

A VÍZJÁRÁS VÁLTOZÁSA A TISZA DÉL-ALFÖLDI SZAKASZÁN

*Bezdán Mária**

1. Bevezető

A szabályozást követően 1876. után a Tisza vize új mederben folytatta meder-alakító munkáját. „Mivel a Tisza medre mélyen beágyazott és egységes, a középvíz szempontjából a sekélyvizű folyószakaszok is kifogástalanok. Hibájuk csak a kisvizek tekintetében van: ilyenkor kedvezőtlenek a hajózásra” (Iványi 1948).

A vízjárástól függően a mederanyag megbontása változó. A középvizek a mederképző vizek, mert jelentékeny a víztömegük, és kellően tartósak. Az árvizek időszakosak, ezért hatásuk a meder alakulására csak akkor lehetne maradandó, ha az a középvizeknek is megfelel. A kanyarulatok és egyenes szakaszok váltakozása, a mederszűkületek, a mellékfolyók torkolata az áramlási viszonyok megváltozásával jár, aminek következtében a szállított hordalék egy része lerakódik. A Tiszában sok a szállított lebegtetett hordalék, iszap, aminek nagy részét a Dél-alföldi szakaszán a fent említett okok miatt lerakja. A kialakult gázlók kisvizes időszakokban ellehetetlenítetik a hajózást. Az eredetileg széles és lapos fenekű meder szűkítésére és mélyítésére volt szükség, hogy hajózhatóvá váljék.

2. A vizsgált szakasz ismertetése

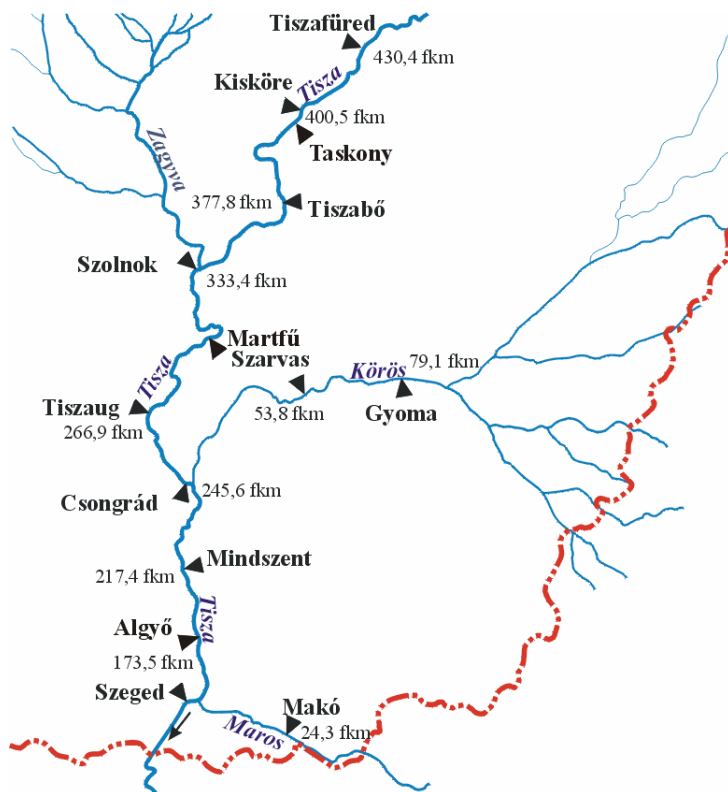
A tanulmányban vizsgált szakaszon (Tiszafüred–Szeged) a Tisza két nagy vízgyűjtőjű bal parti mellékfolyóval rendelkezik. A Körösök vízgyűjtője 27537 km² és Csongrádnál ömlik a Tiszába. A Körösök kis esésűek; az alsó szakaszon a szabályozás óta a kisvízi esése 4 cm/km, a nagyvízi esése 4–6 cm/km. A Maros vízgyűjtője 30332 km², azaz a Tisza vízgyűjtőjének 20%-a, és Szegednél torkollik a Tiszába. Viszonylag nagy esésű folyó, és az esése egyenletesen oszlik el. Az alsó szakaszán 13 cm/km. További kisebb mellékfolyó a Zagyva, vízgyűjtője 5677 km², csak időszakosan bővízi folyó, Szolnoknál ömlik a Tiszába (1. ábra).

A vizsgált szakaszon az anyameder átlagos szélessége 200 m körül van. Több helyen alig éri el a 100 m-t (pl. Szolnoknál 332,5 fkm), és Mindszentnél (220,5 fkm) 95 m-es szűkülete van. A kisvízi víztükörszélesség 100–120 m körüli. Az árvízvédelmi töltések átlagos távolsága 1400–1800 m (az anyameder szélességének 7–9 szerese), ami legtöbb esetben a birtokviszonyoknak megfelelően került kialakításra, ezért az árvízi meder szélessége számos helyen az átlag felét sem éri el, máshol viszont a háromszorosát is meghaladja. Martfűnél (303,8 fkm) csupán 205 m a távolság a szemben fekvő töltések között. Az árvizek levonulása szempontjából a leghátrányosabbak a hirtelen összeszűkülések és a védvonal éles irányváltoztatásai (Lászlóffy 1982).

Különösen éles sarkokat találunk Nagykörűnél (356,7 fkm), Tiszavárkonynál (319,9 fkm), Tiszainokánál (276,2 fkm), Tizsakécskénél (269,7 fkm), Szentesnél (236,4 fkm), Mindszent alatt (211,4 fkm) és Hódmezővásárhely alatt (198,3 fkm). Jellegzetes Z alakot ír le Szegvárnál (226–223 fkm). Akad néhány hajtúkanyar is, rende-

* Bezdán Mária vezető tervező, VIZITERV Consult Kft.

sen olyan helyen, ahol a fejlődő kanyarulat különösen szívós, ellenálló partba ütközik. Alig 150 m sugarú a tiszaszőlősi (417,8 fkm) és a Tiszasúly feletti sajfoki kanyar (386,5 fkm). Szépen fejlett meander van Tiszakécske és Nagyrév között (290–282 fkm).



1. ábra. Hosszak és betorkolások a Tiszán
(szerkesztette: Bezdán M. a VITUKI 1976 alapján)

3. A kisvízi szabályozás hatása a Tisza Dél-alföldi szakaszán

A kisvízi mederszabályozást többféleképpen oldották meg: kotrással, iszapoltatással, partvédő művekkel, sarkantyúkkal, de nem mindenhol váltak be ezek a beavatkozások, és nem hozták mindig a kívánt eredményt. A legtöbb esetben azonban sikeresek voltak. A gázlóknál iszapoltató műveket helyeztek el, és ha az üledék kimosható volt, a meder mélyült, a part pedig az iszaplerakódás révén magasodott. A folyó nem szereti a hosszú, egyértelmű, nagysugarú, az egyeneshez közelálló íveket, oda áthajlást igyekszik beiktatni, és a kisvíznek sodorvonalát inflexión át átvezeti a másik part felé. Onnan azután a sodor erőtlenül visszahajlik a homorú partra, amely part az egész hosszú szakaszon belül a középvízre nézve inflexió nélküli. A kisvízi sodor áthajlásának a lehetőségét a partmagasságig történő feliszapoltatással érték el. Az így kirekesztett mederrészek révén megszűkítették a széles középvízi medret. A hiányos adatok miatt nem lehet tudni, hogy a vízszín-leszállás oka a medermélyülés, vagy a vízhozamok csökkenésének a következménye-e. Az 1946. évi legkisebb vízállásnál végzett mérések során a vízhozam Szolnoknál 67,7–65,8, Tiszafürednél 68,6 m³/s volt. Az 1904. év

legkisebb vízhozam Vezsenynél $73 \text{ m}^3/\text{s}$ volt. E szerint 1946-ban a legkisebb vízmenynyiség kisebb volt, mint 1904-ben. Meg kell azonban jegyezni, hogy a folyami víztömegmérések eredményei kb. $\pm 5\%$ pontosságúak. 1917., 1932. és 1939. évi mérési adatok alapján a hajóút mélysége nem csökkent a víz apadásának arányában (Iványi 1948).

A Tisza vízjárásában 1876-ot, a szabályozást követő tíz év leforgása alatt a kisvizeknél erőteljes süllyedés figyelhető meg (több mint fél méter). Ez a jelenség az elfajult kanyarok szabályozással történő kiiktatásának, illetve a mocsarak lecsapolásának következtében a területről levezett víz hiányának következménye. Az átvágásokkal megrövidített és „kiegyenesített” Tisza a vizet átlag 26% -al gyorsabban vezeti le a befogadóba, alig hagyva időt a tározódásra (Vágás 2000). Minél tovább tart a kisvizes időszak, annál mélyebbre süllyed a vízállás, és vele együtt a talajvíz is. Legfőbb oka a vízhiánynak a tiszai szakaszon a Hárma-Körös vízszállításának megcsappanása volt. A Körösök szabályozásával igencsak megrövidítették, és az árterét is szűkre szabták a folyónak. Míg a szabályozások előtt az árvizek hosszú időn át vezetődtek le, és az elöntött területekről lassan folytak vissza a mederbe, addig a szabályozást követően gyorsan levezetésre kerülnek.

1888-tól 1973-ig, a Kiskörei duzzasztómű megépültéig további kisvízszint-csökkenés tapasztalható. Az összehasonlíthatóság érdekében külön vizsgáltam a nedves éveket, az átlagosakat és az aszályos, száraz éveket. 1888 és 1973 terjedő időszakban a Tiszafüred és Szeged közötti szakaszon a kisvizek az átlagos vízjárású években 55 cm -rel, míg a vízhiányos években 85 cm -rel süllyedtek le. A legintenzívebb kisvízszín-süllyedéssel bíró szakaszok a Martfű és Csongrád között, illetve Szegednél voltak az aszályos években. A kisvízi szabályozás a Szolnok – Csongrád közötti Tisza-szakaszon igényelt legnagyobb munkát. A vízszín-leszállás okozta mélységcsökkenés következtében további gázlójavítási igények merültek fel. 1917-ben befejezettnek volt tekinthető a Vezsenyi gázló rendezése. Szeged alatt az országhatárig feltöltéssel és iszapoltatással megszüntettek egy mederkiszélesedést (Iványi 1948).

Ha az átlagos éveket és az aszályosakat együtt vizsgáljuk (elkülönítve a nedves évektől), akkor az 1876-tól 1973-ig tartó időintervallumban a legalacsonyabb vízállások átlagosan 160 cm -rel kerültek lejjebb. A vizsgált időszak árvizes éveiben a vízállások minimumainál nincs jelentős eltérés. A nedves években a talajvíznek a Tisza környezetében lehetősége van „megemelkedni” (időszakos feltöltődés), ami egy darabig táplálni, és szinten tudja tartani az utána következő kisvizeket.

Az első duzzasztómű megépültéig a vízállások (és vele együtt a talajvíz is) több mint 1 m -rel süllyedtek le. A meglévő talajvízadatok szűrőpróbaszerű vizsgálata valószínűsíti eme megállapításomat.

Tiszafüredtől a déli országhatárig 1890–1973 között a vízmérce „0” pontok alatti vízállások tartóssága a száraz években 12% -kal nőtt, míg az átlagos vízjárású években 10% -kal többször tartózkodott a vízállás a „0”-pont alatt. Ez a változás a kisvízszín-leszállások következménye. A kisvizes időszakokban a hajózhatóság érdekében a sekélyvizű folyószakaszokat szabályozták. Ez a szabályozás többféle módszerrel történt (kotrás, iszapoltatás...), de mindenképpen az eredeti széles, sekély, lapos-fenekű meder nagy átalakulását jelentette (Iványi 1948). Ezekkel a kisvízi szabályozásokkal a Tiszát rákényszerítették arra, hogy mélyítse a medrét, de hosszú távon ezzel tovább süllyesztették a Tisza alacsony vízszintjeit is, illetve vele együtt a talajvizet is. Emiatt megváltoztak a lefolyás kezdeti feltételei: a mederben érkező árhullámok egy lesúly-

lyedt és a talajvíz által „gyengén táplált” vízszínre futnak rá. A mélyebben lévő vízszintekről „mint kezdeti feltétel” induló vízállás, a vízjárás hevedésének növekedését váltotta ki, mert az alacsonyabb szintről „szűkebb” mederből induló vízszintek gyorsabb ütemben emelkednek. A szabályozás óta eltelt időszakban az érkező árhullámok áradó ágában a vízállások naponta átlagosan 80 cm-rel gyorsabban emelkednek, az apadás pedig napi 30–40 cm-rel lett gyorsabb.

A kisvizek szintjének lesüllyedése Szolnokon messze elmarad a csongrádi mögött. Ez a Szolnok alatti nagyterjedésű agyagos fenekű medreknek tudható be. Agyagos a fenék nagyobb hosszúságban a szandapuszta-rákócizfalvai, a vezsenyi és Vezseny fölötti szakaszon, a jászkarajenői átvágásban és részben fölötté, továbbá a Nagyrév fölötti menyórai major körüli mederrészen. Rövidebb vonalon máshol is fordul elő agyag, pl. a martfői alsó gázlóban. Ha e mederrészekon könnyebben kimosható volna a fenékanyag, a kisvíz szintje már 1904-ben is jóval mélyebbre süllyedt volna Szolnokon, mint ahogy történt (Iványi 1948).

A lesüllyedt talajvíz aszályos időszakok megjelenését tette lehetővé. A belvizes elöntések száma, mértéke és tartóssága lecsökkent, illetve korlátozódott az amúgy is lefolyástalan, kolmatálódott altalajú mélyedésekre. A szabályozás révén megnövekedett megművelt területek öntözését az egyébként is alacsony vízállású folyók (Tisza, Körösök) vizéből kellett volna megoldani.

Az 1946. évi szárazság rendkívüli nagymérvű volt, a Tiszának és mellékfolyóinak forrásvizei nagyon megfogyatkoztak. 1946 nyarán és őszén tehát a vízszín-leszállás az egész Tiszán általános jelenség volt. Megállapítható, hogy a szabályozási munkálatokból eredő további jelentékenyebb vízszín-leszállás sem Csongrádnál, sem Szegeden nem várható, mert a sekélyvízű medrek átalakulása már megtörtént (Iványi 1948).

4. A vízszín-esések alakulása

A vízszín-esés a vizsgált szakaszon nem egyenletes, hanem a különböző mederalakulatoktól függően, illetve a Maros és Hármas-Körös mellékfolyók behatására változó. A nagyésű sekély és szűk mederszakaszoknál nagyobb, míg a mély és öblös medrek esetében kisebb vízszín-esés alakul ki a Tiszán. Kisvizeknél döntően a meder geomorfológiája szabályozza az esést. A természetes formájú medrekben akkor kezd érezhetően fokozódni a kisvízszín esése, midőn a vízmélység a hajóútban 2 m alá süllyed (Iványi 1948). A középvízi mederben a vízszín-esése lecsökken a kisvízi esésekhez képest. Ennek a jelenségnek az oka, hogy a mellékfolyók torkolatától a Tiszában lefelé haladva a Tisza vízhozamához hozzáadódik a mellékfolyó vízhozama és vízállás növekedés következik be nagy vízszín-eséssel, a torkolat felett lévő tiszai szakaszon azonban duzzasztott állapot jön létre: megemelkedik a vízszín és lecsökken a vízszín-esés, néha akár negatív értéket is felvéve. Ezen a szakaszon a tetőzés késleltetett.

Igen kimagasló éréket kapunk (16,17 cm/km) Szolnok és Martfű között 1941. október közepén. Egy heves árhullám, mely Tiszafürednél két nap alatt 4,5 m vízszint-emelkedést eredményezett (50 cm-ről 492 cm-re), és újabb két nap múlva 17-én 550 cm-el tetőzött, Szolnokig normál kimenetelű volt (Szolnokon 18-án 556 cm-en tetőzött). Martfűnél azonban csak késleltetve indult meg az áradás, és három nappal később 21-én tetőzött 470 cm-en. Mindeközben a lejjebb levő Tiszaútnál már 18-19-én tetőzött a Tisza, 435 cm-en. Ez nem egyedi eset. Martfűnél a Tisza szeszélyessé válik, mert sokszor fordult elő, hogy az áradás pár nappal később, de több esetben pár nappal

korábban indult meg – a szomszédos vízmércékhez képest (ez utóbbi esetekben viszont kimagaslóan kicsi vízszín-eséseket kapunk).

„A Tisza árvíz levezetése szempontjából különösen kedvezőtlen ... a Szolnok–Csongrád közötti szakasz, ahol a folyó felszínének esése nagyon alacsony, 3 cm/km ... a folyó csaknem úgy viselkedik, mintha tó lenne. ... a vízszín esése kormányozza a lefolyást, nem pedig a mederfenék lejtése!” (Nagy 2009).

Taskony és Tiszabő, illetve Tiszaug és Csongrád között ~4 cm/km az átlagos vízszín-esés. Tiszabő és Martfű, valamint Csongrád és Mindszent közötti szakaszokon a vízszín-esés átlagos értéke valamivel 3,0 cm/km fölött van. Martfű és Tiszaug között az esés átlaga már a hármat sem éri el (~2,8 cm/km). Ennél még kisebb az átlagos esés Algyő és Szeged között (2,3 cm/km). A legkisebb eséssel a Mindszent Algyő szakasz szállítja a vizet, mert a Szegednél beömlő Maros Mindszent irányába olyan sokszor visszaduzzaszt, hogy az átlagos vízszín-esés már a 2 cm/km-t sem éri el (Bezdán 2010).

Részletesebben a következőképpen alakulnak a vízszín-esések az egyes szakaszokon:

Tiszafüred és Taskony között a szabályozást követően a legkisebb vízállásoknál 8,2 cm/km átlagos esésről a nagyobb vízállások felé haladva csökkennek az esések 3,3 cm/km-ig. Az egymásra következő évek során az esések csökkenése figyelhető meg. A kisvíznél 6,2 cm/km az átlagos vízszín-esés, és a nagyvíznél 2,7 cm/km értékre csökken. A Kiskörei duzzasztómű megépülését követően a vízszín-esés eredeti formában nem értelmezhető ezen a szakaszon.

Taskony és Tiszabő között hasonlóan alakulnak a vízszín-esések, mint a fölötté lévő szakaszon, csak kisebb értékekkel: 5,2 cm/km-ről 2,8 cm/km-re csökken a kezdeti időszakban, majd a Kiskörei tározó megépülte utáni időszakban 3,6 cm/km-ről 2,7 cm/km-re csökken a nagyvízi tartományok felé haladva.

Tiszabő és Szolnok között 1876-ot követően 3,5 cm/km-ről 4,1 cm/km-re növekedtek az esések a magasabb vízállástartományok felé haladva. Az évek során a kisvízi esés nem módosult lényegesebben, azonban a középvízi vízállásoknál eséscsökkenés következett be (2,9 cm/km). A nagyvízi tartományokban újra megnő az esés 3,5 cm/km-re. A Kiskörei tározó üzembe-helyezését követően a kisvízi tartományok felé kezd eltolódni a legkisebb vízszín-esés 2,9 cm/km értékkel és a medertelítettséggel nő a vízszín-esése 4 cm/km átlagos értékre.

Szolnok és Martfű szakaszon 3,0 cm/km-ről 2,2 cm/km-re csökkennek a vízszín-esések a vízállás-növekedéssel. Az évek során a kisvíznél esésnövekedés figyelhető meg ~4,0 cm/km érték, és ez csökken a nagyvízi tartományok felé 2,7 cm/km-ig. A duzzasztóművek megépülését követően a kisvízi esés enyhe csökkenést mutat a korábbiakhoz képest (3,4 cm/km), és a vízállás-növekedéssel 3,7 cm/km-re növekszik, majd az anyamederből kilépve újra lecsökken 3,1 cm/km-re.

Martfű és Tiszaug közötti szakaszon a legnagyobb vízszín-esések a legalacsonyabb vízállástartományokban fordultak elő, 3,4 cm/km értékkel. A középvízi tartományokban ez lecsökkent 2,3 cm/km-re, majd a nagyvízi vízállásoknál 2,9 cm/km értékig növekedett újra. Az évek során a kisvízi esések kicsit csökkentek (3,1 cm/km), a középvízeknél és a nagyvízeknél pedig nőttek (2,9 cm/km és 3,3 cm/km értékig). A duzzasztóművek üzemének hatására a kisvízi esések még jobban lecsökkentek (1,9 cm/km), a közép és nagyvízi esések pedig tovább növekedtek (3,3 cm/km és 3,7 cm/km). Megjegyzendő, hogy a 700–800 cm vízállástartományban a legnagyobbak az esés értékei. Az ennél magasabb vízállásoknál enyhe eséscsökkenés figyelhető meg.

Tiszaug és Csongrád között a kisvizекnél igen nagy az esés 7,3 cm/km és nagyon drasztikusan lecsökken a nagyvízi tartományok felé haladva 1,2 cm/km. Az évek során a kisvízi esések lecsökkentek, és a duzzasztóművek hatására ez a folyamat tovább folytatódott (4,4 cm/km illetve 2,0 cm/km). A nagyvízi tartományokban nőttek az esések: 2,0 cm/km, illetve 1973-at követően 3,0 cm/km. Meg kell azonban jegyezni, hogy a duzzasztóművek megépültét követően a 600–700 cm vízállástartományoknál vannak az esésmaximumok (3,8 cm/km).

Csongrád és Mindszent között a kisvízi 4,0 cm/km-ről 2,7 cm/km-re csökkennek az esések a 700–800 cm-es vízállástartományig, majd e fölött 2,9 cm/km-re növekednek. Az évek során a kisvízi és középvízi tartományokban csökkentek az esések 3,0 cm/km és 2,5 cm/km értékre. Ezzel szemben a nagyvízi esések 3,6 cm/km-re növekedtek. 1976 után a törökbecsei duzzasztómű hatására a kisvízi esések 1,1 cm/km-re csökkentek. A nagyvízi esések azonban tovább növekedtek 3,9 cm/km-re.

Mindszent és Algyő vízmércéi között a kisvízi esések 2,5 cm/km-ről a Törökbecsei duzzasztómű hatására szintén 1,1 cm/km-re csökkentek. A nagyvizek 2,6 cm/km értéke nem változott.

Algyő és Szeged között a kisvízi esések 3,3 cm/km-ről a vízállás növekedésével 1,6 cm/km-re csökkennek, és a 600 cm vízállás fölött újra növekednek 2,9 cm/km-ig. Az évek során a kisvízi esések lecsökkentek 2,0 cm/km-re, majd 1976 után, a törökbecsei duzzasztómű működésbe lépését követően pedig 1 cm/km alá. A nagyvízi esések növekvő tendenciát mutatnak, 3,5 cm/km, majd 4,1 cm/km-ig változtak.

Meg kell jegyezni, hogy ezek az esésváltozások százalékosan igen jelentősek, és a vízállások változásában van nagy szerepük.

A fent közölt esés-adatok időszakokhoz kötött átlagos értékek, amelyek esetenként szélsőséges értékeket is tartalmaznak.

„Igazat kell adnunk annak a véleménynek, hogy különösen a kis esésű folyók tehető vízállásainak az árhullámokban tapasztalható haladási – levonulási – sebességét sokkal inkább a hidrológiai és a hidrológiai statisztikai tényezők nagy szórásokkal jellemezhető eseti függvényei irányítják, mint a folyómeder közvetlen hatásának látzó, állandónak és változhatatlannak tekintett hidraulikai adottságai.” (Vágás, 2000)

5. A nagyvizek alakulása 1876-tól a Tisza szabályozást követően

Az észlelési adatsor hossza több mint 130 év, de előrejelzés szempontjából még így is rövid. Ezen időszakban a folyón különböző változtatások történtek (kisvízi szabályozások a XX. század elején, a borsodi nyílt ártér begátalása az 1930-as évek végén, duzzasztóművek építése, stb.), amelyek szakaszokra bontják a meglévő adatsort, ugyanakkor meg is változtatják a Tisza vízjárását. Ezen változások sokszor időben változó folyamatok, amelyek tendenciája a vízjárás függvényében változik.

A duzzasztóművek nagyvízre gyakorolt hatása a talajvízszintek megemeléssel összefüggésben okozhat némi vízszint-emelkedést. A talajvízszintek megemelkedése a kisvizek szintjének emelkedésével jár együtt, amely pedig mint kezdeti feltétel az árhullámok ráfutásakor már magasabb vízszintről indulva néhány deciméteres vízszint-emelkedést okozhat. Az egyes helyeken összeszűkített középvízi meder tovább emeli a vízszinteket. A nyári gátak egyre magasabb szintű kiépítettsége ugyancsak vízszint-emelő hatású. A szűk töltésközök az árvízi meder összeszorítása, főleg, ha hosszabb szakaszra terjed ki, jelentékeny mértékben megemelik az árvízszín esését, ami a szűkü-

let fölötti folyószakasz árvízszintjének megemelése mellett következik be. A szűk töltésközök következtében a hullámterek part menti sávja feliszapolódik, egyre magasabb lesz, és ez a partmagasodás mintegy nyári gát kíséri a Tiszát. Ennek hatására az árvíznek jelentékeny tömege az anyameder szelvényén fog lefolyni. Szűk hullámtér van a szolnoki Tiszaligetnél, a tiszakürti és kécskei szakaszokon illetve Szeged és Újszeged között, ahol nagyon nagymértékű a hullámtér feliszapolódása. Széles töltésközöknél a part menti sáv feliszapolódása nem okoz nagy keresztmetszet-csökkenést. A hullámtér többi része be tud kapcsolódni a vízszállításba.

Míg Tiszafüred–Taskony–Tiszabő–Szolnok szakaszokon a nagyvízi vízszín esése csökkent az idők során, addig Szolnok alatt Mindszentig és Algyő–Szeged között megnöttek a nagyvízi vízszín-esések. A Mindszent–Algyő szakaszon a nagyvízi vízszín-esések nem változtak.

Fokozottan emelkedett az árvízszint Szolnoknál, de különösen a Körös torkolata és a Maros torkolata között. A nagy árterek kiiktatása után az árvizek számára csak a töltések közötti hullámtér maradt meg, ennek kiterjedése pedig csak a tizede az ősi árternek. Szeged alatt nagy hosszúságban összeszorították az árvízi medret és ennek következtében az árvizek magassága megnövekedett, de a fő baj oka mégis az, hogy a Körös és a Maros beömlése a Csongrád és Szeged közötti szakaszon két ponton is jelentékenyen megnöveli az árvíz tömegét. A Hármaskörös ugyanis a maga nagy árvízét 600 m széles árvízi medréből önti be a Tisza nem sokkal szélesebb (760 m) – és a két folyó egyesülése alatt sem szélesülő – ármedrébe, jóllehet a két folyó árvízi tömegeinek az aránya kerekén 1:3 (Iványi 1948). (1970 júniusában az arány ~1:1 volt.) „Még rosszabb a helyzet a Maros torkolata alatt. A Maros általában széles, legalsó szakaszán összeszűkülő, de 500 m-nél ott sem szűkebb ármedrében jelentékeny eséssel viszi árvízét a Tiszának Szeged körzetében rendkívül szűk, 350–450 m széles medrébe. A két folyó egyesülő árvize sokkal magasabb árvízszintet idéz elő, mint ha az árvízi medrek szélességi aránya megfelelné a vízmennyiségek arányának” (Iványi 1948). A Körös-torok alatti szakaszon a nagy árvizek tömege több mint 1200 m széles hullámteret kívánna. „A mellékfolyók torkolata alatt a befogadók anyamedre az egyesülő folyók középvízi tömegeinek megfelelően fejlődik ki, a tartósan, huzamosan működő mederképző hatások eredményeként. Nem így az árvízi meder, amely mai méretében mesterséges emberi alkotás. Az anyamedrek méretei természettől fogva arányosak. Az árvizek tömegaránya azonban más, mint a mederképző vizeké, és így a mederméretek aránya nincsen összhangban az árvízi tömegek arányával. A múltban az árvizek kiöntettek, így a természet rendje szerint kiegyenlítődhettek. Ma is kiöntenek, de ma már mesterséges határok közötti mederbe vannak szorítva. Ha tehát két folyó egyesülése alatt az árvízi meder szélessége nem arányos az egyesülő árvíztömegekkel, az új árvízszint magassága sem lehet arányos a szabályozás előtti, kiegyenlítődött árvíz magasságával. Szükségszerűen duzzasztás áll elő, mert az árvízszint esésének lefelé meg kell növekednie, ez pedig csak duzzasztás árán következhetik be. Ez az eset mind a Körös-torok alatt, mind a Maros beömlése alatt a Tiszán” (Iványi 1948).

Korbély J. legfontosabb megállapításai: „A főfolyónak és igen gyakran a mellékfolyóknak duzzasztó hatása messze felhat és lefelé is érezhető. Ha egy mellékfolyó jelentékeny víztömeggel szaporítja a főfolyó vízhozománját, a legtöbb esetben nincs módunkban a folyó medrét megfelelően bővíteni. Ezt már a régiek is felismerték, és a torkolati szakaszon a töltéseket egymástól kijebb helyezték. Meg kell itt jegyeznem,

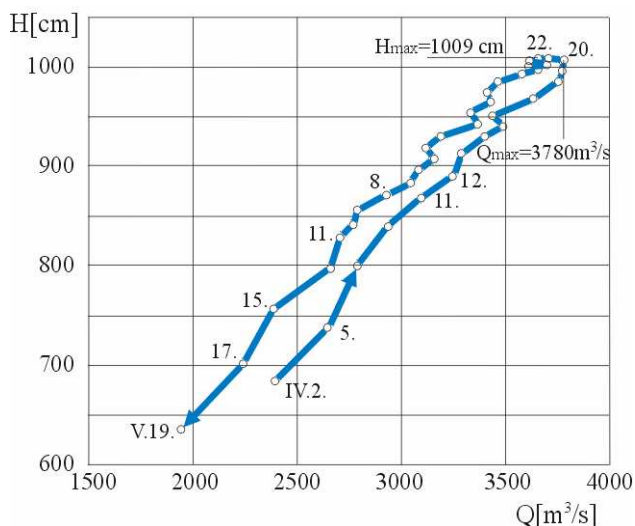
hogy még milliók árán sem lehetne megszüntetni azt a domborulatot, amely Szeged–Csongrád tájékán a nagyvíz színében mutatkozik, mert ezt az árhullámok összegeződése, egymásra torlódása, szóval: hidraulikus duzzasztás idézi elő.”

Részletesen szólt Korbély (1909) a főfolyó és a mellékfolyók áradásának kölcsönös hatásáról. „Amint azt Kvassay a műszaki nagytanács értekezletén, 1891. április 20-án kifejtette, a csekély esésű folyóknál a mellékfolyók beömlésénél rendszerint egy púp van, és általában az e szakaszon előállott vízállások meghaladják a felettük és alattuk eső szakasz vízállásait. A vízszín-emelkedés a torkolatnál nem fog egy pontra szorítkozni, hanem mindkét folyón hosszabb szakaszon érezhető lesz, vagyis a két folyó kölcsönösen felduzzasztja egymás vizét ... A Duna duzzasztó hatása, mint Bogdánfy is említi, 1890. szeptember havában egész Szolnokig érezhető volt, mert a Duna közepes áradása igen kicsiny és apadó tiszai vízzel találkozott. ... De nemcsak a Dunának, hanem a mellékfolyóknak is jelentékeny duzzasztó hatásuk van: a Maros rendkívüli nagy árhulláma nemcsak Szegednél és ez alatt, hanem Szeged felett is felemeli a Tisza vízszintjét. A Körös duzzasztó hatása kisebb, de még elég jelentékeny ... A Tiszán a főfolyó és a mellékfolyó áradásai között szoros kapcsolat van, ugyanazért a Tiszát vízjárás tekintetében sokáig úgy tekintették, mint egységes folyót, és a felső szakaszon észlelt vízállásokból – tekintet nélkül a mellékfolyók áradására – következtettek az alsó szakasz vízállásaira... Igen sok esetben a szegedi kulmináció már nem a Tisza, hanem a Maros áradásához igazodik. Általában minden szegedi tetőzés egy-egy nagyobb marosi árhullám levonulásával esik össze. A nagy esésű Maroson az árhullám teljes erősségében rohan le Szegedre, míg a tiszai árhullám bizonyos mértékig kiegyenlítve jut le Szegedre. Igen sok esetben Szegeden az árvíz előbb kulminál, mint Csongrádon.”

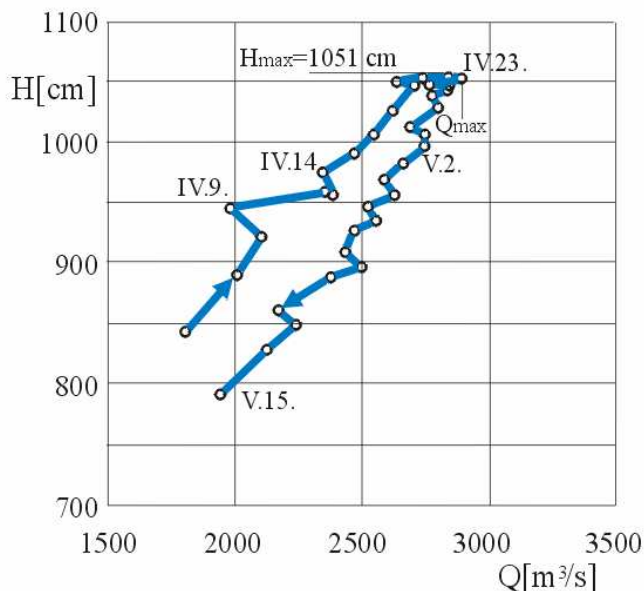
Igen jelentős dunai duzzasztó visszahatás mutatkozott 2006 áprilisában, amely a Maros és Körös együttes hatásával egészen Tiszaug fölé felhatott. A Duna vízállásában meghaladta a korábbi LNV-eket. A Dunán és a mellékfolyókon is több héten át folyamatosan tartottak az árhullámok. A szegedi árvízi hurokgörbe a Maros beömlése alatt hagyományos forgási irányú (2. ábra), mert ott a Maros árhulláma vízhozamban jelentősen megnövelte a Tisza vízhozamát. Ezzel szemben az algyői hurokgörbe, amely a Maros torkolata feletti szelvényben alakult ki, fordított forgásirányú (3. ábra). Ez utóbbinál a Maros természetes (duzzasztómű-szerű) duzzasztása arra kényszerítette a folyót, hogy a vízállás tetőzzön előbb, és csak azután a vízhozam. Így ezen a folyószakaszon a tartós duzzasztás állapota idézte elő ezt a jelenséget: a fordított hurokgörbék a duzzasztás fölötti szelvényben alakulnak ki. Közvetlenül a mellékfolyók torkolata alatt hagyományos forgási irányú hurokgörbék kialakulása várható akkor, ha mellékfolyó nagy mennyiségű vizet szállít. Amennyiben a mellékfolyó vízhozama elenyésző lenne a főfolyóéhoz képest, és a befogadó, a Duna duzzasztása érvényesülne csak, akkor nagy valószínűséggel a hurokgörbe itt is megfordulna.

„Gyakran, amikor a főfolyó árhulláma mérsékeltebb, a mellékfolyók vízhozama felül is múlhatja összefolyásuknál a főfolyóét.” Emiatt a mellékfolyók hatása sohasem maradhat figyelmen kívül a Tisza vizsgálatánál (Vágás 1982).

Iványi (1948) a folyószabályozás gyakorló mérnökeként értékelte a Tisza történelmi szabályozásának, és a későbbi kisvízi szabályozásának eredményeit. A szabályozás elérte, hogy „a Maros, de még inkább a rövidebb folyású Körösök a Tiszába öntik már a vízgyűjtőjükről a Tiszáéval csaknem egy időben elindult árhullámuk vizét, amikor a Tisza árhulláma még messze a két torkolat fölött jár. Azt azonban nem lehetett



2. ábra. Az árvízi hurokgörbe Szegeden a 2006. évi árvíz idején



3. ábra. A fordított árvízi hurokgörbe a 2006-os árvíz idején Algyőnél

megakadályozni, hogy e két folyó meg ne töltse gyorsabban lefutó árvizével az Alsó-Tisza medrét, és ez által le ne rontsa a Tisza vízszíneének esését felfelé, és azt sem, hogy a mellékfolyók későbbi árhullámai ne találkozhassanak a Tisza korábbi árhullámával ... Ezt a körülményt nem lehetett az esés megnövelésével jobban ellensúlyozni, mint ahogy történt, mert már nem maradt jelentékenyebb átvágható kanyarulat sem magán ezen a szakaszon, sem alatta. Minden megtörtént, ami lehetséges volt, de a Tisza árvíz-levezető képességét nem lehetett a meder fejlesztésével sem tovább fokozni ... Nem-hogy lényegesen növelték volna a töltések között a felsőbb szakaszokéival szemben, hanem szerencsétlenül helyi szempontoknak engedve, eltúrták, hogy szűkebben alakuljon ki a hullámtér az alsóbb szakaszokon, mint lejjebb.”

„A csapadék éven belüli változása a folyók vízjárását alapvetően meghatározza. ... A vízrendszerben a vízgyűjtő területek csapadékhullása elsősorban az időszakhoz és nem a meghatározott évszakhoz kapcsolt jelenség. ... A szélsőséges időjárás gyakran a csapadék regionálisan jelentkező nagymennyiségű különbségeivel jár együtt, amely viszont kiszámíthatatlan áradást idézhet elő” (Andó 2002).

A száraz és nedves évek átlagosan hét évente váltják egymást, de a periódusok egyenletességében nagy különbségek lehetnek. Az utóbbi években csapadékosabbá váló időjárás hatása a vízjárásban is megmutatkozik.

Mindezek tükrében kimondhatjuk, hogy bármikor bekövetkezhet a jelenlegi legmagasabb vízállást meghaladó vízállás.

6. A duzzasztóművek hatása a Tisza Dél-alföldi szakaszának vízjárására

A Tiszalöki vízerőmű az első jelentős műtárgy a Tiszán, amit a szabályozás óta megépítettek. A duzzasztóművet 1954 tavaszán helyezték üzembe. A vízen energiát villamos energia termelésére hasznosítják. A vízerőmű a Tisza 518,2 fkm szelvényében van. A műtárgyat a rázompusztai kanyar átvágásában alakították ki. A duzzasztómű 7 méterrel emeli meg a vízszintet. A hajózsilip 85x17 méteres. Egy átszilipelés alkalmával 30 perc alatt 10115 m³ vizet juttat (~5,62 m³/s) a vízerőmű alvizére. A Tiszalöki duzzasztómű üzembe-helyezését követően a talajvíz-utánpótlás megoldódott a műtárgy környezetében, és a talajvíz szintje 0,5–1,0 m-t emelkedett meg. A vízlépcső legjelentősebb előnye az, hogy megfelelő mennyiségű vizet lehet szolgáltatni a Körösök völgyébe annak érdekében, hogy elkerüljük a Körös folyók parti sávjainak és a környező területeinek kipusztulását. Röviddel a vízlépcső üzembe helyezése után azt tapasztalták, hogy a Körös folyók vízhozama az év száraz periódusaiban folyamatosan csökkent. Például az történt, hogy a Sebes Körös teljesen kiszáradt és a Hármaskörös vízhozama hosszú ideig 3 m³/s-ra esett vissza. A felszín alatti víz hátrányos csökkenése volt a következménye ennek a helyzetnek, mely mezőgazdasági károkat okozott és katasztrofális hatása volt a vízfolyások mentén lévő erdőkre és csodálatos ligetekre. A Bökényi, Békésszentandrás, Körösladányi, Békési, Gyulai vízlépcsők, különösen a Békésszentandrás vízlépcső, valamennyire javított ezen a rossz ökológiai helyzeten, de ez egyáltalán nem volt elég. A problémát oly módon oldották meg, hogy a két öntöző főcsatornán és a hozzájuk csatlakozó patakokon, vízfolyásokon, csatornákon és zsilipeken keresztül a Tiszalöki felvízi tározótérből 28 m³/s vízhozamot vezettek át a Körös-völgybe. Így a Tiszalöki Vízlépcső visszaállította a megfelelő hidrológiai egyensúlyt, megvédte a Körösök völgyét egy ökológiai katasztrófától” (Mosonyi–Pados–Ötvös 2004).

A Kiskörei vízlépcsőt 1967-ben kezdték el a hullámtérben épülő mű árvédelmét szolgáló körtöltés építésével. 1973. év tavaszán épült meg a vízépítési műtárgy. A vízerőmű berendezései 1974-ben készültek el. A vízlépcső a Tisza 404 fkm szelvényében – jobb parti átvágásában – épült. A műtárgy mellett lévő hajózsilip 85x12 méteres. A műtárgy zárószerkezetei maximum 11 m-es vízoszlop megtartására lettek kialakítva.

A kiskörei vízlépcső üzembe-helyezését követően pár év múlva 1976-ban üzembe helyezték a Jugoszláv oldalon a törökbecsei vízlépcsőt is.

A duzzasztóművek által tározott víz kielégíti az öntözés vízigényét. A duzzasztóművek üzemével a talajvíz szintje visszaállt közel eredeti szintjére, ezzel megoldva a kisvízes időszakokban a meder talajvíz általi víztáplálását. Ugyanakkor a megemelkedett talajvíz kedvez a belvízes elöntéseknek. Most már a belvíz nemcsak a lefolyástalan

területeken, de a mélyebben fekvő és talajvíz által táplált területeken is megjelenik. A magasabb talajvíz az öntözés szempontjából is kedvező lehet.

Az árvízszintek megnövelésében a duzzasztóművek meglehetősen nagy szerepet játszanak, mert egyrészt mederszűkületet okoznak, másrészt a tározóterüktben tárolt nagy mennyiségű vízzel és a mögöttes szelvényekben megemelt vízszintekkel megváltoztatják a kezdeti feltételét egy árhullám levonulásának. Így az érkező árhullámok nem egy kisvízszintre, hanem egy magasabb vízszínre futnak rá. Ezzel olyan állapotot előidézve, mintha egy levonuló árhullám apadó ágára futna rá az érkező árhullám.

Gyakorlati okokból a kiskörei duzzasztóműnél a kezdeti évekhez képest a minimális duzzasztási szint több mint egy méterrel magasabb lett. Ezt az 1977, 1979, 1980 és 1981-es évek árvizei és az 1998, 1999, 2000 és 2006-os évek árvizeinek összehasonlításakor figyelembe kell venni. (Hasonlóan a törökbecsei duzzasztóműnél is a duzzasztási szintek 30–50 cm-rel magasabbak.) Tehát a kezdeti feltételek megváltoztak. Ez különösen a déli országhatár feletti szakaszon a Maros és a Hármas-Körös közel egyidejű árhullámaival nagymértékben megemelheti az árvízi szinteket.

7. Összefoglalás

Amikor az ember beavatkozik a természet rendjébe, és bizonyos fokig megváltoztatja azt, számolnia kell vele, hogy nem mindig a kívánt eredményt fogja elérni. Újabb változtatásokra, korrekciókra lesz szüksége, hogy a végcélhoz közelebb kerüljön. Ez a folyamat egyre szűkülő spirál, amely mindinkább közelít a megvalósítani kívánt végeredmény felé.

A Tisza szabályozásával több célt is el kívántak érni: hajózhatóvá tenni a Tiszát, gyorsabban levezetni az árvizeket, művelhetővé tenni több területet. A kisvízi időszakokban azonban a hajózást szüneteltetni kellett, mert azzal, hogy megrövidítették a Tiszát, nemcsak a nagyvizeket, de a kisvizeket is az addigiaknál gyorsabban vezette le a területről. A „kiegyenesített” és a kisvíznek széles mederszakaszokon a gázlók miatt nehezen hajózhatóvá, időszakosan hajózhatatlanná vált a Tisza. Emiatt újabb beavatkozásokra volt szükség, hogy a kisvizeket nagyobb vízmélységgel vezesse le a folyó. A lemélyített és szűkített mederszakaszoknál a kisvízszintek további süllyedése újabb beavatkozásokat igényelt. Az egyre mélyebbre leszálló kisvízszintek a talajvízszintek egyidejű lesüllyedésével csökkentette a talajvízből történő vízutánpótlás lehetőségét. Ezt a folyamatot a vízlépcsők megépítése fordította vissza azzal, hogy duzzasztásukkal megemelték a kis- és középvízszinteket, mind a tározóterben, mind pedig a talajvíz szintjének megemelésével. A hajózás szempontjából az addigiaknál kedvezőbb vízmélységeket sikerült elérni.

Ezek a beavatkozások azonban az árvízszintek megemelkedésével jártak együtt, különösen a Szolnok alatti mederszakaszokon. Az 1940-es évek elejétől a 600 cm-t meghaladó vízszintek tartósságának növekedése következett be Taskony és Tiszaug között. Ennek kiváltó oka a kisvízi szabályozás hatására összeszűkült mederszakaszok, a Borsodi nyíltártér ármentesítése (így kizárása a nagyvízi vízszállításból), nyári gátak építése, a szűk töltésközpök miatt feliszapolódott parti sávok és az elburjánzott sűrű aljnövényzet miatt a Körösök és Maros árhullámainak erőteljesebb hatásaként bekövetkező vízszín-esés-változások. A kiskörei és törökbecsei duzzasztóművek üzembehelyezését követően azonban a Csongrád alatti mederszakaszokon csökkent az anyamederből kilépő vizek éven belüli tartóssága.

Irodalom

- Andó M. 2002: A Tisza vízrendszer hidrogeográfiája. SZTE Természeti Földrajzi Tanszék, Szeged.
- Bezdn M. 2010: A vízszín-esések alakulása az Alsó-Tiszán. Hidrológiai Közlöny, 5. pp. 29–36.
- Iványi B. 1948: A Tisza kisvízi szabályozása. Vízügyi Közlemények, 3. pp.271–304., 4. pp. 398–435.
- Korbély J. 1909: Az árvízjelzés, tekintettel a Körösök és a Berettyó vízjárására, valamint a Tisza szegedi és csongrádi vízjárására. A Magyar Mérnök és Építész Egylet Közlönye
- Korbély J. 1937: A Tisza szabályozása. Nemzeti Könyv- és Lapkiadó Vállalat, Debrecen
- Lászlóffy W. 1982: A Tisza. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Mosonyi E.–Pados I.–Ötvös P. 2004: A vízlépcső és erőmű tervezési, építési és üzemelés, ökológiai és társadalmi előnyei, tapasztalatai 50 év tükrében. Kézirat. ÉKÖVIZIG
- Nagy L. 2009: Árvízvédekezés a településeken. Innova-Print Kft., Budapest.
- Vágás I. 2000: Folyók tetőző vízállásainak haladása az árhullámban. Hidrológiai Közlöny, 1. szám pp. 45–53.
- VITUKI (1976): Vízrajzi Évkönyv, Budapest.