

Hullámtéri feltöltődés vizsgálata geoinformatikai módszerekkel a Felső-Tisza vidékén

Vass Róbert¹, Dr. Szabó Gergely², Dr. Szabó József³

Debreceni Egyetem,
Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék
4032 Debrecen, Egyetem tér 1.
e-mail: vass.robert80@gmail.com¹
szabo@delfin.unideb.hu²
wagner@puma.unideb.hu³

1. Bevezetés

A hullámtéri feltöltődés vizsgálata az utóbbi tíz évben nagy lendületet vett, aminek legfőbb oka, hogy a Tisza négy különlegesen magas ezredfordulói árvize (1998, 1999, 2000, 2001) szembeszökően megerősítette az árvízi csúcsvízszintek emelkedésének már korábban is kimutatott tendenciáját. A lehetséges okok - pl. a lefolyási tényező emelkedése az erdőirtások miatt vagy a vízgyűjtő burkolt felületeinek növekedése következtében (Illés – Konecsny 2000, Konecsny 2002, 2003), az időjárási extremitások sűrűsödése, stb. - között felmerült a hullámtér keresztmetszetének csökkenése is. A vízügyi szakemberek, pl. a $Q-H$ görbék kinyílására hívták fel a figyelmet, ami azonos vízhozam melletti egyre magasabban tetőző vízállásra utal (Nagy et al. 2001). Ez pedig egyértelműen az átfolyási keresztmetszvény szűkülésével magyarázható. A szűkülés a hullámtér stabil szélessége miatt kézenfekvően a fenékszint emelkedésének, a *feliszapolódásnak* a következménye. Az eddig kevésbé ismert jelenség pontosabb feltárására a vizsgálatok három irányba indultak el.

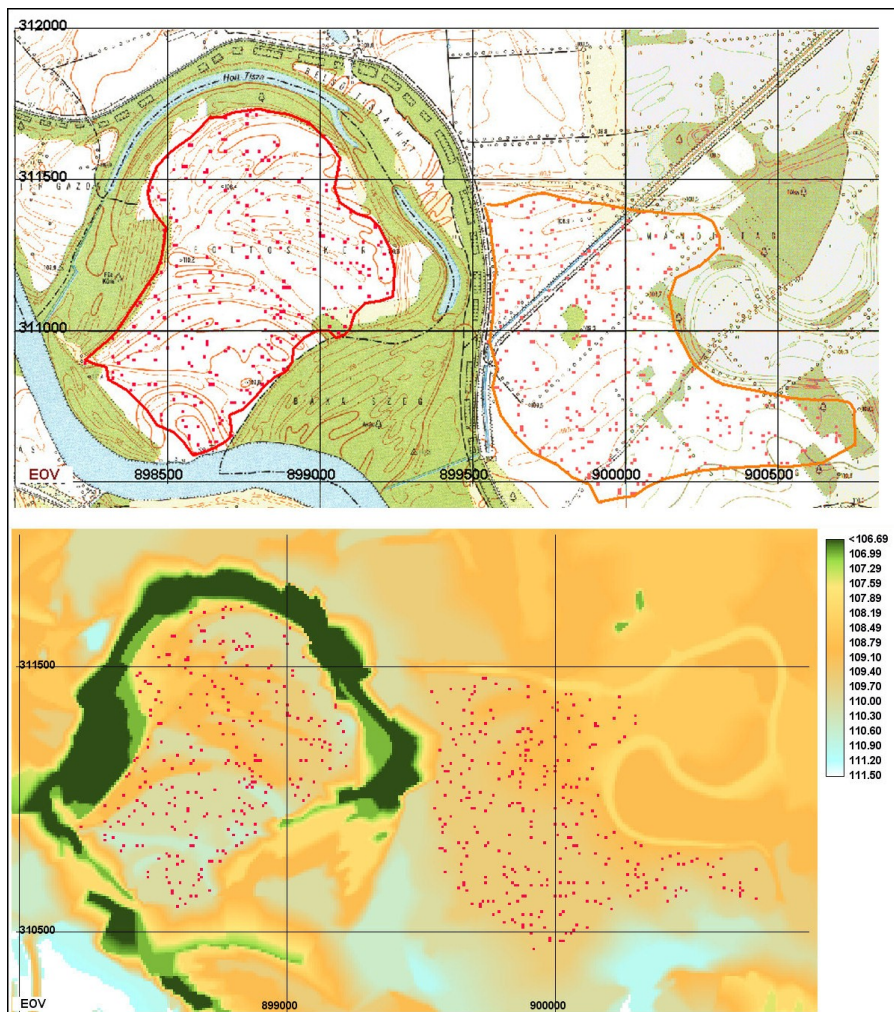
1. Manuális terepi mérések: a frissen lerakódott árvízi üledék vastagságának meghatározásával, a hullámtéri holtmedrek feliszapolódásának szedimentológiai vizsgálatával, a VO kövek állapotfelmérésével (Nagy et al. 2001), valamint szintező műszer segítségével hullámtéri és mentett oldali keresztmetszvények felvételével azok átlagmagasságának összehasonlításával (Borsy 1972, Schweitzer et al. 2002, Kiss et al. 2002, Oroszi – Kiss 2004, Oroszi et al. 2006, Sándor – Kiss 2007, Babák 2006, Vass 2007, Vass et al. 2009).
2. A nehézfém tartalom mérése a hullámtéri üledékekben: A hullámtéri szelvények egyes rétegeiben mért nehézfém feldúsulás időbeli beazonosítása (pl: a csernobili reaktorrobbanás), meghatározhatóvá teheti az arra települt rétegek korát, és így felhalmozódási sebességük is megadható (Wyzga et al. 1999, Zhao et al. 1999, Kiss et al. 2000, Kiss – Sipos 2001, Braun et al. 2003, Szalai et al. 2005, Sándor – Kiss 2006, Soster et al. 2007, Szabó – Posta 2008, Dezső et al. 2009).
3. A harmadik csoportba tartozó mérések nem feltétlenül igényelnek terepi megfigyeléseket, hanem a már előzőleg felvételezett, lehetőleg minél nagyobb méretarányú szintvonalas térképek felhasználásával határozza meg a feltöltődés mértékét a bedigitalizált szintvonalakból készített terepmodell (DTM) segítségével (Gábris et al. 2002).

Ez a módszer a hullámtér és a mentett ártér átlagmagasságának összevetésén alapszik, abból kiindulva, hogy a töltésezést megelőzően a két terület magassági viszonyai lényegében azonosak voltak. A hullámtéren mért nagyobb átlagmagasságokból következtethetünk a töltésezést követő feltöltődésre. Szerencsés, ha a töltésezés és a térképek felvételezése között

minél több idő telik el, így az esetlegesen ható folyamatok a nagyobb időtartam miatt jobban érvényesülhetnek. Jelen munkánkban ezen harmadik módszer segítségével szeretnénk kimutatni a hullámtéri akkumuláció meglétét a Felső-Tisza beregi szakaszán.

2. Vizsgálati módszerek

Az átlagmagasság meghatározásához a mintaterületekről digitális terepmodellt készítettünk. Ehhez bedigitalizáltuk a területet lefedő 1: 10 000 méretarányú 1968–71 között készült, EOTR-be átdolgozott topográfiai térképek összes szintvonalát ArcMAP 9.0 szoftverben. Ebből TIN modellt készítettünk ArcMap 9.0-ban. A TIN modellt raszteres állománnyá alakítottuk (1 pixel 10 m felbontással). A hullámtéri területeken az élő folyóhoz való közelség miatt a felszín általában jóval egyenletlenebb, mint a mentett oldalon. Egyrészt több elhagyott mederrészlet található, másrészt gyakoribbak és feltűnőbbek a folyóhátak, és ott vannak a gátépítés anyaggyerő kubikgödrei is. A jelentős részben vízzel fedett negatív formák fenékszintje a térképeken nem jelenik meg, ezért az átlagmagassági eredmények valósabbá tétele érdekében azokat (valamint a medrek mellett jelentkező „túlzott” pozitív formákat) kimaszkoltuk a vizsgálandó területből Idrisi R32/2 programban. (1. ábra).



1. ábra. A jándi *Foltos-kert* hullámtéri és tőle K-re lévő mentett ártéri terület (a pontok a véletlenszerűen meghatározott magassági adatok helyeit jelölik)

Ügyeltünk arra, hogy a hullámtéri és a mentett ártéri területek nagysága azonos legyen a pontosabb összehasonlítás érdekében. Ezután a kijelölt foltok területén véletlenszerű elhelyezkedésben felvettünk átlagosan 300-400 pontot (1. ábra). Az adatok kiértékelését SPSS-13 szoftverben végeztük.

Összehasonlításként a 2. ábrán sárgával bekarikázott területen (*Szilvás-szeg*) optikai szintezővel egy 2,3 km hosszú keresztshelvényt vettünk fel a hullámtéren és a mentett oldalon (2. ábra). A shelvény gáton kívüli és hullámtéri szakaszának átlagmagasságát a 25 méterenként leolvasott értékek átlagából számítottuk ki, kihagyva a gátat, illetve a gát hullámtéri oldalán végigfutó árkot, amelynek anyagát a gát építéséhez használták fel.

3. Mintaterület bemutatása

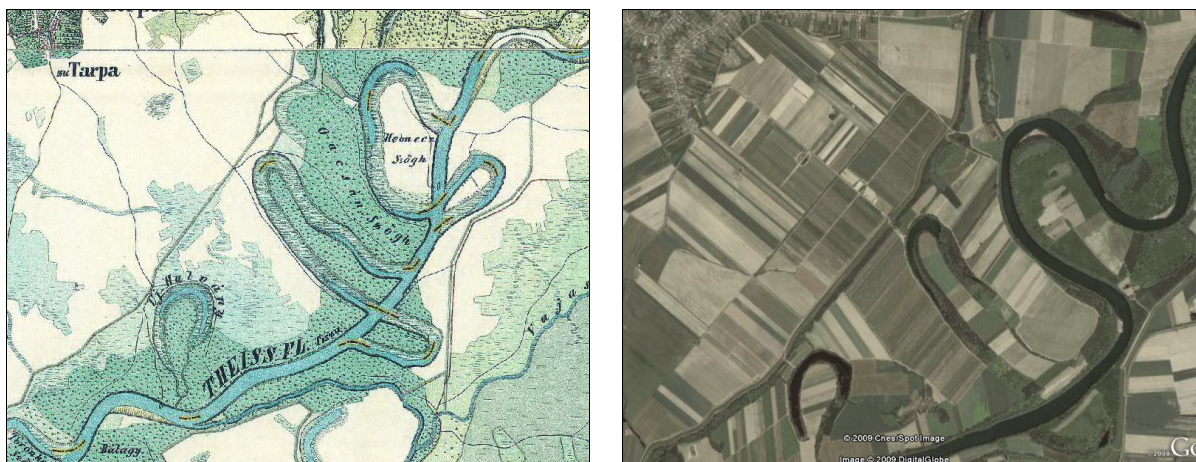
Az általunk kiválasztott területek – négy hullámtéri tágulat (itt a szétterülő, lelassuló vízből jelentősebb a kiüledés) – a Tisza jobb partján helyezkednek el Tarpától Jándig. A jobb parti gát megépítése két szakaszban történt: a Borzsa-torok Tarpa közötti szakasz 1846-49 között készült el, míg Tarpától Mátyusig 1855-56 között (Ihrig 1973). Az általunk vizsgált területeken a hullámtéri felszínfejlődés tehát 1856-tól, a gát megépítésétől 1968-71-ig a shelvényezés elkészültéig, mintegy 110 évig tartott. Ez alól kivétel a szilvás-szegi keresztshelvény, mivel annak felvétele 37 évvel később, 2005-ben történt. Érdemes megemlíteni, hogy a bal parti töltés csak jóval később - 1926-28 között - a Szamos jobb parti gátjával egy időben készült el teljesen.



2. ábra. A Tisza jobb partján lévő mintaterületek GoogleEarth felvételén (a sárga ellipszis a Szilvás-szeg helyét mutatja)

A hullámtér szélessége mind a négy területen 1,5-2 km szemben a 0,3-0,4 km-es szűkületekkel.

Folyásirányban lefelé haladva első a *Vágás* nevű terület (3. ábra). Az ábra baloldali része a második katonai felvételezés shelvénye, a jobboldali a GoogleEarth 2004-es felvétele.



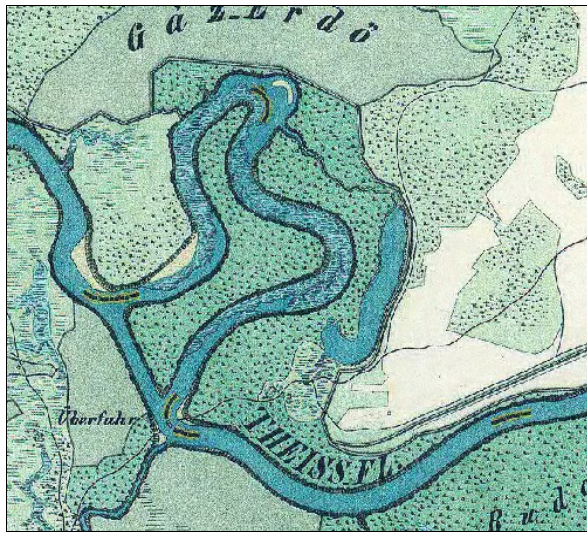
3. ábra. A Vágás területe a II. katonai felvételezésen és a GoogleEarth felvételén

A területről az 1860-as években készült térképen jól látszik, hogy a már feltüntetett felső kanyarulat átvágását a folyó nem fogadta el, hanem eredeti medrében maradt, ennek oka a mélyen bevágódott mederben keresendő. A második katonai felvételezést követően a legnagyobb változásokon a *szilvás-szegi* meander ment keresztül, mely 140 év alatt közel 300 métert csúszott D-i irányba (4. ábra). Már a gát tetejéről szemlélve is feltűnik egy jelentősebb magasságkülönbség a hullámtér javára. A hullámtéri területek közül itt a legélénkebb a felszín, amit a meander csúcsához közeledve az egymást követő akár 2 m magas övzátonyok sorozata még erőteljesebbé tesz.



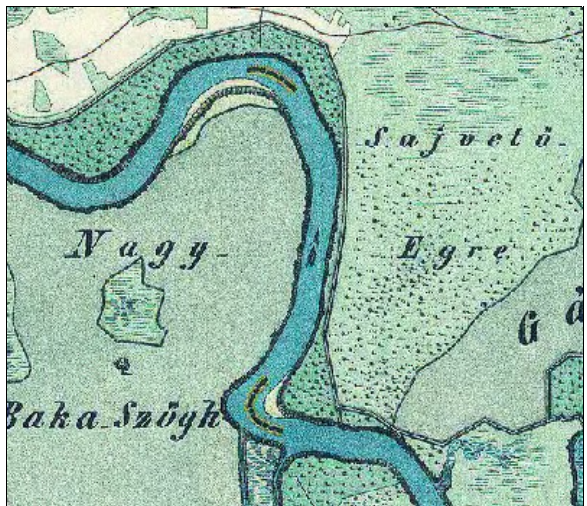
4. ábra. Szilvás-szeg területe a II. katonai felvételezésen és a GoogleEarth felvételén

A *Boroszló-kerti* átvágás (5. ábra) a második katonai felvételezés előtt történt, ebben az esetben a Tisza elfogadta új medrét. Ennek oka a túlfejlett, szinte átszakadó, kevésbé bevágódott kanyarulat lehetett.



5. ábra. Boroszló-kert területe a II. katonai felvételezésen és a GoogleEarth felvételén

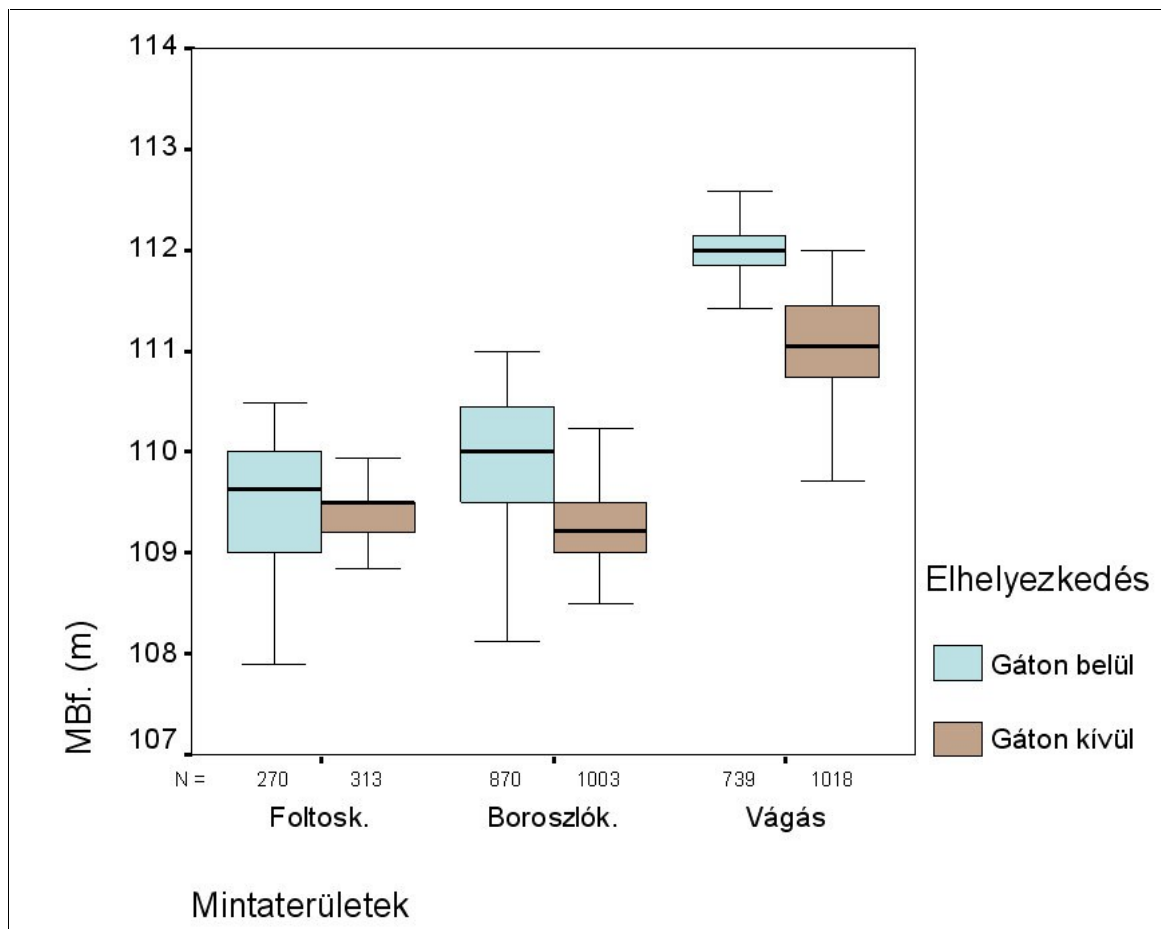
A három terület közül a *foltos-kerti* kanyarulat átvágása történt meg legkésőbb (6. ábra). Az 1892-es felvételezésű „Tisza Atlaszban” még a II. katonai felvételen is látható eredeti medrében folyik a folyó, míg az 1934-es kiadású „A Tisza hajdan és most” kiadványban már a mai mesterséges medrében. Az átvágás pontos időpontját nem ismerjük, de a FETIKÖVIZIG Vásárosnaményi Szakasztechnológusainak munkatársai szerint az mindenképpen 1914 előtt történt.



6. ábra. A foltos-kerti hullámtér a II. katonai felvételezésen és a GoogleEarth felvételén

4. Eredmények

Az alkalmazott módszerünkkel a hullámtéri felszínfejlődés mintegy 110 éves időtartamát vizsgáltuk. A három mintaterület mindegyikén egyértelműen kimutatható a hullámtéri területek nagyobb átlagmagassága a mentett árterek átlagmagasságához képest (7-8 ábra).



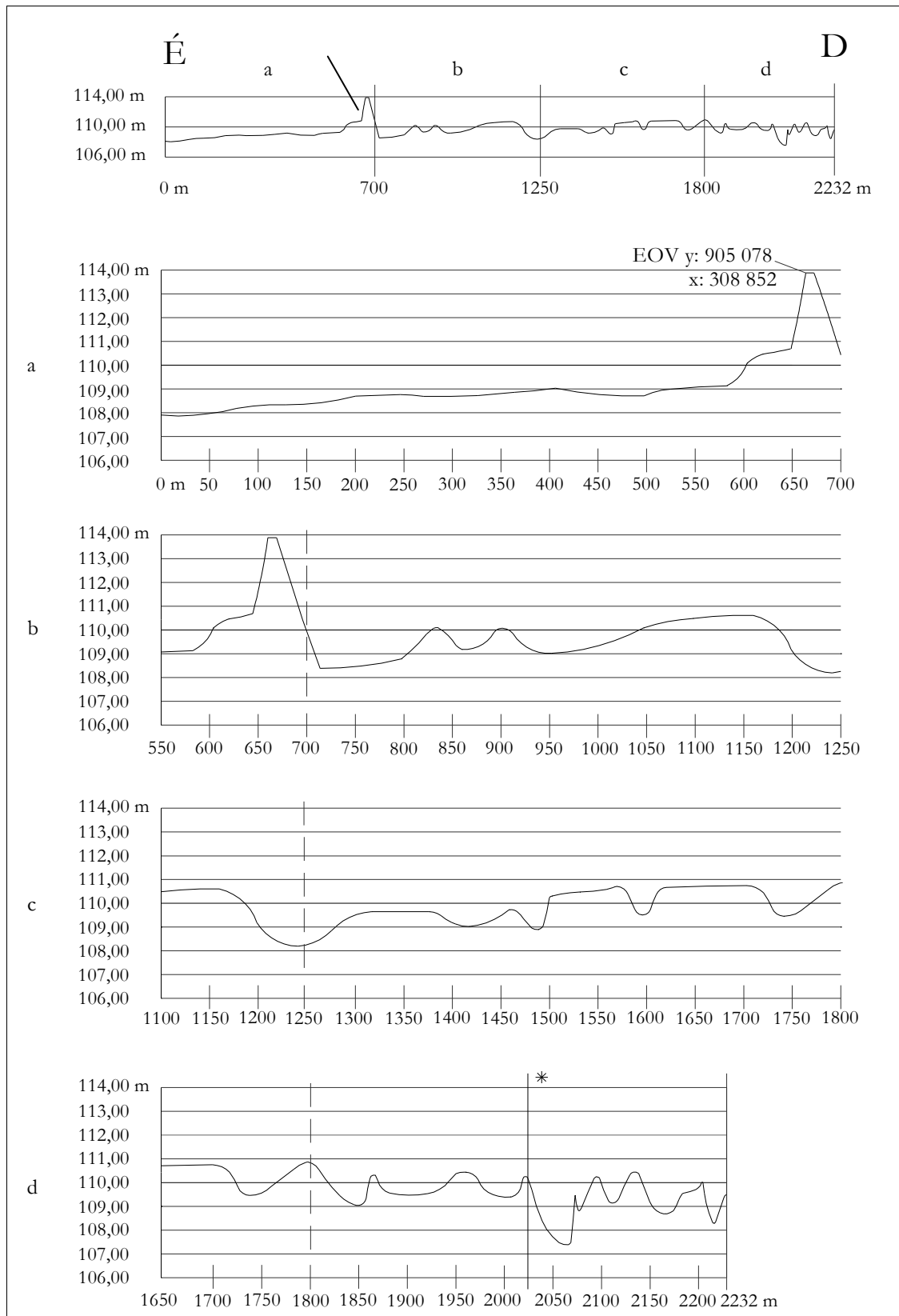
7. ábra. A mintaterületek pontjainak ábrázolása boxplot-ban ábrázolva

		Átlag m. (m)	medián	szórás	interkvartilis félterjedelem
Foltos-kert	gáton	109,5	109,6	0,64	1
	gáton kívül	109,3	109,5	0,3	0,3
Boroszló-kert	gáton belül	109,9	110	0,56	0,93
	gáton kívül	109,3	109,2	0,43	0,5
Vágás	gáton belül	112,1	112	0,4	0,34
	gáton kívül	111,0	111	0,48	0,71

8. ábra. A mintaterületek pontjainak statisztikai mérőszámai

A legjelentősebb különbség a legfölsőbb szakaszon (*Vágás* 111-112,1 m magasság) figyelhető meg, ahol a differencia 1,1 m a hullámtér javára (8. ábra). Folyásirányban lefelé haladva csökken a folyó esése, és ezzel együtt a két terület magasságkülönbsége is. A *Boroszló-kert* esetében 0,6 m a *Foltos-kertnél*, pedig már csak 0,2 m-rel nagyobb a hullámtér átlagmagassága. Ezen eredmények összhangban vannak azzal az elvvel, miszerint a csökkenő esés következtében a kisebb energiával mozgó hordalék, a mederből kilépve is kisebb távolságot képes megtenni, így feltöltő hatását kisebb területen gyakorolja. Mivel mintaszakaszunkon az esés mértéke Tiszabecs (744,300 fkm) és Tivadar (705,700 fkm) között - a 2009.06.13-14-e között levonuló kisebb, de határozott csúccsal tetőző árhullám alapján - $21,2 \text{ cm/km}$ -nek adódott, míg Tivadar és Vásárosnamény (684,450 fkm) között ugyanezzel az árhullámmal számolva már csak $13,2 \text{ cm/km}$ -nek, az eséscsökkenés már ezen a viszonylag rövid szakaszon is tetemesnek mondható.

Az összehasonlításhoz felmért *szilvás-szegi* keresztshelvény adatai szerint is nagyobb a hullámtér átlagmagassága a mentett oldalnál (1,1 méterrel), ami 0,8 cm/éves feltöltődést jelent (9. ábra). Figyelembe kell venni, hogy ebben az esetben 37 évvel tovább tartottak a ható folyamatok, és nem területi átlagadatokra, hanem egyetlen keresztshelvény adataira támaszkodtunk. A keresztshelvényről jól látszik, hogy D-i irányba a meder felé közeledve egyre élénkebb a felszín, melynek magyarázatát a fent említett 140 év alatt bekövetkező közel 300 méteres medereltolódás adja. Ha egy évre lebontjuk a *vágási* feltöltődés ütemét pontosan 1 cm/évet kapunk, a *Boroszló-kertben* ez az érték 0,54 cm/év, a *Foltos-kertben* pedig 0,2 cm/év. A *szilvás-szegi* 0,8 cm/éves eredmény mondhatni jól illik a folyásiránnyal lefelé haladva egyre kisebb magasságkülönbséget mutató sorba.



9. ábra. A szilvás-szegi keresztaszelvény 25 x-ös túlmagyarással (Vass 2007)

5. Összefoglalás, következtetések

Méréseink alkalmával mind a négy mintaterületen, két különböző módszerrel is hasonló eredményt kaptunk a hullámtéri és a mentett oldali magassági viszonyokra. A hullámtéri területek átlagmagassága 0,2-1,1 méterrel haladta meg a mentett ártéri területekét. A folyás irányába haladva az esés csökkenésével a feltöltődés mértéke is egyenletesen csökken. Meg kell jegyezni, hogy az általunk készített digitális terepmodell 40 évvel ezelőtti adatbázissal dolgozott, és mindössze 0,5 m-es pontosságú. Az optikai szintező esetében már a mai adatokon alapuló mérések cm-es pontossággal történtek, ami egy 0,2 cm/éves feltöltődés kimutatásához elengedhetetlen.

Ezért a továbbiakban szükségesnek tartjuk mind a négy terület infra mérőállomással történő beszíntezését (cm-es pontosság) és azok összevetését a DTM eredményeivel. Másrészt vizsgálatainkat szeretnénk további mintaterületekre kiterjeszteni, beleértve a hullámtéri szűkületeket is.

Felhasznált irodalom

- A Tisza hajdan és most. Magyar Királyi Országos Vízépítési Igazgatóság. Budapest, Pallas Kiadó. 1906.
- A Tisza helyszínrajza, hossz-szelvénye és kereszt-szelvényei Tiszabecstől Szegedig. Magyar Királyi Állami Térképészet. Budapest, 1934.
- Babák K. 2006: A Hármaskörös hullámterének feltöltődése a folyószabályozások óta. Földrajzi értesítő 55/3-4. 393-399.
- Borsy Z. 1972: Üledék- és morfológiai vizsgálatok a Szatmári-síkságon az 1970. évi árvíz után. Földrajzi Közlemények, 96. 1. 38-42.
- Braun M. – Szalóki I. – Posta J. – Dezső Z. 2003: Üledék-felhalmozódás sebességének becslése a Tisza hullámterében. MHT XXI. Vándorgyűlés, CD-kiadvány, 2003
- Dezső Z. – Szabó Sz. – Bihari Á. 2009: Tiszai hullámtér feltöltődésének időbeli alakulása a ¹³⁷Cs-izotóp gamma-spektrometriai vizsgálata alapján. In: Mócsy I. – Szacsvai K. – Urák I. – Zsigmond A. R. (szerk): Proc. V. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia, Sapientia-Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Kolozsvár pp. 443-438.
- Gábris Gy. – Telebisz T. – Nagy B. – Belardinelli E. 2002: A tiszai hullámtér feltöltődésének kérdése és az üledékképződés geomorfológiai alapjai. Vízügyi Közlemények, LXXXIV. évfolyam, 3. füzet, 305-316.
- Ihrig D. 1973: A magyar vízszabályozás története. pp. 294-296. Budapest, 1973
- Illés L. – Konecsny K. 2000: Az erdő hidrológiai hatása az árvizek kialakulására a Felső-Tisza vízgyűjtőjén. Vízügyi Közlemények, LXXXII. évfolyam. 2. füzet, 167-195.
- Konecsny K. 2002: Hegy- és dombvidéki erdők hatása a lefolyásra, különös tekintettel a Felső-Tisza vízgyűjtőjére. Hidrológiai Közlöny, 2002. 82. évfolyam, 6. szám.
- Konecsny K. 2003: A Felső-Tisza 1998-2001. évi árvizeinek hidrológiai értékelése. . Hidrológiai Közlöny, 2003. 83. évfolyam, 2. szám.
- Kiss T. – Jóri Z. – Mezősi G. – Barta K. 2000: Heavy metal pollution of sediments along the River Tisza due to cyanide contamination. Proceedings of the Fifth International Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe. Prague
- Kiss T. – Sipos Gy. – Fiala K. 2002: Recens üledékfelhalmozódás sebességének vizsgálata az Alsó-Tiszán. Vízügyi Közlemények, LXXXIV. évfolyam, 3. füzet, 456-467.
- Kiss T. – Sipos Gy. 2001: A morfológia és nehézfém-tartalom kapcsolatának vizsgálata a

Maros medrében és hullámterén. In: Keményfi R. – Illyés Z. (szerk): A táj megértése felé. Eszterházy Károly Főiskola, Eger. 63-83.

- Nagy I. – Schweitzer F. – Alföldi L. 2001: A hullámtéri üledék-lerakódás (övezet). Vízügyi Közlemények, LXXXIII. évfolyam, 4. füzet, 539-560.
- Oroszi V. – Kiss T. 2004: Folyószabályozás hatására felgyorsult hullámtér feltöltődés vizsgálata a Maros magyarországi szakaszán. A II. Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadványa, Szeged
- Oroszi V. – Sándor A. – Kiss T. 2006: A 2005. tavaszi árvíz által okozott ártérfeltöltődés vizsgálata a Maros és a Közép – Tisza egy rövid szakasza mentén. In: Kiss A. – Mezősi G. – Sümegi Z. (szerk): Táj, környezet és társadalom, Szeged, 551-561.
- Sándor A. – Kiss T. 2006: A hullámtéri üledék-felhalmozódás mértékének vizsgálata a Közép- és az Alsó-Tiszán. Hidrológiai Közlöny 86/2. 58-62.
- Sándor A. – Kiss T. 2007: A 2006. tavaszi árvíz okozta feltöltődés mértéke és az azt befolyásoló tényezők vizsgálata a Közép-Tiszán, Szolnoknál. Hidrológiai Közlöny 87/4, 19-24.
- Szabó Sz. – Posta J. 2008: A földtani közeg nehézfém tartalma és a feltöltődés sebessége a tiszai hullámtéren. In: Püspöki Z. (szerk): Tanulmányok a geológia tárgyköréből dr. Kozák Miklós tiszteletére. Debrecen pp. 85-90.
- Szalai Z. – Balogné di Gléria M. – Jakab G. – Csuták M. – Bádonyi K. – Tóth A. 2005: A folyópartok alakjának szerepe a hullámtereken kiüledő üledék szemcse- és nehézfém frakcionációjában, a Duna és a Tisza példáján. Földrajzi Értesítő 54/ 1-2, 61-84.
- Schweitzer F. – Nagy I. – Alföldi L. 2002: Jelenkori övezet (parti gát) képződés és hullámtéri lerakódás a Közép-Tisza térségében. Földrajzi Értesítő. 2002. LI. évfolyam, 3-4. füzet pp. 257-278.+
- Soster, F. M. – Matisoff, G. – Whiting, P. J. – Fornes, W. – Ketterer, M. – Szechenyi, S. 2007: Floodplain sedimentation rates in an alpine watershed determined by radionuclide techniques. Earth Surface Processes and Landforms 32, 2038-2051. (2007)
- Vass R. 2007: Adalékok a mentett ártéri és hullámtéri feltöltődéshez a Beregi-síkon a 2001. évi tavaszi árvíz tükrében. ACTA GGM DEBRECINA Geology, Geomorphology, Physical Geography Series, Debrecen Vol.: 2, 229-235.
- Vass R. – Szabó J. – Tóth Cs. 2009: Ártéri morfológia és akkumuláció felső-tiszai mintaterületeken. In: Kiss T. (szerk) Természetföldrajzi folyamatok és formák. Geográfus Doktoranduszok IX. Országos Konferenciájának Természetföldrajzos Tanulmányai, 2009, Szeged pp. 1-11.
- Wyzga, B. 1999. Estimating mean flow velocity in channel and floodplain areas and its use for explaining the pattern of overbank deposition and floodplain retention. Geomorphology 28. pp. 281-297.
- Zhao, Y. – Marriott, S. – Rogers, J. – Iwugo, K. 1999. A preliminary study of heavy metal distribution on the floodplain of the River Severn, U.K. by a single flood event. Science of the Total Environment 243/244. pp. 219-231.

www.ovisz.hu