

AZ ALFÖLD TÖLTÉSEK KÖZÉ SZORÍTOTT FOLYÓI

*Kiss Tímea – Sipos György – Fiala Károly**

A Kárpát-medence közepén lévő Alföld egykor hatalmas mocsárvilág volt, amelyet az ideérkező Duna és Tisza, illetve ezek mellékfolyói formáltak. Az Alföld negyedidőszaki fejlődéstörténetéből adódóan, nem egységes felszínű és vízellátottságú. Legmagasabb fekvésű területei a folyók hordalékkúpjai (pl. Nyírség, Kiskunság), amelyeket azok már több tízezer éve elhagytak, így felszínüket a szél formálta tovább. Ennél alacsonyabban húzódnak a folyók egykori árterületei, amelyek maguk is kettős osztatúak, hiszen a holocénben a folyók bevágódtak a korábbi árterekbe, s így különültek el a megtelepedésre és mezőgazdasági művelésre alkalmas magasárterek, illetve az alacsony árterek, amelyeket a 19. századi szabályozások előtt az év nagy részében 0,5–1,0 m mély víz borított. A 19. századi szabályozások eredményeképpen aztán az alacsony ártér fejlődése is kettévált. Az árvízvédelmi töltésrendszer kiépítésével az aktív ártér egy 1–5 km széles sávra korlátozódott, miközben a mentett oldali egykori ártér egyre inkább a korábbi magasártérhez vált hasonlatossá. A korábban vizenyős területeken ma szántóföldeket és településeket találunk sűrű csatorna-, út- és vasúthálózáttal. Jelen tanulmányban célunk a jelenleg is aktív, gátak által határolt ártereken zajló folyamatok bemutatása. Az ártér legfontosabb földrajzi folyamatai vagy magához az ártéri síkhoz köthetőek (pl. feltöltődés) vagy magához a folyómederhez (pl. kanyarulatok vándorlása, zátonyok és szigetek kialakulása). A fent említett folyamatok vizsgálata árvíz biztonsági szempontból is kiemelten fontos, hiszen mint látni fogjuk a feltárt változások legtöbbször a meder és a hullámtér vízvezető-képességének csökkenését idézik elő.

1. Árterek feltöltődése

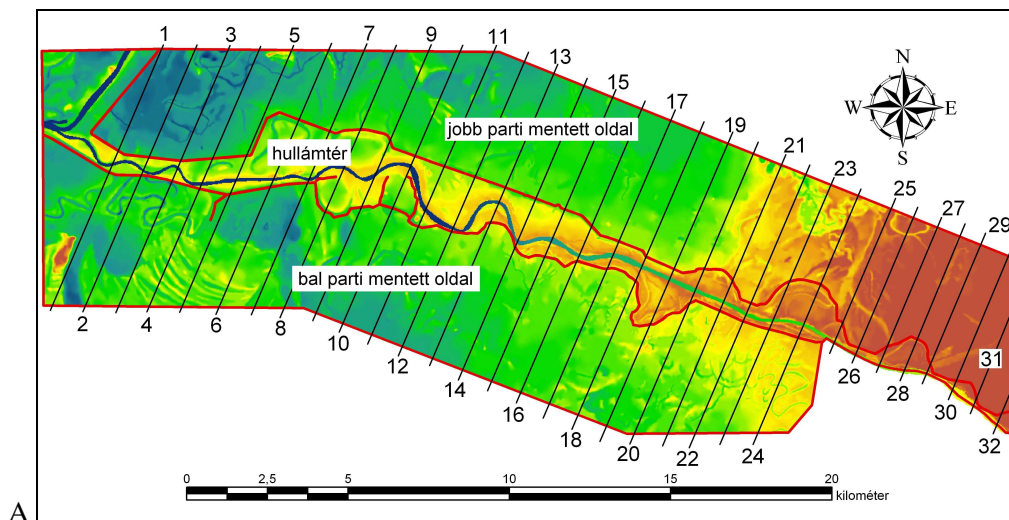
Az árvízvédelmi töltések közötti hullámtereken a legfőbb folyamat a feltöltődés. Erre utal az, hogy a 2001-es tiszai árhullám idején a víz lebegtetett hordaléktöménysége Kiskörénél 1372 mg/l volt, míg Szolnoknál 1195 mg/l, ami jelentős kiülepedést jelez (Szlávik–Szekeres 2003). A hullámtér gyors feltöltődése az árvizek levonulását is befolyásolja, hiszen a feltöltődéssel nő a felszín magassága, ami növeli az árvizek magasságát is, miközben a gátak nem magasodnak, tehát a gátak közötti „tározó tér” fokozatosan csökken.

Mivel az ártérfeltöltődés a legnagyobb gondot a Tisza mentén jelenti, ezért ezzel számos kutató foglalkozott (Nagy et al. 2001, Schweitzer 2001; Gábris et al. 2002, Sándor–Kiss 2006a), de vannak adatok a Maros (Oroszi–Kiss 2004, Oroszi et al. 2006) és a Körösök mentéről is (Rakonczi–Sárköziné Lőrinczi 1984, Babák 2006).

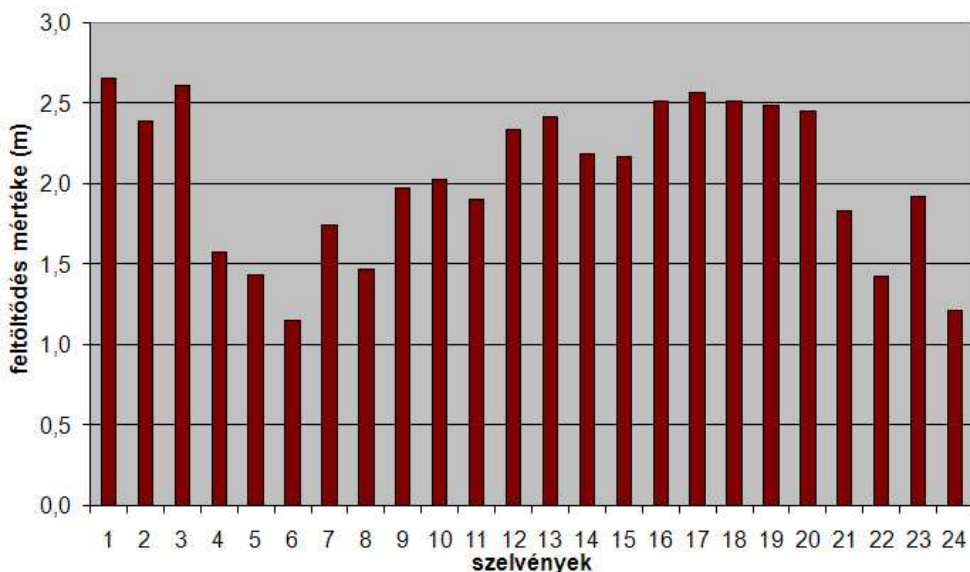
Amíg nem léteztek töltések, az árvizek több tíz km széles ártereken terültek szét, ahol lerakódott az árvizek által szállított nagy mennyiségű iszapos-agyagos hordalék. Ezért ekkor az árterek feltöltődése még jóval lassabb volt a jelenleginél, például a Bodrogközben 0,2–0,8 mm/év (Borsy et al. 1989), a Felső-Tiszán 0,3 mm/év (Félegyházi 2004, Félegyházi et al. 2004).

* Dr. Kiss Tímea egyetemi docens, PhD, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Dr. Sipos György tud. munkatárs, PhD, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Fiala Károly osztályvezető, ATIKÖVIZIG, Szeged

Jóval több adat vonatkozik a tiszai hullámtéren a szabályozások óta zajló feltöltődésre. A hullámtér felmagasodása olyan nagy mértékű, hogy azt geodéziai felmérések segítségével is lehet számszerűsíteni, összehasonlítva a völgyszelvény-adatsorok magassági adatait vagy kiszámolva a mentett és a hullámtéri oldal magasságkülönbségét. A különböző kutatások hasonló adatokkal szolgálnak: a Tiszán a szabályozások utáni időszakban 20–160 cm vastagságú üledék rakódott le a hullámtéren (Károlyi 1960a), ami 5–10 mm/év átlagos felhalmozódást jelent (Gábris et al. 2002). A Maros ugyancsak intenzív feltöltődés színtere (1. ábra), amit magyaráz kiemelkedően magas hordalékhozama. Hullámtérén 1,2–2,5 m hordalék halmozódott fel a szabályozások óta, ami 8–16 mm/év feltöltődést jelent (Lóczy és Kiss 2009).



A



B

1. ábra. A Maros Apátfalva és a tiszai torkolat közötti szakaszán a gátakon belüli hullámtér erősen feltöltődött (A). A szelvények mentén összehasonlítva a hullámtér magasságát a mentett oldaléval megadható a feltöltődés mértéke (B)

A hullámtéren zajló üledék-felhalmozódás vizsgálatának másik módja a lerakódott üledék fizikai és kémiai tulajdonságainak meghatározása, amikor valamilyen ismert korú esemény jellegzetes üledékéhez képest határozzák meg a feltöltődés mértékét. Például több kutató azt használta fel (Tiszán, a Körösök és Maros mentén), hogy a szabályozások után durvább szemű homokos üledék került a hullámtérre, eltemetve a szabályozások előtti talajokat. Ezen marker-réteg alapján megállapítható, hogy 0,4–2 m (4–20 mm/év) üledék akkumulálódott hullámterein (Nagy et al 2001, Schweitzer 2001, 2006, Braun et al 2003, Balogh et al 2005; Sándor–Kiss 2006b). A Maroson ezzel a módszerrel mérve is gyorsabb (6 mm/év) felhalmozódást mértek (Kiss et al 2004).

Még ugyanazon folyó árvizei is eltérő mennyiségű hordalékot szállítanak, ezért az ártérfeltöltődés nem ugyanakkora minden évben, még hasonló nagyságú árhullámok esetén sem. Ennek oka, hogy az árhullámok kialakulása idején különbözhet a vízgyűjtő felszínborítása (pl.: ha az árvizet a tavaszi hóolvadások indítják el, a növényzet még gyér, így több anyag juthat a folyóba), különbözhet a meder felszaggatásának és a part-erózióknak a mértéke, stb. Ezért a kutatók számára az is érdekes lehet, hogy egy-egy árvíz milyen vastag üledéket, milyen mintázatban rak le a hullámtereken. Érdekes, hogy bár a 2001-es tavaszi árvíz is magas vízzszinttel vonult le (ekkor szakadt át Tarpánál a gát), ártérfeltöltő hatása mégsem volt mérhető (Kiss et al 2002).

Egyetlen árvíz által lerakott üledék vastagágát hazánkban először Borsy (1972) mérte a Szatmári-síkon az 1970-es árvíz után. Az Tiszán 1998-tól, míg a Maroson 2006-tól végzünk hasonló vizsgálatokat (Kiss–Fejes 2000, Kiss et al 2002, Sándor–Kiss 2007, Oroszi et al 2006). A kutatások azt mutatják, hogy a partok mentén maximum 80 cm homokos üledék halmozódik fel, majd a partoktól való távolsággal egyre finomabb szemű és egyre vékonyabb üledékréteg rakódik le.

A vizsgálatok szerint a hullámtéren a medertől való távolsággal közel exponenciálisan csökken az üledék vastagsága, majd a folyótól távolabb már egyéb tényezők is jelentősen befolyásolják a feltöltődés mértékét. Az ártereken megfigyelhető, hogy az invazív növények (pl. gyalogakác, zöldjuhar, süntök) egyre sűrűbb, egyre összefüggőbb állományokat alkotnak, növelve a hullámtér érdességét és csökkentve vízszállító képességét (Kovács–Váriné 2003, Kiss–Sándor 2009). Ezt a csökkenést mutatták ki Szolnoknál is, ahol 1970-ben a hullámtér a teljes vízhozam 23 %-át szállította, míg az 1998–2000-es árhullámoknál már csak 13 %-át, tehát a hullámtér vízszállító képessége három évtized alatt 40–50 %-kal esett vissza. A számítások szerint a hullámtér megfelelő karbantartásával az árvízszintek 100–120 cm-rel csökkenthetők lennének (Kovács–Váriné 2003).

A növényzet mellett az ártér domborzata, geomorfológiai formái is igen fontosak lehetnek az akkumuláció mértékének befolyásolásában (Kiss et al. 2005, Oroszi et al. 2006). Az árterek legmagasabb természetes felszíneit képviselik az egykori övzátonyok és övzátony-sorok, valamint a már nem aktív folyóhátak. Ezek a magasabb felszíneken az akkumuláció kisebb (pl. a Maros esetében: 2,5 mm/év), mint a hullámtér egyéb részein (Maros: 6 mm/év). Ez azzal magyarázható, hogy a magasabb térszínek rövidebb ideig állnak vízborítás alatt és így ezeken kevesebb lebegtetett üledék rakódhat le (Kiss et al 2004).

Az ártér legmélyebben levő formái (holtágak, kubikgödrök, egykori mocsarak) töltődnek fel a leggyorsabb ütemben. Ezért, azok a holtágak, amelyek a gátakon belül vannak ma sokkal sekélyebbek, mint a mentett oldalra került társaik. A holtágak feltöltődése talán a legintenzívebb a Maros mentén, amelyek a folyó jelentős lebegtetett üledékhozama miatt mára már teljesen feltöltődtek (Oroszi–Kiss 2004).

A holtágak feltöltődési ütemére vonatkozóan nagyszámú adattal rendelkezünk. A közép-tiszai holtágak átlagosan 20–60 mm/év feltöltődési ütemet mutatnak (Braun et al 2000, 2003), bár ez az ütem korántsem volt egyenletes, a leggyorsabb a 20. század közepe táján volt.

Az ártérfejlődés egy speciális esete történt a Szigetközben, ahol a Duna vízszintjének mesterséges csökkentésével a meder keskenyebbé vált, és a szárazra került mederfenék elindult az ártérre válás útján. Az övzátonyok kavicsaljzatán szinte azonnal elkezdődött a finomabb szemű üledék felhalmozódása: 11 év alatt 5–25 cm. Ugyanekkor megindult a talajképződés valamint ezzel párhuzamosan a másodlagos szukcesszió (Szabó 2001, Szabó et al 2004).

Egyes kutatók (Károlyi 1960a, Gábris et al 2002) szerint a hullámterek szélessége is befolyásolja az ártérfeltöltődés mértékét.

2. Mederfejlődés

Az Alföld domborzatának formálásában a harmadidőszaktól kezdve döntő szerepet játszott a folyóvíz. Így volt ez egészen a 19. sz. közepétől lezajlott folyószabályozási és lecsapolási munkálatokig, amikor az árvízvédelmi gátak és a lecsapolások révén az árterek területe jelentősen csökkent (Lóczy 2007). Ezzel párhuzamosan a mederrendezések hatására a természetes mederben zajló és közvetetten az árteret is alakító folyamatok (kanyarulatvándorlás, holtág-lefűződés, szigetképződés stb.) lelassultak vagy megálltak.

A 19. századi szabályozási munkáknak köszönhető, hogy pontosabb, valamint térben és időben is sűrűbb adatok állnak rendelkezésre, mint más országokban. A szabályozások megkezdésekor a Kárpát-medence főbb folyóit és ártereit a kor színvonalánál jóval pontosabban mérték fel, gondoljunk csak a már elemzéseket is magában foglaló, Péch József szerkesztette „Tisza hajdan és most” (1906) c. kiadványra. A térképezés mellett a 19. század közepén megkezdődtek a rendszeres (napi) vízszintmérések is. Ezeket idővel egyre sűrűbben vízhozam adatok is kiegészítették, amelyekhez elengedhetetlenül szükséges volt a meder folyamatos szelvényezése. A vízhozam-mérési szelvények mellett a nagyobb folyókon a szabályozásokat követően a Vízirajzi Osztály 1886-ban létrehozta a VO-kó hálózatot, amely mentén – például a Tiszán hat alkalommal – keresztjelvényeket vettek fel folyam-kilométerenként. Ez világszinten is kiemelkedően hosszú és pontos mérési adatsorokat eredményezett. A mederben lejátszódó folyamatok megismerését mindemellett a 19. század végén meginduló hordalékmérések is nagyban szolgálták (Takáts 1930).

A mederben zajló legfontosabb folyamatok a kanyarulatfejlődés, a meder szélességének változása, a feltöltődés vagy a bevágódás, illetve a medermintázatok közötti átmenet. E folyamatok ütemét végső soron a víz- és hordalékhozam, az esés, a hordalék minősége, a vegetáció és az antropogén hatások befolyásolják.

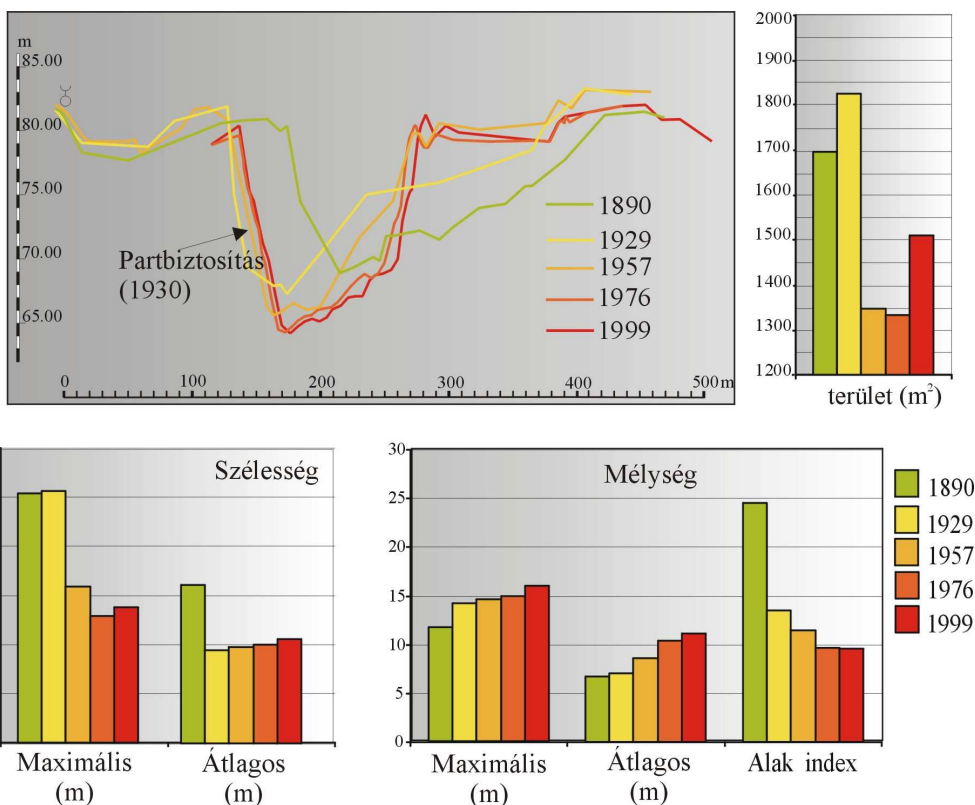
2.1. Kanyarulatfejlődés

A kanyarulatok fejlődési sebességét lehet vizsgálni térképek és légifotók alapján, a partba rögzített eróziós tűk használatával vagy az övzátonyok szedimentológiai elemzésével.

A szabályozási munkák eredményeként a Dunán, a Tiszán és mellékfolyóikon bekövetkező mederváltozásokat először Kvassay (1902) foglalta össze, később egyre több kutató foglalkozott a témával (pl. Károlyi 1960ab), különösen a 20. század végi nagy árvizek kapcsán (pl.: Nagy et al 2001, Lovász 2005).

A meanderek vándorlási sebessége a legnagyobb a szabályozásokat követő évtizedekben volt. Ekkor az átvágások hatására az esés a folyók többségén megduplázódott, így azok munkavégző képessége megnőtt, ezért kanyarulataik is gyorsabban fejlődtek. Mivel a kanyarulatok oldalazó eróziója miatt az árvízvédelmi töltések is több helyen veszélybe kerültek, az 1930-as évektől megkezdődött a partbiztosítások kiépítése. A kőrákatok és sarkantyúk miatt megszűnt a kanyarulatok külső ívének eróziója, ugyanakkor a belső íven az övzátányok fejlődése tovább folytatódott, ami új gondokat eredményezett.

Ezeket a folyamatokat a Tiszán először Károlyi (1960a) számszerűsítette, aki a legintenzívebb kanyarulatvándorlást (1,6–27,9 m/év) 1890–1951 közötti időszakban mérte a Tokaj és Csap közötti szakaszon. Ugyanakkor a Duna sárközi szakaszán a természetes medereltolódások maximális értéke 1783 és 1900 között 16–50 m/év volt (Somogyi 1974). A partbiztosítások hatására lelassuló kanyarulatvándorlást alsó-tiszai vizsgálataink is bizonyították (Fiala–Kiss 2005, 2006). Méréseink szerint a vizsgált 25 km-es folyószakaszon a középvonal hossza a szabályozásoktól a partbiztosítások megépítéséig átlagosan 6 m/év (0,25 m/év/fkm) ütemmel növekedett, míg később ez az érték 0,8 m/év-re csökkent. A kanyarulatok morfológiai paraméterei (húrhossz, ívhossz, görbületi sugár) jelentősen torzulnak a védművek kiépítése óta, így egyre kisebb görbületi sugarú, egyre élesebb kanyarulatok jöttek létre – amelyek akadályozzák az árvizek gyors levonulását (2. ábra).

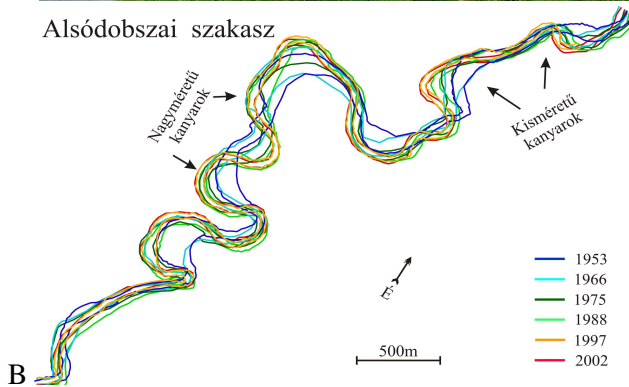


2. ábra. A Tisza mindszenti (214-es VO) szelvényében a mederkeresztmetszet jelentősen torzul a partbiztosítás megépítése (1930) után



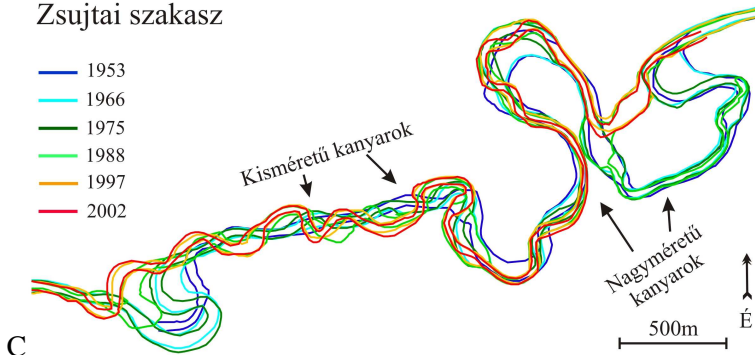
A

Alsódobszai szakasz



B

Zsujtai szakasz



C

3. ábra. A Hernád csaknem teljes szakaszán a kanyarulatfejlődést nem befolyásolják szabályozási művek (A). Az alsódobszai szakaszon (B) 1953 és 2002 között a nagyméretű kanyarokon másodlagos, kisebb kanyarok jöttek létre, ugyanakkor a kisméretű kanyarok (C) alig változtak, csupán lejjebb vándoroltak a folyón (forrás: Blanka 2010)

Más folyókon, így például a Hernádon, a szabályozási munkák alig érintik a medret, így ott a mederfejlődés gyorsabb ütemű még napjainkban is (3. ábra). Itt vizsgálataink alapján egy eredetileg 5,7 km-es szakaszon 1,7 km-es középvonal növekedést figyeltünk meg 1937 és 2002 között (4,5 m/év/fkm), amely főként új kanyarulatok létrejöttének és szűrflexiós kanyarulatok kialakulásának köszönhető (Blanka–Kiss 2008). A Hernád egyik kanyarulatában Kozma (2008) 4–5 m-es aktív parterzóiót mért néhány hónap

leforgása alatt, míg a 2010-es rekord magasságú, egymás után kétszer is lezúduló árvíz a Hernád egyes kanyarulataiban akár 16 m oldalazó eróziót is okozott (Blanka 2010).

A Maros magyarországi szakaszán is összehasonlítottuk a közel természetesen fejlődő és a partbiztosítással védett kanyarulatok fejlődését (Blanka et al. 2006; Blanka és Kiss 2006; Sipos 2006). A szabályozásoktól (1856) napjainkig egyes nem szabályozott kanyarulatok tetőpontja a Maros nagylaki szakaszán 1,7–2,1 m/év ütemmel mozdult el, így a partbiztosítások nélküli mintegy 30 km-es folyószakaszon (Nagylak és Makó között) a középvonal hossza a szabályozások óta 2,5 m/év ütemmel növekedett (0,08 m/év/fkm). Mindeközben a szabályozott szakaszon az utóbbi 50–60 évben a belső íven húzódó övzátonyok intenzív épülése (1–2 m/év) miatt a meder jelentősen szűkült.

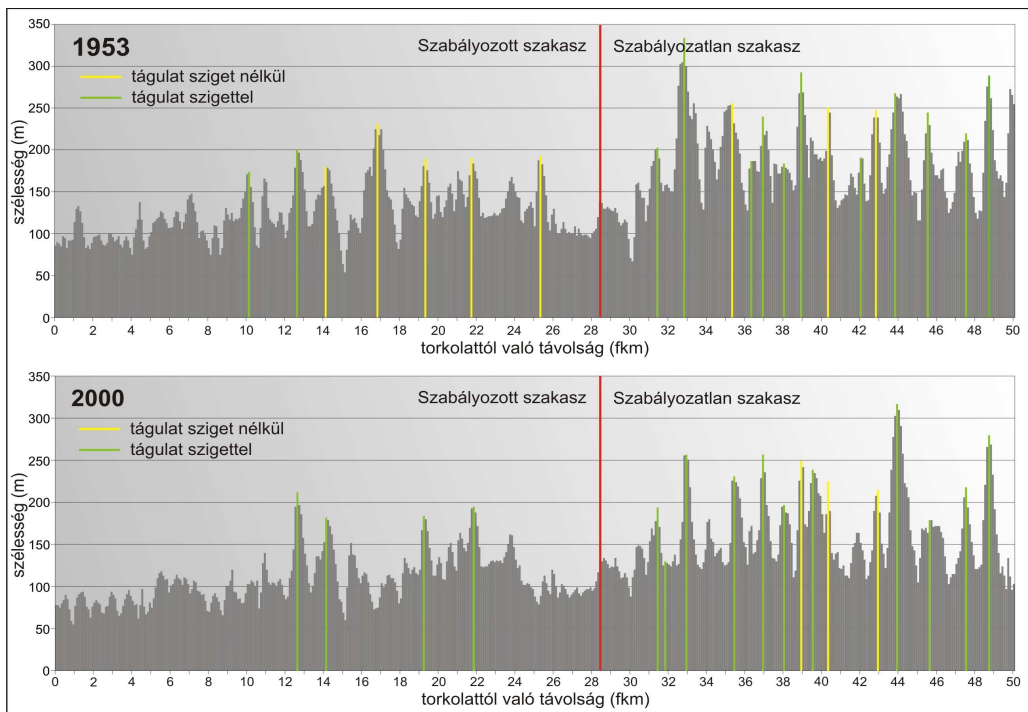
2.2. Szélességváltozás

A meder szélességének változása utalhat a bevágódásra, a feltöltődésre, vagy a vegetáció partstabilizáló hatására is. A kanyarulatátmetszések során a viszonylag keskeny vezérárkok hatására ideiglenesen jelentősen leszűkültek a szabályozott szakaszok (Ihrig 1973). Ezt követően néhány év alatt, ahogyan a folyó elfogadta medrét, jelentős szélesedés zajlott le (Márton 1914, Tőry 1952, Lászlóffy 1982). A vízfolyások szélességviszonyainak vizsgálata a kisvízi szabályozások idején került előtérbe, amikor a megfelelő hajózó utak kialakítása volt a cél. Ilyen esetekben tulajdonképpen a beavatkozások közvetlen eredményeit mérték fel (Csoma–Kovács 1981). Például Felső-Duna cikolaszigeti mellékágaiban mederszűkülést, szigetek összeolvadását és általános feltöltődést mértek (Lacza 1968).

A közelmúltban az Alsó-Tiszán, a Maroson és a Hernádon végzett méréseink alapján hosszabb folyószakaszokon általános mederszűkülést írtunk le (Fiala–Kiss 2006, Sipos 2006, Sipos et al 2007, Blanka 2010). A Tisza mindszei szakaszán például a szűkülés 1842 óta átlagosan 16 %-os volt (0,2 m/év), melynek hátterében elsősorban a partbiztosítások kiépítése áll. Ez ugyanis megakadályozta a külső ívek erózióját, miközben a belső íveken az övzátony-képződés folyamatos maradt. Ezt ellensúlyozhatná a fellépő mélyülés, de a bevágódás ellenére az átfolyási keresztmetszvény területe sok helyütt jelentősen csökkent (Fiala–Kiss 2006). A Sipos (2006) által vizsgált Maros szakaszon a 19. századi szabályozásokat követően a meder jelentősen kiszélesedett, majd az 1950-es évektől szűkülni kezdett. A szűkülés mértéke légifotók alapján a partbiztosításokkal nem rögzített szakaszokon a 18–20%-os értéket is elérte (0,3 m/év) (4. ábra). A folyamat hátterében elsősorban a kisvízes időszakokban az oldalzátonyokat stabilizáló növényzet áll. A vegetáció hasonló szerepét tárta fel Szabó (2006) is a Szigetközben, itt azonban mesterséges vízállás csökkenés áll a szűkülés mögött.

2.3. Bevágódás és mederfeltöltődés

A meder keresztmetszetének változása elsősorban a bevágódás, feltöltődés és az esésváltozás folyamataira utal. A szabályozások közvetlen következményeit (bevágódás és vezérárkok szélesedés) a kor mérnökei a mederszélvények ellenőrző méréseivel értékelték. Az átvágott szakaszok fejlődése ekkor volt a legintenzívebb, illetve a kanyarulatok formálódásának korábbi üteme is felgyorsult az új, megnövekedett esésviszonyok eredményeképp. Ezen hatások már a vízszinteket is befolyásolták, ahogy ezt Kvassay (1902) is megállapította: például a Tiszán a szabályozások hatására Szegednél 1830 és 1895 között 270 cm-t emelkedett az árvizek szintje, míg a kisvizek szintje 115 cm-t süllyedt, amit Kvassay egyértelműen a meder megváltozott paramétereivel magyarázott.



4. ábra. Szélességviszonyok változása a Maros magyarországi szakaszán 1953–2000 között. A medertágulatok száma 50 év alatt jelentősen csökkent a vizsgált szakaszon.

A Tisza teljes hosszán a középvízi keresztmetszvényeket hasonlította össze Fekete (1911), aki 1842 és 1909 között például az Alsó-Tiszán 1,4 m középmedélység növekedést állapított meg, tehát a bevágódás 2,2 cm/év volt. Ugyanakkor egyes szakaszokon a szelvényterület növekedést, míg másokon csökkenést tapasztalt, hasonlóan Félegyházi (1929) méréseihez. A Tisza torkolata feletti 100 km-es szakaszra Fekete (1911) kiszámította a feltöltődés mértékét is, ami 15 év alatt 5,1 millió m³-nek adódott (3400 m³/fkm/év).

A Dunán és a Tiszán átfogó elemzéseket ezt követően Károlyi (1960ab) végzett. A Tisza szabályozások utáni bevágódását a kisvizek süllyedése alapján számította ki, amely egyes szakaszokon akár 300 cm is lehetett (2,6 cm/év). Mindemellett vizsgálataiban arra is törekedett, hogy keresztmetszvények segítségével hordalékegyenleget számítson a Duna, illetve a Tisza egyes szakaszaira.

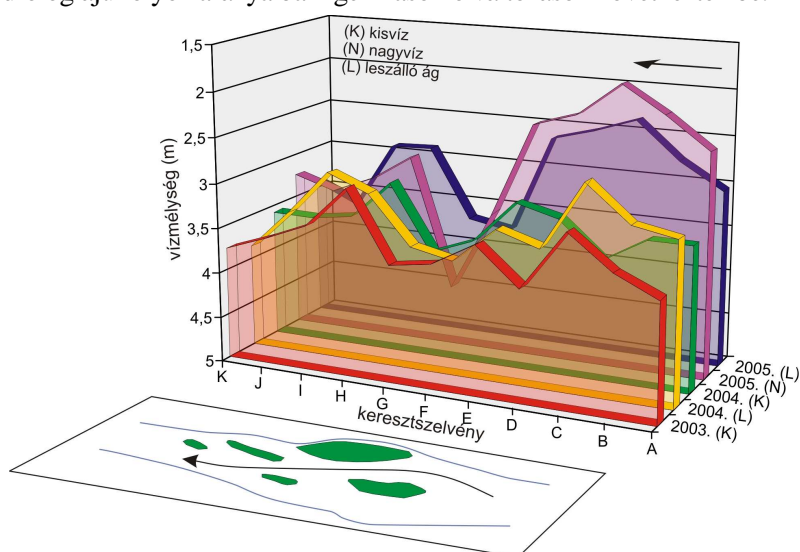
Laczay (1967) a Duna 1965-ös árvizének mederformáló hatását vizsgálata Rajka környékén mederfelmérések segítségével. Megállapította, hogy az árhullám során egyes gázlók szintje csaknem a hajózási kisvízszint magasságáig emelkedett. Ugyanitt Laczay (1968) a hosszabb távú mederváltozásokat is megvizsgálta, és kimutatta, hogy 1903 és 1967 között a cikolaszigeti ágrendszerben 58000 m³/év hordalék-felhalmozódás történt. Ezen kutatások is hozzájárultak a magyarországi felső Duna szakasz mederkostrási munkálatainak elkezdéséhez. A kotrás hatására a Duna Rajka és Gönyű közötti szakaszán 14 év alatt a főág keresztmetszvényeinek területe a hajózási kisvízszint alatt 10%-kal növekedett, ami 1650 m³/év/fkm mértékű mederanyag-eróziót jelentett (Csoma–Kovács 1981). A meder mélyülést a vízállás–vízhozam görbék is mutatták (Csoma 1987), amelyek szerint a Nagymaros–Budapest közötti Duna szakasz 30–40 cm-rel mélyült ki. Az Alsó-Dunán Lóczy (2001) vizsgálatait azt mutatták, hogy a szabályozások hatására a Duna Mohács alatti

szakasza helyenként 3 méterrel lett mélyebb, miközben egyes, a szabályozások előtt aktív mederágak feliszapolódtak, így a folyó jelentősen (40%-kal) lerövidült.

Kutatásaink során az Alsó-Tisza VO-szelvényeinek elemzése alapján azt az eredményt kaptuk, hogy a mederkeresztmetszet területe 4–21%-al csökkent, annak ellenére, hogy mélysége 5–45%-al nőtt (Kiss et al 2008). A meder mélyülésére utalnak a közép-tiszai szeizmikus mérések is (Nagy et al. 2006), amelyek azt mutatják, hogy a vizsgált szakasz mintegy felén nincs recens üledéklerakódás, ugyanakkor igen sok helyen nagy kiterjedésű üstök alakultak ki a szabályozásokat követően.

A Maros magyarországi szakaszán sűrűn felvett mederkereszt-szelvények alapján megállapítottuk, hogy a kiszélesedő, szigetekkel tagolt szakaszokon két különböző év tavaszi árhulláma 55000 m³ illetve 89000 m³ hordalék felhalmozódását okozta (Sipos 2006). A mérések arra is rámutattak, hogy a hordalék mozgása pulzusokban történik, és a zátonyok szerepe jelentős a meder morfológiájának szabályozásában (Kiss–Sipos 2007) (5. ábra).

Ugyanakkor a kereszt-szelvények napi változását is vizsgáltuk a 2000-es tiszai és marosi árvíz kapcsán (Sipos et al 2008). A folyó fajlagos munkavégző-képességtől és a vízszint-változások ütemétől függően 5–7%-os napi különbségek is felléptek a mederkitöltő szelvény területében az árhullám során. Ugyanakkor az is bebizonyosodott, hogy a két eltérő morfológiájú és hidrológiájú folyón arányaiban igen hasonló változások következtek be.



5. ábra. Kereszt-szelvények átlagmélységének hossz-szelvény menti változása kisvízes és nagyvízes időszakokban a Maros egyik medertágulatában. Feltűnő a gázlók szintjének jelentős megemelkedése az árhullámok során. A kisvizek a meder kiegyenlítésében játszanak fontos szerepet.

2.4. Medermintázat-változás

A folyók egyik legösszetettebb formai eleme a medermintázat (pl. meanderező, fonatos, stb.), más szerzőknél rajzolat (Gábris et al 2001), vagy alak típus (Timár 2003).

A medermintázat utal a vízgyűjtőn, az árterén és medrében zajló folyamatokra, valamint a vízgyűjtő éghajlati és földtani hátterére. A medermintázatok közötti átmenetet a vízhozamban, az esés-viszonyokban, a hordalékminőség és -mennyiségben, illetve a vegetációban stb. bekövetkező változások irányítják.

Szabályozott folyóinkon a legstabilabb, meanderező medermintázatot rögzítették a szabályozások. Kivételt képeznek a rövid, egyenes szakaszok (pl. torkolatoknál, vagy hosszú átvágásoknál), ahol azonban már lassan kanyarulatok kezdenek kialakulni (Fiala– Kiss 2006).

Az egyik legdrasztikusabban szabályozott folyónk a Maros, amelyet meanderező/anasztomizáló mintázat jellemzett a szabályozások előtt, s amelyet csaknem teljesen kiegyenesítettek. Ugyanakkor ehhez magas esés és nagy fenékhordalék-hozam is társult, ezért a beavatkozások hatására fonatos mintázatot vett fel. Később azonban ez a mintázat is átalakult, ugyanis a kitágult szakaszokon a meder szűkülését, a mederközepi szigetek számának csökkenését, tehát a fonatos jelleg visszaszorulását tapasztaltuk az utóbbi 50 évben (Sipos–Kiss 2003, Sipos 2006; Kiss–Sipos 2007).

Irodalom

- Babák K. 2006: A Hármas-Körös hullámtérének feltöltődése a folyószabályozások óta. *Földrajzi Értesítő* 55/3–4, 393–399.
- Balogh J.–Nagy I.–Schweitzer F. 2005: A Közép-Tisza mente geomorfológiai adottságainak és a hullámterek feliszapolódásának vizsgálata mintaterületeken. *Földrajzi Értesítő* 54/1–2, 29–59.
- Blanka V.–Kiss T. 2006: Kanyarulatfejlődés vizsgálata a Maros alsó szakaszán. *Hidrológiai Közöny* 86/4, 19–23.
- Blanka V.–Kiss T. 2008: A kanyarulatfejlődés jellegének és mértékének vizsgálata a Hernád Alsódobsza feletti szakaszán, 1937 és 2002 között. *Geographia generalis et specialis: Tanulmányok Kádár László születésének 100. évfordulójára*, Debrecen, 147–154.
- Blanka V.–Sipos Gy.–Kiss T. 2006: Kanyarulatképződés tér- és időbeli változása a Maros magyarországi szakaszán. III. Földrajzi Konferencia CD kiadványa, MTA-FKI, Budapest, 7.
- Blanka V. 2010: Kanyarulatfejlődés dinamikájának vizsgálata természeti és antropogén hatások tükrében. Doktori (PhD) értekezés, Szeged, TFGT, 141.
- Borsy Z.–Csongor É.–Félegyházi E. 1989: A Bodrogtörzs kialakulása és vízhálózatának változásai. *Alföldi Tanulmányok* 13, 65–81.
- Borsy Z. 1972: Üledék- és morfológiai vizsgálat a Sztalmácsi-síkságon az 1970. évi árvíz után. *Földrajzi Közlemények* 20, 38–42.
- Braun M.–Szalóki I.–Posta J.–Dezső Z. 2003: Üledék felhalmozódás sebességének becslése a Tisza hullámtereiben. *MHT 21. Vándorgyűlésén elhangzott előadások* 2/2.
- Braun M.–Tóth A.–Alapi K.–Dévai Gy.–Lakatos Gy.–Posta J.–Szalóki I. 2000: Environmental history of oxbow ponds: a sediment geochemical study of Marót-zugi-Holt-Tisza, NE-Hungary. In: Gallé L.–Körmöczy L. (szerk): *Ecology of river valleys*. TISCIA, Szeged, 133–138.
- Csoma J.–Kovács D. 1981: A Duna Rajka–Gönyű közötti szakaszán végzett szabályozási munkák hatásának értékelése. *Vízügyi Közlemények* 63/2, 267–294.
- Csoma J. 1987: A nagymarosi vízlépcső alatti Duna-meder vizsgálata. *Vízügyi Közlemények* 69/2, 286–296.
- Fekete Zs. 1911: A Tisza folyó medrének közép-keresztmetszésvényei. *Vízügyi Közl.* 4-6. füzet 141–148.
- Félegyházi E.–Szabó J.–Szántó Zs.–Tóth Cs. 2004: Adalékok az Északkelet-Alföld pleisztocén végi, holocén felszínfejlődéséhez újabb vizsgálatok alapján. A magyar földrajz kurrens eredményei: A II. Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadványa, Szeged
- Félegyházi E. 2004: The effects the river regulatory works on the Bereg plain. In: Lóki J.–Szabó J. (eds): *Antropogenic Aspects of Landscape Transformations* 3, Debrecen, 55–60.
- Félegyházi P. 1929: A Tisza folyó jellegzetes szakaszainak és az egész Tiszának átlagos szelvényadataiban a szabályozás kezdete óta 1922. évig beállott változások és azok összehasonlítása. *Vízügyi Közlemények* 9, 93–102.
- Fiala K.–Kiss T. 2006: A középvízi meder változásai az 1890-es évektől az Alsó-Tiszán II. *Hidrológiai Közöny* 86/5, 13–17.

- Fiala K.– Kiss T. 2005: A középvízi meder változásai az 1890-es évektől az Alsó-Tiszán I. Hidrológiai Közöny 85/3: 60–68.
- Gábris Gy.–Félegyházi E.–Nagy B.–Ruszkiczay Zs. 2001: A Középső-Tisza vidékének negyedidőszak végi folyóvízi felszínfejlődése. A Magyar Földrajzi Konf. CD kiadványa, Szeged
- Gábris Gy.–Telbisz T.–Nagy B.–Bellardinelli E: 2002. A tiszai hullámtér feltöltődésének kérdése és az üledékképződés geomorfológiai alapjai. Vízügyi Közlemények 84/3, 305–322.
- Ihrig D. (szerk.) 1973: A magyar vízszabályozás története. VÍZDOK, Budapest.
- Károlyi Z. 1960a: A Tisza mederváltozásai, különös tekintettel az árvízvédelemre. VITUKI, Budapest, 101.
- Károlyi Z. 1960b: Zátonyvándorlás és gázlólakulás - különös tekintettel a magyar Felső-Dunára. Hidrológiai Közöny 40/5: 349–358.
- Kiss T.–Fejes A. 2000: Flood caused sedimentation on the foreshore of the River Tisza. Acta Geographica 37, 51–55.
- Kiss T.–Fiala K.–Sipos Gy. 2008: Altered meander parameters due to river regulation works, Lower Tisza, Hungary. Geomorphology Geomorphology, 98/1–2, 96–110
- Kiss T.–Sándor A.–Gresó Zs. 2005: Investigations on the rate of floodplain sediment accumulation in the Mártély embayment of the Lower Tisza. Acta Geographica 38, 15–27.
- Kiss T.– Sipos Gy. 2007: Braid-scale geometry changes in a sand-bedded river: Significance of low stages. Geomorphology 84, 209–221.
- Kiss T.–Sipos Gy.–Fiala K. 2002: Recens üledékfelhalmozódás sebességének vizsgálata az Alsó-Tiszán. Vízügyi Közl. 84/3, 456–472.
- Kiss T.–Sipos Gy.–Oroszi V.–Barta K. 2004: Üledék-felhalmozódás mértékének vizsgálata a Maros és az Alsó-Tisza hullámterén. In: A magyar földrajz kurrens eredményei: A II. Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadványa, Szeged
- Kovács S.–Váriné Szöllősi I. 2003: Hullámtér árvízvezető képességének javítása. MHT 21. Vándorgyűlésén elhangzott előadások 2/2, 1–10.
- Kozma K. 2008: Recens folyóvízi fejlődés néhány kérdése a Hernád Alsódobsza – Gesztely közötti szakaszán. Geographia generalis et specialis: Tanulmányok Kádár László születésének 100. évfordulójára, Debrecen, 155–161.
- Kvassay J. 1902: A szabályozások hatása a folyók vízjárására Magyarországon. Vízügyi Közlemények 15. füzet 8–27.
- Lacza I. 1967: Az 1965. évi árvíz tetőző vízszintjei a felsődunai hullámtérben. Az árvíz hatása a mederalakulásra. Vízügyi Közlemények, 49/1, 119–127.
- Lacza I. 1968: A ciklaszigeti mellékágrendszer mederváltozásának vizsgálata. Vízügyi Közlemények 50/2, 245–255.
- Lászlóffy W. 1982: A Tisza. Vízi munkálatok és vízgazdálkodás a tiszai vízrendszerben. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Lóczy D. 2001: Geomorfológiai, tájökölógiai és természetvédelmi megfigyelések a Duna-ártér mohács alatti (bédai) szakaszán. A Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadványa, Szeged ISBN:963482544-3.
- Lóczy D. 2007: The changing geomorphology of Danubian floodplains in Hungary. Hrvatski Geografski Glasnik 69/2, 5–20.
- Lóczy D.–Kiss T. 2009: Ártérfejlődés és holtágfeltöltődés sebességének vizsgálata. In: Kiss T.–Mezősi G. (szerk): Recens geomorfológiai folyamatok sebessége Magyarországon. Földrajzi Tanulmányok 2, Szeged, 43–55.
- Lovász Gy. 2005: A hullámtéri akkumuláció gyakorisága a Tisza középső szakaszán. Földrajzi Közlemények 129/3–4, 125–132.
- Márton Gy. 1914: A Maros alföldi szakasza és fattyúmedrei. Földrajzi Közlemények 52: 282–301.
- Nagy Á. –Tóth T.–Sztanó O. 2006: Új, kombinált módszerek a Közép-Tisza jelenkori mederképződésének jellemzésére. Földtani Közöny 136/1, 121–138.

- Nagy I.–Schweitzer F.–Alföldi L. 2001: A hullámterí hordalék-lerakódás. *Vízügyi Közlemények* 83/4, 539–564.
- Oroszi V. Gy.–Kiss T. 2004: Folyószabályozás hatására felgyorsult hullámterí feltöltődés vizsgálata a Maros magyarországi szakaszán. *A magyar földrajz kurrens eredményei: A II. Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadványa, Szeged*
- Oroszi V.Gy.–Kiss T.–Bottlik A. 2006. A 2005. évi tavaszi áradás üledékfelhalmozó hatása a Maros hullámterén. *III. Földrajzi Konferencia CD kiadványa, MTA-FKI Budapest*
- Péchy J. (szerk) 1898–1906: *A Tisza hajdan és most. 1-3 kötet, Pallas Részvénytársaság, Budapest*
- Rakonczi J.–Sárköziné Lőrinczi M. 1984: Az 1980. évi árvíz talajtani hatásai a Kettős-Körös mentén. *Alföldi Tanulmányok* 8, 31–41.
- Sándor A.–Kiss T. 2006a. A hullámterí üledék felhalmozódás mértékének vizsgálata a Középső és az Alsó-Tiszán. *Hidrológiai Közöny* 86/2. 58–62.
- Sándor A.–Kiss T. 2006b: A hullámterí akkumuláció meghatározása mágneses szuszceptibilitás és röntgensugaras mérések segítségével, közép-tiszai mintaterületeken. *III. Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadványa, MTA-FKI Budapest*
- Sándor A.–Kiss T. 2007: A 2006. tavaszi árvíz okozta feltöltődés mértéke és az azt befolyásoló tényezők vizsgálata a Közép-Tiszán, Szolnokonál. *Hidrológiai Közöny* 87/4, 19–24.
- Kiss T.–Sándor A. 2009: Land-use changes and their effect on floodplain aggradation along the Middle-Tisza River, Hungary. *AGD Landscape and Environment* 3/1, 1–10.
- Schweitzer F. 2001: A magyarországi folyószabályozások geomorfológiai vonatkozásai. *Földrajzi Értesítő* 50/1–4. 63–72.
- Schweitzer F. 2006: 2006. évi árvízzel veszélyeztetett kistájak a Hármas-Körös mentén. In: Szabó J. (szerk): *Földrajzi tanulmányok dr. Lóki József tiszteletére. Debrecen, 181–191.*
- Sipos Gy.– Kiss T.–Fiala K. 2007: Morphological alterations due to channelization along the Lower Tisza and Maros Rivers. *Geographica Fisica e Dinamica Quaternaria*, 30, 239–247.
- Sipos Gy.–Fiala K.–Kiss T. 2008: Changes of cross-sectional morphology and channel capacity during an extreme flood event, lower Tisza and Maros rivers, Hungary. *Journal of Environmental Geography*, 1/1-2, 41–51.
- Sipos Gy.–Kiss T. 2003: Szigetképződés és -fejlődés a Maros határszakaszán. *Vízügyi Közlemények* 85/3, 477–498.
- Sipos Gy. 2006: A meder dinamikájának vizsgálata a Maros magyarországi szakaszán. *Doktori Értekezés, Szegedi Tudományegyetem.*
- Somogyi S. 1974: Meder- és ártérfejlődés a Duna sárközi szakaszán az 1782–1950 közötti térképfelvételek tükrében. *Földrajzi Értesítő* 27–36.
- Szabó M.–Hajdúné Darabos G.–Veres É. 2004: Új tájelemek a Duna szigetközi szakaszán: a Duna meder övzátonyai. *A magyar földrajz kurrens eredményei: A II. Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadványa, Szeged*
- Szabó M. 2001: A vegetáció feltmintázata és a szukcesszió lehetséges útjai a Szigetközben a lipóti övzátony példáján. *A III. Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadványa, MTA-FKI, Bp.*
- Szabó M. 2006: A vegetáció feltmintázata és a szukcesszió lehetséges útjai a Szigetközben a lipóti övzátony példáján. *III. Magyar Földrajzi Konferencia CD kiadványa.*
- Szlávik L.–Szekeres J. 2003: Az árvízi vízhozammérések kiértékelésének eredményei és tapasztalatai (1998–2001). *Vízügyi Közlemények* 85, Különszám IV: 45–59.
- Takáts T. 1930. A Duna lebegő hordaléka Budapesten. *Hidrológiai Közöny* 10/1. 53–66.
- Timár G. 2003: Controls on channel sinuosity changes: a case study of the Tisza River, the Great Hungarian Plain. *Quaternary Science Reviews* 22, 2199–2207.
- Tőry K. 1952: A Duna és szabályozása. *Akadémiai kiadó, Budapest.*