

**OTKA jelentés 2005**  
**„A magyarországi neogén mélymedencék pannóniai s.l.  
képződményeinek szedimentológiája, ciklussztratigráfiája és  
fejlődéstörténete”**

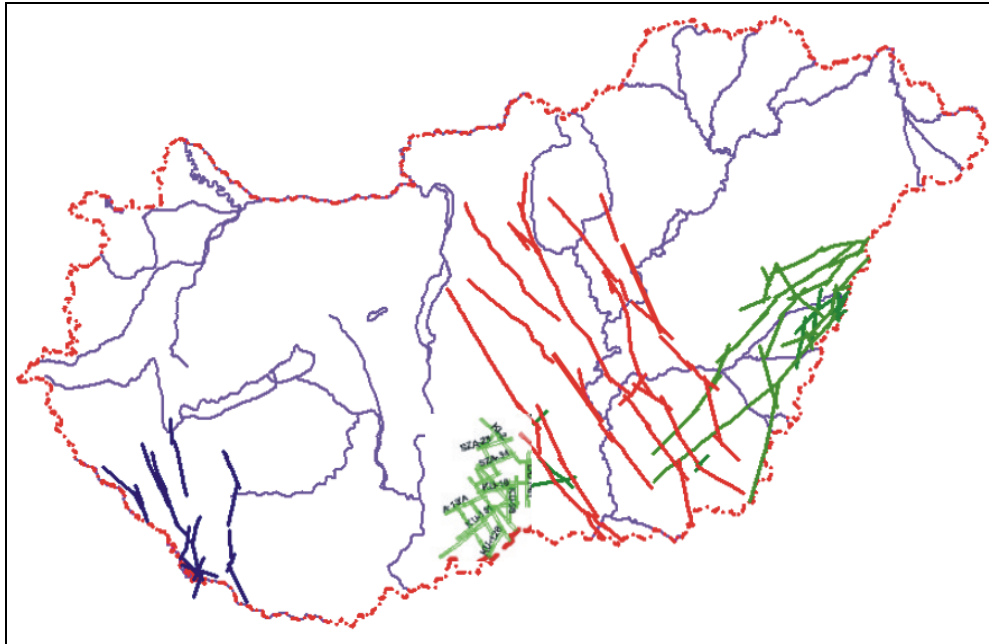
c. T 035168 sz. OTKA kutatási témáról

### **A kutatás célkitűzései**

A Pannon-medence mélymedencebeli nagy vastagságú pannóniai s.l. képződményeinek integrált sztratigráfiai vizsgálata során célunk a medence nagy részét behálózó kijelölt regionális szelvények nagyléptékű, integrált rétegtani, szedimentológiai, őslénytani és ciklussztratigráfiai vizsgálata volt, amelynek során megpróbáltuk párhuzamosítani a különböző léptékű, fúrási adatokból és szeizmikus szelvényekből kinyerhető információkat, értelmezéseket, és következtetéseket levonni a medence fejlődéstörténetére vonatkozóan. A jelenlegi kutatás során egy regionális szelvények mentén történő, nagyobb léptékű vizsgálatot és értelmezést végeztünk, amelyet azonban bizonyos témakörökben kiegészítettünk részletező vizsgálatokkal. Nagyobb témakörként a kutatásba bevontuk az Alföldön elérhető mikromineralógiai vizsgálati anyagok értelmezését, és elemeztük azok változásának tendenciáit a medencében. Az alábbiakban összefoglaljuk az elmúlt 5 év során végzett kutatásaink eredményeit.

### **Kutatási módszerek, a kutatás menete**

A Pannon-medence nagy vastagságú pannóniai s.l. üledéksorának vizsgálatát mélyföldtani módszerekkel végeztük, a legkülönbélebb felbontást nyújtó eszközökkel, mint a szeizmikus, a karotázsszelvények elemzése, valamint a fellelhető, ám többnyire csak sporadikus információval szolgáló magvizsgálatok különféle értékelésének felhasználásával. A munka során külön figyelmet szenteltünk az ÉK-i és az ÉNy-i behordási irányoknak, ez alapján kijelöltünk egy regionális szelvényhálót. A szelvényeket igyekeztünk dőlésirányban megválasztani, ez alapján az ÉK-i behordást ÉK – DNy-i, az ÉNy-i behordást ÉNy – DK irányú szelvényhálóval térképeztük fel. Az 1. ábra a munka során kialakított regionális szeizmikus szelvényháló nyomvonalait mutatja be, különböző színű vonalakkal jelölve a különböző kutatási területek szelvényeit. A sötétzöld és piros színű vonalak az Alföld két fő behordási irányát, a sötétkék szelvényháló a Dráva-medence vizsgált szelvényeit, míg a világoszöld a MÁFI fúrások integrációjára felépített szelvényhálót mutatja. A Kisalföldön folyamatos magvételes fúrások és több felszíni feltárás mágnesrétegtani értelmezésével és szeizmikus korrelációjukkal pontosítottuk a biozónák korát. Bizonyos témákban, amelyek a pannóniai s.l. képződmények kutatásának homlokterében állnak, és segítségül szolgálhattak a vizsgálatok további folytatásához, részletező kutatásokat végeztünk, részben kisebb területekre, részben pedig egy speciális időkeretben vizsgálva valamely képződményt. Mikromineralógiai vizsgálatokat végeztünk az Alföld pannóniai s.l. képződményeiben az összes eddig fellelhető mérési adat alapján, amelynek során meghatároztuk a különböző behordási irányokból érkezett üledékanyag nehézasványtani összetétel változásainak tendenciáit, fációsanként, térben és időben.



1. ábra A kialakított regionális szeizmikus szelvényháló

Az elvégzett feladatok a következők voltak:

1. Integrált sztratigráfiai vizsgálatok:

- Regionális szelvények megtervezése, összeállítása. Kompozit szeizmikus szelvények szekvencia sztratigráfiai értékelése
- Főbb fúrások digitalizálása, fúrások beszerkesztése a szeizmikus szelvényekbe
- Szeizmikus fáciesek és szeizmikus mintázat szokásostól eltérő jellegeinek vizsgálata
- A szelvényekre eső fúrási rétegsorok rétegtani, litológiai, szedimentológiai, szekvencia sztratigráfiai értékelése
- Fúrási rétegsorok korrelációja, beillesztése a szeizmikába
- Regionális geológiai értelmezés
- Fejlődéstörténeti összefüggések meghatározása, lokális vs. regionális földtani jelenségek elkülönítése

2. Részletező vizsgálatok:

- A szarmata-pannon határ vizsgálata
- A kondenzált üledékképződést képviselő bazális mészmárga képződmények vizsgálata a DK-Alföldön, ahol legtovább tartott a medence "éhezése".

3. Nehézasványtani vizsgálatok elvégzése az Alföld pannóniai s.l. képződményeiben:

Az Alföldről összegyűjtött nehézasvány mintáknak meghatároztuk leülepedési környezetét és formációját, majd klaszter analízissel és diszkriminancia analízissel csoportokra bontottuk különböző szempontok szerint. Ezután lehetőségessé vált a különböző csoportok elemzése, összetételének és változásának vizsgálata.

- Behordási irányok szerint
- Üledékes környezetek, illetőleg fáciesek szerint
- Vertikálisan, folyamatos maggal fúrt alapfúrások rétegsorában.

## Kutatási eredmények

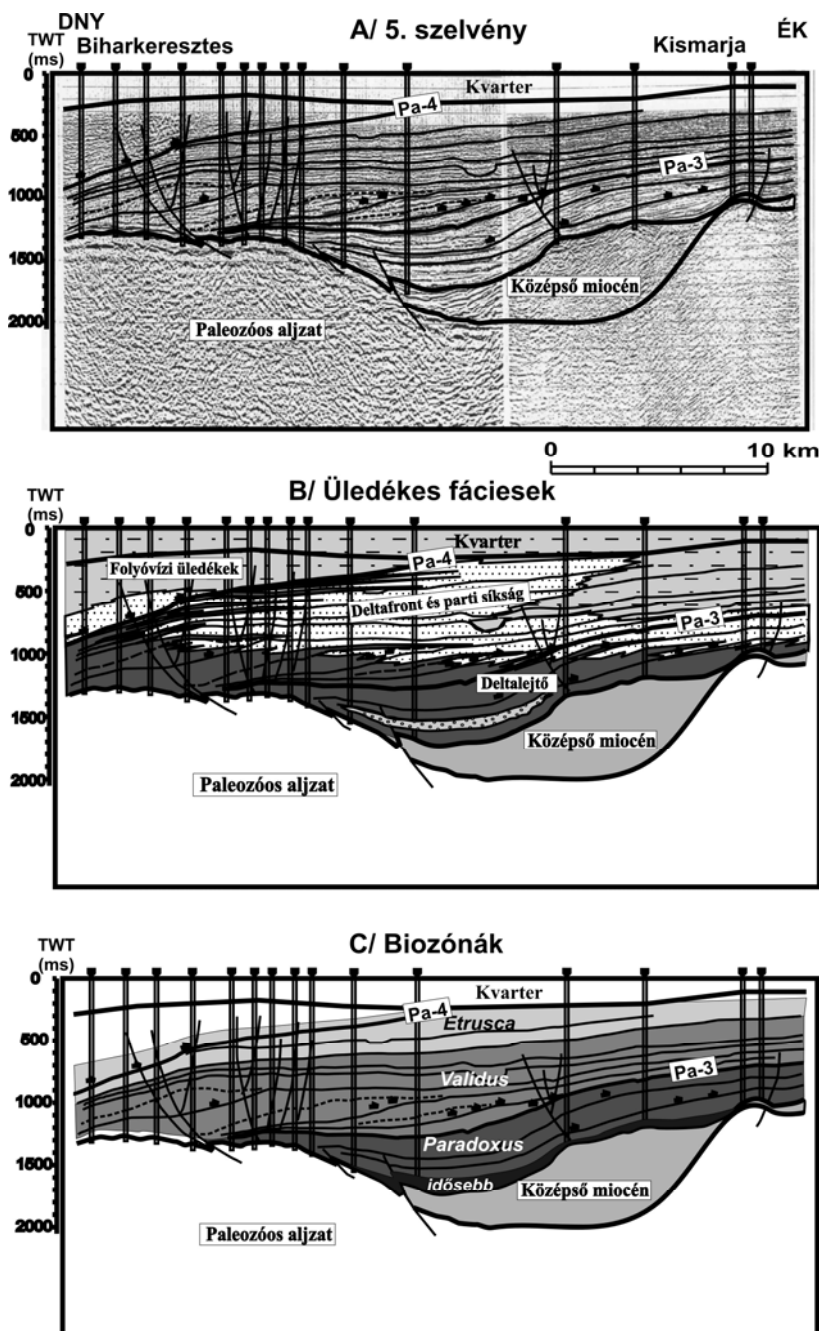
### *A pannóniai s.l. képződmények integrált sztratigráfiai és fejlődéstörténeti vizsgálata az Alföldön*

A pannóniai s.l. képződmények integrált sztratigráfiai vizsgálata során az Alföldet behálózó regionális szelvények mentén végeztünk nagyléptékű, regionális vizsgálatokat, és ennek nyomán következtetéseket vontunk le a medence fejlődéstörténetére vonatkozóan. A kutatás egyik legfőbb erénye, hogy különböző szakterületek eredményeit integrálta, így rétegtani, szedimentológiai, őslénytani és ciklussztratigráfiai kutatásokat folytatott. Eredményeinket rangos nemzetközi rendezvényeken mutattuk be (Juhász et al. 2004, 2005/1, 2). A kutatás főbb eredményeit átfogó cikkben foglaltuk össze (Juhász et al. 2006, Juhász et al. in print). A medence nagytektonikai vonatkozásairól is készültek összefoglaló tanulmányok a témához kapcsolódóan (Pogácsás et al. 2001, Nemcok et al. 2005).

A munka során elemeztük az alföldi pannóniai képződmények harmad- és negyedrendű szekvencia sztratigráfiai felépítését, különös fontosságúnak találtuk az ÉK-i és ÉNy-i behordási irányokat. Kisebb behordás jellemző Battonya környezetében DK-i irányból. Vizsgáltuk a szekvenciák üledékföldtani felépítését és a szekvenciahatárokon fellépő fáciesváltozások nyomait. Az integrált sztratigráfiai vizsgálatok során kapott eredményeket mutatjuk be egy szelvénytáblával (2. ábra). Jól látható, milyen kapcsolatban állnak egymással a szekvencia sztratigráfiai, a biosztratigráfiai és a litosztratigráfiai feldolgozások során értelmezett különféle egységek: ciklusok, formációk és biozónák, valamint hogyan jelenik meg a vízszintingadozások hatása az üledékes fáciesekben. Ezen a szelvényen a folyóvízi és delta front – delta síksági képződmények határának változásán látszik elsősorban a partvonal eltolódása, vagyis a vízszintingadozás hatása. Az integrált sztratigráfiai vizsgálatok regionális értékelése lehetővé tette a medence részterületeire illetőleg egészére vonatkozó főbb fejlődéstörténeti események rekonstrukcióját.

A kutatás során megállapításra került, hogy a 6.8 és 9.1 Ma között képződött Pa-3 harmadrendű szekvencia önálló tektonosztratigráfiai ciklust képvisel, amely rendkívül fontos szerepet játszik a medence fejlődéstörténetében, ezért e ciklus vizsgálatának külön figyelmet szenteltünk. A Pa-3 szekvencia nagy üledéktömeget, szélsőséges fáciesváltozásokat és komoly intra-pannon szerkezeti mozgásokat képvisel az Alföld pannóniai s.l. rétegsorában, a jelenség azonban nyomozható a Dráva-medence üledéksorában is. Széles progradáló, egyben aggradáló self kialakulása, majd főleg az ÉK-i behordási területen jelentős transzgresszió, vagyis relatív vízszintemelkedés jellemzi a harmadrendű szekvenciát. Fúrásokban ÉNy-on inkább aggradáló rétegsorok jellemzőek, a nagyobb delta rendszer nem reagált olyan érzékenyen a relatív vízszintingadozásokra, és a szerkezeti változások sem voltak olyan szélsőségesek és erőteljesek. A változások mértéke és az üledékképződésre gyakorolt hatása a medence egyes területein eltérő, de körben az egykori peremeken felfedezhető.

A ciklust a Pa-4 szekvenciahatár zárja 6.8 Ma-ben. Ennek során megindult a medence tektonikai stílusának változása, kompressziós hatásra a peremi területeken a medence inverziója, mialatt a medence középső részei tovább süllyedtek. E szerkezeti változások nagyon szépen nyomozhatók voltak a nagy vastagságban kifejlődött pannóniai képződmények integrált sztratigráfiai, szedimentológiai és fejlődéstörténeti vizsgálata során.



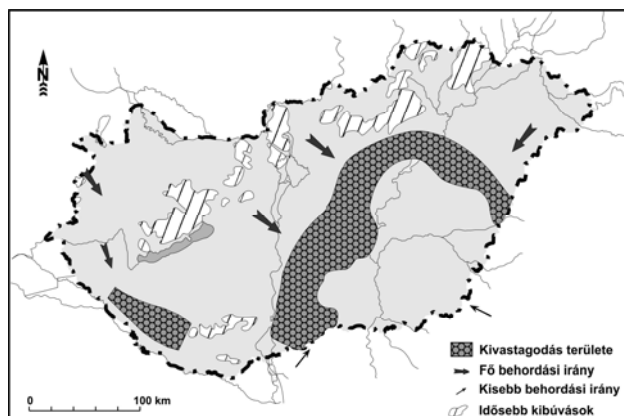
2. ábra

A szerkezeti mozgások a szekvenciák korolásával és architektúrájának vizsgálatával pontosabban helyezhetők el az időben. Míg a K-Alföldön igen nagy mértékű és gyors relatív vízszintesés, ennél fogva erőteljes lepusztulás és a fáciesek gyökeres átrendeződése jellemző a Pa-4 szekvenciahatáron, addig a Ny-Alföldön, az ÉNy-i behordás területén a relatív vízszintcsökkenés mértéke és sebessége kisebb volt, a folyamatok lassúbb lefolyása és kisebb amplitúdója nem okozott olyan drasztikus fáciesváltozásokat. Ebben közrejátszott az is, hogy a nagyobb delta rendszer kevésbé érzékenyen reagált a változásokra. Az Alföld ÉNy-i részén a lassúbb relatív vízszintcsökkenés nyomán jelentős (több 100 m) mélységű bevágódott völgyek és kanyonok nyomait fedezhetjük fel. A Pa-4 szekvenciahatáron

bekövetkezett események, és a jelentős relatív vízszintcsökkenés után a behordási irányok mind az ÉNY-i, mind az ÉK-i peremen megváltoztak, megkerülve a legerőteljesebben kiemelkedő területeket. A tó feltöltődése a továbbiakban alacsonyabb relatív vízszint mellett folytatódott.

Az eredmények tehát arra engednek következtetni, hogy a medence egyidejű erőteljes süllyedésén kívül jelentős oldaleltolódásos mozgások kezdődtek a medencében a Pa-3 szekvencia lerakódása idején (9.1-6.8 Ma), majd ezt követően a Pa-4 szekvenciahatár környékén (cca. 6.8 Ma) megindult a medence inverziója, jóval korábban az eddig feltételezettnél. Az inverzió azonban nem volt folyamatos, később a süllyedés területenként eltérő mértékben folytatódott.

A delta rétegsor kivastagodása a Pa-3 harmadrendű szekvenciában körben felfedezhető az Alföld peremén, és ez egyúttal mindenütt a Zagyvai Formáció folyóvízi rétegsorainak kiékelődését, illetőleg jelentős elvékonyodását is okozza (3. ábra). Ez a deltafront – deltasíksági kivastagodási zóna folytatódik a Dráva-medence pannóniai rétegsorában is. Kitérképezése, amely tisztán szedimentológiai alapon, fúrási rétegsorok segítségével történt, rendkívül jó egyezést mutat a Pa-4 szekvenciahatár self-peremének földrajzi elhelyezkedésével, vagyis a Pa-3 és a Pa-4 harmadrendű szekvenciahatárok self-pereme közötti terület elhelyezkedésével.



3. ábra

### *A pannóniai s.l. képződmények rétegtani és fejlődéstörténeti vizsgálata a Dráva-medencében*

A dunántúli neogén részmedencék sorában részletes vizsgálatokat végeztünk a Dráva-medence neogén - miocén, pannon, pliocén – üledékeiben. A kutatást a horvát kollegákkal közös együttműködés során, a Zágrábi Egyetem és a budapesti ELTE kutatóival a medence egészére készítettük el. A főbb eredményeket közös cikkben tettük közzé (Saftic et al. 2003/1, 2). Az ÉNY-i behordási terület dunántúli részén a partvonal fokozatosan progradált D, DK felé, a Dráva-, sőt még a Száva-medence egy része is ÉNy-ról kapta az üledékanyagot. A Dráva-medence magyarországi területén vizsgált regionális szeizmikus szelvények ÉNy-DK, ill. É-D irányúak voltak, tehát jól tükrözik a behordási irányt. Elvégeztük a regionális szelvényekre eső fúrások neogén képződményeinek részletes szedimentológiai, litosztratigráfiai vizsgálatát.

A Dráva-medence egészének neogén képződményeiben (Horvátország és Magyarország területén) három megaciklust különítettünk el, amelyek egyértelműen tektonosztratigráfiai ciklusok, és másodrendű üledékes szekvenciákat alkotnak. Az első és legkorábbi megaciklus a kárpáti-bádeni-szarmata üledékeket foglalja magába,

és a medence kialakulásának syn-rift szakaszába tartozik. A második megaciklus a pannon csökkentsósvízi üledékeket képviseli, és a termális süllyedéshez kapcsolódó post-rift szakaszba tartozik. A pliocén és a kvarter képződmények együtt a harmadik megaszekvenciát alkotják Horvátországban folytonos kifejlődésben, és a kompresszióval jellemzett inverziós medencefejlődési fázishoz kapcsolódnak, Magyarországon azonban a pliocén és a kvarter külön egy-egy önálló nagyciklust képviselnek. Az inverzió során a medence legmélyebb, immár horvátországi területén további süllyedés történt, míg a peremi területeket kiemelkedés, és erózió jellemezte, tehát ezen üledékek már csak a Dráva-medence magyarországi részének legdélebbi peremén nyomozhatók a szeizmikán, és néhány fúrásban. Az egyes megaciklusokat fő diszkordancia felületek választják el egymástól, amelyek szeizmikán jellegzetes rálapoldási felszínekkel jelentkeznek, míg üledékekben változó megjelenési formában, de inkább őslénytani alapon észlelhetők. A megaciklusokat harmadrendű szekvenciák építik fel. Elkészítettük három megaszekvencia vastagságtérképét az egész horvát-magyar Dráva-medencére és a Száva-medencére, ezzel újra „egyesítve” a medencét, amelyben a szintvonalak folytonosan átmennek a határon.

A szedimentológiai vizsgálatok, a biosztratigráfiai adatok és a szeizmikus mintázat tendenciáinak értelmezése alapján nyilvánvalóvá vált, hogy mind a Dráva-medencében, mind az Alföldön ugyanannak a szerkezeti fejlődéssornak vagyunk tanúi. Az Alföldön értelmezett, nagy vastagságú deltafront, deltasíkság üledékeket magábanfoglaló Pa-3 szekvencia (Vakarcs 1997) üledékföldtani és szekvencia sztratigráfiai jellegeit éppen itt találjuk meg, a partvonal ugyanabban az időben a Dráva-medence területén helyezkedett el. A vizsgálatok során azonban korlási és illeszkedési gondok adódtak az Alföld képződményeivel. Nem illeszkednek azonban a két területen, a DNY Alföldön és a Dráva-medencében azonosított harmadrendű szekvencia korára vonatkozó vizsgálatok, ezért feltétlenül szükségessé vált az Iharosberény és a DNY-alföldi fúrások (Kaskantyú, Jánoshalma, Bácsalmás) magnetosztratigráfiai felülvizsgálata és újraértékelése.

#### *A pannóniai s.l. képződmények rétegtani vizsgálata a Kisalföldön*

A Kisalföld képződményeinek szekvencia sztratigráfiai és biosztratigráfiai vizsgálata során szintén korlási és illeszkedési gondok adódtak. Ezért itt már meg is történt a folyamatos magvételes fúrások magnetosztratigráfiai felülvizsgálata és újraértékelése. A vizsgálatok során négy MÁFI folyamatos magvételes fúrás és több felszíni feltárás mágnésrétegtani értelmezésével és szeizmikus korrelációjukkal pontosítottuk a biozónák korát. Ennek alapján a Kisalföld medencéjének feltöltődése északnyugat felől kevesebb, mint egy millió év alatt zajlott le; a delta front 9,6 millió évvel ezelőtt még az Alpok és Kárpátok keleti lábainál helyezkedett el, de 8,8 millió évvel ezelőtt már a Zalai-dombság területén húzódott. Az eredmények publikálása folyamatban van (Magyar et al. in print).

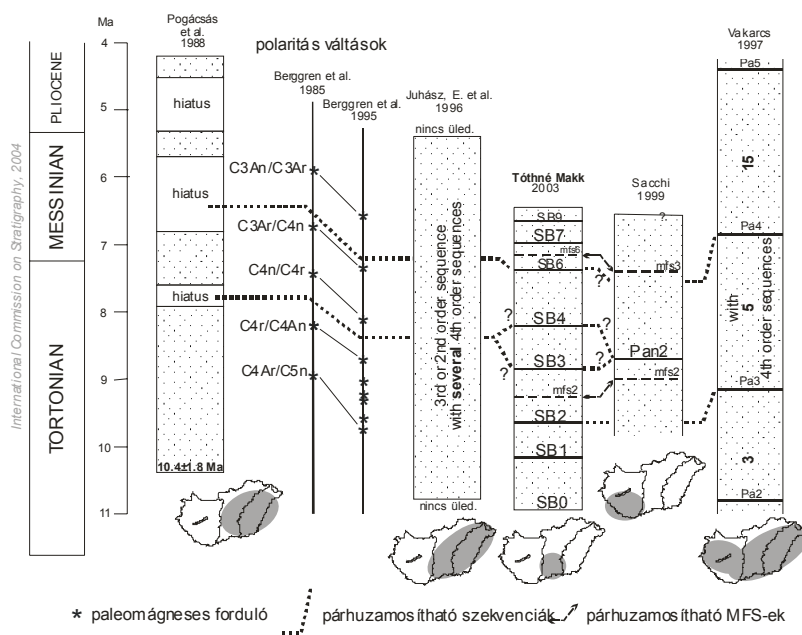
#### *A szekvencia sztratigráfiai kutatások eredményeinek párhuzamosítása a DNY - Alföldön a MÁFI fúrások és a szeizmikus szelvényháló között (PhD dolgozat)*

Az integrált sztratigráfiai vizsgálatok részeként egy PhD dolgozat született, melynek keretében megtörtént a Duna-Tisza – köze déli részén a folyamatos maggal vett MÁFI fúrások és a rajtuk keresztül felállított szeizmikus szelvényhálóban a szekvencia sztratigráfiai kutatások eredményeinek párhuzamosítása, vagyis különböző felbontású vizsgálati eredmények összehasonlító vizsgálata (Tóthné Makk

2003, Tóth-Makk in print). A dolgozat főbb eredményeit az alábbiakban foglaljuk össze:

A korábbi üledéktani öskörnyezeti vizsgálatok, valamint a karotázs-szelvények együttes értelmezése alapján a végig magvételes Duna–Tisza közti mélyfúrások (Kaskantyú Kas-2, Jánoshalma J-1 és Bácsalmás Bá-1) pannóniai rétegsora korrelációjához a három magfúrás között két, különböző nyomvonalon vezetett, de a megfúrásoknál találkozó összetett szeizmikus szelvényt, kereszt-szelvényeket és további karotázs-szelvényeket használtunk fel (1. ábra). Ezek segítségével a magfúrások közötti szakaszokon is meghatároztuk a szekvenciasztratigráfiai rendszeregyégeket és ezzel egy időben párhuzamosítottuk a magfúrások rétegsorait. A késő-miocén rétegsor bázisán jelentkező eróziós diszkordanciát nem számítva, a legidősebbtől a legfiatalabbig 11 szekvenciát lehetett kijelölni a pannóniai rétegösszletben. Az egyes szekvenciák elterjedésének kiterképezése megtörtént a vizsgált területen. A Kas-2 mágneses korai alapján a tizenegy szekvenciahatár közül hatot lineáris interpolációval, a legsőt extrapolációval korolni lehetett. Az egyes szekvenciák képződési időtartama 0,3 és 0,83 Ma, az idősebb szekvenciáké 0,8 és 0,6 Ma, a fiatalabbaké 0,3-0,4 Ma között változik.

A munka egyik jelentős eredménye, hogy a Kas-2 fúrás mágneses adatai segítségével korolt szekvenciahatárokat összevetette a korábbi kutatások során, más szerzők által megállapított szekvenciahatárok korával. Ennek alapján összefoglalóan a következők kerültek megállapításra (4. ábra):



Az összes többi adat Berggren et al. 1985 beosztásán osz korelatív (Pogácsás et al. 1988 adatai Berggren et al. 1985 értékeire sz korelatív).  
 ... ábra. A késő-miocén szekvenciák időbeli elterjedését a megjelölt adatok alapján

4. ábra

#### Az üledékes ciklusokat kialakító tényezők a Pannon-medencében

A regionális szelvények mentén történő integrált sztratigráfiai értelmezés folyamán a pannóniai rétegsorban értelmezett üledékes ciklusok eredetének, az azok

kialakításban közrejátszó tényezők tekintetében az elmúlt években folyó munka során az alábbi következtetésekre jutottunk (Juhász et al 2006):

A Pannon-medence alföldi részmedencéiben a fő behordási irányokban, a dőlésirányú szelvények mentén jól azonosíthatók mind a negyed-, mind a harmadrendű ciklusok. Az integrált sztratigráfiai vizsgálatok során egyértelművé vált, hogy a harmadrendű ciklusokat (tehát a hagyományos értelemben vett szekvenciákat) létrehozó relatív vízszintváltozások elsősorban a Pannon-medence szerkezeti fejlődéséhez köthetők. A negyedrendű ciklusok kialakulását azonban alapvetően klimatikus hatásokra kell visszavezetnünk, melyben több tényező együttes hatása is közrejátszott. Így a háttérterületek, környező hegységek emelkedése, a lehordási területek közetminősége, vagyis ennek változása (pl. flis, kristályos illetőleg vulkáni területek) és a folyók által szállított üledékanyag mennyisége befolyásolhatta még a ciklusok geometriájának alakulását. Ez utóbbi tényező szintén klimatikus hatást tükröz, hiszen csapadékosabb klíma esetén nagyobb a folyók vízhozama, üledékszállító képessége, valamint nagyobb az erózió is a háttérterületeken. Ez utóbbi tényezők szerepe annyiban más, hogy komolyabb időeltolódás szükséges, amíg a folyók által és a háttérterületeken elszenvedett ciklusos változások hatása a medencében érvényre juthat.

Összegezve tehát úgy gondoljuk, hogy tengeri kapcsolatok nem lévén a Pannon-medencében, az eusztatikus tengerszintváltozások nem lehettek közvetlen hatással a medencében kialakult ciklusokra. Mivel azonban a harmadrendű eusztatikus tengerszintingadozások a jégsapkák olvadásán ill. növekedésén keresztül szintén a globális klímaváltozástól függenek, ezért természetes, hogy bizonyos összhang látszott a korábbi vizsgálatokban a globális görbével. Itt azonban a harmadrendű ciklusokat (tehát a hagyományos értelemben vett szekvenciákat), a Pannon-medence szerkezeti változásai alakították, vagyis hozták létre, míg a negyedrendű ciklusok feltehetően a nagyléptékű Milankovics klímacyklusokkal (illetőleg ezek többszörösével) mutatnak kapcsolatot (100, 200, 400 ezer éves ciklusok) (Juhász et al.2006).

### *Kitekintés a Mediterránra: korrelációs lehetőségek a Földközi-tenger medencéjével*

Régóta foglalkoztatja a kutatókat, hogyan lehetne korrelációs lehetőségeket találni a Földközi-tengeri eseményekkel. A messinai krízisnek hatalmas irodalma van, az újabb kutatási eredmények azonban rendre megváltoztatják az aktuális elméleteket. Az érvényes korolásokat és tengerszintingadozási görbéket a tengeri fúrások eredményei alapján próbálják megadni, részben oxigén izotópos vizsgálatok, másrészt a szapropél- és tufarétegek alapján.

A jelenlegi álláspont szerint a messinai események kétosztatúságot mutatnak, megkülönböztetnek alsó-, és felső messinai eseményt, és bebizonyították, hogy a messinai krízist tektonikai események sora hozta létre (Krijgsman et al. 1999, Hilgen et al. 2000, 2001, Fortuin & Krijgsman 2003). Anélkül, hogy itt bármilyen szinten részletekbe bocsátkoznánk, az időbeli korrelációs lehetőségekre szeretnénk egy-két ponton kitérni. Krijgsman és munkatársai rámutattak, hogy pl. bizonyos DK spanyolországi medencékben, amelyek egykor a Földközi-tenger részei voltak, folytatott vizsgálatok alapján maximális tengerelöntés következett be 7.2 Ma körül, majd 6.7 Ma ezelőtt erős kompressziós eseményeket, és szekvenciahatárt állapítottak meg.



Ez utóbbi két esemény lehetőséget ígér a Pannon-medencebeli rétegsorokkal történő korelációra, bármennyire is kételyeink vannak a koradatainkat terhelő hibák nagyságrendjét illetően. Hiszen az integrált sztratigráfiai vizsgálatok során az Alföldön közel azonos korokat állapítottunk meg: a Pa-4 harmadrendű szekvenciahatárhoz köthető kompresszió 6.8 Ma, és az alatta levő Pa-3 MFS (maximális előtét), vagyis a tárgyalt jelentős transzgresszó kora 7.2-7.5 Ma-ra tehető. Megállapítottuk, hogy a Pa-3 szekvencia egy tektonosztratigráfiai ciklust alkot, amelynek során a Pannon-medence egész Magyarországi része szerkezetfejlődése gyökeres változáson ment át.

A korok ilyen egybeesése azt jelentheti számunkra, hogy a Pannon-medencét ért szerkezeti változások egy nagyobb léptékű, Európa több térségéig érintő szerkezeti átalakulás részét képezte. A legújabb vizsgálatok (Krijgsman et al. 1999, Hilgen et al. 2000, 2001, Fortuin & Krijgsman 2003) alapján e dátumokkal datálják a messinai krízis első fázisának kezdetét (Juhász et al. 2006).

### *Biosztratigráfiai korrelációs lehetőségek a Paratethys részmedencéivel*

A Pannon-tó üledékeinek biosztratigráfiai tagolásához az endemikus flóra és fauna alapos ismeretére van szükség. Az egyik legfontosabb csoportot a Lymnocardiinae aloszalád képviselői adják. Ez a csoport a Paratethys történetében többször is intenzív radiációt mutatott; a legnagyobb diverzitás éppen a Pannon-tóban, a késő miocénben alakult ki, egy általunk „összetett radiációnak” nevezett folyamat középső szegmensében. A tortoni korszakban egyedül a Pannon-medencében éltek endemikus szívragylók, ezért ezek biosztratigráfiai célra jól használhatóak, a fosszilis anyagban nem kell számolni a migráció okozta előfordulásokkal. Az eredmények nemzetközi fórumon elhangzott, valamint publikálása megtörtént (Magyar 2004, 2006).

A biosztratigráfiai egységek térképi ábrázolásával rekonstruálhatóvá vált a Pannon-medence ösföldrajzi fejlődése. A Kisalföldre, az Erdélyi-medencére, de az egész intra-kárpáti térségre vonatkozó eredményeink beépültek a Paratethys késő miocén-pliocén ösföldrajzi változásait bemutató térképsorozatba, amely speciális számként történő megjelenése anyagi okok miatt hosszú ideje húzódik, de 2006-ra ígéretet kaptunk a megjelenésére (Popov et al. in print).

### *Mikromineralógiai vizsgálatok*

Az OTKA téma keretén belül az alföldi pannóniai s.l. képződményekben részletes **mikromineralógiai vizsgálatokat** végeztünk, felhasználva az eddig elérhető legtöbb mérési adatot. A mintáknak meghatároztuk leülepedési környezetét és formációját, ennek alapján kezdtünk hozzá a vizsgálatok elvégzéséhez:

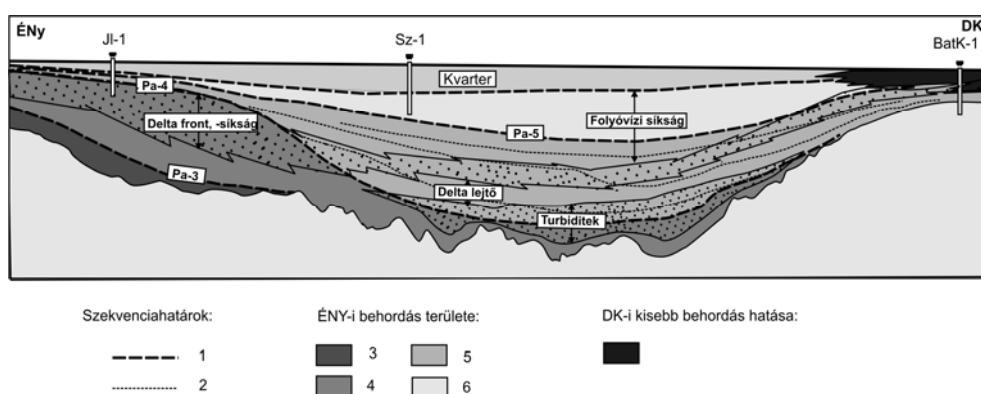
1. A MÁFI-ban meglévő nagy adatbázis mintáit fáciesegységek szerint csoportosítva, formációnként vizsgáltuk a minták nehézasványtartalmának területi eloszlását.
2. A két fő behordási területről, azonos fáciesben leülepedett mintákat vizsgáltunk.
3. Független szelvény mentén, azon fúrásokban, ahol sok minta állt rendelkezésre, vizsgáltuk a minták nehézasványtartalmát. Ez utóbbi vizsgálat a nehézasványtartalom időbeli változásának nyomonkövetésére szolgált.

A három vizsgálati módszer eredményeképpen a nehézasványtartalom változások különböző tendenciáit figyelhettük meg, és mostanra nyilvánvalóvá vált, miért nem vezettek eredményre a korábbi, a nagy tömegű anyagot egyben elemző vizsgálatok. Meghatároztuk a különböző beszállítási irányból érkező homokok jellemzőit, a forrásközetjelző ásványok elterjedését, és az ásványi összetétel változásának tendenciáit. Határozott, bár nem túl nagy eltérések adódtak a két behordási irány kőzetanyagában, nyugaton magasabb a metamorf ásványok aránya, míg keleten a vulkanitok szerepe dominánsabb. A klorit részaránya azonban annyira magas a minták igen nagy részében, hogy ez szinte felülírja a többi összetevő szerepét, ezért jelentősebb mértékben mégsem tér el a törmelékanyag összetétele, ami a Kárpátok, mint legfőbb lehordási terület öves szerkezetéből is következik. Ez is arra enged következtetni, hogy a középhegységi területek még nem jelennek meg jelentős üledékforrásként, tehát nem voltak kiemelt területek.

A fáciesek alapján történő vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a szállítási távolsággal nő a kőzetanyag érettsége, egyre dominánsabbá válik a klorit. Ez egyrészt abban nyilvánul meg, hogy a mélyebbvízi fáciesek, tehát a deltalejtő és turbidit képződmények kőzetanyagának ásványos összetétele egyre érettebb, másrészt a folyóvízi és a delta síksági üledékek anyaga a peremterületeken több nehézasványt tartalmaz, a medencebelső irányában szintén nő a klorit dominanciája.

Vertikális szelvényben vizsgálva a forrásterületekhez közelebb eső fúrásokban rendkívüli egyezés mutatkozik a nehézasványtartalom változása, és a szekvencia sztratigráfiai értelmezés között. E szerint időben változott a behordott üledékek összetétele, tehát változtak a lehordási területek. Elsősorban a tektonikai mozgások által létrehozott harmadrendű szekvenciahatárokon ugrásszerűen változik az ásványos összetétel, a peremeken, de főleg a vulkáni anyagot tartalmazó ÉK-i területen már a negyedrendű szekvenciahatárok is jelentkeznek az ásványos összetételben (5. ábra). A medencebelsőben ez a változás nem annyira jellegzetes, ami részben a nagyobb szállítási távolsággal, másrészt a vizsgálati anyagok sporadikus voltával magyarázhatók.

Az eredményeket rangos nemzetközi rendezvényeken ismertettük, és az elfogadott összefoglaló cikk megjelenik 2006-ban (Thamó-Bozsó – Juhász 2002, Thamó-Bozsó et al. 2004, Thamó-Bozsó et al. 2006).



5. ábra

### Szarmata-pannon határkérdés

A szarmata – pannon határ vizsgálata rendkívül fontos szerepet kap a pannon képződmények fejlődéstörténetének kutatásában, mert szinte semmi információnk

nincs az itt történt eseményekről, és nem áll rendelkezésre jól vizsgálható vastagabb felszíni rétegsor. Ezért ezt a kérdéskört is vizsgáltuk az OTKA téma keretén belül, több platformról kiindulva, egyrészt a legmélyebb fúrásunk újravizsgálatával, másrészt egy rendkívül vastag határszelvény megmintázásával, és részletes vizsgálatával az Erdélyi medencéből.

A) Az egyik megközelítés a Hód-1 fúrás maganyagának részletes paleontológiai, biosztratigráfiai újrafeldolgozása volt. A legmélyebb magyarországi fúrás korábbi ismereteink szerint a bádeniben állt meg és folyamatos rétegsort képviselt, bár ezt valójában, megfelelő őslénytani adatok hiányában sohasem sikerült konkrét adatokkal alátámasztani. A vizsgálat célja tehát a szarmata pontosabb lehatárolása és azonosítása volt. A fúrás alsó részében a meglévő maganyagok új mikropaleontológiai módszerekkel történő újraértékelése (Ostracoda és dinoflagelláta együttesek segítségével) meglepő és igen váratlan eredményre vezetett: *nemcsak hogy a szarmata hiányzik a rétegsorból, hanem kiderült, hogy a fúrás nem érte el a pannon talpat, sőt rétegtanilag jóval a fölött állt meg, a Spiniferites oblongus zónában* (Szuromi et al. 2004). Folyamatos üledékképződést feltételezve a bádeni óta a Pannon medence legmélyebb részmedencéjében, még a két legalsó pannon dinoflagelláta biozónának, valamint a szarmatának is meg kell lennie, nagyobb mélységekben. A tény azonban, hogy az Oblongus zóna 600 m vastag, amelyet még sohasem harántoltak 100 m-nél nagyobb vastagságban a medencében, arra utal, hogy a környező aljzati kiemelkedések környezetéből, nagyrészt bádeni és szarmata üledékek gravitációs törmelékfolyások során történt áthalmazásából származik a nagy vastagságú törmelékanyag, amelyet már korábbi szedimentológiai munkák is megállapítottak (Szuromi-Korecz et al. 2004).

B) A másik szál a határkérdés megoldásához vezető úton egy nagy vastagságú, felszínen elérhető feltárás vizsgálata volt. A magyarországi medencerészekben nem áll rendelkezésre jelentős vastagságban feltárt, folyamatos üledékképződéssel jellemezhető szarmata-pannon határszelvény, amely részletes újrafeldolgozásra kerülhet. Ezért kétoldali együttműködést kezdeményezve erdélyi és román kollegákkal együttműködve egy erdélyi, kb. 100 m vastagságban feltárt, nagyon szép megtartású határszelvény vizsgálatát tűztük ki célul, a kolozsvári egyetem, a MÁFI, valamint az ELTE közreműködésével. Az OTKA téma a mintavétel megszervezéséhez, lebonyolításához, valamint az első feldolgozásokhoz jelentős mértékben járult hozzá. A szerteágazó őslénytani feldolgozás folyamatban van, és az első szedimentológiai és őslénytani eredmények már publikálásra, ill. bemutatásra kerültek (Sztanó et al. 2005, Magyar et al. 2005).

### ***A mélymedencebeli mészmárga (Tótkomlói Mészmárga Tagozat) képződmények vizsgálata Battonya – Pusztaföldvár térségében***

A medence fejlődéstörténetének vizsgálatához, valamint a szarmata – pannon határkérdéshez szervesen kapcsolódik az oly sokat vitatott bazális márgák korának vizsgálata a medencében, amelyre szedimentológiai vizsgálatok, valamint új mikropaleontológiai módszerek együttes alkalmazásával került sor. A Pannon-tó üledékes rétegsorának kezdő tagja az Alföld nagy részén az Endrődi Formáció Tótkomlói Mészmárga Tagozata. A képződmény köztani kifejlődése és fáciése a képződési körülményektől függően széles határok között változik. A legjelentősebb korszakok különbségekre a mészmárgán belül éppen a Battonya-pusztaföldvári hátság és környékén számíthatunk, hiszen a szeizmikus és szekvencia sztratigráfiai vizsgálatok

alapján Magyarország területén belül itt maradt meg legtovább a Pannon-tó, a feltöltődés ezt a területet érte el legkésőbb. A mészmárga tehát kondenzált üledékképződés eredménye: képződése nagyságrenddel lassúbb volt, mint a fölötte települő sziliciklasztos rétegsoré. A feltevés igazolása és a Tótkomlói Mészmárga Tagozat általános korviszonyainak tisztázása céljából őslénytani és biosztratigráfiai vizsgálatokat végeztünk a Battonya-pusztaföldvári hátság mélyfúrási anyagain.

A mészmárga talpa a hátság tetőzónájában igen fiatal (*etrusca* zóna; kevesebb, mint 8 millió éves), míg a medencék felé egyre idősebb (*pannonicus* vagy *oblongus* zóna; több mint 11,5 millió éves). A mészmárga tetejéből és az azt fedő agyagmárgából ezzel szemben egységesen fiatal korra utaló adatokat kaptunk (*etrusca* zóna; kevesebb, mint 8 millió éves). A tagozat talpa és teteje közti korkülönbség tehát a hátság legmagasabb részétől a környező medencék felé növekszik, és a szerkezet szárnyain a legnagyobb, ahol a néhányszor tíz méter vastag mészmárga akár 2,5 millió évnél hosszabb időt is képviselhet. Ugyanezt tükrözi a puhatestű fauna is: míg a mészmárgában sekélyebb vízben élt formák is gyakoriak, a fedő agyagmárga puhatestű faunája már egységesen mély vízre utal. A mészmárga talpának kora mindenütt azt az időpontot adja meg, amikor az adott terület vízzel borítottá vált a pannon során, míg a mészmárga tető azt az időpontot, amikor a törmeléken üledékbehordás elérte a területet, és nagyságrenddel gyorsabb szedimentációjával „felhígította”, ill. megszüntette a mészsizapképződést. A szedimentológiai és őslénytani vizsgálatok eredményeként felvázoltuk a mészmárga képződésének üledékföldtani modelljét a Battonya-pusztaföldvári hátság területén. A kutatás anyagát publikáltuk (Magyar et al. 2004).

## **Nemzetközi együttműködések szervezése, kapcsolatfelvétel külföldi szakemberekkel**

Aktív munkát végeztünk a külkapcsolatok felvétele tekintetében, a Pannon-medence országhatáron túlnyúló területek szakértőivel való együttműködés tervezésében és elindításában. Így a horvát szakemberekkel megindult a közös munka, és ez egy közös cikk megírásában realizálódott is a Dráva-medence neogén képződményeinek vonatkozásában (Saftic et al. 2003). Az együttműködés folytatását tervezzük a Zágrábi Egyetem felé a már megkezdett együttműködés folytatására, másrészt a zágrábi székhelyű Horvát Földtani Intézet és a MÁFI együttműködésének keretében. Ez utóbbi együttműködés célja a mai érvényes felső-miocén – pliocén nevezéktan felülvizsgálata, és egy közös, működőképes terminológia és beosztás kidolgozása lenne.

Együttműködést szerveztünk az Erdélyi-medencében erdélyi kollégákkal egy szarmata-pannon határszelvény vizsgálatára a kolozsvári Bábes-Bolyai Egyetemen együttműködve, amely munka elkezdődött, és részben jelen OTKA pályázatból finanszíroztuk az eddigiek során. A munka elkezdődött, és bizonyos részei már be is fejeződtek, ill. még folyamatban vannak. A pozsonyi egyetemen, valamint az osztrák kollégákkal szóbeli megállapodás történt a jövőbeni együttműködésre, valamint egy közös terminológia kidolgozására vonatkozóan. A KBGA konferencián a szerb kollégákkal is tárgyaltunk a jövőbeni együttműködés lehetőségeiről. A bukaresti Geocomar kutatóintézet és a MÁFI között együttműködés jött létre, amelyben felvázoltuk a jövőre vonatkozó közös kutatási terveinket, így programot szervezünk a Pannon-medence és a Dáciai-medence fejlődéstörténetének hasonlóságait és eltéréseit vizsgálva.