

**FLUVIÁLIS FOLYAMATOK ANTROPOGÉN HATÁSRA
MEGVÁLTOZÓ DINAMIKÁJA:
EGYENSÚLY ÉS ÉRZÉKENYSÉG VIZSGÁLATA FOLYÓVIZI
KÖRNYEZETBEN**

Dr. Kiss Tímea

Akadémiai doktori értekezés tézisei

Szeged, 2014.

1. BEVEZETÉS

A vízgyűjtőket és a vízfolyásokat érő közvetett és közvetlen antropogén hatások eredményeképpen a folyók hidrológiai és hordalékszállítási jellegzetességei megváltoznak, aminek a következményeként módosul a meder- és ártérfejlődés dinamikája és formakincse. A megváltozott fluvialis környezet pedig egyre nagyobb környezeti konfliktusok forrása lehet a társadalom számára, ezért a helyes kockázat-kezeléshez szükség van a folyórendszerekben zajló folyamatok feltárására, és a különböző mérnöki létesítmények hatásainak vizsgálatára.

A magyarországi folyókon a társadalom szempontjából a legnagyobb gondot az árvizek jelentik, amelyek gyakorisága és magassága az elmúlt másfél évtizedben jelentősen megnőtt a legtöbb folyón, bár az árvizek szinte teljesen elmaradnak a Dráván vagy a Maroson. Ez a kétféle hidrológiai fejlődési irány azt sejteti, hogy a folyók a hasonló emberi hatásokra akár teljesen eltérő módon is reagálhatnak, ezért vizsgálatuk elengedhetetlen ahhoz, hogy a jövőben hatékony megoldások szülessenek az árvizek problémájának megoldására. Kérdésként merül fel, hogy nem az-e az oka ezeknek a hidrológiai problémáknak, hogy a vízrendszer nem tud alkalmazkodni a módosuló víz- és hordalékszállítási viszonyokhoz, mert a végrehajtott mederrendezési munkák és a meglévő mérnöki létesítmények ezt nem engedik. Az is kérdés, hogy miért különböznek a folyók válaszai ugyanarra a zavaró hatásra.

A dolgozatban célom egyes, közvetlenül a vízhozamot, a medret és árteret érintő emberi beavatkozások hatásának vizsgálata. A célok között szerepel annak a meghatározása, hogy az emberi hatások miatt milyen irányba, és milyen sebességgel változtak meg a medrek és az árterek hidro-morfológiai viszonyai, s hogy ezek a változások milyen következménnyel vannak a rendszer továbbfejlődése szempontjából. A folyamatok jellegzetes trendje alapján célom az egyes folyószakaszok érzékenységeinek meghatározása, és a zavaró hatásokra adott válaszadási mintázatuk értékelése. A szakaszok stabilitásának (vagy egyensúlyának) értékelésével jövőbeli változásuk mértéke előre jelezhető.

2. MINTATERÜLETEK

A vizsgálatokhoz az Alsó-Tisza mindszei, a Maros Nagylak és a tiszai torkolat közötti szakaszát, a Hernád magyarországi, illetve a Dráva Őrtilos-Eszék közötti szakaszát vizsgáltuk. Az alsó-tiszai mintaterület a kanyarulatok átvágása, a partbiztosítások és árvízvédelmi töltések következményeinek vizsgálatára alkalmas, míg a Maros vizsgált szakasza a kanyarulatok drasztikus átvágásának és a gátépítés hatásainak elemzésére. A nagyobb esésű Hernád és Dráva vízjárását a duzzasztók és a vízviasszatartás/víz kivétel befolyásolják. A Dráván az egyéb mérnöki beavatkozások (pl. sarkantyúk, kanyarulat-átvágások) csaknem folyamatosan történnek.

3. MÓDSZEREK

A folyók hidrológiai jellegzetességeinek felméréséhez elemeztem a mintaterületen található vízmércék vízállás és vízhozam adatsorát, kiszámítottam az adott szakasz vízszint esését, és a Tisza szegedi szelvényében a munkavégző képességet.

A hullámtereken zajló feltöltődés mértékét (mm/év) többféle módszerrel vizsgáltuk a különböző mintaterületeken. A gátépítések óta eltelt időszak feltöltődésének vizsgálatára digitális domborzatmodellt, szedimentológiai és palynológiai módszereket alkalmaztunk. Az egy-egy árvíz okozta akkumuláció vizsgálatához pedig megmértük a frissen lerakódott hordalék vastagságát.

A kanyarulat-átvágások, a partbiztosítások és a völgyzárógátak okozta mederváltozások értékeléséhez megvizsgáltuk mind a négy folyó egy-egy szakaszán a meder horizontális paramétereit térképlapok, légi- és űrfelvételek alapján. Az elmúlt évek kanyarulat-vándorlását a külső ív GPS-es felmérése és a belső ív dendrológiai vizsgálata alapján értékeltük. A meder vertikális jellemzőit – adatok hiányában – csak a Tiszán és a Maroson vizsgáltuk.

4. EREDMÉNYEK

4.1. Az antropogén zavaró hatásokra adott válaszok térbelisége

1. A *gátépítések* következtében felgyorsult hullámtéri akkumuláció a legintenzívebb a partok mentén: a Tiszán a parttól 100-150 m-re, míg a Maroson 300 m-re. A két sáv vastagsága közötti különbség a marosi árhullámok közel négyszer nagyobb esésével és így vízsebességével, bőséges hordalékszállításával, illetve a tiszai hullámtéren az áramlást gátló sűrű növényzettel magyarázható.
2. A *völgyzárógátak és vízkivétel* morfológiai hatása folyásirányban egyre mérséklődik. A kisvizek süllyedése a Dráván és a Hernádon is jelentős, miközben a meder bevágódik és szűkül. A Dráván ez a medermintázat átalakulását eredményezte, míg a Hernádon a nagyméretű kanyarulatokon kisebb, másodlagos kanyarulatok jöttek létre.
3. A *kanyarulat-átvágás* folyásirány menti hatástávolságát csak a Dráván lehetett értékelni, mivel a többi mintaterületen az adatforrások nem megfelelő felbontásúak. Itt egy Vízvár mellett 1979-82-ben átvágott kanyarulat alatt 1,6 km hosszan zátonyok és szigetek képződtek a vezérárok kiszélesedése miatt termelődő hordaléktöbblet hatására. A kanyarulat-átmetszések alatti bevágódást a Tiszán az 1 kilométerenként felvett VO-szelvények is mutatják, azonban ez nem feltétlenül a közvetlenül felettük lévő kanyar átmetszése miatt következhetett csak be, hiszen a Tiszán a szabályozások rövid időn belül több kanyarulatot is érintettek, ezért ezek hatása összeadódhatott. Ugyanígy, a Maroson jelentkező hordaléktöbblet is több kanyarulat átvágásának eredményeként jelentkezhetett, így a hatástávolságot nem lehet pontosan meghatározni, ráadásul a Maroson ehhez túl sűrűn helyezkedtek el az átvágások.

4. A *partbiztosításoknak* is van a biztosított szakaszon túlra nyúló hatása, hiszen a Tiszán a partbiztosítás nélküli szakaszok is hasonló fejlődési irányt vettek fel egy-két évtizedig, mint a partbiztosított szakaszok. Azonban az 1950-es évektől a szabadon fejlődő szakaszok szűkülése megállt, hiszen a szelvényalak módosulása (trapézról egyre inkább V-alakúvá), a medermélyülés és a szelvényterület növekedés bevágódásra utal, és ma a keresztshelvényeik paraméterei megközelítik a kanyarulat átvágások utáni 1890-es felmérés értékeit. Tehát a szabadon fejlődő kanyarulatok vízszállító képessége összességében javult, de a partbiztosítások rövidtávon ezeknek a fejlődését is meghatározták.

4.2. Az antropogén zavaró hatásokra adott válaszok időbelisége

Bizonyos esetekben lehetőség volt arra, hogy a változások sebessége alapján meghatározzam, hogy az adott zavaró hatásra adott válasz meddig tart és mennyi idő kell az új egyensúlyi állapot eléréséhez.

1. A *hullámtéri akkumuláció* a gátépítéseket (és a kanyarulat-átvágásokat) követően felgyorsult, a Maroson 0,2-2,4 cm/évre, míg a Tiszán 0,3-0,8 cm/évre (természetes ártérfeltöltődési ütem 0,02-0,07 cm/év; Félegyházi 2008). A Maroson a gyorsuló feltöltődés négy évtizeden belül megállt, és egyre csökkenő mértékűvé vált, tehát lassan helyreállt az új egyensúly. A Tiszán a hullámtéri akkumuláció az 1970-es évektől 2-4-szeresére gyorsult és az utóbbi évtizedben a feltöltődés mintázata is változott, ami egy újabb zavaró hatás megjelenésére utal. Véleményem szerint ez az ártéri vegetáció elburjánzására vezethető vissza, ami az 1980-as évektől indult, és az utóbbi években egyre áthatolhatatlanabbá váló erdők elterjedésében jelentkezik.
2. A *kanyarulatok átvágását* követően a kisvízi vízállások csökkentek, a meder bevágódott és szélesedett. A Tiszán a kanyarulat-átvágások 60-70 évig éreztették morfológiai hatásukat. Ugyanakkor a Maroson nagyon hirtelen válaszáadás következett be, hiszen a szabályozások után néhány évtizeddel a meder már fonatos jellegűvé vált.
3. A *völgyzárógátak és vízkivétel* a hidrológiai viszonyokat folyamatosan módosítják, hiszen a kisvizek szintje a vizsgált esetekben süllyedt, és gyakoriságuk nőtt, ráadásul a völgyzárógátak a hordalék egy részét is csapdázzák. Ezek morfológiai következményeként a Hernádon mederszűkülés következett be, melynek legintenzívebb időszaka közvetlenül a nagy szlovákiai tározók üzembe lépése utánra tehető. Ugyanakkor a nagyméretű kanyarulatok átalakulása egy évtizeddel később vált kifejezetté.
4. Egy-egy *partbiztosítás* megépítése után az intenzív mederszűkülési folyamat a Maroson csupán egy évtizedig zajlott, míg a Tiszán 60-70 évig. A mederszűkülés módja hasonló módon zajlott a vizsgált folyókon, hiszen míg a külső ív eróziója megállt, addig az övzátöny tovább fejlődött, és miután felszínén megtelepedett a növényzet, a zátönyfelszín az ártérbe simult. A reakció-idő különbözősége a két folyó eltérő energia- és hordalék-viszonyaival magyarázható.

4.3. Összeadódó zavaró hatások

A zavaró hatások tér- és időbeliségéből, illetve az akár több évtizedig elnyúló válaszadásból következik, hogy a zavaró hatások összeadódhatnak, illetve a válaszok kombinálódnak. Míg a Tiszán és a Maroson a gátépítések hatása kombinálódott a kanyarulat-átvágások hatásával, addig a partbiztosítások hatása viszonylag jól elkülöníthető időszakban jelent meg. Ugyanakkor a Dráván csaknem folyamatos zavaró hatást jelentenek a vízerőművek, és hatásuk kombinálódik a lokális mederszabályozási munkákkal. Véleményem szerint a Hernádon a gátépítések, átmetszések és kisvízi mederrendezések olyan kismértékűek, hogy a felsőbb vízgyűjtőn a vízviasszatartás miatt csökkenő lefolyás jóval felülírja ezen lokális beavatkozásokra adott válaszokat. Azonban itt a magyarországi duzzasztók az esés csökkentése révén mérsékelhetik a zavaró hatás haladását, hiszen mérséklük a bevágódást és a kanyarulatfejlődés ütemét.

4.4. A vizsgált folyamatok lehetséges küszöbértékei

A különböző jellegű emberi beavatkozásokra adott folyóvízi válasz többféle folyamatot indított el, amelyek közül néhány sebessége hirtelen megváltozott, mivel a rendszer a fejlődése során átlépett egy küszöbértéket, amely hatására a rendszer bizonyos elemei közötti kapcsolat módosult.

1. Az *ártér* esésének két értéke is (kettős küszöbérték) módosítja a hullámtér feltöltődésének mértékét (a Maroson). A 19 cm/km-nél nagyobb ártéresés esetén a nagyobb vízsebesség miatt a feltöltődés mértéke csökken, mert a szállítás kerül túlsúlyba. Ha az esés 4 cm/km és 19 cm/km közötti, akkor exponenciális kapcsolat állítható fel az esés és a feltöltődés mértéke között. Azonban 4 cm/km-nél kisebb ártéresés esetén a feltöltődést már nem az esés befolyásolja (pl. Maroson a torkolatnál, illetve a Közép- és Alsó-Tiszán), hanem egyéb tényezők, például a domborzat és a növényzet sűrűsége.
2. A *növényzet sűrűsége* és a feltöltődés kapcsolatában az $n=0,2$ érdesség és a $\leq 0,16$ m/s vízsebesség tekinthető olyan küszöbértékeknek, aminél a hullámtéri akkumuláció trendje megfordul, és a növényzet sűrűségének növekedésével már nem nő tovább az akkumuláció mértéke, hanem csökken.
3. Az egy-egy árvíz során lerakódott hordalék térbeli mintázata arra utal, hogy a Tiszán a medertől számítva kb. 100 m, míg a Maroson 300 m az a távolság, amelyen túl a *medertől való távolság*, mint befolyásoló tényező már nem hat.
4. A kanyarulat-átmetszések hatására a Maros *esése* megduplázódott, ami kombinálódott az extrém *hordalékhozamával* és a könnyen erodálható *partokkal*, így átlépte a meanderező-egyenes-fonatos mintázatok közötti küszöbértéket, és fonatossá alakult. (De ennek a küszöbértéknek a számserű meghatározása hordalék-hozam adatok hiányában nem lehetséges.)

5. Az adott hidrológiai feltételek mellett szükséges minimum *mederszelvény területre* (1650-1800 m²) utal, hogy a partbiztosítások hatására ennél jobban leszűkült (1200-1300 m²) meder-részletek olyan mértékben kimélyültek, hogy a partbiztosítások a mederbe csúsznak és így a meder természetes tágulása indul el. Ez egyben példa belső küszöbértékre is, hiszen amennyiben ezt a minimum értéket eléri a meder, akkor külső hatás nélkül elindul a fejlődése az addigitól ellentétes irányba (addig szűkült meder a belső ív akkumulációja révén, ekkortól pedig erózióval tágul).
6. Az adott hidrológiai perem-feltételek mellett a *mederszélességnek* is van küszöbértéke. Például a Hernádon a vízgűjtőn a vízviasszatartás miatt megváltozó hidrológiai feltételek hatására figyelhető meg mederszűkülés, illetve a nagyméretű kanyarokon másodlagos kanyarulatok létrejötte. Míg a már nem fenntartható kritikus ívhossz 1975 és 1988 között 1 km volt, addig 1988 után tovább csökkent 600 méterre. Mivel a meder szűkülése és a másodlagos kanyarulatok fejlődése ma is zajlik, ez arra utal, hogy a rendszer még nem érte el a jelenlegi hidrológiai peremfeltételeknek megfelelő morfológiai állapotot és küszöbértéket.

4.5. A vizsgált folyószakaszok érzékenységeinek értékelése

1. Az érzékenységet a rendszernek a *zavarásra való fogékonysága* (Allison és Thomas (1993) felől vizsgálva megállapítható, hogy mind a négy vízfolyás érzékenyen reagált az antropogén hatásokra. A legérzékenyebb választ a Maros adta, mivel medermintázata alapjaiban megváltozott, míg morfológiailag alig történt változás a Tiszán, tehát érzékenysége a legkisebb.
- 2/a. A rendszer *regenerációs képessége* (Chorley et al. 1984) szemszögéből vizsgálva az érzékenységet megállapítható, hogy a *kanyarulat-átvágások* (1855-92) befejezte után a Tiszán az 1920-as évek végéig helyreálltak a meder eredeti horizontális és az 1950-es évekig a vertikális paraméterei is. A Maroson bár a kanyarulat-átvágások korábban befejeződtek (1846-71), a horizontális paraméterek a mai napig nem álltak helyre, sőt, a kiegyenesített szakaszon még legalább ugyanennyi időnek kell eltelnie, mire kanyarulatok alakulhatnak ki. Tehát a Tisza pihenő ideje (30-60 év) legalább fele-ötöde a Marosénak, (≥ 150 év), azaz a Maros többszörösen érzékenyen reagált erre a zavaró hatásra. A nagy esése és durva fenékhordaléka miatt valószínűleg a Drávának is a Maroshoz hasonló hosszúságú időre lenne szüksége a kanyarulatok helyreállításához, azonban mivel itt a kanyarulat-átvágások ma is zajlanak, a regenerációs képessége még lassabb.
- 2/b: A vizsgált folyókon a *gátak, völgyzárógátak és tározók* hatását a regeneráció szempontjából nem lehet értékelni, ugyanis ezek folyamatosan befolyásolják a folyók víz- és hordalékszállítását, így gyakorlatilag nem kezdődhetett el a zavarásmentes regenerációs időszak.
- 2/c: A *partbiztosítások* és regenerációs képesség kapcsolata a fenti két példa kombinációjának tekinthető, ugyanis a partbiztosítás folyamatos zavaró hatást jelent, hiszen megépülte után a

meder belső ívének épülése folyamatos, így a kanyarulat élesebbé, illetve a szelvényterület szűkebbé válása is folyamatos. Ugyanakkor van egy bizonyos szelvényterületbeli alsó küszöbérték, amit ha elér a meder, akkor a jellemző vízhozamok levezetésének biztosítására tárgulnia kell, így megindul a partbiztosítás alámosása és természetes felszámolóódása, azaz a zavaró hatás véget ér, és ezután elindulhat a regeneráció.

- 3/a. A folyószakaszokat ért összes zavaró hatást és a rá adott válaszokat figyelembe véve a *robosztus rendszerek* közé sorolható a Tisza és a Hernád, hiszen a – a többi folyóhoz képest mérsékeltebb – zavaró hatásokat többé-kevésbé elnyelték anélkül, hogy formarendszerük átalakult volna. Mindkét folyón meanderező medermintázat maradt fenn a zavaró hatások ellenére, bár kanyarulataik jellege megváltozott, hiszen a Tisza beágyazódott és keskenyebbé vált, miközben a Hernádon a kanyarulatok mérete egységesebb lett. Ugyanakkor, ha azt is figyelembe vesszük, hogy a meanderező mintázatra jellemző övzátonyok lassan eltűnnek a bevágódó Tiszáról, illetve szigetei már el is tűntek a szabályozásokkor, akkor a Tisza az érzékeny és robosztus rendszerek közötti átmeneti állapotot képviseli.
- 3/b. Az *érzékeny rendszerek* jellemzőit mutatja a Dráva és a Maros, hiszen a jelentős mértékű kiegyenesítés, illetve a vízviisszatartás miatt egyes szakaszaik a metamorfózis jeleit mutatják. Fontosnak tartom, hogy a Marosnak csak a morfológiájában történt metamorfózis, mivel hidrológiai tulajdonságait tekintve a meanderező folyók jellegzetességeit mutatja. Az, hogy a Maros és a Dráva, eltérő módon reagált, mint a Tisza és a Hernád, az magyarázható az erőteljesen eltérő mértékű emberi hatásokkal és a hordalék-háztartás valószínűsíthető felborulásával.

4.6. A vizsgált folyószakaszok egyensúlyának értékelése, jövőbeli fejlődési irányok

1. Az egyensúlyi állapotot a vízjárás és az ahhoz igazodó mederforma alapján (Heritage et al. 2001, Chin 2006) értékelve megállapítható, hogy egyik vízfolyás sem tekinthető egyensúlyi állapotúnak, az elmúlt évtized(ek) hidrológiai és morfológiai változásai alapján. Azonban ezeknek a változásoknak az iránya befolyásolja, hogy a jövőben az adott folyószakasz az egyensúly felé, vagy ellenkezőleg, az egyre inkább felbomló egyensúlyi állapot felé halad-e. Míg a vizsgált folyók jelenlegi változásai folyamatosak, addig a különböző egyensúlyi állapotok közötti ugrásszerű átmenetre szolgál például a Maros hirtelen meder-mintázatváltása a szabályozások évtizedeiben.
2. A *Maroson* az utóbbi három évtizedben minden jellegzetes vízállás és vízhozam csökkent, és az árvizek is gyakran elmaradtak. A vízállás-vízhozam adat-párok a meder bevágódását és a kisvízi meder szelvényterületének növekedését jelzi. Ezzel párhuzamosan megfigyelhető a mederszélesség csökkenése, illetve a kanyargósság és kanyarulat-fejlettség lassú növekedése, ami a meanderező mintázat lassú kialakulására utal. Tehát bár a jelenlegi

mintázat nem illeszkedik a hidrológiához, azonban a mederfejlődés afelé halad, hogy a hidrológiának megfelelő medermintázatú, azaz egyensúlyi állapotú legyen a folyó. Ebből a fokozatos fejlődési irányból következik, hogy a vízfolyás a Renwick-féle egyensúly-közeli (*dis-equilibrium*) állapotban van.

2. A Tisza a kanyarulat-átvágások után néhány évtizeddel igazodott a megváltozott esésviszonyokhoz, s mivel ez a típusú zavaró hatás befejeződött, az adott energia(esés)-viszonyok között a fluvialis rendszer egyensúlyba került. Azonban 1998 óta az egyensúlyvesztés hidrológiai jele az árvizek magasasságának és hosszának növekedése, az árvizek vízhozamának csökkenése, illetve az esésviszonyok romlása. Az egyensúlyvesztés morfológiai jele a meder vertikális és horizontális torzulása (a partbiztosítások miatt) és az elvaduló növényzetű árterek miatt átalakuló áramlási viszonyok, és a következményükként a módosuló vertikális és horizontális feltöltődés. A fenti folyamatok üteme arra utal, hogy az egyensúlyvesztés felgyorsulóban van, és a jövőben ezek a folyamatok folytatódnak. Tehát a Tisza Renwick-féle labilis rendszerekhez (*non-equilibrium*) sorolható. A fajlagos munkavégző képesség növekedése pedig egyértelműen az egyensúlyát veszített medrek jellemzője Yang (1979) besorolása szerint.
3. A Hernádon a csökkenő lefolyást jelzi a kis- és közepes vízhozamok csökkenése, miközben az 1990-es évektől a vízjárás szélsőségei növekedtek. A csökkenő lefolyáshoz az 1950-es évek óta a Hernád a mederszélesség csökkenése és másodlagos kanyarulatok kialakulása révén igazodik. Azonban az elmúlt évtizedben a gyakoribb és hevesebb nyári árvizek ebben a szűk mederben már nem tudnak zavartalanul levezetődni, ezért nőtt az árvizek magassága, hossza és csökkent visszatérési idejük. A 2000-es években levonuló nagy árvizek hatására az addig összeszűkült meder intenzív szélesedésnek indult, és az így megváltozó hordalékhozam hatására a mederformák gyors átrendeződése következik be. Tehát a Hernád egy olyan egyensúlyát veszített folyó, amely a parterózió növekedésével és a meder szélesedésével képes a hidrológiai viszonyoknak megfelelő új egyensúly helyreállítására. Ezen tulajdonságok alapján a Hernád a Maroshoz hasonló, egyensúly-közeli (*dis-equilibrium*) állapotban van, de fejlődése ciklikus lehet.
4. Egyedül a Dráván tapasztalható a hidrológiai paraméterek folyamatos változása, hiszen a jellegzetes vízszintek süllyedtek, az árvizek ritkává és rövidevé váltak. Az intenzív tározóépítési és feltöltési időszakban az esés folyamatosan nőtt, majd az 1980-as évek óta mérséklődött. A hidrológiai paraméterek változása a rendszer fokozatos/lépcsős (*graded*; Schumm 1965) fejlődési irányára utal. Erre, illetve a csaknem folyamatos mederszabályozási munkákra a Dráva folyamatos és egyirányú morfológiai választ ad a meder szűkülése és a formakincs elszegényedése formájában. Ezen folyamatosan átalakuló környezetben egyensúlyi állapot nem feltételezhető (Thorn és Welford 1994: *far-from-equilibrium*), vagy a Mayer (1992)

által definiált fokozatos/lépcsős (*graded*) egyensúllyal írható le, amit a hidrológiai és morfológiai paraméterek fokozatos változása jellemez.

5. A vizsgált folyók tehát legfeljebb egyensúly-közei állapotban vannak, de egyik sem egyensúlyi állapotú. Ez egybeesik Howard (1965) véleményével, miszerint igazi egyensúlyt egyetlen geomorfológiai rendszer sem érhet el, legfeljebb instabil egyensúlyi állapotot. Phillips (2011) álegyensúlyi fogalma a Tiszára alkalmazható, amely csak külsőségeiben mutatja az állandó állapotot (meanderező jelleg), de belső folyamataiban nem (pl. LNV, fajlagos munkavégző képesség növekedése, vagy a vízzárló képesség folyamatos romlása).

A témához kapcsolódó fontosabb publikációk

- Andrási G., **Kiss T.** 2013: Szigetek változásai a Dráva Mura és Duna közötti szakaszán. Hidrológiai Közlöny 93/1. 35-41.
- Blanka V., **Kiss T.** 2006: Ártérfejlődés és növényzet kapcsolatának vizsgálata a Maros hullámterén (Biogeomorfológia). Tájékológiai Lapok 4/2. 301-308.
- Blanka V., **Kiss T.** 2006: Kanyarulatfejlődés vizsgálata a Maros alsó szakaszán. Hidrológiai Közlöny 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. Debrecen, 147-154.
- Blanka V., **Kiss T.** 2010: A vízjárás hatása a parterózió mértékére a Hernád magyarországi szakaszán 2008-2010 között. In: Lóki J., Demeter G. (szerk.) Interdiszciplinaritás a természet- és társadalomtudományokban. Debrecen, 37-44.
- Blanka V., **Kiss T.** 2011: Effect of different water stages on bank erosion, case study on River Hernád, Hungary. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 6/2, 101-108.
- Fiala K., **Kiss T.** 2005: A középvízi meder változásai az 1890-es évektől az Alsó-Tiszán. Hidrológiai Közlöny 85/3. 60-65.
- Fiala K., **Kiss T.**, 2006: A középvízi meder változásai az 1890-es évektől az Alsó-Tiszán II. Hidrológiai Közlöny 86/5. 13-17.
- Fiala K., Sipos Gy., **Kiss T.** 2006: Szabályozások hatására bekövetkező morfológiai változások a Tisza és a Maros alsó szakaszán. In: Kiss A., Mezősi G., Sümegi Z. (szerk.): Táj, környezet és társadalom. Szeged, 203-213.
- Fiala K., Sipos Gy., **Kiss T.**, Lázár M. 2007. Morfológiai változások és a vízvezető képesség a Tisza algyői és a Maros makói szelvényében a 2000. évi árvíz kapcsán. Hidr. Közl., 87/5. 37-46.
- Hernes P., **Kiss T.** 2013: A Tisza-meder partfalának vizsgálata: késő pleisztocén és holocén folyamatok az Alsó-Tiszán. Hidrológiai Közlöny 93/2. 13-20.
- Kiss T.**, Blanka V., Andrási G., Hernes P. 2013: Extreme weather and rivers of Hungary: rates of bank retreat. In: Lóczy D. (szerk.): Geomorphological impacts of extreme weather: Case studies from Central and Eastern Europe. Springer, 83-99.
- Kiss T.**, Andrási G. 2011: A horvátországi duzzasztógátak hatása a Dráva vízjárására és a fenékhordalék szemcseösszetételének alakulására. Hidrológiai Közlöny 91/5, 17-29.
- Kiss T.**, Andrási G., 2014: Morphological classification and changes of islands on the Dráva River, Hungary-Croatia. Carpathian J. of Earth and Environmental Sciences 9/3, 33-46.
- Kiss T.**, Andrási G., Hernes P. 2011: Morphological alteration of the Dráva as the result of human impact. AGD Landscape and Environment, 5/2, 58-75.
- Kiss T.**, Blanka V. 2012: River channel response to climate- and human-induced hydrological changes: Case study on the meandering Hernád River, Hungary. Geomorphology 175, 115-125.
- Kiss T.**, Blanka V., Sipos Gy. 2009: Morphometric change due to altered hydrological conditions in relation with human impact, River Hernád, Hungary. Z. Geomorph. N.F. 53 Suppl. 2, 197-213.
- 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* 98/1-2, 96-110
- Kiss T.**, Hernesz P. 2011: Az Alsó-Tisza-vidék árterének geomorfológiai jellegzetességei és kora. *Földrajzi Közlemények* 135/3, 261-274.
- Kiss T.**, Hernesz P., Sipos Gy., 2012: Meander cores on the floodplain – the early Holocene development of the low-floodplain along the Lower Tisza Region, Hungary. *Journal of Environmental Geography* 5, 1-10.
- Kiss T.**, Hernesz P., Sümeghy B., Györgyövícs K., Sipos Gy. The evolution of the Great Hungarian Plain fluvial system – fluvial processes in a subsiding area from the beginning of the Weichselian. *Quaternary International*. Accepted, IF: 1,962 DOI: 10.1016/j.quaint.2014.05.050
- Kiss T.**, Nagy Z. 2012: A Maros medrének aktív bevágódása és ennek morfológiai következményei az árterén. *Hidrológiai Közöny* 92/2, 19-23
- Kiss T.**, Oroszi V.Gy., Sipos Gy., Fiala K. Benyhe B. 2011: Accelerated overbank accumulation after nineteenth century river regulation works: A case study on the Maros River, Hungary. *Geomorphology* 135, 191-202.
- 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.
- 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. 2005: Investigations of channel dynamics on the lowland section of River Maros. *Acta Geographica* 38, 1-15.
- 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. 2010: Le mutazioni nel corso del Tibisco intorno a Szeged e nella foce del Maros dagli anni attorno al 1690 fino ad oggi. In: Marchi G.P., Pál J. (eds): *Epigrafi romane di Transilvania*. Università Degli Studi di Verona, Verona, 201-222.
- Kiss T.**, Sipos Gy., Blanka V., Sümeghy B., András G., Hernesz P., Benyhe B. 2012: Egyensúly és érzékenység, küszöbérték és agressziós hullám: a folyó, mint tájalkotó elem rendszeralapú értelmezése. in: Farsang A., Mucsi L., Keveiné Bárány I. (szerk): *Táj – érték, lépték, változás*. GeoLitera, Szeged, 107-119.
- Kiss T.**, Sipos Gy., Fiala K. 2002: Recens üledékfelhalmozódás sebességének vizsgálata az Alsó-Tiszán. *Vízügyi Közlemények* 3, 456-472.
- Kiss T.**, Sipos Gy., Fiala K. 2011: Az Alföld töltések közé szorított folyói. In: Rakonczai J. (szerk): *Környezeti változások és az Alföld*. Nagyalföld Alapítvány, Békéscsaba, 211-223.
- Kiss T.**, Sümeghy B., Hernesz P., Sipos Gy., Mezösi G. 2013: Az Alsó-Tisza menti árter és a Maros hordalékkúp késő-pleisztocén és holocén fejlődéstörténete. *Földrajzi Közlemények* 137/3, 269-278.
- Kiss T.**, Sümeghy B., Sipos Gy. 2014: Late Quaternary paleodrainage reconstruction of the Maros River alluvial fan. *Geomorphology* 204, 49–60.
- Oroszi V., **Kiss T.** 2005: The analysis of sediment accumulation and silting-up of a cut-off channel on River Maros near the city of Makó. *Acta Geographica* Vol.38. 27-39.
- Oroszi V., **Kiss T.** 2006: Területhasználat-változás a Maros egy hullámtéri öblözetében a XIX. századtól napjainkig. *Tájökológiai Lapok* 4/2. 309-316.
- Oroszi V., Sándor A., **Kiss T.** 2006: A 2005. tavaszi árvíz által okozott árterfeltöltődés a Maros és a Közép-Tisza egy rövid szakasza mentén. In: Kiss A., Mezösi G., Sümegi Z. (szerk): *Táj, környezet és társadalom*. Szeged, 51-561.
- Sándor A., **Kiss T.** 2006: A hullámtéri üledék-felhalmozódás mértékének vizsgálata a Közép- és az Alsó-Tiszán. *Hidrológiai Közöny* 86/2. 58-63.
- Sándor A., **Kiss T.** 2007: A 2006. tavaszi árvíz okozta hullámtéri akkumuláció mértéke és az azt befolyásoló tényezők vizsgálata a Közép-Tiszán, Szolnokonál. *Hidr. Közl.*, 87/4. 19-25.
- Sándor A., **Kiss T.** 2008: Floodplain aggradation caused by the high magnitude flood of 2006 in the Lower Tisza Region, Hungary. *Journal of Env. Geogr.* 1/1-2. 31-39.
- 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. *J. of Env. Geogr.* 1/1-2. 41-51.

- Sipos Gy., **Kiss T.** 2003: Szigetképződés és -fejlődés a Maros határszakaszán. Vízügyi Közl. 85/3, 477-498.
- Sipos Gy., **Kiss T.** 2004: Evaluation of morphological stability on the lower reaches of River Maros, Hungary. Geomorphologia Slovaca 4/1, 52-62.
- Sipos Gy., **Kiss T.** 2008: A medermintázatok értelmezése Kádár László kutatásainak fényében. Geographia generalis et specialis. Debrecen, 49-55.
- Sipos Gy., **Kiss T.** 2009: Alluviális vízfolyások mederformálásának sebessége. In: Kiss T., Mezősi G. (szerk): Recens geomorfológiai folyamatok sebessége Magyarországon. Földrajzi Tanulmányok, 2, Szegedi Egyetemi Kiadó, Szeged, 17-29.
- Sipos Gy., Kiss T., Fiala K. 2007: Morphological alterations due to channelization along the Lower Tisza and Maros Rivers (Hungary). Geogr. Fisica e Dinamica Quat., 30, 239-247.
- Sümeghy B., **Kiss T.** 2011: Discharge calculation of paleochannels on the alluvial fan of the Maros river, Hungary. J. of Environmental Geography, 4/1-4, 11-17.
- Sümeghy B., **Kiss T.**, 2012: Morphological and hydrological characteristics of paleo-channels on the alluvial fan of the Maros River, Hungary. J. of Environmental Geography 5, 11-19.
- Sümeghy B., **Kiss T.**, Fiala K. 2012: Vízhozam és kanyarulati paraméterek közötti összefüggések vizsgálata és alkalmazási lehetőségei. in: Lóczy D. (szerk): Geográfia a Kultúra Fővárosában I. Geographia Pannonica Nova 13, 115-127.
- Sümeghy B., **Kiss T.**, Sipos Gy., Tóth O. 2013: A Maros hordalékkúp felső-pleisztocén–holocén képződményei. Földtani Közlöny 143/3. 265-278.