

HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY

HUNGARIAN JOURNAL OF HYDROLOGY



A MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG LAPJA • 105. ÉVF. 2. SZÁM • 2025
JOURNAL OF THE HUNGARIAN HYDROLOGICAL SOCIETY • VOL. 105, ISSUE 2 • 2025



<https://doi.org/10.59258/HK>

A HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY ELŐFIZETÉSE

A <https://www.hidrologia.hu/hidrologiai-kozlony-megrendelo-lap/> címen található űrlap kitöltésével és visszaküldésével megrendelhető nyomtatott formában a Hidrológiai Társaság szaklapja, a Hidrológiai Közlöny.

A kiadvány 2025. évi előfizetői díjai az alábbiak:

cégeknek 1-4. szám: 14 400 Ft/év

tagtársainknak 1-4. szám: 5 600 Ft/év

(Az árak az 5 % Áfát, valamint a postaköltséget tartalmazzák..)



Hidrológiai Közlöny

A Magyar Hidrológiai Társaság lapja
Megjelenik háromhavonként

Főszerkesztő

Major Veronika

Főszerkesztő-helyettes és olvasószerkesztő

Konecsny Károly

Szakszerkesztő

Ács Éva

Szerkesztőbizottság elnöke

Szöllősi-Nagy András

Szerkesztőbizottság tagjai

Ács Éva, Bakonyi Péter, Baranyai Gábor, Baross Károly, Bíró Tibor, Bódis Gábor, Bozán Csaba, Csörnyei Géza, Engi Zsuzsanna, Fehér János, Fejér László, Gayer József, Hajnal Géza, Honti Márk, Ijjas István, Józsa János, Kerekesné Steindl Zsuzsanna, Keve Gábor, Kling Zoltán, Konecsny Károly, Koris Kálmán, Kovács Sándor, Licskó István, Major Veronika, Melicz Zoltán, Nagy László, Rákosi Judit, Rátky István, Román Pál, Szilágyi Ferenc, Szilávik Lajos, Szűcs Péter, Tamás János, Ungvári Gábor

Kiadó

Magyar Hidrológiai Társaság
1091 Budapest, Üllői út 25. IV. em.
Tel: +36-(1)-201-7655
Fax: +36-(1)-202-7244
E-mail: titkarsag@hidrologia.hu
Honlap: www.hidrologia.hu
A Kiadó képviselője: Váradi József, a Magyar Hidrológiai Társaság társelnöke



Indexelik

OJS, REAL, ROAD, COMPASS,
MATARKA
HU ISSN 0018-1323,
ISSN 2939-8495 (Online)

Tartalomjegyzék

Major Veronika: Előszó 3

KÖSZÖNTŐ

Ijjas István: 200 év a víztudományokért ... 4

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Báder László, Iritz László, Nagy Eszter Dóra, Négyesi Klaudia,
Szalay Miklós†: Határainkon túl eredő vízkészleteink
1981-2020 közötti változásának integrált elemzése 13

Dobai András, Dobos Endre: A villámárvíz kockázati térképezési
módszerter fejlesztése Észak-Magyarországi dombsági
területeken 24

Nagy Attila, Luczó Ádám: Öntözővíz-tározási lehetőségek
vizsgálata Békés-Rosszardó területén 38

Kisházi Péter Konrád: A Fekete-Körös és a Fehér-Körös közötti
öntözőrendszer koncepciója 59

TÖRTÉNELMI PILLANATKÉP

Albert Gábor: Dégen Imre és a bajai Felsőfokú Vízgazdálkodási
Technikum (alapítás és a kezdet) 67

Simonkay Márton: Folyó vagy csatorna? A Kis-Rába a
századfordulón 74

NEKROLÓG

Dr. Koltay László – Fejér László megemlékezése 81

Dr. Goda László – Szilávik Lajos megemlékezése 83

HELYREIGAZÍTÁS

Lükő Gabriella, Torma Péter: A Balaton 3D hidro- és
termodinamikai modelljének továbbfejlesztése 84



Hungarian Journal of Hydrology

Journal of the Hungarian Hydrological Society
Published quarterly

Editor-in-Chief

Veronika MAJOR

Deputy Editor-in-Chief and Copy Editor

Károly KONECSNY

Assistant Editor

Éva ÁCS

Editorial Board Chairman

András SZÖLLŐSI-NAGY

Editorial Board Members

Éva ÁCS, Péter BAKONYI, Gábor BARANYAI, Károly BAROSS, Tibor BÍRÓ, Gábor BÓDIS, Csaba BOZÁN, Géza CSÖRNYEI, Zsuzsanna ENGI, János FEHÉR, László FEJÉR, József GAYER, Géza HAJNAL, Márk HONTI, István IJJAS, János JÓZSA, Zsuzsanna KERESKESNÉ STEINDL, Gábor KEVE, Zoltán KLING, Károly KONECSNY, Kálmán KORIS, Sándor KOVÁCS, István LICSKÓ, Veronika MAJOR, Zoltán MELICZ, László NAGY, Judit RÁKOSI, István RÁTKY, Pál ROMÁN, Ferenc SZILÁGYI, Lajos SZLÁVIK, Péter SZÜCS, János TAMÁS, Gábor UNGVÁRI

Publisher

Hungarian Hydrological Society
H-1091 Budapest, Üllői út 25., Hungary
Phone: +36-(1)-201-7655,
Fax: +36-(1)-202-7244
Email: titkarsag@hidrologia.hu
Web: www.hidrologia.hu
Represented by: József VÁRADI,
Co-President of the Hungarian Hydrological Society



Indexed in

OJS, REAL, ROAD, COMPASS,
MATARKA
HU ISSN 0018-1323
ISSN 2939-8495 (Online)

Contents

Veronika MAJOR: Foreword 3

SALUTATION

István IJJAS: 200 years for water sciences 4

SCIENTIFIC PAPERS

László BÁDER, László IRITZ, Eszter Dóra NAGY, Klaudia NÉGYESI, Miklós SZALAY[†]: Water resources changes in Hungary between 1981-2020 based on an integrated analysis of hydrographic and hydrometeorological data 13

András DOBAI, Endre DOBOS: Development of a flash flood risk mapping methodology in hilly areas of Northern Hungary 24

Attila NAGY, Ádám LUCZÓ: Investigation of irrigation water storage options in the area of Békés-Rosszardó (Hungary) 38

Péter Konrád KISHÁZI: The concept of the irrigation system between Rivers Fekete-Körös and Fehér-Körös 59

HISTORICAL SNAPSHOT

Gábor ALBERT: Imre Dégen and the Higher Water Management Technical School in Baja (founding and the beginning) 67

Márton SIMONKAY: River or canal? The Kis-Rába at the turn of the 19th and the 20th centuries 74

OBITUARY

Dr. László KOLTAY – Commemoration by László FEJÉR 81

Dr. László GODA – Commemoration by Lajos SZLÁVIK 83

RECTIFICATION

Gabriella LÜKŐ, Péter TORMA: Development of a 3D hydro- and thermodynamical model of Lake Balaton 84

Cover photo: Headquarters of the Hungarian Academy of Sciences (mta.hu)

Előszó



„Nekem itt szavam, nincs, az Országnek Nagyja nem vagyok, de birtokos vagyok, és ha feláll oly intézet, mely 'a magyar nyelvet kifejti, mely azzal segíti honosinknak magyarokká neveltetését, jószágaim' egy esztendei jövődelmét felál-dozom.”

Ezekkel a mondatokkal hívta életre gróf Széchenyi István 1825. november 3-án a pozsonyi országgyűlésen azt az összefogást, mely lehetővé tette a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) megalapítását, a székház építését és megteremtette működésének alapjait.

A Hidrológiai Közlöny 105. évfolyamának második számában Ijjas István: *200 év a víztudományokért* című közleményével köszöntjük a 200 éves Magyar Tudományos Akadémiát és kalapot emelünk a víztudomány akadémikusai előtt!

Szakeikreink mindegyike a „sok víz, kevés víz” dilemmát, vizeink mennyiségi problémáit járja körül.

Báder László, Iritz László, Nagy Eszter Dóra, Négyesi Klaudia és Szalay Miklós: *Határainkon túl eredő vízkészleteink 1981-2020 közötti változásának integrált elemzése* című, hiánypótló elemzése rámutat, hogy különös figyelmet kell fordítani a határszelvényeken keresztül hazánk területére belépő vízmennyiségek alakulására és hasznosítására. Egyben ezzel a közleménnyel búcsúzunk Szalay Miklóstól, az OVF vízkészletgazdálkodási szakemberétől, aki már nem élhette meg a dolgozat megjelenését! Hiányzol Miklós mindannyiunknak!

A villámárvíz kockázati térképezési módszertan fejlesztése Észak-Magyarországi dombsági területeken című közleményében Dobai András és Dobos Endre egy, a villámárvizek kockázattérképezését célzó térképi és védekezési módszert ismertet, mely alkalmazását egy villámárvízben gyakran érintett dombvidéki területen mutatja be.

Van-e aktuálisabb kérdés napjainkban, mint az Alföld vízhiányának enyhítése? Nagy Attila és Luczó Ádám: *Öntözővíz-tározási lehetőségek vizsgálata Békés-Rossszerdő területén* című közleményükben egy olyan vízviesszartartásra alkalmas helyet és projektjavaslatot mutatnak be, mely alkalmas lehet öntözővíz időszakos tározására.

Kisházi Péter Konrád: *A Fekete-Körös és a Fehér-Körös közötti öntözőrendszer koncepciója* című dolgozata a

Fekete-Körös (amúgy kritikus időszakban erősen korlátozott) vízkészletének célirányos bővítésén alapuló, többoldalú hasznosítást célzó beruházási javaslatot mutat be.

Az 1955 és 1975 közötti, „dégeni hőskorként” emlegetett két évtized történeti feldolgozása nem nélkülözheti az 1960-as évek elején kibontakozó vízügyi-műszaki szakoktatás újjászervezésének felidézését. A TÖRTÉNELMI PILLANATKÉP rovatban Albert Gábor történész *Dégen Imre és a bajai Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikum (alapítás és a kezdet)* című közleményében Dégen Imre és az OVF szakembereinek, a bajai Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikum 1962. évi alapításában játszott kimagasló szerepét mutatja be.

Simonkay Márton: *Folyó vagy csatorna? A Kis-Rába a századfordulón* című dolgozata a Kis-Rába történetének kapcsán válaszolja meg a kérdést: Mitől tekintünk természetesnek vagy mesterségesnek egy felszíni vízfolyást és milyen gyakorlati, elsősorban anyagi következményei lehetnek ennek?

A NEKROLÓG rovatunkban búcsút veszünk dr. Koltay Józseftől, akinek döntő szerepe volt a magyar települések vízellátási és csatornázási gondjainak csökkentésében, az „ivóvíz magyarországi honfoglalásában”. Itt köszönünk el dr. Goda Lászlótól is, aki jelentős szerepet játszott a vízrajzi szolgálat szervezésében, a hidrológiai észlelő hálózat optimalizálásában és a hidrológiai előrejelzések területén.

A HELYREIGAZÍTÁS rovatban Lükő Gabriella és Torma Péter: *A Balaton 3D hidro- és termodinamikai modelljének továbbfejlesztése* című közleménye kapcsán pontosítjuk a támogatást nyújtó OKTA pályázat számát.

Köszönetemet fejezem ki a szerzőknek, a bírálóknak és a szerkesztőbizottságnak, hogy munkájukkal segítették a kötet megjelenését.

A Hidrológiai Közlöny 2024-ben külön kötetben megjelentette első angol nyelvű számát. A 2025-ben kiadásra kerülő angol kötetünkhöz is várjuk a magyar nyelvű dolgozatokhoz hasonlóan magas tudományos színvonalú angol nyelvű közleményeket! Az angol nyelvű kéziratokra vonatkozó közlési útmutató letölthető: <https://tinyurl.com/5c32k7br>. Good luck!

Dr. Major Veronika
a Hidrológiai Közlöny főszerkesztője

Köszöntő

Tisztelettel köszöntjük a 200 éves Magyar Tudományos Akadémiát és fejet hajtunk a víztudomány akadémikusai előtt!

200 év a víztudományokért

Ijjas István^{1,2}

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar, Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3. (e-mail: ijjas.istvan@emk.bme.hu)

² Magyar Hidrológiai Társaság tiszteletbeli elnöke, a Tudományos Bizottság elnöke

DOI:10.59258/hk.19238



Kivonat

Gróf Széchenyi István 200 évvel ezelőtt, 1825. november 3-án ajánlotta fel birtokainak egy évi jövedelmét egy Magyar Tudós Társaság megalapításához. Ettől a naptól számítják a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) történetét. Az Országgyűlés a magyar tudomány és a magyar tudósok két évszázados sikereinek elismeréseként úgy határozott, hogy támogatja az MTA megalapítása 200 éves évfordulójának méltó megünneplését. Ezért a 20/2024. XI.6. számú országgyűlési határozattal a 2025 és 2026 évet a Magyar Tudomány Événé nyilvánította. Ez a közlemény az Akadémiának a 200 éves története során a víztudományok terén elért eredményeire emlékeztet, a teljesség igénye nélkül, a víztudományok terén végzett tudományos munka eredményességét egyes akadémikusok tevékenységével szemlélítve. A közlemény célja annak kezdeményezése és elősegítése, hogy a Magyar Hidrológiai Társaság (MHT) a bicentenáriumi jegyében induló két éves időszak alatt ünnepeljen együtt az MTA-val, úgy, hogy részletesebben áttekintheti a víztudományok 200 évének tapasztalatait és javaslatokat fogalmaz meg arra, hogyan segítse a Magyar Hidrológiai Társaság a víztudományok fejlődését a következő évtizedekben.

Kulcsszavak

Víztudományok, Magyar Tudományos Akadémia, akadémikusok, Magyar Hidrológiai Társaság.

200 years for water sciences

Abstract

200 years ago, on 3 November 1825, Count István Széchenyi offered a year's income from his estates for the establishment of a Hungarian Society of Scientists. The history of the Hungarian Academy of Sciences (MTA) is counted from this day. In recognition of the two-century-old successes of Hungarian science and Hungarian scientists, the National Assembly supports the worthy celebration of the 200th anniversary of the founding of the Hungarian Academy of Sciences. Therefore, the years 2025 and 2026 were declared the Year of Hungarian Science by Parliamentary Resolution No. 20/2024 XI.6. This article recalls the achievements of the Academy in the field of water sciences during its 200-year history, without claiming to be exhaustive, illustrating the effectiveness of scientific work in water science with the activities of certain academics. The aim of this article is to initiate a better overview of the experiences of the 200 years of the Hungarian Academy of Sciences during the 2025-2026 Year of Hungarian Science, which will be launched in the spirit of the bicentenary, and to formulate proposals on how the Hydrological Society should help the development of water sciences in the coming decades.

Keywords

Water sciences, Hungarian Academy of Sciences, academics, Hungarian Hydrological Society.

BEVEZETÉS

Gróf Széchenyi István 200 évvel ezelőtt, 1825. november 3-án ajánlotta fel birtokainak egy évi jövedelmét egy Magyar Tudós Társaság megalapításához. Ettől a naptól számítják a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) történetét. Az Országgyűlés a magyar tudomány és a magyar tudósok két évszázados sikereinek elismeréseként úgy döntött, hogy támogatja az MTA megalapítása 200 éves évfordulójának méltó megünneplését. Ezért a 20/2024. XI.6. számú országgyűlési határozattal a 2025. és 2026. évet a Magyar Tudomány Événé nyilvánította. A bicente-

náriumra az MTA ünnepi rendezvény- és kiadvány sorozattal készül.

A Magyar Hidrológiai Társaság (MHT, Társaságunk) a megalapítása óta eltelt 108 év alatt a víztudományok területén mindig szoros kapcsolatban volt a Magyar Tudományos Akadémiával. Az egész országra és a víztudományok minden területére kiterjedő kapcsolatrendszerén keresztül elősegítette a kutatók és az általuk elért eredmények gyakorlati alkalmazói közötti kapcsolatot, amiben fontos szerepet töltöttek be az akadémikusok és az MTA

különböző testületeinek a Társaság tevékenységében részt vevő tagjai.

Csatlakozzunk mi is ehhez a kétéves ünnepléshez! Tegyük fel magunknak a kérdést: mit jelentett a Magyar Hidrológiai Társaság és annak különböző szervezeti egységei számára az MTA különböző testületeivel történő együttműködés, és szükséges-e, lehet-e fejleszteni a kapcsolatainkat? Ebben a közleményben ennek a kérdésnek a megválaszolásához mutatok be információkat és fogalmazok meg bevezető gondolatokat.

Hasznos segítségemre volt a dolgozat anyagának összegyűjtésében Salamin Pál professzornak, az MHT Tiszteleti tagjának a Budapesti Műszaki Egyetem (BME) 1982-ben ünnepelt bicentenáriuma írt, „200 év távlatában” című visszatekintése a víztudományok oktatásának történetére, ami a Hidrológiai Tájékoztatóban jelent meg (Salamin 1983). Salamin Pál a közleményében felsorolta azt a 17 akadémikust, akik a vízgazdálkodásban 1983 előtt elérték a legmagasabb tudományos fokozatot, az akadémiai tagságot, és tudományos tevékenységükkel jelentős hatást gyakoroltak a víztudományos képzésre és ezzel a víztudományok fejlődésére is. Ez a közlemény az MTA 200 éves történetével foglalkozik, de emellett a BME 243 éves és a Magyar Hidrológiai Társaság 1917-ben induló 108 éves történetére is utal, hiszen ezek a történetek a víztudományok területén szorosan összekapcsolódtak.

Fontos információforrások voltak az MTA adatbázisaival foglalkozó összeállítások (Glatz 2003, Markó és társai 2003), valamint a Magyar Hidrológia Társaság kitüntetettjeiről készült kiadvány (Fejér 2019). Az akadémikusoknak a kiadványban közölt életrajzaiból, valamint a tudományos eredményeik és a Társaságunkban végzett tevékenységük és a tisztségeik alapján látszik, hogy milyen jelentős szerepük volt az akadémikusoknak az MHT életében. Tudósaink a Társaságunk 2000-3000 egyéni és 150-200 intézményi tagján keresztül közvetlenül segíthették a legújabb tudományos eredmények megismerését és gyakorlati alkalmazását. Nyolc évig az MHT elnöke voltam és évtizedeken keresztül részt vettem a Társaság életében. Ismertem az akadémikusokat is. Mégis, amikor összegyűltek az információk a közleményhez, meglepődve láttam, hogy a víztudományoknak milyen sok, hazai és nemzetközi szinten is elismert tudósa, milyen aktív és hasznos tevékenységet végzett a Társaságban.

Ez a visszatekintés az Akadémia 200 éves történetének a víztudományokhoz köthető eredményeire emlékeztet, a teljesség igénye nélkül, a víztudományi tudományos munka eredményességét egyes akadémikusok tevékenységével szemléltetve. A közlemény bemutatja, hogy milyen fontos szerepet töltöttek be az akadémikusok a Magyar Hidrológiai Társaság alapításában és folyamatos tevékenységében a Társaság történetének eddig eltelt 108 évében. Az adatok érzékeltetik azt is, hogy a Társaság fontos közvetítő szerepet játszott a legmagasabb szintű tudomány és a szakmai gyakorlat között. Azt is mondhatjuk, hogy a Társaság az MTA szakmai tömegbázisát jelentette. Az MHT-nak integrációs szerepe is volt, mert a szakosztályai és területi szervei a víztudományok teljes területét lefedik, hiszen ez a fenntartható fejlődést biztosító integrált

vízgazdálkodásnak alapvető feltétele. Az integrált vízgazdálkodással foglalkozó könyvemben (Ijjas 2019) különböző szervezetekben szerzett saját tapasztalataim alapján a „Szakmai és tudományos szervezetek szerepe az integrált vízgazdálkodásban” című fejezetben leírtam az ezzel kapcsolatos gondolataimat.

Ünnepeljünk az MTA-val együtt a Magyar Tudomány Évei időszakban azzal, hogy az MHT Tudományos Bizottsága, az MHT szakosztályai és területi szervei együtt keresik a módját annak, hogyan emlékezzünk meg az MTA bicentenáriumáról! Keressük a lehetőségét annak, hogyan működünk együtt ebben az OVF Vízügyi Tudományos Tanácsával, a felsőoktatási víztudományi kutató helyekkel és a Bökényi Megállapodás résztvevőivel is! Keressük az MTA víztudományokkal – illetve azokkal is – foglalkozó testületeivel való kapcsolatot a tudomány és a gyakorlat kapcsolatának jó áttekintése érdekében!

Ebben a közleményben információkat és gondolatokat osztok meg az olvasókkal az MTA 200 évéről a víztudományok területén. Különös figyelemmel foglalkozom az MTA víztudománnyal foglalkozó testületei és akadémikusai és az MHT kapcsolataival. Közleményemnek az a célja, hogy kezdeményezem és segítsen azt, hogy a bicentenárium jegyében induló 2025-2026 Tudomány Éve alatt áttekintsük az MTA 200 évének tapasztalatait, és javaslatokat fogalmazzunk meg arra, hogy a Magyar Hidrológiai Társaság az MTA szakmai tömegbázisaként miként segítse a víztudományok fejlődését, a tudományos eredmények hasznosulását a következő évtizedekben. A történelmi feldolgozásban az erősségünk lehet az MHT Vízügyi Történeti Bizottsága, amely Társaságunknak hosszú évtizedek óta az egyik legeredményesebben működő szervezeti egysége.

Az MTA rövid történeti összefoglalója az Akadémia történetét kilenc időszakra bontva tárgyalja. Részletesebb vizsgálatokat kellene végezni ahhoz, hogy a víztudományok területén is ezt tegyünk. Közleményem tartalmát szerényebb formában, az évszázadokhoz igazodva tárgyalom.

VÍZTUDOMÁNYOKÉRT A 19. SZÁZADBAN

A társadalmi és gazdasági fejlődésnek a 19. században nagyon fontos alapfeltétele volt a vízszabályozás fejlesztése. Ezért az Akadémia történetének első évtizedeiben több olyan akadémikust is választottak a víztudományok területéről, akik vízszabályozással – illetve azzal is – kiemelkedő eredményességgel foglalkoztak. Ebben az időszakban az összes akadémikus számát – és azon belül a mérnökök számát – tekintve is a jelenleginél magasabb volt azoknak az aránya, akiket az MTA a víztudományok területéhez sorol.

Beszédes József (1787-1852, levelező tag 1831)

Már az Akadémia működésének első évében levelező taggá választották. Ő volt az első mérnök, aki az Akadémia tagja lett. Az egyik fő szakmai nyelvújító volt, aki a német és latin szakszavak helyett magyar elnevezéseket vezetett be a vízgazdálkodásban. Mint kiváló műszaki író, a megjelent munkái révén ő teremtette meg a magyar vízgazdálkodási szaknyelv alapjait. Ő írta Magyarországon az első vízgazdálkodási tárgyú szakkönyvet „Magyarországi hidrotechnikából próbául” (1831) címmel. Egyes munkái ma

is korszerűnek tekinthető gondolkodásmódot tükröznek. Azok közé a híres magyar mérnökök közé tartozott, akik a legnagyobb vízszabályozási munkákat tervezték és végezték Magyarországon a 19. században. Tevékenységének társadalmi hasznát és elismertségét mutatja az, hogy emléket Duna-híd, utcák, iskolák, egyetemi kollégium, emlékművek, sport klubok, balatoni vitorlásverseny és vízgazdálkodási fejlesztési program neve őrzi.

Vásárhelyi Pál (1795-1846, levelező tag 1835, rendes tag 1838)

Az Akadémia második mérnök tagja, a magyar vízgazdálkodás történetének egyik legkiválóbb szakembere és tudósa volt. Tevékenységének jelentőségét, hasznát és elismertségét utcák, terek, intézmények, köztük a BME Építőmérnöki Karának kollégiuma és doktori iskolája, valamint magas állami kitüntetés neve is őrzi. Kevés olyan műszaki szakembere van a történelmünknek, akiről annyi közteret elneveztek, mint róla. Munkásságához fűződik a Tisza szabályozási tervének koncepciója, és a vaskapui víziút kialakításában is fontos szerepe volt. Az ő nevét viseli a 21. század egyik legjelentősebb hazai vízgazdálkodási fejlesztési terve, a Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése, a tiszai árvízvédelmi rendszer továbbfejlesztése. Az MTA 200 éves történetének is a legkimagaslóbb egyéniségei közé tartozik. Erről az MTA is hitet tett azzal, hogy a 2025. május 5-én felavatott, az MTA alapításának 200. évfordulójára tervezett köztéri alkotás, az MTA épülete előtt elhelyezett, 200 kőből álló térplasztikával kialakítandó emlékhelyen az 1846-os évhez tartozó tábla Vásárhelyi Pálra emlékeztet. A táblára írt szöveg: „Vásárhelyi Pál elkészíti a Tisza szabályozásának tervét az árvízvédelem és a hajózás érdekében”. A táblához hosszabb emlékező szöveg is tartozik, amely a *Czinege és társai* (2025) megemlékezésben 1846-nál olvasható. A felavatott térplasztika neve: „Határtalan történet”.

Reitter Ferenc (1813-1874, levelező tag 1865)

Nevéhez kötődik a pesti Duna-szakasz szabályozása, a dunai rakpartok kiépítése és a budapesti csatornahálózat megvalósításának megkezdése. Ezek tették a hazai települési vízgazdálkodás és városfejlesztés történetének úttörő mérnökévé. Emlékét egy pesti utca és a Magyar Víziközmű Szövetség legmagasabb kitüntetése őrzi.

Győri Sándor (1795-1870, levelező tag 1832, rendes tag 1832)

Építőmérnök és matematikus volt. Foglalkozott a Duna szabályozásával és a pesti szakasz árvízvédelmével, de legfontosabb eredményei nem víztudományi jellegűek voltak, hanem a matematika eredményeinek meghonosításához és a magyar tudományos nyelv kialakulásához köthetők.

Gáthy István (1780-1859, levelező tag 1836)

A korai magyar földmérésen úttörő alakja, geodéta, vízépítő mérnök és közgazdász is volt. Foglalkozott a vízfolyások szabályozásával, Budapest árvízvédelmével, de a legfontosabb eredményei a földmérés, a mérőeszközök fejlesztése és a matematikai alapú geodézia terén születtek. Főbb művei közé tartoztak a „Vízszabályozási eszméletek, különösebb tekintettel a Rába folyam rendezése s hajózhatóvá tételére” (1839) és a „Budapestnek árvíz elleni megóvásáról” (1845) című, víztudományokkal foglalkozó publikációi. Sokoldalú érdeklődését mutatja, hogy

zenepedagógiai munkássága is volt. Ő írta az első magyar zongoraiskola-könyvet 1802-ben „A ’kótából való klavírozás mestersége” címmel.

Petzval Ottó (1809-1883, levelező tag 1858, rendes tag 1858)

Mérnök-matematikos volt. Művei azt mutatják, hogy sokféle témakörrel foglalkozott. Így például „Vízérő és vízépítészettan” (1850), „Hydraulika és Hydrotechnika” (1850), „Felsőbb mennyiségtan” (1867), „Csillagászat elemei” (1875), „Elemi mennyiségtan” (1856), „Erő és géptan” (1861) címen írt tankönyveket. Utóbbi kettővel elnyerte az MTA nagydíját.

Csányi Dániel (1820-1867, levelező tag 1863)

Matematikus és vízépítő mérnök volt, aki rövid ideig Széchenyi titkáráként is tevékenykedett. Bécsben tanult vízépítészettan. A szabadságharcban való részvétele miatt 6 évet börtönben töltött. A raboskodás éve alatt matematikai és mértani rendszerekkel kapcsolatos kutatásokat végzett. A víztudományok területén a Tisza szabályozásával foglalkozott.

Zsigmondy Vilmos (1821-1888, levelező tag 1868)

Bányamérnök, a tudományos vízkutatás megalapozója, akinek az artézi kútúrás hazai elterjedését köszönhetjük. Kezdeményezésére 1866 és 1878 között fűrták meg a harkányfürdői, a margitszigeti, a jászapáti és lipiki, az alcsuti és ránkherlányi, majd a városligeti artézi kutakat. Tevékenységével utat mutatott ivóvízkérdésünk helyes, és az Alföld esetében egyedül számba jöhető megoldására. Ezért a magyar kútúró ipar megteremtőjeként is említik a nevét. A Magyarhoni Földtani Társulatnak (MFT) 1883-tól alelnöke volt. A szabadságharc alatti magatartásáért „vasban töltendő várfogságra ítélték”, ahonnan két év után szabadult.

Emlékét szobor őrzi a soproni egyetemen, Budapesten a Bányászati és Kohászati Egyesület tanácstermében, a Földtani Intézet előcsarnokában és a Széchenyi fürdővel szemben. Az MHT a hidrogeológia területén végzett kiemelkedő tevékenységének elismeréseként 1960-tól Zsigmondy Vilmos-emléklap kitüntetést alapított, amit 1974-ig adományozott a hidrogeológia területén végzett kiemelkedő teljesítményeket elérők számára.

Horváth Ignác (1843-1881, levelező tag 1874)

A pesti műegyetemen mérnöki végzettséget szerzett. Kéziratban maradt levelező tagi székfoglalóját „Az 1876-i vízáradás alkalmából Budapesten tett vízmérésekről” címen tartotta, amelyben az akkor legkorszerűbb mérési módszerek alkalmazásáról adott számot. A Műegyetemen 1871-től a műszaki mechanika tanszéket vezette korai haláláig. Munkásságát számon tartja a tudományág nemzetközi szakirodalma is.

Fodor József (1843-1901, levelező tag 1878, rendes tag 1883)

Orvos, a közegészségügy nemzetközi viszonylatban is kiemelkedő úttörője. Kezdeményezésére Budapesten létesült a világ második közegészségügyi tanszéke, melynek 1874-ben ő lett az első tanára. Kifejezetten a járványok leküzdése érdekében az élelmiszer-higiéne, környezethigiéne, közlekedéshigiéne és talajhigiéne kérdéseivel foglalkozott. E tekintetben szoros kapcsolata volt az MHT

működési területével, amit számos közleménye tanúsít. Egész munkássága meggyőzően bizonyítja a közegészségügy és hidrológia elválaszthatatlan kapcsolatát. Emlékét a budapesti Gutenberg téren felállított mellszobra hirdeti. Róla nevezték el a Fodor József Országos Közegészségügyi Központ Országos Környezetegészségügyi Intézetét. Társaságunk a közegészségügy és a hidrológia határterületén végzett kiemelkedő tevékenységek elismeréseként 1960-tól Dr. Fodor József-emléklap kitüntetést alapított, amit 1974-ig adományozott a csatornázás-szennyvíztisztítás területén végzett kiemelkedő teljesítményeket elérő tagjai számára.

Winkler Lajos (1863-1939, levelező tag 1896, rendes tag 1922)

Kémikus, gyógyszerész. A levelező tagsági székhelyének a tárgya „A gázok oldhatósága vízben” volt.

VÍZTUDOMÁNYOKÉRT A 20. SZÁZADBAN

Schafarzik Ferenc (1854-1927, levelező tag 1902, rendes tag 1916)

A műszaki földtan, a földrengéstan és a hidrogeológia egyik hazai úttörője. Hidrológiai kutatásainak fő területe a budai Duna-part és a budai hévizek hidrológiája. Az MHT elődszervezetének, a Magyarhoni Földtani Társulat Hidrológiai Szakosztályának elnöke volt 1920–1927 között. A víztudományok területén a legfontosabb publikációi „A budapesti Duna paleohidrográfiaja” valamint a „Visszapillantás a budai hévforrások fejlődéstörténetére” (1921) című munkái. A Magyar Földtani Társulat a kiemelkedő tudományos eredményeinek és közéleti tevékenységének elismeréseként 1942-ben Dr. Schafarzik Ferenc emlékérem kitüntetést alapított, ami ma is Társaságunk legmagasabb kitüntetései közé tartozik, amit kiemelkedő szakmai, tudományos és közéleti tevékenység elismerésére adományoz.

Entz Géza (1875-1934, levelező tag 1910, rendes tag 1932)

Zoológus, hidrológus. Az általános biológia és az általános állattan számos kérdésével foglalkozott. 1929-től a tihanyi Biológiai Kutatóintézet igazgatója volt. Neki és munkatársainak köszönhető a Balaton vízi életével kapcsolatos részletes hidrobiológiai vizsgálatok megindítása. A Magyar Hidrológiai Társaság meghatározó tudományos eredményeinek és szakmai közéleti munkásságának elismeréseként 1960-ban Dr. Entz Géza emléklap kitüntetést alapított, amit 1974-ig adományozott tagjainak a limnológia területén végzett kiemelkedő szakmai tevékenységükért.

Böckh Hugó (1874-1931, levelező tag 1915, rendes tag 1930)

A Magyar Állami Földtani Intézet igazgatója volt, amikor az MFT Hidrológiai Szakosztályával szorosabb kapcsolatba került. Vezetése alatt az Intézet tevékenységét kiterjesztette az agrogeológiára és a hidrológiára. A víztudományok fejlődése szempontjából a legfontosabb szakirodalmi munkája a „Geológia I-II.” (1904, 1909) című könyve volt. A Szakosztály által művelt szakterületeken elért tudományos eredményei elismeréseként 1930-ban Tiszteleti tag címet kapott.

Sigmond Elek (1873-1939, levelező tag 1915, rendes tag 1925)

Vegyésszmérnök, agrogeológus. A víztudományok fejlődése szempontjából fontos agrokémiai és talajtani eredményeket ért el, és behatóan foglalkozott a szikesek megjavításával és az öntözések kérdéseivel.

Cholnoky Jenő (1870-1950, levelező tag 1920)

Geográfus, mérnök-hidrológus. A magyar földrajztudomány legnagyobb tudósainak egyike volt. Maradandót alkotott a hidrológiában és a klimatológiában is. Mintegy ötven könyvet adott ki és 700 különféle tudományos és ismeretterjesztő közleménye jelent meg. Több ezer népszerűítő földrajzi előadást tartott, és először ő vetített színes diákat Magyarországon.

Vendl Aladár (1886-1971, levelező tag 1922, rendes tag 1931)

Geológus, petrográfus, szedimentológus, hidrológus volt. Tudományos életműve legjelentősebb eredményeit a laza üledékes kőzetek újító szemléletű fizikai, kémiai és ásványtani vizsgálata terén érte el. Hidrogeológiai munkássága is jelentős. Több mint három évtizeden keresztül (1926–1960) volt a BME Ásvány- és Földtani Tanszékének vezetője. 1941-től 1944-ig az MFT Hidrológiai Szakosztályának elnöke volt. Szakmai és tudományos eredményei, valamint a Társaságunkban hosszú időn keresztül végzett kiemelkedő közéleti tevékenységének elismeréseként Tiszteleti tag címet adományoztak számára.

Rohringer Sándor (1868-1945, levelező tag 1936, rendes tag 1941)

Kultúrmérnök, munkásságával jelentősen hozzájárult a víztudományok hazai fejlődéséhez. Nevéhez fűződik az ország első hidraulikai laboratóriumának létrehozása a Műegyetemen 1927-ben, valamint az alföldi talajvízszelők kúthálózat kiépítésének megkezdése és az általa létesített kutak mérési eredményei alapján a talajvízdúsítás gondolatának felvetése. Az 1930-as években a Műegyetem rektora is volt, működésével a műszaki tudományok általános, széleskörű fejlődését is elősegítette. Társelnöke volt az MFT Hidrológiai Szakosztályának. Szakmai és tudományos eredményei, valamint hosszú időn keresztül végzett kiemelkedő közéleti tevékenységének elismeréseként 1941-ben Tiszteleti tag címet kapott.

Varga Lajos (1890-1963, levelező tag 1940)

A 20. század kiemelkedő magyar zoológus-hidrobiológusa. A vizekben és a talajokban élő mikroszkopikus állatvilág vizsgálatával elért eredményei hazánkban és külföldön is elismerést váltottak ki. Publikációinak száma megközelítette a 450 tételt. Kiemelkedő szakmai és tudományos eredményeinek elismeréseként a Társaságunk 1961-ben a Dr. Schafarzik Ferenc-emlékéremet adományozta számára.

Maucha Rezső (1884-1962, levelező tag 1943, rendes tag 1954)

Kémikus, hidrobiológus, limnológus. Vízkémiai és hidrobiológiai kutatási eredményei alapján nyerte el az MTA levelező tagja és rendes tagja címet. 1933-1952-ig a Halászati és Öntözési Kutatóintézet igazgatója volt. 1956-

tól 1962-ig a Nemzetközi Limnológiai Társaság alelnöke volt. Ő honosította meg Magyarországon a produkciós biológia, a vízi közösségi biológia és a tótipustan témakörét. Nemzetközileg is elismert eredményeket ért el ezeken a területeken. Vízkémiai vizsgálati módszereit külföldön is alkalmazták. Munkásságát 1954-ben Kossuth díjjal ismerték el. Az MHT Limnológiai szakosztályának első elnöke volt 1949–1958 között. Kiemelkedő szakmai és tudományos eredményeinek, valamint az MHT-ban hosszú időn keresztül végzett közéleti tevékenységének az elismeréseként Társaságunk 1950-ben Dr. Schafarzik Ferenc-emlékérmét, 1959-ben pedig a Tiszteleti tag címet adományozott számára.

Mosonyi Emil (1910–2009, levelező tag 1951, rendes tag 1990)

Mérnök, az MTA Vízgazdálkodástudományi Bizottságának tiszteletbeli elnöke volt. A víztudományok fejlődéséhez a vízerőhasznosítással foglalkozó, világszerte több nyelven kiadott szakkönyveivel járult hozzá. Jelentős szerepe volt a 20. századi magyar vízgazdálkodást meghatározó nagy vízilétesítmények megvalósításában. A vízgazdálkodás-tudomány területén hazai és nemzetközi szempontból is kiemelkedő eredménye volt az első nagytávlatú Vízgazdálkodási Keretterv készítésének kezdeményezése és megvalósítása. Az 1956-os forradalom eseményeiben vállalt szerepe miatt 1965-ben az MTA felfüggesztette az akadémiai tagságát, amit csak a rendszerváltás után, 1990-ben kapott vissza. Közel 20 évig a Karlsruhe Egyetem Theodor Rehbock Hidraulikai Laboratóriumának igazgatója volt. A világhíres laboratóriumban a hidraulikai és hidrodinamikai modellezés számos újdonsága született.

1950–1954 között a Magyar Hidrológiai Társaság elnöke volt. Az ICID alelnöke, az ICID Magyar Nemzeti Bizottságának elnökeként tevékenykedett. Nagyon fontos szerepet vállalt hazai és nemzetközi víztudományi testületek és szövetségek megalapításában és működtetésében. Az International Water Resources Association (Nemzetközi Vízgazdálkodási Szövetség) alapító tagja, valamint az International Hydropower Association (Nemzetközi Vízenergia Szövetség) alapítója és első elnöke volt. 1952-ben Kossuth-díjat, 2006-ban Széchenyi-díjat kapott. Kiemelkedő szakmai és tudományos eredményeinek, valamint az MHT-ban hosszú időn keresztül végzett közéleti tevékenységének elismeréseként a Társaságunk 1955-ben a Dr. Schafarzik Ferenc-emlékérmét, 1990-ben pedig a Tiszteleti tag címet adományozta számára, és Mosonyi Emil különdíjat alapított a szellemiségének legjobban megfelelő diplomamunka elismerésére.

Bogárdi János (1909–1998, levelező tag 1962, rendes tag 1973)

Mérnök, aki kutatóként legfontosabb tudományos eredményeit a folyami hordalékmozgás törvényszerűségeinek vizsgálata, dinamikai jellemzőinek és mennyiségi mutatói méréselméletének fejlesztése területén érte el. Eredményeit „*A hordalékmozgás elmélete*” (1955) című könyvében mutatta be. Az MTA Vízgazdálkodástudományi Bizottságának (1965–1978) és az MTA Mérnöki, építészeti és közlekedéstudományi szakcsoportjának elnöke (1973–1980) volt. Kiemelkedő szakmai és tudományos eredményeinek elismeréseként a Társaságunk 1978-ban a Tiszteleti tag címet adományozta számára.

Cselőtei László (1925–2012, levelező tag 1970, rendes tag 1976)

Kertészmérnök, szakterülete a kertészet és azon belül az öntözés volt. Kutatási területét és eredményeit tükrözik az akadémiai székfoglalójának témái. Levelező tagi székfoglalójának címe „*Az öntözés fejlesztésének alapjai a zöldségtermesztésben*” (1971), rendes tagi székfoglalójának címe pedig „*Új irányok és feladatok a növények vízellátásában*” (1978) volt. Az MTA Agrártudományi Osztálya elnökhelyettese, az MTA-OVH Vízügyi Tudományi Bizottság elnöke, a Gödöllői Agrártudományi Egyetem Kertészettudományi Karának dékánja, majd 1978–1981-ben az egyetem rektora volt.

Kovács György (1925–1988, levelező tag 1979)

Vízmérnök, hidrológus. Legfontosabb kutatási eredményeit a felszín alatti szivárgó vízmozgás matematikai modellezése terén érte el. Az MTA Vízgazdálkodástudományi Bizottság elnöke volt. Jelentős tevékenységet végzett fontos hazai és nemzetközi szervezetekben. Az MTA és az Országos Vízügyi Hivatal közös vízügyi bizottságának alelnöke és az International Association of Hydrological Sciences (IAHS) főtitkára, alelnöke és elnöke volt. 1980–1985-ig a VITUKI főigazgatója volt. 1952–1958 között a Hidrológiai Közlöny főszerkesztője, 1950–1952 között a Magyar Hidrológiai Társaság főtitkára, majd alelnöke volt. 1961–1964 között ellátta az ügyvezető elnöki feladatokat is. Kiemelkedő szakmai és tudományos eredményeinek, valamint az MHT-ban hosszú időn keresztül végzett közéleti tevékenységének az elismeréseként Társaságunk 1974-ben a Dr. Schafarzik Ferenc-emlékérmét adományozta számára.

Prékopa András (1929–2016, levelező tag 1979, rendes tag 1985)

Matematikus, az operációkutatás hazai alkalmazásának egyik megalapozója. A számítástechnika, a matematikai statisztika és a valószínűség-számítás neves kutatója. Az operációkutatási és azon belül a sztochasztikus optimalizálási problémák terén nemzetközileg is kiemelkedő eredményeket ért el és azok gyakorlati alkalmazási módszereit is kidolgozta 1996-ban Széchenyi díjat kapott. Sztochasztikus operációkutatási modelleket dolgozott ki víztározási, vízkészlet megosztási és szabályozási problémák megoldásához. Ezeket a gyakorlatban alkalmazta a Balaton és a Tisza-völgy problémáinak a megoldásához. Ezekből a feladatokból sokat tanultak a víztudományok területén a vízgazdálkodási rendszerek optimalizálásával foglalkozó kutatók, köztük a szerző saját maga is.

Berczik Árpád (1929–, levelező tag 1982, rendes tag 1990)

Hidrobiológus, zoológus, ökológus. 1951-ben az ELTE-n biológia-földrajz szakos tanári oklevelet szerzett. Fő kutatási területe a sekély vizű tavakban az üledék mezofaunája. Jelentősek a Dunakutatásban és a Fertő-Hanság hidrobiológiai feltárásában elért eredményei. Munkásságát jól jellemzik az akadémiai székfoglalójának témái. A levelező tagi székfoglalójának címe „*Törekvések a potamoökológia szemléletének fejlesztésére*” (1983), a rendes tagi székfoglalójának címe pedig „*A hidrobiológia néhány lehetőségéről vizeink védelmében*” (1991). Tagja volt az MTA Környezettudományi Bizottságának, Hidrobiológiai

Bizottságának és a Természetvédelmi és Konzervációbiológiai Bizottságának. Kilenc évig a Magyar–Szlovák Akadémia-közi Bizottság elnöki tisztét is betöltötte. Az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézetének igazgatója és a Nemzetközi Dunakutató Munkaközösség vezető testületének tagja volt. A vízminőség-védelem módszertanának, eszköz- és információs hátterének fejlesztésében kifejtett kiemelkedő munkásságáért 1988-ban megosztott Állami Díjat kapott. 1971-től két cikluson át a Magyar Hidrológiai Társaság főtíkája, utána alelnöke, majd ezt követően az elnökség tagja és a Kitüntetések Bizottság elnöke volt. 1959–2013 között, rekord ideig volt tagja a Hidrológiai Közlöny szerkesztő bizottságának. Kiemelkedő szakmai és tudományos eredményeinek, valamint az MHT-ban hosszú időn keresztül végzett közéleti tevékenységének az elismeréseként a Társaságunk 1955-ben Vásárhelyi Pál emléklapot, 1966-ban Entz Géza emléklapot, 1971-ben Bogdánfy Ödön emlékérmét, 1979-ben Dr. Schafarik Ferenc-emlékérmét, 1985-ben Vásárhelyi Pál-díjat, 2001-ben pedig Tiszteleti tag címet adományozott számára.

Várallyay György (1935–2018, levelező tag 1993, rendes tag 1998)

Agrármérnök, Széchenyi-díjas professzor. 1981–1997-ig az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézetének igazgatója volt. Főbb kutatási területei a talajtani adatbázisok, talajterképezés, a talajok vízgazdálkodási tulajdonságai és vízháztartása, a talajdegradációs folyamatok, a talaj és a környezet védelme. Legnagyobb nemzetközi eredménye a talajdegradációs világtérkép megalkotása és Európa talajterképének megszerkesztése. Több hazai talajtematikai térkép készítése fűződik a nevéhez. Több mint 550 magyar és angol nyelvű tudományos publikáció, 23 könyv szerzője, illetve társszerzője. Az MTA delegáltjaként tagja volt az Országos Környezetvédelmi Tanácsnak és a Tanács Vízgazdálkodási és Vízvédelmi Bizottságának. Az Agrokémia és Talajtan szakfolyóirat főszerkesztője és a Hidrológiai Közlöny szerkesztő bizottságának a tagja, valamint a Magyar Hidrológiai Társaság Mezőgazdasági Vízgazdálkodási Szakosztályának tagja volt. Hazai és nemzetközi szempontból is jelentős tudományos eredményeinek és a Magyar Hidrológiai Társaságban hosszú időn keresztül végzett közéleti tevékenységének elismeréseként Társaságunk a Tiszteleti tag címet adományozta számára.

Haszpra Ottó (1928–2012, levelező tag 1998, rendes tag 2004)

Hidrológus-mérnök, eszperantista. A műtárgyhidraulika, a regionális és lokális szivárgások, ezek környezeti hatásai és a hidrotermodinamika terén ért el jelentős kutatási eredményeket. Beszédes József nyomdokait követve ő is foglalkozott nyelvészettel. Az első magyar eszperantó kasszótár megalkotója és az eszperantó nyelv hidraulikai és vízepítési szótárának fejlesztésével is foglalkozott. 1970–1991-ig a Vízgazdálkodástudományi Bizottság titkára, később elnöke. Az IAHR és az ICOLD Magyar Nemzeti Bizottságának elnöke. 1976–1990-ig a Magyar Hidrológiai Társaság elnökségi tagja. Tudományos eredményeit Eötvös Loránd-díjjal, Pro Esperanto-díjjal és Szent-Györgyi Albert-díjjal ismerték el. Kiemelkedő szakmai és tudományos eredményei elismerésére Társaságunk 1963-ban Vásárhelyi Pál-emléklapoktat adományozott számára.

Bíró Péter (1943 - 2021, levelező tag 2001, rendes tag 2007)

Tudományterülete a hidrobiológia, az ichtológia és az ökológia volt. Az ichtológia és a Balaton-kutatás nemzetközileg elismert tudósa. 1973–1985 között a Veszprémi Akadémiai Bizottság Biológiai Szakbizottság titkára, 1985–1990-ben a Rendszertani és Ökológiai Munkabizottság, 1993–1996-ban pedig a Hidrológiai és Környezetvédelmi Munkabizottság elnöke volt. 1993-tól az MTA Hidrobiológiai Bizottság elnöke, 1973-tól az Európai Ichthyológus Unió (SEI) Tanács tagja. A Magyar Hidrológiai Társaság Limnológiai Szakosztályának elnöke volt. Jelentős mértékben fejlesztette a Hidrobiológus Napok aktivitását. A Balaton halállományának populációdinamikáját, táplálkozási kapcsolatait, a balatoni élőlénytársulások hosszú távú változásait vizsgálta. Több mint 300 tudományos közleménye, könyvrészlete jelent meg. Kiemelkedő szakmai és tudományos eredményeinek, valamint a Magyar Hidrológiai Társaságban hosszú időn keresztül végzett közéleti tevékenységének az elismeréseként Társaságunk 1999-ben Pro Aqua-emlékérmét, 2002-ben Dr. Schafarik Ferenc-emlékérmét, 2011-ben pedig Tiszteleti tag címet adományozott számára.

VÍZTUDOMÁNYOKÉRT A 21. SZÁZADBAN

A rendszerváltás - a 20. század vége és a 21. század eleje - nagyjelentőségű változásokat hozott a társadalmi, gazdasági életben és a víztudományok fejlődésében is. A kialakult nagyszerű, új lehetőségekkel élve, Somlyódy László és Józsa János akadémikusok, valamint az általuk létrehozott tudományos műhelyek, korábban nem látott hatékonyságú hazai és nemzetközi tudományos együttműködésekben vettek részt, és nemzetközileg is elismert eredményeket értek el. Jelentős szerepük volt és van a digitalizáció térhódításában a műszaki víztudományi kutatások területén. A felszíni és felszín alatti vizekben kialakuló mozgások, a vízgyűjtőkön kialakuló folyamatok vizsgálatában, az előrejelzések nagymértékű fejlődésében, az integrált vízgazdálkodásban, a víztudományok új területeinek kialakulásában és fejlődésében hazai és nemzetközi szinten is kimagasló eredményeket értek el. Somlyódy és Józsa akadémikusoknak jelentős, személyükhöz köthető tudományos eredményeik születtek, de talán még ennél is értékesebb az a tevékenységük, amit hazai és nemzetközi, interdiszciplináris kutatási közösségek és hálózatok létrehozásába fektettek, amelyek sokféle tudományterület kutatóinak az együttműködésével oldották meg a vízgazdálkodás egyre nehezebb problémáit és értek el nemzetközileg is elismert eredményeket.

Víztudományunk jelenlegi helyzetét nehéz az előző évszázadokhoz és különösen nehéz az 1990 előtti évtizedekhez hasonlítani. Nehéz felmérni a „gyorsuló idők”, az informatikai forradalom hatásait, és nehéz értékelni a rendszerváltozás szerepét is, amely szélesre tárta a kaput a világ felé. A víztudományok magyar, illetve magyar származású tudósai a történelem során soha nem vettek részt a vízgazdálkodás világ-, európai és Duna vízgyűjtő szintű alakításában olyan magas szinten és mértékben, mint az elmúlt három évtizedben. A történelem során soha annyi egyetemi hallgató nem tanulhatott Európa legjobb egyetemein, soha annyi kutató nem vehetett részt nemzetközi kutatási projekteken és kutatóhálózatok tevékenységében konzorcium tagként és sok esetben projekt vezetőként, soha sem rendeztünk annyi világ-, Eu-

rópa és Duna vízgyűjtő szintű tudományos rendezvényt, nem vettünk részt annyi külföldön rendezett szakmai-tudományos rendezvényen és nem viseltek magyar szakemberek annyi vezető tisztséget tekintélyes nemzetközi víztudományi szervezetekben, mint ebben az időszakban.

Somlyódy László (1943-, levelező tag 1990, rendes tag 1998)

A víztudományok hazai történetének kiemelkedő egyénisége. Legfontosabb tudományos eredményeit a szennyezőanyagok elkeveredésének folyamata, a folyók és tavak vízminőségének szabályozása, az áramlástan, a vízminőségi modellezés és a diszperziós mérések témakörökben érte el. Külön említést érdemel a Balaton értékeinek megőrzéséért végzett tevékenysége. Tudományos programjának főbb állomásait a „*Felszíni vizek minősége. Modellezés és szabályozás*” (2018) című életmű kötetében foglalta össze. Az MTA Műszaki Tudományok Osztályának elnöke volt (1999-2005). A Vízgazdálkodástudományi Bizottság és a víztudományok területével foglalkozó köztestületi tagok széleskörű bevonásával koordinálta „*A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései*” című MTA jelentés készítését, mellyel megalapozta Magyarország hosszútávú vízpolitikáját.

Józsa János Balázs (1957-, levelező tag 2013, rendes tag 2019)

A felszíni vizek hidrodinamikája és elkeveredési folyamatainak vizsgálata terén ért el kiemelkedő eredményeket. A hidrodinamika hazai térhódításának kulcsembere. Az általa létrehozott hidrodinamikai tudományos műhely és tudományos iskola eredményeinek nemzetközi szintű elismerését jelentette az, hogy Európa négy másik nemzetközi hírű egyetemének hidrodinamikai tudományos műhelyével együtt elnyerték az EU támogatását az Erasmus-Mundus Hidrodinamika és Vízgazdálkodás kiválósági mesterképzés beindításához. Somlyódy akadémikus munkáját folytatva, 2011-től napjainkban is vezeti az MTA-BME (majd ELKH-, jelenleg HUN-REN) Vízgazdálkodási Kutatócsoportot. Tudományos és tudományszervezői eredményei alapján kulcsszerepet játszott a Víztudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium széles konzorciumának és programjának létrehozásában; a projekt Irányítótestületének elnöke. Jelentős szerepet játszott az MTA Fenttartható Fejlődés és Technológiák Nemzeti Kutatási Programjának létrehozásában; a program társelnöke. A program jelentős része a Műszaki Tudományok Osztályához kapcsolódó, BME-háttérű tudományterületekre terjed ki, kiemelten a fenntartható folyógazdálkodásra, a városi vízgazdálkodásra és az energiagazdálkodásra.

Németh Tamás (1950-2023, levelező tag 2001, rendes tag 2007)

Agrokémikus, a talaj nitrogénháztartásának neves kutatója. Jelentős kutatási eredménye volt a talaj termékenység fenntartásának tudományos megalapozása. Víztudományi szempontból is fontos kutatási eredményeket ért el. Több mint 700 publikációja jelent meg. Kiemelkedő tudományszervezői tevékenységet végzett. Az MTA főtitkára (2008-2014), az MTA Környezettudományi Elnöki Bizottságának és az Agrártudományok Osztályának az elnöke, valamint az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézetének igazgatója volt. Alapító tagja volt az MTA Nemzeti Víztudományi Bizottságának és az Alpok-Adria tudományos

együttműködésnek. Tagja volt az MTA Talajtani, Vízgazdálkodási és Növénytermesztési Tudományos Bizottságának és az Agricultural Water Management szakfolyóirat szerkesztőbizottságának.

Szűcs Péter (1964-, levelező tag 2022)

Hidrogeológus. A hidrogeológia és a vízgazdálkodás jelenének kiemelkedő egyénisége. Nemzetközi szinten is elismert szakmai és tudományos tevékenységet végez. Rekordmennyiségű, már több mint 600 publikáció fűződik a nevéhez. A Miskolci Egyetem rektorhelyettese. Tíz évig az MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport vezetője volt. Szerzőtársaival 2008-ban elnyerte a Magyar Hidrológiai Társaság Vitális Sándor szakirodalmi nívódíját, ami az általa létrehozott tudományos iskola sikerét bizonyítja.

Karádi Gábor (1924-2018, külső tag 2001)

Az USA-ban élt vízmérnöknek a fő kutatási területei a hidraulika és hidromechanika, a fejlett energiatárolók, az energiatároló vízerőművek építésének és környezeti hatástanulmányainak szabályozása, valamint a szennyezett területek feltárása és helyreállítása voltak. 2001-ben a „*Szennyezett területek feltárása és helyreállítása*” címen tartott székfoglaló előadást. A Nemzetközi Vízgazdálkodási Szövetség (International Water Resources Association -IWRA) alapító főtitkára volt (1971-1995). 1989-ben a Budapesti Műszaki Egyetem díszdoktorává avatták. Kiemelkedő szakmai és tudományos eredményei elismeréseként a Magyar Hidrológiai Társaság 1995-ben külföldi Tiszteleti tag címet adományozott számára.

Bárdossy András (1950-, külső tag 2013)

A hidrológia nemzetközileg elismert kiemelkedő egyénisége. Fontos kutatási eredményeket ért el a változékonyság szerepének feltárásával a hidrológiában, amelyekkel segítette a hazai hidrológiai előrejelzéseket is. Külföldön élt és kutatott, de folyamatosan munkakapcsolatban volt magyar kutatókkal és sokat segítette a fiatal kutatók munkáját. Székfoglalóját „*A változékonyság szerepe a hidrológiában*” címmel tartotta.

Szilágyi József (1964-, levelező tag 2025)

2025. május 7-én, a Magyar Tudományos Akadémia 199. közgyűlésén lezajlott a háromévenként esedékes tagválasztáson Szilágyi Józsefet levelező taggá választották. A víztudományok 200 éves akadémiai történetének végén és a következő évszázad kezdetén nagyon jó, ünnepi hír az, hogy a víztudományok új akadémikusát köszönhetjük. Szilágyi József, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszékének egyetemi tanára. Szűkebb szakterülete a hidrológia, hidrometeorológia és a vízgazdálkodás. A területi párolgás folyamatának újszerű termodinamikai leírásával olyan széles körben alkalmazható eljárást fejlesztett ki, amely meteorológiai és műholdas távérzékelési adatok segítségével lehetővé teszi a területi párolgás, valamint a talajvíz utánpótlódásának nagyléptékű térképezését. 2022-ben Vásárhelyi Pál-díjban, 2024-ben Akadémiai Díjban részesült.

AZ MTA A VÍZTUDOMÁNYOKÉRT

A víztudományokkal foglalkozó akadémikusok tevékenységét számos magas kitüntetéssel ismerték el. Ennek szemléltetésére a Vízgazdálkodástudományi Bizottság

szakterületén elért tudományos eredmények társadalmi hasznosságát mutató elismerésekből tudok ízelítőt adni, mert a többi területet nem ismerem eléggé. A műszaki víztudományokkal foglalkozó akademikusok tevékenységét magas állami kitüntetésekkel ismerték el. Bogárdi János 1993-ban, Somlyódy László 2002-ben, Mosonyi Emil 2006-ban, Józsa János pedig 2024-ben Széchenyi-díjat kapott, amely az Akadémia alapítójára emlékeztet, és így a 200 éves évfordulón különösen érdemes megemlíteni (*Major 2024*). Közleményemben két olyan, más tudományterületen dolgozó akademikust is említettem, aki Széchenyi díjat kapott. Prékopa András matematikus 1996-ban, Várallyay György talajkutató pedig 2004-ben kapta meg ezt a kitüntetést.

Somlyódy László akademikust az 1999 és 2005 közötti, Józsa János akademikust pedig 2020 és 2023 közötti időszakra a Műszaki Tudományok Osztályának elnökévé választották, ami arra utal, hogy a műszaki víztudományok akademikusainak eredményeit nagyra értékelték. Hasonlóan nagy elismerés az, hogy Józsa János akademikus 2015 és 2021 között a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem rektora volt, a több mint 240 éves múltú Egyetem történetének harmadik műszaki víztudományokkal foglalkozó vezetője. Szerzőtársaival négyszer nyerte el Társaságunk Vitális Sándor szakirodalmi nívódíját (1995, 2011, 2015, 2024), ami az általa létrehozott tudományos iskola sikerét bizonyítja.

Az MTA Műszaki Tudományok Osztályához tartozó testületek közül víztudományokkal foglalkozik a Vízgazdálkodástudományi Bizottság (elnöke Szilágyi József akademikus, titkára Lakó Dóra) és a Hidrológiai Osztályközi Állandó Bizottság (elnöke Hajnal Géza, titkára Torma Péter). Az Agrártudományok Osztályhoz tartozó testületek közül jelentős súllyal foglalkozik víztudományi kérdésekkel a Talajtani, Vízgazdálkodási és Növénytermesztési Tudományos Bizottság. Fontos víztudományokkal összefüggő problémák szerepelnek a Földtudományok Osztály testületei közül a Meteorológiai Tudományos Bizottság programjában.

Az MTA vezetése, akademikusai és a különböző testületeinek tudományos minősítéssel rendelkező tagjai jelentős támogatást nyújtottak a magyar szakemberek részvételéhez a hazai és nemzetközi, víztudományokkal foglalkozó szervezetekben, hálózatokban és közéleti fórumokon. Néhány példát említek erre a következőkben.

1954-ben Mosonyi Emil akademikus kezdeményezésére lett például tagja Magyarország a Nemzetközi Öntözési és Vízrendezési Szövetségnek (ICID). Az 1955-ben megalakított ICID Magyar Nemzeti Bizottsága (MNB) azóta az MTA Műszaki Tudományok Osztálya keretében működött több tudományos osztály közreműködésével. A Magyar Nemzeti Bizottság első elnöke Mosonyi Emil volt. Rajta kívül Kovács György és id. Bogárdi János akademikus töltötte be ezt a tisztséget. A nemzetközi szervezetnek több magyar alelnöke volt. Köztük Mosonyi Emil és id. Bogárdi János akademikusok. Az ICID MNB arra törekedett, hogy az ICID keretében megismerhető eredmények minél szélesebb körben elterjedjenek Magyarországon. Ehhez jelentős segítséget nyújtott az MTA Mezőgazdasági Vízgazdálkodási Bizottsága, Vízgazdálkodástudományi Bizottsága, valamint az Agrártudományi Egyesület és a Magyar Hidrológiai Társaság.

Az ICID MNB megalakításának 30. évfordulóján, 1986. szeptember 18-án az Akadémián rendezett emlékülést. Ezen rész vett Mosonyi Emil professzor is, akitől megvonták az akademikus címet, mert illegálisan külföldre távozott és ezért több éves börtönbüntetésre ítélték. Évtizedek után ez volt az első alkalom, hogy a Belügyminiszter közbenjárására bántatlanul Magyarország területére léphetett. Az emlékünnepségek alkalmából az ICID MNB emléklapok adományozását határozta el. Mosonyi Emil, az ICID MNB alapító elnöke és az ICID első magyar alelnöke (később tiszteletbeli alelnöke), valamint K.K. Framji, az ICID akkori főtitkára és Marvin E. Jensen, az ICID elnöke voltak az első külföldiek, akiknek ezt a kitüntetést az ICID MNB odaítélte, amit az MTA székházában tartott emlékülés keretében adtak át számukra. Megjegyzem, hogy a Mosonyi Emil akademikus életvonalával foglalkozó több forrásmű tévesen írja azt, hogy Mosonyi Emil csak a rendszerváltás után jött haza először, ugyanis ez már 1986-ban megtörtént.

Az ICID MNB megalakítása 50. évfordulójának alkalmából, 2005. október 12-én az MTA Műszaki Tudományok Osztálya és az ICID MNB rendezett emlékülést az Akadémián. A szervező bizottság tagja volt Cselőtei László és Somlyódy László akademikus, és az emlékülésen köszöntőt mondott Gyulai József akademikus, osztályelnök, Mosonyi Emil és Czelnai Rudolf akademikus, Alain Vidal az ICID alelnöke, valamint a környező országok ICID nemzeti bizottságainak nyolc képviselője. Az emlékülés második részében a Halászlai és Öntözési Kutatóintézet, valamint a Magyar Öntözési Egyesület Mezőgazdasági Vízgazdálkodási Tudományos Napot rendezett, amelyen többek között előadást tartott Cselőtei László és Várallyay György akademikus.

A Magyar Hidrológiai Társaságnak a Magyar Állam ezeréves fennállása tiszteletére 2000. december 11-12-én tartott „Magyarok a világ vízgazdálkodás fejlesztésében” című konferenciájának a Magyar Tudományos Akadémia adott otthont. A rendezvényről a Hidrológiai Közlöny különszámban emlékezett meg (Hidrológiai Közlöny 2001/4). A konferencia résztvevőit az ünnepi megnyitó ülésen az MTA részéről Keviczky László alelnök köszöntötte. A szekcióüléseken a Magyarországon és külföldön élő magyarok által a víztudományok területén elért tudományos eredményekről több akademikus, illetve később akademikussá megválasztott tudós is beszámolt: Haszpra Ottó, Józsa János, Mosonyi Emil, Bárdossy András és Karádi Gábor.

Az MTA adott otthont a Magyar Hidrológiai Társaság alapítása 100. évfordulóján, 2017. február 7-én az Akadémia dísztermében tartott ünnepi ülésnek. A centenáriumi emlékünnepségek fővédnöke Áder János köztársasági elnök volt, aki írásban köszöntötte a 100 éves Társaságot és annak tagjait. Lovász László, az MTA elnöke köszöntőjében rendkívül fontosnak tartotta, hogy az Akadémia indítson el egy Nemzeti Víztudományi Kutatási Programot. Kérte, hogy a Társaságunk tagjai javaslataikkal, észrevételeikkel járuljanak hozzá e rendkívül szerteágazó és sok szakértő együttműködését igénylő munka sikeréhez. Köszöntőjének befejezéseként azt mondta, hogy „bízom abban, hogy a hazai kutatói közösség összefogásának és munkájának köszönhetően a Magyar Hidrológiai Társaság következő,

hasznoló ünnepi ülésén, tíz – vagy akár már öt év múlva is – az MTA következő elnöke már az Akadémia vízprogramjának gyakorlati eredményeit is sorolhatja.”

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Kétszáz év hosszú idő, és bár a korszerű informatikai eszközök és az egyre gazdagabb adatbázisok kétségkívül olyan lehetőségeket nyújtanak, amelyekről néhány évtizeddel ezelőtt még szinte álmodni se mertünk, mégis nehéz volt összegyűjteni az információkat a víztudományok elmúlt kétszáz évéről és az akadémikusok eredményeiről ebben az időszakban. Ennél is nehezebb az információkat logikus rendszerbe foglalni és a jövőre vonatkozó következtetéseket levonni belőlük. Azokból az információkból, amelyeket összegyűjtöttem, megerősödött bennem az a tudat, hogy nagyon gazdag múltja van Magyarországon a víztudományoknak, nemzetközi szinten is kiváló tudósaink voltak és vannak, de alaposabban tanulmányozni kellene a víztudományok múltját. Egyrészt az elődeink iránti tiszteletből, hogy reális kép maradjon az eredményeikről a jövő nemzedékei számára, másrészt azért, hogy tanuljunk a múlt hibáiból és erőnyeiből.

Lehet, hogy igyekeztem ellenére hibák vannak a közleményemben, s abban is biztos vagyok, hogy nem sikerült a fontosságuknak megfelelően súlyozni a közreadott információkat, és hiányosságok is előfordulhatnak a visszaemlékezésben. A víztudományok fejlődését az Akadémián nemcsak az akadémikusok, hanem a nagydoktorok, az egykori kandidátusok és a mai PhD-sek együtt szolgálják, én viszont a nem akadémikusok eredményeiről nem tudtam írni a terjedelmi korlátok és még inkább az információfeltárás nagy munkaigénye miatt. Úgy gondoltam, hogy vitaindítónak mégis megírom ezt a közleményt. Remélem, hogy kedvet csinál az olvasóknak, hogy visszatekintsenek a múltba, és nem veszi el ettől írásom a kedvüket. Két javaslatom van:

1) Javaslom, hogy a megemlékezésünket támasszuk alá alaposabb vizsgálatokkal és terjesszük ki az akadémikusok kívül minden olyan víztudományokkal foglalkozó kutatóra, akinek a tevékenysége az elmúlt 200 évben valamilyen formában kapcsolódott az MTA-hoz.

2) Tekintettel arra, hogy az MTA megalapításának egyik fő szempontja a magyar tudományos nyelv kialakítása és művelése volt, javaslom, hogy mérjük fel közösen

a víztudományok szaknyelvének jelenlegi helyzetét és fejlesztési igényeit. Az akció neve lehetne Beszédés József Víztudományi Nyelvújító Akció vagy valami ilyesmi. A fejlesztés egyik eredménye lehetne például a pontosított vagy új fogalom meghatározások beépítése az online víztudományi értelmező szótárba. A bicentenáriumhoz méltó megemlékezés lenne az, ha a Magyar Hidrológiai Társaság szakosztályai és területi egységei 2025-2026-ban, a Magyar Tudomány Éveiben szakterületük kritikus fogalmainak újra definiálásával járulnának hozzá a víztudományi szaknyelv fejlesztéséhez.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönöm Józsa János, Gáspár Zsolt és Szilágyi József akadémikusnak, hogy a közlemény elkészítéséhez segítséget nyújtottak és köszönöm Major Veronika főszerkesztő asszonynak, hogy biztatott annak megírására, és bábáskodott -megszületésénél.

IRODALOMJEGYZÉK

Czinege Sz., Fekete N., Guca M., Kovács J., Lászlófi V., Papp B., Svégl F., Szentkereszti M., Zsidi B. (2025). Időutazás: a Magyar Tudományos Akadémia első 200 éve, <https://idovonal.mta.hu>

Fejér L., szerk. (2019). A Magyar Hidrológiai Társaság kitüntetettjei 1917-2017, Magyar Hidrológiai Társaság, p. 350

Glatz F., főszerk. (2003). A Magyar Tudományos Akadémia tagjai 1825–2002 I. (A–H). MTA Társadalomkutató Központ. 2003. p. 133

Ijjas I. (2019). Integrált vízgazdálkodás – „A hidroinformatika születése – európai és globális integráció, TYPOTEX Kiadó, p. 416

Major V. (2024). Új tagot köszönhetünk a vizes szakma Széchenyi-díjasai között, Hidrológiai Közöny 104(2). pp. 71-76.

Markó L., Burucs K., Balogh M., Hay D. (2003). A Magyar Tudományos Akadémia tagjai 1825-2002. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest Link: <https://real-eod.mtak.hu/7573/1/AMTATagjai1825-2002.pdf#page=135>

Salamin P. (1983). 200 év távlatában (Oktatók a felsőfokú vízgazdálkodási határterületi intézményekben), Hidrológiai Tájékoztató 1983. október, pp. 5-6.

A SZERZŐ



IJJAS ISTVÁN okleveles mérnök, okleveles építési-gazdasági mérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, habilitált doktor. Jelenleg a BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszékének professzor emeritusa, a Magyar Hidrológiai Társaság tiszteletbeli elnöke és Tudományos Bizottságának elnöke. 2003-2011-ig a Társaság elnöke volt. Tagja volt az MTA Műszaki Tudományok Osztálya Vízgazdálkodástudományi Bizottságának, az Agrártudományok Osztály Mezőgazdasági Vízgazdálkodási Bizottságának, a Földtudományok Osztály Hidrológiai Bizottságának és a Rendszertechnikai Bizottságnak. A Tudományos Minősítő Bizottság Építési, Építészet és Közlekedéstudományi Bizottságának titkára és az MTA VAHAVA Projekt Tudományos Tanácsának tagja volt. Az MTA jelölése alapján az Országos Környezetvédelmi Tanács tagja, Vízgazdálkodási és Vízvédelmi Bizottságának elnöke és a Tanács tudományos alelnöke volt. A Műszaki Tudományok Osztályhoz tartozó ICID (International Commission on Irrigation and Drainage) Magyar Nemzeti Bizottság főtítkára és később elnöke, az ICID alelnöke, valamint több központi bizottságának tagja, titkára, illetve elnöke volt. Szakmai életútját az „Integrált vízgazdálkodás – A hidroinformatika születése – európai és globális integráció” című életmű kötetében mutatta be.

Határainkon túl eredő vízkészleteink 1981-2020 közötti változásának integrált elemzése

Báder László¹, Iritz László², Nagy Eszter Dóra¹, Négyesi Klaudia¹, Szalay Miklós^{† 3}

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar, Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék. 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3, K épület magASFöldszint 12. (e-mail: laszlo.bader@edu.bme.hu, nagy.eszter@emk.bme.hu, negyesiklaudia@edu.bme.hu)

² VIZITERV Environ Nonprofit Kft., 1012 Budapest, Kuny Domokos utca 13-15. (e-mail: iritz.laszlo@environ.hu)

³ Országos Vízügyi Főigazgatóság, 1012 Budapest, Márvány utca 1/D. † Elhunyt 2024. december 24-én

DOI:10.59258/hk.19230



„Szalay Miklós emlékére”

Kivonat

Magyarország felszíni vízkészletének döntő mennyisége, mintegy 90%-a, a határainkon túli vízgyűjtőkön ered. A határszelvények vízhozamát elemezve az 1981-2020 időszakban kimutatható, hogy a beérkező oldalon a Dráva éves átlagos vízhozama nőtt, míg a Duna, valamint a Tisza és mellékfolyóinak vízhozama csökkent. A Tisza-vízgyűjtőnek – vagyis a Tisza és főbb mellékfolyóinak – az 1981-2010 időszakban hazánkba beérkező vízhozama 957 m³/s volt, míg a 2011-2020 évek átlaga csak 690 m³/s értéket ért el. A Duna esetében ezen a paraméterek értéke 2 068, illetve 1 899 m³/s volt. A kilépő oldalon a Tisza vízhozama csökkenést mutat, vízhozama 855 m³/s volt az 1981-2010 időszakban, míg a 2011-2020 évek átlaga csak 785 m³/s. Összesítve a Duna vízgyűjtőjén a csapadék és a párolgás az ECMWF ERA5-Land hidrometeorológiai adatai szerint egyaránt nőtt. A párolgás átlagos havi értéke 1961 és 1990 között csak júliusban haladta meg a csapadék nagyságát. 1991-2020 között már áprilisban és májusban is megközelítette a csapadék értékét, és minden nyári hónapban pedig meghaladta azt. Az éves átlagos csapadékmennyiség nem lett kevesebb, de áprilisban csökkent, ősszel nőtt. Összehasonlítva a lefolyás vízrajzi adatok alapján mért változásait a hidrometeorológiai adatokból vízmérleg alapján számolt értékekkel (csapadék - párolás ≈ lefolyás) megállapítható, hogy mindkettő jól jelzi a kedvezőtlen változásokat a Tisza vízgyűjtőjén. A tények ismeretében különös figyelmet kell fordítani a határszelvényeken keresztül hazánk területére belépő vízmennyiségek alakulására és hasznosítására. Emellett erőfeszítések szükségesek a hazai csapadék felszíni lefolyásának lassítása, beszívargásának elősegítése érdekében is.

Kulcsszavak

Vízhozam, vízmérleg, vízkészlet-gazdálkodás, határszelvények, határon túli vízgyűjtők, éghajlatváltozás.

Water resources changes in Hungary between 1981-2020 based on an integrated analysis of hydrographic and hydrometeorological data

Abstract

The majority of Hungary's surface water resources, about 90%, originates from watersheds beyond the country's borders. Analysing the water discharge series recorded in the river border cross-sections recorded during the period 1981-2020, it can be seen that the yearly mean values in the Dráva river have increased, while in the Danube and the Tisza rivers and also its tributaries have decreased. The yearly mean water discharge of the Tisza catchment - i.e. the Tisza and its main tributaries together - reached 957 m³/s, while the same parameter for years 2011-2020 stayed at 690 m³/s. In the case of the Danube, the values of these parameters were 2 068 and 1 899 m³/s, respectively. Similar characteristics in the Tisza downstream boarder cross section (where the flow enters Serbia) was 855 m³/s in the period 1981- 2010, while for the years 2011-2020 was only 785 m³/s. Precipitation and evaporation both increased in the Danube watershed based on ECMWF ERA5-Land hydrometeorological data. The average monthly evaporation values for 1961-1990, exceeded the precipitation amount only in July, while during the period 1991-2020, already approached the precipitation value in April and May, and exceeded it in every summer month. The average annual rainfall decreased in April and increased in autumn. By comparing the changes in runoff measured in hydrometric cross-sections with the values calculated on water balance derived from hydrometeorological data (precipitation - evaporation ≈ runoff), it can be concluded that both clearly indicate unfavourable changes in the water resources of Tisza basin. Acknowledging this fact, special attention to be paid to the development and utilization of the water resources entering the country territory. In addition, efforts should be made to store the precipitation falling within the country's boarder and facilitate its infiltration into the soil.

Keywords

Water flow, water balance, water resource management, border sections, transboundary watersheds, climate change.

BEVEZETÉS

A Magyar Hidrológiai Társaság XL. Vándorgyűlésén, 2023-ban Győrben, a vízkészlet-gazdálkodás szekcióban két előadás foglalkozott Magyarország vízmérlegének alakulásával (Báder és Négyesi 2023, Szalay és társai 2023). A szerzők a vízkészletek és hidrometeorológiai adatok

elemzését egy közös vizsgálatban folytatták, amelynek részeredményeit 2024-ben a XLI. Vándorgyűlésen, Szolnokon be is mutatták (Báder és társai 2024). Jelen tanulmány a Vándorgyűlésen elhangzott javaslatok és a szerzők által szükségesnek tartott további elemzések alapján került kidolgozásra.

A 2022-ben beköszöntött aszály súlyosabb volt és hosszabb ideig tartott, mint a 2012-es szárazság, vagy bármely más aszályos időszak 1951 óta. Visszatekintve, a Tisza zárhonyi szelvényében 1951-ig, összesen 5 évet találunk, ahol egyáltalán előfordult $90 \text{ m}^3/\text{s}$ -nál kisebb júliusi-augusztusi vízhozam, és ezen aszályos időszakok sohasem haladták meg a 25 napot, sőt általában lényegesen rövidebb voltak. A vízkészletekben beálló változásokat szemléltető példát szolgáltat a két aszályos év (2012 és 2022) július-augusztusi időszakában számított napi vízhozamok összehasonlítása is. Míg 2012-ben a jelzett két hónapban a $90 \text{ m}^3/\text{s}$ -ot, vagyis a tiszalöki és kiskörei öntöző főcsatornákon keresztül kivezendő vízmennyiségnél kisebb középvízhozamú napok száma Záhonynál huszonöt volt, addig 2022-ben ezen napok száma már elérte a negyvenhármát.

A Duna és Tisza hazánkon túli vízgyűjtőinek összterülete meghaladja a háromszázezer km^2 -t, vagyis valamivel több mint háromszorosa hazánk területének. Viszont folyóink vízkészletének mintegy 90%-a határainkon túli vízgyűjtőkről származik. Az eltolódás oka, hogy a felső vízgyűjtők magasabb régiókban találhatók, ahol sűrűbb a vízfolyáshálózat, a csapadék felülmúlja a párolgást, és a meredek lejtőkön kisebb a felszíni vizek beszivárgása. Következésképpen, vízkészlet-gazdálkodásunkban különös figyelmet kell fordítani a hazánk területére belépő vízmennyiségek alakulására, melynek nyomon követéséhez nagy segítséget nyújt a magyar vízrajzi szolgálat által gyűjtött adatok egységes vízrajzi adatbázisa (URL2). Ugyanakkor, a határainkon túli felső vízgyűjtőkön történő és tervezett vízhasználatokról csak korlátozott adatokkal rendelkezünk. Az 1970-es években a Tiszavölgyi ún. „Ötoldalu Együttműködés” kölcsönös tájékoztatást szolgáló, és még ma is széleskörben hivatkozott vízhasználati adatszámai mára már teljesen elvesztették információértéküket. A 2024-ben indult nemzetközi „Danube

Water Balance” (Duna Vízmérleg) INTERREG projekt (URL1) lehetőséget ad vízmennyiségek becslési módszereinek és készlet adatainak bizonyos összevetésére. Mindemellett, a vízkészlet-gazdálkodást érintő együttműködések felújítása – ideértve a határvízi kereteket is – rendkívül időszerűvé vált.

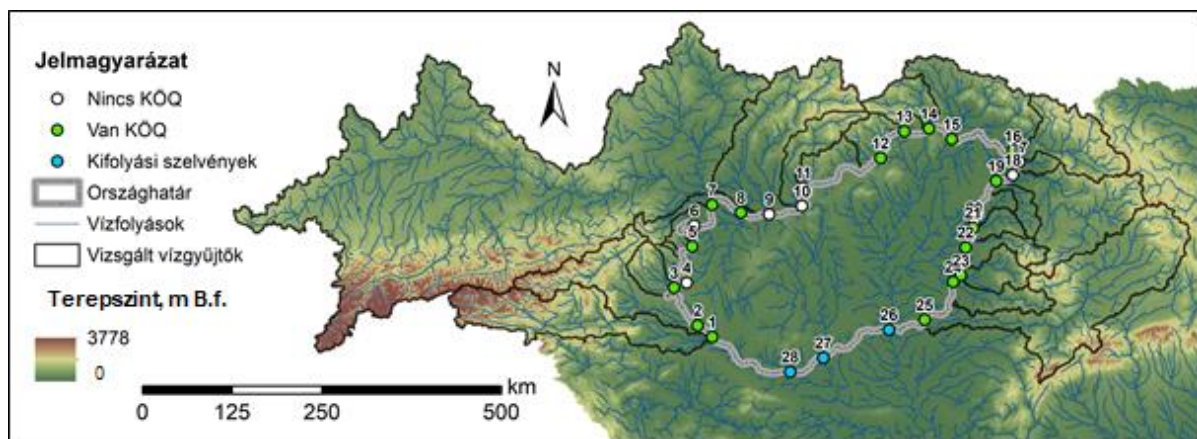
A felszíni vízkivételek mennyisége a partiszűrészű kuttak termelését is ide értve mintegy $5 \text{ km}^3/\text{év}$. Nagy folyók (Duna, Dráva, Mura, Rába, Tisza, Szamos, Bodrog, Sajó, Hernád, Körösök és Maros) beérkező és az országon keresztül folyó vízmennyisége ($100 \text{ km}^3/\text{év}$ nagyságrendben) sokszorosan meghaladja az országunkban megvalósuló vízkivételeket (Kocsis 2018, 2024). Mindazonáltal a területi és időbeni változékonyság következtében számos tájegységben időszakos vízhiányok jelentkeznek, vagy legalábbis a vízmérleg feszítetté válik. Ilyen földrajzi tájegységek többek között a Nyírség középtáj bizonyos részei és a Duna-Tisza közti Homokhátság. Ezen két középtáj vízkészlet-gazdálkodási helyzetének felmérésére két tanulmány készült a közelmúltban (VIZITERV Environ 2020, 2022), amelyek kimutatták, hogy a vízhiányos területek vízkészlet-gazdálkodási egyensúlyának megteremtéséhez folyóink vízkészlete nélkülözhetetlen.

JELEN TANULMÁNY TÁRGYA ÉS AZ ALKALMAZOTT VIZSGÁLATI MÓDSZER

A jelen tanulmány keretében megvizsgálásra került Magyarország határain túl eredő vízkészleteinek változása az 1981-2020 időszak vízrajzi és hidrometeorológiai adatai alapján.

A vizsgált terület

Az 1. ábra a Magyarországra belépő 25 vízfolyás határszelvényeit mutatja, amelyek sorszámozása a Drávánál kezdődik és az óramutató járásával egyező irányban körbe haladva a Marosnál végződik



1. ábra. Magyarország határszelvényei és azok vízgyűjtőterületei a Duna vízgyűjtő terepmodell térképén
Figure 1. Map of Hungary's border sections on the Digital Elevation Model with watershed areas

Vízrajzi adatok

A külföldről hazánkba érkező vízkészleteket a magyarországi határszelvények vízhozamidősorainak segítségével számítottuk meghatározva az éves középvízhozamokat (KÖQ) a Dráva, a Duna, a Tisza és mellékfolyóik adatai alapján. A Duna esetében 40 éves belépő vízhozam idősor csak közvetetten tudtunk előállítani (a vízierőmű építéssel kapcsolatos szigetközi változások miatt). A nagymarosi

szelvényhez érkező vízhozamot megközelítőleg három részből származtathatjuk: a határt átlépő jobb parti kisebb mellékfolyók határszelvényeiből, a Duna belépő vízhozamából és a Duna bal parti mellékfolyóinak vízhozamából. Mivel Pozsony és Nagymaros között nincsenek saját mért adataink a Vág, a Garam és az Ipoly folyókra, illetve a Duna határt átlépő szelvényére, ezért közvetett módszert alkalmaztunk. Az 1. ábrán jelzett 8. határszelvény adata az

ismert jobb parti 40 éves hozamokat levonva a nagymarosi vízhozamból adja meg a Duna származtatott beérkező vízhozamát.

A Dunának az Ausztriát elhagyó, a felső vízgyűjtő területéről származó vízhozama a Duna és Morva folyók követező vízmércéi alapján számolható: Hainburg illetve Angern an der March vízmércék, amelyek egy fiktív pozsonyi szelvénynek felelnek meg. (Ennek a részvízgyűjtőnek a területével számolunk a csapadék, párolgás és hozam értékek összehasonlításakor is, a Vág, Garam Ipoly területét nem elemezzük.) Rajka és Vámosszabadi vízmércéinek adatait közvetlenül nem használtuk ebben az elemzésben. A nagymarosi szelvényt felhasználva így integrált módon a közös magyar-szlovák Duna-szakaszt elhagyó vízkészletet számba lehetett venni. Hasonló elvet követtünk a Berettyó esetében is, a Berettyó és az Ér-főcsatorna együttes területével számoltuk lefolyást, valamint a Tisza esetében az ukrán-magyar határszakaszt követően számoltuk a hozánk belépő vízkészleteket Tiszabecsnél.

Hidrometeorológiai adatok

A vizsgált hidrometeorológiai adatok az ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) ERA5 reanalízis adatbázisából származtak. Az ECMWF által készített 5. generációs légköri klíma modell alapján készültek el (*Hersbach és társai 2020*). A reanalízis rövid – 12 órás – modellfuttatásokból áll és minden két futtatás között adatasszimilációt végeznek az összegyűjtött megfigyelésekkel. Az asszimiláció során hozzáigazítják az észlelt adatokhoz a modell eredményeket, ezzel megakadályozzák, hogy a modell nagymértékben eltérjen a valóságtól. Az ERA5-Land produktum (C3S) felszínközeli adatokat állít elő 1950-től napjainkig, órás vagy havi időbeli felbontásban az ERA5 adataiból (*Muñoz Sabater 2019, URL3*). Jelen kutatásban havi időbeli felbontást alkalmaztunk. Az adatok térbeli felbontása $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ ($\sim 9 \times 11$ km). Az adatbázisból számos paraméter elérhető, ezek közül a csapadék és a párolgás 1981-2010, 1991-2020 és 2011-2020 közötti idősorait vetettük össze. A Duna vízgyűjtőjének meteorológiai adatait a $8,0^\circ$ K – $29,9^\circ$ K hosszúsági és $42,0^\circ$ É – $50,3^\circ$ É, szélességi körök közötti területre töltöttük le.

Adatfeldolgozás

Az adatok feldolgozását MATLAB numerikus számítások elvégzésére alkalmas speciális programrendszerben és programozási nyelven végeztük, a megjelenítéshez a térképeket nyílt forráskódú Quantum GIS térinformatikai szoftverrel (*Quantum Geographic Information Systemben* – QGIS), illetve ArcGIS térinformatikai szoftverrel állítottuk elő. Az ERA5-Land rácspontri adatbázisból a teljes Duna vízgyűjtőre és minden rácspontra a tárgyidőszak minden hónapjára letöltöttük a csapadék (tp, „total precipitation” paraméter) és a párolgás („land evaporation” paraméter) havi adatait. A víz- és energiamérleg összehasonlításához letöltöttük a nettó sugárzás kiszámításához szükséges rövidhullámú (ssr, „surface solar radiation”) és hosszúhullámú (str, „surface thermal radiation”) sugárzás komponenseinek adatait is. Az éves nettó sugárzás mértékegysége energiamennyiségről (J/m^2) vízgyűjtőterületekre

(mm) van átszámolva. Az $1 m^2$ -ről elpároló 1 liter (azaz 1 kg) víz szétterülve 1 mm vírzétegnek felel meg. Ennek a párolgásához szükséges energia a vízgyűjtőterület, amelyhez a víz párolgáshőjét $2,480 MJ/kg$ értékkel számoltuk (kWh-ban kifejezve $2\,480 kJ/3600 s = 0,69 kWh$).

Az adatok éves átlagainak és idősorainak MATLAB-ban történt összesítése után a Meteorológiai Világszervezet ajánlása szerinti 30 éves időszakokra (WMO 2017) előállítottuk az 1981-2010 és 1991-2020 időszakok éves átlagértékeit. Kellően hosszú időszak alatt a kiugró értékek hatása elhanyagolhatóvá válik, a tendenciák megbízhatóbban felismerhetők. Kiszámoltuk a 2011-2020 időszak éves átlagértékeit is, majd azokból a GIS (térinformatikai) feldolgozáshoz szükséges raszteres állományokat. A további feldolgozáshoz vízgyűjtőként és időszakonként lehatároltuk a területeket, és meghatároztuk a rájuk vonatkozó értékeket, és az időszakok közötti változásokat.

Az országba érkező vízfolyások országhatáron túli vízgyűjtőterületeit az ERC (European River Catchments) és a CCM (Catchment Characterisation Model) adatbázisok alapján határoztuk meg (*URL4, de Jager és Vogt 2007*). Előbbi, az utóbbira épülve már az ötöd rendű vízfolyások (folyók) vízgyűjtőit tartalmazza. A CCM adatbázis ezzel szemben egy részletesebb, sokkal kisebb részvízgyűjtőkből álló adatbázis. Ennek segítségével minden vízfolyás esetén csak az országhatáron kívülre eső vízgyűjtőterületek adatait használtuk fel. Nem vettük figyelembe a területi csapadék és a párolgás számításánál a határszelvények és az országhatár közé eső sávokat, mivel ezek kiterjedése a teljes felvízi vízgyűjtőterületekhez képest elhanyagolható volt. A grid (rácspontri) alapú csapadék és párolgás térképekből – amelyek minden időszakra elkészültek – térinformatikai alkalmazás (GIS) segítségével lehatároltuk az egyes vízgyűjtőterületekre és vizsgált időszakokra vonatkozó átlagokat. A KÖQ (a közép-vízhozamok sokéves átlaga a vizsgált időszakokban) értékekből számolt átlagos éves vízmennyiséget elosztva a vízgyűjtőterületek GIS-ben meghatározott területével számítottuk ki a sokéves átlagos lefolyást milliméterben kifejezve. A számításokat vízmércénként és vizsgált periódusonként is elvégeztük.

EREDMÉNYEK

A határszelvények középvízhozamai és azok változásai

A Magyarországra belépő és onnan kilépő folyók vízgyűjtő területének nagysága, középvízhozamai és azok változásai 1981 és 2020 között a vizsgált időszakokban az 1. táblázatban láthatók az 1. ábrán megadott sorrendben. A két egymást részben átfedő harmincéves időszak adatait összehasonlítva felismerhetők a nagyobb változások. A beérkező oldalon a Dráva vízhozama nőtt, ezzel ellentétben a Duna, valamint a Tisza és mellékfolyóinak vízhozama csökkent. A változások mértéke és iránya jobban felismerhető az utolsó 10 éves időszak (2011-2020) és az előtte lévő 30 éves időszak (1981-2010) adatainak összehasonlításával (csökkenések utolsó oszlopban félkövér kiemeléssel).

1. táblázat. A Magyarországra belépő és onnan kilépő folyók vízgyűjtő területe, a középvízhozam (KÖQ) sokéves átlagai és azok változásai (dKÖQ) 1981 és 2020 között a vizsgált időszakokban

Table 1. Catchment area of rivers entering and leaving Hungary, long-term averages of mean water discharge (KÖQ) and their changes (dKÖQ) between 1981 and 2020 in the examined periods

ID	Vízfolyás	Állomás	Terület [km ²]	KÖQ 1981-2010 [m ³ /s] A (30 év)	KÖQ 1991-2020 [m ³ /s] B (30 év)	KÖQ 2011-2020 [m ³ /s] C (10 év)	dKÖQ 30vs30 [m ³ /s] B-A	dKÖQ 30*vs10 [m ³ /s] C-A
Dráva vízgyűjtő belépő oldala								
1	Dráva	Botovo	16 057	299,9	316,5	350,8	16,0	50,9
2	Mura	Letenye	13 033	168,8	168,3	168,7	-0,5	-0,1
Dráva belépő összesen				468,7	484,8	519,5	15,5	50,8
Duna vízgyűjtő belépő oldala								
3	Rába és Lapincs	Szentgotthárd	3 084	21,6	21,8	22,7	0,2	1,1
4	Pinka	Felsőcsatár	668	3,15	3,00	3,03	-0,2	-0,1
5	Répcse**	Répcsevis	612	2,21	2,23	2,13	0,0	-0,1
6	Hanság-főcsat.***	-	-	-	-	-	-	-
7	Lajta (+bp.-i.csat.)	Hegyeshalom	2 320	9,87	10,12	9,03	0,3	-0,8
8	Duna****	(származtatott)	131 605	2 031	1 976	1 862	-54,7	-168,7
9	Vág***	-	-	-	-	-	-	-
10	Garam***	-	-	-	-	-	-	-
11	Ipoly***	-	-	-	-	-	-	-
Duna belépő összesen				2067,83	2013,15	1898,89	-54,4	-168,7
Tisza vízgyűjtő belépő oldala								
12	Sajó	Sajópüspöki	3 224	16,6	19,5	19,7	2,9	3,1
13	Bódva**	Hídvégardó	875	3,25	3,42	3,44	0,2	0,2
14	Hernád	Hidasnémeti	4 515	29,2	29,9	27,3	0,7	-1,9
15	Bodrog	Felsőberekci	12 886	117,1	108,4	87,2	-8,7	-29,9
16	Tisza	/Tiszabecs	9 707	373,8	344,3	262,3	-29,5	-111,5
17	Túr	Garbolc	1 527	11,1	10,1	7,1	-1,0	-4,0
18	Szamos	Csenger	15 283	128,6	116,9	86,8	-11,8	-41,8
19	Kraszna	Ágerdómajor	1 974	7,0	6,0	3,4	-1,0	-3,6
20	Ér-főcsatorna***	-	-	-	-	-	-	-
21	Berettyó**	Pocsaj	3 502	10	8,9	5,6	-1,0	-4,4
22	Sebes-Körös	Körösszakál	2 489	24,4	23,6	18,5	-0,8	-5,9
23	Fekete-Körös	Sarkad	4 302	33,7	31,1	24,2	-2,6	-9,5
24	Fehér-Körös	Gyula	4 251	23,4	20,9	15,2	-2,5	-8,2
25	Maros	Makó	30 149	179	168	126	-11,4	-53
Tisza belépő összesen				957,15	891,02	689,74	-66,3	-270,41

* 1981-2010 időszak - Period 1981-2010.

** Kiseb adathiány volt a Répcse, Bódva, Berettyó esetében is, de az idősorok létrehozása lehetséges volt.

Minor lack of data in the case of Répcse, Bódva, and Berettyó, but it was possible to create time series.

*** Adathiány a Vág, Garam, Ipoly és az Ér-főcsatorna esetében. A Hansági-főcsatorna adatait nem használtuk.

Lack of data for Váh, Garam, Ipoly and the Ér-main canal. Data for the Hansági-main canal were not used.

**** 2001-2020 időszakról álltak csak rendelkezésre közvetlen adatok Városszabadira.

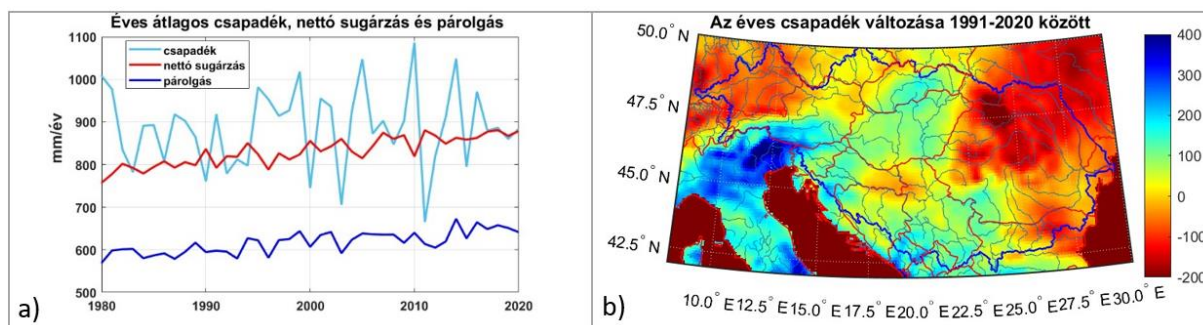
Egységes 40 éves adatsort a Duna és Morva határ előtti, illetve a nagymarosi mércék alapján számoltunk.

Direct data were available only for the period 2001-2020. Values were calculated for the entire period by using the time series of neighbouring staff gauges (Hainburg, Angern an der March and Nagymaros).

Csapadék, párolgás és nettó sugárzás a határainkon túli vízgyűjtőkön

A meteorológiai adatok csapadék, nettó sugárzás és párolgás éves adatait elemezve a Duna vízgyűjtőjén az 1981-2020 időszakban felismerhetők a változások. Az éves nettó sugárzás és párolgás adatai növekedést mutatnak, a csapadék éves adatait pedig növekvő szélső értékek jellemzik (2a ábra). Szélsőséges esetben a párolgás értéke majdnem eléri

a csapadék értékét a vízgyűjtőn (2011-ben), a csapadék mennyisége pedig a nettó besugárzás értékét (2018, 2019 és 2020-ban). A nettó sugárzás elemzésével a továbbiakban nem foglalkozunk, csak emlékeztetőnek mutatjuk be, hogy látható legyen az aránya a vizsgált paraméterekhez viszonyítva. A 2b ábra a csapadék változásának területi eloszlását mutatja, amely szerint Tisza és mellékfolyói vízgyűjtő területén csökkent a csapadék az 1991-2020 időszakban.

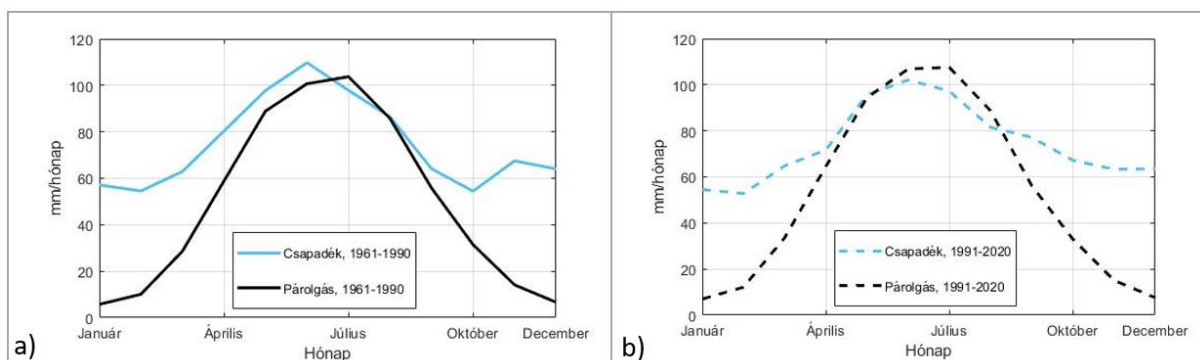


2. ábra. a) A csapadék, nettó sugárzás és párolgás sokéves változása a Duna vízgyűjtő területén az 1981-2020 időszakban. Az adatok éves átlagok mm/év vízegyenértékben megadva az ECMWF ERA5-Land adatbázis alapján. b) A csapadékmennyiség változásának térbeli eloszlása 1991-2020 között (mm)

Figure 2. a) Multi-year changes in precipitation, net radiation and evaporation in the Danube catchment area for the period 1981-2020. The data are annual averages in mm/year water equivalent based on the ECMWF ERA5-Land database. b) Spatial distribution of precipitation changes between 1991-2020 (mm)

A csapadék és párolgás éven belüli eloszlásának adatait és változásait mutatja be a 3. ábra. A csapadék átlagos havi mennyisége 1961 és 1990 közötti időszakban július hónapjának kivételével minden hónapban meghaladta a párolgás értékét (3a. ábra). A következő harminc éves időszakban, 1991 és 2020 között a párolgás már áprilisban és májusban megközelíti a csapadék értékét, és mindhárom nyári hónapban meghaladja azt (3b. ábra). Tovább növeli az aszály előfordulásának valószínűségét, hogy az 1991-2020 periódusban áprilisi

és májusi a párolgáshoz képest korábban tapasztalt csapadéktöbblet megfogytakozott. Hasonlóan csökkent az 1961-1990 időszakhoz képest a júniusi csapadékmaximum értéke az 1991-2020-as időszakra, az őszi csapadék mennyisége pedig nőtt (Báder és társai 2023). Összefoglalva a csapadék és párolgás változásának vizsgálatát észrevehető, hogy ha nem is csökkent országunkban az éves csapadékmennyiség, az eloszlás változása önmagában is kedvezőtlenebb körülményeket teremtett a melegebb hónapokban.



3. ábra. A csapadék és párolgás 30 éves átlagának havi eloszlása a Duna vízgyűjtőjén az ECMWF ERA5-Land adatbázisa alapján: a) az 1961-1990 időszak, b) az 1991-2020 időszak (URL5)

Figure 3. Monthly distribution of the 30-year average of precipitation and evaporation in the Danube basin based on the ECMWF ERA5-Land database: a) the period 1961-1990, b) the period 1991-2020 (URL5)

A hidrometeorológiai és a vízrajzi adatok összehasonlítása

A csapadék, párolgás és a lefolyás sokéves átlagos összegeinek változását mutatja be a 2. táblázat utolsó három oszlopa milliméterben megadva a vizsgált időszakban (a határszelvek vízgyűjtő területeire számolt 2011-2020 közötti 10 éves időszak átlagának változását az 1981-2010 30 éves időszak átlagához képest). A 4. ábra térképszelvényein pedig a változások térbeli eloszlását mutatjuk be, százalékban megadva a változás mértékét az 1981-2010 időszaktól az 1991-2020 időszakig.

Az ERA5-Land adataiból látható, hogy a csapadékoszszeg változása kettős képet mutat. A Dráva és Mura vízgyűjtőjén jelentősen nőtt a csapadék (77-104 mm), míg a keleti határon átlépő vízfolyások esetében jelentősen csökkent (-60 – -165 mm). A többi vízgyűjtő esetében a változás kevésbé jelentős, és a változások előjele is eltérő.

A szintén ERA5-Land adatokból a beérkező vízgyűjtőkre lebontott területi párolgás éves növekménye 0-64 mm között változott, és sehol sem csökkent. Az északkeleti régióban a párolgás jelentősebb növekedését tapasztalhattuk, mint délkeleten, valamint a Duna vízgyűjtőjén. Utóbbi esetben azonban feltehetően árnyaltabb képet kapnánk, ha a vízgyűjtőt további részvízgyűjtőkre bontanánk.

A vízmérceszelvek éves középvízhozamának (KÖQ) változási iránya (előjele) erősen differenciált a keleti, és a nyugati határon belépő vízfolyások esetében. Előbbiek lefolyása jellemzően jelentősen csökkent, míg utóbbiaké nőtt. Kivételt képez a Fekete- és a Sebes-Körös, melyek lefolyásnövekményt mutatnak a csökkenő csapadékoszszeg és növekvő párolgásösszeg ellenére. A legjelentősebb lefolyáscsökkenés a Tiszán tapasztalható 57 mm, míg a legnagyobb növekmény a Dráván jelentkező 72 mm. A Duna felső vízgyűjtője minimális lefolyáscsökkenést mutat.

A vízhozam idősorok trendvizsgálata

A havi és éves vízhozamok 1981-2020 közötti 40 éves idősoraira előállítottuk az 5 és 10 éves mozgóátlagokat, és vizsgáltuk az idősorban kimutatható lineáris trendeket. A mért értékek idősorára illesztett trendvizsgálat célja az volt, hogy kimutassuk melyik időszakokban volt erősebb a trend. A szignifikancia határát a havi idősorok esetén $0,05 > p$ -re, az éves idősorok esetén $0,10 > p$ -re vettük fel. A havi adatok változékonysága elősegíti a trend kimutatását, az éves átlagolás viszont csillapítja. Statisztikailag

szignifikáns változás kevés vízfolyás esetében volt kimutatható a havi adatokban, és még kevésbé az éves idősorok esetében, annak ellenére, hogy az utóbbi esetében enyhébb szignifikancia szint került alkalmazásra. Az elemzés során azonban kiderült, hogy az idősorokon belül vannak kissé meredekebb változás irányok. A 2. táblázat középső KÖQ trend oszlopai a trend meredekségének értékét tartalmazzák $\text{m}^3/\text{s}/\text{évtized}$ mértékegységben. Zöld háttér jelöli a szignifikáns növekedést, piros háttér a szignifikáns csökkenést.

2. táblázat. A csapadék (C) és párolgás (P) ERA5-Land adatainak, valamint a lefolyás (L) sokéves vízmérce adatai átlagösszegének változása 1981-2010 és 2011-2020 között. A zölddel jelölt adatok szignifikánsan növekvő, a pirossal jelöltek szignifikánsan csökkenő trendet mutatnak. A trendelemzés havi és éves adataiból készített eredménye a 3. ill. 4. oszlopban.

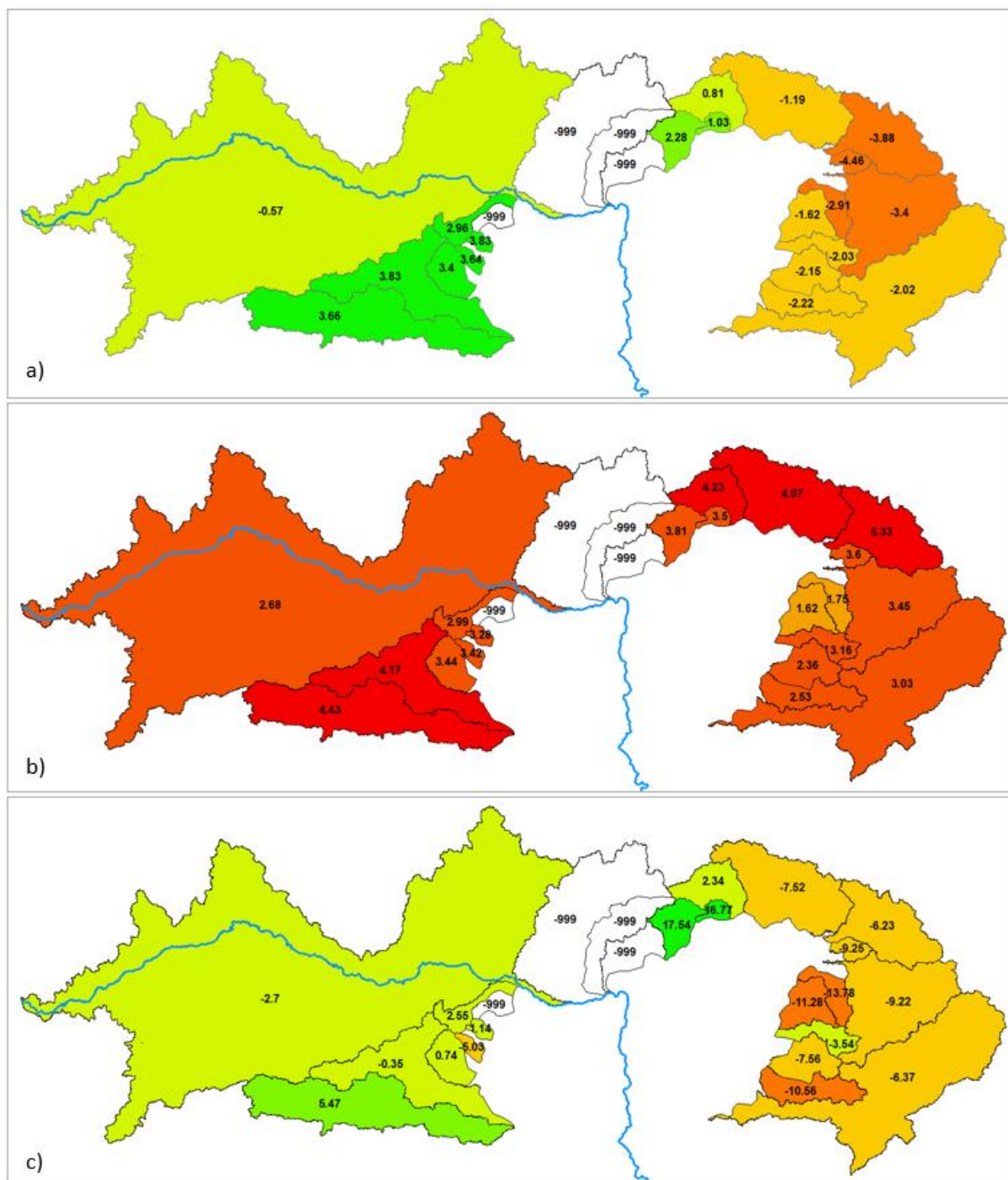
Table 2. Changes in the average sum of precipitation (C) and evaporation (P) ERA5-Land data and runoff (L) multi-year water gauge data between 1981-2010 and 2011-2020. Data marked in green show a significantly increasing trend, while data marked in red show a significantly decreasing trend.

ID	Vízgyűjtő-területek határon túl	Terület [km ²]	KÖQ trend $\text{m}^3/\text{s}/\text{évtized}$ (havi, $p < 0,05$)	KÖQ trend $\text{m}^3/\text{s}/\text{évtized}$ (éves, $p < 0,10$)	ΔP [mm] ERA	ΔC [mm] ERA	ΔL [mm] mérce
1	Dráva	16 057	14,6	17,14	47	104	72
2	Mura	13 033	-0,58	-0,84	46	77	20
3	Rába	3 084	-0,02	-0,03	46	45	26
4	Pinka	668	-0,27	-0,32	46	34	-2
5	Répcse	612	0,03	-0,027	45	23	0
6	Hansági főcsatorna	1 320	-	-	41	5	-
7	Lajta	2 320	0,19	0,25	38	9	-1
8	Duna	131 605	-50,5	-52,6	29	-34	13
9	Vág	19 907	-	-	44	-5	-
10	Garam	5 486	-	-	52	28	-
11	Ipoly	3 673	-	-	49	33	-
12	Sajó	3 224	2,95	3,63	45	27	59
13	Bódva	875	0,43	0,54	44	8	41
14	Hernád	4 515	2,04	2,55	50	6	15
15	Bodrog	12 886	-4,4	-4,53	51	-60	-43
16	Tisza	9707	-8,89	-9,7	64	-165	-57
17	Túr	1 212	-0,78	-0,85	47	-156	-
18	Szamos	15 773	-7,48	-8,05	42	-125	-
19	Kraszna	1 974	-0,61	-0,67	18	-90	-31
20	Berettyó	3 502	-0,71	-0,65	21	-64	-18
21	Ér-főcsatorna	1 404	-	-	0	-70	-
22	Sebes-Körös	2 489	-0,3	-0,22	38	-77	47
23	Fekete-Körös	4 302	-1,73	-1,79	32	-93	13
24	Fehér-Körös	4 251	-1,83	-1,96	25	-97	-13
25	Maros	30 149	-7,4	-7,93	31	-97	-7

A vízmérleg főbb tagjainak változása a határszelvények vízgyűjtőin

A vizsgált 40 év két egymást részben átfedő 30 éves időszakára (1981-2010 és 1991-2020) megvizsgáltuk,

hogy a vízmérleg főbb tagjainak területi átlaga hogyan változik a határszelvények feletti vízgyűjtőkön. A 4. ábra bemutatja százalékban a csapadék (C), párolgás (P) és a lefolyás (L) sokéves átlagának változását.



4. ábra. Az 1981-2010 és 1991-2020 harmincéves időszakok éves átlagos adatainak változása a Duna vízgyűjtőjének Magyarországra befolyó részvízgyűjtőinek területén, %-ban megadva. Nincs adat jelölése: -999

a) felül: a csapadék értékek relatív változása %-ban az ERA5-Land adatbázis alapján. Élénk zöld árnyalat: növekvő trend, sárga és piros árnyalat: csökkenő trend; b) középen: a párolgás értékek változása %-ban az ERA5-Land adatbázis alapján; c) alul: a lefolyás értékek változása %-ban a vízrajzi hálózat vízhozam mérései alapján. Élénk zöld árnyalat: növekvő trend, sárga és piros árnyalat: csökkenő trend

Figure 4. Change in annual average data for the thirty-year periods 1981-2010 and 1991-2020 in the area of the sub-catchments of the Danube River basin flowing into Hungary, given in %. No data marked: -999

a) top: relative change in precipitation values in %, based on the ERA5-Land database. Bright green shade: increasing trend, yellow and red shades: decreasing trend; b) middle: change in evaporation values in %, based on the ERA5-Land database; c) bottom: change in runoff values in %, based on the flow measurements of the hydrographic network. Bright green shade: increasing trend, yellow and red shades: decreasing trend

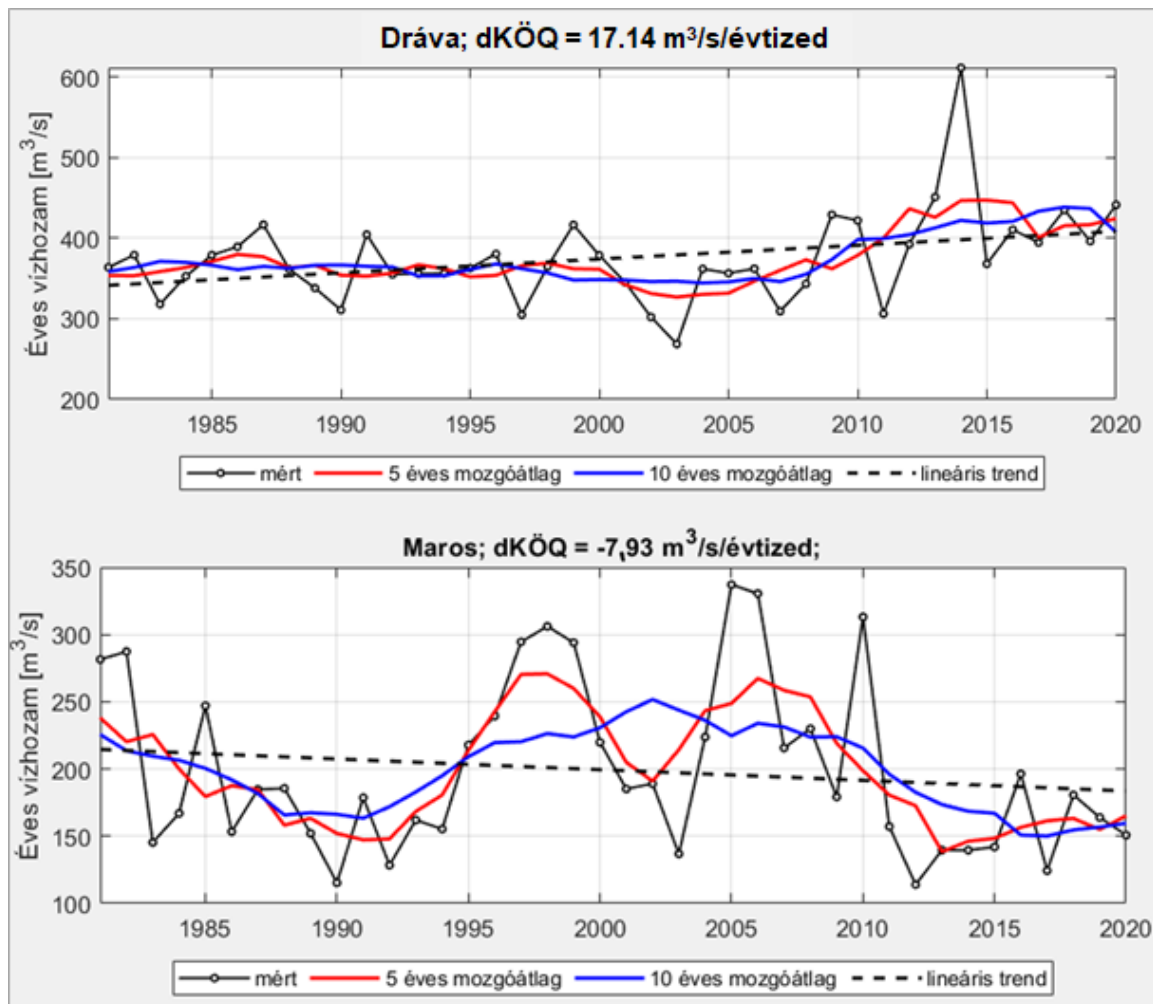
A vízmérleg bevételi oldalán a csapadék mennyisége nő a nyugati határszelvények vízgyűjtőin, a Duna belépő szelvénye feletti területen alig változik, a keleti határszel-

vények vízgyűjtőin pedig csökken (4a. ábra). A kiadási oldal legnagyobb tagja a területi párolgás mindenütt nő (4b. ábra). Ez azért rendkívül fontos jelenség, mert értéke Ma-

gyarországon a csapadék 86-90%-át is elérheti.

A lefolyás változása (4c. ábra) ismét differenciált képet mutat: a nyugati és keleti határszelvényeinkben. A Dráva vízgyűjtőjén nőtt a lefolyás, míg a keleti határon át-lépő vízfolyások esetében jelentősen csökkentek az átlagos középvízhozam értékek.

A vizsgált 40 éves időszakban a határszelvények vízhozamának változásaira mutat be példákat az 5. ábra. A délnyugati határszelvényen a Dráva vízhozama növekszik, a 10 éves mozgó átlag évtizedenként $17,1 \text{ m}^3/\text{s}$ értékkel. A keleti határszelvényeken csökkenő vízhozamokat látunk, amely a Maros esetében évtizedenként $-7,93 \text{ m}^3/\text{s}$.



5. ábra. A nyugati és keleti határszelvények vízhozama eltérően változik

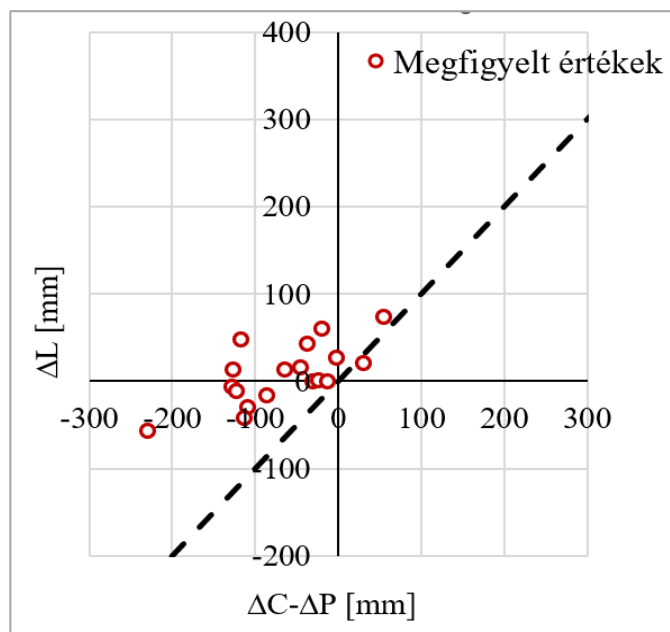
a) A Dráva vízhozama emelkedő tendenciát mutat; b) A Maros vízhozama csökken

Figure 5. Discharge of the rivers is changing differently on the western and eastern side of the country

a) Discharge of the Dráva (Drava) river is increasing; b) Discharge of the Maros (Mures) river is decreasing

Fontos kihangsúlyozni, hogy a felhasznált reanalízis adatok abszolút értékei természetüknél fogva eltérhetnek a valóságtól (a meteorológiai modell záródást igénylő algoritmusai miatt). Azonban az itt is bemutatott változások értékei nagyobb fölé- vagy alábecsléseket már nem tartalmaznak, így alapvetően a változások megbízhatónak fogadhatók el, ahogy ezt már korábbi összehasonlító elemzések is mutatták (Báder 2023). A vizsgált vízgyűjtők esetén – a nemzetközi gyakorlatnak megfelelően – feltételeztük, hogy a hosszú távú vízmérleget a három vizsgált fő komponens (csapadék, párolgás és lefolyás) alkotja. Ebben az esetben a csapadék, illetve a párolgás különbségének alakulása egyenértékű kell, hogy legyen a lefolyásban tapasztalt változással. A 2. táblázat utolsó három oszlopában szereplő adatok alapján végzett ellenőrző számításainkra kapott értékeket az 6. ábra szemlélteti, ahol az ábrázolt pontoknak ideális esetben az 1:1 egyenes körül kéne mo-

zogniuk. Látható azonban, hogy a kapott pontok többségében az egyenes fölött találhatók, vagyis a tényleges mért lefolyás nagyobb, mint a hidrometeorológiai adatokból származtatott érték (csapadék – párolgás). Sőt, bizonyos esetekben a csapadék és a párolgás különbségéből adódó változás ellentétes irányú a lefolyás alakulásával (Sebes- és Fekete-Körösök). Vélhető, hogy a lefolyás a román tározók hatásának köszönhetően nem csökkent, vagy éppen sőt némileg nőtt. Tudomásul kell venni, hogy nincsenek olyan méretű tározók a hozzánk érkező vízfolyásokon, amelyek képesek lennének átlagos vízhozamokat befolyásolni. Az éves átlagos vízhozam éghajlattól függő paraméter (Gardner 2009). A vízhozamokból kapott lefolyás és az egyes szelvényekhez tartozó vízgyűjtőterületek meghatározása is pontosnak tekinthető, tehát az eltérés oka a reanalízis adataiban, valamint részben a felszínalatti vízkészletek változásában keresendő (Báder és társai 2023).



6. ábra. A vízgyűjtők határszelvényein mért lefolyás változása (L [mm]) a számolt csapadék-párolgás változásának (C [mm], P [mm]) függvényében az 1981-2010 és 2011-2020 időszakok között

Figure 6. Change in runoff measured at the boundary sections of the watersheds (L [mm]) as a function of the change in calculated precipitation-evaporation (C [mm] - P [mm]) between the periods 1981-2010 and 2011-2020

Az itt bemutatott változások a határszelvények vízhozamaiban, valamint a felső vízgyűjtők a hidrometeorológia adataiban összhangot mutatnak Magyarország Nemzeti Atlaszában (MNA) nemrégiben megjelent vízmérleg adatokkal (Kocsis 2024), mely szerint változások álltak be a

korábbi kiadáshoz képest (Kocsis 2018). Fontos megjegyezni, hogy az Atlaszból bemutatott adatok Magyarország területére vonatkoznak (3. táblázat), így közvetlenül nem hasonlíthatók a határszelvények határon kívüli vízgyűjtőinek adataihoz.

3. táblázat. Magyarország vízmérlegének csapadék, párolgás és lefolyás adatai Magyarország Nemzeti Atlasza (Kocsis 2024) alapján. Az első kiadásból a 2001-2010 tíz éves időszak átlagai, a másodikból a 2001-2020 húsz éves időszak átlagai származnak, a 2011-2020 időszak adatai ez utóbbiak átszámolt értékek ($\text{km}^3/\text{év}$)

Table 3. Precipitation, evaporation and runoff data of Hungary's water balance based on the National Atlas of Hungary (Kocsis 2024). The first edition contains the averages for the ten-year period 2001-2010, the second edition contains the averages for the twenty-year period 2001-2020, the latter data for the period 2011-2020 are converted values (km^3/year)

	2001-2010 (MNA2018)	2011-2020 (számolt)	2001-2020 (MNA2024)	2001-2010 (MNA2018)	2011-2020 (számolt)	2001-2020 (MNA2024)
	$\text{km}^3/\text{év}$	$\text{km}^3/\text{év}$	$\text{km}^3/\text{év}$	%	%	%
Csapadék	55,9	61,1	58,5	100%	100%	100%
Párolgás	48,0	54,8	51,4	86%	90%	88%
Lefolyás	7,90	6,30	7,10	14%	10%	12%

A csapadék százalékában kifejezett párolgási érték az első tíz éves periódusról (2001-2010) 86%-ról a második tíz éves periódusra (2011-2020) 90%-ra nőtt. A vizsgált tíz éves periódusok rövidek (a WMO harminc éves ajánlásához képest), azonban a változások gyorsasága és nagyságrendje mindenképpen kiemelt figyelmet kíván.

ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK

Az elemzésben bemutatott adatok jelzik, hogy a globális felmelegedés hatására történő változások közvetlen érintenek bennünket is. A Dráva vízhozamának növekedése arra utalhat, hogy a melegebb légkör hőmérséklet hatására a levegő párafelvevő és szállító képessége megnő, amely a csapadék növekedéséhez és nagyobb párolgáshoz is vezethet, ami a kölcsönhatások eredőjeként a megnövekedett lefolyásban is megnyilvánulhat (Putnam és Broecker 2017). A Tisza és mellékfolyói ellenkező irányú változásokat jeleznek, itt már nem érvényesül a csapadék növekedése, de a párolgás nő, a lefolyás pedig jelentősen csökkent.

A csapadék havi eloszlásának a változása – a nyári csapadék csökkenése és az őszi csapadék növekedése – azonban arra is rámutat, hogy a csapadékosabb hónapok nagyvízeinek megőrzése kulcsfontosságúvá válik, arra szükség lesz a következő év szárazabb hónapjaiban. Mindez a vízügyi gyakorlat újragondolására késztet bennünket: akkor kell a vizet megtartani és előre gondoskodni a következő szárazabb időszak vízellátásáról amikor a víz rendelkezésre áll.

A folyamatok jobb megértése érdekében a vizsgálatokat célszerű továbbfejleszteni. Ennek lehetőségei:

- reanalízis adatok használata helyett a párolgás megbízhatóbb meghatározása (Báder és Szilágyi 2023);
- korrigált csapadékadatok használata (lásd FORESEE adatbázis);
- vízmérleg záróhibájának ellenőrzése éves időbeli léptéken;
- két klimatikus (30 éves) időszak eredményeinek összehasonlítása (a jelenlegi 30 és 10 éves periódus összehasonlítása helyett);

- e) talajvízszint változásainak figyelembevétele;
- f) felszínborítás hatásának vizsgálata a folyamatokra;
- g) csapadéktípusok (nagyiskálájú vagy helyi-konvektív) változásának vizsgálata.

A becslési hibák így feltehetően csökkenthetők lesznek. Megfelelően pontos vízmérleg esetén a számítások kiterjeszthetők különböző klímaszcenáriók vizsgálatára is, amennyiben a párolgás számításához szükséges adatok rendelkezésre állnak.

Már korábbi vizsgálatok – így például az Integrált Vízkészletgazdálkodási Országos Terv (VIZITERV *Environ* 2023) – is rámutatott, hogy a nagy folyóink képezik az ország legfontosabb vízkészleteit. Ennek megfelelően, kulcskérdés számunkra a hozzánk érkező vízkészletek biztosítása megfelelő mennyiségben és minőségben. Következésképpen, számunkra rendkívül fontos a vízkészletgazdálkodási kérdések napirenden tartása bi- és multi-laterális együttműködésekben. Ennek eszközei elsősorban a konzultációk, együttműködések és tárgyalást igénylő eljárásai szabályok, valamint a közös tanulmányozáshoz szükséges intézményi mechanizmusok (Wouters és társai 2005). A 2024-ben indult nemzetközi „Danube Water Balance” (Duna Vízmérleg) INTERREG projekt (URL1) bizonyos mértékű lehetőséget ad az adatok és módszerek egységesítésére.

A megbízható vízszolgáltatás érdekében a hazai vízkészlet-gazdálkodás előtt tornyosuló feladatokat el kell végezni. Hosszabb időtávon megkerülhetetlen a vízkészlet-gazdálkodás létesítmény-rendszerének továbbfejlesztése, többek között, a tározó kapacitások növelésével, a vízszállító és elosztó rendszerek felújításával, illetve újak építésével. Ami magát a vízkészlet-gazdálkodás üzemirányítását illeti, a vízigények és tényleges vízhasználatok mainál sokkal pontosabb nyomonkövetése, és előrejelzése, valamint engedélyezésének korszerű jogi szabályozása szükséges.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatást az MTA „Fenntartható Fejlődés és Technológiák Nemzeti Program” (FFT NP FTA) támogatta. A vízkészlet-gazdálkodási számítások a Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program (KEHOP) keretében „A klímaváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás” célterületéhez tartozó munkák, továbbá a Víz Keretirányelv előírásai szerinti állapotértékelések, elemzések, vizsgálatok, valamint a vízgyűjtő-gazdálkodási tervek második felülvizsgálata és korszerűsítése során kapott eredményekre támaszkodtak.

IRODALOMJEGYZÉK

Báder L. (2023). Magyarország vízmérlege és az éghajlatváltozás. *Hidrológiai Közlöny*. 103. évf. 1. sz. pp. 4-16. <https://doi.org/10.59258/hk.10410>

Báder L., Négyesi K. (2023). A vízbiztonsági paradox számokban: aszályok, trendszerű változások és a kiút. In: Kaszás, Gábor (szerk.) *A Magyar Hidrológiai Társaság XL. Országos Vándorgyűlés dolgozatai* Budapest, Magyarország. Magyar Hidrológiai Társaság Paper: 0203, p. 10. ISBN 978-963-8172-45-7

Báder L., Iritz L., Nagy E.D., Négyesi K., Szalay M. (2024). Vízkészleteink változása 1981-2020 között vízrajzi és hidrometeorológiai adatok alapján, *A Magyar Hidrológiai Társaság XLI. Országos Vándorgyűlés dolgozatai*. Szolnok, 2024. július 3-5. Magyar Hidrológiai Társaság Paper: 0207, p. 12. ISBN 978-963-8172-46-4

Báder, L., Szilágyi, J., Négyesi, K., Nagy, E.D., Földvár, L. (2023). Changes and trends in the climatic water balance of the Danube river basin. *Hydrocarpath international conference, Hydrology of the Carpathian basin: catchment experiments and modeling for improved description and prediction of hydrological processes*, Vienna, Austria, 9 November 2023.

Báder, L., Szilágyi, J. (2023). Widening Gap of Land Evaporation to Reference Evapotranspiration Implies Increasing Vulnerability to Droughts in Hungary, *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 67(4), pp. 1028-1037. <https://doi.org/10.3311/PPci.21836>

Gardner, L.R. (2009). Assessing the effect of climate change on mean annual runoff, *Journal of Hydrology* 379(3). pp. 351-359. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.10.021>

Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Hirahara, S., Horányi, A., Muñoz-Sabater, J., Nicolas, J., Peubey, C., Radu, R., Schepers, D., Simmons, A., Soci, C., Abdalla, S., Abellan, X., Balsamo, G., Bechtold, P., Biavati, G., Bidlot, J., Bonavita, M., Thépaut, J.-N. (2020). The ERA5 global reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 146(730). pp. 1999-2049. <https://doi.org/10.1002/qj.3803>

de Jager, A., Vogt, J. (2007). Rivers and Catchments of Europe - Catchment Characterisation Model (CCM). European Commission, Joint Research Centre (JRC) [Dataset] PID: <http://data.europa.eu/89h/fe1878e8-7541-4c66-8453-afdae7469221>

Kocsis K. (főszerk.) (2018). Magyarország Nemzeti Atlasza – Természeti környezet. Budapest, HUN-REN CSFK Földrajztudományi Intézet. p. 187. https://nemzetiatlasz.hu/MNA/2_kiadasok.html

Kocsis K. (főszerk.) (2024). Magyarország Nemzeti Atlasza – Természeti környezet. 2., átdolgozott kiadás Budapest, HUN-REN CSFK Földrajztudományi Intézet. p. 188. https://nemzetiatlasz.hu/MNA/2_kiadasok.html

Muñoz Sabater, J. (2019). ERA5-Land Monthly averaged data from 1950 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS)

Putnam, A., Broecker, W. (2017). Human-induced changes in the distribution of rainfall, *Science Advances*. Vol. 3, Issue 5. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1600871>

Szalay M., Iritz L., Ganszky M., Laurinyecz P., Rátky É. (2023). Felszíni vízkészlet-gazdálkodási mérleg alkalmazása nagytérsegi és országos stratégiai vízgazdálkodási döntések támogatásához. In: Kaszás Gábor (szerk.) *A Magyar Hidrológiai Társaság XL. Országos Vándorgyűlés dolgozatai* Budapest, Magyarország. Magyar Hidrológiai Társaság Paper: 0213, p. 18. ISBN 978-963-8172-45-7

VIZITERV *Environ* (2020). A Nyírség (Lónyay-főcsatorna vízgyűjtőjének) vízpótlása (konceptiótanulmány konzultációs változata), Nyíregyháza.

VIZITERV Environ (2022). A Duna-Tisza köze átfogó hidrológiai elemzése, „KEHOP 1.3.0-15-2022-003 számú A Duna-Tisza közti Homokhátság vízhiányos ökológiai állapotának javítása, helyreállítása II. ütem” projekthez, Budapest.

VIZITERV Environ Nonprofit Kft. (2023). Integrált Vízkészletgazdálkodási Országos Terv, Budapest, 2022.

VIZITERV Environ Nonprofit Kft. (2024). A Tisza-völgy vízkészlet megosztásáról szóló OVf utasítás; Vízkorlátozási Intézkedési Terv, Budapest.

WMO (2017). Guidelines on the Calculation of Climate Normals WMO-No. 1203; WMO: Geneva, Switzerland, pp. 1-18.

Wouters, P.K., Vinogradov, S., Allan, A., Jones, P., Rieu-Clarke, A. (2005). Transboundary Waters An Integrated Assessment of Equitable Entitlement: The

Legal Assessment Model By IHP-VI, Technical Documents in Hydrology, No. 74 UNESCO, Paris, 2005.

URL1: <https://www.ovf.hu/projektek/futo-nemzetkozi-projektek/egyuttmukodes-a-kozos-dunai-vizmerleg-modell-kidolgozasaert> (Letöltés dátuma: 2024.11.30)

URL2: <https://www.ovf.hu/vizrajz-vizminoseg/vizrajzi-adatok-> (Letöltés dátuma: 2024. 11. 30)

URL3: <https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-land-monthly-means?tab=overview> (ERA5-Land monthly averaged data from 1950 to present) (Letöltés dátuma: 2023.07.01)

URL4: ERC adatbázis: <https://data.europa.eu/data/datasets/dat-59-en?locale=en> (Letöltés dátuma: 2023.07.01)

URL5: ECMWF ERA5-Land adatbázisa: <https://www.ecmwf.int/en/era5-land> (Letöltés dátuma: 2023.07.01)

A SZERZŐK



BÁDER LÁSZLÓ okleveles villamosmérnök (Cseh Műszaki Egyetem, Prága 1981), MBA (Pittsburgh 1995), geográfus (Eszterházy Károly Egyetem, Eger 2020). Jelenleg a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem doktorandusza az Építőmérnöki Karon, a Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszéken. Kutatási területe a párolgás becslése és az éghajlati víz-, és energiamérleg alakulásának vizsgálata. 2022 óta a Magyar Hidrológiai Társaság tagja.



IRITZ LÁSZLÓ okleveles hidrológus mérnök (Szt. Pétervári Hidrológiai Egyetem, 1972), PhD hidrológiában (Uppsala University, 1990), nyugalmazott egyetemi tanár (Lund Műszaki Egyetem Vízmérnöki Tanszék, Svédország), és c. egyetemi tanár (Pannon Egyetem), VIZITERV Environ Nonprofit Kft. Hidrológus tervező mérnöke, hidrológiai és vízkészlet-gazdálkodási feladatokon dolgozik. A Magyar Hidrológiai Társaság tagja.



NÉGYESI KLAUDIA 2022-ben szerzett okleveles infrastruktúra-építőmérnök diplomát a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karán, jelenleg a Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék másodikéves doktorandusz hallgatója. Doktori témájának címe „Kisvízgyűjtők csapadék-lefolyás kapcsolatának modellezése”. 2020 óta a Magyar Hidrológiai Társaság tagja.



NAGY ESZTER DÓRA okleveles infrastruktúra-építőmérnök (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 2017), 2023-ban szerzett PhD fokozatot a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen a földtudományok területén, építőmérnöki tudományágból. 2022 óta főállású oktató, jelenleg ugyanezen egyetem Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszékén adjunktus. Túlnyomórészt hidrológiával, vízkészletgazdálkodással kapcsolatos tárgyakat oktat, fő kutatási területe a kisvízgyűjtők hidrológiája és a csapadék-lefolyás modellezés. 2016 óta a Magyar Hidrológiai Társaság tagja.



SZALAY MIKLÓS[†] okleveles vízépítőmérnök (Budapesti Műszaki Egyetem, 1975), okleveles hidrológus (Dipl. Hydrol, Delft, IHE 1980) az MHT tagja. A vízügyi ágazatban több évtizedes múlttal rendelkező. Az utóbbi évek során az Országos Vízügyi Főigazgatóság Vízügyi-gazdálkodási Osztályán és a VIZITERV Environ Nonprofit Kft.-nél szakági szakértőként dolgozott vízkészlet-gazdálkodási és hidrológiai feladatokon. 2024. december 24-én hunyt el.

A villámárvíz kockázati térképezési módszertan fejlesztése Észak-Magyarországi dombos területeken

Dobai András¹, Dobos Endre¹

¹ Miskolci Egyetem, Műszaki Föld-és Környezettudományi Kar, Földrajz-Geoinformatika Intézet (e-mail: andras.dobai@uni-miskolc.hu, endre.dobos@uni-miskolc.hu)

DOI:10.59258/hk.19231



Kivonat

A szélsőséges csapadékeseményekből származó villámárvizek jelentős hatással vannak a természeti és épített infrastruktúrára, a társadalmi és gazdasági térszínekre. Ebből kifolyólag a problémát átfogó módon kell kezelni, a jelenség kialakulásától kezdve, a levozulásán és hatásán át, egészen a preventív jellegű intézkedések és védekezési eljárások lehetőségeinek vizsgálatáig. Ebben a tanulmányban egy többlépcsős kutatási projekt következő szakasza kerül bemutatásra, amelyben a villámárvizek kockázatértékelését célzó térképi és védekezési módszer fejlesztése kerül ismertetésre egy villámárvízben gyakran érintett dombvidéki területen. A kockázati térképezés 9 db raszteres formátumú, felszín-leíró térinformatikai és távérzékelésből származó réteget használ fel, amelyek kategóriái a szakirodalomban gyakran alkalmazott Analitikus Hierarchia Módszer (AHP) alapján kerültek súlyozásra. Ezzel a módszertannal kvantitatív elemzések végezhetőek a korábban nem azonosított vízgyűjtő tulajdonságokra vonatkozóan, továbbá segítségével a villámárvizek okozta árhullám erejének csökkentését célzó vízepítési műtárgyak (pl. helyi anyagból való építkezés, farönk-gátak, szádoló lemezfalak) tervezhetőek a vízgyűjtőkön belül. Az észak-magyarországi területeken ilyen részletes, a jelenséghez kapcsolódó kutatást korábban nem végeztek. A tanulmány eredményeként általános képet alkothattunk a régióban található dombvidéki területek villámárvíz érzékenységre vonatkozóan, azonban a kutatás fő mintaterülete a magasabb kockázati kategóriákba tartozó Cseres-völgy nevű kisvízgyűjtő, amely példáján keresztül röviden bemutatásra kerül az ajánlott lehetséges védekezési mód.

Kulcsszavak

Villámárvíz, AHP súlyozás, kockázati térképezés, villámárvíz érzékenységi index, Észak-Magyarország.

Development of a flash flood risk mapping methodology in hilly areas of Northern Hungary

Abstract

Flash floods induced by extreme precipitation events are recognized as having a significant impact on both natural and built infrastructure, as well as on socio-economic landscapes. Consequently, the issue is required to be addressed comprehensively—from the initiation of the phenomenon, through its recession and resultant effects, to the evaluation of potential preventive measures and mitigation strategies. In present study, the next phase of a multi-step research project is delineated, wherein a mapping and mitigation method is developed for the risk assessment of flash floods in a hilly region frequently impacted by such events. Nine raster-format layers, derived from surface descriptive geographic information systems (GIS) and remote sensing, are employed in the risk mapping process, with their categories being weighted in accordance with the Analytic Hierarchy Process (AHP), a method widely utilized in the literature. This approach has been demonstrated to facilitate quantitative analyses of previously uncharacterized catchment properties, while also supporting the design of hydraulic structures (e.g., constructions utilizing locally sourced materials, log dams, and sheet pile walls) that are intended to reduce the intensity of flood waves produced by flash floods within catchments. Such detailed, flash flood-specific research has not been conducted previously in northern Hungary. As a result, a comprehensive overview of the flash flood sensitivity of the region's hilly areas has been established, with primary emphasis being placed on the small catchment known as Cseres-völgy, which is classified as a high-risk area. By means of this example, the recommended potential mitigation measures are briefly outlined.

Keywords

Flash flood, AHP weighting, risk mapping, flash flood sensitivity index, Northern Hungary.

BEVEZETÉS

A 2000-es évek elejétől napjainkig világszerte egyre nagyobb mértékben érintik az országokat a klímaváltozás okozta szélsőséges időjárási események. Mind a vízhiánnyal (aszály), mind a víztöbblettel járó (villámárvíz) jelenségek jelentős kockázatot jelentenek a hazai gazdaság fenntarthatósága szempontjából. Az aszály kezelése vízgazdálkodási eszközökkel és szabályozásokkal lehetséges, míg a villámárvizek (helyi vízkárok) esetében hiányoznak a megfelelő, nagy területi felbontású térképezési eljárások, ennek következtében az árvízvédelmi megoldások kiépítésének lehetősége is korlátozott. Az új védelmi módszerek megismeréséhez és bevezetéséhez ezért elengedhetetlen egy átfogó, nagy területi felbontású villámárvíz-kockázatértékelési módszertan kidolgozása. Nagyobb vízfolyások vízgyűjtő területei esetében már

léteznek komplex módszertanokat bemutató tanulmányok, amelyek nemcsak a háttéradatbázis, hanem a térképi állományok létrehozását, kockázatelemzést és értékelést is magukban foglalják, ezáltal támogatva a döntéshozatali rendszereket (Zeleňáková 2009, Zeleňáková és társai 2018, Vágó és társai 2019, Abdel és Islam 2016, Blistánová és társai 2016). A hegy és dombvidéki területekre országosan a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATÉR), valamint a 2011-ben létrehozott, majd 2022-ben továbbfejlesztett, egy vízgyűjtő és három településszintű villámárvíz-érzékenységi térképeket (Flash Flood Sensitivity Index - FFSI) tartalmazó módszertan említhető (Czigány és társai 2009, Sarkadi és társai, 2022), amely egyes elemeiben találkozunk jelen kutatás eredményeivel, ezeket a KÖVETKEZTÉSEK fejezetben tárgyaljuk. Lokálisan, az észak-magyarországi térségben azonban

még nem dolgoztak ki szabványosított térképezési módszertant, kis vagy közepes méretű vízgyűjtő területekre, amelyek valós támpontot tudnának adni a villámárvíz elleni védekezés során a védelemben résztvevők (védelemvezető, területi felügyelő, dombvidéki mederőr stb.) részére, így jelen kutatás számára ez az elsődleges cél.

A villámárvizek mezoskálájú konvektív rendszerek (MKR) viharai során alakulnak ki, jellemzően olyan feltáratlan vízgyűjtőkarakterisztikájú területeken, ahol kis vízhozamú vagy időszakos vízfolyások találhatók (Horráth 2007). Ennek következtében jelentős műszaki (mérnöki, statisztikai) bizonytalanság lép fel a jelenség vizsgálatához szükséges paraméterek meghatározásában. A jelenség alapos megismeréséhez, leírásához, valamint az árhullámok kezeléséhez a teljes vízgyűjtő ismerete szükséges. A villámárvizek rendkívül gyorsan (6 órán belül) alakulnak ki és vonulnak le, szemben a hagyományos nagyvízi mederben levonuló árvizekkel (például a Sajó, a Hernád és a Tisza folyókon, ahol a felkészülési idő, az előrejelzéstől függően 48-72 óra). Ez az idő gyakran nem elegendő arra, hogy a védekezési szervek megfelelően felkészülhessenek (Szlávik és Kling 2006, Pappenberger és társai 2006). A felkészülési idő hiánya miatt különféle megelőző intézkedéseket kell végrehajtani az úgynevezett „békeidőben”, amikor árvízveszély nem várható (Kaliczka 1998, Balatonyi és társai 2022, Szendrei 2020, Dobai és Dobos 2022). A probléma összetettségét fokozza, hogy a térségben karsztos területek is találhatók, amelyeken a villámárvizek dinamikája jelentősen eltér a hagyományos felszíni lefolyású árhullámoktól (Jourde és társai 2005). A karsztvillámárvíz kialakulásánál fontos a rendelkezésre álló felszínalatti tér mérete, ez magyarázza az árhullám dinamikáját és erejét is. A csapadékesemény során a lehulló mennyiség nagy része gyorsan beszivárog, amelynek hatására, a karsztüregek hamar telítődnek, vagyis a hasadékvíz szintje gyorsan emelkedik, tehát a karszthálózatok rendszere nyomás alá kerül (Hernádi és társai 2014). Árvízvédekezési szempontból összefoglalva elmondható, hogy a felszíni lefolyásból, valamint a mélyebben beszivárgó vízmennyiség karsztos repedéseket kitöltő időszakos vízfolyásaiból, valamint a már kilépő és esetlegesen több ágából összegyűlekezett árhullámokból, hármas irányú árhullámcsoport jöhet létre a legrosszabb

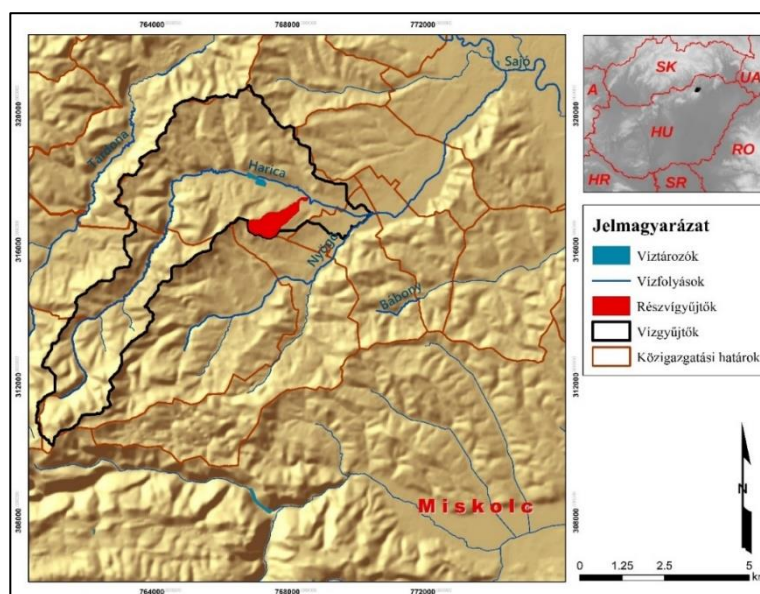
csapadékesemény (visszatérő vagy újra fejlődő zivatar rendszer) esetében. Vagyis adott területen a védekezés során külön figyelmet kell fordítani a felszínen esetlegesen megjelenő kisebb árhullámra, valamint a karsztvízszint kezdeti állapotának (mélységének) megfelelően, a kilépő és az összefolyási pontokon megjelenő hatványozottan erősebb árhullámokra.

Magyarországon a villámárvíz eseményeket jogilag helyi vízkárként határozzák meg, ami azt jelenti, hogy az árvízvédelemért a helyi önkormányzatok felelnek (Véres és társai 2021). Ugyanakkor műszaki segítséget igényelhetnek a vízügyi igazgatóságok műszaki biztonsági szolgáltatásaitól, valamint az Országos Katasztrófavédelmi Igazgatóságtól és a Polgári Védelmi Szövetségtől (Bárdos 2016). A villámárvíz-veszélytérképezési és értékelési módszertan kidolgozása megköveteli egy szakmai alapon nyugvó, integrált GIS adatbázis létrehozását, amely magában foglalja a terület-specifikus tipológiai jellemzőket, valamint biztosítja a villámárvízhez kapcsolódó kockázattertelékelési rendszer bevezetését, a védekezési lehetőségek vizsgálatát és alkalmazását is. A térképezéshez megfelelő módszer a széles körben alkalmazott Analitikus Hierarchy Módszer (AHP), amelyhez integrált védekezési lehetőségek kerültek ajánlásra. A korábbi kutatások, valamint a valós villámárvíz elleni védekezések alapján kijelölésre került a Harica-patak vízgyűjtőjében, Kondó település (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye) közelében található mintaterület (Dobai és Dobos 2022), jelen kutatásban pedig az eddigiek alapján bemutatásra és kiterjesztésre került a térképezési módszertan.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Mintaterület

A vizsgálati terület, a Cseres-völgy, a Harica-patak vízgyűjtő területén, Kondó település közelében található. Geológiaiilag az Észak-Borsodi szénmedencéhez tartozik (1. ábra). A medence különböző korú neogén tengeri, tavi üledékek váltakozó rétegeiből, valamint miocén kori piroklastikumokból épül fel, amelyek gyakran eróziós diszkordanciával rakódtak le (Kozák és Püspöki 1995, 1998, Kozák és társai 1998, Harangi 2001). A kvarter üledékek többsége az előbb említett kőzetek mállási termékei.



1. ábra. A mintaterület elhelyezkedése
Figure 1. Location of the study area

A miocéntől a negyedidőszakig tartó, szakaszos tektonikus folyamatok mozaikos mintázatra tagolták a területet (Kozák és Püspöki 1995, Pelikán 2002). A terület domborzatát alapvetően ezek a geológiai és szerkezeti sajátosságok formálják (Sütő 2001). A Cseres-völgy teljes területe az Egyházasgergei Formációhoz (eMK) tartozik, a mélyben kavics konglomerátummal, amelyet homok, homokkő, a felszínen pedig finomabb iszap és agyag fed (Gyalog 1996). A Cseres-völgy V-alakú, 1,6 km hosszú, 665 m széles, a völgytoroknál szűkül, vízgyűjtő területe 0,76 km². A patak köves, homokos medre helyenként 4-5 méter mélységig

vágódik be a felszínbe, relatív esése 7,17%. A völgyet különböző fejlettségű, esőzések okozta eróziós árkok kísérik, amelyek a mintaterületen a 2010 óta a tavasztól őszig tartó időszakos villámárvizek által is formálódtak (Vágó 2012). A vízgyűjtő morfológiai jellemzői (1. táblázat) alapján feltételezhető, hogy a medence kijárata felé történő szűkülése miatt a villámárvizek árhulláma aszimmetrikus: fokozatos emelkedés, majd gyors visszahúzódás figyelhető meg. Ez annak köszönhető, hogy a völgybe érkező hirtelen, nagy mennyiségű csapadék az esemény kezdetén jelentős mennyiségben érheti el a kifolyási pontot (Galgóczy 2004).

1. táblázat. A Cseres vízgyűjtő morfológiai jellemzői

Table 1. Characteristics of Cseres watershed

Vízgyűjtő név	Lefolyás- hossz (km)	Vízgyűjtő						Horton- faktor (Rf)	Gravelius tényező (K)
		terület (km ²)	max hossz (km)	max. szélesség (km)	kerület (km)	hossz-szél. arány (Y)	cirkularitás (Rc)		
Cseres	1,80	0,76	1,90	0,60	4,97	3,17	0,39	0,21	1,61

A terület az erdőtalajok zónájába esik. Az eddig azonosított talajok a barna erdőtalajok, réti, valamint öntés réti talajok altípusai közé tartoznak: luvisolok (Alfisol), stagnic luvisolok (Epiaqualfs) és gleysolok (Aqualfs). Ezek közös jellemzője a nagy tömörség, amely a helytelen agrotechnika és földhasználat következménye. A völgy jelentős részét elsősorban legelőként vagy gyümölcsösként hasznosították, kisebb erdők találhatók a meredekebb lejtőkön és a völgyekben. A művelt területek és rétek a lejtők alkalmasabb részein helyezkednek el, ahol a gépek nyomai (gépi taposásnyomok) egyértelműen láthatók, és ez a hatás a talaj szerkezetében is tükröződik. A terület archív

térképei arra utalnak, hogy a földhasználat évszázadok óta változatlan.

Villámárvizeket okozó csapadékok bemutatása a vizsgálati területen

A 2010-2019 időszakban a mintaterületen és környezetében szinte évente jelentkeztek villámárvizeket kiváltó, rövid idő alatt lehullott nagy csapadékmennyiségek (2. táblázat). Az adatok az Országos Meteorológiai Szolgálat adatbázisából, valamint az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) és az Észak-magyarországi Vízügyi Igazgatóság (ÉMVIK) éves hidrometeorológiai jelentéseiből, továbbá a Magyar Állam Kincstár Vis maior jegyzőkönyveiből származnak.

2. táblázat. Csapadékmennyiség a mintaterületen (ÉMVIK adatszolgáltatása, BAZ MKI 2021)

Table 2. Amount of precipitation in study area (ÉMVIK data provisioning, BAZ MKI 2021)

Év	2010. 05.15.	2011. 06.09.	2012. 07.29.	2013. 06.24.	2014. 04.08.	2015. 08.17.	2016. 07.13.	2018. 06.10.	2019. 08.20.
Csapadék mennyiség (mm/12 h)	60,4	94	36,4	59,6	32,2	33	35,2	49,2	76,8

Az OVF által kiadott Árvízszámítási Segédlete alapján az ÉMVIK Vízrendezési és Öntözési Osztálya által, a Harica-Nyögy vízgyűjtőire számított árvízi vízhozamok, a Q5% m³/s km² specifikus vízhozam alapján a következők: Q1% = 71,0 m³/s, Q3% = 54,6 m³/s, Q10% = 38,2 m³/s (Koris 2021). Bár a Harica vízgyűjtő felvízi területén a vízhozam adatok nagy méretű vízépítési műtárgyak jelenlétét nem feltétlenül indokolják azonban a 2010-es árvíz sorozatot követően megépítésre került egy 13,6 hektáros, V_{1%}=270 000 m³, V_{max} = 410 000 m³ tárolókapacitással rendelkező, 1:3 rézsúhajlással és 1 m-es áteresszel rendelkező, völgyzárógátas kialakítású záportározó, hogy védelmet biztosítson Kondó település számára (EMKTVF 2013). Bár a záportározó a műszaki terveknek megfelelően működik és szabályozza a területen levonuló árhullámokat, a települést a záportározó alvízi oldalán található kisebb vízgyűjtőiből (például a Cseres-völgyből) érkező árvizek, rendszeresen elöntötték. Ezek alapján felmerült az igény, hogy az árvízvédelmi gyakorlati tapasztalatok, a természetföldrajzi, valamint hidrológiai tudásanyag alapján létrejöjjön egy átfogó villámárvíz specifikus térképezési módszertan, mivel igazolásra került, hogy nem az ismert Harica vagy Varrom patakok, hanem addig feltáratlan, kis

méretű vízgyűjtők voltak a legnagyobb hatással a kialakult villámárvizekre (Dobai és Dobos 2022). Jelen kutatásban a módszertan további GIS bemeneti adatokkal és súlyozási eljárással bővült, amely segítségével nagyobb területre is kiterjesztésre került a kockázati térképezés.

Villámárvíz-kockázati térkép osztályainak súlyozása AHP-módszerrel

Az Analitikus Hierarchia Módszer (Analytic Hierarchy Process - AHP), amelyet Thomas L. Saaty fejlesztett ki, egy döntéshozatali módszertan, amely a komplex problémák strukturált és rendszerezett elemzésére szolgál. Ebben a keretrendszerben a problémákat hierarchikus szerkezetben ábrázolják, ahol a döntési cél a legfelső szinten helyezkedik el, amelyet kritériumok és alternatívák követnek. A módszer központi eleme a páronkénti összehasonlítás, amely során a kritériumokat és alternatívákat egy előre meghatározott skála alapján értékelik, kifejezve ezek relatív fontosságát (Choudhury és társai 2022, Costache és társai 2020). Az értékelési folyamat eredményeként egy összehasonlító mátrix jön létre, amely a súlyok kiszámítására és a prioritások meghatározására szolgál. Az AHP

matematikai számításai lehetővé teszik az alternatívák objektív rangsorolását. Emellett a módszer magában foglalja a konzisztencia arány (CR) mechanizmusát, amely biztosítja a páronkénti összehasonlítások belső koherenciáját (Eroglu és Meral 2021). A térképosztályok súlyozásához Saaty által javasolt skálát alkalmaztuk. Az AHP-módszerrel kiszámított súlyokat az egyes osztályokra vonatkozóan a villámárvíz-érzékenységi térképezési folyamat során alkalmaztuk, majd ezeket a súlyokat rendeltük a megfelelő raszteres adatok osztályozására.

Villámárvíz-kockázati térképezési módszertan bemutatása

A kutatás első lépéseként a térképezéshez szükséges bemeneti adat csoportokat, valamint a kockázati térkép osztályaira vonatkozó súlyokat határoztuk meg. A cél egy minimális, ám informatív, nagy térbeli felbontású térkép létrehozása volt, amely a gyakorlati védekezés támogatására alkalmas. A terepi adatokból származó felszíni indexek (például domborzati modell – DEM, lefolyástól való távolság, görbület, kitettség) és a távérzékelésből származó indexek (pl.: műholdképek, NDWI, NDVI) kerültek felhasználásra, mivel ezek alapvetőek a kockázati térképezési módszertanokban (Youssef és társai 2011). Azonban törekedtünk arra, hogy elkerüljük a magas számú bemeneti adatot, illetve szorosan korreláló változók bevonását, hogy ne terheljük túl a modellt és ne csökkentsek annak prediktív teljesítményét. Ezért csak azokat a paramétereket tartottuk meg, amelyek újszerű információt adtak a térképhez a téma szempontjából. A bemeneti adatok optimalizálása a szakirodalomban nem újszerű, jellemzően 8-12 darab paramétert érdemes figyelembe venni, azonban célszerű az összetettebb index alkalmazása a térképezési módszertan során (Bui és társai 2019, Youssef és Hegab 2019, Ngo és társai 2018, Khosravi és társai 2018, Youssef és társai 2016). Az olyan rétegeket, mint például a lejtő árnyékolás, amely nem nyújtott többletinformációt, illetve a redundanciát okozó SPI és STI (mindkettő a lejtőn és a vízgyűjtő területen alapul) indexek, továbbá az uralkodó viharirányok meghatározhatóságának hiánya okán, a lejtőkitettség régió mellőzésre kerültek.

A kutatás során a következő kilenc raszter réteget használtuk fel:

- 5 m térbeli felbontású domborzati modell alapján (DEM), lejtő meredekség állomány;
- Osztályozott normalizált vegetációs index (NDVI) (Dalezios és társai 2001);
- A Nemzeti Földügyi Központ által biztosított erdészeti adatbázis alapján az erdők kora;
- Osztályozott tájhasználati és felszínborítási (LULC) rétegek, amelyeket a Sentinel-2B műhold B2 (kék), B3 (zöld), B4 (vörös), B8 (NIR) és újra osztályozott B5 (VNIR) sávjainak 10 m-es felbontású adataiból generáltunk;
- AGROTOPO talajadatbázisból származó átlagos talajvastagság;
- E-Soter digitális talajtérképezési módszertanból nyert és újraosztályozott textúra állomány (Dobos és társai 2007).

- Topológiai nedvesség index (TWI);
- Koncentrációs idő (Costache 2014)
- Lejtés-súlyozott áramlási hossz (SWFL);

A villámárvizek kialakulása legalább 30 mm/h feletti intenzitású csapadékok esetén figyelhetők meg, az aktuális felszíni állapotoktól, különösen a talajnedvességtől, valamint a szabadpórustértől függően (Luong és társai 2021, Dobai és társai 2024). A valós térben bekövetkező csapadékesemények elemzését jelentősen bonyolítja, hogy az újra fejlődő és az érintett vízgyűjtőre visszatérő MKR viharláncok zivatarjai már telített pórustérű talajra érkeznek, ezáltal már kisebb csapadékmennyiségek is okoznak villámárvizeket (B.A.Z. MKI 2021). Ez okból kifolyólag a térképezés során a már megtörtént, legszélsőségesebb csapadékeseményeket vettük figyelembe.

A térkép létrehozása során az egyes osztályokhoz súlyokat rendeltünk az Analitikus Hierarchia Módszer (AHP) módszer alkalmazásával. Ez a módszer lehetővé tette a releváns térbeli tényezők és paraméterek relatív fontosságának szisztematikus meghatározását. Az osztályképzés alapját a szélsőséges csapadékesemények lépésről lépésre történő részletes elemzése képezte, amelyet a rendelkezésre álló térinformatikai állományokkal leírható adatok párosításával végeztünk el. Ennek során a lehulló csapadék mozgását és hatásait különböző környezeti tényezők figyelembevételével vizsgáltuk. A felszínre érkező csapadék – függetlenül annak intenzitásától – elsőként egy adott lejtéssel (százalékos lejtőmeredekség) jellemezhető területre érkezik, amely például a szálkőzet és magas lejtőmeredekség értékek megléte miatt elsődleges rangot kapott az osztályok közül. Ettől függően megindulhat a felszíni lefolyás vagy a beszivárgás, amely jelentős mértékben befolyásolja a vízmozgás dinamikáját (Stelczer 2000). A beszivárgás és a felszíni lefolyás folyamatait döntően meghatározza a felszínborítás és vegetáció intenzitása, amelyet a Normalizált Differenciált Vegetációs Index (NDVI) segítségével lehet jellemezni (Youssef és társai 2011), de ide tartozik a vegetáció sűrűsége (erdők jelenléte és kora) is. A nagyobb intenzitású és szélsőségesebb vízhozamú csapadékesemények esetében további fontos tényezőket is figyelembe kell venni. Ezek közé tartozik a domináns tájhasználati kategóriák (Land Use/Land Cover – LULC), az átlagos talajvastagság, valamint a talaj textúrája (Czigány és társai 2009), mely elemek alapvetően befolyásolják a beszivárgási képességet és a felszíni lefolyás gyorsaságát. Ezeken túlmenően a felszíni tulajdonságok pozitív (vízhozamot növelő) vagy negatív (vízviasszatartó, csökkentő, elnyelő) hatása is számottevő lehet egyre csökkenő ranggal, azonban a végeredmény szempontjából döntő tulajdonságokkal. A talaj nedvesíthetősége (Topographic Wetness Index – TWI), a lejtés-súlyozott áramlási hossz (Slope Weighted Flow Length – SWFL), valamint a koncentrációs idő (Time of Concentration – TCI) egyaránt befolyásolják a lefolyás gyorsaságát és mértékét, az előbb említett

rang csökkenése mellett. Ezen paraméterek komplex összehasonlítása meghatározza a leginkább érzékeny területek súlyozását, azaz azokat a térségeket, amelyek a villámárvíz kialakulása szempontjából a legnagyobb kockázatot

jelentik, így a legnagyobb rangot a lejtőmeredekség, a legkisebbet az SWFL állomány kapta. A fentiek alapján el kellett készíteni az AHP páros összehasonlítási mátrixát (3. táblázat).

3. táblázat. AHP páros összehasonlítási mátrixa

Table 3. AHP pairwise comparison matrix

	Lejtő meredekség	NDVI	Erdők kora	LULC	Talaj vast.	Textúra	TWI	TCI	SWFL
Lejtő meredekség	1	1,43	2	3	4,29	5,66	8,11	11,54	15,79
NDVI	0,70	1	1,40	2,10	3,00	3,96	5,68	8,08	11,05
Erdők kora	0,50	0,71	1	1,50	2,14	2,83	4,05	5,77	7,89
LULC	0,33	0,48	0,67	1	1,43	1,89	2,70	3,85	5,26
Talaj vastagság	0,23	0,33	0,47	0,70	1	1,32	1,89	2,69	3,68
Textúra	0,18	0,25	0,35	0,53	0,76	1	1,43	2,04	2,79
TWI	0,12	0,18	0,25	0,37	0,53	0,70	1	1,42	1,95
TCI	0,09	0,12	0,17	0,26	0,37	0,49	0,70	1	1,37
SWFL	0,06	0,09	0,13	0,19	0,27	0,36	0,51	0,73	1

A súlyozás révén a potenciálisan veszélyeztetett területekre vonatkozóan olyan számszerűsített értékekhez jutottunk, amelyek megfelelő alapot szolgáltattak a veszélyeztetettség kategóriák kialakításához.

Az osztályképzés során (a kockázati értékek nem lineáris eloszlása okán) a legjobb eredményeket a Jenks-féle természetes töréspontok módszereivel érték el, amely így kiegyensúlyozottabb eloszlást mutatott a kockázati határértékekre vonatkozóan (Efraimidou, E., Spiliotis, M. 2024). A térkép finomhangolása érdekében manuálisan meghatározott küszöbértékeket is alkalmaztunk. A súlyokat Spatial Analyst eszközkészlet Lookup funkciójával rendeltük hozzá az egyes osztályokhoz, amelyek ezáltal a villámárvíz tulajdonságok szerint optimalizált numerikus csoportokat hoztak létre. A térbeli egységek homogenizálásához a Focal Statistics eszköz Majority funkcióját alkalmaztuk, amely a szomszédos cellák alapján egyesítette az értékeket, biztosítva a térképi ábrázolás folytonosságát, a számított zónák térbeli koherenciáját. Ezt követően a súlyozott rétegek összeadásra kerültek a Spatial Analyst –

Raster Calculator segítségével, így létrejött a kockázati kategóriák nincs kockázat, alacsony, közepes, magas, valamint nagyon magas/karsztos területeinek rendszere.

Eredmények

A térképezési módszertan eredményei

Jelen tanulmány alapját a villámárvízvédelem terén szerzett gyakorlati tapasztalatok képezték, így alapvetően a Vis maior jegyzőkönyvekben jegyzett legfeljebb 1 órán belül mért 25–30 mm/h csapadékmennyiséget vettük alapul (B.A.Z. MKI 2021), amely a hazai villámárvizek előfordulásának jellemző csapadékinzintás tartománya. A térkép a Sajó, a Bódva és a Hernád jobb parti vízgyűjtő területeire készült el. Az egyes bemeneti raster rétegeket felszíni lefolyáshoz való hozzájárulása vagy csökkentése (beszivárgás) szerint minimum 2, maximum 9 kategóriákba osztottuk, a réteg információtartalmától függően. Az AHP módszer súlyozásához használt értékek (4. táblázat) és eloszlásaik az alábbiak szerint alakultak (2. ábra).

4. táblázat. AHP súlyok az egyes osztályokra vonatkozóan

Table 4. Result of AHP eights for Risk Map

Osztályok	Lejtő meredekség	NDVI	Erdők kora	LULC	Talaj vast.	Textúra	TWI	TCI	SWFL
AHP súlyok	0,30	0,21	0,15	0,10	0,07	0,053	0,037	0,026	0,019
AHP statisztika									
λ max	8,9								
Consistency Index (CI)	0,0011								
Consistency Ratio (CR)	0,0078								

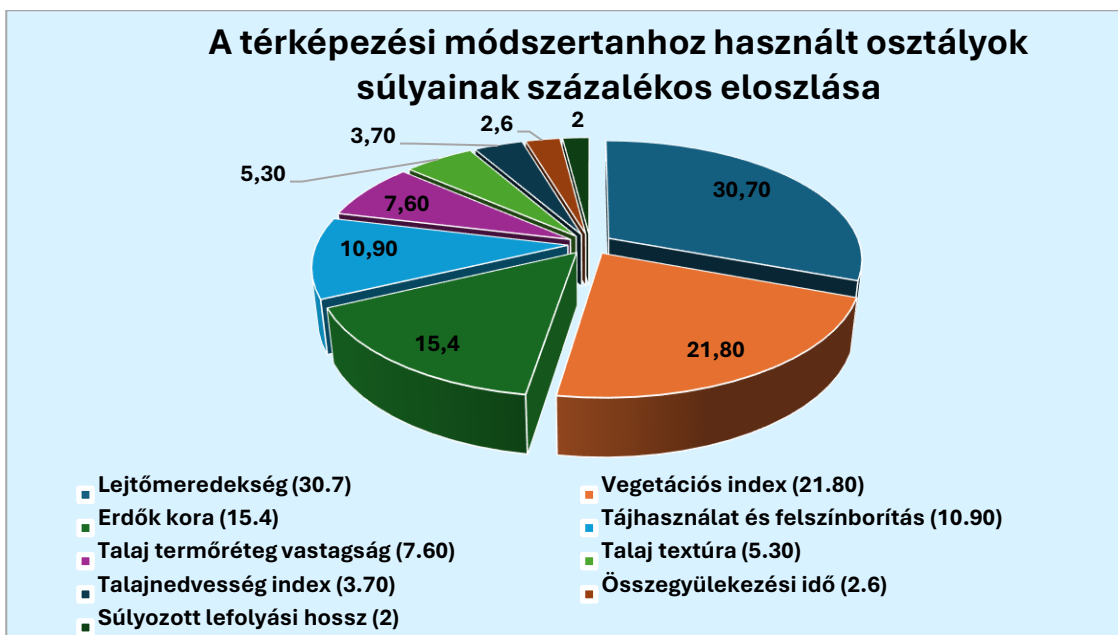
Az AHP-módszer szerint a CR értéke kisebb, mint 0,1, ami azt jelzi, hogy a mátrix konzisztens (Eroglu és Meral 2021). Az egyes kockázati osztályokat az AHP eredményeivel súlyoztuk, és ezek alapján új osztályokat hoztunk létre a korábbiakban leírtak szerint.

A súlyok meghatározásánál törekedtünk arra, hogy a felszíni tulajdonságok (talaj vastagság, textúra,

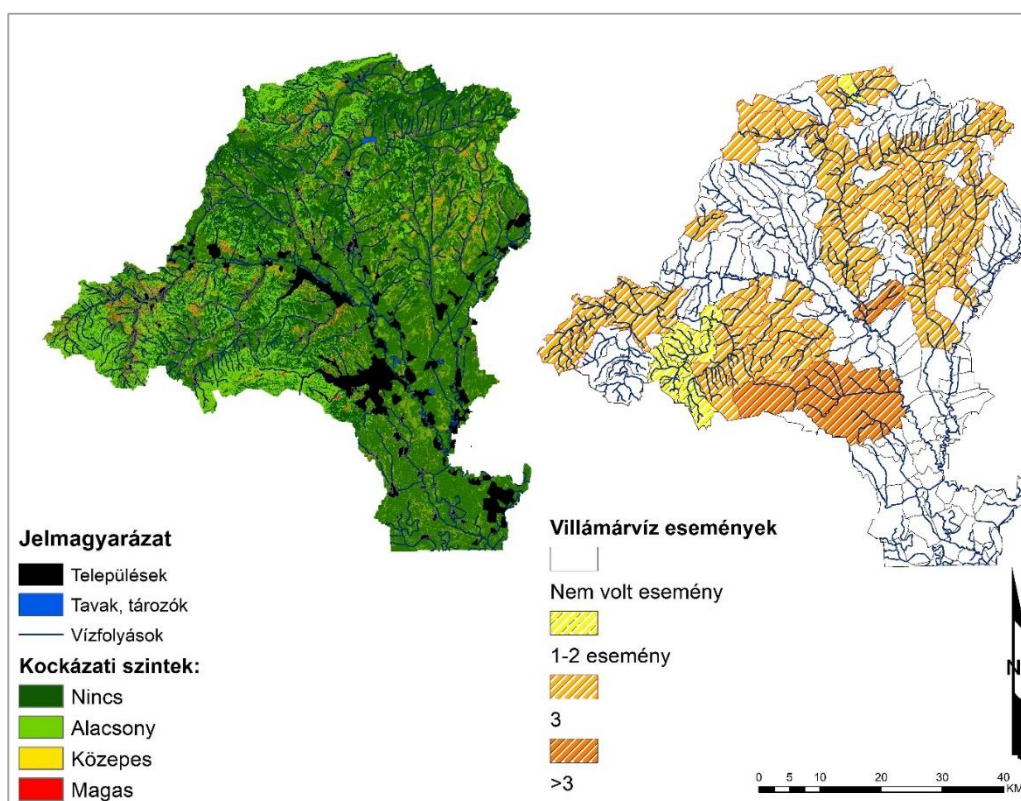
lejtőmeredekség) és a felszínborítással kapcsolatos leíró állományok (NDVI, erdők kora, tájhasználat) közel azonos darab számban (3-3 db) és arányban (43,6-48,1%), de eltérő súllyal legyenek jelen a térképezésen belül. A 8,3%-ot

képviselő felszíni lefolyási tulajdonságokat célzó állományok (talajnedvesség index, súlyozott lefolyásihossz, összegyülekezési állomány) 10% alatti arányát a kialakulás okozó állapota magyarázza, vagyis az, hogy csak az előző csoportok kedvezőtlen tulajdonságai esetén indul el az árhullám levonulása. A villámárvíz-kockázati térképezési

módszertan részben tárgyaltak szerint, a súlyozott kategóriák vizuális megkülönböztetésére sötétzöld, világoszöld, narancssárga és piros színek kódokat rendeltünk az eredmény térképen (3. ábra). Az így kapott raszteres állományon a tényezők együttes hatását reprezentáltuk, amely lehetővé tette a különböző térbeli mintázatok azonosítását.



2. ábra. A térképezési módszertanhoz használt osztályok súlyainak százalékos eloszlása
Figure 2. The percentage distribution of weights of the classes used for the mapping methodology



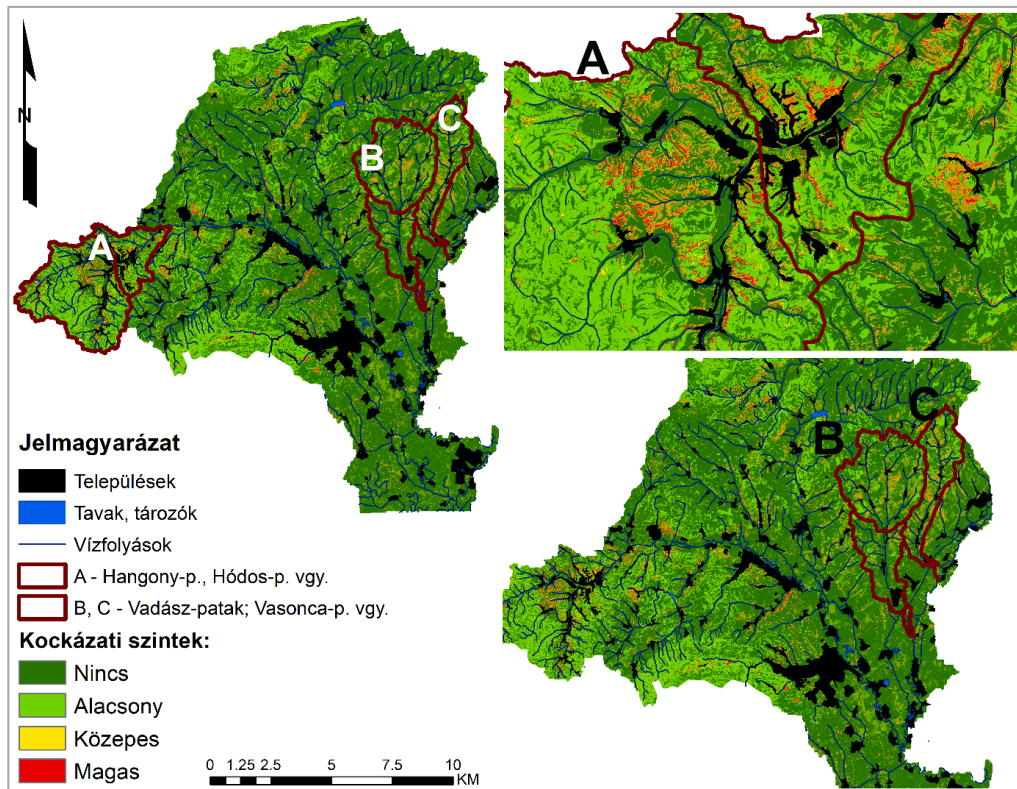
3. ábra. A térképezés eredménye és a valós villámárvíz események jellemző területei (2010-2020)
Figure 3. The mapping results and the characteristic areas of real flash flood events (2010-2020)

A térképezési módszertan eredményeinek értelmezése

Az elmúlt két évtizedben bekövetkezett villámárvizek jellegzetes területeit az éves hidrometeorológiai jelentések és káreseti jegyzőkönyvek alapján azonosítottuk, és ezeket az önkormányzatok közigazgatási határainak megfelelően ábrázoltuk (3. ábra). A villámárvízzel történő érintettség jelentősebb méretű lehet, azonban csak azokat jelöltük, amelyekre tényleges hivatkozást találtunk, ennek ellenére a térképezési módszertan eredményei a valós csapadékesemények területeivel fedésben vannak. A térkép elemzése során jól elkülönülnek a déli határon található Bükk-hegység, valamint északon a Bódva-völgyet kísérő karsztos területek. A karszthatás a Bükk esetében a Szinva felső, valamint a Garadna patak vízgyűjtők határáig lehet jelentős (Hernádi és társai 2014). Az Aggteleki karszt és a Bódva vízgyűjtőjére vonatkozóan a határ kijelölése komplexebb feladat, mivel a Bódva völgye mindkét árvíz típusban (felszíni lefolyásból származó villámárvíz, karszt villámárvíz) érintettnek minősül, így az árvízi védekezés során az adott vízgyűjtő tulajdonságainak megfelelő szinten szükséges reagálni és alkalmazkodni. Az eltérő tulajdonságú árvizek határa hozzávetőlegesen a Rakaca-patak torkolatától délre, Szendrő település közigazgatási határájánál jelölhető ki. A térképen a magas kockázati értékekbe eső területek jelenléte a meredek lejtők, vékony talajrétegek és a rövid koncentrációs idő (TCI) meglétével magyarázható. Mivel a módszertanban nagy hangsúlyt kapott a lejtőmeredekség és a felszínborítás, a nagyobb meredekségű, karsztos vagy más szálkőzetben álló, de fedetlen területek egy csoportba kerültek, mivel ezek természetföldrajzi tulajdonságaik alapján gyakran átfedést mutatnak. Az ilyen területeken a csapadék lefolyása, a vízmegtartó képesség és az erózió

folyamatai jelentősen eltérhetnek az alacsonyabb meredekségű vagy fedett felszínű területektől, ezért együttes vizsgálatuk indokolt. Ebből adódóan ezek a területek a magas/karsztos területcsoport elnevezést kapták, és nem kerültek külön osztályképzésre. A gyakorlati alkalmazás során ugyanis ezek a területek a vízmozgás és az erózió sajátosságai miatt egyértelműen elkülönülnek a többi osztályba sorolt felszíntípusoktól, így a módszertan egységes kezelése biztosítható.

Az eredmények közvetetten utalnak a geológiai szerkezetre is: a Bükk-hegységben a legjellegzetesebb területek az alsó-triász és perm mészkövek (gT1, avT1; nP2), míg a Bódva folyó mentén a középső-felső triász mészkő és dolomit (wT2-3m, wT2-3d) formációk felszínén lévő vagy kevésbé fedett egységei azonosíthatók (Gyalog 1996). A laza üledékeken képződött vízgyűjtők területein a geomorfológiai formakincsek és a tájhasználat okán számos természeti, hidrológiai, valamint társadalmi tényezőt kell figyelembe venni. Ehhez kapcsolódóan a térképen több vízgyűjtő elemezhető (pl.: Bán-p., Tardona-p., Mák-p. stb.) azonban három kiemelt területre hívjuk fel a figyelmet. Az „A” jelű Hangony és Hódos patakok, valamint a „B” és „C” jelzésű Vadász és Vasonca patakok vízgyűjtőire, amelyeken a felhasznált bemeneti adatok alapján jól lokalizálhatóak a villámárvízre érzékeny, közepes és magas kockázatú területek (4. ábra). A felszíni tulajdonságok mellett a vízgyűjtő alakiséga, morfológiája is jól azonosítható, főleg a Vadász és Vasonca vízgyűjtőin, amelyeken szerteágazó, de szűk, gyors lefolyást biztosító völgyek sorakoznak, amelyhez hozzájárul a java-részt mezőgazdasági területhasználat során fellépő talaj tömődöttség is.



4. ábra. A Hangony-Hódos (A), Vadász (B), Vasonca (C) vízgyűjtők kockázati térképe
Figure 4. The risk map of the Hangony-Hódos (A), Vadász (B) and Vasonca (C) watersheds

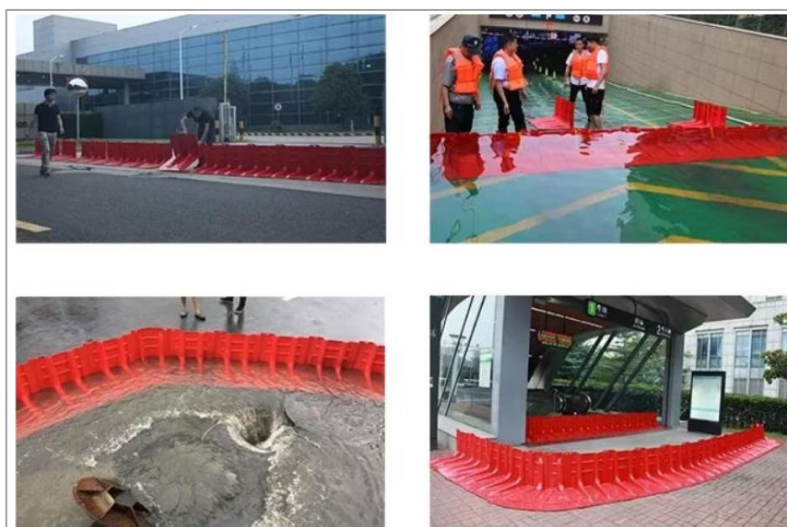
Ajánlott megelőzési és védekezési módszerek az egyes kategóriákhoz

A "nincs kockázat" és "alacsony kockázat" kategóriákban javasolt a vízgyűjtő terület felülvizsgálata, beleértve a történeti nyilvántartások és levéltári adatok vizsgálatát, hogy igazolják a múltbeli viharok vagy villámárvizek által okozott esetleges károkat. Ezek a területeken általában elegendő az önkormányzati csapadékvíz-elvezető rendszerek és a helyi infrastruktúra (pl. közúti átvezetők, mederszabályozás) karbantartása. Fontos megjegyezni, hogy még a kisebb méretű vízgyűjtők esetében sincsenek kizárólag ebbe a két kategóriába tartozó területek. Az alacsonyabb kockázati kategóriájú területek megjelenése jellemzően a Putnoki-dombság és a környező vízgyűjtők: Kelemér-patak, Szuha-patak vízgyűjtői mentén vannak jelen a jelentős és sokrétű felszínborítottság és a kedvező talajvastagság okán. Azonban ezeken a területeken is szem előtt kell tartani a mezőgazdasági területeken való megfelelő agrotechnológia alkalmazását, valamint a szántási és talajművelési határok betartását, amely ajánlott az erózióval kapcsolatos kockázatok csökkentése és a lefolyási viszonyok javítása érdekében, mivel ezek a tényezők jelentős kockázatot jelentenek a vízgyűjtő területekre (Dobai és Dobos 2023).

A "közepes kockázat" kategória területein kirajzolódhatnak azok a kockázati területek, amelyek az árvízeseemények feltételei (megelőző csapadék, visszatérő viharzóna stb.) és a vihart megelőző felszíni tulajdonságok (kezdeti talajnedvesség, talaj pórustér, lombkorona zártság, mezőgazdasági takarónövények fejlettségi állapota stb.) határozzák meg és befolyásolják a lefolyást a csapadékesemény során. Területi eloszlása miatt ezek a területek kulcsfontosságúak lehetnek a villámárvízi jelenség mérsékléséhez, továbbá az elhelyezkedésük miatt (pl.: kis lejtésű, de csekély felszínborítással rendelkező lejtőváll) áthatással lehetnek más területekre (pl. lejtőváll alatt elhelyezkedő, kisebb lejtésű, megfelelő felszínborítással rendelkező erdészeti, mezőgazdasági terület). Az előbb vázolt szempontok természetesen fennállnak magasabb kockázati kategóriák esetében, azonban jelen osztályban előzhetők meg a további kumulált hatások multiplikációja, így javasolt a

kisebb gátak, duzzasztók és más dombvidéki vízrendezési objektumok építése helyi anyagokból a célterületen, vagy az összegyülekezési pontokon, figyelembe véve a tájban történő vízviisszatartás lehetőségét. A tartós telepítésű vízépítési szerkezetek méretük és szerepük szerint, vízgazdálkodási és vízjogi engedélykötelesek lehetnek (Balatonyi és társai 2022, Sušnik és társai 2022).

A "magas kockázat" kategóriákban részletes felmérések, kockázattertelések és környezeti hatástanulmányok szükségesek. Ezek esetében a vízgyűjtőkben, megelőző felmérés szükséges az esetleges karszt területek méretét és hatását illetően, továbbá mérlegelni szükséges a vízgyűjtőn belül jelentkező esetleges szálkőzet, meredek falak, szakadékok és egyéb szélsőértéket képviselő területeket és hatásukat a felszíni lefolyásra. A kategóriában alkalmazott vízépítési megoldásoknak igazodniuk kell a kockázattertelelési felmérések eredményeihez, és magukban foglalhatják az előző kategóriákban javasolt jogi és vízépítési intézkedések kombinálását is. Tekintettel a levonuló árvizek hidrológiai, fizikai tulajdonságaira robusztus, alacsony karbantartási igényű és költséghatékony megoldásokra van szükség. Ilyen intézkedések lehetnek például az acéllemez-falak vagy Gabion-hálóba helyezett építőközből készült szerkezetek, amelyek jelentősen fragmentálják a lefolyási utakat és növelik a felszíni összegyülekezési időt. Az agrotechnológiai gyakorlatok közül az erózió elleni védekezési módszerek pl.: teraszos művelés kialakítása hosszú távon is megoldást biztosító lehetőség (Alessandro és társai 2002, Balatonyi és társai 2022, Szendrei 2020; Dobai és Dobos 2022). Valamennyi építéshez kapcsolódó beavatkozásnak a felszíni gyülekezési idő növelését és az árhullám erejének csökkentését kell szem előtt tartania. Az önkormányzati bel- és külterületi védekezés szintén komoly kihívást jelent, mivel felkészülési idő hiánya miatt a hagyományos, munkaerő-igényes módszerek, például a homokzsákos védekezés nem lehetséges. Ehelyett modern, ideiglenes, de gyors kihelyezésű, műanyagból készült gátak alkalmazása javasolt, amelyek könnyen beköthetők az ingatlanok falához, kerítésekhez és stabil védelmet biztosíthatnak az árhullám levonulása során, azonban ezen megoldások alkalmazása a technológia újszerűsége miatt, kellő tapasztalat és körültekintés mellett lehetséges (5. ábra).



5. ábra. ABS L- típusú árvízvédekezési műanyag panel (MEISHUO 2024)
Figure 5. ABS L-type flood protection plastic panel (MEISHUO 2024))

A Cseres-völgy kockázati kategóriái

A szűkebb vizsgálati területet képező Cseres-völgy és környékének kockázati kategóriáit korábbi tanulmányokban már azonosítottuk: összesen hat részvízgyűjtő helyezkedik el a Kondó-záportározó alvízi oldalán, amelyek közül három kritikus felszíni lefolyási jellemzőkkel rendelkezik (Dobai és Dobos 2022). A korábbi elemzések eredményeit a jelenlegi térképezés tovább finomította: a "nincs kockázat" és "alacsony kockázat" kategóriák a teljes vízgyűjtő terület 47,12%-át (361,45 m²) teszik ki, míg a "közepes kockázat" kategória 50,88%-ot (390,32 m²), a "magas kockázat" kategória 1,93%-ot (23,9 m²) foglal el. A közepes kockázatú területek dominanciája, valamint a völgy kifolyási pontjának településhez való közelsége magyarázza a vízgyűjtő, villámárvíz veszélyeztetettségének összesített, magas kockázati szintjét. A vízgyűjtő területen a villámárvíz elleni védekezés legoptimálisabb megoldásának a több lépcsőben kialakított, Larssen 604n típusú, U-hullámprofilú, 8,0 x 0,6 m méretű acéllemez-falak telepítését találtuk, amely összesen 5 750 m³ vizet képes ideiglenesen visszatartani (Dobai és Dobos 2022).

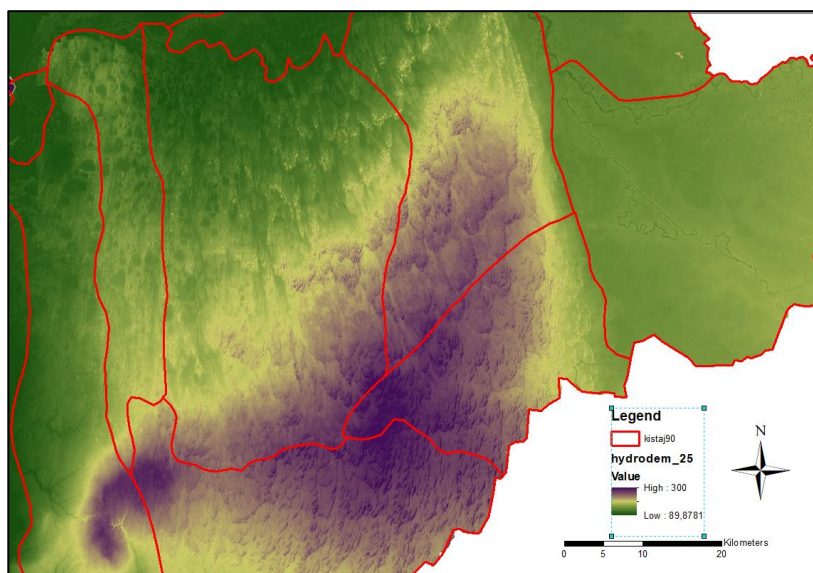
KÖVETKEZTETÉSEK

A térképezési módszertant illetően a vizsgálati eredmények értelmezése és minősítése nehézségekbe ütközik, mivel a hazai kockázati térképek nem rendelkeznek olyan módszertani keretekkel, amely ilyen sokrétű bemeneti adatot alkalmazna, illetve vizsgálna a jelen kutatási mintaterületet is. Kivételt képez ez alól az országos léptéket célzó, de részletesebb felbontást is magában foglaló, egyenlően súlyozott feltételes tényezőin alapuló árvízérzékenységi térképezési módszertan (Sarkadi és társai, 2022). Jelen kutatás nemcsak a vizsgálati terület méretkülönbségei, hanem a felhasznált adatbázisok és az erre épülő leíró statisztikai háttér miatt sem hasonlítható össze, azonban az eredmény térképek vázlatos vizuális értékelésére, valamint a továbbfejlesztésre érdemes térinformatikai állományok meghatározására lehetőségünk nyílik. A kutatásunk mintaterületeire értelmezve, az FFSI_{WS} állományán az Ózd település környéki, valamint a Vasonca vízgyűjtőjének területei a 4. ábra „A” és „B” területeivel hasonló módon magasabb kategóriába kerültek, továbbá jelen kutatásban nem tértünk ki, azonban az összehasonlítás okán kiemeljük az Aggteleki-karszt déli előterében lévő, valamint a Rakaca-patak felső vízgyűjtőjének területeit is, amelyek a két térképen azonosan jelennek meg. A mintaterületre vetítve az FFSI_{WS} megfelelő irányadó jellegű térkép, azonban a jelenség megkívánja a nagyobb felbontást, amelyeket a települési szintű térképek biztosítanak. Az FFSI_s térképcsoportok változó kategóriákban, de szintén tartalmazzák az „A-B” mintaterületeket, továbbá egymást kiegészítve fontos adatokat szolgáltatnak. Végül kiemelnénk az összehasonlítás alapját képező tanulmányban szereplő átlag érték (mean) térképet, amely az FFSI_{WS}-hez hasonló irányadó képet ad, kiemelve a Bódva völgyének veszélyeztetettségét, ugyanakkor a Bódvához képest némiképp túlbecsüli a Bükk északi részéről érkező (pl.: Vadna-p., Nyögö-p.) vízgyűjtők érzékenységet (Sarkadi és társai, 2022). A pontosabb becslés érdekében az FFSI_s maximális (max) értékein alapuló térkép alkalmazása indokolt, amely ugyan tendenciózusan túlbecsüli a magas és extrém érzékenységu települések arányát, de egy kombinált megközelítéssel a legvalószínűbb képet adná az érintett területek

érzékenységről. Igazolja ezt a jelen tanulmány 3. ábrájának villámárvíz jellemző területeinek, illetve a tanulmányban szereplő 6. ábráján lévő jelentett árvízesemény térképei (Sarkadi és társai 2022). A két módszertan közös megállapítása, hogy a Szuha völgye alacsonyabb kategóriákba esik, amely a valóságnak is megfelel, komoly eltérés jelentkezik viszont a Vasonca vízgyűjtő veszélyeztetettségét illetően. Döntően a terület azonosságok alapján azonban elmondható, hogy a B.A.Z vármegye vízgyűjtőterületekre regionálisan értelmezett vizsgálata során az FFSI térképanyagok átlagos pontosság értéke nőne. A gyakorlati védekezés és felkészülési tervek esetében, szélsőséges tulajdonságai ellenére az FFSI_s_nw_max jelölésű térképet ajánljuk.

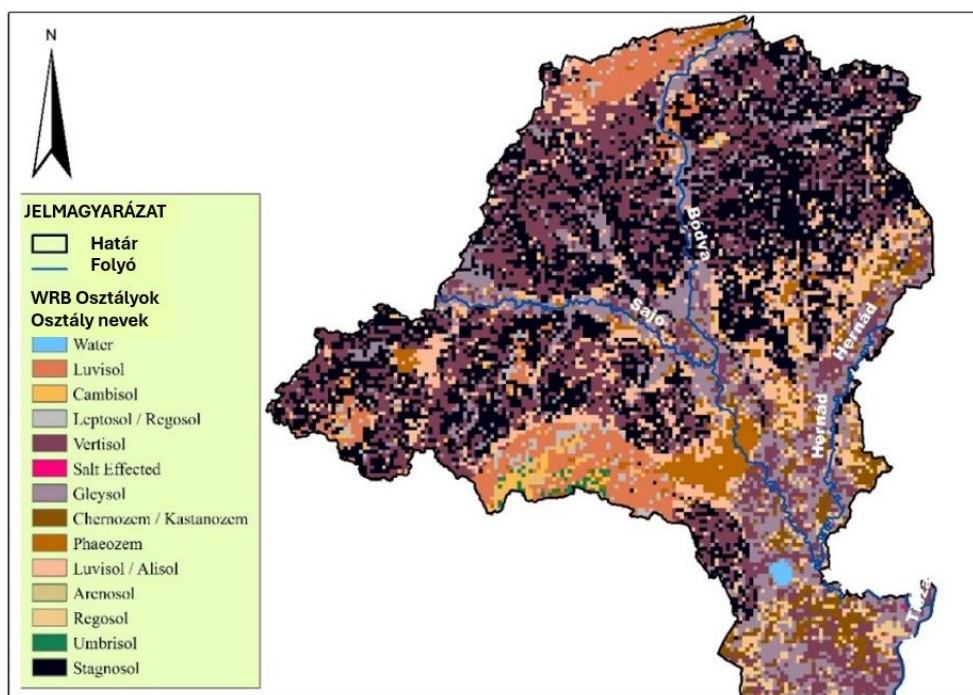
A későbbi kutatások előrehaladása érdekében érdemes lenne egy külön elemzésben a két adatbázis részletes térinformatikai összehasonlítása, azonban ami fontosabb lehet, hogy a felhasznált adatbázisokról is adjunk fontosabb tapasztalatokat. Mind a két tanulmány (valamint a hazai kutatások nagyrésze) alkalmazza az AGROTOPO adatbázist főként a talaj tulajdonságok leírásakor, azonban az adatait kellő körültekintéssel, terepi validálással vagy más adatbázissal való összehasonlításával érdemes ellenőrizni, mivel az egyes jellemző területek nem esnek egybe a valós domborzati határokkal és felszíni tulajdonságokkal (6. ábra), ezáltal a területet leíró poligonok és a poligonok adatai (pl.: talaj tulajdonságok) is félrevezetőek lehetnek. Hasonló a helyzet a TIM (Talajvédelmi Információs és Monitoring) rendszer adatbázisával, amelyek frissítéséért folyamatos szakmai pályázati munka folyik, mivel a különböző alkalmazott témájú (klímaadaptáció, talajerózió védelem, vízvisszatartás, precíziós mezőgazdaság stb.) kutatások száma folyamatosan gyarapodik, így az igény is növekszik a pontosabb adatokra. A két kutatásban feltehetően a DoSoReMi, valamint az E-Soter téradatai ezeket az esetleges pontatlanságokat kompenzálták.

A talaj fizikai, kémiai tulajdonságait leíró módszertanok közül mindenképpen ajánljuk az E-Soter adatbázis alkalmazását, amely a talaj tulajdonságait a Világ Talajerőforrás-osztályozási Rendszere (WRB) alapján írja le. Ennek hazai megfelelője a korábbi genetikust felváltó, diagnosztikus talajosztályozási szemlélet, amely megalapozott szabályok mentén osztályozza az egyes talajtípusokat, amelyek tulajdonságai ezáltal könnyebben értelmezhetők és számszerűsíthetők, adaptálhatók a kutatásokba (Michéli és társai 2024). A diagnosztikus szemlélet villámárvízi térképezésben való alkalmazásának egyik gyakorlati példája lehet a korábbi talajosztályozásban nem szereplő, de a vízmozgás szempontjából releváns duzzadó agyagtalajok (Vertisol) figyelembevétele a későbbi kutatások során. Ezen talajok osztályozási kritériuma, hogy a felszíntől számított 100 cm-en belül duzzadásra hajlamos talajszint legyen jelen, továbbá a felszín és a duzzadó agyagszint között az agyagtartalom elérje a minimum 30%-ot. Hazánkban a hegy- és dombvidéki területek természetszerűleg az erdőtalajok klímazonális területeibe esnek, így a mintaterületet is a Vertisolk mellett a Luvisol, Cambisol és alváltozataik alkotják (7. ábra), amelyek tulajdonságai mentén jól érzékelhető a talajtípus villámárvíz dinamikájában betöltött szerepe, azonban a főbb talajtípusok integrálása jelenleg még külön kutatást igényel, jelen kutatásban kizárólag az adatbázis textúra állományát használtuk.



6. ábra. Példa az Agrotopo adatbázis poligonjainak, természetföldrajzi határainak eltérésére

Figure 6. Example of the differences in the physical geographical boundaries of the polygons in the Agrotopo database



7. ábra. A mintaterület WRB osztályozáson alapú, E-Soter talajtérképe

Figure 7. E-Soter soil map of the study area, based on WRB soil classes

Összeségében megállapítható, hogy az országos, átnézetes céllal létrehozott térképek regionális szintű értelmezése esetében elengedhetetlen a vízgyűjtők részletes, eseti jellegű felmérése és az új digitális alapokon nyugvó adatbázisok integrálása, valamint alkalmazása.

A kutatás eredményei a nemzetközi módszertanok szintjén (a bemeneti adatok AHP súlyai tekintetében) összhangban vannak más tanulmányok eredményeivel (Grozavu és társai 2017, Kanani-Sadat Y. és társai 2019). Azonban jelen kutatás 9 db bemeneti változóra összpontosít (szemben az átlagosan alkalmazott 10–12 db raszterrel) elsősorban a redundancia elkerülése érdekében, a felszíni lefolyási viszonyokat leíró állományokra koncentrálna. Amint azt korábban kifejtettük körültekintően kell eljárni

a bemeneti rétegek számának növelése vagy csökkentése során, és előnyben kell részesíteni a komplex leíró indexeket, amelyek megfelelően írják le a villámárvíz jelenségét. Ebben a vizsgálatban az NDVI és a TCI rétegek részletes osztályozása különösen hasznosnak bizonyultak. Az NDVI a növények klorofil-intenzitás értékeit adja vissza, így nem csak nagy térbeli felbontású, hanem könnyen validálható háttérrel biztosít a pillanatnyi vagy több időszak felvételei alapján, nagyobb időszakra vonatkozóan, amelyek számszerűsítése esetében egy villámárvíz specifikus index is fejleszthető, amely a jövőbeni kutatások feladata lesz. Ilyen index lehet az erdőszűrség tekintetében, a tartósan sűrű vegetációval jellemezhető és változó NDVI-intenzitású erdők értéktartományának meghatározása, illetve a szántóföldek esetében az adott mezőgazdasági kultúra

vegetációs időszakára értelmezett index a villámárvízi szezonban. Mivel az NDVI értékei -1 és +1 között vannak normalizálva, így a beton felszín, szálfőzet (-1), víz, hó felület (0), valamint az előbbi gondolatmenet alapján egy finomhangolással, több éves adatsor esetében, statisztikai analízissel (idősoros elemzés, trend analízis) egy dinamikus térképi adatbázis is létrejöhet. A TCI (h) állomány értékei kiegészítő jellegűek voltak, de markánsan meghatározták a kimeneti térkép villámárvízre érzékeny területeit, mivel a maradék 8 GIS réteg súlyozott adatain túl, tudtak olyan felszíni tulajdonságokat bemutatni az idő dimenzióon keresztül, amelyekkel többletinformáció volt kinyerhető az árhullám összegyülekezés tekintetében. A TCI különösen hasznosnak bizonyult a vízgyűjtő területek és lefolyási útvonalak azonosításában, valamint a topográfia által befolyásolt vízmozgási mintázatok feltérképezésében. Ezáltal a térképi modellezés során lehetővé vált a potenciálisan kritikus területek pontosabb lehatárolása, ahol a csapadékokból származó felszíni lefolyás gyorsan koncentrálódhat, növelve a villámárvíz kialakulásának kockázatát. Hidrológiai paraméterként nem olyan meghatározó, mint a TWI, így nem érdemes magasabb rangot hozzárendelni, azonban az eredmény térkép értékelésénél nagyon fontos paramétert ad.

A módszertan erősségei közé tartozik a javított térbeli felbontás, a kis vízgyűjtők szintjén történő értelmezhetősége továbbá, hogy elsőként alkalmaztuk a régió-specifikus digitális talajtérképet a térképezés során, ahelyett, hogy kizárólag az általános nemzeti talajadatbázisokra támaszkodtunk volna. A módszertan azonban további fejlesztést igényel. Egy javasolt irány lehet az előbb bevezetett gondolat mentén, az NDVI változásainak elemzése a március-október időszakban, és csak azokat a területeket azonosítani, amelyek stabil árhullám-csökkentő jellemzőkkel bírnak, vagyis ahol a magas NDVI-értékek minimálisan változnak. További potenciális javítási lehetőség az erdészeti adatbázisok további összevetése NDVI-értékekkel, mivel az erdőtipusok és az ültetési korok változhatnak, így nem célszerű az adott területeket egységes erdőként (statikus adatként) kezelni (*Korchagina és társai 2020*). Azonban hangsúlyozzuk, hogy az alkalmazott erdészeti adatbázis jelentősen diverzifikálta az erdők felszínborítási kategóriáját. Ezen túlmenően a módszertanból hiányoznak azok a bemeneti rétegek, amelyek pontos, helyspecifikus, talajjal kapcsolatos adatokat biztosítanak, például VES (Vertikális Elektromos Szondázás) mérések eredményei (*Czigány és társai 2009*). A karszt villámárvizek előrejelzésére a Miskolc körülvő vízgyűjtőkre már kialakításra került egy monitoring rendszer (*Hernádi és társai 2014*), így ennek a vizsgálata a térségben megoldott, azonban a hagyományos villámárvizekre vonatkozóan ez továbbra is megoldásra váró feladat. A meteorológiai előrejelzőrendszer hiányosságai okán érdemes a felszíni paraméterek monitorozására koncentrálni, amely során fontos szempont a nagy térbeli és időbeli felbontás, valamint mérési adatsűrűség. Ezeknek a felszíni paramétereknek az adatgyűjtési lehetőségét vizsgálja a Miskolci Egyetem által fejlesztett alacsony költségvetésű (low cost) talajnedvesség szenzorok alkalmazása a Mezőkövesdtől északra található, Hór-pataki tározó környezetében telepített talajnedvesség szenzorok, amelyek LoraWan – GSM

alapú, valós idejű kommunikációra épülnek és a felső 50 cm-ről szerzett talajnedvesség adatok mérésével megfelelő háttérrel tudnak biztosítani egy villámárvíz esemény dokumentálásához. Mivel a felszínt leíró domborzatmodellek, valamint a távérzékelési adatok megfelelő felbontásban rendelkezésre állnak, így a talajleíró paraméterek (pl.: talajnedvesség változása) vizsgálatai fogják a jövőbeni kutatások tárgyát képezni, amelyek alapján kisebb bizonytalanság mellett terjeszthetők ki a jellemző, villámárvíz eseményre érzékeny területek. Ezek a finomhangolások jelentős tárhelykapacitás vonzatúak és célirányos kutatást igényelnek. Azonban, ha ezek megvalósulnak, erős alapot nyújthatnak mesterséges intelligencia módszerek bemeneti, tanulási algoritmusai (pl. neurális hálózatok, Random Forest) számára.

A jelen kutatásban bemutatott módszertannak vannak hátrányai, azonban a Helyi Védelmi Bizottság (HVB) ülésein, továbbá a Polgári Védelmi Szövetség (PVSZ) és Tűzoltó Szövetség eseményein, a vonatkozó HuSk-Interreg projekt megbeszéléseken, a Magyar Mérnök Kamara (BKMM) által szervezett szakmai előadásokon ismertetett kutatási részeredményekre való pozitív visszajelzések, továbbá nem utolsósorban a vízügynél töltött szolgálati idő alatt tapasztalt gyakorlati védekezési és helyreállítási (Magyar Állam Kincstár és a károsult települések közös Vis maior jegyzőkönyv felvételei) tapasztalatok alapján megállapítható, hogy a módszertan(ok)ra jelentős igény mutatkozik. Ezért is tűztük ki célul, hogy a térképezés a jelenség elleni, gyakorlati védekezésre vonatkozó kérdésekre (a települést körülvevő vízgyűjtőkből származó árhullám(ok) iránya(i)? a települést körülvevő villámárvízre érzékeny területek helye és mérete? a térképezési módszertan alapján ajánlható védekezési módok?) adja meg a választ. További célirányos kutatások segítségével a védekezés egyik legfontosabb kérdésére, vagyis a csapadék függvényében várható vízhozam mennyiségére is válasz adható (*Dobai és társai 2024*), amely szintén egy automatizált ArcMap eszközként (tools) áll már rendelkezésre. A villámárvizek által okozott károk többsége magántulajdonban lévő ingatlanokban és az épített infrastruktúrában (pl. közutak, hidak) volt megfigyelhető, Kondó településen a teljes kárérték becslések szerint meghaladta az 50 millió forintot a 2019-es évre vonatkozóan. Ehhez hozzájárul, hogy a közinfrastruktúrában következő, villámárvízhez kapcsolódó káresetek a következő évben megismétlődhetnek (2. táblázat), ezáltal új vagy kumulált kiadást és jelentős adminisztratív terhet okozva a településnek, amelyek egy kivitelezési időszakra célirányosan kiírt projekt esetében (pl.: települési csapadékvízvezető rendszerek korszerűsítése, körárok rendszer kiépítése) a projekt kimeneti indikátorát negatívan befolyásolják (*BAZ 2020, Veres és társai 2021*). A feldolgozott Vis maior jegyzőkönyvek, a helyreállítási költségek mértéke, továbbá a visszatérő árvízi kockázatok összevetése alapján megállapítható, hogy a megelőzést célzó intézkedések költségei a biztosítási kifizetések töredékéből (körülbelül 8–12 millió forint a Cseres völgyet érintő kivitelezésre számítva a 2022. évben) megvalósíthatók (*Dobai és Dobos 2022*). Ezek a békeidőben kivitelezett, előzetes tervezést és környezeti hatásvizsgálatokat igénylő építési beavatkozások, jelentős mértékben csökkenthetik az önkormányzati és állami

költségvetési kiadásokat és a védekezési szervek feladatait, mivel a védekezés és helyreállítás helyett, a fenntartási munkákra, ellenőrzésekre kell koncentrálni, amely már jelenleg is az illetékes jogkörrel rendelkező hatóságok feladata. A kialakított vízepítési műtárgyak csökkenthetik a területi ökológiai stabilitási rendszerben (TSES) és a gazdasági térszíneken okozott stressz faktorokat (Zeleňáková és társai 2018). Ezen építmények árvízi kockázatsökkentő hatására az Universal Matrix of Risk Analysis (UMRA) módszerét kívánjuk alkalmazni, azonban erre külön kutatást és publikációt tervezünk.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a 2020-1.1.2-PIACI-KFI támogatásával valósult meg: „Piac vezérelt kutatási, fejlesztési és innovációs projektek támogatása - ICT-platform kialakítása a talajinformáció-vezérelt mezőgazdaság támogatására a mezőgazdasági termelés irányítására és optimalizálására. és a talajrendszerre gyakorolt hatások monitorozása", valamint az RRF-2.3.1-21-2022-00014 azonosítószámú „Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium létrehozása” elnevezésű projektben a Magyarországi Helyreállítási és Ellenállóképességi Tervének keretében, az Európai Unió Helyreállítási és Ellenállóképességi Eszközeinek támogatásával készült. Külön köszönjük a Nemzeti Földügyi Központ Erdészeti főosztály munkatársainak az adat-szolgáltatást és a térképezéshez kapcsolódó hasznos tanácsait. Külön szeretném megköszönni a Bírálók, valamint dr. Major Veronika értékes észrevételeit, amelyek hozzájárultak a témával kapcsolatos mondanivalóm kifejezőmódjának fejlődéséhez.

IRODALOMJEGYZÉK

Abdel, R.E., Islam, H.E. (2016). DAM Site Selection Using GIS Techniques and remote sensing to Minimize Flash Floods in East Nile Locality (Soba Valley)-Khartoum State. International Journal of Engineering Science Invention, ISSN (Online): 2319-6734, ISSN (Print): 2319-6726, Volume 5 Issue 12, pp. 50-61.

Alessandro, G.C., Javier, H., Ana, L.V.A. (2002). Guidelines on Flash Flood Prevention and Mitigation – NEDIES project. EUR 20386 EN, p. 64.

Balatonyi, L., Lengyel, B., Berger, Á. (2022). Natura-based solution as water management measure in Hungary. Modern Geográfia, Vol. 17, Issue 1, pp. 73-85. <https://doi.org/10.15170/MG.2022.17.01.05>

Bárdos Z. (2016). Az ár-, és belvizek elleni önkormányzati védekezés korszerűsítése, Nemzeti Községi Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, PhD értekezés p. 62. <https://doi.org/10.17625/NKE.2016.16>

Blistánová, M., Zeleňáková, M., Blistan, P., Ferencz, V. (2016). Assessment of flood vulnerability in Bodva river basin, Slovakia. Acta Montanistica Slovaca. Vol. 21, No 1, pp. 19-28. <https://doi.org/10.3390/ams21010019>

Bui, D.T., Tsangaratos, P., Ngo, P.T., Pham, T.D., Pham, B.T. (2019). Flash flood susceptibility modeling using an optimized fuzzy rule based feature selection technique and tree based ensemble methods. Sci. Total Environ. 668-1038-54. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.422>

B.A.Z. MKI (2021). Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság „A”, jelű Előzetes Helyszíni vizsgálat jegyzőkönyvei 2010–2020. Kondó település Polgár Mesteri Hivatalának adattára, pp 4–5. Magyar Állam Kincstár 94/2015 (XII.23) sz. Korm rendelethe – Vis maior rendelet alapján

Choudhury, S., Basak, A., Biswas, S., Das, J. (2022). Flash Flood Susceptibility Mapping Using GIS-Based AHP Method, Spatial Modelling of Flood Risk and Flood Hazards, In: Pradhan, B., Shit, P.K., Bhunia, G.S., Adhikary, P.P., Pourghasemi, H.R. (eds) Spatial Modelling of Flood Risk and Flood Hazards. GIScience and Geoenvironmental Modelling. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94544-2_8

Costache, R. (2014). Using gis techniques for assessing lag time and concentration time in small river basins. Case study: Pecineaga river basin, Romania. Geographia Technica. 9. pp. 31-38.

Costache, R., Pham, Q.B., Sharifi, E., Linh, N.T.T., Abba, S.I., Vojtek, M., Vojteková, J., Nhi, P.T.T., Khoi, D.N. (2020). Flash-Flood Susceptibility Assessment Using Multi-Criteria Decision Making and Machine Learning Supported by Remote Sensing and GIS Techniques. Remote Sens. 2020, 12, 106. <https://doi.org/10.3390/rs12010106>

Czigány, S., Pirkhoffer, E., Geresdi, I. (2009). Environmental impacts of flash floods in Hungary. In Flood Risk Management: Research and Practice., Taylor & Francis Group, pp. 1439–1447. <https://doi.org/10.1201/9780203883020.ch169>

Dalezios, N., Domenikiotis, C., Kalaitzidis, C. (2001). Cotton yield estimation based on NOAA/AVHRR produced NDVI. Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere. 26. pp. 247-251. [https://doi.org/10.1016/S1464-1909\(00\)00247-1](https://doi.org/10.1016/S1464-1909(00)00247-1)

Dobai A., Dobos E. (2022). Hegy- és dombvidéki kisvízgyűjtőkön kialakuló árhullámok elleni védekezés támogatása térinformatikai módszerekkel. Debreceni Egyetem, Térinformatikai Konferencia és Szakkiallítás kiadványa, pp. 109-117. <https://doi.org/10.35925/j.multi.2022.2.8>

Dobai A., Dobos E. (2023). Beszivárgás vizsgálatok a Cseres-völgyben. TALAJVÉDELEM 2023. Különszám pp. 40-55.

Dobai, A., Vágó, J., Hegedűs, A., Kovács, K.Z., Pecsmány, P., Seres, A., Dobos, E. (2024). GIS and soil property-based development of runoff modeling to assess the capacity of urban drainage systems for flash floods, Hungarian Geographical Bulletin, 73(4), pp. 379-394. <https://doi.org/10.15201/hungeobull.73.4.3>

Dobos, E., Daroussin, J., Montanarella, L. (2007). A quantitative procedure for building physiographic units for the European SOTER database. In Digital Terrain Modelling. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Ed.: PECKHAM, R. and JORDAN GY., Berlin, Heidelberg, Springer, pp. 227-258. https://doi.org/10.1007/978-3-540-36731-4_10

Efraimidou, E., Spiliotis, M. (2024). A GIS-Based Flood Risk Assessment Using the Decision-Making Trial

and Evaluation Laboratory Approach at a Regional Scale. *Environ. Process.* 11, 9. <https://doi.org/10.1007/s40710-024-00683-w>

ÉMKTVF (2013). Észak-Magyarországi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség – 2625-10/2012.sz vízjogi létesítési engedély számú, Kondó záportározó jogerős határozata; 2013. p. 4. Kondó település Polgár Mesteri Hivatalának adattára.

Eroglu, E., Meral, A. (2021). Evaluation of flood risk analyses with AHP, Kriging, and weighted sum models: example of Çapakçur, Yeşilköy, and Yamaç microcatchments, *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(8). <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09282-w>

Galgóczy Zs. (2004). Morfometriai paraméterek vizsgálata a Nagy-Szamos forrásvidékén. *Földrajzi Közlemények* 128/1-4, pp. 89-103.

Grozavu, A., Patriche, C., Mihai, F. (2017). Application of AHP method for mapping slope geomorphic phenomena. *Conference Proceedings (vol 17) on Informatics, geoinformatics and remote sensing, Issue 23*, pp. 377-384. <https://doi.org/10.5593/sgem2017/23/S11.046>

Gyalog L. (1996). A Földtani térképek jelkulcsa és a rétegtani egységek rövid leírása – MÁFI kiadvány, Budapest, p. 187.

Harangi, Sz. (2001). Neogene to Quaternary Volcanism of the Carpathian-Pannonian Region. *Acta Geologica Hungarica*, 44 (2-3). pp. 223-258.

Hernádi B., Czesznak L., Juhász B., Kovács P., Lénárt L., Tóth M., Tóth K. (2014). Karsztárvizek keletkezése a Keleti Bükkben, *Karsztfejlődés XIX.*, pp. 105-124.

Horváth Á. (2007). A mezoszkálájú folyamatok szerepe a konvektív felhőképződésben. In Weidinger, T., Geresdi, I. (szerk.), 32. Meteorológia Tudományos Napok, pp. 83-94.

Jourde, H., Roesch, A., Gunot, V., Bailly-Compte, V. (2005). Dynamics and contribution of karst groundwater to surface flow during Mediterranean flood, *Proc.Int.Symp.Water Resour.* pp. 133-138. <https://doi.org/10.1007/s00254-006-0386-y>

Kaliczka L. (1998). Hegy és dombvidéki vízrendezés, *Baja* pp. 90-95.

Kanani-Sadat, Y., Arabsheibani, R., Karimipour, F., Nasseri, M. (2019). A new approach to flood susceptibility assessment in data-scarce and ungauged regions based on GIS-based hybrid multi criteria decision-making method. *Journal of Hydrology* 572. pp.17-31. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.02.034>

Khosravi, K., Pham, B.T., Chapi, K., Shirzadi, A., Shahabi, H., Revhaug, I., Prakash, I., Tien Bui, D., Shahabi, H., Chapi, K., Shirzadi, A., Pham, B.T. (2018). A comparative assessment of decision trees algorithms for flash flood susceptibility modeling at Harazd watershed, northern Iran *Sci. Total Environ.* 627, pp. 744-55. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.266>

Korchagina, I.A., Goleva, O.G., Savchenko, Y.Y., Bozhikov, T.S. (2020). The use of geographic information systems for forest monitoring, *Journal of Physics: Conference Series* 1515 (2020) 032077. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1515/3/032077>

Koris K. (2021). Elkészült az új hazai empirikus árvíz-számítási segédlet: az OVF-2020. *Hidrológiai Közlemény*, 101. évfolyam, 1. kötet, pp. 13-19.

Kozák, M., Püspöki, Z. (1995). Correlative relationship between denudational periods and sedimentation in the forelands of the Bükk Mts. (NE Hungary). In CBGA XV. Congress. Athen, CBGA, pp. 340-345.

Kozák, M., Püspöki, Z., Piros, O., László, A. (1998). The structural position of the Bükk Mountains based on tectono- and pebble stratigraphic analyses. In CBGA XVI. Congress. Wien, CBGA, 303.

Luong, T.T., Pöschmann, J., Kronenberg, R., Bernhofer, C. (2021). Rainfall Threshold for Flash Flood Warning Based on Model Output of Soil Moisture: Case Study Wernersbach, Germany. *Water* 2021, 13. <https://doi.org/10.3390/w13081061>

MEISHUO (2024). <https://njmeishuo.en.made-in-china.com>

Michéli E., Fuchs M., Láng V., Csorba Á., Dobos E., Szegi T., Kele G. (2024). A diagnosztikus szemléletű hazai talajosztályozási rendszer. Útmutató. Második közelítés. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő.

Ngo, P.T., Hoang, N., Pradhan, B. (2018). A Novel Hybrid Swarm Optimized Multilayer Neural Tropical Areas Using Sentinel-1 SAR Imagery and geospatial data. *Sensors*, 2018 Oct 31;18(11):3704. <https://doi.org/10.3390/s18113704>

Pappenberger, F., Matgen, P., Beven, K.J., Henry, J.B., Pfister, L. (2006). Influence of uncertain boundary conditions and model structure on flood inundation predictions. *Adv. Water Resource* 29(10):1430-1449. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2005.11.012>

Pelikán P. (2002). Földtani felépítés, rétegtani áttekintés (Geological structure, stratigraphic overview). In A Bükki Nemzeti Park. Ed.: Baráz Cs., Eger Bükki Nemzeti Park Igazgatóság, pp. 23-49.

Sarkadi, N., Pirkhoffer, E., Lóczy, D., Balatonyi, L., Geresdi, I., Fábrián, Sz., Varga, G., Balog, R., Gradwohl-Valkay A., Halmai Á., Czigány Sz. (2022). Generation of a flood susceptibility map of evenly weighted conditioning factors for Hungary. *Geographica Pannonica*, 26(3), pp. 200-214. <https://doi.org/10.5937/gp26-34866>

Stelczer K. (2000). A vízkészlet-gazdálkodás hidrológiai alapjai. ELTE, Budapest, p. 410.

Sušnik, J., Masia, S., Kravčík, M., Pokorný, J., Hesslerová, P. (2022). Costs and benefits of landscape-based water retention measures as nature-based solutions to mitigating climate impacts in eastern Germany, Czech Republic, and Slovakia. *Land Degradation & Development*, 33(16), 3074-3087. <https://doi.org/10.1002/ldr.4373>

Sütő L. (2001). A felszín alatti bányászat domborzatra gyakorolt hatásai a Kelet-Borsodi-szénmedencében (Effects of subsurface mining on topography in the Eastern Borsod Coal Basin). In Magyar Földrajzi Konferencia: A földrajz eredményei az új évezred küszöbén. Ed.: Dormány, G.I., Szeged, 1-20.

Szendrei R. (2020). Új technológiák a vízkárelhárításban - Töltésfejlesztés során megnyitott védvonal

árvízvédelmi készülséget megelőző visszazárása rossz helyi időjárási viszonyok esetén, Nemzeti Közzolgálati Egyetem, Víz tudományi Kar, pp. 43-50.

Szlávik L., Kling Z. (2006). Nagycsapadékok és helyi vízkárelhárítási események előfordulása hazánkban. (Occurrence of intense rainfall and hydrologic events in Hungary), MHT XXIV. Országos Vándorgyűlés Pécs, pp. 138-146.

Youssef, A.M., Pradhan, B., Hassan, A.M. (2011). Flash flood risk estimation along the St. Katherine road, southern Sinai, Egypt using GIS based morphometry and satellite imagery. Environmental Earth Sciences 62 (3), pp. 611-623. <https://doi.org/10.1007/s12665-010-0551-1>

Youssef, A.M., Pradhan, B., Sefry, S.A. (2016). Flash flood susceptibility assessment in Jeddah city (Kingdom of Saudi Arabia) using bivariate and multivariate statistical models Environ. Earth Sci. 75. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-4830-8>

Youssef, A.M., Hegab, M.A. (2019). Flood-Hazard Assessment Modeling Using Multicriteria Analysis and GIS: A Case Study—Ras Gharib Area, Egypt. Spatial Modeling in GIS and R for Earth and Environmental Sciences pp.

229-257. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815226-3.00010-7>

Vágó J. (2012). A közetminőség szerepe a Bükkalja völgy- és vízhálózatának kialakulásában, PhD értekezés Miskolc, pp 18-20.

Vágó, J., Dobos, E., Blistan, P., Zelenakova, M., Ladányi, R., Kiss, L. (2019). Flood- and logistical modeling in the Hernád watershed, Műszaki Tudomány az Észak-keleti magyarországi régióban, Conference Book, pp. 420-423. <https://doi.org/10.21791/IJEMS.2019.4.20>.

Veres D., Fejes G., Danyi R., Halmai L., Hegyi Z. (2021). Vízmegtartó megoldások a hazai vízgazdálkodásban, Megalapozó tanulmány, IFE16 CCA/HU/000115 project, p. 32.

Zeleňáková, M. (2009). Preliminary flood risk assessment in the Hornád watershed. WIT Transactions on Ecology and the Environment, Vol. 124, 2009. p. 32. <https://doi.org/10.2495/RM090021>

Zeleňáková, M., Dobos, E., Kováčová, L., Vágó, J., Abu-Hashim, M., Fijko R., Purcz, P. (2018). Flood vulnerability assessment of Bodva cross border river basin. Acta Montanistica Slovaca, Vol. 23, No 1, 2018. pp. 53-61.

A SZERZŐK



DOBAI ANDRÁS 1988-ban született Miskolcon, 2012-ben diplomát (MSc) szerzett a Miskolci Egyetem Műszaki Föld- és Környezettudományi Karán, térinformatikából. 2019-2021 között az Észak-Magyarországi Vízügyi Igazgatóság, Miskolci Szakasz mérnökségén teljesített szolgálatot, mint területi felügyelő. Jelenleg a Miskolci Egyetem Mikoviny Sámuel Földtudományi Doktori Iskola doktori képzésében vesz részt, kutatási területe a hegy és dombvidéki területeken jelentkező villámárvizek vizsgálata. Tagja a Magyar Hidrológiai Társaságnak.



DOBOS ENDRE 1968-ban született, Miskolcon. 1993-ban szerzett agrármérnöki diplomát a Gödöllői Agrártudományi Egyetemen, majd 1996-ban térinformatikai és környezetvizsgálati szakmérnöki végzettséget a Budapesti Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Karán. PhD címét 1998-ban, az Amerikai Egyesült Államokban, a Purdue Egyetemen szerezte digitális talajtérképezés és kis méretarányú talajtani adatbázisok vizsgálatának témakörében, amely jelenleg is a kutatási területét képezi, kiegészülve a digitális talajtérképezési eljárásokkal. 2021-ben habilitált a Miskolci Egyetemen. Egyetemi tanár, intézeti tanszékvezető, a Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Földrajz-Geoinformatika Intézet, Természetföldrajz-Környezettan Intézeti tanszékén. 2022-től a Magyar Talajtani Társaság elnöke. A Magyar Hidrológiai Társaság Tudományos Bizottságának tagja.

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

Klímváltozás, 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 terméseszköken 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: vízviisszatartás (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 Tiszából 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 viaszartató erőtt 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 vízviaszartatás, víztározás kérdéskörének fontossága az évek folyamán rohamosan emelkedni fog, robbanásszerű kiugrással 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 vízviaszartatás lehetősége korlátozott, azonban egy olyan területet határoltunk le, ahol részben a meglévő te-repadottságok, 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.

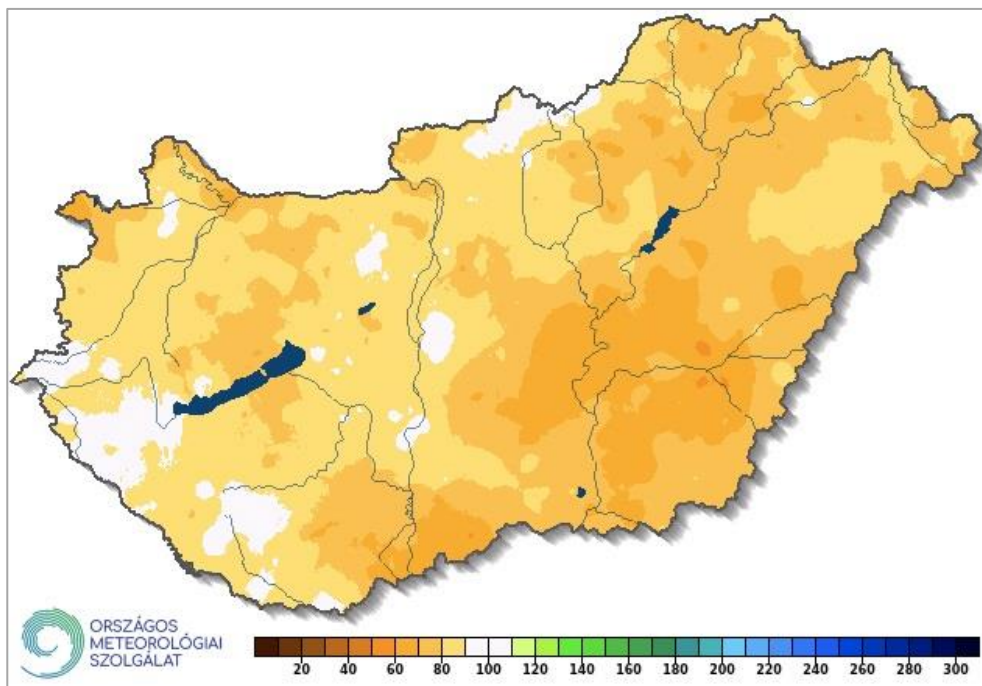
A legnagyobb éves csapadékösszeg a nyugati határszélen fekvő Csörnyeföldön ennek mintegy 2,5-szerese volt (799,87 mm). A csapadékhullás területi eloszlásából is jól érzékelhető, hogy a keleti országrész hatványozottan ki van téve az aszályos időjárási helyzeteknek. Míg 2022-ben a Dunántúlon átlagosan 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

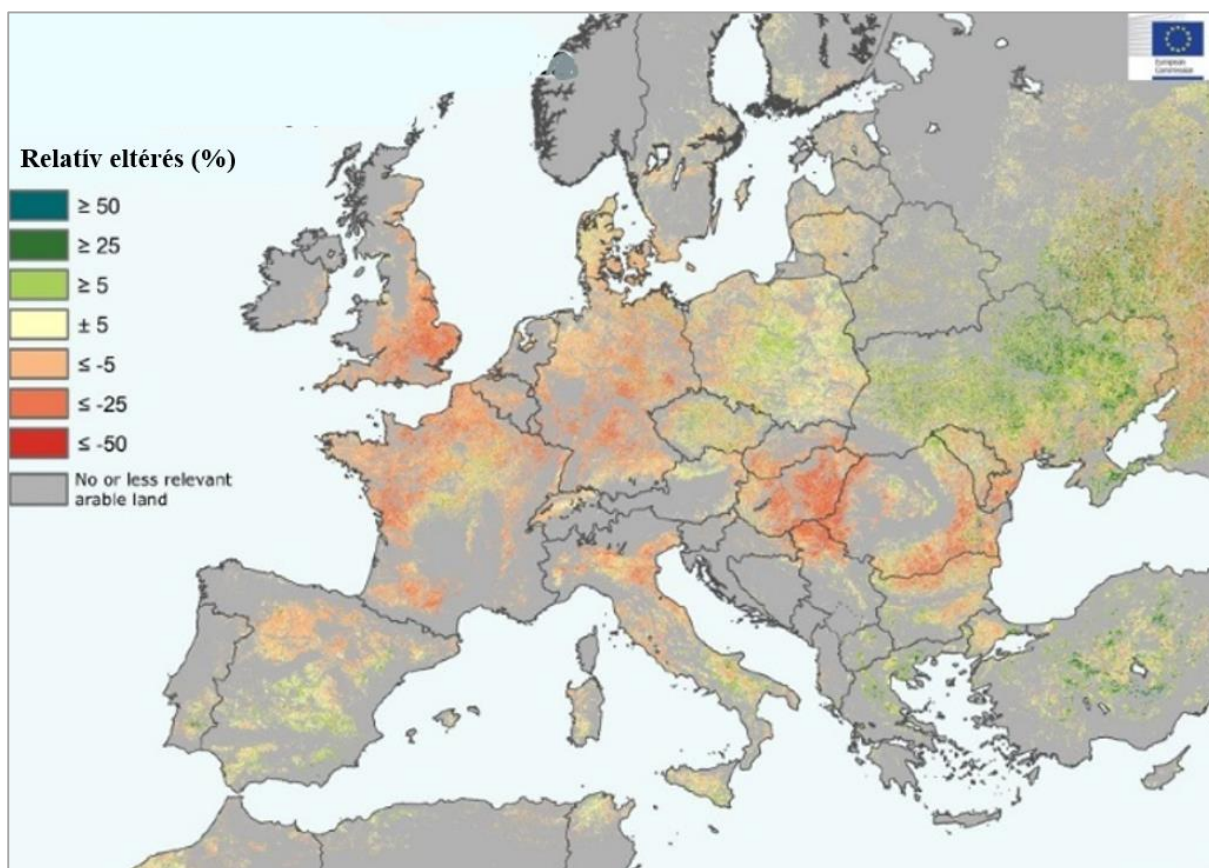
Differenciális Vegetációs Index) értékek. A vegetációs index azt mutatja, hogy a fotoszintézisben hasznosítható hullámhossz-tartományba eső fényből a növény milyen mennyiséget tud elnyelni, azaz a növényzet vegetációs ak-

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 áttételeken 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 erőt képvisel. Megállapítható, hogy hazánk fő növényter-

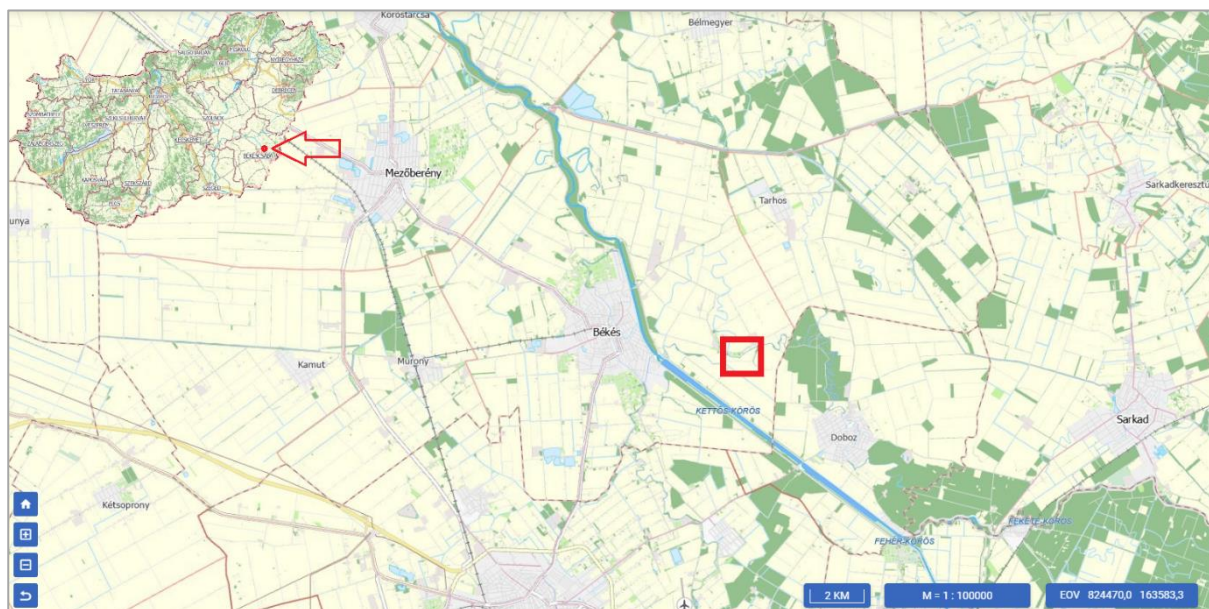
mesztési területein (Alföld, Mezőföld, Észak- és Dél-Dunántúl) az egyre gyakrabban jelentkező időjárási anomáliák és az egyre sűrűsödő és hosszabbodó csapadékszegény és aszályos periódusok miatt egyre jelentősebb szerepet tölt be az öntözés. A hozamok növelése mellett az öntözés főbb céljai között pedig 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-Rosszserdő – 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, Rosszserdő 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-Rosszserdő 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 Rosszserdei-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 belvízlevezetés 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 töltésepítések során gondoskodtak arról, hogy a holtmedrek áttöltése előtt a kedvező vízvezető frakciókat (szemcsés anyagok) eltávolítsák a töltések keresztmetszvényéből, 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 fényképkészítés 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 mederátmetés 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 belvíz 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 belvizi 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‰ belvizi 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 alvizi 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 gerb 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 belvizi öblözet,
- b) Hosszúfok-alsó belvizi öblözet,
- c) Vargahosszai belvizi öblözet.

A vizsgált terület – ahogy a nevéből is kiderül – az utóbbi, Vargahosszai belvizi öblözetéhez 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 fenékszintet 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 termelőségvetkezetek 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 méréssorozattal. 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 légifelvételek 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 mélyvonulat 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 vízépítési 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 vízálláson 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 feltöltődése 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 modellezünk. Ez leginkább mesterségesen kialakított vízfolyások, csatornák, műtárgyak, burkolt keresztiszelvények, nyers földműtörök esetében preferált megoldás. Azért is alkalmazható az esetünkben, mert a tározó mesterségesen kialakított, újonnan létrehozott felületekkel és mederbiztosított műtárgyakkal 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 vízhozamot,

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 egyenetlensége 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.

Classification Parameters

Selected Area Edits

Parameter: ManningsN

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

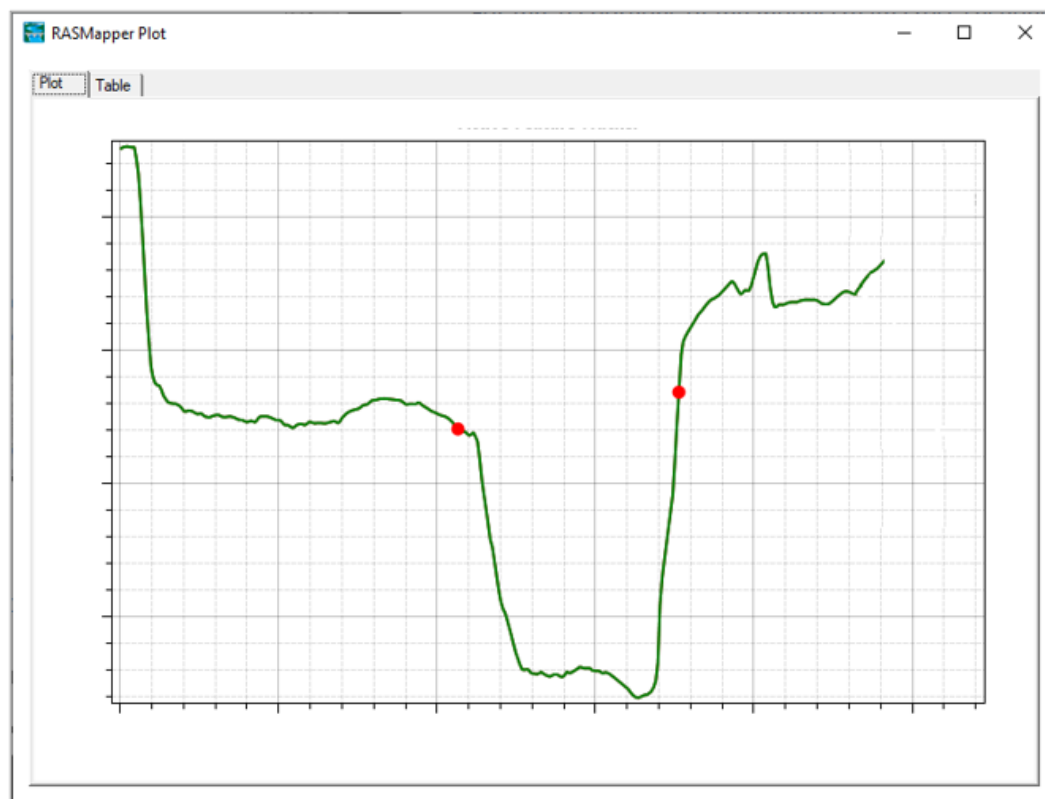
OK Cancel

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 benőttege 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, négyzet, 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

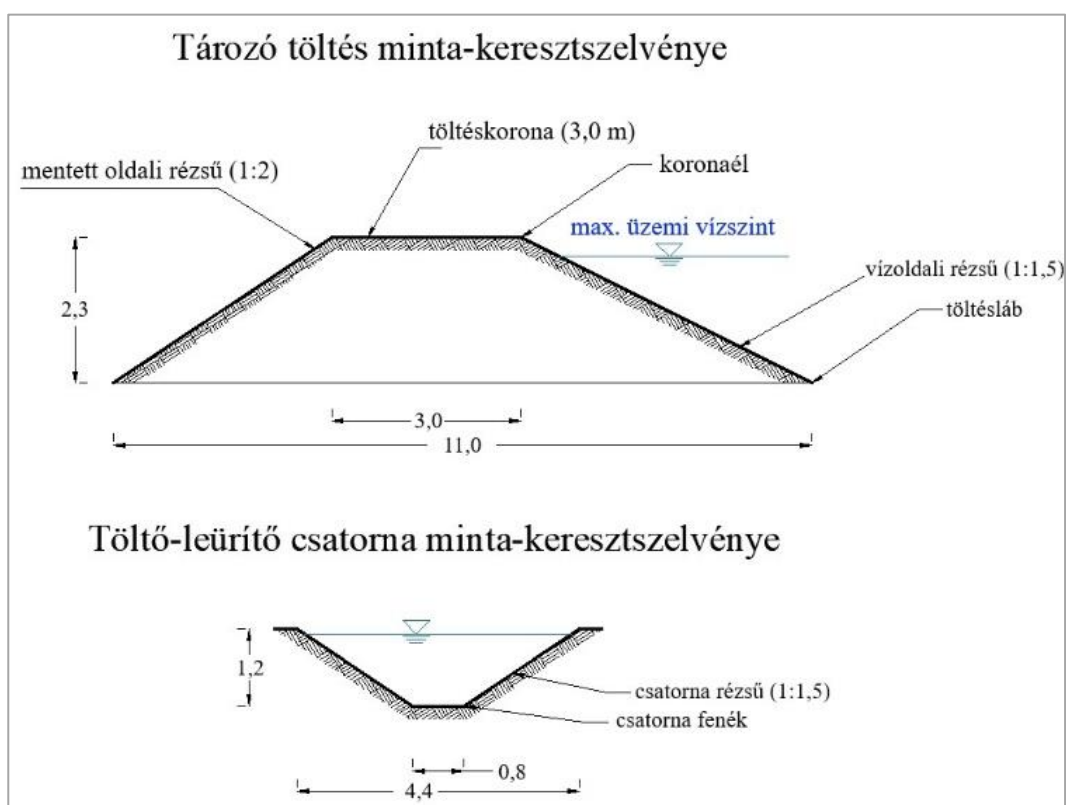
A terepmodell elkészítése során a felmért területet körbe-kerítettük, az így létrehozott 3D-s vonallánc (melynek minden töréspontja ismert magasságú pontokat köt össze, így a vonal maga is magassággal rendelkezik) hossza 3 361 m, vagyis ilyen hosszú töltéssel vehető körbe a tározó. Meg kell jegyezni, 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-mintakeresztmetszelvényt (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 állóképességi 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-keresztmetszelvényeket 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)



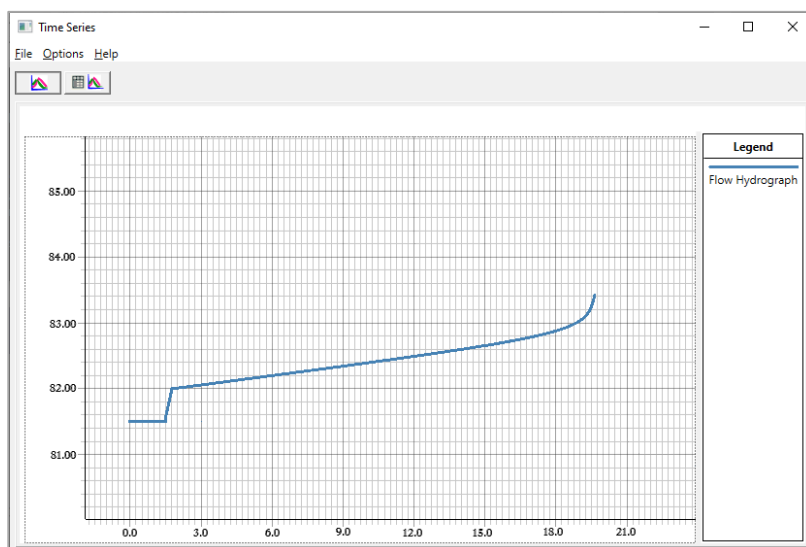
10. ábra. Jellemző minta-keresztmetszvények (Képernyőfotó: Luczó Á.)
 Figure 10. Typical sample cross-sections (Screenshot by Á. Luczó)

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 költségterítéseket 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 költségterítések, valamint a különböző földmunkák költségterítései. 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 költséghatékony 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 kanalakat és/vagy tolólapokat ennek megfelelően állítja be. Ezt követően a humuszméntési tervben előírtak szerint kezelt humuszmenyisígyet 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 töltéstartással. 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 tükört 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) tükörre 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 tükörre 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 földeszsákokkal 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 vízfolyások dinamikája jelentősen megváltozik. A főcsatornában lévő lamináris vízmozgás a műtárgy megnyitása után megváltozik, vízgrás 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 vízépítési 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 vízépítési/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
Vízépítési 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 aszálykárral 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-Rosszardó 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-

párolg, 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 Hármas-Körös 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 képző 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 körvonala-zott 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 előntési 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, amiben 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

zárnai a kiugróan (átlagostól jelentősen eltérő) csapadéksze-gény, illetve kiugróan csapadékos éveket, majd az átlagos-hoz jól közelítő idősorokból 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 megtérü-lése milyen időintervallumban lesz mérhető.

3. A környékbéli talajvízállások összehasonlítása a tá-rozó üzemeltetése előtt és azt követően, távolhatás (talaj-víz-távolhatási görbe) meghatározása: a tározó üzemelte-tésének a közvetlen kedvező hatásokon (öntözővíz-szol-gáltatás, szabadon párolgó vízfelszín stb.) közvetett hatásai is jelentkezhetnek. Az egyik ilyen kedvező hatás lehet a merderfenéken, illetve a töltéstesteken keresztül a tározótérből elszivárgó víz környező talajvízállásokra gyakorolt hatása. A megváltozó csapadékvizonyok, a megnövekedő párol-gás, illetve a csökkenő felszíni vízhozamok miatt a talajvíz-tükör süllyedése az Alföld ezen részén egyértelműen megfi-gyelhető. Ezt a hatást (még ha csak pár száz méter, vagy 1-2 km távolhatásról is van szó) csökkentheti, vagy akár ellen-súlyozhatja 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 tározótértől egyre távolodva folyamatosan fi-gyelemmel kísérhető a talajvízállás változása, kellően sűrű hálózat esetén akár a talajvíz áramlásának iránya is megha-tározható. 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 környé-ken nem áll rendelkezésre relevánsnak tekinthető talajvíz-szint-figyelő kút, de a talajvízáramlás iránya minden bi-zonnyal a Kettős-Körös folyó felé mutat).

4. Az esetlegesen megváltozó üzemkörülményeknek megfelelően a tározóterület és vízkormányzás módjának módosítása: előfordulhat, hogy egymást követő csapadék-ban gazdagabb évek során az öntözővíz-igények csökken-nek, így nem lesz szükség a tározó maximális üzemi víz-szinten történő üzemeltetésére. Itt mérlegelni kell, hogy a kisebb vízállások a sekélyebb tározóterületen nem okozhat-nak-e vízminőségi problémákat. Erre megoldás lehet a tá-rozó kazettázása, azaz több, kisebb részegységre történő fel-bontása, ami jellemzően a tározótöltésnél alacsonyabb ma-gasságú keresztirányú osztótöltés és vízkormányzó műtárgy építésével biztosítható. Ebben az esetben a töltő-űrítő csa-torna és a keresztöltés találkozásánál kialakított műtárgy (kisebb zsilip, átereszt, bukó) zárásával a beérkező víz csak az első kazettát fogja feltölteni, és megakadályozzuk a to-vábbi kazettába történő átjutást. Az időjárási körülmények hirtelen megváltozásával természetesen szükség lehet a tá-rozó 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 auto-matikusan is végbemegy a gravitációs úton történő átbukás. Ebben az esetben figyelemmel kell lenni a vízgázás jelensé-gére, 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 elszívárgásának monitorozása: abban az esetben, ha a tározóból nincsen öntözővíz-szolgáltatás, érdemes lehet a természetes elszívárgást 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-mezogazdasagi-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.ekozmu.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 Karán 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)*

A Fekete-Körös - Fehér-Körös közötti öntözőrendszer koncepciója

Kisházi Péter Konrád

nyugalmazott Árvízvédelmi és Folyószabályozási osztályvezető (KÖVIZIG) (e-mail: kishazipeter@t-online.hu)

DOI:10.59258/hk.19239



Kivonat

Napjaink éghajlatváltozásának egyik következménye, a mind gyakrabban előforduló vízhiány szükségessé teszi a vízhasznosítási művek fejlesztését. A Fehér- és Fekete-Körös, valamint az országhatár által határolt 8 838 ha területű Nagydelta Fekete-Körösből való öntözővízellátása szempontjából egyaránt kedvezőek a terepadottságok és a meglévő belvízcsatornák. A Gelvácsi főcsatorna és a Gelvácsi 9. csatorna bővítésével, valamint a Fekete-Körös bp. 19+900 tkm-be tervezett szivattyús vagy gravitációs vízkivétellel ellátható lenne akár a teljes Nagydelta, de célszerűségi okokból csak a terület Gyulavári főcsatornáig terjedő része kapná az új gerinccsatornából a vizet. A maradék terület alapértelmezetten a Kisdelta leürítő műtárgyán át a Fehér-Körös duzzasztott vízteréből kivezetett vizet kaphat. A gravitációs vízkivétel csak duzzasztó építésével valósulhat meg. Műszakilag legegyszerűbben a Fekete-Körös 19,15-20,05 fkm szakaszán (román területen) létesülő átvágásban épülhetne meg a mű. Műszakilag bonyolultabban, ám magyar területen a 15,48-15,69 fkm között, a Morgófoki vízkivétel alatt, a 15,57 fkm körül is lehetne duzzasztót építeni. Bárhol is épüljön meg a duzzasztó, jelentős határon átnyúló hatással bírna. A mederből 2,0 m³/s kapacitással lehetne vizet kivenni, mely részben vagy egészben átvezethető lenne a Fehér-Körös Gyulai duzzasztó feletti bögéjébe, onnan pedig az Élővízcsatornába, miáltal helyiből térségi jelentőségűvé válna a beruházás. A síkvidéki tározókkal kiegészülő Sebes-Körös és Fekete-Körös közötti összekötő csatornarendszer és a jelen közleményben bemutatott fejlesztés együttes eredményeként nagyívű, akár határon átnyúló, komplex vízgazdálkodási fejlesztés jönne létre, mely maximálisan hasznosíthatóvá tenné a Körös-vidék saját felszíni vízkészletét. Jelen földrajzi viszonyok között nehezen képzelhető el a bemutatott elképzeléseken túli hazai fejlesztési lehetőség.

Kulcsszavak

Öntözésfejlesztés, vízátervezés, határon átnyúló hatások, Fehér-Körös, Fekete-Körös.

The concept of the irrigation system between Rivers Fekete-Körös - Fehér-Körös

Abstract

The recent climate changes require developing of the water resource utilities. The *Nagydelta* area bounded by the *Rivers Fekete-Körös and Fehér-Körös* represents favourable conditions for irrigated agriculture activities because on one hand the *Fekete-Körös* provides the necessary water resources, on the other hand, the terrain conditions are favourable for irrigated land use, the existing open canal drainage system provides the necessary water conveyance capacities. The water supply could be provided for the entire *Nagydelta* by the increased capacities of *Gelvácsi* main and the *Gelvácsi 9* affluent canals, and by the gravitational or pump-based water withdraw planned on the left bank at 19+900 levee km. However, based on some reasonable considerations, the new ridge canal would provide water only for the *Nagydelta* area stretching to the *Gyulavári* main canal. The rest of the area could be supplied by water taken from the dammed *River Fehér-Körös* via *Kisdelta* outlet. Gravitational water withdraw could only made in case of constructing a damming facility. The later one could be raised in the technically easiest way on the Romanian reach of the *Fekete-Körös* in the cutoff between 19.15-20,05 river fkm. A bit more complicated but it is possible to build the dam on the Hungarian reach between 15.48-15.69 fkm, downstream of water withdraw *Morgófoki*. Wherever the dam would be raised it had cross-border effects. The water withdraw from the rivet channel could be of 2.0 m³/s and that partly or entirely conveyed over into the dammed reach of *River Fehér-Körös* upstream of *Gyulai*-dam. From the latter one the water could be conveyed into the canal *Elővízcsatorna*. As a result, the project would turn from a local measure into a regionally important scale.

Keywords

Irrigation development, water transfer, transboundary impacts, River Fehér-Körös, River Fekete-Körös.

BEVEZETÉS

Az Alföld mindig aszályveszélyes táj volt. Nincs ez más-ként napjainkban sem. A kontinentális éghajlat eleve kó-dolja a szélsőséges időjárás eseményeket, és az éghajlat-változás következtében a szélsőségek, így az aszályos, víz-hiányos időszakok gyakorisága még fokozottabban megfi-gyelhető. Az utóbbi évek aszályai miatt egyre inkább hát-térbe szorul a belvízmentesítés, a társadalom kénytelen az öntözésfejlesztés lehetséges útjait keresni. Ma még nem jutott odáig a gazdasági környezet, hogy abszolút el-sőbbséget kapjon az öntözés, de ha folytatódik az aszá-lyok sorozata, elkerülhetetlenné fog válni olyan, ma még gazdaságtalan fejlesztések végrehajtása, amelyek

legalább rész megoldást nyújthatnak a kínzóvá váló víz-hiány kezelésére.

A Körös-vidéki Vízügyi Igazgatóság (KÖVIZIG) lapja, a Körösvidéki Hírlevél XXXIV. évfolyam 2. szá-mában közölt (Kisházi 2024), síkvidéki tározókkal kiegé-szülő Sebes-Körös - Fekete-Körös közötti összekötő csa-tornarendszer és a jelen közleményben bemutatott koncepció együttes eredményeként nagyívű, akár határon átnyúló, komplex vízgazdálkodási fejlesztés jönne létre, mely ma-ximálisan hasznosíthatóvá tenné a Körös-vidék saját fel-színi vízkészletét. A terület földrajzi viszonyai között ne-hezen képzelhető el a bemutatott elképzeléseken túli hazai fejlesztési lehetőség.

Jelen közlemény egy látszólag partikuláris jelentőségű, ám akár transznacionális hasznot is nyújtani képes műszaki alternatívát kíván ismertetni. Alapvetően a Fekete-Körös (amúgy kritikus időszakban erősen korlátozott) vízkészletének meglévő mű célirányos bővítésén alapuló, többoldalú hasznosítását célzó koncepcióról van szó.

A TERÜLET ISMERTETÉSE

A Fehér-Körös és Fekete-Körös, valamint az országhatár által határolt mentesített árterület (Nagydelta) 8 838 ha területű. Itt található a 3 688 ha-t elfoglaló Mályvádi árvízvédelmi szükségtározó (ezen belül a 2 051 ha-os Mályvádi erdő), illetve az 597,1 ha területű Kisdelta árvízi szükségtározó. A terület művelési ágairól az 1. táblázat nyújt információkat.

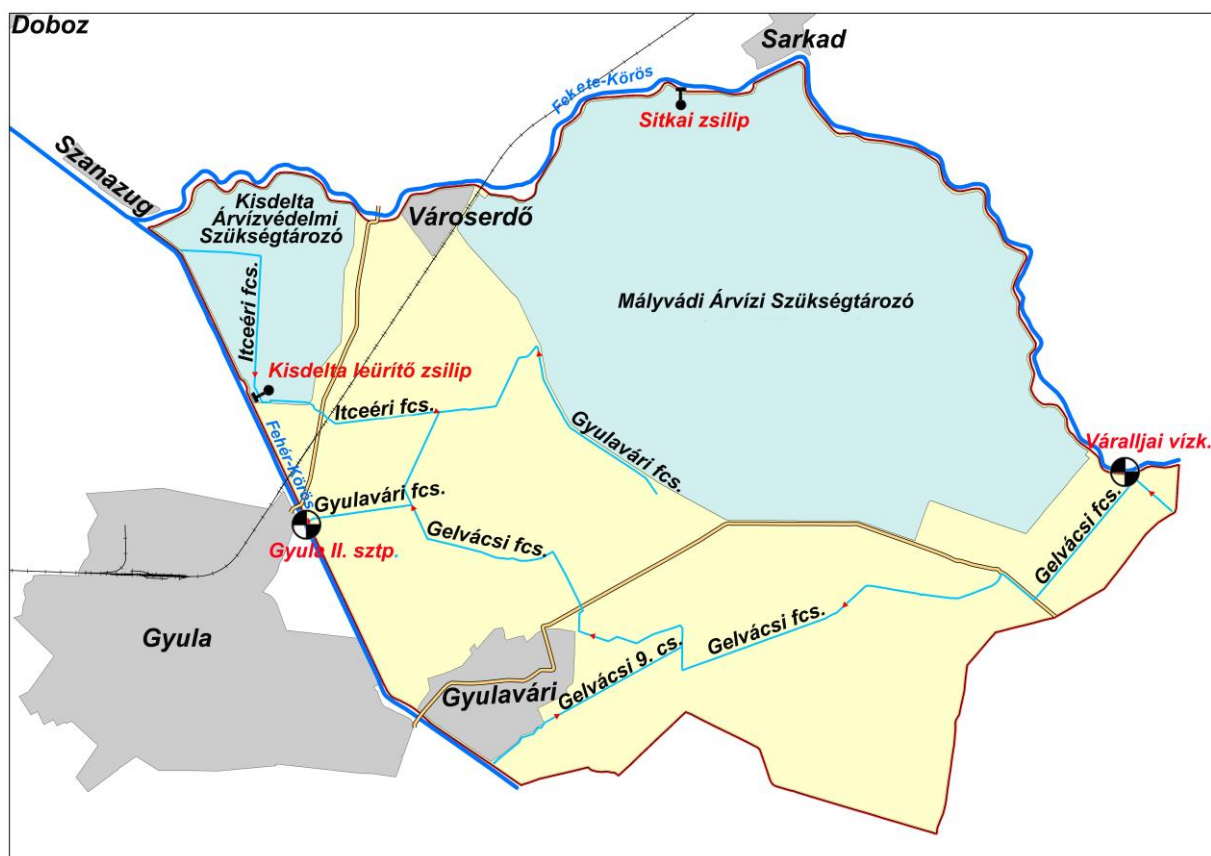
Az 1. ábrával szemléltetett területen 109,586 km KÖ-VIZIG kezelési belvízelvezető-kettősműködésű-öntöző csatorna található. A Gyulavári főcsatorna által összegyűjtött belvizeket a Gyula II. szivattyútelep juttatja a Fehér-Körös folyóba.

A csapadékeloszlás egyenetlen, a nyári hónapok nem ritkán aszályosak. A terepesés kétirányú: É-D, illetve K-NY, melyet a 2. ábra szemléltet. A következő ágazati használatban lévő DDM-5 domborzatmodellről készített domborzati térképen (2. ábra) a nyilak ellenesésűek és a metszősíkok szelvényezésének irányát mutatják.

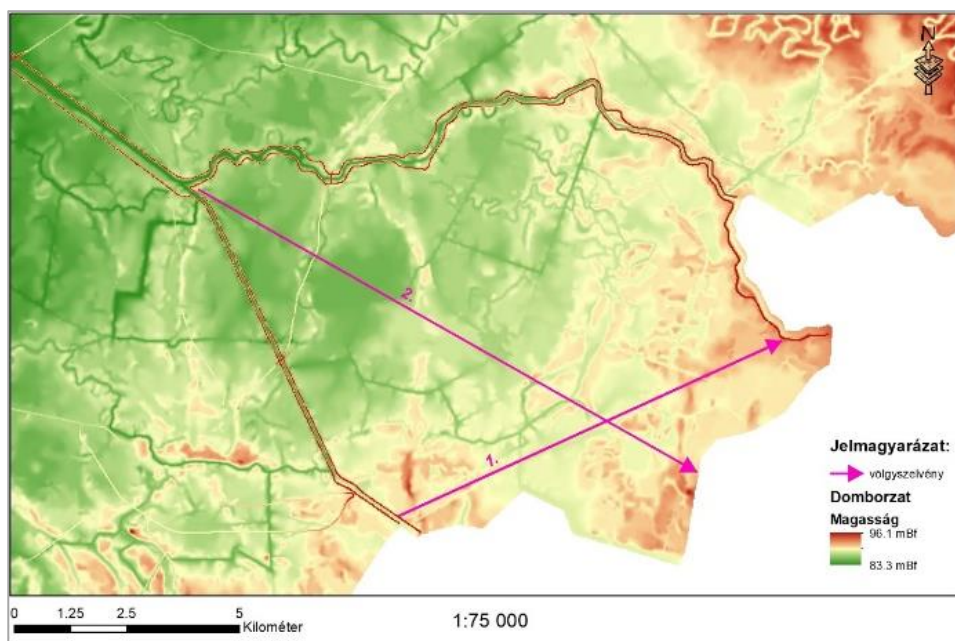
A 3. és 4. ábra a 2. ábrán feltüntetett metszősíkok mentén felvett völgyszelvényeket mutatja be.

1. táblázat. Művelési ágak megoszlása a Nagydelta területén
Table 1. Land use in the Nagydelta area

Művelési ág	Terület [ha]	Arány [%]
Szántó	4 153,9535	47,00
Kert, szőlő	0,0000	0,00
rét, legelő	1 944,4038	22,00
Erdő	2 032,7858	23,00
Belterület	353,5279	4,00
Egyéb	353,5279	4,00
Összesen: Total:	8 838,1989	100,00



1. ábra. A Nagydelta részletes helyszínrajza
Figure 1. Local scheme of Nagydelta with details

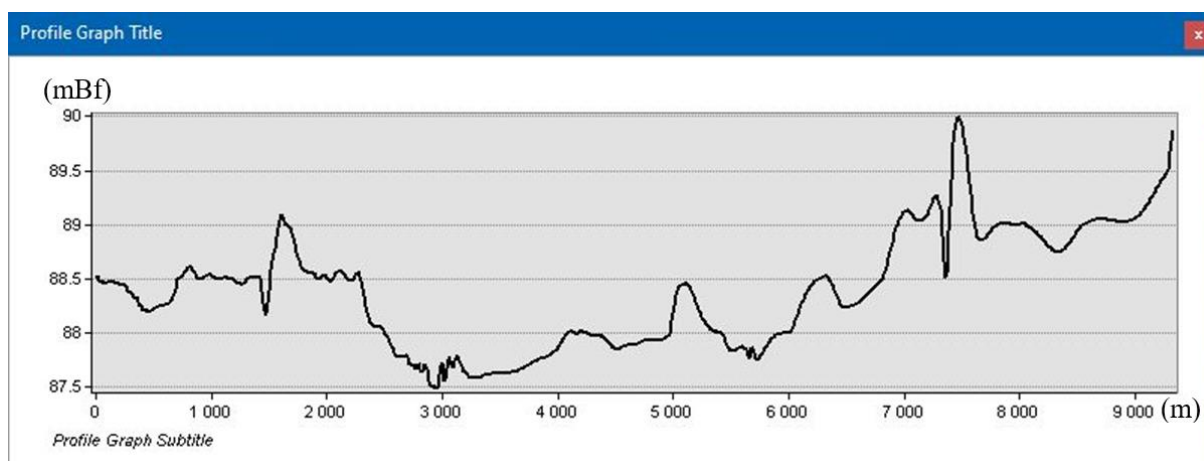


2. ábra. A Nagydelta terepadottságai (DDM-5 Domborzatmodell képernyőfelvétel)

Megjegyzés: a nyílak ellenesésűek és a metszősíkok szelvényezésének irányát mutatják

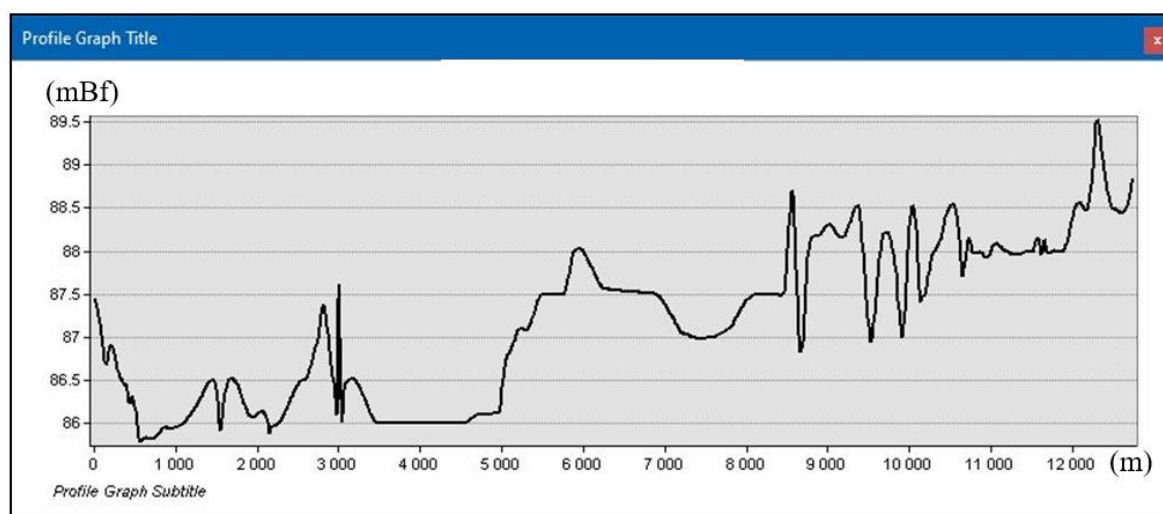
Figure 2. Relief of Nagydelta (DTM-5 Digital Terrain Modell screenshot)

Note: the arrows are opposite and show the direction of sectioning of the intersecting planes



3. ábra. 1. számú völgyszelvény (DDM-5 Domborzatmodell képernyőfelvétel)

Figure 3. Cross-section 1 of the area (DTM-5 Digital Terrain Modell screenshot)



4. ábra. 2. számú völgyszelvény (DDM-5 Domborzatmodell képernyőfelvétel)

Figure 4. Cross-section 2 of the area (DTM-5 Digital Terrain Modell screenshot)

A VÍZPÓTLÁS JELENLEGI LEHETŐSÉGEI

Jelenleg igen korlátos a Nagydelta öntözővíz ellátása. Napjainkban három jelentősebb vízkivétel történik, illetve lehetséges a Fekete-, illetve Fehér-Körösből az általuk közrezárt terület öntözővíz ellátására:

- Váraljai vízkivétel (Fekete-Körös bp. 19+291 tkm): kizárólag halastavi célra, szivattyús. Amennyiben megvalósulna a koncepcióban foglalt fejlesztés, megfontolást érdemelne a létesítmény megszüntetése és a víz-igény új, állami főműből történő kiszolgálása;
- Sitkai zsilip (Fekete-Körös bp. 9+343 tkm): $\phi 500$ mm, Mályvádi erdő ökológiai vízpótlás;
- Kisdelta leürítő műtárgy (Fehér-Körös jp. 2+823 tkm, 2*2000 mm): duzzasztott víztérből elláthatja az összefolyástól a Gyulavári főcsatornáig terjedő részöblözetet (Fehér-Körös duzzasztott vízszintje cca. 86,00 mBf., mely az Itceéri csatorna engedélyes belvízszintjét 66 cm-rel meghaladó szint). 2025-től tényleges vízbetáplálás történik a műtárgyon át.

A rendelkezésre álló vízkészlet a Körösök érkező vízhozamának és kis részben a Békési bőge egyéb célra (pl. Élővízcsatorna vízigénye) le nem kötött medertározott vízkészletének mindenkori összege.

A VÍZKIVÉTELI LEHETŐSÉGEK FEJLESZTÉSE

Az egyre szélsőségesebbé váló csapadékeloszlás okozta termelési kockázatok öntözésfejlesztéssel csökkenthetők. A fejlesztésnek alapvetően két elemre kell kiterjednie, vízkivételi műre és a vízszétosztó hálózatra.

A rendszer öntözővízzel való kiszolgálása a Fekete-Körös medréből lehetséges. A terepi adottságok miatt a Fekete-Körös bp. 19+900 tkm környezetében létesítendő rövid (50,0 m körüli hosszúságú) tápcsatornával a Gelvácsi főcsatornába lenne vezethető a Körösből kivett víz, amelyből azután a szükségleteknek megfelelően szét lehetne osztani azt.

A vízkivételi mű kialakítását két műszaki alapkoncepció mentén lehet megtervezni:

- szivattyús,
- gravitációs (szivornya, zsilip).

A tervezett szivattyús vízkivételi mű ismertetése

Mai viszonyok között szivattyús vízkivétel céljára elektromos szivattyúk alkalmazása jöhet szóba. A helyi adottságok állványcsőbe telepített „P” szivattyúk (pl. FLYGT P 7081) telepítését indokolják, melyek célszerű együttes vízszállítása $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Két, egyenként kb. $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ -es egység telepítésével megoldható a feladat. Várható villamos teljesítményigény 320 - 400 kW. A villamosenergia biztosítható hálózatról vagy saját (helyi) naperőműből.

Ez utóbbi tetszetős megoldást kínál, ám számos hátránnyal bír:

- üzeme szezonális, és akkor is esetleges;
- csak nappali üzemet biztosít, de adott esetben azt is csak korlátozott kapacitással;
- ha nem megoldott a megtermelt energia hálózati fogadása, erősen kétséges a gazdaságosság;

- a szóba jöhető vízkivételi hely közelében jelenleg nincs olyan (szigorúan véve kb. $1,0 \text{ ha}$, ám a felhős időszakokra gondolva ennél nagyobb) állami tulajdonú terület, amely alkalmas lenne a naperőmű telepítési helyének.

Ugyanakkor az is igaz, hogy az öntözési időszakban általában kiválóak a napelemek üzemeltetési feltételei. A fentiek miatt a mindenkori gazdasági szabályzók fogják eldönteni a napelemes energiaszolgáltatás kiépítési esélyét.

A hálózati megtáplálás jóval kevesebb bonyodalommal jár, viszont üzeme drágább és üzemelési költségeinek távlati alakulása kiszámíthatatlanabb, mint a hálózatra tápláló üzemmódú naperőmű. Mindenképp meg kellene oldani a hálózati csatlakozást és a hálózati feszültség helyi transzformátor állomással történő le szabályozását.

A szivattyúk a homorú kanyarlati szakaszon mederélhez kotort öbölben, NÁ 1000 mm függőleges állványcsőbe kerülnének telepítésre és szintén NÁ 1000 mm-es csövekkel, a mértékadó árvízszint (MÁSZ = 96,23 mBf) felett kereszteznék a töltést. A keresztezési szelvény magassági hiánya 1,40 m. Az előírt koronaszintet 5,0 m hosszan tartva, majd 1:20-as lejtőkkel kifuttatva kellene megvalósítani a keresztezés előírásokhoz igazítását. A nyomócsöveket nyomóaknába kell csatlakoztatni, ahol biztosítani kell a vízszugár energiájának megtörését.

Gravitációs vízkivétel lehetősége

Másik megoldásként a gravitációs vízkivezetés adódhat. Megbízható gravitációs vízkivételhez szabályozottan magas folyóbeli vízszintre van szükség, ami mindenképpen valamiféle duzzasztó műtárgyat igényel. Mivel a duzzasztás ésszerű felső határa a középvízi mederél –ami azonos a tágabb környezetre is érvényes terepszinttel-, viszonylag kis veszteségmagasság engedhető meg a vízkivételnél, ellenkező esetben túl szerénnyé válna a kivezethető hozam.

Az ésszerű mértékben beállítható felvízszint előzetesen becsülhető magassága 88,40-89,00 mBf (az Anti vízmércén 298-358 cm) közötti. Amennyiben 89,00 mBf közeli felvízszint tartható, megfontolásra érdemes a szivornyas vízkivétel. 60 cm nyomómagasság rendelkezésre állása esetén 4 db NÁ 700-as csőből kialakított szivornyas vízkivételi mű becsült vízszállítása $v = 1,30 \text{ m/s}$ vízsebesség mellett $4 \cdot 0,50 = 2,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Az esetleges tömítetlenségi hibák egyszerűbb elhárítása, a csövek szerelhetősége, valamint a külső állapotuk monitorozhatósága érdekében célszerű erőgép áthajtására méretezett lefedéssel kialakított vb. közműcsatornában vezetni a szivornyákat. Kiegészítő építményekként légtelenítő gépházra, valamint szívó- és nyomóaknákra lesz szükség.

88,40 mBf körüli duzzasztott vízszint esetén már a zsilipes vízkivétel lenne előnyös. NÁ 2000-es csövön 5 cm körüli hidraulikai veszteséggel kivezethető a $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ -os vízhozam. Sokkal kisebb átmérő nem javasolt, mert műtárgyellenőrzési, karbantartási szempontból a járható szelvény méret tekinthető előnyösnek.

VÍZSZINTSZABÁLYOZÁS

A vízszint szabályozásához duzzasztóműre van szükség. A legkisebb vízállás a Fekete-Körös Anti vízmércéjénél -98 cm volt 2000. 12. 09-én.

A következő adatok a fejlesztés szempontjából legjellemzőbb utolsó 30 év hidrológiai adatbázisából származnak. Az Anti vízmérce duzzasztás szempontjából fontos hidrológiai adatait a 2. táblázat mutatja be:

2. táblázat. Jellemző vízállások (cm) a Fekete-Körös Ant vízmércénél az 1994-2023 években
Table 2. Characteristic water levels (cm) at the Fekete-Körös Ant water gauge in the years 1994-2023

Jellemző vízállások	Tenyészedőszaki jellemző vízállások		Július hónap jellemző vízállásai		Tenyészedőszaki mértékadó vízállások	
	április-szeptember	szélsőérték hónapja	július	szélsőérték hónapja	április-szeptember	szélsőérték hónapja
Max:	946	2000.04.	709	1997.07.	526	2002.08.
Min:	-94	2000.11.	-60	1995.07.	-68	1995.08.
Átlag:	97		83		72	
Évi maximumok átlaga:	603		197		184	
Évi minimumok átlaga:	-53		47		35	

A bemutatott adatok alapján maximálisan $DZ = 4,56$ m vízszintkülönbséget (LKV mellett) kell tartania a tervezett duzzasztónak. Jellemzően $DZ = 2,61$ m vízszintkülönbségre (97 cm alvíznél) kellene számítani. A duzzasztómű telepítési helyére két opció is elképzelhető. Gazdaságossági szempont-

ból legelőnyösebb a Fekete-Körös 19,15-20,05 fkm szakasza, ahol is tisztán a Románia területén, száraz körülmények között, új mederben megépíthető lenne a tetszőleges szerkezetű duzzasztómű (5. ábra). A munkák során természetesen szükségessé válna a román oldali töltés áthelyezése is.



5. ábra. A duzzasztómű lehetséges helye román területen a Fekete-Körös Ant vízmércénél (Google Earth)
Figure 5. Optional location of the water dam in Romanian territory at the Fekete-Körös Ant water gauge (Google Earth)

A duzzasztó működésének biztosítása érdekében a Fekete-Körös bp. 19+800 tkm környezetében mederáttöltést kellene építeni.

A megvalósítás alapfeltétele a kétoldalú szándék megléte. Kölcsönös beruházási akarat birtokában a létesítési, üzemelési, fenntartási költségekre, a vízkészlet megosztására és az üzemeltetési szabályokra vonatkozóan állami megegyezés szükséges.

Üzemviteli szempontok miatt román területen a Tőz torkolata alatt, magyar területen pedig a vízkivételi múnél lehetőleg folyamatos vízhozammérést biztosító mérőállomásokat kellene létesíteni.

A bemutatottnál költségesebb, viszont hazai területen, a 15,48-15,69 fkm között, a Morgófoki vízkivétel alatt, a 15,57 fkm körül is lehetne duzzasztót építeni. Ez azzal az előnnyel is járna, hogy a jobb parti, a Gyepes főcsatornáig terjedő területekre is mód nyílna gravitációs úton kivett vizet szolgáltatni (6. ábra).

A régi medret a 15,55 fkm-nél lenne célszerű áttölteni. Az elgondolt mű megvalósításához (számos egyéb problémán túl) meg kell oldani a bal oldal domború partoldallal határolt előtereinek részleges feltöltését, mert a korábbi töltéserősítések anyaga ezen helyekről lett kitermelve, mégpedig úgy, hogy a kialakult új mederél névlegesen 50 cm-rel magasabb, mint a Békési duzzasztó által fenntartott duzzasztott vízszint.

A részleges feltöltés megvalósítható a középvízi meder duzzasztásmentes kisvízi időszakban végzett kiszélesítéséből nyerhető anyag felhasználásával.

A duzzasztás romániai hatásai, hatástávolsága külön vizsgálatok elvégzését igénylő kérdéseket képeznek. Előreláthatóan mód nyílna az Anti csatornára támaszkodó és a Fekete-Körös Arad-Nagyvárad műút-Országhatár közötti bal parti területein lévő, folyóközeli földek öntözésének támogatására is. A kialakuló osztószigetek mindkét telepítési hely esetében alkalmasak lennének hallépcső befogadására.

A duzzasztó létesítés komoly akadályokba ütközne mind a magyar, mind a román hatóságok részéről, melyek legyőzése ma szinte lehetetlennek tűnik. Ugyanakkor a jövőben nem elképzelhetetlen a vízgazdálkodást érintő hatósági szemlélet módosulása és az hogy az esetleges további,

súlyos aszályok átírják a jelenlegi szabályzókat, igényeket. Mindent egybevetve ma a szivattyús vízkivétel tűnik reálisabbnak. Amennyiben megvalósulna, nem lehetetlenülne el a későbbi duzzasztós megoldás, akkor legfeljebb megszűnne a szivattyús üzem.



6. ábra. A duzzasztómű lehetséges helye magyar területen a Morgófoki vízkivétel alatt (Google Earth)
Figure 6. Optional location of the water dam in Hungarian territory below the Morgófok (Google Earth)

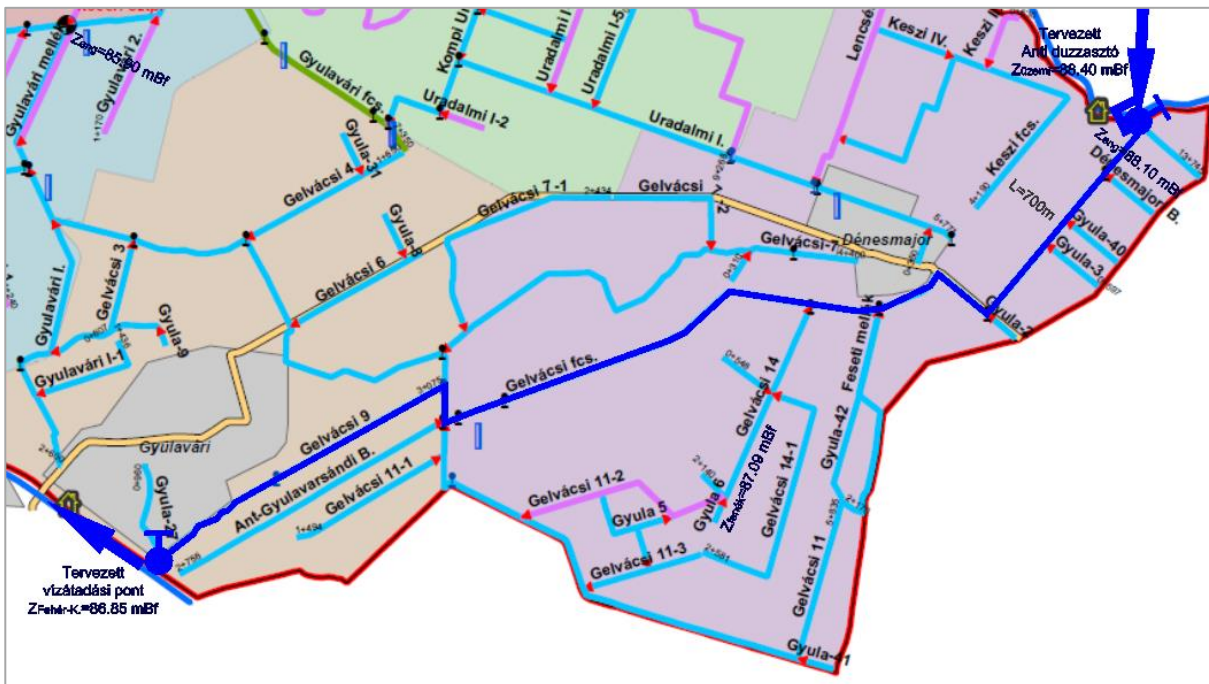
A TERVEZETT ÖNTÖZŐ FŐCSATORNA ISMERTETÉSE

A Fekete-Körösből kivett víz akkor hasznosulhat, ha eljut a felhasználási helyre. A vízszétosztó rendszer gerincét a Gelváci főcsatorna 5+211-13+070 cskm közötti szakasza és a Gelváci-9-es csatorna alkotja. A vízkivételi hely és a Gelváci főcsatorna 13+070 cskm szakaszát egy 50 m hosszú, új tápcsatorna kötné össze.

A fenti elemekből álló, 7. ábra szerinti, sötétkék vonallal megrajzolt gerinccsatorna kapcsolatot teremtené

a Fekete-Körös és a Fehér-Körös között, így a két Körös alkotta egész deltára lehetővé tenné a gravitációs vízszétosztást.

Azon időszakokban, amikor a Fekete-Körös vízkészlete elegendő, ugyanakkor a Fehér-Körös nem képes megfelelő mértékben kielégíteni az Élővízcsatorna vízigényét, a gerinccsatorna segítségével 2,00 m³/s erejéig lehetségessé válna az Élővízcsatorna fekete-körösi eredetű vízpótlása.



7. ábra. A tervezett öntöző főcsatorna helyszínrajza
Figure 7. Location of the planned main irrigation canal

A gerinccsatorna mintaszelvényének főbb méretei: fenékszélesség: 2,0 m, rézsúhajlás: 1:1,5, vízmélység: $2,06 \div 1,87$ m. A csatorna esése konstans, $i = 0,146$ ‰. A csatorna méretezése a VMS-156 (1983) szerinti 1D permanens modellel történt. A Manning-Stickler tényező értéke $k = 20$ -szal lett számításba vonva.

A gerinccsatorna összesen tizenkilenc keresztező műtárggyal bír. Ezek mindegyike átépítést kíván. Az új műtárgyak egységesen $2 \times 1,50 \times 1,50$ m nyílással lettek figyelembe véve. $Q = 2,00$ m³/s vízszállítás mellett egyenként 2,0 cm hidraulikai veszteséget okoznak. A csatornák jelenlegi méreteit módosítani kell: szélesítést, illetve mélyítést igényelnek.

Műszaki koncepcióról lévén szó, nem készültek felmérések, ezért a 3. táblázatban bemutatásra kerülő munka-

igényt csak a KÖVIZIG belvízvédelmi hossz-szelvényeiről levezetett durva becsléssel lehet érzékeltetni.

A vízkormányzás érdekében szükségessé fog válni egyes átereszek tiltós kialakítása, illetve néhány csatlakozó csatornánál tiltós műtárgy építése.

A Gelváci főcsatorna 5+336 cskm szelvényében keresztezi a Fekete-Körös és a Fehér Körös közötti lokalizációs töltés 2+881 tkm szelvényét. A Gelváci főcsatornából induló, 700 m hosszú, a Fekete-Körös és a Fehér Körös közötti lokalizációs töltést annak 8+900 tkm-ében keresztező új csatornával össze lehetne kötni a Mályvádi tározóban lévő Keszi főcsatornával. A Keszi főcsatornából szétoszthatóvá válna a Mályvádi tározó keleti részére szükséges öntözővíz. A vízszétosztást végző egyéb csatornák a 7. ábra szerinti helyszínrajzon kék színnel vannak feltüntetve (KÖVIZIG 2024a).

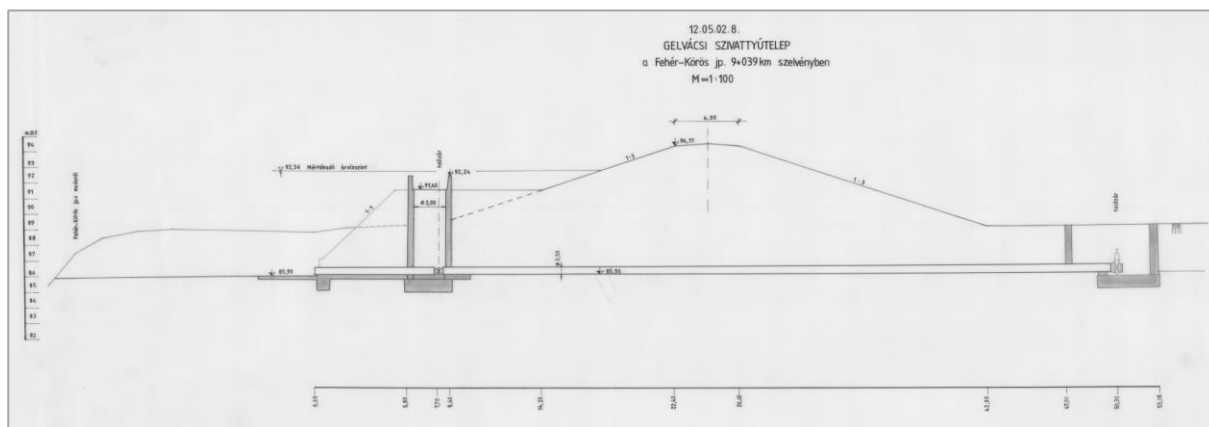
3. táblázat. A Gelváci főcsatorna átépítéséhez szükséges becsült földmunka
Table 3. Estimated volume of groundwork of the reconstruction of the Gelvác main canal

	Átlagos		L	V
	Mélyítés	F		
	[m]	[m ²]	[m]	[m ³]
Gelváci-9. csatorna	0,89	14,74	3 070	45 252
Gelváci főcsatorna 5+211-11+021 cskm	0,34	5,35	5 810	31 084
Gelváci főcsatorna 11+022-13+070 cskm	0,57	7,73	2 049	15 839
Tápcsatorna	3,32	23,17	50	1 159
Földmunka összesen:				93 333

A TERVEZETT FEHÉR-KÖRÖSI VÍZPÓTLÓ MŰTÁRGY ISMERTETÉSE

Vízbeadás céljára NÁ 2000-es zsilipes műtárgyat kellene építeni. A műtárgyat célszerűen a régi Gelváci sziv-

vattyútelep helyén lehetne megvalósítani. Az egykori szivattyútelep a Fehér-Körös jp. 9+039 tkm szelvényében volt, melynek egykori keresztező műtárgyát szemlélteti a 8. ábra.



8. ábra. A Gelváci szivattyútelep felhagyott, injektált műtárgyának hosszszelvénye
Figure 8. Overgiven Gelvác-pump station, longitudinal profile of injected structure

NÁ 500-as acélcső keresztezte a védvonalat. Folyási fenékszintje 85,96 mBf volt. Az előtéri aknákat elbontották, a hullámtéri csatornát feltöltötték, a nyomócső ugyan bennmaradt, de injektálásra került.

Az új műtárgy tervezett folyási fenékszintje 84,80 mBf, tervezett üzemi vízszintje 86,80 mBf. A $Q = 2,00$ m³/s vízszállítás mellett a becsült nyomásvesztés 5,3 cm, vagyis a Fehér-Körös duzzasztó-felső vízmércéjére vonatkoztatva 86,75 mBf +a duzzasztó és a műtárgy kö-

zötti 2,0 km-es szakasz vízszintkülönbsége szolgáltatja a befogadónál megengedhető max. vízszintet.

A két szelvény közötti esést kilométerenként 5,0 cm-re becsülve 86,70 mBf (azaz 167 cm-es) duzzasztói vízállás mellett a Fehér-Körösbe vezethető a 2,00 m³/s hozamú vízpótlás. A keresztezési szelvényben a Fehér-Körös jp-i töltése 1,38 m magassági hiánnyal bír. A Gyulai duzzasztómű engedélyezett üzemi vízszintje +180 cm (86,83 mBf). 2002-2022. között az átlagos duzzasztási szint 165 cm (86,68 mBf) volt.

ÜZEMELÉS

A gerinccsatornából ellátható lenne:

- a Fekete-Körös és Fehér-Körös közötti lokalizációs töltés-Országhatár közötti terület,
- A Fekete-Körös és Fehér-Körös közötti lokalizációs töltés-Gyulavári főcsatorna közötti teljes terület, ezen belül:
 - Gyulavári belterülete,
 - Mályvádi tározó akár teljes területe,
- Élővízcsatorna.

A gerinccsatorna elvileg ki tudná szolgálni a Gyulavári főcsatornától nyugatra eső maradék területet is, de azt célszerűbb közvetlenül a Fehér-Körösből ellátni. A Fekete-Körös bp. 9+343 tkm-ben lévő Sitkai zsilipből továbbra is ellátható lenne a Mályvádi tározó nyugati területe.

A Kisdelta tározóból ellátható lenne:

- a Kisdelta tározó területe;
- az összefolyástól a Gyulavári főcsatornáig terjedő terület.

A KÖVIZIG Hírlevélben közölt (*Kisházi 2024*) koncepcióterv szerint mód nyílna a Sebes-Körös - Fekete-Körös közötti összekötő csatornarendszer kialakítására. Az elképzelés része a 14,0 millió bruttó m³ (10,5 millió nettó m³) átfolyásos, ezáltal stabilan jó vízminőséget szolgáltatni tudó tározókapacitás kiépítése.

Ha megvalósulna az elképzelés, akkor a Sarkad-Sitkai szivattyútelepnél maximálisan 5,13 m³/s vízhozamot lehetne juttatni a Békési duzzasztó bögéjébe. Ebből a vízből a Sitkai zsilipen és a Kisdelta leürítő műtárgyán keresztül lehetne hasznosítható vízkészletet juttatni a Fekete-Körös - Fehér-Körös - Országhatár által közrezárt terület számára, egyúttal az átvezetett vízkészlet erejéig többlet készlethez jutna a Fekete-Körösre tervezett vízkivételi mű. Jelen kidolgozottsági szint mellett nem lehet reális költségbecslést készíteni.

A koncepció nem tudja megnövelni a Körös-vízrendszer hasznosítható vízkészletét. A Fekete-Körös és Fehér-Körös hazai vízgyűjtőjén nincs lehetőség gravitációs üzemmű, megfelelő vízminőséget gazdaságosan és kiszámít-

hatóan szolgáltató tározó létesítésére. Legfeljebb az elképzelt új duzzasztó által biztosított (nem jelentős mennyiségű) medertározott víz ökológiai hozammal csökkentett tömege növelhetné a hasznosítható mennyiséget, de azt is csak szivattyúval lehetne kivenni. Eredménye viszont az, hogy a Fekete-Körös még mindig bővizűbb, mint a Fehér-Körös, ami esélyt nyújthat arra, hogy a megye három jelentős településének, Békéscsabának, Gyulának és Békésnek városképét, valamint a környező területek ipari és mezőgazdasági vízellátását biztosító Élővízcsatorna kritikus időszakban kaphatna némi többlet vizet.

A Sebes-Körös - Fekete-Körös közötti, síkvidéki tározókkal kiegészített összekötő csatornarendszer és az előzőekben bemutatott nagydeltai koncepció eredményeként nagyívű, akár határon átnyúló, komplex vízgazdálkodási fejlesztés jönne létre, mely maximálisan hasznosíthatóvá tenné a Körös-vidék saját felszíni vízkészletét. Jelen földrajzi viszonyok között nehezen képzelhető el a bemutatott elképzeléseken túli hazai fejlesztési lehetőség.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönöm dr. Iritz Lászlónak, angol tudásom hiányát leplező értékes és önzetlen segítségét, valamint Kocsor Istvánnak, a KÖVIZIG Informatikai és Téradat Osztálya szakágazati vezetőjének, a DDM modell alapján elkészített terepmetszeteket.

IRODALOMJEGYZÉK

Kisházi P.K. (2024). A Sebes-Kettős-Fekete-Körös közötti területek vízpótlásának műszaki koncepciója, avagy a körös-völgyi hidrotanizátor. Körösvidéki Hírlevél a Körös-vidéki Vízügyi Igazgatóság lapja XXXIV. évfolyam 2. szám.

KÖVIZIG (2024a). 12.05. Mályvádi árvízvédelmi szakasz árvízvédelmi terve, Körös-vidéki Vízügyi Igazgatóság.

KÖVIZIG (2024b). 12.07. Belvízvédelmi szakasz, 71. sz. Fehér-Fekete-Körös közti belvízrendszer belvízvédelmi terve, Körös-vidéki Vízügyi Igazgatóság.

VMS156 (1983). Permanens áramlás felszínigörbéjének meghatározása vízfolyásokban. Vízügyi Műszaki Segédlet.

Google Earth (letöltés: 2025.04.15.)

A SZERZŐ



KISHÁZI PÉTER KONRÁD okleveles építőmérnök, hidrológiai szakmérnök. 2000-2025 között, nyugdíjba vonulásáig a KÖVIZIG Árvízvédelmi és Folyószabályozási osztályvezetője volt. Többek között Vitális Sándor szakirodalmi névórájával kitüntetett MHT tag.

Történelmi pillanatkép

Rovatvezető: Fejér László, címzetes egyetemi docens, a Magyar Hidrológiai Társaság tiszteleti tagja, az MHT Vízügyi történelmi bizottság elnöke.

Dégen Imre és a bajai Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikum (alapítás és a kezdet)

Albert Gábor^{1,2}

¹ történész, Nemzeti Községi Egység Egyetemi Levéltár és Ludovika Gyűjtemény (e-mail: albert.gabor@uni-nke.hu);

² tudományos főmunkatárs, Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar (e-mail: albert.gabor@szte.hu)

DOI:10.59258/hk.19237



Kivonat

Az Országos Vízügyi Főigazgatóság vezetője, Dégen Imre kulcsszerepet játszott a bajai Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikum 1962. évi alapításában. Az intézmény működtetésének beindítását az OVF szakemberei, különösen Kertai Ede főosztályvezető, Wisnovszky Iván főmérnök, Varga József személyzeti osztályvezető, továbbá Kiss György bajai vízügyi igazgató segítették. Írásunk egykori könyvtári szakmunkák, továbbá jubileumi évkönyvek vonatkozó részeit felhasználva rekonstruálja a fiatal intézmény alapításával és a működés belső mechanizmusainak kiépítésével kapcsolatos döntéseket. Kutatásunk újabb levéltári források bevonásával, így a Nemzeti Községi Egység Egyetem Vízstudományi Karán őrzött egyetemi/kari dokumentumokkal, valamint a Környezetvédelmi és Vízügyi Levéltár vonatkozó iratsomóival egészül ki. Korabeli szemtanúk visszaemlékezései segítik a téma újabb adatfeltárását, komplex történelmi feldolgozását. Így az eddigi értékes szakmunkák újabb tényekkel egészülnek ki.

Kulcsszavak

Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikum, műszaki-vízügyi középkaderképzés, szaktechnikus-képzés.

Imre Dégen and the Higher Water Management Technical School in Baja (founding and the beginning)

Abstract

Imre Dégen, the head of the National Water Directorate, played a key role in the establishment of the Higher Water Management Technical School in Baja in 1962. The launch of the institution's operation was supported by experts from the Directorate, particularly Ede Kertai, head of department, Iván Wisnovszky, chief engineer, József Varga, head of the personnel department, and György Kiss, the water management director of Baja. Using former bibliographic works and relevant sections from anniversary yearbooks, our paper reconstructs the decisions related to the establishment of the young institution and the development of its internal operational mechanisms. Our research is further enriched by new archival sources, including university/faculty documents held at the Ludovica University of Public Service's Faculty of Water Sciences and relevant file collections from the Environmental and Water Management Archives. The recollections of contemporary eyewitnesses assist in further data collection and provide a comprehensive historical analysis of the topic. Thus, new facts complemented the valuable professional works.

Keywords

Higher Water Management Technical School, middle-level cadre training, specialized technician training.

ELŐJÁRÓ GONDOLATOK

A Dégen Imre nevével fémjelzett történelmi periódusra az idősebb mérnök generáció hőskörként tekint vissza. Vízgazdálkodási politikájával összefüggésben az árvíz-és belvízvédelem megszervezésében játszott szerepét, a vízügyi szolgálat megszervezését, az ipari és lakossági ivóvízhálózat kiépítését, a társulati mozgalom újjászervezését, a modern vízépítőipar megteremtését hangsúlyozzák. Erdemei között Fejér László a vízügyi szakemberképzés magasabb szintre emelésében játszott szerepét is kiemeli, míg Ijjas István professzor a külön vízgazdálkodási szak-és tudományterület kidolgozását említi (*Fejér 2019, Ijjas 2019*). Mindkét terület a vízügyi szakoktatáshoz kapcsolódik. Dégen Imre az 1960-as évek elején a bajai felsőfokú vízügyi szakképzés beindításában, az 1960-as évek végétől pedig címzetes egyetemi tanárként a Budapesti Műszaki Egyetem oktatásában is részt vett. Mindkét tevékenysége a víz-

ügyi felsőoktatáshoz kapcsolódott. Ambicionálta a műszaki doktori cím megszerzését is, de ezt a tervét nem tudta megvalósítani. Fejér László 2020-as írása nyomán Mosonyi Emil visszaemlékezésére hagyatkozhatunk: Dégen Imre nem vált tudóssá (*Fejér 2020*). A személyiség történelmi szerepének megragadása nehéz feladat, finom elemzést és meggyőző helykijelölést igényel (*Pritz 2016*). Írásunkban igyekszünk objektív képet adni Dégen Imrének a vízügyi káderutánpótlás érdekében kifejtett erőfeszítéseiről és munkatársainak a bajai felsőfokú vízügyi szakképzés beindításában játszott szerepéről.

AZ 1961. ÉVI III. TÖRVÉNY ÉS A FELSŐFOKÚ TECHNIKUMOK

Az 1961. évi III. törvény a középfokú technikumok egy részének átszervezésével létrehozta a felsőfokú technikumok intézményrendszerét. A felsőfokú technikumok a leendő szaktechnikusok képzésére jöttek létre, tanszéki

rendszerrel működtek, államvizsgával zárultak és felsőfokú intézménynek számítottak. A végzett szaktechnikusok kellő elméleti és gyakorlati tudással felvértezve mint vezető közép-káderek a TSZ-ek, állami gazdaságok számára igen keresettek voltak. Magyarországon a felsőfokú technikum új intézménytípusból az 1960-as évek első felében 46 létesült (Czédli 1964a). Ezek egy része az 1970-es évek elején főiskolai rangra emelkedett. A felsőfokú technikumok ágazati szakosodása ismert: Hódmezővásárhely például állattenyésztésre, Orosháza takarmánygazdálkodásra, Kecskemét kertészetre, Baja pedig vízgazdálkodásra szakosodott. A bajai Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikum létrehozása beleillett tehát az 1961-es nagy oktatásszervezési reformfolyamatba (Szlávik 2022). A Magyar Forradalmi és Munkás-Paraszt Kormány az 1961. évi III. törvény alapján az Országos Vízügyi Hivatal jogelődje, az Országos Vízügyi Főigazgatóság (továbbiakban OVF) kezdeményezésére a 12/1962. (V.5.) sz. rendeletével létrehozta a Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikumot (Pump 1964). Feladatát Vukovány Attila, az Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság (továbbiakban ADUVIZIG) főmérnöke 1963-ban így határozta meg: „A Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikum feladata, hogy a vízgazdálkodás,

valamint a mezőgazdaság és ipar számára korszerű elméleti és gyakorlati felkészültségű felsőfokú ismerettel rendelkező szakembereket képezzen és neveljen, akik a vízgazdálkodás valamennyi szakágazatában előforduló tervezési, építési, üzemeltetési munkák, valamint a vízügyi igazgatás területén egyaránt képesek önálló munkakör betöltésére. Ennek megfelelően szakmai gyakorlatukat és rátermettségüket figyelembe véve általában olyan beosztásba helyezhetők, amelyeket ma a műszaki tisztek töltenek be a vízügyi szervezetekben.” (Vukovány 1963). Dégen Imre érdeme, hogy az 1961-es nagy oktatásszervezési reformot a vízügyi közép-kádereképzés megújításának szolgálatába tudta állítani, az oktatási reformnak köszönhetően egy önálló felsőfokú vízgazdálkodási technikum létrehozására, Baján való elhelyezésére és a szakmai felügyeleti jogok gyakorlására nyílt lehetősége. Ahogyan Wisnovszky Iván egy 1969-es írásában fogalmazott: „A vízügyi szakoktatás a vízgazdálkodás fejlesztésének egyik pillére. Ez a felismerés vezette a vízügyi szervezet vezetőit az 1960-as évek elején a szakmai képzés új rendjének kialakítására. Alkalmat adott a rendezésre az akkori oktatási reform, főként az ennek keretében kialakított szakközépiskolai és felsőfokú technikumi képzés.” (Wisnovszky 1969).



1. kép. Dégen Imre és Kiss György vízügyi igazgató (Dr. Halász Lászlóné dr. Kiss Judit családi fotógyűjteménye.)

Photo 1. Imre Dégen and György Kiss, water management director (Family photo collection of Dr. Lászlóné Halász dr. Judit Kiss).

DÉGEN IMRE ÉS A VÍZÜGYI KÖZÉPKÁDERKÉPZÉS KONCEPCIÓJA

Dégen Imre a felsőfokú vízügyi technikum létrehozásával és a hazai közép-kádereképzés fejlesztésével kapcsolatos elképzeléseit a Vízügyi Kollégium 1961. június 22-i ülésén, valamint az OVF 1962. június 19-i főosztályvezetői értekezleti ülésén fejtette ki, melyről a Környezetvédelmi és

Vízügyi Levéltárban (továbbiakban KVL) őrzött jegyzőkönyvek tanúskodnak.

Az 1950-es évek technológiai változásai és a műszaki területen megjelenő gépesítés magasabb képzettségű műszaki-vízügyi közép-káderek foglalkoztatását igényelte. „A vízgazdálkodás népgazdasági jelentőségének és feladatainak növekedése, az e területen is végbemenő gyorsütemű

műszaki haladás, továbbá a KPM felügyelete alatt működő híd és vízműépítő technikumokban folyó vízszakos képzés fokozatos megszüntetése szintén a mostani rendszerű technikai képzés átszervezését vetik fel: olyan irányú átszervezést, amely a vízmesterek képzését középiskolai, az irányító középiskolák – technikusok – képzését pedig felsőfokon oldja meg.” – olvashatjuk Varga József személyzeti osztályvezető és Kertai Ede főosztályvezető közösen jegyzett, az OVF Kollégiumához írt 1961. június 12-i előterjesztésében (Varga és Kertai 1961).

Dégen Imre a technikusképzés területén nemzetközi kitekintéssel rendelkezett. Különösen az NDK-ban folyó technikusképzést ismerte, ahol *„felsőfokú technikumok képzik a megfelelő szakkadereket.”* Bizonyára ismerte a hazai felsőfokú mezőgazdasági technikumok tananyagát is, ugyanis az általános építőipari technikumhoz hasonlóan a felsőfokú mezőgazdasági technikumban sem látta biztosítottak a vízügyi szakoktatást. A Vízügyi Kollégium 1961. június 22-i ülésén ezzel kapcsolatban is kifejtette álláspontját: *„A felsőfokú vízügyi szakoktatást nem lehet az általános építőipari technikumban biztosítani, sem a mezőgazdasági felsőfokú technikumban”* (Vízügyi Kollégium 1961).

Dégen Imre a vízügyi szervezet vezető munkatársaival a műszaki-vízügyi középiskolák képzés megújítását a szak- és középiskolai és a vizes szakirányú felsőfokú technikai képzés együttes megszervezésével képzelte el.

A vízügyi szakmában a klasszikus vízmesterképzésnek igen jó híre volt még az 1950-es, 1960-as években is, de a ma élő idősebb mérnök generáció is nosztalgiaiával tekint vissza az egykori vízmesterekre. A vízmesterek (kezdetben rétmesterek) – akiket 1879 és 1914 között Kassán, az első világháborút követően Budapesten, majd 1939 és 1945 között ismét Kassán képeztek, – az egykori kultúr- és mérnökök munkájának segítőként jól ismerték a vízépítés fortélyait (Dóka 1980, Tanai 2020). Kassán, majd a két háború között a Budapesten működő vízmesteriskolában kiváló mérnök tanárok oktattak. A 20. század elején az intézmény igazgatója a későbbi műegyetemi professzor és rektor, Rohringer Sándor volt, az 1930-as években a budapesti tanfolyamon pedig a kiváló hidrológus, Lászlóffy Woldemar is tanított. Beszédesebb nevek ezek! És ne feledjük, Dégen Imre egyik vízügyi igazgatója harminc éven keresztül a „csupán” vízmesteri képesítéssel rendelkező Vezse Sándor volt. A vízmestereket alapfokon képezték. Dégen Imre fülében nem „a múltat végképp eltörölni” szocialista szólam csengett, hanem az az elképzelés, hogy miként lehet a vízmesterképzés hagyományait átmenteni, a vízmesterek „fortélyait” a fiatal generációval megismertetni, a vízmesterképzést az ötvenes évek politikai lözöngjaitól megszabadítani és azt magasabb szintre (középfokra) emelni.

Az új vízügyi szakközépiskolák céljait Kertai Ede 1962-ben összegezte. A vízügyi szakközépiskola két célt szolgált: egyrészt műszaki középiskolaként, másrészt a továbbtanulók számára bázisintézményként működött. A végzett szakközépiskolások kisebb építések munkavezetőiként, nagyobb építések művezetőiként dolgozhatnak, de segédszerkesztőként és rajzolóként a tervezésekben is részt vehetnek. A szakközépiskola továbbá a felsőbb oktatás, így a felsőfokú technikai vagy a

műegyetemi továbbtanuláshoz bázisintézményként szolgált (Kertai 1962a).

A Vízügyi Kollégiumban a tantárgyfelosztás vitája során felmerült az a kérdés is, hogy a bajai felsőfokú vízügyi technikum – mai szóhasználattal élve – híd- és vízépítésként szolgált-e a műegyetemi továbbtanuláshoz. Mindez ugyanis az alaptárgyak nagyságrendjét is nagy mértékben befolyásolta volna.

Dégen Imre a műegyetemi továbbtanulással kapcsolatban sarkosan csak annyit jegyzett meg, hogy *„ne legyen előiskolája ez a technikum az egyetemnek”* (Vízügyi Kollégium 1961). *„A Felsőfokú Technikumnak nem tudományos intézetnek kell lennie. Mindenképpen egy gyakorlati műszaki, nem pedig tudományos üzemi bázisra van szükségünk.”* – erősítette meg véleményét az OVF Főosztályvezetői értekezletén (OVF 1962/b).

Ezért a tananyagelosztásnál Dégen Imre a gyakorlati tárgyak és a gyakorlati oktatás óraszám-növelését hangsúlyozta, különösen a geodézia stúdiumát, *„mely rendkívül jelentős és a teodolit, a szintezőműszerek kezelése nem könnyű”* (OVF 1962/b).

A geodézia fontosságát, alapozó jellegét a jelenlévők közül mások is indokoltak tartották. A tananyagtervezetben a tárgy óraszámát Stelczer Károly és Szászhegyi Pál is kevesellte (OVF 1962/b). A geodézia tantárgy fontosságát erősítette meg Czédli György, a Felsőfokú Vizgazdálkodási Technikum igazgatója is, aki 1964-ben, az intézmény első tapasztalatait összegző írásában a II. éves hallgatók tanulmányi nehézségeiről az alábbiakat jegyezte fel: *„Nagyobb igyekezetüket az is jelzi, hogy nehezebb tanulmányi feladatot zártak le, mint az I. évesek, mert geodéziából szigorlatot kellett tenniük. A három féléven át tanult, szerteágazó és sok átfogó és konkrét ismeretet kívánó szigorlat igen alapos felkészülést kíván.”* (Czédli 1964a). A tárgyat egyébként 1964-től 1974 novemberéig a polgári gondolkodású dr. Babós Károly oktatta, aki kissé kimért, szigorú tanárként él a régi diákok emlékezetében (Simó Domokos 2024. szóbeli közlése, dr. Nagy Sándor 2025. szóbeli közlése). Pályáját 1974. november 6-án autóbalesetben tragikus hirtelenséggel bekövetkezett halála törte meg.

A bajai képzés tananyagában a vízgazdálkodás és víz-készlet-gazdálkodás megjelenése sem lehetett véletlen. Dégen Imre a felsőoktatásban ugyanis következetesen szorgalmazta a vízügyi közgazdasági szemlélet megalapozását.

Nem feledjük: a visszaemlékező Ijjas István Dégen Imre legfőbb érdeméül a külön vízgazdálkodási szak- és tudományterület kidolgozását hangsúlyozza. Az 1960-as évek végén az ő kezdeményezésére indult el Magyarországon a vízmérnöki alapképzésben és a szakmérnökképzésben a vízgazdálkodás tárgykör oktatása (Ijjas 2019). A Budapesti Műszaki Egyetemen ő hozta létre a Hidroökonómiai és Vízkészletgazdálkodási Tanszéki Csoportot is, melynek létrehozásával, ahogyan egyetemi jegyzeteivel, szakkönyveivel is a vízügyi közgazdasági szemléletet akarta megalapozni. Láthatóan ez a kérdés már az 1960-as évek elején a Felsőfokú Vizgazdálkodási Technikum tantárgyfelosztásánál is foglalkoztatta a hazai vízgazdálkodás első emberét.



2. kép. Hidrogeodéziai mérés a Sugovica partján. Dr. Babós Károly a hallgatókkal (1960-as évek vége). (Ifj. Babós Károly Gáspár családi fotógyűjteménye.).

Photo 2. Hydro-geodetic measurement on the banks of the Sugovica. Dr. Károly Babós with students (late 1960s) (Family photo collection of Gáspár Károly Babós Jr.).

A felsőfokú technikum tananyagtervezet-elosztását Dégen Imre egyébként jónak tartotta. A vízépítési igényeket szerinte figyelembe kell venni, de nem tartotta szükségesnek, hogy az a tárgy címében is megjelenjen, mivel általános építéstant tanulnak majd a diákok. Az államigazgatás óraszámának növelésére pedig nem látott esélyt.

Az OVF Főosztályvezetői értekezletén Dégen Imre a politikai gazdaságtan óraszámcsökkentését és az orosz nyelv elhagyását is javasolta. Mivel az orosz nyelv az általános és középiskolákban kötelező tantárgy, „ha valaki tovább akarja folytatni orosz nyelvtudását, arra megvan a lehetőségek a különböző nyelvtanfolyamokon. A Felsőfokú Technikumban szerintem teljesen felesleges az orosz nyelv tanulása, annál is inkább, mivel a szaktárgyakra egyébként sem tudunk kellő időt fordítani” (OVF 1962b). Az idősebb mérnökgeneráció gyakran hangoztatja, hogy Dégen Imre a szakmát képviselte a párton belül. Az orosz nyelvtanulás elhagyásával kapcsolatos véleményét olvasva, nincs kétségünk ennek helytállóságáról.

Persze a Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikum tantervét az 1962-1963-as induló tanévhez képest a későbbiekben átdolgozták, bővítették, finomították. Az előadások rovasára a gyakorlatok száma tovább nőtt, a vízellátási és csatornázási szakos hallgatók vízkémiát és vízbőlológiát is tanultak, a vízjogi és igazgatási ismeretek és a vezetési ismeretek pedig később új tárgyként kerültek be a tantervbe (Czédli és Kubatov 1970).

A BAJAI HELYSZÍN

Az OVF Vízügyi Kollégiuma 1961. június 22-i ülésére készült előterjesztés foglalkozott a felsőfokú vízgazdálkodási technikum leendő helyszínével is.

A Varga-Kertai-féle előterjesztésben a két iskola együttes elhelyezésének lehetséges helyszíneként még Szolnok, Szeged és Győr városok szerepeltek. Az OVF 1962. június 22-i főosztályvezetői értekezletén Kocsis Árpád, az OVF helyettese pedig a Pénzügyminisztérium állásfoglalását tolmácsolta, mely ellenezte a bajai helyszínt. „Elsősorban azért, mert nincs Baja környékén megfelelő tudományos kutató intézet amely olyan bázist adna mint például Szarvason.” (OVF 1962b). A fentiekben már leírtuk, hogy

Dégen Imre a felsőfokú technikum létrehozásával nem a tudományos intézetek számát akarta gyarapítani.

Az OVF első embere végig a bajai helyszín mellett érvelt. Ebben az elképzelésében Kiss György, az ADUVIZIG vezetője mindvégig támogatta Dégen Imrét (Dr. Halász Rudolf szóbeli közlése 2024.). A bajai helyszín már 1961 nyarán zöld utat kapott. Az OVF, a Művelődésügyi Minisztérium, a megyei és városi Párt és tanácsai szervek vezetői és az ADUVIZIG közösen már ekkor kezdték meg a tárgyalásukat abból a célból, hogy a megszervezendő két vízügyi intézmény, a szakközépiskola és a felsőfokú vízügyi technikum Bajára kerüljön (Vukovár 1963, Pump 1964). Polinszky Károly művelődésügyi miniszterhelyettes 1971. március 11-én megtartott főiskolai avatóünnepségén pedig köszönetét fejezte ki a jogelőd Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikumot segítő szervezeteknek. A miniszterhelyettes egyrészt Baja Város Pártbizottságának és a Városi Tanácsnak köszönte meg a segítséget, másrészt az ADUVIZIG szerepét méltatta, „amely kezdettől fogva támogatta, eszközeinek rendelkezésre bocsátásával segítette az oktatás kibontakozását, majd a későbbiekben is hatékonyan támogatta az intézmény fejlesztését. A kölcsönös együttműködés szép példáját bizonyítja az intézmény és a vízügyi igazgatóság között megkötött szocialista szerződés” (N.n. 1971).

Vukovár Attila, a már idézett 1963-as kéziratos feljegyzésében is az ADUVIZIG szerepét hangsúlyozta: „A Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikum önálló intézménye az Országos Vízügyi Főigazgatóságnak. Ebből kifolyólag, bár a Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikum független a vízügyi igazgatóságtól, de a kezdeti időben nagymértékben támaszkodik elhelyezési, szervezési és egyéb kérdésekben az Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóságra. Szívesen tesszünk eleget ennek a segítségnyújtásnak, még akkor is, ha esetenként ez problémát is jelent számunkra, mert igazgatóságnak számít elsősorban az ott végzett szaktechnikusokra.” (Vukovár 1963). A bajai vízügyi igazgatóság mérnökei révén bekapcsolódott az oktatásba is, az igazgatói feladatokat pedig Czédli György kinevezéséig Vukovár Attila, az ADUVIZIG főmérnöke gyakorolta.

Kocsis Árpád az OVF főigazgató-helyettese és dr. Kertai Ede osztályvezető Kiss Györgynek címzett levelei is azt bizonyítják, hogy Kiss György bajai vízügyi igazgatót 1962 tavaszán és nyarán bevonták az operatív döntésekbe is (Kocsis 1962, Kertai 1962b). A felsőfokú vízügyi technikum és kollégium elhelyezésével kapcsolatos megbeszélésre és az oktatást előkészítő tantervi bizottság ülésére egyaránt meghívták a bajai igazgatót (Kocsis 1962, Kertai 1962b). Az első megbeszélésre Kiss György Knézy Pál főmérnököt, míg a tantervi bizottság ülésére Vukovary Attilát delegálta. Knézy a megbeszélésről az alábbiakat jegyezte fel: „A megbeszélés eredményeként az OVF 'a bajai vízügyi szakoktatás tárgyi előfeltételeinek biztosítása céljából' 2 millió Ft-ot átutal a megyei tanácshoz. Ennek fejében a tanács a Deák F. u. közp. iskola nagypületére emeleteket épít és 962 december 31-ig a Deák F. u. 11. kis épületét átadja a VIZIG-nek. 962 őszén a felsőfokú iskola 35 fő kerettel levelező módon indul” (Knézy 1962). Vukovary Attila pedig csupán annyit jegyzett fel, hogy részt vett a megbeszélésen és a szükséges intézkedésekről írásbeli utasítást fog kapni az OVF-től (Vukovary 1962).

A megfelelő épület hiánya több éven keresztül nehézséget jelentett. 1962 őszén a levelező oktatás, két szakon, meghívott előadókkal még Budapesten folyt (Szlávik 2022). Csak 1963-ban értek meg a feltételek, hogy ideiglenes jelleggel beinduljon a képzés Baján, és az új épület használatba vételére is csak 1965 szeptemberében került sor. A hallgatói férőhely hiánya a kezdeti időszakban nehezítette az oktatás zavartalan működését. 1964 szeptemberében az új első évfolyam a tanulmányait átmenetileg Siófokon kezdte meg (Szlávik 2022). Az ADUVIZIG a felsőfokú vízügyi szakoktatás beindítását nemcsak a Deák Ferenc utcai régi iskolai épületrész megépítésével támogatta, de 1964-ben a Deák Ferenc zsílip épületeiben a levelező hallgatók elszállásolásával is segítette a képzést (Faludy 1987).

Az 1960-as évek elején a képzés beindítását a tanárhiány is akadályozta. Így az egyik legégetőbb kérdés az oktatói állások betöltése volt, ahogyan azt Czédli György igazgató Kertai Ede főosztályvezetőnek írt 1964. április 29-i leveléből megtudjuk (Czédli 1964b). Az oktatói utánpótlást helyi szakemberek hiányában budapesti mérnök oktatókkal lehetett csak pótolni. Nekik viszont vonzó feltételeket, mindenekelőtt lakhatást kellett biztosítani (Czédli 1964b). A bajai vízügyi igazgatóság a szolgálati lakások építésében is partner volt. Az 1963-ban az OVF által nyújtott beruházási hitelkeretből a Martinovics utca 4/a szám alatt a szolgálati lakások céljára épített 12 lakásból 6-ban a vízügyi igazgatóság dolgozói, míg 6-ban a Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikum oktatói laktak. 1964-ben a Pázmány u. 1/b. szám alatt újabb 12 lakás épült, mely szintén paritásos alapon lett szétosztva a két intézmény között, - tudjuk meg a két vezető Bács-Kiskun Megyei Tanács V.B. Igazgatási Osztályának a szolgálati lakások bejelentése tárgyában írt 1965. november 30-i leveléből (Czédli és Kiss 1965). Kiss György és Czédli György szervezőmunkájának eredményeként az OVF anyagi támogatásával tanszékvezetők és felsőfokú technikai oktatók juthattak így szolgálati lakáshoz.

AZ OVF SZAKEMBEREI ÉS AZ OKTATÁS BEINDÍTÁSA

Az OVF a vízügyi ágazat intézményvezetőit időben tájékoztatta a beiskolázás lehetőségéről (OVF 1962a).

Az NKE Víz tudományi Karán őrzött levéltári anyagok értékes irategyüttese a vízügyi szervektől érkezett beiskolázási javaslatok, melyek azt bizonyítják, hogy a vízügyi vállalatok és igazgatóságok támogatták dolgozóik továbbtanulását. A Közép-Dunavölgyi Vízügyi Igazgatóság személyzeti vezetője 9 munkatársának kérte a felvételi kérelmét (KDVVIZIG 1962). A Veszprém Megyei Víz- és Csatornamű Vállalat 8 jelentkező felvételi anyagát küldte el az ADUVIZIG vezetőségének (Veszprém Megyei Víz- és Csatornamű Vállalat 1962). A Vízügyi Tervező Iroda 17, a Vízügyi Építő Vállalat 18 munkatársának beiskolázását indította el (VIZITERV 1962, VIZÉP 1962). Vezse Sándor, az Észak-magyarországi Vízügyi Igazgatóság igazgatója a bajai levelező tagozatra 12 munkatársának beiskolázását kezdeményezte (ÉMVIZIG 1963). A vállalati névsor korántsem teljes. A Tiszántúli Vízügyi Igazgatóság (TIVIZIG 1962), a FOKA (FOKA 1962), a VITUKI (VITUKI 1962), a Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság (FETIVIZIG 1962) és más vízügyi szervek is patronálták munkatársaik szaktechnikai képzését (Vízügyi vállalatok n.a., ATIVIZIG 1962). A magas létszámú jelentkezési igény egyrészt rámutat a vízügyi ágazat szervezetségére, másrészt a műszaki-vízügyi középkáder utánpótlás égető szükségletére.

A képzés folyamatos szakmai kontrollját Kertai Ede és Wisnovszky Iván biztosították. Dégen Imre nem ismerte Vukovary Attila vízügyes főmérnököt, tudjuk meg az OVF főosztályvezetői értekezleti jegyzőkönyvéből. Ugyanakkor munkatársai véleményét meghallgatva átmenetileg a bajai főmérnököt bízta meg az intézmény vezetésével.

Az OVF támogatta az eszközbeszerzéseket is. 1966 decemberében Babós Károly a gyakorlati hidrogeodéziai oktatáshoz 7 db. kézi szorzó számológép beszerzésével keverte meg Wisnovszkyt. „Ma a geodéziai gyakorlatban a logaritmussal való sokszögvonalszámítás egyre háttérbe szorult.” – indokolta meg a kérést (Babós 1966). A 16-20 fős tanulócsoportokhoz a számológéppel történő sokszögvonalszámításhoz legalább minden második hallgatóra kell jutnia egy gépnek.

Wisnovszky Iván módszertani tanácsokkal is segítette a képzést. 1966. február 24-én meglátogatta az Alaptárgyi Tanszéket és dicsérte a tanszék „didaktikai téren való fejlődését és nívóját.” – tudjuk meg az Alaptárgyi Tanszék 1966. március 3-i tanszéki értekezleti jegyzőkönyvéből (Alaptárgyi Tanszék 1966). A márciusi tanszéki értekezlet első napirendje a didaktikai kérdésekkel foglalkozott. A tanszék didaktikai felelősének feladatkörét Babós Károly tanszékvezető dolgozta ki.

A tanszékvezető által kijelölt módszertani/didaktikai irányelvek a feladatok alapos végiggondolására utalnak. Az oktatóknak követniük kellett az oktatás tudományágának fejlődését és figyelemmel kellett kísérniük az oktatási folyóiratokat is. A feldolgozott irodalom összeállításánál a tudományosság, a hallgatói tudatosság és aktivitás, a szemléletesség, az elmélet és gyakorlat kapcsolatának, az oktatás rendszerességének, az ismeretek tartós

elsajátításának elvét, az érthetőség szempontjait és a közösségi elvet kellett figyelembe venni. Az elmélet és gyakorlat összhangjának a teljesítményképes tudás átadását kellett szolgálnia. A didaktikai szempontok következetes végig gondolása Wisnovszky Iván intenciói szerint történt. A szakmai felügyeletet ellátó vízügyi főhatóság oktatási szakembere révén gondos gazdaként felügyelte az oktatómunka színvonalát is.

ZÁRÓGONDOLAT

Dégen Imre az 1960-as évek elején a műszaki-vízügyi káderutánpótlást az akkori technikai képzési keretben nem látta biztosítottak.

Nemcsak a vízügyi szervezet, de a Tanácsok és mezőgazdasági nagyüzemek számára sem volt biztosított a megfelelő tudás és képzettségű szakember és a vízügyi ágazat a vízgazdálkodási társulatokat sem tudta megfelelő képzettségű középfokú szakemberekkel ellátni. Ezért a művelt (érettségizett) vízmesterek szakközépiskolai keretben történő képzésének, valamint a Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikumban a leendő vezető középkáderek palérozásának fontos szerep jutott.

Dégen Imre érdeme nem csupán az, hogy az 1961-es nagy oktatás reformfolyamatot, a felsőfokú technikumok létrejöttét a vízügyi ágazat szolgálatába tudta állítani, de elérte azt, hogy a Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikum alapításában az OVF kulcsszerepet játsszon. Szakembereire támaszkodva Dégen Imre gondos „gazdája” volt a Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikumnak. A koncepció kidolgozásában, a helyszín biztosításában, a beiskolázásban, a képzés beindításában vagy az eszközbeszerzésekben a felügyeleti szerv hiánypótló szerepet játszott.

A közlemény a 2024. november 12-én a Nemzeti Közszerológiai Egyetem Vízstudományi Kar „Mozaikok a Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikum történetéből (alapítás és a kezdet)” című ALUMNI szimpóziumon elhangzott előadás szerkesztett és kibővített változata. Az írás a Nemzeti Közszerológiai Egyetem Vízstudományi Karán folytatott történeti kutatáshoz kapcsolódik. A kutatást a Nemzeti Közszerológiai Egyetem támogatja.

IRODALOMJEGYZÉK

- Alaptárgyi Tanszék (1966).* Tanszéki értekezlet jegyzőkönyve. 1966. III. 2. NKE VTK VIII. 91. 14. d.
- ATIVIZIG (1962).* Az Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság 1962. augusztus 3-ki keltezésű Sz-377/1962. sz. levele az Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóságnak „Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikumra való jelentkezési lapok megküldése” tárgyában. NKE VTK VIII. 91. 1. d.
- Babós K. (1966).* Babós Károly 1966. december 5-i levele Wisnovszky Ivánnak. NKE VTK VIII. 91. 14. d.
- Czédli Gy. (1964a).* A Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikumról. Vízgazdálkodás. 4. évf. 3. sz. pp. 74-78.
- Czédli Gy. (1964b).* Czédli György 1964. április 29-i levele Kertai Edének. NKE VTK VIII. 91. 46. d.
- Czédli Gy. és Kiss Gy. (1965).* Czédli György és Kiss György 1965. november 30-án „Szolgálati lakások bejelentése” tárgyban írt levele a Bács-Kiskun Megyei Tanács V.B. Igazgatási Osztályának. NKE VTK VIII. 91. 46. d.)

Czédli Gy., Kubatov J. (1970). Felsőfokú vízügyi szakemberképzés Baján. Vízgazdálkodás. 1970. 08.01. 4. sz. pp. 146-147.

Dóka K. (1980). A magyarországi vízmesterképzés múltjából. Vízügyi Közlemények, 62. évf. 1. füzet. pp. 97-108.

dr. Halász Rudolf (2024.) Szóbeli közlés Baja, 2024. június 14.

dr. Nagy Sándor (2025). Szóbeli közlés, Szolnok, 2025. február 15.

ÉMVIZIG (1963). Az Észak-Magyarországi Vízügyi Igazgatóság 1962. augusztus 7-i keltezésű 79/Sz/1962. számú levele az Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóságnak „Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikumba jelentkezők anyagának megküldése” tárgyában. NKE VTK VIII. 91. 1. d.

Faludy G. (szerk) (1987). Huszonöt éves a vízgazdálkodási üzem-mérnök-képzés. A Pollack Mihály Műszaki Főiskola Vízgazdálkodási Intézet évkönyve 1962-1987. Vízügyi Dokumentációs Szolgáltató Leányvállalat.

Fejér L. (2019). A Magyar Hidrológiai Társaság kitüntetettjei. Magyar Hidrológiai Társaság. pp. 93-94.

Fejér L. (2020). Két 110 éve született mérnök – Mosonyi Emil és Dégen Imre. <https://dev.mernokvagyok.hu/ket-110-eve-szulett-mernok-mosonyi-emil-es-degen-imre/> (letöltés: 2024. 12. 29.)

FETIVIZIG (1962). A Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság 1962. augusztus 6-ki keltezésű 1869/7 62. számú levele az Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság vezetőjének „Felvételi kérelmek megküldése” tárgyában. NKE VTK VIII. 91. 1. d.

FOKA (1962). A Folyamszabályozó és Kavicskotró Vállalat 1962. augusztus 8-ki keltezésű 814/1962. és 816/1962. ikt. számú levelei az Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóságnak. NKE VTK VIII. 91. 1. d.

Ijjas I. (2019). Az integrált vízgazdálkodás. A hidroinformatika születése – európai és globális integráció. Typotex, Budapest. ISBN 978 963 493 063 1. p. 415.

KDVVIZIG (1962). A Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság 1962. aug. 7-i keltezésű Sz-112/1962. ügyirat-számú levele az Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóságnak. NKE VTK VIII. 91. 1. d.

Kertai E. (1962a). A vízügyi szakoktatás új intézményei. Vízgazdálkodás 1962. 06.01. 2. sz. p. 42.

Kertai E. (1962b). dr. Kertai Ede 1962. június 13-i levele Kiss Györgynek. KVL XXIV. 52.a. ADUVIZIG Iktatott iratok. 82 126/1962.

Knézy P. (1962). Knézy Pál főmérnök megbízása és feljegyzése. KVL XXIV. 52.a. ADUVIZIG Iktatott iratok 54/23.

Kocsis Á. (1962). Kocsis Árpád 1962. május 4-i levele Kiss Györgynek. KVL XXIV. 52. a. ADUVIZIG Iktatott iratok. 560/1962. K.

N.n. (1971). Főiskolai avatóünnepség Baján. Vízgazdálkodás 1971. március-április. 2. sz. pp. 41-47.

OVF (1962a). 1080 - sz- 1962. OVF tájékoztató. Tájékoztató a bajai Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikumról. KVL XXIV.52.a. ADUVIZIG iktatott iratok 1763/1962.

OVF (1962b). Az OVF 1962. június 19-i főosztályvezetői értekezletének jegyzőkönyve. KVL XIX. 5. c. OVF Iktatott iratok.

Pritz P. (2016). Személyiség és történelem. In.: A relativizálás elfogadhatatlansága Hazánk és a nagyvilág Újabb tanulmányok. Nemzetközi Magyarságtudományi Társaság. pp. 149 – 161.

Pump J. (1964). Fogalmazvány. Az Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság működésének tájékoztatója. Kézirat.

Szlávik L. (2022). A bajai vízügyi felsőoktatás 60 éve (1962-2022). A Nemzeti Közszerződési Egyetem Víz tudományi Kar kiadványa. Felelős kiadó: Dr. Bíró Tibor dékán.

Simó Domokos (2024). Szóbeli közlés, Baja, 2024. szeptember 18.

Tanai A. (2020). A vízügyi szakképzés múltja – A kassai vízmesteriskola. Vízmérce. https://vizmerce.blog.hu/2020/12/11/a_vizugyi_szakkepzes_multja_a_kassai_vizmesteriskola, (letöltés: 2024. 11.03.)

TIVIZIG (1962). A Tiszántúli Vízügyi Igazgatóság 1962. július 30-ki keltezésű 801/1/1962. ügyiratszámú levele az Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság személyzeti vezetőjének „Felsőfokú Vízgazdálkodási technikumai jelentkezések” tárgyában. NKE VTK VIII. 91. 1. d.

Varga J., Kertai E. (1961). Előterjesztés az OVF Kollégiumához. 1961. június 12. KVL XIX. 5.a. OVF Kollégiumi ügyek iratai.

Veszprém Megyei Víz-és Csatornamű Vállalat (1962). A Veszprém Megyei Víz-és Csatornamű Vállalat 1962. augusztus 8-i keltezésű 505/1962. ügyiratszámú levele az Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóságnak. NKE VTK VIII. 91. 1. d.

VITUKI (1962). Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet 1962. július 19-i keltezésű Sz. 76/1962. számú levele az Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóságnak „Felsőfokú Vízgazdálkodási technikumra való felvétel” tárgyában. NKE VTK VIII. 91. 1. d.

VIZÉP (1962). A Vízügyi Építő Vállalat 1962. augusztus 7-i keltezésű 313/1962. sz. levele az Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóságnak. NKE VTK VIII. 91. 1. d.

VIZITERV (1962). A Vízügyi Tervező Iroda 1962. VIII. 8-i keltezésű Sz-184/1962. sz. levele a Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikum Igazgatójának „Jelentkezések a Felsőfokú Vízgazdálkodási Technikumba” tárgyban. NKE VTK VIII. 91. 1. d.

Vízügyi Kollégium (1961). A Vízügyi Kollégium 1961. június 22-i jegyzőkönyve. KVL XIX. 5.a. OVF Kollégiumi Ügyek iratai.

Vízügyi vállalatok (n.a.) Vízügyi vállalatok beiskolázással kapcsolatos levelei az ADUVIZIG vezetőségének. NKE VTK VIII. 91. 1. d.

Vukovár A. (1962). Vukovár Attila 1962. június 19-i feljegyzése. KVL XXIV. 52.a. ADUVIZIG Iktatott iratok 54/20.

Vukovár A. (1963). Vízügyi Igazgatóság és a vízügyi szakmai oktatás kapcsolata. Kézirat.

Wisnovszky I. (1969). A vízügyi szakközépiskolai oktatás. Vízgazdálkodás 1969. 08. 01. 4. sz. pp. 117-120.

A SZERZŐ



ALBERT GÁBOR történész, 2003-ban fejezte be PhD doktori tanulmányait az ELTE BTK XIX-XX. századi Magyar Történeti Doktori Iskolában, 2016-ban Egerben habilitált neveléstudományokból. A Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar tudományos főmunkatársa, a Fekete Gyula Intézménytörténeti Kutatási Program és Intézménytörténeti Kutatócsoport vezetője. A Nemzeti Közszerződési Egyetem Egyetemi Levéltár és Ludovika Gyűjtemény kutatójaként a Víz tudományi Karon a Kar jogelőd intézményeinek komplex történeti feltárását végzi. Kutatási területe: agrárszakoktatás-történet, vízügytörténet, intézménytörténet. 2023-tól tagja a Magyar Hidrológiai Társaságnak.

Történelmi pillanatkép

Rovatvezető: Fejér László, címzetes egyetemi docens, a Magyar Hidrológiai Társaság tiszteleti tagja, az MHT Vízügyi történelmi bizottság elnöke.

Folyó vagy csatorna? A Kis-Rába a századfordulón

Simonkay Márton¹

¹ SZTE Jelenkortörténelmi Tanszék, 6722 Szeged, Egyetem utca 2. (e-mail: simarci@gmail.com)

DOI:10.59258/hk.19229



Kivonat

Mitől tekintünk természetesnek vagy mesterségesnek egy felszíni vízfolyást? Milyen gyakorlati, elsősorban anyagi következményei lehetnek ennek? A Kis-Rába történetének vízhasználati konfliktusai a 19–20. század fordulóján e kérdéskör körül csúcsosodtak ki. A kérdés a kortársak számára a kiváltó okok – a Rába alsó szakaszának szabályozása, az érdekelt birtokosok térbeli elhelyezkedése, a gőzmalmok térnyerése, a mérnöki tudás bővülése és a víz erejének alulbecslése – számossága ellenére elsősorban a nicki vízosztómű építési és fenntartási költségeiről szóló, több évtizeden át húzódó pereskedés miatt volt fontos. A kutatás során feltárt kultúrmérnöki iratanyag nemcsak a századforduló tulajdonviszonyaihoz, hanem az ember és a víz lokális, összetett kapcsolatának vizsgálatához is szolgáltat adatokat.

Kulcsszavak

Csatorna, folyószabályozás, környezettörténet, Rába, vízenergia, vízialom, vízjog.

River or canal? The Kis-Rába at the turn of the 19th and the 20th centuries

Abstract

What makes a surface watercourse natural or artificial? What are the practical, mainly financial, consequences? The conflicts over water use in the history of the Kis-Rába culminated around this question at the turn of the 19th and 20th centuries. The issue was important to contemporaries, despite the multiplicity of causes - regulation of the lower reaches of the Rába, the spatial location of the landowners concerned, the rise of steam mills, the expansion of engineering knowledge, and the underestimation of the power of water - primarily because of the litigation over the construction and maintenance costs of the dam near the village of Nick, which dragged on for decades. The water engineering documents uncovered in the course of this research provide data not only for the study of property relations at this period but also for the complex local relationship between man and water.

Keywords

Canal, environmental history, hydropower, Rába, river regulation, watermill, water resources law.

BEVEZETÉS, FORRÁSOK ÉS MÓDSZEREK

A folyószabályozás során a víz és medre az emberi beavatkozás tárgya, amely közben mégis megőrzi természetes tulajdonságait, ahogyan az új gátak, medrek a folyó részévé válnak (White 1985). A természet azonban nem passzív, hanem nagyon is aktív részese e folyamatnak – akárcsak a fokok esetén (Deák 2001, Deák 2002, Fodor 2009). Az emberi cselekvés és a folyó mozgási energiája dinamikus egyensúlyban van, amelyet a Kis-Rába-torok esetében – elsősorban a dinamikát hangsúlyozva – sajátos disszonanciaként írhatunk le.

A Kis-Rába történetének, századfordulós vízhasználatának feltárási kiindulópontja a Környezetvédelmi és Vízügyi Levéltárban (KVL) őrzött irategyűtesek, a Győri Kultúrmérnöki Hivatal iratai (jelölése: A VI. 5.1.) és a Rábaszabályozási Társulat jegyzőkönyvei (jelölése: A IX. 59/a.) voltak, amelyeket a korabeli statisztikai és történelmi kiadványok, valamint a sajtó, illetve a vonatkozó szakirodalom egészített ki.

A KIS-RÁBA A DUALIZMUS KORÁIG

Az Alsó-Rába-vidék medencehelyezete, csekély lejtése lehetővé adott a tavak, mocsarak fennmaradásának, így alakult ki a tözeget, lápos talajú Hanság és a sztyeppi tavakkal rokon, sekély, szélsőséges vízjárású Fertő (Szekendi 1938, Károlyi Z. 1973, Simonkay 2024). A Rábaköz hordalékkúpjának nyugati szegélyén futó vizek közül a Répce távolabbról, Alsó-Ausztriából ered, a Répcét 1 km-re megközelítő Kis-Rába pedig Nicknél szakad ki a Rába főágából. A Rábát kettéválasztó nicki rőzsegát – helyi szóval eszteru – keletkezésének idejét egyes kutatók a római korra teszik, mások – anyaga alapján – a kora középkorra (Károlyi Zs. 1973, Timaffy 1988). A Kis-Rába főhaszonvételei a malmok voltak, amire elsőként 1162-ből találunk utalást (Mollay 1992). A malomgátak a Rába mindkét ágán nemcsak hasznót, hanem kárt is okoztak: szűkítették a medret, ezzel fékeztek az ár levonulását, újabb kiöntéseket idézve elő (Dóka 1977–1978, Károlyi Z. 1973), így számos alkalommal lebontották ezeket (Pájer

1990). A kora újkorban közlekedési és védelmi szempontból felértékelődött a vízborította részekből szigetként kiemelkedő Rábaköz helyzete, amit számos törvény is fémjelez (Németh 1931, Pájer 1990, Simonkay 2014, Vadas 2015, Vadas 2021).

A Rákóczi-szabadságharc utáni, immár békésebb időkben a földműveléssel elérhető anyagi hasznot szem előtt tartó birtokgazdálkodás került előtérbe, így a Kis-Rába és a főág közti vízelosztás, valamint az árvédekezés más problémái a Rába két partján található vármegyék állandósult összetűzéseiből vezettek (Fekete 1947, Károlyi Z. 1973, Dóka 1976, Pájer 1990). A Rábakecöl és Nick határánál, így Sopron és Vas vármegyék találkozásánál fekvő torokgát kapcsán 1801-ben a két vármegye küldöttsége egyezsége jutott: a víz egyharmadát engedték a Kis-Rábába. A szükségesnek vélt sarkantyú létesítéséhez a malomtulajdonosok a kerekek számának arányában

osztottak, a közmunka harmadát Vas, kétharmadát pedig a Kis-Rábát a maga területén tudó Sopron vármegye adta. 1827-ben az ár kidöntötte a torokrekeszt, a Sopron megyeiek pedig egy kicsivel arrébb helyezték a gátat és magasabbra építették, malmaik biztosabb vízenergia-kihasználása érdekében (Berényi 1895). Vas vármegye megvádolta a soproniakat, hogy nem tartották meg az egyezséget, így 1832-től újra a törvényhatóságok foglalkoztak a kérdéssel. A felek 1838-ban újra megegyeztek, 1863-ban és 1865-ben pedig ismét vitákra került sor (Szalacsy 1896, Pogonyi 1931, Sárközi 1968, Károlyi Z. 1973).

A KIS-RÁBA-TOROK RENDEZÉSE

Az Alsó-Rába-vidék vízrendezését az 1873-ban megalakult, immár a vármegyei szint fölött álló, a kialakult ellentéteket meghaladni képes Rábaszabályozó Társulat hajtotta végre, amelynek érdekeltisége öt vármegyéből – Vas, Sopron, Győr, Moson és Veszprém – tevődtek össze.



1. ábra. Részlet Újházy János szabályozási térképéről, középen a Kis-Rábával (Újházy 1873)

Figure 1. A part of a water regulation map by János Újházy; with Kis-Rába in the middle (Újházy 1873)

A társulat első vízi beavatkozása az volt, hogy – feltételezően a Győr vármegyei birtokosok nyomására – a főágon lévő tizennyolc malomból tizenhatot 1877-ben kisajátított

és lebontott, hogy árvíz esetén az itt felhalmozódó hordalék ne duzzassza tovább a folyót. A kecskédi malmot később bontották le, a Kis-Rába vízellátását biztosító nicki

gátat pedig meghagyták (*Dóka 1980, Pájer 1990*). Ennek, valamint a csapadékosabbra forduló időjárásnak az 1883. évi győri jegesár lett a következménye, melyek nyomán végül – állami beavatkozással – 1885-ben megindult a szabályozás, amelynek első, Radó Kálmán kormánybiztos vezetésével zajló intenzív szakasza 1893-ig tartott, majd a kormánybiztos leköszönésével 1896-ban nyerte vissza a társulat az autonómiát (*Simonkay 2013*).

A kisajátítások következtében megnőtt a Kis-Rába vízimalmainak jelentősége. A Kis-Rábán a 18. század végén hat malom őrlött (*Göcsei 1943*), a kiegyezés idején tíz (*Pájer 1995*), míg a századfordulón kilenc. Vízellátásuk a nicki (rábatoroki) vízosztó műtől függött. A deszkákból és rőzséből álló gát fenntartását a malomtulajdonosok fizették (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 118/1895).

A fő kérdés az volt, hogy kinek a feladata az osztómű fenntartása: a vármegyéé, vagy a malomtulajdonosoké? A vármegyei hatóságok már 1867-ben, a társulat alakulása előtt ez utóbbi mellett tették le a voksukat. A Rába-szabályozás első szakaszának tervezésekor ugyanis a Kis-Rába vízszintje először lejjebb került volna, ami a malomkerekek működését veszélyeztette (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 1637/1891.). Ezt a malomtulajdonosok nem kívánták, de emellett felmerült az a kérdés is, hogy az átalakítás kinek a pénzén történjen: ha a Kis-Rába természetes vízfolyásnak tekinthető, akkor közfeladat, így a Rábaszabályozó Társulat körébe tartozik, ha pedig malomcsatorna, akkor pedig a belőle hasznot húzóké. Mivel a munka kimaradása az egész vízrendezést veszélyeztette, így a társulat magára vállalta az átalakítást, a költségek kétharmadát pedig a malomtulajdonosok utólag törlesztették volna. A megegyezés azonban a Cziráky Béla által megszervezett malomtulajdonosok egy részének ellenállásán elbukott, hiába támogatták ezt az érintett vármegyéék – Sopron, Vas és Győr – képviselői is (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 1592/1891.). A korhadrt rőzsegát lebontását és beton műtárggyal való helyettesítését 1892-ben a vállalkozó Neuschlosz és Freund a társulatnál (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 1591/1892), az pedig a Sopron vármegyei alispánjánál követelte (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 2564/1892).

Mivel a rőzsegát fél méterrel magasabb volt az engedélyezetttnél, a visszabontás vízjogi kihágási eljárását a kapuvári főszolgabíró vitte, az úgy azonban csakhamar magasabb szintre került. Mivel több vármegye is érintett volt a kérdésben, ezért miniszteri intézkedés nyomán Moson vármegye alispánjához delegálták az ügyet. Az érdekeltek zöme közösen illetékességi kifogást nyújtott be Moson megyének a Rábaszabályozó Társulatban lévő szerepe miatt, de ezt a földművelésügyi miniszter elutasította (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 787/1893). 1894-ben a közveszélyre való hivatkozással a miniszter Radó Kálmán társulati kormánybiztosra bízta a zsilip védelmét, a tervezéssel a minisztériumi vízügyi szervezetből Józsa László műszaki tanácsost bízta meg (KVL A VI. 5. 1. 1002/21, KVL A VI. 5. 1. 1002/21 955/1894, *Dóka 1987*). Az 1895. júniusi társulati közgyűlésen elhangzott, hogy a mosoni alispán vizsgálata idején a molnárok éppen a rőzsegát magassításával voltak elfoglalva, de a társulat feljelentése nyomán végül 15 napon belül ki kellett javítani a zsilipet, a gát magasságát pedig le kellett szállítani (*Győri Hirlap 1895*). A rőzsegát

állapotát jelezte, hogy ebben az évben a Rába át is szakította, így a Kis-Rábába hosszabb ideig nem is jutott víz (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 118/1895). Radó feladata még ebben az évben véget is ért. A társulat felépítette és üzemeltette az új duzzasztóművet, mely kőből és betonból épült, így a várakozások szerint évi javítgatást, újjáépítést már nem igényelt (*Dóka 1980*); a költségekre pedig a társulat költségvetésében a „Kis-Rába-toroki alap” létesült (KVL A IX. 59/a. 1898. máj. 12.).

1895-re Leicht Sándor társulati szakaszmérnök elkészítette a vízhasználatra vonatkozó terveket, melyek arra voltak hivatva, hogy biztosítsák, hogy az egyes használók ne akadályozhassák egymást, valamint, hogy alapját képezték a költségek felosztásának is (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 1304/1894, KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 1225/1895). Ezt a „kedvezményezett” nem értették, hiszen a fenntartást eddig kizárólag a malmok kerekai után osztották fel egyenlően (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 594/1895), de például a kisfaludi közbirtokosság még a mérnöki tervezőmunka megfizetését is megtagadta (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 1225/1895). A költségfelosztásra az ügygel foglalkozó budapesti kultúrmérnöki hivatal vezetője, Péch Béla tett javaslatot. Véleménye szerint a malomkerekek száma az eltérő technológiák és a vasút piacteremtő szerepe miatt már nem tekinthető mérvadónak, ami helyett – a haszon szerinti hozzájárulás elvét szem előtt tartva – a vízmennyiség köbméterszáma és a használati napok számának szorzatát vette alapul (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 118/1895). A mosoni alispán 1897 végén megszületett határozata ettől kis mértékben eltért, ami mutatja az egyes fellebbezések sikerét (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 164/1898).

E dokumentumok részletesebb betekintést engednek a vízhasználók körébe is. Fontos alapvetés, hogy a költségek több mint 90%-a a malmokra jutott, tehát az évente csak rövid időszakokra, néhány napra korlátozódó öntözéseket sokkal kisebb jelentőségűnek tekintették a kortársak. Igaz, *Dóka (1980)* éppen a Kis-Rába legalsó, hansági szakaszán óriási öntözéssel bíró Esterházy-hitbizomány későbbi tiltakozását említi a szaporodó kis-rábai öntözési igényekkel szemben, amelyek a 20. század fő haszonvételi formáját adták (*Vásárhelyi 2010*). A malmok közül három az Esterházy-hitbizományhoz tartozott (Beled, Burics/Rajts-malom, Babót felső és alsó), valamint a kapuvári, amelyet Berg Gusztáv bárónak adtak bérbe, egy gróf Khuen-Héderváry Károlyé volt (Vica), egy a Barthodeiszky családe (Beled), egyen Cziráky Antal, majd Béla és a Barthodeiszkyek osztottak (Beled, kettős malom), három pedig közbirtokossági kézben volt (Mihályi, Kisfalud külső és belső) (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 772/1893). A tulajdonosok között nem volt olyan nyomasztó az Esterházyak szerepe, mint a Fertő menti birtokosoknál, vagy a Rábaszabályozó Társulatban. A fellebbezések nyomán a Cziráky-Barthodeiszky-féle beledi kettős malmot a rőzsegát fenntartásához hasonlóan újra egy malomnak számították, így költségrésze megfelelő volt, de csökkent a Khuen-Héderváry-féle vica malom hozzájárulása, valamint az Esterházyak kapuvári öntözéseire jutó része is (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 524/1895). Másfélszeresére emelkedett azonban a legnagyobb teljesítményű, modern turbinával működő Berg-féle kapuvári malom költségaránya, amely így a teljes összeg több mint harmadát tette ki (KVL A VI. 5. 1.

1002/21. 118/1895). A malmokon és a hansági öntözésen kívüli használatok 2% alatt maradtak, így köztük kisebb öntözések, települési vízhasználatok, valamint a kapuvári Mohl Bódog-féle börgyár vízhasználata is. Így tehát a Kis-Rába mentén található összes

településen volt malom, ami alátámasztja a vízfolyás malomcsatorna-jellegét, akárcsak az évi egy-két hetes, karbantartási célú vízelzárás, ami általában május második felében vagy júniusban történt (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 996/1898).

1. táblázat. A nicki Rába-torokgát költségeinek felosztása a kis-rábai vízhasználatban érdekeltek között (Saját szerkesztés KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 119/1895, KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 119/1895 164/1898 alapján)

Table 1. The distribution of the costs of the Nick Dam among stakeholders in water use (Own edit, based on KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 119/1895, 164/1898)

Település	Vízhasználati tulajdonos	Vízhasználat megnevezése	1895, terv	1897, határozat
Rábakecöl	Esterházy-hitbizomány	Öntözés	0,171%	0,364%
Rábakecöl	Esterházy-hitbizomány	Birkaúsztató és fácánitató	0,047%	0,147%
Beled	Czirák Antal gróf és Barthodeiszky testvérek	Kettős malom	17,392%	9,261%
Beled	Község	Keszegér táplálása	0,027%	0,023%
Beled	Esterházy-hitbizomány	Burics-malom	7,922%	7,718%
Beled	Barthodeiszky Béla és Antal	Téglavető, kenderáztató és fűöntözés	0,003%	0,006%
Vica	Khuen-Héderváry Károly gróf	Malom	9,942%	6,186%
Mihályi	Közbirtokosság	Malom	10,289%	10,764%
Mihályi	Község	Házi szükségletre való vízhasználat	0,192%	0,301%
Kisfalud	Közbirtokosság	Külső malom	4,924%	5,135%
Kisfalud	Közbirtokosság	Belső malom	4,924%	5,135%
Kisfalud	Ajkay Dániel	Öntözés	0,053%	0,119%
Kisfalud	Község	Házi szükségletre való vízhasználat	0,192%	0,301%
Kisfalud	Büben Gyula	Öntözés	0,090%	0,102%
Babót	Esterházy-hitbizomány	Öreg malom	5,661%	7,726%
Babót	Esterházy-hitbizomány	Új malom	7,287%	6,970%
Kapuvár	Mohl Bódog	Börgyár	0,110%	0,001%
Kapuvár	Mohl Bódog	Fürdő	0,003%	0,004%
Kapuvár	Község	Házi szükségletre való vízhasználat	0,192%	0,301%
Kapuvár	Berg Miksa báró	Malom	23,174%	36,364%
Kapuvár	Esterházy-hitbizomány	Kert, fürdő és sertéstelep vízellátása	0,000%	0,004%
Kapuvár	Esterházy-hitbizomány	Öntözés	7,409%	3,068%
Összesen			100,000%	100,000%
Malmok vízhasználata			91,514%	95,259%
Az Esterházy-hitbizomány vízhasználata			28,495%	25,997%

Az 1900. tavaszi árvíz megkerülte és megrongálta az osztóművet (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 800/1900), így a Kis-Rába vízutánpótlása érdekében a malomtulajdonosok kérésére, minisztériumi rendeletre és segélyből a Rábaszályozó Társulat ideiglenes rőzsegátat építtetett (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 923/1901). Ennek fenntartását a rendelet a malomtulajdonosokra bízta, akik azonban nem voltak hajlandók átvenni 1901-ben, arra hivatkozva, hogy a rőzsegátat évszázados ideig fenntartották, pusztulása a társulati művek miatt következett be (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 1196/1901). Sorozatos fellebbezések következtek, a gyakorlatban pedig továbbra is a társulat tartotta karban a műtárgyat, amelyen 1902-ben és 1904-ben is keletkezett szakadás (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 64/1899, 1496/1902, 107/1904).

Az 1904:XXXIX. törvény a vidék vízrendezésének nagyobb mérvű kiegészítését írta elő, ami Czirák Béla társulati elnöksége alatt, 1910-ig valósult meg (Dóka 1980,

Simonkay 2013, Simonkay 2014). Ennek részeként a társulatnak fel kellett építenie a végleges gátat (2. §). 1906-ra Bíró Elek társulati igazgató-főmérnök irányításával elkészült a műtárgy, 1907-ben azonban visszaduzzasztó hatás miatt a szemközti oldalon történt kiöntés, így tovább kellett bővíteni a környező védműveket (KVL A IX. 59/a. 1907. júl. 4.). A megoldás azonban nem volt tartós: az osztómű 1917-ben, 1919-ben és 1925-ben újra megsérült, 1930–32 között ismét teljesen újjá kellett építeni – ez lett Magyarország első önjáró fedeles gátja (KVL A IX. 59/a. 1917. szept. 27., 1919. ápr. 5., Dóka 1978).

Az osztómű vízjogi engedélyezéséhez hozzátartozott, hogy az állam és a társulat anyagi áldozatát ráterheljék az érdekeltekre. Ezt a malomtulajdonosok igyekeztek gátolni, így bírósági úton folytatódott az ügy, amelyben az időközben társulati elnökké választott Czirák Béla magánszemélyként a malomtulajdonosok oldalán állt (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 2003/1906). A Bíró Eleket követő társulati

igazgató-főmérnök, Gillyén Sándor kifejezése nyomán „tengeri kigyóként” (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 1160/1921) húzódó eljárás iratait két levéltári nagydobozban őrzi a Környezetvédelmi és Vízügyi Levéltár. Az 1901. évi elsőfokú ítélet után a közigazgatási bíróság jogerős ítélete 1918-ban született meg: e szerint az 1904. évi törvényben szereplő zsilip és a hozzá kötődő árvédelmi költségek a társulatot terhelik, a mederfenntartás ára érintettség alapján megoszlik az érdekeltek és a társulat között, az 1895–97 között épült első mógát építési és felülvizsgálati költségeiből végül 148 948 koronát és annak 4%-os kamátát, azaz több mint 300 000 koronát kellett az érdekelteknek három hónapon belül az államkincstárhoz befizetni (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 573/1918). Összehasonlításképpen: ez az összeg a harmada volt az állam egyévi Dunaszabályozási kiadásának (*Magyar Statisztikai Évkönyv 1924*). Hiába volt minden további fellebbezés, az inflációt figyelembe véve is hatalmas összeg befizetése 1920-ban megtörtént az 1897. évi felosztás alapján (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 1009/1918). Így például az 1911-ben elhunyt Cziráky Béla fia, József gróf 29 392 koronát, Berg Gusztáv báró utódai, a Berg-testvérek pedig 115 398 koronát fizettek (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 985/1920). Az ítélettel azonban a Rábaszabályozó Társulat sem lehetett teljesen elégedett, mert a Kis-Rába-toroki alap felé fennálló 100 000 koronás követelésének zömét az állami előleg visszafizetése elvitte, végül csak 9534 korona 56 fillér került hozzá vissza (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 573/1918).

TOVÁBBI HASZONVÉTELEK

A pereskedés elsősorban a tulajdonosok ügye volt, a napi munkát végző molnárok ebben közvetlenül nem vettek részt, ők hagyományosan a nicki rőzsegát üzemeltetését, karbantartását végezték (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 1637/1891). Személyük az 1892-ben kiadott, az ország iparosainak és kereskedőinek címjegyzékét tartalmazó kiadvány alapján azonosítható be, amelyben 11 kis-rábai molnár neve szerepel (*Gazdasági címtár 1892*). A családnevek alapján feltehetően hat esetben rokon kapcsolat állt fenn, így beszélhetünk a beledi Horváthokról, a Babóton és Mihályiban őrlő Nothnagelekről, valamint a Vican és Babóton dolgozó Rajtsokról. A kultúrmérnökséghez került kérelmeik a gát magasságával, a zsilip kinyitásával és becukásával voltak kapcsolatosak. Mindössze egy iratban szerepel a Kis-rábai Molnár Ipartársulat, amelyet Nothnagel Károly mihályi kisbirtokos vezetett (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 1984/1894). Nothnagel ott volt az 1901. évi meghíúsult átvételkor, Rajts István és Horváth József beledi molnárokkal együtt (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 1196/1901). Rajtuk kívül egy zsilipelzárási kérelemben szerepel még Simon János babóti molnár neve is (KVL A VI. 5. 1. 1002/21. 1006/1902).

Habár az eltelt évtizedek alatt a gőzmalmok terjedtek el, a Kis-Rába-menti vízimalmok zömében túléltek ezt az időszakot. A tulajdonosok adaptációs stratégiáját tükrözi, hogy a Rábaközben a századfordulóig nyolc gőzmalom jött létre, ebből kettő Kapuváron: az egyik tulajdonosa Berg Gusztáv, a másiké Mohl Gyula volt (*Pájer 1995*). Egy másik példa, hogy a nagy-rábai malomkiszajátítások

után a gyirmóti Morvai Antal malma elvesztése után szárazmalmot állított fel a faluban (*Czigány 1963*). Maradtak emellett vízimalmok más, kisebb vízfolyásokon is, így például a Répce alsó szakaszán Répcelaknál és Csánignál, az Ikva Hansághoz közelebbi szakaszán Peresztegnél, Rőjtökmuzsajnál, Fertőszentmiklósnál és Fertőendrén (KVL A VI. 5. 1. 896, 1001/16, 1001/21, 1001/28, 1001/30).

A nicki osztóműhöz egy, a Rába főágának töltésén futó vasút kiszolgálására már 1901-ben villamosteletet terveztek, azonban sem előbbi, sem utóbbi nem valósult meg (*Győri Hírlap 1901*). A vízerőmű gondolata azonban hosszú távon beérett. A Kis-Rábán ma Kapuvárnál és Mihályinál is törpe vízerőmű található: ezeket a legalkalmasabb helyeken, a korábbi vízimalmok helyén létesítették. Mihályiban az előkészületek részét képezte a levéltári kutatás is, itt ráadásul a vízikereket már korábban, a második világháborútól az 1970. évi elbontásig áramtermelésre használták (*Varga 2007*). A Nagy-Rábán elsőként az ikervári vízerőmű létesült, 1896-ban, majd a sorban az ötödik erőmű, de az alsó szakaszon egyetlenként a 2008-ban, Kenyeri Rába-partján, a nicki osztóműnél épült meg (*Matkóvics 2009, Vásárhelyi 2010*).

ÖSSZEGZÉS

Habár a vízrendezés bővítette a vízi haszonvételek körét, és elősegítette azokat, a vízenergia kihasználását viszont a csekély esés csak mérsékelten tette vonzóvá. Amíg a mérnöki szaktudás korlátjai korábban, a Tisza-szabályozásnál a tervezésnél jelentkeztek, például a gátak alulméretezésében, addig a Rábánál ez a fajta hiba egyedül a Kis-Rábatörök többszöri megrongálódása és áttervezése kapcsán merült föl. A Rába-malmok kisajátítása átalakította az őrlési piacot, helyzetbe hozva a Kis-Rába malmait és az újonnan alakuló gőzmalmokat. A Kis-Rábához kapcsolódó per mögött láthatjuk, hogy a hazai vízszabályozások filozófiája *Kvassay Jenő* nyomán (*Kvassay 1907*) az egyén, elsősorban a birtokosok helyzetbe hozása volt, és finanszírozóként is számítottak rájuk. A Rábánál mindez – ellentétben a Tisza-szabályozással (*Pinke 2014*) – nem csupán a nagybirtokosokra terjedt ki, ami döntő hatással volt a köz- és a magánérdek választóvonalának meghatározására. Habár az e kettő közötti határ időben előrehaladva egyre inkább a fokozódó állami szerepvállalás felé tolódott, a vizsgált időszakban a mesterséges csatornaként besorolt Kis-Rába használata a magánérdek körébe tartozott.

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

KVL – Környezetvédelmi és Vízügyi Levéltár

A VI. 5. 1. Győri Kultúrmérnöki Hivatal. Általános iratok, 1888–1952

A IX. 59/a. Rábaszabályozó Társulat. Jegyzőkönyvek, 1898–1945

IRODALOMJEGYZÉK

Berényi P. (1895). Sopron megye. (Megyei monografiák. Magyarország közgazdasági és közművelődési állapota a XIX. század végén.) Budapest.

Czigány B. (1963). Adatok a Győr megyei hajósmolnárok életéhez II. Arrabona, 5. évf. pp. 207–228.

Deák A. A. (2001). Fokok és délibábok. Hidrológiai Közöny, 81. évf. 1. sz. pp. 39-41.

Deák A. A. (2002). Válasz Andrásfalvy Bertalan „Adatok a fokok készítéséről” mondatára. Hidrológiai Közöny, 82. évf. 1. sz. pp. 57-59.

Dóka K. (1977). A nicki gát építése. Vasi Szemle, 31. évf. 1. sz. pp. 129-137.

Dóka K. (1977–1978). A Rába felmérése a XIX. század első felében. Arrabona, 19-20. évf. pp. 345-379.

Dóka K. (1980). Adalékok a Rábaszabályozó Társulat történetéhez I–II. Soproni Szemle, 34. évf. 1. sz. pp. 17-28., 2. sz. pp. 117-128.

Dóka K. (1987). A vízimunkálatok irányítása és jelentősége az ország gazdasági életében (1772–1918). Budapest.

Fekete K. (1947). Visszatekintés a Rábaszabályozás történetére a társulat megalakulásának 70 éves évfordulóján. In: Pichler J. (szerk.): Tanulmányok vízrendezési munkálatainkról. A központi bizottság 1943., 1944. és 1947. évben tartott gyakorlati tájékoztató előadásai. (A Tisza-Dunavölgyi Társulat Központi Bizottságának kiadványa III. évf. 1. szám) Budapest. pp. 145-152.

Fodor Z. (2009). Fokok a magyarországi Tisza-szakaszon az átfogó szabályozás előtt. In: Andrásfalvy Bertalan – Vargyas Gábor (szerk.): Antropogén ökológiai változások a Kárpát-medencében. Pécs. pp. 33-48.

Gazdasági címtár (1892). Magyarország iparosainak és kereskedőinek cím- és lakjegyzéke. Budapest.

Göcsei I. (1943). Kapuvári-Rábaköz földrajza. (Értekezések a M. Kir. Horthy Miklós Tudományegyetem Földrajzi Intézetéből 5. (35.)) Szeged.

Győri Hírlap (1895). Gyűlés a Rábaszabályozó Társulathoz. Győri Hírlap, 1895. jún. 28., p. 4.

Győri Hírlap (1901). Új vasút Győrbe. Rábavidéki vasút. Győri Hírlap, 1901. jún. 29. pp. 1-3.

Károlyi Z. (1973). Az egyes vízvidékek szabályozási munkáinak története. A Duna-völgy vizeinek szabályozása. In: Ihrig Dénes (szerk.): A magyar vízszabályozás története. Budapest. pp. 151-271.

Károlyi Zs. (1973). A magyar vízi munkálatok rövid története különös tekintettel a vizek szabályozására. In: Ihrig Dénes (szerk.): A magyar vízszabályozás története. Budapest. pp. 23-147.

Kvassay J. (1907). A vízi társulatokra vonatkozó statisztikai adatok. (A m. kir. földművelésügyi minster kiadványai 11.) Budapest.

Magyar Statisztikai Évkönyv (1924). Magyar Statisztikai Évkönyv. Új folyam. XXIV., XXV., XXVI. Budapest.

Matkovics L. (2009). A gíbárti vízerőmű energetikai szerepe és hatása a Hernád vízgyűjtőjére. Hidrológiai Közöny, 89. évf. 5. sz. pp. 33-50.

Mollay K. (1992). Soproni könyvespolc – Pájer Imre: Rábaköz népének védekezése az áradások ellen 1870-1889. Soproni Szemle, 46. évf. 4. sz. p. 383.

Németh I. (1931). Vág, sopronmegyei község története. [Köszeg.]

Pájer I. (1990). Rábaköz népének védekezése az áradások ellen (1870-1889). Csorna.

Pájer I. (1995). A Rábaköz malomipara 1867 és 1914 között. In: Pájer Imre (szerk.): Rábaköz honismereti évkönyv 1995. Csorna. pp. 3-11.

Pinke Zs. (2014). Modernization and decline: an eco-historical perspective on regulation of the Tisza Valley. Journal of Historical Geography 45, pp. 92-105. <https://doi.org/10.1016/j.jhg.2014.02.001>

Pogonyi Gy. (1931). A társulatok. In: Kenessey Béla (szerk.): A csonkamagyarországi ármentesítő és lecsapoló társulatok munkálatai és azok közgazdasági jelentősége. Budapest. pp. 20-98.

Sárközi Z. (1968). Árvizek, ármentesítés és folyószabályozás a Szigetközben és az Alsó-Rába vidékén. (Budapesti Műszaki Egyetem Központi Könyvtára. Műszaki tudománytörténeti kiadványok 17.) Budapest.

Simonkay M. (2013). „Vagy ilyen szabályozás lesz, vagy semmilyen” – a Rábaszabályozó Társulat első évtizede (1873–1883). Magyar Hidrológiai Társaság, XXXI. Országos Vándorgyűlés, Gödöllő, 2013. július 3-5. http://www.hidrologia.hu/vandorgyules/31/dolgozatok/word/149_simonkay_marton.pdf (Letöltés dátuma: 2020. július 1.)

Simonkay M. (2014). Csorbuló önrendelkezés vagy állami siker? Érdekek és vélemények a Rába-szabályozás kapcsán (1886–1893). In: Horváth Gergely Krisztián (szerk.): Víz és társadalom a középkortól a XX. század végéig. Budapest. pp. 343-376.

Simonkay M. (2024). Vízbe fűlt vállalkozás? A Fertő lecsapolási kísérlete a századfordulón. Soproni Szemle, 78. évf. 3. sz. pp. 305-327.

Szalacsy L. (1896). A Rábaszabályozó Társulat története és műveinek leírása az 1896. évi ezredévi országos kiállítás alkalmából. Budapest.

Szekendi F. (1938). A Hanság és a Fertő lecsapolási kísérleteinek története. Magyaróvár.

Timaffy L. (1988). A Rábaköz gazdaságtörténete. In: Rechnitzer János (szerk.): A Rábaköz térszerkezete. Csorna-Kapuvár. pp. 27-41.

Újházy J. (1873). A Rába s a vele vízműveleg összefüggő Rábca, Répcze, Kisrábatorok és Marczal szabályozása és csatornázása, továbbá a Hanság és a Fertő lecsapolása. Budapest.

Vadas A. (2015). A Rába-mente környezeti viszonyai a 16. század közepén egy 1543–44-es folyófelmérés tükrében. Soproni Szemle, 69. évf. 1-4. sz. pp. 16-40.

Vadas A. (2021). Egy határfolyó környezettörténete. Háború és vízgazdálkodás a kora újkor Rába-völgyben. Budapest.

Varga Gy. (2007). Törpe vízierőművek előkészítése a területi vízgazdálkodás részeként. In: A Magyar Hidrológiai Társaság XXV. Országos Vándorgyűlése (Tata, 2007. július 4–5.) Tata.

Vásárhelyi P. (2010). A természetvédelem és a vízgazdálkodás összehangolása sokfeladatú létesítmények és együttműködések kialakításával. In: A Magyar Hidrológiai Társaság XXVIII. Országos Vándorgyűlése (Sopron, 2010. július 7–9.) Sopron.

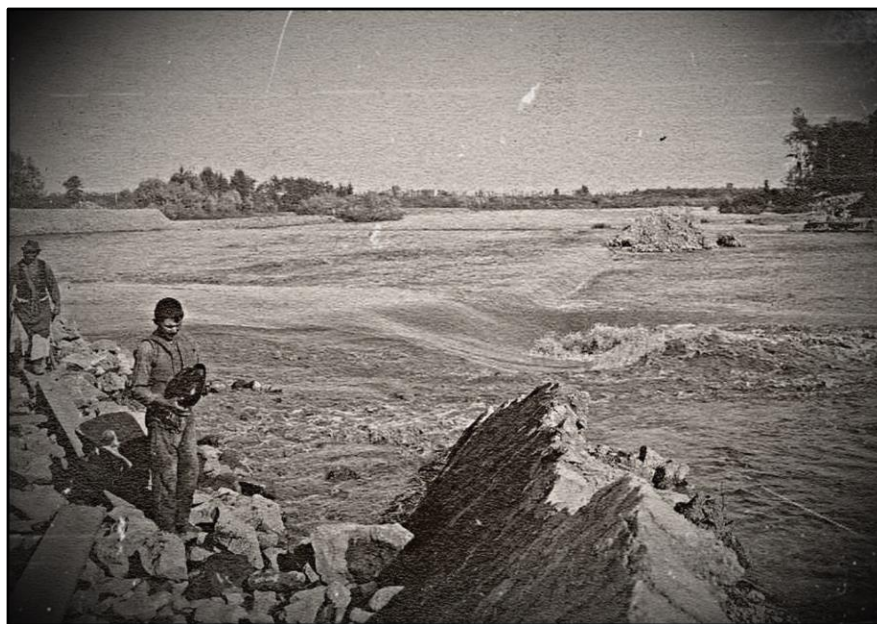
White, R. (1985). American Environmental History: The Development of a New Historical Field. Pacific

Historical Review 54(3), pp. 297-335.
<https://doi.org/10.2307/3639634>

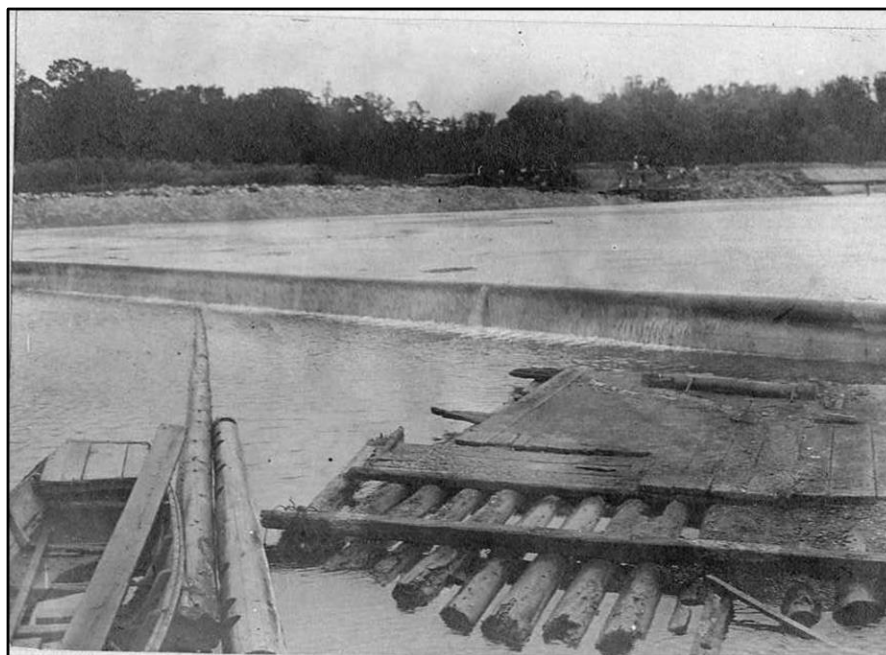
A SZERZŐ



SIMONKAY MÁRTON az SZTE Jelenkortörténeti Tanszékének adjunktusa. 2016-ban történelem–földrajz szakos tanári diplomát szerzett az Eötvös Loránd Tudományegyetemen, 2024-ben megvédte PhD-dolgozatát az ELTE Történelemtudományi Doktori Iskolájában. Disszertációjának témája az Alsó-Rába-vidék dualizmus kori vízrendezése és ennek társadalmi–gazdasági hatásai. Érdeklődési területe a 19–20. század magyar társadalomtörténete, különös tekintettel a környezettörténeti és a vállalkozástörténeti vonatkozásokra.

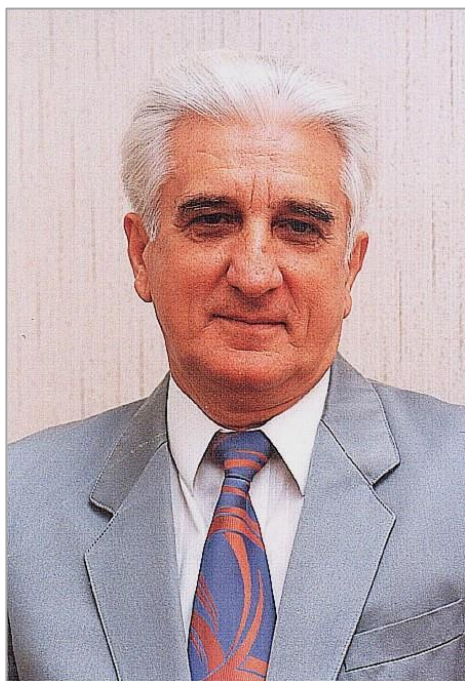


Átszakadt gát Nicknél, 1907. (ÉDUVIZIG Archívum)
Broken dam at Nick, 1907. (ÉDUVIZIG Archive)



Műtárgy átépítés után Nicknél, 1907–1908. (ÉDUVIZIG Archívum)
The rebuilt dam at Nick, 1907–1908. (ÉDUVIZIG Archive)

Nekrológ



Nevét már korábban is hallottam, egy-két szakcikke is szemem elé került, ám első találkozásunkat megelőzte Áll Lajos, a Vízgazdálkodási Társulatok Országos Választmányának (VTOV) akkori titkára. Az ő helyettese volt dr. Koltay József. Ahogy az esztergomi múzeum irodájában beszélgettünk Áll Lajossal búcsúzóul megemlítette, hogy össze fog hozni Koltayval, aki szintén nagy affinitást érez a történeti dolgok iránt. Így történt, hogy az 1980-as évek végén Koltay Józseffel találkoztva rögtön azt javasolta, hogy nézzük át a hazai víztársulatok történetét, s egy közös cikket írjunk a Vízügyi Közleményekbe. Ő majd az utolsó több mint három évtized viszontagságos, de eredményes fejlődését veti papírra. S valóban, aki erről az időszakról mindent, szinte testközelből résztvevőként és tanúként tudott, az ő volt.

Ahogy az a rövid szakmai életrajzából kiderül, „1959-től az OVF, ill. OVH főmérnöke, osztályvezető-helyettese, 1972-től az OVH Tanácsai Osztályának vezetője.” Nagy formátumú vízügyi vezetőkként hozta össze ezekben az időkben a sors. Legelőször Dégen Imrét, az OVH elnökét kell említeni, aki felismerte a fiatal, ambiciózus mérnökben azt a szakembert, aki kitartóan képes munkálkodni a hazai víziközművesítés érdekében, aki nemcsak új ötletekkel tud előállni, hanem a mindennapok tanácsai jogszabályi dzsungelében is el tud igazodni. Másodszor az elnökhelyettest, dr. Illés Györgyöt kell idesorolni, akinek csapata az ország vízellátásának és csatornázásának fejlesztésében olyan teljesítményt nyújtott, ami szinte példa nélkül állt. S ebben a munkában Koltay József is kimagasló szerep hárult.

Ő mesélte, milyen előremutató gondolat volt részükről az '50-es évek második felében, hogy az újra életre keltett

Dr. Koltay József

Kispest, 1932. VI. 19. – Leányfalu, 2025. II. 6.

vízgazdálkodási társulatok lehetséges feladatai közé beillesztették – a korábban ott nem szereplő – a települési víziközművesítés programját. A másfél évszázaddal korábban, az érdekelt földbirtokosok anyagi erejével megkezdett ármentesítési munkák reformkori szervezőinek eszébe sem jutott, hogy ugyanolyan érdekeltégi alapon meg lehet szervezni a falvak víz- és csatornaműveinek kiépítését. És ez a folyamat, a sorra megalakult víziközmű társulatok közreműködésével jelentős – de nem kizárólagos – állami támogatás mellett megindult. A vezetékes ivóvízhez való hozzáférés menetét a falvak lakói immár saját befizetésekkel is felgyorsíthatták. Koltay Józsefnek is nagy szerep jutott nemcsak a társulatok szervezésében, hanem abban is, hogy amikor az 1970-es felső-tiszai árvíz számos települést pusztított, akkor az OVH szorgalmazására a helyreállítási programba belevették az addig többnyire közművesítetlen falvak vízműveinek kiépítését. Nem előkészítetlen ügyek voltak ezek, hiszen már a '60-as évek első felében elkészült Szabolcs-Szatmár megye vízellátásának és csatornázásának terve, csak a pénz hiányzott a tervek valóra váltásához. Szerencse a szerencsétlenségben, hogy a települések újjáépítéskor – 1970-72-ben – a frissen felhúzott lakóházakat már nem lehetett közművek nélkül átadni régi-új tulajdonosaiknak. Az állami elismerés nem maradt el: Koltay József az 1970. évi árvízjárok helyreállításában kifejtett eredményes munkája elismerésül a Munka érdemrend ezüst fokozata kitüntetéssel vehette át.

Mindezek mellé párosult az az aktív szerep, amit, mint az OVH Tanácsai Osztályának vezetője a szakajtó rendszeres írójaként, valamint a különböző hivatalos rendezvények előadójaként vállalt. Előadásokat tartott pl. a Mérnöktovábbképző Intézet kurzusain és szaktanfolyamokon. Az 1970–80-as években tagja volt az MTA Vízgazdálkodási Bizottság Vízellátási és Csatornázási Albizottságának. Érdemes volna egyszer számba venni, milyen szakcikknek kerültek ki tolla alól, amelyek elsősorban az aprófalvas települések víziközmű viszonyait tárgyalták. Aki ennek a korszaknak és szakterületnek történeti fejlődését fogja vizsgálni, csak ezek ismeretében alkothat képet a több évtizedet átfogó küzdelmekről és az eredményekről. Még utólag annyit a bevezetőben említett első találkozásunkról, hogy azután a közösen írt, kétrészes társulattörténeti cikkünk, amely a Vízügyi Közleményekben látott napvilágot (az 1992. évi 1. és 4. számban), utóbb elnyerte a Magyar Hidrológiai Társaság (MHT) Vitális Sándor szakirodalmi díját. S az akkori tanulmányhoz gyűjtött sok-sok irodalmi forrás felkutatásának eredménye lett a Vízgazdálkodási Társulatok válogatott bibliográfiája, amelyet a VTOSZ 1992-ben jelentetett meg a *Források a vízügy múltjából* sorozat 9. köteteként.

De, térjünk vissza a '70-es, '80-as évekhez! Ugyancsak az ő érdemeihez tartozik, hogy amikor már Dégen Imre államtitkári széke – az ellene indított pártvizsgálatot követően – erősen inogni kezdett, s már mindenki a hamarosan bekövetkező nyugdíjazásáról pletykálgatott, akkor Koltayék egy utolsó akciót szerveztek, hogy Dégen méltó mó-

don távozhasson az OVH éléről. Ez 1975 májusában történt Körösszegapátiban, az 1000. társulati úton megépített községi vízmű avatásakor. Huszár István miniszterelnök-helyettes társaságában Dégen Imre is átvágta a szalagot. Hogy aztán ez valóban az 1000., vagy éppen csak a 998. vízmű volt-e, azt ma már senki nem tudja megmondani, és Koltay is csak mosolygott a történeten. Dégen Imrének viszont ez volt az utolsó nyilvános szereplése.

Ismét vissza kell nyúlni az MHT kitüntetettjeinek lexikonában a róla megjelent rövid szócikkhez:

„1985-től 1994-ig a Vízgazdálkodási Társulatok Országos Választmánya (VTOV) (utóbb Szövetsége) titkárságának helyettes vezetője, 1991–1992 között vezetője. Szakmai tevékenysége a vízellátás és csatornázás szakterületén, a települések vízgazdálkodására, a vízügyi műszaki igazgatás feladataira, és több mint három évtizeden keresztül a víziközmű társulatok szervezésére, hatékony működésére, a társulati mozgalom központi támogatására és elvi irányítására terjedt ki.” Áll Lajos, az idézetben említett VTOV titkára a rendszerváltás idején ment nyugdíjba, s átmenetileg, két éven keresztül Koltay József látta el a titkári feladatokat. Nem kis munka volt ez, hiszen a rendszerváltást követően a társulatok – bizonyos értelemben – légüres térben találták magukat. A termelőszövetkezetek a kárpótlási törvény következtében elkezdtek szétszakadozni, s a velük szorosan együttműködő vízgazdálkodási társulatok nehezen tudtak hozzájutni az új tulajdonosoktól a fenntartásukhoz szükséges érdekeltségi hozzájáruláshoz. A víziközmű társulatokat pedig az önkormányzati törvény hatásaként a regionális, megyei, vagy térségi vízmű és csatornamű vállalatok szétaprózódása hozta gyakorta kezelhetetlen helyzetbe.

Amikor 1994-ben nyugdíjba vonult, akkor az egykori pályatársa, kortársa, Perecsi Ferenc, az akkor már ugyancsak nyugdíjas volt OVH főigazgató köszöntötte őt a VÍZTÜKÖR hasábjain. Cikkének címe: „Dr. KOLTAY – Aki hozzátartozott napjainkhoz”. Nem mindenkit köszöntött az OVH folyóirata ilyen gálán! Általában nekrológok szoktak megjelenni azokon a hasábjakon, nem nyugdíjas búcsúztatók! Konkrétan: addig egy sem jelent meg! Mindezek ellenére Koltay József, akinek a dicséret amúgy sosem esett rosszul, némi egészen halvány csipkelődést is kieresztett az egyébként elismerő mondatokból. Mert, valljuk be, a jeles mérnök az átlagosnál azért érzékenyebb lelketű volt világéletében. Sokáig ízlelgette a cikkben leírtakat, s csak az utóbbi időkben jutott el oda, hogy elfogadja és ne berzenkedjen tovább emiatt.

Ha nyugdíjba is vonult, az nem azt jelentette, hogy abahagyta volna szakmai tevékenységét. A Magyar Hidrológiai Társaságban, annak Vízügyi Történeti Bizottságában gyakorta felbukkant és egy-egy évforduló kapcsán megmozgatta mindazokat, akik rábeszélésére elvállalták, hogy vele együtt előadást tartsanak, vagy a vándorgyűléseken részt vegyenek. Az ő kezdeményezésére döntött úgy az MHT elnöksége, hogy 1999. június 11-ike, az Országos Vízgazdálkodási Hivatal Vízellátási Osztálya megalakulásának 50. évfordulójára emlékezve legyen ez a nap „A vezetékes vízellátás napja”. A kezdeményezés éve

ken keresztül meggyökeresedni látszott, s hírt adott róla a szakajtó is, aztán valahogy elpárolgott a kezdeti lelkesedés... Kár érte!

Persze Koltay József szakmai szervezetekben kifejtett aktivitása nemcsak 1994 után, hanem az azt megelőző években, évtizedekben rendületlenül működött. Talán ennek is köszönhető, hogy az MHT 1987-ben kitüntette őt a megtisztelő Bogdánfy-érmével.

Szervező munkássága a lelkének oly kedves Balaton fürdővilágára is kiterjedt. Balatonakarattya-hoz amúgy családi kötelékek is fűzték, hiszen még a szülei révén vált „ős-akarattyas”-sá. Mint tevékeny szakember részt vett az akarattyai vízellátás és csatornázás szervezésében, s amikor 1993-ban megalakult a Balaton-parti Fürdőegyesületek Szövetsége, akkor az északi parti egyesületek őt delegálták a Szövetség egyik alelnökének, amely feladatát 1998-ig látta el. Balatonakarattya nagyon sokat köszönhetett neki, hiszen az Akarattyt is közvetlenül érintő „Nemzeti kincsünk a Balaton” és a „30 éves a Balatonkenesei Víziközmű Társulat” című könyvei, továbbá a 13 kötetből álló „Balatonakarattya Helytörténeti Gyűjteménye” című kézirata hozzájárult a település népszerűsítéséhez. Mindezt a közösség is értékelte, hisz 2016-ban a képviselő testület Akarattya díszpolgárává választotta.

Végezetül egy személyes kitérő: amikor rá írásban emlékezem, mindig fegyelmeznem kell magam, hogy ne Jóskát írjak! Pedig milyen egyszerűen hangzana ez! Nem írhatok Józsi bácsit sem, jóllehet a korkülönbség miatt talán ez dukálhatna, a Jóska bátyám megszólítás pedig köztünk soha nem hangzott el! Mindenki, ha róla volt szó, mindig a Jóskát, vagy a Koltay Jóskát emlegette. Mindez talán onnan is származott, hogy Jóska nagy sportember, sportrajongó is volt. Ha arra gondolunk, hogy édesapja (Koltai /Kolhane/ József) nemcsak az FTC csapatának, hanem az első magyar fociválogatottnak is tagja volt (hajh! daliás idők – amikor még Hajós Alfréd volt a szövetségi kapitány!), akkor ez részéről teljesen érthetővé válik! Sokat tett a vízügyi sportélet megeremtéséért, a Vízügyi Sport Clubnak elnökségi tagja, 1957–1975 között főtitkára, illetve 1977-ig ügyvezető elnöke, valamint az OVH asztalitenisz csapatának oszlopa volt. Egy sportembert, egy csapatjátékost csak hivatalos papírokon, megbeszéléseken, ágazati értekezleteken hívnak dr. Koltay Józsefnek!

És most, annyi év, évtized után valami végleg lezárult. Csak az emlék maradt meg nekünk, akik személyesen is ismertük őt! S hogy az emlék, ha idővel fakul is, mégis fennmaradjon, abban közös feladatunk van. El kell mondanunk, le kell írni, hogy Koltay Józsefnek és társainak milyen döntő szerepük volt a magyar települések vízellátási és csatornázási gondjainak csökkentésében, az „ivóvíz magyarországi honfoglalásában”!

Emlékét kegyelettel megőrizzük.

Fejér László
az MHT Vízügyi történeti bizottság elnöke



Nekrológ



Dr. Goda László okleveles mérnök (Budapesti Műszaki Egyetem-BME 1952), a műszaki tudományok kandidátusa (Moszkva 1962).

Mérnöki diplomájának megszerzését követően szakmai munkáját a MEVIÉP (Mezőgazdasági Vízügyi Építő Vállalat) vidéki építésvezetőségein kezdte. Főmunkavezetői, építésvezetői munkakörben a vállalat mezőtúri, kisújszállási, végül budapesti építésvezetőségein dolgozott. Rizstelepek, csatornák, öntözőtelepek építését irányította.

1957-ben a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet (VITUKI) állományába lépett. Dolgozott a Tisza mederfelvételének előkészítő terepmunkáiban, majd a vízmérő csoporthoz kerülve az akkor még centralizáltan működő országos vízhozammérő hálózat munkájának szervezésében, a mérési adatok gyűjtésében, feldolgozásában vett részt. 1958 végén a vízmérő csoport vezetője lett.

1959-ben megpályázott és elnyert egy 3 éves aspirantúrát a moszkvai Meliorációs Intézetbe. Kutatási eredményeit a hazai hidrológiai viszonyokra adaptálva dolgozta ki kandidátusi értekezését („*A felszíni lefolyás alakulása Magyarországon*”), amit 1962-ben védett meg.

1963 elejétől – ismét a VITUKI-ban – a Vízgazdálkodási Osztályon folytatta munkáját. Ekkor dolgozta ki „*A többnapos nagycsapadékok gyakorisága*” című témát, aminek eredményei 1966-ban külön kiadványban is megjelentek.

Dr. Goda László

Jászárokszállás, 1928. 10. 14. – Budapest, 2024. 10. 05.

1966-ban felkérést kapott a Duna Bizottság hidrometeorológiai osztályvezetői állásának betöltésére. Itt irányította a hidrometeorológiai adatok gyűjtését a tagországoktól, a Duna évenként megjelenő hidrológiai évkönyvének és egyéb hidrológiai kiadványok összeállítását. Foglalkozott a dunai hajózást elősegítő ajánlások kidolgozásával.

Duna-bizottsági mandátumának lejárását követően, 1972 májusában visszatért a VITUKI-ba. A következő évtől kezdődően a Felszíni Vizek Főosztályát vezette. Irányította az akkor még központi keretek között folyó vízrajzi észlelés, mérés, adatfeldolgozás továbbá az évkönyvszerkesztés és a vízjelzés feladatköreit.

Az 1976-évi átszervezés eredményeképpen a VITUKI főosztályai 4 intézetbe szerveződtek. Ezt követően a Vízrajzi Intézetet irányította előbb intézetvezetőként, majd intézeti igazgatóként. A vezetése alatti időszakban jelentős súlyt képviseltek a nagy árvizek értékelésével és az árvédelmi fejlesztések megalapozásával kapcsolatos témák. Rendszeressé vált a hazai folyók és tavak mederfelvétele. Utolsó 5-éves megbízásának leteltekor, 1990-ben nyugdíjba vonult.

Főbb munkaterületei: vízrajzi szolgálat szervezése, hidrológiai észlelő hálózat optimalizálása, fejlesztése, csapadék statisztika, dunai gázlok és hajózás, hidrológiai előrejelzések, árvízvédelem hidrológiája, nemzetközi hidrológiai kapcsolatok és együttműködés.

Nyugdíjba vonulását követően csak kisebb szakmai feladatokat vállalt. Kivételként említendő a Duna gázlóiról készült tanulmánya, amely a Duna-menti országok együttműködésének Duna Monográfia sorozatában külön kötetként jelent meg.

Szakirodalmi munkásságát (részben társszerzőként) mintegy 35 tanulmány, dolgozat, kutatási eredmény mutatja, melyekből több idegen nyelven is megjelent. „*A Duna gázlója Pozsony–Mohács között*” című közleményéért 1995-ben megkapta az MHT Vitális Sándor szakirodalmi díját. Munkásságának elismerését jelentette a Munka Érdemrend Arany fokozata kitüntetés (1986).

Közreműködött több szakmai szervezet munkájában: tagja volt az MTA Vízgazdálkodás-tudományi Bizottságának, a Hajózási Albizottságnak, a Tudományos Minősítő Bizottság szakbizottságának és az Interkozmosz Tanács Magyar Nemzeti Bizottságának. A Magyar Hidrológiai Társaság Árvízvédelmi és belvízvédelmi Szakosztálya vezetőségének megalakulásától több mint egy évtizedig tagja volt, valamint 1977–1985 között a Nemzetközi Kapcsolatok Bizottságának elnökeként tevékenykedett. Szakmai és társasági tevékenységének elismerésül 1983-ban Bogdánfy Ödön emlékérmét, 2021-ben Tiszteleti Tag címet kapott.

2024. október 5-én, néhány nappal 96. születésnapja előtt hunyt el.

Dr. Szlávik Lajos



Helyreigazítás



A Hidrológiai Közlöny 104. évfolyam 2. számában megjelent "*Lükő Gabriella és Torma Péter: A Balaton 3D hidro- és termodinamikai modelljének továbbfejlesztése*" című közlemény Köszönetnyilvánítás fejezetének helyreigazítása

A Hidrológiai Közlöny 104. évfolyam 2. számában megjelent "*Lükő Gabriella és Torma Péter: A Balaton 3D hidro- és termodinamikai modelljének továbbfejlesztése*" című közlemény (DOI: <https://doi.org/10.59258/hk.15658>) KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS fejezetében a kutatás támogatását nyújtó OTKA pályázatok sorszámai hibásan szerepelnek, ugyanis a kutatás és az ahhoz kapcsolódó mérési program a 120551 és 134559 számú OTKA pályázatok keretében zajlott.

A helyesbített szöveg:

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A mérési program a 120551 és 134559 számú OTKA

kutatási együttműködés keretében zajlott. A közlemény az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-23-3-II-BME-193 és ÚNKP-23-5-BME-454 Új Nemzeti Kiválóság Program pályázatainak támogatásával készült. A bemutatott kutatás a Széchenyi Terv Plusz program keretében az RRF-2.3.1-21-2022-00008 számú projekt támogatásával valósult meg. A jelen közleményben megjelenő kutatások az ITM NKFIA által nyújtott TKP2022 IKA támogatásából, az NKFIH által kibocsátott támogatói okirat alapján valósultak meg (projektazonosító: TKP2022 BME-IKA-VIZ). A második szerző a kutatást az MTA Bolyai János Ösztöndíj (00906/23) támogatásával végezte.



A haragos Balaton (Fotó: Doroszlai Dénes)
The roaring Lake Balaton (Photo by Dénes Doroszlai)

A **HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY** elsősorban hidrológiával, vízgazdálkodással és a kapcsolódó szakterületeket érintő tudományos megalapozottságú szakmai közlemények megjelentetésére ad teret. Ezek mellett a **FÓRUM** rovatban lehetőség van szakmai érdekességek, újdonságok közzétételére is. A **TÖRTÉNELMI PILLANATKÉP** rovatban a régmúlt vízügyi eseményeinek állítunk emléket. Módot adunk továbbá szakkönyvek bemutatására a **KÖNYVISMERTETÉS** rovatban.

A közlésre szánt kéziratot elektronikus formában lehet benyújtani Word (.doc vagy .docx) állományban, maximum 30 oldal terjedelemben a hk@hidrologia.hu e-mail címre. Eredeti műveket, azaz más folyóiratban, kiadványban korábban még nem közölt kéziratokat fogadunk el. Amennyiben a kézirat tartalma már valamilyen formában megjelent hazai vagy külföldi (idegennyelvű) kiadványban, illetve másodközlésnek minősül, azt a kézirat beküldésekor jelezni kell.

A kézirat mellett lehetőség van a témához szorosan kapcsolódó további elektronikus formátumú információk (pl. Excel file, előadás pdf formátuma, videó) csatolására is, melyek a közlemény online változatával együtt jelennek meg.

A kézirat beérkezését követően a Szerkesztőbizottság visszaigazolást küld a szerzőnek és a közleményt szakmai bírálóknak adja ki. A bírálatok alapján a kéziratot a Hidrológiai Közlöny: a) elfogadja megjelentetésre; b) javításokat, kiegészítéseket, módosításokat javasol; c) nem fogadja el közlésre. A közlésre elfogadott kézirat esetében a grafikus elemeket (ábra, kép, táblázat) külön elektronikus állományban is meg kell küldeni a Szerkesztőség részére.

FORMAI KÖVETELMÉNYEK

Kérjük, közleményük készítésekor tanulmányozzák a részletes közlési útmutatót (https://www.hidrologia.hu/wp-content/uploads/2024/04/Hidrologiai-Kozlony-Kozlesi-Utmutato_MAGYAR_2024.pdf), melyből közzéteszünk néhány előírást:

A szakmai közlemény kötelező részei: cím, szerző(k) teljes neve, a szerző(k) munkahelye és e-mail címe, magyar nyelvű kivonat, magyar kulcsszavak, angol nyelvű cím, angol kivonat (Abstract), angol kulcsszavak (Keywords), törzsszöveg fejezetekre tagolva, irodalomjegyzék, szerző(k) életrajzi adatai és fényképe (portrékép). Az ábra-, kép- és táblázatcímek angol változatát is meg kell adni.

A használt betűtípus: Times New Roman, szimpla sorközzel, sorkizárt rendezéssel. Az oldal A4-es méretű, 2,5 cm-es margóval.

A közleményben más szerzők műveiből átvett szövegrészeknél, ábráknál, fényképeknél, táblázatoknál, internetes forrásoknál, adatbázisoknál feltétlenül hivatkozni kell a felhasznált forrásra. Kérjük, hogy lábjegyzetet ne használjanak.

2024-től már angol nyelvű kéziratokat is fogadunk, melyek külön kötetbe rendezve jelennek meg. Az angol nyelvű kéziratok részletes közlési útmutatója: https://www.hidrologia.hu/wp-content/uploads/2024/04/Hidrológiai-Kozlony-Kozlesi-Utmutato_ANGOL_kivonat.pdf