
HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY



A MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG LAPJA • 100. ÉVF. 1. SZÁM • 2020
HUNGARIAN JOURNAL OF HYDROLOGY • VOL 100. NO 1. • 2020





Hidrológiai Közlöny

A Magyar Hidrológiai Társaság lapja
Megjelenik háromhavonként

Főszerkesztő

Fehér János

Szakszerkesztők

Ács Éva
Konecsny Károly
Nagy László

Olvasószerkesztő

Szlávik Lajos

Szerkesztőbizottság elnöke

Szöllősi-Nagy András

Szerkesztőbizottság tagjai

Ács Éva, Bakonyi Péter, Baranyai Gábor,
Bíró Péter, Bíró Tibor, Bogárdi János,
Bozán Csaba, Csörnyei Géza, Engi Zsuzsanna,
Fehér János, Fejér László, Gampel Tamás,
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
Email: titkarsag@hidrologia.hu
Honlap: www.hidrologia.hu
A Kiadó képviselője: Szlávik Lajos, a Magyar Hidrológiai Társaság elnöke

Hirdetés

Gampel Tamás, a Magyar Hidrológiai Társaság főtítkára
1091 Budapest, Üllői út 25. IV. em.
Telefon: (1)-201-7655 Fax: (1)-202-7244
Email: fotitkar@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

Fehér János: Előszó	3
SZAKCIKKEK	
Dobó Kristóf, Göncz Benedek, Iványi Krisztina: Az árvíz- és belvízvédelem országos helyzetképe	5
Szlávik Lajos: 50 éve volt a Tisza-Szamos közti árvízkatasztrófa	20
Juhász Endre: Visszatekintés a szennyvízelvezetés fejlődésére .	30
Szilágyi János Ede, Dobos Endre, Szűcs Péter: A tájszemléletű vízgazdálkodás hidrogeológiai, talajtani és jogi aspektusai – Felhívás a tájszemléletű vízgazdálkodás koncepció kimunkálásához	41
Kovács András, Nagy László, Begidsán Anna: Árvízvédelmi gát repedésének vizsgálata multielektrodás geoelektromos módszerrel	54
Benkő Gergely, Baranya Sándor, Török Gergely, Molnár Bence: Folyami meder-anyag szemösszetételének vizsgálata Mély Tanulás eljárással drónfelvételek alapján ...	61
Csiszár Endre: Kihívások a Tass, Gudmon-foki parti szűrésű regionális vízbázis üzemeltetésében	70
Miseta Roland, Németh Bálint, Zseni Anikó: Északnyugat-magyarországi hálózati ivóvizek háttér-mikrobióta vizsgálata API-tesztel	80
FÓRUM	
Az MTA Vízgazdálkodás-tudományi Bizottság Vízellátás és Csatornázási Bizottságának ajánlásai a települési csapadékvíz gazdálkodás lehetséges fejlesztési irányjaival kapcsolatban	88
NEKROLÓG	
Dr. Jolánkai Géza – Jolánkai Zsolt megemlékezése	89
TÖRTÉNELMI PILLANATKÉP	
Doroszlai Dénes: A Duna jeges árvize pusztított a Csillaghegyi-öblözetben 1945-ben	90



Hungarian Journal of Hydrology

Journal of the Hungarian Hydrological Society
Published quarterly

Editor-in-Chief

János FEHÉR

Assistant Editors

Éva ÁCS

Károly KONECSNYI

László NAGY

Copy Editor

Lajos SZLÁVIK

Editorial Board Chairman

András SZÖLLŐSI-NAGY

Editorial Board Members

Éva ÁCS, Péter BAKONYI, Gábor BARANYAI, Péter BÍRÓ, Tibor BÍRÓ, János BOGÁRDI, Csaba BOZÁN, Géza CSÖRNYEI, Zsuzsanna ENGI, János FEHÉR, László FEJÉR, Tamás GAMPEL, József GAYER, Géza HAJNAL, Márk HONTI, István IJJAS, János JÓZSA, Zsuzsanna KERESKÉSNÉ STEINDL, Zoltán KLING, Károly KONECSNYI, 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 SZŰCS, 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

Tamás GAMPEL, Secretary General of the Hungarian Hydrological Society

H-1091 Budapest, Üllői út 25., Hungary

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

Email: fotitkar@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

János FEHÉR: Foreword 3

SCIENTIFIC PAPERS

Kristóf DOBÓ, Benedek GÖNCZ, Krisztina IVÁNYI:
National status of flood and inland water management in
Hungary 5

Lajos SZLÁVIK: Flood disaster at the Tisza-Szamos interval
occurred 50 years ago 20

Endre JUHÁSZ: Review of the development of sewerage
systems 30

János Ede SZILÁGYI, Endre DOBOS, Péter SZŰCS:
Hydrogeological, soil and legal aspects of landscape-orien-
tated and land-use-orientated water management –
Invitation to develop a landscape-orientated and
land-use-based water management concept 41

András KOVÁCS, László NAGY, Anna BEGIDSÁN:
Multielectrode geoelectric investigation of a cracked dike .. 54

Gergely BENKŐ, Sándor BARANYA, Gergely TÖRÖK,
Bence MOLNÁR: Analysis of river bed material
composition with Deep Learning based on drone
video footages 61

Endre CSISZÁR: Challenges in the operation of the Tass-
Gudmon-fok bank-filtered regional water source 70

Roland MISETA, Bálint NÉMETH, Anikó ZSENI:
Investigation of bacterial compositions in the drinking
water microbiome located in the North-western region of
Hungary using API tests 80

FORUM

Recommendations of the Water Supply and Sewerage
Committee of the Water Resources Management
Committee of the Hungarian Academy of Sciences on
possible directions for the development of municipal
rainwater management 88

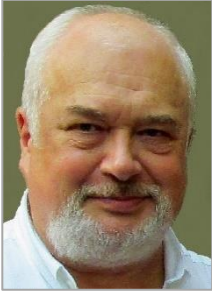
OBITUARY

Dr. Géza JOLÁNKAI – Commemoration by Zsolt JOLÁNKAI . 90

HISTORICAL SNAPSHOT

Dénes DOROSZLAI: The ice flood of the Danube destroyed
the Csillaghegyi bay in 1945 90

Előszó



A *Hidrológiai Közöny* centenáriumi évfordulóját ünnepeljük 2020-ban.

A 100. évfolyam első száma e kivételes eseményt jelző borítóval jelenik meg. Reméljük, hogy a Magyar Hidrológiai Társaság szakmai, tudományos lapja az ebben az évben megjelenő négy lapszámban nem csak szimbolikájában, de tartalmában is kifejezésre juttatja, hogy az eddig kialakított hagyományait megtartva, azokat továbbfejlesztve valósítja meg fő célját, a vízzel és vízgazdálkodással kapcsolatos magas szintű szakmai ismeretek közzétételét. Ezen missziója során a víztudományok (hidrológia, hidrometeorológia, hidraulika, hidrobiológia, vízkémia stb.) területéről közöl tudományos igényű közleményeket, valamint bemutatja a technológiai fejlesztés (vízépítés, vízellátás, szennyvíztisztítás stb.), valamint a vízügyi igazgatás és gyakorlat új eredményeit, és áttekinti cikkeiben a vízgazdálkodás általános kérdéseit is. A lap feladatának tekintik továbbá a társadalomtudományok (hidroökonómia, szociológia, víz-jog, vízdiplomácia stb.) és a vízzel kapcsolatos interdiszciplináris szakmai területeken keletkező új eredmények ismertetését is.

Mindezekre figyelemmel 2019 őszén, főszerkesztői kezdeményezésre levelet küldtünk a vízügyi ágazat fontos intézményeinek, tudományos testületeknek, társadalmi, szakmai szervezeteknek, valamint a Magyar Hidrológiai Társaság szakosztályainak azzal, hogy a *Hidrológiai Közöny* 100 éves évfordulója alkalmából szeretne képet adni az ország vízgazdálkodási helyzetéről, bemutatva a múltat, a jelenlegi állapotokat, és a jövőbeli megoldandó feladatokat, és ehhez kérjük támogató együttműködésüket áttekintő szakmai cikkek elkészítésével és ezek megjelentetésével.

Az elképzelés szerint a VIZIG-ek egy-egy különálló cikkben tekintik át működési területükre jellemző vízgazdálkodási kérdéseket: pl. ár- és belvízvédelem, folyószabályozás, felszíni és felszín alatti vízminőségi kérdések, vízbázisvédelem stb., a múlt, a jelen és a jövő kontextusában.

Az MHT szakosztályainak küldött kérésünkben megfogalmaztuk, hogy készítsenek cikket, bemutatva a szakterületük országos helyzetét a múltban, a jelenlegi állapotokat és vázolják fel a jövőben megoldandó feladatokat.

Örömmre szolgál, hogy már az idei első lapszámban is közölhetünk két cikket, melyek az említett felkérések alapján készültek. Az egyikben az Árvízvédelmi és Belvízvédelmi szakosztály részéről *Dobó Kristóf és társai* mutatják be az árvíz- és belvízvédelem országos helyzetét, kiemelve, hogy Magyarország földrajzi fekvése és éghajlati adottságai következtében vízkár eseményeknek (árvizeknek és belvizeknek) erősen kitett ország, ezért az árvizek és belvizek elleni védekezés átszövi történelmünket. A cikkben bemutatják az elmúlt évtizedek eseményeit, valamint az ezen időszak alatt történt fejlesztéseket és paradigmaváltásokat, majd a jelen helyzet értékelését követően felvázolják a vízkárelhárítás előtt álló jövőbeli feladatokat.

A Csatornázási és Szennyvíztisztítási szakosztály részéről *Juhász Endre* készített egy tanulmányt a Hidrológiai Közöny évfordulója alkalmából. A cikk célja, hogy képet alkosson az elmúlt száz esztendő viharos történelmi időszakában megvalósult csatornázási-, szennyvíztisztítási-, iszapkezelési tudományos és gyakorlati fejlődési lépcsőkről, és arról a több ezer Mrd Ft értékű, javarészt földalatti mérnöki alkotásokról, melyek speciális részei társadalmunk egyik életminőség-növelést szolgáló műszaki, gazdasági tevékenységének. A cikk felvázolja azokat a fontosabbnak ítélt feladatokat, amelyek a következő évtizedekben elkerülhetetlenül megoldásra várnak az utánunk jövő generációk számára. Rámutat arra, hogy a jövőbeli fejlesztések végrehajtásának része kell legyen az, hogy illeszkedjen a tudatos és tudományos fenntartható fejlesztéshez, az egységes települési vízgazdálkodás által megfogalmazott tézisekhez, illetve vele párhuzamosan elégítse ki – lehetőség szerint minél magasabb szinten – mind a technikai fejlődés, mind a lakosság e területen megjelenő újabb elvárásait.

Évfordulóhoz kötődik *Szlávik Lajos* cikke is, aki leidézi a Tisza-Szamos közben fél évszázada történt rendkívüli árvízkatasztrófát, kialakulásának és lefolyásának eseményeit, valamint összefoglalja következményeit. Az elöntött területen közel 5 000 lakás teljesen romba dőlt, vagy a károk következtében lebontásra került, valamint mintegy 4 000 megrongálódott. Fél év alatt felépítették a romba dőlt falvakat. A helyreállítás és újjáépítés egyik fontos feltétele volt a vízellátás közüzemi megoldása. A Szamosközben az 1970. évi árvízkatasztrófát követően – alig egy év alatt – 21 községben valósult meg a közműves vízellátás. A Szamos menti újjáépítés és vízművesítés programja hozzájárult a megye, a terület nagymértékű lemaradásának csökkentéséhez, illetve irányt mutatott egy dinamikusabb fejlődés felé.

Szilágyi János Ede és társai cikkükben egy sajátosan magyar problémakörhöz, nevezetesen az Alföldön halmozottan jelentkező káreseményekhez (árvíz, aszály és belvíz), illetve a környezeti szolgáltatások helyzetéhez kapcsolódó tájzsemléletű vízgazdálkodási koncepció kidolgozására tesz felhívást. Hangsúlyozzák, hogy a problémakör összetettségénél fogva a megoldás csak rendszerszintű lehet, ennél fogva csak az integrált és adaptív vízgazdálkodás keretében képzelhető el, amit tájzsemléletű vízgazdálkodásnak neveznek. A tanulmány újdonságát elsődlegesen az adja, hogy a témakör kapcsán olyan tudományterületek szempontjait is megjelenítik, amely tudományterületek, habár szervesen kapcsolódnak a problémakör lehetséges megoldásához, ezidáig kevésbé reflektáltak a tájzsemléletű vízgazdálkodás koncepciójára.

Az árvízvédelem egy gyakran előforduló problémája, hogy az árvédelmi töltések hosszantartó száradás (árvízi terhelés mentes időszak) hatására elveszítik víztartalmukat, zsugorodnak, összeroppedeznek. A repedések egy része újranedvesedéskor sem gyógyul vissza, így a töltésben víz jól vezető repedések maradnak. *Kovács András és társai* tanulmányukban arra keresték a választ geoelektromos

módszer alkalmazásával, hogy a kiszáradt töltésbe szivattyúzott jó vezetőképességű víz hogyan változtatja meg a töltéskeresztszemet elektromos vezető képességét, ami jó indikátor a repedések kimutathatóságának, és ezen keresztül megállapítható a töltés megbízhatósága.

Csiszár Endre a BÁCSVÍZ Zrt. üzemeltetésében lévő Tass, Gudmon-foki parti szűrésű regionális vízbázis üzemeltetéséről közöl tanulmányt. A vízbázisból kitermelhető vízmennyiséget jelentős mértékben limitálja a Duna vízszintje. Az utóbbi időben meghatározó közép- és kisvíz esetén a kutak nyugalmi vízszintje is már belemetsz a kutak szűrőzött szakaszába, így azon a részen megindul a levegővel való érintkezés hatására a vas- és mangán-oxidok képződése, a vízadó réteg porusainak eltömődése. A szerző bemutatja, hogy a probléma mérséklése / megoldása lehetséges a kutak üzemének optimalizálásával, figyelemmel a Duna-vízállására, valamint ütemezett és tervszerű rétegregenerálás végrehajtásával, esetleg másik (alternatív) vízbázis keresésével.

A folyók mederanyag szemösszetételének ismerete számos gyakorlati feladat megoldásának feltétele. Kiterjedt területek felmérése eddig költséges és időigényes feladatként volt csak elvégezhető. *Benkő Gergely és társai* tanulmányukban elemzik, miként lehet alkalmazni drónfelvételek kiértékeléséhez és ezen keresztül a folyók parti sávjában levő mederanyag szemösszetételének megállapítására a Mély Tanulás módszerét. A módszerben rejlő jelentős potenciál a területi eloszlások előállításán kívül az, hogy megfelelő tanítás után a képelemzés ideje rendkívül lecsökken, így nagy kiterjedésű területekre lehet rövid idő alatt mederanyag térképeket elkészíteni.

Mesita Roland és társai API-teszttel vizsgálták az északnyugat-magyarországi települések ivóvízhálózatában előforduló baktériumok faji összetételét. Eredményeik alapján megállapítható, hogy a bakteriológiai minőségi követelményeknek megfelelő ivóvíz még tartalmazhat jelentős biológiai kockázatot azáltal, hogy a háttér-mikrobiótában számos opportunistá humán kórokozó előfordulhat. Ezért jelentősebb mikrobiológiai háttérszennyezés észlelése esetén javasolják, hogy hálózatöblítést és tisztítást kell végezni.

A Magyar Tudományos Akadémia Vízgazdálkodás-tudományi Bizottságának Vízellátási és Csatornázási Bizottsága 2019. december 9-én „Települési csapadékvíz-gazdálkodás lehetséges fejlesztési irányai” címmel rendezett előadóülést. Az elhangzott előadások, valamint a résztvevők által megfogalmazott gondolatok alapján a Bizottság ajánlásokat fogalmazott meg, melyeket Fórum rovatunkban közlünk.

A közelmúltban elhunyt kiemelkedő tudományos személyiségről emlékezünk meg a NEKROLÓG rovatban. Életének 78. évében elhunyt *Dr. Jolánkai Géza* okleveles mérnök, okleveles szakmérnök, az MTA doktora, nyugalmazott ökohidrológus egyetemi tanár. Saját visszaemlékezései szerint a vízhez való erős kötődése már gyermekkorából ered. A nekrológot negyedik, legkisebbik fia *Jolánkai Zsolt*, a BME tudományos segédmunkatársa jegyzi, aki bemutatva édesapja öt évtizedes tudományos és oktatói pályáját, összegzőképpen azt írja: „Édesapám sokunk emlékében egy impulzív, intuitív, színes egyéniségként fog megmaradni, és őszintén remélem, hogy a vízi környezet védelmének szentelt pályafutása nem volt hiábavaló, és szeretett hazánkban sikeresen fogunk tudni megvalósítani olyan vízgazdálkodási, vízminőségvédelmi intézkedéseket, melyek a természeti környezet és az ember harmonikus kapcsolatában gyökereznek.”

A 100. évfolyam első száma árvízvédelmi kérdésekkel foglalkozó cikkekkel kezdődik, és ugyancsak árvízi témájú cikkel zárul. Történelmi pillanatkép rovatunkban *Doroszlai Dénes* cikkét közöljük, amelyben felidézi, hogy a II. világháború idején, 1945 februárjában, Budapest ostromának utolsó napjaiban a Duna jeges árvize pusztított a Csillaghegyi-öblötben. A közelmúltban színtezéssel összehasonlította az öblötben még fellelhető 18 árvíz tábla által kijelölt elöntési szintet a 2013. június 9-i árvíz (LNV, 891 cm) szintjével. A mérésekből megállapította, hogy az 1945-ös jeges árvíz és a 2013-as árvíz közel azonos szinten tetőzött.

Dr. Fehér János
címzetes egyetemi tanár
a Hidrológiai Közöny főszerkesztője

Az árvíz- és belvízvédelem országos helyzetképe

Dobó Kristóf, Göncz Benedek, Iványi Krisztina

Országos Vízügyi Főigazgatóság, 1012 Budapest, Márvány u. 1/d. (E-mail: ovf@ovf.hu)

Kivonat

Magyarország földrajzi fekvése és éghajlati adottságai következtében vízkár eseményeknek (árvizeknek és belvizeknek) erősen kitett országnak számít. Az ár- és belvizek elleni védekezés átszövi történelmünket. A cikkben a múlt eseményeinek vizsgálatán és az elmúlt évtizedekben történt fejlesztések és paradigmaváltáson keresztül kívánjuk bemutatni a hazai vízkárelhárítás helyzetét és jövőjét.

Kulcsszavak

Vízgazdálkodás, árvízvédelem, belvízvédelem, klímaváltozás, vízkárelhárítás, VTT – Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése, nagyvízi mederkezelés.

National status of flood-, and inland water management in Hungary

Abstract

Due to Hungary's geographical location and climatic conditions, the country is considered to be a highly exposed water damages (flood events and inland waters). Protection against floods and inland waters intertwines our history. This article aims to present the current situation and future perspective of domestic water damage prevention through examining past events, developments and paradigm shift over the past decades.

Keywords

Water management, flood protection, inland water protection, climate change, protection against water damages, Vásárhelyi Plan, river bed management plan.

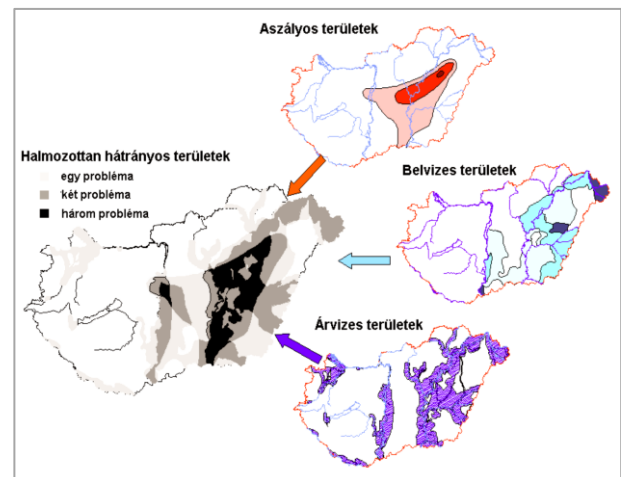
BEVEZETÉS

Az árvizek a folyó és állóvizek vízjárásainak előntést okozó szélsőséges eseményei, míg a belvizek a víz természetes körülmények között, mélyedésekben történő visszamaradása. Esetleges jelentkezésük során változatos viselkedésükkel sokféle hatást gyakorolnak az előntött területek természeti jelenségeire és gazdasági folyamataira. Az áramló és a pangó víz veszélyeztet mindazt, ami az útjába esik, vagy amit elönt, de ugyanakkor a víz és a hordaléka számottevően növelheti az ökoszisztéma teljességét, hasznosságát.

Jelenleg a Föld összes lakosságának mintegy 10%-át veszélyeztetik rendszeresen az árvizek. Magyarország, a területének több mint 20%-át kitevő folyóvölgyi, és a 10%-át megközelítő kisvízfolyások menti árterületével a jelentős árvízi gondokkal küszködő országok közé tartozik, ezen felül hazánk mintegy 45%-a síkvidéki terület, egynegyede olyan mély fekvésű sík terület, amelyről természetes úton nem folyik le a víz. Ezeket a területeket a belvízvédelmi művek nélkül állandóan vagy időszakosan hosszú időre elborítaná az összegyülekező hólé és csapadékvíz. Magyarország mintegy 45 000 km²-es síkvidéki területének igen jelentős részét, mintegy 60%-át veszélyezteteti számottevő mértékben a belvíz.

Az ország természet- és gazdaságföldrajzi adottságai következtében a vizek kártételei elleni védekezéshez évszázadok óta jelentős és folyamatosan növekvő társadalmi érdek fűződik. Hazánk vízkár-veszélyeztetettségét alapvetően meghatározza, hogy a Kárpát-medence mély részén fekvő, zömében sík területű ország. Ezért a környező hegyvidéki vízgyűjtőkről, a Kárpátokból és az Alpokból hozzánk érkező, nálunk torlódó árhullámok, a hóolvadásból vagy nagy csapadékból keletkező, nagy kiterjedésű belvízi előntések, illetve helyi vízkárok, valamint a környező

országokban a hozzánk folyó vizekbe juttatott és a nálunk keletkezőkkel tetézt szennyezések ellen gyakran szükséges védekezni. A hazai vízveszélyeket (beleértve a kevés víz okozta aszályos területeket is) az 1. ábra mutatja. Az ábrán szerepelnek a halmozottan hátrányos (az egy, két, illetve három vízveszéllyel terhelt) területek is.



1. ábra. Magyarországi vízveszélyes területek
Figure 1. Water hazard areas in Hungary

MAGYARORSZÁG ÁR- ÉS BELVÍZVÉDELMI HELYZETE

Magyarországi folyók vízjárásának, árvizeinek jellemzése

Az árvizek előfordulása a magyarországi folyókon nem rendkívüli esemény – ez a folyók vízjárásának természetes sajátossága. Árvízkatasztrófának a töltésezett folyókon az tekinthető, ha a folyó átszakítja az árvízvédelmi töl-

téseket, előlönti a mentesített árteret. Hazánk árvízi veszélyeztetettsége – az árter arányát tekintve 22,3% – Európában a legnagyobb, ehhez egyedül Hollandia helyzete hasonlítható.

Magyarországon az éghajlati és topográfiai adottságok miatt gyakoriak az árvizek. A magyarországi folyók – a Zala és a Zagyva kivételével – mind külföldön erednek, befogadjuk a Duna vagy a Tisza. A magyarországi folyók hossza 2 822 km, vízgyűjtő területük pedig gyakorlatilag az ország teljes területével megegyezik (93 000 km²). A határainkhoz érkező folyók kerekén 290 000 km²-ről, tehát Magyarország területének több mint háromszorosáról gyűjtik össze a vizeket. A folyók vízjárását éppen ezért döntően nem a hazai, hanem más országok vízgyűjtő területén keletkező vizek alakítják, befolyásolják.

A magyarországi folyók árhullámain csoportosíthatjuk abból a szempontból, hogy azokat hóolvadás, csapadék, vagy a kettő együttesen okozza. Megkülönböztethetünk jéges és jégmentes árvizeket.

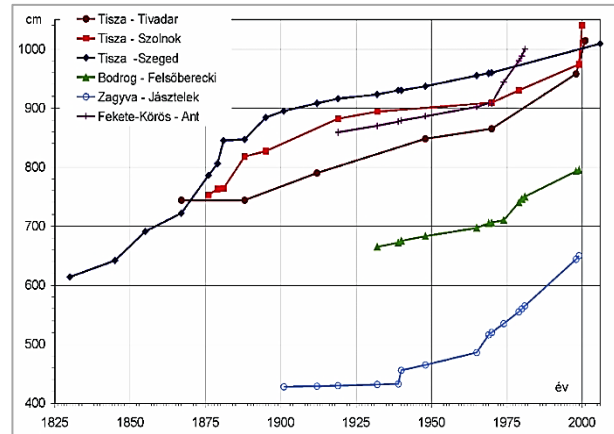
Különböző folyóink, tájegységeink árvizeinek statisztikai átlagai alapján az országban 2-3 évenként kisebb vagy közepes, 5-6 évenként jelentős, 10-12 évenként pedig rendkívüli árvizek kialakulására kell számítani.

Mellékfolyóink felső szakasza heves vízjárású: gyors hóolvadás vagy egy-egy nagyobb csapadék után az árvíz a hazai folyószakaszokon 1-2 napon belül megjelenik, rövid idő – esetenként mindössze néhány óra alatt – több méteres áradást okozva. Különösen veszélyesek e tekintetben a Felső-Tisza és mellékfolyói, valamint a Körösök, ahol a csapadékot követő 28-36 órán belül határainknál 8-10 métert is emelkedhet a folyók vízszintje.

Éghajlati és természetföldrajzi adottságaink miatt az év bármely szakában előfordulhatnak árvizek, amint az számos alkalommal igazolódott is. A folyószabályozások következtében a Tiszán és mellékfolyóin jelentős mértékű vízszintemelkedések következtek be. Ez az intenzív vízszint-emelkedési tendencia ma is folytatódik. Ezt szemlélteti a 2. ábra.

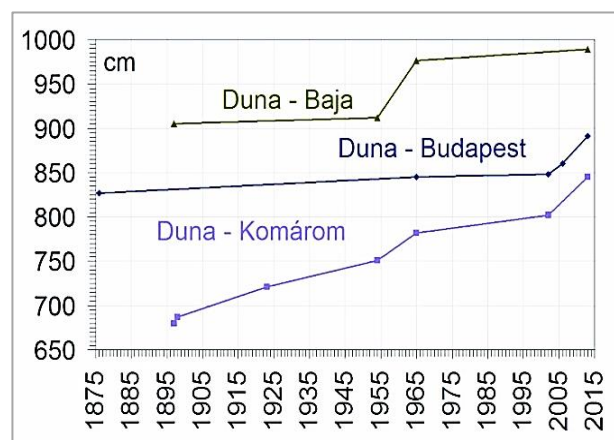
Az adatokból kitűnik, hogy az 1876-2006. közötti 130 éves időszak alatt, például a Tisza tivadari szelvényében 310 cm-es, a szolnoki szelvényében 288 cm-es vízszint-emelkedés következett be az LNV-ben. Egyértelmű, hogy az árhullámok gyakoribbá válnak és tetőzési szintjük emelkedik. A Duna fontosabb hazai szelvényeiben ugyancsak megfigyelhető az árvízszintek emelkedése (3. ábra).

A kiváltó okok sokrétűek, de számos leegyszerűsítéssel és tévhitel is találkozunk. Az észlelt árvízszintek emelkedésének legalább három, egymást átfedő, egymásra halmozódó oka van: a vízgyűjtőn folytatott emberi tevékenység hatásának integrált megjelenése, az újabb – korábban még nem kialakult – időjárási helyzetekből származó következmények, illetve, bizonyos mértékig, az éghajlatváltozás – sok részletében még feltárást igénylő – hatása (Szlávik 2017).



2. ábra. Az árvízszintek emelkedése a Tiszán és mellékfolyóin (Szlávik 2017)

Figure 2. Increase in flood levels on the Tisza and its tributaries (Szlávik 2017)



3. ábra. A maximális árvízszintek emelkedése a Dunán 1875 és 2013 között (Szlávik 2017)

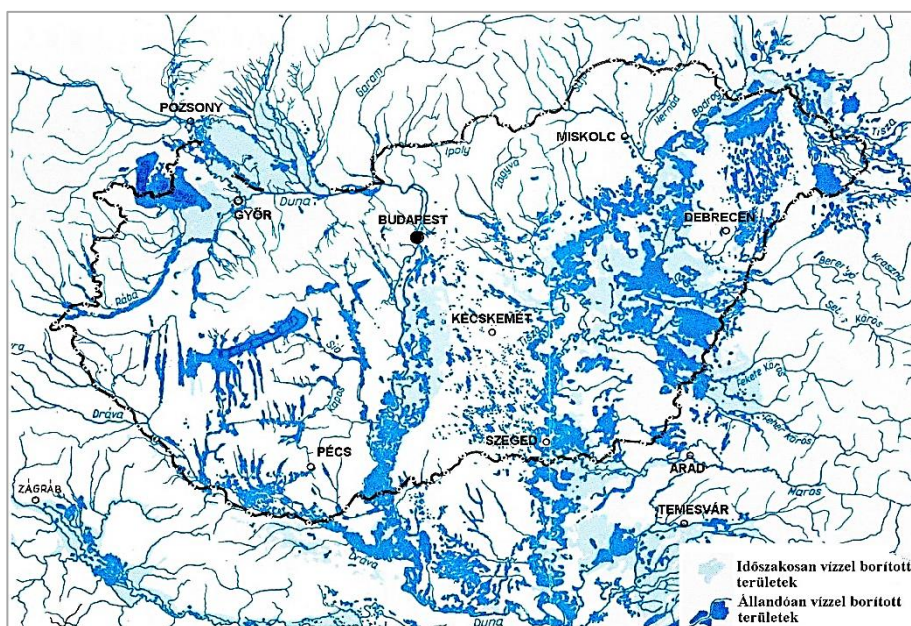
Figure 3. Increase in peak flood levels on the Danube from 1875 till 2013 (Szlávik 2017)

A magyarországi árvízvédelem és árvízvédekezés kialakulása

A középkorban az árvíz nem volt általános érvényű természeti katasztrófa, vagy veszélytényező. A lakosság a folyó menti magaslatokon telepedett le, és a helyi adottságokhoz jól alkalmazkodó gazdálkodást folytatott.

A Kárpát-medencében az árvíz elleni védelem kezdetben – a XVII. századig - a nagyobb településekre korlátozódott, a kisebb települések rendszerint árvízről védett helyre költöztek.

A XVIII. század közepétől, de különösen a napóleoni háborúk időszakában kialakult európai élelmiszer termelési konjunktúra adta az első lökést a mezőgazdaság extenzív fejlesztésére, ami viszont – mint előfeltétel – a folyók szabályozását, a völgyek árvízmentesítését, lecsapolását tette szükségessé. Az ország akkori vízrajzi állapotát a 4. ábra szemlélteti, amely bemutatja a Kárpát-medence víz-borította és árvíz járta területeit az árvízmentesítő és lecsapoló munkálatok megkezdése előtt (Szlávik L 2017).



4. ábra. A Kárpát-medence víz-borította és árvízjárta területei az árvízmentesítő és lecsapoló munkálatok megkezdése előtt, 1830 körül

Figure 4. Water-covered and flooded areas of the Carpathian Basin prior to the commencement of flood control and drainage works, around 1830

Az árvíz mentesítési munkák előzményeként a magyarországi folyók vízrajzi felmérése a XIX. század első felében kezdődött. Vásárhelyi Pál – a reformkor elméletileg leginkább képzett mérnökeként – mint hajózási igazgató elsőként tette sikerrel hajózhatóvá az Al-Duna zuhatagjait. A folyókkal kapcsolatos munkásságát a Tisza térképezése (a korabeli szóhasználat: „mappációja”), majd a Tisza szabályozási tervei tetőzték be.

A Tisza-szabályozási munkák 1846 szeptemberében kezdődtek Tiszadobnál, ekkorra datálható az összefüggő gátrendszer építésének kezdete. A Tisza-völgyben egymás után alakultak az árvízvédelmi társulatok, és építették az árvízvédelmi gátakat. A Tisza szabályozása 102 átmetszés végrehajtásával, több mint 1.500 kilométer gát építésével és a gátak többszöri erősítéssel a XIX. század végére érkezett konszolidáltabb állapotba. Hasonló folyamat játszódott le a mellékfolyókon is (Dunka-Fejér-Vágás 1997, Korbély 1937).

A dunai vízi munkáknak az 1838. évi árvíz megismétlődésétől való félelem adott lendületet. Bár az 1870-es évek elejéig nem sok minden történt, azonban 1876-ra, a XIX. század második legnagyobb árvízére már csaknem teljesen kiépült Pest belvárosának árvízvédelme. Ekkor indultak a nagy szabályozási munkák a főváros alatti Duna szakaszon is (Tóry 1952).

Történelmi árvizek

A Duna mentén az utóbbi tíz évszázad alatt a krónikák 75 jelentős árvizet jegyeztek fel. A Duna árvízére utaló legrégebb történelmi feljegyzés 1012-ből származik, amikor sok ember lett az árvíz áldozata. 1126-ban is jelentős árvíz volt, 1193-ban pedig kétszer is kiöntött a Duna. A középkorból ismert árvizek közül az 1267. és az 1268. évi elöntötte a Nyulak szigetén (Margit-sziget) lévő kolostort.

A XIV–XVII. századból 17 pusztító árvízről tudunk: 1316, 1402, 1465, 1480, 1490, 1501, 1508, 1516, 1595,

1622, 1640, 1661, 1668, 1693–94. években. (Egy-egy évben többször is pusztított árvíz.) Zsigmond király elrendelte, hogy a Csallóközben és Szigetközben élő jobbágyok a szokásos robot-munka helyett az itteni községek árvízvédelmi töltéseit építsék. Janus Pannoniusnak egyik hosszabb verse a „De inundatione” az országot romboló árvízről szól. A középkor legnagyobb árvize 1501 augusztusában volt. Ekkor a Duna árvize szerzetesi rendházakat is elöntött, s ezek naplójából tudjuk, hogy ez az árvízszint minden korábbit meghaladott. A pusztító árvizeknek rendszeresen emberáldozatai is voltak.

A régebbi írásos emlékek a Csallóköz és a nagyobb városok (Pozsony, Komárom, Pest-Buda, Szeged stb.) árvizeiről maradtak fenn. Az első pontosabb adatok a XVIII. század közepéről állnak rendelkezésre, akkor is a nagyvárosokról. A kiterjedt árvízmentesítési munkákat elindító reformkor előtti XVIII. században 23 nagyobb árvizet jegyeztek fel: 1709, 1716, 1730, 1732, 1740, 1741, 1744, 1748, 1755, 1768, 1770, 1771, 1774, 1775, 1780, 1781, 1783, 1786, 1787, 1788, 1789, 1795, 1799.

A XVI–XVIII. században, a török hódoltság idején, részint a nagyarányú erdőirtások, részint az árvizek levonulását helyileg szabályozó természetes és mesterséges fokok tönkremenetele, részint pedig a lápos-vizenyős területeknek a török elleni védekezési-rejtőzködési célból történt szándékos növelése következtében a síkvidéki folyóvölgyek jelentős része elmocsarasodott.

A Tiszán és mellékfolyóin egymást követték az árvizek a XIX. század közepéig. Voltak olyan évek, amikor a hóolvadás még az ártéren találta az előző évi árvizeket. Lefolyástalan, állandóan vízzel borított területek is voltak az Alföldön. Korbély József (1864–1939) a XVIII. század közepétől a Tisza szabályozásának megkezdéséig a következő éveket említi a nagyobb tiszai árvizek előfordulási éveiként: 1772, 1813, 1816, 1817, 1830, 1845.

A Tisza szabályozás megkezdését az 1816., 1830. és 1845. évi árvizek indították el, majd pedig az 1855., 1867-68., 1879., 1881., 1888. évi – rendre katasztrofálisnak tekinthető – árvizek adtak egy-egy lökést a fejlesztések folytatásához, kiteljesítéséhez.

Az 1880-as évekig a Duna mellett a jeges árvizek jelentették a legnagyobb veszedelemet. Nem lehetett tudni, hogy adott évben hol torlódik meg a jég és a torlódott jég mekkora visszaduzzasztást okoz. (Így történhetett, hogy Bécs, Pozsony, Komárom és Pest-Buda különböző években kapott jeges árvizet.). Pl. az 1838. évi Duna-völgyi jeges árvíz kialakulását az okozta, hogy a megelőző, igen kemény télben a Duna jege – több helyen torlódva – Bécsig rakódott fel. A felülről érkező olvadással indult árhullámok hatalmas jégtorlaszokat képeztek, a lezúduló víz- és jégtömegek Esztergomtól a Drávaig végigdúlták az árteret: 10 100 ház dőlt össze (Pesten és Óbudán a házaknak több mint a fele), 3 200 megrongálódott, s csak a fővárosban 153 ember vesztette életét. Az áldozatok számát az növelte meg, hogy éjjel tört a víz a városra.

Annak ellenére, hogy az árvíz után megkezdtek egy hasonló vész megelőzésének munkálatait, csak a három város (Pest, Buda, Óbuda) egyesítését követően, az 1870-es évektől kezdték kialakítani az egységes budapesti árvízvédelmi koncepciót, végezték el a szükséges mederszabályozási munkákat, építették meg a partfalakat és a Duna-hidakat. A millennium idejére kialakult budapesti Duna-part és a ma is ismert, körutakkal tagolt városszerkezet lényegében a hajdani pusztító árvíz következményeként jött létre. Az 1838. évi volt minden idők eddigi legnagyobb dunai jeges árvize.

A szegedi nagy árvíz 1879-ben történt. Az 1878 decemberében a Felső-Tiszán elindult árhullám a szélvihar által támogatva 1879. március 12-én hajnali fél kettőkor átszakította a Szegedet még védő vasúti töltést és öntötte el a várost hajnalra. Leírhatatlan volt a pusztulás, 151 ember vesztette életét a zavaros habokban, vagy az összeomló házak romjai alatt. A 75 ezer lakosú Szeged 6 350 házából mindössze 417 maradt épen, de azok negyede is később összedőlt, vagy lakhatatlanná vált. Szegeden és környékén

mintegy 100 000 ember vált hajléktalanná. A folyó csak 186 nap múltán húzódott vissza a medrébe. A katasztrófa híre külföldön is nagy részvétet keltett. A világ nagyvárosai – köztük London, Párizs és Brüsszel – küldtek jelentős adományokat Szeged újjáépítésére. (Ennek emlékét őrzik a szegedi körutak nevei.)

A későbbi árvizek sorából a Tisza-völgyben az 1895. és 1919. évi tiszai, az 1925. évi Körös-völgyi és 1932. évi tiszai, az 1933. évi és 1947-48. évi felső-tiszai árvizek emelkednek ki.

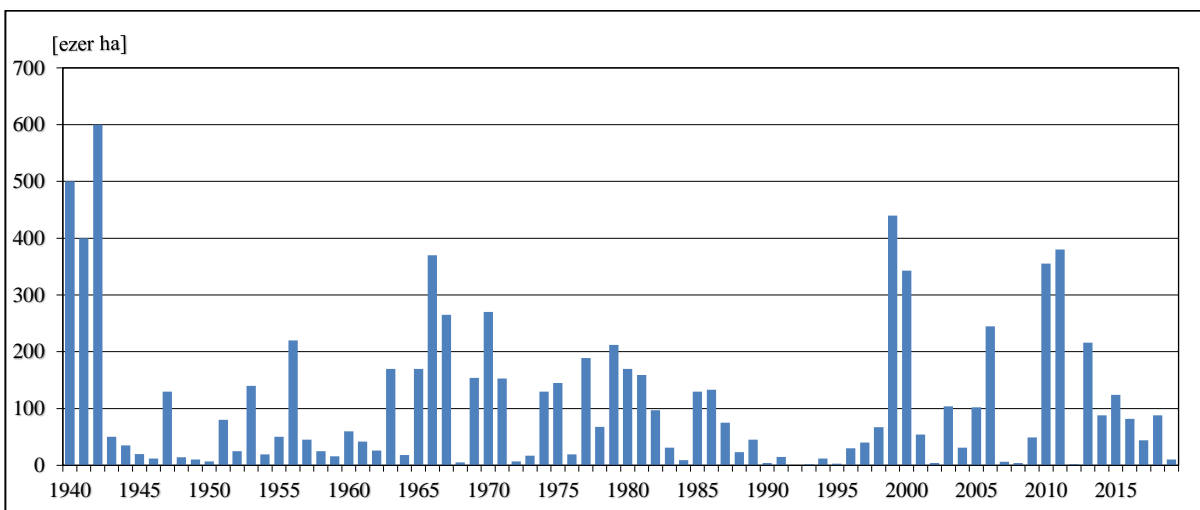
A közhiedelemmel ellentétben a jelentős nagy árvizek viszonylag ritkán fordulnak elő. Az 1838-tól 2014-ig eltelt 176 év alatt 34 olyan árvizet tartunk számon, amelyek valamilyen szempontból jelentősnek, különlegesnek minősültek, amelyek az árvízvédelem egyes fejlesztési szakaszainak határköveit jelentették.

Belvízvédekezés az elmúlt évtizedekben

A belvíz előfordulásának jellemzésére többféle mérőszám használatos. Az egyik leggyakrabban használt a belvízzel elöntött terület nagysága (hektárban kifejezve). Ezt hagyományosan helyszíni felméréssel (szemrevételezéssel), napjainkban esetenként már légi vagy űrfelvételek alapján határozzák meg. A felméréseket az egyes belvízvédelmi szakaszok dolgozói végzik el, majd a vízügyi igazgatóságok területére összesítik. Ezekből az adatokból egy-egy hosszabb (több hetes vagy több hónapos) belvizes időszakra vonatkozóan megállapítható a maximális elöntés nagysága.

A belvizek gyakoriságára jellemző, hogy az utóbbi 65 évből mindössze egy olyan év volt (1992), amikor nem került sor belvízvédekezésre. A kilencvenes évek második felében pedig olyan nagyságrendű belvizek alakultak ki (1999-ben 440 ezer ha és 2000-ben 343 ezer ha), melyhez fogható csak több évtizeddel azelőtt, a hatvanas években fordult elő.

Az eddig regisztrált területi elöntések maximumai (1940-ben és 1942-ben) meghaladták az 500-600 ezer hektárt. 1966 telén 370, 1970-ben pedig 280 ezer hektárt borított belvíz (5. ábra).



5. ábra. A belvízi elöntések mértéke 1940 és 2019 között
Figure 5. The extent of excess inland water inundations between 1940 and 2019

A belvizek károkozásai érintik a síkvidéki településeket, közlekedési vonalakat, túlnyomóan azonban a mezőgazdaságilag művelt területeken jelentkeznek. A károk mértéke általában a belvízborítás időtartamától, a víz hőmérsékletétől, a növényi kultúra tűrőképességétől és a terület termőképességétől is függ. Ezért a ritkábban jelentkező nyári belvizek nagyságrendekkel nagyobb mezőgazdasági károkat okozhatnak, mint a téliek vagy a tavasziak.

Az árvízvédelmi művek rendszere

Az ország 21 200 km²-nyi folyóvölgyi árterületének 97%-a árvízmentesített, a maradék 700 km² nagy része szűk völgyekben fekvő, gazdaságosan nem árvízmentesíthető nyílt ártér. Itt legfeljebb az ártérben fekvő, vagy oda lenyúló települések védelme oldható meg.

A mai Magyarország földrajzi adottságai következtében az árvízmentesítés egyik leghatékonyabb módszere az árvizeknek a hegyvidéki vízgyűjtőn, tározókban történő visszatartása nem alkalmazható, mivel a hegyvidéki vízgyűjtők nagyrészt az ország határain kívül esnek. Az árvizek hegyvidéki völgyzárógátas tározókkal történő visszatartására Magyarországon csak a kisebb vízfolyások (pl. Zagyva és Tarna) völgyében van lehetőség.

A döntően alföldi jellegű területeket átszelő folyóink esése csekély, emiatt a folyók nagyvízi szabályozására, azaz a kanyarulatok átvágására és kétoldali betöltésére került sor. Az árvízvédelmi műveinek rendszerének gerincét döntően a folyók mentén épült árvízvédelmi töltések – mint elsőrendű árvízvédelmi művek – alkotják.

Ugyanakkor az elmúlt évtizedek árvízvédekezési tapasztalatai bizonyították, hogy a folyók menti töltésrendszerek fejlesztése, előírt méretre való kiépítése mellett új műszaki megoldásokat és módszereket is szükséges alkalmazni, így – többek között – területi árvízvédelmi rendszereket kell kiépíteni. Ennek eszközeként került sor egyes folyókon az árvízi szükségtározás módszerének kidolgozására, a síkvidéki körtöltéses megcsapoló árvízi szükségtározók kialakítására.

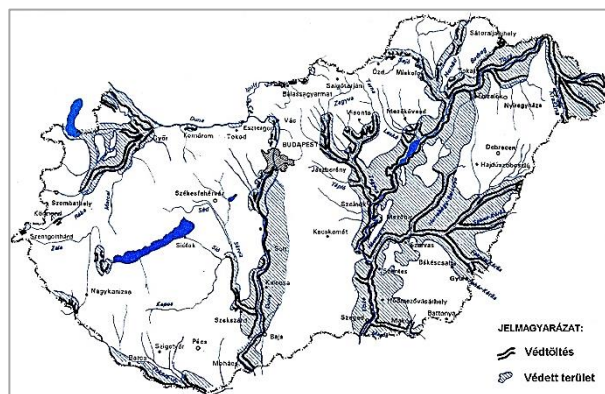
Az árvizek kártételei elleni védelem céljából a múlt század derekától napjainkig épült ki a jelenleg meglévő védmű-rendszer (6. ábra), amelyet a következő létesítmények alkotnak:

- A folyók mentén épült elsőrendű árvízvédelmi művek, amelyek összes hossza 4 679,92 km. Az állami vízügyi szolgálat 4 425,73 km fővédvonalat kezel (ez az összes hossz 94,6%-a, ebből 4 205,90 km földgát, 18,65 km árvízvédelmi fal, 201,18 km magaspárt), a többi (254,19 km – 5,4%) az önkormányzatok tulajdonában és üzemeltetésében van.
- Árapasztó csatornák, melyek az árvízhozam megosztására, illetve másik folyó völgyébe történő átvezetésére szolgálnak:
 - a Lajta balparti csatorna, melynek feladata a Lajta árvízének kereken 50%-os megosztása. Hossza 13 km, vízszállító képessége 50 m³/s;
 - a Répce árapasztó csatorna, melynek feladata a Répce teljes árvízi hozamának átvezetése a

Rábába. Hossza 10 km, vízszállító képessége 120 m³/s.

- Síkvidéki árvízi szükségtározók, melyek heves vízjárású, viszonylag kis vízhozamú folyók árvízcsúcsainak visszatartására szolgálnak (a Duna völgyében 3 db, a Tisza völgyében 10 db, összesen 230,91 km² területen, 432,4 millió m³ befogadóképességgel).
- Tiszai árapasztó tározók. A folyamatban lévő tiszai fejlesztési program, a Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése (VTT) keretében megvalósult hat tározó, összesen 254,3 km² területen, 721,4 millió m³ befogadóképességgel.
- A fővédvonalakon esetleg áttörő árvíz megfékezésére, szétterülésének megakadályozására vagy terelésére másodrendű (lokalizáló) védvonalak épültek ki, illetőleg erre alkalmas terepalakulatok vagy más rendeltetésű létesítmények (közúti és vasúti töltések). A kiépített lokalizáló védvonalak teljes hossza 1 050 km, amelyekből 750 km (körgátak) van az állami vízügyi szolgálat, a többi pedig az önkormányzatok kezelésében. A hullámtéri területekből 660 km²-t mintegy 500 km hosszú nyárigát véd a kisebb (3-10 éves gyakoriságú) árvizek ellen.

A hegyvidéki vízgyűjtőkről levonuló árhullámok még határaink előtt elérik a síkságot. Ennek következtében a határokat alkotó és átmetsző folyók mentén a szomszédos országokkal közös érdekeltységű folyó- és töltésszakaszok kijelölésére került sor. Árvízvédelmi vonalainknak közel egynevede, 1 055 km nemzetközi érdekeltségű.



6. ábra. Magyarország árvízi előntéssel veszélyeztetett területe és árvízvédelmi rendszere

Figure 6. The flood-prone area and flood protection system of Hungary

Jellemzője a rendszernek, hogy vannak a környezetüktől eltérő, a biztonsági követelményeknek nem megfelelő, lokálisan gyenge szakaszok vagy keresztezések is.

A védvonalak állapotának módszeres ellenőrzése eredményeként több száz olyan szakasz ismert, ahol veszélyes védőképesség-hiány (pl. ősmeder-keresztezés, töltésrepedés) van. E szakaszok együttes hossza mintegy 1 270 km. A védvonalakat számos építmény (zsilip, csőátvezetés stb.) keresztezi (számuk 1 993 db), amelyek között vannak 80-100 évesek, rendkívül gyenge műszaki állapotúak is. A

keresztelő építmények különös figyelmet érdemelnek, de a régi építmények egyébként is potenciális veszélyforrást jelentenek. Jelenleg 170 műtárgy minősül nem megfelelő biztonságúnak, sürgős javítást, átépítést igényel.

Belvízvédelmi rendszerek, védelmi szakaszok

A síkvidéki vízrendezés területi alapegysége a belvízrendszer, ami domborzatilag zárt síkvidéki vízgyűjtőterület. Az ország síkvidéki területeit morfológiai szempontból rendkívül kis magasságkülönbségek, medence jellegű elhelyezkedés, a folyókkal való szabdaltság és helyenként rossz vízgazdálkodású talajtani felépítés jellemzi. A belvízcsatorna-hálózatból, műtárgyakból, ezekhez kapcsolódó szivattyútelepekből és belvíztározókból álló, vízrajzi, domborzati és talajviszonyok szempontjából összefüggő zárt síkvidéki vízgyűjtő a belvízrendszer, amelyen belül a vízrendezés egységes. A belvízrendszer kisebb részvízgyűjtőkre, belvízöblözetekre tagolódhat, amelyek határait a vízgyűjtő határok alkotják. Magyarországon a jelenlegi elhatárolás szerint 85 belvízrendszer van.

A rendszeren belül a mezőgazdaság számára káros vizeket és a belterületről lefolyó csapadékvizeket nyílt csatornahálózat vezeti le. A levezető hálózat gerincét a főcsatornák alkotják, amelyekre – mint a levélerezet – csatlakoznak a mellécsatornák, amelyek viszont az alacsonyabb rendű mentesítő csatornák vizeit gyűjtik össze, és továbbítják a főcsatornába. A főcsatorna a belvízrendszer

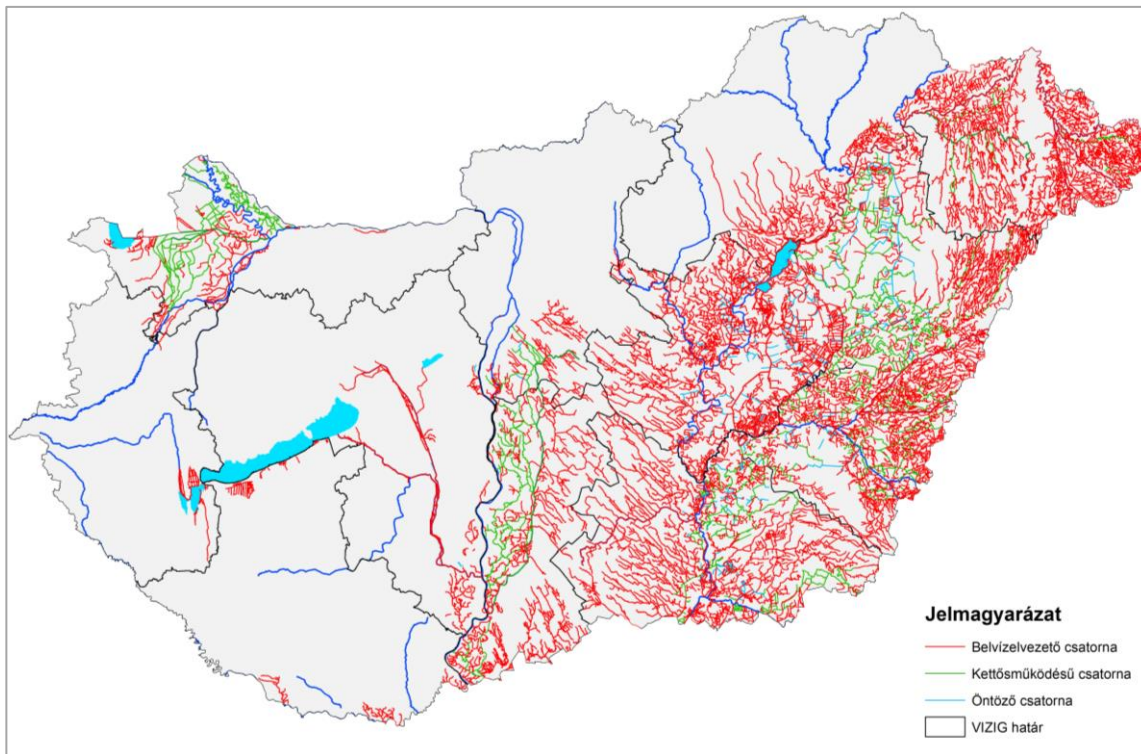
vagy öblözet összegyűjtött vizeit a főbefogadóba továbbítja, ami általában töltésezett vízfolyás, folyó. A főbefogadóba a víz gravitációsan, szivattyús átemeléssel vagy a kettő kombinációjával jut el.

A belvízvédelmi szakasz a belvízrendszernek a védekezés célszerű irányításához és végrehajtásához alkalmasan meghatározott része, amely a vízügyi igazgatóságok működési területéhez igazodik; területét (határait) jogszabály állapítja meg. Az országban jelenleg 91 belvízvédelmi szakasz van.

Csatornarendszerek

A belvízcsatornák hossza Magyarországon több mint 46 ezer km amelyből jelenleg közel 22 ezer km-t a vízügyi igazgatóságok kezelnek. Ezek, valamint az 5 ezer km önkormányzati és mintegy 15 ezer km (mezőgazdasági/magán) üzemi csatorna képezik a belvízelvezető hálózat alapjait. A belvízrendszerben, illetve belvízöblözetben létesített belvízelvezető csatornahálózat feladata a belvizek összegyűjtése és elszállítása a befogadó és a főbefogadó felé. A vízszállító csatornahálózaton belül megkülönböztethetjük a gyűjtőcsatornákat, a mellécsatornákat és a főcsatornákat.

Egyes csatornák – földrajzi helyzetük és kialakításuk révén – képesek ellátni az öntözővíz-szállítási és a fölösleges víz elvezetési funkciókat is; ezek a kettős hasznosítású vagy kettős működésű csatornák (7. ábra).



7. ábra. Magyarországi csatornahálózatok hasznosításuk jellege szerint
Figure 7. Hungarian sewerage networks according to the nature of their utilization

Szivattyútelepek és szivattyúállások

Napjainkban is használatban levő vízügyi szivattyútelepek és gépészeti berendezéseinek fejlesztése és tervezése az 1970-es évekre teljessé vált ki. A szivattyútelepek szivattyúinak műszaki igénypontjait a vízügy határozta meg. Ezek az igénypontok kifejezetten a szivattyú

tyúk méretére és szivattyútelepenkénti darabszámának meghatározására és szivattyúk kialakítására terjedtek ki. A döntéseket több évtized tapasztalatai alapján, a csatornákon érkező leggyakoribb vízhozam, a visszatérési idő, az egyes vízhozamokhoz tartozó emelőmagasság alapján hozták meg.

Szivattyútelepek és -állások száma: 677 db.

Szivattyútelepeken és -állásokon található szivattyúk darabszáma: 1 410 db.

Összes vízszállító-képesség: 954 m³/s (ez az adat a Tisza középvíz hozamánál magasabb).

Összes beépített villamos teljesítmény: 81 000 kW (Tiszalök erőmű 13 000 kW).

Átlagéletkor: 34 év (a legidősebb 1897. évi).

Tározók, szükségeltározók

A belvíztározók az összegyűjtött belvíz tárolására szolgáló természetes vagy mesterséges (töltésekkel körülvett) térségek, melyek feladata a befogadók és a települések mentesítése a belvíztől, illetve a vizek visszatartás. A belvizet nem lehet teljes egészében visszatartani, hiszen egy igazán belvizes időszakban Balaton-mennyiségű víz kerül áttemelésre és levezetésre a befogadóknak. Kialakításuk szerint lehetnek:

- Medertározás – belvizes időszakban műtárgyakkal, vízszintemeléssel a csatornák, vízfolyások medrében visszatartott, megnövelt vízmennyiség.
- Holtágak – a belvíz befogadására, védekezési célból történő feltöltésére kijelölt holtágak.
- Kijelölt belvíztározók – a belvíz befogadására kijelölt, védekezési célból történő feltöltésére használt terület.
- A sík vidék viszonylag mélyebb rétegű művelési ágú lapályai.
- Belvízjárta területek – elsősorban a mezőgazdaságilag nem hasznosítható mélyebb, lefolyástalan síkvidéki területek, ahol a helyi csapadék egy része átmeneti vízfelesleg formájában, nagyobb mennyiségben és gyakorisággal összegyűlik.

A belvízvédelmi tározók nyilvántartását a belvízvédelmi tervek tartalmazzák. A vízügyi igazgatóságok kezelésében jelenleg 88 belvíztározó van, ezen felül további, magánkézben lévő mélyfekvésű, jellemzően rétegű-legaló hasznosítású területek is kijelölésre kerültek, melyekre belvizes időszakban a nagyobb károk megelőzése érdekében a víz kivezethető.

A NEMZETI VÍZSTRATÉGIA

A 1110/2017. (III. 7.) Korm. határozattal elfogadásra került a Nemzeti Vízstratégia és a végrehajtását biztosító intézkedési terv.

A Kormány által jóváhagyott Nemzeti Vízstratégia (NVS), a magyar vízgazdálkodás 2030-ig terjedő keretstratégiája és 2020-ig terjedő középtávú intézkedési terve.

A Nemzeti Vízstratégia a hazai vízgazdálkodás 2030-ig terjedő fő célkitűzéseiként az ár- és belvízvédelmi szakterület vonatkozásában a vízvisszatartás fokozását és vizeink jobb hasznosítását, a veszélyhelyzet-elhárítás orientált vízkárelhárításról a megelőzés-központú vízgazdálkodásra történő áttérést, valamint a vízfolyások természetes állapotának megtartását határozza meg.

Az árvízvédelmi és a belvízvédelmi szakterület fejlesztési elképzelései összhangban vannak a Nemzeti Vízstratégia célkitűzéseivel.

A HAZAI ÁRVÍZVÉDELMI FEJLESZTÉSEK IRÁNYAI

Az 1998-2006. közötti időszak kilenc évéből hat év hét rendkívüli árvizet hozott (1998., 1999., 2000., 2001. és 2006. évi Tisza-völgyi rendkívüli árvizek, valamint a Duna 2002. és 2006. évi árvizei). Valamennyi újabb LNV-ket eredményezett számos vízmércén. Rendkívüli árvízi helyzeteket okozott a 2010. év; 2013-ban minden addigit meghaladó magasságú, vízhozamú árhullám vonult le a Duna hazai szakaszán, 2014-ben pedig a Murán és a Dráván.

Hatalmas terhet jelentettek az ország számára a védekezési, kárelhárítási és újjáépítési költségek. 2001-ben árvízkatasztrófa következett be a Felső-Tisza jobb partján, víz alá került a beregi öblözet jelentős része. Ugyanakkor hangsúlyozni kell, hogy Magyarországon az elmúlt 120 évben gátszakadás csak a mértékadó előírásokra (magasság, keresztmetszet) kiépítetlen töltésszakaszokon következett be! Az utóbbi két évtized európai eseményeivel szemben az árvizeknek, a gátszakadásnak nálunk nem voltak halálos áldozatai. Ezeknek az árvizeknek a nyomán erőteljesen fokozódott a veszélyérzet, növekedett a biztonság megteremtésének igénye, új árvízvédelmi fejlesztési politikát és stratégiát kellett kialakítani.

Az árvíz-mentesítés elsőrendű célja korábban – a folyószabályozások időszakában – a vagyonmentés és a termőföldek értéknövelése volt. 2001-től – a beregi töltésszakadást követően – szemléletváltozás következett be a magyar árvízvédelemben, amelynek legfontosabb elemei:

- az árvizekkel való gazdálkodás,
- az árvízvédelem egyik stratégiai kérdése: az árvízi biztonság ökológia szempontoknak is megfelelő biztosítása,
- a vizek visszatartása a kiegyensúlyozottabb vízjárás elősegítésére (árvizekből és aszályokból keletkező problémák integrált kezelése),
- a megfelelő területhasználatra alapozott tájgazdálkodás és a fenntartható regionális fejlesztés.

A hazai árvízvédelmi fejlesztések kiemelt feladatai

- a meglévő árvízvédelmi művek rekonstrukciója, kiépítése az előírt mértékadó árvízre (magasságra, tartósságra, magassági biztonságra),
- a Tisza árvízvédelmi rendszerének megújítása.

A meglévő árvízvédelmi művek rekonstrukciója, kiépítése az előírt értékre

A töltéseket a számított, mértékadó árvízszint (MÁSZ) és a magassági biztonság értékével megnövelt szintre (terhelésre) kell kiépíteni. Ennek elemei a következők:

- töltésmagasítás (MÁSZ + 0,5; 1,0; 1,5 m),
- a keresztmetszeti méretek erősítése,
- az altalaj gyengeségek megszüntetése,
- a töltések szerkezeti hibáinak kijavítása,
- a keresztelő műtárgyak átépítése, valamint
- az észlelőhálózat, hírközlés, gátórházak és védelmi központok fejlesztése, töltésburkolás, előtér rendezés.

A különböző védvonalak kiépítési sorrendjének meghatározásánál a következő szempontokat kell figyelembe venni:

- a védművek magassági és keresztmetszeti méretei,
- a védmű szerkezeti és általaj tulajdonságai,
- árvízvédekezési tapasztalatok és jelenségek,
- a védett lakosság, illetve településszám,
- a védett gazdasági értékek,
- az öblözet lokalizálhatósága egy esetleges töltésmeghibásodásnál.

Hazánkban az elmúlt évtizedben az alábbiakban ismertett árvízvédelmi fejlesztések határozzák meg az árvízvédelmi biztonságot, illetve szabják meg fejlesztések további irányát (Dobó 2019).

A Tisza-völgy árvízvédelmi rendszerének megújítása a Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztésének keretében

Az ezredforduló rekord méretű árvizei után a Tisza árvízvédelmi fejlesztési koncepciójának előkészítése során vizsgálták és elemezték az árvízvédelem valamennyi módszerét, számításba vették a vízgyűjtő külföldi területein alkalmazható megoldásokat is. Kitűnt, hogy egyes részterületeken (pl. Kárpátalján) érdemes a közös érdekű fejlesztéseket részletesebben vizsgálni, de ezeknek még a teljes mértékű hasznosítása sem jelent Magyarország számára megoldást a Tisza-völgy árvízvédelmi problémáira.

Vizsgálták továbbá a töltések áthelyezését, a hullámtér különböző mértékű bővítését, a Tisza egyes szakaszainak meanderezését, az ártér természetes elárasztását és helyi védművek (körgáták) alkalmazását (az ártér teljes visszaadását az árvizeknek), az árapasztó csatornák alkalmazását. Az is megállapítást nyert, hogy a tiszai árvízvédelmi töltések további – a jelenlegi hatályos előírásokon felüli – erősítése, emelése minden szempontból előnytelen. Olyan megoldásokat kellett keresni, amelyek alkalmasak a mértékadónak elfogadott szintet meghaladó árhullámok szabályozott levezetésére illetve elhelyezésére.

A Tisza-völgy árvízi biztonságának növelésére vonatkozó új koncepció a Vásárhelyi Pál által tervezett, a XIX. században megvalósult rendszerre épül, azt fejleszti tovább azzal, hogy a különösen veszélyes árvizek által szállított fölös vizeket az ártér egy részén helyezik el és ennek a víznek a felhasználásával a Tisza mentén új fejlődési perspektívára, új típusú tájgazdálkodásra nyílik lehetőség. A 2001-2003-ban kidolgozott koncepció ezért kapta a Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése (továbbiakban: VTT) elnevezést. A terv alapján a rendkívüli árvizek károkozás nélküli levezetésére az alábbi legkedvezőbb két megoldás ötvözetét célszerű alkalmazni:

A nagyvízi meder rendezése, mintegy tízféle beavatkozási módszer kombinációja

- a középvízi meder és a hullámtér áramlási viszonyainak javítása (övezőnyak, nyári gátak visszabontása, a hullámtéri feliszapolódás csökkentése);

- a nagyvízi meder vízszállító képességének javítása (a növényzet, a művelési mód és az építmények szabályozásával);
- a töltések által okozott szűkületek megszüntetése (töltés-áthelyezéssel, árapasztással).

A hazai árapasztó tározórendszer megvalósítása, az ártér reaktiválása szabályozott vízkivezetéssel

- a töltésben megfelelő helyeken elhelyezett nagyméretű zsilipekkel megcsapolják az árhullámok csúcsait,
- az árvizeket síkvidéki tározókban tartják vissza az árhullám levonulásáig,
- 1,5 milliárd m³ tározó térfogat szükséges, megfelelő területi elrendezésben a Tisza-mentén.

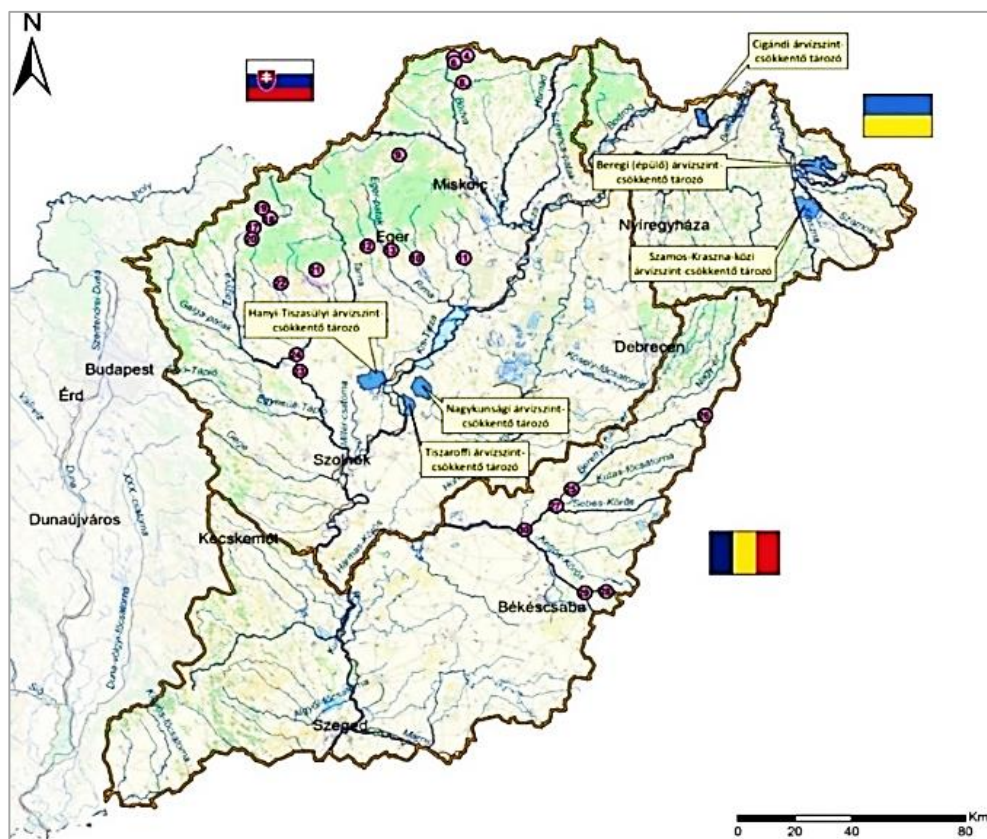
Az árvízi tározók létesítésének kulcskérdése a földtulajdonosokkal való megállapodás. A tervek szerint árvízmentes években a tározók területén zavartalan lehet a gazdálkodás; sőt, kiemelt támogatás nyerhető az ökogazdálkodáshoz. A földtulajdonosok egyszeri kompenzációt kapnak, amikor a tározó létesül és árvíz idején teljes kártalanítást kapnak, ha igénybe veszik a földjeiket. Ezt széles körű társadalmi párbeszéddel készítették elő.

Összefoglalva, a VTT koncepciója a Tisza-völgy árvízvédelmi biztonságának növelését egyértelműen az árvízszintek csökkentésében határozta meg, a nagyvízi meder vízszállító képességének javításával, az 1970-es mederállapotok visszaállításával, valamint a hazai ártéren kiépíthető árapasztó tározós rendszer megvalósításával úgy, hogy a katasztrófával fenyegető árvizek árapasztása együtt járjon az ártér szabályozott vízkivezetéssel történő reaktiválásával. A legszükségesebb hullámtéri beavatkozásokkal és a tározási lehetőségekből kiválasztott 10-14 tározóval, 1,5 milliárd m³ árvíz-tömeg visszatartásával, a Tisza hazai szakaszán mintegy 1 m-es árvízszint-csökkentés érhető el. A VTT koncepciója alapelveként rögzíti az árvízi biztonság és az ökológiai állapot egyidejű javításának szükségszerűségét (Szlávik 2017, Petró 2017).

A Vásárhelyi-terv továbbfejlesztésének várható kedvező hatásai

- a Tisza teljes magyarországi szakaszára kiterjed;
- a Tiszán az árvízi veszélyeztetettség csökken;
- a töltésmagasítással szemben 60%-kal olcsóbb;
- jelentős területű vizes élőhelyek alakíthatók ki;
- lehetőség lesz a művelési ágak megváltoztatására.

A Tisza-völgyben 30 db, összesen 1 050 millió m³ térfogatú árvízvédelmi célú tározó vagy részben árvízvédelmi célú tározó üzemel. A Körösök völgyében 6 db, 386 millió m³ térfogattal rendelkező tározó van. A VTT program keretében eddig 6 db tározó valósult meg, mely 721 millió m³ tározó térfogattal rendelkezik. A megépült árapasztó tározók elhelyezkedését a 8. ábra szemlélteti.



8. ábra. A Tisza-völgy meglévő VTT-és egyéb tározói (OVIBER, VIZITERV Consult, VIZITERV Environ 2015)
 Figure 8. Existing VTT and other reservoirs in the Tisza Valley (OVIBER, VIZITERV Consult, VIZITERV Environ 2015)

A megépített árvízszint-csökkentő tározók együttműködő üzemeltetése jelentős árvízszint csökkentést eredményezhet. A tározók nyitása (levezetésbe bevont tározók, nyitás, zárás) alapvetően befolyásolja az árvízi felszíngörbék alakulását. Az optimális működtetés érdekében egy döntéstámogató üzemirányítási rendszer kidolgozása történt meg, melyet egy erre a célra létrehozott elemző központ működtet, amely képes a Tisza-völgyi árvizek hidrodinamikai és hidrológiai modellezésére, valamint a levonuló árhullámképek előrejelzésére.

Duna-menti védművek fejlesztése (Duna projekt)

A Duna projekt célja a magyarországi Duna szakasz árvízvédelmi rendszerének megerősítése, az árvízi biztonság növelése volt, amelynek fedezetét európai uniós és hazai költségvetési támogatás biztosította. A projekt megvalósítása 2012 júniusában kezdődött és 2014 végére fejeződött be. A Duna projekt 2012-2014 között az ország egyik legjelentősebb, az árvízvédelmi biztonság növelését szolgáló projektje volt, amely 15 kistérséget, összesen hat megye (Győr-Moson-Sopron, Pest, Fejér, Bács-Kiskun, Tolna, Bács-Kiskun) 152 településének 510 ezer lakosát érintette.

A Duna jelenlegi árvízvédelmi-rendszerének alapját az árvízvédelmi fővédvonalak alkotják. A projekt keretében megvalósult fejlesztések a Duna teljes magyarországi szakaszán 12 ártéri öblözetet érintettek, az árvízi biztonság növelését célzó fejlesztések 11 projektlem keretében valósultak meg. A fejlesztett szakaszok együttes hossza közel 200 töltéskilométer volt. A kivitelezési munkálatok eredményeként 25 árvízvédelmi műtárgyat (zsilipeket, hidakat, árvízkaput) korszerűsítettek vagy építettek, több

mint 100 km hosszú szakaszon töltéskorona burkolási és burkolat-felújítási munkákat végeztek. A 2013. évi árvízszint minden projekt-elemet munka közben érintett, helyenként a kivitelezés alatti állapot jelentős többlet-védekezési feladatokat eredményezett.

A megvalósult projekt eredményeinek szakmai hatásai:

- csökkent az árvízi kockázat,
- növekedett az emberi élet és vagyon védettsége az árvízveszélyes területeken,
- a jobb árvízvédelmi rendszer révén várhatóan csökkennek az árvízi védekezés költségei,
- a jobb megközelíthetőség miatt, hatékonyabbá és gyorsabbá válik a védekezés (Dobó 2019).

Árvízi veszély-, és kockázatkezelés

Magyarország számára a 2004. évi Európai Unió csatlakozását követően, az Európai Parlament és a Tanács 2007/60/EK Irányelve az árvízi kockázatok értékelését és kezelését a tagállamokra egységesen kötelező jelleggel irányozta elő. Hazánkban a 178/2010. (V. 13.) Korm. rendelet „a vizek többletéből eredő kockázattal érintett területek meghatározásáról, a veszély- és kockázati térképek, valamint a kockázatkezelési tervek készítéséről, tartalmáról” írja elő, hogy előzetes kockázatbecslést, árvízi veszély- és kockázati térképeket kell készíteni, valamint az árvízi kockázatok kezelésére kockázat csökkentő intézkedéseket kell kidolgozni.

Magyarországon ez a munka az Országos Vízügyi Főigazgatóság koordinálása mellett 2010-ben KEOP 2.5. projekt konstrukció keretében kezdődött meg. Az Irányelv

alapján 2011-ben kijelölésre került az árvízzel veszélyeztetett terület. 2013-ban elkészült az előzetes kockázatbecslés, illetve a területi veszély- és kockázati térképek első változata. A tervezés során a vízügyi ágazat figyelembe vette a folyókon kialakuló vízszinteket, valamint az árvízvédelmi töltések meghibásodásának lehetőségeit is. Az ártéri öblözeti szintű veszélytérképek országos szinten aggregálásra kerültek. A vizsgált események köre a nagy valószínűségű (30 éves visszatérési idő), közepes valószínűségű (100 éves visszatérési idő), valamint az 1 ezrelékes előfordulási valószínűséghez tartozó árhullámok esetén bekövetkező gátszakadások előntési hatásaira terjedt ki. Az egyes veszélytérképek bemutatják a területek előntésének, a kialakuló előntési vízmélységek várható előfordulási valószínűségét, a kockázati térképek pedig az előntés által veszélyeztetett területeken a vagyoni, humán, ökológiai, örökségvédelmi kockázatokat (*Országos Vízügyi Főigazgatóság 2015*).

Az előirányzott intézkedések költségei, kockázatsökkentő hatásai (vagyoni, emberi, kulturális, környezeti) mellett, közös szakértői munka során meghatározásra kerültek az egyes árvízi intézkedés típusok általános jellemzői, kiemelve az árvízvédelmi célját, a víztestre gyakorolt előzetesen becsült kedvező és kedvezőtlen hatásait, illetve az esetlegesen szükséges hatáscsökkentő, kompenzációs lehetőségeket. Az Árvízi Kockázatkezelési Terv keretében elkészültek 151 ártéri öblözetre (4 200 km védvonal által határolt, mintegy 36 000 km² területre, 1 500 szakadási változat vizsgálatával), 109 kisvízfolyásra (2 965 km hosszban), továbbá 3150 km hosszú folyószakasz menti nyílt ártérre, valamint a belvízzel veszélyeztetett területekre, az ár-és belvízi veszély- és kockázati térképek. A munka további eredménye a korszerű egységes metodika alapján, a 72 ártéri öblözetre elkészített árvíz-lokalizációs terv. Magyarország Árvízi Országos Kockázatkezelési Tervét, a közigazgatási egyeztetést követően, a Kormány 2016. március 25-én elfogadta. Az Árvízi Irányelvben foglaltaknak megfelelően, a terveket 6 évente kell felülvizsgálni és 2021-re megújítva ismét elkészíteni (*Szlávik 2017*).

Mértékadó árvízszint

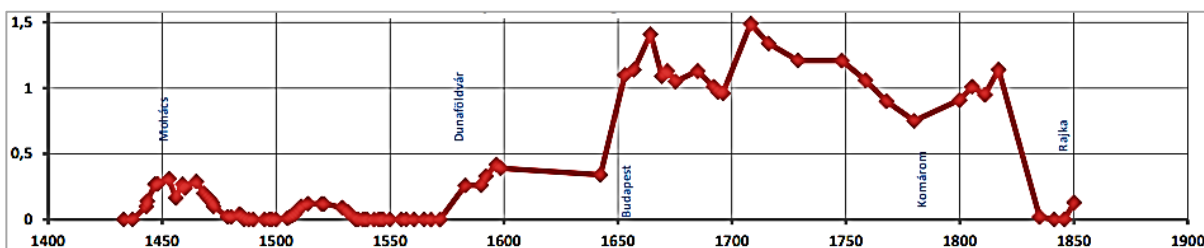
Az árvízvédelmi létesítmények tervezésénél és megvalósításánál kötelezően figyelembe veendő mértékadó árvízszintek (továbbiakban: MÄSZ) statisztikai alapon történt meghatározására első alkalommal az 1970-es években került sor. Azóta a hidrológiai és folyómorfológiai viszonyok változása miatt több ízben szükség volt egyes folyószakaszokon a mértékadó árvízszintek felülvizsgálatára. A legutóbbi átfogó, az ország összes folyójára kiterjedő fe-

lülvizsgálatra 1997-ben, részleges – a Duna, a Hernád, a Felső-Tisza és mellékfolyói egyes szakaszaira kiterjedő – felülvizsgálatra 2010-ben került sor, amelyek eredményeit a jelenleg már nem hatályos 11/2010. (IV. 28.) KvVM rendelet tartalmazta. A korábbi MÄSZ meghatározásának alapelvét az OVH Elnöki Kollégiuma 1974. december 20-i 113/Koll./1974. számú határozatával fogadta el az alábbiak szerint: "Magyarország valamennyi folyójára a számított 100 éves átlagos visszatérési idejű jégmentes árvíznek kell mértékadónak elfogadni" az alábbi kivételekkel:

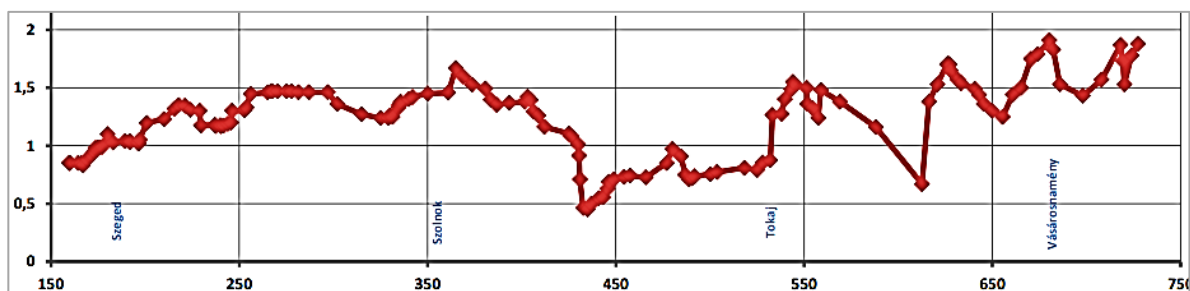
- a Duna Esztergom-déli országhatár közötti szakaszán az eddig előfordult legnagyobb jeges vízállások burkológörbéje a mértékadó árvízszint,
- Budapest főváros, Győr, Szeged, valamint az algyői olajmező különösen magas fokú árvízvédelmi biztonságot igénylő területét védő fővédvonalaknál a számított 1000 éves átlagos visszatérési idejű jégmentes árvíz a mértékadó.

A 2013-as dunai árhullám és a megelőző bő másfél évtized tiszai és dunai árhullámai sorban döntötték meg az egyes folyókon a mért legnagyobb árvízszinteket. Ezeknek a ritka eseményeknek a gyakori előfordulása tette szükségessé, hogy a vízügyi szakma átfogóan felülvizsgálja a korábban meghatározott mértékadó árvízszinteket. A felülvizsgálatot 2014-ben az Országos Vízügyi Főigazgatóság megbízására szakmailag a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszéke koordinálta. A vízhozam-idősorok statisztikai elemzését az érintett vízügyi igazgatóságok hidrológusai végezték el. A tudományos igényű munka ezúttal is az egy százalékos valószínűséggel számított vízállásból indult ki, amelyhez a legutóbbi árvizek adatait is magába foglaló hosszú távú idősorok szolgáltatott alapadatokat. Ezúttal a „képlet” azonban kiegészült az egy százalékos valószínűséggel várható vízhozamokra vonatkozó számításokkal is. Az újonnan számított MÄSZ értékek, a Duna esetében, a Komárom és Budapest közötti szakaszon 1-1,5 m-rel, a Tisza folyó esetében Szolnokon 124 centiméterrel, Csongrádnál pedig 120 centiméterrel, de a Felső-Tiszán közel 2 m-rel magasabb értékre adódtak, mint a régi MÄSZ értékek. A Duna és a Tisza új/régi MÄSZ értékei közötti különbségek a 9. és 10. ábrán láthatók (*Internet 1*).

Az új árvízszinteket, illetve a kiépítési biztonság értékeit a folyók mértékadó árvízszintjeiről szóló 74/2014. (XII. 23.) BM rendelet hirdette ki. A rendelet módosította a MÄSZ meghatározását is, mely szerint „a mértékadó árvízszint a jégmentes árvíznek az 1%-os valószínűségű vízhozamából származtatott vízszint”.



9. ábra. A régi és az újra számított mértékadó árvízszintek közötti különbségek m-ben a Duna magyarországi szakaszán (Dobó 2019)
Figure 9. Differences between old and recalculated peak stage of design flood levels in metre in the Hungarian section of the Danube River (Dobó 2019)



10. ábra. A régi és az újra számított mértékadó árvízszintek közötti különbségek m-ben a Tisza magyarországi szakaszán (Dobó 2019)

Figure 10. Differences between old and recalculated peak stage of design flood levels in metre in the Hungarian section of the Tisza River (Dobó 2019)

Nagyvízi mederkezelés

A nagyvízi meder a vízfolyást vagy állóvizet magában foglaló terület, amelyet az árvíz levonulása során a víz rendszeresen elborít, és amelyet a mértékadó árvízszint vagy az eddig előfordult legnagyobb árvízszint közül a magasabb jelöl ki. A nagyvízi mederben fekvő ingatlan tulajdonosa, illetve használója a nagyvízi mederben mezőgazdasági művelést, erdőgazdálkodást vagy más tevékenységet kizárólag saját felelősségére, az árvizek levezetésének akadályozása nélkül, a környezet- és természetvédelmi, valamint a kulturális örökségvédelmi előírások megtartásával folytathat.

Az elmúlt másfél évtizedben levonuló, a korábbi vízszintmagasságokat rendre meghaladó árvizeknél megfigyelhető volt, hogy míg az árvízi vízhozamok nem nőttek, viszont a vízállások erősen emelkedtek. A folyók vízszállító képessége, az 1998-ban kezdődő árvízes időszak hatására, különösen a 2001. évi tarpai gátszakadást követően került reflektorfénybe, amikor a kormányzat paradigma-váltást kezdeményezett a Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztésének (VTT) a megindításával. Az árvízszintek akkori, és azóta is bekövetkezett emelkedésére (2. ábra) adott tudományos válaszok egyértelműen igazolják, hogy azok okozója az árvizek levezetéséhez szükséges területek árvízlevezető képességének romlása.

A hidrodinamikai vizsgálatok során a nagyvízi medret a fajlagos vízszállító képességük alapján ún. levezető sávokra (zónákra) osztották. Négy, egymástól elkülönülő lefolyási zóna került kialakításra, amely építési és területhasználati korlátozásokat is maguk után vont, a legszigorúbb tiltástól az enyhébbig, de mindenképpen vízügyi szakmai hozzájáruláshoz kötötte. A levezető sávok az alábbiak:

Elsődleges levezető sáv: a nagyvízi meder azon része, ahol az árvízi vízhozamok és a jég a legkedvezőbb áramlási viszonyok mellett vonulnak le. Ez maga a meder vagy a meder mellett lévő nyílt terület, amely a keresztmetszetéhez képest rendkívül nagy mennyiségű vizet szállít árvíz idején. Itt kizárt vízhasználathoz közvetlenül nem kötődő építmény építése és felújítása is.

Másodlagos levezető sáv: jelentősen részt vesz az árvizek levezetésében, ahol a meglévő épület felújítása támogatható, de alapterületének növelése nem.

Átmeneti levezető sáv: az árvizek által időszakosan előtört terület, ahol az árvíz levezetésében még részt vesz, de szerepe nem jelentős, ezeken a területeken külön engedéllyel az építmény bővítése is lehetséges.

Áramlási holtter: területrész, ahol nincs áramlás, de mint tározó térfogat szerepe van az árvizek levonulásában. Árvízlevezetés szempontjából bármilyen építhető, amennyiben a tulajdonos türi az előntést.

A vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvény előírja, hogy a hazai folyókra "nagyvízi mederkezelési tervet" kell készíteni. A nagyvízi meder, a parti sáv, a vízjárta és a fakadóvizek által veszélyeztetett területek használatáról, hasznosításáról, valamint a folyók esetében a nagyvízi mederkezelési terv készítésének rendje és tartalmára vonatkozó szabályokról a 83/2014. (III. 14.) Korm. rendelet intézkedik. Ennek alapján, 2014-2015-ben 67 db hazai folyószakaszra elkészültek a kezelési tervek, amelyek az adott mederszakasz árvízlevezető képességének megőrzéséhez és javításához szükséges előírásokat és a nagyvízi meder használatára vonatkozó szabályokat tartalmazzák, és amelyek jogszabályi formában jelennek meg.

Védőképesség helyreállítása az elsődrendű fővédvonalakon

A védőképesség hiányosságokat, a 2016. évi őszi felülvizsgálatok, illetve az elmúlt években levonuló árvizek alkalmával regisztrált árvízi jelenségek tapasztalatai mutatták ki. A beruházás célja volt az I. rendű árvízvédelmi fővédvonalak védőképességének helyreállítása. További cél volt a lokális gyengeségek öblözeti szintű kiegyenlítése az öblözeti egyenszilárdság elérése érdekében. Ennek lényege abból fakadt, hogy az egyes öblözetekben jelentkező kockázati érték jelentős részét a lokális gyengeségek okozzák, amelyek általaj problémákra, valamint szerkezeti problémákra vezethetők vissza. Mivel egy ilyen gyenge szakaszon bekövetkező töltésszakadás akár az öblözet egészét is veszélyeztetheti, az öblözeti árvízi kockázat magas.

A projekt 2017 szeptemberében indult el, amely 11 vízügyi igazgatóság, 19 árvízvédelmi szakaszát érintett országosan. Elsősorban azon védvonalszakaszok erősítése történt meg, amelyek védőképessége kiemelkedően kicsi. Ezek a szakaszok az árvízvédelmi töltés szintje alacsony vagy a keresztmetszeti hiányosság állt fent, illetve az általaj rossz, megcsúszásra, kimosódásra hajlamos.

A töltés szakaszok állékonyságának helyreállítása (védőképességi funkció eredeti állapotra történő visszaállítása) az alábbi műszaki megoldásokkal történt meg:

- agyagpaplan, leterhelő szőnyeg létesítése,
- nyomópadka építése,
- zárt szivárgó építése,
- vasbeton máglyafal rekonstrukciója,

- anyagfog kiépítése,
- résfal kiépítése,
- szádfalazás.

A kivitelezési munkák 2018. november 15-én befejeződtek, a műszaki átadás-átvételi eljárások valamennyi érintett árvízvédelmi szakaszon megtörténtek (Dobó 2019).

Differenciált árvízvédelem

Az árvízi kockázatkezelési tervek készítése során merült fel, hogy célszerű felülvizsgálni a korábban alkalmazott „egyenlő biztonság” elvét a védelmi rendszer fejlesztésénél – azaz a kevésbé érzékeny területeken tűrhető az esetenkénti elöntés, aminek révén nagyobb biztonság nyújtható az érzékenyebb területeken. Az árvíz megelőzés költség-haszon elemzésen alapul, az egyenlő kockázat elvének érvényesítésével, az egyenlő biztonság figyelembevétele mellett.

Amennyiben az árvízvédelmi védvonalainkat az előírás szerinti biztonságra szeretnénk kiépíteni, az a jelenlegi finanszírozási körülmények között több évtizedig eltarthat, feltéve, ha nem emelkednek tovább az árvízszintek. Ha csak azokat a védvonalszakaszokat vizsgáljuk, ahol a védekezés nagyon kockázatos, pl. a MÁSZ meghaladja a töltéskorona szintjét, ez is jelentős, rövidtávon finanszírozhatatlan beruházásokat igényel, amennyiben az előírt biztonságra akarjuk kiépíteni.

Ezt követően azzal számolva, hogy a nagyvízi mederkezelés várhatóan csökkenteni fogja a MÁSZ emelkedését, de valószínű megállítani nem képes, ezért célszerű lenne áttérni arra a gyakorlatra, hogy amennyiben a kialakult LNV (észlelt legmagasabb vízszint) meghaladja az érvényes MÁSZ-t, úgy azt automatikusan felülírja. Ez a későbbiekben könnyebbé teszi a MÁSZ és a szükséges beruházás elfogadtatását. Amennyiben a védhető célt elérjük, úgy az új beruházásoknál már meg lehet követelni a jelenlegi (szükség szerint módosított) biztonsági előírásokat az éppen aktuális MÁSZ-hoz, és a rendszereinket fokozatosan védetté lehet tenni.

Az irány tehát az, hogy a mentesített ártereknél először a biztonságos védekezés feltételei legyenek meg, majd ezt kövesse a jogszabály szerinti, MÁSZ-ra történő kiépítés megvalósítása. Így lehetővé válik egy töltésszakasz fejlesztése hosszabb szakaszon, igaz alacsonyabb, de védhető szinten. Ez a védekezési költségeket csak csökkenti, nem szünteti meg, de a biztonság intenzív védekezés keretében hosszabb szakaszon fenntartható.

A differenciált árvízvédelmi előírások megteremtik a lehetőségét annak, hogy a védettség eléréséig az árvízi biztonságot maximalizálni tudjuk, kockázatosnak minősített ártéri öblözeteink védhetők legyenek. Ennek megfelelően a beruházásokat a differenciált árvízvédelem keretében meghatározott mértékben és sorrendben kell végrehajtani annak érdekében, hogy az árvízvédelem kiépítésére szánt költséghez a lehető legnagyobb kockázatsökkenés párosuljon (Dobó 2019).

A differenciált árvízvédelem tervezésének és megvalósításának szakmai alapjai jelenleg kidolgozás alatt vannak.

SZEMLELETVÁLTÁS A BELVIZEK KEZELÉSÉBEN – VÍZVISSZATARTÁS BELVIZES IDŐSZAKOKBAN

Az intenzívebb gazdálkodással járó nagyobb ráfordítás és az ebből eredő nagyobb termelési érték miatt észrevehetően fokozódik a vízkárérzékenység. Ugyanakkor megnőtt az igény a belvizek minél nagyobb hányadának helyszínen tartására, a belvizekkel való okszerű gazdálkodásra (kisebbségi tározók építésére, övgátak létesítésére, a belvízcsatornáknál vízviSSZATARTÁSRA).

A belvízreform szemlélete kapcsolódik a Víz Keretirányelvhez, a vízgyűjtő-fejlesztési tervekhez. A globális éghajlatváltozás miatt hazánk térségében a téli-tavaszi szélsőséges eloszlású és növekvő mennyiségű csapadékok hatására az ár- és belvizek előfordulási valószínűsége várhatóan tovább nő, melyet gyakoribb aszályok jelentkezése is kísérhet. Ezzel összefüggésben a belvízreform kidolgozása több tudományos kutatási programhoz is kapcsolódott. A belvizek kártételei elleni védekezés új megközelítésének ismérvei:

- a vizek nagy területekre kiterjedő viSSZATARTÁSA,
- a terület, a táj és a földhasználat új ökológiai és ökonómiai (gazdaságossági) szempontjait is figyelembevevő átgondolása,
- terület-, táj-, és földhasználat váltás,
- a lehulló csapadék helyben tartása, tározása,
- helyenként a vízkészleteknek időben és térben egyaránt kedvezőbb rendelkezésre állására az ökológiai vízigények kielégítési lehetőségét javítja.

A belvízreform komplex gondolkodásmódot igényel. A belvízvédekezési módokat át kell értelmezni, a károkozás kockázatát és terheit fel kell vállalni. A tulajdonosi érdekeltég megteremtése nélkülözhetetlen, az agronómiai és vízgazdálkodási módszerek együttes alkalmazása szükséges.

Síkvidéki tározás

Síkvidéken tartós tározás lehetősége külön tározó kialakításával csak korlátozottan valószínűsíthető meg az alábbi tényezők miatt:

- terepviszonyok,
- vízminőségi problémák,
- megújuló vízkészlet.

A terepviszonyok miatt vízminőség szempontjából megfelelő mélységű tározók létesítése csak költségesen valószínűsíthető meg, mert magas körtöltéseket és szigetelőrendszereket igényelnek. A természetes terepadottságokból adódóan kis ráfordítással csak kis vízmélységek melletti vízszintek viSSZATARTÁSÁRA alkalmas tározóterületek alakíthatók ki. Az alacsony vízszint azonban vízminőségi problémákhoz vezet, valamint a vízkészlet is gyorsabban párolog, ezért ezeket a tározókat öntözésre nem minden esetben lehet felhasználni, de környezetükben a talajvízháztartást mindenképp kedvezően befolyásolják. Megfelelő vízminőségű, állandó vízkészletű tározók csak abban az esetben alakíthatók ki, ha biztosítható a folyamatos vízpótlás.

Fentiekből következik, hogy síkvidéken a vízminőségi feltételek figyelembevételével a meglévő terepalakulatok (csatornák és holtágak) kihasználásával, a medertározás fejlesztésével a leggazdaságosabb a vízviSSZATARTÁS növevése. A csatornáknál és holtágakban megemelt vízszint je-

lentős vízpótlási lehetőségeket teremt, amely a legolcsóbb módon gravitációsan juttatható el a mezőgazdasági területekre (öntözés), illetve a hatásterületén megjelenő vízigények irányába, és a talajvíz szintjét is növeli.

A vízügyi igazgatóságok 2014-ben felülvizsgálták a dombvidéki és síkvidéki tározók helyzetét és a dombvidéki és síkvidéki területek víztározási lehetőségeit, mely során 170 db síkvidéki tározási lehetőségről készült nyilvántartás. A felülvizsgálat a terepadottságok és a vízkészlet adta lehetőségek figyelembe vételével, de – forrás hiányában – részletes talajtani, hidrológiai és hidraulikai elemzések nélkül készült a potenciális lehetőségek feltárása érdekében. A nyilvántartás pontosításához 2016-tól kezdődően eddig 22 db síkvidéki tározó tanulmányterve készült el, megvalósításukra 2020 után kerülhet sor.

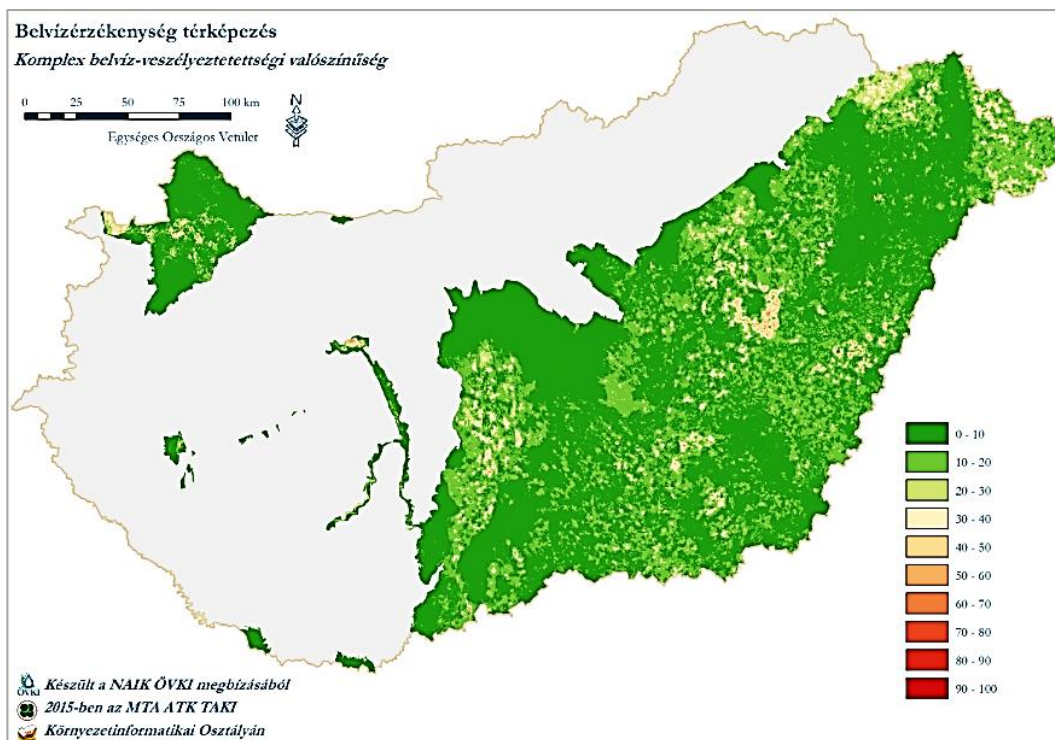
Belvízi kockázatkezelés

„Árvízi kockázati térképezés és stratégiai kockázatkezelési terv készítése” (KEOP-2.5.0/B/09-12-2013-0001) pályázathoz kapcsolódóan került kidolgozásra Magyarország belvíz-veszélyeztetettségi térképe. A térképezés a következő 6 fő tényezőről: hidrometeorológiai, domborzati, talajtani, földtani, talajvíz és földhasználati tényezőkön, valamint az ezekhez kapcsolódó segédváltozókon alapul.

A szimulációs metodika alapján párhuzamot vonva az árvízi veszélyeztetettség fogalmával a belvíz-veszélyeztetettség alatt azt a valószínűségi változót értjük, ami statisztikailag értelmezhető formában megadja, hogy adott területen (pl. térképi cellában) mekkora eséllyel következik be a vizsgált hidrológiai szélsőség. Ebben a felfogásban a belvíz-veszélyeztetettség egy százalékosan megadott valószínűségi számérték. A vizsgálat eredménye a Komplex Belvíz-veszélyeztetettségi Valószínűség (KBV) térkép, mely

alapján megállapítható, hogy az ország síkvidéki területeinek igen jelentős hányadát veszélyezteteti belvízi elöntés (Országos Vízügyi Főigazgatóság 2015).

A belvízzel leginkább veszélyeztetett területek kisebb-nagyobb foltokban szétszórva, de főleg a folyóvölgyek legmélyebb részein helyezkednek el (11. ábra). Igen jelentősen veszélyeztetett térség az Alföldön a Felső-Tisza környéki tájak (Bereg, Tisza-Szamos köz, Szamos-Kraszna köz, Rétköz, Bodrogek, Taktaköz), továbbá a Hortobágy melléke, a Jászság és a Nagykunság tekintélyes része, a Körösök vidéke, az Alsó-Tisza völgye, valamint a Duna-Tisza közti hátság nyugati pereme (a Duna-völgyi főcsatorna melléke). Megfigyelhető az egyezés a folyószabályzás előtti vízjárta területekkel. A Kisalföldön a Fertő-Hansági táj tartozik ide, míg a Dunántúl többi részén csak egészen kis területek, pl. a Sárköz mentén. Belvízzel kevésbé veszélyeztetett zónát találunk elsősorban a hátsági jellegű területeken (Duna-Tisza közti hátság, Nyírség), azonban pl. a Békés-Csanádi löszhát esetén foltszerűen kialakulhatnak belvízi elöntések a talajvízfeltörés (földárja) jelenségének köszönhetően. Ez a jelenség az Északi középhegység hegylábi térszínein is jelentkezik. Jelenleg a Magyarország síkvidéki területeinek nagy felbontású belvíz-veszélyeztetettségi térképe készül, amely alkalmas egy-egy terület belvízi veszélyeztetettségének numerikus jellemzésére. Kiemelt cél az elsősorban természeti tényezők alapján befolyásolt belvíz veszélyeztetettség térképi megjelenítése, amely referenciaként („null” állapot) szolgál a további művi, tartóssági, klíma- és földhasználat-változási forgatókönyvek (stratégiai változatok) elemzéséhez. Összességében ez a térkép lesz az alapja a belvíz-veszélyeztetettségi forgatókönyvek (stratégiai változatok) kidolgozásának, ugyanis az egyes tényezők beviteli adatbázisának (elsősorban a peremfeltételek, a paraméterezés és a környezeti változók) módosításával a jelenlegitől lényegesen eltérő viszonyok vizsgálatát hajtuk végre a következő fázisban.



11. ábra. Magyarország komplex belvíz-veszélyeztetettségi valószínűség térképe (NAIK-ÖVKI 2015)

Figure 11. Complex inland water hazard probability map of Hungary (NAIK-ÖVKI 2015)

ÖSSZEZGZÉS

Magyarország földrajzi fekvése és éghajlati adottságai következtében vízkár eseményeknek - árvizeknek és belvizeknek - erősen kitett országnak számít. Az ár- és belvizek elleni védekezés átszövi történelmünket. Az elmúlt évtizedek eseményei: az ezredforduló óta előfordult, egyre magasabb szinten levonult rendkívüli árvizek és jelentős elöntéseket okozó belvizek együtt a társadalmi változásokkal, a biztonság iránti igények növekedésével és nem utolsósorban a klímaváltozás nem elhanyagolható hatásával a korábbi, évszázadok során kialakult védelmi rendszerek és gyakorlat felülvizsgálatára készítették a vízkárelhárítással foglalkozó szakembereket és döntéshozókat. A paradigmaváltás és az Európai Unióhoz való csatlakozással együtt járó előírás és jogszabályváltozások eredményeként, az ökológiai szempontok felértékelődése oda vezetett, hogy a korábbi, az árvízvédelmi töltések szükség szerinti folyamatos emelésére alapozott fejlesztési koncepciót felváltotta az árvizekkel való „gazdálkodás” szemlélete. Az árvízszintek csökkentése került előtérbe a lefolyási viszonyok javításával és árvízi tározórendszer kiépítésével első sorban a Tisza-völgyben. A belvizek kezelése esetében is egyre inkább meghatározó szempont a gyors elvezetés helyett a belvizek helyben tartása, tározása a későbbi, vízszegény időszakban történő hasznosítás lehetőségének biztosítása érdekében.

Ezt a szemléletet erősítették az EU Víz Keretirányelvben elfogadott jó vízállapotok elérését célzó szempontok figyelembevétele az árvízvédelmi és belvízvédelmi fejlesztési koncepciókban, összhangban EU Árvízi Irányelvvel és a Nemzeti Vízstratégiával.

A fentiek szerint megváltozott szemlélettel indultak meg az utóbbi évtizedben az ár- és belvízvédelmi fejlesztések, a jövőbeni fejlesztések megalapozása és koncepciók kidolgozása.

IRODALOMJEGYZÉK

Bencsik B. (1979). Az 1879. évi szegedi árvíz és az árvízvédelem fejlesztésének mértékadó előírásai. Vízügyi Közlemények 2. füzet.

BM rendelet 74/2014. (XII. 23.) BM rendelet a folyók mértékadó árvízszintjeiről.

Dobó K. (2019). A hazai árvízvédelmi stratégia főbb irányai. Műszaki Katonai Közöny, 29. évf. 2. szám, Budapest, 133-144p.

Dunka S., Fejér L., Vágás I. (1996). A verítékes honfoglalás - A Tisza-szabályozás története. Vízügyi Múzeum és Levéltár, Budapest. ISBN: 9630489902.

Európai Parlament (2007). Az Európai Parlament és a Tanács 2007/60/EK irányelve az árvízveszélyek értékeléséről és kezeléséről.

Fejér L. (1997). Árvizek és belvizek szorításában. Vízügyi Történet Füzetek 15. kötete. Budapest.

Fejér L. (szerk.) (2001). Vizeink krónikája. Budapest. ISBN: 963-00-8967-x.

Ihrig D. (szerk.) (1973). A magyar vízszabályozás története. Országos Vízügyi Hivatal, Budapest. p. 398.

Internet 1: BME - Építőmérnöki Kar Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék honlapja -

https://epito.bme.hu/hirek/20140311/Uj_mertekado_arviz_szintek_a_Dunanak Letöltés ideje: 2020. január 2.

Korbély J. (1937). A Tisza szabályozása. Magyar Nemzeti Könyv- és Lapkiadó Vállalat, Debrecen. p. 257., ETO jelzet 627.42(282.243.742).

Kormányrendelet (2014). A 83/2014. (III. 14.) Korm. rendelet a nagyvízi meder, a parti sáv, a vízjárta és a fakadó vizek által veszélyeztetett területek használatáról, hasznosításáról, valamint a folyók esetében a nagyvízi mederkezelési terv készítésének rendjére és tartalmára vonatkozó szabályokról.

Lászlóffy W. (1982). A Tisza. Vízi munkálatok és vízgazdálkodás a Tisza vízrendszerében. Akadémiai Kiadó, Budapest. p. 609., ISBN: 963-05-2681-6.

Mosonyi E. (1999). A mértékadó árvíz. Vízügyi Közlemények, 2. füzet.

OVH (1976). Magyarország folyóinak mértékadó árvizei. Budapest. p. 204.

OVIBER, VIZITERV Consult, VIZITERV Environ (2015). Tisza völgy árvízvédelmének fejlesztése, Stratégiai projekt-előkészítő dokumentáció, Budapest, 56 p.

Országos Vízügyi Főigazgatóság (2015). Árvízi kockázati térképezés és stratégiai kockázatkezelési terv készítése összefoglaló tanulmány, Budapest (ÁKK Konzorcium).

Pálfai I. (2004). Belvizek és aszályok Magyarországon (Hidrológiai tanulmányok) KÖZDOK, Budapest. ISBN 963-552-382-3.

Petró T. (2017). A magyarországi árvízvédelmi fejlesztések, a kapcsolódó lakosságvédelmi feladatrendszer újszerű megközelítése. A magyarországi árvízvédelmi projektek, Doktori (PhD) értekezés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest.

Szlávik L. (2017). Vízkárelhárítási kézikönyv, Budapest – Ármentesítés – pp. 295-341. <http://www.ovf.hu/hu/hirek-ovf/vizkarkonyv> Letöltés ideje: 2020. január 2.

Szlávik L. (2003). Az árvízvédelmi biztonság elemzése. (Az MTA Nemzeti Stratégiai Program Magyarország vízgazdálkodási stratégiája az ezredforduló után c. kutatási főirány keretében készült szintézis tanulmány) VITUKI Tanulmányok és kutatási eredmények 76. kötet.

Szlávik L. (2007). A Duna és a Tisza szorításában. A. 2006. évi árvizek és belvizek krónikája. OVF, Budapest.

Szlávik L. (2013a). Kisvizek nagy vizei. A 2010. évi árvizek és belvizek krónikája. OVF, Budapest.

Szlávik L. (2013b). Szembenézünk az árvizekkel. A 2013. évi árvizek és belvizek krónikája. OVF, Budapest.

Törvény: A vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvény.

Törvény: A vízjogról szóló 1885. évi XXIII. törvény.

Törvény: A vízgyűről szóló 1964. évi IV. törvény.

Tőry K. (1952). A Duna és szabályozása. Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 454.

Zorkóczy Z. (főszerk.) (1987). Árvízvédelem. Budapest, Országos Vízügyi Hivatal.

A SZERZŐK

DOBÓ KRISTÓF szerkezet-építőmérnök, árvíz- és belvízvédelmi szakmérnök, az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) Árvízvédelmi Főosztályának főosztályvezetője. Fő szakterülete a területi vízgazdálkodás, azon belül az árvízvédelem. A Magyar Hidrológiai Társaság (MHT) tagja 2013 óta. Az MHT Árvízvédelmi és Belvízvédelmi Szakosztály vezetője tagja 2014-től, 2014 és 2016 között a szakosztály titkára volt.

GÖNCZ BENEDEK vízépítőmérnök, az Országos Vízügyi Főigazgatóság nyugdíjas szakértője, korábban az OVF Vízkárelhárítási Főosztályának főosztályvezetője. Fő szakterülete a területi vízgazdálkodás, azon belül az árvízvédelem. A Magyar Hidrológiai Társaságnak 1988-tól tagja. Az Árvízvédelmi és Belvízvédelmi Szakosztály vezetője tagja, 1999-től 2006-ig titkára, 2014-től elnöke. MHT kitüntetései: Pro Aqua Díj 2005 és Bogdánffy Ödön emlékérem 2016.

IVÁNYI KRISZTINA vízépítőmérnök, az Országos Vízügyi Főigazgatóság Belvízvédelmi Osztályának vezetője. Fő szakterülete a síkvidéki vízrendezés. A Magyar Hidrológiai Társaságnak 1983-tól tagja. 2006-tól az MHT Árvízvédelmi és Belvízvédelmi Szakosztály vezetője tagja, 2006 és 2014 között titkára. MHT kitüntetései: Pro Aqua Díj 2012 és dr. Schafarzik Ferenc emlékérem 2017.

50 éve volt a Tisza-Szamos közti árvíz-katasztrófa

Szlávik Lajos

Professor Emeritus, egyetemi magántanár, a Magyar Hidrológiai Társaság elnöke

Kivonat

Az 1970. évi Tisza-völgyi árvíz a folyó feljegyzett árvizei közül mind a tetőző értékek, mind pedig a tartósság tekintetében az addigi legnagyobbak bizonyult. Különösen állt ez a Felső-Tiszára, a Szamosra és a Túrra. Példátlan méretű és hevességű árvíz tört ekkor a Tisza-Szamos közére, súlyos árvíz-katasztrófa következett be. A tanulmány a fél évszázada történt rendkívüli helyzet kialakulásának és lefolyásának eseményeit, valamint következményeit foglalja össze. A rendkívüli vízszintek és vízhozamok miatt a Túr és a Szamos országhatár menti térségében, május 14-15-én 38 óra alatt összesen 17 gátszakadás következett be, 4 magyar, 13 pedig román területen. Magyar területen 531 km²-t öntött el az árvíz. Több mint 35 ezer főt menekítettek ki 43 községből, közülük mintegy 13 ezer főt a honvédség kételtű járműveivel, vízi járművekkel és helikopterekkel. Az elöntött területen közel 5 000 lakás teljesen romba dőlt, vagy a károk következtében lebontásra kellett, hogy kerüljön és mintegy 4 000 megrongálódott. Fél év alatt felépítették a romba dőlt falvakat. A helyreállítás és újjáépítés egyik fontos feltétele volt a vízellátás közüzemi megoldása: a Szamosközben az 1970. évi árvíz-katasztrófát követően – alig egy év alatt – 21 községben valósult meg a közműves vízellátás. A Szamos menti újjáépítés és vízművesítés programja hozzájárult a megye, a terület nagymértékű lemaradásának csökkentéséhez, illetve irányt mutatott egy dinamikusabb fejlődés felé.

Kulcsszavak

Árvíz, Tisza-völgy, töltésszakadás, kimenekítés, kitelepítés, helyreállítás.

Flood disaster at the Tisza-Szamos interval occurred 50 years ago.

Abstract

The flood of the Tisza Valley in 1970 proved to be the largest of the recorded floods in terms of both peak values and durability. This was especially true for the Upper Tisza, the Szamos and the Túr Rivers. A flood of unprecedented magnitude and intensity broke out in the Tisza-Szamos interval, a severe flood disaster occurred. The study summarizes the events and consequences of the emergence of the state of emergency occurred half a century ago. Due to the extraordinary water levels and discharges, a total of 17 dam breaks occurred on the Túr and Szamos Rivers in border area between 14 and 15 May, out of them 4 in Hungarian and 13 in Romanian territory. In Hungary, 531 km² was flooded. More than 35,000 people were rescued from 43 villages, including about 13,000 by army amphibian vehicles, watercraft and helicopters. Nearly 5,000 homes in the flooded area were completely destroyed or had to be demolished and some 4,000 damaged. Within half a year the ruined villages were rebuilt. An important prerequisite for the rehabilitation and reconstruction was the solution of the utility water supply: in Szamosköz, after the flood disaster of 1970, in 21 villages, utility water supply was implemented. The reconstruction and water utility rehabilitation program along the Szamos region helped to reduce the significant backwardness of the county and the area, and has pointed to a more dynamic development.

Keywords

Flood, Tisza valley, levee break, escaping out, evacuation, restoration.

ELŐZMÉNYEK

A Szamos vízgyűjtőterülete 15 881 km², meghaladja a Tisza-Szamos torkolatáig tartó vízgyűjtőterületének nagyságát és a Tisza-medence területének kerekén 10%-át teszi ki. Vízgyűjtőjének mindössze 2%-a (306 km²) van Magyarországon. A Szamos főága 415,1 km hosszú, melyből 51,5 km a magyar szakasz. A Túr vízgyűjtőterülete 1262 km², amelynek 9%-a (112 km²) van Magyarországon. A folyó teljes hossza az eredettől a torkolatig 95 km, ebből 30 km esik magyar területre. A Kraszna vízgyűjtőterülete 3142 km², ebből 28% (887 km²) van Magyarországon. A folyó teljes hossza az eredettől a torkolatig 193 km, ebből 46 km esik magyar területre.

A Szamos partjain a XVIII. század végétől a községek és magánosok – felismerve a vizek okozta veszélyeket – kizárólag a településeket védő, azonban eltérő magasságú töltésszakaszokat építettek ki, amelyeket később összekötöttek egymással. Az első átfogó és műszakilag is összehangolt terv azonban csak a XIX. század vége felé készült el a Szamos mindkét partjára, de e terv megvalósításának feltétele volt a folyószabályozási munkák elvégzése a folyón. 1890-ben elkészült a Szamos új torkolati szakasza, majd az 1895. évi XLVIII. törvény alapján

a további mederátvágások – összesen 22 átmetszés, 26 km hosszban.

A már meglévő bal parti töltések kiépítését a korábban jóváhagyott műszaki tervek alapján az Ecsediláp Társulat 1899-re fejezte be. A Szamos jobb parton és a Tisza bal parton csak 1914-ben alakult meg az ármentesítő társulat és az árvízvédelmi töltéseket itt – a véglegesnek szánt méretben – csak az 1920-as évek végére fejezte be (Ihrig 1973, Vámosi 1992). A folytatásra 1948–1954 között, majd a 1960-as évek második felében került sor.

Szabolcs-Szatmár megye – az 1950-es megyerendezés keretében – 1950. március 16-án alakult meg. (A megye újabb, Szabolcs-Szatmár-Bereg-re történő átnevezése csak 1990-ben történt, ezért a továbbiakban az 1970. évi állapotnak megfelelő elnevezést használjuk.) A megye területén 1970-ben 232 települést tartottak számon. Az alföldi megyék településsűrűségi mutatóiban (a 100 km²-re jutó települések számában) lényeges különbség mutatkozik Szabolcs-Szatmár és a többi megye között: Szabolcs-Szatmár – 3,9, öt további alföldi megye – 1,2-1,5. A Szamos mentén, az árvízmentes hordalékkúp területén a települések egymást érő füzere alakult ki (Süli-Zakar 1974). Ezt a viszonylag sűrű aprófalvas térséget sújtotta az 1970. évi

árvíz. A közvetlenül érintett 45 település lélekszáma nem érte el az 50 ezret.

AZ 1970. ÉVI ÁRVÍZ HIDROMETEOROLÓGIAI ELŐZMÉNYEI, KIALAKULÁSA

1969. hosszú őszi szárazságát november végétől csapadékban gazdag időszak követte. Április végéig a Felső-Tisza és a Szamos vízgyűjtőjén lehullott csapadék mennyisége rendre meghaladta a havi sokéves átlagokat; a vízfolyások viszonylag magas vízszintje állandósult.

Az időjárás csapadékos jellege májusban is folytatódott, sőt megerősödött. A több hullámban lehullott kiadós előkészítő esők után a május 9-10-én kialakult közép-európai ciklon következtében Kárpátalja és Erdély egész területét bőséges zivatarok árasztották el. A Tírrén-tenger térségében alakult ki aztán az a ciklon, amely északkeleti irányban haladva másnap középpontjával Erdély fölött helyezkedett el és végeredményben az árvízkatasztrófát kiáltotta.

A mérőállomások adatai szerint a csapadék maximum Ráglán 179,5 mm, Szinérváralján 156,5 mm volt. A csapadékiró műszerek adataiból utóbb kitűnt, hogy a roppant vízmennyiség – bár két naptári nap között oszlott meg – volta-képpen 20–27 óra alatt hullott le, mialatt hevéssége 3–10 mm/óra között váltakozott (Lászlóffy 1972). A gyors és rendkívüli méretű lefolyás – a rendelkezésre álló adatok szerint – csak esőből keletkezhetett (Szeifert 1971).

A Tisza erdélyi vízgyűjtőjén május 10. és június vége között, az egész évi átlagos csapadéknak csaknem a fele, összesen 300–320 mm eső hullott, amelynek túlnyomó része a korábbi esőzések által telített talajon lefolyt, beszivárgás alig volt, a lezúduló víz a medrekben összpontosult, és igen

heves áradás indult a Felső-Tiszán és a Túron, a Szamoson és a Krasznán.

AZ ÁRVÍZ LEFOLYÁSA, AZ ÁRVÍZKATASZTRÓFA BEKÖVETKEZÉSE

Szabolcs-Szatmár megyében az árvízi helyzet szinte néhány óra alatt alakult ki. Május 13-án a reggeli órákban még semmi sem mutatott arra, hogy a Felső-Tisza vízgyűjtő területén leesett csapadék hatására komoly árvízzel kell számolni. A VITUKI Országos Vízjelző Szolgálat a 11 órakor géptávíron küldött értesítést a levonuló nagy árvíz lehetőségéről. A területi szervek tehát tudtak a megindult árhullámról, de váratlanul érte őket az áradás rendkívüli hevéssége. A védekezésre való felkészülésre a folyók felső szakaszán (a Felső-Tiszán, a Túron és a Szamoson) gyakorlatilag nem volt idő. A Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság (FETIVIZIG) védelemvezetése május 13-án délben elrendelte az árvédelmi készültséget haladéktalanul, s ezzel mozgásba hozták az egész árvízvédelmi szervezetet.

Magyar területen elsőként a Túr tetőzött. Áradásának hevéssége 168 cm/2 órás rekordot jelentett. 14-én hajnali 3 órakor – a készültség elrendelése után 15 órával – a Túr garbolci mércéjén 640 cm-t olvastak le, az addigi legnagyobb vízszintnél (LNV) 80 cm-rel többet (I. táblázat). A Tisza tiszabecsi vízmércéjén a vízállás május 13-án 12 órakor – az I. fokú készültség elrendelésekor – 250 cm volt és 18 óra alatt, május 14-én 6 órára 430 cm-t emelkedett, 680 cm-rel tetőzött, 107 cm-rel meghaladva az addigi LNV-t. Ez a vízszint megegyezett a töltés koronaszintjével. Az áradás leghevesebb szakaszában a vízszintemelkedés mértéke 2 óra alatt 106 cm volt (Csoma és Szilágyi 1971, Lászlóffy és Szilágyi 1971)!

1. táblázat. Tetőző vízállások az 1970-es árvíz idején, a Felső-Tisza vidék folyóin
Table 1. Peak water levels during the floods of 1970 on the rivers of the Upper Tisza region

Folyó	Vízmérce	1970 előtti LNV (cm)	Ideje	1970. évi LNV (cm)	Ideje	Különb-ség (cm)
Tisza	Tiszabecs	573	1947. XII.	680	1970.V.14.	+ 107 cm
Túr	Garbolc	560	1966. III.	640	1970.V.14.	+ 80 cm
Szamos	Csenger	743	1888: III.	902	1970.V.14.	+ 159 cm
Kraszna	Ágerdő	650	1919. V.	651	1970.VI.13.	+1 cm

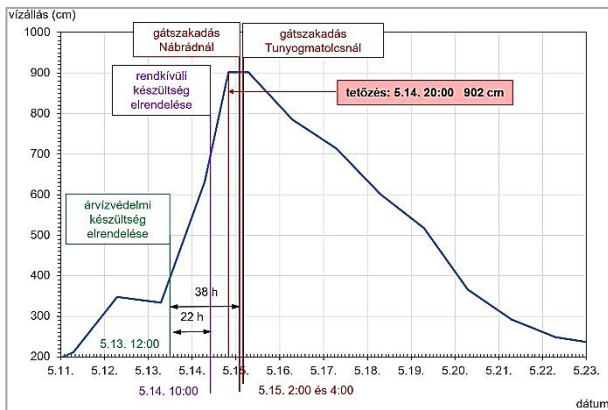
A Túron 22 km-en kellett meghágás ellen védekezni, nyúlgátak építésére került sor. A Túr bal parti határszelvényében – ahol a töltés az országhatárral járó korlátozás miatt kézzel épült – nem sikerült eredményesen védekezni és a töltés átszakadt mintegy 15 m hosszban, részben magyar (7 m), részben román területen (8 m). Román területen mindkét parton bekövetkezett egy-egy további szakadás, valamennyi töltésmeghágás következtében.

A Túr bal parti gátszakadások vizei ellen Garbolc és Nagyhódos megvédésére megfeszített munkával két napig sikeres védekezés folyt. Ez jelentős árvízvédelmi eredmény volt, de csak átmeneti siker. A második napon a Sáréger csatornán érkező nagymennyiségű és magas víz a jobb parti természetes magas vonulatát mintegy 400 m-en meghágvva május 16-án 20 órakor a védekezési vonalak mögött tört a töltésekkel körülvárt Kishódosra és Nagyhódosra és építményeik 80%-át órák alatt elpusztította. Az emberek a fák csúcsára, az összeomló házak tetejére mászva várták a csónakokat, hogy a pusztá életüket ment-

sék, minden ingóságukat elnyelte a víz; állataik az áradásba fulladtak. Végül is itt csak Garbolcot sikerült megvédeni (Szeifert 1971).

Május 12-éről 13-ára 24 óra alatt a Szamoson Szatmárnémetinél 363 cm-rel, Csengernél 298 cm-rel emelkedett a vízszint. Az árhullámok legmeredekebb ágáról még ezeknél is nagyobb értékek olvashatók le. A Szamos árhulláma Csengernél május 14-én 20 órakor, az addigi LNV-nél (1888. évi 743 cm) 159 cm-rel magasabban, 902 cm-es vízállással tetőzött (I. ábra). Annak ismeretében, hogy a Szamoson 1932. óta számottevő nagyvíz nem volt, valamint, hogy az eddigi LNV 82 évvel korábban állt elő, a kialakult helyzet valóban rendkívülinek minősíthető. A vízszint sok helyen 10–30 cm-rel, sőt egyes helyeken 40–50 cm-rel haladta meg a töltés koronaszintjét. A védekezők gigászi küzdelemmel órák alatt építettek ki több mit 20 km hosszban nyúlgátat. A koronán átcsapó víz fokozatosan gyengítette a töltés szelvényét. A rendkívüli erőfeszítések ellenére május 15-én hajnali 2 és 4 óra között előbb Nábrádnál, a jobb par-

ton keletkezett két szakadás (220 és 160 m hosszú), majd a bal parton Tunyogmatolcsnál keletkezett egy újabb (108 m-es) szakadás (Szeifert 1971).



1. ábra. A Szamos 1970. májusi árhullámképe Csengernél
Figure 1. The May 1970 flood wave of Szamos River at Csenger

A Szamosköz tragédiáját azonban nem csak ezek a nábrádi gátszakadások okozták, hanem döntően a folyó romániai szakaszán történt események. Ott ugyanis május 14-én 17–20 óra között a folyó jobb parti gátja Szatmárnémeti térségében 9 helyen átszakadt, e gátszakadások együttes hossza 1193 m volt. Az országhatáron átömlött hatalmas víztömeg a terep lejtésvonalát követve a Szamos és a Túr közibe zúdult, elzárva a menekülés és a védekezés útját. A jobb parti védekezőket a felső szakaszon a román területen bekövetkezett töltésszakadásokon kiömlő víz hátra támadta és igen nagy pusztításokat végzett a Tisza-Szamos köz felső, déli részén is. Május 14-én a Szamos bal partján is meghágtá két helyen a víz a töltést és azt átszakította. Itt sikerült eredményesen védekezni, így a Szamos-Kraszna közén elterülő Ecsedi-láp községei ebből az irányból nem kaptak elöntést.

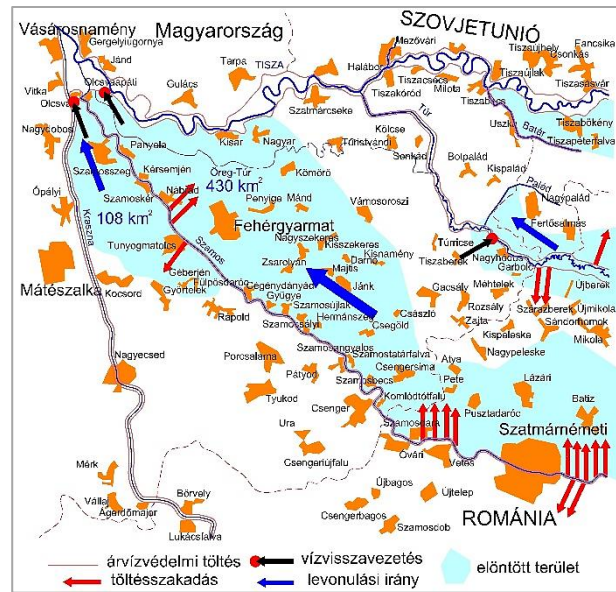
A rendkívüli vízszintek és vízhozamok miatt a Túr és a Szamos országhatár menti térségében, május 14-15-én 38 óra alatt összesen 17 gátszakadás következett be, 4 magyar, 13 pedig román területen. A gátszakadásokat – mind román, mind magyar területen – kivétel nélkül töltésmeghágás okozta. A szakadások mögött sehol sem képződött kopolya (Szeifert 1971).

Az új maximumokat jelentő május közepi árhullám után a Túron és a Szamoson több kisebb árhullám vonult le. Ezek közül a Szamos árhullámai, és különösen a júniusi jelentett újabb megfeszített védekezést, egyrészt az ideiglenesen elzárt töltésszakaszok biztonsága, másrészt a Románia felől veszélyeztető újabb elöntés miatt. Ennek ellenére a Szamos júniusi árhulláma újabb védekezési nehézséget már nem okozott. A Kraszna májusi árhulláma nem igényelt jelentős védekezést, de a júniusi tetőzés 1 cm-rel meghaladta az LNV-t (1. táblázat). A tartósan magas víz-állás miatt a Kraszánán intenzív védekezési munkákra volt szükség.

A minden idők legmagasabb árvízi tetőzése idején az utólagosan számított vízhozam a Szamoson Désnél $2300 \text{ m}^3/\text{s}$, Szatmárnémetinél $3400 \text{ m}^3/\text{s}$ volt (Podani 1972). A Szamos tetőző árvízi vízhozama Csengernél $4720 \text{ m}^3/\text{s}$ volt, ami a korábban maximumnak tartott $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ -nak több mint kétszerese (A romániai vízhozam értékek a szakirodalomból

származnak, számítások eredményei. Megjegyezzük, hogy ebből az időszakból származó román vízhozammérésekről nincs tudomásunk. A Szamoson a hazai szelvényekben sem volt vízhozammérés a májusi árhullámnál, viszont a júniusnál három is az áradó ágon. Ezekből kiindulva számítással határozták meg a folyó májusi tetőző vízhozamát és az a Szatmárnémetire vonatkozó értéket cáfolja.) (Csoma 1972). Összehasonlításképpen: a Duna tetőző vízhozamának addigi legnagyobb értéke 1965-ben fordult elő, $8280 \text{ m}^3/\text{s}$ volt.

A Szamos romániai töltésszakadásainak (2. ábra) leg súlyosabb következménye Szatmárnémetit sújtotta. A kialakult árvízszint a város árvízvédelmi töltéseinek szintjét mindenütt 1-2 m-rel meghaladta, magasabb volt a városban akkor létező közúti és vasúti hídnál is. A helyi lakosok nem hitték el, hogy a meglévő városi töltéseket a víz szintje ilyen mértékben meghaladja, és a házakban maradtak (Podani 1972). A város körül olyan zárt medence képződött, melyből a víz csak túlsordulás útján törhetett ki, a város nyugati fele mintegy 2-3 m-es vízborítás alá került. Lakóházak ezrei, gyárak, közintézmények kerültek víz alá. A város telefon, áram, gáz és vezetékes víz nélkül maradt. 2000 ház pusztulása és 48 ember halála volt ennek a következménye (Tápay 1971). A szatmárnémeti katlanban a víz állás addig emelkedett, míg a túlfolyás lehetősége ki nem alakult; ennek bekövetkezése után a víz akadálytalanul zúdult a Szamosköz magyar településeire.



2. ábra. A Tisza-Szamos-Kraszna-köz helyszínrajza az 1970. májusi árvízkor

Figure 2. Site map of the Tisza-Szamos-Kraszna interval during the May 1970 flood

ÁRVÍZVÉDEKEZÉSI MUNKÁK, AZ ÁRVÍZ LEVEZETÉSE

A határon túl bekövetkezett gátszakadások víztömege május 14-ről 15-re virradó éjszaka, órákon belül érkezett a határhoz, elsőként – a romániai szakadásokat követő 6 óra múlva – Nagygécére zúdult rá. Másodpercenként 1000 m^3 -es mennyiségben ömlött át a víz magyar területre. A határ menti falvak lakosságának kimentése a hajnali órákban kezdődhetett meg és ezt követően az árvíz által veszélyeztetett valamennyi községet – a víz várható érkezési idejét figyelembe véve – kiürítették. Nagygéc elöntése után mindössze 16 óra múlva a teljes területet elöntötte a víz (2. táblázat).

2. táblázat. Elöntések a kitört vizekből (Szeifert 1971)
Table 2. Discharges from breaking waters (Szeifert 1971)

	Területe (km ²)	Egyidőben legnagyobb elöntött terület (km ²)	Elöntött terület, melyen a víz átvonult (km ²)
Tisza-Szamos-köz (magyar terület)	651	350 km ² V.17-18.	430 km ²
Szamos-Kraszna-köz	417	87 km ² V.18-19.	108 km ²
Összesen:	1068	437 km ²	538 km ²

A víz levonulását a terepen lényegesen befolyásolták a különböző terepalakulatok (utak, vasút) (Tápay 1971). A lakosságból mintegy 13 ezer főt az árvíz méretei, hevesége miatt, a honvédség kételtű járműveivel, vízi járművekkel és helikopterekkel lehetett a befogadásra kijelölt községbe kimenekíteni. Elsőként a betegeket, gyerekeket, öregeket és nőket mentették, ill. telepítették ki, majd a munkaképes férfiakat szállították el (1. kép). Több mint 35 ezer főt menekítettek ki 43 községből, 31 befogadási helyre, maximálisan 45 km távolságra (Kóka 1971). Ez a művelet közel két napig tartott. Sem a lakosság mentésénél, sem pedig a kitelepítésénél a nem keletkezett pánik.



1. kép. Küzdelem az árral (Forrás: Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Történeli Gyűjtemény adattára, FETIVIZIG, Nyíregyháza)
Picture 1. Fighting the tide (Source: Database of the Upper Tisza Region Water Historical Collection, FETIVIZIG, Nyíregyháza)

A polgári védelem felderítő csoportjai Jánkmajtison egy ház romjai alatt három holttestet találtak. A vizsgálat megállapítása szerint a szerencsétlen emberek elbújtak a mentést végző katonák elöl, így tört rájuk az ár, amelynek áldozatául estek (Népszabadság 1970). Ettől az esettől tekintve az árvíz által sújtott terület lakossága kivétel nélkül mind biztonságba került. Néhány száz család öntevékenyen, maga oldotta meg elhelyezését, az árvízi területtől távol lakó rokonaihoz, hozzátartozóihoz költözött.

A töltésszakadásokat követően azonnal vízügyi árvízvédelmi osztagokat vezényeltek a helyszínre és még a vízszintek kiegyenlítődése előtt megkezdődött a szakadások elzárásának az előkészítése. A töltésszakadásoknál folyamatosan nagy erővel dolgoztak, és azokat rendkívüli gyorsasággal zártak el a szakemberek. A gátszakadások helyreállítása során összesen több mint 82 ezer m³ földmunka készült el. A gátszakadások elzárása, a töltések helyreállítása június végéig gyakorlatilag befejeződött (Szeifert 1971).



2. kép. Fehérgyarmat-1970.05.18 (Forrás: Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Történeli Gyűjtemény adattára, FETIVIZIG, Nyíregyháza)
Picture 2. Fehérgyarmat-18.05.1970 (Source: Database of the Upper Tisza Region Water Historical Collection, FETIVIZIG, Nyíregyháza)

A vízzel elöntött területeken az élet újraindulásának és a kárfelmérés, helyreállítás megkezdésének alapfeltétele volt a vizek levezetése. A Tisza-Szamos közén 10–15 km szélességben, a Szamos-Kraszna közén 5–7 km szélességben gyűlt össze mintegy 390 millió m³-re becsült vízmennyiség. A víz visszavezetése a töltésszakadások helyén, a meglévő zsilipeken keresztül, valamint töltésmegnyitásokkal történt. Mobil szivattyúk alkalmazására főként a Szamos-Kraszna közén került sor, ahol csúciban egyidejűleg 63 db szivattyú 15 m³/sec együttes teljesítménnyel működött. A visszavezetés négy hét alatt megtörtént. A visszatelepítés több ütemben – az elöntött területek víztelenítése és a szükséges előkészítő intézkedések végrehajtása után – május 25-től június 6-ig tartott.

A rendkívüli feladatok miatt a FETIVIZIG saját munkacsoportja nem volt elegendő, már a védekezés első időszakában is az igazgatóság saját erői mellett a tiszai és dunai vízügyi igazgatóságok dolgozóira, valamint közterőre, honvédségi és karhatalmi erők nagymérvű igénybevételére is szükség volt. Az árvíz elleni küzdelemben a lakosság legszélesebb rétegei vettek részt. Az önkéntesek az ország minden részéből jelentkeztek árvízvédelmi munkára. A védekezők létszáma csúciban május 17-én 12379 fő volt, a nyilvántartások szerint csaknem 222 ezer munkanapot, naponta 12-16 órát dolgoztak, összesen 2 millió 810 ezer munkaórát teljesítettek. A védekezést kiszolgáló szállítójárművek legnagyobb száma május 17-én 1625 db volt, ezek összesen 23 ezer munkanapot teljesítettek. A legtöbb földmunkagépet május 24-én vették igényben (247 db), ezek az építőgépek összesen 7300 munkanapot teljesítettek (Jancsó 1971).

AZ ÁRVÍZ KÁRTÉTELEI. HELYREÁLLÍTÁSI MUNKÁK

Az árvíz levonulását követően azonnal megszervezték az épületkárok felmérését, illetve az újjáépítés műszaki, hatósági előkészítését. Az árvíz által okozott károk nagyságát jellemzi, hogy az elöntött területen közel 5000 lakás (a korabeli források a megsemmisült lakások számát illetően némileg eltérő adatokat adnak meg. Ezeket egybevetve az 5000-t megközelítő értéket fogadtuk el) teljesen romba dőlt (3. kép), vagy a károk következtében lebontásra kellett, hogy kerüljenek és mintegy 4000 volt azoknak a lakásoknak a száma, amelyek kisebb-nagyobb helyreállítást igényeltek. Az árvíz által sújtott

épületek nagy része vályogból épült, viszonylag avult, gyenge műszaki állapotú, jórészt elégtelen alapozású volt. Számottevőek voltak a károk a középületekben (tantermek, egészségházak, orvosi rendelők, szociális otthonok, szolgálati lakások, óvodák, kórházak), valamint az ipar, építőipar és a kereskedelem területén is. Több mint 430 km utat rongált meg az ár- és belvíz, kisebb-nagyobb mértékben tönkretette a terület vasútvonalait, a hírközlő berendezéseket is. Több ezer számosállat is elpusztult (Czimbalmos 1970, Murai 1971).



3. kép. Árvízi pusztítás (Forrás: Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Történeti Gyűjtemény adataira, FETIVIZIG, Nyíregyháza)

Picture 3. Flood damage (Source: Database of the Upper Tisza Region Water Historical Collection, FETIVIZIG, Nyíregyháza)

Május 24-től fokozatosan létrejöttek a visszatelepülés feltételei. Összegyűjtötték az elhullott állatok tetemét, hogy a fertőzések útját állják, hozzákezdtek a romos és életveszélyes épületek elbontásához, fertőtlenítették a kúttakat és a visszaköltözésre alkalmas épületeket, minden olyan területet, mely elöntés alatt volt. Megoldották a visszatelepültek ivóvízzel és élelmiszerrel való ellátását. Gondoskodtak az érintett lakosság és a területen működő mentőalakulatok védőoltással való ellátásáról, az egészségügyi ellátás megszervezéséről.

A nagymértékű épületpusztulás miatt gondoskodni kellett a visszatelepült lakosság és a közigazgatási ideiglenes elhelyezéséről, ehhez barakkokat, sátrakat szállítottak a helyszínre. Július elején a több mint 4 000-re becsült hajléktalan család közül mintegy 1 700 szomszédoknál, közigazgatási épületekben lakott, 1 100 család a közadományokból biztosított barakkokban, sátrakban, faházakban élt. A többieknek azonban nem sikerült ideiglenes elhelyezést biztosítani, és legtöbbször az összedőlt házából kikerülő építőanyagokból állított fel magának a legminimálisabb igényeket sem kielégítő ideiglenes épületeket a család elhelyezésére.

Szükségessé vált a községek általános rendezési, illetve szerkezeti-rendezési terveinek kimunkálása. 47 község rendezési terve készült el igen rövid idő alatt és ennek során született döntés Komlódótfalu, Nagygéc, Kishódos, Nagyhódos, Garbolc árvíz sújtotta lakóházainak, gazdasági épületeinek más községek területére történő áttelepítésére, illetve Csegöld részleges áthelyezésére. Ezt az intézkedést alapvetően az indokolta, hogy ezeknek a közsé-

geknek a lokalizációs zárógát megépítése után sem lehetett megfelelő védelmet biztosítani az árvíz, illetve belvíz ellen. (A Minisztertanács 3325/1973. sz. határozatában Nagyhódos, Kishódos, Garbolc, Nagygéc és Komlódótfalu községekben építési tilalmat rendelt el. Az építési tilalmat 1993-ban mindenütt feloldották.)

A tömegmértékű károk helyreállítása az anyagi eszközök nagy koncentrátságát igényelte. Az újjáépítéshez – nem számítva az útépitések anyagszükségletét – kb. 1 millió 500 ezer tonna építőanyagra volt szükség. Falazóanyagból (kisméretű téglaelegységre számolva) mintegy 135 millió darab volt szükséges, amely mennyiség előállítás, a megyébe történő szállítása, kirakása, a felhasználó helyekre való eljuttatása rendkívül nagy feladat és az újjáépítési munka legkritikusabb pontja volt. Naponta 600–800 vagon építőanyag fogadását és területi elosztását kellett biztosítani. A helyreállítás időszakában minimálisan 800 gépkocsi rendszeres, 14–16 órás foglalkoztatását kellett biztosítani az anyagmozgatási feladatok lebonyolítására. Építési anyagokkal megrakott teherautók az ország minden részéről érkeztek a megyébe. Közel 70 ezer vagon építőanyagot szállítottak a helyszínre.

Az egész ország összefogott a romba dőlő falvak helyreállításához (4. kép). Júniustól december végéig 7 és fél ezer ember (köztük mintegy 3 000–3 500 szakmunkás) dolgozott megfeszített ütemben az újjáépítésen.



4. kép. Folyik az újjáépítés (Forrás: Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Történeti Gyűjtemény adataira, FETIVIZIG, Nyíregyháza)

Picture 4. Reconstruction is underway (Source: Database of the Upper Tisza Region Water Historical Collection, FETIVIZIG, Nyíregyháza)

AZ ÁRVÍZ ÁLTAL SÚJTOTT TERÜLET VÍZMŰVESÍTÉSE

Az 1970. májusi árvíz összesen 14 település vízművesítése valósult meg és a megye lakosságának 12%-a részesült vezetékes vízellátásban (az országos átlag 55% volt). 1970-ben, a csatornázásban részesülő népesség megyei aránya 4,0% volt (szemben az országos 28,0%-kal) (Czimbalmos 1970). A megyei értékek országosan a legalacsonyabbak voltak. A Szamos és a Túr térség árvízzel érintett településeinek vízellátását az árvíz előtt 3 községi kisvízmű (Szamostatárfalva, Szamosbecs, Hermánszeg – 1500 fő) és mintegy 260 db – általában 60–100 m mélységű – fűrt közkút szolgáltatta.

Az árvízi előntéssel kapcsolatosan jelentkező vízellátási feladatok kétirányúak voltak: egyrészt az ideiglenes vízellátás biztosítása a visszatelepítés időszakában, másrészt pedig meghibásodott, elszennyeződött, esetenként fertőzött vízellátó létesítmények (vízvezetékek, kutak) helyreállítása.

A lakosság visszatelepítésével kapcsolatos átmeneti jellegű vízellátást (a lakosság, a védekező és helyreállító alakulatok, továbbá az épületfertőtlenítő részlegek, a fürdető állomások és az állattartás vízigényét) a vízügyi szolgálat és a honvédség együttesen biztosították. 21 db mobil víztisztító berendezést irányítottak a helyszínre; a víz szétosztására, tárolására összesen 53 db (235 m³ együttes térfogatú) vízszállító gépkocsi és 180 db műanyag-, illetve gumitartály állt rendelkezésre. A gépkocsik, tartályok töltése részben az árvízen kívüli területről, részben pedig a felállított honvédségi víztisztító berendezésekről történt. A kiszolgáltató víz minőségét az egészségügyi szervek folyamatosan ellenőrizték.

A 220 tönkrement, illetve elszennyeződött fűrt kútból mintegy 30 kutat fertőtlenítés után ismét üzembe helyeztek. 190 kútnál műszaki helyreállításra is szükség volt. A kúthelyreállítási programot a megyei vízművállalat 7 brigádja mellett az ország 10 szakvállalatától ideirányított további 15 brigád végezte el június 30-ig (Czinkotszky 1971). Az árvíz sújtotta területen sem járványveszély, sem szórva-nyos fertőző megbetegedés nem fordult elő.

A helyreállítás és újjáépítés egyik fontos feltétele volt a vízellátás közüzemi megoldása, tehát a vízvezetékek megépítése. Ennek végrehajtására összefogott az ország. A vízmű és csatornamű vállalatok, és a Vízgépészeti Vállalat kivitelezésében – összesen 35 vállalat és szervezet 900 dolgozójának részvételével – kezdődött meg a közművesítési program végrehajtása. A vízellátás korszerű megoldása azért is volt fontos feladat, mivel az új lakások fürdőszobával épültek. Azokon a településeken, ahol vízművesítésre nem volt lehetőség, a vízellátási helyzet javítása érdekében közkutakat létesítettek. A vízművek építését és üzembe helyezését úgy szervezték meg és úgy irányították, hogy előbb azokban a községekben épüljön meg a vízmű, amelyekben a lakásállomány túlnyomó részét újjá kellett építeni, illetve ahol új településrészek épültek. A korszerű, új lakások vízellátása a települések többségében a központi vízművek 1970. évi üzembe helyezését tette szükségessé. Az árvíz sújtotta terület vízművesítési programja két ütemben valósult meg: az I. ütemben (1970): 16 000 fő, a II. ütemben (1971) további 14500 fő, összesen mintegy 30 500 fő (a megye lakosságának 5%-a) jutott vezetékes vízhez (Miskolczi 1971).

A Szamosközben az 1970. évi árvízkatasztrófát követően 21 községben valósult meg a közműves vízellátás. Ehhez 10 db központi vízműtelepet építettek (energiaellátás és elektromos szerelési munkák, védőterületek kialakítása, üzemviteli épületek), 19 vízműkutat fűrtak, 14 db 50–100 m³-es hidrolóbuszt állítottak fel, 110 km nyomóvezetékét fektettek le, 23 községben 26 új közkutat fűrtak. Fehérgyarmat csatornázása során 2 900 m főgyűjtő csatorna, 1 db átemelő telep és 500 m³/nap kapacitású szennyvíztisztító telep épült.

A vízműfejlesztési program keretében a központi vízművekről ellátott lakosok száma ebben a térségben a korábbi 1 500 főről 30 500 főre emelkedett, ami az ellátott lakosságot tekintve az árvíz előtti állapot több mint húszszorososa. Így az árvíz sújtotta terület lakosságának 85%-a kapott közműves vizet, ami országosan is kiemelkedő ellátottsági szintet jelentett. A Szamos menti újjáépítés és vízművesítés program hozzájárult a megye, a terület nagymértékű lemaradásának csökkentéséhez, illetve irányt mutatott egy dinamikusabb fejlődés felé. Az árvíz sújtotta Szamos menti településeken a vízi közművek építése olyan rövid idő alatt és olyan mértékben valósult meg, amire nem volt példa a hazai vízellátás fejlesztésének történetében (Koltay 1979) (5. kép).



5. kép. Működik a kút! (Forrás: Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Történelmi Gyűjtemény adattára, FETIVIZIG, Nyíregyháza)

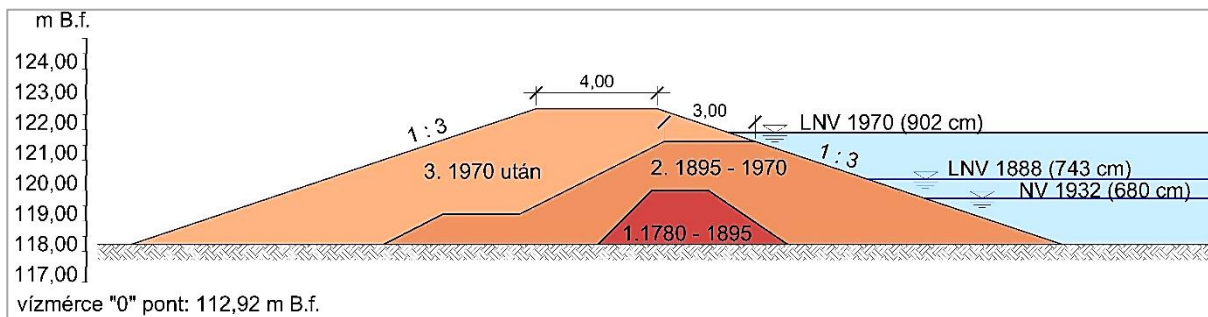
Picture 5. The public well is working! (Source: Database of the Upper Tisza Region Water Historical Collection, FETIVIZIG, Nyíregyháza)

ÁRVÍZVÉDELMI FEJLESZTÉSI MUNKÁK A TISZA-SZAMOS KÖZÉBEN AZ 1970. MÁJUSI ÁRVIZET KÖVETŐEN

Alig két nappal a szamosi töltésszakadások után az országos árvízvédelmi kormánybiztos már olyan elgondolás körvonalait vázolta fel, amely zárógát segítségével tartóztatja fel a román területről a Szamosközre lezúduló vizeket. Az elgondolást gyors intézkedések követték, és május 20-án megszületett az elhatározás a zárógát létrehozására. A május 14-én bekövetkezett szatmárnémeti töltésszakadások során 220 millió m³ víz tört át magyar területre, ezért a tervezett zárógáttal ilyen mennyiségű víz visszatartását irányozták elő. Május 31-re el is készült az első, műszakilag, hidrológiailag és költség-szempontról is dokumentált tanulmányterv, több változat bemutatásával, és június első felében már kialakult a végleges nyomvonal is.

Az országhatár-menti, a határon át érkező árvízi előlétől védő lokalizáló töltés nem példa nélküli a magyar árvízvédelmi rendszerben. A Fehér és Fekete Körös között z 1925-ben a Romániából átömlött árvíz után már épült egy határ menti zárógát, amely 1932-ben, majd 1939-ben is sikeresen megvédte a magyar területet, a két folyó közötti ún. deltát. 1966-ban minden korábbinál magasabb szinten érkezett a víz a Körösök romániai töltésszakadásaiból és átömlött a korábbi lokalizációs töltésen. Ezért a zárógát új nyomvonalon és új méretekkkel, amely 1970-ben már vizet is tartott! Az 1970. júniusi rendkívüli körösi árvíz tapasztalatai indokoltá tették az ártér lezárását Románia felől, a Fekete- és Sebes-Körös között és a Fehér-Körös bal parton is. A lokalizáló töltés megépítése 1970 júniusában kezdődött meg és teljes hosszban 1972-ben készült el (Takács 1971). Ezek a töltések alkalmasak arra, hogy mind a Fehér-és a Fekete-Körös, mind a Sebes-Körös romániai töltésszakadása esetén is védelmet nyújtsanak a magyar területeknek. A Fekete- és Sebes-Körös közötti zárógát 1974-ben részben vizet is tartott (Szlávik 1976).

A Szamos-Túr közti zárógátból először a Szamos jobb part és Túr bal part közötti lokalizációs töltést építették meg 25,2 km hosszban, közel 2,0 millió m³ földanyag beépítésével. megépült 6,8 km hosszban a Sáréger bal parti töltése és a Túr-Sáréger zárógát is 3,1 km hosszban. A töltésszelvény magassága a tározótér legmélyebb pontja felett 7 m, és így a szelvény területe meghaladja a 100 m²-t. A magassági biztonság 1 m, amely a fokozott biztonsági követelmények mellett is elegendő lehet, tekintettel arra, hogy ha a visszatartott víztömeg a tározási szintet eléri, a vészkiömlő automatikusan működni kezd a Sáréger-völgyén át a Túr folyóba.



3. ábra. A Szamos töltésének jellemző keresztmetszéve a főbb fejlesztési szakaszokban
Figure 3. Characteristic cross-section of the Szamos embankment during major development stages

Az 1998. évi tiszai árvizet követően modellezték a két – egymástól eltérő hidrometeorológiai és hidrológiai körülményekből keletkezett – árvízi helyzet (az 1970. és 1998. évi) együttes előfordulásának lehetőségét és megállapították, hogy a kiépített töltéseket is meghaladó árvízszintek a két folyón bármikor kialakulhatnak (Bartha és Gauzer 1999). A jogszabályban előírt biztonsági szintekre mindkét folyón ki kell építeni a töltéseket, de azok nem emelhetők a végtelenségig, szükség van „biztonsági szelepekre”, árvíz-tározókra is.

Kidolgozták a „Vásárhelyi Terv továbbfejlesztése” (VTT) című fejlesztési programot (Szlávik, 2004), amely a Tisza-völgy árvízvédelmi biztonságának növelését egyértelműen a mértékadó árvízszintet meghaladó árhullám 1 m-rel történő csökkentésében határozta meg. A rendkívüli

A hazai, valamint romániai gátszakadások sürgetővé tették a Szamos-Túr közti öblözet árvízvédelmi rendszerének felülvizsgálatát és mielőbbi fejlesztését. Az 1972–2004. évek között a Szamos bal partján 46,650 km, a Szamos jobb partján 46,385 km hosszban került sor az árvízvédelmi töltések fejlesztésére (6. kép).



6. kép. A Szamos fejlesztett töltése (Forrás: Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Történeli Gyűjtemény adattára, FETIVIZIG, Nyíregyháza)

Picture 6. Improved dyke of the Szamos River (Source: Database of the Upper Tisza Region Water Historical Collection, FETIVIZIG, Nyíregyháza)

A 32 évig tartó fejlesztés során beépített földanyag mennyisége közel 6,0 millió m³ volt. Az 1780-ban épült első gátaktól napjainkig a főbb fejlesztési szakaszokra jellemző töltés keresztmetszéveket a 3. ábra mutatja be.

árvizek károkozás nélküli levezetésére a legalkalmasabb megoldás a védtöltéseknek az előírások szerinti kiépítését követően az árvízi meder vízvezető képességének javításával (az 1970. év előtti vízvezető képesség elérésével) és a magyarországi ártéren kialakításra kerülő árvízi tározókkal tervezik elérni. 2003-ban kormányhatározat (1022/2003. (III. 27.) Korm. határozat), majd az országgyűlés által 2004. év júniusában megalkotott törvény (2004. évi LXVII. törvény) alapján megindult ez a munka.

2008–2013. között négy árvíz-tározót helyeztek üzembe a Tisza-völgyben: a cigánd-tiszakaradit (2008, 94 millió m³), a tiszaroffit (2009, 97 millió m³), a hanyi-tiszaülyit (2012, 247 millió m³) és a nagykunságait (2013, 99,4 millió m³).

Ennek a rendszernek fontos eleme az ötödikként 2012–2014-ben megvalósult Szamos-Kraszna közti tározó (4. ábra). Ennek a tározónak a célja a Szamos vízszintjének csökkentése, abban az esetben, ha a mértékadó árvízszintet (MÁSZ) meghaladó árhullám érkezik, a Tisza vízszintjének csökkentése a Szamos árhullámának visszatartásával abban az esetben, ha a Szamos torkolata alatt alakulnának ki a MÁSZ-t meghaladó vízszintek. A tározó önálló vízszint-csökkentő hatása a vízbeeresztés szelvényében 60–80 cm, a Tiszán Vásárosnaménynál 30–40 cm, amely Tokajnál még 15–20 cm marad. A tározó hatása a vízki-eresztés helye felett a Szamoson az országhatáron túl is érzékelhető, de a Felső-Tiszán, a Szamos torkolata felett még Tivadar térségében is 10–12 cm nagyságú vízszint-csökkentést idézhet elő.



4. ábra. A Szamos-Kraszna közti árvíztározó vázlatos helyszínrajza

Figure 4. Schematic drawing of the Szamos-Kraszna interval flood-control reservoir

A Szamos-Kraszna közti árvíztározó a két folyó között helyezkedik el. Területe 51,1 km², ahol 126 millió m³ víz tartható vissza. Feltöltése esetén az átlagos vízmélység 2,5 m lesz. A tározó határát nyugatról a Kraszna jobb parti töltése, a többi irányból pedig a települések védelmére létesített 21 km hosszú új töltés alkotja. Az új töltés 4,0 m széles koronaszélességű, 1:3-as rézsúhajlású, átlagos magassága a terepszint felett 3,2 m. A víz beeresztésére a Szamos bal parti töltésébe Tunyogmatolcs alatt egy új 12 nyílású vízbeeresztő műtárgy épült, amely csúcspancsonként 1200 m³ víznek a folyóból a tározóba való kivezetésére alkalmas (7. kép). A leürítő műtárgyat Nagydobossal szemben a Kraszna jobb parti töltésében építették meg (8. kép). A tározó 2-3 nap alatt lesz feltölthető, a tározás időtartama 2-3 hétre tehető, majd a leürítés további 2-3 hetet vesz igénybe. Az elvégzett főbb munka- és anyagmennyiségek: mintegy 2,1 millió m³ földmunka, 25 ezer m³ vasbeton építmény 700 t acélszerkezet. A terület vadállományának védelmére a tározóban 4 db vadmenekítő dombot alakítottak ki. Az építés kezdete 2012. május 23. volt, a kivitelezést 2014. november 20-án fejezték be.

2015-ben elkészült a VTT hatodik eleme, az 58 millió m³ térfogatú beregi árvíztározó, a Tisza jobb partján, Tivadar és Gergelyugornya között, amely közvetve ugyancsak szolgálja a Szamosköz árvízvédelmét.

Megterveztek egy újabb árvíztározót (a VTT hetedik elemét) a Tisza-Szamos-Túr közötti területen: ez a Tisza-Túr árapasztó tározó. Építése 2020-ban kezdődik meg.



7. kép. A Szamos-Kraszna közti tározó feltöltő műtárgya Tunyogmatolcsnál, madártávlatból (Forrás: Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Történelmi Gyűjtemény adattára, FETIVIZIG, Nyíregyháza)

Picture 7. Bird's-eye view of the uploading hydraulic structure of the Szamos-Kraszna interval reservoir at Tunyogmatolcs (Source: Database of the Upper Tisza Region Water Historical Collection, FETIVIZIG, Nyíregyháza)



8. kép. A Szamos-Kraszna közti tározó leürítő műtárgya Nagydobosnál, madártávlatból (Forrás: Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Történelmi Gyűjtemény adattára, FETIVIZIG, Nyíregyháza)

Picture 8. Bird's-eye view of the outflow hydraulic structure of the Szamos-Kraszna interval reservoir at Nagydobos (Source: Database of the Upper Tisza Region Water Historical Collection, FETIVIZIG, Nyíregyháza)

* * * * *

Az 1970-es Szamos közti árvíz rendkívülségét – utólagosan – az is igazolja, hogy az elmúlt 50 évben nem volt jelentős, az 1970. májusit megközelítő árhullám a folyón. Az azóta elvégzett árvízvédelmi fejlesztési munkák biztosítékkal szolgálnak arra, hogy az 1970. évi árvízkatasztrófa ne ismétlődhessen meg.

Az 1970-es árvízi események rávilágítottak a példaértékű társadalmi összefogás erejére, amely a bajba jutott lakosság megsegítésére irányult. Egyben ennek a katasztrófa emlékeztetnie kell arra is, hogy árvizek mindig is

voltak és a jövőben is bizton számolhatunk velük. Elegendhetlen feladat az árvizek okozta károk kivédésére, minimalizálására való felkészülés. E felkészülés jegyében tovább kell folytatni a VTT-ben meghatározott, a Tisza-völgy árvízvédelmi biztonságának növelését célzó fejlesztéseket, korszerűsíteni kell a védelmi felszereléseket; továbbra is erősíteni kell az árvízvédekezésben együttműködő szervezetek közötti kapcsolatot.

Az árvíz elleni védekezések műszaki irányítója a vízügyi szervezet, melynek ütőképességét a továbbiakban is fenn kell tartani, hiszen szaktudásuk, szervezethezességük, hivatástudatuk lehet garancia arra, hogy az elkövetkező évtizedekben is biztos kezekben tudhatjuk az elemek erejével való küzdelmek irányítását.

Ötven év telt el azóta, hogy 1970 májusában az ár elöntötte a Szamos menti településeket és ezzel sokak életét megváltoztatta. Társadalmi szemszögből vizsgálva a történeteket, megállapítható, hogy a legtöbb árvíz sújtotta települést újjáépítették és jelentősen modernizálták, ezáltal sokat fejlődött a vidék. Az életkörülmények jelentős javulására utalva nevezte a térség lakossága ezt az árvizet „aranyvíznek” (Dövényi 2005).

A Szamos menti újjáépítés és vízművesítés programja hozzájárult a megye, a terület nagymértékű lemaradásának csökkentéséhez, illetve irányt mutatott egy dinamikusabb fejlődés felé. A pusztító árvíz elmosta azt, ami régi, avult volt, s ezzel teremtett lehetőséget a megújulásra, amely révén a vidék látványos fejlődésen ment keresztül. Ugyanakkor odaveszett a jellegzetes szatmári táj egy része is; nem mérséklődött a lakosság elvándorlása, több település elnéptelenedett a 20 évig érvényben lévő építési tilalom miatt (Rakonczai 1982, Rakonczai és Pristyák 2003).

Az 1970 májusában levonult minden addigig meghaladó árvíz örök mementóként, történelmi mérföldkőként marad meg nemcsak a Tisza-Szamos köz, de az ország életében is.

IRODALOMJEGYZÉK

Czibalmos B. (1970). Az árvízkárokról és a helyreállítási feladatokról. Szabolcs-Szatmári szemle, 3, 13-17.

Czinkotszky I. (1971). Az árvízvédekezéssel összefüggő vízellátási feladatok. In: A Tisza-völgyi árvíz 1970. A Vízgazdálkodás külön száma, OVH, Bp., 57-62.

Csoma J. (1972). Vízhozamok alakulása a Tiszán és mellékfolyóin. In: Bözsöny, D. (szerk.) Az 1970. évi tiszta-völgyi árvíz műszaki tapasztalatai. MTA-OVH-MHT, VÍZDOK, Bp., 84-101.

Csoma J., Szilágyi J. (1971). Az árvíz hidrológiai jellemzése. In: A Tisza-völgyi árvíz 1970. A Vízgazdálkodás külön száma, OVH, Bp., 17-27.

Dövényi Z. (2005). Az árvizek település- és településhálózat formáló hatása a Felső-Tisza vidéken. Földrajzi Értesítő, 1-2, 85-109.

Gauzer B., Bartha P. (1999). Az 1970. és 1998. évi felső-tiszai árhullámok összehasonlítása, árvízi szimulációs vizsgálatok. Vízügyi Közlemények, VITUKI, Bp., 3, 354-390.

Ihrig D. (szerk.) (1973). A magyar vízszabályozás története. VÍZDOK, Bp.

Jancsó Gy. (1971). Árvízvédelem a Tisza felső szakaszán. Vízügyi Közlemények, VITUKI, Bp., 3, 95-103.

Kókay Gy. (1971). A polgári védelem kitelepítési és befogadási szakszolgálatának közreműködése az 1970. évi Tisza-völgyi árvízvédekezésben. Vízgazdálkodás, 2, 65-70.

Koltay J. (1979). Vízi közművek építése Szabolcs-Szatmár megyében. Vízgazdálkodás, 5, 6-9.

Lászlóffy W. (1972). Az 1970. évi tiszai árhullámokat kiváltó csapadékviszonyok és a belőlük levonható tanulságok. In: Bözsöny, D. (szerk.) Az 1970. évi tiszta-völgyi árvíz műszaki tapasztalatai. MTA-OVH-MHT, VÍZDOK, Bp., 67-74.

Lászlóffy W., Szilágyi J. (1971). Az 1970. évi tiszta-völgyi árvíz hidrológiai jellemzése. Vízügyi Közlemények, VITUKI, Bp., 3, 29-55.

Miskolczi L. (1971). Szabolcs-Szatmár vízellátási helyzete és perspektívái. Szabolcs-Szatmári szemle, 4, 23-28.

Murai Gy. (1971). Az 1970. évi tiszta-völgyi árvíz és belvíz által okozott károk és a helyreállítás. Vízügyi Közlemények, VITUKI, Bp., 3, 181-193.

Népszabadság, 1970. május 20. p.5.

Podani M. (1972). Az 1970. évi árvíz Romániában. In: Bözsöny, D. (Ed.) Az 1970. évi tiszta-völgyi árvíz műszaki tapasztalatai. MTA-OVH-MHT, VÍZDOK, Bp., 47-82.

Rakonczai J. (1982). Példák a folyószabályozások utáni árvizek településhálózat-formáló hatására az Alföldön. Alföldi tanulmányok, Nagyalföld Alapítvány, Békéscsaba, 6, 67-84.

Rakonczai J., Pristyák E. (2003). Az árvizek hatása az alföldi népesség migrációjára az utóbbi fél évszázadban. Alföldi tanulmányok Nagyalföld Alapítvány, Békéscsaba, 19, 118-127.

Süli-Zakar I. (1974). Szabolcs-Szatmár településföldrajzi vázlata. Szabolcs-Szatmári szemle, 2, 87-104.

Szeifert Gy. (1971). Árvízvédelem a Tisza-Szamos-Kraszna közben. Vízügyi Közlemények, VITUKI, Bp., 3, 75-94.

Szlávik L. (2004). A Vásárhelyi-terv: árvízvédelem, terület- és vidékfejlesztés a Tisza mentén. Mérnök Újság, 3, 12-14.

Szlávik L. (1976). Az 1974. évi körös-völgyi árvíz hidrológiai jellemzés. Vízügyi Közlemények, 1, VITUKI, Bp., 15-40.

Takács L. (1971). Védekezés a Körösökön. Vízügyi Közlemények, VITUKI, Bp., 3, 112-126.

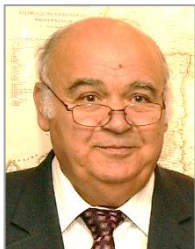
Tápay L. (1971). Lokalizációk. Vízügyi Közlemények, VITUKI, Bp., 3, 255-268.

Vámosi, S. (szerk.) (1992): A vízgazdálkodási társulatok válogatott bibliográfiája (1807-1992). VTOSZ, Bp. 1992.

1022/2003. (III. 27.) Korm. határozat a Duna és a Tisza árvízvédelmi műveinek felülvizsgált fejlesztési feladatairól, valamint a Tisza-völgy árvízi biztonságának növelésére vonatkozó koncepcióról (a Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése).

2004. évi LXVII. törvény a Tisza-völgy árvízi biztonságának növelését, valamint az érintett térség terület- és vízdékfejlesztését szolgáló program (a Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése) közérdekűségéről és megvalósításáról (kihirdetve: 2004.VI.30.).

A SZERZŐ



SZLÁVIK LAJOS okleveles mérnök-hidrológus, építőmérnök (1970), vízkészlet-gazdálkodási és hidrológiai szakmérnök (1978). 1982-ben egyetemi doktori fokozatot, 1997-ben PhD fokozatot szerzett. Európa-mérnök (1999). 1970-1991. között vízügyi igazgatóságoknál, majd 2004-ig az OVF-ben, a VITUKI-ban és KvVM-ben dolgozott vezető beosztásokban. 27 éven át, 1993-tól 2000-ig tanított Baján főiskolai docensként, főiskolai tanárként. 2013-ban Professor Emeritus címet kapott. 2017-től a Nemzeti Községi Egyetem egyetemi magántanára. 2014-től az OVF Vízügyi Tudományos Tanács tagja. 2016-tól a Magyar Mérnöki Kamara tiszteletbeli tagja. Fontosabb kitüntetései: Magyar Köztársaság Lovagkeresztje (2008), Vásárhelyi Pál Díj (2010), Reitter Ferenc Díj (2017), Magyar Érdemrend Tisztikeresztje (2019). Mintegy 300 publikációt jegyez (részben társszerzőkkel), amelyből 25 könyv, illetve könyvrészlet, könyvfejezet a hidrológia, árvízvédelem, vízgazdálkodás, vízügytörténet témaköreiből. Négyyszer kapta meg az MHT Vitális Sándor szakirodalmi nívódíját. 1970 óta tagja az MHT-nak. Két ciklusban az MHT alelnöke (1996–2003), majd főtitkára (2007–2011), 2011-től a Társaság elnöke. MHT kitüntetései: Pro Aqua emlékérem (1977), Schafarzik Ferenc díj (1992), Bogdánfy Ödön díj (1999). Kutatási területei: műszaki hidrológia; magyarországi folyók árvezeinek kialakulása, hidrológiája; az árvizek elleni védekezés módszerei, technológiái; ármentesítés, árvízvédelem; a síkvidéki árvízirtás alkalmazása; az árvízszintek emelkedésének okai; vízkárelhárítási védekezés-irányítás informatikai módszerei; a hazai árvízvédekezés, árvízvédelem története; vízkészlet-gazdálkodás; vízügytörténet.

Visszatekintés a szennyvízelvezetés fejlődésére

Juhász Endre

címzetes egyetemi tanár

Kivonat

E cikk a Magyar Hidrológiai Társaság tudományos lapjának, a Hidrológiai Közöny megjelenésének 100. éves évfordulója alkalmából történt felkérés alapján került megírásra. A célja a cikknek, hogy az olvasó számára képet alkosson az elmúlt száz esztendő viharos történelmi időszakában megvalósult csatornázási-, szennyvíztisztítási-, iszapkezelési tudományos és gyakorlati fejlődési lépcsőkről, és arról a több ezer Mrd Ft értékű, javarészt földalatti mérnöki alkotásokról, melyek speciális részei társadalmunk egyik életminőség-növelést szolgáló műszaki, gazdasági tevékenységének. A cikk végén felvázolja azokat a fontosabbnak ítélt feladatokat, amelyek a következő évtizedekben elkerülhetetlenül megoldásra várnak az utánunk jövő generációk számára. Rámutat arra, hogy a jövőbeli fejlesztések végrehajtásának része kell legyen az, hogy illeszkedjen a tudatos és tudományosan fenntartható fejlesztéshez, az egységes települési vízgazdálkodás által megfogalmazott tézisekhez, ill. vele párhuzamosan elégítse ki – lehetőség szerint minél magasabb szinten – mind a technikai fejlődés, mind a lakosság e területen megjelenő újabb elvárásait.

Kulcsszavak

Szennyvízcsatornázás, szennyvíztisztítás, iszap hasznosítás, közmű olló, jövőbeni fejlesztési igények.

Review of the development of sewerage systems

Abstract

This article was written on the occasion of the 100th anniversary of the publication of the Hungarian Journal of Hydrological of the Hungarian Hydrological Society. The purpose of this article is to provide the reader with an insight into the scientific and practical development stages of sewerage, wastewater treatment, sludge management over the turbulent historical periods of the last hundred year, and the thousands of billions HUF worth of engineering works - one of our technical and economic activities aimed at improving the quality of life. At the end of this article, we outline the most important tasks that will inevitably be solved by the future generations in the coming decades. It points out that the implementation of future developments should be part of the process of integrating conscious and scientific sustainable development into the theses and principles of integrated urban water management in parallel, meet, as far as possible, the highest level of technical development and the new expectations of the public in this area.

Keywords

Sewerage, sewage treatment, sludge recovery, utility scissors, future development needs.

BEVEZETÉS

Az elmúlt száz esztendő viharos történelmi időszakainak csatornázási-, szennyvíztisztítási-, iszapkezelési tudományos és gyakorlati fejlődési lépcsőit szándékozik ez a cikk bemutatni, hogy az Olvasó képet alkothasson arról a több ezer Mrd forint értékű, javarészt földalatti mérnöki alkotásokról, amely része társadalmunk életminőség növelését szolgáló egyik speciális műszaki, gazdasági tevékenységének.

A múlt ismerete alap az előzetekintéshez! A korábbi hibák vagy hiányosságok kiküszöbölése mellett fontos kérdés a „hogyan tovább...” A cikk felvázolja azokat a fontosabbnak ítélt feladatokat, amelyek a következő évtizedben elkerülhetetlenül megoldásra várnak az utánunk jövő generációk számára. A jövő feladatainak végrehajtásának része kell legyen, hogy illeszkedjen a tudatos és tudományosan fenntartható fejlesztés, az egységes települési vízgazdálkodás által megfogalmazott tézisekhez, vele párhuzamosan elégítse ki – lehetőség szerint minél magasabb szinten – mind a technikai fejlődés, mind a lakosság e területen megjelenő újabb elvárásait.

A cikk négy történelmi időszakra bontva mutatja be szennyvízelvezetés hazai fejlődését. Az első rész az I. világháború előtti, a szennyvízcsatornázás kezdeti időszaka-

ról számol be, amikor csupán a nagyobb városok egyesített rendszerű csatorna hálózatainak építése kezdődött. A két háború közötti második szakaszra egyrészt rányomta bélyegét a Trianon okozta sokk és megtorpanás, majd az újabb háborúra történő felkészülés. Ennek ellenére elsősorban a Főváros környékén és a Balaton térségében tovább épültek csatornák. Lassan került felismerésre, hogy az élővizek védelme érdekében elkerülhetetlen a cselekvési kényszer. A külföldi eredmények figyelembevételével a mechanikai tisztítás (kétszintes ülepítő), majd a „csepegtetőtestes” biológiai tisztítás csírái jelentették az előre lépést.

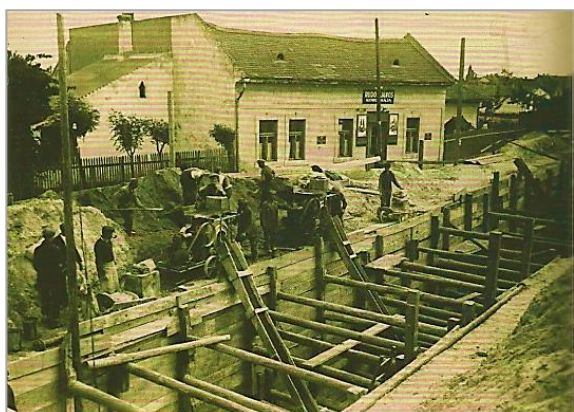
A II. világháború utáni harmadik szakaszban, az 1950-es évek végétől indult meg a korszerű eleveniszapos tisztítás. A VITUKI és a nagyobb tervező vállalatok (VIZITERV, MÉLYÉPTERV) megjelenésével igen aktív kutatás- fejlesztés indult meg, melyek elsősorban közép- városok korszerűbb szennyvíztisztítóinak megvalósításához adtak segítséget. A nagyvárosok jelentősebb állami támogatásra várva nem szorgalmazták a komplex tisztítóművek megépítését. Ezekre csak az 1980-as évek második felében és meglehetősen lassú ütemmel került sor a politikai rendszerváltás során megváltozott tulajdonviszonyok és támogatási feltételek miatt, jelentős külföldi támogatással, mintegy tíz-tizenöt éves késedelemmel.

A rendszerváltást követő negyedik szakaszban a nagy erővel indult szennyvízes program, számtalan visszássága mellett, több kedvezőbb eredményt hozott. A cikkben rámutatott arra is, hogy Európában – benne Magyarországon belül is – mindezidáig eredménytelen a szennyvíz és a szennyvíziszap hasznosítás fenntartható módon való kérdésének kezelése. A cikk végén, távlati feladatként, felsorolást nyert néhány, az elmúlt időszakban elmaradt, megoldatlan probléma, ill. a jövőben megoldásra váró jogalkotási, szakmai és gazdasági vonzattal járó feladat.

A KEZDETEK

A szennyvizek zárt csatornán történő elvezetésének szükségessége Magyarországon a XIX. sz. második felére vezethető vissza. Megvalósítása akkor kezdett szükségessé válni, amikor a laksűrűség már korlátokat állított (pl. felfelé terjeszkedés), a járványoktól való félelem pedig kifejezetten döntő lökést adott a fejlesztéseknek. A szennyvíztisztítást a fejlettebb nyugati országokban már a XVIII. századtól az ipari forradalom kikényszerítette, melyet mi valójában, mint egy másfélszáz évvel később tudtuk csak követni.

Az ország első tervszerű csatornaépítésének kezdete Budapesten indult ~130 évvel ezelőtt. Az I. világháború kezdetére az akkori Magyarország csatornázottsága alig 6-7%-os szintet ért el, és a kevéssé előrehaladást a háború, valamint az azt követő időszak sajnálatos módon visszavetette. A XIX. század végén, a hosszabb idő alatt kialakított nézet szerint a csapadékok elvezetését is szem előtt tartva ún. úsztató (mai terminológiával egyesített) rendszer mellett döntöttek. Ez elsősorban az 1873-ban három településből kialakított Budapest főváros jövőbeni fejlődésére való tekintettel – beleértve a manapság napirendre került klíma-kérdéseket is – szerencsére nem csupán Budapest, hanem a fejlődő vidéki városok szempontjából is hosszútávra előnyösnek bizonyult. Igaz ugyan, hogy lényegesen nagyobb átmérőjű vezetékét széles munkárárokban kellett – akkoriban még kézi erővel – megépíteni, de így a szűkebb „belvárosi” környezetben az újabb közművek számára is helyet lehetett biztosítani (1. ábra).



1. ábra. Főgyűjtő építés 1910-ből (Garami és társai 1972)
Figure 1. Construction of main sewer in 1910 (Garami et al 1972)

A vezetékek építésére különös gondot fektettek. A párizsi vagy fél-párizsi szelvény alsó részét betonból alakították ki és klinkertéglával burkolták, míg a felső részt, a tulajdonképpeni csapadékszállító részt gondosan, sablonnal kifalalták.

Kezdetben elsősorban azok a városok fogtag csatorna-építésbe az országban, ahol a domborzati viszonyok, a gravitáció adta lehetőségek kihasználását lehetővé tették. A vízfolyások mellé épült települések - bár már zárt vezetékeiket - rövid úton igyekeztek a befogadóba bekötni anélkül, hogy valamilyen szennyeződést visszatartó (rács, hordalékfogó) műtárgyat kialakítottak volna.

Emiatt a városok alacsonyabban fekvő részeit az áradások gyakorta elöntötték. Legtöbbször a torkolati elzáró szerkezet sem épült meg, minek következtében a folyók visszaduzzasztottak, s a mélyebb részekben rendre áradást okoztak. Emlékezetes példaként szolgálhat a budai vagy a szegedi árvíz (Garami és társai 1972, Ágoston 2004).

Az I. világháború a szerény fejlődést is lassította, mindezek ellenére, a két háború között, ha lassan is, a hálózatépítés a megyei jogú városainkban valamennyire előre haladt. Annak ellenére, hogy tőlünk nyugatra a befogadóba való bevezetés előtt már legtöbb helyen általában már csepegtetőtestes biológiai tisztítást alkalmaztak, nálunk ez sokáig még elmaradt. A sűrűn lakott városi környezetben, a parti betorkolások mentén tisztítótelepek kialakítására igen kevés helyen adódott lehetőség. Nem beszélve arról, hogy számos szószólója akadt annak a nézetnek, hogy a szennyvíztisztítással a halaktól elvonják a tápanyagot, azaz a vízi életvilág életfeltételeit veszélyeztetik (Maucha 1943).

LASSABB LÉPÉSEK A KÉT VILÁGHÁBORÚ KÖZÖTT

A vízzel foglalkozók szakmai összefogása, a tudományos megalapozottság az egész országra kiterjedően hiányzott. 1917-ben a Magyar Földtani Társaságból kivált és önállóvá vált Magyar Hidrológiai Társaság (MHT) ugyan zászlajára tűzte a vesztes háború során megcsönkített ország – főleg – ár- és belvízi problémák kérdéseinek tudományos felkarolását. Ám ekkor még a gyermekcipőben járó ivóvízellátás ügye is csak alig képezte a szakemberek gondolkodásának téma világát, és különösen nem a szennyvizek bármilyen vonatkozású vizsgálatát. A Trianon okozta sokk miatt a területek visszaszerzésével, a megmaradt területek védelmének biztosításával foglalkozott, s nem maradt erő (és pénz) az ivóvízzel és különösen nem a csatornázás kérdéseivel foglalkozni.

Nehezen talált önálló közigazgatási gazdára a vízügyi szakterület. A falusi és városi vízi közművek főhatósági felügyelete előbb a Népjóléti és Munkaügyi-, majd az Ipari Minisztérium hatáskörébe került, továbbá a szakmai felügyeletet a Belügyminisztérium háttér intézménye, az Országos Közegészségügyi Intézet gyakorolta. A vízjogi engedélyeket a Földművelésügyi Minisztérium Kultúrmenőki Hivatala adta ki.

Sajnálattal lehet megállapítani, hogy a XX. század első harmadában a falun élő lakosság egyharmada nem-hogy a csatornázást, de még a vezetékes ivóvízellátást sem igényelte.

Míg a városok - már amelyik képes volt csatorna építésére hitelt felvenni – rövidebb-hosszabb vezetéképítésbe belefogtak, ezek is elsősorban a belső területek csapadékvíz elvezetését szolgálták.

Különösen feltűnő a térképen szereplő városok esetében, hogy 1940-ben még mindig 33 városban nem volt közüzemi vízellátás s ezeknek mintegy fele pedig az Alföldön volt található (2. ábra). Tekintettel arra, hogy az ivóvíz már ebben az időben is messze elsőbbséget élvezett, mit lehetett elvárni a csatornázás érdekében? A térkép arról is tanúskodik, hogy a vízszolgáltatás komolyabb fejlesztését elsősorban a főváros és környékén, valamint a balatoni üdülő településeken ambicionálták.



2. ábra. Magyarország csatornázottsága a II. világháború előtt, 1940-ben

Figure 2. Sewerage situation in Hungary before the II. World War in 1940

A legnagyobb gondok közé tartozott, hogy hiányzott a műszaki szakképzés. Az építési munkálatokat külföldi, német és angol mérnökök irányították. Magyar nyelvű szakirodalom nem létezett. Az egyetemi oktatásban különösen a szennyvíztisztítás témaköre – a kétszintes ülepítőt kivéve - nem szerepelt. A hazai magyar mérnökök igyekeztek elsajátítani elsősorban a szükséges csatornaépítéssel kapcsolatos szakmai ismereteket, egyrészt úgy, hogy külföldön tanultak (pl. svájci, berlini egyetemeken), vagy a hazánkban foglalkoztatott külföldi mérnökök mellett dolgozva próbálták „ellessni” azok tudását.

A Magyar Építész és Mérnök Egylet 1938-ban kiadott egy kétkötetes Építési Zsebkönyvet, melyet a legtöbb tapasztalattal rendelkező magyar mérnökök írtak, érintve valamennyi mérnöki szakterületet. A II. kötet végén a csatornázással kapcsolatos részt a magyar Kendi Finály Lajos (népszerű nevén: Fincsi bácsi) egy jeles nyugati cég (Prister Építő és Hydrotechnikai Rt.) magyar igazgatójaként írta. Ő is csupán az egyesített és elválasztó rendszerű vezetékek összehasonlításával, méretezési és gazdasági kérdéseivel foglalkozott, továbbá a cége által forgalmazott különböző csőszelvények kialakítását ismertette. Említést érdemel vitéz Héthársy (Hauszmann) József hadmérnök őrnagy németnyelvről lefordított és 1942-ben kiadott „Szennyvíztisztítás” c. könyve, mely a háború utáni időkben a szakemberek „bibliájaként” szolgált.

A Főváros egyik köztisztelőben álló főtanácsosa egy írásában kifejtette: „a szennyvizek a Duna folyó hatalmas öntisztító erejének csak kicsiny hányadát veszik igénybe, úgyhogy ma még beláthatatlan időre szóló fejlődés esetén

is biztosítottak látszik a Főváros szennyvizeinek a Duna folyó által való zavartalan elvezetése.” Megállapításaiban továbbá osztotta azt a nézetet is, hogy a bővízű Duna mentén fekvő főváros részére a költséges biológia szennyvíztisztító berendezések létesítése felesleges. (Ezt a nézetet egyébként városaink zöme sokáig szintén magukévá tették.)

Noha a tisztítást nem szorgalmazták, mégis történtek minimális lépések tisztítóberendezés építésére. A város északi – akkor még meglehetősen kietlen részén – a mai Dagály strand mögötti területen, a Rákos patak betorkolásától hajításnyi távolságra 1936-ban tervbe vették egy mechanikai tisztító mű építését, melyből a rács, homokfogó és az impozáns záporvíz átemelő meg is épült. Ide gyűlt egyébként össze az akkori Váci út mentén kifelé toló ipari körzet szennyvize is, melyet magas vízállás esetén szivattyúval emeltek be a Dunába. A háború a szennyvíztisztító telep építését „elmosta”.

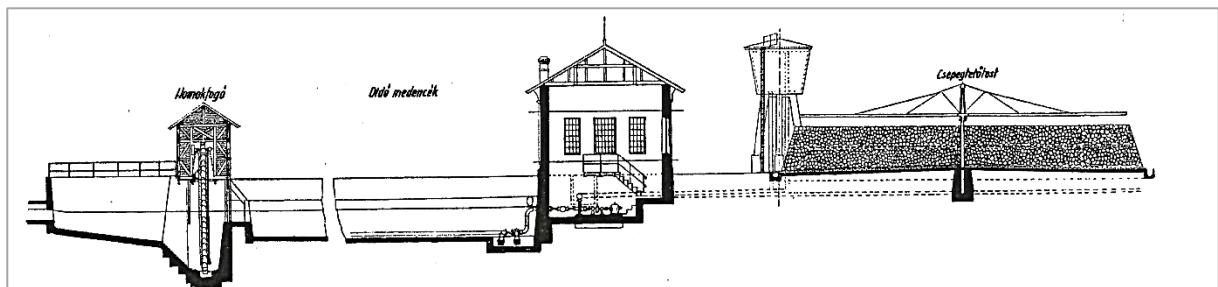
(Mai szemmel nézve 2019-ben talán szerencsés is, hogy a jelenleg már igen értékes belső területen nem történt ilyen jellegű építés, mert a városfejlődés igen drága lakásokkal teljesen körbe övezte. A korábban ide gyűjtött szennyvizet a jelenlegi Észak-budapesti telepre vezetik, a régi átemelő az ötszörös hígítás feletti záporvizek Dunába történő bevezetését szolgálja.)

Szintén megemlíthető egy másik kísérlet is, mely a nyugati országokban is újdonságnak számított akkor (de ma már mindenütt magától érthetően kezelt kérdés) az az szennyvízben jelenlévő szerves anyag biogázzá történő átalakítása. A ferencvárosi átemelő területén „tisztítóművet” építettek, mely gerebből (durva rács), 10 mm-es pálcaközű „finom rácsból” és homokfogóból állt. (A mai fogalmak szerint ez csupán mechanikai előtisztításnak felel meg). A rácsszemét számára továbbá – közvetlenül a háború előtt – négy db rothasztó tartályt telepítettek, melynek célja biogáz előállítás volt.

A rácsszemét rothasztása sikertelen szakmai elgondolásnak bizonyult (3. ábra). Sajnos az 1960-as évekig (elbontásáig) próbálták üzemeltetni, mely azonban messze alatta maradt az 1938-ban elképzelt várakozásnak. A rácsszemét ugyanis igen alacsony mértékben tartalmaz szerves anyagot, azaz az úszató rendszer esetében deszka hulladéktól a gumicsizmaig, a rozsdás lavóról és textíliákon, gyógyszeres fiolákon keresztül minden rothadásra alkalmatlan anyag előfordul, ami nem, hogy nem rothadt, de a fenékre „cementálódva” a reaktorokból való eltávolítása is a legnagyobb nehézségekbe ütközött. Hihetetlennek tűnik, de igaz, hogy egy alkalommal a rácson egy kisméretű régi DKW autóröcs karosszériája is fennakadt. A két világháború között a szennyvíztisztításnak még csirái is alig mutatkoztak Magyarországon. Az egyetlen 2 000 m³/d kapacitású miskolci csepegtetőteszt telep (4. ábra) 1944-ben bombatámadásnak esett áldozatul. A mai értelemben vett hatékonyabb és korszerűbb szennyvíztisztítás gyakorlatilag az 1950-es évek közepén indult, s alig több mint hat évtizedes múltra tekinthet vissza.



3. ábra. A rácscsemét rothasztók kialakítása (Garami és társai 1972)
Figure 3. Formation of screenings digesters (Garami et. al 1972)



4. ábra. A miskolci biológiai szennyvíztisztító technológiai hossz-szelvénye (Lesenyi 1940)
Figure 4. Technological longitudinal profile of the biological wastewater treatment plant in Miskolc (Lesenyi 1940)

Mérleget készítve a közvetlenül a II. világháborút megelőző időszakról megállapítható, hogy a 120 db tízezer főnél nagyobb település közül csak csapadékvíz elvezetéssel 12 település, míg szennyvízcsatornázással 26 rendelkezett. Az ellátott településen élő 4,17 millió lakosból 2,25 millió fő (36,8 %) élvezte a különböző rendszerű csatornázás által elérhető „luxust”. Az ország teljes népességére vonatkoztatva az ellátottsági mutató jóval a 20 % alatt volt. A csatornahálózat összes hossza 1 781 km volt, s ebből csak a szennyvíz elvezetésére csupán 105 km szolgált.

A CSATORNÁZÁS HELYZETE A II. VILÁGHÁBORÚ UTÁN

A háborút következő öt év sok mindent átírt. A korábbi fejlesztési elképzelések papíron maradtak, a megkezdett beruházások csak részben készültek el, vagy csirájában haltak el. 1945-től megváltozott az ország státusza, területe, népessége, társadalmi berendezkedése.

A megváltozott élet-értékkrend valójában minden vonatkozásban más elvárásokat követelt. Elsőként a háborús károkat kellett felszámolni. Ebbe beleértendőek voltak a bombatölcsérektől és belövésektől megsérült víz és csatornahálózatok, szivattyútelepek is (5. ábra). Mindeközben a külföldre menekültek pénzének annullálására államilag gerjesztett iszonyatos infláció szintén terhelte az amúgy is sokat gyötört lakosságot.

A szakágazat területét nézve az a néhány kis szennyvíztisztító, ami létezett, felügyelet nélkül tönkre ment (pl. a kezelőt behívták katonának stb.). Növelte a gondot, hogy

a szennyvízes szakterület korábban sem volt vonzó munkahely, s aki tehetette az újjáépítés egyéb - társadalmilag is elfogadottabb - irányában mozdult. A hatalom elsődlegesen az ipar fejlesztését preferálta. Ismert jelszóként emlegették, hogy az „agrár országból a vas és acél országát” akarják megteremteni.

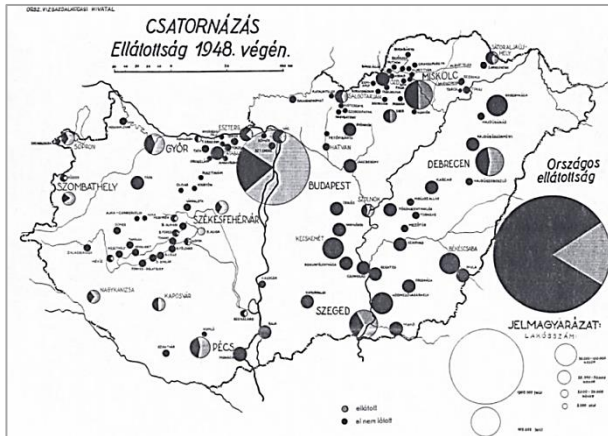


5. ábra. A lebombázott ferencvárosi szennyvízátelő (Garami és társai 1972)
Figure 5. The bombed Ferencváros wastewater pumping station (Garami et. al 1972)

A vízellátás-csatornázás kérdéskörét is érintően a háború után kialakított államigazgatási struktúra létrehozta az Országos Vízgazdálkodási Hivatalt, melynek egyik első és fontos feladata - egyebek mellett - a vízi közművek perspektívájának kidolgozása volt. A Magyar Köztársaság

Kormány 9170/1948 sz. rendeletében utasította a Hivatalt, hogy „készítse el az ország ivóvízellátásának és az ezzel kapcsolatos csatornázásnak munkatervét!”

A fejlesztési munkaterv rövid idő alatt (1948. november 20. és december 11. között) elkészült, melyet azután széles körben egyeztettek és megvitatottak. Az anyag legfontosabb része az adott időponthoz tartozó állapot rögzítése volt (6. ábra), mely kiindulási alapként szolgált a tervezett fejlesztési program meghatározásához.



6. ábra. Magyarország csatornázottsága a II. világháború után

Figure 6. Sewerage situation of Hungary after the World War II

Az anyag négy fejlesztési kategóriát jelölt meg, melyben első helyen az iparosított területek ivóvíz ellátása szerepelt. Ide idézve az egész programra is jellemző első, legfontosabbnak tekintett pontját: „A rendszeresen el nem látott ipari és bányász lakótelepek, ipari és bányász jellegű városok (községek). Olyan egyéb jellegű települések, melyek zárt közmű nélkül ivóvízzel el nem láthatók, tisztántúli súlyponttal. Állami birtokok, mezőgazdasági termelőszövetkezetek vezetékes ivóvízellátása.”

Belátható, hogy a program továbbra sem a csatornázást helyezte előtérbe. A vízellátási és csatornázási ágazat közötti különbség (az ún. közmű olló), mely a század elején is megmutatkozott, az ötvenes-hatvanas közepén pedig kiemondhatatlanul magas mértékre (40-42 %-ra) emelkedett. A kevéske hálózatokon összegyűlt szennyvíz tisztítás nélkül folyt a befogadóba.

A magántulajdon fokozatos állami tulajdonba vétele előtérbe került a vízi közművek esetében is. A kisebb, felszereltségükben gyengébb szolgáltatókat egységesen Megyei Vízmű rendszerbe sorolták, míg öt „rangosabb” város (Miskolc, Debrecen, Pécs, Szeged, Sopron), valamint Budapest két nagyobb szervezete) önállóságot harcolt ki magának. A későbbiekben az ország számos területén, ahol megfelelő mennyiségű és minőségű víz nem állt rendelkezésre, öt állami tulajdonú ún. „társégi vízkiszármazó rendszert” hoztak létre. Ezek a Regionális Vízmű néven létrehozott – későbbiekben RV-k - az ivóvíz szolgáltatás mellett – ahol csatornahálózat is

volt, az azzal kapcsolatos szolgáltatást is felvállalták. Az 1960-as évek közepétől a települési vízszolgáltatást összesen 33 vízmű vállalat végezte, melyek egyben az egész országot lefedték. A műszaki és gazdasági felügyeletet az 1953-ban létrehozott Országos Vízügyi Főigazgatóság 1968-as átszervezése után egységesen az államtitkársági jogkörrel felhatalmazott Országos Vízügyi Hivatal látta el.

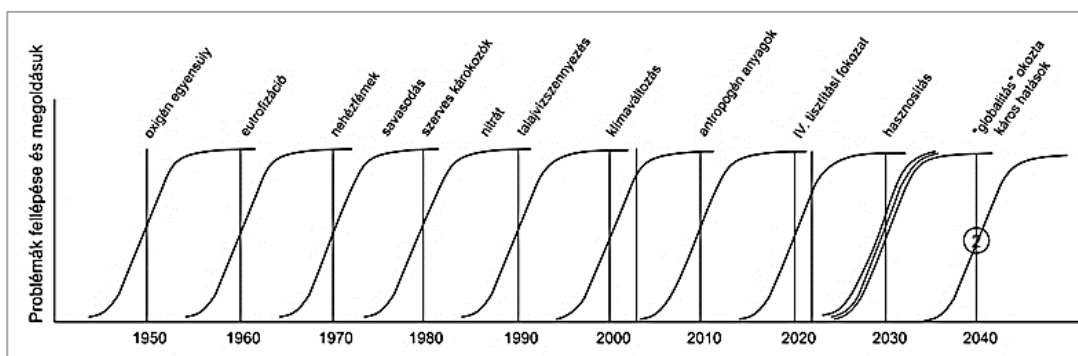
Változás történt a szakmai gondolkodásban is. A Magyar Hidrológiai Társaság (MHT) 1949-ben Szegeden megtartott Vándorgyűlésén újszerű gondolként felmerült a „természetes vizeink védelmének” időszerű kérdése. Ezzel kapcsolatban a korszak prominensei „Szennyvíz Bizottságot” hoztak létre, melyet 1952-ben a Társaság Elnöksége a Vízellátási Szakosztályhoz csatolta, majd 1953. január 1-el hivatalosan is megalakult a mintegy 70 főt magába tömörítő önálló „Szennyvíz Szakosztály”.

E szakmai összefogás hamarosan kovásza lett a szennyvízes előrelépés tudatos fejlesztésének. Egyaránt szolgált tudományos ismeretterjesztésként és iskolaként. Az előadók kezdetben főleg kutatók, egyetemi oktatók voltak, majd később a megalakult állami szaktervező cégek vezető mérnökei, továbbá a műszaki fejlesztésben élenjáró nagyobb üzemeltető cégek munkatársai, elsőként említve a Fővárosi Csatornázási Műveket.

A korra jellemző volt, hogy minden tárca háttér intézményként létrehozta a maga tervező intézetét. A települési vízgazdálkodás területén kezdetben vezető szerepet töltött be az Építésügyi Minisztérium által létrehozott, mintegy kétezer főt foglalkoztató MÉLYÉPTERV, melyhez később felzárkózott az ugyan csak bő ezer főt megálla foglaló VIZITERV. E két nagy tervező vállalat valójában uralta a hazai település vízgazdálkodás tervezői háttérét. A háttér intézmények kialakítási folyamata folytatódott azzal, hogy a megyék és a városok is hasonló profillal alakítottak ki intézeteket, és végül 53 tervező intézet működött meglehetősen szakmai szint különbözettel. Ezen intézetek számára különösen fontos volt az MHT nyújtotta szakmai „továbbképzés”.

Első időszakban a szakosztályi előadó üléseken a szennyvíz összetétele és a kisműtárgyak - oldó medencék, uszadék fogók, rácsok stb. – volt a téma. A programok között országos konferenciák is szerepeltek, ahol a vendéglátó városok szennyvíztisztítási megoldásait ismertették és vitatták meg a résztvevők. Sikeresek voltak a külföldi tanulmányutak, ahol egyrészt látni lehetett hol járnak a tisztítási folyamatokkal, milyen újszerű gépek vannak, és persze okulni lehetett a tapasztalt hiányosságokból.

A háborút követő években különösen a németeket egyes kutatási területeken korlátozták, így azok az akkor semlegesnek számító „környezeti-, vízzel kapcsolatos” témák felé fordultak. Az európai vízzel kapcsolatos kutatási témák időrendjét a 7. ábra mutatja.



7. ábra. Európai vízminőségi problémák és kezelésük (Förstner 1993)
 Figure 7. European water quality problems and their management (Förstner 1993)

Juhász Endre által kiegészítve a korábban *Meybeck és Heimer* által összefoglalt korábbi kutatási periódusokat – magyar nyelvű forrás *Förstner 1993* – megismerhető, hogy e korszaktól kezdve napjainkig valójában mik voltak kontinensünk vízzel kapcsolatos problémái. Az utóbbi, mintegy harminc évben a szennyvízbe jutó – kockázati tényezőként kezelt – antropogén anyagok (kozmetikumok, gyógyszerek, hormon készítmények), majd azok csökkentésére, ill. eltávolítására szolgáló technológiai eljárások kidolgozása kerültek a figyelem középpontjába. Jelenleg a klímavizonyok alakulásával kapcsolatban a szennyvizek hasznosítása, valamint a szennyvíziszap termőföldi elhelyezésének kérdése szerepel a kutatás fő témái között.

A hazai kutatóknak alapkutatásra alig akadt gazdasági lehetősége, ám valamennyi témához kapcsolódóan az alkalmazott kutatásban igen tevékenyen vettek részt. Az ágazat háttérintézményeként létrehozott Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet (VITUKI) munkatársai természetesen bekapcsolódtak az ábrán jelzett témákba, s amíg léteztek a VITUKI, igen eredményes munkát végeztek, és kifejezetten komoly nemzetközi hírnevet szereztek Magyarország számára.

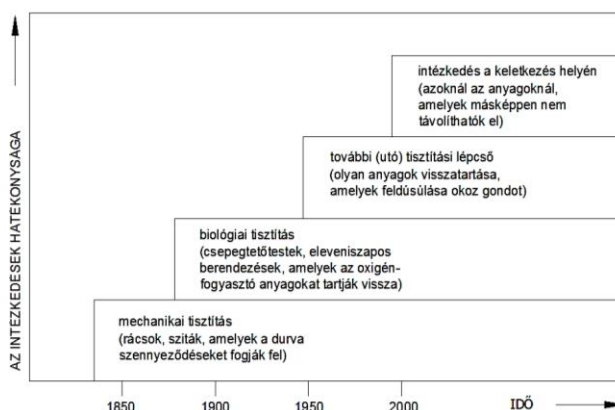
A vízminőség-védelem régóta fontos alaptémája a vízzel kapcsolatos kutatómunkának. Az egyre-másra megjelenő legkülönbözőbb szennyeződések ugyan olyan részesei

a napjainkban súllyal terítékre került víz világválságnak, mint a klíma okozta problémák.

A nyugati országok a XX. század elejétől kezdve jelentős ráfordítást fektettek a szennyvizek befogadóba történő bevezetése előtti tisztítására. A megnövekedett vegyipari és gépipari szennyvizek egyes vízfolyásokat oly annyira elszennyezték, hogy közegészségügyi szempontból veszélyesnek minősítették azokat.

A szennyvíztisztítás, mint világ probléma ma is állandóan napirenden lévő téma. Egyrészt a technológiai eljárások, berendezések fejlődése, másrészt a szennyező anyagok mennyisége és minősége miatti kibocsátási határértékek folyamatos szigorodása kényszerítően hat az érintett hatóságokra, intézményekre.

A *Hahn és Hartmann* német professzorok által készített tisztítási folyamatok időbeni és hatékonyságuk szerinti fejlődését, egyben azok egymásra épülését mutatja be a 8. ábra (Förstner 1993). Amint az a táblázatból látható, az ezredforduló előtti időtől kezdődően az ipari előtisztítás szerepe lép előtérbe, különösen azon anyagokra „kihagyva”, melyek a települési szennyvíztisztítás során – a felhígulás hatására is – már alig vagy egyáltalán nem vonhatók ki. Ezek közé lehet sorolni számos egyéb mellett jelenleg pl. az antropogén anyagokat.



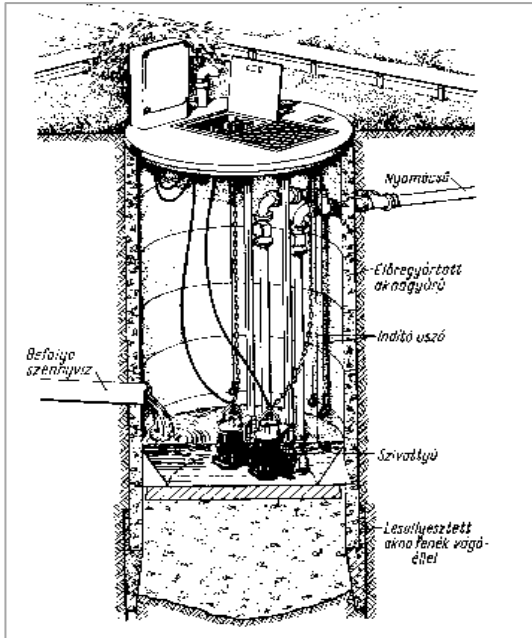
8. ábra. A víz- és szennyvíz technológiák történet fejlődése (Förstner 1993)
 Figure 8. History of water and wastewater technology (Förstner 1993)

Az MHT Szennyvíz Szakosztálya megalakulása óta feladatának tekinti és mindenkor együtt élt és él a társadalmat terhelő kérdések feltárásával, közvetítésével és megoldás keresésével. Az előadó üléseken mindig napirenden

voltak az adott időszak műszaki-gazdasági kérdései, technológiák, berendezések ismertetései, élettartam és üzemeltetési – hosszú éveken át beszerzési - hazai feltételek melletti alkalmazásának lehetőségei.

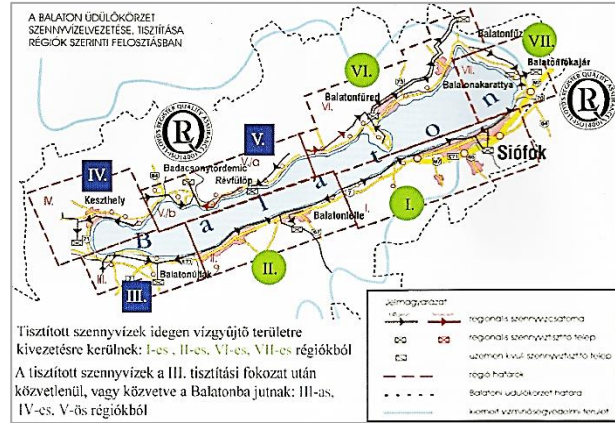
Bár a tenni akarás meg volt, a politika azonban mindig egyoldalúan az ivóvíz ellátásának adott gazdasági elsőbbséget. Ennek ellenére a szakosztályi előadó ülések mellett a ma már százéves múltra visszatekintő Hidrológiai Közlöny adott lehetőséget mind az egyre szaporodó fiatalabb szakírók beszámolóinak, mind a tudományos fejlődések, ill. fejlesztések szélesebb körű ismertetéseinek.

Műszaki fejlesztések a XX. század második felében
Korszakváltást jelentett a svéd Flygt dugulásmentes szivattyúk megjelenése. A MÉLYÉPTERV munkatársai hazai kooperációban létrehoztak egy gyorsan építhető és szerelhető szennyvízátelő típusú (9. ábra). Ezzel lehetővé vált hálózati rendszerek összekapcsolása, nagyobb távolságra történő gazdaságosabb szennyvíz szállítás kérdése. Valójában ennek volt köszönhető a nagyterjedésű regionális rendszerek létrejötte.



9. ábra. A MÉLYÉPTERV által tervezett kooperációban gyártott szennyvíz átelő terve
Figure 9. Pumping plan for sewage produced in co-operation designed by MÉLYÉPTERV

Az kormányzat nagy hangsúlyt szentelt a Balatonnak, Európa híré üdülő-idegenforgalmi „imázsunk” közmű ellátás biztosítására, nem különben a tó vízminőségére. Külön kormányrendeletben írta elő a vízellátás fejlesztése mellett a tó körüli csatornázás, szennyvíztisztítás megteremtését, azzal a kitételrel, hogy a tó szennyezésének csökkentése érdekében a szennyvizet idegen vízgyűjtőkbe kell kivezetni. Ahol erre nincs lehetőség, ott a tápanyag eltávolítási fokozatot ki kell építeni. A parti sáv beépítettsége miatt nem volt mód önálló tisztító telepek építésére, de az új keletű szivattyúzási technika megadta a lehetőséget a távolabbi fogadóhelyre való szennyvíz elszállítására. Így jött létre, a Balatont teljesen körül övezve, összesen hét régió (10. ábra). Az itteni regionális megoldás az ország sok területén nyert alkalmazást.



10. ábra. A Balatoni régiók kialakítása
Figure 10. Development of the Balaton regions

Am az örömet sajnos ürm követte. Kezdetben senki nem gondolkodott abban, hogy hosszú tartózkodási idő esetén a szennyvíz berothad, a közbenső átelők büzt okoznak, a kén okozta korrózió kárt gerjeszt mind a betonban, mind a belső gépészeti berendezésekben, nem beszélve a berothadt szennyvíz okozta tisztítási problémákról. Az üdülőkörnyezetekben a téli-nyári terhelésingadozás miatt a vezetékben való „pangás” tovább növelte a problémákat. Természetesen ezek kiküszöbölésére azonnal megindult a jelentős időt igénylő kiutkeresés, mely végül eredményes megoldással zárult.

A „tökés valuta” hiányában szükséges volt a gépészeti háttér megteremtésére. A létrehozott viszonylag soványka Vízgépészeti (Vízgép) üzem gyakorlatilag 400 termék gyártását képtelen volt gazdaságosan megoldani. Az évente épülő néhány, különböző kapacitású és technológiájú, akár ivó-, akár szennyvíztisztító mű sorozatgyártást nem tett lehetővé, nem beszélve arról, hogy a műszaki haladást követő tervezés rendre újabb és újabb berendezéseket alkotott. A gyár fennmaradása folyamatos állami támogatást igényelt.

A fentebb leírtakra is tekintettel Országos Vízügyi Hivatal illetékes főosztálya – a kifogásolható ipari háttér és a tökés (értsd: nyugati) deviza hiányában – a külföldről beszállítható jó minőségű berendezések igen korlátozott beszerzési lehetősége miatt – no meg a kissé szabadon szárnyaló tervezői fantázia némi módon történő lefaragására a ’70-es évek közepétől mind a víztisztítás, mind a szennyvíztisztítás területéhez kapcsolódó igen értelmesnek mutató egységesítési programot indított el. Ennek számos előnyös vonása mellett azonban hátránya is keletkezett.

Az egységesített – gazdaságos technológiai – eljárásokat és műszaki megoldásokat az ország legkiválóbb technológusai dolgozták ki, melyeknek megismerése és átvétele az „alacsonyabb ismeretekkel” rendelkező tervezők számára ugrásszerű felzárkózást és versenyképességet eredményezett. Javította továbbá a gépészeti és villamos berendezések ipari háttérének lehetőségeit azzal is, hogy a minőség szempontjából – ha nem is túlzott méretekben – alkalom nyílt gyártmányok gazdaságosabb módon történő sorozatgyártására. A megyei kiterjedésű üzemeltetők-nél, de a nagyobb telepek esetében is a berendezések „csere szabatosága” javította a tartalék-készletekkel való

gazdálkodást, ugyanakkor növelte a szolgáltatási biztonságot is. Az egységesítés általánosnak nevezhető hátrányos tulajdonsága viszont, hogy egy-egy időszakra gúzsba köti a fejlődést. Az uniformizált technológiák alkalmazása meghatározott kapacitás intervallumon belül kötelező volt, ami egyben kedvezően hatott az engedélyező szervek munkájára.

A Vízügyi Szabványosítási Központ (VSZK) égisze alatt akár az ivóvízellátás, akár a szennyvíztisztítás méretsor szerinti technológiai elemei és berendezései csaknem teljes spektrumban minta-, ill. típusú szinten kidolgozásra kerültek, és bárki számára hozzáférhetővé váltak.

Az egységesítést nem csak a tervezők és a gyártók, hanem építés kivitelezők is szívesen fogadták. Számukra egy-egy műtárgy többszöri építésével, rutin szerelésével javult a minőség, másrészt főleg a hiánycikként szerepelt dúcolási és zsaluzó anyag felhasználása vonatkozásában gazdaságosságuk kedvezőbben alakult. Természetes, hogy a technológiai műtárgyak egységesített terveinél a kivitelezésben is érvényre jutottak az elmaradhatatlan fejlesztési tendenciák (pl. táblás zsaluzás, beton technológia stb.).

A Vízépítő Tröszt – a panelházas építési program példájára – a mélyépítési műtárgyak építésének felgyorsítására acélbeton előre gyártott elemekből való megvalósítását szorgalmazta. Bár műszakilag mind a nedves, mind a műanyag kötési kivitelezési módszer stabilitás szempontjából sikeresnek bizonyult, az elemek gyártásának „felszerszámozása”, a szállítás stb., az igényelt éves alacsony darabszám miatt nem volt gazdaságos, ezért az elképzelés a sikeres prototípusok megépítése ellenére elvetésre került.

Az eleveniszapos biológiai tisztítás egyik legfontosabb eleme a biotüzelőanyag mennyiségű oxigénnel való ellátásához szükséges berendezés biztosítása. Különösen fontos az az energia felhasználása, melynek jóságát a kgO_2/kWh mutatóval fejezik ki. Egyrészt a kutatás, másrészt az ezzel foglalkozó gyártó ipar nagy energiát fektetett abba, hogy könnyen szerelhető, tartós és főleg energiafelhasználás szempontjából minél kedvezőbb berendezés tudjon produkálni. A vízszintes és függőleges tengelyű mechanikus berendezésektől kezdve a különböző „légbefúvásos” megoldásokig folyt az útkeresés, melyhez a MHT Szennyvíz Szakosztály a gyakorlatban és elméletileg felkészült tagjai igen komoly háttérrel biztosítottak. Hosszas licencválogatás után a mély légbefúvásos svéd membrántányéros „saniter” gyártmány (11. ábra) bizonyult hosszú távú, mai napig is használt megoldásnak.

A II. világháború és az 1990-es rendszerváltás éve között eltelt évtizedek alatt a hazai szennyvízelvezetés szellemi felkészültsége nagyot fejlődött, igyekezett felzárkózni a fejlett technikájú és lényegesen gazdagabb országok közelébe. Ehhez az is hozzájárult, hogy építéstechnológiai, gépi berendezésekre, komposztálási megoldásokra itthon „pénzdíjas” pályázatokat írtak ki, mely egyrészt rendre új és kedvező megoldásokat hozott, másrészt egészséges verseny alakult ki az alkotó főleg tervezői műhelyek között. Különösen jelentősek voltak a nagyobb városok

szennyvíztisztítására kiírt pályázatok, melyek a minőség szempontjából újabb és újabb technológiai megoldásokat eredményeztek. Feltétlenül meg kell említeni ezek közül az Észak-Budapesti szennyvíztelepre és a Balaton körüli csatornázásra kiírt pályázatot, melyet a szakterület kiemelten sikeresnek minősített. Valamennyi ilyen jellegű országos pályázat az MHT Szennyvíz Szakosztályának égisze alatt zajlott s egyformán felkeltette az érdeklődést, valamint a szakmai elismerést. Csakhamar ez a szakosztály 350 fős taglétszámával lett az MHT legnagyobb és legsikeresebben működő területe.



11. ábra. Saniter típusú mélylevegőztető
Figure 11. Saniter type deep aerator

Az 1980-as évek közepén beindult nagyvárosaink szennyvíztisztító telepeinek megvalósítási programja. Központi támogatásból nyolc város kapott lehetőséget. Tekintettel arra, hogy Győr város korábban a kapott támogatást először színház építésére, majd stadionra költötte. Ezek után az OVH úgy döntött, hogy saját hatáskörében látja el a beruházási feladatokat. A városok között megindult a tülekedés. Valójában mind azonnal és elsőként akarta a megvalósítást. A program bár beindult, de csak részben haladt előre, ui. a politika a Vízügyi szakterület szerepét 1990-ben felülírta, ennek következtében a megkezdett fejlesztés sajnos csak évek múltán tudott folytatódni.

Az 1990-es évek után felgyorsult a csatornázás fejlesztése

A háború és a rendszerváltás közötti 45 év nem mondható a csatornázási szakterület jelentős előrelépésének. Mindössze 375 település rendelkezett (benné valamennyi város) egységes rendszerű csatornahálózattal, ám ez nem jelentette azt, hogy a településeken belül mindenütt lett volna vezeték vagy, hogy mindegyike rendelkezett volna szennyvíztisztítóval. A meglévő 325 különböző fokozatú tisztító mű összes hidraulikai kapacitása 1,45 millió m^3/d -t, a gyűjtő hálózathossza pedig 12,5 ezer km-t tett ki. A telepek mintegy kétharmada kapacitáslégtelenség miatt mérsékelt hatékonysággal tudta csak feladatát betölteni.

Amint az 1. táblázatból is kitűnik, a KSH 2004. január 1-re vonatkozó adatai szerint a lakásállomány 42,5 %-a volt hálózatra kötve, mely ~ 4,5 millió fő kiszolgálását jelentette, ami ebben az időben a közepesen fejlett országok besorolásának felelt meg.

1. táblázat. Magyarország régiók szerinti víziközmű ellátottsági helyzete – 2004. január 1. állapot szerint (KSH 2004)
 Table 1. Water supply situation in Hungary by region - as of January 1, 2004 (KSH 2004)

ssz.	regiók megnevezése	népesség	összes lakás	egy lakásra jutó lakos (fő)	lakások bekötési arányai			közüzmi oló	
		[10 ³ fő]	[10 ³ db]		ivóvíz hálózat		szennyvíz hálózat		
					[db]	[%]	[db]		[%]
1	Közép-Magyarország (Budapest, Pest megye)	2827,7	1 231,6	2,29	1 182,5	96	944,2	77	19
2	Nyugat-Dunántúl (Győr-Moson-Sopron, Vas, Zala)	1000,4	390,3	2,56	379,6	97	245,0	63	34
3	Közép-Dunántúl (Fejér, Komárom-Esztergom, Veszprém)	1117,6	425,8	2,62	404,2	95	264,7	62	33
4	Dél-Dunántúl (Baranya, Somogy, Tolna)	989,4	386,0	2,56	369,1	96	190,9	49	47
5	Észak-Magyarország (B.A.Z., Heves, Nógrád)	1288,9	499,2	2,58	436,9	88	224,9	45	43
6	Észak-alföld (Hajdú-Bihar, Jász-Nagykun-Szolnok, Szabolcs-Szatmár, Bereg)	1554,1	591,5	2,63	546,6	92	226,8	38	54
7	Dél-alföld (Bács-Kiskun, Békés, Csongrád)	1367,0	579,7	2,36	514,4	89	206,5	36	53
regiók összesen:		10 142,1	4 104,0	2,47	3 833,3	93	2 303,0	57	36

Az említett négy és fél évtized alatt alig 25 %-al emelkedett a csatornával ellátott népesség száma, ami egyben jellemezte a féloldalas, elsősorban az ivóvízellátást és a városokat előtérbe helyező életszínvonal politikát.

A rendszerváltást követően, 1990 októberétől a szakágazat irányítása beintegrálódott a Közlekedési és hírközlési infrastruktúráis ágazat mellé. A változást követően vízügy számára erősen leszűkített szakirányítás lehetőség mellett a „megvalósítás” feladatai maradtak.

A Belügyminisztérium által sebtében megalkotott helyi önkormányzatokról szóló 1990. évi LXV. törvény a korábbi szemléletet követve szintén az ivóvízellátás fejlesztését helyezte előtérbe, egyben meghatározott terminussal (1994. dec. 31.) kötelezte az önkormányzatokat teljes hatásterületükön történő vezeték ivóvízellátás megteremtésére. Ugyancsak a helyi önkormányzatok hatáskörébe utalta a Vízforgalom és Csatornaművek tulajdonjogát. Az addig rendezetlen működő 33 rendszer majdnem 400 zömében erőtlen, alapfelszerelés, labor és egyéb eszközállomány nélküli egységre atomizálódott. A Regionális Vállalatok állami tulajdonban maradtak. A kijelölt feladat mennyiségileg csaknem 100 %-ban sikerrel végződött. Azonban több mint 600 településnél vízminőségi probléma merült fel, melynek teljes felszámolására jelentős központi költség-támogatás biztosításával vízminőség-javító programokat irányoztak elő, ám ez az önkormányzatok gazdasági hozzájárulásának hiányossága miatt sikertelennek bizonyult.

A helyi önkormányzatok címzett és céltámogatási rendszeréről szóló 1992. évi törvény, valamint az azt megelőző Országgyűlési határozat (36/1993) az ivóvízellátás fejlesztése mellett célként a települések csatornázását és szennyvíztisztítást is megjelölte.

Az illetékes minisztérium (KHVM) központi támogatást meghatározó prioritás szerinti kategóriákat dolgozott ki. Az Önkormányzatoknak a pályázatok mellé, kötelező jelleggel, ún. megvalósíthatósági tanulmányokat kellett benyújtaniuk, melyek alapján döntöttek az odaítélésről, ill. a támogatás mértékéről. A pályázatok összeállítását

„profi” cégek vállalták. Az elbírálást területi szakértő tanács végezte és rangsorolta. Mint ilyenkor lenni szokott, a kiírási pontatlanságokat is kihasználva a kivitelezői pályázatok - a siker érdekében - a valóságtól eltérő, túlzó „torzításokat” tartalmaztak. Egyebek mellett a megvalósítási költségeket olyan módon kellett meghatározni, s az nyerte el a munkát, aki számos egyéb módon „érdekelte” tette a döntéshozókat. Mint legkézenfekvőbbként említhető: pl. az, hogy a település kötelező hozzájárulása legyen elbűjtatva a támogatási keretbe stb. A költségnövelés érdekében kihasználatlan, rákötés nélküli vezetékek, túlméretezett, kihasználatlan szennyvíz tisztítók láttak napvilágot. Élt az a megállapítás, hogy a támogatási összeg legfeljebb fele testesült meg, ill. került a földbe. Az is elmondható, hogy elvtelen tervezés, pályázati anyag összeállítás és egyéb, önkormányzati ügyeskedés ellenére az államilag „elnézett” korrupciós jelenségek mellett is a csatornázás fejlesztése előre haladt.

Az ezredfordulóra elkészült az ország csatornázás-szennyvíztisztítás keretterve, az országos iszapkezelési és elhelyezési koncepció, a vízügyi igazgatóságok egységes központi irányítása mellett minden megyére elkészítették az un. megyei szennyvízelvezetés koncepciókat is. Nagy lépésekben sor került az EU belépést megelőző „Magyarország Szennyvízelvezetési- és Tisztítási Nemzeti Programja” című előkészítő anyag elkészítésére, mely a 91/271 számú EEC Direktíva figyelembevétele mellett alapvetően az előzőekben felsorolt munkákra alapult.

Magyarország Európa Unióba történő belépése idején (2004. május 1.) az ország 3 135 településén, 4,104 millió lakásban 10,142 millió bejelentett lakos élt. A vezeték ivóvízellátásba 3,85 millió lakást (93,4 %) kötöttek be, ~4,5-5,0 % a hálózatra telepített közutas ellátásból nyerte vizét, míg a maradék ~1,0-1,5 % a településektől távolabb levő talajvízre telepített kutakból látta el magát. A szennyvízcsatorna hálózathoz (2003. évi adat) 2,3 millió lakás (~57 %) kapcsolódott (KSH 2004).

Már az belépés előtt 2004-ig jelentős felzárkóztatási EU-s pénzügyi támogatást élvezett az ország (PHARE,

ISPA, SAPARD stb.), ezt követően további különböző alapokból KEHOP stb.) a csatornázási, szennyvíztisztítási terület az összes 1153 Mrd Ft. támogatásból 318 Mrd Ft (27.6 %) összeget használhatott fel

A szennyvíztisztítás területén, mint rendkívül hatékony eljárás, megjelent a membrán tisztítási technológia. Annak ellenére, hogy a csaknem az egész világot ellátó kutatási és gyártás kapacitást sikerült Magyarországra telepíteni, jelentős költségvonzata miatt a szennyvíztisztítás területén nem tudott elterjedni. Annál inkább eredményesebben vált be a membrán az ivóvíztisztítás területén (pl. a lázbérci felszíni víztisztító igen hatékonyan működik).

Valójában nem történt előrelépés – egyébként világ-problémaként is fennálló - szennyvíziszap elhelyezés kérdésében. A legutóbbi un. „Szennyvíziszap Stratégia” a hazai gazdasági feltételeket szem előtt tartó, kellően előkezelés után az élelmiszeri felhasználásra nem kerülő növényzet felhasználását szolgáló termőföldre való kihelyezést helyezte előtérbe. Az agrártárcával ezúttal sem sikerült ez ügyben konszenzusra jutni. Az égetés az ország GDP helyzetének figyelembevétele mellett rövidtávon nem látszik megoldhatónak.

A sikerek és kudarcok e néhány példájának kiragadásával lehet jellemezni az elmúlt időben történeteket. Országos helyzetképként mindenestre leírható, hogy 2020-ban Magyarország jelenlegi 3 155 települése közül (346 város, 2 809 község) 2 001 település rendelkezik közcsatornával (63,4 %). Az ivóvízzel való ellátás lakásokra vonatkozó lefedettsége elérte a 95,5 %-ot, ugyanakkor a csatorna lefedettsége bár ~90%-ra emelkedett, kihasználtsága (rákötések) pedig a csupán ~82 % körüli értéket mutat. Sajnos a lakosság kb. 8 %-a még mindig nem él közcsatornák által nyújtott civilizációs lehetőséggel. Az utolsóként kiépített Budapesti-Központi- és Szegedi Szennyvíztisztítók megvalósításával minden közcsatornába bekötött szennyvíz mintegy 700 tisztítóművön keresztül jut az adott vízfolyásra előírt (min. biológiai) fokozatú tisztítási szint után a befogadóba. A kiépített szennyvíztisztító kapacitás 14,85 Mill. LE, a leterheltség 10,67 Mill. LE (72 %). Az alacsony „kihasználtság” részben az üdülő területek idényjellegű csúcsterhelésének (kettős igénybevétel) többlet terheléséből, részben a felesleges túlméretezettségből származik.

TOVÁBBI FELADATOK

Sajnos az eredmények ellenére sincs ok a hátradólásra! A számos, a jövőben is élő és napirenden tartandó, ill. megoldandó probléma közül csak néhányat említünk:

- Változatlan és állandóan „összeomlással fenyegető” veszélyforrás a több ezer milliárd forintot kitevő, elavult ivóvíz- és csatornahálózat rekonstrukciója. Ugyanez vonatkozik a tisztítóművek minőségbiztosításához szükséges gépészeti és automatikai berendezéseinek szinten tartásására, cseréjére, rekonstrukciójára.
- A napirendre tűzött, klímaváltozással összefüggő csapadékvíz-elvezetés elsősorban jogi-, támogatási-, és kezelői kérdéseinek sürgős tisztázása szükséges.
- A víz világválsággal is összefüggően a szennyvizek hasznosítása (öntözés, talajvízdúsítás, biomassza termesztés) terén előrelépés szükséges.

- Változatlan téma a magas tápanyagot képviselő, jelentős értéket magába foglaló évi ~225 ezer t/száranyag szennyvíziszap hasznosítással történő elhelyezésének ügye.
- Az antropogén anyagok szennyvízből történő eltávolításának esetleg bekövetkező szükségessége, ill. feltételrendszeréhez felkészülési stratégia kidolgozása.
- Figyelemmel a klimatikus változásra, a napenergia által kínált energia kihasználása, mely jelentős energia költségmentesítést hordoz magában az iszap szárítás területén.
- A csatornázással eddig el nem látott 2 000 LE alatti települések szennyvíz-elhelyezési megoldásának műszaki és támogatási ügye.
- A csapadékvíz-gazdálkodással kapcsolatos fontos feladat mind a középfokú, mind a felsőfokú szakemberképzés. Elképzelhető lehetne az önkormányzati, vízügyi igazgatósági szakemberek kötelező szaktanfolyamatokra történő besorolása, továbbá települési csapadékvíz kezelési szakmérnök képzés önálló, vagy a vízellátási és csatornázási szakmérnök oktatásba történő integrálása.
- Bármilyen országos méretű fejlesztés esetén ne a hozánk képest lényegesen gazdagabb országok eredményeinek „utánzása” legyen a mérvadó, hanem a hazai GDP által megvalósítható, üzemeltethető, a lakosság terhelhetőségét szem előtt tartó eljárás kerüljön bevezetésre (lásd: iszapégetés, IV. tisztítási fokozat stb.). A hatósági megszorítások legyenek összhangban a társadalom és az ország terhelhetőségével!
- „Útkeresés” a szolgáltató vállalatok gazdasági stabilizálásához a munkaerő elvándorlás, a szolgáltatási biztonság, az alapvető technológiai fejlődés nyomon követése stb. céljából. A jelenlegi helyzet nem fenntartható.
- Nagyobb hangsúlyt kell helyezni a lakosság és a politikai döntéshozók valóságot tartalmazó tájékoztatására. (Rendszeres sajtótájékoztatók megszervezése, szakújságíró képzés bevezetése.)

Az eredmények és feladatok láttán zárszóként és szó szerint ide idézve Joó István FM főtanácsos, szakírónak 1938-ban leírt aktuális szavait: „A csatornázás és szennyvíztisztítás terén még nagyon sok tennivalónk van. Bízunk a jövőben, országunk gazdasági helyzetének megzsilárdulásában. Ebben az esetben a mulasztásokat pótolhatjuk, mert a szellemi felkészültségünk megvan hozzá; csak anyagiakban van hiány!”

IRODALOM

Ágoston I. (2004). Szeged város vízellátásának és csatornázásának krónikája. Szegedi Vízmű Zrt., Szeged, 134 p.

Boda J. (2017). 100 éves Magyar Hidrológiai Társaság Csatornázási és Szennyvíztisztítási Szakosztályának a története. Megemlékezés a MHT 100 éves megalakulásának alkalmából. 2017. május 10.

Förstner, U. (1993). Környezetvédelmi technika. Springer Tudományos Kiadó. p. 462. ISBN: 9637775447.

Garami T., Göbel J., Párnay Z. (1972). Budapest csatornázása. Pest város 1847. évi csatornázási szabályrendeletének 125 éves évfordulójára. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest. p. 394.

Juhász E. (1997). Magyarország szennyvízelvezetési keretterve. Vízügyi Közlemények, 1997. 2 sz

Juhász E. (2004). Magyarország víziközműveinek múltja és jelene az EU előszobájában. Vízmű Panoráma 2004. 1. szám.

Juhász E. (2008). A csatornázás története. Magyar Víziközmű Szövetség, Budapest. p. 264. ISBN: 978-963-8750-72-3.

Juhász E (2011). A szennyvíztisztítás története. Ma-

gyar Víziközmű Szövetség, Budapest. ISBN: 978-963-87507-7-8.

Juhász E. (2017). Tendenciák a szennyvíziszap kezelése és hasznosítása útkeresésében. Hírcsatorna, 2017. 3 sz.

Juhász E., Major V. (2017). A szennyvizek összegyűjtésének és tisztításának helyzete Magyarországon. Hidrológiai Közlöny, 97. évfolyam. 2 szám.

KSH (2004). A kommunális ellátás fontosabb adatai.

Lesenyi J. (1940). Csatornázás és szennyvízkezelés hazánkban. Vízügyi Közlemények, 1940. 2. szám.

Maucha R. (1943). A szennyvíz és a vízfolyások. Magyar Mérnökegyet kiadványa.

A SZERZŐ



JUHÁSZ ENDRE CSc, gyémánt diplomás mérnök, a Budapesti Műszaki Egyetem és a Szent István Agrártudományi Egyetem címzetes egyetemi tanára, a műszaki tudományok kandidátusa. Szakmai pályája során közel 30 év tervezői gyakorlatot követően került főosztályvezetőként a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium vízellátási, csatornázási és fürdő ágazatokért felelős főosztálya élére. Több mint 50 éve kapcsolódott be – óraadóként – a felsőoktatás munkájába, ahol elsősorban a települési szennyvíziszap kezelés tárgy volt a fő területe. Közel 180 publikációja jelent meg, 11 könyv társszerzője, valamint a Csatornázás fejlődésének története; a Szennyvíztisztítás története könyvek, valamint a Települési Szennyvíziszap Kezelés szak- és felsőoktatási tankönyvek szerzője. Munkásságát számos Állami és társadalmi szakmai kitüntetéssel ismerték el, egyebek mellett Köztársasági Érdemrend Tiszti Fokozat, Lovagkereszt, Reitter Ferenc Díj, a Magyar Hidrológiai Társaság Tiszteleti Tagja kitüntetések tulajdonosa. A Magyar Mérnöki Kamara örökös tagja. A Magyar Tudományos

Akadémia Vízellátási és Csatornázási Szakbizottság elnöke, a Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség (MASZESZ) alelnöke. A Magyar Hidrológiai Társaság (MHT) elnökségi tagja (1985-1994), a Társaság alelnöke (1985-1990), a Szennyvíz szakosztály titkára, alelnöke, a szakosztály elnökségi tagja volt. Az MHT Tudományos Bizottságának tagja.

A tájszemléletű vízgazdálkodás hidrogeológiai, talajtani és jogi aspektusai – Felhívás a tájszemléletű vízgazdálkodás koncepció kimunkálásához

Szilágyi János Ede¹, Dobos Endre² és Szűcs Péter³

¹ Miskolci Egyetem Állam- és Jogtudományi Kar (e-mail: civdrede@uni-miskolc.hu)

² Miskolci Egyetem Földrajz-Geoinformatikai Intézet

³ Miskolci Egyetem Környezetgazdálkodási Intézet és MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport

Kivonat

Jelen szócikk a vízszemléletű kormányzáshoz kapcsolódik, azon belül is leginkább egy sajátosan magyar problémakörhöz. Nevezetesen az Alföldön halmozottan jelentkező káreseményekhez (árvíz, aszály és belvíz) illetve a környezeti szolgáltatások helyzetéhez. A problémakör összetettségénél fogva a megoldás maga is csak rendszerszintű lehet, és ennél fogva az integrált és adaptív vízgazdálkodás keretében képzelhető csak el. Ezen vízgazdálkodás magyar elnevezése egy, a Magyar Tudományos Akadémia keretében tevékenykedett kutatócsoport meghatározása alapján az ún. tájszemléletű vízgazdálkodás. Ennek a tájszemléletű vízgazdálkodásnak vannak előzményei, mind a magyar stratégiai dokumentumokban, mind pedig vízgazdálkodáshoz kötődő egyes tudományterületeken. Az aktuális magyar kormányzati vízstratégiai dokumentum, vagyis a Nemzeti Vízstratégia is foglalkozik vele. A tájszemléletű vízgazdálkodás lehetséges megvalósítása újabbban a mezőgazdasági öntözésfejlesztésnél vetődött fel. Jelen tanulmány újdonságát elsődlegesen az adja, hogy a témakör kapcsán olyan tudományterületek képviselői szólalnak fel benne, amely tudományterületek, habár szervesen kapcsolódnak a problémakör lehetséges megoldásához, azonban eddig kevésbé reflektáltak a tájszemléletű vízgazdálkodás koncepciójára.

Kulcsszavak

Tájszemléletű vízgazdálkodás, felszín alatti vizek, talajvédelem, vízjog.

Hydrogeological, soil and legal aspects of landscape-orientated and land-use-orientated water management – Invitation to develop a landscape-orientated and land-use-based water management concept

Abstract

The present article is related to water governance, and within that a specific Hungarian problem; namely, the cumulative water-related damage occurring in the Great Plain (floods, droughts and inland water) and the ambiguous situation of environmental services. Due to the complexity of the problem, the solution itself can only be systematic and can therefore only be solved in the context of integrated and adaptive water management. In Hungarian, this water management is defined as landscape-oriented water management by a research group which was working within the framework of the Hungarian Academy of Sciences. This landscape-oriented water management has its antecedents, both in the Hungarian strategy papers and in certain scientific fields related to water management. It is also addressed in the current Hungarian Government Water Strategy. The possible implementation of landscape-oriented water management has recently emerged in connection with the development of agricultural irrigation. The novelty of this study is primarily the fact that the topic is addressed by representatives of scientific disciplines which, although organically linked to the possible solution of the problem, have hitherto been less reflective of the concept of landscape-based water management.

Keywords

Groundwater, soil protection, landscape-oriented and land-use-focused water management, water law.

BEVEZETŐ

A számos előzménnyel rendelkező tájszemléletű vízgazdálkodás koncepciója e néven a Magyar Tudományos Akadémia A Nemzeti Vízstudományi Kutatási Program kihívásai és feladatai címet viselő tudományos stratégiájában (MTA 2018) jelent meg, mintegy megoldási lehetőségként a Kvassay Jenő Terv - Nemzeti Vízstratégia (KJT 2017) által felvetett azon kihívásokra, amelyek a terület-használatot újragondoló, a természetközeli vízjárás részleges helyreállítását, és egy természethez közeli (táj)gazdálkodás folytatását indokolnák – elsődlegesen, de közel sem kizárólagosan – az Alföld középső tájain halmozódó káresemények megoldása illetve az ökoszisztéma-szolgáltatások fejlesztése érdekében (az ökoszisztéma-szolgáltatások mibenlétéről lásd Szilágyi 2018). A tájszemléletű vízgazdálkodás „az integrált vízgazdálkodásba

ágyazott adaptív vízgazdálkodás koncepciójának egy sajátos magyar továbbfejlesztése” (Szilágyi 2018), egy sajátos magyar probléma-rendszerre adott válasz, amely ugyanakkor – a megfelelő korrekciókkal – más országok, területek vízgazdálkodási kihívásaira is alkalmazható.

A vízszemléletű vízgazdálkodáshoz kapcsolódó tanulmányunk célja az alábbiakban foglalható össze. Egyrészt egyfajta összegzést kívánunk adni arról, hogy főbb vonalaiban mit is jelent és mihez kapcsolódik a tájszemléletű vízgazdálkodás koncepciója Magyarországon. Másrészt saját tudományterületeink – a hidrogeológia, a talajtani, illetve az állam- és jogtudomány – kapcsán szeretnénk azt megfogalmazni, hogy azok miként kapcsolódnak a koncepcióhoz, illetve hogy miként járulhat hozzá ennek eredményes megvalósításához. Harmadrészt, jelen írással arra ösztönöznénk a témához bármilyen szinten kapcsolódókat,

hogymind az első, mind a második célunk megvalósításához, mind pedig a saját speciális tudományterületük – ez képletesen lehetne a jelen tanulmány egyfajta folytatása – vonatkozásában járuljanak hozzá a koncepció kimunkálásához. A tájszemléletű vízgazdálkodás koncepciója kapcsán ugyanis az első lényeges megállapítások egyike az lehet, hogy ez egy olyan koncepció, amelynek érdemi megvalósítása biztosan nem lehetséges egy valós tudományközi megközelítés és valós tudományközi diskurzus nélkül.

A TÁJSZEMLELETŰ VÍZGAZDÁLKODÁS KONCEPCIÓ ELŐZMÉNYEI ÉS A BENNE REJLŐ LEHETŐSÉGEK

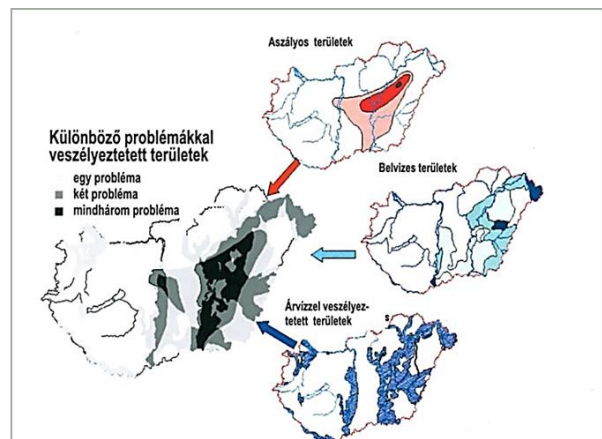
A tájszemléletű vízgazdálkodás fenti bevezetőjéből is kitétni lehet, hogy a *Nemzeti Víz tudományi Kutatási Program kihívásai és feladatai* című MTA dokumentumban (MTA 2018) megjelenő elnevezés nem valami új – a magyar vízügyi szakma számára ismeretlen – megoldást foglal magában, hanem sokkal inkább számos olyan elgondolás számára kínál egyfajta ernyő-koncepciót, amelyek már korábban is feltűntek a legkülönbözőbb stratégiai dokumentumokban, illetve a legkülönbözőbb szerzők tollából (Honti és társai 2017). Már korábban foglalkoztak a tájszemléletű kormányzás koncepciója mögötti problémarendszerrel, illetve annak lehetséges, komplex szemléleten alapuló megoldásával a fontosabb stratégia anyagok közül például a Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztését (VTT) megalapozó tanulmányok (a VTT 2001 még csak utalás szintjén, a nagyobb áttörést ebben a VTT 2002, és főleg a VTT 2004 jelentette); Magyarország első, illetve második Vízgyűjtő-gazdálkodási Terve (VGT1 és VGT2), illetve azok mellékletei és háttéranyagai; a Magyar Tudományos Akadémia *Magyarország vízgazdálkodása* című Köztudományi Stratégiai Programja (MTA 2011). Meg kell jegyezni ugyanakkor azt, hogy az egyes dokumentumok – illetve ugyanez igaz az egyes szerzőkre is – a tájszemléletű vízgazdálkodás kapcsán nem feltétlenül ugyanazokat az elemeket emelték ki, illetve tartották hangsúlyosnak, vagyis e vonatkozásban a tájszemléletű vízgazdálkodás koncepciója sem tekinthető lezártnak és egységesnek.

Amennyiben a tájszemléletű vízgazdálkodás ernyő-koncepciója alá vonható elképzelések legfőbb kapcsolódási pontjait szeretnénk összefoglalni, akkor leginkább a következő gondolatokat érdemes kiemelni.

(a) A tájszemléletű vízgazdálkodás koncepciójának megvalósítását számos más szakpolitika igényeinek, illetve problémafelvetéseinek is formálnia kell, amely szakpolitikák ugyanakkor több esetben is első látásra nehezen összeegyeztethető igényeket fogalmazhatnak meg. Különösen nagy az áthidalásra szoruló szakadék e vonatkozásban is a környezetvédelmi-természetvédelmi érdekek és a növekedési kényszerben lévő gazdaságpolitikai érdek között. Ezek közül csak példálózó jelleggel emelnénk ki azt, hogy miközben a 2012-ben elfogadott Nemzeti Vidékstratégia a mezőgazdaság termelékenységének növelését tűzi ki célul – lényegében azt, hogy a magyar föld- és vízvagyon megfelelő hasznosításával a magyar agrárium képes legyen 15 millió embert megfelelő minőségű élelmiszerral ellátni – addig a 2015-ös Nemzeti Biodiverzitás Stratégiánk immáron a természeti erőforrások használatának visz-

szafogására ösztönözne, így felhívva a figyelmet arra, hogy a „2008-ban befejezett elemzés általános célú, lineáris súlyozású számításon alapuló tájértékelése szerint Magyarország Természeti Tőke Indexe 9,9%, ez annyit jelent, hogy a hazánk területét egykor borító természetes élőhelyek ökoszisztéma szolgáltatásainak több mint 90%-a mára megsemmisült.” A példa rávilágíthat arra, hogy a tájszemléletű vízgazdálkodás koncepciójának megvalósítása csak egy tágabb viszonyrendszerben – a fenntartható fejlődés hármás dimenziójában értő módon elhelyezve – lehet csak sikeres, amely elképzelhetetlen egy jól működtetett vízszemléletű kormányzás (water governance) nélkül (World Water Assessment Programme 2003, 2006, 2009, Szöllősi-Nagy 2015, MTA 2018, Szilágyi 2018), vagyis a vízpolitikán és vízgazdálkodáson túlmutató nagyobb rendszer keretein belül kell tanulmányunk koncepcióját is kezelni.

(b) A tájszemléletű vízgazdálkodás koncepciója és annak előzményei által megoldandó egyik legfontosabb problémát jól szemléltethetjük azzal, ha egymásra vetítjük Magyarországon azon területeit, amelyeket az árvíz, a belvíz vagy az aszály sújt. Az így kapott kép (1. ábra) arra hívja fel a figyelmet, hogy a három jelentős magyarországi vízkáresemény által érintett, sújtott területek között jelentős átfedések vannak; szemmel láthatóan nem pusztán a Tisza vízgyűjtőjén, azonban területi nagyságrendjét tekintve ott kiemelkedően. Mindezekhez kapcsolódóan fontosnak tartjuk megjegyezni azt is, hogy a klímaváltozás és az édesvízhez kapcsolódó kockázatok (például árvíz) mértéke között nagyon szoros összefüggés van (IPCC 2014), nagymértékben betudhatóan azon feltételezésnek is, amely szerint a klímaváltozás felgyorsítja a hidrológiai ciklust (World Water Assessment Programme 2009).



1. ábra. Árvíz, belvíz és aszály által veszélyeztetett területek Magyarországon (KJT 2017)

Figure 1. Areas threatened by flood, inland inundation and drought in Hungary (KJT 2017)

c) A magyar vízgazdálkodásban éppen a fenti problémarendszert látva alakult ki az az álláspont (Balogh 2001, Borsos 2010, MTA 2011, Heilmann és Fehér 2017), amely a Tisza XIX. századi szabályozásának nemvárt következményeként tekint a vízhez kötődő káresemények kumulációjára. A komplex problémarendszer orvoslása értelemszerűen csak komplex szemlélettel történhet meg. A KJT 2017 e komplexitásra utalva fejti ki, hogy „a vízpolitika és

a vízgazdálkodás elválaszthatatlan a terület- és tájhasználatától ... vízállapotokkal szembeni igények nagyrészt területhasználata formájában jelennek meg”.

(d) A helyzet egyfajta orvoslására (is) hivatott VTT, azonban mindezt nem tudta maradéktalanul megvalósítani; annak végrehajtása kapcsán egyaránt kritikát fogalmazott meg a *VGT1 2012*, illetve a *KJT 2017* is; utóbbi szóhasználatával élve: „*korszakos siker az új Tisza-völgyi árvédekezési doktrína (a Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése) kidolgozása, de kedvezőtlen, hogy az eredetileg elképzelt komplexitással szemben egyoldalúan árvízvédelmi célokra szűkült a megvalósítása.*” Az, hogy ezidáig a tájszemléletű vízgazdálkodás koncepciójának megvalósítása nem történhetett meg a maga komplexitásában – például az Alföld területhasználatát grandiózusabb mértékben át- szabó formában – feltételezhetően betudható az érintett települések struktúrájának átalakításával, illetve az infrastrukturális hálózatok jelentős módosításával együtt járó *nagyarányú költségeknek* is. A tájszemléletű vízgazdálkodás koncepciója ebből a perspektívából tekintve tekinthető a VTT újragondolásának is. Magunk azonban szerencsésebbnek gondolnánk, ha egy új nevet kapna mindez, s karakteresebben megjelenhetne benne a vízvisszatartás központi eleme.

(e) A problémarendszerre válaszul – felismerve a vízgazdálkodás zöld infrastruktúráiban, illetve infrastruktúra nélküli intézményeiben (utóbbihoz sorolhatók a jogi eszközök is) rejlő lehetőségeket (*MTA 2018, Szilágyi 2018*) – a védművek korlátlan fejlesztése helyett bizonyos helyeken érdemes megfontolni a természetközeli vízjárás részleges helyreállítását, és egy természethez közeli (táj)gazdálkodás folytatását (*KJT 2017*). Mindezzel lényegében azt kellene elérjünk, hogy a Magyarországra – például árvíz formájában – érkező többletvíz mennyiséget az ország határain belül megtartsuk azon időszakokra, amikor az időjárás okán egyébként szűkében lennének a víznek. A vízvisszatartás kapcsán a tájszemléletű vízgazdálkodás koncepciója változatos eszközöket céloz alkalmazni, és nem pusztán a védművek, mesterséges tározók alkalmazásán alapul (*Balogh 2003, MTA 2011, VGT2 2015, Ungvári és társai 2015, Kovács és társai 2016, Rákosi és társai 2017, MTA 2018*).

(f) Hangsúlyozandó, hogy a tájszemléletű vízgazdálkodás túlmutat egy adott folyóhoz köthető hullámtéren, nagyvízi medren, azoknál jelentősebb területet fog át (*VTT 2004, KJT 2017*). A Tisza esetében például az Alföld jelentős részét érinti a probléma (a pontos területi lehatárolás ugyanakkor ez esetben is nyitott kérdés még), az árvíz mellett ugyanis a belvív és az aszály sújtotta területek gondjainak megoldása is azonos értékű eleme a tájszemléletű vízgazdálkodás koncepciójának (lásd ismételt az *1. ábrát*). Az aszály elleni fellépés kapcsán például fontos kiemelni, hogy annak vonatkozásában sem pusztán az öntözést tekintik egyedüli eszköznek a témát taglaló szerzők és dokumentumok – tipikusan a területhasználatváltást hozzák fel egy fontos lehetőségként (*KJT 2017*) – egyúttal az öntözés jelenlegi gyakorlata kapcsán is továbbfejlesztést sürgetnek (*MTA 2011, Tamás J. 2016 és 2017*). A tájszemléletű vízgazdálkodás optimális megvalósítása esetén egyébiránt igaz lehet akár az a kijelentés is, hogy e koncepcióban nem

az öntözés a mezőgazdasági vízigény kielégítésének elsődleges módszere; vagyis, hogy itt jó esetben táji szinten valószínűleg meg a vízháztartás kiegyensúlyozása.

(g) A tájszemléletű vízgazdálkodás megvalósíthatóságának fontos elemét képezik az annak elérését szolgáló intézkedések, eszközök és az azokhoz kapcsolódó költségek meghatározása (*VGT2 2015, Ungvári és társai 2015, Rákosi és társai 2017, MTA 2018*), mint amiként hasonlóan fontos a költségviselés kérdésének rendezése is. Találó gondolat ugyanakkor, hogy a megvalósítás költségeinek értelmezéséhez az is segít, ha megértjük a meg nem valószínűsítés kárait. A költségek megosztásának időbeli tagolása, vagyis a fokozatosság elvének gyakorlati alkalmazása nagyban hozzájárulhatnak ahhoz, hogy azok a társadalom számára elfogadhatóbbak legyenek (*Honti és társai 2017*).

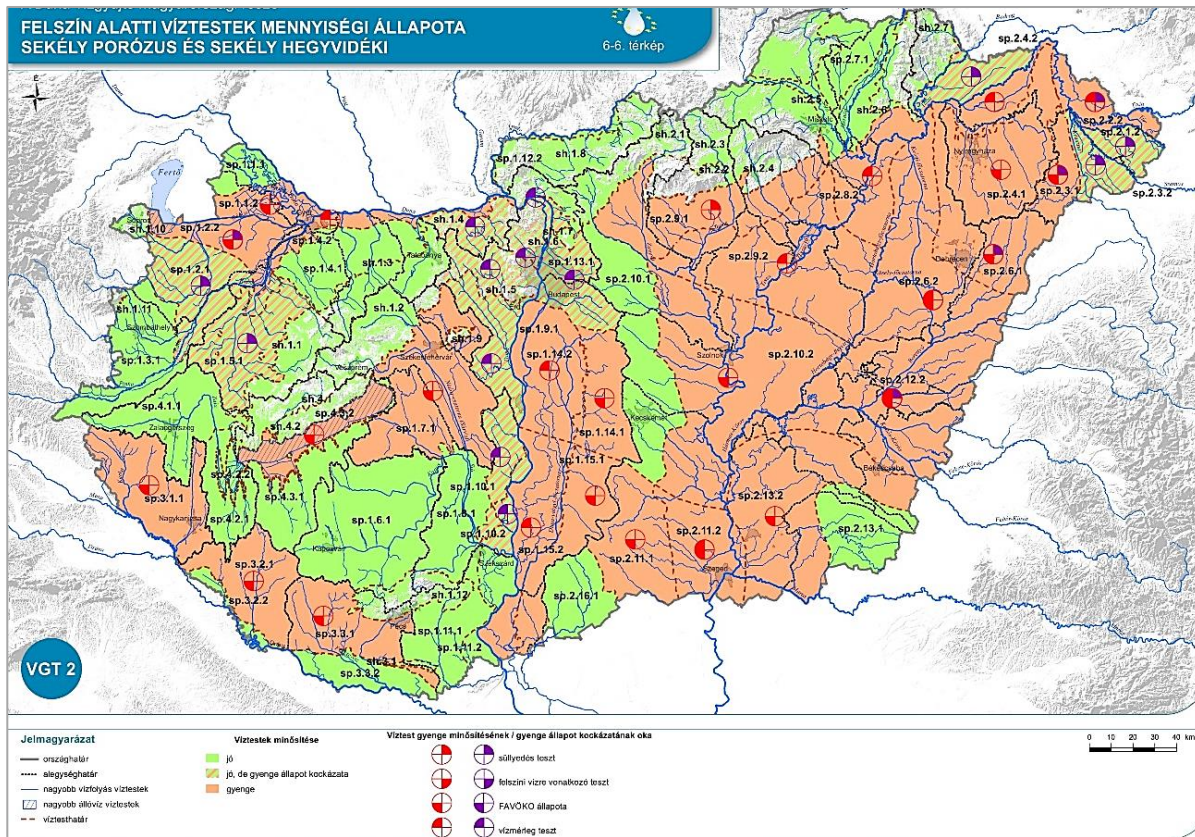
A TÁJSZEMLELETŰ VÍZGAZDÁLKODÁS KONCEPCIÓJA A HIDROGEOLÓGIA TUDOMÁNYA SZEMSZÖGÉBŐL

A tájszemléletű vízgazdálkodás koncepciójának teljeskörű alkalmazása természetesen a felszín alatti vízkészletekre is jelentős hatást gyakorolna (*Szűcs 2017*). A korábbi időszakban csak nagyon kevés tanulmánykészült azzal kapcsolatban, hogy az árvízi szükségeltározók vagy a belvív visszatartása esetében hogyan alakulnának egy adott területen a felszín alatti vízkészletek mennyiségi és minőségi viszonyai, hogyan módosulnának a felszín alatti áramlási rendszerek (*Szűcs és társai 2016*). Komoly kérdések ezek, hiszen bizonyos területeken akár több hónapos időszakokra vonatkozólag jelentős felszíni vízborítás alakulhat ki, amelynek talajvízszint emelő hatása mellett akár felszín alatti vízminőségmódosító hatása is lehet (*Szilágyi és társai 2017*). Különösen érdekes ez a kérdéskör, ha figyelembe vesszük a felszín alatti víztesteink állapotát a tájszemléletű vízgazdálkodás által potenciálisan leginkább érintett területeket a Tisza és a Körösök völgyében (*Szűcs és társai 2015*). Ezek a területeken a sekély porózus víztestek jelentős kiterjedésben gyenge állapotot mutatnak a vízgyűjtő gazdálkodási terv alapján definiált mennyiségi aspektusokat illetően (*2. ábra*). Nem sokkal jobb a helyzet a sekély porózus víztestek minőségi vagy kémiai állapotát illetően sem (*3. ábra*). Ez egyben azt is jelenti, hogy a tájszemléletű vízgazdálkodás gyakorlati megvalósítása jelentős mértékben módosíthatja (*Somlyódy 2011*), optimális esetben megfelelően tervezett kivitelezéssel akár javíthatja is a felszín alatti víztestek állapotát a mezőgazdasági és ökológiai előnyök mellett.

A tájszemléletű vízgazdálkodás megvalósítása jelentős mértékben tompítani tudná azokat a negatív hatásokat is, amelyek a szélsőséges időjárási viszonyok egyre gyakoribb előfordulása miatt alakulnak ki hazánkban. Ezek a hatások leginkább a föld vízkörfogalom felszíni elemeire hatnak (*Buday és társai 2015*). Ugyanakkor a felszín alatti vizes monitoring hálózat segítségével ezeket a negatív hatásokat már a felszín alatti vizek esetében is egyértelműen észlelni tudjuk (*Palcsu és társai 2017*). A *4. ábra* a bükk karsztvíz észlelő rendszer egyik legfontosabb monitoring kútjának mintegy negyedévszázados vízszint adatsorát mutatja. Az adatok jó dokumentálják, hogy a maximális karsztvízszintek a Bükkben egyre magasabbak, míg a minimális karsztvízszintek egyre alacsonyabbak. Az egyre

magasabbra kerülő vízszintek a villámárvizek egyre gyakoribb kialakulása és a zavarosság miatt kialakuló vízellátási problémák miatt okoznak számos nehézséget a vízellátásért felelős szakembereknek. Másrészt az egyre alacsonyabbra kerülő minimális vízszintek a térségi ivóvízellátást veszélyeztetik, hiszen ilyen időszakokban nagyon nehéz a kívánt mennyiségű ivóvíz biztosítása az érintett vízműveknél.

nyabbra kerülő minimális vízszintek a térségi ivóvízellátást veszélyeztetik, hiszen ilyen időszakokban nagyon nehéz a kívánt mennyiségű ivóvíz biztosítása az érintett vízműveknél.



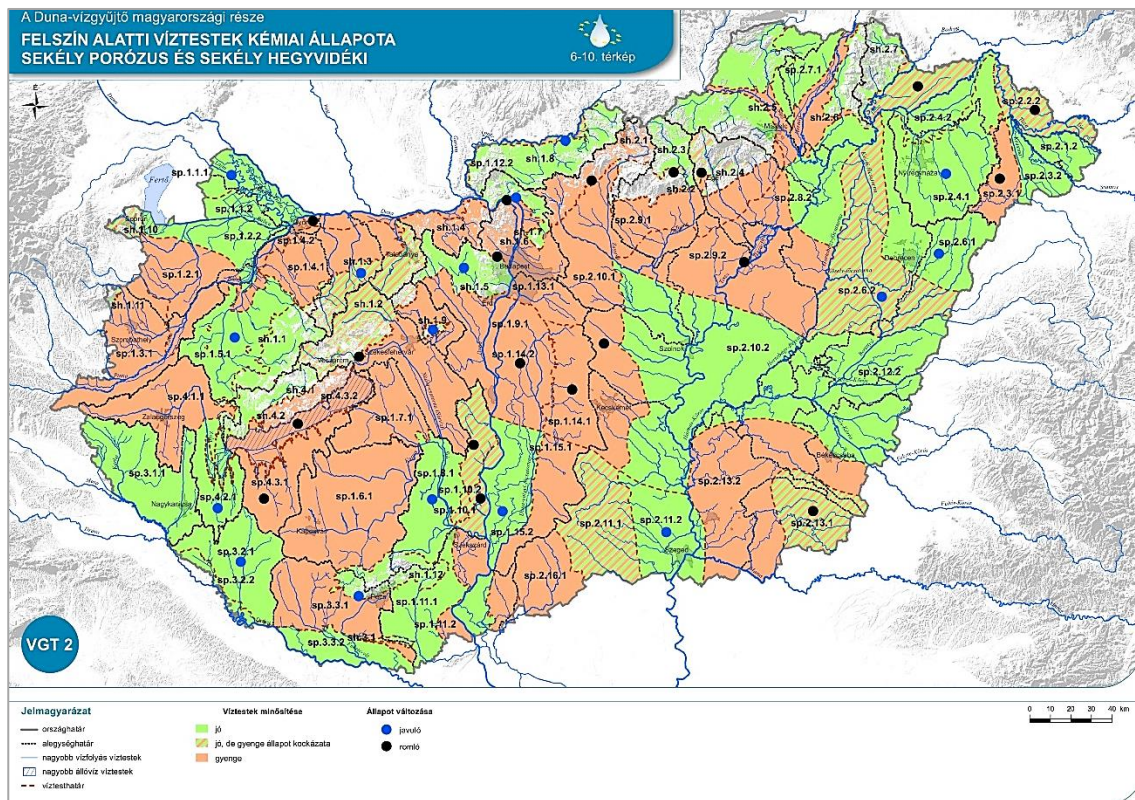
2. ábra. Felszín alatti víztestek mennyiségi állapota a VGT2 alapján (Forrás: www.vizeink.hu)
Figure 2. Quantity status of groundwater bodies based on the VGT2 (Source: www.vizeink.hu)

A tájszemléletű vízgazdálkodás tényleges megvalósítása nagymértékben segítheti a stratégiai fontosságúnak tartott mezőgazdasági vízigények hatékony kielégítését is. A mezőgazdasági célú öntözés volumenének növelésére leginkább a Tisza és a Körösök völgyében lenne szükség. A vízmérlegek adatai alapján megállapítható, hogy az öntözési vízigények kielégítése leginkább felszíni vízfolyásokból biztosítható hazánkban. A tájszemléletű vízgazdálkodás esetében jobban megvalósulhatna az árvízi és belvízi időszakok felesleges vizének talajban, illetve a telítettlen közegben való tárolása. Ennek eredményeként növekedhet a felszín alatti vizeink hasznosítható vízkészlete, amely akár mezőgazdasági öntözési célokat is szolgálhatna. A tájszemléletű vízgazdálkodás felszín alatti vizekre gyakorolt hatását leginkább hidrodinamikai és transzport modellezés segítségével tudnánk szemléltetni, amikor is különböző lehetséges szcenárió vizsgálatokkal előre lehetne jelezni a várható mennyiségi és minőségi változásokat az érintett térségek felszín alatti vízkészleteiben segítve ezzel a tervezési és kivitelezési munkálatokat. A vízügyi monitoring adatokon alapuló szimulációk segíthetik a szakmai döntéselőkészítést egy-egy térség vízgazdálkodási problémáinak megoldásában. A tájszemléletű vízgazdálkodás esetén még jobban megvalósítható a felszíni és felszín alatti vízkészletek együttes kezelése és hasznosítása (Petitta és társai 2018).

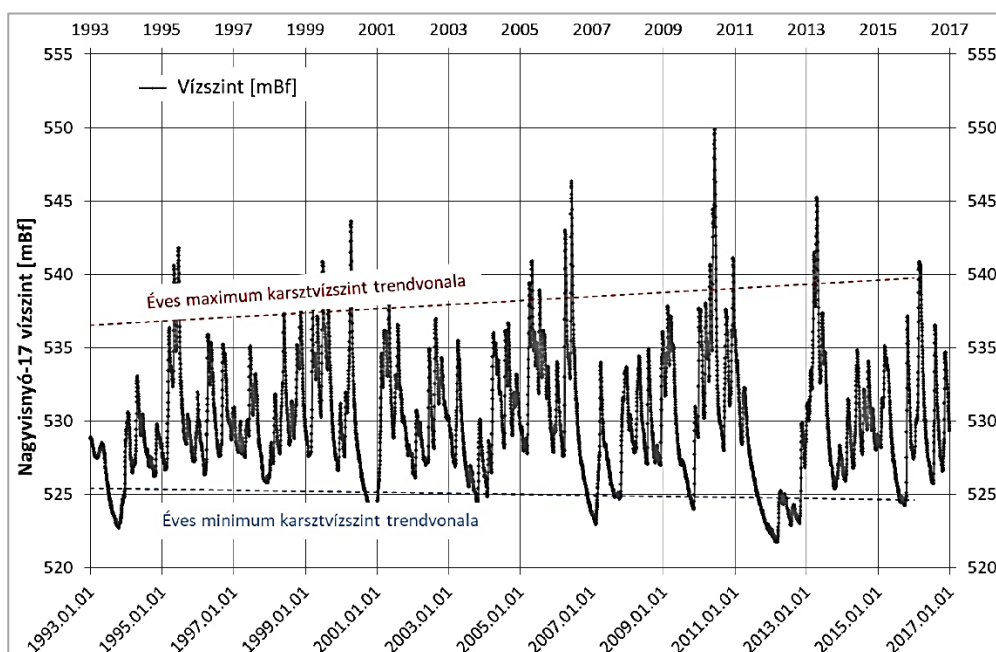
Kemény és társai (2018) által készített tanulmány az öntözés térbeliségére fókuszál és elsősorban a termelő szempontjából közelíti meg az öntözhetőség összetett problémakörét. A mezőgazdaság szabadföldi öntözési vízigényének becslését az öntözhető növények által lefedett nem öntözött területből kiindulva végezték el. A tanulmány a realitásokra támaszkodva helyesen állapítja meg, hogy a mezőgazdasági vízigény döntő részét felszíni vízből kell tudni biztosítani Magyarországon. A tanulmány egyik fő eredmények tekinthető az öntözésfejlesztéssel kapcsolatban az a megállapítás, hogy felszíni vízből 409 millió m³, míg a felszín alatti vízkészletekből 98,9 millió m³, vagyis együttesen 507,9 millió m³ vízigény biztosítható. Ezen adatok alapján a felszíni vízkészletekből a jelenlegi mintegy 51 ezer hektár szabadföldi öntözött mezőgazdasági területet 337,2 ezer hektárral lehetne bővíteni. A felszín alatti vízkészletekből a már most is öntözött 3 ezer hektár terület nagyságrendileg 45 ezer hektárral növekedne. A tanulmány ezeket a öntözhetőségi számokat elsősorban arra a stratégiai dokumentumra alapozza, amelyet Somlyódy (2002) készített a hazai vízgazdálkodás jövőjét illetően. Azt, hogy a közel 100 millió m³ nagysági évi öntözési célú felszín alatti vízmennyiséget, hol és hogyan, valamint milyen konkrét felszín alatti víztestekből lehetne biztosítani, arra nem tér ki a hivatkozott dokumentum, bár az Alföld vonatkozásában azt írja, nincs szabad

felszín alatti vízkészlet. Ezek az információk is megerősítik azt, hogy a tájszemléleti vízgazdálkodás gyakorlati alkalmazása jelentősen segítheti a mezőgazdasági célú vízigények kielégítését is, akár az Alföld fentebb említett kritikus

területeinek vonatkozásában is. Ebben az esetben is regionális és lokális, akár tábla szintű hidrodinamikai és transzport modellezési vizsgálatok segíthetik a vízgazdálkodási célú döntéshozókészítést és a szükséges hatásvizsgálatokat.



3. ábra. Felszín alatti víztestek kémiai állapota a VGT2 alapján (Forrás: www.vizeink.hu)
 Figure 3. Chemical status of groundwater bodies based on the VGT2 (Source: www.vizeink.hu)



4. ábra. Karsztvíz szintek alakulása a Nagyvisnyó 17 monitoring kútban 1993 és 2017 között (Szegeginé Darabos és társai 2015)
 Figure 4. The karst water levels in the Nagyvisnyó 17 monitoring well between 1993 and 2017 (Szegeginé Darabos és társai 2015)

A TÁJSZEMLELÉLETŰ VÍZGAZDÁLKODÁS KONCEPCIÓJA A TALAJTAN TUDOMÁNYA SZEMSZÖGÉBŐL

A tájszemlelétű vízgazdálkodás talajtani szempontjainak érvényesítése természetesen nem könnyű feladat. Az elérendő cél a talajerőforrások leghatékonyabb kihasználása, miközben termőképessége nem romlik, de inkább javul, és képes a talaj társadalmi, környezeti természeti-ökológiai funkcióinak fenntartására. Ezek a célok már első ránézésre is számos konfliktust hordoznak magukban, még akkor is, ha jelen írásunkban megpróbálunk csak a talajok vízgazdálkodási aspektusaira koncentrálni. Természetesen a vízgazdálkodás erősen összefügg számos talajkémiai, vízkémiai, kolloidkémiai jellemzővel és közben hatással vannak a talajbiológiai jellemzőkre, folyamatokra is. A tájszemlelétű vízgazdálkodás nem képzelhető el talajtani pillérek nélkül, hiszen a víz jelentős része rövidebb, hosszabb időt tölt a talajban, ott raktározódik, áramlik a felszínnel párhuzamosan, illetve az időjárás és tájhasználat függvényében fel-le a talajszelvényben, és talán itt hasznosul a legnagyobb mennyiségben a szántóföldi növénytermesztés során. A teljesség kedvéért azt is meg említeni, hogy a talajban a víztestek nem tisztán, hanem talajoldat formájában vannak jelen, a környezeti tényezőknek megfelelően dinamikusan változó kémiai egyensúlyrendszerek formájában. Itt történik a tápanyagok oldódása és a növények felé való közvetítése, de ugyanitt zajlanak le a toxikus anyagok oldódási, megkötődési, jó esetben lebomlási folyamatai is. Jó példa erre a nitrátosodás folyamata, amit bár nem széles körű vízgazdálkodási stratégiába illesztve, de mégis hosszú ideje kezel a szakma és a hatósági szabályozás, mind hazai, mind EU-s szinten (59/2008. (IV. 29.) FVM rendelet vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméhez szükséges cselekvési program részletes szabályairól, valamint az adatszolgáltatás és nyilvántartás rendjéről). Jelentős változások érezhetők az ökológiai funkciók fenntartását és a talajminőség javulását célzó szabályozásban is „Az éghajlat és környezet szempontjából előnyös mezőgazdasági gyakorlatokra nyújtandó támogatás igénybevételének szabályairól, valamint a szántóterület, az állandó gyepterület és az állandó kultúrával fedett földterület növénytermesztésre vagy legeltetésre alkalmas állapotban tartásának feltételeiről” szóló 10/2015. (III. 13.) FM rendelet.

A vizek kémiai jellemzőit meghatározó talajtani összefüggések mellett – melyre talán eddig is több figyelem összpontosult – a vízgazdálkodási koncepció irányából a vizek mennyiségi kérdései is előtérbe kerültek. Ennek oka a klímaváltozás, illetve a változó klimatikus feltételek között folytatott gazdálkodás alkalmazkodóképességének javítása. Nagy problémát jelent a jelenlegi tájhasználati és agrotechnikai módszertanban a víztöbblet – ár- és belvizek –, illetve a vízhiány, aszály kezelése. Sajnos a korábbi gyakorlat ezeket a problémákat nagyon mérnöki módon, egyenként próbálta kezelni, mely mára bebizonyosodott, hogy nem érte el a célját.

A talajaszály, a belvizek és árvizek probléma köre egyébként is szervesen összefügg. A belvizzel leginkább veszélyeztetett területek a hajdani árterek parti hát mögötti, lefolyástalan, mélyfekvésű területei. Az árvizek alkalmával kiöntő víz a meder mentén lelassul és lerakja hordalékának jelentős részét. Ez a folyamat egy durvább fizikai féleségű természetes gátat épít a folyók két oldalán – az úgynevezett folyóhátat, vagy parti gát, néhol parti hát – mely felett a nagy áradások vize kifolyt a folyóhátak mögötti területre, ahol megrekedt és csak a fokokon keresztül tudott lassan visszafolyani a főmederbe. Ezalatt természetesen a még benne levő lebegő, agyagfrakció is kiüledett és felhalmozódott a területen, agyagos, kötött talajokat eredményezve. Ezek a talajok erősen kötik a vizet, duzzadnak, rossz vízvezető képességgel rendelkeznek, így a hirtelen megjelenő többlet vizet nem tudják befogadni. Lefolyástalan, mélyfekvésű helyzetük miatt pedig magukra húzzák a vizet, ami ott megreked és belvizet okoz. A belvizek a talajokat tovább iszapoltják, így szerkezetük leromlik, porozitásuk leesik, ami a kialakult helyzetet tovább rontja. Ilyen körülmények között a tavaszi többletvizek sem tudnak a talajba szivárogni, azokat a gazdák minden erővel megpróbálják levezetni, hogy a területet minél hamarabb művelhetővé tegyék. Ezek a vizek később nagyon hiányoznak a talajból, ami fokozza a talajaszály kialakulásának lehetőségét. Ezért is vitatkozunk a jelenlegi szakmai vélekedéssel, mely a belvizekkel terhelt területeken nem javasol öntözést (*Kemény és társai 2018*). Szakmai szempontból ezek a területek igen is rászorulnak az aszályos években a többletvíz-ellátásra, öntözésre, elsősorban a pangóvízes területeken, ahol a belvizek a felszínen összegyülekező vizek eredménye.

Magyarország mezőgazdasági területeinek jelentős része, különösen az alföldi területek erősen aszály érzékenyek. Ennek természetesen részben klimatikus okai vannak, amit a kontinentális, száraz nyarakkal jellemzett kárpát-medencei klíma magyaráz. A nyári szárazság és aszály veszélyével a magyar mezőgazdaságnak folyamatosan szembe kellett/kell néznie. Ezt a helyzetet csak tovább rontja a klímaváltozás hatására szélsőségesebbé váló időjárás. A klímaváltozási szimulációs vizsgálatok ugyan nem jelzik a csapadék éves összegének további jelentős csökkenését, de az éven belüli eloszlás a téli félév csapadék mennyiségének növekedését, illetve a nyári csapadékok csökkenését jelzi előre. Fontos további tényező a szélsőséges csapadékok, intenzív záporok valószínűségének növekedése, ami a magyarországi talajtani adottságok miatt tovább csökkenti a hasznosuló víz mennyiségét. A legfontosabb területeken található kötött talajok a hirtelen csapadékokat nem tudják befogadni, a víz jelentős része elfolyik a felszínen és nem hasznosul a mezőgazdasági termelésben. Ezt az állapotot jelentősen rontja a művelés hatására létrejövő szerkezeti leromlás, ami drasztikusan csökkenti a beszivárgást és a talajok víztároló képességét.

A mezőgazdasági termelés szempontjából legfontosabb alföldi területek azonban nem csak helyi csapadékból

táplálkoznak, igen jelentős a Kárpátok területén hulló csapadékok alföld felé történő áramlása is, ami jelentősen csökkenthetné a mezőgazdaság időjárás függőségét. Nem csoda, hogy a réti, réti csernozjom talajokon nagyobb terméshozattal természetesebbek a vízigényesebb fajok, mert a klimatikus víz mennyisége nem mindig fedezi a vízszükségletüket. A medence aljba történő leszivárgást viszont szintén erősen befolyásolják a talajtani viszonyok. A rossz talajtani adottságok megakadályozzák a víz szabad áramlását a talajban, ami végeredményben csökkent beszivárgáshoz, vagy a felszín alá szorult, és oda feljönni nem tudó talajvizet eredményez. Hasonló összefüggérendszer állítható fel a kis vízgyűjtők területén, ahol az egyes domborzati, talajtani, tájhasználati egységek közösen alakítják a teljes rendszer működését.

A vízgazdálkodási stratégia talajtani, mezőgazdasági vízhasználati, felszín alatti és felszíni vizek minőségi összetevőinél talajtani szempontból teljes szemléletváltásra van szükség. Részben azért, mert a rossz vízgazdálkodási szokások számos talajdegradációs folyamatot indítanak, indítottak el, melyek erősen rontják a talajok vízgazdálkodási jellemzőit, tovább fokozva a szélsőségek hatásait. Ezeknek a veszélyeknek igen jelentős hazai talajtani irodalma van, számos jó szakkönyvvel (*Darab és Ferencz 1969, Stefanovits 1977, Dömsödi 1984*).

Az aszály, belvíz és árvizek kezelési stratégiáinak talajtani elemei

Összefoglalva a jelenlegi helyzetet a következő megállapítások tehetők a kialakítandó stratégia talajtani pillérei-nek kialakításához.

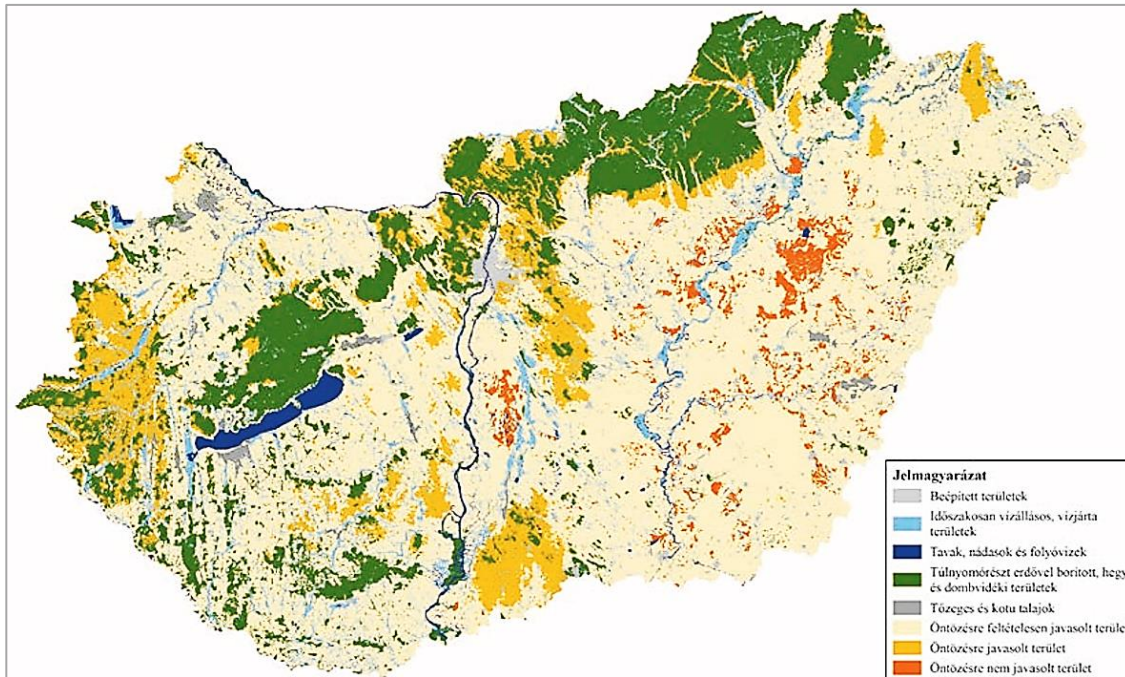
Magyarország talajainak jelentős részén, de különösen a klímaváltozás szempontjából leginkább érintett alföldi területeken az aszály, a belvíz és árvizek kialakulása egy-ségben kezelendő.

A talajtani okok mellett a szerkezet degradálódását fokozó agrotechnika tehető felelőssé a helyzet kialakításában. A talajok szántott szintje szerkezetileg elporosodott, porozitás, víztartó és vízvezető képessége erősen lecsökkent. A felszíni vizek így nem tudnak beszivárogni, ezért a lefolyástalan területeken belvizek jönnek létre, a lefolyással rendelkezőknél pedig oldalirányú elfolyás indul el a felszínen a felszíni vízfolyások felé, jelentősen megterhelve azokat és fokozva az árvízveszélyt, növelve a talajeróziót. A száraz időszakban történő öntözés az esetek nagy hányadát tekintve tüneti kezelés. A problémákat nem oldja meg, de időszakosan kezeli. Természetesen vannak intenzív kultúrák, ahol az időjárás kiszámíthatatlanságának csökkentése gazdaságilag mindenképpen kifizetődő. A többi esetben a valódi megoldás a talajaink vízgazdálkodási tulajdonságainak javítása lenne és a csapadék víz helyben való raktározása és felhasználása a természet kultúrákban.

Szakmai körökben egyre erősebben támogatott megoldás az úgynevezett zöldítési program, mely számos talajszerkezet javító megoldási lehetőséget kínál (a 10/2015. (III. 13.) FM rendelet). Takaró és másodvetésű növények, forgatás nélküli művelés, melyek hosszú távon javítják a talajszerkezetet és drénezik a felszínt, növelik a talajba szivárgott és ott tárolt víz mennyiségét, mindenképpen támogatni kell. Terménydiverzifikáció, a nagy területeken uralkodó monokultúrák csökkentése, illetve az ökológiai szempontú célterületek kijelölése – parlagon hagyott földterület – zöld-ugar, terasz, tájképi elemek, vízvédelmi sáv, agrár-erdészeti hektár, erdőszélek mentén támogatható hektársáv, rövid vágásfordulójú fás szárú energetikai ültetvény, erdősítt terület, ökológiai jelentőségű másodvetés, nitrogén megkötő növényekkel beültetett terület – mind olyan elem, amelyeket tájszemléletben kell kezelni, igényli az együttműködést a gazdák és hatóságok között, miközben számos direkt pozitív talajtani, talajtermékenységi hatással bírnak.

A felszíni vízpótlás egyébként számos talajdegradációs folyamat elindítója, okozója lehet, ezért öntözési rendszerek tervezésénél egy felelős rendszerben mindenképpen elkerülhetetlen a részletes talajtani vizsgálat. Bár a legfrissebb tanulmány „Az öntözhetőség természeti-gazdasági korlátainak hatása az öntözött területekre” (*Kemény és társai 2018*) számos helyen és részletesen hivatkozik a talajtani adottságok meghatározó jellegére, a tanulmány összefoglalásában már nem szerepel a talajtani tulajdonságok figyelembevétele. Jelenlegi tudásunk szerint az öntözés természeti-környezeti és gazdasági hatékonysága és megtérülése csak a talajtani tulajdonságok, a talajadottságok térbeliségének figyelembevételével érhető el. Mindenképpen támogatandó a precíziós rendszerek telepítése a táblákon belüli talajtani változatossághoz való alkalmazkodás lehetősége miatt és elkerülhetetlen az előzetes – a konvencionális vagy precíziós eszköztár közötti választás megalapozására -, illetve a részletes talajtani vizsgálatok elvégzése a precíziós öntözést kívánó területek felmérésére. Ezen vizsgálatok törvényi előírásai azért is fontosak, mert elkerülhetők az öntözés negatív talajtani hatásai, melyek a nemzeti vagy felélését, illetve a magas költségen beépített, esetleg banki hitelezéssel beszerzett eszközök értékének drasztikus csökkenését és hitelek behajthatatlanságát eredményezik.

Ezt a megközelítést támasztja alá a Kemény és munkatársai által is idézett *Szabolcs és társai (1976)* által szerkesztett és az MTA-TAKI által felújított öntözés talajtani alapjait bemutató térkép is, mely térkép az ország területének túlnyomó részét feltételelesen – talajtani alapokon meghatározott – öntözhető területnek osztályozza be. Ebből a szempontból a talajtani társadalom nagyon egységes és a képes a szükséges szakértői támogatásra.



5. ábra. Az öntözés talajtani lehetőségei. (Bakacsi és társai 2019, Szabolcs és társai 1968, 1969a, 1969b, 1976)
Figure 5. Map of irrigation possibilities (Bakacsi et al. 2019, Szabolcs et al. 1968, 1969a, 1969b, 1976)

A talajtani adottságok elemzésére használt adatbázisok természetesen kis méretarányúak, elfedik a helyi változottságot. Az öntözés legalább akkora talajdegradációs veszély, mint amekkora lehetőség a termelés hatékonyságának javításában. Nagyon erős talajtani szabályozás szükséges a káros hatások elkerülésére, különösen, ha figyelembe vesszük, hogy mekkora a röghöz kötött beruházási igény, mely nem mozdítható a degradált talajú, csökkent termékenységű területek felől.

A tájszemléletű vízgazdálkodás nem maradhat meg a tábla szintjén. Kisvízgyűjtő szinten is jelentős felszíni, felszín közeli áramlási rendszerek vannak, melyek térben és időben is újraosztják a felszíni vizeket, illetve az azok által szállított oldott és lebegtetett anyagokat, melyekkel számolni kell a kapacitások és veszélyek térbeli meghatározásánál.

A rossz adottságú, mélyfekvésű területek jelentős talajvízszennyezési kockázattal járnak, művelésük nehéz és költséges. A táblákon belül kialakult kisebb tavak lecsapolása igen költséges és nehéz, ráadásul azt a vizet visszük el a tábláról, ami utána nagyon fog hiányozni. Arról nem is beszélve, hogy ezek a mélyedések a táblán belül gyűjtik a vizet, így a lecsapolásuk a tábláról húzza el a vizet. Meghagyása a táblákon belül emeli a tábla talajvíz szintjét, javítja a száraz évek termésbiztonságát, miközben biztos élőhelyet jelent a mezőgazdasági kártevőket fogyasztó ragadozók számára, és hozzájárul az élőhely diverzifikáláshoz is.

A vízirányítási eszközök, eszközrendszerek kiépítése számos talajtani, talajvízszint változási folyamatot indítanak el, melyek előzetes vizsgálata a táj egésze szempontjából megkerülhetetlen. Itt elsősorban a szikesedési problémák jelentkehetnek, de a talajvíz megemelkedése, leesése önmagában is jelentős, sokszor nagy gazdasági kárt okozó folyamat.

Külön megemlíthető elem még az adathiány. A belvizes területek kezelése sok szempontból sarkalatos pont a stratégia fejlesztésében. Mint fentebb összefoglaltuk, a belvizek kialakulása két teljesen különbözőképpen kezelendő okkal magyarázható, a felszínen összegyűlő pangóvizekkel, illetve a megemelkedett talajvízzel. A magyarországi talajosztályozási rendszer nem különíti el a pangóvizes talajokat a réti talajoktól. Pangóvizes talajokat csak az erdőtalajok esetén értelmez, az alföldi réti és csernozjom átmeneti talajok esetén nem, így a talajtípus nem ad választ a legfontosabb kérdésre, miszerint a glejesedés, vagyis az időszakos víztelíttség az a talajvíz megemelkedése miatt alakul ki, vagy a fentről beszivárogni nem tudó és a felszínen megrekedt víz okozza a reduktív viszonyokat. A tájszempontrú vízügyi stratégiai ebből a szempontból jelentős információ igényt is megfogalmaz a szakterületek, így a talajtani szakemberek felé is.

A stratégiának mindenképpen tartalmaznia kell egy erős oktatási szegmenst a gazdák talajvízgazdálkodási szemléletének megváltoztatására. Megfontolandó lenne regionális mintagazdaságok kialakítása a gazdák számára hasznos „jó gyakorlatok” bemutatására, melyhez talajtani, talaj-vízgazdálkodási monitoring hálózat is csatlakozna.

A TÁJSZEMLELETŰ VÍZGAZDÁLKODÁS KONCEPCIÓJA A TÁRSADALOMTUDOMÁNYOK, KÖZELEBBRŐL AZ ÁLLAM- ÉS JOGTUDOMÁNY SZEMSZÖGÉBŐL

A következőkben röviden áttekintjük azon – zömében – állami intézkedéseket, amelyek valamilyen módon segítségül szolgálnak, illetve valamilyen lényeges kapcsolatban állnak a tájszemléletű vízgazdálkodás koncepciójával. Az itt elemzett kérdésköröket közel sem tekintjük kizárólagosnak, lezártak, azok említésével inkább csak a téma komplexitását kívánjuk szemléltetni. Ezt követően röviden ismertetésre kerülnek azon elképzeléseink, amelyekkel – reményeink szerint – még karakteresebb lépések tehetők a

tájszemléletű vízgazdálkodás megvalósítására. Jelen részben igyekszünk belefűzni azon kapcsolódási pontokat, amelyeken keresztül a jogtudomány esetleg hozzájárulhat a tájszemléletű vízgazdálkodás koncepciójának megvalósításához.

A tájszemléletű vízgazdálkodás irányába mutató, folyamatban lévő intézkedések

Jelen alfejezetben néhány gondolattal az erdősítés, az öntözésfejlesztés, a mezőgazdasági kockázatkezelési rendszer, valamint az agrár- és vidékfejlesztési támogatások témakörével kötnénk össze a vízszemléletű vízgazdálkodás koncepcióját.

Erdősítés

Az erdősítés széndioxid megkötésében (*Bastin és társai 2019*) illetve vízviszatarthatásban és tárolásában játszott szerepe ismert. Erre tekintettel előremutatónak tekinthető a Nemzeti Erdőstratégia azon célkitűzése, hogy Magyarországon a következő ötven évben az erdőborítottságot 27 százalékra növeljük 680 ezer hektár új erdő telepítésével (*FM 2016*). A célkitűzés pénzügyi keretként jelenleg jelentős részben a Vidékfejlesztési Program szolgál. Mindezek kapcsán *kérdésként vetődik fel, hogy a megvalósuló erdősítések mennyiben illeszkednek egy optimális tájszemléletű vízgazdálkodás koncepciójába*. A kérdés komplex kezelése kapcsán ugyanakkor figyelemmel kell lenni a hullámtéri erdőkhöz kapcsolódó problémákra is, illetve arra, hogy az erdők nem megfelelő telepítése száráthatja is a tájat (az erdő nélküli víztöbblet ezzel szemben pedig mocsárhoz vezethet).

Öntözésfejlesztés

Az elmúlt években a vízszolgáltatások legkülönbözőbb típusainál tapasztalhatunk rendszerszintű, jogi háttér szabályozást is érintő változásokat. E reformok közé illeszkednek a mezőgazdasági vízszolgáltatások is, azokon belül is jelentős hányadban a mezőgazdasági öntözés témaköre. Az öntözésfejlesztés vonatkozásában számos változás történt az elmúlt években (*Szilágyi 2015, Szilágyi 2017a*), ugyanakkor még koránt sem értünk e folyamat végére. Ezen megállapításunkat támasztja alá a legutóbbi időszakban elfogadott kormányhatározatok sora is, így az Öntözésfejlesztési Stratégia megalkotásáról szóló 1744/2017. (X.17.) Kormányhatározat, a hazai vízgazdálkodás öntözési célt szolgáló fejlesztési javaslatáról szóló 1426/2018. (IX. 10.) Kormányhatározat, illetve utóbbi végrehajtásáról rendelkező 1800/2018. (XII.21.) Kormányhatározat. Mindezek kapcsán egyértelműen látszik, hogy az állam a közeljövőben még a korábbi évekhez képest is mélyebben kíván foglalkozni az öntözésfejlesztéssel, amely kérdéskör pedig a tájszemléletű vízgazdálkodás szempontjából is kardinális. Az állam szándéka szerint ezen öntözésfejlesztés legfontosabb elemei közé tartozik – több más mellett – (a) egy öntözési ügynökség létrehozása, (b) az érintett, feltételezhetően jelentős számban mezőgazdasági termelőket tömörítő öntözési közösség kialakítása, (c) az öntözést biztosító, táblák közötti infrastruktúra tulajdoni-használati viszonyainak biztonságos rendezése, (d) egyfajta átfogó öntözési tervdokumentáció elfogadása, amely mentén az egyes öntözési beruházások is megvaló-

síthatók, (e) a táblán belüli öntözési beruházások finanszírozása. A következőkben röviden ezen elemek közül térünk ki néhányra.

Az öntözési ügynökség létrehozása (1426/2018. Korm. határozat 3. pont és 1800/2018. Korm. határozat 3. pont) végül a 2019. július 1. napjával kialakításra került Nemzeti Földügyi Központ (1150/2019. Korm. határozat 2. pont) – NFK rövidítéssel – keretében látszik megvalósulni (lásd az NFK feladatairól szóló 158/2019. Korm. rendeletet és az NFK Szervezeti és Működési Szabályzatáról szóló 1/2019. NFK utasítást). Nem mellesleg az NFK-nak komoly feladatai vannak az erdőgazdálkodás vonatkozásában is, amely a tájszemléletű vízgazdálkodás szempontjából előnyös is lehet.

A mezőgazdasági öntözés rendszerének kialakítása, illetve működtetése egy – egyébiránt a szakirodalom által is javasolt (*Szilágyi 2016, Szilágyi 2018*) – az erdőgazdálkodáshoz, vadgazdálkodáshoz, illetve halgazdálkodáshoz nagyban hasonlító állami tervezési rendszeren keresztül valósulna meg, amelynek egyfajta sarokköve a fent nevesített *Öntözésfejlesztési Stratégia*. Úgy látjuk, hogy e tervezési, tervdokumentációs tevékenység, illetve egy ehhez szervesen kapcsolódó átfogóbb, az öntözési tevékenységen túlmutató tervezési, engedélyezési rendszer lenne leginkább alkalmas arra, hogy a tájszemléletű vízgazdálkodás koncepciója érdemben megvalósuljon. Ennek kapcsán fontosnak tartjuk kiemelni, hogy az Agrárgazdasági Kutató Intézet (AKI) gondozásában 2018-ban elkészült egy értékes anyag az öntözésfejlesztésre koncentrálna, amelynek alapját jelentő kutatás során a készítőik ugyanakkor elsősorban a mezőgazdasági vízkereslet ökonomiai szempontok alapján történő meghatározására, számszerűsítésére helyezték a hangsúlyt, és ennek kapcsán – saját szavaikkal élve – a „vízkinálat tekintetében a víz adott területre történő eljuttatásának lehetőségére fókuszáltunk, az elérhető vízmennyiség kérdésére (készlet- vagy kontingensoldal) nem tértünk ki” (*Kemény és társai 2018*). Meglátásunk szerint a tájszemléletű vízgazdálkodás koncepcióját az szolgálhatná még hatékonyabban, ha az AKI 2018-as dokumentumában is szereplő, ott azonban kevésbé hangsúlyosan figyelembe vett szempontok a végső, egy esetleges engedélyezési rendszer alapját képező tervdokumentációban már érdemben is figyelembe vételre kerülnének.

A kapcsolódó dokumentumok (1800/2018. Kormányhatározat, 158/2019. Korm. rendelet, 1/2019. NFK utasítás) tanúsága szerint az érintettek a mezőgazdasági vízszolgáltatáshoz adott esetben egyfajta „öntözési közösség” keretében, annak segítségével férnének hozzá. (Megjegyezzük, hogy az 1800/2018. Kormányhatározat erre még, mint „önkéntes termelői öntözési közösségként” hivatkozik.) Habár meglátásunk szerint egy ilyen öntözési közösség létrehozása megvalósítható a meglévő vízgazdálkodási társulati rendszer átfogó reformjával is, de szintén természetes megoldásként adódik az is, ha egy új jogintézményt hoznak létre e célra. Egyfajta mintaként szolgálhat e vonatkozásban is a fentebb már említett vadgazdálkodásból (*Szilágyi 2016*) ismert „tulajdonosi közösség” jogintézménye.

Mezőgazdasági kockázatkezelési rendszer

Meglátásunk szerint a magyar agrárágazatba utóbbi években bevezetett új rendszerek közül jelentőségénél fogva kiemelkedik a mezőgazdasági kockázatkezelési rendszer (Szilágyi 2016, Szilágyi 2019), amely maga is ezer szállal kötődik, mind a tájszemléletű vízgazdálkodás koncepciójához, mind az öntözéshez, mind az agrár- és vidékfejlesztési támogatásokhoz (Szilágyi 2018). Avagy jobb esetben egy megfelelőképpen kialakított és működtetett tájszemléletű vízgazdálkodás jelentős mértékben hozzájárulhat ahhoz, hogy a mezőgazdasági kockázatkezelési rendszer a vízhez kötődő káresemények vonatkozásában alacsonyabb költséggel működhessen. Ennek felismerése már a KJT-ben is megtörtént, és szerencsére az öntözésfejlesztés aktuális fejleményei is azt támasztják alá, hogy a kormányzat ezen kapcsolattal foglalkozik; a 1800/2018. Kormányhatározat 10. pontja például rendelkezik arról, hogy az agrárminiszter vizsgálja meg „az aszálykár-elhárítási rendszer önálló pilléreként történő beépítésének lehetőségét a Mezőgazdasági Kockázatkezelési Rendszerbe”. Megjegyezzük ugyanakkor, hogy a tájszemléletű vízgazdálkodás koncepciójának gyakorlatba történő karakteresebb átültetése a fentiekén túl más jellegű előnyökkel is járhatna; nevezetesen a káresemény elmaradásával.

Agrártámogatások

Az agrár- és vidékfejlesztési támogatásokkal és azok közvetlen környezeti vonatkozásaival – agrárkörnyezetgazdálkodás, kölcsönös megfeleltetés, zöldítés – a jogi szakirodalom (Andréka 2015, Andréka és társai 2015, Csák 2012, Csák és Jakab 2012, Csák és Olajos 2008, Farkas Csamangó 2011, Farkas Csamangó 2015, Hegyes 2014, Olajos 2010, Szilágyi 2005, Szilágyi 2007, Szilágyi 2017b) meglehetősen nagy terjedelemben foglalkozott. Jelen részben azonban pusztán arra szeretnénk utalni, hogy rendszerszinten Magyarország és az Alföld vonatkozásában ezen közvetlen környezeti vonatkozású intézmények nem jelentettek nagy ösztönzést a jelenlegi mezőgazdasági területhasználati minták vonatkozásában; vagyis nem igazán ösztönöznek egy karakteresebb terület- illetve tájhasználat-újragondolásra. Kérdéses, hogy a 2020 utáni uniós költségvetési időszak új rendszerei (így például az ún. echo-scheme) mennyiben lendíthet ez irányba. Meglátásunk szerint a nem oly távoli jövőben esetleg érdemes lenne a tájszemléletű vízgazdálkodás szemszögéből is újraértékelni e nagyobb rendszereket.

A tájszemléletű vízgazdálkodás megvalósítását segítő további lehetőségek

A jelenleg már folyamatban lévő állami intézkedésekre tekintettel a tájszemléletű vízgazdálkodás – elsődlegesen a Tisza-vízgyűjtőjére koncentráló, egyébiránt jelentős részben a KJT-ben is megfogalmazott – koncepciójának gyakorlatba történő átültetésének legfontosabb lépéseit az alábbiakban foglalnánk össze (részleteiben lásd még Szilágyi 2018).

(a) A tájszemléletű vízgazdálkodás koncepciójának eredményes átültetése nem képzelhető el az állam központi szerepvállalása nélkül. Mindennek természetesen

szakszerűnek kell lennie, együttműködve más potenciális szereplőkkel is.

(b) Döntés szükséges arról, hogy – az ökoszisztéma-szolgáltatások megtartására, sőt immáron szükségszerűen azok fejlesztésére (például az új erdők telepítésével!) vizsztatartandó vízmennyiségre is figyelemmel – mekkora belföldi, illetve (például a mezőgazdasági termékek exportján keresztül) külföldi népszerűséget kíván Magyarország ellátni virtuális vizet tartalmazó termékeivel és szolgáltatásaival. E vonatkozásban is érdemes figyelembe venni azt, hogy az adott termékek, illetve szolgáltatások mekkora munkaerő hozzáadott értéket tartalmaznak. Mind-ezen kalkulációk pontos és naprakész adatbázisokat (illetve ezek fejlesztését) igényelnek önmagukban is. Ennek fontos eleme lehet a földminősítés rendszerének újragondolása is, amelynek pedig egyfajta alapját jelentheti az AKI fentebb hivatkozott 2018-as anyaga (Kemény és társai 2018) is, azonban indokolt lenne annak alapján továbbgondolni a rendszert egy jóval átfogóbb és komplexebb irányban.

(c) A fentiekkel párhuzamosan – jelentős részben a környezeti problémák (például, de nem kizárólagosan a klímaváltozás) miatt, azok hatékonyabb megoldása érdekében – szükségessé válhat egy átfogó területhasználat- illetve tájhasználat-váltás átgondolása az alföldi régióban egységben kezelve immáron az árvíz-belvíz-aszály-vízhasznosítás-környezetvédelem témaköröket, amelynek során – több más mellett – a különböző tervgazdálkodást folytató gazdálkodási ágazatok (erdőgazdálkodás, vadgazdálkodás, halgazdálkodás, az ehhez várhatóan hamarosan csatlakozó öntözővíz-gazdálkodás stb.) jelenleginél magasabb szintű koordinálása, integrálása kellene, hogy megvalósuljon. Annak érdekében, hogy egy magas színvonalú területhasználat alakulhasson ki rugalmas (pl. művelési) rendszerek működtetése irányába kellene elmozdulni, amelyek – több más mellett – megfelelően képzett, és a probléma mélysége miatt érdekelt, tájékozott területhasználókat (gazdálkodókat), illetve olyan agrár- és vidékfejlesztési támogatási rendszereket feltételeznek, amelyek e rugalmasságot lehetővé teszik, ösztönzik.

(d) Magyarország számos határral osztott felszíni- és felszín alatti vízadórára tekintettel mérlegelendő a határon átnyúló együttműködés továbbfejlesztése, természetesen nagyfokú óvatossággal, mellőzve a naiv kezdeményezéseket, megfelelő biztosítékok mentén.

(e) Tisztázandók továbbá a megvalósítás költségei, és hogy azokat kik viselik.

(f) A fenti változások bevezetése csak hosszú távon, fokozatosan képzelhető el, hogy a legkevesebb társadalmi megrázkódtatással járjon.

(g) Mivel egy ilyen átállás csak hosszú távon képzelhető el, emiatt megfelelő (például jogi) garanciák kellene ezek végrehajtására, vagyis időközben ne lehessen indokolatlanul, rövid távú érdekeknek megfelelően az össztársadalmi jót mellőzni, illetve hogy tényleg csak az időközben szükséges valós korrekciókat hajtsák végre a fentebb foglalt pontok vonatkozásában.

KÖVETKEZTETÉSEK

Magyarországon napjaink egyik nagy, megoldásra váró problémaköre – nevezetesen az Alföld középső tájain halmozódó káresemények sora, illetve a kapcsolódó ökoszisztéma-szolgáltatások sorvadása – csak integratív szemlélettel oldható meg megfelelő módon. A Vásárhelyi Terv, illetve annak Továbbfejlesztésének kivitelezése számos elemében kérdéseket vet fel azok megfelelősége kapcsán. A vízgazdálkodás újragondolása – benne napjaink egyik kiemelt témájának, a mezőgazdasági öntözésnek az újra-koncepcionalizálása – megteremti annak lehetőségét, hogy a szükséges szemléletváltást megvalósítsuk, s hogy a kivitelezést ennek szellemében alakítsuk. Jelen munka ezen újragondoláshoz kíván alapot teremteni három egymástól elkülönülő, a vízgazdálkodás e problémakörénél mégis szorosan összekapcsolódó tudományterület oldaláról felvázolva a helyzetet. A szerzők reményei szerint jelen munka inspirálólag hat más tudományterület képviselőire is, hogy a kérdéshez kapcsolódó nézeteit a széles nyilvánosság elé tárja.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatómunka a Miskolc Egyetemen Műszaki Földtudományi Karának GINOP-2.3.2-15-2016-00031 jelű „Innovatív megoldások a felszín alatti vízkészletek fenntartható hasznosítása érdekében” című projektjének részeként – a Széchenyi 2020 program keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Strukturális és Beruházási Alapok társfinanszírozásával valósul meg.

IRODALOMJEGYZÉK

1107/2003. (XI.5.) Kormányhatározat a Tisza-völgy árvízi biztonságának növelését, valamint az érintett térség terület- és vidékfejlesztését szolgáló programról (a Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése).

1744/2017. (X.17.) Kormányhatározat az Öntözésfejlesztési Stratégia megalkotásáról.

1426/2018. (IX. 10.) Kormányhatározat a hazai vízgazdálkodás öntözési célt szolgáló fejlesztési javaslatairól.

1800/2018. (XII.21.) Kormányhatározat a hazai vízgazdálkodás öntözési célt szolgáló fejlesztési javaslatairól szóló 1426/2018. (IX. 10.) Korm. határozat végrehajtásával összefüggő intézkedésekről.

1150/2019. (III. 25.) Kormányhatározat a Nemzeti Földügyi Központ létrehozásáról.

Andréka T. (2015). A Közös Agrárpolitika reformja nyomán 2014-2020. évekre bevezetett új közvetlen támogatási rendszer, *Agrofórum* 26(5), 6-12.

Andréka T., Bányai K., Olajos I. (2015). A magyar agrár-piacpolitika legfontosabb változásai a Közös Agrárpolitika 2013-as reformját követően, *Journal of Agricultural and Environmental Law* 10(19), 19-31.

Balogh P. (2001). Hagyomány és jövő: az ártéri tájgazdálkodás koncepciója. *Földrajzi Közlemények*, 125(3-4), 249-270.

Balogh P. (2003). Árvízvédelem és gazdálkodás. In: *Tiszavölgyi tájváltozások*, Tóth Albert (szerk.), Kisújszállás, 127-142.

Borsos B. (2010). *Érdekek és érdektelenségek a Tisza mentén. Esettanulmány a Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztéséről*. A JNO megbízásából készített tanulmány, amely részét képezi a JNO 2010-es tevékenységéről készített beszámoló CD mellékletének.

Bastin J-F., Finegold Y., Garcia C., Mollicone D., Rezende M., Routh D., Zohner C. M., Crowther T. W. (2019). The global tree restoration potential. *Science* 365(6448), 76-79., DOI: 10.1126/science.aax0848.

Buday T., Szűcs P., Kozák M., Püspöki Z., McIntosh R. W., Bódi E., Bálint B., Bulátkó K. (2015). Sustainability aspects of thermal water production in the region of Hajdúszoboszló-Debrecen, Hungary. *Environmental Earth Sciences* 74, 7513-7521.

Csák Cs. (2012). Cross compliance, avagy környezetvédelem a támogatás feltételeként, *Publicationes Universitatis Miskolciensis Sectio Juridica et Politica* 30(2), 423-433.

Csák Cs., Jakab N. (2012). Magyar Nemzeti Jelentés a mezőgazdaságról es a fenntartható fejlődés követelményeiről, *Journal of Agricultural and Environmental Law* 7(12), 50-79.

Csák Cs., Olajos I. (2008). Az egyszerűsített kifizetési rendszer bevezetése a tagállami közigazgatási és bírósági rendszerbe, *Journal of Agricultural and Environmental Law* 3(5), 31-43.

Darab K., Ferencz K. (1969). *Öntözött területek talajterképezése*. Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet, Budapest.

Dömsödi J. (1984). *Talajjavítási útmutató*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Farkas Csamangó E. (2011). A kölcsönös megfeleltetés környezetvédelmi követelményrendszere az EU-ban, *Forum: Acta Juridica et Politica* 1(2), 83-93.

Farkas Csamangó E. (2015). A zöldítési támogatás szabályozási rendszere, *Acta Universitatis Szegediensis Acta Juridica et Politica* 77, 482-491.

FM (2016). *Nemzeti Erdőstratégia 2016-2030*. Földművelésügyi Minisztérium. In: https://www.kormany.hu/download/a/1a/d0000/Nemzeti_Erd%C5%91strat%C3%A9gia.pdf

Hegyes P. (2014). A vidékfejlesztés és a közvetlen kifizetések kapcsolódási pontjai a 2013. évi „KAP-reform” alapján, *Journal of Agricultural and Environmental Law* 9(17), 50-61.

Heilmann D., Fehér J. (2017). Strengthening cooperation between river basin management planning and flood risk prevention to enhance the status of the waters of the Tisza River Basin (JOINTISZA). *Hidrológiai Közöny*, 97(3), 35-39.

Honti M., Szilágyi J. E., Ungvári G. (2017). *Víz tudományi program 6. fejezet – Társadalomtudományi kihívások: A vízszemléletű kormányzás – water governance*. Gépirat, MTA Víztudományi Koordinációs Csoport, március 31. verzió.

- IPCC (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge–New York.
- Kemény G., Lámfalusi I., Molnár A. szerk. (2018). *Az öntözhetőség természeti-gazdasági korlátainak hatása az öntözhető területekre*. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest, DOI: <http://dx.doi.org/10.7896/ak1801>
- KJT (2017). *Kvassay Jenő Terv vagy Nemzeti Vízstratégia*. A Nemzeti Vízstratégia és a végrehajtását biztosító intézkedési terv elfogadásáról szóló 1110/2017. (III. 7.) Korm. határozat alapján a KJT közzétételére a kormány honlapján került sor a Belügyminisztérium által 2017 áprilisában.
- Korompay A. (2008). A Vásárhelyi-Terv Továbbfejlesztése. 2008. április 11. napi előadás-anyag. In: <http://www.elotiszaert.hu/download.php?id=197>
- Kovács S., Lovas A., Gombás K. (2016). Magyarország árvízvédelme az integrált vízgazdálkodásban a Tisza folyó példáján. *Hidrológiai Közlöny*, 96(4), 6-19.
- MTA (2011). *Magyarország vízgazdálkodása. Köztisztületi Stratégiai Program*. In: http://old.mta.hu/data/Strategiai_konyvek/viz/viz_net.pdf
- MTA (2018). *A Nemzeti Víz tudományi Kutatási Program kihívásai és feladatai*. In: <http://mta.hu/viz>
- Olajos I. (2010). Környezetvédelmi szempontok érvényesítése az agrár-támogatásokban. In: Szilágyi János Ede (szerk.): *Környezetjog*, Novotni Alapítvány, Miskolc, 89-97.
- Palcsu L., Kompár L., Deák J., Szűcs P., Papp L. (2017). Estimation of the natural groundwater recharge using tritium-peak and tritium/helium-3 dating techniques in Hungary. *Geochemical Journal* 51, 439-448.
- Petitta M., Bodo B., Cseko A., Del Bon A., Fernandez I., García Alibrandi C.M.; García Padilla M.; Hartai E.; Hinsby K., Muller P., Mikita V., Szucs P., van der Keur P. (2018). The KINDRA project: sharing and evaluating groundwater research and knowledge in Europe. *Acque Sotteranee – Italian Journal of Groundwater* AS24- 324: 07-16., DOI: 10.7343/as-2018-324
- Rákosi J., Ungvári G., Kis A. (2017). Fenntartható vízgazdálkodást és a Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv végrehajtását elősegítő gazdaságsszabályozási koncepció. *Hidrológiai Közlöny*, 97(1), 21-31.
- Somlyódy L. (szerk.) (2011). *Köztisztületi Stratégiai Programok. Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok*. MTA, Budapest.
- Szabolcs I., Darab K., Várallyay Gy. (1968). A tiszai öntözőrendszerek és a Magyar Alföld talajainak termékenysége. I. Az öntözés talajtani lehetőségei és feltételei Szolnok, Hajdú-Bihar, Békés és Csongrád megyék területén. *Agrokémia és Talajtan* 17. 453-464.
- Szabolcs I., Darab K., Várallyay Gy. (1969a). A tiszai öntözőrendszerek és a Magyar Alföld talajainak termékenysége. II. A talajvíz „kritikus” mélysége a kiskörei öntözőrendszer által érintett területeken. *Agrokémia és Talajtan* 18. 211-220.
- Szabolcs I., Darab K., Várallyay Gy. (1969b). A tiszai öntözőrendszerek és a Magyar Alföld talajainak termékenysége. III. Az öntözés lehetőségeit és feltételeit ábrázoló 1:25.000-es léptékű térképek készítésének módszerei. *Agrokémia és Talajtan* 18. 221-234.
- Szabolcs I., Darab K., Várallyay Gy., Mélyvölgyi J. (1976). Az öntözés talajtani lehetőségei és feltételei Magyarországon. 1:500.000-es léptékben készített térkép. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet.
- Szegediné Darabos E., Miklós R., Tóth M., Lénárt L. (2015). A 2014/2015-ös év legfontosabb kutatási irányai és eredményei a Bükkben. In: *Karsztfelődés XX.*, Szombathely, 29-47., DOI: 10.17701/15.29-47
- Stefanovits P. (szerk.) 1977. *Talajvédelem, környezetvédelem*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Szilágyi J. E. (2005). A Közös Agrárpolitika 2003-as reformja – útban a teljes szétválasztás felé. *Publicationes Universitatis Miskolciensis Sectio Juridica et Politica* 23(2), 561-576.
- Szilágyi J. E. (2007). Az agrár és vidékfejlesztési támogatások új rendszere. *Publicationes Universitatis Miskolciensis Sectio Juridica et Politica* 25(2), 719-733.
- Szilágyi J. E. (2015). A mezőgazdasági öntözéssel összefüggő egyes jogi problémákról. *Miskolci Jogi Szemle*, 10(1), 33-51.
- Szilágyi J. E. (2016). A vízhez kötődő káresemények jogi szabályozása – előtanulmány. *Publicationes Universitatis Miskolciensis Sectio Juridica et Politica* 34, 281-314.
- Szilágyi J. E. (2017a). Aktualitások a mezőgazdasági vízjog köréből. In: *Honori et virtuti*, Gellén Klára (szerk.), Iurisperitus, Szeged, 423-434.
- Szilágyi J. E. (2017b). A mezőgazdasági és vidékfejlesztési pénzügyek, valamint a mezőgazdasági kockázatkezelés szabályai. In: *Agrárjog*, Szilágyi János Ede (szerk.), Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 236-264.
- Szilágyi J. E. (2018). *Vízszemléletű kormányzás – vízpolitika – vízjog*. Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, <http://real.mtak.hu/80278/>
- Szilágyi J. E. (2019). A mezőgazdasági kockázatkezelési rendszer kiépítésének indokai, lépései és főbb jogintézményei. In: *Biztosítás több szem-szögből*, Barta Judit (szerk.), Patrocinium, Budapest, 113-119.
- Szilágyi J. E., Baranyai G., Szűcs P. (2017). A felszín alatti vízkivételek liberalizálása az Alaptörvény és az európai uniós jog tükrében. *Hidrológiai Közlöny* 97(4), 14-23.
- Szöllősi-Nagy A. (2015). Megatrendek, globális vízváltás, kihívások, avagy mit ér a tudományunk? Van-e megoldás? című előadás. Miskolci Egyetem, Miskolc, 2015. május 12.
- Szűcs P. (2017). Felszín alatti vizek – a hidrológiai ciklus láthatatlan része. *Magyar Tudomány*, 178. évfolyam, 10. szám, 2017. október, pp. 1184-1197. DOI: 10.1556/2065.178.2017.10.2, <http://www.matud.iif.hu/MaTud-2017-10.pdf>

Szűcs P., Kompár L., Palcsu L., Deák J. (2015). Estimation of groundwater replenishment change at a Hungarian recharge area. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* 10(4), 227-246.

Szűcs P., Mikita V. (2016). Felszín alatti vízkészleteink és a hidrogeológiai kutatások helyzete hazánkban. *Hidrologiai Közöny* 96(1), 7-20.

Tamás J. (2016). Kihívások az aszálykutatás területén. *Hidrologiai Közöny*, 96(2), 13-20.

Tamás J. (2017). Az aszály. *Magyar Tudomány*, 178(10), 1228-1237.

Ungvári G., Kis A., Rákosi J. (2015). Gazdaságyszabályozási koncepció. Intézkedési javaslatok az ex-ante feltételek teljesítésére és az intézkedési program követelményei szerint rendszerezve A Duna-vízgyűjtő magyarországi része Vízyűjtő-gazdálkodási Terv 2015, 8-5 melléklet.

VGT1 (2012). Magyarország vízyűjtő-gazdálkodási terve; a 1042/2012. Korm. határozattal elfogadva.

VGT2 (2015). Magyarország felülvizsgált, 2015. évi vízyűjtő-gazdálkodási terve; a 1155/2016. Korm. határozattal elfogadva.

World Water Assessment Programme (2003). *Water for People. Water for Life*. The United Nations World Water Development Report, UNESCO–Berghahn Books, [s. l.].

World Water Assessment Programme (2006). *Water. A shared responsibility*. The United Nations World Water Development Report 2, UNESCO–Berghahn Books, Paris–New York.

World Water Assessment Programme (2009). *Water in a changing World*. The United Nations World Water Development Report 3, UNESCO–Earthscan, Paris–London.

VTT (2001). *A Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése: Műszaki Koncepció*. A koncepciót a VIZITERV CONSULT Kft. készítette. 2001. augusztusi lezárású.

VTT (2002). *A Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése (a területfejlesztési, ökológiai igényekkel és az Európai Unió Víz Keretirányelvével összhangban): Koncepció-terv*. A koncepció a Közlekedési és Vízügyi Minisztérium Vízkárelhárítási Főosztály megbízásából készült. A munkát összefogta és szerkesztette a VITUKI Rt. 2002. március 25. napi lezárású.

VTT (2004). *A Tisza-mente integrált területfejlesztési, vidékfejlesztési és környezetgazdálkodási koncepciója*. A koncepció az Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Főigazgatóság szerződése keretében a Magyar Terület- és Regionális Fejlesztési Hivatal és a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium szakmai irányításával készült. A koncepciót a VÁTI Kht., a MTA RKK ATI és a VIZITERV Consult Kft. készítette. Budapest, 2004. májusi lezárású.

VTT (2005). *A Tisza-mente integrált területfejlesztési, vidékfejlesztési és környezetgazdálkodási programja*. A munka az Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Főigazgatóság szerződése keretében a Magyar Terület- és Regionális Fejlesztési Hivatal szakmai irányításával készült. A koncepciót a VÁTI Kht., a MTA RKK ATI és a VIZITERV Consult Kft. készítette. Budapest, 2005. januári lezárású.

A SZERZŐK



SZILÁGYI JÁNOS EDE a Miskolci Egyetemen szerzett 2003-ban jogi doktori diplomát, majd 2008-ban PhD oklevelet. 2016-ban a Miskolci Egyetemen habilitált. Korábban Deák-, Bolyai-, Magyar-, illetve ÚNKP-ösztöndíjas kutató. 2018-tól a Miskolci Egyetem Agrár- és Munkajogi Tanszékének vezetője. 2019-től a Mádl Ferenc Összehasonlító Jogi Intézet vezetője. Kutatási területe a természeti erőforrásokhoz kapcsolódó jogi kérdések széles spektrumát fogja át, amelyben a vízjog kiemelt kutatási területet képez. Első vízjogi monográfiáját 2013-ban, másodikát 2018-ban jelentette meg. 2017-ben az MTA Víz tudományi Koordinációs Csoportjában, annak vízjogi szakértőjeként vett részt.

DOBOS ENDRE a Gödöllői Agrártudományi Egyetemen végzett agrármérnöki szakon 1993-ban, majd 1998-ban doktorált az amerikai Purdue Egyetemen digitális talajtérképezési témakörben. 1993-tól a Miskolci Egyetem Földrajz-Geoinformatikai Intézetében dolgozik, illetve a Természetföldrajz-Környezettan intézeti tanszék vezetője. Az elmúlt években a mezőgazdasági talajok állapotának felmérésével, illetve a talajok precíziós gazdálkodást meghatározó jellemzőinek térképezésével foglalkozik. A Magyar Talajtani Társaság Talajtérképezési és Talajgenetikai szakosztályának elnöke, illetve a Nemzetközi Talajtani Társaság Talajgenetikai Osztályának elnöke.

SZÚCS PÉTER a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karán szerzett kitüntetéses geofizikus-mérnöki oklevelet 1988-ban. Oktatói és kutatói pályájának elején először a Geofizikai Tanszéken, majd az MTA Bányászati Kémiai Kutatólaboratóriumában dolgozott. 1993-ban Dr. Univ. címet, majd 1996-ban PhD doktori oklevelet szerzett. 2009-ben megszerzi az MTA doktora tudományos címet, illetve sikeresen habilitált a Miskolci Egyetemen. 1998 óta a Miskolci Egyetem Hidrogeológiai – Mérnökgeológiai Tanszékén dolgozik. 2010-től a tanszék vezetője. 2010-ben egyetemi tanári kinevezést kapott. Az MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport vezetője 2012-től. Publikációinak száma több mint 500. 1998-tól a Magyar Hidrológiai Társaság tagja. A Hidrológiai Közöny szerkesztőbizottságának tagja.

Árvízvédelmi gát repedésének vizsgálata multielektrodás geoelektromos módszerrel

Kovács András¹, Nagy László², Begidsán Anna¹

¹ KBFI-Triász Kft., 1155 Budapest Vág utca 31. (kbfi@triasz.net)

² Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar, Geotechnika és Mérnökgeológiai Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 5-7. (nagy.laszlo@epito.bme.hu)

Kivonat

Az árvízvédelmi gátak csak ritkán kapnak erős vízterhelést a Kárpát-medencében. Eltelik 3-5 év is, hogy a folyó ne áztassa a töltést. A kötött talajok – különösen a laza kötött talajok – hosszantartó száradás hatására elvesztik a víztartalmukat, zsugorodnak, összeropadnak. A repedések egy része az újranedvesedéskor sem gyógyul vissza, így a töltésben vizet jól vezető repedések maradnak vissza. Egy közismerten rossz minőségű gátban kerestük a repedések kimutathatóságát geoelektromos módszerrel. A kutatás keretében arra kerestük a választ, hogy a kiszáradt töltésbe szivattyúzott jó vezetőképességű víz hogyan változtatja meg a töltés keresztmetszet elektromos vezető képességét.

Kulcsszavak

Geoelektromos mérés, árvízvédelmi gát, töltésrepedés, zsugorodás, áztatási kísérlet.

Multielectrode geoelectric investigation of a cracked dike

Abstract

Flood protection dams rarely receive heavy water loads in the Carpathian Basin. It will take 3-5 years for the river flood to soak up the dikes. Heavy clays - especially the loose heavy clays - lose their water content after a long dry period, shrink and become cracks in the dike. Some of the cracks do not close when rewetted, leaving cracks that carry water well in the dike. We searched for the detection of cracks by a geoelectric method in a well-known bad condition dike. The aim of the research was to find out, if a well-conductive water pumped into the dried dike, how changes the electrical conductivity of the cross-section.

Keyword

Geoelectrical measure, dike, cracked embankment, shrink, rewetting.

BEVEZETÉS

A Tarna töltések alapját – belső magját - a Tarna mederrendezése adta, a mederből kikerült talajt a parton helyezték el. Ebből a sokszor nedves talajtól tömörítés nélküli depóniát képeztek, ami évek múlva a töltésfejlesztés alapja lett. Az évek során a változó árvízi helyzet és a biztonságra vonatkozó előírások következményeként a depóniát több ütemben magassították, erősítették.

A töltésállapot megismerése céljából elvégzett vizsgálatok azt mutatták, hogy a korábban a mederből kiemelt talaj víztartalma lecsökkent, a jelentős mennyiségű montmorillonitból álló agyagban zsugorodás következett be, aminek hatására a gát összezárult. A repedések a töltésben megmaradtak annak ellenére, hogy azok a felszínen összezárultak. Ezt geoelektromos mérésrel egyértelműen ki lehetett mutatni. Habár a repedések kimutatására semmilyen geofizikai módszer nem volt alkalmas, a talaj kiszáradását egyértelműen lehetett azonosítani, ami pedig egyértelműen bizonyította a zsugorodási repedések kialakulását (Nagy 2004).

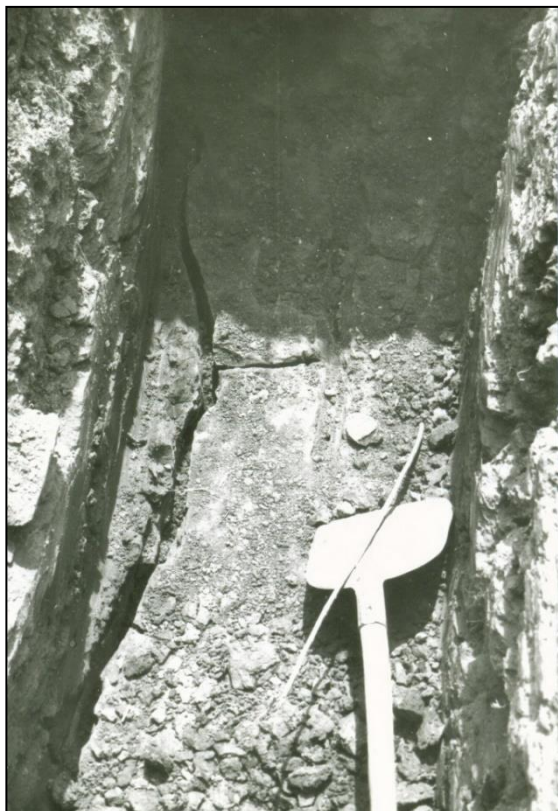
A gátállapot fűrészek közötti feltáráshoz olyan roncsolás mentes vizsgálati módszerre volt szükség, melynek eredményei alapján a gát szerkezetére, repedezettségére lehet következtetni. A felszíni geoelektromos mérési módszer megfelelőnek bizonyult erre a feladatra. Ezen vizsgálatokat 1997 nyarán végeztük, de az eredmények most 20 év múlva is érdeklődésre tarthatnak számot.

Multielektrodás geoelektromos szelvényezéssel meghatároztuk a repedezett szakaszokat a gáttestben. Az eredmények alapján egy kritikus repedezettséget mutató szakaszon a repedések rendszerének meghatározására nyelletes kísérletet végeztünk. A nyelletes kísérlet során

végzett felszíni geoelektromos mérések alkalmazásával a gáttest roncsolása nélkül kaptunk pontos képet a gát repedezettségének mértékéről, a repedések rendszeréről. Bár ezzel a méréssel sem tudtuk megmondani, hogy mekkora repedések vannak a töltésben és milyen sűrűn, de következtetni lehetett arra, hogy milyen gyorsan jut tovább a repedésekben a betöltött folyadék, a töltés keresztmetszet mely részei nedvesedtek át. A rövid idejű méréseknel a töltés víztartalom változása a repedésekben és azok közvetlen környezetében okozott a geoelektromos mérésekben változást (Nagy és társai 2008a és b).

A GEOELEKTROMOS MÉRÉSI EREDMÉNYEK ÉS A GÁTTEST REPEDEZETTSÉGE

A felszíni geoelektromos multielektrodás szelvényezést több ütemben végeztük el a Tarna bal parti töltés 13+100 és 19+400 töltéskilométere között a feltárások alapján szükségesnek ítélt szakaszokon. A méréseket a gáttesttel párhuzamos hossz-szelvények és a gáttestre merőleges kereszt-szelvények mentén végeztük. A módszer alkalmazhatóságának vizsgálata céljából összevetettük a geoelektromos mérések eredményeit a gáttesten készült fűrészek rétegsoraival, labor eredményeivel. A mérések eredményeként kapott ellenállás értékek tág határok között változtak (3-250 ohmm), az ellenőrző fűrészekben feltárt általánosságban kövér agyagokat mutató rétegsorok ellenére. A természetes állapotú agyagtalajokra általában a 20 ohmméternél kisebb ellenállás értékek jellemzőek, így a szelvényeken az ellenállás növekvés a töltés anyagának nagymértékű kiszáradására, összeropadottságára utalt. Egy helyszíni nyílt munkagödörben azonosított repedést mutat az 1. ábra. Az 1990-es évek száraz periódusa sok töltésrepedést jelentett, melyek felkutatása tudományos támogatást is élvezett (Nagy 1994a és b, 1995, 1996, 1997).



1. ábra. Zagyva töltésben kialakult repedés
Figure 1. Crack in the dike at Zagyva river

A NYELETÉSES KÍSÉRLET KIVITELEZÉSE

A nyeletéses kísérlet során a geoelektromos mérést folyamatos elektródaterítéssel, a 2. ábrán bemutatott helyszínrajz szerint végeztük. Az elektródák a mérés teljes ideje alatt végig helyben maradtak, elhelyezkedésüket piros „+” jelöli a

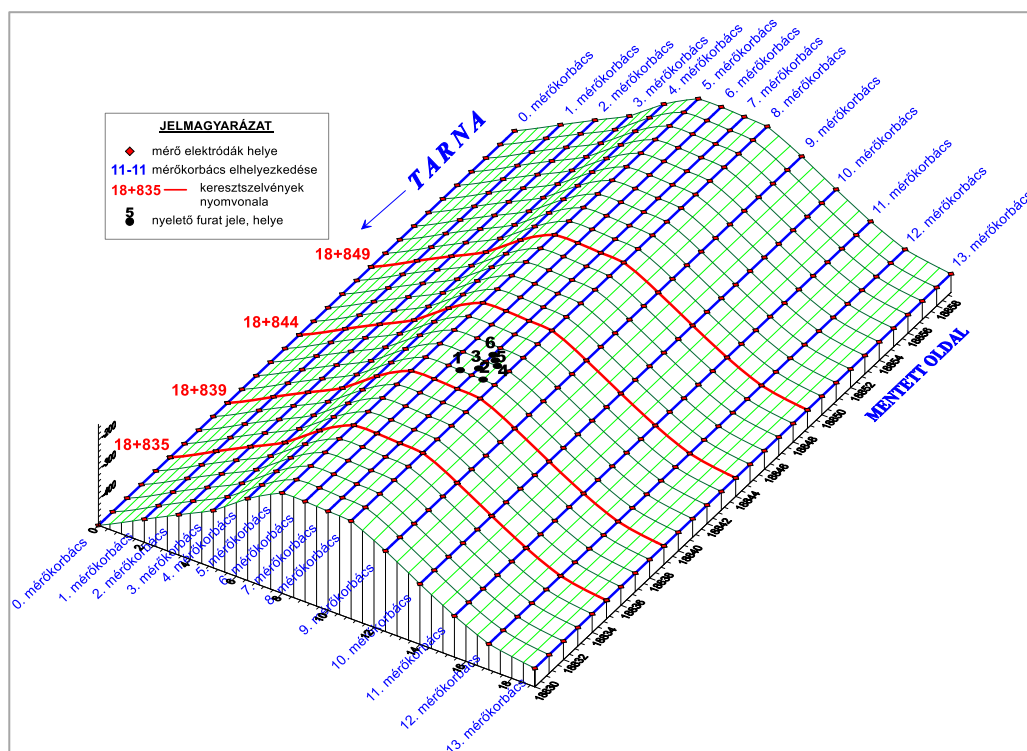
2. ábrán. Az elektródák közötti távolság a töltés koronán 1x2 méteres, a töltés rézsűn 1x3 méteres volt. Az elektródákat 0-tól 13-ig számozott előre szerelt kábelkorbácsokkal vezettük a mérő berendezéshez, így egyszerre 420 darab táp és mérőelektrodát csatlakoztattunk. A mérőkorbácsok a töltés tengelyével párhuzamosan futottak. A töltés koronán összesen 6 db a 2. ábrán fekete körrel 1-től 6-ig számozott 250 mm átmérőjű, 50 cm mélységű nyelető furatot készítettünk. A hat darab kúttal biztosítani tudtuk a nyeletés folytonosságát a mérés ideje alatt. (KBFI-Triász Kft. 1999)

A nyeletés megkezdése előtt a 2. ábrán látható elektróda elrendezéssel 12 mérési sorozatban rögzítettük az alapállapotot. A továbbiakban a 12 mérési sorozatból képzett átlagot tekintettük bázisként, ehhez viszonyítottuk a szivattyúzás alatt és után végzett mérések eredményeit.

Az alapállapot rögzítését követően egy 1000 literes tartályban 100 liter víz/5kg konyhasó töménységű oldatot állítottunk elő, amelyet a nyeletés ideje alatt a Tarnából szivattyúzott vízzel és konyhasó hozzáadásával folyamatosan pótolunk.

A szivattyút 12 l/perces alacsony vízhozammal folyamatosan üzemeltettük a nyeletés alatt. A nyeletés kezdetétől számított 8 óra 20 percet követően a helyszínre szállított 300 kg só elfogyott, így ezt követően további 5 óra 30 percen keresztül a szivattyúzás tiszta vízzel folytatódott. Az összesen 13 óra 50 percen keresztül tartó szivattyúzás alatt 9960 liter folyadékot nyelt el a töltés.

A szivattyúzás megkezdésétől az automata üzemmódba állított geoelektromos mérőberendezéssel 25 órán keresztül folyamatosan regisztráltuk a mérési adatokat. (KBFI-Triász Kft. 1999)



2. ábra. Tarna bal parti töltésén végzett geoelektromos kísérleti mérések helyszínrajzi vázlata (KBFI-Triász Kft. 1999)
Figure 2. Site diagram of geoelectric experimental measurements on Tarna left bank (KBFI-Triász Kft. 1999)

A NYELETÉSES KÍSÉRLET EREDMÉNYEI

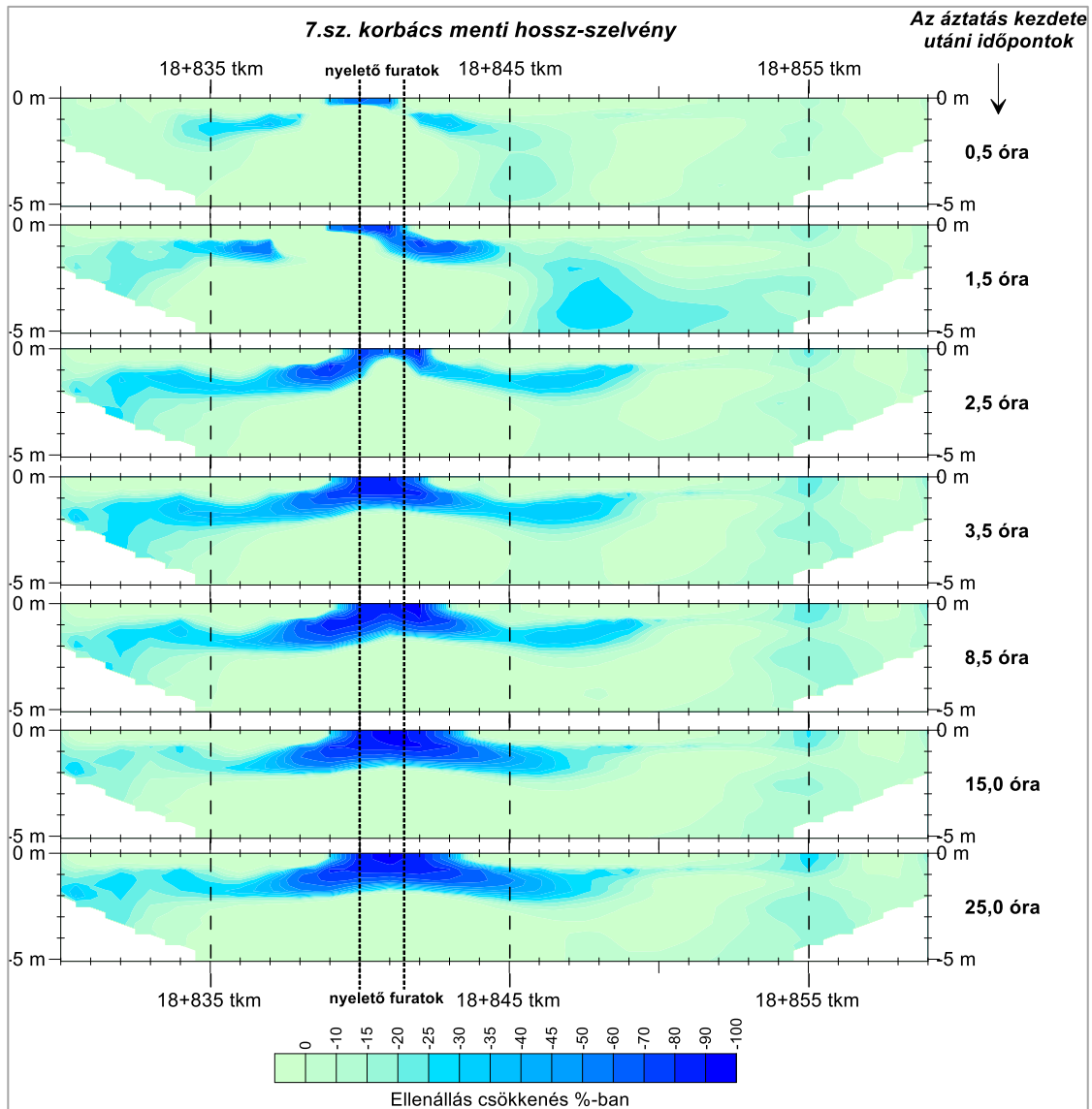
A levegővel kitöltött repedések a geoelektromos mérések eredményeiben a környezetüknél nagyobb ellenállással jelentkeztek. A nyeletéses kísérlet során a nyelető furatokon keresztül a gáttestbe juttatott konyhasóoldat ellenállás csökkentő hatását vizsgáltuk a folyamatosan végzett geoelektromos mérésekkel. Ez a mérési módszer és az alkalmazott mérési elrendezés lehetővé tette az ellenállás csökkenés térbeli és időbeli nyomon követését.

A 3. ábrán a 7. sz. korbács mentén mért ellenállás eloszlás csökkenése látható százalékban, az áztatás kezdete utáni különböző időpontokban. A nyelető furatok közvetlenül a 7. sz. korbács közelében helyezkedtek el, így már a nyeletéstől számított 0,5 órán belül is látható a jelentős ellenállás csökkenés a szelvény egyes részein. A 0,5 és 1,5 órákhoz tartozó, távolra ható, gyors ellenállás változás egyértelműen a száradási repedésekben haladó folyadék hatását mutatja.

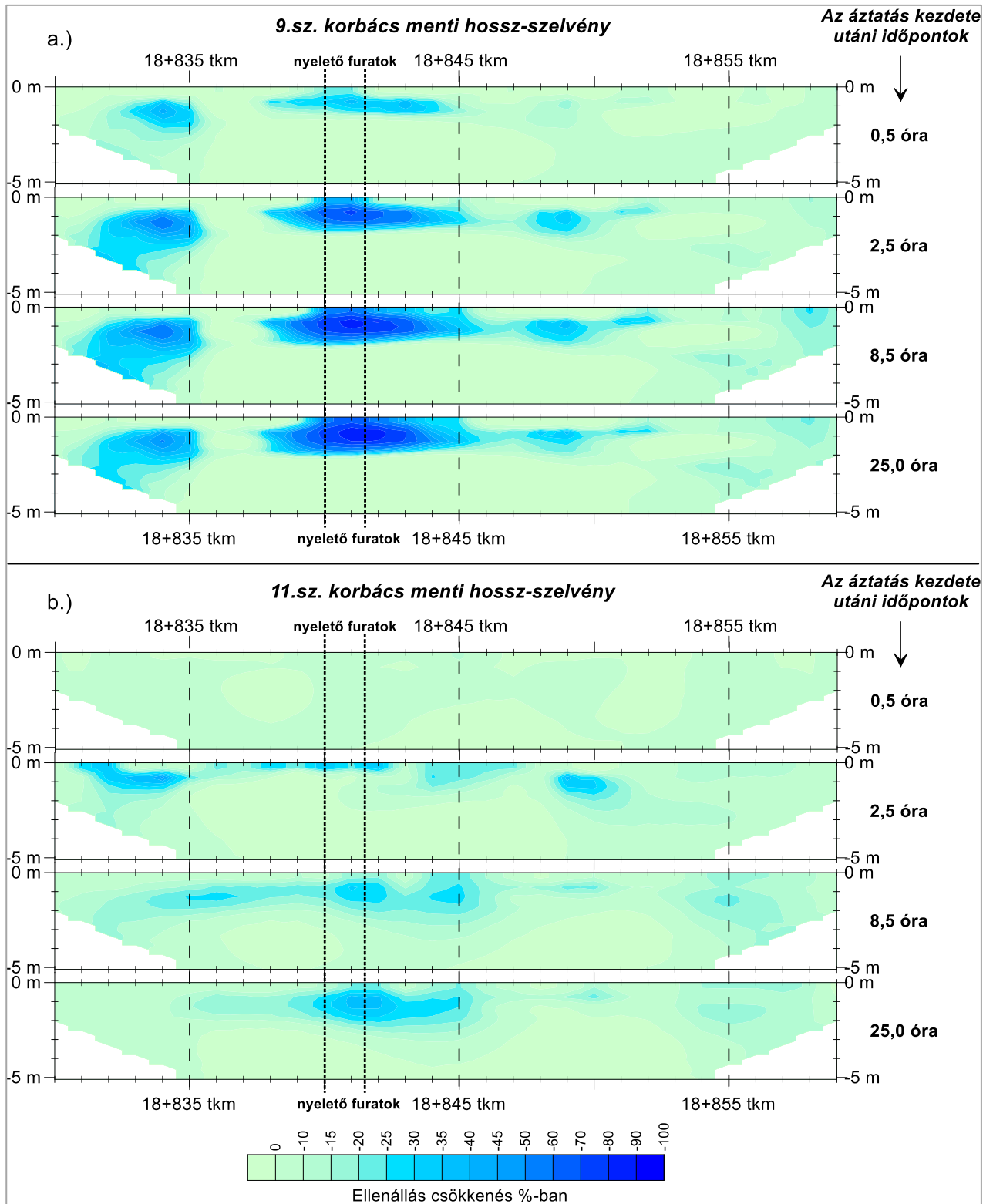
A 4. ábrán a 7. sz. korbáctól a mentett oldal felé távolodva 5 méterre a 9. sz. és 11 méterre a 11. sz. korbács mentén tapasztalt ellenállás csökkenés látható. A 9. sz. korbács eredményeiben jelentő csökkenés látható. A repe-

désekre jutó víz a 11. sz. korbács esetén is okoz ellenállás csökkenést, bár ebben az esetben ez lényegesen kisebb mértékű a 7. sz. és 11. sz. korbácsok esetén tapasztaltaknál.

Az 5. ábrán a 7. sz. korbáctól a vízdal felé távolodva 4 méterre az 5. sz. és 10 méterre a 3. sz. korbács mentén tapasztalt ellenállás csökkenés látható. A vízdal felőli hossz-szelvényeken is a nyelető kutaktól távolodva egyre kisebb mértékben tapasztalható a sós víz hatása. Összevetve a 4. és 5. ábrán feltüntetett eredményeket, a gát mentett oldalán nagyobb mértékű az ellenállás csökkenés, így feltehetően nagyobb a nyelető furatokkal összeköttetésben lévő repedésrendszer mérete is. Ennek vizsgálatára az ellenállás változást a 6. ábrán mellékelt 18+835, 18+839, 18+844 és 18+849 töltéskilométernél a gáttestre merőleges szelvényeken is ábrázoltuk a nyeletés kezdete után 0,5 és 8,5 órával. Az eredményeken látható, hogy az áztatás megkezdését követő 0,5. órában még nincs számottevő változás, azonban 8,5 óra elteltével mindegyik kereszt-szelvényen látható a sós víz hatása. A kereszt-szelvényeken általánosságban a legnagyobb mértékű csökkenés a gátkorona vonalában, illetve a mentett oldali szakaszokon jelentkezik.

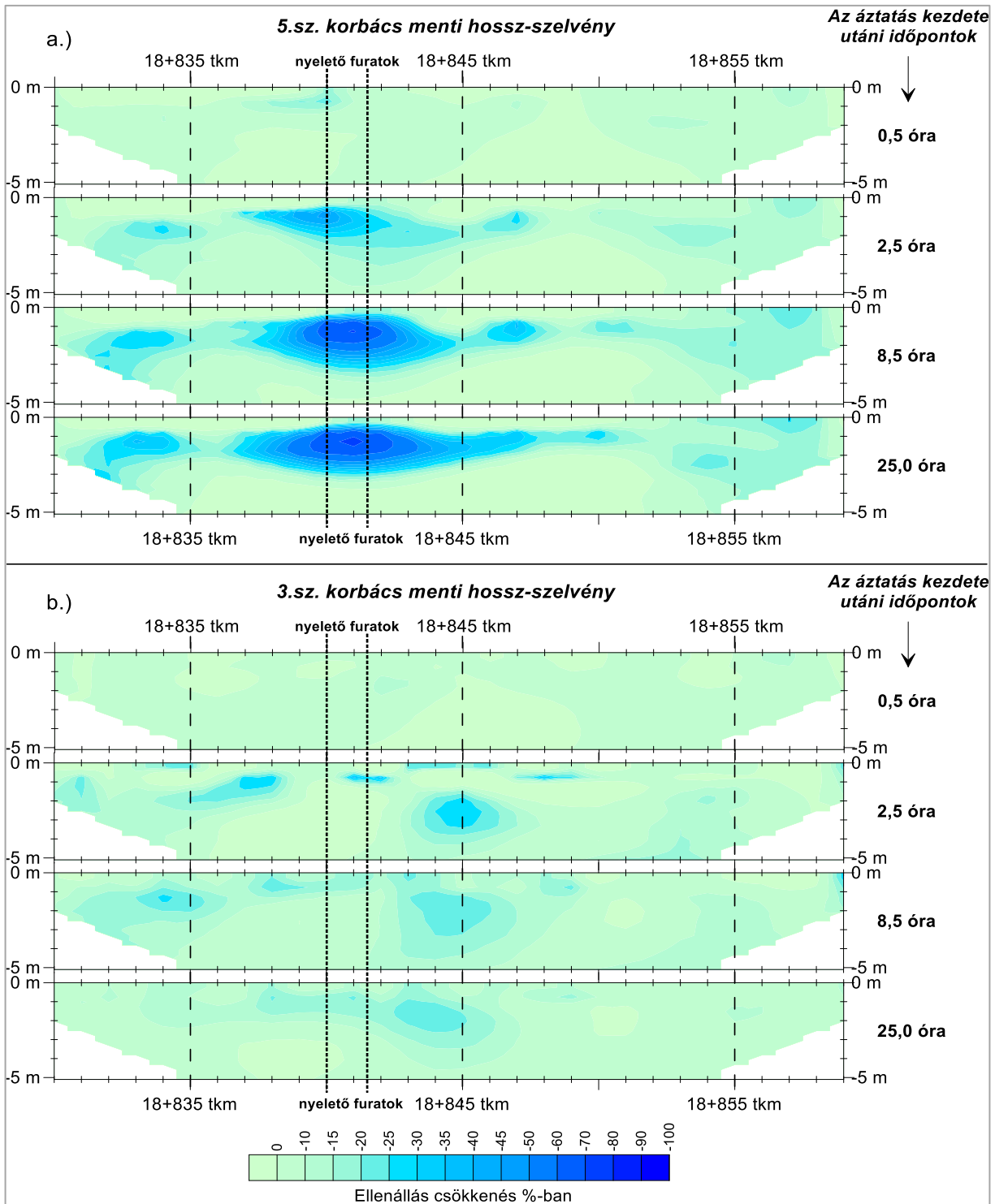


3. ábra. A 7. sz. korbács mentén mért ellenállás eloszlás csökkenése százalékban az áztatás kezdete utáni különböző időpontokban (KBFI-Triász Kft. 1999)
Figure 3. Percentage reduction in resistance distribution at various times after soaking started at the 7th measuring cable (KBFI-Triász Kft. 1999)



4. ábra. A 9. sz. (a.) és a 11. sz. korbács (b.) mentén mért ellenállás eloszlás csökkenése százalékban az áztatás kezdete utáni különböző időpontokban (KBFI-Triász Kft. 1999)

Figure 4. Percentage reduction in resistance distribution at various times after soaking started at the measuring cable No.9. and 11. (KBFI-Triász Kft. 1999)

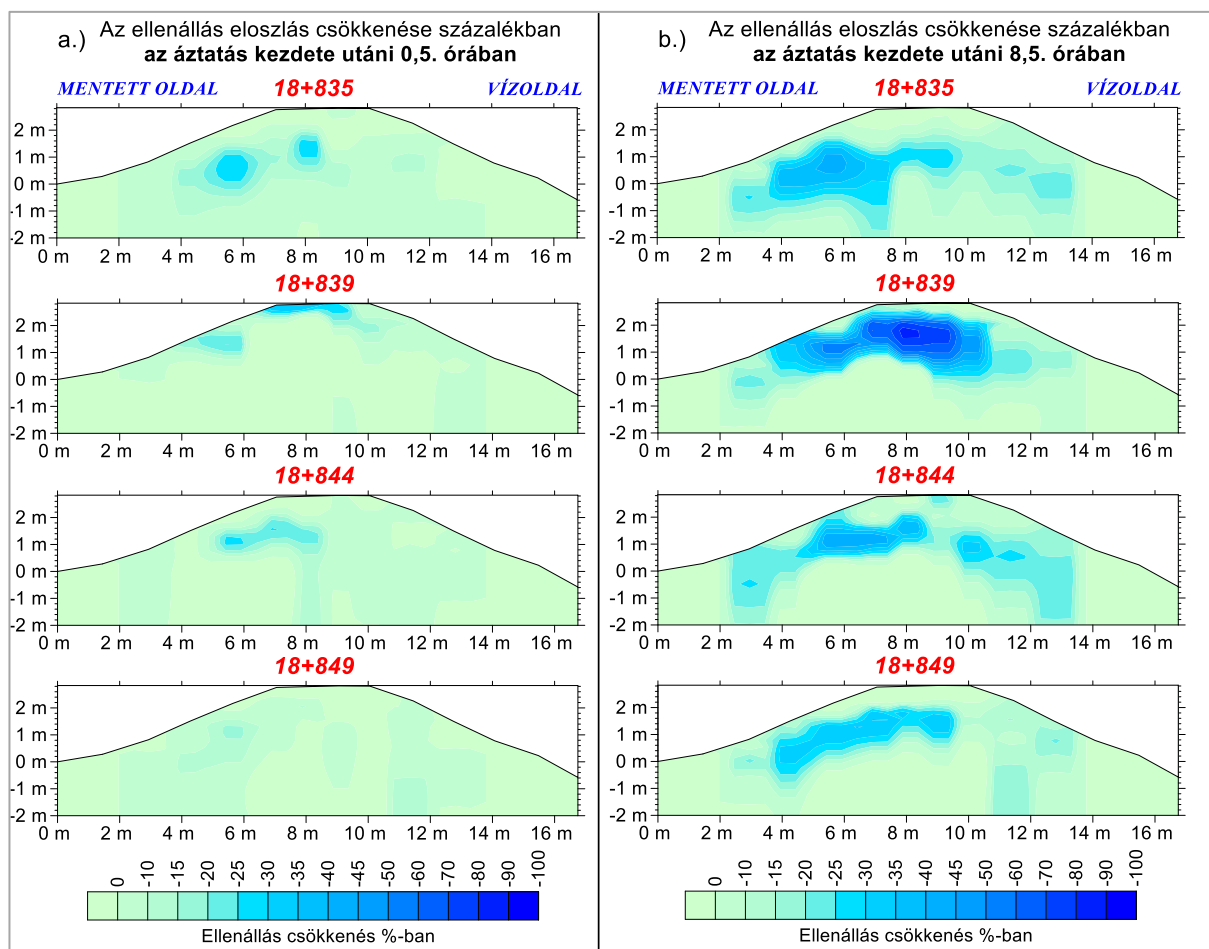


5. ábra. Az 5. sz. (a.) és a 3. sz. korbács (b.) mentén mért ellenállás eloszlás csökkenése százalékban az áztatás kezdete utáni különböző időpontokban (KBFI-Triász Kft. 1999)

Figure 5. Percentage reduction in resistance distribution at various times after soaking started at the measuring cable No.5. and 3. (KBFI-Triász Kft 1999)

A hossz- és keresztmetszvények mentén ábrázolt eredmények alapján arra következtettünk, hogy a repedés rendszerek rendszertelen vonalak mentén összefüggők. Az eredmények időbeli változása során azt tapasztaltuk, hogy az ellenállás értékek csökkenése az idő

előrehaladtával megállt, esetenként növekedni kezdett. Ez azt jelenti, hogy a gáttest alatti talaj a nyelető furatokba szivattyúzott közel 10 000 liter vizet szinte elnyelte, a repedések nem tudtak záródni ennyi víz hatására sem.



6. ábra. Az ellenállás eloszlás csökkenése százalékban a gátra merőleges keresztmetszvények mentén az áztatás kezdete utáni 0,5. órában (a.) és 8,5. órában (b.) (KBFI-Triász Kft 1999)

Figure 6. Percentage reduction in resistance distribution in a cross section 0,5 (a) and 8,5 (b) hours after soaking (KBFI-Triász Kft 1999)

MEGÁLLAPÍTÁSOK

A Tarna bal parti töltés 13+100 és 19+400 töltéskilométere között a repedezettség fúrások közötti vizsgálatára roncsolásmentes felszíni geoelektromos mérést alkalmaztunk. A mérések alapján a kevésbé és jelentősen repedezett szakaszok jól elkülöníthetőek voltak, az ellenállás értékek jó korrelációt mutattak az ellenőrző fúrások adataival.

18+830 és 18+860 tkm között – a legnagyobb ellenállás értékeket mutató szakaszon – a repedezettség rendszerének pontos megismerésének céljából nyeletéses kísérletet végeztünk. A gátkoronán létesített nyelető furatokon keresztül sós vizet jutattunk a gáttestbe, és folyamatos, automata üzemmódba állított geoelektromos méréseket végeztünk a gátkoronán és a gát mentett- és vízoldalát lefedő mérési pontokon. Az eredményeket összevetettük a nyeletés megkezdése előtt felvett bázis ellenállás értékekkel. A sós víz okozta ellenállás csökkenést százalékban kifejezve ábráztuk a gáttesttel párhuzamos hossz- és keresztmetszvények mentén. Az eltérések térbeli és időbeli változása alapján arra következtettünk, hogy a repedésrendszerek a rendszertelen vonalak mentén összefüggnek és közel 10 000 liter víz hatására sem záródtak.

Összegezve a kísérleti eredményeket azt lehet megállapítani, hogy az alkalmazott geoelektromos háló mind a töltés hosszában, mind keresztirányában szemléletesen

mutatta az a töltésben lejátszódó vízmozgás hatására kialakult az elektromos ellenállás változást. Ez a vizsgálat ráirányította a figyelmet arra, hogy a töltésben összefüggő repedés hálózat van, alapos gyanú ébredt azzal kapcsolatban, hogy a töltés vízoldala és mentett oldala között hidraulikai kapcsolat van, vagyis árvíz esetén nem szabad csodálkozni a repedéseken keresztül kialakuló csurgások megjelenésén.

A nyeletéses kísérletek eredményei alapján egyértelműen megállapítható, hogy a repedések nagysága és a mért ellenállás között szoros korreláció vonható. Bár a repedés tágasságát nem sikerült diagnosztizálni, de az a félóránkénti mérésekből pontosan látható, hogy a repedést a víz megtalálta, amiben csaknem akadálytalanul áramlott. Ugyanakkor a vizsgálat azt is egyértelműen kimutatta, hogy a töltés mely részeiben vannak a repedések.

IRODALOM

KBFI-Triász Kft. (1999). Összefoglaló szakvélemény, A 08.12. Jászfőköhalma-Kál árvízvédelmi szakasz TARNA bal parti védvonal 13+800 – 18+200 tkm között 1996., 1997., 1999. években végzett geoelektromos vizsgálatokról.

Nagy L. (1994a). A töltésrepedések feltárásának módszeréhez geofizikai mérések szűrővizsgálata. Vízügyi alap terhére végzett alkalmazott kutatás. Kutatási jelentés, kézirat.

Nagy L. (1994b). Árvízvédelmi töltéseknél alkalmazható tomográf vizsgálat lehetőségeinek feltárása. OMFB által támogatott alkalmazott kutatás. Kutatási jelentés, kézirat.

Nagy L. (1995). Eltemetett elektródák alkalmazása az árvízvédelmi töltés tomográf vizsgálatánál. OMFB által támogatott alkalmazott kutatás. Kutatási jelentés, kézirat.

Nagy L. (1996). Árvízvédelmi töltések állapotfelmérése geofizikai mérések nem mesterséges töltésrepedéseken. Vízügyi Alap terhére végzett alkalmazott kutatás. Kutatási jelentés, kézirat.

Nagy L. (1997). Árvízi gátak tomográfus szerkezet vizsgálatának fejlesztése. OMFB által támogatott alkalmazott kutatás. Kutatási jelentés, kézirat.

Nagy L. (2004). Töltésrepedések, In Nagy L., Szlávik L. szerk.: Árvízvédekezés a gyakorlatban. Környezetvédelmi Természetvédelmi és Vízügyi Minisztérium Vízügyi Hivatala, pp. 112-124, Budapest, ISBN 963 552 381 5.

Nagy L. (2005). Gátrepedések geoelektromos vizsgálata. Mélyépítő Tükörkép Magazin, pp. 10-11, 2005 október, ISSN 1589-2808.

Nagy L., Kovács A., Varga M. (2008a). Cracked Clay Dikes Investigation with Geoelectrical Tomography, International Flood Defence Conference, Toronto, Canada, pp. 152/1-9,

Nagy L., Kovács A., Varga M. (2008b). Cracked Dikes Investigation with Geoelectrical Tomography, 3th International Conference on Site Characterization, Taipei. pp. 903-907. Taylor and Francis Group London, ISBN 976-0-415-46936-4.

A SZERZŐK



KOVÁCS ANDRÁS okleveles geofizikus, az ELTE TTK geofizikus szakán végzett 1980-ban. 1980-1989 között a Központi Bányászati Fejlesztési Intézetben tudományos munkatárs. 1989 óta a KBFI-TRIÁSZ Kft-ben dolgozik geofizikai szakértőként. Geofizikai vezető tervezőként különböző geoelektromos mérések tervezésében, mérésében, kiértékelésében és szakvélemények készítésében vesz részt.

NAGY LÁSZLÓ 1956-ban született Nyíregyházán, iskoláit Debrecenben végezte. Első diplomáját 1980-ban szerezte a Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karán. Ugyanott 1984-ben szakmérnöki államvizsgát tett. Munkahelyei a vízügyi szakterülethez kapcsolódtak: Vízügyi Tervező Vállalat, Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Központ, Árvízvédelmi és Belvízvédelmi Központi Szervezet, Országos Vízügyi Főigazgatóság. 2003 óta a Műegyetemen oktat, kutat. 2006-ban megvédte PhD disszertációját, kilenc évvel később habilitált. 2015-ben a geotechnika és az árvízvédelem határterületén végzett munkásságáért a Magyar Köztársaság Érdemrend Lovagkereszt kitüntetését kapta. A Magyar Hidrológiai Társaság tagja. 2016. májusától a Hidrológiai Közöny egyik szerkesztője.

BEGIDSÁN ANNA geofizikus. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem környezettan BSc geofizika szakirány elvégzését követően az Eötvös Loránd Tudományegyetem geofizikus MSc képzésen szerezte okleveles geofizikus diplomáját 2013-ban. 2013 óta a KBFI-Triász Kft. fejlesztőmérnökeként főként környezetvédelmi, nyersanyag és talajszerkezet kutatásokhoz kapcsolódó felszíni geoelektromos mérések kiértékelésében vesz részt.

Folyami mederanyag szemösszetételének vizsgálata Mély Tanulás eljárással drónfelvételek alapján

Benkő Gergely¹, Baranya Sándor¹, Török Gergely¹ és Molnár Bence²

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3. (E-mail: benke.greg@gmail.com, baranya.sandor@epito.bme.hu, torok.gergely@epito.bme.hu)

² Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3. (E-mail: molnar.bence@epito.bme.hu)

Kivonat

Az elmúlt években a számítógépes látás és mintafelismerés hatalmas fejlődésen ment keresztül, amely egyrészt köszönhető a jelentősen megnövekedett számítási teljesítménynek, továbbá az alkalmazott algoritmusok és módszerek kifinomultabbá válásának. Jelenleg a mély neurális hálózatok produkálják a legjobb eredményeket ezeken a területeken. Ebben a cikkben azt vizsgáltuk meg, hogy a 2012 óta a figyelem középpontjában lévő Mély Tanulás (Deep Learning) eljárással felgyorsítható és végső esetben automatizálható-e folyók mederanyag szemösszetételének videó alapú elemzése. A kutatás keretében egy ellenőrzött tanulást hajtottunk végre, ahol a Duna felső-magyarországi szakaszán készült partmenti drónfelvételekből készített adathalmazzal tanítjuk be a modellt szemeloszlási osztályok felismerésére. A morfológiai vizsgálatok során napjainkban alkalmazható eljárásokkal csupán pontbeli szemösszetételei adatok nyerhetők, költséges és időigényes terepi mérések és laboratóriumi elemzések által. A Mély Tanulás alkalmazásától azt várjuk, hogy drónok segítségével készített képsorozatokon keresztül a mederanyag szemösszetételéről területi eloszlásokat tudunk majd előállítani. A módszerben rejlő jelentős potenciál a területi eloszlások előállításán kívül az, hogy megfelelő tanítás után, a képelemzés ideje rendkívül lecsökken, így nagy kiterjedésű területekre lehet rövid idő alatt mederanyag térképeket produkálni. A jelenleg alkalmazható eljárásokhoz képest ez a módszer jelentős fejlődést jelentene nagy folyók medrének morfológiai vizsgálataiban, elsősorban olyan szakaszokon, ahol nagy területi változékonyság jellemzi a folyómeder anyagát. A cikkben első lépésben csak a folyók parti sávjának mederanyag vizsgálatára összpontosítunk, de már most megjegyezzük, hogy a bemutatott mérési eljárás átvihető a mederfenékről készített víz alatti videók elemzésére is.

Kulcsszavak

Mély Tanulás, mesterséges intelligencia, folyami mederanyag, morfológia, szemösszetétel.

Analysis of river bed material composition with Deep Learning based on drone video footages

Abstract

In recent years computer vision and pattern recognition methods improved at an immensely fast pace which happened partly because of improvements in computing hardware and also the algorithms became more sophisticated. Currently the deep neural networks are the state-of-the-art techniques in these fields. In this paper our aim is to investigate whether deep learning, which is very popular since 2012, is suitable to accelerate and lastly automatize the analysis of grain size distribution of large rivers. A supervised learning task will be performed first, where the model will be trained with images created from drone video footages, which were captured at the Upper-Hungarian section of the Danube River along the littoral zone. The model should recognize and segment the different grain size classes. Notable that conventional bed material sampling methods are only capable to provide pointwise information on bed material composition, moreover, these methods are often time and cost demanding. On the contrary, it is expected from the tested deep learning method that based on a series of images, which were created from drone footages, will be able to evaluate the areal distribution of the river bed composition. Another significant potential inherent in the method is that after a proper training of the model, the time of image analysis will be greatly reduced and so it will be possible to produce river bed material maps in large areas over a short period of time. Compared with methods currently applicable, this method would be a significant development in the morphodynamical studies of rivers, especially at large river reaches, where mixed size sediments characterize the bed composition. In this paper we focused on the littoral zones of the rivers, however, the introduced measurement procedure can be adopted to analyse underwater videos, too.

Keywords

Deep Learning, artificial intelligence, river bed material, morphodynamics, material composition.

BEVEZETÉS

A mederanyag szemösszetétele rendkívül fontos szerepet tölt be a folyók hidromorfológiai vizsgálatában, ugyanis független változóként tekintve rá, felhasználható a folyók osztályozásához, a mederérdesség meghatározásához, a hordaléktranszport vizsgálatokhoz, továbbá pl. értékes információt hordoz arra vonatkozóan, hogy milyen faunával rendelkezik az adott vízfolyás vagy folyószakasz. A mederanyag összetétele kihat arra, hogy a folyómeder hol, hogyan, milyen mértékben tud erodálódni és jelzi azt is, ha a

hordalék lerakódása jellemzi a folyószakaszt. Ebből kifolyólag a mederanyag szemösszetétele és ezen szemösszetétel méretbeli eloszlása lényeges minden hidromorfológiai vizsgálat szempontjából. A hagyományos, fizikai alapú mintavételi módszerek csupán pontbeli információkkal látnak el bennünket. Innovatív technológiákkal, mint amilyen a szonár vagy a kép alapú eljárások alkalmazása, meglehetősen pontos szemeloszlások állapíthatók meg, azonban többnyire mind időben, mind anyagiakban költségesek. Olyan folyószakaszokon, ahol a me-

deranyag szemösszetétel nagy területi változékonyságot mutat, ahol pl. iszapos-homok meder és durva kavics egyaránt megtalálható, a hidromorfológiai folyamatok is összetettek, amiknek részletes vizsgálata sokszor megköveteli, hogy a mederanyag fizikai jellemzőiről is térképszerű adatok álljanak rendelkezésre. Ebben a cikkben egy, ezen a területen merőben új eljárást ismertetünk, amely mesterséges intelligencia felhasználásával képes a szemösszetétel meghatározására.

A geomorfológia területein, mind a föld- és víztudományban, régóta kutatott téma a folyómedrek, illetve folyópartok anyagának szemösszetétele, amit megfelelő pontossággal és alacsony költséggel szeretnénk megállapítani.

Az elmúlt években már korábban ismert technikák együttes használatán, valamint ezek továbbfejlesztésén volt a hangsúly. Ilyen például a közvetlen fizikai méréseket nem igénylő eljárás (*Langhammer és társai 2017*), amely drónfelvételek alapján fotogrammetriai, illetve optikai digitális granulometriát alkalmaz. Az eljárás a klasszikus optikai granulometriához hasonló pontossággal szolgált a vizsgálatok során.

Szintén pontos eredményeket hozott a szemcseméreték térbeli eloszlását vizsgáló Structure-from-Motion (SfM) módszer (*Pearson és társai 2017*), amely nagy kiterjedésű területek vizsgálatára képes. A szerzők szerint az eljárás által kinyert adatok hozzájárulnak majd a háromdimenziós áramlástan modellezéséhez. Az adatok segítségével a folyók alsó szakaszain gyors geomorfológiai monitorozás valósítható meg. Ez a módszer komoly fejlődést mutatott a korábban ismert hasonló eljárásokhoz képest, leginkább az átlagos szemcseméret megállapítása terén, azonban a kisebb területű, elszórtan elhelyezkedő, nagy varianciájú területrészek jellemzése terén gyengén teljesített, ezért az ipari alkalmazáshoz még további fejlesztéseket igényel. Az SfM eljárásokban nagy potenciál rejlik, amit felismernek a terület kutatói, így az elmúlt években további módszereket is kifejlesztettek erre az eljárástípusra támaszkodva. Egy nemrégiben publikált cikkben a szerzők (*Deter és társai 2018*) szintén ehhez a fotogrammetriai eszközhöz nyúltak, és légifelvételek alapján próbálták meghatározni egy folyómeder szemcseméret karakterisztikáit, amihez egy akciókamerát, illetve egy kézi digitális kamerát használtak. A digitális domborzatmodell pontossága, amelyet a kamerákkal készített képekből számítottak, vetekszik a lézer kamerák által készített modellekével. Ezen az eljárás mellett klasszikus fizikai mintavételezést is végeztek a modell validálása érdekében, amely megerősíti a korábban az eljárás pontosságával kapcsolatban kijelentetteket, vagyis a módszer, melyet alkalmaztak, nagy potenciállal rendelkezik a szemcseméret karakterisztika pontos becslése terén.

Léteztek próbálkozások tisztán képalapú feldolgozásra is. Ezek az eljárások a mindennapokban használt kamerák képei alapján próbálták meg szegmentálni a felszínről készült képet. Ez rendkívül költséghatékony és mindenki számára könnyen alkalmazható módszer lett volna. A legjelentősebb ezek közül egy fix képhalmazra épülő eljárás (*Graham és társai 2005*), amely előre meghatározott magasságból készülő, kis mennyiségű képet használt. Itt a kutatók az addig a legtöbb területen

használt ún. Otsu algoritmust alkalmazták (*Otsu 1979*) a képek szegmentálására, amely szürkeárnyaltos képeket bont két jól elkülöníthető osztályra, egy, az algoritmus által meghatározott küszöbérték szerint. Ez az algoritmus nagyon gyors, azonban a használhatósága rendkívül korlátozott, mivel csak két osztály különíthető el, és összetettebb osztálystruktúrákat már képtelen kezelni.

A fent említett eljárások nagy problémája, hogy általában kis mintahalmazt használnak, és emellett túl nagy térbeli pontosságra törekednek a meder- vagy partanyag meghatározásánál. A meder- és partfelszín az idő változását tekintve túl nagy térbeli, helyváltoztatási varianciával rendelkeznek, így egy valószínűségekre támaszkodó, sztochasztikus eljárás nagyobb és összetettebb folyószakaszokról pontosabb, a valóságot jobban leképező eredményt adhatna. Továbbá a fenti módszerek gyengesége, hogy maga az eljárások alkalmazása nem automatizált, hanem egy mind a számítógépes látás, mind a geomorfológia területén jártas, szaktudással rendelkező személyt igényel.

Mint látható, eddig ezen a területen nem foglalkoztak behatóbban a mesterséges intelligencián alapuló módszerek alkalmazásával, azonban ez a hozzáállás a közeljövőben feltehetően megváltozik majd, mivel az elmúlt két évtizedben olyan változások mentek végbe a számítástechnikában és a nagy számítási igényű műveletek végrehajtása terén, amelyek új technikák alkalmazását segítik elő. Az változás első fontos jellemzője, hogy a mikroprocesszorok mérete és az általuk elvégezhető műveletek száma rendkívül precízen követte Moore törvényét (*Schaller 1997*), amely kimondja, hogy az integrált áramkörben lévő tranzisztorok száma körülbelül kétfévente megduplázódik. További hardver alapú fejlemény a GPU-k (Graphics Processing Unit - Grafikai Processzor) teljesítményének a fejlődése, ami az utóbbi 10-15 évben vált jelentőssé. A hardveres gyorsuláson kívül fontos, hogy új technológiák, iparágak és vállalatok, vállalat típusok jelentek meg. Az elsőre jó példa az Internet és a mobil technológia térnyerése, az utóbbiakra a kereső, közösségi média és olyan szolgáltató óriások megjelenése, mint amilyen a Google, Facebook vagy az Amazon. Ezen cégek felemelkedésével egy új erőforrás vált ismertté: az adat. Ezt a hatalmas mennyiségű adatot nevezzük Big Data-nak, amelyet ezek a cégek a mindannyiunk zsebében ott lapuló mobil eszközök, illetve IoT eszközök (Internet of Things) szenzoraiból nyernek. A manapság tapasztalható mesterséges intelligencia és automatizálási forradalmat ez az adatbőség hajtja. A gépi tanulási módszerek szempontjából a legfontosabb aspektus, hogy milyen mennyiségben áll rendelkezésre adat, ugyanis kellően nagy mennyiségű tanító adat mellett a különböző modellek majdnem ugyanolyan pontosságot nyújtanak (*Banko és Brill 2001*).

A ma létező mesterséges intelligencia még csak speciális feladatok ellátására képes, egy általános mesterséges intelligencia kifejlesztése még évtizedeket vehet igénybe, ezért fontos felismernünk, hogy mely területeken használható effektíven. Gazdasági szempontból a legtöbb hasznot jelenleg a digitális marketing területén termelhetjük a Mély Tanulás algoritmusokkal. Ez látszik abból is, hogy manapság egy egész iparág épül a személyre szabott hirdetések előállítására és minél inkább adaptálhatóbbá tételére.

A tudomány és az emberiség szempontjából hasznosabb alkalmazásokkal is találkozhatunk. Ilyen például az a mély neurális hálózat, amelyet bőr rák detektálására fejlesztettek ki a Stanford egyetem kutatói (*Esteva és társai 2017*) és amely képes 757 különböző bőrbetegséget kategorizálni aszerint, hogy rossz- vagy jóindulatú. Ennél a modellnél a kutatók 130 ezer, az emberi bőrről készült felvételt használtak fel, és a validációs eredmények alapján 3%-kal nagyobb pontossággal ismeri fel a rosszindulatú daganatokat, mint sok éves tapasztalattal rendelkező dermatológusok.

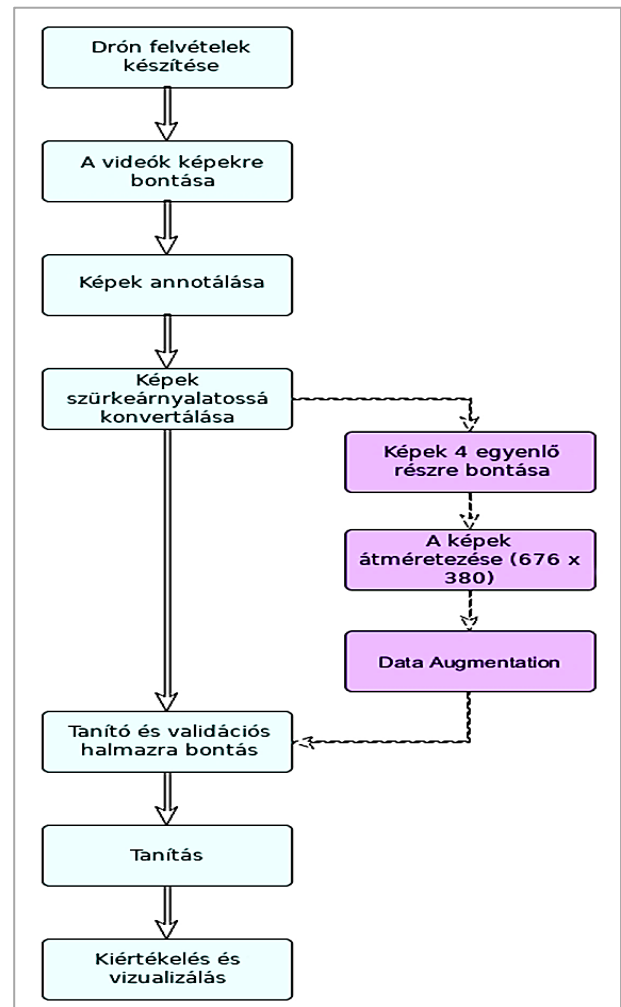
Ebben a cikkben azt szeretnénk megvizsgálni, hogy a korábban említett mesterséges intelligencia modelleket lehet-e folyók mederanyagának osztályozására és annak szemcseösszetéti vizsgálatára használni. Ha lehetséges, akkor lehetőség nyílik arra, hogy olyan adatvezérelt megoldások és programok szülessenek, amelyek képesek felismerni és szegmentálni méretében és anyagában nagy variációval rendelkező meder- és partanyagot, mind vízfelületek, mind állóvizek mentén. Ezen felül, egy kellően jól felépített és tanított modell lehetőséget nyújt arra, hogy GIS algoritmusok segítségével nagyléptékű szemösszetéti térképeket alkossunk. Egy ilyen alkalmazás képes lehet rövid idő alatt (percek-órák) egy nagyobb terület szemösszetéti térképének elkészítésére, amely magában hordozza majd a szemeloszlásra vonatkozó adatokat is. Egy ilyen modell vagy program képességei természetesen korlátozottak a tanító adat függvényében, így attól függően, hogy a tanító adathalmaz légi felvétel alapú vagy víz alatti felvételeket tartalmaz, úgy a modell is csak az adott típusú, elemezni kívánt felvételre tud megbízható eredményt adni.

Ahogy az a mederanyag kutatás elemzésére vonatkozó forráselemzésből és a mély neurális hálózat alapú módszerek életkorából is kitűnik, az itt ismertetett eljárás újdonság lehet a geomorfológia és a hidrológiai tudományok területén és képes lehet gyakorlati hasznát is produkálni ezen területeken. Ellenben, ha bebizonyosodik, hogy nem használható megfelelő pontossággal vagy egyáltalán nem alkalmazható mederanyag vizsgálatra ez a képfeldolgozási eljárás, akkor tovább kell keresni a megfelelő szegmentálási módszert.

AZ ELJÁRÁS FELEPÍTÉSE

A módszer alapvető eleme a folyómeder felszínéről készített videók megfelelő felbontású és pixelértékű képekké való konvertálása. Az videó és képfeldolgozás, továbbá a tanítás folyamatát mutatja be az 1. ábra. A módszer tesztelésének első lépéseként szükség volt olyan videofelvételekre, amely egy, területileg változó mederanyag jellemzőkkel bíró folyószakaszról készültek. Ehhez a Duna felső-magyarországi, Gönyű környéki szakaszán, ahol iszap-homok-kavics-durva kavics frakciók rövid szakaszokon belül egyaránt megtalálhatók, készítettünk alacsony vízállás mellett a víz által nem borított part közeli zónákban drónfelvételeket. A rögzített felvételek 10 és 14 perc közötti hosszúságúak voltak és 30 FPS (Frame Per Second - Képkocka Per Másodperc) sebességűek, ami azt jelenti, hogy egy ilyen felvétellel átlagosan 21 500 képet tartalmazott. A képek felbontása 2 704 x 1 520 pixel. A képek tartalmának variációja nagyon kicsi, mivel sűrűn egymás után készültek, és egy viszonylag homogén felületet mutatnak be, így a videókból kinyert képhalmaz nagyban csökkenthető. Az adathalmaz szűkítése után a képek száma nagyjából 390 volt. Következő lépésként az összes képet annotálni kellett, ami azt jelenti, hogy

a képeken a különböző szemcseméretű osztályokat, amelyből jelen esetben 8 volt, jól elkülöníthető színekkel le kellett határolni és ki kellett színezni. Ez a lépés az, amely a legtöbb időt igényli, mivel annak a személynek, aki az annotálást végzi szakembernek kell lennie, hogy a későbbi input adatként szolgáló képhalmaz minél pontosabb legyen. Természetesen az annotálás időbeli hossza erősen függ attól is, hány osztályt tartalmaz egy kép, és azok hogyan helyezkednek el egymáshoz képest. Miután elvégeztük az annotálást, fontos volt átkonvertálni az összes képet RGB (Red-Green-Blue) alapú színes képről, szürkeárnyalatosra. Ez azért lényeges, mivel a színes képek 3 csatornásak, azaz tartalmaznak egy vörös, egy zöld és egy kék réteget is, míg a szürkeárnyalatos képnél egy pixel csak egy értéket tud felvenni, ami 0 és 255 között található. Ebből adódik, hogy ezzel a színtárolással a későbbi számítások során háromszoros sebességgyorsulásra tettünk szert.



1. ábra. A folyamatábrára bemutatja az általunk használt eljárás összes fontosabb lépését

(Megjegyzés: Az ábrán türkiz színnel láthatók a kötelezően elvégzendő lépések, míg lilával azok, amelyek csak a számítási teljesítmény csökkentésének az érdekében lettek végrehajtva. Ezeket csak akkor kell elvégeznünk, ha kevés a tanító adatunk vagy korlátozott a számítási kapacitásunk.)

Figure 1. The flowchart illustrates all the important steps of the procedure we used

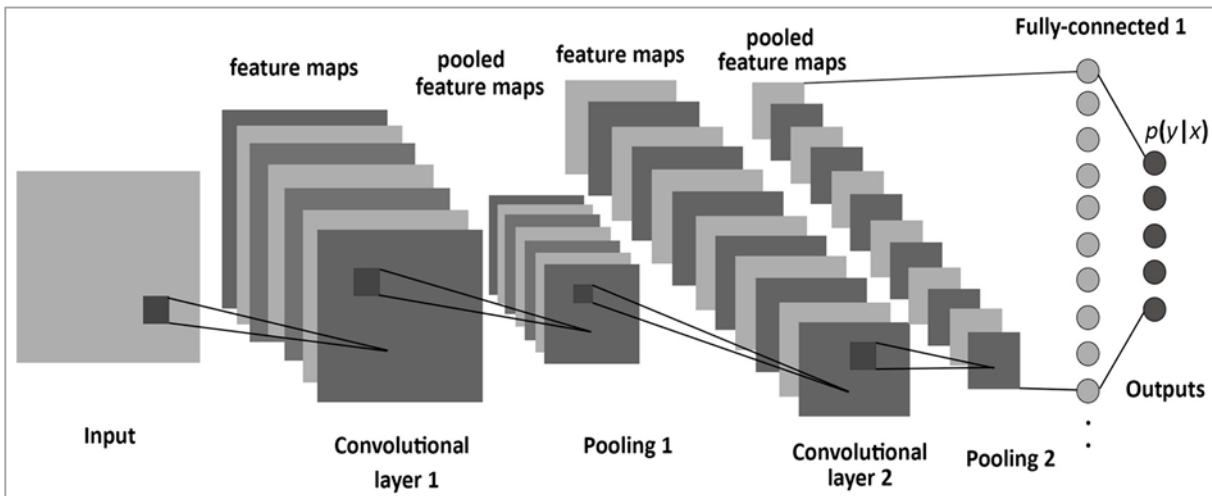
(Note: The steps coloured with turquoise are required to be performed, while the purple indicates those steps that are only performed to reduce computing requirement. We only need to perform the additional steps if we have limited training data or limited computing capacity.)

Ahogy az az 1. ábrán látható, van három opcionális lépés, amelyet mi azért alkalmaztunk, mert nem állt rendelkezésünkre elegendő mennyiségű és varianciájú adat, továbbá, mivel korlátozott volt a számítási kapacitás, melyet a felhőben használhattunk. A három közül az első lépés az, hogy a meglévő képeinket 4 kisebb képre vágjuk, melyek egyenlő nagyságúak. A második lépésben a darabolt képek méretét a felükre csökkentjük, így előállnak a 676×380 pixeles képeink, amelyek az eredeti képeknek csupán 1/16-od részét teszik ki. Ez a transzformáció azért volt szükséges, mivel a modellnek szüksége van arra, hogy a tanítás folyamán minél változatosabb képeket láthasson (változatos alakokat, színeket, kontúrokat stb.) és ezt úgy érhetjük el a legkönnyebben, ha átméretezzük a képeket. Az utolsó opcionális lépést *data augmentation*-nek nevezzük, melynek lényege, hogy az adathalmazt úgy növeljük, hogy a modell nem lesz tőle részrehajló, bizonyos osztályokat nem tekint majd fajsúlyosabbnak. Jelen esetben ezt úgy értük el, hogy minden képet megforgattunk a tengelyei körül, ezzel négyszeresére növelve a képhalmazunkat. Ezt azért tehetjük meg, mert a képek pontosan felülnézetből, 90° -os szöget bezárva készültek a talajról, így kontextusukban nem hordoznak olyan információt, amely torzítaná vagy hibássá tenné a modellt. Ilyen torzítás lenne például, ha egy önvezető autóhoz készítenénk tanító adathalmazt, és olyan képeket is belefoglalnánk, ahol a fák fejjel-lefelé vannak, ami nyilván nem fordulhat elő.

A következő kötelező lépés a tanító- és tesztadatok elkülönítése. A mi munkánkban ez $\sim 19\%$ -nyi validációs halmazt jelentett, míg az adatok további $\sim 81\%$ -át tanításra használtuk fel. A képeket fontos összekeverni, hogy pszeudorandom módon válogasson az algoritmus a tanítás során, megelőzve ezzel azt, hogy részrehajló (*biased*) legyen a modell.

MÉLY TANULÁS ÉS KONVOLÚCIÓS NEURÁLIS HÁLÓZATOK

Napjainkban a képfeldolgozás területén egyértelműen a Mély Tanulás és ezen belül a konvolúciós neurális hálózatok képviselik a legfejlettebb módszereket. A tulajdonságok, melyek uralkodóvá teszik őket ezen a területen, a pooling rétegek megléte, a közös súlyok, a nagy számú belső kapcsolat és a rengeteg réteg, amelyek a modellek absztrakciós készségét növeli (*LeCun és társai 2015*). Ezekben a hálózatokban a beadott adatokat tömbök formájában dolgozzuk fel. Ez képek esetében kétdimenziós alakban, a kép színezetétől függően egy, 3 vagy több rétegben valósul meg (a kép szín és mélységtípusa befolyásolja a kép rétegeinek a számát). Lehetséges egydimenziós adatok feldolgozása is, az ezt alkalmazó modelleket leginkább természetes jelek feldolgozására használják, mint amilyen a nyelvfeldolgozás. A 2. ábra egy ilyen 2D konvolúciós neurális hálózat szemantikus ábráját mutatja be.



2. ábra. Egy konvolúciós neurális hálózat (CNN - Convolutional Neural Network) általános felépítése, benne a konvolúciós, a pooling és a teljesen összekapcsolt (fully-connected) rétegekkel (Albelwi és társai 2017)

(Megjegyzés: A neurális hálózat részeinek elnevezése azért szerepel angolul az ábrán, mivel nagyrészt még nem létezik magyar nyelvű megfelelőjük.)
Figure 2. General structure of a convolutional neural network (CNN), with the convolutional, pooling and fully-connected layers. (Albelwi et al. 2017)

Ezen modellek lényege, hogy különböző modulokból állnak, amelyeket rétegeknek nevezünk, és minden egyes réteg egy rá kiszabott adattanszformációt hajt végre az inputon. A fő ok, amiért ezek a módszerek és modellek működnek az, hogy a természetes jelekben és képekben olyan, az ember számára nem érzékelhető jelentésbeli struktúrák vannak, amelyek hierarchikusan épülnek fel, és kellően nagy elemszám mellett ezek a rendszerek képesek súlymátrixaikban rögzíteni a hierarchikus viszonyokat.

A cikkben ismertetett eljáráshoz egy, a Google kutatói által készített szemantikus szegmentációt végző

konvolúciós neurális hálózat-architektúrát használtunk, amely a Deeplabv3+ névre hallgat (*Chen és társai 2018*). A szemantikus szegmentáció a képfelismerési módszereknek egy olyan válfaja, ahol egy kép minden pixeléhez egy osztályt kell rendelnünk, így kialakítva egy színezett képet, amely lehatárol minden egyes, a képen található osztályt. A szemantikus szegmentáció az elmúlt években jelentős fejlődésen ment át, nagyrészt az önvezető autók fejlesztésében látható versenynek köszönhetően. A Deeplabv3+ az egyik legkorszerűbb architektúra, mely 2018 tavaszán jelent meg, azonban olyan ütemű a fejlődés ezen a területen, hogy jelentek meg ennél már precízebb rendszerek is. Az architektúra pontos bemutatása túlmutat

a cikk terjedelmén, azonban fontos megemlíteni, hogy megjelenésekor új, addig nem ismert modulokat tartalmazott, ezért került rá a választás a szerzők részéről.

A konvolúciós neurális hálózatok mögött álló két legfontosabb matematikai koncepció az input adat különböző rétegekkel képzett konvolúciója és a visszapropropagálás (backpropagation), ami a modell súlymátrixainak módosításáért felel. Míg a konvolúció csak ezen ne-

urális háló típusoknál jelenik meg, addig a visszapropropagálás a neurális hálózat alapú eljárások alapkövének tekinthető. A konvolúcióval biztosítjuk, hogy a modell robosztus felépítésű legyen, így képes lesz kontextusában is információkat kinyerni és feldolgozni. Egy kétdimenziós képen ezt a műveletet elvégezve az (1) képlet írja le a konvolúciót, ahol I a bemenő kép és K jelöli a kernelt, amely pásztázza:

$$S(i, j) = (K * I)(i, j) = \sum_m \sum_n I(i - m, j - n) K(m, n) \quad (1)$$

A visszapropropagálás segítségével képesek vagyunk a modell súlyait úgy manipulálni, mindezt a deriválás láncszabálya szerint, hogy a tanulás folyamán, minden iteráció után érzékelt hiba nagyságától és súlyosságától függően, annak arányában javítjuk a modellt,

így kellően nagy adathalmaz és iterációs szám mellett, a súlymátrixok betaníthatók. A GPU-k párhuzamosított számítási módszere miatt érdemes a visszapropropagálást is vektoros formában felírni, ami a 2. képletben látható.

$$\frac{\partial z}{\partial x_i} = \sum_j \frac{\partial z}{\partial y_j} \frac{\partial y_j}{\partial x_i} \quad (2)$$

INPUT ADATOK

A tanulmányban szereplő felvételeket az észak-magyarországi Duna-szakasz mentén elterülő Gönyű település mellett készítettük. Ezen a szakaszon a medermorfológia meglehetősen összetett képet mutat és mindez nagy kiterjedésű, sekély zónákkal párosul, ideális terepet nyújtva légi felvételek készítéséhez. Az itt bemutatott terület vizsgálata során lehetőségünk nyílt olyan folyami részek berepülé-

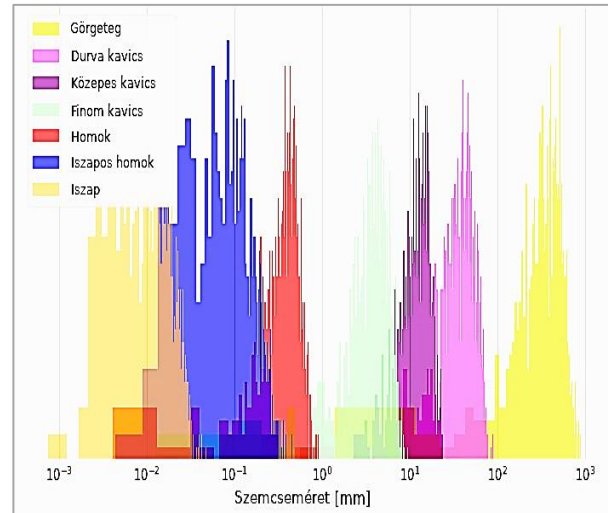
sére, melyek legtöbbször víz alatt vannak, és rendkívüli kisvízes időszakokban válnak láthatóvá. A minták anyagának és méretének nagyobb variánciája érdekében a vizsgálat során három, szemcseméretét tekintve jelentősen eltérő területet is megvizsgáltunk. Ezek közül kettő Vének település közelében terült el, míg a harmadik, amely egy sarkantyú volt, a Duna Gönyűvel szemközti partjánál volt található (3. ábra)



3. ábra. A mederanyag vizsgálati mintaterületek
Figure 3. Study sites of the river bed composition analysis

A bemenő adatok annotálása során 8 különböző szemcseméret osztályt határoztunk meg (4. ábra), amelyből 7 valós szemcsenagysági tartományokat jelölt, a fennmaradó egy pedig minden olyan egyéb tárgyat, felszínt, növényt és objektumot, amelyet nem szükséges azonosítani a vizsgálat végrehajtásához. Itt azonban fontos megjegyezni, hogy azt is megtehetjük, hogy egy növény- vagy állatfajt, esetleg tárgyat teszünk kategóriává. Erre kiváló példa az, ha meg szeretnénk vizsgálni, hogy a partszakaszokat milyen arányban borítja pl. műanyag hulladék. Tehát látható, hogy egyszerre több funkcióval is felruházható egy ilyen neurális hálózat. A végső elemzést minden esetben segédprogramok végzik majd a

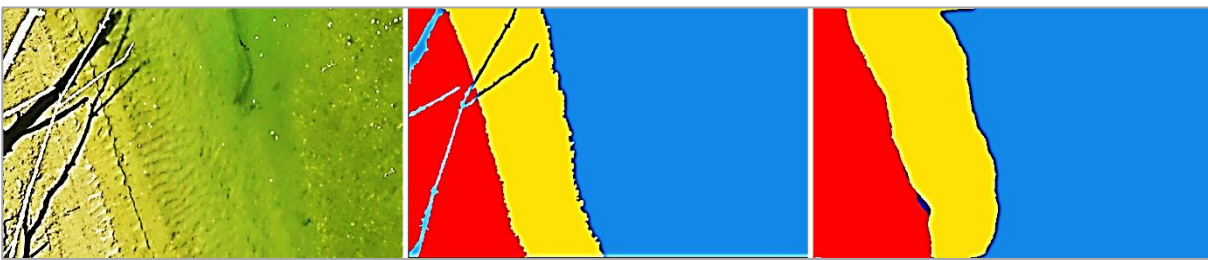
szegmentált képek alapján, így az azokon feltüntetett kategóriaszínek a fontosak. A 4. ábrán látható, hogy az alkalmazott szemcseméret osztályok részben átfedik egymást, aminek két oka is van: (a) az utófeldolgozást végző algoritmusnak képesnek kell lennie bármilyen értéket felvenni az adott kategórián belül, mindezt úgy, hogy az egy osztályon belüli szemcsenagyságok normál eloszlást követnek, egy tapasztalati középpérték mentén, továbbá, (b) az annotálás tartalmazhat jelölésbeli hibákat, ezért ezen pontatlanságokat így lehet a legkönnyebben ellensúlyozni. A modell bemeneteként tulajdonképpen egy kép-párt adunk meg, amelyből az egyik a vizsgált területről készült valós kép lesz, míg a másik az annotált változat.



4. ábra. A vizsgálatokhoz alkalmazott szemcseméret tartományok
Figure 4. Grain size categories for the bed composition analysis

A fenti ábrák alapján látható, hogy az annotáció (5. ábra, középső kép) a legsubjektívebb része a folyamatnak. A modell olyan dolgokat képes csupán megtanulni, amelyeket bemenetként megkapott, éppen ezért az annotátornak nagy a felelőssége, hiszen pontos munkát

kell végeznie. Az ehhez hasonló vizsgálatokban a képeken az egymás mellett elhelyezkedő osztályok sokszor csak nagyon kis mértékben különböznek egymástól, így szükséges, hogy az annotátor ismeretekkel rendelkezzen a területet illetően.



5. ábra. Drónfelvételtől kivágott kép (bal); a felvétel kézi lehatárolással (annotálással) előállított ún. ground truth változata (középen) és végül a Mély Tanulás eljárás eredményeképpen előállt kimeneti kép (jobb)

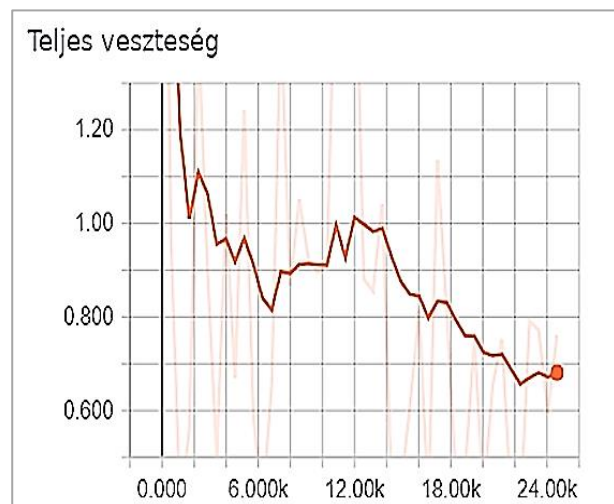
Figure 5. Original image extracted from the UAV video (left), the annotated, so called ground truth, version of the same image (middle) and the output image, predicted by the Deep Learning algorithm

A TANÍTÁS

A modell tanítását a felhőben végeztük egy nagy teljesítményű számítógépen, és így 7,43 órát vett igénybe, amely nem tűnik soknak, azonban a tanítást végző algoritmusok több tucat hiperparaméterrel rendelkeznek, melyek segítségével pontosíthatjuk és feladatra szabotabbá tehetjük a tanítást. A paraméterek többszöri változtatásával összesen nagyjából 100 órát és 24 ezer iterációt (6. ábra) vett igénybe a modell tanítása. Az ábrán látható, hogy az iterációk számának növekedésével a modell pontosabbá válik. Mivel az általunk használt adathalmaz relatíve kicsi volt, ezért nem volt célszerű tovább tanítani a modellt, mivel a túltanulás veszélye állt volna fenn.

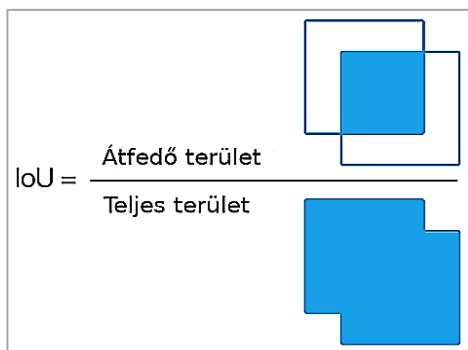
A MODELL ÉRTÉKELÉSE

A gépi tanulási modellek értékelésére több módszert is alkalmaznak. A képfeldolgozási területen a legelterjedtebb és leginkább szigorú a metszet és unió arányán alapuló metódus (IoU - Intersection over Union), amelyet Jaccard indexnek is neveznek, és a helyesen kategorizált pixelek részarányát számolja ki a képek területéhez viszonyítva. Ezt mutatja be a 7. ábra.



6. ábra. A tanítás költségfüggvénye az iterációk függvényében
(Megjegyzés: halvány narancssárga: a költségfüggvény valós értékei az iterációk során; narancssárga: a költségfüggvény értékeinek mozgó átlaga)

Figure 6. Cost function of training as a function of iterations
(Note: pale orange: values of the cost function during iterations; orange: moving average of the values of a cost function)



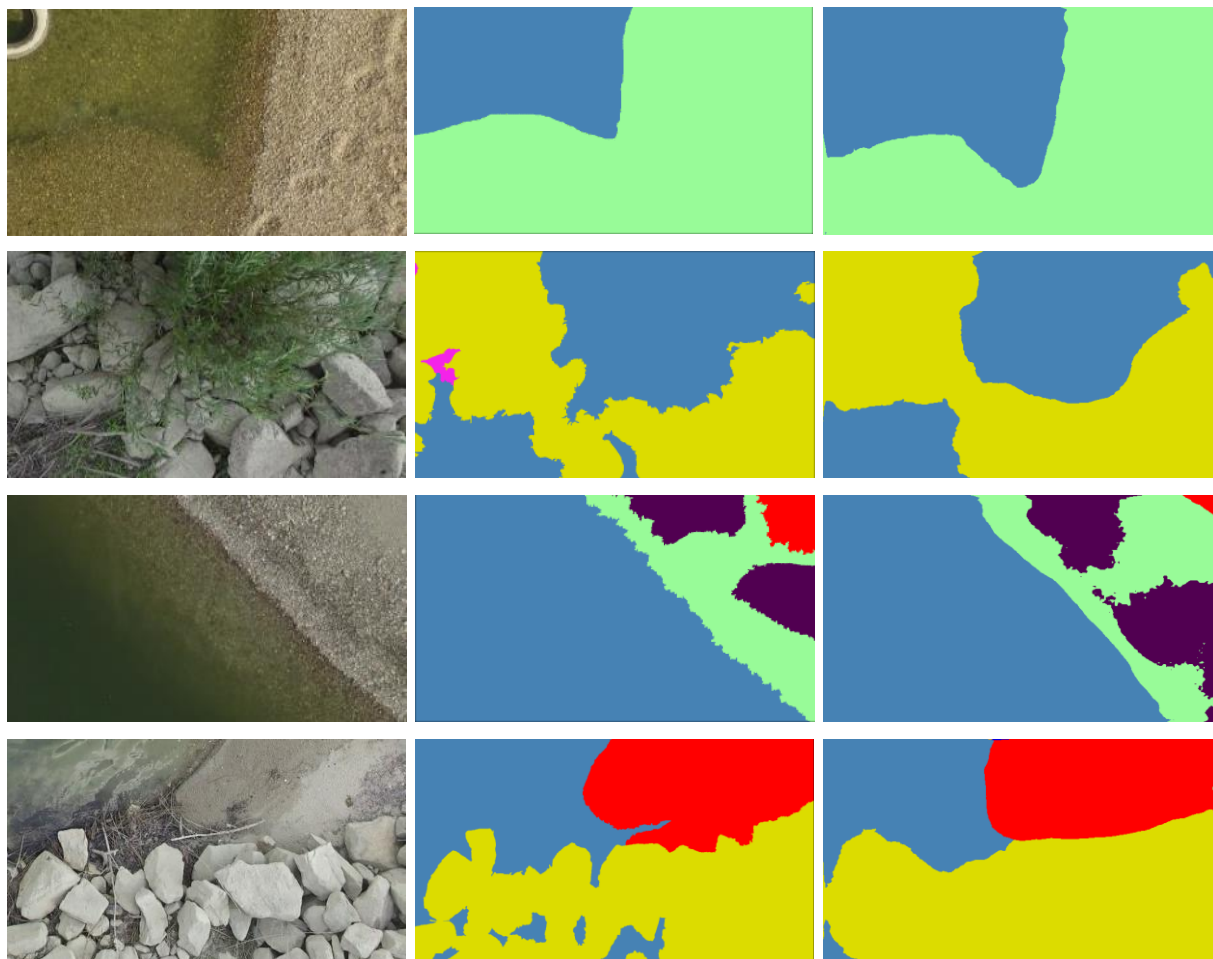
7. ábra. Az Intersection over Union értelmezése
(Forrás: www.pyimageresearch.com)

Figure 7. Interpretation of Intersection over Union
(Source: www.pyimageresearch.com)

Kép alapú adathalmazok esetén a teljes halmazra számítjuk az IoU-t, és az alapján jellemezzük a pontosságot, ezt nevezzük mIoU-nak (mean IoU – átlag IoU), amely érték ennél a modellnél 62,3% volt, ami

egy jó eredmény, ha számításba vesszük, hogy általában élesen elhatárolható objektumok szegmentálására használják, mi viszont földfelszíni textúrákat szegmentáltunk vele.

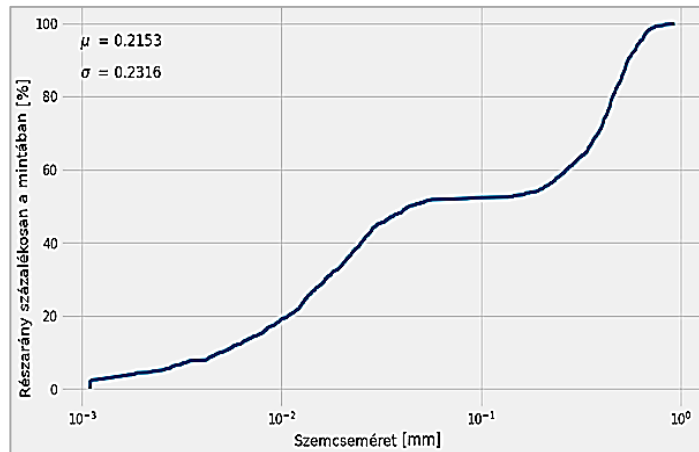
A modell értékelésének további módja lehet, és a jelen kutatás szempontjából fontosabb is, az alapigazsággént szolgáló és a szegmentált kép pixel alapú összehasonlítása. Azért lényegesebb ez a típusú validációs érték, mivel a kapott képből, és annak kategóriánkénti pixelszámaiból szeretnénk meghatározni a bemeneti kép által bemutatott terület szemeloszlási görbéjét. Ez a típusú pontosság a mi esetünkben 81,5%-os értéket ad, ami nagyon jónak számít, hisz az annotált és a kapott szegmentált kép nagyrészt megegyezett. Erre a pontosságra mutatunk be példákat a 8. ábrán is, ahol a drónfelvételekből kivágott eredeti képek, a kézzel lehatárolt (annotált) képek és a modell által javasolt kategóriákat láthatjuk.



8. ábra. Eredeti képek a drónfelvételtől (bal), annotált képek (közép) és a modell által elvégzett osztályozás (jobb)
Figure 8. Original UAV images (left), annotated images as the ground truth (middle), segmented images produced by the model (right)

A képelemzés két végtermékben kell, hogy kicsúcsosodjon. Az egyik egy, a repülési területet lefedő, a drón berepülési útvonala mentén alkotott, a szegmentált képekből összeállított mederanyag osztály térkép (ez az adott helyen jellemző átlagos szemcseméretet adja vissza), to-

vábbá ezen útvonal mentén, szemcseeloszlási görbék alkotása, melyeknek segítségével a szakemberek számszerű információkat is kaphatnak a terület szemcseösszetételi viszonyait illetően. Egy ilyen szemösszetételi görbe látható a 9. ábrán.



9. ábra. Az 5. ábrán látható felvétel alapján készült szemösszetéti görbe, amely csak a releváns, az eredeti képen felismert kategóriákat tartalmazza

Figure 9. The grain size distribution curve obtained from the analysis of Figure 5., which contains only the relevant categories recognized in the original image

KÖVETKEZTETÉSEK, FEJLESZTÉSI IRÁNYOK

A legfontosabb eredmény, amit ezen kutatás fel tud mutatni, hogy tudásunk szerint első alkalommal alkalmaztunk Mély Tanulás alapú eljárást a folyók és vízfolyások mederanyag szemcseösszetételének vizsgálatára, és az eredmények azt igazolják, hogy egy, a gyakorlatban is használható eljárással bővül ez a tudományág. Mint azt bemutattuk, a modell képes volt kellően nagy pontosságot elérni, a meglehetősen kicsi tanító adathalmaz dacára is. Fontos megjegyezni továbbá, hogy nemcsak a képek analízisére kialakított modell került kialakításra, hanem egy utófeldolgozást végző program is, amely szegmentált képekből szemcseeloszlási görbét állít elő. A mederanyag feldolgozása akár valós időben is történhet egy megfelelő számítási kapacitással rendelkező klaszter mellett. Az általunk használt konfiguráció másodpercenként 4 kép analízisére volt képes, amely jelzi, hogy nagy kiterjedésű területek vizsgálata is lehetségessé válik rövid idő alatt ezt a módszert használva.

A felvételek annotálása során kiderült, hogy a drón repülési sebessége közel sem volt optimális, mivel a képek nagyjából 30%-a használhatatlan volt, ezért fontos lenne megtalálni az optimális repülési gyorsaságot, amely mellett a legjobb minőségű képek készíthetők, azonban az elemzés is gyors ütemben haladhat. A modell architektúráját tekintve is vannak alkalmazható fejlesztési irányok. Itt a terület gyors ütemű fejlődése miatt erre szükség is van. Ha a jelenlegi architektúrát szeretnénk fejleszteni, akkor minél mélyebb (több belső réteggel rendelkező) modell kialakítása a célszerű, amely azonban a számítási teljesítmény növekedésével jár. Azonban az is elképzelhető, hogy a közeljövőben felbukkan egy, a jelen vizsgálat során használnál jobb felépítésű modell, így érdemes folyamatosan követni ezen terület kutatási újdonságait. A legnagyobb teljesítmény növekedés azonban mindenképp a tanító adathalmaz nagyarányú növelésével lenne elérhető.

Az itt bemutatott módszer tehát alkalmas lehet arra, hogy akár több 10 km hosszúságú folyószakaszokra a mederanyagra vonatkozó szemösszetéti információt térképi formában állítsuk elő. A cikkben ugyan csak a part menti sávról készült drónfelvételek elemzésére mutattunk be példát, de az eljárás kiterjeszhető víz alatti felvételekre is,

amiből hasonlóképpen, a képek esetleges torzítását is kezelve, tudunk képelemzést végrehajtani és így mind a száraz mind a víz alatti zónákban lesz térképszerű adatunk. Az így előállított térképek több tudományterületen tudnak hasznosulni. Korábbi tanulmányok pl. kimutatták, hogy folyószakaszok élőhely jellemzőinek leírásában a mederanyag, mint a bentikus élőhelyek egyik fizikai paramétere, meghatározó szerepet játszik az élőhely minőségében. Mivel a folyókban számos további fizikai paraméter, mint pl. az áramlási sebesség vagy a vízmélység a jelenleg alkalmazott vizsgálati módszerekkel már területi eloszlások formájában megadható, a mederanyag térképek ezt a leírásmódot jól kiegészíthetik (pl. Baranya és társai 2018). Folyók morfológiai folyamatainak vizsgálatánál is fontos szerepe van a mederanyag fizikai jellemzőinek. Manapság már többdimenziós számítógépes modellek alkalmazhatók a mederalak változási folyamatok szimulációjára (pl. Török és társai 2019), amelyeknek egyik releváns bemeneti adata a meder fizikai összetétele.

IRODALOMJEGYZÉK

- Albelwi, S., Mahmood, A. (2017). A Framework for Designing the Architectures of Deep Convolutional Neural Networks, *Entropy*, Vol. 19 (6), pp. 242.
- Banko, M., Brill, E. (2001). Scaling to very large corpora for natural language disambiguation, *ACL '01 Proceedings of the 39th Annual Meeting on Association for Computational Linguistics*, pp. 26-33.
- Baranya, S., Fleit, G., Józsa, J., Szalóky, Z., Tóth, B., Czeglédi, I., Erős, T. (2018). Habitat mapping of riverine fish by means of hydromorphological tools. *Ecohydrology*, Vol. 11 (7).
- Chen, L., Zhu, Y., Papandreou, G., Schroff, F., Hartwig, A. (2018). Encoder-Decoder with Atrous Separable Convolution for Semantic Image Segmentation, *ArXiv*, 1802.02611
- Detert, M., Kadinski, L., Weitbrecht, W. (2018). On the way to airborne gravelometry based on 3D spatial data derived from images, *International Journal of Sediment Research*, Vol. 33. (1), pp. 84-92.
- Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M., Thrun, T. (2017). Dermatologist-level

classification of skin cancer with deep neural networks, *Nature*, Vol. 542., pp. 115-118.

Graham, D. J., Rice, S. P., Reid, I. (2005). A transferable method for the automated grain sizing of river gravels, *Water Resources Research*, Vol. 41. (7).

Langhammer, J., Lendzioch, T., Miřijovský, J., Hartvich, F. (2017). UAV-Based Optical Granulometry as Tool for Detecting Changes in Structure of Flood Depositions, *Remote Sens.* Vol. 9, pp. 240.

LeCun, Y., Bengio, Y., Hinton, G. (2015). Deep learning, *Nature*, Vol. 521., pp. 436-444.

Otsu, N. (1979). A threshold selection method from

gray-level histograms, *IEEE Transactions of Systems, Man and Cybernetics* 9, (1), pp. 62–66.

Pearson, E., Smith, M. W., Klaar, M. J., Brown, L. E. (2017). Can high resolution 3D topographic surveys provide reliable grain size estimates in gravel bed rivers? *Geomorphology*, Vol. 293., pp. 143-155.

Schaller, R. R. (1997). Moore's law: past, present, and future, *IEEE Spectrum*, Vol. 34. (6), pp. 52-59.

Török, G. T.; Józsa, J.; Baranya, S. (2019). Validation of a Novel, Shear Reynolds Number Based Bed Load Transport Calculation Method for Mixed Sediments against Field Measurements. *Water* 2019, 11, p. 2051.

A SZERZŐK



BENKŐ GERGELY Építőmérnöki alapidiplomáját a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen szerezte 2019-ben. Jelenleg a Budapesti Corvinus Egyetemen mesterképzéses hallgatója. 2018-ban Pro Progressio Hallgatói Ösztöndíjban részesült.

BARANYA SÁNDOR építőmérnöki oklevelét a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen szerezte 2003-ban, PhD fokozatát ugyanitt 2010-ben. Jelenleg a BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszékének egyetemi docense. A BME mellett vendégkutatóként egy-egy évet töltött a norvégiai NTNU egyetemen (2011) és az egyesült államokbeli University of Iowa-n (2014). Kutatási területe folyók medermorfológiai, áramlástan és hordalékvándorlási vizsgálata terepi eljárásokkal és számítógépes modellezéssel. Elnyerte a Magyar Eötvös Ösztöndíjat, Korányi Ösztöndíjat, Bolyai János kutatási ösztöndíjat, a BME-n Rektori dicséretben, „TDK Munkáért” oktatói emléklapoktában és Pro Progressio Oktatói TDK díjban részesült, 2019-ben elnyerte az OTDT Mestertanár Aranyérmét. A Magyar Hidrológiai Társaságnak 2003 óta tagja, 2015-ben Vitális Sándor szakirodalmi nívódíjában részesült.

TÖRÖK GERGELY

Építőmérnöki oklevelét 2012-ben, PhD fokozatát 2018-ban szerezte meg a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen. Jelenleg az MTA-BME Vízgazdálkodási Kutatócsoport tudományos munkatársa, illetve a Dr. Korányi Imre Ösztöndíj nyerteseként vendégkutató az amerikai University of Illinois at Urbana-Champaign-en. Kutatási területe a vegyes szemösszetételű folyómedrek morfológiai folyamatainak vizsgálata. A Magyar Hidrológiai Társaságnak 2010 óta tagja.

MOLNÁR BENCE

Földmérő és Térinformatikus diplomáját 2008-ban szerezte a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, doktori (PhD) fokozatát 2013-ban szerezte. Jelenleg a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem docense a Fotogrammetria és Térinformatika Tanszéken. Kutatási területei a fotogrammetria, a gépi látás és a mesterséges intelligencia.

Kihívások a Tass, Gudmon-foki parti szűrésű regionális vízbázis üzemeltetésében

Csiszár Endre

BÁCSVÍZ Zrt., 6000 Kecskemét, Izsáki út 13. (csiszar.endre@bacsviz.hu)

Kivonat

A BÁCSVÍZ Zrt. üzemeltetésében lévő Tass, Gudmon-foki parti szűrésű regionális vízbázisról – melyből 10 sekély mélységű kút termel - 9 környező település (Kunszentmiklós, Tass, Dunavecse, Apostag, Szalkszentmárton, Apaj, Szabadszállás, Kunadacs, Kunpeszér) vízellátása történik. A vízbázis Tass község külterületi részén, a Duna bal partján az 1 583,8-1 585,3 fkm közötti szakaszon helyezkedik el. A kutak a nyári gát és az árvízvédelmi töltés közötti ártéri területen, a parttól mintegy 65 m, míg a nyári gát lábától 3-4 m távolságban létesültek.

A kutak által szűrözött vízáadó réteg átlagosan 6-13 m mélységben helyezkedik el a terepszint alatt, anyagát tekintve jellemzően durvaszemű homok, apró- és középszemű kavics alkotja. A vízbázisból kitermelt víz ammónium, nitrát és nitrit tartalma határérték alatti, a vas és mangán komponensek viszont meghaladják a vonatkozó jogszabályban előírt határértéket.

A vízbázisból kitermelhető vízmennyiséget jelentős mértékben limitálja a Duna-vízszintje. Az utóbbi időben meghatározó közép- és kisvíz esetén a kutaknak már a nyugalmi vízszintje is belemetsz a kutak által szűrözött szakaszba, így azon a részen már megindul a levegővel való érintkezés hatására a vas- és mangán-oxidok képződése által a vízáadó réteg pórusainak eltömődése.

A termelés hatására – főleg nyári kisvízi időszakban, amikor a legjelentősebbek a vízigények – a szűrözött vízáadó réteg pórusainak eltömődése a kolmatáció (vas- és mangán-oxid kiválások a vízáadó réteg szemcséin) hatására még inkább fokozódik.

Az eddig alkalmazott rétegregenerálási technológia (só-, illetve citromsavas tisztítás) nem hozta az elvárt, hosszútávú eredményességet.

A vázolt probléma mérséklése/megoldása az alábbiak szerint lehetséges: a kutak üzemének optimalizálása a mindenkori Duna-vízállás figyelembevételével, ütemezett és tervszerű rétegregenerálás végrehajtása, esetleg másik (alternatív) vízbázis keresése.

Kulcsszavak

Parti szűrésű vízbázis, a vízáadó rétegben kivált vas- és mangán-csapadékok eltávolítása, kutak vízszolgáltató képességének megőrzése, üzemoptimalizálás.

Challenges in the operation of the Tass-Gudmon-fok bank-filtered regional water source

Abstract

Nine regional settlements (Kunszentmiklós, Tass, Dunavecse, Apostag, Szalkszentmárton, Apaj, Szabadszállás) are supplied with drinking water from the Tass, Gudmon Cape regional bank filtered water source - where there are 10 shallow wells – and are operated by the BÁCSVÍZ Zrt. The water source is located on the left bank of the Danube in the outskirts of the municipality of Tass, between 1 583.8 and 1 585.3 rkm. The wells were established in the floodplain area between the summer dyke and the flood protection levee, about 65 m from the bank of the river and 3-4 m from the foot of the summer dyke. The aquifer, filtered by the wells, is located at an average depth of 6-13 m below the ground level and is typically composed of coarse-grained sand, fine and medium-grained gravel. The water extracted from the water source contains ammonium, nitrate and nitrite below the limit value, while the iron and manganese components exceed the limit value prescribed by the relevant legislation. The amount of water that can be extracted from the water source is significantly limited by the Danube water level. Recently, the mean and low-water levels of the wells have been submerged in the filtered section of the wells, so that the pores in the aquifer begin to become blocked by the formation of iron and manganese oxides through contact with air. As a result of water production, especially during summer low water periods, when water requirements are most significant, the clogging of pores in the filtered aquifer is further increased by the effects of the colmatation (precipitations of iron and manganese oxide on the grains of aquifers). The layer regeneration technology used so far (purification with hydrochloric acid and citric acid) has not brought the expected long-term success. The mitigation / solution of the problem outlined is possible as follows: optimizing the operation of the wells taking into account the current Danube water level, carrying out scheduled and planned layer regeneration, and possibly searching for another (alternative) water source.

Keywords

Bank-filtered water source, removal of iron and manganese precipitated in aquifer, preservation of water supply capacity of wells, plant optimization.

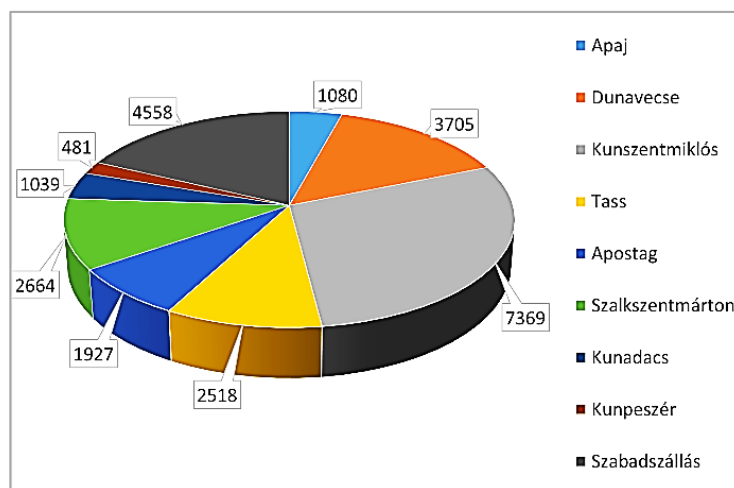
BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉS

A Tass, Gudmon-foki parti szűrésű közüzemi vízbázis 30 éve látja el a környező települések lakosságát ivóvízzel. Az időjárási viszonyok egyre inkább szélsőségesebbé váltak, ezért mindinkább kihívást jelent a Dunafolyam kis- és középvízi vízszintjeihez képest térszíniileg „magasabban” települt vízbázist úgy üzemeltetni, hogy a vízműkutak üzeme során kialakuló depresszió ne metszen bele a vízáadó rétegbe, mely üzemállapot a vízáadó réteg kolmatációját, vas- és mangán-oxid csapadék általi eltömődését okozza.

A tanulmány célja, hogy bemutassa a vízbázist, annak hidrogeológiai adottságait, a kolmatáció hatásait, valamint ismertesse az eltömődés csökkentése céljából elvégzett beavatkozások eredményeit.

A VÍZBÁZISRÓL ELLÁTOTT TELEPÜLÉSEK

A Tass, Gudmon-foki sekély mélységű, parti szűrésű regionális vízbázisról 9 környező település (összesen 25.341 fő) vízellátása történik, melyek közül a vízbekötéssel rendelkező fogyasztók szempontjából Kunszentmiklós a legjelentősebb, míg a legkevesebb fogyasztóval Kunpeszér rendelkezik (1. ábra).



1. ábra. Ivóvízzel ellátott lakosok száma
Figure 1. Population with drinking water

A VÍZTERMELÉS ALAKULÁSA

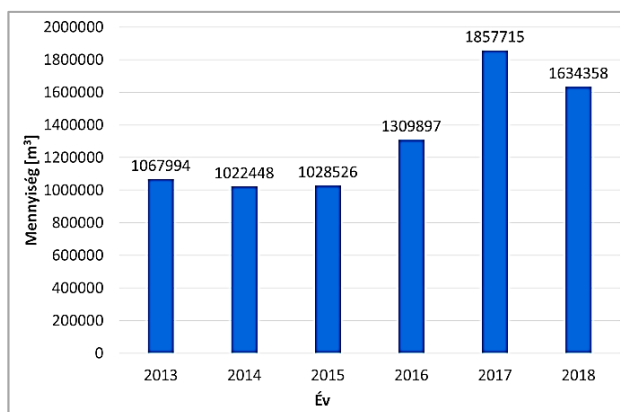
A vízbázisból kitermelt vízmennyiség alakulását a 2013-2018. évek közötti időszakban a 2. ábra szemlélteti.

Látható, hogy 2016-ban a vízbázisból kitermelt víz jelentős mértékben (a korábbi évhez képest ~ 30 %-kal) emelkedett, melynek oka, hogy az év első felében üzembe helyezték a térségben zajló ivóvízminőség-javító program keretében Kunadacs, Kunpeszér és Sza-

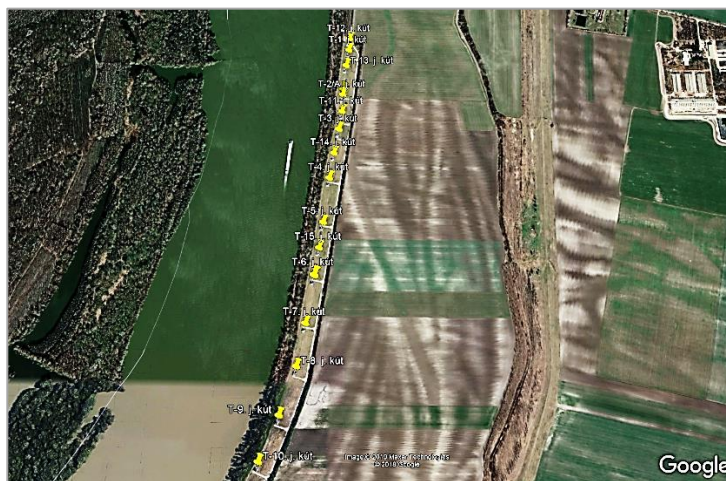
badszállás települések vízellátása céljából megépült távvezetékeket. 2018-ban tovább már nem emelkedett a kitermelt vízmennyiség, hanem a korábbi évhez képest 10 %-kal csökkent.

HIDROGEOLÓGIAI ADOTTSÁGOK

A vízbázis Tass község külterületi részén, a Duna-folyambal partján a 1583,8-1585,3 fkm közötti szakaszon helyezkedik el (1. kép).

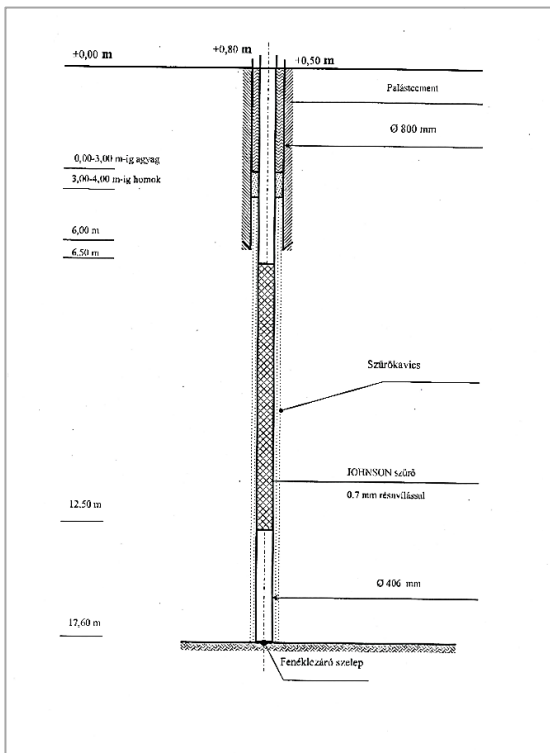


2. ábra. A vízbázisból kitermelt vízmennyiség a 2013-2018. évi időszakban
Figure 2. The amount of water extracted from the water source in 2013-2018 period



1. kép. A kutak elhelyezkedése (Forrás: Google Earth Pro 2019)
Photo 1. Location of wells (Source: Google Earth Pro 2019)

A vízbázis termeltetésére összesen 16 darab sekély mélységű csőkút létesült (3. ábra).



3. ábra. Parti szűrésű kutak jellemző szerkezete (MFGI 2015.)
Figure 3. Characteristic structure of bank filtered water wells (MFGI 2015)

Az összes kút a nyári gát és az árvízvédelmi töltés közötti ártéri területen, a Duna partvonalától ~ 65,0 m, míg a nyári gát lábától ~ 3-4 m távolságban létesült (2. kép).

Jelenleg üzemszerűen 10 db kúton folyik a víztermelés. A többi kút kedvezőtlen műszaki állapota (T-1. és

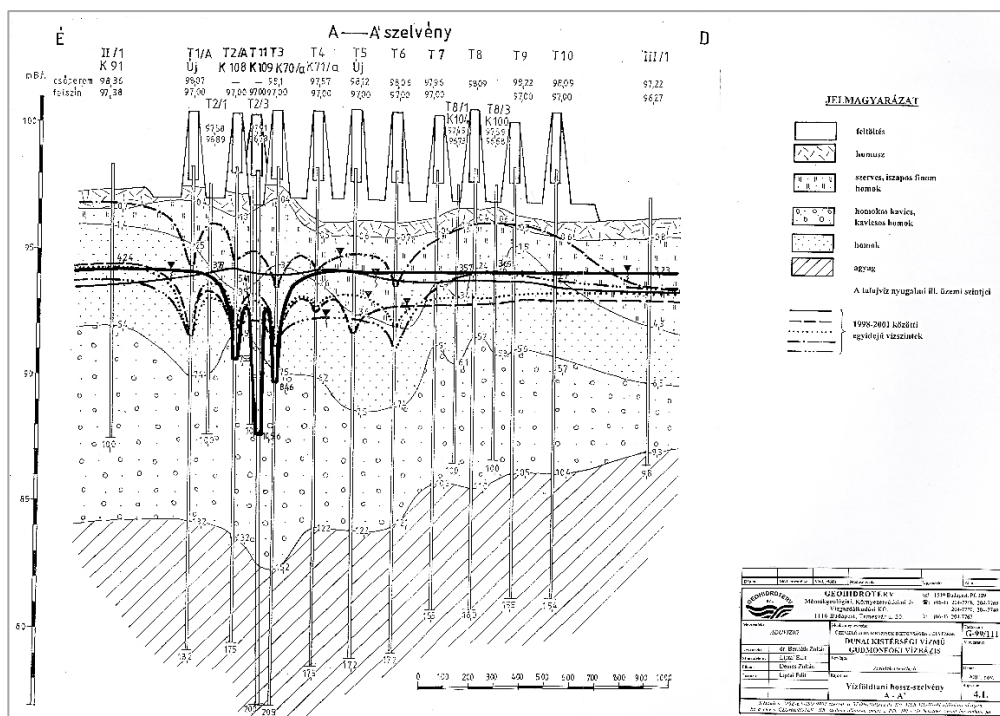
T-2. jelű vízműkutak), továbbá a kitermelhető víz mennyisége, illetve minősége (a vízbázis D-i részén létesült T-7., T-8., T-9. és T-10. jelű vízműkutak) miatt üzemben kívül lett helyezve.



2. kép. A vízbázisra telepített parti szűrésű csőkutak (Forrás: Baki Zoltán, BÁCSVÍZ Zrt. 2018.)
Photo 2. Bank-filtered water wells installed on the subsurface water resources (Zoltán Baki, BÁCSVÍZ Zrt. 2018)

A vízbázisból kitermelhető víz mennyiségét és minőségét a geológiai, hidrológiai és antropogén eredetű tényezők, illetve hatások jelentős mértékben meghatározzák.

A kutak által szűrözött vízadó réteg átlagosan 6,0-13,0 m mélységben helyezkedik el a terepszint alatt, anyagát tekintve jellemzően durvaszemű homok, apró- és közepes szemű kavics alkotja. A vízadó réteg vastagsága a T-1. – T-5. jelű kutak között egyenletesnek mondható, néhol található kisebb kivastagodások, például a T-1.-T-3. jelű kutak közötti szakaszon. A T-1. jelű kúttól északi irányba a vízadó réteg feltételezhetően tovább „nyílik”, a T-6. jelű kúttól déli irányba pedig a vízadó réteg fokozatosan elvékonyodik (4. ábra).



4. ábra. A vízbázis vízföldtani hossz-szelvénye a nyugalmi és a termelés közben kialakuló üzemi vízszintekkel (Geohidroterv Kft. 2001)
Figure 4. The hydrogeologic longitudinal profile of the water basin with the resting and production water levels (Geohidroterv Kft. 2001)

1. táblázat. A vízbázisból kitermelt víz minősége a Duna és a talajvíz minőségéhez viszonyítva

Table 1. The quality of water extracted from the water source in comparison with the quality of the Danube and groundwater

Vízminőségi komponens neve, mértékegysége	Ammónium [mg/l]	Nitrit [mg/l]	Nitrát [mg/l]	Arzén [µg/l]	Vas [µg/l]	Mangán [µg/l]
Duna-folyam	0,08	0,02	9,05	1,2	22,5	<10
Vízműkutak	0,11	<0,01	2,49	1,83	337	308
Talajvíz (háttér)	0,38	0,01	<0,5	1,45	315	289

Dél felé haladva a vízadó réteg egyre inkább finomodó szemcsemérete (4. kép) és fokozatos elvékonyodása miatt a kutak víztermelő képessége fokozatosan romlik. Jelentős

(2-3 m-es rétegvastagság-csökkenés) mértékű elvékonyodás tapasztalható T-10. jelű vízműkúttól D-i irányba (4. ábra).



4. kép. A termeltetett vízadó réteg jellemző szemszerkezete a T-15. jelű kút szelvényében 2014-ben
Picture 4. The typical grainsize structure of the production aquifer in the T-15 well section in 2014

A vízbázisból kitermelt víz ammónium, nitrát és nitrit tartalma határérték alatti, a vas és mangán komponensek

viszont meghaladják a vonatkozó jogszabályban előírt határértéket (2. táblázat).

2. táblázat. A vízbázisból kitermelt víz minősége szempontjából meghatározó főbb komponensek jellemző koncentráció-értékei
Table 2. Characteristic concentration values of the main components which are decisive for the quality of water extracted from the subsurface water resource

Vízminőségi komponens neve, mértékegysége	Ammónium [mg/l]	Nitrit [mg/l]	Nitrát [mg/l]	Arzén [µg/l]	Vas [µg/l]	Mangán [µg/l]
Jellemző érték	0,11	<0,01	2,49	1,83	337	308
Határérték*	0,5	0,5	50	10	200	50

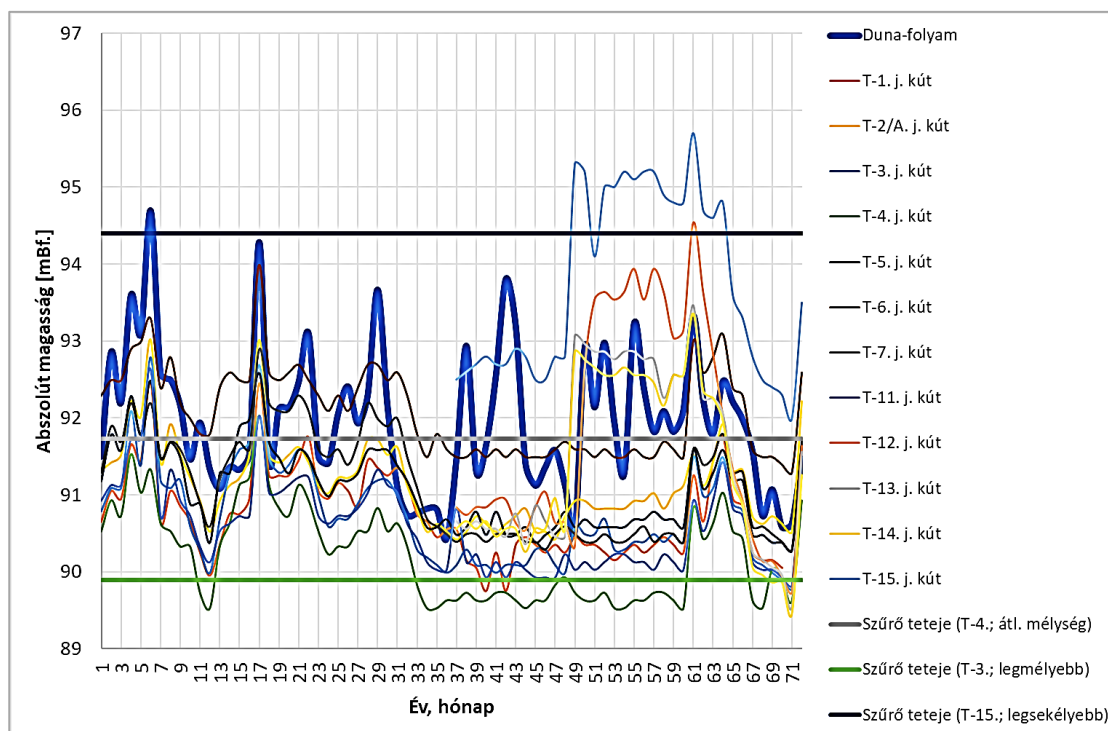
*201/2001. (X. 25.) Korm. rendelet 1. számú melléklete szerint

A T-7. jelű kúttól D-i irányba elhelyezkedő kutaknál (T-8., T-9. és T-10. jelűek) felerősödik a háttér felőli utánpótlódás, mely a termelt víz vízminőségének romlásában is megmutatkozik (egyre inkább növekvő ammónium-, nitrát- és nitrit-koncentrációk). Tekintettel arra, hogy az előbbieken említett 3 kút a belőlük kitermelhető víz kedvezőtlen minősége miatt már hosszú ideje üzemben kívül van helyezve, mért vízminőségi eredményekkel a szerző nem tudja igazolni ezt az állítást.

A DUNA HATÁSA A VÍZBÁZIS VÍZKÉSZLETÉRE
A Duna-folyam és a vízműkutak vízszint adatainak korrelációja alapján megállapítható, hogy a vizsgált 6

éves időszakban látszanak a nyári időszakban kisvízzel jellemezhető hónapok, valamint a Duna, ezáltal a kutak nyugalmi vízszintje is trendszerű csökkenést mutat, mely a szélsőséges időjárási körülményekkel (hosszantartó, csapadékmentes és rövid időtartamú, kevés csapadékkal jellemezhető időszakok gyakorisága), illetve a Duna medrének folyamatos mélyülésével magyarázható (6. ábra).

Ugyanakkor elmondható, hogy a kutak nyugalmi vízszintjének változása követi a Duna-folyam vízállásának alakulását.

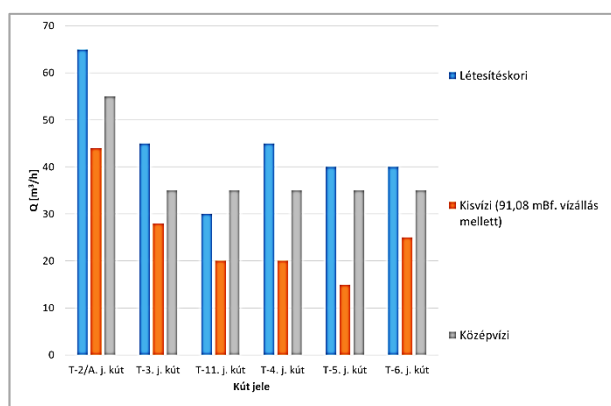


6. ábra. A Duna és a vízműkutak nyugalmi vízszintjének alakulása 2013-2018 között

Figure 6. Changes in the resting water level of the Danube and in the resting water level the waterworks in 2013-2018

Az előbbieken leírtak alapján könnyen belátható, hogy a kutakból kitermelhető víz mennyiségét és minőségét a Duna mindenkor vízszintje jelentős mértékben meghatározza (7. ábra). Minél alacsonyabb a Duna vízállása, a kitermelt víz annál jelentősebb mértékben származik a háttér felől, a talajvízből, mely hosszú távon a kitermelt víz minőségét is kedvezőtlen irányba befolyásolja, ugyanis a háttérből érkező talajvíz általában kedvezőtlenebb minőségű, mint a Duna-mederről a vízadó rétegbe beszivárgó víz.

Minél vastagabb a kolmatált zóna, a víz annál nehezebben áramlik át rajta, tehát egy bizonyos vastagság elérését követően a vízkészlet-utánpótlódás lassúvá és nehezkessé válik, ugyanis a vízadóban a mederfalon keresztül bejutó víznek igen nagy ellenállást kell leküzdenie. További gáthatást jelentenek a partvédelem céljából elhelyezett bazaltkockakövek, melyek a beszivárgási felületet jelentős mértékben lecsökkentik (5. kép).

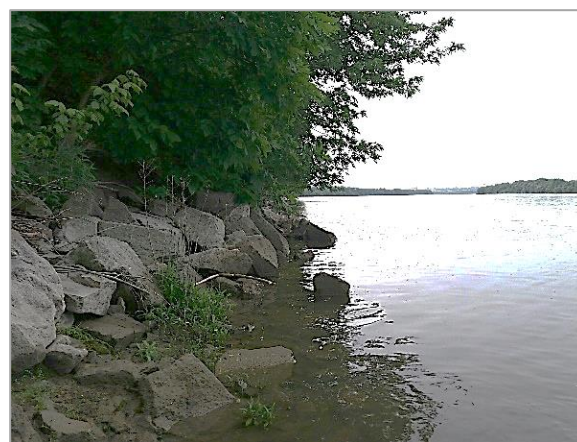


7. ábra: A Duna-vízállás és a vízműkutak hozamának kapcsolata 2013-ban

Figure 7: Relationship between the Danube water level and the yield of the production wells in 2013

A vízműkutak hozama dunai kisvízes időszakban a középvízi hozamnak átlagosan 65, míg a létesítéskorinak mindössze 57 %-a.

A termeltetett vízadó réteg vízkészlete döntő mennyiségben a Dunából származik, mely a mederfalat borító iszapos-agyagos rétegen (kolmatált zónán) átszűrődve jut a vízadóba.



5. kép. A partvédelmi célt szolgáló kockakövek (Forrás: Baki Zoltán, BÁCSVÍZ Zrt. 2018.)

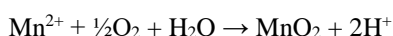
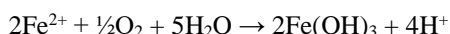
Photo 5. Cobblestones serving the purpose of bank protection (Source: Zoltán Baki, BÁCSVÍZ Zrt. 2018)

A VÍZADÓ RÉTEG KOLMATÁCIÓJÁNAK HATÁSAI

Kedvezőtlenül hat továbbá a kutakból kitermelhető vízmennyiségre, illetve a kutak fajlagos vízadó képességére a vízadó- és szűrőrétegek kolmatációja, mely a vízben oldott állapotban lévő vas- és mangán levegővel történő érintkezés hatására végbemenő oxidációja eredményeképpen történő pelyhesedését követő kicsapódását jelenti.

A kutak üzemeltetéséből eredő kolmatáción felül a vízadó réteg és a Duna mindenkori vízállásának egymáshoz viszonyított térbeli helyzete főleg kisvízi időszakban önmagában is kolmatációt eredményez, ugyanis a vízadó réteg sekély mélységéből adódóan alacsony Duna-vízállás esetén a vízműkutak nyugalmi vízszintje a szűrőzött szakaszba süllyed (a terepszinttől számított 6-7 m-es mélység alá), ezáltal a kút termelése esetén nem ritka, hogy a szűrőzött vízadó réteg több, mint 50 %-a levegővel érintkezésbe kerül (9. ábra).

A vas (II) és magán (II) ionok oxidációja vas (III)-ná, illetve magán (IV)-ná az alábbiak szerint történik:



Ha a Duna alacsony vízállása miatt az üzemi vízszint a víztermelés következtében belemetsz a vízadó rétegbe, tehát annak egy része levegővel érintkezik, akkor az oxigén hatására a vízadó réteg szemcséin, illetve a szűrőszerkezet felületén oxidált formában kiválik a korábban redukált, ezáltal a vízben oldott állapotban lévő vas- és mangán.

A csapadékképződés eredményeképpen a vízadó réteg pórustere és a kút szűrőszerkezete eltömődik, melynek eredményeképpen a hidraulikai ellenállásuk jelentősen megnő – ami a fajlagos vízhozamok csökkenésében mutatkozik meg leginkább – így a víztermelés hatására egyre jelentősebb mértékben süllyed a kutak üzemi vízszintje és csökken a kitermelhető vízmennyiség. A vízadó réteg mind-mind nagyobb része érintkezik a levegővel, az oxidált állapotú vas- és mangán csapadékok (jellemzően oxidok, illetve oxi-hidroxidok) képződése annál inkább intenzifikálódik.

A süllyedő üzemi vízszintek és a csökkenő kitermelhető vízmennyiség eredményeképpen adott mennyiségű víz kitermeléséhez egyre nagyobb energiárfordítás szükséges.

Mindemellett az oxidatív környezet a szénacél anyagú szerelvények (pl. szűrőrákat, termelőcső és búvárszivattyú) korrózióját eredményezi (6. kép), a vas- és mangán-oxid csapadék pedig bevonatot képez azok felületén, mely vastagsága függvényében az áramlási keresztmetszetet is szűkítheti (7-10. kép).



6. kép. Az oxidatív környezet kedvezőtlen hatásai

(Megjegyzés: A VIKUV Zrt. által 2009 májusában elkészített „Tass, Gudmon-foki vízmű kútjainak műszeres vizsgálata” című dokumentációból)

Photo 6. Adverse effects of oxidative environment

(Note: From the documentation "Instrumental Inspection of Tass, Cape Gudmon Water Works", prepared by VIKUV Zrt. in May 2009)



7. kép. Vas-oxid bevonat a kútból kiépített szűrőrakaton (Forrás: BÁCSVÍZ Zrt.)
Photo 7. Iron oxide coating on removed filtered well (Source: BÁCSVÍZ Zrt.)



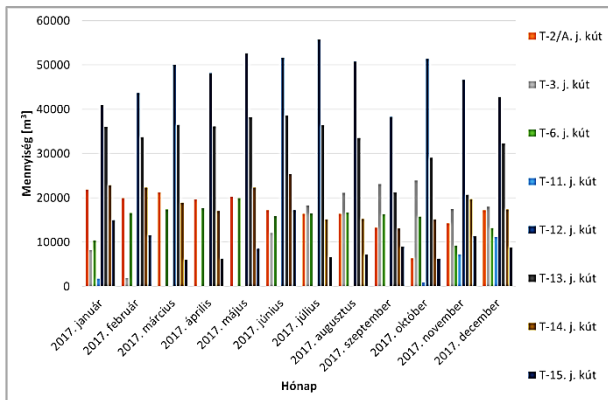
8. és 9. kép. Vas- és mangán-oxid csapadék a kútból kiépített búvárszivattyún (Forrás: BÁCSVÍZ Zrt.)
Photo 8 and 9. Iron and manganese oxide precipitation on a submersible pump removed from a well (Source: BÁCSVÍZ Zrt.)



10. kép. Parti szűrésű vízműkútból kiépített szerelvény vas- és mangán csapadékkal borított belső felülete (Forrás: BÁCSVÍZ Zrt.)
Photo 10. Inner surface of a removed kit from a bank-filtered water well coated with iron and manganese precipitation (Source: BÁCSVÍZ Zrt.)

Tekintve, hogy a Duna vízállására nincsen közvetlen ráhatásunk, illetve a vízigény a nyári időszakban a legnagyobb, amikor a Dunán jellemzően kisvízi időszak van, a vas- és magán csapadék képződését leghatékonyabban a kútüzemrend optimalizálásával lehet elérni.

Az üzemrend-optimalizálás lényege, hogy a vízbázis nem szabad pontszerűen „leterhelni” (8. ábra), azaz 2-3 kedvező hozamadottságú kúttal a vízigényeket kielégíteni, hanem az összes, vízhozam és vízminőség szempontjából üzemképes kutat alacsony hozamon termeltetve kell a vízigényeket kielégíteni.



8. ábra. A termelt víz megoszlása kutanként 2017. évben
Figure 8. Distribution of water produced per wells in 2017

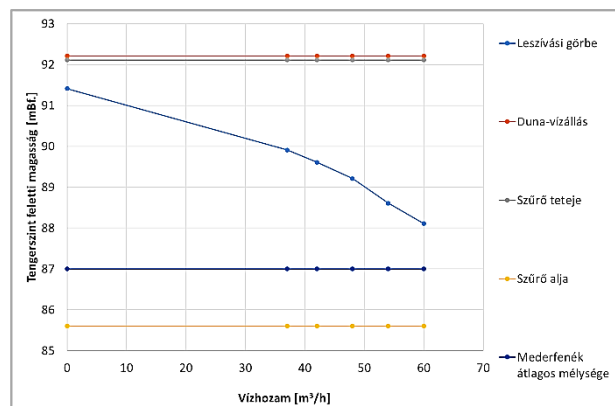
A KOLMATÁCIÓ MÉRSÉKLÉSÉNEK ALTERNATÍVÁI, A VÍZBÁZIS VÍZADÓ KÉPESSÉGÉNEK FENNTARTÁSA

Pontszerű termeltetés hatására a depresszió 6-7 méter hosszúságban belemetsz a vízadó rétegbe, ami jelentős mértékű kolmatációt von maga után, míg a több kúttal, alacsony vízhozam mellett megvalósított termelés eredményeképpen a szűrőzött szakasz 2-3 méterrel kerül levegőborítás alá (9. ábra), ezáltal vas- és mangán csapadékok képződésének mértéke is csekélyebb lesz.

A vízadó réteg kolmatációja a kutak körüli 1-2 m sugarú térrészben a legintenzívebb, ugyanis a termeltetés ha-

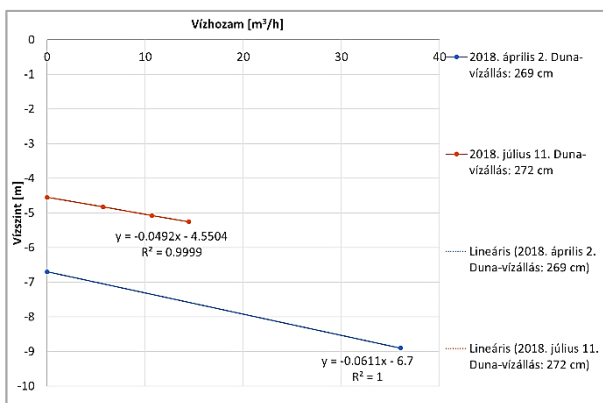
tására a kút gyűrűs terén kívül itt a legnagyobb a vízszint-csökkenés mértéke.

A kolmatáció mértékének csökkenése érdekében, rétegenerálás céljából korábbi években sósavval, majd pedig citromsavval évi ütemezésben végeztünk kúttisztítást a kutak vízadó képességének megőrzése, illetve javítása céljából, azonban elmondható, hogy fáradozásaink ellenére az elvégzett beavatkozás nem hozta meg a várt, hosszan tartó eredményt. Ennek oka egyrészt az, hogy a tisztítási műveletek elvégzést követően is a vízbázis É-i részén lévő, kedvezőbb vízszolgálatási paraméterekkel rendelkező kutak voltak fokozatosan igénybe véve, illetve a vegyszer nem került célzottan nyomás alatt „bedugattyúzásra” a vízadó rétegbe, csupán a kútba lett beleöntve, illetve a savazás hatóidejének ki-várást követően nem történt kompresszorozás.



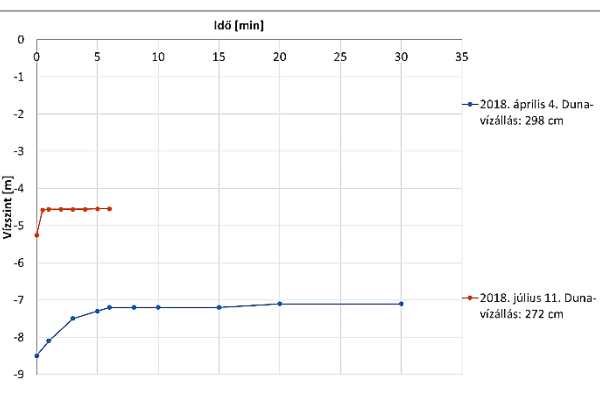
9. ábra A T-12 jelű kút Q - H görbéje
Figure 9. Q-H curve of T-12 well

2018. év tavaszán szakvállalkozó elvégezte a vízbázis É-i, kedvező rétegvastagsággal és -kifejlődéssel jellemezhető részén létesült T-12. jelű vízkút kompresszor szakszoros üzemeltetése által előidézett „víztükör-lengetéssel” rétegenerálását. Az eredményesség értékelése céljából megtörtént a kút próbaszivattyúzása és visszatöltés-mérése a karbantartási munka elvégzése előtt és után is (10. és 11. ábra).



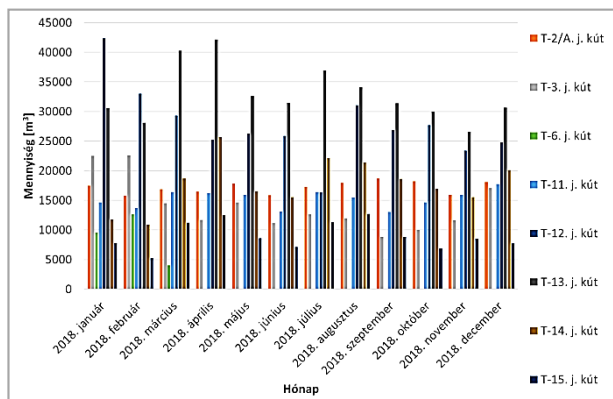
10. és 11. ábra. A karbantartási munka eredményességének ellenőrzését szolgáló Q - H, illetve visszatöltődési görbe
Figures 10 and 11. Q - H and reload curve for maintenance performance

Az elvégzett munkálatok eredményesnek tekinthetők, ugyanis a kút fajlagos hozama 30 %-kal kedvezőbbé (15 l/p/m → 45 l/p/m) vált, valamint a visszatöltődés is rövi-



debb idő (6 min → 0,5 min) alatt végbement. Tehát a szűrőzött szakasz és a vízadó réteg pórusainak eltömődöttsége (kolmatációja), ezáltal az ellenállása csökkent.

Az előbbieken leírtakon túl az üzemeltető folyamatosan törekszik a vízműkutak közötti egyenletes terhelés-elosztás megvalósítására az egyes kutak vízszolgáltató képességének figyelembevétele mellett (12. ábra).



12. ábra. A termelt víz megoszlása kutanként 2018. évben
Figure 12. Distribution of produced water per well in 2018

A csekély vízadó képességgel bíró kutak kapacitásának növelése, valamint a kedvező vízszolgáltatási paraméterekkel jellemezhető kutak adottságának megőrzése, ezáltal az egy kútra jutó terhelés további csökkentése érdekében a rétegregenerálást szakvállalkozó bevonásával továbbra is végzik, illetve szükség esetén ezeknek a kutaknak a melléfúrásos felújítását is tervezik.

ÖSSZEZÉS

A Tass, Gudmon-foki parti szűrésű regionális vízbázisból kitermelhető víz mennyiségét, illetve minőségét a hidroe-

ológiai adottságokon túl a Duna-folyam mindenkori vízszintje is jelentős mértékben befolyásolja.

A vízbázisból kitermelhető vízkészlet szempontjából alacsonynak tekinthető Duna-vízállások eredményezte kolmatáció kedvezőtlen hatásait ellen egyrészt optimális kútüzemrenddel, másrészt pedig ütemezett rétegregenerálással lehet a leghatékonyabban ellensúlyozni.

A térség településeinek hosszú távú és biztonságos vízellátásának két alternatívája van:

- a Tass, Gudmon-foktól délebbre fekvő, „Dunavese-Észak” elnevezésű parti szűrésű távlati vízbázis üzembe állításával;
- a védett geológiai környezetben lévő és kedvező vízminőségi adottságokkal rendelkező Szabadszállás-balázspusztai vízbázis víztermelő kapacitásának bővítése.

A határérték feletti vas- és mangántartalomra való tekintettel mindkét esetben szükséges az előbbieken említett komponensek eltávolítását célzó vízkezelési technológia és a kapcsolódó műtárgyak megépítése is.

IRODALOM

Geohidroterv Kft. (2001). *Dunai Kistérségi Vízmű Gudmon-foki vízbázis üzemelő, sérülékeny földtani környezetű vízbázis biztonságba helyezése I. diagnosztikai fázis Összefoglaló értékelő dokumentáció I. kötet; tervszám: G-99/111.*

MFGI (2015) *Magyar Földtani és Geofizikai Intézet Vízföldtani Főosztály, Vízföldtani Napló Tass, Duna-part Vízmű T-12. (K-115 OKK) jelű kút; nyilvántartási szám: 222/2015.*

A SZERZŐ



CSISZÁR ENDRE okleveles hidrológus mérnök, vízellátás-csatornázás szakmérnök 2013 júliusa óta dolgozik a BÁCSVÍZ Zrt.-nél hidrológusként, ahol elsősorban víztermeléssel, vízbázisvédelemmel, kutak üzemeltetésével, karbantartásával és felújításával kapcsolatos szakmai feladatokat lát el. A szorosan vett szakmai feladatok ellátása mellett részt vesz a vízjogi üzemeltetési engedélyekkel kapcsolatos ügyintézésben, kapcsolatot tart a vízügyi hatóságokkal és vízügyi igazgatóságokkal, jelentéseket (pl. OSAP 1375), illetve bevallásokat (pl. vízkészlet-használati járulék) készít, közreműködik különböző műszaki adatszolgáltatások (pl. a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal részére) teljesítésében, valamint részt vesz szerződések összeállításában. A Magyar Hidrológiai Társaságnak 2013 óta tagja.

Északnyugat-magyarországi hálózati ivóvizek háttér-mikrobióta vizsgálata API-tesztel

Miseta Roland¹, Németh Bálint², Zseni Anikó²

¹Pannon-Víz Zrt., Minőségvizsgáló Laboratórium, ²Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék

Kivonat

API-tesztel vizsgáltuk északnyugat-magyarországi települések ivóvízhálózatában előforduló baktériumok faji összetételét. Három különböző API-tesztel 58 tenyészetet sikerült faji vagy nemzetség szinten azonosítanunk. Az API 20 E-vel a coliform-csoport számos képviselőjét (*Citrobacter freundii*, *Enterobacter amnigenus*, *Serratia marcescens*, *Serratia odorifera*, *Serratia fonticola*, *Escherichia hermannii*, *Escherichia coli*) identifikáltuk. Emellett megismertük azokat a fajokat is, amelyek zavart okozhatnak a vízminták mikrobiológiai kiértékelésében azáltal, hogy a vízminőségromlást okozó baktériumokhoz hasonló telepeket képeznek vagy magas csíraszámban jelennek meg háttérszennyezőként (*Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas fluorescens*) a táptalajokon. Az API 20 NE-teszt segítségével kimutattuk, hogy különböző szelektív táptalajokon a *P. fluorescens* gyakran előfordult a mintákban. Ez a baktériumfaj a változatos telepmegjelenésével különösen nehezítheti a célmikroorganizmusok (coliformok, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*) kimutatását. Az API 20 NE-tesztel továbbá számos talajbaktériumot azonosítottunk (*Rhizobium*, *Achromobacter*, *Ochrobactrum*, *Sphingobacterium*, *Chromobacterium*), melyeket többféle táptalajról tenyésztettünk. Az API 20 Strep-tesztel különböző coccus fajokat mutattunk ki, melyek közül a legnagyobb arányban az opportunista patogén *Aerococcus* fordultak elő. Emellett különböző táptalajokról számos *Enterococcus* baktériumot és egyéb, humán kórokozó coccust (*Gemella morbillorum*, *Streptococcus constellatus*) sikerült identifikálnunk. Eredményeink alapján elmondható, hogy a bakteriológiai minőségi követelményeknek megfelelő ivóvíz még tartalmazhat jelentős biológiai kockázatot azáltal, hogy a háttér-mikrobiótában számos opportunista humán kórokozó előfordulhat. Ezért jelentősebb mikrobiológiai háttérszennyezés észlelése esetén hálózatöblítési és tisztítási munkálatok javasoltak.

Kulcsszavak

Tenyésztés, API-teszt, fajmeghatározás, háttér-mikrobióta, opportunista humánpatogén baktérium.

Investigation of bacterial compositions in the drinking water microbiome located in the North-western region of Hungary using API tests

Abstract

Bacterial composition of drinking water networks of several settlements located in the Northwestern Transdanubian region of Hungary was explored using API test kits. 58 cultures were identified by three different API test kits. Members of the coliform group (*Citrobacter freundii*, *Enterobacter amnigenus*, *Serratia marcescens*, *Serratia odorifera*, *Serratia fonticola*, *Escherichia hermannii*, *Escherichia coli*) were revealed using API 20 E test. In addition, numerous species associated with the microbiome (*Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas salmonicida*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*) were discovered using API 20 E and API 20 NE tests. The members of the microbiome (especially the *P. fluorescens* that were explored in a high proportion in the samples) may cause disturbance in the qualification of the water samples, since they can grow with high numbers of colonies on the agar plates, so these microorganisms suppress the growth of the target bacteria (Coliforms, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*). By API 20 NE, several different soil bacteria were identified from different cultivation media (*Rhizobium*, *Achromobacter*, *Ochrobactrum*, *Sphingobacterium*, *Chromobacterium*), which were common in the water samples. Numerous coccus bacteria, especially opportunistic human pathogenic bacteria (*Aerococcus viridans*, *Aerococcus urinae*, *Gemella morbillorum*, *Streptococcus constellatus*, *Enterococcus avium*, *Enterococcus faecalis*) were revealed from the drinking water network by API 20 Strep test. Based on our results it can be claimed, that drinking water which meets the bacteriological quality standards may still have significant biological risk, as many opportunistic human pathogens may be present in the background microbiota. Therefore, in case of significant microbiological background contamination, network flushing and cleaning work is recommended.

Keywords

Cultivation, API tests, taxonomic identification, microbiome, opportunistic human pathogenic bacterium.

BEVEZETÉS

Magyarországon a vezetékes ivóvíz minőségi követelményeit a 201/2001 (X.25.) Kormányrendelet írja elő. A jogszabály meghatározza, hogy mely kémiai és mikrobiológiai paramétereket kell vizsgálni, és mely szabványmódszereket kell alkalmazni. A bakteriológiai vízminőségi jellemzőket (összes telepszám, coliform-szám, *Escherichia coli*-szám, *Enterococcus*ok száma, *Pseudomonas aeruginosa*-szám, *Clostridium perfringens*-szám) nutrient vagy szelektív táptalajokon történő tenyésztéssel kell vizsgálni. A bakteriológiai vizsgálatok kiértékelése azonban számos esetben kétséges eredményt ad, hiszen előfordulnak olyan esetek, hogy a típusos megjelenésű baktériumtelepek biokémiai megerősítése negatív eredményt ad, így

a baktériumok azonosítása bizonytalan. Előfordulnak olyan esetek is, amikor a vízmintából szennyezettség-jelző baktériumot nem tudunk kimutatni, ellenben magas csíraszámú egyéb ismeretlen háttérszennyező baktériumok tenyésznek ki a táptalajokon, és több héten vagy hónapon át terhelhetik a vízhálózatot vagy az egész vízellátó rendszert. Ez esetben szintén kérdésessé válhat a vízminta minősítése. A hálózati ivóvíz minőségével és a vízben előforduló mikroorganizmusok kutatásával kapcsolatban számos hazai szakirodalom áll rendelkezésünkre. *Lejtovicz és társai (2012)* munkájukban vizsgálták a klórozás hatását a budapesti vízhálózat mikrobiális közösségén alacsony tápanyag-koncentrációjú táptalajon tenyésztéssel, illetve tenyésztéstől független molekuláris biológiai módszerekkel.

Eredményeikben megállapították, hogy a vízhálózatban előforduló mikrobaközösséget számos tipikus vízi, heterotróf baktérium nemzetség képviselői alkották. A klórozás hatására azonban mind a baktériumok csíraszama, mind a diverzitás csökkent, és a klórozásnak leginkább ellenálló *Mycobacterium* nemzetség képviselői domináltak. *Felföldi és társai (2010)* molekuláris technikákkal vizsgálták a humánpatogén *Pseudomonas aeruginosa*, valamint a *Legionella* fajok előfordulását és klórral szembeni rezisztenciát egy vízellátó rendszer több pontján 3 hónapon keresztül. Eredményeikben kimutatták a klórozás fertőtlenítő hatását a vízhálózatra, ugyanakkor rávilágítottak arra, hogy a klórozás csak a klórozási ponthoz közeli szakaszon hatékony, mert a klórozástól távoli pontokon ezek a taxonok újra megjelentek. *Borák (2015)* dél-kelet magyarországi régióban vizsgálta a rutin ivóvízmintákból származó coliform baktériumok faji összetételét API-teszttel. Munkája során több mint 300 azonosítást végzett coliform-szelektív agaron nőtt tenyészetekből. Megállapította, hogy az ivóvízben előforduló coliformok jelentős részét a *Citrobacter*, *Enterobacter* és *Klebsiella* genus tagjai alkották, többek között az opportunista humánpatogén *C. freundii*, *E. sakazakii*, illetve a *K. pneumoniae*, melyek húgyúti fertőzést, bélhurutot okozhatnak. Jelen vizsgálatunk célja az volt, hogy északnyugat-magyarországi településeken vett ivóvízmintákból rutin tenyésztési módszerekkel kitenyésztett baktériumokat fajszinten azonosítsuk API-teszttel, és információt szerezzünk arról, hogy a tenyésztés során tapasztalt háttér-mikrobióta tartalmaz-e kórokozókat.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatokhoz az ivóvízmintákat 2019. január végétől március végéig terjedő időszakban gyűjtöttük be. A mintákat a Pannon-Víz Zrt. mintavevő kollégái vették a 201/2001 (X.25.) Korm. rendelet előírásainak megfelelően, 5 perces kifolyatást követően steril üvegedénybe a települések közikifolyóiból, illetve vízműtelepet elhagyó hálózati vizekből. Ezt követően a mintákat hűtve szállították a Pannon-Víz Zrt. Minőségvizsgáló Laboratóriumába. A vízmintákat feldolgozásig 4-8°C-on hűtve tároltuk, majd 24 órán belül megkezdtük a feldolgozást. Az API-tesztes vizsgálatokhoz azokat a mintákat válogattuk ki, amelyekből baktériumtelepeket tudunk kitenyészteni. Így összesen 35 ivóvízmintát vontunk vizsgálatba, melyek 12 vízellátó rendszer 18 kisalföldi településéről származtak (*1. táblázat*).

A vízmintákat membránszűrő berendezéssel leszűrtük, majd a baktériumokat nem-szelektív élesztőkivonat-agaron, kromogén coliform-szelektív agaron, *Pseudomonas*-CN agaron, illetve sós-véres agaron tenyésztettük. A táptalajokon kinőtt különböző telepmorfológiájú baktériumokat (*Zseni és társai 2019*) egymástól elkülönítve, nem-szelektív Columbia agar lemezekben tenyésztettük tovább.

Az izolátumok taxonómiai azonosítását API-tesztekkel végeztük. Az API (Analytical Profile Index) bak-

tériumok faji szintű azonosítására alkalmas, tesztsíkokból és online adatbázisból álló taxon azonosító rendszer. A coliform-szelektív-agarról származó feltehetően *Enterobacteriaceae* baktériumok azonosításához az API 20 E-tesztet (bioMérieux), az élesztőkivonat-agarról, a *Pseudomonas*-szelektív-agarról, illetve a coliform-szelektív agarról származó nem fermentatív pálcabaktériumok azonosításához az API 20 NE-tesztet (bioMérieux), végül az élesztőkivonat-agarról, illetve sós-véres agarról izolált coccusok azonosításához az API 20 Strep-tesztet (bioMérieux) használtuk.

1. táblázat. A vízminták a mintavételi helyek és vízellátó rendszerek szerint csoportosítva

(Megjegyzés: VT= vízműtelepet elhagyó hálózati víz, KK= közikifolyó)
Table 1. Sampling points grouped according to the water supply systems

(Note: VT= purified water leaving the water treatment plant, KK=public water tap)

Mintavételi hely	Vízellátó rendszer
Bana VT, KK1, KK2	Banai
Bezi KK	Bősárkány és térsége
Bősárkány KK	
Bakonyszentlászló KK	Bakonyszentl. és térsége
Cirák VT, KK	Cirák és térsége
Csorna VT, KK1, KK2	Csorna és térsége
Gönyű KK	Gönyű – Nagyszentjános
Csikvánd VT, KK	Gyarmat – Csikvánd
Gyarmat KK1, KK2, KK3	
Győr KK1, KK2	Győr és térsége
Győrszentiván KK	
Mecsér KK	
Nyúl VT	
Győrszemere KK	Győrszemere és térsége
Sokorópátka KK	
Szerecseny VT	Szerecsenyi
Zsebeháza KK	Szil és térsége
Tét VT	Tét - Gyömöre

A tesztsíkokról leolvastuk a pozitív és negatív biokémiai reakció-sorrendet, amely meghatározta az adott izolátumra jellemző biokémiai profilt. A profilok alapján az APIWEBTM szoftver és online adatbázis segítségével elvégeztük a tenyészetek taxonómiai azonosítását (<https://apiweb.biomerieux.com>). Az azonosítás pontosságát (ID%) százalékos értékben kaptuk meg. Az azonosítást akkor tekintettük elfogadhatónak, ha az megfelelt az APIWEBTM megbízhatósági kritériumainak, azaz a kérdéses tenyészet profilja legalább 80%-ban megegyezett az online adatbázisban lévő legközelebbi fajok profiljával. A 80% alatti azonosítást "nem megbízható" azonosításnak vettük.

EREDMÉNYEK

Az API 20 E-tesztek leolvasása és értékelése

Az API 20 E-teszttel a kromogén-coliform-agarról összesen 23, különböző telepmorfológiájú tenyészet profilját értékeltük ki, amelyből 21-et sikerült faj vagy nemzetség szinten azonosítanunk (*2. táblázat*).

2. táblázat. Az API 20 E tesztek által vizsgált izolátumok azonosításának eredményei

(Megjegyzés: A [!] jelzés nem megbízható azonosítást jelöl)

Table 2. Phylogenetic affiliation of isolates based on API 20 E test.

(Note. The [!] marks uncertain identification)

Izolátum	API 20 E profil	Legközelebbi rokon taxon (ID%)	Mintavételi hely
B163CF	3207137	<i>Aeromonas hydrophila</i> (96,6%)	Györszemere KK
B386CF	3047526	<i>Aeromonas hydrophila</i> (95,5%)	Mecsér KK
PR708CF	3047526	<i>Aeromonas hydrophila</i> (95,5%)	Gönyű KK
R308CF	3047527	<i>Aeromonas hydrophila</i> (95,7%)	Bana KK1
R315CF	3047127	<i>Aeromonas hydrophila</i> (98,4%)	Gyarmat KK1
PR592CF	3047537	<i>Aeromonas hydrophila</i> (99,0%)	Sokorópátka KK
S308CF	0002104	<i>Aeromonas salmonicida</i> (99,2)	Bana KK1
S163CF	2206006	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (89,7%)	Györszemere KK
S751CF	2206006	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (89,7%)	Csorna KK2
HR593CF	6203004	<i>Pseudomonas</i> sp. (77,2%) [!]	Szerecseny VT
HR589CF	2203004	<i>Pseudomonas</i> sp. (79,8%) [!]	Gyarmat KK3
S746CF	2200004	<i>P. fluorescens / putida</i> (75%) [!]	Cirák VT
F586CF	6307721	<i>Serratia marcescens</i> (82,3%)	Csikvánd VT
HR587CF	5317721	<i>Serratia marcescens</i> (99,8%)	Csikvánd KK
R336CF	1604753	<i>Citrobacter freundii</i> (91,2%)	Györszemere KK
R316CF	3305553	<i>Enterobacter amnigenus</i> (96,4%)	Gyarmat KK3
K750CF	7145572	<i>Escherichia coli</i> (99,8%)	Csorna KK1
R312CF	1144113	<i>Escherichia hermannii</i> (97,7%)	Gönyű KK
PR634CF	1007333	<i>Pantoea</i> sp. (99,4%)	Nyúl VT
PR180CF	5104713	<i>Serratia fonticola</i> (97,4%)	Gyarmat KK3
R757CF	7347773	<i>Serratia odorifera</i> (99,9%)	Bósárkány KK
F709CF	1315713	Nem beazonosítható profil	Bana VT
HR597CF	2211004	Nem beazonosítható profil	Györszemere KK

Legnagyobb arányban az *Aeromonas hydrophila* faj jelenlétét tudtuk igazolni (95,5 – 99%-os biokémiai profil-egyezéssel). 6 izolátum ezzel a fajjal mutatta a legnagyobb biokémiai hasonlóságot, melyet hat különböző település vízhálózatából mutattuk ki, és típusos megjelenésű telepeket képezett a coliform-szelektív agaron. Az *A. hydrophila* biofilmképző opportunista humánpatogén vízbaktérium, amely gyomor-bélrendszeri gyulladás és izomyofasciitisz kórokozója lehet (Burke és társai 1984), bár hazánkban nem tartozik a közegészségügyi szempontból jelentős, ivóvízzel terjedő kórokozók közé. A baktérium két esetben bordó színű telepmorfológiát mutatott (B163CF, B386CF), míg négy esetben halvány rózsaszínű telepeket képezett (PR708CF, R308CF, R315CF, PR592CF). Az *A. hydrophila* álpozitív telepeit a valódi coliform telepektől a szabvány módszerek alkalmazásával az oxidáz-teszt alapján lehetett legkönnyebben megkülönböztetni. Hat esetben bizonytalan megjelenésű (sárgás-rózsaszín, fehér peremes-rózsaszín) baktériumtelepeket identifikáltunk, melyek közül öt tenyészet a *Pseudomonas* nemzetségbe tartozott. Ezen tenyészetek taxonómiai azonosítása a viszonylag alacsony profilhasonlóság miatt (75-89,7%) azonban bizonytalan volt. A *Pseudomonas* talajban és vízben természetes módon előforduló környezeti baktériumok. A vízhálózat minőségromlásának igen jó indikátorai, mert biofilmképző baktériumok, vízvezetékek, szerelvények, műtárgyak falán tartósan megtelepsznek, az ivóvíz állapotromlása esetén pedig jelentős mértékben elszaporodhatnak. A nemzetség közegészségügyi szempontból jelentős képviselője a *P. aeruginosa*, amely opportunista kórokozó, azaz egészséges szervezetre nem jelent veszélyt, legyengült immunállapotban azonban szem-, húgy-

úti fertőzést, kórházi környezetben akár szepszist és tüdőgyulladást okozhat (Moradali és társai 2017, English és társai 2018). Továbbá, egy banai mintában az *A. hydrophila*-val közel rokon *Aeromonas salmonicida* baktériumot is sikerült azonosítanunk (99,2%-os profilegyezéssel), amely szintén bizonytalan megjelenésű sárgás-rózsaszínű telepet képezett a táptalajon. A baktériumot elsősorban hidegvérű gerincesek, főleg halak kórokozójaként tartják számon. Főként hidegvizes környezetben szaporodik, így nem tekinthető humánpatogén kórokozónak, bár egy indiai esettanulmányban vérmérgezés okozójaként is leírták (Tewari és társai 2014). A coliform-szelektív agarról 9 esetben izoláltuk és azonosítottuk a coliform csoport képviselőit, melyek a *Serratia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia* és *Pantoea* nemzetséghez tartoztak (2. táblázat). Ezek a baktériumok típusos rózsaszín telepeket képeztek, illetve az *Escherichia coli* típusos kék telepet képezett, kivéve egy izolátumot (F586CF), amely atípusos fehér telepképződést mutatott, és viszonylag alacsony biokémiai egyezést tapasztaltunk a legközelebbi rokon *Serratia marcescens* fajjal. A coliformok bizonyos anyagcsere-tulajdonságaikban hasonló baktériumok csoportja, melyek rendszerint a *Gammaproteobacteria* osztályba, és azon belül több családba tartoznak. Aerob vagy fakultatív anaerob, gram-negatív pálcabaktériumok, 37°C-on képesek szaporodni, oxidáz negatívak, β -D-galaktozidáz enzimmel rendelkeznek. Talajban, felszíni vizekben, emberi és állati ürülékben egyaránt előfordulnak (Delétoile és társai 2009, Maheux és társai 2014). Az ivóvízhálózatban való megjelenésük talaj-, talajvízszennyezést, illetve fekális szennyezést jelezhet. A víz-

ellátó hálózat öblítésével és a fertőtlenítésével a coliformok utószaporodása megállítható. A coliform csoport közegészségügyileg jelentős képviselője az *Escherichia coli*, melyet egy esetben azonosítottunk 99,8%-os profilegezéssel (K750CF). Az *E. coli* jelenléte mindig friss fekális szennyezést jelez, mivel a baktérium csak rövid ideig képes a béltraktuson kívül élni. Enterális kórokozó, a béltraktus gyulladását, hányást, hasmenést okozhat (Andrik és társai 1998, Lányi 1980).

Az API 20 NE-tesztek leolvasása és értékelése

A *Pseudomonas*-szelektív-agarról összesen 13, különböző telep morfológiájú tenyészetet azonosítottunk (3. táblázat). Emellett 4 esetben élesztőkivonat-agar felszínén nőtt pálca baktériumot vontunk vizsgálatba. A 4 telepből az egyik felszínalatti telep (KFA163TSZ) azonosítása azonban nem sikerült. Végezetül 7 további coliform-agarról származó atípusos telep morfológiájú tenyészetet vizsgáltunk és azonosítottunk 20 NE-tesztekkel.

3. táblázat. Az API 20 NE-tesztel vizsgált izolátumok azonosításának eredményei

Table 3. Phylogenetic affiliation of isolates based on API 20 NE test

Izolátum	API 20NE profil	Legközelebbi rokon taxon (ID%)	Mintavételi hely
KF179PS	0156453	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (95%)	Gyarmat KK1
NFE278PS	0152557	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (96,9%)	Gyarmat KK1
KF340PS	0152557	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (96,9%)	Zsebeháza KK
KF587PS	0156557	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (97,2%)	Csikvánd KK
KF337PS	0156757	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (98,7%)	Bakonyszentl. KK
NF178PS	4157555	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (98,9%)	Cirák KK
ZF340PS	4157555	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (98,9%)	Zsebeháza KK
ZF336PS	4157555	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (98,9%)	Györszemere KK
KF342PS	1157555	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (99,9%)	Győr KK
S160CF	0156553	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (97,9%)	Csikvánd KK
S337CF	0156553	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (97,9%)	Bakonyszentl. KK
S315CF	4157555	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (98,9%)	Gyarmat KK1
S312CF	0147557	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (99,3%)	Gönyű KK
S574CF	0557555	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (99,9%)	Tét VT
NFE179TSZ	1047555	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (99,1%)	Gyarmat KK1
KFA740TSZ	1157555	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (99,9%)	Csorna VT
KF336PS	4142457	<i>Pseudomonas putida</i> (99,9%)	Györszemere KK
NF179PS	1000467	<i>Achromobacter denitrificans</i> (82%)	Gyarmat KK1
KF314PS	4157777	<i>Burkholderia cepacia</i> (99,7%)	Gyarmat KK2
NF340PS	1045747	<i>Ochrobactrum anthropi</i> (95,5%)	Zsebeháza KK
S179CF	1467742	<i>Rhizobium radiobacter</i> (94%)	Gyarmat KK1
S314CF	4462304	<i>Sphingobacterium spiritivorum</i> (92,3%)	Gyarmat KK2
SFE740TSZ	5156555	<i>Chromobacterium violaceum</i> (99,8%)	Csorna VT
KFA163TSZ	0010105	Nem beazonosítható profil	Györszemere KK

Az izolátumok taxonómiai meghatározása során legnagyobb arányban (16/23) a *Pseudomonas fluorescens* fajt sikerült azonosítanunk (95-99,9%-os profilegezéssel). Ez a baktérium 10 település vízhálózatában volt jelen (3. táblázat), tehát gyakori képviselője volt az ivóvizek heterotróf baktériumközösségének. Míg a coliform-szelektív agaron háttérszennyezőként atípusos sárga telepeket képezett, addig a *Pseudomonas*-agaron rendkívül változatos telep morfológiákat mutatott: öt esetben UV fényben kékesen fluoreszkáló típusos telepeket növesztett (KF179PS, KF340PS, KF587PS, KF337PS, KS342PS), két esetben zöldes színben fluoreszkált (ZF340PS, ZF336PS), míg két esetben atípusos, nem fluoreszkáló telepeket képezett (NFE278PS, NF178PS). A baktérium a nem szelektív élesztőkivonat-agaron is képezett telepeket két mintánkban (NFE179TSZ, KFA740TSZ). A *Pseudomonas fluorescens* környezeti talajbaktérium, amely fontos szerepet játszik a növényi gyökérszónában zajló anyagcsere-folyamatokban, így segíti a növények egészséges fejlődését (Rainey 1999). Ugyanakkor kiterjedt szennyezés esetén utószaporodásra hajlamos az egész vízhálózatban, és hosszú ideig kolonizálhatja a rendszert. Sokkal kevésbé fertőzőképes, mint a *P. aeruginosa*, ezért a vízminőség szempontjából nem tartozik a vizsgálandó paraméterek közé.

Ennek ellenére számos esettanulmány szerint kórházi környezetben legyengült immunrendszerű betegekben vérmérgezést és tüdőgyulladást okozhat (Benito és társai 2012, Scales és társai 2014). Az API 20 NE-tesztel a *Pseudomonas*-szelektív agarról további 4 taxont tudtunk azonosítani, melyek közül a *Pseudomonas putida* és a *Burkholderia cepacia* fajok képviselői típusos kékesen fluoreszkáló álpozitív telepeket képeztek (KF336PS, KF314PS). A *P. putida* a rokon *P. fluorescens* fajhoz hasonlóan környezeti talajbaktérium, amely a növényi gyökérszónában él, és segíti a növények egészséges fejlődését (Dupler és Baker 1984, Molina és társai 2000). Közegészségügyi szempontból nem tartozik a jelentős, vízjárványt okozó baktériumokhoz, patogénitása kevésbé jelentős, mint a *P. aeruginosa* esetében, ugyanakkor távol-keleten nozokomiális kórokozóként is leírták, infúzió, katéterezés során tüdőgyulladást, vérmérgezést okozhat legyengült szervezetben (Yang és társai 1996). A *Burkholderia cepacia* valójában több mint 20 fajt magába foglaló taxoncsoportot jelöl, így új taxonómiai besorolást (*Burkholderia cepacia* complex) kapott (Coenye és társai 2001, Ragupathi és Veeraraghavan 2019). Környezeti talaj- és vízbaktériumok, elsősorban növényi kórokozóként ismertek, ugyanakkor oportunista humánpatogének, me-

lyek tüdőgyulladást okozhatnak immunszuppresszív egyéneknek (*Ragupathi és Veeraraghavan 2019*). Az API 20 NE-teszttel további öt, filogenetikailag egymástól távoli környezeti talajbaktérium képviselőit azonosítottuk különböző táptalajok felszínéről, melyek a típusos telepektől eltérő színű és morfológiájú telepeket képeztek, így a háttér-mikrobióta részét képezték a vízmintákban. A *Pseudomonas*-táptalajon az *Achromobacter denitrificans* és *Ochrobactrum anthropi* viszonylag alacsony profilegyezéssel (82% és 95,5%) halványsárga, UV-fényben nem fluoreszkáló telepeket képeztek, így könnyen elkülönültek a *Pseudomonas* telepektől. A coliform-szelektív agarról a halványsárgás, áttetsző, nem típusos telepként növekvő *Rhizobium radiobacter* (*Agrobacterium tumefaciens*, NCBI) és *Sphingobacterium spiritivorum* fajokat azonosítottuk (94% és 92,3%). Végezetül, az élesztőkivonat-agar felszínéről a rendkívül szép megjelenésű, erősen

pigmentált, sárga színű *Chromobacterium violaceum* talajbaktériumot is sikerült identifikálnunk egy vízmintából. Ezek a háttér-mikrobiótát képző mikroorganizmusok heterotróf környezeti talaj- és vízbaktériumok, az ivóvízben való előfordulásuknak nincs vagy igen csekély a közegészségügyi jelentősége (*Lambiase és társai 2009, Ray és társai 2004, Doi és társai 2014*). Érdekesképpen megemlítendő, hogy a *Pseudomonas*-szelektív agaron kinövő telepek azonosítását a *Pseudomonas* fajok identifikálására legalkalmasabb API 20 NE-teszttel végeztük, ennek ellenére egy esetben sem találtunk *P. aeruginosa* baktériumot, sem a típusos tenyészetek között, sem a háttér-mikrobiótában.

Az API 20 Strep-tesztek leolvasása és értékelése

A sós-véres agarról 14 izolátumot vizsgáltunk az API 20 Strep-teszttel, ebből 11-et tudtunk azonosítani, 3 teszt eredménye viszont sikertelen volt (4. táblázat).

4. táblázat. Az API 20 Strep-teszttel vizsgált izolátumok azonosításának eredményei

Table 4. Phylogenetic affiliation of isolates based on API 20 Strep test

Izolátum	API 20 Strep profil	Legközelebbi rokon taxon (ID%)	Mintavételi hely
N278SV	2141111	<i>Aerococcus urinae</i> (93,0%)	Gyarmat KK1
S309SV	2160010	<i>Aerococcus urinae</i> (96,9%)	Bana KK2
S303SV	2162110	<i>Aerococcus urinae</i> (99,0%)	Győr KK2
KF754SV	6060000	<i>Aerococcus urinae</i> (99,7%)	Bezi KK
KF751SV	6060000	<i>Aerococcus urinae</i> (99,7)	Csorna KK2
F315SV	4100111	<i>Aerococcus viridans</i> (90,0%)	Gyarmat KK1
F303SV	3100010	<i>Aerococcus viridans</i> (99,7%)	Győr KK2
F309SV	3100010	<i>Aerococcus viridans</i> (99,7%)	Bana KK2
F587CF	7162310	<i>Enterococcus avium</i> (92,6%)	Csikvánd KK
OF751SV	7046750	<i>Enterococcus avium</i> (99,8%)	Csorna KK2
F306SV	3143710	<i>Enterococcus faecalis</i> (91,6%)	Gyórszentiván KK
K278SV	5167013	<i>Lactococcus lactis</i> (94,4%)	Gyarmat KK1
NFE314TSZ	0061010	<i>Streptococcus constellatus</i> (86,5%)	Gyarmat KK2
NFE315TSZ	0060010	<i>Gemella morbillorum</i> (90,9%)	Gyarmat KK1
S315SV	6163013	Nem beazonosítható profil	Gyarmat KK1
S751SV	6536510	Nem beazonosítható profil	Csorna KK2
NS754SV	7377773	Nem beazonosítható profil	Bezi KK
NFE180TSZ	6376771	Nem beazonosítható profil	Gyarmat KK3
F336CF	6076110	Nem beazonosítható profil	Gyórszemere KK

Emellett az élesztőkivonat-agarról 3 coccus-telepet vizsgáltunk, melyből kettőt sikerült identifikálni (NFE314TSZ, NFE315TSZ), egy teszt azonosítása azonban nem sikerült (NFE180TSZ). Továbbá, mikroszkópos sejtvizsgálat után vizsgálatba vontunk 2 coliform-agarról izolált atípusos coccus tenyészetet, melyből csupán az egyiket (F587CF) tudtuk taxonómiaiilag meghatározni. Összességében az *Aerococcus* nemzetség tagjait azonosítottuk a legnagyobb arányban. Az *Aerococcus urinae* fajt 5 esetben (93-99,7% profilegyezéssel), míg az *A. viridans* 3 esetben (90-99,7%) azonosítottuk (4. táblázat). Az *Aerococcus* baktériumokat az 1970-es években szennyezett városi levegőmintákból írták le (*Mancinelli és Shulls 1978*). Az általunk azonosított két fajt ma elsősorban kórházi kórokozóként tartják számon, melyek elsősorban legyengült szervezeteknél okozhatnak húgyúti fertőzést (*Zhang és társai 2000*). Az *A. viridans* és az *A. urinae* tenyészetek sárgás és fehér színű változatos telepmorfológiákat mutattak a sós-véres-agaron. Azonosítottuk a *Lactococcus lactis* környezeti baktériumot is egy mintában, melyet élelmiszeripari mikróbaként hasznosítanak a vaj és sajtgyártásban tejsavtermelő tulajdonsága miatt

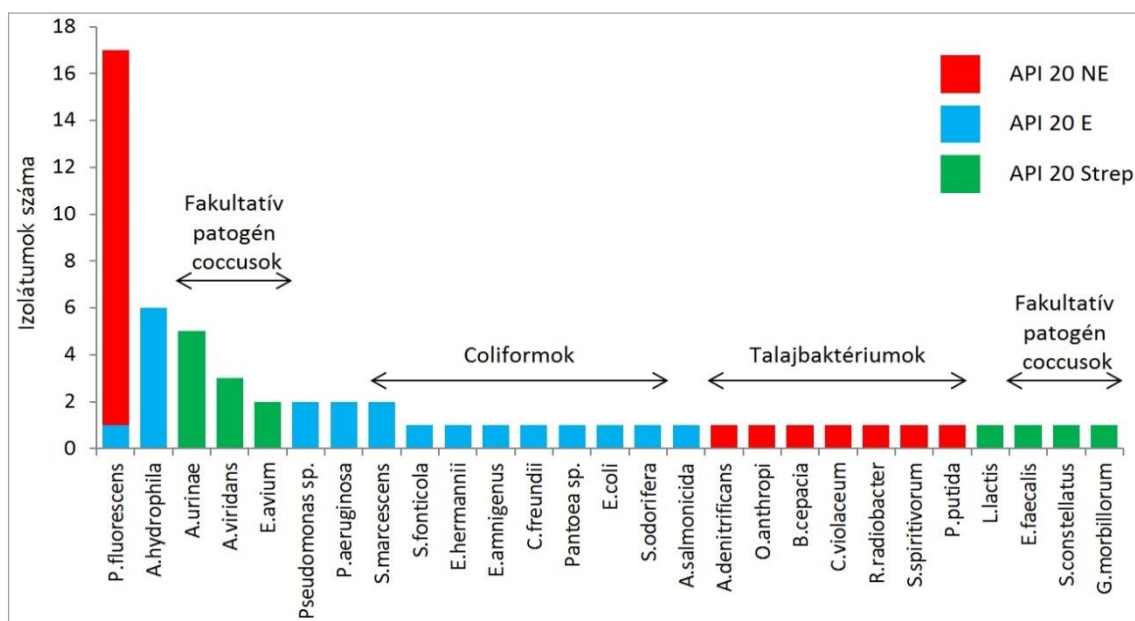
(*Aguirre és Collins 1993*). Bár az *Enterococcus*-szelektív agarról nem sikerült *Enterococcus*okat kimutatnunk, két mintában a sós-véres agarról sikerült izolálnunk két *Enterococcus* fajt. Az *Enterococcus faecalis* humánpatogén kórokozót egy szennyezett közfelfolyóból mutattuk ki (F306SV). A baktérium az *E.coli* mellett kiemelt szerepet játszik az ivóvizek vízminőségének meghatározásában, hiszen akut fekális szennyezettséget jelez. Ivóvízben való előfordulásuk tehát vízfertőzésre utal, ezért jelenlétük esetén hálózati öblítést és vízfertőtlenítést kell alkalmazni. Az *Enterococcus faecalis* a humán bélflóra tagja, ugyanakkor a vérbe jutva vérmérgezést, szívmeggyulladás, tüdőgyulladást okozhat, különösen kórházi környezetben (*Hidron és társai 2008, Giridhara és társai 2009*). Az *Enterococcus avium*-ot 99,8%-os profilegyezéssel a sós-véres agarról azonosítottuk egy vízmintában (OF751SV). A baktérium, hasonlóan a nemzetség többi tagjához, nozokomiális kórokozó, amely kórházi környezetben enterális fertőzést és húgyúti gyulladást okozhat, bár előfordulása ritkább az *E. faecalis*-nál (*Vos és társai 2010*). Érdekes, hogy a coliform-szelektív agarról is sikerült kimutatnunk az *Enterococcus avium* egy másik biotípusát,

annak ellenére, hogy a táptalaj a coccusok növekedését gátló antibiotikumot tartalmazott (F587CF). Végül, az élesztőkivonat-agar felszínéről izoláltuk a streptococcusokkal közel rokon, sebfertőzést okozó *Gemella morbillorum* (Kilpper-balz, és Schleifer 1988, Borro és társai 2014), illetve az enterális *Streptococcus constellatus* képviselőit viszonylag alacsony profilegyezőssel (90,9% és 86,5%).

AZ EREDMÉNYEK ÖSSZEZŐ ELEMZÉSE

Az API-profilok alapján 58 baktériumtenyészetet azonosítottunk faj vagy nemzetség szinten, ennek eredményeként 27 különböző taxon jelenlétét írtuk le. A legnagyobb arányban többnyire az API 20 NE-vel és egy esetben az API 20 E-vel a *Pseudomonas fluorescens*-t mutattuk ki,

amely 17 izolátummal a leggyakrabban előforduló fajnak számított az izolátumok között (1. ábra). Ezt a fajt a vízminták 40%-ából (14/35) tenyésztettük ki. Ezt követte az *Aeromonas hydrophila* 6 izolátummal, melyet 6 vízmintából tenyésztettünk ki, így a minták 17%-ában (6/35) fordult elő. Az *Aerococcus*-okat 8 izolátum képviselve, melyek szintén a vízminták 17%-ában voltak megtalálhatók. Az egyéb patogén coccus baktériumokat az API 20 Strep-kittel mutattuk ki alacsony számú képviselővel. A coliform-csoportba tartozó taxonokat az API 20 E-vel azonosítottuk egy-egy tenyésztettel. A heterotróf talajbaktériumok csoportjába tartozó fajokat az API 20 NE-teszt segítségével tudtuk azonosítani, melyek szintén kis számmal voltak képviselve a gyűjteményben (1. ábra).



1. ábra. A faj vagy nemzetség szintjén azonosított izolátumok megoszlása az egyes API-tesztek alapján
Figure 1. Distribution of isolates identified at species or genus level based on the API tests

ÖSSZEFOGLALÁS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

API-tesztes vizsgálatok segítségével betekintést nyerünk számos északnyugat-magyarországi település ivóvízhálózatában élő heterotróf baktériumközösség összetételébe, és megismertünk olyan baktériumfajokat, amelyek zavart okozhatnak a vízminták mikrobiológiai kiértékelésében azáltal, hogy hasonló telepeket képeznek a vízminőségromlást okozó egyes humán patogén fajokkal, vagy magas csíraszámokban jelennek meg háttér-szennyezőként a táptalajokon. Emellett sikerült kimutatnunk olyan opportunista humánkórokozó fajokat is, amelyek a háttér-mikrobióta részét képezték a táptalajokon, és bizonyos körülmények között emberi megbetegedéseket okozhatnak. Eredményeinkből arra a következtetésre jutottunk, hogy a vízellátó rendszerek üzemeltetőinek érdemes felülvizsgálni azokat a vízmintavételi pontokat, ahol a bakteriális háttérszennyezés rendszeresen nagy csíraszámokban kimutatható rutin tenyésztési módszerekkel, és célszerű elvégezni a hálózattisztítást, öblítést akkor is, ha a vízminőség romlást jelző indikátor organizmusok nincsenek jelen a vízmintákban. Hiszen a háttér-mikrobióta tartalmazhat olyan opportunista humánpatogén baktériumokat, amelyek a

köz kifolyókat vagy az egész vízhálózatot kolonizálhatják, emellett utószaporodásuk elősegítheti a vezetékben, műtárgyakban (különösen az elavult infrastruktúrájú vízműtelepeknél) a biofilm kialakulását és további patogén mikroorganizmusok megjelenését.

IRODALOMJEGYZÉK

- Aguirre M. és Collins M.D. (1993). Lactic acid bacteria and human clinical infection. *Journal of Applied Bacteriology*, 75, 95-107.
- Andrik P., Bánhegyi I., Gorzó Gy. (1998). Környezetbakteriológia, Környezetgazdálkodási Intézet.
- Benito N., Mirelis B., Luz Gálvez M., Vila M., López-Contreras J., Cotura A., Pomar V., March F., Navarro F., Coll P., Gurgui M. (2012). Outbreak of *Pseudomonas fluorescens* bloodstream infection in a coronary care unit. *J Hosp Infect.* 82(4):286-9.
- Borák B. (2015). Coliform baktériumok a vízellátásban. XXI. Országos Víziközmű Laboratóriumi Értekezlet, Győr.
- Borro P., Sumberaz A., Testino G. (2014). Pyogenic liver abscess caused by *Gemella morbillorum*. *Colomb Med (Cali)*, 45(2), pp.81-84.

- Burke V., Robinson J., Gracey M., Peterson D., Partridge K. (1984). Isolation of *Aeromonas hydrophila* from a metropolitan water supply: seasonal correlation with clinical isolates. *Applied and Environmental Microbiology*, 48(2), 361-366.
- Coenye T., Vandamme P., Govan J.R.W., LiPuma J.J. (2001). Taxonomy and Identification of the Burkholderia cepacia Complex. *J Clin Microbiol.* 39(10): 3427-3436.
- Delétoile A, Decré D, Courant S., Passet V., Audo J., Grimont P., Arlet G., and Brisse S. (2009). Phylogeny and Identification of Pantoea Species and Typing of Pantoea agglomerans Strains by Multilocus Gene Sequencing *J Clin Microbiol.* 47(2): 300-310.
- Doi Y., Shimizu M., Fujita T., Nakamura A., Takizawa N., Takaya N. (2014). *Achromobacter denitrificans* Strain YD35 Pyruvate Dehydrogenase Controls NADH Production to Allow Tolerance to Extremely High Nitrite Levels. *Appl Environ Microbiol.* 80(6): 1910-1918.
- Dupler M., Baker R. (1984). Survival of *Pseudomonas putida*, a biological control agent in soil *Phytopathology* 74: 195-200.
- English E.L., Schutz K.C., Willsey G.G., Wargo M.J. (2018). Transcriptional Responses of *Pseudomonas aeruginosa* to Potable Water and Freshwater. *Appl Environ Microbiol.* 84(6), 2350-17.
- Felföldi T, Tarnóczai T., Homonnay Z.G. (2010). Presence of potential bacterial pathogens in a municipal drinking water supply system, *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica*, Vol. 57, 165-179.
- Giridhara Upadhyaya P.M., Ravikumar K.L., Umashathy B.L. (2009). Review of virulence factors of enterococcus: An emerging nosocomial pathogen *Indian Journal of Medical Microbiology*, 27. issue:4:301-305.
- Hidron A.I., Edwards J.R., Patel J. (2008). NHSN annual update: antimicrobial-resistant pathogens associated with healthcare-associated infections: annual summary of data reported to the National Healthcare Safety Network at the Centers for Disease Control and Prevention, 2006-2007". *Infect Control Hosp Epidemiol.* 29 (11): 996-1011.
- Kilpper-balz R., Schleifer K. (1988). Transfer of *Streptococcus morbillorum* to the Genus *Gemella* as *Gemella morbillorum* comb. nov. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 38(4), 442-443.
- Lambiase A., Rossano, F., Del Pezzo, M., Raia, V., Sepe, A., de Gregorio, F. Catania M.R. (2009). Sphingobacterium respiratory tract infection in patients with cystic fibrosis. *BMC Research Notes*, 2(262), Article number: 262.
- Lányi B. (1980): A baktériumok osztályozása és elnevezése. Járványügyi és klinikai bakteriológia. Módszertani útmutató, OKI, Budapest.
- Lejtovicz Zs. (2012). A budapesti ivóvízhálózat tenyészhető baktériumközösségeinek vizsgálata, Diplomamunka, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar.
- Maheux A.F., Boudreau D.K., Bisson M-A., Dion-Dupont V., Bouchard S., Nkuranga M., Bergeron M.G., Rodriguez M.J. (2014). Molecular Method for Detection of Total Coliforms in Drinking Water Samples. *Appl Environ Microbiol.* 80(14), 4074-4084.
- Mancinelli R.L., Shulls W.A. (1978). Airborne Bacteria in an Urban Environment. *Appl Environ Microbiol.* 35(6): 1095-1101.Rag
- Molina L., Ramos C., Duque E., Ronchel M.C., García J.M., Wyke L., Ramos J.L. (2000). Survival of *Pseudomonas putida* KT2440 in soil and in the rhizosphere of plants under greenhouse and environmental conditions. *Soil Biology and Biochemistry Volume 32, Issue 3, 315-321.*
- Moradali M.F., Ghods S., Rehm B.H.A. (2017). *Pseudomonas aeruginosa* Lifestyle: A Paradigm for Adaptation, Survival, and Persistence. *Front Cell Infect Microbiol.* 7: 39.
- Ragupathi N.K.D., Veeraraghavan B. (2019). Accurate identification and epidemiological characterization of Burkholderia cepacia complex: an update *Ann Clin Microbiol Antimicrob.* 18: 7.
- Rainey P.B. (1999) Adaptation of *Pseudomonas fluorescens* to the plant rhizosphere. *Environ Microbiol.* 3:243-57.
- Ray P., Sharma J., Marak S.K., Singhi S., Taneja N., Garg R.K. Sharma M. (2004). Chromobacterium violaceum septicaemia from North India. *The Indian Journal of Medical Research*, 120(6), pp. 523-526.
- Scales B.S., Dickson R.P., LiPuma J.J., Huffnagle G.B. (2014). Microbiology, genomics, and clinical significance of the *Pseudomonas fluorescens* species complex, an unappreciated colonizer of humans. *Clin Microbiol Rev.* 4:927-48.
- Tewari R, Dudeja M, Nandy S., KumarDas A. (2014). Isolation of *Aeromonas salmonicida* from Human Blood Sample: A Case Report. *J Clin Diagn Res.* 8(2), 139-140.
- Vos P., Garrity G., Jones D., Krieg N.R., Ludwig W., Rainey F.A., Schleifer K-H., Whitman W. (2010). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Volume 3., 595.
- Yang C.H., Young T., Peng M.Y., Weng M.C. (1996). Clinical spectrum of *Pseudomonas putida* infection. *Journal of the Formosan Medical Association* 95(10):754-761.
- Zhang Q., Kwoh C., Attorri S., Clarridge J.E. (2000). *Aerococcus urinae* in urinary tract infections. *J Clin Microbiol.* 38(4):1703-5.
- Zseni A., Miseta R., Németh B. (2019). Microbiological testing of drinking water in the Western Transdanubian region of Hungary using API tests. *in press (WIT Transactions on Ecology and the Environment)*.

A SZERZŐK



MISETA ROLAND Biológus, PhD fokozatát az Eötvös Loránd Tudományegyetem Mikrobiológiai Tanszékén szerezte meg 2013-ban. 2007 óta a Pannon-Víz Zrt. Minőségvizsgáló Laboratórium mikrobiológiai csoportvezetője. Tagja a Magyar Hidrológiai Társaságnak.

NÉMETH BÁLINT Környezetmérnök alapszakos egyetemi hallgató. Tanulmányait a Széchenyi István Egyetem hallgatójaként Dr. Zseni Anikó témavezetésével végzi, kutatási témája a Győr környéki ivóvizek mikrobiológiai vizsgálata.

ZSENI ANIKÓ PhD, habilitált egyetemi docens, a győri Széchenyi István Egyetem Környezetmérnöki Tanszékének oktatója 2000 óta. Okleveles földrajz-kémia középiskolai tanár végzettségét 1999-ben Szegeden a JATE-n szerezte, majd 2003-ban a Szegedi Tudományegyetemen földtudomány tudományozásból doktorált. Oktatóként a környezetmérnöki alapképzésben vesz részt a vízvédéssel, környezetvédelemmel, környezeti adatokkal foglalkozó tantárgyaival.

Fórum

A Magyar Tudományos Akadémia Vízgazdálkodás-tudományi Bizottságának Vízellátási és Csatornázási Bizottsága 2019. december 9-én *Települési csapadékvíz-gazdálkodás lehetséges fejlesztési irányai* címmel tartott előadást, melyen a bevezető előadást Láng István, az Országos Vízügyi Főigazgatóság főigazgatója tartotta. Előadásában a jelenlegi csapadékvíz-gazdálkodás szervezeti és területi megosztottságát, hovatartozásának hiányát és a fejlesztésre fordítandó anyagi források előteremtésének megoldatlanságát emelte ki. A problémák felvázolása mellett rámutatott a megoldandó feladatokra, melyek közül az alapfeladatok megoldását, a technikai és az anyagi feltételek biztosítását és a szabványok elkészítésében való előrelépést nevezte meg a legfontosabb feladatoknak, kiemelve, hogy ezeknek három alappilléren kell állniuk, úgymint szabályozás, tudatosság, ösztönzés.

Ezt követően felkért hozzászólóként dr. Buzás Kálmán, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem címzetes egyetemi tanára ismertette a tématerület aktuális tudományos helyzetét.

Az előadóülésen elhangzott előadások, valamint a résztvevők által megfogalmazott gondolatok alapján Prof. dr. Juhász Endre CSc., a Bizottság elnöke, valamint a Bizottság tagjaiból álló és dr. Major Veronika által koordinált szerkesztői csoport fogalmazta meg a Bizottság ajánlásait.

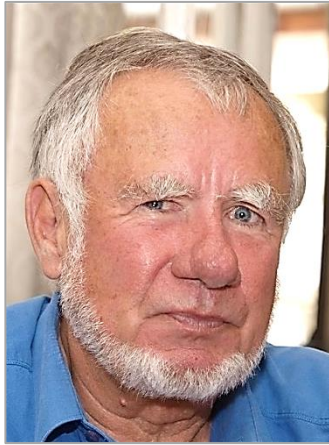
A Magyar Tudományos Akadémia Vízgazdálkodás-tudományi Bizottság Vízellátási és Csatornázási Bizottságának ajánlása a települési csapadékvíz -gazdálkodás lehetséges fejlesztési irányjaival kapcsolatban

A Magyar Tudományos Akadémia Vízgazdálkodás-tudományi Bizottságának Vízellátási és Csatornázási Bizottsága áttekintette a csapadékvíz-gazdálkodás magyarországi helyzetét, a tervezési gyakorlatot, a rendelkezésre álló adatbázisokat, a témakörrel kapcsolatos 2014-2020 pályázati ciklus tanulságait, valamint a tervezés alatt lévő támogatási rendszereket.

A Nemzeti Vízstratégia előírja a belterületi csapadékvíz- gazdálkodási koncepció kidolgozását. A végrehajtását biztosító intézkedési terv elfogadásáról szóló 1110/2017. (III. 7) számú kormányhatározat erre 2017. december 31-iki határidőt szabott. Két évvel a határidő lejárta után – koncepció hiányában – a Bizottság az előrelépés érdekében a következő ajánlásokat javasolja elfogadásra, figyelemmel arra, hogy a Nemzeti Vízstratégia egyik kiemelt feladata a települési csapadék-gazdálkodás fejlesztése, különösképpen mivel a csapadékok a vízkészlet értékes részét képezik, a Bizottság az alábbiakat javasolja:

1. Szakterületi leltár szinten sürgősen szükséges áttekinteni és értékelni a települési vízgazdálkodás szakmai, műszaki, jogi, hatósági, környezetvédelmi, közgazdasági szabályozó rendszereit, mely leltár alapján meg kell újítani ennek jogi, műszaki, intézményi és gazdasági feltételrendszerét.
2. Javasolja a Bizottság, hogy kerüljenek megújításra – az Országos Vízügyi Főigazgatóság irányításával és a Belügyminisztérium jóváhagyásával – a települési csapadékvíz-gazdálkodás tervezési műszaki irányelvei.
3. A Bizottság álláspontja szerint a települési csapadékvíz-gazdálkodás gazdasági elemzéséhez új módszertani megalapozás szükséges, továbbá kívánatos egy, a modellezést elősegítő adatbázis kialakítása, mely támogatja a korszerű tervezési és üzemeltetési módszereket.
4. Javasolja a Bizottság, hogy a - zárt csapadék csatornák közművé nyilvánításával egyidejűleg – a gyűjtő és kezelő rendszereket is a digitális közműnyilvántartás részévé kell tenni.
5. A csapadékvíz-gazdálkodást támogató pályázatok tervezése és feltételrendszerének kialakítása során kerüljenek bevonásra a Belügyminisztérium, a Magyar Mérnöki Kamara, a MASZESZ, a MAVIZ és a Magyar Hidrológiai Társaság képviselői, valamint a csapadékvíz kezelő rendszerek tulajdonosai és üzemeltetői.
6. A Bizottság hangot ad azon véleményének, hogy a csapadékvíz-gazdálkodási feladatok megvalósítása a társadalom bevonása nélkül nem valósítható meg. Széleskörű oktatási program keretében kell gondoskodni ennek gyakorlati elterjesztéséről, egyrészt a hozzáértő szakember gárda létrehozása, másrészt a társadalom tudatos felvilágosítása, a gyakorlat elfogadtatása érdekében. Ez utóbbihoz elengedhetetlen a szakértő médiák hozzáértő tájékoztatásának igénybevétele.

Nekrológ



Életének 78. évében elhunyt Dr. Jolánkai Géza okleveles mérnök (ÉKME 1965), okleveles szakmérnök (BME 1976), egyetemi doktor (BME 1976), a műszaki tudomány kandidátusa (MTA 1988), az MTA doktora (1999), Dr. Habil (ELTE 2003), ny. ökohidrológus egyetemi tanár.

Saját visszaemlékezései szerint a vízhez való erős kötődése gyermekkorából ered, melynek nyarait Hajóson töltötte, ahol egész nap a mocsarakban, csatornában pecázott, úszott. Szakmai útján a vízhez való kötődés ezen túl felmenőinek munkásságából is ered, hiszen édesapja, nagyapja és dédapja, valamint apósa egyaránt megbecsült vízesmérnökök voltak, akik számos kis és nagy vízepítési műtárgyat terveztek hazánknak.

Politikai okok miatt 1960-ban kitűnő érettségije ellenére nem vették fel a Műszaki Egyetemre, így segédmunkásként kezdett megismerkedni a vízepítéssel a VITUKI-ban, többek között a Balaton kisminta modell építéséhez járult hozzá. Édesapja szakmai elismertségének hála, még ebben az évben, késve mégis megkezdhette tanulmányait a Műszaki Egyetemen. 1965-ben szerezte meg mérnöki oklevelét. 1975-ben kitüntetéssel szerzett vízkészletgazdálkodási és hidrológusi szakmérnöki oklevelét.

1965–1966-ban Ghánában (Damongo település víztározójának építésénél) vízepítő mérnök, 1966-tól 2012-ig a VITUKI tudományos kutatója, 1986–1995 között a Hidrológiai Intézet Felszíni Vizek osztályának vezetője, majd a Vízminőség-védelmi Intézet Vízminőség-szabályozási osztályának vezetője, az Intézet igazgatóhelyettese, utóbb tudományos tanácsadója. Balatonnal kapcsolatos kutatásait a VITUKI balatonszemési kutatóállomásán végezte, amelynek egy időben, annak megszűnéséig vezetője is volt. 2004–2012 között a Debreceni Egyetem Műszaki Kar Építőmérnöki tanszékének egyetemi tanára.

Pályafutása elején vízepítési és hidraulikai problémákkal, az 1970-es évek elejétől vízi, környezetvédelmi, vízminőség-szabályozási kérdések megoldásával foglalkozik, majd a tavak és tározók, ezek vízgyűjtői, vízminőségi és biológiai kutatásával és modellezésével foglalkozott (Balaton, Kiskörei tározó), különös tekintettel az eutrofizálódást kiváltó tápanyagterhelés problematikájára.

Dr. Jolánkai Géza

Budapest, 1942. szeptember 9. - Budapest, 2020. január 22.

Az UNESCO égisze alatt zajló ökotonokkal foglalkozó kutatásokban aktív szerepet vállalt, melyeket a Kis-Balatonnal kapcsolatos hazai kutatásaiban is kamatoztatott. Később ezek az ismeretei vezettek az ökohidrológia, mint interdiszciplináris tudományterület kialakulásához, melyben aktív szerepet vállalt és mindvégig hitt, mint üdvözítő megközelítésben, melyet szem előtt tartva kellene vizeinket szabályoznunk. Az MTA doktori fokozatához benyújtott értekezésének címe is a „Rendszerszemléletű ökohidrológiai módszerek alkalmazása a vízi környezetet érő hatások elemzésében és előrejelzésében” volt.

Szívvvel lélekkel viseltetett szűkebb szakterülete és a vízügy egésze iránt, mely többek között abban mutatkozott meg, hogy mennyire megviselte a Bős-Nagymarosi vízlépcső ügyének szerencsétlen kimenetele (illetve az ehhez kapcsolódó szigetközi vízpótlás ügyének elhízott kezdeti lépései), vagy a VITUKI intézményének megszüntetése.

Rendszeresen oktatott az ELTE-n és a Nemzetközi Hidrológiai Továbbképző Tanfolyamon (UNESCO-VITUKI), valamint éveken keresztül vendégprofesszor volt a brüsszeli VUB egyetemen. Ehhez a programhoz VITUKI-s kollégáival kifejlesztett egy oktatószoftvert, mely a maga nemében egyedülállónak számított. 1998-ban elnyerte a Széchenyi Professzori Ösztöndíjat, melynek keretében PhD tanfolyamot is tartott. A Debreceni Egyetemen haláláig szenvedélyesen oktatott (nyugalmazott egyetemi tanárként is visszahívták, hogy magyar és angol nyelvű kurzusokat tartson).

Több mint 130 hazai és külföldi cikk, tanulmány, nagyobb kiadvány, könyv, könyvfejezet szerzője. Több UNESCO, EU, IIASA, WHO, FAO, stb. projekt résztvevője, koordinátora, illetve munkacsoport irányító bizottság tagja. Legfontosabb, általa irányított projektek a Tisza-River Project, a LIFE programban megvalósult Szigetköz projekt, valamint széles Európai részvétellel megvalósult ClimateWater projekt voltak.

Munkásságát számos kitüntetéssel ismerték el, többek közt 2013-ban a Magyar Érdemrend Tiszti Keresztjével, a Környezetvédelemért elnevezésű állami kitüntetéssel (2009). Több szakmai MTA és állami bizottság tagja, tisztségviselője. A Magyar Hidrológiai Társaságnak 1966 óta volt a tagja. 1992-ben az MHT Elnöksége Pro Aqua díjjal tüntette ki.

Édesapám sokunk emlékében egy impulzív, intuitív, színes egyéniségként fog megmaradni, és őszintén remélem, hogy a vízi környezet védelmének szentelt pályafutása nem volt hiábavaló, és szeretett hazánkban sikeresen fogunk tudni megvalósítani olyan vízgazdálkodási, vízminőségvédelmi intézkedéseket, melyek a természeti környezet és az ember harmonikus kapcsolatában gyökereznek.

*Jolánkai Zsolt
okleveles építőmérnök
BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki
Tanszék tudományos segédmunkatársa*

Történelmi pillanatkép

75 évvel ezelőtt a II. világháború idején, 1945. február 9-én jeges árvíz öntötte el a Csillaghegyi-öblözetet. Az eseményt Doroszlai Dénes ny. vasútépítő mérnök idézi fel, és az öblözetben, az épületek falán még megtalálható 18 árvíztabla magassági helyzetének megméréseivel igazolja, hogy az akkori árvízi elöntés szintje elérte a 2013. júniusi árvíz LNV szintjét.

A Duna jeges árvize pusztított a Csillaghegyi-öblözetben 1945-ben

Nagyon kevés adat, leírás lelhető fel az 1945. február 9-én történt árvízi haváriáról, amikor a Csillaghegyi-öblözet túlnyomó része, kb. 4 km²-es terület néhány óra alatt víz alá került. Bár a Duna vízállása ekkor a Vigadó téri vízmércén



1. ábra. Korabeli fénykép a jégtorlaszról

700 cm körül volt, ami jégmentes körülmények között csak a parti sétány hosszabb szakaszait, valamint a legmélyebben fekvő néhány hektárt öntött volna el, a lokálisan kialakuló, közel 2 m-es, gyors vízszint-emelkedés, melyet a zajló jégtáblák feltorlódása okozott, elöntötte a Csillaghegyi-öblözetet. A visszavonuló németek által felrobbantott Újpesti vasúti híd roncsain fennakadó és feltornyosuló jégtáblák eredményezték ezt a jelentős visszaduzzasztást (1. ábra).

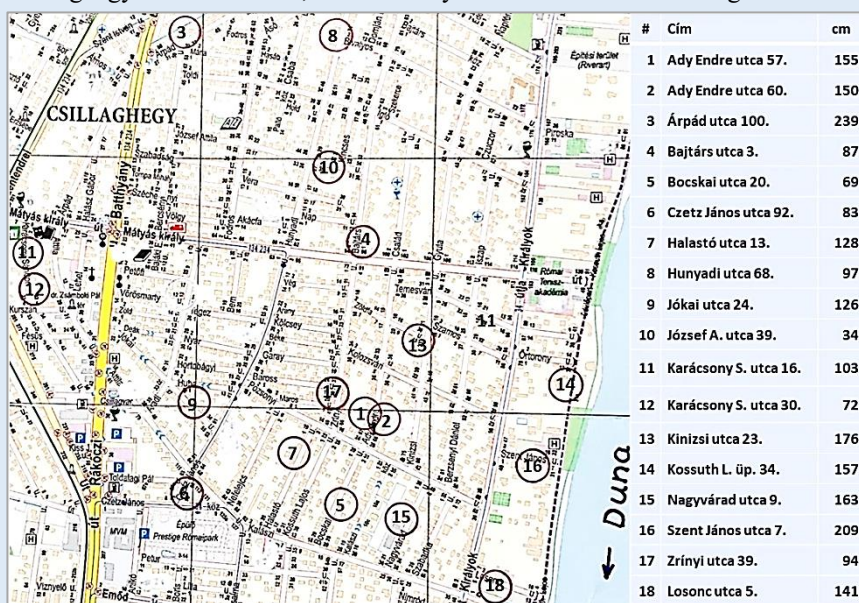
1945. február 9-én, ezen a fagyos pénteki reggelen, szájról-szájra terjedt a hír, hogy gyorsuló ütemben emelkedik a Duna vízszintje, amely délelőtt már elérte a Királyok útja mélyebb részeit (akkoriban még semmilyen töltés nem volt itt), majd az úttesten átbukva megindult az öblözet elárasztása. A déli órákban a mélyebben fekvő részeken 1 m-t meghaladó vízszint alakult ki, amely a késő délutáni órákban tetőzött, helyenként a 3 m-es vízszintet is megközelítve. Mindenki úgy menekült, ahogy tudott, de nagyon sok embernek már csak arra volt le-

hetősége, hogy a padlásra meneküljön a jéghideg víz elől. A borzalmat átélők beszámolója szerint halálos áldozatai is voltak a katasztrófának.

A következő napon robbantások hangja hallatszott a környéken: sikerült megindítani a feltorlódott jégtáblákat. A zajlás megindulása után a vízszint fokozatos apadása következett be az elöntött Csillaghegyi-öblözetben is, bár a mélyebben fekvő részek még



2. ábra. Árvíztabla a Csillaghegyi-öblözetben



3. ábra. A még fellelhető 18 árvíztabla helye a Csillaghegyi-öblözetben

(Megjegyzés: A térkép melletti táblázatban szerelt cm értékek az árvíztabla úttest feletti magasságát jelölik.)

hetekig víz alatt álltak. Ennek a katasztrófának a nyomát még ma is 18 árvíztabla őrzi az öblözetben (2. és 3. ábra).

Szintezéssel összehasonlítottam a 18 még fellelhető árvíztablát a 2013. június 9-i árvíz (LNV, 891 cm) szintjével. A mérésekből megállapítható volt, hogy az 1945-ös és a 2013-as árvíz közel azonos szinten tetőzött. Az értékek néhány cm-es szórást mutattak, ami részben az árvíztablák elhelyezésének pontatlanságára, valamint az 1945-ben beállt vízszint, illetve a 2013-as esésgörbe szerinti vízszint különbségére vezethető vissza.

A régóta helyben lakók - ha közvetetten is - elevenen őrzik a katasztrófa emlékét. Nem véletlenül utasítja el legtöbbjük, hogy az öblözet árvízvédelmi fővonalát a partra helyezték át, ahol a tervezett mobilgát egy esetleges jeges árvíz idején könnyen megsérülhet, ellentétben a jelenlegi, Nánási út-Királyok úti védvonallal, ahol - a hullámtér fákkal, épületekkel fedett volta miatt - jeges árvíz esetében sem jelentenek veszélyt a zajló jégtáblák.

Hogyan lehet előfizetni a Hidrológiai Közlönyt?

Előfizethető a lap:

1) A Magyar Hidrológiai Társaság internetes honlapján található megrendelőlap kitöltésével.
http://www.hidrologia.hu/mht/index.php?option=com_jellap15&Itemid=209

2) Az alábbi megrendelőlap kitöltésével, majd postán vagy emailben történő visszaküldésével is megrendelhető a Hidrológiai Közlöny.

Magyar Hidrológiai Társaság
1091 Budapest, Üllői út 25.
Tel: (1)201-7655
E-mail cím: hk@hidrologia.hu vagy titkarsag@hidrologia.hu

Előfizetési díjak 2020-ban:

Cégeknek:

A 2020. évi (100. évfolyam) 1-4. száma: 9 600 Ft/év

A Magyar Hidrológiai Társaság egyéni tagjainak:

A 2020. évi (100. évfolyam) 1-4. száma: 4 000 Ft/év

Az árak az 5 % áfát tartalmazzák!

MEGRENDELŐ LAP

A jelen lap kitöltése megrendelésnek minősül, melyről e-mailben küldünk visszaigazolást.

Alulírott megrendelem a Hidrológiai Közlöny c. folyóirat

2020. évi 1-4. számait példányban,

és kérem megrendelésemet a következő évekre is folyamatosnak tekinteni.

Név vagy cégnév:

Céges megrendelés esetén kapcsolattartó neve:

Telefonszáma:

E-mail-címe:

A számlát kérem küldjék az alábbi címre:

A folyóiratot kérem az alábbi címre postázni, amennyiben eltér a számlázási címtől:

.....

Megrendelés száma (nem kötelező mező):

Megrendelési szám esetén – amennyiben elektronikusan küldik be a megrendelést - az aláírt megrendelés csatolása pdf formátumban kötelező.

Kelt: , 2020. hó. nap.
