

Ártéri morfológia és akkumuláció kapcsolata felső-tiszai mintaterületeken¹

Vass Róbert – Szabó József – Tóth Csaba

Debreceni Egyetem,
Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem Tér 1/1.
e-mail: vass.robert80@gmail.com

1. Bevezetés

A szerzők jelen munkában a *szabad folyóvízi (ártéri) felszínfejlődés* megóvása érdekében végzett hosszútávú komplex vizsgálataik első eredményeit mutatják be. E téma tanulmányozását azért tartjuk fontosnak, mert nagy területű természetes árterek ilyen irányú elemzése Magyarországon az alföldi folyók természetes akkumulációja által kínált viszonylag ideális lehetőségek ellenére, főleg a Felső-Tisza vidékén eddig csak érintőlegesen történt (pl. Borsy 1972). Az eddigi vizsgálatok inkább a (pleisztocén-holocén) fejlődéstörténeti kép rekonstruálását célozták, illetve a szabályozások révén létrehozott hullámterek akkumulációjának mértékét és menetét igyekeztek feltárni a Tisza mentén (Kiss – Sipos – Fiala 2002, Sándor – Kiss 2006, 2007, Gábris et al. 2002, Nagy - Schweitzer – Alföldi 2001), vagy pl. a Visztulánál (Wyžga 1999). Különösen kevés adatot találtunk az árteret építő folyó(k) medrétől távolabb fekvő ártéri részek akkumulációjára vonatkozóan. A vizsgálatok legtöbbször az élő meder közvetlen közelében, 250m-nél kisebb távolságban folytak (pl. Walling-He 1998, Walling-Owens-Leeks 1998, Steiger-Gurnell 2002). Mivel a kultúrterületek folyóinak hordalékszállítására a holocén folyamán az emberi beavatkozás intenzitásának erősödésével exponenciálisan növekedett (vö. pl. Hoffman et al. (in print) rajnai vagy Shi-Dian-You (2002) Sárga-folyón végzett százas nagyságrendű C¹⁴-es koradattal megerősített kvantitatív vizsgálatait), várható, hogy a Tisza mentén viszonylag rövid idő alatt a folyótó távolabbi, de élő ártereken érdemleges vizsgálati anyag gyűjthető.

A kutatási területül olyan folyómenti területet választottunk, ahol:

- a folyóvíz munkája a fluviális morfológiában alapvetőnek számító formákat látványos formában alakított ki,
- a formafejlesztő folyamatok a civilizáció által viszonylag kevésbé zavartan mindmáig működnek,
- a létrehozott formák máig fennmaradtak, és a ható folyamatoknak köszönhetően „élő” formáknak tekinthetők.

Ezen feltételek alapján a vizsgálatokra a Tokaj-Bodrogzugi Tájvédelmi Körzet bodrogzugi részét találtuk leginkább alkalmasnak, mivel a Tisza és a Bodrog találkozásánál, a Bodrogtó DNY-i szögletében gyakorlatilag napjainkig megmaradt a nyílt ártéri jelleg. Első lépésként e terület ártéri formáinak (elsősorban a sárlómedreknek és az övzátonyoknak) a fejlődését vizsgáljuk a határoló folyók árullámaiból adódó elöntések tükrében.

2. Mintaterület bemutatása

A Bodrogzug kistáj részlet, a Bodrogtó része, annak a Bodrog és a Tisza által bezárt DNY-i szöglete. É-i, ÉK-i határát a folyók oldalazó eróziójából kimaradt, Viss-Zalkod-Kenézli közti futóhomok sziget, illetve a Holt-Bodrog Viss-Olaszliszka közötti szakasza képezi. A Bodrogzug az 1986-ban alakult Tokaj-Bodrogzugi Tájvédelmi Körzethez tartozik, és 1989 óta RAMSARi terület. Felszínét szinte teljes területén újholocén öntésképződmények (öntésagyag, öntésiszap) borítják. A Bodrogtóban az újpleisztocén során az Eperjes-Tokaji-hegységből D, DNY-i irányba lefutó vízfolyások jelentős mennyiségű homokot raktak le (Borsy 1953, 1969; Borsy és Félegyházi 1982, 1983). A későbbiekben szárazon maradt homokfelszí-

¹ A tanulmány az OTKA K68897 számú pályázatának támogatásával készült.

nekből az erős északias szelek futóhomokot fújtak ki, melyen az újpleisztocén második felében löszös homoktakaró alakult ki. A Tisza bodrogi közti megjelenésével új szakasz kezdődött a terület fejlődésében. A bodrogi közti hordalékkúp épülése leállt, emellett a Tisza és a Bodrog oldalazó eróziójával megkezdte a pleisztocén kori homokfelszínnek letarolását (Borsy 1969). A holocénben a homokfelszínnek nagy része elpusztult, vagy felszabdaldott. A két folyó legfőképpen a terület Ny-i részét a mai Bodrogi Zugot alkította át, és tette azt a holocén végénél is egyhangúbbá.

Napjainkra a kisesésű folyók akkumuláló és laterális eróziós tevékenységének látványos formái jöttek létre. Közülük is kiemelkedő az övzátonyok és a sarlómedrek attraktív, több körzetben is klasszikusan kirajzolódó rendszere. Rajtuk kívül és az elhagyott medrekén túl a jellegzetes ártéri lapályok sorozata, a jelenlegi és korábbi partokat kísérő folyóhátak vonulatai, a máig funkcionáló (igaz helyenként mesterségesen nyitva tartott) fokok – elsősorban a Bodrog felőli oldalon – jelentik a fluvialis felszínalakulás legszembetűnőbb formáit. Mivel a Bodrogi Zugságban csupán a Bodrog mellett épült egy nyárigát magasságú töltés, de az is csak részlegesen, és egy szakaszát a Bükk (ma Aggteleki) Nemzeti Park az utóbbi években már elbontatta, sőt a belső mederrendszerek természetes alakzatait is csak részlegesen kezdték ki a vizek szabályozott mozgását irányítani hivatott, ma már a szabad folyóvízi felszínformálás szempontjából szerencsére – a karbantartás hiányában – jórészt pusztuló csatornák. Így a felszín alapvetően megtartotta természetes, a rendszeresen ismétlődő elöntések révén ma is „élő” formáit, (1. kép) és megmaradt a növénytársulások hozzájuk kapcsolódó sokszínűsége is.



1. kép. Övzátony rendszer a Bodrogi Zugság DNY-i szögletében Tokaj északi határával egy vonalban (a Horgony-csárdával szemben) 2006. március 25-én 596 cm-es áradó tiszai vízállásnál (tokaji vízmércén). A vízmérce helyzetéből adódóan a képen a 95,35 m-nél magasabb övzátonyok gerince van még a vízszint felett.

3. Vizsgáló módszerek

Bár a Bodrogi Zugság területén részletes geomorfológiai felvételezés eddig nem történt, ugyanis a Bodrogi köz korábbi geomorfológiai vizsgálatai (Borsy 1953, 1969, 1989; Borsy és Félegyházi 1982, 1983; Borsy

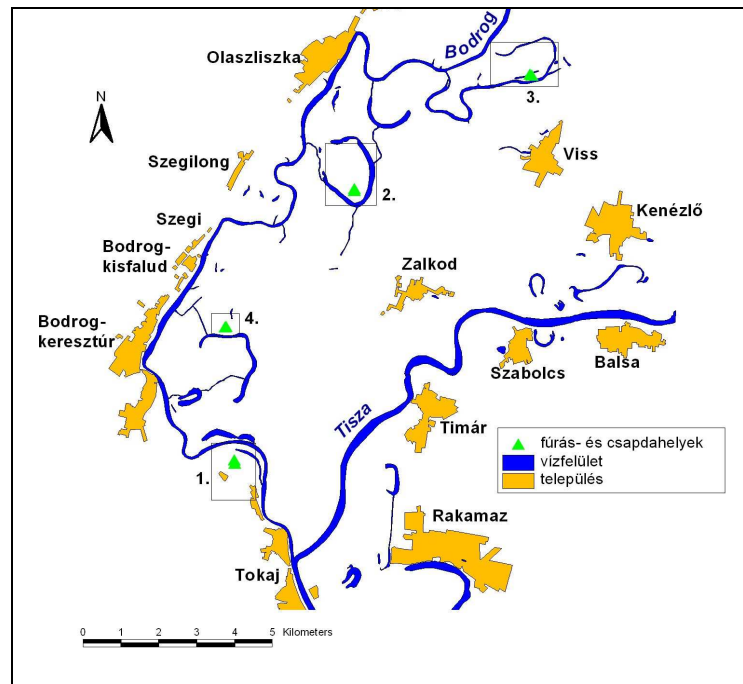
et al. 1988, 1989; Lóki és Félegyházi 2007; Gábris 2007) ezt a tájrészletet csak nagyvonalakban érintették, munkánkhoz azonban jó kiindulópontul szolgált a *Tisza és a Felső-Tisza-vidék hidroökológiája* című NKFP program (NKFP-3B/0019/2002, programkoordinátor: Dévai György), amelynek egyik témacsoportja egyebek között a Bodrogzug elöntési kérdését vizsgálta az árhullámok és a terület nagy felbontással készült digitális terepmodellje és részletes vízjárási adatok alapján (Szabó et al. 2004).

A jelenleg domináns ártéri formák (holtmedrek, sarlómedrek, övzátonyok és az ezeket összekötő erek) terepi szemléje és az NKFP vizsgálatok 10 000-es méretarányú magasságmodelljei valamint légifotók és GoogleEarth felvételek alapján négy olyan körzetet jelöltünk ki, ahol az övzátonyok és sarlómedrek különösen látványos rendszere alakult ki, s amelyeket a folyók árhullámai helyzetüknél fogva jelenleg is gyakorta elborítanak. A kutatási program első lépéseként a mintaterületekre a jelenleg is folyó üledékakkumuláció mérése céljából 6db saját fejlesztésű üledékcsapdát helyeztünk ki. A csapdákat mind a négy területen egymástól néhány száz méter távolságban egy-egy övzátony „gerincének” legmagasabb részén ill. a szomszédos sarlómederben állítottuk fel.

A négy kiválasztott terület (1. ábra, 2-5. kép):

1. A Tokaj feletti Lebúj Csárdát követő meander jobb partján (már a Bodrogzugon kívül) lévő, hat részből álló övzátony sorozat (a későbbiekben *Lebúj*, 2. kép). A meander húrjának hossza 1900 m, magassága 900 m. A zátonyok átlagmagassága 94,5-95,5 m, a sarlómedrek fenékszintje pedig 93,5-94 m. Fúrás és csapdahelyek: a jelenlegi élő medertől számított hatodik zátony és hatodik meder. Viszonylag állandó vízborítás csak a folyóhoz legközelebbi mederben a Sulymostóban van. Csapda és fúrás helyek koordinátái - zátony: EOVS E: 824 597, N: 314 064, meder: EOVS E: 824 583, N: 314 149 (csak egy csapda a mederben).
2. A Szegilong határában fekvő, csaknem szabályos kör alakú lefűződött *Fekete-tó* morotva belső ívének átmérője 1700 m, melyben legalább húsz egymást követő övzátony azonosítható. A zátonyok átlagmagassága 95-95,5 m, a medrek átlagos fenékszintje 94-95 m (3. kép). Fúrás és csapdahelyek: a Fekete-tótól számított hatodik zátony és meder. Csapdák és fúrás helyek koordinátái - zátony: EOVS E: 827 750, N: 321 307, meder: EOVS E: 827 743, N: 321 364.
3. A *vissi Holt-Bodrog* által körbezárt övzátonyos terület. a morotva legnagyobb belső átmérője 1000 m és benne legalább tizenhat zátonysor azonosítható. Fúrás és csapdahelyek: a Holt-Bodrogtól számított második zátony és meder. Csapdák és fúrás helyek koordinátái - zátony: EOVS E: 832 426, N: 324 371, meder: EOVS E: 832 375, N: 324 399.
4. *Kerek-tó*: A Bodrogzugi Nagy-tó közel szabályos kör formájú meanderétől É-ra mintegy 200 m-re fekvő 300x500m területű ovális ártéri lapály. Környezetében nincs övzátony-rendszer. Fenékszintje 94,0 m, környezete 95,0-95,5 m átlagmagasságú. Csapda, és fúrás helyek koordinátái. magas: EOVS E: 824 340, N: 317 687, mély: EOVS E: 824 365, N: 317 698 (csak egy csapda a lapos szélén).

A mintaterületeken csapdánként két szintben összesen 20x30 cm felületű, 10 cm mélységű mintavevő dobozokat helyeztünk el, amelyeket egy kb. 50 cm-es mélységbe levert 4x4-es zárt szelvénybe csavaroztunk, egymástól 90 fokban elforgatva. Az alsó szint a talaj fölött 10, a felső 40 cm-es magasságban van (6 kép). A csapdák mellett, a recens üledékképződés jellegének és ütemének meghatározása céljából sekély mélységű (1,5-3 m) fúrásokat (fúratpárokat) mélyítettünk 60mm átmérőjű Eikelkamp fúróval. A szomszédos fúratok felszíni kiinduló pontjai között 40-60 cm magasságkülönbség volt. A fúrásokból általában 10 cm-es mélységközönként történt mintavétel. Összesen 145 db üledékminta elemzését a DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszékének laboratóriumában végeztük. A laboratóriumi vizsgálatok során meghatároztuk a minták mechanikai összetételét Köhn-pipettás iszapolással, CaCO₃ és humusztartalmát, pH értékét. Az ábrák készítése ArcView GIS 3.2, AutoCad 2004, az adatok feldolgozása és a diagramok szerkesztése MsExcel szoftverekkel történt.



1. ábra. A fúrásponatok és az üledécsapdák helye.



2. kép. Lebűj, sarlómeder.



3. kép. Fekete-tó, világos vonalakkal kijelölt övzátony és sarlómeder sorozat



4. kép. Részlet a vissi Holt-Bodrog kanyarulatí ívének növényzettel sűrűn benőtt második sarlómedréből a fúráshely közelében. (2008. júliusi árvíz előtt.



5. kép. Kerek-tó, ártéri lapos.

4. Eredmények

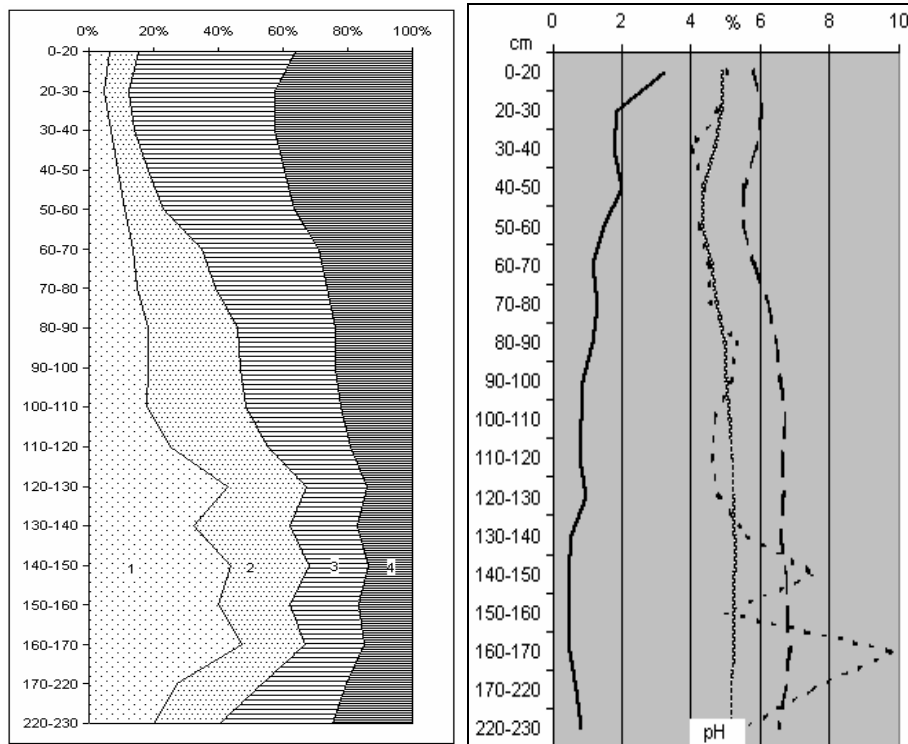
A fúrások értékelése

A fúratpárok mintáiból készített szemcseösszetételi területdiagramokat (2/a-3/b. ábra) elemezve kiderül, hogy a fúrásoknak két közös jellemzője van.

1. A felszínközeli rétegek valamennyi mintavételi helyen igen finom szemcséjűek. A felső 100 cm-ben az agyag- és iszapfrakció együttes részaránya a fekete-tói zátony kivételével (ott csak 80 cm-ig) mindenütt meghaladja az 50%-ot, s a mintákban viszonylag kevés a homok (az is a finomhomok frakcióba tartozik).
2. Lefelé haladva a finom szemcsék részaránya mindenütt csökken. A csökkenés nem mindenütt egyenletes, de a tendencia egyértelmű. A durvulás lefelé haladva felgyorsul, és 150 cm körül a lebúj kivételével már a homok kerül túlsúlyba.

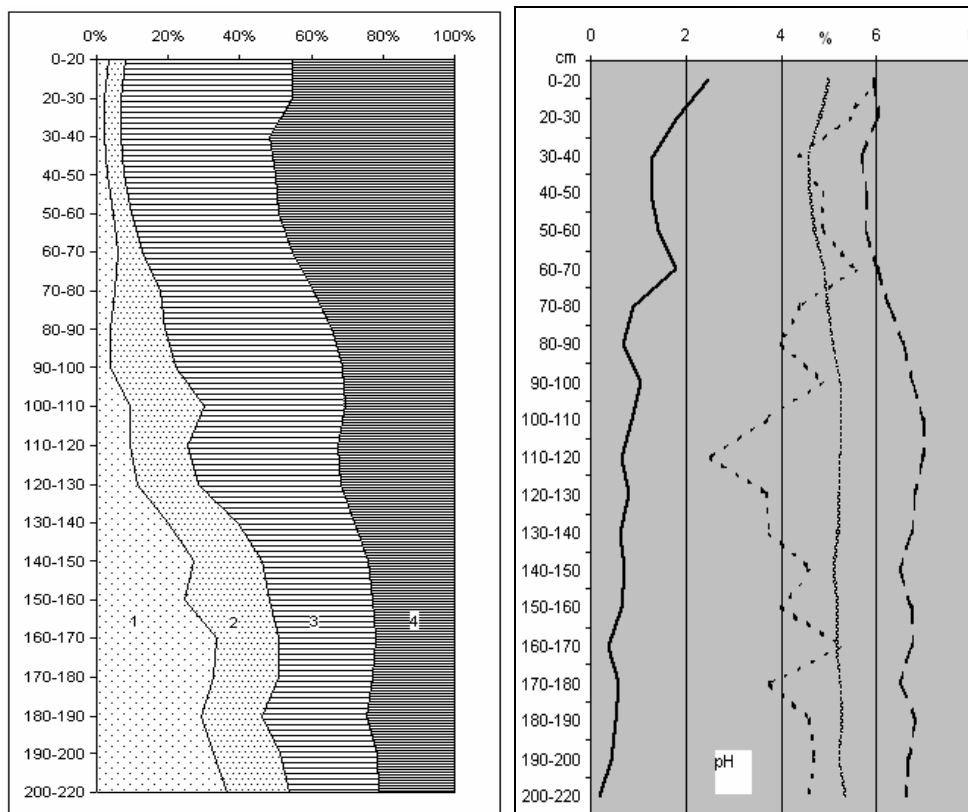
A fenti jellemvonások a zömmel akkumulációs jellegű, a folyók hegységperemi eséstöréseitől viszonylag távolfekvő ártereken természetesnek mondhatók. A Bodroghközben a futóhomokos területfoltok közötti alacsony ártéri szintek felszínközeli üledékanyagában már a keletebbi területeken is az iszapos-agyagos frakció túlsúlya jellemző (Borsy. 1988.). Az árterek anyagának folyásirányú finomodása sok Tisza menti példán szemléltethető. A Tisza felsőbb (bereg-i)-szakaszán végzett egyik hullámtéri fúrás anyaga (Jánd – Foltoskert (4. ábra) világosan mutatja ezt az átlagos szemcseméretben mutatkozó differenciát. A bodrogzugi fúrásszelvények anyagának felszín irányú fokozatos finomodása is a természetes ártéri akkumuláció következménye. Bár azt elvileg magukban az akkumuláló folyókban bekövetkező időbeli hordalék-finomodás is előidézheti, erre itt egyelőre nem rendelkezünk adatokkal. Az árvizekből az ártérre lerakódó hordalék szemcsenagysága emellett az élő folyómedertől való távolságtól is függ, és az időben előrehaladó akkumuláció miatt változó (növekvő) felszínmagasság is az akkumulálódó anyag finomodása irányába hat. A finomodás fokozatossága arra utal, hogy a fúráshelyeken a felszínközeli szintekben nem a hirtelen mederáthelyeződések miatt következett be a hordalékjelleg változása, hanem sokkal inkább arról van szó, hogy a folyó(k) átlagos vízszintmagasságához képest emelkedő térszínre egyre inkább csak a viszonylag nagyobb áradások mind lassabban mozgó vizéből kiülepedő, egyre finomabb hordalék szemcsék jutottak. A hirtelen mederváltások következtében ugrásszerűen megváltozó hordalékösszetétel jól látható a már említett foltos-kerti fúrásban (4. ábra). Ott a mederváltás ideje is ismert (*A Tisza Hajdan és Most* 1906, *A Tisza helyszínrajza, hosszszelvénye és kersztszelvényei Tiszabecstől Szegedig* 1934), az a szabályozások során történt meander levágás következménye volt. A Bodrogzugban ilyen, az előző időszak akkumulációjának sebesség- meghatározását is lehetővé tevő koradatokkal még nem rendelkezünk.

A fúratpárok ábráiról az is leolvasható, hogy első megközelítésben az övzátonyok és a szomszédos sarlómedrek anyagának szemcseösszetételében sincs jelentős különbség, bár alaposabban szemlélve megállapítható, hogy a medrek anyaga valamivel finomabb. Ez egyértelműen a hosszabb ideig tartó vízborítással hozható összefüggésbe, minek következtében több idő áll rendelkezésre finom frakció kiülepedéséhez. Ezzel azt is feltételezhetjük, hogy a sarlómedrekben több idő alatt több hordalék rakódik le, így a jelenleg meglévő szintkülönbségek egyre inkább kiegyenlítődnek. A kiegyenlítődésre utaló jelek figyelhetők meg a Tisza egyik Gulács melletti, szilvásszegi meanderében (Vass 2007). Ha azonban ez a folyamat valóban így zajlik, akkor abból az övzátonyok és a szomszédos medrek közötti szintkülönbség csökkenésének kell következnie, ami viszont e jellegzetes formaegyüttesnek a természetes fejlődés körülményei közötti fokozatos eltűnését okozhatja. Az övzátonyok és a sarlómedrek bodrogzugi rendszerének napjainkban is markáns megjelenése viszont arra utalhat, hogy ezek a formaegyüttesek hosszú távon is megmaradnak (vagy újra képződnek). Ezt valószínűsítheti az a megfigyelésünk is, hogy ha a Fekete-tó és a Kerek-tó esetében a fúratpárok diagramjain megjelenő homokbetöréseket párhuzamosítjuk, úgy ott az azóta eltelt idő alatt a magasabb felszínre vastagabb üledékréteg rakódott, mint a mélyedésekbe. A felszíni magasságkülönbségek tehát nem nivellálódtak. Mivel a formafejlődés irányára vonatkozó eddigi adatok meglehetősen ellentmondásosak, ezért úgy gondoljuk, hogy a kérdés megválaszolását a gyakorta ismétlődő árvizek idején a zátonyokra és a medrekbe rakódó hordalék mennyiségének pontos mérése segítheti.

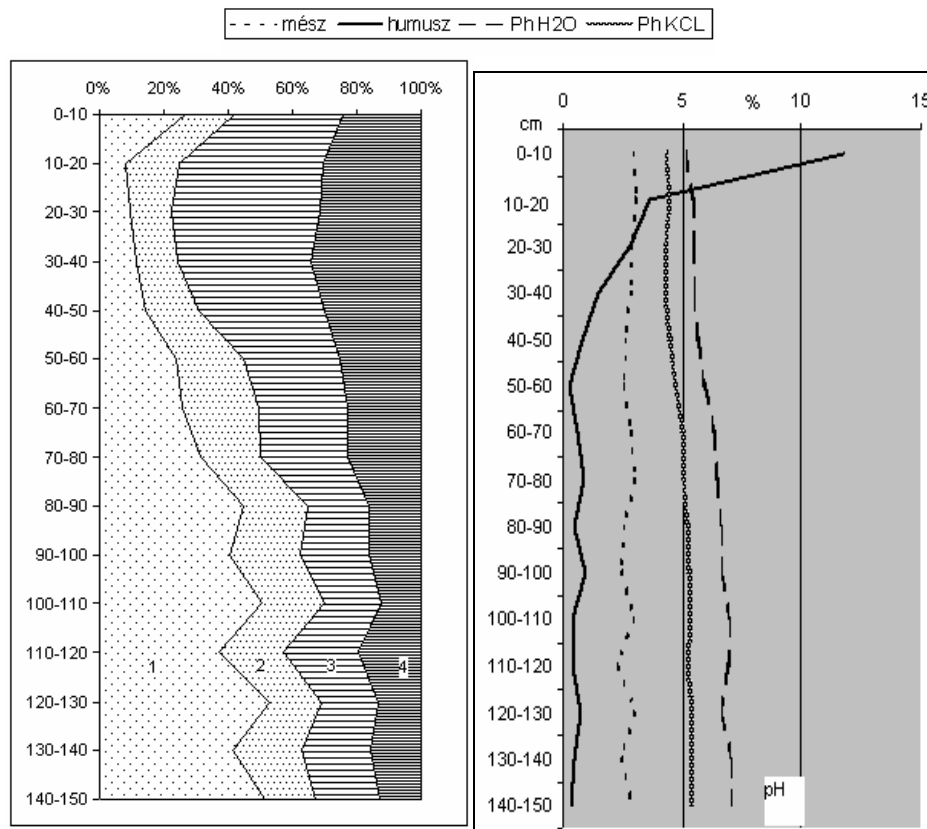


2/a. ábra. A vissi Holt-Bodrog belső ívéén lévő egyik övzátony anyagának mechanikai összetétele. 1 homok, 2 kőzetliszt, 3iszap, 4 agyag

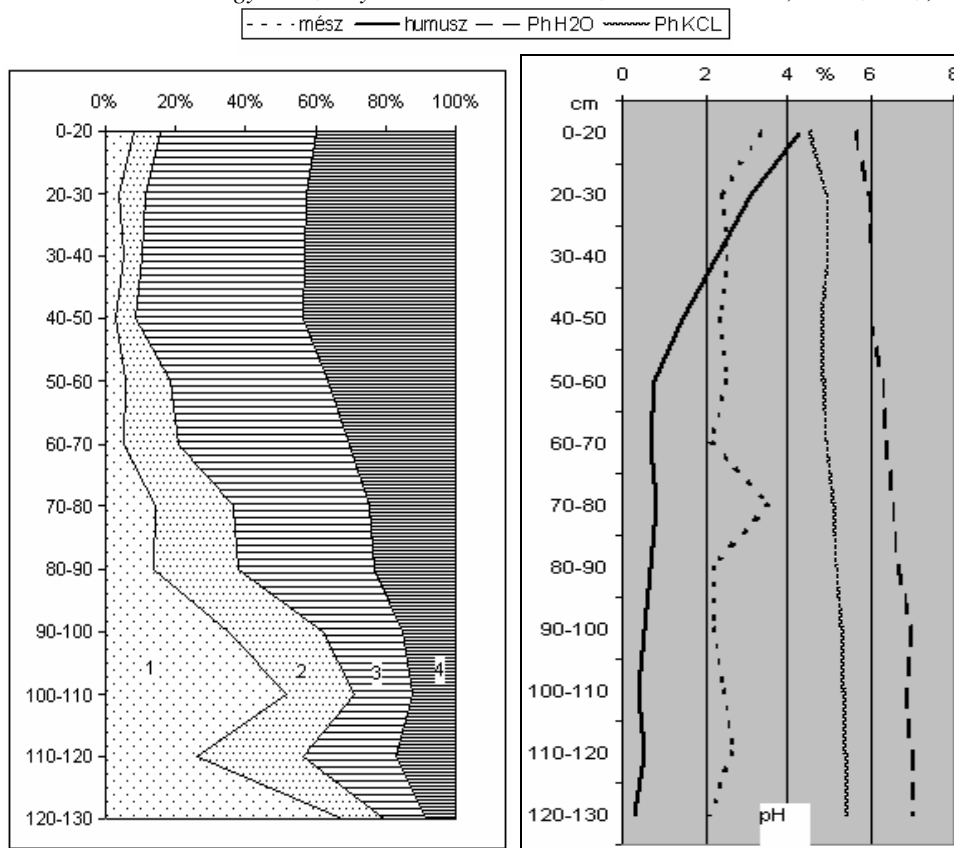
--- mész — humusz --- PhH₂O ~~~~ PhKCL



2/b. ábra. A vissi Holt-Bodrog belső ívéén lévő egyik sarlómeder anyagának mechanikai összetétele. 1 homok, 2 kőzetliszt, 3iszap, 4 agyag

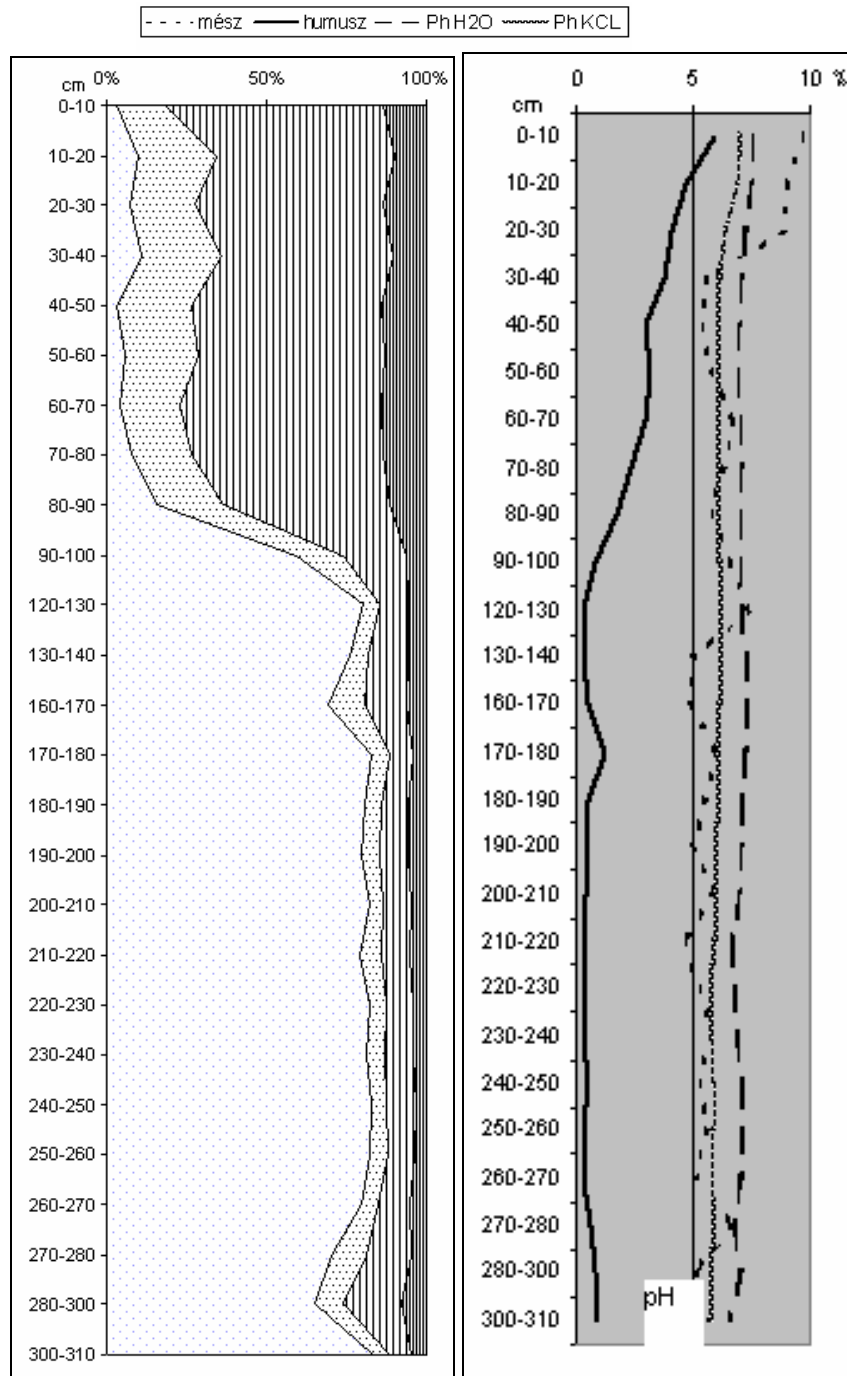


3/a. ábra. A Fekete-tó morotva egyik övzáonyának mechanikai összetétele. 1: homok, 2: kőzetliszt, 3: iszap, 4: agyag



3/b. ábra. A Fekete-tó morotva egyik sarlómedrének mechanikai összetétele.

1: homok, 2: kőzetliszt, 3: iszap, 4: agyag



4.. ábra. Jánd, a foltos-kerti feltöltődő morotva mederanyagának mechanikai összetétele.

--- mész — humusz — — PhH2O ~~~~~ PhKCL

A felszíni akkumuláció menetének a rekonstruálását a *humusztartalom* vizsgálatok is segítik. A humusztartalom maximuma a Fekete-tói zátony kivételével általában 2,5-5 %-os értékekkel, a legfelső 20 cm-ben jelentkezik, és 50-60 cm-től már mindenütt 1 % alá csökken, de mintegy fél százalékos értékben végig kimutatható. A humusztartalom és a homokfrakció arányának változása ellentétes irányú. Közös jellemző, hogy bár a pozitív és negatív formák felső rétegeinek humusztartalmában nincs karakterisztikus különbség, a zátonyokon (pozitív formákon) a felső néhány dm-ben a humusztartalom csökkenése valamivel meredekebb, mint a mélyedésekben. Ez arra utalhat, hogy bár a különböző formák növényzete a felszínközeli rétegekben a humuszképződésre nagyjából azonos feltételeket biztosít, de a humusz megma-

radása a pozitív formákon nehezebb, mint a hosszabban és nyugodtabb vizekkel borított mélyedésekben. Bár lefelé haladva a változások üteme nem teljesen egyenletes, de sehol sem ugrásszerű. Ezek az eredmények arra mutatnak, hogy a Bodrogzug alacsony ártéri felszíneinek akkumulálódása hosszabb idő óta hasonló karakterű folyamatok következménye. A mélyebb rétegekben ugrásszerű humusztartalom változást eredményező hosszabb elárasztási szünetek, vagy éppen hirtelen vastag üledékréteget lerakó áradások, illetve megszakítatlan vízborítások a fúrások által feltárt időszakban nem voltak.

Üledékcsapdák eredményeinek értékelése

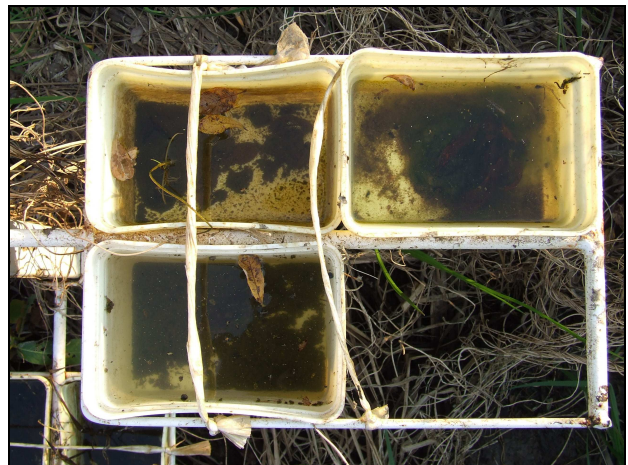
Az üledékcsapdák (6-8. kép) kihelyezése elsősorban az ártéri akkumuláció jellegének, menetének és sebességének feltárását szolgálja. Úgy gondoljuk, hogy a Bodrogzug árvízi elöntéseinek korábbi adatai alapján, amelyek szerint (Szabó et al. 2004) a tokaji vízmércén mért vízállások 1980 és 2003 között összesen 54 árhullám alkalmával, 491 napon át haladták meg a terület több mint 80%-ának elborításával járó 600 cm-es elsőfokú árvízvédelmi fokozatot, már néhány éves mérésorozat is érdemleges adatokat adhat az akkumuláció jellemzőinek pontosabb rekonstruálásához.

A bemutatott mintavételi helyek csapdáit 2008. késő tavaszán helyeztük ki, és az év folyamán egy elöntés érte azokat. Ez az árhullám nem méretei, hanem inkább időpontja miatt kivételesnek mondható. Vízállása ugyanis 2008. július 28 és augusztus 5 közötti 9 napon át meg haladta a 600 cm-t (két napig volt 700 cm felett, és 720 cm-rel tetőzött; www.hydroinfo.hu). Július és augusztus hónapokban a már jelzett 24 év alatt mindössze ötször fordult elő első árvízvédelmi fokozatot elérő vízállás. Mivel a vegetáció ebben az időszakban általában igen sűrű (és ez 2008-ban is így volt, 1. kép), az egyébként is lassan mozgó árvíz ártéri mozgását még inkább visszafogta, és így annak a hordaléktöménysége az élő medrektől távolabb nyilvánvalóan lényegesen elmaradt az átlagos árvizekétől. Ezzel magyarázzuk azt a tényt, hogy az árhullám levonulása után mintegy tíz nappal egyik kihelyezett csapdában sem volt kimutatható mennyiségű szerves üledék. A vízborításból visszamaradt lepedék (8. kép), amely nemcsak a felfogó edényekben, hanem az elborított növényzet levélzetén is feltűnő bevonatot képezett (9. kép), csak első ránézésre keltette a finom iszapos-agyagos anyag benyomását, a pontosabb vizsgálatok ezt az anyagot zöld moszatnak (*Chlorophyta*), azon belül *Ulothrix* nemzetségűnek határozták meg, s belőle hiányzott a mérhető mennyiségű szerves komponens.

Első vizsgálatunk tehát az érkező és leülepedő hordalékanyag tekintetében negatív eredménnyel zárultak, de a következő időszak várható „szabályos” árvizei ezt a képet minden bizonnyal változtatni fogják.



6. kép. Üledékcsapda, vissi Holt-Bodrog.



7. kép. Üledékcsapda, Kerek-tó.



8. kép. Üledécsapda., Kerek-tó.



9. kép Viss, Holt-Bodrog gyékénylevelén lévő „lepedék”

Összefoglalás

A recens ártéri akkumuláció és a formafejlődés jellegzetességeit a Tisza felső szakaszának napjainkig közel természetes módon fejlődő árterein – főleg a Bodrogzugban – vizsgáló kutatási programunk első előzetes eredményei azt mutatják, hogy e térszínnek gyakori árvízi elöntések által alakított jellegzetes övzátónyrendszerei és más ártéri formacsoportjai az 1,5-3 m mély furásszelvények által tükrözött hosszabb, de abszolút koradatokkal még alá nem támasztható időszak során lényegében azonos folyamatok révén formálódtak ill. formálódnak. Az árvízi elöntések vízmozgása időben lassuló, a leülepedő hordalék pedig egyre finomabb. A rendelkezésre álló adatok még nem teszik lehetővé annak egyértelmű eldöntését, hogy az árterek pozitív és negatív formái az ismétlődő elöntések következtében jelenlegi alapvető formajegyeik fenntartásával fejlődnek-e, vagy pedig a felszín a magasságkülönbségek nivellálódása irányába változik. Ennek a kérdésnek a megválaszolását segítő adatokat a már folyamatban lévő üledécsapdás vizsgálatainktól várunk.

Felhasznált irodalom

- A Tisza Hajdan és Most. A Tisza folyó helyszínrajza. Magyar Királyi Országos Vízépítési Igazgatóság, Budapest, 1906.
- A Tisza helyszínrajza, hosszszelvénye és kersztszelvényei Tiszabecstől Szegedig. Magyar Királyi Állami Térképészet, Budapest, 1934.
- Borsy Z. 1953: A Bodrogek felszínének kialakulása. Földrajzi Értesítő, 2-3. pp. 409-419.
- Borsy Z. 1969. A Bodrogek. In: Pécsi M. (szerk.) A tiszai Alföld. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 30-60.
- Borsy Z. 1972. Üledék- és morfológiai vizsgálatok a Szatmári-síkságon az 1970. évi árvíz után. Földrajzi Közlemények, 96. 1. pp. 38-42.
- Borsy Z. 1989: Az Alföld hordalékúpjának negyedidőszaki fejlődéstörténete. Földrajzi Értesítő 38. pp. 211-224.
- Borsy Z. – Félegyházi E. 1982: A vízhálózat alakulása az Alföld északi részében a pleisztocén végétől napjainkig. Szabolcs-Szatmári Szemle, 3. pp. 23-32.
- Borsy Z. – Félegyházi E. 1983: Evolution of the network of water courses on the north-eastern part of the Great Hungarian Plain from the end of the Pleistocene to our days. Quaternary Studies in Poland, 4. pp. 115-124.
- Borsy Z.– Félegyházi E. – Lóki J. 1988: A Bodrogek természetföldrajzi viszonyai. In: Fehér A.(szerk) Bodrogek, Ember – Táj – Mezőgazdaság, Miskolc 1988. pp. 1-92.
- Borsy Z. – Félegyházi E. – Csongor É. 1989: A Bodrogek kialakulása és vízhálózatának változásai. Alföldi Tanulmányok. pp. 65-81.

- Gábris Gy. – Telebisz T. – Nagy B. – Belardinelli E. 2002: A tiszai hullámtér feltöltődésének kérdése és az üledékképződés geomorfológiai alapjai. *Vízügyi Közlemények*, LXXXIV. évfolyam, 3. füzet, pp. 305-316.
- Gáris Gy. 2007: A Bodroghöz felszínfejlődése. In: Frisnyák S. – Gál A.(szerk.) Szerencs, Dél-Zemplén központja. Nyíregyháza – Szerencs, 2007 pp. 189-199.
- Hoffmann, Th. et al: (in print) Trends and controls of Holocene floodplain sedimentation in the Rhine catchments, *Catena* - 01345
- Kiss T. – Sipos Gy – Fiala K. 2002: Recens üledékfelhalmozódás sebességének vizsgálata az Alsó-Tiszán. *Vízügyi Közlemények*, LXXXIV. évfolyam, 3. füzet, pp. 456-467.
- Lóki J. – Félegyházi E. 2007: Felszíni változások a Bodroghözben. In: Frisnyák S. – Gál A.(szerk.) Dr. Peja Győző emlékkönyv. Nyíregyháza – Szerencs, 2007 pp. 117-136.
- Nagy I. – Schweitzer F. – Alföldi L. 2001: A hullámtéri üledék-lerakódás (övezet). *Vízügyi Közlemények*, LXXXIII. évfolyam, 4. füzet, pp. 539-560.
- Sándor A. – Kiss T. 2006: A hullámtéri üledék-felhalmozódás mértékének vizsgálata a Közép- és az Alsó Tiszán. *Hidrológiai Közöny*, 2006. 86. évf. 2. sz. pp. 58-62.
- Sándor A. – Kiss T. 2007: A 2006. tavasti árvíz okozta feltöltődés mértéke és az azt befolyásoló tényezők vizsgálata a Közép-Tiszán, Szolnoknál. *Hidrológiai Közöny*, 2007. 87. évf. 4. sz. pp. 19-24.
- Shi, Ch. – Dian, Z. – You, L.: 2002. Changes in sediment yield of the Yellow River basin of China during the Holocene, *Geomorphology*, 46, pp 267-283.
- Steiger, J. – Gurnell, A. M. 2002. Spatial hydro-geomorphological influences on sediment and nutrient deposition in riparian zones: observations from the Garonne River, France. *Geomorphology* 49. pp. 1-23.
- Szabó J. – Lóki – Szabó G. – Szabó Sz. – Konecsny K. 2004: A természetes folyóvízi felszínfejlődés geomorfológiai és ökológiai értékei Felső-Tisza vidéki mintaterületeken. In: Dövényi Z. – Schweitzer (szerk.) *Táj és környezet – tiszteletkötet a 75 éves Marosi Sándornak*. Budapest. pp. 65-77.
- Vass R. 2007: Adalékok a mentett ártéri és hullámtéri feltöltődéshez a Beregi-síkon a 2001. évi tiszai árvíz tükrében. *Acta Geographica ac Geologica et Meteorologica Debrecina*. - Geológia, Geomorfológia, Természetföldrajz sorozat. Volume 2, pp. 229-235.
- Walling, E. D. – Owens, P.N. – Leeks, G. J. L. 1998: The role of channel and floodplain storage in the suspended sediment budget of the River Ouse, Yorkshire, (UK) *Geomorphology*, 22, pp. 225-242.
- Walling, E. D. – He, Q. 1998: The spatial variability of overbank sedimentation on river floodplains, *Geomorphology*, 24, pp. 209-223.
- 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.
- www.hydroinfo.hu