

SZAKDOLGOZAT

Skutnik Tibor Márk
öntözési szakmérnöki szak

Szarvas

2023



MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Környezettudományi Intézet

Szent István Campus

Öntözési szakmérnöki szak

Öntözőrendszer vízellátás kockázatai a Bóly Zrt. mohácsi öntöző rendszerénél

Konzulens:

Dr. Gombos Béla
egyetemi docens

Készítette:

Skutnik Tibor Márk
XBYXI9
levelező tagozat

Szarvas

2023

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	3
1. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	4
1.1 Öntözővíz források.....	4
1.2 Öntözővíz kivételi lehetőségek	5
1.3 Öntözővíz kivétel törvényi vonatkozásai.....	7
1.4 Éghajlati változások és hatásaik az öntözésre	7
1.5 Hazai és külföldi öntözővíz ellátási zavarok	9
1.6 Öntözőrendszer térségének bemutatása	10
1.6.1 Öntöző rendszer és az öntözési vízkiviteli pont elhelyezkedése.....	10
1.6.2 Tájföldrajz, domborzati viszonyok	12
1.6.3 Éghajlat.....	12
1.6.4 Mederviszonyok	13
1.6.5 Vízjárás, vízhozam	14
1.6.6 Duna folyam hidrológiai adatai az öntözőrendszer vízkiviteli pont közelében	15
1.6.7 Öntözőrendszer és vízkiviteli pontjának hatósági vonatkozásai.....	16
2. ANYAG ÉS MÓDSZER	17
2.1 Öntözőrendszer bemutatása.....	17
2.1.1 Műszaki kialakítás bemutatása	17
2.1.2 Öntözéssel termesztett növények.....	19
2.1.3 Öntözőrendszer vízellátás jellemzői	20
2.1.4 Tervezési viszonyok	20
2.2 Vízellátás kockázatai, probléma felvetés.....	21
2.3 A vizsgálatok matematikai háttere	24
2.4 A meder felmérés módszere	26
2.5 A vizsgálatok peremfeltételei	27
3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	29
3.1 Éves öntözött vízmennyiségek elemzése	29
3.2 Vízállás, vízjárás statisztikai adatainak feldolgozása	30
3.2.1 Vízállás gyakoriság elemzése	30
3.2.2 Vízállás gyakoriság elemzése – öntözési időszak.....	33
3.2.3 Vízállás és öntözési vízigény összevetése	33
3.3 A mellékág mederkotrás vizsgálata	34
3.3.1 Meder felmérés.....	34
3.3.2 Mederkotrás technikája.....	35
3.3.3 Mederkotrás gazdasági vonatkozásai.....	35
3.3.4 Mederkotrás jogszabályi környezete	37

3.3.5	A holtág mederállapota és a vízállás összefüggései.....	37
3.3.6	Mederkotrás hatékonyságának elemzése	38
4.	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	40
4.1	Következtetések, megállapítások, eredmények	40
4.2	Javaslatok	41
4.2.1	Megoldási javaslatok	41
4.2.2	Jövőbeni elképzelések	43
5.	ÖSSZEFOGLALÁS	46
	IRODALOMJEGYZÉK	48
	MELLÉKLETEK	

BEVEZETÉS

Világunk egyre nagyobb figyelmet szentel a globális felmelegedésre. A klímaváltozás jelentős hatással van a mezőgazdaságra (hőmérséklet növekedése várható, csapadék egyenetlen eloszlása, időjárási szélsőségek gyakoribbá válása stb.) is. Létjogosulttá vált a növénytermesztési terület vízkészletének növelése, a növények jobb életfeltételeinek biztosítása, ezáltal a termésbiztonság elősegítése öntözési technikák alkalmazásával.

A Bonafarm Mezőgazdaság cégcsoport, ezen belül a Bóly Zrt. növénytermesztési tevékenységét a korábbi szemléletmódja mellett öntözőrendszerek üzembevitelével képzelte el (15%), valamint célként tűzte ki, hogy további gazdálkodási területeket kíván öntöző rendszerek alá vonni elérve a 30%-os öntözött terület részarányt.

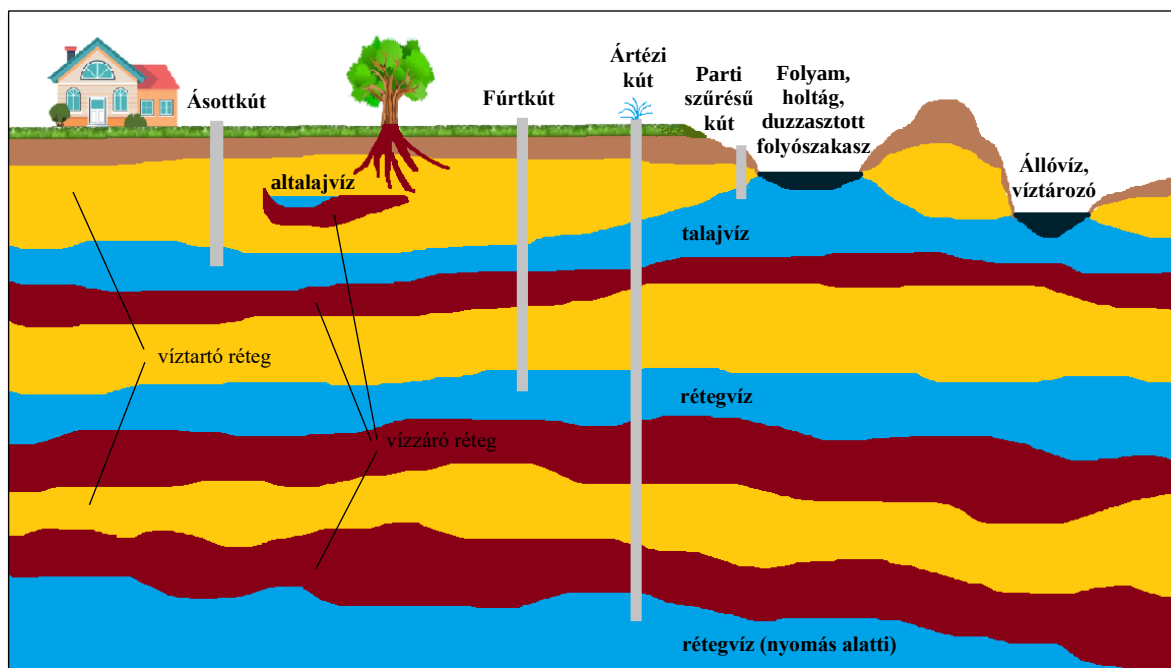
A Társaság egyik öntözőrendszerének tervezése 2009. évben kezdődött és az első öntözéses év 2016 évben valósult meg, mintegy 1.040 ha termőföld területen, Mohács város környéki gazdálkodási színterén. Ezen öntözőrendszer tervezése és kiépítése különös gondossággal történt, a rendszer vízforrása a felszíni vízből, a Duna folyamból valósult meg, ezzel biztosítva az öntöző rendszer hosszú távú, stabil vízellátását.

A tervezés fázisában figyelembe vett hidrológiai, vízrendelkezésre állási adatai azonban mások, mint a jelen viszonyok melletti adatok. A Duna folyam vízjárási adatai ezen 14-15 év során megváltoztak, az alacsony vízállási időszakok az öntözés célú vízellátás maradéktalan kielégítésében kockázatot hordoznak, értékelhető valószínűségű vízhiányos állapot mellett.

A dolgozatom célja megvizsgálni ezen konkrét öntözőrendszer vízellátás kockázatait, a vízhiányos állapotának előfordulási gyakoriságát, a telepített vízkivételi ponttal kapcsolatos hidrológiai viszonyok elemzése alapján.

1. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Jelen fejezetben röviden áttekintem az öntözés célú vízforrásokat, a vízkivételi módszereket, valamint az egyes módszerek problémáit, korlátait és kockázatait. Az 1. ábra sematikusan mutatja az egyes vízkivételi lehetőségeket, vízforrásokat, amelyben igyekeztem felrajzolni a Magyarországon releváns megoldásokat (saját forrás).



1. ábra: Öntözővíz források.

1.1 Öntözővíz források

Felszíni vízforrások:

A felszíni vizeket – folyóvizeket, duzzasztott vízfolyás szakaszait, holtágakat, állóvizeket, víztározókat – tekintve megállapítható, hogy jelentős tömeget képviselnek, szintkülönbségből eredően energiapotenciáljuk jelentős, mennyiségük időben és térben sztochasztikus, de utánpótlásuk viszonylag rövid idejű – a felhasználást meghaladó ütemben képesek megújulni, kimosó-pusztító és hordalékmozgató hatásuk meghatározó, számos élőszervezet tartalmaz (Ligetvári, 2008).

Felszín alatti vízforrások:

A felszín alatti vizek – talajvizek, rétegvizek, ide sorolandó parti szűrészű vizek – esetében elmondható, hogy a nagyobb a tárolt víztömeg a felszíni víztömegeihez képest, mozgási potenciáljuk ugyanakkor lényegesen kisebb. A felszín alatti vízmennyiség térbeli- és időbeli gradiense kisebb. Vízutánpótlásuk lényegesen kisebb sebességű. Élő organizmusokban szegényes (Ligetvári, 2008).

Alternatív öntözővíz források:

Tengervíz sóatlanítása öntözési célra

A tengerpart közelsége, valamint az édesvízi források hiánya kényszerű állapota alakította, hogy a tengervíz sóatlanításával öntözővíz biztosítva legyen. Ilyen ország Izrael, ahol arid környezetben az egyetlen nagy volumenű vízbeszerzési lehetőség a kezelt tengervíz (xforest.hu, 2021).

Tisztított szennyvizek

Szennyvízöntözést végezni a szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználásának és kezelésének szabályairól szóló kormányrendeletben előírt feltételek szerint és csak előtisztított szennyvízzel szabad. A szennyvíz kezelés módjától és tisztítás mértékétől függően az öntözésre használandó szennyvizek különböző mennyiségű szervesanyagot, egészségügyileg káros élő szervezeteket tartalmaznak, valamint magas a sótartalmúak és a nehézfém jelenlétével is számolni kell (OVF, 2023).

1.2 Öntözővíz kivételi lehetőségek

Felszíni vízbeszerzés:

Élővízi folyami forrásból, duzzasztott folyószakaszokból, víztározókból, öntözőcsatornákból történő vízkivétel útján biztosítható a megfelelő mennyiségű öntözővíz rendelkezésreállítás nagy volumenű öntözések esetén.

A főműves vízszolgáltatás vízkiviteli lehetőségei a következők:

- a.) gravitációs zsilipes szabályozással

b.) szivattyús

- stabil szivattyúteleppel
- úszó szivattyúteleppel

c.) szivornyás

Egyéb felszíni vízbeszerzési módok:

a.) öntözési célú tározóból

b.) többcélú tározóból

c.) belvíztározóból

d.) holtágból

e.) duzzasztott vízfolyás szakaszból

Felszín alatti vízbeszerzés:

Egyedi megoldás kisebb földterületek öntözéséhez kis vízhozam mellett

- talajvízből (kb. 10 m mélység)
- rétegvízből (kb. 50 m mélység)

Víz kivétel problémái, kockázatok felsorolása:

- A felszíni vizek vonatkozásában számolni kell azzal, hogy esetlegesen a vízforrás kiapad, a víztározó szintje kritikus alá csökken korlátozva ezzel a víz kivétel, vagy a folyó vízhozam és/vagy vízszint csökkenése nem teszi lehetővé a víz kivételt, esetleg az alacsony vízállás a holtág elszigetelődését, frissvízutánpótlástól való lehatárolódását okozhatja.
- A felszín alatti földtani tömbben tárolt vízkészlet utánpótlás mértékét nem haladhatja meg a felhasználás, egyéb esetben a vízkészlet kimerülésével kell számolni. Kutak esetében a víztermelés idejének múlásával egyre távolabb terjed ki a depressziós tér, előáll az a helyzet, hogy a készletfogyasztás megszűnik, és a kút teljes egészében a csapadék beszivárgásból történő vízutánpótlásból táplálkozik.
- A mikroöntözési technológiák során alkalmazott csepegtető testek, mikroszórófejek fokozottan érzékenyek az eltömődésre így a felszín alatti vízkészletből biztosított öntözővíz esetében különös jelentősége van a vízminőségnek, vas, mangán, só, illetve összes oldott és lebegő anyag tartalomnak.

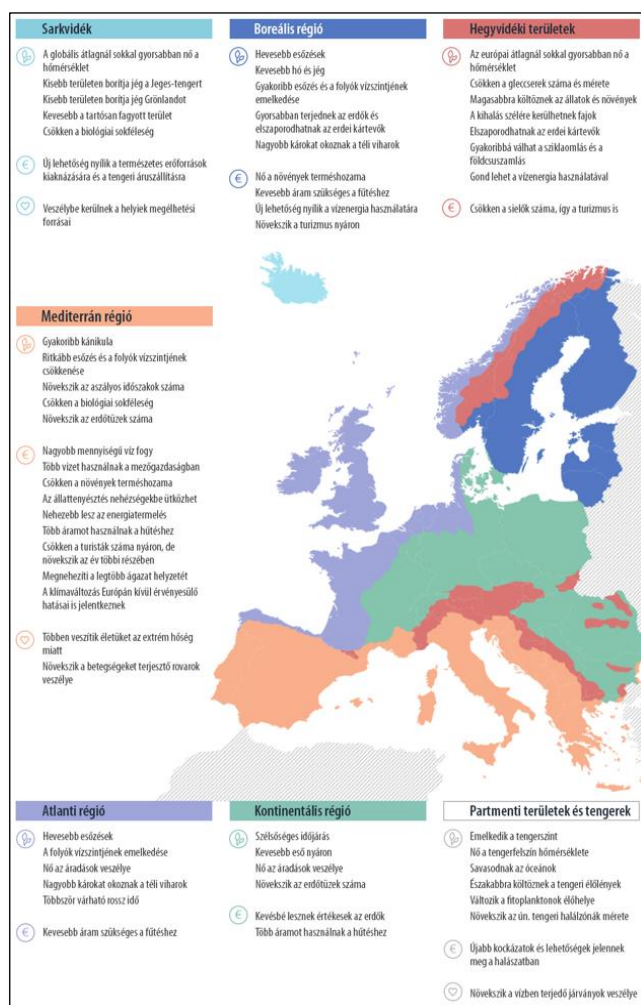
1.3 Öntözővíz kivétel törvényi vonatkozásai

147/2010. (IV. 29.) Kormány rendelet egyes szabályozó pontjai értelmében az öntözési vízigények meghatározott prioritás mentén elégíthetők ki. Nevezetesen öntözésre elsősorban felszíni víz vehető igénybe, másodsorban a felszíni forrás hányában indokolt esetben (pl. a vízbeszerzés aránytalanul nagy költségű lenne) engedélyezhető felszín alatti – talajvíz bázisú – vízforrás igénybevétele. Harmadsorban, ha talajvízből nem biztosítható az öntöző vízigény kizárólag mikroöntözés céllal, víztakarékos öntözési mód mellett engedélyezhető rétegvíz vagy esetleg karsztvíz felhasználásával. Ezen sorrendtől a jogszabály eltéréseket enged különböző befolyásoló tényezők mentén (ívízellátás biztonsága, felszín alatti vízviszonyok nagy mértékű befolyása, stb.). Legfeljebb 300 ha művelés alatt álló terület látható el öntözővízzel kúthoz kapcsolódó öntözőrendszeren keresztül, ennél nagyobb terület esetén felszíni vízforrás igénybevétele az előírt. A jogszabályi környezet lehetővé teszi a tartós vízhiányos állapotban, a költségterhek enyhítése érdekében a rendkívüli öntözési célú vízhasználatot (maximum 100 hektáros területen; legfeljebb 120 mm/hektár, azaz 1.200 m³ vízmennyiség; kizárólag felszíni vízből, stb.) (NAK, 2020).

1.4 Éghajlati változások és hatásaik az öntözésre

A megfigyelt globális éghajlat változás – amely a hőmérséklet emelkedésében és a csapadék mennyiségének és eloszlásának nagyobb változékonyságában nyilvánul meg – jelentősen növelik az aszályok kockázatát (Dunkel et al., 2018). A globális felmelegedés nem más, mint erősödő hidrológiai körfolyamat, ami extrém eseményeket, például emelkedő légköri hőmérsékletet, gyakori és intenzív szárazságot eredményez. A **globális klímaváltozás szélsőségeket indukál a vízkészletek összmenységében és időbeli-térbeli eloszlásában** (Jinping & Honglin, 2021).

A víz kapcsolatban van az összes fontos globális kérdéssel az egészségtől az élelmiszerhiányig, az oktatástól a munkahelyekig, a mezőgazdaságtól az iparig, a katasztrófáktól a békéig. A víz és az éghajlatváltozás elválaszthatatlanul összekapcsolódik, a víznek szélsőségesebb és kiszámíthatatlanabb időjárási hatásai vannak. A biológiai sokféleség megőrzéséhez vízi ökoszisztémák védelme, helyreállítása és bővítése elengedhetetlen. A már meglévő és az új víz- és csatornarendszereket úgy kell megtervezni, hogy ellenálljanak az egyre szélsőségesebb hatásoknak (Gilbert, 2023).



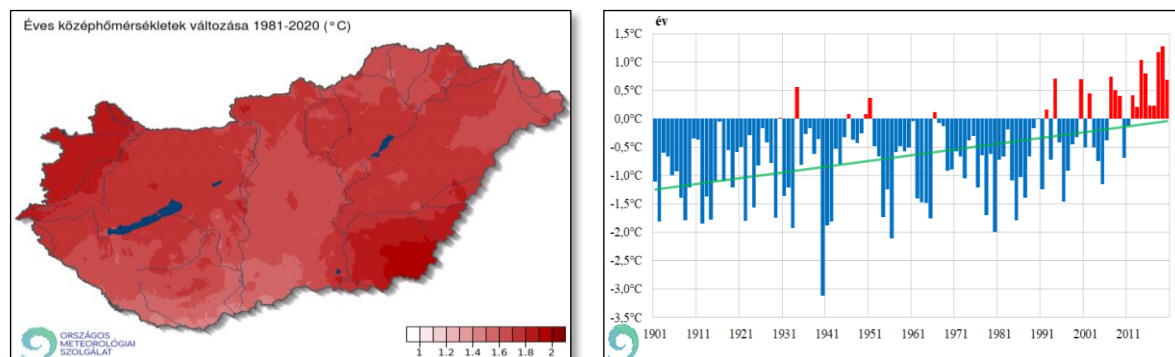
2. ábra: Klímaváltozás hatása Európában.

(Európai Parlament, 2023)

A klímaváltozás káros hatásai az ökoszisztémákra, a gazdasági ágazatokra, valamint az emberek egészségére és jólétére Európában már most is érezhetők. A 2. ábra infógrafikai megjelenítése jól mutatja, hogy minden régió érintett, azonban nem egyformán. A hatások többnyire negatívak, bár néhány esetben bizonyos előnyökkel is jártak, például csökkent a fűtési igény és jobbak a mezőgazdasági feltételek Észak-Európában (Európai Parlament, 2023).

Magyarország éves és évszakos középhőmérsékleteinek időszora a globális tendenciákkal összhangban alakul. Az átlaghőmérsékleteket elemezve látható (3. ábra), hogy a tendencia emelkedő, a rekordok egyre

gyakoribbak. Az éves középhőmérsékleteket és az átlaghőmérséklet eltéréseit vizsgálva elmondható, hogy a 2000 évektől az átlagtól való eltérés pozitív szám (met.hu).



3. ábra: Magyarországi éves középhőmérsékletváltozása és az éves középhőmérséklet eltérése az átlagtól.

(met.hu)

Ezen tendenciák egyértelműen jelzik, hogy az öntözővíz használatra egyre nagyobb szükség van a növénytermesztési hozamok produkálása miatt, a jelenlegi öntözők víztakarékosságának, hatékonyságának javítása is elengedhetetlen, valamint nagyobb hangsúlyt kell, hogy kapjon a nagyintenzitású csapadék összegyűjtése, tárolása és az öntözés célra történő felhasználása. Viszont számolni kell azzal a kockázattal, hogy a rendelkezésre álló vízkészletek fogyóban vannak, olykor bizonyos időszakban korlátozottan érhetők el úgy, ahogy ezt a jelen dolgozatomban is bemutatom.

1.5 Hazai és külföldi öntözővíz ellátási zavarok

Számos vizsgálat foglalkozik (például Kína egyes tartományában létesített öntözési rendszerek vonatkozásában) vízkészletek feltárásának lehetőségével, korlátozott vízbiztonsággal. A vízhiány olyannyira aggasztó kérdéssé vált, hogy a mezőgazdasági öntözővíz felhasználásának csökkentése mindennapos, a korlátozottan elérhető vízkészletek optimális allokálása érdekében (Mo, Hao, & Dong, 2020). Több esettanulmány foglalkozik a mezőgazdasági vízből származó gazdasági előnyök és a vízhiányból adódó gazdasági veszteségek közötti dilemma kutatásával.

A Föld északi féltékéjének nagy részén, de különösen Európában a 2022. évi nyár az átlagnál jóval melegebb és aszályosabb volt. A kontinens több mint kétharmadán a sokéves átlaghoz képest jóval kevesebb csapadék esett a nyári három hónapban, emellett extrém hőhullámok is sújtották Európát (portfolio.hu, 2022).

A 2022. év kitűnően száraz, aszályokkal teli év volt, számtalan magyarországi híradás a csapadékhiány és ebből fakadó vízhiányos állapotokról számolt be. 2022. évben sorra száradtak ki a patakok és tavak. A Debrecen mellett található Vekeri-tó eltűnt, az alföldi Fehér-tó kiszáradt. A Dráva folyamon át lehetett gyalogolni. Az aszály miatt újra látható volt az Ínség-szikla budapesti Duna folyószakaszánál. A kiszáradó tavakból, patakokból a halakat kényszer lehalasztások mellett próbálták megmenteni. Szembetűnő közelségbe került a Velencei-tó kiszáradása, predesztinálható, hogy a Balaton is hasonló sorsra kerül (berek.hu, 2023).

A 2022-es rendkívüli szárazság a következő években is folytatódni látszik. Emiatt az egész ország számára egyre sürgetőbb, hogy korszerű szemlélettel kerüljön átalakításra vízgazdálkodás, különösen a szárazsággal leginkább sújtott területeken.

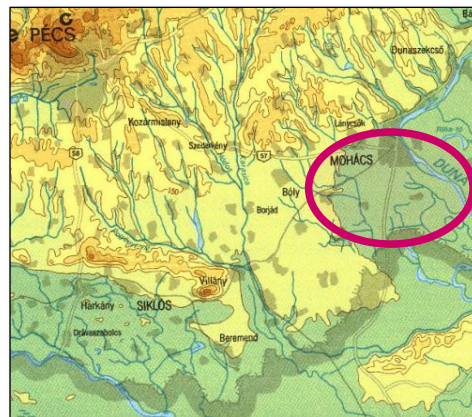
1.6 Öntözőrendszer térségének bemutatása

Jelen fejezetben az öntözőrendszer – különös tekintettel az öntözővíz vízkiviteli pont – elhelyezkedését, környezetét mutatom be a térség jellemzésével, a földrajzi és hidrológia azonosító adatok bemutatásával.

A Bonafarm társaságcsoporthoz, ezen belül a **Bóly Zrt.**-hez tartozó, meglévő 2 db öntözőrendszer egyike található **Mohács-Sátorhely települések környezetében** (egyébként a 1526. augusztus 29-i mohácsi csata emlékére létrehozott Mohácsi Történelmi Emlékhely területét közrefogva). Ezen öntözőrendszer vízellátása a **Duna folyam felszíni vízkészletéből**, a Mohács várostól délre eső **Cigány-szigeti mellékágból történik**. A működés 2016. évben indult, egy több szivattyúból álló, korszerű távvezérlésű vízkiviteli mű üzemeltetése mellett, mintegy **1,6 – 1,8 millió m³/év öntözővíz** kijuttatásával, biztosítva ezzel a **1.040 ha öntözött mezőgazdasági terület** ellátását.

1.6.1 Öntöző rendszer és az öntözési vízkiviteli pont elhelyezkedése

Az **öntözőrendszer két**, üzemeltetésében is **önálló rendszerből áll**. A vízellátás létesítményei (dunai szivattyús vízkivétel, tápvezeték, fővezeték és leágazásai), valamint az öntözőtelep (víztározó, szivattyútelep, öntözői vízellátó fővezetékek, körforgórendszerű esőztető öntözőberendezések), melyek üzemi beruházásként valósultak meg. Az *4. ábra* mutatja az öntözőrendszer a területi elhelyezkedése, piros színű körül jelöléssel bemutatva a magyarországi területi elhelyezkedését (depositphotos.com, 2023).



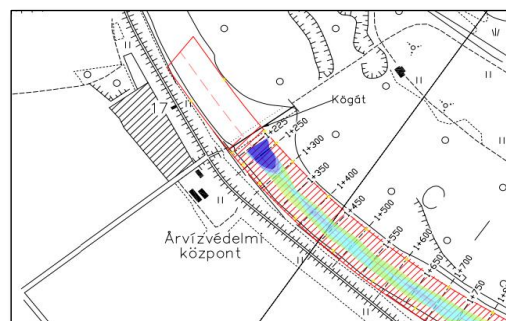
4. ábra: Öntöző rendszer és az öntözési vízkiviteli pont területi elhelyezkedése.

Öntözőrendszer elhelyezkedése:

A Bóly Zrt. üzemi öntözőtelepe **Sátorhely külterületén** létesült felszín alatti nyomcsővezetékéről (2 db fővezeték és számos mellékvezeték kiépítése mellett) üzemelő **körforgó rendszerű öntözőberendezésekkel**. Ennek vízellátásához a vízkiviteli ponttól érkező tápvezeték végpontján létesült a 30.000 m³ -es fóliaszigetelésű kiegyenlítő tározó és szivattyútelep járul hozzá. Az öntözőtelep területi elhelyezkedése az 1. melléklet térképein látható.

Öntözőrendszer vízkiviteli pontjának elhelyezkedése:

Az **öntözőrendszer vízkiviteli pontja a Cigány-szigeti mellékágon** (használatos még a Cigány-zátony vagy a Cigány-fok elnevezés is), a Duna jobb partján az 1.446-1.443 folyamkilométerek között, Mohács város közigazgatási területén található. Az 2. mellékletben látható a Cigány-sziget és Duna folyam mellékág térképi elhelyezkedése. Ez az öntözendő területhez legközelebb eső Dunai szakasz. A mellékág mintegy 3,6 km hosszúságú. A mellékág 1+250 fkm szelvényében egy keresztgát, kőgát található, mely megakadályozza dunai középvizek alatt a mellékágban történő vízáramlást, ezzel együtt javítja a főmeder hajózhatóságát és lassítja a keresztgát alatti meder feltöltődését. A keresztgát koronája járható, amely bejáróútként szolgál a Cigány-szigetre. A keresztgát koronamagassága



5. ábra: Vízkiviteli mű szivópontja.

83,30 mBf. szinten található, azaz kb. 420-430 cm-es mohácsi vízállás esetén bukik át rajta a víz. A mellékág átlagos szélessége 20-30 méter között mozog. A kógát alvizi oldalán a gát koronaszintjét meghaladó vízszintű áradások mély kobolyát, gödröt vájtak a mederbe. **Ez a kimélyülés adott lehetőséget arra, hogy a vízkiviteli mű szívpontja ide létesült (5. ábra – lila színnel jelölve a kimélyülés) (ADUVIZIG, 2016). A kógát megléte fontos, mert kógáton átbukó nagyvizek képesek a vízkiviteli mű környezetében a holtág medrét a szükséges mélységben, kimélyülésben tartani.**

1.6.2 Tájföldrajz, domborzati viszonyok

Domborzati viszonyok Budapest alatt a Duna egy közelítőleg észak-déli lefutású, többször kiszélesedő majd összeszűkülő völgyben kanyarog. Ezt a széles, lapos völgyteknőt a Duna formálta ki és töltötte fel az utolsó interglaciálistól napjainkig.

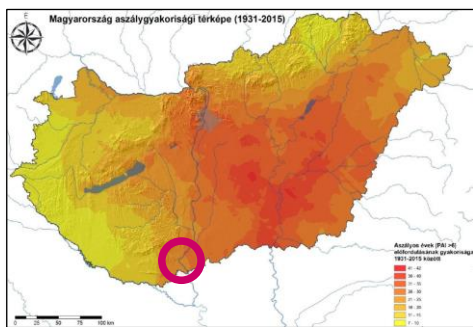
A völgy Dunaföldvárnál kezdődő alsó szakaszának (Alsó-Duna-völgy) keleti határát a Duna-Tisza közti homokhátság és a bácskai lösztábla alkotja, nyugati határát a Mezőföld és a Tolna-Baranyai-dombvidék képezi.

A Mohácsi-sziget az Alsó-Duna-völgyben, a Duna által Báta és Bezdán (Horvátország) között elterülő mintegy 270 km² területű szárazulat. Felszínének legnagyobb része a folyószabályozásokig ártér volt, melyet a Duna évről évre akár többször is elöntött.

A **Mohács várostól délre eső terület** – esetünkben a Cigány-sziget – a Alsó-Duna völgyi szakasz a **legmélyebben fekvő** része. Átlagos magassága: 83-85 mBf (ADUVIZIG, 2016).

1.6.3 Éghajlat

Alsó-Duna-völgy éghajlatát tekintve a terület Magyarország legmelegebb vidékei közé, a meleg, mérsékeltén száraz, mérsékeltén forró nyarú éghajlati körzethez tartozik. Az évi középhőmérséklet 11-12 °C közé tehető. A területre mérsékelt csapadékmennyiségek jellemző, mintegy 40 éves átlagot figyelembe véve az éves értéke 628 mm. Aszályos évek előfordulási gyakorisága 21-25 % közé tehető (1931-2015 éves adatokat figyelembe véve), amit az 6. ábra szemléltet (OVF, 2021).



6. ábra: Magyarország aszálytérképe.

A potenciális evapotranspiráció éves átlaga 680-700 mm között változik, míg a tényleges evapotranspiráció éves összege 580-600 mm értékű. A dolgozatom további fejezeteiben látható lesz, hogy a Boly Zrt. az öntözőrendszerével igyekszik ezt lefedni, mintegy 1.600-1.800 m³/ha (160-180 mm) éves átlagos öntözővíz kijuttatása mellett.

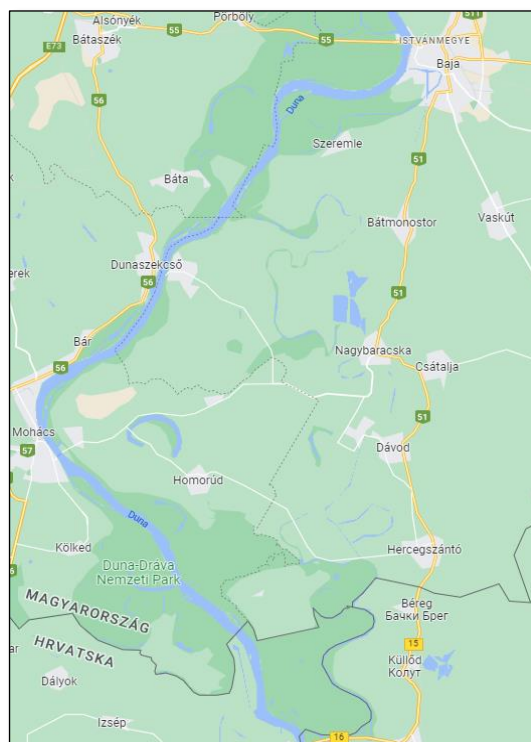
A napsütés bőséges (a napfénytartam évi összege 2.100-2.150 óra). A leggyakoribb szélirányok ÉNy-DK-i irányúak, viszont az erre merőleges ÉK-DNy-i irányú szelek ritkák (ADUVIZIG, 2016).

1.6.4 Mederviszonyok

A folyamszabályozás következtében a Duna hossza a Baja alatti szakaszon rövidült (a 7. ábra mutatja az Alsó-Duna-völgyi községek elhelyezkedését), esése növekedett. A középvízi meder szélessége 300-600 m, a kisvízi mederé 300-400 m, a mederesés ~5 cm/km.

Az árvízi meder szélessége Dunaszekcsőnél mindössze 450 m, ugyanakkor a Mohács alatt, Kölked (Béda-Karapanca) eléri a 3-5 kilométert.

A Duna Mohács alatti szakaszán a folyó szabályozás hatásaként az elmúlt századok az mederalakulása az alábbi hatások mellett írható le. Az első lépésként megvalósult mohácsi kompátkelés hatékonyságát biztosító folyószabályozás a meder és az ártér leszűkítése volt. Ezzel a lépéssel a középvízszinthez tartozó meder szélessége mindössze 360 m méretűvé és legalább 7 m mélységűvé alakult. Duna folyam ezen pontján a város védelmét szolgáló és a Mohács-sziget



7. ábra: Alsó-Duna-völgyi községek.

területeit védő töltések távolsága kb 750 m széles, **a folyó beszorításával bevágódás indult el**, a meder helyenként 10 m-re is kimélyült. **Ezzel szemben a Mohács város alatti folyami szakasz viszont szétágazó mechanizmusa**, a meder 1,1 km-esre szélességű, a folyó hordaléklerakása intenzív. Ennek köszönhetően **keletkezett a 19. századi meder helyén a gyorsan lefelé vándorló Cigány-zátony**. Alsó 600 méteres szakasza néhány évtized alatt jött létre (Lóczy, 2001).

A meder hínár- és mocsárinövényzet mentes, az üledék vastagsága 60-80 cm. A parti sávban (a hullámtéren) jelentős hányadban fordulnak elő ártéri erdők, a nyári gáttal védett szántóterületek részesedése 20% körüli. A mentesített ártéri terület kétharmada mezőgazdasági hasznosítás alatt áll, kis részét ártéri liget- és láperdők foglalják el.

1.6.5 Vízjárás, vízhozam

Mivel a Dunának nincs jelentős vízhozamú mellékfolyója a Baja alatti szakaszon, hidrológiai jellemzői a felette lévő szakaszok hatását tükrözik. Vízjárására az éven belüli változékonyság, a nagy éves ingadozás jellemző. A legkisebb vízállások általában novemberben, a legmagasabb középvízállások viszonylag kis ingadozással május végén, június elején (zöldár) jelentkeznek, valamint a február-márciusi (jeges ár) időszakban. Levonuló észlelt vízhozamai 600-8.300 m³/s tartományban mozognak, sokévi középvízhozama 2.440 m³/s.

Az éghajlati és hidrológiai elemzések a dunai vízállások jelentős csökkenését mutatták, a vízhozamoké viszont lényegében változatlan maradt. A korábbi évtizedekhez képest **kevesebb nyári csapadék és magasabb párolgás hatására a nyári kisvizek számottevő csökkenése prognosztizálható**, amely jelentősen csökkentheti felszíni vízkészleteket – különösen a tározás nélkül hasznosítható vízkészleteket –, **a kisvízi készlet csökkenése várhatóan a Duna esetében is érezhető mértékű** (OVF, 2021). A főmederben létrejött változások (medermélyülés) hatására az árvizeknek csak egy kis hányada lép ki a hullámtérre, mely árvízvédekezési szempontból kedvező. Ugyanakkor a hullámtéri vizes élőhelyek vízellátottsága ezáltal romlik. **A következő évtizedekben is várható a kis- és középvizek enyhén csökkenő mértékű süllyedése.**

Ezen megváltozott vagy változás alatt álló hidrológiai körülmények hatással vannak az öntözőrendszerek vízvételzési lehetőségeire. Jelen dolgozatomban pontosan ezt kívánom igazolni.

1.6.6 Duna folyam hidrológiai adatai az öntözőrendszer vízkiviteli pont közelében

Az 1. táblázat mutatja a Duna folyam főbb hidrológiai jellemzői Mohács városánál, Alsó-Duna-völgy szakaszban.

1. táblázat: Duna folyam vízmérce jellemzői Mohácsnál.

Jellemzők	Adatok
Vízfolyás:	Duna
Szelvény:	1.446,900 fkm
Vízmérce név:	Duna Mohács
EOV (X; Y):	72100; 622643
Észlelés kezdete:	1852.01.01.
LKV:	50 cm (2018.10.27)
LNV:	984 cm (1965.06.19)
I. készütségi szint:	700 cm
II. készütségi szint:	850 cm
III. készütségi szint:	950 cm

(Központi Hidrológiai Adattár)

A Cigány-szigeti mellékág alsó, kijáratí szelvénye (1.443 fkm) mintegy 4 km-rel van a mohácsi állami vízmérce (1.446,9 fkm) alatt. A vízfelszín esés átlagos értéke mintegy 5 cm/km, így a mohácsi mérce adatait +20 cm-rel kell eltolni ahhoz, hogy azokat a kérdéses helyszíni hidrológiai jellemzéséhez felhasználhassuk. A mellékág tervezett fenékszintje (79,195 mBf.) így 20 cm-es mohácsi vízállásnak felel meg. A 2. táblázat a vízmérce és tengerszint feletti magassági adatok megfeleltetését mutatja.

2. táblázat: Tengerszint feletti magasság és a vízmérce megfeleltetése Mohácsnál.

Főbb vízállási adatok	mBf. adatok	cm adatok
„0” állapot *:	79,195	20 cm
LKV:	79,495	50 cm
Cigány-sziget keresztgát koronamagassága:	83,300	430 cm
Árvízvédelmi töltés koronaszintje:	90,550	1.156 cm
Átváltás:	$\text{mBf.} = \text{cm} / 100 + 78,995$	$\text{cm} = 100 \cdot \text{mBf.} - 7.899,5$

* A későbbi fejezetben említett mederkostrás ezen a magassági szintig történik, ezért nevezem ezt „0” állapotnak.

(saját forrás)

A megfeleltetésre azért van szükség mert bizonyos tervezési alapadatok, építészeti-gépészeti tervrajzok tengerszint feletti magasság adatokkal dolgozik, míg a hidrológia adatok – ezen belül a vízállás adatok – cm bázison alapulnak.

1.6.7 Öntözőrendszer és vízkiviteli pontjának hatósági vonatkozásai

A vízellátó és öntözőrendszer tekintetében sajátos a vízügyi illetőség, mert két vízügyi igazgatóság illetőségi területének határán helyezkedik el, így a vízügyi objektumazonosítási nyilatkozó a **Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság (DDVIZIG)**, míg a vízkészlet vagyonkezelői hozzájáruló **Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság (ADUVIZIG)**. A 3. táblázat kívánja érzékeltetni ezt a megosztottságot.

3. táblázat: Vízügyi Igazgatóság vonatkozású területi megoszlás.

Duna-völgyi-főcsatorna (pl.: Duna folyam vízkészlete, meder, holtág mederkotrás, stb.):	
Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság (ADUVIZIG), Baja	
Alsó-Duna jobb part (pl.: árvízvédelmi töltés; vízkiviteli mű, öntözőrendszer stb.):	
Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság (DDVIZIG), Pécs	
(saját forrás)	

Az 3. mellékletben a vízrajzi térkép látható, ami érzékelti a két Vízügyi Igazgatóság területi illetőségi megoszlását.

A **vízellátó rendszer** üzemeltetési tevékenysége érinti a 7/1996. (IV. 17.) KTM rendelettel létesített **Duna-Dráva Nemzeti Park** országosan védett természeti területét, mely egyben az Európai Községek **Natura 2000** hálózatába is tartozik különleges madárvédelmi, valamint kiemelt jelentőségű természetmegőrzésű területként. A 4. mellékletben látható a Natura 2000 besorolású területek hálózata látható a vízkivételi pont környezetében.

A vízjogi engedélyeztetési ügymenetek tekintetében a vízügyi hatóságként eljáró szerv a **Baranya Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság** járt el. Az öntözőrendszer létesítésével és üzemeltetésével kapcsolatos vízjogi engedélyek felsorolása a 5. mellékletben látható.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A jelen fejezetben bemutatásra kerülne az öntözőrendszer műszaki kialakítása, illetve azon matematikai módszerek, vizsgálati metódusok, elemzési eljárások, illetve a vizsgálatim során alkalmazott sarokpontok, feltételrendszerek és kizárások, egyszerűsítések, melyeket az adatok feldolgozásánál alkalmaztam és figyelembe vettem. Ezen módszerek mind analitikai, mind gyakorlati, méréseken alapuló eszközök, a hidrológia tudományánál jól bevált, alkalmazott megoldások.

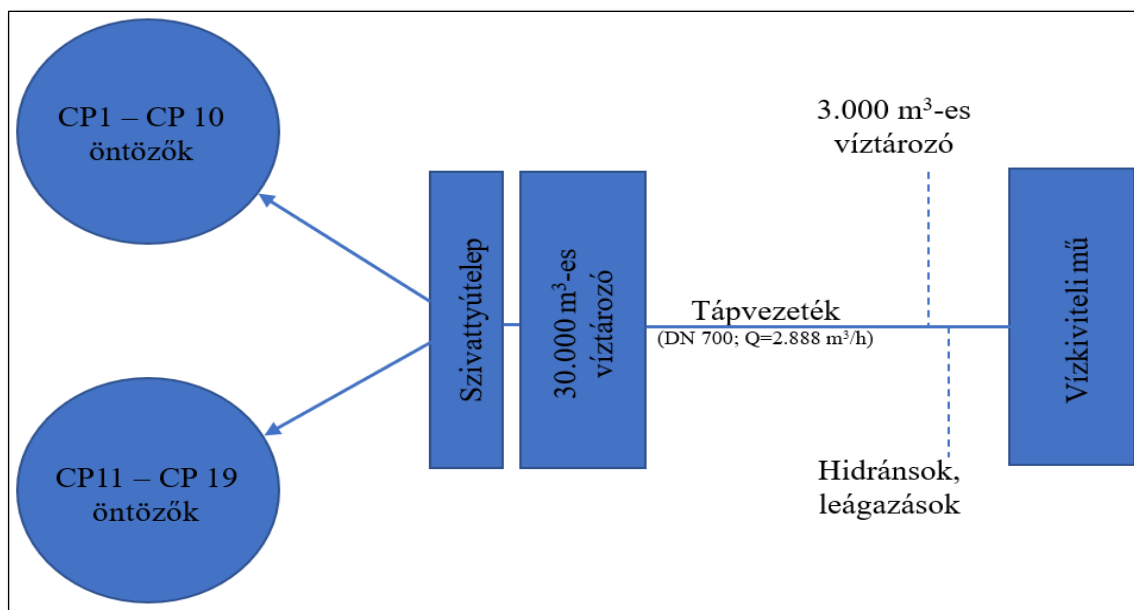
2.1 Öntözőrendszer bemutatása

A jelen fejezetben bemutatom a szakdolgozat témájának alapját képező vízellátó és öntözőrendszer műszaki elemeit, működését, öntözött területet, öntözött növényi kultúrákat, stb., valamint ismertetem a ténytérű alap adatokat.

2.1.1 Műszaki kialakítás bemutatása

A Bóly Zrt. a földhasználatához tartozó, mezőgazdasági művelésű, jellemzően állami tulajdonú földterületen öntözésfejlesztést valósított meg, mely a FVM által biztosított állami támogatás (EMVA) igénybevételevel jöhetett létre. **Az öntözött területek kiváló termőhelyi adottságai lehetővé teszik az intenzív gazdálkodást** és alapvetően megteremti a termésbiztonságot.

A vízellátó és öntöző rendszer beruházója a Bóly Zrt. megállapodásokat kötött a saját öntözőtelepén kívül szomszédos mezőgazdasági üzemekkel vízszolgáltatás céllal (Barázda Kft., Majsi Mg. Szövetkezet), a vízellátó rendszer ennek megfelelően leágazásokkal, vízáradási pontokkal, kisebb víztározóval épült meg. Azonban ez idáig ezen társaságok nem igényeltek öntözői vizet, a közösségi öntözésfejlesztést tekintve a Bóly Zrt. az egyedüli vízfelhasználó. A dolgozatomban ezen gazdálkodók vízfelhasználási igényeivel nem számolok, vizsgálataimnál nem veszek figyelembe. Egy egyszerűsített sémaképen (8. ábra) mutatom be az öntözővíz útját, kezdve a vízkivételtől, az öntözőrendszer végpontjaival bezárólag.



8. ábra: Öntözőrendszer egyszerűsített sematikus elrendezése.

(saját forrás)

Öntözési üzem főbb berendezései:

- Szivattyús vízkiviteli mű (4 db szivattyú; $\Sigma Q=2.880 \text{ m}^3/\text{h}$; $h=56 \text{ m}$; 780 kW).
- Tápvezeték (vízkiviteli szivattyú telep és a 30.000 m^3 -es víztározó között; DN 700, PN 6; 6,5 km hossz).
- 30.000 m^3 -es víztározó (feladata a tápvezeték vízellátási kapacitás és az öntözőrendszert ellátó szivattyútelep üzemének összehangolása, kiegyenlítése; a töltési ütem automatikus, a víztározó vízszintje határozza meg a tározói töltést).
- Szivattyútelep (6 db szivattyú; $\Sigma Q=2.489 \text{ m}^3/\text{h}$; $h=70 \text{ m}$; 660 kW).
- Vízellátó fő- és mellékvezetékek.
- Körforgó rendszerű, zömében korner taggal ellátott esőztető öntözőberendezések (19 db; 1037 ha) (TISZTATERV Kft., 2014).

Öntözési üzem lényeges adatai (a berendezések megépülése idején – 2016. évben):

- Öntözőüzem berendezett területe: 1.037 ha.
- Egyidejűleg öntözött terület (öntözési csúcs): 574 ha (max. 11 db öntöző egyidejűleg).
- Öntözési időszak: április 15. – augusztus 31.
- Éves vízigény: $1.612.000 \text{ m}^3/\text{év}$.

- Vízellátó rendszer maximális kapacitása: 69.120 m³/nap.
- Vízszállítási kapacitás: 200 – 2.880 m³/h (TISZTATERV Kft., 2014).

Az öntözőrendszer üzeme során végzett átalakítások, fejlesztések:

- Víz kivétel- és öntözési időszak változtatás, bővítés több szakaszban (lásd 5. mellékletet) történt, ahogy az igények bővültek.
- Közeli sertéstelep fázisbontott hígtrágyájának az öntözőrendszeren történő kijuttatás megoldása 2018. évben, kihasználva ezzel mintegy 60.000 m³/év hígtrágya leggazdaságosabb kijuttatás lehetőségét.

2.1.2 Öntözéssel termesztett növények

Fővetésű és másodvetésű öntözött növények a 4. táblázat egyes soraiban láthatók, éves bontásban megjelenítve (saját forrás). A táblázatban külön szín kiemelést (zöld) kaptak azon növények, melyek alapvetően az öntözési lehetőségek miatt évről-évre folyamatos termesztésűek – gazdaságilag rentábilisek –, ilyenek a csemege- és hibrid kukorica, a konzervipari borsó termelés és a Bóly Zrt. társágazatai (pl. szarvasmar- és sertéságazat) siló/nedves/takarmány kukorica termesztés. A többi növényfaj nem meghatározó területen, több esetben kísérlet jelleggel kerülnek az öntözők alá.

4. táblázat: Öntözött növények felsorolása.

Öntözéssel termesztett növények	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
csemege kukorica	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
hibrid kukorica	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
takarmány & nedves & siló kukorica	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
borsó (zöld, étkezési)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
szója	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓
búza	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
hibrid búza	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–
árpa	✓	✓	–	–	✓	✓	–
rozs, tritikálé szenázs	–	–	✓	–	–	–	✓
hibrid napraforgó	–	–	✓	–	–	–	–
repce	–	–	–	–	✓	–	–
cirok	–	–	–	–	✓	–	–
zöldtrágya	–	–	✓	✓	–	–	–

(saját forrás)

2.1.3 Öntözőrendszer vízellátás jellemzői

Ahogy azt a korábbi fejezetekben bemutattam az öntözőrendszer vízkiviteli pontja a Cigány-szigeti mellékágból történik. A mellékágon egy keresztgát található, mely mellékág így időszakos vízfolyású, alacsonyabb vízállásoknál holtágként tekinthető, ekkor a vízutánpótlás alvízi oldalról lehetséges. A kőgát alvízi oldalán az áramlási viszonyok miatt kobolya, kimélyülés formálódott, amely lehetőséget teremtett a vízellátás vízkivételi pontjának kialakítására. Ilyen hidrológiai formációk több helyen megfigyelhetők a Duna ezen alsó szakaszain. Néhányat ezek közül a *6. mellékletben* mutatok be Baja város térségében (Google Térkép, 2023).

A *7. mellékletben* látható egy tervrészlet, mely megjeleníti a vízkivételi pont technológiai kialakítását, bemutatva tervezéskori vízrajzi szintmagasságokat (TISZATERV KFT., 2009). Ebből látszik, hogy a vízellátás érdekében a vízkivételi szivattyúk szívópontja tervezéskor a LKV szintje alá létesült.

Az öntözőrendszer vízellátása nagyban függ a Duna folyam mellékágának / holtágjának vízellátottságától. Ezen a vízellátottságot befolyásolja:

- a Duna folyam vízállása, vízállás tartóssága,
- a holtág / mellékág mederállapota,
- a holtág / mellékág hordalék lerakódásának mértéke,
- a holtág / mellékág mederkotrás gyakorisága és a beavatkozás mértéke.

2.1.4 Tervezéskori viszonyok

Az öntözési vízkiviteli pont kiválasztás szempontjai, kialakítása, elhelyezkedése:

A öntöző rendszer vízbiztosítása a Duna folyam felszíni vízkészletére alapozódott. Az öntözőtelephez kézenfekvően a legközelebbi dunai szakasz a Mohács várostól délre fekvő Cigány-zátony térsége bizonyult. Több lehetséges vízbiztosítási pont került megvizsgálásra, úgy, mint a Duna 1443 fkm szelvényében lévő a sodorvonálhoz közeli terület is. Vízbiztosítás szempontjából egyébként kiválóan megfelelő helyet el kellett vetni, mivel ez a terület a

NATURA 2000 védett területen belül helyezkedik el és bármilyen építés itt korlátozott. **Az engedélyező hatósági elvárásoknak megfelelő műszaki megoldásként a Cigány-zátony folyami mellékág, kőgát alvíz felőli oldalán lévő pont került kivitelezésre, a szivattyútelep ide került kiépítésre.**

Tervezés kori mellékág mederállapota:

A mellékág a mederelzáró kőgát alapvetően az alvíz felőli oldalon eliszapolódást okozott. A vízkivétel kockázatmentes megvalósításához **a meder vízmozgásának helyreállítása volt szükséges, egy első mederhelyreállítás, vezérárok kotrása került elvégzésre.** A vezérárok kotrásához talajmechanikai szakvélemény volt szükséges, mely a kitermelendő anyag összetételére, illetve szennyezőanyag komponensekre adott információkat. A szakvéleményben található talajrétegződés adatai a *9. mellékletben* láthatók.

Tervezés kori kockázat-valószínűség becslés vízhiányos állapotra:

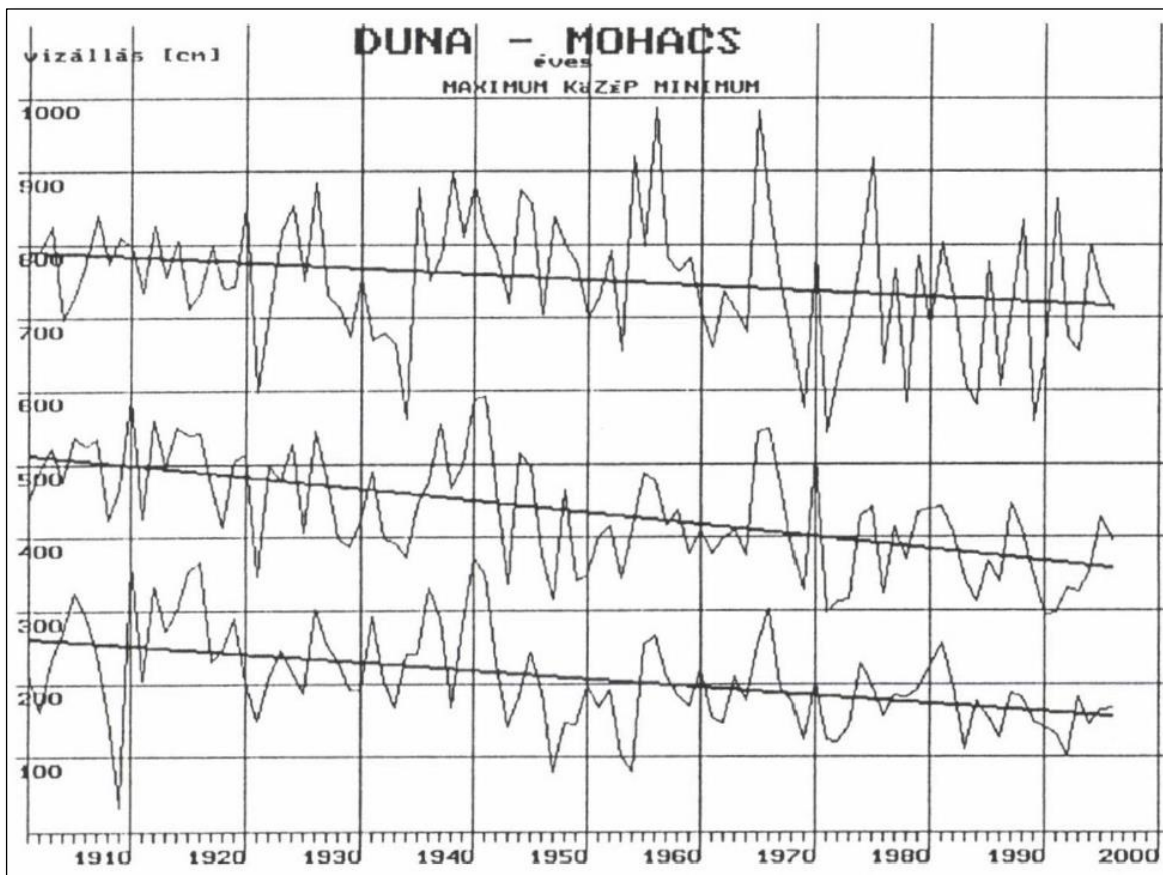
A működés alapja, hogy öntözési időben biztosítani az LKV alatt is a vízkivételi szivattyúk működéséhez szükséges biztonságos vízmennyiséget. A tervezés kori rendelkezésre álló múltbeli vízmérce adatok alapján a 100 cm alatti vízállások tartóssága 0 %, a 200 cm alatti vízállások tartóssága 10 %, míg a 400 cm alatti vízállás tartóssága 55 %. Ezen számadatok alapján **tervezéskor megállapítást nyert, hogy az addig mért legkisebb vízállást figyelembe véve az öntözővíz teljes biztonsággal biztosítható.**

2.2 Vízellátás kockázatai, probléma felvetés

A fejezetben vázolom azon főbb körülményeket, melyek a dolgozatomban vizsgált öntözőrendszer vízkivételére kockázattal bírnak. A vízkivételi pontnál jelen vannak olyan problémák, mint a felszíni vízfolyás vízszint csökkenése, meder elrakódás miatti víz utánfolyás akadályai, növekvő öntözővízigény, stb.

- a) A Duna folyam vízállása csökkenő tendenciát mutat, a vízhozam ennek megfelelően szintén csökkenő. A *9. ábra* a mohácsi vízmérce évi maximális, átlagos és minimális vízállásainak 1901-1996 közötti időszaka és a vízállás süllyedés trendjének vonalai láthatók (Kalocsa & Zsufa, 1997). Az utóbbi években ez a tendencia csak fokozódott. **A vízállás csökkenés és az extrém alacsony vízállások a vízkivétel lehetőségét negatívan befolyásolják. A**

kisvizek levonulásának egyre alacsonyabb vízszintje vízbiztosítás szempontjából kockázatot hordoz.

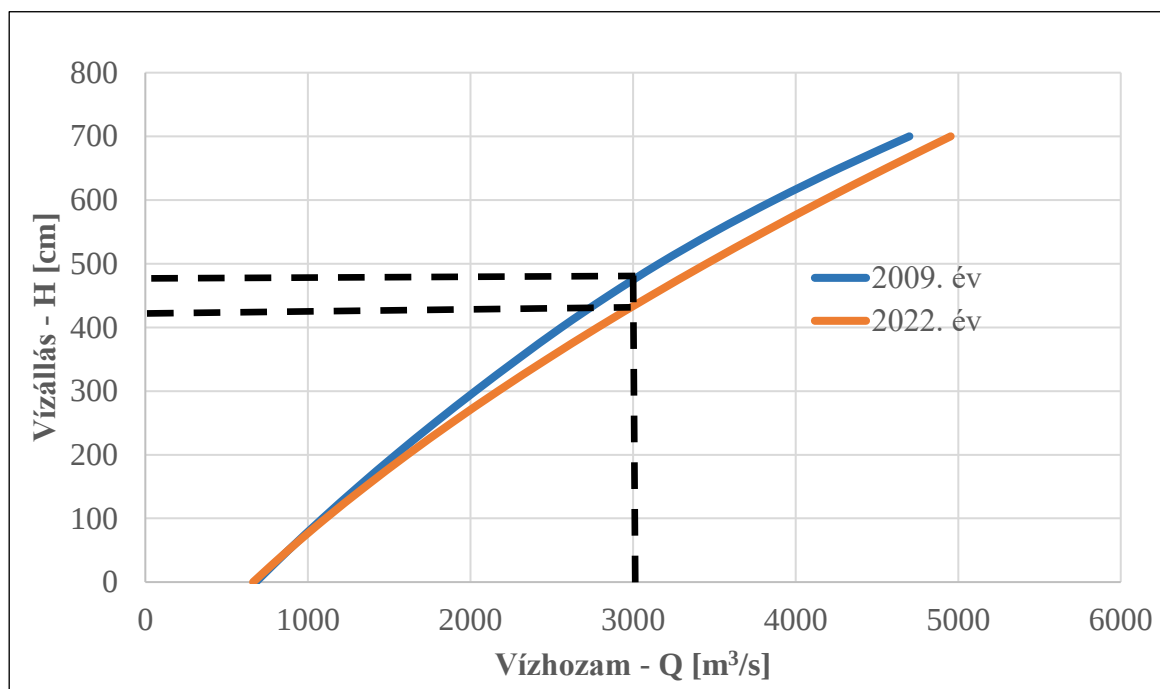


9. ábra: A mohácsi vízmérce trendjének vonalai.

(Kalocsa & Zsufa, 1997)

- b) Alacsony vízállások esetén az öntözőrendszer vízkivétel ellátása a mellékág / holtág alvízi oldaláról történik, mely nagyban függ a holtági meder akkumulációjától. **Az alulról táplált holtág medre ha túlzóan hordalékos, az főmeder vize nem jut el a vízkiviteli ponthoz.**
- c) **Az előforduló nagyvizek a vízkiviteli pont kobolyáját ugyan fenntartják, mélyítik, de a meder további alsó szakaszán a főmederhez képest alacsony áramlási sebesség miatt hordalék lerakodást, akkumulációt, mederfeltöltődést idéznek elő.** Ezen folyamatot jól érzékelteti a 12. mellékletben látható mederállapot medermorfológiai viszonyai. Kék szín jelöli a megfelelő medermélységet, míg a zöld-sárga a kritikus, elrakódott szakaszokat mutatja, ahol a víz áramlás akadályozott.

- d) Az öntözőrendszer kiépítését követően **az igényelt öntözővíz mennyisége növekvő**. Ez mellett a **2022. év rendkívül aszályos év volt, az öntözői vízigény kiugróan magas volt** az irreverzibilis növényi stresszállapotok elkerülése érdekében a szokásos vízigénynél jelentősebb felhasználás volt.
- e) **2022. évben a Duna 2022.08.17.-i vízállása 54 cm-rel elérte LKV értékét, az alvízi utánfolyás korlátozott volt, az öntözői vízkivétel akadozott.** A 8. mellékletben látható a 2022. év egyes nyári napjairól készített fotóim a vízkivételi pont környezetéről, ahol egy megfelelő vízállás (265 cm), alacsony (147 cm) és vízellátási zavarokat jelentő kritikusan alacsony vízállás (54 cm) melletti viszonyok láthatók.
- f) Mohács térségénél a Duna folyam főmedrét tekintve bevágódás, medersüllyedés zajlik. Ennek oka, hogy a Mohács városánál a kompátkelés biztosítása érdekében a partvonal mesterséges kialakítású, beszorítva ezzel a folyót. A meder süllyedést a 10. ábra vízhozam görbéi is bizonyítják, ugyanis ugyanazon vízhozamhoz 2009. évhez képest 2022. évben kisebb vízállás tartozott. Egyébként a 2022. évi görbe korrekcióra szorul – különös tekintettel a kis vizek tartományában – tovább növelve az eltérést a múltbeli állapotokhoz képest (ADUVIZIG, 2013). **A meder süllyedésével belátható, hogy az állandó kiépítésű vízkivételi ponthoz képest a vízszint csökkenése ellátási zavarhoz vezet.**

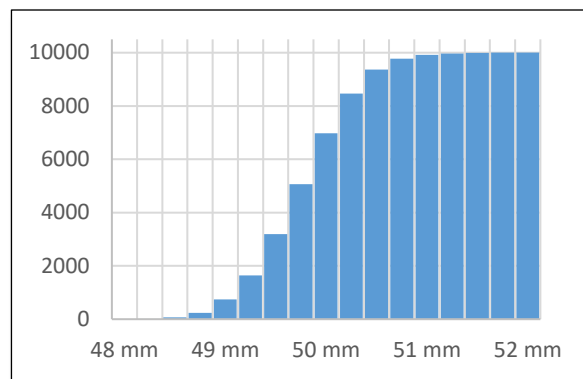
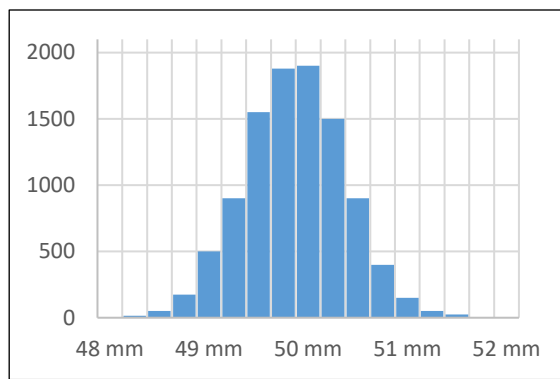


10. ábra: Vízhozamgörbe - Duna folyam Mohácsnál (kis- és közepes vizeknél). (ADUVIZIG, 2023).

- g) Az öntözőrendszerhez épített 30.000 m³-es víztározó napi, de inkább fél napi öntözővíz igénynek megfelelő kapacitást tárol csak. **Az öntözőrendszer vízhiányt áthidaló tárolóképessége egyáltalán nincs.**
- h) A 2022. év vízellátási zavart okozó extrém alacsony vízállás szerencsére nem a öntöző vízigény csúcs idején jelentkezett (július), hanem egy hónappal később (augusztusban), amikor már a növényi kultúra nagy része betakarításra került és az összterületet tekintve csak kis területen jelentkezett öntözési igény. **Az öntözési igény csúcs és a Duna folyam legkisebb vízállás idejének egybeesése egyre nagyobb kockázattal megjelenik.**

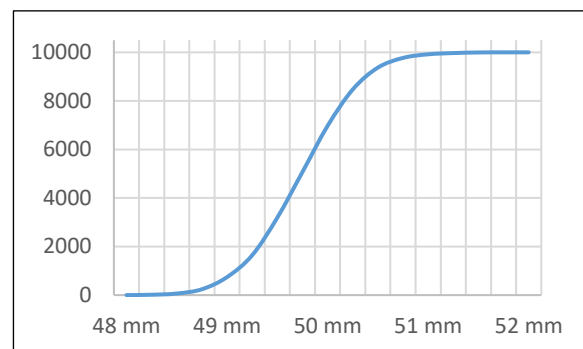
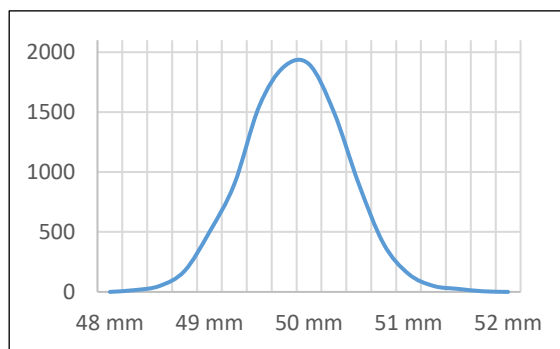
2.3 A vizsgálatok matematikai háttere

Ahhoz, hogy megértsük a vízállás adatok feldolgozási módszerét néhány matematikai összefüggést célszerű bemutatni (Huba & Lipovszki, 2014). Ha például egy gyártási folyamat után méret ellenőrzés történik és tényleges mért adatokat méret osztályokba soroljuk, akkor lesznek olyan osztályok, ahol sok a besorolt darabszám, de lesz olyan is, ahol csak néhány elem jelenik meg. Ha ezeket az adatokat diagrammon megjelenítjük, úgynevezett **normál hisztogramot** kapunk (lásd 11. ábra bal oldali diagramját). A hisztogram egy-egy oszlopa az adott osztályba tartozás gyakoriságát mutatja meg. Ha az értékkészlet legkisebb elemétől kiindulva a gyakorisági adatokat (darabszámokat) kumuláljuk, akkor egy monoton növekvő adatsort kapunk, diagram formájú megjelenítését **kumulatív hisztogramnak** nevezünk (lásd 11. ábra jobb oldali diagramját). Ha az osztályok tartományszélessége kellően kicsi, és tart a nullához, akkor egy közelítő regressziós görbét kapunk, melynek neve **sűrűségfüggvény**. Hasonlóan értelmezhető egy függvény a kumulatív hisztogram burkológörbéjeként, nevezetesen az **eloszlásfüggvény**. A bemutató ábrájuk a 12. ábra. Ha a függvény értékeket elosztjuk az elem számmal, **relatív** értékeket %-ban értelmezhetjük.



11. ábra: A normál hisztogram és a kumulatív hisztogram ábrázolása.

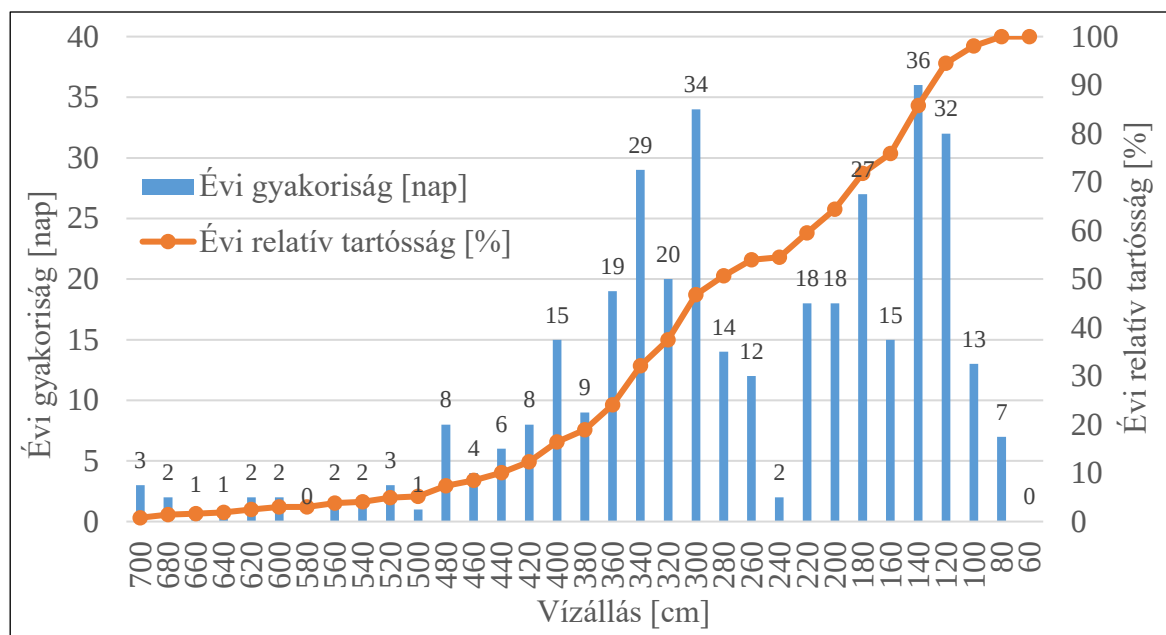
(saját forrás)



12. ábra: A sűrűségfüggvény és eloszlásfüggvény ábrázolása.

(saját forrás)

A fent ismertetett módszer segít abban, hogy **egy mérési érték bekövetkezésének valószínűsége meghatározható legyen, valamint két érték közé esés milyen valószínűséggel társítható**. Ezen ismereteket felhasználva fogok valószínűségi becsléseket tenni a következő fejezetekben, a Duna folyam adott vízállásánál kisebb vagy nagyobb vízállás bekövetkezésének valószínűségeit meghatározva, a múlt adatsorai alapján. Ezen becslésekhez a Duna folyam vízállási adataiból leképzett **empirikus relatív gyakoriságeloszlás-függvényeket**, – hidrológiai nomenklatúrával élve – **vízállás tartóssági görbéket** használom, melyre egy példát a 13. ábra mutat be (saját forrás).



13. ábra: Vízállás tartóssági görbe – mintapéllda.

(saját forrás)

2.4 A meder felmérés módszere

A mederfelismerés műholdas helymeghatározással (Leica GPS) és azzal egyidejű, egysugaras ultrahangos mélységmérő (Sonar Mite) berendezéssel, előre elkészített meghatározási terv szerint (50 méterenkénti szelvényfelvétellel), virtuális kitűzéssel kijelölt mederszelvények felvételével történt. A pontok háromdimenziós földrajzi koordinátáit hálózati GNSS szolgáltatás igénybevételével kerül meghatározásra. A valós idejű (hálózati RTK) műholdas helymeghatározás (GPS) mérés módszerével végzett meghatározás ± 5 cm pontosságú. A térbeli derékszögű koordináta rendszerben meghatározott pontok országos egységes vetületi rendszerbe és EOMA hálózatba kerülnek átszámításra.

A feldolgozás során, a rendelkezésre álló célszoftverek eszközrendszerére támaszkodóan megtörténik az észlelt, nyers ultrahangos jelek szűrése, a felmért meder domborzat elemzése, a mérési terület lehatárolása. A mérési eredmények felületmodell alapú feldolgozásából a medermorfológiai viszonyokat bemutató hossz-szelvény, kereszt-szelvények és helyszínrajz készül (lásd 12. melléklet ábráit).

A mérés elvégzéséhez felhasznált mérőeszközök:

Eszköz megnevezése	Mérőeszköz azonosító
Leica GPS GS16	3709872
Sonar Mite	031213



2.5 A vizsgálatok peremfeltételei

- a) Sűrűségfüggvény és eloszlás függvény matematikai alakjával nem foglalkozom, integrálási matematikai műveleteket nem végzek a dolgozatomban, a függvények egyszerűsített alakját használom az analíziseim alapjául.
- b) Az éves vízállásadatok vizsgálatainál a vízmércéken mért reggel 7:00-i vízállásokat használom és ezt tekintem a napi adatnak. Bizonyos napi szintű elemzéseknél használok órai vízmérce adatokat is.
- c) A mBf. és cm ekvivalenciát korábbi fejezetben már bemutattam, a két szintadat egymással egyenértékű (lásd 2. táblázatot) [$\text{mBf.} = \text{cm} / 100 + 78,995$; $\text{cm} = 100 \cdot \text{mBf.} - 7.899,5$].
- d) Szökőévek február 29. napját nem veszem figyelembe, a számításaim egyszerűbb elvégzése érdekében minden vizsgálati naptáriév 365 napból áll. Ezzel nem követek el nagy hibát, különös tekintettel arra, hogy február 29. szökőnapja az igazi öntözési vízfelhasználás igényen kívül esik.
- e) Vízállások kategóriái, tartományai:

A vizsgálataim során az 5. táblázatban szereplő vízállás kategóriákat használom. Például a hivatkozásaimban, ha közepes vízállást említem, akkor a 436 – 620 cm közötti vízmérce vízállására gondolok.

5. táblázat: Vízállás kategória és a vízmérce megfeleltetése.

Vízállás kategória	Mederkitöltési tényező	Vízmérce adata
igen alacsony	0 – 20%	50 – 250 cm
alacsony	21 – 40%	251 – 435 cm
közepes	41 – 60%	436 – 620 cm
magas	61 – 80%	621 – 805 cm
igen magas	81 – 100%	806 – 984 cm

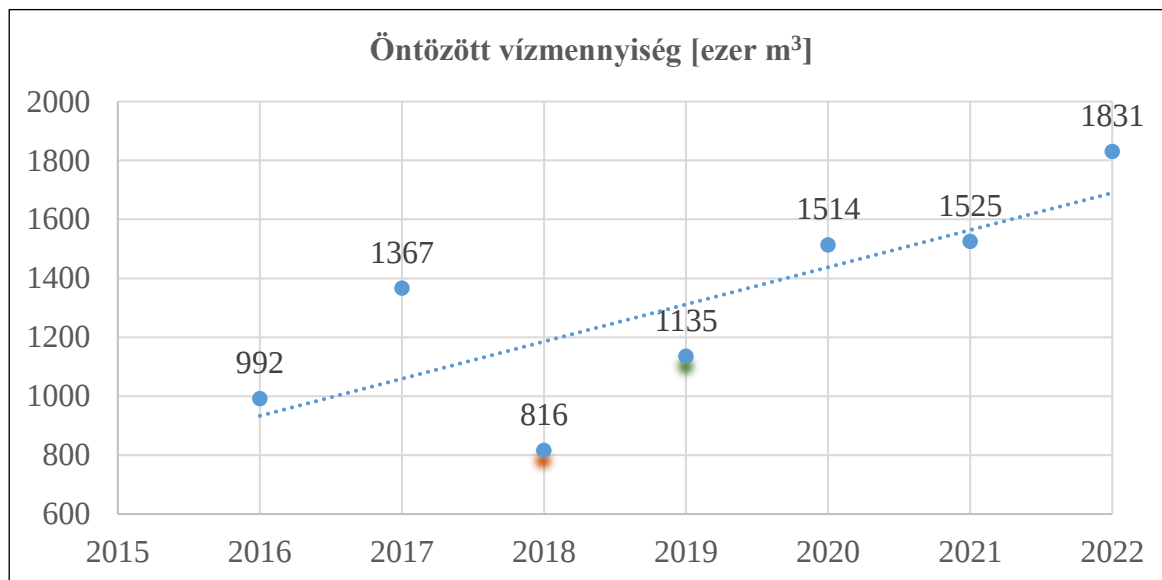
(Központi Hidrológiai Adattár)

- f) Bóly Zrt.-vel szomszédos mezőgazdasági üzemek, gazdálkodók vízfelhasználási igényeivel nem számolok, ugyanis a közösségi öntözésfejlesztés tekintetében a rendszer lehetővé teszi ugyan, de ez idáig ezen társaságok nem igényeltek öntözői vizet, az esetleges igényeik ismeretlenek.
- g) A statisztikai adatok elemzésénél 1983. évig nyúlok vissza, ezzel **mintegy 40 év (1983. évtől 2022. évig) vízállás adatai** kerülnek feldolgozásra (Központi Hidrológiai Adattár).

3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

3.1 Éves öntözött vízmennyiségek elemzése

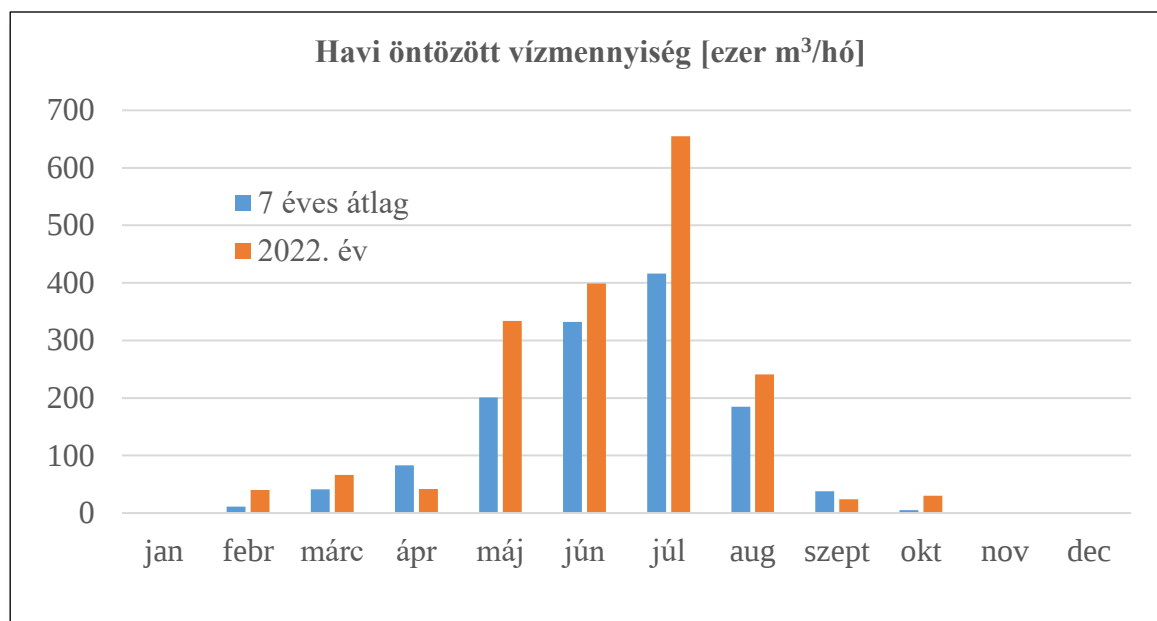
A 14. ábra jól szemlélteti, hogy az öntözőrendszer üzembe vételét követően évről-évre az öntözött víz mennyisége növekvő, a közelítő görbeként megjelenített trendvonal emelkedő (Bóly Zrt., 2023). A 2022. évi rendkívül arid, tehát több öntöző vizet igénylő időszak volt, hiszen élesen kimagaslik a megelőző évek jellemző 1,5 millió m³ éves vízfelhasználáshoz képest. A 2018. év 06. hónapban rendkívül szeles időjárása miatt (15 nap) az öntözés korlátozottan volt lehetséges, a kiöntözött mennyiség 300.000 m³-el kevesebb volt az ilyenkor szokottnál. A 2019. évben pedig a 05. hónapban nem volt igény az öntözésre a csapadékos időjárás miatt, itt mintegy 200.000 m³ az elmaradást indokol a szokásostól.



14. ábra: Öntözött vízmennyiség alakulása.

(saját forrás)

A 15. ábra az éven belüli vízigény lefutást szemlélteti átlagos értékeket megjelenítve és külön feltüntetve a 2022. évet. Ezen adatokból jól látszik, hogy 2022. évben a vízigény csúcs meghaladta a júliusi 400.000 m³ átlagos havi mennyiséget és a júniusi 340.000 m³-t (Bóly Zrt., 2023), azonban az is jól érzékelhető, hogy a 2022. öntözési időszakát tekintve minden hónapban jócskán meghaladta az átlagos szinteket, jelentős öntözési vízigény jelentkezett.



15. ábra: Havi öntözött vízmennyiség alakulása.

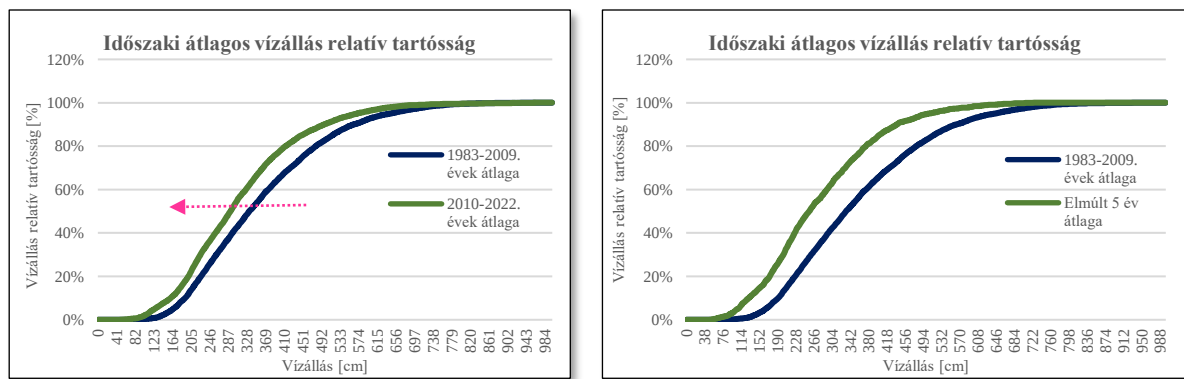
(saját forrás)

3.2 Vízállás, vízjárás statisztikai adatainak feldolgozása

A jelen fejezetben historikus adatok alapján az öntözőrendszer tervezését megelőző időszak (1983-2009 közötti évek) és a megvalósulás, üzemelés időszak (2010-2022 közötti évek) vízállás jellemzőit dolgozom fel, összevetéseket végzek a tervezéskori és a mai hidrológiai állapotok között, rámutatok a 2022. év rendkívül szélsőséges jellegére és ennek vízbiztosítás biztonságának hatásaira.

3.2.1 Vízállás gyakoriság elemzése

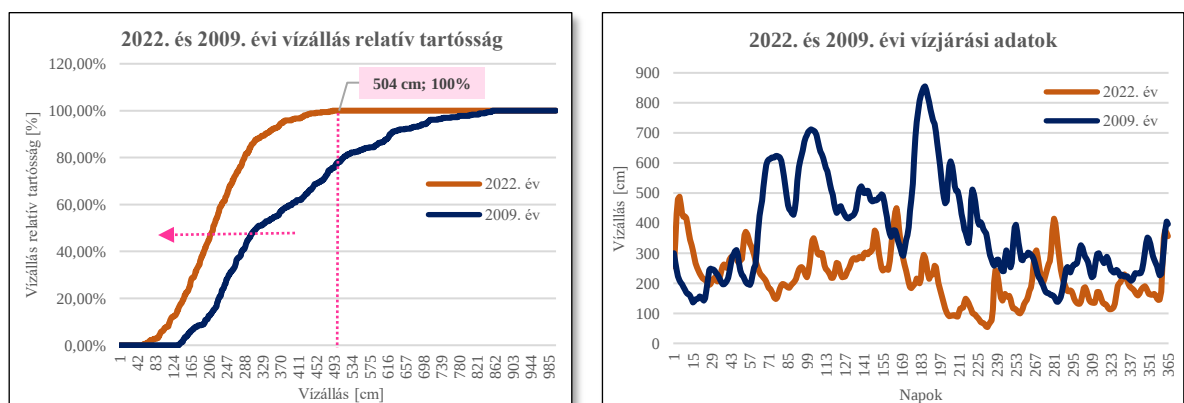
Ha megfigyeljük a 1983-2009. évek és a 2010-2022. évek időszakainak átlagos vízállás adatait (16. ábra), különösképpen az átlagos relatív tartóssági görbéket észre vehetjük, hogy az **idő előrehaladtával a vízállás relatív tartósság görbéje eltolódik a kisebb vízállások tartományára felé**, eltűnnek a magas vízállások, egyre inkább a kisebb vízállások megjelenési valószínűsége növekszik. Még jobban érzékelhető az eltérés, ha a tervezést megelőző időszakot az elmúlt 5 év adataival vetjük össze. Az extrém alacsony vízállások tartományában is megjelennek értékek vízállási adatok.

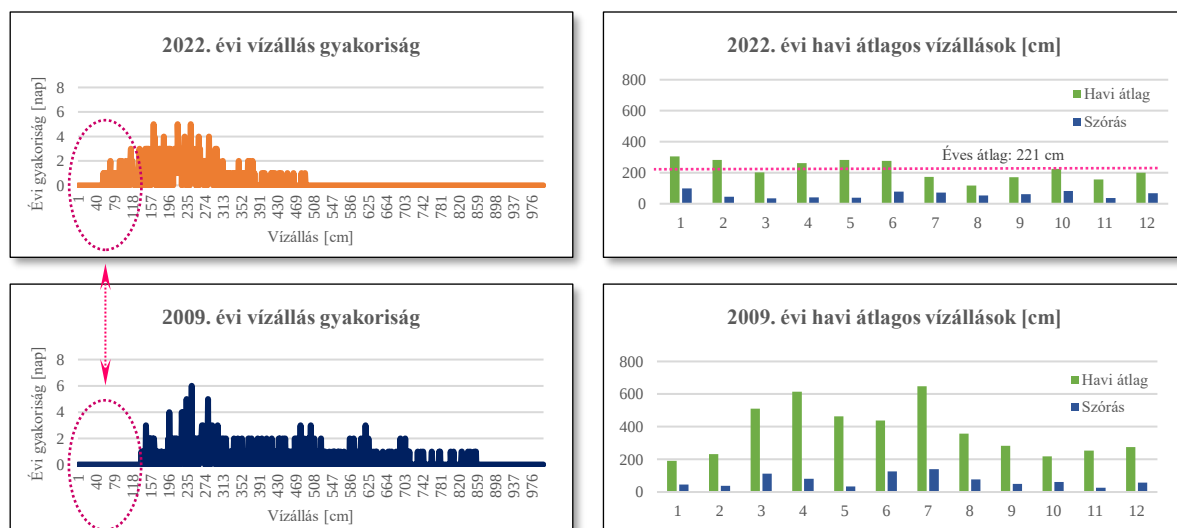


16. ábra: Tervezését megelőző és mai vízállás adatok összehasonlítása.

(saját forrás)

Látható továbbá, hogy az öntözőrendszer vízkivételének **tervezésekor figyelembe vett** adatokban extrém alacsony vízállási érték nem jelent meg, **0%-os visszatérési valószínűséggel volt jellemezve a 100 cm alatti vízállás**. Szignifikáns eltérések jobban látszanak, ha a 2022. évi adatokat hasonlítjuk például az öntözőrendszer tervezés kezdetének évével, 2009. évvel. A 17. ábra ábrasorozatain jól látható kisvizek irányába való eltolódás, illetve 2022. év rendkívüli aszályos jellege. A 2022. év vízállási adatait elemezve megállapítható, hogy 100% bizonyossággal kisebb volt a vízszint mint 504 cm, illetve vízállás gyakoriság igen alacsony vizek tartományában kibővült. Ez különösen szélsőséges állapotnak felel meg, hiszen a téli időszak vízállásaitól eltekintve a Duna vízállása a természet vegetációs időszakában nem érte el (< 450 cm) a közepes vízállásokat (alacsony vagy igen alacsony vízállási tartományokban mozgott).

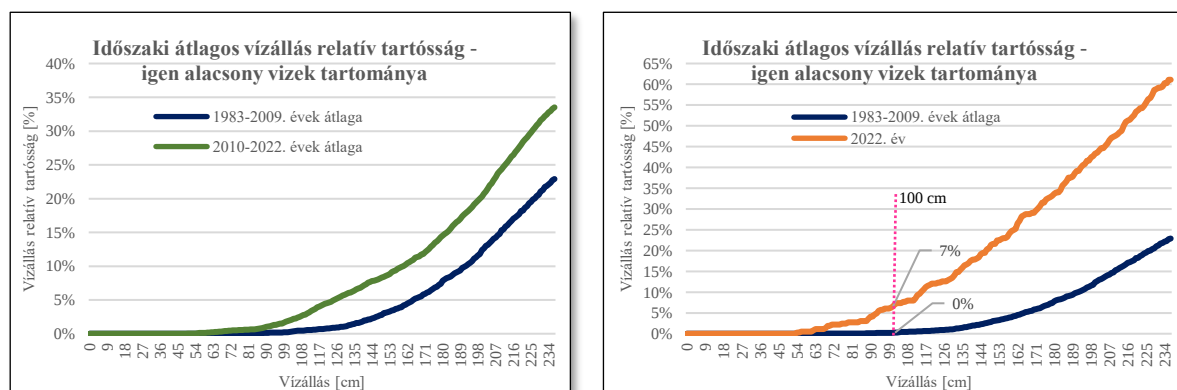




17. ábra: 2022. és 2009. év vízállás adatainak összehasonlítása.

(saját forrás)

Ha kinagyítjuk (18. ábra) az igen alacsony vízállások tartományát (0 – 250 cm), akkor a sokkal jobban érzékelhetők az alacsony vízállások gyakorisági adatai. **2022. évben 25 nap (6,85 % $\cong$ 7 %) gyakoriság mellett következett be a 100 cm-nél kisebb vízállás.** Ez a megjelenési valószínűség már hatással bír az öntözőrendszer vízbiztosítás feltételeire.



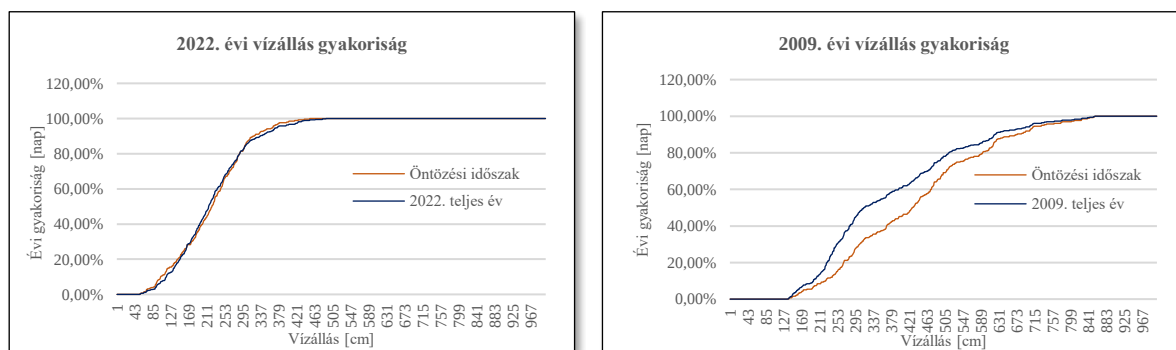
18. ábra: Igen alacsony vizek vízállás tartományok adatainak összehasonlítása.

(saját forrás)

Amíg a 1983-2009. évek átlagos adatában a 100 cm-nél kisebb vízállás 0 % visszatérésű esemény, addig a 2022. évben ugyanezen esemény az öntözőrendszer vízellátását tekintve nem alhanyagolhatóan ~ 7 % valószínűséggel jelenik meg.

3.2.2 Vízállás gyakoriság elemzése – öntözési időszak

Ha leszűkítjük a tartományt (19. ábra) az öntöző időszakra (02.15.-10.31.) – kiragadva példaként a 2009. évi adatait – felfedezhető, hogy a teljes és az öntözőidőszak között mérhető a különbség, sőt az öntözési időszakot tekintve kedvezőbb a vízellátottság, hiszen ekkor jelentek meg magasabb vízállások, ami egyébként átlagosan jellemző 1983-2009. időszak éveire (van tavaszi és nyári árhullám). Szembetűnő a 2022. év teljes év és öntözőidőszak egymáshoz viszonyított adata, miszerint nincs különbség. Ez köszönhető annak, hogy a Duna 2022. évi vízjárásában nincsenek nagy lengések, szinte az egész év belesimul (lásd 17. ábrát) az éves átlagba (átlagvízállás: 221 cm, szórás: 84 cm), ugyanez nem mondható el pl. a 2009. évi vízállásra (átlagvízállás: 371 cm, szórás: 171 cm).



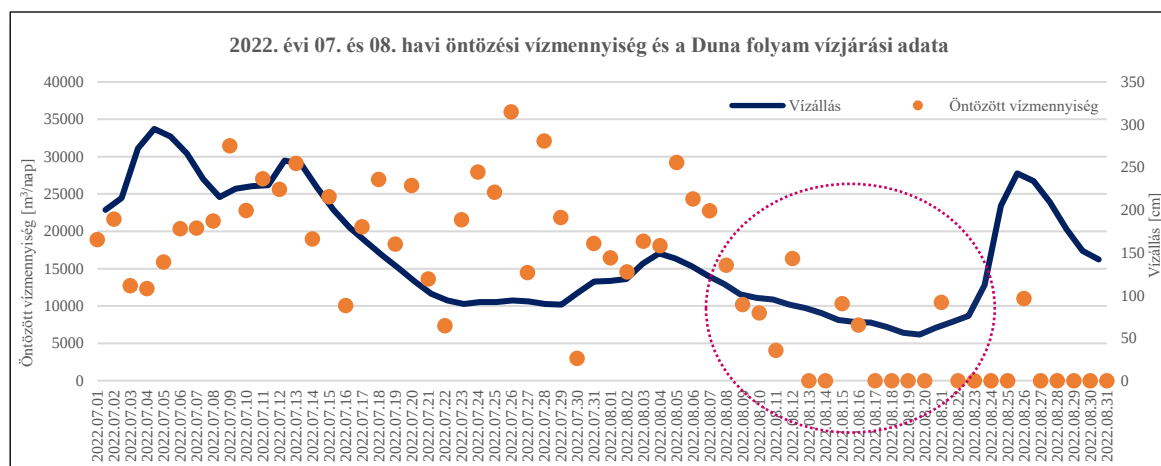
19. ábra: Öntözési időszak és a teljes év vízállás adatainak összehasonlítása.

(saját forrás)

A 2009. éves adatoknál van értelme beszélni az öntözési időszak és a teljes éves vízállás gyakoriság különbségéről, míg az extrémnek mondható 2022. évben ez a különbség nem létezik.

3.2.3 Vízállás és öntözési vízigény összevetése

Ha összerajzoljuk a 2022. évi (kiragadva az extrém alacsony vízállási időszak – 07. és 08. hónapok) vízjárási adatokat és a mindenkori öntözési vízmennyiség adatokat kialakul a kép (20. ábra), hogy a 2022.08.09. - 08.23. napokon a vízellátás akadozott, a vízkivételi ponthoz a hozzáfolyás korlátozottsága miatt az öntözési vízmennyiség kevesebb volt.



20. ábra: 2022. év öntözési vízmennyiség és a Duna folyam vízjárási adatok összevezetése. (saját forrás)

Szerencsére ezen időszakban nem kellett számolni a teljes terület öntözésével, így bizonyos lemondásokkal élve (19 öntözőből 2 db öntözőt lehetett ellátni) az első és másodvetésű hibridkukorica, valamint másodvetésű csemegekukorica igényeit ki lehetett szolgálni. Ha mindez egy hónappal korábban következik be, a növényi kultúra vízhiánya miatt jelentős gazdasági haszonelmaradás jelentkezett volna. Látható az is, hogy a 07. hónap III. dekádjában is rendkívül alacsony vízállás jelentkezett (~100 cm), de ez nem okozott különösebb vízellátási zavart, kimondható tehát, hogy **100 cm-es igen alacsony vízállásig az öntözővíz ellátás megoldható a jelenlegi kiépítés**, üzemelési stratégia mellett, azonban ez alatti vízállások esetében zavarok lépnek fel.

3.3 A mellékág mederkotrás vizsgálata

Ebben a fejezetben az öntözővíz ellátás biztonságát célzó meder felmérés és az erre épülő mederalakítási, kotrási munkák szükségét, hasznát elemzem.

3.3.1 Meder felmérés

A dolgozatom eddigi fejezeteiben megállapítást nyert, hogy a Cigány-foki vízkiviteli pont nem a főmederbe, hanem egy holtágba került telepítésre, mely bizonyos dunai vízállások felett elrakódik hordalékkal és alacsony, nyári öntözési időszakokban vízhiányos állapotot idéz elő. Ennek a kockázatnak a csökkentése, az esetleges vízhiány elkerülése érdekében időnként

mederkotrás történik. **A mederkotrás szükségességét egy mederfelmérési tevékenység előzi meg**, mely rámutat a kritikus szelvények állapotára. Rend szerint **e tevékenységet az ADUVIZIG megbízás ellenében végzi el**, a szükséges engedélyek megszerzésén túl a tényleges kotrási művelet elvégzéssel és az utófelméréssel bezárólag.

2019. évben lehetőséget kaptam a Duna folyam Cigány-szigeti mellékágának (1.443+000-1.445+000 fkm) egy teljes meder felmérési folyamatban való részvételre, az eredmények közös feldolgozására, kiértékelésre a kotrásra javasolt keresztmetszet, térfogat javaslatának kidolgozására a dolgozatom vizsgálati módszerek fejezetében leírtak szerint.

3.3.2 Mederkotrás technikája

A mederfelmérés eredményeiből meghatározódik a referencia medermélység és a felméréssel meghatározott mért mélységadat közötti kotrásra javasolt térrész, kitermelendő mederanyag térfogat.

A mederkotrási munkákat egy úszóegységre szerelt forgókotró segítségével végezhető el, ahol az úszóegység gyűjti be a megkotort anyagot (lásd *10. mellékletet*). **A kotrási munkálatok alapfeltétele a holtág hajózhatósága, vagyis megfelelő vízállás.** Az elvégzett mederfelmérési és kotrási adatok listája a *11. mellékletben* láthatók. A kikotort anyagmennyiséget egy ürítési tevékenységet elvégezni képes úszóegység segítségével a Duna főmedrében, az 1.442,500 – 1.442,000 fkm szelvények között, a sodorvonalban lehet elhelyezni, amit a folyam áramlásánál fogva elszállít.

3.3.3 Mederkotrás gazdasági vonatkozásai

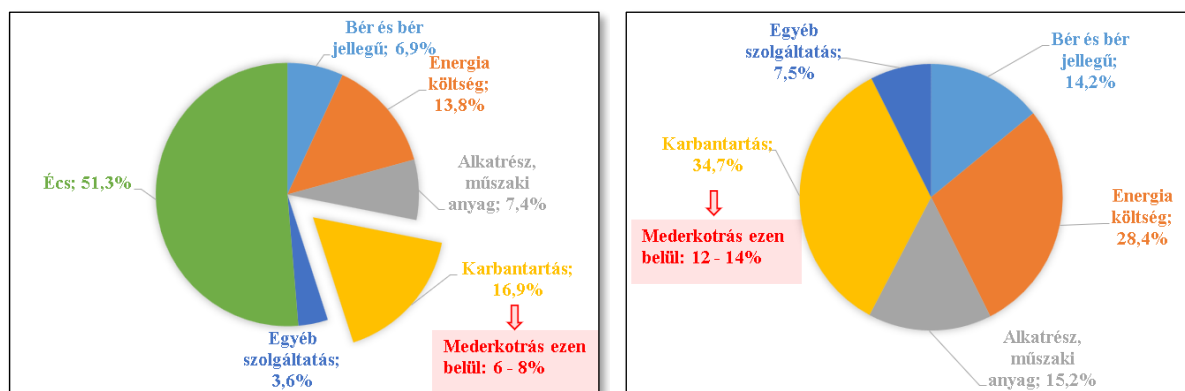
A következőkben néhány számadattal illusztrálom a mederkotráshoz tartozó költségek vonatkozásait, az öntözés önköltségén belüli részarány bemutatásával. A *6. táblázat* a főbb önköltségi adatokat foglalja össze (Bóly Zrt., 2023).

6. táblázat: Öntözés fajlagos költségeinek alakulása.

Évek	Öntözött vízmennyiség	Öntözési fajlagos összköltség	Mederkotrás
	[m ³]	[Ft/m ³]	[-]
2016	991.685	189,5	
2017	1.367.100	151,1	igen
2018	816.162	193,3	igen
2019	1.134.744	176,5	
2020	1.513.967	188,5	igen
2021	1.525.343	156,2	
2022	1.830.666	167,4	

(Bóly Zrt., 2023)

Az eddigi üzemelést figyelembe vevő átlagos öntözési fajlagos költség: 168 Ft/m³. A **mederkotrás költsége az összköltséghez viszonyítva 6-8%** (10-13 Ft/m³), ha a nagy arányú tőkeköltséget kivesszük és kimondottan a üzemeltetési, üzemviteli költségeket tekintjük akkor is csak 12 -14 %-os részarányt képvisel a teljes működési költségekből. Mindezt képiesen megjelenítve a 21. ábra mutatja be, ahol a bal oldali diagramon az értékcsökkenés költségelem nagy aránya látszik, míg a jobb oldali diagrammon ettől a költségelemtől megtisztított megosztás látható (Bóly Zrt., 2023).



21. ábra: Öntözés költségelemei, mederkotrás részaránya.

(saját forrás)

A fenti adatokat értelmezve megállapítható, hogy gazdaságossági alapon egy 16-25 millió Ft költségű **mederkotrási művelet az összműködési költségekhez képest nem túlzóan nagy arányú**, sőt véleményem szerint minden évben elvégzendő és költsége felvállalandó.

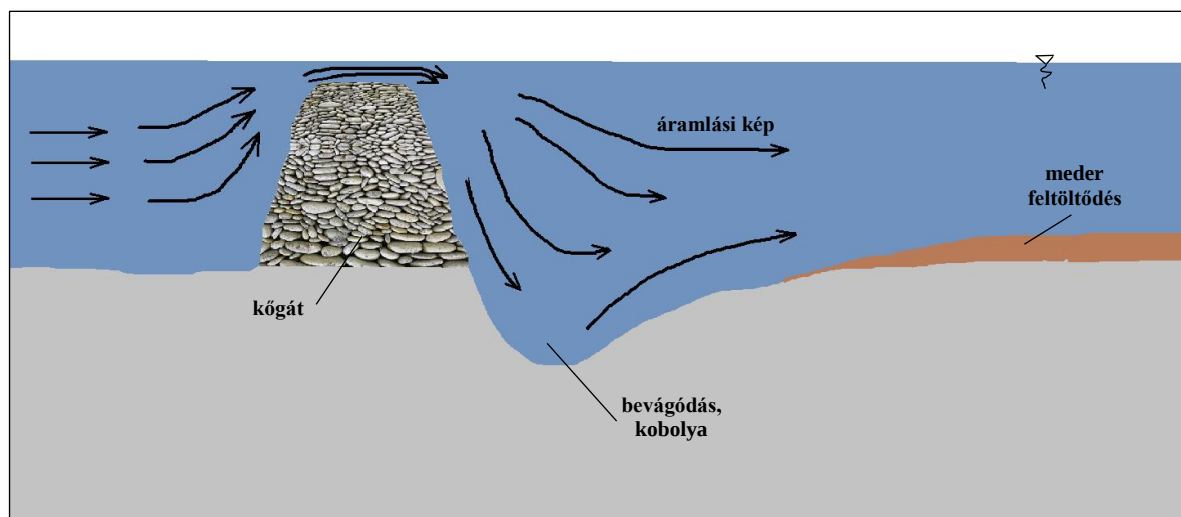
3.3.4 Mederkotrás jogszabályi környezete

A mederkotrás és az ehhez köthető ürítési vízi munkavégzés engedélyköteles tevékenység. Vízi jogi üzemeltetési engedélyben foglalt előírások alapján lehet a mederkotrás munkálatokat, valamint eseti jelleggel Közlekedési Főosztály Hajózási Engedélyezési Osztály engedélye melletti hajózási tevékenységet végezni, természetesen a Környezetvédelmi és Természetvédelmi Főosztály Természetvédelmi Osztályának engedélyének szigorú betartása és Duna-Dráva Nemzeti Park nyilatkozatának figyelembevétele mellett.

A mederkotrás jogi lehetőségeit tekintve meghatározott időszakban, jellemzően télen – kora tavasszal végezhető el. Ha ezen néhány hónapos időszakban a Duna vízállása olyan alacsony, hogy a mellékág nem hajózható, akkor a kotrasi munkálatok nem végezhetők el, a mellékág medre nem befolyásolható a vízbiztosítás érdekében.

3.3.5 A holtág mederállapota és a vízállás összefüggései

A mederelzáró kőgát koronaszintje 83,30 mBf, ami azt jelenti, hogy a helyre mértékadó vízmércén mért 430 cm-es vízállás mellett a mellékág felülről is vízzel ellátott. A kőgát felvízi részéről érkező vízáram befolyással bír a meder állapotára. A 22. *ábra* mutatja az egyszerűsített áramlási képet arra az esetre, ha a vízszint meghaladja a kőgát koronaszintjét és a mellékág felülről átöblített. A folyásiránynak megfelelően ekkor a kőgát után a víz áramlási energiája bevágódást okoz, ami megfelelő medermélységet hoz létre a szóban forgó öntözési vízkiviteli pontnak. Azonban az áramlási viszonyok a kőgáttól folyásirányban haladva megváltoznak, az áramlás turbulenciája és vízsebessége lecsökken, a szállított hordalék az alsóbb szakaszokon kirakódhat, megváltoztatva ezzel a meder morfológiáját (hasonló hidrológiai formációk a 6. *mellékletben* láthatók a Duna egyes alsóbb szakaszainál). Ezen hidrológiai sajátosságokat jól érzékeltetik a 12. *mellékletben* látható mederfelmérési vizuális megjelenítések, ahol a kék színkód a megfelelő mederszintet, a 79,195 mBf-hoz, a 0 állapothoz közeli szintet jelöli. Ahogy zölddebb ez a színjelölés, úgy tér el a megfelelőség, a hordalékképződés miatti szintnövekedés a jellemző. A sárga szín és árnyalatai nagy elrakódásra utalnak, igen alacsony vízállások esetén a főmederből a vissza áramlás nagy valószínűséggel korlátozott vagy gátolt.



22. ábra: Kőgát fölött átbukó víz áramlásképe.

(saját forrás)

A 6. táblázat rámutat, hogy a kőgát alvízi részén utoljára 2020. év elején volt mederkotrás, mely a kritikus (az elvárt szinthez képest magasabb) pontokon a visszaáramlás feltételeit biztosította. Ez azt jelenti, hogy a 2020. évben egy mederkotort állapotú öntözési szezon volt abszolválható, viszont a 2021. és 2022. évi öntözési idény vízkivétele már egy mederfeltöltődési folyamat mellett volt végezve.

Az előző fejezetben tárgyalt vízállás tartóssági görbék alapján elmondható, hogy **a tervezést megelőző időszakban 430 cm felett vízállás bekövetkezési valószínűsége 35-40 % volt, míg ugyanez 2022. évben 2 % (7 nap gyakoriság!)**. Ez praktikusán azt jelenti, hogy 2022. évben elenyésző mértékben és rövid ideig volt a gát fölött átbukó vízállás. A 2022. évben a kőgát alsó szakaszában a meder állapotot a felülről érkező vízáramlás nem befolyásolhatta.

Azonban az alvízi oldalról érkező vízállás változások (amik még kisebbek voltak a kőgát koronaszintjénél) „lücktetése” a Cigány sziget hordalékát képes bemosni és a mellékágba és a medrén lerakni, emelve ezzel a kedvezőtlen mederszintet.

3.3.6 Mederkotrás hatékonyságának elemzése

Az évenként elvégzett mederfelmérések igazolják, hogy ha kora tavaszi mederkotrás el is lett végezve, akkor is előállhat olyan elrakodott meder állapot, ami kritikus lehet egy nyár közepe öntözési időszakban.

Ez nagyban függ attól, hogy a nyári időszakig a mederkotrás követően hány alkalommal, milyen tartósan haladta meg a vízállás a koronaszint magasságát. Ugyanis a **koronaszintet meghaladó közepes vízállás a kobolyát karbantartja, az alvízi szakaszok egyes részein kirakódásokat indukál.**

De a magas és igen magas vízállások a nagy áramlási volumenek miatt viszont a meder állapotra is jótékony hatásúak, a kobolya állapotát fenntartja, a meder további alsó szakaszait kedvezően átöblíti, lerakódások nem számottevőek.

Elmondható tehát, hogy a felülről zárt holtág gátja fölött átbukó **víz hordalékképzése megkérdőjelezi a mederkotrás hasznosságát a közepes vízállások tartományában**, hiszen a magas vízállások elmaradásának komoly valószínűsége van és a közepes vízállások inkább az elrakódás irányába hatnak.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

4.1 Következtetések, megállapítások, eredmények

A Duna folyam tárgyi szakaszára jellemző, hogy a főmeder folyamatosan mélyül, ugyanazon vízhozam (például $3.000 \text{ m}^3/\text{s}$) mellett 14-15 év alatt a vízszint szignifikánsan csökkent (470 cm-ről 435 cm-re $\rightarrow$ átlagos gradiens $-2,3 \text{ cm/év}$), ezzel szemben azonban a mellékág mederszintje ilyen változást nem élt meg, a mellékág vízutánpótlása egyre alacsonyabb vízszint mellett történik.

Az extrém alacsony vízállások (7%; $<100 \text{ cm}$) megjelenési valószínűsége már kimutatható mértékű, a vízkiviteli pont létesítését megelőző tervezési adatokhoz képest (0%; $<100 \text{ cm}$). A vízállás gyakoriság eltolódott a kisvizek tartománya felé, a jól megszokott éves vízjárási periódusok tompulni vagy eltűnni látszanak. Ezen rendkívül alacsony vízállások vízellátási zavarokat okoznak. Fel kell tehát készülni a nyári kisvizek megjelenésére, hiszen a vízállás csökkenése prognosztizálható hazánk, illetve Európa éghajlati változásainak hatásaként.

A mellékági mederfelszín morfológiája, a hordalék képződés nagyban összefügg a vízállási adatokkal, hiszen:

- A 430 cm alatti vízállás tartományban a kőgát korlátozó hatása miatt nem történik meg a felülről történő átöblítés, a kobolya karbantartottsága, a meder alsó szakaszaiban a meder alakítás elmarad.
- Továbbá ezen tartományban az igen alacsony, alacsony vizek ingadozó vízállásainak köszönhetően a Cigány-zátony homokban, humuszban gazdag talaja bemosódik a mellékági meder irányába, lerakódásokat okozva.
- A közepes vízállások idején a kőgáton átbukó vízáram a kőgát utáni turbulencia a kobolyát karbantartja, de a meder további szakaszában a lassuló áramlás, kisebb vízhozam miatt a mellékág hordaléképülése indul meg.
- A nagy és igen nagy vizek nagyobb intenzitású áramlási energiájának köszönhetően mind a kőgát utáni bevágódás, mind a mellékági meder jól karbantartott. Azonban ezen vízállások elmaradás a mederállapot természetes karbantartásának elmaradását jelenti.

Amennyiben mellékági medernél természetes úton nem jön létre a megfelelő meder karbantartottság, úgy a mederfelszín méréseire alapozott gépi kotrási műveletek kerülnek végrehajtásra. Ezen mederkotrások pénzügyileg megfontolandó műveletek és a hasznossága is vitatható, hiszen egy megkotort meder az év során bekövetkező alacsony, közepes vízállások hatására hamar elrakodni képes. Mivel a mederkotrás az éves öntözési költséget 10%-át sem teszi ki, minden évben történő elvégzése tanácsos, esélyt adva a megfelelő medermélység biztosításának.

4.2 Javaslatok

Jelen fejezetben néhány javaslatot vázolok fel az öntözővíz vízellátási zavarok enyhítésére vonatkozóan, melyek vizsgálata külön értekezést érdemel.

4.2.1 Megoldási javaslatok

A kockázatok enyhítésére, az alábbi megoldási javaslatok fogalmazhatók meg a vízhiányos állapot elkerülésére.

4.2.1.1 *Kőgát megnyitása*

Kőgát megnyitásával, az északi csatorna egyszeri kotrásával egy átfolyó élő mellékágot lehet létrehozni, melynél az áramló víz feltételezhetően a medret mélyíti és folyamatos vízrendelkezés előáll. Azonban az akadálytalan átáramlással megszűnik a kőgát hatására létrejött kobolya, medermélyedés és a mederszint kiegyenlítődik, a vízkiviteli pont feltehetően eliszapolódik.

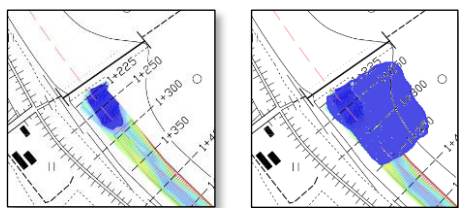
4.2.1.2 *Mederkotrás gyakoribb elvégzése*

Az éves gyakoriságú, az előzetes felmérés alapú, akár a szükségesnél nagyobb mértékű mederkotrás elvégzése hatékony lehet. Ezzel a mellékági meder folyamatosan karban van tartva, illetve nagy valószínűséggel kellő mélységű, hogy az igen alacsony vízállásoknál is van beáramlás a főmeder irányából.

4.2.1.3 Szivárgási adottságok kihasználása

- a) Számításba vehetjük a mederkotrás felhagyásának a megoldását is, és az öntözői igényeket az elérhető vízmennyiséghez illesztve, a főmederből átszivárgó vízmennyiséget tekinthető rendelkezésre állónak bizonyos lemondások mellett. Ez a „nem csinálunk semmit” modell rendkívül kockázatos, hiszen terméskiesést okozhat, de a legkisebb felhasznált költség melletti változat.

- b) Vízkiviteli pontnál található kobolya méretének bővítése akkora kubatúrára, hogy



23. ábra: Elképzelten mederbővítés.

átszivárgással elegendő utánpótlás legyen. A 23. ábra egy elképzelt bővítés látható (saját forrás). Nyilván ezen beavatkozáshoz egy komoly tervezés-engedélyeztetés szükséges. Ezzel egy puffertérfogat áll elő, nagyobb biztonságot adva a vízkivitelnél elérhető

wízmennyiség tekintetében és feltételezve azt, hogy a főmederből kellő mennyiség – a mindenkori öntözővíz igény csúcsnál nagyobb – képes átszivárogni. Nyilván a közepes vízállások idején, mikor a mellékági víz átbukik a kőgát koronaszintje felett, az áramlási viszonyok eltemethetik azt a nem természetes úton kialakított mélyedést, de a éves vagy gyakoribb karbantartásokkal a mérete könnyen fenntartható.

4.2.1.4 Napi víztározó bővítése

A 30.000 m³-es víztározó feladata az öntöző vízkivétel utáni tápvezeték vízellátási kapacitás és az öntözőrendszert ellátó szivattyútelep üzemének összehangolása, kiegyenlítése. A napi 45.920 m³ maximális vízigény figyelembe véve utánfolyás, vízkivétel hiányában 15,7 órára elegendő öntözővíz állna rendelkezésre, a tározó egy napon belül leürülne.

Javaslatként megfogalmazható, hogy a napi tároló nagyobb kapacitásúra bővítése, amivel áthidalhatók lennének a vízhiányos napok. Számításom szerint 1 heti tárolókapacitás képzése minimum 10-szeres bővítést igényelne. Azonban a beruházás magas tőkeigénye irreális megtérülési mutatókat eredményezne.

4.2.2 Jövőbeni elképzelések

4.2.2.1 Új beruházáshoz való integrálás

Az elfogadott öntözési törvény értelmezésével a Bonafarm Csoport felsővezetése és tulajdonosi köre elkötelezett szándékot mutat az öntözési hajlandóság fokozásában. A Bonafarm Mezőgazdasági ágazata a meglévő öntözött területek további bővítése mellett döntött öntözési közösségek létrehozásával, az öntözéses gazdálkodásának megerősítésére, szántóföldi növénytermesztés tevékenységénél. Ezt a célt szolgálva Baranya megye déli régiójában a közelmúltban megalapításra került három gazdasági társaság a 7. táblázatban látható tervezési öntözésüzemi adatokkal.

7. táblázat: Új öntözőrendszerek főbb jellemzői.

Gazdasági társaság *	Öntözendő terület [ha]	Éves vízigény [m ³ /év]	Főművi víztározókapacitás igény [m ³]
Ormány Öntözési Kft. (piros)	1.350	1.620.000	920.000
Bólyi-Sziebert Öntözési Kft. (zöld)	570	684.000	400.000
Kislippói Öntözési Kft. (kék)	1.215	1.458.000	830.000

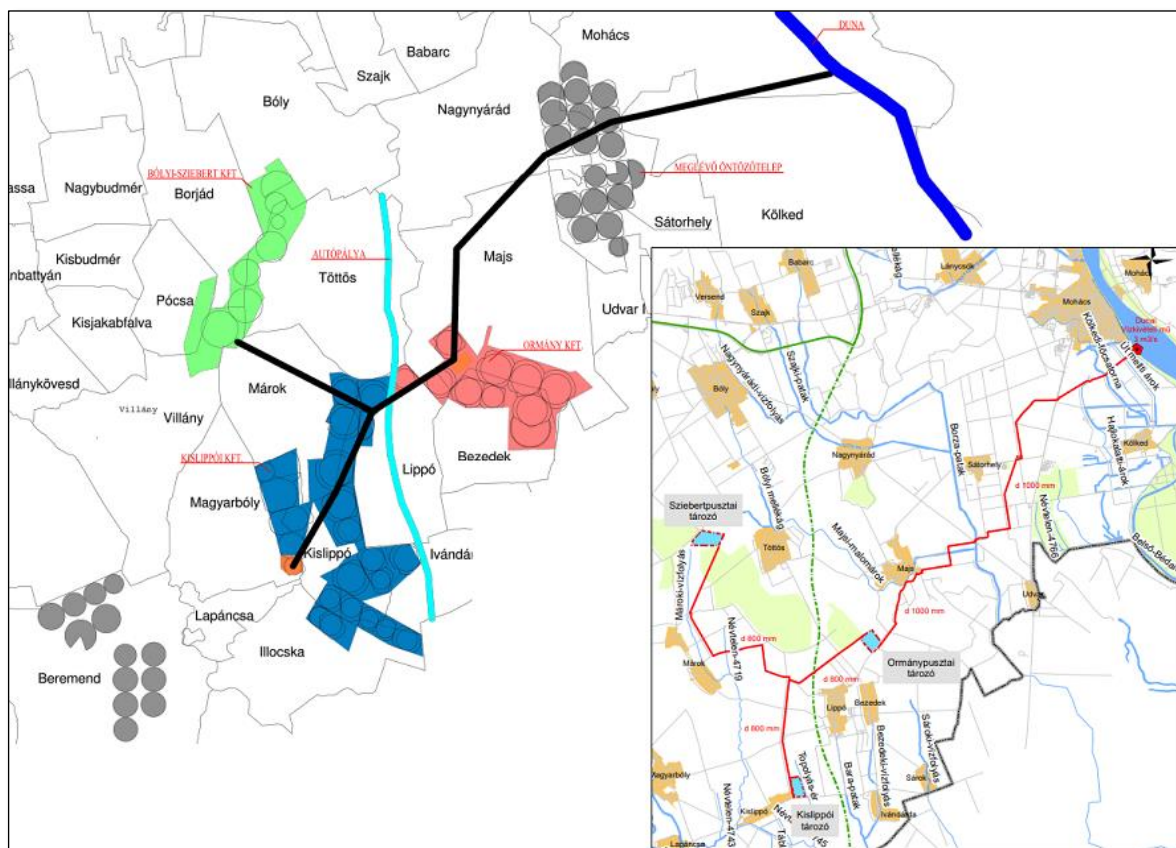
* Megjegyzés: A szürke színű jelzések a Bonafarm Mezőgazdasági ágazatához tartozó meglévő öntözőrendszereket mutatják (mintegy 1.000-1.000 ha). A piros, zöld és kék szín hivatkozások a 24. ábra színkódjaira utalnak.

(NAVASTART Kft., 2022)

A 24. ábra átnézeti helyszínrajzán látható az öntözési kerület és az öntözési körzetek (lásd színes elkülönítést). Az új öntözőrendszerek létrehozása, valamint a harmadlagos művek (vízkivétel az élő Duna főmedréből; vízvezeték főág; autópálya keresztezés; víztározók – 2 millió m³; stb.) kiépítése jelentős beruházási forrást igényelnek, melyek tekintetében az öntözési közösségek tervezik a vonatkozó pályázatok által meghatározott támogatás igénybevételét. A fent említett törekvések mentén a három megalakított gazdasági társaság közösséggé nyilvánítása megtörtént, a VP2-4.1.4-16 Mezőgazdasági vízgazdálkodási ágazat fejlesztésére kiírt pályázat elkészítése folyamatban van.

E nagy öntözővíz forgalmat igénylő beruházás vízkivitele minden bizonnyal nem egy kiszáradásra hajlamos holtág valamely pontján létesülne, hanem feltételezhetően a Duna folyam főmedrének sodorvonalában az aljzat közelében, hiszen a $\sim 3 \text{ m}^3/\text{s}$ ($\sim 10.800 \text{ m}^3/\text{h}$) térfogatáram igény biztonsággal csak így látható el. Ezt figyelembe véve célszerűnek látszik a

meglévő rendszert az új rendszerhez integrálni, a vízellátást az új rendszerre csatlakoztatni és a dolgozatomban vizsgált probléma egy csapásra megoldódna.



24. ábra: Új öntözőrendszerek átnézeti helyszínrajza.

(NAVASTART Kft., 2022)

4.2.2.2 Vízügyi Igazgatóság, mint üzemeltető és mezőgazdasági vízszolgáltató

Az előző gondolatombnál szereplő helyszínrajz is kellően érzékelteti, hogy jelentős beruházásról van szó – csak a harmadlagos művek forrásigénye legalább 30 milliárd Ft –, a három új öntözési közösség a VP2.-4.1.4-16 mezőgazdasági vízgazdálkodási ágazat fejlesztésre kiadott felhívás értelmében projektenként maximum 2 milliárd Ft vissza nem térítendő támogatásban részesülhet, ami nem elegendő támogatási hányad a teljes beruházási tőkefeher tekintetében. Ennek megfelelően fogalmazódott meg, hogy a főművek kiépítését állami terjedelemben az Agrárminisztérium, Belügyminisztérium és DDVIZIG részvételével szükséges megvalósítani. Ehhez tartozó beruházási forrás biztosítása még sok tisztázandó kérdést vett fel.

Mivel a magyarországi 12 db Vízügyi Igazgatóságok közül csak kettő, a Nyugat-dunántúli VIZIG és a DDVIZIG nem rendelkezik kimondottan mezőgazdasági öntözőrendszert ellátó vízszolgáltató művek üzemeltetési, öntözési tevékenységre vonatkozó tapasztalattal egy együttműködési lehetőség fogalmazódott meg a Bóly Zrt. (Bonafarm Csoport) meglévő öntözőrendszer vízkiviteli mű üzemeltetésének átadásában, a DDVIZIG megbízásával. Ezen vízszolgáltató mű üzemeltetését tekintve 2022. évtől kezdve a DDVIZIG üzemeltetésében biztosítja, mezőgazdasági öntözővíz szolgáltatás mellett. Ezzel **referenciaértékű üzemeltetési tapasztalatot** fog tudni felmutatnia a DDVIZIG és a főművek kiépítéséhez pályázatokon sikerrel tud részt venni.

A jelenlegi jogi környezetet lehetővé teszi DDVIZIG öntözővízellátó rendszerek, vízszolgáltató művek üzemeltetési tevékenység gyakorlását, ez érdekű vízgazdálkodási feladatok elvégzését, vízilétesítmények fenntartását, karbantartását, valamint mezőgazdasági vízszolgáltatói tevékenység végzését.

Ezzel a megoldással a Bóly Zrt. a **pénzügyi kockázatot, a jogi felelősséget áthárította** egy üzemeltető, mezőgazdasági vízszolgáltató részére, a DDVIZIG részére, de a véletlen visszatérésű hidrológiai esemény kockázatát nem. **Azonban ezzel a megbízással a hidrológiai szakértelem magasabb szintre, a vízkivétel üzemeltetése vízállás predikcióban jártasabb, a hidrológiai eseményekre hamarabb reagálni képesebb szervezethez került.**

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Az elmúlt hatezer évben a víz határozta meg az emberi civilizációt, jövőben az emberi civilizáció határozza meg vizeink jövőjét. Közismert hazánk éghajlatának szélsőséges jellege. A mezőgazdaság a klímaváltozás hatásainak egyik leginkább kitett, legérzékenyebb ágazat. A kedvezőtlen hatások közül a vízhiány technikailag könnyen orvosolható öntözőrendszerek alkalmazásával. Azonban van olyan nem várt szélsőséges állapot, hogy az öntözővíz forrásaink korlátossá vagy éppen elérhetetlenné válhatnak.

A szakdolgozatomban egy konkrét öntözőrendszer vízkivételi kockázatait, a vízbiztosításra ható hidrológiai tényezőket vizsgáltam, különös tekintettel a 2022. évi vízhiányos, aszályos állapotok elemzésére.

Kiemelt hangsúlyt kaptak a Duna folyam Mohács városhoz közeli alsó szakaszának vízjárás adatainak vizsgálatai, vízállás tartóssági valószínűségi becslései, valamint elemzéseket végeztem a vízkivételi ponthoz kapcsolódó mellékági meder állapotaira vonatkozóan.

A Duna folyam vízállásait elemezve megállapítható, hogy a kisebb vízállási megjelenéseknek egyre nagyobb a valószínűsége. Az extrém alacsony vízállások a vízkivételi lehetőségeket negatívan befolyásolják, a kisvizek levonulásának egyre alacsonyabb vízszintjei vízbiztosítás szempontjából kockázatot hordoznak.

Az öntözőrendszer vízkivételi pontját figyelembe véve a Duna folyam főmedrének mélyülése, a mellékág medrének eliszapolódási folyamata, esetleges elmaradó karbantartása együttesen okozhatnak vízhiányos állapotot az öntözőrendszer vízbiztosítása tekintetében.

Meggyőződésem, hogy a gyakoribb mederkotrési műveletek a medermélység szintjét olyan állapotra lennének képesek tartani, amely megfelelő vízellátást biztosítani képes még a 2022. évi alacsony nyári vízállásnak megfelelő viszonyok mellett is.

Külön vizsgálatot érdemel a mellékág mederállapot és a hidrológiai viszonyok determinisztikus összefüggéseinek elemzése, a mellékág meder elrakódásának és a vízjárási állapotok közötti kapcsolat kutatása, valamint a főmeder a mellékág irányú szivárgási körülményeinek meghatározása.

A térség öntözésének megerősítését célzó jövőbeni öntözőrendszeri beruházások megvalósításának vizsgálata külön dolgozat témát érdemelhet az összetettségük, a volumenük alapján, különösképpen a vízkivétel helyének legoptimálisabb meghatározása vonatkozásában.

IRODALOMJEGYZÉK

- ADUVIZIG. (2016). Mederfelmérés. *Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság - Cigánysziget mederfelmérési terve*.
ADUVIZIG. (2016). Vízyűjtő-gazdálkodási Terv. *Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság - Vízyűjtő-gazdálkodási Terv, 1-16 Felső-Bácska tervezési alegység* (old.: 9-10). OVF. Forrás: <https://www.vizugy.hu/index.php?module=vizstrat&programelemid=149>
- ADUVIZIG, Papp Sándor. (2023). *Szöbeli közlés*.
- berek.hu. (2023. 04 19). Nagy a baj? Elfogy a víz Magyarországon. *A természet hírei*. (berek, Szerk.) Forrás: <https://berek.hu/2023/04/19/nagy-a-baj-elfogy-a-viz-magyarorszagon/>
- Bóly Zrt. (2023). *Szöbeli közlés*.
- depositphotos.com. (2023). *Magyarország térképe*. Forrás: <https://hu.depositphotos.com/vector-images/magyarorsz%C3%A1g-t%C3%A9r%C3%A9k%C3%A9p.html>
- Dunkel, Z., Bozó, L., & Geresdi, I. (2018). Az éghajlatváltozás hatására fellépő környezeti változások és természeti veszélyek. *Földrajzi Közlemények*, 261–271. doi:<https://doi.org/10.32643/fk.142.4.1>
- Európai Parlament. (2023). *A klímaváltozás hatása Európában*. Forrás: <https://www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/society/20180905STO11945/a-klimavaltozas-hatasa-europaban-infografika>
- Gilbert, H. (2023). *A vízválság megoldása kulcsfontosságú az éghajlatváltozás elleni fellépés és a fenntartható fejlődés szempontjából*. Forrás: <https://unis.unvienna.org/unis/hu/topics/opeds/2022/solving-the-water-crisis.html>
- Google Térkép. (2023). *Egyes térképi megjelenítések*. Forrás: <https://www.google.hu/maps>
- gwpszotar.hu. (dátum nélk.). *Hidrológiai szótár*. Forrás: <https://www.gwpszotar.hu>
- Huba, A., & Lipovszki, G. (2014). *Méréselmélet*. TAMOP-4.1.2.A/1-11/1-2011-0042 azonosító számú Mechatronikai mérnök MSc tananyagfejlesztés. Forrás: <https://mogi.bme.hu/TAMOP/mereselmélet/math-ch04.html>
- Jinping, Z., & Honglin, X. (2021). Study on the cointegration relationship between water supply and demand in the irrigation district with structural breaks. *Agricultural Water Management*, 258. doi:<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107196>
- Kalocsa, B., & Zsufa, I. (1997). A Duna magyar szakaszának vízállásváltozásai. 187. Forrás: <https://www.researchgate.net/publication/331099836>
- Központi Hidrológiai Adattár. (dátum nélk.). *Duna vízállásadatai Mohácsnál*. Forrás: <https://www.hydroinfo.hu/vituki/archivum/index.html>
- Ligetvári, F. (2008). *Öntözés*. Gödöllő: Szent István Egyetem. Forrás: <http://www.ontozesmuzeum.hu/download/ontozeslig.pdf>
- Lóczy, D. (2001). Geomorfológiai, tájökölógiai és természetvédelmi megfigyelések a Duna-ártér Mohács alatti szakaszán. (old.: 4-5). Szeged: Földrajzi Konferencia. Forrás: <https://docplayer.hu/15112449-Geomorfologiai-tajokologiai-es-termeszetvedelmi-megfigyelesek-a-duna-arter-mohacs-alatti-bedai-szakasz-an-loczy-denes-1.html>
- met.hu. (2023). *OMSZ Éves és évszakos középhőmérsékletek változása*. Forrás: https://met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_hazai_valtozasok/homerseklet_es_csapadektrendek/kozephomerseklet/
- Mo, L., Hao, S., & Dong, L. (2020). Multi-scale modeling for irrigation water and cropland resources allocation considering uncertainties in water supply and demand. *Agricultural Water Management*, 313. doi:<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106687>
- NAVASTART Kft. (2022). Projektterv. NAVASTART Kft. Felelős tervező: Nagy Imre.
- Nemzeti Agrárgazdasági Kamara. (2020). Az öntözésre alkalmas hazai vízkészletek. Forrás: <https://www.nak.hu/kiadvanyok/kiadvanyok/3355-az-ontozesre-alkalmas-hazai-vizkeszletek>
- OVF. (2021). Országos Vízügyi Főigazgatóság – Magyarország Vízyűjtő-gazdálkodási Terve. II. *Vitaanyag (VGT3) - 2021. május 17*. Budapest. Forrás: <https://vizeink.hu/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-2019-2021/vgt3-vitaanyag/>
- OVF. (2023). Tisztított szennyvíz (TISZ) újrahasznosítás. Forrás: https://www.ovf.hu/hu/tisztitott_szennyviz_ujrahasznositas
- OVF. (2023). *Vízügyi Geoinformatikai Portál*. Forrás: Atlaszgyűjtemény, vízrajzi atlasz: <https://geoportal.vizugy.hu/portal/apps/webappviewer/index.html?id=5f07d2ce942b4ca6959d9a7671a58d54>
- portfolio.hu. (2022. 08 06). Öt nyomós oka van a Magyarországot sújtó szárazságnak. [portfolio.hu/gazdasag](https://www.portfolio.hu/gazdasag/20220806/ot-nyomos-oka-van-a-magyarorszagot-sujto-szarazsagnak-559931). Forrás: <https://www.portfolio.hu/gazdasag/20220806/ot-nyomos-oka-van-a-magyarorszagot-sujto-szarazsagnak-559931>

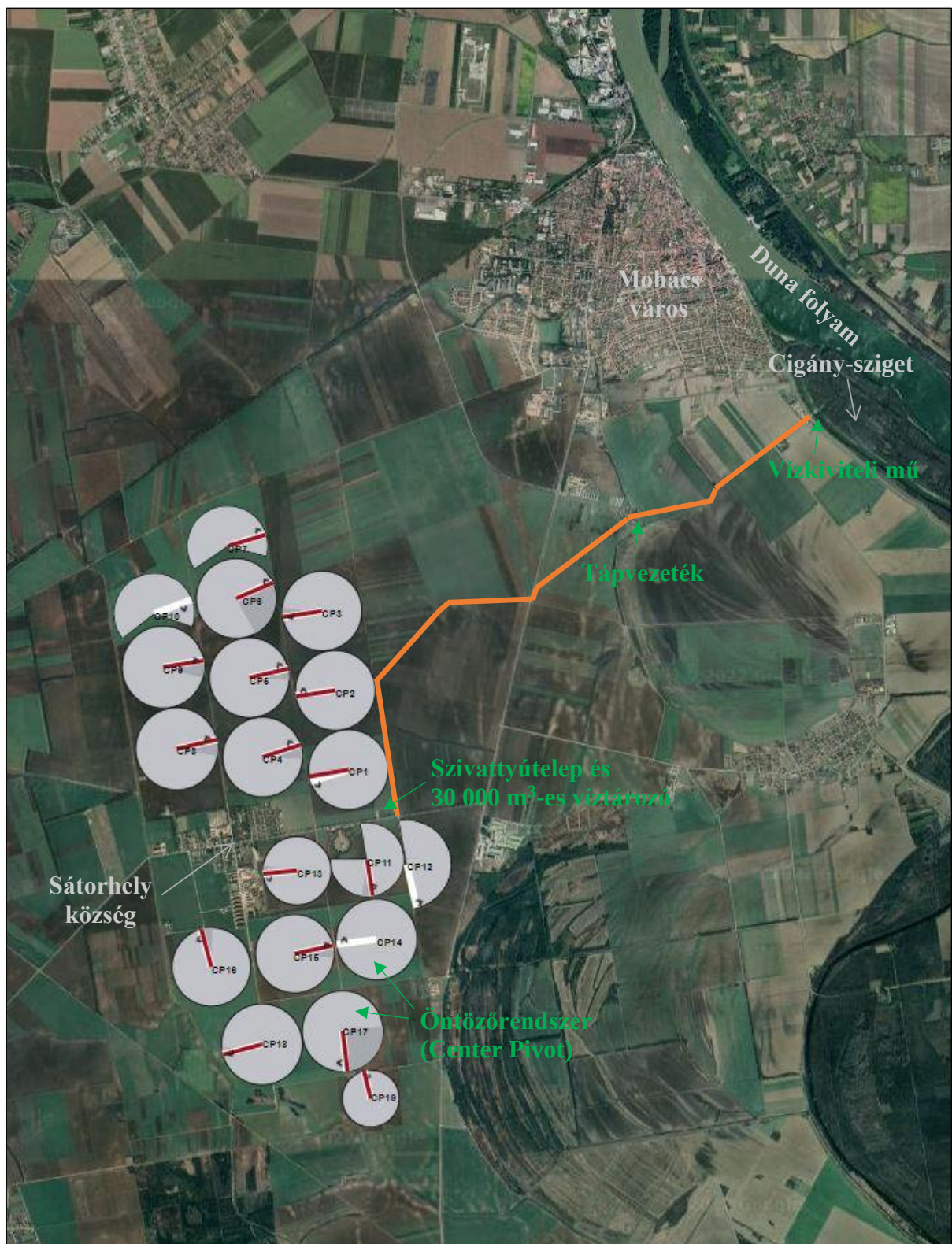
- Szlávik, L., Sziebert, J., & Zellei, L. (2002). *Hidrológia-hidraulika*. FVM megbízású egyetemi jegyzet. Forrás: <http://www.ontozesmuzeum.hu/download/hidrologia.pdf>
- TISZTATERV KFT. (2009). Cigányzátony mellékág mederkotrási terv. Szolnok: TISZTATERV Kft., Felelős tervező: Nagy Imre.
- TISZTATERV Kft. (2014). Vízellátó rendszer Üzemeltetési Szabályzat. Szolnok: TISZTATERV Kft., Felelős tervező: Nagy Imre.
- VITAQUA Kft. (2009). Talajmechanikai és geológiai szakvélemény. Baja: VITAQUA Kft. Cigány-zátonyi mellékág talajmechanikai és geológiai szakvélemény; Felelős tervező: Eichhardt Géza.
- xfoerst.hu. (2021). Hogyan zajlik a tengervíz sótalanítása? Miért fontos? Milyen előnyei és hátrányai vannak? (R. Péter, Szerk.) Forrás: <https://xforest.hu/tengerviz-sotalanitasa/>

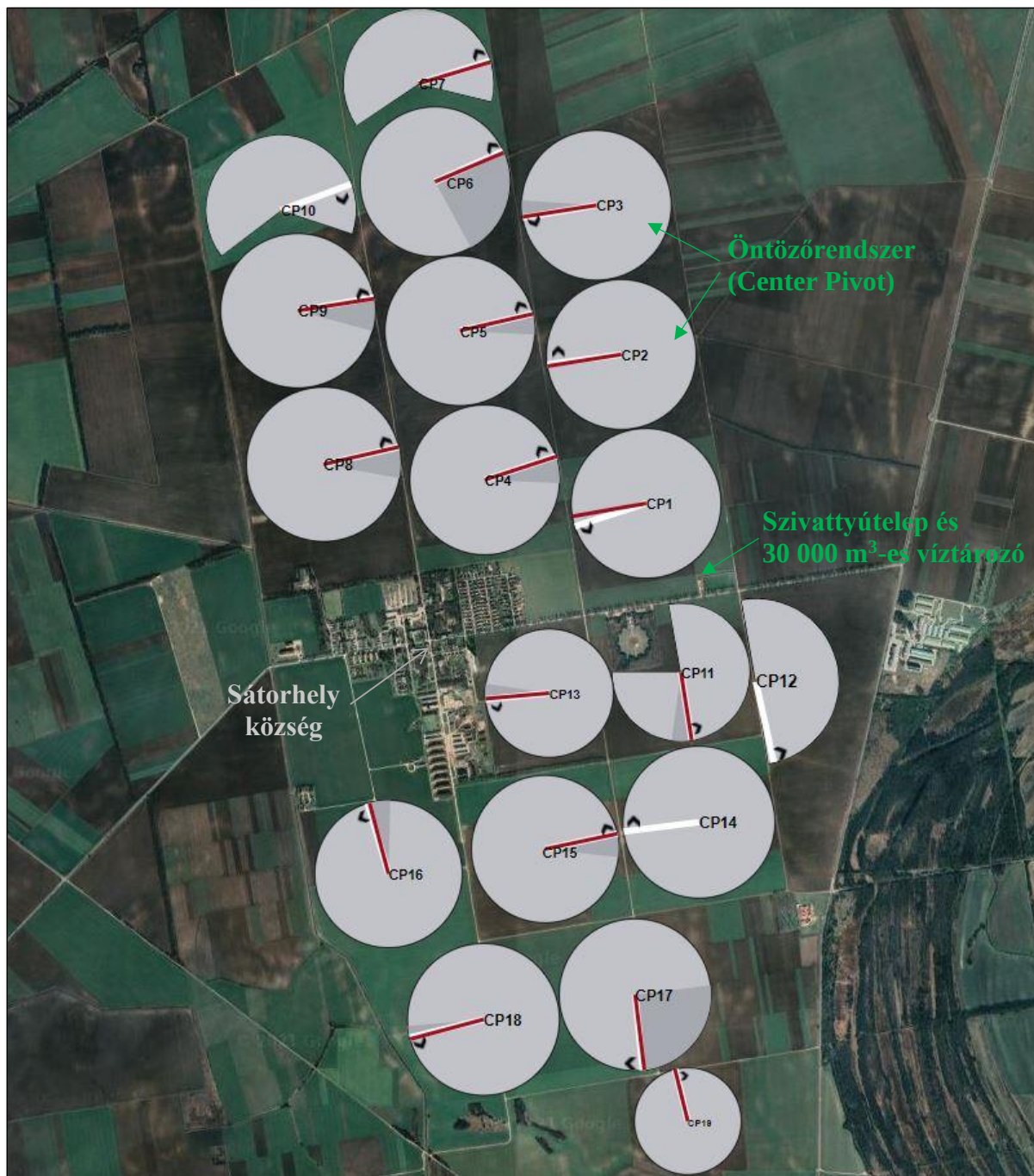
MELLÉKLETEK

1. melléklet: *Öntözőtelep területi elhelyezkedése.*
2. melléklet: *Cigány-sziget és Duna folyam mellékág térképi elhelyezkedése.*
3. melléklet: *Vízrajzi térkép - Vízügyi Igazgatóságok területi illetősége.*
4. melléklet: *Natura 2000 besorolású területek a vízkivételi pont környezetében.*
5. melléklet: *Vízilétesítmények létesítésre és üzemeltetésére, valamint öntözéses vízhasználatra vonatkozó vízjogi engedélyek listája.*
6. melléklet: *Kobolya, kimélyedés képződés (Bajai folyószakasz).*
7. melléklet: *Vízkivételi pont technológiai kialakítása - Tervrajz.*
8. melléklet: *Vízkivételi pont helyszínin fotói.*
9. melléklet: *Talajrétegződés.*
10. melléklet: *Mederkotrási munkálatok.*
11. melléklet: *Mederkotrási és felmérési időpontok.*
12. melléklet: *Mederfelmérési eredmények.*
Tervezői hozzájárulások.

Nyilatkozatok.

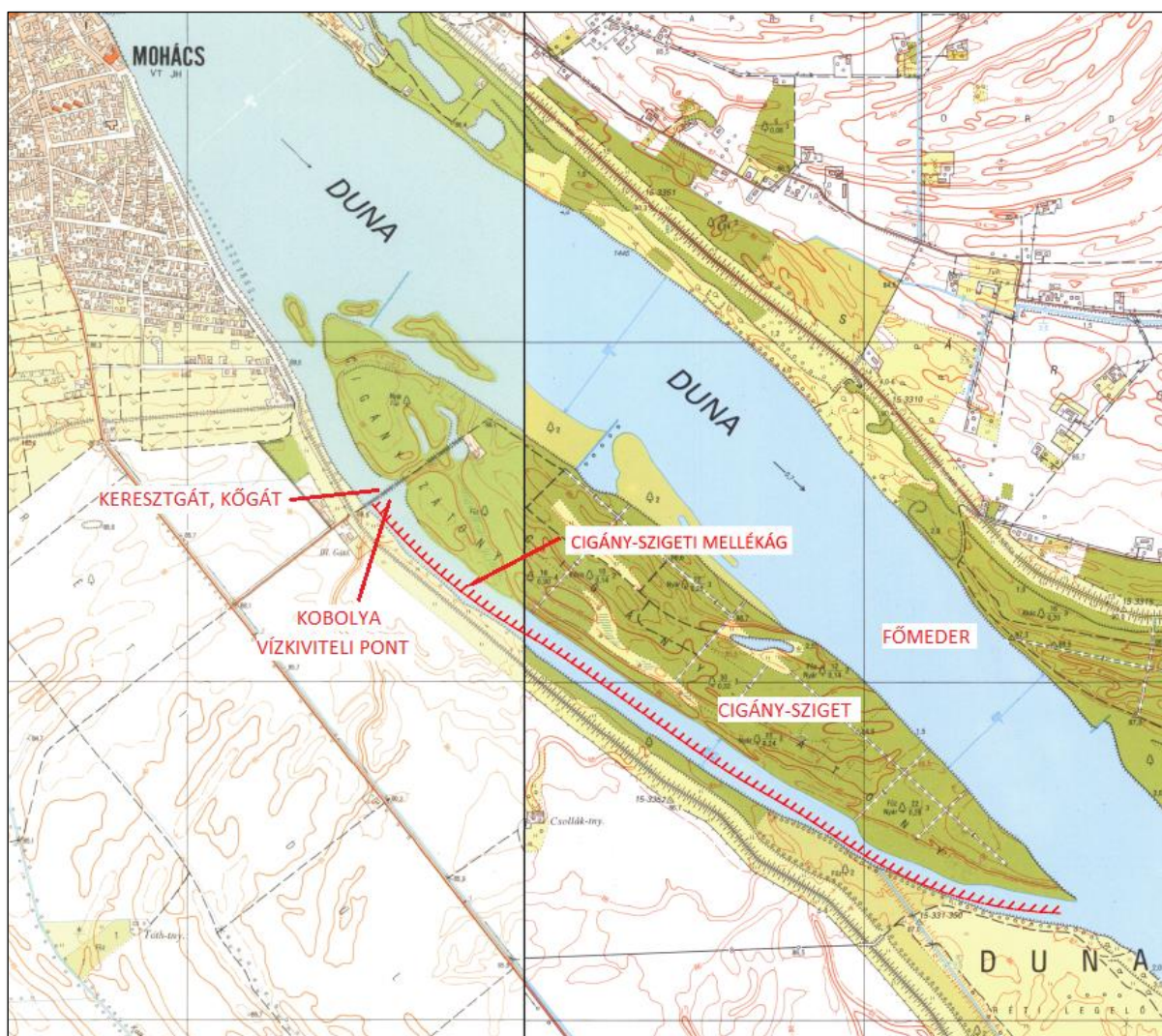
1. melléklet: Öntözőtelep területi elhelyezkedése (Sátorhely község külterülete)





Forrás: Bóly Zrt. képernyőkép (2022).

2. melléklet: Cigány-sziget és Duna folyam mellékág térképi elhelyezkedése



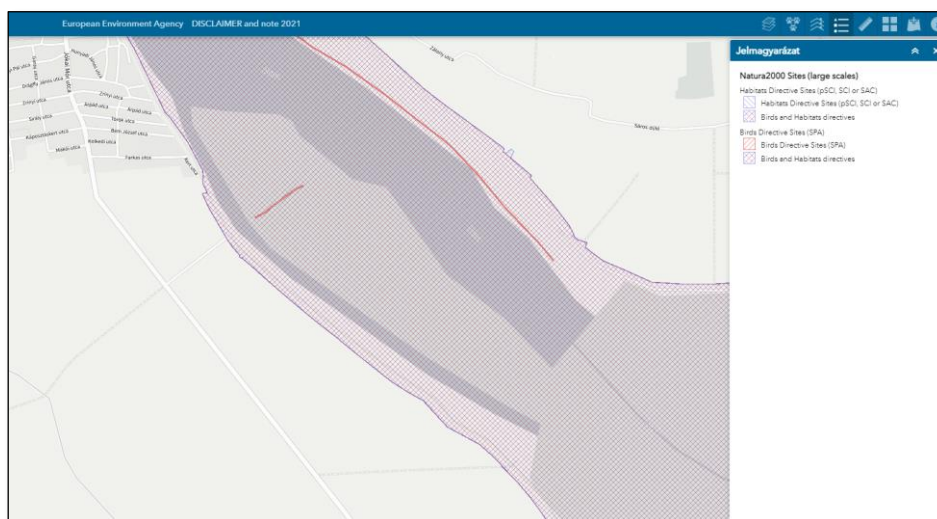
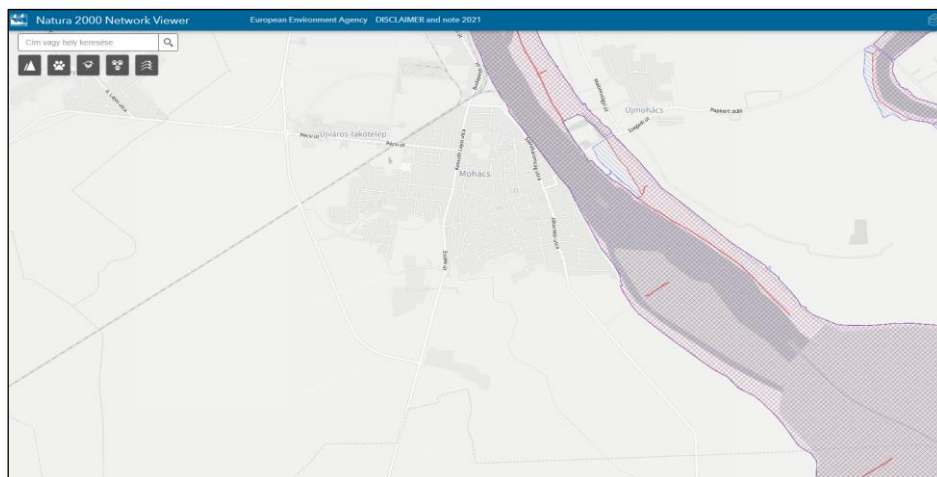
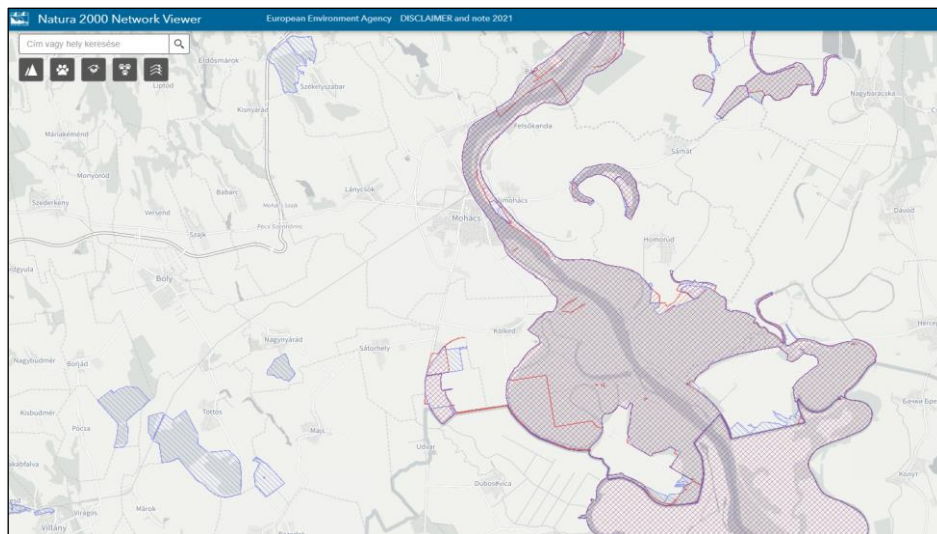
Forrás: Alsó-Duna-Völgyi Vízügyi Igazgatóság (2016).

3. melléklet: Vízrajzi térkép - Vízügyi Igazgatóságok területi illetősége



Forrás: OVF, Vízügyi Geoinformatikai Portál (2023).

4. melléklet: Natura 2000 besorolású területek a vízkivételi pont környezetében



Forrás: <https://natura2000.eea.europa.eu/>

5. melléklet: Vizilétesítmények létesítésre és üzemeltetésére, valamint öntözéses vízhasználatra vonatkozó vízjogi engedélyek listája

Létesítési engedély	Szám
Vízjogi létesítési engedély száma:	2233-2/2012-10548
Vizikönyv szám:	B. I/290

Üzemeltetési engedély és módosításai	Szám	Megjegyzés
Vízjogi üzemeltetési engedély száma:	491-2/2014/VH.	Alapengedély
Engedély módosítás:	35200/2084-13/2016	Víz kivétel- és öntözési időszak változtatás, bővítés (04.15.-08.31.-ről 04.15.-10.31.-ra)
Engedély módosítás:	35200/2084-14/2016	Víz készletjárulékmal kapcsolatos rendelkezések jogszabályi megfeleltetése
Engedély módosítás:	35200/185-6/2018	Víz kivétel- és öntözési időszak változtatás, további bővítés (04.15.-10.31.-ről 02.15.-10.31.-re)
Engedély módosítás:	35200/185-7/2018	Sertéstelepen keletkező, fázisbontott hígtrágya és öntözővíz megfelelő arányú elegyének termőföldre juttatás igénye (1.612.000 m ³ /év + 182.000 m ³ /év)
Engedély módosítás:	35200/2578-9/2021	Lekötött éves vízmennyiség növelése (1.810.000 m ³ /év-re)

Forrás: Bóly Zrt. adatközlés (2022).

6. melléklet: Kobolya, kimélyedés képződés (Bajai folyószakasz)



Forrás: Google Térkép (2023).

[illegible]

Forrás: TISZATERV Kft. (2009).

8. melléklet: Vízkivíteli pont helyszínin fotói

2022.05.02 – Vízállás: 265 cm



2022.07.18. – Vízállás: 147 cm

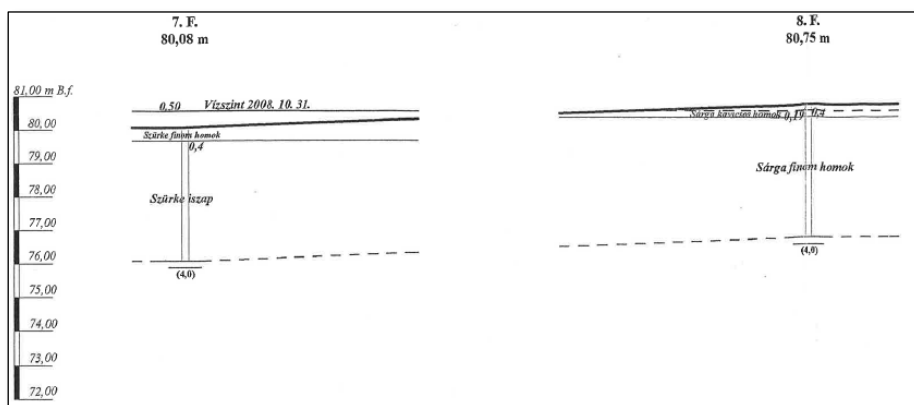
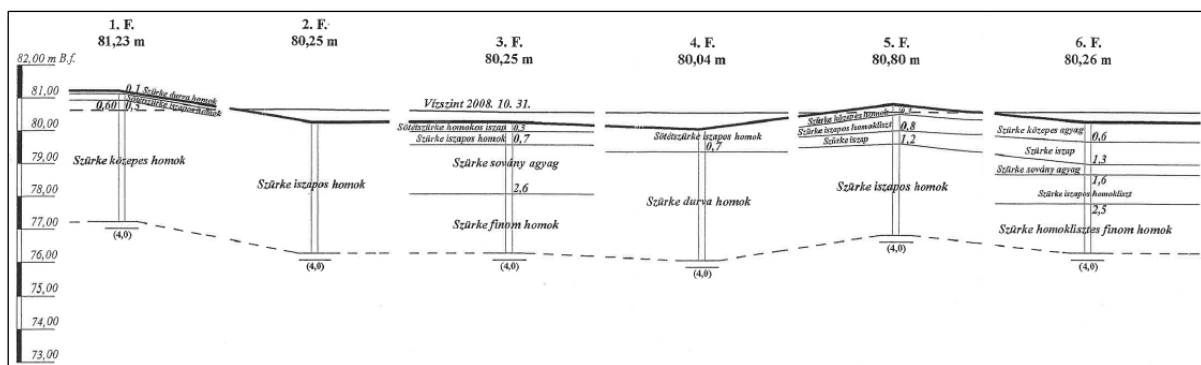


2022.08.17. – Vízállás: 54 cm



Forrás: saját fotók, Cigány sziget (2022).

9. melléklet: Talajmechanikai szakvélemény – Rétegszelvények, talajrétegződések



Forrás: VITAQUA Kft. (2009).

10. melléklet: Mederkotrési munkálatok



Forrás: saját fotók, Cigány sziget (2019).

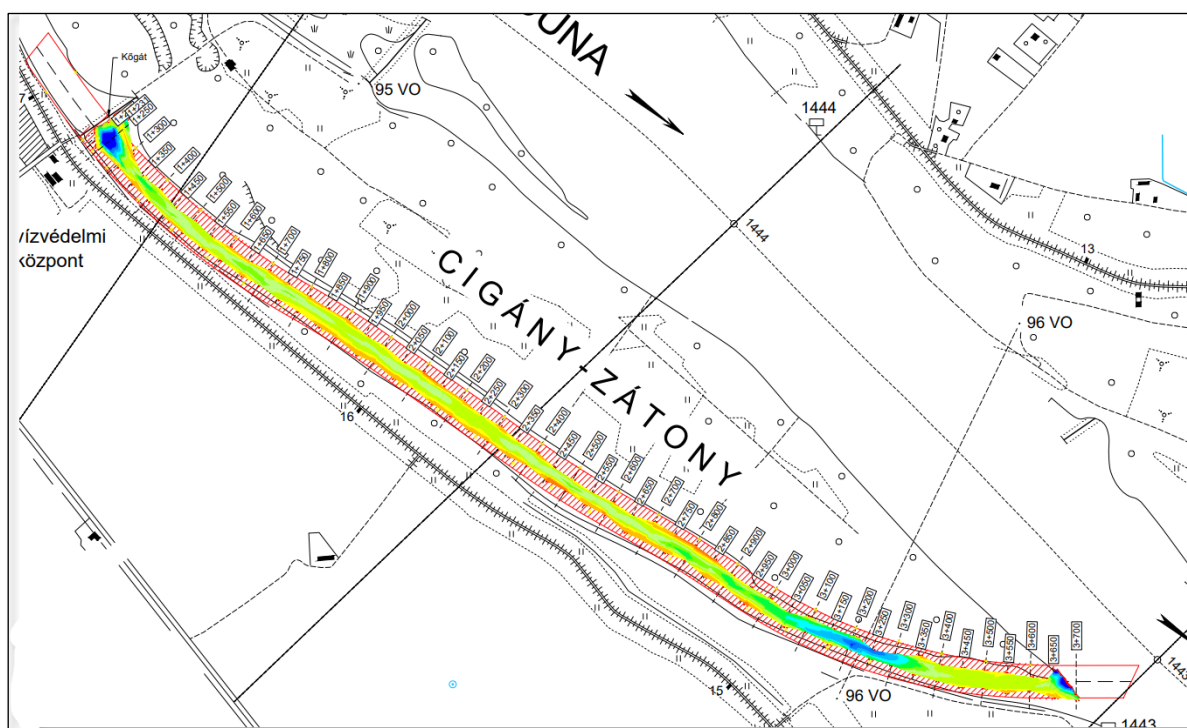
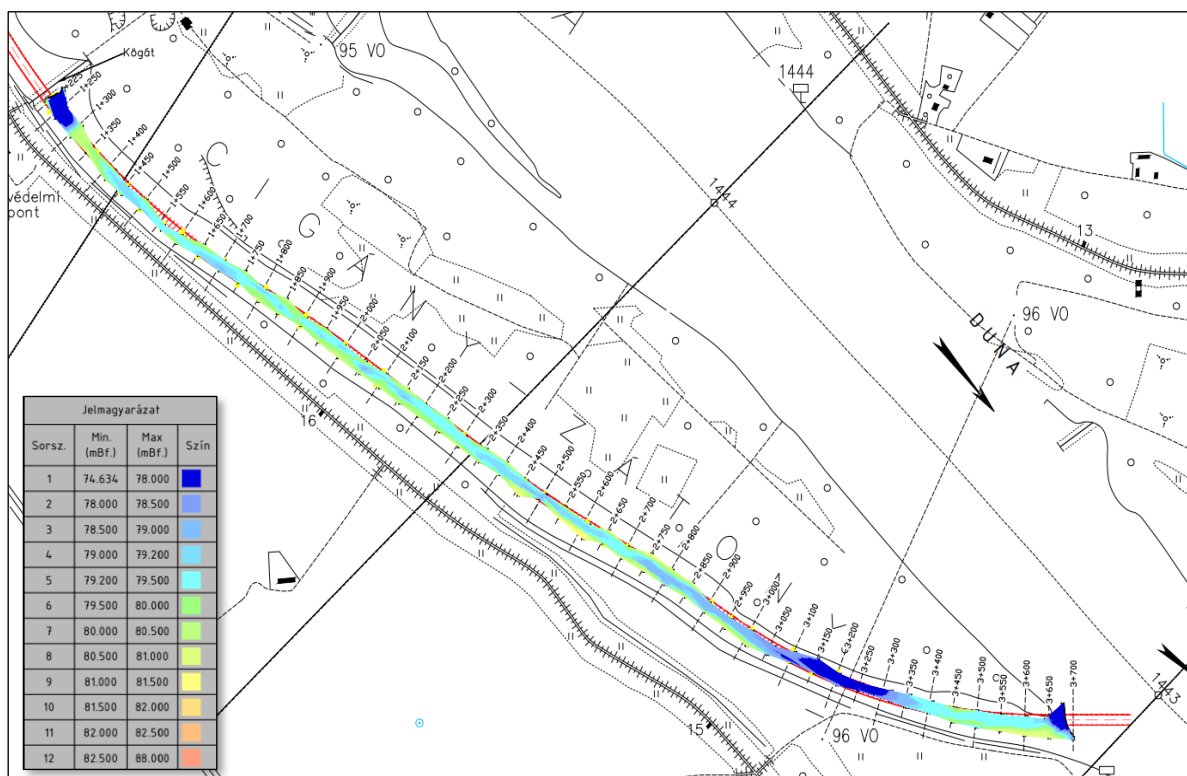
11. melléklet: Meder kotrási és mederfelmérési időpontok táblázata

Meder kotrási időpontok
2017. március
2018. március
2020. január

Mederfelmérési időpontok	Azonosítószám	Megjegyzés
2016.09.26.	4500448572; G19/2016	
2017.03.27.	4500450568; G3/2017	mederkotrás követő utóellenőrzés
2017.11.10.	4500544803; G23/2017	
2018.03.23.	4500553916; G9/2018	mederkotrás követő utóellenőrzés
2018.11.05.	4500672918; G19/2018	
2019.09.16.	4500795342; G24/2019	
2020.02.27.	4500840181; G04/2020	mederkotrás követő utóellenőrzés
2020.10.01.	4500933534; G32/2020	
2021.09.21.	4501076279; G20/2021	
2022.10.05.	G20/2022	

Forrás: Alsó-Duna-Völgyi Vízügyi Igazgatóság (2022).

12. melléklet: Mederfelmérés eredményei



Forrás: Alsó-Duna-Völgyi Vízügyi Igazgatóság (2016-2022).

Tervezői, hatósági hozzájárulások

TISZATERV Kft. és NAVASTART Kft.

TERVEZŐI HOZZÁJÁRULÁS

Alulírott, felelős tervezőként és szellemi termékek birtokosaként hozzájárulok ahhoz, hogy az alábbiakban részletezett terveket:

Projekt neve	Tervdokumentáció neve	Munkaszám / tervszám
Bóly Zrt. - Mohács, Kölked, Nagynyárad, Sátorhely térségi közösségi öntözésfejlesztés terve – TISZATERV Kft.	Üzemeltetési Szabályzat	1-013-14.
	Vízjogi létesítési engedélyezési tervdokumentáció	1-002-09., 1-003-09.
	Cigány-zátonyi mellékág mederkotrási terve – Engedélyezési terv	9/2009.
Bólyi - Sziebert Öntözési Kft., Öntözésfejlesztés terve – NAVASTART Kft.	Projektterv	T-028-21.

Skutnik Tibor öntözési szakmérnök hallgató szakdolgozatának elkészítéséhez felhasználja.

Fenti nyilatkozatot a szerzői jogról szóló 2016. évi XCIII. törvény figyelembevételével adtam ki.

Kelt: Szolnok, 2023. év január hó 09. nap

Hozzájáruló tervező neve:

Nagy Imre

Hozzájáruló tervező címe:

5000 Szolnok, Szivárvány út 40.

Hozzájáruló tervező száma:

16-0319 VZ-TEL, VZ-TER, VZ-VKG

Hozzájáruló tervező aláírása:



VITAQUA Kft.

TERVEZŐI HOZZÁJÁRULÁS

Alulírott, felelős tervezőként és szellemi termék birtokosaként hozzájárulok ahhoz, hogy az alábbiakban részletezett tervet:

Projekt neve	Tervdokumentáció neve	Munkaszám / tervszám
Cigány-zátonyi mellékág, Mohács mederkotrás, vízkiviteli műtárgy – VITAQUA Közműtervező és Kivitelező Kft.	Talajmechanikai és geológiai szakvélemény, mintavételi dokumentáció	2009/06.

Skutnik Tibor öntözési szakmérnök hallgató szakdolgozatának elkészítéséhez felhasználja.

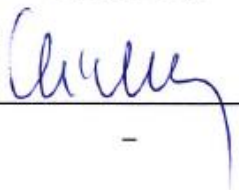
Fenti nyilatkozatot a szerzői jogról szóló 2016. évi XCIII. törvény figyelembevételével adtam ki.

Kelt: Baja, 2023. év 01. hó 06. nap

Hozzájáruló tervező neve:
Hozzájáruló tervező címe:
Hozzájáruló tervező száma:

Eichardt Géza
6500 Baja, Hunyadi J. u. 4.
GT-T/03-0040

Hozzájáruló tervező aláírása:





ADATIGÉNYLÉS TELJESÍTÉSE

Cím: 7761 Kozármisleny, József A. u. 7.

Tisztelt Adatigénylő!

Hivatkozással a 2022. 03. 22. napján érkezett megkeresésére, amelyben **közérdekű adat megismerésére irányuló igényt terjesztett elő**, az információs önrendelkezési jogról és az információszabadságról szóló **2011. évi CXII. törvény 29. § (1) bekezdése alapján az adatigénylésében foglaltaknak az alábbiak szerint teszek eleget:**

Az adatigénylés tartalma:

Duna Mohács állomás 2009. évi és 2022. évi vízhozamgörbéi.

Adatigénylés teljesítésének formája: elektronikus

Az adatigénylésért fizetendő költségtérítés mértéke: - Ft (ÁFA-mentes) /vagy ingyenes
Kiegyenlítendő az adatszolgáltatási kérelem visszaigazolásában felsorolt feltételek elfogadását követő 15 napon belül vagy a számla Adatigénylőhöz érkezését követő 15 napon belül.

A költségtérítés megállapítása a 2011. évi CXII. törvény és a 301/2016. (IX. 30.) Korm. rendelet rendelkezéseinek figyelembe vételével történt.

Kelt: Baja, 2023. év március hó 23. nap

osztályvezető

Vízrajzi Osztály

NYILATKOZAT ÁTVÉTELÉRŐL ÉS TELJESÍTÉSÉRŐL

Alulírott, SKUTNIK TIBOR mint Adatigénylő, illetve az Adatigénylő képviselője nyilatkozom, hogy az Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóságtól (6500 Baja, Széchenyi u. 2/c) a mai napon a 002717-040/2023. számú adatigénylésünkben foglalt Duna Mohács állomás 2009. évi és 2022. évi vízhozamgörbéi tartalmú adatokat átvettem. Átvétel előtt az adatigénylés teljesítésére vonatkozó levél tartalmát megismertem, és igazolom, hogy az Adatkezelő által visszaigazolt adatigénylés teljesítésre került / nem került teljesítésre.
Kelt: Kozármisleny, 2023 év 03 hó 23 nap

Adatigénylő vagy képviselőjének aláírása

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Skutnik Tibor Márk
A Hallgató Neptun kódja: XBYXI9
A dolgozat címe: Öntözőrendszer vízellátás kockázatai a Bóly Zrt. mohácsi öntöző rendszerénél
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: Környezettudományi Intézet, Szent István Campus, Öntözési szakmérnök szakirányú továbbképzési szak

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottnak tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2023 év 04. hó 24. nap



Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Alulírott Skutnik Tibor Márk, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Öntözési szakmérnöki szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Szakdolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év 04. hó 24. nap



Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Szakdolgozatot záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év 04. hó 24. nap



Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!