

Szabó Sz. – Posta J. 2008. A földtani közeg nehézfém-tartalma és a feltöltődés sebessége a tiszai hullámterén. In: Püspöki Z. szerk.: Tanulmányok a geológia tárgyköréből dr. Kozák Miklós tiszteletére. Debrecen pp. 85-90.

## A FÖLDTANI KÖZEG NEHÉZFÉM-TARTALMA ÉS A FELTÖLTÖDÉS SEBESSÉGE A TISZA HULLÁMTERÉN

Szabó Szilárd<sup>1</sup> – Posta József<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1. e-mail: [szszabo@delfin.unideb.hu](mailto:szszabo@delfin.unideb.hu)

<sup>2</sup>Debreceni Egyetem, Szervetlen- és Analitikai Kémiai Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1. e-mail: [postaj@tigris.unideb.hu](mailto:postaj@tigris.unideb.hu)

### **Bevezetés**

A folyók szakaszjellegűnek – így munkavégző képességüknek – megfelelően formálják medrüket és medrük környezetét, melynek során hordalék kerül a vizükbe, illetve rakódik le. A hordalék mozgása szinte kizárólag a folyóban folyó víz sebességétől és vízhozamától függ, a bekerülő anyag jellege, minősége viszont a vízgyűjtő sajátosságait adja vissza.

A fővízfolyásba az hordalék bekerülhet közvetlenül a folyó partjáról, ugyanakkor igen távoli területekről, igen hosszú út megtétele után is. A folyamat az areális lepusztulással, a lepusztuló vízmozgással kezdődik, ami a kellő vízmennyiség és rendszerint valamilyen lineáris (sokszor antropogén) felszíni objektum hatására koncentrált, lineáris lefolyássá változik. Ezek a kisebb-nagyobb záporpatakok végül valamilyen felszíni állandó vizű patakba torkolnak igen jelentős mennyiségű hordalékot szállítva. Az ide kerülő hordalék feliszapolja ezeknek a kisvízfolyásoknak a medrét, aminek következtében azok gyakrabban – kisebb vízszintemelkedés hatására is – kilépnek medrükből, veszélyeztetve a völgytalpon folyó mezőgazdasági termelést.

A szállítható hordalék mennyisége ez esetben a vízgyűjtőn lévő talaj erodálhatóságától függ. Ezen belül a domborzat (lejtőviszonyok), a talajtípus, a geológiai adottságok és a növényborítottság a meghatározó. Emellett a lefolyás jellegét a vízgyűjtő alakja is befolyásolja, vagyis az hogy milyen gyorsan történik meg a lefolyás, mennyi az összegyülekezési idő. Az így bekerülő hordalék minősége befolyásolja a kisvízfolyások vizének minőségét is. Ha pl. a vízgyűjtő talajainak kémhatása savas, akkor az erodált talajrészecskék miatt a befogadó vizek is savas. A főfolyó hordaléka az értéren üledékként halmozódik fel.

Az emberi tevékenységek befolyásolják a hordalék (üledék) minőségét: mezőgazdaság, építkezés, bányászat stb. Tanulmányunkban a Tisza üledékeivel foglalkozunk, azok fémtartalmával és azzal, hogy a fémtartalom mennyiben tükrözi az egyes árvizek üledékfelhalmozó tevékenységét, mennyire segít az üledékek korának a meghatározásában, valamint a fémek vertikális eloszlása milyen jellegzetességeket mutat.

### ***A Tisza hullámterének feliszapolódása***

A Tisza a vízgyűjtő sajátosságai révén sok hordalékot szállít, melyen belül igen sok a lebegtetett hordalék aránya, sőt a Záhony alatti szakaszon a görgetett mennyiség elenyésző a

lebegtetetthez képest. Hordaléktöménysége rendszerint 3-szorosa a Dunáénak (Bogárdi J. 1971)

A hordalék mennyiségét a geológiai és domborzati adottságokon túl e folyó esetében nagymértékben befolyásolja a vízgyűjtő növényborítottsága. A forrásvidék és az országhatáron túli szakasz jelentős része hegyvidéki területen van, ahol az olvadékvizek és a nagy intenzitású nyári csapadékok gyér felszínborítás mellett hatékonyan tudják erodálni a talajt, így potenciálisan a Tiszába is sok hordalék kerülhet be. A vízgyűjtőn korábban az erdők tarvágása jelentette a legnagyobb problémát, mára azonban az újabb kutatások fényében inkább az erdők megváltozott összetételét okolhatjuk a sok hordalékért (Gönczy S. et al. 2004, Lóki J. et al. 2004). A lebegtetett hordalék mennyisége a fenti tényekből következően attól függ, hogy az árvíz mely vegetációs periódusban alakul ki, illetve milyen a lehullott csapadék függvényében a mellékvízfolyások milyen aránnyal kapcsolódnak be a víz és hordalékszállításba (Schweitzer F. et al. 2002).

A hegykeretből kilépve a folyó megváltoztatja szakaszjellegét, lerakja a hordalékát, vagyis feltöltő munkába kezd. Feltöltő munkát végez hazánkban is, különösen a Záhony alatti szakaszon, ahonnan síkvidéki jellegű. A hordalékszállítás alakításába beleszólnak a kiskörei és a tiszalöki víztározók: alattuk jelentősen csökken a lebegtetett hordalék mennyisége.

A továbbiakban röviden áttekintjük azokat a Tiszára vonatkozó tényeket és vizsgálatokat, amelyek a hullámtéri feltöltődésre vonatkoznak. Az üledékek felhalmozódásában nagy váltást jelentett a XIX. századi folyószabályozás. A folyót gátak közé szorították, így a hordalék csak a hullámtéren belül tud lerakódni. Az ekkor kialakított hullámtér azonban folyamatosan töltődik, az árvizek alkalmával lerakott hordalék vastagsága évről évre nő. A felhalmozódás sebessége változó, melyet befolyásol a relatív helyzet, a hullámtér szélessége, a mikrodomborzat, a növényborítottság, valamint az elöntési idő. A hullámtér egyes részei tehát eltérő ütemben töltődnek fel és persze olyan térszínek is vannak, ahol az erózió, a letarolás dominál. Az egyes szerzők ennek megfelelően eltérő feltöltődési sebességeket állapítottak meg, melyek közül néhányat most kiemelünk. Schweitzer F. (2001) munkájában a Körös hullámterének akkumulációjáról találhatunk adatokat, mely szerint az ármentesítés óta 160-180 cm vastagságú üledék rakódott le. A Tiszára nézve a Kisköre és Makó közti szakaszon 7 évre vonatkoztatva (1976-1983) 30 cm-t ad meg. Kiss T. és munkatársai (2004) a tiszai hullámtéren 0,3-0,8 cm/év üledék-felhalmozódási sebességet határoztak meg egy Alsó-Tisza-vidéki mintaterületen. Sándor A. – Kiss T. (2006) munkájában szintén 0,8 cm/év feltöltődési sebességet találhatunk (Szolnok közelében) és emellett arra is találunk adatot, hogy a folyóhát 1976-2000 között 19 cm-rel alacsonyabb lett, vagyis eróziós térszinné vált (a folyómeder, ezzel együtt a sodorvonal közelebb kerülése miatt). Ugyanez a szerzőpáros (Sándor A. – Kiss T. 2007) a 2006-os árvíz után meghatározta a lerakott üledék vastagságát és azt találták, hogy a vizsgált terület döntő részén 1-3 mm volt. 100 mm-t meghaladó friss üledék csak a folyó közvetlen környezetében (<12 m) volt megfigyelhető. Ezek az eredmények összhangban vannak a mi általunk számított felhalmozódási ütemmel (0,8-1 cm/év; Szabó Sz. et al. 2008a).

Összességében belátható az, hogy a szállított hordaléknak a munkavégző képesség változásával le kell rakódni és a gátrendszer kialakítása óta erre csak a hullámtéren van lehetőség. A folyamatos feltöltődés miatt a gátak magasságát időről időre emelni kellett és napjainkra bebizonyosodott, hogy ez a jövőben ez nem fenntartható. A gátak magasítása és megerősítése hosszú távon csak nagy pénzügyi ráfordítás mellett lenne elegendő, emellett árapasztó-tározó tározók kialakítására is szükség van. Ezt a célt tűzte ki a Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése, melynek keretében az első ütemben 6 árapasztó tározót építenek ki

(Cigánd-Tiszakarád; Szamos-Kraszna közö; Hanyi-Tiszasülyi; Nagykunsági; Tiszaroffi; Nagykörüi), továbbá hullámtéri beavatkozásokkal a nagyvízi meder vízvezető képességét növelik (Udvardi F. 2005).

### ***A tiszai üledékek fémtartalma***

A téma áttekintése előtt meg kell jegyeznünk, hogy sok esetben helytelen fémszennyezésről beszélni a hullámtéren, mert az ide érkező többlet egy jelentős részét esszenciális nyomelemek alkotják, így helyesebbnek látjuk fémtelhelésnek nevezni ezt a fémtöbbletet.

A Tisza vízgyűjtőjén évszázadokra visszamenően folytatnak ércbányászatot és -feldolgozást. Ezt a tevékenységet napjainkig az alapvető környezetvédelmi előírások betartása nélkül végzik, így az üledékekben a kitermelés-feldolgozás intenzitásával összhangban többkevesebb fémtelhelést találhatunk. A hullámtér fémszennyezettségével foglalkozó kutatások száma a 2000. évi cianid- és nehézfém-szennyezések után ugrásszerűen nőtt meg. Az ezt megelőző időszakból viszonylag szűkösek a fellelhető források. E munkák egy része a felszíni üledékek, talajok fémtartalmáról ad tájékoztatást (Alapi K. – Györi Z. 2003, Black, M. – William, P. 2001. Hum L. – Matschullat J. 2002, Hum L. 2005a, Hum L. 2005b, Szalai Z. et al. 2005, Szalai Z. 2006), ami nagyon fontos, mivel a növények gyökérszónája is itt található, így a potenciálisan felvehető elemtartalom szempontjából kiemelt jelentőségű. Más szerzők (Braun M. et al. 2003, Braun M. – Papp I. 2008, Sándor A. – Kiss T. 2008, Szalai Z. 2007) a fémek mélységbeli eloszlásával foglalkoznak, mely segítségével választ kaphatunk a korábbi szennyezések mértékére, azok mélységére, illetve – amennyiben azonosítani tudjuk a kiugró fémkoncentrációjú üledékek lerakódásának idejét – következtetni tudunk a feliszapolódás sebességére.

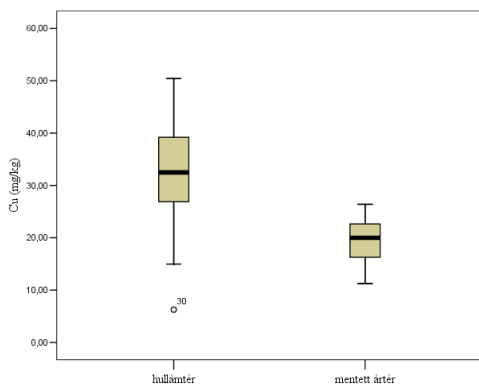
Az ércbányászati tevékenység miatt ide érkező cink és réz koncentrációja eddigi tapasztalataink alapján (Szabó Sz. et al. 2008a, Szabó Sz. et al. 2008b) a Szamos torkolat előtti szakaszon ritkán haladja meg a jelenleg a földtani közeg szennyezettségének minősítésére rendelkezésre álló 10/2000 (VI.2.) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendeletben megállapított B (szennyezettségi) háttérértéket. Igaz ez a toxikus hatású ólomra, kadmiumra is, illetve a határértékek túllépése nem jelentős. Emellett azonban találhatunk utalást a fémek nagyobb koncentrációjára is (pl. Farsang A. 2008). A terhelés mértékét nehéz megítélni, mert a vizsgálatok csak a hullámtéri üledékek fémkoncentrációira vonatkoztak, így nem lehet összehasonlítani a mentett ártér állapotával.

A továbbiakban a hullámtéri fémtelhelést esettanulmányként kívánjuk bemutatni eddigi eredményeink alapján.

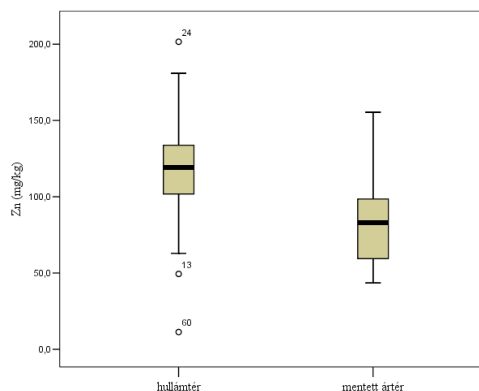
### ***Az üledék fémtartalma Gulács környezetében***

A K 68566 sz. OTKA pályázat keretében végezzük a munkát, melynek során felszíni mintákat gyűjtünk, illetve talajszelvényeket létesítünk. A felszíni minták begyűjtése során átlagmintavételezésre került sor szondarúddal a talaj felső 25 cm-es rétegéből a hullámtérről és a mentett oldalról egyaránt. A szelvények 1 m mélységűek és a mintákat 2 cm-enként vételeztük. A feltárás során cc. HNO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-t alkalmaztunk mindkét esetben, amit a felszíni minták esetében Lakanen-Erviö-féle kioldással is kiegészítettünk.

Eredményeink azt mutatják, hogy a hullámtéren szignifikánsan nagyobb fémkoncentrációk alakulnak ki, mint a mentett oldalon. Ezt a réz és cink példáján az 1. és 2. ábrákon mutatjuk be. A vizsgálatokból az is kiderült, hogy a növények számára hozzáférhető fémhányad (Lakanen-Erviö kioldás) a hullámtéren minden esetben nagyobb, mint a hullámtéren kívül.

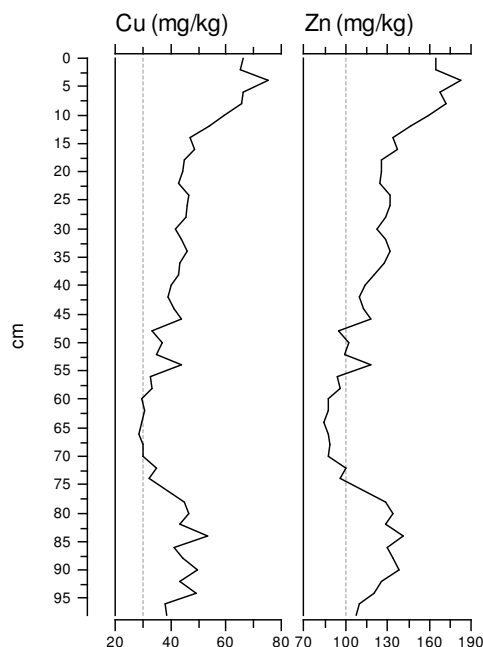


1. ábra. A hullámtéri és mentett ártéri minták réztartalma (mg/kg)



2. ábra. A hullámtéri és mentett ártéri minták cinktartalma (mg/kg)

Ezeknek a fémeknek a mélységbeli eloszlása nem homogén. Mint az a 3. ábrán is látszik, éppen a felső 15-20 cm-es réteg az, ahol a fémek koncentrációja a legnagyobb (vagyis ahol a növények gyökérzete a legsűrűbb). Ebből következhetne az is, hogy a növényekben az akkumulálódott fémtartalom nagy, ám valójában – mint korábbi munkánkból (Szabó et al. 2008b) kiderül – ez a mennyiség nem okozhat problémát. A felső réteg fémkoncentrációja arra utal, hogy az utóbbi időszakban fokozott bányászati kitermelés és feldolgozás történt a folyó felső szakaszán (különösen a Máramarosi-havasok bányáiban) és a környezetvédelmi szempontokat nem érvényesítették. Szembetűnő, hogy mindkét fém mennyisége a vizsgált mélységben egy kis réteget kivéve meghaladja a háttérkoncentrációt. Feltételezésünk szerint ezt a 60-70 cm közötti réteget a II. világháború pusztításai miatt leálló ipari termelés, illetve a háborút követően, a szovjet csapatok megszállása miatt nehezen újrainduló ipar időszakában lerakódott üledékek képezik. Ezt alátámasztani látszik az is, hogy a visszaesést megelőzően nagy a fémmennyiség az üledékben (fokozott ipari termelés a háborúra készülve), majd az 1950-es években újrainduló ipar miatt ismét megugrik a koncentráció. Ha ezt elfogadjuk és kiszámoljuk, hogy az alacsony fémkoncentrációjú réteg feletti üledékvastagság kb. 55 év alatt rakódott le, átlagosan 1 cm/év feltöltődési sebességet kapunk. A jövőben ezt Cs-izotópos mérésekkel kívánjuk ellenőrizni.



3. ábra. A réz és a cink vertikális eloszlása a Tisza hullámterén Gulács közelében. A szaggatott vonal a 10/2000 (VI.9.) rendelet szerinti háttérértéket mutatja.

### ***Felhasznált irodalom***

- Alapi K. – Györi Z. 2003. Iszapvizsgálatok a nehézfémekkel terhelt tiszai ártéren. Acta Agraria Debreceniensis 19. 6 p.
- Black, M. – William, P. 2001. Preliminary assessment of metal toxicity in the Middle Tisza River (Hungary) flood plain. Journal of Soils and Sediments 1 (4): pp. 213-216.
- Bogárdi J. 1971. Vizek hordalékszállítása. Akadémiai Kiadó. Budapest 837 p.
- Braun M. – Szalóki I. – Posta J. – Dezső Z. 2003. Üledék felhalmozódás sebességének becslése a Tisza hullámterében. MHT XXI. Vándorgyűlés 2003. július 2-4. CD-kiadvány
- Braun M. – Papp I. – Szalóki I. – Leermakers, M. 2008. A borsabányai szennyezés utóélete a Boroszló-Kerti Holt-Tisza üledékében. In: Orosz Z. – Szabó V. – Molnár G. - Fazekas I. szerk.: IV. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia I. kötet. Debrecen pp. 289-294.
- Farsang A. – Cser V. – Barta K. 2008. Indukált fitoextrakciós eljárás terepi alkalmazása enyhén szennyezett kotrási iszapban. In: Orosz Z. – Szabó V. – Molnár G. - Fazekas I. szerk.: IV. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia I. kötet. Debrecen pp. 138-144.
- Gönczy S. – Molnár J. – Szabó G. – Sándor A. 2004. Az erdőirtások hatása az árvízi vízhozamokra a Felső-Tisza kárpátaljai mellékfolyóin. Földtani Kutatás 16 (3-4) pp. 52–56.
- Hum L. 2005. Mocskos arany. A 2000. év cianidos és nehézfém-tartalmú szennyezőhullámai és az üledékek nehézfém-tartalma. A környezettudomány elmélete és gyakorlata c. konferencia, Szeged, CD kiadvány 10 p.
- Hum L. 2005. Nehézfémek a Tisza és mellékfolyói üledékeiben. A környezettudomány elmélete és gyakorlata c. konferencia, Szeged, CD kiadvány 5 p.
- Hum L. – Matschullat J. 2002. A Tisza és mellékfolyói üledékeinek nehézfém- és arzéntartalma 1999/2000 őszi-téli állapot. Hidrológiai Közöny 82 (1): pp. 23-30.

- Kiss T. – Sípos Gy. – Oroszi V. – Barta K. 2004. Üledék-felhalmozódás mértékének vizsgálata a Maros és az Alsó-Tisza hullámterén. II. Magyar Földrajzi Konferencia, Konferencia CD, Szeged, 22 p.
- Konecsny K. 2005. A felszíni lefolyás vizsgálata a Tisza kisvízfolyásain. MHT XXIII. Vándorgyűlése. CD kiadvány
- Lóki J. – Szabó J. – Konecsny K. – Szabó G. – Szabó Sz. 2004. Az erdősültség és az árhullámok kapcsolata a Felső-Tisza-vidéken. II. Magyar Földrajzi Konferencia közleményei – Szegedi Egyetem, Természeti Földrajzi Tanszék, Konferencia CD ROM, 21 p.
- Papp I. – Braun M. – Szalóki I. – Leermakers, M. (2007): Investigation of the effects of Baia Borsa pollution event in the sediment of Boroszló-kert oxbow lake of the Tisza. Acta GGM Debrecina. Geology, Geomorphology, Physical Geography Series 1 (2): 181-186.
- Sándor A. – Kiss T. 2006. A hullámtéri üledék-felhalmozódás mértékének vizsgálata a Közép- és az Alsó Tiszán. Hidrológiai Közlöny 86 (2) pp. 58-62.
- Sándor A. – Kiss T. 2007. A 2006. tavaszi árvíz okozta feltöltődés mértéke és az azt befolyásoló tényezők vizsgálata a Közép-Tiszán, Szolnoknál. Hidrológiai Közlöny 87 (4) pp. 19-24.
- Sándor A. – Kiss T. 2008. A területhasználat változás hatása az üledék-felhalmozódásra, közép-tiszai vizsgálatok alapján. In Csorba P. – Fazekas I. szerk.: Tájkutató – tájökológia, in print
- Schweitzer F. – Nagy I. – Alföldi L. 2002. Jelenkori övzátony (parti gát) képződés és hullámtéri lerakódás a Közép-Tisza térségében. Földrajzi Értesítő 51 (3-4) pp. 257-278.
- Schweitzer F. 2001. A magyarországi folyószabályozások geomorfológiai változásai. Földrajzi Értesítő (50) (1-4) pp. 63-72.
- Szabó Sz. – Molnár L. Sz. – Juhos K. – Prokisch J. 2008a. Hullámtéri nehézfém-szennyezettség vizsgálata egy felső-tiszai mintaterületen. In: Orosz Z. – Szabó V. – Molnár G. Fazekas I. szerk.: IV. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia I. kötet. Debrecen pp. 283-288.
- Szabó Sz. – Molnár L. Sz. – Gosztonyi Gy. – Posta J. – Prokisch J. 2008b. A nehézfém-szennyezettség vizsgálata egy felső-tiszai holtmeder környezetében. In: Demeter G. szerk.: Geografia generalis et specialis. Debrecen, pp. 255-260.
- Szalai Z. – Baloghné 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) pp. 61-84.
- Szalai Z. 2006. A lépték szerepe a hatótényezők erősségében, avagy a nehézfémek elérhetősége a hazai hullámtereken. III. Magyar Földrajzi Konferencia, MTA-FKI, Budapest, CD-kiadvány 3 p.
- Szalai Z. 2007. Effects of channelization on natural levee development, Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria. 30 (2) pp. 249-254.
- Udvarhelyi F. 2005. Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése a Felső-Tiszán. MHT XXIII. Vándorgyűlése. CD kiadvány