

A HATÁR-STÁTUSZ HATÁSA A MAROS MEDERFEJLŐDÉSÉRE

KISS TÍMEA¹ – FEHÉRVÁRI ISTVÁN² – NAGY JUDIT¹ – SIPOS GYÖRGY¹

The effect of country border on the channel and floodplain development of the Maros River

The Maros River was regulated by cut-offs in the 19th century, however the continuation of the works was ceased by the Trianon Treaty in 1920. Since the treaty, its 22.7 km long section creates a border between Hungary and Romania, and only its 28.3 km length is located entirely in Hungary. According to the Trianon Treaty no further engineering works were allowed in the border-section, however the Hungarian section was regulated further on by groynes and revetments. The aim of the present study is to compare the channel development and land-cover changes of the two sections. The border section developed without further direct human impact, thus in response to the 19th c. regulation works the channel widened, and mid-channel bars and islands appeared in the over-widened sections. However, the Hungarian section was regulated further on, therefore it is much narrower, with considerable less bars and islands. While in the Romanian sections the land-cover of the floodplain remained almost the same as it was in the late 19th c., the Hungarian floodplain was forested and invasive species spread, thus the vegetation roughness increased by fourfold. The hydrological model results suggest, that the higher roughness is responsible for higher flood peak levels, higher in-channel flow velocity, and lower overbank flow velocity. In the future the comparison of border- and non-border-sections is advised for better understanding the channel development and flood risk of rivers, and for developing sustainable river training plans. (**Keywords:** border status, response on human impact, island development, channel width, flood risk)

1. Bevezetés

A vízgyűjtők peremeit jelző vízvásztó gyakran fut hegycsúcsokon és hegygerinceken át, és esik egybe évszázadokon át állandó történelmi országhatárokkal. A Kárpátok gerince és legmagasabb csúcsai a nagyobb folyóink vízgyűjtőjét határolják, ugyanakkor hosszú évszázadokon át államhatárt is jeleztek. A 19. században az ország ezen természeti adottságainak megfelelően született meg Vásárhelyi Pál Tisza szabályozási terve (*Vásárhelyi* 1845), ami egyértelműen vízgyűjtő-alapú gondolkodást tükrözött (*Vágás* 2007), és ezzel majd egy évszázaddal megelőzte korát. Fontos elv volt, hogy a vízrendszer egységet alkot, és a felsőbb szakaszokon és rész-vízgyűjtőkön zajló változások (pl. mederszabályozás, erdőirtás) az alsóbb szakaszok vízjárását és mederfejlődését is befolyásolják. Bár a Vásárhelyi-féle „*A Tisza folyó általános szabályozása*” c. terv főként a folyók mederrendezésére

¹ SZTE, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged 6722, Egyetem u. 2–6., kisstimi@gmail.com, nagy.judit19@gmail.com, gysipos@geo.u-szeged.hu

² ATIVIZIG, Szeged, 6720, Stefánia 4., FehervaryI@ativizig.hu

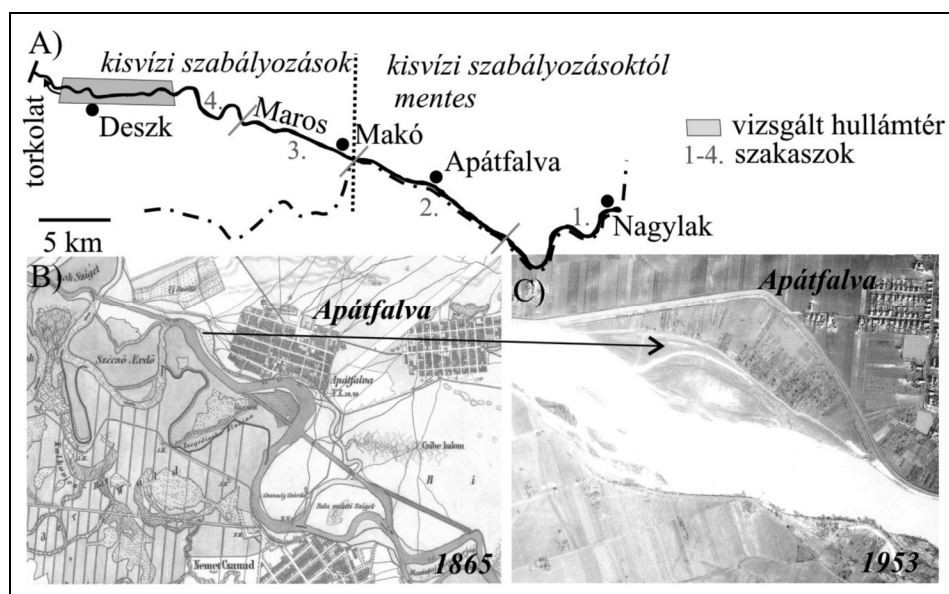
és az árvízvédelmére fókuszált a mai országhatárokon kívül eső szakaszokon is, de felmerült benne a vízgyűjtők felsőbb részeinek rendezése is (*Vágás* 2007). Azonban ezt csak a 19. század végén kezdte el részletesen kibontani Kvassay és Hieronymi (1888–89). Például javasolták a vízgyűjtők hegyvidéki régióiban az erdők arányának fenntartását illetve növelését, ami a hirtelen hóolvadás vagy esőzések lassabb lefolyását eredményezte volna, azaz a nagy árhullámok kialakulásának elkerülését az alföldi területeken. Indítványozták a folyók felső szakaszain árvízviszatarató tározók építését is, és így az alsóbb szakaszok árvízveszélye mérséklődhetett volna.

Az előre megtervezett lépések alapján a 19. sz. közepétől a század végéig el is készült a Tisza és főbb mellékfolyóinak mederszabályozása a kanyarulatok átvágásával, és az ármentesítési munkák is befejeződtek a gátak megépítésével (*Lászlóffy* 1982). A tervek szerint ezeket a lépéseket követte volna a kisízi mederszabályozás (sarkantyúkkal és partbiztosításokkal), az öntöző- és belvízelvezető rendszerek kiépítése, a felső vízgyűjtő erdősítése és az árvízi tározók építése. Azonban már ezeket a munkálatokat, és így a teljes vízgyűjtő rendezését meghiúsította az ország széthullása az I. világháborút lezáró Trianoni Békeszerződést követően. Így a már elvégzett meder- és ártérszabályozási munkákat nem követték a tervezett további egységes munkálatok. Azóta az utódállamok mindegyike a saját elvei szerint avatkozik be a folyók életébe, végez mederrendezést vagy határozza meg az ártér használatát. Ugyanakkor a Békeszerződés értelmében a határszakaszokon az államok nem, vagy csak minimális mértékben végezhetnek mederszabályozást, mivel egy-egy jó helyen beépített sarkantyú segítségével a sodorvonal eltolható lenne az egyik ország irányába, s így a másik ország akár nagy területeket is nyerhetne.

A Maros az egyik legkorábban szabályozott folyónk. Síksági szakaszán a 18. századi kisebb volumenű és helyi jellegű beavatkozások után a meder egységes szabályozása már az 1840-es években elkezdődött, míg az átfogó töltés-építés az 1850-es évektől indult el (*Laczay* 1975). A mederszabályozás célja az volt, hogy rövidebb hajózó utat biztosítsanak az Erdélyből Szegedre víziúton érkező áruk részére. Így a korábban szeszélyesen meanderező vízfolyást kiegyenesítették (*IB ábra*), a benne lévő mederakadályokat eltávolították. A kanyarulatok átvágása 1872-ben befejeződött: a Maros Lippa és torkolat közötti szakaszán összesen 33 átmetszéssel a korábban 260 km hosszú szakaszt 172 km-re rövidítették le (*Laczay* 1975). Azonban így a megduplázódott esés a nagy mennyiségű hordalékkal párosulva a meder – nem várt – átalakulását okozta: a nagy energiájú folyó elmosta a partokat, kiszélesítette a medret, a sekély mederben pedig nagyszámú sziget és zátony képződött (*Gillyén* 1912). Ez korlátozta a hajózhatóságot, ezért aztán szükségessé vált a kisvízi szabályozás, azaz sarkantyúkkal a meder szűkítése. A meder kisvízi rendezését 1865-ben először a Konop és Arad közötti szakaszon kezdték meg (*Bogdánfy* 1906, *Török* 1977). Ezek a sikeres munkálatok

és az alsóbb szakaszon tapasztalt hajózási nehézségek arra ösztönözték az érdekelteket, hogy megkezdjék az alsóbb szakaszok szabályozását is sarkantyúk és terelő művek beépítésével (Bogdánfy 1906). De ekkor jött a határmegvonás, amelynek eredményeként a határszakaszon (Nagylak és Makó között) már nem lehetett a szabályozást folytatni, ugyanakkor az 1950–60-as években a Makó alatti szakasz futását és szélességét tovább szabályozták (Török 1977). Ennek eredményeképpen a határszakasz és a hazai szakasz morfológiailag különbözővé vált.

Célunk annak meghatározása, hogy (1) vajon befolyásolja-e a Maros mederformálódását az, hogy a határszakaszon 100 éve nem történt közvetlen mederrendezés; illetve (2) a hullámtér területhasználata vajon különbözik-e az utódállamokban, és ennek milyen hatása van az árvizek levonulására.



1. ábra. A) A Marost Nagylak és a tiszai torkolat között vizsgáltuk.
 B) A Marost csaknem kiegyenesítették a 19. sz. szabályozások során.
 C) A kiegyenesített apátfalvi szakasz elzátanyosodott

2. Mintaterület

A Maros a Tisza legnagyobb mellékfolyója (hossz: 749 km, vízgyűjtőterület: 30 ezer km²), de hazánk területére csupán 28,3 km-nyi hossza esik teljes szélességében, míg további 22,7 km (Nagylaktól Makóig) a magyar–román határt alkotja (Sipos 2006). Ezen a szakaszon átlagos esése 27 cm/km, míg középvízkor átlagos sebessége 0,6 m/s. Heves vízjárású folyó, vízhozama Makónál árvízkor 1600 m³/s, közepes vízállásnál 161 m³/s, míg kisvízkor csupán 21 m³/s (Sipos 2006). A Maros

jelentős mennyiségű durva fenékhordalékot (28 ezer t/év) és lebegtetett hordalékot (8,3 millió t/év) is szállít (*Bogárdi 1971*), ami, ha figyelembe vesszük a folyó nagy esését előrevetíti, hogy gyors mederátrendeződéssel számolhatunk.

A Maros futásvonala a hordalékkúpon még a holocénben is gyakran változott (*Kiss et al. 2014*), így folyásirányát végső soron a szabályozások stabilizálták (*Laczay 1975*). A szabályozások előtti bonyolult, lefűződő meanderekkel, erekkel, zátonyokkal és szigetekkel tagolt vízrendszer jellemezte, árvizei lecsapoló medrek (fokok) mentén hatalmas távoli területeket öntöttek el. Az átfogó szabályozási munkák keretében a Nagylak és Szeged közötti 86 km hosszú szakasz 50 km-re rövidült 13 átvágás révén (*Mike 1991*).

A magyar–román határszakasz Nagylak felé eső felső szakaszán (40,5-51 fkm) nem voltak átvágások, így ez 4 nagyméretű, max. 150 m széles kanyarból áll (*1A ábra*). Az alatta elhelyezkedő, még mindig határszakaszon (28,3-40,5 fkm) az átvágások révén a medret csaknem kiegyenesítették, majd medre kiszélesedett (max. 300-350 m), amelyben zátonyok és szigetek alakultak ki. A Makó alatti, teljes mértékben hazai szakaszt (0-28,3 fkm) főként mesterségesen kialakított egyenes szakaszok és álkanyarok jellemzik (*Sipos 2006*).

3. Módszerek

A Maros Nagylak és a torkolat közötti szakaszán a *mederfejlődés* vizsgálatához az elmúlt 170 évben készített vízrajzi és katonai térképeket (1829, 1865, 1925, 1970, 1973 és 1982), valamint légifotókat (1953, 1964, 1981, 1991 és 2007) használtuk fel. Ezek méretaránya és a geokorrekciónak a sikeressége igen eltérő, de egymást jól kiegészítik és a folyamatok irányát jelzik. Rajtuk a mederszélességét a középvonal mentén kb. 100 méterenként határoztuk meg, mindig ugyanazon keresztzelvények mentén ArcGIS 10.1 program segítségével.

A *hullámtér területhasználatának* vizsgálatához és a hullámtér vízvezető-képességének modellezéséhez egy 10 km hosszú mintaterületet (*1A ábra*) választottunk Deszknél (1,9-10,9 fkm). A román oldalon nem végeztünk vizsgálatot, mert a térképi adatbázis hiányos és ott a modellezést sem tudtuk volna elvégezni hidrológiai adatok hiányában. A deszki mintaterület felszínborítás változásának a vizsgálatához katonai térképeket (1784, 1864–65, 1881–84), topográfiai térképet (1979–85) és GoogleEarth műholdfelvételt (2017) használtunk ArcGIS 10.1 szoftverkörnyezetben. Az egyes időszakokra kiszámítottuk a hullámtér növényzeti érdességét is az általunk korábban leírt (*Nagy et al. 2018, Kiss et al. 2019*) módszert alkalmazva.

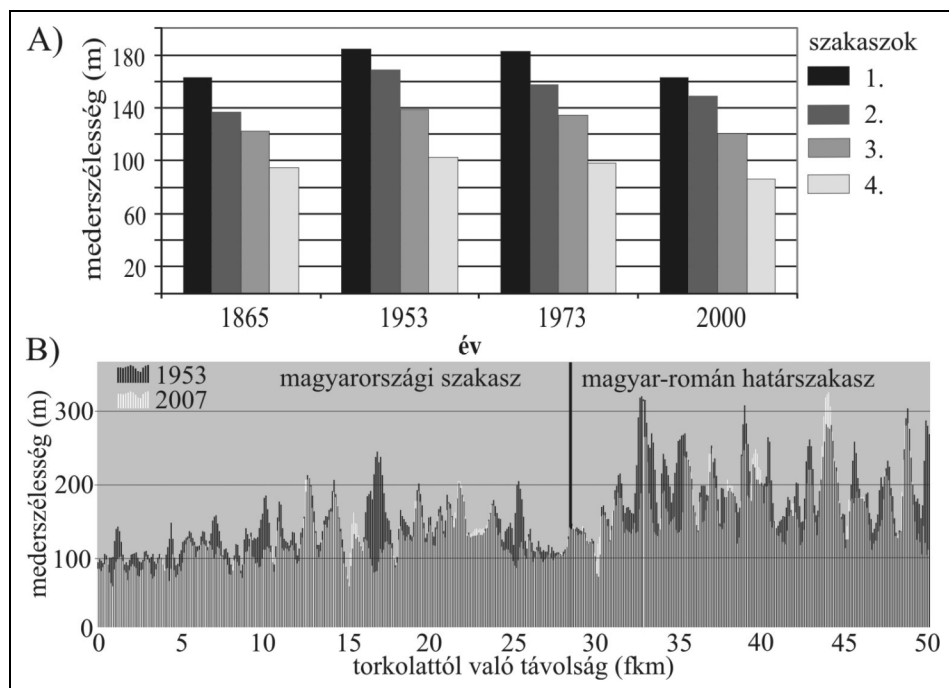
A *HEC-RAS modellezés* célja az volt, hogy kimutassuk, hogyan változik a hullámtér vízvezető-képessége, ha különbözik a hullámtér felszínborítása. A 2006-os (03.22 – 05.15) árhullámot modelleztük (ennek részletei: *Kiss et al. 2019*) a deszki, 10 km hosszú szakaszon. A modellben az első futtatás során (scenario1) a jelenlegi növényzeti sűrűség értékeket használtuk fel. A második futtatás során (scenario2)

azt feltételeztük, hogy a mintaterületek felszínborítása az 19. század végihez hasonló, azaz *hosszú fűű gyepek, megművelt területek, elszórt bokrok, kitisztított aljnövényzetű ritka ártéri erdő* található, de a modellezett szakasz felett és alatt megmaradt az eredeti növényzet. A hullámtér vegetációjának a hatását az árhumlámra kilométerenként vizsgáltuk meg.

4. Eredmények

4.1. A Maros szélességviszonyainak változása

A 19. századi mederrendezést követően kiszélesedett a meder (2A ábra), hiszen a kanyarulatátvágások hatására megnövekedett és fokozott parteróziót eredményezett. A legmarkánsabb változások a nagyobb esésű és lazább mederanyagú határszakaszokon mentek végbe. Ugyanakkor a 20. században a szélesedést követően megindult a meder szűkülése. Ez a Makó alatti (3-4) szakaszokon egyértelműen a szabályozási munkálatok folytatásának, a kőrákatok és sarkantyúk építésének köszönhető. Ugyanakkor a (1-2) határszakasz is szűkülni kezdett (feltehetőleg a vízgyűjtőn történő vízvisszatartás és kavicskitermelés miatt; Kiss *et al.* 2017), melynek eredményeként a Nagylak környéki szakaszon visszaállt a szabályozások előtti állapotnak megfelelő átlagszélesség.



2. ábra. A) A Maros átlagos mederszélességének alakulása hosszútávon (a szakaszok helyzetét az 1A ábra mutatja). B) A mederszélesség változásai 1953 és 2007 között

Az általános mederszűkülés ellenére a kiegyenesített határszakaszon (Apátfalva környéke) továbbra is határozottan szélesebb a folyó, mint amilyen volt a 19. sz. közepén. A Makó alatti kisvízi szabályozott és a Makó feletti szabályozatlan határszakasz átlagos szélesség értékei között jelentős, 40% körüli eltérés alakult ki a 20. század második felében. Ugyanakkor a határszakaszon jelentősebb mértékű a meder szőkülése, mint a szabályozott szakaszon. Ha a széles (medertágulati) szakaszokat különválasztjuk, akkor az is látszik, hogy a szűkülés ezek esetében volt a legmarkánsabb, értéke a felső szakaszon majd 40 m. Ez a folyamat akár a medertágulatok lassú felszámolódását is maga után vonhatja. A mederszélesség csökkenése nagyrészt az 1990-es évek óta jellemző kisvízes időszakokban következett be. Ekkor ugyanis a tágabb szakaszokon és a kanyarulatokban kialakuló oldal- és övzátonyokat a növényzet megkötötte, így a meder 40-50 méterrel szűkült. Bár az ellentétes oldalon fellépő partrombolás valamelyest ellensúlyozta a szűkülést, de ennek mértéke a légifotók alapján 1981 és 2007 között mindössze 7-8 m volt.

4.2. Szigetek és zátonyok alakulása

A szabályozások előtt szigetek bőségesen megtalálhatóak voltak folyóinkon, azonban a szabályozások során nagyrészt eltűntek. A Marost a szabályozások előtt (1829) mellékágakkal határolt u.n. ártéri szigetek és a meder közepén kialakult szigetek tagolták, főleg a Makó feletti szakaszon. Bár számuk viszonylag kevés volt (12), összes területük elérte az 334 ha-t (*1. táblázat*). Az 1840-es években megkezdődő szabályozások hatására látványos változások következtek be az II. katonai felmérésig (1865): az ártéri szigetek száma és területe megduplázódott a mesterséges átvágásoknak köszönhetően, ugyanakkor a mederközepi szigetek száma és területe jelentősen visszaesett a frissen ásott új mederben. A III. katonai felmérés 1924–1925-ös felújításának idejére a Maros magyarországi szakaszán a mesterséges módon létrejött ártéri szigetek nagy része a holtágak gyors feltöltődése miatt az ártérhez kapcsolódott. Ugyanakkor számos új mederközepi sziget jelent meg. Ekkor már a Makó és Nagylak közötti szakasz határfolyóvá vált, így ott semminemű beavatkozás nem zavarhatta a zátonyok átalakulását szigetekké. Ezt jelzi is, hogy itt már négyszer több sziget (12 db) tízszer nagyobb összterülettel (19,7 ha) alakult ki, mint az alsó szakaszon. A 20. század későbbi évtizedeiben az elkezdődött folyamatok tovább folytatódtak. Az 1953-as légifotó készítésének idején már egyetlen ártéri sziget sem létezett, ugyanakkor a mederközepi szigetek számbeli és területi gyarapodása tovább folytatódott. A beazonosított igen sok apró sziget és a nagy kiterjedésű csupasz zátonyfelszín közül több is a később kialakuló szigetek magját képezte. Különösen sok sziget jött létre a bolygatatlan határszakaszon, ahol lassan lefelé és partok mellé sodródnak, illetve ha egymás mellé vagy a part mellé kerülnek, és akkor egybeolvadnak. A folyamatos területnövekedés mellett az 1970-es évekre kialakult formarendszer él tovább napjainkig.

1. táblázat: A Maroson kialakult mederközepi és ártéri szigetek számának és területének alakulása a hazai és a határszakaszon

Időpont	Mederközepi szigetek				Ártéri szigetek (határszakasz)	
	Hazai szakasz		Határszakasz		Szám	Terület (ha)
	Szám	Terület (ha)	Szám	Terület (ha)		
1829	1	8,4	7	31,1	4	294,4
1865	3	7,7	2	1,6	7	606,8
1925	3	1,9	12	19,7	1	24,4
1953	4	1,3	14	11,5	–	–
1964	6	2,3	n.a.	n.a.	–	–
1970	n.a.	n.a.	22	21,1	–	–
1973	5	1,9	23	22,4	–	–
1981	4	1,6	26	24,8	–	–
1982	4	2,7	25	25,5	–	–
1991	5	2,2	22	25,4	–	–
2007	4	2,2	21	26,6	–	–

A zátonyok kiváló indikátorai a mederfejlődésnek és a hordalék-háztartásnak. A 2000-es légifotó kisvízkor készült, így azonosíthatók voltak rajta a zátonyfelszínnek. A rövidebb (22,7 km) határszakaszon a zátonyok 2/3-a fordult elő, és számottevően nagyobb volt a területük is (17 ha), mint a hazai a hosszabb hazai szakaszon (28,3 km), ahol a zátonyoknak csupán harmada fordult elő 9,4 ha kiterjedésben.

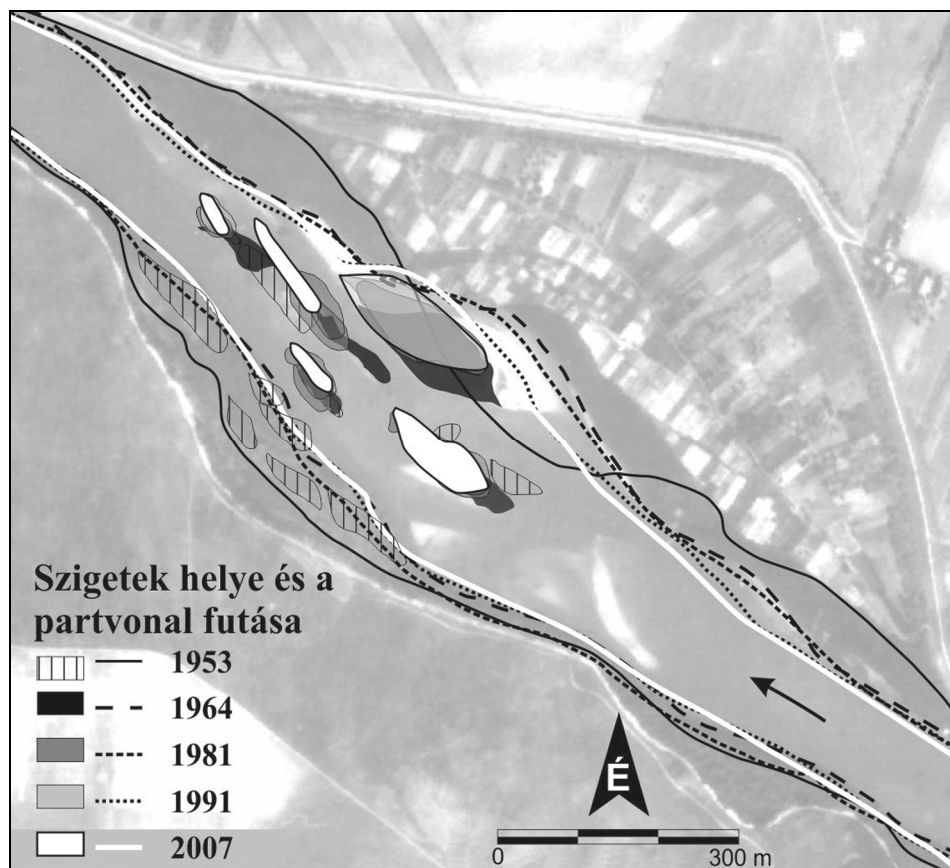
4.3. A medertágulatok fejlődése

A Maroson jellegzetesek a kitáguló mederszakaszok (ún. medertágulatok, *2B ábra*), amelyekben jóval gyakrabban jelennek meg zátonyok és szigetek, mint az egyenes szakaszokon. A medertágulatok fejlődésében jól azonosítható, visszatérő állapotok figyelhetők meg (*3. ábra*):

- 1) Az éledő medertágulat vízfelszínének a szélessége a legnagyobb, intenzív középzátony képződés jellemzi, amely szigetmagok kialakulásához vezet.
- 2) Az érett típusú medertágulat sodorvonalát szigetek tagolják, közöttük zátonyok torlódnak fel, és a meder vízfelszínének szélessége csökkenni kezd.
- 3) Az öregedő medertágulat szigetei a partba olvadnak, a sodorvonal megszűnttá válik, és a vízfelszín szélessége a minimumhoz közelít.

A szabályozatlan szakaszon bár a tágulatok száma (14-15 db) alig változott az 1953-as légifelvétel óta, de dinamikusan fejlődtek, hiszen az elmúlt 70 év alatt 4 tágulat szűnt meg, míg 3 új született, és a többiek esetében is jelentős változások történtek. Egyes tágulatok (pl. nagylaki kanyarulatok) fejlődése lassú, az itt kialakult hatalmas szigetek nagyfokú morfológiai stabilitása miatt. Ezek az érett

tágulatok sodorvonalát mindvégig megosztották, bár az utóbbi évtizedekben megfigyelhető a szigetek part felé tolódása, ami a mellékáguk jövőbeni eltömődésére és a medertágulat előregedésére, azaz felszámolására utal. Más határszakaszon lévő medertágulatokban dinamikusabb változások következtek be: az itt lévő szigetek jóval kisebbek voltak és több esetben is előfordult összeolvadásuk. A legmarkánsabb változásokat az apátfalvi medertágulat mutatta (3. ábra), ugyanis szigetei az 1950-es évek végén a partba olvadtak (öregedő tágulat), de aztán a zátonyokból apró szigetek jöttek létre (éledő állapot), majd hamarosan érett állapotot ért el a medertágulat a szigetek összeolvadásával. A határszakaszon több tágulata esetében is megfigyelhető a teljes ciklus lejátszódása 50-60 év alatt, bár vannak olyan tágulatok is, ahol csupán a szigetfelület gyarapodott vagy a szigetek egymásba olvadtak. A határszakaszon a szigetek áthelyeződése csaknem folyamatos, hiszen 0,2-2,3 m/év ütemmel tolnak lefelé a folyón.



3. ábra. A határszakaszon lévő apátfalvi medertágulat fejlődése a 20. sz. második felében

A határszakasszal ellentétben az alsó, hazai szakaszon az 1953-as kiinduló állapothoz képest a tágulatok száma felére csökkent (napjainkban 4 tágulat maradt fent), elsősorban az itt elhelyezett szabályozási műtárgyaknak, sarkantyúknak, illetve kőrakatoknak köszönhetően.

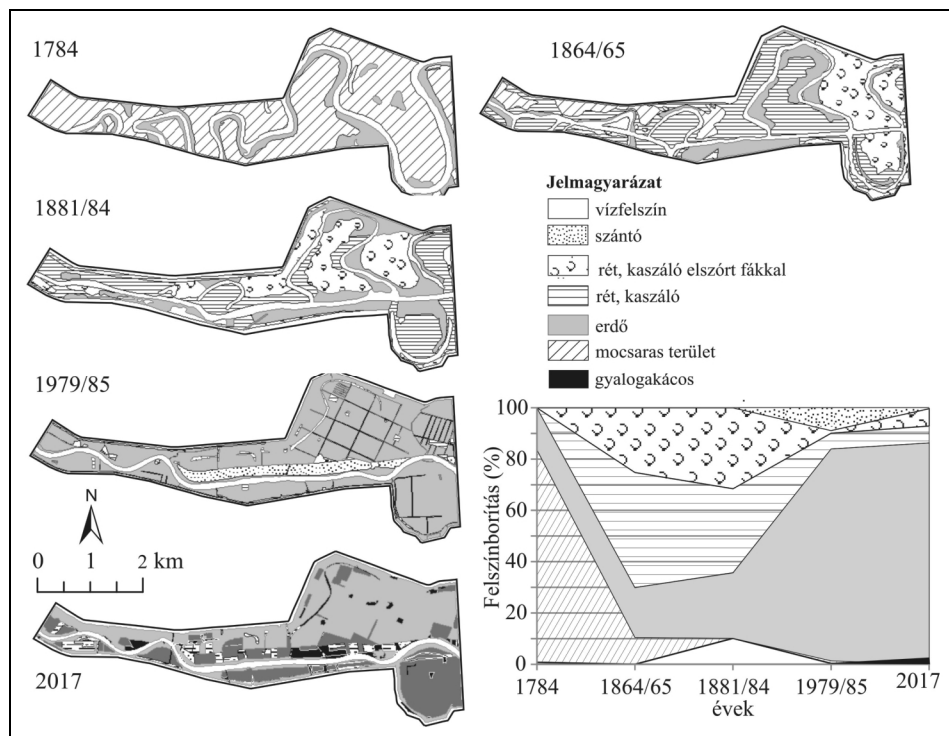
A medertágulatok fejlődési típusai jellegzetes időbeli mintázatot mutatnak. Az első légifelvétel (1953) éledő tágulatból volt a legtöbb mindkét szakaszon. Ezzel szemben 1973-ban már az érett tágulatok voltak túlsúlyban, a határszakaszon ezek adták a tágulatok kétharmadát. Ugyanakkor az 1980-as évek óta jelentősen növekedett az öregedő fázisban lévő medertágulatok száma, bár a határszakaszon újabb éledő tágulatok jelentek meg. Feltűnő, hogy az utóbbi évtizedekben a viszonylag lassan változó alsó szakaszon elhelyezkedő medertágulatok legtöbbször öregedő stádiumba lépett, ami a mellékágak folyamatos eltömődését tükrözi, ez pedig a meder szűkülését, a partfal fokozott erózióját, és végeredményben a kanyargósabb meder kialakulását vonhatja maga után.

4.4. Hosszútávú felszínborítás vizsgálata

A hullámtér területhasználatának változásait, és hatását az árvizek alakulására a hazai szakaszon, Deszknél elemeztük (4. ábra). Az első, 1784. évi felmérésen a mintaterület legnagyobb része állandóan vagy időszakosan vízborítás alatt állt (81%), bár a meder mentén néhány kisebb erdőfolt (18%) is előfordult. Az 1864–65-ös felmérés idején már befejeződött az árvízvédelmi töltésrendszer kiépítése, de még javában folytak a mederrendezési munkák: a kanyarulatokat átvágták és megindult a holtágak gyors feltöltődése. Így megjelent a „hullámtér”, mint új táj- és vízgazdálkodási egység. A meder bevágódása és szélesedése miatt rövidültek az árhullámok, így a mocsaras területek eltűntek és csak a torkolat környékén maradtak fenn (8,6%), helyüket rétek és legelők (44,4%) illetve fás rétek vették át (27,6%). A következő felmérés idejére (1881–1884) teljesen eltűntek a mocsaras területek, elterjedtebbé váltak az erdők (26%), amelyek között legelők (36%), valamint a beerdősülésnek induló rétek és legelők (30%) helyezkedtek el. (Ilyen állapotokat lehet ma látni a Maros romániai hullámterein, ahol a települések közeli területeket intenzíven legeltetik, és összefüggő erdők csak elvétve, pl. Pécska környékén fordulnak elő.) Az 1960-as években intenzív erdőtelepítés zajlott és a parcellák kezelése központi kézbe került (Oroszi 2009), így a 20. század vége felé (1979–85) a hullámtér csaknem egészét már (ültetett) erdő borította (82%), így a rétek és legelők aránya erőteljesen lecsökkent (7%). A 2017. évi állapotok azt mutatják, hogy a hullámtér nagy részét továbbra is erdők borítják (86%), míg a gyepek aránya alacsony (6%).

A hullámtér felszínborításának változásai a növényzeti érdesség növekedését eredményezték. A 18. sz. végétől a 19. sz. végéig az érdesség 0,03-ról 0,05-re nőtt (és Romániában jelenleg is ezen érték körüli), azonban a 20. század során a növényzeti érdesség csaknem megduplázódott (0,09). Ráadásul napjainkban egyre elterjedtebbé válnak az erdőkben az özönfajok, közöttük a sűrű bozótosokat

alkotó gyalogakác. Így napjainkban vannak kizárólag gyalogakáccal borított területek is (arányuk 7%; Kiss *et al.* 2019), így összességében a Maros hullámterén a növényzeti érdekesség tovább nőtt (0,13).

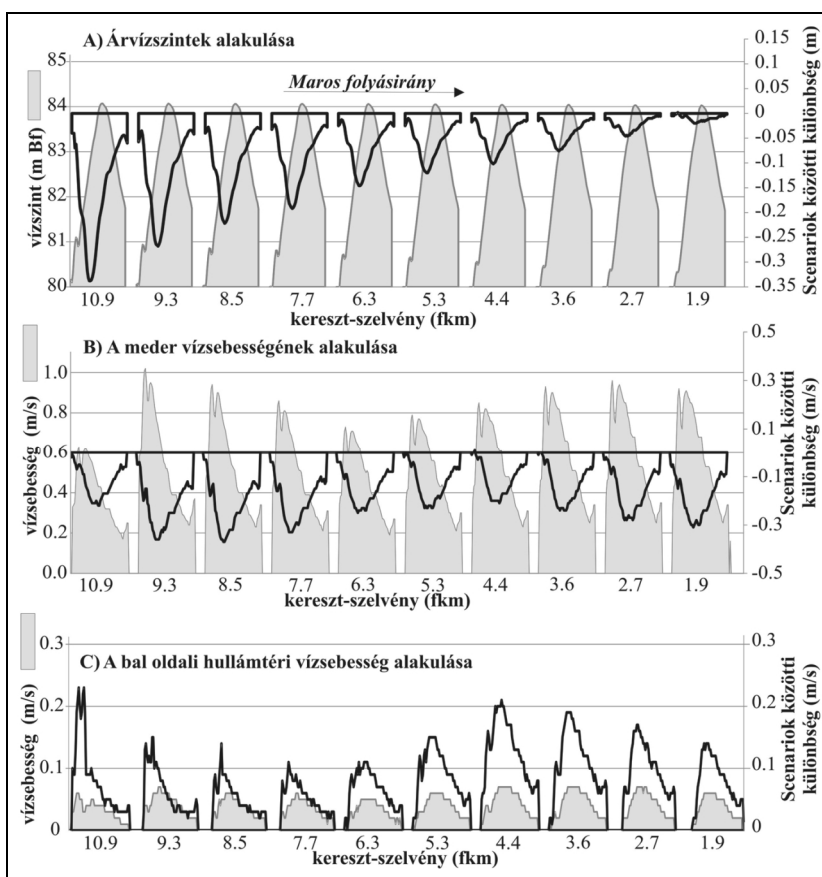


4. ábra. A Maros deszki hullámterén a felszínborítás hosszútávú változásai

4.5. Árvízi modellezés

Modelleztük, hogy hogyan változna az árvíz lefutása, ha a hullámterén a 19. század végi felszínborítás lenne az uralkodó (scenario 2), azaz egy 10 km-es szakaszon olyan állapotok lennének, mint a Maros felsőbb romániai szakaszán (gyepek, elszórt bokrok és ritka ártéri erdő). A Maroson a jelenlegi felszínborítással modellezett 2006. évi árhullám (scenario 1) rekord magasságú volt a tiszai és dunai visszaduzzasztás miatt. Az árhullám során a hullámteret 4-4,5 m-es víz borította 60 napon keresztül. A kezdő szelvényben (10,9 fkm) az 19. század végi területhasználatot közeleltető scenario2 33 cm-rel alacsonyabb vízállást eredményezett (5A ábra), mint a jelenlegi állapotot tükröző scenario1, majd a mintaterület felénél (6,3 fkm) a különbség 15 cm-re csökkent, míg a mintaterület alvízi végén lévő zárószelvényben (1,9 fkm) csupán 2 cm-rel volt alacsonyabb a kisebb érdekességű ártéren lefutó árvíz magassága. A két scenario között a legnagyobb különbség nem tetőzésekor volt (10,9 fkm: 13 cm), hanem az árhullám áradó ágában (33 cm).

A vízsebesség változások vizsgálata sokat elárul a meder és a hullámtér vízvezető képességéről. A Maroson a mederben az átlagos vízsebesség 0,2-1,0 m/s, a legnagyobb vízsebesség az árvizek áradó ágában jellemző. A két scenario összehasonlítása azt mutatja, hogy kisebb a vízsebesség a főmederben a scenario2 esetében, azaz ha legelők és erdőfoltok vannak a hullámtéren (5B ábra). A legnagyobb átlagsebesség különbség (0,3 m/s) tetőzés előtt következik be. Térbeli tendencia nem olyan egyértelmű, hiszen a főmeder vízsebességét a meder tulajdonságai (pl. mélység, szélesség, sugár, partbiztosítás) is befolyásolják. A jelenlegi sűrű növényzetű hullámtéren a vízáramlás sebessége 0,04-0,05 m/s alatti (5C ábra), míg ha gyérebb a növényzet (scenario2) az átlagos hullámtéri vízsebesség három-négy-szeresére nő (0,12-0,16 m/s).



5. ábra. A Maros deszki szakaszán az árhullámok levonulása változna, ha a felszínborítás a kisebb növényzeti érdességű kategóriák felé tolná. Az egyes kereszt-szelvényeknél a diagramok az árvíz napjai alatt az adott paraméter alakulását mutatják

5. Összegzés

A fiatal határok egyedülálló lehetőséget nyújtanak különböző dinamikájú folyókon a modern határmegvonások hatásainak tanulmányozására. A Maros esetében megállapítható, hogy a trianoni határ ténylegesen befolyásolta a mederben és az ártéren zajló folyóvízi folyamatokat.

A Maroson már a Trianoni Békeszerződés előtt 60-80 évvel megkezdődtek a mederszabályozási munkák a nagyobb folyók átfogó meder- és ártérrendezési munkálatainak keretén belül. Mint láttuk, a mérnöki beavatkozások következtében a Maros jelentősen kiszélesedett, benne szigetek és zátonyok jelentek meg. Az egykori mocsarakat pedig a hullámtéren felváltották a rétek és legelők, amelyeket bokrok és fák tagoltak.

A 20. század elején következett volna a szabályozás következő lépése, a kisvízi mederrendezés, azaz pl. a partbiztosítások és sarkantyúk építése. Azonban a világháborút lezáró Trianoni Békeszerződés kifejezetten kitért arra, hogy a folyók határszakaszain lehetőség szerint kerülni kell a vízügyi beavatkozásokat. Így a Magyarország határain futó folyószakaszok, közöttük a Maros Nagylak és Makó közötti szakasza bolygatás-mentesen fejlődhetett az utóbbi 100 évben, míg a teljes egészében hazánk területén lévő szakaszon folytatódtak a munkálatok. Így a határszakasz azt mutatja meg, hogy milyen irányban fejlődne 19. századi beavatkozások után, de további zavaró hatások nélkül a folyó, miközben a hazai szakasz pedig azt mutatja meg, hogy milyen irányba fejlődött a meder folyamatos szabályozás mellett. A Maroson a bolygatatlan határszakaszt továbbra is változó helyzetű zátonyok és szigetek jellemzik, amelyek főleg a túlszélesedett szakaszokon jelennek meg. Ezzel szemben a hazai szakaszon a kisvízi szabályozás eredményeként a számuk lecsökkent, a meder egységes szélességűvé vált. Mindkét szakaszon jellemző a mederszűkülés, ami feltehetőleg a vízgyűjtőn való vízvisszatartással és Arad felett a mederből való kavicskitermeléssel hozható összefüggésbe (Urdea et al. 2012, Kiss et al. 2017), ennek ellenére a határszakasz napjainkban is jóval szélesebb és formagazdagabb. Tehát ha arra keressük a választ, hogy vajon a Maros esetében befolyásolta-e a mederfejlődést a román–magyar határ, egyértelműen igennel kell válaszolnunk. Az alsó, hazai szakasz mutatja azt, hogy hogyan nézne ki a Maros síksági szakasza, ha a sarkantyúk építése hosszabb szakaszon megvalósul: a meder formailag elszegényedett volna, de talán hajózhatósága fenntartható lett volna. Napjainkban bár a határszakasz nagyszerű vízitúra útvonal, de motorcsónakkal sem lehet közlekedni a sekély, zátonyos szakaszok miatt.

A hazai szakaszon jelentősen változott a területhasználat is a Trianon előtti állapotokhoz képest. A hullámtér beerdősült és elterjedtek benne az özönfajok. Ezzel szemben a romániai oldal területhasználat a hagyományos maradt, ma is legeltetik a fálvakhöz közeli ártereket, míg a távolabbi területeken gyér erdők fordulnak elő. A területhasználat ezen különbségei pedig azt eredményezik, hogy az árvíz a beerdősült és elvadult magyar ártereken magasabb vízszinttel és kisebb hullámtéri vízsebességgel vonul le.

Folyóinkon a bolygatatlan határszakaszok és a szomszédos országok kezelésében lévő felvízi szakaszok fejlődését össze kellene vetni a teljes mértékben hazai kezelésben lévő szakaszok morfológiai és hidrológiai sajátosságaival, így átfogóbban értékelhetővé válna a modern vízszabályozás hazai gyakorlata. Véleményünk szerint a határszakaszok fejlődését figyelembe véve át kellene gondolni a jövőbeli hazai mederszabályozási terveket. A szomszédos államok hazai gyakorlattól gyakran eltérő meder- és ártérkezelési elveket követnek, így a meder tulajdonságai, az árterek kezelése és növényzete különbözik a hazánk és az utódállamok területén. Azt gondoljuk, hogy ezen elvek ismeretében, a folyóvízi folyamatok összehasonlításával a magyar vízgazdálkodás is hasznos információkhoz jutna, amelyeket fel tudna használni a fenntartható vízgazdálkodás megtervezésekor, illetve az árvízi kockázat mérsékléséhez.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az OTKA 119193 pályázata támogatta.

Irodalom

- BOGÁRDI J. (1971): Vízfolyások hordalékszállítása. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- BOGDÁNFY Ö. (1906): A természetes vízfolyások hidraulikája. Franklin Társulat, Budapest.
- GILLYÉN J. (1912): A Maros-szabályozás mai állása. *Vízügyi Közlemények*, 63–64.
- KISS T. – SÜMEGHY B. – SIPOS GY. (2014): Late Quaternary paleodrainage reconstruction of the Maros River alluvial fan. *Geomorphology* 204, 49–60.
- KISS T. – NAGY J. – FEHÉRVÁRY I. – VASZKÓ CS. (2019): (Mis) management of floodplain vegetation: The effect of invasivespecies on vegetation roughness and flood levels. *Science of the Total Environment* 686, 931–945.
- KISS T. – NAGY Z. – BALOGH M. (2017): Floodplain level development induced by human activity: case study in the Lower Maros/Mures river, Romania and Hungary. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 12/1, 83–93.
- KVASSAY J. – HIERONYMI K. (1888–89): A csekély esésű folyók természete. A sekélyesésű folyók szabályozásának alapelvei különös tekintettel a Tisza völgyére. In: *Kivonatok Hieronymi Károlynak és a jelen mű szerzőjének az 1888. évben megjelent emlékirataiból*. Budapest.
- LACZAY I. (1975): A Maros szabályozása. In: *A Maros Vízrajzi Atlasza*, VITUKI, Budapest; 20–21.
- LÁSZLÓFFY W. (1982): A Tisza. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- MIKE K. (1991): Magyarország ösvízrajza és felszíni vizeinek története. Aqua Kiadó, Budapest.
- NAGY J. – KISS T. – FEHÉRVÁRY I. – VASZKÓ CS. (2018): Changes in floodplain vegetation density and the impact of invasive *Amorpha fruticosa* on flood conveyance. *Journal of Environmental Geography* 11/3–4, 3–12.
- OROSZI V. (2009): Hullámtér-fejlődés vizsgálata a Maros magyarországi szakaszán. PhD értekezés, SZTE-FDI, Szeged, 135.
- SIPOS GY. (2006): A meder dinamikájának vizsgálata a Maros magyarországi szakaszán. PhD értekezés, SZTE-FDI, Szeged, 145.

- TÖRÖK I. (szerk.) (1977): A Maros folyó 0-51,33 fkm közötti szakaszának szabályozási terve. ATIVIZIG, Szeged.
- URDEA P. – SIPOS GY. – KISS T. – ONACA A. (2012): A Maros. In: Sipos Gy. (szerk.): A Maros folyó múltja, jelene, jövője. SZTE TFGT, Szeged, 9–33.
- VÁGÁS I. (2007): Második honfoglalásunk: a Tisza-völgy szabályozása. Hidrológiai Köz-
löny, 87/3, 30–38.
- VÁSÁRHELYI P. (1845): A Tisza folyó általános szabályozása. Hidrológiai Köz-
löny 1995. 75/6, 323–335.