

Magyar Hidrológiai Társaság

XXXVII. vándorgyűlés

-

**Nagykunsági öntöző és kettős működésű csatornák
üzemrendjének vizsgálata**

Készítette:

Nagy Imre

Karcag

2019

Tartalom

1. Feladat ismertetése	1
2. Terület ismertetése	2
2.1. Nk-III-2 fűtőcsatorna	4
2.2. Villogó-belvízfűcsatorna	5
2.3. Kakat-belfűvízcsatorna	6
2.4. Karcagi-II belvízcsatorna	8
2.5. V-11 és XXII-csatorna	8
2.6. Modellgeometria	9
2.7. Peremfeltételek	10
2.8. Kalibráció és validáció	12
3. Érzékenységvizsgálat	14
3.1. Simasági együttható	14
3.2. Alsó peremfeltétel	14
3.2.1. Csomópont, oldalsó hozzáfolyás	15
3.2.2. Vízszínesés	17
3.2.3. Vízszint idősor	18
3.3. Vízkormányzás	19
3.4. Teljes terhelés	29
4. Konklúzió	30

1. Feladat ismertetése

A feladatom a Nagykunsági Főcsatorna legnagyobb mellékága által szállított öntözővíz kihasználtságának növelése, a maximális terhelés vizsgálata illetve az egyes intézkedések megtételére mennyi idő áll rendelkezésre.

Az Nk.III-2 fűrtfőcsatorna kezdőszelvénye (későbbiekben a sematikus rajzon így jelöltem) a Kg.II-belvízcsatorna 10+100 szelvényében található, amely belvízcsatorna összeköttetésben áll a V-11 csatornával. Az összekötő csatorna kezdőszelvénye a Villogó-belvízfőcsatorna 12+080 szelvényében található, így biztosítva a területre az öntözővíz szolgáltatást. A Villogó-belvízfőcsatornát és a Kakat-belvízfőcsatornát a Kisújszállási-XXII csatorna köti össze ezáltal biztosítva a csatorna kettős működését hasznosítási időszakban (belvízvédekezés esetén tehermentesíteni lehet bármelyik belvízfőcsatornát a másik terhére). Az összekötő csatornán található vízkormányzó műtárgy segítségével szabályozhatóak a vízszintek. A Villogó-belvízfőcsatornán esetenként felmerülő többletvíz – melyek kihasználatlanságból illetve lecsapolásokból keletkeznek - az esetek döntő többségében a Villogói-szivattyútelepnek kell beemelni a Hortobágy-Berettyó Főcsatornába köszönhetően annak hogy, a belvízfőcsatorna vízszintje alacsonyabb mint a Hortobágy-Berettyó Főcsatorna vízszintje. A Kakat-belvízfőcsatorna esetében a csatorna vízszintje az esetek túlnyomó részében magasabb, mint a Hortobágy-Berettyó főcsatorna vízszintje, így a gravitációs vízkivezetésre itt a lehetőség adott. A Villogó-belvízfőcsatornán illetve a Kisújszállási-XXII csatornán található vízkormányzó műtárgyak megfelelő üzemeltetésével ez az üzemóra – ezáltal a költségek is melyek az illetékes Szakasz mérnökséget terhelik – csökkenthető lenne. Ebben az esetben a vizsgálatokat a rendszer egészére végeztem el.

A dolgozatomban a különböző változatok vizsgálatán keresztül az előbb felsorolt problémák megoldására keresem a választ.

2. Terület ismertetése

A vizsgált terület a Közép-Tisza-Vidéki Vízügyi Igazgatóság, azon belül a Karcagi Szakaszmérnökség hatás illetve illetékességi területén - Magyarország keleti régiójában - található. A terület hidrológiai szempontból meglehetősen változékony, ugyanis nem ritka az aszály illetve a belvíz jelenségek ugyanazon éven belüli előfordulása. Ezen kártékony időjárási történések kompenzálására a területen belvíz illetve öntözőcsatornák hálózatát hozták létre. Az általam felépített modellben ezek közül az Nk-III-2 fűrtfőcsatorna, Hortobágy-Berettyó főcsatorna, Villogó- és Kakat-belvízcsatorna, V-11-es, Karcagi-II-es, és a XXII-es csatornák szerepelnek.

Ezek közül funkciójukat tekintve

- öntözőcsatorna:
 - Nk-III-2 fűrtfőcsatorna

- kettős működésű csatorna:
 - Karcagi-II
 - Kakat-főcsatorna
 - Villogó-főcsatorna (0+000-18+200 szelvény között)

- összekötő csatorna:
 - XXII-es csatorna
 - V-11 csatorna

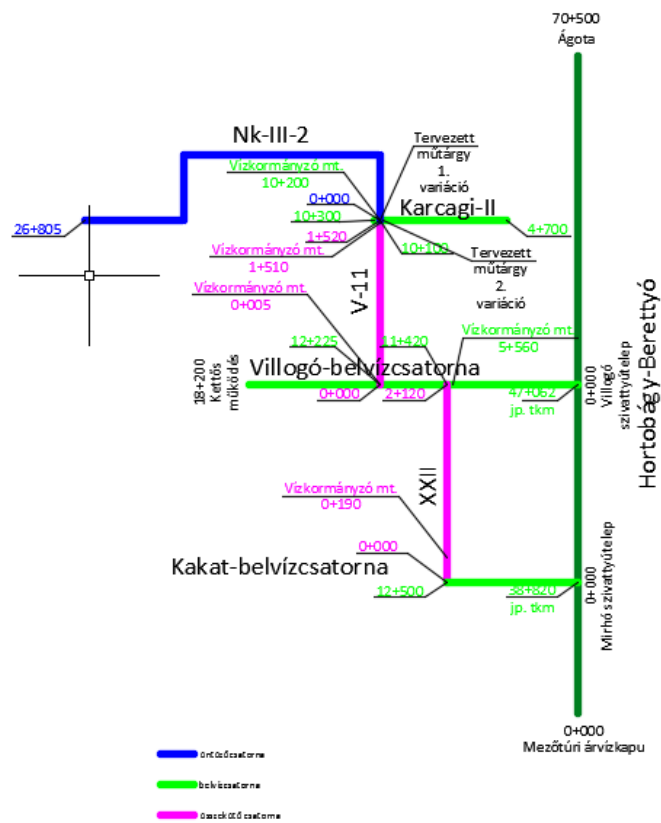
- vízfolyás:
 - Hortobágy-Berettyó főcsatorna

A terület jellemzően síkvidék, a terepszint 84,00-89,00 mBf. között változik. Karcagon és környékén a jellemző talaj a csernozjom, más néven mezőségi talaj. A talajadottságnak és az éghajlatnak köszönhetően a területen a mezőgazdaság ugrásszerűen fejlődött, ezzel egyetemlegesen az öntözővíz szükséglet is megnövekedett. Mivel a technika és az anyagi lehetőségek rendelkezésre álltak az öntözővíz igény kiszolgálására megépítették az Nk-III-2 fűrtfőcsatornát, amely jelenlegi formáját/nyomvonalát az 1980-as években érte el. A következőekben röviden ismertetem a rendszerben szereplő csatornákat, azonban előtte egy térképet mellékelek a terület beazonosíthatósága érdekében.



1. ábra – Vizsgált terület elhelyezkedése

Az eddig leírt információk kezelhetősége érdekében a csatornarendszert a következő sematikus rajzzal illusztrálom.



2. ábra – A csatornarendszer váza

2.1. Nk-III-2 fűrtfőcsatorna

A területen felmerülő öntözővíz igények kiszolgálását (legyen az közvetlen vagy közvetett) az Nk-III-2 csatorna végzi, melynek kezdőszelvénye a Nagykunsági-főcsatorna 17+820 szelvényében található. A magas vezetésű csatorna teljes hosszán – 26805 méter – hat vízszintszabályozós műtárgy található, amelyből hármat használnak, így az négy bögére oszlik. A számozásuk folyásirány szerint növekvő. A negyedik böge végén, a csatorna végszelvényében nem található műtárgy, így az együtt üzemel a Karcagi-II-es belvízcsatornával. Az öntözőcsatornából hét fűrtcsatorna ered, így a teljes hatásterülete hozzávetőlegesen 278 km². A csatorna elsődleges funkciója az öntözővíz szolgáltatás, azonban szélsőséges esetben a területen összegyülekező belvizek befogadjául is szolgálhat.

Paraméterek:

➤ bögek:

I. böge	0+000 - 16+044
II. böge	16+044 - 23+190
III. böge	23+190 – 24+443
IV. böge	24+443 – 26+818

➤ üzemi vízszintek:

I. böge	86,90-87,10 m B.f.
II. böge	86,00-86-10 m B.f.
III. böge	84,81 mBf.
IV. böge	84,33 mBf.

➤ vízszállító képesség

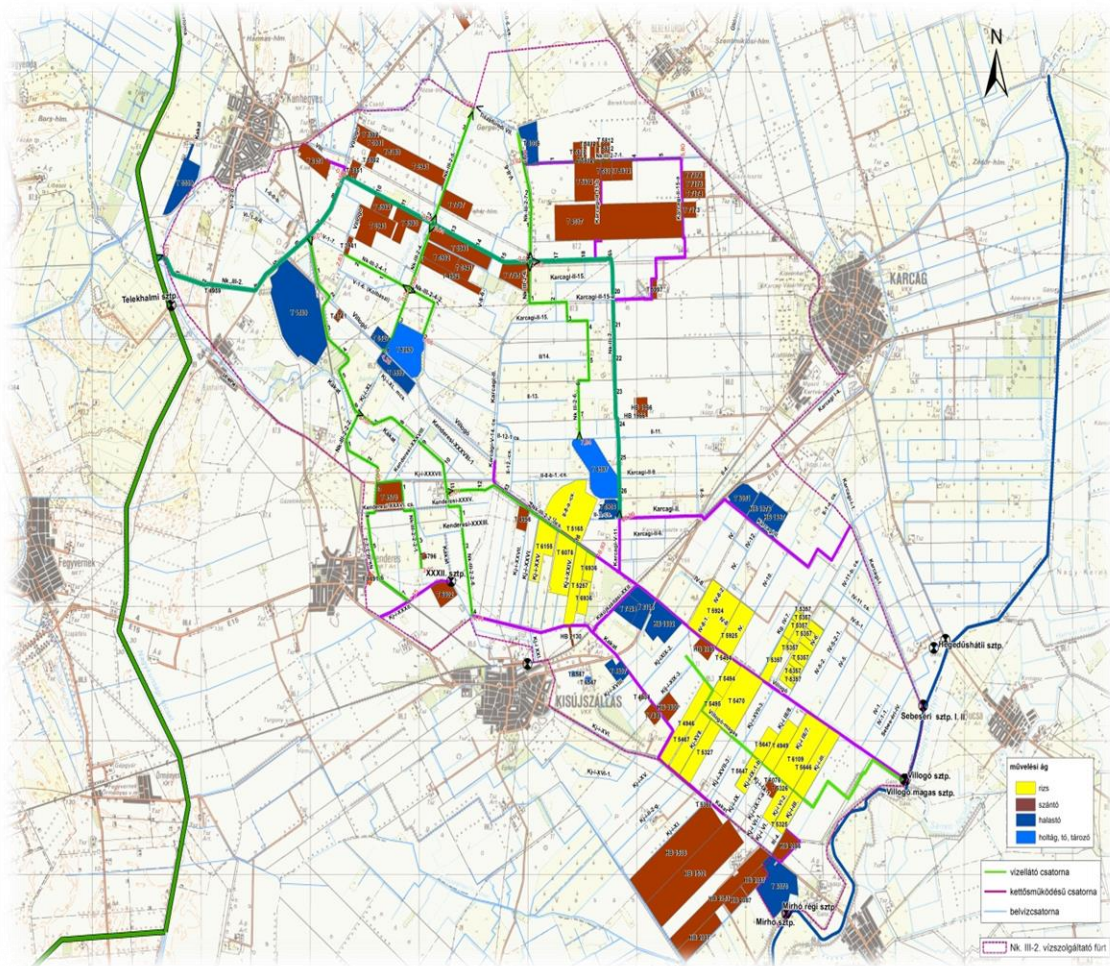
I. böge	0+000 - 6+433 - 21,8 m ³ /s
	6+433 – 16+044 - 15,6 m ³ /s
II. böge	14,1 m ³ /s
III. böge	12,0 m ³ /s
IV. böge	1,37 m ³ /s

➤ vízszolgáltatás

I. böge	0+000 - 6+433 – 7,17 m ³
	6+433 – 16+044 - 10,57 m ³ /s
II. böge	3,7 m ³ /s
III. böge	3,69 m ³ /s
IV. böge	3,63 m ³ /s

A vízigények a teljes rendszerben felmerülő vízszükségletet tükrözik, beleértve a Villogó- illetve a Kakat-belvízcsatornákat is.

A következő ábra az Nk. III-2 fűrtfőcsatorna hatásterületét hivatott szemléltetni.



3. ábra - Nk. III-2 fűtőcsatorna hatásterülete

2.2. Villogó-belvízfőcsatorna

A belvízfőcsatorna (amely a 10.08 belvízvédelmi szakasz főcsatornája) kezdőszelvénye a Hortobágy-Berettyó főcsatorna jobb partjának 47+062 tkm. szelvényében, míg végszelvénye Kunhegyes külterületén található. Működés szerint a csatorna két részre osztható. Az első szakasz – amely a 0+000-18+200 szelvényig terjed – kettős működésű, míg a második szakasz (18+200 – 37+470 szelvényig) csak a belvizek levezetésére szolgál. A felső szakasz esetében irreleváns – így az nem is szerepel a vizsgálatban, ugyanis hasznosítási idényben elemezzük a csatornarendszert. (Megjegyzendő, hogy belvizes szimuláció esetén természetesen a csatorna felső szakasza épp oly fontos, mint a kettős hasznosítású szakasz). A gravitációs vízkivezetést a csatorna kezdőszelvényében található négy darab zsilipes műtárgy biztosítja. A torkolatban található Villogói szivattyútelep nem csak belvízvédekezés esetén üzemel, ugyanis a csatorna vízszintje – döntő többségben – alacsonyabb, mint a Hortobágy-Berettyó csatorna vízszintje, így az ott összegyülekező vizeket – más lehetőség híján – átemelni szükséges. A dolgozatomban végzett vizsgálat a tárgyi szivattyútelep üzemórájának csökkentésére irányul.

Paraméterek:

➤ csatorna

○ bögék:

„Bögézési” lehetőség az ún. Domszigeti tiltóval lehetséges, amely a csatorna 5+578 szelvényében található. Ez a háromnyílású vízszintszabályozós műtárgy a vizsgálat szempontjából az egyik kulcs műtárgy, ugyanis ezzel szabályozható az, hogy a rendszeren átvezetett, felesleges öntözővizet a Villogói- vagy a Mirhó-szivattyútelep felé kormányozzák.

○ üzemi vízszintek:

A csatorna felső szakaszán az előzőeknek megfelelően vízszintszabályozás nem történik. Az alsó szakaszon (0+000 – 5+578) a jelenlegi üzemeltetésnek megfelelően, 82,32 – 83,02 m B.f. között változik.

➤ szivattyútelep

○ vízszintek (vízmérce „0” pont 80,92):

- indulási vsz.: 210
- leszívási határ: 140

○ vízszállító képesség

- 1-4 szivattyú: 2,5m³/s
- 5-6 szivattyú: 1,0 m³/s

○ zsilipek nyílásmérete

- 2,0x2,0 méter

○ emelési magasság

- 3,7 méter

➤ vízszolgáltatás

- 0+150 (Villogó-magas) szelvény - 1981 l/s
- 7+400 szelvény - 197 l/s
- 8+637 szelvény - 18 l/s
- 10+682 szelvény – 500 l/s

2.3. Kakat-belfővízcsatorna

A 10.07-es belvízvédelmi szakasz főcsatornája a Kakat-belvízfőcsatorna. Kezdőszelvénye a Mirhó-szivattyútelep – amely a Hortobágy-Berettyó főcsatorna jobb partjának 38+820 tkm.

szelvényben, végszelvénye pedig Kunhegyes mellett található. A teljes hosszán – amely 45300 méter – **7** darab vízszintszabályozós műtárgy található. A csatorna – mint a Villogó-belvízcsatorna is - funkcióját tekintve két szakaszra osztható. Az első – amely kettős működésű – a 0+000 – 17+100 szelvényig tart. A felső szakasz a 17+100 – 45+300 szelvényig tart, amely belvízvédelmi funkciót lát el. Védelmi funkcióját tekintve hatásterülete hozzávetőlegesen 264,43 km². A gravitálási lehetőséget itt két darab zsilipes műtárgy biztosítja, melyek méreteit a paraméterek pont alatt részletezem.

Paraméterek:

➤ csatorna

- bögék: A Kakat-belvízfőcsatornán háét darab vízszintszabályozásra alkalmas műtárgy található, melyek szelvényszámai a következők: 1+897,18+338,22+339,27+169,29+308,35+106 és 41+083. Ezek közül csak a 18+338 és a 35+106 szelvényben található zsilipes átereszt szabályozzák (hasznosítási idényben).
- üzemvízszintek: vízszintszabályozás csak az utolsó bögében történik.
- vízszállítók képesség
A csatorna torkolati vízszállító képessége 8 m³/s.

➤ szivattyútelep

- vízszintek (vízmérce „0” pont 82,38):
 - indulási vsz.: 120
 - leszívási határ: 100
- vízszállító képesség
 - 1-5 szivattyú: 2,0 m³/s
- zsilipek nyílásmérete
 - 1. 0,90x0,90 méter
 - 2. 1,15x1,15 méter
- emelési magasság
 - 6,1 méter

➤ vízszolgáltatás

- 1+695 szelvény – 311 l/s
- 1+855 szelvény - 311 l/s
- 5+100 szelvény – 18 l/s
- 6+575 szelvény – 18 l/s
- 7+375 szelvény - 25 l/s
- 7+775 szelvény – 18 l/s
- 7+575 szelvény – 18 l/s
- 9+050 szelvény – 25 l/s
- 9+250 szelvény – 33 l/s
- 9+840 szelvény - 58 l/s

- 11+107 szelvény – 211 l/s
- 11+232 szelvény – 211 l/s
- 11+296 szelvény - 35 l/s

2.4. Karcagi-II belvízcsatorna

A belvízcsatorna kezdőszelvénye a Karcagi-I csatorna 6+160 szelvényében, végszelvénye pedig a Karcag külterületén található. A csatorna 0+000 – 11+200 tartó szakaszán három darab vízkormányzó műtárgy található. Ezek közül csak a 10+255 szelvényben található üzemeltetik, amely az Nk-III-2 csatorna utolsó bögéjének vízszintjére van kihatással. A csatorna 0+010 szelvényében található műtárgy hasznosítási idényben zárva van a megfelelő minőségű öntözővíz szolgáltatás érdekében, ugyanis a Karcagi-I csatorna vízminősége kifogásolható, köszönhetően a szennyvíztelep kifogásolható üzemeltetésének.

➤ vízszolgáltatás

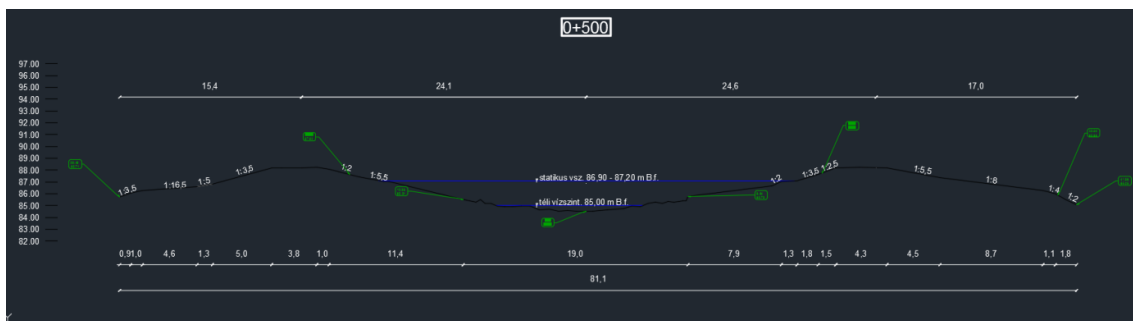
- 3+785 szelvényben – 80 l/s
- 4+100 szelvényben – 1331 l/s
- 4+233 szelvényben – 120 l/s
- 4+410 szelvényben – 267 l/s
- 4+745 szelvényben – 300 l/s
- 5+325 szelvényben – 146 l/s

2.5. V-11 és XXII-csatorna

Szerepüket tekintve ezen két csatorna - vízszolgáltatás illetve a belvízvédekezés esetén - a Kakat- ,Villogó-belvízcsatornák illetve az Nk-III-2 öntözőcsatorna közötti vízátvezetésre szolgálnak. A V-11 csatorna kezdőszelvénye a Villogó-belvízcsatorna 12+200 szelvényében, végszelvénye pedig a Karcagi-II csatorna 10+270 szelvényében található. A XXII. csatorna kezdőszelvénye a Kakat-belvízcsatorna 12+400 szelvényében, végszelvénye pedig a Villogó-belvízcsatorna 11+400 szelvényében található. A XXII. csatornán a 0+210 szelvényben egy zsilipes átereszt található, amellyel szabályozzák a két csatorna közötti vízátvezetést. Mindkét csatorna hozzávetőlegesen 2,0 m³/s-os vízszállításra képes.

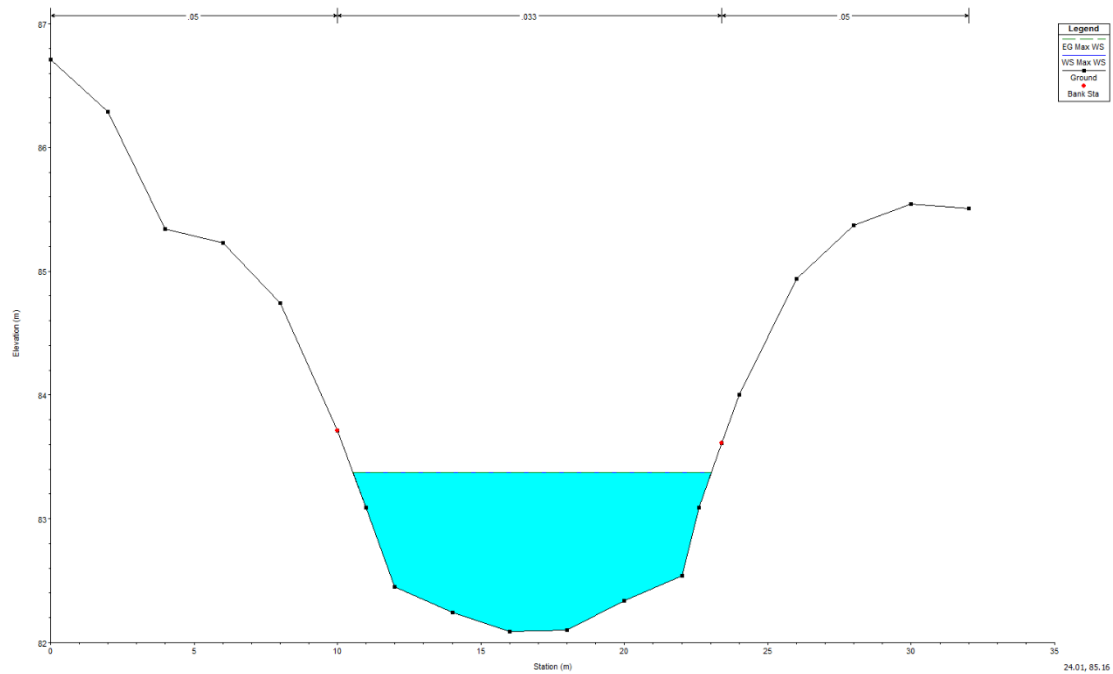
2.6. Modellgeometria

A geometria felvételére a programban több lehetőség van. Lehet az egyes töréspontoknak EOVS vagy GPS koordinátát megadni (keresztshelvényekben), ezáltal meghatározni a helyzetüket. A másik megoldás a – amellyel a dolgozatom alapját adó modell is készült – egy georeferált térkép alapján történő nyomvonal felvétel. A teljes csatornahálózat hossza 149,312 km, amely 644 keresztshelvényt határoz meg. A műtárgyak – legyenek azok vízkormányzó vagy átereszek – előtt illetve után közvetlenül keresztshelvények felvételére került sor, a stabilabb számítás elérése érdekében. Némely esetben a műtárgyak közvetlen környezetében mért keresztshelvény nem állt rendelkezésre, ezért lineáris interpoláció segítségével – a műtárgy előtt illetve után azonos – keresztshelvények kerültek meghatározásra. A modell négy darab tározó területet tartalmaz, melyek rendeltetését a modell vizsgálat – határfeltételek pont alatt részletezem. Ezen területek tározási görbét igényelnek, amelyeket a csatornák meg nem épített területéből számoltam (a Karcagi-II csatorna csak a 10+300-4+200 szelvényig van felépítve a 4+200-0+000 szelvényig a keresztshelvények területe tározótérként van definiálva). A számítási metodika az első illetve utolsó keresztshelvény közötti lineáris változást feltételezte. Feltételezhetően a nem definiált keresztshelvények (60 darab) egyesével történő számításával sem érnék el drasztikusan eltérő eredményt, ugyanis keresztshelvények között nincs nagy eltérés. A rendszerben a csatornák csatlakozása csomópontokkal történik, melyekből 6 darab van a modellben. A következő kép az Nk. III-2 öntözőcsatorna 0+500 keresztshelvényét ábrázolja.

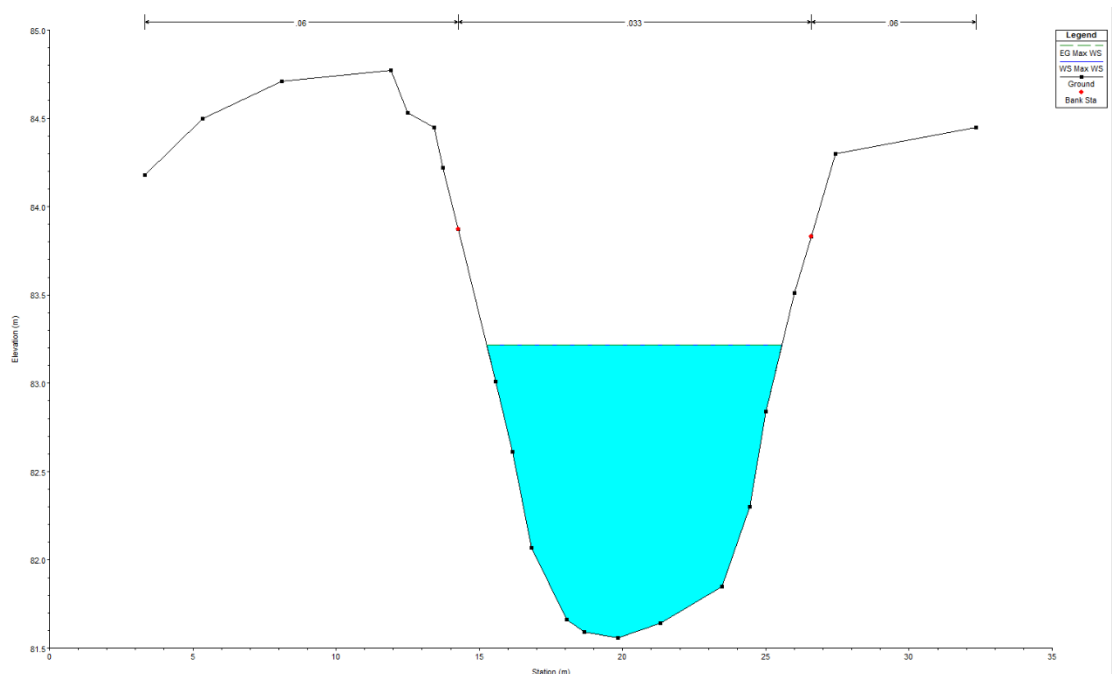


4. ábra - Nk. III-2 fűrtőcsatorna 0+500 szelvény

A szelvény a lehető legaktuálisabb ugyanis a felmérés az idei év júniusában készült, az adatok feldolgozásával pedig december hónap elejére készültem el. A Villogó- illetve Kakat-belvízfőcsatornáról azt ezt megelőző öt évben nem készült felmérés, így azok keretszelvényeit a HEC-RAS program által generált képekkel ábrázolom.



5. ábra - Villogó-beltvízfűcsatorna 11+600 szelvénye



6. ábra - Kakat-beltvízfűcsatorna 10+640 szelvénye

2.7. Peremfeltételek

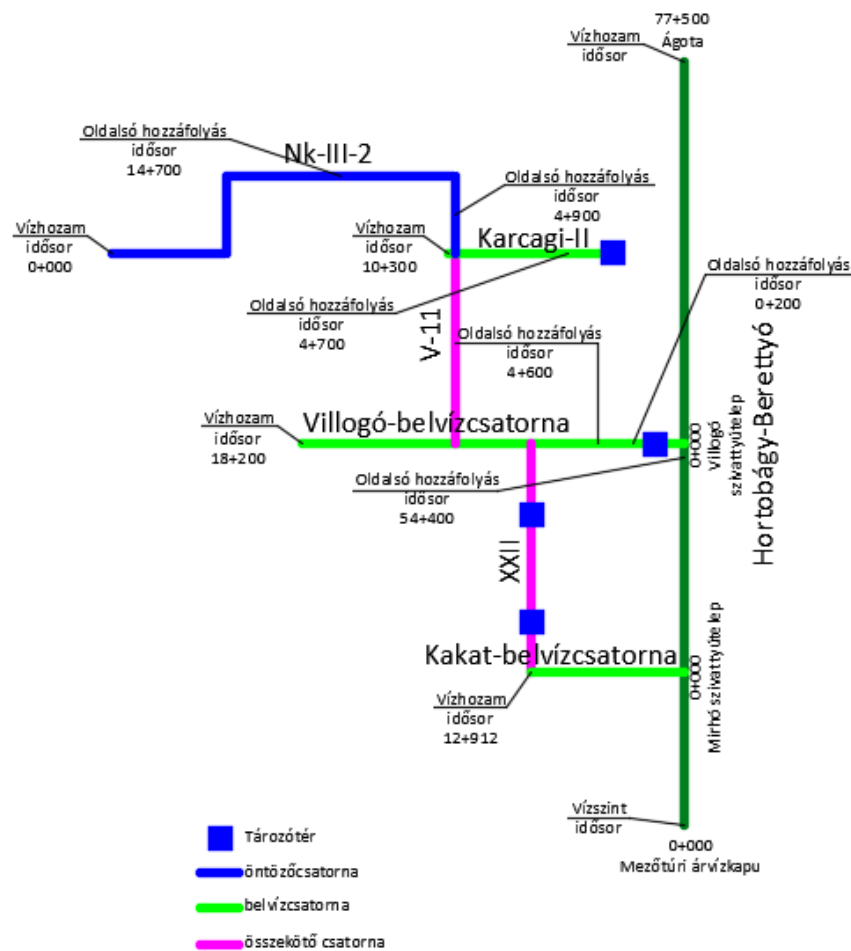
A rendszer összetettségére utal, hogy a peremfeltételek száma a modellben 29 darab, amely vízhozam, vízszint, vízkormányzó műtárgy és pontszerű vízkivétel idősből tevődik össze. Az esetek döntő többségében a felső peremfeltétel vízhozam az alsó vízszint idősor. A modell nem képes kezelni az ún. medertározás jelenségét, így azt tározóterek definiálásával oldottam meg, melyek felső illetve alsó peremfeltételként jelentkeznek. A medertározás esetén a zsilipek zárva vannak, így azokon keresztül áramlás nem jelentkezik, ennek következtében a zsiliptáblák

nyitásával próbál az ott megadott – vízhozamnak, vízszintnek, esetlegesen mindkettőnek - feltételeknek megfelelni. Ez az eset nem tükrözte a valóságot, ezért döntöttem a tározóterek létrehozása mellett.

Peremfeltételek:

- Hortobágy-Berettyó
 - Vízhozam idősor
 - Vízszint idősor
- Nk-III-2 fűrtűcsatorna
 - 26+900 szelvény - vízhozam idősor
 - 26+810 szelvény – zsilipnyitás idősor
 - 20+440 szelvény – oldalsó hozzáfolyás idősor
 - 20+430 szelvény – zsilipnyitás idősor
 - 14+700 szelvény – oldalsó hozzáfolyás idősor
 - 11+100 szelvény – oldalsó hozzáfolyás idősor
 - 10+810 szelvény – zsilipnyitás idősor
 - 4+900 szelvény – oldalsó hozzáfolyás idősor
 - 3+609 szelvény – zsilipnyitás idősor
 - 2+360 szelvény - zsilipnyitás idősor
- Villogó-belvízcsatorna
 - 18+000 szelvény – vízhozam idősor
 - 5+578 szelvény – zsilipnyitás idősor
 - 4+600 szelvény - oldalsó hozzáfolyás idősor
 - 0+200 szelvény – oldalsó hozzáfolyás idősor
 - 0+000 szelvény – tározó tér
- Kakat-belvízcsatorna
 - 12+912 szelvény – vízhozam idősor
 - 10+659 szelvény – zsilipnyitás idősor
 - 1+917 szelvény – zsilipnyitás idősor
 - 0+020 szelvény – zsilipnyitás idősor
- Karcag-II
 - 10+300 szelvény – vízhozam idősor
 - 4+200 szelvény – tározó tér
- V-11 csatorna
 - 1+570 szelvény – zsilipnyitás idősor
 - 0+015 szelvény – zsilipnyitás idősor
- XXII csatorna
 - 0+210 szelvény – zsilipnyitás idősor
 - 0+050 – 0+190 szelvény – tározó tér
 - 0+210 – 2+120 szelvény – tározó tér

A XXII-csatorna esetében alkalmaztam a program adta azon lehetőséget, amellyel a felső illetve alsó peremfeltételt meghatározhatom tározóterekkel. Ebben az esetben a felhasználó megadhat a tározóternek idősort, amelyhez a program igazodik illetve ennek az ellenkezőjét amikor is ezen idősor definiálásának mellőzésével – csupán a kezdeti feltétel megadásával (amely mindkét esetben ugyanolyan fontos) – a program szolgáltatja ezeket az adatokat számunkra. A következő ábra az előzőekben felsorolt feltételeket szemlélteti.

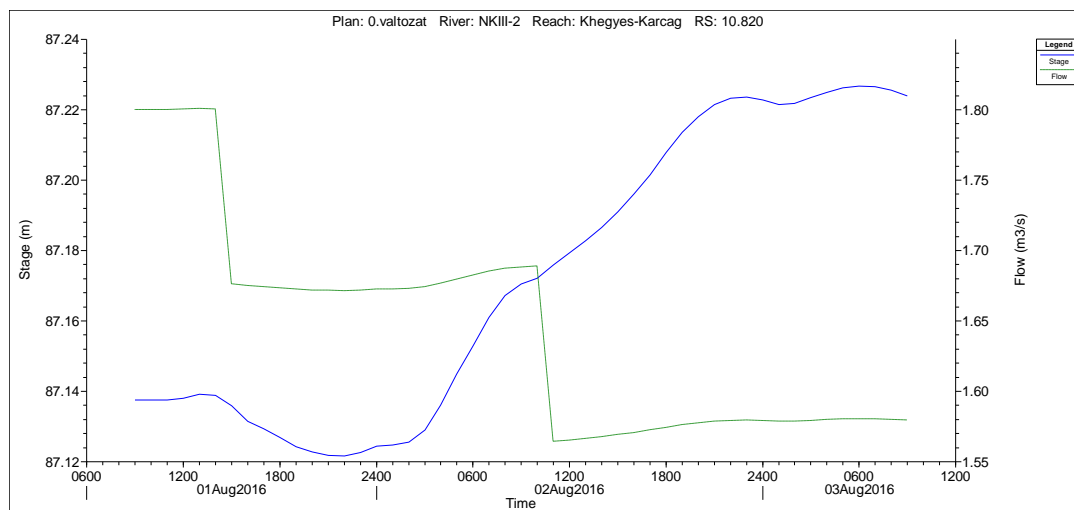


7. ábra – Peremfeltételek helyei és típusai

2.8. Kalibráció és validáció

A modell kalibrálására az idei évben (2016) mért adatok álltak rendelkezésemre. Viszonylagosan rövid időintervallumon történt a mérés (a méréssorozat három napos volt), azonban a mérési helyek száma – amely tizenöt volt – elegendő a modell beállítására (a vízhozam illetve a vízszint a mérési helyeken 2-5%-os eltérést mutat). A peremfeltételeket a mérés alapján adtam meg, a rendszer egyes pontjain történt méréseket pedig igazolásként használtam. A kalibrálás a modellben a vízszintszabályozó műtárgyak nyitási idősorának megfelelő definiálásában nyilvánult meg, nem pedig a mederérdességek változtatásában (a modell kisebb vízhozamú és szelvényű csatornái érzéketlenek a mederérdesség változtatására).

A következő ábra szemlélteti az előbb leírtakat, ahol az Nk.III-2 fűrtfőcsatorna 14 sz. műtárgyának felvízi oldalán kialakuló vízhozam, vízszint idősora látható. Mellékelek egy táblázatot is, amelyben a mért és a modellezett vízhozamokat tüntetem fel.



Mérési szelvény helye	Dátum	Időpont	Vízhozam [m ³ /s]		Magasság [mBf.]	
			mért	modellezett	mért	modellezett
10+820	8/1/2016	14:00	1.886	1.8	87.106	87.14
10+820	8/2/2016	9:40	1.684	1.68	87.157	87.17
10+820	8/3/2016	12:40	1.540	1.58	87.169	87.22

A Hortobágy-Berettyó főcsatorna kalibrálása illetve validálása nem történt meg, azonban ez számomra nem befolyásoló tényező, ugyanis esetemben a prioritást a rendszeren átvezetett víz mennyisége jelentette. A gravitációs vízkivezetést természetesen befolyásolja a csatorna vízszintje azonban a peremfeltételek megfelelő kiválasztásával produkálhatóak a mért vízszintek illetve vízhozamok. A modell fejlesztése címen ezen feladat még várat magára, melyet a közeljövőben érdemes elvégezni. A csatorna kalibrálásának viszonylagos bonyolultsága illetve magas munkaigénye abban rejlik, hogy a bal illetve jobb töltésben elhelyezkedő szivattyútelepek vízszállítását óránként kell megadni mindemellett ügyelni kell ezen adatok megfelelő időrendiségre. A kalibrációs és validációs idősor, melyet már összegyűjtöttem illetve igényeltem a társ VIZIG-től másfél illetve két hónapot ölel fel, így könnyen belátható az a tény, hogy a szivattyútelepek idősorának órára bontott megadása munkaigényes és esetenként bonyolult feladat (a szivattyútelepeken az egyes napokra csak az üzemórát dokumentálják, az indulás illetve leállás időpontját nem).

Peremfeltételek:

- Hortobágy-Berettyó
 - Vízszint idősor
 - Villogói-szivattyútelep
 - Mirhó-szivattyútelep

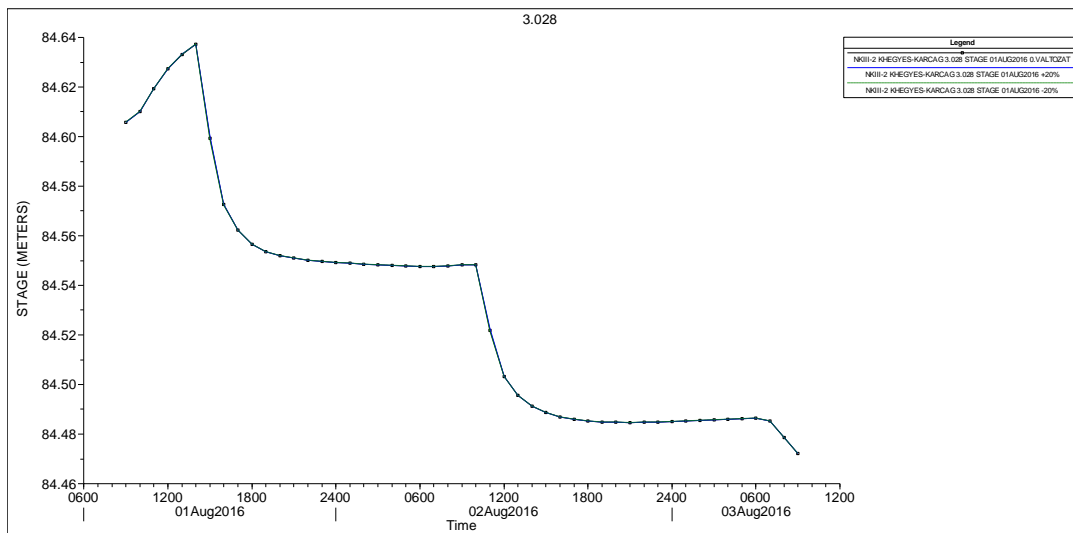
- Borz-szivattyútelep
- Hamvasi-szivattyútelep
- Sebeséri-szivattyútelep
- Vízsint idősor

A vizsgált időszak kalibrálásáról készült változat eredményei a Modellvizsgálat fejezet Eredeti állapot c. pontjában találhatóak.

3. Érzékenységvizsgálat

3.1. Simasági együttható

A modell megbízhatóságának számszerűsítésére érzékenységvizsgálatot végeztem, amely a Manning-féle paraméter változtatásában nyilvánult meg. A vizsgálat során a simasági tényező 10 – 10 %-os növelésével illetve csökkentésével operáltam, mely vizsgálatot az Nk.III-2 fűrtfőcsatornán hajtottam végre.



8. ábra - Nk.III-2 fűrtfőcsatorna vízszint idősora

A fenti ábrán láthatjuk, hogy a modell érzéketlen a meder simasági tényezőjének változtatására, ezért ahhoz, hogy a modellezett és mért vízhozamok illetve vízszintek megegyezzenek a zsiliptáblák idősorának megfelelő megválasztását kellett csak szem előtt tartanom. A csatornarendszerben a vízszinteket a műtárgyakon található zsiliptáblák határozzák meg, így a Manning-féle simasági tényező kevésbé kap szerepet. A Numerikus modell pont alatt részletezett súrlódási erőhöz tartozó képletben szereplő vízszinesítés esetében befolyásolt (kisebb), ezért kap kevesebb szerepet a simasági együttható.

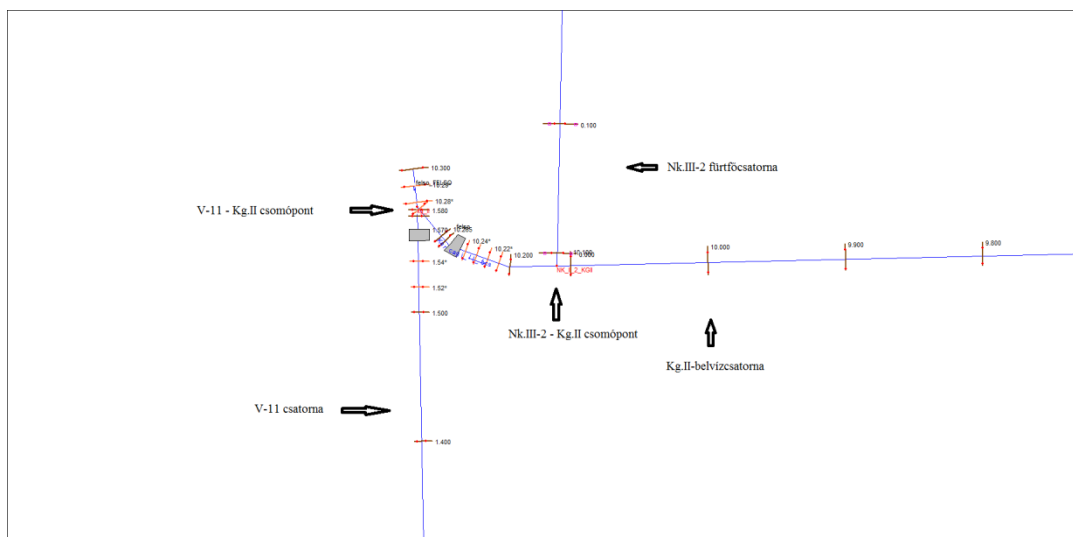
3.2. Alsó peremfeltétel

A dogozatomban modellezett rendszer döntő többségében csatornákból épül fel. Ezekben a csatornákon található műtárgyak némelyikének zsiliptáblája a vizsgált időszakban zárva volt.

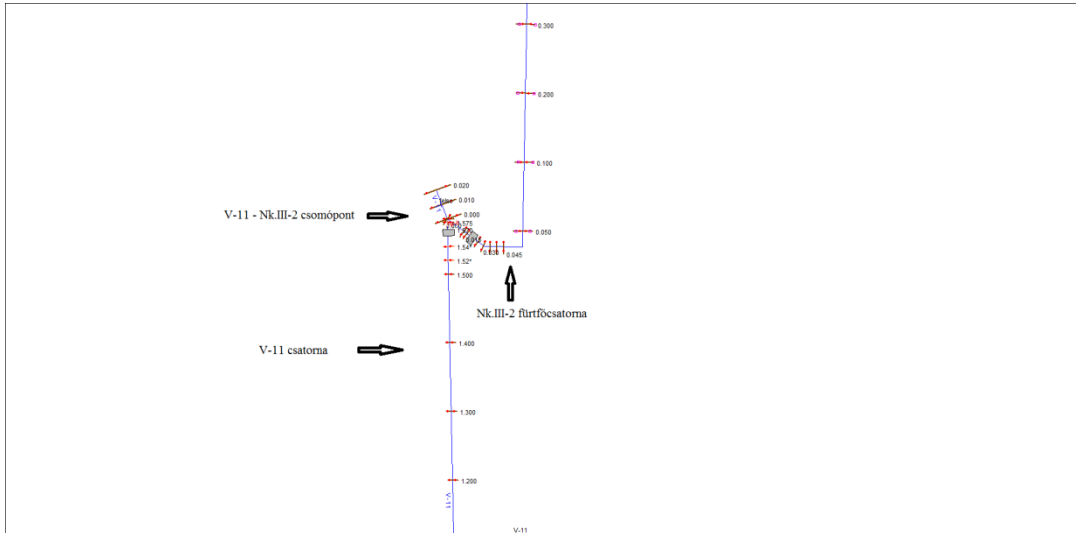
Természetesen a modell azt a helyzetet nem tudja értelmezni, amikor is az alsó peremfeltételt vízszint idősorral vagy vízszineséssel határozzuk meg elé pedig egy olyan műtárgyat helyezünk, melynek zsiliptáblája zárva van. Ennek a kiküszöbölésére belső peremfeltételeket tudunk megadni a problémás helyeken, azonban ez sem nyújt megfelelő megoldást, ugyanis a szoftver ebben az esetben is a feltételekhez igazodik eközben a zsiliptáblákat nyitja és zárja annak érdekében, hogy tudja tartani a megadott vízszinteket és vízhozamokat. Ez számomra használhatatlan volt, ugyanis ezzel nem kaptam reális képet a rendszerben kialakuló vízhozamokról illetve a rendszeren a későbbiekben modellezett variációk esetén a peremfeltételeket módosítottam, így a mért idősorral történő alsó peremfeltétel definiálás nem tükrözta volna a valóságot az egyes scenáriók esetén. Ezért is döntöttem a tározóterekkel történő modellezés mellett, mely során időrost nem szükséges megadni csak egy kezdeti feltételt, így a tározótérbe be- illetve kiáramló víz mennyiségét és időbeni eloszlását a szoftver számítja. Az eseteket a Kg.II-belvízcsatorna 10+200 szelvényében vizsgálom, mely szelvény az Nk.III-2 fűrtfőcsatorna és az előbb említett belvízcsatorna csomópontja „felett” definiált első keresztaszelvény.

3.2.1. Csomópont, oldalsó hozzáfolyás

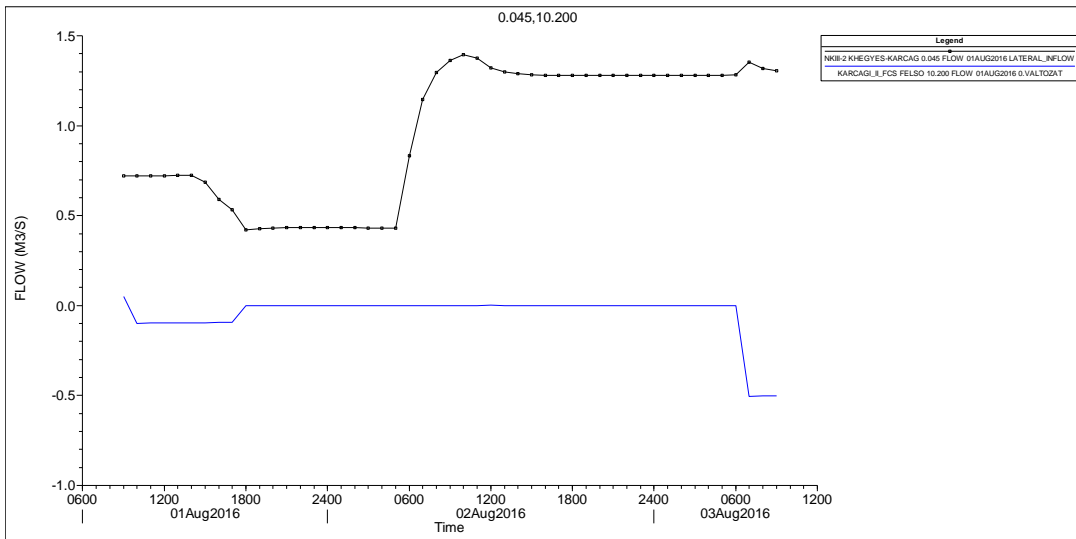
Ebben a változatban a Kg.II-belvízcsatornát nem definiáltam, hanem az ott jelentkező vízkivételt a Nk.III-2 fűrtfőcsatornán pontszerű vízkivételként határoztam meg illetve a belvízcsatorna és az öntözőcsatorna csomópontja feletti Kg.II-belvízcsatorna részt az öntözőcsatornába építettem. Mellékelek egy helyszínrajzot az előzőekben leírtak könnyebb értelmezhetősége érdekében. A viszonyítás kedvéért - valamennyi esetben - az eredményeket az általam a későbbiekben alkalmazott modellel hasonlítom össze.



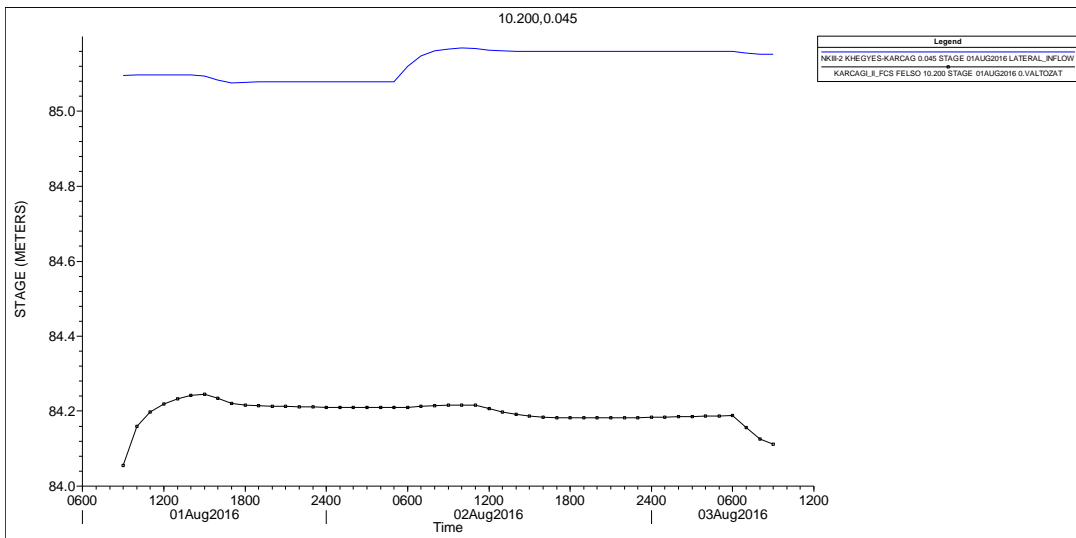
9. ábra – V-11 csatorna, Nk.III-2 fűrtfőcsatorna és Kg.II-belvízcsatorna csomópontjai (eredeti állapot)



10. ábra – Nk.III-2 és V-11 csatorna csomópontja (módosított rendszer)



11. ábra - Kg.II-belvízcsatorna 10+200 szelvényének vízhozam idősora



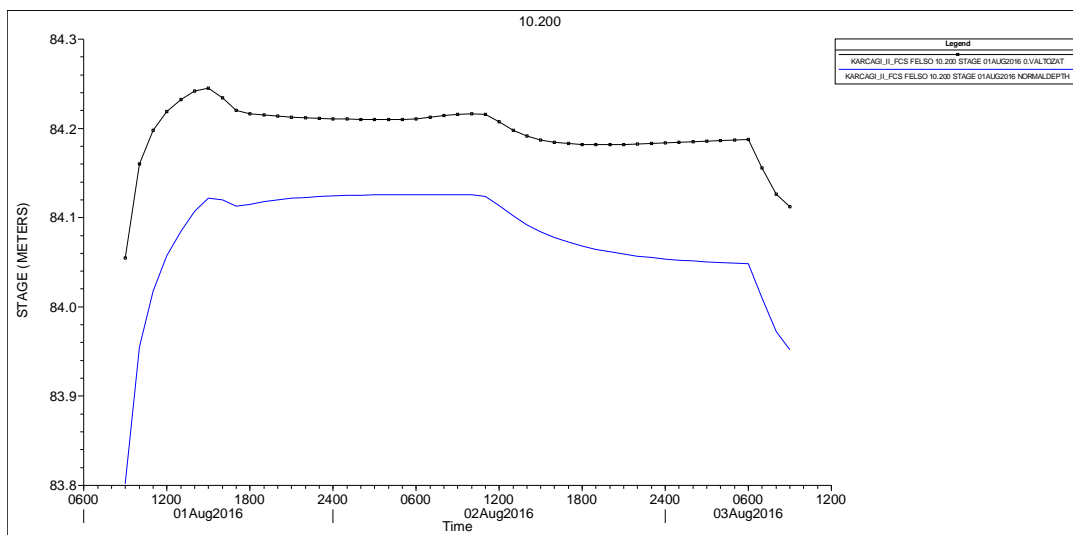
12. ábra - Kg.II-belvízcsatorna 10+200 szelvényének vízszint idősora

A fenti ábrákon jól látható, hogy sem a vízhozamok sem pedig a vízszintek nem egyeznek. Ennek oka, hogy a Kg.II-belvízcsatorna 10+255 szelvényében található vízkormányzó műtárgy zsilipje a vizsgált időszak nagy részében zárva volt, így az eredeti modell esetén az öntözőcsatorna felől érkező vízhozam a belvízcsatorna kezdőszelvénye felé áramlott (amikor a zsiliptábla zárva volt). Ebben az esetben azonban nem határoztuk meg a belvízcsatornát, így a meder tározókapacitását sem, ezért ez a vízmennyiség az Nk.III-2 fűrtfőcsatorna medrében illetve azon kívül kapott helyet.

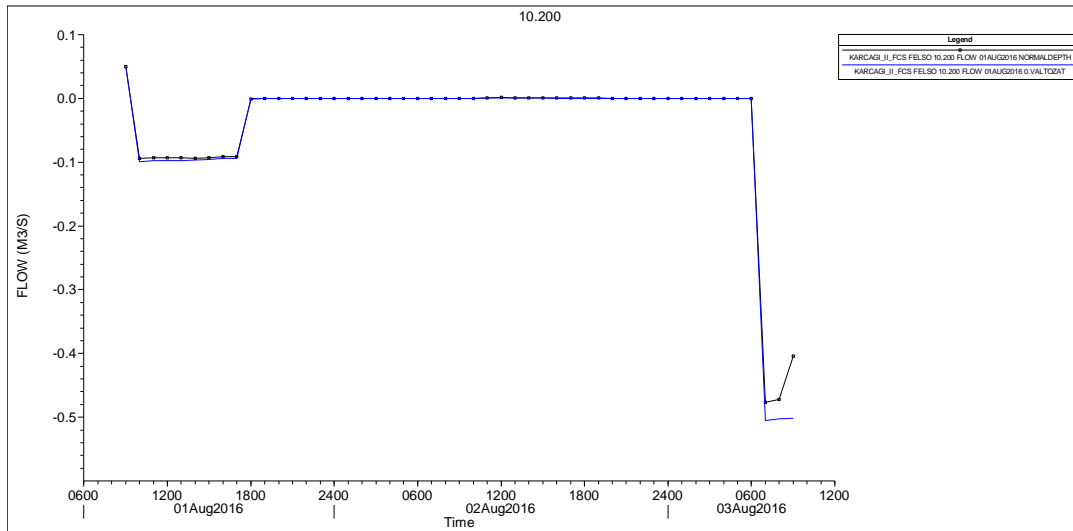
A fűrtfőcsatorna mellékfűrtjeit pontszerű vízkivételként meghatározhatjuk, azonban ügyelni kell a megfelelő időrendiségre. A mellékfűrtön azonnal jelentkező vízkivétel a főágon nem azonnal indukál vízszükségletet, így a pontszerű hozzáfolyás idősorát ennek figyelembe vételével kell meghatározni.

3.2.2. Vízszínesés

Ebben az esetben az alsó peremfeltételnek vízszínesést adtam meg, melyet a kezdőszelvényben és a 7+300 szelvényben mért vízszint alapján határoztam meg. Az így kapott eredményeket a következő ábra reprezentálja.



13. ábra - Kg.II-belvízcsatorna 10+200 szelvényében kialakuló vízszintek

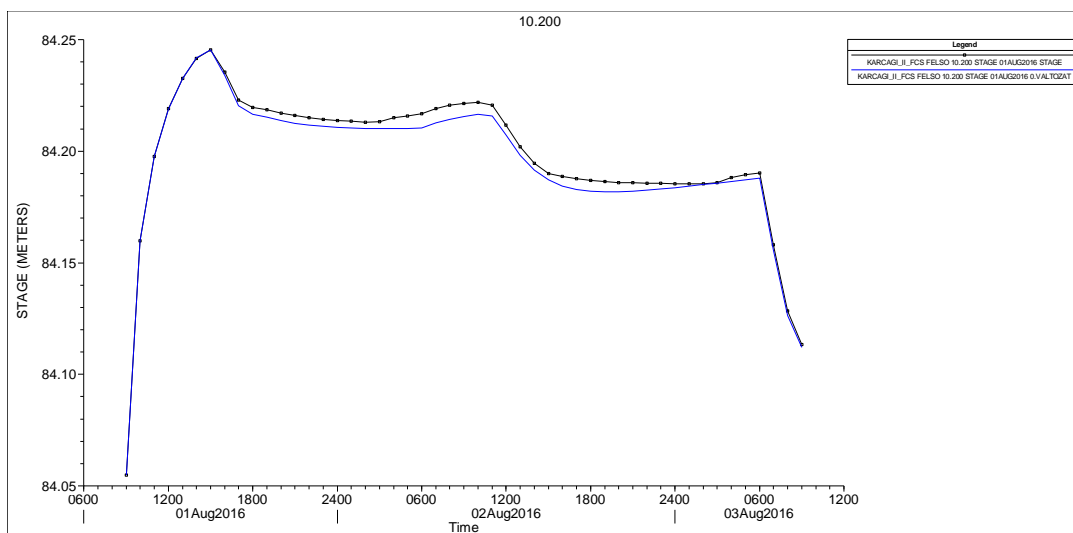


14. ábra - Kg.II-belvízcsatorna 10+200 szelvényében kialakuló vízhozamok

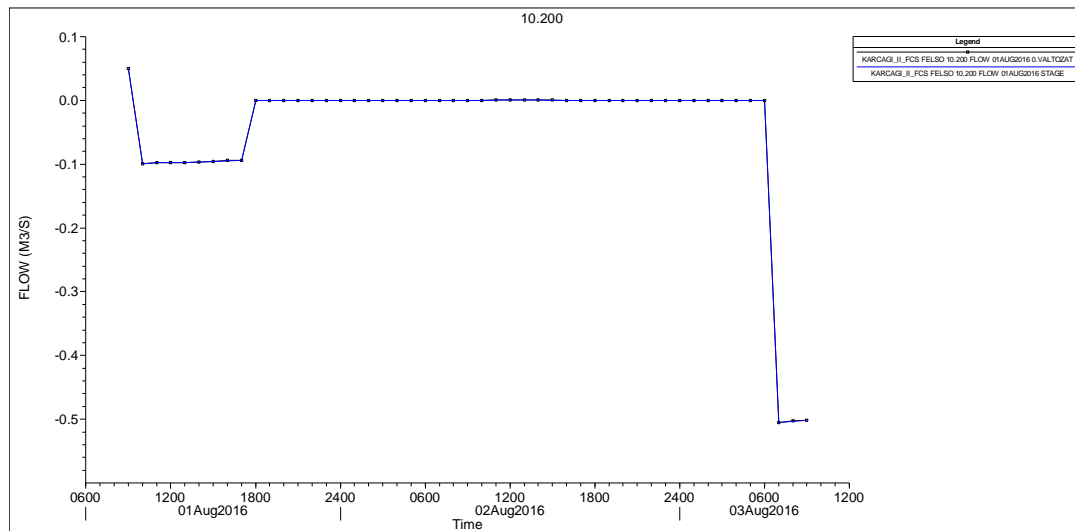
A vízhozamok majdhogynem megegyeznek, azonban a vízszintekben kialakuló különbség miatt ez a változat esetében nem alkalmazható illetve ezzel a megoldással nem tudjuk modellezni a medertározás jelenségét.

3.2.3. Vízszint idősor

A vízszint idősorral történő alsó peremfeltétel definiálása során a mért vízszinteket adtam meg a programnak.



15. ábra - Kg.II-belvízcsatorna 10+200 szelvényében kialakuló vízszintek



16. ábra - Kg.II-belvízcsatorna 10+200 szelvényében kialakuló vízhozamok

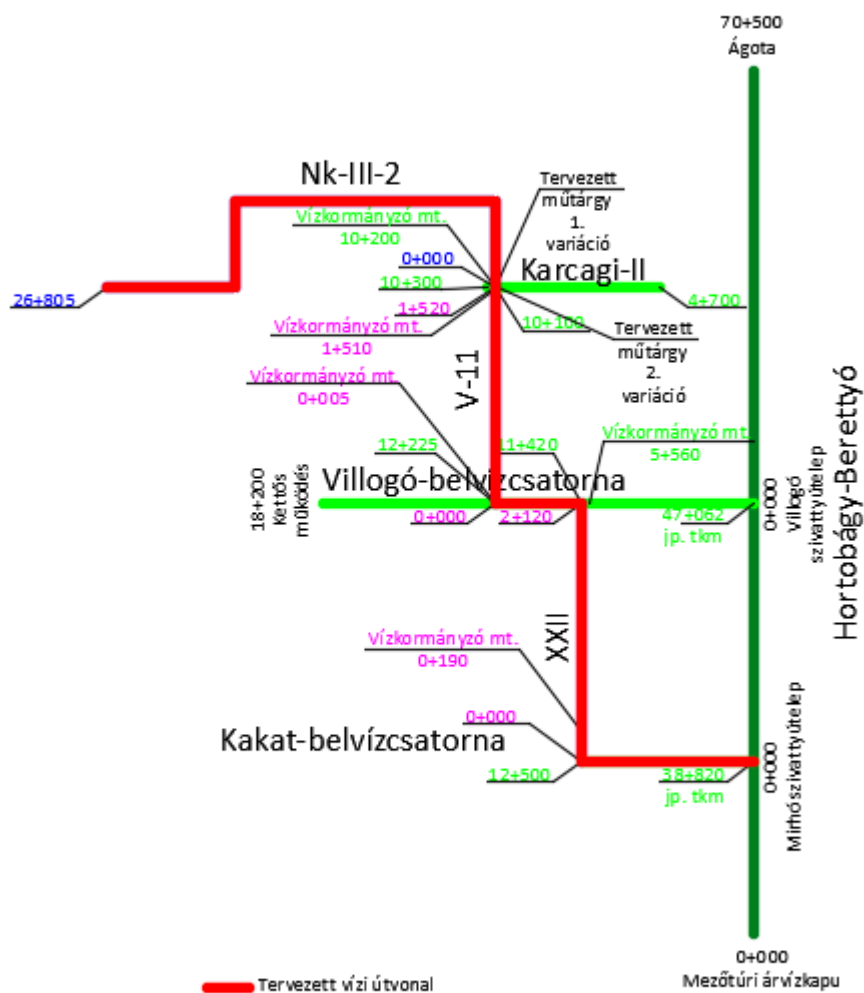
A vízszintek kis eltérést mutatnak, míg a vízhozamok gyakorlatilag teljesen megegyeznek a két verzió esetén (tározóterekkel illetve vízszint idősorral történő alsó perem meghatározás esetén). Az eredeti állapot modellezése során ez nem is jelentett volna akkora problémát, azonban ahogy azt már leírtam a változatelemzés során ez az opció sem adott volna reális képet, ezért is döntöttem a tározóterek mellett.

3.3. Vízkormányzás

A vízkormányzás változat a rendszerben eredetileg is megtalálható vízkormányzó műtárgyak megfelelő üzemeltetését mutatja be. Tehát nem az egyes vízszintszabályozó műtárgyak felvív-alvív különbsége a meghatározó (természetesen az esetlegesen felmerülő víz kártételeket nem ideértve) szempont, hanem a Villogói-szivattyútelep tehermentesítése. Ez a változat nem az öntözővíz hasznosulásának optimalizációját hivatott szemléltetni (tehát a Kg.II csatorna medrében nem tározunk vizet), hanem azt hogy a rendszeren milyen beavatkozások szükségesek ahhoz, hogy a Villogói-szivattyútelepet tehermentesítsük (a későbbiekben vizsgálat alá kell vonni, hogy milyen hatással jár a Kg.II-belvízcsatorna medrében való víztározás, úgymond bögézés).

Ebben a változatban a Karcagi-II csatornán, a V-11 csatornán, a Villogó-belvízfőcsatornán, a XXII- csatornán illetve a Kakat-belvízfőcsatornán található műtárgyak segítségével tehermentesítettem a Villogói-szivattyútelepet. A modell felső illetve alsó peremfeltételeit nem módosítottam, az Nk. III-2 fűrtfőcsatornán töröltem egy vízkivételt, ezáltal generáltam egy fiktív többletvizet. A Villogó-belvízfőcsatornán 5+578 km szelvényében található ún. Dombszigeti-tiltó zsilipjének nyitását/zárását a Villogói-szivattyútelepen található vízmércéhez kötöttem (amely vízmércén mért érték alapján indítják vagy leállítják a szivattyúkat), így szabályozva az oda áramló víz mennyiségét. Ez az egy vízszintszabályozó műtárgy, amelyet így szükséges üzemeltetni annak érdekében, hogy üzemköltség ne merüljön fel a tárgyi

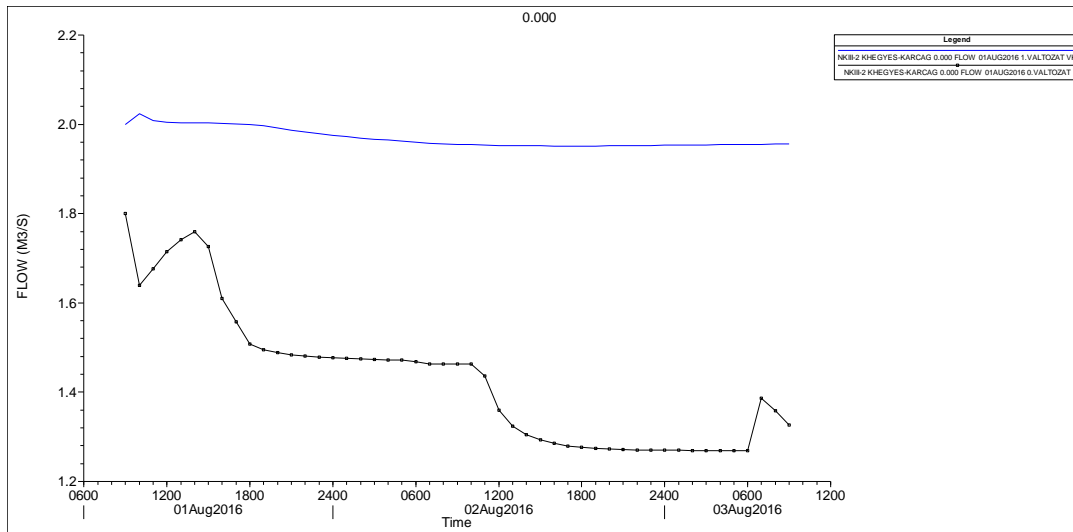
szivattyútelepen. A többi műtárgynál ugyan a felvív-álvív különbsége a mérvadó, de az üzemeltetés itt már figyelembe veszi a lehetőségeket, melyek során a többletvíz nem a Villogói-szivattyútelepre, hanem a XXII-csatornán keresztül a Kakat-belvízfőcsatornába onnan pedig szintén gravitációsan a Hortobágy-Berettyó főcsatornába kerül. Természetesen előállhat olyan helyzet, amikor a Kakat-belvízfőcsatorna sem tud „gravitálni”, azonban ez az esetek hozzávetőlegesen 10 %-ban fordul elő. A fő probléma, hogy a Villogói-szivattyútelep a legmélyebben helyezkedik el, ezért szükséges a vízkormányzás ezen összetett módja. Az áttekinthetőség érdekében mellékelem a következő képet a tervezett vízi útvonalról.



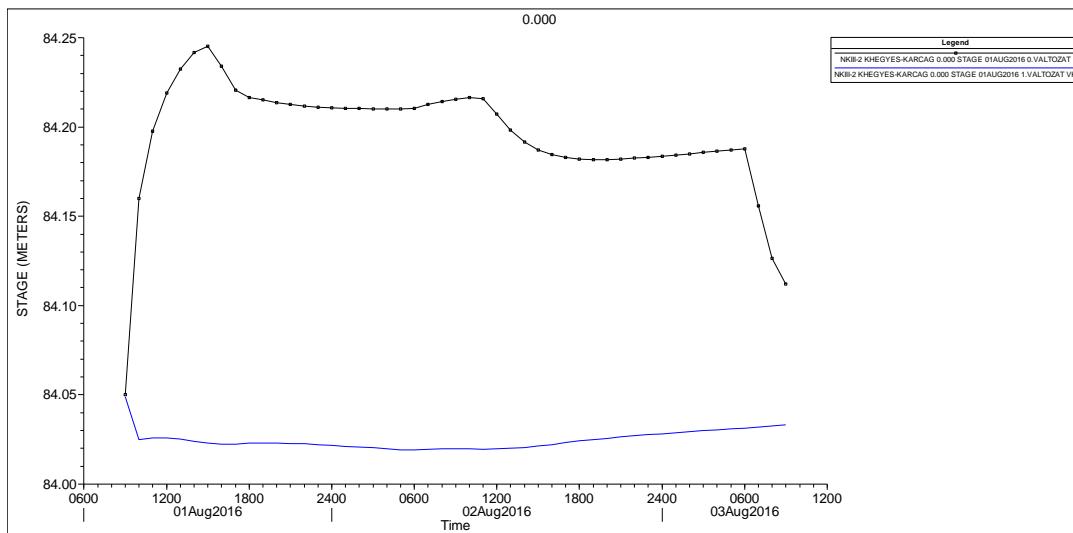
17. ábra - Tervezett vízi útvonal

A modellezett időszak tárgyi pontban szereplő variációjának eredményei a következő ábrákon láthatóak. A következőekben látható ábrák némelyikén nem csak a vízkormányzás által előállt

vízszinteket és vízhozamokat tüntettem fel, hanem a jelenlegi üzemeltetés során előálló mennyiségeket is.



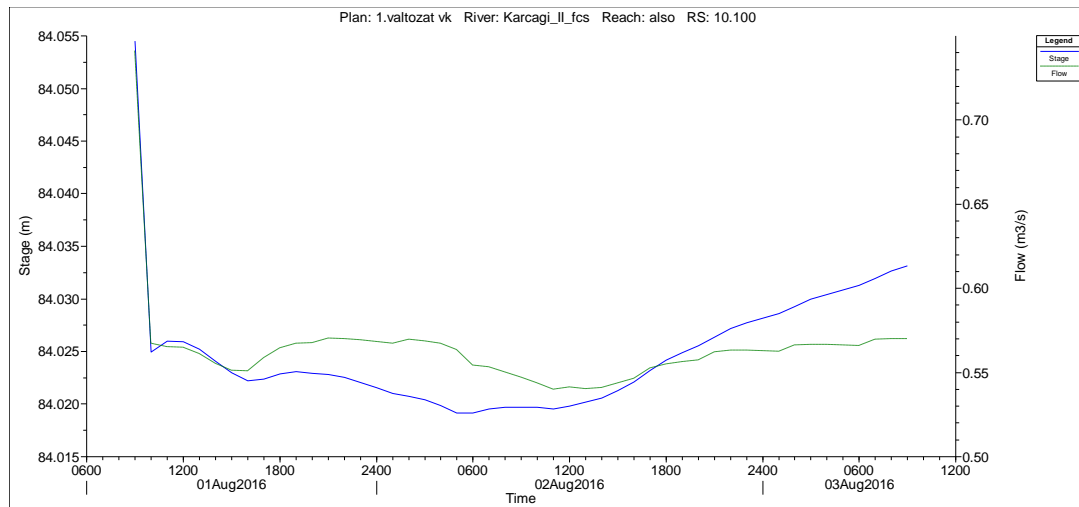
18. ábra - Nk.III-2 0+000 szelvényének vízhozam idősora



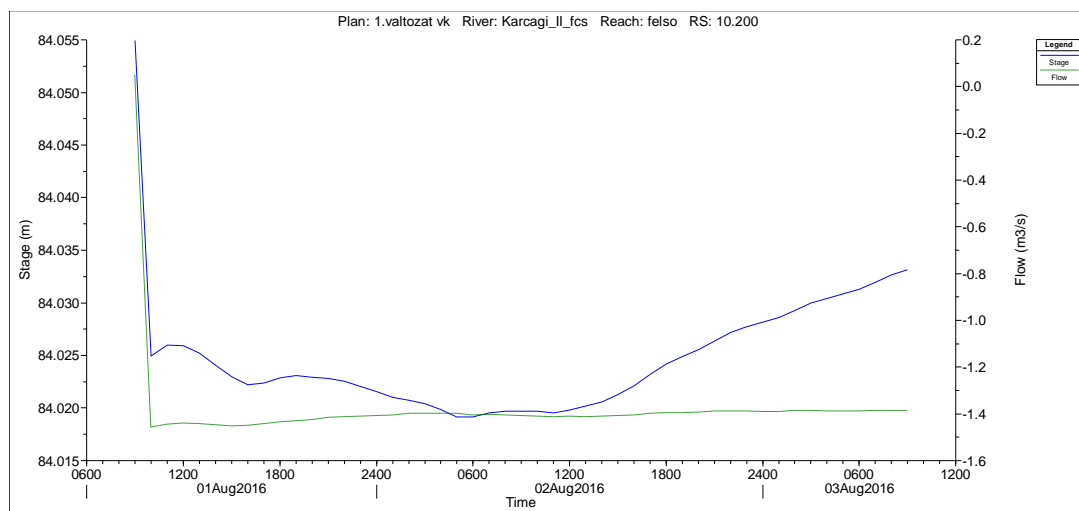
19. ábra - Nk.III-2 0+000 szelvényének vízszint idősora

Az Nk.III-2 fűrtfőcsatornán található 4 darab vízkormányzó műtárgyból csak kettő üzemel. A 16+104 szelvényben található ún. 14. sz. műtárgy és a 24+430 szelvényben található 21. sz. műtárgy (a modellben ezek 10+810 és 3+595 szelvényszám alatt találhatóak). A vízkormányzó műtárgyakon található táblák nyitását/zárását a csatorna üzemeltetési szabályzatában illetve a hossz-szelvényén található – melyeket a 2016-os év folyamán aktualizáltunk – üzemvízszintekhez kötöttem. A képeken jól látható, hogy nem csak a vízhozam kiegyensúlyozottabb a megfelelő üzemeltetés során, hanem a vízszint is. Az öntözőcsatornán észlelhető a hirtelen vízszintváltozás kártékony hatása, amely mederelfajulásban

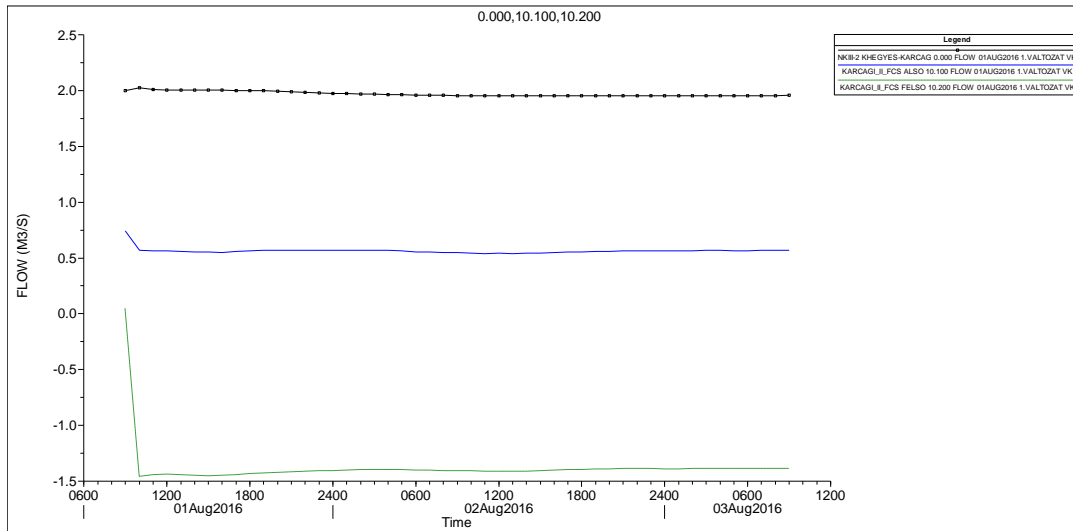
nyilvánul/nyilvánult meg. Ez az üzemrend megelőzi ezt, ugyanis a maximális és a minimális vízszint között csupán 3 cm a különbség ellenben az eddig gyakorlattal, ahol 20 cm vízszintingadozás is előfordult (ez sajnos ettől több is lehet esetenként 40 cm).



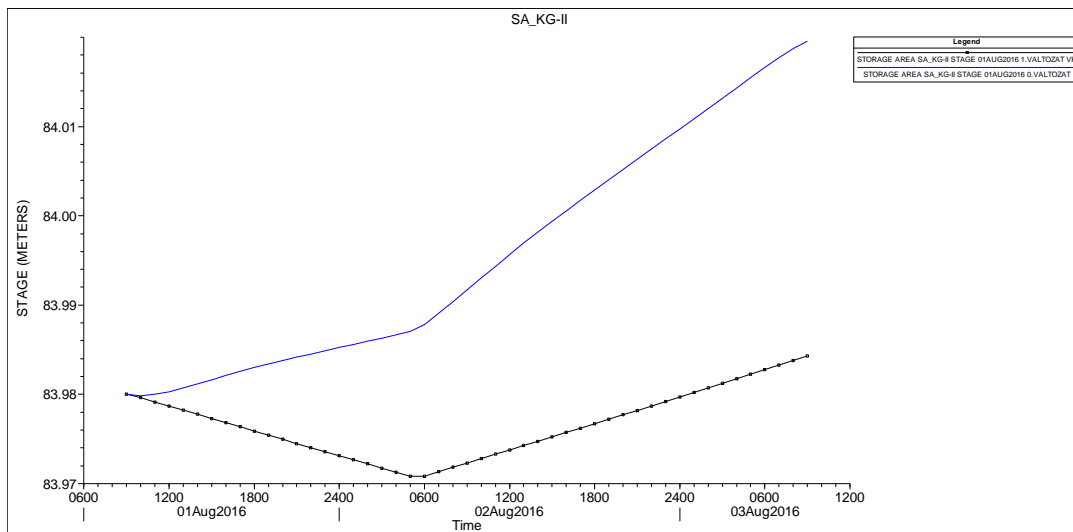
20. ábra - Kg. II 10+100 szelvényének vízhozam, vízszint idősora



21. ábra - Kg. II 10+200 szelvényének vízhozam, vízszint idősora

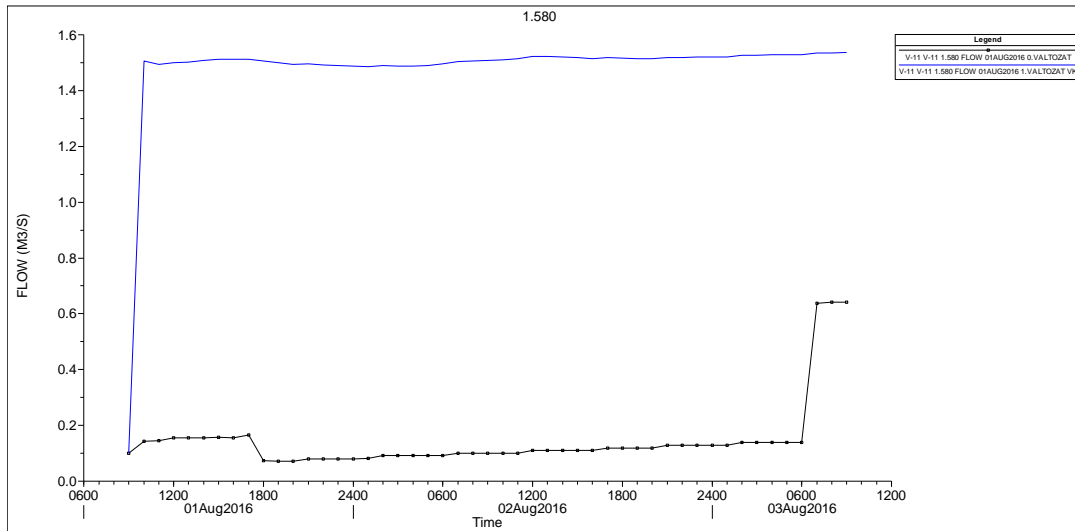


22. ábra - Vízhóram eloszlás - Kg. II 10+100 – Kg. II 10+200 – Nk. III-2 0+000

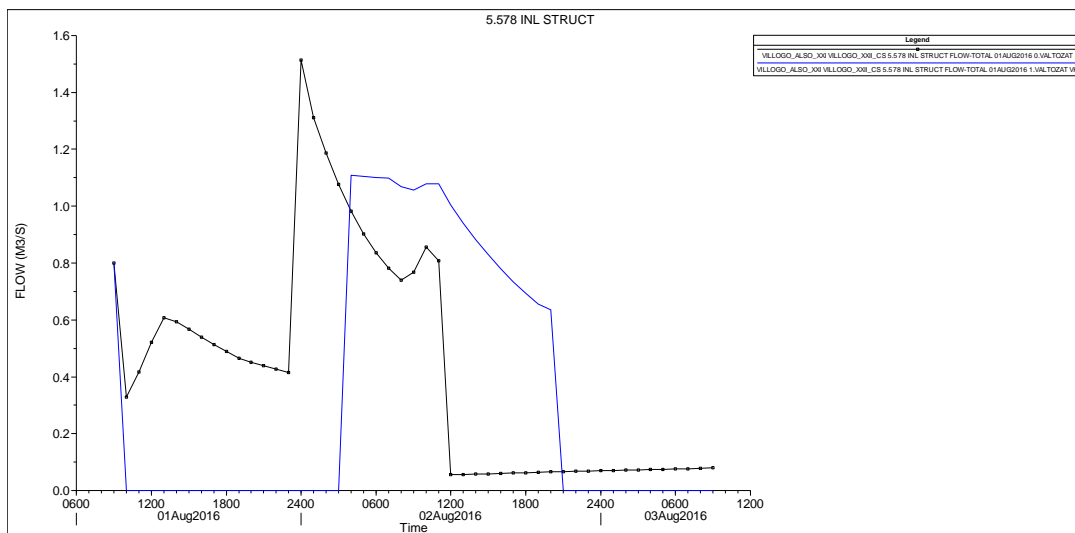


23. ábra - Kg.II belvízcsatorna tározóterének vízhozam, vízszint időszora (kék – vízkormányzás, fekete – eredeti üzemeltetés)

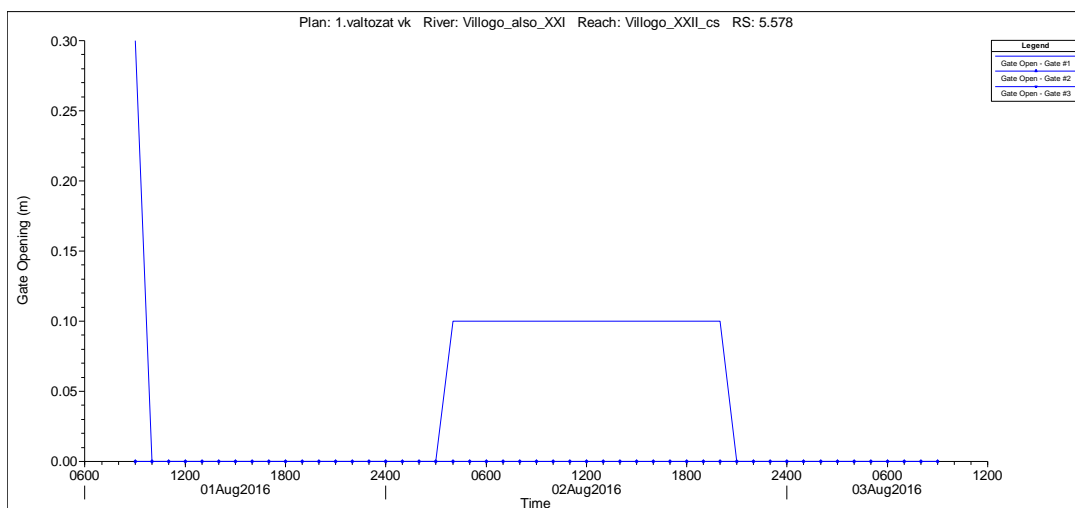
A fenti ábrán a vízkormányzás által illetve az eredeti állapot következtében előállt vízszintek láthatóak. A képen látható, hogy a többletvíz ellenére is a Kg. II-belvízcsatorna 0+000 szelvényében nem jelentkezik akkora változás, mint az eredeti állapot esetében. Ez azonban nem feltétlenül kedvező, ugyanis a dolgozatom célja nem csak a Villogói-szivattyútelepen jelentkező üzemórák csökkentése, hanem az öntözővíz kihasználtságának optimalizálása is. Ezért az esetlegesen felmerülő többletvíz - amennyiben lehetőségünk van – tározni szükséges.



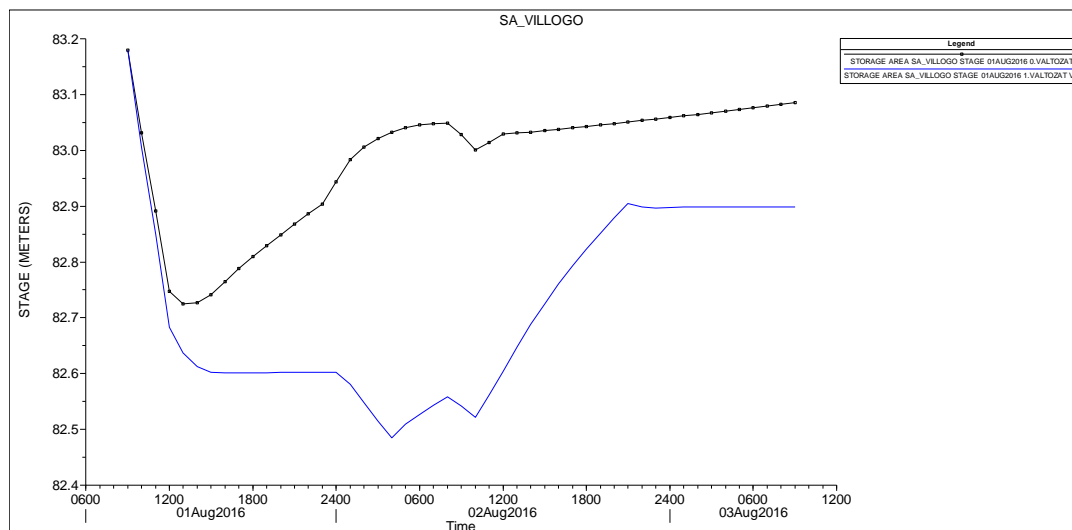
24. ábra - V-11 csatorna 1+580 szelvényének vízhozam idősora (kék a vízormányzás, fekete eredeti állapot)



25. ábra - Villogó-belvízfőcsatorna 5+578 szelvény, Domszigeti-tiltó vízhozam idősora (kék – vízormányzás, fekete – eredeti üzemeltetés)

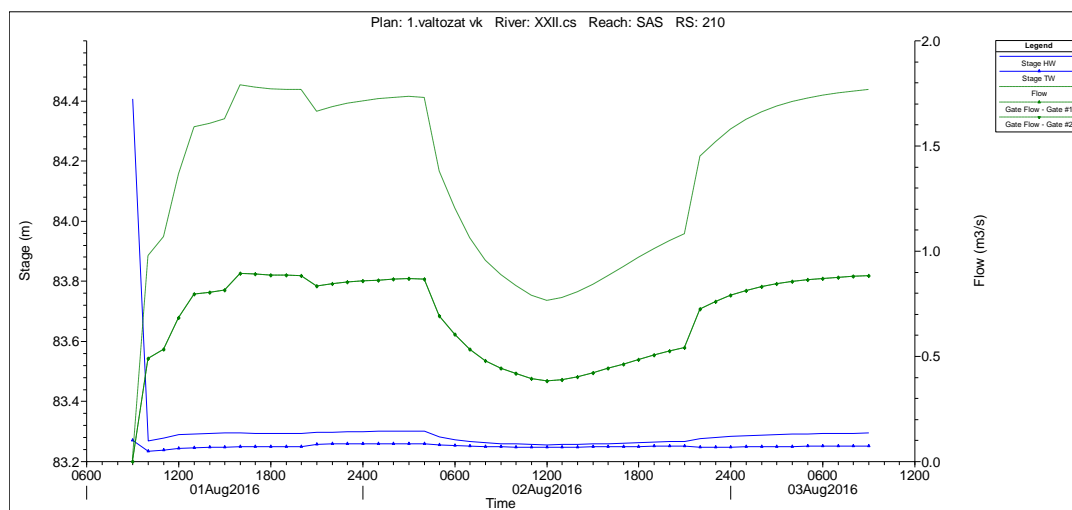


26. ábra - Villogó-belvízfőcsatorna 5+578 szelvény, Domszigeti-tiltó zsilipnyitás idősora

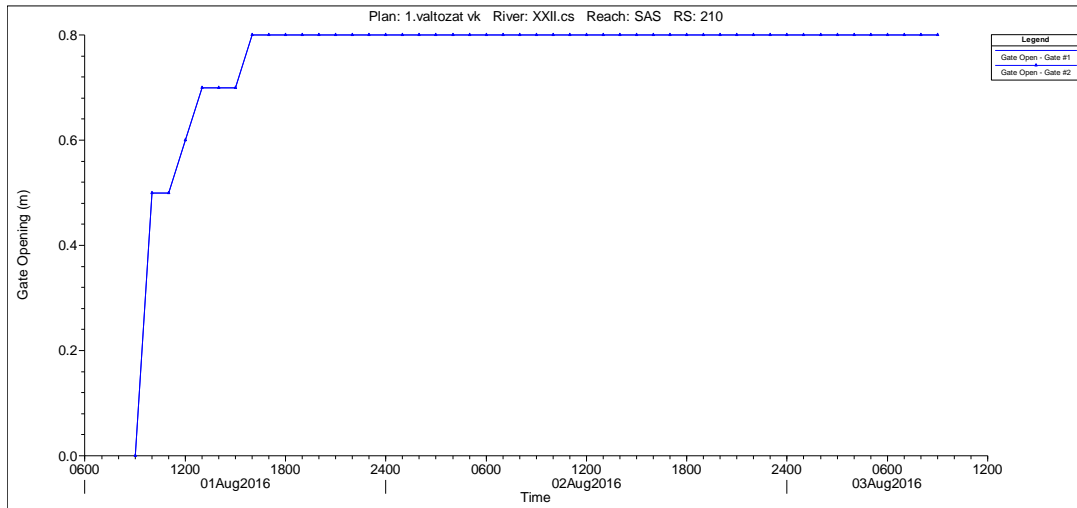


27. ábra - Villogó-belvízfőcsatorna tározóterének vízszint idősora (0+000 szelvény, kék – vízormányzás, fekete – jelenlegi üzemeltetés)

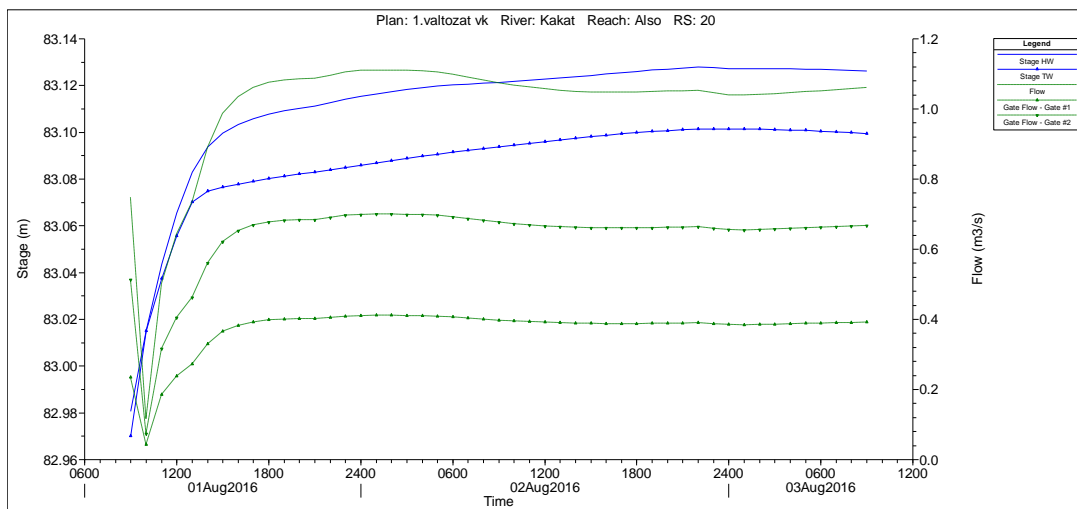
A fenti képeken a Villogó-belvízfőcsatormán található Dombszigeti-tiltón átvezetett vízmennyiség és az ott előálló vízszintek illetve a kezdőszelvényben előálló vízszintek láthatóak. A vízszintszabályozó műtárgyon átvezetett víz időbeni eloszlása sokkal kiegyensúlyozottabb, mint a jelenlegi üzemeltetés esetén köszönhetően annak, hogy a zsiliptáblákat nem szükséges gyakran nyitni/zárni (ettől függetlenül az ott kialakuló vízszinteket ellenőrizni szükséges). A kezdőszelvényben kialakuló vízszintek is sokkal kedvezőbbek, ugyanis így meg sem közelíti az indulási vízszintet (83,02 m B.f.).



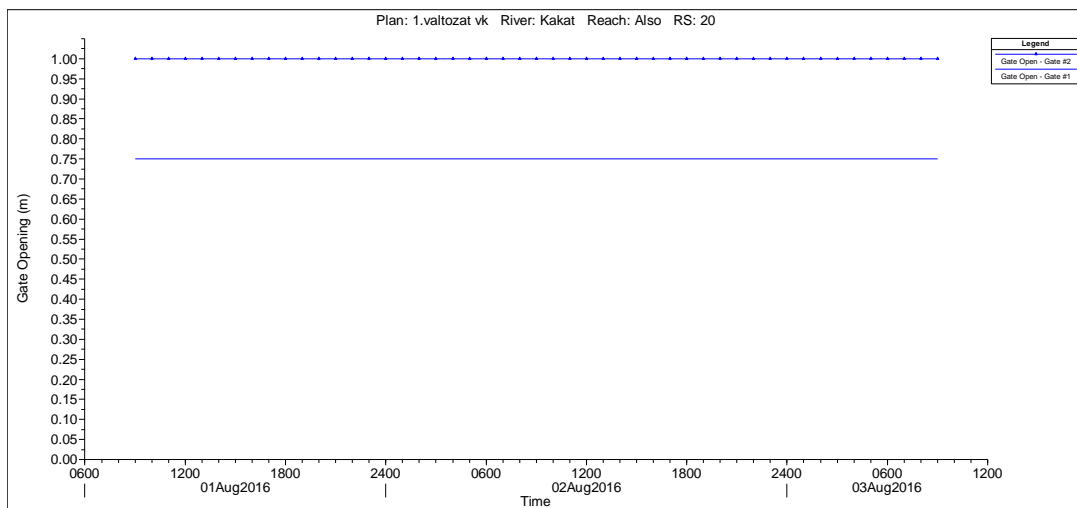
28. ábra - XXII-csatorna 0+210 szelvényében található vízormányzó műtárgy vízhozam, vízszint idősora



29. ábra - XXII-csatorna 0+190 szelvényében található vízkormányzó műtárgy zsilipnyitás idősora



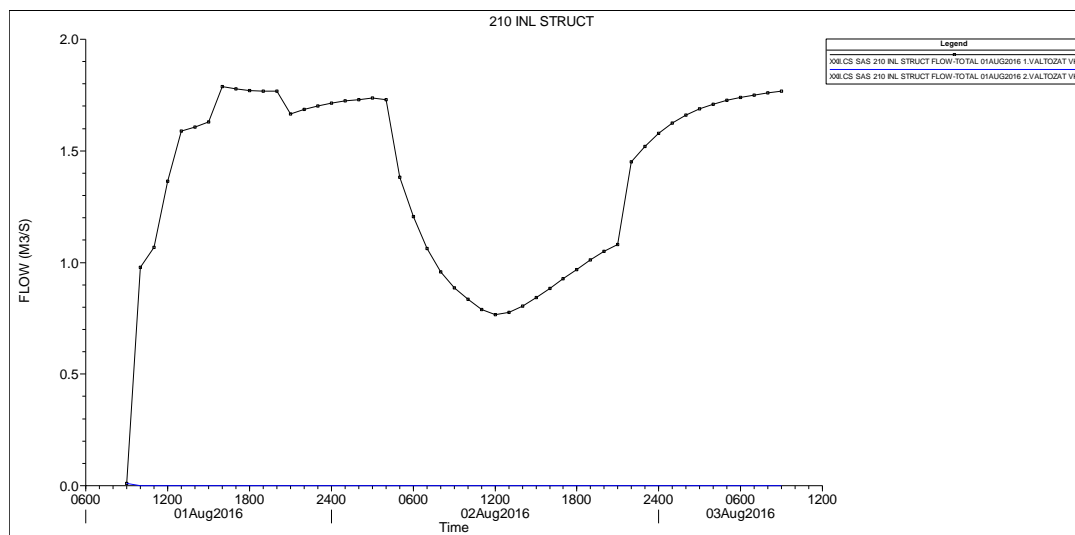
30. ábra - Kakat-belvízfőcsatorna 0+000 szelvényében található vízkormányzó műtárgy vízhozam, vízszint idősora



31. ábra - Kakat-belvízfőcsatorna 0+000 szelvényében található vízkormányzó műtárgy zsilipnyitás idősora

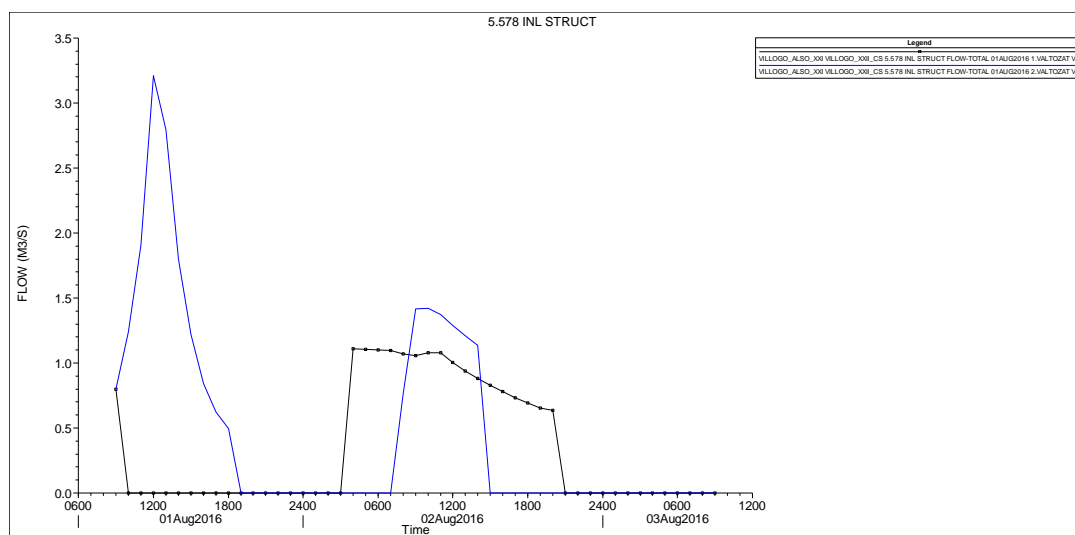
A XXII-csatorna 0+210 szelvényében műtárgyon átvezetett vízmennyiség 238.030 m³ volt. A Kakat-belvízfőcsatorna kezdőszelvényében található műtárgyon átvezetett vízmennyiség 238.090 m³ volt, a zsiliptáblák végig nyitva voltak. Az egyes zsiliptáblák nyitása és zárása esetenként nem a nyolcórás munkaidőben történtek illetve volt olyan helyzet ahol óránkénti nyitás történt. Ez ugyan nem feltétlenül megszokott munkaidő, de az eddigi vízszolgáltató – nem állami cég – lévén megtehetette és ahogyan látjuk szükséges is volt.

A viszonyítás kedvéért létrehoztam egy olyan változatot, mely során többletvíz generáltam – az előző változattal megegyezően, azonban a vízkormányzó műtárgyakat nem szabályoztam, azok a jelenlegi szemlélet/üzemeltetés alapján működtek (a Villogói-szivattyútelepre irányítottam). A többi feltételt itt is változatlanul hagytam. A következőekben csak azokat a kereszt-szelvényeket ábrázolom, amelyek változtak, azokon viszont - a tárgyi pontban szereplő - mindkét eset során kialakuló vízhozamokat és vízszinteket feltüntettem.



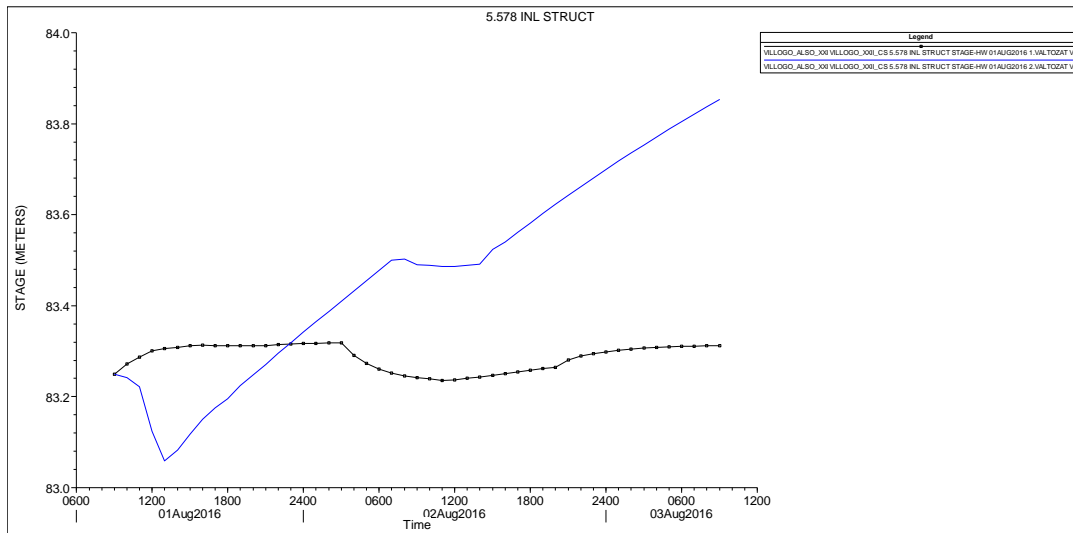
32. ábra - XXII-csatorna 0+210 szelvényében található vízkormányzó műtárgy vízhozam időszora

A fenti képen a kék vonal jelöli azt a variációt, amikor is a többletvíz átvezetésre kerül, a fekete pedig amikor ez a vízmennyiség a Villogói-szivattyútelepen jelentkezik.

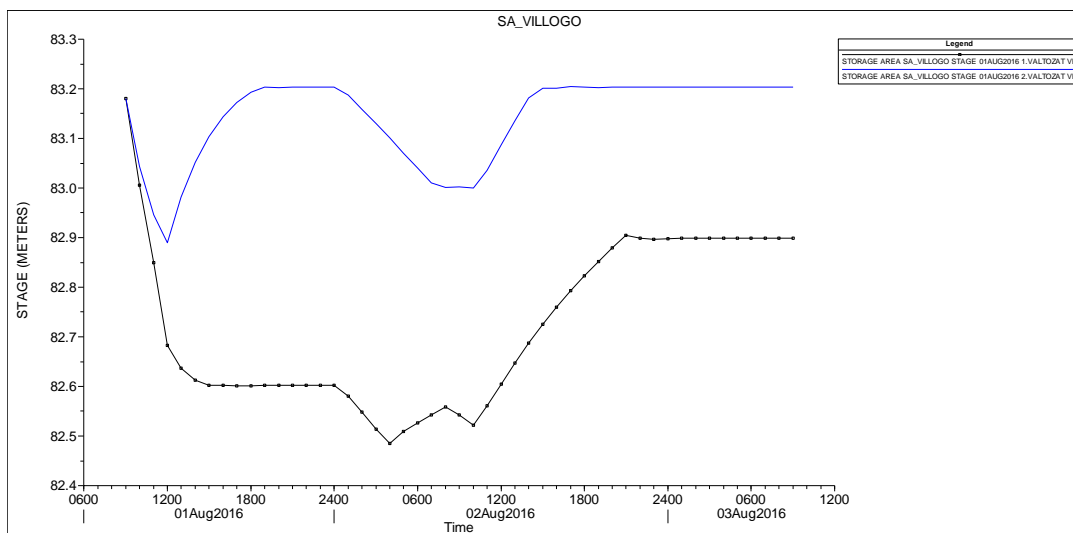


33. ábra - Villogó-belvízfőcsatorna 5+578 szelvény, Domszigeti-tiltó vízhozam időszora

A fenti kép nem mutat számottevően nagy eltérést (az átvezetett vízmennyiség 58.500 – 83.290 m³) az egységnyi idő alatt átvezetett víz esetén. Ez azért van, mert a műtárgy zsiliptábláit a vízszint alapján szabályoztam, amikor is megadtam egy zsilipnyitás és egy zsilipzárás vízszintet. Az eltérés a következő képen látható, ahol a műtárgy felvizen kialakuló vízszintek vannak feltüntetve. A kék vonal itt is a vízkormányzást, míg a fekete a jelenlegi gyakorlat alapján kialakuló vízszinteket jelöli.



34. ábra - Villogó-belvízfőcsatorna 5+578 szelvény, Domszigei-tiltó felvizenek alakulása



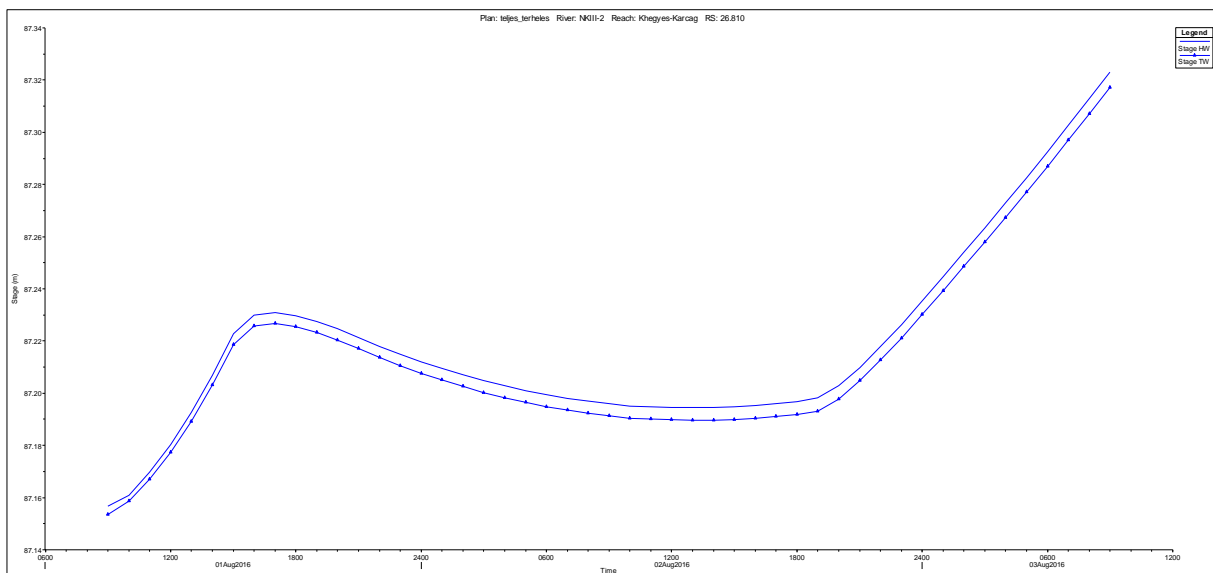
35. ábra - Villogó-belvízfőcsatorna tározóterének vízszint idősora (0+000 szelvény, kék – vízkormányzás, fekete – Villogói-szivattyútelep)

A fenti ábrákon látszik, hogy a jelenlegi üzemeltetés alapján kialakuló vízszintek meghaladják az indulási vízszintet, így a Villogói-szivattyútelepnek üzemelni szükséges. Ez a fiktív változat jól tükrözi az eredeti üzemeltetés problémáját. A XXII-csatornán (a vízkormányzás esetében) átvezetett vízmennyiség 238.030 m³ volt, amely a szivattyútelepen jelentkezik a második esetben (mely során a szivattyútelepre terhelünk). Ezt a vízmennyiséget csaknem 27 óra alatt lehet beemelni a Hortobágy-Berettyó főcsatornába, amely 173.448 forintnyi költséget jelent.

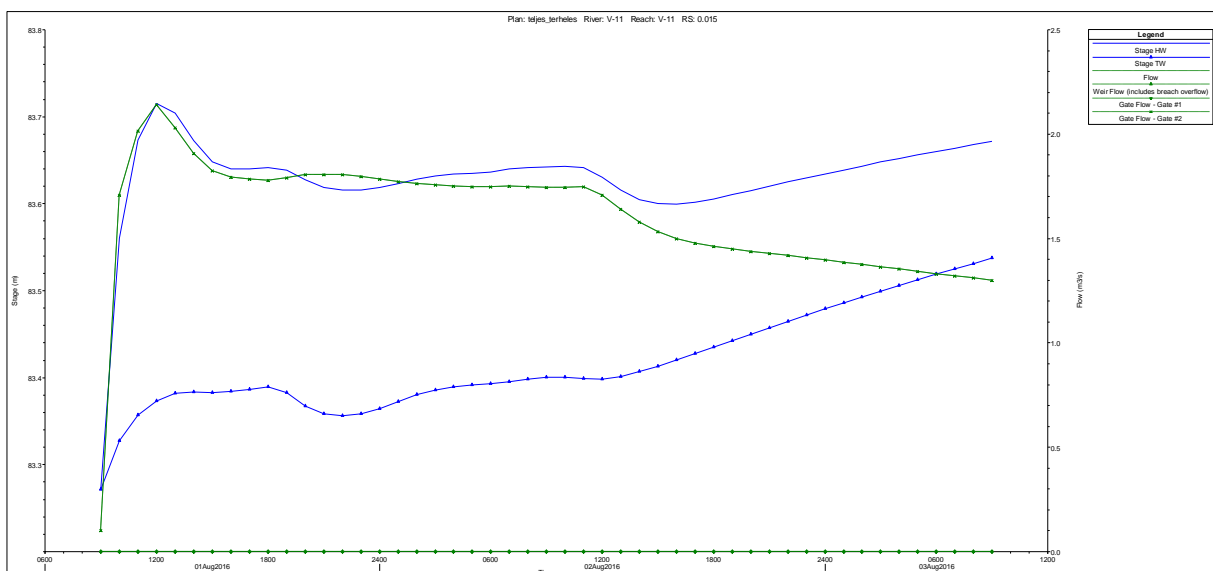
Ez a számítás úgymond elnagyolt ugyanis a szivattyút a névleges vízzállítással számoltam, így ez az üzemóra illetve költség valószínűsíthető, hogy több illetve magasabb lesz. (egy szivattyú 2,5 m³/s -os névleges vízzállítású, melynek áramfogyasztása 160 kWh, ezt a 2019-es áramdíjjal számolva jött ki ez az eredmény).

3.4. Teljes terhelés

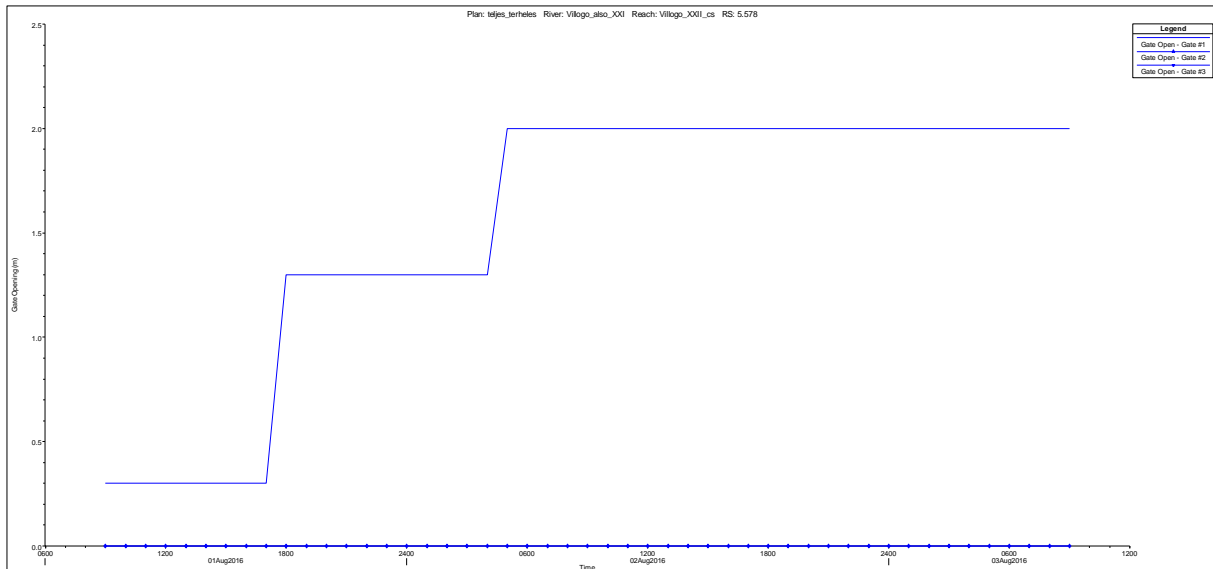
A tárgyi üzemállapotban meghatároztam a teljes terhelést a szerződött illetőleg az engedéllyel rendelkező vízhasználók adatai alapján. A rendszerben a teljes vízkivétel – egyidejűség esetén – 6,65 m³/s. Az Nk.III.2 fűtőcsatorna teljes kapacitása 21 m³/s, így az 1. és a 3. bögében (2. böge az 1. bögével együtt üzemel) a vízhozam produkálása nem jelent gondot ellenben a vízzszinttel. A 14. mt esetében a 87,05 m B.f vízzszintet biztosítani szükséges ahhoz, hogy a fűtőcsatornának a megfelelő vízhozamok illetve vízzszintek ki tudjanak alakulni. A modell alapján az előbb említett vízzszint akkor biztosítható ha a beeresztő műtárgy felvívén a 87,35 m B.f. vízzszint kialakul.



Nk.III.2 – beeresztő műtárgy felvív-álvízzszintje



V-11 csatorna 0+015 szelvényben található tiltós átérész



Villogó-belvízfűcsatorna 5+578 Domszigeti tiltó – zsilipnyitás

A fenti ábrákon az Nk.III.2 beeresztő műtárgy felvív és alvív szintjei, a V-11 műtárgy vízszint és vízhozam idősora illetve a Villogó-belvízfűcsatornán található ún. Domszigeti-tiltó zsilipnyitása látható.

A modellben a vízkivételek a lateralinflow-al, a műtárgyak szabályozását az elevation controlled dam funkcióval állítottam be, ezáltal alakultak ki a fenti ábrákon látható eredmények. Ebben az esetben fontosnak tartom megjegyezni, hogy ezt a továbbiakban érdemes lenne megvizsgálni a rules paranccsal (megvizsgálni milyen eltérést mutat a két szabályozási mód).

4. Konklúzió

A konklúzió a Villogó-belvízfűcsatorna esetében a következő: az üzemeltetés során be nem jelentett vízkivételek nem okoznak számottevő problémát az üzemeltetés során –abban az esetben ha a vízkormányzó 10-12 óránként jár a területen. Ez az adatot, következtetést az üzemeltető is alátámasztott.

Azonban az Nk.III-2 utolsó bögéje nem rendelkezik ekkor tározóképeséssel. Itt az időelőny hozzávetőlegesen 2-3 óra. Ebben a dolgozatban nem, de egy másik tanulmány során az előbb említett bögében kialakuló vízszintingadozások okozta negatív hatások mérséklésére egy vízszintszabályozó műtárgy létesítését irányoztuk elő, melyet több üzemiállapotban és több helyszínen teszteltünk. A vizsgálat során kiderült, hogy szerencsésebb az Nk.III.2 fűtűcsatorna medrében elhelyezni a műtárgyat több okból kifolyólag. Kedvezőbb a vízszintingadozások fluktuációja illetve az üzembiztonság is (ebben az esetben a Kg.II belvízfűcsatorna tározóképesége is növeli az üzembiztonságot).

A modell jelenleg a fűcsatornákat illetve az összekötő csatornákat tartalmazza. A peremfeltételek száma így is meglehetősen sok illetve a szabályozások beállítására, definiálására is különös figyelmet kell fordítani, mindazonáltal úgy gondolom, hogy a modell továbbfejlesztése és további üzemrend vizsgálatok folytatása szükséges (és ellenőrzése).