

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
Természettudományi és Informatikai Kar
Földtudományok Doktori Iskola

**A HULLÁMTÉR-FELTÖLTŐDÉS FOLYAMATÁNAK
VIZSGÁLATA
A TISZA KÖZÉPSŐ ÉS ALSÓ SZAKASZÁN**

PhD értekezés tézisei

SÁNDOR ANDREA

Témavezető: Dr. Kiss Tímea
egyetemi docens

Szeged, 2011

1. Előzmények, célkitűzések

A Kárpát-medence keleti felének vízfolyásait összegyűjtő Tiszán az utóbbi évtizedekben egyre gyakoribbá váltak az árvízi rekordokat megdöntő árhullámok. A vízszint emelkedés okai több területen keresendők, részint a vízgyűjtőn végbemenő változásokkal, részben az egyes folyószakaszok mentén lokálisan lejátszódó antropogén és szemiantropogén folyamatokkal vannak kapcsolatban, melyek külön-külön, de együtt, egymás hatását felerősítve is jelentkezhetnek.

A Tisza természetes folyamatait leginkább a XIX. századi folyószabályozási és ármentesítési munkák, majd a XX. századi mederrendezés befolyásolták. A gátépítések óta a fluviális folyamatok a szűk hullámtérre korlátozódnak. A kisvízi mederrendezés után a folyókanyarulatok fejlődése is lelassult vagy leállt. Az oldalazó erózió lelassulásával pedig a hullámtér geomorfológiáját egyre inkább az üledék felhalmozódás alakítja, amit pedig számos környezeti tényező irányít (például az árvíz hidrológiai jellegzetességei, a növényzet vagy a domborzat).

A kutatás során céloom az ártéri akkumulációnak a vizsgálata részben a szabályozások óta (hosszabb táv), részben egy-egy árvíz levonulása után (rövidtáv). A vizsgálatok során a Közép- és Alsó-Tiszán végzett mérések alapján a következő kérdésekre kerestem a választ: Milyen vastagságú hordalék rakódott le az eltérő morfológiai helyzetű képződményeken a szabályozások óta? Hogyan változott az akkumuláció mértéke térben és időben? A hosszú távú folyamatok vizsgálata során az üledék mely fizikai és kémiai paraméterei használhatók a szelvények párhuzamba állításakor és az üledék korának meghatározásakor? A rövid távú vizsgálatok során a legfontosabb céloom annak megállapítása, hogy hogyan változik térben egy árvíz által lerakott üledék mintázata és mennyisége? Különbözik-e ez a mintázat a különböző árvizek esetében?

Mivel az akkumuláció üteme és mintázata térben és időben változik, ezért fontosnak tartom az akkumulációt befolyásoló tényezők vizsgálatát is. Így a kutatás során elemeztem a Tisza vízállás adatait, az átalakuló területhasználatot és az ebből eredő növényzeti érdesség–viszonyait, illetve mértem vízsebességet a hullámtéren. Végső céloom annak meghatározása, hogy vajon a hullámtér árvízvezető képessége milyen mértékben változik a hullámtéri akkumuláció következtében.

2. Anyag és módszer

A kutatást a Közép- és az Alsó-Tisza hullámterein végeztem. A mintaterületeken hosszú- és rövid távú üledék-felhalmozódás térbeli és időbeli változásait különböző módszerekkel vizsgáltam.

2.1. Hosszú távú akkumuláció vizsgálata

2.1.1. Mintavétel és feldolgozás

A szabályozások óta bekövetkezett hullámtéri feltöltődés vizsgálatához olyan kevésbé bolygatott mintaterületekről gyűjtöttem mintát, ahol (1) a szabályozások következtében az üledék szemcseösszetételében jellegzetes, éles változás figyelhető meg, vagy a (2) mindenkori ártéri felszínen a szabályozások óta történő felhalmozódást markerrétegek segítségével állapítottam meg, az 1-es pont szelvényeivel párhuzamba állítva.

A kutatás során 5 db kutató árkot létesítettünk (Nagykörű: 2; Feketevárosi-holtág: 1; Mártély: 2). A szelvényekből az üledék mintákat 2 cm-ként vettük. A mintáknak meghatároztam a szemcseösszetételét, a szervesanyag-tartalmát, a nehézfém-tartalmát (Cd, Ni, Zn, Cu és Pb), és pH értékeit. A Wolverhamptoni Egyetem School of Applied Sciences intézetében néhány szelvény mintáinak mágneses szuszceptibilitás mérését és röntgensugaras méréseket végeztem el. A kapott értékeket TILIA és TILIA Graph programok segítségével ábrázoltam. A TILIA program klaszter analízise segítségével a hasonló mintákat zónákba soroltam.

A szolnoki, mesterségesen kialakított Árapasztóban a rövid távú (5 év) üledék-felhalmozódást szintén a fenti módszerekkel vizsgáltam. Itt két kutató árkot létesítettünk.

2.1.2. Árvizek jellemzése

Az akkumulációt befolyásoló árvizek elemzéséhez a szolnoki Tiszahídnál (334,6 fkm) mért 1876-2010 közötti napi vízállás adatait, valamint a Mindszenti vízmérce (217,8 fkm) 1901-től mért adatait használtam fel. A napi vízállás adatsorok alapján az egyes évek árvízi vízállásait (NV és LNV) és a hullámtér éves (részleges és teljes) vízborítottságának hosszát elemeztem.

2.1.3. A hullámtér területhasználatának és növényzeti érdességének hosszú távú változása

A hullámtéri növényzet okozta érdesség hosszú távú változásának meghatározásához az I-III. katonai felméréseket és topográfiai térképeket használtam fel. A térképeket és légifotókat (1950, 1965, 1981, 1991 és

2000) először ERDAS Imagine 8.6 szoftverrel geo-korrigáltam, majd a területhasználati foltokat Arcview 3.2 segítségével lehatároltam. A meghatározott területhasználati kategóriákhoz a Manning-féle érdességi tényezőket rendeltem, és a növényzetből eredő érdességi tényezőt a területhasználati foltok területével súlyozva számoltam ki.

2.2. Rövid távú üledék-felhalmozódás vizsgálata

2.2.1. Mintavétel és feldolgozás

Az egy árvízi esemény által felhalmozott üledék vastagságát a 2005-ös és 2006-os áradások után vizsgáltuk, a partra merőleges keresztshelvények mentén. A terepi vizsgálatok során az előző évi avarrétegre és a területen lévő szilárd burkolatokra lerakódott üledék vastagságát mértük le (a mérést segítette a friss üledék eltérő színe és szerkezete is). A pontok adataiból izovonalas térképet szerkesztettem. A 3-5 mm-nél vastagabb friss üledékekből mintát vettem és Köhn-féle iszapolással és száraz szitálással meghatároztam a szemcseösszetételüket.

2.2.2. Vízsebesség mérés

A mintaterületeken – bár nem ugyanolyan hidrológiai körülmények között – lehetőségem nyílt a hullámtéri vízsebesség viszonyok felmérésére. A vízsebesség méréseket forgólapátos, GR-21 típusú vízsebesség mérő műszerrel végeztük. Mivel a mérésre csak egy-egy nap állt rendelkezésemre, ezért – a 2005-ös nagykorú 14 ponton történt mérés tapasztalata alapján – 2006-ban a Feketevárosi-holtág öblözetében 6 szelvény mentén 35 ponton, Mindszentnél 12 szelvény mentén 87 ponton a vízfelszíntől 90 cm mélyen mértünk vízsebességet. A méréseket sűrítettük a meder közelében a vízvezető sáv sebességviszonyainak feltérképezése miatt. Néhány ponton több mélységben is megmértük a vízsebességet, hogy a növényzet hatását vertikálisan is vizsgálhassam.

2.2.3. Hullámtér érdességének vizsgálata

A friss üledék vastagságának mérésével egyidőben 2006-ban feltérképeztük mindhárom mintaterület növényzetét is, különös hangsúlyt fektetve a fás szárú (főként özön) növényekkel borított területekre. A mérés során meghatároztuk a fás szárú növényzettel fedett területek jellemző fafajait, aljnövényzetét és a fás szárúak sűrűségét. A hullámtéren 3x3 m-es kvadrátokban feljegyeztük a fás szárú növényzet egyedszámát és megmértük törzsük kerületét. A kvadrátokra „növényzeti mutató” értéket számoltam azért, hogy az érdesség szempontjából elkülönítsem azokat a kvadrátokat, melyek kis növényzeti érdességűek (néhány vastag törzsű

idősebb fa gyér aljnövényzettel), és amelyek érdekessége jóval nagyobb (vékony gyalog akác bokrok sűrű tömege).

Ezt követően a 2000-ben készült légifelvétel és a terepi feljegyzések alapján ArcView 3.2 szoftver segítségével elkészítettem a mintaterületek területhasználat térképét, és a növényzeti kategóriákhoz társítottam a Manning-féle érdekességi tényezőt.

A mintaterületek jelenlegi növényborítottságból adódó érdekességi viszonyainak vizsgálatához 8 érdekességi kategóriát használtam.

2.2.4. Hullámtér árvízvezető képességének számítása

Az egy árvíz okozta hullámtéri akkumuláció vastagságának meghatározását követően számszerűsíthető, hogy a keresztshelvények mentén a felhalmozódott friss üledék milyen mértékben csökkenti a hullámtéri szelvény területét, azaz a hullámtér vízvezető képességét. Az 1:10 000-es méretarányú topográfiai térkép alapján szelvények mentén kiszámítottam a hullámtér völgyshelvényének teljes területét a gátak tetejéig, ami a növényzettől mentes hullámtér vízbefogadó képességét mutatja. E mellett a friss üledék keresztshelvényre vetített területét is meghatároztam, így a gát és a part között a hullámtéri akkumuláció okozta árvízvezető képesség csökkenése (%) számszerűsíthetővé vált.

3. Az eredmények összefoglalása

3.1. Hosszú távú üledék-felhalmozódás vizsgálata

3.1.1. A vizsgált időszak árvizeinek jellemzése

A Tisza középső és alsó szakaszán az árshelvények 1876 és 2010 között egyre növekvő vízállással és egyre hosszabb idő alatt vonulnak le. A szolnoki shelvényben az 1960-70-es évektől az árvizek magasabb nagyvízi vízállásokkal és hosszabb hullámtéri tartózkodással jellemezhetők, mint Mindszent esetében. Ez a hidrológiai változás alapvetően kedvez a hullámtéri akkumulációnak.

3.1.2. A vizsgált területek területhasználatának változása

3.1.2.1. A 18. században az árter növényzetből adódó érdekessége ($n=0,03$) igen alacsony volt, amely alig növekedett a 19. század végéig. A folyószabályozások idején megjelentek a ligeterdők a folyópartokon, a töltések mentén és a hullámtéri öblözetben, ami az alacsony árter érdekességét $n=0,034-0,04$ -re növelte.

3.1.2.2. Az 1950-es évekig a hullámtér területhasználat alig változott, a töltések menti a magasabb érdekességi tényezővel jellemezhető fűz-

nyár ligeterdők terjedtek el, így a 20. század első felében az érdesség a duplájára ($n=0,06-0,09$) növekedett.

3.1.2.3. Az 1950-as éveket követően a hullámtéri erdőművelés elterjedésével, a kiskertek és szántók felhagyásával, az özönnövények betelepülésével, valamint a hullámtéri üdülők létesítésével a hullámtér érdessége ismételen közel a duplájára növekedett ($n=0,11-0,15$) 2000-re. Ez egyrészt akadályozhatja az árhullámok gyors lefutását, másrészt a hullámtéri akkumuláció mértékét is jelentősen befolyásolhatja, hiszen a sűrű növényzet miatt a vízsebesség lassulhat, ami a mozgó hordalék lerakódását eredményezi.

3.1.3. A hosszú távú akkumuláció vizsgálata

3.1.3.1. A hosszú távú feltöltődés mértékének meghatározását segítette az üledék fizikai és kémiai paramétereinek a vizsgálata. Az üledék szemcse-összetételbeli változása a jellegzetes morfológiai helyeken létesített szelvények vizsgálatánál bizonyult használhatónak. A mágneses tulajdonságok segítettek a talajképződésre utaló finomabb mágneses szemcséket tartalmazó rétegek és a durvább mágneses szemcse-összetételű medererózióból származó hordalék beazonosításakor. Az üledék mintákban a vizsgált nehézfémek közül az adott pH viszonyok között ez a legkevésbé mobilis ólmot használtam markerként. Az üledék profilban egy jól definiált ólom-csúcsot az 1960-75-ös időszakhoz kötve meghatározhattam az 1960 előtti és 1975 utáni feltöltődés ütemét.

3.1.3.2. A Közép-Tiszán, a nagykörűi mintavételi pontok az egykori övzátonyon (N1) és a mindenkori ártéren (N2) lettek kijelölve. A vizsgálatok alapján az ártérre jellemző átlagos üledék felhalmozódás mértéke $0,36-0,39$ cm/év. Az N2 szelvény egy vízvezető sávban található, amelynek létezését az N1 szelvény mintáitól durvább szemcseösszetétel mutatja.

3.1.3.3. A Feketevárosi-holtágnál található mintavételi pontot (M) a szabályozások következtében megváltozott hidrológiai paraméterekből adódóan a nagykörűihez képest nagyobb akkumuláció jellemzi ($0,75$ cm/év). Az intenzívebb akkumulációt az is magyarázza, hogy a mintavételi pont a kanyarulat külső ívén található, közel a sodorvonalhoz, illetve hogy egy megnövekedett esésű szakasz alsó végén helyezkedik el.

3.1.3.4. Az Alsó-Tiszán, Mártélynál a Tisza jelenlegi medrétől közel azonos távolságban létesített szelvényeknél (T1 és T2) a mintavételi pontok tengerszint feletti magassága befolyásolta leginkább az

akkumulációt. A magasabban elhelyezkedő T2 ponton kevesebb üledék (0,29 cm/év) akkumulálódott, míg a holtág partjánál alacsonyban fekvő T1 szelvényben 0,79 cm/év volt a felhalmozódás üteme.

- 3.1.3.5. A közép-tiszai Feketevárosi-holtágnál a kubikgörök, ahol fúrásokat (Ff1-8) létesítettünk, viszonylag alacsonyabban fekvő területek, melyek a környező területekhez képest intenzívebb akkumulációval jellemezhetők (0,21-0,46 cm/év). Az alacsony fekvésű Árapasztóban a partközeli területeken (A1 és A2) igen intenzív a feltöltődés mértéke (8 és 13,6 cm/év). Ez azért ilyen kiugróan magas, mert a part közvetlen közelében volt, illetve mivel a mederkitöltő vizek is előnthették, nemcsak az árvizek.
- 3.1.3.6. Az üledékszelvevényeket az 1960-75 közötti magas ólomtartalmú áradások üledékei alapján párhuzamba állítottam. Ez azt mutatja, hogy 1975 óta az akkumuláció felgyorsult, a Közép-Tiszán 2,7-3,7-szeresére, míg az Alsó Tiszán 2,3-2,8-szeresére az 1960 előtti időszakhoz képest. Ennek okai az alábbiakban keresendők: (1) a hidrológiai viszonyok megváltozása, az 1960-as évektől (főként a Közép-Tiszán) megnövekedett levonulási idővel és vízállással jellemezhető árvizek, (2) a hullámtér területhasználatának megváltozása, a növényzetből adódó szabályozások kori érdesség ($n=0,03-0,04$) mára a háromszorosára növekedett, (3) az 1980-as évek végétől betelepült özönnövények jelenléte.

3.2. Rövidtávú üledék-felhalmozódás vizsgálata

Az egy árvíz okozta üledék-felhalmozódást a Feketevárosi-holtágnál két egymást követő évben (2005 és 2006) vizsgáltam, míg Nagykörűnél és Mindszentnél csak a 2006-ban.

3.2.1. A vizsgált árvizek főbb jellemzői

Az akkumuláció mértékét befolyásolhatja az árvizek hidrológiája és a lebetegtetett hordalék mennyisége. 2005-ben lassabb volt az áradás (11 cm/nap), mint a 2006-ban érkező két árhullám áradása (16 és 27 cm/nap). A 2006-os első árhullám hosszan, közel 4 napon át tetőzött Mindszentnél, majd gyors apadás indult el. Az árhullám áradó ága akár 90%-kal több lebetegtetett hordalékot szállít, mint az apató ág, kivéve a 2006. év második árhulláma, amikor az áradó és apadó ágban közel azonos volt a lebetegtetett hordalék koncentráció. A KÖTIKÖVIZIG mérései szerint a 2006-os árvíz Kiskörénél átlagosan 10%-kal több lebetegtetett hordalékot szállított, mint a 2005-ös. A 2006-os intenzív akkumulációra utal az is, hogy a lebetegtetett

hordalék 54%-a a Kisköre és Szolnok közötti hullámtéren halmozódott fel, míg 2005-ben a hordaléknak csupán 46%-a akkumulálódott a két vízmerce között. (Az adatok pontatlanok lehetnek, mivel Szolnoknál csak hetente egyszer történtek lebegtetett hordalék mérése.)

3.2.2. *A mintaterületek területhasználata és érdekességi viszonyai*

3.2.2.1. A fás szárú növényzet aránya mindhárom mintaterületen 50-70% között volt. Nagykörűnél a mintaterületen az erdők részaránya 95,7%, ennek töredéke (23%) sorolható a „gyér, fás szárú növényzet” kategóriába. A Feketevárosi-holtágnál a mintaterület 71,3%-át borította erdő, ennek csupán 14% gyér, fás szárú növényzettel jellemezhető. A Mindszenti mintaterület 72,8%-án található erdőterület, melynek csupán 4,2%-a tartozik a „gyér fás szárú növényzet” kategóriába. A nagykörűi és a Mindszenti mintaterületeken a kiskerteket és a szántókat folyamatosan felhagyják, így ezeken a területeken is gyorsan terjed a gyalogakác és egyéb özön fajok.

3.2.2.2. A területfoltok érdekessége $n=0,03-0,2$ között változott, amely függ a vegetáció típusától, nagyságától és sűrűségétől. A 2006-os területhasználat alapján a növényzetből adódó érdekesség legnagyobb a nagykörűi és a Mindszenti hullámtéren ($n=0,15$), ennél valamivel alacsonyabb a Feketevárosi-holtágnál ($n=0,12$).

3.2.3. *A vízsebesség alakulása a hullámtéren*

3.2.3.1. A vízsebesség alakulását a folyópart közeli területeken elsősorban a nagyvízi meder morfológiája határozta meg. A kanyarulatok felső inflexió sávjánál lép ki nagy sebességgel (0,2-0,67 m/s) a víz a hullámtéri vízvezető sávokba, amelyekben a környező részekhez képest nagyobb sebességgel áramlik. A viszonylag keskeny (kb. 300 m) hullámtereken a vizet a teljes hullámtéri szelvény vezeti. A szélesebb öblözetben csak a part menti közel 150 m-es sávban volt mérhető vízmozgás. Magas vízállásoknál a holtágnak alig van szerepe a vízvezetésben.

3.2.3.2. A sűrű cserjeszintű erdőkben, az invazív gyalogakáccal borított felhagyott földeken alacsonyabb volt a vízáramlás sebessége (kivéve Mindszentről az inflexió sávnál a gyalogakácosban, de valószínű, hogy itt is sokat csökkentett a vízsebességen a sűrű cserje). Az ártér belsőbb részein az alacsonyabb vízsebesség értékeket mindig a legnagyobb érdekességi tényezővel ($n=0,2$) rendelkező erdőkben mértük, míg nagyobb vízsebesség a gyérebb növényzetű ($n=0,03$)

területeken (főként a töltés lábánál) volt mérhető. Tehát a terület érdessége meghatározza a hullámtér vízvezető képességét.

3.2.4. A rövid távú üledék-felhalmozódás vizsgálata

3.2.4.1. A 2006-ban levonult két árhullám során a legtöbb üledék Nagykörűnél akkumulálódott (átlagos üledékvastagság 24,4 mm), ennél kevesebbet mértem a Feketevárosi-holtágnál (2005:3,7 mm 2006: 6,8 mm) és Mindszent térségében (19,8 mm) is.

3.2.4.2. Az egyes árvizek alkalmával felhalmozódott üledék térbeli mintázata leginkább a folyótól mért távolságtól függ. Az üledék jelentős hányada a folyótól maximum 20-50 m-re akkumulálódik a part menti zónában, függetlenül a növényzet sűrűségétől. A legvastagabb üledék (Nagykörűnél 240 mm, Feketevárosi-holtánál 109 mm, Mindszentnél 500 mm) a folyóháton és az övzátóny területén akkumulálódott.

3.2.4.3. A hullámtéren felhalmozódott üledék mintázatát jellegzetesen módosítja a meder futása és a terület morfológiája.

- A fejlett kanyarulat inflexiós sávjában a part közelében szélesebb sávban halmozódik fel vastagabb és durvább szemcse-összetételű üledék (függetlenül a növényzettől), viszont a fejletlen kanyarulat inflexiós sávjában a part közelében nem mérhető kiugróan magas üledék vastagság.
- A folyóhátak töltés felőli (külső) oldalán nagyobb az üledék vastagsága, mint annak folyó felőli oldalán, ami a formák szélesedésére utal.
- A folyóháton nagyobb akkumuláció mérhető, mint az övzátonyon, tehát a folyóhátak a szélesedés mellett intenzíven magasodnak is.
- A mély fekvésű területeken, például az Árapasztóban, a kubikgödrökben, a sarlólaposokban, a malágnál, a holtág és fokok mentén néhány mm-rel nagyobb az akkumuláció, mint a környező területeken.
- Ugyanakkor arra is volt példa (Mindszentnél), hogy az övzátóny mögött vékonyabb, de durvább szemcse-összetételű üledék akkumulálódott, ami arra utal, hogy ha hatékony a vízáramlás a hullámtéren, akkor a feltöltődés mérsékeltebb.
- Ahol nagyobb volt a víz sebessége (nyiladék, vízvezető sávok), ott durvább szemcse-összetételű üledék halmozódott fel.

3.2.4.4. A rövid távú üledék felhalmozódásban a növényzet szerepe másodlagosnak tekinthető, hiszen a fenti, geomorfológiai tényezők felülírhatják. Azonban a hullámtér belső területein az igen nagy

érdességet adó, sűrű gyalogakácosokban a vízsebesség olyan mértékben lecsökkenhet, hogy ide az árvízkor áramló víz „nem jut be”, tehát hordalékát sem tudja ide szállítani, azaz ezekben a foltokban a felhalmozódás erőtelesen korlátozott.

- 3.2.4.5. A folyótól távolodva az üledék szemcseösszetétele finomodik. Míg a folyóhátakon és az övzátány felszíneken akkumulálódott a legdurvább szemcse-összetételű üledék (>90% homok), addig a medertől 40-90 méterre már az iszap és agyag aránya válik meghatározóvá az üledékben.
- 3.2.4.6. A Feketevárosi-holtágnál 2005. és 2006. év friss üledék felhalmozódás mintázata eltér egymástól, ami rámutat a különböző hidrológiai helyzetek szerepére. A 2006-ban feltérképezett friss üledék-felhalmozódás nagyobb mértékű (szélesebb sávban, vastagabb üledék) volt a part menti 300 m-es sávban a 2005. évihez képest. Okai az árhullámok lefutásában és a szállított lebegtetett hordalék mennyiségében keresendők.
- 3.2.4.7. A jellegében hasonló közép-tiszai nagykörűi és az alsó-tiszai Mindszent-mártélyi mintaterületeken a hullámtér érdessége hasonló (n=0,15), ennél alacsonyabb (n=0,12) a Feketevárosi-holtágnál az aktív erdőművelés hatására. A legnagyobb vízsebességet a hullámtéren Mindszentnél mértük (max. 0,67 m/s), ennél kevesebbet a Feketevárosi-holtágnál (max. 0,57 m/s) és Nagykörűnél max. 0,37 m/s-t. Az azonos érdességű területhasználati foltoknál és a hasonló morfológiai helyeken ugyanolyan jellegű vízsebesség változások mutatkoztak mindhárom területen (vízvezető sávokban és a part mentén nagyobb, magas érdességgel jellemezhető belső hullámtéri területeken alacsonyabb).

3.2.5. Az árvízvezető képesség változása

A hullámtéri akkumuláció csökkenti a hullámtér árvízvezető képességét (2006-ban 0,14-0,46%-kal), mely legnagyobb mértékű a keskeny hullámtereken (1,31-1,44%) valamint az inflexiós sávokban (1-1,5%). Viszont a széles öblözetben kisebb mértékű árvízvezető képesség csökkenés a jellemző (0,05-0,1%) (bár ott is az intenzívebben épülő part menti 150-200 m-es sávnak van legnagyobb szerepe a víz levezetésében).

3.3. Általános eredmények

- 3.3.1. A mintaterületeken az egy árvíz okozta átlagos hullámtéri akkumuláció mértéke nagyobb, mint a számszerűsített hosszú távú akkumuláció üteme. Figyelembe véve az 1950 és 1970-es évek között a Tisza hidrológiai

paramétereinek (árvizek időtartama, vízállás) változását és a hullámtér átlagos érdességi tényezőjének növekedését, az üledék-felhalmozódás gyorsabb üteművé válhatott. Az egy árvíz okozta akkumuláció nagysága azonban árvizenként igen eltérő, a szállított lebegtetett hordalék mennyiségétől függően.

- 3.3.2. Az özönnövények agresszív terjedése a hullámtér érdességének további növekedését eredményezi, ami nagyobb mértékű üledék-felhalmozódást okozhat, ugyanis a sűrű növényzet lecsökkenti a vízáramlási sebességét és a szállított lebegtetett hordalék lerakódik. Viszont a nagyon sűrű gyalogakácos a víz sebességét olyan mértékben lecsökkenti, hogy az akkumuláció nagyságában egy küszöbérték átfordulás történik, így az igen sűrű gyalogakáccal borított területek belső részeire a víz már nem szállít hordalékot.
- 3.3.2. A hullámtéren egyértelműen megjelennek vízvezető sávok a fejlett kanyarulatok mögött, így ezek karban tartása (növényzetük gyérítése) hozzájárulhatna az árvízi kockázat mérsékléséhez.
- 3.3.3. Az akkumuláció miatt a partok egyre jobban kiemelkednek, a folyóhátak és övzátonyok magasodásával és szélesedésével, miközben a hullámtér belső területei egyre síkabbá és egységesebb felszínűvé válnak. A folyószabályozás előtti, természetesen fejlődő formák és a szabályozások következtében létrejött mesterséges formák a feltöltődés következtében lassan eltűnnek. A meder partél menti formáinak (folyóhát, övzátony) intenzív épülése miatt az árvizek egyre magasabb vízállásnál tudnak kilépni a hullámtérre, ami pozitív visszacsatolással tovább növeli épülésüket. Viszont a terepi tapasztalataim azt mutatják, hogy a tömegmozgások révén, a parton felhalmozódott anyag egy része visszakerülhet a mederbe, így csökkentve a part menti túlmagasodott felszínek szerepét.

Az értekezéshez felhasznált publikációk

- 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.
- 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.
- Sándor A.** – Kiss T. 2008: A területhasználát változás hatása az üledék-felhalmozódásra, közép-tiszai vizsgálatok alapján. IV. Magyar Földrajzi Konferencia (CD kiadvány), 1-6.
- Sándor A.** – Kiss T. 2007: A 2006. tavaszi árvíz okozta feltöltődés mértéke és az azt befolyásoló tényezők vizsgálata a Közép-Tiszán, Szolnoknál. *Hidrológiai Közöny* 87/4, 19-24.
- Oroszi V.– **Sándor A.** – Kiss T. 2006: A 2005. tavaszi árvíz által okozott ártérfeltöltődés a Maros és a Közép-Tisza egy rövid szakasza mentén. In: Kiss A. – Mezősi G. – Sümegei Z. (szerk.): *Táj, környezet és társadalom. Ünnepi tanulmányok Keveiné Bárány Ilona professzor asszony tiszteletére.* Szeged, 551-560.
- Sándor A.** – Kiss T. 2006: A hullámtéri üledék felhalmozódás mértékének vizsgálata a Közép- és az Alsó-Tiszán. *Hidrológiai Közöny* 86/2, 58-62.
- Sándor A.** – Kiss T. 2006: A hullámtéri akkumuláció meghatározása mágneses szuszceptibilitás és röntgensugaras mérések segítségével, közép-tiszai mintaterületeken. III. Magyar Földrajzi Konferencia (CD kiadvány) 1-10.
- Sándor A.** 2005: A hullámtér feltöltődés mértéke és hatása az árvizek alakulására. A környezettudomány elmélete és gyakorlata Tudományos Konferencia (CD kiadvány), 1-10.
- Kiss T. –**Sándor A.** –Gresó Zs. 2004: Investigation on the rate of floodplain sediment accumulation in the Mártély embayment of the Lower Tisza. *Acta Geographica Tomus* 38. 15-26.

TÁRSSZERZŐI NYILATKOZATI.

Alulírott, mint társszerző nyilatkozom, hogy a következő tanulmányban:

Oroszi V. Gy. — **Sándor A.** — Kiss T. 2006: A 2005. tavaszi árvíz által okozott ártérfeltöltődés a Maros és a Közép-Tisza egy rövid szakasza mentén. In: Kiss A. – Mezősi G. – Sümegei Z. (szerk.): Táj, környezet és társadalom. Ünnepi tanulmányok Keveiné Bárány Ilona professzor asszony tiszteletére. Szeged, 551-560.

szereplő és közösen publikált eredményekben Sándor Andrea jelölt szerepe meghatározó fontosságú. A Tiszára vonatkozó eredményeket tudományos fokozat megszerzéséhez eddig nem használtam fel, s ezt a jövőben sem teszem.

.....
Dr. Kiss Tímea

.....
Dr. Oroszi Viktor György

TÁRSSZERZŐI NYILATKOZAT II.

Alulírott, mint társszerző nyilatkozom, hogy a következő tanulmányban:

Kiss T. –**Sándor A.** –Gresó Zs. 2005: Floodplain aggradation in the Lower-Tisza, near Mártély, Hungary. Acta Geographica Tomus 38. 15-26.

szereplő és közösen publikált eredményekben Sándor Andrea jelölt szerepe meghatározó fontosságú. A publikált eredményeket eddig nem használtam fel tudományos fokozat megszerzéséhez, s ezt a jövőben sem teszem.

.....
Dr. Kiss Tímea

.....
Gresó Zsolt

TÁRSSZERZŐI NYILATKOZAT III.

Alulírott, mint társszerző nyilatkozom, hogy a következő tanulmányokban:

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.

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.

Sándor A. – Kiss T. 2007: A 2006. tavaszi árvíz okozta feltöltődés mértéke és az azt befolyásoló tényezők vizsgálata a Közép-Tiszán, Szolnokonál. Hidrológiai Közlöny 87/4, 19-24.

Sándor A. – Kiss T. 2006: A hullámtéri üledék felhalmozódás mértékének vizsgálata a Közép- és az Alsó-Tiszán. Hidrológiai Közlöny 86/2, 58-62.

szereplő és közösen publikált eredményekben Sándor Andrea jelölt szerepe meghatározó fontosságú. A publikált eredményeket eddig nem használtam fel tudományos fokozat megszerzéséhez, s ezt a jövőben sem teszem.

.....
Dr. Kiss Tímea