

# HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY



A MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG LAPJA • 102. ÉVF. 3. SZÁM • 2022  
HUNGARIAN JOURNAL OF HYDROLOGY • VOL 102. No. 3. • 2022





**Nemzeti  
Együttműködési  
Alap**



MINISZTERELNÖKSÉG



**BETHLEN GÁBOR**  
*Alapkezelő Zrt.*



## Hidrológiai Közlöny

A Magyar Hidrológiai Társaság lapja  
Megjelenik háromhavonként

### Főszerkesztő

Major Veronika

### Főszerkesztő-helyettes és olvasószerkesztő

Konecsny Károly

### Szakszerkesztők

Ács Éva

Nagy László

### Szerkesztőbizottság elnöke

Szöllősi-Nagy András

### Szerkesztőbizottság tagjai

Ács Éva, Bakonyi Péter, Baranyai Gábor, Baross Károly, Bíró Tibor, Bogárdi János, Bozán Csaba, Csörnyei Géza, Engi Zsuzsanna, Fehér János, Fejér László, Gayer József, Hajnal Géza, Honti Márk, Ijjas István, Józsa János, Kerekesné Steindl Zsuzsanna, Kling Zoltán, Konecsny Károly, Koris Kálmán, Kovács Sándor, Kuti László, Licskó István, Major Veronika, Melicz Zoltán, Nagy László, Rákosi Judit, Rátky István, Román Pál, Szilágyi Ferenc, Szlávik 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: Szlávik Lajos, a Magyar Hidrológiai Társaság elnöke

### Hirdetés

Magyar Hidrológiai Társaság Titkarsága  
1091 Budapest, Üllői út 25. IV. em.  
Telefon: (1)-201-7655 Fax: (1)-202-7244  
E-mail: titkarsag@hidrologia.hu

### Indexelik

Appl. Mech.; Rew. Chem.; Abstr. Fluidex;  
Geotechn. Abstr.; Meteor / Geostrophys.  
Abstr. Sei.; Water Res. Abstr.

Index: 25374  
HU ISSN 0018-1323

## Tartalomjegyzék

Major Veronika: Előszó ..... 3

### SZAKCIKKEK

O. Lakatos Boglárka, Ungvári Gábor: Ökoszisztéma szolgáltatások koncepciója a vízgazdálkodásban ..... 4

Nyiri Emese, Török Gergely Tihamér: Folyók dinamikuss egyensúlyi állapotát becsülő eljárás kidolgozása és alkalmazása a magyarországi Felső-Dunára ..... 20

Erdei Tímea Katalin, Boromisza Zsombor, Domokos Endre, Dávid Szilvia: A szolnoki Zagyva szakasz rehabilitációs potenciáljának meghatározása hidromorfológiai szempontok figyelembevételével ..... 33

Szlabóczky Pál: Az alföldi Csörsz-árok vízgazdálkodási szempontú értékelése ..... 43

Wagner Flóra, Csoma Rózsa: A felszín alatti áramlás és árhullámok kapcsolatának vizsgálata változó folyami vízszintek esetében ..... 50

### FÓRUM

Doroszlai Dénes: Valóban kiszáradt az Aranyhegyi-patak? ..... 61

Juhász Erika: Hód – a vizes élőhelyek meg nem értett mérnöke ..... 63

### TÖRTÉNELMI PILLANATKÉP

Konecsny Károly: Pillanatképek a Nyíregyházi Vízügyi Igazgatóság életéből (1956) ..... 66

### KÖNYVAJÁNLÓ

Szlabóczky Pál: Hidrogeológiai Segédlet ..... 74

### ESEMÉNYEK

Major Veronika: A Magyar Hidrológiai Társaság XXXIX. Országos Vándorgyűlése ..... 75

Címlapkép: A hódokról  
(Juhász Erika felvételei)



## 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 Editors

Éva ÁCS

László NAGY

### Editorial Board Chairman

András SZÖLLŐSI-NAGY

### Editorial Board Members

Éva ÁCS, Péter BAKONYI, Gábor BARANYAI, Károly BAROSS, Tibor BÍRÓ, János BOGÁRDI, Csaba BOZÁN, Géza CSÖRNYEI, Zsuzsanna ENGI, János FEHÉR, László FEJÉR, József GAYER, Géza HAJNAL, Márk HONTI, István IJJAS, János JÓZSA, Zsuzsanna KERESKÉSNÉ STEINDL, Zoltán KLING, Károly KONECSNY, Kálmán KORIS, Sándor KOVÁCS, László KUTI, 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: Lajos SZLÁVIK, President  
of the Hungarian Hydrological Society  
Email: titkarsag@hidrologia.hu

### Advertising

Secretariat of the Hungarian Hydrological  
Society

H-1091 Budapest, Üllői út 25., Hungary

Phone: +36-(1)-201-7655, Fax: +36-(1)-202-7244

Email: titkarsag@hidrologia.hu

### Indexed in

Appl. Mech.; Rew. Chem.; Abstr. Fluidex;  
Geotechn. Abstr.; Meteor / Geostrophys.  
Abstr. Sei.; Water Res. Abstr.

Index: 25374

HU ISSN 0018-1323

## Contents

Veronika MAJOR: Foreword ..... 3

### SCIENTIFIC PAPERS

Boglárka O. LAKATOS, Gábor UNGVÁRI: Ecosystem  
services concept in water management ..... 4

Emese NYIRI, Gergely Tihamér TÖRÖK: Development of a  
method for estimating the dynamic equilibrium state of rivers  
and its application to the Upper Danube in Hungary ..... 20

Tímea Katalin ERDEI, Zsombor BOROMISZA, Endre DOMOKOS,  
Szilvia DÁVID: Determining the restoration potential of the  
Zagyva river at Szolnok, considering hydromorphological  
aspects ..... 33

Pál SZLABÓCZKY: The evaluation of Ditch Csörsz at the  
Northern Great Plain in terms of water management ..... 43

Flóra WAGNER, Rózsa CSOMA: Investigating groundwater  
flow regime and flood waves in case of different water  
levels ..... 50

### FORUM

Dénes DOROSZLAI: Has the Aranyhegyi stream really dried up? . 61

Erika JUHÁSZ: Beaver – the misunderstood engineer of  
wetlands ..... 63

### HISTORICAL SNAPSHOT

Károly KONECSNY: Snapshots from the life of the  
Nyíregyháza Water Directorate (1956) ..... 66

### BOOK REVIEW

Pál SZLABÓCZKY: Hydrogeological Manual ..... 74

### EVENTS

Veronika MAJOR: XXXIX National Assembly of  
Hungarian Hydrological Society ..... 75

Cover photos: About the beavers  
(Photos: Erika JUHÁSZ)

## Előszó



az ökológusok számára is.

A *Hidrológiai Közlöny* 102. évfolyam (2022) 3. száma fontos ökológiai kérdéseket vizsgál vízgazdálkodási szemmel, az ökoszisztéma szolgáltatások vízgazdálkodási koncepciójától a hódok vízimérnöki munkájáig vezetve bennünket.

*O. Lakatos Boglárka és Ungvári Gábor* tanulmánya az ökoszisztéma szolgáltatások éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásának vízgazdálkodási aspektusait mutatja be az ökológiai és a vízgazdálkodási szemlélet egybefonódásán keresztül. A közlemény bemutatja az ökoszisztéma koncepció hazai beépülésének fejlődését a vízgyűjtő-gazdálkodási tervek első ciklusától a harmadikig, valamint kitekintést nyújt más európai uniós országok intézkedéseire is.

*Nyiri Emese és Török Gergely Tihamér* közleményükben a folyók dinamikusan egyensúlyi állapotát becsülő eljárást mutatnak be, alkalmazva azt a magyarországi Felső-Dunára. Hazai viszonylatban újdonságnak számít a morfordinamikai modell felépítése és alkalmazása dinamikus egyensúlyi állapot vizsgálatára. A közlemény eszközt ad a folyómederben várható változások trendjének és nagyságrendjének számításához, támogatva ezzel a folyószabályozási tervezést.

A települési folyószakaszok rehabilitációs potenciáljának hidromorfológiai szempontok alapján történő meghatározására ad vizsgálati-értékelési módszert *Erdei Tímea Katalin, Boromisza Zsombor, Domokos Endre és Dávid Szilvia* közleménye, mely részletesen bemutatja a többszemponú változatelemzés alkalmazhatóságát. A több szemponú változatelemzés általános keretet biztosít az összetett döntéshozatali helyzetek megoldására. A kutatási eredmények segítséget nyújthatnak a városi folyók rehabilitációjának előzetes tervezésében.

*Szlabóczky Pál* írása egy nagyon jelentős, eddig jobbra deduktív jellegű (holisztikus) felismeréshez nyújt inductív – egzakt számításokon alapuló – alátámasztást, megerősítést. Már az 1800-as években felmerült az a gondolat, hogy az alföldi hosszanti sáncárok (Csörsz-árok, Kis-árok, Ördög-árok) nem csupán hadászati-védelmi rendeltetés miatt készültek, hanem a síkvidék vizeinek szabályozásában is szerepet játszottak. Szlabóczky Pál egyszerű, gyakorlatias számításai, e tájstruktúrák rekonstruktív mérnöki elemzése, a Csörsz-árok-szakasz „vízgyűjtő területének” hidrometeorológiai értékelése és

az árokrendszer vízvezetési szempontú hidraulikai elemzése megerősíti – bizonyos szempontból alátámasztja – ezt a feltevést.

Az árhullámok jellemzőinek kapcsolatba állítása a felszín alatti vízforgalommal fontos ismeret a modellezők számára. *Wagner Flóra és Csoma Rózsa* közleménye a Budapest lágymányosi mintaterületre ad módszert a talajvíz áramlás fajlagos vízhozamának meghatározására. A fajlagos vízhozam változása és a terület beépítése közti kapcsolat újabb ismeretet adhat a felszín alatti építmények felszín alatti áramlásokra gyakorolt hatásáról.

A Vízgyűjtő-gazdálkodási terveket megalapozó „Jelentős vízgazdálkodási kérdések” napjainkban már külön fejezetben foglalkoznak a hódok által okozott problémákkal. Ezért érdemes odafigyelnünk a hódokra, valamint természetvédelmi és vízügyi szempontból is átgondoltan tervezni velük. *Doroszlai Dénes* oknyomozó cikke, mely a **FÓRUM** rovatunkban jelenik meg, egy terepbejárás során szerzett tapasztalatok alapján vázol fel egy hódproblémát.

Ugyanebben a rovatban közöljük *Juhász Erika* hódkutató közleményét, mely a hódokat, mint meg nem értett mérnököket mutatja be.

A **FÓRUM** a véleménynyilvánítás helye. Ezért készséggel adunk teret a megfontolt szakmai vitának, remélve, hogy ezzel hozzájárulhatunk a hóddal kapcsolatos konfliktusok szakszerű kezeléséhez, ökológiai és vízgazdálkodási értelemben egyaránt, vagyis egy országos hódstratégia megalapozásához. A véleményeket a „Tárgy: Hódok” megjelöléssel a [hk@hidrologia.hu](mailto:hk@hidrologia.hu) címre várjuk.

Az 1956-os forradalom eseményei és az azt követő rektorziók nem hagyták érintetlenül a vízügyi ágazatot sem. **TÖRTÉNELMI PILLANATKÉP** rovatunkban *Konecsny Károly* segítségével ismerhetjük meg, hogy a Nyíregyházi Vízügyi Igazgatóság szakemberei miként szelvédték meg az 1956-os történések következményeit.

Ritkán esik meg, hogy a *Hidrológiai Közlöny* egy házi kiadású könyvet ajánljon, azonban *Szlabóczky Pál* „Hidrogeológiai Segédlet” című munkája nagyon jól használható az oktatásban is, demonstrálva a terepi megfigyelések és munka jelentőségét. A szerző munkája szakmatörténeti szempontból is egy értékes összeállítás.

Az **ESEMÉNYEK** rovatunk a Hidrológiai Társaság XXXIX. Országos Vándorgyűléséről számol be.

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

*Dr. Major Veronika*  
a *Hidrológiai Közlöny* főszerkesztője

## Ökoszisztéma szolgáltatások koncepciója a vízgazdálkodásban

O. Lakatos Boglárka<sup>1,2</sup>, Ungvári Gábor<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Országos Vízügyi Főigazgatóság, nemzetközi projekt referens,

<sup>2</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz (lakatos.boglarka@uni-nke.hu)

<sup>3</sup> Budapesti Corvinus Egyetem, Regionális Energiagazdasági Kutató Központ Vízgazdasági Csoport (gabor.ungvari@uni-corvinus.hu)

### Kivonat

A tanulmány az ökoszisztéma szolgáltatásokkal történő gazdálkodás és az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás vízgazdálkodási aspektusait tárja fel, az ökológiai és a vízgazdálkodási szemlélet egybefonódásának kezdetétől az Európai Unió stratégiái és irányelvek legfrissebb hangsúlyain keresztül. Részletezi az ökoszisztéma koncepció ágait, azonosítási és értékelési módszereit, ezen kívül az emberi tájalakítások hatását az ökoszisztéma szolgáltatásokra, így mutatva rá az éghajlatváltozáshoz való kitettség alkalmazkodási hiányterületeire. A Víz Keretirányelv által előírt Vízügyi-gazdálkodási Tervben (VGT) a vonatkozó intézkedések és az ezekre vonatkozó Stratégiai Környezeti Vizsgálat javaslatait kiemelve válik láthatóbbá az ökoszisztéma koncepció hazai beépülésének fejlődése, az intézkedések célrendszere és hangsúlyai az első ciklustól a harmadik ciklusig terjedően. A hazai VGT ökoszisztéma koncepciójának hangsúlyait összehasonlítva más Európai Unió országok intézkedéseivel képest is különbségek mutatkoznak ezen a téren.

### Kulcsszavak

Ökoszisztéma szolgáltatások, táji vízmegtartás, természeti tőke, éghajlati adaptáció, Vízügyi-gazdálkodási Terv, Stratégiai Környezeti Vizsgálat.

## Ecosystem services concept in water management

### Abstract

The paper explores the water management aspects of ecosystem services and their significance in adaptation to climate change, from the beginning of the interweaving of ecological and water management approaches through the latest emphasis of European Union strategies and directives. It details the branches of the ecosystem concept, its identification and evaluation methods, and the impact of human landscape constructions on ecosystem services, thus pointing out areas of adaptation deficits in exposure to climate change. In the River Basin Management Plan required by the Water Framework Directive, the relevant measures and the recommendations of the relevant Strategic Environmental Assessment are highlighted, and the evolution of the domestic integration of the ecosystem concept, the target system and emphasis of the measures from the first cycle to the third cycle become more visible. Comparing the emphases of the domestic River Basin Management Plan ecosystem concept with the measures of other European Union countries, there are also differences in this field.

### Keywords

Ecosystem services, small scale water retention, natural capital, climate adaptation, River Basin Management Plan, Strategic Environmental Assessment.

### BEVEZETÉS

Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásban a felkészült, időben reagáló, a széles szakmai és társadalmi elfogadottságot és támogatást élvező és nem utolsó sorban költséghatékony intézkedésektől remélhetjük a kedvező és észlelhető hatást. A fenntartható célokat előtérbe helyező vízgazdálkodás jelentős potenciált képvisel az éghajlati adaptáció terén (*Grizetti 2016a*). A fenntarthatósági törekvések azonban megkövetelik, hogy az ökológiai, vízügyi, gazdasági, jogi és társadalmi igényeket együttesen kezeljék az erre hivatott intézmények.

A vízgazdálkodás társadalmi, gazdasági igényeket (infrastruktúra üzemeltetés, vízkészlet rendelkezésre bocsátás) szolgál, ezek az igények bővülnek az ismeretek növekedésével és a társadalmi értékrend változása mentén a fenntarthatósági szempontokkal és az éghajlatváltozással járó követelményeknek való megfeleléssel. Mind az éghajlattal, mind a biológiai sokféleséggel foglalkozó tudományágak jelzik e területek szoros kapcsolatát (*Miskó és Fogarasi 2019, Ashwani és társai 2020, Prakash 2021*). Az éghajlati és ökológiai válság negatív társadalmi hatásai egymást erősítik, de megfelelő szemlélettel végrehajtott beavatkozásaink pozitív természeti és társadalmi hatások egymást erősítő folyamatai is lehetnének. Ennek a közös szemléletnek egy megközelítésmódja az ökoszisztéma

szolgáltatások koncepciója. Erre a koncepcióra, mint integráló szemléletre érdemes tekinteni, ami összekapcsolja a természet jellemzőit és a rájuk épülő társadalmi-gazdasági hasznosításokat, emellett a természetre, mint rendszerfolyamatok összességére tekint, amely kölcsönös kapcsolatban van a társadalmi-gazdasági rendszerrel. Az ökoszisztéma szolgáltatások rendszerezettsége számos más lehetőség mellett egy tudományágakon és szektorokon átívelő platformot biztosít, hogy e kölcsönös egymásra hatások közepette a figyelembe veendő határok, korlátozó feltételek definiálhatóak legyenek. Ez a lehetőség adja a vízgazdálkodás szempontjából vett fontosságát is. A koncepciót egy kommunikációs formaként érdemes felfogni, lényeges tehát, hogy egy-egy ágazat értelmezni tudja a felé irányuló információigényt, ugyanakkor legalább ilyen fontos, hogy a saját szemléletének integritását biztosító elemeket ezen a platformon keresztül kommunikálni tudja. Az ökoszisztéma szolgáltatások jelentőségéről és a vízgazdálkodással közös pontjairól *Somlyódy (2000)* már említést tesz, illetve a területre világszerte jellemző útkeresésről és a kérdések sokaságáról. Például, hogyan válaszol az ökológiai rendszer a különböző, egymást gyakran keresztező és erősítő hatásokra? Az általános elveken túl pontosan mi az az „ökológiai célállapot”, amit el szeretnénk érni/fenn szeretnénk tartani?

Milyen módon és mérnöki megoldásokkal valósíthatók meg a ma még nem is pontosan definiált ökológiai célok? Ez a kérdés foglalkoztatja még ma is a technikai, a természetes közeget általában akadálynak tekintő mérnöki szemléletet képviselő szakembereket.

*„Az ökológia fiatal tudomány. Az alapkérdés – figyelembe véve a mérnök számszerűsítési és cselekvési igényét is – az, hogy a viszonylag kevés markáns szabályozható változó (vízjárás, vízhozam, vízállás, talajvízszint, vízminőség és mindezek dinamikája) hogyan befolyásolja az ökológiai rendszerek tér-időbeli szerveződését, dinamikáját, diverzitását stb. A jövő kulcsa, hogy az ökológiai célállapotokat ki tudjuk-e fejezni a felsoroltakhoz hasonló, viszonylag egyszerű jellemzőkkel. A vízgazdálkodás felől közelítve az alapkérdés az, hogyan befolyásolják makroszinten különböző társulások a víz körforgását és az ehhez kapcsolódó anyagtranszportot. Egyelőre világszerte kevés kutatási eredmény áll rendelkezésre, Magyarországon pedig szinte semennyi.” (Somlyódy 2000).*

E megfogalmazás pontosan a korlátozó feltételek és a rendszerek dinamikája közötti kapcsolat problematikáját veti fel és implicite benne van, hogy a célállapotokat leíró változók keretei között formálódó ökológiai folyamatok maguk is alakító folyamatok, melyek visszahatnak magára a vízkörforgásra és a kapcsolódó anyag és energia transzport folyamatokra, melyek viszont befolyásolják a célállapothoz rendelt vízgazdálkodási jellemzők alakulását.

A „célállapot”, mint szó szerinti terminológia ellentmondásban van az ökoszisztéma rendszerszemléletű megközelítésével, elfedi a tér-időbeli szerveződés dinamikájából az időbeliség szempontját, pedig a Somlyódy (Somlyódy 2000) által felvetett dilemma első számú konfliktusa az időlépték. Amíg az ember alapvetően saját generációjának, jobb esetben egy, maximum két generációnak tervez, addig a természeti erőforrások és ezen belül az ökoszisztéma szolgáltatások egy másik időléptékben reagálnak a feltételek változására. A másik konfliktuspont a természet körkörös, mindennel összefüggő rendszere, amely jóval komplexebb, mint ahogy azt jelenleg értelmezni próbáljuk. Ez világosan megmutatkozik abban, ahogyan a célállapotokat próbáljuk hozzárendelni az adott probléma megoldásához. Az állapot attól függ, milyen időtávban mérjük. Egy év egy adott erdőtársulásban, vízgyűjtőn vagy vizes élőhelyen az előző, akár 10 000 év során zajló folyamatok éppen aktuális állapota. Az ember folyamatosan bővülő terület és szolgáltatás igényével gerjesztett folyamatokra a természet lassan kibontakozó visszacsatolásokkal válaszol. Ezt a kölcsönös viszonyrendszert fogalmazta meg Nováky és Szesztay (2002).

*„Az erdőgazdálkodás és a vízgazdálkodás kölcsönhatásával, valamint az egymással összehangolt fejlesztésükben rejlő lehetőségekkel kapcsolatos kérdések vizsgálatának elvi és módszertani vezérfonala, hogy a növényzeti, talajtani és éghajlati összetevőknek a víz által összekapcsolt ökológiai egysége minden főbb vonatkozásában aktív rendszerként viselkedik. Mindig számolni kell tehát azzal, hogy az egymást követő fizikai, kémiai és biológiai folyamatok visszahatnak magukra a rendszert alkotó növényzeti, talajbeli és éghajlati összetevőkre, továbbá a vízháztartás hatást-közvetítő és integráló szerepének mértékére és módzatára is.”*

Az eltérő időléptékből és a komplex rendszereket meghatározó visszacsatolási folyamatok jelenlétéből következik, hogy ebben a viszonyrendszerben nem lehet klasszikusan értelmezett célállapotokat kijelölni. Az ökológiai rendszerek a vízhozamok, vízjárás mintázatok, talajvízszintek bármilyen kombinációjához alkalmazkodnak. Problematikus ezen keretek között a „cél” állapot, akár a „természetes” állapot kiválasztása.

Jelen elemzés alapvető állítása, hogy Somlyódy (Somlyódy 2000) által felvetett dilemma meghaladását a vízgazdálkodási tevékenységek illesztése/értelmezése szempontjából az szolgálja, ha a stratégiai vízgazdálkodási (és vízkárelhárítási) szempontokat nem az elemi, az éppen aktuális állapotra vonatkozó kisléptékű méretezési információk szintjén keressük, hanem a vízháztartási jellemzőkre gyakorolt hatás léptékében. Az ökoszisztéma szolgáltatások szemléletmódja ehhez a szétválasztáshoz ad fogódzókat azzal, hogy megkülönböztetésre kerültek benne a közvetlen hasznosítások és a hasznosítás lehetőségét biztosító töke jellegű folyamatok. Míg az első csoport esetében helye van, sőt a hasznosítási változatok közötti mérlegelés szükség-szerű eleme a társadalmi hasznosság nagysága, addig a második csoport esetében a folyamatok integritásának biztosítása és a töke (készlet) megőrzésének, vagy lehetőség szerinti növelésének a biztosítása a beavatkozások döntési kritériuma. Ez utóbbi esetben viszont nem szükség-szerű a töke nagyság monetáris kifejezése, ami a beavatkozások megítélésének legnagyobb bizonytalanságát adja.

A vízháztartási jellemzőkkel összekapcsolható ökoszisztéma szolgáltatás szemlélet előnye, hogy megfogalmazható a korábbi hazai ezirányú vízgazdálkodási kutatások eredményeiből építkezve is, másrészt átfogó értelmezési keretet jelenthet mindazon jogalkalmazási követelmény tágabb szemléletű megítéléséhez, amely egyre nagyobb mértékben az ökoszisztéma szolgáltatásokra gyakorolt hatások figyelembevételét írja elő a különböző ágazatok céljainak megvalósítása során – az EU VKI, EU-ÁKK esetében –, de ehhez az integráláshoz a jogszabályok nem adnak módszer-tant pl. olyan esetekre, ahol egyes ökoszisztéma szolgáltatások hasznosítási lehetőségeinek kiterjesztése csak más ökoszisztéma szolgáltatás rovására történhet meg.

Tanulmányunk e problémakör meghaladása érdekében az ökoszisztéma szolgáltatás keretrendszer vízgazdálkodási szemléletű alkalmazhatóságát, annak hazai szemléleti gyökereit tárgyalja és erre a szemléletre alapozva vizsgálja az ökoszisztéma szolgáltatásokhoz kapcsolt elvárások jellemzőit a vízgazdálkodási keretszabályok alkalmazása során.

Két folyamat is azonosítható ugyanis: egyrészt növekszik azon joganyagok köre, amely épít/előírja az ökoszisztéma szolgáltatások figyelembevételét, másrészt pl. a hazai vízügyi gondolkodásban megjelennek a célállapotok összessége feletti „makro” szerveződési szinteket megjelenítő megközelítések, amelyek esetében egyelőre hiányzik az indikátorokhoz köthető értelmezés, így a hatásos integrálhatóság is.

## **SZEMLÉLET: AZ ÖKOSZISZTÉMA-SZOLGÁLTATÁS FOGALOMRENDSZERÉNEK KIALAKULÁSA ÉS DILEMMÁI**

### **A megközelítésről**

Ökoszisztéma szolgáltatásokat az emberek olyan természeti folyamatokból és állapotokból nyernek, amelyek

közvetlenül vagy közvetve támogatják túlélésüket és életminőségüket. Ide tartoznak az olyan ellátási, szabályozási és kulturális szolgáltatások, amelyek közvetlenül az embereknek nyújtanak hasznot vagy olyan szolgáltatások támogatása, amelyek az összes többi szolgáltatás előállításához szükségesek (Jan McP és társai 2011).

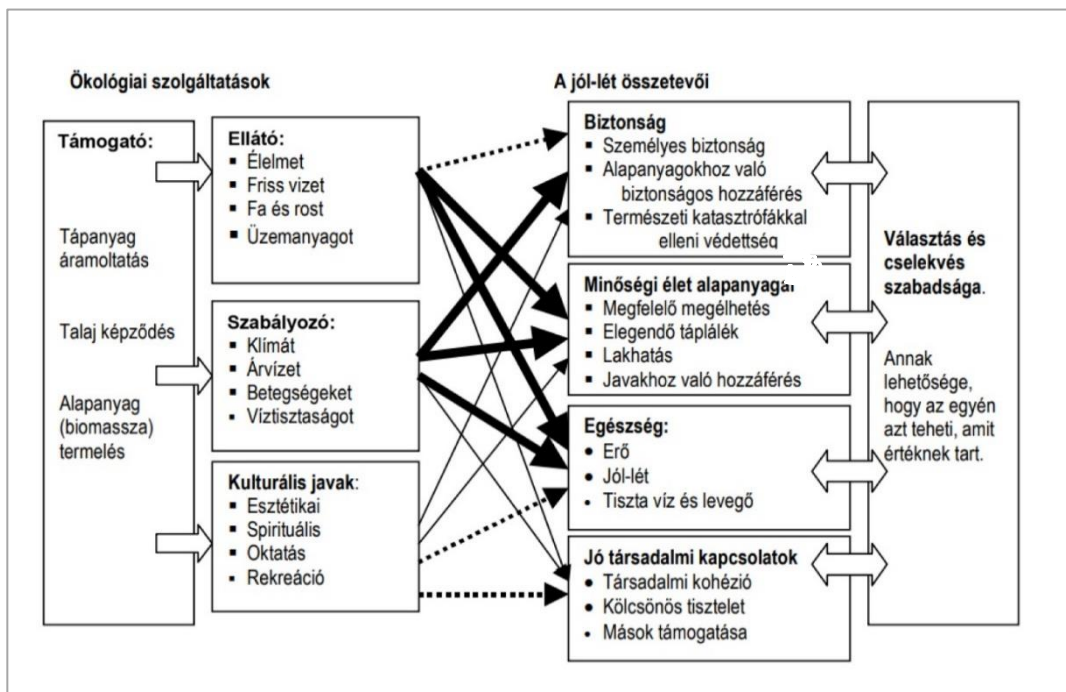
Az ember élettere, a javak, amelyeket használ, elfogyaszt a természeti rendszerek egyensúlyán és megfelelő működésén alapulnak. A természeti rendszerek elemei és az általuk biztosított javak és szolgáltatások létfontosságúak a jólét fenntartásához, valamint a jövőbeli gazdasági és társadalmi fejlődéshez. A természeti rendszerek – kiterjedtségétől és minőségétől függő – működésének köszönhető a tiszta víz, az élelmiszer, a fa- és rostanyag, a levegő tisztulása, a talaj képződése vagy a beporzás. Nincs két egyforma élőhely, diverzitásukat a természeti rendszeren belüli, illetve az azok közötti kapcsolódások határozzák meg. Társadalmi rendszereink az ökológiai rendszerekbe foglaltan léteznek, akkor is, ha azok nagymérvű átalakításával foglalnak helyet maguknak. Ebben az értelemben a természet rendszerműködésén alapuló szolgáltatásokat nem csak azok a területek nyújtanak, amelyek természeti túlsúlyúak, hanem a területek összessége.

A táj ennek a társadalmi-ökológiai kölcsönhatásnak a megtestesülése, térben lehatárolható, jellegzetes felépítésű és sajátosságú része a rá jellemző természeti értékekkel és természeti rendszerekkel, valamint az emberi kultúra jellegzetességeivel együtt. Élőhelyek bonyolult hálózata, amelyek kapcsolatban állnak egymással komplex, dinami-

kus módon, és amelyben az átfolyó és a tárolt víz mennyisége is meghatározó szerepű. A komplex rendszerből egy vagy több elem ki- vagy leválasztása és terhelése azonban az életfeltételek (ökoszisztéma szolgáltatások) váratlan vagy nem kívánt csökkenését hozhatja magával (Benett és társai 2009), amit jelez a víz jelentős mennyiségi vagy minőségi változása.

A 2001. és 2005. között zajlott Milleniumi Ökoszisztéma Felmérés (Millennium Ecosystem Assessment – MEA) ezt a holisztikusabb megközelítést alkalmazta és megpróbált gyakorlati útmutatót alkotni a természeti rendszerek teljes körű értékelésére, figyelembe véve a tájak által nyújtott társadalmi, gazdasági és kulturális szolgáltatásokat is (Jan McP 2011). 2000-ben az ENSZ főtitkára, Kofi Annan hirdette meg ezt a kutatási programot, ami a természeti rendszerek változásának emberi jólétre gyakorolt következményeiről gyűjtött adatokat. A felmérés célja az volt, hogy biztosítsa a cselekvési tervek tudományos alapját, melyek a természeti rendszerek megőrzéséhez és fenntartható használatához, valamint az emberi jóléthez való hozzájárulásuk fokozásához szükségesek.

A Milleniumi Ökoszisztéma Felmérés világszerte több, mint 1360 szakértő munkájára támaszkodott. Őt technikai kötetben és hat összefoglaló jelentésben szereplő megállapításai a Föld legkorszerűbb tudományos értékelését adják a világ ökoszisztémáinak állapotáról és trendjeiről, valamint az általuk nyújtott szolgáltatásokról (például tiszta víz, élelmiszerek, erdei termékek, árvízvédelem és a természeti erőforrások), melynek egyik eredménye az 1. ábrán látható összefoglaló az ökoszisztéma szolgáltatások felépítéséről.



1. ábra. Az ökoszisztéma szolgáltatás szemléleti rendszer felépítése a MEA angol nyelvű eredetije alapján (Millennium Ecosystem Assessment 2005, in: Ungvári 2012)

Magyarázat: A nyilak vastagsága az ökoszisztéma és az emberi jólét közötti kapcsolat erősségét tükrözi. Vékony nyíl: gyenge kapcsolat; Szaggatott nyíl: közepes kapcsolat; Vastag nyíl: erős kapcsolat.

Figure 1. Ecosystem service as defined by the Millenium Ecosystem Assessment (Millennium Ecosystem Assessment 2005, in: Ungvári 2012)

Marking: The thickness of the arrows reflects the strength of the relationship between ecosystem and human well-being. Thin arrow: weak connection; Dashed arrow: moderate relationship; Thick arrow: strong connection.

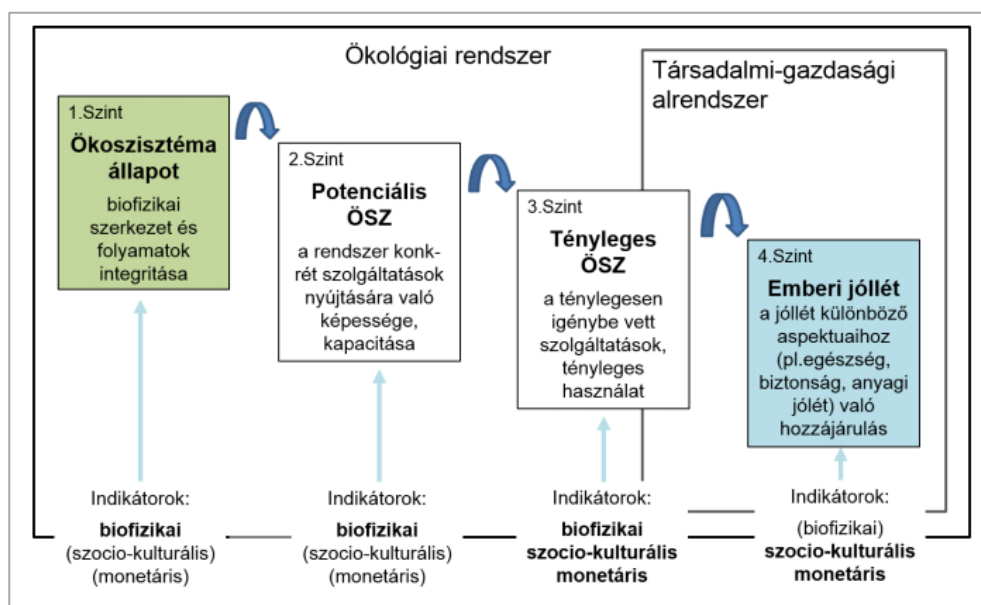


A Millennium Ecosystem Assessment (*MEA 2005*) kutatás legfontosabb eredménye, hogy egyértelművé tette, hogy az ökoszisztéma szolgáltatások a társadalmi jólét pillérei, mely pillérek a természet által biztosított alapokon nyugszanak függetlenül attól, hogy ezek az alapok pénzben kifejezhetőek-e a jelenlegi ismereteink alapján. A MEA négy alapvető ökoszisztéma szolgáltatás típusát különböztet meg: a támogató, a szabályozó, az ellátó és a kulturális ökoszisztéma szolgáltatásokat. A felmérés eredményeit összefoglaló kiadvány (*MEA 2015*) alapvető hivatkozása az ökoszisztéma szolgáltatások kutatásainak.

Ennek a megközelítésnek egy közgazdasági szemléletű tovább értelmezése a Biodiverzitás és Ökoszisztéma szolgáltatások Közgazdaságtana (*The Economy of Ecosystem*

and Biodiversity, rövidítve TEEB) című jelentés, amely a világ számos országában dolgozott ki elemzéseket az országok állapotára (*TEEB 2010*). A felmérés bebizonyította, hogy az emberi tevékenység az ökoszisztéma szolgáltatások jelentős részénél a szolgáltatások hanyatlásához vezetett.

Egy frissebb, a Magyar Tudományos Akadémia Ökológiai Kutatóközpontja által elkészített, Nemzeti Ökoszisztéma Szolgáltatások térképezése és értékelésének módszertani dokumentumában kaszkádmódelben próbálja meg leegyszerűsítve ábrázolni a természeti és a társadalmi-gazdasági rendszer bonyolult kapcsolatrendszerét (*NÖSZTÉP 2018*). A kaszkádmódel kiindulópontja a természeti rendszerek állapota, a végpontja pedig a társadalmi jóléte (*2. ábra*).



2. ábra. Ökoszisztéma szolgáltatások kaszkádmódelje (*NÖSZTÉP 2018*)  
Figure 2. Cascade model of the ecosystem services (*NÖSZTÉP 2018*)

A természeti rendszerek állapota (1. szint) azért fontos, mert csak a megfelelő állapotban lévő rendszerek képesek arra, hogy a szolgáltatások széles körét nyújtsák az emberiség számára. Ez az állapot alapvetően meghatározza tehát a természeti rendszerek szolgáltatás-nyújtó képességét, az ökoszisztéma funkciók körét, az ökoszisztéma szolgáltatás kapacitást (2. szint). Ténylegesen igénybe vett szolgáltatásokká (3. szint) ezt a lehetőség halmaza azonban maga a társadalom formálja. Ennek a kölcsönhatásnak meghatározó eleme a jogrend, az erre épülő intézményrendszer, ami a hasznosításnak kereteket, szabályokat ad (*Costanza és társai 2014*). Így válik a természeti lehetőség társadalmi szempontból értékessé. A jog és intézményrendszer minősége tehát lényeges szerepet játszik a természet nyújtotta lehetőségek hasznosításában. A másik oldalról az intézményrendszer az, ami befolyásolja, hogy az igénybe vett szolgáltatások milyen mértékben járulnak hozzá a társadalom különböző csoportjai esetében a jólét fenntartásához vagy növekedéséhez (4. szint). Mindegyik szinthez tartozhatnak biofizikai, szocio-kulturális és pénzbeli indikátorok, melyek segítenek jellemezni/számszerűsíteni az adott szolgáltatásokat.

A *MEA (2005)* felmérés eredményei és a *NÖSZTÉP (2018)* kaszkádmódelje is leírja, bizonyítja az ökoszisz-

téma szolgáltatások komplex rendszerének az emberi élet-körülményekre való ijesztően nagy és összeomlás-veszélyes hatását. A túlnépesedés, az éghajlatváltozás és a biodiverzitás csökkenésének problémája a fentiek tudomásul vételével már nem egy, a jövő érdekében megoldandó feladat, hanem a jelen jólétünk megőrzésének kihívása.

#### Természeti tőke és a vízháztartási jellemzők

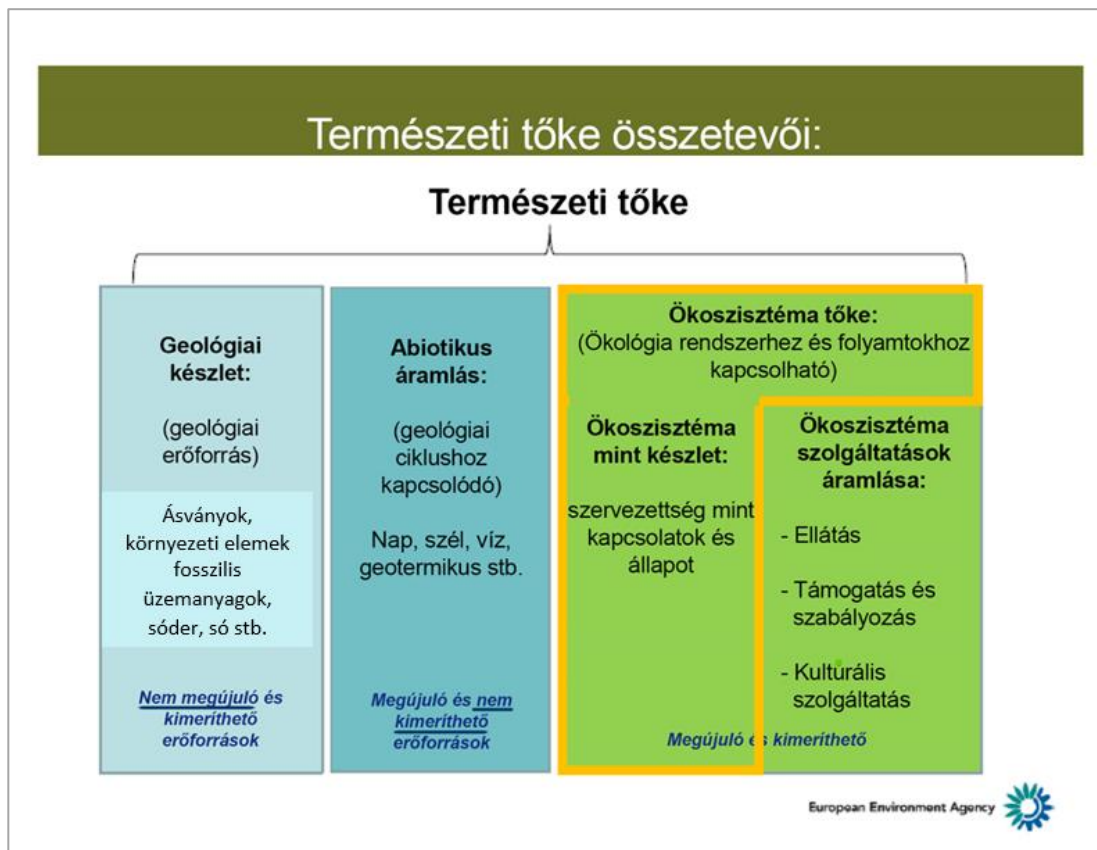
Az ökoszisztéma szolgáltatás szemlélet kétségtelen előnye a társadalmi jólét jól értelmezhető jellemzőinek és az azok élvezetéhez szükséges természeti állapotok tudományos megalapozottságú összekapcsolása. A szemlélet első alkalmazási hulláma erre, a társadalmi igények kielégítése számára szükséges ökológiai helyzetek, állapotok feltárására, a kapcsolatok alátámasztására irányult. Az Európai Környezeti Ügynökség térképezési és ökoszisztéma szolgáltatás (*Mapping Europe's ecosystems*) értékelési programjainak (*MAES 2022*) célja, hogy az egyedi eredményeken túlélve a stratégia alkotást kontinentális kiterjedtségében támogatni képes információ bázis és indikátor rendszer legyen elérhető arról, hogy a természet egy adott állapotához milyen társadalmi értékek és érdekek kapcsolódnak, mire kell, mint hatásra gondolni, ha a természeti állapotban egy beavatkozás változást okoz (*MAES 2013, 2014, 2016a, 2016b*).

Azonban e szükségszerűen széleskörű és aprólékos állapotleírás, leltározás során, amely „Az Ökoszisztéma-szolgáltatások Közös Nemzetközi Osztályozása” (Common International Classification of Ecosystem Services) folyamatban (CICES 2022) öltött testet, kétségtelen eredményei ellenére pont a visszacsatolásokon alapuló dinamika, mint rendezőelv látszik elveszni. Így a sokok bevezetett indikátor ellenére az ökológiai szolgáltatások mögött meghúzódó folyamatok dinamikájának megragadásához nem nyújt jól alkalmazható fogódzókat. Ez az ambivalencia érhető tetten a készlet jellegű, egyfajta tőkeként értelmezhető természeti folyamatok és a belőlük táplálkozó, közvetlenül szolgáltatásként értelmezhető hozamok csoportosításában és indikátoraik meghatározásában.

Abban a megközelítések egyöntetűek, hogy a közvetlenül hasznosított ökoszisztéma szolgáltatások lehetősége, összetettsége és volumene természeti tőke készleten alapulnak, ahogy azt a szemléletmódot kialakító alapcikk szerzői is megfogalmazzák:

„A természeti tőke a tőke gazdasági értelmezésének kiterjesztése a környezeti értékekre és szolgáltatásokra. A természeti tőke a természetes ökoszisztémák állományként történő értelmezése, amely értékes ökoszisztéma szolgáltatásokat tud létrehozni a jövőben. Az ökoszisztéma szolgáltatások folyamatos árama azt követeli, hogy az ökoszisztémák teljes rendszerként működjenek, ezért a rendszer struktúrája és változatossága fontos összetevői a természeti tőkének” (Constanza és társai 2011).

A különbség az ökoszisztéma szolgáltatásokat lehetővé tevő természeti tőke jellemzőinek leírásában mutatkozik. A MEA eredeti csoportosításában ez a készlet, mint „Támogató” ökoszisztéma csoport jelenik meg (MEA 2005). A TEEB (2010) esetében az elnevezés „Élőhely szolgáltatások”-ra módosul. Az Európai Környezeti Ügynökség az Ökoszisztémák és szolgáltatásaik feltérképezése és értékelése (Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services – MAES) programja a 3. ábrán látható csoportosítást készítette (MAES 2013). Ebben egyrészt elkülönülnek a természeti tőkén belül az abiotikus folyamatoktól az élő rendszerek, amelyek szervezettsége, összetettsége és volumene így önálló minőségként jelenik meg. Ugyanakkor ebben a csoportosításban a „Támogató ökoszisztéma szolgáltatások” csoportja elveszti az ökoszisztéma szolgáltatásokon belüli tőke szemléletű értelmezését és mint készlet csak egy része az ökoszisztéma tőkének, mivel ez utóbbi fogalomba beleértik az ökoszisztéma szolgáltatásoknak az 1. ábrán látható teljes spektrumát is. Ennek a minden elemet magába foglaló tőkének a jellemzésére pedig a biodiverzitás mértékét veszik alap indikátornak, mint ahogy a 2. ábra is mutatja (MAES 2013). Ez a minden elemet magába foglaló ökoszisztéma tőke értelmezés ugyanakkor ellentmond az alapkoncepciónak, amit a fenti idézet is megfogalmaz. Véleményünk szerint – és a továbbiakban ezt fogjuk bemutatni – a vízgazdálkodási kérdések illesztése szempontjából az a célravezető szemlélet, ha a MEA „Támogató ökoszisztéma” csoportját tekintjük az ökoszisztéma tőkének (az 1. ábra bal oldali doboza és a 3. ábrán lehatárolt elemek), amelyből a többi ökoszisztéma szolgáltatás csoport származtatható.



3. ábra. A természeti tőke összetevői és az ökoszisztéma tőke azonosítása (MAES 2013). Az ökoszisztéma tőke lehatárolása (az ökoszisztéma tőke a szerzők általi lehatárolásával)

Figure 3. The components of the Natural Capital and the identification of the ecosystem capital (MAES 2013).  
With own delineation of the ecosystem capital

A MEA felmérés (MEA 2005) értelmezési keretének előnye, hogy a „Támogató ökoszisztéma szolgáltatás” csoport leírására vízháztartási indikátorok is alkalmazhatóak. A csoport részleteit mutatja be az 1. táblázat a TEEB (2010) gyűjtése alapján. Ugyanakkor elmondható, hogy a részletek sorrendbe állíthatók a csapadék lehullásával induló hidrológiai ciklus szárazföldi lezajlásának folyamata mentén. Mindez tükrözi, hogy a természeti rendszerek működése és az anyagforgalom az eltérő funkciójú elemek részvételével végbemenő körfolyamat révén valósul meg.

1. táblázat. A Támogató ökoszisztéma szolgáltatás elemei (TEEB 2010)

Table 1. Elements of the Supporting ecosystem service (TEEB 2010)

Ökoszisztéma funkció	Természeti folyamat
Elsődleges, biomassza-produkció	Fotoszintézis, Növények tápanyag felvétele
Lebontás	Mikroorganizmusok légzése, Talaj és üledék táplálékhálózata
Nitrogén áramoltatás / körforgás	Nitrifikáció, Denitrifikáció, Nitrogén megkötés
Víz körforgás	Növények párologtatása, Gyökök aktivitása
Talajképződés	Ásványi anyagok bomlasztása, talaj felső rétegének szervesanyag-cseréje, vegetáció szukcessziója
Biológiai szabályozás	Ragadozó-préda kapcsolat

E rendszerek szerkezete az anyagforgalmi működés szempontjából három alapvető élő alkotóelemre tagolódik, a termelők (producensek), fogyasztók (konzumensek) és a lebontók (dekomponálók) közösségére. A folyamatok és a résztvevő elemek mind szorosan kapcsolódnak a vízhez: a biomasszaprodukció a víz növényi elpárologtatása révén. A szén körforgása, azaz a szén-dioxid beépülése lényegében ugyanez a folyamat, az a tápanyagáramlás, amely a biomassza termeléséhez szükséges tápanyagokat szállítja. A talajképződés pedig mindezen folyamatok által létrehozott növényi anyag üledése – aggregálódása, lebomlása (Ungvári és társai 2012).

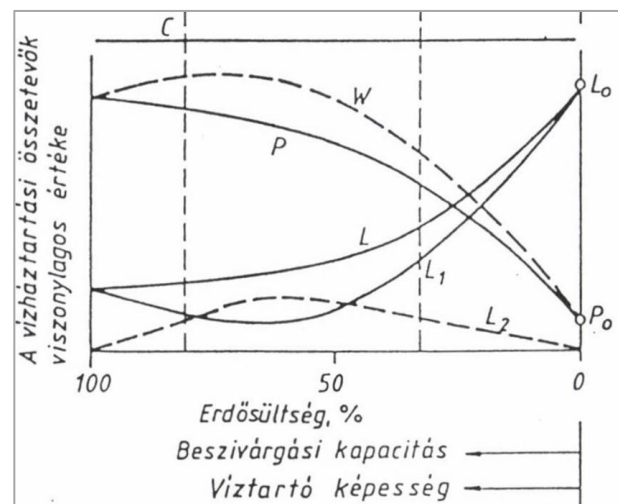
A vízháztartás éghajlati (sugárzási és hőháztartási), valamint geo-hidrológiai tényezőit a természetes úton kialakuló növényállomány kapcsolja össze egymással és szervezi az adott körülmények között lehetséges maximális szerves anyagot termelő ökológiai rendszerré. Ebben a rendszerépítő tevékenységben a növénytakaró jellege és összetétele rendkívül hatékonyan tudja szabályozni az elpárologtatás évi összegét és időbeli eloszlását. Ezt a szabályozó képességet tükrözi a természetes szukcesszió. A szukcessziós folyamat tehát, amelyet *Elmqvist és társai (2010)* a csoport egy elemének jelzett, összegző módon mindezen felsorolt anyag- és energiaáramok vegetáció általi szabályozásának képességét jelzi.

Egy adott szukcessziós szint jelenléte egy területen tükrözi, hogy a rendszer életközössége milyen volumenű anyag és energiaáramlást jelent önmagában és azt, hogy mennyire sikeresen tudja stabilan tartani az élőhely belső környezeti állapotát a külső biotikus és abiotikus folyamatok változékonysága közepette (*Agócs 2018*). Ennek az abiotikus változékonyságnak a vegetáció szempontjából vett legnagyobb rendszerszintű kihívása a nyári napener-

gia csúcsterhelések túlélése. Magasabb szukcessziós szint esetén jelentősebb lesz a leeső éves csapadékból az éves és napi pálya mentén változó napenergia terhelés kivédésére megvalósuló növényi párologtatás aránya.

Belátható tehát, hogy az egyedi természeti tőke elemek volumene és szervezettsége a szukcessziós szinttel van összefüggésben. Lényegében a szukcessziós szint az indikátora a természeti tőke nagyságának. Ez az indikátor természetes oldalról viszont úgy fogható meg, mint a területre beeső napenergiából a vegetáció által a területen rendelkezésre álló vízmennyiség segítségével elpárologtatott víz mennyisége. *Nováky és Szesztay (2002)* cikkének esetében ennek a folyamatnak az eredményessége, illetve leépülése jelenik meg az erdőszültség csökkenése által kiváltott éghajlati vízhiány nagyságának változásában (növekedésben). A kisléptékű parcella- és vízrendezési beavatkozások ebben a tájleptékben értelmezhető indikátorban aggregálódnak.

*Nováky és Szesztay (2002)* ennek a hosszú távú összefüggésrendszernek a lefutását mutatta be. Az általuk közölt 4. ábra a Kárpát-medence belső területeire vonatkoztatott szukcessziós szint visszavetésével (a tájhasználat átalakításával párhuzamosan visszavetett és területében visszszorított, magas anyag- és energiaáramlás szabályozó, „körforgásban tartó” képességgel rendelkező vegetáció elfogyásával bekövetkező változásokat mutatja be. Érdemes kiemelni, hogy a szélsőséges helyzetek gyakoribbá válását a csillapítást végezni képes vegetáció hiánya váltja ki. A folyamat önmagában a klímaváltozás feltételezése nélkül is a ma tapasztalható jelenségek irányába mutat (a 4. ábrán a C értéke állandó).



4. ábra. Az erdőszültség változásának hatása a terület használati értékének és a vízháztartási jellemzőknek az alakulására (Nováky és Szesztay 2002)

Jelölés: C = csapadék, W = tározott vízkészlet, P = párologtatás, L = lefolyás, L<sub>1</sub> = felszíni (árvi) lefolyás, L<sub>2</sub> = felszín alatti (kisvízi) lefolyás

Figure 4. The effect of changes in forest coverage on the development of the use value of the area and water management characteristics

(Nováky and Szesztay 2002)

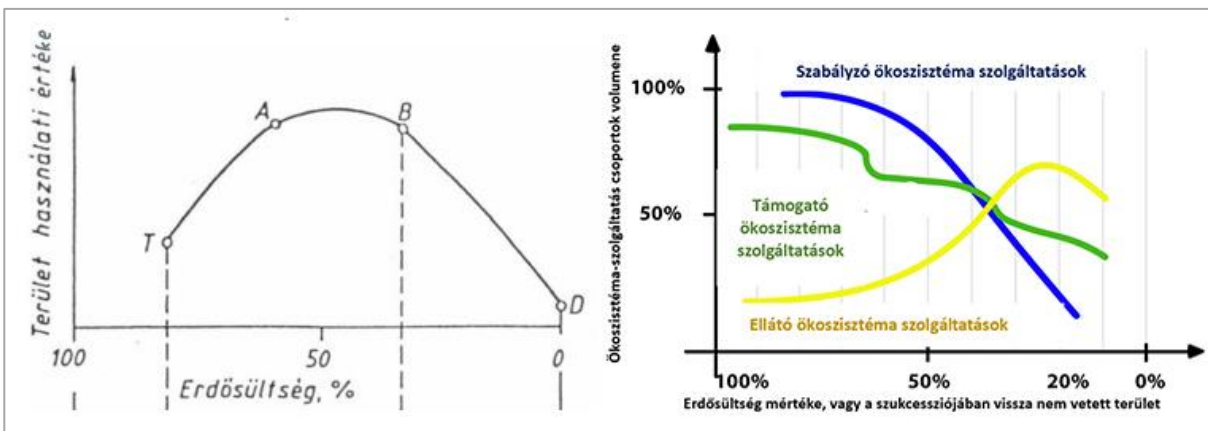
Marking: C = precipitation, W = stored water resources, P = evaporation, L = runoff, L<sub>1</sub> = surface (flood) runoff, L<sub>2</sub> = underground (small water) runoff

A termő és lakóterületek kiterjesztését célzó táj átalakításokat az ökoszisztéma szolgáltatások értelmezési keretében az ellátó és a szabályozó funkciók közötti nagyléptékű átcsoportosításként lehet értelmezni, azonban – ahogy ez a történelmi korokon áthúzódó folyamat egyre nagyobb területen a szukcesszió visszavetését eredményezte – ez az átcsoportosítás az ökoszisztéma tőke leépülésével is együtt járt (Ungvári és társai 2012). A vegetáció változásával együtt járó táj vagy regionális léptékű hidrológiai folyamatokat aggregált módon, a vízháztartás szintjén az éghajlati vízhiány növekedése tükrözi (Nováky és Szesztay 2002). Egy területen az ökoszisztéma tőke változása ellentétes irányú az éghajlati vízhiány vízháztartási indikátorának változásával. A két jellemző összekapcsolása teszi lehetővé, hogy stratégiai szinten megítélhető legyen egy beavatkozás tervezett hatása, mert elkülöníthetők a fenntarthatóság, az ökoszisztéma tőke megőrzésének feltételeit leíró hidrológiai indikátorok és az ezen feltételek között a legmagasabb társadalmi összhasznosság elérését lehetővé tevő ökoszisztéma szolgáltatásokat biztosító hidrológiai állapotok jellemzői.

Nováky és Szesztay (2002) által közölt 4. ábra illeszkedően indikativ trendet vázolt a terület hasznosítási értékének változására (lásd az alábbi, 5. ábra bal oldalát). Értelmezésükben a görbe jelentése, hogy az erdősültség csökkenése egy küszöbértékig a változatosabb hasznosítás okán emeli a hasznosítás értékét, de az arány változása e ponton túl az általa generált folyamatokon keresztül idővel a mezőgazdasági termelés feltételeinek leépülését, annak

megszűnését eredményezi. Ez az értelmezés ugyanakkor szemben állni látszik azzal az apriori tapasztalattal, amit a jelenben körülnézve a táj eltartóképességének folyamatos növekedése mutat. Érdeemes a folyamatot interpretálni az ökoszisztéma szolgáltatások értelmezési keretében. A TEEB (2010) megközelítés úgy értelmezi a táj átalakításokat, mint egy táji, véges természeti készlet hasznosításában bekövetkező változást, ami erőforrásokat csoportosít át az ellátó ökoszisztéma szolgáltatás csoportba, de együtt jár a szabályozó ökoszisztéma szolgáltatások csökkenésével. Felvetik továbbá, hogy egy-egy utólag rekonstruálható ökológiai küszöb áthágása után már egy új, alacsonyabb összhasznosságot nyújtó tájban zajlik tovább a társadalom élete. Azaz egy-egy küszöbszint áthágása a korábban jellemző ökológiai rendszer összeomlása és egy alacsonyabb szukcessziós szinten stabilizálódó ökológiai rendszer létrejötte az ökoszisztéma szolgáltatások alapját jelentő erőforrás készlet, tőke csökkenését tükrözi.

Az 5.a. ábra a Nováky és Szesztay által a 4. ábrán bemutatott, vízháztartási indikátorokkal leírt tájváltozás értelmezése. Az 5.b. ábrán (a szerzők saját szerkesztése) ugyanennek a folyamatnak az ellátó, a szabályozó és a támogató ökoszisztéma szolgáltatás csoportok változásában megfogalmazott értelmezése látható. (Az ábra görbéi a szolgáltatás csoportok volumenének trendjét hivatottak megjeleníteni. A görbék egymáshoz képesti viszonya és a görbék megjelenített lefutása nem tartalmaz ennél több információt. További számítások alapjául nem használható!)



5.a. ábra. Területhasználati érték változás és az ökoszisztéma szolgáltatás csoportok változása (Nováky és Szesztay 2002)  
Figure 5.a. Changes in land use value and changes in ecosystem service groups (Nováky and Szesztay 2002)

5.b. ábra. Területhasználati érték változás és az ökoszisztéma szolgáltatás csoportok volumene (saját szerkesztés)  
Figure 5.b. Changes in land use value and changes in ecosystem service groups volume (own editing)

Az erdősültség csökkenésével (a szukcesszió visszavetésével), ha kis mértékben is, de elindul a terület ökoszisztéma tőke vesztese. Eleinte ez a kis mértékű változás nem nyilvánul meg a környezeti stabilitás számottevő csökkenésében, a változatosabb hasznosítás okán az ellátó szolgáltatások összességében növekednek. E rövid szakasz után azonban a természeti tőke csökkenése a stabil környezeti feltételek növekvő hiányát eredményezi. A romló feltételek ugyanakkor együtt járnak a társadalom szerveztségének és értékteremtő képességének a javulásával. A gazdasági értékteremtés kiteljesedésének vonzereje egy pozitív visszacsatolást eredményez, ami tovább növeli az ellátó típusú szolgáltatások hasznát a területen, miközben

ugyannezen növekvő társadalmi szerveztség teljesítményére alapozva tartja fenn a környezeti biztonság kereteit. Az agrár termelés gazdasági teljesítményének növekedése egyrészt lehetőséget teremt magasabb hozzáadott értékű, feldolgozott termékek előállítására, másrészt fedezetet teremt ahhoz is, hogy a termő és lakóterületek védelmét, elérhetőségét vagy egyéb igényeit kielégítő infrastruktúra fejlesztéseket lehessen végrehajtani, ami tovább javítja az élelmiszeripar és az azt kiszolgáló szektorok működését. Ez a felépülési, fejlődési folyamat általában megfigyelhető, ha a gazdasági gyarapodás hosszabb időszakon keresztül tart valahol nagyobb megszakítást vagy pusztulást okozó külső hatások nélkül. Hazai viszonylatban a XIX.

század második fele egy jellegzetes példája ennek a gyarapodási folyamatnak. Ugyanakkor maga a termelési tér e folyamat eredményeként történő kiterjesztése, mint a táj-átalakítás folyamatának további előrehaladása az ökoszisztéma tőke-készletének további csökkenését eredményezi, aminek hatása jellemzően a szabályozó, kiegyenlítő hatások további leépülésében ölt testet. Ennek hatására a stabil feltételek és a direkt hasznosítások szintjének fenntartásához szükséges többlet költségek egyre nőnek. A manapság jellemzően az éghajlatváltozás számlájára írt növekvő aszály gyakoriság, így más kontextusban, mint a lecsökkent ökoszisztéma tőke szintből fakadó reziliencia (ellenállóképesség) vesztes is megfogalmazható.

Ebben a kontextusban értelmezendők a már széleskörűen megfogalmazott, víz megőrzésre és visszatartásra vonatkozó célkitűzések is. A tájon átáramló és az abban tárolt víz jelentősen befolyásolja a vegetáció állapotát, ami visszaható folyamat, mivel a vegetáció állapotától függően szintén jelentősen befolyásolja a víz körforgását, eloszlását, minőségét, hozzáférhetőségét. Itt érhető tetten a direkt vízjárás jellemzőkhöz kötött célállapotok problémája. Bármely hidrológiai jellemzőkkel is leírt ökológiai állapot, területkezelési gyakorlat (és az erre építő hasznosítások) megőrizhetősége nem a saját jellemzőiből fakad, hanem az adott kezelési gyakorlat ökoszisztéma tőkére gyakorolt hatásától. Ezért az egyedi elemek megítélése jelentős bizonytalansággal terhelt, a beavatkozások aggregált hatásai ugyanakkor egyértelműbben értelmezhetőek a szukcessziós szintre és egy adott terület vízháztartási jellemzőire vonatkoztatva: Javítja, vagy rontja-e egy beavatkozás a terület természeti rendszerének anyag- és energiaáramlás szabályozó képességét? Növekedne vagy csökkenne a beavatkozás eredményeképpen az éghajlati vízhiány táj léptékű jelensége? Az értelmezés hozzáadott értéke, hogy összekapcsolja a lokális folyamatokat, amelyek közvetlenül kapcsolhatóak az ökoszisztéma szolgáltatásokhoz és a táji, regionális folyamatokat, amelyeket a vízháztartás állapotához és az ökoszisztéma tőkéhez lehet kapcsolni.

#### **A természeti tőke hasznosítása és helyettesítése**

A fenti gondolatmenet alapján természeti indikátorokkal az ökoszisztéma tőke változásának folyamata írható le. A tőke értéke a belőle nyerhető hozamok nagyságát tükrözi. Ugyanakkor, mint azt már bemutattuk az ökoszisztéma szolgáltatások csak a hasznosulásnak/hasznosításnak keretet adó jogi és intézményi, gazdasági háttérrel együtt értelmezhetőek.

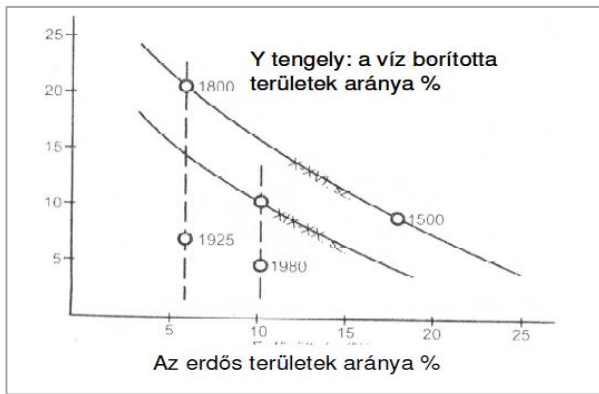
Az intézményrendszer nyújtja a gazdasági kibontakoztatás lehetőségét, ugyanakkor az intézményrendszer minősége nagyon széles sávba tudja szórni a társadalom számára értelmezhető ökoszisztéma szolgáltatások értékét. Egy, az ökológiai törvényszerűségeket, a korlátokat és a hasznosítás hozzáadott értékének fejlesztését figyelmen kívül hagyó szabályrendszer a legmagasabb ökoszisztéma tőkéből is csak alacsony hozamokat tud megvalósítani, vagy csak e tőke felélését, míg a megfelelő intézményrendszerrel kedvezőtlenebb feltételek között is magasabb jólét

érhető el. Mindkettőre található példa. A jólét javításának kihívása, hogy hogyan lehet úgy megszervezni a társadalmi-természeti teret, hogy az a szukcessziós folyamatok lehető legnagyobb kiteljesedését biztosítsa a társadalmi igények kielégítése és a legalacsonyabb külső erőforrásfüggőség mellett.

*Somlyódy (2000)* az indikátorok kapcsán megfogalmazott kérdését, „*hogyan milyen mértékben engedhetjük meg a rövid távú gazdasági érdekekkel gyakran ellentétes, és pénzben aligha kifejezhető, ökológiai szempontok kielégítését (és fordítva)?*” az ökoszisztéma szolgáltatás keretrendszer sem teszi önmagában megválaszolhatóvá, ahogy erre önmagában más tervezési rendszer sem alkalmas. Az ökoszisztéma szolgáltatások szemléletmódja abban nyújt előrelépést, hogy a társadalom által a természetre gyakorolt összes hatás közül kiemeli, és ezzel a közpolitika alkotás számára lehatárolja az ökoszisztéma tőke volumenét érintő legfontosabb hatásokat, amelyek esetében a megítélés kiemelten fontos szempontja a további tőkefelélés megakadályozása (amit a jövőben remélhetőleg felvált az újrafelhalmozás felé történő elmozdulás kritériuma). Ennek a körnek az esetében elegendő a változás tényének vizsgálata a változás monetáris értékelése nélkül. A többi hatás esetében, amely egy adott tőkekészlet hasznosításának lehetséges módzatai közötti választásra irányul a döntés nem hozható meg kizárólag ökológiai, természettudományos indikátorok alapján. A közpolitikai döntéshozatal az a tér, amelynek során az alternatívák közötti döntés szempontjainak meg kell jelenniük. Itt jelenik meg egy adott ország, de akár kisebb közösség intézményrendszerének minősége, mint az ökoszisztéma szolgáltatások tényleges hasznosulásának kritikus összetevője, akár szűk keresztmetszete. A közpolitika alkotás tudományában felgyűlt tapasztalatok alapján egyértelmű, hogy a közpolitikai megvalósítási kudarcok (policy failure) jellemzően nem a már kielégítően jó döntések meghozatalához szükséges információk hiánya miatt következnek be.

Bármilyen ökológiai állapot és életvitel fenntartható, amíg elegendő külső erőforrás áll rendelkezésre a jelentkező instabilitások kivédésére. Ezen külső erőforrások rendelkezésre állása azonban nem az ökológiai állapot jellemzőitől, hanem más hasznosításokkal való összevetéstől függ (társadalmi preferenciák) és attól is, hogy mekkora az adott társadalom összességében vett értékkeremtő képessége. (Keletkezik-e értéktöbblet, aminek alternatív hasznosítási lehetőségei között dönteni lehet?)

Itt térhetünk vissza a tájból hiányzó víz helyének problematikájára, mint közpolitika alkotási kihívás példájára. Egy másik példát *Orlóci (1991)* szemléletesen mutat be (*6. ábra*), vagyis az Alföld által hasznosított víz mennyiségének történelmi korok alatti változását, a folyószabályozás és a lecsapolás következményeként a természeti rendszer vízvesztését az 1800-as és az 1980-as állapot között.



6. ábra. A vízzel borított területek és az erdőterületek arányának csökkenése (Orlóci 1991, in: Nováky és Szesztay 2002)

Figure 6. Decrease in the proportion of areas covered with water and forest (Orlóci 1991, in: Nováky és Szesztay 2002)

A fő mondanivaló itt is a természeti tőke hasznosításának produktivitására (értsd: társadalmi szervezettség) és a külső erőforrások szükségessége közötti kapcsolatra vonatkozik. Amire Nováky és Szesztay (2002) is felhívja a figyelmet, hogy a jelenkori területhasználat (1925, 1980) fenntartása folyamatos, társadalmi erőforrásokra támaszkodó beavatkozásokat igényel (pl. ár és belvív védekezést, vízpótlást szolgáló infrastruktúrák működtetése formájában) a természetes adottságok hasznosításában rejlő lehetőségektől való elzárkózás esetén. A 6. ábra jelenlegi területhasználat-pontjai és a hipotetikus XIX-XX. századi görbe közötti különbséget a már hivatkozott Orlóci (1991) ábrája alapján az éghajlati vízhiány kialakuló nagyságának különbségében lehet tetten érni. A területhasználat jelenlegi arányainak fenntartásával természeti tőkéből nyerhető ökológiai szolgáltatásokat váltunk ki a társadalom pénzügyi erőforrásainak felhasználásával.

A közpolitika alkotás kérdésfeltevése az, hogy e két természeti tőke állapotból milyen, társadalmi szempontból is értelmezhető különbségek adódnak, melyik esetében nagyobb a társadalmi összhasznosság (beleértve az egyéni és közösségi hasznokat is) hosszú távon fenntartható nagysága? A számításba természetesen beleértendőek mindazon költségek, amelyek egy táj adott tájhasználati rendszerben tartásához szükségesek és mindazon költségek, amelyek katasztrófák, vagy extrém vízháztartási helyzetek miatt előállnak.

Az árvizek fenyegetése kapcsán az EU Árvízi Kockázatkezelés Irányelv (2007/60/EK) kapcsán megvalósult nagyléptékű árvízkezelési munkák eredményeképp feltártta vált e fenyegetés társadalmi költségének való pénzügyi és területi léptéke. Az éghajlati vízhiány növekedésének a szárazodással is összekapcsolódó, hasonlóan nagy léptékű hatásai azonban egyelőre javarészt feltáratlanok. Jellemzően az aszály elleni védekezés direkt vízgazdálkodási költségei és az agrárkárak pénzügyi vonatkozásai állnak rendelkezésre. Többek között ebből fakad az a leszűkítő értelmezés is, ami az aszály miatt szükségessé váló vízpótlás fő fókuszát az agrárterületek öntözésében, a direkt termelési célú öntözési tevékenység kiterjesztésében látja. Mindamelllett, hogy ezek szükséges irányok, a nagyságrendek okán látni kell, hogy ugyanezen időjárási és vízháztartási helyzetek közvetett költségei az

egészségügy, rekreáció vagy más, az agrár tevékenységekhez hasonlóan szintén szabadteremen végzett gazdasági tevékenységeken keresztül jelentkező költségek nagyobbak, mint az agrár költségek (García-León és társai 2021). A szélsőségesen vízhiányos vízháztartási helyzetek csillapításához szükséges, jellemzően korlátozottan rendelkezésre álló vízkészletek felhasználását e szélesebb társadalmi háttérben lenne célszerű optimalizálni. Az alkalmazkodás tervezését vízkészlet oldalról nem segíti, hogy egy elemzés alapján (Szalmáné és Buzási 2020) a vizsgált megyei jogú városok 75%-a esetében a klímaváltozási stratégiák a növekvő hőmérséklet és a megváltozó csapadékmintázatok hatásával szemben egyelőre nem tartalmaznak cselekvési programokat.

Miközben ma nagyon sok figyelem és pénzügyi erőforrás irányul a termései célú öntözés lehetőségének fejlesztésére a magyar költségvetésben nincs saját jogon elkülönített sora – tehát nem minősül az államháztartási törvény szerint közfeladatnak – az ökológiai és jóléti célú vízpótlás megvalósításának költsége. Ez a kiadási tétel az, ami az ökoszisztéma tőke két kritikus eleme közül a vízkészlet területileg szétszórt rendelkezésre állásának fedezetét kellene, hogy biztosítsa a jelenleg a lehetőségei alatt hasznosított nagytérségi vízávezetési és szétosztási rendszerek működtetésén keresztül. A másik kritikus elem a hidrológiai ciklus igényeivel kompatibilis területhasználatok megfelelő aránya az országban. Ez is a jelenleg alkalmazott szabályrendszerek kérdése. A 6. ábra rámutat, hogy egyelőre nem a természeti korlátozó tényezők, hanem a jelenlegi szabályrendszerünk és azok végrehajtása akadályoz meg bennünket abban, hogy megnöveljük a rendelkezésünkre álló ökoszisztéma tőke nagyságát és ezen keresztül az ökoszisztéma szolgáltatásokból fakadó hasznok körét és nagyságát. Többet ezt a folyamatot értik a táji léptékű vízpótlás fogalma alatt, ami nem egy-egy gazdasági szektor igényeire koncentrál, hanem a természeti folyamatok feltételeinek javításán keresztül biztosít minden (társadalmi és ökológiai) szereplő számára kedvezőbb vízháztartási feltételeket.

### Röszösszegzés

A területhasználatra gyakorolt hatások (vízkárelhárítási és vízgazdálkodási tevékenységek) esetében az ökoszisztéma szolgáltatások szempontrendszerével vizsgálható az egyéni és közhasznok, valamint költségek viszonya. Az egyedi hidrológiai jellemzőkre pl. a talajvízszintre, lefolyásra, tározódásra, párolgásra/párolgotásra vonatkozó indikátorok leírják az éppen aktuális állapotokat, amelyek információt szolgáltatnak egy-egy ökoszisztéma szolgáltatás realizálásának lehetőségéről, a tágabb kontextust azonban az éghajlati vízhiány (mint egy terület vízháztartási folyamatainak aggregált indikátorának) változására gyakorolt hatásban lehet megragadni, ami az ökoszisztéma tőke nagyságának esetleges változását tükrözi. Megfelelően nagy mennyiségű vizsgálati eredmény birtokában lesz majd összekapcsolható az egyes, ma leírható környezeti állapot esetében azonosított társadalmi érték és a makrokörnyezet, azaz az éghajlati vízhiány változása, mint visszacsatolás mentén az ökoszisztéma tőkében történt elmozdulás származtatott, pénzben is kifejezhető értéke. Az ökoszisztéma szolgáltatások fent bemutatott víz-

gazdálkodási szemléletű áttekintésének fő üzenete, hogy a különböző ágazatok és tudományos megközelítések akkor lesznek összhangba hozhatóak a hidrológiai, vízháztartási összefüggésekkel, ha megjelenítik azt a hierarchiát, amit az ökoszisztéma töke elemek és a többi ökoszisztéma szolgáltatás között a fent bemutatott érvelés és különbségtétel feltárt. A megközelítések integráltságának tétje, hogy mennyire hatásos döntéstámogatást lehet az ökoszisztéma szolgáltatások értelmezési keretére alapozni.

Az előző fejezetekben megfogalmazott szemléletre alapozva az a véleményünk, hogy az ökoszisztéma szolgáltatások feltárására irányuló állapot értékelések akkor tudják a döntéstámogatási funkciójukat hatásosan betölteni, ha megjelenik bennük az ökoszisztéma szolgáltatások alapját támogató ökoszisztéma szolgáltatások vizsgálatához kapcsolható töke szemlélet és hierarchia.

### ANYAG ÉS MÓDSZER

Az elemzés a továbbiakban az ökoszisztéma koncepció Európai Unió szinten való megjelenésének és beépülésének, illetve hazai gyakorlatba ültetésének fejlődését vizsgálja a vízgazdálkodás területén.

A Millenniumi Ökoszisztéma Felmérés 2005-ös megjelenésétől kezdődően figyelhető meg az ökoszisztéma szemlélet fokozatos beépülése a stratégiai, majd jogszabályi környezetbe. Az Európai Unió a rendszerszemléletű tervezést szorgalmazza a vízgazdálkodás terén, ezen belül is kifejezetten a természetre alapozott megoldásokat. Az Európai Unió környezetpolitikája 2000-ben a Víz Keret-irányelvvel (VKI) határozta meg azt az irányt, melyet a tagszágoktól elvár.

Ebben a víztől függő ökoszisztémák védelme és állapotának javítása, valamint a fenntartható vízhasználat előmozdítása érdekében a VKI a VGT és intézkedési programok elfogadását irányozza elő. Bár az ökoszisztéma szolgáltatások fogalmát nem említik közvetlenül, a VKI egyértelműen támogatja az ökoszisztémák védelmét a vízkészletek hosszú távú elérhetőségének érdekében, de itt még „csak” a vízi ökoszisztémák előnyeinek biztosítása miatt. Mára a jó állapotnak való megfelelés és az ökológiai szemlélet tovább fejlődött, melyet az olyan új kifejezések hazai megjelenése is alátámaszt, mint az integrált vízgazdálkodás (*Szilágyi 2018*), adaptív vízgazdálkodás (*Bíró 2017*), vagy – a szakértők és a magyar tudományos közösség számos szereplője által is fontosnak tekintett – tájszemléletű vízgazdálkodás, amely ezen a néven először a Magyar Tudományos Akadémia Nemzeti Víz tudományi Kutatási Program kihívásai és feladatai címet viselő tudományos stratégiájában (*MTA 2018*) jelent meg először.

Somlyódy 2000-es összefoglalásához képest közel 20 évvel később 2019-ben az EU által kihirdetett Európai Zöld Megállapodás (EU Green Deal) szerint pedig már nem csak a természetvédelmi, de a kármegeelőző intézkedések jelentős hányadának is természet-re alapozott, lokális éghajlati rezilienciát erősítő és biodiverzitást elősegítő intézkedésnek kell lennie. A 2000-es évektől napjainkig az alábbi stratégiák láttak napvilágot EU-s, majd hazai szinten, melyekben az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás és így az ökoszisztéma koncepció egyre hangsúlyosabban jelentkezik, végül a fő irányvonallá fejlődik:

- Az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás stratégiája (*Európai Bizottság 2009*) hangsúlyozza, hogy növelni kell a biológiai sokféleség és a vízzel kapcsolatos ökoszisztémák ellenálló képességét, kiaknázva a globális felmelegedés elleni küzdelemre irányuló intézkedések előnyeit.
- Az Európa vízkészleteinek védelmét célzó terv (*Európai Bizottság 2012a*) azt javasolja, hogy a vízügyi intézkedések költség-haszon elemzésébe vegyék bele az ökoszisztéma szolgáltatásokat és fogadjanak el olyan intézkedéseket, amelyek elősegítik az árvizek és aszályok hatásainak mérséklését, mint például a természet alapú víz visszatartási intézkedések.
- Az EU által kihirdetett Európai Zöld Megállapodás (*EU Green Deal 2019*) hivatott irányt mutatni többek között az éghajlatváltozás és a vízgazdálkodás ágazatában is kifejezetten támogatva a természetre alapozott megoldásokat, főleg az árvíz és az aszály kockázat fenntartható csökkentésére. A Green Deal célkitűzései az ökoszisztéma koncepciót, a bioszféra határon belüli „növekedését”, de inkább átállását, körkörösé válását motiválják. Ezt támogatva az EU által nyújtott finanszírozási alapok (*Horizon Europe program*) prioritási területei és specifikus elvárásai is kifejezetten az éghajlati alkalmazkodás irányain belül lehatárolt természetre alapozott, ökoszisztéma koncepció háttérének kutatását irányozzák elő.
- A biodiverzitás központi szerepére hívták fel a figyelmet a jelenlegi és jövőbeli emberi jólét biztosításában a Biodiverzitási Stratégiában (*Európai Bizottság 2020*). Célja a biológiai sokféleség csökkenésének és az ökoszisztéma szolgáltatások leromlásának megállítása, elismerve ezek alapvető hozzájárulását az emberi egészséghez és a gazdasági jóléthez.

### Az ökoszisztéma szolgáltatások koncepciójának megjelenése és alkalmazása a Vízgyűjtő-Gazdálkodási Tervekben

A három elkészült Vízgyűjtő-gazdálkodási tervben, ezen belül is az éghajlatváltozásra vonatkozó fejezetekben hasonlítjuk össze a koncepció megjelenését. További vizsgálat tárgya az ökoszisztéma szolgáltatások egyediségének megjelenése az intézkedésekben, illetve a különböző szolgáltatási szintek elkülönülése és hangsúlya. Az elemzésnél a Vízgyűjtő-gazdálkodási tervekről készült Stratégiai Környezeti Vizsgálatban (SKV) megállapított következtetésekre is támaszkodunk (*2. táblázat*).

A VGT első ciklusában az ökoszisztéma szolgáltatások az EU VKI által elvárt ökoszisztémákhoz kapcsolódó, de inkább ökológiai terminológiával megjelenített, a víztestek környezetük, a tájban betöltött szerepük szerinti értékelésük híján az SKV értékelés szerint mélységében hiányos tervet közöl. A második ciklusban újból megjelenik a részterületek mélységének és az indikátorok megnevezésének hiánya, melyben kiemelik a lokális problémák lokális kezelésének, például az időszakos elöntések biztosításával együtt járó megfelelő területhasználat fontosságát, tehát a táj-kultúra-víz-ökoszisztéma harmóniában kezelését. A

harmadik ciklusban a célok tervezésén túl a megvalósulás gyakorlati területein javasol hasznosíthatóbb előbbre lépést, például a már megvalósult jó gyakorlatok nagyobb arányú népszerűsítésével és a vízügyi szakemberek ökológiai képzettségével is.

A magyar Vízyűjtő-gazdálkodási terv és a stratégiai környezeti vizsgálatok javaslatainak beépülésével várhatóan további fejlődés tapasztalható a jövőben.

További összehasonlítás tárgya, hogy ökoszisztéma szolgáltatások koncepcióit és megközelítéseit jelenleg ho-

gyan használják az EU Víz Keretirányelvéhez (VKI) kidolgozott vízgyűjtő-gazdálkodási tervek (VGT) alkalmazása során európai vízgyűjtőkön. Az európai vízgyűjtők vízgyűjtő-gazdálkodási terveinek vizsgálatához (*Grizetti 2016b*) kutatásának részeredményeit használjuk (*3. táblázat*).

### EREDMÉNYEK

A vizsgálatot összefoglaló *2. táblázat* bemutatja a hazai VGT ökoszisztéma fejlődését és jelenlegi állását. Az európai VGT-k összehasonlítását szemléltető *3. táblázat* pedig tovább árnyalja az európai vízgyűjtő-gazdálkodásban megjelenő ökoszisztéma szemlélet beépülését, további fejlődési irányait.

*2. táblázat. Az ökoszisztéma koncepció vizsgálata a VGT éghajlatváltozásra vonatkozó részében (Saját szerkesztés)*

*Table 2. Analysing of the ecosystem concept in the climate change part of the River Basin Management Plan Hungary (Own edition)*

<b>Ökoszisztéma szolgáltatások koncepciója a VGT éghajlatváltozásra vonatkozó részeiben</b>	<b>VGT 2010 „A Duna-vízgyűjtő magyarországi része VÍZGYŰJTŐ-GAZDÁLKODÁSI TERV” dokumentumának összefoglaló, rövidített változata 2009</b>	<b>VGT 2016 A Duna-vízgyűjtő magyarországi része VÍZGYŰJTŐ-GAZDÁLKODÁSI TERV - 2015</b>	<b>VGT 2021 A Duna-vízgyűjtő magyarországi része MAGYARORSZÁG VÍZGYŰJTŐ-GAZDÁLKODÁSI TERVE – 2021 TERVEZET</b>
Koncepció megjelenése, hangsúlyja általános.	A vonatkozó fejezetben (118. oldal, 11.2) Az éghajlatváltozásról általános leírást ad az összesen négy oldalas fejezet. A tervben az Intézkedési Programon kívül helyezkedik el. Az ökoszisztéma koncepció terminológiája a fejezetben az ökológiai szempontok érvényesítéseként jelenik meg. A fenntartható vízhasználatok a vizek mennyiségi védelme érdekében külön fejezetben is szerepelnek, melyben a tájban tárolt víz és a környező ökoszisztémák védelme is kifejtésre kerül.	A vonatkozó fejezetben (604-612. oldal) az intézkedési javaslatok programon belül helyezkedik el az éghajlatváltozás témaköre. Az intézkedések az alapproblémára reagálva horizontálisan illeszkednek a terheléseket kezelő csomagban. Szinergiát javasol a kapcsolódó Operatív Programokkal és stratégiákkal is.	Az ökoszisztéma koncepciót és az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodást elősegítő intézkedéseket a tervben mitigációs és adaptációs jellegű, közvetlen és közvetett hatásuk szerint csoportosították. Összesen több, mint 98 intézkedés irányul kifejezetten az ökoszisztéma szolgáltatások működésének támogatására: nyílt ártér, hullámtér bővítés, művelési ág váltás, erózió és a lefolyás csökkentése erdőterületeken, a jó erdőgazdálkodási gyakorlat részeként.
Az egyedi ökoszisztéma szolgáltatások feltárára kerülnek?	A tervezési dokumentum több száz intézkedése egy célra összpontosít, a VKI által megfogalmazott és a tervben vállalt általános célkitűzések elérésére, nem mutatja be azokat a részcélokat, amelyek teljesítése, teljesülése az egyes környezeti célkitűzések eléréséhez vezet.	A VKI követelményeken túl a hazai célokhoz és rész-célokhoz tartozó indikátorok hiánya jelzi az egyedi ökoszisztémák alulvizsgáltóságát ebben a tervezési periódusban.	A vonatkozó fejezetben (583-593. oldal) az ökoszisztéma szolgáltatások egyedileg és összességében egymáshoz viszonyítottan nem jelennek meg. Az intézkedések elősegítő jellegét az SKV is a jó gyakorlatok disszeminálásával javasolja fokozni.
Megkülönbözteti, hangsúlyozza-e a VGT az ökoszisztéma különböző szintjeit (támogató, ellátó, szabályozó, kulturális)?	A víztest ökológiai hálózatban betöltött szerepének, illetve az intézkedés ökológiai rendszerre gyakorolt hatása jelentőségének meghatározása nem jelenik meg (SVV).	A vonatkozó fejezetben (605. oldal) külön nem kerül említésre, általában véve vett főleg ártéri, árvíz-kockázat csökkentésre és vízmegtartásra irányuló ökoszisztéma állapotjavítást tartalmaz, nem differenciálja hatásait szerint az intézkedéseket például ráfordítás-helyi haszon alapján, ami a megfelelő terület-használatot segíthetné elő az időszakos elöntéseknél.	Az intézkedések mitigációs és adaptációs hatásuk szerint különülnek el, egymáshoz képest nem súlyozva. Az intézkedési csomagok nem az ökoszisztéma szolgáltatások egymásra hatása és a helyi adottságok alkotta egyedi ökoszisztéma szolgáltatások, hanem az emberi tevékenységek környezetre gyakorolt hatása alapján készülnek el a javasolt beavatkozási vagy csökkentési intézkedések. Ettől az ökoszisztéma szolgáltatások különböző szintjeit még megfelelően támogatja, de az arányokra és a későbbi haszonvételi lehetőségre nem tér ki a terv.



3. táblázat. Öt európai ország és Magyarország vízgazdálkodási tervében megjelenő ökoszisztéma koncepció összehasonlítása (Grizetti és társai 2016b) részeredményeit felhasználva

Table 3. Comparison of the ecosystem concept appearing in the water management plans of five European countries and Hungary using partial results of (Grizetti et al. 2016)

	VGT2010-2015	VGT2016-2021	VGT2022-2027
<b>Magyarország</b>	A terv a VKI által elvárt célértékre támaszkodóan határozza meg az intézkedéseket. A cél a jó állapot elérése, terminológiájára nem az ökoszisztéma, hanem az ökológiai állapot a jellemzően használt.	A javasolt intézkedések az ökoszisztémákat és szolgáltatásaikat horizontálisan beépülve támogatják. A tervnek a VKI előírásai és a hidrológiai szélsőségek elleni védekezés a fő hangsúlya. Az Országos Vízügytő-gazdálkodási Terv Stratégiai Környezeti Vizsgálata részletesen foglalkozik az ökoszisztéma szolgáltatásokat érintő további részletezés és kutatás jelentőségével.	Az ökoszisztéma koncepció mélyebb értelmezést kap és irányadó az intézkedések között. Az intézkedések száma az előző tervekhez képest kimagasló. A gyakorlati megvalósítás hangsúlyosabb útmutatása fejlesztendő.
<b>Olaszország</b>	A terv 4 fő pillérének egyike az ökoszisztéma szolgáltatás. A második VGT-hez készült útmutató kimutatta, hogy az ökoszisztéma szolgáltatások pillér nem jutott elég finanszírozási alaphoz az első ciklusban, továbbá hiányos az ökoszisztéma szolgáltatásokat gazdaságilag értékelő tudományos módszertan és aránytalanok a költségei.	A terv megerősíti a korábbiakban lefektetett 4 pillért, de további részeket nélkül, annak ellenére, hogy kiemeli: a vízkivételek, a hidromorfológiai változások és a vízhőmérséklet-változások jelentős hatásokat okoznak a biológiai sokféleség csökkenése és a vízi ökoszisztéma leromlásában. Árvízkezelés-tervre vonatkozó javaslatot tesz: tájrendezést és, hidromorfológiai helyreállítást az ökoszisztéma szolgáltatások pillére alatt, amely a terv erőforrásainak 95%-át teszi ki.	A nyilvános konzultációs folyamat lezárult, a terv előre nem elérhető.
<b>Egyesült Királyság</b>	Az ökoszisztéma szolgáltatás helyett a „többszörösen előnyös” kifejezést használják. Ebben a tervben egyéni természeti szolgáltatásként hivatkoznak a turizmusra, horgászatra, akvakultúrára, kistermelőkre, ivóvízre, vadvilágra.	Továbbra is kerül az „ökoszisztéma szolgáltatások” kifejezett használatát, de továbbra is hangsúlyozzák a vízi környezetet és az ebből származó egészséget, jólétet, a biodiverzitás szerepét. Az elsőhöz hasonlóan hangsúlyozza a közintézmények, vállalkozások és a vízgyűjtő partnerségek, a vízkörnyezet közötti együttműködést.	A társadalmi konzultáció felülvizsgálata folyamatban van.
<b>Románia</b>	Az ökoszisztéma koncepció nem kifejezetten jelenik meg még regionális szinten sem. Vízi szolgáltatások néven definiálnak benne minden kapcsolódó szolgáltatást. Ennek ellenére a problémák és bizonytalanságok fejezetében elismerik, hogy „a gazdasági értékelés során a VKI szerint többre lenne szükség, mint a vízellátással kapcsolatos költségek pénzügyi elemzésére.”	A második vízgyűjtő-gazdálkodási tervben nincs az ökoszisztéma szolgáltatások általános működésének javítására vonatkozó koncepció. Azonban a különböző stratégiák integrálása (pl. energiastratégia, fenntartható fejlődési stratégia, nemzeti elsvatagosodás elleni stratégia, nemzeti hulladékstratégia irányítás), irányelvek és nemzeti tervek (regionális fejlesztés az akvakultúra és a mezőgazdaság számára, nemzeti környezetvédelmi fejlesztési terv) mind a vízi ökoszisztémák védelmét és javítását célozzák.	A nyilvános konzultációs folyamat lezárult, a terv előre nem elérhető.
<b>Belgium</b>	A terv néhány ökoszisztéma funkciót/szolgáltatást vesz figyelembe, mint pl. a víz tisztító képessége, az édesvíz visszatartása és tárolása, árvízszabályozás, biológiai sokféleség és különféle rekreációs szolgáltatások. Az ökoszisztéma koncepció, mint olyan, nem jelenik meg egy hivatkozáson kívül, amely a „blue services” vagy a vízi szolgáltatások előnyére hívja fel a figyelmet.	A tervben a korábbi „kék szolgáltatások” már „kék-zöld szolgáltatások”-ra bővültek, jelezve, hogy ezek a fogalmak többoldalú előnyössége hasznosítható különösen a vízgazdálkodás és a mezőgazdaság közötti helyzetekben gazdasági szempontból is, de nincs további részletezés erről az ötletéről, vagy annak alkalmazásairól.	A társadalmi konzultáció felülvizsgálata folyamatban van.
<b>Portugália</b>	Az ökoszisztéma koncepció egyik dokumentumban sem jelenik meg, de a tervekben szereplő témák közül több is közvetlenül kapcsolódik az egyes ökoszisztéma szolgáltatásokhoz, például az ivóvízellátás és biológiai sokféleség, folyamszabályozás és tápanyag körforgás, szélsőséges események elleni védelem (árvizek, aszályok). A Stratégiai Környezeti Vizsgálatokban egyértelmű javaslat van a vízi szolgáltatások társadalmi értékének fontosságára.	Az „ökoszisztéma szolgáltatások” kifejezés a második ciklusban jelenik meg a keretrendszerben, de általában és csak más stratégiai dokumentumokra hivatkozva. A vízgyűjtő-gazdálkodási tervek intézkedési programja olyan intézkedésekre hivatkozik, amelyek célja „a természeti tőkébe történő befektetések ösztönzése a Natura 2000 területeken”. Ezen keresztül valósulnának meg a zöld infrastrukturális beruházások, biodiverzitási kreditek és kifizetések az ökoszisztéma szolgáltatásokért.	A társadalmi konzultáció felülvizsgálata még nem kezdődött meg.

Európa 5 országa vízgyűjtő-gazdálkodási tervezésének elemzése után látható, hogy az ökoszisztéma szolgáltatásokra való hivatkozás alapvetően hiányzik az első ciklusokból. A második VGT-ben kap nagyobb hangsúlyt, amit nagyban befolyásoltak az időközben európai szinten elfogadott dokumentumok, mint a Biodiverzitás Stratégia, az Éghajlati Alkalmazkodási Stratégia és az európai vizek védelmét szolgáló terv (Blueprint to safeguard Europe's water), amelyek kifejezetten az ökoszisztéma szolgáltatásokat nevezik meg.

Az európai áttekintő jellegű eredményekhez képest a magyar VGT-ben megjelenő ökoszisztéma koncepció és intézkedési javaslatok már az első ciklusban is előrehaladottabb álláspontot mutatnak. Itt is fennáll az első ciklusban való kezdetleges megjelenés, ami azonban a harmadik ciklusra már csak a fejlődés útjának szinte utolsó, gyakorlati lépésének megvalósításánál akad el. Ezen kívül a harmadik ciklusra vonatkozóan Magyarországon kívül 2022 áprilisában a társadalmi konzultációk és feldolgozásai nem zárultak le a többi országban.

A táj víztározó, vízmegtartó képességének növelése, mint alkalmazkodásra és mitigációra is alkalmas ökoszisztéma szolgáltatás elősegítése a magyar VGT-ben lefektetett előírások és ajánlások alapján a harmadik ciklusra irányadóként jelenik meg. Ezt az irányt tudja erősíteni a vízháztartási mutatókkal leírt ökoszisztéma töke szemlélet alkalmazása.

Az ökoszisztéma koncepció hangsúlyainál fontos átlátni, hogy ideálisan nem csak a vizes élőhelyek természeti értékei miatti védett területekre vonatkozó egyedi intézkedéseivel próbálna a stratégiáknak megfelelni. Az ökoszisztéma koncepció szerint elvárt tervezés a tájra nem csak természeti, hanem a természeti tőkéjéből adódó gazdasági egységekre tekint, így terjesztve ki az intézkedések horizontját, amely aztán a táj adottságaihoz igazított fenntartható helyi döntések motiválását vonná maga után.

A táj természeti tőkéje és az ebből adódó termelékenysége kulturális, rekreációs és gazdasági értelmezésében is kulcsfontosságú. Az ökológiai jó állapothoz mind vízminőség, mind vízmennyiség és megfelelőbb elosztás terén és az éghajlati adaptáció szempontjából is a víz visszatartására irányuló intézkedések javasoltak.

## KÖVETKEZTETÉS

A természet a gazdaság és a társadalom alapját képezi, ezért a természet degradálásával a társadalmi jólét kibontakoztatásának lehetőségét is korlátozzuk. A természeti folyamatok jellegzetességeit tiszteletben tartó természeti erőforrás gazdálkodás esetén a társadalmi jólét összetevőinek és természeti alapjainak állapota is javítható. Az ökoszisztéma szolgáltatások szemléletmódjának alkalmazása ennek az összefüggésnek a gyakorlatba történő átültetését szolgálja. A természeti töke körültekintő, előrelátó felhasználásának kialakításához meg kell értenünk a természeti tőkének az emberi jólétben játszott kulcsszerepét, ehhez fontos az alapelemek beazonosítása, a folyamatok, nem utolsósorban az emberi beavatkozások következtében megjelenő visszacsatolások dinamikájának megértése. Ezt a megközelítést segíti az ökoszisztéma töke szemlélet alkalmazása és vízháztartási jellemzőkkel való leírása. A természet lassú, de állandó változása közepette a természeti rendszerek ellátó típusú javait nyújtó ökoszisztéma szolgáltatásainak a többi szolgáltatás (támogató, szabályozó, kulturális) rovására megvalósuló használata ugyanis nem fenntartható, és a leépült szolgáltatások hiányának utólagos kezelését vonja maga után.

A vízügyi infrastruktúrák tervezése és működtetése során komoly kihívás az ökológiai rendszerek változékonyságának és adaptációjának megfelelő figyelembevétele, különös tekintettel az eltérő természeti minőséget jelentő alternatívák esetén. Tanulmányunkban amellet érvelünk, hogy az ökoszisztéma szolgáltatások megközelítés módjának keretén a „Támogató ökoszisztéma” csoportra, mint a többi szolgáltatás alapját biztosító tőkére érdemes tekinteni, amelynek megőrzése döntési minimum kritérium. Egy helyszín, tájegység víz, terület és vegetációs változásainak értékelése során ezt a kritériumot a folyamatok éghajlati vízhiányra gyakorolt hatásán keresztül lehet megragadni és hidrológiai eszközökkel leírni. A többi ökoszisz-

téma szolgáltatás hasznosulásának esetében önmagában a természeti jellemzők nem elegendők az alternatívák közötti döntések megalapozásához, szükséges a gazdasági értékteremtés nagyságának (egyenlegének) beemelése is a döntési kritériumok közé és az ezt szolgáló értékelési eszközök alkalmazása.

Az ökoszisztéma szolgáltatások töke szemléletének alkalmazása és vízháztartási indikátorokkal történő leírása a szemléletmód továbbfejlesztését szolgálja. Célja támogatást adni a komplex beavatkozások megítéléséhez, hogy egyedi, kisléptékű területi jellegzetességek mellett kapcsolatot lehessen teremteni a tervezett megoldások és a táji, vagy nagyobb léptékű, végső soron a kereteket biztosító rendszerfolyamatok között.

Az ökoszisztéma szolgáltatások koncepciójának beépülése a vízgyűjtő-gazdálkodási tervekbe sok közös vonást mutat az európai vizsgálat alapján, mint például az EU VKI előírásaira való erős támaszkodás, sejtetően a jól meghatározott indikátoroknak való megfelelési kötelezettség miatt. Másrészt az is közös vonásnak mutatkozik, hogy a koncepció további vízgyűjtő szintű integrált fejlesztése, az ökoszisztéma szolgáltatások egymásra épülésének és egymástól függő minőségének figyelembevétele vagy vizsgálata mindenhol hiányosságokat mutat. A hazai VGT-ben az ökoszisztéma szolgáltatások sokszínűsége és egymáshoz kapcsolódásának kritikus beavatkozási pontjai nem hangsúlyosak. A biztosító szolgáltatások közül főleg a katasztrófa megelőző és az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodó jellegűek vannak túlsúlyban, esetükben az ökoszisztéma töke szemlélet alkalmazása jelentősen javíthatja az intézkedések többszempontú illesztését, az adott szakpolitika sikeres megvalósításához szükséges intézményi feltételek megteremtését.

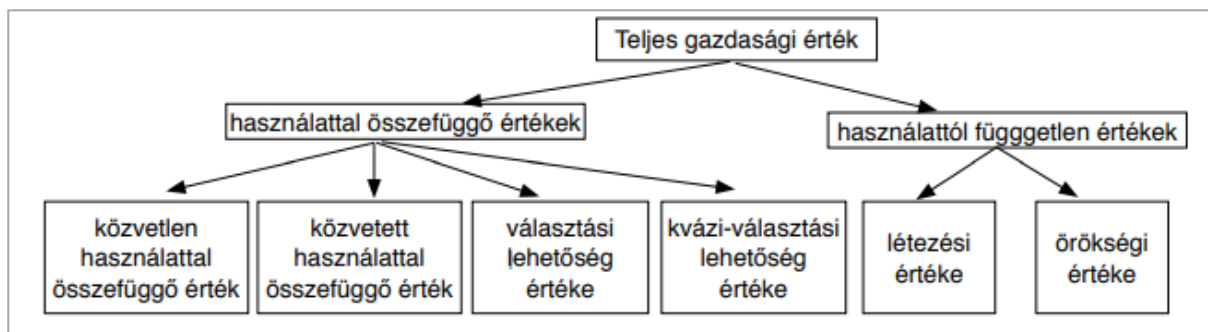
## FÜGGELÉK: A TERMÉSZETI TŐKE ÉS ÖKOSZISZTÉMA SZOLGÁLTATÁSOK SZÁMSZERŰSÍTÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

A közgazdaságtannak megvannak az eszközei, hogy értéket adjanak a különböző, közvetlen és közvetett módon értékelhető ökológiai szolgáltatásoknak. Ebben vizsgálható, hogy egy-egy adott ökológiai állapot során nyert egyéni és közhasznok, egyéni hasznok és a tájfenntartás költségei hogyan viszonyulnak egymáshoz. Ez jó a MEA-hoz, azonban ez nem ad támpontot az átfogó értelmezéshez. A töke nagyság összefüggései nem a társadalmi hasznosítás logikájából fakadnak, amire ez a módszertan épít. Ezek az értékelések a táji erőforrások adott mintázatai közötti választáshoz adnak információt, de a fenntarthatóság fő szempontjának, a hasznosításhoz szükséges készlet nagyságára gyakorolt hatásról nem tudnak információt adni. A fenntarthatósági kritérium, hogy a természeti töke nem csökkenhet.

Az ökoszisztéma szolgáltatások értékelésének igénye már évtizedek óta jelen van a szakirodalomban, és igyekszik folyamatosan fejlődni és mind részletesebben és több dimenzióban kiterjeszteni a lehetséges modelleket. A természettudományi oldal képviselői kvantitatív, fizikai mutatószámokon alapuló módszereket alkalmaznak, míg a társadalomtudósok a kvantitatív, pénzügyi vagy a kvalita-

tív értékelési módszereket részesítik előnyben, de mind-egyik eljárás összekapcsolható a több szempontú értékelésben. A társadalomtudósok a szakértői értékelés

mellett a társadalmi részvételen alapuló technikákat is használják. A 7. ábrán a teljes gazdasági érték összetevői láthatók.



7. ábra. Teljes gazdasági érték összetevői (Marjainé és Kovács 2018)  
Figure 7. Components of total economic value (Marjainé and Kovács 2018)

A 2000-es évek elején megjelent az „ökoszisztéma szolgáltatások” fogalma: „azok a hasznok (termékek és szolgáltatások), amelyeket az emberek az ökoszisztémából nyernek” (MEA 2005). Mind a tudományos életben, mind a biodiverzitás védelmét szolgáló szakpolitikában egyre népszerűbbé vált a fogalom, mivel a természet- és társadalomtudományos háttérrel rendelkező kutatók egyaránt fejleszthették ezt az interdiszciplináris koncepciót. A csoportosításra többféle megközelítés létezik, de általában a hasznosulás módjára helyezik a hangsúlyt. A tudományos életben leginkább a feljebb már említett Millenniumi Ökoszisztéma Felmérés (Millennium Ecosystem Assessment, MEA), a szakpolitikában pedig a nemzetközi klasszifikációs rendszer (Common Classification System of Ecosystem Services, CICES) terjedt el, de a közgazdasági értékelés kapcsán a szintén feljebb már említett Biodiverzitás és Ökoszisztéma szolgáltatások Közgazdaságtana projekt (The Economics of Biodiversity and Ecosystem Services, TEEB) felosztása is használatos. Mindegyik megkülönbözteti az ellátó, a kulturális és a szabályozó szolgáltatásokat. A MEA külön kategóriaként említi a többi szolgáltatás alapját képező támogató szolgáltatásokat, amelyeket a CICES a rendszerhatár miatt, a TEEB pedig a dupla számítás elkerülése miatt nem használ.

Fontos megemlíteni, hogy a TEEB által is használt NCA (natural capital accounting), vagyis a természeti tőke elszámolása például a GDP hiányosságaira épül. A GDP a gazdasági teljesítménynek ugyanis csak egy részét – a jövedelmet – vizsgálja, de nem mond semmit az e jövedelem alapjául szolgáló vagyonról és eszközökről. Például, ha egy ország kiaknázza ásványait, akkor valójában kimeríti a vagyont. Ugyanez vonatkozik a halászat túlzott kiaknázására vagy a vízkészletek rontására is. Ezek a csökkenő eszközök láthatatlanok a GDP-ben, ezért nem mérik őket. A természeti tőke elszámolásának megvalósítása felé tett jelentős lépés volt, hogy az ENSZ Statisztikai Bizottsága 2012-ben elfogadta a Környezetvédelmi és Gazdasági Számlák Rendszerét (System of Integrated Environmental and Economic Accounting, SEEA). Ez nemzetközileg elfogadott módszert biztosít az anyagi természeti erőforrások, például az ásványi anyagok, a fa és a halászat elszámolására.

Az előzőekben bemutatott, nagyrészt „felvilágosult” bioszféra központú számítási módszerek már lehetőséget adnak a fenntarthatósághoz vezető út első lépéseire, azzal kezdve, hogy a GDP nem minden. Ezek a bonyolult és a lehető legszélesebb területeket egymáshoz illeszteni próbáló modellek globális folyamatokon keresztül ábrázolják a fenntarthatatlan helyzetet, ami azonban túl nagyléptékű a helyi szintű beavatkozásokhoz. Egy kisebb léptékű állapotértékelés az ökoszisztéma szolgáltatásokat adó természeti tőkéről talán könnyebben használható az egyensúlyi állapotra való törekvésben.

Az élőhely-mozaikok bármelyikében bekövetkező természeti, vagy emberi változások – rövidebb-hosszabb időbeli késleltetéssel, illetve hatásláncolattal – a nagytérségi mérlegben is érvényesülnek. A globális léptékű természeti érték ökoszisztéma szolgáltatást értékelő rendszereknél a jelen fejezetben kifejtett kisebb léptékű vízháztartási jellemzőkből kiinduló modell biztosabb alapot adhatna az adaptációs és/vagy rehabilitációs célú intézkedéseknek.

## IRODALOMJEGYZÉK

A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának - Az európai zöld megállapodás COM/2019/640 FINAL

A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának – A 2030-ig tartó időszakra szóló uniós biodiverzitási stratégia – Hozzuk vissza a természetet az életünkbe! (COM (2020) 380 final, 2020.5.20.)

A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának - Az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodásra vonatkozó uniós stratégia /\* COM/2013/2016 final 2009/

A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának - Az európai vízkészletek megőrzésére irányuló terv /\* COM/2012/0673 final \*/

A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának - Az európai zöld megállapodás COM/2019/640 final

- Agócs J. (2018). Bioszférabiológia in Agócs, J., & Báder, L. (2018). Rendkeresés: Válogatott írások. Ekvilibrum.
- Ashwani, P., Om, P., Dhankher, Christine H. F. (2020). Mitigating the impact of climate change on plant productivity and ecosystem sustainability, *Journal of Experimental Botany*, Volume 71, Issue 2, 7 January 2020, Pages 451–456, <https://doi.org/10.1093/jxb/erz518>
- Bennett, E.M., Peterson, G.D., Gordon, L.J. (2009). Understanding Relationships Among Multiple Ecosystem Services. *Ecology Letters* 12: 1394–1404. <https://Onlinelibrary.Wiley.Com/Doi/Full/10.1111/J.1461-0248.2009.01387.X>
- Biró T. (2017). Amikor sok víz van a területen - belvíz Magyar Tudomány 2017/10  
Doi:10.1556/2065.178.2017.10.5
- CICES (2022). Towards a common classification of ecosystem services, EEA (2022) <https://cices.eu/> (letöltve 2022.07.01)
- Costanza, R., Kubiszewski, I., Ervin, D., Bluffstone, R., Boyd, J., Brown, D., Chang, H., Dujon, V., Granek, E., Polasky, S., Shandas, V., Yeakley, A. (2011). Valuing ecological systems and services DOI:10.3410/B3-14 July 2011 F1000 Biology Reports 3:14
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S.J., Kubiszewski, I., Farber, S., Turner, R.K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26, 152–158. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>
- Dick, J.McP., Rognvald, I., Smith, E., Scott, M. (2011). Ecosystem services and associated concepts nvironmetrics 2011; 22: 598–607 DOI:10.1002/env.1085 Published online in Wiley Online Library: 23 March 2011.
- Elmqvist, T., Maltby, E. (2010). Biodiversity, ecosystems and ecosystem services. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. 41-111.
- European Commission Decision (2021). 9128 of 15 December 2021 Horizon Europe - Work Programme 2021-2022 Food, Bioeconomy, Natural Resources, Agriculture and Environment [https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/docs/2021-2027/horizon/wp-call/2021-2022/wp-9-food-bioeconomy-natural-resources-agriculture-and-environment\\_horizon-2021-2022\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/docs/2021-2027/horizon/wp-call/2021-2022/wp-9-food-bioeconomy-natural-resources-agriculture-and-environment_horizon-2021-2022_en.pdf)
- European Commission Horizon Europe - Cluster 6 - Destination 1: Biodiversity and Ecosystem Services [https://www.euro-access.eu/programm/horizon\\_europe\\_-\\_cluster\\_6\\_-\\_destination\\_1\\_-\\_biodiversity\\_and\\_ecosystem\\_services](https://www.euro-access.eu/programm/horizon_europe_-_cluster_6_-_destination_1_-_biodiversity_and_ecosystem_services)
- García-León, D., Casanueva, A., Standardi, G., Burgstall, A., Flouris, A.D., Nybo, L. (2021). Current and projected regional economic impacts of heatwaves in Europe. *Nature Communications*, 12(1), 5807. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26050-z>
- Grizzetti, B., Liqueste, C., Antunes, P., Carvalho, L., Geamana, R., Giuca, R., Leone, M., McConnell, S., Preda, E., Santos, R., Turkelboom, F., Vadineanu, A., Woods, H. (2016b). Ecosystem services for water policy: Insights across Europe *Environmental Science & Policy* 66 (2016) 179-190 <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.09.006>
- Grizzetti, B., Lanzanova, D., Liqueste, C., Reynaud, A., Cardoso, A.C. (2016a). Assessing water ecosystem services for water resource management *Environmental Science & Policy* 61 (2016) 194-203 <https://doi.org/10.1016/J.ENVSCI.2016.04.008>
- Grizzetti, B., Liqueste, C., Pistocchi, A., Vigiak, O., Zulian, G., Bouraoui, F., Cardoso, A.C. (2019). Relationship between ecological condition and ecosystem services in European rivers, lakes and coastal waters. *Science of The Total Environment*. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0048969719311374?token=7C32674AF4DBE8EA889A824BC20190829C7A88E815F7F1DF4E7A95F092BBFB49F361D172AA4A28C29E56FD4898930560&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220411133808>
- Mapping Europe's ecosystems – MAES* <https://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/mapping-europes-ecosystems> (letöltve 2022.07.01)
- MAES (2013). Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services An analytical framework for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020. Discussion paper – Final, April 2013.
- MAES (2014). Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services - Indicators for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020, 2nd Report – Final, February 2014
- MAES (2016a). Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services - Mapping and assessing the condition of Europe's ecosystems: Progress and challenges. 3rd Report – Final, March 2016
- MAES (2016b). Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services - Urban ecosystems. 4th Report Final May 2016
- Marjainé Szerényi Zs., Kovács E. (2018). Merre Tart A Környezetértékelés? A Teljes Gazdasági Értéktől Az Ökoszisztéma szolgáltatásokig. In: Környezet, Gazdaság, Társadalom. Tanulmányok Kerekes Sándor 70. Születésnapja Tiszteletére. Kaposvári Egyetem Gazdaságtudományi Kar, Kaposvár, pp. 135-150. ISBN 978-615-5599-54-5 [http://Unipub.Lib.Uni-Corvinus.Hu/3735/1/Tan\\_Kerekes70-Marjaine\\_Kovacs.pdf](http://Unipub.Lib.Uni-Corvinus.Hu/3735/1/Tan_Kerekes70-Marjaine_Kovacs.pdf)
- Millennium Ecosystem Assessment* (2005). Ecosystems and Human Well-Being. Washington, D.C.: Island Press, <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- Miskó K., Fogarasi J. (2019). Az ökoszisztéma szolgáltatások értékelésének tapasztalatai és agrárgazdasági jelentősége *Gazdálkodás* 63. évf. 2. szám 2019 (95-115).
- MTA (2018). A Nemzeti Víz Tudományi Kutatási Program kihívásai és feladatai. [https://mta.hu/data/dokumentumok/Viztudomanyi%20Program/NVKP\\_20180331.pdf](https://mta.hu/data/dokumentumok/Viztudomanyi%20Program/NVKP_20180331.pdf)

Nováky B., Szesztay K. (2002). Éghajlat és víz a Kárpát-medence tájökológiájában. Hidrológiai Közöny 82. évf. 6. szám (308-314)

NÖSZTÉP (2018). Nemzeti Ökoszisztéma-szolgáltatások térképezése és értékelése Projektem. NÖSZTÉP Konceptcionális és Módszertani Keretdokumentum. MTA Ökológiai Központ. p. 81.

Orlóci I. (1991). Rendszerelvű kutatások a Tisza hazai vízgyűjtőjén. Hidrológiai Közöny. 71 évf. 4. szám. pp. 202-208.

Prakash., S. (2021). Impact of climate change on aquatic ecosystem and its biodiversity: an overview International Journal of Biological Innovations Doi: <https://doi.org/10.46505/IJBI.2021.3210>

Somlyódy L. (2000). A magyar vízgazdálkodás 657-672 Magyar tudomány 45. évf. 6. sz. (2000. június) <https://epa.oszk.hu/00700/00775/00019/index.htm>

Szalmáné Csete, M., Buzási, A. (2020). Hungarian regions and cities towards an adaptive future - analysis of climate change strategies on different spatial levels. Időjárás / Quarterly journal of the Hungarian Meteorological Service, 124 (2). pp. 253-276.

Szesztay K. (2000). A víz szerepe és jelentősége az Alföldön, az Alföld Vízháztartása, A Nagyalföld Alapítvány Kötetek 6. Békéscsaba [https://Acta.Bibl.U-Szeged.Hu/63960/1/Nagyalfoldi\\_006\\_007-015.pdf](https://Acta.Bibl.U-Szeged.Hu/63960/1/Nagyalfoldi_006_007-015.pdf)

Szilágyi J.E.(2018). Vízszemléletű kormányzás – vízpolitika – vízjog Miskolci Egyetemi Kiadó 2018 ISBN (in print) 978-615-5626-33-3 ISBN (online) 978-615-5626-34-0 [http://real.mtak.hu/80278/1/Vizjog\\_elektronikus\\_valtozat\\_u.pdf](http://real.mtak.hu/80278/1/Vizjog_elektronikus_valtozat_u.pdf)

Stratégiai Környezeti Vizsgálat (2021). A harmadik Országos Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv [https://vizeink.hu/wp-content/uploads/2021/07/VGT3\\_SKV18.pdf](https://vizeink.hu/wp-content/uploads/2021/07/VGT3_SKV18.pdf)

TEEB (2010), The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB.

Ungvári G. (2012). Ökoszisztéma szolgáltatások nagyságrendi becslése vízgyűjtő szinten a vízkörforgást leíró vízháztartási jellemzők alapján. Műhelytanulmány Regionális Energiagazdálkodási Kutatóközpont, Budapest. [https://www.researchgate.net/publication/274912006\\_Okoszisztema-Szolgáltatások\\_Nagyságrendi\\_Becslése\\_Vízgyűjtő\\_Szinten\\_A\\_Vízkörforgást\\_Leíró\\_Vízháztartási\\_Jellemzők\\_Alapján](https://www.researchgate.net/publication/274912006_Okoszisztema-Szolgáltatások_Nagyságrendi_Becslése_Vízgyűjtő_Szinten_A_Vízkörforgást_Leíró_Vízháztartási_Jellemzők_Alapján)

Magyarország Vízgyűjtőgazdálkodási Terve (2009). A 2009. december 22-én közzétett „A Duna-Vízgyűjtő Magyarországi Rész Vízgyűjtő-Gazdálkodási Terv” [http://www2.vizeink.hu/files/ovgt\\_rovid\\_100505.pdf](http://www2.vizeink.hu/files/ovgt_rovid_100505.pdf)

A Duna-vízgyűjtő magyarországi része Vízgyűjtő-Gazdálkodási Terv (2015) [https://www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/E3E737A3-3EBC-4B6F-973C-5DD9B8A6DBAB/OVGT\\_foanyag\\_vegleges.pdf](https://www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/E3E737A3-3EBC-4B6F-973C-5DD9B8A6DBAB/OVGT_foanyag_vegleges.pdf)

Magyarország Vízgyűjtő-Gazdálkodási Tervének Második Felülvizsgálata (2021). [https://vizeink.hu/wp-content/uploads/2021/05/VGT3\\_II\\_Vitaanyag.pdf](https://vizeink.hu/wp-content/uploads/2021/05/VGT3_II_Vitaanyag.pdf)

A harmadik Országos Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv (Stratégiai) Környezeti Vizsgálata Környezetértékelés (2021) [https://vizeink.hu/wp-content/uploads/2021/07/VGT3\\_SKV18.pdf](https://vizeink.hu/wp-content/uploads/2021/07/VGT3_SKV18.pdf)

2000/60/EK Víz Keretirányelv. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A32000L0060>

2007/60/EK irányelve az árvízveszélyek értékeléséről és kezeléséről. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A32007L0060>

## A SZERZŐK



**O. LAKATOS BOGLÁRKA** a Szent István Egyetem természetvédelmi mérnök szakán végzett és szerzett BSc és MSc diplomát. Archaeobotanikai és ökológiai felméréssel is végzett vizsgálatokat egy adott terület tájhasználatának és éghajlat változásának körülményeiről szakdolgozataiban. Jelenleg a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen a Katonai Műszaki Doktori Iskola keretein belül a Víz tudományi Kar, Víz és Környezetpolitikai Tanszéken végez kutatást, ahol az éghajlatváltozás adaptációs lehetőségeit és vízügyi irányait vizsgálja, különös tekintettel a természetes vízmegtartó megoldásokra. Az Országos Vízügyi Főigazgatóság nemzetközi osztályán projekt koordinátorként és vízgazdálkodási konzultánsként vesz részt nemzetközi projektekben.



**UNGVÁRI GÁBOR** közgazdász, a Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont Vízgazdasági Csoportjának tagjaként elsősorban a hazai, illetve a környező régióra vonatkozó vízhasználatok és vízkár-elhárítási tevékenységek gazdasági és környezeti szempontú elemzéseinek szakértője. 1999 óta számos vízkészlet-gazdálkodási, interdiszciplináris kutatási és szakértői programban vett részt, többek között árvízveszély és a belvíz probléma kezelése, felszín alatti vízkészletek szabályozása, a vízgyűjtő-gazdálkodás területén és a Duna hajózóút fejlesztésének kérdéskörében. Ezen a tapasztalatai az Országos Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv Közgazdasági Szakértői Csoportjának munkájában hasznosultak.

## Folyók dinamikusan egyensúlyi állapotát becslő eljárás kidolgozása és alkalmazása a magyarországi Felső-Dunára

Nyiri Emese<sup>1</sup> és Török Gergely Tihamér<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Műegyetem rkp. 3., 1111 Budapest, Magyarország (E-mail: nyiri.emese@edu.bme.hu)

<sup>2</sup> ELKH-BME Vízgazdálkodási Kutatócsoport, Eötvös Loránd Kutatási Hálózat, Műegyetem rkp. 3., 1111 Budapest, Magyarország

<sup>3</sup> Víz tudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar, Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék (E-mail: torok.gergely@emk.bme.hu)

### Kivonat

A folyók életében számos változás figyelhető meg, amely lehet számunkra előnyös és előnytelen is. Ezek a változások lehetnek mesterséges, illetve természetes eredetűek. Jelen kutatásban a mesterséges beavatkozások hatását figyeltük meg, főként a Bős-nagymarosi vízlépcső esetében. Minden folyó jellemezhető a dinamikusan egyensúlyi állapotával, illetve a morfordinamikai folyamatok ezt az állapotot közelíthetik. A kutatásban a magyarországi Felső-Duna egy szakaszát vizsgálva állítottunk fel egy modellt, amely a hordalék-háztartáson alapszik. Két szelvényre volt megfelelő adatmennyiség: Dunaremetére (1825,5 fkm) és Nagybajcsra (1810,0 fkm). A két szelvény múltbéli szakirodalmi adatai alapján paramétereztük fel a 0D modellt, amelyet későbbi adatok alapján igazoltunk. Több modellvizsgálatot is elvégeztünk, pl. számításba vettük a dunaremetei mederszűkülést, amely ~300 m-ről csökkent le ~170 m-re közel 58 év alatt. A példa alapján szemléltettük, hogy a modellel megbecsülhető egy adott beavatkozás hatása a medergeometriára, illetve a hidraulikai jellemzőkre. Minden szabályozási munkálatot tervezés előz meg, de a hordalék-háztartás nem minden esetben van számításba véve. Pedig a vizsgálataink is rámutatnak arra, hogy a hordalék-háztartás is jelentős hatást gyakorol a folyó geometriájára. A bemutatott eljárás fejlesztésre szorul, hiszen időben változó becslést nem tudunk vele adni és csak egy adott szelvényre alkalmazható. A folyómederben várható változások trendjének és nagyságrendjének számításával viszont jelentősen megtámogatja a folyószabályozási tervezést.

### Kulcsszavak

Flyószabályozás, modellezés, morfológia, hordalék, dinamikusan egyensúly.

## Development of a method for estimating the dynamic equilibrium state of rivers and its application to the Upper Danube in Hungary

### Abstract

Many changes can be observed in the life of rivers which can have beneficial and unfavorable effects on humanity. These changes can be of artificial or natural origin. In the present study, we observed the impact of artificial interventions, mainly the effect of the Bős-Nagymaros hydropower dam. The so-called dynamic equilibrium state can characterize each river. Our study set up a model based on the sediment mass balance based on the Upper Danube in Hungary. There was sufficient data for two sections: Dunaremete (1825.5 rkm) and Nagybajcs (1810.0 rkm). Based on the literature data of the two sections, we parameterized a 0D model, which was validated by later data. We performed several model tests, e.g., we considered the narrowing of the Danube riverbed at Dunaremete, which decreased from ~ 300 m to ~ 170 m in almost 58 years. Based on the example, we illustrated that the model could estimate the effect of a given intervention on the bed geometry and the hydraulic characteristics. Predictions support all regulatory work, but sediment mass balance is rarely considered. However, our studies also show that sediment mass balance significantly affects river geometry. The presented method needs to be improved, as we cannot give a time-varying estimate, and it can only be applied to a specific section. However, calculating the trend and magnitude of the expected changes in the riverbed significantly supports river regulation planning.

### Keywords

River regulation, modelling, morphology, sediment, dynamic equilibrium.

### BEVEZETÉS

A folyók életében folyamatos morfordinamikai változás megy végbe. A medergeometria bizonyos hatásokra változik, ami lehet mesterséges eredetű vagy természetes folyamat. Így van ez a Duna folyóval is, ami megélt már jelentős szabályozásokat, települtek rá vízlépcsők, sarkantyúk és egyéb folyószabályozási műtárgyak. Alapvető kérdés, hogy ezek a beavatkozások vajon milyen hatással vannak a folyó morfordinamikai állapotára? A beavatkozások hatására a folyókban lejátszódó morfológiai folyamatok megváltozhatnak, egy korábbi lehetséges dinamikusan egyensúlyi állapot felborulhat. A legfontosabb kérdés az, hogy vajon milyen lesz az új dinamikusan egyensúlyi állapot? Mi lesz az új egyensúlyi állapotra jellemző meder-

szint, medermélység, mederesés és mederszélesség? Továbbá, ezek miként hatnak az emberi tevékenységekre, valamint az élővilágra?

Ezt a kérdéskört vizsgáltuk a magyarországi Felső-Duna szakaszán. Irodalomkutatás alapján két szelvényre találtunk megfelelő adatmennyiséget részletes morfordinamikai vizsgálatok elvégzéséhez. Ezek a dunaremetei (1825,5 fkm) és a nagybajcsi (1810,0 fkm) szelvények (1. ábra). A mederfelvételek rendszeres rögzítésén és a vízrajzi észleléseken túl mederanyag és hordalék-háztartási méréseket is végeztek ezekben a szelvényekben. Vizsgálatainkat ezen adatok alapján végeztük el. A szakirodalmi forrásokat és azok bemutatását a következő fejezetben ismertetjük.



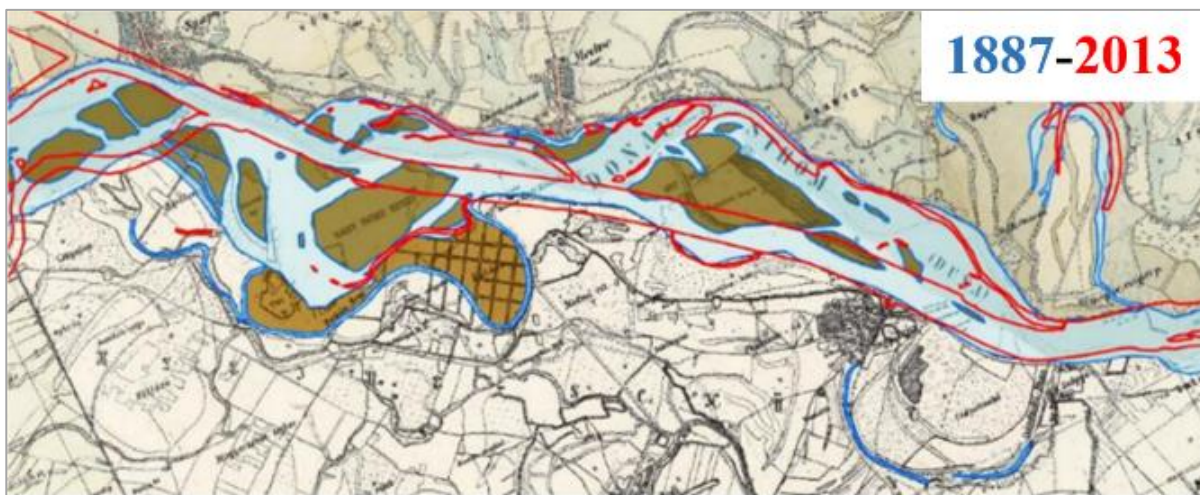
1. ábra. Vizsgált szelvények elhelyezkedése (Google Maps)  
Figure 1. Location of the examined cross-sections (Google Maps)

A Felső-Duna a 19. századi szabályozás előtt fonatos jelleget mutatott, amit úgynevezett kontinentális delta torkolatnak is szokás nevezni (2. ábra). A Duna az osztrák szakaszon jellemzően durva kavicsos hordalékú, amely a Kisalföldre érkezve a hirtelen csökkenő esés következtében lerakódást eredményez (Török és Baranya 2017). A folyó által lerakott hordalék a medrében zátonyokat és szigeteket épített és ez idézte elő a folyó több ágra való szakadását. Az említett fonatos ágrendszernek a 19. századi

szabályozás vetett véget (Ihrig 1973). A szabályozás célja egy főmeder kialakítása volt, ami javítja a folyó árvízlevezető képességét és kedvezőbb hajózási feltételeket biztosít (3. ábra). 1881-1885 között hajtották végre a Felső-Dunán a szabályozásokat Vásárhelyi Pál tervei alapján. A 19. századi szabályozást később még további kisebb szabályozások követték, gondolva itt a vízlépcsők, illetve a sarkantyúk telepítésére (Holubová és társai 2004, Holubová és társai 2015, Török és Baranya 2017).



2. ábra. A Duna a 19. századi szabályozás előtt (Szombati 2016)  
Figure 2. Danube River before the 19<sup>th</sup> century regulation (Szombati 2016)



3. ábra. Duna szabályozás előtt/után összehasonlítás (DuRe Flood project 2015)  
Figure 3. Comparison before/after Danube regulation (DuRe Flood project 2015)

A legutolsó jelentős műszaki beavatkozás a bösi vízlépcső megépítése és üzembe helyezése volt. A vizsgált szelvények közül Dunaremete esetében a Duna elterelése a hordalék és a vízhozam tekintetében is jelentős csökkenést eredményezett. Hordalékra vonatkozóan nem találtunk adatot az elterelés utáni mennyiségre, a vízhozam tekintetében viszont ismert az 1980. évi adat (*Vízrajzi Évkönyv 1980*). A vízlépcső hatással van a nagybajcsi szakaszra is: feltehetőleg a hordalékviusszatartás okozott jelentős mederberágódást és a kavicspadok kiépülését (*Holubová és társai 2004, Holubová és társai 2015, Török és társai 2020*). Továbbá, ezt a szakaszt sarkantyúsorok kiépítésével is szabályozták a 20. század elején, melyek ugyancsak jelentős hatást gyakoroltak a szakasz morfordinamikai folyamataira.

Kérdéses, hogy a beavatkozásokkal befolyásolt szakaszokon meghatározható-e az új dinamikus egyensúlyi állapot? Ha igen, akkor azt megbecsülve megállapítható-e annak megléte?

A dinamikus egyensúlyi állapot megállapítását terepi mérések, laboratóriumi kísérletek és numerikus modellezés segítségével lehetséges vizsgálni. Terepi mérések alapján való vizsgálathoz térben és időben részletes és minden tipikus morfológiai folyamatra kiterjedő adatrögzítés szükséges. A magyarországi Felső-Duna esetében a rendelkezésre álló adatok alapján Török és Baranya kísérelték meg az egyensúlyi állapot meglétének vizsgálatát 2017-ben publikált tanulmányunkban (*Török és Baranya 2017*). A végső következtetésük szerint a bösi vízlépcső hatására bekövetkező mederváltozások a gönyői térségben (1799-1794 fkm) már nem számottevőek, ami alapján dinamikus egyensúlyi állapot megléte feltételezhető. Az eljárás segítségével a vizsgált rövid szakaszra vonatkozóan lehetett következtetést levonni, a kampányszerű mérések által érintett szakaszokra vonatkozóan viszont csak becslések tehetők (például a vizsgált szakasz felvizen elhelyezkedő nagybajcsi szakaszra vonatkozóan).

Numerikus modell alapú vizsgálatok is készültek az érintett szakaszra. Részletesebben vizsgálták a Duna 1801-1794 fkm közötti szakaszát (*Baranya és társai 2015, Török és társai 2019, Török és társai 2020*). A 3D numerikus

modell előnye a részletes térbeli számítás, azonban a nagy számítási kapacitás miatt csak rövidebb, hónapos nagyságrendű időszak modellezése lehetséges. Az eredmények alapján fontos és egyedi következtetéseket vontak le, de bizonytalanságot jelenthet, hogy az eljárás nem ad lehetőséget a morfordinamikai trendek évtizedes léptékben való feltárására, valamint a vizsgálat csak a modellezett szakaszra vonatkozik, a bösi vízlépcső és a gönyői szakasz közötti térség azonban ezen kívül helyezkedik el.

Jelen vizsgálatunk során egy, a dinamikus egyensúlyi állapot becslésére kidolgozott külföldi eljárást (*Parker 2004*) adaptáltunk a hazai Felső-Dunára. Az eljárás olyan fizikai alapú egyenletekre épül, ami közel állandó éves hordalék- és vízhozamot feltételezve becsüli meg az egyensúlyi állapothoz tartozó főbb geometriai adatokat. A kiválasztott két szelvény (*1. ábra*) példáján keresztül bemutatjuk az egyes beavatkozások hatásának mértékét, elsősorban a mederesésre és mederszélességre.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### Morfológiai állapotértékelés irodalmi források alapján

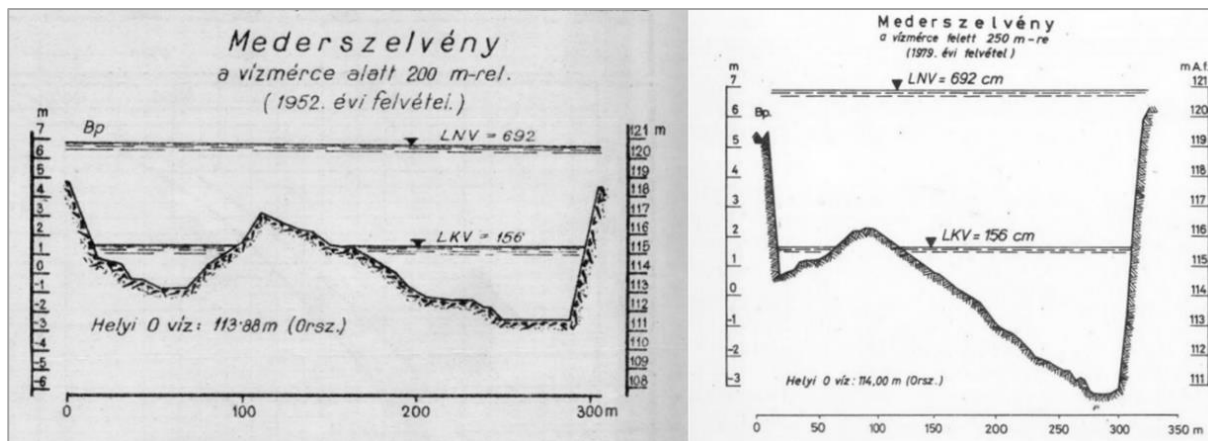
Az adatgyűjtés kettős célt szolgál: egyrészt a rendelkezésre álló adatok alapján megkísérélhető körülmények között megállapításokat tenni a morfológiai folyamatokra vonatkozóan (*Török és Baranya 2017*). Másfelől pedig a modellparaméterezéshez és igazoláshoz szükséges a megbízható adatok megléte. A 19. századi szabályozások előtti időszakra vonatkozóan érdemi információt nem találtunk. A legkorábbi, jelentős mennyiségű adatrögzítésre az azt követő, de még a bösi vízlépcső üzembe helyezése előtti időszakban került sor, a 20. század második felétől.

A kutatáshoz több szakirodalmat is feldolgoztunk, hasznosítottunk. Nagy segítségre szolgált *Bogárdi János* „*Vízfolyások hordalékszállításai*” (*Bogárdi 1955*) és *Török Kálmán* „*A Duna és szabályozása*” (*Török 1952*) című könyve. Továbbá a *Vízrajzi Évkönyveket* (*OVF 2020*) és több angol nyelvű közleményt is tudtunk forrásként hasznosítani (*Holubová és társai 2015, Holubová és társai 2004*). A vizsgált szakaszon két szelvényenél találtunk megfelelő adatmennyiséget: Nagybajcs (1810,0 fkm) és



Dunaremete (1825,5 fkm). A szelvényeknél több morfológiai jellemzőt is meg kellett vizsgálni, valamint adatot gyűjteni, mint pl. a medergeometria, a hordalékház-tartás, illetve a hidraulikai (szelvényátlagolt áramlási sebesség, energiavonal esése) és hidrológiai jellemzők (jellemző vízhozam, jelentős hordalékszállításra képes vízjárás tartóssága).

A szelvények közül csak Dunaremetére volt mederfelvétel a Vízhajzó Évkönyvekben (OVF 2020). A dunaremetei szelvény 1952. és 1979. évi mederfelvételeinek (4. ábra) összevetése alapján jelentős változások figyelhetők meg. Ezen szelvény alapján arra lehet következtetni, hogy a meder nem feltétlenül volt dinamikus egyensúlyi állapotban a bőszi vízlépcső építése (1980-as évek) előtt.



4. ábra. Dunaremetei mederváltozások 1952 és 1979 között (Vízhajzó Évkönyv 1959. és 1980.)

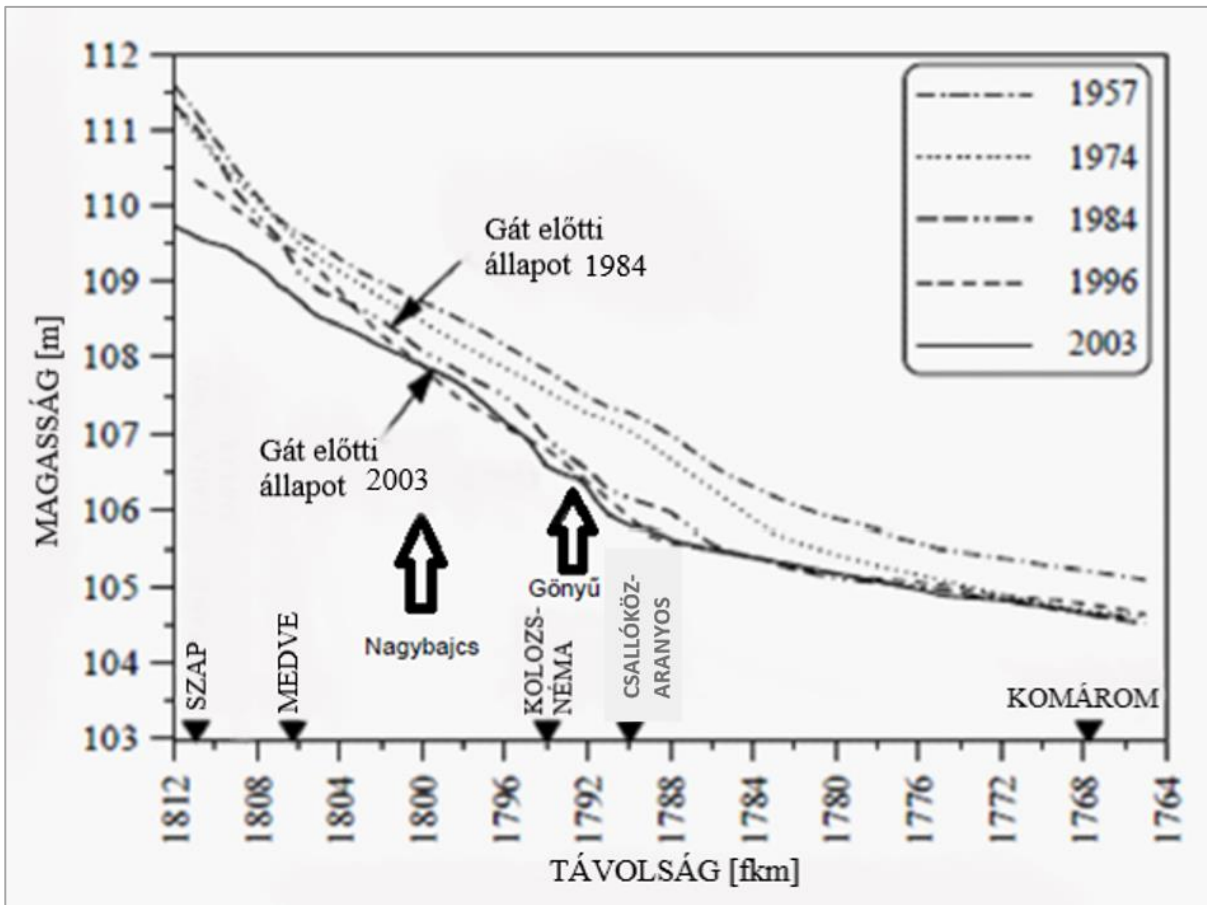
Figure 4. Riverbed changes at Dunaremete between 1952 and 1979 (Hydrographic Yearbook 1959. and 1980.)

További geometriai jellemző a folyó szélessége, amely a szabályozással változott és a hajózás érdekében is történtek olyan változások, melyek hatással voltak a szélesség alakulására. A 19. századi szabályozásra vonatkozó tervezett és megvalósult adatok alapján azt szeretnénk bemutatni, hogy a folyó morfológiai adottságai határt szabnak bizonyos medergeometriai kialakítási elképzeléseknek. Nagybajcsón a tervezési szélesség 420 m volt, de a munkálatok végére nem sikerült ezt elérni (Tóry 1952). A 19. századi szabályozás során a nagybajcsi szelvényen végül kialakított szélesség 380 m volt. Dunaremeténél hasonló tapasztalatok voltak, hiszen a tervezett szabályozási szélesség 400 m volt és körülbelül 325 m szélesre valósult meg. A tervezett szélességet azért kellett redukálni, mert a túl széles kialakítás alacsonyabb fajlagos hordalékszallító kapacitása nem volt képes a felvízről érkező hordalék továbbállítására, ezért annak egy része lerakódott (Tóry 1952). Természetes körülmények között is megfigyelhető ez a jelenség, ami végső soron gázlós szakasz kialakulásához vezet. A folyószabályozások előtti időszakban az ilyen folyószakaszokat keresték a túlpárt eléréséhez, hiszen a gázlós szakaszon várható a legalacsonyabb vízmélység, a legkisebb áramlási sebességgel. A 20. század elején a Dunára sarkantyúkat telepítettek a nagybajcsi szakaszra. A sarkantyúkkal a meder tovább szűkült, ezt a számításaink során is figyelembe vettük. A vizsgált szelvények közül ez a beavatkozás csak a nagybajcsi szelvényt érinti, ahol az így redukált szélesség 250 m lett.

A folyó hosszúsága is kulcsszerepet játszik a folyó morfológiai folyamataiban. A medereséssel jól közelíthető az energiavonal esése, ami végső soron a folyó hordalékszallító kapacitását határozza meg. A szabályozás előtt a mederesés Passau és Dévény között 25-45 cm/km és Szap alatt 15-20 cm/km volt. További szakirodalmi forrás szerint Szap felett a vízszin esése 25-35 cm/km volt, ami rövid

szakaszokon akár 45-50 cm/km is lehetett. Szap alatt viszont már egy rövid átmeneti szakaszon 12-15 cm/km volt tapasztalható és Gönyűtől lefelé csupán 8-10 cm/km-es adatokat jegyeztek fel (Tóry 1952). A 19. századi szabályozásokat követően Gönyűnél az eséstörés egyre jobban kirajzolódik, amelyet a következő ábrán látható hossz-szelvények is bemutatnak. Ha egy szakaszon eséstörés tapasztalható, akkor feltételezhető, hogy a hordalékszallító kapacitás is jelentősen csökken. Ez azt vonja maga után, hogy a szakaszra érkező hordalék egy része lerakódik, ami ugyancsak a dinamikus egyensúlyi állapot hiányára utal (5. ábra).

A mederszint változását (erózió, vagy feltöltődés) a hordalékszallító kapacitás, valamint a görgetett hordalékhozam aránya határozza meg. Emiatt a görgetett hordalék alakulása kulcsszerepet játszik a morfordinamikai vizsgálatok során. A vizsgált szakaszra a görgetett hordalékhozamból idősort állítottunk elő. Erre az adatra/adatsorra azért is van szükségünk, mert intenzívebb áramlás mellett a görgetett hordalék folyó a medrét rombolja, vagyis medereróziót okoz, ezáltal a medergeometriát is alakítja. Ezután a víz kisebb energiával ezeket a szemcséket hordja addig, amíg el nem éri az alsó szakaszt, ahol lerakja a hordalékát. A hordalékhozamot összefüggésbe tudjuk hozni a víz mélységével, a víztükör szélességgel, a medereséssel és a szemcseátmérővel is. Túlságosan visszamenőleg nem tudunk mérési eredményeket felmutatni, mert a görgetett hordalékhozam mérése nagyon összetett és körülményes munka. A sokéves idősor átlagával közelítettük a jellemző éves hordalékhozamot, ami Dunaremeténél 730 000 t/év, míg Nagybajcsnál 484 000 t/év átlagos görgetett hordalékterhelést jelent. Lebegtetett hordalék hatását nem vettük figyelembe, mivel az kevésbé játszik szerepet a főmeder alakulásában, inkább a part menti sávok, illetve sarkantyúk közötti területek feliszapolódásának vizsgálatában játszik kulcsszerepet (Pomázi és társai 2020a, 2020b).



5. ábra. Dunai kisvízszint hossz-szelvények 1957-2003 (Holubová és társai 2004)  
Figure 5. Low water level profiles between 1957 and 2003 (Holubová et al 2004)

Fontos jellemző még a hordalék szemcseméret, amit a  $D_{50}$  átlagos szemátmérővel szokásos jellemezni (Ermilov és társai 2020), így ezt az értéket alkalmaztuk mindkét szelvénynél. Dunaremeténél az átlagos görgetett hordalék szemcseméret 18,3 mm volt jellemző a szabályozások előtt, míg Nagybajcsnál ez már csak 7,50 mm volt. Felvetődhet a kérdés, hogy ezt a nagy változást pontosan mi okozhatja csupán 27 km-es távon? Vizsgáltuk, hogy a szemcse kopása mekkora mértékű lehet a Düll-féle összefüggés alapján (Bogárdi 1955). Azt az eredményt kaptuk, hogy a 18,3 mm-es szemcseméret 27 km alatt 16,3 mm-es átmérőre redukálódhat a kopás hatására. Figyelembe véve a nagybajcsi méretet megállapítható, hogy a kopás hatása a vizsgált szakaszon elhanyagolható. Ezek alapján az a következtetés tehető meg, hogy a szemcseméret jelentős csökkenését a szelektív erózió okozza (Rákóczi 1981). A szelektív erózió azonban nem csak a szemcseméret csökkenésében mutatkozik meg: a folyamat szakaszok közötti lerakódást is feltételez. Ezek alapján viszont a vizsgált időszakokra vonatkozóan (a vízlépcső üzembehelyezése előtt) dinamikus egyensúlyi állapotról nem beszélhetünk.

Az irodalmi adatok (Tóry 1952, Bogárdi 1955, Holubová és társai 2004, Holubová és társai 2015, OVF 2020) vizsgálata alapján tehát a következő megállapításokat tettük: a vizsgált szakaszon nem áll fenn a dinamikus egyensúlyi állapot. Mindez látható az adatokon, hiszen jelentős a szelvények közti hordalékhozam különbség, amely főleg a szakaszon lévő lerakódást mutatja, tehát a folyó tölti a

medret. Ha az egyensúlyi állapot fennállna, akkor a szemcseméret csökkenése kopás útján menne végbe, de számításaink alapján ez elenyésző változást mutat. A lerakódásról árulkodhatnak a szakaszon eltérő esések, ahol a meredekebb részekon erózió is előfordulhat, míg a kisebb esésű szakaszon a hordalék lerakódik. Mindezek azt támasztják alá, hogy a Dunán nincs egyensúly.

### MODELLALKOTÁS

A folyószakasz dinamikus egyensúlyi állapotát egy úgynevezett 0D modell segítségével szándékoztunk vizsgálni. A modellépítésnél alkalmazott megközelítést és egyszerűsítéseket Parker online jegyzetei alapján tettük meg (Parker 2004). A 0D modell azt jelenti, hogy egy szelvényre értelmezendő az egyenletrendszer, ami folyásirányban érdemi változás híján szakaszléptékben értelmezhető. A leírás a valós medergeometriát egy téglalap alakú szelvényvel közelíti, melyet egy magasság ( $H$ ) és egy szélesség érték ( $B$ ) jellemez. A folyómeder prizmatikus, valamint az áramlás permanens és egyenletes. A permanens jelleg a hordalékhozamra is vonatkozik, tehát állandó a hordalékhozam, illetve a mederanyag és a hordalék szemcseméretei megegyeznek. További közelítés, hogy a valós, nempermanens áramlás és hordalékmozgás morfordinamikai hatása egy évre vonatkozóan a mederkitöltő állapottal jellemezhető. A mederkitöltő állapot geometriai jellemzői a mederkitöltő vízhozam ( $Q_{bf}$ ), vízmélység ( $H_{bf}$ ), mederszélesség ( $B_{bf}$ ) és esés ( $S$ ), illetve a mederkitöltő állapotnál szállított hordalékhozam ( $Q_b$ ). A mederkitöltő állapot alapú

morfológiai vizsgálat egy feltétele a hordalékmenyi-  
ség éves mérlegének kielégítése. Ez azt jelenti, hogy a va-  
lós éves változó hordalékmozgást kétféle állapottal köze-  
lítjük: az egyik a mederkitöltő állapot, amikor a meder-  
mozgás történik. A másik olyan kisvízes állapot, amikor  
érdemi medermozgás nem történik. Az ún. periodicitás  
(angolul intermittency, rövidítése  $I$ ) azt mutatja meg, hogy  
a mederkitöltő vízhozamnak az év mekkora részében ( $0 \leq I \leq 1$ )  
kell jelen lennie ahhoz, hogy az a valós átlagos éves  
hordalékmenységet szállítsa. Az év hátralevő részében  
( $1-I$ ) elhanyagolhatóan kicsi hordalékmozgást feltétele-  
zünk. Ezt a feltételt kielégítve azt várhatjuk, hogy a me-  
derkitöltő vízhozam alapú vizsgálattal a dinamikusan egyen-  
súlyi állapot közelíthető (Parker 2004). Ezt a megköze-  
lítést számos kutatómunka alkalmazta már sikerrel (Eke és  
társai 2014, Naito és Parker 2019).

### Alapegyenletek

Az alapegyenletek összefüggéseit angol tanulmá-  
nyokra (Parker 2004, Li és társai 2015) támaszkodva ha-  
tároztuk meg. A vizsgálatokhoz alkalmazandó modell az  
anyag és energiamegmaradás törvények alapján írható fel.

Folyadékra vonatkozó folytonossági egyenlet:

$$Q_w = UHB, \text{ ahol} \quad (1)$$

$Q$  a folyó vízhozama [ $\text{m}^3/\text{s}$ ],  $U$  a szelvény-középsebesség  
[ $\text{m/s}$ ],  $B$  a szelvény szélessége [ $\text{m}$ ] és  $H$  a vízmélység, vagy  
medermélység [ $\text{m}$ ].

Impulzus egyenlet:

$$\left(\frac{\tau_b}{\rho}\right) C_f U^2 = gHS, \text{ ahol} \quad (2)$$

$\tau_b$  a fenék-csúsztatófeszültség [ $\text{N/m}^2$ ],  $\rho$  a víz sűrűsége  
( $1000 \text{ kg/m}^3$ ),  $C_f$  a dimenziómentes mederellenállási té-  
nyező,  $g$  a nehézségi gyorsulás ( $9,81 \text{ m/s}^2$ ) és  $S$  a meder  
esése [-].

Hordalékra vonatkozó folytonossági egyenlet:

$$Q_b = Bq_b(R + 1)t, \text{ ahol} \quad (3)$$

$Q_b$  a hordalékhozam [ $\text{kg/s}$ ],  $q_b$  a fajlagos hordalékhozam  
[ $\text{kg/sm}$ ],  $R$  a hordalék víz alatti súlya ( $R = \rho_s/\rho - 1 = 1,65$ ,  
ahol  $\rho_s$  a hordalék sűrűsége,  $2650 \text{ kg/m}^3$ ) és  $t$  az el-  
telt idő [ $\text{s}$ ].

Hordalékhozam számítása: a fajlagos hordalékhozamot az  
alábbi összefüggéssel számítjuk:

$$q_b = q_b^* \sqrt{RgDD}, \text{ ahol} \quad (4)$$

$q_b^*$  a dimenziómentes fajlagos hordalékhozam, mely szá-  
mítására számos hordaléktranszport modellt publikáltak.  
A szakirodalomban megtalálható összefüggéseket terepi,  
illetve laboratóriumi mérések alapján dolgozták ki, vagyis  
tapasztalati összefüggésekről beszélünk. A legfontosabb  
különbség közöttük, hogy eltérő szemcseméretre javasol-  
ják őket. A modernnek mondott hordaléktranszport model-  
lek ismérve, hogy az ún. dimenziómentes fenék-csúsztató-  
feszültség ( $\tau_b^*$ ) és kritikus fenék-csúsztatófeszültség ( $\tau_c^*$ )

függvényében becsülik a dimenziómentes hordalékhoza-  
mot. Számításainkhoz Wong és Parker transzportmodelljét  
használtuk. A modellt az alábbi összefüggés adja:

$$q_b^* = 3,97 * (\tau^* - \tau_c^*) ; \tau_c^* = 0,0495 \quad (5)$$

A szakirodalmi vizsgálatok alapján a rendelkezésre  
álló, egy frakciót feltételező modellek közül az általunk is  
használt Wong és Parker (2006) modellje van a legmeg-  
bízhatóbbként számon tartva. Hangsúlyozni kell azonban,  
hogy valójában a vizsgált folyószakasz vegyes szemössze-  
tételű, vagyis egy vegyes szemösszetételre kidolgozott  
összefüggéstől még nagyobb megbízhatóság és pontosság  
lenne elvárható. Alkalmazásához azonban részletes adat  
szükséges a meder- és hordalék szemösszetételét illetően,  
ami nem állt rendelkezésünkre.

A dimenziómentes csúsztatófeszültséget az alábbi ösz-  
szefüggéssel számíthatjuk (Parker 2004):

$$\tau^* = \frac{\tau_b}{\rho g R D} = \frac{HS}{RD} \quad (6)$$

A 0D modellnél ez az egyenletrendszer értendő úgy,  
hogy a változók mindegyike a mederkitöltő állapotra vo-  
natkozik. Ahhoz, hogy az egyenletrendszer határozott le-  
gyen (pontosan egy megoldása legyen), négy ismeretlen  
kell tartalmaznia. Az adott probléma határozza meg, hogy  
éppen melyek az ismert paraméterek és azok függvényé-  
ben számíthatók az ismeretlenek. Vizsgálataink kapcsán  
azonban az elmondható, hogy mivel a mederkitöltő álla-  
potra vonatkozó mederközépsebességre ( $U$ ), vízmélységre  
( $H$ ) és jellemzően a dimenziómentes csúsztatófeszültségre  
( $\tau^*$ ) vonatkozóan nem állt rendelkezésünkre adat, azok  
mindig az ismeretlenek halmazát alkották és már csak egy  
további ismeretlent tudunk becsülni (ez jellemzően az  $S$   
esés volt).

Szabadfolyású állapotot feltételezve az egyenletrend-  
szer tovább bővíthető, így az öt ismeretlenessé válik. Li és  
társai (2015) közleménye szerint a mederanyag, meder-  
esés és a mederkitöltő állapothoz tartozó dimenziómentes  
csúsztatófeszültség közötti kapcsolatot, az alábbi öszse-  
függéssel lehet leírni:

$$\tau_{bf}^* = 1220(D^*)^{-1} S^{0,53}. \quad (7)$$

Az összefüggésben  $D^*$  az ún. dimenziómentes szemcsemé-  
ret, ami az alábbi összefüggéssel számítható:

$$D^* = \frac{(Rg)^{1/3}}{v^{2/3}} D \quad (8)$$

Az egyenletben a  $v$  a folyadék kinematikai viszkozitása,  
melynek értéke  $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ .

Li és társai (2015) által megállapított kapcsolat csak  
szabadfolyású medrek esetében igaz. A vizsgált Felső-  
Duna szakasz a 19. század végére szabályozottá vált, part-  
biztosítást kapott, ezért a szabályozás utáni állapotára az  
egyenlet nem alkalmazható.

A modell paraméterezése az irodalomkutatás alapján  
történt, amit az 1. táblázat foglal össze.

1. táblázat. Összefoglaló táblázat a talált adatokhoz  
Table 1. Summary table for the model parameterization

		Dunaremete	Nagybajcs	Megjegyzés
Mederkítőltő vízhozam, $Q_{bf}$	[m <sup>3</sup> /s]	4 100	4 100	
Mederszélesség, $B_{bf}$	[m]	300	420	tervezett
			380	megvalósított
			250	sarkantyúval szűkített
Mederesés, $S$	[cm/km]	25 - 35	12 - 15	szabályozás után
			< 12	sarkantyúval szűkített
Éves hordalékhozam, $Q_b$ , éves	[t/év]	730 000	484 000	
Mederkítőltő hordalékhozam, $Q_b$	[kg/s]	43,9	23,8	
Hordalék szemcseméret, $D$	[mm]	18,3	7,5	

További fontos paraméter még a dimenziómentes mederellenállási tényező ( $C_f$ ). Értékét Parker 1991-ben publikált összefüggése alapján becsültük (Parker 1991). Az összefüggés a következő:

$$C_z = 8,1 \left( \frac{r_b}{k_s} \right)^{1/6}, \quad (9)$$

ahol  $C_z$  a dimenziómentes Chézy ellenállási tényező,  $r_b$  a hidraulikus sugár és  $k_s$  az érdességmagasság. A dimenziómentes mederellenállási tényező ( $C_f$ ) és a dimenziómentes Chézy ellenállási tényező ( $C_z$ ) között az alábbi egyenlet teremt kapcsolatot:

$$C_z = C_f^{-1/2} \quad (10)$$

A hidraulikus sugár ( $r_b$ ) a vízmélységgel ( $H$ ) közelíthető (BME 2004). Az érdességmagasság ( $k_s$ ) Parker és Wong javaslata alapján (Wong és Parker 2006) a következőképp számítható:

$$k_s = 2D_{90}, \text{ ahol} \quad (11)$$

$D_{90}$  az a szemcseméret, aminél a hordalék szemcsék 90%-a kisebb. Értékére pontos adat nem állt rendelkezésre, de az irodalom kutatás alapján (Bogárdi 1955, Tóry 1952) az átlagos és maximális szemátmérők alapján a  $D_{90} = 2D_{50}$  összefüggéssel közelítettük.

### Modelligazolás

A modelligazolás során azt vizsgáltuk, hogy Dunaremete és Nagybajcs szakaszára a szakirodalomból rendelkezésre álló adatok (Tóry 1952, Bogárdi 1955, Holubová és társai 2004, Holubová és társai 2015, OVF 2020) alapján a modell a valós értékeket számítja-e. Az igazolás során a szakirodalmi adatokkal, illetve az előzőekben bemutatott eljárásokkal paramétereztük a modellt úgy, hogy az ismeretlen paraméterek az  $U$ ,  $H$ ,  $\tau^*$  és  $S$  értékek. A kiértékelést a számított és a szakirodalomban publikált esések összevetésével végeztük el, mivel a többi paraméterre vonatkozóan nem állt rendelkezésre valós adat. A két szelvényt az igazolás során külön-külön vizsgáltuk. Nagybajcson belül két esetet is megvizsgáltunk, mégpedig a 19. századi szabályozásnál tervezett szélességet és a manapság meglévő sarkantyúkkal szűkített szélességet. Dunaremeténél a számolt esés 29,1 cm/km. Az irodalomkutatás során erre a szakaszra 25-35 cm/km-es esést állapítottak meg. A

számított érték épp a megjelölt tartomány közepére esik. A nagybajcsi szelvény esetén az igazolást a két megvalósult esetre vizsgáltuk. A megvalósult folyószabályozás során a mederszélesség 380 m szélesre lett kialakítva. A szakirodalmi adatok alapján (Tóry 1952) ehhez a mederszélességhez 12-15 cm/km-es esés tartozik, amit a modell által számított 12,8-as érték nagyon jól közelít. Később, a sarkantyúkkal való szűkítés hatására kialakuló mederesést a modell 9,8 cm/km-re becsüli. Ez az érték reálisnak értékelhető annak tükrében, hogy ez a szakirodalomban publikált (Tóry 1952) maximális 12 cm/km alá esik. Továbbá, a számított 9,8 cm/km esés ugyancsak jó közelítésnek értékelhető a Gönyű alatti szakaszra mért 8-10 cm/km-es mért eséssel (Tóry 1952) való összevetés alapján.

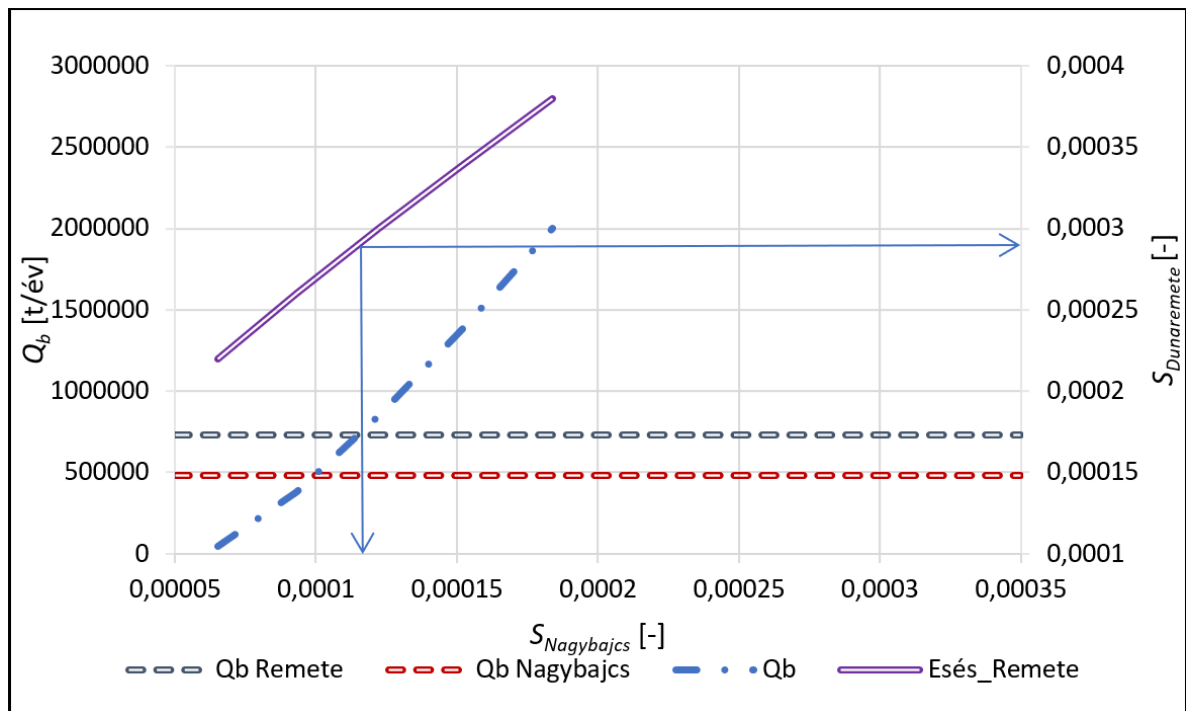
A szabályozás utáni állapotra vonatkozó számított mederesés értékek jól közelítik a mért eséseket. Ezek alapján a modellt igazoltnak értékeltük és alkalmasnak bizonyult további modellvizsgálatok elvégzésére.

### EREDMÉNYEK

#### Egyensúlyi állapotok értékelése

A validált modell alkalmazásával lehetőségessé vált annak vizsgálata, hogy milyen morfológiai állapot esetén állna fenn dinamikus egyensúlyi állapot a Dunaremete és Nagybajcs közötti szakaszon. Abból a feltételezésből indultunk ki, hogy a dinamikus egyensúlyi állapotban lévő szakaszon belül a hordalékhozam nem változhat. Ennek fényében azt vizsgáltuk, hogy mekkora nagybajcsi és dunaremetei esés kell ahhoz, hogy a hordalékhozamuk megegyezzen.

Az első megközelítés szerint az egyensúlyi állapot eléréséig nem változik a szemcseméret a kiindulási állapothoz képest, vagyis a két szelvény szemcsemérete különbözik (1. táblázat). A 6. ábra mutatja a modell által számított összetartozó morfológiai paraméterek együtteseit. A diagram értelmezése: a pontozott kék vonal segítségével lehet meghatározni, hogy adott éves hordalékhozam esetén (baloldali függőleges tengely) mekkora nagybajcsi esés esetén alakulna ki a dinamikus egyensúlyi állapot. Ezt az esés értéket a lila vonalra vetítve a jobboldali tengely alapján olvasható le a dunaremetei egyensúlyi állapothoz tartozó esés értéke. A 6. ábrán feltüntetésre kerültek a Dunaremetéhez és Nagybajcsához tartozó éves átlagos hordalékhozam értékek is.

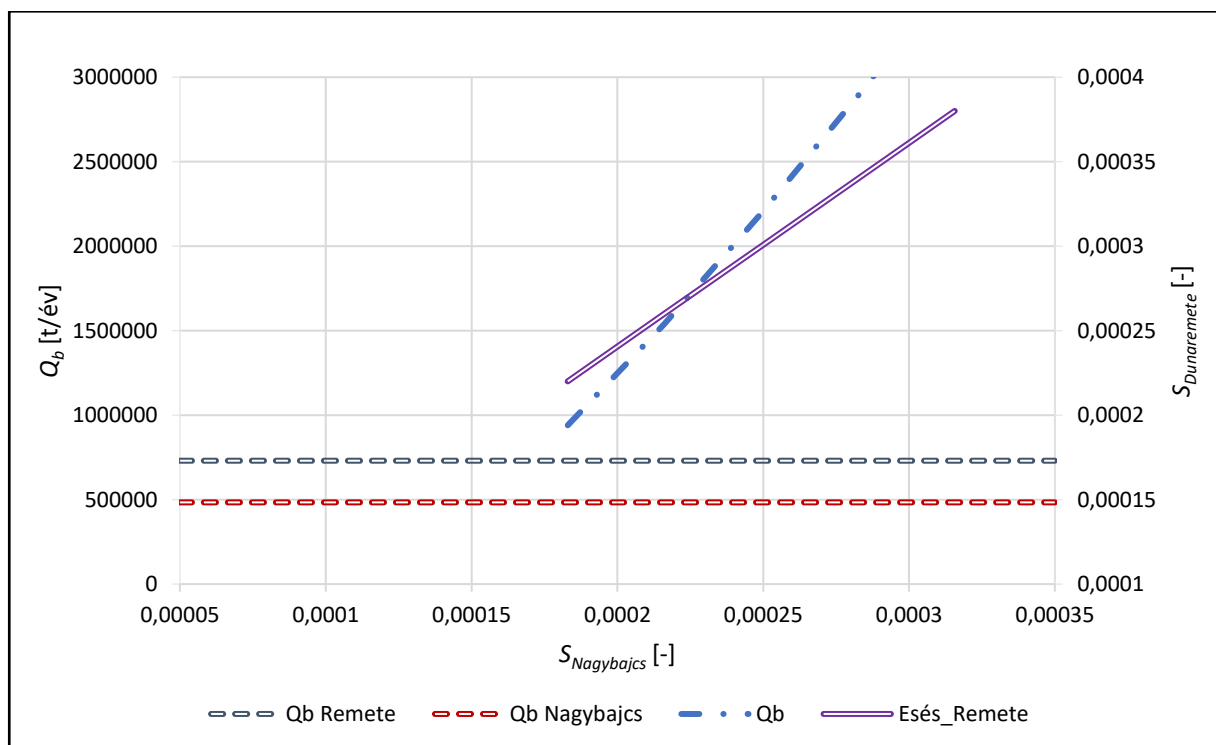


6. ábra. Dinamikus egyensúly számítása szakirodalmi szemcseméretekkel  
 Figure 6. Calculation of dynamic equilibrium state with the reported particle sizes

A 6. ábra alapján látható, hogy ha a múltbéli Dunaremeténél mért  $\sim 730\,000$  t/év-es hozam a Dunaremete-Nagybajcs szakaszon megegyezne, akkor a nagybajcsi szelvénynél az esésnek alig pár cm/km-t kéne nőnie (a mostani 9,8 cm/km-ről  $\sim 12$  cm/km-re) a dinamikusan egyensúlyi állapot eléréséhez. Ez az eset viszont azt feltételezná, hogy a szelvényekben a szemcseméret az egyensúlyi álla-

pot eléréséig nem változik, ami több okból (pl. szelektív eróziós folyamat) sem tűnik reálisnak.

Emiatt vizsgáltuk a második esetet, miszerint az egyensúlyi állapotban a két szelvény szemcsemérete megegyezik. Ezek alapján a két szemcseméret átlagát vettük (12,6 mm-es szemcseméret) és azzal végeztük el a számolásokat. Az eredményeket a 7. ábra mutatja be.



7. ábra. Dinamikus egyensúly számítása átlagos szemcsemérettel (12,6 mm)  
 Figure 7. Calculation of dynamic equilibrium state with average particle size (12.6 mm)

Az eredmények alapján azt láthatjuk, hogy a Dunaremeténél mért hordalékhozamot nagy eséscsökkenéssel (az eredeti érték közel 70%-a) lehetne biztosítani. Ugyanezt a hozamot megegyező szemcsemérettel Nagybjacsnál az eredeti esés (9,8 cm/km) közel duplája tudná csak elszállítani (kb. 17 cm/km).

Az elvégzett vizsgálat rámutat az OD megközelítés alkalmazási lehetőségeire, és egyben korlátaira is. A vizsgált szakasz mentén feltehetően nem elhanyagolható a szelektív eróziós folyamat hatása, ami kihat a jellemző szemcseméretre és végső soron az esésváltozásra is. Ilyen jellegű vizsgálathoz már egy 1D leírás szükséges, amit a Dráva folyó esetén is tapasztalunk (Nyiri 2021). Az eredmények alapján azonban az feltételezhető, hogy a vizsgált szakasz dinamikus egyensúlyi állapotánál Dunaremeténél az esés nem csökkenne 20 cm/km alá, valamint Nagybjacsnál ugyanezen érték fölé.

A továbbiakban a validált modell alkalmazási lehetőségeire hozunk példát. Korábbi beavatkozások hatásvizsgálatát végeztük el.

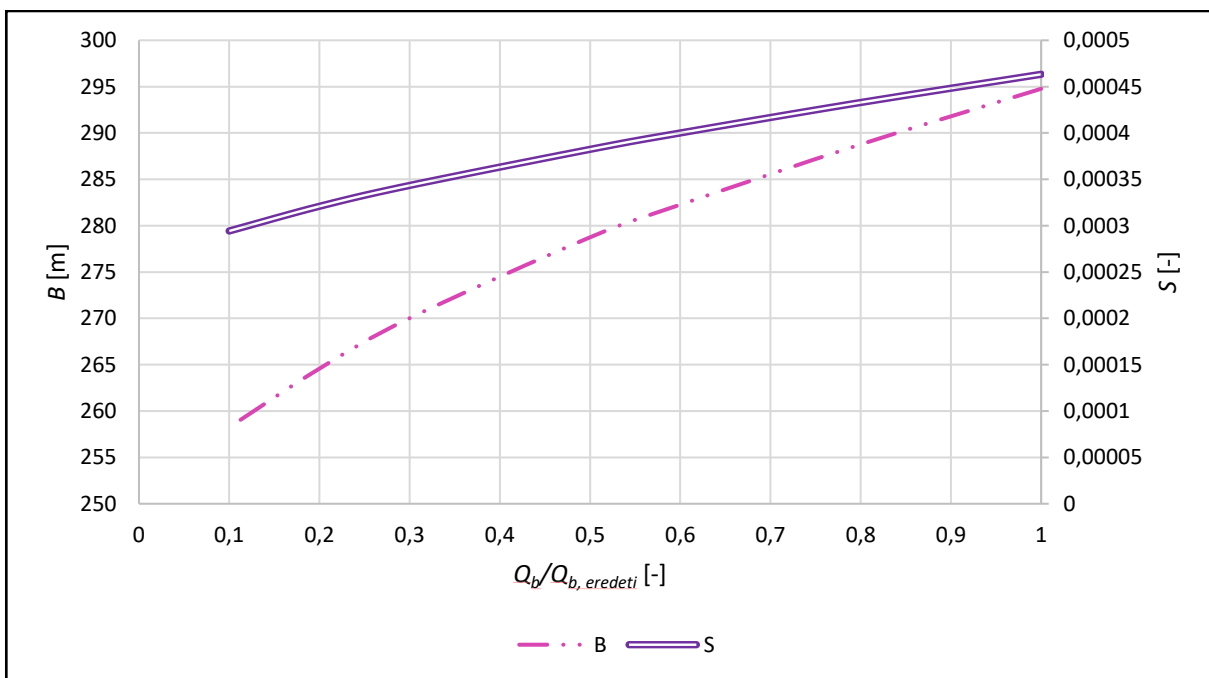
#### Dunaremetei mederszűkülés vizsgálata

Ebben a vizsgálatban azt néztük, hogy Dunaremetén miként változhatott a meder dinamikus egyensúlyi állapota (szélessége és esése) a korábbi szabályozások révén. Fő kérdés, hogy a bósi vízlépcső üzembe helyezése után, azaz a Duna elterelése milyen új egyensúlyi állapotot eredményezhet a vizsgált szakaszon? Az 1977. évi évkönyvben található az utolsó mederfelvétel, illetve hordalékhozam adat a szakaszra. A beavatkozások hatására azonban ez a szelvény azóta szignifikáns változáson esett át. A 2016-os Vízirajzi Évkönyv szerint az évi maximális vízhozam nem haladta meg az 1 480 m<sup>3</sup>/s-ot (tehát jócskán lecsökkent a korábbi 4 100 m<sup>3</sup>/s-os mederkitöltő vízhozam tükrében), továbbá ugyanezen évkönyvből Doborgaz (1839,5 fkm) és Dunaremete (1825,5 fkm) napi vízállás adataiból számolva a vízfelszín esés átlagos értéke 30

cm/km, az esés tehát nem igazán változott (1. táblázat). A hordalékhozamot illetően semmilyen mért, vagy becült adat nem áll rendelkezésre az elterelés utáni időszakból, de joggal feltételezhető, hogy mivel a szelvény a Dunakiliti-duzzasztó (1842,3 fkm) alvizen, attól csupán 16,8 km-re található, ezért az görgetett hordalékban szegény. Továbbá, a meder szélessége is látványosan beszűkült. 1960-ban a meder szélessége elérte a 300 m is, amely napjainkra körülbelül 170 m-re csökkent (Google Maps 2020). A vizsgálatban a mederkitöltő vízhozamot az elterelés utáni Vízirajzi Évkönyvek adatsorai alapján 1 500 m<sup>3</sup>/s-nak feltételeztük. Mivel a hordalékhozamot illetően nem áll rendelkezésünkre adat, ezért annak csökkenése okozta hatást (esésben, illetve a meder szélességében) érzékenységvizsgálat segítségével vizsgáltuk.

Az eredeti dunaremetei szemcseméret 18,3 mm volt. Feltételezhető, hogy kisebb vízhozam esetén csökken a csúsztatófeszültség, aminek következtében az éppen stabil szemcse mérete is. Kerestük tehát azt a kritikus szemcseméretet, amit az 1 500 m<sup>3</sup>/s-os vízhozam pont nem tud mozgásba hozni. Ez a kritikus szemcseméret 13,3 mm-re adódik a modellszámítás alapján. Ez alapján tehát az elterelés előtti szemcseméret esetén nem történne medermozgás, aminek pl. a szelvénytűkülés ellentmond. A jellemző szemcseméret tehát lecsökkent az elterelés óta. A mozgásra képes szemcse mérete kisebb kell legyen a kritikus 13,3 mm-nél, amit 12 mm-re becültünk. A mederszélességet illetően szabadfolyásúnak tekinthető a vízfolyás, ha az az eredeti, feltehetően kőszórással megerősített partfal által kijelölt 300 m-es szélességhez képest nem szélesedik, ekkor ugyanis a folyó szabadon, hordaléklerakás révén csökkentheti a saját mederszélességét.

Két lehetőséget vizsgáltunk. Az első a hordalékcsökkenés hatásának érzékenységvizsgálata, amit a 8. ábra szemléltet. A vizsgált esetben a vízhozam konstans 1 500 m<sup>3</sup>/s-os értéket vett fel.



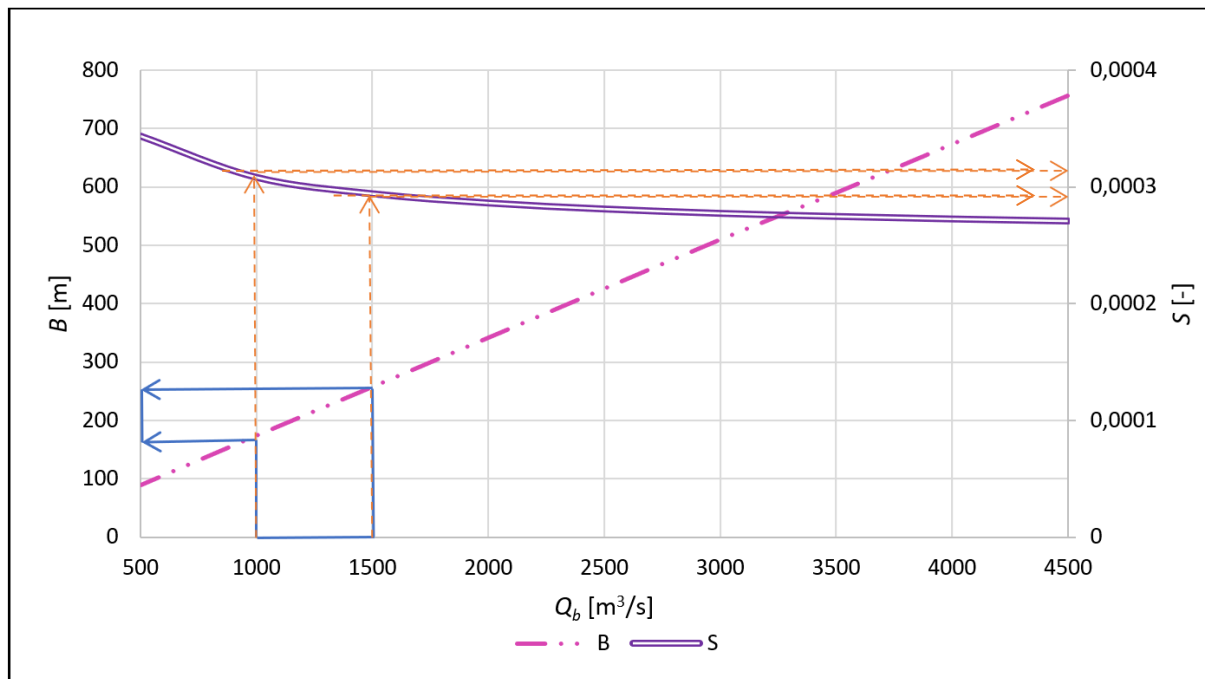
8. ábra. Hordalékhozam csökkenésének hatása a dunaremetei szelvény szélességére  
Figure 8. The effect of the decrease of bedload discharge on the width of the Danube at Dunaremete

A bal oldali függőleges tengely a mederszélességet mutatja és a korabeli mederkitöltő vízhozamhoz képest vett vízhozamváltozás függvényében (vízszintes tengely) olvasható le (pontozott lila vonal). A vízhozamváltozás függvényében a lila görbe alapján az egyensúlyi mederesés is leolvasható a jobb oldali függőleges tengelyről.

Az látható, hogy a hordalékhozam-csökkenés hatására a mederszélesség számottevően csökken. Azonban még a

90%-os hordalékcsökkenés is 250 m-t meghaladó szélességet eredményez (a valós érték: ~ 170 m), és 10 cm/km-nél kisebb esést (a valós érték: ~ 30 cm/km). Vagyis, önmagában a hordalékhozam csökkenés nem eredményezheti a napjainkban is tapasztalható medergeometriát.

Második esetben a vízhozamcsökkenés hatását vizsgáltuk, ha a hordalékhozam már egy redukált, 730 607 t/éves értéket vesz fel. Az eredményeket a 9. ábra mutatja:



9. ábra. Vízhozam csökkenésének hatása a dunaremetei szelvény szélességére

Figure 9. The effect of the decrease in flow discharge on the width of the Danube at Dunaremete

Az ábra értelmezése az előző ábrától annyiban tér el, hogy a vízszintes tengelyen nem a hordalékhozam változás, hanem a vízhozam szerepel. Az ábrán látható, hogy 1 000-1 500 m<sup>3</sup>/s között 150-250 m közötti tartományba adódik a szélesség, amibe a valós 170 m-es szélesség belesik. Ebben a tartományban az esés (lila görbe) alig változik és közel a valós 30 cm/km-es értéket veszi fel.

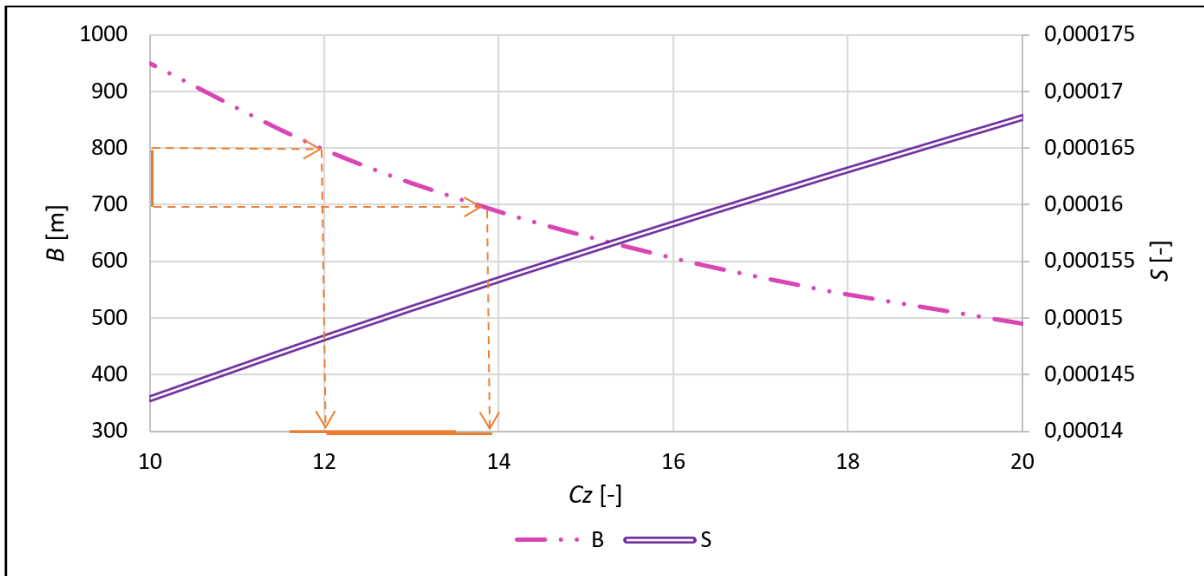
A vizsgálat alapján az mutatható ki, hogy a szelvény-szűkülést a vízhozamcsökkenés és a hordalékhozam csökkenése együttesen okozták, de a vízhozamcsökkenésnek nagyobb szerepe van a változásban. A modellvizsgálat jól példázza a bemutatott modellezési eljárás egy gyakorlati alkalmazhatósági lehetőségét. Ez alapján arra következtethetünk, hogy a vízhozam érdemi változásának hiányában további jelentős szelvény-szűkülés már nem várható, az esés pedig nem mutat érzékenységet a vízhozamváltozásra.

#### Nagybajcsi szakasz természetes állapotának becslése

Nagybajcsra az előzőekben bemutatott vizsgálathoz hasonlóan mesterséges beavatkozások hatásvizsgálatát végeztük el, az esés és a szélesség számítására összpontosítva. A vizsgálat apropóját azonban nem a jelen medergeometria becslése adta, hanem épp ellenkezőleg, azt vizs-

gáltuk, hogy a modellel lehetséges-e múltbéli, szabadfolyású állapot számítása és állapotjellemezése. A Bevezetés című fejezetben az 1. és a 2. ábra alapján látható, hogy a beavatkozásokat megelőzően, a folyó természetes állapotában fonatos alakot öltött a meder, vagyis több sziget és hordalékkúp is megjelent a mederben. A szabadfolyású meder szélessége (~ 7-800 m) jelentősen nagyobb volt a szabályozottéhoz képest (~ 380 m), akár a duplája is lehetett. A vizsgálatok során a modellparaméterezésnél ismertett paraméterekből indultunk ki. Mivel a szabályozás előtti állapotban a folyó szabadfolyású volt, ezért a (7) egyenlettel bővített modellváltozatot alkalmaztuk, vagyis a mederszélesség is ismeretlenként jelenik meg. Arra vonatkozóan azonban nem volt számszerű adatunk, hogy a szigetek és hordalékkúpok mekkora többletellenállást eredményezhettek, vagyis  $C_z$  értékét – (9) egyenlet – miként vegyük fel, feltételezve, hogy a fonatos árend-szer mederellenállása nagyobb a szabályozott állapoténál. Azzal a feltételezéssel éltünk, hogy a pusztán mederanyagból számított ellenállást ezek a mederképződmények csak növelhették.

Ezért érzékenységvizsgálatot végeztünk a mederellenállásra. Az eredményeket a 10. ábra mutatja. Bal tengelyen a mederszélesség (szaggatott rózsaszín vonal), jobb tengelyen pedig az esés látható (folytonos lila görbe).



10. ábra. A 19. századi szabályozás előtti állapotok vizsgálata Nagybjacsnál  
 Figure 10. Examination of the conditions before the 19th century river regulation at Nagybjacs

A számított eredményeket bemutató ábra alapján az látható, hogy a megvalósított 380 m-es mederszélesség közel dupláját (700-800 m) kijelölő sávban a dimenziómentes Chézy ellenállási tényező  $\sim 12-14$  értékeket vesz fel. Ez Wong és Parker közleménye alapján (Wong és Parker 2006) reális nagyságrendbe esik, jelentős mennyiségű mederformák esetén. Ekkor az esés  $14,5-15,5$  cm/km-re becsülhető meg, amely a szakirodalmi adatok alapján reálisnak mondható (Szap alatt  $15-20$  cm/km közötti esés) (Tóry 1952). Látható az eredmények alapján, hogy a modell képes ezen múltbéli adatok megbecslésére, amelyet szakirodalmakkal igazoltunk.

### ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK

A folyóvizek medre számos átalakuláson mehet keresztül természetes folyamatok, vagy mesterséges beavatkozások hatására. Szakirodalmi adatok alapján lehetőségünk adódik a korabeli állapotok feltérképezésére és a jelenségek megértésére. Azok alapján következtetni lehet például mesterséges beavatkozások hatására. Az irodalomkutatásunk fő célja azonban nem a vizsgált Duna szakasz állapotértékelése volt, hanem egy dinamikus egyensúlyi állapotot becsülő modell paraméterezéséhez és igazolásához szükséges adatok összegyűjtése. Mivel érdemi adatot Dunaremete és Nagybjacs szelvényére találtunk, ezért ezzel a két szelvényvel, illetve a közöttük lévő 27 km-es szakasszal foglalkoztunk. A vizsgált szelvényeknél nem csak az esésükben volt jelentős különbség, hanem hordalékhozamaikban és szemcseméreteikben is. Mindezek azt mutatják, hogy a két szelvény közötti folyószakasz dinamikus egyensúlya nem állt fenn a vizsgált bősi vízlépcső megépítése előtti 1950-1970 körüli időszakban.

A folyadékra és görgetett hordalékra felírt folytonossági egyenletek, valamint az impulzusegyenlet alapján elkészítettünk egy 0D modellt, ami alatt prizmatikus mederre felírt, permanens egyenletes víz- és hordalékmozgást leíró egyenletrendszer értünk. A bemutatott egyenletrendszeret külföldi szakirodalomból (Parker 2004) vettük át,

ahol ezek az alapegyenletek (további alapegyenlettel kiegészítve) 1D morfordinamikai modellt alkotnak. A modellezéssel célunk a dinamikus egyensúlyi állapot vizsgálata volt. Hazai viszonylatban ilyen morfordinamikai modell felépítésére és alkalmazására nem találtunk példát. Miután az alapegyenleteket ismertettük, a két vizsgált szakaszon alkalmaztuk is őket. A meghatározott paraméterek közül az  $S$  esés kiszámított értéke alapján igazoltuk a modellt: mindkét szelvény esetén az irodalomkutatás során talált eséstartományba estek a modellezett értékek.

A modell segítségével a vizsgált szelvények közötti szakasz dinamikus egyensúlyi állapotának feltételeit vizsgáltuk. Kezdetben az esést kerestük Dunaremeténél és Nagybjacsnál is, aminél a hordalékhozamuk egyenlő nagyságúvá válik, vagyis közöttük sem lerakódás, sem pedig erózió nem várható. Ezt a szemcseméret tekintetében két esettel vizsgáltuk: az első esetben heterogén, a másodikban homogén görgetett hordalékot feltételezve a folyószakaszon. Az eredmények alapján azt látjuk, hogy további beavatkozás híján a dinamikus egyensúlyi állapot elérésekor Dunaremeténél nem csökkenne  $20$  cm/km alá, Nagybjacsnál pedig nem nőne ugyanezen érték fölé az esés. A vizsgálataink azonban az eljárás korlátaira is felhívták a figyelmet: a permanens egyenletes vízmozgás megközelítéssel a hosszirányú változások nem írhatók le az alkalmazott megközelítésben. A vizsgált probléma azonban ezt megköveteli, vagyis legalább permanens fokozatosan változó vízmozgást leíró modell szükséges pontosabb számítás eléréséhez. Továbbá a jelentős szemcseméretben tapasztalható különbség a szelektív eróziós folyamat létét bizonyítja, vagyis vegyes szemösszetételű hordaléktranszport alkalmazása lenne indokolt a jövőben.

A következő vizsgálatban már szabadfolyású mederként vettük számításba a vizsgált szelvényeket, vagyis olyan esetet vettünk számításba, ahol partvédművek nem befolyásolták a mederszélesség alakulását. Ebben az esetben az egyenletrendszer egy újabb egyenlettel tudtuk kibővíteni, így már a szélességet is képes volt számítani a



modell. Ilyen, szabadfolyású folyókra kidolgozott modellre a külföldi szakirodalomban sem találtunk példát.

Először a dunaremetei mederszűkülést vizsgáltuk, ahol napjainkban a Duna elterelése miatt a hordalékhozam és a vízhozam is jelentősen lecsökkent, valamint a mederszélesség is közel 2/3-ára szűkült. A Vízrajzi Évkönyvek alapján becsülni tudtuk a mederkitöltő vízhozam nagyságrendjét (1 000-1 500 m<sup>3</sup>/s). Eredményeink azt mutatták, hogy a hordalékhozam közel 10%-ára való csökkenése idézhetett elő közel 30%-os, ~100 m-es mederszűkülést. A vizsgálataink alapján arra következtettünk, hogy bár a hordalékhozam és a vízhozam csökkenése együttesen okozták a mederszűkülést, a vízhozamcsökkenés nagyobb szerepet játszott ebben. Ezzel az esettanulmánnyal bemutattuk, hogy az alkalmazott számítási eljárással lehetséges vízlépcsők alvizen az új egyensúlyi medergeometria becslése. Azonban – összhangban az előző vizsgálatainkban tapasztaltakkal – ilyen vizsgálatoknál elengedhetetlen a megbízható mérési adatok megléte. Kritikus paraméterként a megbízható görgetett hordalékhozamra vonatkozó adatokat találtuk.

Második vizsgálatunkban Nagybajcsnál arra voltunk kíváncsiak, hogy ugyanezen kibővített egyenletrendszerrel tudunk-e meghatározni múltbéli jellemzőket. Ebben a részben az érdesség értékén változtatva becsültük a különböző mederszélességeket. Arra a következtetésre jutottunk, hogy a 19. századi szabályozás előtti, a mostaninál jelentősen szélesebb meder kifejlődésében fontos szerepet játszott a hordaléklerakódás okozta fokozott mederellenállás. A vizsgálattal rámutattunk arra, hogy lehetséges múltbéli állapotok becslése. Segítségével számíthatóvá válhat például árvízszintek folyószabályozások hatására történő változása. Az általunk bemutatott vizsgálatok, illetve egyenletrendszerek használata egy kezdetleges megoldást nyújt arra, hogy a jövőben becsülni lehessen egy folyamnak a természetes változásait, illetve meg tudjuk határozni azt, hogy egy adott műtárgy, vagy beavatkozás miként hat majd a folyó medergeometriájára. Az eljárás segítségével meghatározható a dinamikusan egyensúlyi állapot, vagyis a morfológiai paraméterek közelítő értéke. Terveink szerint a modellel olyan problémák vizsgálhatók a későbbiekben, mint például part menti kavicspadok (pl. a véneki Duna-szakaszon) stabilitása is: amennyiben azok az egyensúlyi szélességhez közelítik a medergeometriát, úgy feltehetően nem csak átmeneti mederformaként jelennek meg.

Kutatásaink során arra jutottunk, hogy a dinamikusan egyensúlyi állapot vizsgálatához elengedhetetlen a megbízható, pontos méréseken alapuló adathalmaz a folyószakasz morfológiai állapotára vonatkozóan. Azon belül is hangsúlyos a mederkitöltő állapotot jellemző adatok megléte, ami felhívja a figyelmet a mederkitöltő vízhozamkor végzett terepi mérések kiemelkedő fontosságára.

A bemutatott vizsgálatok példák arra, hogy OD leírás segítségével milyen módon és pontossággal lehet közelíteni folyószakaszok dinamikusan egyensúlyi állapotát. A vizsgálat Dunaremetére vonatkozóan mára már nem releváns, hiszen a Dunát Dunaremete felett elterelték, ezért a 20. század végére abban a szelvényben jelentősen lecsökkent a hordalék- és vízhozam. A rendelkezésünkre álló

adatok alapján viszont ezen példán keresztül tudtuk igazolni az alkalmazott eljárást, valamint demonstrálni a megközelítés nyújtotta vizsgálati lehetőségeket. Egyúttal felhívjuk a figyelmet a folytonos terepi mérések szükségességére. Hordalékhozam adatok a vizsgált szakasz tekintetében csak kampányszerűen történtek, ami nem ad lehetőséget hasonló vizsgálatok elvégzésére. A vizsgált szakasz alatt, Gönyűnél 2019 óta folytatnak rendszeres hordalékminutavételt, ami hasonló vizsgálatok elvégzését alapozhatja meg.

Kutatási eredményeink arra is rámutatnak, hogy a bemutatott számítási eljárást ID leírásra (folyásirányban változó) szükséges kibővíteni, a még pontosabb és átfogóbb vizsgálatok érdekében. Ez elengedhetetlen a magyarországi Felső-Duna esetében, ahol a hirtelen eséstörés által előidézett szelektív eróziós folyamat jelentős morfológiai változásokat eredményez. Továbbá, a helyes hordaléktranszport modell megválasztása is sarkalatos. Vegyes szemösszetételű meder esetén a modell pontosságának jelentős javulása várható a görgetett hordalék több frakcióból felépülő keverékének számításba vétele által.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A közleményben bemutatott kutatás a második szerző esetében a Bolyai János Kutatási Ösztöndíjának támogatásával, valamint a PD 135037 számú, a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított OTKA posztdoktori kiválósági pályázati program finanszírozásával valósult meg.

## IRODALOMJEGYZÉK

Baranya S., Józsa J., Török G.T., Ficsor J., Mohácsiné S.G., Habersack, H., Haimann, M., Riegler, A., Liedermann, M., Hengl, M. (2015). A Duna hordalékvizsgálatai a SEDDON osztrák-magyar együttműködési projekt keretében. Hidrológiai Közöny, 95(1) 41-46.

BME (2004) Hidraulika I. jegyzet. BMEEOVVAT26 segédlet a BME Épmérnöki Kar terem hallgatói részére „Az építész- és az építőmérnök képzés szerkezeti és tartalmi fejlesztése” HEFOP/2004/3.3.1/0001.01.

Bogárdi J. (1955). A hordalékmozgás elmélete. Budapest, Hungary: Akadémiai Kiadó.

Eke, E., Parker, G., Shimizu, Y. (2014). Numerical modeling of erosional and depositional bank processes in migrating river bends with self-formed width: Morphodynamics of bar push and bank pull. Journal of Geophysical Research: Earth Surface 119(7), 1455-1483.

Ermilov A.A., Baranya S., Fleit G., Török G.T. (2020). Képalapú módszerek fejlesztése folyók morfológiai vizsgálatához, Hidrológiai Közöny, 100/3 74-86.

Google Maps (2020). Online légi felvétel, Google, <https://www.google.hu/maps>.

Holubová, K., Comaj, M., Lukác, M., Mravcová, K., Capeková, Z., Antalová, M. (2015) Final report in DuRe Flood project - 'Danube Floodplain Rehabilitation to Improve Flood Protection and Enhance the Ecological Values of the River in the Stretch between Sap and Szob, Bratislava.

Holubová, K., Capeková, Z., Szolgay, J. (2004). Impact of hydropower schemes at bedload regime and channel morphology of the Danube River, in River Flow. 59 Proceedings of the Second International Conference on Fluvial Hydraulics, 2004(1), 135–142.

Ihrig D. (1973). A magyar vízszabályozás története, Budapest, Országos Vízügyi Hivatal.

Li, C., Czupiga, M.J., Eke, E.C., Viparelli, E., Parker, G. (2015). Variable Shields number model for river bankfull geometry: bankfull shear velocity is viscosity dependent but grain size-independent, Journal of Hydraulic Research, 53(1), 36-48.

Naito, K., Parker, G. (2019). Can Bankfull Discharge and Bankfull Channel Characteristics of an Alluvial Meandering River be Cospecified From a FlowDuration Curve? Journal of Geophysical Research: Earth Surface 124(10), 2381-2401.

Nyiri E. (2021). Folyómedrek egyensúlyi állapotának nagy tér-idő léptékű vizsgálata 1D modellezéssel. TDK dolgozat, Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem.

Országos Vízügyi Főigazgatóság (2020). Vízrajzi évkönyvek. Vízügyi honlap: <https://www.vizugy.hu/print.php?webdokumentumid=1524>.

Parker, G. (1991). Selective Sorting and Abrasion of River Gravel. II Applications, Journal of Hydraulic Engineering: 117(2).

Parker, G. (2004). 1D Sediment Transport Morphodynamics with applications To Rivers and Turbidity Currents, e-book, [http://hydrolab.illinois.edu/people/parkerg/morphodynamics\\_e-book.htm](http://hydrolab.illinois.edu/people/parkerg/morphodynamics_e-book.htm).

Pomázi F., Baranya S., Török G.T. (2020a). Nagy folyók lebegtetett hordalékvándorlásának új vizsgálati módszerei 1.-A továbbfejlesztett hordalékmonitoring módszertan bemutatása Hidrológiai Közöny 100(2), 37-47.

Pomázi F., Baranya S. (2020b). Nagy folyók lebegtetett hordalékvándorlásának új vizsgálati módszerei 2. – Közvetlen és közvetett lebegtetett hordalékmérési eljárások összehasonlító vizsgálata Hidrológiai Közöny 100(3) 64-73.

Rákóczi L. (1981). A mederpáncéleződés kutatása a folyószabályozás szolgálatában, VITUKI közlemények 30.

Török G.T., Baranya S. (2017). Morphological Investigation of a Critical Reach of the Upper Hungarian Danube, Period. Polytech. Civ. Eng., 61(4), 752–761.

Török G.T., Józsa J., Baranya S. (2020). A novel sediment transport calculation method based 3D CFD model investigation of a critical Danube reach, Polish Journal of Environmental Studies, 29(4), 2889–2899.

Tőry K. (1952). A Duna és szabályozása, Budapest, Hungary: Akadémiai Kiadó.

Wong, M., Parker, G. (2006). Reanalysis and Correction of Bed-Load Relation of Meyer-Peter and Müller Using Their Own Database, Journal of Hydraulic Engineering 132(11).

## A SZERZŐK



**NYIRI EMESE** Felsőfokú tanulmányait 2019-ben kezdte a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karán, melyet jelenleg vízmérnöki specializáción folytat. A Zielinski Szilárd Építőmérnöki Szakkollégium Vízépítő Tagozatának tagozatvezetője. Elnyerte a Fontus vízügyi és környezetvédelmi hallgatói ösztöndíjat (2021).



**TÖRÖK GERGELY TIHAMÉR** Építőmérnöki oklevelét 2012-ben, PhD fokozatát 2018-ban szerezte meg a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen. Jelenleg az MTA-BME Vízgazdálkodási Kutatócsoport, valamint a BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszékének tudományos munkatársa OTKA poszt-doktori kiválósági ösztöndíjasként. Vendégkutatóként kétszer egy-egy szemesztert töltött a norvégiai NTNU egyetemen (2013 és 2015) és egy évet az egyesült államokbeli University of Illinois at Urbana-Champaign-en (2020). Kutatási területe a folyómedrek dinamikus egyensúlyi állapotának numerikus vizsgálata. Elnyerte a Dr. Korányi Imre Ösztöndíjat, Bolyai János Kutatási Ösztöndíjat, a BME-n a Pro Progressio TDK oktatói díjat, valamint a Gábor Dénes Tudományos Diákköri Ösztöndíjat. A Magyar Hidrológiai Társaságnak 2010 óta tagja.

## A szolnoki Zagyva szakasz rehabilitációs potenciáljának meghatározása hidromorfológiai szempontok figyelembevételével

Erdei Tímea Katalin\*, Boromisza Zsombor \*, Domokos Endre \*\*, Dávid Szilvia\*\*\*

\*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE), Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék (E-mail: erdeitimi@gmail.com)

\*\* Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Fenntarthatósági Megoldások Kutatólaboratórium

\*\*\* Országos Vízügyi Főigazgatóság, Vízyűjtő-gazdálkodási Osztály

### Kivonat

A kutatás célja a kis folyók példáján kialakítani egy olyan vizsgálati-értékelési módszert, amely a települési folyószakaszok rehabilitációs potenciáljának meghatározására alkalmas a hidromorfológiai szempontok figyelembevételével. A rehabilitációs potenciált rehabilitációs részcélokra értelmezve határoztuk meg, melyet előzetesen kialakított szakaszolásra vetítettünk rá. A folyó állapota, adottságai szakaszonként eltérőek lehetnek, ami különböző rehabilitációs szükségességet eredményezhet az adott részcel esetében. Az egyes részcelok megvalósítása különböző megoldásokkal, intézkedésekkel lehetséges, ezért eltérő korlátozó tényezők befolyásolhatják a rehabilitáció lehetőségét. A rehabilitációs potenciált az adott részcel esetében a rehabilitáció szükségességének és lehetőségének összevetésével kaptuk meg.

A kialakított módszert négy kiválasztott rehabilitációs részcel esetében a szolnoki Zagyva szakaszon alkalmaztuk (mederben lévő műtárgyak átjárhatóságának javítása, kisvízi meder és part ökológiai és hidromorfológiai állapotának javítása, természetközeli medermintázat kialakítása, hullámtéri vegetáció természetességének javítása). Ehhez meghatározásra kerültek a városi folyószakaszok rehabilitációjával kapcsolatos leggyakoribb hidromorfológiai célok, és az egyes célokhoz kapcsolódóan kialakításra kerültek a rehabilitációs potenciál meghatározásának kritériumai. A rehabilitáció szükségességének meghatározásához a folyó állapotához kapcsolódó szempontok kerültek alkalmazásra, vagyis a meder, a part és az ártér hidromorfológiai és ökológiai jellemzői. A rehabilitáció lehetőségeinek meghatározásához a korlátozó tényezőkre vonatkozó szempontok kerültek alkalmazásra. A rehabilitáció szükségességét és lehetőségét folyószakaszokonként együtt értékeltük. A módszer eredményeként azonosíthatók a különböző rehabilitációs potenciállal rendelkező folyószakaszok, illetve értékelhetők a különböző rehabilitációs célok területi prioritásai. A kutatási eredmények segítséget nyújthatnak a városi folyók rehabilitációjának előzetes tervezésében.

### Kulcsszavak

Folyó, hidromorfológia, rehabilitációs részcel, rehabilitáció szükségessége és lehetősége, értékelési módszer, rehabilitációs potenciál.

## Determining the restoration potential of the Zagyva river at Szolnok, considering hydromorphological aspects

### Abstract

The aim of the research was to develop an examination-evaluation method on the example of small rivers, which is suitable for determining the restoration potential of urban river reaches, considering hydromorphological aspects. The restoration potential was determined by interpreting it for restoration sub-goals, as the condition of the river may differ from section to section, which may result in different restoration needs for the given sub-goal; and the implementation of different sub-goals is possible with different solutions, therefore different limiting factors may affect the possibility of restoration. The restoration potential was determined by comparing the need and possibility of restoration for the given sub-goal.

The developed method was applied for four selected restoration sub-goals (improving the passability of water management structures, improving the ecological and hydromorphological conditions of rivers, developing semi-natural channel planform and improving the naturalness of floodplain vegetation) in the Zagyva section of Szolnok. The most common hydromorphological objectives related to the restoration of urban river reaches have been identified, and criteria for determining restoration potential have been developed in relation to each objective. To determine the need for restoration, aspects related to the river condition were used, i.e., hydromorphological and ecological characteristics of the riverbed, bank and floodplain. Criteria for limiting factors were used to determine restoration possibilities. The need and possibility of restoration were assessed together by river sections. As a result of the method, the river sections with different restoration potential can be identified, and the territorial priorities of the different restoration goals can be evaluated. The results of the research may help in the preliminary planning of the restoration of urban rivers.

### Keywords

River, hydromorphology, restoration sub-goals, need and possibility of rehabilitation, evaluation method, restoration potential.

### BEVEZETÉS

A vízfolyásokat és a vízfolyás menti tájakat számos természetes folyamat és emberi tevékenység alakította és alakítja jelenleg is, ezért védelmük és rehabilitációjuk napjaink legfontosabb kihívásai közé tartozik. A vízfolyás-helyreállítások, rehabilitációs feladatok megvalósításának fontosságát hangsúlyozza számos külföldi irányelv (EU Víz Keretirányelv – továbbiakban VKI, EU Biodiverzitás Stratégiája 2030-ig), hazai terv és stratégia, valamint vízügyi és természetvédelmi szakági dokumentumok (IV. Nemzeti Természetvédelmi

Alapterv – NTA-V, Nemzeti Tájstratégia – NTS). A VKI intézkedési listájában szerepelnek rehabilitációs projektek, amelyek vízfolyások medrének, partjának és parti sávjának helyreállítását, illetve műtárgyak kedvezőtlen hatásának mérséklését célozzák. Magyarország Vízyűjtő-gazdálkodási Terv második felülvizsgálatának (VGT3) tervezett intézkedései között szerepel a hosszirányú átjárhatóság helyreállítása, a hidromorfológiai viszonyok javítása, az ökológiai szempontok érvényesítése (pl. károsodott vízi és vizes élőhelyek védelme), a természetes vízviszartartás elősegítése.

Nagy és Novák (2007) tekintette át a hazai vízfolyás helyreállításához kapcsolódó fogalomhasználatokat, amelyek használata nem mindig következetes. A szakirodalomban található fogalom-meghatározások figyelembevételével jelen kutatásban rehabilitációnak nevezzük a folyó menti táj fizikai, kémiai, ökológiai és esztétikai állapotának javítását, valamint települési környezet esetében abba való illesztését a társadalmi-gazdasági adottságok figyelembevételével és multifunkcionális szerepének növelésével. Napjainkban egyre több figyelmet kap városi területeken a zöldinfrastruktúra fejlesztése (*Vaszócsik és társai 2014, MTA-OIA 2017*), melynek – kék infrastruktúra elemként – fontos alappilléret képezik a vízfolyások is, hiszen kiemelkedő értéket reprezentálnak, rehabilitációjuk számos ökoszisztéma-szolgáltatás növeléséhez is hozzájárul. A fennálló korlátozó tényezők miatt a városi folyószakaszoknál elsősorban rehabilitációra van lehetőség, mintsem teljes helyreállításra.

A felszíni vízfolyások nagyság szerinti kategóriáinak egyikét alkotják a folyók. A folyók jelentős kiterjedésű vízgyűjtő területtel rendelkeznek, tekintélyes hosszúságúak és számottevő átlagos vízhozamuk van (*Dévai és társai 1998*). A nemzeti vagyronról szóló *2011. évi CXCV. törvény* 1. mellékletének 1. pontjában folyóként szereplő, valamint a Vízgyűjtő-gazdálkodási Tervben (*VGT2 2015*) „folyó” vízgazdálkodási besorolással rendelkező 28 vízfolyás 64%-a tartozik a kis folyó kategóriába. Jelen kutatás tárgyát a hazai kis folyók képezik.

A folyók rehabilitációjának tervezése során a különböző természeti és társadalmi adottságok és a belőlük fakadó rehabilitációs szükségletek eltérő megoldásokat tesznek szükségessé, ezt az elvet a VKI is követi. Vízfolyásaink védelme és rehabilitációja során fel kell tárnunk és figyelembe kell venni ezeket a különbségeket. Fontos feladat a rehabilitációs projektek megfelelő megalapozása, a folyók vizsgálati-értékelési módszereinek fejlesztése, amelynek egy eszköze lehet a rehabilitációs potenciáljuk meghatározása. A szélesebb körben elterjedt külterületi folyószakaszok helyreállítási potenciáljának kutatása és meghatározása mellett fontos a belterületi folyószakaszok rehabilitációjára is nagyobb hangsúlyt fektetni. A témával kapcsolatos eddigi kutatások főként a külterületi folyószakaszokat célozták meg (*Erdei 2020a*). A külföldi kutatások közül kiemelhetők azok, amelyek léptékváltozó vagy szempontrendszerükben adódóan a települési területeken alkalmazható módszereket használták, mint *Hulse és Gregory (2004)*, *Boitsidis és társai (2006)*, *Francis és társai (2008)*, *Norton és társai (2009)*, *Gurnell és társai (2014)*, *Guida-Johnson és Zuleta (2019)*, *Zuo és társai (2020)* kutatása. A hazai szakirodalomból is említhetők a kisvízfolyások tájrehabilitációjának rendezési elveiről (*Báthoryné Nagy 2007*), az árterek hidromorfológiai és tájökölógiai értékeléséről (*Lóczy 2011*), vagy az átjárhatóság javításáról, a barrieriek elbontásának rangsorolásáról (*Erős és Czeglédi 2019*) szóló publikációk.

Jelen kutatás a belterületi folyórehabilitációs célok megvalósítását kívánja elősegíteni, mivel feladata egy olyan vizsgálati-értékelési módszertan kidolgozása, amely alkalmas a települési folyószakaszok rehabilitációs potenciáljának meghatározására. A kutatás jelen fázisában a rehabilitációs potenciál a hidromorfológiához kapcsolódó fontosabb rehabilitációs részcélokra került meghatározásra. Célunk a kialakított módszertannal a rehabilitáció szükségességének

és lehetőségének értékelése, és ezek területi összevetése. Ezáltal előzetesen feltérképezhetők a rehabilitáció tervezésébe jobb eséllyel bevonható területek.

## MINTATERÜLET

A kutatás mintaterületét a szolnoki Zagyva szakasz szolgált, a belterületi és a belterület közeli folyószakaszra koncentrálva. Az értékelésbe bevont Zagyva szakasz Szolnok lakó, üdülő és rekreációs funkcióval rendelkező területfelhasználási egységeinek 300 m-es pufferterrétege segítségével került lehatárolásra. Szolnok település a Zagyva torkolati szakaszán fekszik, a Tisza és a Zagyva találkozásánál. A Zagyva folyó a VGT3 szerint síkvidéki - kis esésű - meszes - közepes-finom mederanyagú - nagy vízgyűjtőjű víztest típusba tartozik. A folyó ezen szakaszának eredeti alakja egy medrű - szimmetrikus - tál alakú meder volt (*VGT3 2021*). A szolnoki Zagyva szakaszt folyószabályozási munkálatokkal alakították ki, a Holt-Zagyva levágott kanyarulata a település belterületétől északra található. A vízfolyás ártere domboldalakkal korlátozott, azonban az árhullámok által hozzáférhető ártér a töltészettség miatt keskeny. A Szolnok belterületét keresztező szakaszán mindössze 80-250 m között változik a hullámtér szélessége, a külterületre kilépve azonban kiszélesedik, jellemzően 350-700 m között változik. A belterülettől északra, a folyómenti tájsávban jelentős kiterjedésű zöldinfrastruktúra hálózati elemek találhatók, köszönhetően elsősorban a Szolnok északi határán fekvő közjóléti erdőterületeknek. A folyószakaszt érintő emberi tevékenységek hatásai között említhető, hogy három kisebb műtárgy érinti a medret (*VGT3 2021, KÖTIVIZIG adatszolgáltatás*); illetve az ártéri vegetáció módosított.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A szolnoki mintaterületen a belterülethez kapcsolódó folyószakaszt vizsgáltuk és értékelést készítettünk a rehabilitációs potenciál meghatározására. Ennek lépéseit az alábbi alfejezetekben részletesen kifejjük. Első lépésként megfogalmaztuk a vizsgált folyószakasz egységeket, illetve az ezek rehabilitációjához kapcsolódó lehetséges részcélokat. A rehabilitációs potenciál meghatározását a részcélokra vonatkoztatva készítettük el, minden részcel esetében külön értékelési rendszert összeállítva a vizsgálati szempontokból. Jelen publikációban a meder, a part és az aktív ártér (amely jelen esetben a hullámtér) ökológiai és hidromorfológiai állapotához kötődő részcélokhöz kapcsolódó értékelések kerülnek bemutatásra. Az értékelés során a rehabilitáció szükségességének (amely a folyó állapotából, adottságaiból következik), valamint a rehabilitáció lehetőségeinek (amely a megvalósítást korlátozó tényezők jelenlétéből következik) meghatározása történt meg pontozásos módszerrel. A rehabilitáció szükségességének és lehetőségeinek összevetéséből kaptuk meg az adott szakasz részcelra vonatkozó rehabilitációs potenciálját. Ennek segítségével feltárára kerültek a vizsgált folyószakaszon belüli területi különbségek, és lehatárolhatók lettek a különböző rehabilitációs részcelok szempontjából jó potenciállal rendelkező területek. A részcelonkénti rehabilitációs potenciál eredményeinek területi összevetésével a rehabilitáció tervezése is megalapozható volt.

### Rehabilitációs részcelok meghatározása

A szolnoki folyószakasz rehabilitációs potenciáljának meghatározása rehabilitációs részcelok megállapításával történt. A belterületi folyószakaszokhoz kapcsolódó, legjellemzőbb rehabilitációs részcelokat a *Nagy és Novák (2004)* által

összefoglalt helyreállítási célok, a vízfolyások hidromorfológiai tulajdonságainak elemzéséről szóló *CEN szabvány (14614:2020)* és jelen kutatás előzményeként elvégzett hazai projektek elemzése (*Erdei 2020b*) alapján határoztuk meg. A folyókkal kapcsolatban leggyakrabban előforduló problémákhoz kapcsolódóan fogalmaztuk meg azokat a rehabilitációs részcélokat, amelyekre vonatkoztatva a rehabilitációs potenciál értékelését elkészítettük. Jelen kutatásnak azok a részcélok képezik tárgyát, amelyek elsősorban a meder, a part és az aktív árter területét érintik, és amelyek során a rehabilitációs potenciál meghatározásának elengedhetetlen részét képezik a hidromorfológiai szempontok. A kutatás jelen fázisában értékelt, a publikáció tárgyát képező részcélok:

1. rész cél: Mederben lévő műtárgyak átjárhatóságának javítása
2. rész cél: Kisvízi meder és part ökológiai és hidromorfológiai állapotának javítása

3. rész cél: Természetközeli medermintázat kialakítása
4. rész cél: Hullámtéri vegetáció természetességének javítása

### Vizsgálati-értékelési szempontok és az adatok forrása

A vizsgálati-értékelési szempontok összegyűjtésének alapját képezte többek között a helyreállítási és rehabilitációs potenciálhoz kapcsolódó szakirodalom áttekintése (*Erdei 2020a*), a kisvízfolyásokhoz kapcsolódó szakirodalom (*Bardóczy és társai 2004, Báthoryné Nagy 2007, MSZ 12333 szabvány*), valamint a vízfolyások hidromorfológiai tulajdonságainak elemzéséről szóló *CEN szabvány (14614:2020)* és a hidromorfológiai adatok előállításáról és értékeléséről készült módszertani kézikönyv (*VIZITERV 2019*). A kutatás során figyelembe vettük a mederhez, partokhoz és hullámtérhez kapcsolódó szempontokat, amelyek az *1. táblázatban* kerültek összefoglalásra.

1. táblázat. Értékelési szempontok a rehabilitáció szükségességéhez és lehetőségéhez kapcsolódóan  
Table 1. Evaluation criteria related to the need and possibility of restoration

Sorszám	Zóna*	Értékelési szempont	Rész cél
<b>Rehabilitáció szükségességéhez kapcsolódóan</b>			
1	M	mederben lévő keresztirányú műtárgyak ökológiai átjárhatósága	1
2	M	mederben lévő műtárgyak ökológiai, hidromorfológiai hatásának mértéke	2
3	M	mederalak típusának természetközelsége	2
4	M	folyótípusra jellemző különleges morfológiai elemek gyakorisága	2
5	M	meder vízínövényzettel való borítottságának átlagos aránya	2
6	M	medermintázat módosítottságának a mértéke	3
7	M	kanyargóssági index változásának mértéke	3
8	P	partbiztosítással érintett folyószakaszok aránya	2, 3
9	P	partmeredekség mértéke	2
10	P	parterózió a folyó mozgásának befolyásoltsága függvényében	3
11	P	part menti fás vegetáció mederárnyékoló hatása	2
12	P	part menti fás vegetáció folytonossága	2
13	M, P, H	keresztirányú zonáció természetközelsége	4
14	H	hullámtéri fás vegetáció természetközelsége	4
15	H	invazív fajokkal terhelt élőhelyfoltok aránya	4
16	H	emberi tevékenységgel érintett területek aránya	4
17	H	természetvédelmi jelentőségű területek érintettsége	4
<b>Rehabilitáció lehetőségéhez kapcsolódóan</b>			
18	M	mederben lévő keresztirányú műtárgyak átépíthetősége	1, 2, 3
19	M, P	meder és part feltöltődés általi befolyásoltsága	2
20	H	hullámtér teljes szélességének mértéke	4
21	H	folyó mozgására elméletileg alkalmas hullámtér területek szélessége	1, 3
22	H	fás vegetáció aránya	1, 3
23	H	hullámtéri fás vegetáció természetközelsége	1, 3
24	P, H	védett fajok előfordulása	1, 3
25	M, P, H	környezetvédelmi jelentőségű területek érintettségének aránya	1, 3, 4
26	M, P, H	örökségvédelmi jelentőségű területek, értékek előfordulása	1, 3, 4

\* M = folyómeder, P = folyópart, H = hullámtér

\* M = riverbed, P = river bank, H = foreshore

Az adatok forrásai: az Országos Vízügyi Főigazgatóság által rendelkezésre bocsátott adatok (műtárgyak adatbázisa – jellemzői, átjárhatósága, átépíthetősége, partbiztosítás helyszínei, fővédvonalak térképes adatbázisa, vízbázisok térképes adatbázisa); a Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság által szolgáltatott adatok (folyómeder térképes adatbázisa, partbiztosítás helyszínei), a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság által rendelkezésre bocsátott adatok (invazív fajok előfordulása, védett fajok előfordulása, természetvédelmi jelentőségű területek térképes adatbázisa). A vizsgálat fennmaradó szempontjai esetében terepi felmérések, illetve műholdfelvételek és történeti térképek elemzése jelentette az adatok forrását.

### Rehabilitációs potenciál meghatározása

A rehabilitációs potenciál meghatározásához az előző alfejezetben bemutatott szempontokat a rehabilitációs részcélokhoz rendeltük hozzá (*1. táblázat*), így részcelonként került értékelésre a rehabilitációs potenciál. A rehabilitációs potenciál meghatározásához 5 pontos skálán értékeltük az egyes szempontokat, a *2. táblázatban* szereplő kategóriák alapján. A partra vonatkozó szempontok esetében a két oldali part együttesen került értékelésre, a hullámtér esetében a két oldalt külön értékeltük. Külön értékeltük a rehabilitáció szükségességéhez (folyó állapothoz/ adottságaihoz) kapcsolódó szempontok értékelési eredményeit (magasabb pontszám = nagyobb szükséges-

ség), és külön a rehabilitáció lehetőségeihez (korlátozó tényezőkhöz) kapcsolódó szempontok értékelési eredményeit részcelonként (magasabb pontszám = jobb megvalósítási lehetőségek). A pontok összesítése során minden rehabilitációs részcel esetében a kapcsolódó szempontokat

súlyozással vettük figyelembe, a szempontok fontosságának tekintetében. A súlyozással együtt összesítettük a pontszámokat, majd átlagoltuk a szempontok (súlyozással együttes) számával, így a rehabilitáció szükségessége és a rehabilitáció lehetősége is 5-ös skálán kapott pontszámot.

2. táblázat. Értékelési szempontok pontozása

Table 2. Scoring of evaluation criteria

Ssz.	Értékelési szempontok pontozása a rehabilitáció szükségességéhez kapcsolódóan
1	1 pont: a szakaszon lévő műtárgyak átjárhatók / nincs műtárgy a szakaszon 2 pont: a szakasz műtárgyak miatt időszakosan átjárható, műtárggyal nem érintett 3 pont: a szakasz műtárgyak miatt időszakosan átjárható, műtárggyal alsó határán érintett 4 pont: a szakasz műtárgyak miatt nem átjárható, műtárggyal nem érintett 5 pont: a szakasz műtárgyak miatt nem átjárható, műtárggyal alsó határán érintett
2	0 pont: nincs műtárgy 1 pont: van műtárgy, duzzasztó hatása kicsi 3 pont: van műtárgy, duzzasztó hatása közepes 5 pont: van műtárgy, duzzasztó hatása nagy
3	1 pont: természetes-természetközeli mederalak aránya >75% 2 pont: változó mederalak, de természetes-természetközeli mederalak aránya >50% 3 pont: változó mederalak, de természetes-természetközeli mederalak aránya <50% 4 pont: trapéz/összetett trapéz mesterséges mederalak aránya >75% / vagy változó, de függőleges falú >50% 5 pont: függőleges falú mesterséges mederalak aránya >75%
4	1 pont: vannak folyótípusra jellemző különleges morfológiai elemek, a folyótípusra jellemző gyakorisággal 3 pont: vannak folyótípusra jellemző különleges morfológiai elemek, de nem a folyótípusra jellemző gyakorisággal 5 pont: nincsenek folyótípusra jellemző különleges morfológiai elemek vagy vannak különleges morfológiai elemek, de nem a folyótípusra jellemzőek
5	1 pont: meder vízínövényzettel való borítottsága a referenciaértéknek megfelelő, 10-30% 2 pont: meder vízínövényzettel való borítottsága a referenciaértéktől kismértékben eltérő, 0-10% vagy 30-40% 3 pont: meder vízínövényzettel való borítottsága a referenciaértéktől közepes mértékben eltérő, 40-60% 4 pont: meder vízínövényzettel való borítottsága a referenciaértéktől nagy mértékben eltérő, 60-80% 5 pont: meder vízínövényzettel való borítottsága a referenciaértéktől jelentősen eltérő, 80-100%
6	1 pont: a szakasz medermintázat számottevően nem módosult >75% 2 pont: medermintázat módosítottsága változó, de a szakasz számottevően nem módosult >50% 3 pont: a szakaszon a medermintázat módosítottsága változó, de számottevően nem módosult <50% 4 pont: a szakaszon a medermintázat kismértékben módosult >75% / módosítottsága változó, de >50% nagymértékben 5 pont: a szakaszon a medermintázat nagymértékben módosult >75% / kismértékben módosult, de mellékág levágása történt
7	1 pont: kanyargóssági index közel változatlan vagy nőtt 3 pont: kanyargóssági index kis/ közepes mértékben csökkent 5 pont: kanyargóssági index nagymértékben csökkent
8	1 pont: partbiztosítás nélküli szakasz aránya >75% 2 pont: változó, de a partbiztosítás nélküli szakasz aránya 50-75% 3 pont: változó, de a partbiztosítás nélküli vagy típusra jellemző mérnökbilógiai partbiztosítás aránya <50% 4 pont: típusra jellemző mérnökbilógiai partbiztosítás aránya >75% 5 pont: mesterséges partbiztosítás aránya >75%
9	1 pont: partmeredekség jellemzően legalább az egyik parton referenciaértéknek megfelelő (0-30 fok), a másik max. közepesen eltér 3 pont: partmeredekség jellemzően mindkét parton referenciaértéktől közepesen eltérő (30-60 fok) / az egyik part referenciaértéknek megfelelő (0-30 fok), a másik jelentősen eltérő (60-90 fok) / változó adottságok 5 pont: part meredekség jellemzően mindkét parton referenciaértéktől jelentősen eltérő (60-90 fok) / egyik part referenciaértéktől közepesen eltérő (30-60 fok), a másik jelentősen eltérő
10	1 pont: folyó szabadon mozoghat 3 pont: folyó mozgása korlátozott, a természetes partszakaszokon sincs jele erózióknak 5 pont: folyó mozgása korlátozott, a természetes partszakaszokon eróziós tevékenység jelei láthatók
11	1 pont: árnyékos szakaszok aránya >75% 2 pont: félárnyékos szakaszok aránya >75%, vagy árnyékos és félárnyékos szakaszok aránya >75% 3 pont: változó árnyékoltság, árnyékos és félárnyékos szakaszok aránya >50% 4 pont: változó árnyékoltság, árnyékos és félárnyékos szakaszok aránya <50% 5 pont: napos szakaszok aránya >75%
12	1 pont: part menti fás vegetáció hiánya a szakasz 0-10%-án 2 pont: part menti fás vegetáció hiánya a szakasz 10-50%-án, a megszakítások kisebbek mint 50 m 3 pont: part menti fás vegetáció hiánya a szakasz 10-50%-án, a megszakítások nagyobbak mint 50 m 4 pont: part menti fás vegetáció hiánya a szakasz 50-100%-án, a megszakítások kisebbek mint 50 m 5 pont: part menti fás vegetáció hiánya a szakasz 50-100%-án, a megszakítások nagyobbak mint 50 m

13	1 pont: legalább 3 zóna (cserjés-fás part + gyepes + cserjés-erdős) 3 pont: két zóna (cserjés-fás part + gyepes / gyepes + cserjés-erdős) vagy egy cserjés-erdős zóna 5 pont: egy gyepes zóna aránya >75%
14	0 pont: nincs fás vegetáció 1 pont: természetközeli fás vegetáció aránya >75% 2 pont: változó, de a természetközeli fás vegetáció >50% 3 pont: részben természetközeli fás vegetáció >50% vagy változó természetességű faállomány 4 pont: változó, de a nem természetközeli fás vegetáció aránya >50% 5 pont: nem természetközeli fás vegetáció aránya >75%
15	1 pont: inváziós fajokkal terhelt élőhelyfoltok kis arányban (<10%) 2 pont: inváziós fajokkal terhelt élőhelyfoltok közepes arányban (10-25%) 3 pont: inváziós fajokkal terhelt élőhelyfoltok nagy arányban (>25%), jellemzően elegyfajként 4 pont: inváziós fajokkal terhelt élőhelyfoltok nagy arányban (>25%), elegyfajként vagy homogén foltokban 5 pont: inváziós fajokkal terhelt élőhelyfoltok nagy arányban (>25%), jellemzően homogén foltokban
16	1 pont: emberi tevékenységgel érintett területek aránya 0% 2 pont: emberi tevékenységgel érintett területek aránya 0-20% 3 pont: emberi tevékenységgel érintett területek aránya 20-40% 4 pont: emberi tevékenységgel érintett területek aránya 40-60% 5 pont: emberi tevékenységgel érintett területek aránya >60%
17	1 pont: nincs természetvédelmi érintettségű terület 2 pont: helyi/országos/nemzetközi védelem alatt álló terület érintettség <50% és ökológiai hálózat <50% 3 pont: helyi/országos/nemzetközi védelem alatt álló terület érintettség <50% és ökológiai hálózat >50% 4 pont: helyi/országos/nemzetközi védelem alatt álló terület érintettség >50% és ökológiai hálózat <50% 5 pont: helyi/országos/nemzetközi védelem alatt álló terület érintettség >50% és ökológiai hálózat >50%
<b>Értékelési szempontok pontozása a rehabilitáció lehetőségéhez kapcsolódóan</b>	
18	0 pont: nincs műtárgy 1 pont: van műtárgy, amely nem átépíthető 5 pont: van műtárgy, amely átépíthető
19	1 pont: feltöltődés nagymértékben jellemző 3 pont: feltöltődés kismértékben jellemző 5 pont: feltöltődés nem jellemző
20	1 pont: az egyoldali hullámtér átlagos szélessége kisebb, mint 30 m 2 pont: az egyoldali hullámtér átlagos szélessége 30 és 100 m között 3 pont: az egyoldali hullámtér átlagos szélessége 100 és 200 m között 4 pont: az egyoldali hullámtér átlagos szélessége 200 és 300 m között 5 pont: az egyoldali hullámtér átlagos szélessége nagyobb, mint 300 m
21	1 pont: az egyoldali hullámtér átlagos szélessége kisebb, mint 25 m 2 pont: az egyoldali hullámtér átlagos szélessége 25 és 50 m között 3 pont: az egyoldali hullámtér átlagos szélessége 50 és 100 m között 4 pont: az egyoldali hullámtér átlagos szélessége 100 és 150 m között 5 pont: az egyoldali hullámtér átlagos szélessége nagyobb, mint 150 m
22	1 pont: fás vegetáció aránya 80-100% 2 pont: fás vegetáció aránya 50-80% 3 pont: fás vegetáció aránya 20-50% 4 pont: fás vegetáció aránya 0-20% 5 pont: fás vegetáció nem található
23	1 pont: természetközeli fás vegetáció aránya >75% 2 pont: változó, de a természetközeli fás vegetáció >50% 3 pont: részben természetközeli fás vegetáció >50% vagy változó természetességű faállomány 4 pont: változó, de a nem természetközeli fás vegetáció aránya >50% 5 pont: nem természetközeli fás vegetáció aránya >75%
24	1 pont: védett növényfaj előfordul nagy relatív gyakorisággal 2 pont: védett növényfaj előfordul kis relatív gyakorisággal 3 pont: védett állatfaj előfordul nagy relatív gyakorisággal 4 pont: védett állatfaj előfordul kis relatív gyakorisággal 5 pont: nincs védett fajok észlelése
25	1 pont: védelmi célú környezetvédelmi érintettség >50%-on 2 pont: védelmi célú környezetvédelmi érintettség <50%-on 3 pont: egyéb környezetvédelmi érintettség >50%-on 4 pont: egyéb környezetvédelmi érintettség <50%-on 5 pont: nincs környezetvédelmi érintettségű terület
26	1 pont: örökségvédelmi terület érintettség >50% és van pontszerű érték 2 pont: örökségvédelmi terület érintettség >50% és nincs pontszerű érték 3 pont: örökségvédelmi terület érintettség <50% és van pontszerű érték 4 pont: nincs örökségvédelmi terület érintettség, de van pontszerű érték / örökségvédelmi terület érintettség <50% és nincs pontszerű érték 5 pont: nincs örökségvédelmi terület vagy pontszerű érték

Az adott szakasz rehabilitációs potenciáljának meghatározásához a fenti eredmények, a rehabilitáció szükségessége és a rehabilitáció lehetőségei kerültek összevetésre az alábbiak szerint (3. táblázat). Az értékelés során annál nagyobbak tekintettük a rehabilitáció szükségességét az adott rész cél megvalósítása szempontjából, minél inkább módosított/kedvezőtlen állapotban van az adott szakasz. A rehabilitáció lehetőségeit pedig annál jobbnak tekintettük, minél kevesebb korlátozó tényező érinti az adott szakaszt. A rehabilitációs potenciál meghatározása során így a nagyobb módosítottsággal/rosszabb állapottal és kevesebb korlátozó tényezővel rendelkező szakaszok lettek a legjobb rehabilitációs potenciállal rendelkezők. A kevésbé módosított és emellett sok korlátozó tényezővel bíró szakaszok lettek ezzel szemben a legrosszabb rehabilitációs potenciállal rendelkezők.

3. táblázat. Rehabilitációs potenciál meghatározása a rehabilitáció szükségessége és lehetősége alapján

Table 3. Determining restoration potential based on the need and possibility of restoration

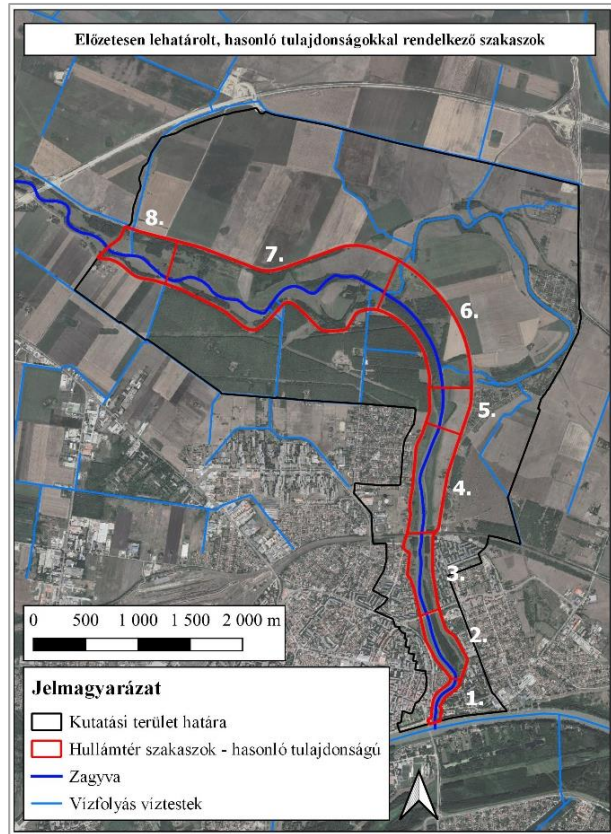
Rehabilitációs potenciál meghatározása		Rehabilitáció lehetősége		
		Nagy	Közepes	Kicsi
Rehabilitáció szükségessége	Nagy	5	4	3
	Közepes	4	3	2
	Kicsi	3	2	1

### Szakaszolási módszer

Az értékelés során előzetesen lehatárolt szakaszok (beleértve a folyómedret, folyópartot és hullámtér) értékelése történt meg a CEN 14614:2020 szabvány ajánlásának megfelelően. A módszer esetében a szakaszolás célja, hogy még a részletesebb vizsgálatok előtt, főként térképi adatbázisokból jól lehatárolható szempontok alapján kerüljenek meghatározásra a hasonló tulajdonságokkal rendelkező folyó- illetve hullámtérszakaszok. Jelen kutatás során az alábbi szempontok figyelembevételével kerültek lehatárolásra a folyószakaszok:

- fekvés (külterület / belterület),
- fő területhasználat az aktív ártér mellett (erdőterület / gyepterület / szántóterület / kertes terület / falusias-kertvárosias lakóterület / városias lakóterület / üdülő-hévívi házas / ipari-gazdasági terület / egyéb, vegyes terület),
- aktív ártér szélessége (keskeny / közepes-változó / széles),
- jelentős mederátvágás (van / nincs)

A belterületi / külterületi elhelyezkedés, illetve a hullámtérrel szomszédos területek területhasználati jellemzői hatással vannak többek között a folyószakaszról érkező terhelésekre, a folyószakasz természeti állapotára, használatára. Mindezek mellett a hullámtér szélessége is alapvetően befolyásolja a rehabilitációs lehetőségeket, a jelentősebb mederátvágások pedig a korábbi jelentős beavatkozással érintett szakaszokat jelölik ki. Ezek alapján a szolnoki mintaterületen nyolc folyószakasz, a hozzájuk kapcsolódó folyómenti területi egységgel együtt került lehatárolásra (1. ábra).



1. ábra. Előzetesen lehatárolt, hasonló tulajdonságokkal rendelkező folyószakaszok a szolnoki mintaterületen  
Figure 1. River sections with similar characteristics, delimited before assessment in the Szolnok study area

Az 1. szakasz a Zagyva és a Tisza torkolatánál található, a település belterületét keresztezi. Az aktív hullámtér itt keskeny (<100 m szélesség), a hullámtér mentén vegyes területfelhasználás jellemző. A 2. és 3. szakasz szintén belterületi, közepes szélességű (100-300 m) aktív ártérrel rendelkezik. A 2. szakasz mentén városias lakó- és vegyes területek egyaránt találhatóak a hullámtér szomszédságában; a 3. szakasz mentén főként városias lakóterületek jellemzőek. A 4. szakasz csak a hullámtér nyugati oldalán szomszédos belterülettel, ahol elsősorban kertvárosias lakóterületek és részben ipari-gazdasági területek fekszenek. Ez a szakasz már jellemzően széles (>300 m) aktív ártérrel rendelkezik. A további szakaszok mind külterületen fekszenek és széles aktív ártérrel rendelkeznek. Az 5. szakasz keleti oldalán üdülőházas területek találhatóak, a 6. és 7. szakasz mentén erdő- és mezőgazdasági területek, míg a 8. szakasz mindkét oldalán mezőgazdasági területek fekszenek. Mederátvágás a 6. szakasz esetében történt, itt található a Malomzugi Holt-Zagyva.

## EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

### Rehabilitációs potenciál meghatározásának eredményei

A szolnoki Zagyva szakasz értékelésével, a rehabilitáció szükségességének és lehetőségeinek összevetéséből kaptuk meg a lehatárolt szakaszok részére vonatkozó rehabilitációs potenciálját. Az értékelési eredmények részcelonkénti bontásban a 2. ábrán kerültek bemutatásra. Az alábbi alfejezetek az értékelési eredményeket foglalják össze.



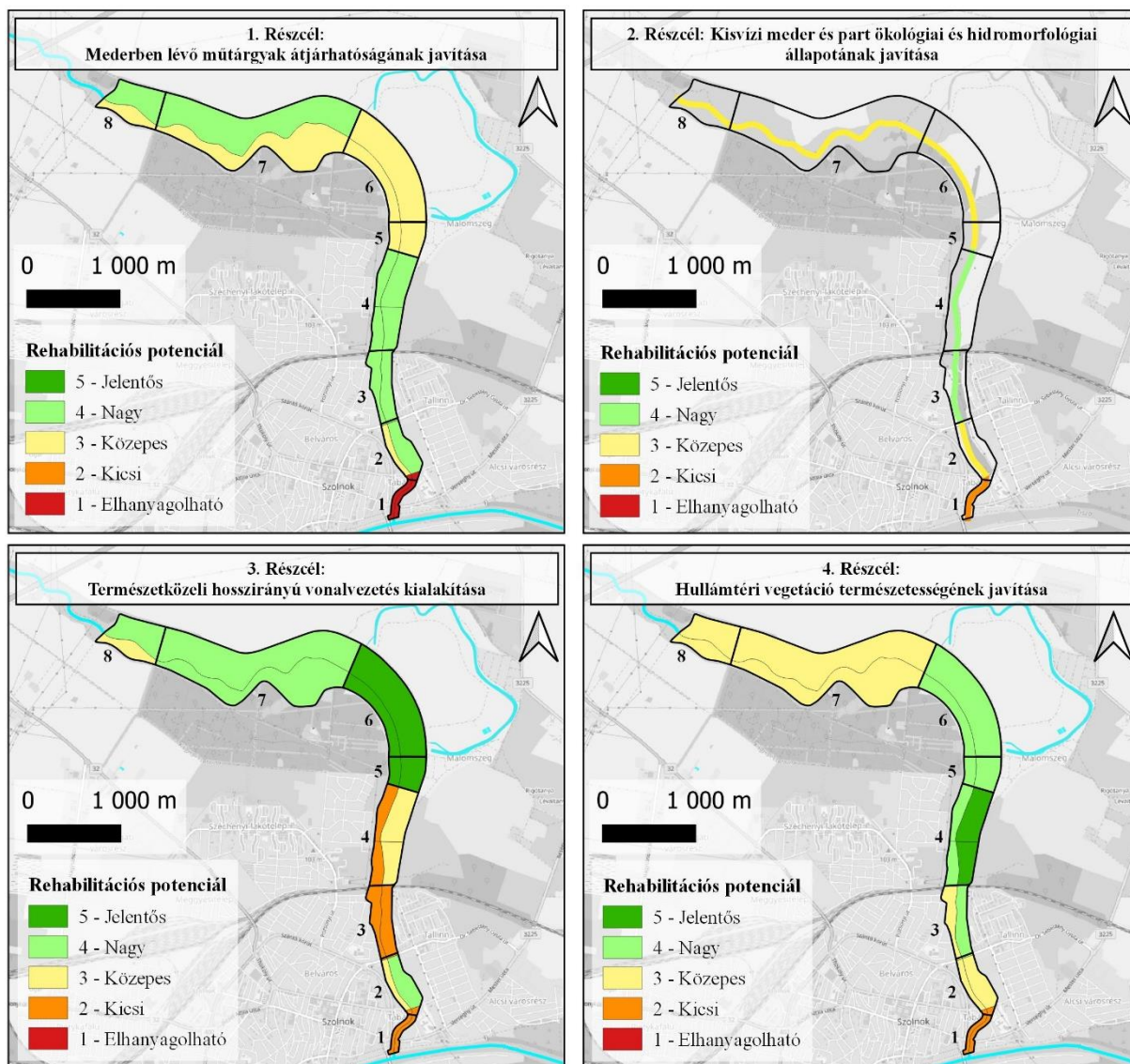
**1. Részcél: Mederben lévő mőtárgyak átjárhatóságának javítása**

Az 1. rész cél esetében, a mőtárgyak átjárhatóságának javítására az összes mőtárgy jelenléte által érintett szakaszon jó rehabilitációs potenciál van, vagyis reális célkitűzés az átjárhatóságuk javítása, mivel mindegyik jelenlévő mőtárgy csak időszakosan átjárható, és átépíthetőek lennének természetközeli megoldással. Továbbá lehetőség lehet akár a mederesés csökkentése céljából létrehozott műtárgyak kiváltására is pl. a folyó medermintázatának kanyargósabbá tételével, mivel jelentős korlátozó tényező nem érinti az adott szakaszokat.

**2. Részcél: Kisvízi meder és part ökológiai és hidromorfológiai állapotának javítása**

A 2. rész cél esetében, a kisvízi meder állapotának a javítása szempontjából a belterületi és belterülettel szomszédos 3. és 4. számú szakaszokon nagy a rehabilitációs potenciál. A többi belterületi szakaszon ugyan szükség lenne

az állapot javítására, de ezek részben mőtárgy jelenlétével érintettek, amelyek további beavatkozásokat tehetnek szükségessé. A torkolati szakasz állapotát erősen befolyásolják a Tisza árvizei, amely miatt erőteljes feltöltődés jellemző a szakaszra, ezért itt trapéz alakú meder és kedvezőtlen partmeredekség jellemző. A rész cél megvalósításának szükségessége a 3. és 4. szakaszokon főként a part menti fás vegetáció hiánya, a meder vízínövényzettel való borítottságának kedvezőtlen aránya, vagy a mederbeli különleges geomorfológiai elemek hiánya miatt merül fel. A lehetséges fő beavatkozások a medret és a folyópartot érintik – meder mélység, szélesség változtatásának növelése; partburkolat, kőszórás „hátrébb” helyezése – ezáltal nagyobb tér biztosítása a folyónak; folyásdinamika változtatásának növelése; a folyótípusnak megfelelő elemek mederbe helyezése (pl. holtfa); part/meder természetközeli alakjának helyreállítása; parti puffertáv, fás vegetáció telepítése – amelyek jelentős terület-igénybevétellel nem járnak.



2. ábra. A rehabilitációs potenciál meghatározásának eredményei részcélonként  
 Figure 2. Results of determining the restoration potential of sub-goals

### 3. Részcel: Természetközeli medermintázat kialakítása

A 3. részcel, a természetközeli medermintázat kialakításának rehabilitációs potenciálja a Holt-Zagyva átvágott kanyarulatával érintett 6. számú szakaszon nagy, mivel itt történtek a legnagyobb változások a szabályozás során. Emellett a szolnoki vasúti hídtól északra fekvő belterülettel szomszédos, 4. számú szakaszon is nagy a rehabilitációs potenciál. Ennek oka a medermintázat mesterséges módosítottága miatti rehabilitációs szükségesség, illetve a vasúti hídtól északra fekvő, belterülettel szomszédos szakaszon található potenciális eróziós szakaszok (pl. pontszerű erózió nyomai), amelyek a folyó mederdinamikai folyamataiban rejlő potenciálra utalnak.

### 4. Részcel: Hullámtéri vegetáció természetességének javítása

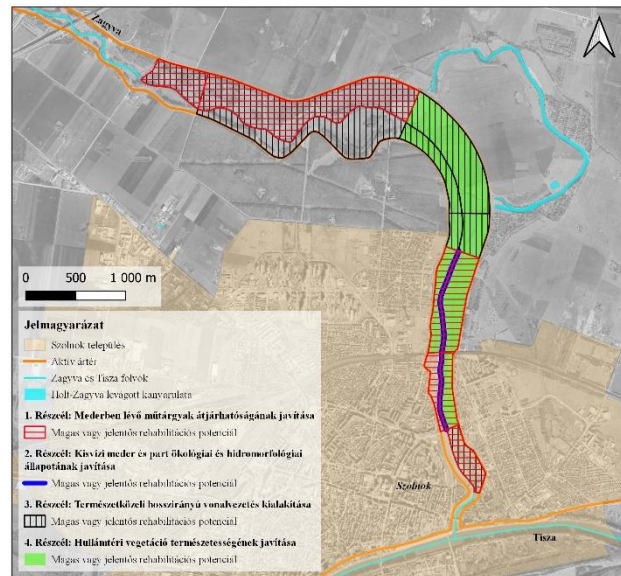
A 4. részcel, a hullámtéri vegetáció természetességének javítása szempontjából a belterülettel szomszédos 4. szakasz bal oldali hullámterén jelentős a rehabilitációs potenciál. Ennek fő okai, hogy magas az invazív fajokkal való borítottság, nincs korlátozó tényező a területen, és emellett természetvédelmi jelentőségű területekkel is érintett, ami még fontosabbá teszi a részcel megvalósítását. Emellett a 6. és a 7. szakaszon, illetve a 3., az 5. és a 8. szakaszok bal parti hullámterén is nagy a részcel megvalósításának rehabilitációs potenciálja, szinte csak a belterületi szakaszok jelentenek kivételt, ahol alapvetően a jelenlévő korlátozó tényezők (pl. hullámtér szélessége, környezet vagy örökségvédelmi jelentőségű területek jelenléte) miatt kicsi vagy közepes a rehabilitációs potenciál. Rekreatív és településképi szempontból ezeken a belterületi szakaszokon is fontos lehet a hullámtéri vegetáció javítása, ezek azonban külön rehabilitációs részcelként kerülnek értékelésre a kutatás során.

A fenti részcelok esetében nagy vagy jelentős rehabilitációs potenciállal rendelkező szakaszokat összevetve látható, hogy a szolnoki Zagyva szakasz mely részein, mely rehabilitációs részcelok megvalósítására van leginkább szükség és lehetőség (3. ábra). Így feltárásra kerültek a vizsgált folyószakaszon belüli területi különbségek. A részcelonkénti rehabilitációs potenciál eredményeinek területi összevetésével a rehabilitáció tervezése is megvalósítható.

### Következtetések

A kutatás eredményeként a városi folyószakaszok rehabilitációjához kapcsolódóan a rehabilitációs potenciál meghatározásának értékelési módszertanát rehabilitációs részcelokra vonatkoztatva készítettük el. A módszer alkalmas városi folyószakaszok rehabilitációjának tervezését megelőzően a rehabilitáció szükségességének és lehetőségeinek értékelésére, és ezek területi összevetésére. Jelen kutatás során a pontozási rendszer a síkvidéki, kis esésű, nagy vízgyűjtőjű kis folyók típusára vonatkoztatva került kialakításra. A módszer szempontrendszere más típusú folyókon is alkalmazható, de az értékelésnél figyelembe kell venni az adott típusú folyó referencijellemzőit, amely ettől eltérő lehet. Az irodalomkutatás során áttekintett, városi folyószakaszokra alkalmazott vagy alkalmazható módszerekhez képest a kidolgozott szempontrendszerben újdonságot jelent, hogy a rehabilitációs potenciált részcelokra vonatkozva határoztuk meg. Ezzel a rehabilitációs

lehetőségek értékelése tovább differenciálható. Emellett a kutatás további részében a VKI és a CEN szabvány alapján a hidromorfológiai szempontok együttesen kerülnek figyelembevételre a tájépítészeti elemekkel a szempontrendszer kialakítása során.



3. ábra. Az egyes rehabilitációs részcelok szempontjából nagy vagy jelentős rehabilitációs potenciállal rendelkező folyószakaszok összevetése

Figure 3. Comparison of the high and significant restoration potential of sub-goals

### ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatás során a szolnoki Zagyva szakasz rehabilitációs potenciálját határoztuk meg, amelyet a rehabilitáció szükségességének és lehetőségének együttes értékelésével kaptunk meg, az alábbi rehabilitációs részcelokra: műtárgyak átjárhatóságának javítása, kisvízi meder ökológiai és hidromorfológiai állapotának javítása, természetközeli medermintázat kialakítása és a hullámtéri vegetáció természetességének javítása. A vizsgált részcelokra vonatkozóan meghatároztuk, hogy a szolnoki Zagyva szakaszon belül mely folyószakaszok rendelkeznek nagy vagy jelentős rehabilitációs potenciállal, ezáltal meghatározható, hogy mely folyószakaszokon mely rehabilitációs részcelok megvalósítása fontosabb.

A módszer alkalmas városi folyószakaszok rehabilitációs tervezésének megalapozására a rehabilitáció szükségességének és lehetőségeinek értékelésével, és ezek területi összevetésével. A kialakított szempontrendszer más folyókon is alkalmazható, de minden esetben fontos figyelembe venni az értékelések során az adott folyó referencijellemzőit és a rehabilitációs célállapotot. A kutatás folytatásaként lehetőség van az értékelésbe bevont rehabilitációs részcelok bővítésére mintaterületi szinten; ilyen lehet például a vízminőség javítása; a meder-hullámtér / meder-ártér kapcsolat javítása; a víztározás, víz-visszatartás lehetőségeinek javítása; a rekreációs adottságok javítása vagy a táj- és településképi adottságok javítása. A mintaterületi értékeléseket követően szükséges a kutatás folytatásaként tervezett országos léptékű elemzések elvégzése, amelyekkel cél az országosan elérhető adatbázisok alapján a rehabilitációs potenciál országos elemzésének lehetőségeit feltárni.

**KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS**

Köszönet az adatszolgáltatásban nyújtott segítségért az Országos Vízügyi Főigazgatóságnak, a Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóságnak, valamint a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóságnak.

**IRODALOMJEGYZÉK**

*Bardóczy L., Bardóczyné Székely E., Horváth J.* (2004). Kis vízfolyások revitalizációs tervezésének kezdeti lépései Kismaros településen, a Morgó patak belterületi szakaszán. *Hidrológiai Közlöny* 84. évf., 4. sz., 27-32.

*Báthoryné Nagy I.R.* (2007). Kisvízfolyások tájrehabilitációjának rendezési elvei és módszere. Doktori (PhD) értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészet és Döntéstámogató rendszerek Doktori Iskola, Budapest.

*Boitsidis, A.J., Gurnell, A.M., Scott, M., Petts, G.E., Armitage, P.D.* (2006). A decision support system for identifying the habitat quality and rehabilitation potential of urban rivers. *Water and Environment Journal*, Vol. 20, 130-140.

*CEN 14614* (2020). CEN szabvány 14614:2020. Útmutató szabvány a vízfolyások hidromorfológiai tulajdonságainak elemzéséhez. MSZT

*Dévai Gy., Nagy S., Wittner I., Aradi Cs., Csabai Z., Tóth A.* (1998). A vízi és a vizes élőhelyek sajátosságai és tipológiája. Oktatási segédanyag. KLTE Ökológiai Tanszéke, Hidrobiológiai Részleg, Debrecen.

*Erdei T. K.* (2020a). A folyók helyreállítási potenciáljának fogalma, és a meghatározás módszereinek szakirodalmi áttekintése. *Tájökológiai Lapok*, 18. évf. (2), 113-125.

*Erdei T. K.* (2020b). Hazai vízfolyáshelyreállítási projektek tájépítészeti szempontú vizsgálata. In: Dr. Szabó Csaba (szerk.): XXIII. Tavasz Szél Konferencia, Tanulmánykötet. Tavasz Szél – Spring Wind 2020. Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 164-176.

*Erős T., Czeglédi I.* (2019). Barrierék elbontásának prioritizálása és halátjárók építésének szükségessége Magyarországon. Szakmai jelentés. MTA, Ökológiai Kutatóközpont.

*EU BS* (2020). EU Biodiverzitás Stratégiája - A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának – A 2030-ig tartó időszakra szóló uniós biodiverzitásstratégia. Hozzuk vissza a természetet az életünkbe! (COM(2020) 380 végleges, 2020.05.20.)

*Francis, R.A., Hoggart, S.P.G., Gurnell, A.M., Coode, C.* (2008). Meeting the challenges of urban river habitat restoration: developing a methodology for the River Thames through central London. *Area*, Vol. 40 (4), 435-445.

*Guida-Johnson, B., Zuleta, G.A.* (2019). Environmental degradation and opportunities for riparian

rehabilitation in a highly urbanized watershed: the Matanza-Riachuelo in Buenos Aires, Argentina. *Wetlands Ecology and Management*, Vol. 27. 243-256.

*Gurnell, A., Shuker, L., Wharton, G.* (2014). Urban river survey manual. Queen Mary University of London.

*Hulse, D., Gregory, S.* (2004). Integrating resilience into floodplain restoration. *Urban Ecosystems*, Vol. 7, 295-314.

*Lóczy D.* (2011). A Kapos árterének hidromorfológiai és tájökológiai értékelése. MTA doktori értekezés, Pécs.

*MSZ 12333* (2008). MSZ 12333 szabvány. Vízgazdálkodás. Kisvízfolyások természetes állapotának kialakítása és megőrzése. Szabványjavaslat.

*MTA Ökológiai Kutatóközpont and Ormos Imre Alapítvány* (2017). Zöldinfrastruktúra-hálózat fejlesztése. Budapest.

*Nagy I.R., Novák T.J.* (2004). A folyóvíz rehabilitáció nemzetközi gyakorlata és a hazai megjelenése. II. Magyar Földrajzi Konferencia absztraktkötet, Szeged. 11.

*Nagy I.R., Novák T.J.* (2007). A hazai vízfolyás-helyreállítás fogalomhasználatáról. *Hidrológiai Közlöny* 87. évf., 1. sz., 40-44.

*Norton, D.J., Wickham, J.D., Wade, T.G., Kunert, K., Thomas, J.V., Zeph, P.* (2009). A method for comparative analysis of recovery potential in impaired waters restoration planning. *Environmental Management*, Vol. 44, 356-368.

*NTA-V* (2021). V. Nemzeti Természetvédelmi Alapterv – 2021-2026. Tervezet

*NTS* (2017). Nemzeti Tájstratégia (2017-2026). Földművelésügyi Minisztérium, Nemzeti Parki és Tájvédelmi Főosztály.

*Vasócsik V., Göncz A., Schneller K., Tóth P., Prokai R.* (2014). Magyarországi területi tervezést támogató térképes indikátor rendszer kialakításának lehetséges lépései a zöld infrastruktúra koncepció megvalósításáért. *Tájökológiai Lapok*, 12. évf., 2. sz., 411-428.

*VGT2* (2015). Magyarország Vízyűjtő-gazdálkodási Terve – 2015. Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF)

*VGT3* (2021). Magyarország Vízyűjtő-gazdálkodási Terve – 2021. II. Vitaanyag. OVF

*VIZITERV Environ Kft.* (2019). Módszertani kézikönyv - hidromorfológiai monitoring. KEHOP-1.1.0-15-2016-00002. projekt.

*VKI* (2000). Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK Irányelve (2000. október 23.) a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról.

*Zuo, Q., Hao M., Zhang, Z., Jiang, L.* (2020). Assessment of the Happy River Index as an integrated index of river health and human well-being: A case study of the Yellow River, China. *Water*, Vol. 12(11), 3064.

**A SZERZŐK**

**ERDEI TÍMEA KATALIN** tájépítésmérnök, a Tájépítészeti és Tájökológiai Doktori Iskola doktorandusz hallgatója, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE) Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszékén. Doktori kutatási témája: Folyó, folyópart rehabilitációs szempontú vizsgálata, értékelése városi környezetben.



**BOROMISZA ZSOMBOR** PhD. tájépítésmérnök, a MATE Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszékének egyetemi docense. Kutatási területe: tópartok tájrehabilitációja, tájvédelem kommunikációs lehetőségei.



**DOMOKOS ENDRE** PhD. környezetmérnök, a Pannon Egyetem Fenntarthatósági Megoldások Kutatólaboratóriumának igazgatója. Kutatási területe: bio-, környezet- és vegyészmérnöki tudományok, informatikai tudományok.



**DÁVID SZILVIA** geográfus-hidrológus, az Országos Vízügyi Főigazgatóság Vízyűjtő-gazdálkodási Osztályán az EU VKI-hoz kapcsolódó hidromorfológiai elemzésekért felelős munkatárs.



*A szolnoki Zagyva szakasz (Fotó: Erdei Tímea)*

## Az alföldi Csörsz-árok vízgazdálkodási szempontú értékelése

Szlabóczky Pál

Pro Aqua díjas, aranydiplomás ipari geomérnök (E-mail: szlaboczky.pal@gmail.com)

### Kivonat

A magyar Alföldet északról és keletről övező, régészeti jelentőségű párhuzamos árok- és sáncrendszer legtöbb érdeklődést kiváltó, 95 km hosszú szakasza a Heves- és Borsod megyében található mezőségi Csörsz-árok, amely övárokszerű vízrajzi vonalvezetése, a keresztező vízfolyásokhoz igazodó kiegyensúlyozott fenéklejtése és a vízgyűjtő hidrometeorológiai viszonyainak megfelelő, több 10 m<sup>3</sup>/s nagyságrendű vízszállító kapacitása alapján megfelel egy tudatosan vízgazdálkodási céllal is létesített földműnek. A terület jelenkori geológiai fejlődés- és népvándorlási története, valamint analógiák alapján ez a mérnöki alkotás olyan fejlett mérnöki tudású társadalomban létesülhetett, amely a mezopotámiai öntözési kultúra kései ismeretét hozta magával, de a szórványos és véletlenszerű régészeti feltárások alapján jóval fiatalabb korúnak tekintik.

### Kulcsszavak

Régészeti vízmérnöki alkotások, Csörsz-árok, településföldrajz, vízrajzi változások, ókori vízgazdálkodás, vízépítés.

## The evaluation of Ditch Csörsz at the Northern Great Plain in terms of water management

### Abstract

The most interesting section of the approximately 95 km long, parallel Csörsz rampart and ditch system which surrounds the Great Hungarian Plain, is situated on the area of Heves and Borsod counties. This well designed and implemented earthwork was served a water management purpose as well, based on the characteristics such as swale type track alignment, well balanced slope of the ditch and the discharge capacity with some 10 m<sup>3</sup>/s. Considering the recent geological evolution of the area, the history of the period of invasions and some analogies, this engineering facility would be brought from a highly developed society which was originated from the irrigation technics of ancient Mesopotamia. However, this idea is in contrast with the archaeological evidence, so the Csörsz rampart and ditch system is told much younger.

### Keywords

Archaeological hydroengineered facilities, Ditch Csörsz, urban geography, hydrographical changes, antique water management, hydraulic engineering.

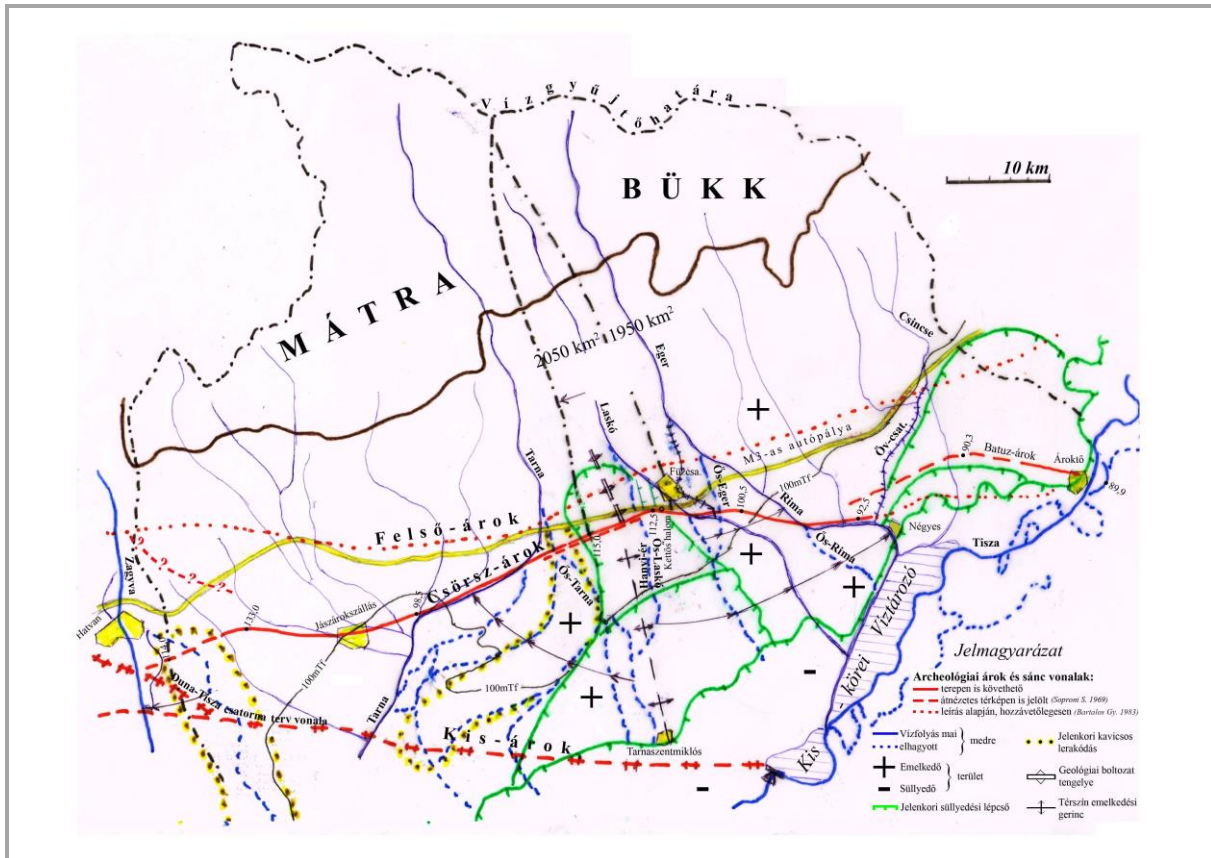
### BEVEZETÉS

A tanulmány az észak-alföldi kettős Csörsz-árok déli, Nagy-árok néven ismert medrének vízgazdálkodási jelentőségét vizsgálja, Szerzőnek az 1960-as évek közepétől a 2010-es évekig végzett, e térségre vonatkozó vízügyi ipari és geomorfológiai kutatói munkássága alapján (Szlabóczky 1964-1966, Szlabóczky 1965-1966, Irsa és Szlabóczky 1968, Bán és Szlabóczky 1969, Altnöder és társai 1989, Szlabóczky 2019b). Továbbá támaszkodik a történelmi (Andai 1959, Balás 1961, Soproni 1969, Rónai 1985, Mike és Szlabóczky 1986, Szlabóczky 1992) és a hidrológiai szakirodalomra (Bogárdi 1955, Csermák 1957, Szesztay 1966). A '90-es évek M3-as autópálya-építés régészeti feltárásai is hasznos adatokat szolgáltatnak (Fischl 1994, Fischl 1995, Wolf 1994-1995). Fischl Klára 2005. és 2021. évi borsodivánkai, a Csörsz-árok fontos topográfiai szakasza melletti település feltárásánál vízépítési elemeket is találtak, ami akár a Csörsz-árokhoz is összefüggethető hidraulikailag. Az elmúlt másfél évszázadban több kutató részéről is felmerült az árok öntöző csatorna szerepe (Végh 1901, Kozma 1910, Cholnoky 1930: in Andó és társai 1961, továbbá Fekete és társai 1882, Molnár 1991: in Baráz 1997, 2014). Molnár Gézát idézve úgy véljük: „nem arra gondolunk, hogy ezeket az árkokat csak és kizárólag a terület vizeinek rendezésére hozták volna létre... a védelmi funkció mellett, azt kiegészítve, sőt annak érdekében befolyásolták az adott terület lefolyási viszonyait.”

### VÍZRAJZI KÖRNYEZET

A tanulmány tárgyát képező, kb. 95 km hosszúságú Csörsz-árok (Nagy-árok) a Duna-Tisza közi Alföld északi részén, a Dél-hevesi és a Dél-borsodi Mezőségen át húzódik (1. ábra) a Tiszától a Zagyvaig, 90-133 m tengerszint feletti magasság között. A történelmi-földrajzi határértékű 100 m-es szintvonal mentén, azt többször átmetszve, övárokszerűen keresztezi a hegy és dombvidék felől lefutó tucatnyi kisebb-nagyobb patakot. A Csörsz-árok egyes szakaszai mindmáig szerepelnek a topográfiai, illetve vízrajzi térképeken és így a helyszínen is jól követhetők. Néhány rövidebb egykori befolyási, illetve torkolati, mára eltűnt szakasza geomorfológiai-fejlődéstörténeti elemzésekkel rekonstruálható (Szlabóczky 2019).

A Csörsz-árok vonalvezetése közel párhuzamos a Mátra és Bükk hegységek 250-350 mBf közötti lábvonallal és az Észak-alföldi kvarter földtani korú üledékösszlet mélységi 200 m-es vastagságvonalával (Deák és Szlabóczky 1978, Rónai 1985). Az M3-as autópálya közelében halad, néhány helyen érintve is azt, így az itteni építkezéskor az 1990-es években lehetőség volt rendkívüli régészeti feltárásokra. Olyan vízrajzi kiegyensúlyozottságot (vonalvezetés, fenékesés stb.) mutat, amit csak a közismert ókori mérnöki ismeretekkel lehetett megvalósítani. Egy csupán területvédelmi vonal nyilvánvalóan elsősorban a domborzatot, a vízrajzi és a növényzeti változások határvonalait (erdő / rét / mocsár / homokhátság) követte volna.



1. ábra. Az észak-alföldi Csörsz-árok vízrajzi térképvázlata  
Figure 1. The hydrological sketch-map of Ditch Csörsz at the Northern Great Plain

A Csörsz-árokotól északra húzódó terület vízgyűjtője megközelítően 4 000 km<sup>2</sup>, ami kétfelé osztódik: a Tarna nyugati, 1 900 km<sup>2</sup>-es, valamint az Eger és néhány kisebb patak 2 100 km<sup>2</sup>-es területére. Ezek a történelmi időkben, az Ós-Laskó Tarnába torkolása idején 1 950 km<sup>2</sup>, ill. 2 050 km<sup>2</sup> voltak, ezért a hidrológiai számításokat az utóbbi archeológiai értékekkel végeztük. Az árok keleti, kb. 20 km-es szakasza Négyestől Ároktőig a földtörténeti jelenkorban kialakult Tisza árterének északi peremén halad. Az árok nyugati, bizonytalanul követhető vége 10 km hosszon „átszeli” a mai Zagyva ártér feletti kavics-homokhátságot. A Csörsz-árok menti terület mai hidrológiai jellemzője a nagyterületű belvízi elöntések, a néhány évtizedes gyakoriságú romboló patak árvizek (Fejes 2019), illetve a megyei névadó heves, széles száraz periódusok, amikor még a kiszáradt humuszos feltalajt is letarolja a defláció.

A Csörsz-árok feltételezett egykori vízgazdálkodási céljának kutatásánál rendkívül fontos körülmény a földtörténeti jelenkori ösvízrajzi változások követése (Mike 1991). Ez az eseménysor az Ó-holocén kor elején, kb. 10-12 ezer éve kezdődött, amikor az Alföld süllyedésével a földkéreg felső részében kialakuló tömeghiány kiegyensúlyozódása miatt alföldperemi süllyedések (medencék) alakultak ki a Szatmári-síkságtól a Jászságig (Rónai 1985). A patakmeder vándorlások geomorfológiai képletei széleskörűen megmaradtak, ezért a földtörténeti értelemben ugrásszerű mederáthelyeződések helye és irányai jól követhetők. Ennek lényege, hogy a Füzesabony – Kál, illetve Besenyőtelek – Erdőtelek közötti É-D-i zónától

nyugati, illetve keleti irányba vándoroltak a patakmedrek, amelyek utolsó fázisát már a közeli évszázadok tudatos emberi tevékenysége alakította a mai viszonyokra (Andó és társai 1961, Rónai 1985). Ennek mélyföldtani okára korábbi közleményünk okfejtése világít rá ([http://hidrologia.hu/vandorgyules/37/word/1315\\_szlaboczky\\_pal.pdf](http://hidrologia.hu/vandorgyules/37/word/1315_szlaboczky_pal.pdf)).

Szembetűnő a Csörsz-árok nyomvonalának Füzesabonytól D-DNy-ra eső markáns iránytörése, ami eredetileg hossz-szelvényi tetőpont lehetett, de mostani helyzetében 2,5 m-t süllyedt a nyugatra 6 km-re eső jelenlegi 115 mBf tetőponthoz képest. Ez legalább 3 m-es földtörténeti, endogén térszínváltozásra utal ([http://hidrologia.hu/vandorgyules/37/word/1315\\_szlaboczky\\_pal.pdf](http://hidrologia.hu/vandorgyules/37/word/1315_szlaboczky_pal.pdf)). Ha elfogadjuk az évezredenkénti 1 m-es térszínváltozás lehetőségét, akkor ez 3 évezredet jelent, de nem mától, hanem az Ós-Laskó meder elhalásától visszszámolva. Figyelemre méltó az is, hogy az egykori (ma már 112,5 mBf) magaspont közelében található az archeológiai jelentőségű Kettős-halom, amely környezetét sajnos évtizedekkel ezelőtt homokbányászattal, majd hulladéklerakással tönkretették.

Hasonló nagyságrendű aljzatsüllyedésekkel számolhatunk a Tisza ártere esetében is, de ezt néhol „elfedi” a szabályozások előtti, több méteres vastagságú jelenkori fluvialis hordaléklerakódás (ároktői, sarudi öblözetek).

Összességében megállapítható, hogy a Csörsz-árok vonala mentén a közeli évezredekben az endogén és exogén földtani térszín alakító erők jelentős, több méteres

undulációt generáltak. Ezek tehát a mélyebb gyökerű geológiai emelkedések, illetve süllyedések, valamint a patak menti kavicsos törmelékkúpok, és abból eredő szél fújta homokvonalatok, ártéri iszap, réti agyag lerakódások. Korábbi feldolgozások (*Bogárdi 1955*) adatait felhasználva készült közelítő becslésünk szerint a Zagyva, Tarna, Eger patakok csapadékos klímaperiódusú, görgetett hordalékból eredő törmelékkúp-építő intenzitása  $1000 \text{ m}^3/\text{év}$  nagyságrendű. Így egy-egy csapadékos évezredben keletkező, térszínemelő törmelékkúp nagyságrendi volumene millió  $\text{m}^3$ -es, ami pl. 2 m-es átlagos rétegvastagsággal fél millió  $\text{km}^2$ -es terület törmelékes térszín emelkedését jelenti. Mindezek elemzésével rekonstruálható a Csörsz-árok nyomvonalának régebbi történeti korú 2. ábrán látható hossz-szelvénye.

A feltételezett történelmi időszakra kiadódó hossz-szelvény esésének nagyságrendje a meder túlnyomó szakaszán 0,1‰, ami a mederbeli (1 dm/km) tározódás, vízvisszatartás, talajvíz táplálás szempontjából kedvező, de jelentős hordaléklerakódással jár. Az ilyen eróziós/akkumulációs lokális, méteres nagyságrendű térszín emelkedést okozó deponálódások utolsó fázisa a fémkorszakok kohászati tüzelő-, majd a népességnövekedéssel járó legelőszervezések miatti nagyterületű erdőirtások nyomán keletkezettek.

Az egész alföldi történelmi árokrendszer az egymás mellett ismétlődő szakaszaival a Sumer öntöző csatorna-rendszerekkel mutat rokonságot, amit hordalékos, szélviharos feltöltődésekkel, esetleg a tápláló vízfolyások medervándorlásaival magyaráznak.

A Csörsz-árok keleti, tiszai torkolatánál a közelmúlt évszázadokban olyan geológiai térszínváltozások és mederáthelyeződések zajlottak, amelyek elrejtették az árok vonalát, torkolatát. Az Ároktő térségi kútfúrások során mintegy 25 méter holocén kori áthalmozott folyóvízi

tüledék rakódott le, ami 15 ezer év alatt évezredenkénti több, mint másfél méteres térszín emelkedést jelent, vagyis a süllyedés mértékét a feltöltődés valamivel meghaladta az Ős-Tisza öblözeteiben.

## HIDROMETEOROLÓGIAI ÉRTÉKELÉS

A közelítőleg  $4000 \text{ km}^2$  nagyságú vízgyűjtőről számítható fajlagos lefolyási alapérték (*VIZITERV 1965, Szesztay 1966*) napjainkra meghatározott tartomány alsó  $2 \text{ l/s.km}^2$  értékét véve figyelembe (az egykori nagyobb erdőszűltés, növényi fedettség miatt)  $250 \text{ millió m}^3/\text{év}$  adódik, ami valamivel több, mint 10%-os lefolyást jelent  $600 \text{ mm}/\text{év}$  esetén. A jelenidőszaki  $600 \text{ mm}/\text{év}$  csapadékától eltérő holocénkori száraz (fútohomok) periódusokban  $400 \text{ mm}/\text{év}$ , csapadékos (kavics, fekete agyag) periódusokban  $800 \text{ mm}/\text{év}$  szélső átlagokat feltételezve az 1. táblázatban szereplő vízhozamértékek is megközelítően ilyen irányba változnak. Az ároképítés időszakában minden bizonnyal feltételezhető hegység előtér-síkvidéki erdőirtások jelentősen megnövelték a lefolyás mértékét és a hordalékszállítását is. A holocénkori évezredes léptékű, jelentős klímaváltozású periódusokon belül természetesen olyan kisebb évszázados - évtizedes szélsőségek is adódtak, amelyek néhány emberöltő alatti kitapasztalásával ezeket ellensúlyozó vízgazdálkodási munkákat generáltak.

Tehát évente átlagosan  $100 \text{ millió m}^3$  nagyságrendű víztömeg ömlött a Csörsz-árok közel  $2000 \text{ km}^2$ -nyi síkvidéki környezetére, elöntve az  $500 \text{ km}^2$ -nyire becsült mélyebb fekvésű területeket. Beszivárgási és párolgási veszteségeket is figyelembe véve  $0,2 \text{ m}$  átlagos elöntési vízmélység adódik, ami  $1 \text{ m}$  közeli mély fekvésű területi szintkülönbségek esetén  $0,1-0,5 \text{ m}$  elöntési mélységet jelent,  $\pm 50\%$ -os hibával, tehát  $75 \text{ cm}$ -es maximum vízmélységgel. A Csörsz-árok vízgyűjtőjéről számítható árvízi vízhozamértékeket az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat. Hidrológiai becslő számítások eredményei  
Table 1. The results of rough hydrological calculations

Vízfolyások	Vízgyűjtő nagysága	Közép-vízhozam	Különböző valószínűségű árvízi hozamok			KNQ [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]
	[ $\text{km}^2$ ]	KÖQ [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]	$NQ_{50}$ [ $\text{m}^3/\text{s}$ ] [ $\text{M.m}^3/\text{d}$ ]	$NQ_2$ [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]	$Q_{60}$ [ $\text{m}^3/\text{s}$ ] [ $\text{M.m}^3/\text{d}$ ]	
Eger és Csincse, Laskó nélkül	2050	2,5	63 5,5	120	150 13	150
Tarna és Laskó	2150	5,0	90 2,8	140	220 19	220
<b>Összesen:</b>	<b>4200</b>					<b>370</b>

Megjegyzés: KÖQ,  $NQ_{50}$ ,  $NQ_2$  (*VIZITERV 1965, Szesztay 1966, Juhász J. 2011 nyomán*)

$Q_{60}$ :  $60 \text{ mm}/\text{d}$  extrém csapadékból: (hegyvidéki  $80 \text{ mm}/\text{d}$ , síkvidéki  $40 \text{ mm}/\text{d}$  megoszlással) visszamaradó  $35 \text{ mm}/\text{d}$  lefolyás, 10 napos becsült árvízi eloszlás tetőző másodnapi napi értéke.  $NQ$  értékek indexei 2, 50 %-os valószínűségi árvízi hozamot jelentenek.

Note: KÖQ=middle flow,  $NQ_{50}$ =50% probability of high flow,  $NQ_2$ =2% probability of high flow (*VIZITERV 1965, Szesztay 1966, Juhász J. 2011*)  
 $Q_{60}$ : from  $60 \text{ mm}/\text{d}$  extreme precipitation (distribution of mountainous= $80 \text{ mm}/\text{d}$ ; of lowland= $40 \text{ mm}/\text{d}$ ) remaining  $35 \text{ mm}/\text{d}$  surface runoff, peaking on the second day of the estimated 10-day flood distribution. Indices of  $NQ$ : Flood yield with a 2, 50% probability.

A Tarna-Laskó rendszer vízgyűjtőjéről árvízkor érkezik  $220 \text{ m}^3/\text{s}$ , amiből a Csörsz-árok nyugati ágában levezetődik  $24 \text{ m}^3/\text{s}$ , így a túlfolyási többlet  $196 \text{ m}^3/\text{s}$ . Az Eger pataki rendszer vízgyűjtőjéről érkezik  $150 \text{ m}^3/\text{s}$ , amiből a Csörsz-árok keleti ágában levezetődik  $28 \text{ m}^3/\text{s}$ ,

így a túlfolyási többlet  $122 \text{ m}^3/\text{s}$ . (Megjegyzendő, hogy a vízgyűjtő alapú Csermák-képlet szerinti vízhozamok árvízhozamok, Eger-patakra és Csincsére  $185 \text{ m}^3/\text{s}$ , Tarna- és Laskó-patakokra  $300 \text{ m}^3/\text{s}$ -nek adódik, a rekonstruált vízgyűjtő területekből kiindulva.)

Ez azt jelenti, hogy az egykori Csörsz-árok a nagy csapadék lefolyásokat követő nagyobb árvízi hozamainak csupán kb. 10-15%-át tudta csak elvezetni. Emiatt nagy túlfolyási szelvényű, *oldalbukós kitorkolásokat* kellett építeni, feltehetően tölgyfából, földből, esetleg kevés terméskőből, égetett agyag felületekkel. Az előbbieket igazolta az 1993-as Dél-hevesi ár- és belvíz (Fejes 2019), amikor is Erdőtelenen 1 óra alatt 140 mm, 6 óra alatt 250 mm csapadék hullott július 1-én, 170 km<sup>2</sup>-t elöntve.

Az árokrendszer alkalmas volt medertározásra, illetve talajvizes beszivárgásos rétegbeli átmeneti víztározódásra is. Becslő számítás alapján ennek mértéke együttesen 100, illetve 200 napos leürüléssel 4-6 millió m<sup>3</sup>-nek adódik. Ezek az időtartamok a vegetációs időszak nagyobbik felét teszik ki, tehát mezőgazdaságilag nagy jelentőségűek.

Jelen időszakra vonatkozó vizsgálatok alapján (VIZITERV 1965, Szesztay 1966) a Csörsz-árok menti terület évi talajvíz forgalma 3-4 l/s/km<sup>2</sup>. Ebből adódik az árok menti 1 km széles sáv 25-33 ezer m<sup>3</sup>-es talajvíz forgalma (csapadék beszivárgás + talajpárolgás + felszín alatti elfolyás).

Az 1950-1960-as években végzett síkvidéki térképezés szerint a Csörsz-árok menti jelenidőszaki talajvíz helyzetet a 2. táblázat foglalja össze Juhász (1953) és Rónai (1961) nyomán.

Az árok mélysége valószínűleg 3-4 m volt, így átlagos csapadékú időszakokban alig lehetett benne talajvíz. A terület rekonstruálható vízrajzi képe alapján úgy becsül-

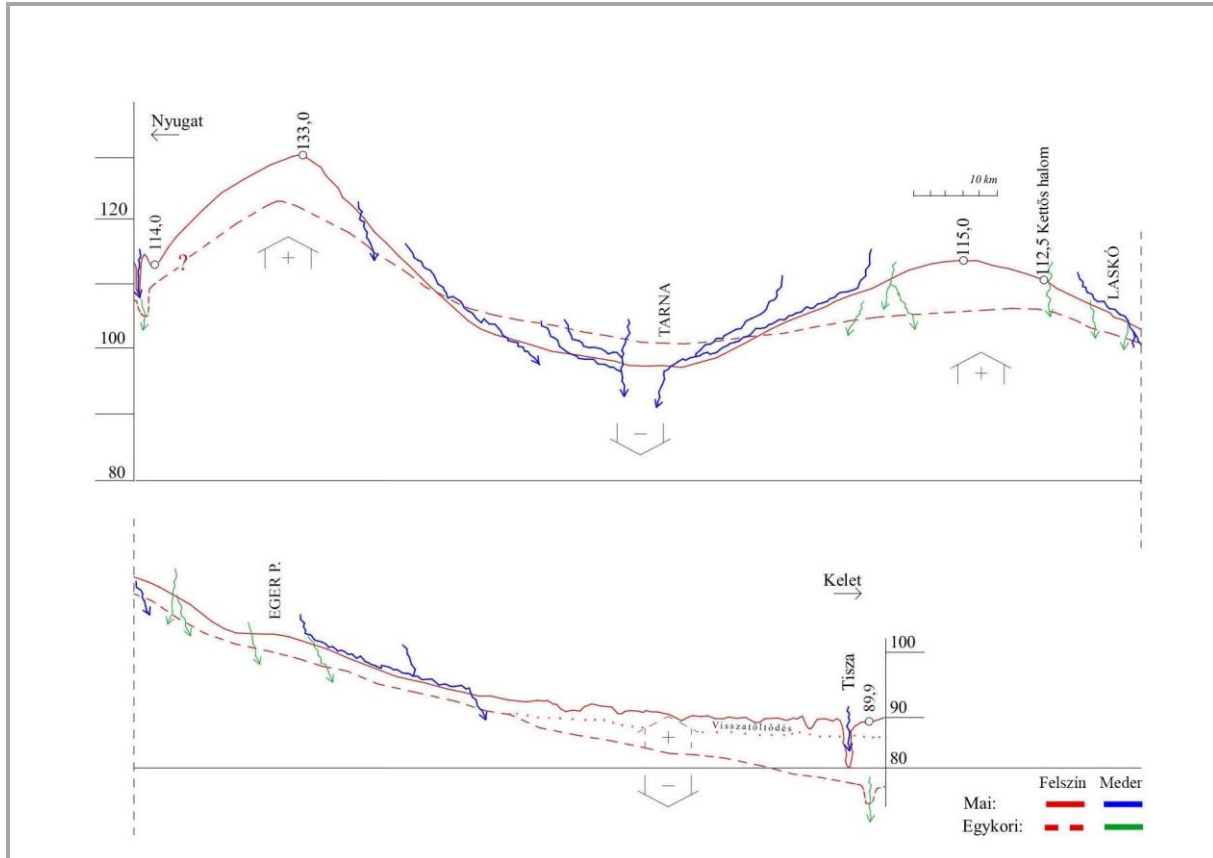
hető, hogy a Csörsz-árok mentén a víz átgondolt, tervezett visszatartásával és elvezetésével 4-5 ezer hektár hasznosított területen lehetett szabályozni a talajvízszint ingadozását és 50-60 ezer hektárnyi mélyebb fekvésű területet lehetett megvédeni az elöntésektől az ároktól délre elterülő 150-200 ezer hektárból, ami a növényi és állati eredetű élelmiszer és háztartási eszközök, ruházati alapanyag termelését biztosította a több ezer fős lakosság számára, ami 10 ha/fő nagyságrendű fajlagos termőterületet jelent.

2. táblázat. Csörsz-árok menti jellemző talajvízszint mélységek  
Table 2. Typical groundwater depths along Ditch Csörsz

	Az árok 80%-a men- ti átlagos	Az árok 10%-a menti mélyebb	Az árok 10%-a menti magasabb
átlagos	3 m	4 m	2,5 m
minimális	1,5 m	2 m	1 m
maximális	4 m	5 m	3 m

## HIDRAULIKAI ELEMZÉS

A vizsgálat tárgyát képező, kb. 95 km hosszú Észak-alföldi Csörsz-árok (Nagy-árok) 2. ábra szerinti vázlatos hossz-szelvényének vízvezetési, lejtési szempontból két problematikus részlete (a mai terepviszonyok alapján) a Zagyvába, illetve a Tiszába torkolló szakasza, mivel a nyugatinál jelentős emelkedésű domb, a keletinél pedig feltöltődött, és nélküli ártéri öblözet található. Az utóbbi Tiszadorogma és Ároktő közötti szakasz „esésvesztése” jól rekonstruálható az ellentétes süllyedési/feltöltődési vertikális geomorfológiai folyamatok fajlagos értékeivel.



2. ábra. A Csörsz-árok egyszerűsített vázlatos hossz-szelvénye  
Figure 2. Schematic section of Ditch Csörsz



Egy csupán például szolgáló egyszerű számítás alapján feltételezzük, hogy a 2 évezreddel ezelőtti és 10 km-en 1 m volt (0,1%). Ha ezen időtávon az aljzat-süllyedés 2 m, a feltöltődés 3 m volt a fajlagos értékek alapján, akkor napjainkra „eltűnt” az árok hosszszelvényének egykori lejtése. Az árok másik, nyugati betorkolási szakaszának rekonstruálása a rendelkezésre álló régészeti feltárásokkal összevetve első közelítésben a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat 1970-80-as évekbeli talajvízkutató fúrásainak célirányos értékelése alapján remélhető.

A Csörsz-árok vízrajzi helyzete alapján feltételezett vízgazdálkodási jelentősége miatt megvizsgáljuk a hosszszelvény és a régészeti leírások alapján becsült keresztmetszetekből kiadódó egykori hidraulikai teljesítményét a következő három jellemző szakaszra:

1. Az ősvízrajzi kép szerint az Ős-Laskó vizét is egykor átvevő Tarna által táplált, Dormánd-Jászárokszállás közötti, kb. 25 km hosszú nyugati ág.
2. Az egykori Ős-Eger patak által táplált Füzesabony-Borsodivánka közötti, kb. 15 km hosszú keleti ág, egy kisebb szelvényvel.
3. Az előbbi folytatását képező, legkisebb esésű Négyes-Ároktó közötti, egykori Tisza ártérperei, kb. 20 km hosszú szakasz.

A régészeti leírások szerinti árok keresztmetszeti paraméterek (Andó és társai 1961, Fischl 1995):

- talpszélességek: 2-4 m
- partél távolságok: 6-10 m
- medermélységek: 3-4 m
- a rézsű dőlése: kb. 45°, azaz 1:1-es meredekségű.

A Fischl Klára-féle régészeti metszetek alapján (Fischl 1995) feltételezhető, hogy az árokfenékekkel érintett

külső homok rétegben az előbbtől laposabb, felette a kötöttebb agyagos rétegben padkázással meredekebb, tört szelvényű rézsút alakítottak ki.

A hosszanti hidraulikus esést 1:10 000 méretarányú térkép terepszintvonalalaiból számítottuk, az Agroszkin-féle érdességi tényezőt közepes állapotú földmeder csatornára választottuk.

A hidraulikai számításokat a következő szelvényméretekkel végeztük a fenti három szakaszra 1:1-es oldalrészűvel, megjegyezve, hogy az ásatási keresztmetszetek ennek megfelelő, de lépcsőzetesen visszamaradt, kissé csészeszelvényű vonalat mutatnak:

1. Keresztmetszet talpszélessége 4 m, vízoszlop magassága 3 m a vízgyűjtő nagyobb felén, így az Ős-Tarna nagyobb hozama miatt 1,5 m/s lamináris sebesség adódik. Ezt a feltételezhető egyenetlenség (turbulencia) miatt 10%-kal kell csökkenteni. A 21 m<sup>2</sup>-es keresztmetszeten így kerekén 28 m<sup>3</sup>/s vízszállító képesség becsülhető.

2. Talpszélesség 3 m, vízmélység 2 m, az előbbtől kisebb vízrajzi terhelés (becsatlakozások) miatt, amivel 0,99-10%, kerekén 0,8 m/s sebesség számítható. A 10 m<sup>2</sup>-es keresztmetszet vízszállítási képessége így 9 m<sup>3</sup>/s. (Szűkebb szelvényű vizsgálat.)

3. Talpszélesség 4 m, vízmélység 4 m, a nagyon kis esésű torkolati szakasz miatt 0,84 m/s (-10%) sebességgel a 32 m<sup>2</sup>-es vízkeresztmetszeten 24 m<sup>3</sup>/s vízhozam számítható.

A 3. táblázatban összehasonlítottuk a Csörsz-árok tipikus szakaszaira a számításaink szerint rekonstruált vízhozamokat a jelenlegi hidrológiai állapot alapján számított vízhozamokkal.

3. táblázat. A Csörsz-árok vízhozamainak összehasonlítása (m<sup>3</sup>/s)

Table 3. Comparison of discharges in the Ditch Csörsz (m<sup>3</sup>/s)

Szakasz	Közepes vízhozam		50 %-os valószínűségű vízhozam	Patakokból érkező vízhozamok
	Rekonstruált Csörsz hozam m <sup>3</sup> /s	Mai KÖQ m <sup>3</sup> /s	Mai NQ <sub>50</sub> m <sup>3</sup> /s	
1.	28	5,0	69	Laskó*
2.	9			Kisebb szelvényre!
3.	24	2,5	63	Eger**

Laskó\*: Hanyi-, Tarnóca-, Bene-patak, Csincsacsatorna, Rédei-, Szarv-ágy-, Ágói-patak

Eger\*\*: Rima-, Sályi-, Kács-, Geszt-, Lator-, Hór-, Kánya-, Ostoros-patak

Laskó\*: Hanyi-, Tarnóca-, Bene-creek, Csincsacreek, Rédei-, Szarv-ágy-, Ágói-creek

Eger\*\*: Rima-, Sályi-, Kács-, Geszt-, Lator-, Hór-, Kánya-, Ostoros-creek

A fentiekből kitűnik, hogy a Csörsz-árok vizsgált szakaszainak rekonstruált (VIZITERV 1965, Szesztay 1966, Juhász 2011) vízszállító képessége 5-10-szeresen nagyobb lehetett, mint a mai mederállapotok alapján számított közepes vízhozamok, de csak harmada-fele az árvízi vízhozam értékeknek. Ebből következik, hogy nagyvízi időszakokban a vizsgált Csörsz-árokba oldalirányú kivezetésekre volt szükség, akár a következő délebbi Kis-árok felé, illetve ennek mértéke csökkenthető volt a nyomokban felismerhető (Baráz 1997) északi kisebb árokba.

A Csörsz-árok menti földtöltés déli oldali helyzete hidraulikailag is kedvező, mivel így a délies regionális dőlésű felszínről a lepelvizek és alkalmi lokális lecsapoló kis csatornák vizei közvetlenül az árokba csurogtak. Itt is feltűnő a vízgazdálkodási szándék.

A Felső-árokban Csincse és Gelej között végzett feltárások rendkívül precíz talajszelvényei olyan hullámos oldalú, néhol csészeszelvénybe hajló keresztmetszetet tártak fel (Fischl 1995), amelyek a hasonló méretű föld-

árkoknál gyakori rézsú kagylósodást, fenékfeltöltődést mutatnak.

### A KIVITELEZÉS MÉRNÖKI VIZSGÁLATA

A kb. 95 km hosszú Csörsz-árok eredeti keresztmetszeti méretei (*Andó és társai 1961*): 6-10 m-es korona vonal szélesség, 2-4 m talpszélesség, 3-4 m mélység, amiből kb. 1:1-es rézsú adódik, ami megfelel a laza homokos, agyagos talajnak.

Felmerül a kérdés, hogy egy ilyen méretű árok több, mint 2 millió m<sup>3</sup>-es földmunkáját évezredekkel ezelőtt mennyi idő alatt lehetett elvégezni, figyelembe véve azt is, hogy a kitermelt földből az árok déli oldalán faszerkezettel erősített védelmi sáncot létesítettek?

Az 1950-60-as években még gyakori volt a vízügyi építkezéseknél a kézi erővel, kubikusok által végzett földmunka. Az alföldi kötött agyagos talajokban (III. fejtési osztály) az 1 munkásra eső 8 órás norma 4 m<sup>3</sup> volt. Történelmi vizsgálatunkban – az évezredekkel ezelőtti technikákra való tekintettel – csak 2 m<sup>3</sup>-el és 1000 munkással számolva, a 2 millió m<sup>3</sup>-rel 1000 munkanap adódik. Ez évi 202 munkanappal 5 évnnyi kivitelezést jelent. Az árok mélyítését végző munkáslétszám mellett közel ennyivel kell még számolnunk a töltésépítési, járulékos műtárgyi munkák és a kiszolgáló-ellátó munkatábor fenntartó személyzet miatt. Tehát az egyszerűsített számítás alapján is bizonyos, hogy a 95 km-es, 3-4 m mélységű, 20-30 m<sup>2</sup> keresztmetszetű földcsatornát talajvízszint közelében, közepesen állékony talajban 2000 ember 5-7 év alatt megépíthette. A fémkorszakok előtti technikával már nagyméretű öntöző rendszerek épültek a Távols-Keleten, Közép-Keleten, Észak-Afrikában. „*A szumirok már az i. e. négy és félezer években... az időszakos áradásokat a lecsapolás és öntözés céljaira hasznosították... öntöző- és lecsapoló csatornák százai létesültek. A vizet emelőkaros vízemelővel több lépcsővel felemelték és az egyes vízlépcsőket gáttal választották el*” (*Andai 1959*).

További kérdés, hogy a honfoglalás előtti évezredekben az Észak-Alföld környezetében rendelkezésre áll-e közel két ezrednyi fiatal, főként férfi munkaerő, ami közel 10 ezer fős lakosságot jelent a csecsemőtől az öregekig, az akkori 30-50 éves életkorban? Az ároképítési zóna munkás számba vehető lakossági környezete a korabeli viszonyok között 2000 km<sup>2</sup>-re becsülhető. Így 5 fő/km<sup>2</sup>-es népsűrűséggel adódik ki a szükséges fenti népességszám, ami feltétlenül reálisnak tűnik a mai evidéki 50 fő/km<sup>2</sup>-el összevetve. Ellenőrzésképpen: az 5 fő/km<sup>2</sup> népsűrűséggel az Alföld és a Dunántúl kereken 100 000 km<sup>2</sup>-nyi területének lakosszáma 500 000-re adódik, ami megfelel idevágó történelmi ismeretünknek. Megjegyzendő, hogy a szakirodalomban ettől nagyságrendileg nagyobb lokális neolitikus népsűrűségek is szerepelnek az ilyen kedvelt árvízmentes löszhátakon (*Wolf és Burian 1981*).

A Csörsz-árok terepszintvonalas térképről szerkesztett nyomvonala és hossz-szelvénye egy olyan jelentős vízszállítási földmedrű csatorna, amit csak magasszintű geodéziai-csillagászati és geometriai tudás alapján lehetett kitzúzni és kiásni. Az ilyen munka hosszabb földcsatornánál sok-sok munkással eleve csak szakaszosan

végezhető. A be- és kitorkolásoknál, esetleges duzzasztóműveknél szükséges építőanyagok évezredekkel ezelőtt néhány 10 km-nyi távolságon belül rendelkezésre álltak, úgymint a síkvidéki kocsányos tölgy, kezdetleges téglavagy mederfenék burkoló égetett agyag, terméskő, kavics, homok és még szurok is a Bükk-aljáról.

Az időszakosan megjelenő csapadék és talajvizek miatt a munkálatokat a kitorkolási szakaszoktól 2-2 irányba visszafelé haladva, 2-3 réteges szeletekkel lehetett mélyíteni. Ez logisztikailag is csak fejlett, mérnöki-közgazgatási-szervezési tudás és társadalmi elkötelezettség birtokában volt megszervezhető. Az *1. táblázatban* összefoglalt adatok szerint a 3-4 m mélységű árok fenéke a csapadékjárástól függően túlnyomóan a mindenkori talajvízszint feletti volt. Az is elgondolkoztató, hogy a Csörsz-árok nyomvonalának ilyen szakszerű nagytérsegi elhelyezése olyan kiterjedt földrajzi ismereteket kívánt, amit az egykori, mainál lényegesen rövidebb emberi élettartam mellett csak több generáció alatt lehetett megszerezni. Összehasonlításképpen: a XVIII-XIX. századi Kárpát-medencei nagy vízrendezések csak több, mint másfél évszázadnyi, több generációs térképészeti, mérnöki és hidrometeorológiai ismeret felhalmozódásával valósulhattak meg. Ezért nyilvánvaló, hogy ilyen jelentős munkába csak olyan népesség fogott bele, amely tartósan kívánt itt letelepedni, előre tekintve több generációnyi idővel, megismerve a rövidebb periódusú hidrometeorológiai változékonyságot, és nem hódításokra, hadakozásra, hanem termelő és teremtő munkára volt hivatott. Tisztelet az emléküknél!

### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szerző munkáját prof. dr. Rónai András emlékének ajánlja, akitől azt tanulta, hogy terepi munkánk során a geológiai körülmények mellett mindig figyeljünk a múltbeli emberi történésekre is. Köszönetét fejezi ki az eredeti teljes anyag, ill. e tanulmány technikai megjelenítéséhez nyújtott segítségért a Green Side Kft., a Háromkö Bt., a Geokomplex Kft., a Hadas Építész Iroda és a HOM munkatársainak, továbbá családtagjainak, valamint dr. Fehér János és dr. Major Veronika főszerkesztőknek, továbbá az anonim bírálóknak az alapos szerkesztési átformáláshoz és a formai tanácsokért.

### IRODALOMJEGYZÉK

*Altnóder A., Geszterné Szentpáli Á., Sajgó Zs., Scheuer Gy., Szlabóczky P.* (1989). Rétegvízszervezési lehetőségek vizsgálata Egertől délre, Andornaktálya – Füzesabony-Mezőszemre térségében. Hidrológiai Közölny 69(3).

*Andai P.* (1959). A mérnöki alkotások története. A mélyépítés 5000 éve. Műszaki Könyvkiadó, Budapest. 360 p.

*Andó M., Borsy Z., Jassó F., Lászlóffy W. Szerk.: Pécsi M.* (1961). A tiszai Alföld. Akadémiai Kiadó, Budapest. 381 p.

*Balás V.* (1961). Az alföldi hosszanti földcsatornák. Régészeti Füzetek. II (9).

*Bán M., Szlabóczky P.* (1969). Vízföldtani tanulmány Borsodivánka, Egerlövő, Tiszavalk ivóvíz ellátásához. Kézirat. ÉMVIZIG. Tanulmánytár.

*Baráz Cs.* (1997). Bartalos Gyula (1839-1923) régészeti-történeti kutatásai. Agria (Egri Dobó István Vármúzeum) Évkönyve. XXXIII. k. Eger.

*Baráz Cs.* (2014). A Csörsz-ároktól a foggazdálkodásig. In: Füleky Gy. (szerk.) A táj változásai a Kárpát-medencében. A vízgazdálkodás története a Kárpát-medencében. X. Tájtörténeti Konferencia. Baja.

*Bogárdi J.* (1955). A hordalékmozgás elmélete. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1955. 545 p.

*Csermák B.* (1957). Vízrajzi adathiányok pótlása. VITUKI Beszámoló 1956-ról.

*Deák J., Szlabóczy P.* (1978). Borsod és környékének vízföldtani Atlasza. MÁVI, VIKÖZ Budapest

*Fejes L.* (2019). Húsz éve történt: az 1999. évi Dél-hevesi ár- és belvíz helyzet. MHT. XXXVII. Orsz. Vgy. Pécs.

*Fischl K.* (1994). M3-as autópálya, 17. lelőhely. Geofizikai felmérés kiértékelése. Herman Ottó Múzeum Régészeti Adattára.

*Fischl K.* (1995). Előzetes jelentés a Csörsz-árok kutatásáról Csincsen. Somogyi Múzeumok közleményei. XI.

*Fischl K.* (2015). Borsodivánkai feltárások. [www.bronzkor.hu](http://www.bronzkor.hu)

*Fischl K.* (2021). Leletek a lőtér oldalából – a borsodivánkai ásások legújabb eredményei. [www.youtube.com](http://www.youtube.com)

*Irsa E., Szlabóczy P.* (1968). Mérnökgeológiai szakvélemény a geleji víztározó szivárgásáról. Kézirat. ÉVIZIG

*Juhász J.* (1953). Adatok az alföldi talajvízről. Vízügyi Közlemények. XI.

*Juhász J.* (2011). Kisvízfolyások vízhozam adatai. Hidrológiai közlöny 91. évf. 1. sz.

*Mike K., Szlabóczy P.* (1986). Heves-megye déli részének ösföldrajzi rekonstrukciója (X-XVIII.század).

Magyar Hidrológiai Társaság Hidrogeológiai Munkabizottsága-Heves-megyei Múzeumok Igazgatósága. Kézirat

*Mike K.* (1991). Magyarország ösvízrajza és felszíni vizeinek története. AQUA Kiadó, Budapest. 698 p.

*Rónai A.* (1961). Az Alföld talajvízterképe. MÁFI, Budapest.

*Rónai A.* (1985). Az Alföld negyedidőszaki földtana. Geologica Hungarica, 21. Budapest.

*Soproni S.* (1969). Limes Sarmatiae. Archeológiai Értesítő. 96(1)

*Szesztay K.* (1966). Válogatott fejezetek a hidrológiából. MTKI, Budapest.

*Szlabóczy P.* (1964-1966). Regös-éri, Füzes-éri, Énekes-éri átereszek, zsilipek mérnökgeológiai szakvéleményei. ÉVIZIG. Műszaki-Tervezési Osztály.

*Szlabóczy P.* (1965-66). Öntözési csökutak tervei Dél-borsodi, Dél-hevesi Mg. Tsz.-eknek. ÉVIZIG. Műszaki-Tervezési Osztály.

*Szlabóczy P.* (1992). Folyómeder vándorlások geodinamikai okai. MHT. X. Országos Vándorgyűlés. Szeged. (Vízügyi Könyvtár. C. 12789/1.)

*Szlabóczy P.* (2019). Az észak-alföldi Csörsz-árok vízgazdálkodási értékelése. Előadás. MHT. XXXVII. Országos Vándorgyűlése. Pécs.

*Szlabóczy P.* (2019a). Rövid adatszolgáltatás Jász-árok-szállás, Rédei Sertéstelep csapadékvíz elvezetésének környezetvédelmi felülvizsgálatához. Kézirat. Green Side Kft.

*VIZITERV* (1965). Területi Vízgazdálkodási Keretterv 8. és 10., Budapest.

*Wolf J., Burian Z.* (1981). Az őskori ember. Gondolat Kiadó. Budapest. 229 p.

*Wolf M.* (1994-1995). M3-as autópálya, 14. és 16. lelőhely. Ásatási napló. HOM Régészeti Adattár.

## A SZERZŐ



**Szlabóczy Pál** hidrogeológus technikus tanfolyam (MHT-ÉKME-NME 1954), bányageológus mérnök (NME 1964), mérnöki geológiai szakmérnök (BME 1968, kitüntetéssel), vízépítési (OVH) és településfejlesztési (ÉVM) tanfolyamok. Munkahelyei: ÉVIZIG, MEZŐBER, OFK FV, KEVITERV, MÉLYÉPTERV. Az MHT szakosztályaiban titkár, ill. bírálóbizottsági tag (1964-1999). Tevékenységi köre: mérnökgeológia, geotechnika, hidrológia, építőipari nyersanyagbányászat, vízgazdálkodás, szennyvízgazdálkodás, bányászati vízvédelem tudománytörténet. Kitüntetések: OVH Elnöki, Pro Aqua, Dr. Schafarzik Ferenc, Kertész Pál érmek.

## A felszín alatti áramlás és árhullámok kapcsolatának vizsgálata változó folyami vízszintek esetében

Wagner Flóra\*, Csoma Rózsa \*

\*BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.,  
(E-mail: wagner.flora@emk.bme.hu)

### Kivonat

A felszíni és felszín alatti vizek modellezői számára fontos kérdés, hogy egy árhullám során a folyó mekkora vízmennyiséggel táplálja a talajvizet. Ennek a számszerűsítéséhez a vízhozam meghatározására van szükség. A számításokat egy Budapest lágymányosi mintaterület három szakaszán végeztük el, talajvízkutak napi adatsorával egy évre kiterjesztve. A vizsgált év árhullámai során összehasonlítottuk a vízhozamokat a folyó vízállásával, ami az árvízi hurokgörbéihez hasonló görbéket adott. Ezek ellipszisekkel közelíthetők, melyek forgatási szöge mind az öt árhullámnál hasonló volt az egyes szakaszokon, és az egyes árhullámokhoz tartozó ellipszisek jellemző paraméterei is hasonlóságot mutatnak egymással különböző szakaszokon. A vizsgálatba a 2010-es és 2013-as árvizek méréseit is bevontuk, ezeknél szintén megjelennek az ellipszisek. A munka célja az ellipszisek geometriai paramétereinek és az árhullámok jellemzőinek kapcsolatba állításával lehetőséget adni a felszín alatti vízforgalom becslésére a folyó vízállásából.

### Kulcsszavak

Talajvízáramlás, háttéráramlás, városi terület, felszín alatti építmények.

## Investigating groundwater flow regime and flood waves in case of different water levels

### Abstract

Quantifying exchange processes between groundwater and river is an important topic for researchers on the field of groundwater or also on surface water. In this research we investigate how to determine the specific groundwater discharge during flood waves from daily groundwater and surface water level time series on the pilot area's three sections in Budapest Lágymányos. The specific groundwater recharge is compared to the water levels of the Danube, resulting looping curves during flood waves, like the hysteresis. These loop rating curves are approached with ellipses, which have a similar rotation angle at each section, and the ellipses belonging to the same flood wave are alike. This research also includes data from the floods of 2010 and 2013, where these ellipses are also present. The aim of this research is to investigate the connection of the geometric parameters of these ellipses to the characteristics of the flood waves, and to show the possibility of determining the specific groundwater discharge.

### Keywords

Groundwater flow, background recharge, municipal area, underground structures.

### BEVEZETÉS

A talajvíz és a felszíni víz közti vízcsera mennyiségének meghatározása mindkét szakterület számára hasznos adat. Árhullámok során fontos ismerni a folyóból talajvízbe lépő vízmennyiséget, amit befolyásolnak a vízparti, felszín alatti, vízvezető réteget elérő építmények.

A főváros egy része a Duna eredeti árterületén fekszik. Ilyen terület Lágymányos is, ami az 1838-as árvíz után szükséges mederrendezési munkálatok után alakult ki (Ihrig 1973), a folyó feltöltött medrében. Ehhez hasonló területeken a folyó aktuális vízszintje nagy hatással van a talajvíz szintjére.

A terület feltöltése vegyes anyagú, nagyrészt különböző erőművi salakok (Csoma és Gálos 2012) alkalmazásával készült. Ezek nehézfém tartalma több helyen az egészségügyi határértéket meghaladó volt. A salakokból történő kioldódás ellenőrzésére a környezetvédelmi hatóság az egyes létesítményekhez talajvíz-megfigyelő kutak telepítését írta elő. Ezek elhelyezkedése a 2. ábrán látható. A kutakban a vízminőség vizsgálatok mellett a talajvízszinteket is feljegyezték 2004 óta (Szívós és társai 2013). Mikor az előírt 10 év után felhagytak a vízminőségi vizsgálatokkal, a kutak további hasznosítására a BME vette át az üzemeltetésüket, oktatási és kutatási célokra. Innentől kezdve csak mennyiségi vizsgálatokat folytatunk, immár több, mint 15 éve (Lükő és társai 2015). Az eredetileg hét

kút közül az épületek között leginkább nyugati elhelyezkedésű kutat 2016 nyarán betemetették, ennek adatait jelen vizsgálatban ezért csak korlátozottan vesszük figyelembe. Így a 2. ábra már csak a hat kutat mutatja.

Jelen munka célja a talajvíz szintje és a folyó vízszintje közti kapcsolat részletes elemzése, és annak vizsgálata, hogy a folyó és egy kijelölt, a folyótól távolabbi kút kapcsolata hogyan változik kisvízes és nagyvízes időszakban.

### Mérések

A lágymányosi mintaterületen 6 működő talajvízkút található, melyekben a talajvizet havonta mérjük egy fényjelzős talajvízszint észlelő készülékkel (1. ábra). Két kút ezenfelül (GWM-31 és ELTE-1) folyamatos vízszintrögzítő készülékkel (Dataquával) van ellátva, melyek a talajvízszint napi idősorát adják.

A Duna napi vízszintjei elérhetőek az Országos Vízjelző Szolgálat honlapján (vizugy.hu). A vizsgált időszak (2020.10.07-2021.10.28) – vizsgálatunk szempontjából – homogénnek tekinthető, mivel új építkezés vagy egyéb beavatkozás nem történt a mintaterületen ebben az időszakban.

A kutatás során – a fentiekén túl – a jelentősebb árhullámok idején mért idősorokat is használtunk, ehhez a 2010-es és 2013-as harmadfokot meghaladó árvíz időszakában manuálisan mért napi adatsorokat vettük figyelembe (Kukucska és társai 2015). Ezeket az adatokat is azonos

módon dolgoztuk fel a talajvíz fajlagos vízhozam idősor meghatározásához. Jelen munkában a fajlagos vízhozam-

ként tekintjük a vízvezető réteg egységnyi szélességű részének teljes telített vastagságán átfolyó vízmennyiséget.

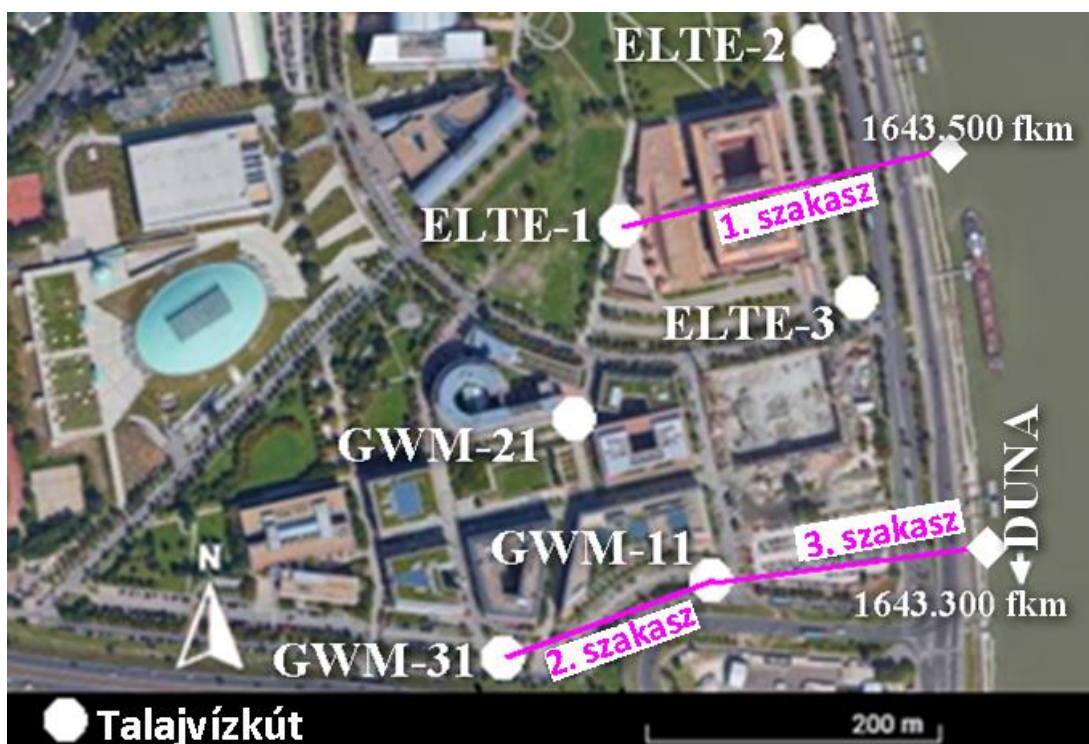


1. ábra. Fényjelzős vízszintmérő műszer (balra); Folyamatos talajvízszint rögzítő készülék (Dataqua) (jobbra)  
Figure 1. Water level meter with light bulb (left); Continuous water level recorder in well (right)

### Módszer

A talajvíz fajlagos hozamát három, a folyóra merőleges szakaszon vizsgáltuk, amelyek a 2. ábrán láthatóak. Az 1-es és 3-as szakaszon földalatti, vízvezető ré-

teget elérő szintekkel (mélygarázzsal) (Wagner és Csoma 2021) rendelkező épület található a vizsgált kút és folyó között, míg a 2-es szakaszon kevesebb akadály áll a talajvíz útjában.



2. ábra. A Budapest lágymányosi mintaterület a 6 talajvízkúttal és a három vizsgált szakasszal  
Figure 2. The Budapest Lágymányos pilot area with the six groundwater wells and three investigated sections

A GWM-11 jelű kút napi vízszint idősorát többváltozós korrelációs számításokkal határoztuk meg. Ehhez az egyik független változó valamelyik (GWM-31 vagy ELTE-1) folyamatosan rögzített kút napi idősora, a másik pedig az adott szakaszhhoz tartozó folyamatkilométernél számított Duna-vízszint. Ezt a vízszintet a Vigadó téri vízmérce és a Kvassay-zsilip vízmérceje alapján lineáris interpolációval határoztuk meg.

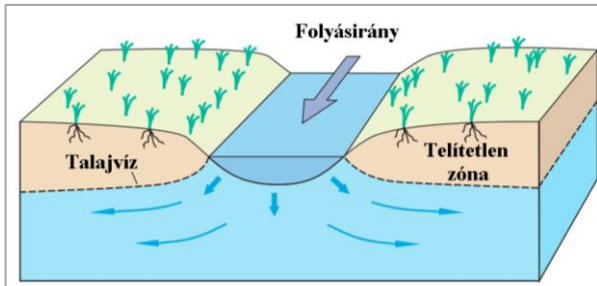
A terület geológiai adatairól egy előző kutatás (Szívós és társai 2013) tartalmazott ismereteket. A szakaszokon használt ( $k$ ) szivárgási együtthatók Szívós kutatásának eredményei alapján lettek becsülve, melyben a szivárgási

együttható területi változásait vizsgálták. A fekvő szintjét egy előző kutatás (Wagner 2018) és térképek (Horusitzky 1932) alapján vettük fel.

Egy szakaszra a talajvízfelszín relatív esése az alábbi képlettel ( $I$ ) lett meghatározva, ahol  $h$  a vízszint a szakasz két végpontján,  $r$  pedig a köztük lévő távolság.

$$S = (h_{\text{Nyugati végpont}} - h_{\text{Keleti végpont}}) / r \quad (1)$$

Ez azt jelenti, hogy a talajvíz fajlagos vízhozama negatív lesz, ha a folyóból lép ki víz a talajvíz irányába (3. ábra) és pozitív lesz, ha a talajvíz áramlik a folyó irányába (4. ábra).



3. ábra. A folyóból kilépő víz tölti a talajvizet (Barlow és Leake 2012)  
Figure 3. The groundwater gains water from the river (Barlow and Leake 2012)

A talajvíz áramlásának szivárgási sebességét Darcy képletével, a (2) egyenlettel számítjuk:

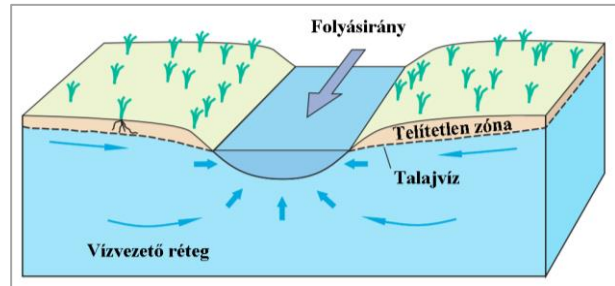
$$v = S * k \quad (2)$$

Ez a folyóra merőleges sebesség-komponens, amely a folyó-talajvíz kapcsolat szempontjából fontos számunkra.

A fajlagos vízhozamot  $q$ -val jelöljük, és a (3) egyenlettel határozzuk meg, ahol  $H$  a talajvízszint és a fekü szintjének különbsége, a telített vízvezető réteg vastagsága.

$$q = v * H \quad (3)$$

A következőkben azokat az eseteket elemeztük, amikor a vizsgált időszakban az árhullámok több napon keresztül meghaladták a 99 mBf szintet (a 403 cm-es vízállást) a Vi-



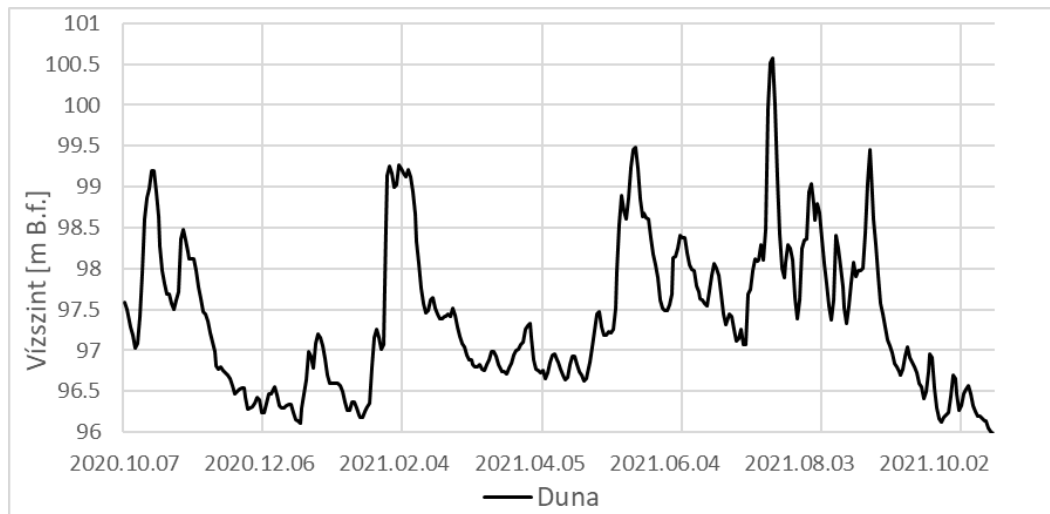
4. ábra. A talajvíz áramlik a folyó felé (Barlow és Leake 2012)  
Figure 4. The groundwater flows into the river (Barlow and Leake 2012)

gadó térség. Ezekben az esetekben a felszín alatti áramlást hurokgörbék segítségével jellemeztük, melyeket ellipszisekkel közelítettünk a legkisebb négyzetek elve alapján (Hendel 2008).

## ELŐZETES SZÁMÍTÁSOK

### A folyó vízszintjének meghatározása adott folyamkilométereknél

A vizsgált időszakban a Duna Budapest Vigadó téri vízmércéjének vízállás adatai alapján öt olyan árhullám figyelhető meg, amely több napon keresztül meghaladta a 99 mBf szintet. A 2013-as rekord árvíz óta nem volt olyan árhullám, amely elérte volna az I. fok szintjét, ami a Vigadó téri vízmércénél 620 cm-es vízállást jelent (101,17 mBf szintet). A vizsgált év Budapest Vigadó téri mért vízszintjei az 5. ábrán láthatók.



5. ábra. A Duna Budapest vigadó téri vízmércéjénél mért vízszintek napi időszora a vizsgált időszakban  
Figure 5. The daily water levels of the Danube at Budapest Vigadó square during the examined time period

A Budapest Kvassay-zsilip vízmércéjénél mért vízszintek online nem elérhetőek, így azt egy korábbi munka

(Wagner 2018) alapján lineáris regresszióval határoztuk meg az alábbi egyenlettel:

$$h_{Duna (Kvassay-zsilip)} = 0,9545 * h_{Duna (Vigadó tér)} + 3,9801 \quad (4)$$

A szakaszok által kijelölt végpontokban (2. ábra) a Duna vízszintjét a bemutatott adatok alapján lineáris interpolációval határoztuk meg. Elmondható,

hogy az 1. szakaszhoz tartozó szelvényben 2 cm-rel magasabb volt a vízszint, mint a 3. szakaszhoz tartozó szelvényben.

### A GWM-11 jelű kút napi talajvízszint idősorának meghatározása többváltozós regressziószámítással

Korábbi kutatásunkban (Wagner 2021) bemutattuk, hogy egy talajvízkút napi vízszint idősora nagyobb pontossággal határozható meg többváltozós regressziószámítással, mint lineáris regresszióval, ha az egyik független változó a folyó vízszintje és a másik egy olyan, a folyótól távolabbi kútnál mért talajvízszint, amely vízjárását általában a térségi talajvízmozgás dominálja.

Mivel az ELTE-1 és GWM-31 jelű kutak is folyamatos talajvízszintrögzítő készülékkel vannak felszerelve, így mindkettő alkalmazható második független változónak a többváltozós regressziószámítás során. Ezek alapján a havi észlelésű GWM-11 vízszintjeiből a napi idősort kétféleképp is meg tudtuk határozni. A két többváltozós regresszió jellemzőit az 1. táblázat mutatja be.

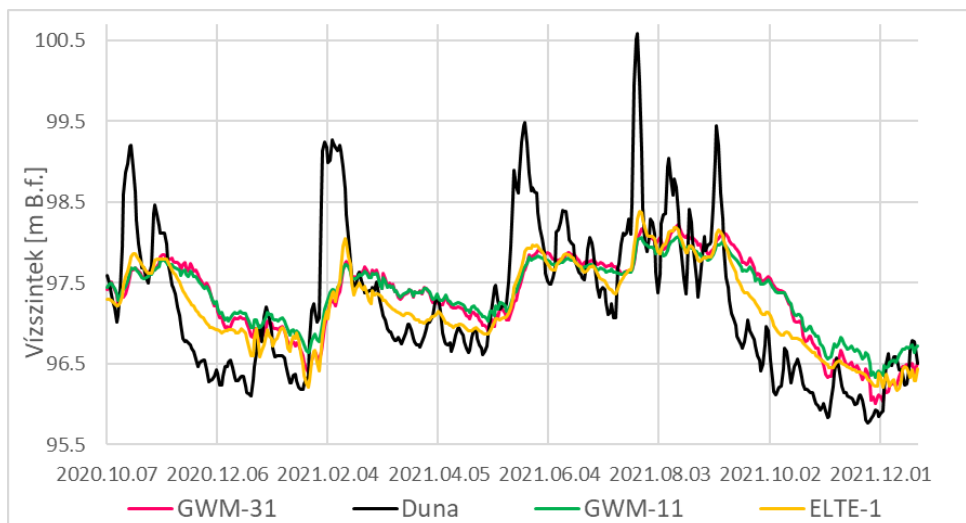
A két-két összehasonlítható jellemző nagyságrendileg megegyezik, és mindkettő erős kapcsolatot mutat a havi

mérési eredményekkel. Bár a korrelációs tényező csak kicsivel nagyobb abban az esetben, amikor a második független változó az ELTE-1, mintha a GWM-31-et vettük volna figyelembe, az RMSE (átlagos négyzetes középhiba gyöke) értéke az ELTE-1-nél kisebb. Emiatt a GWM-11 napi adatsorának számításánál az ELTE-1 adatait használtuk második független változónak a többváltozós regressziószámításban. A három kút napi idősora a 6. ábrán látható, a Duna Vigadó téri mért vízszintjével együtt.

1. táblázat. A GWM-11 vízszintjeinek napi idősorát meghatározó többváltozós regressziók jellemzői

Table 1. Characteristics of the multiple regressions defining the daily data series of well GWM-11

Többváltozós korreláció, ahol a két független változó: Duna és ...		
	ELTE-1	GWM-31
Korrelációs tényező	0,917	0,914
RMSE érték	0,108	0,134

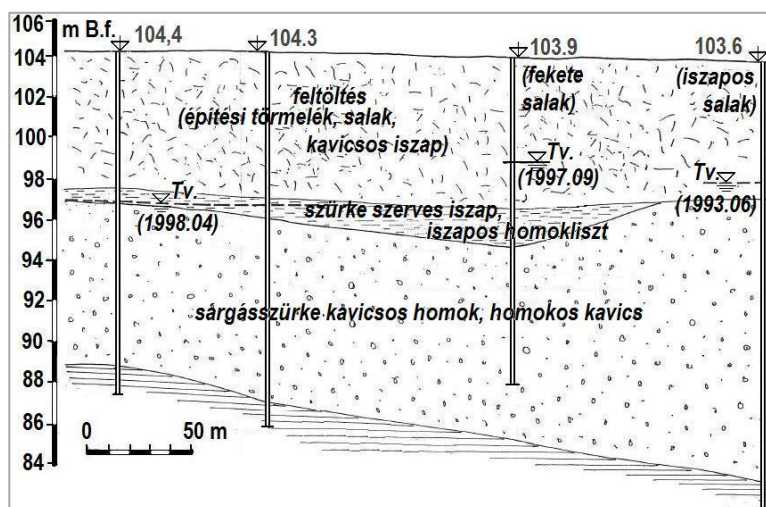


6. ábra. A Duna (Vigadó tér) és a három vizsgált kút napi idősora a vizsgált időszakban

Figure 6. The daily data series of the groundwater levels in the three wells and the water levels of the Danube at Vigadó square during the examined time period

### Geológiai adatok

A területen található rétegeztség egy tipikus példája a 7. ábrán látható.



7. ábra. A terület tipikus földtani rétegeztségének metszete

Figure 7. A typical geological section of the aquifer

A terület különböző földtani rétegekből épül fel. A felső réteg vegyes anyagú feltöltés, nagyjából 6-8 m vastagságban, amit egy vékonyabb (1-2 m) iszapos réteg követ. Ezekben a víz áramlása lassabb, kevésbé vízvezetőek, mint a következő réteg. Ez a réteg kavics – homokos ka-

vics, ami a folyó hordalékából származik, 10-12 m vastag, és jó vízvezető tulajdonságokkal rendelkezik. A fekvő anyaga agyag, agyagos márga a folyó mederfeneké alatt. A 2. táblázat a különböző rétegek becsült jellemzőit foglalja össze.

2. táblázat. A különböző földtani rétegek becsült jellemzői  
Table 2. Estimated characteristics of different geological layers

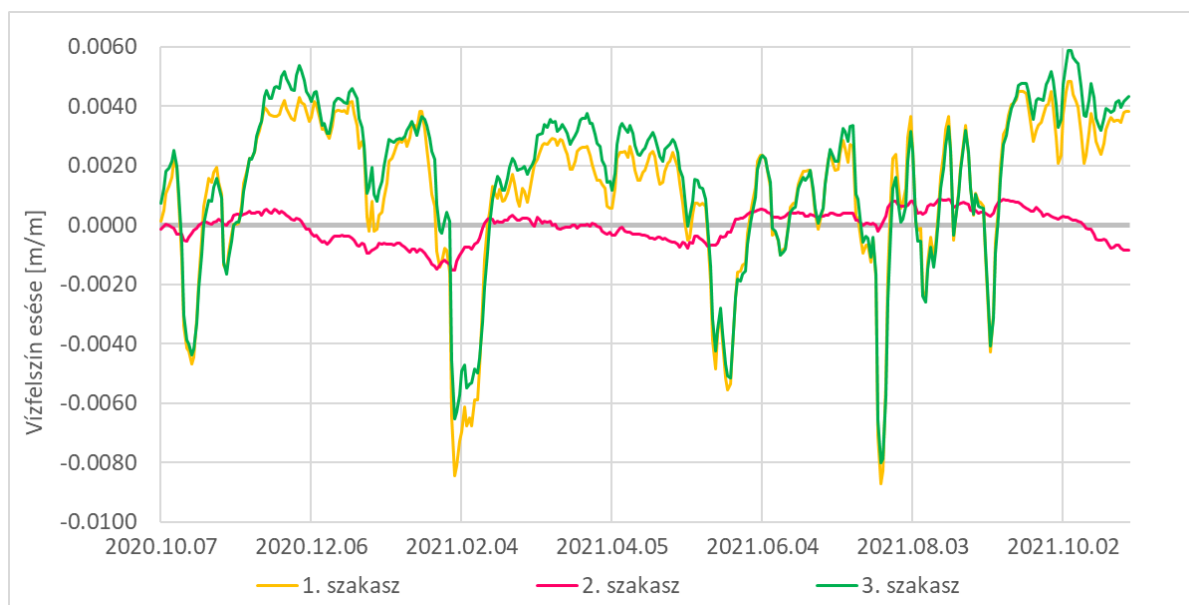
	1. szakasz	2. szakasz	3. szakasz
Terepszint [mBf]	104,63	104,64	104,88
Z <sub>A</sub> : Vízvezető réteg felső szintje [mBf]	97,73	96,79	96,28
H <sub>A</sub> : Vízvezető réteg vastagsága [m]	6,38	4,79	6,28
Z <sub>B</sub> : Fekü szintje [mBf]	91,36	92,00	90,00
k <sub>F</sub> : Feltöltés szivárgási együtthatója [m/s]	0,000030	0,000015	
k <sub>A</sub> : Vízvezető réteg szivárgási együtthatója [m/s]	0,0053	0,0029	

## TALAJVÍZ ÁRAMLÁSÁNAK SZÁMÍTÁSA

### Vízfelszín relatív esése

Elsőként a talajvízfelszín relatív esésének napi idősorát számoltuk ki az (1) egyenlettel mind a három sza-

kazon, amelyet a 8. ábrán mutatunk be. A folyóhoz közelebb található 1. és 3. szakaszok hasonló értékeket adnak, míg a 2. szakaszon a vízfelszín esése jelentősen kisebb.



8. ábra. A vízfelszín relatív esése a három szakaszon  
Figure 8. The daily data series of the relative slope for each section

Az áramlás irányának változása szintén jól követhető az ábrán a pozitív (talajvíz áramlik a folyó irányába) és negatív (folyó tölti a talajvizet) értékek váltakozásával.

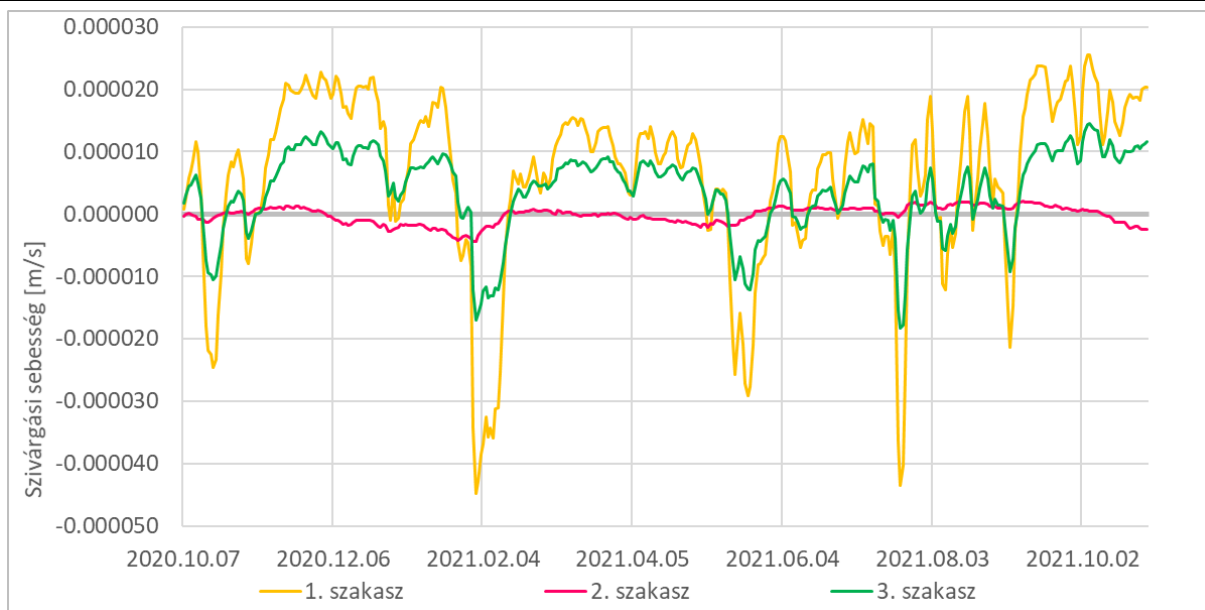
### Szivárgási sebesség

A következő lépés a szivárgási sebesség napi idősorának meghatározása volt a (2) egyenlet használatával. Ha

egy kút talajvízszintje alapján a talajvízszint magasabban volt a vízvezető réteg felső szintjénél már a feltöltés rétegében, akkor a szivárgási együtthatóval mint a vízvezető réteg és a feltöltés szivárgási együtthatóinak vastagság szerinti súlyozott átlagával az (5) egyenlettel számoltunk tovább.

$$k_{\text{súlyozott átlag}} = ((h - Z_A) * k_F + H_A * k_A) / ((h - Z_A) + H_A) \quad (5)$$





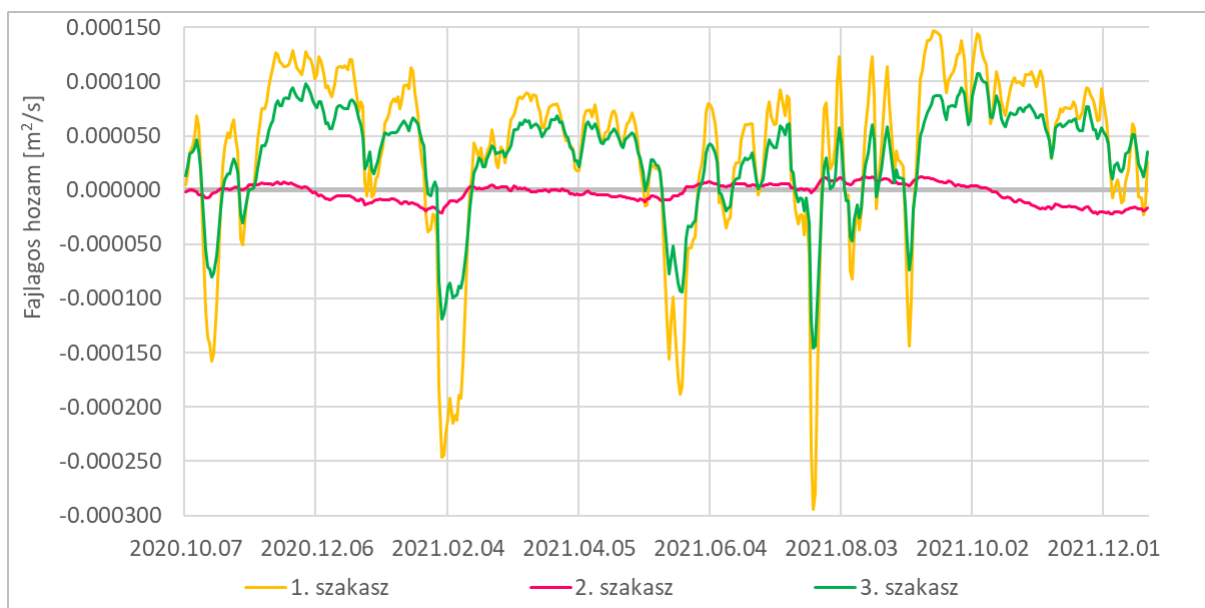
9. ábra. A szivárgási sebesség a három szakaszon  
 Figure 9. The daily data series of the Darcy-velocity for each section

Ahogy a szivárgási sebességek napi idősorai is mutatják a 9. ábrán, az 1. szakaszhoz képest a 3. szakaszon az értékek kisebbek, hiszen ennek a területén a szivárgási együtthatók kisebbek a feltöltésben és a vízvezető rétegben is (lásd 2. táblázat). Ezenkívül ezen az ábrán is a 2. szakaszon kaptuk a legalacsonyabb szivárgási sebességeket.

#### Fajlagos hozam

A bemutatott számítások után a talajvíz áramlás fajlagos vízhozamának napi idősorát is elő tudtuk állítani mind a három szakaszon a (3) egyenlet használatával. Az eredményeket a 10. ábra mutatja be.

A 2. szakaszon a legkisebbek ezek az értékek, míg az 1. és 3. szakaszon nagyságrendileg megegyeznek.

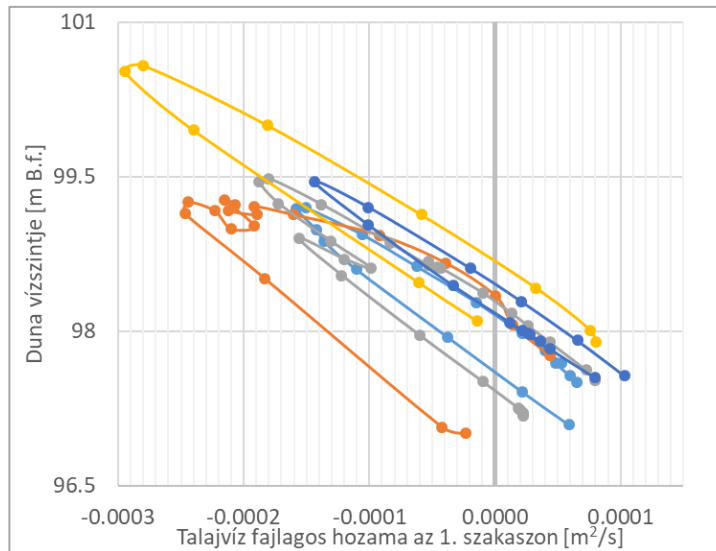


10. ábra. A talajvízáramlás napi fajlagos vízhozama a három szakaszon  
 Figure 10. The daily data series of the groundwater specific discharge for each section

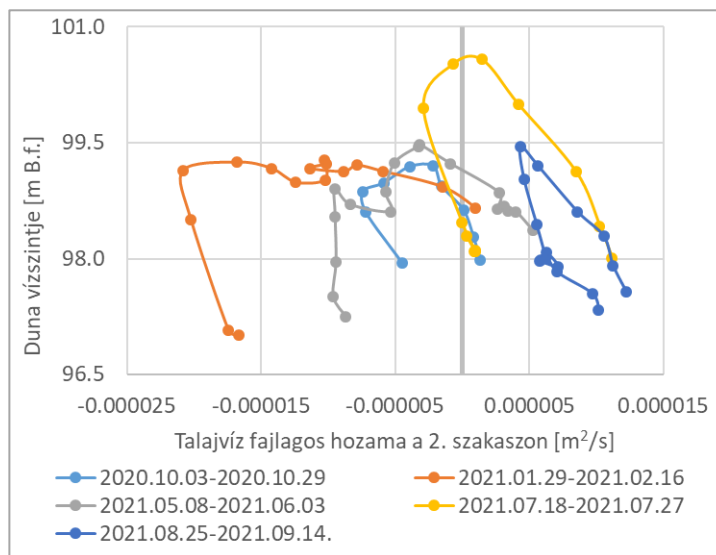
#### Hurokgörbék bemutatása

Közös koordináta-rendszerben ábrázoltuk a számított fajlagos vízhozamokat és a folyó vízszintjeit az öt előzőleg meghatározott árullám idején. A három szakaszhoz készített összehasonlításokat a 11-13. ábrák tartalmazzák, amelyeken a függőleges tengely a Duna Vigadó téri víz-

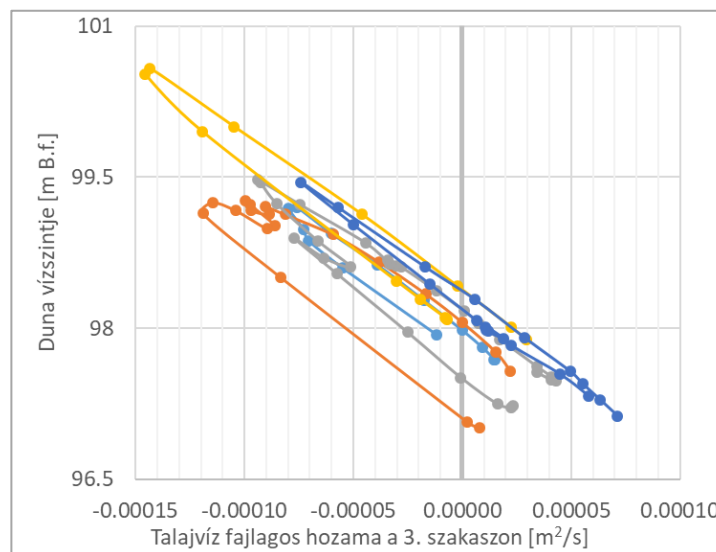
mércénél a vízszint, a vízszintes tengely a talajvíz fajlagos vízhozama. Ezek alapján elmondható, hogy a három szakaszon mind az öt esetben megjelenik a hurokgörbe. Az árullám áradó ága a hurokgörbe alsó része, míg az apadó ág a hurokgörbe felső része. A hurokgörbék mérete különböző, de iránya hasonló az egyes szakaszokon.



11. ábra. Hurokgörbék árhullám idején az 1. szakaszon (A jelmagyarázat a 12. ábrán látható)  
Figure 11. The loop rating curves of the flood waves at Section 1 (Legend is on Fig. 12.)



12. ábra. Hurokgörbék árhullám idején a 2. szakaszon  
Figure 12. The loop rating curves of the flood waves at Section 2

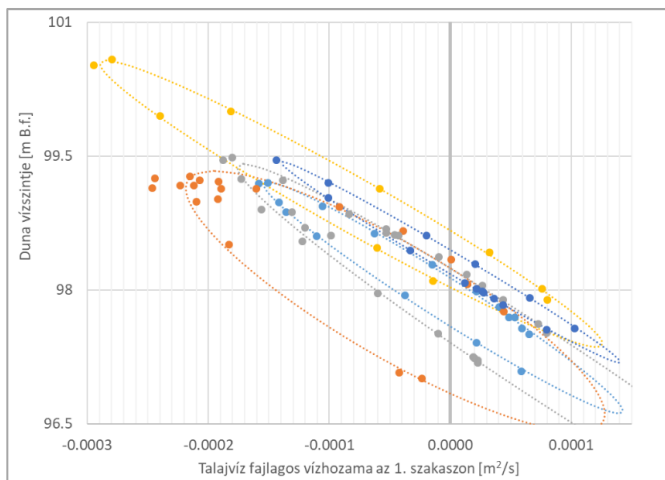


13. ábra. Hurokgörbék árhullám idején a 3. szakaszon (A jelmagyarázat a 12. ábrán látható)  
Figure 13. The loop rating curves of the flood waves at Section 3 (Legend is on Fig. 12.)

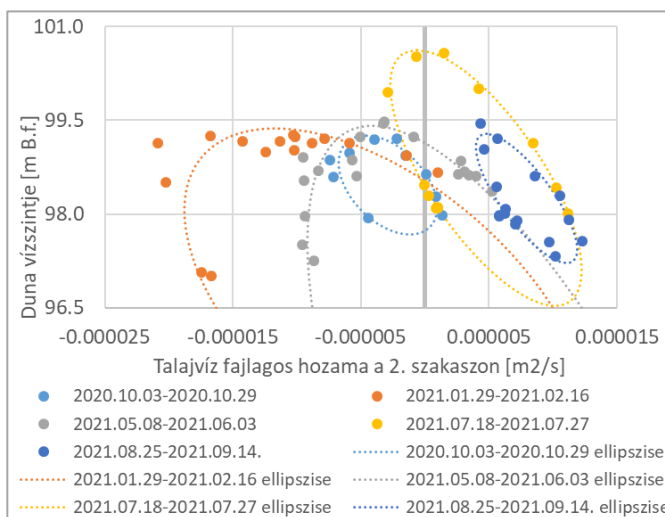
**A hurokgörbék közelítése ellipszisekkel**

Mivel a hurokgörbék minden esetben megjelentek az ábrákon, a következő lépés a numerikus közelítésük volt. Ha egy szakasz hurokgörbéjét sikerülne egységesen egyenletbe foglalnunk, a szakasz fajlagos vízhozama be-

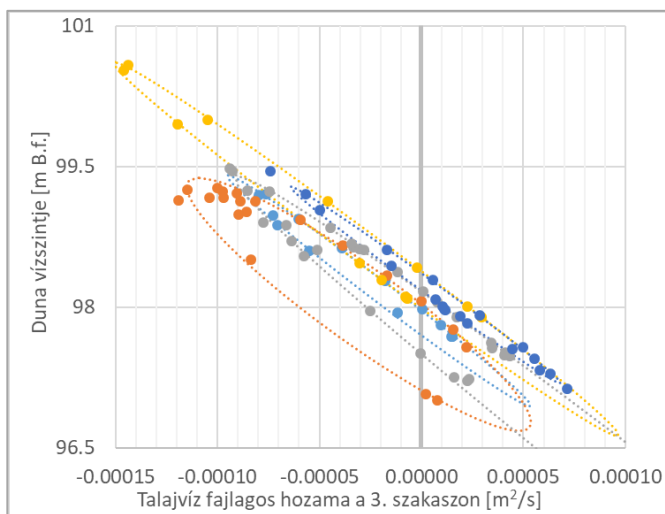
csülhető lehetne a folyó vízszintjéből. A közelítést a legkisebb négyzetek módszerével tettük meg (Hendel 2008), és az így kapott adatokat az elforgatott ellipszis parametrikus egyenletébe illesztettük be. Az eredmények – grafikusan – a 14-16. ábrákon láthatók.



14. ábra. Hurokgörbék közelítése az 1. szakaszon (A jelmagyarázat a 15. ábrán látható)  
 Figure 14. The loop rating curves of the flood waves approached with ellipses at Section 1 (Legend is on Fig. 15.)



15. ábra. Hurokgörbék közelítése a 2. szakaszon  
 Figure 15. The loop rating curves of the flood waves approached with ellipses at Section 2



16. ábra. Hurokgörbék közelítése a 3. szakaszon (A jelmagyarázat a 15. ábrán látható)  
 Figure 16. The loop rating curves of the flood waves approached with ellipses at Section 3 (Legend is on Fig. 15.)

Mivel a fajlagos vízhozam a használt mértékegység esetén nagyon kicsi számértéket ad, így az ellipszis nagyság és kistengelyét, a középpont  $x$  és  $y$  koordinátáját és a forgatás szögét nagy pontossággal kell meghatározni.

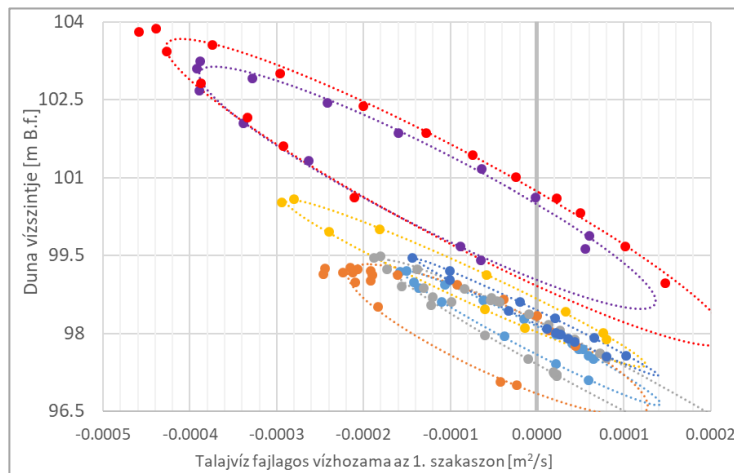
A forgatási szögek megegyeztek az egyes szakaszokon mind az öt árhullám esetében. Ha egyazon árhullámhoz tartozó ellipsziseket hasonlítjuk össze, azt látjuk, hogy azonos módon térnek el a más árhullámhoz tartozó ellipszisektől. A 2021.01.29-2021.02.16. időszak árhullámjához tartozó ellipszisek és a 2021.05.08-2021.06.03. időszak árhullámjához tartozó ellipszisek jellemzően szélesebbek minden szakaszon, míg a 2021.08.25-2021.09.14. időszak árhullámjához tartozó ellipszis mindíg a legkeskenyebb.

Az ellipszisek geometriai paraméterei és az árhullámok jellemzői közti kapcsolatok további vizsgálatával általános megoldást találhatnánk arra, hogy becsülhető

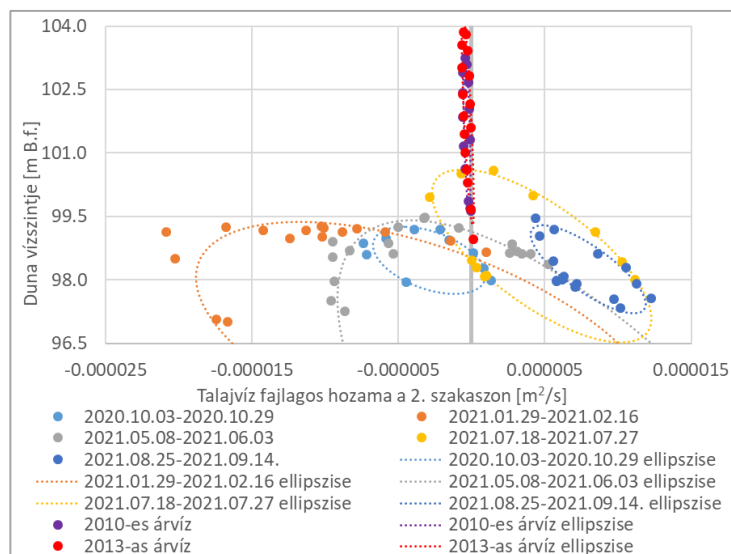
legyen a maximális fajlagos vízhozam, esetleg a hozam változása az egyes szakaszokon, különböző árhullámok során. Szintén további vizsgálatot igényel a hurokgörbék vizsgálata abban az esetben, amikor a folyó vízszintje jelentős lokális minimum szélsőértéket ér el. Ezzel a módszerrel a folyó leadott és felvett vízmennyisége válna becsülhetővé.

### HUROKGÖRBÉK VIZSGÁLATA ÁRVÍZ IDEJÉN

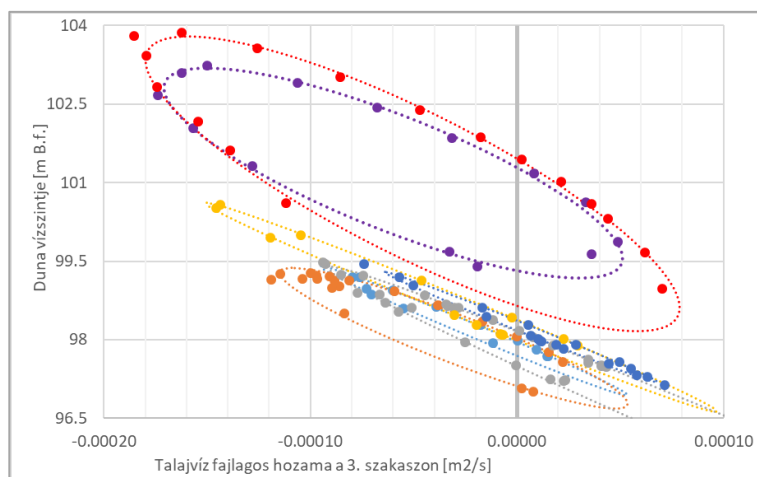
Előző tanulmányokból rendelkezésre álltak a 2010. és 2013. évi harmadfokú árvízvédelmi szintet meghaladó árvizek idején mért napi talajvízszint adatsorok (*Kukucska és társai 2015*). A kisvízes időszakhoz hasonlóan a fent bemutatott számításokat elvégezve megkaptuk a vízfelszín esésének, a szivárgási sebességnek és a fajlagos vízhozamnak az adatsorát mind a két árhullám idején, amely alapján a közelítő ellipsziseket is el tudtuk készíteni (17-19. ábra).



17. ábra. Hurokgörbék közelítése a 1. szakaszon különböző árhullámok esetében (A jelmagyarázat a 18. ábrán látható)  
Figure 17. The loop rating curves of the flood waves approached with ellipses at Section 1 in case of different flood waves (Legend is on Fig. 18.)



18. ábra. Hurokgörbék közelítése a 2. szakaszon különböző árhullámok esetében  
Figure 18. The loop rating curves of the flood waves approached with ellipses at Section 2 in case of different flood waves



19. ábra. Hurokgörbék közelítése a 3. szakaszon különböző ár hullámok esetében (A jelmagyarázat a 18. ábrán látható)  
Figure 19. The loop rating curves of the flood waves approached with ellipses at Section 3 in case of different flood waves  
(Legend is on Fig. 18.)

A 17. és 19. ábrán egyértelműen látható, hogy a két partmenti szakasz (1. és 3.) harmadfokot meghaladó árvíz idején is hasonlóan viselkedik, mint kisvízes időszak ár hullámainál, a kisvízes időszak ellipsziseihez képest nagyvíz idején szélesebb ellipsziseket kaptunk. Ezzel szemben a 2. szakaszon erősen eltérő állású hurokgörbét láthatunk. Valószínűsíthető, hogy itt nem a szakasszal párhuzamos irányú áramlás volt jellemző nagyvíz idején. Ezen a területen a hurokgörbék alakjára hatással lehetett már a közeli hídfő-alap, illetve a Kopaszi-öböl feltöltődése, amely kisvíz idején nem meghatározó, azonban nagyvíz idején már jelentős lehet. Ezenfelül 2010-ben és 2013-ban sem kezdődött még el a két legújabb partmenti épület, az Evosoft és az Ericson székház építkezése, amelyek ma már befolyásolhatják a parttól távolabbi részek Duna felőli feltöltődését és ürülését. Ennek meghatározása további vizsgálatot igényel.

### ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatás során a talajvíz áramlás fajlagos vízhozamát határoztuk meg dunai ár hullámok idején, mely során bemutattuk az ehhez szükséges előzetes számításokat. Ha napi talajvízszint mérések nem állnak rendelkezésünkre, a többváltozós regressziószámítás egy jó módszer arra, hogy kiegészítsük a talajvíz kutak idősorát.

A fajlagos vízhozamok és a Duna vízszintjeinek közös ábrázolása ár hullám idején hurokgörbét eredményezett. Ezek ellipszisekkel közelíthetőek, amelyek a partmenti szakaszokon közel azonos forgatási szöggel rendelkeztek.

Az ellipszisek geometriai paramétereinek és az ár hullámok jellemzőinek további vizsgálata a jövőben fontos eredményeket hozhat. Ezekből meghatározott egyenletekkel becsülhetővé válna a talajvíz fajlagos vízhozama minden egyes szakaszon, csak a folyó vízszintje alapján, ami jó eszköz lenne a felszíni vízből ki- és belépő vízmennyiség becsüléséhez.

Tovább vizsgálva a fajlagos vízhozam változása és a terület beépítése közti kapcsolatot, újabb ismeretet adhat a felszín alatti építmények felszín alatti áramlásokra gyako-

rolt hatásáról. Ennek érdekében, hogy megbízható kapcsolatokat állíthassunk fel, további ár hullámok vizsgálatára és újabb mérésekre van szükség.

### IRODALOMJEGYZÉK

Barlow, P.M., Leake, S.A. (2012). Streamflow depletion by wells—Understanding and managing the effects of groundwater pumping on streamflow, U.S. Geological Survey Circular 1376, 84 p.

Csoma R., Gálos M. (2012). River-groundwater interaction over the region of Infopark-Budapest, Periodica Polytechnica Vol. 56/2.

Hendel, T. (2008). Ellipse Fit, MATLAB Central File Exchange (<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/22423-ellipse-fit>),

Horusitzky H. (1932). Budapest Székesfőváros hidrogeológiai viszonyai, Hidrológiai Közlöny, Vol. XII. 1. füzet.

Ihrig D. (1973). A magyar vízszabályozás története, VIZDOK, Budapest, p. 398.

Kukucska P., Gálos M., Csoma R. (2015). Tározódás talajban dunai ár hullámok esetén, Mérnökgeológia-Kőzetmechanika, (Szerk: Török Á., Görög P., Vásárhelyi B.).

Lükő G., Megyesi T.B., Wagner F. (2015). "Talajvízjárás folyóparti területen kisvízes időszakban", Tudományos Diákköri Konferencia, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem.

Szivós B., Csoma R., Gálos M. (2013). A Darcy-féle áteresztőképességi együttható eloszlásának vizsgálata a Lágymányosi-öblözet területén, Mérnökgeológia – Kőzetmechanika, Hantken Kiadó, Budapest.

Wagner F. (2018). A lágymányosi mintaterület talajvíz-hidraulikai modellje, BSc Diplomamunka, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem.

Wagner F. (2021) The reconstruction possibilities of groundwater data series with gaps introduced at a pilot area in Budapest, CYSENI 17th International Conference of Young Scientists on Energy and Natural Sciences Issues, p. 1266-1275, ISSN 1822-7554.

Wagner F., Csoma R. (2021). Beépítés hatása a talajvíz áramlási viszonyaira a Lágymányosi-mintaterületen, Magyar Hidrológiai Társaság XXXVIII. Országos Vándorgyűlése.

HYDROINFO. Hungarian Hydrological Forecasting <http://www.hydroinfo.hu>

Országos Vízjelző Szolgálat Vízügyi honlap ([vizugy.hu](http://vizugy.hu))

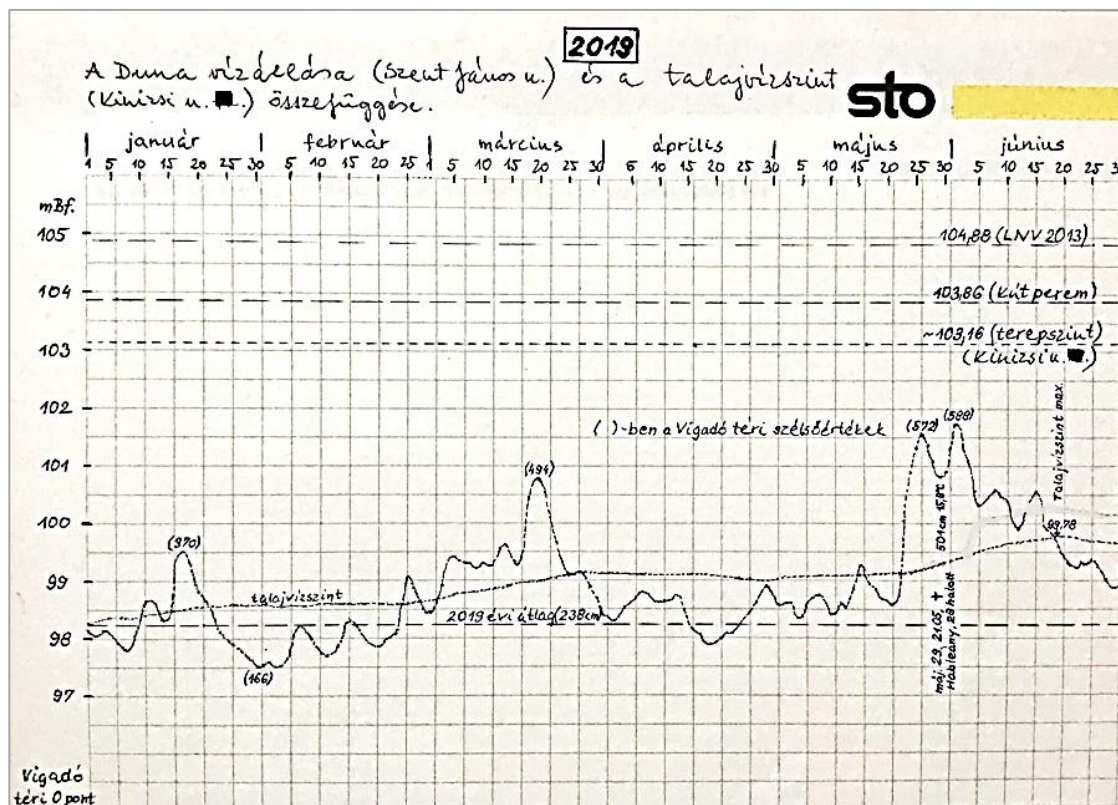
## A SZERZŐK



**WAGNER FLÓRA** okleveles építőmérnök (2020), doktorandusz, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék.



**CSOMA RÓZSA** okleveles építőmérnök (1985), PhD. (2007) egyetemi docens, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék, témavezető.



Doroszlai Dénes feljegyzése a Római parton a dunai és a parttól 390 m-re lévő ásott kútjában mért vízállásról (az észlelés jelenleg is folyik)

## Fórum

A FÓRUM a véleménynyilvánítás helye. Így a jó cél érdekében készséggel adunk teret a megfontolt szakmai vitának, remélve, hogy ezzel hozzájárulhatunk a hóddal kapcsolatos konfliktusok szakszerű kezeléséhez, ökológiai és vízgazdálkodási értelemben egyaránt, vagyis egy országos hódstratégia megalapozásához. Szívesen fogadunk és teszünk közzé hozzászólásokat, melyek segítik a tisztánlátást a hódhelyzet helyes megítélése érdekében. A véleményeket a „Tárgy: Hódok” megjelöléssel a [hk@hidrologia.hu](mailto:hk@hidrologia.hu) címre várjuk.

Doroszlai Dénes oknyomozó cikke már a megjelentetés alatt is megfontolandó észrevételeket kapott, melyekből látható, hogy a hódok megítélése a vitathatalan gazdasági károkozások és a kétségtelen előnyök miatt rendkívül széles skálán mozog. Ezért érdemes odafigyelnünk a hódokra, valamint természetvédelmi és vízügyi szempontból is átgondoltan tervezni velük. Doroszlai Dénes nyugalmazott vasútépítő mérnök terepbejárás során szerzett tapasztalatai alapján vázol fel egy hódproblémát.

Ugyanebben a fórumban közöljük Juhász Erika hódkutató közleményét, mely a hódokat, mint meg nem értett mérnököket mutatja be.

### Valóban kiszáradt az Aranyhegyi-patak?

Doroszlai Dénes

(E-mail: [ddoroszlai@gmail.com](mailto:ddoroszlai@gmail.com))

#### HÁTTÉR

A 2022. év tavaszi-nyári hónapjainak rendkívül csapadék-szegény időjárásának következtében számos kisvízfolyás és sekélyebb állóvíz kiszáradt, de néhány folyónkon és a Velencei-tavon is napok óta negatív rekordot mutatnak a vízmércék. Ebbe a képbe látszólag beleillett, hogy a 120

km<sup>2</sup> vízgyűjtő területű, átlagosan ~0,3 m<sup>3</sup>/s vízhozamú, mindeddig állandó vízfolyásnak ismert Aranyhegyi-patak hetek óta csaknem a teljes kiszáradás jeleit mutatja az Újpesti vasúti hídnál levő torkolatánál. A közleményben közzölt képek a szerző saját felvételei.



1. kép. A Duna medre az Aranyhegyi-patak torkolati részén az Újpesti vasúti hídnál



#### A TEREPBEJÁRÁS TANULSÁGAI

Néhány napja jelzést kaptam Rádi György nyugdíjas egyetemi adjunktustól, hogy Solymár külterületén egy, a patak-medret elzáró hódgát jelentős visszaduzzasztást okoz, aminek következtében a víz kilép a medréből és a szántóföldön elszivárog. 2022. augusztus 8-án bejártam az Aranyhegyi-patak Solymár alatti szakaszát, a feltételezett hódgát környezetét (2. kép).

A patakot keresztező (kéktúra jelzésű) földút hídjánál még jelentős vízhozammal csörgedezik a patak, míg 900 méterrel lejjebb, a Rozália sor hídjánál már gyakorlatilag nem érzékelhető vízfolyás (3. kép).



2. kép. A bejárás helyszíne



3. kép. A hódgát feletti és alatti patakszakasz

A bal partot végigjárva hosszas keresgélés után sikerült a csalánnal, szederindával és ártéri japánkeserűfűvel benőtt rekettyésben megtalálni a jelenség okát, egy hódgátat, amely közel másfél méterrel emeli meg a patak vízszintjét, mintegy 250 m-es visszaduzzasztást okozva ezzel.

A ránézésre tákolmányoknak tűnő, főként a japánkeserűfű szárából összehordott gátat a hódok mestéri módon sárral egészítették ki, így gyakorlatilag vízáróvá téve azt, aminek következtében az alvízi oldalon már csak pangó víz volt látható. A patak jobb (vasút felőli) partját

bejárva feltárult, hogy a mintegy 15 hektáros búzatábla jelentős, hozzávetőleg 1,5 hektáros részén a visszaduzzasztott patakból kiáramló víz miatt nem tudták elvégezni az aratást, mint ahogy ezt a drónfelvétel szemléletesen mutatja (5. kép).

#### KÖVETKEZTETÉS

Az Aranyhegyi-patak alsó, mintegy 6,5 km-es szakaszának átmeneti kiszáradása jórészt a hódok természetátalakító tevékenységének a következménye. Bár hódot a terület bejárásakor nem láttam, jelenlétük bizonyítékát viszont igen (6. kép)



4. kép. A hódgát



5. kép. A hódgát miatt elárasztott búzatábla



6. kép. A hódok nyomai



**A SZERZŐ**

**DOROSZLAI DÉNES** a Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola (a Széchenyi István Egyetem jogelődje) Vasútépítési és Fenntartási Szakán szerezte diplomáját 1976-ban. 1989-ig a MÁV Tervező Intézetben vasúti pályatervezőként dolgozott, majd a Sto Építőanyag Kft-től bő negyedszázados munkaviszony (felelős műszaki vezető) után 2018-ban nyugdíjba vonult. 2016 óta a Csillaghegyi-öblözet árvízvédelmi kérdéseivel civil aktivistaként foglalkozik. Munkásságáért 2022-ben Budapest Óbuda-Béka-megyér Önkormányzatától Balázs Lajos-díjat kapott.

**Juhász Erika hódkutató ökológus szemmel mutatja be a hódokat, rávilágítva, hogy a hód általi tájátalakítás vízgazdálkodási és természetvédelmi szempontból is összetetté teszi a faj tevékenységének következményeit és annak megítélését. Egzakt kutatásokra és nemzetközi értékű tudományos eredményekre van szükség a korrekt értékeléshez, valamint egy szakmai alapokon nyugvó, országos hódstratégia kidolgozásához.**

**Hód – a vizesélőhelyek meg nem értett mérnöke**

Juhász Erika

(E-mail: juhasz.erika@ecolres.hu)

Az Aranyhegyi-patak alsó szakaszának átmeneti kiszáradásának oka elsősorban a rendkívüli aszály, a csapadékhiány és az alacsony talajvízszint következménye. A hód általi duzzasztás és egy, a természetes lefolyási viszonyokat megváltoztató lecsapolóárok együttes hatása is szerepet játszik a folyamatban. Ez azonban csak egy pillanatkép. Nem feledkezhetünk meg a hódgát vízmegtartásra gyakorolt hosszútávú hatásáról sem. A duzzasztott szakasz és az elöntés hónapok óta fogadja be és tárolja a vizet a felszínen és a talajban, ami szintén befolyásolja a patak vízszintjét.

Az alábbi közleményben olyan szempontokat mutatok be – nem csak az Aranyhegyi-patak kapcsán –, amelyeket fontos lenne figyelembe venni a hódhatás értékelésekor, a beavatkozások szükségességének mérlegelésekor és azok kivitelezése során is.

A hód előnyben részesíti azokat a vízfolyásszakaszokat, ahol a számára ideális, a kotorkának bejáratát még rejtve tartó vízszintet kevesebb munkával és nagyobb valószínűséggel képes megtartani egész éven keresztül. Erre részben az élőhelyek elfoglalásának sorrendjéből, részben pedig egyes kiszáradó szakaszok elhagyásából lehet következtetni. Előfordulhat, hogy a hódgát hozzájárul a vízfolyás alvizének kiszáradásához, de az is lehetséges, hogy a faj élőhelypreferenciája miatt vonunk le téves következtetést akkor, amikor a gát feletti és alatti szakaszokat hasonlítjuk össze.

Az Aranyhegyi-patakban egy gátbontást követően vajon újra szépen csordogálna a víz? Vagy tocsogóvá alakítanánk a vízi életközösség utolsó menedékét? A második

kérdés természetvédelmi kár kockázatát vetíti elénk. Emiatt fontos, hogy egzakt vizsgálatok hiányában ne végezzünk átgondolatlan beavatkozást. A hódgátak hatásainak minél átfogóbb megértését pedig a várhatóan egyre sűrűbben jelentkező súlyos aszályhelyzetek rendkívüli módon sürgetik.

A hódgát mindenképpen befolyásolja az alvíz vízhozamát. Több hatás eredőjét kellene azonban figyelembe venni, kiszámolva a nettó vízvesztéset vagy víznyereséget, ráadásul időskálán. Ugyanis a duzzasztott víz beszivárog a talajba, hosszútávon javítva a környező területek talajvízháztartását. Ha a partoldal alacsony, akkor akár ki is léphet a mederből a patak, állandó vagy időszakos vízborítású hódmosarat, hódtavat létrehozva. Az elöntött területen számottevő párolgási veszteség jelentkezik. A vizesélőhely azonban nemcsak „vízelnyelő”, hanem természetes „vízpufferként” működik. Négy évszakon keresztül fogadja be és tárolja a többletvizet, így rövid csapadékhiányos időszak esetén akár vissza is táplálhatja a patakot a talajvíz beszivárgása révén. Ilyenkor akár pozitív is lehet a mérleg. A felszínen folydogáló víz egy része általában szintén visszatalál a főágba. Ezek a tájjal aktívabb kapcsolatban lévő úgynevezett mellékcsatornák a hódélőhelyek fejlődése során képződnek, vagy régi mederárok formájában már eleve rendelkezésre állnak.

2022 nyarán néhol már a hódgátakba tapasztott sár is kiszáradt, ilyen szélsőséges helyzetben elképzelhetőnek tartom, hogy egy gát időszakosan „vízzáróvá” válik. Átlagos vízhozam mellett azonban még azokon az idős, összetömörödött anyagú, másfél-két méter magas hódgátakon is

folyamatos a víz átjutása, amelyekben a faágak és a hó munkája már szinte felismerhetetlenek. A hógát legfeljebb részleges és időszakos lefolyási akadály, nem pedig a hosszirányú átjárhatóságot végképp megszüntető tényező. Észak-Amerikában és Nyugat-Európában ezért is alkalmaznak rönkgátakat, hógát-analógokat a természetes vízmegtartás elősegítésére.

Ha az Aranyhegyi-patak hógátján az alvíz mérlege nyár közepén valóban negatív volt, akkor ez a szakaszos kiszáradást időben előrébb hozhatta. A gátak viszont csökkentik a teljes kiszáradás valószínűségét. A 40-60 cm mély víz egy tocsogónál élhetőbb körülményeket teremt, menedéket jelenthet a vízi élővilágnak. Oda kell figyelni azonban annak lehetőségére, hogy a menedék csapdává is válhat tovább súlyosbodó szárazság idején. Érdemes elgondolkozni azon, hogy természetvédelmi szempontból a gát alatti vagy a gát fölötti szakasz vízmennyiségének megőrzése a fontosabb, található-e valahol kiemelt figyelmet érdemlő értékek.

A hód tulajdonképpen vizesélőhely-rekonstrukciókat hajt végre (1. ábra). Ezek puffercapacitását pedig jól illusztrálja a következő megfigyelés: május utolsó napjaiban egy Felső-Tápió menti élőhely teljesen kiszáradt, majd jött egy hirtelen esőzés, aminek hatására megemelkedett a patak vízszintje, az pedig 10-30 cm vízzel töltötte meg a területet. A patak nem duzzasztott szakaszának vízszintje hamar visszaállt a korábbi alacsony értékre, de a réten a vízborítás még egy-két hétig megmaradt. Egy ilyen mocsár jelentősen fékezhet egy hirtelen lezúduló villámárvizet a víz egy részének befogadásával. Fontos lenne minél több patak mentén meglátni és kihasználni ezt a lehetőséget a még be nem épített, mélyfekvésű területeken. A hógáttra a vízügyi tervezés általában árvízkezelést növelő tényezőként gondol. Érdemes volna azonban figyelni a településeken kívüli hógátak településen belüli árvízkezelést csökkentő lehetséges hatására is.



1. ábra. Egy vizesélőhely-rekonstrukció az Alsó-Tápió mentén, amelyhez hógátak és műtárgyak is hozzájárultak. Sajnos a 2022-es aszály idején a mocsár és a Tápió is kiszáradt (Fotó: Szendőfi Balázs)

A hódmocsár, hódtó azon kívül, hogy segíti a vízmegtartást, nagy természetvédelmi értéket is képvisel, növeli az élőhelyi heterogenitást és a biodiverzitást. A vizesélőhelyek eltűnése súlyosan veszélyezteti a hazai kétéltűfaunát, az ilyen sekély, halmentes vizekben azonban a kétéltűek tömegesen szaporodhatnak, gyakran az adott térségre jellemző teljes fajlistájukat felvonultatják. 2021 ta-

vaszán herpetológiai felmérés közben szinte lépni nem lehetett az erdei békák petecsomóitól egy több hektáros területen, később ugyanitt rengeteg ebihalat fogtunk egy-egy hálósapással. Számos védett és fokozottan védett madárfajt figyeltünk meg a hódmocsarakban (fekete gólya, sárszalonka, vörösgém, gólyatöcs, daru, bőjti réce stb.)

Ilyen helyszíneken egy tavaszi, nyáreleji gátbontás az értékes élőhelyet egy szemvillanás alatt elpusztíthatja, ökológiai szempontból katasztrofális helyzetet okozva. Petecsomók, ebihalak tömegei kerülhetnek szárazra. A természetvédelmi és vízgazdálkodási szempontból felelős döntések érdekében először a beavatkozás indokoltságát szükséges mérlegelni, ha pedig az elkerülhetetlennek tűnik, akkor az időzítést és az alkalmazott módszert.

A gyors beavatkozást indokolhatja például, ha egy ingatlan közelében válik víztelítetté a talaj. Ha nem fenyeget közvetlen veszélyhelyzet, akkor az őszre való időzítés nagyságrendekkel mérsékli az élővilágra gyakorolt negatív hatásokat, tehát kifejezetten ez lenne a javasolt időszak. A téli gátbontás a halak veremlése és a gótékek hibernációja miatt nem kedvező. A rendszeresen visszaépülő gát folyamatos bontása helyett pedig egy, a nemzetközi gyakorlatban általánosan használt, de Magyarországon nem alkalmazott speciális áteresztő (beaver pond leveler) beépítése kínálna hatékony alternatívát. Ennek segítségével egy árvízvédelmi szempontból megfelelő és a hód számára is elfogadható, kontrollált köztes vízszint állítható be. A hód gátépítésébe való beavatkozás a természetvédelmi hatóság engedélyéhez kötött.

Újabb adalék az Aranyhegyi-patakon tapasztalt jelenség kapcsán, hogy az új vizesélőhely egy mélyfekvésű, belvizes szántón jött létre. Egy, a szántóföldön húzódó lecsapolóárok pedig felülírta a természetes lefolyási viszonyokat és most, hogy a hód visszaduzzasztott, ebbe az árokba terelte bele a vizet (2. ábra). Mivel a lecsapoló- illetve most már feltöltőárokknak csak egy összeköttetése van a mederrel (világoskék nyíl), a felszíni víz nem folyik vissza a patakba. Más hódmocsarak a mederrel jellemzően a következő módokon vannak kapcsolatban: 1) a partoldal alacsonyabb szakaszainál; 2) hód által ásott, sekély csatornákon keresztül; 3) beszakadt hódüregeken keresztül. Ezek a mocsarak a patak duzzasztott vízszintjének csökkenése miatt aszályos nyarakon nem kapnak folyamatos felszíni vízutánpótlást, 2022-ben többnyire ki is száradtak. Ha alacsony vízhozam mellett is folyamatos a víz mederből való kiáramlása, akkor annak az oka nem elsősorban a gát meglétében, hanem inkább a területet feltöltő csatorna mélységében keresendő.

A betakarítás részleges elmaradása bevételkiesést okozhat a tulajdonosnak. A túlparton gazdálkodónak viszont elárasztás hiányában szerencséje lehet, neki pont, hogy kedvez most a megemelkedett talajvízszint. Az árok miatt az áteresztő önmagában nem oldaná meg a konfliktushelyzetet, amellet egy kisebb földmunkára is szükség volna a szántón. A jövőbeli aszályhelyzetekhez való alkalmazkodást, így a művelt területeken a biztosabb termés hozamot segítené, ha a beavatkozás célja nem az elárasztott rész egészének lecsapolása lenne. A késsel jelölt területen

a víz megtartásával egy, a talajvízszintre jótékony hatást gyakorló vizesélőhely-foltot lehetne megőrizni, miközben a sárgával jelölt terület ármentesítése biztosítható.



2. ábra. Egy hódgát és egy lecsapolóárok együttes hatása az Aranyhegyi-patak mentén található mélyfekvésű szántón. (Nyílt árok kék keret: vizes élőhely-folt megtartására javasolt terület; sárga keret: ármentesítendő szántó) (Google Earth)

A klímaváltozás jelenlegi és várható hatásaihoz való alkalmazkodásban segítene, ha egy támogatási rendszer a mélyfekvésű, belvizes területek tulajdonosait

vizesélőhely-foltok megőrzésére, természetvédelmi szempontú fejlesztésére ösztönözné. A 2022-es aszály rámutat arra, hogy sürgősen el kell kezdjünk természetes, újra felfedezett módszerekkel dolgozni a tájban való vízmegtartásért. Ez nemcsak a vízi életközösség, hanem az emberi társadalom és a mezőgazdaság hosszútávú érdeke is egyben. Sok évtizedes késéssel, de szerencsére már elindultak ezzel kapcsolatos törekvések Magyarországon, melyek talán a hód által létrehozott elöntések ilyen módon való hasznosítását is lehetővé teszik majd.

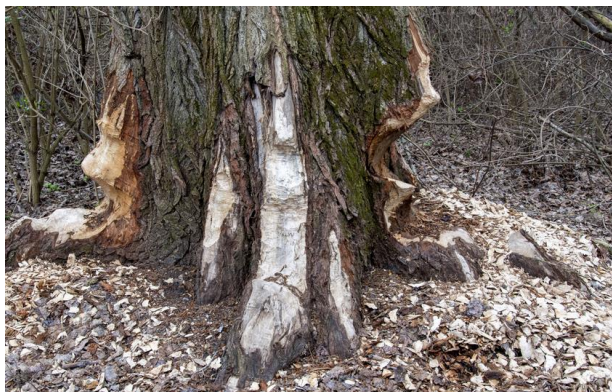
Jelen közlemény a gátépítés hatásainak bemutatására fókuszált. A hód szelektív rágása és üregásása még összetettebbé teszi a faj tevékenységének következményeit a természet és az ember-vadvilág konfliktusok szempontjából egyaránt. Bizonyos hódhatások és hódélőhelyek esetén következetes védelemre lenne szükség, míg veszélyes helyzetekben (pl. töltésmegfúrás esetén) pedig gyors reakcióra. Mindezt egy egzakt kutatásokra és nemzetközi értékű tudományos eredményekre alapozott országos hódstratégia tenné lehetővé.

Köszönettel tartozom Németh Andrásnak és dr. Molnár Zsoltnak a közlemény szakmai áttekintéséért. Munkámat a Nemzeti Tehetség Program ösztöndíja segíti (NTP-NFTÖ-21-B-0288; támogató: Miniszterelnökség).

## A SZERZŐ



**JUHÁSZ ERIKA** ökológus, hódkutató, a Szegedi Tudományegyetem biológus MSc képzésén szerezte diplomáját 2017-ben, majd tanulmányait az Eötvös Loránd Tudományegyetem Biológia Doktori Iskolájában folytatta. Jelenleg disszertációja megírásán dolgozik, melynek témája az eurázsiai hód rágás-preferenciája. Az Ökológiai Kutatóközpont munkatársaként a faj szelektív rágásának és gátépítésének ökológiai hatásait kutatja.



A hódok testméretükhöz képest óriási fatörzseknek is nekiállnak, de a gáthoz szükséges faanyagot nem feltétlenül ezekből szerzik be (Fotó: Melegh Noémi)

# Történelmi pillanatkép

Rovatvezető: Fejér László, címzetes egyetemi docens, a Magyar Hidrológiai Társaság Tiszteleti tagja, az MHT Vízügyi Történelmi Bizottság elnöke.

## Pillanatképek a Nyíregyházi Vízügyi Igazgatóság életéből (1956)

Konecsny Károly (E-mail: konecsnyk@gmail.com)

### Kivonat

1956-ban a tizenkét területi vízügyi szervezet között volt a Felső-Tisza-vidéken a „*Vízügyi Igazgatóság Nyíregyháza*”. Az igazgatóság szervezete ekkor alapvetően négy nagy egységbe tagolódott: I. igazgatói közvetlen csoportok, II. Főkönyvelőség, III. Terv és Beruházási Osztály, IV. Műszaki Osztály. A mintegy 400 fő közalkalmazott között csupán néhány magasan képzett mérnök volt, akik a korábbi folyamóméneki hivataloknál, társulatoknál szereztek szakmai tapasztalatot, illetve friss műszaki egyetemi diplomával rendelkeztek.

1956. október 26-tól Nyíregyházán is forradalmi események kezdődtek. Az 1956. október 31-én kelt intézkedés folytán az igazgatósági személyzeti csoport megszűnt, a káderanyagokat megsemmisítették. Az MDP pártszervezet és a szakszervezet tevékenysége szünetelt, viszont létrejöttek a vállalati Forradalmi Bizottság és a munkástanácsok. Az igazgatóságnál a dolgozói sztrájk miatt a fenntartási, beruházási tevékenységek leálltak. A Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Történelmi Gyűjteményben található, november 27-i igazgatói körlevél a „kényszerű szünetelés” után a műszaki munkálatok folytatására hívta fel az egységvezetőket. Érdekes itt található dokumentum *Dégen Imre* OVF főigazgató 1956. december 1-i felhívása a vízügyi dolgozókhöz, melyben szintén a munka újbóli beindítását kérte. A forradalom leverése utáni pártállami megtorlások az igazgatóság néhány munkatársát is érintették. Az 1957. év elején szervezeti változásokra került sor.

### Kulcsszavak

Vízügyi igazgatóság, szervezeti felépítés, Műszaki Osztály, szakaszmérnökségek, Forradalmi Bizottság, munkástanácsok, megtorlások, újrarendezés.

## Snapshots from the life of the Nyíregyháza Water Directorate (1956)

### Abstract

In 1956 the "Nyíregyháza Water Directorate" was among the twelve territorial water organizations in the Upper Tisza region. The organization of the directorate was then basically divided into four large units: I. director's direct groups, II. General Accounting Office, III. Planning and Investment Department, IV. Technical department. Among the approximately 400 civil servants, there were only a few highly qualified engineers who had gained professional experience at the former river engineering offices and associations, and had recent technical university degrees. From October 26, 1956, revolutionary events began in Nyíregyháza as well. As a result of a measure dated October 31, 1956, the directorate personnel group was abolished, and the cadre materials were destroyed. The activities of the Hungarian Workers' Party (MDP) and the trade union were suspended, but the company Revolutionary Committee and workers' councils were established. Maintenance and investment activities have stopped due to the workers' strike at the board. The director's circular of November 27, found in the Upper Tisza Water Historical Collection, invited the unit managers to resume technical work after the "forced pause". An interesting document can be found here, OVF Director General Imre Dégen's appeal to the water workers on December 1, 1956, in which he also asked for the work to be restarted. After the suppression of the revolution, the party-state reprisals also affected some employees of the directorate. At the beginning of 1957, organizational changes took place.

### Keywords

Water directorate, organizational structure, Technical Department, regional section engineering, Revolutionary Committee, workers' councils, reprisals, restart.

### ELŐZMÉNYEK

1953 októberében Magyarországon létrejött az egységes állami vízügyi szervezet. A Minisztertanács 1060/1953. (IX.30.) számú határozata rendelkezett az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) létrehozásáról, hatásköréről, szervezetéről, továbbá a vízügyi igazgatóságok szervezetéről, hatásköréről is (*Vízügyi Értesítő* 1953). Az ország észak-keleti részén létrejött a „*Vízügyi Igazgatóság Nyíregyháza*” nevű szervezet, melynek működési területe döntően Szabolcs-Szatmár megyére terjedt ki, székhelye Nyíregyháza, kirendeltségének székhelye Mátészalka volt.

Az 1953. évi alapítástól az igazgatóság vezetői tisztségét *Zboray Károly* látta el. 1956-ban az igazgatóhelyettes-főmérnök és a Műszaki Osztály vezetője *Mokos Sándor*, helyettese *Dabolcsi János* főmérnök volt (*1. fénykép*).

*A Felső-Tisza-vidék vízügyi múltja* kéziratos monográfia 3. Felső-tiszai vízügyi szervezetek kialakulása és működési struktúrája 1953-ig című fejezet szerint (*Konecsny 2021*) a Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Történelmi Gyűjteményben (*FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.*) megtalálható több 1956. évből származó eredeti igazgatósági dokumentum. Ezekből a fontosabbakat kronologikus sorrendben mutatjuk be.

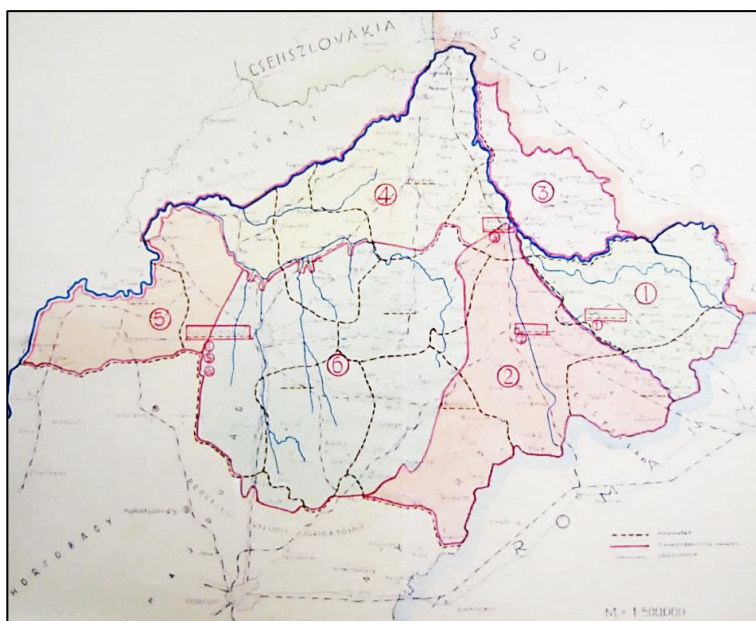


1. fénykép. Az igazgatóság vezetői 1956-ban: Zboray Károly (1905-1968) igazgató, Mokos Sándor (1901-1964) igazgató-helyettes, Dabolczi János (1903-1985) osztályvezető-helyettes (FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.)

Photo 1. The management board leaders in 1956: Károly Zboray (1905-1968) director, Sándor Mokos (1901-1964) deputy director, János Dabolczi (1903-1985) deputy head of department (FTV Water History Collection)

Az 1955. június 1-i Szervezeti és Működési Szabályzat (11/6-1/1955) tartalmazza az igazgatóság működési területének leírását, fő feladatait (I. fejezet), a szervezeti felépítés leírását (II. fejezet). Ez a szervezeti felépítés kisebb

módosításokkal 1956-ban is érvényben maradt. 1955. június 1-től szakaszmérnökség elnevezéssel az igazgatóság területi kirendeltségeinek számát hatra (1. ábra) növelték (FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.).



1. ábra. A Nyíregyházi Vízügyi Igazgatóság működési területén 1955. június 1-én létrehozott hat szakaszmérnökség térképe: 1. Tiszaszamosközi, 2. Ecsediláp és Keletnyíri, 3. Beregi, 4. Szabolcsi Felső, 5. Szabolcsi Alsó, 6. Nyíri (FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.)

Figure 1. Map of the six engineering divisions established on June 1, 1955 in the operational area of the Nyíregyháza Water Board: 1. Tiszaszamosközi, 2. Ecsediláp and Keletnyíri, 3. Beregi, 4. Upper Szabolcsi, 5. Lower Szabolcsi, 6. Nyíri (FTV Water History Collection)

Az 1956. január 23-án kelt jegyzék tartalmazza a szervezeti egységek vezetőinek és beosztott alkalmazottainak nevét. A Zboray Károly igazgató által közvetlenül irányított Személyzeti Csoport vezetője László Andrásné főelőadó, az Igazgatási és Jogi Csoport vezetője dr. Deák Endre jogügyi tanácsadó, a Segédhivatal vezetője Arnótfalvy Janka volt. A Főkönyvelőséget dr. Serly Ferenc osztályvezető, a Terv és Beruházási Osztályt Paulay Béla, a Műszaki Osztályt Mokos Sándor igazgató-helyettes főmérnök vezette (2. ábra). A Műszaki Osztály helyettes vezetője Dabolczi János főmérnök, egyben az 1., 2. és 3. szakaszmérnökségek központi irányítói feladatait is ellátta. A Műszaki Osztályon belüli Árvíz- és Belvízvédelmi Csoportot Gavallér Endre főmérnök, a Folyamszabályozási Csoportot Jancsó Gyula főmérnök, az Öntözési és Kultúrmérnöki Csoportot Tarnóczky István mérnöki munkát végző technikus, a Gépészeti Csoportot Kálnay András főmérnök, a

Tervezési Csoportot Czibur Géza főmérnök vezette (FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.).

1956. január 23-tól a szakaszmérnökségek számát ötre csökkentették (az 5. sz. Szabolcsi Alsó Szakaszmérnökséget a 6. sz. Nyíri Szakaszmérnökségbe integrálták) (FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.).

Az 1956. február 3-án a 681-1/1-1/1956. sz. levélben a lefolyásra kerülő belvízmennyiségekről vízhozammérések végzését rendelték el. A mérések végzéséhez összesen 15 vízfolyással jelölték ki. Nehézséget jelentett, hogy az igazgatóságnál csupán egy sebességmérő műszer állt rendelkezésre (FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.).

Az 1. Tisza-Szamosközi-, 2. Ecsediláp-Keletnyíri-, 3. Beregi belvízvédelmi szakaszok védekezésének szervezését a Dabolczi János csoportvezető-főmérnök által 1955-ben készített táblázat alapján végezték. Ez tartalmazta a

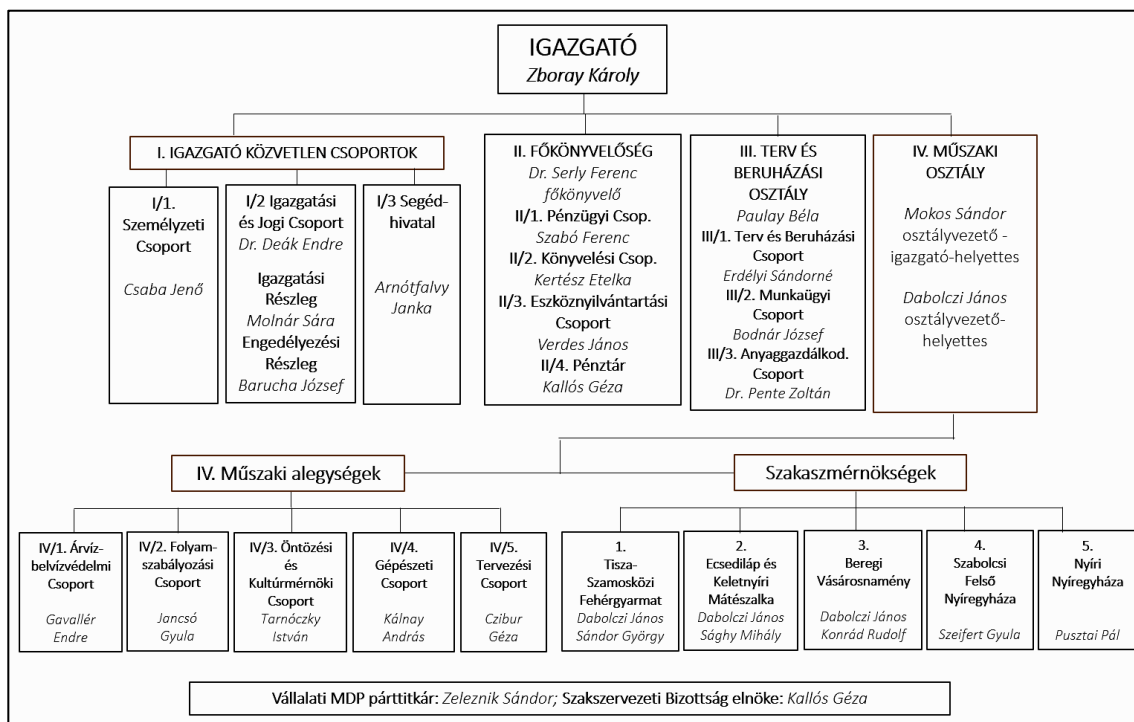
mértékadó belvízszinteket, a belvízvédelmi szakasz számát, nevét, területét, a főcsatornákat, a befogadókat, az át-emelést végző szivattyútelepet, a gravitációs bevezetésnél lévő zsilipet, a vízmérce „0” pont magasságát (mAf), a vízmércezt kezelő csatornaórjárás, szivattyútelep megnevezését, az esetleges különleges védelmi rendelkezéseket.

1956-ban a kultúrmérnöki ügyek az Árvíz- és Belvízvédelmi Csoporttól az Öntözési és Kultúrmérnöki Csoporthoz kerültek, ahol *Tarnóczky István* mérnök-technikus volt a csoportvezető (*FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.*).

A 22-1/18-2/1956. sz. 1956. június 25-én kelt levélben *Zboray Károly* igazgató kérte a szakaszmérnökségek vezetőit, hogy végezzék el a villanyáram bekapcsolását ott, ahol ez kisebb munkával megoldható. Vásárosnaményból

jelentették, hogy a 3. sz. Beregi Szakaszmérnökségnél a tiszavidi gátórház, a tiszaszalkai gátórház, szivattyútelep és gépészlakás, valamint a tarpai gátórház alkalmas a munkák elvégzésére (*FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.*).

Az igazgatóság dolgozói közül ebben az időszakban csupán néhányan voltak tagjai a sztálinista Magyar Dolgozók Pártjának (MDP), a felső- és középvezetők közül senki sem volt párttag. *Zeleznik Sándor* mérnök, az igazgatóság MDP alapszervezeti párttitkára „*Meg kell erősíteni a Vízügyi Igazgatóság pártszervezetét*” címen írt cikket. Elismerete, hogy a műszaki értelmiségiek számos sérelmet szenvedtek el az igazgatóságon és a műszakiak alig voltak képviselve a párttagok között (*Néplap 1956. okt. 16.*).



2. ábra. Az igazgatóság szervezeti felépítése és az egységvezetők neve 1956 őszén (*FTV Vízügyi Tört. Gyűjt. adatai nyomán, szerző szerkesztése*)

Figure 2. The organizational structure of the directorate and the names of the unit managers in the fall of 1956 (Based on data from the *FTV Water History Collection*, edited by the author)

Tekintettel a nyíregyházi Nyírvíz-palotai központban lévő helyhiányra, az irodahelyiségek zsúfoltságára, próbálták kezelni a kedvezőbb elhelyezés lehetőségeit. A székház építésére vonatkozó első tervet az OVF 1956-ban engedélyezte. Az 1956. októberi események miatt azonban több évre elhalasztották a beruházást (*Veszely 2013*).

## AZ IGAZGATÓSÁG ÁLTAL 1956-BAN VÉGZETT MUNKÁLATOK

1956-ban az igazgatóságnál nagyberuházások kivitelezésére nem került sor, de az árvédelmi, belvízvédelmi és hatósági tevékenység mellett folyószabályozási (partvédő-) műveket építettek, töltésfejlesztést, belvízi csatornaszakaszok kotrását végezték. Fontos feladat volt a belvízi szivattyútelepek és műtárgyak karbantartási munkája, a védvonalakon lévő egyes épületek villamosítása és a telefonhálózat fejlesztése.

A folyószabályozási munkák végzéséhez részletes tervdokumentáció készült. A Tiszán munkálatok folytak 25 helyszínen, a Szamoson 11 szakaszon. Csengeren kavicsstermelő vállalat is működött. A Túron a töltések biztonságának érdekében partvédőműveket építettek. A Túr 1955. évi árvize után a romániai folyószakasz betöltése miatt és az emelkedő árvízszint nyomán 1956-ban a hazai szakaszon töltésemelést hajtottak végre (*Vázsonyi 1959*).

A Szabolcs-Szatmári Néplapban megjelent hír szerint a Nyíregyházi Vízügyi Igazgatóság több mint félmillió forint értékű munkával a Tisza, a Szamos, a Kraszna folyók és a Lónyay csatorna egyes szakaszain megkezdte a töltések építését (*Néplap 1956. okt. 2.*).

*Sándor Sándor* mérnök-technikus 1956. február 16-án Vásárosnaményban jelentést állított össze a folyószabályozási munkákat segítő igazgatósági

vízijárművek 1955. évi teljesítményéről. A „Szamos” és „Pajti” nevű vontatóhajók motorjai főjavításon estek át. A vontatókat az igazgatóság hajózható folyószakaszából a Felső-Tiszán mintegy 190 km, a Szamos alsó szakaszán 20 km-en végzett partbiztosítási munkához szükséges anyagok szállításához használták. Új beszerzés volt a 26 személyes „Otthon” tanyahajó (*FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.*).

A Beregben a belvízi mellékcsatorna hálózat 1956 végéig 156 km-re nőtt meg. A Tiszaszalkai szivattyútelep 3 szivattyú gépegységének összteljesítménye elérte a 6,42 m<sup>3</sup>/s-ot (*Vázsonyi 1959*). A beregi belvízborítás az 1956. évben maximum 12 200 kh-ra terjedt ki. A településeken az útárkok rosszul kiképezettek, elhanyagoltak voltak.

A Szamos-Krasznaközben két helyszínen négy szivattyútelep működött. Olcsván (Olcsva I.) és Nagyecsedén két-két gépegység (*Vázsonyi 1959*).

A Felsőszabolcsi Belvízvédelmi Rendszer területén összesen 13 szivattyútelep működött. 1956-1957. években a Dombrád-Szöveteni csatorna felújítását végezték. Nehézséget okozott a II. világháborúból visszamaradt nagymennyiségű robbanóanyag eltávolítása. A háborús károk miatt üzemképtelenné vált Dombrádi szivattyútelepnél új erőgépeket szereltek be (*Vázsonyi 1959, Szeifert 1973*).

A tiszalöki vízlépcső duzzasztásának 1954. évi megkezdése után a régi tiszaberceli zsilípet véglegesen lezárták, mivel a befogadóba a Tisza vízszintjének megemelkedésével a belvizek gravitációs bevezetésének lehetősége megszűnt. Így a Belfő csatornán érkező és felgyülemelő belvizeket a gőzüzemű szivattyútelep 3-4 naponkénti fel-fűtésével és leállításával lehetett a Tiszába átemelni, ami nem volt gazdaságos. Ezért az igazgatóság 1956-ban a régi gőzüzemű szivattyútelep mellett kiegészítő szivattyútelep (Tiszaberceli II.) terveit készítette elő.

A Nyíri Belvízrendszer területén a Mágai szivattyútelep gőzgépét 1956-ban cserélték le benzin-petroléum üzemű szivattyúra. Az öblözetben 1956. évben a maximális belvízi elöntés 4 300 kh volt (*Vázsonyi 1959*).

A kormányzat által meghirdetett nagyarányú program nyomán az igazgatóságon 1954-ben elkészült az „Öntözési és halastó építési szakágazat” mezőgazdasági vízhasznosítási távlati terv (*Nyíri 1963*). 1956. év végéig 3 512 kh öntözőtelep épült ki, de ebből csupán 1620 kh üzemelt (*Vázsonyi 1959*).

1956. október 23-án a megyei Néplapban vízügyi témájú írás jelent meg, „Tervek az öntözéses gazdálkodás kiterjesztésére” címen (*Néplap 1956. okt. 23.*).

### 1956. FŐ FORRADALMI ESEMÉNYEI A MEGYÉBEN ÉS NYÍREGYHÁZÁN

Szabolcs-Szatmár megyében az első forradalmi megmozdulás 1956. október 23-án Kisvárdán történt. 1956. október 26-ig Nyíregyházán a megyei párt- és állami szervek még működtek (*Lupkovics 2009*).

Nyíregyházán 1956. október 26-tól kezdődtek tüntetések. A Megyei Pártbizottság munkatársai a Sztálin tér 21-ben lévő székházukról (ma Jósza András Múzeum) leszerelték a vörös csillagot. A Kossuth Étteremből (ma Korona Hotel) ezzel egyidőben repült ki egy Sztálin szobor és a

kövezetre hullva darabokra tört. A szovjet hősi emlékművet, *Pátzay Pál „Kozák lovas”* szobrát ledöntötték, akárcsak az Északi (Morgó) temető szovjet síremlékét. Megalakult a városi forradalmi bizottság, a nemzeti tanács és a munkástanács. A Városi Tanács előtt több ezer résztvevővel nagygyűlést szerveztek. A rendőrség bejelentette, hogy támogatja a forradalmi követeléseket. A városi börtönből kiszabadították a rabokat (*Dikán 2001*).

1956. október 26-án elhangzott a helyi rádióban az Ideiglenes Munkástanács Intéző Bizottságának lelkesítő felhívása: „Ezen a napon Nyíregyháza város dolgozói nemzetiszínű zászlók alatt felvonultak a város főterére azért, hogy a széles nemzeti egység nevében kibontakozó új életünkhöz erőt adjanak.” (*Szabolcs-Szatmári Néplap 1956. október 27.*).

Közben a Damjanich laktanyánál oszlatás céljából a katonaság tüzet nyitott és kézigranátot dobott a tömeg közé. A tüntetők a sebesülteket (21 könnyebb és 6 súlyosabb) a közeli kórházba szállították (*Dikán 2001*).

1956. október 27-én a Néplapban megjelent cikkek címei tükrözik a legfontosabb történéseket: „Nyugalom és rend kell”, „A Magyar Dolgozók Pártja Központi Vezetőségének határozata”, „Őrizzük meg a város nyugalma – Az Ideiglenes Munkástanács Intéző Bizottságának felhívása”, *A nyíregyházi Kossuth Lajos és a Zrínyi Ilona gimnáziumok, a Tanítóképző Intézet diákjainak Közös Követelése!*”. A Szabolcs-Szatmár megyei Munkástanács sztrájkbizottságának határozata: „1. A szovjet hadsereg azonnal vonuljon ki az országból; 2. Új magyar kormányt; 3. Sztrájkjogot a munkásságnak; 4. Teljes amnesztiát a forradalomban részt vett magyaroknak; 5. Ameddig ezt nem teljesítik, addig sztrájkolni fog Nyíregyháza munkás, paraszt, értelmisége, a közellátás, áramszolgáltatás, sajtó kivételével” (*Néplap 1956. október 27.*).

Október 28-ig a forradalmi tanácsok átvették Szabolcs-Szatmár megye és Nyíregyháza város feletti irányítást, nemzetőrséget szerveztek. Közben az új rend vezetői nem követtek el erőszakot (*Lupkovics 2009*). Az Ideiglenes Forradalmi Bizottság vagy „ötös bizottság” a Nyíregyházi Ideiglenes Városi Munkástanács lett.

A Megyei és Városi Munkástanács újonnan indított lapja 1956. október 29-i számában a „Hétfordulóra” című írásban az előző napok nyíregyházai forradalmi eseményeiről számolt be: „Csütörtökön még csak nemzeti lobogókat és kokárdákat láttunk. Pénteken már lelkesen tüntető tömeget. Számos vidéki város mintájára forradalmi tanácsok alakultak, megválasztották és megválasztják az üzemek igazgató tanácsát. Vasárnap bejelentették, hogy a város rendőrsége és honvédsége a nép mellett van, s a nemzetőrök oldalán részt kér a város nyugalma megőrzésének nagy munkájából ... Nyíregyházán ugyanekkor közvetlen megállapodás született a városba irányított szovjet csapatok és a munkástanács között: a szovjet hadigépek nem zavarják a város nyugalma szüntelen felvonulásukkal.” (*Szabolcs-Szatmár Népe 1956. október 29.*)

Október 30-ra az MDP megyei vezetése formálisan is lemondott. *Varga Sándor* megyei első titkár és *Fekszki István* megyei tanácselnököt a forradalmárok letartóztatták.

Október 31-én megkezdte működését a Forradalmi Katonatanács, mint rendfenntartó szerv (Nagy 1995, Konczné 2001).

A vállalatoknál munkástanácsokat hoztak létre. Szilágyi Lászlót választották a Szabolcs-Szatmár Megyei Körzeti Forradalmi Bizottság vezetőjének. A Körzeti Bizottság 83 tagból állt, ebből 16-an a bizottság elnökségét képezték. A városi Forradalmi Tanácsot Rácz István irányította, a Forradalmi Katonai Bizottságot Orlós főhadnagy vezette.

Nincs forrás arról, hogy az igazgatóság akkori dolgozói közül részt vett volna valaki ezekben a szervezetekben.

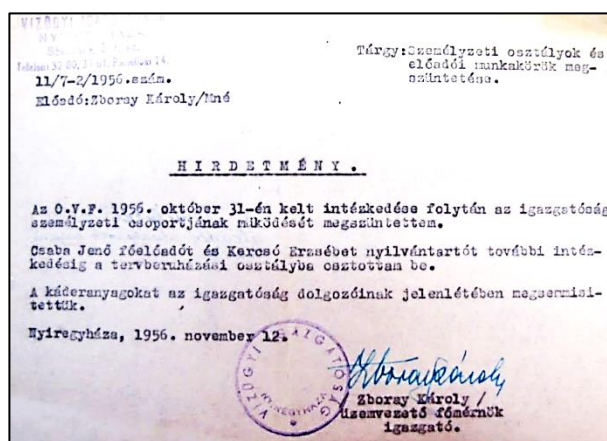
A megyében a letartóztatások 1956. november 5-től, a politikai büntetőperek 1957 februárjától kezdődtek. A forradalmárok közül Szilágyi Lászlót és Tomasovszky Andrást halálra ítélték, majd kivégezték. Börtönbüntetést kapott 205 személy, 107 fő közigazgatási őrizet alá került. Rendőri felügyelet alá helyeztek 72 főt, bünyügyi nyilvántartásba vettek 344 személyt. Százakat bocsátottak el állásukból, helyeztek alacsonyabb munkakörbe (Nagy 1995).

### 1956. OKTÓBER- DECEMBER AZ IGAZGATÓSÁGNÁL

Dr. Szeifert Gyula későbbi vízügyi igazgató fiatal mérnökként szemtanúja volt az 1956. októberi forradalom

idején annak, amikor a helyi Forradalmi Bizottság felkérésére Zboray Károly igazgató a nyíregyházi szakszervezeti házban rendezett nagygyűlésen felszólalt. A politikai tartalom nélküli, kiváló szónoki képességgel megtartott beszédét követően óriási taps tört ki a tömött teremben. A forradalmi napokban tartott felszólalásának később számára nem voltak látható kedvezőtlen következményei (Szeifert Gyula szóbeli közlése 2017). Azonban 1959-ben, érezve, hogy a helyi párt és tanácsi körökben nem nézik jó szemmel a tevékenységét, Zboray Károly Budapestre az OVF-hez helyeztette át magát, ahol nyugdíjazásáig a folyamszabályozási ügyeket irányította.

1956. október 26. után az igazgatósági pártszervezet és a szakszervezet tevékenysége szünetelt, viszont a vállalati Forradalmi Bizottságnak és Munkástanácsnak érzékelhető szerepe lett a szervezet életében. Az 1956. november 22-én kelt, 14-1/2-3/1956.43. számú igazgatói Hirdetmény szerint a Munkástanács javaslata alapján az 1956. október 23-tól eltelt idő alatt jó munkájukért pénzjutalomban részesített néhány dolgozót. A 495/1956. sz. Vásárosnaményban 1956. november 19-én kelt a „Forradalmi pótlék elszámolása” tárgyú levél a szakaszmérnökségi Forradalmi Bizottság létét, működését bizonyítja (FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.).



3. ábra. A Személyzeti Csoport megszüntetéséről szóló 1956. november 12-i hirdetmény a kitalakart címeres bélyegzővel (FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.)

Figure 3. The announcement of November 12, 1956 about the termination of the Personnel Group with the masked coat of arms stamp (FTV Water History Collection)

Zboray Károly igazgató 1956. november 12-i 11/7-2/1956. sz. Hirdetményében közölte, hogy (OVF főigazgatói rendelkezés értelmében) a Személyzeti Csoport megszüntetésre került. A káderanyagokat a dolgozók jelenlétében megsemmisítették. A dokumentumon a bélyegzőn a sztálinista országcímert kitalakarták (3. ábra). Címer nélküli bélyegző látható egy 1957. január 4-én kelt Hirdetményen is. Az 1957. január-áprilisi igazgatósági iratokon alkalmazott bélyegzőkön – az 1956. évi forradalom egyik jelképe – a Kossuth címer látható. Ennek használatát az 1957. május 23-án kiadott 1957. évi II. törvény 3. §-val szüntették meg.

A területi egységekre vonatkozó 1956. november 23-án készült kimutatás az igazgatóság alkalmazottai mellett a szakaszmérnökségek által létrehozott fizikai dolgozói

munkahelyeket tartalmazta. Az öt szakaszmérnökség 152 főt foglalkoztatott közvetlenül (Vázsonyi 1959).

A 11/8-4/1956. számú, 1956. november 27-én kelt, műszaki csoportok vezetőinek és a szakaszmérnökségek vezetőinek címzett igazgatói levél a forradalmi események utáni időszak szakmai feladataival foglalkozott, illetve a „kényszerű szünetelés miatt előállt lemaradás” pótlásáról és a munkafegyelem megszilárdításáról értekezett. Célja volt, hogy felrázza a dolgozókat a forradalom és annak következményei, illetve a megkezdődött megtorlásokkal kapcsolatos sokkhatásból és figyelmüket a politikáról a szakma felé irányítsa. A lemaradások pótlására, a munkafegyelem megszilárdítására szólította fel a dolgozókat. A 27-1/17-12/1956. sz., 1956. december 20-án kelt, „Évi zárással kapcsolatos intézkedések” tárgyú körlevél a sza-



kaszmérnökségeknek és a Gépészeti és Tervezési Csoportnak adott utasítást az anyagi károk felmérésére, amelyek az Igazgatóságot az 1956. október 23-tól eltelt rendkívüli időben érték (FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.).

### DÉGEN IMRE FŐIGAZGATÓ FELHÍVÁSA A VÍZÜGYI SZOLGÁLAT DOLGOZÓIHOZ

Az 1956. október 23-án Budapesten kitört forradalom idején az OVF-nél és az igazgatóságoknál is megalakultak a forradalmi bizottságok. Dégen Imre főigazgató – aki 1955. december 1-től töltötte be ezt a vezetői tisztséget – 1956. október 31-én utasítást adott a főigazgatóság és a felügyelete alatt álló vízügyi szervek személyzeti csoportjainak megszüntetésére. Az OVF Ideiglenes Forradalmi Bizottságának felhívására a főigazgatóság dolgozói a szovjet csapatoknak a főváros területéről történő kivonulásáig az ügyeleti szolgálat kivételével a hivatali munkát nem vették fel. A főigazgató levelében kérte a szervek Munkástanácsait és a Forradalmi Bizottság vezetését, hogy „a forradalom nemes célja érdekében” védjék meg az ár- és belvízvédelmi műtárgyakat és biztosítsák a szükséges munkák elvégzését

([http://www.dunamuzeum.hu/1956/vizugy/v\\_02.html](http://www.dunamuzeum.hu/1956/vizugy/v_02.html)).

Dégen Imre főigazgató 1956. december 1-én írta alá a „Felhívás a vízügyi szolgálat dolgozóihoz” című körlevelet, mely a Nyíregyházi Vízügyi Igazgatósághoz is beérkezett (FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.). „A munkástanácsok állásfoglalásával egyetértésében” felhívta a vízügyi szolgálat valamennyi szervét és minden dolgozóját, hogy biztosítsák a munka beindítását és zavartalan vitelét, mert a több mint egyhónapos termelés kiesés a vízügyi szolgálatban komoly elmaradást okozott nemcsak a kisebb munkáknál, de az 1956. évi jeges árvíz okozta károk helyreállításánál és a meggyengült töltések erősítésénél is, amit szerinte a keményebb tél beállta előtt pótolni kellett. A felhívás legérdekesebb része Dégen Imre akkori politikai állásfoglalását tartalmazta, mely szerint: nincs szükség sem jobb- sem baloldali restaurációra, meg kell őrizni a forradalom vívmányait, ki kell tartani a szocialista demokrácia mellett, és meg kell őrizni a nemzeti függetlenséget. Az MSZMP Ideiglenes Központi Bizottság négy nappal később, 1956. december 5-én tartott ülésén ellenforradalomnak nyilvánította az 1956. októberi eseményeket.

### AZ IGAZGATÓSÁG A FORRADALOM LEVERÉSE UTÁNI IDŐSZAKBAN

Kevés adat áll rendelkezésre az igazgatósági alkalmazottak forradalomban való részvételéről és a leverést követő megtorlások vállalati vonatkozásairól, de egyértelmű, hogy ezekben az eljárásokban érintve volt több dolgozó, pl.: Sággy Mihály, Sándor György, Horváth Zoltán, Dalmy József, Nemes László.

Sággy Mihály mérnök-technikust, aki 1955-től a mátészalkai III. sz. Szakasz mérnökség vezetője volt, 1957. április 1-vel áthelyezték a nyíregyházi központba, ahol további intézkedésig a műszaki osztályvezető mellett teljesített szolgálatot. Vezetői beosztásából való felmentése, áthelyezése a forradalmi eseményekben való részvétele miatt következett be. Rövidesen Kaposvárra helyeztette át magát az ottani szakasz mérnökségre. 1962. március 21-én

a mátészalkai III. Szakasz mérnökség MSZMP Alapszervezete írt Sággy Mihály tevékenységéről: „... az 1956-os ellenforradalmi cselekményekben igyekezett aktívan bekapcsolódni, illetve szívesen felkereste az akkori gyűléseket és összejöveteleket. Bár súlyosabb cselekmények elkövetésére bizonyítékok nem voltak, mégis hivatali beosztásától elvárható és addigi felfogásának megfelelő álláspontját felcserélve az ellenség uszályába került. ...Nagyobb egység (szakasz mérnökség) vezetésére a fentebb említett okoknál fogva nem ajánljuk.” (FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.).

Sándor György mérnök-technikus (Sándor Sándor testvéröccse), aki a Fehérgyarmat székhelyű Tisza-Szamosközi Szakasz mérnökség helyettes vezetője volt, 1956. december 29-én még részesült a főigazgatói rendkívüli jutalomkeretből. Az 1957. június 29-én kelt, a III. sz. Szakasz mérnökségnek szóló levél rögzítette, hogy Sándor Györgyöt távolléte idején Demeter István helyettesítette. Egy igazgatósági állománytáblázaton talált kéziratos bejegyzés szerint: „1957. március óta ellenforradalmi tevékenységért letartóztatásban van.” (FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.).

Dr. Horváth Zoltán anyaggyártó üzintézőt az 1956-os forradalom évfordulói előtt rendszeresen behívták és néhány napig börtönben tartották, megalázó takarítási munkákat végeztettek vele. Később, azért, hogy ilyenkor ne találják otthon az igazgatóság néhány napos külszolgálatra küldte ki (Szeifert Gyula szóbeli közlése, 2017).

Az igazgatóság alkalmazott néhány olyan szakembert is, akik más munkahelyről érkeztek, aktívan részt vettek az eseményekben, majd a forradalom leverését követően büntetést kellett elszedniük. Közöttük volt Dalmy (Laubner) József főmérnök, műszaki előadó és Nemes László főkönyvelő-helyettes, revizor.

Dalmy Józsefet az 1956-os forradalom után jogerős ítélettel másfél évre elzárták. Szabadulása után, 1958. november 26-tól került az igazgatósághoz. Későbbi feljegyzés szerint „Az 1956-os ellenforradalom idején a Debreceni Vízügyi Igazgatóságnál lévő dolgokba belekeveredett, amiért a Bíróság felelősségre is vont.” (igazgatósági párttitkár 1961. július 1-i jelentése, az MSZMP Megyei Bizottság részére) (FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.).

Nemes Lászlót az 1956. évi „ellenforradalmi cselekménye” miatt hadnagyi rendfokozatából honvédek fokozták le. 1958. május 20-án az igazgatóság előadói munkakörben foglalkoztatta (FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.).

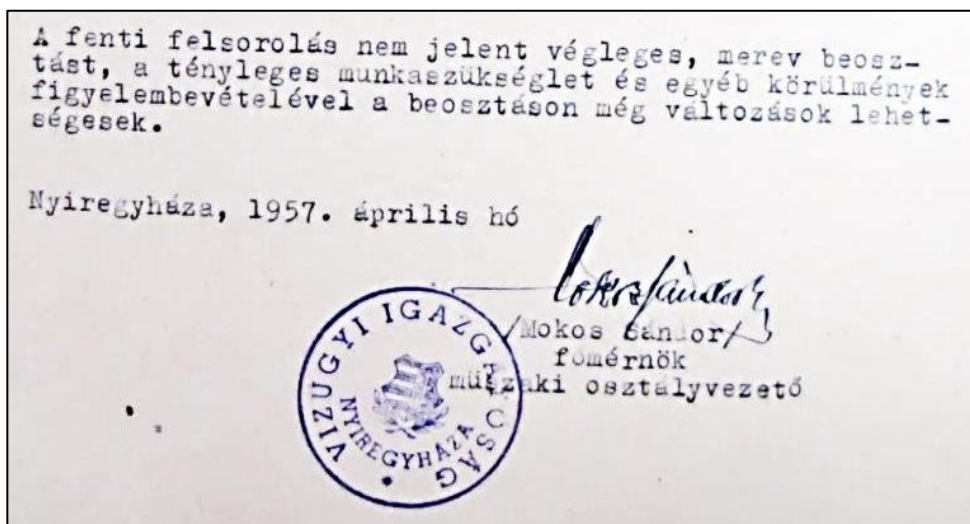
A forradalom utáni megtorlások feltehetően nem érintették a gépészmérnök végzettségű Kollonai Bélát, aki az MDP pártvezetésből vett részt a nyíregyházi forradalmi események szervezésében. 1956. november 4-ét követően az MSZMP Szabolcs-Szatmár Megyei Bizottságán az Ipari Osztály vezetője, majd 1957. jún. 15-től a megyei tanács elnökhelyettese lett. Kollonai Béla 1962. szeptember 1-től 1967. április 15-ig az igazgatóság Vízgazdálkodási Osztályának vezetőjeként dolgozott. Az 1956. október 26-i nyíregyházi forradalmi események során az öttagú ideiglenes munkástanácsnak lett tagja. Részt vett a munkástanács megalakulását tartalmazó felhívás megszövegezésében is (<http://www.szabarchiv.hu>).

1957. január 1-től a Műszaki Osztály keretében új műszaki csoport került kialakításra, azáltal, hogy az Árvíz- és Belvízvédelmi Csoport kettévált. Létrejött a Belvízvédelmi és Kultúrmérnöki Csoport *Gavallér Endre* főmérnök és az Árvízvédelmi Csoport *Dabolczi János* főmérnök vezetésével. A többi csoportok az alábbiak voltak: Folyamszabályozási Csoport, *Jancsó Gyula* főmérnök, Öntözési Csoport, *Tarnóczky István* mérnök-technikus, Gépészeti Csoport, *Kálnay András* főmérnök, Tervezési Csoport, *Czibur Géza* főmérnök (FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.).

A 86/1957. számú, 1957. január 10-én kelt, *Mokos Sándor* műszaki osztályvezető főmérnök kimutatása szerint az igazgatósági árvédekezés felelős vezetője *Zboray Károly* üzemvezető-főmérnök igazgató volt. A védelemvezető helyettesei (váltásban) *Mokos Sándor* főmérnök műszaki osztályvezető, *Gavallér Endre* főmérnök ár- és belvízvédelmi csoportvezető, *Kálnay András* csoportvezető-főmérnök, *Dabolczi János* csoportvezető főmérnök és *Jancsó Gyula* főmérnök, folyamszabályozási csoportve-

zető voltak. A Megyei Tanáccsal, települési tanácsokkal, az ottani árvédelmi bizottságokkal, a honvédség, rendőrség, MÁV, szállítóvállalatokkal stb. az összeköttetést és az ügyeleti szolgáltatást ellátó adminisztrációs személyzet felletti felügyeletet *dr. Deák Endre* jogügyi tanácsadó, *Barucha József* főmérnök és *Zeleznik Sándor* mérnök látta el (FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.).

Az igazgatóság szervezeti felépítése 1957. február 11-től az alábbi volt: igazgató; az igazgató-helyettes által vezetett I.) Műszaki Osztály; II.) Igazgatási, Jogi és Munkaügyi Csoport; III.) Főkönyvelőség. A szakaszmérnökségek száma 5-ről 3-ra csökkent. Az 1. sz. Tisza-Szamosközi- (Fehérgyarmat), a 2. sz. Ecsedilápi- és Kelet-Nyíri- (Mátészalka), és a 3. sz. Beregi- (Vásárosnamény) Szakaszmérnökségeket egyesítették 3. sz. Szatmár-beregi Szakaszmérnökség elnevezéssel, Mátészalka székhellyel. A mátészalkai központ mellett Vásárosnaményban és Fehérgyarmaton építésvezetőségek maradtak (FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.).



4. ábra. Részlet a dolgozók név szerinti beosztását közlő 1957. áprilisban kelt Kossuth címeres bélyegzővel ellátott körlevélből (FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.)

Figure 4. Detail from a circular dated April 1957 with a Kossuth coat of arms stamp announcing the names of the employees (FTV Water History Collection)

Az igazgatósági átszervezések folytatódtak 1957. április hónapban is. Az új szervezeti struktúrát az OVF 2476/1957. sz. rendeletével jóváhagyta, az igazgatóság 1957. évi létszámát 273 főben állapította meg. A dolgozók szervezeti egységekbe való beosztásában 466 fő szerepelt, akik közül 65 fő a központi egységekben, 401 fő a szakaszmérnökségeknél dolgozott. Az igazgatóság vezetője továbbra is *Zboray Károly* üzemvezető-főmérnök volt, az igazgató-helyettes és egyben a 34 fős Műszaki Osztály vezetője *Mokos Sándor* üzemvezető főmérnök. A Műszaki Osztályhoz hat csoport tartozott: 1. Árvédelmi és Folyamszabályozási Csoport *Jancsó Gyula* csoportvezető főmérnök vezetésével; 2. Belvízrendező és Kultúrmérnöki Csoport *Gavallér Endre* csoportvezető főmérnök vezetésével; 3. Vízhatszámítási Csoport (a vezetőt nem nevezték meg); a.) Öntözés és halastó építési részleg – *Tarnóczky István* mérnök-technikus és b.) Ipari, ivóvíz és magasépítés részleg – *Barucha József* főmérnök; 4. Műszaki Tervezési Csoport *Czibur Géza* csoportvezető főmérnök vezetésével;

5. Gépészeti és Üzemelési Csoport *Kálnay András* csoportvezető főmérnök vezetésével. Az Igazgatási, Jogi és Munkaügyi Csoportot *dr. Deák Endre* jogügyi tanácsadó vezette. Ide tartozott az Igazgatási, jogi és munkaügyi részleg, a Hatósági engedélyezési részleg, a Segédhivatal és a Gondnokság. *Dr. Serly Ferenc* osztályvezető vezetésével a Főkönyvelőség három csoportba tagolódott: Pénztár és Könyvelés, SzTK Csoport, *Szabó Ferenc* revizor (FTV Vízügyi Tört. Gyűjt.).

## IRODALOMJEGYZÉK

*Dikán N.* (2001). Az 1956. október 26-i (pénteki) nyíregyházi tüntetés története. A Nyíregyházi Jósa András Múzeum évkönyve 43. Nyíregyháza.

*Konczné Nagy Zs.* (2001). Szabolcs-Szatmár megye mezőgazdasága (1946-1961). A Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Levéltár Kiadványai III. Tanulmányok 9. (Nyíregyháza).

[https://library.hungaricana.hu/hu/view/SZSM\\_Tan\\_09\\_Mezogazd\\_1945-61/?pg=109&layout=s](https://library.hungaricana.hu/hu/view/SZSM_Tan_09_Mezogazd_1945-61/?pg=109&layout=s).

*Konecsny K.* (2021). 3. Felső-tiszai vízügyi szervezetek kialakulása és működési struktúrája 1953-ig. In: *A Felső-Tisza-vidék vízügyi múltja*. FETIVIZIG Nyíregyháza. (Kézirat) 419 o.

*Lupkovics Gy.* (2009). Az 1956-os forradalom utáni megtorlás. A Szilágyi László és társai-per jogtörténeti elemzése. Doktori (PhD) értekezés. Debreceni Egyetem Állam- és Jogtudományi Kar. Debreceni Egyetem Állam- és Jogtudományi Doktori Iskola. 359 o. <https://dea.lib.unideb.hu/dea/bitstream/handle/2437/97186/ertekezes.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

*Nagy F. szerk.* (1995). A szabolcsi diákok szerepe a forradalmi eseményekben (1956). Szabolcs-Szatmár-Beregi Levéltári Évkönyv XI. Szerk.: Nagy Ferenc. Nyíregyháza. 259-268.

*Németh Péterné* (1998). Megtorlás és politikai perek az 1956-os forradalom után Szabolcs-Szatmár megyében.

[http://www.szabarchiv.hu/drupal/sites/default/files/98\\_Megtorl%C3%A1s%20C3%A9s%20politikai%20perek.PDF](http://www.szabarchiv.hu/drupal/sites/default/files/98_Megtorl%C3%A1s%20C3%A9s%20politikai%20perek.PDF) (letöltve 2022.04.15)

*Németh Péterné* (1999). Az MSZMP apparátusának összetétele és szervezeti felépítése Szabolcs-Szatmárban 1956-1957-ben.

[http://www.szabarchiv.hu/drupal/sites/default/files/99\\_Az%20MSZMP.pdf](http://www.szabarchiv.hu/drupal/sites/default/files/99_Az%20MSZMP.pdf) (letöltve 2022.04.15)

*Nyíri J.* (1963). Az öntözés helyzete a Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság területén. Felső-Tisza-Híradó. 2. sz. 2-7.

*Szeifert Gy.* (1973). Az egységes vízügyi szervezet megalakulásának 20 éves évfordulója. Felső-Tisza. A Felsőtisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság Híradója. XIV. évf. 4. szám. 1-13.

*Vázsonyi Á. szerk.* (1959). Nyíregyházi Vízügyi Igazgatóság Vízgazdálkodási Adatgyűjteménye. I.-V. kötetek. (Kézirat) VITUKI-Nyíregyházi VIZIG. Nyíregyháza-Budapest.

*Veszely J.* (2013). A Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság központi épületének története. Felső-Tisza Híradó. A Felső-Tisza-vidéki Igazgatóság dolgozóinak lapja. LII. évf. 2. szám. 25-27.

\*\*\* (1953). Minisztertanács 1.060/1953. (IX. 30) számú határozata.

\*\*\* (1953). Vízügyi Értesítő. Az Országos Vízügyi Főigazgatóság Hivatalos lapja. 1953. november 26, I. évf., 1. sz.

\*\*\* (1956). Szabolcs-Szatmári Néplap. Az MDP Megyei Bizottsága és a Megyei Tanács lapja. XIII. évf., 1956. okt. 2, 1956. okt. 16., 1956. okt. 27-i számok.

\*\*\* (1956). Szabolcs-Szatmári Népe. A Megyei és Városi Munkástanács lapja. XIII. évf., 1956. okt. 29.

\*\*\* (1961). Igazgatósági MSZMP titkár 1961. július 1-én kelt jelentése, válasz a Szabolcs-Szatmármegyei MSZMP Megyei Bizottság munkatársának szóbeli adatkérésére a Vízügyi Igazgatóság dolgozóiról. (Kézirat)

[http://www.dunamuzeum.hu/1956/vizugy/v\\_02.html](http://www.dunamuzeum.hu/1956/vizugy/v_02.html) (letöltve 2022.04.15)

<http://www.szabarchiv.hu> (letöltve 2022.04.15)

## A SZERZŐ



**KONECSNY KÁROLY** 1979-ben a Kolozsvári „Babeş-Bolyai” Tudományegyetemen földrajz szakon diplomázik, majd hidrológus posztgraduális képzésen vesz részt. 1997-ben védi meg területi vízháztartási témájú doktori értekezését és szerez Phd fokozatot. Közben 1979-től 2005-ig vízügyi igazgatóságoknál vezető hidrológusként dolgozik, 2005-től nyugdíjazásáig a VITUKI tudományos osztályvezetője, az Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Hatóság vízgazdálkodási vezető főtanácsosa, az Országos Vízügyi Hatóság osztályvezetője és igazgatóhelyettese, tervezőcég hidrológiai szakértője. Mintegy 140 szakmai közleménye jelent meg. Akadémiai köztestületi tag. Az MHT több választott tisztségét is betöltötte. MHT kitüntetései: Pro Aqua díj (2005), dr. Schafarzik Ferenc emlékérem (2016), Vitális Sándor szakirodalmi nívódíj (2002; 2018), Bogdánfy Ödön emlékérem (2022). 2016. évtől a Hidrológiai Közlöny szak szerkesztője, 2022-től a lap főszerkesztő-helyettese.

# Könyvismertetés

**Szlabóczky Pál aranydiplomás, Pro Aqua díjas geomérnök bemutatja az 1993-2011 közötti munkáiból Spisákné Ortó Zsuzsanna környezetmérnök által összeállított 210 oldalas, több száz ábrát, matematikai levezetést és számításokat tartalmazó könyvét. Házilagos kiadás, 2022. Miskolc**

*Ritkán esik meg, hogy a Hidrológiai Közöny egy házi kiadású könyvet ajánljon, azonban a most bemutatandó mű egy olyan hidrogeológiai segédlet, mely számos kézzel szerkesztett térképet és jól használható empirikus összefüggést tartalmaz. Az esettanulmányok révén az anyag nagyon jól használható az oktatásban is, demonstrálva a terepi megfigyelések és munka jelentőségét, valamint azt, hogy sokszor számítógép nélkül is megoldhatók a feladatok józan mérnöki szemlélettel és empirikus összefüggésekkel. Szlabóczky Pál munkáját – mely szakmatörténeti szempontból is egy értékes összeállítás – örömmel ajánljuk a szakemberek figyelmébe.*

*Szlabóczky Pál 1953 és 1968 között végezte hidrogeológus technikus, majd bányageológus és szakmérnöki tanulmányait a miskolci és a budapesti műegyetemen. 1964-2009 között ipari mérnöki területeken dolgozott. Spisákné Ortó Zsuzsanna, a könyv szerkesztője általános környezetmérnök (ME), a Green Side Kft. alkalmazottja.*

*Dr. Major Veronika  
a Hidrológiai Közöny főszerkesztője*

## Hidrogeológiai Segédlet

*Szlabóczky Pál aranydiplomás geomérnök*

*1993-2011 közötti munkáiból összeállította*

*Spisákné Ortó Zsuzsanna*

**Házilagos kiadás**

**2022. Miskolc**



A könyv három részből áll:

**I. Szerkesztési és számítási segédlet ivóvíz bázisok hidrogeológiai tervezéséhez** (Karszt- és hasadék vizek, vízminőség előrejelzések, a Mérnöki Kamara javaslatára készült és az OVH által kiadott „Vízbeszerzési terv tartalmi követelményei” műszaki irányelvhez segédlet, mely

a vízbeszerzésen kívül jól használható bányászati és mélyépítési vízvédelmi tervezéseknél is.)

Az első részben a hazai vízbeszerzési tervezési gyakorlatban, karsztos és vulkanikus területeken az 1960-as évektől használt és bevált szerkesztési, számítási módszerek találhatók, készletgazdálkodási szemléletű rendszerezésben. Aktualitását a gyors terepi, helyszíni, valamint a szoftverezést ellenőrző, könnyen értelmezhető műveletek indokolják. Az OVH megbízásból készült segédlet talajvízes részét Rózsa Attila, a parti szűrészű fejezetét dr. Völgyesi István, a rétegvízes fejezetet Nagy András társulati tagtársaink, valamint volt hidrológiai társasági elnökünk, Juhász József professzor egykori miskolci geológus mérnök hallgatói dolgozták ki. A bemutatott hidraulikai-hidrologiai módszerek alkalmazhatóságát számpéldák segítik. A vízminőségi fejezet a kitermelt földalatti víz időben változó geokémiai előrejelzését segíti.

**II. Szemelvények a szennyvizek hidrogeológiájából** (1985-2008 közötti ipari munkák – több mint 30 helyszínről félszáz eset – alapján Szántó Judit környezetmérnök, Fejes Zoltán hidrogeológus mérnök és PhD hallgatók közreműködésével összeállított oktatási segédlet.)

A második rész a hazánkban évente egy Balatonnyi mennyiséget kitevő előkezelte szennyvíz-elhelyezés és hasznosítás vízföldtani vonatkozásaira mutat be példákat a lakóépületekhez közeli szikkasztásoktól a hazánkban még ritka lagúnás elhelyezésekig, mindezek környezetvédelmi, sőt geotechnikai kihatásaival. Kiemeli a kezelt szennyvizek hasznosításának energetikai és mezőgazdasági jelentőségét egy 2022-es kiegészítéssel, mely a vírusjárványokra, a gyógyszeripari származékokra és a klímaváltozás okozta újabb kihívásokra vonatkozik.

**III. Hidrogeológiai tereptan** (Szakirodalomból átvett, valamint saját ipari és tudományos 80 ábra feliratos gyűjteménye, a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Környezetgazdálkodási Intézet Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Intézeti Tanszék mesterképző előadásának vetítési anyaga.)

A harmadik rész a teleptani kép modellalkotási jelentőségére világít rá. A fejezet az egyetemi és a Magyar Hidrológiai Társasági előadások csupán feliratos vetítési ábráiból állt össze, ami majd egy esetleges második kiadásban szöveggel lenne kiegészítve, az olvasók remélt észrevételei alapján.

A könyv kis példányszámban készült. Megtekinthető Budapesten a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, valamint a Miskolci Egyetem központi könyvtárában, továbbá e-mailen is lekérhető a szlaboczky.pal@gmail.com címről.

## Események

Alábbiakban a MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG XXXIX. Országos Vándorgyűléséről számolunk be, melyet Nyíregyházán tartottak.



### MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG XXXIX. ORSZÁGOS VÁNDORGYŰLÉS NYÍREGYHÁZA 2022. július 6-8.



(Forrás: [tinyurl.com/yzy7h448](https://tinyurl.com/yzy7h448))

A MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG XXXIX. Országos Vándorgyűlésére a szakma minden területéről mintegy 300 résztvevő érkezett Nyíregyházára.

A nyitó plenáris ülésen **dr. Szlávik Lajos** a Társaság elnökének megnyitóját követően **dr. János István**, a Nyíregyházi Egyetem általános rektorhelyettese, **Román István**, a Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Kormányhivatal

kormány megbízottja, **Réthy Pál**, a Belügyminisztérium közfoglalkoztatási és vízügyi helyettes államtitkára, **Szabó István**, a Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Önkormányzat alelnöke, **dr. Kovács Ferenc**, Nyíregyháza Megyei Jogú Város polgármestere és **Bezzeg János**, a Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Mérnöki Kamara elnöke üdvözölte a Vándorgyűlés résztvevőit.



(Forrás: [tinyurl.com/yzy7h448](https://tinyurl.com/yzy7h448))

A 105 éves Társaság vándorgyűlésének nyitó plenáris ülését a köszönet szavai zárták. Az MHT 2022. évi nivó-

díját Boda János és Serény József, az ÁKK Csapat, a Civil Szervezetek Közössége, Lucza Zoltán és az ELCOM Kft.,

valamint az OVF Vízügyi Tudományos Tanácsa nyerte. **Dr. Váradi József** a Vízügyi Tudományos Tanács „Jövőépítés a vízgazdálkodásban” című könyvsorozatáról tartott előadást, majd **Boda János** ismertette **Serény Józseffel** közös „Budakeszi membrános bioreaktoros szennyvíztisztító telepe” című pályamunkájukat. Ezt követte **Bálint Márton** az „Árvíz kockázat-kezelési Stratégiai Terv” című előadása, majd **Kumánovics György** ismertette „A felszín alatti vizek védelmére alakult ad hoc munkacsoport tevékenysége” című pályázatukat. Végül

**Lucza Zoltán** mutatta be az **ELCOM Kft**-vel együttműködésben készült „A közös magyar-ukrán távjelző rendszer” című pályamunkát.

A kiállítással kibővített vándorgyűlésen 6 témakörben rendeztek szekciós üléseket a vízkárelhárítás, a területi vízgazdálkodás, a települési vízgazdálkodás, az infrastruktúra-fejlesztés, a hidrológia-hidrogeológia-hidraulika-numerikus modellezés és a vízügytörténet tudományterületén. A 6 szekcióban 97 előadás hangzott el.



(Forrás: [http://www.hidrologia.hu/mht/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1162&Itemid=118](http://www.hidrologia.hu/mht/index.php?option=com_content&task=view&id=1162&Itemid=118))

A záró plenáris ülésen **dr. Szlávik Lajos** elnök rövid áttekintést adott a rendezvényről, a szakmai szekciók legfontosabb témáiról, megállapításairól. Ezt követően a Győri Területi Szervezet nevében Sütheő László vezetőségi tag meghívta az MHT tagjait Győrbe, a 2023. évi XL. Országos Vándorgyűlésre.

A vándorgyűlés gazdag programú tanulmányi kirándulással zárult, mely során meglátogatták a Regionális Vízmű Paszabi vízműtelepét, a tiszabercei muzeális és

elektromos meghajtású üzemelő szivattyútelepet, a Lónyay torkolati műtárgyat, a szabolcsi földvárat, az Árpád-kori templomot és a Mudrány-kúriát.

A vándorgyűlés 139 tanulmányt tartalmazó tanulmánykötete elérhető:

<https://hidrologia.hu/vandorgyules/39/>

*Dr. Major Veronika  
a Hidrológiai Közlöny főszerkesztője*

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](mailto: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 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 ([http://www.hidrologia.hu/mht/letoltes/hk\\_kozlesi\\_utmutato.pdf](http://www.hidrologia.hu/mht/letoltes/hk_kozlesi_utmutato.pdf)), melyből közlétesünk néhány előírását:

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 használjon.

A Hidrológiai Közlöny fontos célkitűzése a szakmai anyanyelv ápolása, ezért kérjük, hogy ügyeljenek a magyar szakmai nyelv megfelelő használatára és alkalmazzák a magyar helyesírási szabályokat (<http://helyesiras.mta.hu/helyesiras/default/akh12>).