

Szabó Szilárd¹ – Csorba Péter² – Svingor Éva³ – Futó István⁴ – Babka Beáta⁵

Holtmedrek vízpótlás-vizsgálatának előzetes eredményei a Felső-Tisza-vidéken

Bevezetés

Az elmúlt években – főként a nagyobb, ismertté vált esetek hatására – növekvő figyelem kíséri folyóvizeink és környezetük minőségének alakulását. A legismertebb szennyezés a 2000. évi cianid-, majd az azt követő nehézfém-szennyezés volt (NAGY S. A. ET AL. 2002). Emellett azonban feltételezhető és főként üledékvizsgálatokkal bizonyítható is, hogy az elmúlt évtizedekben folyamatosan érkezik a határainkon túlról kisebb-nagyobb mennyiségű szennyező anyag (BRAUN M. ET AL. 2003).

A felszíni vizek érintettsége nyilvánvaló, azonban a szabályozás (és helyenként természetes folyamatok) nyomán kialakult holtmedrek (PÁLFAI I. 1995; WITTNER I. ET AL. 2003, 2005) – melyek napjainkban jelentős természeti értéket képviselnek – állapotára gyakorolt hatás nem tisztázott. A közvetlen felszíni kapcsolaton túl a régi folyómedrek kavicsos, nagy vízvezető képességű rétegein keresztül akár felszín alatti kapcsolat is elképzelhető. A holtmedrek vízháztartási viszonyainak a tisztázása tehát azok felszíni vizek általi szennyezéssel szembeni érzékenységről is tájékoztat.

Munkánk során célunk az, hogy a Tisza Tokaj és az országhatár közötti szakaszán megállapítsuk a holtmedrek vízpótlásának törvényszerűségeit. E munkához két lépcsőben láttunk hozzá: előbb egy részletes vizsgálatsorozatot végeztünk egy holtmeder esetében, majd a kapott eredmények alapján kiterjesztettük a kutatást további 42 holtmederre. Az elemzésekhez különböző adatsorok statisztikai elemzését, valamint vízminták kémiai analízisét és izotópvizsgálatát végeztük el. Jelenleg csak előzetes eredményeinkről számolunk be.

Anyag és módszer

A részletes vizsgálatot a Boroszló-kerti Holt-Tiszán végeztük, melynek keretében 2004 nyarán két alkalommal felszíni és talajvízmintákat gyűjtöttünk be. A felszíni mintavétel során 5 mintát gyűjtöttünk be, melyek közül 2 db a Tiszából származott, 3 db pedig a holtmederből, emellett 4 db talajvízmintát vettünk, 2 db-ot a folyóhoz közelebb, 2 db-ot pedig a folyótól távolabb eső helyekről (1. ábra). 2005. őszén a részletezett vizsgálatokra építve további 42 holtmedret mintáztunk meg.

¹ DE Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék szszabo@delfin.unideb.hu

² DE Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék csorbap@delfin.unideb.hu

³ MTA ATOMKI Környezet és Földtudományi Osztály svingor@atomki.hu

⁴ MTA ATOMKI Környezet és Földtudományi Osztály futo@atomki.hu

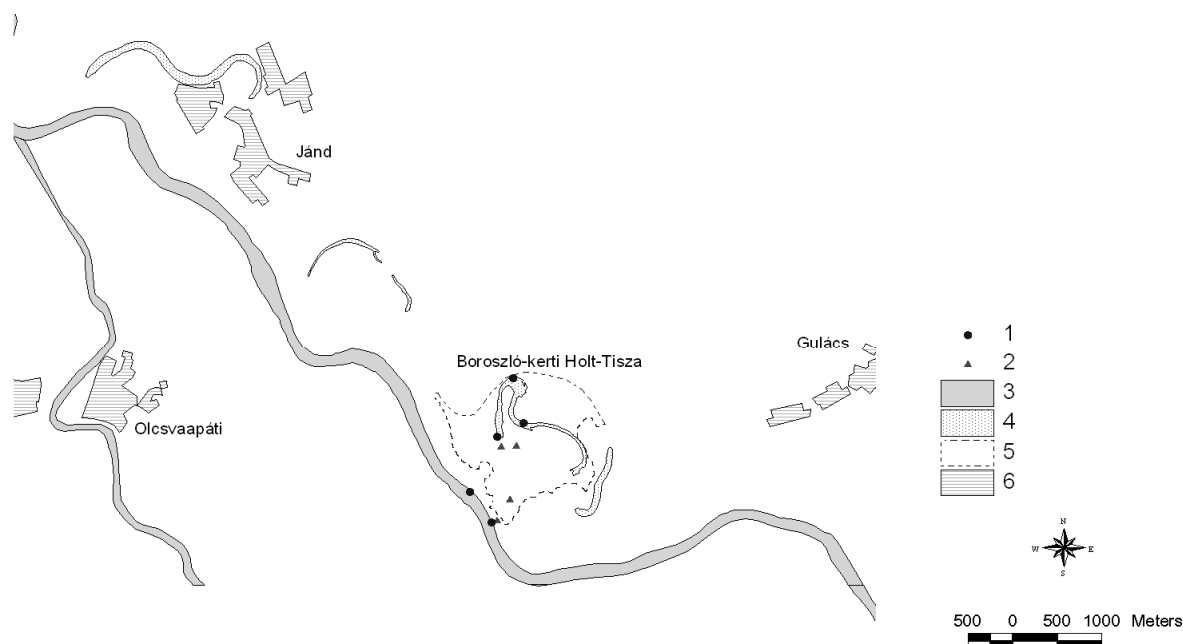
⁵ DE Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék belissimo@freemail.hu

A fúrásokból vett talajvíz és a 2004-ben gyűjtött felszíni vízminták laboratóriumi analitikai elemzését a Nyírségvíz Kft. végezte el a következő vízkémiai paraméterekre: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , SO_4^{2-} , oldott ortofoszfát, formált P, összes P, összes oldott P, NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , KOI_{ps} , KOI_{Cr} , BOI_5 , Kjeldahl N, klorofill-A, M-lúgosság, összes keménység, huminsav, összes lebegő anyag, száraz anyag, Ag, Al, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sr, Zn. A 2005-ben végzett vízmintavétel vizsgálatait a DE Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszékének a laboratóriumában végeztük el.

A vízminták a $\delta^{18}\text{O}$ - és δD -eltolódás, valamint T (trícium)-tartalom meghatározására az MTA ATOMKI Környezet Analitikai Laboratóriumában került sor.

1:10000 méretarányú térképek szintvonalainak digitalizálása után elkészítettük tágabb területének digitális magasságmodelljét (DMM). A digitalizálási hibák kiszűrése után a térkép horizontális pontossága kb. 6 m. A DMM elkészítése során krigeléses interpolációt alkalmaztunk, melynek felbontását az előbbiek miatt 10 m-ben határoztuk meg. A krigelést és a variogram illesztést Surfer for Windows 8.0-val végeztük.

Részletes felszínelemzést a Boroszló-kerti Holt-Tisza esetében végeztünk (1. ábra), mivel innen származnak a legrészletesebb vízkémiai vizsgálatok is. A DMM alapján lehatároltuk a Boroszló-kerthez tartozó részvízgyűjtőt, ezen belül pedig a lefolyási irányok elemzésével azt a területet, ahonnan a felszínről a víz a holtmederbe juthat. A csapadékértékek segítségével így meghatározható, hogy sokéves átlagban mennyi víz kerül a holtmederbe. A valós lefolyás közelítésére Kenessey módszerét használtuk fel, mely a *talaj vízvezető-képessége*, a *növényborítottság* és a *lejtés* alapján ad meg egy lefolyási koefficiens (SZABÓ J. 1992). A vízvezető-képességet a talajmintákból számított Campbell-féle szivárgási tényező alapján becsültük, a növényborítottságot a műholdfelvételtől származtatott NDVI-értékből határoztuk meg, a lejtőszög pedig a DMM derivátumaként állt elő.



1. ábra. A Boroszló-kerti mintaterület és környezete

1: felszíni mintavételi helyek; 2: furatok, felszín alatti vízmintavételi helyek; 3: folyó; 4: holtmedrek; 5: a Boroszló-kerti Holt-Tisza vízgyűjtője; 6: települések

A fúrásokból réteg váltásonként talajminta begyűjtésére került sor. Ezeknek a mintáknak a mechanikai összetételét határoztuk meg a Debreceni Egyetem Tájvédelmi és

Környezetföldrajzi Tanszékének a laboratóriumában. Ez alapján meghatároztuk az egyes rétegek szivárgási tényezőit (CAMPBELL, G. S. 1985), így ki tudtuk számítani azt az időt, amely ahhoz szükséges, hogy felszínről beszivárgó víz elérje a talajvizet.

Elkészítettük a holtmedrek digitális térképi adatbázisát és kiszámítottuk a holtmedrek területét.

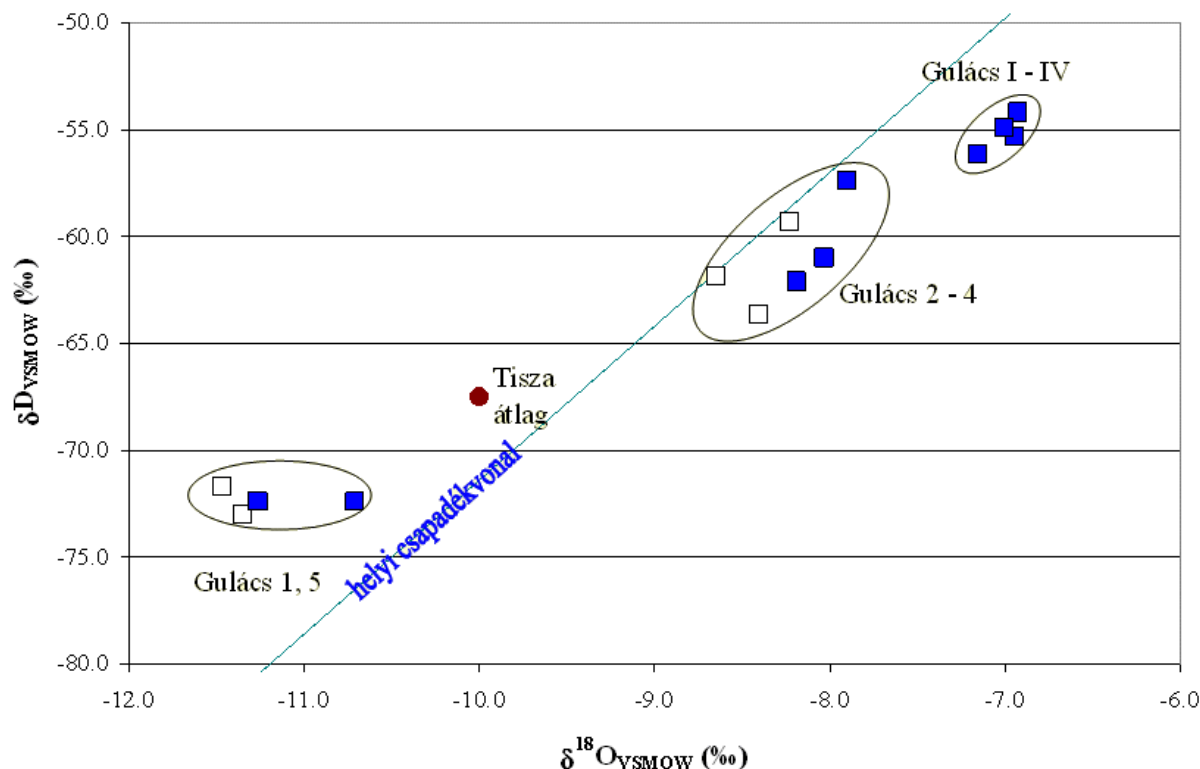
Eredmények

A Boroszló-kerti Holt-Tiszán végzett részletes vizsgálat sorozat eredményei alapján leszűkítettük azoknak a vízkémiai paramétereknek a körét, melyek jelentősen különböztek a Tisza és a holtmeder esetében: fajlagos vezetőképesség, Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , KIO_3 , BOI_5 , összes keménység, huminsav. Ezek a paraméterek azok, amelyek alapján feltételezhető, vagy éppen kizárható a kapcsolat a holtmeder és a Tisza között.

Az eredmények alapján kijelenthetjük, hogy az árhullám levonulása után nincs kapcsolat a Tisza és a holtmeder között. Ezt bizonyítják a furatokból vett talajvízminták eredményei is: mind a nitrát-, mind a nátrium- és a kloridtartalom alacsonyabb, mint a Tiszában és a holtmederben.

A klorid nem kötődik meg a kolloidok felületén, a környezetvédelemben gyakran használják szennyezésterjedés-vizsgálatokban is. A nátrium a legtöbb kation közül pedig először kerül oldatba és legutoljára válik ki belőle. Ha tehát kapcsolata lenne a holtmedernek akár a Tiszával, akár a talajvízzel, ez a nátrium és a klorid koncentrációjában is megmutatkozna. Ezzel szemben a Tiszában legmagasabb (40 mg/l), a holtmederben a legalacsonyabb (5 mg/l), a talajvízben pedig köztes (8 mg/l) a nátrium koncentrációja.

A vizsgált vízminták $\delta^{18}\text{O}$ – δD kapcsolatát mutatja a 2. ábra. A Tiszából, a holtmederből és a fúrásokból származó vízminták izotóparányaik alapján elkülönülnek egymástól. A Tiszából vett vízminták (Gulács 1 és 5) delta-értékei a legnegatívabbak, a $\delta^{18}\text{O}$ értékek negatívabbak a magyarországi csapadékatlagra jellemző értékeknél. A pontok a helyi csapadékvonal fölött helyezkednek el, ami az eddigi mérések szerint a Tisza magyarországi szakaszára általában, de különösen az Aranyosapáti fölötti szakaszra jellemző. (Az ábrán a „Tisza átlag” pont a Tiszabecs és Tiszasziget között a Tiszából vett vízmintákon mért delta-értékek átlagát mutatja.) A holtmederből származó mintákat sokkal kevésbé negatív értékek jellemzik, a pontok a magyarországi csapadékvonalon, vagy kissé az alatt helyezkednek el, ami helyi csapadék eredetre, a július – augusztusi mérések eltérése pedig gyenge bepárlódásra utal (valamennyi pont pozitív irányba tolódott el). A fúrásminák delta-értékei nem nagymértékben, de határozottan eltérnek a holtmederbeli felszíni vizektől. A legfeltűnőbb, hogy ezeknek az izotóparányai gyakorlatilag a mérési bizonytalanságon belül egyeznek egymással és a bepárlódás hatása erősebb, mint a felszíni vizek esetében.



2. ábra. A gulácsi vízminták stabilizotóp-arányai. Mintázás ideje: □ 2004.07.20 ■ 2004.08.05

Az eltérés a tiszai vízminták és a holtmederbeli minták között, valamint a holtmederbeli felszíni vízminták és a fűrásminták hasonlósága a vízkémiai paraméterekben is megmutatkozik (2. ábra). Ugyanakkor az is látszik az ábrából, hogy a holtmederbeli felszíni vízminták és a fűrásminták izotóparányaiban látható eltérés nem magyarázható a kémiai összetétellel. A holtmederbeli felszíni vizek nem vezethetők le a Tisza vizéből, az viszont nem zárható ki, hogy pl. a Gulács 1 minta esetében a júliusi és augusztusi mintázások között tapasztalt erős pozitív $\delta^{18}\text{O}$ eltolódást a talajvízből a Tiszába szivárgó víz okozta. (Meg kell jegyeznünk, hogy DÉVAI GY. ET AL. (1996) eredményeinkkel ellentétben a csapadék alárendeltebb szerepét hangsúlyozza az áradások általi vízpótlással szemben.)

A tríciumtartalmak alig térnek el egymástól: a holtmederbeli felszíni vízminták tríciumtartalma a két mérősorozatban alig változott és egymástól sem különböznek lényegesen (átlag $6,8 \pm 0,2$ TU). A Tiszában mért eltérések sem jelentősek, ennyit a mintavételi körülmények közti különbség, az áramlási viszonyok megváltozása is okozhat, az értékek hasonlóak a Tiszában más pontokon mértékhöz (Tiszában átlag: $8,5 \pm 0,8$ TU).

Más a helyzet a fűrásokban mért trícium koncentrációkkal. Az eltérések nem túl nagyok ugyan (min. $6,7 \pm 0,3$, max. $8,7 \pm 0,3$ TU, átlag $7,5 \pm 0,9$ TU), de meghaladják a hibahatárt. Átlagosan több tríciumot tartalmaznak, mint a holtmederben lévő felszíni vizek. Ha a holtmederben jelenleg található felszíni vizek folyamatos leszivárgásából származnának, átlagos trícium tartalmuk azonos, vagy valamivel kisebb lenne, mint a felszíni vizeké. Valószínű, hogy nagyobb részben tavaszi, tél végi bőséges (nemcsak a mintaterületre hullott) csapadék leszivárgásából származnak, amelynek trícium tartalma ~ 10 TU körüli érték lehetett. A vizek átlagos tartózkodási ideje („kora”) legfeljebb néhány év (< 5 év).

A fentiekből kiderül, hogy a holtmeder a nyári időszakban sem a talajvízből sem a Tiszából nem kap utánpótlást. Így egyedüli vízpótlási lehetőségként csak a csapadék jöhet szóba.

Annak bizonyítására, hogy a csapadékvíz elegendő lehet-e a holtmeder vizének a biztosításához végeztük el a lefolyásvizsgálatot.

A holtmeder területe az $M=1:10000$ topográfiai térkép alapján 13,25 ha. A szokásos vízmélység mellett – mely 0,8-1,2 m (DÉVAI GY. ET AL. 1996) – vízmennyisége kb. 106000-159000m³.

A DMM alapján előállított részvízgyűjtő és az összefolyási viszonyok szerint a felszíni vízpótlás 172 ha-os területről valósulhat meg. A 10 éves csapadékatlagot (570 mm) figyelembe véve ez potenciálisan 980 400 m³ vizet jelent a területre vonatkoztatva. Ez egy elméleti érték, mivel a lehulló csapadék egy része elpárolog, más része beszivárog és csak a fennmaradó hányad folyik le a helyi erózióbázis irányába, vagyis itt a holtmederbe. Ha a Kenessey-féle lefolyási koefficienssel korrigáljuk a csapadéértékeket, azt kapjuk, hogy sokéves átlagban a holtmederbe 178 200 m³ víz juthat évente. Ez az érték 103 mm csapadékmagasságnak felel meg, azonban a teljes mennyiség nem kerül lefolyásra. A nyári hónapokban az erőteljes párolgás, valamint a száraz talaj víznyelése következtében a sokéves átlagok helyett inkább az effektív (hatékony/lefolyást kiváltó) csapadékkal számolni. Egy-egy kisebb mennyiségű csapadék akár teljes egészében elpárolog, illetve elszivárog. A több csapadék viszont a lefolyás ugrásszerű növekedését okozhatja.

A számított mennyiség meghaladja a teljes vízkészletet, azonban ez az érték tovább csökken a térségben jelentkező erőteljes evapotranszspiráció miatt. A tó felületéről kb. évi 83000 m³ víz párolog el a SZÁSZ G. – TÖKEI L. (1997) által megadott evapotranszspirációs értékkel kalkulálva.

A fentiek alapján két fontos következtetést tudunk levonni: a csapadék mennyisége képes ellátni megfelelő mennyiségű vízzel a holtmedret, ami viszont aszályos időszakban akár ki is száradhat. Ez több alkalommal is megtörtént már az elmúlt években, amikor a holtmeder sem a Tiszából nem kapott utánpótlást évekig, sem a csapadék mennyisége nem volt elegendő a fennmaradáshoz.

Ezek után került sor a vízminták begyűjtésére a további 42 holtmederből. A vizsgálatok a boroszló-kertihez hasonló eredményt adtak: mind a vízkémiai, mind az izotópanalitikai vizsgálatok alapján a csapadékvíz eredet valószínűsíthető.

Az 1. táblázat adataiból jól látszik, hogy a hullámtéri és a mentett ártéri holtmedrek vízminősége több paraméter esetében eltér egymástól, azonban mindkét típus eltér a Tisza vízkémiai jellemzőitől. A pH, a fajlagos vezetőképesség, a nitrát és a nátrium jelentősen eltér a folyó és a holtmedrek között.

A vizek eredetének meghatározására az izotópanalitikai vizsgálatok adják meg a lehetőséget (SVINGOR É. – BALOGH K. 2003). Következtethetünk a vizek korára, bepárlódottságára, így eredetükre. A holtmederminták $\delta^{18}\text{O}$ - és δD -eltolódásai csapadékvíz eredetre utalnak, míg a Tisza vize esetében inkább olvadékvíz eredetre következtethetünk.

1. táblázat. A mentett oldali és hullámtéri holtmedrek, valamint a Tisza vízkémiai és izotópanalitikai jellemzői

Vízkémiai paraméter	hullámtér (N=30)		mentett oldal (N=12)		Tisza (N=8)	
	átlag $\pm$ szórás	medián	átlag $\pm$ szórás	medián	átlag $\pm$ szórás	medián
pH(H ₂ O)	7,45 $\pm$ 0,25	7,48	7,48 $\pm$ 0,46	7,36	7,74 $\pm$ 0,35	7,81
vezetőképesség ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	429 $\pm$ 241	368	1056 $\pm$ 1140	605	737 $\pm$ 90	713

PO ₄ ³⁻ (mg/l)	0,10±0,05	0,10	0,32±0,52	0,15	0,11±0,09	0,10
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,03±0,02	0,02	0,03±0,03	0,02	0,04±0,02	0,03
NO ₃ ⁻ (mg/l)	0,78±1,49	0,28	0,53±0,48	0,52	2,36±1,01	2,34
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,50±0,16	0,49	0,80±0,45	0,76	0,54±0,31	0,44
KOI _{ps} (mg/l)	8,24±2,76	8,07	10,41±2,72	10,72	3,55±2,75	3,26
Na ⁺ (mg/l)	15,9±11,7	13,1	26,6±19,2	24,5	62,5±13,9	69,0
δ ¹⁸ O _{VSMOW} (‰)	-5,40±1,96	-5,30	-5,05±3,09	-4,00	-10,72±0,34	-10,70
δD _{VSMOW} (‰)	-50,03±11,09	-48,7	-48,88±16,26	-42,8	-76,91±1,36	-76,60

Figyelembe véve, hogy a mentett ártéri holtmedreket sosem önti el a folyó vize, és azt hogy ezek vízkémiai jellemzői rendszerint inkább a hullámtéri holtmedrek értékeihez hasonlítanak, úgy véljük, hogy ez erősíti a csapadékvíz-utánpótlás jelentőségének elméletét.

Következtetések

A Boroszló-kerti Holt-Tiszán végzett vizsgálataink alapján a vízpótlást tekintve a csapadék jelentőségét hangsúlyozzuk az éves elöntések fontossága mellett.

A vízkémiai paraméterek közül a fajlagos vezetőképesség, Na⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻, KOI_{Cr}, BOI₅, összes keménység, huminsav; valamint a stabilizotópok alapján szignifikáns különbség van a holtmeder és a Tisza között. Az áradás levonulása után tehát kizárható a kapcsolat a folyó vizével. A talajviz adatok alapján az elszivárgás sem valószínűsíthető.

A 42 holtmederre kiterjesztett vizsgálat során a Boroszló-kertihez hasonló következtetésre jutottunk a legtöbb esetben. Néhány holtmedernél felmerült az antropogén hatás lehetősége: többüket is szennyvízleürítőként hasznosítják: itt az izotópvizsgálatok szerint rétegvizet találtunk (a lakosság rétegvizet használ, ami a háziderítők szippantása után kerül a holtmedrekbe).

A csapadékvíz eredetre két magyarázat képzelhető el: a víz valóban az áradásokat követő esők lefolyása révén kerül a holtmedrekbe, vagy a kiáradó folyó eleve ilyen vízzel tölti fel őket. A kérdés tisztázása érdekében további mintavételre van szükség. Amennyiben a vizsgálatok során ez utóbbi bizonyul valósnak, úgy az eredmények (lásd *1. táblázat*) alapján a mentett ártéri holtmedrek vízpótlásának felszín alatti lehetősége merül fel a régi – mára már feltöltődött – kavicsos mederágyon keresztül. Ez pedig a bevezetőben említett, Tiszán (árvízi helyzetben) levonuló szennyezések gáton kívüli potenciális megjelenését okozhatja.

A munkát az NKFP-3B/0019/2002 pályázat támogatásával végeztük.

Irodalomjegyzék

- BRAUN M. - SZALÓKI I. - POSTA J. - DEZSŐ Z. 2003. Üledék felhalmozódás sebességének becslése a Tisza hullámtérében. Magyar Hidrológiai Társaság XXI. Vándorgyűlése 2003. július 2-3. Szolnok.
- CAMPBELL, G. S. 1985. Soil Physics with Basics, Transport Models for Soil-Plant Systems, Development in Soil Science 14, Elsevier, 149 p.
- DÉVAI GY. – TÓTH A. – NAGY S. – BANCSEI I. – VÉGVÁRI P. – KISS B.- OLAJOS P. 1996. Az ökológiai vízminőség-vizsgálatok tervezésének és kivitelezésének mintajellegű bemutatása a Boroszló-kerti Holt-Tisza példáján, KLTE Ökológiai Tanszék, Debrecen, 81 p. (Kézirat)
- NAGY S. A. – DÉVAI GY. – CZÉGENY I. – CZÉDLI H. – SOÓS N. 2002: Adatok a tiszai halfajok nehézfém-tartalmának felméréséhez, hossz-szelvényben végzett mintagyűjtés alapján. Hidrológiai Közöny (82) pp. 105-107.

- PÁLFAI I. 1995. Tisza-völgyi holtágak, KHVM, Budapest, 168 p.
- SVINGOR É – BALOGH K. 2003. A stabilizotópok és nemesgázok szerepe vízbázisok vizsgálatában, in: Kiss Á. Z. szerk.: Fejezetek a környezetfizikából, DE TTK, Debrecen, pp. 227-245.
- SZABÓ J. 1992. A víz földrajza, In: Borsy Z. szerk.: Általános természetföldrajz, Nemzeti Tankönyvkiadó, pp. 124-250.
- SZÁSZ G. – TŐKEI L. 1997. Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek, Mezőgazda Kiadó, 722 p.
- WITTNER I. – DÉVAI GY. – KISS B. – MÜLLER Z. – MISKOLCZI M. – NAGY S. A. 2003: A Felső-Tisza menti holtmedrek állapotfeltárása. 1. rész Állapotfelmérés. Hidrológiai Közlöny (84) pp. 128-130.
- WITTNER I. – DÉVAI GY. – KISS B. – MÜLLER Z. – MISKOLCZI M. – NAGY S. A. 2005: A Felső-Tisza menti holtmedrek állapotfeltárása 2. rész: Állapotértékelés. Hidrológiai Közlöny (85) pp. 171-173.