

VÉN-DUNA MELLÉKÁG VÍZSZÁLLÍTÁS JAVÍTÁSÁNAK VIZSGÁLATA

MAJER FRUZZSINA – KOCH DÁNIEL – TAMÁS ENIKŐ ANNA

NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM, VÍZTUDOMÁNYI KAR

Bevezetés

A Vén-Duna a Gemenci Tájegység meghatározó ökológiai és társadalmi jelentőséggel bíró mellékága. A folyószabályozás jelenlegi követelményrendszerében a hajózhatóság és az ehhez szükséges mederállapot biztosítása mellett egyre nagyobb hangsúlyt kell fektetni a mellékágak jó ökológiai állapotának megőrzésére, összhangban a társadalmi szintű igényekkel. A folyószabályozási célok és az azzal szemben támasztott társadalmi elvárások változása teszi szükségessé a Vén-Duna állapotának vizsgálatát. A főmeder süllyedése miatt a mellékág vízellátottsága folyamatosan romlik, ami az ártéri erdők állapotromlását, a feliszapolódás pedig vízminőségi problémákat eredményezhet. Munkánk során felmértük a mellékág jelenlegi állapotát, majd megvizsgáltuk a vízszállítás javítás lehetőségeit 2D hidrodinamikai modell segítségével.

Történeti áttekintés

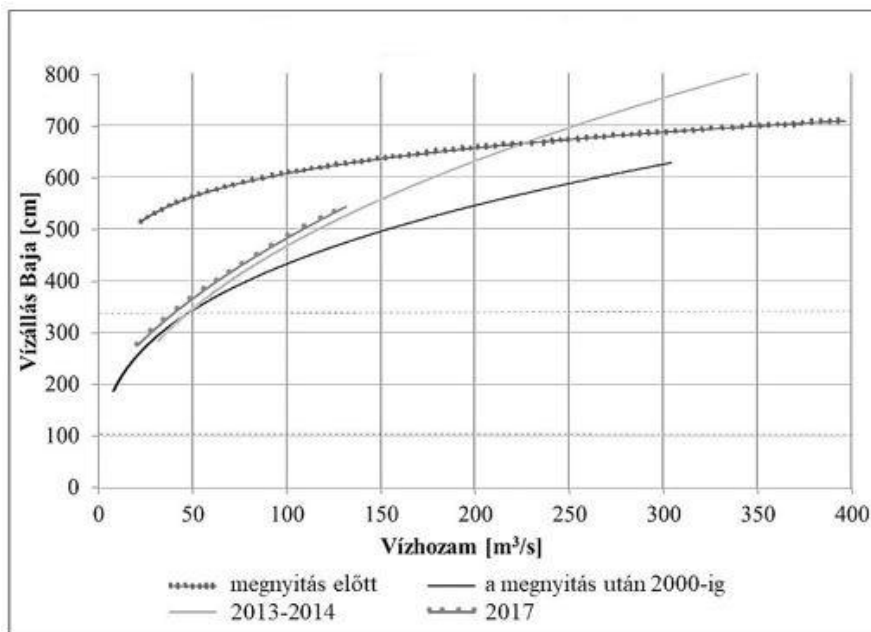
A mellékág a bajai Türr István híd fölött a jobb parton található (1480,8 fkm-1483,5 fkm), az 1897-1898 között végrehajtott folyószabályozási munkálatok során a koppányi átmetszéssel jött létre. Az új meder fejlődése nem volt kielégítő, a növekvő jeges árvízveszély miatt 1910-ben a régi ágot egy keresztgáttal elzárták, melynek hatására az új ág sikeresen átvette a főág szerepét. Az elzárás miatt a mellékág vízellátottsága alapjaiban változott meg. A következő 80 évben megindult egy töltődési folyamat. Az eredetileg 450 m széles meder az 1990-es évekre átlagosan 100 m-re csökkent. A kőgáton lévő – csónakkal középvíz felett járható – nyílás küszöbszintje 320 cm bajai vízállásnak felelt meg, így a korábban áramló víztér az év nagy részében állóvízzé vált. (Sziebert – Zellei 2003) Emellett a folyószabályozási beavatkozások hatására a főmeder süllyedése a Gemenc területének vízellátottság romlásában is megmutatkozott. Ez a folyamat az 1980-as évek végére felhívta magára a területen dolgozó szakemberek figyelmét. (Kalocsa – Zsuffa 1997)



1.ábra – A Vén-Duna (<https://earth.google.com>, 2018)

A terület revitalizációja szükségessé vált, a beavatkozás módjának és irányának meghatározásáról nemzetközi összefogással kutatásokat végeztek. Végeredményként egy, a vízrendszer koncentrált vizsgálatán alapuló átfogó hidrológiai és hidraulikai analízis született. Erre a tanulmányra alapozva készültek a rekonstrukciós tervek, és indultak meg a kivitelezési munkálatok. Ennek keretében a Vén-Duna kőgátját 1998-ban megnyitották, a feliszapolódott medret megkotorták, ezzel javítva annak vízpótlását. Eredetileg bajai 160 cm-es vízállásnak megfelelő szintre tervezték a megnyitást, de a nyílás mérete a kivitelezés során nagyobb méretben készült el, mai szintje bajai 100 cm-es vízállásnak felel meg. (Sziebert – Zellei 2003; Tamás et al. 2011) A Vén-Duna revitalizáció jelentősen megváltoztatta a mellékág hidraulikai körülményeit, javítva a kisvízi vízellátottságot és ezzel a vízminőséget.

A Vén-Duna vízhozamgörbéit (1. ábra) megvizsgálva elmondható, hogy a megnyitás utáni jó vízszállító képesség az azt követő évek mérései alapján romlik, a rekonstrukciókor kialakított állapot nem öfenntartó. A jó mederállapot fenntartásához folyamatos monitoring tevékenységen alapuló beavatkozások szükségesek.



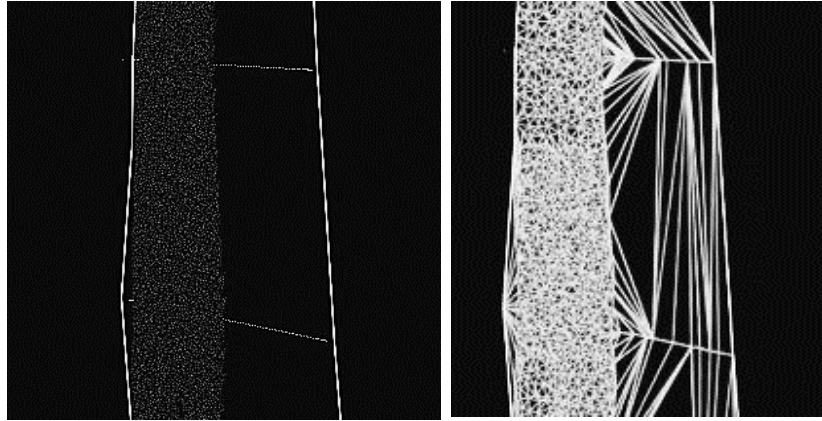
1. ábra - A Vén-Duna vízhozamgörbéi (Majer – Koch – Tamás 2018)

Módszer

Az NKE-VTK 2017-ben a Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatósággal összefogva a Dr. Csoma János mérőhajó segítségével részletes mederfelvételezést készített, kiegészítve a Kar hagyományos módszerrel végzett méréseivel.

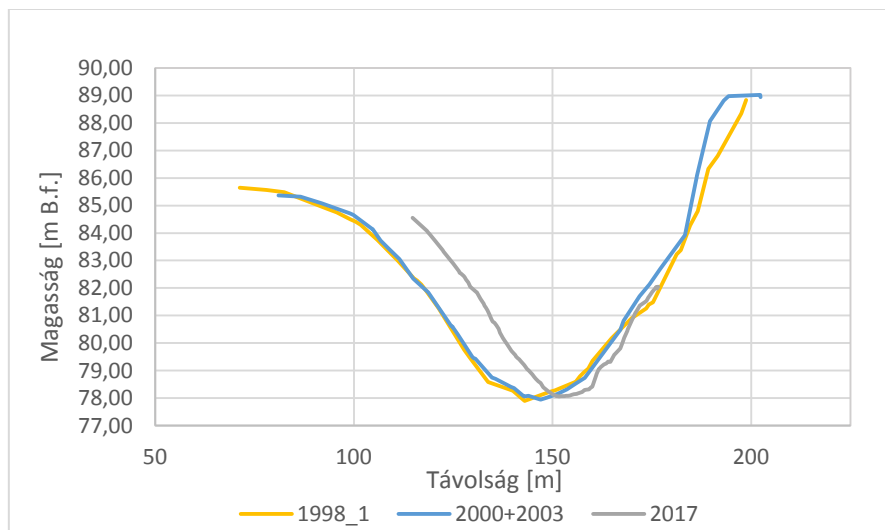
Mederváltozás vizsgálata

A két mérési technológiából származó adatok együttes felhasználásával készítettünk egy TIN modellt. Ennek elkészítésekor külön figyelmet fordítottunk a lehető legjobb terepmodell elkészítésére, így a háromszögelést manuálisan igazítottuk.



2. ábra – Terepmodell építés

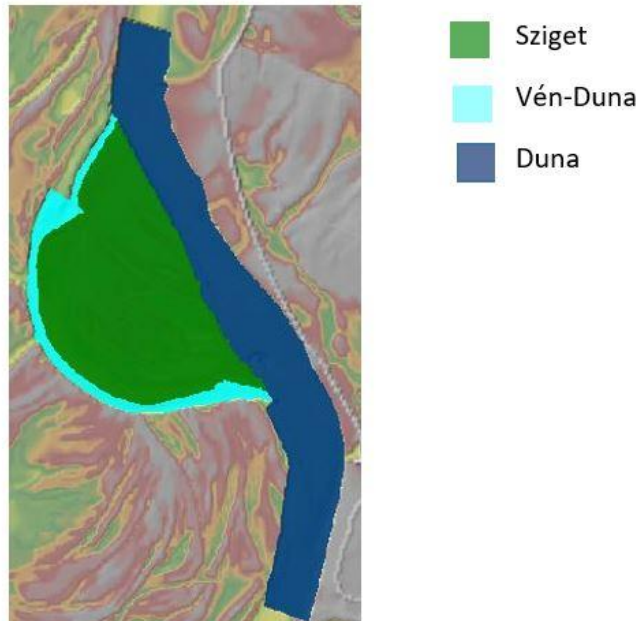
Az elkészült terepmodell segítségével megvizsgáltuk az elmúlt években zajló mederváltozást. Korábbi évek mérései a kijelölt nyilvántartási keresztmetszvényekben történtek, az összehasonlítást ezekben végeztük. Ennek alapja az 1998, 2000 és 2003-as évek mérési adatai. Az így kapott keresztmetszvényeket megvizsgálva elmondható, hogy a felső szakaszon a korábban is meglévő mélyedések tovább mélyültek, míg a magasabb területek töltődtek. A kőgát utáni mélyedés átmérője mára meghaladja a 110 m-t, maximális mélysége a kőgát küszöbszintjétől számítva 17,5 m. A kopolya utáni szakaszon a mellékág két részre szakad. A főág erősen feltöltődött a „szigetet” megkerülő mellékág a keresztmetszvények összehasonlítása alapján szélesedik és mélyül. Ennek oka a másik ág feltöltődése miatti jelentős kisvízi vízhozam növekmény lehet. A mellékág alsó szakaszán a Káposztás-Duna és a Cserta-Duna között folyamatos a feltöltődés, korábbi tanulmányok alapján arra következtethetünk, hogy a kőgát utáni gödörből származó mederanyag ezen a szakaszon ülepedik ki. A medervándorlás egyértelmű jele (3. ábra), hogy a meder egyre inkább a homorú part felé szorul, a sodorvonalban erősödik a berágódás, míg a domború parton folyamatos a feltöltődés.



3. ábra – Mederváltozás vizsgálata a Vén-Duna alsó szakaszán (5. nyilvántartási keresztmetszvény)

2D hidrodinamikai modell építése

A hidrodinamikai modellezéshez munkafelületül a HEC-RAS 5.0.3. verzióját választottuk. A felmérés adataiból készült terepmodellen a mellékág és a főág közötti Koppány-sziget egy magasságok nélküli terület volt. Az ArcGIS beépülő moduljának, a HEC-GeoRAS-nak az alkalmazásával ezt a területet összeégettük egy, a Magyarország digitális terepmodelljének a területet lefedő darabjával, így a teljes szakaszra egy összefüggő lefolyási területet illeszthettünk.



4. ábra – Érdesség szerint lehatárolt területek

A Manning-féle mederérdességi tényező megválasztásánál három részre osztottuk a területet (4. ábra). A mellékág és a főág mederének borítottsága, vonalvezetése eltérő, vagyis ezek két különálló területet alkotnak az érdesség tekintve. A köztük lévő ártéri erdővel borított Koppány-szigetet bevonva a lefolyási területbe kaptunk még egy, érdességében a másik kettőnél lényegesen eltérőbb részt. Azzal a céllal, hogy a kalibrálás során ezeknek a területeknek az érdességi tényezője külön-külön állítható legyen, külön rétegenként adtuk őket hozzá a modellterülethez.

A modellezési terület méreteit a rendelkezésre álló felmérési adatok korlátozták. A vizsgált modellterület felett legközelebb Domborinál, alatta Bajánál található vízmércét. A két vízmércén rögzített vízállás-idősorok összehasonlításával megállapítottuk, hogy ezen a szakaszon a vízmércék vízállás adatai összhangban vannak, az árhullámok a két mérce között nem lapulnak el. Így a közel lévő bajai vízmérce vízhozam adatait felső határfeltételként, a vízállás adatait alsó határfeltételként adtuk meg. A modellterület alsó határa nem ért el a vízmércéig, ezért a vízállás adatokat az esés figyelembevételével transzformáltuk.

A kalibráció folyamata a modell egyes paramétereinek, esetünkben az érdességnek a beállítását jelenti úgy, hogy futtatáskor az a valós, mért adatokat elfogadható pontossággal reprodukálja. A kalibrációs futtatások során a három, érdességében különböző terület Manning-tényezőjét addig változtattuk nem permanens futtatási feltételek mellett, amíg a modellben a vízfelszín a valós, megfelelő időpillanatban visszaellenőrzött vízfelszínrel és a mért vízhozammal közel megegyező lett. Ehhez a 2017-es mérés idején készített vízfelszín rögzítési adatokat használtuk. Így a Duna mederre $n=0,0345$, a Vén-Duna mederre pedig $n=0,043$ értéket határoztunk meg. Szakirodalom alapján a sziget Manning tényezőjét $n = 0,06$ -ra vettük fel, ami megfelel a síkvidéki vízfolyások erdővel borított árterének. (Agroszkin et al. 1952)

Korábbi mérések alapján végrehajtottuk a modell validálását is, mellyel igazoltuk, hogy más paraméterek mellett is képes a valóságnak megfelelő eredményeket adni. (Majer – Koch – Tamás 2018)

Vízszállítás javítás vizsgálata

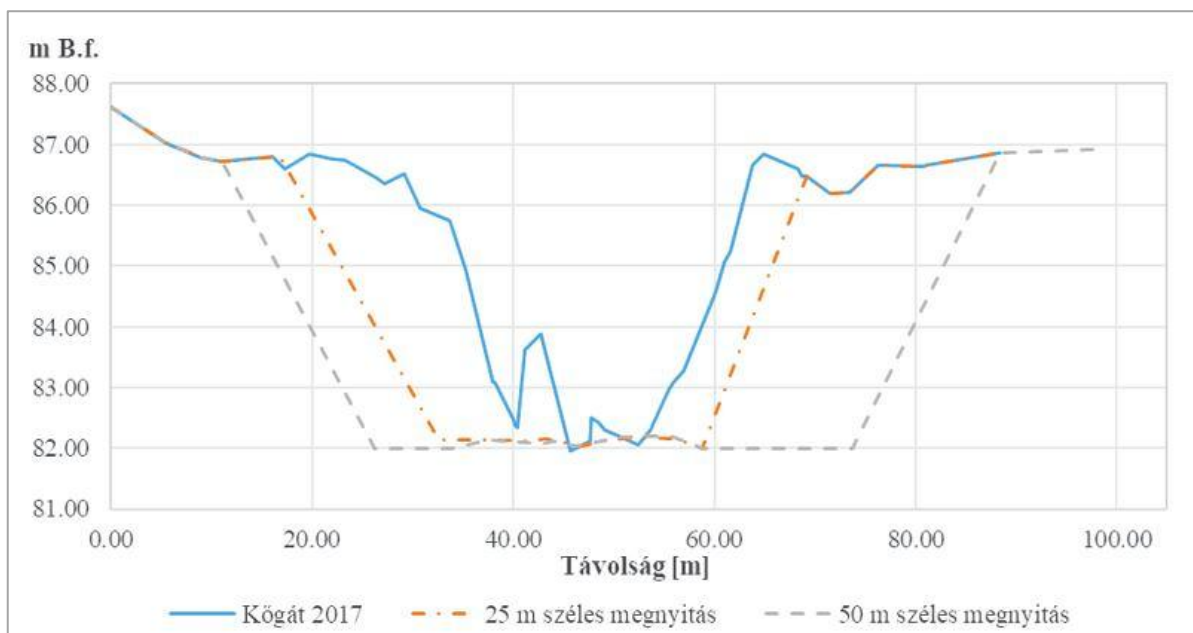
A Vén-Duna vízszállításának javítására szolgáló beavatkozásként a feltöltődött területek kotrását és a kőgát szélesítését választottuk, ezek hatásának vizsgálatához különböző tervváltozatokat dolgoztunk ki. Az eredeti terepmodellt ennek megfelelően módosítottuk. A kotrásokat a legkisebb beavatkozás elvén csak a feltöltődött részekre koncentráltuk (5. ábra). A kotrasi szintet a kiágazástól a kőgátig tartó szakaszon 81,50 m B.f. szintre vettük fel, így ezen a területen a kotrasi szint a kőgát

küszöbszintjénél 0,5 méterrel alacsonyabb lett, hogy a mellékágba beáramló vízhozamot a kőgát szabályozza. A kőgát alatti kopolya után két ágra szakadó mellékág bal oldali ágában 81,50 m. B.f. –i szintnek megfelelően kotrasi szintet szimuláltunk. A Káposztás-Duna és a Cserta-Duna torkolata közötti szakaszon 80,50 m. B.f. kotrasi szintet határoztunk meg, hogy az ott lerakódott 0.5-1,5 m vastag mederanyag eltávolításával a kisvízi vízhozam növekedését segítsük. A kotrások szélessége minden esetben 30 m, mivel nagyobb kotrasi szélesség esetén néhol már a partokat is meg kellene bontani. A terepmodell módosítását úgy hajtottuk végre, hogy a medret csak a feltöltődött területeken módosítottuk a megállapított kotrasi szintnek megfelelőre, míg a mederben lévő kimélyülések, üstök megmaradtak.



5. ábra - Kotort mederszakaszok

A kőgát küszöbszintje a kiviteli tervek szerint 82,50 m B.f., melynél 0,5 m-rel alacsonyabb lett a megvalósult állapot. Az engedélyezett 82,50 m B.f. szint megegyezik az LKHV-val (legkisebb hajózási vízszint). Alacsony dunai vízhozamok esetén a kisvizeknek a főmederben kell maradniuk, hajózási és jeges árvizek elhárításának érdekében. Ezért a vízszállítás javítás elősegítéséhez a gát küszöbszintjét nem változtattuk, csak a szélességét. A tervezett változatokat a 6. ábra tartalmazza.



61. ábra - A kőgát szervényében tervezett változtatások

A modellel 3 lehetséges beavatkozási változatot vizsgáltunk, ennek megfelelően 3 terepváltozat készült el. Korábbi tapasztalatok alapján a kotrás minden esetben javasolt a kisvízi

vízszállítás javítása érdekében. Feltételezve, hogy a kőgát nyílás szélességének növelése kis és középvízi tartományban szintén vízhozamnövekményt eredményezhet, egy kismértékű és egy nagymértékű megnyitást is készítettünk.

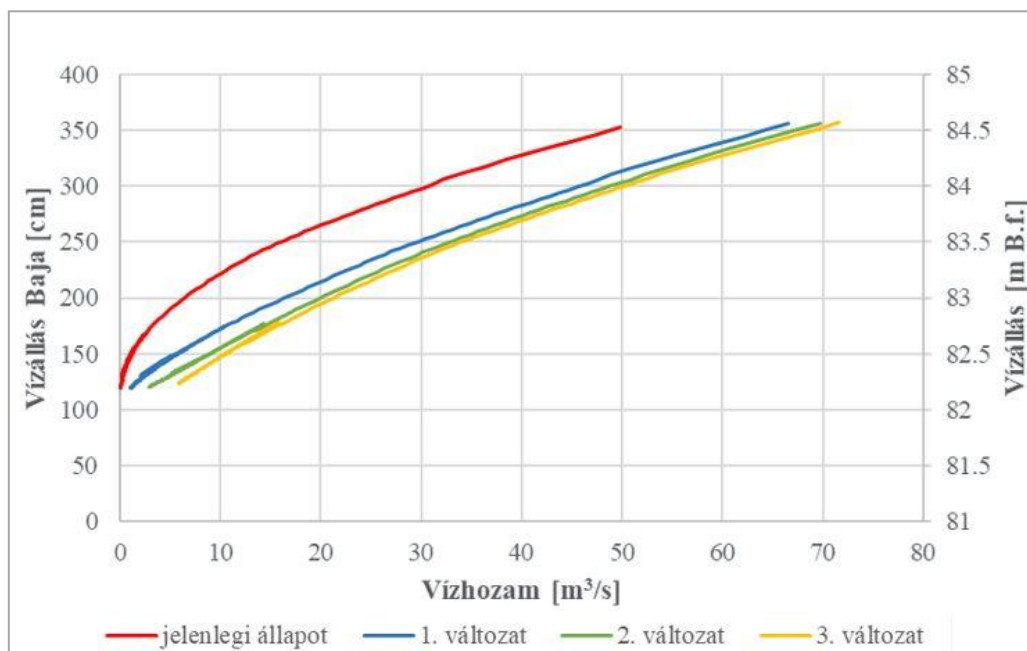
Módosított terepváltozatok tartalma:

- 1. változat mederkotrás 30 m szélességben, a fentebb ismertetett helyeken és fenékszinteken. A kőgát a jelenlegi állapotában maradt.
- 2. változatban az 1. változat szerinti kortort meder kibővítésre került a kőgát kismértékű megnyitásával. A megnyitás a mostani 18-20 m szélességről 25 m szélességre történt.
- 3. változatnál az 1. változat medrét felhasználva a kőgát drasztikus megnyitását vizsgáltuk. A kőgátat 50 m szélességben elbontottuk, így nyílásméret megegyezik a felvízi meder átlagos szélességével.

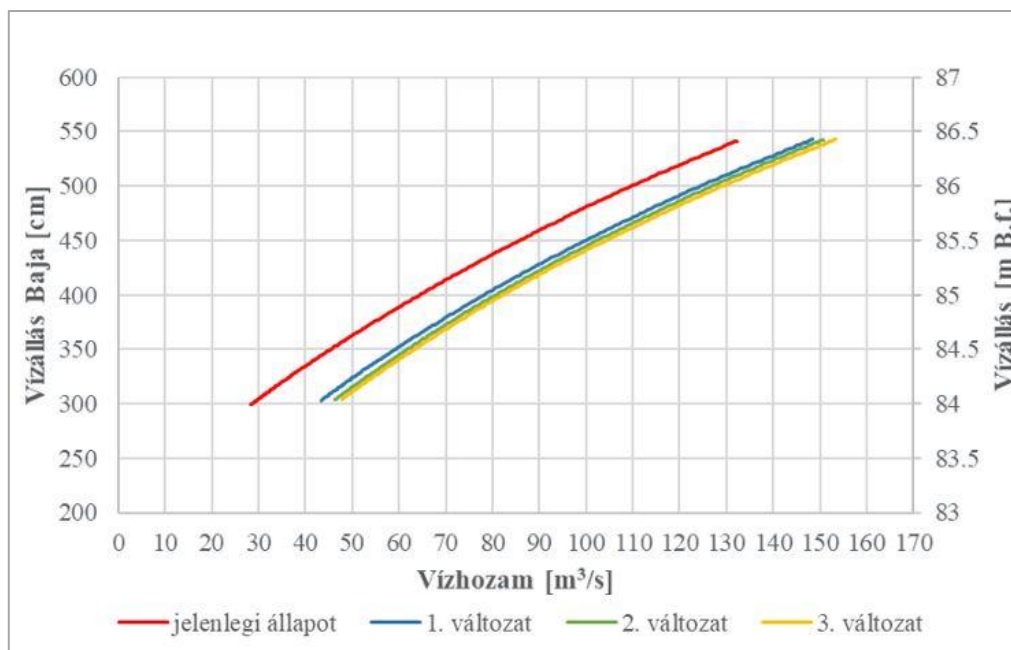
Eredmények

A kalibrált modellben külön futtatásokat végeztünk az egyes változatok terepmodelljeinek használatával. Ahhoz, hogy szélesebb körben tudjuk vizsgálni a beavatkozások hatását a 2011-es Duna és a 2017-es Vén-Duna felméréseknek megfelelő időintervallum vízállás és vízhozam adatait használtuk bemenő adatként. A 2011-es mérés esetében a lefutott időszakban a vízállás bajai 105-350 cm volt, amíg a 2017-esnél 300-520 cm volt, ezáltal kisvízes és egy középvízes tartományt külön vizsgáltunk.

A futtatások eredményeiből két vízhozamgörbe készült (7. és 8. ábra).



72. ábra – A modellfuttatás eredményeiből szerkesztett vízhozam görbe 100-350 cm vízállás tartományban



83. ábra – A modellfuttatás eredményeiből szerkesztett vízhozam görbe 300-520 cm vízállás tartományban

Az 1. változat, ami mederkotrás tartalmaz anélkül, hogy a kőgátat megbontanánk 100-350 cm vízállás tartományban átlagosan 6 m³/s-mal jobb vízhozamot eredményez kisvízi tartományban. A tartományt további két részre osztva 100-200 cm-es vízállás esetében a vízhozam növekmény átlagosan 4 m³/s, 200-350 cm esetében ez az érték már 15 m³/s.

A 2. változat a mederkotrás felül a kőgát 25 m széles megnyitását is tartalmazza. Az átlagos vízhozam növekmény ugyan ezen tartományban 9 m³/s, 100-200 cm között ez 7 m³/s-ot, 200-350 cm között 18 m³/s-ot jelent.

3. változatban a kőgátat 50 m szélességben bontottuk el, és mederkotrás is alkalmaztunk. Ennek hatására a vízhozam átlagosan 11 m³/s-mal nőtt, 100-200 cm között ez 9 m³/s-ot, 200-350 cm között 20 m³/s-ot jelent.

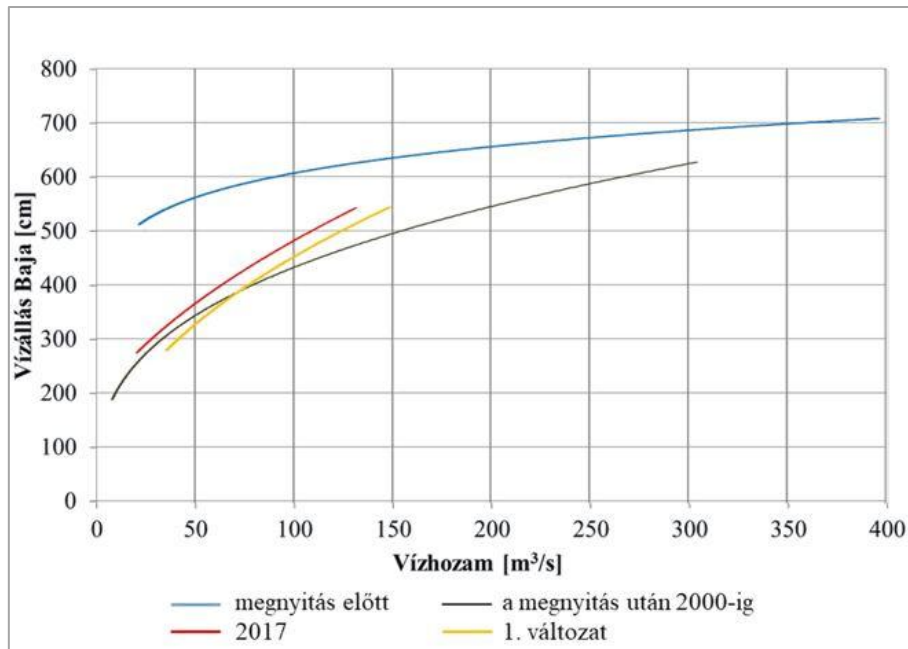
A 350-500 cm-es vízállás tartományban (melyet nem bontottunk kisebb egységekre, mert a növekmény közel azonos volt minden vízállásnál) elmondható, hogy az 1. tervváltozat átlagosan 15 m³/s, a 2. tervváltozat 18 m³/s még a 3. tervváltozat 20 m³/s vízhozam növekedést eredményezett. Ezeket az eredményeket foglalja össze a 2. táblázat.

2. táblázat – Átlagos vízhozam növekmény a vizsgált vízállás

Tervváltozat száma	Átlagos vízhozam növekmény [m ³ /s]		
	100-200	200-350	350-520
1.	4	15	15
2.	7	18	18
3.	11	20	20

tartományokban

Az eddigi tapasztalatok alapján elmondható, hogy a mellékág vízszállító képességének romlása folyamatos, ezért rendszeres megfigyeléseket igényel. Az elkészült modell és a vizsgált beavatkozási változatok a jövőben esetlegesen szükségessé váló beavatkozások szempontjából iránymutatásul szolgálhatnak.



94. ábra – A modellfuttatás eredményeiből szerkesztett vízhozam görbe 300-520 cm vízállás tartományban

A kotrással – kőgát megbontása nélkül – elérhető vízhozamot a 9. ábra mutatja. A kisvizes tartományban ez a közvetlenül a megnyitás utáni állapothoz hasonló javulást eredményez. A kőgát elbontásával elért magasabb vízhozam növekmény hatásai a mederre még ismeretlenek.

Jövőbeli célunk további vizsgálatok elvégzése, a modell transzport folyamatokra való bővítése.

Köszönetnyilvánítás

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap (ESZA) társfinanszírozásával valósul meg (a támogatási szerződés száma: EFOP-3.6.1-16-2016-00025, projekt címe: A vízgazdálkodási felsőoktatás erősítése az intelligens szakosodás keretében)

Irodalom jegyzék

Agroszkin I. I. – Dmitrijev G. T. – Pikalov F. I. (1952): Hidraulika. Tankönyvkiadó, Budapest.

Tamás E. A. – Sziebert J. – Varga A. – Zellei L. (2011): A Vén-Duna mellékág élőhely-rekonstrukciós célú részleges megnyitásának hosszú távú morfológiai monitorozása. Magyar Hidrológiai Társaság, XXIX. Országos Vándorgyűlés, Eger.

Sziebert J. – Zellei, L. (2003): A Vén-Duna élőhely revitalizációs program II. ütem és monitoringja. Eötvös József Főiskola Műszaki Fakultás, Baja.

Kalocsa B. – Zsuffa I. (1997): A magyar Duna szakaszának vízállásváltozásai. Hidrológiai Közöny, 4. kötet, p. 189.

Majer F. – Koch D. – Tamás E. A. (2018): A Vén-Duna mellékág 2D hidrodinamikai modell építésének tapasztalatai. IX. Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás, Debrecen