

HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY

HUNGARIAN JOURNAL OF HYDROLOGY



A MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG LAPJA • 106. ÉVF. 5. KÜLÖNSZÁM • 2026

JOURNAL OF THE HUNGARIAN HYDROLOGICAL SOCIETY • VOL. 106, SPECIAL ISSUE 5 • 2026



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



Hidrológiai Közlöny

A Magyar Hidrológiai Társaság lapja
Megjelenik háromhavonként

Főszerkesztő

Major Veronika

Főszerkesztő-helyettes és olvasószerkesztő

Konecsny Károly

Szakszerkesztő

Ács Éva

Szerkesztőbizottság elnöke

Szöllősi-Nagy András

Szerkesztőbizottság tagjai

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

Kiadó

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



Indexelik

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

Tartalomjegyzék

Major Veronika: Előszó 3

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Váradi József: Miért éppen „Vizet a tájba!”? És ha igen, hogyan? 4

Láng István: A „Vizet a Tájba!” program megvalósítása –
Konfliktusok, kompromisszumok, megoldások 10

Kovács Balázs: A felszín alatti vízkészletek változása a klíma-
reziliencia tükrében 21

Kozák Péter, Fiala Károly, Vas Anna Katalin, Benyhe Balázs,
Fehérvári István: Felszíni vízkészleteink változása az
Alsó-Tisza-völgyben, tapasztalatok, kilátások a klímaváltozás
tükrében 36

Horváth Ákos, Szentés Olivér: A 2025. évi rendkívüli szárazság
meteorológiai háttere 52

Bíró Tibor: A mezőgazdaság és a vízgazdálkodás viszonya a
csökkenő készletek árnyékában 59

Gorján Ferenc: A szennyvíz, mint kihasználatlan készlet –
helyzetünk és teendők 69

FÓRUM

Borbás Barna: Oázisok a sivatagban – vízkonfliktus és
vízkonszenzus újságírói szemmel 77

Címlapkép: Ilyen volt, ilyen lett (OVF)
<https://www.youtube.com/watch?v=BRL0QIcFLiY>



Hungarian Journal of Hydrology

Journal of the Hungarian Hydrological Society
Published quarterly

Editor-in-Chief

Veronika MAJOR

Deputy Editor-in-Chief and Copy Editor

Károly KONECSNY

Assistant Editor

Éva ÁCS

Editorial Board Chairman

András SZÖLLŐSI-NAGY

Editorial Board Members

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

Publisher

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



Indexed in

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

Contents

Veronika MAJOR: Foreword	3
SCIENTIFIC PAPERS	
József VÁRADI: Why “Water into the Landscape!” And if so, how?	4
István LÁNG: Implementation of the “Water to the Landscape!” program – Conflicts, compromises, solutions	10
Péter KOZÁK, Károly FIALA, Anna Katalin VAS, Balázs BENYHE, István FEHÉRVÁRY: Changes in our surface water resources in the Lower-Tisza Valley, experiences and prospects in the light of climate change	21
Balázs KOVÁCS: Changes in groundwater resources with focus on climate resilience	36
Ákos HORVÁTH, Olivér SZENTES: Meteorological background of the extreme drought of 2025	52
Tibor BÍRÓ: The relationship between agriculture and water management in the face of depleting resources	59
Ferenc GORJÁN: Wastewater as an untapped resources – our situation and what needs to be done	69
FORUM	
Barna BORBÁS: Oases in the desert – Water conflict and water consensus through the eyes of journalists.	77

Cover photo: It was like this, it became like this (OVF)
<https://www.youtube.com/watch?v=BRLoQlcFLiY>

Előszó



Az éghajlatváltozás korunk egyik legmeghatározóbb kihívásává vált. Mind gyakrabban tapasztaljuk az időjárási szélsőségeket: a rövid idő alatt lezúduló, özönvízszerű csapadékot és a hosszan tartó, súlyos aszályokat. Egyre nyilvánvalóbbá válik, hogy Magyarország vízháztartása

egyre kedvezőtlenebb helyzetbe kerül, miközben a klímaváltozás hatásai folyamatosan erősödnek.

A hazai vízgazdálkodásban már a 2000-es évektől formálódik a táji vízmegtartás és a klímaadaptív vízgazdálkodás szemlélete. Ennek meghatározó mérföldkövei voltak a Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése, a Vízügyi-gazdálkodási Tervek kidolgozása, valamint a 2017-ben elfogadott Nemzeti Vízstratégia, a Kvassay Jenő Terv. A 2020-as évekre a szemlélet gyakorlati megvalósítása is egyre nagyobb hangsúlyt kapott, amelynek egyik legfontosabb kezdeményezése a „Víz a tájba!” program.

E kihívásokra és feladatokra reflektálva rendezte meg 2025. november 6-án a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen a Magyar Hidrológiai Társaság, az Országos Vízügyi Főigazgatóság Vízügyi Tudományos Tanácsának támogatásával a „Víz a tájban – Klímaadaptáció konfliktusokkal” című konferenciát. A rendezvény célja az volt, hogy fórumot biztosítson a táji vízmegtartás, a klímaadaptáció és az ezekhez kapcsolódó társadalmi, gazdasági és szakmai kérdések széles körű megvitatására.

Jelen kötet a konferencián elhangzott előadások szerkesztett változatát adja közre.

Váradi József: *Miért éppen „Víz a tájba!”? És ha igen, hogyan?* című közleményében így fogalmaz: Tény, hogy a „Víz a tájba!” program elemei, megvalósításának módszerei se jogilag, se szervezeti, se gazdaságilag, se műszakilag, se eljárás rendjében nincs kidolgozva.”

Láng István: *A „Víz a Tájba!” program megvalósítása – Konfliktusok, kompromisszumok, megoldások* című tanulmánya szerint a „Víz a tájba!” program országos megvalósítása során kialakulnak olyan konfliktuspontok, amelyekre új szakmai válaszok kidolgozása szükséges. Ezért célszerű áttekinteni azokat a konfliktuspontokat, amelyekkel a program végrehajtása során szembe kell néznünk, akár a régi vélemények felülvizsgálatával, akár a megjelenő új igények figyelembevételével.

Kozák Péter, Fiala Károly, Vas Anna Katalin, Benyhe Balázs és Fehérvári István: *Felszíni vízkészleteink változása az Alsó-Tisza-völgyben, tapasztalatok, kilátások a klímaváltozás tükrében* című közleménye az aszályal jelen-tősen sújtott térség felszíni, és a felszín alatti vízkészleteinek fenyegetettségét mutatja be.

Kovács Balázs: *A felszín alatti vízkészletek változása a klímazsugárzás tükrében* című írásában megállapítja: a víz-

készlet-csökkenés legfontosabb mozgatóereje a hőmérséklet-emelkedés okozta párolgásnövekedés, illetve a szilárd halmazállapotú csapadékhiány okozta beszivárgáscsökkenés. A jelenlegi vízgazdálkodási szemléletmód mellett az ország felszín alatti vízkészletgazdálkodása fenntarthatatlanná válik, a vízkészlet hiánya fokozódása egyre komolyabb lakossági és ipari vízellátási nehézségekhez, ökológiai problémákhoz fog vezetni.

Horváth Ákos és Szentés Olivér: *A 2025. évi rendkívüli szárazság meteorológiai háttere* című tanulmánya szerint a 2025-ös aszály háttérében alapvetően nagytérségű, szinoptikus skálájú cirkulációs okok húzódtak. A nyugati áramlási zóna szisztematikus északabbra húzódásával a Kárpát-medencében meghatározóan az anticiklon-peremhelyzetek alakították az időjárást.

Bíró Tibor: *A mezőgazdaság és a vízgazdálkodás viszonya a csökkenő készletek árnyékában* című tanulmánya rámutat: a rugalmatlan és konzervatív berendezkedésű növénytermesztés nehezen lép az adaptáció útjára. Elkerülhetetlennek látszik a földhasználat, a vetésszerkezet és a talajművelési rendszereink radikális átalakítása. A vízmegtartó gazdálkodás elterjesztése nem egy lehetőség, hanem az egyetlen helyes út az éghajlatváltozás hatásait mérséklő adaptáció megvalósításában.

Vannak még kihasználatlan készleteink? Gorján Ferenc: *A szennyvíz, mint kihasználatlan készlet – helyzetünk és teendők* tanulmánya felhívja a figyelmet, hogy Magyarországon évente 561,2 millió m³ tisztított szennyvíz keletkezik. Megfelelő stratégiák, párbeszéd, és teendők elvégzését követően ennek alkalmazásával nagymértékben csökkenthető az értékes ivóvízbázisok terhelése. Mindez nem egyszerű, de nem is lehetetlen feladat.

A 2025. évi 3. számunkban ezt írtuk: „A Hidrológiai Közlöny, támogatva a „Víz a Tájban” program sikerre juttatását, örömmel tárja szélesre kapuit az építő szakmai viták előtt, teret adva a korrekt információknak”. A FÓRUM rovatunkban tettük közzé Borbás Barna: *Oázisok a sivatagban – vízkonfliktus és vízkonszenzus újságírói szemmel* című esszéjét, mely három összefoglaló pontot, cselekvési sorvezetöt fogalmazott meg:

- Fel kell gyorsítani az alkalmazkodást.
- Bármilyen országos léptékű változás csak felülről megy és csak úgy, ha a tömegeket érdekeltté tesszük benne.
- Társadalmi átgondolás kell. Ez hatalmas munka, de nem szabadna megspórolni.

Hisszük, hogy az itt összegyűjtött gondolatok és tapasztalatok hozzájárulnak a klímaadaptív vízgazdálkodás hazai gyakorlatának fejlődéséhez, valamint a szakmai párbeszéd további erősítéséhez.

Major Veronika
A Hidrológiai Közlöny főszerkesztője

Miért éppen „Vízet a tájba!”? És ha igen, hogyan?

Váradi József

A Magyar Hidrológiai Társaság Társelnöke, a Vízügyi Tudományos Tanács elnöke (e-mail: varadijgy@gmail.com)

DOI: 10.59258/hk.23773



Kivonat

A víz hiánya, vagy többlete sok évtizede velünk van. Gróf Széchenyi István ezt a problémát gazdasági összefüggések elemzése kapcsán a *Hitel* (1830) című művében így fogalmazta meg: „*nincs elég víz, ahol kellene, midőn ott, hol semmi haszna, elég, tán még sok is van*”. Mára a víznek mint gazdasági erőforrásnak a meghaladása okán a víz klímabefolyásoló elemként, természeti értékeink megőrzése vagy megmentése zálogaként kerül reflektorfénybe, és a vele való gazdálkodásnak is ez az egyik kiemelt mércéje. A természetvédelem hirdette meg először, hogy a hazai vízgazdálkodás új irányát a „Vízet a tájba!” jelszóval kell jellemezni. A vízügy 2022-ben ennek a kezdeményezésnek az élére állt, és tudja, hogyan kell ezt csinálni, de mi kell ahhoz, hogy a tudás valósággá váljon?

Kulcsszavak

Klíma változás, sok víz, kevés víz, paradigmaváltás.

Why “Water into the Landscape!”? And if so, how?

Abstract

The lack of water has been with us for many decades. Count István Széchenyi formulated this problem in his work titled *Hitel* (1830) in connection with the analysis of economic relationships: “*there is not enough water where it should be, while there, where it is of no use, there is enough, perhaps even too much*”. Today, due to the excess of water as an economic resource, water is being spotlighted as an element influencing the climate, as a pledge for the preservation or rescue of our natural values, and this is also one of the key standards for managing it. Nature conservation was the first to announce that the new direction of domestic water management should be characterized by the slogan “Water into the landscape!” Water affairs took the lead in this initiative in 2022 and knows how to do this, but what is needed for knowledge to become a reality?

Keywords

Climate change, a lot of water, short of water, paradigm shift.

VÍZKÉSZLETPROBLÉMÁK 1990-2025

A „Vízet a tájba!” jelszóra egyszerűsített vízgazdálkodási paradigma rögtön azt a kérdést veti fel, hogy változott-e annyit a klíma miatt átalakult vízgazdálkodás készlet oldala, hogy a cselekvést összefoglaló egyetlen hívószó a „Vízet a tájba!” lehessen.

A klímaváltozás időpontját (némi önkényességgel, de egyre inkább elfogadott módon) 1990-re tesszük. Ha megvizsgáljuk az azóta eltelt, immár statisztikailag is értékelhető 36 évet, azt tapasztaljuk, hogy csapadékos és csapadékhiányos évekkel egyaránt találkozunk. Sok víz volt: 1995-1998-1999-2000-2001-2002-2006-2010-2013-2017-2024-ben és kevés víz volt: 1990-1992-1993-1994-2000-2003-2007-2012-2015-2017-2020-2022-2024-2025-ben.

Ráadásul ezek a mennyiségi szélsőségek egymást gyakran még éven belül is váltották, máskor éveken át azonos trenddel követték. Csak példaként említem, hogy az 1992-93-94 évek csapadékösszegeinek területi eloszlási ábrája szinte azonos mintázatot mutat, az Alföld tekintetében a sokévi átlaghoz képest nagy kiterjedésű csapadékhiánnyal. Most is ennek vagyunk tanúi. A 2022 óta halmozódó csapadékhiány az Alföldön 400 mm, de országosan is 300 mm fölött van. Az egymást követő évek szélsőséges csapadékösszegeinek előfordulására jó példa 1999 és

2000. 1999-ben az egész országban az évi átlagot messze meghaladó csapadék hullott. Kisvízfolyásainkon és az Alföldön a komoly víztöbblet problémákat okozott, míg 2000-ben a Szeged környéki csapadékösszeg a 200 mm körüli értéket mutatta. Csak érdekességgént jegyzem meg, hogy 2000. volt az az év, amikor az árvíz a Tiszán rekordokat döntött, és ennek a rendkívüli árvíznek a hatására 2001-ben kezdődött el a Vásárhelyi-Terv Továbbfejlesztésére vonatkozó koncepció kidolgozása, aminek – mint köztudott – az alap gondolata az volt, hogy az árhullámokat ártér-revitalizációs céllal, szabályozottan vezessük ki a mentett oldalra. A „Vízet a tájba!” program ma ugyanezt javasolja. Vagyis mégsem annyira új ez a törekvés!

Egy kicsit más összefüggésben említem meg példaként a 2010-es és 2011-es éveket. A 2010-es év, különösen a hegy- és dombvidéki területeinken, rekordokat döntően volt csapadékos. A kisvízfolyásainkon levonult árvizek nagyon komoly károkat okoztak, ez a víztöbblet szempontjából rekordév volt. 2011 ugyanakkor rendkívül száraz volt, de a mezőgazdaságban keletkezett veszteség elmaradt az ilyen klimatikus viszonyok esetén bekövetkező károktól. Nagy biztonsággal állítható, hogy ennek az oka az előző év talajokat vízzel feltöltő hatásával magyarázható. Ez is nevezhető előtapasztalatnak egy „Vízet a tájba!” program szorgalmazása esetén.

MÉGIS, MIÉRT MOST KERÜLT ILYEN ELEMI ERŐVEL AZ ASZTALRA A „VIZET A TÁJBA!” PROGRAM?

Minden bizonnyal nehéz pontos magyarázatot adni ennek a törekvésnek a rendkívül erős, és szinte az ország minden lakosát elérő megjelenésére, de néhányat azért fel lehet sorolni az okok között.

- Az utóbbi években a klímaváltozás negatív hatásait, vagyis az aszályok ismétlődését és egyáltalán a vízhiány jelenlétét sokan tapasztalják. Érzékelik, hogy a hőségnapok száma (25 °C-nál nagyobb napi középhőmérséklet), megduplázódott és közelíti az 50 napot, szaporodnak a légkondicionáló berendezések. A városokban elviselhetetlen hőszigetek alakulnak ki, nagyon gyakoriak a pusztítóan erős szélviharok. Mindennek hatására nagyon sok emberben úgynevezett klímaszorongás alakul ki, aminek a feloldását keresik. Hátha a „Vizet a tájba!” program a megoldás, különösen, ha ígéri is.

- A természeti értékek elvesztése miatti félelmek felerősödtek. Az emberek természetszeretete és a természetnek az életfeltételeink megtartására gyakorolt megkerülhetetlen hatása egyre tudatosabb magatartásalakító tényező. Egyre többen szeretnék, hogy természetátalakítás helyett a természet megőrzése, a rehabilitáció legyen a vezérlő elv. Hátha a „Vizet a tájba!” program ezt szolgálja.

- A közösségi média jelentős térhódítása, információdömping. Az információs technikai robbanás lehetővé teszi, hogy az emberek érdeklődését kielégítő minden információ nagyon hamar és nagyon sokszíniú jusszon el hozzájuk. Azon túl, hogy megvan annak a veszélye, hogy egy-egy ügyben a szakmaiatlan és igazolatlan állítások is eljutnak az emberekhez – ha igényük van egy életüket zavaró körülmény okainak megismerésére – bőven hozzáférhetnek ilyen hírekhez. Felelősség itt a híreket közreadókat terheli. Tapasztalható is egy egyoldalú, hamis várakozás keltésére alkalmas hírfolyam megjelenése. Ilyen pl., hogy: a „Vizet a tájba!” program megvalósulhatna, ha a vízügy akarná.

- Végezetül megemlítem, hogy Magyarországon a Tisza-tó 1973-ban történt üzembe helyezése óta nem volt érdemi vízkészletezési beruházás. Ez a több, mint 50 év alkalmas arra, hogy ha tudat alatt is, megfogalmazza azt a hiányérzetet, hogy nem teszünk semmit a vizek megtartásáért, annak elérhetőségéért, viszont a vízelvezetés uralja a vízügyi beruházásokat. Szólni kell a vízügynek, hogy ne elvezesse a vizet, hanem tartsa vissza és hátha ez a „Vizet a tájba!” program erre is alkalmas lesz.

MIT JELENT A „VIZET A TÁJBA!” PROGRAM?

Nagyon leegyszerűsítve azt mondhatjuk, hogy a „Vizet a tájba!” program: sok vizet jelent, sokkal többet, mint eddig, amely vizek megjelennek: csatornában, természetes mélyedésekben, mesterségesen létrehozott tározókban, holtágakban, különböző meglévő és felhagyott valamikori medrekben, nagy kiterjedésű összefüggő területi előntésekben, és nem utolsósorban a talajban, ahol talajvízszint-emelkedést okozva javítják a növények vízhozafférési esélyeit.

Éppen a fenti módon megteremtett víztöbblet miatt jelentősen javul a természetvédelmi területek rehabilitációja, új természetvédelmi területek létrehozása, a vízhez kötődő

flóra és fauna életfeltételei pedig javulnak. A táji víztöbblet azonban lehetőséget teremt a legkomolyabb probléma, a klímaváltozás káros hatásainak mérséklésére is. Azzal ugyanis, hogy a területen megteremtjük a hőmérséklet-emelkedése miatti nagyobb párologtatáshoz szükséges vízkészletet, részben a párologás miatti hőelvonás hatására csökken a hőszigetek kialakulása, a konvektív csapadékok kialakulásának nagyobb lesz az esélye, ezzel a vízkörforgás helyreállításának az esélyei növelhetők lesznek. A talajvízszint emelkedésével nő a növényi állomány, ezért nő a párologó vízkészlet, aminek hiánya ma már 1 000 mm körüli értékre becsülhető. Ezeknek az egyelőre csak elméleti lehetőségeknek a megvalósítása és kiaknázása a klímaváltozás káros hatásainak mérséklését fogja eredményezni.

Jórészt arra visszavezethetően, hogy mind a konvektív csapadékok helybeni kedvező hatásai, mind a talajvízszint növelésének lehetőségei számos kérdést vetnek fel, továbbá az azzal kapcsolatos kétségek miatt, hogy a hőmérséklet növekedése és a klímaváltozás közepette milyen lehetőségeink vannak a tájban elhelyezhető vízkészletek megszerzésére, az a vélekedés fogalmazódik meg, hogy a „Vizet a tájba!” program csak egy elgondolás, egy idea, egy dicséretes, de naiv szándék.

Tény, hogy a „Vizet a tájba!” program elemei, megvalósításának módszerei sem jogilag, sem szervezeten, sem gazdaságilag, sem műszakilag, sem eljárásrendjében nincsenek kidolgozva.

Éppen ezért javasoljuk, hogy a konferencia kezdeményezze „AZ ALFÖLD VÍZALAPÚ KLÍMAADAPTÁCIÓS PROGRAM” kidolgozását.

Mert nélküle:

- részmegoldások születnek, elvéreznek a legjobb próbálkozások,
- atomizálódik a feladat-végrehajtás és mindenki azt hiszi, hogy amit csinál, az már a teljesítés,
- nem tisztázódnak a feltett műszaki, gazdasági kérdések. és nem teremthető meg az érdekelt szakterületek közötti konszenzus.

Ugyanakkor, ha van ilyen, az rendezi a teendőket, és sorba állítja a feladatokat, forrást teremt, és megfogalmazza a szükséges jogalap megteremtésének szakmai sarkköveit.

A „VIZET A TÁJBA!” PROGRAM NEM ELŐZMÉNYEK NÉLKÜLI KEZDEMÉNYEZÉS.

Mi, vízépítő mérnökök azt állítjuk, hogy a vízmegtartás, a vízkészletezés a vízépítő mérnöknek nem új és nem ismeretlen terület, mert ez tanulmányainak szerves része. Sőt, elődeink aktívan képviselték a vizek visszatartásának szükségességét, és hangsúlyozták annak fontosságát. Ennek bizonyítására a „Vizet a tájba!” programot szinte egy az egyben meghirdető Kvassay-idézzel szolgáltnék, amikor is az 1875-ben megjelent „Vizeinkről” című könyvében (Kvassay 1875) így ír:

„Amíg a folyószabályozásoknál az eliszapolást hagyták figyelmen kívül, addig a lecsapolásoknál a vízfelületek átalakító befolyásának az éghajlatra vonatkozólag, igen kevés, úgyszólván semmi jelentőséget sem tulajdonítottak.

A mocsarak, lápok és tavak lecsapolása egész mániává fejlődött ki, mely a pillanatnyi haszon kedvéért feláldozza a legtartósabb és legbiztosabb jövőt."

Ám ezt a figyelmeztetést napjaink mérnökei sem hagyták figyelmen kívül. Ennek szellemében született meg a Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése:



1. ábra. A Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése (URL1)
Figure 1. Development of the Vásárhelyi plan (URL1)

Majd ezt követte 2005-ben a Mélyártéri tározás koncepciója (Koncsos 2006), amit Koncsos László professzor nevéhez kötünk és aminek lényege az alábbiakban foglalható össze:

A koncepció szerint a mintegy 30 helyen megnyitott tiszai töltésen keresztül a mentett oldal felé kivezetett árhumokból:

- Vízrel elárasztható terület nagysága: 197-260 ezer hektár.
- Tározott víztérfogat: maximálisan 2,5 milliárd m³, minimálisan is 670 millió m³.
- Átlagos vízmélység: 197 ezer ha előntése és 670 millió m³ esetén 34 cm, 260 ezer ha előntése és 2,5 milliárd m³ esetén 96 cm.

Valamint megemlíteném az úgynevezett „Belvízreformot” is (Antók és társai 2006), ami lényegét tekintve a belvizekkel mint vízkészletekkel való gazdálkodás, valamint a belvizek kártételei elleni védekezés új megközelítése. Ennek megalapozására és eredményességének bizonyítására 2007-ben a Kurcai- és Dobai-belvíz-öblözetben, mint mintaterületen végeztünk kísérletet, és azt találtuk, hogy a belvizek helyben tartásával, csak a Mindszenti és Szentesi szivattyútelepek esetében az akkori árak szerint 65 millió Ft-ot takarítottunk meg.

2022-BEN A VÍZÜGY A „VIZET A TÁJBA!” PROGRAM ÉLÉRE ÁLLT.

A fenti előzmények tükrében nem meglepő, hogy a vízügy a program megvalósításának élére állt. 2022-ben a vízügy az Energiaügyi Minisztériumnak javasolta a „Klímaadaptációs előkészítő projekt a Felső-tiszai vízkészletek hasznosítására” című projekt elindítását (URL2). A projektjavaslat 2022-ben kidolgozásra került, és a minisztérium még abban az évben meghirdette. A projekt hat jól elkülöníthető

részből állt: „Szatmári térség vízpótlásának előkészítése”, „Kelet-Nyírség vízpótlásának előkészítése”, „Dél-Nyírség vízpótlásának előkészítése”, „További víztározó kapacitások kialakításának előzetes vizsgálata a Beregben”, „Árhullám megfogás a Tiszán és mellékfolyóiban” és „Városi szennyvizek hasznosítása”. Ezek közül kiemelem az árhum megfogás-részprojektet, amelyik keretében az ideiglenes duzzasztás lehetőség szerinti alkalmazását vizsgálták a szakértők. A program érdemi képviselőjének szándékát jelzi az is, hogy 2023-ban megrendezésre került az OVF-ben a MHT és a VzTT közös előadódülése a mélyártéri koncepció tárgyában, prof. Koncsos László előadásában (Koncsos 2023). Ehhez kapcsolódva „Differenciált vízgazdálkodással az aszály ellen” című anyag került kidolgozásra és megküldésre Áder János úrnak, a Belügyminisztériumnak és a Földművelésügyi Minisztériumnak.

MIT VÁRUNK A „VIZET A TÁJBA!” PROGRAMTÓL?

Az előzőekben vázolt előzmények, törekvések, próbálkozások és tervek alapján, a lényegét kiemelve a „Vizet a tájba!” program végrehajtásától az alábbiakat várjuk el:

- Konvektív csapadékot.
- Talajvízszint-emelkedést.
- Hőszigetek és területi túlmelegedések megszűnését.
- A természetes élőhelyek revitalizációját.
- A hősokk csökkenését.

Összefoglalva: KLÍMA-MÉRSÉKLŐDÉST! KLÍMA-ALKALMAZKODÁST! KLÍMA REZILIENCIÁT!

Ezt azért nagyon fontos hangsúlyozni, mert a „Vizet a tájba!” programtól egy kicsit mindenki mást vár. Ebben különösen a mezőgazdaság elvárásai markánsak. A mezőgazdaság ettől a programtól a természet növények vizigényének jobb kielégítését várja, annak teljes háttérbe szorítása mellett, hogy az adott növények a termőhelyi adottsá-

gokhoz igazodnak-e vagy sem. Márpedig a programnak szerves része a táji adottságoknak megfelelő növények termesztésének megvalósítása. Itt jegyzem meg, hogy a program döntéshozói látókörbe helyezésének fontos feltétele az is, hogy más ágazatok, mint pl. turizmus, közlekedési infrastruktúra, iparfejlesztés vagy terület és településfejlesztés partnerek legyen a program megvalósításának támogatásában. Ezt ma még nem tapasztaljuk.

MI KELL A „VIZET A TÁJBA!” PROGRAM SIKERRE VITELÉHEZ?

Az előzőekben már láttatni igyekeztem, hogy a program sikerének egyik feltétele, hogy valódi társadalmi igény váljék a klímaalkalmazkodás. Nem elég, hogy a jövő fenntarthatóságának feltételeit felismerő néhány szakterület ezt következetesen követelje. Ahhoz, hogy ebből valóság legyen, a megvalósítás feltételeit is meg kell teremteni. A döntéshozók ez irányú elköteleződését is biztosítani kell, mert tudjuk, hogy azok lelkesedését hűti a megvalósítás és a siker várható időtávjának elhúzódása. A siker néhány feltételét az alábbiakban kiemeljük:

Vízkészletezés, emelt szintű vizek létrehozása, vízátervezések.

Bármilyen táji vízállapot-javulást szeretnénk elérni, annak elemi feltétele, szükséges, de nem elégséges feltétele, hogy legyen vízkészletünk, amit a tájban elhelyezhetünk. Ezt hívhatjuk vízkészletezésnek, amikor is arról gondoskodunk, hogy a hazánkba befolyó vagy nálunk keletkező vizeket visszatartjuk, továbbvezetésre, szétosztásra alkalmas helyen tározzuk. Az ilyen vízkészletezésnek egyik, de igen kívánatos feltétele, hogy a víz továbbvezetése gravitációsan történhessen. Ez a biztonságos, költségtakarékos, természetközeli, üzemeltetés feltétele. Ez természetesen azzal a nem szükségszerű előfeltétellel jár, hogy a vízbázist jelentő tározókban és a szétosztást biztosító csatornarendszerekben is emelt szintű vizeket kell létrehozni. Külön kell említést tenni a vízátervezések egyre nyilvánvalóbb módon jelentkező igényének kielégítéséről. A vízkészletek szempontjából hiányos területek, mint a Tisza vagy a Balaton, Velencei-tó vízkészlet-stabilizálásának mikéntjét csak a vízátervezések lehetőségének vizsgálata után dönthetjük el.

Árhullámok kivezetése csatornába, tározókba, területre, üzemrend módosítás.

A „Vizet a tájba!” program megjelenésével, de különösen a mélyártéri tározás koncepciójának meghirdetésével hangsúlyos követelés lett az árhullámokkal érkező vízkészletek hasznosítási célú visszatartása, a mentett oldal felé történő kivezetése. A Vásárhelyi-Terv Továbbfejlesztése lényegében ezen az alapgondolaton nyugszik, de itt a prioritás az árhullámok mérséklése. Bár a kivezető műtárgy küszöbszintjét elérő minden árhullámból lehetne vizet kivezetni a védvonalat kísérő mélyvonulatba (ami itt általában töltéssel van körbekerítve, hogy ott magasabb vízszintet lehessen tartani), a kártérítési kötelezettség és a földhasználói kereslet hiánya miatt erre nem került sor. Az árhullámok kivezetésére ezzel együtt is az elmúlt időszakban voltak példák, de a töltéseket keresztező műtárgyak vízjogi üzemeltetési engedélye, biztonsági megfontolások miatt, nem ilyen üzemeltetésről rendelkezik.

Belvizek fogalmának újradefiniálása és a vele való gazdálkodás teljes újraszervezése: Területi vízviszszatarlás a „Belvízreform” aktualizálása

A belvizeket a vízügyi terminológia mintegy 50-féle definícióval illeti, ami önmagában jelzi ennek a vízfajtának a bonyolultságát. A definíciók abban azonban megegyeztek, hogy a belvíz valamiféle nemkívánatos, a természet, a gazdálkodást, az eredményességet akadályozó, adott pillanatban, adott helyen nemkívánatos vízfajta. Ebből az is levezethető, hogy a belvíz közvetlen összefüggésben van a területhasználattal milyenségével. Ha házaknál, ültetvényeknél, vagy értékes, de nem a termőhelyi adottságokhoz igazított növénytermesztés folyik a belvízzel terhelt területen, akkor értelmezhető a károkozás. De ha összhangban van a területhasználattal a területi adottságokkal, akkor a belvíz nem fölösleges és káros víz, hanem hasznosítható, beszívárogatható készlet. (Persze a vízminőségi kérdéseket azért érdemes vizsgálni). Nem véletlen a belvíznek mint készletnek a hasznosítása érdekében a már említett „Belvízreform” 2007-ben elkezdett munkálata. A *Kurcai belvízrendszer részletes felülvizsgálata Szeged 2007* folytatását javasoljuk (ATIKÖVIZIG 2007).

Vizek és vízi létesítmények tulajdonlásának rendezése: Új törvény a „vizekről”

Amennyiben a területre kihelyezhető vagy ott keletkező vízkészletek rendelkezésre állnak a táji vízigény (meghatározására a szegedi vízügyi igazgatóság biztató számításokat végez) kielégítéséhez, rendezni kell az érintettek feladatait. Ennek legegyszerűbb módja a tulajdonlás és támogatási rendszeren keresztül vezet. Nem célszerű mindent az állam feladatává tenni, az drága, eredményességében vitatható és konfliktusokat gerjesztő lehet. A helyileg érdekeltnek (pl. a harmadlagos művek kezelésében) tulajdont, feladatot és támogatást kell adni.

A területi vízelöntések fogadó oldali biztosítása

A „Vizet a tájba!” program végrehajtásának legnagyobb akadálya a vízelöntések helyének megtalálása a tájban. Nem azért, mintha a víz helyét a mikrodomborzat a valamikori holtmedrek, vagy a természetes terepmélyedések ne jelölnék ki, hanem azért, mert a folyószabályozások utáni területhasználat az árvizektől mentesített területeket belakta. Települések, vonalas infrastruktúrák, ipartelepek, személtlerakók és mezőgazdasági üzemek terjeszkednek el a valamikor vízjárta területeken. És a legjelentősebb területhasználó a mezőgazdaság. Ez utóbbi ráadásul az erősen vitathatóan célirányos területalapú támogatások miatt olyan területeken is szántóföldi mezőgazdasági művelést folytat, ami egyáltalán nem gazdaságos. Ezt a problémát meg kell oldani ahhoz, hogy nagy területekre, becslések szerint 600 ezer hektárra vizet vezessünk ki. Ekkora mértékű vízborítástól várhatjuk el a klímahatások mérséklését.

Paradigmaváltás a mezőgazdaságban és a természetvédelemben

A vízügyi szolgáltatótól hamar, szinte nemzeti egységfrontot alkotva követelték, hogy itt az ideje a paradigmaváltásnak, ami úgy fogalmazódott meg, hogy elvezetés helyett vízviszatarlás. Az elmondottakból talán belátható, hogy miközben a vízügynél a paradigmaváltás nagyon hamar és nagyon egyszerűen megoldható, addig a mezőgaz

daságban – hozzáteszem – a természetvédelemben szükséges paradigmaváltás nem könnyen definiálható, és nem könnyen végrehajtható. A mezőgazdaság esetében célul tűzhetjük ki, hogy a termőhelyi adottságokhoz igazított területhasználatot kell támogatni. Ennek érdekében a víz fogadása szempontjából prioritizált területek kijelölésére a „vizes művelési ág bevezetését” javasoltuk.

A természetvédelem paradigmaváltását az alábbi gondolatok mentén tartom indokoltnak:

- Egy mesterségesen átalakított táj beavatkozások nélkül nem alakítható természetközeli. Beavatkozásokkal viszont igen: Szigetköz, Kisköre Valki-medence, Kis-Balaton; vagy megmenthető, mint a Tisza-völgy 36 db szentély típusú holtága stb. Tehát a mesterséges beavatkozások azonnali elutasítása nem tartható.

- Az eredeti állapot elérésének célul kitűzése nem értelmezhető; sem a „pocsolyatérkép” helyreállítása, sem a fokgazdálkodás nem 21. századi realitás. Célul kell kitűzni egy, a mai viszonyokban gyökerező természetes táji célállapot-meghatározást.

- A klímaváltozás hatásai (hőmérséklet-növekedés, csapadécsökkenés, nagyobb párolgás) a megváltozott klíma elemeivel nem javíthatók. Ez azt jelenti, hogy a megváltozott és megbillent hidrológiai körforgás helyreállítását fel kell vállalni.

- Egy adott helyen elvégzett, a vízállapotok javítását célzó beavatkozás ökoszisztéma-szolgáltatásának mérésére és a végrehajtott vízgazdálkodási fejlesztéseket jellemző eredménymutatók összevetésére szükség van.

MELY KÉRDÉSEKRE KERESSÜK A VÁLASZT?

A „*Víz a tájba!*” program széles körű népszerűsége megítélésem szerint abból is fakad, hogy a beavatkozások elvárt eredményt hozó sikeréhez nem fűzünk feltételeket, nem mondunk időtávot, nem soroljuk fel, hogy mely kérdésekben nincs konszenzus a szakterületek között, s mely problémák megoldásának mi az optimuma. Sok esetben tévhitek kapcsolódnak a programhoz. Néhány nem kellően tisztázott, de tisztázni szükséges kérdést az alábbiakban megemlítek.

Konvektív csapadék keletkezése, hatásának jelentkezése

A konvektív csapadékok keletkezésével és annak a területen történő megjelenésével kapcsolatban azzal a leegyszerűsítő megközelítéssel élünk, hogy a párolgást tápláló táji víztöbblet hatására csapadék keletkezik és az érzékelhető közelségben visszahullik a talajra. Ez a folyamat azonban sokkal bonyolultabb, amint az *Horváth és Kurcsics (2025)* írásából is kiderül. A kérdés vizsgálatát és a konvektív csapadéknak a táji vízmérlegre gyakorolt hatását tovább kell elemezni.

Talajvíz-visszapótlás hatékonysága, a sikeresség növelésének eszközei, feltételei, időtávja

A talajvízszint emelése a klímaváltozás negatív hatásainak mérséklése terén az egyik legfontosabb feladat. A talajvízszint süllyedése az Alföldön átlagosan 1,4-1,7 méter, és mértéke az általánosan elfogadott becslés szerint az évi 2-3 cm-t is eléri. A süllyedés megállítása és a talajvízszint emelése minden vízháztartási és fenntarthatósági követelmény szerint elsődleges feladat; vannak, akik a teljes klímaalkalmazkodás zálogát a talaj víztároló képességének

kihasználásában látják. A tapasztalatok azonban azt mutatják, hogy a talajvízszint változásának célirányos befolyásolása komoly vízmegtartási és vízkormányzási feladatot jelent. Nem elég a csatornában megtartani és emelni a vízszinteket, már csak azért sem, mert a belvízcsatornák jellemzően a terep legmélyebb vonulatain kerültek kialakításra, így ezek feltöltése esetén is korlátozott területi kiterjedésre számíthatunk, feltételezve, hogy a szivárgási körülmények mind a meder kolmatációját, mind a talajok szivárgási tényezőjét tekintve kedvezőek. E tekintetben figyelemzettető tanulság a Homokhátságon *Völgyesi (2006)* hidrogeológus által elvégzett kísérlet, amikor is azt tapasztalták, hogy homoktalajokon és a partélig emelt csatorna vízszint esetén is a szivárgó víz hatása 1-2 km távolságban volt érzékelhető, de ott már csak 1-2 cm. A csatorna közelében, 100 méteren belül volt 10 cm a talajvízszint emelkedése. A nagyterjedésű területi előntések létrehozatala tehát nem kerülhető meg, de amennyiben ezt belvízből kívánjuk megteremteni, a vízminőségi kérdések tisztázása fontos feladat, és nem mellékes annak elemzése sem, hogy a megváltozott klíma miatt erre a vízfajtára milyen gyakorisággal számolhatunk a jövőben. És még ekkor is gondoskodnunk kell a felszíni vizeknek a mélybe szivárogtatásáról – itt jön előtérbe a MAR-módszeralkalmazása.

Vízkievezetések gravitációsan, vagy szivattyúsán, vagy is-is?

Ez a kérdés a „*Víz a tájba!*” program végrehajtásának egyik nagy dilemmája. Nem annyira a természetvédő és Zöld mozgalmak körében, sokkal inkább a mérnökök között kérdés, hogy milyen műszaki megoldással lehet az optimális és biztonságos vízellátást biztosítani a területen. A társudományok részéről elsősorban az árvizek kivezetése a kívánatos, ami természeténél fogva terep feletti magassággal érkezik, így a gravitációs továbbvezetés evidencia. Tekintettel azonban arra, hogy az árhullámok gyakorisága és adott folyószelvényhez tartozó tartóssága is csökken, a kivezethető vízmennyiség korlátozott és éves eloszlásban igen hektikus. A vízkészlet-gazdálkodás ilyen klímaváltozásnak kitett környezetben nem lesz képes a klíma negatív hatásait víz rendelkezésre bocsátásával mérsékelni. Ekkor merül fel a szükséges lokális helyek (kis területek) szivattyús vízpótlása. A vizek természetes mozgását előidéző helyzeti energia helyettesítése másodlagos energia bevitelével nem szolgálja a természet rehabilitációját, ráadásul drága az üzemeltetése, esélye van a rendszer meghibásodásának, de felmerülnek hatékonysági problémák is, mert a szívó oldali víztér mindig alacsonyabban lesz a nyomóoldali víztérnél, ezért az áramlás kellően közeli célterület esetén megindul a vízbázis felé. A Felső-Tisza klímaadaptációs projekt esetében a szakterületi álláspontok a folyómederbe épített fenékbordák, vagy tökéletesen megvalósított és üzemeltetett időszakos duzzasztás megépítése körül konszenzus közeli állapotba jutottak.

Melyek a vízkészletnövelés lehetőségei a folyók medrében, a Tiszán, a vízgyűjtőn?

A hasznosítható készletek növelése elemi feltétele a klímaadaptációs program teljesíthetőségének, hiszen tapasztalható, hogy a párolgás növekedése miatt a szükséges párologtatható készlet hiányzik a területen. A készletnövelés nyilvánvaló eszköze a tározás. Ennek megvalósíthatósága érdekében vizsgálni kell a medertározási lehetősége-

ket, az oldaltározókban visszatartott és a helyben keletkező (csapadékból összegyülekező, vagy összegyűjtött) vizek hasznosítási célú készletezését. A vizsgálathoz a határon túli vízkészletek alakulásával is foglalkozni kell, de azt tudatosítani kell, hogy az ilyen irányú mozgásterünk erősen korlátozott. Nagyon erősen koncentrálni kell a talaj tározóterének kihasználására, mert ez önmagában mintegy 25 km³ vízmennyiség visszatartására alkalmas térfogat (Várallyay 2008). Mindegyik megoldásnak számos előnye és hátránya van, de egyeztető és elemző munka nélkül nem szabad egyik, vagy másik megoldás mellett dönteni.

Miként lehetséges a területi elöntések fogadó oldali biztosítása?

A program megvalósításának másik sarokköve a területi elöntések megvalósíthatóságának biztosítása. Nincs területi (legalább 600 ezer ha) elöntés nélkül sikeres klímaadaptáció. A probléma itt rendkívül összetett. A földhasználó és a tulajdonos elválik egymástól és a támogatások nem azt ösztönzik, aki érdemben tenni tud a vizek visszatartásáért, illetve a területek vízborításáért. A földtulajdon szerkezete és a támogatási rendszer kifejezetten kontraproduktív az elöntések megvalósítása terén. A másik fontos körülmény, annak szem előtt tartása, hogy az érintettek jövedelmi viszonyai ne legyenek rosszabbak, mint a jelenlegi konstrukcióban. A Vízügyi Tudományos Tanács a támogatások odaítélésének rendszerszerű kialakítása, a támogatások differenciált nagyságrendjének meghatározása és nem utolsósorban a vízzel elöntésre tervezett területek okszerű lehatárolása miatt a „vizes művelési ág” bevezetését javasolta a Vízgazdálkodási Tárcaközi Bizottság 2025-ben tartott VI. ülésén. Ebbe a művelési ágba a ma önálló nádas és halastó művelési ág besorolható lenne.

A területi elöntések, csatornák, tározók víz készletezése állandó, vagy időjárás függő legyen?

Talán ennek az alfejezetnek a címéből nem egészen világos a kérdés. Nem arra gondolunk, hogy azt kell eldönteni, hogy állandó felszíni vízborítást, nyílt víztükröt kell-e tartani a tájban, hanem azt, hogy legyen-e lehetőségünk tetszőleges időben vízpótlásra, vagy ennek hiányát, az időjárási kitétségünket fogadjuk el. Véleményem szerint arra kell törekedni, hogy a vízkormányzás alapszabálya szerint legyen meg a lehetőségünk, hogy a kellő időben a szükséges vízmennyiséget a kért időpontban az adott helyre vezethessük. Ellenkező esetben ki leszünk szolgáltatva a klímaváltozás befolyásolta és általa vezérelt szélsőséges időjárási elemeknek, ami miatt a klímaalkalmazkodás nem reális célkitűzés, vagyis az alapcél elérését veszítjük el.

SZERZŐ



VÁRADI JÓZSEF okleveles építőmérnök, a Magyar Hidrológia Társaság társelnöke, és az OVF Vízügyi Tudományos Tanácsának elnöke. Okleveles építőmérnök (BME 1974), egyetemi doktor (BME 1987). Pályafutását a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézetben (VITUKI) tudományos munkatársként kezdte. Majd az államigazgatásban különböző tisztségekben dolgozott. Volt az Árvízvédelmi és Belvízvédelmi Központi Szervezet ügyvezető igazgatója és a Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Főigazgatóság főigazgatója. Oktatóként 7 évig dolgozott az Eötvös József Főiskolában (Baja) docenseként. A szerző az Magyar Hidrológiai Társaság tagja.

Hogyan lesz Paradigmaváltás a mezőgazdaságban és a természetvédelemben?

Erre a kérdésre nem tudunk válaszolni.

Bár jól ismerjük

- a mezőgazdasági vízgazdálkodás vízigény ki-elégítéséért felelős szakterület,
- az agrárium vízzel kapcsolatos igényét,
- látjuk annak visszasságait, ártorító következményeit és vetésszerkezeti fonásait,

ám ráhatásunk ezek alakulására semmilyen összefüggésben nincs. A mezőgazdaság és a természetvédelem is egy-egy érdekelt a vízhasználatban.

A Magyar Hidrológiai Társaság vezetése úgy döntött, hogy a „Vizet a Tájba!” program szakmai kérdéseiről vitákat szervez, fórumot teremt a nézetek ütköztetésére és ezt a munkát még 2025. decemberében megkezdi.

IRODALOMJEGYZÉK

Antók G., Iványi K., Tóth L.M., Korompay A. (2005). Belvízgazdálkodás „belvízreform” Helyzetismertetés. KvVM Kézirat.

ATIKÖVIZIG (2007). A Kurcai belvízrendszer részletes felülvizsgálata a belvízreform gyakorlati alkalmazása tükrében. Tanulmányterv. Alsó -Tisza -Vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság Szeged.

Horváth Á., Kurcsics M. (2025). A 2024. szeptemberi rendkívüli dunai árvíz meteorológiai háttere. Vízügyi Közlemények. 2025. évi 1.sz. pp. 17-28.

Koncsos L. (2006). A Tisza árvízi szabályozása a Kárpát-medencében. (NKKP-3/A 0039/2002 kutatás rövid összefoglalása). Magyar Természetvédők Szövetsége. p. 32.

Koncsos L. (2023). Mélyárterek bevonása a vízgazdálkodásba. MHT előadóülés. OVF székház, tanácsterem 2023. április 20.

Kvassay J. (1875). Vizeinkről. Budapest. Légrády testvérek 1. p. 118.

Széchenyi I. (1930). Hítel. Trattner és Károlyi. p 270.

Várallyay Gy. (2008). Talaj-víz kölcsönhatások a klímaváltozás tükrében. Talajtani vándorgyűlés. Nyíregyháza, 2008. május 28-29. Talajvédelmi Alapítvány kiadvány. Különszám. Bessenyei György Könyvkiadó Nyíregyháza. pp. 17-32.

Völgyesi I. (2006). A Homokhátság felszín alatti vízház-tartása – vízpótlási és vízvisszatartási lehetőségek. MHT XXIV. Országos Vándorgyűlés Kiadványa. Pécs, 2006.

URL1. <https://www.vizugy.hu/index.php?module=content&programelemid=75&id=78&page=11>)

URL2. <https://vizpotlas.com/>

A „Vizet a Tájba!” program megvalósítása – Konfliktusok, kompromisszumok, megoldások

Láng István

főigazgató, Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF), 1012 Budapest, Márvány u. 1/D. (e-mail: ovf@ovf.hu)

DOI: 10.59258/hk.23778



Kivonat

A klímaváltozás következtében változnak a rendelkezésre álló vízkészletek. A fennálló, vagy növekvő vízigények kielégítése országos szinten is beavatkozásokat tesz szükségessé. A növekvő igényekkel szemben az elérhető vízkészletek csökkenése leginkább a mezőgazdaság és a természetvédelem területén okozza a legsúlyosabb problémát. Míg a mezőgazdaság területén az egyre gyakoribb aszály miatt nő a vízigény, addig a természeti területeken, az aszály és a vízhiány miatt a vizes ökoszisztémák működéséhez, ökoszisztéma szolgáltatásuk megőrzéséhez szükséges a természetes vízigényük kielégítése. A vízgazdálkodás területén szükségserűvé vált a vízkészletek rendelkezésre állásának kiegyenlítése, a szélsőségek kompenzálása érdekében. Figyelembe véve Magyarország földrajzi adottságait a lehetséges fejlesztésekre különböző megoldási lehetőségek kerültek előtérbe a dombvidékeinken, a hátságainkon és a folyóink ártéri területein. A vízviszattartás szükségessége előtérbe helyez olyan megoldásokat, amelyeket újra kell értékelni egyrészt képességeik szerint, másrészt esetleges hátrányaik lehetséges kiküszöbölése érdekében. Mindezek az érintettek körében konfliktusokat okoznak, amelyek kiküszöbölése konszenzus mentén, de minimum kompromisszumok meghozatalával lehetséges.

Kulcsszavak

Éghajlatváltozás, vízviszattartás, ökoszisztémák vízigénye, mezőgazdasági vízhasznosítás, hossz-, és keresztirányú átjárhatóság, medermorfológia, vízkivezetés, értékelt ökoszisztéma szolgáltatás.

Implementation of the “Water to the Landscape!” program – Conflicts, compromises, solutions

Abstract

As a result of climate change, available water resources are changing. Meeting existing or increasing water needs requires interventions at the national level as well. In the face of increasing needs, the decrease in available water resources is the most fundamental problem in the fields of agriculture and nature conservation. While the water demand in agriculture is increasing due to increasingly frequent droughts, in natural areas, due to drought and water shortage, it is necessary to replenish the natural water demand for the functioning of aquatic ecosystems and the preservation of their ecosystem services. In the field of water management, it has become necessary to balance the availability of water resources and compensate for extremes. Taking into account the geographical conditions of Hungary, various solutions for possible developments have come to the fore in our hilly regions, ridges and the floodplain areas of our rivers. The need for water retention highlights solutions that need to be re-evaluated both in terms of their capabilities and in terms of the elimination of their potential drawbacks. All of this causes conflicts among those involved, which can be eliminated through consensus, but with minimal compromises.

Keywords

Climate change, water retention, water demand of ecosystems, agricultural water use, longitudinal and transverse permeability, riverbed morphology, water discharge, valued ecosystem services.

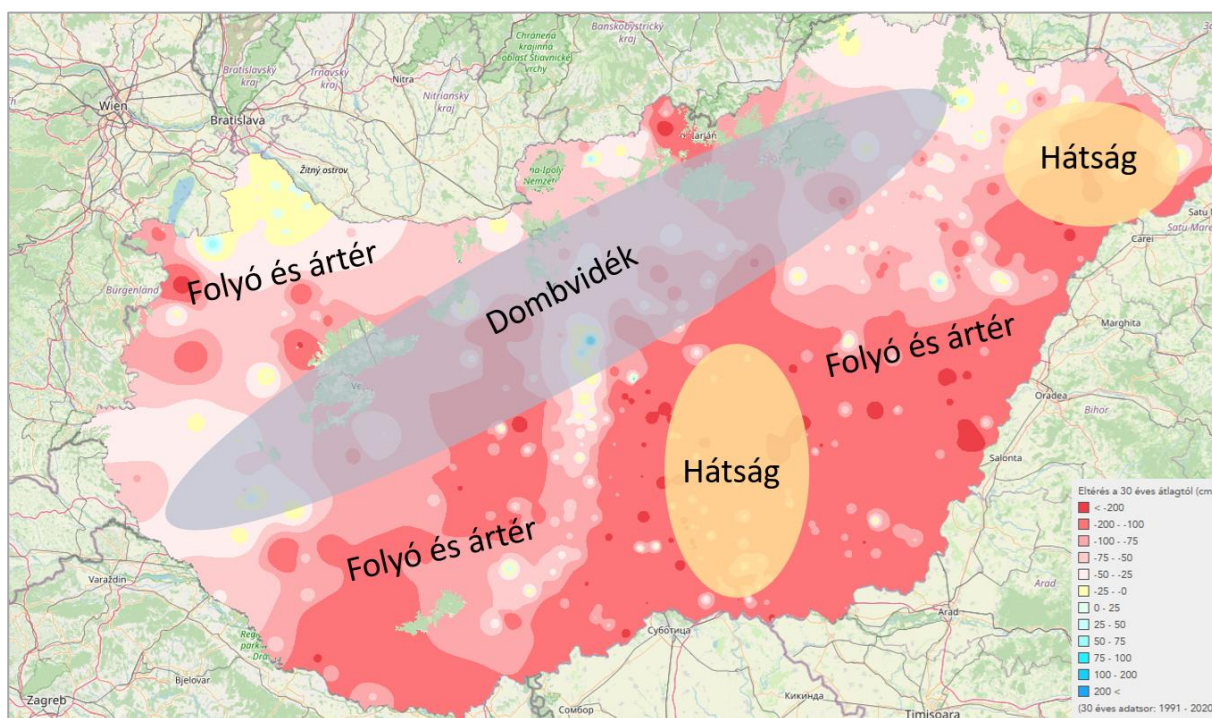
BEVEZETÉS

Az elmúlt évek aszályos időszakai rámutattak arra, hogy egyre tartósabban kell számolnunk a vízhiánnyal. Bár a közvélemény többnyire a felszíni vizek megcsappanását nehezményezi, ám valójában a víz igazi hiányát a talajvíztestünk készletcsökkenésében fedezhetjük fel a leginkább. A vízhiány problémája ma már országosnak tekinthető, melyre a válaszokat nem lehet lokálisan megadni, azokat a teljes vízrendszerek szintjén kell megoldani. Az talán nem képezi vita tárgyát, hogy halaszthatatlanná váltak a jelentős beavatkozások, azonban azzal is számolni kell, hogy a vízgazdálkodási beavatkozások általánosságban konfliktusokkal terheltek. Egyszerűbb lenne azt mondani, hogy ennek egyik oka a bős-nagymarosi kudarc, de valójában inkább az, hogy a vízhasználatban rengeteg érdekütköztetés van. Gondoljunk csak a mezőgazdasági vízhasznosítás, az

ökológiai célú vízhasználatok, vagy az ipari vízkivételek és a vízenergia-termelés ütközeteire. Érthető módon rendkívül megnőtt a jelentősége a természetvédelmi célú vízhasználatoknak. A természetvédelem jelentősége és értéke – még, ha az nehezen forintosítható is – kétségtelenül megnőtt. A legnagyobb biodiverzitás, a legmagasabb ökoszisztéma-szolgáltatás pedig a vizes élőhelyeken érhető el, éppen ezért kiemelt védeltséget élveznek, amely az érdekcsoport részéről a szükséges vízkészletek biztosítása terén feltételeket teremt. Ezért számolni kell azzal, hogy a „Vizet a tájba!” program országos megvalósítása során kialakulnak olyan konfliktuspontok, amelyekre új szakmai válaszok kidolgozása szükséges. A program alapeleme, hogy a vízkészletet megőrizzük, de még inkább hangsúlyos eleme, hogy az elveszett készleteket, vagy a klímaváltozás következtében hiányzó készleteket pótoljuk. Ez önmagá-

ban beavatkozásokat fog megkövetelni a vízgazdálkodás keretein belül, mert anélkül a vízhiány miatti negatív folyamatok nem állíthatók meg. Márpedig a beavatkozások, főleg a vízgazdálkodás területén, melyeknek a természetvédelmi érintettsége nagy, általában konfliktusokat szülnek.

Ezért célszerű áttekinteni azokat a kritikus pontokat, amelyekkel a „Vizet a Tájba!” program végrehajtása során szembe kell néznünk, akár a régi vélemények felülvizsgálatával, akár a megjelenő új igények figyelembevételével.



1. ábra. Magyarország klímaváltozással érintett területi felosztása (Láng 2025)
Figure 1. Territorial distribution of Hungary affected by climate change (Láng 2025)

A KLÍMAVÁLTOZÁS ÉRINTETTSÉGE

Magyarországon három csoportba oszthatjuk azokat a területeket, ahol a vízkészletekben a klímaváltozás kisebb-nagyobb mértékben, de leginkább negatív szerepet játszik:

- Dombvidékeinken a Zalai-dombságtól a Zemplénig.
- A folyóink szintje felett lévő hátságainkon, a Homokhátságokon és a Nyírség-Hajdúsági hátságokon.
- Folyóink ártéri területein.

Mindhárom terület-típuson szembe kell néznünk a vízkészletek időszakos csökkenésével, sok esetben hiányával, melyek a klímaváltozás mellett a morfológiai formálódások következményei is. A vízhiány miatt súlyosbodó folyamatok, a többszáz milliárdnyi gyakori szántóvetette fel, hogy vízvisszatartással, vízpótlással hidaljuk át a vízhiányos időszakokat, és visszapótoljuk azokat a vízkészleteinket, amelyeket az utóbbi évtizedekben elvesztettünk.

VÍZGAZDÁLKODÁSI FELADATAINK DOMBVIDÉKEN

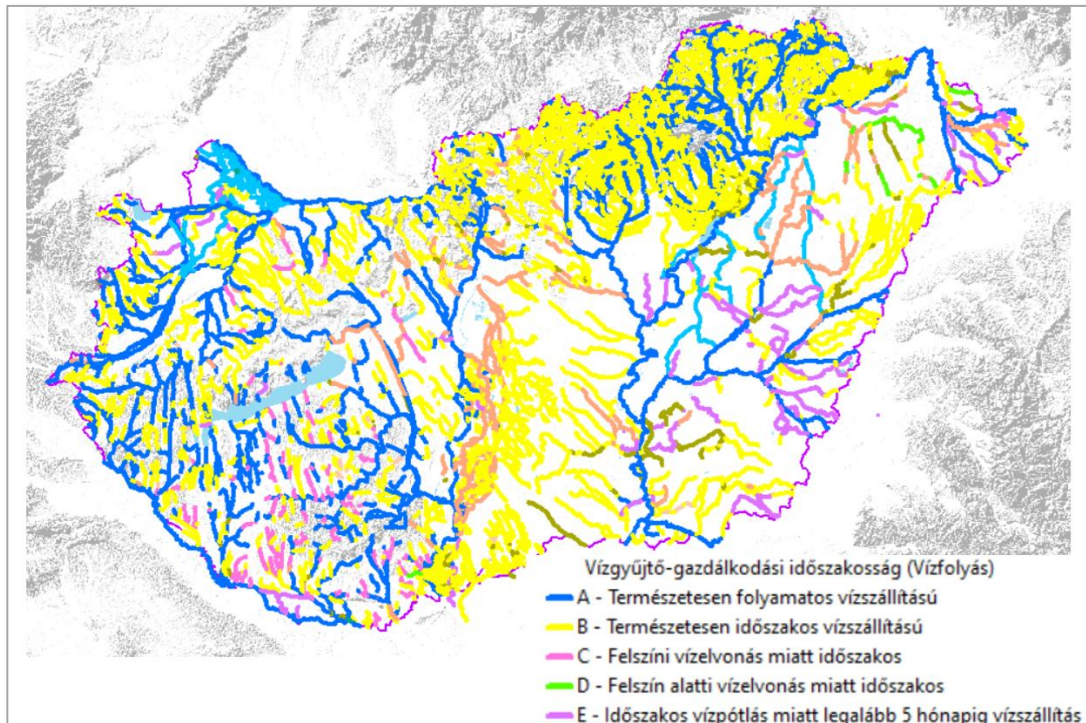
A dombvidéki területeinken jelentősen nőtt az időszakos vízfolyások száma. Ennek oka, hogy klímaváltozás következményeképp az érkező csapadékmennyiség éven belül átrendeződött, valamint a lehulló csapadék intenzitása nőtt.

Éves viszonylatban a csapadékmennyiség változatlan, ám azt tapasztaljuk, hogy az éppen hulló csapadék intenzitása és emellett a száraz időszakok előfordulása növekszik

(OVF 2022a). Azok a tározókapacitások, amelyek a dombvidéki vízfolyások folyamatos vízellátását biztosítják, már kevesek ahhoz, hogy a szélsőségeket (a vízhiányt, de akár az árvízi hozamokat is) kiegyenlítsék. A dombvidéki vízfolyások életében növekednek a vízhiányos időszakok. Ezeket a szélsőségeket a dombvidéki tározóképeség növelése tudja kiegyensúlyozni, természetesen feltételezve, hogy a visszatérhető készletek nem csökkenek. A vízügyi fejlesztések irányát ez alapvetően meghatározza. Míg korábban a dombvidéki tározás feladata elsősorban az árvíz-károk elkerülése érdekében az árvízhozamok kiegyenlítése volt hangsúlyos, és persze jelentkeztek idegenforgalmi és esetleges energiatermelési célok is, addig most előtérbe került a vízkészletekkel való gazdálkodás feladata, melynek keretében meg kell oldani az adott vízfolyás ökológiai minimum vízhozamának állandó biztosítását. Ezen a területen az elindított dombvidéki tározás során alapvetően két konfliktusforrás alakul ki. Az egyik, hogy az érintett vízfolyásszakaszon a tározás miatt megváltozik a meder jellege (ami adott esetben oldaltározással elkerülhető), de még inkább hangsúlyos, hogy maga a tározó területet igényel, amelyből állandó vagy időszakos, közel állóvízes tározó lesz. Más műszaki megoldási lehetőségek hiányában ezek a tározó kialakítással kapcsolatos konfliktuspontok megmaradnak. A nézetek ütköztetése akkor válik lehetővé, ha az eredeti/jelenlegi állapot és a tervezett állapot összehasonlítása lehetővé válik, és az alátámasztja, hogy a tervezett állapot megoldásai az elvárt problémák, és követelmények megoldása mellett értékesebb állapotot hoznak létre a jelenleginél. A konfliktusokat fenntarthatja, hogy a

természetvédelmi értékelések nem rendelkeznek követendő protokollal, és ezek nem épültek be a gyakorlatba (ökoszisztéma-szolgáltatás mértéke és értéke, összehason-

lító élőhelyelemzések - RESI, stb.). Emiatt az egyes megoldások megítélése az engedélyezési eljárásokban szubjektív és vitathatóvá válik.



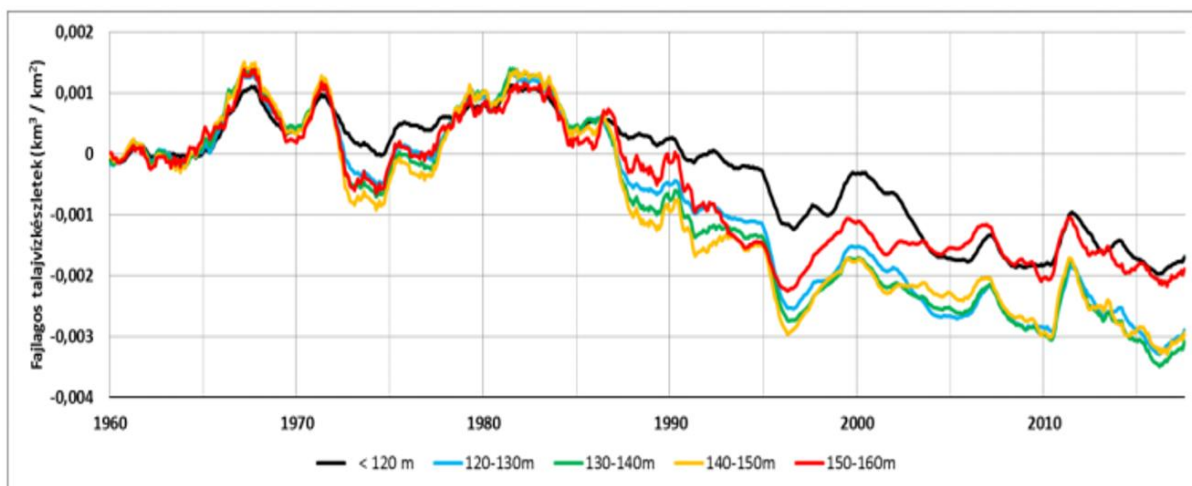
2. ábra. Az időszakossá váló vízfolyásaink száma nő (OVF 2022a)

Figure 2. The number of our rivers that are becoming intermittent is increasing (OVF 2022a)

VÍZGAZDÁLKODÁSI FELADATAINK A HÁTSÁGOKON

A hátságok vízgazdálkodása és vízkészletei kapcsán egyaránt kell beszélnünk a klímaváltozás és a túlhasználat káros következményeiről (OVF 2022a). A klímaváltozás

annyiban felelős a vízkészletek csökkenéséért, hogy ezen a területen a növekvő átlaghőmérséklet miatt megváltozott a párolgás és a beszivárgás aránya. Jellemzően az érkező csapadékból több párolog el, és kevesebb szivárog be a talajba, mint korábban.



3. ábra. A nyírségi hátság talajvízkészletének változása (1960-2020) (OVF 2018)

Figure 3. Changes in groundwater resources of the Nyírség Ridge (1960-2020) (OVF 2018)

A talaj vízkészleteinek csökkenését azonban sokkal inkább meghatározza a túlhasználat, vagyis az, hogy több vizet veszünk ki a felszín alatti rétegekből, mint amennyi utánpótlódni képes. Tovább súlyosbítja a helyzetet, hogy a felszín alatt közvetlenül elérhető vízkészleteket a szakszerűtlen kútúrások – áttörve a vízzáró réteget – a felszíni,

gyakran szennyezett vizeket levezetik a rétegvizek irányába. Mindezek miatt a hátságainkon alakult ki a legnagyobb talajvízszint-süllyedés (OVF 2022a). A hiányzó készletek pótlására nem elegendő a csapadék. Ezért vált szükségessé a hátsági területeken a vízpótlásának tervezése és a kivitelezések megkezdése. A kezdeti konfliktu-

sok után mára elfogadottá vált, hogy nincs más lehetőség, mint hogy a folyóink (Duna, Tisza) vízkészletéből kell a hátságok vízellátását megoldani, ráadásul szivattyúzással. Ezzel párhuzamosan fokozni kell a területeken a vízviszszatarást, elsősorban a talajvízkészlet pótlása érdekében. Itt már számolni kell azzal, hogy a területhasználatról elmentés nézetek alakulnak ki. Azok az előtérre kerülő területek, melyeknek kulcsszerepe lehet a talajvízpótlásban, sok esetben ellentétben állnak a művelési célokkal (belvizek visszatartása kontra elvezetése). Itt fel kell készülni arra, hogy a vizet tűrő művelés támogatható legyen, vagy a kiemelt jelentőségű területeket ki kell sajátítani, és természetvédelmi kezelésben kell tovább üzemeltetni.

A FOLYÓK ÉS AZ ÁRTÉRI TERÜLETEK VÍZPÓTLÁSA

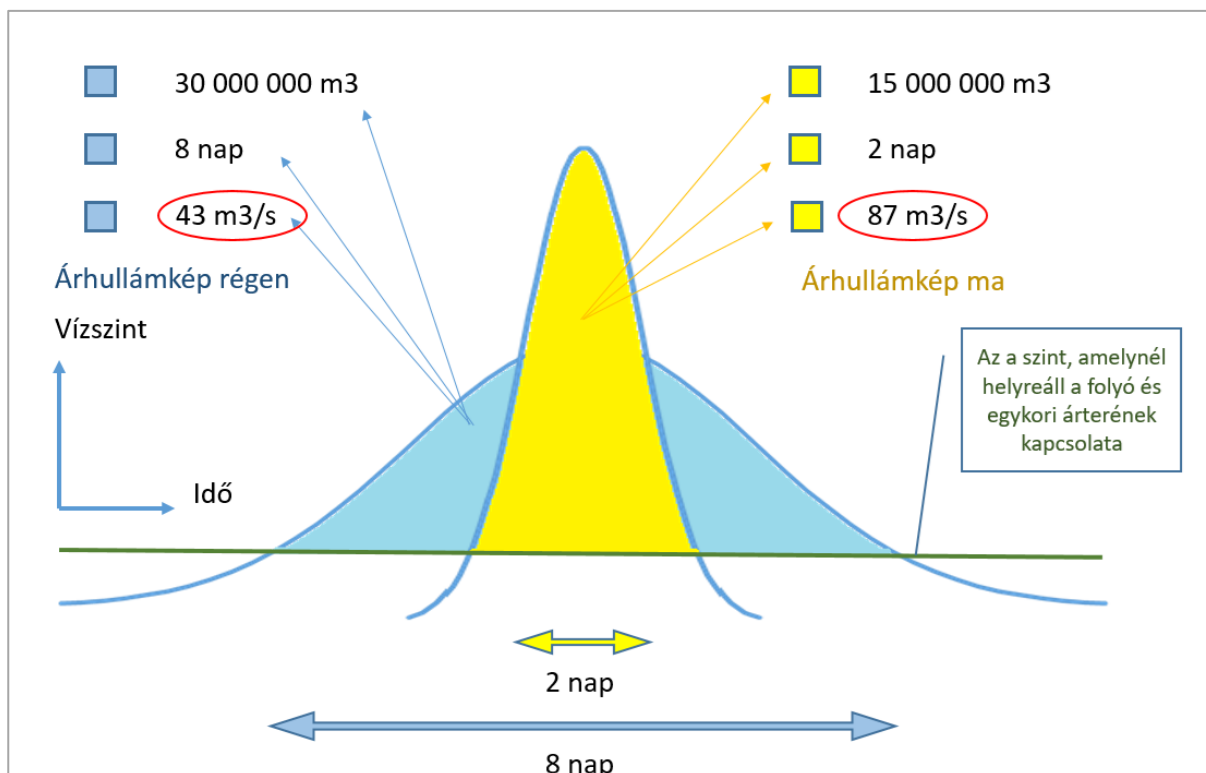
A klímaváltozás, az általa gerjesztett konfliktusok területileg a folyóinkat és a hozzájuk tartozó ártereket érintik a leginkább, mivel átalakította a folyóinkon érkező vízkészleteket és azok profilját. Hosszú évek átlagát tekintve a vízkészletek mennyisége éves viszonylatban egyelőre érdemben nem változott, azonban az éven belüli eloszlásuk nagyon. Észlelhető, hogy a kisvízszintek tartóssága nőtt, az árvízszintek tartóssága csökkent. Ezzel együtt az is megfigyelhető, hogy a jellemző kisvízszintek önmagukban is csökkentek és az árvízszintek emelkedtek. A vízhozamok alakulása nagyrészt a klímaváltozásra vezethető vissza; a szélsőséges jelenségek az érkező vízhozamban szélsőséges változásokat okoznak. A vízszintek változásai

azonban döntően folyóink morfológiai változásaira (metersüllyedés, hullámtér-feltöltődés) vezethetők vissza.

A többletvízhozamok (árvizek) ártéri kivezetésének korlátai

A tiszai ártér vízháztartásának rehabilitációját sokan abban látják (Koncsos 2006), hogy az árvízkor érkező többlet vízkészletet ki kell vezetni a valamikori árterekre, és hagyni kell beszívárogni azt, így segítve a kedvező talajvízszintek, és a lehetséges talajtározás helyreállítását. Ennek a megoldásnak azonban jelentős korlátai vannak. A korabeli szabályozási tervek épp az árterek vízmentesítésére törekedtek azzal, hogy korlátozzák az árvízi hozamok kijutását a mentesíteni szándékozott ártérre. Az így mentesített területek lehetővé tették az új, a polgárosodás feltételeit megteremtő (ipar és közlekedés, mezőgazdaság és településfejlesztés) területhasználatokat, és azok változását. A mentesített ártéren megnőtt a települések beépítettsége, és meghatározó mértékben mezőgazdasági hasznosítás alakult ki, amely a vizet csak a megfelelő talajnedvesség fenntartásáig tolerálja, a csapadékból keletkező, vagy az árvizekből átszivárgó többletvizek, belvizek kialakulását már nem. Azok a területek, ahol az árvízi többlethozam a jelenlegi területhasználat zavarása nélkül kivezethető, vagy elhelyezhető nagymértékben lecsökkent (OVF 2022b).

A vízkivételi zsilipek, illetve a folyóból kivezető medrek méretei átalakítás, fejlesztés nélkül csak a mentesített ártéri területek új vízigényének töredékét képesek kivezetni, az ártéri többletet nem.



4. ábra. Az árhullámok rövidebbek, víztömegük kivezethetősége lecsökkent (Láng 2025)

Figure 4. Flood waves are shorter, their water mass discharge capacity has decreased (Láng 2025)

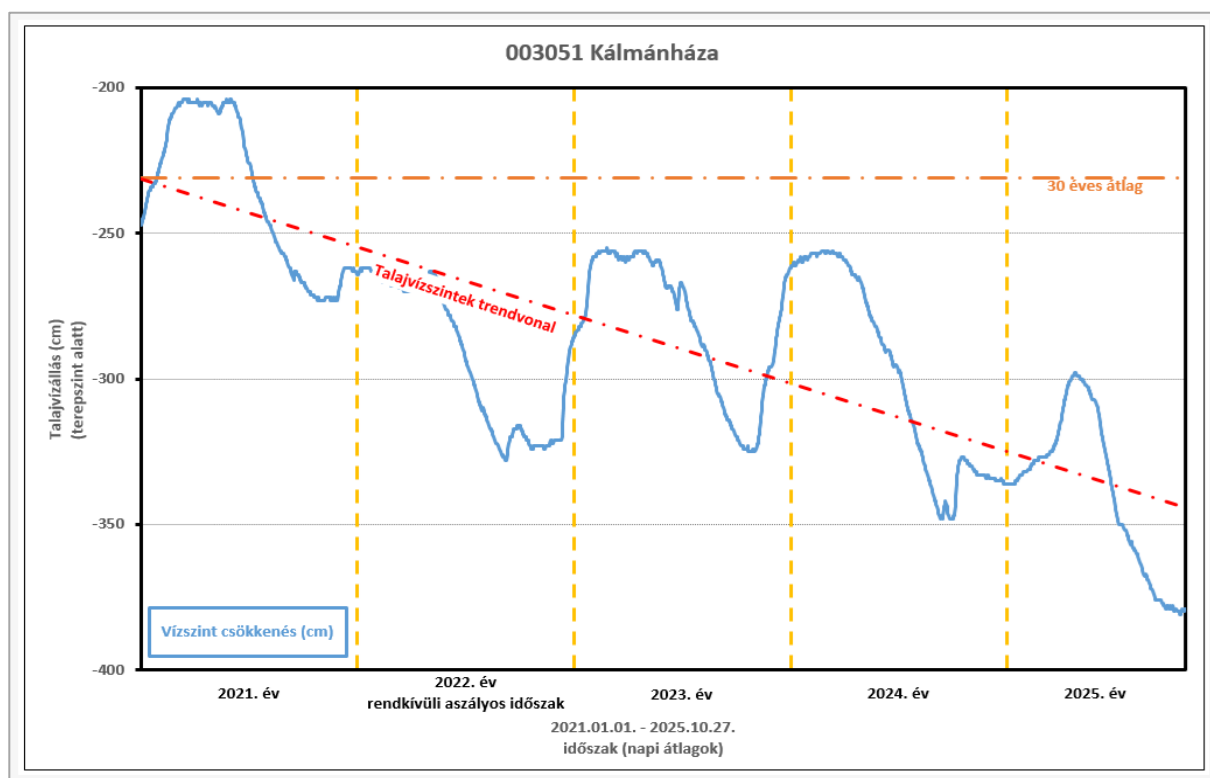
Ezzel egyidejűleg az árhullámok, amelyek elegendő a magasak ahhoz, hogy kivezethetővé váljanak időben lerövidültek a klímaváltozás hatására (OVF 2022). A rövid ideig rendelkezésre álló többlet vízkészlet kivezetése jelentős területeket, nagy ideiglenesen működő mélyvonulatokat, medreket és nem utolsósorban nagy vízmészto képességű töltést keresztező műtárgyakat igényelnek, amelyek hatalmas készleteket képesek kivezetni. Ezek ma nem állnak rendelkezésre.

A 4. ábrán látható, hogy a klímaváltozás előtti árhullámból elvileg kivezethető 30 millió m^3 víz biztosítására „mindössze” egy 40 m^3/s vízmészto képességű töltésbe épített műtárgy kellene, míg a jelenlegi árhullámból akár csak 15 millió m^3 víz kivezetéséhez egy 87 m^3/s vízmészto képességű műtárgyat és az azt követő csatornát kell építeni. Viszonyításként jelzem, hogy a Keleti-főcsatorna vízmészto képessége kezdetben 60 m^3/s volt, ma már csak 27 m^3/s

A talajvízszint csökkenésének okai

Ha a potenciális vízkészleteinket csak a talajvízpotenciál szempontjából vizsgáljuk nyilvánvaló, hogy az ártérre kijuttatható, csökkenő vízkészlet nem képes utánpótolni a talajvízszinteket (OVF 2022a). Súlyosbítja a pótlandó vízhiányt, hogy a vízellátásban meghatározó folyó kis- és középvízszintjei kisebb-nagyobb mértékben folyamatosan csökkennek, ma már az év több mint 95%-ában, nem érik el azt a küszöbszintet, amely lehetővé tenné a víz gravitációs kijutását a mentesített árterekre (OVF 2022b).

A vízkészletek csökkenését okozza az is, hogy a klímaváltozás következtében felmelegedő légkör nagyobb arányban párologtatja el a csapadékvizet, mintsem az beszívárogni tudjon a talajvízbe.



5. ábra. A talajvízszintek süllyedő trendje egyértelmű (OVF 2025)
Figure 5. The declining trend in groundwater levels is obvious (OVF 2025)

Ha a folyóvölgyek vízmérlegének másik oldalát nézzük, vagyis azt, hogy miért csökken a felszín alatti vízkészletünk, ez nem írható csak a vízhasználatok, vagy a párolgás rovására.

A felszín alatti vízkészletünk egyik meghatározó veszteségét a folyómedrekben tartóssá váló alacsony vízszintek leszívó hatása okozza. Ezek az év több mint 95%-ában megcsapolják az alföldi talajvíztestet, amely vízvesztést rövid ideig tartó árvizek a szivárgási folyamatok alacsony sebessége miatt a talajvíz útján nem képesek pótolni. Az Alföld felszín alatti vizeinek vesztesége immár több mint 30 év óta folyamatos, amelyet jól mutat a talajvízszintek alakulása (OVF 2025). A folyamatos süllyedés következtében a felső termőréteg vízháztartása önállóvá vált, elszakadt, függetlenedett a talajvíztől, és ezzel gyakorlatilag a folyó vízkészletétől is.

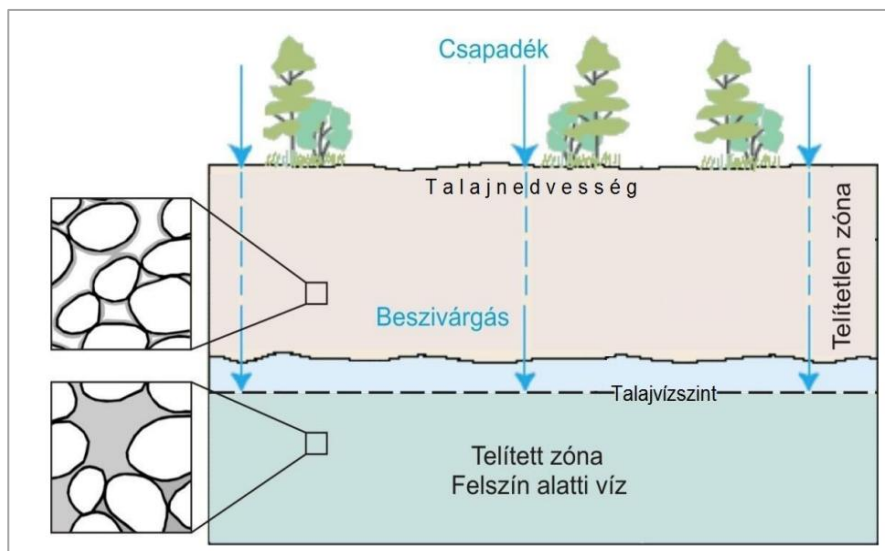
Ez azt jelenti, hogy a mezőgazdasági vízhasználatokat, a vizes élőhelyek talajvízháztartását alapvetően a környező klíma határozza meg, nem a folyó ártéri vízkészlete. Viszont a klímaváltozás, a hőmérséklet, a párolgás növekedése, és a hasznosítható vízkészlet csökkenése aszálysújtottá változtatta ezeket a területeket.

Ezekben az időszakokban a felszíni vízpótlást – akár csak részben is –, ott lehetett megoldani, ahol a Tiszaölki, illetve a Kiskörei emelt vízszinttel lehetővé vált a gravitációs vízpótlás. Szükséges megjegyezni azonban, hogy ezek a vízrendszerek sem voltak képesek az igényeket teljes mértékben kielégítő vízmennyiséget szállítani. A kivezető medrek korlátos volta miatt, a Keleti-főcsatorna feltöltődése, és a Tiszán érkező alacsony hozamok miatt sem lehetséges még a méretezés szerinti vízhozamokat kivezetni. A vízpótló rendszerek a közelében sem sikerült a talajvízszint

süllyedését megállítani, tekintve, hogy sokkal meghatározóbb volt a folyó talajvizet megcsapoló szerepe azokon a helyeken, ahol nem történt vízszintemelés (OVF 2022a).

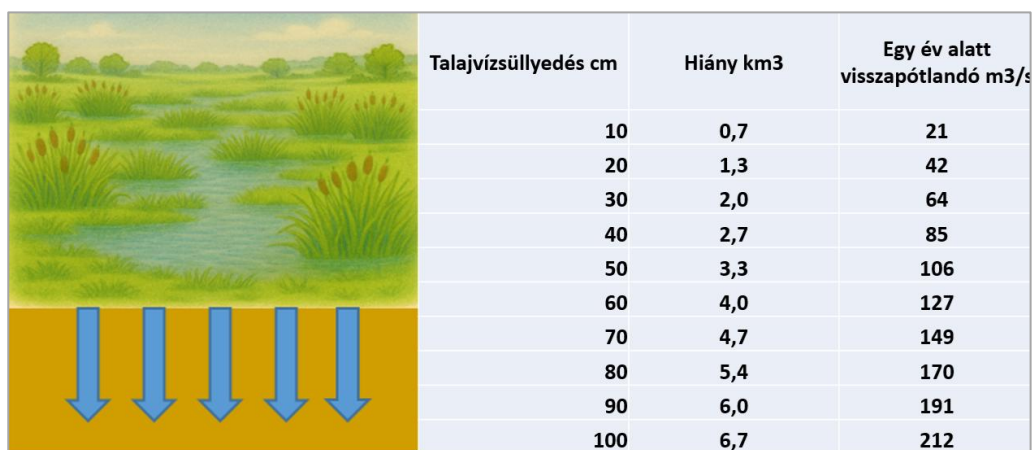
Ha a vízigényeket folyamatosan ki akarjuk elégíteni a korábbi ártéren, és ebbe beleértendő természetes élőhelyek

rehabilitációjához szükségszerű vízkészlet is, akkor helyre kell állítanunk a felszín alatt tárolt talajvízkészletünket. Ott kell tartanunk a készleteket a felhasználás helyén, és erre a legmegfelelőbb tározókapacitást a talaj tudja biztosítani (Várallyay 2008).



6. ábra. A felső termőréteg vízháztartása önállóvá vált, elszakadt, függetlenedett a talajvíztől (URL1)

Figure 6. The water balance of the upper soil layer has become independent, separated, and independent of water (URL1)



7. ábra. A hiányzó talajvízkészlet pótlásának becslése (Láng 2025)

Figure 7. Estimation of the replenishment of the missing groundwater resource (Láng 2025)

A vízkivezetés az ártérre

Amint azt már említettük a talajvízkészlet rehabilitációja önmagában nem oldható meg az árvízi többlethozamok (a kivezető műtárgyak küszöbszintjét meghaladó magassággal lefolyó víztömeg) kivezetésével.

A víztömegnek a mentesített ártérre történő kivezetésére, csak néhány nap áll rendelkezésre. Ahhoz, hogy ennyi idő alatt kijuttassuk az ártérre a vizet, nagy vízszállítási műtárgyakra és az azt követő medrekre van szükség, ám ezek egy éven belül csak néhány napig működnek. Kapacitásuk biztosítása rendkívüli fenntartást igényelne (a vízszállítást akadályozó növényzet visszaszorítása, a medrek feliszapolódásának kezelése stb.). De maga a kivezető rendszer kialakítása is jelentős területigénnyel járna.

Ha az így kialakított rendszer csak néhány napig szállít jelentős mennyiségű vizet, és az év többi részében száraz lenne, akkor az a kivezetett víz talajvíz-regeneráló hatásának az eredményességét is megkérdőjelezi. A beszivárgás lassú folyamata miatt a kivezetett jelentős vízhozam nagyobb hányada elpárologna. A további vízutánpótlás hiánya, valamint az intenzív párolgás miatt számolni kell kedvezőtlen vízminőségi hatások megjelenésével is.

A prognosztizált hatásokból látható, hogy az ártér irányába változó mennyiségű, de célszerűen folyamatos vízkivezetés szükséges, amely időben és mennyiségben jól alkalmazkodik a vízigényekhez és a beszivárogtatható vízhozamokhoz. A cél a főmeder és az ártér közel állandó keresztirányú kommunikációjának, kapcsolatának helyreállítása, amelyet a meder, főleg a kisvízszintek süllyedésének következtében a szabályozásokat követően folyamatosan elvesztett.

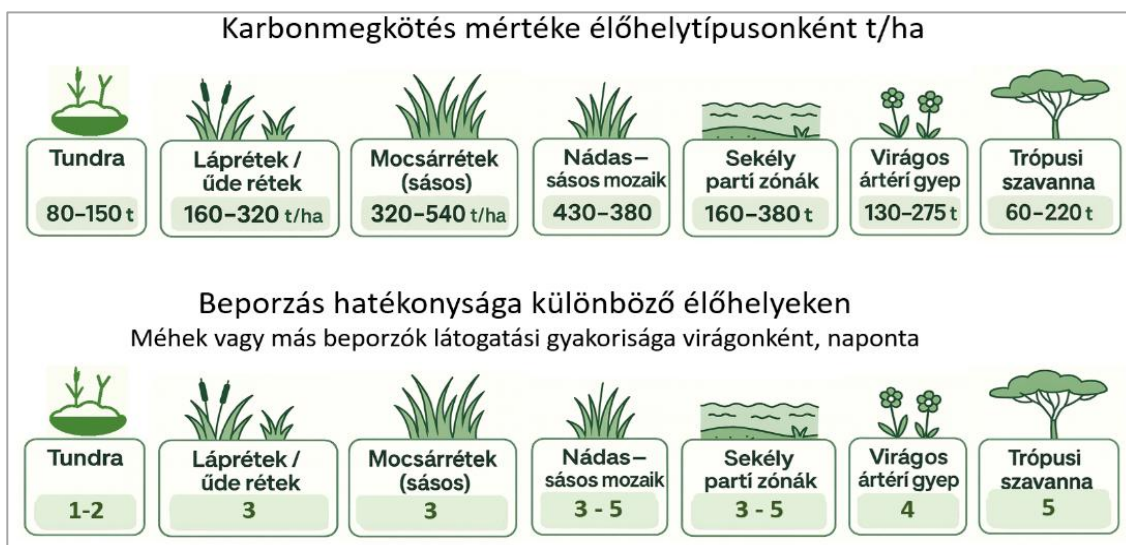
A víz megtartása a talajban

Feltételezve, hogy sem térbeli, sem mennyiségi korlátja nincs a vízigények kielégítésének, az ártérre kivezett vízhozamok helyeit és nagyságát a vízigények és a beszívárogtható vízmennyiség fogja meghatározni. A víz ártéri szétosztása érdekében valamennyi vízrendszert célszerű ráfűzni a vízpótlásra annak érdekében, hogy a talajvízszint pótlása minél nagyobb felületen történjen. Ez szükségessé teszi:

- a belvízelvezető csatornák átalakítását kettős működésűvé (nem csak az elvezető funkciójukat kell megtartani, hanem a vízpótlót is ki kell alakítani, mely lehetőség vizsgálata a szakmában sok évtizedre nyúlik vissza),
- a csak kismértékben állami tulajdonban lévő harmadlagos csatornarendszerek vízellátásának megoldását,

- a kiszáradt vizes élőhelyek, láposok vízpótlásának megoldását.

Ezen felül elsősorban a talajadottságoktól függően ki kell jelölni azokat a területeket, ahol a talajvízpótlás intenzív, nagy hatékonysággal történhet. Ezek a területek az állandó vízpótlás megjelenésével jelentős vizes élőhelyek alakíthatóak ki (összhangban az EU természet-helyreállítási rendeletének céljaival), amelyek másodlagos szerepkörökben hozzájárulnak a talajvíz intenzív visszapótlásához. A megfelelő területek kijelölésén túl a terület-használat-váltás elérése a legfontosabb feltétele a sikeres „Víz a tájba!” program végrehajtásának. Ez az igazi konfliktusforrása a programnak.



8. ábra. Szükséges az ökoszisztéma szolgáltatások (mint előny) beazonosítása és értékelése (Hideg és társai 2022, Neufeld 2022 nyomán)
Figure 8. Identification and valuation of ecosystem services (as benefits) is necessary (as Hideg et al. 2022, based on Neufeld 2022)

A stratégiai vízkészlet visszapótlása jelentős vízmennyiséget igényel. Ha figyelembe vesszük az Alföld egész síkterületén a hiányzó vízkészletet (ez 10 km³-re becsülhető), látható, hogy az néhány év alatt nem pótolható vissza. Korlátot jelent a főmederből kivezethető vízhozam is (OVF 2022b). A hiányzó készlet egy év alatti visszapótlása átlagosan 300 m³ víz kivezetését tenné szükségessé másodpercenként, ami egyszerűen nem áll rendelkezésre. A másik korlátozó tényező a beszívárgás sebessége, ami szintén korlátos, és a kívánt ütemben gyakorlatilag lehetetlen. Ezért szükséges a visszapótlás időbeliségét is tervezni, amely a kivezethető vízkészlet függvényében legalább 30 évnyi időt igényel. Ez a 30 év igazodhat a főmeder hordalékstruktúrájának tervezett rehabilitációjához is, melynek szükségessége és elemzése a tanulmány további részében történik.

A visszapótlás korlátjai szükségessé teszik a veszteségek (pazarló vízhasználatok, a folyómedrek felé történő elszívárgás) csökkentését is. Ezért továbbra is preferálni kell a víztakarékos öntözést. Leginkább azonban a berágódott folyók medre felé történő folyamatos elszívárgás jelentős csökkentése szükséges, mert enélkül az érdemi talajvízszint-emelés, a stratégiai vízkészletek visszanyerése nem lehetséges. Meg kell szüntetni a főmeder leszívó hatását és a megcsapoló szerepkörét, betápláló szerepkörre kell át-

alakítani, vagyis a főmeder vízszintjét emelni kell. Egyéb-ként a tapasztalatok szerint a talajvíz felszíngörbéje, kívánatos potenciálja nem állítható helyre.

A víz kivezetésének módja (vízszintemelés vagy szivattyúzás)

A víz folyamatos kijuttatása egy jelentős, a szakmában és a közvélekedésben egyaránt vitatott kérdés eldöntését teszi szükségessé. Szivattyúzással emeljük-e ki a vizet az életteret meghatározó jelenlegi folyómeder hidraulikai jellemzők megtartása mellett, vagy tartjuk-e vissza a folyómeder vízkészletét addig a szintig, amíg az lehetőséget biztosít a gravitációs vízpótlásra (vízszintemelés)?

A kérdést célszerűen egy hatáselemzés keretében kell eldönteni, amely igen nehéz, tekintve, hogy vannak a rendszernek olyan elemei (pl. ökoszisztéma-szolgáltatás), amelyek értéke nehezen számszerűsíthető, az előnyök és a hátrányok összevetésében. Ugyanakkor elmondható, hogy a két megoldástípus egyaránt rendelkezik referenciákkal (csak a TIKEVIR rendszerben 7 db. vízszintemelő műtárgy van, az állami kezelésben lévő belvízátemelő szivattyúk száma 589 db. összkapacitásuk 988 m³/s), amelyek tapasztalatai alapján ma már több olyan vitatott kérdés is lezárható, mint például negatív hatás az ivóvízbázisokra, katasztrófaveszély, vízminőségi havária, földrengés

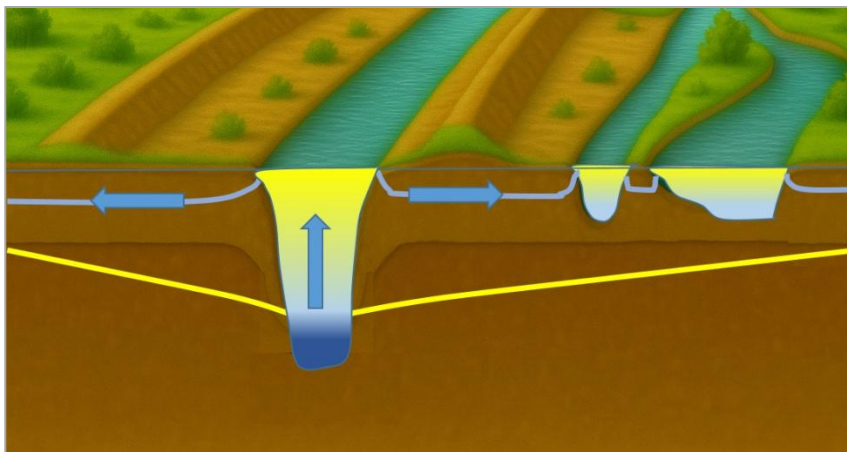
hatása). Ezek ismeretében érdemes leszűkíteni azon szakmai problémák körét, amelyek a kérdést vitatottá teszik, és megvizsgálni, hogy az általuk okozott hátrányos helyzetet hogyan, és milyen mértékben lehet kompenzálni.

Szivattyús vízpótlás esetén problémát jelent:

1. A jelentős vízmennyiség szivattyúzásának magas üzemeltetési és fenntartási költsége. (Gyakorlatilag egy pénznyelő „negatív vízerőművet” kell működtetnünk, és ez még akkor is igaz, ha újabban gyakorlattá vált a napelemes energiaellátás.) A napelemes rendszerek használata, azonban a fejlesztési költségeket növeli meg, illetve növekszik a fenntartási költségeket is.

2. Szivattyúzás esetén a főmeder és az ártéri vízrendszerek elkülönültsége megmarad, mert ez a technika nem teszi lehetővé az ökológiai kapcsolatok rehabilitációját a megmaradó vízszintkülönbség miatt, és a szivattyúk az élőlények számára átjárhatatlanok. Kompenzációs megoldást csak jelentős számú és bekerülési költségű létesítmény (hallépcső, halátjáró) építése jelenthet, amely egyben vízvesztéssel is jár.

3. Szivattyúzáskor a főmeder megmaradó alacsony vízszintje nem támasztja meg a talajvíztestet, emiatt a vízpótlás célja, a talajvíz visszatartása ellehetetlenül. Kompenzálása csak úgy lehetséges, ha a főmeder és az ártér felszín alatti kapcsolatát megszüntetjük (pl. szigetelő szádfalsort építünk ki a folyómeder két oldalán).



9. ábra. A vízháztartás helyreállítása főmedri vízszintemeléssel (Láng 2025)

Figure 9. Restoration of the water balance by raising the water level of the main riverbed (Láng 2025)

A főmedri vízvisszatartás, vagyis az emelt szintű víztér létrehozása esetén problémát jelent, hogy a vízszintemeléssel megváltoztatja a meder hidraulikai viszonyait, átalakítja a hordalékstruktúráját és az erre épülő élőhelyeket, miközben a természetvédelem (igazodva az EU előírásokhoz, így a természethelyreállítási jogszabályhoz) a folyóvizek vándorlásra alkalmas dinamikus vízjárását és mederjellegét preferálja. Kompenzációs megoldásként vizsgálándó, hogy a dinamikus duzzasztással (nem állandó vízszintű), hogyan tarthatók fenn legalább részben olyan élőhelyek, melyek az indikátorfajok vándorlásához, szaporodásához és táplálkozásához szükségesek.

Megítélésünk szerint – az előnyöket, a hátrányokat, és a kompenzációs lehetőségeket vizsgálva és az összes társadalmi előnyt mérlegelve – a dinamikus vízvisszatartással létrehozott emeltszintű víztér kialakítása tartható előnyösebb megoldásnak.

Vízszintemeléssel – az elvárások változása, új szempontok

Joggal tehető fel a kérdés, hogy a dinamikus emelt szintű víztér kialakítás (vagyis az időszakos duzzasztás) műszaki megoldási javaslata miért váratott ennyit magára, míg a hátságokon vagy a dombvidéken a szivattyús megoldást viszonylag hamar sikerült elfogadtatni. A vízügyi ágazat koncepciója az Alföld vízgazdálkodásának rendezéséről viszonylag korán kialakult. A Tisza-menti Víznyelő sikeres üzembehelyezése után döntés született arról, hogy a magyarországi Tisza-szakasz teljes belépcsőzése történjen meg. Ennek keretében az 1970-es években megépült a

Kisköre-i Víznyelő, és a további három tervezett, a vásárosnaményi, a dombrádi és a csongrádi vízlépcső közül megkezdődött a csongrádi előkészítése is.

A csongrádi vízlépcső építésének előkészítését azonban félbeszakította a Bős-nagymarosi vízlépcső rendszer körül kialakult vita. Ennek következményeként a vízszintemeléssel vagy duzzasztással nemcsak megoldási lehetőségként, hanem mint műszaki megoldás is általános elutasításra került. Ezen műszaki lehetőségek kizárása nagymértékben csökkentette a lehetséges és reális műszaki beavatkozások meghatározását. A talajvíz pótlásához szükséges léptékű vízmennyiség szivattyúzását, mint megoldást a vízügyi ágazat nem tartotta és nem tartja megfelelőnek, tekintve, hogy a magas üzemeltetési költségek mellett nem lett volna képes megoldani a meder talajvíz-megtámasztó képességét, illetve az egységes hullámtéri-ártéri vízrendszer kialakítását. Ezért az Alföld vízpótlására általánosan elfogadott műszaki megoldás az utóbbi 35 évben nem alakult ki úgy, ahogyan az Alföld árvízvédelme érdekében elfogadottá vált Vásárhelyi-terv (VTT) továbbfejlesztése.

Érdemes itt felhívni a figyelmet arra, hogy a VTT tartalmazott terület és vidékfejlesztési elemeket is. Nem véletlenül volt a program neve „Ártér revitalizáció szabályozott vízkivezetéssel”, de igény hiányában ez a lába a programnak elhalt.

A talajvízsüllyedés következtében, a Tisza-menti és a Kisköre-i vízszintemeléssel hatásterületének kivételével, az alföldi területek vízháztartása gyakorlatilag teljesen függetlenné vált a Tisza víz rendszerétől, és a vízháztartást az

egyre gyakoribb aszályal jellemezhető éghajlat határozza meg. Ezért jelentkeztek jelentős aszály károk 2022-ben és 2025-ben is főleg azokon a területeken, ahol a felszíni vízpótlás, illetve a talajvíz visszapótlása nem volt megoldható. A kialakult helyzet ismét felvetette az igényt a Tisza vízkészletének visszajuttatására az Alföld ártéri területeire (OVF 2022a). Szükségessé vált újraértékelni a vízszintemeléssel történő vízviisszatartás lehetséges alkalmazását, illetve az ezzel járó károk felülvizsgálatát és lehetséges kompenzálását.

Az 1990-es években megerősödött az a természetvédelmi igény, hogy a folyó és a hozzátartozó vízrendszerek hossz- és keresztirányban is átjárhatóak legyenek a vízi élővilág számára. Egyaránt előtérbe került a vízben vándorló fajok közlekedésének és élőhelyének biztosításának rekonstrukciója. Ez az engedélyező hatósági eljárásokban is megjelenő természetvédelmi igény a vízszintemelés és a vízviisszatartás megvalósíthatóságához is új feltételeket teremtett. Ezen megkerülhetetlen igények hatására indult el például a Rajna vízgyűjtőjén a Lazac2000 (*Lachs2000*) program, amely célul tűzte ki, hogy 2000-re a vándorló lazacok részére a keresztirányú művek, duzzasztóművek, vízkivételek átjárhatóak legyenek (*Nemzetközi Rajnavédelmi Bizottság 1987*). Németországban a programot sikeresen végrehajtották 2000-ig. A lazacok számára kialakított halátjárók sok más faj számára is bizonyítottan visszaállították a vándorlás lehetőségét. A sikeres rajnai példa alapján a Duna-völgyre is kiválasztásra került egy, a vándorlásban kiemelkedő szerepet játszó faj. A Duna védelmi bizottság (ICPDR) a tokféléket jelölte ki a Duna vízgyűjtőjén, amelyeken keresztül képviselhető a folyami vándorlás, illetve a kijelölt vándorló fajok élőhelyének a biztosítása (ICPDR 2017). A vállalkás reálisan nézve rendkívül nagy, teljesíthetősége kockázatos. A tokfélék, elsősorban a legnagyobb viza (Huso huso), természetük fogva nagyobb és drágább létesítményeket igényelnek a vándorlás biztosítása érdekében, mint a lazac. Maga a viza, bár vándorlása a középkorban jelentős és meghatározó volt a Dunában, jelenléte ma már genetikailag nem mutatható ki. A szakemberek szerint a tokfélék populációja a kecsege (*Acipenser ruthenus*) kivételével már csak mesterséges szaporítással tartható fenn.

A vízszintemelés megvalósítása, kompenzációs megoldások

A vízszintemelés előnyeit és hátrányait, egy hatástanulmány és költség-haszon elemzés keretében kellene összegezni. Amennyiben ezen vizsgálatok indokoltá teszi az ideiglenes duzzasztást, akkor a vízszintemeléshez szükséges fejlesztési, üzemeltetési, fenntartási feladatok keretében kompenzációs beavatkozásokat kell tervezni, amelyek megszüntetik, vagy legalább is csökkentik a beavatkozások káros hatását.

Azt, hogy az új vízrendszernek a halak vándorlása érdekében leginkább minek kell megfelelniük, azt a jelenlegi helyzetben a tokfélék, mint indikátor fajok képviselik (más elsősorban mederlakó fajokat is képviselve pl. magyar bucó (Zingel zingel)). Az elvárás tehát az, hogy ennek a fajcsoportnak biztosított legyen a vándorlása, az élőhelye (táplálkozása) és szaporodása.

Jelen helyzetben a tokfélék vándorlásának legnagyobb akadálya, hogy a Fekete-tenger felől nem tudnak felúszni a Duna felső szakaszára, tekintve, hogy a Vaskapu erőmű ezt igen korlátozottan teszi csak lehetővé. A Vaskapu víz-erőmű halátjáróját már több mint 20 éve próbálják megfelőre kialakítani, sikertelenül. Egy-egy példány a hajószilipen juthat át, de ennek előfordulása rendkívül csekély. A tokhalakkal foglalkozó szakemberek szerint a Vaskapu fölőtti szakaszon a dunai tokállomány csak mesterséges szaporítással tartható fent. Természetesen megújuló állományról csak a legkisebb tokféle, a kecsege esetében beszélhetünk. Az is megfontolandó szempont, hogy korábban milyen mértékben kerültek az inkább Dunára, Drávára jellemző tokfélék a Tiszába, a kecsege kivételével, amely jelenleg viszont meghatározó. Ez a vándorlást segítő létesítmények tervezésénél fontos szempont. Amennyiben valamennyi tokfélék figyelembe vesszük, akkor a 200-300 kg-ot is meghaladó halakhoz lényegesen nagyobb létesítmények szükségesek a vándorlás biztosításához, mint például a Lazac2000 program esetében. A kecsege mérete (1-5 kg) ezt nem teszi indokolttá.

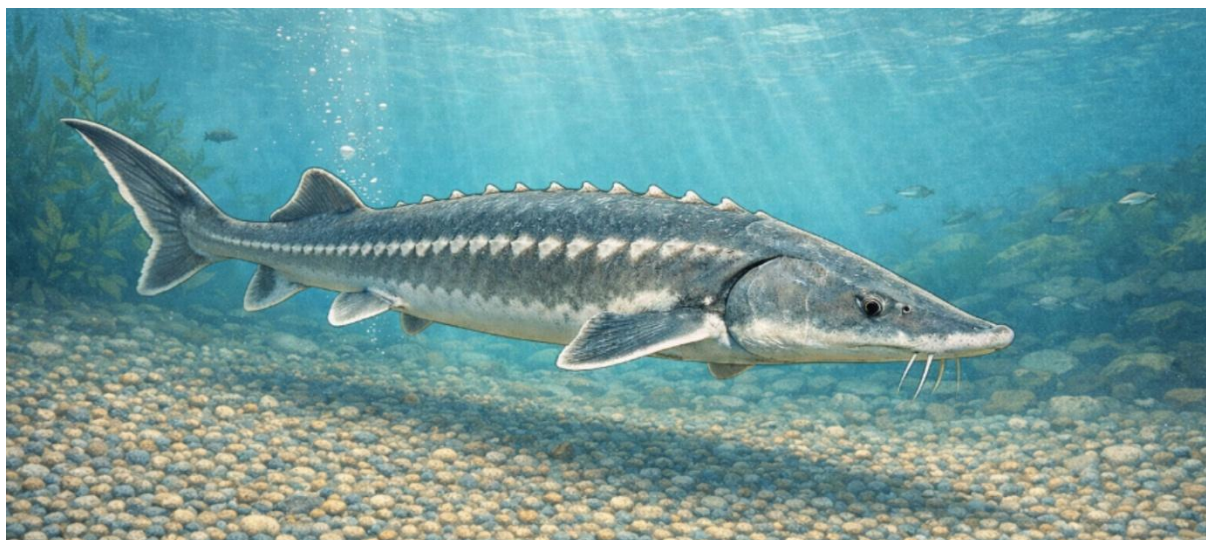
A tokfélék számára szükséges élőhely és szaporodásuk szempontjából kiemelkedő probléma, hogy a szaporodás során lerakott ikra, illetve az ebből kikelő ivadék nem életképes puha üledékben. Közvetlenül a vízszintemeléshez szükséges keresztvező műtárgyak felett általában puha üledék alakult ki, amely a tokfélék szaporodása szempontjából kedvezőtlen.

Az ilyen irányú igények kielégítéséhez a vízszintemeléssel érintett folyószakaszon térben és időben biztosítani kell olyan élőhelyeket (keményebb mederaljzatú folyórészeket) amelyek a tokfélék fennmaradásának kedveznek. Ilyen élőhely fenntartására négy lehetőség van:

1. A koncentrált vízszintemelés helyszínén olyan hallépcsőket alakítunk ki, amelyek elegendő nagyságúak, áthidalják a vízszintkülönbséget és egyben elegendő hosszúak ahhoz, hogy önálló élőhelyként jelenjenek meg.
2. A vízszintemelés mértékét olyan magasságig határozzuk meg, amely lehetővé teszi az oldalirányú vízkivételeket, de visszahatása a fölőtte lévő folyószakaszra korlátozott, meghagy szabad folyású részeket, amelyek a tokfélék igényei szerint tudnak működni.
3. Azokon a pontokon, ahol az emelt víztérbe vízfolyás érkezik, vagy megfelelő vízhozammal rendelkező vízpótlás indul, a vízfolyás útjának dinamikáját ki kell használni arra, hogy a tokféléknek megfelelő keményebb mederszerkezet jöjjön létre élőhelyként.
4. A vízszintemelés időszakos csökkentésével vagy megszüntetésével elérhető az, hogy a folyó időszakosan megnövekvő hordalékelragadó erejének kihasználásával a nem kívánatos finom üledéket a frekvenciált területekről tovább lehet szállítani. Az áramlás időszakos biztosításával elérhető, hogy a szaporodás (ikrarakás), illetve az ivadéknevelés időszakában lecsökkentjük az élőhelyeken kiüledett finom üledéket. A megfelelő vízjárték biztosításával elérhető az is, hogy az emelt víztérben az üledék irányított módon rakodjon ki és ezzel magának a bögek egyes területeinek a feltöltődése olyan anyaggal történjen, amelyek alkalmasak a tokfélék (elsősorban a kecsege) élőhelyeinek kialakítására.

A lehetséges megoldások előrevetítik, hogy az emelt vizek létrehozásánál az üzemelési kérdések sokkal inkább hangsúlyossá váltak. A vízszintemelítés mértékét ezzel nem-

csak a vízkivezetés, hanem az elvárásoknak megfelelő hordalékmanagement is befolyásolja, ami egy folyamatos monitoring alapján változó üzemrend megvalósítását igényli.



10. ábra. A tokfélék indikátor fajként igénylik a keményebb mederaljzat biztosítását (Láng 2026)
Figure 10. Sturgeon as an indicator species requires the provision of a harder bed (Láng 2026)

ÖSSZEFOGLALÁS

A „Vizet a Tájba!” program országosan, de hangsúlyosan folyóinkon és ártereken tesz szükségessé beavatkozásokat, annak érdekében, hogy vízkészleteinket rehabilitáljuk, és az erre épülő vízszolgáltatásokat, akár ipari, akár mezőgazdasági, akár ökológiai célra biztosítani tudjuk. A program célja, hogy a korábbi egységes folyó és ártéri vízhalózat rekonstrukciójával, és továbbfejlesztésével, egy vizes élőhelyekre épülő hálózatot alakítsunk ki, amely egyaránt képes a vízszállításra és a talajvízpótlásra. Ez a cél döntően vizes élőhelyeken történő beavatkozásokkal valósítható meg, melyek kiemelkedő biodiverzitásuk miatt általában magas természetvédelmi értékeket képviselnek. Ha a beavatkozások természetvédelmi jelentőségét nézzük, mindenképpen elvárás, hogy a hatásterületen a célállapot természeti értéke lényegesen meghaladja a jelenlegi állapot értékeit, a beavatkozások okozta károk kompenzálásával, vagy új természeti területekkel, a természeti értékek növelésével. Ezekre a lehetőségekre hívtuk fel a példákban a figyelmet. Azonban nem beszéltünk azok áráról, csak annyiban, hogy hatástanulmány keretében értékelni kell eredményességüket. Az eljárások során kialakuló konfliktusok a két állapot (a megelőző és a célállapot) összevetése, és értékelése során alakulhatnak ki. Problémát okoz, hogy a természeti változások minőségi (pl. élőhelyváltozás: állóvizes élőhely átalakulása vízszállító mederré) és mennyiségi változása milyen értékkel bír a beavatkozás költségeihez képest. Ezek a kérdések a jelenlegi jogi keretek között nem válaszolhatók meg egyértelműen, nem rendelkeznek kiszámítható protokollal (pl. beárazott ökoszisztéma-szolgáltatás hiánya). Konkrét költségszámítások híján az értékek arányosított összevetése közelíthet a megoldás felé (német RESI módszer), de használható protokoll még itt sem áll rendelkezésre. A „Vizet a tájba!” program megvalósítása igényelni fogja az értékelő protokollok kialakítását.

IRODALOMJEGYZÉK

- Hideg É., Mihók B., Gáspár J., Schmidt P., Márton A., Fabók V., Báldi A. (2018). Környezeti jövőkutatás – Magyarország 2050. Magyar Tudomány 2018/05. <https://doi.org/10.1556/2065.179.2018.5.14>
- ICPDR (2017). Nemzetközi Dunavédelmi Bizottság ICPDR tokhalfaj-védelmi stratégiája. Bécs. <https://doi.org/10.4324/9780203105160-16>
- Koncsos L. (2006). A Tisza árvízi szabályozása a Kárpát-medencében. NKFP-3/A 0039/2002 kutatás rövid összefoglalása. Magyar Természetvédők Szövetsége. Budapest. ISBN 978-963-86870-9-8. p. 31.
- Láng I. (2025). A „Vizet a tájba!” program szerepe a vizes élőhelyek rekonstrukciójában. Előadás kézírata.
- Láng I. (2026). Fajmegőrzés és/vagy vízviasszatartás. Előadás kézírata.
- Nemzetközi Rajnavédelmi Bizottság (1987). Rhine Action Programme (1987–2000) – Salmon 2000 Programme
- Neufeld, D. (2022). Visualizing Carbon Storage in Earth's Ecosystems, <https://www.visualcapitalist.com/sp/visualizing-carbon-storage-in-earths-ecosystems/>
- Várallyay Gy. (2008) Talaj-víz kölcsönhatások a klímaváltozás tükrében, Talajtani vándorgyűlés
- OVF (2018). Felszín alatti vizek adatbázis feldolgozás. Országos Vízügyi Főigazgatóság.
- OVF (2022a). Vízyűjtőgazdálkodási terv (VGT3). Tervdokumentáció. Országos Vízügyi Főigazgatóság.
- OVF (2022b). Árvízi Kockázatkezelési Terv (ÁKK2). Tervdokumentáció. Országos Vízügyi Főigazgatóság.
- OVF (2025). Talajvíz adatbázis feldolgozás – Országos adatbázis. Országos Vízügyi Főigazgatóság.
- URL1. <https://felszinalattiviz.blogspot.com/2020/06/uj-fogalmak-regiek-helyett-miert-idejet.html>

SZERZŐ



LÁNG ISTVÁN az Országos Vízügyi Főigazgatóság főigazgatója, okleveles vízépítő mérnök. A Budapesti Műszaki Egyetem vízépítőmérnöki szakán végzett (1987). Területi ismereteit területi vízügyesként, a Szigetköz árvízvédekezésében, és a mellékágrendszer vízpótlásának kiépítésében szerezte meg. Vízügyi szakági vezetőként az árvízvédelem, folyószabályozás és a vízpótlás területén, az ökológiai és az árvízi szempontokat szintetizáló nagyvízi mederkezelés bevezetésének megalapozója, valamint a vízkárelhárítás kiterjesztésének kezdeményezője a vízhiány (aszály) területére is. Szakmai elismerései: MHT Pro Aqua emlékérem (2006), Rendkívüli Helytállásért érdemjel – arany fokozat (2013), Köz Szolgálatáért érdemjel – ezüst fokozat (2013), Kvassay Jenő emlékérem (2018). A szerző az Magyar Hidrológiai Társaság tagja.



BALÁSTYA
2025. tavasz



BALÁSTYA
2026. tavasz

(Forrás: <https://www.youtube.com/watch?v=BRLoQIcFLiY>)

A felszín alatti vízkészletek változása a klíma-reziliencia tükrében

Kovács Balázs

Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar (e-mail: balazs.kovacs@uni-miskolc.hu)

DOI: 10.59258/hk.23780



Kivonat

A felszín alatti vízkészletek elmúlt évtizedben bekövetkezett csökkenésére számos jel utal. Annak érdekében, hogy megvizsgálhassuk a felszín alatti vízkészleteink változásának okait, a folyamatok hajtóerőit, azaz a vízmérleg bevételi és kiadási oldalainak változásait szükséges áttekintenünk. Mindezek alapján lehetséges előrejelzést adni a közeli és távoli jövőben várható változásokra és megoldási lehetőségeket keresni a kedvezőtlen folyamatok hatásainak csökkentésére, valamint a kedvező folyamatok erősítésére. Elemezni szükséges a felszín alatti vízkészletek mennyiségének és minőségének alakulását, át kell gondolni a prioritásokat és ennek megfelelően egy új stratégiát kell kidolgozni, hogy az éghajlati változások kedvezőtlen hatásait sikerüljön kiküszöbölni. A folyamatok elemzésének eredményei arra engednek következtetni, hogy a vízkészletcsökkenés legfontosabb mozgatóereje a hőmérséklet-emelkedés okozta párolgásnövekedés, illetve a szilárd halmazállapotú csapadékhiány okozta beszivárgáscsökkenés. A jelenlegi vízgazdálkodási szemléletmód mellett az ország felszín alatti vízkészlet-gazdálkodása fenntarthatatlanná válik, a vízkészlethiány fokozódása egyre komolyabb lakossági és ipari vízellátási nehézségekhez, ökológiai problémákhoz fog vezetni.

Kulcsszavak

Felszín alatti vízmérleg, vízmérleghiány, talajvízszint-csökkenés, felszíni vizekből történő utánpótlódás csökkenése, klímareziliencia.

Changes in groundwater resources with focus on climate resilience

Abstract

There are numerous signs pointing to a decline in groundwater resources over the past decade. In order to examine the reasons for the changes in our groundwater resources and the driving forces behind these processes, we need to review the changes in the inflow and outflow sides of the water budget. Based on all this, it is possible to make predictions about changes expected in the near and distant future and to seek solutions to reduce the effects of unfavorable processes and reinforce favorable ones. It is necessary to analyze changes in the quantity and quality of groundwater resources, rethink priorities, and develop a new strategy accordingly in order to eliminate the adverse effects of climate change. The results of the analysis of these processes suggest that the most important driving forces of water resource depletion are increased evaporation caused by rising temperatures and reduced infiltration due to a lack of solid precipitation. With the current approach to water management, the country's groundwater resources will become unsustainable in the future, and the increasing shortage of water resources will lead to increasingly serious water supply difficulties for the population and industry, as well as ecological problems.

Keywords

Groundwater balance, water balance deficit, groundwater level decline, decrease in surface water recharge, climate resilience.

BEVEZETÉS

Az Európai Unió Víz Keretirányelve (VKI) – hivatalos nevén a 2000/60/EK irányelv (EU 2000) – határozza meg a felszín alatti vizeinkkel kapcsolatos társadalmi szintű célkitűzéseinket, melyek esetében a cél nem csupán a víztestek elszennyeződésének elkerülése, hanem a teljes ökoszisztéma tartós fenntarthatóságának biztosítása is. A VKI alapvetése volt, hogy 2015-re, illetve legkésőbb 2027-re minden víztestnek el kell érnie az úgynevezett „jó állapotot”.

A „jó állapot” mennyiségi oldalról a tartósan fenntartható vízkivételeket jelenti, azaz nem vehetünk ki több vizet a felszín alatti vizitestekből, mint amennyi természetes úton (csapadékból, beszivárgásból és a felszíni víztestek felől) utánpótlódik. Éppen itt mutatkozik meg a hidrometeorológiai viszonyok időbeliségének hatása, ugyanis a klímaváltozás mindenképpen befolyásolja a csapadékmennyiséget, a csapadék éven belüli eloszlását, a beszivárgás mértékét, de a felszíni víztestek állapotát és ezen keresztül azoknak a felszín alatti víztesteket pótló mértékét is. Mindezek miatt evidens, hogy a „jó mennyiségi állapot”

fenntarthatósága érdekében csak időben változó mértékű vízkivételek engedhetők meg. Ugyanis, ha a felszín alatti víztestjeink vízmérlegének bevételi oldala (vízbetáplálás) csökken, akkor a jó állapot megtartásához a kiadási oldalon (vízmegecsapolás) is csökkentést kell(ene) véghez vinnünk, mivel az ún. vízmérleg-elv kimondja, hogy a hosszú távú éves átlagos kitermelés nem haladhatja meg a rendelkezésre álló dinamikus, azaz utánpótlódó felszín alatti vízkészleteket. Ebben a helyzetben jelenik meg a vízkészlet-gazdálkodás paradoxona: éppen, amikor lecsökken a dinamikus vízkészletek nagysága, azaz csökken a felszín alatti víztestek megtáplálása, akkor emelkednek a társadalmi vízigények, azaz a rendszer nem az egyensúly felé, hanem egyre erősebben a „kilengés felé” mozdul el. Mindez azt is jelenti, hogy az éghajlati vízhiány egyre erősödő vízkivételeket generál, ami a felszín alatti vízrendszerek egyre nagyobb igénybevételét okozza, és nemcsak a beszivárgás csökkenése miatt, hanem a víztermelés okán is egyre erősebben csökkennek a talaj-, réteg- és karsztvízszintek.

Ebben a helyzetben kerül konfliktusba a társadalom a VKI másik, mennyiségi állapotra vonatkozó alappillérevel

az ökoszisztéma-védelemmel, aminek értelmében a vízszint nem süllyedhet olyan mértékben, ami károsítaná a kapcsolódó felszíni vizeket (folyókat, tavakat) vagy a tőlük függő szárazföldi ökoszisztémákat (pl. lápok, mocsarakat). Az ökológiai vízigényekbe ugyanakkor nemcsak a vizes élőhelyek, hanem tágabb értelemben a teljes felszíni növényborítottság, az erdők, a sztyeppjellegű növényzetek, füves puszták ökológiai vízigénye is beletartozik és a süllyedő felszín alatti vízszintek az egyre mélyebb gyökérrzel rendelkező növénytársulások létét is veszélyeztetik.

Ezen túlmenően a felszín alatti víztestek csökkenő potenciálszintjei megváltoztatják egyes térségek hidrogeológiai rezsimjellegét: a korábban lokálisan vagy szubregionálisan kiáramlási jellegű térségek területe lecsökken, majd kisebb-nagyobb térségben beszivárgási jellegűvé válik vagy válhat, ami ezeken a helyeken nemcsak a vízkivételi lehetőségek romlását, hanem ezen területek felszín felől történő elszennyeződésének lehetőségét is megalapozza vagy megalapozhatja. Ez utóbbi a víztestek minőségi, azaz kémiai állapotának veszélyeztetését és romlását is előidézheti.

Az itt említettek tehát jól szemléltetik, hogy a felszíni és felszín alatti vizek a légköri vizekkel együtt egy összefüggő, komplex rendszert képeznek, amelynek elemei egymással erős kölcsönhatásban állnak. Bármilyen természetes vagy mesterséges beavatkozás egy ilyen komplex, egymásra épülő és egymással sok ponton kapcsolatban álló rendszerbe, a rendszer számtalan pontján idéz elő újabb változásokat, melyek újabb alakulásokat indukálnak. Mindez történik egy – az imént említettek miatt – önszabályozásra képtelen rendszerben, ahol esetenként a káros hatások alapvetően nem kioltják egymást, hanem erősítik. Nem véletlen, hogy a VKI nemcsak a negatív változásokat, hanem az egyébként pozitív alakulások trendjeinek megváltozását is monitorozza annak érdekében, hogy a rendszerben káros, öngerjesztő folyamatok minél kisebb eséllyel indulhassanak el.

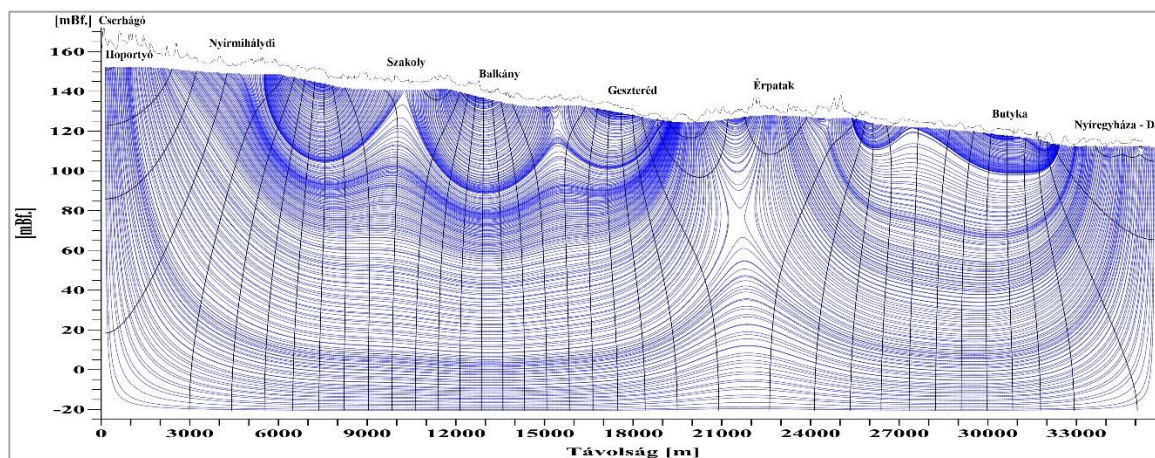
A legnagyobb probléma, hogy az elmúlt 5-10 évben számos jele mutatkozott annak, hogy a felszíni és felszín alatti vízrendszerek eddigi egyensúlyközeli helyzete az el-

múlt időszak időjárás-változási trendjei (az átlaghőmérséklet erős emelkedése, az extrém időjárási helyzetek gyakoriságának emelkedése stb.) miatt megromlott, és egyre távolabb kerülünk a korábbi fenntartható vízkészlet-gazdálkodási helyzettől.

A FELSZÍN ALATTI VÍZFORGALOM JELLEGZETESSÉGEI

A felszín alatti vizek vízforgalmának számos jellegzetessége van, aminek a kérdéskör szempontjából releváns elemeit a legegyszerűbben a szelvénymenti Tóth-féle egységmedence (Tóth 1963, 2009) modelljének segítségével lehet bemutatni. Az egységmedence egy olyan egyszerűsített hidrodinamikai rendszer, aminek felvízi és alvízi határoló oldala és a fektűje is vízzáró, kizárólag a felső oldala nyitott. A kezdeti feltétele vagy egyenletesen csökkenő vagy trigonometrikus függvény szerinti, de emellett is trendszerűen csökkenő talajvízdomborzat.

A medencében kialakuló szivárgás jellegzetességeit a vonatkozó szakirodalom (Tóth 1963, 2009) részletesen bemutatja; jelen vizsgálat szempontjából a leginkább fontos az, hogy a folytonos gravitációs szivárgási rendszerekben a szivárgó vizek hozama a mélységgel exponenciálisan lecsökken, illetve, hogy a kialakuló, ún. fészkes áramlási rendszerekben (1. ábra) a lokális kiáramlási térségek megjelenéséhez a környezetükhöz képest alacsonyabb, a lokális beszivárgási térségek kialakulásához pedig a környezetüknél kismértékben magasabb potenciálszintek szükségesek. Ha ez a relatív potenciálkülönbség bármilyen oknál fogva a rendszerben megszűnik, akkor ez az árampályák nagymértékű átrendeződését vonja maga után, ami jelentős területrészek hidrodinamikai viszonyait változtatja meg. Tehát egyfelől pl. a talajvízadó vízkészletének mennyiségi vagy minőségi szempontú gyengülésének, a vízkivételek mélység felé történő kiterjesztésének akadálya a rendelkezésre álló, dinamikus utánpótlódó vízkészletek mennyiségének erős csökkenése. Másfelől bármilyen, akár csak lokális vízszintváltozások a szivárgási potenciálmezőben, nagy térségek korábban tartósan fennmaradó hidrodinamikai rezsimjét tudja megváltoztatni.



1. ábra. A Tóth-féle szivárgási rezsimjelleg alakulása egy nyírségi, a Hoportyótól Nyíregyházáig tartó szelvény mentén (az áramvonalak sűrűsége arányos a fluxusokkal) (saját szerkesztés)

Figure 1. Development of the Tothian hydraulic regime characteristics along a profile in the Nyírség region, stretching from Hoportyó to Nyíregyháza (pathline frequency is proportional to the fluxes) (own editing)

Az, hogy mekkora térségben változnak meg a szivárgási viszonyok egy gravitációs rendszerben, részben az adott helyen bekövetkezett potenciálszint-változás mértékétől, részben a változással érintett pont rendszerbeli helyétől függ, azaz egy kedvezőtlen helyen bekövetkezett kis változás is okozhat nagytérű hatásokat. Az említettek miatt a gravitációs áramlási rendszerek viselkedését a talajvízszintek helyzete, illetve mintázata (térbeli eloszlása, azaz a talajvízdomborzat) határozza meg.

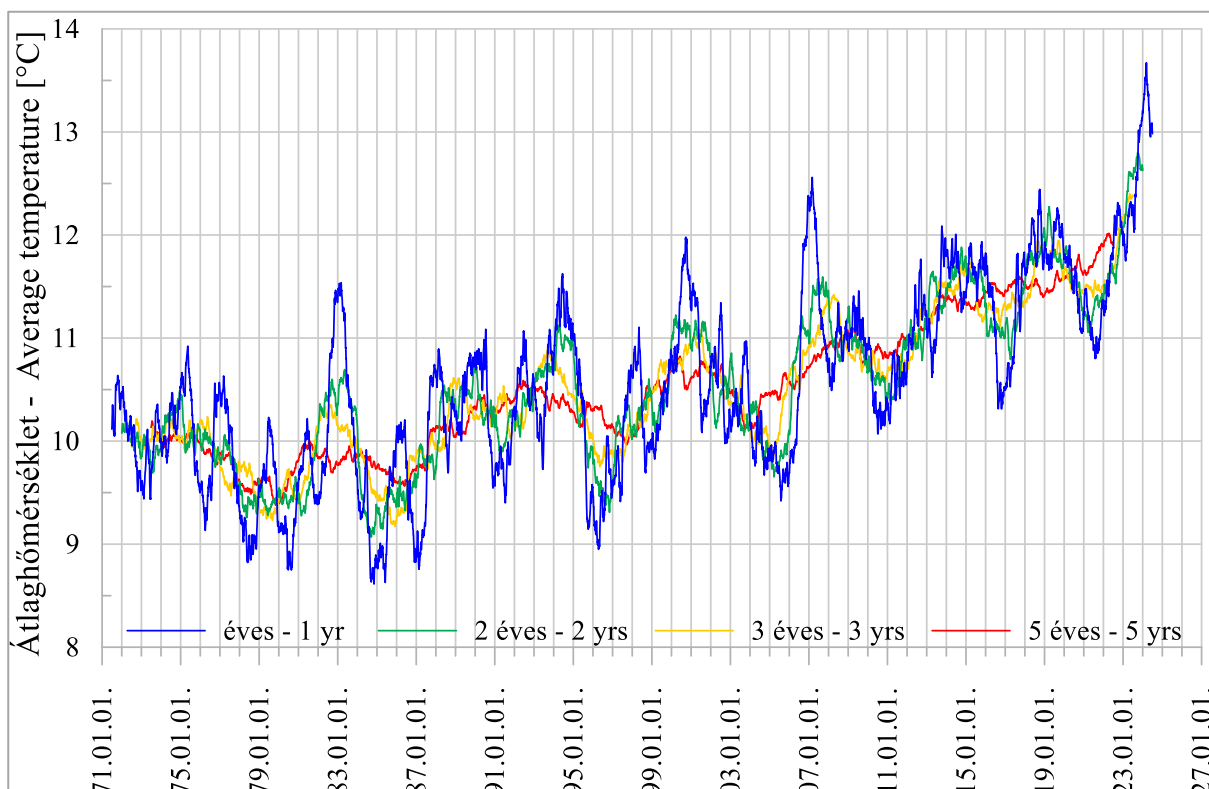
Az Alföld és a Kisalföld medenceüledékei egy-egy, a kapcsolódó határon túli területek üledékeivel egybefüggő, hidrodinamikai kontinuumként működő gravitációs áramlási rendszert képeznek, melyekben a vizek utánpótlódási viszonyait a csapadékeredetű beszívargás, a határoló föld-

tani képződmények és a medenceüledékek között átadódó vízkészletek, illetve a felszíni és felszín alatti vizek kommunikációja következtében fellépő hozamok – valójában a felszín alatti vízháztartás bevételi és kiadási oldalának elemei – határozzák meg.

A FELSZÍN ALATTI VÍZHÁZTARTÁS BEVÉTELI ÉS KIADÁSI OLDALÁNAK ALAKULÁSA

A meteorológiai folyamatok felszín alatti vízkészletekre gyakorolt hatásai Magyarországon

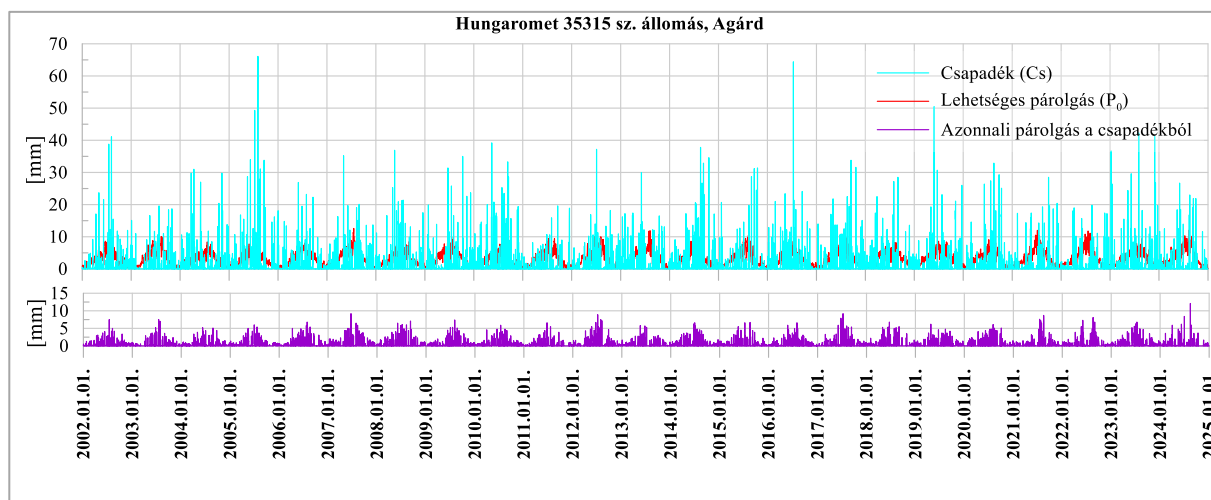
Az éghajlatváltozás talán legfontosabb és legkevésbé megkérdőjelezett ismérve a hőmérséklet emelkedése. Amennyiben megvizsgáljuk Magyarország napi átlaghőmérsékleteinek alakulását, illetve ebből képezzük az éves és többéves csúszóátlagokat, egyre nyilvánvalóbbá válik a hőmérséklet emelkedése (2. ábra).



2. ábra. Magyarország napi átlaghőmérsékletei éves és többéves csúszóátlagainak alakulása az 1971-2024 időszakban (URL1)
Figure 2. Annual and multiannual moving average of average daily temperature values in Hungary during the period 1971-2024 (URL1)

A hőmérséklet emelkedése ugyanakkor közvetlenül nem gyakorol hatást a felszín alatti vízkészletekre, hanem közvetve, a párolgáson, illetve a szilárd állapotú csapadékban (hóban és jégben) tározott vízkészletek mennyiségének alakulásán keresztül befolyásolja a felszín alatti vízháztartást. Ha ábrázoljuk a HungaroMet automatikus mérőállomásával mért időjárási jellemzők közül a csapadék és a lehetséges párolgás alakulását (3. ábra), akkor észrevehető, hogy a napi lehetséges párolgás egyre többször haladja meg a napi csapadék mennyiségét. Ez azt jelenti, hogy ezeken a napokon szinte biztosan nem fog bekövetkezni a felszín alatti vízkészletek gyarapodása, mivel a csapadék vagy az intercepció (növényi felületekről történő párolgás), vagy a talajfelszín párolgása (evaporáció) miatt gyakorlatilag be sem tud szívárogni a felszínközeli képződményekbe. Az is látható, hogy a csapadék egy jelentős hányada szinte azonnal elpárolog.

Amennyiben a napi csapadék több, mint a lehetséges párolgás, akkor sem biztosított a talajvíz csapadékból történő utánpótlódása. Ugyanis a beszívargó csapadékvíz a csapadékeseményt követő napokon a felszín közeléből, vagyis a talajból is képes elpárologni. Egyrészt a háromfázisú zónában lévő víz a talajlevegőbe párolog, ahonnan gőzdiffúzióval a légkörbe távozik. Másrészt pedig szemcsemérettől és szemcseméreteloszlástól függően a vizek a felszínre tudnak jutni kapilláris emeléssel, és onnan megfelelő meteorológiai körülmények esetén el képesek párologni. Mindezek miatt, minél kisebb a lehetséges párolgás értéke, annál nagyobb lehet a mélyebb szivárgó csapadékok részaránya a csapadékhhoz képest. A hőmérséklet-emelkedés következtében tehát a csapadékból történő talajvíz-utánpótlódás a nyári hidrológiai félév jelentős részében ellehetetlenül, miközben a téli hidrológiai félévben is lecsökken a lehetősége, és leginkább a november-februári időszakra korlátozódik.

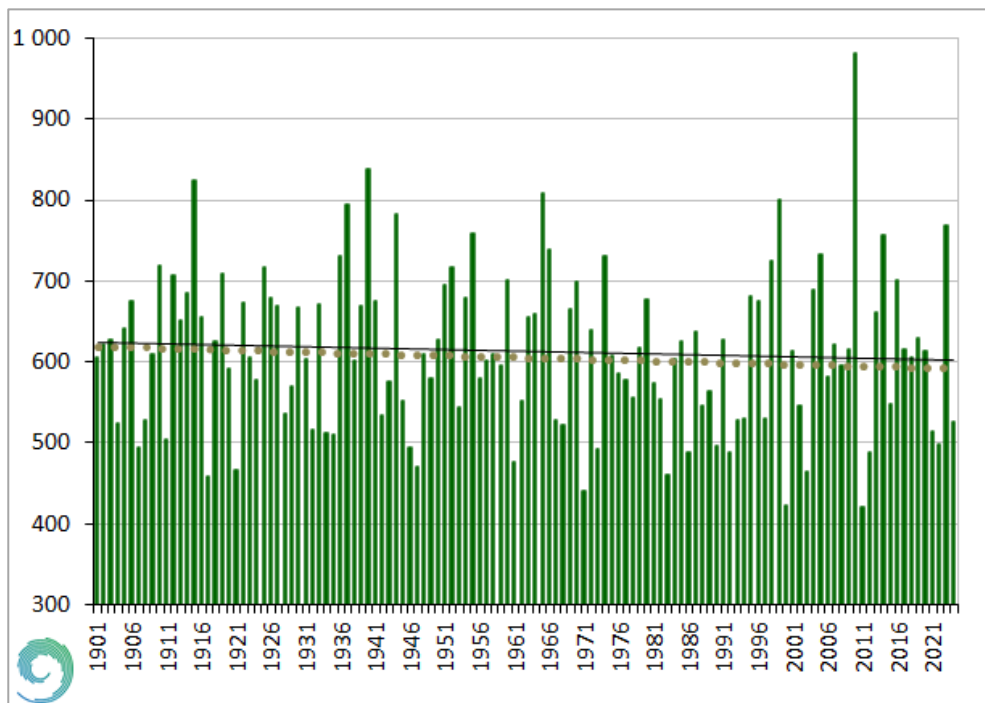


3. ábra. Az agárdi automatikus meteorológiai mérőállomáson mért csapadék, lehetséges párolgás értékek és az azonnal elpárolgó csapadék mennyisége (URL1)

Figure 3. The pattern of daily precipitation (Cs), potential evaporation (P_0) and the amount of immediate evaporation (PCs) recorded at Agard meteorological logging station (URL1)

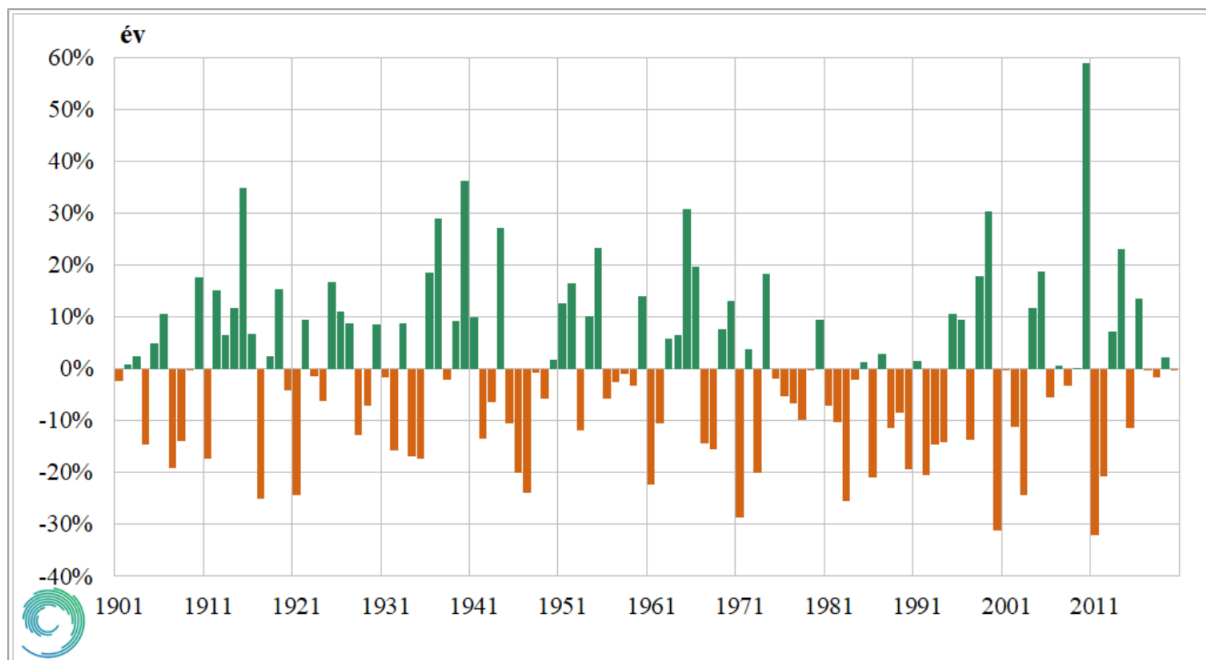
A szilárd halmazállapotú csapadék mennyiségének és a hóborítással rendelkező időszakok a felmelegedés miatti csökkenése pedig annyiban befolyásolja a talajvizek utánpótlódását, hogy a szilárd halmazállapotú csapadék a napi hőmérséklet-ingadozás miatti részleges felolvadása, majd visszafagyása lassan táplálja a felszín közeli rétegeket, míg a folyékony halmazállapotú csapadék, illetve a gyors hóolvadás esetén a felszín közeli zóna telítődésével a vízelnyelő képesség lecsökken, azaz a felszíni lefolyás erősödik. A szilárd halmazállapotú csapadék lassú olvadása – az alacsony hőmérséklet miatti minimális párolgással segítve – a felszín alatti vizek utánpótlódását erősen segíti, ezért a szilárd halmazállapotú csapadék mennyiségének, illetve a hóborítottság előfordulási gyakoriságának csökkenése is redukálja a talajvizek csapadékeredetű utánpótlódását.

Amennyiben a csapadék éves mennyiségének átlagát vizsgáljuk, akkor a HungaroMet Zrt. adatai szerint kismértékű csökkenési trend rajzolódik ki (4. és 5. ábra).



4. ábra. Az évi csapadékösszeg (homogenizált, interpolált országos átlag) 1901 és 2024 között Magyarországon (URL3)

Figure 4. Annual precipitation (homogenized, interpolated national average values) in Hungary between 1901 and 2024 (URL3)



5. ábra. Az éves csapadékösszeg országos átlagának %-os eltérése az 1991–2020 évek átlagához képest (URL4)
 Figure 5. Percentage deviation of the national average annual precipitation from the 1991–2020 average (URL4)

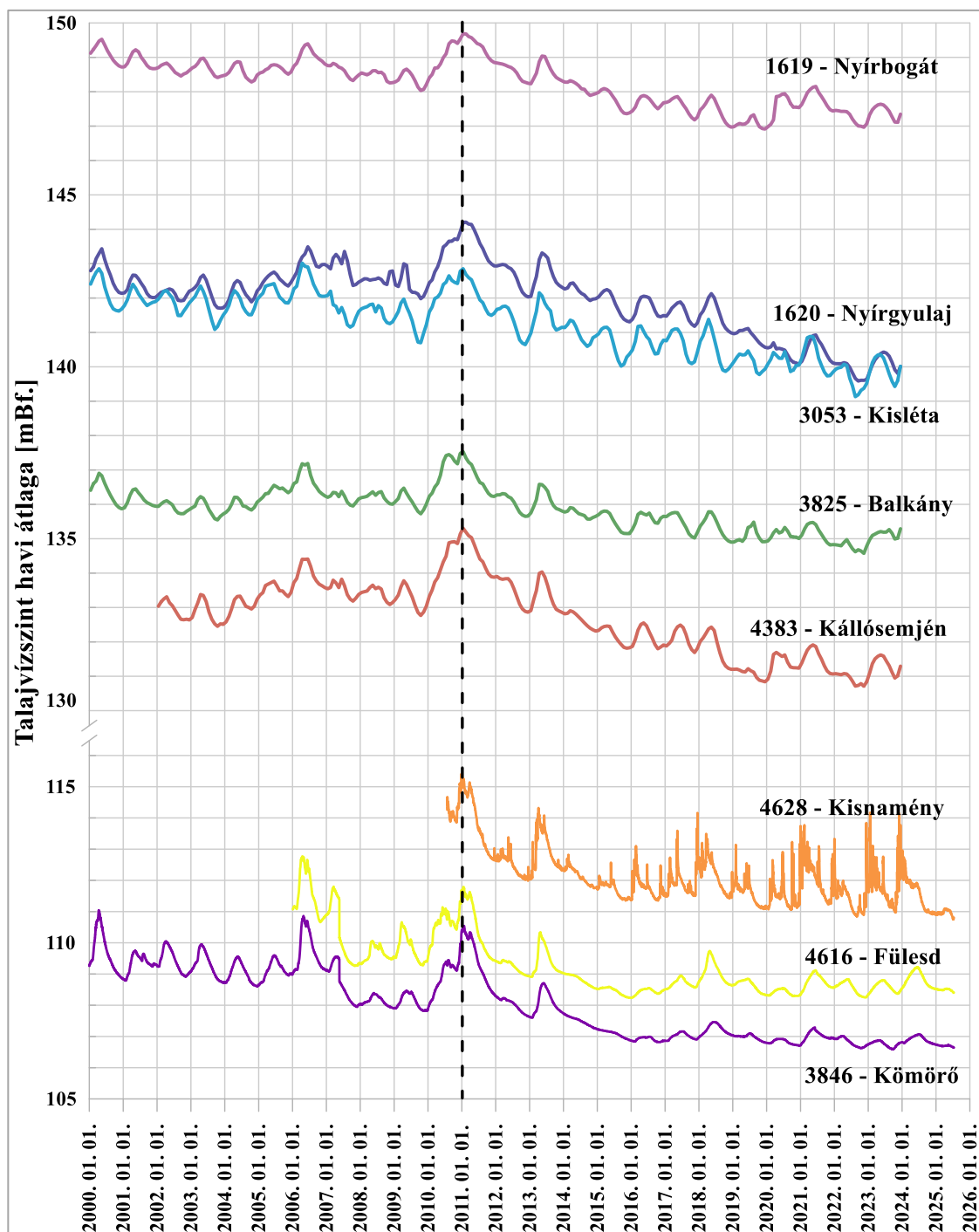
Ha tehát összefoglalóan nézzük a meteorológiai viszonyok változását, akkor megállapítható, hogy a csapadék kismértékű trendszerű csökkenése mellett az átlaghőmérséklet emelkedésére visszavezethető beszivárgási veszteségek (párolgási veszteség, szilárd halmazállapotú csapadékcsökkenés miatti veszteségek) kedvezőtlenebbé tették a beszivárgás lehetőségeit. A hosszú távú adatsorokból jól látszik, hogy a szárazabb években a téli hónapok csapadékmennyisége az átlagos csapadékok felére, kétharmadára csökken, azaz azokban az időszakokban, amikor a párolgási veszteségek alacsonyabbak, és a felszín alatti vízadó rendszerek visszatöltődésére lehetőség adódna, a beszivárgás a szárazság miatt ellehetetlenül. Az elmúlt 10-15 évben a felszín alatti vizek utánpótlódása szempontjából egyértelműen kedvezőtlen meteorológiai változásokat lehet tapasztalni.

A csapadékból történő beszivárgás alakulása

A beszivárgás alakulását a térségünkben kiemeltebb helyzetű területek, jellemzően beáramlási rezsimjellegű hidrogeológiai egységek vízszintjeinek alakulása alapján lehet értelmezni. Az Alföld két jellemző beszivárgási zónája a Duna-Tisza közti Hátság és a Nyírség, ezenkívül az Alföldhöz képest kiemelt helyzetű, középhegységi térségek felől átadódó vízkészletek is táplálják a felszín alatti vízáradókat. Először vizsgáljuk meg a Nyírség térségében észlelt vízszintváltozásokat, illetve tekintsük át a Bükk vízforgalmát a Sajó völgye, illetve az Alföld felé történő mélységi utánpótlódás okán. A Bükk uralkodóan nyílt karsztos térségi beszivárgásos terület, az Alföldnél hűvösebb klímájú, ezért a párolgás által kevésbé befolyásolt.

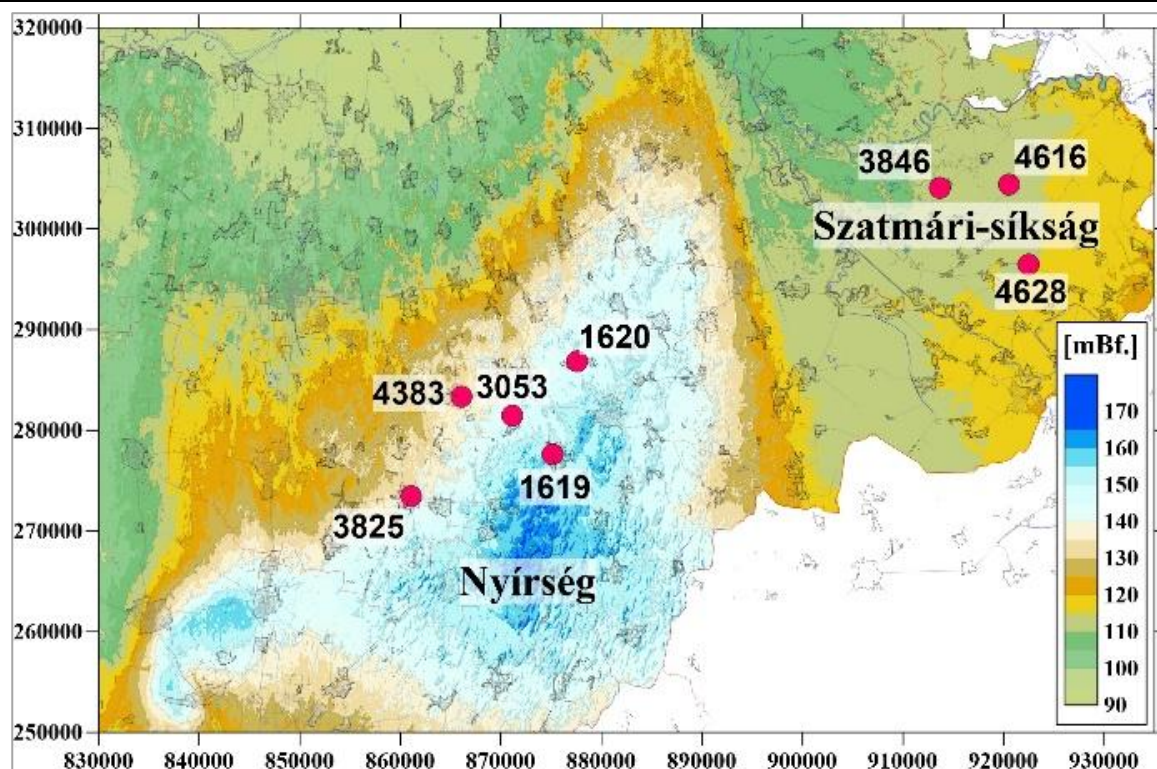
Nyírség

A Nyírség térségében az OVF törzshálózati monitoringkútjaiban a talajvízszintek szinte teljesen azonos trendet követnek. A vízszintek az éves csapadéjárásnak megfelelően egy állandó szint közelében ingadoztak 2011-ig, majd ezt követően az évszakos változási jelleg megmaradt, de egy fokozatosan trendszerűen csökkenő talajvízszint alakult ki (6. ábra). Érdekes, hogy ez a trendszerű csökkenés a Nyírségben gyakorlatilag a tengerszint feletti magasságtól függetlenül jelentkezik, sőt ugyanez elmondható a mélyebben fekvő Szatmári-síkság monitoringkútjaira is (7. ábra). A talajvízszint-csökkenési trendek alakulása tehát regionális jelleggel azonos, azt nem egyes térségek felszín alatti vizeinek termelése, nem a folyók felőli utánpótlódás mérséklődése, hanem a térség meteorológiai viszonyainak megváltozása miatti beszivárgásváltozások okozhatják csak. A vízügyi igazgatóságok adatai alapján a Nyírség térségében észlelt talajvízszint csökkenések alapján a *Vízterv Environ Kft.* (2019) szerint kb. 6 km³ felszín alatti vízkészletcsökkenés, helyesebben víztartótérfogat-leürülés detektálható. *Tran és társai* (2022) a vízkészletcsökkenés alatt egy km²-re vetített (normált) km³-ban meghatározott közettérfogat-leürülést használtak, amiből a tényleges felszín alatti készletcsökkenést 30%-os átlagporozitással számították később ki. A 30%-os átlagporozitás annyiban helytálló, hogy a trendszerűen csökkenő vízszintek miatt nemcsak a gravitációs pórusok, hanem idővel a kötött vízburok, a szegletvizek és végül közel a teljes pórustér leürül, leszárad. A Nyírség esetén tehát a tényleges leürült felszín alatti víztérfogat 1,8 km³.



6. ábra. A talajvízszintek alakulása a Nyírség területén 2000 és 2026 között (URL5)

Figure 6. Groundwater level trends in the Nyírség region from 2000 to 2026 (URL5)



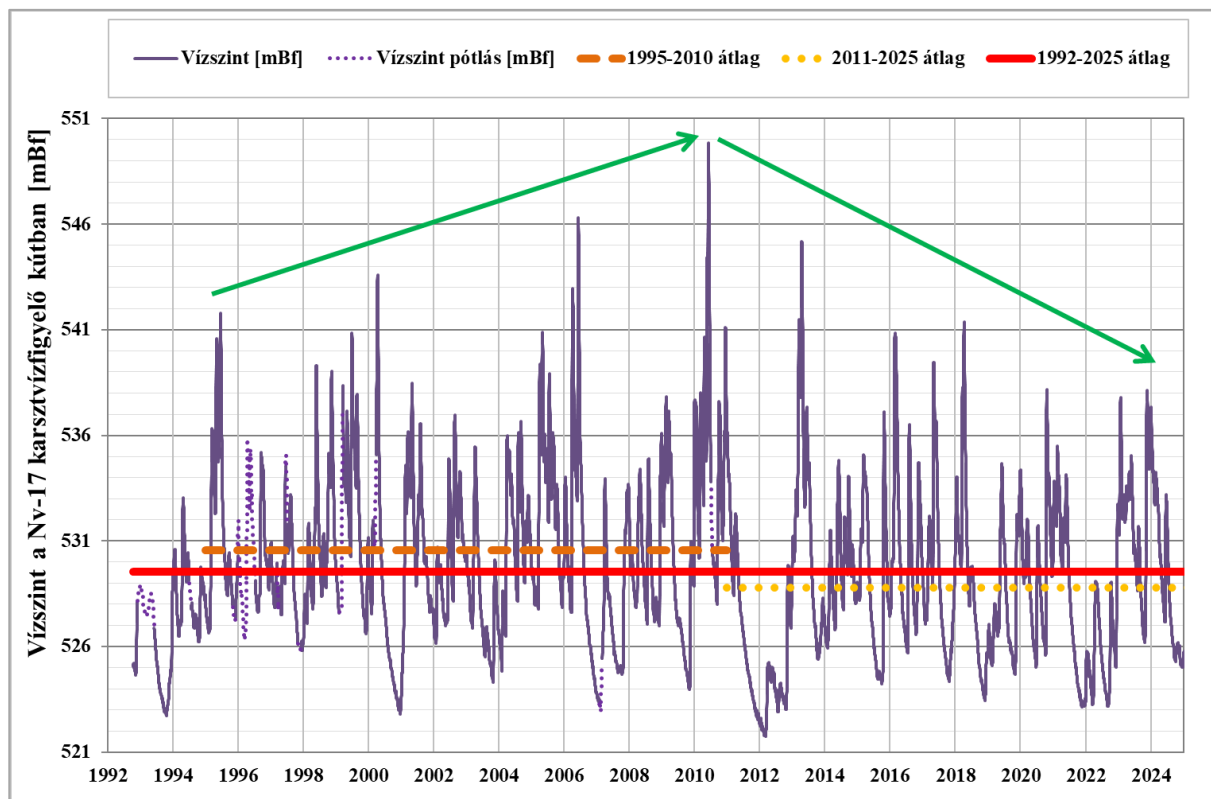
7. ábra. Kiválasztott talajvíz monitoringkutak a Nyírség területén
 Figure 7. Selected groundwater monitoring wells in the Nyírség region

Bükk

A Bükk térségében a karsztvízszintek érzékeny indikátorai a csapadékeredetű beszivárgások megváltozásának. A Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer (BKÉR) immár több, mint 35 éves távlatban monitorozza a vízszintek időbeli változását. A mérőhelyek közül kiemelkedő jelentőségű a Nagy-fennsíkon található Nagyvisnyó Nv-17 jelű karsztút, ami a Központi-Bükk alatt betározódó csapadékeredetű karsztvizek szintjét észleli (Lénárt 2022). A vízszintek sokéves alakulásából látszik, hogy a tél végi a rendszer visszatöltődéséhez köthető maximális karsztvízszintek 2011 óta trendszerűen csökkennek, azaz a karsztban eltározódott maximális vízkészlet mennyisége csökken (8. ábra). Amennyiben képezzük a 2011 előtti és utáni észlelések átlagát, az alapján is egy átlagosan 2 m-t meghaladó átlagos karsztvízszint-csökkenés számítható.

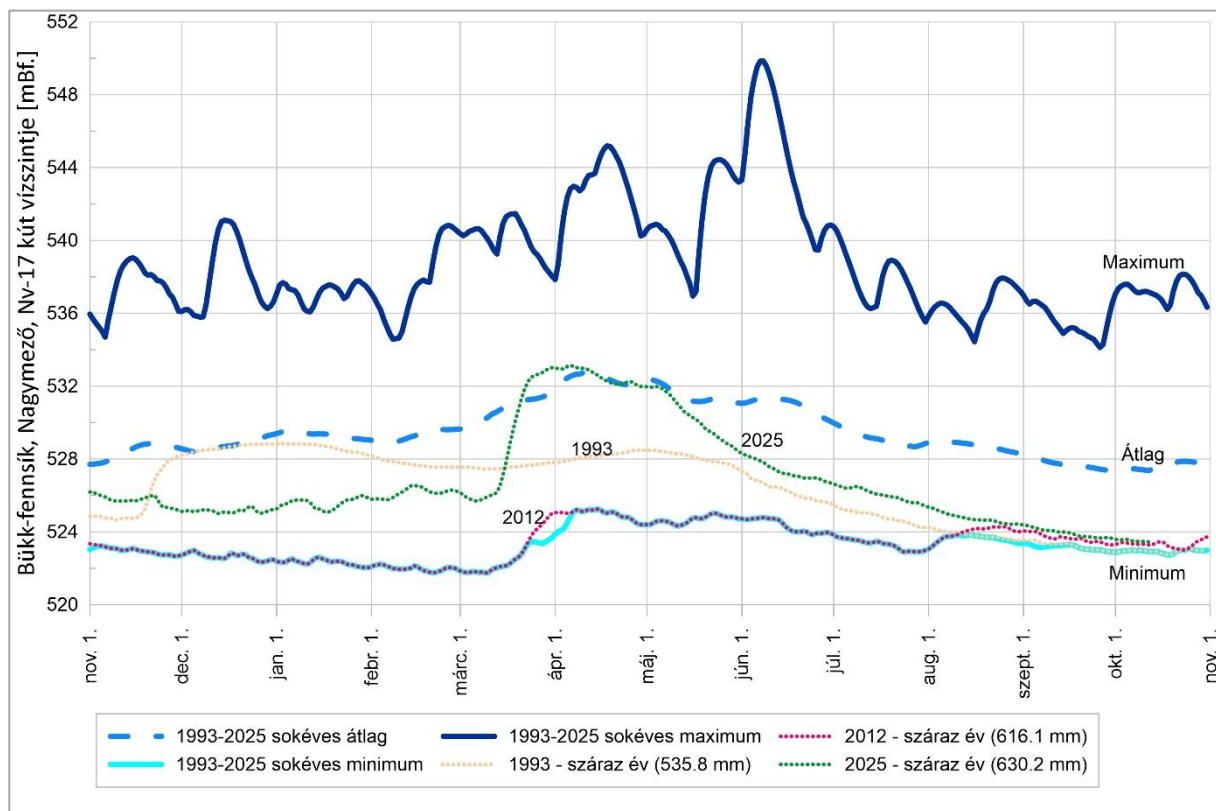
Ha megnézzük a karsztvízszintek éves változásait a szárazabb években (Lénárt 2024), akkor látható, hogy a téli hidrológiai félévben – pl. a 2012-es száraz évben, de 2025-ben is – gyakorlatilag nem történt víztározódás a központi Bükk karsztjában (9. ábra). A tavasz eleji csapadékok okoztak csak kisebb vízszintemelkedést, ami ezután a nyári hidrológiai félévben fokozatosan a minimális észlelt vízszintek közelébe csökkent le. Tekintettel arra, hogy száraz években a karsztvízszintek alacsonyabbak, joggal feltételezhető, hogy a környező üledékes medencék felé átadott vízkészletek is lecsökkennek.

A bemutatottak alapján az Alföld üledékes vízáadó összeleteinek mind a belső beszivárgási területek felől, mind a peremi utánpótlódási térségek felől érkező vízutánpótlása trendszerűen csökken. A Dunántúli-középhegység karsztvízszintjeinek regisztrátumai alapján hasonló folyamatokat látunk, ami a Kisalföld üledékes medencéjének utánpótlási viszonyait hasonlóképpen negatívan befolyásolja.



8. ábra. A karsztvízszintek alakulása 1992 és 2025 között a Nv-17 jelű kútban a bükki Nagy-fennsík alatt (Lénárt 2024 nyomán, adatforrás: BKÉR 2025)

Figure 8. Fluctuation of karstic water levels during the 1992-2025 period in the Nv-17 well located at the Great plateau of the Bükk mountains (based on Lénárt 2024, datasource: BKÉR 2025)



9. ábra. A karsztvízszintek alakulása száraz években a Nv-17 kútban az 1993-2025 közötti maximális, átlagos és minimális vízszintek feltüntetésével (BKÉR 2025)

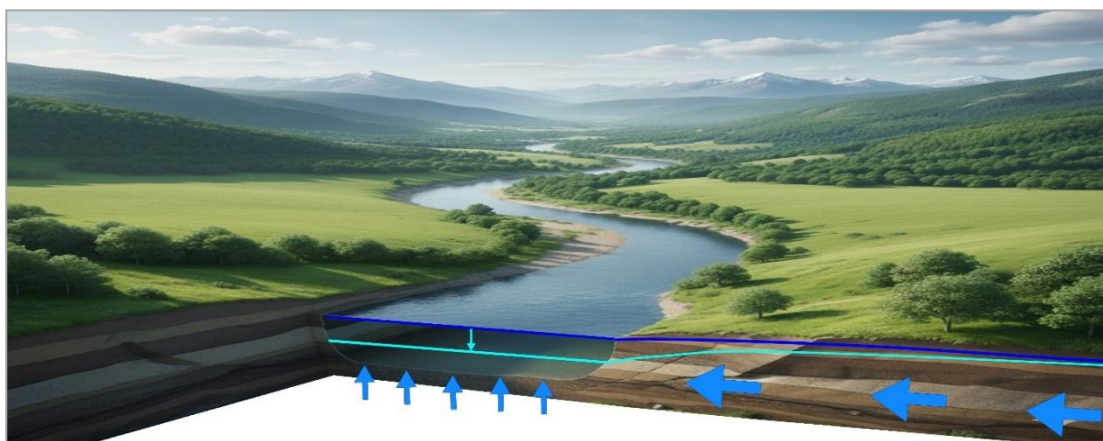
Figure 9. Karstic water levels during dry years in the Nv-17 well compared to the maximal, average and minimal karstic water levels logged during 1993-2025 period (datasource: BKÉR 2025)

A felszíni vízfolyások és felszín alatti vízadók egymásra hatása

A felszíni vizeink esetében is egyértelműen megállapítható, hogy az alacsonyabb vízhozamok tartóssága nő, a kisvízi hozamok abszolút értéke csökken. A hozamcsökkenés értelemszerűen a vízállásokban is jelentkezni fog, azaz a kisvízi vízállások (KV) csökkenésével kell számolni a hozamcsökkenés következményeként. De nemcsak a hozamcsökkenés, hanem a meder üledékes képződményekbe történő berágódása miatti medermélyüléssel is számolni kell. A folyók hordalékviszatarató képességének csökkenése, a vízlépcsőzés miatt a felvízi szakaszokon megfogott hordalékok miatt a folyóink medre folyamatosan mélyül, a Tisza mentén a folyószabályozás előtti időkhöz képest a mélyülés akár a 10 métert is elérheti. A medermélyülés és a meteorológiai viszonyok változása miatti

felszíni lefolyáscsökkenés okozta vízszintcsökkenések ugyanakkor oda vezetnek, hogy a folyóink egyre hosszabb időszakokban és egyre nagyobb horizontális hidraulikus gradienseket okozva csapolják meg közvetlenül a parti szűrős vízadóinkat, közvetve pedig az azokkal hidrodinamikai kapcsolatban álló sekély porózus víztesteinket (10. ábra). A vízszintcsökkenés ugyanakkor emeli a kiáramlási rezsimjelleg erősségét, ami a folyómeder alatti üledékek erősebb megcsapolásához is vezet.

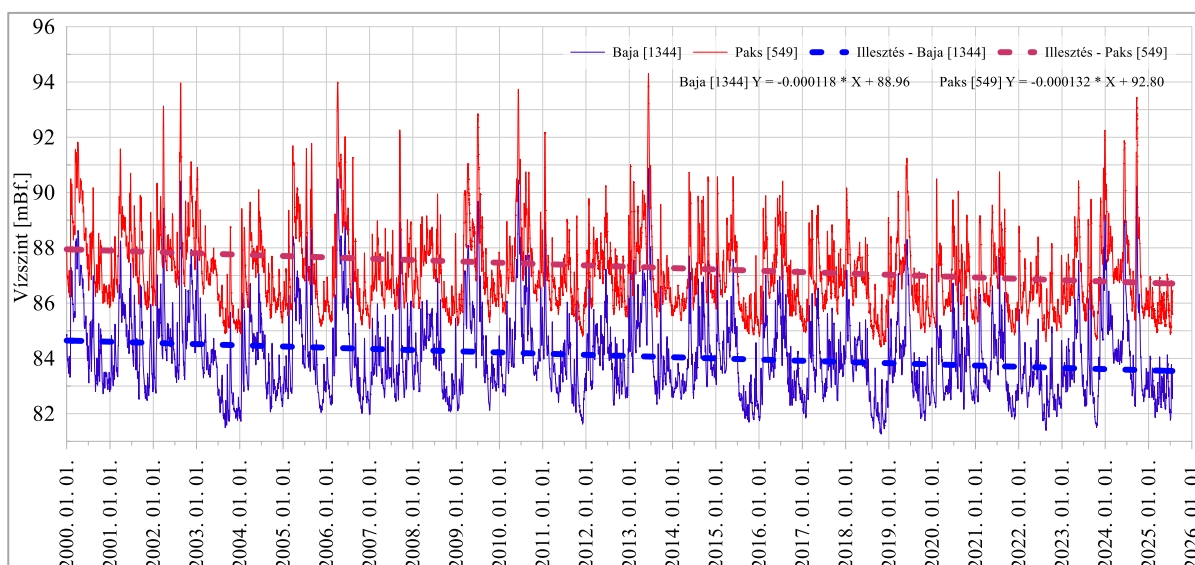
Folyóink medrének mélyülése egyben azzal is jár, hogy egyre ritkábbak és rövidebbek azok az árvízi időszakok, amikor az ártereket a folyók elöntik, illetve amikor a felszíni vizeket gravitációs úton a környező csatornába lehetne vezetni, amivel részben az öntözést, részben a felszín alatti vízkészletek utánpótlását lehetne segíteni (Kozák 2025).



10. ábra. A folyók vízszintcsökkenésének hatása a parti szűrős rendszerekre
Figure 10. Impact of river water level decline on bank filtration systems

A Duna esetében a magyarországi alvízi szakaszon (Paks-Baja térsége) végzett vizsgálatok azt mutatják, hogy az átlagos vízszintek 25 év alatt az 1 m-t meghaladó mértékben csökkentek (11. ábra). Az átlagos Duna vízállás-csökkenés üteme Bajánál 43, Paksnál 48 mm/év. Feltételezve, hogy a Duna kb. 417 km-es magyarországi szakaszán az 1,05 m-es vízszintváltozás hatástávolsága mindkét

oldalon átlagosan 300 m, és a teraszrétegek effektív porózitását 28%-nak véve, ezalatt a 25 év alatt a felszín alatti betározott vízmennyiség – csak ebben a keskeny part menti sávban – Rajkától Hercegszántóig mintegy 30 millió m³-rel csökkent. A folyók vízállásának csökkenése nagy területeken a kis szintváltozások ellenére nagy statikus felszín alatti vízkészleteket csapol le.



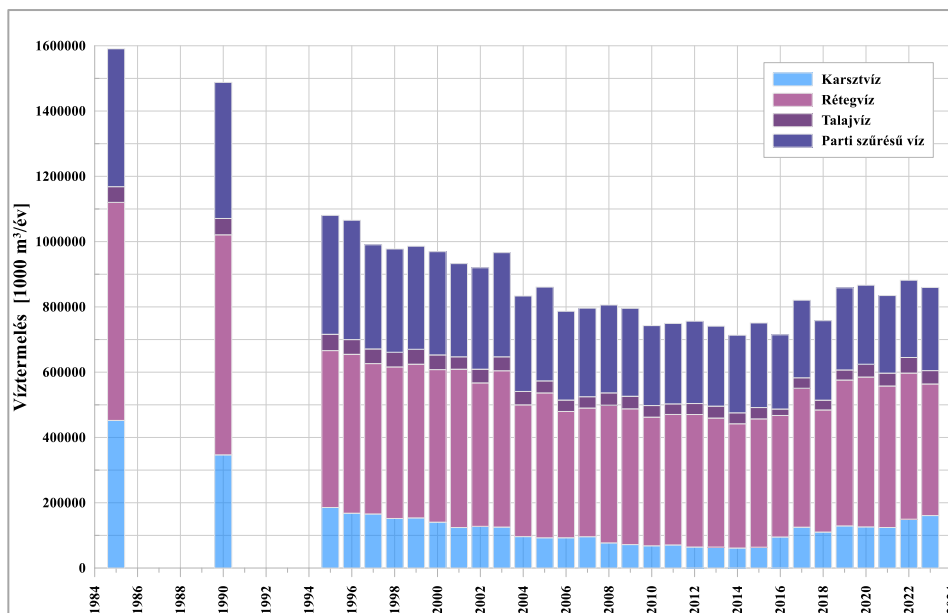
11. ábra. A Duna átlagos vízállásának változása Paks és Baja térségében (URL5)
Figure 11. Changes in the average water level of the Danube in the Paks and Baja regions (URL5)

A felszín alatti víztermelés alakulása

A felszín alatti vízkészleteket azonban nemcsak a természetes éghajlatváltozás miatt, a felszíni és felszín alatti vizek kommunikációjából eredő hatások, hanem az emberi tevékenység is közvetlenül érinti. A felszín alatti víztermelés az országban az adatszolgáltatások szerint 2006-ig fokozatosan csökkent, majd kb. 800 millió m³/év szinten stabilizálódott, az elmúlt néhány évben viszont kissé emelkedett, de nem érte el a 870 millió m³/év mértéket (12. ábra). Az öntözővízigényeket korábban döntő mértékben felszíni vizekből elégítették ki, az elmúlt évtizedben ugyanakkor erősen megnőtt a fűt kutas öntözőtelepek száma. Az öntözött területeken átlagosan 120-140 mm csapadéknak megfelelő mennyiségű – részben felszín alatti víz eredetű –

vízet juttatnak ki (13. ábra), amiből a talajvízig semmi nem jut el, ezért az öntözés nem vehető figyelembe utánpótlásként a talajvízkészletek szempontjából.

Az SZTE vizsgálatai (Szanyi és társai 2026) a Nyírség térségében azt mutatták ki, hogy a numerikus szimulációk szerint az 52 millió m³/év legális víztermelés mellett további 58 millió m³/év illegális víztermelés történik, azaz a teljes termelés 110 millió m³/év. Ennek az aránynak megfelelően, de figyelembe véve azt is, hogy nem mindenhol kedvezőek a földtani-vízföldtani körülmények kutak létesítéséhez, a KSH által nyilvántartott 850-870 millió m³ vízkivételnek országos szinten akár több mint másfélszerese, 1 200-1 400 millió m³/év lehet a tényleges országos felszín alatti víztermelés.



12. ábra. A felszín alatti víztermelés Magyarországon (URL6)

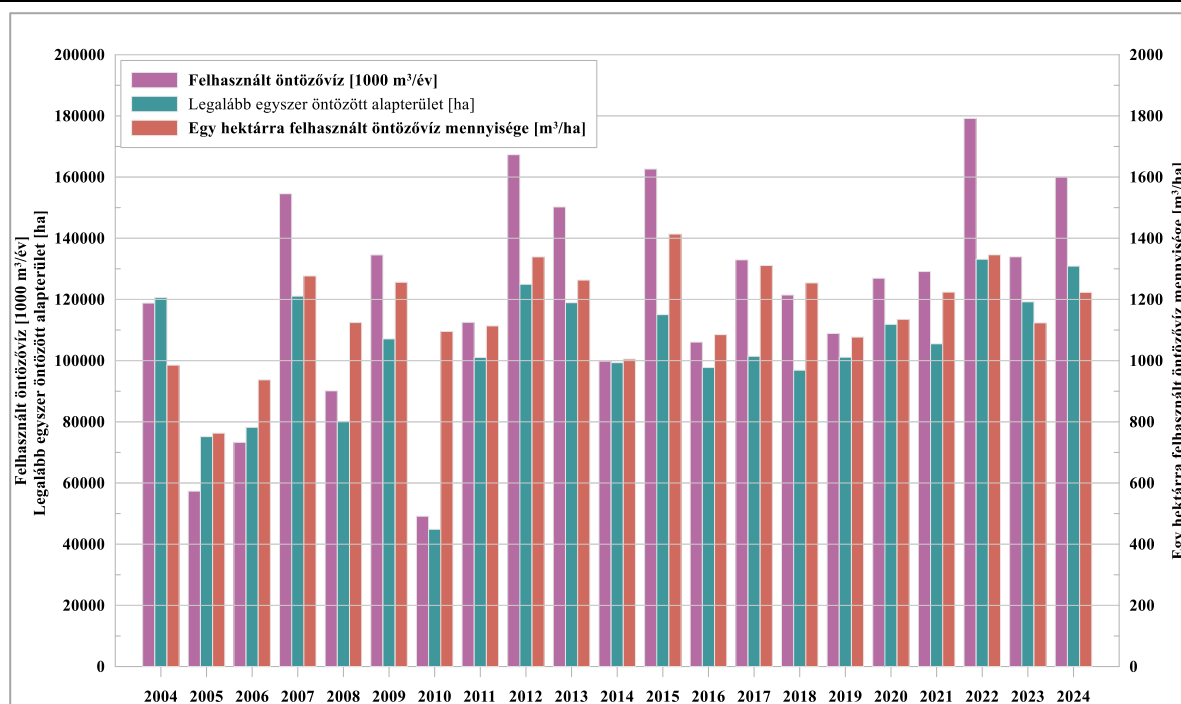
Figure 12. Groundwater production in Hungary (URL6)

A VÍZMÉRLEG EGYENLEGE

A vízmérleg egyenlegének alakulása tekintetében a korábban bemutatottak szerint a bevételi oldalon kismértékűek a változások a felszín alatti vizek szempontjából. Az éves csapadékmennyiség csak kismértékben csökkent, bár egyes klíma modellek érdemi változásokat vetítenek előre a jövőre vonatkozóan. A jövőre vonatkozó információkat a Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (NÉS-2) (ITM 2018) közli, ahol két, a HungaroMet által alkalmazott regionális éghajlati modell eredményeit foglalják össze. Az ALADIN-Climate modell a 2021-2050 közötti időszakra mind télen, mind nyáron országosan átlagosan legalább 10%-os csapadékmennyiség-csökkenést jelez előre, és éves átlagban is 3-5% körüli csökkenést vizionál. A REMO modell ugyanezen a 30 éves időszakra éves átlagban elősorban az Alföldre vár 5-10%-os csapadékmennyiség-csökkenést, ezen belül viszont inkább tavaszi nyári, kisebb mértékben őszi csapadékmennyiség-csökkenéssel számol, míg a téli csapadék enyhe emelkedését számítja. Hosszabb távon (2070-2100 közötti időszakban) mindkét előrejelzés a nyári csapadékok erős csökkenését, az ALADIN-Climate emellett téli csapadékcsökkenést is jelez előre, éves szinten az ALADIN-Climate modell országosan 5-10%-os csökkenést, a REMO országosan gyakorlatilag azonos csapadékmennyiséget számol olyan mó-

don, hogy az Alföldön kismértékű csökkenést, a többi térségben kismértékű emelkedést jelez előre. Az éves csapadék mennyisége tehát összességében a jövőben várhatóan csökkenni fog, annak mértéke várhatóan legfeljebb 5-10% között lehet, az viszont kétséges, hogy ez a csökkenés országos vagy inkább csak az alföldi térséget érintő lesz-e.

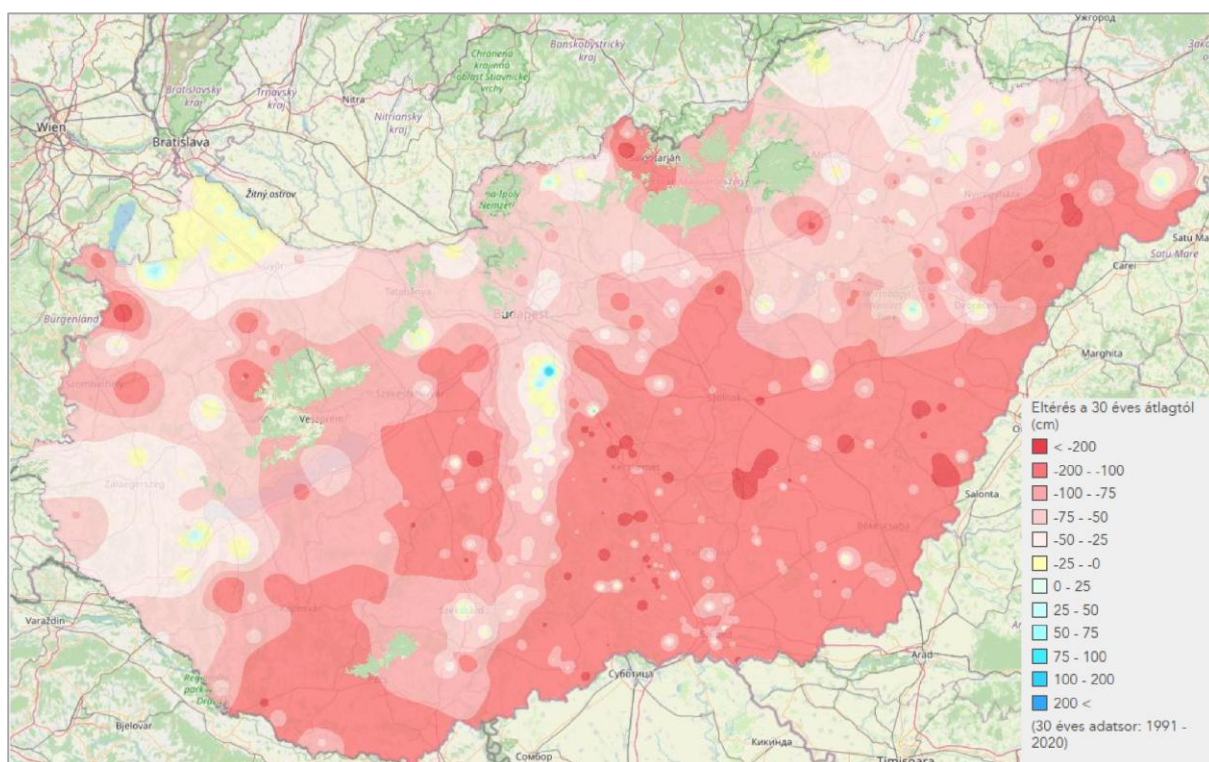
A vízmérleg kiadási oldala ugyanakkor mindenképpen emelkedni fog, ugyanis a hőmérséklet-változás emelkedő trendje megmarad, ami további párolgásnövekedést fog okozni, ami mindenképpen a talajvízszintet elérő maradó beszívargás csökkenéséhez vezet. Problémás, hogy a talajvízszintek országosan csökkennek (14. ábra), ami miatt a talajvízszintet elérő csapadék mennyisége tovább csökken. Ugyancsak a talajvízkészlet csökkenését okozza folyóink medrének mélyülése, ami a talajvízadók intenzívebb megcsapolását okozza. A kiadási oldalon a felszín alatti víztermelés mértékének rendszerváltozást követő erős csökkenési trendje előbb megállt, majd a víztermelés elkezdett emelkedni. Racionálisan gondolkodva részben a jelentős vízigénnyel jellemezhető ipari üzemek terjedése, részben a mezőgazdaságban jelentkező fokozott vízhiány, de önmagában a hőmérséklet-emelkedéssel együtt járó fokozott vízfogyasztás azt vetíti előre, hogy a felszín alatti vízkészletek termelése emelkedni fog.



13. ábra. Öntözővíz felhasználás Magyarországon (URL6)

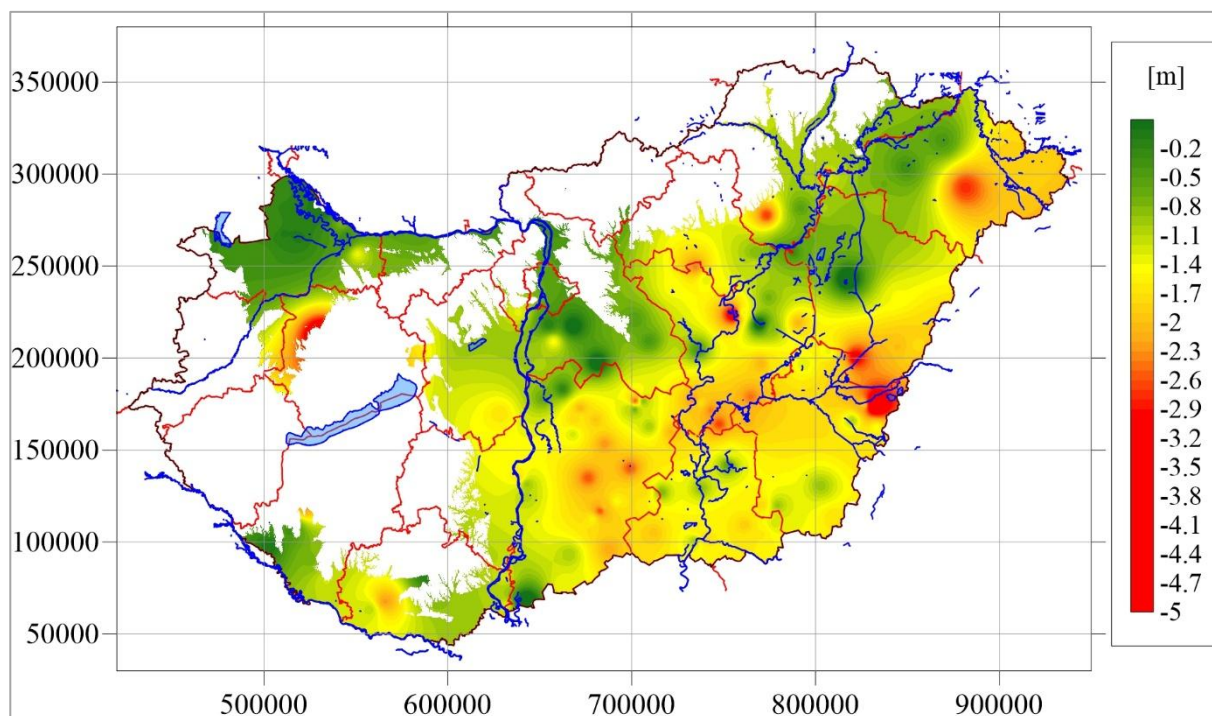
Figure 13. Irrigation water use in Hungary (URL6)

Amennyiben összevetjük az ország talajvízszintjeinek jelenlegi (2026 februári) helyzetét az 1991-2020 közötti 30 éves februári átlaggal (15. ábra), akkor egyértelmű a regionális talajvízszint-csökkenés, ami az egész alföldi jellegű térséget jellemzi. Mindezek alapján egyértelmű, hogy az ország felszín alatti vízmérlegét jelentős és egyértelmű deficit jellemzi, ami a talajvízszintek általános csökkenését okozza.



14. ábra. A 2025 októberi talajvízszintek eltérése az 1991-2020 éves átlaghoz képest (URL2)

Figure 14. Deviation of groundwater levels in October 2025 from the 1991–2020 annual average (URL2)



15. ábra. A 2026 februári talajvízszintek eltérése az 1991–2020 éves átlaghoz képest az Alföld és a Kisalföld térségében (OVF adatszolgáltatás)

Figure 15. Deviation of groundwater levels in February 2026 from the 1991–2020 annual average (data from General Directorate of Water Management)

Az OVF 2026 februári adatai alapján az Alföldön átlagosan mintegy 1,3 m-rel, a Kisalföldön 0,7 m-rel, a Nyírségben 1,2 m-rel, a Duna-Tisza közti hátság 1,45 m-rel, az ország 200 mBf alatti terepszíntű, tehát alföldi jellegű térségein pedig átlagosan 1,20 m-rel mélyebben volt a talajvízszint a 30 éves átlaghoz képest (1. táblázat). Ha feltételez-

zük, hogy a leürült pórustérfogat a teljes térfogat 30%-a, akkor az országra durván becsülhető talajvízkészlet-vesztés 27–28 km³, aminek legnagyobb része az Alföld területén (21,5 km³) jelentkezik. A bemutatott adatokban a közép-hegységeink (Dunántúli- és Északi-középhegység, Mecsek stb.) vízkészleteinek csökkenése nem szerepel.

1. táblázat. A 2026 februári talajvízszinteknek az 1991–2020 éves átlaghoz képesti eltérése alapján számított közettérfogat leürülés, becsült talajvízkészlet-csökkenés és a számított átlagos vízszintcsökkenés az ország egyes térségeiben (OVF adatszolgáltatás alapján számított értékek)

Table 1. Deviation of groundwater levels in February 2026 from the 1991–2020 annual average (data from General Directorate of Water Management)

Tájegység	Vízszintcsökkenéssel érintett közettérfogat (km ³)	Becsült vízkészlet-hiány (km ³)	Vízszintcsökkenéssel érintett terület (km ²)	Átlagos vízszint-csökkenés (m)
Duna-Tisza közti Hátság	13,79	4,14	9 533	1,45
Nyírség	6,58	1,97	5 538	1,19
(Nagy-)Alföld	71,78	21,53	53 680	1,34
Kisalföld	3,84	1,15	5 278	0,73
Magyarország 200 mBf alatti területei	91,96	27,64	76 911	1,20

Amennyiben kiindulunk az SZTE (Szanyi és társai 2026) hidrodinamikai modellezés útján meghatározott termelési adataiból (110 millió m³/év) és a Vízterv Environ Kft. (2019) és Tran és társai (2022) számításai alapján a Nyírségre a VGT3-hoz háttéranyagként megadott vízkészlethiányból (6 km³ közettérfogat leürülés, 1,8 km³ valós vízkészlethiány), akkor egyértelművé válik, hogy a felszín alatti vízkészlethiányt csak egy kisebb részben okozhatja a felszín alatti vizek kitermelése, mert 10–15 év alatt nem alakulhat ki 17 évnél termelésnek megfelelő vízkészletcsökkenés még a korábban említettek miatt lecsökkent maradó beszivárgások esetén sem. Valamint az sem lehetséges, hogy az illegális vízkivételekkel megnövelt víztermeléseket érdemben alulbecsültük volna.

Ebből következik tehát, hogy a felszín alatti vízkészletek csökkenését – a víztermelés gyenge emelkedésén túlmenően – az utánpótlódási viszonyok kedvezőtlen változása, annak erős csökkenése okozza, amit nem elsősorban a csapadékmennyiség lecsökkenése, hanem inkább annak évszakos eloszlása, a párolgás növekedése miatti beszivárgáscsökkenés, a szilárd halmazállapotú csapadékok előfordulásának és a hóborítottságnak az erős csökkenése határoz meg.

A klímamodellek szerint az eddigi trendek kedvező változásával a XXI. században biztosan nem számolhatunk.

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Megoldási lehetőségek – elvi megfontolások

Magyarországon a felszín alatti vízkészletek vízmérlege a jelenlegi és a jövőben várható időjárási viszonyok mellett erősen deficit, amit jól mutat a talajvízszintek regionális és egyértelmű süllyedési tendenciája. Még jobban mutatja a probléma súlyát, hogy a Tóth-féle egységmedence-szemlélet (Tóth 1963, 2009) alapján kialakuló hidrodinamikai rezsimben, azaz az alföldi jellegű gravitációs áramlási rendszerekben a vízforgalom döntő része a felszín közelében zajlik le, azaz a dinamikus vízutánpótlódás lehetősége a talaj és a sekély rétegvízadók szintjén a legmagasabb (1. ábra). Ha ezekben a vízforgalom szempontjából legkevésbé érzékeny rendszerekben ekkora vízmérleghiány alakul ki, az a felszín alatti vízforgalom jelentős torzulását, sőt sérülését mutatja!

Éppen ezért mindenképpen mihamarabbi cselekvésre, szakmai szemléletváltásra és lakossági szemléletformálásra van szükség, és annak tudatosítására, hogy ha nem teszünk semmit, akkor pár évtizeden belül nem lesz elegendő ivó- és ipari vízünk. Azt a köztudatban máig élő hitet, miszerint a felszín alatti vízkészleteink korlátlan mértékben rendelkezésre állnak, el kell oszlatni, mint ahogyan azt a képzetet is, hogy ha csökkennek a vízszintek, akkor mélyebb kutakat kell a víztermelés szolgálatába állítani. Ismételten hivatkoznunk kell a gravitációs rendszerek azon hidraulikai alapon bizonyítható sajátosságára, hogy a mélységgel az elérhető dinamikus vízkészlet mennyisége exponenciálisan csökken, azaz ugyanakkora hozamokat csak exponenciálisan növekvő depressziókkal lehet tartósan kitermelni, ami a vízszintek további csökkenését okozza, ami egy egyre gyorsuló és trendjeiben fenntarthatatlan környezeti állapotot idéz elő. Mindezek miatt csak a legindokoltabb célokra és módokon szabad a felszín alatti vízkészleteket hasznosítani!

Felmerülhet a jogos kérdés, hogy hogyan juthattunk el idáig, és hogy hogyan lehet előbb a kedvezőtlen hatásokat mérsékelni, később pedig a trendeket megfordítani. Mindezek megértéséhez érdemes talán felhívni a figyelmet arra, hogy a korábbi vízgazdálkodási döntéseket egy alapvetően más helyzetben hozták, mivel az éghajlatváltozás felgyorsulását megelőző időben a felszín alatti vízkészletek mennyiségi védelme alacsony prioritású volt, tekintettel az utánpótlódási viszonyok kedvező voltára. Ebben a helyzetben természetesen a felszín alatti vízkészletek minőségi védelme volt a legfontosabb, és a döntések ilyen prioritási tengelyek mentén születtek meg. A bemutatottak talán jól jelzik, hogy ma már – bizonyos esetekben – a „mennyiségi” vízgazdálkodás érdeke azonos súlyú vagy esetleg még magasabb prioritású is kell, hogy legyen a „minőségi” vízgazdálkodás érdekénél (vízminőség-védelemnél), ugyanis például egy nagymértékű mennyiségi javulás (talajvízpótlás) prioritást élvezhet kismértékű vízminőség-romlás kockázatával szemben. Nem véletlen, hogy a VKI párhuzamosan kezeli a mennyiségi és minőségi jó állapot fenntartását, de előfordulhat, hogy azzal kell szembesülni, hogy a kétfajta állapot legkedvezőbb kombinációja egy gyenge minőségi állapot kockázatát előrevetítő, de a gyengébből jó mennyiségi állapotúvá tett víztest lesz.

Azt is egyértelműen látni kell, hogy a felszín alatti víztermelés csökkentése nem fogja megfordítani a romló mennyiségi állapotot, viszont ellehetetleníthet bizonyos szükségszerűen végzendő emberi (ipari és mezőgazdasági) tevékenységeket, azaz a víztermelés mértéke emelésének taxatív tiltása nem oldja meg a problémát!

Azt is ki kell jelteni, hogy az imént említettek alapján egy korábban elvetett megfontolás vagy megoldás alkalmazható/alkalmazandó lehet, ha egy a korábbtól eltérő, új prioritási sorrendet alkalmazunk. Éppen ezért egy új fontossági sorrend (prioritási lista) kidolgozása szükséges, amiben szerepet kap a felszíni és felszín alatti vizek áramlási/szivárgási sebességének csökkentése, a vizek felszíni vagy felszín alatti tározásának növelése és természetesen a vízhasználatok új szemlélete mentén történő racionalizálása is.

Gyakorlati megoldások

Mivel a felszín alatti vízmérleg deficit, ezért részben a bevételi oldal növelésével, részben a kiadási oldal csökkentésével lehet eredményt elérni. Vannak vagy lehetnek olyan intézkedések is, melyek egyszerre növelik a vízkészleteket és csökkentik a víztermelést is.

Ha kiindulunk abból, hogy a vízkészletek a felszín alatt, a felszínen és a légkörben fordulnak elő, akkor általánosságban fontos lenne, hogy a felszín alatti vízkészleteinket minél kisebb mértékben alakítsuk át felszíni, illetve közvetlenül légköri vízzé (vízpára). Hasonlóképpen fontos lenne, hogy a felszíni vizeink vízpárává alakulását is – a lehetőségekhez képest – korlátozzuk. Emellett arra is szükség van, hogy a légkör víztartalmát, amikor az csapadék formájában felszíni vízzé válik, minél nagyobb mértékben visszatartsuk, s ha lehet, akár talajvízdúsítással közvetve felszín alatti vízzé konvertáljuk. Valójában a felsoroltak mindegyikére – különböző mértékben ugyan, de – van lehetőség, amiket a következőkben sorolunk fel.

Lakossági oldalról fontos lenne a minél nagyobb takarékoság, a szürkevízrendszerek megvalósításának támogatása lakossági szinten, pl. nagyobb társasházoknál, lakótelepi környezetben a szürkevízrendszer kiépítésére való kötelezés új építésű építményeknél. Ugyancsak elő kellene írni vagy a csapadékvizek kötelező gyűjtését a szürkevízrendszerekben történő hasznosítás vagy locsolás miatti vízfelhasználás csökkentése, vagy – ahol ez lehetséges – lokális elszikkasztás engedélyezését a párolgási veszteségek csökkentése érdekében.

Összességében nem szennyezett csapadékvizek szikkasztásának vagy szürkevízként történő hasznosításának támogatása vagy előírása, illetve a szennyezett csapadékvizek tisztításának és a tisztított csapadékvizek nyelésének támogatása mindenképpen szükséges lenne.

Kismértékű vízfelhasználás-csökkenést okozhat a víztakarékos csapok és tartályok használatára vonatkozó kötelezés.

Olyan térségekben, ahol erre kedvezőek az adottságok, ott meg kell fontolni egy előtisztítás után a burkolt felületekről, utakról történő csapadék-vízgyűjtés megoldását, ezeknek a tározótereknek a létesítésének anyagi támogatását, és az ott tározott vizek szabályozott körülmények közötti hasznosításának engedélyezését. A tározott vizek fel-

használása a felszín alatti víztermelések csökkenését kell, hogy eredményezze.

A mezőgazdasági területek öntözését alapvetően felszíni vizekre kell alapozni, a felszín alatti vízbázisú öntözést vissza kell szorítani, illetve feltételekhez kell kötni. Például a felszín alatti vízre telepített öntözőrendszerek esetén öntöződrén-rendszert kellene alkalmazni. A hagyományos lineár rendszerű öntözés támogatását vissza kell szorítani; az ilyen öntözések esetén a kijuttatott víz jelentős része (80%-a) azonnal elpárolog, a maradék nagyobb része pedig a talaj felszínéről, azaz a növényzet számára ennek csak minimális része hasznosul. Ezzel szemben a dréneken keresztül történő öntözés esetén alig van párolgási veszteség, nemcsak a vízfelhasználás csökken, hanem a hatékonyság is nő. Tehát nem az olcsóbb hagyományos öntözési módokat, hanem a drágább, de fenntartható öntözési eljárásokat kellene előnyben részesíteni.

Országos szinten meg kell vizsgálni a MAR (Managed Aquifer Recharge) rendszerek telepítésének lehetőségét, amivel felszíni vizek, egyes helyeken tisztított szennyvizek talajvízpótlási célú nyelését lehet megvalósítani. Ilyen szennyvízre alapozott rendszerek arid és szemi-arid térségekben (ahol a felszín alatti vízmérleg-deficit évszázadokra nyúlik vissza) sok évtizede működnek, és ezeknek tapasztalatai alapján a kedvező víznyelő képességű, felszínközeli képződmények, például eltemetett síkvidéki folyómedrek, lefűződött kanyarulatok vízpótlása nyelésével megvalósíthatóvá válik. Amennyiben például a felszín alatti víztermelés okán képződő tisztított szennyvizek akár csak részben MAR rendszereken keresztül hasznosulnak, az a vízmérleg-deficitet csökkenti. Elősegítheti a szennyvízalapú MAR rendszerek elterjedését a szennyvíztelepek kibocsátási határértékeinek szigorítására irányuló EU-szabályozás várható bevezetése. Hasonlóképpen fontos lenne a tisztított szennyvizek ipari vízként, például hűtővízként történő felhasználásának támogatása olyan helyeken, ahol a tisztított szennyvizek minősége az ipari célú felhasználást nem akadályozza. Ahogyan a geotermikus hőhasznosításnál, úgy a vízhasznosításnál is kaskádrendszereket kell kialakítani, ahol egy adott vízhasználat lefolyó vizeit többszöri hasznosítás után lehetne csak a felszíni vízfolyásokba juttatni. Mindez természetesen többletköltségek mellett, de hatékonyabb vízfelhasználást eredményez. Új ipari létesítmények telepítésénél elsődleges szempontnak kell(ene) lennie a megfelelő mennyiségű és minőségű ipari víz rendelkezésre állása és a fejlesztéseknél előnyben kell részesíteni a kevésbé jó ipari vízminőséget kívánó technológiák alkalmazását az említett kaskádrendszerű vízhasznosítás érdekében.

Át kell gondolni a belvízstratégiát. A belvíz elleni védekezés esetén – ahol lehetséges – a belvizeket nem a területről levezetni, hanem arra alkalmas területen például nagy átmérőjű kavicskutakkal elnyeletni szükséges. A megfelelő talajművelési módok alkalmazásával meg kell teremteni a téli hidrológiai félév csapadékainak minél nagyobb mértékű beszivárgását, el kell kerülni a rossz talajművelés okozta beszivárgáscsökkenés okozta álbelvizek megjelenését. Ahol lehet, ott öntöződrén-rendszereket kell telepíteni, amiket lehetőség szerint, – amikor az rendelkezésre áll – felszíni vizekkel kell megtáplálni.

Át kell tekinteni a felszíni víztározás lehetőségeit, a korábbi terveket felül kell vizsgálni. Az országban számos sík- és dombvidéki tározó terve készült el, melyek anyagi források hiányában nem valósultak meg. Amennyiben a létesítésük feltételei még mindig adóttak, akkor elsősorban öntözési célú, de akár ökológiai célú vízpótlásra is ezeket a tározókat meg kell építeni annak érdekében, hogy a mezőgazdaság vízellátását minél nagyobb részben felszíni vízre lehessen átállítani.

Meg kell említeni, hogy a mezőgazdasági területek időszakos elárasztása, azaz a „*Vízet a tájba!*” program is közvetve segítheti a felszín alatti vízkészlet-gazdálkodást. A mezőgazdasági területek elárasztása a téli, párolgásmentes időszakban hasznos lehet, mivel a mezőgazdasági talajok pórusaiban érdemi mennyiségű vizet raktároz el, ami csökkenti a mezőgazdaság – részben felszín alatti – öntözővízigényét. Általánosságban az elárasztás – néhány kedvező adottságú területtől eltekintve – nem, vagy csak igen kis mértékben hat a talajvízadókra, sokszor érdemi talajvízpótlást nem jelent, hanem a talajvíz feletti háromfázisú zóna vízellátását javítja meg erősen. Mára az általános talajvízszint-csökkenés miatt a talajvíz szintje annyira mélyre került, ezáltal a háromfázisú vagy más néven vadózus vagy telítetlen zóna annyira megvastagodott, hogy az jelentős mennyiségű vizet tud tározni, aminek egy része a felszíni párolgástól védett mélységbe kerül. Ilyen módon a mezőgazdasági területek elárasztása a felszín alatti vízkészletek szempontjából mindenképpen előnyös, de érdemi talajvízszint-emelő hatása nincs. Azokon a területeken, ahol a talajvíz táplálására a földtani-vízföldtani adottságok kedvezőek, MAR-rendszereket lehet szükséges és indokolt a jövőben telepíteni. Sajnos a medrek süllyedése miatt a gravitációs elven történő elárasztásra az alacsony folyóvízszintek miatt egyre ritkábban van mód, de ahol és amikor a gravitációs elöntés megvalósítható, azt érdemes megtenni.

Mesterséges beavatkozásokkal növelni kell a vízádóban tározott vizek mennyiségét, csökkenteni kell a felszín alatti vizek szivárgási sebességét, ezáltal megnövelni a tartózkodási időket a beszivárgási helyektől. Ennek megvalósítása érdekében a felszíni vizek, vízfolyások szintjét mindenképpen emelni kell, amivel megvalósulhat a talajvizek hidraulikai megtámasztása. A felszín alatti vízkészleteink csökkenése miatt tehát szükséges emelt szintű vizek kialakítása, a lehetőségektől függően fenékküszöbök létesítése, esetleg duzzasztások megvalósítása. A felszíni vizek szintjeinek megemelésével megnő a lehetőség az árterek, a csatornák, csatornarendszerek gravitációs módon történő táplálására, ezáltal a felszíni és felszín alatti vizek minél jelentősebb mértékű visszatartására. A potenciál-szintek mesterséges emelésével, akár több kilométer széles zónában többletvizek tárolhatók (a 10. ábrán bemutatott folyamatok ellenkező irányú megvalósításával) elhanyagolható mértékű párolgás mellett, ami lehetővé teszi a betárolt vízkészletek szükség szerinti kitermelését aszályos vagy száraz időszakban, FAVÖKO vízkészletek biztosítását a növényzet számára és emellett kellemesebb mikroklimát is biztosíthat a térség lakosságának is.

A talajvízrendszereknél szóba jöhet a talajvízlépcsőzés is, ahol a talajvíz-szivárgás útjába épített, felszín alá sülly-

lyesztett gátakkal duzzasztjuk vissza a talajvizeket egyben lassítjuk le a szivárgást a szintek emelése érdekében.

A vízkészlethiány miatti prioritások megváltozása anyagi eszközök mihamarabbi rendelkezésre bocsátását is megköveteli, látni kell, hogy a jelenlegi folyamatok mellett egyre nagyobb nehézségekkel fog a vízellátás szembenézni, sőt egyes térségekben a lakossági és ipari vízellátás a jövőben akár teljesen el is lehetetlenülhet és egyre nagyobb és egyre nehezebben visszafordítható folyamatok indulhatnak el a vizes élőhelyek károsodásában, valamint a növényzet pusztulásában.

IRODALOMJEGYZÉK

BKÉR (2025). Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer. Éves jelentések. Miskolci Egyetem.

EU (2000). Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve (2000. október 23.) a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról, Document 32000L0060 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/ALL/?uri=celex:32000L0060> (Letöltés dátuma: 2025.12.18.)

ITM (2018). A 2018-2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra is kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia, https://vizeink.hu/wp-content/uploads/2022/10/VGT3/hatteranyagok/1_6_hatteranyag_NES_Ogy_alta_elfogadott.pdf

Kozák, P (2025). Felszíni vízkészleteink változása a Tisza-völgyben, tapasztalatok, kilátások a klímaváltozás tükrében, „Víz a tájban – Klímaadaptáció konfliktusokkal” konferencia, 2025. november 6. https://www.hidrologia.hu/wp-content/uploads/2025/11/05_Dr.-Kozak-Peter_2025_10_29_VTT_Aszaly_konf_ea_tomortett_short.pdf

Lénárt, L. (2022). 30 éves Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer (BKÉR) és a rendszer legfontosabb észlelő kutja, az Nv-17. Hidrológiai Közlöny, 102. évf. 4. sz. pp. 22-30.

Lénárt, L. (2024). A hatékony csapadékcsoportok és a fajlagos vízszint emelkedések kapcsolata a BKÉR néhány figyelőpontja adatai alapján. Felszín Alatti Vizekért Alapítvány, Konferenciakiadvány, XXX. Almássy Endre Konferencia a Felszín Alatti Vizekről ISBN 978-615-02-4331-3. Siófok, 2024. szeptember 18-19.

SZERZŐ



KOVÁCS BALÁZS okleveles bányamérnök (hidrogeológus-mérnökgeológus, Nehézipari Műszaki Egyetem, 1989), 1999-ben szerzett PhD fokozatot a Miskolci Egyetemen a földtudományok területén. 1992 óta főállású oktató-kutató, a Nehézipari Műszaki Egyetemen, a Szegedi Tudományegyetemen, illetve a Miskolci Egyetemen. Jelenleg a Miskolci Egyetem Műszaki Föld- és Környezettudományi Karán egyetemi docens, intézeti tanszékvezető. Főbb kutatási területei a hidrodinamikai, anyag és hőtranszport-modellezés, vízkutatás, vízkészlet-gazdálkodás, alkalmazott hidrogeológia és geotechnika.

Szanyi, J., Abdulhaq, H.A., Hegyi, R., Gál, T., Szabó, É., Lossos, L., Tóth, E. (2026). Assessment of Changes in Groundwater Resources Due to Climate Change for the Purpose of Sustainable Water Management in Hungary. Preprints 2026, 2026012237. <https://doi.org/10.20944/preprints202601.2237.v1>, in press.

Tran, H.Q., Fehér, Zs.Z., Turi, N., Rakonczai, J. (2022). Climate Change as an Environmental Threat on the Central Plains of the Carpathian Basin Based on Regional Water Balances, Geographica Pannonica, Volume 26, Issue 3, pp. 184–199 (September 2022), | ISSN 1820-7138 <https://doi.org/10.5937/gp26-37271>

Tóth, J. (1963). A theoretical analysis of groundwater flow in small drainage basins. – Journal of Geophysical Research 68/16, pp. 4795-4812. <https://doi.org/10.1029/JZ068i016p04795>

Tóth, J. (2009). Gravitational systems of groundwater flow – Cambridge University Press, p. 297. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511576546>

Víziterv Environ Kft (2019). Az aszálykockázat kezelése és a klímaalkalmazkodási képesség javítására irányuló intézkedések meghatározása - A víz keretirányelv előírásai szerinti állapotértékelések, elemzések, vizsgálatok, valamint a vízgyűjtő-gazdálkodási tervek második felülvizsgálata és korszerűsítése, KEHOP-1.1.0-15-2016-00008, szakvélemény, https://vizeink.hu/wp-content/uploads/2021/04/Aszaly_VGT3_2021.pdf (letöltés: 2026.02.01)

URL1. odp.met.hu

URL2. <https://geoportal.vizugy.hu/talajvizkutak/index.html> (Letöltés dátuma: 2026.02.02.)

URL3. https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_hazai_valtozasok/hom-erseklet_es_csapadektrendek/csapadekosszegek/index.php (Letöltés dátuma: 2025.11.03.)

URL4. https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evek_idojarasa/ (Letöltés dátuma: 2025.11.02.)

URL5. <https://data.vizugy.hu/>

URL6. www.ksh.hu

Felszíni vízkészleteink változása az Alsó-Tisza-völgyben, tapasztalatok, kilátások a klímaváltozás tükrében

Kozák Péter¹, Fiala Károly², Vas Anna Katalin³, Benyhe Balázs⁴, Fehérvári István⁵

¹ Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság igazgatója, a Nemzeti Községi Egyetem Víz tudományi Karának docense.
(e-mail: kozakp@ativizig.hu)

² Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság osztályvezetője (e-mail: fialak@ativizig.hu)

³ Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság munkatársa (e-mail: benyheb@ativizig.hu)

⁴ Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság szakágazati vezetője (e-mail: benyheb@ativizig.hu)

⁵ Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság munkatársa (e-mail: fehervari@ativizig.hu)

DOI: 10.59258/hk.23992



Kivonat

Az Alsó-Tisza vízgyűjtője különleges hidrológiai adottságokkal rendelkezik, mely elhelyezkedéséből és domborzatából fakad. Az árvizek keletkezése szempontjából van olyan folyóvölgy, amely az árvizek kialakulásával/tetőzésével kapcsolatban csak néhány napos időelőnnyel rendelkezik, de olyan is amelyen akár 10 napos előnye is van az operatív védekezést irányítóknak. A kialakuló árvizek képesek levonulni néhány nap alatt, de a Tisza esetében akár több hónapig elhúzódó árvizekkel is meg kell küzdeni. A vízgyűjtő talajadottságai, domborzata és területhasználati módja miatt a belvizek kialakulására különösen érzékeny. Az aszályok és a vízhiányok elleni küzdelem jelentős feladatokat jelentett a múltban és jelent napjainkban is. A vízhiányok súlyossága kapcsán nagy figyelem irányul mind a felszíni, mind a felszín alatti készletekre.

Kulcsszavak

Csapadék, talajnedvesség, lefolyás, párolgás, vízháztartás, klímaváltozás.

Changes in our surface water resources in the Lower-Tisza Valley, experiences and prospects in the light of climate change

Abstract

The Lower Tisza river basin has unique hydrological characteristics due to its location and topography. In terms of flood occurrence, there are river valleys that have only a few days advance warning of the onset/peak of floods, but there are also those that give operational flood control managers up to 10 days' advance warning. Floods can subside within a few days, but in the case of the Tisza, floods can last for several months. Due to the soil conditions, topography, and land use of the catchment area, it is particularly susceptible to inland flooding. Combating droughts and water shortages has been a major challenge in the past and remains so today. Given the severity of water shortages, considerable attention is being paid to both surface and groundwater resources.

Keywords

Precipitation, soil moisture, runoff, evaporation, water management, climate changing.

BEVEZETÉS

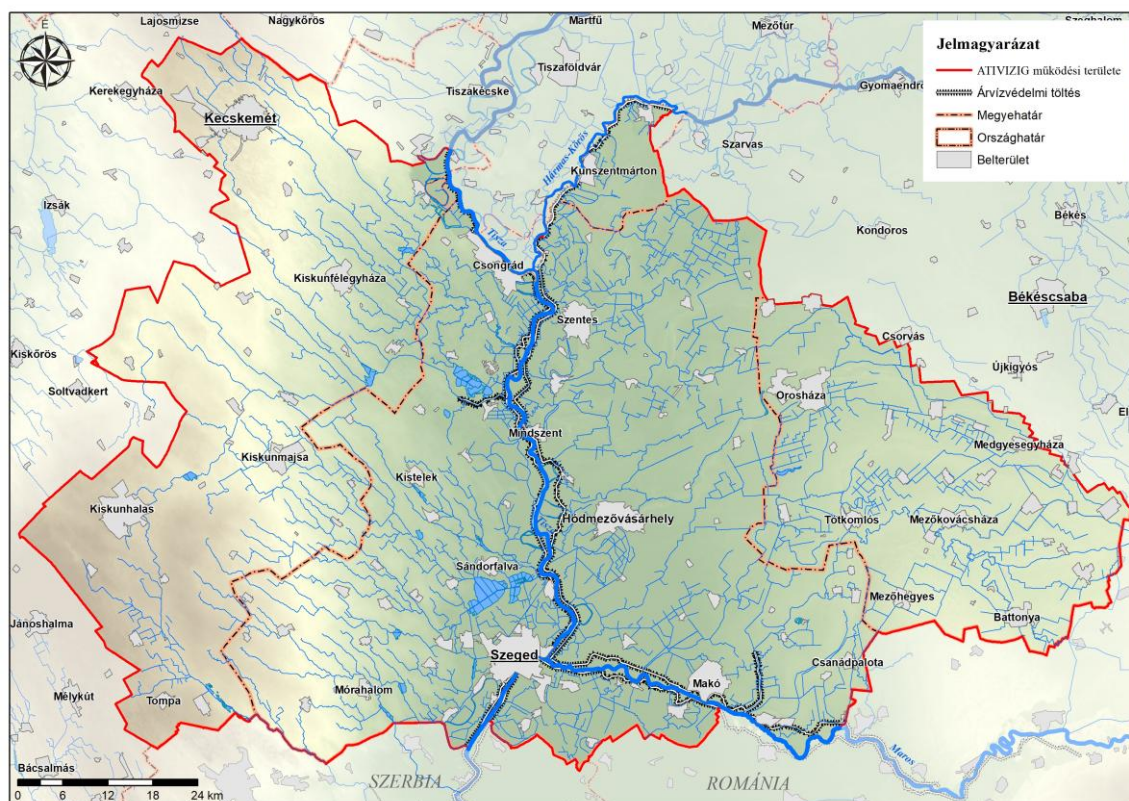
A közép-európai vízgyűjtők hidrológiai jellemzőiben jelentős változások tapasztalhatók, amelyek elsődlegesen a vízkészletek térbeli és időbeli eloszlásának megváltozásában nyilvánulnak meg látványosan. Ezen folyamatok a közép-európai és ezeken belül kiemelten a magyarországi vízgyűjtőkön tapasztalt korábbi mintázatokban jelentős változásokat indukálnak, melyek legmarkánsabban a Tisza völgyét, ezen belül az alsó-tiszai vízgyűjtőket érintik. Habár a vízkészletek csökkenése a közvélemény számára is szembetűnő, azonban a lezajló változások, sokkal összetettebb kapcsolati rendszerek által fejtik ki hatásukat a vízgazdálkodási körfolyamatok jelenlegi állapotára és azok jövőben várható alakulására.

Az Alsó-Tisza vízgyűjtője speciális területi és éghajlati adottságokkal rendelkezik. Síkvidéki elhelyezkedése miatt

lassú összegyűlekezési folyamatok jellemzik, amelyeket erőteljesen befolyásolnak a felszín alatti vizek aktuális áramlási viszonyai. Az érintett folyószakaszokat rendkívül csekély vízszintesések (1-3 cm/km) jellemzik egyaránt árvízi és kisvízes időszakokban is.

AZ ALSÓ-TISZA VÍZGYŰJTŐJÉNEK SAJÁTOSSÁGAI

Az Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság (ATIVIZIG) területe (1. ábra) lefedi az Alsó-Tisza hazai vízgyűjtőjét, amely az Alföld nagytájon helyezkedik el. Működési területe érinti a Körös-Maros köze középtájt, a Duna-Tisza közti síkvidéket, az Alsó-Tisza-vidék középtájt. A középtájakat az alábbi kistájak építik fel: Körösszög, Csongrádi-sík, Békési-hát, Marosszög és Dél-Tisza-völgy, Bugaci-homokhát keleti fele, a Dorozsma-Majsai-homokhát, a Kiskunsági-löszöshát, a Bácskai-löszössíkság, valamint a Dél-Tisza-völgy.



1. ábra. Az ATIVIZIG működési területe (ATIVIZIG 2026)
Figure 1. Activity field of ATIVIZIG (ATIVIZIG 2026)

A felszíni vízkészletek szempontjából a közvetlen vízgyűjtőn keletkező vízkészletek mennyiségét jelentősen meghaladják az érintett folyószakaszokon (Tisza, Hármas-Körös, Maros) rendelkezésre álló vízkészletek. Mivel az érintett folyószakaszok kisvízei a környező terepszintekhez képest sokkal alacsonyabban (3-5 méterrel) vonulnak le, így azok megőrzése és az érintett vízgyűjtőkre történő kijuttatása érdekében a Tisza-völgyben folyami duzzasztók kerültek megtervezésre és megépítésre Tiszalöknél, Kiskörénél, illetve Szerbia területén Törökbecsénél. Az Alsó-Tisza kisvízi vízjárására meghatározó hatást a Körösök és a Maros vízrendszerében, Románia területén létesített tározók fejtenek ki. (Románia területén a két mellékfolyó vízrendszerében több mint 70 db tározó található.) A Csongrád térségében tervezett vízlépcső tervezési munkálatai nem fejeződtek be, annak előkészítő munkálatait leállították (2. ábra).

A mélyártéri területek vízellátásába közvetlenül bekapcsolható gravitációs vízkivezetési pontok jellemzően azon torkolati műtárgyakat jelentik, melyeknek elsődleges feladata az összegyűlekezett fölös vizek, tisztított szennyvizek, termál-csurgalékvizek folyóba vezetése, illetve a mélyártéri területek és a csatlakozó vízgyűjtő mélyfekvésű területeinek védelmének biztosítása a folyó magas vízállásainál bekövetkező elöntések ellen. A domborzati adottságok következtében mindösszesen 100 km hosszúságú (az ATIVIZIG összes csatornahosszához mindösszesen 2%-a!) csatornahálózat kapcsolható be ilyen módon a vízforgalomba, és ezek hatásterülete messze elmarad a felső- és középtiszai adottságokhoz kapcsolódó lehetőségektől.

Mindezen lehetőségek mellett is a folyókból történő gravitációs vízpótlás működtetése évtizedek óta a térség jellemzője. A torkolati műtárgyakon keresztül megvalósított gravitációs vízkivezetés csak az árhullámok apadó ágában engedélyezett. Ezen vízkormányzási gyakorlat hatékonyságát jelentősen befolyásolják a felvízi folyószakaszokon (Tisza – Kiskörös, Hármas-Körös – Békésszentandrás) található folyami duzzasztóművek üzemeltetésének hatásai, hiszen azok meghatározzák az alvízi szakaszokon kialakuló apadási viszonyokat. A jelenleg alkalmazott üzemeltetési gyakorlatok árhullámok apadó ágára gyakorolt hatásai korlátozzák a gravitációs vízkivezetések megvalósíthatóságát.

Azon vízkészletek, amelyek gravitációs, vagy szivattyús vízkivételekkel nem kerülnek kiemelésre a folyó ártéri területeire, hasznosítás nélkül hagyják el hazánk területét.

Az érintett vízgyűjtő vízigényeinek kielégítése – a csekély saját felszíni vízkészletek mellett – jelentősebb mennyiségben csak a folyami vízkészletekre alapozott szivattyús vízkivételek üzemével lehetséges, melyek a meglévő vízjogi engedélyekkel rendelkező vízhasználatok igényét képesek folyamatos üzemükkel biztosítani. Területi adottság, hogy ezen vízellátó rendszerek (3. ábra) közbenső tározók nélkül létesültek, és a vízigények gyakorlatilag közvetlenül kerülnek kielégítésre. A rendszerek működtetésével 33 688 ha terület ellátása biztosítható 13 db folyami vízkivétel és 1 db gravitációs (középtiszai vízkészletekre alapozott) vízátvétel segítségével. A rendszerek működtetésével 2025. évben 119 millió m³ víz került a területre kijuttatásra.

A KÖRNYEZETI FELTÉTELEK ÉS AZOK VÁLTOZÁSÁNAK JELLEMZÉSE

A terület éghajlata mérsékelt meleg, illetve meleg-száraz, azonban az elmúlt 10-15 évben tapasztalt meteorológiai és az ezek következményeként kialakult hidrológiai változások az éghajlat szárazodására hívják fel a figyelmet.

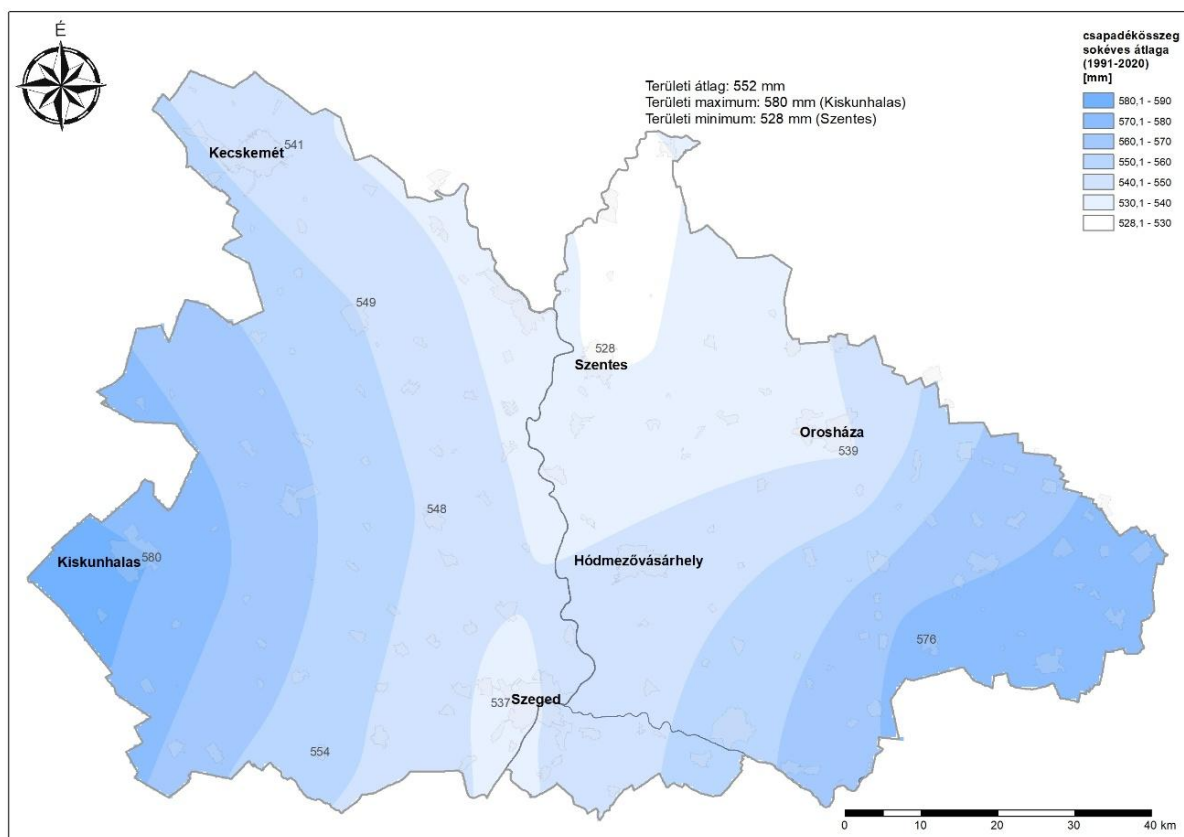
Csapadék

A vízgyűjtő vízkészletének elsődleges forrása a csapadék, amely a folyó közvetlen és a Tisza folyó teljes vízgyűjtő területén áll rendelkezésre. A csapadék és az abból keletkező közvetlen, vagy a folyórendszeren keresztül érkező lefolyás mennyiségében idővel jelentős változás következett be, melynek bemutatása a későbbi fejezetekben található. Az Alsó-Tisza közvetlen vízgyűjtőjén regisztrált éves csapadékösszeg 30 éves átlagértéke 528-590 mm (4. ábra).

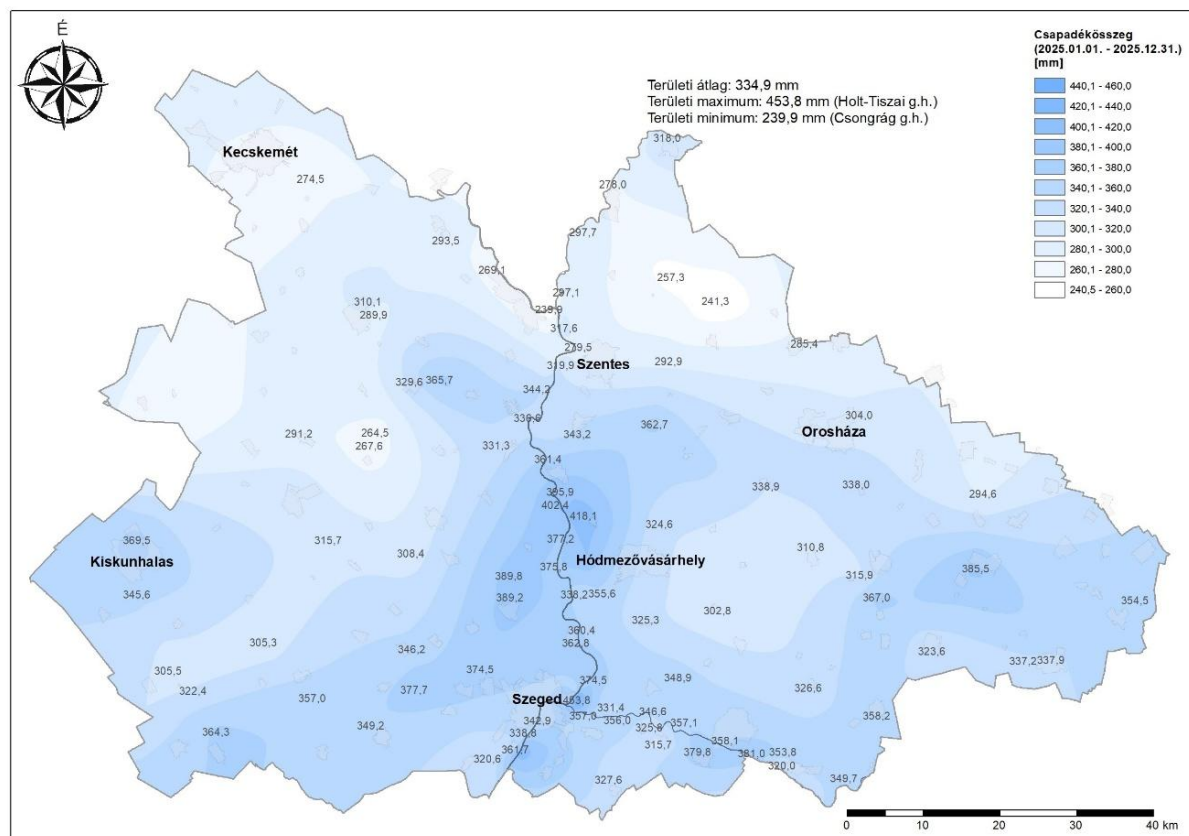
A csapadék éves összegének alakulása 2022-től gyakorlatilag folyamatos csökkenést mutat a mért értékekben, melynek következtében 2024-ben 320-420 mm közötti értékek voltak észlelhetők. 2025-ben a rendkívül csapadékszegény időjárás tovább folytatódott, és az éves összegek tovább csökkentek. A legkevesebb csapadék Kiskunmajsán hullott 2025-ben: 268 mm. Az éves összegek 240-450 mm között alakultak, melyet az 5. ábra szemléltet.

A csapadék havi eloszlásában is kedvezőtlen változások következtek be. 2024-ben mindösszesen két hónap (szeptember, december) volt, amikor a sokéves havi átlagot meghaladó csapadék hullott (6. ábra).

2025-ben ez a kedvezőtlen tendencia tovább folytatódott és már márciusban hullott a sokéves átlagot meghaladó csapadék a területre (7. ábra).

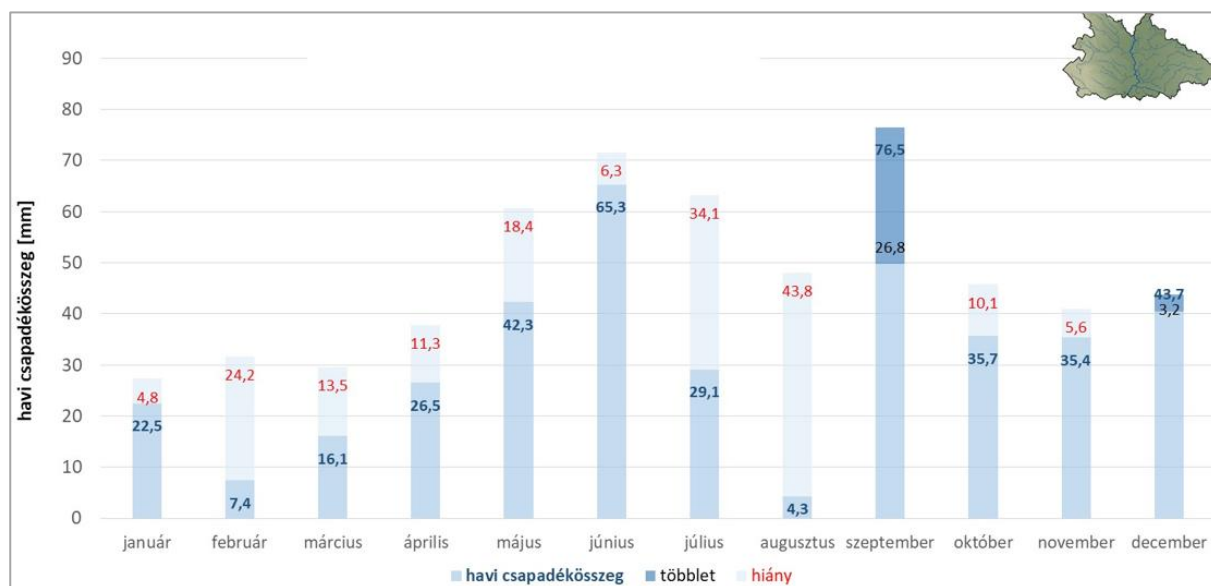


4. ábra. A csapadék éves összegének 30 éves átlaga (ATIVIZIG 2026)
Figure 4. 30 years average annual precipitation (ATIVIZIG 2026)



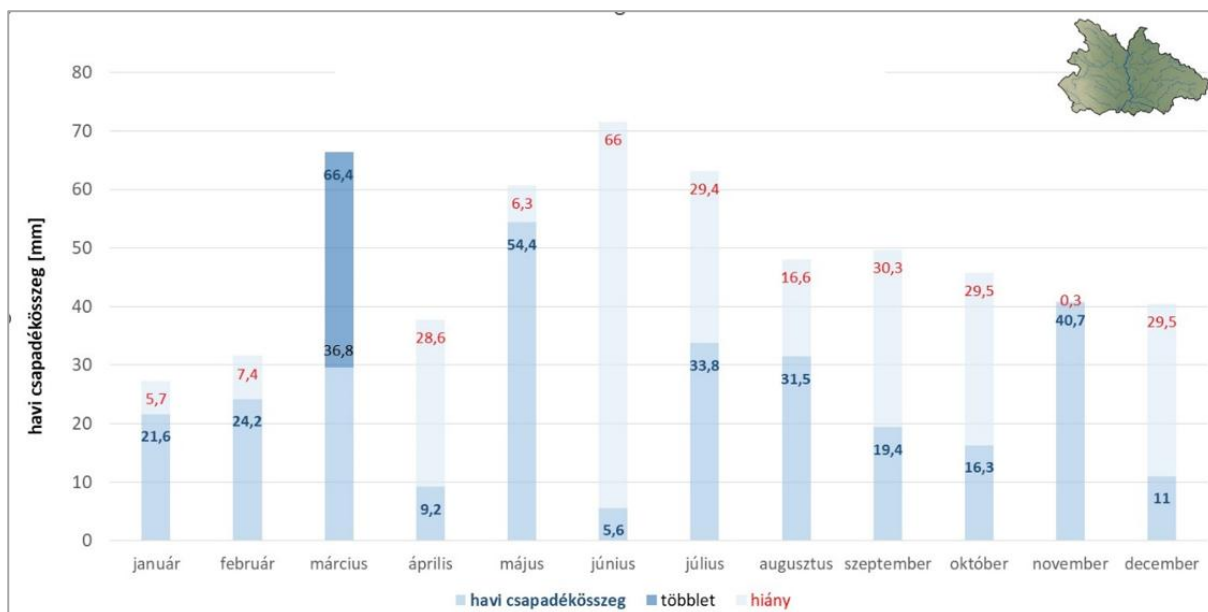
5. ábra. A csapadék éves összege 2025-ben (ATIVIZIG 2026)

Figure 5. The annual precipitation in 2025 (ATIVIZIG 2026)



6. ábra. Havi csapadékösszegek alakulása 2024-ben (ATIVIZIG 2026)

Figure 6. Monthly precipitation amounts in 2024 (ATIVIZIG 2026)



7. ábra. Havi csapadékösszegek alakulása 2025-ben (ATIVIZIG 2026)

Figure 7. Monthly precipitation amounts in 2025 (ATIVIZIG 2026)

Ezen folyamatok eredményeként a vízhiány az alábbiak szerint alakult:

- 2024: - 144 mm,
- 2025: -168 mm.

A terület csapadékviszonyainak szemléltetésére meg kell említeni, hogy ugyanezen vízgyűjtőn a rendkívül csapadékos 2010. évben 799,8-1024,6 mm közötti csapadékösszegeket észleltek.

Léghőmérséklet

Az évi napsütéses órák száma kiemelkedően magas, 2 000-2 100 óra körüli volt, ettől csak kismértékű eltérés volt tapasztalható. Az középhőmérséklet éves átlaga az elmúlt 30 évet alapul véve: 11,4 °C. A rendkívül csapadégszegény időjárást az évi középhőmérsékletek fokozatos emelkedése kísérte az alábbiak szerint:

- 2024: 12,6 °C,
- 2025: 13,3 °C.

A léghőmérséklet éves középértékének emelkedése a 2024-2025-ös évben az országos átlagnál magasabb volt +1,9 °C-kal. Ennek hatása jelentős károkat okozott a térség természeti környezetében és mezőgazdasági kultúráiban egyaránt.

Párolgás

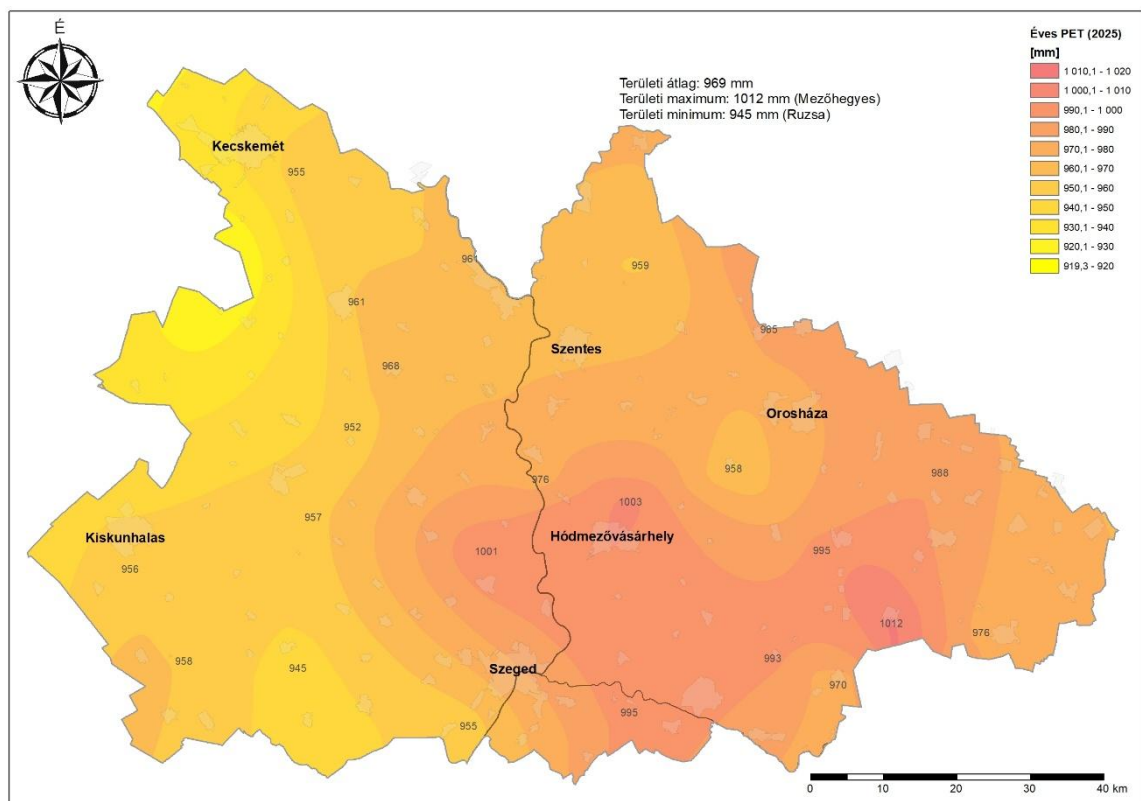
Az emelkedő léghőmérséklet a párolgásra is jelentős hatást gyakorol. Sajnálatosan, az intézményesített párolgásmérés gyakorlata hazánkban megszűnt, így a párolgást

– mint a vízmérleg egyik legmarkánsabb részét – csak közvetett becslési módszerekkel tudjuk meghatározni. A párolgás potenciális értéke a vizsgálati területen 2025 évre 1 012-945 mm közötti értéket mutat a 8. ábra szerinti területi eloszlásba.

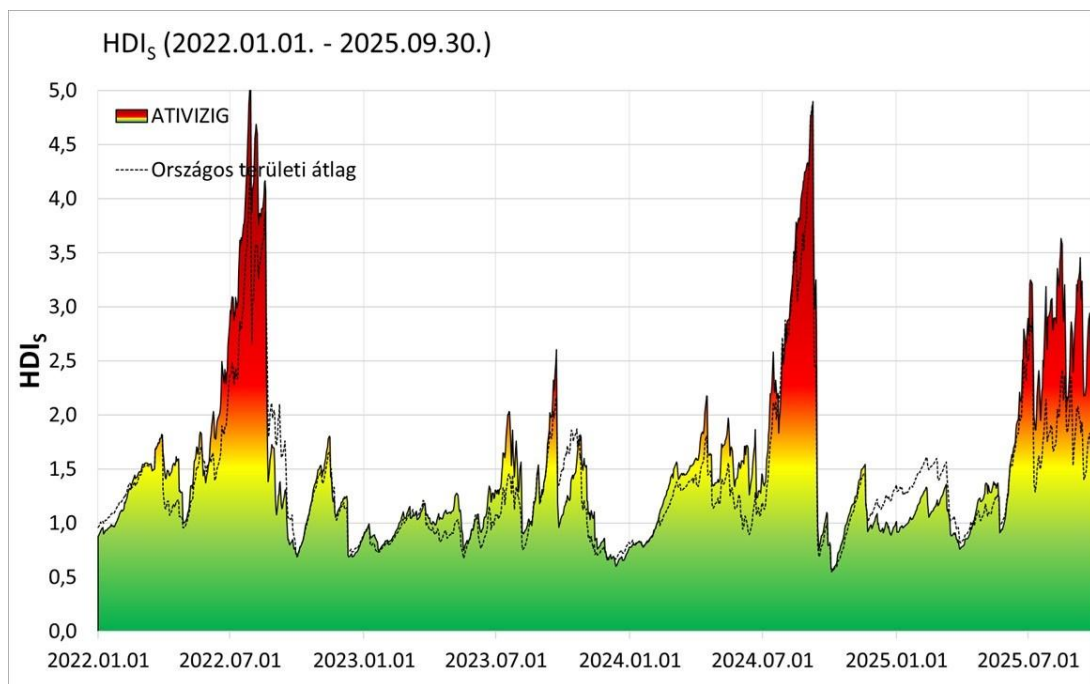
AZ ASZÁLY IDŐBELI KITERJEDÉSE

Az aszály jelenségének területi nyomon követésére Magyarország területén kiépítésre került az Aszálymonitoring hálózat (Fiala 2018). A hálózat terepi mérési eredményei alapján került meghatározásra az aszály számszerű jellemzésére az aszályindex (HDI_s). Az index értéke alapján számszerűsíthető az aszály súlyossága. Az aszály súlyosságának és időbeli kiterjedésének meghatározásakor a vizsgálati terület vonatkozásában – és tulajdonképpen Magyarország területére kiterjedően is – fel kell ismerni, hogy a tapasztalt aszály jelensége túlmutat a naptári éveken, hiszen annak hatásai több évre kiterjedően kimutathatók. A korábbi évenkénti aszály helyett hazánkban is „beköszöntött” a szakirodalomban „megaaszály”-ként leírt jelenség, amely éveken túlnyúlóan fejt ki hatását (Ionita és társai 2021, Wu és társai 2022, Fowler és társai 2022, Conradt és társai 2023, Chen és társai 2025, Van Mouri és társai 2024).

Az index eredményei alapján megállapítható, hogy a vizsgált 1 365 nap időtartamának 64%-ában aszály volt tapasztalható. A jelenség ilyen jellegű vizsgálatai a hazai gyakorlatban még nem terjedtek el, azonban erre a jövőben mindenféleképpen hangsúlyt kell fektetni. Az aszály éveken áthúzódó hatását a 9. ábra mutatja be.



8. ábra. A potenciális éves párolgás összegének területi eloszlása 2025-ben (ATIVIZIG 2026)
Figure 8. Regional distribution of potential annual evaporation in 2025 (ATIVIZIG 2026)

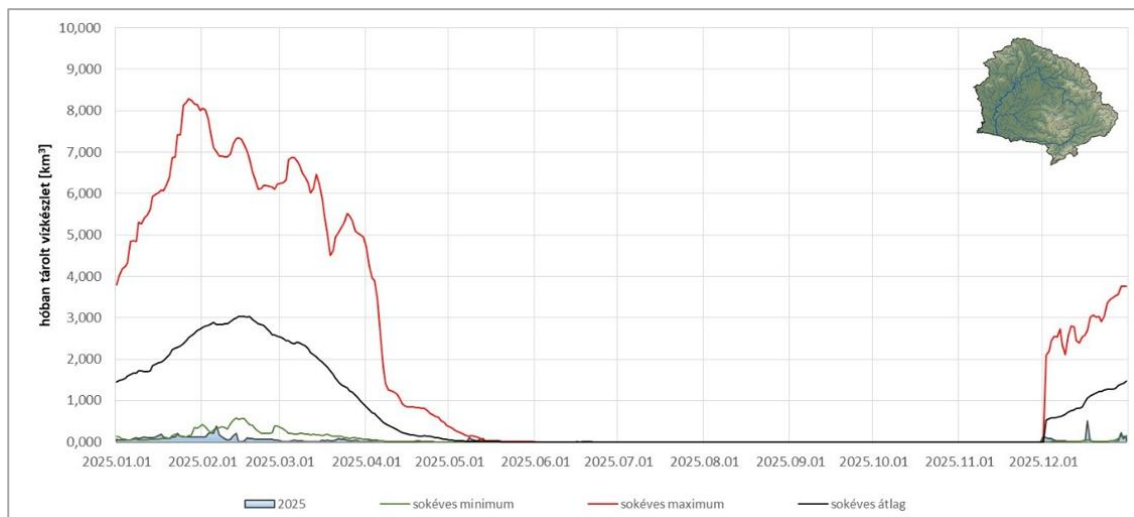


9. ábra. Az aszály mértékének ábrázolása 2022-2025 között (ATIVIZIG 2026)
Figure 9. Representation of the severity of drought between 2022 and 2025 (ATIVIZIG 2026)

LEFOLYÁS

A térség folyami vízkészleteinek egyedüli forrása a folyómedrekben megvalósuló lefolyás. Ennek mértéke és időbeli eloszlása egyértelmű kapcsolatban áll a vízgyűjtő felhalmozódási időszakában tapasztalt hófelhal-

mozódással. A 2026-ot megelőző években a hóban tárolt vízkészletek messze elmaradtak a sokéves átlagok értékeitől. 2025-ben a hófelhalmozódás értékének változását a folyó szegedi szelvényére vonatkoztatva a 10. ábra szemlélteti.



10. ábra. Hóban tárolt vízkészlet a Tisza szegedi szelvényéhez tartozó vízgyűjtőjén (ATIVIZIG 2026)

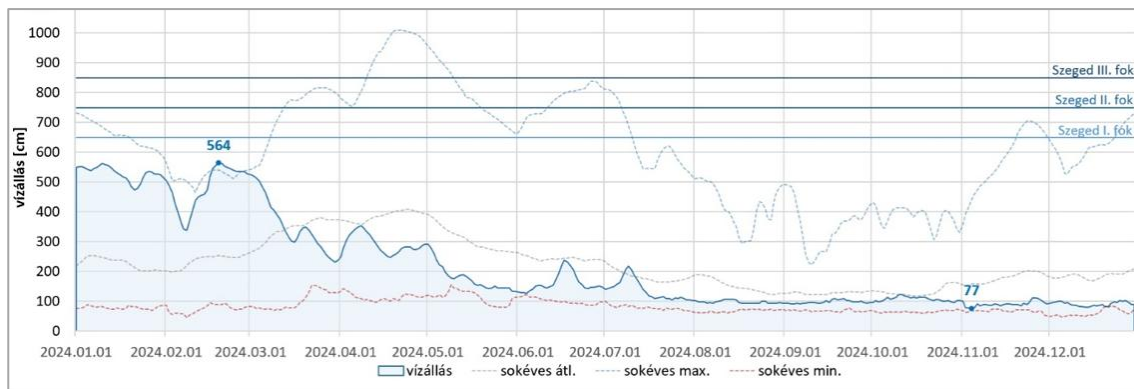
Figure 10. Water reserves stored in snow in the catchment area of the Tisza River at Szeged (ATIVIZIG 2026)

A 10. ábrával kapcsolatban fontos megjegyezni, hogy az alsó-tiszai közvetlen vízgyűjtőkön sem következett be hófelhalmozódás a 2024-es és a 2025-ös években. Ennek következtében a hómentes felhalmozódási időszak a közvetlen vízgyűjtők vízkészleteinek megújulását, annak felhalmozódási időszakban történő növekedését sem tette lehetővé.

A hófelhalmozódás és a folyók külföldi vízgyűjtőin található tározók üzemrendjeinek következtében kialakuló árhullámok eredményeként jelenik meg a folyókban az a vízkészlet, mely az érintett vízgyűjtő számára hasznosítható vízmennyiséget jelent. A közvetlen vízgyűjtőn a hó-, illetve

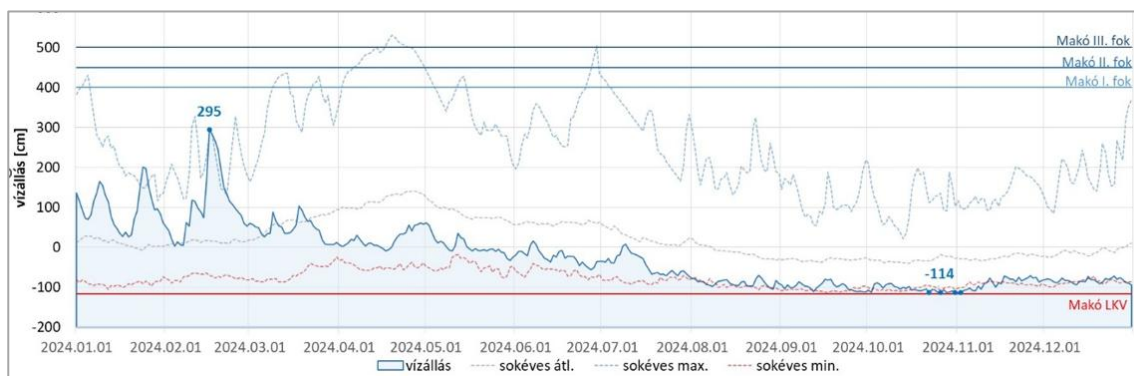
a csapadékfelhalmozódás elmaradása következtében a térségben csak a folyókban volt igénybe vehető vízkészlet.

A folyami vízkészletek mennyiségi és időbeli előfordulása a folyók vízjárási menetgörbéivel jellemezhető. A vizsgálati terület vonatkozásában ez legszembetűnőbben a Tisza, illetve a Maros menetgörbéivel jellemezhető. 2024-ben mind a Tisza, mind a Maros esetében az év eleji magasabb vízállások után a rendkívül alacsony vízállások voltak a dominánsak, melyek következtében a gravitációs vízkivezetések csak a Tisza esetében voltak üzemeltethetők (11. ábra és 12. ábra).



11. ábra. A Tisza vízjárása Szegednél 2024-ben (ATIVIZIG 2026)

Figure 11. Water levels of the Tisza River at Szeged in 2024. (ATIVIZIG 2026)

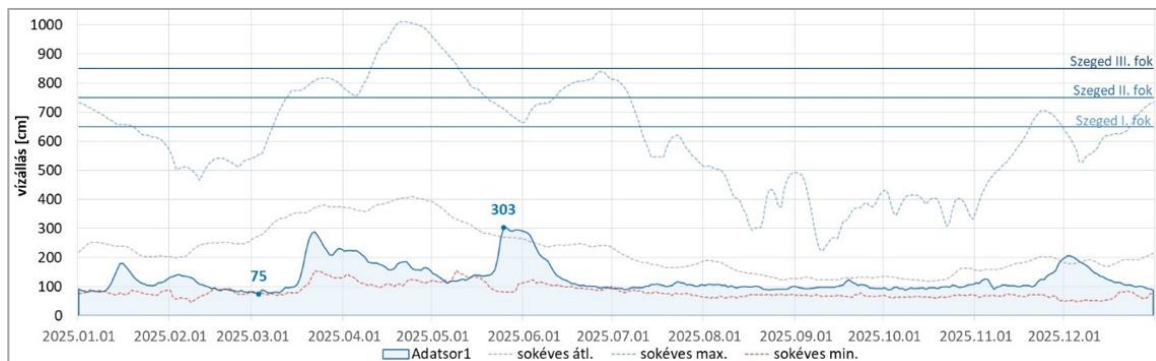


12. ábra. A Maros vízjárása Makónál 2024-ben (ATIVIZIG 2026)

Figure 12. Water levels of the Maros River at Makó in 2024. (ATIVIZIG 2026)

A rendkívül alacsony folyami vízállások időszaka 2025-ben is folytatódott, tovább növelve a rendkívül vízhiányos időszak hosszát, hiszen a 2024. évi magasabb tiszai vízállásokhoz hasonló vízszintek nem alakultak ki. A folyók gyakorlatilag tavaszi árhullámok nélkül kezdték meg az évet (13. ábra és 14. ábra).

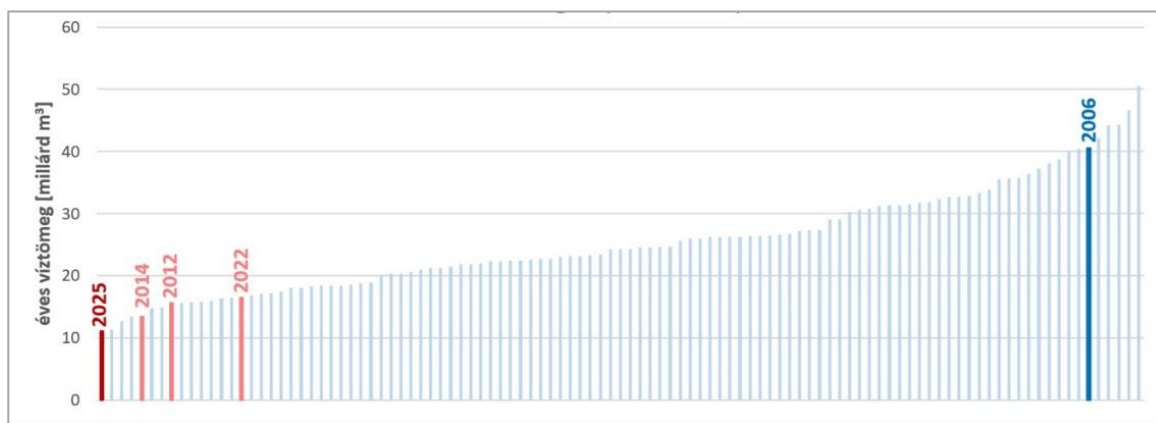
A folyó szegedi szelvényében tapasztalt lefolyás éves összege az átlagos $25,5 \text{ km}^3$ helyett 12 km^3 volt. Ez az érték az 1921 óta regisztrált értékek közül a legkisebb volt, amelyet a 15. ábra szemléltet.



13. ábra. A Tisza vízjárása Szegednél 2025-ben (ATIVIZIG 2026)
Figure 13. Water levels of the Tisza River at Szeged in 2025 (ATIVIZIG 2026)



14. ábra. A Maros vízjárása Makónál 2025-ben (ATIVIZIG 2026)
Figure 14. Water levels of the Maros River at Makó in 2025 (ATIVIZIG 2026)



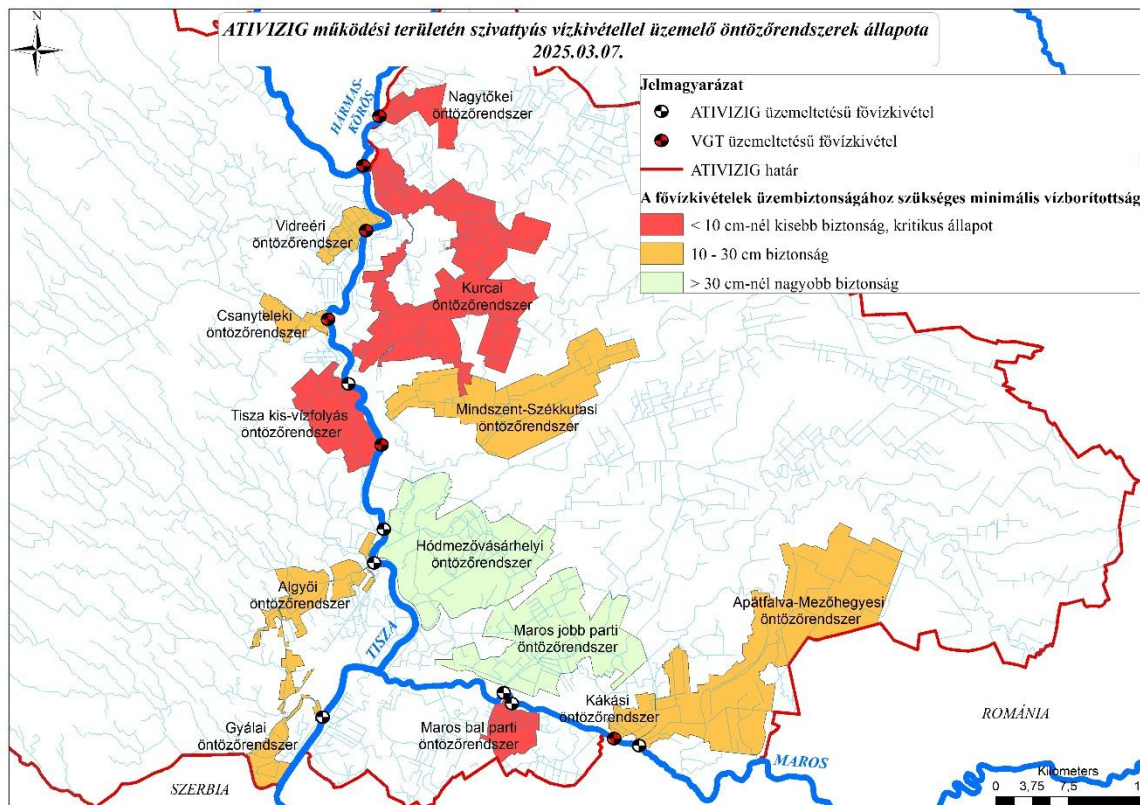
15. ábra. Lefolyó vízmennyiségek empirikus eloszlásgörbéje a Tisza szegedi szelvényben 1921-2025 között (ATIVIZIG 2026)
Figure 15. Empirical distribution curve of runoff volumes in the Tisza section in Szeged between 1921 and 2025 (ATIVIZIG 2026)

A fenti vízjárási helyzet kialakulása egyrészt a természeti tényezők – a minimális hófelhalmozódás –, másrészt antropogén tényezők közvetlen hatásainak eredményeként alakult ki. A Maros folyó romániai területén 65 db tározó üzemel, amelyek hatásaként a folyón megjelenő árhullámok döntő többsége visszatartásra került. A tiszai duzzasztók üzemrendje tovább fokozta az Alsó-Tisza kitettséget.

A fenti vízjárási helyzet következtében 2025 márciusának elején olyan vízszintek alakultak ki az Alsó-Tiszán, amelyek következtében az öntözési időszak megindítása került veszélybe, illetve lehetetlenné vált, mert a folyami vízkivételek szivattyúi közül számos nem rendelkezett kellő vízborítással, így azok üzeme közvetlen veszélybe került. A 16. ábra a 3. ábrán feltüntetett öntözőrendszerek

víz kivételi műveinek vízborítását mutatja be piros színnel, jelölve azon rendszereket, amelyek a fenti okból nem voltak indíthatók. A rendszerek működésével kapcsolatban megállapítható, hogy azok nem egyenszilárdságúak. Ennek oka egyrészt a vízkivételi művek kiépítési szintjeivel van összefüggésben, másrészt pedig az alsó-tiszai kisvízi duzzasztási görbe elmúlt években tapasztalt megváltozásához köthető. A kisvízi duzzasztási görbe hatását a Hármaskörösre és a Maros Makóiig terjedő szakaszára fejt ki. A

duzzasztási görbe változásának részletes vizsgálata további elemzéseket igényel, de a medermélyülési folyamatok és a Tiszán levonuló kisvízhozamok változása valószínűsíthető. A vízkivételek közül ki kell emelni a Maros jobbparti öntözőrendszert ellátó Maros jobb parti vízkivételt, mely úszóműves kialakítású, így a vízszintek csökkenésére kevésbé érzékeny.



16. ábra. Az Alsó-tiszai öntözőrendszerek folyami vízkivételeinek vízborítása a szivattyúk felett 2025. március 7-én (ATIVIZIG 2026)
Figure 16. Water coverage of river water intakes for irrigation systems in the Lower Tisza region above the pumps on March 7, 2025. (ATIVIZIG 2026)

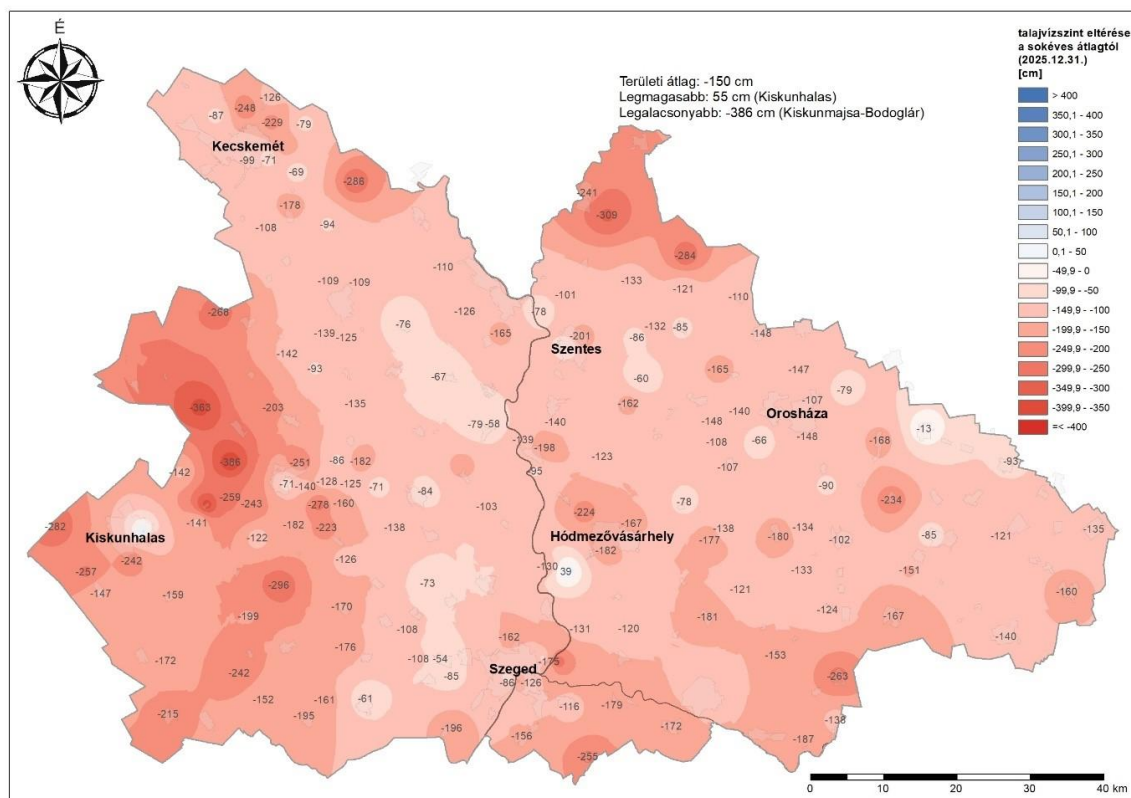
TALAJVÍZKÉSZLETEK

A térség vízkészleteiben jelentős nagyságrendet képviselnek a felszín alatti vízkészletek. A több évre kiterjedő, rendkívül aszályos időszak következtében a talajvízkészletek drasztikus csökkenése következett be, melynek eredményeként 2024-ben a sokéves átlaghoz viszonyítva az alábbi vízjárási jellemzők voltak regisztrálhatók:

- területi átlag: -131 cm,
- legmagasabb vízszint: -101 cm,
- legalacsonyabb vízszint: -491 cm.

A talajvizek csökkenése 2025-ben is folytatódott, az alábbiak szerint (17. ábra):

- területi átlag: -144 cm,
- legmagasabb vízszint: -67 cm,
- legalacsonyabb vízszint: -534 cm.



17. ábra. Talajvízszintek terep alatti szintje a sokéves átlagos értékekhez viszonyítva 2025-ben (ATIVIZIG 2026)
Figure 17. Groundwater levels below ground level compared to long-term average values in 2025 (ATIVIZIG 2026)

A talajvizek kérdéskörénél két további körülményt kell megemlíteni a vízjárás helyzet értékelésénél. Egyrészt a talajvízszintek süllyedésének következményeként a magasabb térszíneken lévő 14 db kút esetében a talajvízszintek az észlelőkutak talpmélysége alá süllyedtek, ezáltal a talajvízszint-észlelés ellehetetlenült, bekövetkezett a kutak kiszáradása. Ezen jelenség megkezdődése további 16 db kút esetében is észlelhető volt. Az ilyen mértékű talajvízszint-süllyedéssel érintett kutak a teljes észlelőhálózat 12%-át tették ki.

Másrészt a talajvízhelyzet romlásában a folyókon regisztrált alacsony vízállások is jelentős szerepet játszottak, hiszen amennyiben a folyami vízállás a környező talajvízszintek alatt helyezkedik el, annak depressziós hatása további talajvízszint-csökkenést indukál. A vizsgálati területen 15 évre (2010-2025) kiterjedő vizsgálat során határozták meg ezen hatás mértékét. A részletes elemzés a Tisza folyó mindszerinti vízmércéjén regisztrált vízállások és a vízmérce közelében elhelyezkedő, 4504 azonosítójú talajvízszint- monitoring kút adatainak menetgörbéit vizsgálta. Az elemzés szerint az elmúlt 15 éves időszak 40%-ában a folyami vízszintek a talajvízszintek alatt voltak, ezáltal azokra depressziót gyakoroltak.

A fentiek alapján megállapítható, hogy a vízgyűjtő közvetlenül, illetve közvetve érintő hidrológiai körfolyamatok gyorsuló tendenciát mutatnak az alábbiak szerint:

- a közvetlen vízgyűjtő sokéves átlagoktól elmaradó csapadékösszegei, melyek maximumai nem a leginkább

vízhiányos területeket érintették, átlagosan 300 mm csapadékhányt eredményezve (sokéves csapadékösszegek: 590 mm helyett 170-290 mm),

- sokéves átlagot meghaladó léghőmérséklet és az ehhez kapcsolódó extrém párolgás (átlagosan +1,89 °C léghőmérsékelt-növekedés és 1 100 mm potenciális párolgás),
- a folyó szegedi szelvényében észlelt folyami lefolyások mennyiségének 50%-os csökkenése (25,2 km³ helyett 12 km³),
- a közvetlen vízgyűjtőkön mérhető felszíni lefolyás megszűnése,
- a beszivárgás minimális értéke miatt a talajvízszintek intenzív csökkenése.

A KIALAKULT VÍZHIÁNYOS HELYZET KEZELÉSE

A térség vízkészleteiben jelentős nagyságrendet képviselnek a felszín alatti vízkészletek. A kialakult vízjárás helyzet azonnali intézkedéseket igényelt, azonban ezek elsődlegesen a meglévő vízgazdálkodási infrastruktúra hálózati elemek igénybevitelével voltak tervezhetők az alábbiak szerint:

- öntözőrendszerek vízkivételi szivattyútelepei,
- meglévő belvízelvezető/öntöző/kettős működésű csatornahálózat és vízkormányzó műtárgyai.

A területen vízmegtartási céllal igénybe vehető tározók korábban nem kerültek kialakításra. A meglévő vízgazdálkodási infrastruktúra-hálózat igénybevétele, azok funkcióinak módosításával az alábbi intézkedésekkel kerültek megszervezésre:

- meglévő csatornahálózat medreinek zárása a vízkészletek lehető legnagyobb mértékű megőrzésének elősegítésére,
- vízviSSzatartási célterületek pontosítása,
- öntözőrendszerek vízkivételi szivattyútelepeinek gépészeti átépítése az üzemelési biztonság megteremtésére,
- folyami vízkészletek gravitációs kivezetése az azt lehetővé tevő árhullámok során, az apadó ágban előálló vízszintek esetén,
- belvízelvezető csatornahálózat dinamikus üzemrendjének kidolgozása és alkalmazása,
- meglévő öntözési vízigények kiszolgálási rendjének felülvizsgálata (vízigény-management),
- úszó vízkivételi mű beszerzése,
- meglévő regionális vízátfutó rendszer (TIKE-VIR) üzemrendjének dinamikus felülvizsgálata.

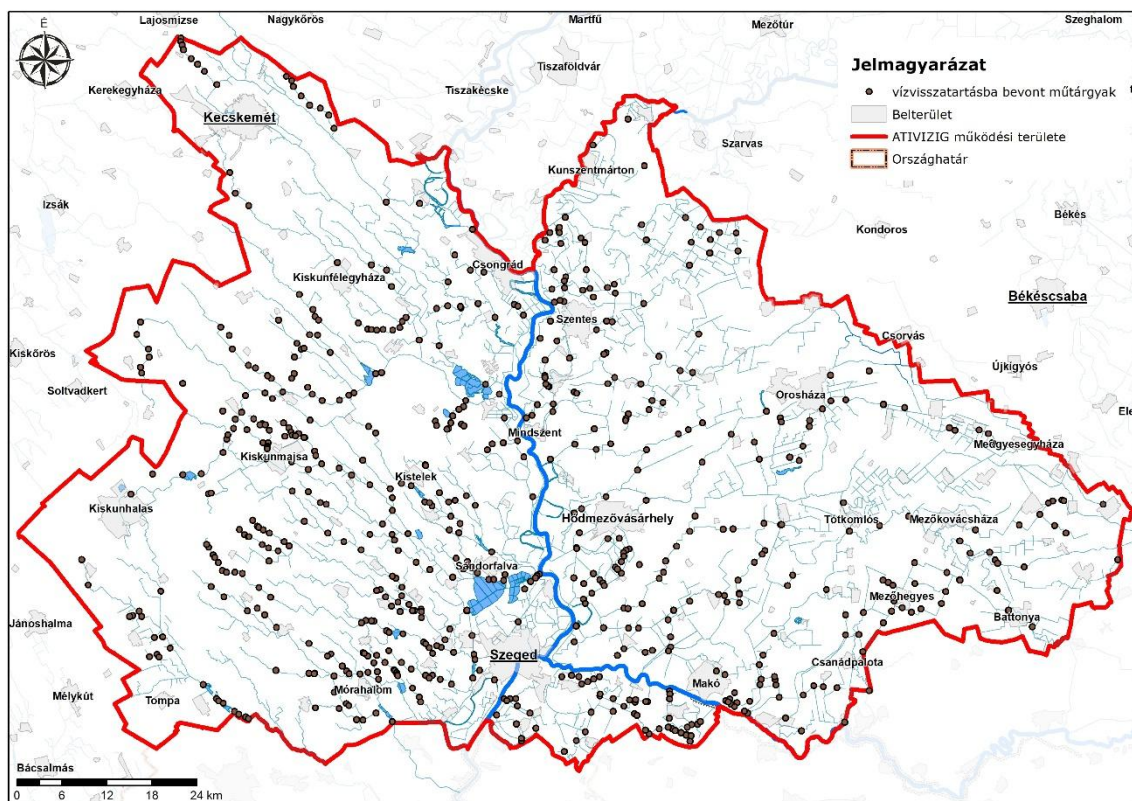
ELZÁRÁSOK LÉTESÍTÉSE A MEGLÉVŐ CSATORNAHÁLÓZATBAN

A térség vízkészleteinek megőrzésére a vízelvezető hálózatban mintegy 700 elzárás került létesítésre, illetve a mű-

tárgyak esetében megvalósításra. Ezen zárási helyszínek meghatározása során körültekintő vizsgálat végrehajtására volt szükség, hiszen a vízelvezető hálózat nemcsak a fölös vízkészleteket vezet el, hanem olyan vizeket is, amelyek a települések, az ipari és a mezőgazdasági üzemek mindennapi működéséhez kapcsolódóan keletkeznek; azok elvezetésétől eltekinteni jelenleg nincs mód. Az ilyen jellegű vízbevezetések az alábbiak:

- települési csapadékvizek, tisztított szennyvizek, használt termákvizek,
- külterületi mezőgazdasági termákvíz-használatból származó csurgalékvizek,
- kettős működtetésű vízrendszerek, melyek öntöző-víz-szállításban vesznek részt,
- beszivárgási-feláramlási területek.

A 18. ábra az ATIVIZIG működési területén meglévő elzárási helyeket mutatják.



18. ábra. Zárt állapotú zsilipek a vízelvezető rendszerben 2025.09.19-én (ATIVIZIG 2026)

Figure 18. Closed sluices in the drainage system on September 19, 2025 (ATIVIZIG 2026)

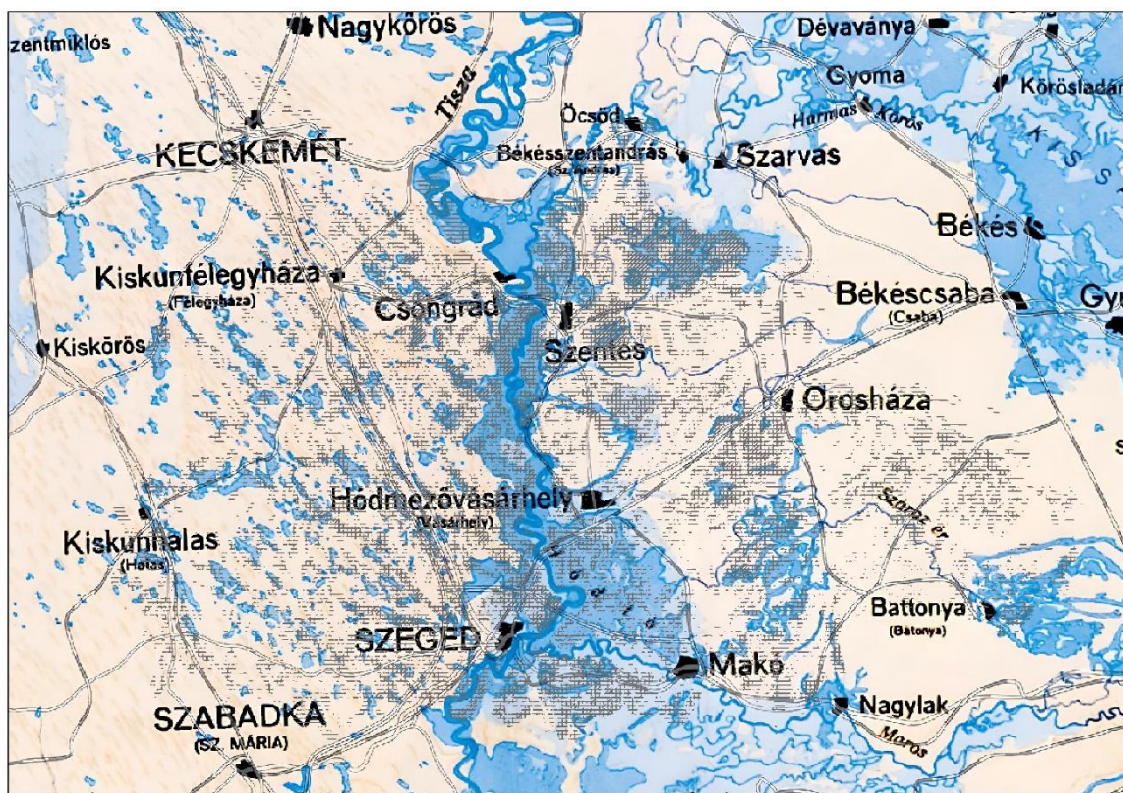
VÍZVISSZATARTÁSI CÉLTERÜLETEK PONTOSÍTÁSA

A vízmegtartási intézkedések hatékonyságának biztosítására megfelelő területek kijelölésére volt szükség. Ezt a kiválasztási folyamatot jelentős mértékben segítette a 2025 tavaszán megindított „Víz a tájba!” kezdeményezés, melynek során a földtulajdonosok területeket ajánlhattak fel vízmegtartási helyszíneként. Ezen kezdeményezés hatékonyságának növelésére nagyobb hangsúlyt kaptak a korábbi holtmedrek, felhagyott csatorna- és folyószakaszok,

így alakítva ki vízmegtartási területeket. Továbbá a korábbi felszíni vízmegtartási intézkedéseken túlmutatóan beazonosításra kerültek azon területek, amelyek felszín alatti víztározókenti igénybevételével, a vízkészletek a korábbi meder vonulatokban juttathatók. A vizsgálatok metodikai fejlesztését dr. habil Sipos György irányításával a Szegedi Tudományegyetem Természeti- és Környezetföldrajzi Tanszékének kutatócsoportja végezte. A metodika kifejlesztése során az alábbi szempontrendszer került alkalmazásra:

- természetiföldrajzi fejlődés,
- a vízjárta területek térképezése,
- domborzati vizsgálatok,
- területhasználati elemzések,
- beszivárgási potenciál vizsgálatok.

A vízviisszatartási célterületek pontosítása során megállapítást nyert, hogy az 1840-ben kezdődött lecsapolási munkálatok eredményeként létrejött vízelvezető hálózat működése során nem változott meg a belvízi elöntések területi előfordulása (19. ábra).



19. ábra. Az 1840 előtti vízjárta területek (kék színnel jelölve) és 1957-2006 közötti belvíz elöntések (sraffozott jelölés) egybevetése (ATIVIZIG 2026)

Figure 19. Comparison of areas flooded before 1840 (marked in blue) and inland flooding between 1957 and 2006 (hatched markings) (ATIVIZIG 2026)

FOLYAMI VÍZKÉSZLETEK GRAVITÁCIÓS KIVEZETÉSE

Megfelelő adottságok esetén a folyómedrekben rendelkezésre álló vízkészletek gravitációs kivezetésével a vízhiány területi mértéke jelentősen csökkenthető. A vizsgálati területen csak a vízelvezető rendszer gravitációs torkolati zsilipjein keresztül vezethető ki víz a csatornába. A terület vízgazdálkodási gyakorlatának több évtizedre visszatekintő szerves részét képezi ezen beavatkozás, azonban ennek alkalmazását két tényező alapvetően meghatározza. Egyrészt ezen rendszerek nem rendelkeznek előzetesen kiépített tározókkal, így a csatornahálózat, annak morfológiai adottságaihoz illeszkedően mintegy 100 km hosszban (az igazgatóság kezelésében lévő mintegy 4 800 km hosszú csatornahálózat 2%-a) vehető igénybe ilyen céllal. Másrészt a folyami vízkészletek csak az árhullámok apadó ágában nyithatók meg és csak a csatornák üzemi vízszintje alatti folyami vízállások esetében (ezáltal megelőzve, hogy arra nem felkészített területek kerüljenek elöntés alá). Mivel az Alsó-Tisza vízjárását a felette létesített duzzasztóművek üzemrendje jelentősen befolyásolja, így ezen időszakok a természetes vízjárási helyzetnél ritkábban és rövidebb ideig fordulnak elő.

A folyami vízkészletek hullámtéri területekre történő kivezetése is hatékony vízpótlást tesz lehetővé. Az Alsó-Tisza vonatkozásában a tapasztalatok alapján a vízjárás alakulása az elmúlt 10 évben mindösszesen 2 alkalommal, és akkor is csupán 1-2 nap időtartamban haladta meg a hullámtéri területek terepszintjét, ezáltal gyakorlatilag megszüntette a vízpótlás ezen formájának megvalósulását. A helyzet kezelésére további gravitációs vízbevezető műtárgyak építése lenne indokolt legalább a hullámtéri holtágak gravitációs vízpótlásának megvalósítására. Ilyen jellegű beavatkozásra az igazgatóság jogerős vízjogi engedéllyel rendelkezik a Mártélyi-Holt-Tisza vízpótlására, mely beavatkozás eddig forráshiány miatt nem valósult meg.

ÖNTÖZŐRENDSZEREK VÍZKIVÉTELI SZIVATTYÚTELEPEINEK ÁTÉPÍTÉSE

A folyómedrekben kialakult rendkívül alacsony vízállások az öntözővíz ellátást is veszélyeztették, illetve el is lehetetlenítették. A helyzet azonnali kezelésére az igazgatóság szakemberei felmérték valamennyi vízkivételi mű kiszolgáltatottságát az alacsony folyami vízszintekkel kapcsolatban (függetlenül azok tulajdonosi viszonyaitól), és beavatkozási tervet készítettek a szükséges műszaki beavatkozásokról. A tervben az érintett szivattyútelepek esetében az

alábbi műszaki beavatkozási lehetőségek kerültek részletes vizsgálatra előkészítési, megvalósítási és üzemeltetési szempontból:

- úszóműre telepített provizórium,
- parti létesítményre telepített provizórium,
- gépészeti átalakítások az üzembiztonság érdekében.

A vizsgálatok szerint a leghatékonyabb a vízkivételi művek szívóoldali átalakítása, amelyhez kapcsolódó tervezési, előkészítési munkák haladéktalanul megkezdődtek. Az ATIVIZIG működési területének ellátását biztosító 13 szivattyútelepből 8 átépítését célul tűzték ki, melyből 6 megvalósult 2025-ben. 2 szivattyútelep átépítése pedig 2026-os tervként szerepel.

VÍZGAZDÁLKODÁSI INFRASTRUKTÚRA DINAMIKUS VÍZKORMÁNYZÁSI ÜZEMRENDJE

A meglévő vízgazdálkodási infrastruktúra dinamikus üzemrendjével kapcsolatban fontos szempont volt, hogy a hatályos vízjogi engedélyekkel rendelkező igények kiszolgálását (pl: használtvizek elvezetése) továbbra is biztosítani kell annak ellenére, hogy a térségi vízmegtartási elvárások gyakran ezen elvezetési irányokkal ellentétes elvezetési irányokat követeltek ki. A gyakorlat megalapozott kidolgozásához a teljes vízgyűjtő vonatkozásában az elvezetési igények felülvizsgálatára lett volna szükség (figyelembe véve a területhasználati módok racionalizálásának indokoltságát), azonban erre nem volt lehetőség. Az üzemrendi módosítás alapja a lehető legmagasabban tartott üzemvízszintek és a lefolyás maximális mértékű lassítása/megszüntetése volt. Tekintettel arra, hogy az igazgatóság kötelezettségekkel rendelkezik a kárt okozó vizek elvezetésére, így áthidaló megoldásként az elzárásokhoz (!) rendelt folyamatos hidrológiai helyzetértékelő rendszer került kifejlesztésre és bevezetésre. Ennek keretén belül, a műtárgyakhoz kapcsolódóan annak kezelői a csapadék-, talajnedvesség- és talajvíz adatokról folyamatos helyzetértékelést kapnak, mely alapján a műtárgyázások segítségével kialakított magasabb üzemvízszintek dinamikus

(vízháztartási viszonyokhoz dinamikusan illeszkedő módon) szabályozhatók.

A fentiekben leírt eljárásrend természetesen nem helyettesíti vízgyűjtő jelenlegi és az aszályos időszakokhoz meghatározott jövőbeni területhasználati igényekhez átalakított felszíni (és felszín alatti) vízgazdálkodási infrastruktúra rendszerek kialakítását.

MEGLÉVŐ ÖNTÖZÉSI VÍZIGÉNYEK KISZOLGÁLÁSI RENDJÉNEK FELÜLVIZSGÁLATA (VÍZIGÉNY MANAGEMENT)

A lecsökkenő vízkészletek előtérbe hozták a vízjogi engedéllyel rendelkező vízhasználatok és vízigények kiszolgálási rendjének felülvizsgálatát. A szűkös vízkészletek megkövetelik a hatékonyság fokozását, és ehhez a vízigények előzetes bejelentése, valamint a szolgáltató (ATIVIZIG) általi jóváhagyása szükséges. A rendszerekben rendelkezésre álló egyidejű vízsugár-kapacitások csak akkor használhatók ki hatékonyan, ha a vízhasználók igényeit a rendelkezésre álló kapacitások függvényében csoportosítva, szükség szerint időben elosztva elégítik ki. Az igazgatóság ezen okból a mezőgazdasági vízhasználók részére digitális vízigénybejelentő felületet hozott létre, ahol a vízhasználók igényeiket jelezhetik és az azokkal kapcsolatos visszaigazolást megkapják. A tapasztalatok alapján ez az eszköz, kiegészítve a vízhasználatok online mérésével, jelentősen növeli a vízkészletek felhasználásának hatékonyságát.

ÚSZÓ VÍZKIVÉTELI MŰ BESZERZÉSE

A tartósan lesüllyedt folyami vízszintek szivattyútelepekre gyakorolt további káros hatásainak kezelésére, illetve a jövőben a folyók mentén felmerülő vízpótlási igények kiszolgálására az igazgatóság úszó vízkivételi művet szerzett be az alábbi kapacitásokkal (1. kép):

- vízhozam: $Q = 900 \text{ l/s}$,
- emelő magasság: $H = 10 \text{ m}$.

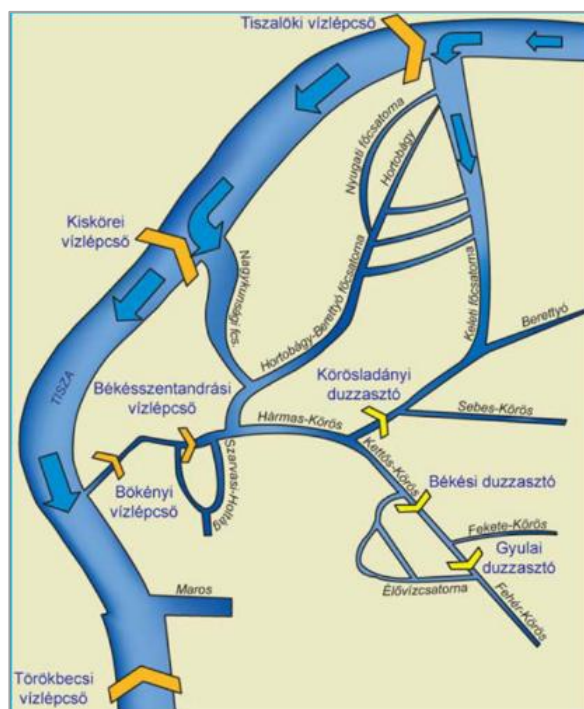


1. kép. A beszerzett úszós vízkivételi mű (ATIVIZIG)
Photo 1. The purchased floating water intake unit (ATIVIZIG)

MEGLÉVŐ REGIONÁLIS VÍZÁTVEZETÉSI RENDSZER (TIKEVIR) ÜZEMRENDJÉNEK DINAMIKUS FELÜLVIZSGÁLATA

A Tisza hazai vízrendszerének vízmegosztó rendszere, a Tisza-Körös-völgyi Együttműködő Vízgazdálkodási Rendszer (TIKEVIR) évtizedek óta biztosítja a tiszai vízkészletek vízgyűjtők közötti átvezetését, ezáltal mezőgazdasági vízhasznosítási és ökológiai célok támogatását (20. ábra).

Jelen, rendkívüli vízhiányos időszakban a TIKEVIR nélkül nemcsak az Alsó-Tisza mentén léptek volna fel üzemeltetést akadályozó vízállapotok, hanem a folyó közép- és felső szakaszán is. Jelen állapotban a meglévő rendszer is csak közvetlen, a vízigények előzetes bejelentésére épülő vízkormányzási rendre alapozva volt képes biztosítani az igények kielégítését. Habár ezen rendszer közvetlenül az alsó-tiszai igények töredékének kielégítésére van közvetlen hatással, az Alföldön nélkülözhetetlen és meghatározó jelentőségű.



20. ábra. A TIKEVIR rendszer áttekintő ábrája (URL1)
Figure 20. Overview diagram of the TIKEVIR system (URL1)

ÖSSZEFOGLALÁS

A 2025. évi rendkívüli aszályos helyzet sok azonnali, közép- és hosszútávú feladatra irányította rá a figyelmet. Talán a legfontosabb, hogy a környezeti változások oly mértékben felgyorsultak, hogy már a közvetlen életfeltételeinkre is hatással vannak. Ennek következtében a vízgazdálkodás, azon belül is a rendelkezésre álló készletek szétosztása egyértelműen fókuszba került, és az azonnali megoldások első számú letéteményese lett, holott az üzemeltetett infrastruktúra hálózat nem ilyen feladatokra és nem a jelenlegi terület-használati gyakorlatra lett kialakítva. Az igények újradefiniálása nem maradhat el, az immár bekövetkezett és reális éghajlatváltozási tendenciák figyelembevételével. Ezeknek az igényeknek számszerűsített, konkrét értékekkel kell rendelkezniük, mert a szükséges mérnöki létesítmények csak ezek alapján határozhatók meg.

A környezeti állapotok és ennek szerves részeként a vízállapotok értékelésénél a korábbi gyakorlattal szemben nem szakterületi vizsgálatokra van szükség, hanem komplex megközelítésre, kiemelten a légköri, felszíni és felszín alatti vízállapotok átfogó értékelésére. A korábbi évenkénti elemzések mellett szükség van az éveken áthúzódó tendenciák beazonosítására és a változások mintázataiban lévő információk felismerésére, valamint azoknak az adható válaszokba (intézkedésekbe) történő beépítésére.

A publikáció a Hidrológiai Közlöny 106/2 kötetében megjelent írás másodközlése!

IRODALOMJEGYZÉK

- ATIVIZIG (2026). ATIVIZIG adattár.
Chen, L., Brun, Ph., Buri, P., Fatichi, S., Gessler, A., McCarthy, M.J., Pellicciotti, F., Stocker, B., Karger, D.N. (2025). Global increase in the occurrence and impact of

multiyear drought events. Science.
<https://doi.org/10.1126/science.ado4245>

Conradt, T., Engelhardt, H., Menz, C., Vicente-Serrano, S.M., Farizo, B.A., Domínguez-Castro, Peña-Angulo, D., F., Eklundh, L., Jin, H., Boinean, B., Murphy, C., López-Moreno, J.I. (2023). Cross-sectoral impacts of the 2018–2019 Central European drought and climate resilience in the German part of the Elbe River basin. *Reg Environ Change* 23, 32. <https://doi.org/10.1007/s10113-023-02032-3>

Fiala K. (2018). Operatív aszály- és vízhiánykezelő monitoring rendszer. *Hidrológiai Közlöny*, 98. évf., 3. szám, pp. 14–25.

Fowler, K., Peel, M., Saft, M., Peterson, T.J., Western, A., Band, L., Petheram, C., Dharmadi, S., Tan, K.S., Zhang, L., Lane, P., Kiem, A., Marshall, L., Griebel, A., Medlyn, B.E., Ryu, D., Bonotto, G., Wasko, C., Ukkola, A., ... Nathan, R. (2022). Explaining changes in rainfall-runoff relationships during and after Australia's millennium drought: A community perspective. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 2022, 1–56. <https://doi.org/10.5194/hess-26-6073-2022>

Ionita, M., Dima, M., Nagavciuc, V., Scholz, P., Lohmann, G. (2021). Past megadroughts in central Europe were longer, more severe and less warm than modern droughts. *Communications Earth & Environment*. <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00130-w>

Van Mour, J., Dima, M., Nagavciuc, V., Scholz, P., Lohmann, G. (2024). Regional drivers and characteristics of multi-year droughts. *Journal of Hydrology: Regional Studies*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4974995>

Wu, G., Chen, J., Kim, J.S., Gu, L., Lee, J.H., Zhang, L. (2022). Impacts of climate change on global meteorological multi-year droughts using the last millennium simulation as a baseline, *Journal of Hydrology*, Volume 610, ISSN 0022-1694, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.127937>

URL1. <http://www2.vizeink.hu/>

SZERZŐK

KOZÁK PÉTER okleveles vízépítő mérnök (BME, 2001). Tudományos fokozatát belvízgenetikai elemzésekhez kapcsolódóan szerezte meg a Szegedi Tudományegyetem Földtudományi Doktori Iskolájában. Tudományos tevékenysége az ár- és belvízi kockázatok kezelésével és mérséklésével kapcsolatos területi vízgazdálkodásra irányul. 1994-től az Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság munkatársa, 2010-től igazgatója. 2007-től az Eötvös József Főiskola, illetve 2017-től a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víz tudományi Karának főiskolai docense, 2020-tól egyetemi adjunktusa, 2022-től egyetemi docense.



FIALA KÁROLY okleveles geográfus, környezetkutató (Szegedi Tudományegyetem 2002), 2003 óta az Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság tagja, ahol medermorfológiával, vízgazdálkodással, vízrajzi monitoringgal foglalkozik.



VASS ANNA KATALIN okleveles vegyész. A Szegedi Tudományegyetemen végzett 2023-ban, ahol a szakdolgozata keretében anyagtudományi kutatásokban vett részt. 2024-től az Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság Vízrajzi és Adattári Osztályának munkatársa. Monitoringreferensként adatelemzést és adatfeldolgozást végez, valamint közreműködik a vízrajzi távmérő-rendszer üzemeltetésében.



BENYHE BALÁZS okleveles geográfus a Szegedi Tudományegyetemen végzett 2008-ban. Tudományos fokozatot a Szegedi Tudományegyetem Földtudományi Doktori Iskolájában szerzett, antropogén geomorfológia szakterületen. 2012-től az Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság munkatársa, szolgálatát a Vízrajzi és Adattári Osztályon végzi. 2016-tól közreműködik az aszálymonitoring-rendszer fejlesztési és üzemeltetési munkáiban, 2018-tól a munkacsoport vezetőhelyettese. 2024-től a Vízrajzi és Adattári Osztály szakágazati vezetője. Tudományos érdeklődése elsősorban a talajnedvesség mérésére és modellezésére, valamint a térinformatikára irányul.



FEHÉRVÁRI ISTVÁN okleveles geográfus a Szegedi Tudományegyetemen végzett 2015-ben. Tudományos fokozatát a hullámtéri növényzet árhullámokra kifejtett hatásának vizsgálatából szerezte meg a Szegedi Tudományegyetem Földtudományi Doktori Iskolájában. Tudományos tevékenysége a meder-ártér kapcsolatának vizsgálatára és az aszály kezelésére fókuszál. 2015-től az Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóságon dolgozik, mint térinformatikus.

A 2025. évi rendkívüli szárazság meteorológiai háttere

Horváth Ákos¹, Szentes Olivér²

¹ Horváth Ákos meteorológus, Hungaromet Zrt. Siófoki Viharjelző Observatórium (e-mail: horvath.a@met.hu)

² Szentes Olivér meteorológus, Hungaromet Zrt. (e-mail: szentes.o@met.hu)

DOI: 10.59258/hk.23783



Kivonat

A tanulmány Magyarországot sújtó 2025-ös rendkívüli szárazság meteorológiai hátterét igyekszik bemutatni. A rendkívüli aszály a megelőző években is gyakran előfordult, mely különösen a 2022-es évben okozott súlyos nehézséget a vízgazdálkodásban és a mezőgazdaságban. A csapadékhány 2022-ben elsősorban a térségbe sodródó rendkívül meleg levegővel kapcsolatos, ugyanis a légkör jóval több nedveséget tudott felvenni telítetlen állapotban maradvá, mint amennyit a felszín párologtatni tudott. A 2025-ös aszály hátterében viszont alapvetően nagytérségű, szinoptikus skálájú cirkulációs okok húzódtak, A nyugati áramlási zóna szisztematikusan északabbra húzódásával a Kárpát-medencében meghatározóan az anticiklon-peremhelyzetek alakították az időjárást. A légkör stabilizációja és a medence hatás fokozott megerősödése kedvezőtlenül hatott a csapadékképződési folyamatokra.

Kulcsszavak

Meteorológia, aszály, légköri cirkuláció, légnedvesség.

Meteorological background of the extreme drought of 2025

Abstract

This study presents the meteorological background of the extreme drought in Hungary in 2025. Extreme droughts have also occurred frequently in previous years, especially in 2022, causing serious difficulties in water management and agriculture. The lack of precipitation in 2022 was primarily related to the extremely warm air advection into the region, when the atmosphere was able to absorb much more moisture while remaining unsaturated than the surface could evaporate. However, the background of the 2025 drought was fundamentally due to large-scale, synoptic-scale circulation reasons. The western flow zone systematically moved further north of the Carpathian Basin, and the weather was determined by anticyclone edge situations. The stabilization of the atmosphere and the increased strengthening of the basin effect provided unfavourable conditions for precipitation formation processes.

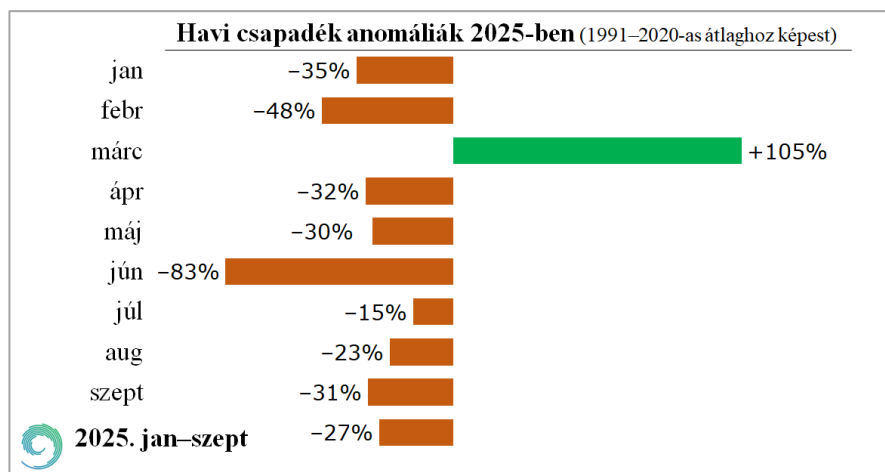
Keywords

Meteorology, drought, atmospheric circulation, air humidity.

BEVEZETÉS

Az elmúlt évtizedben Magyarország, illetve a Kárpát-medence időjárásában megszaporodtak a szélsőségek. A forró nyári időszakokat térben és időben erősen változó mennyiségű, rövid ideig tartó, intenzív csapadékot adó, gyakran viharos periódusok szakították meg. Különösen élesen jelentkezett ez a sajátosság 2021-től, amikortól a nyári csapadékmennyiség jelentős részét biztosító Medárd-időszak konvektív, záporos-zivataros periódusai kezdtek elmáradni. Kritikusan forró és száraz időszak volt 2022 nyara, amikor a talajfelszíni és vízfelszíni párologás különösen erős volt (*URL1*, Horváth és Breuer 2022). Ezt követte a viharok évének is emlegetett 2023-as esztendő (*URL2*), amikor elsősorban a zivatarok gondoskodtak a vízutánpótlásról. Jellemző adat, hogy míg 2022 őszére 67 cm-re csökkent a Balaton vízszintje, 2023 júniusára már 121 cm-re

emelkedett. A 2024-es év nyara ismét rendkívül száraz és forró volt (*URL3*). A nyári erőteljes párologás mértékét ugyancsak a Balaton vízállása jelzi: a tavaszi 124 cm-es vízállás őszre mindössze 86 cm-re csökkent. Szeptemberben egy szokatlanul erős ciklon alakult ki, amely az egész országban jelentősen csökkentette a talajok vízhiányát (*URL5*). A 2025-ös év már kezdettől csapadékhányos volt, országos átlagban csak március hónapban hullott a szokásos mennyiség kétszerese körüli mennyiség (*1. ábra*) (*URL4*). 2025-ben a nyári időszak egyébként legcsapadékosabb hónapja, a június, rendkívül száraz volt. A csapadékhány főként a Dunántúl középső területein és az Alföldön őszre már kritikus méreteket öltött (*2. ábra*) (*URL6*). A 2025. évi hosszú száraz periódus meteorológiai háttere sok tekintetben eltért az előző évek aszályait okozó cirkulációs típusoktól.



1. ábra. Havi csapadék anomáliák a 2025 január–szeptember időszakban (URL7)

A júniusi erős negatív anomália a Medárd-időszaki konvekció teljes elmaradását mutatja

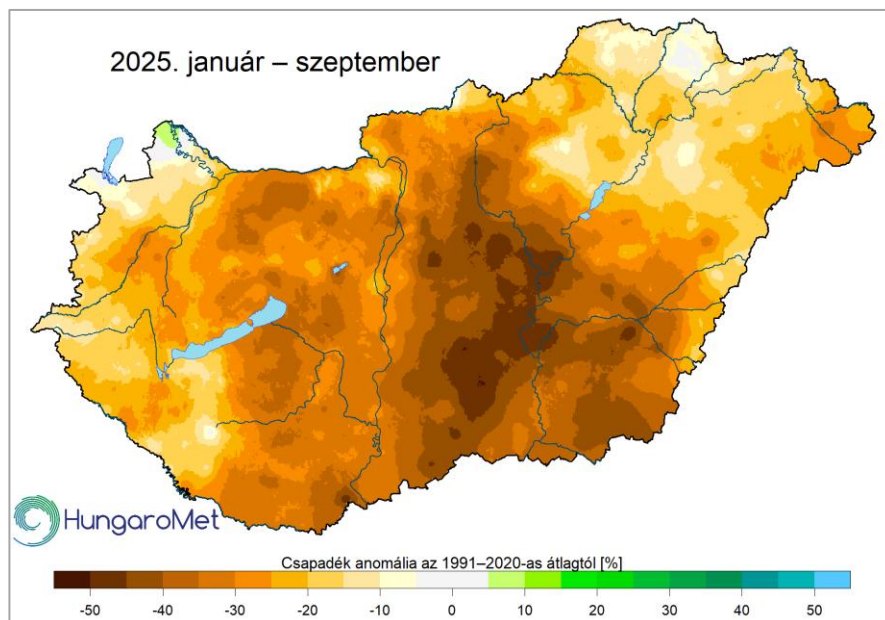
Figure 1. Monthly precipitation anomalies for the period January–September 2025 (URL7)

The strong negative anomaly in June shows the complete absence of Medárd-period convection

A VÍZ LÉGKÖRI CIRKULÁCIÓJA ÉS AZ ASZÁLY

A víz légköri forgalma három alapvető ciklusra bontható (Horváth és Breuer 2022, Horváth és Breuer 2023, URL6). Az első ciklus a trópusi övből a mérsékelt övbe történő áramlás, amely során a trópusokról származó vízgőz legtöbbször telítetlen formában, egyfajta „légköri folyamatok” által jut a nyugati szelek övébe. Az itt kondenzálódó vízgőz aktív szerepet játszik a ciklonok

kialakulásában. A második ciklus a mérsékelt égövön belül, a nyugati szelek övében zajlik, ahol tipikusan az óceánok felől áramlik a magasabb nedvességtartalmú légtömeg a kontinensek irányába, legtöbbször a ciklonok által. A harmadik ciklus – a konvektív ciklus – az előzőekhez képest jóval kisebb skálájú folyamat: a helyben keletkező záporok és zivatarok által, sokszor a helyben összegyűlt nedvesség hullik vissza a talajra.



2. ábra. Csapadék anomália-térkép 2025. január–szeptember időszakokra (URL7)

Az alföldi és a közép-dunántúli kritikus csapadékhiány jól kirajzolódik

Figure 2. Precipitation anomaly map for the period January–September 2025 (URL7)

The critical precipitation deficit in the Great Plain and Central Transdanubia is clearly visible

A 2022-es rendkívül száraz, forró nyár folyamán a meleg levegő vízgőz megtartó képessége jelentősen megnövekedett, így a légkör minden, a felszínről elpárolgott vizet fel tudott venni telítetlen vízgőz formájában (Horváth és Breuer 2022). Ez mindenekelőtt a konvektív ciklusra volt hatással, hiszen a vízgőz kondenzációjának hiányában nem alakultak ki záporok, vagy zivatarok, így a felszín gyorsan kiszáradt. A felhőzet hiányában megnövekedett

napsugárzás tovább melegítette a talajt, az pedig a levegőt, amely ezáltal még inkább telítetlenné vált. A 2022-es évben mindehhez hozzájárulhatott a „La Niña-hatás” is, vagyis a Csendes-óceán keleti medencéjében megjelenő negatív tengerfelszínhőmérséklet-anomália, mivel a hidegebb tengerfelszínről történő visszafogottabb párolgás globális méretekben is csökkentette a légkör nedvességtartalmát.

A 2025-ÖS ASZÁLY CIRKULÁCIÓS HÁTTERE

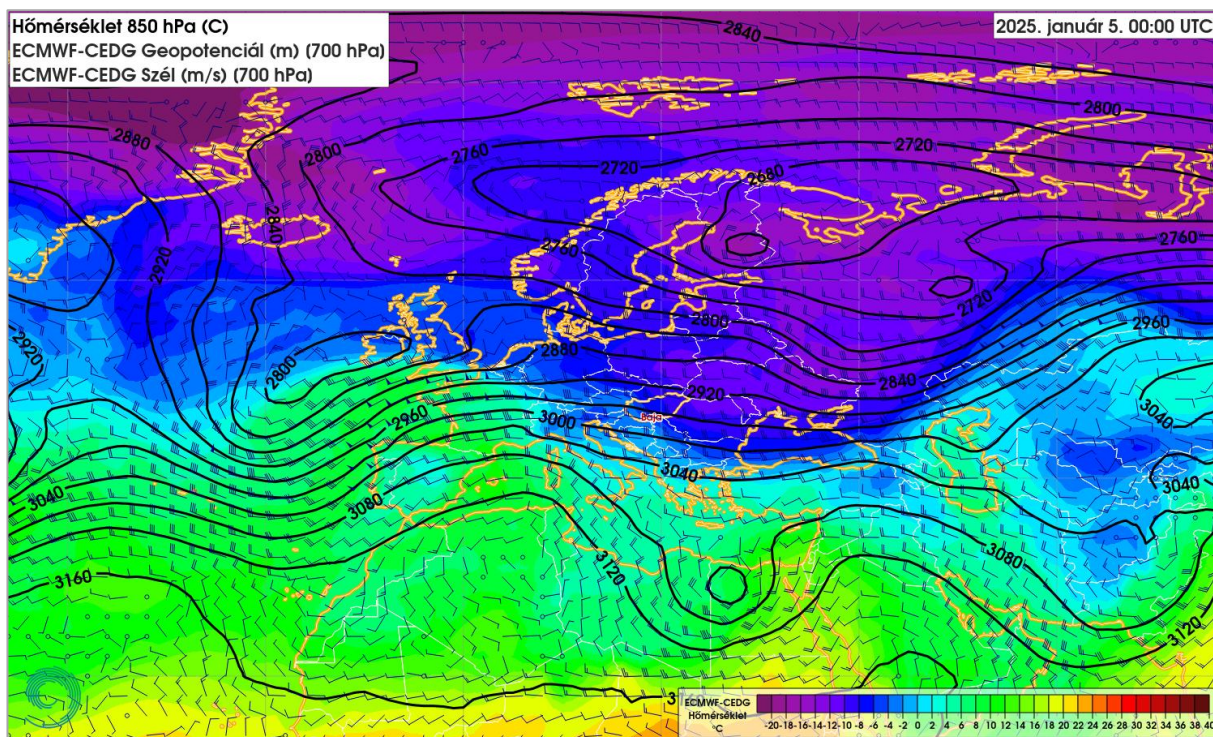
A mérsékelt övi cirkulációnak két alaptípusát lehet megkülönböztetni: a zonális és a meridionális állapotot. A zonális áramlás során a hidegebb poláris és a melegebb déli területeket egy erőteljes nyugat-kelet irányú áramlás határolja el egymástól. Az erős zonális áramlás nem kedvez az észak-déli hő- és nedvességáramoknak. Ezzel szemben a meridionális áramlás során a nyugat-keleti áramláson kialakult mély hullámok észak-déli, illetve dél-északi légtömegmozgásokat hoznak létre. Ilyenkor a trópusi eredetű meleg, nedves levegő északra, a sarkvidéki hideg délebbre tud áramlani, és általában lassan mozgó, de mély ciklonok, illetve magas nyomású anticiklonok alakulnak ki (3a. és 3b. ábrák).

A 2025-ös szárazság már 2024 végén megkezdődött a száraz tél folyamán. A téli csapadékhiányért a tipikusan nyáron jelentkező légköri konvekció nem tehető felelőssé, így az okokat az égővek közötti globális skálájú, illetve a nyugati szelek övében zajló anomáliákban kell keresni.

A téli hónapok makrocirkulációs állapotát jól jellemzi a 2025. január 1-jei légköri nedvességet és alapáramlást mutató időjárási térkép (4. ábra). Az ábra a nedvességet,

illetve az alapáramlást ábrázolja. Látható, hogy a mérsékelt égöv atlanti és európai területei felett erős és hosszú zonális áramlás található, amelyet dél felől markáns anticiklonok határolnak. Ezek az anticiklonok megakadályozták a trópusi eredetű légtömegek északra jutását, ezáltal a ciklonok kialakulásának esélye csökkent. A bemutatott esetben egyedül az Atlanti-óceán középső részén található egy ciklon, amelynek az előoldalán nedves levegő áramlott a nyugati szelek övébe. Általában is elmondható, hogy a téli fél évben viszonylag kevés nedvesség jutott a trópusok felől a mérsékelt égövbe; ami pedig eljutott, az Európa északnyugati területei felett hullott ki csapadék formájában. Magyarországhoz közelebb a Földközi-tenger medencéje jelent jelentős nedvességforrást, ami hozzájárul ahhoz, hogy télen itt gyakrabban ki tudnak alakulni mediterrán ciklonok. Az említett anticiklonok azonban többnyire megakadályozták, hogy ezek a mediterrán ciklonok északra, így a Kárpát-medence fölé kerüljenek.

A 3a. ábrán a színezett területek a 850 hPa nyomási szint (kb. 1 500 m magasság) hőmérsékletét, a szélzászlók a 700 hPa (kb. 3 000 m) szélviszonyait és a folytonos vonalak az áramvonalként is tekinthető 700 hPa nyomási felület (geopotenciál) magasságát mutatják.



3a. ábra. Tipikus nyugat-keleti irányú zonális nagytérségi áramlási kép (URL7)

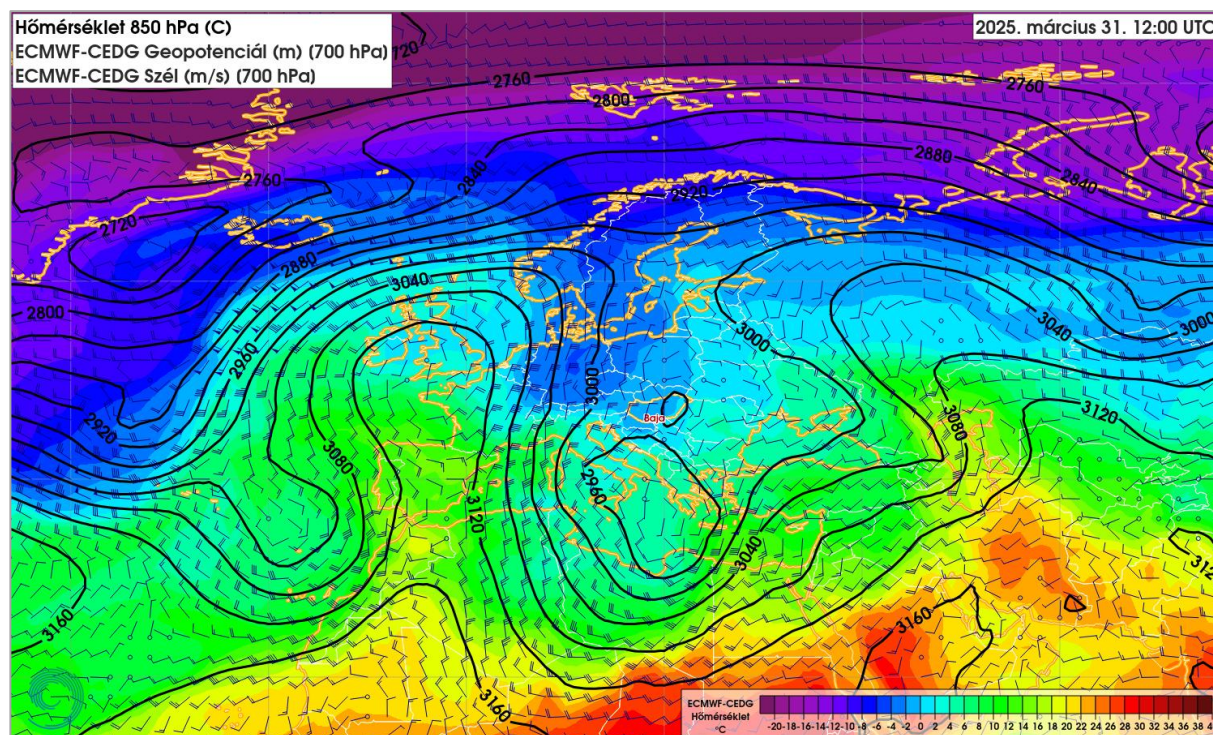
2025.01.05. 00:00 UTC-s ECMWF analízis alapján

Figure 3a. Typical west-east zonal regional flow pattern (URL7)

05. 01. 2025. 00:00 UTC based on ECMWF analysis

A 3b. ábrán a színezett területek a 850 hPa nyomási szint (kb. 1 500 m magasság) hőmérsékletét, a szélzászlók a 700 hPa (kb. 3 000 m) szélviszonyait és a folytonos vonalak az áramvonalként is tekinthető 700 hPa nyomási felület (geopotenciál) magasságát mutatják.

A 4. ábrán látható, hogy a mérsékelt égövi hosszan elnyúló nyugat-kelet irányú áramlási rendszer csak az óceán felett, egy keskeny sávban kap trópusi eredetű nedvességet. A 4. ábrán a színezett területek a vertikálisan integrált nedvességet (specifikus nedvességet), a szélzászlók a 700 hPa (kb. 3 000 m) szélviszonyait, a folytonos vonalak az áramvonalként is tekinthető 700 hPa nyomási szint geopotenciálját mutatják.

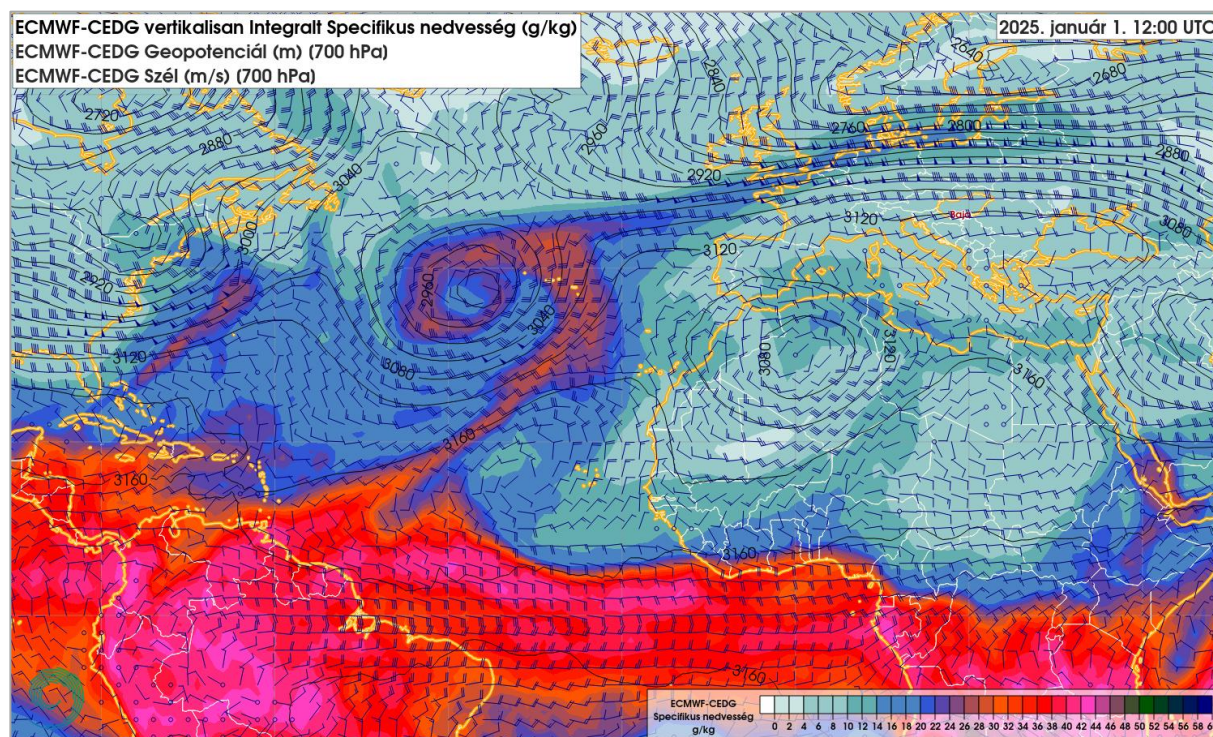


3b. ábra. Tipikus meridionális nagytérési áramlási helyzet (URL7)

2025. 03.31. 12:00 UTC-s ECMWF analízis alapján

Figure 3b. Typical meridional regional flow situation (URL7)

Based on ECMWF analysis at 12:00 UTC, 31 March 2025.

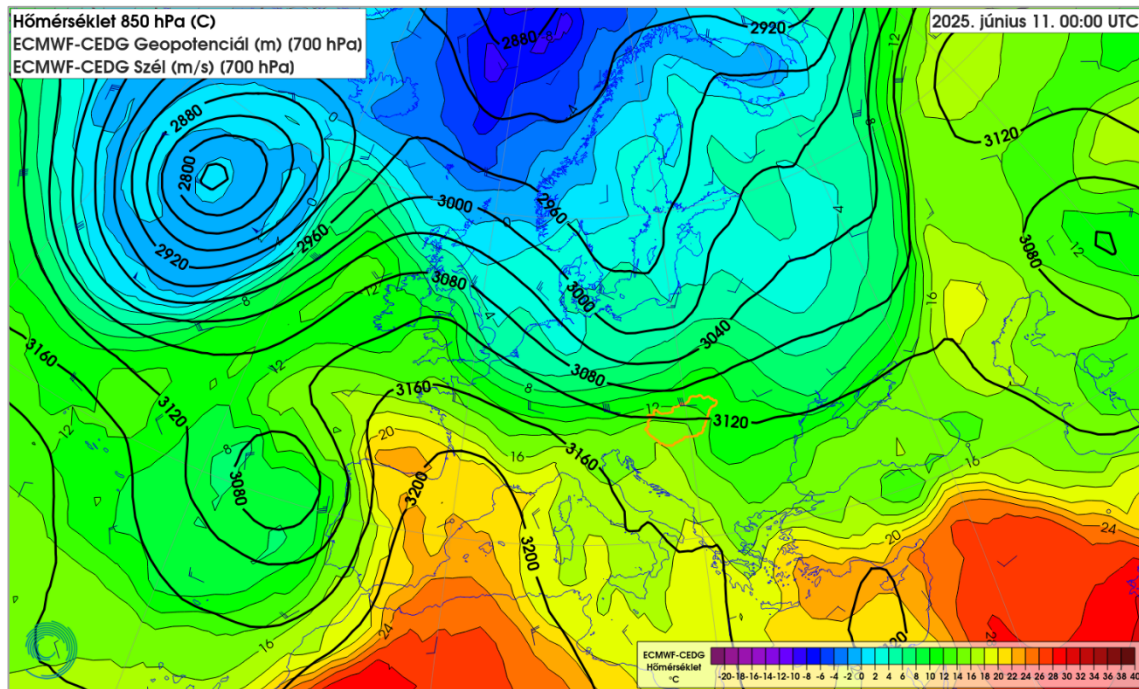


4. ábra. Zonális áramlás az euroatlanti térségben 2025.01.01. 12:00 UTC-s ECMWF-analízis alapján (URL3)

Figure 4. Zonal flow in the Euro-Atlantic region based on ECMWF analysis at 12:00 UTC on 01/01/2025 (URL3)

A nyári félévben hasonló zonális állapot gyakran állt fenn, azzal együtt, hogy a légköri nedvesség mennyisége az északi féltekén ebben az évszakban jóval magasabb, mint télen. A nyári félév cirkulációs viszonyaira a június 11-i időjárási helyzet tipikusnak tekinthető. Az Európa északi területei felett lévő erős nyugati-északnyugati áram-

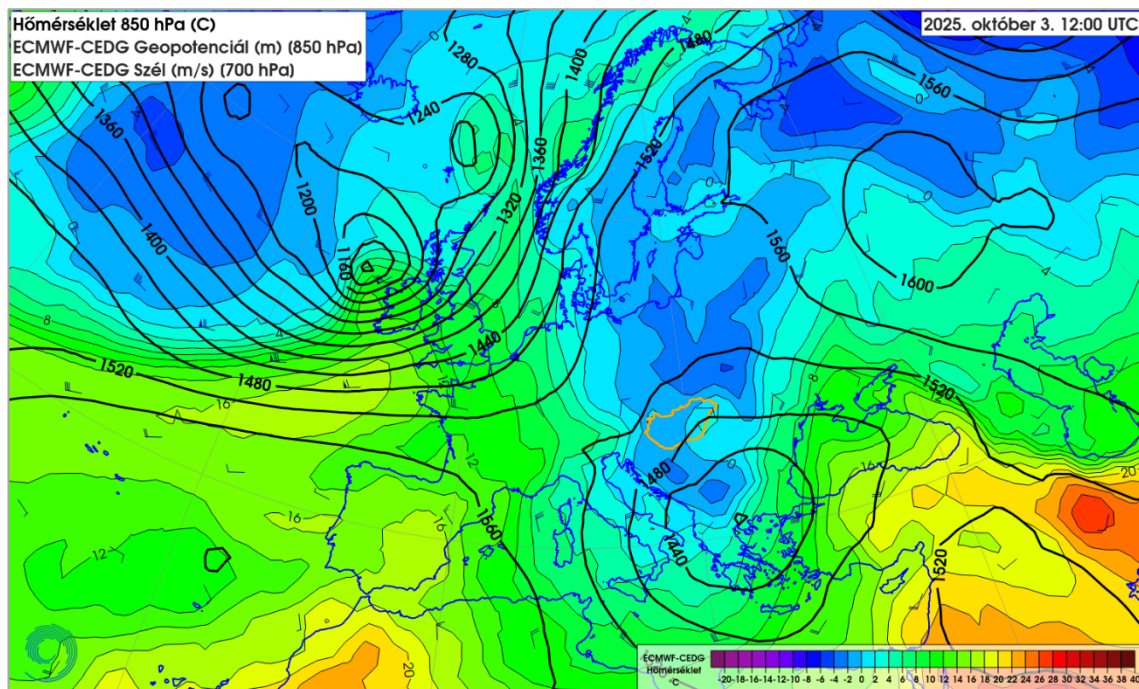
lás Közép- és Dél-Európa felett megerősítette az anticiklont, illetve az alsó rétegekben kissé hűvösebb levegőt szállított a Kárpát-medencébe (5. ábra). A két hatás együttesen nem kedvezett a zivatarok kialakulásának, emiatt elmaradt a Medárd-időszakhoz köthető konvektív csapadékos periódus.



5. ábra. Tipikus nyári időjárási helyzet a 2025.06.11. 00:00 UTC-s ECMWF-analízis alapján (URL7)
 Figure 5. Typical summer weather situation based on ECMWF analysis at 00:00 UTC on 11/06/2025 (URL7)

Az 5. ábra mutatja, hogy a Kárpát-medencét egy északnyugatról súroló hidegfront hatására az alacsonyabb rétegekben hűvösebb levegő érte el. A színezett területek a 850 hPa nyomási szint (kb. 1 500 m magasság) hőmérsékletét, a szélvonalok a 700 hPa-os (kb. 3 000 m) szélviszonyait és a folytonos vonalak az áramvonalként is tekinthető 700 hPa nyomási felület (geopotenciál) magasságát mutatják.

Az ősz folyamán az erős nyugati áramlás tengelye többnyire Észak-Európa felett maradt, illetve többször is megismétlődött az az állapot, amikor az áramlásról leszakadó ciklon a Balkán-félsziget vagy Ukrajna felett mélyült ki. Ilyen volt az október eleji Barbara névre keresztelt légörvény, amely Romániában, Bulgáriában és Görögországban okozott rendkívüli csapadékokat és jelentős árvizeket. A Kárpát-medence térségére ebben az esetben is csak a ciklon hátoldalán lévő erős északias szél jutott (6. ábra).



6. ábra. A Balkán-félszigeten nagy csapadékokat és viharos időjárást okozó "Barbara" ciklon (URL7)
 Figure 6. Cyclone "Barbara" causing heavy rainfall and stormy weather in the Balkan Peninsula (URL7)

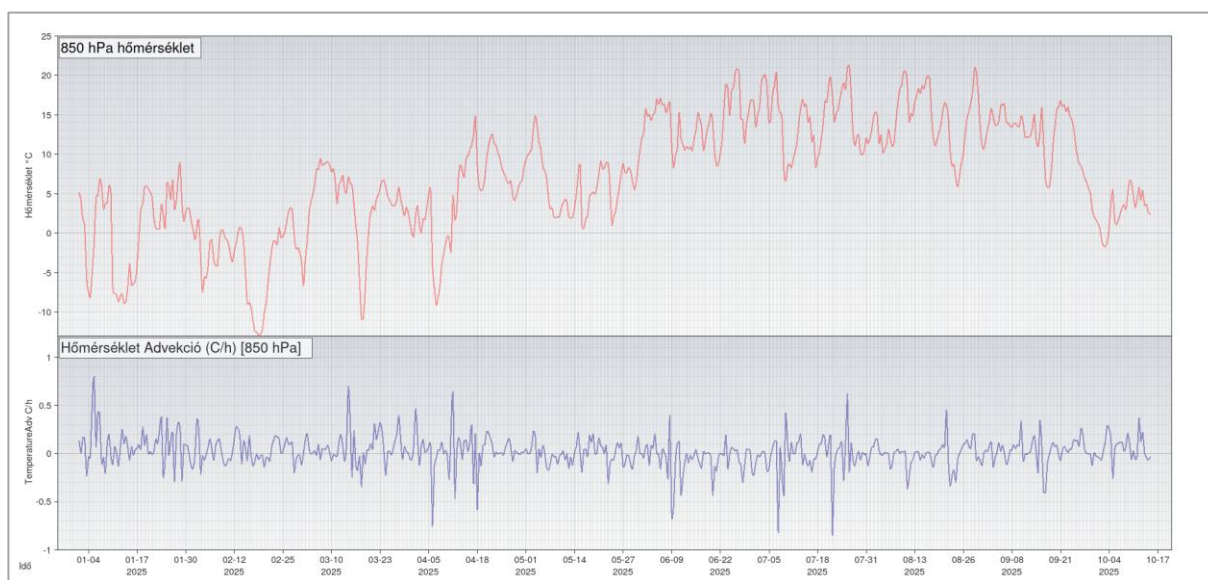
A 6. ábrán látható ciklon Magyarországon csak viharos szelet okozott 2025. 10. 03. 13:00 UTC-kor az ECMWF-analízis alapján. A színezett területek a 850 hPa-os nyomási szint (kb. 1 500 m magasság) hőmérsékletét, a szélzászlók a szint szélviszonyait, a folytonos vonalak az áramvonalként is tekinthető 850 hPa nyomási felület magasságát (geopotenciál) mutatják.

CIRKULÁCIÓ OKOZTA SZÁRAZSÁG A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN

A fentiek alapján a Kárpát-medence időjárását 2025-ben alapvetően a hosszan fennmaradó, északra tolódott zonális áramlás határozta meg. A ciklonok csapadékot adó centrumai a területtől északra haladtak el, a medencét leggyakrabban az Alpokon, illetve a Kárpátokon átbukó, kiszáradó hidegfrontok érintették. Ebben a helyzetben maximálisan érvényesült a medencehatás, így elsősorban a közép- és dél-dunántúli területeken és az Alföldön kritikusán kevés

csapadék hullott. A domináns északnyugati áramlás ellenére is meleg volt a nyár.

Ennek egyik oka, hogy több alkalommal is a délnyugat-európai térségekből, így az Ibériai-félszigetről is úgy érkezett hozzánk a meleg levegő, hogy az anticiklon peremén először északnyugatra került, majd onnan áramlott a térségünkbe. Ugyancsak az északnyugati áramlással gyakoriak voltak a száraz, de markáns lehűlést nem okozó hidegfrontok, melyek az alacsonyabb szinteken történő hidegbeáramlással stabilizálták a levegőt, így a nyári félévben egyébként meghatározó konvektív felhőképződés gyenge volt. A napsugárzás gyorsan felmelegítette az egyébként sem hideg, az Alpokon és a Kárpátokon átbukó, főnös jellegű áramlással érkezett levegőt, és így kialakultak hosszabb meleg periódusok is (7. ábra). A meleg és száraz levegő kiszáritotta a felső talajréteget, amelyhez hozzájárult a gyakran erős szél is.



7. ábra. A hőmérséklet és a hőmérséklet advektió alakulása a 850 hPa (kb. 1 500 m) magasságban (URL7)

A június hónapban domináló hidegadvektió gátolta a konvektív folyamatok kialakulását

Figure 7. Temperature and temperature advection at an altitude of 850 hPa (approx. 1,500 m) (URL7)

The cold advection dominating in June inhibited the development of convective processes

A LÉGKÖRI KONVEKCIÓ ÉS AZ ASZÁLY

A légköri konvekció két részre osztható. Az egész troposzférát átfogó mély konvekció során alakulnak ki a nyári csapadék túlnyomó részét adó záporok, illetve zivatarok, amelyek elmaradása a nyári aszály meghatározó eleme. A konvekció gyengébb formája a sekély konvekció, amely csak a légkör alsó, kb. ezer méterét fogja át, és legfeljebb a „szépidő-gomolyok” (cumulus humilis, cumulus mediocris) kialakításáig jut el. Ha a légkör stabil állapotú, de van elég nedvesség a talajban, akkor a sekély konvekció által kitermelt gomolyfelhők csökkentik a napsugárzás mértékét. Amikor hosszan elmaradnak a gomolyfelhők, akkor a talaj, illetve a növények levelei is sokkal nagyobb napsugárzás-terhelésnek vannak kitéve. Ha ehhez még hozzáadódik, hogy az egyébként is száraz talajból a növények nem tudnak a párologtatáshoz, így a levél felületének hűtéséhez szükséges nedvességhez hozzájutni, akkor úgy tűnik, hogy „kiégnek” a növények, mint azt 2025 és 2022 nyarán a termelők sokfelé érzékelték.

A talajnedvesség egyfajta stabilizáló puffer szerepet is betölt a gyorsan változó légköri folyamatok, különösen a konvekció tekintetében. Amikor labilisabb, de viszonylag kevesebb nedvességet tartalmazó légtömeg érkezik egy nedvesebb felszíni terület fölé, akkor a talajból a párolgással jövő nedvességáram hozzájárulhat a zivatarok kialakulásához. Ha a légkörben van elég nedvesség, de a talaj száraz, akkor a napsugárzás energiája csak a felszín melegítésére fordítódik (a párolgásra nem). Ebben az esetben a gyorsan melegedő felszín felett gyorsabban megindul a légköri konvekció, hamarabb megjelennek a gomolyfelhők, és gyorsabban felépülnek a zivatarok is. Általában elmondható, hogy szárazabb talaj felett gyorsabban fejlődő, de rövidebb életű zivatarok alakulnak ki, míg a nedvesebb talajfelszín a lassabban felépülő, de nagyobb csapadékot adó zivatarok irányába segíti a légköri konvekciót. Ebből is következik, hogy szárazabb felszín felett nagyobb eséllyel hevesebb, de kevesebb csapadékot adó zivatarok alakulnak ki, amíg nedvesebb felszín felett kevésbé heves, de nagyobb csapadékot adó konvektív rendszerek létrejöttének nagyobb a valószínűsége.

A 2025-ös évben már a konvektív szezon elején száraz volt a talaj. A korábban említett permanens északnyugati áramlás és a száraz talaj nemcsak a mély, de a sekély konvekciónak sem kedvezett. Ami kevés nedvesség volt a talajban, az nem segítette a gomolyfelhők kialakulását, ezért sok volt a napsütés, ami még tovább szárította a felszínt.

ÖSSZEFOGLALÁS

A 2025-ös rendkívül száraz időjárás kialakulásához mindhárom légköri vízciklus hozzájárult, de az alapvető okokat a globális skálájú folyamatok hordozták. Már az év elejétől a szokásosnál északabbra tolódott zonális áramlás és az annak déli oldalán megerősödő anticiklonok sem kedveztek a trópusi eredetű nedvesség mérsékelt övbe történő feljutásának. A kevesebb nedvesség a nyugati szelek övében gyengítette a ciklonok kialakulásához szükséges feltételeket, így a térségünkben kevesebb csapadékot adó zonális áramlás stabilan fennmaradt. A Kárpát-medence domborzati viszonyai északnyugati szélnél elősegítik a medencehatás érvényesülését. Az északnyugatról jövő légtömegek a fön jellegű kiszáradás miatt elveszítik nedvességük jelentős részét. 2025 nyári félévében az így stabilizálódó levegő vizont nem kedvezett a légköri konvekció kialakulásának sem, ezért például a Medárd-időszaki zivatarok is elmaradtak. Mindehhez hozzájárult a téli félévről fennmaradt száraz talaj, amely tovább gyengítette a záporok és zivatarok kialakulásának esélyét, teljessé téve a rendkívüli aszályt.

A közlemény a Vízügyi Közlemények 2025/3 kötetében megjelent dolgozat másodközlése.

SZERZŐK



HORVÁTH ÁKOS meteorológus (ELTE, 1984), kandidátus, címzetes egyetemi docens (ELTE), a HungaroMet Siófoki viharjelző Observatóriumának vezetője.



SZENTES OLIVÉR meteorológus, 2019-től a HungaroMet (2024 előtt OMSZ) éghajlati szakértője. Meteorológus diplomáját 2018-ban szerezte az ELTE Meteorológia Tanszéken, majd 2022-től az ELTE Földtudományi Doktori Iskolájának doktorandusza. 2023-ban Miniszteri Elismerő Oklevélben részesült, 2024-ben Ifjú Fejlesztő Meteorológus Díjat és Götz Gusztáv Publikációs Díjat kapott.

IRODALOMJEGYZÉK

Horváth Á., Breuer H. (2022). A 2022. évi rendkívüli aszály meteorológiai háttere a légköri vízciklusok tükrében. Vízügyi Közlemények, 2022. évi 3. füzet.

Horváth Á., Breuer H. (2023). A víz körforgalma a légkörben és a 2022-es rendkívüli aszály meteorológiai háttere pp. 2-8. https://doi.org/10.56474/leg_kor.2023.1.1

URL1. https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3200&hir=A_2022-es_rendkivuli_szarazsag_fizikai-meteorologiai_hattere

URL2. https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3397&hir=2023_a_nagy_viharok_eve

URL3. https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3499&hir=A_forrosag_meteorologiaja_%E2%80%93_a_2024-es_nyar_idojarasi_okai_es_okezatai

URL4. https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3586&hir=A_hetedik_legmelegebb_es_a_nyolcadik_legszarazabb_nyar_1901_ota

URL5. https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3476&hir=A_2024_szeptemberi_rendkivuli_dunai_arviz_meteorologiai_hattere

URL6. https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3212&hir=A_viz_korforgalma_a_legkorben_%E2%80%93_a_rendkivuli_aszaly_idojarasi_hattere

URL7. Hungaromet adatbázis <https://www.met.hu>

A mezőgazdaság és a vízgazdálkodás viszonya a csökkenő készletek árnyékában

Bíró Tibor

Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Víz tudományi Kar, Területi Vízgazdálkodási Tanszék, 6500 Baja Bajcsy-Zsilinszky u. 12-14. (e-mail: Biro.Tibor@uni-nke.hu)

DOI: 10.59258/hk.23784



Kivonat

A nemzetgazdasági ágazatok közül a mezőgazdaságot sújtja leginkább az éghajlatváltozás. A rugalmatlan és konzervatív berendezkedésű növénytermesztés nehezen lép az adaptáció útjára. Elkerülhetetlennek látszik a földhasználat, a vetésszerkezet és a talajművelési rendszereink radikális átalakítása, tekintettel arra, hogy az öntözéssel való vízpótlási lehetőségek erősen korlátosak. Az öntözött területek elégtelen nagysága nemcsak műszaki okokra vezethető vissza, sokkal inkább az agrárágazat strukturális problémái rejtőznek a valódi okok mögött. A vízmegtartó gazdálkodás elterjesztése nem egy lehetőség, hanem az egyetlen helyes út az éghajlatváltozás hatásait mérséklő adaptáció megvalósításában.

Kulcsszavak

Éghajlatváltozás, aszály, adaptáció, földhasználat, vetésszerkezet, öntözés, vízvisszatartás.

The relationship between agriculture and water management in the face of depleting resources

Abstract

Of all the sectors of the economy, agriculture is the most heavily affected by climate change. Crop production, with its inflexible and conservative structure, is struggling to adapt. A radical transformation of land use, crop rotation, and soil cultivation systems appears necessary, given that the potential for water supply through irrigation is severely limited. The insufficient size of irrigated areas is not just due to technical reasons; rather, the real causes lie in the structural problems of the agricultural sector. The widespread adoption of water-conserving farming practices is not just an option, but the only viable path toward implementing adaptations that mitigate the effects of climate change.

Keywords

Climate change, drought, adaptation, land use, crop rotation, irrigation, water retention.

Bevezetés

Magyarországot előszeretettel aposztrofálták agrárországgént. Talaj- és klimatikus adottságaink komparatív előnyt jelentettek a mezőgazdaság számára. Az utóbbi évtizedekben viszont megváltozott a helyzet: talajaink erősen degradált állapotba kerültek (Dobos 2022), klimatikus feltételeinkre pedig a szélsőségek lettek jellemzők (Bozó 2022).

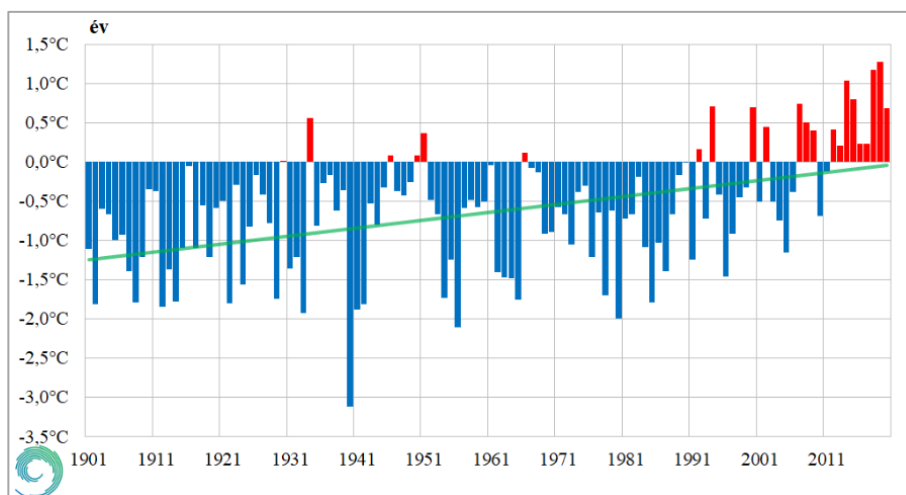
A víz mindig is meghatározó volt az agrárágazat teljesítőképessége szempontjából. Árvizek, belvizek és az aszályok tizedelték a terméseket. A 19. századi Tisza-szabályozás egyik célja épp az elöntéssel veszélyeztetett mezőgazdasági területek mentesítése volt az árvizektől. A szabályozás után jelentkező jelentős belvízkárokat a vízrendezési tevékenységgel igyekeztek visszaszorítani, de így is több százezer hektáros elöntésekkel küzdött meg az ágazat (pl. 1940-42, 1966, 1999-2000, 2010-2011). Rendkívüli aszályok is szép számban fordultak elő az elmúlt másfél évszázadban (pl. 1841, 1846, 1863, 1934-35, 1951-52, 1968), de az utóbbi harminc évben a mezőgazdaság teljesítményét a megszokottnál jobban befolyásolták az időjárási szélsőségek, melyek jól tetten érhetők a termésátlagok ingadozásán keresztül is.

Az átlaghőmérséklet emelkedésével (1. ábra) a területi párolgás értékei látványosan növekedtek, a vegetációs időszak csapadékmennyiségei és a csapadékos napok száma egyaránt csökkent, a csapadégmentes időszakok hossza pedig gyarapodott. A leghosszabb száraz periódus országos átlaga 4 nappal nőtt az elmúlt 120 évben (2. ábra).

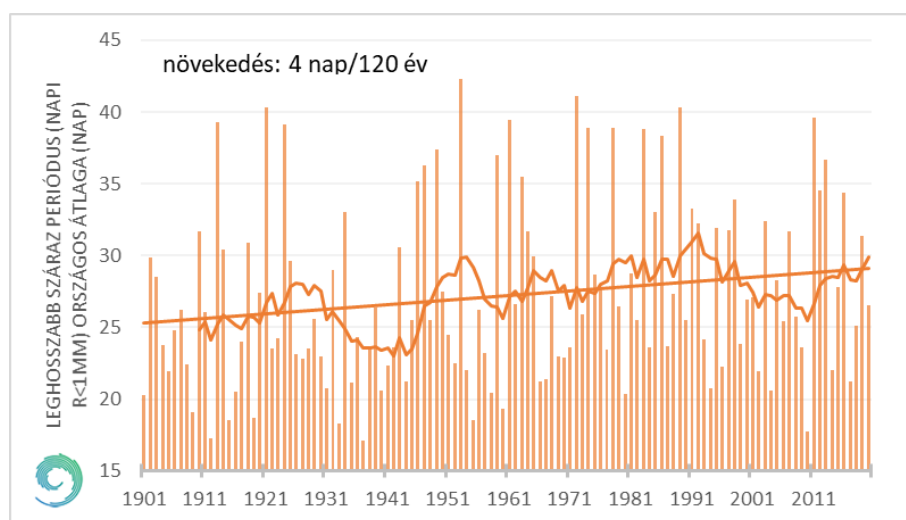
Különösen aggasztó a tavaszi csapadékösszegek csökkenő trendje, mely alapjaiban írhatja felül a hazai gazdálkodási lehetőségeket (3. ábra).

A meteorológiai aszályval egyre gyakrabban párosul hidrológiai aszály is. Így például 2022-ben tíz folyónk vízszintje multa alul a valaha mért legkisebb vízállást, ami különösen rossz ómen a mezőgazdasági vízigények kielégítése tekintetében.

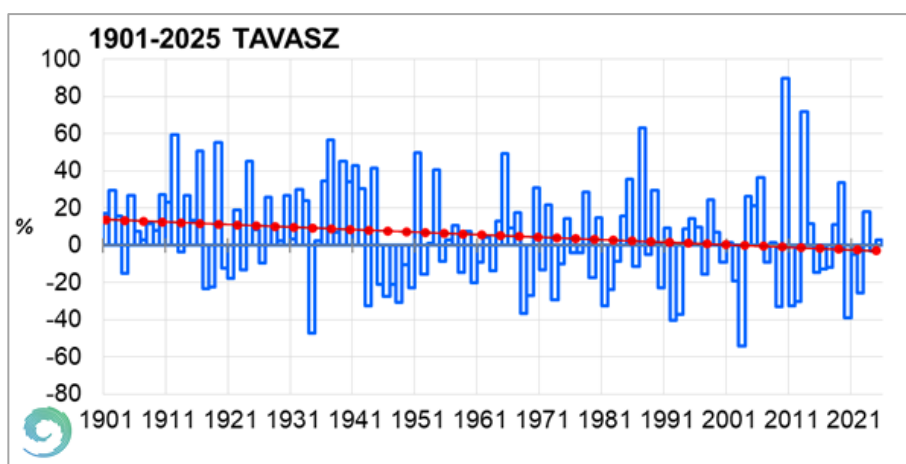
A szerényebb becslések szerint is 1 000 milliárd forint kárt okozó 2022-es aszályhelyzetet követően a legtöbb szakember arra számított, hogy paradigmaváltás lesz a hazai növénytermesztésben, és hogy elkezdődik egy jelentősebb vetésszerkezeti és talajművelési adaptáció. Nem ez történt, holott 2024-ben és 2025-ben is nagy veszteségeket kellett elkönyvelnie az ágazatnak.



1. ábra. Magyarország éves középhőmérsékletének anomáliái (°C) 1901 és 2020 között (Lakatos és társai 2022)
Az értékek az 1991–2020 időszak átlagához vannak viszonyítva
Figure 1. Anomalies in Hungary's annual mean temperature (°C) between 1901 and 2020 (Lakatos et al. 2022)
The values are relative to the average for the 1991–2020 period.



2. ábra. A leghosszabb száraz periódus (napi $R < 1$ mm) országos átlaga a tízéves mozgó átlag görbéjével és a becslített lineáris trenddel az 1901-2020 időszakban. (Lakatos és társai 2022)
Figure 2. The average of the longest dry period (daily $R < 1$ mm) based on the 10-year moving average curve and the estimated linear trend for the period 1901–2020. (Lakatos et al. 2022)

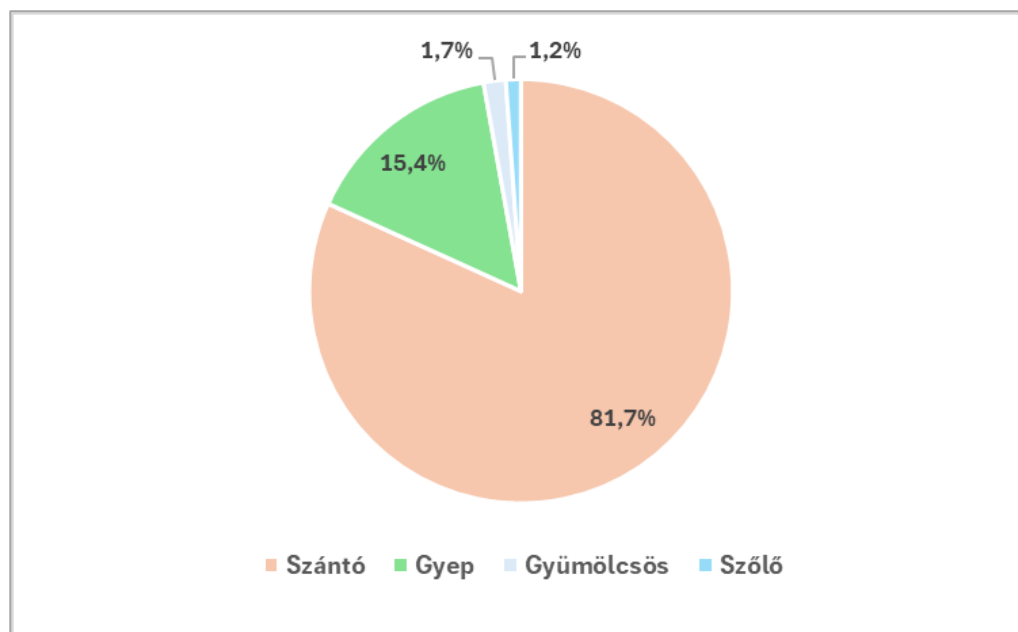


3. ábra. Az országos tavaszi csapadékösszegek százalékos eltérése a sokévi (1991–2020-as) átlagtól 1901 és 2024 között (interpolált adatok alapján) (URL1)
Figure 3. Percentage deviation of national spring precipitation totals from the long-term (1991–2020) average between 1901 and 2024 (based on interpolated data) (URL1)

FENNTARTHATATLAN VETÉSSZERKEZET

A magyar vetésszerkezet történelmileg rendkívül konzervatív. Igazi gabonatermesztő nemzet vagyunk. A valamivel

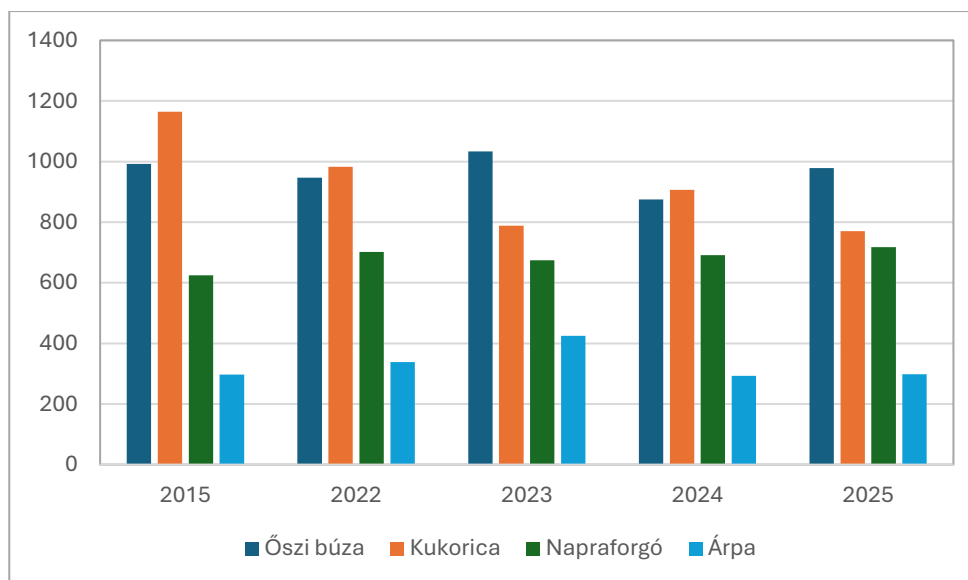
több, mint 5 millió hektár mezőgazdaságilag művelt területnek 82%-a szántó, 15%-a gyeplő, a gyümölcs- és szőlőültetvények együttesen sem tesznek ki 3%-ot (4. ábra).



4. ábra. Művelési ágak megoszlása 2025-ben (URL2)
Figure 4. Distribution of land use types in 2025 (URL2)

A szántóföldi növények több mint kétharmadát négy növény (búza, kukorica, napraforgó, árpa) teszi ki (5.

ábra). A diverzifikáció ilyen mértékű hiánya rendkívül rugalmatlanná és kiszolgáltatottá teszi a hazai agráriumot.



5. ábra Szántóföldi növények vetésterületei (ezer ha) (URL3)
Figure 5. Areas of arable crops (thousands of hectares) (URL3)

A kukorica – melynek vízre érzékeny fenofázisai nagyobb valószínűséggel esnek aszályos időszakokra – termőterülete még 2015-ben is közel 1,2 millió hektár volt. A 2022-es mértékadó aszályos évet követően a vetésterület 800 ezer hektár alá csökkent, de a rákövetkező évben újra 900 ezer fölé emelkedett. 2025-ben az előző évi aszály aztán egy újabb mélypontra juttatta a vetési kedvet. A vízhiány okozta redukált termésátlagok nyomott világpiaci árakkal találkozva évek óta veszteségessé tették a gabonatermesztést az ország jelentős részén.

Be kell látnunk, hogy a gabonanövények öntözése – többek között a felvásárlási árak alacsony szintje és kiszámíthatatlansága miatt – nem rentábilis, vagyis el kell gondolkodnunk azon, hogy a jelenlegi vetésszerkezet mennyire fenntartható hosszútávon a klímaváltozás tagadhatatlan tényének tükrében.

A vetésszerkezeti adaptáció csirái már látszanak. Az őszi búza termőterülete 2023-ban és 2025-ben az előző évi aszályok hatására megnőtt. A korábbi érésű búzafajták alkalmazásával a termésbiztonság tovább fokozható.

A repce vetésterülete az utóbbi években jelentősen visszaesett, mivel a kora őszi aszály gyakorisága a kelést rendkívül bizonytalanná tette, ami kelesztő öntözéssel per-sze orvosolható lenne, de ezt az inputköltséget már nehe-zen viselné el a gazdálkodó. Ugyanakkor az új nemesítésű hibridek bírják a későbbi vetést, feltéve, hogy az őszi csa-padékok rendre megérkeznek.

Számos Afrikából vagy Közép-Ázsiából származó nö-vény tolerálja a vízhiányt és a hőstresszt. Érzékelhetően megnőtt a köles, a cirok vagy éppen a hajdina vetésterü-lete, de még messze nem értek el érdemi áttörést, holott a reformkonyha alapnövényeiről beszélünk. A terményfel-dolgozó üzemek ugyanis továbbra is a nagyobb magvú ga-bonák fogadására vannak felkészülve.

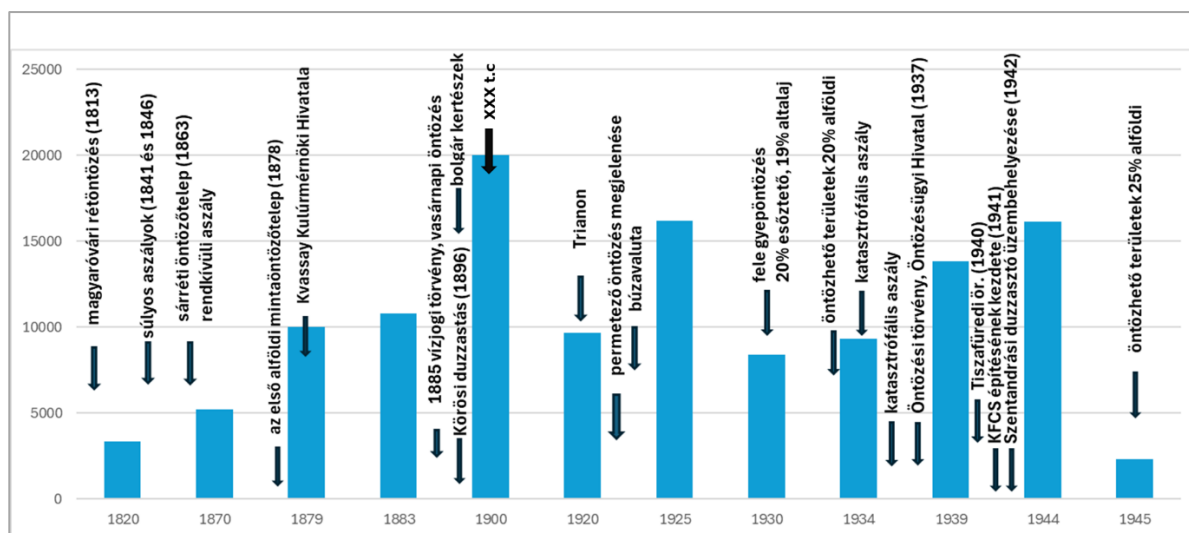
A kukorica esetében is vannak azért adaptációs lehetőségek. A korai vetésű, hidegtűrő, illetve a rövid tenyészidejű hibridek nagyobb valószínűséggel vészeltetik át az aszályos évet, de a tőszám visszafogásával is lehet kom-

penzálni a talajnedvesség hiányát. Azonban, ha címerhá-nyás idején jelentős légköri aszály áll fenn, a praktikák mit sem használnak. Nem véletlen, hogy a vetőmagtermesztést a szakértők egyre inkább a Nyugat-Dunántúlon tudják csak elképzelni a jövőben.

A növénynemesítésben egyébként jelentős potenciál van, a mesterséges intelligenciával támogatott marker-asszisztált szelekcióval (MAS) az aszálytűrő markánsan javítható. Éppen ezért fel kell gyorsítani a hazai nemesítési programokat.

NEM VAGYUNK EGY ÖNTÖZŐS NEMZET

Az öntözésnek nincs jelentősebb történelmi hagyománya Magyarországon. Már Kvassay is megállapította, hogy a magyar gazda nem szeret az öntözéssel „bíbelődni”. 1950 előtt a megöntözött felületek aránya elenyésző volt. Az öntözéses gazdálkodás mértékét mindig is a makrogazdasági körülmények és az állami beavatkozások határozták meg. Az állami szerepvállalás pedig mindig a rendkívüli aszályos időszakok után nőtt meg (6. ábra).



6. ábra. Az öntözött területek nagysága 1820 és 1945 között (ezer ha) (saját szerkesztés)

Figure 6. Area of irrigated land between 1820 and 1945 (thousand hectares) (self-edited)

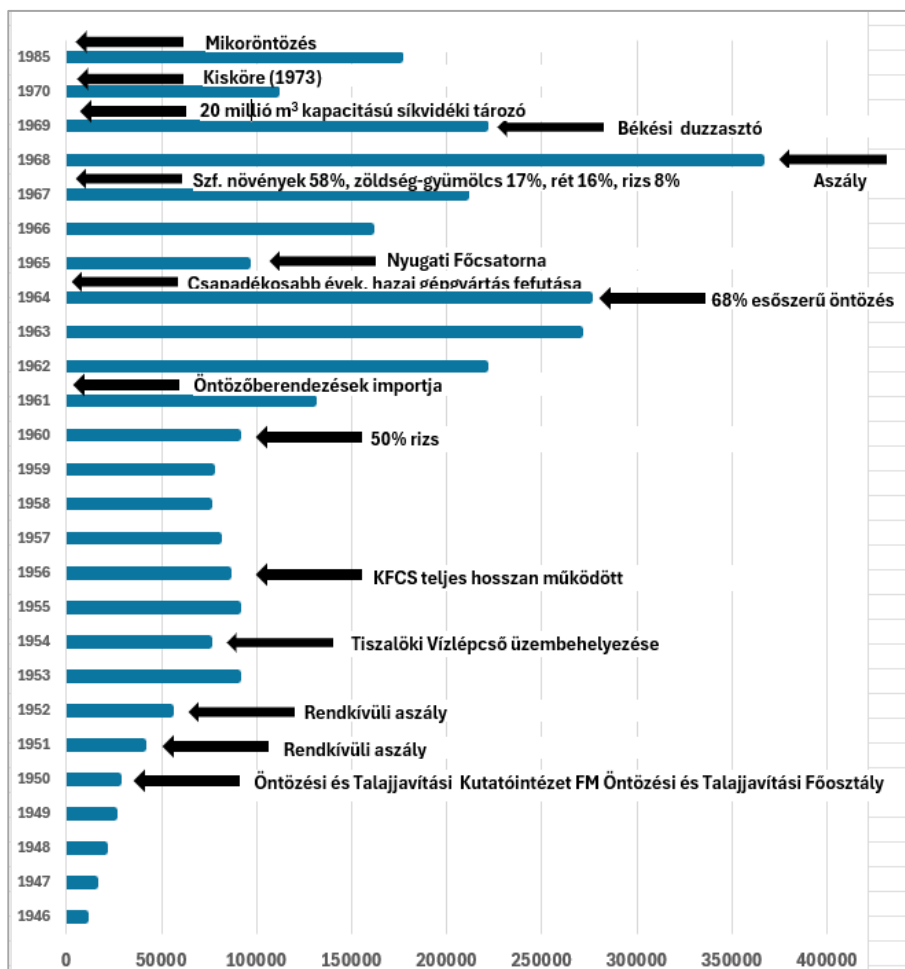
Míg az 1885. évi vízjogi törvény szerint a mezőgazda-sági vízigény kielégítése sokadrangú szempont volt az ipari és az egyéb célú vízhasznosítás mögött (csak vasár-nap lehetett ellentételezés nélkül öntözni), az 1900. évi öntözési törvény már prioritásként kezelte az öntözőcsator-nák építését, és állami támogatást biztosított a társulatok számára (Fejér és Marczell 2003). Ennek ellenére sem sikerült a századfordulón a 20 ezer hektárt meghaladni az öntözés terén, holott adókedvezmény járt az öntözést foly-tató gazdálkodónak. Az 1920-as évek elejét sújtó infláció felértékelte a gabona jelentőségét (búzavaluta), de ahogy leesett a gabona világpiaci ára, úgy esett vissza az öntözött területek nagysága is (Szalai 1998).

Az 1934-35-ben átélt súlyos aszályhelyzet következté-ben fogadták el 1937. évi XX. törvényt (az öntözési tör-vényt). A 2850. ME sz. rendelet alapján 1937. május 1-jén megalakult a M. kir. Országos Öntözésügyi Hivatal. Szá-mos fejlesztési terv született, amelyek egészen az 1970-es évek közepéig meghatározták a hazai öntözésfejlesztés irányvonalát.

Az öntözéses gazdálkodás a II. világháború után indult rohamos fejlődésnek. Az 1951-52-es rendkívüli aszályt követő évben megközelítette a 100 ezer hektárt az öntözött felületek nagysága (Kálmán 1965), igaz ez részben a rizs-termesztés felfutásának is köszönhető (1960-ban a rizs 50%-ot tett ki az öntözésen belül). Az 1968-as, rendkívüli aszályos évben érte el az öntözés a csúcspontját, ebben az évben mintegy 365 ezer ha-t öntöztek. Az öntözésfejlesztések sajnos nem piacgazdasági alapon történtek, a hátrá-nyos adottságú termelőszövetkezetek élveztek prioritást, így az öntözéses gazdálkodás nem mindig váltotta be a hozzá fűzött reményeket. Ennek hátrányait a mai napig érezzük, mivel a vízszétosztó hálózat jelentős része kedvezőtlen termőhelyi adottságú térségekben épült ki, ahol az öntözés eredményessége a talajtani adottságok miatt erő-sen korlátozott. Erre a korszakra jellemző az is, hogy az öntözést mint kiegészítő agrotechnikai elemet kezelték, sem a biológiai alapokat, sem a talajművelést, sem a táp-anyag-gazdálkodást nem igazították az öntözés adta poten-ciálhoz.

Az 1970-es évek elején bekövetkezett olajválság megemelte az energiaigényes öntözés önköltségét (*Szlávik 2024*), ezzel szinte egy időben megszűntek az ártámogatások. Az öntözőberendezések árának és a vízszolgáltatás dí-

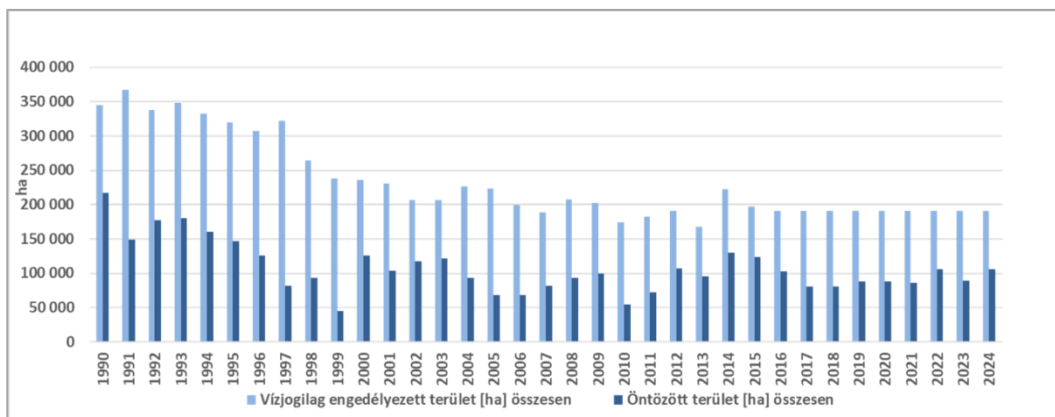
jának növekedésével az öntözéses gazdálkodás egészen a 80-as évek elejéig hanyatlott. A támogatási feltételek javulásával a 80-as évek közepén újra növekedett az öntözési kedv (7. ábra).



7. ábra. Az öntözött területek nagysága 1946 és 1985 között (ezer ha) (saját szerkesztés)
Figure 7. Area of irrigated land between 1946 and 1985 (thousands of hectares) (self-edited)

A rendszerváltás után, a termelőségvetkezetek megszűnését követően az öntözött területek nagysága folyamatosan csökkent, 1997-ben 100 ezer ha alá került; a csapadékosabb években 50 ezer ha körülre esett (pl. 1999, 2010), az aszályosabb években (pl. 2000, 2013, 2014, 2015) 120-

130 ezer hektárra emelkedett. 2017 után már csak 80 ezer ha körül ingadozott a terület nagysága. Bár 2022-ben és 2024-ben újra átlépte a bűvös 100 ezer hektáros értéket, az öntözés mértéke közel sem érte el a csapadékhány miatt elvárható nagyságrendet (8. ábra).



8. ábra. Az öntözött területek nagysága 1990 és 2024 között (ezer ha) (URL4)
Figure 8. Area of irrigated land between 1990 and 2024 (thousands of hectares) (URL4)

MIÉRT NEM ÖNTÖZÜNK NAGYOBB TERÜLETEN?

Gyakran hangzik el a kérdés: a termőterületeinknek miért csak 2-3%-át öntözzük, ha ilyen nagy a baj? A kérdés annak fényében tűnik jogosnak, hiszen közismert, miszerint a Kiskörei-vízlepcső beüzemelését követően 473 ezer ha-ra emelkedett a megöntözhető területek nagysága (igaz, ennyit sosem öntöztek). A főművi rekonstrukciók elvégzését követően most is ennyire becsülik a potenciálisan öntözhető területek kiterjedését.

1973-ban még közel 7 millió ha volt a mezőgazdasági lag művelt területek nagysága, ma alig több 5 milliónál, így a majdnem félmillió hektár öntözhető felület a művelt területeknek akár 10%-át is lefedhetné.

Az elégtelen nagyságú öntözésnek természetesen vannak vízkészlet-korlátokra is visszavezethető okai (hidrológiai aszály, felszín alatti vizek kedvezőtlen mennyiségi állapota, felszíni víz hiánya), de kétségtelen, hogy az agrárium strukturális problémái is az okok között szerepelnek.

- Az öntözést alkalmazó gazdának csak egy része folytat szakmai értelemben vett öntözéses gazdálkodást. Az öntözéses gazdálkodás ugyanis egy olyan gazdálkodási forma, ahol az öntözést egy jól felépített rendszerben, az agrotechnika csúcselemeként kezelik a gazdák. Nemcsak a növényfaj-, de a fajtaválasztásnak is jelentősége van. A gazdának a legjobb öntözési reakciót (többletterméket adó) fajtaikat kell alkalmaznia. Az elvárt többlettermékhez kell igazítani a tápanyag-utánpótlást, és olyan talajművelési és talajjavítási eljárásokat kell alkalmaznia, amelyek a talajok vízszolgáltató képességét minél jobban érvényesítik. Az 1960-as évek első felében azt a hibát már elkövetették, az öntözött területek nagyságát átgondolt gazdálkodási koncepció nélkül növelték.

- A hazai vetésszerkezet kis hozzáadott értéket termel. Nem kérdéses, hogy az öntözéses gazdálkodás sikerében az öntözni kívánt növényfajnak van a legnagyobb szerepe. A kertészeti (gyümölcs, zöldség, szőlő) és vetőmagkultúrák képesek a legnagyobb hozzáadott értéket termelni. Nem véletlen, hogy az 1800-as évek végén a bolgárkertészek hatására vagy éppen a 60-as évek végén és a 70-es évek elején a zöldség-gyümölcs területhányad növekedésével lendült meg az öntözés hazánkban. Napjainkban a zöldségfélék még a 2%-át sem teszik ki a szántóföldi művelési ágnak! Az árukukoricát a jelenlegi felvásárlási árak mellett gyakorlatilag nem éri meg öntözni.

- A kedvezőtlen vetésszerkezet kialakulásában minden bizonnyal szerepe van a hűtőházi és feldolgozóipari kapacitások elégtelen mértékének is, mely fojtja az öntözésigényes intenzív gyümölcs- és zöldségágazat felfutását.

- A mezőgazdaság már jó ideje munkaerőhiánnyal szembesül, a foglalkoztatottak alig több, mint a 4%-a dolgozik az ágazatban. Többek között ez is az oka, hogy a munkaerő- (és öntözés-) igényes kultúrák termőterülete nem tud növekedni, és csak a teljes gépesítéssel megoldható gabona-termesztés kiteljesedésének korában vagyunk. Ugyanez az oka a körbenforgó, automatizált öntözőberendezések (center pivot) terjedésének, melyek energiahatékonyságuk mellett nem igényelnek emberi jelenlétet működés közben.

- A gazdaságok átlagos mérete kifejezetten hátrányos az öntözés szempontjából. Ez méretgazdaságossági kérdés, mely az öntözési költségek növekedésével egyre jobban kifejti a hatását.

- A földhasználatunk nincs összhangban a termőhelyi adottságokkal, aminek eredményeképp az öntözés nem hozza a tőle elvárt eredményességet. Kis aranykoronájú területen csak jelentős inputköltségekkel lehet gazdálkodni, mely drágává teszi az öntözéses gazdálkodást.

- Az agrártámogatási rendszerek sem mondhatók öntözésösztönzőnek. A területalapú támogatás kifejezetten erősíti a gabonatermesztési trendet.

- A gazdaságszervelet korfája kedvezőtlen képet mutat, az előregedő gazdálkodói réteg visszafogja a hosszú távú beruházási kedvet. A generációváltásnak éppen ezért kiemelkedő jelentősége van az öntözés felfuttatásában.

- Kifejezetten gátló tényező a földtulajdonosi és -használói státusz elválása egymástól. Az öntözési beruházások jóval hosszabb időre szólnak, mint a földbérleti szerződések.

- Az állattenyésztési ágazat teljesítménye is befolyásolja az öntözés volumenét. Lédús takarmánynövények előállításához öntözés nélkül egyre kockázatosabb. A folyamatosan csökkenő állatállomány egyre kevesebb ilyen növényt igényel.

Nyilvánvalóan a fenti okokra is visszavezethető az a tény, hogy az elmúlt 20 évben átlagosan a vízjogi engedélyezett területnek a 47%-át öntözték a gazdák, holott a lekötött vízkészlet elméletileg rendelkezésre állt. Az öntözési kedv növelése érdekében a Kormány rendeletet bocsátott ki (115/2014. (IV.3.) Korm. rendelet), mely 2016-ig biztosított térítésmentes vízszolgáltatást a gazdák számára. Ezt követően 2017. január 1-jétől 2018. év végéig a változó díj felét térítették meg a vízhasználók számára, majd a rákövetkező évben a díj 100%-át. Ezzel egy időben, 2021-ig az alapidíj fokozatosan növekedett, évenként 10%-kal. A 2022 tavaszán kihirdetett, tartósan vízhiányos állapotú időszakban csak az alapidíjat fizették a gazdák, majd az ezt követő években – mentesség alapján – sem alap-, sem változó díjat nem kellett téríteni.

Az öntözési célú vízszolgáltatás átlagos önköltsége 13-14 Ft körül alakul, amiben nagy szórás tapasztalható, melyet elsősorban a vízemelési szükséglet és a vízszállítási útvonalak hossza befolyásol.

A vízkészletjárulék megfizetése alól is mentesül a gazda, amennyiben 4 000 m³-nél kevesebbet öntöz hektáronként. Tekintettel arra, hogy ez 400 mm vízpótlási lehetőséget jelent, gyakorlatilag az öntözés teljesen mentes a járulék alól.

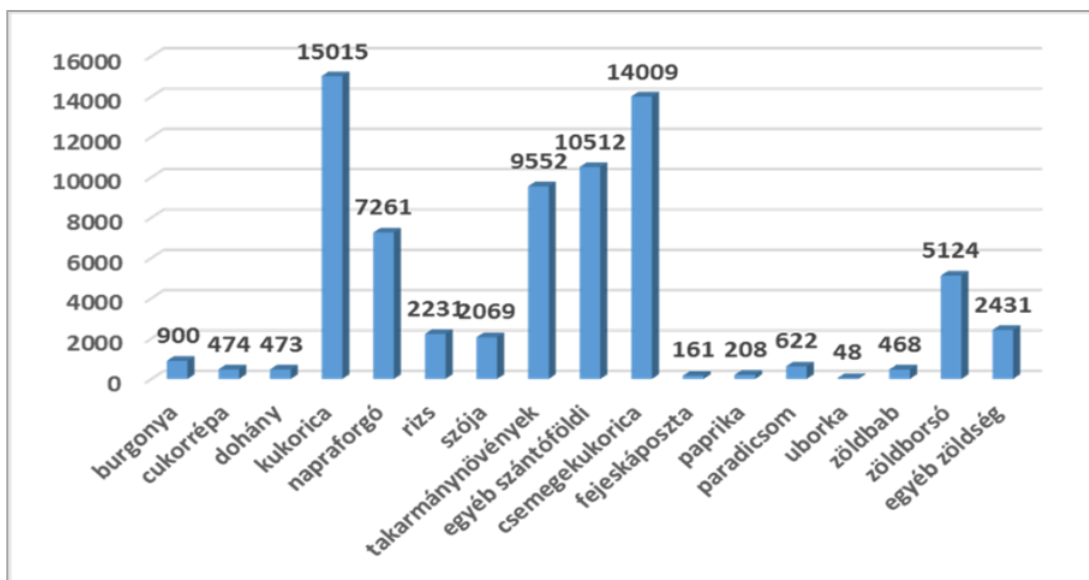
A térítésmentes öntözővíz rendszerétől valószínűleg nem várhatjuk az öntözéses gazdálkodás látványos felfutását. Ugyanis az öntözés költségstruktúrájában nem a víz „ára” a meghatározó. Öntözési módoktól és termelési rendszerektől függően a víz, mint anyagköltség 2-10%-ot tesz ki.

Különösen nem nagy teher azoknak, akik szakmai értelemben vett öntözéses gazdálkodást folytatnak, hiszen a vízért fizetendő járulék és szolgáltatási díj a jóval nagyobb megtermelt érték bevételeiből fedezhető.

Azokat, akik a terményt csak „megmentő” jelleggel öntözik (ők nem folytatnak valójában öntözéses gazdálkodást), természetesen a vízzel kapcsolatos költségek jobban érintik, mivel általában kevésbé jövedelmező kultúrát termesztenek, és az egyéb, az öntözéses gazdálkodást jellemző feltételeket nem teljesítik, így az elvárt öntözési re-

akció (terméstöbblet) sem teljesülhet teljes mértékben. Az ilyen gazdák sokszor arra jutnak: nem érdemes öntözni.

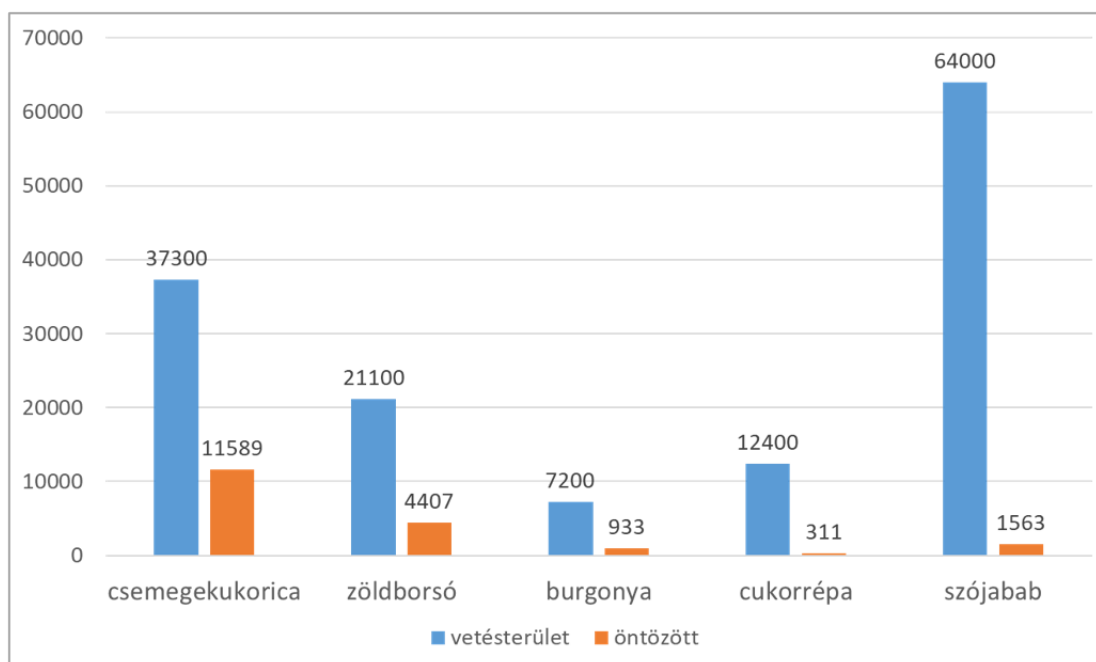
Más a helyzet a takarmánynövényként (siló) vagy zöldszénnyövényként (csemegekukorica) termesztett kukorica esetében. A lédús takarmány előállítása elsősorban a tejelőmarha-ágazat nyereségességével van összefüggésben, a biztos takarmánybázis megteremtéséhez elengedhetetlen az öntözés. A csemegekukorica öntözés nélküli termesztése szintén nagy kockázatot hordoz, pedig az adatok tanulsága szerint jó, ha a gazdák a harmadát megöntözik (9. ábra).



9. ábra. Az öntözött területek megoszlása kultúránként (ezer ha, 2022) (saját szerkesztés AKI adatok alapján, URL5)
Figure 9. Distribution of irrigated areas by crop type (thousands of hectares, 2022) (self-edited based on AKI data, URL5)

Még rosszabb a helyzet a többi öntözésigényes kultúránál. Elenyésző mértékben öntözik a burgonyát, a cukorrépat és a szójababot, a zöldborsó termőterületének csak

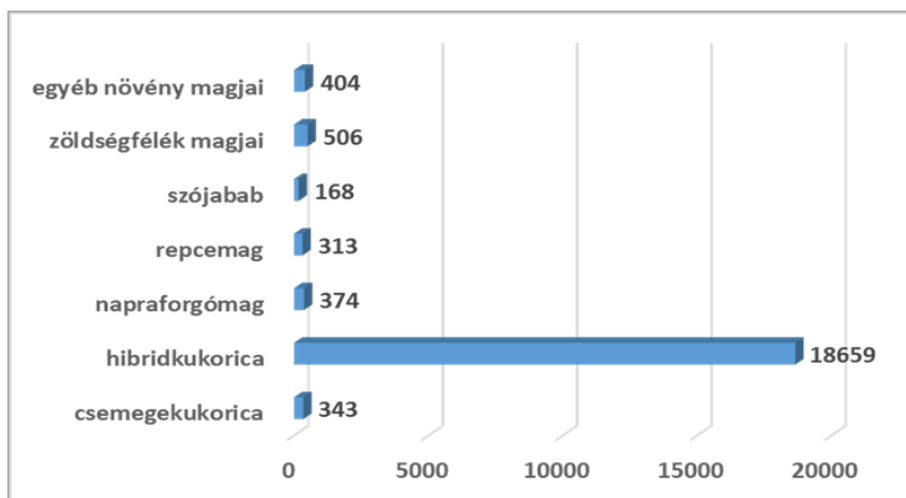
egyötöde kap öntözővizet (10. ábra). Nagy kérdés, hogy a nagyobb inputigényű növények termesztése meddig viseli el az aszályokból származó kockázatokat.



10. ábra. Néhány vízigényes növény vetési és öntözött területe (ezer ha, 2022) (saját szerkesztés AKI adatok alapján, URL5)
Figure 10. Total and irrigated areas of selected water-intensive crops (thousand hectares, 2022) (self-edited based on AKI data, URL5)

Az öntözött területekből jelentős hányadot (21%) tesznek ki a vetőmagtermesztések (11. ábra). Ezen belül erős dominanciával (90%-os) bír a hibridkukorica-termesztés (18-19 ezer ha). A vetőmagkukorica-termesz-

tés esetében nem elegendő a talajnedvesség pótlása, a légköri aszály és a hőség ugyanis csökkenti a termésbiztonságot, ami előre vetíti az ágazat földrajzi pozíciójának változását.



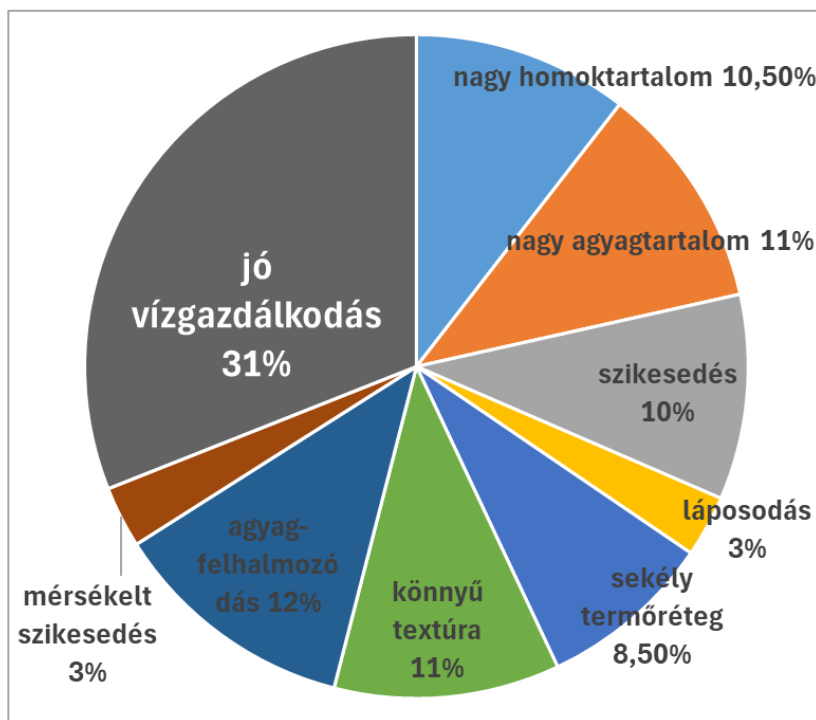
11. ábra. Öntözés a vetőmagtermesztésben (ha, 2022) (saját szerkesztés AKI adatok alapján, URL5) (Figure 11. Irrigation in seed production (ha, 2022) (self-edited based on AKI data, URL5))

NÉHÁNY JÓTANÁCS

Vízkezelés-gazdálkodási szempontból az lenne szerencsés, ha olyankor lenne térítésmentes a vízszolgáltatás, amikor bővebb készletek vannak. A gazdákat arra kellene ösztönözni, hogy időnyen kívül vagy időnyen belül (de még nem vízhiányos állapotban) feltöltő öntözést alkalmazzanak. Ezzel a termésbiztonság fokozása mellett elkerülhető lenne az igénykielégítések sorba állítása, hidrológiai aszály esetén pedig nem kerülne veszélybe az egyéb vízigények biztosítása.

A vízért való sorbaállítás elkerülése a vetésszerkezeti optimalizációval is segíthető. Ha a gazdák egy öntözőfürtön belül eltérő öntözési rendű kultúrákat vetnek, a csúcsvízigények csökkenthetők.

Az öntözésfejlesztési forrásokat célszerű lenne a jó termőhelyi adottságú területekre koncentrálni, ahol a megtérülési idő lényegesen rövidebb. A hazai talajok 31%-a jó vízgazdálkodású (Várallyay 2015), mely optimálisan képes befogadni, tárolni és szolgáltatni a vizet a növény számára (12. ábra).



12. ábra. A hazai talajok csoportosítása vízgazdálkodási szempontból (Várallyay 2015) (Figure 12. Classification of Hungarian soils from a water management perspective (Várallyay 2015))

Jelentős öntözött-terület-növekedést a vetésszerkezet-váltástól remélhetünk. A nagy hozzáadott értéket termelő kultúrák (pl. nagymagvú zöldségek, ipari és takarmánynövények, vetőmagtermesztés, üveg- és fóliaházak kultúrák) képesek az öntözés költségét kitermelni, és olyan öntözési gazdálkodási formát produkálni, ahol nem az aktuális időjárási viszony határozza meg az öntözési hajlandóságot.

VÍZMEGTARTÓ GAZDÁLKODÁS

Annak nincs realitása, hogy a mezőgazdaságilag művelt területek jelentős hányadát öntözzük. Ennek talajtani, műszaki és vízkészleti okai egyaránt vannak. Éppen ezért értékelődik fel a vízmegtartás gyakorlata mind sík-, mind dombvidéki területeken.

Síkvidéken a belvizekhez való viszonyunk megváltozóban van. Ennek egyik oka, hogy a belvízi elöntések kockázata az elmúlt tíz évben jelentősen csökkent, a súlyos aszályokat elszenvedett gazdák a kisebb elöntéseket pedig jobban tolerálják.

A „*Vízet a tájba!*” program a helyi vizekből keletkező elöntések és túlnedvesedések megszüntetését célzó elvezetésekkel szemben a beszívárgást és az elpárolgást helyezi előtérbe. Előbbi a felszín alatti vízkészleteket gazdagítja, míg az utóbbi segít kielégíteni az éghajlati vízigényt, javítja a mikroklimát. Ezt támogatja a tűrési idő megnövekedése is, mely jogszabályi felhatalmazást ad a vízügy számára a vízviSSzattartási érdekek érvényesítésére.

A belvízre az aszályérzékeny területeken egyre inkább értékes vízkészletként kell tekintenünk. Úgy is kell bánnunk vele: nem tűrni, hanem hasznosítani kell. A belvíz, ha nem kezeljük, ezután is kárt fog okozni a szántóföldeken (szétiszapolja a talajt, csökkenti a biológiai aktivitást, növénypusztulást okoz), éppen ezért kell a táblán belüli vízrendezés szemléletét megváltoztatnunk. A gazdák egyre könnyebben szerezhetnek egyre több információt a területeikről. Az RTK (Real-Time Kinematic) rendszerű mezőgazdasági gépeink képesek a domborzat felmérésére, a rendszeres talajvizsgálatok vagy éppen a talajszkennelés lehetővé teszi a táblák heterogenitásának feltérképezését. Ha a precíziós gazdálkodás eszközrendszere és adatbázisa rendelkezésre áll, a táblán belüli vízrendezés a gazdálkodás mindennapi gyakorlatába is beépülhet. A terepfelszín mesterséges alakításával mentesíthetők a mélyfekvésű részek, a beszívárgás helyi fokozásával pedig a felszín alá juttathatók a felszínen káros mennyiségek. A precíziós mélylazítás költségkímélő megoldás, mely sokat segíthet a vízkészletek megőrzésében. Egyszerű technológiai megoldás a mélyfekvésű foltokba összegyűjtött, vertikális talajcsővel a rossz vízvezetőképességű rétegek alá történő víztöbblet-bevezetés, mellyel az elvezetési kényszer radikálisan csökkenthető.

De ez mind a gazda felelőssége, csakúgy, mint a szinte a feledés homályába vesztett talajjavítás gyakorlata, holott a talajaink megfelelő fizikai, kémiai és biológiai állapotának elérésében megkerülhetetlen tényezőről beszélünk. A költségérzékeny növénytermesztés és kertészet az üdítő kivételektől eltekintve alig alkalmazza.

A gazdának kiemelt feladatként kell tekinteniük a táblán belüli párolgás csökkentésére. Olyan talajművelési megoldásokat kell alkalmazniuk, melyek a legkisebb talajnedvesség-vesztéssel járnak. A szántási műveletek elhagyása nemcsak a talaj vízkészleteit kíméli, de javítja annak biológiai aktivitását is. Ha a talaj regenerálódását nem gátolják időszakos forgatással, akkor annak humusztartalma növekedésnek indulhat, a talaj szerkezetessége, valamint ezen keresztül vízgazdálkodása javulhat. Napjainkra a műtrágyázás, a helytelen és nagy számban végzett talajművelés hatására talajaink jelentős része degradálódott. Ha a talaj sokat hangoztatott tározóképeségét ki szeretnénk használni, akkor radikális változásokat kell elérni a talajgazdálkodásban.

A csökkentett (minimum tillage) vagy elhagyott (no tillage) talajművelési módok nemcsak költség-, de nedvességkímélők is. A sávos művelés, a talajtakarás mind olyan megoldások, melyekkel hatékonyan vehető fel a küzdelem az aszály ellen. A sekély, forgatás nélküli talajműveléssel jól párosítható a felszín alatti mikroöntözés, mely párolgási és mélybeszívárgási veszteség nélkül képes a gyökérzónát nedvesen tartani.

A sekély árasztások – mint a felszín alatti vízpótlást és a mikroklimatikus viszonyokat javító megoldások – szükségessége is gyakran felvetődik a programalkotások során. A tartós árasztást semmilyen kultúrnövény nem tolerálja, a gyepek is csak korlátozott ideig bírja, így az erre kijelölt/felajánlott területeken mindenképpen művelésiág-váltást kell eszközölni.

A gyepek művelési ág visszaállításával azokon a területeken, melyek belvízzel veszélyeztetett mélyfekvésű területeken helyezkednek el, az időszakos vízviSSzattartásnak jelentős teret lehet adni. A kérdés az, hogy milyen hasznót vehet a gazda a gyepekből, ha a hazai állattenyésztési ágazatnak nincs szüksége ennyi kaszálóra és legelőre. A tejelő marháinkat zárt, steril körülmények között tartjuk, intenzíven műtrágyázott takarmánynövényekkel etetjük, a legeltetésre az erősen munkaerőhiányos ágazatban esély sincs.

Dombvidéki területeinken a talajvédelem és a vízrendezés helyzete kritikusnak mondható. Talajképző kőzetig erodálódott fedőrétegek, barázdás, néhol árokká fejlődött eróziós formák jellemzik a tájat. A talajvédelem agrotechnikai, műszaki és erdészeti megoldásai a mezőgazdaságilag hasznosított domboldali területeken csak nyomokban fedezhetők fel.

A talajpusztulás nemcsak szervesanyag- és tápanyag-, de vízvesztéssel is jár. A csökkent beszívárgási hányad fokozza a talaj vízkészlet-deficitjét, a dombvidéki vízfolyások időszakos jellegét erősíti. A vízviSSzattartást célzó beavatkozások hiánya növeli a villámárvizek kockázatát és a dombvidéki tározók feliszapolódásának mértékét, valamint felerősíti az eutrofizációs folyamatokat.

A domboldali táblákon nemhogy sáncokra vagy gyepek sávokra, de a legalapvetőbb szintvonalas művelésre is alig találni példát, holott a korszerű RTK rendszerű mezőgazdasági gépekkel ennek megvalósítása ma már rutinfeladat. Dombvidéken a szántás mellőzésének és a talajfedés biztosításának különösen nagy jelentősége van. A párolgási veszteség visszafogásán túl csökkenti a talajpusztulás mértékét és a villámárvíz kialakulásának kockázatát.

ÖSSZEFOGLALÁS

A hőmérséklet és a csapadékmentes időszakok hosszának növekedésével járó kihívásokra az agrárágazat nincs felkészülve. Szántóföldi vetésszerkezete gabonatúlsúlyos, jövedelmezősége erősen évjárat- és támogatásfüggő. Az öntözésfejlesztést gátló tényezők sorában olyan agrárstrukturális okok is meghúzódnak, melyeket a térítésmentes öntözővíz intézményének megjelenése sem tud orvosolni.

Az öntözési lehetőségek infrastruktúrális és vízkészlet-gazdálkodási oldalról is korlátosak, éppen ezért a vízmegtartó gazdálkodás ágazatszintű elterjesztése egyre sürgetőbb. A helyi víztöbbletek hasznossá tétele, a mozaikos vízviasszatartás földhasználati feltételeinek megteremtése, a nedvességmegőrzést szem előtt tartó talajművelési és talajvédelmi rendszerek alkalmazásának előmozdítása, az öntözési rendek újragondolása mind olyan feladat, mely az agrárágazat felelősségkörébe tartozik, csak úgy, mint a klímaadaptált vetésszerkezet elérése. Ehhez a gazdáknak világos iránymutatás kell. A megszokásból történő gazdálkodás ideje lejárt, ha nem tudunk hathatósan beleavatkozni a földhasználati rendszerünkbe, az ágazat képtelen lesz alkalmazkodni a megváltozott éghajlati körülményekhez.

IRODALOMJEGYZÉK

1937. évi XX. törvény az öntözőgazdálkodás előmozdításához szükséges intézkedésekről

2850. ME sz. rendelet Országos Öntözésügyi Hivatal felállításáról

115/2014 (IV. 3.) Korm. rendelet a mezőgazdasági vízszolgáltatás díjképzési rendjéről

Bozó L. (2022). Globális és regionális változások, szélsőséges jelenségek a Föld-rendszer vízkörforgalmában. *Scientia et Securitas* 3(2). pp. 101-105. <https://doi.org/10.1556/112.2022.00100>

Dobos E. (2022). A talajok és a talajdegradáció szerepe a szélsőséges vízgazdálkodási helyzetek kialakulásában. *Vízügyi Közlemények, CIV. évfolyam 2022. évi 3. füzet*

Fejér L., Marczell F. (2003). Kolossváry Ödön (1857-1921) kultúrmérnök, a hazai öntözés ügyének egyik úttörője. *Vízügyi Múzeum, Levéltár és Könyvgyűjtemény. Budapest.*

Kálmán M. (szerk.) (1965). *Esőtető öntözések kézikönyve.* KÖZDOK. Budapest.

Lakatos, M., Bihari, Z., Izsák, B., Marton, A., Szentes, O. (2022). Megfigyelt éghajlati változások Magyarországon, *Légtér*, 66 (3) 5-11. <https://doi.org/10.56474/legkor.2024.k.2>

Szalai Gy. (1998). Az 1937.évi öntözési törvény. Előzmények és következmények. In: *Emlékezés az öntözési törvény megszületésének 60. évfordulóján* (szerk. Goda P. és Pálfi I.). KÖVIZIG, Gyula. <https://doi.org/10.22309/ptszemle.2024.2.5>

Szlávik L. (szerk.) (2024). Az egységes vízügyi szolgálat 70 éve. *Vízügyi Közlemények, 2024. évi különszám.* Budapest. <https://doi.org/10.59258/hk.12334>

Várallyay Gy. (2015). Szélsőséges vízháztartási helyzetek talajtani okai és következményei. In: *Váradi J. Gy. (szerk.) A víz hiánya és többlete mint potenciális veszélyforrás: Nemzetközi Tudományos Szakmai Konferencia.* Budapest, Magyarország. Országos Vízügyi Főigazgatóság, 151 p. pp. 7-25.

URL1. https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evszakok_idojarasa/main.php?no=2&ful=4

URL2. https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0008.html

URL3. <https://www.ksh.hu/s/kiadvanyok/a-fontosabb-novenyek-vetesterulete-2025-junius-1/index.html>

URL4. [https://www.ovf.hu/vizgazdalkodas-vizszolgáltat/ontozes-vizszolgáltat](https://www.ovf.hu/vizgazdalkodas-vizszolgáltat/ontozes-vizszolgáltat/ontozes-vizszolgáltat)

URL5. <https://www.aki.gov.hu/termek/ontozesjelen-tes-2022-ev/>

SZERZŐ



BÍRÓ TIBOR egyetemi tanár, okleveles agrármérnök, környezetvédelmi szakmérnök. A Debreceni Egyetemen kezdte felsőoktatási pályafutását, majd a Károly Róbert Főiskola dékani és rektor-helyettesi, valamint a Szent István Egyetem dékani pozícióit töltötte be. Később az NKE Víz-tudományi Karának dékánja. Az MHT és az OVF Vízügyi Tudományos Tanácsának alelnöke. Szakterülete a belvízrendezés, az öntözés, a hullámterek állapotértékelése és a távérzékelés vízgazdálkodási célú alkalmazásai. Számos kitüntetés birtokosa, közte a Schafarzik Ferenc Emlékérem, a Köz Szol-gálatáért Érdemjel Aranyfokozata, a Gátörkard elismerés, valamint a Környezet Védelméért díj. 250 publikáció szerzője.

A szennyvíz mint kihasználatlan készlet – helyzetünk és teendők

Gorján Ferenc

Debreceni Vízmű Zrt. (e-mail: gorjan.ferenc@debreceni-vizmu.hu)

DOI: 10.59258/hk.23786



Kivonat

A klíma számunkra és hidrológiai szempontból kedvezőtlenül változik, ugyanakkor a csökkenő vízkészleteket használjuk, gyakran túlhasználjuk. Vizsgálni kell, és érdemes is a szennyvíznek és a szennyezett vizeknek (csapadékvizek, városi lefolyások) potenciális készletként történő alkalmazását. Magyarországon nagyságrendileg évente 687,4 millió m³ víz kerül a víziközmű szolgáltatók által kitermelésre, melyből 481,1 millió m³ hasznosul (értékesítés), és ebből az ipar 105 millió m³ vizet igényel. A 687,4 millió m³ kitermelt vízből 561,2 millió m³ tisztított szennyvíz keletkezik. Tehát az ipar vízigényeinek kielégítésére (105 millió m³) mennyiségi szempontból bőven van potenciál. Megfelelő stratégiák, párbeszéd, és teendők elvégzését követően ennek a tisztított szennyvíz hasznosításával nagymértékben csökkenthető az értékes ivóvízbázisok terhelése. Mindez nem egyszerű, de nem is lehetetlen feladat. A közlemény ezt boncolgatja, járja körbe, röviden bemutatva a debreceni példát.

Kulcsszavak

Vízkészlet, szennyvíz újrahasznosítás, szürkevíz, ipari vízgazdálkodás, klímaadaptáció.

Wastewater as an untapped resource – our situation and what needs to be done

Abstract

From a hydrological perspective, the climate is changing unfavourably for us; but at the same time, we use declining water resources, and in some places, we overuse them. The use of wastewater and polluted waters (rainwater, urban runoff) as potential resources should and must be investigated. In Hungary, approximately 687.4 million m³ of water is extracted annually by water utility providers, of which 481.1 million m³ is utilized (sold), and of this, industry requires 105 million m³ of water. Of the 687.4 million m³ of extracted water, 561.2 million m³ of treated wastewater is generated; therefore, there is ample potential in terms of quantity to meet the water needs of industry (105 million m³). By implementing appropriate strategies, dialogues and actions, the burden on valuable drinking water resources can be greatly reduced. This is not an easy task, but it is not impossible either. The article examines this issue, briefly presenting the example of Debrecen.

Keywords

Water resources, wastewater recycling, greywater, industrial water management, climate adaptation.

BEVEZETÉS

A gazdaság fejlesztésének egyik eszköze a befektetések, beruházások ösztönzése. Hazánkban ez az utóbbi időszakban számos helyen olyan fejlesztéseket jelent, melyek vízigénye jelentős, és/vagy az elérhető vízkészlet nem áll közvetlenül rendelkezésre a beruházás környezetében. Ezen beruházások ráadásul annyira komplexek, hogy részét képezik régiófejlesztéseknek is, ami az egyéb lakossági és közületi vízigények növekedését is jelenti. Mindeközben a klíma és vele együtt – azzal kéz a kézben – a hidrológiai körülmények is változnak. A vízháztartási egyenlet (csapadék – párolgás = tározódás + beszívárgás + lefolyás) elemeinek aránya nagymértékben változik, azokra függvényt írni, méretezni egyre nagyobb kihívást jelentő feladat. Egyértelműen látszik az is, hogy a vízkészletek csökkennek, ezért van kiemelkedő jelentősége a vízvisszatartásnak és az alternatív megoldások felkutatásának, alkalmazásának. Az ellátásbiztonság, vagyis a lakosság jelenlegi és jövőbeni igényeinek fenntartható kielégítése azonban semmilyen körülmények között nem sérülhet.

Soha ne felejtsük el: a vizet csak vízzel lehet helyettesíteni!

Nekünk, vízzel foglalkozó mérnököknek és vezetőknek különösen nagy felelősségünk van abban, hogy olyan megoldásokat találjunk, melyek a fenti peremfeltételeket

stabilan, biztonságosan és fenntarthatóan kielégítik. Sőt, ez nem pusztán felelősségünk, hanem egyértelmű feladatunk is. A döntéshozók felé nekünk kell „szállítani” a megoldásokat.

A települési vízgazdálkodás szempontjából is újra kell gondolni a vízvisszatartás lehetőségeit és vizsgálandó, különösen az ipar vízellátása szempontjából a szennyvíznek, mint potenciális készletnek az alkalmazhatósága.

Ez a közlemény is ehhez kapcsolódóan mutat be néhány régi-új gondolatot előbb országosan, majd Debrecen, mint konkrét példa esetén. Egyben összegzi a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen (BME) 2025. 11. 06-án tartott, a Magyar Hidrológiai Társaság (MHT) által szervezett, „Víz a tájban – klímaadaptáció konfliktusokkal” című konferencián elhangzott előadást.

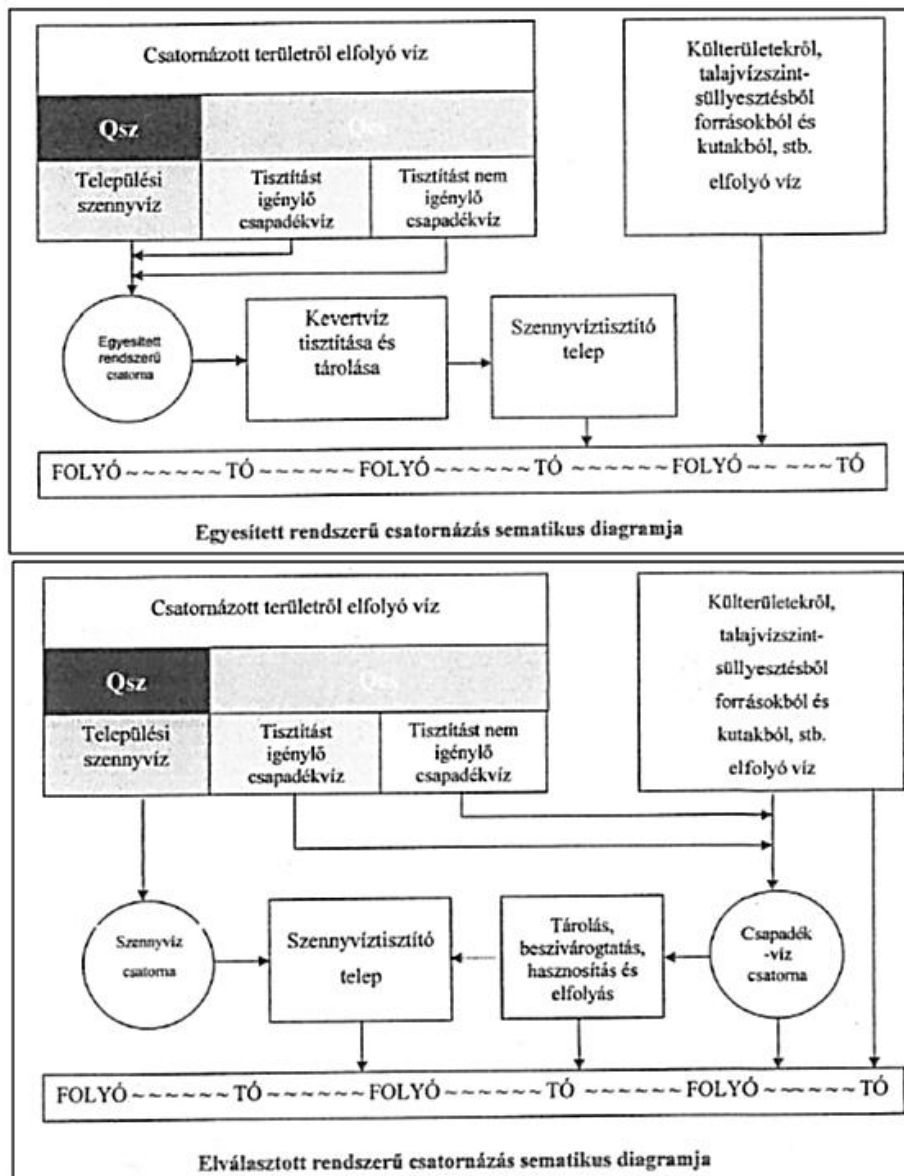
A SZENNYVÍZ, MINT KÉSZLET

Ha a szennyvíz szó definícióját tekintjük és a mindennapi élethez igazítjuk, akkor kijelenthető, hogy amikor az ember szennyezőanyagok szállítására vizet használ, akkor szennyvíz keletkezik. Jelen közleményben a szennyezett, egyszer már használt víz is szennyvízként kerül megfogalmazásra.

Típusai a klasszikus felosztás szerint lehetnek:

- kommunális,
- ipari,
- mezőgazdasági,
- csapadékvizek – városi és egyéb diffúz lefolyások.

Ezen felsorolásból az ipari szennyvízhez erőteljes félelem kapcsolódik, és jellemzően alpból elutasításra talál minden más hasznosítása. A csapadékvíz és a csapadékvíz-gazdálkodás pedig „fekete bárány”, igazából gazdátlan, pedig mint később rámutatunk, jelentős potenciál van benne. Mindezek mellett a szennyvíz pedig kihasználatlan készlet. Miért is? Röviden: mert szennyezzük vele, de nem használjuk, mint készletet. Az 1. klasszikus tankönyvi ábra jól mutatja az egyesített és az elválasztott rendszerű csatornázás folyamatát.



1. ábra. Egyesített és elválasztott rendszerű csatornázás folyamatábrája (BME 2012)

Figure 1. Flow chart of combined and separated sewerage systems (BME 2012)

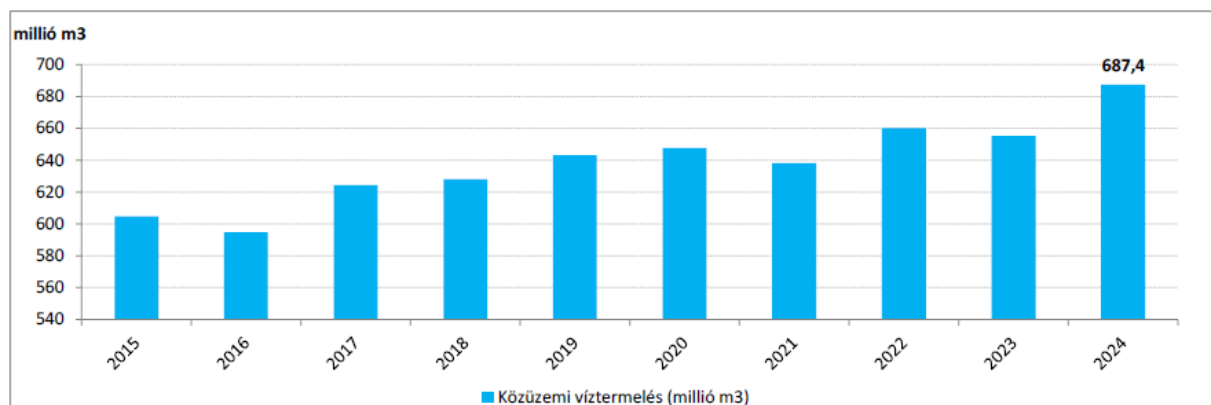
Jól megfigyelhető az az alapvető jellemző, hogy a keletkező szenny- és csapadékvizek, valamint az egyéb vizek gyakorlatilag hasznosítás nélkül érik el a befogadót.

Mit is jelent mindez mennyiségi oldalról?

A Magyar Víziközmű Szövetség (MAVIZ) minden évben elkészíti az ágazat főbb adatait ismertető statisztikai évkönyvét. Az évkönyv minden év november közepe táján készül el és az előző év adatait tartalmazza. A BME-n

2025. 11. 06-án tartott előadáson (URL1) a 2023. év adatai alapján mutattam be az aktuális helyzetet, de azóta megjelent a 2024. év statisztikai évkönyve, így a közleményben már a 2024-es értékek szerepelnek. Mindez lényegi változást nem jelent.

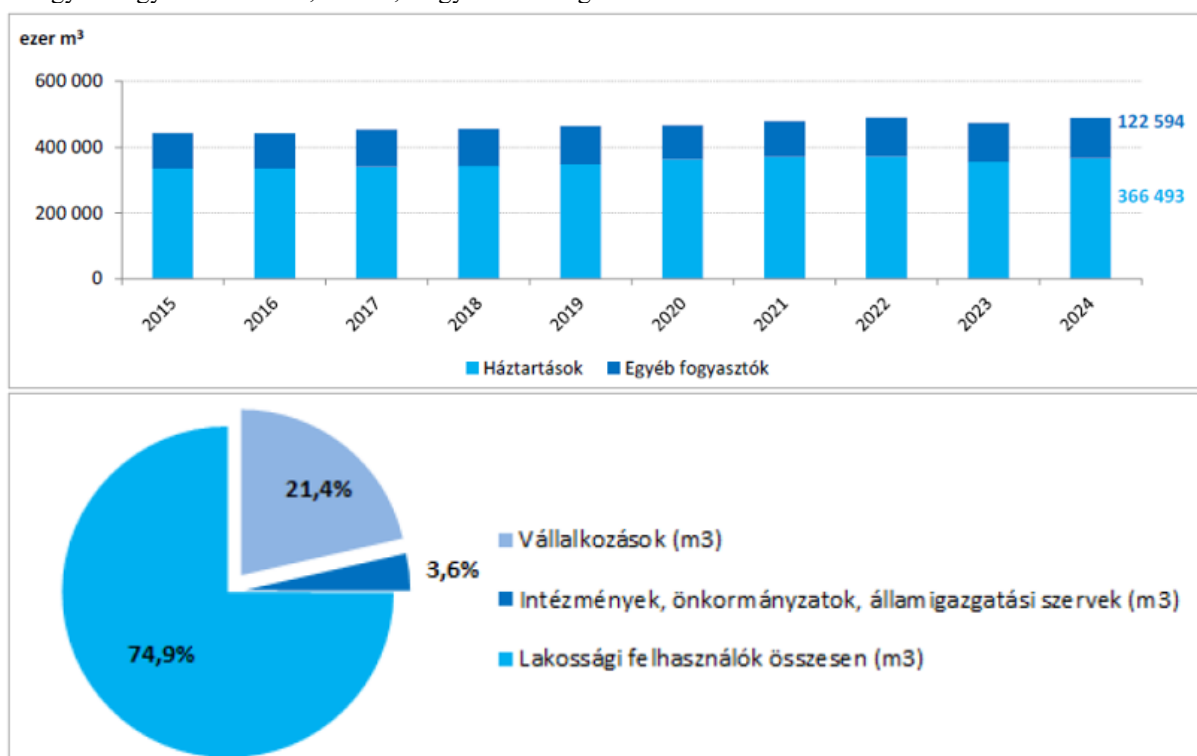
A 2024-ben a víziközmű szolgáltatók közműves vízellátás céljából kitermelt vízmennyisége hazánkban 687,4 millió m³ volt (MAVIZ 2024). Az elmúlt években a víztermelési trend pedig a 2. ábra szerint alakult.



2. ábra. Közüzemeli víztermelés (vízkészletből kivett) alakulása Magyarországon (MAVÍZ 2024)
 Figure 2. Trends in public water production (from water resources) in Hungary (MAVÍZ 2024)

Fontos megnézni azt, hogy a kitermelt és a hálózatba juttatott vízmennyiség miként oszlik meg a háztartások és az egyéb fogyasztók között, illetve, hogy a lakosság és

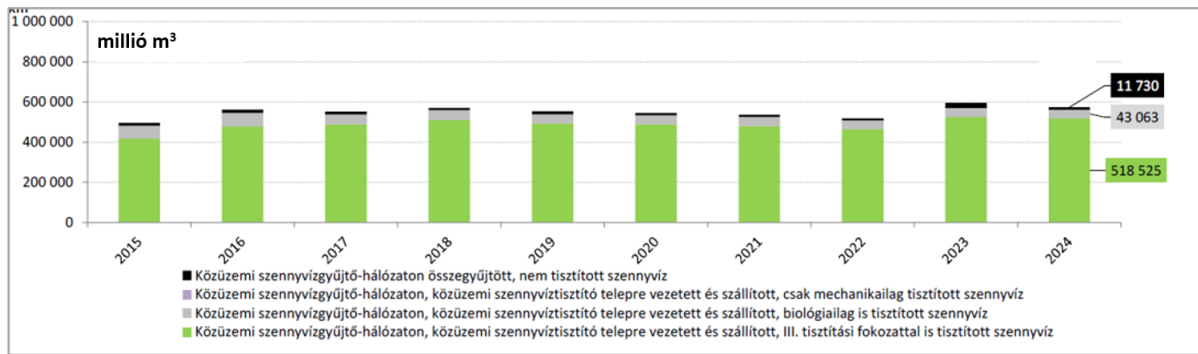
nem lakosság kötött ez a vízmennyiség hogyan különül el. Ezeket az értékeket a 3. ábra mutatja.



3. ábra. Közüzemeli vízhasználatok (értékesített) megoszlása (MAVÍZ 2024)
 Figure 3. Distribution of public water uses (sold) (MAVÍZ 2024)

A fentiek azt mutatják, hogy a vízkészletből kivett 687,4 millió m³ vízből értékesítésre kerül 489,1 millió m³. Ebből a vállalkozások (fókuszáljunk rájuk, hiszen ők alkotják például az ipari üzemeket) felhasználják a 21,4%-át, azaz kerekítve mindösszesen 105 millió m³ mennyiséget. Vagyis a számok alapján Magyarországon az iparnak (vállalkozásoknak) szüksége van nagyságrendileg

105 millió m³ vízre évente. Érzékeltetve ennek jelentőségét, ez a mennyiség a 200 000 lakosú Debrecen 7 éves vízfelhasználása, átlagos 40 000 m³/nap vízigénnyel számolva. Ebből következően igenis van értelme, sőt meg kell vizsgálni a lakosság ellátásbiztonsága érdekében (is) az alternatív lehetőségeket. Ehhez érdemes megnézni a szennyvízkészlet számait, melyet a 4. ábra mutat.



4. ábra. Szennyvízhálózaton elvezetett szennyvízmennyiségek alakulása (MAVÍZ 2024)
Figure 4. Development of the volume of wastewater network (MAVÍZ 2024)

2024-ben Magyarországon 840 db szennyvíztisztító üzemelt, melyeken keresztül a 561,6 millió m³ szennyvíz került megtisztításra. A 11,73 millió m³ összegyűjtött, de nem tisztított szennyvíz figyelembevételével kapjuk meg a szennyvízhálózaton elvezetett szennyvíz mennyiségét, mely a 4. ábra tanúsága szerint 573,3 millió m³ volt.

Ez azt jelenti, hogy a vízkészletből kivett 687,4 millió m³ vízből lesz 561,6 millió m³ szennyvíz, azaz 82%-ából tisztított szennyvíz keletkezik. Tehát tisztán mennyiségi oldalról kijelenthető, hogy a 105 millió m³/év ipari vízigény (elméletileg) kielégíthető lenne tisztított szennyvízzel, hiszen az igény kevesebb mint 20%-a csupán az elméleti kapacitásnak.

Természetesen ez így önmagában szükséges, de nem elégséges feltétele az előrehaladásnak, viszont kiindulásnak biztató.

TISZTÁZANDÓ PEREMFELTÉTELEK

Cél, hogy a keletkező szennyvizeket, a csapadék és az egyéb szennyezett vizeket a lehető legnagyobb mértékben visszatartsuk, a célnak megfelelő mértékben tovább tisztítsuk és hasznosítsuk, csökkentve ezzel az értékes, lassan megújuló felszín alatti vízkészletek, vízbázisok igénybevételét.

Mit kell ehhez tenni?

Mint szakma, memünk kell kérdezni, információit kérni! A vízgazdálkodás feladata ilyen értelemben eléggé egzak: a társadalmi igények és a természeti erőforrások fenntartható összehangolása. Az öntözés nem vízgazdálkodási, hanem mezőgazdasági kérdés, az akkumulátor és gépjárműgyártás sem vízgazdálkodási, hanem iparfejlesztési, iparstratégiai kérdés. DE! Aktívan be kell vonódnunk, mert az egyensúly megteremtéséért és fenntartásáért felelősek vagyunk. Ahhoz pedig, hogy a fenti érdemi készletet a legnagyobb hatásokkal hasznosítsuk tudnunk kell, hogy

- hol,
- milyen minőségű,
- mennyi vizet és milyen eloszlásban kér az ipar, a mezőgazdaság és általában a nemzetgazdaság.

A szakma és a fenntarthatóság érdekében ki kell mondani: szükséges érdemi, valós, egyértelműen rögzített célokat tartalmazó mezőgazdasági, iparfejlesztési és régiófejlesztési stratégia, mert érdemben csak ennek ismeretében lehet és kell végrehajtani a következő lépéseket, azaz:

- hol és mennyi a potenciális szennyvízkészlet,
- ebből a készletből mennyi az ökológiai célú visszapótlási igény, valamint az a mennyiség, ami a vízháztartási egyenlet egyensúlyban tartásához szükséges,
- az így fennmaradó potenciális készlet milyen minőségben szükséges. Megfelelő-e az adott befogadóra meghatározott tisztított szennyvíz minőségi paramétermátrix, vagy esetleg további tisztítás szükséges.

Ezek alapján, esetleges további módosító javaslatokat lehet tenni a jövőbeni ipari beruházások alternatív helyszíne tekintetében, valamint elsődleges műszaki és költségbecslések készíthetők a kapcsolódó komplex vízi- közmű-infrastruktúra vonatkozásában.

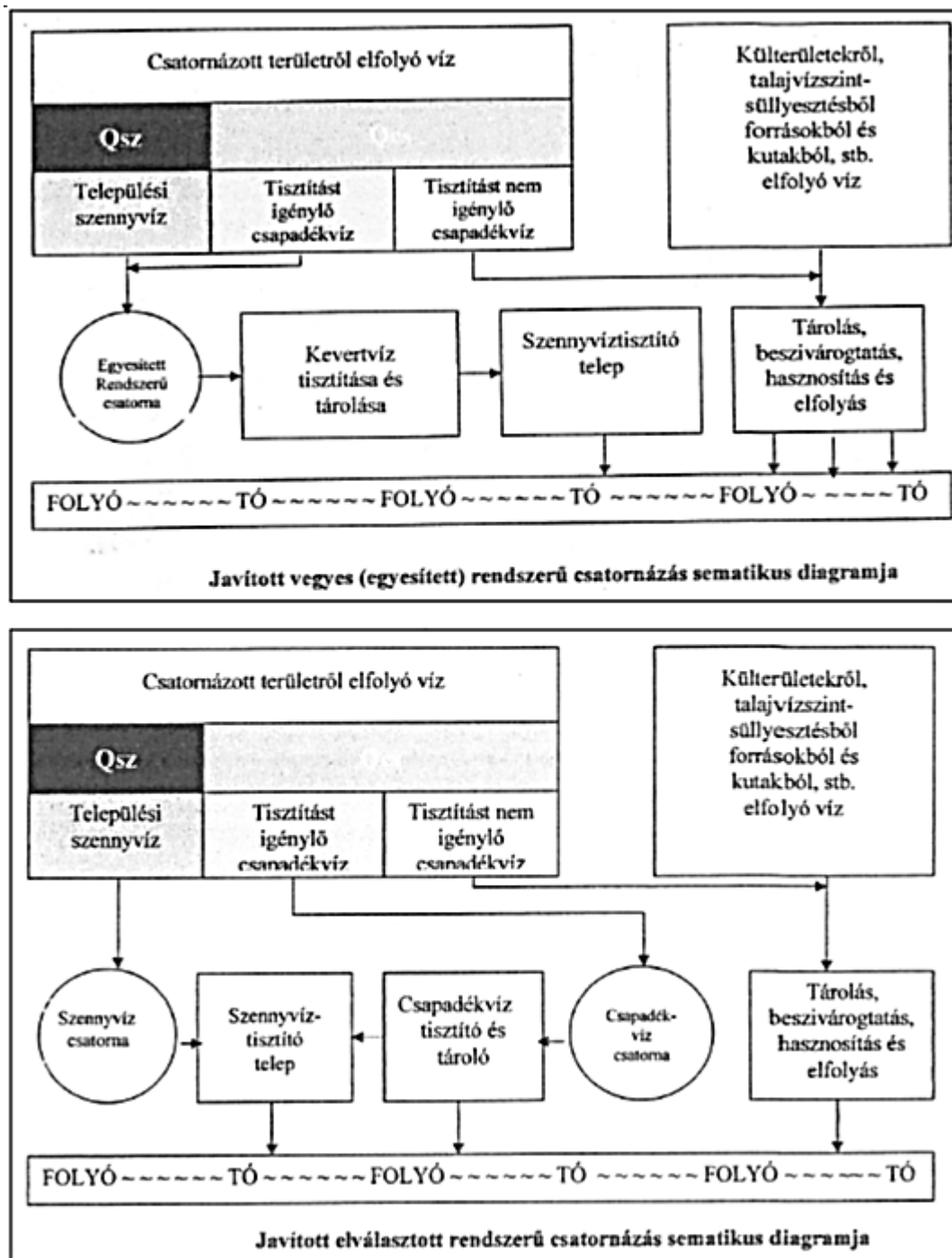
FELADATOK ÉS TEENDŐK

Az 1. ábrán látható egyesített és elválasztott rendszerű csatornázás folyamatábrájának van folytatása is. Az 5. ábrán látható ezek javított változata, mely jól illusztrálja a végrehajtandó teendők jelentős részét a települési vízgazdálkodás vonatkozásában.

Itt kell beszélni két nagyon fontos dologról: az egyik, hogy ahol lehetséges, ott a maximálisra kell növelni az egyesített rendszer szétválasztását; a másik pedig az ivóvízoldalon a vízvesztesség-csökkentéshez hasonlóan, úgy a szennyvíznél is, az elválasztott rendszer esetén folyamatos tevékenységgé kell tenni az infiltráció csökkentését.

A vízvesztesség-csökkentésnek önmagában is jelentős vízkészlet-megtakarító hatása van, ugyanis – a rejtett szivárgásokon és rejtett csőtöréseken eltávozó vizet nézve – 1 darab 3 mm-es lyukon keresztül, normál üzemi nyomáson, egy év alatt 4 212 m³ víz folyik el! Hazánkban ez az érték százalékban van kifejezve, amely változatosan alakul 15-30% között, de van olyan vízellátó rendszer, ahol 50% környezetében mozog. Ez azt jelenti, hogy a hálózatra adott víz ekkora mértékben folyik el hasznosítatlanul. Ezt pedig ugyanúgy meg kell termelni, tisztítani, és a hálózatra kell juttatni. Minél kisebb ez az érték, annál kevesebb vizet kell kitermelni a vízbázisokból.

A vízvesztesség és az infiltráció csökkentése nemcsak azért fontos, mert enyhíti a vízelvezető művek és a víztisztítók terheltségét és energiafelhasználását, hanem csökkenti a vízbázisok igénybevételét is. A csapadék és az idegenvizek szintén potenciális készletek, melyek megfelelő kezelést követően hasznosíthatók, így a vízbázisok igénybevétele tovább csökkenthető. Az 5. ábra ezt a hasznosítási lehetőséget mutatja.



5. ábra. Javított egyesített és elválasztott rendszerű csatornázás folyamatábrája (BME 2012)
 Figure 5. Revised flow chart of combined and separate sewerage systems (BME 2012)

Itt, amit hangsúlyozni kell az az integrált, komplex vizsgálat, a modellezés jelentősége. Amit le lehet írni matematikával, azt le kell írni matematikával. A modellezések alkalmazásával időtávokra bontott és részletes kockázatelemzéseket is tartalmazó terveket kell készíteni.

Hiába ismert ugyanis a felhasználható potenciális készletek mennyisége és minősége, ha a hasznosítás hatásai nincsenek körültekintően megvizsgálva, az komoly kockázatot jelent. Konkrét példa erre, ha összegyűjtésre kerül a csapadékvíz szikkasztás céljából. Ha modellezéssel nem vizsgálták a szikkasztó környezetében a felszín alatti vizek áramlási viszonyait, akkor könnyen alámosódhatnak más infrastruktúrák, de akár épületek is.

A peremfeltételek ismeretében és komplex modellezéssel alátámasztva, az ismert régi-új technológiák és módszerek megvalósításával, ipari és egyéb nem lakossági célokra nyerünk jelentős mennyiségű vízkészletet. Ezek pedig „szemmel is jól látható” mértékben járulnak hozzá a stratégiai jelentőségű ivóvízbázisok és készletek megővéséhez, megtartásához, de a körforgásos gazdasághoz is.

PÉLDÁK DEBRECENBŐL

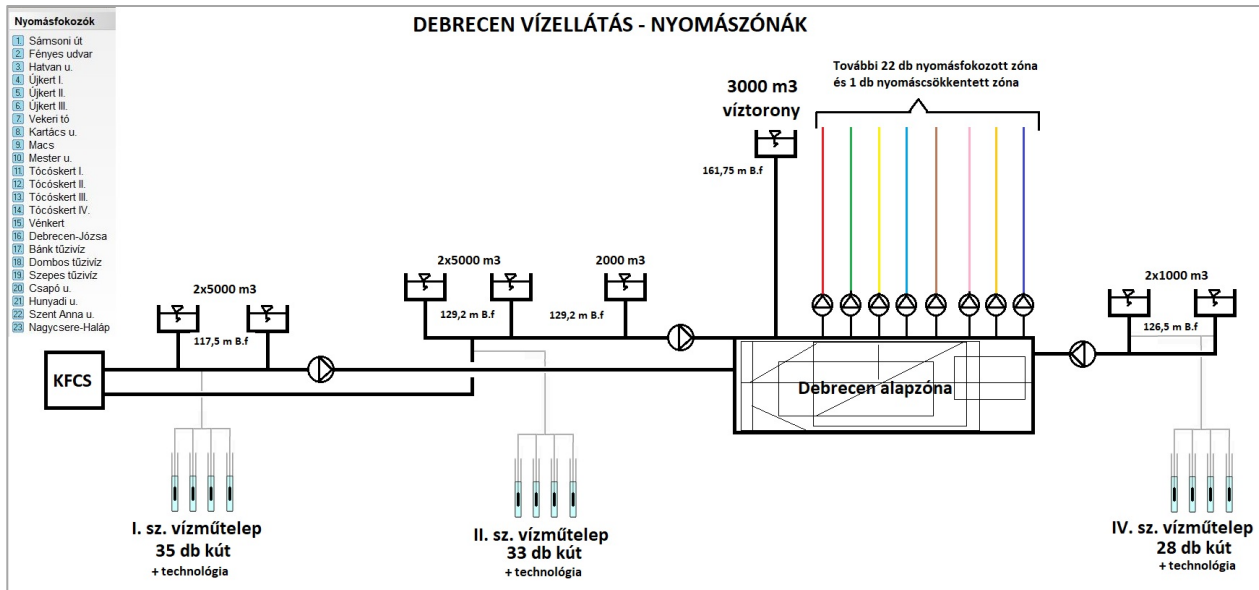
Az országos helyzetértékelés és általános teendők ismertetését követően néhány debreceni alkalmazást mutatunk be.

Szürkevíz hasznosítás és ellátás

Debrecen hazánk második legnagyobb városaként közép-kelet-európai gazdasági régióközpont is, mely történelmi léptékváltáson megy keresztül. Két nagy ipari park is létesült. Az egyik az Északnyugati Gazdasági Övezet (ÉNyGÖ), mely a BMW-nek és jó néhány közvetlen beszállítójának biztosít helyet, a másik pedig a Déli Gazdasági Övezet (DGÖ), mely elsősorban az akkumulátorgyártáshoz kapcsolódó nagyvállalatok telephelyeit foglalja magába, de otthont biztosít más gépjárműiparhoz köthető cégeknek is. Valamint ott található a kis- és középvállalkozásokat összefogó KKV-park is. Ezzel párhuzamosan je-

lentkezik a népességnövekedés, az agglomerációk fejlődése és közeledése, ami gyakorlatilag az igények növekedését jelenti.

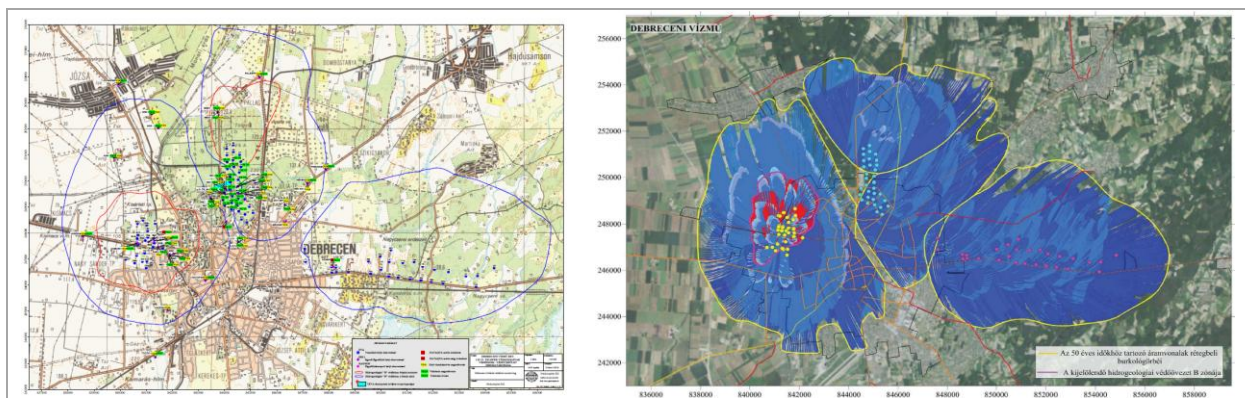
Vízgazdálkodási értelemben Debrecen bővízü vízfelhasználásról távol esik. Átlagos vízfelhasználása 40 000 m³/nap, míg nyáron 60 000 m³/nap. Ezek kielégítése egyrészt felszíni vízbázisból történik, vagyis a Keleti főcsatornára (KFCS) telepített, a Tiszamenti Regionális Vízművek Zrt. (TRV Zrt.) üzemeltetésében lévő felszíni víztisztító mű által, másrészt három felszín alatti vízbázisból, összesen 96 db fúrt kút segítségével.



6. ábra. Debrecen vázlatos vízellátó rendszere (saját szerkesztés)
Figure 6. Outline of the water supply system in Debrecen (edited by the author)

A felszín alatti vizek áramlási iránya: ÉK-DNy és sajálatos módon nem feláramló. A felszín alatti vízbázisok készletei kiváló minőségűek (8 000-10 000 éves vizek), ugyanakkor sérülékenyek, hiszen gyakorlatilag körbeépülte őket a vá-

ros. A klímaváltozás által (is) okozott, megváltozott vízháztartási elemek arányváltozása miatt utánpótlódásuk lassú, csökkenhet, így összességében megőrzésük a lakosság számára stratégiai fontosságú. Ezt szemlélteti a 7. ábra.



7. ábra. Vízbázisok és védőidomok (Debreceni Vízmű Zrt.)
Figure 7. Water bases and protective structures (Debreceni Vízmű Ltd.)

A jelenlegi és jövőbeni, valamint a lakossági és ipari vízigények kielégítésére megoldást kellett találni. Ekkor jött a szürkevíz ötlete. Itt a szürkevíz megnevezés vízkészlet-gazdálkodás szempontú, és olyan, egyszer már használt vizet értünk alatta, mely további tisztítást követően bizonyos cé-

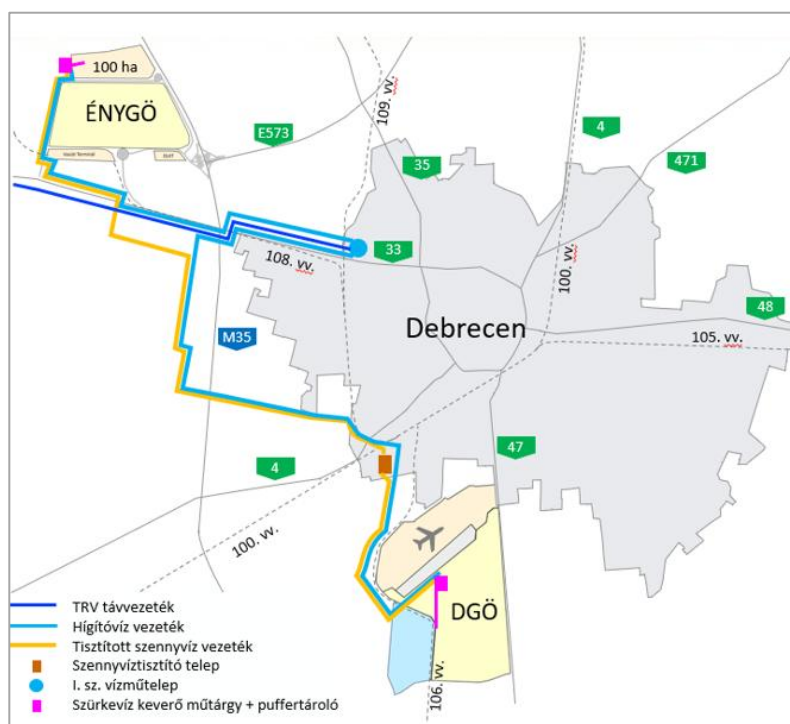
lokra ismét használható. Ez azért fontos, mert számos (nem szakmai oldalról érkező) kritika alapja az volt, hogy amiről beszélünk, az nem is létezik. A lényeg, hogy ezzel a megoldással ilyen mértékben alkalmazva nettó terhelés csökkenést érünk el a vízkészletek, vízbázisok tekintetében.

Mégpedig úgy, hogy a betelepülő cégek ipari vízigényének jelentős része hűtésre fordítódik, gyakorlatilag elpárolog. Márpedig ilyen célra a lassan megújuló, stratégiai vízkészlet nem adható ki. Arra gondoltunk, ha a Tóciónak (felszíni víztest, mely befogadja a debreceni szennyvíztisztító telep tisztított szennyvizének) megfelelő a tisztított szennyvíz, akkor hűtésre is kiváló. Hosszas egyeztetéseket követően, százas nagyságrendű paramétert megvizsgálva világossá vált, hogy a gépészeti berendezések védelme érdekében a tisztított szennyvíz sótartalmát csökkenteni kell, tehát szűrkevízként közvetlenül nem, hanem tovább tisztított és hígított, felszíni eredetű víz keverékeként hasznosítható. Az ehhez szükséges műtárgyak, infrastruktúra-elemek kialakítás alatt vannak.

A nettó terheléscsökkentés alatt a felszín alatti, kimondottan értékes, lassan megújuló vízbázis terhelésének csökkentését kell érteni. Azaz az ipari vízigények kielégítése,

másképp fogalmazva: az iparból származó vízigénytöbblet kielégítése nem a felszín alatti vízbázisok igénybevételének növekedésével történik, hanem egyrészt többletvétellel a felszíni vízbázisból, másrészt pedig szűrkevízből.

A szűrkevíz összetétele 1/3 részt felszíni vízbázisból származó víz, 2/3 részt pedig tovább tisztított szennyvíz. Jelenleg száraz időszakban is (= csapadékmentes idő) 36 000-40 000 m³ szennyvizet tisztítunk meg naponta. Ez az egyik forrás. A felszíni vízbázisból származó többletvíz mennyisége pedig a másik. A mindenkori igényeknek megfelelően a szűrkevízhasználat tehát úgy csökkenti a nettó terhelést, hogy nem használja a stratégiai fontosságú és lassan megújuló felszín alatti vízbázisok kapacitását. Természetesen nagyon fontos az ipar felelőssége is abban, hogy a lehető legjobb víztakarékos technológiát használják, valamint, hogy szennyvizeiket a leghatékonyabban tisztítsák. Mindezt a 8. ábra foglalja össze.



8. ábra. Ipari övezetek víziközmű rendszerei (Debreceni Vízmű Zrt.)
Figure 8. Water utility systems in industrial zones (Debreceni Vízmű Ltd.)

Miért is jó mindez?

- Nem használjuk az értékes ivóvizet.
- Nem kell emiatt hálózatot és vízbázist bővíteni.
- Jobb és hatékonyabb lesz a vízkészlet-gazdálkodás.
- A Tócot mennyiségi értelemben nem terheljük.
- Bevétel képződik a Vízműnél, mely forrás a hatékonyabb üzemeltetésre.
- Megvalósul egy fontos körforgásos gazdálkodást jelentő folyamat.

Csapadékvíz-gazdálkodás

Itt számos feladat áll még előttünk. Ami tanulságos, hogy ha a városvezetés meghallgatja a szakmát, akkor ténylegesen megvalósítható ötletek születnek, és nem csak az íróasztalnak. A közlemény témája kapcsán a konkrét debreceni készletgazdálkodásra gyakorolt potenciál kerül ismertetésre, melyet minden olvasó adaptálhat máshova.

Debrecen belterületén egy 2 órás, 20 mm-es csapadékesemény hatására 400 000 m³ csapadékvíz kerül elvezetésre. Ebből 80 000 m³ érkezik a szennyvíztisztítóra, a többi előbb-utóbb a Tócióba, és a Kondorosba kerül. A 400 000 m³ pontosan 10 napi(!) átlagos napi ivóvíz-felhasználásnak felel meg. Ez önmagában indokolja az átgondolt visszatartást, hasznosítást.

Ehhez több mindent kell tenni. Többek között a város 1 000 km hosszú csatornarendszerének 30%-át kitevő egyesített rendszert minél nagyobb arányban szét kell választani, csökkenteni kell az infiltrációt, (modellezést követően) tározókat kell kialakítani, azokról pedig szintén számításokat követően szivárogtatással és egyéb módon más vízigények kielégítését és a helyi klíma javítását kell végezni.

Például a városi zöldfelületek öntözése történhet ebből. Fontos érzékelteni a számok mögötti egyenértékeket. Egy nyári napon a város 200 m^3 vezetékes vizet használ fel locsolási céllal. Ez a $40\,000\text{--}60\,000 \text{ m}^3$ -hez képest nem sok, és valóban nem is az. Azonban, ha azt nézzük, hogy Magyarországon a fajlagos vízfelhasználás 100 l/fő/nap , akkor ez a 200 m^3 $2\,000$ ember vízigénye. Ez már egy kisebb település is lehet. Félreértés ne essék, az érzékeltetés célja nem az, hogy Debrecen mennyi vizet használ (gondoskodva zöldfelületeiről), hanem az, hogy egyénre lebontva, gazdálkodva a csapadékvíz-zel milyen komoly vízkészlet tartalék képezhető.

SZERZŐ



GORBÁN FERENC építőmérnök (PTE), okleveles infrastruktúra-építőmérnök (BME), vízellátás-csatornázás szakmérnök (BME), gazdasági szakokleveles szakmérnök (NKE). A barcsi Dráva Völgye Középiskola vízügyi technikus tagozatán 2004-ben az Országos Szakmai Tanulmányi Versenyen elért eredménye alapján a Dunántúli Regionális Vízmű Zrt. ösztöndíjasaként kezdte pályafutását 2008-ban, először fizikai állományban, majd a ranglétrán végighaladva üzemirányító diszpécser, üzemirányító központ csoportvezető, üzemvezető, műszaki szolgáltatási vezető, végül pedig műszaki üzemviteli osztályvezető lett. Vezetői feladatai mellett a teljes DRV-s pályafutása alatt – sok más mellett – fő szakmai feladata volt az üzemirányítás, a vízvesztés-csökkentés és a hálózathidraulikai modellezés. 2020-tól egy többlépcsős kiválasztási folyamat eredményeként a Debreceni Vízmű Zrt. vezérigazgatója. A komplex cégirányítás mellett kiemelt feladata a víziközmű-infrastruktúra és a szervezet felkészítése a léptékváltásra, különös figyelmet fordítva a vízkészlet-gazdálkodásra, a vízbázisvédelemre, a vízminőségvédelemre és a körforgásos gazdasági elemek integrálására a települési vízgazdálkodás fenntarthatósága érdekében.

Záró gondolatként pedig, ahogy az elején is írtam: soha ne felejtsük el: *a vizet csak vízzel lehet helyettesíteni!*

IRODALOMJEGYZÉK

BME (2012). Dr. Dulovics Dezső BME vízellátás-csatornázás szakmérnöki előadása.

MAVÍZ (2024). MAVÍZ évkönyv 2024.

Debreceni Vízmű Zrt. Archivum

URL1. <https://www.hidrologia.hu/viz-a-tajban-klima-adaptacio-konfliktusokkal-konferencia/>

FÓRUM – VÍZ A TÁJBAN

Klímaadaptáció konfliktusokkal

A FÓRUM rovat keretében teret nyitunk különleges, vagy talán mehökkentő szakmai viták, eszmecserék kibontakozására. Rovatunkban Borbás Barnabás, a Válasz Online újságírója gondolatait mutatjuk be.



Oázisok a sivatagban

Vízkonfliktus és vízkonszenzus újságírói szemmel

Arra kaptam felkérést a „Víz a tájban – Klímaadaptáció konfliktusokkal” című tanácskozársra készülve, hogy fejtssem ki egyfajta köztes szereplőként, aki találkozik kutatókkal, vízügyesekkel, civilekkel, olykor gazdálkodókkal és döntéshozókkal is, hogy vannak-e közös pontok. Vízkonfliktus vagy vízkonszenzus látszik-e? Hogy áll ez az ügy a nyilvánosságban?

Mindenekelőtt egy jó hír: a téma 2022 óta átment az olvasóknál, nézőknél, hallgatóknál. Szerte a médiában tapasztaljuk, hogy szezonról, évszaktól függetlenül komoly közönséget, vagyis kattintás- és nézőszámot vonz a kiszáradás, az aszály, a vízválság témája. Nem volt ez mindig így. Régen a karcosabb címekkel felszerelt cikkek is könnyen elsüllyedtek az érdektelenségben. Ez egyre ritkább. Csupán két példa: 2025. augusztus közepén nagy képes riportot közzeltünk a dél-alföldi – konkrétan Oros-háza környéki – kukorica- és napraforgóhelyzetről. A cikk sem ment rosszul, de a hozzá kapcsolódó, az aszályban haldokló kultúrnövényekről szóló Facebook-fotógaléria sikere az igazán beszédes: a bejegyzés félmillió felhasználót ért el, a nyár egyik legfelkapottabb posztja lett a Válasz Online-on. A másik példa, hogy a szintén 2025. nyári „Hogyan éljük túl? – Klímaváltozás és alkalmazkodás Magyarországon” című kiadványunk első nyomása bő egy hónap alatt elfogyott.

Ezekből és sok más jelből az derül ki, hogy az emberek megértették, hogy probléma van, amivel foglalkozni kell. Ez nem tűnik nagy eredménynek, de a sajtóban dolgozó emberekként évekig néztük a tagadó kommenteket, olvasói visszajelzéseket. „Nincs is ez!”, „Majd elmúlik!”, „De hát tegnap is esett az eső” – és hasonlók. Éles kontraszt, hogy ezek mára eltűntek. Legrégebben a kutatók és a civilek szóltak, hogy baj van, aztán a vizes ágazat képviselői, és most már a gazdálkodók is. Legutóbb éppen a legnagyobb hazai mezőgazdasági integrátorcég vezére nyilatkozta a Válasznak: „országos és helyi szinten is változtatni kell a vízgazdálkodási szemléletünkön”. Ökológustól nem lenne rendkívüli mondanás, agrárvállalkozótól viszont az. Megvan az újabb egyetértési pont.

Itt egy zárójelesnek tűnő, de fontos megjegyzés: visz-szatérő élményem, ahogy természetvédők, a vízügyi ágazat képviselői és civilek azt mondják, „végre beszéltünk

egymással”. Olyan kerekasztalok, fórumok, egyeztetések indultak el ’22 óta, amelyekre addig alig volt példa. A szereplők, akik sokszor távolról és gyanakodva méregettek egymást, dialógusban vannak.

Mit tegyünk tehát? A problémák innentől kezdődnek. Érdemes társadalmi szintről nézni, mert ami feljebb van, csupán következmény. Hogyan alkalmazkodik „a nép” a hőhullámos nyarakhoz és az aszályhoz? Ismét a jó dolgokkal kezdem. Ma az Alföldön és szerte az országban úgy lehet találkozni cselekvő, jövőbe mutató megoldást kereső csoportokkal, akár az oázisokkal a sivatagban. Civilek és önkormányzatok, természetvédők és változatos hátterű önkéntesek tetővízgyűjtő rendszereket építenek, dekantált vizet hasznosítanak, mély fekvésű földeket árasztanak. A somogyi patakgyűjtők kezdték évtizedekkel ezelőtt, ma pedig a Nyírségtől a zsámbéki Békáspatakig, a Sárréttől a Csömöri-lápig tenni akaró polgárok vizes élőhelyeket takarítanak, hódot telepítenek, mederemelő gátakat építenek, árkot temetnek, patakot revitalizálnak.

Mi, a Válasznál is bemutattuk riportokban, hogyan vette gondjaiba a perőcsényi hódlápot egy helyi természetvédelmi szervezet, hogyan temet be vízlevezető árkokat a túlcsatornázott Homokhátságon a Zöld Gerilla, hogy hogyan hasznosít tisztított vizet egy kis dél-alföldi település, Ruzsa, élen az elkötelezett polgármesterrel. Nehezen összepályázott, kevés vagy sokszor nulla forintból, hétvégén és szabadidőben vitt küzdelmek ezek. Nem tudok jobb szót: megható látni őket. Ez a fajta cselekvés nem más, mint ösztönös létakarát-nyilvánítás és kultúramegtartás. Ahogy Báder László vízmérnök fogalmazott egyszer: „A kultúra része az, hogy az ember képes megtartani maga körül az életfeltételeit.” A sokfajta tevékenység egy irányba mutat: mérsékelni a vízvesztést, abbahagyni a levezetést. De még ha hozzá is veszem a hivatásos természetvédők és új szemléletű vízügyesek szintén emberfeletti munkáját, azt kell megállapítanom, hogy ezek sajnos tényleg csak oázisok a sivatagban.

Az Alföldön társadalmi léptékben nem a fenti mintázatot látjuk. Hanem egyfelől az elvándorlást: az ezer lakosra jutó fogyás 2024-ben az aszály következményeivel kiemelten sújtott Békés vármegyében volt a legnagyobb a

KSH szerint. Másfelől kényszeralkalmazkodást látunk. A többség számára a megoldás az aszályra és a hőhullámra az, hogy kutat fűt és légkondicionálót szereltet. Ez is ösztönös védekezés, de a többség az ökológiai nevezett megoldásokról vagy nem hallott, vagy nincs ereje a megvalósításukhoz, vagy egyenesen ellenzi azokat. Élénken él bennem egy jellemző beszélgetés, amit a vízmegtartásról és a földek időleges elárasztásáról szóló viták közben folytattam egy alföldi gazdálkodóval. Köntörfalazás nélkül elismerte, hogy súlyos gond a vízhiány – aztán kikérte magának, hogy az ő pincéjét, földjét bármiféle árasztás veszélyeztesse. Volt olyan, aki nem állt meg a szavaknál, és perelt azért, mert nemkívánt víz került a földjére. Aztán nem messze az iménti beszélgetés helyszínétől egy zöldségtermesztő arról beszélt nekem, hogy egyik nyáron a szabadföldi terményei szabályosan megégték – még egyszer: *megégték* – a napon, annyira nincs pára a levegőben, nedvesség a talajban. Ezért ahol csak lehet, hagyni kellene a beszívargást és az árasztást.

Ha a társadalom, a „nép” szintjén ilyeneket látunk, akkor nem csoda, ha ugyanezek a képzetek, ellentétek döntéshozói szinteken is megjelennek, és összeütközéseket szülnek az agrárium és vízügy között, természetvédők és gazdálkodók között, vagy akár e csoportokon belül. Újságíróként itt és most nem dolgom eldönteni ezeket a vitákat, de a történelemből tudom, hogy önmagukban nem ezekkel van a baj. Minden új minőség vitákból születik. Csak az a lényeg, hogy a nap végén ne a magán-, hanem a közjó, a közös érdek számítsen.

Az elmúlt időszakban a riportok, háttérbeszélgetések nyomán kikristályosodott három összefoglaló pont, amely akár felfogható cselekvési sorvezetőként is.

Egy. Fel kell gyorsítani az alkalmazkodást. Ahogy Jordán Ferenc rendszerökológus nyilatkozta: „*Nem a természetnek sürgős, hanem nekünk.*” A természet megteszi, amit tud. A klímaváltozás következtében fajok sokasága tűnik el, de jönnek helyettük újak. Olyanok, mint – hogy e témától távolabbi példát említsek – az amerikai szőlőkabóca, ami az alkalmazkodás új frontját nyitja meg. Mármint nekünk, embereknek, ha akarunk még magyar szőlőt enni és magyar bort inni ebben az életben.

2025 nyarán Jakab Gusztáv biológus-paleobotanikussal nagy területet jártunk be, és írtunk meg riportban a Körös–Maros közén. Fotókkal is gazdagon dokumentáltuk, hogy az élővilág kapcsolatrendszere, amit ökoszisztémának is hívunk, elkezdett fellazulni, majd újraszerveződni. „Mintha elhajítanál egy doboz

SZERZŐ



BORBÁS BARNABÁS 1987-ben született Budapesten. Az ELTE történelem szakán végzett, majd a Heti Válasz munkatársa lett. A Válasz Online társalapítója, melynek 2018-as indulása óta főként történelmi, emlékezetpolitikai, ökológiai és vízügyi témákban szerzője. 2015-ben Junior Prima-díjat kapott.

Legót – mondja Jakab Gusztáv –, aztán a megmaradt darabjaiból és máshonnan behozott elemekből építenél valami újat. Ilyesmi zajlik jelenleg is a szemünk előtt. Az ember átformálta a tájat, a klímaváltozás pedig a csapadékeloszlást. A kettő végzetes kombináció. Ahol járunk, mesterséges táj. Csatornává tett folyók, átalakított rétek, legelők. Felelősségünk van ezért a tájért. A legkevesebb, amit tehetünk, hogy ha víz érkezik ide, akkor ne hagyjuk elfolyni.”

Kettő. Bármilyen országos léptékű változás csak felülről megy, és csak úgy, ha a tömegeket érdekeltté tesszük benne. A kisleptékű példák rendkívül értékesek, erőt adnak, de rendszereket nem mozdítanak meg. Felülről kell lefelé – ahogy a társadalomelmélet mondja: top-down – hatni. Rácz Lajos környezettörténész szokta mondani: „*Mindenkinek annyi a felelőssége, amennyi a kompetenciája.*” Politikusnak, kutatónak, gazdálkodónak, civilnek, újságírónak. A tömegeket pedig érdekeltté kell tenni. Amíg a műanyag dobozon nem volt 50 forint betétdíj, sok polgártárs a kommunális szemétkébe dobta. Mióta van rajta, gyűjti, mint a kisangyal. Ezzel a logikával lehet területet szerezni a víznek, az ökoszisztémának, és elérni még sok minden kedvező változást.

És nem szabad, sőt tilos, hogy a víz ügye elbukjon hatalomtechnikai húzásokon, politikai kisszerűségeken, magánérdekeken. A 19. századi nagy vízrendezést a korabeli magyar elit egy irányba mutató akaratából és forrásaiból valósították meg. Hasonló nekibuzdulásra van szükség.

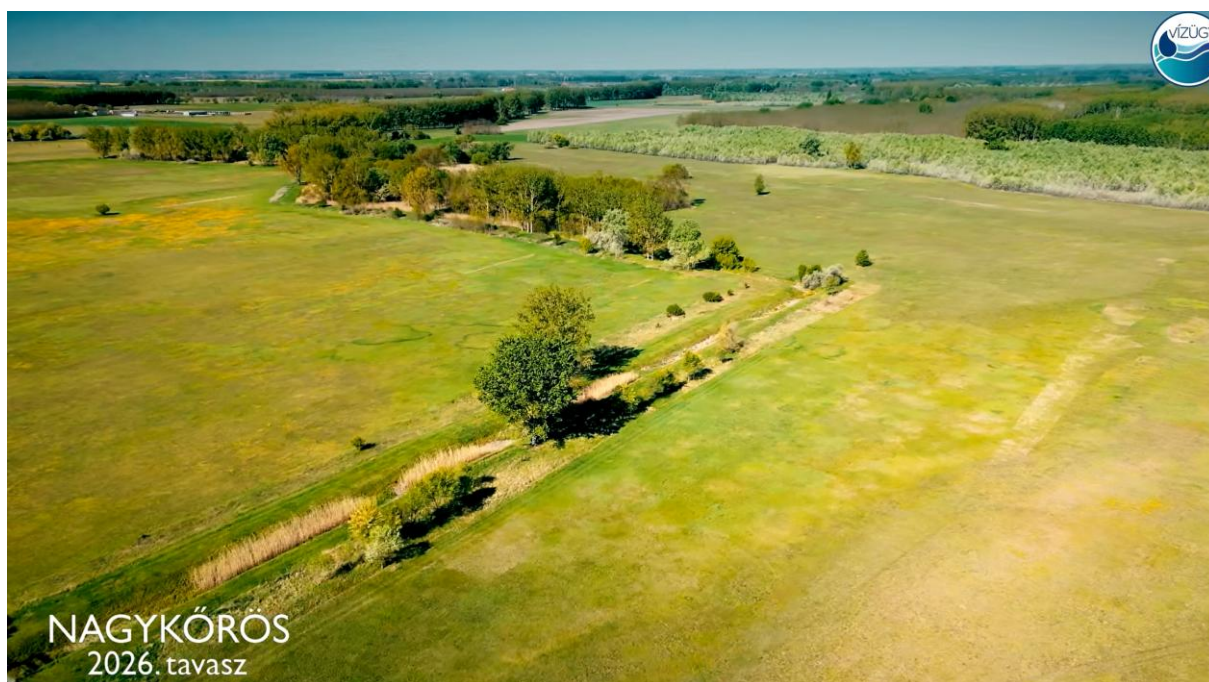
Három. Társadalmi átgondolás kell. A Magyar Hidrológiai Társaság társelnöke, Váradi József tette fel a kérdést a Válasz Online-nak adott interjúban: miért is akarjuk újra vizesíteni, „*megmenteni*” a Homokhátságot? Milyen gazdaságot, ipart szeretnénk? Mire alkalmas a föld? Átgondolta, feltérképezte bárki a maga teljességében, társadalmi és természeti összefüggéseiben ezt a térséget? Ez hatalmas munka, de nem szabadna megspórolni.

Mi a Válasznál azért kezdtünk el foglalkozni a víz és az ökológia témájával, mert létkérdésnek tartjuk, olyasvalaminek, ami benne van az ország három-öt legfontosabb kérdésében. De ez olyan létkérdés, amire világosan és egyértelműen látszanak megoldások. Sok kilátástalan téma van itthon, Magyarországon – ez messze nem az. Érdemes dolgozni érte. Robert Baden-Powell katonatisztól, a cserkészlet alapítójától származik: „*Igyekeztek ezt a világot kicsit jobb állapotban magatok mögött hagyni, mint ahogy találtátok!*”.

Célnak nem is kevés.



(Forrás: <https://www.youtube.com/watch?v=BRLoQIcFLiY>)



(Forrás: <https://www.youtube.com/watch?v=BRLoQIcFLiY>)