

Öntözővíz-tározási lehetőségek vizsgálata Békés-Rosszardó területén

Nagy Attila¹, Luczó Ádám²

¹ Debreceni Egyetem, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138.
(e-mail: attilanagy@agr.unideb.hu)

² FUTIZO Kft., 5700 Gyula, Siórét tanya 40/C. (e-mail: luczo.adam@gmail.com)

DOI:10.59258/hk.19235



Kivonat

A klímaváltozás kedvezőtlen hatásai és kockázatai hazánk mezőgazdaságára is jelentős hatással vannak és a tapasztalatok azt mutatják, hogy az évek múlásával egyre súlyosabb helyzetekkel fogunk találkozni. A meteorológiai statisztikák alapján megállapítható, hogy Magyarországon az éves átlagos hőmérsékleti értékek emelkedő tendenciát mutatnak, ezen belül a nyári hónapok átlagos hőmérséklete kiemelkedő mértékben növekszik. A lehulló csapadékok éves átlagos mennyisége ezzel szemben „csak” enyhén csökken, de annak területi és időbeli eloszlása hazánk egyes területein jelentős eltolódást mutat.

A Körösök-völgye mezőgazdasági értelemben igen sajátos, kettős helyzetben van: hazánk legértékesebb termőterületei közül sok ezen a környéken található, de az egykori folyószabályozási munkálatok hozadékaként a területek zöme belvízképződésre hajlamos. Ezeken kívül jelentős hazánk kitettsége a felvízi országok vízgazdálkodással kapcsolatos döntéseinek. Mindezen kockázatok miatt a mezőgazdasági öntözés fontossága az idő múlásával egyre inkább felértékelődik, és manapság egyre szélesebb körben elterjedt az a nézet, hogy ha valaki megtérülő módon akar gazdálkodni, annak öntöznie kell.

Magyarországon az egyik meghatározó fejlesztési irányvonal jelenleg is a vízviisszatartás lehetőségeinek felkutatása: az utóbbi évtizedekben jelentős mértékben nőtt a különböző célú tározók száma, melyek célja a lehulló vízmennyiségek tározása és a szükséges időben történő felhasználása. Ennek megfelelően azt a célt tűztük ki magunknak, hogy a környezetünkben olyan vízviisszatartásra alkalmas helyet találjunk, mely alkalmas lehet öntözővíz időszakos tározására.

Az általunk vizsgált terület Békés-Rosszardó térségében helyezkedik el. A terület geodéziai felmérése után 3D terepmodellt alkotottunk, majd meghatároztuk a tározó főbb paramétereit. Ezt követően HEC-RAS 6.6 programmal modellt készítettünk a tározó feltöltéséről és megállapítottuk, hogy a várható feltöltési idő az V. Vargahosszai-főcsatorna maximális öntözési üzemi vízszintjét figyelembe véve mintegy 19 nap. Ezután tételes költségbecslést készítettünk a várható kivitelezési munkákra, ahol figyelembe vettünk minden nemű várható költséget (előkészítési munkák, tervezés, engedélyeztetés, építés stb.).

Kulcsszavak

Klímaváltozás, aszály, öntözés, tározás, modellezés, Körösök.

Investigation of irrigation water storage options in the area of Békés-Rosszardó (Hungary)

Abstract

The adverse effects and risks of climate change also have a significant impact on our country's agriculture, and experience shows that we will encounter increasingly serious situations as the years go by. Based on meteorological statistics, it can be stated that the annual average temperature values in Hungary show an increasing trend, within which the average temperature of the summer months is increasing significantly. On the other hand, the annual average amount of precipitation is 'only' decreasing slightly, but its spatial and temporal distribution shows a significant shift in certain areas of our country.

The Valley of Körös Rivers is in a very unique, dual situation in agricultural terms: many of the most valuable agricultural areas of our country are located in this area, but as a result of former river regulation works, most of the areas are prone to the formation of inland excess waters. In addition, our country is significantly exposed to the decisions of upstream countries regarding water management. Due to all these risks, the importance of agricultural irrigation is becoming increasingly appreciated over time, and nowadays the view that if someone wants to farm in a profitable way, they must irrigate.

In Hungary, one of the defining development directions is currently the search for water retention options: in recent decades, the number of reservoirs for various purposes has increased, the purpose of which is to store falling water volumes and use them when necessary. Accordingly, we set ourselves the goal of finding a place suitable for water retention in our environment that could be suitable for temporary storage of irrigation water.

The area we examined is located in the area of Békés-Rosszardó. After a geodetic survey of the area, we created a 3D terrain model and then determined the main parameters of the reservoir. After that, we created a model of the reservoir flooding using the HEC-RAS 6.6 program and determined that the expected filling time, taking into account the maximum irrigation operating water level of the V. Vargahosszai main canal, is approximately 19 days. Then, we prepared a detailed cost estimate for the expected construction works, where we took into account all expected costs (preparatory works, planning, official authorization, construction, etc.).

Keywords

Climate change, drought, irrigation, reservoir, modelling, Körös Rivers.

BEVEZETÉS

A 2022-es évben Magyarországot olyan súlyos aszály sújtotta, ami az időjárási adatok XX. század elejétől történő rögzítése óta nem volt tapasztalható. A csapadékszegény időszak már a 2021-es évben elkezdődött, ezt súlyosbította a 2022-ben jelentkező tartósan száraz és meleg időjárás. Az aszályval leginkább veszélyeztetett közép-alföldi térségben például 2022. január és június között több helyen a 80 mm-t sem érte el a lehullott átlagos csapadék mennyisége! A hosszán tartó csapadékszegény időszak meglétét továbbá az is megerősítette, hogy az Országos Meteorológiai Szolgálat adatai alapján 2021. július és 2022. július között Jász-Nagykun-Szolnok, Békés és Hajdú-Bihar vármegye egyes részein 200 mm körül volt mérhető az egy év alatt lehullott átlagos csapadékmennyiség. A helyzetet tovább súlyosbítja az is, hogy az aszály által leginkább veszélyeztetett területeken található hazánk egyik meghatározó mezőgazdasági termőterülete, így az aszály okozta terméscsökkenés és -kiesés is évről évre egyre nagyobb mértékeket öltött. 2022-ben az aszálykárt bejelentő gazdák száma átlépte az ötvenegyezeret (2021-ben kb. 18 300 bejelentő volt), míg ugyanebben az évben a kifizetett kárenyhítő juttatás túllépte az 50 milliárd forintot (2021-ben ez a szám nem érte el a 11 milliárd forintot sem). A kifizetett kárenyhítő juttatás mintegy 98,2%-a kapcsolódott aszálykárhoz. Ezekből a számokból bárki számára is egyértelműen látható, hogy a globális éghajlatváltozás hazánkra is igen kedvezőtlen hatással van, ugyanakkor a megváltozó klimatikus viszonyok hordozta kockázatok enyhítésére tett erőfeszítések egyelőre nincsenek egy szinten a valós veszélyekkel. Az aszálykár által leginkább veszélyeztetett Közép-Alföldön ugyan az országos átlag körüli a mezőgazdasági öntözés kiépítettsége (Jász-Nagykun-Szolnok vármegyében ez az arány 37,5%, Békés vármegyében 37,1%, míg Csongrád-Csanád vármegyében 30,2%). Ez az országos átlaghoz képest (15,7%) jelentősen jobb képet mutat, de egyértelműen rávilágít a meglévő hiányosságokra és legfontosabb fejlesztési irányokra (AKI 2023b).

A fentebb leírt hazai éghajlatváltozással kapcsolatos kutatások azt mutatják, hogy míg az átlaghőmérsékletek (főleg a tenyészidőszakban mért átlagok) egyértelmű és tartós emelkedést mutatnak, addig az éves átlagos csapadékmennyiségeknél stagnáló, enyhén emelkedő tendencia figyelhető meg. A csapadékok területi és időbeli eloszlása viszont egyre szélsőséesebb képet mutat, így a természetes csapadékhullás mezőgazdasági célú felhasználása is egyre nehezebb lesz. Mindezek előrevetítik az elkövetkező évek, évtizedek legfontosabb gazdasági-, műszaki- és mezőgazdasági kutatás-fejlesztési irányait: vízviSSzatartás (öntözővizekkel való gazdálkodás, tározás), alternatív öntözési és növénytermesztési módok, szárazságtűrő fajok elterjedése.

Békés vármegye területén található hazánk kiemelkedő agrárpotenciállal bíró termőföldjei, mégis ez az egyik leginkább elmaradott vidék. A Körösök, a Maros és a Berettyó folyók sűrűn átszövik a területet, a mesterségesen kialakított Keleti- és Nyugati-főcsatornákon keresztül a Tiszból is folyamatos a térség vízutánpótlása. A mezőgazdasági termelés – dacára a kiváló természeti adottságoknak – mégsem tud olyan jellegű húzó ágazattá válni a térség-

ben, hogy nemcsak elegendő munkaerőmegtartó-képességgel rendelkezzen, hanem akár országos szinten is jelentős bevételeket tudjon generálni. Sok helyi érdekeltségű gazdálkodó esetében a viSSzatartó erőt elsősorban a támogatási és beruházási rendszer bonyolultsága, az egyre gyakrabban fenyegető aszálykárok és a területek öntözéséhez szükséges erőforrások, támogatások, anyagi-műszaki ismereti hiányosságok jelentik. Mivel a XX. századi geopolitikai folyamatok miatt vízfolyásaink hazai hosszai az eredeti hosszuk töredékére csökkent, valamint elvesztettük az ezekhez tartozó vízgyűjtő területek jelentős részét is, egyre hangsúlyosabban ki vagyunk téve a felvízi országokban születő vízmennyiségre/vízminőségre kiható döntések és folyamatok következményeinek. Ez a gyakorlatban úgy mutatkozik meg, hogy például a Körösök romániai szakaszain sorra épülnek a különböző célokat szolgáló víztározók, amikben évről évre egyre nagyobb mennyiségű vizet tartanak vissza, így az egyébként is csapadékszegény nyári időszakban hazánkban egyre több negatív vízállási csúcs megdőlése várható. Éppen ezért a vízviSSzatartás, víztározás kérdéskörének fontossága az évek folyamán rohamosan emelkedni fog, robbanásszerű kiugrásokkal azokban az években, amikor az aszálykárok jelentősek voltak (1931, 1935, 1952, 1990, 1992, 1993, 1994, 2000, 2003, 2021, 2022, 2024) (MET 2024).

Békés városához tartozik egy nagyobb terület – a Rosszardó, a Kettős-Körös folyó és az V. Vargahosszai-főcsatorna között – az ős-Körös egykori árterületén, ami a folyószabályozási munkáknak köszönhetően vált művelhető területté, azonban pont emiatt belvízképződésre is hajlamos. A terület ráadásul az aszály által is veszélyeztetett, így az öntözés itt is kiemelt fontosságú, azonban a fent leírtak miatt a Kettős-Körösön és az V. Vargahosszai-főcsatornán keresztül érkező, öntözésre felhasználható víz mennyisége évről évre csökkenő tendenciát mutat, folyamatosan dőlnek meg a negatív vízállási rekordok. Továbbá, mivel külföldről érkező vízről van szó, az utóbbi évek-évtizedek negatív tapasztalatai miatt a vízminőségi probléma jelentette kockázatokkal is számolni kell (JOGTÁR 2004).

Véleményünk szerint az egyik megoldás az öntözővíz tározása lehet. Az Alföldön a kedvezőtlen magassági és lefolyási viszonyok miatt a körtöltéses (oldalsó) tározókkal történő vízviSSzatartás lehetősége korlátozott, azonban egy olyan területet határoltunk le, ahol részben a meglévő terepadottságok, részben a terület kihasználatlansága miatt elvi lehetőség van egy tározó kialakítására, ami öntözési időszakon kívül az V. Vargahosszai-főcsatornából tölthető fel, öntözési időszakban pedig ugyanide üríthető le. A Natura 2000 és Ramsari területek közelsége miatt akár természetvédelmi célra is felhasználható, de a mikroklímára és a talajvíztükörre gyakorolt pozitív hatása a közeli gyümölcsösök és kertészetek számára is kedvezően hathat (NATURA 200 2024).

A felvetett téma aktualitását és fontosságát az is jól mutatja, hogy jelen közlemény ugyan elsősorban a 2022-es aszályra koncentrál, de a kutatás közben, 2024-ben is komoly csapadékhiányos vegetációs időszakkal voltunk tanúi. 2024. augusztusában például az aszályval leginkább sújtott térségekben több helyen az egy hónap alatt lehullott

csapadék a sokéves augusztusi átlagos csapadékmennyiség 10%-át sem érte el (*MET 2024*).

HAZÁNK MEZŐGAZDASÁGI ÖNTÖZÉSÉNEK JELENLEGI ÁLLAPOTA

Napjainkban az éghajlatváltozás kedvezőtlen hatásai – a léghőmérséklet átlagának emelkedő tendenciája, gleccsek és sarki jégsapkák olvadása, a tengerszintek emelkedése, az elsivatagosodás, az időjárási szélsőségek, mint például a hőhullámok, intenzív csapadékok, villámárvizek, viharok gyakoriságának növekedése – már a laikusok számára is egyértelműen láthatóvá váltak. Ezek a hatások földrészenként és regionális szinten is eltérő mértékben és eloszlásban jelentkeznek. Hazánkban a tartós hőhullámok, az aszály és az elsivatagosodás, és az ezek miatt keletkező termés kiesések okozta károk a legjelentősebbek. A leginkább veszélyeztetett területek az Alföld középső és déli részei. A hosszú távú átlagos hőmérsékleti és csapadékeloszlási trendeket vizsgálva megállapíthatjuk, hogy ugyan az átlagos hőmérsékletek mellett a csapadékmennyiségek is emelkedő értékeket mutatnak, a hőmérséklet növekvő trendjét mégsem tudja kompenzálni az enyhén növekvő csapadékmennyiség, részben azért, mert a csapadékhullás intenzívebb és a területi eloszlás is aránytalanságot mutat. Ezért hazánk éghajlati, hidrológiai és klimatikus viszonyai miatt a termőterületek öntözésének kérdése kiemelt jelentőséggel bír és évről évre mindinkább felértékelődik (*EC-MWF 2023*).

A 2022. évben évben hazánkban 5 081 000 ha mezőgazdasági terület volt nyilvántartva, aminek 82%-a volt szántó művelési ágú (4 166 420 ha). Ebből a Dunától keletre eső országrészben (Alföld, Észak-Magyarország) 3 277 000 ha található, míg a Dunántúlon mintegy 1 804 000 ha fekszik. Elmondható, hogy az utóbbi években a mezőgazdasági művelés alatt álló területek összes nagysága kis mértékű növekedést mutat (2020-ban 4 921 700 ha volt, ez emelkedett 2022-re 5 081 000 ha-ra). A művelési ágak megoszlásában a szántó és gyep művelési ágú területek aránya növekedést mutat, míg az egyéb (konyhakert, gyümölcsös, szőlő) ágak csökkennek. Többek között a klímaváltozás kedvezőtlen hatásainak tudható be, hogy az utóbbi években, évtizedekben a mezőgazdasági öntözés szerepe és funkciója is változásokon megy keresztül. Az öntözés elsődleges célja természetesen továbbra is a termesztési tér vízkészletének növelése, aminek elsődleges eszköze az elhasznált, elpárolgott, elszívárgott talajnedvesség pótlása, növelése. Míg a XXI. századot megelőzően elsősorban a mezőgazdasági termelés hozamának növelése, a hozam kiegyenlítése volt a prioritás, a napjainkban tapasztalható tartós vízhiányos időszakokban egyre hangsúlyosabban előtérbe kerülnek a hozammentés érdekében tett erőfeszítések, míg arányaiban még mindig elhanyagolható, de mégis egyre több gazdaságban találkozhatunk a kelést elősegítő és fagyvédő öntözéssel, illetve a növényvédőszer, műtrágya, szennyvíz és hígtrágya kijuttatását elősegítő öntözési módszerekkel. Ezen kívül a frissítő, a színező (gyümölcsösökben), az aszúsító (szőlészet-borászatban) és a homoklefogó (első sorban erdészetekben) öntözés elterjedt hazánkban, de ezek aránya elhanyagolható (*AKI 2023a*).

A 2022. ÉVI IDŐJÁRÁSI KÖRÜLMÉNYEK ÉS AZ ÖNTÖZÉS JELENTŐSÉGÉNEK ÖSSZEFÜGGÉSEI

A 2022. évben mért éves átlagos középhőmérséklet 1,1 °C-kal felülmúlta az 1991-2020. évek közötti átlagot. Az éves középhőmérséklet értéke 11,83 °C volt, a mérések kezdete óta ez volt a harmadik legmelegebb év. Hőségnapból ($T_{\max} \geq 30\text{ °C}$) 2022-ben 48-at mértek (a sokéves átlag 29 db ilyen nap), míg a forró napok száma ($T_{\max} \geq 35\text{ °C}$) 8 volt (a sokéves átlag 3 db ilyen nap). 1901 óta ez az év volt a 17. legszárazabb év. A 2022. évben a mért legmagasabb hőmérsékletet (41,5 °C) július 23-án rögzítették Kiskunfélegyházán és Hódmezővásárhely-Szikáncson, míg a legalacsonyabb hőmérséklet január 13-án Pocsajon volt mérhető (-18,0 °C). A legmagasabb napi minimumhőmérsékletet Budapesten mérték (25,4 °C), de ezt leginkább földrajzi-urbanizációs sajátosságnak tekinthetjük (*Kozák és társai 2022*).

A csapadékhullás területi és időbeli változékonyságát is jól alátámasztja az, hogy az országos éves csapadékmennyiség 497 mm volt, ami 17 mm-rel kevesebb volt, mint a megelőző aszályos évben lehullott mennyiség, azonban 2022-ben a 12 hónapból 8 hónapban is az átlagosnál kevesebb csapadék hullott. A legszárazabb hónapok a január, február, május, július és október voltak, ezekben a hónapokban a lehullott csapadék több mint 50%-kal elmaradt a sokéves átlagokhoz képest. A szélsőségeket jól szemlélteti, hogy a legnagyobb 24 órás csapadékösszeget Tiszakarácson mérték (123,2 mm), amivel szemben a Szolnok repülőtéri meteorológiai állomáson az éves csapadékösszeg is mindössze 308,7 mm volt. Az 1. ábra a 2022-es év csapadékösszegének eltérését mutatja az 1991-2020-as referenciaidőszakban.

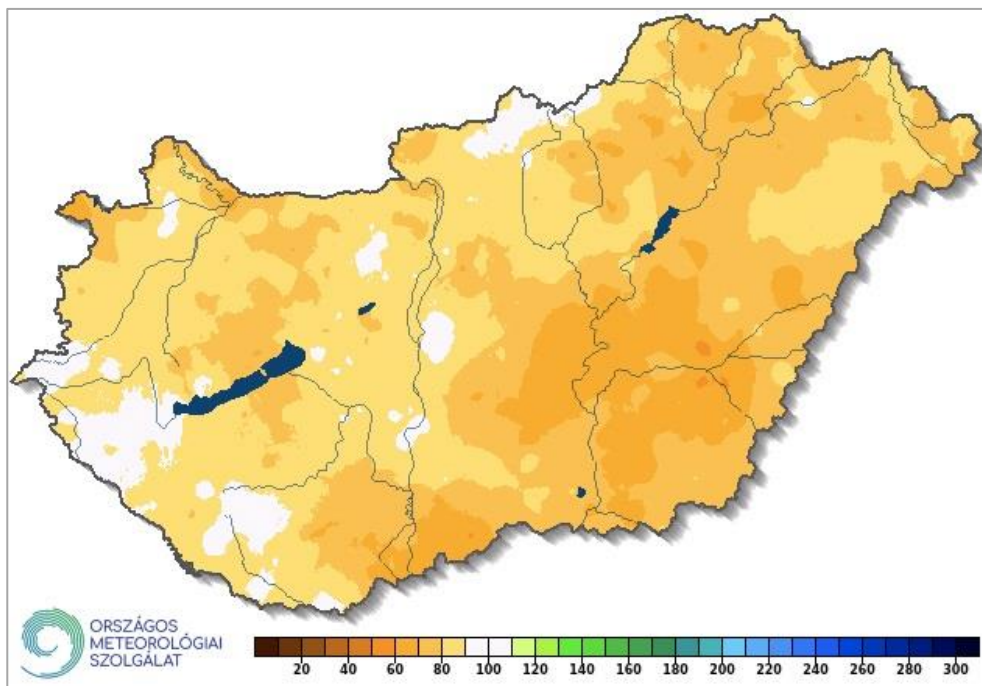
A legnagyobb éves csapadékösszeg a nyugati határszélen fekvő Csörnyeföldön ennek mintegy 2,5-szerese volt (799,87 mm). A csapadékhullás területi eloszlásából is jól érzékelhető, hogy a keleti országrész hatványozottan ki van téve az aszályos időjárási helyzeteknek. Míg 2022-ben a Dunántúlon átlagosan 400-600 mm csapadék hullott, a Dunától keletre eső országrészben ez az érték mindössze 350-450 mm volt. A legjelentősebb negatív anomália az Alföld középső részén volt megfigyelhető: kisebb foltokban (Szolnok, Martfű, Tiszakécske, Kiskunfélegyháza, Köröstarcsa, Gyomaendrőd, Dévaványa, Túrkeve és Mezőtúr környéke) előfordult, hogy a sokéves átlag kb. 50-60%-a hullott le, de nagyobb összefüggő területeken (Kiskunság, Hortobágy, dél-Bácska) is csak a sokéves átlag 60-70%-a volt megfigyelhető (*Marton 2023*).

Kontinentális szintre kitekintve a 2022-es rendhagyó évről elmondható, hogy nem csak hazánkban, hanem több más európai országban is súlyos károkat okozott az aszály: elsősorban délkelet-Romániából, nyugat- és közép-Olaszországból, délnyugat-Franciaországból, északnyugat-Németországból, valamint Hollandia és Belgium jelentős részéből és Horvátország egyes területeiről érkeztek a sokéves átlagnál jelentősebb aszálykárokról jelentések (*Barcker és társai 2024*).

Talán a legbeszédesebb adatok a 2022. augusztus 01. és szeptember 10. között Európa területén mért NDVI (Normalised Difference Vegetation Index – Normalizált

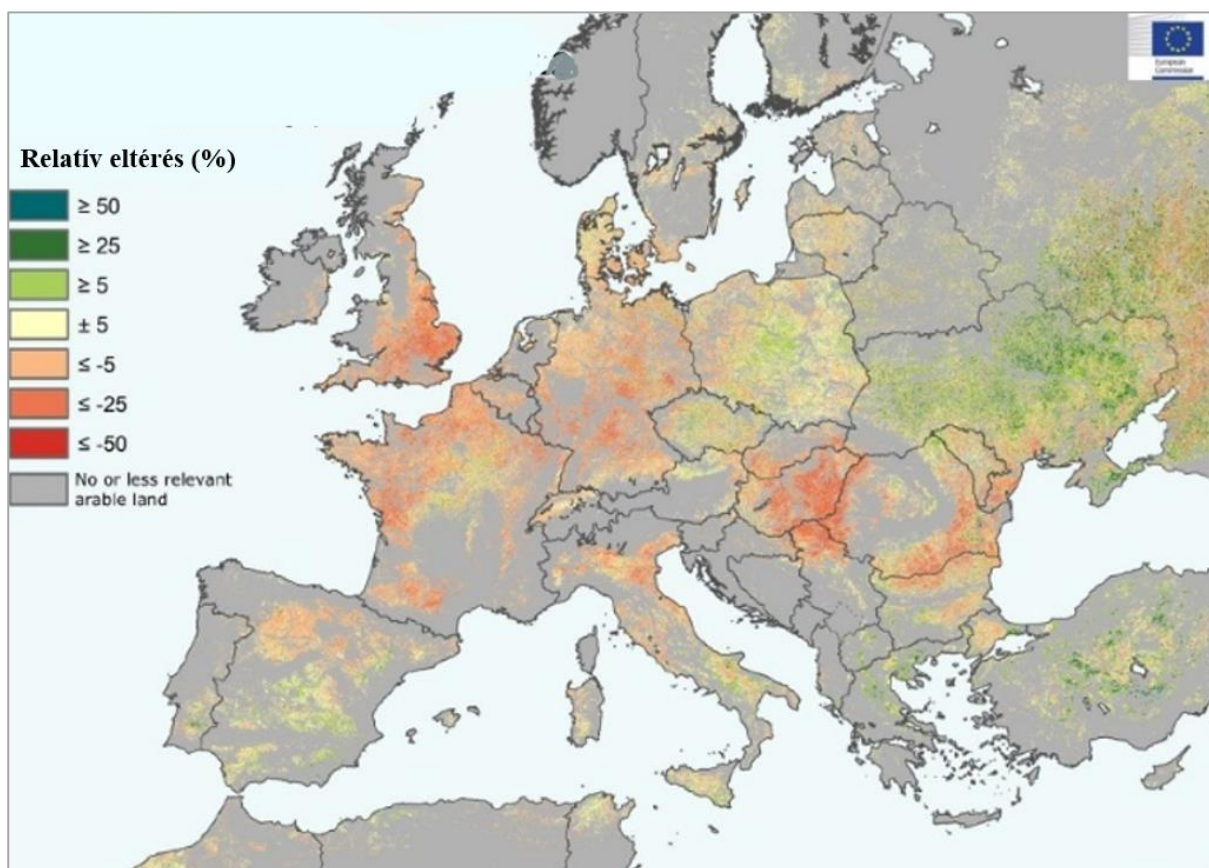
Differenciális Vegetációs Index) értékek. A vegetációs index azt mutatja, hogy a fotoszintézisben hasznosítható hullámhossz-tartományba eső fényből a növény milyen mennyiséget tud elnyelni, azaz a növényzet vegetációs ak-

tivitását méri. A 2. ábra alapján azt láthatjuk, hogy az ugyanezen időszakra vonatkozó sokéves NDVI átlaghoz képest hazánk területének jelentős részén 25-50%-kal is elmaradt a növényi vegetáció (Garrido-Perez és társai 2024).



1. ábra. A 2022. évi csapadékösszeg az 1991-2020-as normál %-ában (www.met.hu)

Figure 1. Precipitation in 2022 as a normal % of the 1991-2020 (www.met.hu)



2. ábra. Európában 2022.08.01.-09.10. között mért NDVI értékek a 2012-2021. időszak %-ában (Biavetti és Mulhem 2022)

Figure 2. NDVI values measured in Europe between 2022.08.01.-09.10. in % of the period 2012-2021. (Biavetti and Mulhem 2022)

Ha a Dél-Alföldi régió sokéves NDVI átlagát vizsgáljuk és összehasonlítjuk a 2022 év vegetációs indexével, akkor azt láthatjuk, hogy már a 2021. év második felétől mind a sokéves, mind a megelőző évhez képest elmaradtak a régió vegetációs index értékei. Április és május hónapokban volt a legkisebb az eltérés (köszönhetően a jelentékeny mennyiségű tavasz végi csapadékoknak), május végén és június elején azonban erős hanyatlás indult el és a nyár végére már jelentős elmaradás mutatkozott (Biavetti és Mulhem 2022).

Mivel Magyarországon az öntözéssel kapcsolatos adatszolgáltatás minden egyes vízjogi engedéllyel rendelkező gazdálkodó szervezet és egyéni gazdálkodó számára kötelező törvényi előírás, pontos képpel rendelkezünk arról, hogy hogyan alakul napjainkban az öntözött (és elvileg öntözhető, művelt) területek arányának tendenciája. A kötelező felhasználói/hatósági adatszolgáltatások alapján elmondható, hogy a mintegy 5 081 000 ha mezőgazdasági terület 82%-a van szántó művelési ág alatt, ebből azonban célzottan csak 111 000 ha területen öntöznek. Ez a teljes terület alig több mint 2%-a. 2022-ben a „vízjogilag” öntözhető, vagyis azon területek nagysága, melyek rendel-

keznek érvényes vízjogi üzemeltetési engedéllyel, 194 948 ha volt, ennek közel 3/4-e az Alföldön található (ebből Jász-Nagykun-Szolnok vármegyében 37 366 ha, Békés vármegyében 37 355 ha). Ugyanebben az évben az üzemeltetésre engedélyezett éves öntözővízmennyiség 631,97 millió m³ volt, ebből az Alföldön jóváhagyott mennyiség 78,2 millió m³ volt, ami a 2021-es értékhez képest 10,9%-os növekedést jelentett. A 2022-es aszályos évben a hazai hatósági szabályozás lehetővé tette a rendkívüli öntözés lehetőségét, amivel a legtöbb felhasználó élt is. A gazdák átlagosan az öntözésre engedélyezett vízmennyiség 1,5-szeresét használták fel. Az adatszolgáltatások alapján megállapítható, hogy a gazdálkodók (beleértve a halgazdaságokat is) 99 831,7 ha területen 158,4 millió m³ vizet öntöztek ki. Az ezt megelőző évhez képest ez 17,4%-os területi, 33,8%-os mennyiségi növekedést jelentett. Amíg az Alföldön lévő régiókban 2022-ben a művelt területek mintegy 30%-át öntözték legalább egyszer, Észak-Magyarországon ez az arány mindössze 2,4% volt. Ebben az aszályos évben a gazdálkodók hektáronként átlagosan mintegy 1 586,6 m³ vizet öntöztek ki, 13,9%-kal többet, mint 2021-ben. Az 1. táblázatban az utóbbi évek hazai aszálykáraival kapcsolatos állami kifizetéseket hasonlítjuk össze.

1. táblázat. A magyarországi aszálykárok összehasonlítása a 2019-2022 évek között (AKI 2023b)
Table 1. Comparison of environmental impacts of drought in Hungary between 2019-2022 (AKI 2023b)

Mutató megnevezése	2019	2020	2021	2022
Aszálykárrel érintett területek nagysága (ha)	160 465	323 534	359 053	1 434 254
Bejelentett káresemények száma (db)	4 828	6 312	10 762	47 975
A kifizetett kárenyhítő juttatások összege (millió Ft)	6 500,0	7 582,0	8 870,2	49 321,2

A Közép-Magyarországi régióban 2020-hoz képest több mint megkétszereződött az 1 hektár területre kijuttatott vízmennyiség éves értéke (778-ról 1 780 m³-re nőtt). Ugyanez a tendencia a célterületünkön mintegy 23%-os növekedésben realizálódott (AKI 2023a). 2022-ben az öntözött területek mintegy 85,7%-át felszíni vizekből származó öntözővízzel öntözték, 13,7% volt a felszín alatti, míg 0,6% a parti szűrőszű öntözővíz aránya. A potenciálisan leggyakrabban öntözött növények (a megelőző évekhez hasonlóan) a repce, a hibrid kukorica, a szója, a napraforgó és a dohány voltak, de ezek mellett meg kell említeni az arányaiban jelentős mértékben öntözött hagymát, petrezselymet, spárgát, sütőtököt, valamint a bodza- és dióültetvényeket. A megöntözött területek túlnyomó többségét (mintegy 91,1%) valamilyen esőztető öntözési technológiával öntözték meg (lineár 57,7%, csévéldobos 19,6%, center pivot 13,8%), az így kijuttatott öntözővíz mennyisége is hasonló arányokat mutat: esőztető öntözéssel a teljes mennyiség mintegy 79,7%-a lett kijuttatva (AKI 2023a). Békés vármegyében a vízjogilag engedélyezett öntözhető területek nagysága 2022-ben 37 355,32 ha, az üzemre engedélyezett éves vízmennyiség pedig mintegy 97 987 150 m³ volt. Ez országos viszonylatban is jelentősnek nevezhető. Az öntözhető területek nagyságát tekintve a listavezető Jász-Nagykun-Szolnok vármegyét (37 365,91 ha) követve a 2. helyet foglalja el a rangsorban, míg a vízmennyiséget tekintve Hajdú-Bihar (117 686 220 m³) vármegye mögött szintén a 2. helyen áll. A jelentős öntözhető területek aránya jelentős mértékben az átlagosnál magasabb termőföld értékeknek és az öntözési infrastruktúra (öntözőművek, vízellátottság stb.) magas kiépítettségének köszönhető. Ha a vízjogi engedéllyel rendel-

kező összes művelésbe vont és megöntözött területek arányát vizsgáljuk, akkor megállapíthatjuk, hogy Békés vármegye ebben a mutatóban is a hazai élmezőnyben foglal helyet. 2022-ben az 55 408,79 ha vízjogi engedéllyel rendelkező, termelők által művelésbe vont területből 20 567,17 ha volt a ténylegesen megöntözött alapterület, ami 37,1%-os arányt mutat. Ennél csak Nógrád (43,0%), Jász-Nagykun-Szolnok vármegye (37,5%) arányai jobbak. A Békés vármegyében kijuttatott öntözővíz eredetét tekintve megállapítható, hogy a teljes vízmennyiség csak alig több mint 1%-a felszín alatti eredetű (20 506,17 m³-ből 213,29 m³), a többi felszíni forrású volt (az öntözővizek első sorban a Körösök vízrendszeréből és a Marosból, illetve a Keleti-, Nyugati- és Kiskunsági-főcsatornán keresztül áttételesen a Tiszából származnak). A vízjogilag öntözhető területek nagysága Békés vármegyében 37 355,32 ha volt, míg a megöntözött területek nagysága 20 567,17 ha volt. Ez mintegy 55,1%-os arányt jelent. A legjobb aránnyal Nógrád vármegye rendelkezik: 65,4%, ahol a teljes kiöntözött vízmennyiség 120 710 m³ volt, ami egy hektárra levetítve 895,88 m³/ha értéket jelent (AKI 2023b).

A fent leírtak alapján az alábbiak állapíthatók meg: a napjainkban zajló éghajlatváltozás és annak kedvezőtlen hatásai Magyarországot is egyre nagyobb mértékben érintik. Az időben és földrajzi értelemben változást mutató csapadék- és hőmérsékleti trendek miatt a mezőgazdasági termőterületek öntözésének létjogosultsága napról-napra nagyobb jelentőséggel bír, és a műszaki/mezőgazdasági kérdéseken felül egyre nagyobb társadalmi/jogi/politikai erőket képvisel. Megállapítható, hogy hazánk fő növényter-

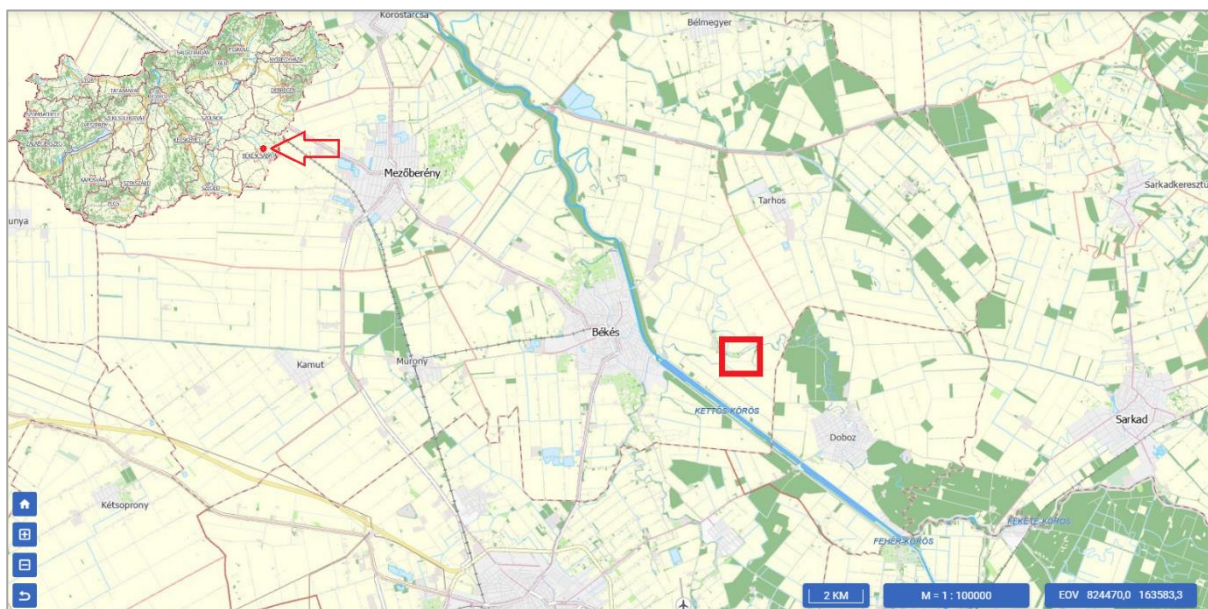
mesztési területein (Alföld, Mezőföld, Észak- és Dél-Dunántúl) az egyre gyakrabban jelentkező időjárási anomáliák és az egyre sűrűsödő és hosszabbodó csapadékszegénység és aszályos periódusok miatt egyre jelentősebb szerepet tölt be az öntözés. A hozamok növelése mellett az öntözés főbb céljai között pedig egyre nagyobb hangsúly helyeződik a termelés biztonságának fokozására. Mivel a nagyobb mértékű öntözés a nagyobb kijuttatandó vízmennyiség mellett sok esetben infrastrukturális és/vagy műszaki fejlesztések igényét is magával vonzza, a gazdálkodók egyre nagyobb öntözési költségekkel fogják magukat szemben találni, ami pedig a közeljövőben várhatóan egyenes arányosságban lesz az öntözéssel kapcsolatos támogatások és finanszírozási formák növekvő igényével.

A VIZSGÁLT TERÜLET (BÉKÉS-ROSSZDÓ) BEMUTATÁSA

Vizsgálatunk célterülete – a Békés-Rosszardó – a Körösök-völgyének szívében fekszik. A terület jövőjét nagyban befolyásolja, hogy a romániai folyószakaszokon egyre több különböző célú víztározót hoznak létre, így évről évre növekszik a határon túl visszatartott vízmennyiség. Ennek köszönhetően hazánkba érkekelhetően kevesebb víz érkezik, amit a hazai szakaszokon létrehozott duzzasztók sem tudnak huzamosabb ideig ellensúlyozni. Fel kell tehát készülni arra, hogy a csökkenő vízhozamok és vízszintek miatt az öntözővizek kivétele is egyre nehezebb lesz a természetes vízfolyásokból. A vízgyűjtőterületek és a vízfolyások környezetének helyreállítása (komplex vízgyűjtőrendezés, mederkotrás, hullámtéri területek rendezés stb.) mellett alternatív megoldások al-

kalmazásával is számolni kell, mint például az öntözővizek különböző módokon történő tárolása. A vizsgált terület elhelyezkedését a 3. ábrán (átnézeti térkép) ábrázoljuk. A Körösök-völgye napjainkban is az ország egyik belvív- és öntözővíz-csatornákkal legsűrűbben átszőtt területének számít. A vízgazdálkodási társulatok zömének megszűnése után a csatornák legnagyobb része állami fenntartásba és üzemeltetésbe került át. Üzemeltetésüket a területileg illetékes Körös-vidéki Vízügyi Igazgatóság, a két megmaradt társulat (a Körös-Berettyói és a Körösi Vízgazdálkodási Társulat) és a helyi illetékességű önkormányzatok végzik (Fejér 2010).

Az általunk lehatárolt terület egy 80,6 hektáros (806 000 m²) földrészlet, ami jellemzően magán gazdálkodók tulajdonában lévő ingatlanokból áll. A nyilvánosan hozzáférhető ingatlannyilvántartási adatokból arra lehet következtetni, hogy terület a Békés külterület 0688 hrsz-ú ingatlan felosztásából lett kialakítva, jelenleg több, mint 20 különálló ingatlanból áll (pl. Békés 0688/4, 0688/23, 0688/37, 0688/41 stb.), amik közül a szántóként, legelőként, erdőként nyilvántartott ingatlanok jobbra magántulajdonban vannak, míg a kivett csatorna, kivett út művelési ágú területek zöme a Magyar Állam tulajdonát képezik. Utóbbi esetekben a felszíni vizek vagyongazdálkodója a területileg illetékes Körös-vidéki Vízügyi Igazgatóság, míg az utak esetében Békés Város Önkormányzata a kezelő. Az elektronikus közmű-adatszolgáltatás szerint a területen mindössze egy elektromos légvezeték található, ami a terület szélén helyezkedik el, így a kutatás szempontjából nem releváns.



3. ábra. A vizsgált terület elhelyezkedését bemutató átnézeti rajz (E-KÖZMŰ 2025)
Figure 3. Overview image showing the location of the investigated area (E-KÖZMŰ 2025)

Ez a gyakorlatban sokszor azt jelenti, hogy nincsenek pontosan tisztázott határvonalak és felelősségek, sőt az is sokszor előfordul, hogy egy belvízelvezető csatorna teljes szakaszán akár több üzemeltető által is érintett, valamint a csatornák karbantartására, fenntartási munkák elvégzésére – engedélyes fenékszintre történő kotrás, profilozás, lefolyást és karbantartást akadályozó növényzet irtása, eltávo-

lítása, műtárgyak, átereszek rendszeres karbantartása, javítása, tisztítása stb. – csak korlátozottan állnak rendelkezésre az anyagi források. Emiatt – főleg a kisebb, kevésbé jelentős feladatot ellátó, nehezen megközelíthető csatornák – általános állapota az idő múlásával egyre csak romlik. Az egyes karbantartásokra fordítható támogatások pedig olyan ritkán (sokszor csak több évente) használhatók

fel, hogy az akár 5-10 évenként végrehajtható mederkotrások nem tudják az elvárható mértékben ellensúlyozni a csatornák feliszapolódását, ez pedig a növényzet túlbujásához, később pedig a csatorna vízzállító-képességének drasztikus leromlásához vezethet. Azonban ettől függetlenül a csatornák napjainkban is jelen vannak, tervezési szempontból meghatározók lehetnek, alapvetően befolyásolni tudják a kisebb-nagyobb tervezési egységen (terület) kialakítandó földrajzi és hidrológiai/hidraulikai viszonyokat. Ezek a csatornák részben feltétel nélkül, részben kü-

lönböző mértékű rekonstrukciós munkák elvégzése után – leggyakrabban engedélyes fenékszintre történő mederkotrás, medergeometria helyreállítása, növényzetirtás, műtárgyak helyreállítása stb. – alkalmasak lehetnek belvízelvezetés vagy öntözővíz-szolgáltatás céljából. A 4. ábrán a vizsgált terület egy része látható: a kép háttérében a Kettős-Körös és az V. Vargahosszai-főcsatorna által közre zárt terület, előtérben a Békési duzzasztómű, a kép bal oldalán az V. Vargahosszai-főcsatorna végszelvénye figyelhető meg.



4. ábra. A vizsgált terület egy része egy drónfelvételen előtérben a Békési duzzasztóművel és a V. Vargahosszai-főcsatorna végszelvényével (Fotó: www.kovizig.hu)

Figure 4. The examined area on a drone photo with the Békés Dam and the end section of the V. Vargahosszai Main Canal in the foreground (Photo by www.kovizig.hu)

A vizsgált terület – a Békés-Rosszardó – Békés város, Tardos község és Doboz nagyközség között helyezkedik el, a Kettős-Körös folyótól északkeletre. A terület lényegében a Kettős-Körös folyó jobb oldali árvízvédelmi töltése, a 4234. sz. Szeghalom-Vésztő-Gyula összekötő út és a 4238. sz. Tardos-Békés-Gerla összekötő út által határolt belvízöblözetben található. A környéken megtalált leletek alapján a terület már a bronzkorban is lakott volt, a mocsaras-lápos, nehezen járható vidék megszakításokkal folyamatosan lakóhelyül szolgált a helybelieknek. A folyószabályozások után alakult ki a terület mai képe, Rosszardó és környéke tanyaközponttá nőtte ki magát, saját iskolával és kezdetleges közigazgatással. Napjainkban már csak elszórtan élnek erre lakosok, főként az idősebb generáció néhány megmaradt hírvivője található még helyenként az itteni tanyákon, mivel a környékbeli városok (Békés, Békéscsaba, Gyula) iparosodása és nagymértékű fejlődése a régi idők tanyavilágát mára szinte teljesen megszüntette. Egyes helybéli történetek szerint a vizsgált terület nevét arról kapta, hogy a nehezen járható, vízenyós, lápos, mocsaras vidéken előszeretettel bujdokoltak a törvény kezei elől az alföldi betyárok és zsidó bandák. A Békés-Rosszardó területe szinte teljesen síknak tekinthető, a síkságot mindössze a közúti és vasúti töltések, valamint a Kettős-Körös árvízvédelmi töltése töri meg. Az 5. ábrán a 2005-ben készített ortofotó a célterület elhelyezkedését mutatja.

A folyószabályozások során keletkezett számtalan Körös-holtág zöme jelenleg belvíz- vagy öntözővízcsatornaként funkcionál (ilyen egykori Körös-holtágak például az V. Vargahosszai-csatorna, a V-3. Óvári-csatorna, a Törzsökösi-csatorna, a Rosszardei-csatorna, a Bánomicsatorna stb.). Ezen a területen egy bárki számára ingyenesen felhasználható műholdfelvétel alapján beazonosítottunk egy olyan részegységet, ami szemmel láthatóan a folyószabályozások következtében alakult ki és potenciálisan alkalmas lehet arra, hogy ott öntözővizet tározzunk. A terület a felvételek alapján egyértelműen belvízjárta területnek tekinthető, ami a jellemző mezőgazdasági termelési folyamatokat kedvezőtlenül befolyásolja. Továbbá, a terület közvetlenül egy kettős működtetésű csatorna (a belvízelvezetés mellett öntözővíz szolgáltatására is alkalmas) mellett helyezkedik el, ez a csatorna pedig alkalmas arra, hogy öntözési időszakon kívül abból öntözővízzel lássuk el a tározót. Mivel a területen több, kisebb keresztmetszetű csatorna is található (ezek változó állapotban vannak: egy részük alkalmas vízkormányzásra, egy részük azonban olyan mértékben fel van iszapolódva, hogy csak jelentős beavatkozással állítható helyre), azok alkalmasak lehetnek a tározó töltésére és ürítésére is.



5. ábra. A vizsgált terület egy 2005-ben készült ortofotón (E-KÖZMŰ 2025)
Figure 5. The examined area on a 2005 orthophoto (E-KÖZMŰ 2025)

A kiválasztott terület földrajzi értelemben Békés vármegye szívében, az egykori szabályozatlan Fekete-Körös és a jelentős emberi beavatkozásokon átesett Kettős-Körös jelenlegi folyása között helyezkedik el. A folyószabályozási munkákat megelőzően a Körösök a jelenlegi Tiszántúl jelentős részét behálózták és átjárták, igazi vadregényes tájat kialakítva: hosszabb-rövidebb ideig vízzel borított területek, a lápos-mocsaras részeket megszakító magasvonulatok és hátak váltották egymást. Ezek a területek csak kis mértékben voltak alkalmasak arra, hogy a lakosság huza-mosabb ideig éljen rajtuk, jelentősebb település csak a magasabb területeken tudott kialakulni és tartósan fennmaradni. A folyószabályozások után napjainkban is a számtalan átvágott holtmeder és természetes mederlefűződés jelenti a tökéletes síkság olyan részét, ami megtöri az alföldi táj egyhangúságát. Az egykori medrek és holtágak részben feltöltődtek, a vizes élőhelyek összeszűkültek. Azonban az egykori medervonulatokban felhalmozódott hordalék a környezeténél (egykori folyópartok) jobb vízvezető-képességgel rendelkeznek, így a többé-kevésbé feltöltődött állapotuk ellenére egy részük manapság is jól kivehető, főleg csapadékosabb (vagy belvizes) időszakokban. Ilyenkor kisebb-nagyobb, részben vagy egészében összefüggő, vízzel borított területek jelennek meg a területeken, és ezek gyakran a mezőgazdasági munkákat is akadályozni tudják. Sok esetben az egykori holtmedrek még az élő vízfolyással is összeköttetésben vannak: ugyan a töltésépítések során gondoskodtak arról, hogy a holtmedrek áttöltése előtt a kedvező vízvezető frakciókat (szemcsés anyagok) eltávolítsák a töltések keresztiszelvényéből, manapság is meglévő problémát jelent az I. rendű árvízvédelmi töltések és a holtmedrek keresztezése. Az ilyen helyek árvízvédelmi szempontból nagy kockázattal járhatnak, mivel a hullámtéren megnövekedő vízoszlop magassága miatt nagyobb nyomás alá kerülhet a holtmedrekben megrekedő, lassan

mozgó vízréteg, ami a mentett oldalon akár fakadóvízként is megjelenhet a talajfelszínen. Az ilyen mélyebben fekvő, vizes területek a környező terepmagaslatokról (hátak, töltések, depóniák) jól kivehetőek, de a légi fényképezés és a különböző műholdas technológiák robbanásszerű fejlődésének és egyre szélesebb körű hozzáférhetőségének köszönhetően bárki számára jó példát adhat az ilyen területek felderítésére (Dunka és társai 2003).

Az egykori Fekete-Körös egyik legjelentősebb meder-szabályozási feladata volt annak a meanderező folyószakasznak a levágása, ami a mai Fekete- és Fehér-Körös torkolatától (Szanazug) indult ki és a mai Békés város délkeleti részén (Vargahossza) tért vissza a Kettős-Körös jelenlegi medrébe. Az így levágott mederátmetzés teljes hossza mintegy 27,9 km volt, míg a mesterségesen kiásott menderbe terelt Kettős-Körös két pont közötti hossza jelenleg 11,1 km. A holtmeder eredeti hosszát persze lehetetlen pontosan meghatározni, hiszen már a folyószabályozások korában is rengeteg hosszabb-rövidebb természetes lefűződött holtmeder és fattyúág volt megfigyelhető a vízfolyások környezetében. Ez látható a célterület műholdképén is: a V argahosszai-főcsatorna jelenlegi vonala többé-kevésbé jól követi az egykori vízfolyás vonalvezetését, de a szomszédos területeken jól megfigyelhetők az egykori medervonulatok. Sok esetben a feltöltődésük sem ment teljesen végbe, így a terepen lévő mélyvonulat természetes mederként gyűjti össze a lefolyó csapadékokat, valamint a talaj elszíneződése is egyértelműen mutatja, hogy a területek vízgazdálkodása határozottan eltér a mellette lévő részekétől. Mivel ezek a részek jobban ki vannak téve a belvízborításnak, általában a talajban lévő tápanyagok kimosódására is érzékenyebbek. Egyes belvizes években akár vízparti növények is megjelennek az ilyen mélyvonulatokban (sás, nád) (Dunka és társai 2003).

Magyarország 3. vízgyűjtőgazdálkodási tervében (OVF 2022) az alábbi adatokkal jellemezték az V. Vargahosszai-főcsatorna felszíni víztestet:

- a víztest az erősen módosított kategóriába lett sorolva, hiszen a vízfolyásszabályozások során alakult ki, valamint vízkormányzó és vízszintszabályozó műtárgyakkal van ellátva;
- a víztest típusa a 6S kategóriába tartozik: síkvidéki, kis esésű, meszes, közepes-finom mederanyaggal és kis vízgyűjtőterülettel jellemezhető;
- a víztest teljes hossza 25,5 km;
- 0,97% hosszban rendelkezik partvédelemmel (a kis vízsebesség miatt jellemzően csak a műtárgyak környezetében van erre szükség);
- hasznosítása kettős üzemű csatornaként történik, azaz belvize befogadására és elvezetésére és öntözővíz kiuttatására is alkalmas;
- 23 db keresztirányú műtárgy található a vízfolyáson (fenékküszöb, híd, zsilip, szivattyútelep stb.);
- a vízfolyás mederalakja egy medrű, szimmetrikus, tál alakú (csésze szelvény).

A főcsatorna kezelője a területileg illetékes Körös-vidéki Vízügyi Igazgatóság, a vízjogi üzemeltetési engedélyben szereplő főbb jellemzői az alábbiak: a vízfolyás engedélyes hossza 25,14 km, átlagos víztükör-szélessége 8-12 m között változik, a maximális üzemi vízszint, az átlagos vízfelszínesítés kb. 0,005 m/m. A maximális üzemi vízszint 82,89 mBf (0+000 cskm) és 84,15 mBf (25+140 cskm) között változik. A csatorna átlagos fenékszélessége a torkolati szakaszon jellemző 5,0-6,0 m-ről a 17+500 cskm szelvény után 2,0-3,0 m-re szűkül. A teljes kettősüzemeltetésű hossza 21,473 km, míg a belterületi szakasz hossza 3,481 km (Doboz nagyközség). A főcsatorna belvize lefolyási vízszintje a 0+000 cskm szelvényben 82,89 mBf, a 17+295 cskm szelvényben 83,76 mBf, míg a 25+140 cskm szelvényben 84,15 mBf (a torkolati és a kezdő szelvény között ez mintegy 0,05‰ belvízi vízszínesítést jelent). Az engedélyes fenékszintek az alábbiak szerint alakulnak: a 0+000 cskm szelvényben 80,39 mBf, a 17+295 cskm szelvényben 81,58 mBf, míg a 25+140 cskm szelvényben 82,12 mBf. Vízszállító-képessége a torkolatnál 4,8 m³/s. A főcsatorna vízgyűjtő-területének határai az alábbiak: északon a 69. sz. belvízrendszer „b” jelű Hosszúfok-alsó öblözete, keleten a 70. sz. Hosszúfoki belvízrendszer határa, míg délen és nyugaton a Kettős-Körös folyó jobb oldali I. rendű árvízvédelmi töltése. A főcsatorna folyásiránya Gyulától Békés felé délkelet-északnyugati irányú, de a természetes kanyargósságának köszönhetően nincs olyan égtáj, ami ne lenne jellemző folyásirányban. Hosszabb egyenes szakaszok is mindössze a leginkább szabályozott, alsó szakaszon (befogadóhoz közeli) jellemzők. A Kettős-Körös folyó 26,3 fkm szelvényében, a békési duzzasztómű alvízi oldalán, a Kettős-Körös jobb oldali töltésének 25+132 tkm szelvényében történő keresztezés után éri el a befogadót. Itt létesült a Vargahosszai-szivattyútelep is, aminek célja az, hogy a V. Vargahosszai-főcsatornán érkező belvizek a Kettős-Körös magas vízállása esetén is bevezethetők legyenek a Kettős-Körösbe. Az elektromos üzemű szivattyútelep névleges átemelési kapacitása 6,0 m³/s. A szivattyútelepet 1954-ben helyezték üzembe,

1969-ben esett át nagyobb rekonstrukción: ekkor került beépítésre a jelenleg is üzemelő 2 db, egyenként 3,0 m³/s vízhozamú GANZ CSV-1300 típusú propeller szivattyú, mely meghajtásáról 2 db EVIG R 212-Bü típusú, egyenként 180 kW teljesítményű elektromos hajtómű gondoskodik. A szivattyútelep előtti automata üzemeltetésű gépi gerbe 2020-ban került kialakításra. A szivattyútelep indulási vízszintje 83,00 mBf, míg a maximális leürítési szint 81,04 mBf. A gravitációs vízbevezetésre a megszűnt szivattyútelepnél lévő mellékágon van lehetőség, ahol egy 450 mm átmérőjű mélyvezetésű nyomócsövön keresztül tud a befogadóba jutni az V. Vargahosszai-főcsatorna vize. Ugyanitt került kialakításra a Vargahosszai-szivornya, ami a Kettős-Körös alacsony vízállása esetén öntöző üzemmódban tudja vízzel feltölteni a főcsatorna medrét. A szivornya egy 600 mm névleges átmérőjű acél cső, melynek teljes hossza 93,60 m. A mértékadó üzemi felvízszint 84,62 mBf, míg a mértékadó alvízszint 83,00 mBf, azaz kb. 162 cm vízemelésre képes. A szivornyát 1990-ben építették a gravitációs mellékág 24,2 cskm szelvényébe (KÖVIZIG 2020).

Vízszállítás szempontjából jelentősebb becsatlakozó csatornák az alábbiak: a Bánomi- (0+360 cskm), a Magasári- (2+937 cskm), a Rosszderdei- (3+282 cskm), a Diteri- (4+233 cskm), a Vadalmási- (4+604 cskm), a Hosszúsziget- (7+060 cskm), a Törzsökösi- (8+700 cskm) és az V-3. Óvári-csatorna (14+202 cskm). A vízgyűjtő területen kialakított belvíztározásra alkalmas terület nincs, medertározással mintegy 80 000 m³ vizet lehet visszatartani.

A 0+000 – 21+473 cskm szelvények között (21 473 m hosszban) a csatorna kettősüzemeltetésű, azaz a belvízelvezetés mellett öntözővíz szolgáltatására is alkalmas. A főcsatorna a Kettős-Körös szórvány öntözőrendszer részét képezi. Az öntözővíz szolgáltatása alapvetően három féle módon lehetséges: a Vargahosszai-szivornyán keresztül közvetlenül a Kettős-Körösből, a 14+202 cskm-nél betorkoló V-3 Óvári-csatornán keresztül (a Malomfok-Inándi öntözőrendszerből), illetve a Kettős-Körös jobb oldali töltésének 33+346 tkm szelvényében lévő Tököföldi-szivornyán, majd a Tököföldi-tápcsatornán keresztül az V. Vargahosszai-főcsatorna 21+473 cskm szelvényében betáplálva. A főcsatorna névleges öntözővíz-szállító képessége 1,0 m³/s. Az öntözési vízszintek az alábbiak: a 0+000 cskm szelvényben 82,89 mBf, míg a 21+473 cskm szelvényben 83,20 mBf, ez öntözési üzemmódban 31 cm vízszínesítést jelent 21,473 km hosszban, ami kb. 0,014‰ esésnek felel meg (KÖVIZIG 2020).

A vizsgált terület egésze a Körös-vidéki Vízügyi Igazgatóság működési területéhez, azon belül is a 12.05. sz. belvízvédelmi szakaszhoz és a 69. sz. Kettős-Körös jobb parti belvízrendszer tartozik. A rendszer három részre osztható:

- a) Büngösi belvízi öblözet,
- b) Hosszúfok-alsó belvízi öblözet,
- c) Vargahosszai belvízi öblözet.

A vizsgált terület – ahogy a nevéből is kiderül – az utóbbi, Vargahosszai belvízi öblözetbe tartozik. Az öblözet 68,288 km² területű (ez a 69. sz. belvízrendszer teljes területének mintegy 25,1%-át teszi ki, tehát önmagában is jelentősnek nevezhető).

Az 1970-es években készített Magyarország kataszteri térképezése alapján is határozottan kivehetők az egykori Fekete-Körös vonulatai, medermaradványai az általunk vizsgált területen: a mélyvonulatok egy része a térképezés során is biztosan állandó vízborítással rendelkezett (ezek voltak a mélyebb részek), egy része vízenyős, vízínövényzettel borított terület volt (a már jobban feltöltődött, sekélyebb részek). Az 1:10 000 méretarányú térképlapok alapján egyértelműen lehatárolható egy mintegy 4,5 km hosszú egykori medervonulat, ami a környező terep magasságánál (85,0-85,7 mBf) markánsan alacsonyabb szinten fekszik (84,75-84,25 mBf). Az egykori kanyargós Körös-meder (ahogy az Alföld ezen részének zömét is) a környéket az évszázadok-évezredek alatt bejárta, a meanderek között a tápanyagokban gazdag hordalékot lerakta. Nem véletlen, hogy az egykori vízfolyások, holtmedrek környékén (főleg a holtmedrek, holtágak közvetlen közelében és az ilyen álló víztestek és az élő vízfolyások által közre zárt területeken) virágzó mezőgazdaság alakulhatott ki. Erről árulkodnak a térkép azon információi, amik a lakott részeket mutatják: a területen számtalan kisebb-nagyobb gazdaságból, tanyasi iskolából, infrastruktúrából álló tanyaközpont alakult ki (Magsári-tanyák, Öreg-, Kocsis-, Szűcs-, Köteles-, Molnár-, Őri-, Fekete-, Györöki-tanya stb.), majd az 1950-60-as években elterjedtek a termelőségvetkezetek is (Egyetértés TSZ, Rosszardó-major stb.). Az egykori közeli helységnevek is a terület természeti gazdagságát tükrözi (pl. Vadalmás, Verebes, Magsár), míg vannak olyan területelnevezések, amik az egykori vízi világgal kapcsolatosak (Hosszú-sziget, Ibrány-fok, Rosszardó-lapos, Múrt). A műholdképeken és a régi térképeken jól kivehető egykori medervonulatok közül több is található a célterületen: a „W” alakot leíró egykori Körös-meder a mai napra részben megszűnt, feliszapolódott vagy beszántották, azonban a megmaradó része jelenleg is a belvízi öblözet vizeit vezeti az V. Vargahosszai-főcsatornába. A Körös-vidéki Vízügyi Igazgatóság nyilvántartása szerint ezek Vadalmási-csatorna és a Vadalmási 1. csatorna, amik a főcsatorna bal oldalán a 4+604 és 4+825 cskm szelvényben csatlakoznak be. Ezek közül a Vadalmási 1. csatorna egy valóban markánsabban kivehető oldalág, belvív során jelentősebb hozamot szállíthat, a becsatlakozásnál lévő fenékszínt külön is bemértük (84,15 mBf), míg a Vadalmási-csatorna jobbára már csak mélyebb foltokban található meg, feliszapolódott, feltöltődött állapotban van, vizet csak a torkolati szakaszán tud szállítani (EOTR 1973).

A városiasodás, a termelőszövetkezetek széthullása és a privatizációk miatt az egykori tanyavilág szinte nyom nélkül megszűnt a területen: manapság már csak kerítés- és épületmaradványok, egy-egy nagyobb díófa jelzi, hogy egykoron virágzó tanyavilág terült el ebben a térségben. A területek magánkézbe kerültek, és elkezdődött a nagyüzemi mezőgazdasági termelés és táblásítás. Az évtizedek alatt (részben a természetes talajdegradáció és defláció miatt, részben a tervszerű, mesterséges talajművelés miatt) a holtmedrek többé-kevésbe teljesen feltöltődtek, így mind nagyobb területeket lehetett bevonni a növénytermesztésbe.

A TERÜLET GEODÉZIAI MÉRÉSE

A vizsgált terület geodéziai felmérését 2024. augusztus 19-én végeztük el GNSS (Global Navigation Satellite System – globális helymeghatározó műholdrendszer) RTK (Real-

Time Kinematic – valós idejű mozgás pozicionálás) helymeghatározással, földi mérőssorozattal. A méréshez a Leica Geosystem műszereit használtuk, ami a hazai GNSS Szolgáltató Központ által nyújtott korrekciós szolgáltatásnak köszönhetően X és Y értelemben cm pontossággal, míg Z (magassági) értelemben 5 cm pontossággal lehetséges a helymeghatározás. A műszeregyüttes az alábbi részekből áll: 1 db GNSS vevő antenna (az antenna kommunikál a műholdakkal és ez továbbítja a jelet a kezelő tabletre), 1 db GNSS árbóc (ezen helyezkedik el az antenna és a tablet), 1 db tablet (a Leica Geosystem iCON elnevezésű programját futtatja). A felmérésünk célja az volt, hogy a vizsgált területről egy átfogó, pontos képet kapjunk és megfelelő felbontású digitális terepmodellt tudjunk előállítani a további elemzések és modellek elkészítéséhez. Mivel a terület tökéletesen sík és nincsenek jelentős szintkülönbségek, nagyjából 50×50 m-es raszterkiosztású felmérést irányoztunk elő. Külön méréseket végeztünk a jellemző pontokon (a terület kontúrja, a csatorna depóniája), valamint a jelentősebbnek megítélt szintkülönbségek esetén (utak, depóniák, holtmedrek vonulatai). A mérést a kora reggeli órákban kezdtük (05:00) és délutánig tartott (15:20). Az időjárás végig megfelelő volt (napos, száraz idő, elhanyagolható légmozgással), folyamatos volt a műholdas kapcsolat (végig 16-17 db műholdhoz kapcsolódott a műszer), a terület minden pontján megfelelő minőségű volt a kapcsolat, így nem volt szükség utólagos, manuális korrekcióra vagy pótfelmérésre. A pontokat már a mérés során különböző föliákon tároltuk: megkülönböztettük a terep pontjait, a depóniák pontjait, az utak pontjait. A mérést a 2014-es magyarországi EOVS (Egységes Országos Vetület) rendszeren végeztük el, így a mért pontok már alaptól Balti tenger fölötti relatív magasságon vannak értelmezve. A területen próbáltuk egy nagyjából 100 × 100 m-es osztásközü raszterben mozogni és a csomópontokban méréseket végezni. Ezeken kívül felmértük a területet határoló utakat, depóniákat, csatorna depónia jellemző pontjait, valamint ahol ezek nem voltak azonosíthatóak, kiegészítő tereppontokat rögzítettük. A felmérésünk során figyelemmel voltunk arra, hogy külön mérési pontokat vegyünk fel a mélyvonulatok mentén. A 6. ábra a terepi mérés során készített felvétel a célterület északi részén.



6. ábra. A vizsgált terület 2024. augusztus 19-én történt felmérése (Fotó: Luczó Á.)

Figure 6. The geodetic survey of the examined area on August 19, 2024 (Photo by Á. Luczó)

A MÉRÉSI ÁLLOMÁNY FELDOLGOZÁSA ÉS A MODELL ELKÉSZÍTÉSE

A geodéziai felmérés feldolgozásához az Autodesk AutoCAD Civil 3D 2022 programot használtunk. Miután a tableten futó iCON program segítségével a mérési állományt kiexportáltuk (.dxf állományba), egy USB kulcs segítségével az állományt lementettük a tabletről és áthelyeztük a PC-re, amin az AutoCAD Civil 3D program található. A programot megnyitva új állományt hoztunk létre, fontos első beállításként üres, metrikus sablont állítottunk be. Ebbe a sablonba másoltuk át a mérési állomány pontjait, koordináta-helyesen. Ezt követően néhány beállítással felhasználó-baráttá tettük a rajzot (pont- és feliratstílus megváltoztatása, vonalstílusok betöltése stb.). A 3D terepmodell elkészítése többféleképpen történhet, mi a TIN-felület (Triangular Irregular Vector – szabálytalan háromszög vektor) létrehozását választottuk. A módszer lényege az, hogy az állományban lévő ponthalmaz (a felmért pontok) egyes pontjait összeköti a szomszédos pontokkal, ezzel szabálytalan oldalhosszúságú háromszögeket hoz létre. A háromszög mindhárom sarokpontja egy-egy magasságon van, így jön létre egy szabálytalan hálózat. A háromszög pontjai között így létrejött felület bármely tetszőleges pontjának magassága meghatározható interpolációval. A TIN-felület létrehozásának első lépése az, hogy a terepmodell külső pontjait össze kell kötni, így létrehozva egy külső kontúrvonalat. A vonalon belüli területnek tartalmaznia kell az összes olyan pontot, amiből digitális modellt szeretnénk létrehozni. Ezt követően definiáltuk a felület tulajdonságait, majd a kontúrvonal kijelölésével létrehoztunk a TIN-felületet. Ezt követően az elkészített felületet kiexportáltuk DEM-formátumban, amit a későbbiekben a lefolyási modellezéshez használtunk fel.

A HEC-RAS 6.6 programcsomagot az Amerikai Egyesült Államok Hadseregének Mérnöki Hadteste hozta létre, azzal a céllal, hogy lehetővé tegye felszíni vizek egydimenziós állandó áramlási, egy- és kétdimenziós instabil áramlási számítások elvégzését, valamint hordalékszálítási számításokat és vízhőmérséklet/vízminőségi modellezést végezhesen el. A HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) széles kör számára, ingyenesen hozzáférhető program, ami a gyakorlatban is lehetővé teszi vízfolyásokkal, tározókkal kapcsolatos hidrológiai számítások elvégzését (HEC-RAS 2024). A programot arra használtuk fel, hogy információkat kapjunk arról, hogy az előzőekben leírt módon elkészített terepmodellekre milyen hidrológiai jellemzők vonatkoznak: a rendszerünk egy megtápláló csatornából (V. Vargahosszai-főcsatorna), egy töltő-ürítő műtárgyból (a főcsatorna 4+825 cskm szelvényében), a töltő-ürítő csatornából (nagyjából a jelenlegi Vadalmási 1. csatorna nyomvonala) és az öntözővíz további szétosztását lehetővé tevő kisebb műtárgyakból áll (utóbbi nincs hatással a modellezés eredményére). A hidrológiai modell felépítéséhez az alábbi adatokat használtuk fel: az V. Vargahosszai-főcsatorna és az abba becsatlakozó Vadalmási 1. csatorna nyomvonalát légifelvétel és geodéziai felmérés alapján határoztuk meg, a területet határoló magasvonulatok nyomvonalát (depónia, út) szintén geodéziai felmérés alapján vittük be a rendszerbe, míg a tározóterület jelenlegi felületmodelljét

AutoCAD Civil 3D programban készítettük el. Mivel a jelenlegi terepviszonyokkal nem valósítható meg a szükséges mértékű (vízmélységű) tározás, ezért a tározóterület rendezésére van szükség. Az V. Vargahosszai-főcsatorna 4+825 cskm szelvényében (Vadalmási 1. csatorna becsatlakozási szelvénye) a főcsatorna mértékadó vízszintje 83,13 mBf, míg a maximális öntözési vízszint 83,35 mBf, ezek közül a tározó feltöltéséhez kedvezőtlenebb, azaz alacsonyabb vízszintet vettük figyelembe. A tereprendezés az alábbi folyamatokból áll: humusz letermelése a teljes tározóterületről, nagytömegű földmunka (bevágás) a tározóterületen, töltésepítés és töltésfejlesztés a tározó oldalai mentén, majd humuszterítés a nyers talajfelületek takarása érdekében.

A tározó teljes körbekerített területe 730 155 m², azaz nagyjából 73 ha nagyságú (figyelemmel kell lenni arra, hogy ez a bruttó terület, azaz ennek a területnek nem hasznosítható az egész részre, mivel ebből még ki kell vonni a töltések által kiszorított anyagmennyiséget). A tározóterület lejtését a természetes leürülés megkönnyítése érdekében egységes eséssel kell kialakítani a mélyvonalat felé (a tározó nyugati része így keleti esésű, a keleti része pedig nyugati esésű lesz, míg a teljes tározóterület északi irányba fog esni, mivel a töltő-leürítő műtárgy is az északi oldalon található). A tározó töltéseinek kialakításakor a vízepítési földművek kialakítására vonatkozó előírásokban, szabványokban meghatározott jellemzőket vettük alapul: 3,0 m-es koronaszélesség, 1:1,5-es vízoldali és 1:2-es mentett oldali rézsűhajlás.

Az így felépített területmodellt a HEC-RAS programba beimportáltuk, a szükséges módosításokat (vízfolyás irányok, műtárgy helye stb.) elvégeztük, majd megadtuk a kiindulási- és peremfeltételeket (mederérmességi együtthatók, töltő-ürítő műtárgy nyílásmérete és nyitásiának mértéke, a műtárgy küszöbszintje és egyéb jellemzői, mértékadó vízhozam és az ahhoz tartozó vízállás stb.). Fontos megjegyezni, hogy az V. Vargahosszai-főcsatornára jelenleg a feliszapolódott állapot jellemző, engedélyes fenékszintre történő kotrása és a parti sáv karbantartása esetén a jelenlegi üzemi vízszinthez tartozó vízhozam kisebb vízál-láson is biztosítható lenne, így az oldaltározó töltése is kedvezőbben lenne megvalósítható.

A területmodellből, valamint a főbb alapadatok megadását követően (töltések magassága, töltő-ürítő műtárgy küszöbszintje, üzemi vízszint) egy 2D előntési modellt hoztunk létre egyenletes áramlási feltételeket prognosztizálva (az ún. „steady-flow”, azaz egyenletes áramlás modellezése során azt feltételezzük, hogy a vízsebesség, a víznyomás és a keresztmetszetek ugyan keresztsszelvényenként eltérőek lehetnek, de időben nem változnak). Ezek természetesen némileg ellentmondanak a valós, múltban tapasztalt feltételeknek (hiszen a tározó feltöltése közben a főcsatorna keresztsszelvénye akár meg is változhat pl. rézsűcsúszás vagy feliszapolódás miatt, illetve a vízállás is változhat pl. egy hirtelen heves csapadék miatt), de a modell működésének leegyszerűsítése céljából az állandó feltételeket választottuk. A változatlan medergeometriai és áramlási feltételek alkalmazása abban az esetben tud jól működni modellezési szinten, ha mesterséges

vagy erősen szabályozott, a természetes állapotokat már csak helyenként mutató rendszereket modellezzük. Ez leginkább mesterségesen kialakított vízfolyások, csatornák, műtárgyak, burkolt keresztiszelvények, nyers földműtűk-rök esetében preferált megoldás. Azért is alkalmazható az esetünkben, mert a tározó mesterségesen kialakított, újonnan létrehozott felületekkel és mederbiztosított műtárgy-gal rendelkezik. Ezzel szemben az „unsteady-flow” futtatás olyan esetekben működhet, ahol jelentős a vízfolyás kanyargóssága, nagy az esély a megváltozó medergeometriára (szakadópart, erős erózió, feliszapolódás, nagy hordalékszállítás jellemzi). A kiindulási és peremfeltételek megadása után a modellt lefuttattuk, amiből egy vízállás idősort kaptunk végeredményül. A modell elkészítésének része, hogy definiáltuk a rendszer elemeit, nálunk ez három részből állt: az egyik elem az V. Vargahosszai-főcsatorna, ebből történik a tározóterület feltöltése. A főcsatorna adja az egyik peremfeltételt, a töltéshez használt vízhoz-

mot, amit a főcsatorna vízjogi üzemeltetési engedélyes teréből vettük át. Itt szükséges volt megadni a főcsatornára jellemző vízállás-adatokat (a modell futtatásához használt vízhozamhoz tartozó engedélyes vízállás), valamint a csatorna jellemző keresztiszelvényét. Mivel a tározó újonnan lesz kialakítva (nagy tömegű földmunkával), az $n_M = 0,018$ érdességi tényező értékével kalkuláltunk. Minden felületnek különböző érdességi tényezője van, attól függően, hogy az anyag felületi egyenletlensége milyen mértékben sűrűsödik az áramló vízzel és annak mekkora ellenállást fejt ki: a legsimább (legkisebb érdességű) felületek a mesterséges anyagok (üveg, műanyag, fém, különböző bevonatok), ezt követik a betonfelületek, majd a föld és a különböző mértékben benőtt felületek. A (hidraulikai szempontból) legnagyobb érdességgel a fákkal, cserjékkel, aljnövényzettel, vízi növényzettel sűrűn benőtt felületek rendelkeznek. A 7. ábrán a programban alapból definiált érdességi tényezők láthatók.

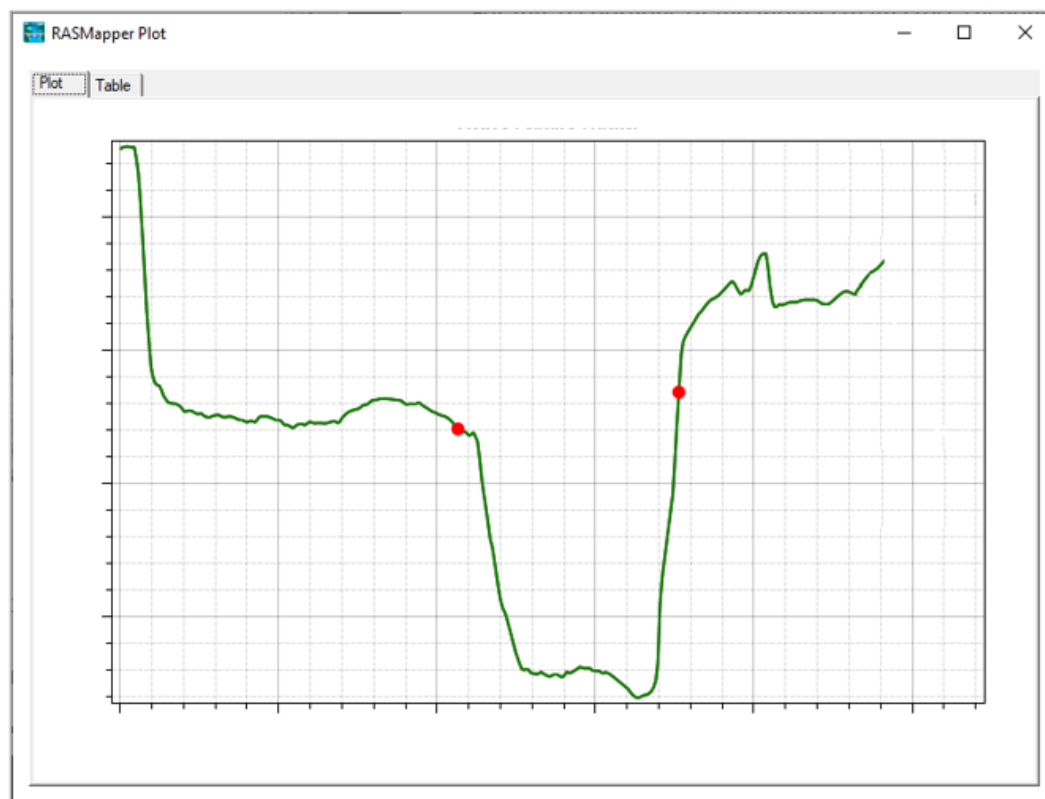
ID	Name	ManningsN
0	NoData	99
11	Open Water	0.028
21	Developed, Open Space	0.035
22	Developed, Low Intensity	0.05
23	Developed, Medium Intensity	0.055
24	Developed, High Intensity	0.065
31	Barren Land Rock/Sand/Clay	0.03
41	Deciduous Forest	0.18
42	Evergreen Forest	0.16
43	Mixed Forest	0.19
52	Shrub/Scrub	0.1
71	Grassland/Herbaceous	0.07
81	Pasture/Hay	0.06
82	Cultivated Crops	0.055
90	Woody Wetlands	0.08
95	Emergent Herbaceous Wetlan...	0.07

7. ábra. A HEC-RAS 6.6 programban előre definiált érdességi tényezők (Képernyőfotó: Luczó Á.)

Figure 7. Predefined roughness coefficients in HEC-RAS 6.6 (Screenshot by Á. Luczó)

Az érdességi és simasági tényező között összefüggés van, hiszen az érdességi tényező reciproka a simasági tényező. A 8. ábrán az V. Vargahosszai-főcsatorna jelenlegi keresztiszelvénye látható az új töltő-ürítő műtárgy szelvényében. Az ábrán a zöld vonal jelöli a csatorna medervonalát, a piros pontok a definiált mederéleket jelölik. Jól kivehető a bal oldalon látható magasabb vonalvezetésű csatorna töltés, míg a jobb oldalon a mérések annak nagyfokú növényzettel való benőtsége miatt hiányosak, de ez a modell lefutását nem befolyásolja. Az is szemmel látható, hogy az engedélyes terveken szereplő csésze alakú medergeometria ma már nem teljesen jellemzi a csatornát, a fenék egyenlőtlen módon feliszapolódott, a rézsűfelületek erodáltak. A keresztiszelvény bal oldalán a hullámtér látható, ami szintén jelentősen benőtt (akác, sás, nád, egyéb cserjék), ez pedig a mederérdességi jellemzőket rontja.

A másik kiindulási elem a tározó felületmodellje, amit a programba kellett importálni. Terepmodell hiányában megadható bármilyen állomány, ami X, Y és Z adatokkal rendelkezik. A harmadik összetevő a két előzőt összekötő töltő-ürítő műtárgy, ami szintén előre definiált tartalmak közül választható ki: vannak kör, négy-szög, egyéb keresztmetszetű műtárgyak, a szabad nyílás méreteit és a küszöbszintet kézi adatbevitellel adtuk meg. Továbbá, definiálni lehet az elzárás módját (alsó kifolyás, felső átbukás), az elzárótábla működését, anyagát, összetételét. Mivel egy egyszerű tiltótáblás műtárgyról van szó, mi azt adtuk meg, hogy a tábla teljes nyitásával (teljes szabad átfolyási keresztmetszet) fogjuk a tározó feltöltését lefolytatni.



8. ábra. Az V. Vargahosszai-főcsatorna jellemző keresztmetszéne a vízkivétel szelvénye körül (Képernyőfotó Luczó Á.)
Figure 8. Typical cross-section of the V. Vargahosszai main canal around the water intake section (Screenshot by Á. Luczó)

A TÁROZÓ TEREPVISZONYAINAK ÉRTÉKELÉSE

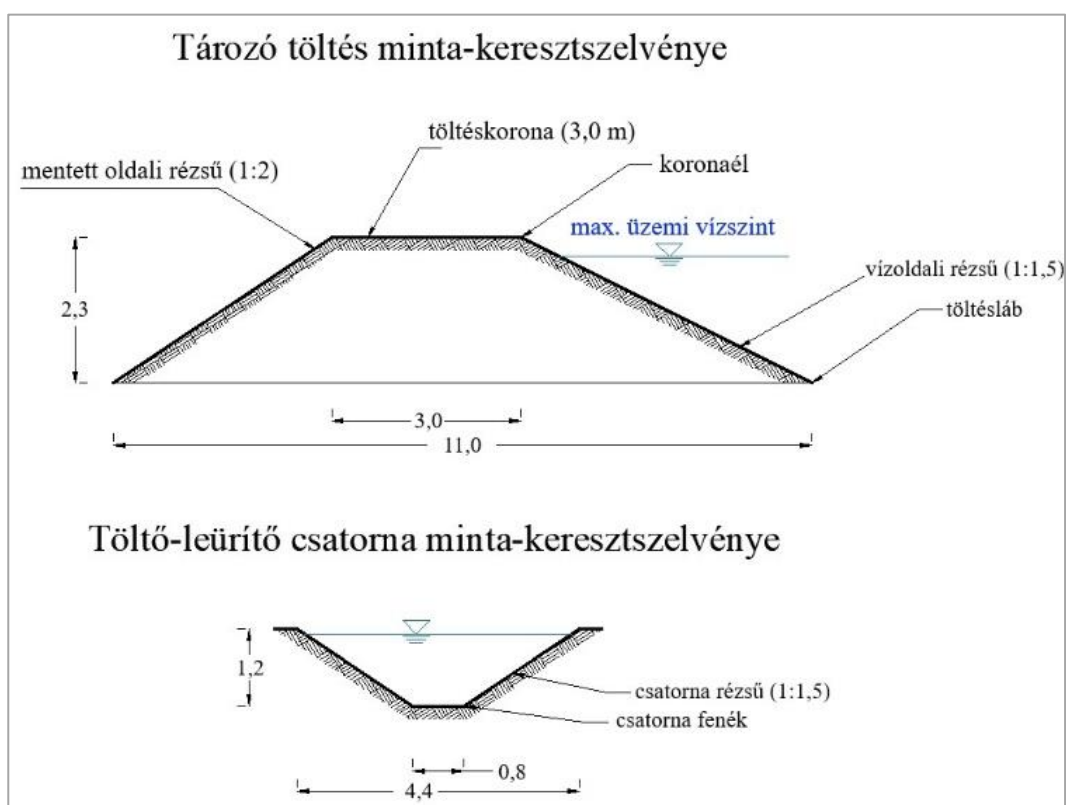
A terepmodell elkészítése során a felmért területet körbe-kerítettük, az így létrehozott 3D-s vonallánc (melynek minden töréspontja ismert magasságú pontokat köt össze, így a vonal maga is magassággal rendelkezik) hossza 3 361 m, vagyis ilyen hosszú töltéssel vehető körbe a tározó. Meg kell jegyezni, hogy a tározó északi oldalán 447 m hosszán nem szükséges új tározótöltés építése, mivel ott a már meglévő V. Vargahosszai-főcsatorna meglévő bal oldali töltése felhasználható ilyen célból; ezen a szakaszon töltésfejlesztésre (töltésmagasítás) van szükség. A tározóterület öntözővízzel történő feltöltését és annak szükség esetén történő leürítését egy kettősüzemű (töltő-ürítő) műtárggyal terveztük: a műtárgy egy 800 mm átmérőjű vasbeton átereszből, a mozgatható tiltót hordozó tiltós előfejből, valamint a kapcsolódó egyéb létesítményekből (pl. meder- és rézsűburkolatok, burkolatlezáró kőszórás, lapvízmerce stb.) áll. Ezt követően megvizsgáltuk, hogy figyelembe véve a jelenlegi terepadottságokat, az V. Vargahosszai-főcsatorna vízjogi üzemeltetési engedélyes hidrológiai és magassági adatait, milyen szinten (mekkora vízborítással) tölthető fel a tározó. A tervezett műtárgy szelvényében a főcsatorna mértékadó vízszintje 83,13 mBf, így a tározó maximális feltöltési szintjét is ebben a magasságban határoztuk meg (szivattyús töltéssel természetesen ennél magasabb vízszint is előállítható

lenne a tározóban, de a költségek optimalizálása érdekében a tisztán gravitációs üzemeltetés mellett döntöttünk). Az elkészült TIN-felületet a következő képernyőfotón ábrázoljuk (9. ábra).

Ezt követően az előzőleg elkészített terepmodell az alábbiak szerint módosítottuk: a töltésepítésre meghatároztunk egy töltés-mintakeresztmetszvényt (a 3,0 m-es koronaszélesség lehetővé teszi azt, hogy fenntartó gépjárművekkel közlekedhessünk azon, emellett az 1:1,5-es vízoldali és 1:2-es mentett oldali rézsűhajlás fenntartási és állókonszági szempontból is megfelel az elvárásoknak), és a kijelölt töltésepítési tengelyvonal mentén egységesen 86,50 mBf töltéskorona szinten töltés nyomvonalat hoztunk létre. A program által generált töltés mennyisége így 51 560 m³-re tehető (ebből 47 090 m³ új töltés építése, 4 470 m³ pedig a meglévő töltés fejlesztése). A tározó átlagos fenékszintjét 82,00 mBf értékben határoztuk meg, kialakítása szerint a tározó szélei felől a leürítő csatorna felé lejt. A letermelendő humusz mennyisége (20 cm-es átlagos vastagsággal kalkulálva) 146 031 m³. A töltő-leürítő csatorna kialakításához 4 864 m³ földmunkára van szükség, a tározótér kialakításához mintegy 1 774 277 m³ nagytömegű földmunkára van szükség. Az így kialakuló tározótér hasznos tározási térfogata 1 588 436 m³. A 10. ábrán a modell felépítéséhez létrehozott töltés és csatorna minta-keresztmetszvényeket mutatjuk be.



9. ábra. Az elkészített TIN felület képe az AutoCAD Civil 3D programban (Képernyőfotó: Luczó Á.)
 Figure 9. Image of the TIN surface in AutoCAD Civil 3D (Screenshot by Á. Luczó)



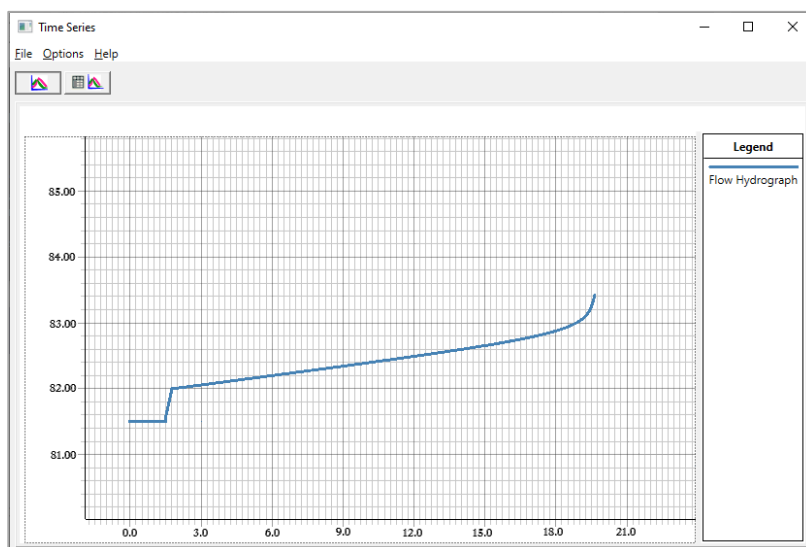
10. ábra. Jellemző minta-keresztmetszvények (Képernyőfotó: Luczó Á.)
 Figure 10. Typical sample cross-sections (Screenshot by Á. Luczó)

A TÁROZÓ HIDROLÓGIAI-HIDRAULIKAI JELLEMZŐI A MODELL EREDMÉNYEI ALAPJÁN

Az elkészített terepmodell és a különböző kiindulási- és peremfeltételek megadását követően 2D-s elöntési modellt készítettünk a tározó feltöltésére vonatkozóan. A grafikonból (11. ábra) jól kivehető, hogy először egy alig észrevehető töltődés van, ami kb. 1,5 napig tart: először a töltő-

ürítő csatorna telik meg vízzel, ezt követően kezdődik meg a tározótér feltöltődése. A tározó üzemi vízszintre történő feltöltése így valamivel több, mint 19 napot vesz igénybe (előbb az alacsonyabban fekvő részek kerülnek víz alá, majd a víz eléri a töltéslábakat, végül a rézsúk egy része is víz alá kerül).

Az eltelt időegységhez tartozó tározóban kialakult vízszinteket a 11. ábra mutatja be (feltöltési idősor).



11. ábra. A tározó töltésének időszora (Képernyőfotó: Luczó Á.)
Figure 11. Timeline of the reservoir filling (Screenshot by Á. Luczó)

A BERUHÁZÁS BECSÜLT KÖLTSÉGE

Az öntözővíz-tározó kialakításához szükséges különböző munkanemekről tételes költségbecslést készítettünk a TERC V.I.P. Gold költségvetés-készítő programcsomag használatával. A hazai építőiparban a TERC program tekinthető a piacvezető alkalmazásnak, vállalkozások, kivitelezők, tervezők százai használják napi szinten. A költségvetés elkészítéséhez az aktuálisan érvényben lévő (2024. III. negyedéves) Összevont Építőipari Normagyűjteményt használtuk, ami folyamatosan bővül, jelenleg több mint 300 000 db építőipari kivitelezési és szerelési tételt foglal magába. A költségbecslést 2024. 10. 03.-án készítettük, az aznapi aktuális Euro középárfolyammal (401,87 Ft) és érvényben lévő rezsioradjíjjal (5 856 Ft) kalkulálva.

Először meghatároztuk, hogy milyen költségterítésekkel kell kalkulálni a kivitelezés megvalósítása során; ezek zöme jellemzően az előkészítési időszakban jelentkezik, ide tartoznak a különböző engedélyeztetési, tervezési feladatok, projekt megelőző tanulmányok, egyeztetésekkel kapcsolatos költségek, pl. vízjogi létesítési eljárás lefolytatása, a kiviteli tervek elkészítése, környezeti hatástanulmány elkészítése, előzetes régészeti dokumentáció elkészítése, a terület lőszermenntesítése. Mivel szükség van töltésépítésre és nagymértékű bevágással kell kialakítani a tározóterületet, szükség van geotechnikai szakvélemény elkészítésére, az ehhez tartozó helyszíni és laboratóriumi vizsgálatok elvégzésével együtt (talaj tömöríthetőségének vizsgálata, szemeloszlás vizsgálata stb.). Mivel jelentős mennyiségű humusz letermelésére van szükség, ezért külön humuszmentési tervet is kell készíteni. A szabadon hozzáférhető elektronikus közműnyilvántartási rendszer szerint a területen jelenleg nem található közművek, így a közműkezelők szakfelügyeletére vélhetően nem lesz szükség, azonban az egyéb érintett szakhatóságok (örökségvédelem, bányakapitányság, természetvédelem, vízügyi hatóság) a kivitelezés idejére szakfelügyelet jelenlétét írhatják elő, így ezek költségével mindenképpen számolni kell. Itt adtuk meg az egyéb, kiegészítő költségátételeket is

(pl. kivitelezést megelőző geodéziai kitűzések, megvalósulási terv elkészítése, víztelenítéssel kapcsolatos feladatok stb.). Ezt követően a szükséges területelőkészítés és földmunkákat határoztuk meg: ide tartoznak többek között a meglévő növényzet irtásával kapcsolatos feladatok (nád-vágás, cserjeirtás, fakivágás, tuskóirtás stb.), a humusz eltávolítására, szállítására, deponálására majd visszatérítésére vonatkozó költségátételek, valamint a különböző földmunkák költségátételei. Fajlagosan ez a munkanem adta a teljes bekerülési költség jelentős részét. A humusz eltávolítása és átmeneti deponálása után kell elvégezni a nagytömegű földmunkákat: a tározó területén bevágással kell kialakítani annak fenékszintjét, a kikerülő anyagot teherautóval kell a tározóterületen kívülre szállítani, ahol a töltésépítést kell majd elvégezni a kikerülő anyagból. A töltésépítést a mindenkori szabványok és műszaki előírások maradéktalan betartása mellett lehet elvégezni, ezek közül az alábbiak a legfontosabbak: töltésépítést csak arra alkalmas anyagból lehet végezni (megfelelő szemösszetétel, tömöríthetőség, szervesanyag-tartalomra vonatkozó előírások stb.), rétegesen építve és rétegenként folyamatosan tömörítve kell az építést végezni. Az egyes rétegeket szélességi értelemben túltöltéssel kell kialakítani, így biztosítható az, hogy a rézsűk kialakításánál egybefüggő, tömör felületek alakulhassanak ki. A töltésépítést megelőzően a töltés nyomvonalán a talajt szántással fel kell „borzolni”, ezzel a módszerrel biztosítható az altalaj és az első töltésréteg megfelelő együtt dolgozása, a megfelelő homogenitás elérése. A töltések megépítése és a nagytömegű bevágás elkészítése után a tározó fenekén tükröt kell kialakítani a terület planírozásával, majd el kell végezni a töltés rézsűjének profilozását. Az így kitermelt anyagot szállítóeszközre kell rakni és a nagytömegű bevágás során kitermelt anyaggal együtt kell deponálni. Ezt követően kell kialakítani az új töltő-ürítő csatornát: ennek legegyszerűbb, leggyorsabb, ezáltal leginkább költségátékony módja a profilkanállal szerelt lánctalpas kotrógéppel történő kialakítás. A csatorna nyomvonalán haladó kotrógép egy ütem-

ben végzi el a csatorna anyagának kitermelését és a fenék, valamint a rézsű profil kialakítását. A legmodernebb építőipari és földmunkagépeken a magassági értelemben vett szintek beállítását már automata földmérő berendezések biztosítják: a munkaterületen telepített földi állomásra a kiviteli tervezés során elkészített terepmodellt fel kell telepíteni, az állomás ezt követően folyamatosan kommunikál a munkagépek vezérlésével, és a csatornát és/vagy tolólapokat ennek megfelelően állítja be. Ezt követően a humuszmintési tervben előírtak szerint kezelt humuszmentisítést a nyers rézsűfelületekre vissza kell teríteni, ezzel tudjuk megakadályozni a hullámverés okozta rézsűsuvadást. A humuszban található növényi részek részben tápanyagként szolgálnak a talajfelületeken kialakuló új növényborítás részére, részben pedig közvetlen kapcsolatot fognak kialakítani a töltéssel. Az így létrejövő talajtakaró füvesítést a munkálatok befejeztével el kell végezni.

A földmunkák befejeztével kell elvégezni a különböző építési, szerelési és vízepítési munkákat. Ennek legfontosabb és legjelentősebb szegmense maga a töltő-űrítő műtárgy kialakítása: mivel a tervezett műtárgy a meglévő V. Vargahosszai-főcsatorna bal oldali töltésében fog majd elhelyezkedni, ezért a töltés részbeni elbontására van szükség. A töltésről a humuszt külön kell eltávolítani és a többi eltávolított humusszal együtt kell kezelni. A töltés megbontása után a tervezett szinten (a műtárgy fenékszintje alatt) munkagödört kell kialakítani, aminek állékonyságáról szükség esetén a munkagödör oldalfalainak dűcolásával kell gondoskodni. Ezt követően a munkagödör alján tükröt kell kialakítani, majd ágyazatot kell építeni. Mivel a műtárgy egy előregyártott vasbeton szerkezet, a jelentős altalajra nehezedő nyomás és az elmozdulás megakadályozása érdekében aljzatbetont kell készíteni. A kialakított és tömörített (leggyakrabban döngölőbékával történik) tükröre egy réteg geotextília elválasztó réteget és egy réteg triaxiális georácsot kell fektetni, amit elmozdulás ellen betonacél tüskékkel a talajhoz kell rögzíteni). A geotextília elválasztó réteg célja az, hogy megakadályozza az ágyazat benyomódását a tömörített altalajba, míg a georács célja az ágyazat együtt dolgozásának elősegítése, az oldalirányú elmozdulás megakadályozása. Az így kialakított tükröre kell kialakítani a természetes szemeloszlású homokos kavics (pl. THK 0/24) ágyazatot, amit gépi eszközökkel szintén tömöríteni szükséges. Ezután az ágyazat körül el kell készíteni az alaptest betonozásához szükséges síkalap zsaluzatot. A zsaluzat beállítása után azon belül el kell helyezni és rögzíteni kell az alaptest vasszerelését: a tapasztalatok alapján leggyakrabban hegesztett betonacél térhálót alkalmazunk, lehetőleg két sorban elhelyezve, az oldalfalak mellett kiegészítő fővasalattal és kengyelezéssel. A betonacél armatúra elhelyezése és rögzítése után kell elvégezni az alaptest betonozását megfelelő minőségű és konzisztenciájú transzportbeton szivattyús kialakításával. Betonozáskor szükséges a zsaluzat és a betonacél armatúra folyamatos vibrálása a levegőzárványok kialakulásának elkerülése érdekében. Betonozáskor fokozottan figyelemmel kell lenni a betonozócső megfelelő elhelyezkedéséről, ugyanis a beton túl nagy mértékű ejtése során a beton szétosztályozódhat. A betonozást követően a beton felületét el-

kell simítani és folyamatosan gondoskodni kell a felület utókezeléséről (manapság az egyik legmegbízhatóbb és legegyszerűbb mód a párazáró folyadékkal történő felületkezelés, amivel megakadályozható a beton nedvességtartalmanak túlzott csökkenése és megégése). Mivel az általunk vizsgált területen zömében agyagos talaj található, ezért az egyéb, kiegészítő szivárgási úthossz-növelő szerkezetek (pl. szádfal) beépítésétől el lehet tekinteni. A beton megszilárdulása után (kb. 28 nap) a zsaluzatot el lehet bontani, és a vasbeton alaptesten el lehet helyezni az előregyártott vasbeton műtárgyat és az ahhoz tartozó 100 cm belső átmérőjű vasbeton csöveket (6,0 m hosszan). A műtárgy egy előregyártott vasbeton tiltóból és a hozzá kapcsolódó vasbeton csövekből áll össze. A műtárgyban egymással három pár horony van kialakítva, ezek közül a legbelsőben kell elhelyezni a horganyzott acél tiltótáblát és a fogasléc felhúzó szerkezetet. A másik két pár horony az ideiglenes elzárótáblák fogadására van kialakítva: a fő tiltótábla karbantartása, meghibásodása esetén az ideiglenes elzáró hornyokban lehet elhelyezni az ideiglenes tiltótáblákat, szükség esetén a táblák közötti térrészt homok- vagy földszsákokkal lehet feltölteni a vízzárás fokozása érdekében. A műtárgy körül lévő töltést az előzőekben részletezett előírásoknak megfelelően ki kell alakítani, különös tekintettel a vasbeton felületek és a nyers földfelületek csatlakozására: a vízszivárgások mindig az eltérő homogenitású frakciók közötti határfelületen tudnak legkönnyebben kialakulni, így a műtárgy melletti földfeltöltésre és -tömörítésre fokozottan figyelni kell. Ennek megfelelően a töltésbe fagyott föld és nagyobb kövek beépítése nem engedett, továbbá figyelemmel kell lenni a megfelelő tömörítőeszköz használatára (pl. kötött anyag beépítése esetén juhlabhengert, szemcsés anyagok esetén sima felületű, pl. vas-vas vagy vas-gumipalástú henger alkalmazandó). A vasbeton alaptest és az előregyártott vasbeton műtárgy, valamint az előregyártott vasbeton átereszcsonk vízzáró kapcsolatát az építés során elhelyezett vízzáró duzzadószalag biztosítja, ami nedvesség hatására térfogatának többszörösére duzzad, így az egyes szerkezeti elemek közötti térrészt vízzáróan és tartósan képes kitölteni.

Ezt követően meghatároztuk az egyéb vízepítési munkákat: a hidraulikai törvényszerűségek miatt figyelemmel kell lenni arra, hogy a műtárgyak környezetében a vízfolysók dinamikája jelentősen megváltozik. A főcsatornában lévő lamináris vízmozgás a műtárgy megnyitása után megváltozik, vízgráz jön létre és turbulens vízmozgás alakulhat ki. Ilyenkor a műtárgy fizikai sajátosságainak köszönhetően (leszűkülő átfolyási szelvény, kisebb felületi érdesség, drasztikusan megnövekedő vízfelszín-esés stb.) a vízsebesség megnő, ezzel növekszik a víz elsodró ereje, ami a műtárgy körüli talaj elsodrását, eróziót okozhat. Ennek megakadályozása érdekében rézsű- és medervédelem kialakítása szükséges: a kritikus helyek ebből a szempontból a műtárgy al- és felvízi oldalán található mederszakaszok, illetve a műtárgy körüli rézsűburkolatok. A műtárgy alatt kialakított vasbeton alaptest lezárására vízepítési terméskő köszörást kell kialakítani a műtárgy lábazata körül. A kialakuló vízsebesség, a vízhozam és a vízmélység alapján LMA_{5/40} vízepítési terméskő felel meg a célra. Az al- és felvízi oldalon kialakított elő- és utófenékre előregyár-

tott vasbeton kockákat, vagy nagyobb frakciójú vízepítési termésköveket kell elhelyezni a felgyorsuló víz energiájának csökkentése érdekében. Az így kialakított energiatűrő fogak egyébként pozitívan járulnak hozzá a tározóban lévő víz oldott oxigéntartalmához, mivel a köveken megtűrő víz oxigénnel tud dúsulni, így javulhat a víz minősége. A rézsűk burkolatát előregyártott rézsűburkoló lapokból vagy monolit vasbeton burkolattal lehet kialakítani: mindkét esetben megtámasztó és burkolatlezáró vasbetongerendát kell készíteni, ezt követően kell kiemelni a tükröt, szemcsés anyagból ágyazatot kell kialakítani, erre kell elhelyezni az előregyártott vasbeton elemeket vagy monolit vasbeton burkolatot kell kialakítani.

Az építési munkák befejeztével el kell végezni a kiegészítő munkákat: el kell helyezni a műtárgyban az elzárótáblát és a mozgó berendezést, mozgatási próbával kell meggyőződni annak megfelelő működéséről. Az ideiglenes elzárás kialakításával és az elzárótábla teljes mértékű zárásával víztartási próbát kell elvégezni a mindenkori szabványokban előírtaknak megfelelően. Ezt követően el kell végezni a területrendezési munkákat, el kell végezni a megvalósult művek geodéziai felmérést, majd el kell készíteni a megvalósulási tervdokumentációt.

A költségvetés alapján a tározó komplett kialakítása nettó 2 662 320 885 Ft becsült költséggel alakítható ki. Ez magában foglalja a szükséges előkészítési, tervezési és engedélyezési feladatok elvégzését, a tározó építéséhez szükséges mindennemű feladatokat (előkészítő földmunkák, nagytömegű földmunka, műtárgyépítés és ehhez kapcsolódó feladatok, területrendezési feladatok) és a befejező munkákat is.

A különböző munkanemek összesítése jól megmutatja a teljes becsült beruházási költség és az egyes munkanemek közötti arányokat: a legjelentősebb költséget a földmunkák adják, ezen kívül meghatározók még a különböző költségtérítési tételek (ide tartoznak többek között az előkészítési, tervezési, engedélyezési feladatok jelentette költségek) és a vízepítési/közműépítési költségek (ezek jelentős része a műtárgy építésével van összefüggésben). Az „Irtás, föld- és sziklamunka” munkanem (magában foglalja a területelőkészítési, humusz eltávolítási munkákat, nagytömegű földmunkát, tározótér kialakítás, töltésépítést stb.) a teljes becsült költség mintegy 98%-át teszi ki.

A 2. táblázat az egyes munkanemek becsült költségét mutatja be a teljes beruházási költség arányában.

2. táblázat. A becsült beruházási költségek
Table 2. The estimated investment costs

Munkanem megnevezése	Becsült anyagköltség [nettó Ft]	Becsült díjköltség [nettó Ft]	Becsült összköltség [nettó Ft]	A teljes költséghez viszonyított arány [%]
Építőgépek, szerszámok	0.-	500 320.-	500 320.-	0,0199
Felvonulási létesítmények	89 720.-	0.-	89 720.-	0,0034
Víztelenítés	0.-	57 680.-	57 680.-	0,0021
Zsaluzás és állványozás	7 455.-	35 880.-	43 335.-	0,0016
Költségtérítések	14 761 000.-	30 295 445.-	45 056 445.-	1,6900
Irtás, föld- és sziklamunka	11 106 266.-	2 596 535 586.-	2 607 641 852.-	97,9500
Síkalapozás	327 400.-	179 572.-	506 972.-	0,0190
Helyszíni beton és vb. munka	72 151.-	112 242.-	184 393.-	0,0069
Vízepítési munkák	4 505 000.-	415 134.-	4 920 134.-	0,1850
Közműsatorna-építés	2 322 988.-	996 256.-	3 319 244.-	0,1250
Összesen:	33 192 770.-	2 629 128 115.-	2 662 320 885.-	100,0000

A készítés kori aktuális árfolyamokat és rezsiorádjákat figyelembe véve a beruházás teljes nettó összköltsége 2 662 320 885 Ft. Ez az összeg természetesen magasnak tűnik, főleg a vizsgált területen egyénileg gazdálkodók számára lehet az, de ha figyelembe vesszük azt a tényt, hogy csak a 2022-ben országosan 47 925 db aszálykárrel kapcsolatos kárbejelentést nyújtottak be, 1 434 254 ha területen keletkezett valamilyen mértékű aszálykár, és állami szinten mintegy 49,3 Mrd Ft került kifizetésre a gazdálkodóknak, ez az összeg már nem is

tűnik olyan magasnak. Meg kell jegyezni, hogy a 2019-2022. évek között eltelt négy év alatt ugyanez az összeg meghaladta a 72,2 Mrd Ft-ot, amihez képest egy 2,6 Mrd Ft-os beruházás már legalább arra alkalmas kell, hogy legyen, hogy a megfelelő döntéshozók figyelmét felkeltse. A 3. táblázat azt mutatja meg, hogy különböző, a környékre jellemző növényi kultúrák átlagos vízigényeit figyelembe véve (Brouwer és Heibloem 1986), a fentiekben leírt módon kialakított tározóban tárolható vízmenynyiséggel mekkora területek öntözhetőek.

3. táblázat. A tározott vízmennyiségből megöntözhető terület nagysága az egyes növényi kultúrák átlagos vízigényét figyelembe véve
 Table 3. The size of the area that can be irrigated from the stored water volume, considering the average water requirement of each crop

Növényi kultúra megnevezése	Növényi kultúra átlagos vízigénye [mm]*		A tározott vízmennyiségből öntözhető terület nagysága [ha]	
	-tól	-ig	-tól	-ig
Árpa	450	600	353,0	264,7
Burgonya	500	700	317,7	226,9
Búza	500	650	317,7	244,4
Káposzta	350	500	453,8	317,7
Kukorica (hibrid)	500	800	317,7	198,6
Napraforgó	600	1 000	264,7	158,8
Szója	450	700	353,0	226,9

*(Brouwer és Heibloem 1986)

A táblázatban ugyancsak sokévi, átlagos tapasztalati értékeket tüntettük fel, de így is szembevetendő, hogy megvalósulása esetén a tározó jelentős nagyságú területek öntözését tehetné lehetővé (pl. a környékre leginkább jellemző hibrid kukorica 500-800 mm közötti vízigényét kb. 200-300 ha területen tenné lehetővé). Természetesen ezek az értékek akkor érvényesek, ha csapadékhullással a tenyészidőszakban nem számolunk.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A kutatásunk során megvizsgáltuk egy általunk kiválasztott területen (Békés-Rosszterdő területének egy kisebb szegmense) meglévő öntözővíz-tározási lehetőségeket, és egy olyan részterületet választottunk ki tanulmányunk elkészítése céljából, ami minden szempontból megfelel az általunk támasztott kritériumoknak: a térség önmagában aszálykárnak van kitéve; a terület belvízképződésre hajlamos; a területen, illetve annak közvetlen környezetében olyan jellegű mezőgazdasági termelés folyik, ami öntözést igényel; továbbá a területen elvi lehetőség van öntözővíz-tározó létesítésére.

A vizsgálatok során arra a következtetésre jutottunk, hogy a célterület természeti adottságaiból kifolyólag (egykori holtágakkal, holtmedrekkel, medermaradványokkal sűrűn átszőtt, részben lefolyástalan, belvízképződésre hajlamos) alkalmas lehet olyan beavatkozásra, mely eredményként egy öntözővíz időszakos tározását lehetővé tevő tározóterület alakítható ki. Fontos megjegyezni, hogy a jelenleg is kettős üzemeltetésű csatornaként működő V. Vargahosszai-főcsatorna jelenleg is képes a környékbeli öntözővíz-igények bizonyos mértékű kielégítésére, azonban az egyre sűrűbben jelentkező és egyre tovább húzódó aszályos időszakok, valamint a Körösök vízrendszerére évről évre kevesebb beérkező vízmennyiség ellensúlyozására minél hamarabb el kell kezdeni megoldási lehetőségek felkutatását és kidolgozását. Mivel úgy tűnik, hogy az éghajlatban bekövetkező változások vissza nem fordíthatók, és ellensúlyozásuk is csak több évtizedes léptékben tervezhető előre, más megoldási lehetőségek alkalmazását is mérlegelni kell. Ilyen megoldás lehet a vízrendszeren érkező vízmennyiség egy részének tározása és annak a megfelelő helyen, megfelelő időszakban történő felhasználása. Továbbá, a célterület hidrológiai/földrajzi adottságai miatt belvízképződésre hajlamos, a műholdfelvételek alapján a belvízi elöntések sok esetben közvetlen termés kiesést okozhatnak. De ezen kívül számolni kell azzal, hogy a belvíz a tartósan túltelített talajoknál a termőföld művelését, a termés betakarítását is akadályozhatja. A gyakori, tartós

belvízborítás továbbá kedvezőtlenül hathat a talajban lévő ásványianyagok összetételére is, a tápanyagok kimosódását is okozhatja (végső soron kialakulhatnak olyan helyek, ahol tápanyagokban szegény talajállapot jelentkezik, míg más helyeken az elmosódott anyagok többlete okozhat szélsőséges helyzeteket). Ez abból a szempontból mérlegelendő döntés, hogy egy jó vízháztartású, jó termőképességű területen sokkal nagyobb gazdasági-társadalmi ellenállásba ütközne egy tározó építése, de egy belvízzel gyakrabban borított, kedvezőtlenebb jellemzőkkel bíró, kvázi kisebb értékkel rendelkező területen egy tározó építése talán kisebb ellenállásba és nehézségekbe tud ütközni.

További fontos szempont volt az is, hogy a terület közvetlenül az V. Vargahosszai-főcsatorna mellett helyezkedik el, így a tározó (és az ahhoz kapcsolódó egyéb létesítmények) megépítése esetén a csatornából közvetlenül tölthető, nincs szükség egyéb vízkormányzó műtárgyak és létesítmények (szivattyútelep vagy -provizórium, rávezető csatorna, egyéb műtárgyak stb.) kialakítására, ami jelentős költségmegtakarítást jelent.

Az üzemi vízszintre 19 nap alatt feltölthető öntözővíz-tározó mintegy 1,59 millió m³ hasznos tározási kapacitással bír, mely az öntözővíz közvetlen felhasználásán kívül több más közvetett, pozitív hatással is rendelkezne. A környékbeli vízfolyások (Kettős-Körös, V. Vargahosszai-főcsatorna) nyári vízállásai évek óta csökkenő tendenciát mutatnak, egyre gyakoribbá válnak az eddig sosem mért legkisebb vízállásokat megközelítő vízszintek, ezek pedig kedvezőtlen hatással vannak a környékbeli talajvízállásokra is. A talajvízszintek is évről évre csökkenő tendenciát mutatnak, ami részben a vízfolyások csökkenő vízálásainak, részben pedig a lehulló csapadékok hasznosulásának kedvezőtlen folyamatának tudható be. Az előző bekezdésekben részleteztük, hogy ugyan az éves átlagos csapadékok mennyiségében egyértelmű csökkenő tendencia nem mutatható ki, a csapadékhullás azonban helyi és időbeli egyenlőtlenségeket is mutat. Egyre inkább ahhoz kell alkalmazkodni, hogy az eddig hosszan tartó, csendes, csapadékos időszakok alatt lehulló csapadékmennyiségek egyre rövidebb idő alatt fognak lehullni. A kiszáradt, felforrósodott talajfelszínre hulló intenzív, nagy mennyiségű csapadéknak azonban fajlagosan csak kisebb része tudja elérni a gyökérzónát, mivel nagy része már a felszínen elpárolog, vagy a felsőbb, száraz talajrétegeket fogja nedvesíteni. A tározó öntözési időszakon kívül történő feltöltése kedvezően tud hatni környezetének vízháztartására is, hiszen a szabad felszínű vízoszlop egy része a levegőben el-

párolgás, egy része azonban a talajban fog elszivárogni, ezzel pedig hozzájárul a talajvízszint növekedéséhez. Továbbá, a tározótér párolgása – várhatóan ugyancsak csekély mértékben – a környéken lévő gyümölcsösökre is kedvezően hathat a levegő páratartalmának növelésével. Véleményünk szerint az sem elhanyagolható szempont, hogy a tározó tervezett helyének közvetlen környezetében több Natura 2000 hálózathoz tartozó terület is van (többek között a Fehér-, Fekete- és Kettős-Körös, valamint a Hármaskörös teljes hullámtéri területe, a Körösközi erdők területe, a Gyepes-csatorna hullámtere), ahol többek között olyan védett állatfajok találhatók meg, mint pl. a bánáti csiga, a vöröhasú unka, a tavi denevér, a közönséges vidra, a dobozi pikkelyescsiga, a magyar tavaszi fésűsbagoly vagy a díszes tarkalepke. Egy újonnan kialakított vizes élőhely kedvező hatással lehet a környéken található fajok biodiverzitására. Továbbá említésre érdemesnek tartjuk, hogy a Ramsari területek részét képező Biharugrai-halastavak is mindössze kb. 30 km távolságban található légvonalban, így akár az ott szaporodó és pihenni megálló madárfajok (köztük a súlyosan veszélyeztetett Kis lilik vagy a főként itt telelő Rétság) életére is kedvező hatással lehet (Ramsar Convention 2024). A közleményben körvonalazott műszaki tartalom mintegy nettó 2,662 milliárd forintból valósítható meg, ami alapvetően egy igen jelentős költségnek tekinthető, de ha összehasonlítjuk azzal, hogy csak a 2021-es és 2022-es évben a jogosnak megítélt kárenyhítő juttatás iránti kérelmek összege országosan mintegy 75,8 milliárd forint volt, már nem is tűnik kiemelkedően magas beruházási költségnek (AKI 2023a).

Javaslatként, illetve jövőbeli kutatási/tervezési feladatként az alábbiakat fogalmaztuk meg:

1. A tározóterület valós feltöltődésének mérése és rögzítése a HEC-RAS modellel összehasonlítva: mivel a területmodell elkészítéséhez 100×100 m-es sűrűségű rasztert alkalmaztunk, a valós terep egy bizonyos mértékben természetesen eltér a modelltől, ezért a terület egyenletlenségeit a valóstól eltérően mutatja be. Sűrűbb raszter vagy más mérési módszer (pl. LIDAR) alkalmazásával a terepmodell finomítható, így a valóságos állapothoz jobban közelíthető. Ebből kifolyólag pedig egy eltérő feltöltődési modellt is fogunk kapni. Am még ez a modell is eltérhet a valós állapottól: az előtési modell elkészítésekor a nyers földfelületekre jellemző érdességi tényezőt ($n_m = 0,018$) vettük figyelembe, hiszen terveink szerint a tározó kialakítása után, még a vegetáció megjelenése előtt feltöltésre kerülhet. Azonban a valóságban ez eltérő lehet: az alacsony fűvel, gyér vegetációval vagy akár a sűrűn benőtt, nádas, cserjés talajfelületeknél a figyelembe veendő érdességi tényező értéke akár 0,027-0,100 között is változhat, ez pedig egymástól teljesen eltérő vízsebességeket okozhat. Érdemes lehet tehát összehasonlítani a modell által meghatározott töltési időt a valóságban lejátszódó töltődéssel, ami-ben segítséget jelenthet a műtárgynál elhelyezendő vízmérce leolvasása és az időegységhez kapcsolódó vízállások dokumentálása.

2. A környékbéli terméshozamok összehasonlítása a tározó megépítését és üzemeltetését megelőzően, illetve azt követően: nehéz, időben elnyúló és összetett feladat lehet egy referencia idősor (a tározó megépítését megelőző években mérhető terméshozamok) összehasonlítása a tározó feltöltését követően tapasztalható terméshozamokkal. Ki kell

zárni a kiugróan (átlagostól jelentősen eltérő) csapadéksze-gény, illetve kiugróan csapadékos éveket, majd az átlagos-hoz jól közelítő időszakból olyan következtetéseket lehet levonni, hogy a tározó feltöltését követően vajon pozitív hatással volt-e a környék vízháztartására a rendelkezésre álló vízmennyiség, és ha igen, akkor annak gazdasági megtérülése milyen időintervallumban lesz mérhető.

3. A környékbéli talajvízállások összehasonlítása a tározó üzemeltetése előtt és azt követően, távolhatás (talaj-víz-távolhatási görbe) meghatározása: a tározó üzemeltetésének a közvetlen kedvező hatásokon (öntözővíz-szolgáltatás, szabadon párolgó vízfelszín stb.) közvetett hatásai is jelentkezhetnek. Az egyik ilyen kedvező hatás lehet a mederfenéken, illetve a töltéstesteken keresztül a tározótérből elszivárgó víz környező talajvízállásokra gyakorolt hatása. A megváltozó csapadékvizonyok, a megnövekedő párolgás, illetve a csökkenő felszíni vízhozamok miatt a talajvíztükör süllyedése az Alföld ezen részén egyértelműen megfigyelhető. Ezt a hatást (még ha csak pár száz méter, vagy 1-2 km távolhatásról is van szó) csökkentheti, vagy akár ellensúlyozhatja a tározótérből elszivárgó víz mennyisége. Az emelkedő talajvíz a környező területeken kedvezően hathat a növényi kultúrák fejlődésére. Ehhez talajvíz-monitoring kutakat szükséges létrehozni: a gyakorlat szerint a töltések alatt, majd a tározótérrel egyre távolodva folyamatosan figyelemmel kísérhető a talajvízállás változása, kellően sűrű hálózat esetén akár a talajvíz áramlásának iránya is meghatározható. A monitoring eredményekből idősorok állíthatók elő, az anyag összetettségét tovább növelheti az is, hogy ha figyelembe vesszük a területre jellemző csapadékhullási trendeket és a Kettős-Körös vízállás-idősorát is (a környéken nem áll rendelkezésre relevánsnak tekinthető talajvíz-szint-figyelő kút, de a talajvízáramlás iránya minden bizonnyal a Kettős-Körös folyó felé mutat).

4. Az esetlegesen megváltozó üzemkörülményeknek megfelelően a tározóterület és vízkormányzás módjának módosítása: előfordulhat, hogy egymást követő csapadéokban gazdagabb évek során az öntözővíz-igények csökkennek, így nem lesz szükség a tározó maximális üzemi vízszinten történő üzemeltetésére. Itt mérlegelni kell, hogy a kisebb vízállások a sekélyebb tározóterületen nem okozhatnak-e vízminőségi problémákat. Erre megoldás lehet a tározó kazettázása, azaz több, kisebb részegységre történő felbontása, ami jellemzően a tározótöltésnél alacsonyabb magasságú keresztirányú osztótöltés és vízkormányzó műtárgy építésével biztosítható. Ebben az esetben a töltő-ürítő csatorna és a keresztöltés találkozásánál kialakított műtárgy (kisebb zsilip, átereszt, bukó) zárásával a beérkező víz csak az első kazettát fogja feltölteni, és megakadályozzuk a további kazettába történő átjutást. Az időjárási körülmények hirtelen megváltozásával természetesen szükség lehet a tározó teljes feltöltésére, ekkor a műtárgy nyitásával egy újabb kazetta is feltölthető. Gyakori megoldás egyébként a töltés koronáján egy mesterségesen kialakított magassági hiányos szakasz (bukó) alkalmazása, mivel ebben az esetben automatikusan is végbemegy a gravitációs úton történő átbukás. Ebben az esetben figyelemmel kell lenni a vízgázás jelenségére, hangsúlyt kell fektetni az erózió elleni védekezésre. Érdemes lehet egy megelőző költségbecslés készítésével döntéstámogatást biztosítani annak meghatározására, hogy a kazettázás kialakításának többletköltségei vajon arányos-ságot mutatnak-e annak pozitív hozadékaival.

5. A tározott vízmennyiség párolgásának és elszivárgásának monitorozása: abban az esetben, ha a tározóból nincsen öntözővíz-szolgáltatás, érdemes lehet a természetes elszivárgást és párolgást is monitorozni. Ezzel nagyobb pontosságú tározási üzemrendet lehet kialakítani, hiszen abban az esetben, ha megfelelő mennyiségű időjárási adatsor áll a rendelkezésünkre, akkor finomhangolhatjuk a tározó töltésének ütemezését, tartósan csapadékos időszak előrejelzése esetén a töltés akár szüneteltethető is. Ehhez elengedhetetlen egy meteorológiai állomás telepítése a tározó környezetében, ami természetesen további többletköltséget jelent; ennek megtérülése szintén vizsgálható.

6. Az V. Vargahosszai-főcsatorna rekonstrukciója, fejlesztése: a főcsatorna látná el öntözővízzel az elképzelt tározót, annak általános állapota azonban évről évre romló tendenciát mutat. Az engedélyes fenékszintekhez képest gyakorlatilag a csatorna teljes hosszán jelentős feliszapolódás tapasztalható, az üzemeltető KÖVIZIG jelentése szerint ennek mértéke 20-80 cm között változik. Ennek megfelelően az engedélyes vízszinthez tartozó vízhozam folyamatosan csökken. Egyes szakaszokon a mederrézsük vízi növényzettel, illetve cserjével erősen be vannak növe: ez ugyan jó hatással van a főcsatorna biodiverzitására és általános vízminőségére, de a mederérdességet jelentősen növeli, azaz csökkenti a vízsebességet, vízhozamot. Ennek ellensúlyozása érdekében a csatorna kotrásával helyre kell állítani az engedélyes keresztzelvényeket, fenékszinteket, el kell végezni a szükséges növényzetirtási feladatokat, el kell végezni a vízkormányzó és egyéb műtárgyak karbantartását a megfelelő mennyiségű öntözővíz biztosításának érdekében. Ehhez kapcsolódóan távlati terv lehet az V. Vargahosszai-főcsatornán egy, a torkolathoz közeli szakaszon történő fenékküszöb vagy duzzasztómű kialakítása. Ezzel kisvízes időszakban is magasabb vízállás alakítható ki a felsőbb szakaszokon, így akár vízhiányos időszakban is elvégezhető a tározó (akárcsak részleges) töltése. Távlati fejlesztési cél lehet továbbá egy vízállás és vízhozam mérésére alkalmas monitoring állomás kialakítása az V. Vargahosszai-főcsatornán, amivel értékes többletinformációkat kaphatunk a tározó üzemeltetésével és az öntözővíz-szolgáltatással kapcsolatban.

IRODALOMJEGYZÉK

AKI (2023a). A mezőgazdasági kockázatkezelési rendszer működésének értékelése 2022, Agrárközgazdasági Intézet, p. 119. <https://www.aki.gov.hu/termek/a-mezo-gazdasagi-kockazatkzezesi-rendszer-mukodesenek-ertekelese-2022/> ISSN 2786-3247 (Online) (Letöltve: 2024. 10.02.)

AKI (2023b). Statisztikai jelentések – Öntözésjelentés 2022. év, Agrárközgazdasági Intézet, XXVI. évf., 1. szám, p. 22. <https://www.aki.gov.hu/termek/ontozesjelentese-2022-ev> (Letöltve: 2024. 07. 17.)

Barker, L.J., Hannaford, J., Magee, E., Turner, S., Sifton, C., Parry, S., Evans, J., Szczykulska, M., Haxton, T. (2024). An appraisal of the severity of the 2022 drought and its impacts. *Hydrology and Earth System Sciences*, Volume 79, Issue 7. <https://doi.org/10.1002/wea.4531>

Biavetti, I., Mulhem, G. (2022). Crop monitoring in Europe September 2022 – Rain arrived too late for summer crops – Yield forecasts further reduced. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC127965> (Letöltve: 2024. 08. 07.)

Brouwer, C., Heibloem, M. (1986). Irrigation water needs, <https://www.fao.org/4/s2022e/s2022e07.htm>. (Letöltve: 2024. 07. 17.)

Dunka S., Fejér L., Papp F. (2003). A Közép-Tiszfőviz története. Vízügyi Múzeum, Levéltár és Könyvtár gyűjtemény Budapest, p. 210. ISBN 963-212-280-1

ECMWF (2023). European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, European climate marked by heat and drought in 2022 – report <https://www.ecmwf.int/en/about/media-centre/news/2023/european-climate-marked-heat-and-drought-2022-report> (Letöltve: 2024. 08. 07.)

EOTR (1973). Egységes Országos Térképrendszer 1:10 000 méretarányú térképsorozat (1973). <https://geoshop.hu/>

E-KÖZMŰ (2025). www.ekoizmu.e-epites.hu (Letöltve: 2025. 04. 23.)

Fejér L. (2010). A vízitársulatok 200 éve. Vízgazdálkodási Társulatok Országos Szövetsége Budapest, p. 260. ISBN 978-963-06-9370-7

Garrido-Perez, J.M., Vicente-Serrano, S.M., Barriopedro, D., García-Herrera, R., Trigo, R., Beguería, S. (2024). Examining the outstanding Euro-Mediterranean drought of 2021–2022 and its historical context *Journal of Hydrology*, vol. 630, February 2024, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.130653> (Letöltve: 2024. 07. 11.)

HEC-RAS (2024). HEC-RAS 6.6 Guides and Tutorials, <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/rasdocs/hgt/latest/guides> (Letöltve: 2024. 10. 16.)

Jogtár (2004). 196/2004. (VI. 21.) Korm. rendelet a Magyar Köztársaság Kormánya és Románia Kormánya között a határvizek védelme és fenntartható hasznosítása céljából folytatandó együttműködésről szóló Egyezmény kihirdetéséről <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0400196.kor> (Letöltve: 2024. 10. 14.)

Kozák P., Fiala K., Benyhe B., Fehérvári I. (2022). Az aszály monitoring hálózat és az aszálykezelés gyakorlata a 2022. évi aszály tükrében. *Vízügyi Közlemények* 2022. 104. évf. 3. sz. pp. 113-131.

KÖVIZIG (2020). Körös-vidéki Vízügyi Igazgatóság Általános Belvízvédelmi terve és mellékletei.

MET (2024). Magyarország éghajlata - éghajlati viszszatekintő. https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_honapok_idojarasa/ (Letöltve: 2024. 10. 02.)

NATURA 2000 (2024). Natura 2000 Network <https://natura2000.eea.europa.eu/> (Letöltve: 2024.10.14.)

Marton A. (2023). A 2022. év időjárása. *Légekör*, 68. évf. 2. szám, pp. 102-109. https://epa.oszk.hu/03900/03956/00071/pdf/EPA03956_1_egkor_2023_2_102-109.pdf (Letöltve: 2024. 07. 17.)

OVF (2022). Magyarország vízgyűjtő-gazdálkodási tervének második felülvizsgálata – Magyarország vízgyűjtő-gazdálkodási terve 2021. Budapest, p. 712.. <https://vizeink.hu/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-2019-2021/vgt3-elfogadott/> (Letöltve: 2024. 03. 20.)

Ramsar Convention (2024). The Convention Of Wetlands <https://www.ramsar.org/> (Letöltve: 2024. 10. 14.)

A SZERZŐK

NAGY ATTILA a Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Karon egyetemi tanár. 2005-ben szerzett környezetgazdálkodási agrármérnök diplomát, PhD fokozatot 2009-ben szerezte meg, 2016-ban habilitált, 2023 óta egyetemi tanár. Tudományos pályája során korábban fitoremediációval foglalkozott. Jelenleg a távérzékelés és térinformatika vízgazdálkodási folyamatokban való alkalmazása, aszály okozta stresszhatások, mezőgazdasági vízgazdálkodás kritikus vízforgalmi tényezőinek értékelése területén végez kutatásokat. Elismerések: Debreceni Egyetem rektorának elismerő oklevele 2012., Magyary Zoltán Posztdoktori ösztöndíj (2013-2014). Bolyai János Kutatási Ösztöndíjas (2022-). A Magyar Hidrológiai Társaság tagja 2015 óta.



LUCZÓ ÁDÁM építőmérnök (Eötvös József Főiskola, 2013), okleveles mezőgazdasági vízgazdálkodási mérnök (Debreceni Egyetem, 2024). 2013-tól előbb a Békés Drén Kft-nél, majd a FUTIZO Kft-nél vett részt vízépitéssel és öntözéssel kapcsolatos kivitelezési munkákban. A Magyar Mérnöki Kamara és a Magyar Hidrológiai Társaság tagja.



*A vizsgált terület 2025.05.26-i állapotának drónfelvétele DJI MAVIC PRO 2 eszközzel (Fotó: Luczó Ádám)
Drone footage of surveyed area with DJI MAVIC PRO 2 on 2025.05.26 (Photo by Ádám Luczó)*