

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**A horizontális mederdinamikában bekövetkezett változások
geomorfológiai, hidrológiai és ökológiai összefüggései
a Sajó hazai szakaszán**

Thesis for the degree of Doctor of Philosophy (PhD)

**Changes in the channel morphodynamics along the
Hungarian reach of Sajó River and its geomorphological,
hydrological and ecological aspects**

Bertalan László

Témavezető: Dr. habil. Szabó Gergely



DEBRECENI EGYETEM
Földtudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2019

1. Bevezetés

A 2010-es év nyara az egyik legsúlyosabb árvizes időszak volt Borsod-Abaúj-Zemplén megye történetének. A májusban és júniusban bekövetkezett heves esőzések hatására az ország több pontján alakult ki árvízveszély. A korábbi évek idősorai alapján a szokásos csapadékmennyiség többszöröse hullott le néhány nap leforgása alatt. A korábbi csapadékos hónapok eredményeképpen az árhullámok egymást követték, emiatt pedig az addig mért legnagyobb vízszintet (LNV) megközelítő, sőt azt meghaladó vízállások alakultak ki. A Sajó, Hernád, Bodrog, Tarna és Takta folyón mentén rendkívüli árhullámok vonultak le.

A kritikus helyzet kezelése érdekében a Sajó és a Hernád mentén rendkívüli, a Taktán, a Tisza taktaközi szakaszán, a Tarnán valamint a Bodrogon III. fokú árvízvédelmi készütséget rendeltek. Az árvízi helyzet súlyossága okán a Kormány 2010. május 17-25. valamint június 2-17. között Borsod-Abaúj-Zemplén megye teljes közigazgatási területére veszélyhelyzetet hirdetett. Az árvízvédekezési munkálatok közben 208 településen volt szükség beavatkozásra, ugyanis az áradás hozzávetőlegesen 11.500 magán- és önkormányzati tulajdonú épületet és közel 100 ezer ember biztonságát veszélyeztette.

Természetesen az egyik legfontosabb lépés egy ilyen árvizes időszak után a károk mihamarabbi elhárítása és a szükséges preventív jellegű beavatkozások kivitelezése. Azonban a helyzet súlyossága okán sajnos sok esetben nem jut elegendő idő a kiváltó okok minden részletre kiterjedő azonosítására. A Sajó hazai szakasza rendelkezik ugyanis árvízvédelmi töltésekkel valamint szabályozott partszakaszokkal, azonban átfogó mederrendezés eddig nem valósult meg.

A fentiek alapján fontosnak tartottam, hogy feltárjam, és részletes áttekintést dolgozzak ki a Sajó hazai szakaszának utóbbi évtizedekben végbement mederdinamikai változásairól valamint kijelöljem a recens kanyarulatfejlődés által leginkább veszélyeztetett rész-szakaszokat. Mindemellett lényegesnek tekintettem, hogy geomorfológiai, hidrológiai és ökológiai szempontok figyelembevételével bemutassam a Sajó hazai szakaszán zajló mederváltozási folyamatok negatív és lehetséges pozitív hatásait is. Véleményem szerint egy ilyen jellegű áttekintő munka nagyban elősegítheti az Észak-magyarországi Vízügyi Igazgatóság munkáját egy hatékonyabb mederrendezés és ártéri gazdálkodás terv kidolgozásában.

2. Célkitűzések

Doktori kutatásaim és a disszertációm megírása során az alábbi kérdésekre kerestem a választ:

- A természeti és antropogén eredetű befolyásoló tényezők alapján elkülöníthetők-e azonos jellegű rész-szakaszok a Sajó hazai szakaszán?
- Milyen jellegű és mekkora mértékű változáson ment keresztül a Sajó horizontális mederdinamikája az utóbbi hét évtized folyamán?
- Időben hogyan változott a Sajó hazai szakaszára jellemző mederformáló vízhozamok mértéke, és ez milyen összefüggésben van a horizontális mederdinamikával?
- Milyen jellegű különbségek azonosíthatók a Sajó hazai szakaszán különböző rész-szakaszokon végbement rövidtávú kanyarulatfejlődés dinamikájában?
- A Sajó hazai szakaszán vizsgált eltérő jellegű kanyarulatok parteróziójának intenzitása mennyire függ össze a partok anyagának szemcseösszetételével?
- A Sajó hazai szakaszán végbement kanyarulatfejlődéshez kapcsolódó parterózió káros következményei mellett milyen lehetséges pozitív következmények azonosíthatók az ökológiai diverzitás szempontjából?

3. Anyag és Módszer

A Sajó hosszútávú horizontális mederdinamikai változásának vizsgálatát az 1952-2011 közötti időszakra vonatkoztatva végeztem el.

Az elemzéshez a Hadtörténeti Múzeum és Térképtár, Hadtörténeti Térképtárából kölcsönözött archív fekete-fehér katonai légifotókat (1952, 1956, 1975, 1988), topográfiai térképszelvényeket (1980) valamint digitális ortofotókat (2000, 2005, 2011) használtam fel.

A horizontális mederdinamikai elemzés térbeli-időbeli változásait medermorfometriai paraméterek alapján vizsgáltam. Ennek első lépéseként a légifotók ortorektifikációját követően geoinformatikai adatbázist építettem, majd manuális vektorizálással digitalizáltam a középvízi mederéleket, majd megszerkesztettem a medrek középvonalait. A kanyarulatok végpontjait jelentő inflexiós pontokat az kanyarulatok között berajzolható egyenes szakaszok felezőpontjaként azonosítottam.

A meder digitális fedvényei alapján megszerkesztettem és kiszámítottam az alábbi medermorfometriai paramétereket: mederszélesség (100 méterenként); ívhossz (középvonal hossza két inflexiós pont között); húrhossz (inflexiós pontok távolsága kanyarulatonként); amplitúdó (húrra illeszkedő leghosszabb egyenes szakasz hossza); görbületi sugár (a kanyarulatba illeszkedő legnagyobb kör sugara; kanyargóssági index (kanyarulati és szakasz-szinten).

Meghatároztam továbbá az egymást követő éveket reprezentáló középvonalak és meder-poligonok alapján az átlagos mederelmozdulások mértékét, valamint a parterózió és akkréció által érintett területek kiterjedését.

A medermorfometriai paraméterek, parterózió és a laterális elmozdulás valamint a mederformáló vízhozamok aránya közötti kapcsolatok szorosságát Spearman-féle rangkorrelációval vizsgáltam. A természetes és antropogén besorolású rész-szakaszok közötti statisztikai különbségeket főkomponens-elemzés alkalmazásával azonosítottam.

A Sajó hosszútávú mederdinamikai elemzése mellett az intenzívebben fejlődő szakaszokon 2014-től kezdődően pilóta nélküli légitáncművekkel (UAV) végeztem a parteróziós monitoring vizsgálataimat. Az általam kijelölt területek folyásirány szerint Kazincbarcika, Sajószentpéter, Ónod valamint Nagycsécs települések külterületén helyezkednek el. A parterózió-monitoring vizsgálataink során a közel öt éves időszakban (2014.04. – 2019.03.) összesen 19 db terepi mérést valósítottam meg.

A rövidtávú kanyarulatfejlődés- és parterózió monitoring vizsgálataim mellett célul tűztem ki az adott kanyarulatok erodálhatóságát befolyásoló tényezők elemzését. Ennek érdekében az UAV-parterózió mintaterületein 10 db kanyarulata mentén összesen 17 db ponton végeztem talajmintavételt. A talajminták szemcseösszetételének meghatározását lézerdiffrakciós szemcseanalízissel végeztem.

A Sajó nagycsécsi kanyarulatrendszer mentén végbement kanyarulatfejlődéssel kapcsolatban megvizsgáltam, hogy a folyamatnak milyen lehetséges pozitív hatásai léteznek az ökológiai diverzitás szempontjából.

A vizsgálat az 1952 és 2017 közötti időszakot, azon belül 10 konkrét időpontot ölelt fel. Az intenzíven fejlődő Sajó meder közvetlen környezetében lezajlott folyamatok és ökológiai jellemzők feltárása érdekében osztály- és táj-szintű tájmetriai indexeket (folsűrűség, keveredési és egymásmellettségi index, Shannon-féle diverzitási index, class area) határoztam meg. Alapadatokként archív légifelvételeket valamint UAV-felmérések állományait használtam fel. A madárvilág

összetételének és diverzitásának meghatározása érdekében egy részletes ornitológiai felmérés is készült. A tájfoltok átalakulása, a vegetáció szukcessziója, a mederfejlődés valamint a mezőgazdasági művelés összefüggéseit a vektorizált felszínborítási foltok adataiból számított konfúziós mátrix alapján határoztam meg.

4. Kutatási eredmények

1. tézis

A mederváltozást befolyásoló természetes és antropogén eredetű tényezők elemzése alapján megállapítottam, hogy a Sajó magyarországi szakasza 12 db különálló rész-szakaszra tagolható.

A rész-szakaszok lehatárolásához figyelembe vettem a természetes és antropogén eredetű befolyásoló tényezőket: a folyómedrek völgyi korlátozottságát; a partfal összetételét; a meder esésviszonyait; a betorkolló mellékfolyókat; a töltések és gátak közelségét; a korábbi kanyarulat-átmetszések számát és hosszát valamint a partbiztosítással védett kanyarulatok arányát. A Sajó hazai szakasza mentén végzett terepi szemle-sorozat során vizuális interpretációval megállapítottam a partfalak jellemző összetételi típusait: kohézív, nem kohézív, összetett. A térbeli szakaszhatárokat más tanulmányoktól eltérően nem folyamkilométer-alapú módszerrel adtam meg, hanem kizárólag a kanyarulatok végpontjainál állapítottam meg.

Eredményeim alapján a Sajó magyarországi szakasza 12 db különálló rész-szakaszra (R1-R12) tagolható (1. ábra).

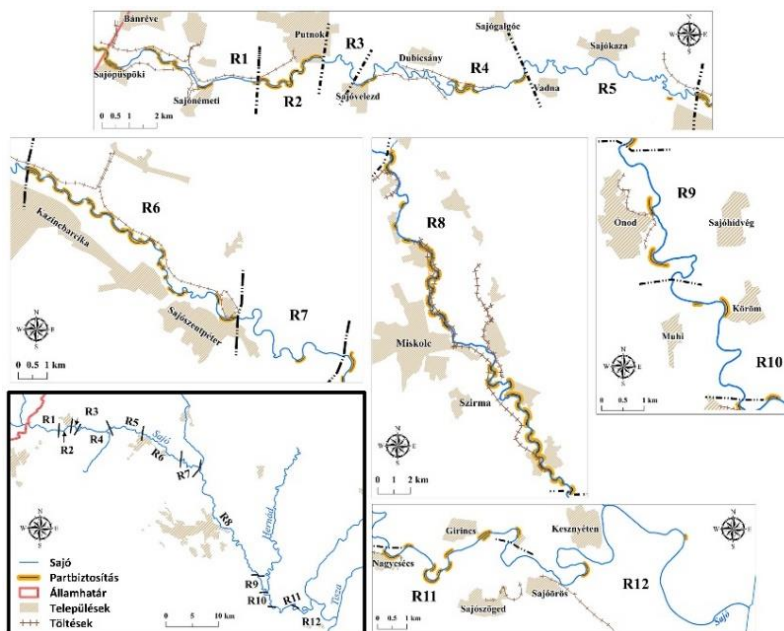
A rész-szakaszok rendszerének kidolgozása során kimutattam, hogy a Sajó hazai, közel 124 km hosszú szakaszából 51,3 km tekinthető természetes jellegűnek, ami a teljes szakasz 41,7%-a.

A természeti és antropogén jellegű hatások mértéke alapján osztályozott részsakaszokat végül négy további alkategóriába soroltam: Természetes (R3); Enyhén módosított (R5, R7, R9, R10, R12); Módosított (R4; R11); Intenzíven módosított (R1, R2, R6, R8).

A Sajó hossz-szelvénye mentén a rész-szakaszok összehasonlító elemzése során kimutattam, hogy a meder esése 0,39 és 0,76 m/km szélső értékek között mozgott. Az átlagos húr-hossz, átlagos amplitúdó és átlagos mederszélesség tekintetében a töréspontot az R8 rész-szakasz kezdete jelentette, ettől kezdve mindhárom mutató értékei emelkednek.

A kanyargóssági index értékei tekintetében a legmagasabb értékeket a természetes és az enyhén módosított besorolású rész-szakaszokon mértem, mindegyik esetén meghaladta az 1,5-öt, így mindegyik meanderező típusú.

A morфомetriai paraméterek korreláció-vizsgálata alapján megállapítottam, hogy a Sajó mentén nagyobb meder-esés mellé rövidebb valamint kevésbé tágas kanyarulatok társulnak.



1. ábra: Az elemzés során lehatárolt rész-szakaszok a Sajó mentén

2. tézis

A horizontális mederdinamikai elemzéseim alapján kimutattam, hogy a Sajó hazai szakaszán történt beavatkozások következtében nagyrészt kedvező mederfejlődés ment végbe, azonban bizonyos esetekben a hibás tervezés okozta a parterzói későbbi fokozódását.

A medermorфомetriai mutatók részletes elemzése alapján csekélyebb és jelentősebb változásokat egyaránt kimutattam a meder horizontális fejlődésére vonatkozóan. Általánosságban megállapítható, hogy a Sajó hazai szakaszát valamint az általam elkülönített rész-szakaszok fejlődését

alapvetően befolyásolták az 1950 óta megvalósult folyószabályozási és árvízvédelmi beavatkozások.

Az átlagos amplitúdó és az átlagos húr hossz értékek egyaránt csökkentek a tizenkét részzszakaszból nyolc mentén, különösképpen az R9 és R10 esetén, miközben mindössze az R2 és R6 mentén növekedtek, ezáltal megállapítható, hogy a kanyarulatok rajzolata szűkebbé és térben sokkal koncentráltabbá vált.

A kanyargóssági index (SI) értékeiben megmutatkozik az emberi beavatkozások mértéke. A mesterségesen átvágott kanyarulatok valamint a későbbiek folyamán kialakított árvízvédelmi töltések és partbiztosítások a kanyargóssági index jelentős csökkenését eredményezték a „Módosított” és „Intenzíven módosított” besorolású részzszakaszok mentén, míg ez az érték fokozatosan növekedett a „Természetes” és „Enyhén módosított” rész-szakaszok esetén.

Az R8 egy stabil részzszakasznak bizonyult a beavatkozások hatására, míg az R1 esetén még egy kismértékű negatív irányú változás azonosítható volt, de alapvetően mindkettő megmaradt enyhén kanyargó jellegű. A többi antropogén hatás alatt álló részzszakasz (főleg az R2, R4 és R6) esetén a vízügyi tervezés és beavatkozás elérte a célját, ugyanis ezek mentén a teljes kanyargósság tekintetében sikeresen átalakultak meanderező típusból enyhén kanyargó típusba (átlagosan 0,4-0,5 értékű csökkenést mértünk a kanyargóssági index esetén).

A mederosztályozás tekintetében az „Természetes” és „Enyhén szabályozott” rész-szakaszok közül az R3 és R5 ellenkezőleg, enyhén kanyargóból meanderező típusúvá fejlődött, ugyanis a kanyargóssági indexük 1,4 és 1,39-es értékről 1,67 valamint 1,61-es szintig növekedett. A további meanderező rész-szakaszok fejlődése fokozódott, kivéve az R11-et. Jóllehet, ezek a pozitív irányú kanyarulatfejlődési értékek nem kimagasló mértékűek, azonban egyértelműen jelzik, hogy az emberi beavatkozások által csak csekélyen bolygatott vagy azokat teljes mértékben nélkülöző rész-szakaszok mentén fokozatos fejlődés tapasztalható.

A beavatkozások negatív következményeit az „Enyhén módosított” R9 rész-szakasz mentén azonosítottam, ahol egy jelentős mértékű (1,35 km hosszú) kanyarulat átvágást valósítottak meg a rész-szakasztól folyásirányban fentebb, majd az újonnan létrehozott medret alaposan ellátták partbiztosításokkal is. Az eredményeim alapján ezt követően néhány éven belül alvízi irányban az egyik legkiemelkedőbb mértékű transzlációs típusú kanyarulatfejlődés ment végbe.

3. tézis

Megállapítottam, hogy az előzetesen „természetes” valamint „antropogén” kategóriába sorolt rész-szakaszok medermorfometriai elemzése alapján statisztikailag is kimutatható különbségek vannak.

A főkomponens-analízist (PCA) összesen 924 db adat bevonásával végeztem el. Ezek 11 db változó (1. táblázat) értékei voltak 7 vizsgált időszakra kiszámítva az általam lehatárolt 12 db rész-szakasz esetén külön-külön.

1. táblázat: A statisztikai elemzésbe bevont morfológiai paraméterek

CH	Átlagos hűrhossz (méter)
AM	Átlagos amplitúdó (méter)
BE	Átlagos ivhossz (méter)
WI	Átlagos mederszélesség (méter)
MSI	Átlagos kanyargóssági index a kanyarulatok alapján
TSI	Rész-szakasz teljes kanyargóssága
TER	Teljes erodált terület (ha/év/fkm)
TAC	Teljes akkréciós terület (ha/év/fkm)
SHI	Átlagos mederelmozdulás (m/év/fkm)
NBE	Kanyarulatok száma
MEA	Meanderek összhossza (km)

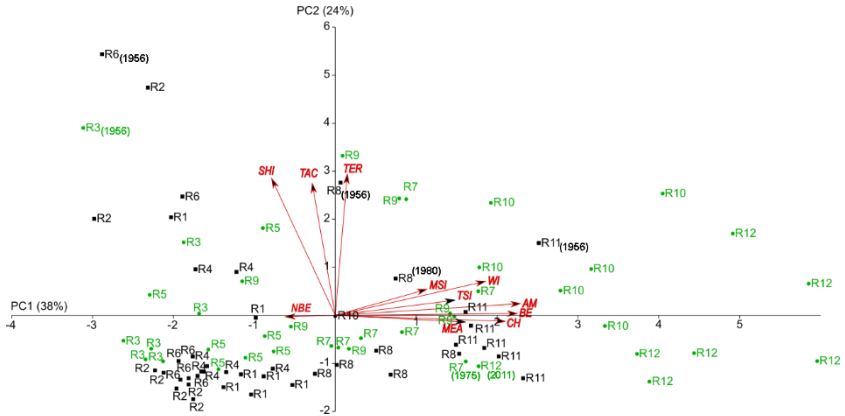
A PCA eredményei alapján megállapítottam, hogy az általam részben szubjektív értékelés alapján lehatárolt rész-szakaszok két fő csoportja, a “természetes” (természetes és enyhén módosított típusúak) valamint az “antropogén” (módosított és intenzíven módosított típusúak) között nyilvánvaló különbségek vannak.

A PCA biplot-diagramja alapján (2. ábra) az első főkomponens (PC1) a variancia 38%-át adja és az AM, BE, MEA, WI, MSI ill. TSI változókkal korrelált; a második főkomponens (PC2) a variancia 24%-át adja és a TER, TAC ill. SHI változókkal korrelált, míg a harmadik főkomponens (PC3) a variancia 15%-át adja és kizárólag az NBE változóval korrelált.

Az elemzéseim alapján lehatárolt rész-szakaszok között különbségek jelentkeztek, de nem mindegyik morfometriai vagy mederváltozási paraméter esetén. A változók közül meanderek összhossza (MEA), az átlagos mederszélesség (WI), a rész-szakaszok teljes kanyargóssága (TSI), a rész-szakaszok átlagos kanyargóssága (MSI), a kanyarulatok száma (NBE) valamint az átlagos mederelmozdulás között azonosítottam szignifikáns különbséget.

A vizsgálatomban egy teljes áttekintést végeztem az 59 éves időszakra vonatkozóan, azonban egyes antropogén eredetű változók, mint például a

partbiztosítások kizárólag a kezdeti időszakokban kerültek kialakításra. Ezzel ellentétben a kezdeti rész-szakasz lehatárolásunk során az “antropogén hatás” mértékét egy konstans értéknek vettük a teljes időszakra vonatkozóan. Ez magyarázza azt a tényt, hogy az 1. ábra biplot diagramján néhány évben antropogén besorolású rész-szakaszok átfedő helyzetben vannak a természetes rész-szakaszok adatpontjainak halmazában és néhány esetben az ellentétes eset is megfigyelhető.

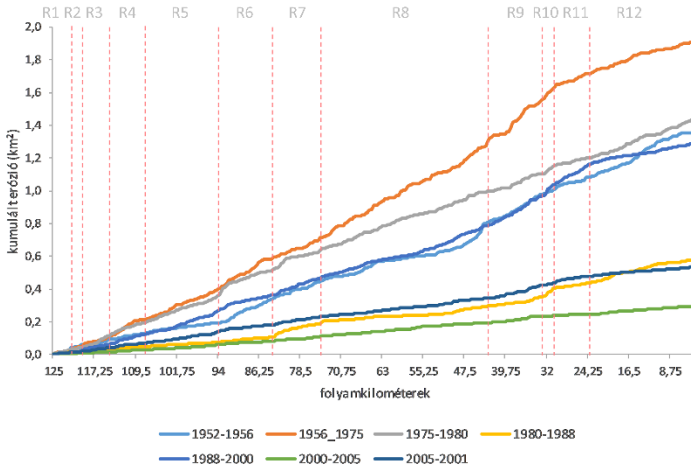


2. ábra: A Sajó természetes és antropogén jellegű rész-szakaszai közötti statisztikai különbségeket feltáró biplot diagram. A diagramon zöld pontok jelölik a természetes, míg fekete négyzetek az antropogén rész-szakaszokat, a címkék az egyes rész-szakaszok sorszámairól, míg a vörös nyilak a változók súlyának irányvektorairól tájékoztatnak.

Ilyen többek között a módosított R11 valamint az intenzíven módosított R8 rész-szakasz. Ebben az esetben az eltérések azzal magyarázhatók, hogy e szakaszok mederdinamikáját és az ebből adódó statisztikai jellegzetességeket nem az eróziós/akkumulációs vagy laterális mederelmozdulások intenzitása befolyásolja, hanem sokkal inkább a horizontális medermorfometriai paraméterek térbeli-időbeli változékonysága. Jóllehet mindkét rész-szakasz esetén a mederrendezések során a kanyarulatokat szinte teljes mértékben stabilizálták (leginkább partbiztosításokkal valamint közeli árvízvédelmi töltésekkel), viszont ezeken a szakaszon a kanyarulatok alakja egy viszonylag fejlett állapotban, vagyis viszonylag magas amplitúdó és kanyargóssági index értékekkel maradt fenn.

A Sajó hossz-szelvénye mentén ábrázolt kumulatív parterziós görbékre merőlegesen bejelöltük az általunk elkülönített rész-szakaszok határait is. A 3. ábra alapján megállapítottam, hogy a kumulatív görbék futásának

számos töréspontja is van, ezek pedig többnyire fedésben vannak az általunk kijelölt rész-szakasz határokkal. Az R1-R4 rész-szakaszok rövidsége miatt a töréspontok illeszkedése nehezen meghatározható, azonban az R6, R9, R10, R12 rész-szakaszok mentén egyértelműen azonosítható a töréspontok és határok egyezése.



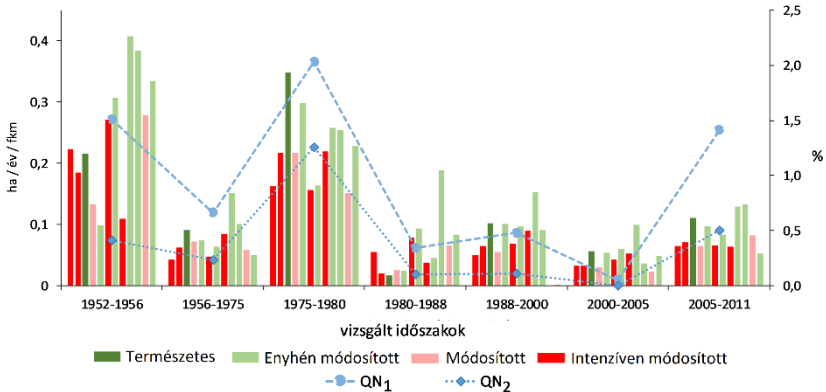
3. ábra: Kumulált parterziós görbék a Sajó hazai szakaszának hossz-szelvénye mentén a vizsgált időszakokban

4. tézis

Megállapítottam, hogy a mederrendezési munkálatok következtében a parterzió intenzitása már kevésbé függ a mederformáló vízhozam gyakoriságától, azonban a partpusztulás bizonyos kanyarulatok mentén jelenleg is fokozódik.

A természetes parterzió által lerombolt területek kiterjedésének vizsgálata alapján (4. ábra) kimutattam, hogy az első négy év során a Sajó menti rész-szakaszok közül folyásirányban az R6-tól lefelé jelentkeztek a legnagyobb eróziós ráták. Kimagasló parterzióit azonosítottam a rész-szakaszok többsége mentén 1975 és 1980 között, mindegyik rész-szakasz mentén növekedett az évenkénti erodált területek kiterjedése az azt megelőző, 1956-1975-ös időszakhoz képest. Az 1980 és 1988 közötti időszakban ingadozó mértékű, de stabilizálódó parterziós aktivitást azonosítottunk, mindössze az R7, R10 és R12 mentén növekedtek az

értékek (mindegyik esetén legalább 0,08 ha/év/fkm mértékben). Az utolsó hat év során ismét növekedett a parterrózió által elrombolt területek kiterjedése minden rész-szakasz mentén, habár a legmagasabb érték is mindössze 0,13 ha/év/fkm mértékű volt.



4. ábra: A parterrózió intenzitása és a különböző visszatérési idejű vízhozamok eloszlása a vizsgált időszakokban a 12 meghatározott rész-szakasz mentén

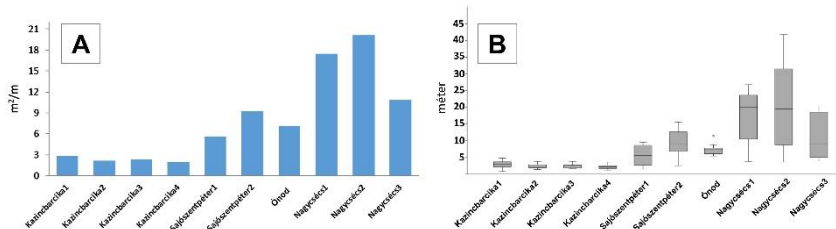
Jóllehet az 1975-1980 közötti időszak 0,5%-kal magasabb volt a mederformáló vízhozamot meghaladó időszakok aránya, azonban az 1952-1956 közötti időszakban ennek ellenére magasabb parterróziós rátát tapasztaltam. Ennek oka az volt, hogy a mederrendezési munkálatok ekkor voltak a legnagyobb mértékűek. Az első vizsgált időszakban megvalósított jelentős mértékű meder-kiegyenesítést követően egy hosszú (19 év) és kevésbé dinamikus periódus következett. Az 1975-1980 közötti időszakban az 1,1 és 2 éves visszatérési idejű vízhozamok azonban számottevően gyakoribbá váltak, ez pedig ismét intenzív parterróziós (26 ha/év) és akkumulációs (28 ha/év) folyamatokat idézett elő a Sajó mentén. A többi vizsgált időszakban azonosított mederváltozások a vízhozamok időbeli változásaihoz illeszkedtek.

A továbbiakban a Sajó vízhozama nem fejtett ki alapvető hatást a Sajó mederfejlődési dinamikájára, ugyanis a 2005-2011 közötti árvizes időszakot követően csekélyebb mértékű mederváltozást mutattam ki. Az első két időszakhoz képest kisebb volt ugyan a partpusztulás mértéke, azonban a természetes és enyhén módosított szakaszok mentén ez továbbra is mezőgazdasági károkat okoz.

5. tézis

Kimutattam, hogy a Sajó parterózió által jelenleg is érintett kanyarulatai eltérő mértékben pusztulnak, valamint a partpusztulás mértéke szorosan összefügg a partfal aljának homoktartalmával.

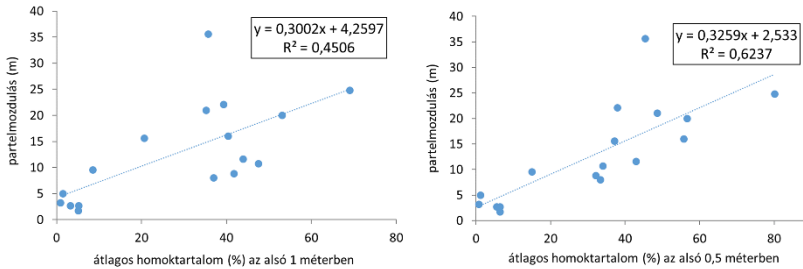
Az UAV-alapú parterózió-monitoring összesített eredményei (5. ábra) alapján megállapítottam, hogy a négy mintaterületen mért parterózió intenzitási értékek eloszlásai között alapvető különbségek vannak.



5. ábra: A kanyarulatok mentén mért kumulált parterózió (A) valamint a kanyarulatok külső ívén mért laterális elmozdulás (B) eloszlásai a vizsgált mintaterületeken

A kazincbarcikai terület kanyarulatainak átlagos eróziós intenzitása valamint annak szórása egyaránt a legalacsonyabb mértékűnek bizonyult a négy mintaterület közül. A legnagyobb partelmozdulást és a legtöbb átlagos erodált területet a nagycsécsi A ill. B kanyarulatok mentén mutattuk ki. A két említett terület közül a partok laterális elmozdulásának átlagértékei magasabbak az A kanyarulatban, de a B kanyarulat mentén sokkal nagyobb elmozdulási értékek is jelentkeztek, ezzel együtt pedig a kumulált erodált partmennyiség inkább a B kanyarulatban bizonyult nagyobbak. A sajószentpéteri külterületén található kettős kanyarulat mentén, a kazincbarcikai területen mért értékektől intenzívebb parteróziót tapasztaltunk. Az ónodi területen vizsgált egy kanyarulat mentén kimutatott parterózió nagyságrendileg a sajószentpéterihez közeli, azonban a laterális elmozdulás eloszlása alapján megállapítható, hogy az értékek szórása sokkal kisebb.

Az eróziós mérések eredményei összevettem a partfalak mentén végzett talajfúrások szedimentológiai elemzésével. Az eredmények alapján kimutattam (6. ábra), hogy a partelmozdulás mértéke és a partfalak aljában található homoktartalom között statisztikai kapcsolat van. Más szóval, ha a partfalak aljában lévő homoktartalom növekedése esetén intenzív parterózió várható. A determinációs együtthatók (R^2) alapján a szorosabb függvénykapcsolat az alsó fél méteres partfalszakaszokon jellemző.



6. ábra: A partelmozdulás és a partok aljában mért átlagos homoktartalom kapcsolata

6. tézis

Megállapítottam, hogy a Sajó nagycsécsi szakaszán az intenzív kanyarulatfejlődéshez kapcsolódó tájszerkezeti változások hatására növekedett a biodiverzitás és erősödött a terület ökológiai folyosó szerepe.

A Sajó nagycsécsi szakaszának részletes elemzése alapján megállapítottam, hogy a területen nagymértékű felszínborítási változások mentek végbe.

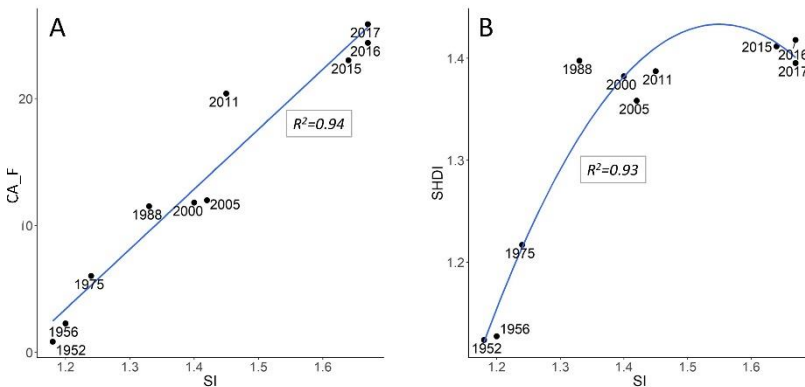
A statisztikai vizsgálat (7. ábra) során lineáris kapcsolatot azonosítottunk az erdőterületek (CA_F) növekedése és a folyó kanyargóssági indexe (SI) között ($R^2 = 0,94$; $p < 0,001$). A folyó kanyargóssági indexe (SI) és a Shannon-féle diverzitási index (SHDI) között is szignifikáns kapcsolatot mutattunk ki ($R^2 = 0,93$; $p < 0,001$), azonban az erdőterületek változási viszonyaival ellentétben itt a két változó közötti összefüggés nem lineáris.

A kanyargóssági értékek alapján következtethetünk a meder horizontális kiterjedésének mértékére, sőt az erdőterületek arányának változásával fennálló pozitív kapcsolat azt mutatja, hogy a szántóföldek fogyásának ellenére megindult egy természetes beerdősülés. Az újonnan kifejlődött övzatonokon megtelepedett a vegetáció (eleinte főleg lágyszárú növények), majd ezek a kolóniák a szukcessziós folyamat során fokozatosan fejlődtek erdőfoltokká.

A legstabilabb szukcessziós tájelemek (erdők) kiterjedésében bekövetkezett növekedés valamint a szukcessziós folyamat közbülső elemeinek (gyepterületek) csökkenése azt sugallja, hogy vizsgált területen a rendelkezésre álló időszak során a tájszerkezet váltakozása magasabb diverzitást és stabilitást eredményezett.

Az újonnan felhalmozott övzátonyok felszínén folyamatosan kialakuló partmenti majd ártéri erdők szukcessziós folyamata lokálisan számottevő mértékben növeli a biodiverzitást, sőt megkönnyíti a különböző fajok mozgását egy egyébként művelés alatt álló, homogén tájszerkezetben. Ez pedig lehetővé teszi a metapopulációk közötti génáramlás fenntartását, ami tulajdonképpen igazolja a vizsgálati terület funkcionális besorolását a Nemzeti Ökológiai Hálózatban, mint „ökológiai folyosó”, ami ökológiai szempontból jelentős magterületek összekapcsolásáért felelős a Sajó mentén.

A kanyarulatfejlődés során érintett pusztuló partfalak nagyon értékes fészkelőhelyeket biztosítanak olyan védett és regionálisan fogyatkozó madárfajoknak, mint a partifecske és a gyurgyalag. A vizsgált mintaterületen található, laterális erózió által intenzíven sújtott partszakaszon a fészkelési hely, mint kritikus erőforrás folyamatos megújulása biztosítva van, miközben ez általában inkább korlátozni szokta a partifecskéék és gyurgyalagok térbeli elterjedését.



7. ábra: A Sajó-meder kanyargóssága, mint független tényező a vizsgált terület felszínborításának és tájdiverzitásának megváltozásában. (A) A kanyargósság [SI] és az erdőterületek folttípusának [CA_F] kapcsolata; (B) A kanyargósság [SI] és a Shannon-féle diverzitási index [SHDI] értékei közötti kapcsolat



Nyilvántartási szám: DEENK/293/2019.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Bertalan László
Neptun kód: P34IET
Doktori Iskola: Földtudományok Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10031835

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Idegen nyelvű, külföldi könyvrészletek (2)

1. Barkóczi, N., **Bertalan, L.**, Szabó, G., Deák, M., Kari, S., Vizi, J. C., Zagorác, M., Sik, A., Riedel, M., Kohán, B., Mészáros, J., Szalai, Z., Szabó, O., Nagy, B.: Examples from the Boundaries of Geographic Survey: Architecture and Flood Modeling.
In: Small Flying Drones: Applications for Geographic Observation. Ed.: Gianluca Casagrande, András Sik, Gergely Szabó, Springer International Publishing, Zürich, 127-156, 2018. ISBN: 9783319665764
2. Szabó, G., **Bertalan, L.**, Barkóczi, N., Kovács, Z., Burai, P., Lénárt, C.: Zooming on Aerial Survey.
In: Small Flying Drones: Applications for Geographic Observation. Ed.: Gianluca Casagrande, András Sik, Gergely Szabó, Springer International Publishing, Zürich, 91-126, 2018. ISBN: 9783319665764

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

3. **Bertalan, L.**, Túri, Z., Szabó, G.: UAS photogrammetry and object-based image analysis (GEOBIA): erosion monitoring at the Kazár badland, Hungary.
Acta geogr. Debr., Landsc. environ. ser. 10 (3-4), 169-178, 2016. ISSN: 1789-4921.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21120/LE/10/3-4/10>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (3)

4. **Bertalan, L.**, Rodrigo-Comino, J., Surian, N., Šulc, M. M., Kovács, Z., Szabó, S., Szabó, G., Hooke, J.: Detailed assessment of spatial and temporal variations in river channel changes and meander evolution as a preliminary work for effective floodplain management. The example of Sajó River, Hungary.
J. Environ. Manage. 248, 1-19, 2019. ISSN: 0301-4797.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109277>
IF: 4.865 (2018)





5. **Bertalan, L.**, Novák, T., Németh, Z., Rodrigo-Comino, J., Kertész, Á., Szabó, S.: Issues of Meander Development: Land Degradation or Ecological Value? The Example of the Sajó River, Hungary.
Water. 10 (11), 1-21, 2018. ISSN: 2073-4441.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/w10111613>
IF: 2.524
6. **Bertalan, L.**, Tóth, C. A., Szabó, G., Nagy, G., Kuda, F., Szabó, S.: Confirmation of a theory: reconstruction of an alluvial plain development in a flume experiment.
Erdkunde. 70 (3), 271-285, 2016. ISSN: 0014-0015.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3112/erdkunde.2016.03.05>
IF: 0.923

Magyar nyelvű konferencia közlemények (6)

7. **Bertalan, L.**, Nagy, B., Szopos, N. M., Eitner, A., Sardemann, H., Mader, D.: Medertopográfiai és hidrometriai vizsgálatok a Sajó mentén pilóta nélküli vízi- és légitárcsékkel.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában X. Szerk.: Molnár Vanda Éva, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 55-60, 2019. ISBN: 9789633180549
8. **Bertalan, L.**, Szabó, G., Szabó, S.: Hidrológiai tényezők lehetséges hatásai a Sajó magyarországi szakaszának mederfejlődésére.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VIII.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 57-64, 2017. ISBN: 9789633186381
9. **Bertalan, L.**, Kovács, Z., Szabó, G.: A Sajó mederfejlődési dinamikájának vizsgálata térinformatika-alapú morfológiai elemzések alapján.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 91-98, 2016. ISBN: 9789633185704
10. **Bertalan, L.**, Szabó, G.: Mederfejlődési vizsgálatok a Sajó hazai szakaszán.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VI.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Boda Judit, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 61-68, 2015. ISBN: 9789633184882
11. **Bertalan, L.**, Szabó, G.: Fotogrammetria-alapú domborzatmodellezés folyóvízes terepasztalon.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában V.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 69-76, 2014. ISBN: 9789633184349
12. **Bertalan, L.**, Tóth, C. A., Szabó, G.: Fluvialis felszínfejlődési folyamatok modellezési lehetőségei folyóvízes laboratóriumban.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában IV.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás 2013. Szerk.: Lóki József, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 111-118, 2013. ISBN: 9789633183342





Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (4)

13. **Bertalan, L.,** Restás, Á.: A drónok katasztrófavédelmi alkalmazásának lehetőségei folyóvízi partpusztulás és árvízvár felmérésében.
In: *Katasztrófavédelem 2018. Veszélyes Tevékenységek Biztonsága* : Konferenciakiadvány. Szerk.: Vass Gyula, Mőgor Judit, Kovács Gábor, BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, Budapest, 317, 2018. ISBN: 9786158042970
14. **Bertalan, L.:** MindiGIS Point Cloub a parterziós elemzések szolgálatában: Mederprofil-szerkesztés gyorsan és egyszerűen.
In: *Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában IX. = Theory meets practice in GIS.* Szerk.: Molnár Vanda Éva, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 45-46, 2018. ISBN: 9789633187234
15. **Bertalan, L.,** Szabó, G.: Erózió-akkumuláció a Sajó kanyarulatai mentén egy UAV szemszögéből.
In: *Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás.* Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 543, 2016. ISBN: 9789633185704
16. **Bertalan, L.,** Szabó, G., Kovács, Z., Szabó, S.: Recens kanyarulatfejődés és a hidrológiai tényezők kapcsolatának vizsgálata a Sajó hazai szakaszán.
In: *Magyar Földrajzi Napok 2016: Absztraktkötet* : VIII. Magyar Földrajzi Konferencia : XVI. Geográfus Doktoranduszok Országos Konferenciája : Oktatás-módszertani és Földrajztanári Konferencia. Szerk.: Pajtókné Tari Ilona, Tóth Antal, Magyar Földrajzi Társaság, Eger, 125, 2016. ISBN: 9786158030717

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (8)

17. **Bertalan, L.,** Novák, T., Németh, Z., Szabó, S.: Can lateral bank erosion enhance ecological diversity? A case study from Sajó River, Hungary.
Geophys. Res. Abstr. 21, 3324, 2019. ISSN: 1029-7006.
18. **Bertalan, L.,** Szabó, G., Yousefi, S.: Assessing the rates of channel shifts, bend development and bank erosion hazard on the Sajó River (Hungary) by aerial and terrestrial photogrammetry.
Geophys. Res. Abstr. 20, 1982-2, 2018. ISSN: 1029-7006.
19. **Bertalan, L.,** Rodrigo-Comino, J., Surian, N., Šulc, M. M., Szabó, G.: Complex assessment of channel changes and bank erosion hazard on the Sajó (Slaná) River, Hungary.
In: *Geomorfologický sborník 16 : Proceedings of the conference State of geomorphological research in 2018.* Ed.: Zdeněk Máchka, Jaroslava Ježková, Eva Nováková, František Kuda, Institute of Geonics of the CAS ; Brno : Masaryk University, Ostrava, 13-14, 2018. ISBN: 9788086407777
20. Yousefi, S., Moradi, H. R., **Bertalan, L.:** Detecting the role of land use / land cover on river bank processes (Study area: Talar River, Iran).
Geophys. Res. Abstr. 20, 6237, 2018. ISSN: 1029-7006.





21. Quinonez Fernandez, O. V., **Bertalan, L.**: Magnitude of shoreline retreat in the Itaipu Reservoir (Brazil-Paraguay border region) from 1984 to 2016.
Geophys. Res. Abstr. 20, 1560-1, 2018. ISSN: 1029-7006.
22. **Bertalan, L.**, Szabó, G., Szabó, S.: Soil degradation induced by lateral erosion of a non-regulated alluvial river (Sajó River, Hungary).
In: Aktuální environmentální hrozby a jejich impakt v krajině = (Current environmental threats and their impact in the landscape Brno): Sbornik abstraktu z mezinárodního workshopu. Ed.: Jana Zapletalová, Karel Kirchner, Ústav geoniky AV ČR, v.v.i., Brno, 8-9, 2016. ISBN: 978086407654
23. **Bertalan, L.**, Szabó, G.: Lateral erosion monitoring along a southern section of Sajó (Slaná) River.
In: Detailed Aerial Mapping and Flood Impact Monitoring in the V4 Region. Ed.: Andrea Křížová, Comenius University Faculty of Mathematics and Physics, Bratislava, 4, 2015. ISBN: 9788097164645
24. **Bertalan, L.**: Investigations of fluvial geomorphic processes in laboratory conditions with modern GIS methods.
In: State of geomorphological research in the year 2013 - Proceedings and excursion guide of the conference. Ed.: Zdenek Macka, Marek Havlíček, Jaromír Demek, Karel Kirchner, Institute of Geonics : Academy of Sciences of the Czech Republic, Brno, 97, 2013, (Geomorfologický sborník ; 11.) ISBN: 9788086407371





További közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

25. **Bertalan, L.**: Tájszerkezeti változások jellemzése tájmetriai mérőszámokkal: Egy zempléni-hegységi mintaterület példáján.
Szakkoll. tanulm. (Hatvani István Szakkoll. DE TEK). 1, 181-190, 2012. ISSN: 2063-6059.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

26. Abrisha, D., Kovács, Z., Ninsawat, S., **Bertalan, L.**, Balázs, B., Szabó, S.: Identification of roofing materials with Discriminant Function Analysis and Random Forest classifiers on pan-sharpened WorldView-2 imagery - a comparison.
HunGeoBull. 67 (4), 375-392, 2018. ISSN: 2064-5031.
DOI: <http://dx.doi.org/10.15201/hungeobull.67.4.6>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (3)

27. Tóth, C. A., Deák, B., Nyilas, I., **Bertalan, L.**, Valkó, O., Novák, T.: Iron age burial mounds as refugia for steppe specialist plants and invertebrates - case study from the Zsolca mounds (NE Hungary).
Hacquetia. 18 (2), 189-200, 2019. ISSN: 1581-4661.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/hacq-2019-0009>
28. Szabó, S., **Bertalan, L.**, Kerekes, Á., Novák, T.: Possibilities of land use change analysis in a mountainous rural area: a methodological approach.
Int. J. Geogr. Inf. Sci. 30 (4), 708-726, 2016. ISSN: 1365-8816.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/13658816.2015.1092546>
IF: 2.502
29. Türk, G., **Bertalan, L.**, Balázs, B., Fehérné Baranyai, E., Szabó, S.: Process of overturning due to a floodwave in an oxbow lake of Tisza River.
Carpath. J. Earth Environ. Sci. 11 (1), 255-264, 2016. ISSN: 1842-4090.
IF: 0.88

Magyar nyelvű konferencia közlemények (1)

30. Barkóczi, N., **Bertalan, L.**, Szabó, G.: Eltérő kamera-típusok képeiből generált felszínmodellek összehasonlítása mikrotopográfai vizsgálatokban.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VIII.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 35-41, 2017.
ISBN: 9789633186381





Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (7)

31. Négyesi, G., **Bertalan, L.**, András, B., Buró, B.: Félig kötött homokformák morfológiai elemzésének lehetőségei a Nyírségben.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában IX. = Theory meets practice in GIS. Szerk.: Molnár Vanda Éva, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 259-260, 2018. ISBN: 9789633187234
32. **Bertalan, L.**, Balázs, B., Lázár, I., Négyesi, G.: Szélklimatológiai elemzések geoinformatikai és fotogrammetriai módszerekkel.
In: IX. Magyar Földrajzi Konferencia Előadásainak Összefoglalói. Szerk.: Fazekas István, Kiss Emőke, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 119, 2018. ISBN: 9789635088966
33. Szabó, S., **Bertalan, L.**, Varga, O. G., Novák, T.: A számszerűsített felszínborítás-változás módszertani kérdései.
In: Magyar Földrajzi Napok 2016: Absztraktkötet : VIII. Magyar Földrajzi Konferencia : XVI. Geográfus Doktoranduszok Országos Konferenciája : Oktatás-módszertani és Földrajztanári Konferencia. Szerk.: Pajtókné Tari Ilona, Tóth Antal, Magyar Földrajzi Társaság, Eger, 105-106, 2016. ISBN: 9786158030717
34. **Bertalan, L.**, Barkóczy, N., Szabó, G.: Fényképekből generált felszínmodellek lehetőségei Kereskedelmi és OpenSource szoftver-környezetben (Agisoft Photoscan vs. VisualSFM).
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 541, 2016. ISBN: 9789633185704
35. **Bertalan, L.**, Szeghalmi, S., Barkóczy, N., Szabó, G.: Xbox Kinect szenzor alkalmazási lehetőségei a felszínmodellezésben.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 542, 2016. ISBN: 9789633185704
36. **Bertalan, L.**: Tájmetria alapú változásvizsgálat a Felső-Hegyközben.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában III.. Szerk.: Lóki József, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 463-464, 2012. ISBN: 9789633182185
37. **Bertalan, L.**: A Tisza-szabályozás és az árvízmentesítő munkálatok területhasználatra gyakorolt hatásának vizsgálata Közép-Tisza-vidéki mintaterületen.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában II. Térinformatikai Konferencia és Szakkiallítás Debrecen. Szerk.: Lóki József, Kapitális Nyomdaipari Kft., Debrecen, 497, 2011. ISBN: 9789633181164





Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (2)

38. Szabó, S., Aбриha, D., Kovács, Z., Sarawut, N., **Bertalan, L.**, Balázs, B.: Pan-sharpening as an effective method to improve classification accuracy of roofing materials.
Geophys. Res. Abstr. 21, 14594, 2019. ISSN: 1029-7006.
39. **Bertalan, L.**, Konsoer, K. M.: Testing different field survey methods for lateral erosion monitoring at the tributaries of the Lower Mississippi River.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VIII.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 446, 2017.
ISBN: 9789633186381

Ismeretterjesztő, népszerűsítő cikkek (1)

40. **Bertalan, L.**: Drónok a tudomány szolgálatában: A pusztuló folyópartok vizsgálata geoinformatikai módszerekkel.
Egy. Élet. 57 (1), 24, 2018. ISSN: 0230-7731.

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 11,694

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 8,312

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2019.08.13.



1. Introduction

The summer of 2010 in Borsod-Abaúj-Zemplén county had been mainly characterized by heavy rainfalls then, consequently, serious floods caused extensive damage at the populated areas along the Hungarian reach of Sajó River. In this period, more than 100,000 inhabitants were in danger, from which 4,643 person were evacuated. The costs of the aid and damage control exceeded the 4 million Hungarian Forints.

One of the first steps after this type of natural hazards is usually start the recovery of damages in the properties immediately then to establish the necessary preventive river engineering works. In most cases of the serious floods, there is no time to develop a solution that covers all the details in time. However, artificial levees and protected sub-reaches can be found but an overall river engineering and channelization has not been established along the Hungarian reach of Sajó River.

My research revealed that however, both the “River basin management plan of Sajó River” established by the North-Hungarian Water Directorate in 2010 and its revision in 2015 provided a brief overview of Sajó River, but all the geographical literature on the Hungarian reach is outdated. Moreover, the last study (Hydrological Atlas) that described the river from the geomorphological point of view, had been published in 1972.

Due to the above mentioned problems, I felt justified to perform a detailed assessment of the channel morphodynamics regarding the last seven decades along the Hungarian reach of Sajó River and delineate sub-reaches, which are affected by intensive bank erosion. In my opinion, the quantification of the erosion/accumulation rates could provide a detailed dataset for river engineers, managers and the local farmers to predict which part of floodplain would be degraded by the river dynamics in the near future. Another goal of my research was to highlight the possible negative and even positive effects of the river channel evolution of the Hungarian reach of Sajó River according to the hydrological and ecological point of view as well.

However, I have already collected aerial and hydrological datasets in terms of the Slovakian reach of Sajó River as well, but due to the page limits of thesis, I omitted to include their detailed analysis in my Thesis.

2. Aims of the research

The main scientific questions, that I wanted to answer through my research and dissertation, had been the following:

1. Would it be possible to delineate individual sub-reaches of the Hungarian reach of Sajó River that show similarities according to the possible natural and anthropogenic driving factors?
2. What was the extent of changes in terms of the channel morphodynamics of Sajó River through the last seven decades?
3. What was the temporal variability of the effective discharge and what is their relationship with the channel morphodynamics?
4. What kind of differences could be determined between the rate of bank erosion along the different sub-reaches?
5. What is relationship between the bank erosion rates of different bend types and the grain size distribution in these river banks?
6. Would it be possible to identify positive outcomes of the intensive bank erosion processes along the Hungarian reach of Sajó River from the ecological diversity point of view?

3. Materials and methods

As a first step, I aimed to reveal the rate of anthropogenic interventions and river engineering works along the Hungarian reach of Sajó River. It became possible then to distinguish the characteristics of the quasi-natural and modified reaches.

For the sub-reach delineation, several natural and anthropogenic factors had been involved: valley confinement, inflow tributaries, stream gradient (channel slope), distance of levées/embankments, number of artificial cutoffs, rate of channelization and bank protection.

The analysis was extended by a broad field survey in order to evaluate the bank material (cohesive, non-cohesive, complex) and bank composition.

After summarizing the different variables, I developed the new segmentation of the Hungarian Reach of Sajó River and delineated 12 different sub-reaches that show similarities. I identified the breaks between different sub-reaches at inflexion points where the channel behavior and artificiality changed undoubtedly.

I performed a detailed analysis on the long-term horizontal river channel morphodynamics of the Hungarian reach of Sajó River between 1952 and 2011.

For the analysis, I used archive military aerial imagery (1952, 1956, 1975, 1980) and topographical maps (1980) and digital national orthophotographs (2000, 2005, 2011). The datasets were provided by the Hungarian Defense Forces Institute and Museum of Military, and the former Department of Geodesy, Remote Sensing and Land Offices (FÖMI).

I investigated the spatial and temporal changes of the river channel morphodynamics by calculating morphometric variables. For this purpose, first, I have orthorectified all the imagery then built a GIS database. I vectorized the river bank edges at low flow periods then calculated the centerlines. The inflexion points were defined as the point where the bends changes its direction.

I created calculated the following morphometric variables using the vectorized layers of river banks: channel width (at each 100 meters); bend length (length of centerline between two inflexion points); chord length (the direct distance between two inflexion points); amplitude (the longest perpendicular distance between the chord and the centerline); radius of curvature (radius of the greatest circle fitted into the bend; sinuosity (for bend and sub-reach scale).

I also defined the mean lateral channel shifts and the extent of erosion/accretion based on the overlaying centerlines and channel polygons in each consecutive periods.

I investigated the statistical relationship between the morphological parameters, the bank erosion, the mean lateral channel shifts and the rate of effective discharges by Spearman's rank correlation.

From the year of 2014 I had started a bank erosion monitoring using Unmanned Aerial Vehicles (UAV). The selected study areas had been selected along the cities of Kazincbarcika, Sajószentpéter, Ónod and Nagycsécs. In the five years period of the monitoring I conducted 19 field surveys in total.

Another aim of this investigation was to analyze the possible driving factors of riverbank erosion processes along this reaches. For this purpose, I conducted soil sampling at 17 locations along 10 bends of the UAV-monitoring study sites. I measured the grain size distribution of the soil samples by laser diffraction analysis and dry sieving.

The scientific literature and public usually define the river channel development and accordingly, the bank erosion, as a land degradation process. On the contrary, my aim was to investigate that is there any existing positive effects of the process from the ecological diversity point of view.

For this purpose, I investigated three consecutive bends at the Nagycsécs study site between 1952 and 2017 in ten different periods.

In order to reveal the geomorphological and ecological process at the proximity of the riverbank and the floodplain, I calculated the following class and landscape level landscape metric indices: patch density, interspersion and juxtaposition index, Shannon's diversity index and class area. The analysis was carried on using archive aerial imagery and UAV orthophotographs. I investigated the relationships between the transformation of land cover patches, the succession of vegetation, the channel morphodynamics and the agriculture by calculating confusion matrices.

4. Scientific results

Thesis statement 1.

I developed the segmentation of 12 different sub-reaches along the Hungarian reach of Sajó River based on the analysis of the natural and anthropogenic driving factors of channel evolution.

As a first step, I aimed to reveal the rate of anthropogenic interventions and river engineering works along the Hungarian reach of Sajó River. It became possible then to distinguish the characteristics of the quasi-natural and modified reaches.

For the sub-reach delineation, several natural and anthropogenic factors had been involved: valley confinement, inflow tributaries, stream gradient (channel slope), distance of levées/embankments, number of artificial cutoffs, rate of channelization and bank protection. The analysis was extended by a broad field survey in order to evaluate the bank material (cohesive, non-cohesive, complex) and bank composition.

After summarizing the different variables, I developed the new segmentation of the Hungarian Reach of Sajó River and delineated 12 different sub-reaches that show similarities (Figure 1). I identified the breaks between different sub-reaches at inflexion points where the channel behavior and artificiality changed undoubtedly.

My detailed analysis of the sub-reaches revealed that 51,3 km of the total 124 km long Hungarian reach of Sajó River can be classified as almost natural. This length is 41.7% of the Hungarian reach. Finally, these 12 sub-reaches were classified into the following 4 categories: natural (R3), slightly modified (R5, R7, R9, R10 and R12), modified (R4 and R11) and intensely modified (R1, R2, R6 and R8).

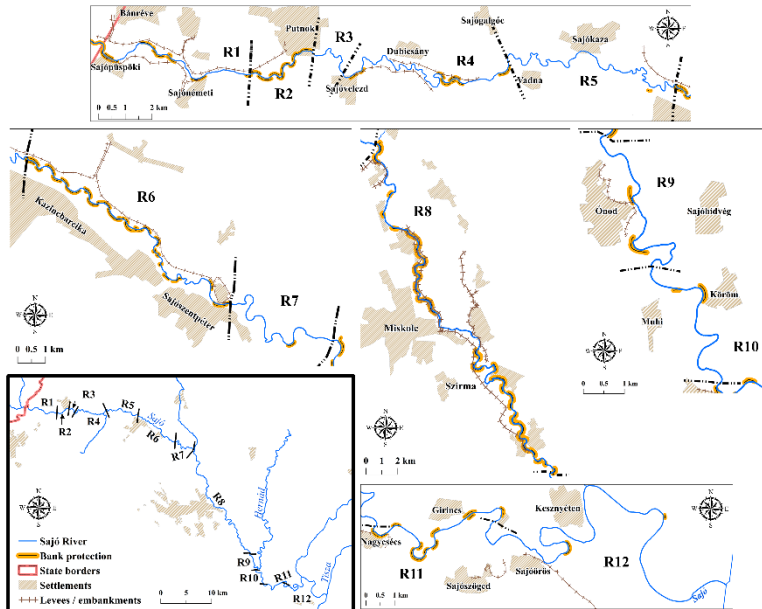


Figure 1. The delineated sub-reaches of Sajó River

I have calculated the highest sinuosity values in the “natural” and “slightly modified” sub-reaches. All of these sub-reaches exceeded the threshold of $SI=1.5$, therefore, they were all meandering types.

Based on the correlation analysis of the morphometric variables, I concluded that steeper stream gradient represents shorter and less extensive river bends along the Hungarian reach of Sajó River.

Thesis statement 2.

I demonstrated that however, the channel morphodynamics of Sajó River has changed in a positive way due to the river engineering, but in some cases, the bad construction of channelization increases the downstream rate of bank erosion.

I calculated a decreasing trend regarding both the mean chord length and the amplitude, especially along the R9 and R10, while the R2 and R6 sub-reaches extended. Consequently, I concluded that generally, the bends became shorter and more concentrated spatially. Nonetheless, I also

discovered translation and rotation type of extensive bend development along several sub-reaches.

Regarding the sinuosity index of the total Hungarian reach of Sajó River, I have discovered a decreasing trend until 1980 then a gradual increase occurred. Finally, by 2011, the total Hungarian reach became meandering type (SI=1.53).

I demonstrated that the former river engineering works had successfully decreased the sinuosity along the “anthropogenic” type of sub-reaches. Furthermore, the bends are still developing along the “natural” and “slightly modified” sub-reaches.

I pointed out that, in some cases, the “natural” and “slightly modified” sub-reaches are situated between “modified” and “intensely modified” sub-reaches and this resulted intensive downstream bank erosion and bend development.

Thesis statement 3.

I revealed that clear, statistically proven differences exist between my subjectively delineated “natural” and “anthropogenic” reaches of Sajó River

The Principal Component Analysis (PCA) was performed involving 924 values in total. It combined the values from 11 variables in 7 investigated periods calculated for each of the 12 sub-reaches.

Table 1. The statistically tested morphological variables of the Sajó River reaches.

CH	Átlagos hűrhossz (méter)
AM	Átlagos amplitúdó (méter)
BE	Átlagos ívhossz (méter)
WI	Átlagos mederszélesség (méter)
MSI	Átlagos kanyargóssági index a kanyarulatok alapján
TSI	Rész-szakasz teljes kanyargóssága
TER	Teljes erodált terület (ha/év/fkm)
TAC	Teljes akkréciós terület (ha/év/fkm)
SHI	Átlagos mederelmozdulás (m/év/fkm)
NBE	Kanyarulatok száma
MEA	Meanderek összhossza (km)

Based on the results of the PCA, I concluded that clear differences exist between our subjectively delineated “natural” (natural and slightly modified types) and “anthropogenic” (modified and intensely modified types) reaches of Sajó River.

On the biplot diagram (Figure 2) PCA explained 77% of the total variance and three principal components (PC). PC1 accounted for 38% of the variance and correlated with the AM, BE, MEA, WI, MSI and TSI, PC2 accounted for 24% of the variance and correlated with the TER, TAC, SHI and PC3 explained 15% of the variance and correlated only with the NBE.

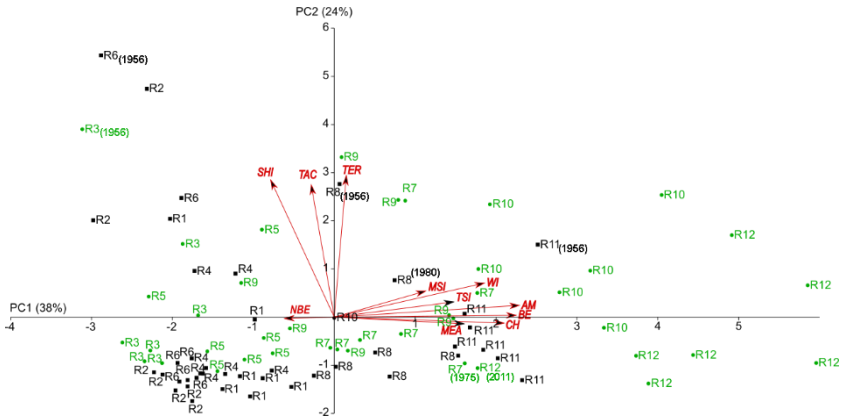


Figure 2. Biplot diagram of the morphometric variables indicating the naturalness of the river bends in different dates (green circle: natural reach, black square: artificial reach; labels: IDs of reaches; arrows: loading vectors of variables)

The reaches of Sajó River showed differences by the naturalness of the morphometric parameters but for all morphometric variables. In the case of MEA, WI, TSI, MSI, NBE and SHI there was significant difference ($p < 0.05$) with moderate effect ($r > 0.3$); however, based on the effect size (r), small effects ($0.1 < r < 0.3$) can be revealed, even for AM and TER, although these metrics were not of significance.

The main reason for some overlapping between the natural and anthropogenic bends was that we applied an overall look on the total 59 years period but several anthropogenic factors such as bank protections were established during the first periods. In contrast, we defined the rate of artificiality as a constant value through time. In few cases, anthropogenic types of reaches were found in an overlapping position with the natural ones or vice versa. A clear evidence for this, regarding the modified reaches overlapping the natural ones, as the modified R11 and the intensely modified R8, the main driving factors are now not the erosion rates but the planform variables. Both reaches were stabilized but their planform remained in a relatively developed state i.e. high sinuosity and amplitude

values. In this case, their characteristics can be really similar to the natural reaches if the erosion or channel shift rates are not considered.

I also proved the sub-reach segment borders by plotting the cumulative erosion curves as well (Figure 3).

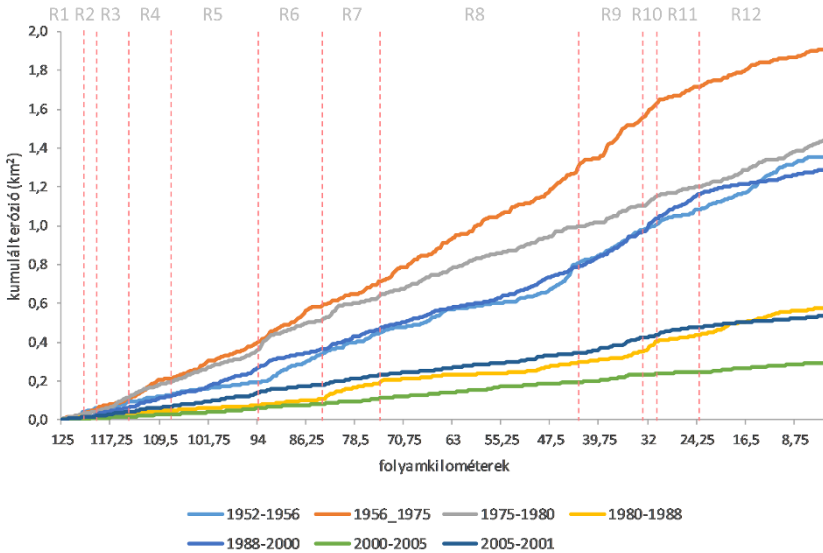


Figure 3. Cumulative bank erosion curves of the Hungarian reach of Sajó River

Thesis statement 4.

I concluded that, however, the dependence of bank erosion rates from the duration of effective discharge has decreased, but along several bends, the development is still in progress.

According to the analysis of the rates of bank erosion and the duration of the effective discharge in the investigated period, I revealed that during 1952–1956, an exceptional bank erosion (32 ha/y) and accretion (45 ha/y) rate were evident (Figure 4). Establishments of artificial cutoffs had been stopped by 1980. However, the duration of periods higher than the effective discharge was 0.5% higher in the period of 1975–1980 but the erosion rate had exceeded it since it was accompanied by the first artificial cutoffs. After the significant channel straightening of the first investigated period, a long (19 years) and meagre dynamic period had taken place. From 1975 to 1980, the duration of N1.1 and N2 recurrence floods increased

significantly, which resulted in extensive bank erosion (27 ha/y) and accretion (28 ha/y) processes again.

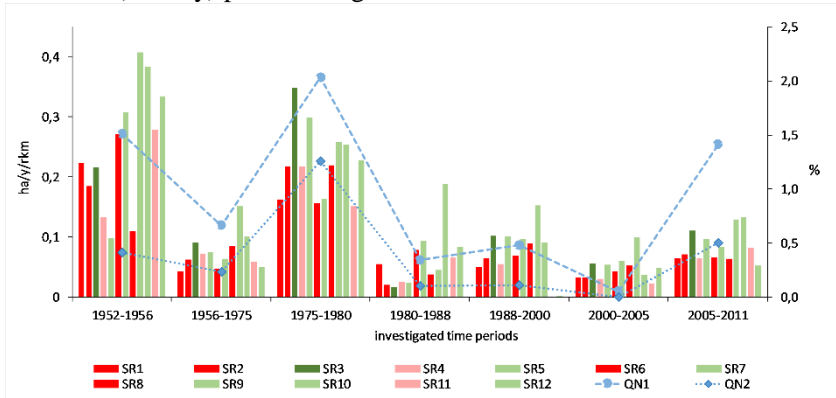


Figure 4. The interplay between bank erosion processes and hydrological conditions of the Sajó River

My results showed that the flow regime does not represent a major control on the river (e.g. only minor morphological change occurred in the period of 2005–2011) while the system has become progressively less dynamic.

Thesis statement 5.

I concluded that, however, the dependence of bank erosion rates from the duration of effective discharge has decreased, but along several bends, the development is still in progress.

According to my summarized results of the UAV-based bank erosion monitoring (Figure 5), I revealed that there are notable differences between the erosion intensities measured along the four study sites.

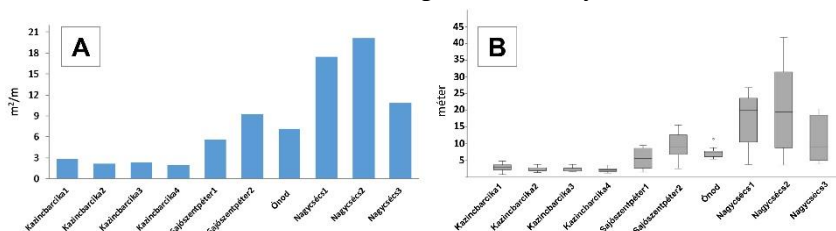


Figure 5. Cumulative bank erosion (A), and lateral channel shifts (B) along the study sites

The study site at Kazincbarcika represented the lowest values in terms of both the mean and the standard deviation of bank erosion intensity from all the study sites. The highest bank erosion activity were found along the A and B bends of the Nagycséc study site. However, the mean bank erosion rates were measured at the bend A, but the highest lateral shift rates are found along bend B, therefore, the cumulative bank erosion rates were also higher in this bend.

I analyzed the relationship between the bank erosion rates of the bends and the grain size distributions of these riverbank profiles (Figure 6). I concluded, that a clear statistical relationship exists between the two investigated variables. In other words, higher the sand content in the bottom of the riverbanks of Sajó River, then higher would be the estimated rate of bank erosion. According to the deterministic coefficients (R^2), stronger functional relationship exists at the lowest half meter of the riverbanks.

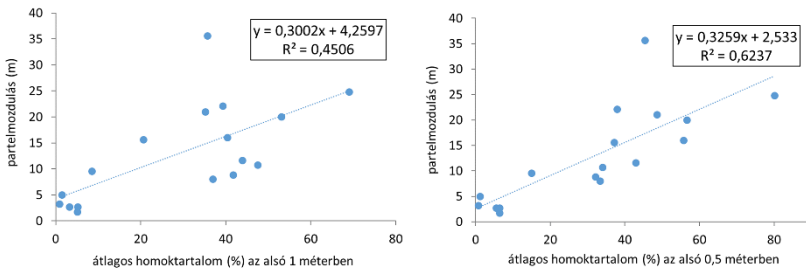


Figure 6. The relationship between the lateral channel shifts and the mean sand content

Thesis statement 6.

I revealed that the intensive bank erosion processes along the Sajó River bend system of Nagycséc positively affected the landscape structure and consequently, increased the biodiversity and strengthened the ecological corridor role of this area.

The detailed analysis of the aerial imagery showed that significant changes occurred along these three bends over the investigated periods (65 years). The channel developed at a remarkable rate developing three main meandering bends with high sinuosity.

A linear relationship between the increase of forest areas and the sinuosity index ($R^2 = 0.94$, $p < 0.001$; Figure 7A) was revealed. There was a significant connection between the SI and SHDI variables ($R^2 = 0.93$, $p < 0.001$; Figure 7B). However, unlike in the case of forest areas, the connection was not linear; a second-order polynomial regression indicated that there was a change in the trend after 2011: next years (2015–2017) were outside of the linear trend and the curve showed saturation; moreover, there was a small decrease in the diversity in 2017.

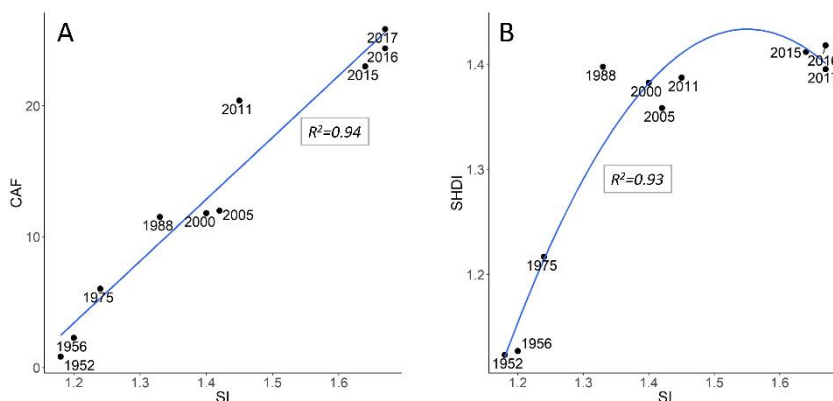


Figure 7. Sinuosity as independent factor of land cover changes and landscape diversity in the study area. (A) The relationship between the SI (Sinuosity Index) and CAF (Class area of Forests); (B) Relationship between the SI (Sinuosity Index) and SHDI (Shannon's Diversity Index) metrics

The vegetation started to grow on the bar surfaces then these colonies transformed into forest patches through the succession. The changes in the most stable succession landscape elements (forests) and the decrease of inner elements (grasslands) suggested that the transformation in the landscape structure resulted a higher diversity and stability.

The newly grown riparian vegetation on the freshly deposited bar surfaces and then the resulting riparian forests locally increase the biodiversity in a significant way. It also helps the different organisms to spread along a homogenous landscape structure, which is actually under agriculture use. This finally strengthens the Ecological Corridor role of this sub-reach of Sajó River.



Registry number: DEENK/293/2019.PL
Subject: PhD Publikációs Lista

Candidate: László Bertalan
Neptun ID: P34IET
Doctoral School: Doctoral School of Earth Sciences
MTMT ID: 10031835

List of publications related to the dissertation

Foreign language international book chapters (2)

1. Barkóczy, N., **Bertalan, L.**, Szabó, G., Deák, M., Kari, S., Vizi, J. C., Zagorác, M., Sik, A., Riedel, M., Kohán, B., Mészáros, J., Szalai, Z., Szabó, O., Nagy, B.: Examples from the Boundaries of Geographic Survey: Architecture and Flood Modeling.
In: Small Flying Drones: Applications for Geographic Observation. Ed.: Gianluca Casagrande, András Sik, Gergely Szabó, Springer International Publishing, Zürich, 127-156, 2018. ISBN: 9783319665764
2. Szabó, G., **Bertalan, L.**, Barkóczy, N., Kovács, Z., Burai, P., Lénárt, C.: Zooming on Aerial Survey.
In: Small Flying Drones: Applications for Geographic Observation. Ed.: Gianluca Casagrande, András Sik, Gergely Szabó, Springer International Publishing, Zürich, 91-126, 2018. ISBN: 9783319665764

Foreign language scientific articles in Hungarian journals (1)

3. **Bertalan, L.**, Túri, Z., Szabó, G.: UAS photogrammetry and object-based image analysis (GEOBIA): erosion monitoring at the Kazár badland, Hungary.
Acta geogr. Debr., Landsc. environ. ser. 10 (3-4), 169-178, 2016. ISSN: 1789-4921.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21120/LE/10/3-4/10>

Foreign language scientific articles in international journals (3)

4. **Bertalan, L.**, Rodrigo-Comino, J., Surian, N., Šulc, M. M., Kovács, Z., Szabó, S., Szabó, G., Hooke, J.: Detailed assessment of spatial and temporal variations in river channel changes and meander evolution as a preliminary work for effective floodplain management. The example of Sajó River, Hungary.
J. Environ. Manage. 248, 1-19, 2019. ISSN: 0301-4797.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109277>
IF: 4.865 (2018)
5. **Bertalan, L.**, Novák, T., Németh, Z., Rodrigo-Comino, J., Kertész, Á., Szabó, S.: Issues of Meander Development: Land Degradation or Ecological Value? The Example of the Sajó River, Hungary.





Water. 10 (11), 1-21, 2018. ISSN: 2073-4441.

DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/w10111613>

IF: 2.524

6. Bertalan, L., Tóth, C. A., Szabó, G., Nagy, G., Kuda, F., Szabó, S.: Confirmation of a theory: reconstruction of an alluvial plain development in a flume experiment.

Erdkunde. 70 (3), 271-285, 2016. ISSN: 0014-0015.

DOI: <http://dx.doi.org/10.3112/erdkunde.2016.03.05>

IF: 0.923

Hungarian conference proceedings (6)

7. Bertalan, L., Nagy, B., Szopos, N. M., Eltner, A., Sardemann, H., Mader, D.: Medertopográfiai és hidrometriai vizsgálatok a Sajó mentén pilóta nélküli vízi- és léggépjárművekkel.

In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában X.. Szerk.: Molnár Vanda Éva, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 55-60, 2019. ISBN: 9789633180549

8. Bertalan, L., Szabó, G., Szabó, S.: Hidrológiai tényezők lehetséges hatásai a Sajó magyarországi szakaszának mederfejődésére.

In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VIII.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 57-64, 2017. ISBN: 9789633186381

9. Bertalan, L., Kovács, Z., Szabó, G.: A Sajó mederfejődési dinamikájának vizsgálata térinformatika-alapú morfolometriai elemzések alapján.

In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 91-98, 2016. ISBN: 9789633185704

10. Bertalan, L., Szabó, G.: Mederfejődési vizsgálatok a Sajó hazai szakaszán.

In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VI.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Boda Judit, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 61-68, 2015. ISBN: 9789633184882

11. Bertalan, L., Szabó, G.: Fotogrammetria-alapú domborzatmodellezés folyóvízes terepasztalon.

In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában V.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 69-76, 2014. ISBN: 9789633184349

12. Bertalan, L., Tóth, C. A., Szabó, G.: Fluviális felszínfejődési folyamatok modellezési lehetőségei folyóvízes laboratóriumban.

In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában IV.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás 2013. Szerk.: Lóki József, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 111-118, 2013. ISBN: 9789633183342





Hungarian abstracts (4)

13. **Bertalan, L.**, Restás, Á.: A drónok katasztrófavédelmi alkalmazásának lehetőségei folyóvízi partpusztulás és árvíz kár felmérésében.
In: *Katasztrófavédelem 2018. Veszélyes Tevékenységek Biztonsága* : Konferenciakiadvány. Szerk.: Vass Gyula, Mógor Judit, Kovács Gábor, BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, Budapest, 317, 2018. ISBN: 9786158042970
14. **Bertalan, L.**: MindiGIS Point Cloub a parterziós elemzések szolgálatában: Mederprofil-szerkesztés gyorsan és egyszerűen.
In: *Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában IX. = Theory meets practice in GIS.* Szerk.: Molnár Vanda Éva, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 45-46, 2018. ISBN: 9789633187234
15. **Bertalan, L.**, Szabó, G.: Erózió-akkumuláció a Sajó kanyarulatai mentén egy UAV szemszögéből.
In: *Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás.* Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 543, 2016. ISBN: 9789633185704
16. **Bertalan, L.**, Szabó, G., Kovács, Z., Szabó, S.: Recens kanyarulatfejlődés és a hidrológiai tényezők kapcsolatának vizsgálata a Sajó hazai szakaszán.
In: *Magyar Földrajzi Napok 2016: Absztraktkötet* : VIII. Magyar Földrajzi Konferencia : XVI. Geográfus Doktoranduszok Országos Konferenciája : Oktatás-módszertani és Földrajztanári Konferencia. Szerk.: Pajtkókné Tari Ilona, Tóth Antal, Magyar Földrajzi Társaság, Eger, 125, 2016. ISBN: 9786158030717

Foreign language abstracts (8)

17. **Bertalan, L.**, Novák, T., Németh, Z., Szabó, S.: Can lateral bank erosion enhance ecological diversity? A case study from Sajó River, Hungary.
Geophys. Res. Abstr. 21, 3324, 2019. ISSN: 1029-7006.
18. **Bertalan, L.**, Szabó, G., Yousefi, S.: Assessing the rates of channel shifts, bend development and bank erosion hazard on the Sajó River (Hungary) by aerial and terrestrial photogrammetry.
Geophys. Res. Abstr. 20, 1982-2, 2018. ISSN: 1029-7006.
19. **Bertalan, L.**, Rodrigo-Comino, J., Surian, N., Šulc, M. M., Szabó, G.: Complex assessment of channel changes and bank erosion hazard on the Sajó (Slaná) River, Hungary.
In: *Geomorfologický sborník 16 : Proceedings of the conference State of geomorphological research in 2018.* Ed.: Zdeněk Máčka, Jaroslava Ježková, Eva Nováková, František Kuda, Institute of Geonics of the CAS ; Brno : Masaryk University, Ostrava, 13-14, 2018. ISBN: 9788086407777
20. Yousefi, S., Moradi, H. R., **Bertalan, L.**: Detecting the role of land use / land cover on river bank processes (Study area: Talar River, Iran).
Geophys. Res. Abstr. 20, 6237, 2018. ISSN: 1029-7006.





21. Quinonez Fernandez, O. V., **Bertalan, L.**: Magnitude of shoreline retreat in the Itaipu Reservoir (Brazil-Paraguay border region) from 1984 to 2016.
Geophys. Res. Abstr. 20, 1560-1, 2018. ISSN: 1029-7006.
22. **Bertalan, L.**, Szabó, G., Szabó, S.: Soil degradation induced by lateral erosion of a non-regulated alluvial river (Sajó River, Hungary).
In: Aktuální environmentální hrozby a jejich impakt v krajině = (Current environmental threats and their impact in the landscape Brno): Sbornik abstraktu z mezinárodního workshopu. Ed.: Jana Zapletalová, Karel Kirchner, Ústav geoniky AV CR, v.v.i., Brno, 8-9, 2016. ISBN: 978086407654
23. **Bertalan, L.**, Szabó, G.: Lateral erosion monitoring along a southern section of Sajó (Slaná) River.
In: Detailed Aerial Mapping and Flood Impact Monitoring in the V4 Region. Ed.: Andrea Křížová, Comenius University Faculty of Mathematics and Physics, Bratislava, 4, 2015. ISBN: 9788097164645
24. **Bertalan, L.**: Investigations of fluvial geomorphic processes in laboratory conditions with modern GIS methods.
In: State of geomorphological research in the year 2013 - Proceedings and excursion guide of the conference. Ed.: Zdenek Macka, Marek Havlíček, Jaromír Demek, Karel Kirchner, Institute of Geonics : Academy of Sciences of the Czech Republic, Brno, 97, 2013, (Geomorfologický sborník ; 11.) ISBN: 9788086407371





List of other publications

Hungarian scientific articles in Hungarian journals (1)

25. Bertalan, L.: Tájszerkezeti változások jellemzése tájmetriai mérőszámokkal: Egy zempléni-hegységi mintaterület példáján.
Szakkoll. tanulm. (Hatvani István Szakkoll. DE TEK). 1, 181-190, 2012. ISSN: 2063-6059.

Foreign language scientific articles in Hungarian journals (1)

26. Aбриha, D., Kovács, Z., Ninsawat, S., Bertalan, L., Balázs, B., Szabó, S.: Identification of roofing materials with Discriminant Function Analysis and Random Forest classifiers on pan-sharpened WorldView-2 imagery - a comparison.
HunGeoBull. 67 (4), 375-392, 2018. ISSN: 2064-5031.
DOI: <http://dx.doi.org/10.15201/hungeobull.67.4.6>

Foreign language scientific articles in international journals (3)

27. Tóth, C. A., Deák, B., Nyilas, I., Bertalan, L., Valkó, O., Novák, T.: Iron age burial mounds as refugia for steppe specialist plants and invertebrates - case study from the Zsolca mounds (NE Hungary).
Hacquetia. 18 (2), 189-200, 2019. ISSN: 1581-4661.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/hacq-2019-0009>
28. Szabó, S., Bertalan, L., Kerekes, Á., Novák, T.: Possibilities of land use change analysis in a mountainous rural area: a methodological approach.
Int. J. Geogr. Inf. Sci. 30 (4), 708-726, 2016. ISSN: 1365-8816.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/13658816.2015.1092546>
IF: 2.502
29. Türk, G., Bertalan, L., Balázs, B., Fehérné Baranyai, E., Szabó, S.: Process of overturning due to a floodwave in an oxbow lake of Tisza River.
Carpath. J. Earth Environ. Sci. 11 (1), 255-264, 2016. ISSN: 1842-4090.
IF: 0.88

Hungarian conference proceedings (1)

30. Barkóczy, N., Bertalan, L., Szabó, G.: Elterő kamera-típusok képeiből generált felszínmodellek összehasonlítása mikrotopográfai vizsgálatokban.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VIII.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 35-41, 2017.
ISBN: 9789633186381





Hungarian abstracts (7)

31. Négyesi, G., **Bertalan, L.**, András, B., Buró, B.: Félíg kötött homokformák morfometriai elemzésének lehetőségei a Nyírségben.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában IX. = Theory meets practice in GIS. Szerk.: Molnár Vanda Éva, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 259-260, 2018. ISBN: 9789633187234
32. **Bertalan, L.**, Balázs, B., Lázár, I., Négyesi, G.: Szélklimatológiai elemzések geoinformatikai és fotogrammetriai módszerekkel.
In: IX. Magyar Földrajzi Konferencia Előadásainak Összefoglalói. Szerk.: Fazekas István, Kiss Emőke, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 119, 2018. ISBN: 9789635088966
33. Szabó, S., **Bertalan, L.**, Varga, O. G., Novák, T.: A számszerűsített felszínborítás-változás módszertani kérdései.
In: Magyar Földrajzi Napok 2016: Absztraktkötet : VIII. Magyar Földrajzi Konferencia : XVI. Geográfus Doktoranduszok Országos Konferenciája : Oktatás-módszertani és Földrajztanári Konferencia. Szerk.: Pajtókné Tari Ilona, Tóth Antal, Magyar Földrajzi Társaság, Eger, 105-106, 2016. ISBN: 9786158030717
34. **Bertalan, L.**, Barkóczy, N., Szabó, G.: Fényképekből generált felszínmodellek lehetőségei Kereskedelmi és OpenSource szoftver-környezetben (Agisoft Photoscan vs. VisualSFM).
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 541, 2016. ISBN: 9789633185704
35. **Bertalan, L.**, Szeghalmy, S., Barkóczy, N., Szabó, G.: Xbox Kinect szenzor alkalmazási lehetőségei a felszínmodellezésben.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 542, 2016. ISBN: 9789633185704
36. **Bertalan, L.**: Tájmetria alapú változsvizsgálat a Felső-Hegyközben.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában III.. Szerk.: Lóki József, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 463-464, 2012. ISBN: 9789633182185
37. **Bertalan, L.**: A Tisza-szabályozás és az árvízmentesítő munkálatok területhasználatra gyakorolt hatásának vizsgálata Közép-Tisza-vidéki mintaterületen.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában: II. Térinformatikai Konferencia és Szakkiallítás Debrecen. Szerk.: Lóki József, Kapitális Nyomdaipari Kft., Debrecen, 497, 2011. ISBN: 9789633181164





Foreign language abstracts (2)

38. Szabó, S., Abriha, D., Kovács, Z., Sarawut, N., **Bertalan, L.**, Balázs, B.: Pan-sharpening as an effective method to improve classification accuracy of roofing materials.
Geophys. Res. Abstr. 21, 14594, 2019. ISSN: 1029-7006.
39. **Bertalan, L.**, Konsoer, K. M.: Testing different field survey methods for lateral erosion monitoring at the tributaries of the Lower Mississippi River.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VIII.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 446, 2017.
ISBN: 9789633186381

Informational/educational articles (1)

40. **Bertalan, L.**: Drónok a tudomány szolgálatában: A pusztuló folyópartok vizsgálata geoinformatikai módszerekkel.
Egy. Élet. 57 (1), 24, 2018. ISSN: 0230-7731.

Total IF of journals (all publications): 11,694

Total IF of journals (publications related to the dissertation): 8,312

The Candidate's publication data submitted to the iDEa Tudóstér have been validated by DEENK on the basis of the Journal Citation Report (Impact Factor) database.

13 August, 2019

