

## A 2005. TAVASZI ÁRVÍZ ÁLTAL OKOZOTT ÁRTÉRFELTÖLTŐDÉS A MAROS ÉS A KÖZÉP-TISZA EGY RÖVID SZAKASZA MENTÉN<sup>68</sup>

OROSZI VIKTOR<sup>69</sup> – SÁNDOR ANDREA – KISS TÍMEA

### FLOODPLAIN AGGRADATION CAUSED BY THE SPRING FLOOD OF 2005, ALONG SHORT SECTIONS OF MAROS AND MIDDLE-TISZA RIVERS

**Abstract:** Compared to earlier ones the spring flood of 2005 was not unique nor hydrologically nor in terms of accumulation. The amount of aggradation decreased exponentially from the river bed. The greatest accumulation was measured along point bars and levees, further, it dropped radically. Far from the channel the morphology of the floodplain determines the aggradation, as it increased along the ox-bows. As the sediment discharge of the Maros is far more than of the Tisza, the amount of accumulated sediment was the same, though, the flood lasted twice longer on the Tisza.

### BEVEZETÉS

Egy-egy árvíz által lerakott üledék mennyiségét a folyók árterének különböző geomorfológiai képződményein számos kutató vizsgálta. A kutatások jelentős része azonban külföldön történt, s leggyakrabban extrém árvízi eseményekhez köthetőek, azok sajátosságait elemzik (pl. *Kesel, R. H. et al.* 1974, *Brown, A. G.* 1983, *Mariott, S.* 1992, *Asselman, N. E. M. et al.* 1995, *Gomez, B. et al.* 1995, *Walling, D. E. et al.* 1997, *Wyzga, B.* 1999, *Zhao, Y. et al.* 1999, *Steiger J. et al.* 2001, 2003). Hazai folyóink esetében azonban kevés adattal rendelkezünk egy-egy áradás hullámteret feltöltő hatásával kapcsolatban (*1. táblázat*), bár ez fontos szerepet játszhat az árvizek magasságnövekedésében. Az utóbbi években főként a Tisza kutatása került előtérbe az Új-Vásárhelyi Terv kapcsán. A vizsgálatok eredményei nehezen összehasonlíthatók, hiszen még ugyanazon folyó más-más szakaszain is eltérő a hullámtér feltöltődését meghatározó paraméterek egymáshoz viszonyított aránya (pl. előtér időtartama, áramlási viszonyok, az áradás energiaviszonyai, a szállított üledék mennyisége és minősége, a hullámtér geomorfológiai viszonyai és szélessége, növényzet szerepe). Célszerű lenne tehát egy-egy folyón néhány jellegzetes hullámtéri szakasz feltöltődését hosszabb időtávban vizsgálni ugyanazon módszerekkel.

Jelen kutatásunk célja a Tisza és a Maros hazai szakaszának egy-egy hullámtéri öblözetében megvizsgálni a 2005-ös áradás alatt bekövetkezett üledék-felhalmozódás minőségi és mennyiségi jellemzőit, valamint egy hosszú távú, recens üledék-akkumulációs programot megalapozni.

<sup>68</sup> A kutatást az OTKA 62200 sz. pályázata támogatta.

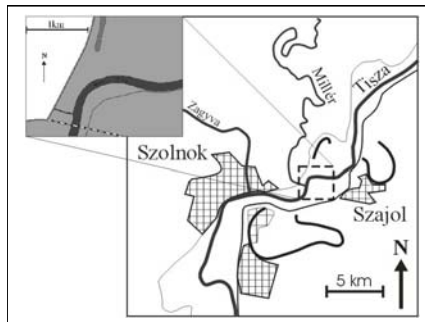
<sup>69</sup> Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék. 6722 Szeged, Egyetem u. 2. E-mail: viktor.oroszi@gmail.com

1. táblázat A Tisza vízgyűjtőjén egy-egy árvíz után mért üledék-felhalmozódás  
Table 1 Floodplain aggradation caused by single flood events in the cathment of Tisza

Vízfolyás	Szerző	Áradás ideje	Alkalmazott módszer	Akkumuláció mértéke (cm)
Szamos	<b>Borsy Z.</b> 1972.	1970	friss üledék mérése	parton: 20-80
Alsó-Tisza	<b>Kiss, T. – Fejes, A.</b> 2001.	1998, 1999	friss üledék mérése	parton: 30-100 hullámtéren: 1
Alsó Tisza	<b>Kiss T. et al.</b> 2002.	2000, 2001	friss üledék mérése	övezátonyon: 30 hullámtéren: 0,1-0,5 2001-ben mérés határ alatt
Közép-Tisza	<b>Nagy I. et al.</b> 2001.	n.a.	üledékvizsgálat	árvizenként 10-45

### A MINTATERÜLETEK BEMUTATÁSA

Az általunk vizsgált közép-Tiszai mintaterület Szolnoktól keletre, a Milléri-főcsatorna és a Feketevárosi-holtág által határolt hullámtéri öblözetben található, a 339,2 és a 340,7 fkm között a Tisza jobb partján (1. ábra). A vizsgált jobb parti hullámtér szélessége 280 és 2850 m között változik. A mintaterületen és folyásirányban felfelé három átvágást is végeztek a folyószabályozás során (1858), így az itt található kanyarulatba viszonylag egyenes szakaszból érkezik a sodorvonal. A vizsgált terület szintkülönbsége alig haladja meg a 3 métert (83-86 m), a legmagasabb területek a jelenlegi és az egykori övezátonyok és folyóhátak. A Tisza ezen a területen árvízkor  $440 \text{ g/m}^3$  lebegtetett hordalékot szállít (KÖTI-KÖVIZIG), míg kisvíz esetén alig  $3-4 \text{ g/m}^3$  a folyó üledékhozama.



1. ábra A vizsgált hullámtéri terület a Tisza mentén  
Figure 1 Study area along the Tisza River



2. ábra A vizsgált hullámtéri terület a Maros mentén  
Figure 2 Study area along the Maros River

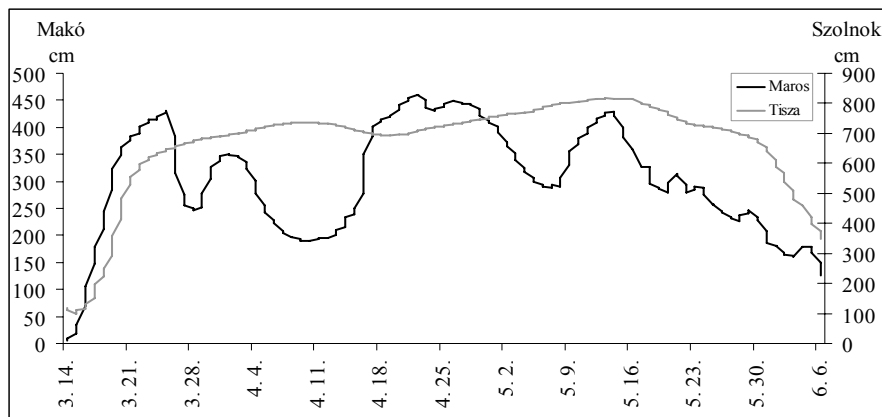
Második vizsgálati területünk a Maros 7,0-9,5 fkm közé eső szakaszának jobb partján található vetyeháti hullámtéri öblözet  $4 \text{ km}^2$  területű nyugati része (2. ábra). A Csányi-foki, valamint a Bugri hullámtéri csatorna által határolt terület

*A 2005. tavaszi árvíz által okozott ártérfeltöltődés a Maros és a Közép-Tisza egy rövid szakasza mentén*

szélessége 690 és 2030 m között, míg tengerszint feletti magassága 78 és 83 m között változik. Legmélyebb pontjait az 1858-ban levágott meander (**Pálfi I.** 2001) mára erőteljesen feliszapolódott részletei, valamint a töltés lábánál található kubikgödrök képezik. A legmagasabb pontok az aktív meder folyóháta mentén találhatóak. A Maros átlagos lebegtetett hordalékhozama 265 kg/s, míg görgetett üledék-szállítása 0,9 kg/s (**Bogárdi J.** 1974), a hordaléktöménysége a 300-1400 m<sup>3</sup>/s közötti vízhozamok mellett 300-900 g/m<sup>3</sup> (**Csoma J.** 1975).

**A 2005-BEN A TISZÁN ÉS A MAROSON LEVONULT ÁRADÁSOK JELLEMZŐI**

A vizsgált időszakban a Tiszán egyetlen, de hosszantartó árhullám öntötte el a hullámteret, ugyanakkor a Maroson – a folyó vízjárására jellemzően –, három áradás vonult le gyorsan egymás után (3. ábra). A Tiszán árvízi vízállások (550 cm felett) 73 napig, míg a Maroson (350 cm felett) összesen közel 30 napon át voltak (2. táblázat).



3. ábra A 2005. tavaszi árvizek vízállásai a makói és a szolnoki vízmércék alapján (Forrás: www.vizadat.hu)

Figure 3 Hydrographs of the studied flood waves recorded on the fluvimeters at Makó and Szolnok (Source: www.vizadat.hu)

2. táblázat A 2005. tavaszi árvizek jellemző adatai

Table 2 Duration of studied floods, their peak water-level and discharge data

	Áradás időpontja	Elöntés hossza (nap)	LNV (cm)	LNQ (m <sup>3</sup> /s)
Maros, Makó	márc. 20. – márc. 26.	6	433	847
	ápr. 16. – máj. 03.	16	461	928
	máj. 09. – máj. 16.	6	429	776
Tisza, Szolnok	márc. 21. – jún. 03.	73	817	1600

## VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

Az üledékvastagság mérését a folyókon levonuló áradások után közvetlenül végeztük. A mintavétel során az előző évi avarrétegre frissen lerakódott üledék vastagságának meghatározását és a mintavételt a friss üledék eltérő színe, szerkezete tette lehetővé. Az üledékvastagság mérését a medertől távolodva keresztmetszvények mentén végeztük úgy, hogy a folyóhoz közelebb eső szakaszokon sűrítettük a mintavételi pontokat, ahol három alkalommal, milliméteres pontossággal mértünk. A szolnoki mintaterületen öt keresztmetszvényt létesítettünk, amíg a vetyeháti területen tizenkettőt. A hordalék szemcseösszetételét Köhn-féle iszapolással és száraz szítással határoztuk meg.

## EREDMÉNYEK

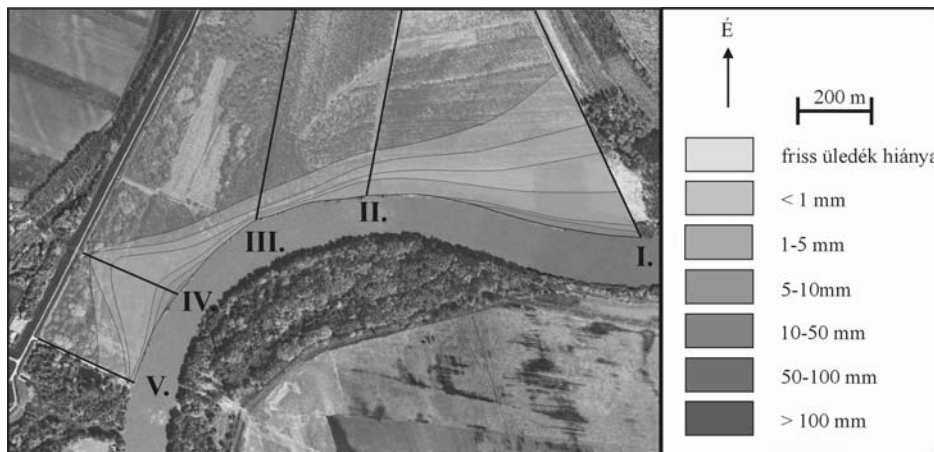
### Szolnoki mintaterület

A hullámtéren lerakódott üledék jellegzetes mintázatot mutat (4. ábra). A vizsgált 5 szelvény alapján a parti sávban volt az akkumuláció a legintenzívebb (min. 20 mm), a folyóhátak és az övzátonyok zónájában. Az árvíz az I. szelvénynél rakta le a legnagyobb vastagságú (190 mm) üledéket, ami magyarázható azzal, hogy a mintavételi pont övzátony épülését reprezentálja. Folyásirányba haladva csökken az akkumulációs zóna szélessége, majd a kanyarulat alsó csúcsán (IV. szelvény) ismét kiszélesedik az akkumulációs terület és a mederhez közel eső részekben 80-100 mm-re nő a felhalmozódott anyag vastagsága. Ezt követően, mind az akkumulációs zóna szélessége, mind a felhalmozódott anyag vastagsága újra lecsökken. Megfigyeléseink szerint a part menti intenzív akkumulációval jellemezhető sáv szélességét jelentősen befolyásolta a növényzet. A fokozottabb bolygatottságú, fiatal fákkal és sűrű aljnövényzettel borított part mentén (III. és V. szelvények) az intenzív partépülés zónája jóval keskenyebb, mint a bolygatatlan, idősebb állományú és ritkább aljnövényzetű természetes parti sáv esetében (I. és IV. szelvények).

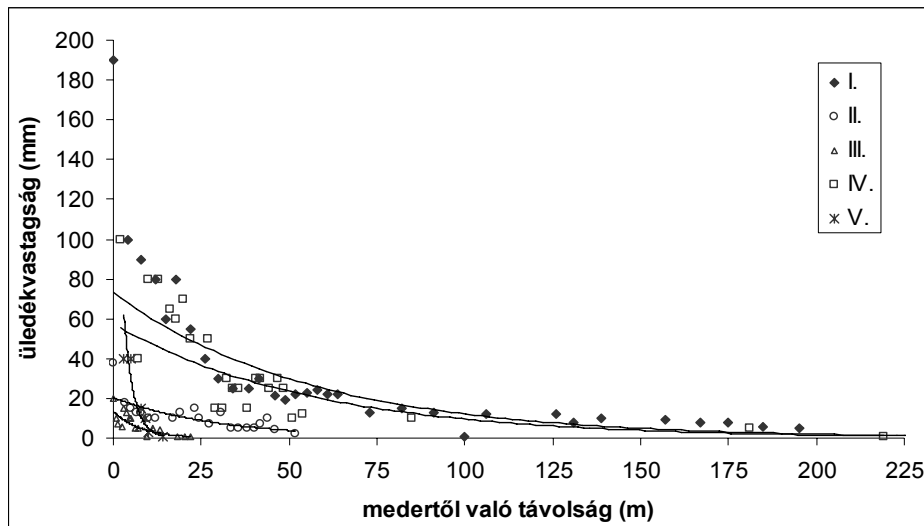
3. táblázat Az frissen lerakódott üledékréteg vastagság-változásának jellegzetességei  
Table 3 Characteristics of the changes in fresh sediment thickness

	Szelvény száma	Trendvonal egyenlete	R <sup>2</sup> -értéke	1 mm-nél vastagabb üledékszóna hossza (m)	Maximális üledék vastagság (mm)
Tisza	I.	$y = 60,579e-0,0147x$	0,659	195	190
	II.	$y = 20,365e-0,0332x$	0,6854	60	38
	III.	$y = 13,39e-0,1279x$	0,7623	25	20
	IV.	$y = 57,37e-0,0179x$	0,7797	220	100
	V.	$y = 185,43e-0,3643x$	0,9244	15	40
Maros	I.	$y = 70,868e-0,0144x$	0,9612	220	80
	II.	$y = 32,073e-0,0122x$	0,9309	240	40
	III.	$y = 54,687e-0,0121x$	0,8412	245	100
	IV.	$y = 30,658e-0,0055x$	0,8513	265+	45
	V.	$y = 12,957e-0,017x$	0,9291	160	20
	VI.	$y = 83,962e-0,0168x$	0,9589	245	150
	VII.	$y = 135,82e-0,0231x$	0,989	200	130
	VIII.	$y = 53,293e-0,0055x$	0,7709	610+	85

A friss üledék vastagsága a parttól távolodva gyorsan csökken, a folyótól 15-20 m-re már nem éri el az 1 cm-t. A szelvények többségénél a hullámtér belsőbb részein már csak vékony lepelként (< 1mm) borította a felszínt. A töltések közelében már hártávékony üledék felhalmozódást sem tudtunk megfigyelni. Az üledék vastagságának változása a medertől való távolság függvényében exponenciális trendvonalal jellemezhető (5. ábra és 3. táblázat).



4. ábra A szelvények helye és a mért üledékvastagságok a közép-tiszai öblözetben  
 Figure 4 Location of cross-sections and the thickness of fresh sediment (Middle-Tisza)

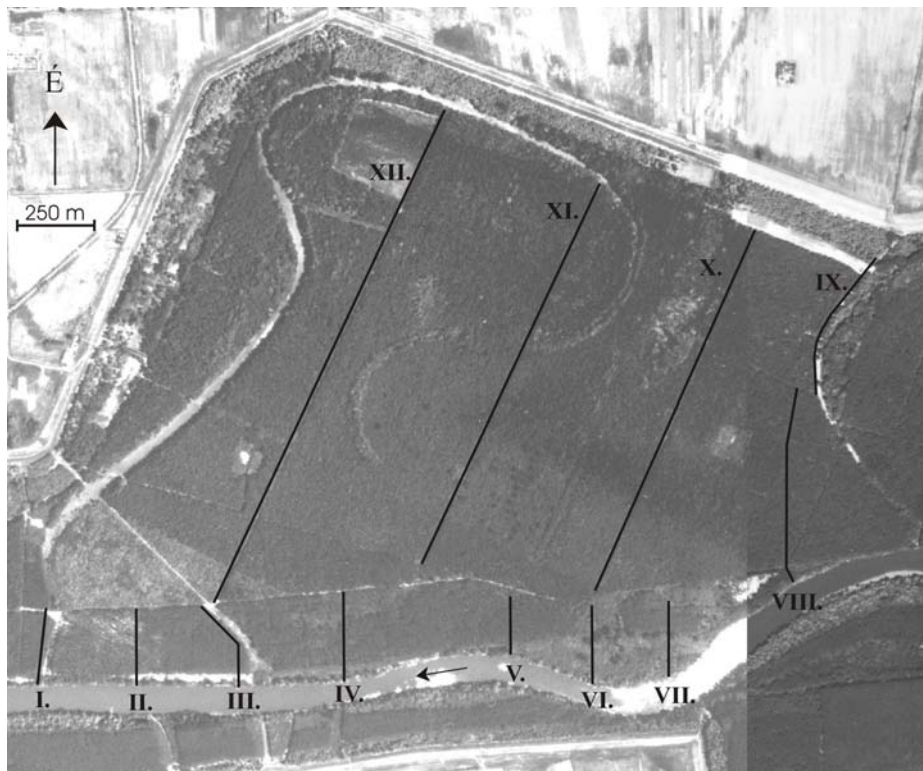


5. ábra Az frissen lerakódott üledékréteg vastagságának változása a szelvények mentén, és a szelvények trendvonalai (Közép-Tisza, Szolnok)  
 Figure 5 Changes in the thickness of fresh sediment along cross-sections and their trend lines (Middle-Tisza, Szolnok)

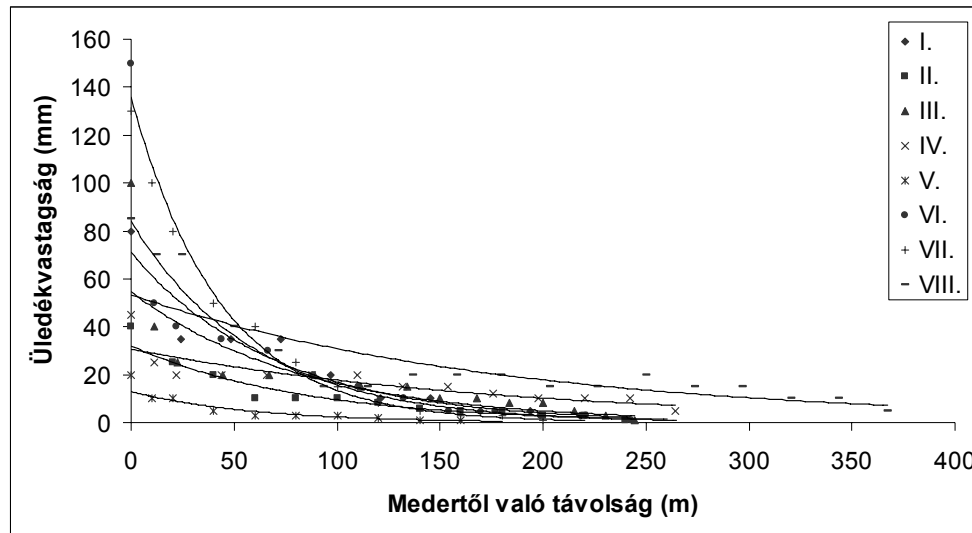
*Vetyeháti mintaterület*

A Maros hullámterén létesített 12 szelvény (6. ábra) két csoportba osztható: a meder közvetlen közelében elhelyezkedő (I.-VII.), és a medertől távolabbi (IX.-XII.) szelvények. A két csoport közötti átmenetet a VIII. szelvény képviseli. A szelvények mentén a növényzet minden esetben erdő volt, azonban aljnövényzetük sűrűsége változó.

A mederhez kifutó szelvényekre az üledékréteg vastagságának exponenciális csökkenése jellemző a medertől való távolság függvényében (3. táblázat, 7. ábra). A lerakott üledék vastagsága 30 méteren belül a felére, közel 250 méteres távolságban a méréshatár értékére csökken. Ettől eltérő változásokat mutat az IV. szelvény, ami egy álkanyar után, annak külső ívéen található. Itt 265 méter után egy nagy kiterjedésű irtásterületen haladt át a szelvény, így az a továbbiakban mérésre alkalmatlannak bizonyult. A mintaterület legnagyobb amplitúdójú kanyarulatának belső ívéen (VI. és VII. szelvény) rakódott le a legvastagabb hordalékréteg, míg lejjebb a V. szelvény mentén a lerakódott üledéksáv szélessége csupán 160 méter volt, a kezdeti üledékvastagság is itt volt a legkisebb. Elhelyezkedésére jellemző, hogy a sodorvonal folyásirány szerint lejjebb szorul a partnak, így itt vélhetően kisebb lehetett a partra kilépő árvíz sebessége.



6. ábra A Maros vetyeháti öblözetében lévő szelvények elhelyezkedése  
Figure 6 Cross-sections on the floodplain of Maros River



7. ábra Az frissen lerakódott üledékréteg vastagságának változása a szelvények mentén, és a szelvények trendvonalai (Maros, Vetyehát)

Figure 7 Changes in the thickness of fresh sediment along cross-sections and their trend lines (Maros, Vetyehát)

A medertől távolabb lévő szelvények menti üledék-felhamozódásra jóval nagyobb hatást gyakoroltak a szabályozást megelőző, átöröklött domborzati viszonyok, geomorfológiai formák és a növényzet. Az árvíz során lerakott üledékréteg vastagságára keletről nyugat felé csökkenő tendencia jellemző, amit a Maros átvágott kanyarulatainak vonala módosít. Az egykori meanderben a mintavétel időpontjában még víz állt, azonban partján a X., XI. és XII. szelvény metszéspontjánál 15, 20 illetve 30 mm-es üledékréteg rakódott le, ami 15 méteres távolságban néhány milliméter vastagságúra csökkent.

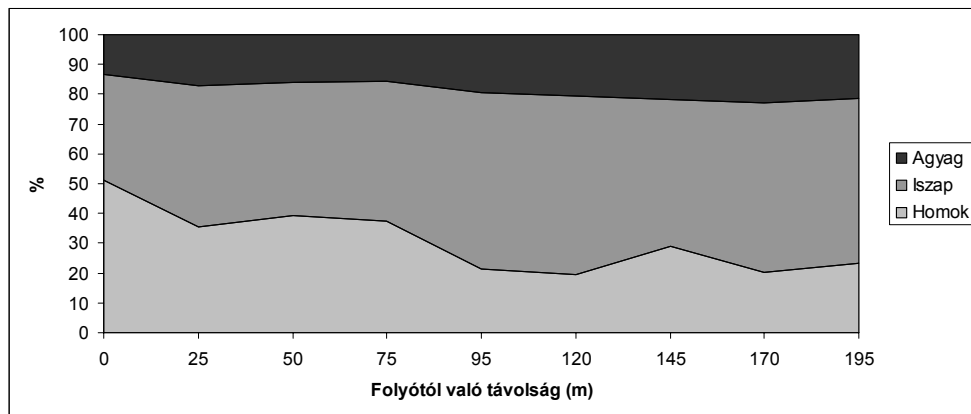
A VIII. szelvény átmenetet képvisel a két csoport szelvényei között. A medertől számított 365 méteres távolságig ugyanis 85 mm-ről induló exponenciálisan csökkenő trend figyelhető meg (7. ábra), utána 10-35 mm közötti változó értékeket vesz fel. Ez már a második csoport szelvényeivel rokonítható és a tőle keletre található egykori kanyarulat, illetve annak vonulatában létesített csatorna, valamint a hullámtér domborzati viszonyainak hatását tükrözi, miközben a növényzet jellege nem változott.

Az I. szelvény mentén vettünk hordalék mintákat laboratóriumi vizsgálatok céljából. A lerakódott üledék kezdetben 51%-os homoktartalommal jellemezhető, ami 25 méterre kétharmadára, majd 100 méteres távolságban már kevesebb, mint felére csökken (8. ábra). Hasonló tendenciát tárt fel *Mariott, S.* (1992) és *Zhao, Y. et al.* (1999) is.

Az átlagosan 0,07-0,03 mm szemcseátmérőjű part anyagához (*Csoma J.* 1975) hasonlóan, a mederhez legközelebb lerakódott mintában is a finom homok

(0,1-0,05 mm) és az igen finom homok (0,05-0,02 mm) frakció részaránya a legmagasabb, összesen 38%. A távolabbi szakaszon végig az iszap frakció dominál, majd az agyaggal együtt másfélszeresére emelkedik részaránya. Az üledékek homok, iszap és agyagfrakciójának változása a medertől távolodva polinomiális trendet mutat:

homok	$y = 0,001x^2 - 0,3237x + 49,212$	$R^2 = 0,7927$
iszap	$y = -0,0008x^2 + 0,2552x + 37,063$	$R^2 = 0,7129$
agyag	$y = -0,0001x^2 + 0,0685x + 13,725$	$R^2 = 0,851$



8. ábra A lerakódott üledék szemcseösszetételének változása a medertől való távolság függvényében

Figure 8 Grain-size changes of the deposited sediment in connection with the distance from the channel

Ez *Zhao, Y. et al.* (1999) megfigyeléseitől eltér, mivel kutatásaik szerint az iszap frakció polinomiálisan, míg a homok és agyag frakció részaránya exponenciálisan változott a medertől távolodva. Kutatásaik szerint a meder és a hullámtér találkozásánál áradáskor jelentősen eltér a víz mélysége és sebessége, így itt örvények keletkezhetnek, annál nagyobb ennek az örvényes zónának a szélessége, minél nagyobb a fenti paraméterek különbsége. A turbulens zónától távolodva a víz sebessége csökken, ami a durvább szemcsék fokozatos kiülepedéséhez vezet. Nagyobb távolságokban a víz hosszabb ideig pang az alacsonyabb fekvésű területeken és ez a finomabb frakciók kiülepedését okozza.

## ÖSSZEGZÉS

Mind a Tisza, mind a Maros esetében elmondható, hogy az áradás során lerakódott üledék vastagsága a medertől távolodva exponenciálisan csökkent. A lerakódott üledék vastagságát befolyásolta a meder geometriája. A legvastagabb hordalékréteg a kanyarulatok belső ívén rakódott le, valamint ahol a sodorvonal a folyóparthoz szorul és a folyó intenzív folyóhát építést folytat. A hullámtéri öblözetek



távolabbi pontjain jelentősebb szerephez jut azok domborzatának változatossága, a szabályozásokat megelőző időkből átöröklött képződmények, holtágak. A Maros lebegtetett hordaléktöménysége a Tiszáénál nagyobb, ezt jól tükrözi, hogy kevezebb, mint fele annyi ideig tartó elöntési időszak alatt hasonló vastagságú hordalék-réteget rakott le. A lerakott üledékek szemcseösszetétele a folyótól távolodva fokozatosan finomodik. Vizsgálatunkkal egy hosszabb távú, hullámtéri üledék akkumulációt vizsgáló programot kezdtünk el, amely várhatóan hozzájárul a hullámtereken zajló folyamatok jobb megismeréséhez.

## IRODALOM

- Asselman, N. E. M. – Middelkoop, H.** 1995. Floodplain sedimentation: quantities, patterns and processes. *Earth Surf. Proc. and Landforms* 20. pp. 481-499.
- Bogárdi J.** 1974. Sediment transport in alluvial streams. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Borsy Z.** 1972. Üledék és morfológiai vizsgálat a Szatmári-síkságon az 1970. évi árvíz után. *Földrajzi Közlemények* 20. pp. 38-42.
- Brown, A. G.** 1983. An analysis of overbank deposits of a flood at Blandford-Forum, Dorset, England. *Revue de Geom. Dynamique* 32. pp. 95-99.
- Csoma J.** 1975. A Maros hidrográfiája. In: **Csoma J. – Laczay I.** (szerk.). *Vízrajzi Atlasz Sorozat* 19. kötet. Maros 1. fejezet. Hidrográfia, geomorfológia. Budapest. p. 26.
- Gomez, B. – Mertes, L. A. K. – Phillips, J. D. – Magilligan, F. J. – James, L. A.** 1995. Sediment characteristics of an extreme flood: 1993 Upper Mississippi River valley. *Geology* 23/11. pp. 963-966.
- Kesel, R. H. – Dunne, K. C. – McDonald, R. C. – Allison, K. R.** 1974. Lateral erosion and overbank deposition on the Mississippi River in Louisiana, caused by 1973 flooding. *Geology* 2/9. pp. 461-464.
- Kiss, T. – Fejes, A.** 2001. Flood caused sedimentation on the foreshore of the river Tisza. *Acta Geographica Szegediensis* pp. 51-60.
- Kiss T. – Sipos Gy. – Fiala K.** 2002. Recens üledékfelhalmozódás sebességének vizsgálata az Alsó-Tiszán. *Vízügyi Közlemények* 84/3. pp. 456-472.
- Marriott, S.** 1992. Textural analysis and modelling of a flood deposit: River Severn, U.K. *Earth Surf. Proc. and Landforms* 17. pp. 687-697.
- Nagy I. – Schweitzer F. – Alföldi L.** 2001. A hullámtéri hordalék lerakódás (övezet). *Vízügyi Közlemények* 83/4. pp. 536-565.
- Pálfai I.** 2001. Magyarország holtágai. Budapest. p. 82.
- Steiger, J. – Gurnell, A. M.** 2003. Spatial hydro-geomorphological influences on sediment and nutrient deposition in riparian zones: observations from the Garonne River, France. *Geomorphology* 49. pp. 1-23.
- Steiger, J. – Gurnell, A. M. – Petts G. E.** 2001. Sediment deposition along the channelmargins of a reach of the middle River Severn, U.K. *Reg. Rivers* 17. pp. 443-460.
- Walling, D.E. – Owens, P. N. – Leeks, G. J. L.** 1997. The characteristic of overbank deposits associated with a major flood event in the catchment of the River Ouse, Yorkshire, U.K. *Catena* 31. pp. 53-75.
- Wyzga, B.** 1999. Estimating mean flow velocity in channel and floodplain areas and its use for explaining the pattern of overbank deposition and floodplain retention. *Geomorphology* 28. pp. 281-297.
- Zhao, Y. – Marriott, S. – Rogers, J. – Iwugo, K.** 1999. A preliminary study of heavy metal distribution on the floodplain of the River Severn, U.K. by a single flood event. *Science of the Total Environment* 243/244. pp. 219-231.