

A tiszai hullámtér feltöltődésének vizsgálata DDM segítségével

Gábris Gyula – Telbisz Tamás – Nagy Balázs

A hullámtér feltöltődésre vonatkozó kutatások

A szabályozások után többen végeztek kutatásokat a Tisza medrének horizontális és vertikális irányú változásainak meghatározása céljából (I. Nagy et al 2001). Jelen tanulmányban azonban csupán a hullámtérre vonatkozó folyamatokra koncentrálva megállapítható, hogy annak átalakulásáról sokkal hiányosabbak az ismereteink. A számításokat nélkülöző kezdeti vélemény szerint a hullámtér feltöltődhet (Cholnoky 1934), de ennek árvízszint emelő hatása – a nyilvántartási szelvények összehasonlítása alapján – elhanyagolható (Károlyi 1960). A feltöltődés mértékéről viszonylag kevés konkrét mérésen alapuló adatunk van, jöllehet az utóbbi néhány évben az ezirányú kutatások igen intenzívekké váltak.

Elsőként az 1970-es szamosi árvíz után végzett kutatások eredményeit említhetjük (Borsy 1972), melynek főbb megállapításai a következők:

- a legvastagabb üledék (20–80 cm) a folyó közvetlen közelében rakódott le,
- a medertől távolodva az üledék vastagsága rohamosan csökkent, a gátak mellett csak milliméteres, vagy még vékonyabb réteg rakódott le,
- az üledék szemcsemérete a meder szomszédságában a legdurvább (homokfrakció) és attól távolodva gyorsan agyaggá finomodott,
- a hullámtéren levő akadályok mögött – ahol szintén hirtelen sebességcsökkenés léphet fel – további felhalmozódások jöttek létre.

A fenti következtetésekre Borsy egyetlen áradást követő helyszíni mérések és laboratóriumi vizsgálatok tapasztalati alapján jutott, és megállapította, hogy a Szatmári-síkságon a holocén folyamán ilyen módon alakulhattak ki a környezetük fölé több méterrel magasodó folyóhátak.

A következő vizsgálatokat csaknem 30 évvel később a Mindszent környéki Tisza szakaszon folytatták a Szegedi Tudományegyetem kutatói, akik két alkalommal végeztek méréseket három árvíz – az 1998 őszén, majd 1999 tavaszán levonult (Kiss és Fejes 2000), ill. a 2000. áprilisi (Fiala 2000) – után a hullámtéri lerakódások meghatározása céljából. Összesített eredményeik (Kiss et al. 2002) sok vonatkozásban egybevágóak Borsy megállapításaival:

- a folyótól mért távolság növekedésével a lerakódás mértéke csökken, a folyó melletti sávban a felhalmozódás vastagsága nagyságrendekkel meghaladja a legtávolabbi pontokon mértet;
- az árvíz során először homokos üledék, majd vékonyabb iszapos-agyagos réteg rakódott le;
- az egyetlen árvíz során lerakódott üledék maximális vastagsága meghaladta az 50 cm-t;
- az első két árvíz során átlagosan mintegy 10 mm vastag üledék rakódott le;
- az ányási kanyarulat szelvényében 2000-ben a hullámtéri átlag 20,5 mm volt;
- a 2000. évi tavaszi nagyárvíz feltöltése miatt az átfolyási szelvény területe 0,19 %-kal csökkent.

További szakirodalmi adatok a Körösre és a Tisza alsó szakaszára, a szabályozások óta eltelt időszakra vonatkoznak. Egy Békésszentandrás melletti pontszerű adat szerint az ármentesítést követő időszak egészére 120–160 cm-es feliszapolódás adódott (Schweitzer 2001, Babák 2006). A Tisza középső szakaszán közvetett módon is bizonyították a hullámtéri üledékképződést. Szolnoknál ugyanis a $Q=f(H)$ hurokgörbék áradó és apadó ágai között 1895 és 2000 között észlelt egyre nagyobb különbséget „döntően a hullámtér vízvezető képességének jelentős csökkenésével” (Nagy et al. 2001), vagyis a feltöltődéssel magyarázták. Ugyanitt a balparti hullámtéren belül egy „övezet” (tulajdonképpen parti hát) átvágásának szelvényéből a nagy árvizenkénti lerakódásból származó magasság-növekedést 10–45 cm-re becsülték. A vezsenyi szelvényben pedig 40–75 cm-nek adódott a hullámtéri felhalmozódás maximális értéke (Balogh et al. 2005). A Mártélyi-öblötben végzett kutatások szintén pontszerűek voltak (Kiss et al. 2004), amelyekből a mintahelyek évi feltöltődési rátáját sikerült meghatározni (0,79 ill. 0,29 cm/év). Érdekességnek számít egy mesterségesen levágott túlfejlett meander feltöltődésének tanulmányozása (Oroszi és Kiss 2004), melynek során az eddig alkalmazott sokrétű kutatómódszerek közé a pollenanalízis felhasználása is felsorakozott. A feltöltődés mennyiségének mérése mellett érdekes kísérletnek számít a lerakódott anyagok minőségének vizsgálata. A lerakódások szemcseméret szerinti elkülönülése és a kiülepedő (nehéz)fémek koncentrációjának területi változása esetében a hazai kutatások (Kiss és Sipos 2002, Szalai et al. 2005) eredményei ellentmondásosak.

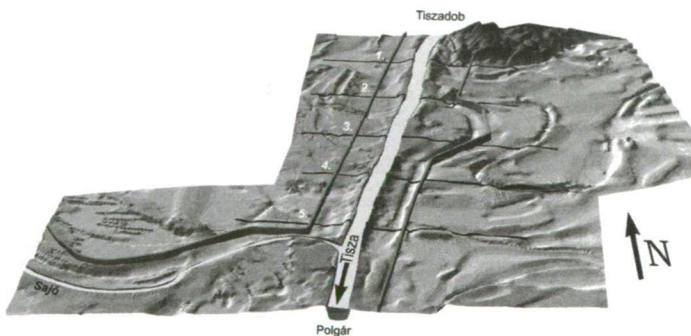
Megállapítható, hogy gyakorlatilag valamennyi vizsgálat egy ponton azonos következtetésre jutott: a hullámtéri feltöltődés mértéke – a folyóvízi morfológia szabályainak megfelelően – alapvetően a térszín morfológiájától függ, és a szélső értékek a mm töredéktől 40–80 cm-ig változhatnak. A mérések általában egyet-

len árvíz lerakódásaira vonatkoztak, vagy ha többre, akkor az időkeret bizonytalan volt, vagy/és csupán a hullámtér egy pontjára szorítkoztak.

A feltöltődés mértékének meghatározása DTM segítségével

Kutatásunk során a feltöltődés mértékét hosszabb Tisza szakaszon, a hullámtér teljességében kívántuk vizsgálni és a szabályozások óta eltelt időszak egészére vonatkoztatva adatszerűen meghatározni. A fenti cél elérése érdekében kezdett kutatásaink színteréül a Tisza legelső átvágásának (1846) helyét, a Tiszadob–Tiszaszederkény közötti szakaszt választottuk ki. Ennek a szakasznak vizsgálataink szempontjából az a módszertani előnye, hogy a Tisza itt teljesen új mederben folyik, a gátak közötti hullámtér a valamikori ártérnek olyan része, amely az élő folyótól igen nagy (több kilométeres) távolságban volt, így az előző vizsgálatok szerint a korábbi feltöltés itt minimális lehetett. A vizsgált szakasz geomorfológiai térképezéséből hasonló következtetést vontunk le: a mentett területek felszíni formáit (holtmedreket, övzátonyokat, stb.) a védművek megszakítják, de a másik oldalon tovább követhetők. Ebből adódóan a gátak között felmagasodó mai felszín teljes egészében a szabályozás utáni üledékképződés eredménye, és a gátakon kívüli átlagmagassághoz viszonyított eltérés az új, ásott mederből kilépő folyó üledék-felhalmozásának következménye.

Első lépésként elkészítettük a terület digitális domborzatmodelljét (1. ábra) az 1:10 000-es méretarányú topográfiai térképek szintvonalai alapján (az eredetileg differenciált fototopográfiai eljárással 1968–71 között készült térképeket 1983-ban felújították és EOTR-be átdolgozták). Módszerünkkel a szabályozás és a térkép készítése között eltelt mintegy 120 évre adódó feltöltődés mértékét kívántuk a teljes vizsgált szakaszra kiszámítani.



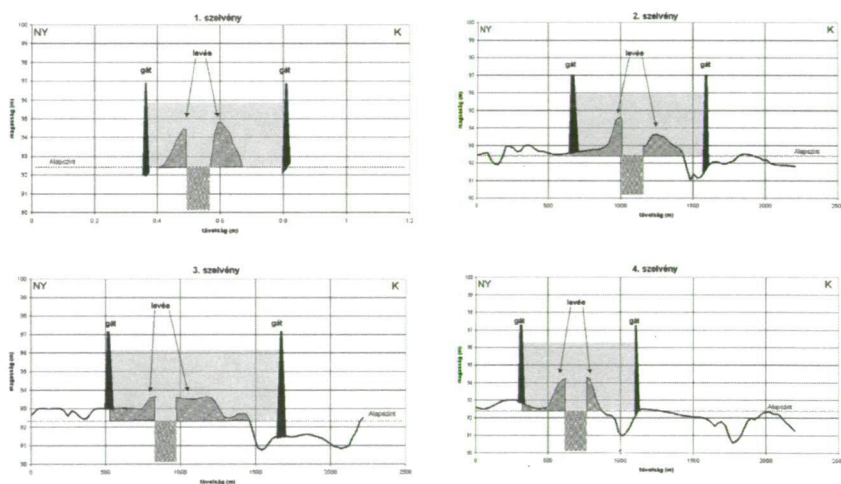
1. ábra: A vizsgált terület domborzati modellje
(a keresztmetszvények hossza 2,5 km)

Alapvetően kétféle módon határoztuk meg a gátak közötti felhalmozódást: egyrészt a folyóra merőlegesen kiválasztott szelvényekből számítható értékek segítségével, másrészt e szelvények által lehatárolt területdarabokra vonatkozó mutatókkal. Mind a szelvényeket, mind pedig a területsávokat 4 részre osztottuk fel:

1. jobb gáton túl;
2. jobb gát – jobb part között;
3. bal part – bal gát között;
4. bal gáton túl.

(Ebből a felosztásból kiderül, hogy a folyómeder változásait jelen vizsgálatból kihagytuk.)

A szelvényeket nagyjából kilométerenként vettük fel (2. ábra). Az 1. szelvény helyét a Tiszadobtól délre húzódó magasabb homokos térszín alatt úgy határoztuk meg, hogy mindkét oldalon a régi ártér legyen a gátakon kívül is, a legutolsó szelvény helyét pedig az átvágás vége, a jelenlegi Sajó-torkolat szabta meg. Így a szelvények – a Vízrajzi Atlasz Sorozat térképéről leolvasva – rendre az alábbi folyámkilométereknél metszik a Tiszát: 496,6; 495,6; 494,6; 493,6; 492,6.



2. ábra: Keresztszelvények

A szelvények alapján kiszámoltuk a gátak mentett oldalára eső felszín átlagmagasságát. Ezeket az értékeket tekintettük a szabályozás előtti átlagmagasságnak (h_{alap}) a gátak között is, és ehhez képest adtuk meg a feltöltés mértékét. A szelvények esetében a gátak és folyópartok közötti területre kiszámítottuk a jelenlegi

tényleges magasság (h_{jelen}) és ezen alapszint által meghatározott keresztmetszetet (ΔA), melyet az alábbi képlettel fejezhetünk ki:

$$(1) \quad \Delta A = \int_{x=gát}^{part} (h_{jelen} - h_{alap}) dx$$

Kiszámítottuk, hogy a felhalmozódásból származó keresztmetszet-csökkenés az átfolyási szelvényt mennyivel csökkenti. A parti háta magasságát meghaladó vízállás esetén a feltöltődés által okozott vízállás-növekedést (ΔL) egyszerűen megkaphatjuk, ha a keresztmetszet-csökkenést elosztjuk a gátak közti távolsággal ($d_{jobb\ gát, bal\ gát}$):

$$(2) \quad \Delta L = \frac{\Delta A}{d_{jobb\ gát, bal\ gát}}$$

A gátak közti hullámtéren helyenként előfordulnak az alapszint alatt húzódo térszínek is, amelyek befolyásolják az (1) képlet segítségével végzett feltöltődés kiszámítást. Ezek kisebb részben az eredeti ártér mélyedései, pl. régebbi vízfolyások medermaradványai, nagyrészt azonban a parti háta mögött az árvizek elvezetését szolgáló természetes és mesterséges csatornák, amelyek a lerakódások utólagos erózióját, a folyóba visszajutott üledék helyét jelzik. A kiszélesedő gátak között nagyon szép példáját láthatjuk a folyóhátat keresztülszelő fok képződésének is. Az ilyen képet mutató szelvényekben ezért az üledékképződés meghatározását oly módon is elvégeztük (I. táblázat), hogy csak azt a részt vettük figyelembe, ahol a jelenlegi felszín az alapszint fölé magasodik ($h_{jelen} > h_{alap}$).

$$(3) \quad A_{eredeti} = ((h_{gát} - 1) - h_{alap}) \cdot d_{jobb\ gát, bal\ gát}$$

Ha feltételezzük, hogy a gátakat a mértékadó árvízszintnél 1m-rel magasabbra építették, akkor a vízrajzi térképről leolvasott gátmagasság-értékek ($h_{gát}$) mínusz 1 m alapján meghatározható az ehhez tartozó átfolyási szelvény jelenlegi, illetve az alapszintet felhasználva, eredeti keresztmetszete is (I. táblázat).

1. táblázat: A hullámtér feltöltődésének mértéke szelvények alapján

Szelvény	Gátmagasság ($h_{gát} - 1m$)	Alapszint (h_{alap})	Eredeti keresztmetszet ($A_{eredeti}$)	Feltöltődés mértéke („árkok” is)			Feltöltődés mértéke („árkok” nélkül)		
				felület (ΔA)	vízállás (ΔL)	$\Delta A/A_{eredeti}$ (%)	felület (ΔA)	vízállás (ΔL)	$\Delta A/A_{eredeti}$ (%)
1.	95,89	92,33	3249,64	422,00	0,46	12,99	517,54	0,57	15,93
2.	95,97	92,34	3311,44	368,54	0,40	11,13	446,23	0,49	13,48
3.	96,10	92,24	4488,64	498,31	0,43	11,10	697,50	0,60	15,54
4.	96,25	92,28	3171,60	172,68	0,22	5,44	303,69	0,38	9,58
5.	96,14	92,04	3163,88	-0,36	0,00	-0,01	177,83	0,23	5,62

Mértékegységek SI-ben vannak megadva (m, m²), magasság Balti alapszint felett értendő.

A területi számítások lényegében hasonlóak voltak. Meghatároztuk a mentett oldalra eső területdarabok átlagmagasságát (h_{alap}). Ezután következett a gátak és folyópartok közötti részre a jelenlegi magasság (h_{jelen}) és az alapszint (h_{alap}) különbségének kiszámítása területi integrállal.

$$(4) \quad \Delta H_{\text{terfogat}} = \frac{\Delta V}{T}$$

Egy másik számítási módszerrel, a gátakon túli (h_{alap}) és a gátak közt ($h_{hullámtér}$) fekvő területdarabok átlagmagasságának különbségével is meghatároztuk az átlagos feltöltődést ($\Delta H_{\text{magasság}}$).

$$(5) \quad \Delta H_{\text{magasság}} = h_{\text{hullámtér}} - h_{\text{alap}}$$

A vizsgálat eredményei

Legfontosabb eredmény a feltöltődés mértékének meghatározása: a területekre vonatkozó számítások szerint 15–59 cm/120 év (átlagosan 45 cm/120 év), a szelvényekre számítva viszont 23–60 cm (a gátak közötti árkokat nem tekintve) adódott. Ez a lerakódás az eredeti átfolyási szelvények 5–16%-os csökkenését okozta. A vizsgálat alá vont hullámtér 2,37 km²-es összterületén 1,07 millió m³ üledék rakódott le a szabályozásoktól a térképkészítés időpontjáig.

Az eredmények azt sejtetik (ha statisztikailag igazoltnak nem is tekinthetjük), hogy az ártér szélessége arányos a feltöltődéssel, vagyis ahol nagyobb teret kap a folyó, ott lelassul és hordalékát lerakja, míg a szűkebb szakaszokon, de különösen magánál a beszűkülésnél felgyorsul és kevesebb üledéket rak le.

Az előző gondolatból kár volna arra a következtetésre jutni, hogy a szűkebb gáttávolság kedvezőbb a feltöltődés szempontjából, mert a hullámtér előbb-utóbb mégiscsak kiszélesedik és a folyó kénytelen lerakni a magával hozott hordalékot, így ezeken a helyeken a szelvény-keresztmetszet csökkenésére számíthatunk.

Módszertani tanulság: a szelvények esetében a feltöltődés átlagszintjére vonatkozó számszerű eredményeket ebben a léptékben mintegy 10–20 cm-rel torzíthatja egy esetleges negatív terepforma, gátak közötti árok. A szelvények illetve a területsávok gáton túli részének kijelölése most esetleges volt, amely akár hasonló nagyságrendű hibát okozhat. Részletes geomorfológia térképezéssel az eredeti felszín meghatározása pontosabbá tehető, a lehetséges hibaforrások mélyebb elemzése és mértékük meghatározása alapos, további tanulmányokkal kiküszöbölhető. Úgy gondoljuk azonban, hogy mindezek számottevően nem módosíthatták a fenti eredményeket.

Felhasznált irodalom

- Babák K. 2006: A Hármas-Körös hullámterének feltöltődése a folyószabályozások óta. *Földr. Ért.* 55, 393–399.
- Balogh J. – Nagy I. – Schweitzer F. 2005: A Közép-Tisza mente geomorfológiai adottságainak és a hullámterek feliszapolódásának vizsgálata mintaterületeken. *Földrajzi Értesítő* 54, 29–59.
- Borsy Z. 1972: Üledék- és morfológiai vizsgálatok a Szatmári-síkságon az 1970. évi árvíz után. *Földrajzi Közlemények* 96, 38–42.
- Cholnoky J. 1934: A folyók szakasz jellegeinek összefüggése a szabályozással és öntözéssel. *Vízügyi Közlemények* 16, 5–25.
- Fiala K. 2000: Recens felszínformáló folyamatok vizsgálata az Alsó-Tiszán. OTDK dolgozat, Kézirat
- Károlyi Z. 1960: A Tisza mederváltozásai, különös tekintettel az árvédelemre. VITUKI, Budapest
- Kiss T. – Fejes A. 2000: Flood caused sedimentation on the foreshore of the river Tisza. *Acta Geographica Szegedinsis* 37, 51–57.
- Kiss T. – Sipos Gy. – Fiala K. 2002: Recens üledékfelhalmozódás sebességének vizsgálata az Alsó-Tiszán. *Vízügyi Közlemények* 84, 456–472.
- Kiss T. – Sándor A. – Gresó Zs. 2004: Investigations on the rate of floodplain sediment accumulation in the Mártély embayment of the Lower Tisza. *Acta Geographica Segediensis* 38, 15–26.
- Nagy I. – Schweitzer F. – Alföldi L. 2001: A hullámtéri hordalék-lerakódás (övezvény). *Vízügyi Közl. emények* 83, 539–564.
- Oroszi V. – Kiss T. 2004: The analysis of sediment accumulation and silting-up of a cutoff channel on River Maros near the city of Makó. *Acta Geographica Segediensis* 38, 27–39.
- Schweitzer F. 2001: A magyarországi folyószabályozások geomorfológiai vonatkozásai. *Földr. Ért.* 63–72.
- Szalai Z. – di Gléria M. – Jakab G. – Csuták M. – Bádonyi K. – Tóth A. 2005: A folyópartok alakjának szerepe a hullámtereken kiülepedő üledékek szemcse- és nehézfém frakcionációjában, a Duna és a Tisza példáján. *Földrajzi Értesítő* 54/1–2. 61–84.