

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM – TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR

ÁLTALÁNOS ÉS ALKALMAZOTT FÖLDTANI TANSZÉK



CSERKÉSZ-NAGY ÁGNES

**Egy Tisza-völgyi pleisztocén folyó rekonstrukciója ultranagy
felbontású szeizmikus szelvények alapján**

Morfometriai elemzések a paleoklíma becsléséhez

DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS

Tézisfüzet

Témavezető: **Dr. Sztanó Orsolya**, PhD, egyetemi docens

Földtudományi Doktori Iskola

Vezetője: **Dr. Nemes-Nagy József**, DSc, egyetemi tanár

Földtan–Geofizika Doktori Program

Programvezető: **Dr. Mindszenty Andrea**, DSc, egyetemi tanár

BUDAPEST
2014

Előzmények és célkitűzések

Hazánkban az 1990-es évek eleje óta folyik az ELTE Geofizikai Tanszék és a Geomega Kft. kivitelezésében vízi, nagy- és ultranagy felbontású reflexiós szeizmikus kutatás. Az egycsatornás mérések egyik első mintaterülete a Tisza középső szakasza volt, ami geológiailag több szempontból is érdekes terület. A szelvényezés egyrészt harántolja a Közép-magyarországi vonalat, valamint végigfut a Pannon-medence feltételezett pleisztocén végi harmadik vízrajzi tengelyébe eső (cf. Gábris 2002), nagy vastagságú folyóvízi üledéssel feltöltött Jászsági-medencén. A folyóvízi környezetben újszerűen alkalmazott szeizmikus módszert Tóth et al. (1997) ismertette. A neotektonikával kapcsolatos eredményeket Tóth & Horváth (1999) foglalta össze. A Tisza mederfenéke alatti üledék alluviális szerkezeteit Sztanó et al. (2002) vázolták fel nagy vonalakban, és egy nagy meanderező folyó jelenlétére következtettek. Az első, klímaingadozást feltételező paleohidrológiai becslést Sztanó & Mészáros (2003) mutatta be egycsatornás szelvények alapján a mártfői szakaszon. A szeizmikus szelvényezés a modern Tisza üledékképződését is felfedi, melynek sajátosságait – az emberi beavatkozásokra és folyószabályozásra fókuszálva – Nagy et al. (2005, 2006) mutatták be.

Az ígéretes előzetes eredmények ellenére sem a korábbi mérések rendszerező üledéktani szempontú feldolgozása, sem további célzott mérések, korhatározások nem történtek, így fontos kérdések maradtak megválaszolatlanul:

- A vízfolyás típusa: Milyen a feltárt üledékes egységek eloszlása? Minden ferde reflexiósorozat meanderező folyóhoz köthető? Ugyanazon folyó üledékeit látjuk az egész területen?
- A hosszú ferde reflexiósorozatok egy övzatonyt alkotnak, vagy többszöri visszatérő folyóvízi aktivitást jelölnek?
- Mekkora a „nagy folyó”? Milyen hidrológiai és mederparaméterekkel (szélesség, mélység, vízhozam, stb.) jellemezhető az üledékeket létrehozó vízfolyás? Vannak-e kiugró, extrém vízhozamra utaló jelek?
- A morfológiai változékonyság klímaingadozáshoz köthető vízhozam változást vagy autociklikus folyamatokat jelöl?
- Milyen korú a folyó?
- Hány üledékképződési fázis ismerhető fel? Ezek hogyan követik egymást?
- Milyen éghajlatra utalnak az ősi folyó vízrajzi jellemzői?

A munka első célja az egycsatornás szeizmikus szelvényezés szisztematikus szedimentológiai feldolgozása volt, amely igazolja a nagy, meanderező folyó létét, és ezzel új bizonyítékokat szolgáltat a medence pleisztocén kori háromtengelyű vízrajzi képéhez (cf. Gábris 2002). Második lépésként a jól fejlett, hosszú övzátany-sorozatokon újabb, 2D-s szelvényháló mentén történő (kvázi-3D-s) vízi sekélyszeizmikus szelvényezést végeztünk 2006-ban az ELTE Geofizikai Tanszék és a Geomega Kft. munkatársaival. A részletes mérések célja (1) az egyes övzátany felületek valós dőlésirányának feltérképezése volt, ami pontosítja a meder morfológiájára, változékonyságára és méretére, illetve vízhozamára vonatkozó ismereteinket. (2) Rekonstruálható az idős övzátanyok-komplexumok térbeli elhelyezkedése és fejlődése, és (3) várhatóan elkülöníthetők az eltérő paleohidrológiai viszonyokra utaló fonatos folyó rajzolatok a meanderező mintázatoktól, így a térség alluviális fejlődéstörténete feltárható. További célul tűztem ki, hogy sekélyfúrások segítségével a megismert szerkezetekhez tényleges anyagot rendeljek, valamint kormeghatározásokat végezzek. Segítségükkel a szeizmikus interpretáció alátámasztható, az üledék és a klíma kapcsolatának elemzéséhez pedig a geokronológia minél pontosabb ismerete szükséges. Az idős övzátanyok épülési módját összevetve a modern Tiszán észlelt övzátany-fejlődés jellegzetességeivel és ütemével, megbecsülhető az üledékképződés sebessége. A koradatok ismeretében pedig a változások az egykori éghajlat alakulásával hozhatók összefüggésbe, így a dolgozatban ezt is vizsgálom.

Alkalmazott módszerek

A dolgozat alapvetően a két ultranagy felbontású (UHR, ultrahigh resolution), egycsatornás, vízi sekély szeizmikus reflexiós mérés által nyert adatok elemzésén alapszik. Az 1995-ös mérés a Közép-Tisza Tiszadobtól Martfűig terjedő kb. 200 km-es szakaszára terjedt ki. 2006-ban a Szolnoktól Martfűig terjedő szakasz négy helyen kvázi 3D-ben ismét felmérésre került, kb. 48 km-nyi új szelvényt eredményezve. A mérések IKB-SEISTECTM (Simpkin & Davies 1993) készülékekkel történtek: a jelforrást (Geopulse Boomer) és a tőle állandó távolságra (0,8 m) lévő vevőt (6 hidrofon egy fókuszáló kúpban) ugyanazon katamarán hordta. A gerjesztés és az észlelés víz alatt történt, ahol a rugalmas hullámok minimális energiavesztéssel terjednek. A használt 1-10 kHz frekvencia mellett a szelvények felbontása 0,5 m vízszintesen és 0,1–0,2 m függőlegesen, ami a közvetlen mederfenék alatti üledékről kb. 7–15 m mélységig feltárás léptékű észlelést tesz lehetővé (Tóth et al. 1997). A mérés folyamán nyert nyers adatokat a ProMAX[®] (Landmark Graphics Corp.) rendszerben végzett szeizmikus feldolgozási műveletek javították. A szeizmikus szelvények értékelését GeoGraphix DiscoveryTM (Landmark Graphics Corp.), illetve IHS Kingdom 8.8 szoftverrel végeztem. Az idő–mélység konverzióhoz egy átlagos 1550 m/s rugalmas

hullám terjedési sebességet használtam. A szeizmikus egységek bemutatása a klasszikus szeizmikus értelmezést és terminológiát követi (Mitchum et al. 1977).

A szelvényeken a harmad- és negyedrendű üledékes egységek (makroformák) azonosítását és épülési egységeik (cf. Miall 1985) morfológiai elemzését végeztem el. A meanderező folyók természetes vándorlásának eredményeként létrejövő övzátonyokat oldalirányban gyarapodó (LA, lateral accretion) dőlő felszínek sorozata építi fel (Allen 1965), amelyek geometriája tükrözi a folyó alaktani jellemzőit. A ferde reflexiók dőlésirányban korrigált hosszából számítható a meder szélessége (w), illetve a mélység (d) segítségével a vízhozam (Q) is becsülhető (Bridge & Diemer 1983, Olsen 1990). A számítási módszer csak az övzátony tengelyzónájából származó adatok esetén ad megbízható eredményt, így az egyes felületek dőlésirányának kitérképezésével elvégeztem az övzátony-komplexum épülésének térbeli rekonstrukcióját a természetes medervándorlás hatásainak kiküszöbölése végett (cf. Willis 1989, Sztanó & Mészáros 2003). Az így kapott eredmények a folyó jóval pontosabb dimenzió becslését teszik lehetővé, illetve a vízhozam ingadozásából paleoklimatológiai következtetések vonhatók le a geokronológia ismeretében.

A vizsgált üledékek litológiai megismerése érdekében, illetve OSL korláshoz mintavétel céljából két alkalommal sekélyfúrásokat mélyítettünk. 2006-ban a Tisza medrében alacsony vízállásánál fúrtunk két (7 és 10 m-es) sekélyfúrást Martfű közelében Eijkelkamp típusú kézi fúróval. 2009-ben Szolnok belterületén egy kisvízi padkán önjáró, UGB 1 – VSZU típusú száraz fúrógéppel mélyítettünk 21 m-es fúrást. A fúrás felső 10 m-re spirállal készült, az alsó 11 m magfúrással történt. Az üledék makroszkópos leírása részben a helyszínen, részben a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) OSL laborjában történt. A zavartalan magok mindkét esetben sötét, fényzáró PVC csőben lettek kiemelve, és a nedvességtartalom megőrzése végett a végek légmentesen lezárásra kerültek.

A homokméretű kvarcsezemcsék ún. SAR-OSL (Single Aliquot Regenerative Dose Optically Stimulated Luminescence) vizsgálatán alapuló lumineszcens kormeghatározást Dr. Thamóné Bozsó Edit végezte a MÁFI-ban. A lumineszcens mérés RISØ TL/OSL DA-15C/D típusú berendezéssel (Bøtter-Jensen et al. 2000) történt. Az OSL kormeghatározás az üledék betemetődési korát, így a szerkezetek keletkezésének korát adja meg. Az OSL kor pontossága általában 5-10%, a kronológiai sorrend ellenőrzéséhez azonban egy-egy függőleges szelvényből legalább két mintát szükséges datálni. A módszer általánosan elfogadott alkalmazhatósága néhány ezer évtől 100–150 ezer évig terjed (Thamó-Bozsó & Nagy 2011).

Ha az ősi folyóról nem állt rendelkezésre közvetlen adat – az irodalmi adatokon túl – a modern Tisza üledékképződési sajátságait is felhasználtam analógiaként a jelenségek értelmezéskor. A kanyarfejlődés és mederfenék változásának elemzése, illetve a medervándorlási ráta meghatározása részben a doktori kutatás részét képezték, részben korábbi eredményeinkre támaszkodnak (Nagy et al. 2005, 2006).

A kutatás legfontosabb új eredményei és értelmezésük – Tézisek

A Tisza mederfeneke alatti 7–15 m alluviális üledék nagyfelbontású szeizmikus értelmezése és fúrásos vizsgálata nyomán a kutatás eredményeként az alábbi megállapításokat teszem:

1. A Tisza Martfűtől Tiszadobig terjedő szakaszán 1995-ben mért egycsatornás sekélyszeizmikus szelvények szisztematikus elemzésével 7 gyakran megjelenő szeizmikus egység különíthető el. Ezek közül a legfontosabbak a következetesen egy mélységben megjelenő, a 300–3000 m hosszan követhető, 5–7 m vastag, 0,5–5°dőlésű reflexiósorozatok, melyek meanderező folyó övzátonyaiként, illetve övzátony-komplexumaiként értelmezhetők. A velük egy szintben megjelenő, ártéri homokleplekkel és gátszakadásos csatornákkal tagolt kiterjedt ártéri összletként, felhagyott mederkitöltéseként és eróziós árkokként értelmezett szeizmikus egységek szintén jól illeszthetők a meanderező folyó fácies modelljébe.

2. A doktori kutatás részeként 2006-ban a Tisza Martfűtől Szolnokig terjedő szakasza – látványos övzátony-sorozatok mentén – négy helyen kvázi 3D-ben ismét felmérésre került szeizmikusan, mely lehetőséget nyújtott az övzátony-geometria térbeli és időbeli változékonyságának vizsgálatára. Az övzátony-sorozaton azonosított jelentős eróziós és rálapolódásos felületek dőlésirányának szisztematikus elemzése bizonyította, hogy a hosszú sorozatok egy övzátony-komplexumhoz tartoznak, bennük egyirányú trenddel jellemezhető épülési egységek figyelhetők meg, amelyek a természetes medervándorlás eredményei. A pontos szelvényirány ismeretében az övzátony fejlődési menete rekonstruálásra került, ami a folyó dimenziójának pontosítását is eredményezte.

3. Az ősi meanderező folyó méreteiről a felhagyott mederkitöltések dimenziói és az övzátony-sorozatok szélesség–mélység elemzése nyújt képet, miszerint a modern Tiszához mérhető folyó üledékeit látjuk. Az ősi folyó átlagos szélessége 350–520 m között, míg átlagos mélysége 6–7 m között változott. A folyó mederparamétereiből néhány közelítést alkalmazva empirikus egyenletek alapján (Bridge & Diemer 1983, Olsen 1990) becsült mederformáló vízhozama 400 és 1800 m³/s értékek közt erősen szórt.

4. Az övzátany-komplexumok 3D-s értelmezése az autociklikus folyamatok „lefejtése” után a paleo-vízhozam alakulásáról szolgáltat nagyfelbontású adatokat a Martfűi szakaszon. A vízhozam-változás kb. 2300 évet felölelő trendgörbéje a hosszabb emelkedő szakasz után kb. 1300-1400 év között éri el a maximumot, majd a vízhozam-csökkenés kb. 800 év alatt lezajlik, tehát az ún. ezeréves klímacyklusokkal összevethető periodicitást tapasztalunk. A nagyléptékű görbére kisebb periodicitású görbék szuperpónálódnak: kb. 500 éves ciklusokat jelölnek az épülési egységek, míg ezen belül is elkülöníthetők kb. 150–200 éves visszatérésű idejű nagyvízi hozamok.

5. A doktori kutatás során az övzátany-sorozatok közvetlen közelében mélyített sekélyfúrásokból leírt homokos–agyagos litológia jó korrelációban van a szeizmikus szelvényekkel. A Tiszaletet fúrás alsó felében észlelt középszemcsés homoktól agyag–aleuritig finomodó 8 m vastag üledékes övzátany a meanderező folyó felfelé finomodó övzátany rétegsorát, és a rákövetkező ártéri övzátany tárja fel.

6. A fúrásanyagból vett minták OSL kora az üledékanyag betemetődési korát adja meg, ami az ősi övzátany esetében középső pleniglaciális (MIS3) kort adott ($46-47 \pm 4,6$ ezer év). A szabályozás előtti Tisza medervándorlási rátáját alapul véve az övzátanyok hosszából számított épülési időtartam 2-3 ezer év, azaz a folyó legalább ennyi időn át stabilan meanderezett a kutatási területen.

7. A sekélyszeizmikus szelvények és fúrások alapján a Közép-Tisza vidéken egy nagy vízhozamú ősi meanderező folyó jelenléte rekonstruálható a középső-pleniglaciálisban. Ez igazolja azt a korábbi hipotézist, hogy az Ős-Duna és Ős-Tisza mellett a pleisztocén végén létezett egy harmadik vízrajzi tengely – az „Ős-Bodrog” – a Tokaj–Szolnok vonalon (Gábris 2002). Az eredmények alapján a lefolyás periodikusnak vélt aktivitása egy bizonyított időszakkal bővült. Az ősi folyó által hátrahagyott üledékes szerkezetek méretei tanúsítják, hogy méltán nevezhetjük a késő-pleisztocén kori Alföld harmadik vízrajzi tengelyének.

8. Az Ős-Bodrog feltételezett vízgyűjtő területének és a kalkulált vízhozam adatoknak az összevetése afelé mutat, hogy a medence északkeleti része több csapadékot kapott, melyből a mainál alacsonyabb erdőszűrség és evapotranspiráció miatt a lefolyás aránya is magasabb lehetett. Az ősi folyó rekonstruálásából levont ökoszisztémái és paleoklimára vonatkozó következtetések illeszkednek az időszakra vázolt enyhe és nedves éghajlati képbe (e.g. Novothny et al. 2011), de lokálisan több csapadékot feltételeznek.

9. A martfői övzátöny-komplexum részletes geomorfológiai elemzése ezeréves nagyságrendű klimatikus eredetű vízhozam-ingadozásokat fedett fel a MIS3 során, melyre a meanderező folyó a mederaljzat bevágódásával és feltöltődésével reagált elsődlegesen. A bevágódások ciklikusan, lépcsőszerűen történtek, amikor az extrém vízhozamok egyben a meander épülési irányát is megváltoztatják a meder áthelyeződésével; harmadrendű eróziós felületek mentén azonos tendenciájú épülési egységeket alakítottak ki. A kisebb és gyorsabb vízhozam-ingadozásokra pedig az épülési egységen belül szélesség megváltozásával válaszolt a folyó.

10. A MIS3 enyhe klímáján a stabilan meanderező rendszer az ezeréves oszcillációkat a meder geometriájának megváltozásával képezte le, szemben a MIS2-ben tapasztalt stílusváltásokkal (e.g. Vandenberghe 1995).

11. A szeizmikus szelvényezés a nagy ősi folyó üledékein túl a rákövetkező folyóvízi fázisok alakulására is bepillantást enged. Mindemellett eddig egyedülálló módon, a középső pleniglaciális (MIS3) idősebb részéről alluviális környezetből szolgáltat a kutatás paleoklímára vonatkozó eredményeket.

12. A leképezett alluviális összlet fejlődéstörténete általános vonásaiban beilleszthető a galciális–interglaciális/stadiális–interstadiális időszakra felállított klímamodellbe (Vandenberghe 1995, Boogart et al. 2003), és a geokronológiai keret hibahatárain belül a medencében rekonstruált klímaromlást (Novothny et al. 2011) is megerősíti.

12/1. A MIS3 enyhe és csapadékos időszakának első felében egy nagyméretű, nagy vízhozamú folyó vágódik be az ártéri üledékekbe (Ős-Bodrog), ami aztán több ezer éven át stabilan meanderezve alakítja az Alföld felszínét.

12/2. Az egymásra következő csökkenő vízhozamú, de továbbra is meanderező jellegű egységek az időjárás szárazabbá válását jelölik.

12/3. A bevágódó, majd gyorsan feltöltődő medernyomok a klíma hirtelen hidegebbé fordulását, majd az erre következő meanderező fázis az ismételt javulását sugallja a MIS2 felé haladva.

12/4. A MIS2 elején a folyóvízi mintázat fonatosba való átváltása a klíma végleg hidegbe fordulását jelezheti.

Irodalomjegyzék

- Allen, J.R.L., 1965. A review of the origin and characteristics of recent alluvial sediments. *Sedimentology* 5, 89–191.
- Bogaart, P.W., Van Balen, R.T., Kasse, C., Vandenberghe, J., 2003. Process-based modelling of fluvial system response to rapid climate change - I: model formulation and generic applications. *Quaternary Science Reviews* 22, 2077–2095.
- Bøtter-Jensen, L., Bulur, E., Duller, G.A.T., Murray, A.S., 2000. Advances in luminescence instrument systems. *Radiation Measurements* 32, 523–528.
- Bridge, J.S., Diemer, J.A., 1983. Quantitative interpretation of an evolving ancient river system. *Sedimentology* 30, 599–623.
- Gábris, Gy., 2002. A Tisza helyváltozásai. In: Mészáros, R. Schweitzer, F., Tóth, J. (szerk), Jakucs László, a tudós, az ismeretterjesztő és a művész. MTA FKI – PTE SzE kiadása, Pécs, pp. 91–105.
- Miall, A.D., 1985. Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. *Earth Science Reviews* 22, 261–308.
- Mitchum, R.M. Jr., Vail, P.R., Sangree, J.B., 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea level. Part 6: Stratigraphic interpretation of seismic reflection patterns in depositional sequences. In: Payton, C.E. (ed.), *Seismic Stratigraphy. Applications to hydrocarbon exploration*. AAPG Memoir 26, 117–133.
- Nagy, Á.T., Vajk, Ö., Tóth, T., Sztanó, O., 2005. Természetes folyófejlődés a gátak közé szorított Közép-Tiszán. *Hidrológiai Közlöny* 85, 55–62.
- Nagy, Á.T., Tóth, T., Sztanó, O., 2006. Új, kombinált módszerek a Közép-Tisza jelenkori mederképződményeinek jellemzésére. *Földtani Közlöny* 136, 121–138.
- Novothy, Á., Frechen, M., Horváth, E., Wacha, L., Rolf, C., 2011. Investigating the penultimate and last glacial cycles of the Süttő loess section (Hungary) using luminescence dating, high-resolution grain size, and magnetic susceptibility data. *Quaternary International* 234, 75–85.
- Olsen, H., 1990. Astronomical forcing of meandering river behaviour: Milankovitch cycles in Devonian of East Greenland. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 79, 99–115.
- Simpkin, P.G., Davis, A. 1993. For seismic profilin in very shallow water, a novel receiver. *Sea Technology* 34, 21–28.
- Sztanó, O., Mészáros F., 2003. Variation in dip of lateral accretion surfaces in subrecent fluvial deposits, Pannonian Basin, Hungary: a reflection of climatic fluctuations or just meandering excursions? In: *Analogue and numerical forward modelling of sedimentary systems; from understanding to prediction (abstract volume)*, Utrecht, pp. 55–60.
- Sztanó, O., Tóth, T., Magyar, O., Magyar, Á., Horváth, F., 2002. Alluvial architecture from ultra high-resolution single channel seismic survey of meandering Tisza River, Pannonian Basin, Hungary. 16th Int. Sediment. Congr., Pretoria, pp. 357–359.
- Thamó-Bozsó, E., Nagy, A., 2011. Késő-negyedidőszaki üledékek betemetődési korának meghatározása kvarcsezemcsék lumineszcens (OSL) vizsgálatával. *Földtani Közlöny* 141, 41–56.
- Tóth, T., Horváth, F., 1999. Van bizonyíték a negyedidőszaki tektonizmusra Paks környékén. *Földtani Közlöny* 129, 109–124.
- Tóth, T., Vida, R., Horváth, F., 1997. Shallow water single and multichannel seismic profiling in a riverine environment. *The Leading Edge* 16, 1691–1695.
- Vandenberghe, J., 1995. Timescales, climate and river development. *Quaternary Science Reviews* 14, 631–638.
- Willis, B.J., 1989. Palaeochannel reconstructions from point bar deposits: a three-dimensional perspective. *Sedimentology* 36, 757–766.

Az értekezés témájában megjelent publikációk

Közlemények

- CSERKÉSZ-NAGY Á.T., THAMÓ-BOZSÓ E., TÓTH T., SZTANÓ O., 2012. Reconstruction of a Pleistocene meandering river in East Hungary by VHR seismic images, and its climatic implications. *Geomorphology* 153-154: 205-217.
(IF2012: 2,552)
- CSERKÉSZ-NAGY Á. T., TÓTH T., VAJK Ö., SZTANÓ O., 2010. Erosional scours and meander development in response to river engineering: Middle-Tisza region, Hungary. *Proceedings Geologists' Association*, 121: 238-247.
(IF2010: 2,156)
- NAGY Á.T., TÓTH T., SZTANÓ O., 2007. A "harmadik folyó" - Pleisztocén folyóvízi üledékek ultranagy felbontású szeizmikus szelvényeken a Tisza Tiszadob-Martfű közti szakaszán. *Földtani Közlöny* 137/2: 239-260.
- NAGY Á.T., TÓTH T., SZTANÓ O., 2006. Új, kombinált módszerek a Közép-Tisza jelenkori mederképződményeinek jellemzésére. *Földtani Közlöny* 136/1: 121-138.
- NAGY Á. T., VAJK Ö., TÓTH T., SZTANÓ O., 2005. Természetes folyófejlődés a gátak közé szorított Közép-Tiszán. *Hidrológiai Közlöny* 85/5: 55-62.

Konferencia absztraktok

- CSERKÉSZ-NAGY Á. T., TÓTH T., SZTANÓ O., 2008. Reconstruction of a Pleistocene meandering river and its climatical background in the NE part of Great Hungarian Plain by using UHR seismic images. *FLAG Biennial Meeting, Budapest, Abstract Book*: 20.
- CSERKÉSZ-NAGY Á. T., TÓTH T., VAJK Ö., SZTANÓ O., 2008. River bed morphology of a regulated meandering river: Middle-Tisza Region. *FLAG Biennial Meeting, Budapest, Abstract Book*: 9.
- NAGY Á.T., TÓTH T., SZTANÓ O., 2007. Channel morphometry indicates humid climate in the Late Pleistocene: UHR seismic images from the Great Hungarian Plain. *25th IAS Meeting of Sedimentology, Patras, Book of abstracts*: 280.
- NAGY Á.T., 2005. A jelenkori üledékképződés egyes sajátosságai ultranagyfelbontású egycsatornás szeizmikus szelvények alapján a Közép-Tiszán. *36. Ifjú Szakemberek Ankétja. Sarlópuszta. Abstract Volume*, 20-21.