

AZ ORSZÁGOS
VÍZÜGYI FŐIGAZGATÓSÁG KIADVÁNYA

VÍZÜGYI KÖZLEMÉNYEK

2025. 3. szám



BUDAPEST

VÍZÜGYI KÖZLEMÉNYEK

MŰSZAKI FOLYÓIRAT

2025. évi 3. szám

BUDAPEST, 2025

AZ ORSZÁGOS VÍZÜGYI FŐIGAZGATÓSÁG KIADVÁNYA

KÖZZÉTESZI:

AZ OVF VÍZÜGYI TUDOMÁNYOS TANÁCSA

A folyóirat megjelenik nyomtatott kiadványként és digitális formában is.

A kézirat lezárva: 2025. november 15-én.

Főszerkesztő:

DR. VÁRADI JÓZSEF

Szerkesztette:

DR. SZLÁVIK LAJOS

Tördelte: dr. Szlávik Lajos

A Szerkesztő Bizottság összetétele:

Bak Sándor, dr. Bakonyi Péter, dr. Balatonyi László, dr. Bálint Zoltán, dr. Búzás Kálmán, dr. Csonki István, dr. Dévai György, dr. Dobos Endre, dr. Engi Zsuzsanna, Fejér László, Göncz Annamária, Haranghy Csaba, dr. Hayde László, Horkai András, dr. Horváth Ákos, Illés Lajos, dr. Kertai István, dr. Keve Gábor, Kling Zoltán, dr. Koris Kálmán, Kóthay László, dr. Kovács Sándor, dr. Kozák Péter, dr. Krámer Tamás, Lábdy Jenő, Lovas Attila, dr. Madarassy László, Pannonhalmi Miklós, Rácz Tibor, Rosza Péter, dr. Szaló Péter, Sziebert János, dr. Szlávik Lajos, dr. Varga István, dr. Váradi József

Szerkesztőség:

1012 Budapest, Márvány u. 1/D.

Borítóterv: Bíró Mária

Az ábrák kidolgozásában közreműködött: Sziebert János

Nyomdai munkák: GMN-Color Digital Kft.

HU ISSN 0042-7616

TARTALOMJEGYZÉK

	oldal
Szerkesztői bevezető	5.
<i>Gacsályi József</i> : A vízügyi szolgálat 2025. évi aszályvédelmi tevékenysége	13.
<i>Horváth Ákos, Szentes Olivér</i> : A 2025. évi rendkívüli aszály meteorológiai háttere	67.
<i>Fiala Károly, Kozák Péter, Benyhe Balázs, Fehérváry István</i> : Az aszálymonitoring hálózattal kapcsolatos fejlesztések	79.
<i>Illés Lajos, Gacsályi József, Polyák Károly, Füle László</i> : „Vizet a tájba!” és a Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése	93.
<i>Priváczi-Juhászné Hajdu Zsuzsanna</i> : A vízvisszatartás területi tapasztalatai az Alsó-Tisza vidékén	137.
<i>Bíró Tibor</i> : A víz értéke a mezőgazdaságban	155.
<i>Nagy-Mezei Csenge, Bezsenyi Anikó, Gyarmati Imre, Kardos Levente</i> : A mikroszennyezők eltávolításától az üvegházhatású gázok monitorozásáig: új kihívások a szennyvíztisztítási ágazatban ..	163.
<i>Szlávik Lajos, Fejér László</i> : 200 éve született Türr István	191.
<i>A víztudomány nagy egyéniségei</i> <i>Szasztay Károly (1925–2013)</i>	199.
<i>A víztudomány nagy egyéniségei</i> <i>Kovács György (1925–1988)</i>	207.

A címlapon lévő fénykép:

Ideiglenes duzzasztó építése a Lónyay-főcsatornán

A hátsó borítón lévő fényképek:

A Vízet a tájba! programot szimbolizáló kép-pár:
egy Holt –Tisza-ág vízpótlás előtt és után
a Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság működési területén

(A felvételek a FETIVIZIG archívumából származnak)

SZERKESZTŐI BEVEZETŐ

A 2022. évi legutóbbi országos aszályt követően 2025-ben ismét súlyos aszály alakult ki hazánkban. A Vízügyi Közleményeknek ebben a számában *a 2025. évi aszályval kapcsolatosan hat tanulmányt teszünk közzé.*

Gacsályi József összefoglalta az Országos Vízügyi Főigazgatóság és a 12 vízügyi igazgatóság kollektívái által végzett *2025. évi aszályvédelmi munka eredményeit.* A tanulmány bemutatja, hogy a rendkívüli vízhiány közvetlen meteorológiai oka – 2022-höz hasonlóan – nem regionális jelenség volt, hanem globális háttérrel rendelkezett. Az ország területének túlnyomó része erősen aszályos volt, míg az Alföldön jellemzően és a Dunántúlon foltokban rendkívüli aszály is kialakult. Mindez jelentős károkat okozott a mezőgazdaságnak és sokrétű, összetett aszályvédelmi feladatok megoldása elé állította a vízügyi szolgálatot.

A csapadékadatok alapján 2025 első fele a sokéves átlagnál szárazabb volt. A téli csapadék a vízgyűjtőkön minimális volt, tél végére, tavasz kezdetére a külföldi vízgyűjtő területeken nem volt érdemi hóvízkészlet. A csapadékhiány a nyári hónapokban jelentősen növekedett. 2025. nyara közel 1°C-kal melegebb volt az átlagnál. Ez az időjárás nem csak hazánkat jellemezte, hanem folyóink teljes vízgyűjtőjét is. A 2025. július-augusztusi időszakban több vízfolyáson a vízállás még a valaha mért legkisebb értéket (LKV) is alulmúlta. A 2025. január-augusztus között mind a Tisza, mind a Duna vízrendszerén kevesebb vízmennyiség érkezett hazánkba, mint a 2022. évi rendkívüli aszály időszakában.

A vízhiány elleni védekezés során megvalósított beavatkozásokkal *a Tisza vízgyűjtő hazai részén összességében az elmúlt évek első pozitív felszíni vízmérlegét sikerült biztosítani,* vagyis hazánkban a felszíni vízfolyásokon keresztül kevesebb víz távozott, mint ami beérkezett. Az átlagosnál tartósan kevesebb csapadék a talajok rendkívüli kiszáradásához vezetett. 2025-ben a felszín alatti vízkészletek mennyiségében és állapotában is jelentős változások következtek be. Csökkent a felszín alatti vizek természetes utánpótlása. *A talajvízszintek olyan mélyre süllyedtek, amilyenek korábban nem fordultak elő.* 2025. augusztus végére a talajvízszint az ország túlnyomó részén jelentősen alacsonyabb volt a 30 éves augusztusi átlagnál. 2025 országosan – jelentős területi különbségekkel – a 6. legaszályosabb év volt 1931 óta.

A Kormány az ország területének jelentős részét sújtó súlyos csapadékhiány miatt – a gyors és hatékony kormányzati intézkedések érdekében – 2025. május 8-tól *aszály-veszélyhelyzetet* hirdetett ki, illetve a szükséges intézkedések előkészítésére, továbbá a meghozott döntések végrehajtásának nyomán követésére megalakították az *Aszályvédelmi Operatív Törzset (AVOT)*. A Kormány az AVOT javaslata alapján egyetértett azzal, hogy a mezőgazdaságot érintő, növekvő mértékű és gyakoriságú vízhiány kezelése és kártételeinek csökkentése érdekében állami beavatkozások szükségesek. Ezeknek a feladatoknak a végrehajtására a Kormány 4,7 milliárd Ft-ot biztosított a vízügyi ágazat részére.

Az AVOT által elrendelt intézkedéseket az *Aszályvédelmi Akcióterv (AVAT)* tartalmazta, amelynek két fő szakmai célja volt: a vízügyi ágazat felkészítése a várható aszály hatásainak enyhítésére és a klímaváltozás hatására kialakuló vízhiányos állapot tartós kezelésére. Az akciótervben szereplő intézkedések keretében a vízpótlás bővítéséhez szükséges vízépítési tárgyú beavatkozásokra került sor, a holtágakat feltöltötték a maximális tározási kapacitás eléréséig, a vízpótlás bővítéséhez szükséges gépészeti tárgyú és egyéb eszközöket szereztek be és – a „*Víz a tájba!*” program keretében – feltöltötték a harmadlagos (nem állami tulajdonú) műveket. Az *AVAT végrehajtásában* valamennyi vízügyi igazgatóság aktív részvételével összesen 383 projekt szerepelt.

A kialakult hidrometeorológiai helyzet, az előrejelzések, az alacsony vízszintek miatt, illetve az AVAT intézkedések összehangolt koordinációja érdekében szükség volt az *Országos Vízügyi Irányító Törzs (OVIT)* felállítására. A védekezésben az OVF és mind a 12 vízügyi igazgatóság részt vett. A készültségek szempontjából a legkritikusabb napokon (2025.07.23-25 között) a 84 vízhiánykezelő körzetből 18-ban II. fokú és 40-ben III. fokú készültség, azaz összesen 58-ban volt vízhiány elleni védekezési fokozat elrendelve, ami a körzetek 69%-át jelentette.

A Tisza völgyében a vízszétosztás, vízkormányzás egyik legfontosabb eszköze a *Tisza-Körös-völgyi Együttműködő Vízgazdálkodási Rendszer (TIKEVIR)*, amelynek 2025-ben is kulcsszerepe volt a hatásterület aszályhelyzetének kezelésében. A TIKEVIR-ben a *Vízkorlátozási Intézkedési Terv* végrehajtása érvényben volt. Ennek keretében a rendszerrel érintett 6 vízügyi igazgatóság *koordinált vízkormányzást* végzett. A mezőgazdasági vízfelhasználók vízigényének maradéktalan kielégítése érdekében *vízszétosztási menetrendet alkalmaztak*.

Az OVF – hét vízügyi igazgatóság közreműködésével – felszíni vízminőség-monitoring programot bonyolított le a sekély vizes előntésű és/vagy „*Víz a tájba!*” programban résztvevő területeken.

A 2025. évi aszálykezeléssel kapcsolatos információk térbeli nyomon követése érdekében a vízügyi ágazat létrehozta és működtette az *aszálykezelési térkép webalkalmazást*.

A vízügyi szolgálat 2025. évi aszályvédelmi tevékenysége kapcsán a tanulmány megállapítja, hogy az aszály nem volt elkerülhető és káros hatásai elsősorban – mint évek óta mindig – a mezőgazdaságot érintették a legérzékenyebben. *A 2025. évi aszály kezelése során a területi és mezőgazdasági vízgazdálkodásban az állami vízügyi szolgálat figyelemre méltóan jól teljesített.* A vízügyi szolgálat sikeresen készült fel és a rendelkezésére álló eszközöket maximálisan kihasználva eredményesen harcolt az aszály ellen.

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, amiktől a nyári csapadékmennyiség jelentős részét biztosító Medárd időszak konvektív, záporos-zivataros periódusai kezdtek elmaradozni. Kritikusan forró és száraz időszak volt 2022 nyara, amikor a talajfelszíni és vízfelszíni párolgás különösen erős volt.

Horváth Ákos és Szentés Olivér bemutatják a *2025. évi rendkívüli szárazság meteorológiai hátterét.* A 2025-ös év már kezdettől csapadékhiányos volt. A nyári időszakban az egyébként legcsapadékosabb hónap, a június 2025-ben rendkívül száraz volt. A csapadékhiány főként a Dunántúl középső területein és az Alföldön öszre kritikus méreteket öltött. A 2025-ös hosszú száraz periódus meteorológiai háttere sok tekintetben eltért az előző évek aszályait okozó cirkulációs típusoktól.

A szerzők tanulmányukban elemzik a *2025-ös aszály cirkulációs hátterét.* A rendkívül száraz időjárás kialakulásának alapvető okait a *globális skálájú folyamatok* hordozták. 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 medence hatás, így elsősorban a közép- és dél-dunántúli területeken és az Alföldön kritikusan kevés csapadék hullott. A domináns északnyugati áramlás ellenére is meleg volt a nyár.

Az aszály elleni hatékony védekezés nélkülözhetetlen feltétele az aszály jelenségét folyamatosan megfigyelő észlelőhálózat, az *aszálymonitoring hálózat*, amelyet – az OVF kezdeményezésére, a vízügyi igazgatóságok jelentős anyagi szerepvállalásának köszönhetően – 2016-tól 2021-ig kiépítettek. Létjogosultsága mára beigazolódott. 2022-ben 4 db, 2023-ban 5 db, 2025-ben 6 db új aszálymonitoring állomás létesült, így az állomáshálózat jelenleg 127 db üzemelő állomásból áll. *Fiala Károly és szerzőtársai* cikkükben a 2022-től elvégzett fejlesztéseket foglalják össze.

A monitoring állomások által mért adatok teljes körű elemzését a <https://vizhiany.vizugy.hu/> oldalon teszik közzé, ahol az idősoros és térbeli elemzések mindenki számára elérhetők. Ahhoz, hogy a vízhiánykezelő körzeten tapasztalható változásokat gyorsan össze lehessen foglalni, készült egy automatikus jelentés készítő alkalmazás: ez a *Jelentésgenerátor*, amelyet 2025-ben megújítottak. A modul segítségével az aszályvédelmi körzetre készíthetők el riportok, melyek a meteorológiai helyzetet ismertetik – adatokkal, grafikonokkal és rövid szöveges elemzéssel. A jelentéshez csatolható egy összefoglaló az elvégzett operatív aszályvédelmi beavatkozásokról. Az eltelt közel 10 évben a *kialakított aszálymonitoring-rendszer a 2025. évi aszály során ismét igazolta létjogosultságát*. A korábban csak évi egy mutatószámmal jelzett aszály változása már napi szinten nyomon követhető, látható kialakulásának, megszűnésének dinamikája, a talajban zajló folyamatok összetettsége.

A talajnedvesség adatok területi kiterjesztése céljából a 2021-ben megkezdték az *országos talajnedvesség modell* kifejlesztését, mely a csapadék, párolgás, lefolyás és beszivárgás folyamatát szimulálja a talajban lévő nedvességtartalom meghatározásához. Ennek a modellnek a fejlesztése 2025-ben is folytatódott. A talajnedvesség adatok területi kiterjesztése komoly lendületet adhat egy új, modernebb szemléletű vízkészlet-gazdálkodási gyakorlatnak.

Illés Lajos, Gacsályi József, Polyák Károly és Füle László tanulmányukban – Felső-Tisza-vidéki példákon keresztül – bemutatják a „*Vizet a tájba!*” és a *Vásárhelyi Terv továbbfejlesztése (VTT) programok összefüggéseit*, kapcsolódásuk lehetőségeit. A 2022–2025 közötti csapadékszegény, aszályos időjárás újból ráirányította a figyelmet vízkészleteink hatékonyabb hasznosítására, a felszíni és felszín alatti vizeket egyaránt érintő, aggodalomra okot adó negatív hidrológiai folyamatokra.

A szerzők azt kívánják szemléltetni, hogy az elmúlt 15–20 évben a Felső-Tisza mentén hogyan sikerült összeilleszteni és egyszerre egy projektként megvalósítani a klímaszélsőségeket (árvíz, aszály) kezelő beruházásokat. Az aszálykezelési megoldásokat ezek a projektek még más névvel illették, lényegük azonban nagyban hasonlít a 2025-ben elindított „*Vizet a tájba!*” programmal összefüggésben emlegetett vízgazdálkodási műszaki beavatkozásokra. (vízvisszatartás, víztározás, vízpótlás, szivattyúzás, vízszintemelés stb.).

Bemutatnak egy-egy mintapéldát (a Beregben és a Tisza-Túr-közben), amelyeket a FETIVIZIG – a WWF-fel és a VIZITERV Environ Nonprofit Kft-vel szoros együttműködésben – 2025-ben már a „*Vizet a tájba!*” program keretében valósított meg, oly módon, hogy a mostani kisebb fejlesztések rákapcsolódtak a VTT keretében korábban megvalósított, vízpótlást biztosító létesítményekre.

A felső-tiszai térségre kiterjedően *előzetes felszín alatti modellezést* végeztek annak becslésére, hogy a megvalósított és a tervezés alatt lévő „*Víz a tájba!*” jellegű, koncepcionálisan elképzelt, illetve részben korábban megvalósított projektek milyen hatást fejthetnek ki rövid, közép és hosszú távon az egyre süllyedő talajvízszintekre.

Összefoglalják az előzetesen levonható legfontosabb szakmai és projektszervezési tapasztalataikat. Milyen előnyök, hasznok származhatnak az összehangolt, komplex beruházások tartalmából, milyen *széles tárháza van a „Víz a tájba!” gondolat továbbvitelének* a felső-tiszai VTT tározók szűkebb és tágabb környezetében.

Az utóbbi évek aszályos időszakában előtérbe került a vízvisszatartásnak, a vízkészletek helyben tartásának és megőrzésének a szükségessége. A csatornán kívüli területeknek a vízvisszatartásba való bevonására született 2025-ben az OVF kezdeményezésére a „*Víz a tájba!*” program. A gazdák egy online felületen jelenthették be a területüket, ahol a vízüggyel közösen valósíthatnák meg a terület elárasztását, a víz visszatartását. 2025 május közepéig országosan mintegy 400 felajánlás érkezett.

Priváczkai-Juhászné Hajdu Zsuzsanna cikkében a vízvisszatartás területi tapasztalatait mutatja be az Alsó-Tisza vidékén. Itt közel 90 ingatlan tulajdonos jelezte területének elárasztási szándékát. A bejelentések értékelése során megállapítható volt, hogy társadalmi szinten is felértékelődött a vizek helyben tartása, a vízkészlet lokális jelenlétének igénye. A gazdálkodók – ugyan még csak egy szűk rétegük – ma már hajlandó részt venni a vizekkel kapcsolatos feladatokban.

A „*Víz a tájba!*” programmal kapcsolatban a jelentkező igényeknél vizsgálni kell a morfológiai kérdéseket, a vízkészlet rendelkezésre állását vagy hiányát, lehetnek jogi akadályok és források szükségesek a terület elárasztásához.

A vízkormányzás lehetőségeit fel kell tární és új eljárásrendet kell kidolgozni, adott esetben a csatornák vízjogi üzemeltetési engedélyét is módosítani szükséges az aktuális hidrológiai adatok alapján. Mindez csak a kockázatok feltárása és értékelése mellett történhet, hiszen a klímaváltozás scenáriói térségünkben a szélsőséges időjárási és ezzel együtt szélsőséges vízjárási állapotokat vetítik előre.

Bíró Tibor: A víz értéke a mezőgazdaságban c. cikkében áttekinti a hazai öntözéses gazdálkodás több mint száz éves történetét. Vizsgálja annak okait, hogy a termőterületeknek miért csak mindössze 2%-át öntözzük? Rámutat arra, hogy az elégtelen nagyságú öntözésnek 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

a lényeges okok között vannak: Az elmúlt 20 évben átlagosan a vízjogilag engedélyezett területnek a 47%-át öntözték a gazdák, holott a lekötött vízkészlet elméletileg rendelkezésre állt.

A szerző rámutat arra, hogy a térítésmentes öntözővíz rendszerétől valószínűleg nem várhatjuk az öntözéses gazdálkodás látványos felfutását. Ugyanis az öntözés költségszerkezetében nem a víz „ára” a meghatározó; öntözési módoktól és termelési rendszerektől függően a víz, mint anyagköltség 2-10%-ot tesz ki. Az öntözéses gazdálkodás sikerében az öntözni kívánt növényfajnak van a legnagyobb szerepe. A kertészeti (gyümölcs, zöldség, szőlő) és vetőmag kultúrák képesek a legnagyobb hozzáadott értéket termelni. Az öntözésfejlesztési forrásokat célszerű lenne a jó termőhelyi adottságú területekre koncentrálni, ahol a megtérülési idő lényegesen kisebb. Jelentős öntözött terület-növekedést a vetésszerkezet váltástól remélhetünk. A nagy hozzáadott értéket termelő kultúrák (pl. nagymagvú zöldségek, ipari és takarmánynövények, vetőmagtermesztés) képesek az öntözés költségét kitermelni és olyan öntözéses gazdálkodási formát produkálni, ahol nem az aktuális időjárási viszony határozza meg az öntözési hajlandóságot.

A 91/271/EGK irányelv több évtizeden keresztül biztosította az alapvető kereteket a kommunális szennyvíz kezelésének területén. Ezt váltotta fel 2024 novemberében a 2024/3019/EU irányelv, reflektálva az új környezeti kihívásokra, például a mikro-szennyezők, az üvegházhatású gázok kibocsátására, valamint az energiahatékonyság kérdéskörére és a körforgásos gazdaság követelményeire. Nagy-Mezei Csenge, Bezsenyi Anikó, Gyarmati Imre és Kardos Levente cikkükben ezt az új EU-s szennyvíz-direktívát ismertetik. Az irányelv célja, hogy javítsa a települési szennyvíz kezelésének hatékonyságát, különös tekintettel a víztestek védelmére, a közegészségügyre, valamint az éghajlatváltozás elleni küzdelemre.

A modern kori környezeti, humán-egészségügyi és gazdasági problémákra reagálva a települési szennyvíz kezeléséről szóló irányelv (91/271/EGK) 2024. évi módosítását számos új területtel bővítették. A szennyvíztisztító telepeknek foglalkozniuk kell többek között a tisztítási technológia fejlesztésével, a mikro-szennyezők és mikroműanyagok vizsgálatával és csökkentésével, az energiasemlegesség elérésével, az üvegházhatású gázok kibocsátásának felmérésével. A hagyományos tisztítási technológiát a szennyvíztelepeken fejleszteni, bővíteni szükséges, mely biztosítja a szigorodó nitrogén és foszfor kibocsátási határértékeknek való megfelelést. A szennyvízben és a szennyvíziszapban előforduló toxikus anyagok nagy része perzisztens vegyület: *mikroszennyező anyagok* (pl. gyógyszerhatóanyagok, peszticidek), melyek már kis koncentrációban ($\mu\text{g/L}$, ng/L) is kockázatot jelenthetnek az emberi egészségre és az ökoszisztémára, valamint a *mikroműanyagok*, melyek számos forrásból belekerülhetnek a szennyvízbe (pl. ruhamosás).

A mikroszennyezők és mikroműanyagok vizsgálata, monitorozása a jövőben várhatóan kötelezővé válik a tisztító telepeken, eltávolításukhoz pedig speciális technológiát, ún. *negyedik tisztítási fokozatot irányoz elő a direktíva*. A szennyvíz megfelelő kezelése és a benne található szennyeződések eltávolítása és vizsgálata mellett az energiasemlegesség elérése is kiemelt cél. A globális klímaváltozás elleni küzdelemben az új direktíva az üvegházhatású gázok és gázkibocsátó pontok vizsgálatát és az emisszió csökkentését is előírja, kiemelten foglalkozva a dinitrogén-oxid és a szén-dioxid monitorozásával.

Szlávik Lajos és Fejér László a 200 éve született Türr Istvánról emlékezik meg. 1825. augusztus 11-én született Baján. A magyar és az olasz szabadságharc hőse volt, Garibaldi tábornoka. A kiegyezés után hazatérve műszaki munkatársaival nagyszabású víziútfejlesztési programot dolgozott ki. Újjászervezte a Ferencsatorna Társulatot, s kezdeményezte a Ferenc József-csatorna megépítését, valamint a Baja-Bezdáni tápcsatorna 1871-1875 közötti kivitelezését, amellyel a Ferenc-csatorna vízutánpótlását lehetett biztosítani. Gerster Bélával együtt részt vett a Panama-csatorna építésének előkészítésében (1876), valamint a Korinthoszi-csatorna megépítésében (1881-93). Budapesten hunyt el, 1908. május 3-án. A Kerepesi temetőben nyugszik.

Folytatjuk a VK előző számaiban megkezdett, „*A víztudományok nagy egyéniségei*” c. sorozatunkat. Mostani számunkban emlékezünk a 100 esztendővel ez előtt született *Szesztay Károlyra* és *Kovács Györgyre*.

Szesztay Károly 1925-ben Nyírbélteken született. A pécsi Zrínyi Miklós honvéd középiskolában, majd a budapesti Bolyai János Honvéd Műszaki Akadémián tanult, 1944-ben tisztte avatták. A második világháború utolsó időszakát szovjet hadifogságban élte meg, ahonnan 1947-ben érkezett haza. 1950-ben szerzett jeles minősítésű mérnöki oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetemen. Pályakezdként a BME Vízépítéstani Tanszéken kapott tanársegédi állást. 1952-54 között aspiránsként elkészítette „*A folyók vízjárásának előrejelzése*” c. disszertációját, amellyel 1955-ben elnyerte a műszaki tudomány kandidátusa fokozatot.

1954-71 között a VITUKI-ban dolgozott. Itt az előrejelzések kutatása egyik alapvető tevékenysége maradt. Számos új, hiánypótló kezdeményezést tett hazánk hidrológiai adottságainak megismerésére. Szakmai tevékenységében jelentős helyet foglaltak el a tavakkal kapcsolatos kutatások. az ebben elért eredményeit „*Az állóvizek hidrológiájának néhány kérdése*” című értekezésében foglalta össze, amelyért 1964-ben megkapta a műszaki tudomány doktora címet.

Az 1960-as évek elejétől egyre több feladatot vállalt a nemzetközi tudományos és kormányközi szervezetekben. Széleskörű elismerését jelzi, hogy 1967-71 között

a Nemzetközi Hidrológiai Szövetség (IAHS) elnöke volt. 1971-1977 között New Yorkban, az ENSZ Titkárságán tudományos tanácsadói beosztásban dolgozott. Közreműködött számos jelentős nemzetközi rendezvény, így – többek között – az 1977 márciusi argentinai, Mar del Plata-i ENSZ Vízügyi Konferencia előkészítésében és megtartásában

Az ENSZ-beli munkáját befejezve az OVH Vízgazdálkodási Intézetében a vízgyűjtő-fejlesztés tárgykörében szerzett nemzetközi tapasztalatait hasznosította a III. Vízgazdálkodási Keretterv elkészítése során. Az 1980-as évektől – már nyugdíjasként, de fiatalos lendülettel – bekapcsolódott korunk egyik leggyakrabban tárgyalt kérdésének, az éghajlatváltozásnak és hatásainak kutatásába is. Szakmai pályafutása során kutatásaiban a lokális problémáktól mindinkább a globális problémák felé fordult és két jelentős könyvet írt *Bolygónk véges türelme* és *Önszerveződés a víz és az élet bolygóján* címmel.

Hatalmas tudású, természetes, őszinte, hihetetlenül puritán, szerény személyiség volt. Olyan szakember, olyan széles látókörű mérnök, tudós, aki hat és fél évtizeden át tevékeny részese volt a hazai vízgazdálkodás nagyszabású fejlődésének. Élete, sorsa összefonódott a vízügyekkel, a víztudományok nemzetközi szintű művelésével. 2013. május 5-én hunyt el.

Kovács György 1925-ben Budapesten született. 1947-ben szerzett jeles minősítésű mérnöki oklevelet a budapesti József Nádor Műegyetemen. A Vízépítési Tanszéken lett tanársegéd, majd adjunktus. 1950-63 között a MÉLYÉPTERV-ben és a VIZITEV-ben volt tervezőmérnök. 1963-tól az OVF osztályvezetője, majd 1970-től a VITUKI igazgatóhelyettese, 1976-tól az OVH főosztályvezetője. 1980-85 között a VITUKI főigazgatója.

1955-ben megszerezte a kandidátusi fokozatot, 1961-ben a műszaki tudomány doktora lett. 1979-től az MTA levelező tagja. Nagy jelentőségű kutatási területei: a műtárgy-tervezéssel kapcsolatos hidrológia és hidraulika, talajmechanika és mérnök-geológia. Munkásságának legjelentősebb része a felszín alatti vizek hidraulikájának és hidrológiájának kutatása.

Jelentős tudományszervező munkát végzett belföldön és külföldön egyaránt; szerteágazó szakmai, közéleti tevékenységet folytatott, számos nemzetközi szakmai szervezetben működött. Könyveiben, publikációiban páratlan szintetizáló képességről tett tanúságot. Kiemelkedő tudásával, színes egyéniségével a magyar tudomány, a magyar hidrológia és hidraulika igazi nagykövete volt. 1988. április 21-én hunyt el.

Dr. Váradi József
főszerkesztő

Dr. Szlávik Lajos
szerkesztő

A VÍZÜGYI SZOLGÁLAT 2025. ÉVI ASZÁLYVÉDELMI TEVÉKENYSÉGE

GACSÁLYI JÓZSEF¹

Bevezetés

A 2022. évi legutóbbi országos aszályt követően *2025-ben ismét súlyos aszály alakult ki hazánkban*. A rendkívüli vízhiány közvetlen meteorológiai oka – 2022-höz hasonlóan – nem regionális jelenség volt, hanem globális háttérrel rendelkezett. Az ország területének túlnyomó része erősen aszályos volt, míg az Alföldön jellemzően és a Dunántúlon foltokban *rendkívüli aszály* is kialakult. Mindez jelentős károkat okozott a mezőgazdaságnak és *sokrétű, összetett aszályvédelmi feladatok megoldása elé állította a vízügyi szolgálatot*. Az alábbiakban összefoglalóan bemutatjuk a 2025. évi aszályhelyzet jellemzőit és a vízügyi szolgálat aszályvédelmi tevékenységét.

1. A vízhiányos állapotot kiváltó hidrometeorológiai okok, a védekezési időszak hidrometeorológiai jellemzése

1.1. Időjárási helyzet (csapadékviszonyok, hőmérséklet)

A vízhiányt meteorológiai és hidrológia szempontból is megközelíthetjük. A kettő természetesen szorosan összefügg. Vízfolyásainak hidrológiai viszonyait (vázállás, vízhozam) a vízgyűjtőkön jellemző időjárási körülmények befolyásolják. A soha nem tapasztalt, éveken túlnyúló csapadékhiány miatt azonban az aszály mértékének értékelése hidrológiai elemzés nélkül nem reprezentatív. Az egyre rövidebb csapadékos időszakok időbelisége, időzítése rendkívül fontos a mezőgazdaság

¹ *Gacsályi József* mérnök, szakmérnök, műszaki főigazgató-helyettes Országos Vízügyi Főigazgatóság

A vízügyi szolgálat aszályvédelmi tevékenységének összefoglaló ismertetése az OVF és a 12 vízügyi igazgatóság kollektívái által végzett közös munka eredményét tartalmazza.

és a turizmus (nagy tavaink vízállása) szempontjából is, de a felhalmozási időszakokra is kiterjedő, évek óta tartó csapadékhiány okán rendelkezésre álló készleteink folyamatosan, soha nem látott mértékben csökkenni, melyen tovább ront vízgyűjtőnk országhatárokkal osztott jellege.

Az összefüggéseket minél hosszabb, legalább éves léptékben érdemes vizsgálni. Az éveken túlnyúló csapadékhiány új jelenség, 2021 előtt nem volt jellemző. A nyári hónapokra jellemző vízhiány időszaka csak az előzményekkel együtt, hosszabb távon vizsgálható, csak összefüggéseivel együtt hasonlítható össze korábbi évek hasonló időszakával. A legutóbbi súlyos, országos aszály 2022-ben volt, ezért a 2025. évi aszály mutatóit annak az időszaknak a jellemzőivel vetjük össze (*VzTT* 2022).

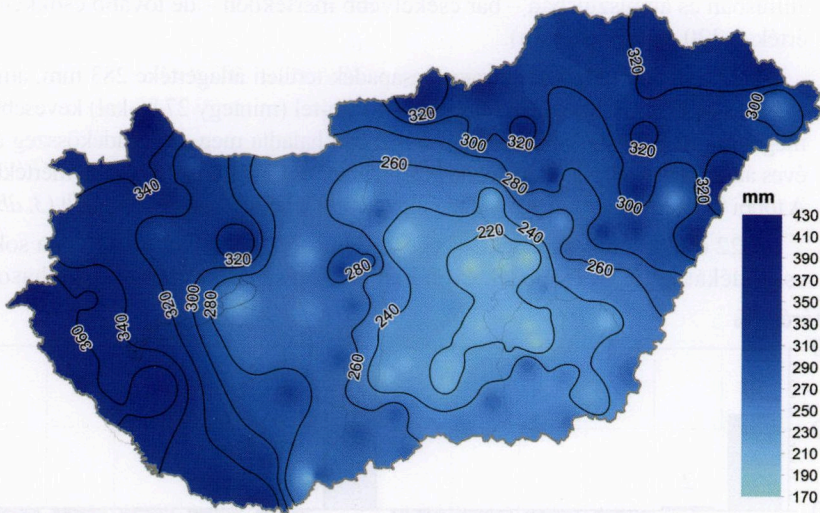
Országos területi átlagban a 2022. január-júliusi időszak – több mint 120 éve – a legszárazabb volt; nyáron több rendkívüli hőhullám növelte a párolgást. A 2022-es rendkívüli vízhiány közvetlen meteorológiai oka nem regionális jelenség volt, hanem globális háttérrel rendelkezett. Az aszályos időjárás a hosszú távú előrejelzések alapján előre látható volt, bár annak mértéke nagyobb volt az előrejelzetnél. A mezőgazdasági területhasználat és a vízgazdálkodás néhány alapvető feszültségpontja kiéleződött. Az öntözésre alkalmas területek kihasználtságának optimalizálását számos tényező akadályozta.

A 2022. évi aszály – az előfordulási valószínűségét tekintve – nem minősíthető rendkívülinek, átlagosan 50 éves visszatérési idejű jelenség volt. Valószínűsíthető, hogy az aszály visszatérési ideje a jövőben csökkenni fog. Jellemzői alapján azonban az aszály mégis rendkívüli volt. Az OVF által 2016-ban elindított és sikeresen vizsgázott *aszály monitoring rendszer* eredményei alapján 2021-ben megteremtődött az *aszályvédekezés jogi háttere* is.

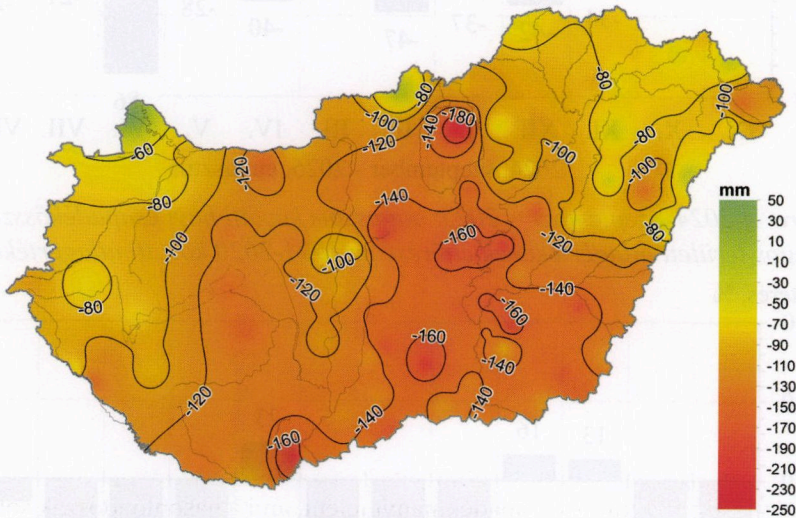
A rendkívülinek minősíthető aszályhelyzet indokolta az *Országos Műszaki Irányító Törzs* munkába állását. Rendkívüli intézkedéseket hoztak a vízelosztás optimalizálása érdekében. A védekezés fontos alappillére az *öntözési vízhasználati egyidejűségi menetrend* bevezetése volt.

A 2025. év csapadékösszege Magyarországon területi átlagban január 1-től augusztus 31-ig 283 mm volt, míg a sokéves (1990-2020) átlagérték 390 mm (1-2. ábra). Ez 107 mm-es csapadékhiányt jelent, ami a hasonló időszak sokéves átlagértékének 27%-a. Június hónaptól a 2025-ös csapadékösszeg 108,5 mm, a sokéves átlag 192 mm, a hiány 83,5 mm, azaz a sokéves átlagérték 43%-a, vagyis az időszak utolsó 3 hónapjában a csapadékhiány – a sokéves átlagértékekhez viszonyítva – tovább súlyosbodott.

Az időszakos (2025. január-augusztus) csapadékösszeg az ország csaknem egész területén elmaradt a sokévi (1991-2020) időszakos átlagtól. A legnagyobb időszakos csapadékhiány (140-165 mm) a Duna-Tisza köze középső részén, a Közép-Tisza-vidéken, valamint az Alföld egyes déli-délkeleti körzeteiben,



1. ábra. A 2025. január-augusztus havi csapadék összegének területi eloszlása



2. ábra. A 2025. január-augusztus havi csapadékösszeg eltéréseinek területi eloszlása a sokévi (1991-2020) időszakos (I-VIII. hó) átlagtól

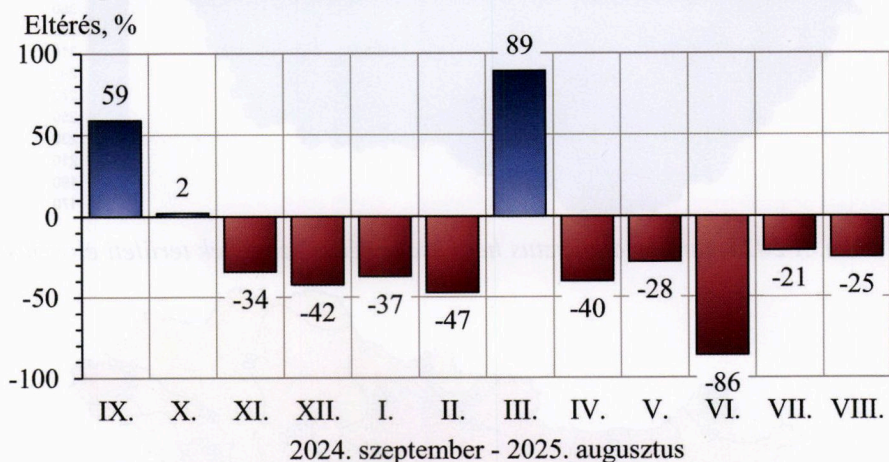
valamint a Mátrában fordult elő. Az átlaghoz viszonyított kissé magasabb nyolc havi csapadékösszeg (+10-30 mm) csupán az ország északnyugati peremén, Hegyeshalom, Mosonmagyaróvár körzetében fordult elő.

A csapadékhány a nyár során folyamatosan halmozódott, 2025. május 1-re elérte a -237 mm-t, június 1-re -252 mm-es értékre csökkent, majd július 1-re a rendkívül csapadékszegény június hónap miatt -311 mm-es értékre süllyedt.

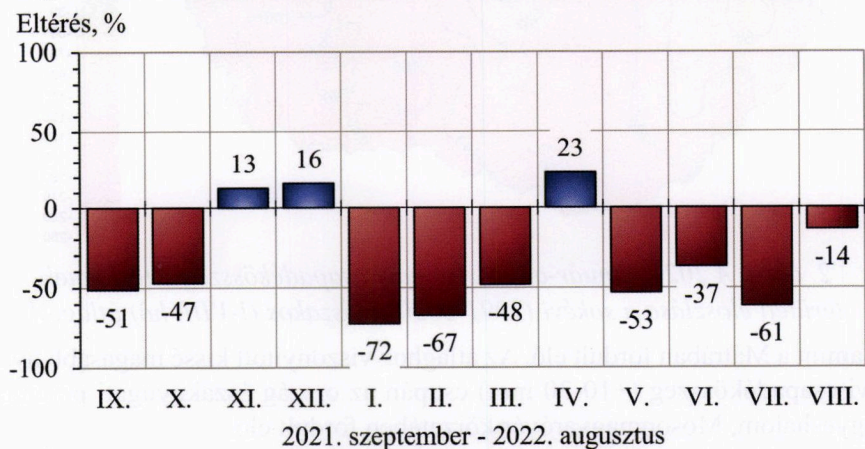
Júliusban és augusztusban – bár csekélyebb mértékben – de tovább csökkent az érték (–320 mm, –336 mm).

2025 első 8 hónapjának országos csapadék területi átlagértéke 283 mm, ami az időszakos (1991-2020) 8 havi átlagnál 107 mm-rel (mintegy 27 %-kal) kevesebb. A megelőző 12 hónapból mindössze 3 hónapban haladta meg a csapadékösszeg a 30 éves átlagértéket, ebből 2 hónapban (szeptember és március) jelentősebb mértékben. A többi 9 hónap az elmúlt 30 év átlagához képest jelentősen szárazabb volt (3. ábra).

2022 első 8 havi csapadékösszege 162 mm-rel, 41 %-kal maradt el a sokévi csapadékátlagtól. A csapadék éven belüli eltérése eltérő mértékű, de hasonló



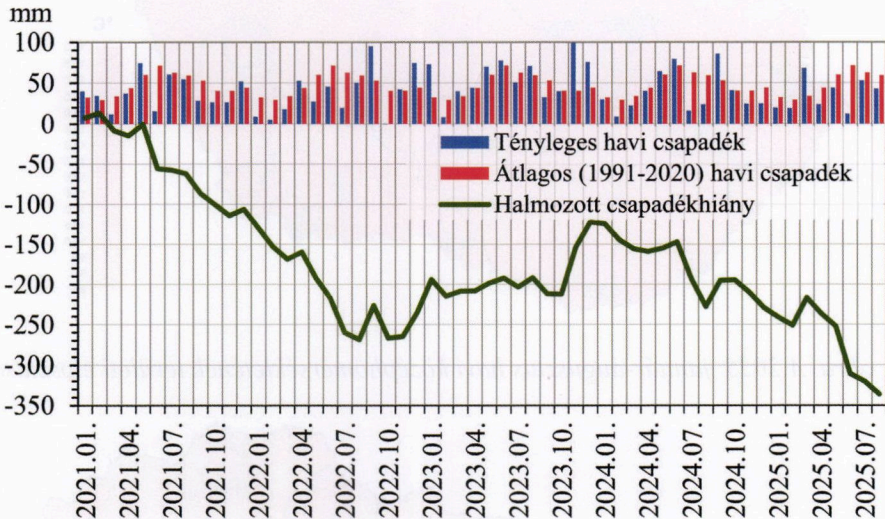
3. ábra. A 2024. szeptember – 2025. augusztus közötti havi csapadékösszegek országos területi átlagértékének eltérése az 1991-2020 közötti átlagértékektől



4. ábra. A 2021. szeptember – 2022. augusztus közötti havi csapadékösszegek országos területi átlagértékének eltérése az 1991-2020 közötti átlagértékektől

képet mutatott, mint 2025-ben (4. ábra). A 2022. január-augusztus havi országos területi átlagérték 228 mm volt, ami 55 mm-rel kevesebb, mint 2025-ben.

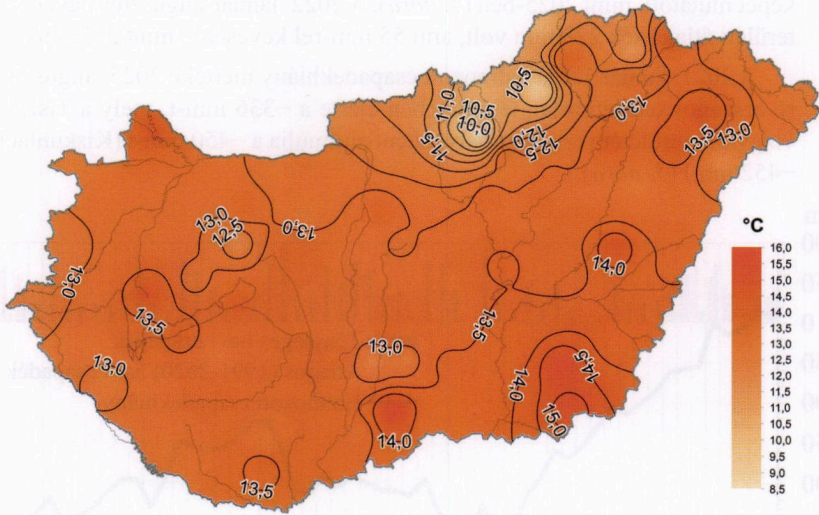
A 2021. január 1. óta halmozott csapadékhiány mértéke 2025. augusztus 31-re országos területi átlag tekintetében elérte a -336 mm-t, mely a Tisza hazai vízgyűjtő területét vizsgálva helyenként alulmúlja a -450 mm-t (Kiskunlacháza: -452 mm) (5. ábra).



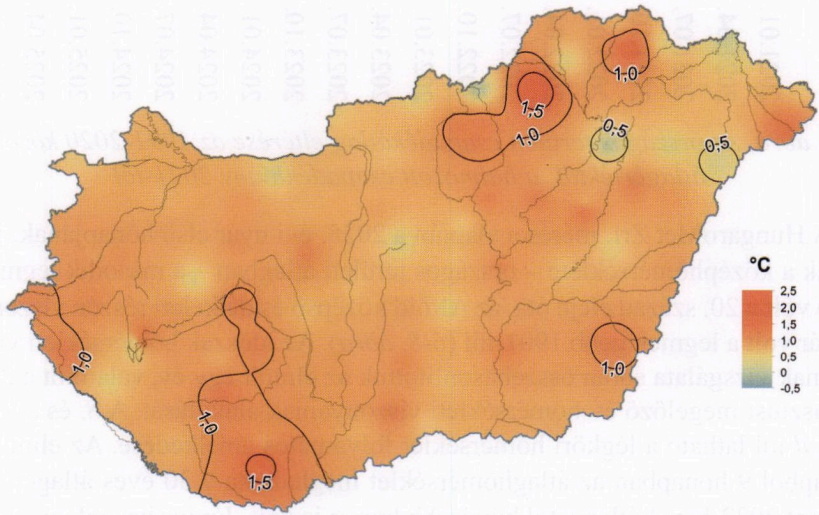
5. ábra. Az országos területi csapadékátlag eltérése az 1991-2020 közötti átlagértéktől; a halmozott csapadékhiány 2021-től

A HungaroMet Zrt. mérései alapján a 2025. évi nyár első hónapjának, júniusnak a középhőmérséklete – országos területi átlagban – a második legmagasabb volt a 20. század eleje óta, az Alföld középső és délkeleti részén viszont ez a nyár volt a legmelegebb 1901-től (6-8. ábra). Az időszak hőmérsékleti viszonyainak vizsgálata során összehasonlítottuk az elmúlt egy év, valamint a 2022. augusztust megelőző év hőmérsékleti viszonyainak alakulását. A 8. és a 9. ábrából jól látható a légköri hőmérséklet folyamatos emelkedése. Az elmúlt 12 hónapból 9 hónapban az átlaghőmérséklet meghaladta a 30 éves átlagértéket, viszont 2022-ben 4 átlagostól hűvösebb hónap is volt. Június hasonlóan alakult 2022-ben is, de 2025-ben az érték magasabb volt, július és augusztus pedig az átlagot szintén túlszárnyalta, de kevésbé volt forró, mint 2022-ben.

A nyolc havi középhőmérséklet a sokévi (1991-2020) időszakos átlag felett kissé magasabban alakult. Az átlaghoz viszonyított legnagyobb pozitív eltérések (területi átlagban) a Nyugat- és Dél-Dunántúl, a Dél-Alföld és az Északi-középhegység egyes közzeteiben fordultak elő.

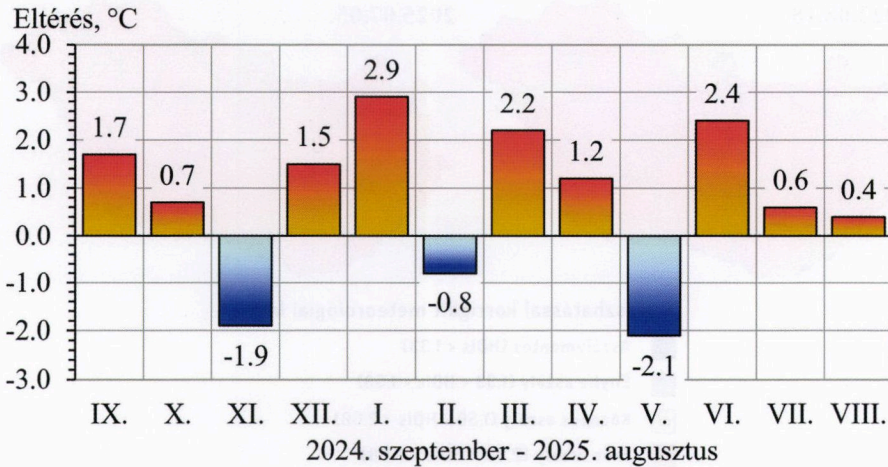


6. ábra. A 2025. január-augusztus havi középhőmérsékletének területi eloszlása

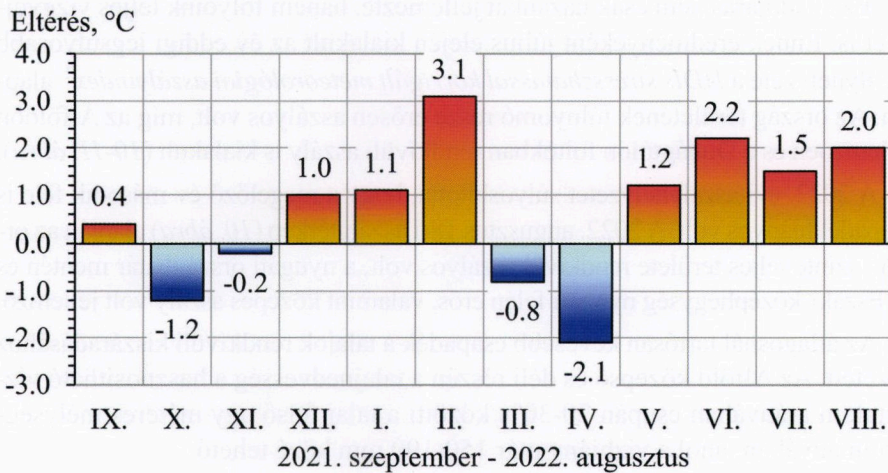


7. ábra. A 2025. január-augusztus havi középhőmérséklet eltéréseinek területi eloszlása a sokévi (1991-2020) időszakos (I-VIII. hó) átlagtól

Összességében megállapítható, hogy Magyarországon a 2025 január-augusztusi időszakban az átlagosnál szárazabb és kissé melegebb időjárás volt jellemző.



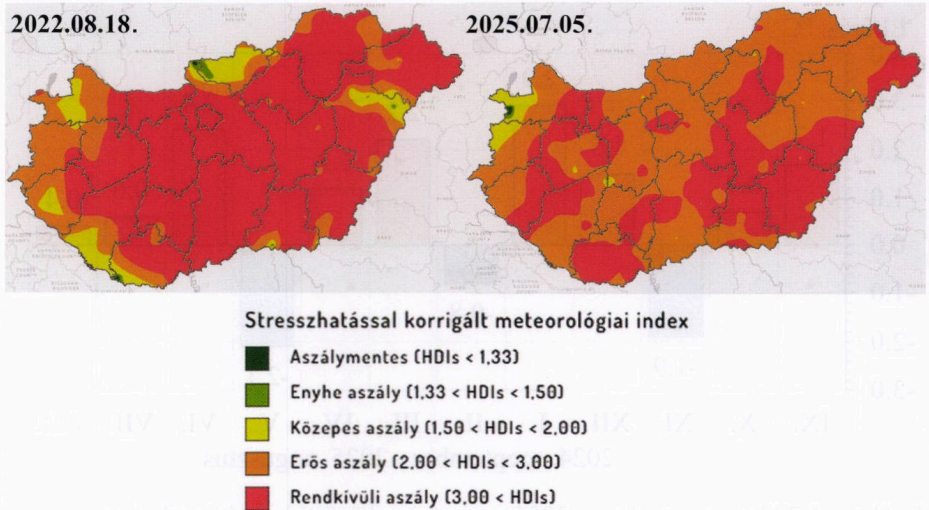
8. ábra. A 2024. szeptember – 2025. augusztus közötti havi középhőmérsékletek országos területi átlagértékének eltérése az 1991-2020 közötti átlagértékektől



9. ábra. A 2021. szeptember – 2022. augusztus közötti havi középhőmérsékletek országos területi átlagértékének eltérése az 1991-2020 közötti átlagértékektől

1.2. Az aszályhelyzet bemutatása

A csapadékatatok alapján elmondható, hogy az év első fele a sokéves átlagnál szárazabb volt, és a csapadékhiány a nyári hónapokban jelentősen növekedett. A nyári hónapok átlaghőmérséklete 21,6 °C volt, míg a sokéves átlag 20,65 °C, ami azt jelenti, hogy 2025 nyara közel 1 °C-kal melegebb volt az átlagnál.



10. és 11. ábra. A nyári időszakok legsúlyosabb aszályhelyzetei

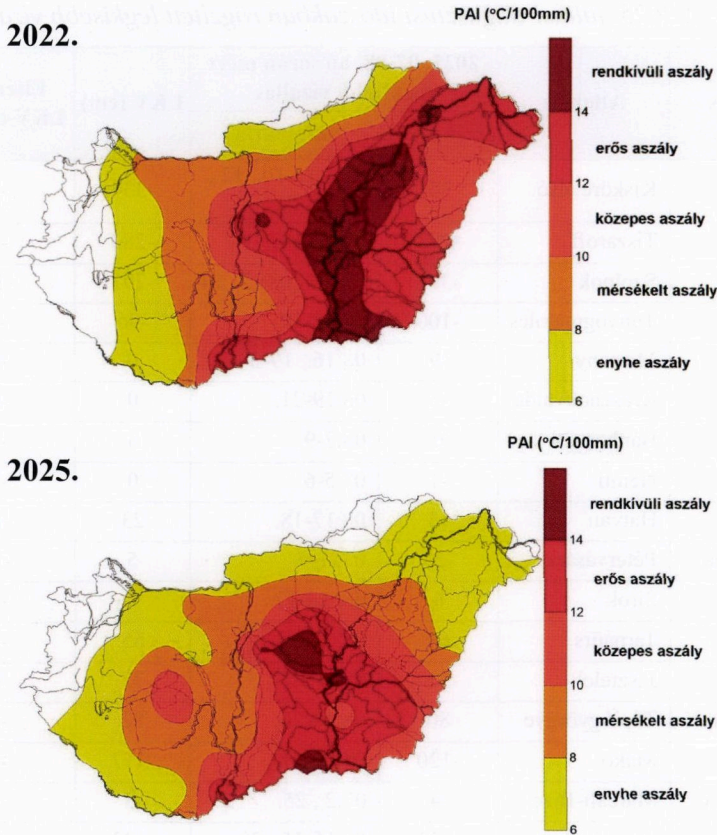
Ez az időjárás nem csak hazánkat jellemezte, hanem folyóink teljes vízgyűjtőjét is. Ennek eredményeként július elején kialakult az év eddigi legsúlyosabb aszályhelyzete a *HDI*s stresszhatással korrigált meteorológiai aszályindex² alapján. Az ország területének túlnyomó része erősen aszályos volt, míg az Alföldön jellemzően és a Dunántúlon foltokban rendkívüli aszály is kialakult (10-11. ábra).

A 2022. évi aszályhelyzetet súlyosbította, hogy a megelőző év második fele is csapadékhányos volt. A 2022. augusztus 18-i aszálytérkép (10. ábra) alapján az ország szinte teljes területe rendkívül aszályos volt, a nyugati országhatár mentén és az Északi-középhegység nyugati felén erős, valamint közepes aszály volt jellemző.

Az átlagosnál tartósan kevesebb csapadék a talajok rendkívüli kiszáradásához vezetett. Az Alföld középső és déli részén a talajnedvesség a hasznosítható víztartalom arányában csupán 20-30% közötti a talaj felső egy méteres mélységtartományában, ahol a vízhiány már 150-190 mm közé tehető.

A *Pálfai-féle aszályindex* (PAI) 2025. évi országos területi átlaga 9,21-nek adódott, ami országosan – jelentős területi különbségekkel – a 6. legaszályosabb év 1931 óta (12a. és 12b. ábra).

² *Stresszhatással korrigált meteorológiai aszályindex* (HDI) – egy dimenzió nélküli érték a *meteorológiai vízhiány index* (HDI0) stressz tényezővel korrigált változata, mely figyelembe veszi a vízháztartási helyzet mellett a szélsőségesen csapadékhányos és meleg időjárási helyzetek növényekre gyakorolt hatását. A *meteorológiai vízhiány index* (HDI0) egy dimenzió nélküli érték, az átlagos (30 éves adatsorból számolt, adott napon várható) és az adott napi (aktuális) víztartalék (mm) értékek hányadosa.



12a. és 12b. ábra. PAI aszályindex térképek (2022 és 2025)

1.3. A vízjárás a védekezés időszakában; a felszíni vízmennyiségek, vízmérlegek alakulása

2025. első nyolc hónapja nemcsak hazánkban, hanem folyóink külföldi vízgyűjtő területein is rendkívül száraz volt. A téli csapadék a vízgyűjtőkön minimális volt, tél végére, tavasz kezdetére a külföldi vízgyűjtő területeken nem volt érdemi hóvízkészlet, melynek olvadása hozzájárulhatott volna a tavaszi nagyvizek kialakulásához.

A hidrológiai év 2025. augusztus 31-ig terjedő részében a Tiszán a vízállások jóval elmaradtak a sokéves napi átlagértékektől. A nyár közepére a legkisebb vízszinteket (LKV) megközelítő, a Tisza Kisköre alatti szakaszán az LKV szintektől elmaradó vízállások alakultak ki (1. táblázat).

1. táblázat. A 2025. júliusi-augusztusi időszakban rögzített legkisebb vízállások

Vízfolyás	Állomás	2025. 07-08. hó során mért legkisebb vízállás		LKV (cm)	Eltérés az LKV-tól (cm)
		értéke (cm)	időpontja		
Tisza	Kisköre alsó	-341	07.5-7., 10., 12., 08.12-19.	-334	-7
Tisza	Tiszaroff	-283	08.12-18.	-280	-3
Tisza	Szolnok	-301	07.6-7., 08.22., 24.	-291	-10
Szamos	Tunyogmatolcs	-100	08.18-19.	-96	-4
Martonyi	Martonyi	-9	08.16., 19-20.	0	-9
Rakaca	Krasznokvajda	-6	08.19-21.	0	-6
Bán	Bánhorvátí	0	08.7-9.	3	-3
Zagyva	Nemti	-1	08.5-6.	0	-1
Herédi-Bér	Hatvan	13	08.17-18.	23	-10
Ceredi-Tarna	Pétervására	-23	07.1-9.	5	-28
Tarna	Sirok	6	08.12-17.	7	-1
Tarna	Tarnaörs	64	08.1-2.	65	-1
Zagyva	Jásztelek	71	08.4-7.	77	-6
Egyesült-Tápió	Tápiógyörgye	80	08.18-20.	82	-2
Maros	Makó	-120	08.20-21.	-117	-3
Sári-csatorna	Marcali-Bize	-4	07.2., 25.	-3	-1
Zala	Zalabér	-123	08.15-16., 20.	-123	0
Kerka	Tormafölde	-21	08.17., 20.	-18	-3

Hasonló képet kapunk a Duna budapesti szelvényének vizsgálata során is. Míg a téli időszakban még a sokéves napi átlagértékek közelében voltak a vízszintek, a teljes egészében elmaradó tavaszi hóolvadásból származó lefolyás hiánya miatt márciusra a sokéves napi minimum szint közelébe vagy az alá süllyedt a vízállás. Egyetlen említésre méltó árhullám (vízszintemelkedés) július végén volt, amikor a sokéves napi átlag fölé tudott emelkedni a vízállás egy, a Duna külföldi vízgyűjtő területét elérő ciklon okozta csapadéktevékenység következtében.

1.3.1. A valaha mért legkisebb vízszintektől elmaradó vízállások a védekezés időszakában

A 2025. július elejére hazánkban kialakult vízhiányos, csapadékszegény időjárás következtében jelentős számú hazai vízfolyás mederteltsége az igen alacsony, 20% alatti tartományba süllyedt. Ezen vízfolyások közül számos még a 10%-os mederteltséget sem érte el, mivel nemcsak hazánkban, hanem a vízfolyásaink

lefolyásképződés szempontjából fontos külföldi vízgyűjtőterületein sem hullott érdemi, lefolyást generáló csapadékmennyiség. Ez az állapot – néhány, pár napos időszakot kivéve – egészen augusztus végéig fennállt.

A 2025. július-augusztusi időszakban több vízfolyáson a vízállás még a valaha mért legkisebb vízállás (LKV) értékét is alulmúlta, melyről az *1. táblázat* ad képet.

Az *1. táblázatban* a Tisza és jelentősebb mellékfolyói mellett több kisebb, köztük dunántúli vízfolyás is megtalálható, ami arra utal, hogy az aszályos, csapadékhányos helyzet nem korlátozódott csak a Tisza vízgyűjtő területére. Emellett mindenképpen megemlítendő egyrészt, hogy a táblázatban csak az időszak legkisebb értékei szerepelnek, míg az időszak egészére – sokszor csak rövidebb, néhány napos időszakokat kivéve – jellemző volt a kisvízes állapot, akár az LKV értékének megközelítése, illetve – kisebb mértékben – az attól való elmaradás. Másrészt, az a tény is megemlítendő, hogy értelemszerűen a táblázatban csak a kiépített, rendszeres észleléssel bíró vízmér-cével rendelkező vízfolyások szerepelnek, azonban jelentős mennyiségű kisebb, nem mért vízfolyás is a szokottnál jelentősen kevesebb vizet szállított, sőt, egyáltalán nem volt ritka, hogy ezek a kisebb vízfolyások időszakosan ki is száradtak.

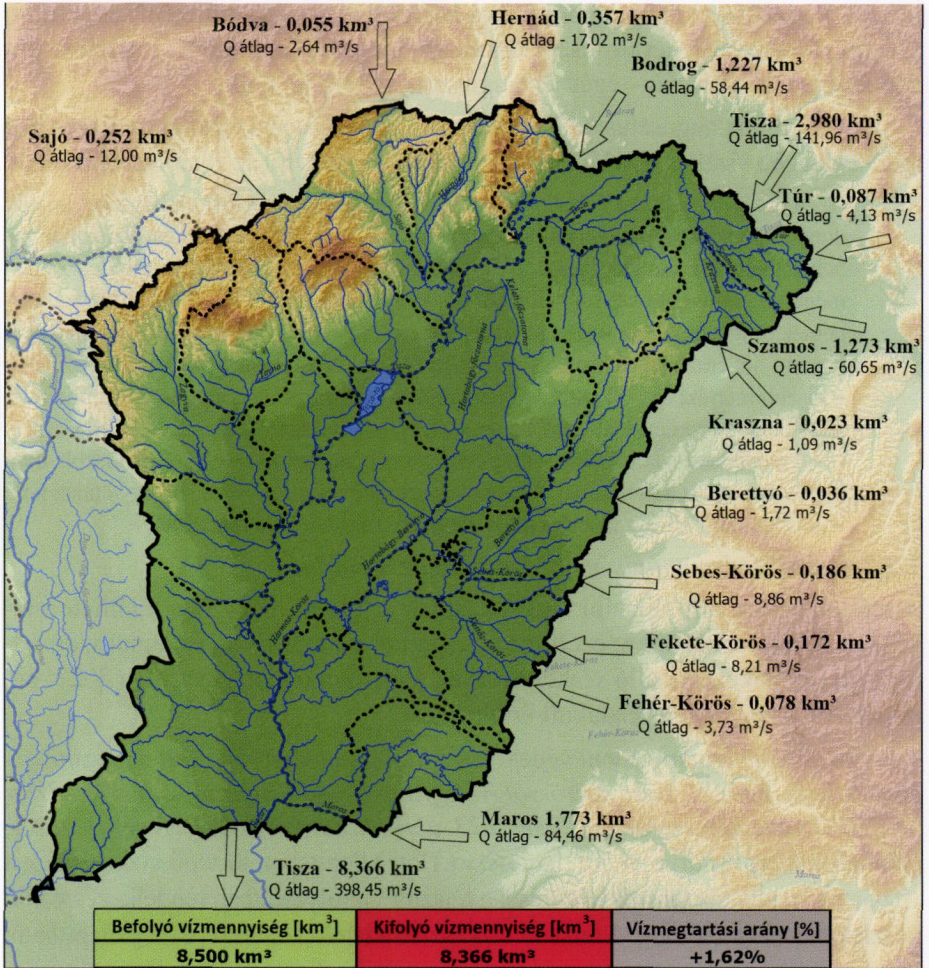
1.3.2. Felszíni vízmennyiségek, vízmérlegek alakulása

A rendelkezésre álló felszíni vízkészleteket a folyók medrében található vízkészletek határozzák meg, ezért megvizsgáltuk a hazai tiszai és dunai vízrendszerben rendelkezésre álló vízkészleteket, melyeket összevetettünk a 2022. évi rendkívüli aszály során kialakult értékekkel.

A 2025. évi vízhiány elleni védekezés során *kiemelt szerepe volt a felszíni vízkészleteknek*, hiszen a *Tisza-Körösvölgyi Együttműködő Vízgazdálkodási Rendszer (TIKEVIR)* üzemelését (lásd a 22. és a 23. ábrát!), a mezőgazdasági célú vízszolgáltatásokat, az *Aszályvédelmi Akcióterv (AVAT)* keretében történő vízkivételeket vagy a harmadlagos művek feltöltését a felszíni vízfolyásokban rendelkezésre álló készletek határozták meg. A felszíni vízkészlet-adatokat elemezve megállapítható, hogy *a 2025. január-augusztus időszakban mind a Tisza, mind a Duna vízrendszerén kevesebb vízmennyiség érkezett hazánkba, mint a 2022. évi rendkívüli aszály időszakában*. Ennek oka a hóban tárolt vízkészletek hiánya, valamint a tavaszi áradások elmaradása.

1.3.3. A Tisza-vízgyűjtő hazai területére be- és kilépő felszíni vízmennyiségek

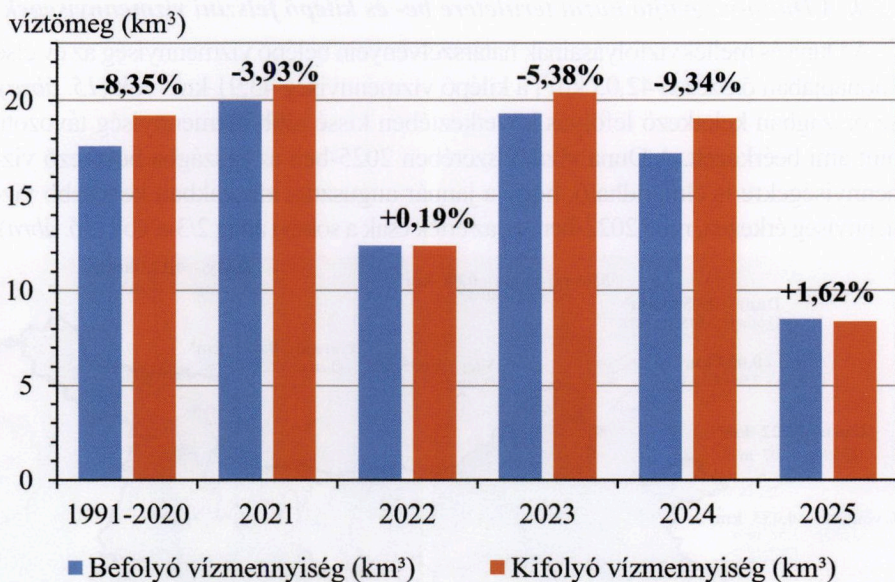
A Tisza és mellékvízfolyásai határszelvényein az országba belépő vízmennyiség az év első 8 hónapjában összesen $8,49 \text{ km}^3$ volt, a Szeged alatt kilépő vízmennyiség $8,35 \text{ km}^3$. Ez összességében a Tisza vízgyűjtő hazai részén pozitív felszíni vízmérleget jelent, azaz hazánkból a felszíni vízfolyásokon keresztül kevesebb víz távozott, mint ami beérkezett. A vízhiány elleni védekezés során megvalósított beavatkozásokkal a beérkező vízmennyiség 1,73%-át (mintegy 147 ezer m^3 -t) sikerült visszatartani (*13. ábra*).



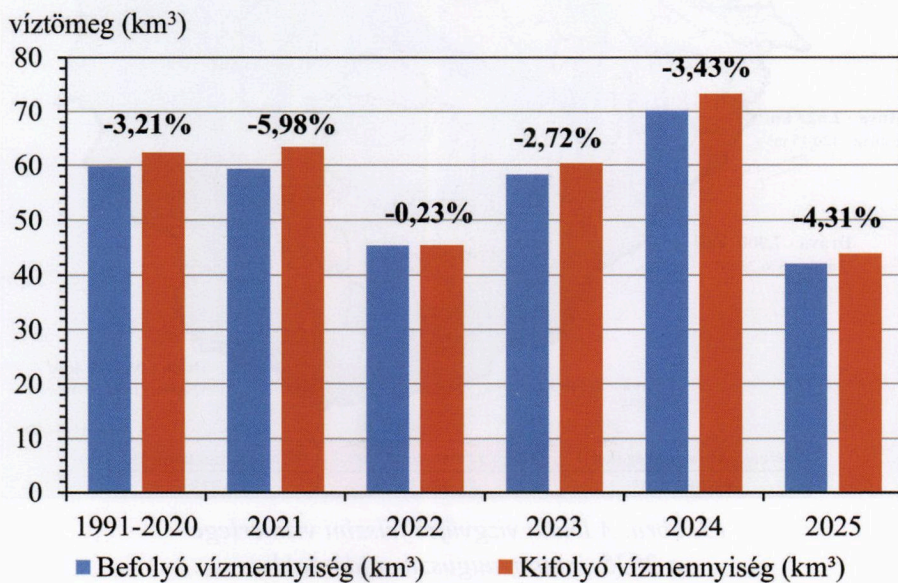
13. ábra. A Tisza vízgyűjtő felszíni vízmérlege a 2025. január-augusztusi időszakban

A 2025. évi adatokat összehasonlítva az elmúlt évek azonos időszakával (január-augusztus), a sikeres vízviasszatartási tevékenységre lehet következtetni, hiszen az elmúlt évek első pozitív vízmérlegét eredményezték a beavatkozások (14. ábra).

A kiélezett vízkészlet-gazdálkodási helyzetet jól jelzi, hogy a 2022. évi rendkívül aszályos évben beérkező vízmennyiség mindössze 2/3-a, a sokévi átlagnak pedig kevesebb, mint a fele érkezett be a Tisza-völgybe. A felszíni vízmérleg adatai szemléltetik, hogy a 2025. évi aszályos időszakban kevesebb felszíni vízkészlet állt rendelkezésre a Tisza-völgyben, mint 2022-ben. Ez jelzi, hogy a Tisza határon túli vízgyűjtő területeit is kiemelten érintette az aszályhelyzet.



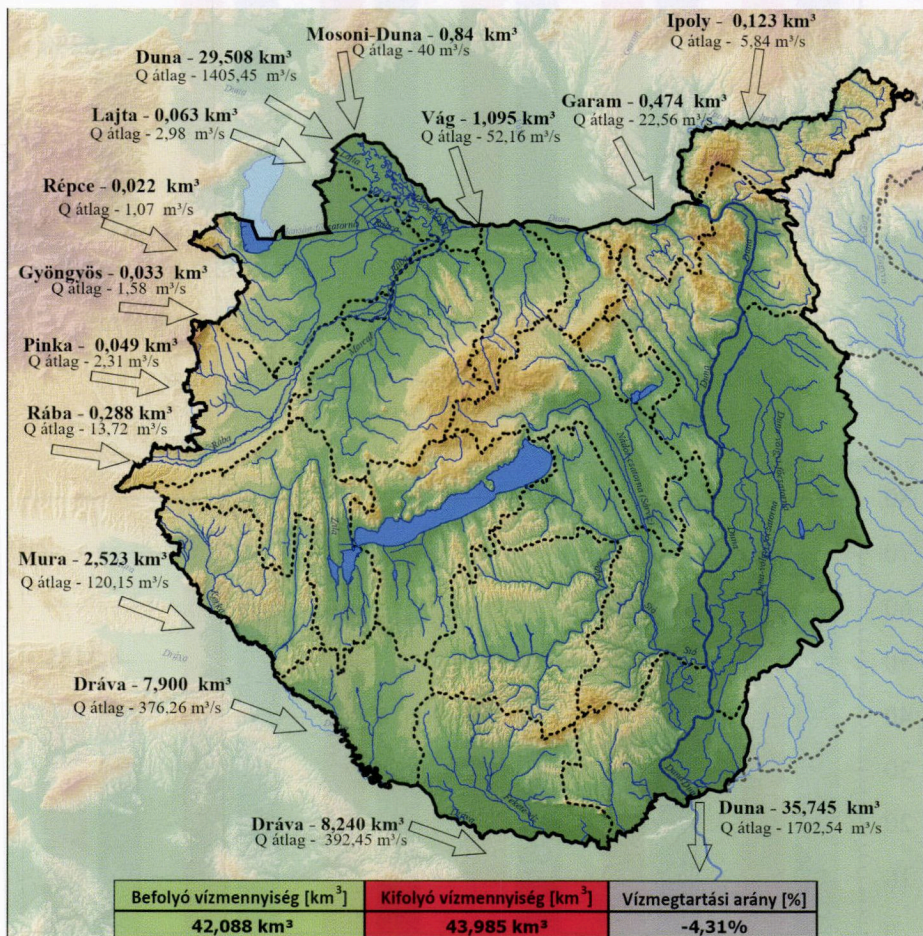
14. ábra. A Tisza vízrendszerének felszíni vízmérlege az elmúlt évek azonos időszakához viszonyítva



16. ábra. A Duna vízrendszerének felszíni vízmérlege az elmúlt évek azonos időszakához viszonyítva

1.3.4. A Duna-vízgyűjtő hazai területére be- és kilépő felszíni vízmennyiségek

A Duna és mellékvízfolyásainak határszelvényein belépő vízmennyiség az év első 8 hónapjában összesen 42,03 km³, a kilépő vízmennyiség 43,91 km³ volt (15. ábra). Az országban keletkező lefolyás következtében kissé több vízmennyiség távozott, mint ami beérkezett. A Duna vízrendszerében 2025-ben az országba beérkező vízmennyiségekre is elmondható, hogy a január-augusztus időszakban kevesebb vízmennyiség érkezett, mint 2022-ben, ez az érték csak a sokévi átlag 2/3-a volt (16. ábra).



13. ábra. A Duna vízgyűjtő felszíni vízmérlege a 2025. január-augusztusi időszakban

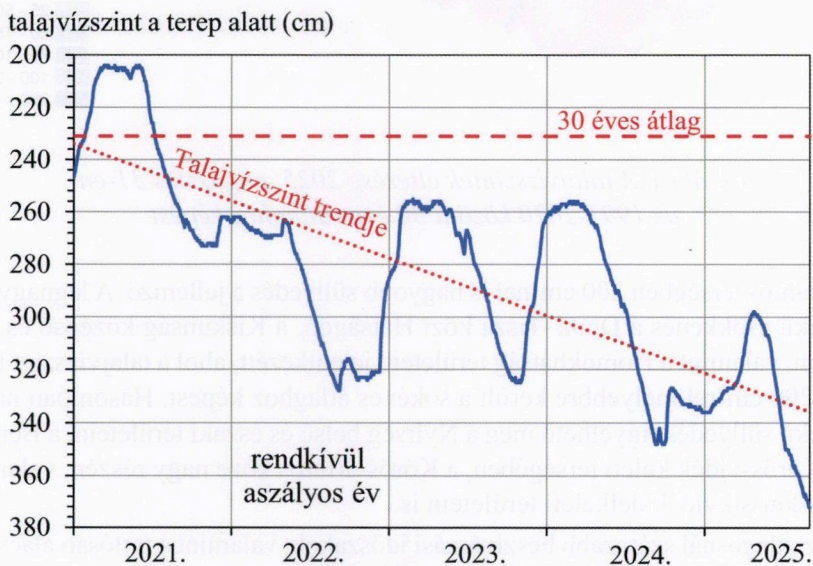
A Duna vízhozamához képest a visszatartható vízmennyiségek értékei nagyságrendekkel kisebbek, ezért a vízvisszatartás számszerű értékei vízmérleggel nehezen mutathatók ki, valamint a kivezetéshez szükséges vízszintek is főként csak a július végi árhullám során álltak fenn.

1.4. A talajvízszintek és vízkészletek alakulása

A meteorológiai értelemben vett aszályos időszakok következtében a felszíni vízkészleteken túl a felszín alatti vízkészletek mennyiségében és állapotában is jelentős változások következtek be. A hosszan tartó csapadékhiány és a megnövekedett párolgás hatására csökkent a felszín alatti vizek természetes utánpótlása, melyet súlyosbított a folyómedrekre jellemző alacsony vízszint, ezáltal megnövekedett a talajvíz depresszió. A fentiek együttes hatására a talajvízszintek olyan mélyre süllyedtek, amilyenek korábban nem fordultak elő.

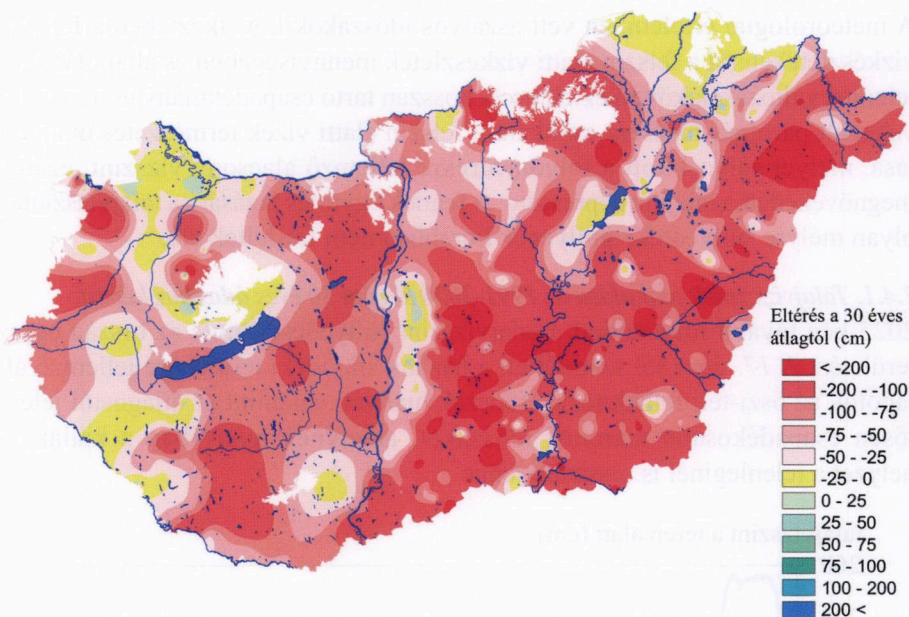
1.4.1. Talajvízszintek alakulása az 1991-2020 közötti 30 éves átlaghoz képest

2025-ben tovább folytatódott a talajvízszint süllyedése szinte az ország egész területén. A 17. ábra jól szemlélteti a hazánk síkvidéki területeire jellemző állapotot, az őszi-téli felhalmozási időszak hiányát, valamint az átlagostól jelentősen csapadékosabb márciusi időszakot, amelynek hiányában a kialakuló helyzet a jelenleginél is rosszabb lenne.



17. ábra. A talajvízszint alakulása a kálmánházi talajvízszint észlelő kútban (2021.01.01. – 2025.08.31.)

2025. augusztus végére a talajvízszint az ország túlnyomó részén jelentősen alacsonyabb volt a 30 éves augusztusi átlagnál (18. ábra). Az országos átlagos eltérés jellemzően 100 cm körül alakult, de nagy kiterjedésben 100–200 cm közötti süllyedés volt megfigyelhető.



18. ábra. A talajvízszintek eltérése 2025. augusztus 31-én az 1991-2020 közötti 30 éves átlaghoz képest

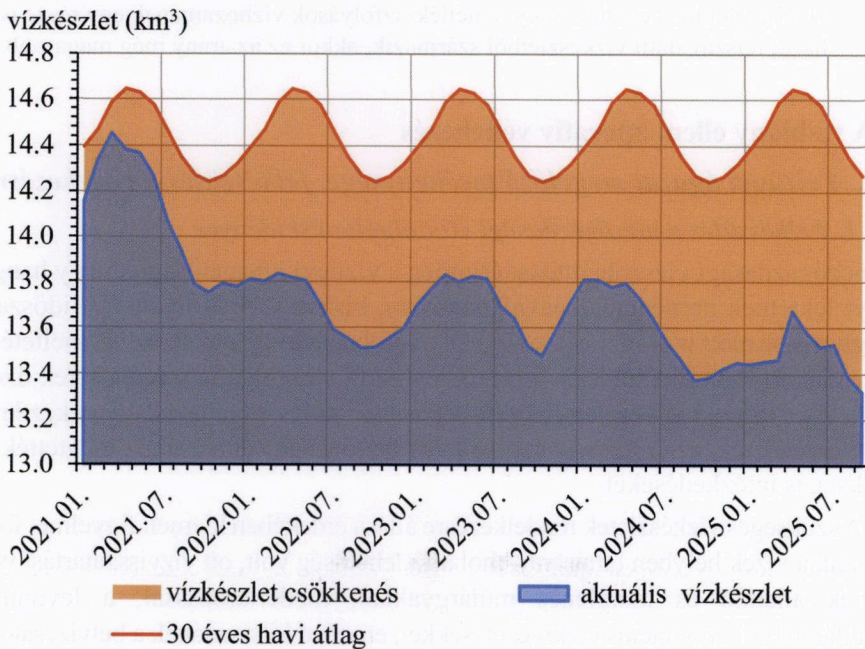
Számos térségben 200 cm-nél is nagyobb süllyedés a jellemző. A legnagyobb mértékű csökkenés a Duna–Tisza közti Hátságon, a Kiskunság középső és déli részein, valamint a Homokhátság területein jelentkezett, ahol a talajvízszint több mint 200 cm-rel mélyebbre került a sokéves átlaghoz képest. Hasonlóan nagymértékű süllyedés figyelhető meg a Nyírség belső és északi területein, a Berettyó–Körös-vidék keleti térségében, a Körös–Maros köze nagy részén, valamint a Bácskai-síkvidék délkeleti területein is.

Az átlagosnál szárazabb beszívargási időszakok, valamint a tartósan alacsony vízszintek következtében kialakuló „talajvíz-lecsapolás” következtében a felszín alatti vízkészletek mennyisége az elmúlt években jelentősen csökkent. A 2025. augusztus havi talajvízkészlet országos átlagban 11,68 km³-rel kevesebb volt, mint a 30 éves átlagérték. A talajvízkészletek a hazai Tisza vízgyűjtőn rendkívüli mértékben csökkennek, a sokévi átlaghoz viszonyítva a hiány augusztusban 8,11 km³ volt. A hazai Duna vízgyűjtőn a talajvízkészlet csökkenése kisebb mértékű, a sokévi átlaghoz viszonyítva 3,56 km³ hiány tapasztalható (2. táblázat).

2. táblázat. A felszín alatti víztestek 2025. augusztus havi talajvízkészletének összevetése a 30 éves átlagértékkel

Terület	Víztestek száma	A vízkészletek 30 éves átlaga (km ³)	2025. augusztusi vízkészlet (km ³)	Vízkészlet különbség (km ³)
Országos	77	215	204	- 11
Tisza vízgyűjtő	29	127	119	- 8
Duna vízgyűjtő	48	88	85	- 3

A 19. ábra mintaként a Körös-Maros köze felszín alatti víztest vízkészlet csökkenésének tendenciáját és mértékét szemlélteti. Az ábrán jól látható, hogy az elmúlt évek halmozódó vízhiánya következtében a vízkészlet olyan szintre süllyedt, hogy talán soha sem, vagy csak nagyon hosszú idő alatt pótolható vissza.



19. ábra. A Körös-Maros köze felszín alatti víztest vízkészletének 2021. januártól bekövetkezett változásai, összehasonlítva a referencia időszak havi átlagértékeivel

1.4.2. A felszíni és felszín alatti vizek kapcsolata

2025. augusztus 18-án hidrológiai hossz-szelvény felvételre került sor a teljes hazai Tisza-szakaszon. A feldolgozott vízhozam-mérési eredmények és előállított hidrológiai hossz szelvény alapján megbecsülhető a Tiszához érkező felszín alatti hozzáfolyás mértéke is, melyet összevetettük a 2022. évi eredményekkel (20. ábra).

A két vizsgált időszak közötti alapvető különbség, hogy a Tisza legalsó (Csongrád alatti), valamint a felső (Tokaj feletti) szakaszain a 2022-es évhez képest magasabb vízszintek és vízhozamok voltak jellemzőek, a középső szakaszon (főleg Kisköre alatt) azonban a valaha mért legkisebb vízszintek alakultak ki, a 2022. évinél alacsonyabb vízhozamok mellett. Ennek köszönhetően, valamint a 2022-es évhez képest alacsonyabb talajvízszintek következtében Tiszabecs és Tokaj között jóval alacsonyabb, Tokaj és Kisköre között a 2022-es évhez hasonló, Kisköre alatt pedig attól jóval magasabb, mintegy háromszoros mértékű felszín alatti hozzáfolyást mértünk ki. A teljes hazai Tisza szakaszon a felszín alatti hozzáfolyás mértéke a fentiek miatt ugyan elmaradt a 2022-ben mért értéktől, de még így is a kilépő szelvény (Szeged) vízhozamának több mint 1/3-át tette ki. Ha figyelembe vesszük, hogy a mellékvízfolyások vízhozamának egy része is a hazai felszín alatti vízkészletből származik, akkor ez az arány még magasabb.

2. A vízhiány elleni operatív védekezés

2.1. A vízügyi ágazat megelőző tevékenysége, felkészülés a védekezésre

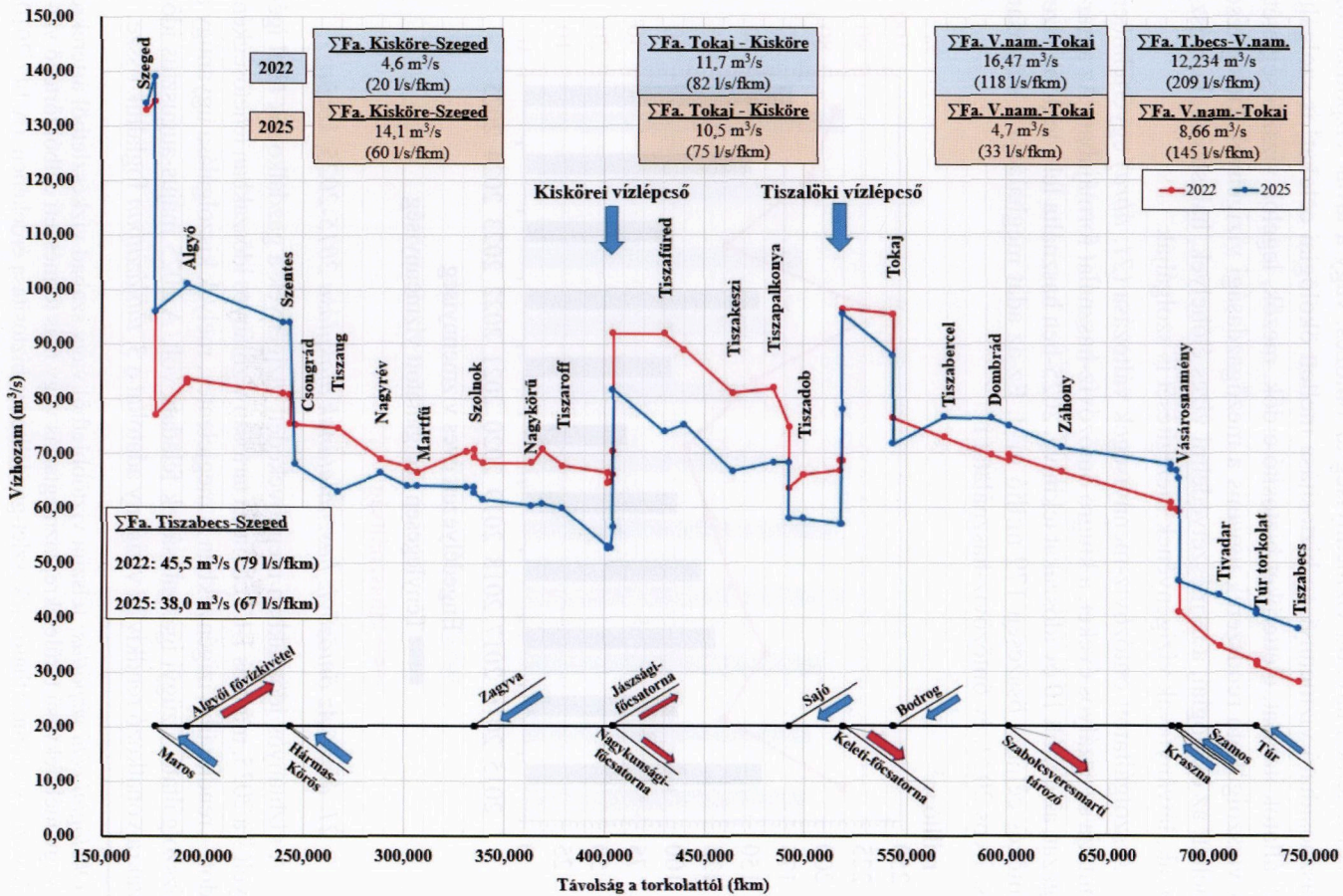
2.1.1. Felkészülés a mezőgazdasági vízszolgáltatási idényre

A mezőgazdasági vízszolgáltatást érintően a vízügyi igazgatóságok nagy hangsúlyt fektetnek prevenciós beavatkozásokra, hiszen a vízszolgáltatási időszak megkezdése előtt már biztosítaniuk kell a lefolyási útvonalakat, az üzemeltetési feltételeket. Ennek érdekében a mezőgazdasági vízszolgáltató rendszerek üzemeltetésre történő felkészítését 2025-ben is már a vízszolgáltatási idény kezdete előtt elvégezték, az öntözővíz szolgáltatás biztonságos ellátásához megtették a szükséges intézkedéseket.

A szükséges vízkészletek rendelkezésre állása érdekében kiemelt figyelmet fordítottak a vizek helyben tartására. Ahol arra lehetőség volt, ott vízvisszatartást végeztek állandó és ideiglenes műtárgyakkal, medertározással, a levonuló árhullámokból gravitációs vízkivezetésekkel, emellett kihasználták a belvízcsatornák vízvisszatartási lehetőségeit is.

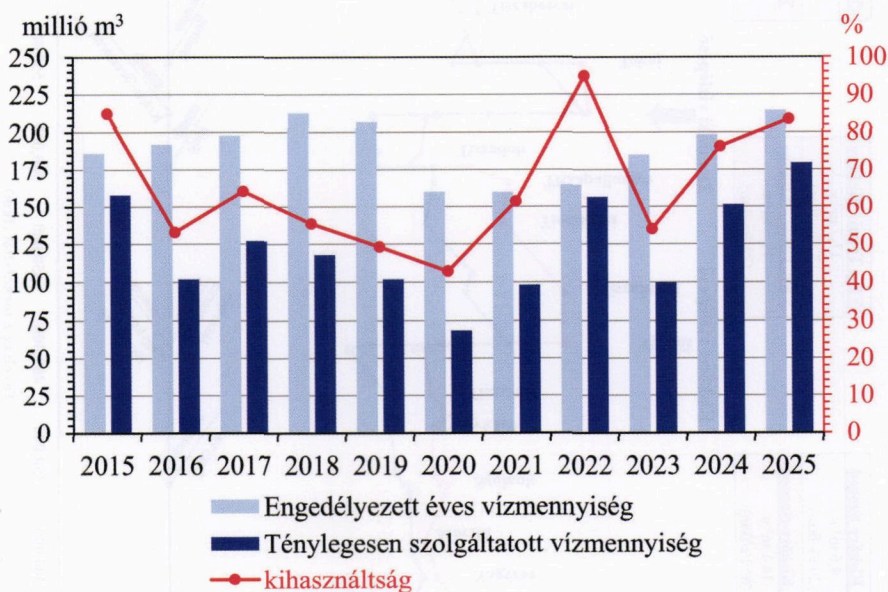
20. ábra. A Tisza hidrológiai hossz szelvényei, valamint a felszín alatti hozzáfolyás összehasonlítása a 2022., valamint a 2025. évi mérések alapján





A mederben tározott vízmennyiség az öntözés, vagy a tavak vízpótlásához hasznosítható vízmennyiség biztosítása mellett ökológiai célokat³ is szolgált, pl. állatok itatását, életterüket biztosító erdők, mezők, legelők vízszükségletét. A vízszolgáltató rendszerek ugyanis a mezőgazdasági vízigények kielégítése mellett az ökológiai, a természetvédelmi vizes élőhelyek, halastavak, horgásztavak, látványtavak vízigényének kielégítését is szolgálják.

A szolgáltatott öntözővíz-mennyiségek változása (21. ábra) egyértelműen mutatja az aszályos éveket, a kiugró öntözővíz-használat formájában. Az agrárágazat, az elmúlt 10 év időszakát tekintve, 2025-ben használta fel a legtöbb vizet öntözés céljára, összesen 179 millió m³-t. Ez az adat meghaladja a súlyosan aszályos 2022. év öntözővíz-használatát is.



21. ábra. Az öntözővíz használatának alakulása 2015-2025. között

A vízhiányos időszakban megnövekedett vízigények a gazdálkodók által igényelt – a 2025. március 1-től elrendelt tartósan vízhiányos időszakban lehetőségként adott – rendkívüli vízigényekben is megjelentek, melyek kiszolgálása ugyanúgy a vízszolgáltató vízügyi igazgatóságok feladata volt. A 2025 május-augusztus időszakra vonatkozó rendkívüli vízigény adatokat a 3. táblázatban foglaltuk össze.

³ Ökológiai célú vízpótlás: felszíni víztöbbletből vagy szabad vízkészletből árterekre vagy mélyfekvésű területekre, vízmegtartás vagy más természeti célból történő vízkivezetés a fenntartható vízkészlet-gazdálkodás biztosítása érdekében. (A 147/2010 (IV.29.) Korm. rendelet 2. § 23a pontja iktatta törvénybe 2025-ben.)

3. táblázat. A 2025. május-augusztus közötti időszak öntözési célú rendkívüli vízhasználatai

VIZIG	Terület	Kivehető*	Igényelt	Jóváhagyott	Elutasított
	ha	m ³	m ³	m ³	m ³
ÉDUVIZIG	27.8	2 156	2 156	2 156	---
KDVVIZIG	2	2 400	2 400	2 400	---
ADUVIZIG	594.15	543 360	557 663	541 463	16 200
KDTVIZIG	10.74	3 042	3 042	1 962	1 080
DDVIZIG	97.21	116 652	2 481	2 481	---
NYUDUVIZIG	197.95	216 302	201 302	201 302	---
FETIVIZIG	125.74	99 388	49 388	36 668	12 720
ÉMVIZIG	1 149,39	1 413 180	1 476 026	1 312 103	101 068
TIVIZIG	1 659,00	1 837 581	1 653 053	1 653 053	---
KÖTIVIZIG	1 887,76	2 232 462	1 494 745	1 349 509	145 236
ATIVIZIG	529.53	635 438	630 932	630 932	---
KÖVIZIG	4 294,00	4 839 996	4 823 909	4 823 909	700
Összesen:	10 575,27	11 941 957	10 911 697	10 562 538	277 004

Megjegyzés: * – A kivehető vízmennyiség max. 1 200 m³/ha

2.1.2. Vízvisszatartás, tározás

A vízügyi igazgatóságok alaptervekenységük keretében is végzik vízvisszatartásra irányuló tevékenységüket, mely a 2025. év tavaszát megelőző időszak csapadékhiánya és magas hőmérséklet, párolgás értékei miatt még hangsúlyosabbá vált.

A vízügyi ágazat legfőbb intézkedései a vízhiányos időszakokra történő felkészülési időszakban:

- a Tisza-tó vízkészletének növelése,
- a Körösök 1 hónappal korábbi vízszintemelése,
- a medrekben lévő vízszintek magasabb szinten tartása, az üzemrendek felülvizsgálatával,
- az öntözési vízkészlet betározása már a téli időszaktól kezdődően,
- a belvízcsatornák átállítása téli, tavaszi vízvisszatartási üzemrendre.

A fentiek eredményeként az Országos Vízügyi Irányító Törzs (OVIT) összehívását megelőzően, 2025. június 27-én, – a vízügyi igazgatóságok által adott jelentések alapján – a medrekben és tározókban visszatartott vízmennyiségek összesítve a 4. táblázat szerint alakultak.

4. táblázat. Medrekben és tározókban visszatartott vízmennyiségek (2025. június 27-i állapot)

Síkvidéki vízmegtartás		
Csatornák medrében	millió m ³	20,9
Kettősműködésű csatornáknban		
Belvíztározókban		169,2
Összesen		190,1
Vízszolgáltató rendszerek feltöltése		
Csatornák medrében	millió m ³	27,1
Kettősműködésű csatornáknban		39,8
Összesen		66,9
Duzzasztók bögéiben tározott víz		
Tisza tó	millió m ³	250,0
Békési duzzasztó		5,7
Békésszentandrás duzzasztó		23,9
Körös-ladányi duzzasztó		2,0
Gyulai duzzasztó		0,6
Összesen		282,2
Összes tározott vízmennyiség	millió m³	539,2

A kisebb árhullámokból történő kivezetések, csatornák feltöltése mellett elindult a „Vízet a tájba!” (VAT) program is, melynek keretében lakossági felajánlások keretében történhetett célzott vízkivezetés elsősorban ökológiai célból.

A „Vízet a tájba!” program egy komplex, stratégiai szemléletű eszközrendszert takar, mely országos megoldást kínál Magyarország vízgazdálkodási problémáira.

Célja: vízgazdálkodási választ adni a klímaváltozás okozta új kihívásokra: a hosszú távon is fenntartható vízkészlet-gazdálkodás feltételeinek megteremtése, vizeink jobb visszatartása, vízkészleteink növelése érdekében a nagy felületű vízvisszatartás bevezetése, elterjesztése.

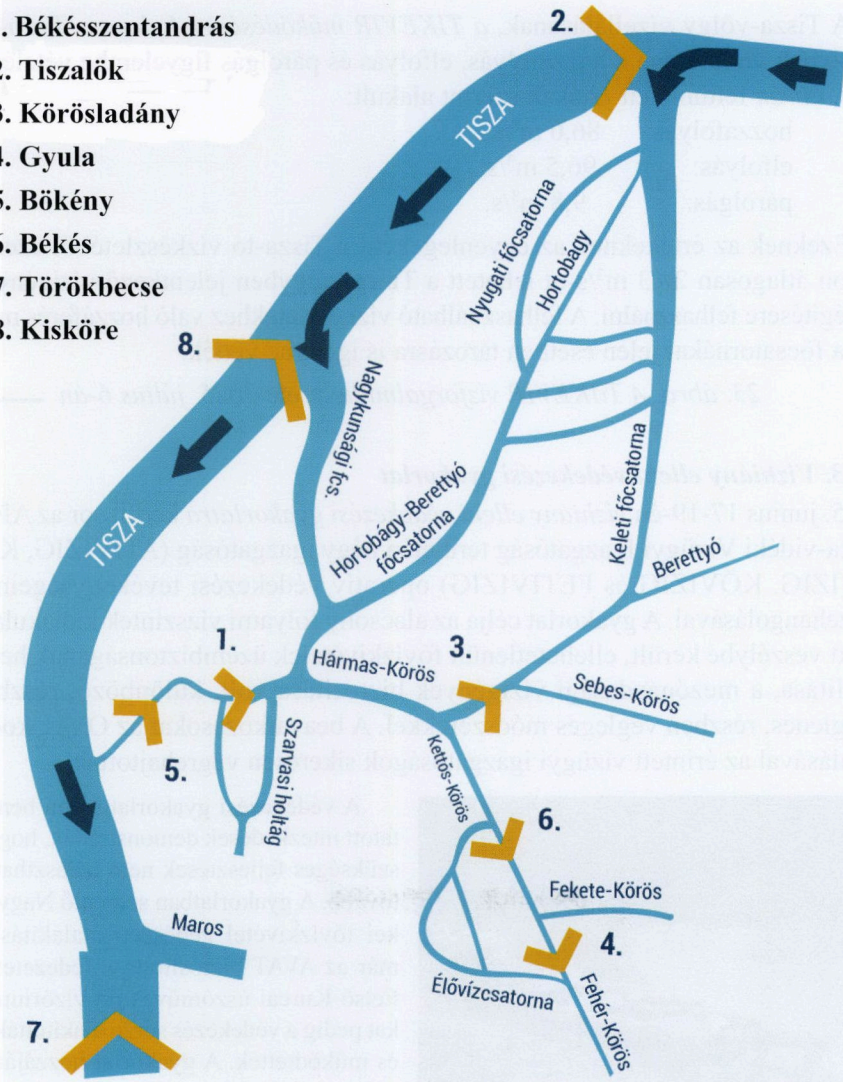
Eszközrendszere:

- jogszabályi környezet felülvizsgálata,
- vízgazdálkodási létesítmények üzemrendjének felülvizsgálata,
- agrártámogatási szabályok átalakítása,
- nagyberuházások megvalósítása,
- rekonstrukciós munkák elvégzése.

Kormányzati egyeztető fóruma a 1421/2024. (XII. 23.) Korm. határozat által létrehozott *Vízgazdálkodási Tárcaközi Bizottság*.

A Tisza völgyében a vízszétosztás, vízkormányzás egyik legfontosabb eszköze a *Tisza-Körös-völgyi Együttműködő Vizgazdálkodási Rendszer (TIKEVIR)*. A TIKEVIR szerkezetét vázlatosan a 22. ábra szemlélteti. A rendszer minden elemének együttműködését kell biztosítani a négy érintett vízügyi igazgatóság területén jelentkező vízigények figyelembe vételével.

1. Békésszentandrás
2. Tiszalök
3. Körösladány
4. Gyula
5. Bökény
6. Békés
7. Törökbecse
8. Kisköre



22. ábra. A Tisza-Körös-völgyi Együttműködő Vizgazdálkodási Rendszer (TIKEVIR) vázlatos szerkezete

Példaként bemutatjuk a *TIKEVIR hatásterületének vízforgalmi helyzetét* egy jellemző aszályos napon, 2025. július 6-án (23. ábra). Az ábra a rendszer 27 szelvényében tünteti fel 24 órás időszak átlagában az adott szelvényeken átfolyt vízmennyiséget. A vizsgált szelvények vízhozam-értékei között vannak az országhatáron befolyó vízhozamok, valamint a rendszer vízhálózatának csomópontjain és szabályozó műtárgyain átfolyt vízhozamok.

A Tisza-völgy vízellátásának, a *TIKEVIR működésének kulcsa a Tisza-tó*, amelynek vízmérlege a hozzáfolyás, elfolyás és párolgás figyelembe vételével a 23. ábrán feltüntetett értékek szerint alakult:

hozzáfolyás:	86,0 m ³ /s,
elfolyás:	96,5 m ³ /s,
párolgás:	9,8 m ³ /s.

Ezeknek az értékeknek az egyenlegeként a Tisza-tó vízkészletéből ezen a napon átlagosan 20,3 m³/s-ot lehetett a Tisza-völgyben jelentkező vízigények kielégítésére felhasználni. A felhasználható vízkészletekhez való hozzáférés mellett a főcsatornákat jelen esetben tározásra is igénybe vették.

23. ábra. A *TIKEVIR* vízforgalmi helyzete 2025. július 6-án →

2.1.3. *Vízhiány elleni védekezési gyakorlat*

2025. június 17-19-én *vízhiány elleni védekezési gyakorlatra* került sor az Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság területén négy igazgatóság (ATIVIZIG, KÖTIVIZIG, KÖVIZIG és FETIVIZIG) operatív védekezési tevékenységeinek összehangolásával. A gyakorlat célja az alacsony folyami vízszintek kialakulása miatt veszélybe került, ellehetetlenült fővízkivételek üzembiztonságának helyreállítása, a mezőgazdasági vízigények biztosítása volt, különböző, részben ideiglenes, részben végleges módszerekkel. A beavatkozásokat az OVIT koordinálásával az érintett vízügyi igazgatóságok sikeresen végrehajtották.



1. kép. A Felső-Kurcai provizórium telepítése

A védekezési gyakorlat során bemutatott intézkedések demonstrálták, hogy a szükséges fejlesztések nem halaszthatók tovább. A gyakorlatban szereplő Nagytókei fővízkivétel gépészeti átalakítására már az AVAT biztosította a fedezetet, a Felső-Kurcai úszóműves provizóriumokat pedig a védekezés során alakították ki és működtették. A gyakorlat hozzájárult továbbá az OVIT működésének, a távmondattalkezelésének vízhiányos helyzetben történő gyakorlásához is.

2.2. A védelmi igazgatás működése, a Kormány intézkedései és tevékenysége

2.2.1. Az Aszályvédelmi Operatív Törzs (AVOT) tevékenysége

2025. év elején a megelőző időszak csapadékmennyiségének és hőmérséklet értékeinek sokéves átlagtól való kedvezőtlen eltérése már jelezte, hogy aszályos évre számíthatunk. A korábbi évek tapasztalatai, különösen a 2022-es rendkívüli aszály megmutatta, hogy a szélsőséges időjárás milyen hatalmas károkat okozhat a mezőgazdaságban, illetve a vízgazdálkodásban is.

A Kormány az ország területének jelentős részét érintő súlyos csapadékhiány miatt 2025. május 8-tól *aszály-veszélyhelyzetet* hirdetett ki a hazai mezőgazdasági termelés versenyképességének megőrzése és a mezőgazdasági termékek és az élelmiszererek árának elviselhető szinten tartása érdekében.

A fentiekre tekintettel a gyors és hatékony kormányzati intézkedések érdekében, illetve a szükséges intézkedések előkészítésére, továbbá a meghozott döntések végrehajtásának nyomon követésére megalakították az *Aszályvédelmi Operatív Törzset (AVOT)*.

Az AVOT feladata többek között az aszály következményeinek elhárításával és a károk mérséklésével kapcsolatos kormányzati feladatok összehangolása és azok folyamatos figyelemmel kísérése. Működésének részleteit az Aszályvédelmi Operatív Törzsről szóló 1131/2025. (V. 7.) Korm. határozat tartalmazza.

Az AVOT elnöke az Agrárminisztérium mezőgazdaságért felelős államtitkára. Tagjai az Építési és Közlekedési Minisztérium miniszterhelyettese, az Energiaügyi Minisztérium vízgazdálkodásért felelős államtitkára, a Közigazgatási és Területfejlesztési Minisztérium európai uniós fejlesztésekért felelős államtitkára, az OVF főigazgatója és a miniszterelnök nemzetbiztonsági főtanácsadója.

A Kormány az AVOT javaslata alapján egyetértett azzal, hogy a mezőgazdaságot érintő, növekvő mértékű és gyakoriságú vízhiány kezelése és kártételeinek csökkentése érdekében *állami beavatkozások* szükségesek. Ennek érdekében az energiaügyi miniszter az agrárminiszter bevonásával, a fenyegető vízhiányos állapot megelőzése, illetve kezelése érdekében a vízvisszatartáshoz szükséges műszaki feltételek biztosítása céljából azonnali beavatkozásokat határozott meg. Ezen feladatok végrehajtására a Kormány 2025. május 29-én a 1178/2025. (V. 29.) Korm. határozatában *4,7 milliárd Ft biztosításáról döntött a vízügyi ágazat részére*.

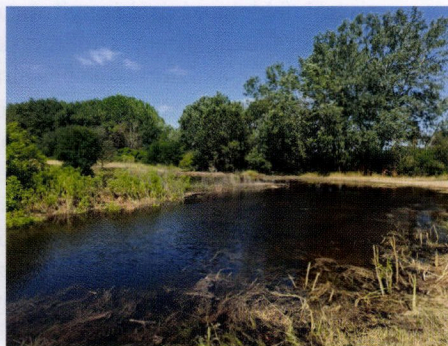
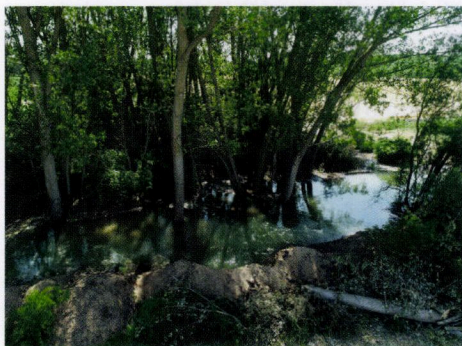
Az AVOT által elrendelt intézkedéseket az *Aszályvédelmi Akcióterv (AVAT)* tartalmazza, amelynek fő szakmai célja a vízügyi ágazat felkészítése a várható aszály hatásainak enyhítésére és a klímaváltozás hatására kialakuló vízhiányos állapot kezelésére.

Az akciótervben szereplő intézkedések az alábbi öt csoportba sorolhatók:

- a vízpótlás bővítéséhez szükséges *vízépítési tárgyú beavatkozások*,

- a *holtágak feltöltése* a maximális tározási kapacitás eléréséig,
- a vízpótlás bővítéséhez szükséges *gépészeti tárgyi beszerzések*,
- a vízpótlás bővítéséhez szükséges *eszközbeszerzések*,
- és a *harmadlagos* (nem állami tulajdonú) *művek⁴ feltöltése* a „Vízet a tájba!” program keretében.

Az akciótervben szereplő intézkedéseket, illetve azok végrehajtását a továbbiakban, a 2.4. fejezetben részletezzük.



2-3. kép. Sebes-Körös, Koplaló–holtág feltöltése (a TIVIZIG archívumából)

2.2.2. A védelmi igazgatási rendszer működése

A vízkárelhárítás és a vízminőségi kárelhárítás országos irányításának szervezeti és működési szabályzatáról szóló 17/2024. (XII. 13.) EM utasítás alapján az energiaügyi miniszter a vízkárelhárítás és vízminőségi kárelhárítás műszaki feladatainak országos irányítását az OVF és az annak bázisán létrehozott – a vízkárelhárítás és vízminőségi kárelhárítás elleni védekezési munkabizottságként működő – *Országos Vízügyi Irányító Törzs (OVIT)*, valamint a területileg illetékes vízügyi igazgatóságok útján látja el.

Az OVIT vezetője a miniszter által kinevezett *törzsvezető*, aki a védekezés országos irányítását az ország területén bármely árvízvédelmi vagy belvízvédelmi szakaszon, vízhiánykezelő körzetben, jég elleni védekezéssel vagy vízminőségi káreseménnyel kapcsolatos beavatkozás, illetve helyi vízkárelhárítási védekezés során elrendelt védekezési készülségében látja el.

⁴ Az öntözéses gazdálkodásról szóló 2019. évi CXIII. törvény 1. § 1. bekezdése alapján *harmadlagos mű*: a vízügyi igazgatási szervek által kezelt és üzemeltett vízi létesítmény, valamint a mezőgazdasági öntözési igények tényleges felmerülésének helye között elhelyezkedő üzemi szintű mezőgazdasági vízellátást biztosító, öntözési célú vagy kettős működésű vízellétesítmény és az öntözési körzet többletvizeit elvezető vízellétesítmény.

Az OVIT törzsvezetőből és helyetteseiből, Műszaki Ügyeletből és az azoknak alárendelt műszaki és ellátó szakcsoportokból, valamint Központi Ügyeletből áll. A védekezés irányítását a törzsvezető a *műszaki és az ellátó szakcsoportok* segítségével a *Műszaki Ügyelet* útján látja el. A Műszaki Ügyelet feladata a védekezés irányításához szükséges valamennyi információ összegyűjtése, feldolgozása, a döntés-előkészítő anyagok és jelentések összeállítása, a döntéseknek megfelelő intézkedések kiadása, valamint végrehajtásuk ellenőrzése.

A szakcsoportok gondoskodnak a védekezéshez szükséges adatok összegyűjtéséről, feldolgozásáról és nyilvántartásáról, a döntés-előkészítő anyagok összeállításáról, a munkaerő, szállítóeszköz, gép és eszköz biztosításáról, a pénzügyi ellátmányról, az informatikai és híradástechnikai eszközök biztosításáról.

Az OVIT – működése alatt – a törzsvezető által meghatározott időpontokban értekezletet tart, melynek keretében történik a vízkárelhárítási vagy vízminőségi kárelhárítási helyzetértékelés, az operatív feladat-meghatározás, a szükséges döntések meghozatala, a jelentések elfogadása és a műszakok közötti feladatok átadása. Az értekezletről emlékeztető készül. Az OVIT és valamennyi szervezeti egysége a *Vízkárelhárítási Védekezési Információs Rendszer (VIR)* védekezési moduljaiban dokumentálja tevékenységét. Az OVIT felügyeli a vízügyi igazgatóságok védelmi szervezetének működését is.

Az OVF-en belül az OVIT működésének részletes szabályait (pl. az ülések rendje, az OVIT tagok általános kötelezettségei, jelentések készítése stb.) az *OVIT eljárásrendjéről* szóló 14/2025. (OVF) számú főigazgatói utasítás szabályozza.

A vízhiány elhárítása, a vízszétosztás optimalizálása és országos koordinálása, illetve az AVAT intézkedések összehangolt koordinációja érdekében az OVIT 2025. június 30-án megkezdte működését.

A védekezésbe bevont személyek és szakcsoportok:

- Törzsvezető
- Törzsvezető-helyettesek
- Műszaki Ügyelet
- Vízhiány kezelő szakcsoport
- Hidrológiai szakcsoport
- Vízminőségi és vízellátási szakcsoport
- Légi felderítési és térképészeti szakcsoport
- Belvízvédelmi szakcsoport
- Informatikai és hírközlési szakcsoport
- Munkaerő ellátó szakcsoport
- Gép- és anyagellátó szakcsoport
- Adminisztrációs szakcsoport
- Technikai szakcsoport
- Pénzügyi szakcsoport
- Jogi szakcsoport
- Közbeszerzési szakcsoport
- Sajtótájékoztatói szakcsoport

2.2.3. A vízhiány elleni védekezési fokozatok

A vízhiány az adott célra felhasználni engedélyezett, vagy ökológiailag szükséges vízkészlet adott helyen, adott időben jelentkező hiánya. A vízgazdálkodásról szóló 1995 évi LVII. törvény (a továbbiakban: Vgtv.) 1. melléklet 28. pontja alapján a vízhiány a vízkár – a vizek többletéből vagy hiányából származó kár – fogalmi körébe tartozik. A Vgtv. 1. melléklet 30. pontja szerint a vízkárelhárítás fogalma ennek megfelelően a károsan sok vagy károsan kevés víz elleni szervezett tevékenység, ideértve a kártételek megelőzését szolgáló védőművek építését, rekonstrukcióját, fejlesztését, üzemeltetését és fenntartását, valamint a védekezést követő helyreállítást is.

2025. július 1-től bekerült a vízgazdálkodásról szóló 1995 évi LVII. törvénybe az aszálykezeléssel kapcsolatos két új feladat:

7.§ (2) i) a vízkészletek növelése, a felszíni és felszín alatti vizek és vízilétesítmények vízmegtartási szempontú üzemeltetése;

7.§ (2) j) a vízhiányból eredő vízkárelhárítás.

Magyarországon a vízhiány jelenleg elsősorban felszíni vízkészlet esetén fordul elő. A felhasználásra engedélyezett vízkészletet, azaz a vízigényt az engedélyezett mértékig biztosítani szükséges. Előfordul azonban, hogy vízjárás (pl. alacsony vízállás, minimális vízhozam), vagy egyéb okokból a felszíni vízkészlet az adott helyen és időben csökkent mennyiségben áll rendelkezésre, az engedélyezett vízigények nem elégíthetők ki. Ezek között lehet a létfenntartást szolgáló ivóvízigény, ipari, öntözési, ökológiai és egyéb célú vízigény.



4. kép. A Holt-Szamos vízpótlása Géberjén térségében (a FETIVIZIG archívumából)

Az árvíz- és a belvízvédekezésről szóló 10/1997. (VII. 17.) KHVM rendelet 23/G-23/J. §-ai 2021. október óta rendelkeznek a *vízhiány elleni védekezés szabályairól, és az egyes fokozatokban végzendő tevékenységekről*. A rendelet alapján megkülönböztetünk első-, másod-, harmadfokú, valamint rendkívüli készültséget.

I. fokú készültség

Feltételek:

- aszályindex meghatározott határértékei alapján (HDI-s)
- ha a vízjogi engedélyekben lekötött vízigények kielégítése veszélybe kerül
- káros vízminőségi helyzet miatt

Feladatok:

- műtárgyak, medrek állapotának vizsgálata, hibajavítás
- víz szabad áramlását gátló akadályok eltávolítása
- vízkormányzás, vízviisszatartás
- vízvesztések csökkentése
- szállítható szivattyúk készenlétbe helyezése
- vízcserek végrehajtása

II. fokú készültség

Feltételek:

- aszályindex meghatározott határértékei alapján (HDI-s)
- ha a vízjogi engedélyekben lekötött vízigényt nem lehet kielégíteni, de műszaki megoldásokkal biztosítható
- az egyes vízhiánykezelő körzetek vízkivételi helyénél a folyószakasz elrendelő vízmércéjén előrejelzett vízállás a rendelet melléklete szerinti elrendelési vízszint alá csökken.

Feladatok:

- az I. fokú készültség feladatai
- a szállítható szivattyúk üzembe állítása, szivattyús vízpótlások
- a vízszétosztó csatornahálózatok üzemrendjének szükség szerinti átalakítása
- vízszolgáltató rendszerekbe történő vízpótlás további növelése
- káros vízbevezetések szüneteltetésének kezdeményezése
- kisvízi vízszintek bemérése, vízhozammérések
- figyelőszolgálat biztosítása
- vízminőségi paraméterek, vízhozamok, zsilip- és vízállások mérése

III. fokú készültség

Feltételek:

- aszályindex meghatározott határértékei alapján (HDI-s)
- területi vízkorlátozás szükséges

Feladatok:

- az I. és II. fokú készültség feladatai
- területi vízkorlátozás bevezetése, melynek során a VIZIG
 - csökkentheti a vízkészletek kiaknázását és felhasználását

- igénybe vehet tározott felszíni vízkészleteket és más tulajdonában vagy kezelésében lévő vízávezetési útvonalakat
- a térségek, területek között átcsoportosíthatja és átvezetheti a vízkészleteket.

Rendkívüli készütség

Feltételek:

- aszályindex alapján (HDIs)
- a létfenntartási ivó- és közegészségügyi, valamint a katasztrófaelhárítási vízigények kielégítése veszélybe kerül

Feladatok:

- az I–III. fokú készütség feladatai
- létfenntartási ivó- és közegészségügyi, katasztrófaelhárítási vízigények biztosítása



5. kép. A Boroszlókerti Holt-Tisza vízpótlás utáni állapota
(a FETIVIZIG archívumából)

2.2.4. Aszályindexek (HDIs)

Az egyes készütségi fokozatok az országosan összesen 84 vízhiánykezelő körzet területére rendelhetők el, a fokozatok elrendelése a vízügyi igazgató hatásköre.

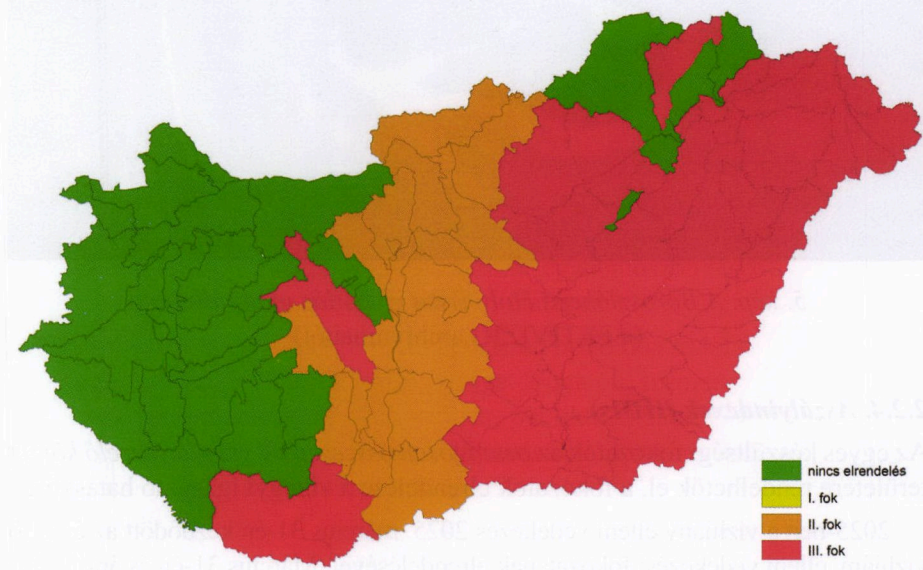
2025-ben a vízhiány elleni védekezés 2025. március 31-én kezdődött az év első vízhiány elleni védekezési fokozatának elrendelésével. Március 31-én és április hónapban csak a FETIVIZIG területén volt vízhiány elleni védekezési fokozat elrendelve, májusban a KÖTIVIZIG, júniusban a KDVVIZIG, ADUVIZIG, KDTVIZIG,

DDVIZIG, ÉMVIZIG, TIVIZIG, ATIVIZIG és a KÖVIZIG is számos körzetében – jellemzően II. vagy III. fokú – védekezési fokozatba lépett. Július és augusztus hónapokban a felsorolt vízügyi igazgatóságok működési területükön folyamatosan fenntartották a fokozatokat.

5. táblázat. Aszályfokozatok a HDIs aszályindex alapján

ASZÁLYFOKOZAT	KÜSZÖBÉRTÉK	VÉDEKEZÉSI KÉSZÜLTSG
0 – nincs aszály	ha HDIs < 1,20	nincs
1 – enyhe aszály	ha $1,33 < \text{HDIs} < 1,50$	I. fok
2 – közepes aszály	ha $1,50 < \text{HDIs} < 2,00$	II. fok
3 – erős aszály	ha $2,00 < \text{HDIs} < 2,50$	III. fok
4 – rendkívüli aszály	ha $3,00 < \text{HDIs}$	Rendkívüli

Készültségek szempontjából a legkritikusabb napokon (2025.07.23-25. között) 18 vízhiánykezelő körzetben volt II. fokú és 40 vízhiánykezelő körzetben III. fokú készültség, azaz a 84 körzetből összesen 58-ban volt vízhiány elleni védekezési fokozat elrendelve, ami a körzetek 69%-át jelentette. A 24. ábra szemlélteti, hogy a vízhiány jellemzően az alföldi vízügyi igazgatóságokat érintette súlyosabban.



24. ábra. Készültségi fokozatok vízhiánykezelő körzetenként 2025.07.23-25. között

2.3. Az OVIT és a vízügyi igazgatóságok vízhiány elleni védekezési intézkedései és tevékenysége

2.3.1. Az OVIT védekezés-irányítási tevékenysége az AVAT keretében

A 2025. június 30-án a kialakult hidrometeorológiai helyzet, az előrejelzések, az alacsony vízszintek miatt, illetve az AVAT intézkedések összehangolt koordinációja érdekében szükség volt az OVIT felállítására. A védekezésben az OVF mellett mind a 12 vízügyi igazgatóság részt vett. Az OVIT működésébe a 2.2. fejezetben részletezett szakcsoportokat vonták be.

Az AVAT feladatok elvégzésére meghatározott, 2025. augusztus 31-ig terjedő időszak alatt az OVIT hétköznap minden reggel ülést tartott, ahol az előző napi és aktuális eseményeket, illetve az aznapi feladatokat tárgyalta, meghozva a szükséges döntéseket. Hétfői napokon meghatározott szakcsoportok jelenléti ügyeletet, illetve készenlélet tartottak fenn. Hetente egyszer online egyeztetésre is sor került a vízügyi igazgatóságokkal való kommunikáció, az aktuális feladatok, problémák megtárgyalása érdekében.

Az intézkedések végrehajtása előre meghatározott, és a vízügyi igazgatóságoknak távmondatban kiadott eljárásrend szerint történt. A jóváhagyott AVAT intézkedési lista egyes beavatkozásaira az igazgatóságok egyenként távmondatban kértek engedélyt az OVIT-től, mely az érintett szakcsoportok felülvizsgálatát követő törzsvezető-helyettesi és törzsvezetői jóváhagyás alapján került kiadásra. Mivel az OVIT működése során az AVAT intézkedések mellett egyéb védekezési intézkedésre is sor került, az OVIT az engedélyes távmondatokban rögzítette, hogy az adott intézkedés mely forrás (védekezési vagy AVAT) terhére lesz elszámolható.

AVAT beavatkozást az érintett vízügyi igazgatóság OVIT engedéllyel kezdhetett meg, amely tevékenységéről az OVF VIR moduljában, az Agrárminisztérium részére készített napi jelentésben, illetve a műszaki és pénzügyi előrehaladásról a kormányelőterjesztés alapját képező heti jelentésben számolt be.

Eseti jelleggel hidrológiai elemzések készítésére is szükség volt, többek között az aszályos időszakban levonuló árhullámból történt vízviisszatartással, valamint az AVAT intézkedések talajvízre gyakorolt hatásával kapcsolatban. Vízrajzi mérések végrehajtására a társigazgatóságoktól mérőcsoportokat is átvezényeltek az érintett VIZIG-ek területére. 2025.08.18-ára az OVF kisvízi vízszintrögzítést és egyidejű vízhozammérést rendelt el a Tisza vízrendszerére. A VIZIG-ek a méréseket végrehajtották, a mérési eredményeket feldolgozták.

A sekély vízi, táji elárasztású területekre vonatkozó monitoring program végrehajtásának koordinálása, ellenőrzése, az eredmények kiértékelése is az OVIT feladatai közé tartozott.

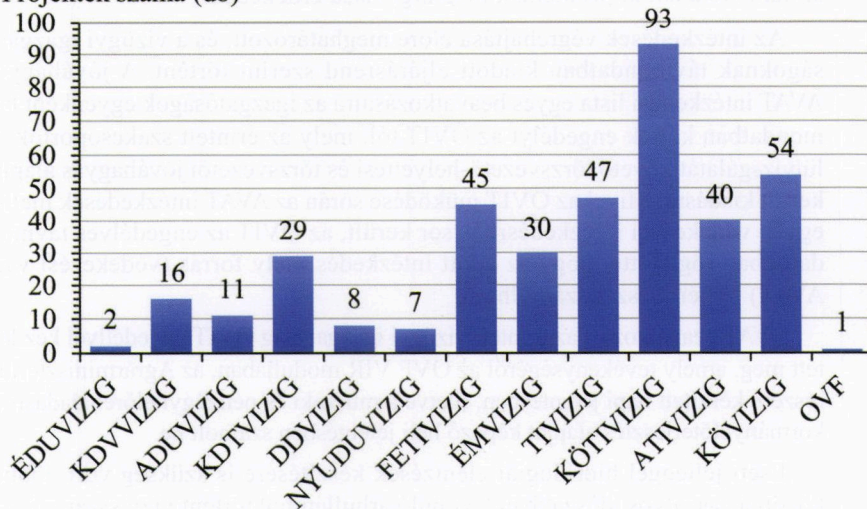
2.3.2. A védekezési tevékenység vízügyi igazgatóságoként

Az AVAT végrehajtásában mind a 12 vízügyi igazgatóság aktív részvételével összesen 383 projekt szerepelt (25. ábra). A főbb intézkedések közé tartoztak többek között az alábbiak:

- vízvisszatartási beavatkozások, pl. holtágak, belvízcsatornák feltöltése, ökológiai vízpótlások, vízmeztartó műtárgyak felújításai;
- meder- és csatornatisztítási munkák, kotrások, vízfolyási akadályok eltávolítása, amelyek célja a víz szabad lefolyásának biztosítása;
- műtárgy-rekonstrukciók, amelyek hozzájárulnak az üzembiztos vízkormányzáshoz;
- a fenti célok érdekében eszközök és gépek beszerzése.

Ezek az intézkedések nemcsak a mezőgazdasági vízellátás biztonságát növelték, hanem hozzájárultak a természetes vízjárás fenntartásához is.

Projektek száma (db)



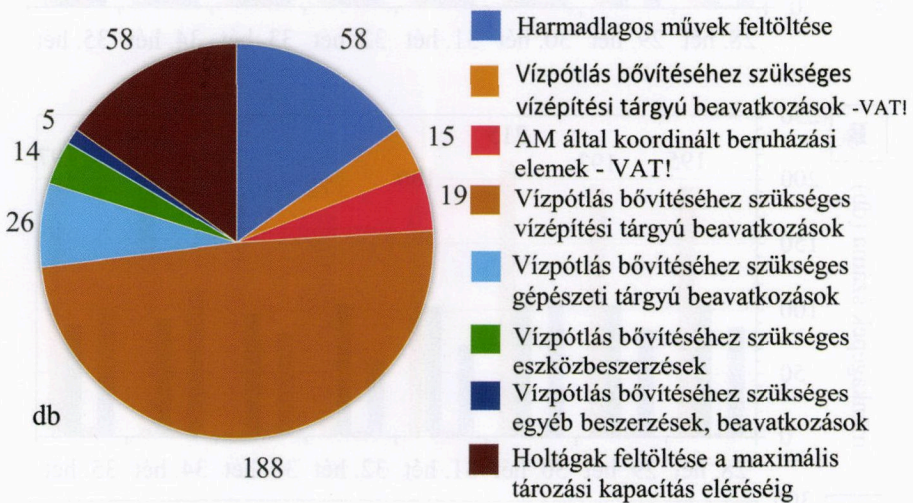
25. ábra. Az Aszályvédelmi Akcióterv projektjeinek száma vízügyi igazgatóságoként

A 25. ábrán látható, hogy a legtöbb projekt a KÖTIVIZIG területén valósult meg, melyet a KÖVIZIG és a TIVIZIG követett. A beavatkozások főként a felszíni vízkészletek hatékonyabb megtartása, a holtágak és csatornák vízpótlása, valamint a víz szabad áramlásának biztosítása érdekében történtek.

Az egyes AVAT beavatkozásokat, projekteket 8 típusba sorolták (26. ábra):

- Harmadlagos művek feltöltése

- Vízpótlás bővítéséhez szükséges vízépítési tárgyú beavatkozások - VAT!
(Vizet a Tájba! program)
- Agrárminisztérium által koordinált beruházási elemek – VAT!
- Vízpótlás bővítéséhez szükséges vízépítési tárgyú beavatkozások
- Vízpótlás bővítéséhez szükséges gépészeti tárgyú beavatkozások és beszerzések
- Vízpótlás bővítéséhez szükséges eszközbeszerzések
- Vízpótlás bővítéséhez szükséges egyéb beszerzések, beavatkozások
- Holtágak feltöltése a maximális tározási kapacitás eléréséig



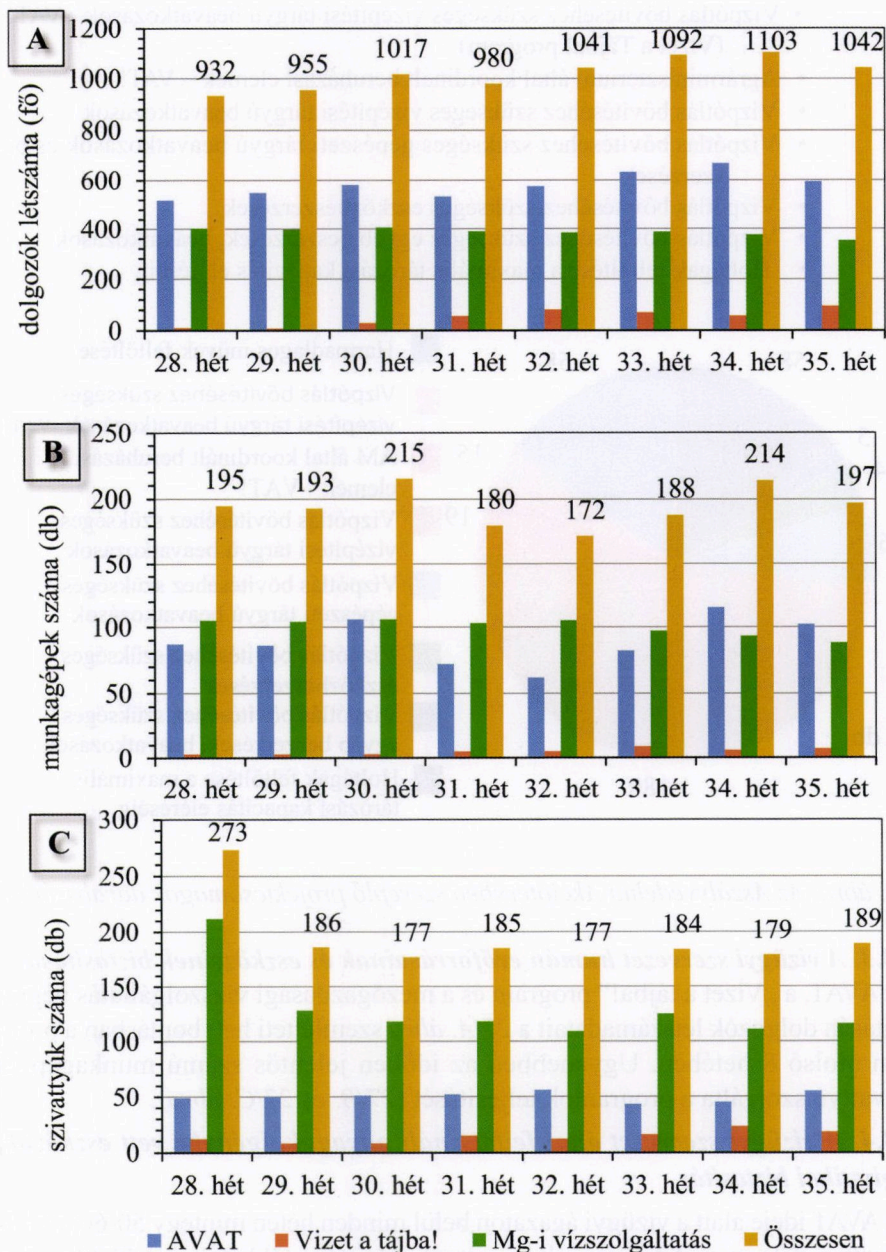
26. ábra. Az Aszályvédelmi Akciótervben szereplő projektcsomagok darabszámjai

2.3.3. A vízügyi szervezet humán erőforrásainak és eszközeinek biztosítása

Az AVAT, a „Vizet a tájba!” program és a mezőgazdasági vízszolgáltatás végrehajtásán dolgozók létszámadatait a 27/A. ábra szemlélteti heti bontásban a program utolsó 8 hetében. Ugyanebben az időben jelentős számú munkagép és szivattyú szolgálta a programok teljesítését (27/B. és 27/C. ábra).

2.3.4. A vízügyi szervezet által felhasznált anyagok, igénybe vett eszközök, logisztikai biztosítás

Az AVAT ideje alatt a vízügyi ágazaton belül minden héten mintegy 50-60 mobilszivattyú dolgozott. A felhasznált szivattyúk túlnyomó többsége a területileg illetékes vízügyi igazgatóság tulajdonában álltak, átcsoportosításra, valamint külső vállalkozó gépeinek bevonására csak eseti jelleggel került sor, főként az ATIVIZIG területén. Mindössze öt szivattyút csoportosítottak át a védekezés alatt.



27. ábra. Az AVAT, a „Vizet a tájba!” program és a mezőgazdasági vízszolgáltatás végrehajtásán dolgozók létszáma (A), használt munkagépek száma (B), használt szivattyúk száma (C)

A védekezési munkák során időnként további anyag- és eszközigény merült fel, különösen kotrógépek, dózerek és más földmunkagépek bevonása. Az ágazat rendelkezik a szükséges gépparkkal, ugyanakkor az igazgatóságok hasonló jellegű és egyidejű feladatai miatt a gépek üzemeltetésére jogosult munkaerő nem tudott más igazgatóságok munkáiba bekapcsolódni. Bár bizonyos esetekben a gépek átcsoportosítása megoldható lett volna, a kezelésükhöz szükséges humán erőforrás hiánya miatt külső vállalkozók bevonása elengedhetetlen volt.

2.3.5. *A vízhiány elleni védekezéssel összefüggő vízminőségi problémák*

Az OVF felszíni vízminőség-monitoring programot indított a sekély vizes elöntésű és/vagy „Vizet a tájba” programban résztvevő területekre. Megállapítást nyert, hogy a sekély vizes elöntések célzott alkalmazása hatékony eszköz lehet a vízhiányos területek ökológiai és gazdasági állapotának javítására. A sekély vízi, táji elárasztású területek monitoring program végrehajtásának célja az elárasztásra felhasznált vizek és az elárasztott területeken a vízminőség alakulásának, valamint a vízkészletek további – elsősorban öntözővízként történő – felhasználhatóságának vizsgálata volt. A hét vizsgált mintaterületet (sekély vizes elöntésű és „Vizet a tájba” program területei) öt vízügyi igazgatóság (KDVVIZIG, TIVIZIG, KÖTIVIZIG, DDVIZIG, ATIVIZIG) biztosította. A mintavételeket az érintett VIZIG-ek akkreditált Mintavevő Munkacsoportjai, a laboratóriumi elemzéseket a NYUDUVIZIG és KÖTIVIZIG regionális laboratóriuma végezte el. A vizsgálatokra 2025.07.24 – 08.28. között került sor.

Strukturált monitoring program három egymást követő héten keresztül történt, heti egy alkalommal mintavétel a vízkivételi ponton és az elárasztott terület három különböző vízborítottságú pontján (amennyiben a vízborítottság lehetővé tette). A három hetes monitoring program célja az volt, hogy *a területen lejátszódó fizikai-kémiai folyamatokat nyomon kövessük*, mivel fontos, hogy a rendelkezésünkre álló vízkészletek felhasználását – akár ütemezetten is – a lehető legjobban kihasználjuk.

A 19 vizsgált fizikai-kémiai paraméter (kiemelve az öntözővíz minősítéshez használt paramétereket): léghőmérséklet, vízhőmérséklet, pH, fajlagos elektromos vezetőképesség (20°C), oldott oxigén és oxigéntelítettség, átlátszóság, KOIcr, ammónium-N, nitrit-N, nitrát-N, ortofoszfát-P, nátrium-ion, nátrium %, klorid, szulfát, összes lebegő anyag, vas, mangán. A víz minősítésére – az öntözési célú vízfelhasználásra vonatkozóan – az MI-10-172/9:1990 műszaki irányelvet és a 90/2008 (VII.18) FVM rendelet 4. táblázatát alkalmaztuk.

A három kategóriájú minősítési rendszer alapján megkülönböztethető:

- megfelelő (I. osztály)
- tűrhető (II. osztály)
- nem megfelelő (III. osztály) kategóriákat.

A vízminőségi monitoring program eredményei alapján megállapítható volt, hogy az elárasztott területeken a vízborítottság általában 5-40 cm között változott. A víz és a talaj interakciója következtében a kivezetett víz szervesanyag-tartalma az idő előrehaladtával emelkedett, továbbá néhány esetben a vas és mangán tartalom is növekedett, amely a talajból történő kioldódásra utalt, ez jelezte az *előöntött terület talajadottságainak, a korábbi művelés hatásainak (pl. trágyázás), az ehhez kapcsolódó információk előntés előtti ismeretének fontosságát.*

A rendszeres vízminőségi vizsgálatok szükségesek voltak, mivel ha egy időpontban nem volt alkalmas a víz egy adott célra, az nem jelentette feltétlenül azt, hogy az egész szezonban nem lesz alkalmas pl. az öntözésre.

A monitoring program eredményei alapján elmondható, hogy egy terület esetében megfelelő, három terület esetében pedig tűrhető kategóriába sorolandó a víz minősége, azaz a víz öntözési célú további felhasználása – ha korlátozottan is – de lehetséges egy adott időszakban. Három terület esetében egyáltalán nem alkalmas a területen kint lévő víz az öntözővíz célú további felhasználásra. Az egyes területeken felmerült problémákat helyi szinten kellett tovább vizsgálni.

A sekély vizes előntések mindenképpen elősegítik a talajvíz utánpótlását, ezzel javítva a mezőgazdasági termelést, valamint a vízpótlás hozzájárul a természetes élőhelyek helyreállításához és a biodiverzitás növeléséhez is. Az előntések révén mérsékelhető a klímaváltozás okozta aszályhatás, valamint csökkenthető a szélsőséges vízhiány kockázata. *Az eredmények azt mutatják, hogy szabályozott vízvisszatartás és rendszeres monitoring (víz és talaj) tevékenység biztosíthatja a dinamikus vízkészlet-használatot és támogathatja a fenntartható vízgazdálkodási gyakorlatok megerősítését.*

2.3.6. Vízhiányos állapot miatti vízminőségi vizsgálatok

A szélsőséges hidrometrológiai viszonyok miatt kialakult kisvizes állapot indokoltá tette a KÖTIVIZIG működési területén lévő vizek fokozottabb vízminőségi ellenőrzését. *Az ellenőrzés célja a szennyvízkibocsátásokkal terhelt befogadók állapotának monitorozása, a vízigények megfelelő minőségű kiszolgáltatásának felügyelete volt, amelyet 2025. július 18-tól vízminőségi kárelhárítási készültség keretében végeztek. A vizsgálat 14 csatornát, holtágat, víztestet érintett.*

Tekintettel arra, hogy a Zagyva folyó alacsony vízhozama mellett, a bevezetett – nem kellő hatékonysággal tisztított – szennyvizek (Jászfényszaru, Jászberény, Jásztelek, Alattyán, Jászládány, Jánoshida települések szennyvizei) az AVAT keretében a Zagyvából történő vízpótlást és öntözővíz szolgáltatást is kedvezőtlenül befolyásolhatták, ezért felvették és folyamatosan tartották a kapcsolatot az üzemeltető TRV Zrt. vezetésével.

Az ellenőrzés során július 28-án a Zagyva folyón az Alattyáni szennyvíztisztító telep tisztított szennyvíz bevezetésénél fekete színű, zavaros elszíneződést figyeltek

meg, szaghatás ugyanakkor nem volt tapasztalható. Felmerült a víz toxicitásának lehetősége, ezért a holtágak töltését azonnal felfüggesztették. A vízminőséggel kapcsolatos tájékoztatást a vízhasználók részére megküldték.

2.3.7. Kisvízes állapot miatti vízminőségi vizsgálatok

A Körösök vízgyűjtőterületén a szélsőséges hidrometeorológiai viszonyok miatt kialakult kisvízes állapot indokoltá tette az Körös-vidéki Vízügyi Igazgatóság működési területén lévő vízterek rendszeres vízminőségi ellenőrzését. Az ellenőrzés célja a vízigények megfelelő minőségű kiszolgáltatásának felügyelete volt. *2025. június 24-én elrendelt vízminőségi kárelhárítási készülség keretében 31 mintavételi ponton rendszeresen ellenőrizték a vízminőséget helyszíni és laboratóriumi vizsgálatokkal. A vizsgálati eredményeket a társigazgatóságoknak (ATIVIZIG, TIVIZIG, KÖTIVIZIG) és a Körös-vidéki Horgász Egyesületek Szövetségének tájékoztatás céljából minden esetben továbbküldték, támogatva ezen szervezetek munkáját.*

A vízminőségi eredmények alapján döntés született jelentős vízminőség javító hatású beavatkozásokról. A Nagyzugi-holtágból átemelt rossz minőségű víz hígítását a Békési duzzasztó felvizi bögéjéből biztosították háromszoros mennyiségben, július 24-én pedig kiépült a Sebes-Körösön a fenékgát (a komádi hídnál), ami lehetővé tette a Nagytóti-Toprongyos főcsatornán keresztül a Holt-Sebes-Körös főcsatorna gravitációs vízpótlását. Megállapítható, hogy ahol vízpótlást végeztek, ott minden esetben javulás volt kimutatható a víz minőségében, esztétikai állapotában.



6. kép. Fenékgát építése a Sebes-Körösön a komádi hídnál

2.4. Aszályvédelmi Akcióterv (AVAT)

2.4.1. Az AVAT előkészítési feladatai (beavatkozások meghatározása, felmérése, jóváhagyása, végrehajtása)

Az AVAT által elrendelt – a 2.2.1. fejezetben részletezettek szerinti – intézkedéseket az Akcióterv tartalmazta, amelynek elsődleges szakmai célja az volt, hogy a vízügyi ágazatot felkészítse a várható aszály hatásainak enyhítésére és a klímaváltozás hatására kialakuló vízhiányos állapot tartós kezelésére.

Az OVF 2025. május 8-án tájékoztatta a vízügyi igazgatóságokat az Akcióterv összeállításáról, valamint indoklással ellátott intézkedési javaslatokat kért a becsült költségek megjelölésével. Az OVF felhívta a VIZIG-ek figyelmét, hogy javaslataikban azonnali, a vízhiány elleni védekezés szempontjából kritikus helyszíneken elvégezhető beavatkozásokat jelöljenek meg. A VIZIG-ek beavatkozási javaslataikat május 13-i határidővel küldték meg, amelyeket az OVF összesített és felülvizsgált. Ezekből állt össze a vízépítési tárgyú, illetve a holtágak feltöltésére irányuló beavatkozásokat, valamint a gépészeti tárgyú és eszközbeszerzéseket tartalmazó táblázat. A javaslatokban megjelölésre került az érintett vízügyi igazgatóság és vízhiánykezelő körzet, valamint a javasolt intézkedés típusa, rövid leírása és becsült költsége.



7. kép. A Vízet a tájba! program keretében magántulajdonban lévő földterület elárasztása a Tisza-Túr tározónál (a FETIVIZIG archívumából)

Az összeállított javaslatot („Az aszály elleni küzdelem érdekében megvalósuló akciótervről” címmel) az Energiaügyi Minisztérium és az Agrárminisztérium

előterjesztés formájában felterjesztette a Kormány részére. Az Akciótervben szereplő feladatok végrehajtására a Kormány 2025. május 29-én a 1178/2025. (V. 29.) Korm. határozatában 4,7 milliárd Ft-ot biztosított a vízügyi ágazat részére.

A beavatkozások végrehajtására eljárásrendet alakítottak ki, illetve meghatározták a vízügyi igazgatóságoktól elvárt jelentések tartalmi és formai követelményrendszerét.

2.4.2. Az AVAT intézkedések végrehajtása

Az Akcióterv keretében, beruházások formájában szerepeltek azok az azonnal végrehajtandó fejlesztések, amelyek a vízhiány és az aszály elleni védekezést segítették. Céljuk a mederben tározható víz mennyiségének növelése mederprofilozás, kotrás segítségével (*vízépítési beavatkozások*), illetve a folyók alacsony vízállása miatt a nyomásfokozás érdekében további szivattyúk beszerzése, telepítése (*eszközbeszerzés*), illetve az üzemirányítást elősegítő informatikai eszközök beszerzése, fejlesztések elvégzése.

A folyószabályozás eredményeként létrejött, vagy korábban lefűződött holtágakat többféle célra hasznosítják (belvíztározó, öntözővíz-tározó, rekreáció). Feltöltésük legtöbbször belvíz-tömegből vagy a folyók árvíz-tömegéből történik. Az elmúlt vízhiányos években az árhullámok és a jelentősebb belvízhozam hiányában e holtágak egy részének vízszintje kritikusan alacsony szintre csökkent. Az OVF felmérést készített a releváns holtágokról, melyek vízpótlása részben szivattyúteleppel kiépített, részben csak provizóriummal (ideiglenesen telepített szivattyúkkal és vezetékekkel) oldható meg. Nyolc vízügyi igazgatóságnál 58 holtágat jelöltek ki vízpótlásra (9. táblázat).

Az *Aszályvédelmi Operatív Törzs (AVOT)* által jóváhagyott AVAT végrehajtására a 2025. augusztus 31-el záruló időszak állt rendelkezésre. Az AVAT végrehajtása során a gyakorlatban számos esetben indokoltá vált a tervezett beavatkozások felülvizsgálata és módosítása. Főként a rendelkezésre álló vízkészletek miatt voltak olyan projektek amelyeket nem lehetett megvalósítani. A meg nem valósult projektek esetében a vízügyi igazgatóságok szakmai indoklással alátámasztott javaslatot nyújtottak be új, helyettesítő beavatkozásokra.

Előnyben részesültek azok a fejlesztések, amelyek azonnali vízpótló, ökológiai szempontból kiemelt hatással bírtak, kritikus vízigények kielégítését szolgálták. Az AVAT végrehajtása során alapvető szempont volt továbbá, hogy a beavatkozások ott valósuljanak meg, ahol a legnagyobb hatékonysággal tudnak hozzájárulni a vízhiány elleni védekezéshez.

Az aszálykár mérséklése érdekében, az AVAT, a „*Víz a tájba!*” program és a mezőgazdasági vízszolgáltatás során 2025. augusztus 31-ig végzett tevékenységek, megtett intézkedések eredményeit, mennyiségi mutatóit az 6. táblázat összesíti.

6. táblázat. Az aszálykár mérséklése érdekében 2025. augusztus 31-ig megtett intézkedések mennyiségi mutatói

Aszálykár mérséklése érdekében megtett intézkedések		Mennyiségi mutatók				
		AVAT	Víz a tájba!	Mezőgazdasági vízszolgáltatás	Összesen	
Vízpótlási intézkedések hatása	Vízrendszer fejlesztés keretében, vízpótlásba bevont többlet csatornaszakasz (fkm)	616	232	nem releváns	848 fkm	
	Vízrendszer fejlesztési beavatkozások által növelt hatásterület (ha)	54 672	59 640	nem releváns	114 312 ha	
Bevont szivattyúk	Vízpótlás keretében igénybe vett szivattyúk	száma (db)	55	18	116	189 db
		összes üzemideje (üzemóra)	10 865	2 110	19 529	32 504 üóra
Vízpótlás volumene	Vízpótlás során <i>folyóban lévő</i> szabad vízkészletből biztosított vízhozam (m ³ /s)	szivattyúsan	13	2	105	nem releváns
		gravitációsan	8	0	235	nem releváns
	Vízpótlás során a <i>vízrendszerben lévő</i> szabad vízkészletből biztosított vízhozam (m ³ /s)	szivattyúsan	0	1	15	nem releváns
		gravitációsan	10	1	23	nem releváns
Vízkészlet	Vízmelegtartási intézkedésekkel növelt, teljes felszíni vízkészlet (ezer m ³)	mederben	12 399	6 514	184 172	203 085 em³
		holtágban, tározóban	13 876	8 448	133 835	156 159 em³
		táji elárasztás	1 014	464	-	1 479 em³
		duzzasztott térben	672	646	688 082	689 401 em³

A vízügyi szolgálat 2025. augusztus 31-ig a vízrendszer-fejlesztés keretében a vízpótlásba 848 km többlet csatornaszakaszt vont be. Az AVAT keretében végrehajtott vízrendszer fejlesztési beavatkozások és a „Vizet a tájba!” típusú beavatkozások együttes hatásterülete 114 312 hektár volt.

A harmadlagos művek feltöltése

A kialakult és egyre súlyosbodó aszályhelyzet kezelésére, valamint a károk megelőzése céljából az OVF elrendelte, hogy a vízügyi igazgatóságok kezdjék meg azoknak a harmadlagos műveknek a gravitációs, vagy ennek hiányában szivattyús feltöltését, amelyek szerepeltek az előzetesen jóváhagyott Akciótervben.

Hat vízügyi igazgatóság 58 harmadrendű csatornát töltött fel, összesen 1 392 670 m³ vízmennyiséggel (7. táblázat).

7. táblázat. Az AVAT-ban szereplő harmadlagos művek vízügyi igazgatóságokként

Az állami csatornát kezelő vízügyi igazgatóság	A harmadlagos csatornák száma az igazgatóságnál	2025.08.31-ig feltöltött vízmennyiség (ezer m³)
KDVVIZIG	1	0.36
KDTVIZIG	1	20.74
ADUVIZIG	3	121.78
TIVIZIG	8	40.12
KÖTIVIZIG	9	43.16
ATIVIZIG	13	331.01
KÖVIZIG	23	837.5
Összesen:	58	1392.67

Az Agrárminisztérium továbbította az OVF részére a nemzeti park igazgatóságok és a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara javaslatait a halászati, illetve gazdálkodói kezelésben levő harmadrendű művek és halastavi medrek feltöltései igényeit, amelyek nagyobb műszaki beavatkozás nélkül, gyakorlatilag azonnal megkezdhetők voltak. A felmérések alapján fenti igények összesen 40 helyszínt és 5 959 200 m³ feltöltött vízmennyiséget jelentettek.

A vízpótlás bővítéséhez szükséges vízépítési tárgyú beavatkozások végrehajtása

A vízépítési tárgyú beavatkozások végrehajtását a vízügyi igazgatóságok 2025. június 2-án kezdték meg. A vízpótlás bővítéséhez 188 ilyen beavatkozást végeztek el (8. táblázat). A vízépítési jellegű beavatkozások az alábbi, főbb témák szerint csoportosíthatók:

- csatornák és holtágak rekonstrukciója, kotrása, mederrendezése és depóniarendezése;
- vízvisszatartó és vízpótló műtárgyak helyreállítása;
- szivornyák és szivattyús vízpótlási rendszerek rekonstrukciói.

VIZIG	Projekt száma (db)
ÉDUVIZIG	2
KDVVIZIG	11
ADUVIZIG	7
KDTVIZIG	22
DDVIZIG	3
NYUDUVIZIG	5
FETIVIZIG	16
ÉMVIZIG	15
TIVIZIG	27
KÖTIVIZIG	58
ATIVIZIG	3
KÖVIZIG	19
Mindösszesen:	188

8. táblázat. Vízépítési beavatkozások az AVAT keretében vízügyi igazgatóságoként

9. táblázat. Holtágfeltöltések az AVAT keretében vízügyi igazgatóságoként

VIZIG	Projekt száma (db)
KDTVIZIG	1
DDVIZIG	1
FETIVIZIG	18
ÉMVIZIG	6
TIVIZIG	2
KÖTIVIZIG	15
ATIVIZIG	8
KÖVIZIG	7
Mindösszesen:	58

Az AVAT-ban szereplő, folyamatban lévő és előirányzott kotrásokat az OVIT – természetvédelmi aggályok miatt – 2025. július 22-én felfüggesztette és a munkálatok folytatásáról, ill. megkezdéséről egyedi elbírálás alapján döntött. A vízügyi igazgatóságok felterjesztették a kotrasi munkálatok folytatására vonatkozó javaslataikat az OVIT részére, amelyeket az erre kijelölt szakcsoport megvizsgált. Az engedélyezés során elsődleges szempont volt a fennálló vízigények kielégíthetősége, a beavatkozások azonnali vízpótló hatása, valamint a természetvédelmi területek kezelőinek – különösen a nemzeti park igazgatóságoknak – a hozzájárulása. A VIZIG-ek által jelzett kotrasi beavatkozásokat elbírálták és az engedélyezett munkákat 2025. augusztus 31-ig befejezték.



8. kép. Gyova-Mámai Holt-Tisza feltöltése úszóműre telepített szivattyúval, nyomásfokozó szivattyú (Pajtás) közbeiktatásával (a KÖTIVIZIG archívumából)

A holtágak max. tározási kapacitás eléréséig történő feltöltésének végrehajtása

Összesen nyolc vízügyi igazgatóság, 58 helyszínen hajtott végre holtágfeltöltést (9. táblázat). Ennek keretében összesen 71 holtág részesült vízpótlásban (ide soroltató az Ős-Dráva vízpótló rendszer feltöltése és vízpótlása is, amely 14 holtág és vizes élőhely feltöltését biztosítja), összesen mintegy 2 millió m³ térfogattal.

A vízpótlás bővítéséhez szükséges gépészeti tárgyú beavatkozások végrehajtása

Összesen 26 vízpótláshoz szükséges gépészeti beavatkozás és beszerzés valósult meg 10 vízügyi igazgatóság területén (KDVVIZIG, ADUVIZIG, KDTVIZIG, DDVIZIG, NYUDUVIZIG, FETIVIZIG, ÉMVIZIG, TIVIZIG, KÖTIVIZIG, ATIVIZIG):

- 21 műtárgy vízgépészeti felújítása (elzárószerkezet, sziliptábla javítása, cseréje);
- 4 úszóműre telepített szivattyú beszerzése;
- 1 db szivornya beszerzése.

A vízpótlás bővítéséhez szükséges eszközbeszerzések

A vízpótlási munkák elvégzéséhez öt vízügyi igazgatóságnál összesen 14 eszköz beszerzésére volt szükség (10. táblázat):

- két helyszínen szondák;
- 3 mobil szivattyú;
- egy vízkivételi szivattyú;
- 2 munkagép adaptert ;
- helyszínen távjelzett vízmérce/ vízhozammérő telepítése vagy javítása
- egy csőkészlet

VIZIG	Projekttek száma (db)
KDVIZIG	2
KDTVIZIG	5
FETIVIZIG	2
ÉMVIZIG	2
TIVIZIG	3
Mindösszesen:	14

9. táblázat. Eszközbeszerzések az AVAT keretében vízügyi igazgatóságokként

A vízpótlás bővítéséhez szükséges egyéb beszerzések végrehajtása

A vízpótlás bővítéséhez az alábbi, egyéb beszerzések valósultak meg:

- a meglévő aszálymonitoring állomáshálózat üzemeltetéséhez szükséges csereeszközök;
- saját munkavégzésben egy úszómű felújítása;
- Nagytókei szivattyútelep átépítése, úszómű próbaüzem a Felső-Kurcai vízkivételnél, az aszály elleni védekezési gyakorlat keretében (erről lásd a 2.1.3. fejezetet!)

2.4.3. Az AVAT tevékenységét támogató web-felület

A 2025. évi aszálykezeléssel kapcsolatos információk térbeli nyomon követése érdekében a vízügyi ágazat létrehozta az *aszálykezelési térkép webalkalmazást*, amelynek elérhetősége: <https://terkeptar.vizugy.hu/aszaly2025/>

Az alkalmazás térképi felülete tartalmazza az aktuális stresszhatással korrigált meteorológiai index (HDIs) térbeli eloszlását, illetve a vízhiánykezelő körzeteket az elrendelt fokozat szerinti színezéssel. Ezen felül a térképen láthatóak az AVAT-ban meghatározott beavatkozások, a vízügyi kezelésű medrekben és tározókban 2025. év eleje óta betározott vízmennyiségek, valamint azon harmadlagos csatornák, amelyekbe a vízügyi igazgatósági kezelésű művekből vizet juttattunk az elmúlt időszakban. A sekélyvizes elöntés mintavétel nevű aloldalon hét helyszínhez kapcsolódó vízminőségi mérések infografikus felülete látható kiértékelt idősoros adatokkal. A térképi felület alatt a megjelenített adatok táblázatosan és különféle összegző grafikonok formájában is láthatóak. Az adatok pontosabb áttekintése érdekében számos szűrési lehetőséget biztosít a térképes alkalmazás.

A térképes felületet folyamatosan fejlesztik, egyrészt az aszály elleni védekezést bemutató információk pontosításával és frissítésével, másrészt az AVOT által kért adatok megjelenítésével. Az aszályvédekezési beavatkozások előrehaladásai automatikusan megjelennek, illetve frissülnek annak érdekében, hogy az AVOT az aktuális állapotokat folyamatosan, kiemelt figyelemmel tudja kísérni. Az alkalmazás webes felületéhez való hozzáférés jogosultsághoz kötött.



9-10. kép. A Holt-Szamos Ökiritófülpös térségében vízpótlás előtt és után (Fotó: Ambrusz László)



2.5. Az Agrárminisztérium és a vízügy közötti együttműködés

2.5.1. Az Agrárminisztérium által javasolt vízhiány elleni intézkedések felmérése

Az AVAT keretében megvalósultak az Agrárminisztérium által a vízügy részére javasolt, vízvisszatartásra irányuló intézkedések is. Ezek a beavatkozások tartalmazták a nemzeti park igazgatóságok, a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara által tett javaslatokat, illetve az Agrárminisztérium által létrehozott e-mail címre beküldött állampolgári felajánlásokat is. Céljuk elsősorban csatornák és holtágak feltöltése, illetve területi elárasztás volt. Öt vízügyi igazgatóság (FETIVIZIG, KÖTIVIZIG, ATIVIZIG, KÖVIZIG és DDVIZIG) működési területén összesen 17 ilyen vízpótlási intézkedésre került sor.

A felajánlások kiválasztására és elbírálására külön eljárásrend született. Az Agrárminisztérium megküldte javaslatait az OVF részére, melyeket az OVF megvizsgált a területileg illetékes vízügyi igazgatóság bevonásával. A vizsgálatot az OVF kielégíthetőségi szempontból, téradatbázisban végezte el, figyelembe véve a feltölthetőség és eláraszthatóság potenciális lehetőségeit, illetve a szükséges műszaki beavatkozási igényeket. Az adott időszakban vízzel ellátható csatornákra vagy területekre vonatkozó javaslatok alapján részletesen kidolgozott intézkedések végrehajtására vonatkozó kérelmeket az igazgatóságok távmondattal formájában megküldték az OVIT részére, kérve azoknak az AVAT-ban elkülönített, összesen 490 millió Ft-os keret terhére történő engedélyezését. Az intézkedések végrehajtásáról az AVOT hozta meg a végső döntést, ami alapján az OVIT engedélyes távmondattal jóváhagyta az igazgatóság kérelmét, mely után a beavatkozást végrehajtották.

Az intézkedések előrehaladásáról a vízügyi igazgatóságok napi, illetve heti rendszerességgel, az OVIT számára megküldött jelentéseikben számoltak be. Emellett az OVF által kezelt web-felületen is nyomon követhető volt az előrehaladás státusza. Az eredményekről fényképes beszámoló is felkerült a web-felületre. Az OVF által az Agrárminisztérium részére készített napi jelentések is tartalmazták az intézkedések aktuális állapotát, a végrehajtás előrehaladását.

3. Kommunikáció

Az OVF és a vízügyi igazgatóságok nagy számban kaptak megkereséseket a sajtótól az aszályvédelmi tevékenységgel kapcsolatban. Az aszály, mint téma jól megfigyelhetően sokkal hangsúlyosabban volt jelen a közösségi médiában, mint a hagyományos vagy az online média felületeken.

Számos sajtótájékoztatóra is sor került, amelyeken jelen volt az országos és a helyi sajtó is és nagy számban tudósítottak az eseményeinkről.

A legnagyobb kihívást a közösségi média jelentette. A videók és a posztok az AVAT-ban leginkább érdekelt vízügyi igazgatóságoknál nagy számban jelentek meg. A KÖTIVIZIG 81, a KÖVIZIG 50, a FETIVIZIG pedig 30 videót, illetve posztot tett közzé, de szinte mindegyik igazgatóság beszámolt az AVAT eseményekről.

4. Tapasztalatok és javaslatok

4.1. Az OVIT műszaki irányítási tapasztalatai és javaslatai

A mezőgazdasági célú öntözővizek minőségére, minősítésére vonatkozóan jelenleg nincs hatályos jogszabályi követelmény. A hazai vízügyi gyakorlatban a vízügyi igazgatóságok az alábbi, visszavont műszaki irányelveket alkalmazzák:

- MI-10-172/9 – 1990: Az öntözővíz minőségének vizsgálati, értékelési és minősítési rendje
- MI-08-1780 – 1988: Az öntözővíz minősítése és mezőgazdasági hasznosítása

Szükségszerű az öntözővíz minősítésére vonatkozó jogszabály megalkotása.

4.2. Vízügyi igazgatóságok vízhiány elleni védekezési tapasztalatai és javaslatai

Általánosságban elmondható, hogy az aszályhelyzetben a szivattyúzási feladatok, valamint a szivattyúk üzemóráinak száma (néhány szivattyúk szünet nélküli üzemelése mellett) folyamatosan növekedett. A 2025. júliust jellemző csapadékos időjárás, illetve a kedvezőbb hidrometeorológiai helyzet miatt átmenetileg előfordult olyan időszak, amely során a védekezésbe bevont szivattyúk száma csökkent, mivel a szabad vízkészletekből, gravitációs módon biztosított vízhozamokat növelni lehetett. Augusztustól az aszályhelyzet ismételt fokozódása és a vízszintek csökkenése miatt a szivattyús vízpótlások újra növekvő tendenciát mutattak, továbbá egyes fővízkivételeknél csak ideiglenes szivattyúzással (provizóriumok üzemeltetésével) volt biztosítható a vízigények kielégítése.



11. kép. Munkában a FETIVIZIG
Műszaki Biztonsági és
Hajózási Szolgálat
(a FETIVIZIG archívumából)

A tervszerűen ütemezett, megelőző karbantartás ellenére, az előregedett szivattyúállomány számára a megemelkedett igénybevétel különösen nagy terhelést jelentett. A gépek karbantartása és mielőbbi cseréje, illetve a védekezés miatt kényszerűen állományban tartott, bizonytalan üzemű gépek selejtezése szükségessé vált. A védekezés biztonságát, magasabb fokú tervezhetőségét növelni, ha a teljes gépállomány műszaki színvonalát javítanánk, ám ehhez jelenleg a vízügyi ágazatnak anyagi fedezet nem áll rendelkezésére.

A meglévő szivattyúpark jelentős részének műszaki állapota már nem felel meg a mai üzembiztonsági és hatékonysági követelményeknek. A régi típusú szivattyúk üzemeltetése egyre nagyobb kockázatot jelent, mivel a meghibásodások száma növekszik, az alkatrészellátás nehézkes, valamint a javítási és karbantartási költségek folyamatosan emelkednek. Az új feladatok ellátásához elengedhetetlen olyan korszerű szivattyúk üzembe helyezése, amelyek képesek a folyamatos és megbízható működés biztosítására. A modern berendezések magasabb hatásfokkal, alacsonyabb energiafelhasználással és jobb szabályozhatósággal működnek, ezáltal hosszú távon költségmegtakarítást eredményeznek, miközben növelik az üzembiztonságot.

A modernizáció elsődleges lépése a régi típusú szivattyúk (elsősorban, de nem kizárólag Pajtás VI F) cseréje, mivel ezek jelentik a legnagyobb kockázati tényezőt a működés folytonossága szempontjából. Az új szivattyúk beszerzésével megtehető, hogy az üzemelés a megnövekedett igényeknek és az új feladatoknak is megfeleljen, miközben minimalizálható a meghibásodásokból adódó állásidő.

A beruházás így nem csupán a műszaki színvonal emelését jelenti, hanem hosszú távon a biztonságos, fenntartható és gazdaságos üzemeltetést is garantálja, melynek – a jelenlegi becsléseken alapuló – költsége 1-1,5 milliárd Ft. (Egyetlen ilyen kategóriájú szivattyú költsége 30-50 millió Ft közé tehető).

4.3. Jogsabályi javaslatok

A vizek kártételei elleni védekezés során eljáró vízügyi szervek a károk megelőzése, elhárítása, megszüntetése, helyreállítása érdekében különféle azonnali intézkedést igénylő tevékenységet végeznek, megvalósítanak olyan létesítményt, amelynek jelentős része valamely hatóság engedélyéhez kötött. Az azonnali beavatkozás érdekében ezen hatósági engedélyek kérelmezése és megadásának, véglegessé válásának bevárása nem lehetséges.

Előfordulhat pl. vízimunka elvégzése, termőföld igénybevétele, fák kivágása, akár a vízkárelhárítás érdekében, akár a védekezési helyszín megközelíthetősége okán. Különösen a vízkárelhárítási készülség magasabb fokozataiban lehet szükséges *ilyen jellegű beavatkozások azonnali elvégzése*. Gyakori, hogy védett vagy Natura2000 területen történik a vízkárelhárítási tevékenység.

Az azonnali beavatkozások nem feltétlenül a vízügyi igazgatási szerv vagyongazdálkodásában lévő ingatlanon valósulnak meg, az intézkedés más, nem állami

tulajdonban lévő dolgot is érinthet. A dolog tulajdonosának felkutatása, tőle a dolgot érintően a hozzájárulás megkérése és bevárása szintén időigényes feladat, amely az azonnali intézkedést ellehetetlenítené.

Olyan rendelkezés nem található, ami az engedélyeztetési eljárás lefolytatása alól adna kivételt a védekezési beavatkozások esetére. Mivel a jelenlegi szabályozás nem teljesen egyértelmű, ezért annak érdekében, hogy védekezés során az azonnali beavatkozást igénylő engedélyköteles tevékenységek szabályszerűen elvégezhetőek legyenek, Vgtv. módosítása javasolható. A vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvény 29. § (8) bekezdés helyébe az alábbi szöveg lépjen:

„29. § (8) Nem szabható ki vízgazdálkodási bírság

a) a vízminőségi kár elhárítása érdekében szükséges, valamint

b) a vizek kártételei elleni védekezés szabályairól szóló kormányrendelet szerinti védekezés műszaki feladataihoz kötődő,

vízjogi engedély hiányában létesített vízilétesítmények vagy végzett vízi-munka esetében, ha az egyébként engedélyezhető lett volna.”

5. Összefoglalás

A csapadékadatok alapján 2025 első fele a sokéves átlagnál szárazabb volt. A téli csapadék a vízgyűjtőkön minimális volt, tél végére, tavasz kezdetére a külföldi vízgyűjtő területeken nem volt érdemi hóvízkészlet. A csapadékhiány a nyári hónapokban jelentősen növekedett. 2025. nyara közel 1 °C-kal melegebb volt az átlagnál. Ez az időjárás nem csak hazánkat jellemezte, hanem folyóink teljes vízgyűjtőjét is. A 2025. július-augusztusi időszakban több vízfolyáson a vízállás még a valaha mért legkisebb értéket (LKV) is alulmúlta. A 2025. január-augusztus között mind a Tisza, mind a Duna vízrendszerén kevesebb vízmennyiség érkezett hazánkba, mint a 2022. évi rendkívüli aszály időszakában.

A vízhiány elleni védekezés során megvalósított beavatkozásokkal a Tisza vízgyűjtő hazai részén összességében *az elmúlt évek első pozitív felszíni vízmérlegét sikerült biztosítani*, vagyis hazánkból a felszíni vízfolyásokon keresztül kevesebb víz távozott, mint ami beérkezett. Az átlagosnál tartósan kevesebb csapadék *a talajok rendkívüli kiszáradásához vezetett.* 2025-ben a felszín alatti vízkészletek mennyiségében és állapotában is jelentős változások következtek be. Csökkent a felszín alatti vizek természetes utánpótlása. A talajvízszintek olyan mélyre süllyedtek, amilyenek korábban nem fordultak elő. 2025. augusztus végére a talajvízszint az ország túlnyomó részén jelentősen alacsonyabb volt a 30 éves augusztusi átlagnál. *2025 országosan – jelentős területi különbségekkel – a 6. legaszályosabb év volt 1931 óta.*

A vízügy 2025-ben is nagy hangsúlyt fektetett a *prevenációs beavatkozásokra*. Már a vízszolgáltatási idény kezdete előtt elvégezték a mezőgazdasági vízszolgáltató rendszerek üzemeltetésre történő felkészítését, megtették az öntözővíz szolgáltatás biztonságos ellátásához szükséges intézkedéseket. *A vízügyi ágazat legfőbb intézkedései a vízhiányos időszakokra történő felkészülési időszakban:*

- a Tisza-tó vízkészletének növelése,
- a Körösök 1 hónappal korábbi vízszintemelése,
- a medrekben tartott vízszintek magasabb szinten tartása, az üzemrendek felülvizsgálatával,
- az öntözési vízkészlet betárolása már a téli időszaktól kezdődően,
- a belvízcsatornák átállítása a tavaszi vízvisszatartási üzemrendre.

A Kormány az ország területének jelentős részét sújtó súlyos csapadékhiány miatt – a gyors és hatékony kormányzati intézkedések érdekében – 2025. május 8-tól *aszály-veszélyhelyzetet* hirdetett ki, illetve a szükséges intézkedések előkészítésére, továbbá a meghozott döntések végrehajtásának nyomon követésére megalkotották az *Aszályvédelmi Operatív Törzset (AVOT)*.

A Kormány az AVOT javaslata alapján egyetértett azzal, hogy a mezőgazdaságot érintő, növekvő mértékű és gyakoriságú vízhiány kezelése és kártételeinek csökkentése érdekében állami beavatkozások szükségesek. Ezeknek a feladatoknak a végrehajtására a Kormány 2025. május 29-én a 1178/2025. (V. 29.) Korm. határozatában *4,7 milliárd Ft biztosításáról döntött a vízügyi ágazat részére*.

Az AVOT által elrendelt intézkedéseket az *Aszályvédelmi Akcióterv (AVAT)* tartalmazta, amelynek két fő szakmai célja volt: a vízügyi ágazat felkészítése a várható aszály hatásainak enyhítésére és a klímaváltozás hatására kialakuló vízhiányos állapot tartós kezelésére. Az akciótervben szereplő intézkedések az alábbi csoportokba sorolhatók be:

- a vízpótlás bővítéséhez szükséges vízépítési tárgyú beavatkozások;
- a holtágak feltöltése a maximális tározási kapacitás eléréséig;
- a vízpótlás bővítéséhez szükséges gépészeti tárgyú és egyéb eszközbeszerzések;
- és a harmadlagos (nem állami tulajdonú) művek feltöltése (a „*Vízet a tájba!*” program keretében).

A 2025. június 30-án a kialakult hidrometeorológiai helyzet, az előrejelzések, az alacsony vízszintek miatt, illetve az AVAT intézkedések összehangolt koordinációja érdekében szükség volt az *Országos Vízügyi Irányító Törzs (OVIT)* felállítására. A védekezésben az OVF mellett mind a 12 vízügyi igazgatóság részt vett.

A készülségek szempontjából a legkritikusabb napokon (2025.07.23-25 között) a 84 vízhiánykezelő körzetből 18-ban II. fokú és 40-ben fokú készülség, azaz összesen 58-ban volt vízhiány elleni védekezési fokozat elrendelve, ami a körzetek 69%-át jelentette.

A Tisza völgyében a vízsztetosztás, vízkormányzás egyik legfontosabb eszköze a Tisza-Körösvölgyi Együttműködő Vízgazdálkodási Rendszer (TIKEVIR), amelynek 2025-ben is kulcsszerepe volt a hatásterület aszályhelyzetének kezelésében. A TIKEVIR-ben a Vízkorlátozási Intézkedési Terv végrehajtása érvényben volt. Ennek keretében a rendszerrel érintett 6 vízügyi igazgatóság koordinált vízkormányzást végzett. A mezőgazdasági vízfelhasználók vízigényének maradéktalan kielégítése érdekében vízsztetosztási menetrendet alkalmaztak, folyamatosan végezték a vízfelhasználók kiértésítését, a vízigények összegyűjtését és a menetrend szerinti üzemeles ellenőrzését.

Az AVAT végrehajtásában valamennyi VIZIG aktív részvételével összesen 383 projekt szerepelt. Az AVAT ideje alatt a vízügyi ágazaton belül minden héten mintegy 50-60 mobilszivattyú dolgozott. A vízügyi szolgálat a vízpótlásba 848 km többlet csatornaszakaszt vont be. A vízrendszer-fejlesztési beavatkozások és a „Víz a tájba!” típusú beavatkozások együttes hatásterülete több mint 114 ezer hektár volt. Hat vízügyi igazgatóság 58 harmadrendű csatornát töltött fel, összesen mintegy 1,4 millió m³ vízmennyiséggel. Nyolc vízügyi igazgatóság 58 helyszínen hajtott végre holtágfeltöltést. A kisebb árhullámokból történő kivezetések, csatornák feltöltése mellett elindult a „Víz a tájba!” (VAT) program is, melynek keretében lakossági felajánlások keretében történhetett célzott vízkivezetés elsősorban ökológiai célból.



12. kép. A kéktői terület elárasztása az ATIVIZIG-nél (Dudás Árpád felvétele)

Az OVF – hét vízügyi igazgatóság közreműködésével – felszíni vízminőség-monitoring programot bonyolított le a sekély vizes elöntésű és/vagy „Víz a tájba!” programban résztvevő területeken.

Az AVAT, a „Víz a tájba!” program és a mezőgazdasági vízszolgáltatás végrehajtásában csúcspan (a 08.18-24-i héten) 1103 vízügyi dolgozó működött közre.

A vízügyi szolgálat eredményes aszályvédelmi tevékenységét jól szolgálta az OVF által 2016-ban elindított és azt követően folyamatosan sikeresen alkalmazott *aszály monitoring*, valamint az, hogy 2021-ben megteremtődött az *aszályvédekezés jogi háttere* is.



13-14. kép. A csengersimai jóléti tó a vízpótlás előtt és után
(Szinku István felvétele)

További jelentős előrelépésnek minősíthető, hogy 2025. július 1-től bekerült a vízgazdálkodásról szóló 1995 évi LVII. törvénybe az aszálykezeléssel kapcsolatos két új feladat is, illetve jogszabályba illesztették az ökológiai célú vízpótlás fogalmi meghatározását.

A 2025. évi aszálykezeléssel kapcsolatos információk térbeli nyomon követése érdekében a vízügyi ágazat létrehozta és működtette az aszálykezelési térkép webalkalmazást.

Összességében megállapítható, hogy a 2025. évi aszály nem volt elkerülhető és káros hatásai elsősorban – mint évek óta mindig – a mezőgazdaságot érintették a legérzékenyebben. *Meggyőződésünk, hogy a 2025. évi aszály kezelése során a területi és mezőgazdasági vízgazdálkodásban az állami vízügyi szolgálat figyelemre méltóan jól teljesített. A vízügyi szolgálat sikeresen készült fel és a rendelkezésére álló eszközöket maximálisan kihasználva eredményesen harcolt az aszály ellen.* Tapasztalható volt azonban, hogy a vízhasznosítási infrastruktúra fejlesztésének több évtizedes elmaradása – esetenként és helyenként – korlátozta a beavatkozások hatékonyságát.

FORRÁSMUNKÁK

Horváth Ákos – Breuer Hajnalka (2022): A 2022. évi rendkívüli aszály meteorológiai háttere a légköri vízciklusok tükrében. Vízügyi Közlemények, 2022. évi 3. szám, pp. 101-112.

Horváth Ákos – Szentés Olivér (2025): A 2025. évi rendkívüli szárazság meteorológiai háttere. Vízügyi Közlemények, 2025. évi 3. szám.

Kozák Péter – Fiala Károly – Benyhe Balázs – Fehérváry István (2022): Az aszály monitoring hálózat és az aszálykezelés gyakorlata a 2022. évi aszály tükrében. Vízügyi Közlemények, 2022. évi 3. szám, pp. 113-130.

Kozák Péter – Fiala Károly – Benyhe Balázs – Fehérváry István (2025): Az aszály monitoring hálózattal kapcsolatos fejlesztések. Vízügyi Közlemények, 2025. évi 3. szám.

VzTT (OVF Vízügyi Tudományos Tanács) (2022): A 2022. évi aszály Magyarországon. Vízügyi Közlemények, 2022. évi 3. szám pp. 55-100.

* * *

A 2025. ÉVI RENDKÍVÜLI SZÁRAZSÁG METEOROLÓGIAI HÁTTERE

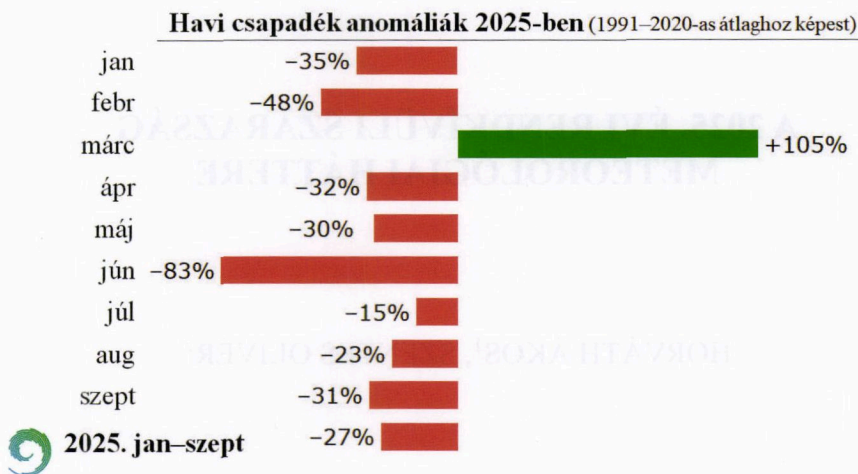
HORVÁTH ÁKOS¹, SZENTES OLIVÉR²

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 elmaradozni. Kritikusan forró és száraz időszak volt 2022 nyara, amikor a talajfelszíni és vízfelszíni párolgás különösen erős volt [1] [2]. Ezt követte a viharok évének is emlegetett 2023-as esztendő [3], amikor elsősorban a zivatarok gondoskodtak a víz utánpótlásáról. Jellemző adat, hogy míg 2022 őszére 67 cm-re csökkent a Balaton vízszintje, 2023 júniusára már 121 cm-re emelkedett.

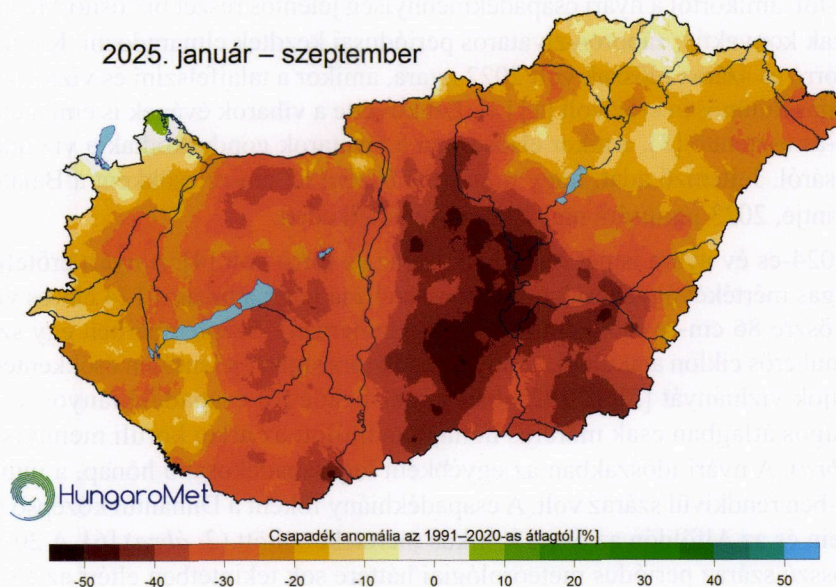
2024-es év nyara ismét rendkívül száraz és forró volt [4]. A nyári erőteljes párolgás mértékét ugyancsak a Balaton vízállása jelzi: a tavaszi 124 cm-es vízállás őszre 86 cm-re csökkent (a siófoki vízmércén). Szeptemberben egy szokatlanul erős ciklon alakult ki, amely az egész országban jelentősen csökkentette a talajok vízhiányát [5]. A 2025-ös év már kezdettől csapadékhiányos volt. Országos átlagban csak március hónapban hullott az átlag körüli mennyiség (1. ábra). A nyári időszakban az egyébként legcsapadékosabb hónap, a június 2025-ben rendkívül száraz volt. A csapadékhiány főként a Dunántúl középső területein és az Alföldön az őszre kritikus méreteket öltött (2. ábra) [6]. A 2025-ös hosszú száraz periódus meteorológiai háttere sok tekintetben eltért az előző évek aszályait okozó cirkulációs típusoktól.

¹ Horváth Ákos meteorológus, Hungaromet Zrt. Siófoki Viharjelző Obszervatórium

² Szentes Olivér meteorológus, Hungaromet Zrt.



1. ábra. Havi csapadék anomáliák a 2025. január-szeptemberi időszakban
Az júniusi erős negatív anomália a Medárd-időszaki konvekció teljes elmaradását mutatja.



2. ábra. Csapadék anomália térkép 2025. január-szeptemberi időszakokra
Az alföldi és a közép-dunántúli kritikus csapadékhiány jól kirajzolódik.

1. A víz légköri cirkulációja és az aszály

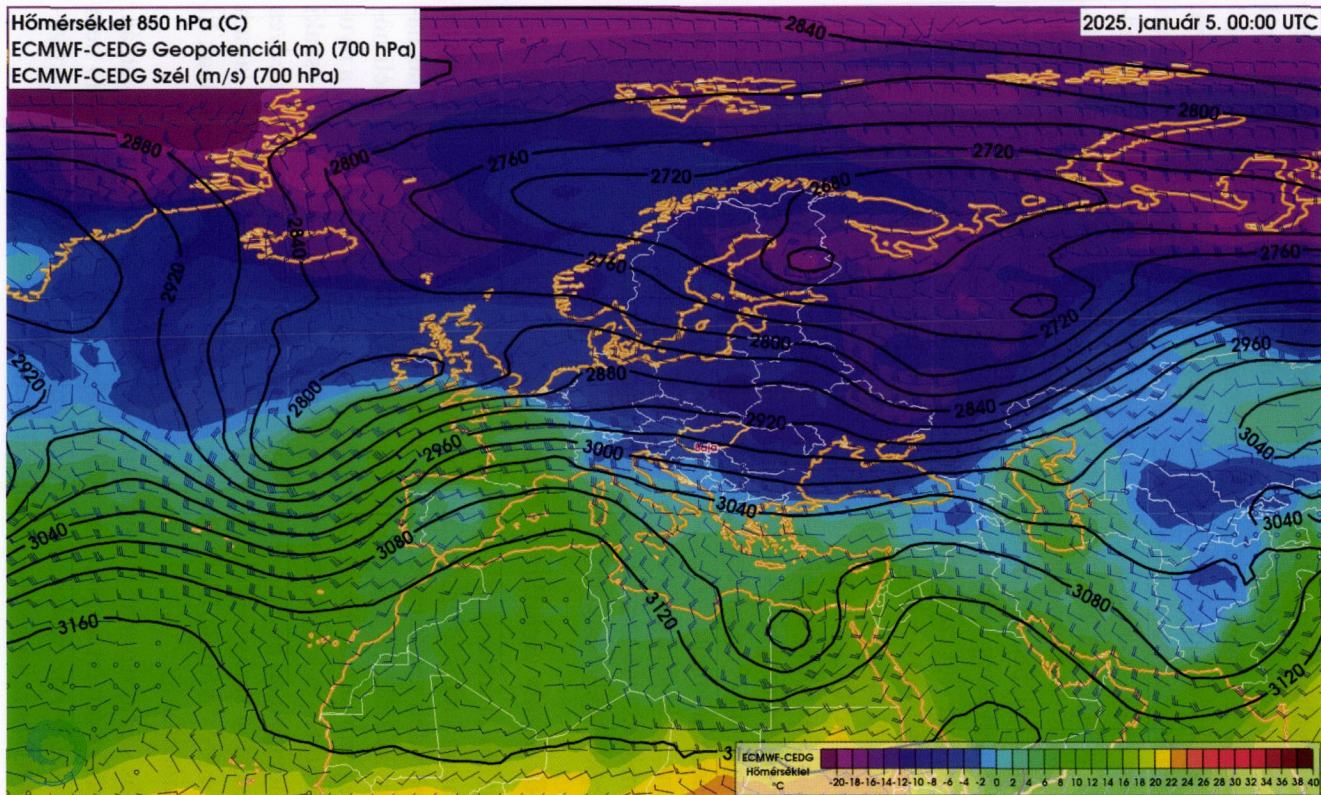
A víz légköri forgalma három alapvető ciklusra bontható [2][6][7]. Az *első ciklus* a trópusi övből a mérsékelt övbe történő áramlás, amely során a trópusokról származó vízgőz legtöbbször telítetlen formában, egyfajta „légköri folyamok” által jut a nyugati szelek övébe. Az itt kondenzálódó vízgőz aktív 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 helyben összegyűjtött nedvesség hullik vissza a talajba.

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 [2]. Ez mindenek előtt a konvektív ciklusra volt hatással, hiszen a vízgőz kondenzációjának hiányában nem alakultak ki záporok, 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 Nina hatás*, vagyis a Csendes-óceán keleti medencéjében megjelenő negatív tengerfelszín-hőmérséklet anomália. A hidegebb tengerfelszínről történő visszafogottabb párolgás globális méretekben is csökkentette a légkör nedvességtartalmát.

2. A 2025-ös aszály cirkulációs háttere

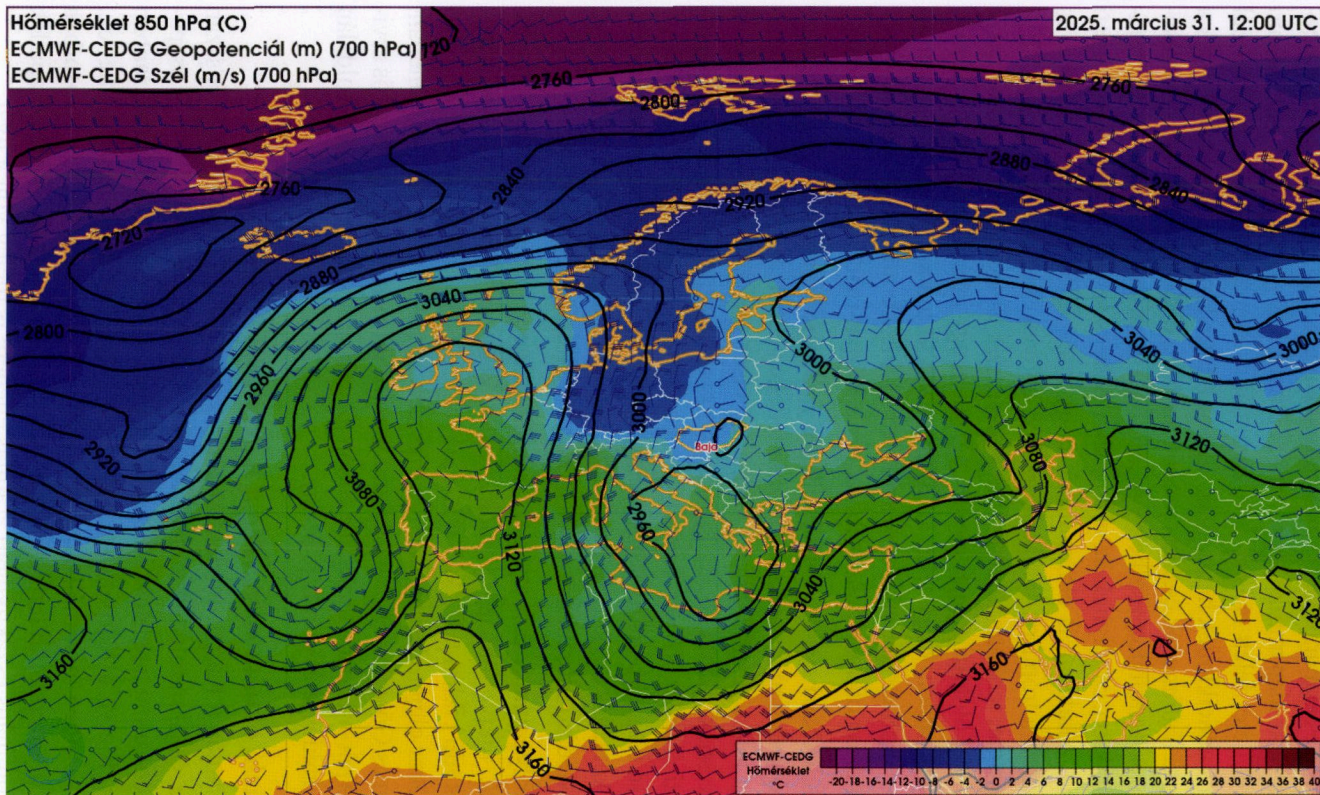
A mérsékelt övi cirkulációnak két alaptípusát lehet megkülönböztetni: a zonális és a meridionális állapotot. A *zonális áramlás* során a hidegebb poláris és a melegebb déli területeket egy erőteljes nyugat-kelet irányú áramlás határolja el egymástól. Az erős zonális áramlás nem kedvez az észak-déli hő- és nedvességáramoknak. Ezzel szemben a *meridionális áramlás* során a nyugat-keleti áramláson kialakult mély hullámok észak-déli illetve dél-északi légtömeg mozgásokat hoznak létre. Ilyenkor a trópusi eredetű meleg nedves levegő északra, a sarkvidéki hideg délebbre tud áramlani, 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 égövek közötti globális skálájú, illetve a nyugati szelek övében zajló anomáliákban kell keresni.



3a. ábra. Tipikus nyugat-keleti irányú zonális nagytérsegi áramlási kép 2025. 01.05. 00:00 UTC-s ECMWF analízis alapján.

A színezett területek a 850 hPa nyomási szint (kb. 1500 m magasság) hőmérsékletét, a szélzászlók a 700 hPa (kb. 3000 m) szélviszonyait és folytonos vonalak az áramvonalként is tekinthető 700 hPa nyomási felület (geopotenciál) magasságát mutatják.



3b. ábra. Tipikus meridionális nagytérégi áramlási helyzet 2025. 03.31. 12:00 UTC-s ECMWF analízis alapján
 A színezett területek a 850 hPa nyomási szint (kb. 1500 m magasság) hőmérsékletét, a szélzászlók a 700 hPa (kb. 3000 m) szélviszonyait és folytonos vonalak az áramvonalként is tekinthető 700 hPa nyomási felület (geopotenciál) magasságát mutatják.

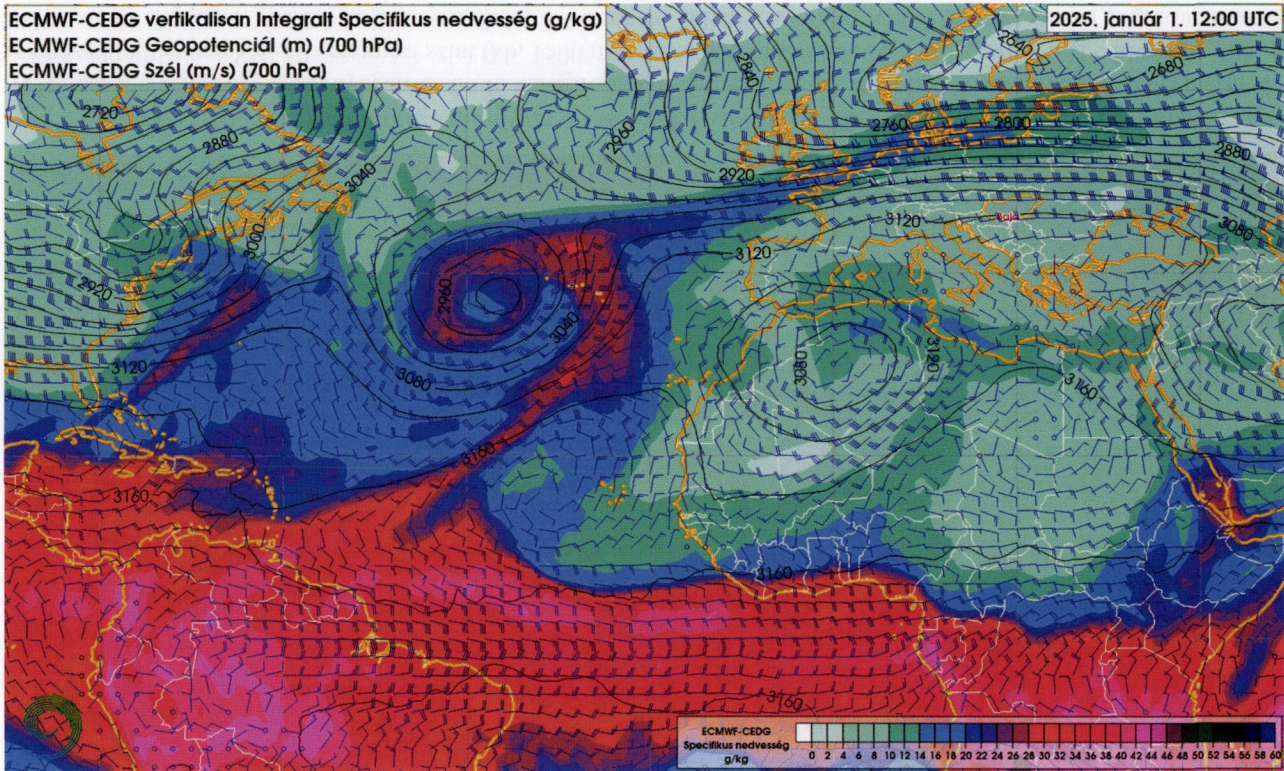
A téli hónapok makro-cirkulációs állapotát jól jellemzi a 2025. január 1-i légköri nedvesség és alapáramlást mutató időjárási térkép (4. ábra). Az ábra a nedvességet illetve az alapáramlást ábrázolja. Látható, hogy a mérsékelt égöv atlanti és európai területei felett erős és hosszú zonális áramlás található, amelyet dél felől markáns anticiklonok határolnak. Ezek az anticiklonok megakadályozták a trópusi eredetű légtömegek északra jutását, ezáltal a ciklonok kialakulásának esélye csökken. A bemutatott esetben egyedül az Atlanti-óceán közepső részén található egy ciklon, amelynek az előoldalán nedves levegő áramlott a nyugati szelek övébe. Általában is elmondható, hogy a téli félévben 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 egy jelentős nedvesség forrást, ami hozzájárul ahhoz, hogy télen itt gyakrabban ki tudnak alakulni mediterrán ciklonok. Az említett anticiklonok azonban többnyire megakadályozták, hogy ezek a mediterrán ciklonok északabbra, így a Kárpát-medence fölé kerüljenek.

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 áramlás Közép- és Dél-Európa felett megerősítette az anticiklont, illetve az alsó rétegekben kicsit 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.

Az őszi 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 csapadékot és jelentős árvizeket. A Kárpát-medence térségére ebben az esetben is csak a ciklon hátoldalán lévő erős északias szél jutott (6. ábra).

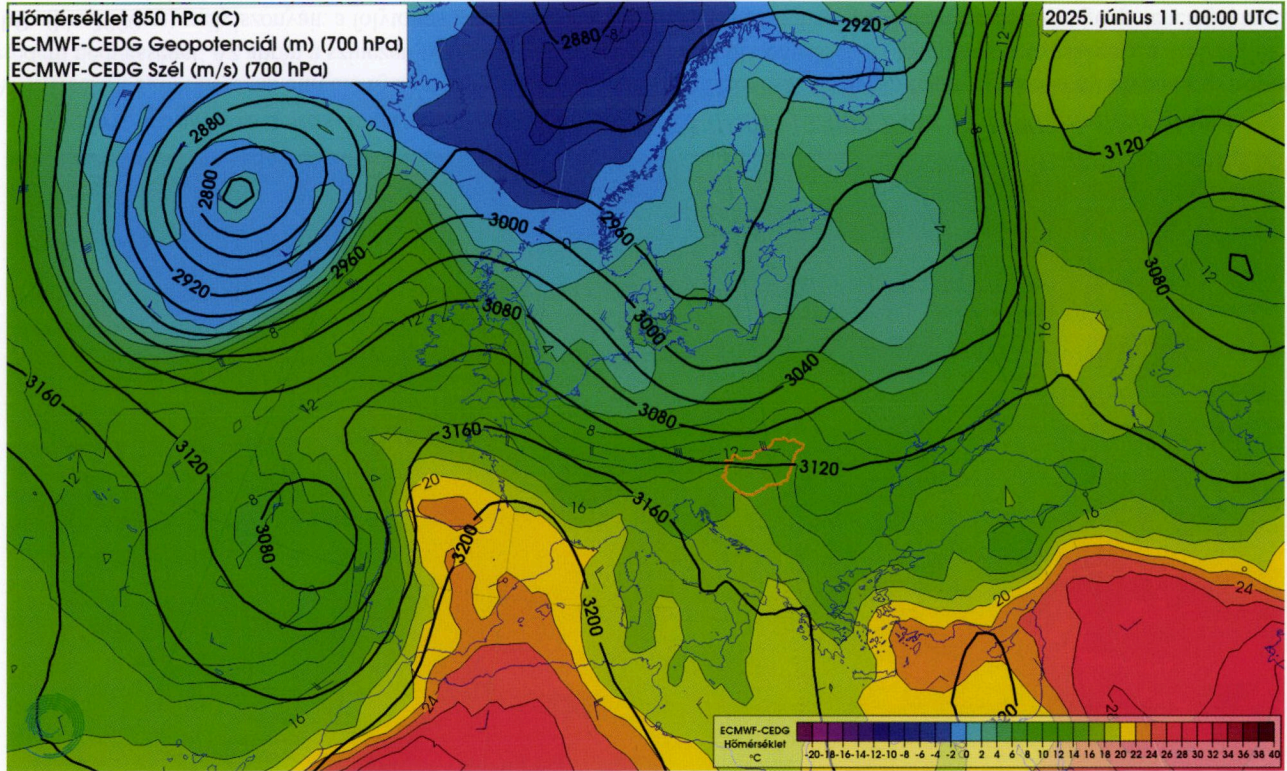
3. Cirkuláció okozta szárazság a Kárpát-medencében

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 medence hatás, így elsősorban a közép- és dél-dunántúli területeken és az Alföldön kritikusan kevés csapadék hullott. A domináns északnyugati áramlás ellenére is meleg volt a nyár.



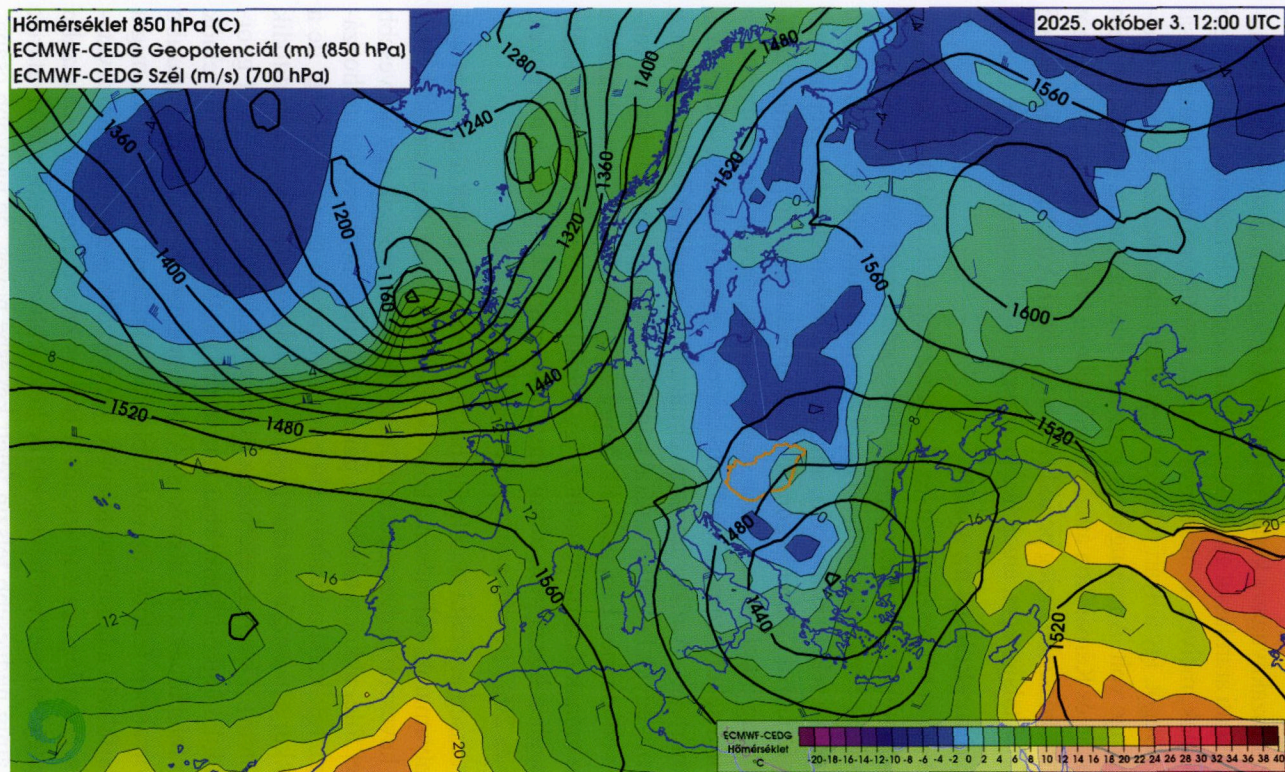
4. ábra. Zonális áramlás az euro-atlanti térségben 2025.01.01. 12:00 UTC-s ECMWF analízis alapján

Az mérsékelt égövi hosszán elnyúló nyugat-kelet irányú áramlási rendszer csak az óceán felett, egy keskeny sávban kap trópusi eredetű nedvességet. Az ábrán a színezett területek a vertikálisan integrált nedvességet (specifikus nedvességet), a szélvonalok a 700 hPa (kb. 3000 m) szélviszonyait, a folytonos vonalak az áramvonalként is tekinthető 700 hPa nyomási szint geopotenciálját mutatják.



5. ábra. Tipikus nyári időjárás helyzet a 2025.06.11. 00:00 UTC-s ECMWF analízis alapján

A Kárpát-medencét egy északnyugatról súroló hidegfront hatására az alacsonyabb rétegekben hűvösebb levegő érte el. A színezett területek a 850 hPa nyomási szint (kb. 1500 m magasság) hőmérsékletét, a szélzászlók a 700 hPa (kb. 3000 m) szélviszonyait és folytonos vonalak az áramvonalként is tekinthető 700 hPa nyomási felület (geopotenciál) magasságát mutatják.



6. ábra. A Balkán félszigeten nagy csapadékot és viharos időjárást okozó “Barbara” ciklon

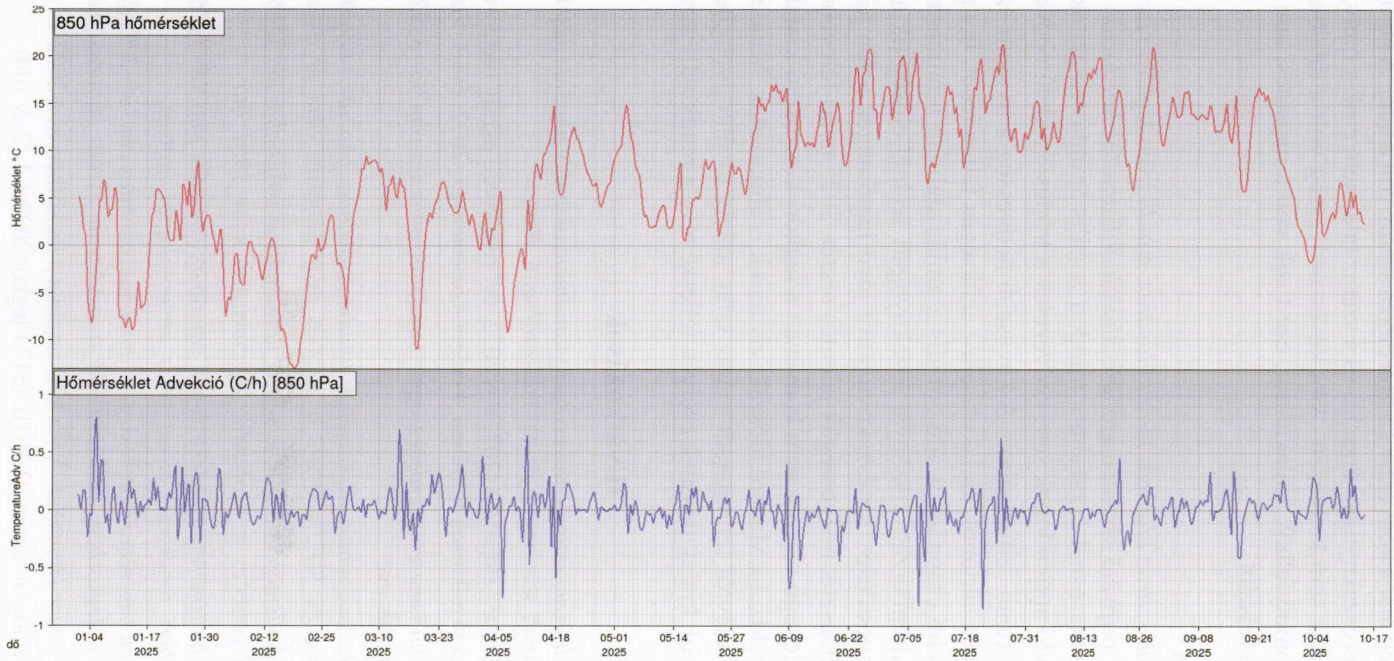
Ez a ciklon Magyarországon csak viharos szelet okozott 2025.10.03. 13:00 UTC-kor az ECMWF analízis alapján. A színezett területek a 850 hPa nyomási szint (kb. 1500 m magasság) hőmérsékletét, a szélzászlók a szint szélviszonyait, a folytonos vonalak az áramvonalként is tekinthető 850 hPa nyomási felület magasságát (geopotenciál) mutatják.

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 hideg beáramlással stabilizálták a levegőt, így a nyári félévben egyébként meghatározó konvektív felhőképződés gyenge volt. A napsugárzás gyorsan felmelegítette az egyébként sem hideg, az Alpokon és Kárpátokon átbukó főnös jellegű áramlással érkezett levegőt és így kialakultak hosszabb meleg periódusok is (7. ábra). A meleg és száraz levegő kiszárította a felső talajréteget, amelyhez hozzájárult a gyakran erős szél is.

4. 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 „szép idő 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 felszínű 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.



7. ábra. Hőmérséklet (felső ábra) és a hőmérséklet advekción (alsó ábra) a 850 hPa (kb. 1500 m) magasságban
 Június hónapban domináló hidegadvekción gátolta a konvektív folyamatok kialakulását.

A 2025-ös évben már a konvektív szezon elején száraz volt a talaj. A korábban említett permanens északnyugati áramlás és a száraz talaj nem csak 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.

5. 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 annak déli oldalán megerősödő anticiklonok sem kedveztek a trópusi eredetű nedvesség mérsékelt övbe történő feljutásához. 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 medence-hatás érvényesülését. Az északnyugatról jövő légtömegek a fön jellegű kiszáradás miatt elvesztik nedvességük jelentős részét. 2025 nyári félévében az így stabilizálódó levegő viszont nem kedvezett a légköri konvekció kialakulásához sem, ezért például a Medárd időszak 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.

Hivatkozások

- [1]https://www.met.hu/ismerettar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3200&hir=A_2022-es_rendkivuli_szarazsag_fizikai-meteorologiai_hattere
- [2] Horváth Ákos, Breuer Hajnalka (2022): A 2022. évi rendkívüli aszály meteorológiai háttere a légköri vízciklusok tükrében. *Vízügyi Közlemények*, 2022. évi 3. füzet
- [3]https://www.met.hu/ismerettar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3397&hir=2023_a_nagy_viharok_eve
- [4]https://www.met.hu/ismerettar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3499&hir=A_forrosag_meteorologiaja_%E2%80%93_a_2024-es_nyar_idojarasi_okai_es_ozokozatai
- [4]https://www.met.hu/ismerettar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3586&hir=A_hetedik_legmelegebb_es_a_nyolcadik_legszarazabb_nyar_1901_ota
- [5]https://www.met.hu/ismerettar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3476&hir=A_2024_szeptemberi_rendkivuli_dunai_arviz_meteorologiai_hattere
- [6]https://www.met.hu/ismerettar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3212&hir=A_viz_korforgalma_a_legkorben_%E2%80%93_a_rendkivuli_aszaly_idojarasi_hattere
- [7] Horváth Ákos, Breuer Hajnalka: A víz körforgalma a légkörben és a 2022-es rendkívüli aszály meteorológiai háttere DOI:10.56474/legkor.2023.1.1 (2–8. old)

AZ ASZÁLYMONITORING HÁLÓZATTAL KAPCSOLATOS FEJLESZTÉSEK

FIALA KÁROLY¹, KOZÁK PÉTER²,
BENYHE BALÁZS³, FEHÉRVÁRY ISTVÁN⁴

1. Bevezetés

Vízkészlet-gazdálkodási szempontból történelmi időket él meg a hazai vízgazdálkodás. Az elmúlt évek sorozatos aszályai megingathatatlanak tűnő szabályokat, gyakorlatokat döntenek le. Nyilvánvalóvá vált, hogy nem csak a készleteink, de az eszközrendszereink, a bevett gyakorlataink hatása is véges az aszály kártételei elleni küzdelemben. A több éve tartó, sorozatos aszályok rávilágítottak vízgyűjtőink hidrológiai sérülékenységére és a természeti rendszerek magas kapcsoltági fokára (vagyis arra, hogy a felszíni és felszín alatti készletek közötti kapcsolat sokkal szorosabb, mint arra korábban gondoltunk).

Az aszály elleni hatékony védekezés nélkülözhetetlen feltétele az aszály jelenlegét folyamatosan megfigyelő észlelőhálózat, az *aszálymonitoring hálózat*, amelyet 2016-tól 2021-ig – a vízügyi igazgatóságok jelentős anyagi szerepvállalásának köszönhetően – kiépítettek. Az állomások által szolgáltatott adatokat a *Pálfai Imre által kidolgozott értékelési metodika alapján* az Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság (ATIVIZIG) szakértői csoportja és a Szegedi Tudományegyetem Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszékének szakemberei által közösen kifejlesztett értékelési rendszer dolgozza fel, amely az elmúlt *aszályok minősítésén túlmutatóan területi előrejelzés elkészítésére is alkalmas* (Kozák et al. 2022).

¹ Fiala Károly osztályvezető Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság (ATIVIZIG)

² Dr. Kozák Péter igazgató ATIVIZIG

³ Dr. Benyhe Balázs ügyintéző ATIVIZIG

⁴ Fehérváry István ügyintéző ATIVIZIG

A jelenleg is tartó aszályos periódus 4 éve kezdődött, így elérkeztünk a hosszú távú aszály fogalmának bevezetéséhez. A kétkedések ellenére mára beigazolódott az Országos Vízügyi Főigazgatóság kezdeményezésre létrehozott *aszálymonitoring hálózat létjogosultsága* (Kozák et al. 2022). A rendszerből származó adatok segítik megérteni az időben és térben dinamikusan változó jelenség kialakulását, fejlődését, így a korábbi időhorizont helyett, ma már napi időlépésben követhető és összehasonlítható a változás. Az eltelt három évben azon dolgoztunk, hogy segítsük az aszály jobb megértését, támogassuk az operatív intézkedések döntéshozatalát, ráirányítsuk a figyelmet a talajnedvesség modellezésében rejlő lehetőségekre, a rendelkezésre álló vízkészlet napi szintű elemzésére.

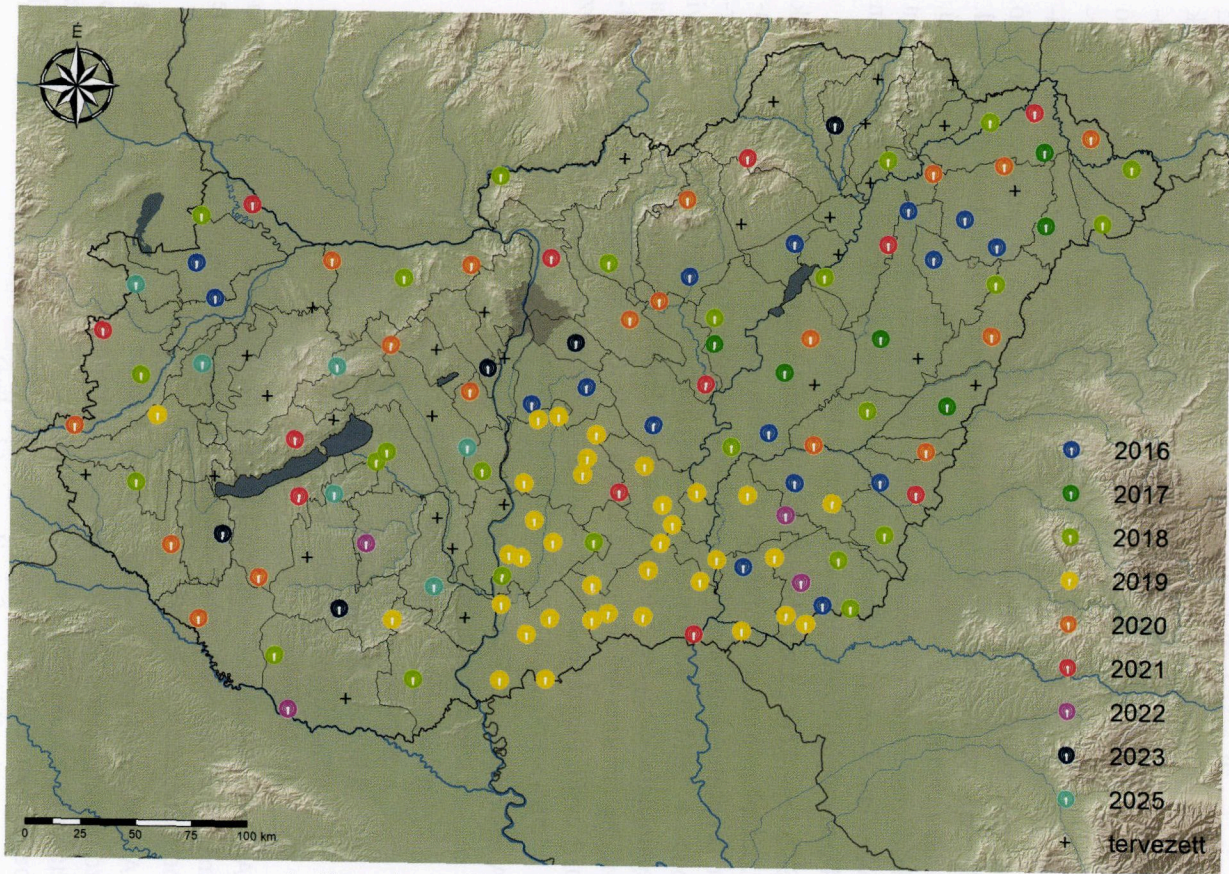
2. Az aszálymonitoring hálózat infrastrukturális fejlődése 2022-től

2022-ben 4 db, 2023-ban 5 db, 2025-ben 6 db új aszálymonitoring állomás létesült, így az állomáshálózat jelenleg 127 db üzemelő állomásból áll, tehát lassan elérjük a tervezéskor meghatározott 140-145 db monitoring pontot. A 15 új mérési pontot azokban a vízhiány kezelő körzetekben létesítettük, ahol még nem rendelkezünk releváns adattal (1. ábra).

A korábbi, a síkvidéki területekre fókuszáló hálózatfejlesztési elveket már nem kellett követni, ezért a hegy- és dombvidéki területek kerültek előtérbe. Ez lehetőséget adott arra, hogy a fejlesztés első időszakában kialakult kedvezőbb síkvidéki állomás-sűrűséghez felzárkózzanak a még nem monitorozott körzetek is.

A kialakult karbantartási gyakorlat fenntartása eredményesnek mondható, évente két teljes körű karbantartást (műszerek és monitoring kert) és egy kaszálást (az igazgatóságok bevonásával) hajtunk végre. Az Országos Vízjelző Szolgálattal közösen működtetett napi ellenőrzési rendszer alkalmasnak bizonyult a hálózat megbízható működésének biztosításában. A rendelkezésre állási idő magas, a védekezési feladatok alapadat-ellátása biztosított.

Az állomásszám növekedésével és az eltelt idővel összefüggő amortizációval a fenntartási költségek is emelkedtek, ez meglassította az eszközbeszerzéseket, amely a műszaki színvonal fenntartását jelentősen megnehezítette. A helyzetet tovább árnyalja, hogy az új eszközök 40-50%-kal drágultak, a fajlagos javítási díjak minimum az inflációt követve emelkedtek. Az emelkedő terhek nyilvánvalóan nehezítik az ágazat jelenleg sem elégséges finanszírozását, így mindenképpen megoldást kell találni a hardverek megfelelő szinten tartására. A szavatossági idő meghosszabbítása érdekében megkezdtük új típusú (5 év garanciával rendelkező) talajnedvesség szenzorok tesztelését, ez a fenntartási költségek csökkentésében egy lehetséges alternatíva.



1. ábra. Az országos aszálymonitoring hálózat fejlődése

3. Az automatikus jelentéskészítő felület (Jelentésgenerátor) megújítása

A monitoringállomások által mért adatok teljeskörű elemzését a <https://vizhiany.vizugy.hu/> oldalon tesszük közzé, itt az idősoros és térbeli elemzések is elérhetők mindenki számára. Ahhoz, hogy a vízhiánykezelő körzeten tapasztalható változásokat gyorsan össze lehessen foglalni, készült egy automatikus jelentés készítő alkalmazás: ez a *Jelentésgenerátor*. A modul segítségével az aszályvédelmi körzetre készíthetők el riportok, melyek a meteorológiai helyzetet ismertetik – adatokkal, grafikonokkal és rövid szöveges elemzéssel. A jelentéshez csatolható továbbá egy összefoglaló az elvégzett operatív aszályvédelmi beavatkozásokról. A jelentésgenerátor első verziója éveken át használatban volt a heti rendszerességű, kötelező jelentés elkészítéséhez. A védekezési folyamat megváltozásával, valamint az évek alatt összegyűlt felhasználói tapasztalatok és szakmai elvárások alapján 2024-ben megújításra került a jelentőlap tartalma.

Első lépésként az adatbázisban a kumulatív raszterek és területi adatok SQL táblában történő letárolásával sikerült felgyorsítani a lekérdezések futását és optimalizálni a rendszeren belüli számításokat. A jelentőlap az új verzióban 4 területi felbontásban generálható le: aszálykörzetre, vízügyi igazgatóságra, megyére és a teljes országra. Jelentős fejlesztés továbbá, hogy a jelentőlap tartalma tetszőlegesen kiválasztott időszakra is elkészíthető (maximum 1 évre), illeszkedve ezzel az időjárás helyzetek dinamikus változásához és a felettes szervek által megfogalmazott elvárásokhoz.

A *jelentőlap* 6 fő részre bontható:

- a jelentési adatokra,
- a csapadékviszonyokra,
- a csapadék anomália viszonyokra,
- a hőmérséklet adatokra,
- az aszályindex adatokra, valamint
- az előrejelzésre.

A „*Jelentési adatok*” oldalon a jelentéstételi időszak valamint a területi információk olvashatóak, valamint átnézeti térképeken látható a kiválasztott terület térbeli kiterjedése (2. ábra).

A „*Csapadék adatok*” oldalon a kiválasztott időszakra és területre vonatkozó eloszlástérkép látható, valamint táblázatos formában a sokéves (viszonyítási) és az aktuális adatok az átlagra, a maximumra és a minimumra vonatkozóan. Ezen az oldalon kerülnek összegzésre a napi csapadék adatok grafikonon és táblázatos formában is (3. ábra).

A „*Csapadék anomália*” oldalon egy eloszlástérképen jelennek meg az eltérések,

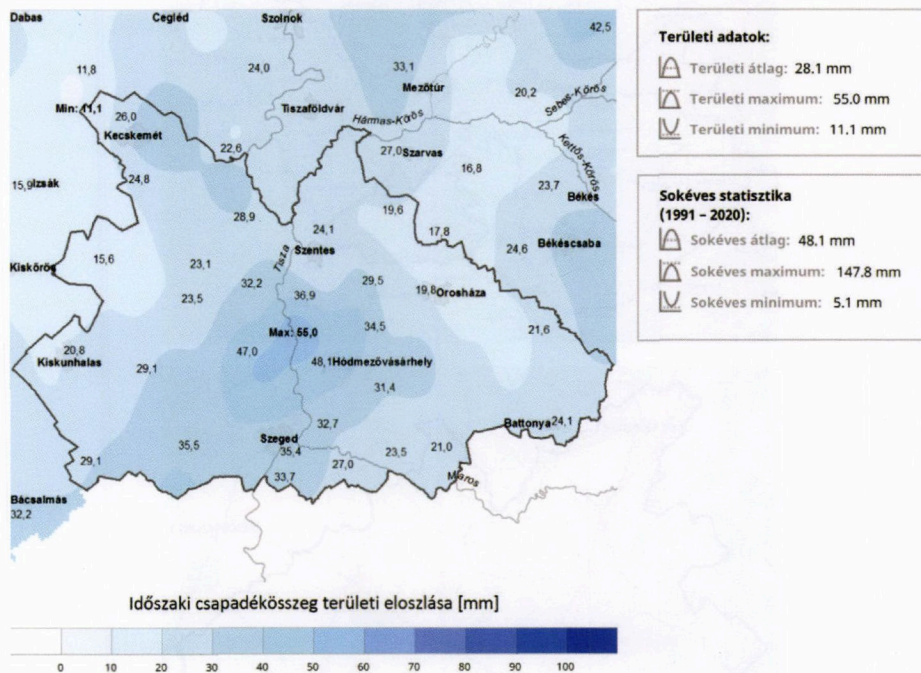


2. ábra Területi információk a jelentőlapon

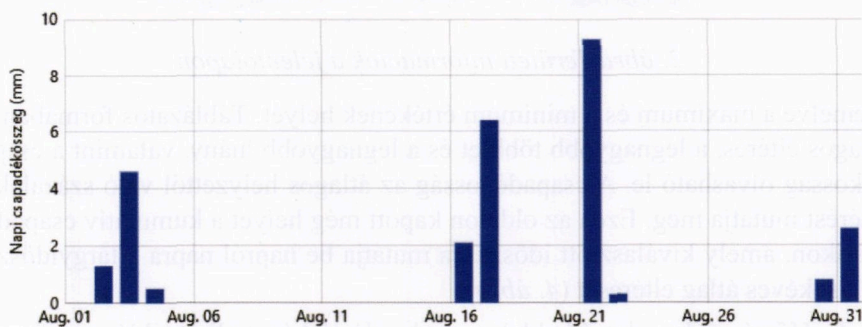
kiemelve a maximum és a minimum értékének helyét. Táblázatos formában az átlagos eltérés, a legnagyobb többlet és a legnagyobb hiány, valamint a csapadékosság olvasható le. A csapadékosság az átlagos helyzettől való százalékos eltérést mutatja meg. Ezen az oldalon kapott még helyet a kumulatív csapadék grafikon, amely kiválasztott időszakra mutatja be napról napra a tárgyidőszak és a sokéves átlag eltérését (4. ábra).

A „Hőmérséklet adatok” oldalon az eloszlástérkép mellett táblázatos formában jelennek meg az aktuális és a sokéves statisztikai adatok, valamint az eltérés a sokéves átlagtól °C-ban. Az oldalon továbbá egy grafikon jeleníti meg az időszakra vonatkozó napi átlag, minimum és maximum adatokat is, valamint külön táblázatos formában összegzik az időszakra vonatkozó nyári, hőség, forró, valamint a fagyos, zord és téli napok számát (5. ábra).

Csapadék adatok (2025. 08. 01. – 2025. 08. 31.)



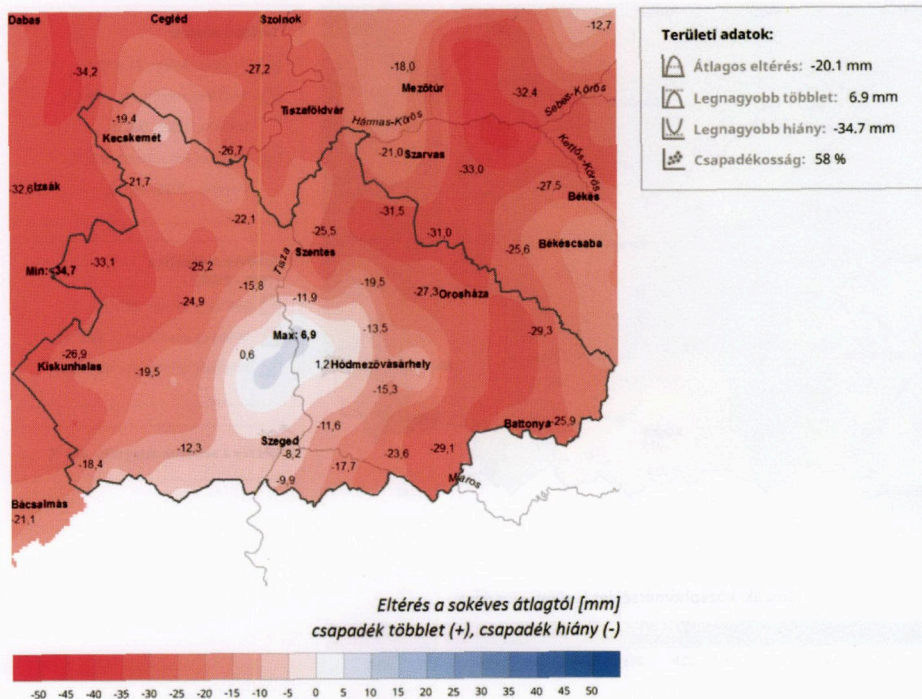
Napi csapadék összegek (2025. 08. 01. – 2025. 08. 31.)



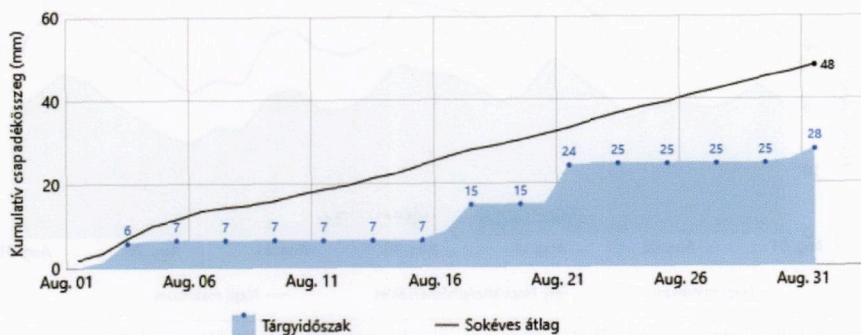
1 mm-t meghaladó csapadéku napok száma: 6	5 mm-t meghaladó csapadéku napok száma: 5
10 mm-t meghaladó csapadéku napok száma: 0	20 mm-t meghaladó csapadéku napok száma: 0

3. ábra A csapadékadatok összegzése

Csapadék anomália (2025. 08. 01. – 2025. 08. 31.)

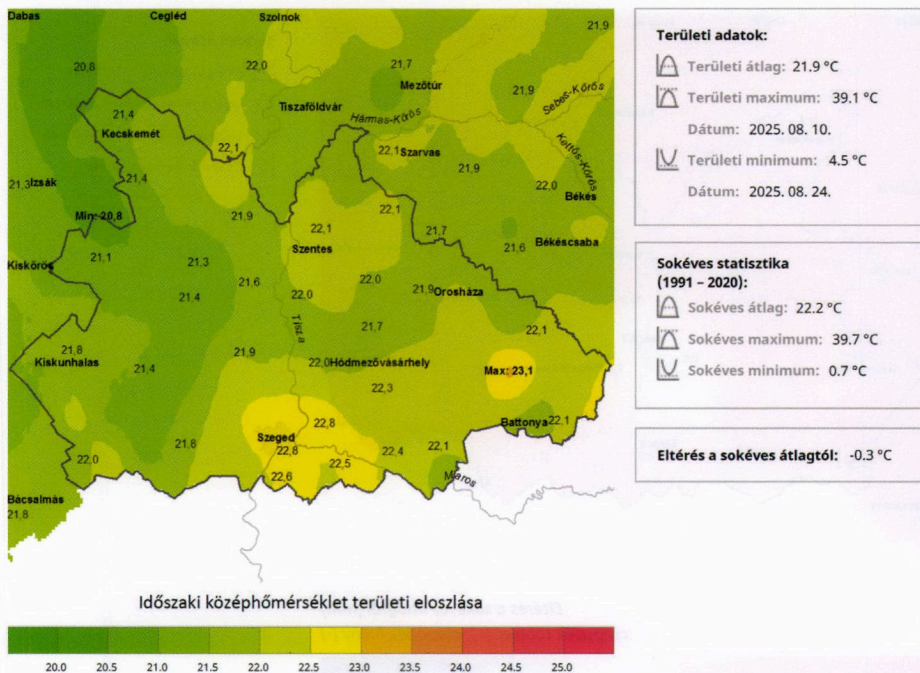


A kumulatív csapadék időszaki alakulása (2025. 08. 01. – 2025. 08. 31.)

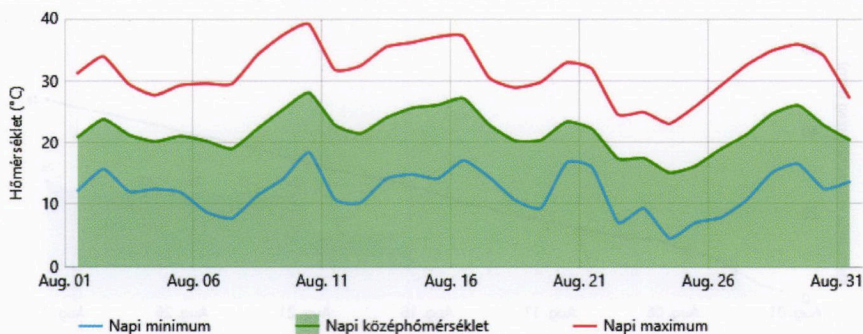


4. ábra A kiválasztott és a referencia időszak közötti eltérés a csapadékban

Hőmérséklet adatok (2025. 08. 01. – 2025. 08. 31.)



Napi léghőmérséklet (2025. 08. 01. – 2025. 08. 31.)



Nyári napok száma (Tmax ≥ 25 °C): 29	Fagyos napok száma (Tmin < 0 °C): 0
Hőségnapok száma (Tmax ≥ 30 °C): 18	Zord napok száma (Tmin < -10 °C): 0
Forró napok száma (Tmax ≥ 35 °C): 7	Téli napok száma (Tmax < 0 °C): 0

5. ábra A hőmérsékleti változások elemzése

Az *aszályindexre* vonatkozó rész esetében a felhasználónak lehetősége van, hogy a legaszályosabb napról vagy pedig a lekérdezett időszak utolsó napjáról készítsen eloszlástérképet. A térképen megjelennek az aszályindex értékei, valamint a fokozatoknak megfelelő színekkel az aszálymentes és a rendkívüli aszálytal érintett területek. Táblázatos formában összefoglalva láthatók a területi átlag, a maximum és a minimum értékei is. Az eloszlástérkép alatt, grafikonon követhető a lekérdezett időszakban az aszályindex területi átlagának értéke, az aszályfokozatokkal, valamint a napi csapadékösszeg mennyisége (6. ábra).

Amennyiben a felhasználó kiválasztja a „10 napos előrejelzést is tartalmazza a jelentés” gombot, a jelentőlapon táblázatos formában megjelennek a lekérdezés időpontjától számított 10 napra előrejelzett napi csapadékösszeg, napi átlaghőmérséklet és az aszályindex átlagának területi adatai. Az előrejelzés modul a 10 km * 10 km rácsfelbontású ECMWF modell eredmény-rasztereit használja a számítások elvégzésére (7. ábra).

Az utolsó lépés a *jelentés megjelenítése* exportálható .pdf formátumban a szerző feltüntetésével, valamint a hidrometeorológiai helyzet általános értékelésével és az operatív beavatkozások leírásával.

A fejlesztés sikeresnek mondható. Egyrészt az informatikai feladat lezárult, a *Jelentésgenerátor* a megfogalmazott szakmai tartalom szerint készült el és működik, másrészt a használata felhasználóbarát, a legfontosabb adatokhoz valóban egy-két kattintással hozzá lehet jutni, mindezek mellett az automatikusan generált riport esztétikus. Azoknak a kollégáknak, akik a véleményüket, elvárásaikat megfogalmazták, külön köszönetet mondunk!

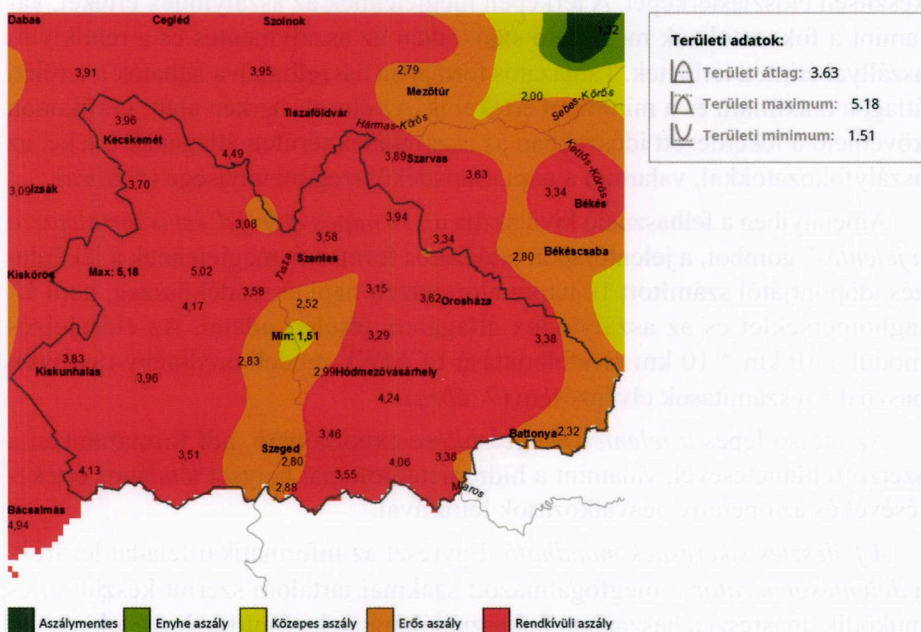
4. Az országos talajnedvesség modell elkészítése

A monitoring állomások által szolgáltatott pontszerű adatok térbeli kiterjesztése kezdetben a meteorológiai paraméterekre (csapadék, léghőmérséklet) volt lehetséges. Mára azonban mind az állomások száma, mind pedig a rendelkezésre álló mérési adatsorok hossza elegendő ahhoz, hogy modellezéssel megbízható adatokat állítsunk elő a talaj nedvességtartalmának alakulásáról, akár az ország egész területére.

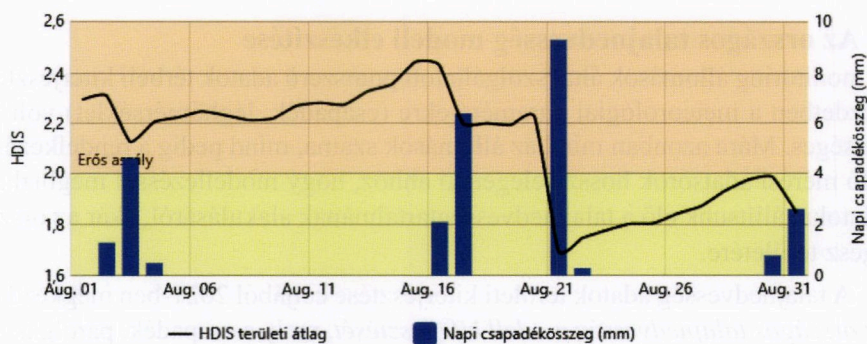
A talajnedvesség adatok területi kiterjesztése céljából 2021-ben megkezdtük az *országos talajnedvesség modell kifejlesztését*, mely a csapadék, párolgás, lefolyás és beszivárgás folyamatát szimulálja a talajban lévő nedvességtartalom meghatározásához.

A talajnedvesség modell legfontosabb bemeneti paraméterei közül kettő dinamikusan változik, ezek az Országos Vízjelző Szolgálat által előállított *országos napi csapadék- és napi középhőmérséklet eloszlástérképek*.

Aszályindex (HDI) területi adatok (Legaszályosabb napon 2025. 08. 15.)



Aszályindex (HDI) időbeli alakulása (2025. 08. 01. – 2025. 08. 31.)



6. ábra Az aszályindex térbeli és időbeli változásának elemzése

10 napos előrejelzés

	2025. 10. 31.	2025. 11. 01.	2025. 11. 02.	2025. 11. 03.	2025. 11. 04.
☒ Csapadék átl.	0.0 mm	0.0 mm	0.1 mm	2.7 mm	0.0 mm
☒ Hőmérséklet átl.	13.5 °C	14.7 °C	15.0 °C	9.6 °C	7.3 °C
☒ HDIs átl.	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1

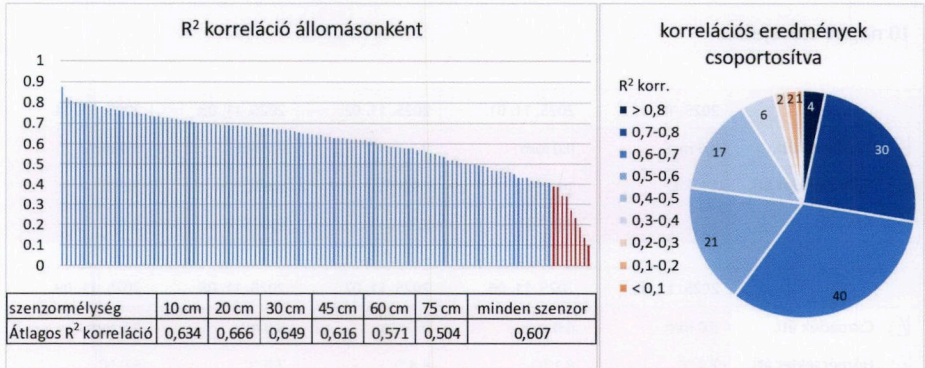
	2025. 11. 05.	2025. 11. 06.	2025. 11. 07.	2025. 11. 08.	2025. 11. 09.
☒ Csapadék átl.	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm
☒ Hőmérséklet átl.	7.7 °C	8.1 °C	8.4 °C	7.5 °C	8.0 °C
☒ HDIs átl.	2.2	2.2	2.2	2.3	2.4

7. ábra. A 10 napos előrejelzés összefoglaló táblázata

A léghőmérséklet adatokból a modell számára napi párolgási mennyiséget határozunk meg. Időben változatlan (statikus) bemeneti adatok: az ország domborzatmodellje, illetve a talajvíz átlagos mélysége, mint alsó peremfeltétel. A legfontosabb statikus bemeneti adatok a talaj vízgazdálkodási paraméterei, melyek alapvetően a monitoring állomások területéről vett talajminták laborvizsgálatain alapulnak.

A modell egyik legfontosabb jellemzője, hogy bőségesen áll rendelkezésre a kalibrálásához és ellenőrzéséhez mért adat a talaj felső (0-75 cm-es) rétegeiből, így már a fejlesztés kezdeti szakaszában figyelemreméltó eredmények születtek. *Jelenleg a felső 45 cm-es rétegen fut megbízhatóan a modell.* A modellezési eredményeket a 2024-ben működött 121 db monitoring állomás mérési adataival összehasonlítva azt állapíthattuk meg, hogy az helyszínek 90%-ában jó, vagy elfogadható az egyezés a modellezett és a mért talajnedvesség adatok között (8. ábra). Nagyjából az állomások 10%-ánál tapasztaltuk, hogy a modelledmények és a mérési adatok között nincs értelmezhető összefüggés. Az értékelés során több esetben kiderült, hogy az ilyen helyszíneken egy vagy több talajnedvesség szenzor meghibásodott, vagyis a modelledmények még a karbantartási feladatok tervezésekor is hasznosulni tudtak.

2024-ben a talajtani paraméterek vonatkozásában jelentős fejlesztésre került sor, melynek eredményeképpen az országot lefedő egységes talajfizikai paraméterekkel jellemezhető talajváltozatok (*talajklaszterek*) lehatárolása történt meg a Talajtani Kutatóintézet (TAKI) közreműködésével (Szabó et al. 2025). A talaj-klaszterek létrehozásakor azokhoz *talajfizikai paraméterek* kiszámítása is társult.



8. ábra A modellezett és a mért talajnedvesség adatsorok közötti korrelációs kapcsolatok

(A korrelációs értékeket 121 db állomás helyszínén, talajrétegenként átlagoltuk.)

Az osztályozási módszertan kidolgozása és alkalmazása mellett a TAKI munkatársai tovább finomították a talajfoltok térbeli felbontását, így már az 1x1 km-es felbontás mellett 100x100 m-es számítási cellákkal is működtethető a talajnedvesség modell. A TAKI által létrehozott talajklaszterek modellbe integrálása 2025 nyarán megtörtént, jelenleg az új modellváltozat kalibrálási és validálási feladatai zajlanak. Az előzetes eredmények alapján az új talajklaszterekhez meghatározott vízgazdálkodási paraméterek sok esetben javítottak a korábbi modell eredményein.

A talajnedvesség modell eredményei egyaránt alkalmasak arra, hogy jó közelítéssel meghatározzuk az ország tetszőleges pontjában a talaj nedvességtartalmát, de megfelelő pontosságú meteorológiai előrejelzés mellett annak időelőnyével a jövőbeni tendenciák (a kiszáradás vagy a nedvesség pótlódásának üteme, beszivárgás) is kiszámíthatók. Tekintettel arra, hogy a talaj nedvességi állapota hozzávetőlegesen országosan 20-30 km³ vízkészlet meglétét vagy hiányát jelenti, a talajnedvesség adatok területi kiterjesztése komoly lendületet adhat egy új, modernebb szemléletű vízkészlet-gazdálkodási gyakorlatnak.

5. Fejlesztési elképzelések, következtetések

Az eltelt közel 10 évben a kialakított rendszer igazolta létjogosultságát. A korábban csak évi egy mutatószámmal jelzett aszály változása már napi szinten nyomon követhető, láthatjuk kialakulásának, megszűnésének dinamikáját, a talajban zajló folyamatok összetettségét. Előtérbe került a talaj, mint tározótér, amelynek aktuális vízkészletét, beszivárgási sajátosságait, különbségeit egyre jobban megismerhetjük a folyamatosan mért adatok segítségével. Már világosan látszik,

hogy az öntözés, a vízpótlás tervezésénél, a napi vízigény kiszámításánál milyen lehetőségek rejlenek az összetett adatelemzésben.

A modellezés fejlődésével kezdetben ugyan csak km x km felbontásban, de meg tudjuk határozni az aktuális nedvességtartalmat. Ismerve a talaj fizikai tulajdonságait (befogadóképességét, optimális állapotát) meg tudjuk határozni, az aktuális víztartalmat, az optimálistól való negatív (hiány) vagy pozitív (többlet) irányban való eltérést mm-ben kifejezve. Mindez azt jelenti, hogy egy adott pontban, vagy akár területen (öntözőfűrt, vízpótlással érintett terület) az aktuális vízkészlet mellett, a hiányt, a többletet és annak 10 napos alakulását is modellezni tudjuk. Ezzel *számíthatóvá válik az a szükséges vízmennyiség, amely a vízhiány elleni hatékony védekezéshez elengedhetetlen.*

További lehetőségek a térinformatikai rendszerben, hogy megjelenjenek a vízkormányzó művek, az azokon mért adatok, a vízáradási pontok (mérőórák) adatai, a vízigények, a veszteségek (pl. a párolgás). Az előttünk lévő lehetőségek megvalósításával a rendszer komplex egészévé érik, a mért információk – a megfelelő adatelemzéseket követően – az operatív döntéshozatal alapját adják, továbbá az ismételt mérések végrehajtásával, a rendszer a végrehajtott intézkedések hatékonyságának ellenőrzési felületévé válhat. Figyelembe véve a klímaváltozás hazánkat érintő folyamatait, szükség lesz olyan keretrendszerre, amely a vízzel kapcsolatos (tény és prognosztizált) adatokat egységesen képes összegyűjteni, feldolgozni, tárolni, megjeleníteni és a vízgazdálkodási tevékenységet támogatni, és akár annak közgazdasági vonatkozásaira is választ adni. Az elvégzett fejlesztési tevékenység során szerzett tapasztalatok jó alapot biztosítanak arra, hogy megfelelően definiáljuk elvárásainkat a fejlesztők irányába és megtörténjen a hazai vízkészlet-gazdálkodás digitális transzformációja.

Felhasznált irodalom

Kozák Péter, Fiala Károly, Benyhe Balázs, Fehérvári István (2022): Az aszálymonitoring hálózat és az aszálykezelés gyakorlata a 2022. évi aszály tükrében. *Vízügyi Közlemények*, 2022. évi 3. szám, pp. 113-130.

Szabó, B., Kolcsár, R.A., Mészáros, J. et al. (2025): National soil hydrologic groups map for environmental applications using data-driven and expert-based methods. *Sci Data* 12, 1590 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41597-025-05853-5>

„VIZET A TÁJBA!” ÉS A VÁSÁRHELYI TERV TOVÁBBFEJLESZTÉSE

ILLÉS LAJOS¹, GACSÁLYI JÓZSEF²,
POLYÁK KÁROLY³, FÜLE LÁSZLÓ⁴

1. Bevezető

A címben szereplő két vízügyi ágazati program jelentős hatást gyakorolt, illetve gyakorolni fog a jövőbeni beruházásokra.

A *Vásárhelyi Terv továbbfejlesztése program* (VTT) megvalósulása 2001-ben indult, az I. ütemű munkák, ha lassan is, de 2022-ig haladtak, mára viszont teljesen leálltak. Eddig összesen 7 árapasztó tározó épült, melyekből két felső-tiszai (Beregi, Tisza-Túrközi) helyi kezdeményezésre indult, helyben került előkészítésre, megvalósítása nem volt része a 2003-ban jóváhagyott kormányprogramnak.

A 2022-2025 közötti legutóbbi csapadékszegény, aszályos időjárás újból ráirányította a figyelmet vízkészleteink hatékonyabb hasznosítására, a felszíni és felszín alatti vizeket egyaránt érintő, aggodalomra okot adó negatív hidrológiai folyamatokra.

Erre reagálva a vízügyi ágazat meghirdette a „*Vizet a tájba!*” elnevezésű

¹ *Illés Lajos*, okl. hidrológus mérnök, környezetvédelmi szakmérnök, szaktanácsadó, VIZITERV Environ Nonprofit Kft.

² *Gacsályi József*, mérnök, szakmérnök, műszaki főigazgató-helyettes, Országos Vízügyi Főigazgatóság

³ *Polyák Károly*, építőmérnök, szakmérnök, műszaki igazgatóhelyettes, VIZITERV Environ Nonprofit Kft.

⁴ *Dr. Füle László*, okl. geológus, a földtudomány kandidátusa, VIZITERV Environ Nonprofit Kft.

programot, melynek gyorsított ütemű végrehajtása 2025-ben elkezdődött (Gacsályi 2025), igaz a jogi, gazdasági, agrárgazdasági, műszaki, környezetvédelmi, természetvédelmi és egyéb koncepcionális keretek kidolgozása még a közeljövő feladata kell, hogy legyen.

Ez a cikk röviden azt kívánja bemutatni, hogy az elmúlt 15-20 évben a Felső-Tisza mentén hogyan sikerült összeilleszteni és egyszerre, egy projektként megvalósítani a klímazsúlsóségeket (árvíz, aszály) kezelő beruházásokat. Az aszálykezelési megoldásokat ezek a projektek még más névvel illették (vízviszszatartás, vízpótlás, belvízhasznosítás, ártér-revitalizáció, tájgazdálkodás, vizes élőhelyek revitalizációja stb.) lényegük azonban nagyban hasonlít a 2025-ben elindított „Vizet a tájba!” programmal összefüggésben emlegetett vízgazdálkodási műszaki beavatkozásokra (vízviszszatartás, víztározás, vízpótlás, szivattyúzás, vízszintemelés stb.).

Bemutatunk egy-egy mintapéldát (a Beregben és a Tisza-Túr-közben), amelyeket már a „Vizet a tájba!” program keretében 2025-ben a FETIVIZIG a WWF-fel és a VIZITERV Environ Nonprofit Kft-vel szoros együttműködésben valósított meg oly módon, hogy a mostani kisebb fejlesztések rákapcsolódnak a VTT keretében korábban létesült, vízpótlást biztosító létesítményekre.

A felső-tiszai térségre kiterjedően *előzetes felszín alatti modellezést végeztünk* annak becslésére, hogy a megvalósított és a tervezés alatt lévő „Vizet a tájba!” jellegű, koncepcionálisan elképzelt, illetve részben korábban megvalósított projektek milyen hatást fejthetnek ki rövid, közép és hosszú távon az egyre süllyedő talajvízszintekre.

A cikk végén *összefoglaljuk az előzetesen levonható legfontosabb szakmai és projekt-szervezési tapasztalatainkat*. Megfogalmazzuk, hogy milyen előnyök, hasznok származhatnak az összehangolt, komplex beruházások tartalmából, *milyen széles tárháza van a „Vizet a tájba!” gondolat továbbvitelének a felső-tiszai VTT tározók szűkebb és tágabb környezetében*.

2. Általános előzmények

Már a 2001-ben elindított Vásárhelyi Terv továbbfejlesztése (VTT) program előkészítése és szakmai vitái során felmerült annak gondolata, hogy a programnak az árapasztáson keresztül nemcsak az árvízi biztonság növelését kellene szolgálni, hanem a szélesebben értelmezett térségfejlesztést is (Váradi 2010). Társadalmi elfogadottsága talán így jobban biztosítható, vélték akkor. Ennek a gondolatnak a törvényi, kormányrendeleti, kormányhatározati megfogalmazása is megtörtént az alábbiak szerint:

– Az 1022/2003. (III.27.) Korm. határozat döntött a Tisza-völgy árvízi biztonságának növelésére vonatkozó koncepcióról (a Vásárhelyi Terv továbbfejlesztéséről).

téséről), a 1107/2003. (XI. 5.) Korm. határozat pedig a Tisza-völgy árvízi biztonságának növeléséről, valamint az érintett térség terület- és vidékfejlesztését szolgáló programról. Az alapelvek közül kiemelendő: az árvíz szabályozott kivezetését és a folyóba történő szükség szerinti visszavezetését (vagy vízhiányos területre történő átvezetését) szolgáló, műtárgyakból és tározókból álló árapasztó rendszert úgy kell kialakítani és működtetni, hogy – az árvízvédelmi funkció teljesítésének megtartása mellett – *az hasznosítható legyen a nemzeti agrár-környezetvédelmi és a Tisza-völgy fejlesztésével kapcsolatos programokban előirányzott célok megvalósításában, valamint a természetes élőhelyek gyarapításában.*

– Az 1003/2007. (I. 24.) Korm. határozat alapján a 2007. évi CXLIX. törvénnyel módosították a 2004. évi LXVII. törvényt, miszerint: az árvíz szabályozott kivezetését és a folyóba történő szükség szerinti visszavezetését (vagy vízhiányos területre történő átvezetését) szolgáló, műtárgyakból és tározókból álló árapasztó rendszert úgy kell kialakítani és működtetni, hogy – az árvízvédelmi funkció biztosítása mellett, még a mértékadó árvízszint alatti árhullámok esetében is – *hasznosítható legyen az agrár-környezetgazdálkodási, a klímavédelmi és a Tisza-völgy fejlesztésével kapcsolatos programokban előirányzott célok megvalósítása, valamint a természetes élőhelyek fenntartása és gyarapítása során. A tározókban és a hozzájuk kapcsolódó tájgazdálkodási mintaterületeken biztosítani kell – megfelelő vízhozam esetén – az évenkénti, rendszeres sekélyvízű elöntés lehetőségét.*

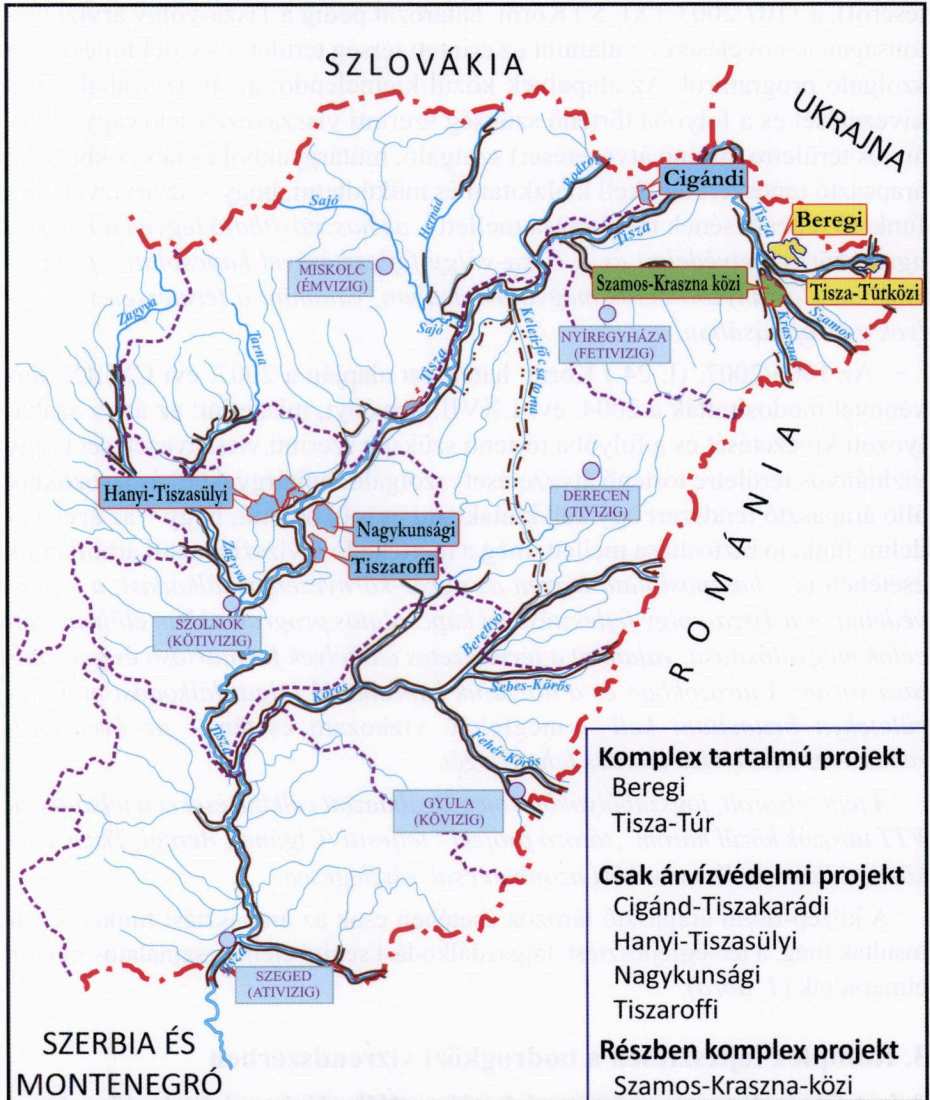
A fent felsorolt, jogszabályokban megfogalmazott célkitűzéseket a felső-tiszai VTT tározók közül három „tározó projekt” teljesíti (Cigándi, Beregi, Tisza-Túrközi), a Szamos-Krasznaközi azonban csak részlegesen.

A közép-tiszai árapasztó tározók esetében csak az árapasztási funkciók valósultak meg, a térségfejlesztést, tájgazdálkodást segítő elemek sajnálatos módon elmaradtak (1. ábra).

3. Komplex fejlesztések a bodrogekői vízrendszerben

3.1. A Cigándi árapasztó tározó és tájgazdálkodási projektek előzményei

Az előző pontban felsorolt kormányzati döntéseket követően 2003. szeptemberére készült el a megvalósíthatósági tanulmány „Vásárhelyi Terv továbbfejlesztése; ártér-reaktiválás szabályozott vízvezetéssel” címmel, és azzal egyidejűleg a 2004-2007 évekre szóló megvalósítási program. 2003 őszén megszületett a Vásárhelyi Terv továbbfejlesztésének I. ütemének megvalósítását előíró Kormányhatározat, mely 11 tározó létesítését irányozta elő. Ezek közül az egyik a Cigánd-Tiszakarádi tározó volt.



1. ábra. A VTT keretében megvalósult projektek (2004-2021 között)

2004 áprilisára elkészült a Cigánd–Tiszakarádi árvízi tározó engedélyezési terve, ami nem tartalmazta ugyan a tájgazdálkodási elképzelések megvalósításához szükséges műszaki létesítmények terveit, de figyelembe vette az addig ismertté vált tájgazdálkodási elvárásokat.

A Bodrogi tájgazdálkodás tervezésének előmunkálatai 2001-2002-ben kezdődtek el. A tervezési munka legfontosabb előzményének a Vásárhelyi Terv

továbbfejlesztése tudományos megalapozás alprogram keretében „A Cigánd–Tiszakarádi árvízi tározók természetserű hasznosításáról, és a hozzá kapcsolódó árvízvédelmi, vidékfejlesztési, tájrehabilitációs tervek megvalósításáról” című kutatási jelentés tekintendő. A kutatási jelentés nagymértékben támaszkodik „A Bodroglók Természettel Együttműködő Tájgazdálkodási Rendszerének Koncepciója. „Az utolsó szalmaszál” térségfejlesztési programot megalapozó ökológiai, történeti, köz, és környezetgazdasági elemzések szintézise” című munkára (Botos et al. é.n.)

A VTT keretében végzett kutatás megállapította:

- A Bodroglókban lehetőség van a vízrendszer fokozatos helyreállítására, a víz bevezetésére, és a vízfelesleg elvezetésére, eltávolítására. Az így kialakított vízrendszer kistáji szinten képes a vízháztartás szélsőségeinek mérséklésére, kiegyenlítésére.
- A vízrendszer fokozatos helyreállításával párhuzamosan a gazdasági szerkezet (s így a tájhasználat) is átalakítható.
- Az új gazdasági szerkezet tájhasználatát összeegyeztethető a víz visszatartásával, s illeszthető a komplex (ökológiai, tájgazdálkodási, környezetvédelmi, gazdaság-fejlesztési) célokhoz.
- A társadalmi élet szereplői között kialakítható a mezőgazdasági szerkezetváltáshoz nélkülözhetetlen konszenzus.

A kutatási eredményekre alapozva részletes műszaki-hidrologiai tanulmány készült az alábbi célokkal:

- Az előzetes kutatás eredményeire alapozva további vizsgálatok és feltárások végzése a tervezett tájgazdálkodás vízigényeinek részletes elemzése, kielégíthetőségének biztosítása érdekében.
- A Vásárhelyi-terv keretében megvalósuló Cigánd–Tiszakarádi árvízi tározó által adódó lehetőségek tájgazdálkodási célú optimális kihasználása.
- A tájgazdálkodást lehetővé tevő vízellátó rendszer beillesztése a Bodroglók belvízrendszerbe úgy, hogy közben a belvízelvezetés lehetőségei ne romoljanak, inkább javuljanak.
- A tájgazdálkodási célú elárasztás–vízelvezetés optimális módjának koncepcionális szintű kidolgozása. (Az árasztáshoz szükséges vízmennyiségek és vízhozamok meghatározása, az árasztás–vízelvezetés lehetséges műszaki változatainak bemutatása, a javasolt megoldás számítógépi 1D-2D modellezéssel való igazolása, a tájgazdálkodás későbbi igényeihez igazodó további vízpótlási lehetőségek feltárása, előzetes elemzése.)
- Az engedélyezési tervek kidolgozásának, valamint a KIOP Árvízvédelmi-tájgazdálkodási program pályázati anyagainak műszaki-hidrologiai megalapozása.

A műszaki hidrologiai tanulmány a fentiekén túl vizsgálta a tájgazdálkodási lehetőségek kiterjesztését további bodroglók területre, így:

- A Tiszakarádi főcsatorna balparti területe Cigánd és Tizzacsermely között;
- A Vásárhelyi-terv második ütemében tervezett Tiszakarádi-árvízi tározó területe;
- A Felsőberecki-főcsatorna menti területek a Vajdácska csatorna menti területekkel együtt;
- A Pácin- és a Karcsai-Karcsa holtágak.

Tehát lényegében egy *olyan koncepcióterv készült, amelyre alapozva a meghirdetett „Víz a tájba!” program viszonylag gyorsan kiterjeszhető lenne a Bodroglköz jelentős részére.*

3.2. A megvalósult Cigánd-Tiszakarádi árapasztási és tájgazdálkodási rendszer műszaki megoldása

A Vásárhelyi Terv továbbfejlesztése program első beruházása a KIOP konstrukció keretében 2004-2007 között valósult meg és két fő részből áll:

- Cigándi árapasztó tározó
- Tájgazdálkodási vízrendszer, mely a későbbiekben két projekt keretében és ütemben valósult meg.

3.2.1. A cigándi árapasztó tározó

A Cigánd-Tiszakarádi árvízi tározó a 2.02. számú Bodroglközi ártéri öblözetben, Nagyrozvágy, Cigánd és Pácin települések közigazgatási területén épült. Határait a Tisza felől a meglévő 08.05. számú, Zalkod-Zemplénagárdi árvízvédelmi töltés Ricsei szivattyútelep és Cigándi közúti híd közötti ~ 300 m-es szakasza, valamint a megépítendő új töltések alkotják.

Az árvízi tározó általános adatai:

• A vízkivétel helye:	Tisza 597,8 fkm
• MÁSZ:	103,12 mBf
• Tározási szint:	99,00 mBf
• Töltéskorona:	100,00 mBf
• Térfogat:	94 millió m ³
• Vízfelület:	24,7 km ²
• Átlagos vízmélység:	3,8 m
• Átlagos töltésmagasság:	4,50 m

A vízbeeresztő és leeresztő műtárgy:

A tározó feltöltését és leürítését a Tisza 597+800 fkm (a jobb parti töltés 48+130 tkm) szelvényébe tervezett hétnyílású zsilipes műtárgy biztosítja. A műtárgy tervezett küszöbszintje – figyelembe véve a terület legmélyebb terepszintjét, és a tájgazdálkodás vízigényeit – három nyílás esetében 95,00 mBf, a többi négy nyílás esetében, 96,00 mBf.

A vízbeeresztő és leeresztő csatorna:

A vízbeeresztő és leeresztő csatorna biztosítja a tározó összeköttetését a Tiszával. Két részből áll: a vízbeeresztő és leeresztő műtárgyhoz vezető 0,5 km hosszúságú hullámtéri és a műtárgytól a tározótérbe vezető 3,3 km hosszúságú, mentett oldali szakaszból. Fenékszintje a hullámtéri részen és a 2+800 fkm szelvényig 95,00 mBf, amely a 3+050 fkm szelvényig, 4 ‰-es eséssel 94,00 mBf szintig süllyed.

Az árvízi tározó töltései:

A tervezett árvízi tározó határait többségében új lokalizációs töltések, valamint a Tisza jobb parti Zalkod-zemplénagárdi árvízvédelmi töltés, Ricsei szivattyútelep és Cigándi közúti híd közötti ~ 300 m-es szakasza alkotják.

A töltést keresztező műtárgyak:

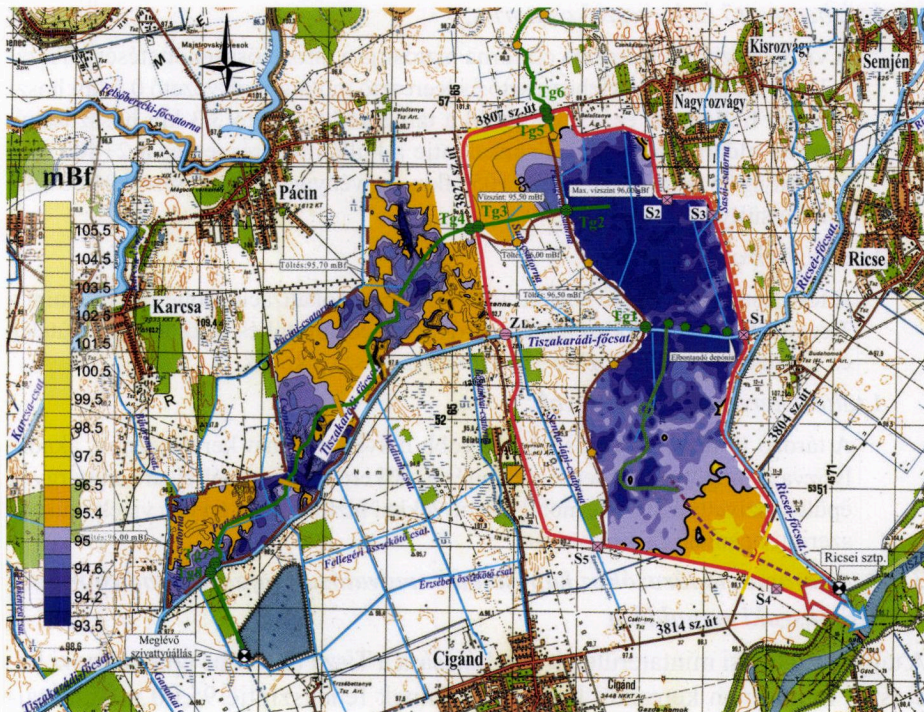
A tározó töltései több, kisebb-nagyobb belvízcsatornát kereszteznek, akadályozva a mögöttes terület víztelenítését. A keresztezéseknél elzáró műtárgyak épültek szivattyúállással, mobil szivattyúkkal biztosítva az érkező vizek szükség szerinti beemelését a tározóba.

3.2.2. Az árapasztó tározóhoz kapcsolódó megvalósult tájgazdálkodási mintaterület műszaki megoldása

A tájgazdálkodási mintaterületek vízellátására a Tisza töltésébe épített árvízi beeresztő műtárgyon keresztül kerül sor, aminek fenékszintje 95,00 mBf. A tájgazdálkodásba bevonandó területek (2. ábra):

- A Cigánd-Tiszakarádi árvízi tározó mélyfekvésű területei.
- Az árvízi tározótól É-ra fekvő terület a szlovák határig. Itt a cél kettős: egyrészt vízzel lehet ellátni a magyar-szlovák határ és az árvízi tározó É-i része közötti természetes holtmedreket, melyek fenékszintje 95,00 mBf, vagy az alatti; másrészt a későbbiekben vizet lehet juttatni a magyar-szlovák határt képező Karcsa-éren keresztül a Pácini-Karcsába és esetleg a Karcsai-Karcsába.
- A tározótól Ny-ra a Tiszakarádi-főcsatornától É-ra a Pácini csatornáig fekvő területen végigvonuló erek, tavak, mély területek, legelők.

A tájgazdálkodás igényei szerint a tiszai vizek kivezetésére és az árasztásokra március-április hónapokban, a visszavezetésre, illetve a továbbvezetésre május hónapban kerülhet sor. Az előzetes hidrológia számítások szerint, tájgazdálkodási céllal a Tiszából kieresztett vízhozam 5-10 m³/s közötti értékek között váltakozhat, a mindenkori konkrét üzemvitel és vízháztartási állapot függvényében. A magasabb kieresztési vízhozamokat a fejtározó gyorsabb feltöltése indokolhatja. A kieresztések időtartama és vízhozama függ a konkrét tiszai árhullám tartósságától, illetve az adott évi konkrét tájgazdálkodási vízigénytől. Az előzetes számítások alapján a kieresztések időtartama maximum 20-35 nap között váltakozhat.



2. ábra. A cigándi árapasztó tározóhoz kapcsolódó tájgazdálkodási mintaterület előntési képe

A javasolt változat É felé $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$, Ny felé $5 \text{ m}^3/\text{s}$ víz továbbvezetésének feltételeit teremti meg. A Nyugati mintaterületek vízárasztását úgy kell megvalósítani, hogy a tájgazdálkodási mintaterület irányából jelentős mennyiségű víz ne terhelje a Tiszakarádi-főcsatornát, tekintettel a kizárólagosan meglévő szivattyús vízviSSzevezetés lehetőségére. A mintaterületről túlfolyó vizeket döntően a meglévő Erzsébet-tanyai belvíztározóba kell juttatni az Erzsébet-tanyai társulati csatornán keresztül.

A megépült változatban az árvízi tározót lényegében É-D irányban futó, ka-nyargó töltéssel kettéosztották. A töltés koronaszintje $96,00 \text{ mBf}$ és $96,50 \text{ mBf}$ szintek közötti. Az árvízi tározótér D-i felén a kettészelő töltés kb. a Szennalápi-csatorna tározóba lépésétől kiindulva zárja körül Ny-ról a D-i tározótér mélyebb területeit, megvalósítva egyszerre a tájgazdálkodási célokat és hordalékfogó funkciókat is. Az így körülhatárolt területen $96,00 \text{ mBf}$ maximális vízzinttel egy ún. „fejtározó” vagy más néven ideiglenes tározótér alakul ki, amely a Tiszakarádi-főcsatornát lefedve, érinti az árvízi tározótér K-i részének É-i és D-i oldalát. Ebből a „fejtározóból” biztosítható a vízutánpótlás a tározótér kívüli tájgazdálkodási mintaterületek felé (3. ábra).



3. ábra. A cigándi árapasztó tározóhoz kapcsolódó tájgazdálkodási műtárgyak

A Tiszakarádi-főcsatorna alatti, D-i tározótérben a tiszai vízkivételtől induló „vezérárok” által szállítandó vizet a jelenlegi Almászugolyi-csatorna nyomvonalán kialakítandó nagy vízszállító-képességű, kialakítandó vápa vezet a Tiszakarádi-főcsatorna felé.

A Tiszakarádi-főcsatorna feletti, É-i tározótérbe a tározó déli területéről származó víz a Tiszakarádi-főcsatorna jobb partjára érkezik. Az É-i tározótér K-i felén (ún. Pallagcsai-öblözetben) a szétterült víz a terepadottságoknak megfelelően árasztja el a Pallagcsai-öblözetet. A Pallagcsai-öblözetet K-ről és ÉK-ről az árvízi tározótöltés határolja, Ny-on pedig a Pallagcsai-csatorna jobboldali depóniáját (partját) követő, É-D-i elválasztó töltés zárja le.

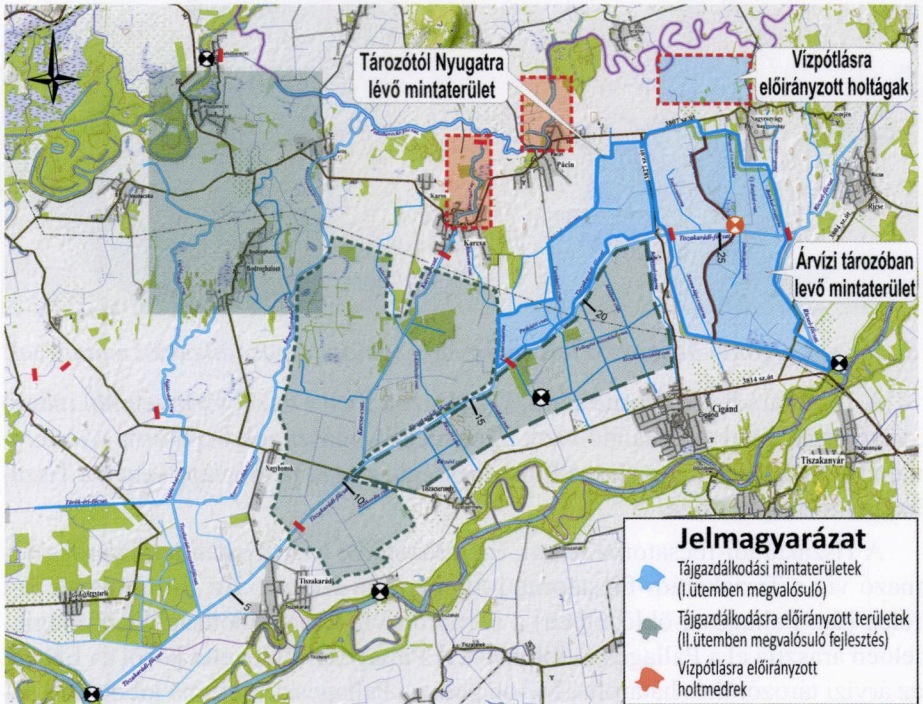
A meglévő belvíztározó feltöltése a meglévő Erzsébeti-csatorna jó karba helyezett meglévő vízkivételi műtárgyán és a kitisztított csatornán keresztül történik a tározó mellett jelenleg is meglévő 1,2 m³/s kapacitású szivattyúállás segítségével.

Az árasztási területre eső anyaggyödröket természetes úton feltöltötték, illetve azok befogadják közvetlen környezetük belvizeit. Az anyaggyödrök halivadék nevelő funkcióját az árvízi tározó engedélyes terve írja le részletesen.

3.2.3. A tájgazdálkodási mintaterület bővítési lehetőségeinek elvi műszaki megoldásai

A Bodrogi tájgazdálkodási program az érdekeltek akkori elképzelései szerint a mintaterületi tapasztalatok alapján tovább folytatódhat (4. ábra). A mintaterületre készített megvalósíthatósági elemzések során ezért a tájgazdálkodás további vízellátását biztosító megoldások koncepcionális feltárását is elvégeztük:

- A Tiszakarádi főcsatorna balparti területe Cigánd és Tiszacsermely között;
- A Vásárhelyi-terv második ütemében tervezett Tiszakarádi-árvízi tározó területe;
- A Felsőberekci-főcsatorna menti területek és a Vajdácaska csatorna menti területek együtt;
- A Pácini- és a Karcsai-Karcsa holtágak.



4. ábra. A cigándi tájgazdálkodási rendszer bővítési lehetőségei

A Tiszakarádi-főcsatorna balparti területeinek vízellátási lehetősége

A mintaterületi program keretében megvalósuló fejlesztések jó alapot teremtenek a Tiszakarádi-főcsatorna balpartján később megvalósuló tájgazdálkodásnak is. Ehhez a Tiszakarádi-főcsatornát 94,80 - 95,00 mBf szintre kellene duzzasztani, ami 40-60 cm-el magasabb a jelenlegi mértékadó vízszintnél. Az esetleges duzzasztás hatásait meg kell vizsgálni.

Vízátvezetési lehetőség a Karcsai-ér irányába

A Cigánd-Tiszakarádi árvízi tározó irányából a vízátvezetésre a Diós-érig, illetve a Horgas-tóig kiépülő Északi átvezető csatornán keresztül nyílik lehetőség. Előzetes tájékoztató geodéziai felmérésekkel megállapítottuk, hogy a magyar-szlovák határt képező Karcsa-ér alsó szakaszának fenékszintje a Diós-értől a Pácini-Karcsáig 95,10-95,65 mBf között van, tehát kb. 60-80 cm közötti kotrással csatlakoztatható lenne az Északi átvezető csatornához a Diós-éren keresztül.

A vízátvezetésre a Pácini- és a Karcsai-Karcsa vízpótlása érdekében kerülhetne sor. Ezek a holtágak a kistérség turisztikai fejlesztési programjában játszanak fontos szerepet. Tekintettel a tervezett horgászati-rekreációs hasznosításra a cél a vízszint megfelelő szinten tartása és a kedvező vízminőség biztosítása lenne.

Vízkivezetési lehetőség a Bodrogból

A jövőbeni Bodrogbózi tájgazdálkodási területek egy jelentős részének vízellátására a Bodrogon lévő Felsőberecki zsilipen keresztül is van lehetőség, mivel a tiszalöki duzzasztás hatása itt is érvényesül. Vízkivezetésre elsősorban március-május hónapokban van lehetőség a Felsőberecki főcsatorna melletti mélyebb területekre.

A Felsőbereckinél esetlegesen megvalósuló vízkivezetési elképzelésekhez jól illeszkedhet a Latorcából történő vízkivezetés is. A Latorcából kivezetett víz lehetőséget teremtene a szlovákiai Tice rehabilitációjára is, amit a 80-as években a szlovák fél koncepcionálisan már megvizsgált. A Latorca vize eljuthatna a Pácini-Karcsába és a Karcsai-Karcsába is, növelve ezzel a határmenti bodrogbózi tájgazdálkodási területek vízellátásának megbízhatóságát.

A Cigándi, a Felsőberecki és a Latorcai vízkivezetés jól kidolgozott üzemrend esetén egymást kiegészítve, együttesen optimálisan szolgálhatnák a Bodrogbózi tájgazdálkodási programot.

A tájgazdálkodási célú vízellátó-vízvezető rendszer akkor lenne komplex, ha Tiszacsermely térségében megépülne a Vásárhelyi-program második ütemében tervezett árvízi tározó a 94,00 mBf küszöbszintű ki-beeresztő tiszai árapasztó műtárggyal együtt. A Tiszacsermelyi árvízi zsilip az év egy részében megteremtené a gravitációs vízvezetés lehetőségét, illetve szabadabban és rugalmasabban alakítaná a tájgazdálkodási területek vízgazdálkodását.

3.2.4. A megvalósult „Tájgazdálkodási infrastruktúra fejlesztése a Bodrogbózi és benne a Cigándi árvízszint-csökkentő tározó területén” projekt műszaki tartalma

2012-ben a „KEOP-7.2.1.3/10-11-2011-0004 azonosító számú, „Tájgazdálkodási infrastruktúra fejlesztése a Bodrogbózi és benne a Cigándi árvízszint-csökkentő tározó területén” című projekt vizsgálta tovább a tájgazdálkodási,

tájhasználat-váltási, természetvédelmi lehetőségeket (a kedvezményezett a Bodrogmenti Vízgazdálkodási és Talajvédelmi Társulat volt).

A projekt szakmai tartalma teljes mértékben illeszkedik az árapasztó tározó tájgazdálkodási mintaprojektjéhez. Szakmai tartalma a következő (5. ábra):

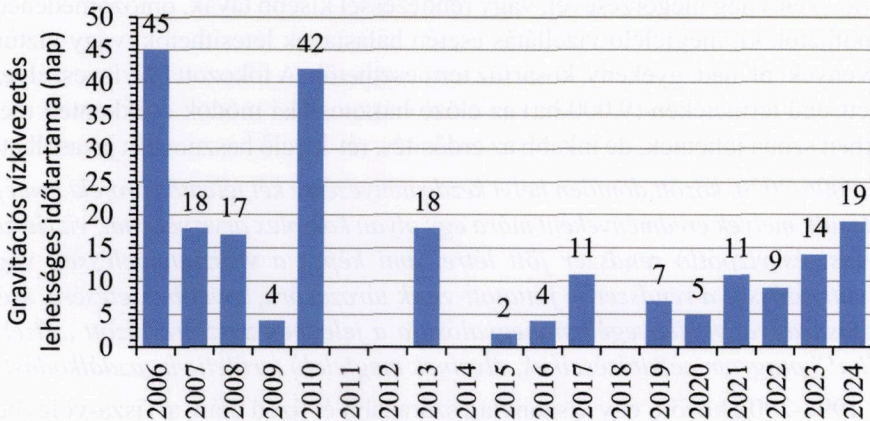
- szivattyútelepek építése a Tisza 597,8 fkm szelvényében (tiszaí vízpótlás),
- depóniaépítés a tájgazdálkodási vápa mentén a Cigándi tározó területén,
- vízkormányzási kisműtárgyak építése a tájgazdálkodási depóniában (18 db),
- keresztező műtárgy építése a Tiszakarádi főcsatornán,
- társulati csatornák rekonstrukciója a belvizek mélyebb területekre való elvezetésére (43 km),
- Erzsébeti tározó rekonstrukciója (depónia partbiztosítás, partrendezés).



5. ábra. A cigándi tájgazdálkodási infrastruktúra továbbfejlesztése a Bodrogmenti Vízgazdálkodási Társulat által (2012-2014 között)

3.2.5. A Bodrogközi tájgazdálkodási rendszerek működési tapasztalatai

A 2004-2012 között kiépült vízpótló és vízkormányzó, tájgazdálkodást segítő rendszer 2024-ig sajnos egyetlen alkalommal sem üzemelt, pedig gravitációs kivezetésre 231 napon keresztül lett volna lehetőség (6. ábra). Ennek okán ebben a szelvényben a szivattyús vízkivétel kialakítása fontolható meg, a vízpótlás időintervallumának növelésére.



6. ábra. A cigándi tájgazdálkodási területek gravitációs vízellátási lehetőségének évenkénti napjai

4. Komplex fejlesztések a beregi vízrendszerben

4.1. A beregi vízrendszer fejlesztésének előzményei

A Beregi vízrendszer nagyobb ütemű kiépítése a 19. század második felétől indult el. Nagyjából az első 100-120 évben – mint a Tisza-völgyben mindenhol – a fő célkitűzés a káros vizek elvezetése volt, tekintettel az öblözet nagy belvízveszélyeztetettségére.

A Beregben már 2001-től kezdődően elindult a gondolkodás a rendszer továbbfejlesztéséről. Ennek egyik központi eleme volt, hogy az árvízi és belvízi helyzetek kezelése mellett figyelmet kell fordítani a vízkészletekkel való gazdálkodásra, a talaj-és vízgazdálkodási adottságokhoz jobban igazodó mezőgazdálkodásra, valamint a vízhez kapcsolódó természeti értékek védelmére.

A Földművelési és Vidékfejlesztési Minisztérium (FVM) részére 2005-ben készített VIZITERV Consult (a későbbi Environ) tanulmány szerint: „Mivel a térség meghatározó életeleme a víz, ezért a területek hidrológiai stabilitását biztosítani kell. Át kell vizsgálni az évtizedekkel ezelőtt kialakított mesterséges vízrendszerek szükségességét, funkcióját. Célul kell kitűzni a vízvisszatartások természetvédelmi

igény szerinti megvalósítását. *Összhangot kell teremteni a mezőgazdasági, ökológiai vízigények között. A műszaki beavatkozások a vagyon és életvédelem fenntartása mellett szolgálja a természetvédelmi érdekeket is.*”

A tanulmány részletesen foglalkozik a különböző belvízveszélyeztetettségű területek sajátosságaival, és javaslatot ad azok hasznosítására. A nagy belvízveszélyeztetettségű területeket (2.000 ha) vagy eredeti állapotában kell hagyni az ott lévő élővilág megőrzésével, vagy rendezéssel kisebb tavak, öntözőmedencék alakíthatók ki, megfelelő vízellátás esetén halastavak létesíthetők, vagy víztűrő növények, pl. nád, gyékény, kosárfűz termesztetők. A fokozott belvízveszélyeztetettségű területeken (9.000 ha) az előző hasznosítási módok csökkentett mértékben szóba jöhetnek, de inkább az erdősítés, rét-legelő hasznosítás javasolható.

2006-2020. között döntően helyi kezdeményezésre két jelentős projekt is megvalósult, melyek eredményeként mára egy olyan komplex árvízvédelmi, vízvisszatartási és vízpótló rendszer jött létre, ami képes a vízszintemeléssel, vagy szivattyúzással a rendszerbe juttatott vizek tározására, továbbvezetésére, szétosztására, vagyis lényegében megvalósítja a jelenben zászlóra tűzött „Vizet a tájba!” program célkitűzéseinek, elveinek megfelelő területi vízgazdálkodást.

1998-2002 között, egy viszonylag szárazabb évtized után, a Tisza-völgyben egymást követték a rendkívüli árvizek, amelyek több szelvényben többször is megdöntötték az addig észlelt maximális vízszinteket. A magas tiszai árvizek jelentős belvízi előntésekkel és a mellékvízfolyások rendkívüli árvizeinek sorozatával párosultak. 2001 márciusában, amikor a Tisza jobb parti töltése a későbbi beregi projekt célterületén Tarpa és Tivadar között átszakadt, a beregi öblözet szinte minden településéről ki kellett a lakosságot menteni. A kitört víz áttért a magyar-ukrán országhatáron, és Ukrajnában is igen jelentős károkat okozott. Az árvizek rámutattak arra, hogy a tiszai árvízvédelmi rendszer nem rendelkezik megfelelő tartalékokkal (Illés 2001, 2004, Szlávik 2003a, 2003b).

A probléma megoldására indult meg az a tervezési folyamat, aminek eredménye a *Vásárhelyi Terv továbbfejlesztése* (VTT) elnevezésű program. A fejlesztés árvízvédelmi szempontból azt a célt tűzte ki, hogy a Tisza mentén az érvényes mértékadó árvízszinthez képest 1,0 m-rel magasabban levonuló jégmentes árvíz szintje legalább 1,0 m-rel csökkenjen, vagyis a mértékadó árvízszinteknél magasabb vízszintek a Tiszán ne alakuljanak ki. A stratégiai terv az árvizek elleni védelem megoldására árapasztó tározók építését és a nagyvízi meder vízártókapó képességének helyreállítását irányozza elő, az 1%-os valószínűségű árhullámra kiépített árvízvédelmi töltések tartalékként (Váradí 2010).

Az árapasztó tározókat úgy kell kialakítani, hogy azok lehetőség szerint már a kezdetektől javítsanak a környezeti, természeti állapoton, mind a tározótéren

belül, mind azon kívül. Ugyanakkor illeszkedjenek a területfejlesztési elképzelésekhez, az EU irányelvekhez. A későbbiekben tegyék lehetővé a hullámtéren a fenntartható földhasználat, művelési ág-váltást, a tározókban az ártéri gazdálkodás fokozatos kialakulását, a Tisza menti tájfejlesztést.

A Beregi tározó és a hozzá kapcsolódó vízrendszer komplex fejlesztésének előkészítése – egyedülként a VTT fejlesztések közül – helyi kezdeményezésre alapozva 2006-2008 között magyar-ukrán közös Interreg finanszírozású projekt keretében indult, majd egy KEOP-program részeként folytatódott. Minden munkaszakaszban folyamatos volt az egyeztetés és konzultáció a helyi érdekeltekkel, civil szervezetekkel, önkormányzatokkal és a különböző helyi és országos szakmai szervezetekkel. Így a megvalósításra kiválasztott változat tükrözi az érintettek javaslatait, észrevételeit. Ez tette lehetővé a későbbiekben a projekt széleskörű társadalmi elfogadottságát.

A beregi térség árvízvédelmi, vízgazdálkodási fejlesztéseinek tervezése az öblözet országhatárral való osztoottsága miatt magyar-ukrán szoros szakmai együttműködéssel zajlott. Ennek keretében a magyar fél javaslata volt, hogy a beregi árapasztó tározó és a hozzá csatlakoztatható tájgazdálkodási, természetvédelmi, belvízvédelmi tervezés-előkészítő munkákat célszerű összekapcsolni és összehangoltan végezni.

Ennek az összehangolt munkának az eredményeként született meg, majd valósult meg a „Beregi komplex árapasztási ártérrevitalizációs és tájgazdálkodási létesítmény rendszer” projekt. Tehát ebben az esetben megvalósult a VTT-nek az az eredeti célkitűzése, hogy annak nemcsak az árvízi biztonságot kell szolgálnia, hanem a területfejlesztést, a természetvédelmet, a tájgazdálkodást, a folyó és az ártér összekapcsolását, a vízvisszatartást és szükség esetén a vízpótlást is.

A 2018-ra elkészült beruházás tehát már akkori állapotában is megfelelt a „Vízet a tájba!” program fő célkitűzéseinek.

2015-2018 között – a fenti projekttel teljes összhangban – egy második projekt is zajlott, a tájgazdálkodási infrastruktúra továbbfejlesztése érdekében, olyan helyeken, amelyekre az előző projekt nem terjedt ki.

A projektek műszaki tartalmát röviden az alábbiakban foglaljuk össze.

4.2. A megvalósult 1. projekt műszaki tartalma

A Beregi komplex árapasztási ártér-revitalizációs és tájgazdálkodási létesítményrendszer (KEHOP, OVF, FETIVIZIG) fejlesztésének műszaki tartalma két fő részből áll:

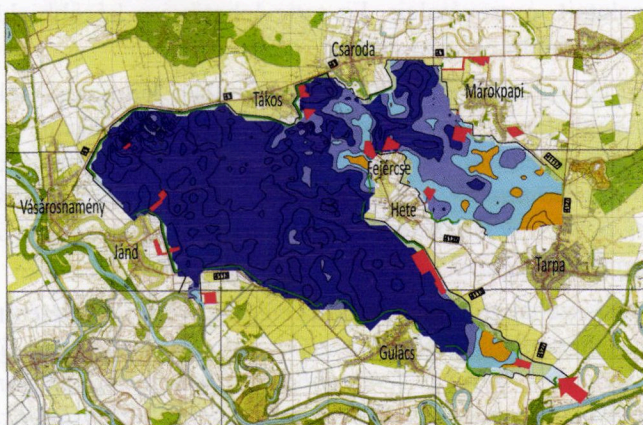
- Árapasztást biztosító létesítmények,
- Az árapasztáshoz szorosan illeszkedő, vízgazdálkodást javító létesítmények,

melyek közvetlenül elősegítik a természetvédelmi és tájgazdálkodási célkitűzéseket, valamint a káros belvizek elvezetését.

4.2.1. A Beregi árapasztó tározó

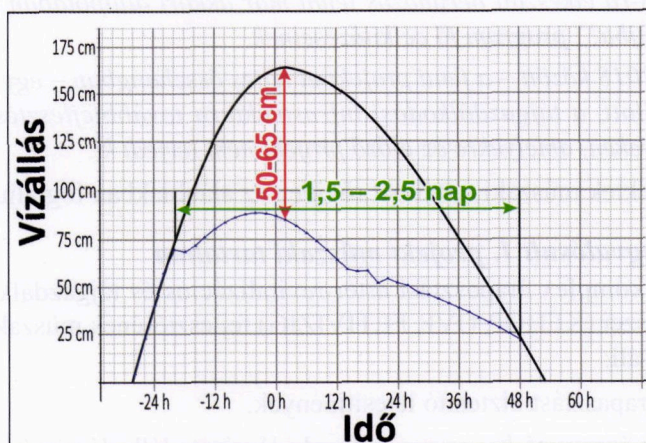
A töltéssel körülvett árapasztó tározótér a Gergelyiugornya (Vásárosnamény), Jánd, Gulács, Tivadar, Tarpa, Hetefejércse, Márokpapi, Csaroda és Tákos közötti térségben fekszik (7. ábra). Az árvízi tározó főbb adatai:

- Vízkivétel: Tisza, Tivadar
- Árapasztási vízkivétel kapacitása: 600-1000 m³/s
- Vízpótlási kapacitás: 5 m³/s
- Tározó térfogata: 58 millió m³
- Tározó területe: 60 km²



7. ábra. A beregi árapasztó tározó előntési képe árapasztáskor

8. ábra. Az árapasztás hatása a mértékadó Felső-Tiszai árhullámképre



A vízbeeresztő árapasztó-vízpótló nagyműtárgyba, csőáteresz jellegű vízátvezető nyílást alakítottak ki a vízpótlási célú vízbeeresztéshez, terepszint alatti mélyvezetéssel.



1. kép. A beregi árapasztó tározó beeresztő nagyműtárgya vízpótlási időszakban

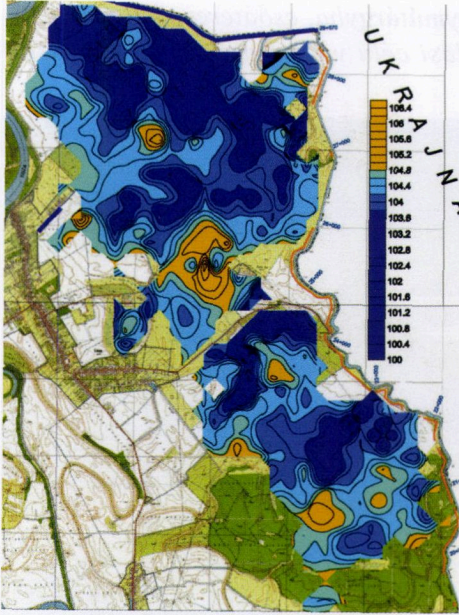
4.2.2 Többcélú Lónyai fióktározó

A fióktározóban történő vízvisszatartás a Beregi árapasztó tározó ürítése esetén, illetve a mértékadót megközelítő belvízhullámok esetén válhat szükségessé (9. és 10. ábra).

4.2.3 Az ártéri vízgazdálkodási rendszer továbbfejlesztése

A vízrendszer továbbfejlesztése az árapasztó tározó gyors leürítése, valamint a vízgazdálkodási-vízkezelési-vízpótlási lehetőségek javítása érdekében történt. A rendszer elemei:

- *Vízpótló csatorna:* az árapasztó nagyműtárgyat úgy alakították ki, hogy az árapasztási vízhozam mellett képes legyen „kisebb”, 5-8 m³/s víz kivezetésére is, 400–450 cm-t meghaladó tiszai, tivadari vízállások idején.
- *Vízpótlás kialakítása Tiszaszalkánál:* a természetvédelmi-tájgazdálkodási célú vízpótlásba bekapcsolható a meglévő tiszaszalkai zsilip. Erre az elmúlt években már többször is volt példa. A zsilipen keresztül a Szipa-Csaronda rendszer egy része látható el vízzel.



9. ábra. A Lónyai fióktározó elöntési képe belvíztározáskor



10. ábra. A Lónyai fióktározó elöntési képe tájgazdálkodási üzemmódban



2. kép. A Tisza-Tiszaszalkai zsilip vízpótlási üzemmódban

- *Fenekküszöbök a Csarondán és a Szipán: a Csarondán 5 helyen (bele számítva a már megépültet is) és a Szipán egy helyen alakítanak ki fenékküszöböket. Ezek célja: a Csaronda melletti mélyebb területekre, holt-medrekbe való vízkivezetés feltételeinek javítása.*



3. kép. Vízpótlási célú fenékküszöb a Csaronda-főcsatornán

- *Meglévő vízkormányzó műtárgyak felújítása, és újak építése a helyi vizek visszatartására, összesen 32 helyen (11. ábra). A helyi vízvisszatartás kettős célt szolgál: térségi szinten általában, helyi szinten konkrétan javítja a vízháztartási viszonyokat, vizes élőhelyek revitalizációja történik általuk; illetve helyenként támogatja a mezőgazdálkodás szerkezetváltását (a tájhasználat-váltást).*

A 2008-2017 között történt fejlesztések keretében összesen 61 helyen alakítottak ki vízvisszatartási lehetőséget. Ezek 2/3-a tiszai vízpótlásból érkező vizek tározására is alkalmas, egyidőben összesen mintegy 6-7 millió m³ mennyiségben.

4.3. A megvalósult II. projekt műszaki tartalma

A II. projekt [a tájgazdálkodási infrastruktúra fejlesztése a Beregben és benne a Beregi árvízszint-csökkentő tározó területén (KEHOP, OVF, FETIVIZIG)] az elsővel teljes összhangban, azt kiegészítve újabb vízpótlási lehetőségeket remített, illetve további vízvisszatartó és vízkormányzó létesítmények épültek. A kivitelezési munkák 2015-2019 között folytak.



11. ábra. A Beregi vízrendszerben két projekt keretében megvalósult tárgzaldálkodási létesítmény-rendszer

A projekt műszaki tartalma:

Szivattyúállások létesítése a Tisza 706,94 és 715,45 fkm szelvényeiben.

Az egyik szivattyúzási hely a Tisza 706,94 fkm szelvényében van, amely a beeresztő műtárgy szelvényével azonos és a tájgazdálkodási vízpótló csatorna Tiszához való csatlakozásánál van. Itt a szivattyúzás a vízpótló csatorna medrébe történhet a torkolat elzárásával. A szivattyúval kiemelt vízmennyiség közvetlenül az árapasztó területére juttatható, a Makócsán, illetve a 19. sz. csatornán a Szipa-főcsatornába vezethető. A Csaronda-főcsatorna irányába kormányozva a víz tetszés szerint eljuttatható a Beregi öblözet északi területeire is, egészen a Lónya térségi magyar-ukrán határszelvényig.

A másik szivattyúzási hely a Tisza a 715,45 fkm szelvényében található, ahonnan a kiemelt vízmennyiség az árvízvédelmi töltésen keresztül egy ~2,0 km hosszú vízpótló csatornába, majd a Diáksánc II. és a Diáksánc-csatornán keresztül a Szipa-főcsatornába kerülhet, innen pedig továbbvezethető a Csaronda irányába.

Vízvisszatartó és vízkormányzó műtárgyak építése a beregi vízrendszer területén

A hatékony belvízvisszatartáshoz és a Tiszából kivezetett, illetve szivattyúsan kiemelt vizek megfelelő hasznosításához, valamint az anyagnyerőhelyek vizes élőhelyé vagy vízfelületté alakításához 26 kisebb-nagyobb vízi műtárgy épült.

Anyagnyerőhely rendezése, vizes élőhelyé alakítása

A megépült árvízvédelmi létesítményekhez (korábbi és jelenlegi árvízvédelmi töltésfejlesztés, Beregi árapasztó tározó, Lónyai fióktározó) kapcsolódóan összesen 15 anyagnyerőhelyen (mintegy 87 ha területen) lehetővé vált vizes élőhelyek, illetve állandó vizek kialakítása.

Csatorna rekonstrukció a tájgazdálkodási vízpótlás és belvízkormányzás hatékonyabbá tételére.

A projekt a tározók területén belül, illetve a Szipa-, a Csaronda-, valamint a Dédai-Mitz-főcsatorna menti holtágak esetében megteremtette a vízkormányzás (vízpótlás, vízvisszatartás) lehetőségét. Ahhoz, hogy ez a térfogat jól hasznosuljon, szükség volt a hozzájuk csatlakozó csatornák felújítására, helyenként rövidebb új csatornák építése. *A rekonstrukció alá vett csatornák hossza 56 km.*

Vízpótló csatornák

Tarpai vízpótló csatorna

A Tisza jobb part 715,45 fkm szelvényében lévő szivattyúzási helyen kiemelt víz a Tarpai vízpótló csatornával, a Diáksánc II. és a Diáksánc-csatornán keresztül a Szipa-főcsatornába vezethető.

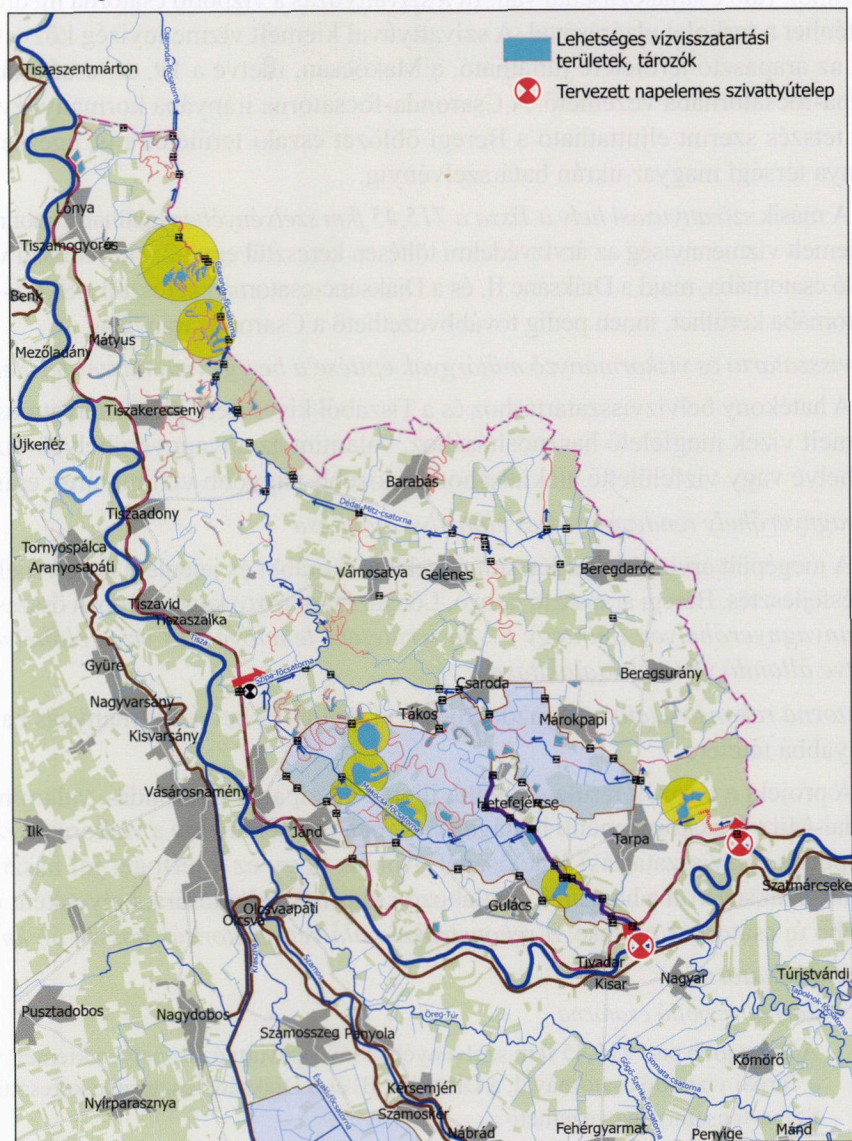
Gelénesi vízpótló csatorna

A Gelénesi vízpótló csatornával a Gelénes-csarodai holtmedret kötöttük össze

a Gelénes belterület határában lévő 040 hrsz anyaggödör területtel. A Gelénes-csatornai holtmederben a víz visszatartása a beregi árapasztó tározó projektben megvalósult fenékküszöbvel biztosítható 108,00 mBf szintig.

A6 anyagnyerőhely vízpótló csatorna

A vízpótló csatorna az A6 anyagnyerőhely vízellátását biztosítja.



12. ábra. A Beregi tájgazdálkodási vízrendszer továbbfejlesztési lehetőségei

4.4. A Beregi vízrendszer továbbfejlesztési lehetőségei

A továbbfejlesztési javaslat megfogalmazásakor abból indultunk ki, hogy a Tiszán Tarpánál és Tivadarnál 2 db állandó szivattyútelep tervezése 2025-ben befejeződik, összesen mintegy 2.0-2,5 m³/s teljesítménnyel. Ez a két létesítmény 200 nap/év üzemeltetéssel számolva évi 30-35 millió m³ vizet képes a rendszerbe juttatni. Ennek a vízmennyiségnek a területi elhelyezéséhez további területeket kell bevonni a víztározásba. Az erre irányuló lehetőségeket a vízügyi igazgatósággal együttműködve megvizsgáltuk. Kijelöltük a víztározásra, illetve medertározásra alkalmas, potenciálisan szóba jöhető területeket (12. ábra). Ezeknek az elképzelt tározóknak az együttes térfogata elérheti az 5-10 millió m³-t.

A Beregi rendszerben a korábbi megvalósult, illetve a most feltárt lehetőségekkel együtt egyidőben összesen tehát 10-15 millió m³ víz helyezhető el. Amennyiben ezeket a területeket évente átlagosan két alkalommal töltjük meg, a tervezett két szivattyútelep ezt tudja biztosítani.

Az eddig kiépült, illetve kismértékben még továbbfejlesztendő rendszer mintegy 30-35 millió m³ víz befogadására lehet alkalmas.

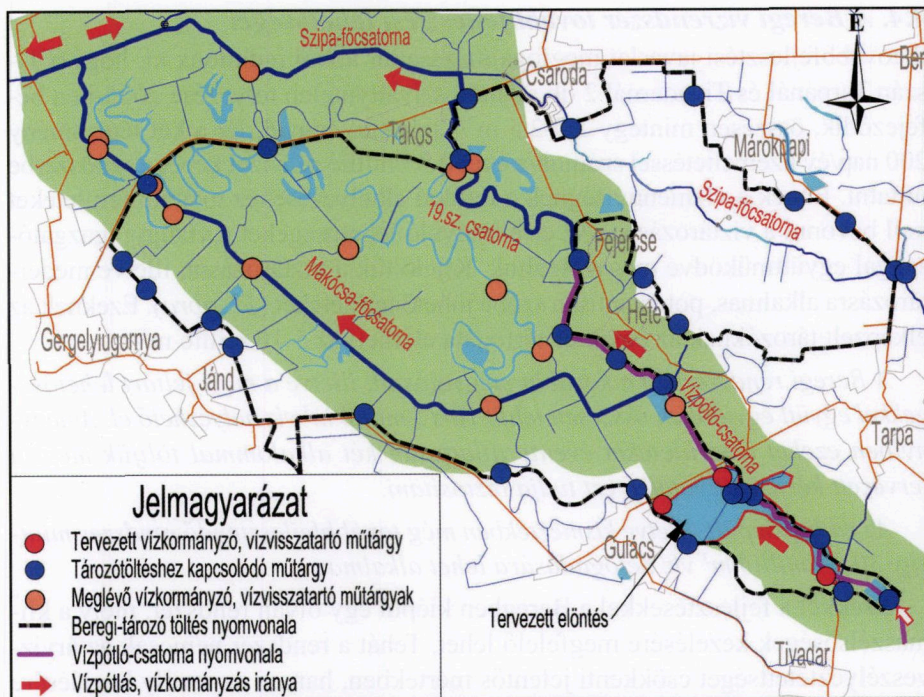
Ezekkel a fejlesztésekkel a Beregben kiépül egy olyan rendszer, mely a klímaszélsőségek kezelésére megfelelő lehet. Tehát a rendszer nemcsak az árvízveszélyeztetettséget csökkenti jelentős mértékben, hanem az aszály kezelésére is alkalmas; hosszabb távon emeli a talajvízszinteket, javítja a mikroklímát.

4.5. A „Vízet a tájba!” program megvalósítása a Beregi árapasztó tározó vízpótló létesítményeinek segítségével

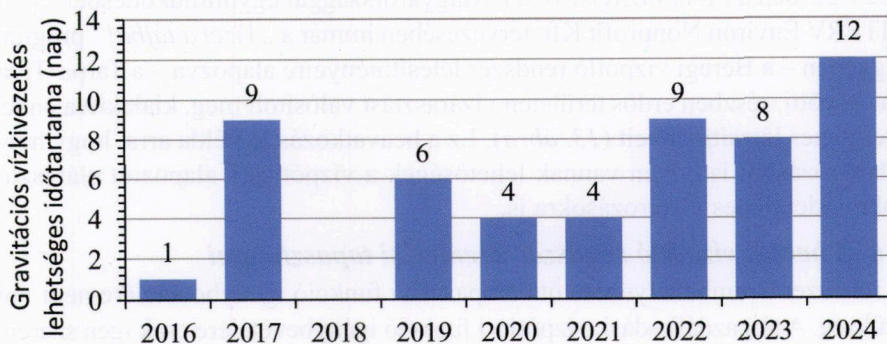
2024-25-ben a FETIVIZIG a WWF Magyarországgal együttműködésben, a VIZITERV Environ Nonprofit Kft. tervezésében immár a „Vízet a tájba!” program jegyében – a Beregi vízpótló rendszer létesítményeire alapozva – a Tarpa-Tivadar közötti, részben erdős területen vízárasztást valósított meg, kialakítva ennek ideiglenes létesítményeit (13. ábra). Ez a beavatkozás jó példa arra, hogy helyi elhatározásból is bőven vannak lehetőségek a vízpótlásra alapozott elárasztásokra, ideiglenes víztározásokra is.

4.6. A beregi vízpótló rendszer üzemelési tapasztalatai

A rendszer üzembehelyezése óta árapasztási funkció igénybevételére nem volt szükség. A tájgazdálkodási, vízpótlási funkció igénybevételére csak igen szerény mértékben került sor, pedig bőven lett volna rá indok. A gravitációs vízkivezetésre is voltak lehetőségek 2016-2024 között. 15 olyan árhullám vonult le a Tiszán, amikor a vízállás Tivadarnál meghaladta az ehhez szükséges tivadari 400-450 cm-t (14. ábra). A lehetséges 53 nap helyett a gravitációs vízkivétel csak kb. 10 napon keresztül üzemelt. Ennek oka valószínűleg a forráshiány lehetett, illetve az, hogy ezek a vízállások döntően a téli időszakban alakultak ki.



13. ábra. A FETIVIZIG-WWF-VIZITERV Environ együttműködésében megvalósult „Vizet a Tájba!” mintaprojekt területe



14. ábra. A Beregi vízrendszer tájgazdálkodási területi gravitációs vízellátási lehetőségének évenkénti napjai

Ez a körülmény egyértelműen azt jelzi, hogy *szükség van a vízpótlás hatékonyságának növelésére*, mely a tiszai vízszintemelés megvalósításával vagy mobil szivattyúzási mód megteremtésével lehetséges. Ennek helyszínét kialakították. A közelmúltban vizsgáltuk az időszakos jellegű Tarpa térségi vízszintemelés lehetőségét is, amely kivitelezhetőnek tűnik, de igen költséges. A még hatékonyabb folyamatos vízpótlás ezen túl állandó szivattyútelepekkel is biztosítható lenne. A napelemes állandó szivattyútelepek kialakításának tervezése, engedélyezése két helyszínen is megtörtént, megépítése csak a forrásbiztosítástól függ.

5. Komplex fejlesztések a Tisza-Túrközi vízrendszerben

5.1. A Tisza-Túrközi fejlesztések előzményei

A Magyarország és Ukrajna határvizekkel kapcsolatos vízgazdálkodási kérdésekkel foglalkozó Kormány meghatalmazottainak XVII. ülésén a következő döntés született:

„A Kormány meghatalmazott-helyettesek 2013. január 31-ig a határtérség védelme és az egyenlő árvízvédelmi biztonság szavatolása érdekében alakítsanak ki egy közös koncepciót a további közös árvízvédelmi fejlesztések kidolgozására és végrehajtására.”

A beavatkozások megalapozása érdekében került sor 2013-ban a „Közös magyar-ukrán komplex síkvidéki árapasztási és ártérrevitalizációs fejlesztési program előkészítése a Felső-Tisza Visk-Vásárosnamény közötti szakaszára”, HUSK-ROUA/1001/221. számú ENPI finanszírozású projekt megvalósítására. Az előkészítő projekt magyar és ukrán területekre egyaránt kiterjedt. A projekt keretében – többek között – a síkvidéki árapasztó tározók kialakításának lehetőségeit vizsgálták úgy magyar, mint ukrán területen (15. ábra).



15. ábra. A Tisza-Túr árapasztó tározó kiválasztását megelőző vizsgálatokba vont magyar és ukrán síkvidéki tározók

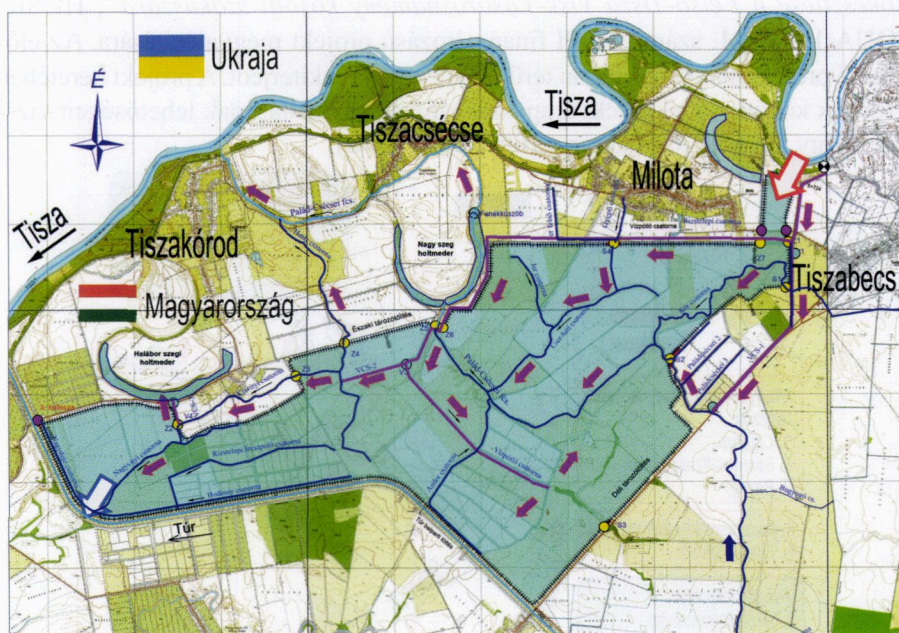
A vizsgált síkvidéki árapasztási lehetőségek összehasonlító elemzése után választották ki a *Tisza-Túr árapasztó tározót*, amely jelentős pozitív változást hoz mindkét országban az árvízi biztonság terén.

A továbbiakban – már magyar elhatározás alapján, a fenti vizsgálatokra is alapozottan – a kidolgozott KEHOP projekt támogatási kérelmébe a vízgazdálkodás-fejlesztést is beemelték, hasonlóan a Beregi árapasztó tározó és ártér-revitalizációs projekthez.

5.2. A Tisza-Túrközi árapasztó és vízpótló rendszer műszaki megoldása

A Tisza-Túr tározó közvetlenül az országhatár alatti szakasz árvízvédelmi biztonságát növeli oly módon, hogy a korábban megépült tározókkal közösen átlagosan 50 cm árvízszint csökkentést tud előidézni. Az árvízvédelmi biztonság növelése mellett a Tisza-Túr árapasztó tározó a vízhiány (aszály) kezelésére fenntartható módon hatékony megoldásokat nyújt (Gacsályi 2023). Létesítményei:

- Árapasztó tározó és kapcsolódó létesítményei.
- Szivattyús vízkivétel és vízpótló létesítmények.
- Tározó üzemeltetéséhez kapcsolódó infrastruktúra (hírközlés, vízrajzi monitoring, magasépítményi rekonstrukció, eszközbeszerzés).



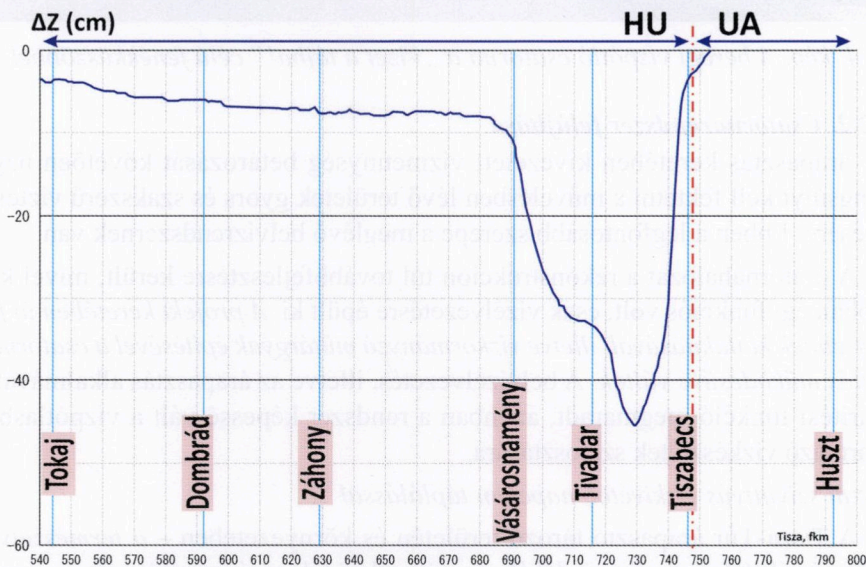
16. ábra. A Tisza-Túr árapasztó tározó területe

5.2.1. Tisza-Túr árapasztó tározó (16. ábra)

Az árapasztó tározó főbb adatai:

- A vízkivétel helye (töltés, mederszelvény):
Tisza bal part 155+400 tkm, Tisza folyó 739,9 fkm
- MÁSZ (Tisza): 121,66 mBf
- Tározási szint: 118,00 mBf
- Töltéskorona szintje (burkolattal): 118,80-121,00 mBf
- Térfogat: ~ 42 millió m³
- Vízfelület: ~ 16 km²

Az árapasztó műtárgy mértékadó kapacitása 870 m³/s. Ez a műtárgy a VTT keretében épült létesítmények legnagyobbika. Árvízszint csökkentő hatása 40-45 cm. Árapasztás esetén a szükséges nyitvatartási idő: 16-24 óra; a nyitásra történő felkészülési idő nem több 1-1,5 napnál (17. ábra).



17. ábra. A Tisza-Túr árapasztó tározó árvízcsúcscsökkentő hatása a mértékadó árhullámképre

A tározó leürítése több irányban is történhet, egyrészt a tározó belvízrendszerén keresztül (Palád-csécsei-főcsatorna), másrészt pedig közvetlenül a Túrba egy új létesítményen át, amely a Túr jobb parti töltés 1+317 tkm szelvényébe épült, mintegy 60 m³/s átocsátó képességű, háromnyílású zsilipes műtárgy. Kisebbségi árvizek esetén – igény szerint – lehetséges tájgazdálkodási, ökológiai célú vízpótlás biztosítása a tározó területére.



4. kép. A beregi vízpótló csatorna a „Vizet a tájba!” célú fenékküszöbvel

5.2.2. Csatornarendszer felújítása

Az árapasztás keretében kivezetett vízmennyiség betározását követően nagy hangsúlyt kell fektetni a művelésben lévő területek gyors és szakszerű vízteleltetésére. Ebben a legfontosabb szerepe a meglévő belvízrendszernek van.

A csatornahálózat a rekonstrukción túl továbbfejlesztésre került, mivel korábban egyfunkciós volt, csak vízelvezetésre épült ki. *A projekt keretében új fenékszintek kialakításával, illetve vízkormányzó műtárgyak építésével a csatornák kettős működésűvé váltak.* A belvízelvezetés, illetve az árapasztás alkalmával a leürítési funkció megmaradt, azonban a rendszer képessé vált a vízpótlásból származó vízkészletek szétosztására.

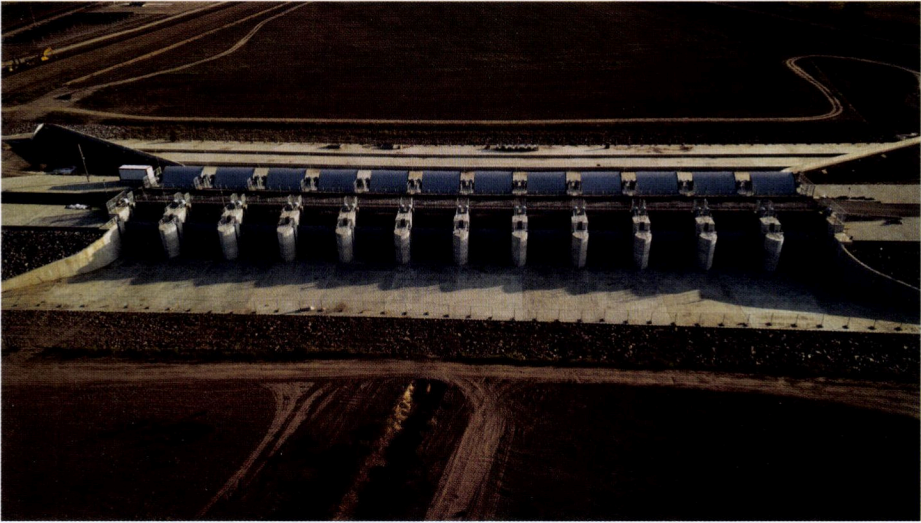
Tiszai szivattyús vízkivétel, napelem táplálással

A Tisza-Túr árapasztó tározó területén és környezetében – *a természetvédelmi értékek fenntartása érdekében* – *vízpótlási lehetőséget is biztosít a projekt.* Ehhez olyan vízkivételi helyre volt szükség, amely tiszai kisvízi vízállás esetén szivattyús vízkivezetést biztosít.

A szivattyús vízkivétel maximális kapacitása 1,0 m³/s. A vízkivétel, továbbá a közelben megépült árapasztó műtárgy üzemeltetéséhez (az elzáró táblák mozgatása, térvilágítás, fagyvédelem, vagyon-védelem stb.) szükséges energiaellátást egy 150 kW teljesítményű naperőmű biztosítja. *A megtermelt vilamos energiát nem értékesítik, azt az üzemeltető a saját telephelyén felhasználja.* A becsült energiafelhasználás:

- vízkivételi mű: 162.000 kWh/év
- műtárgy: 13.000 kWh/év
- napelempark: 14.000 kWh/év

A vízpótlás tavasztól ősziig tart, amikor a naperőmű nagyobb hozamú. A megtermelt energia mennyisége azonban a napsütés függvényében változik. Tároló kapacitás hiányában bizonyos időszakokban többlet energia áll rendelkezésre, más időszakokban pedig a hálózathoz kell kiegészíteni a szükséges energiát. Ennek a helyzetnek a kezelésére egy pillanatnyi napelemez termeléshez igazodó szivattyú vezérlés valósult meg (lásd az 5.2.4. fejezetet!)



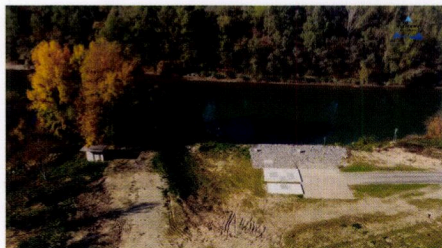
5. kép. A Tisza-Túr tározó árapasztó nagyműtárgya

5.2.3. Tisza-Túrközi árapasztó tározóhoz illesztett vízgazdálkodási fejlesztések

A tervezésekor két fő szempontot vettünk figyelembe. Az egyik a vízrendszer kapcsolatok megteremtése a csatornák között, a másik a vízvisszatartási lehetőségek kialakítása a mederben, illetve a csatornákat körülvevő mély területeken.

A Palád-Csécsei ártéri öblözet belvizeit a Tisza, illetve a Túr fogadja gravitációsan, az árvízvédelmi töltések keresztezésénél kialakított zsilipeken keresztül. A Túr természetes vízjárása a szabályozás során teljesen átalakult, melyet elsősorban a Sonkád-Tizsakóród között megépült 11,5 km hosszú új mederszakasz, illetve romániai területen megépült Kányaházi tározó befolyásolt.

A vízgazdálkodási fejlesztés keretében kiépült az Alsó-Öreg-Túr és a Palád-Csécsei-főcsatorna közötti kapcsolat, amely lehetővé tette, hogy kedvező tiszai vízállás esetén az Alsó-Öreg-Túr felső (Botpalád fölötti) vízgyűjtőjén keletkező belvizeket gravitációsan a Palád-Csécsei-főcsatorna irányába átvezessük (18. ábra).



6. kép. A Tisza-Túr vízpótló szivattyútelep a Tisza partján



7. kép. A szivattyútelep napelemparkja



18. ábra. A Tisza-Túr árapasztó tározó tájgazdálkodási-
természetvédelmi célú vízpótló rendszere

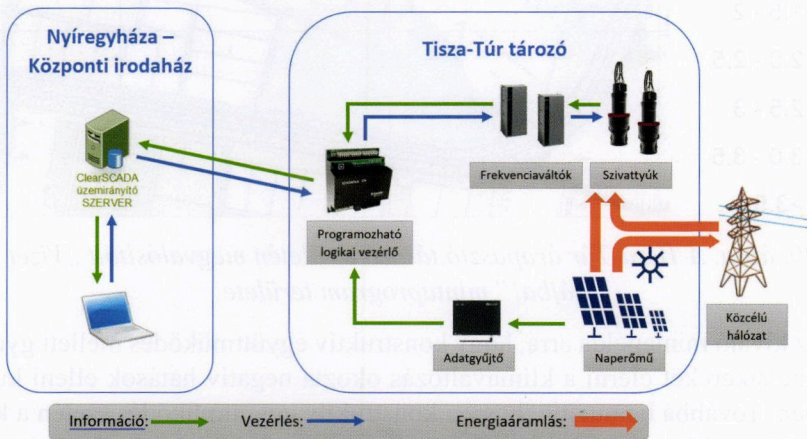
Az így rendelkezésre álló többletvizek megfelelő időbeli kormányzása és visszatartása segítségével a Magosligeti-erdő és gyepek HUH20053 területén lévő, a kedvezőtlen vízellátottság okozta víztől függő élőhelyi károsodottság csökkentése is lehetővé válik. Az Összekötő-csatorna szakaszolt elzárásával is mederbeni vízvisszatartás érhető el. Az ökológiai vízáteremtés a Palád-Csécsi-főcsatorna irányába a tervezett műtárgyak nyitásával, a ZS1 zsilip zárásával történhet. Igény esetén a víz a tározó területére is tovább vezethető, ahol a duzzasztó műtárgyak segítségével az érintett területen hasznosítható.

5.2.4. A tározás és vízpótlás irányítástechnikája

Az árapasztó műtárgynál, valamint a vízkivételi műnél kezelő konténerekben helyezték el a villamos vezérlő berendezéseket. A konténerek és a naperőmű vezérlő szekrénye között optikai informatikai hálózat épült. Ez lehetővé teszi az egyes objektumok közötti adatátvitelt, melyen keresztül a helyi intelligenciával rendelkező berendezések egységes rendszert alkotnak. A FETIVIZIG központi informatikai rendszeréhez történő kapcsolódás mobil internetkapcsolaton keresztül történik.

A kialakított irányítástechnikai rendszer feladata kettős, egyrészt a terepi adatok gyűjtését és megjelenítését teszi lehetővé, másrészt a vízpótló szivattyútelep vezérlését végzi. A vízkivételi műtárgynál lévő Grundfos frekvenciaváltó berendezések közvetlenül képesek a szivattyúk hajtásvezérlésére. Optikai kapcsolaton keresztül érkeznek a naperőmű Huawei adatgyűjtőjéből a mindenkori termelési adatok is.

A szerver adatbázis adatait a FETIVIZIG központjában, a ViewX megjelenítő szoftvert futtató munkaállomásokon lehet megtekinteni (19. ábra). Egy további kiegészítő rendszerelem a nyíregyházi központban az ún. mobil ClearSCADA szerver, amely a mobiltelefonos felhasználókat szolgálja ki.



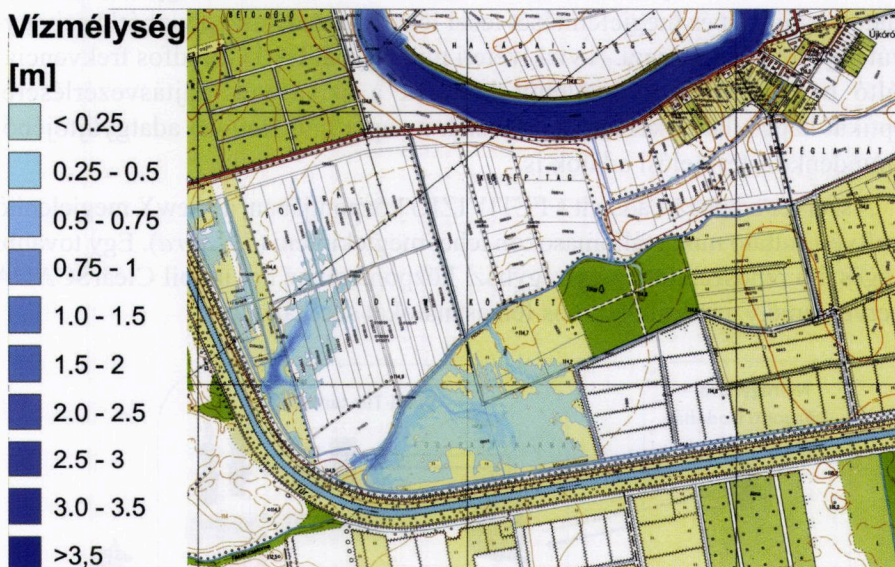
19. ábra. A Tisza-Túr tájgazdálkodási vízpótló napelemes szivattyúk üzemirányítási sémája

5.2.5. A „Vízet a tájba!” program megvalósítása a Tisza-Túr árapasztó tározó létesítményeinek segítségével

A Tisza-Túr árapasztó tározó területén és a hozzá csatlakozó vízrendszerben a kiépült vízpótló rendszer segítségével számos helyen van lehetőség az ártér mélyebb

területein – az egyébként is gyakran belvízjárta területeken – vízállásos területek kialakítására, egyrészt a talajvízszint emelése, másrészt a mikroklíma javítása céljából. Ezeken területeken így elég gyorsan megtörténik a természetes vizes élőhelyek revitalizációja.

2025-ben a FETIVIZIG, WWF és a VIZITERV Environ Nonprofit Kft. együttműködésével egy érintett területgazda önkéntes hozzájárulása mellett egy területen sikeresen megvalósult a „Vizet a tájba!” program elgondolása. A terület meghatározása részletes drónos-lidaros felmérés alapján történt, majd kijelölték a vízborította területet, mely 12 ha-ra adódott (20. ábra).



20. ábra. A Tisza-Túr árapasztó tározó területén megvalósított „Vizet a tájba!” mintaprogram területe

Ez kiváló mintapélda arra, hogy konstruktív együttműködés mellett gyorsan lehetne sikereket elérni a klímaváltozás okozta negatív hatások elleni küzdelemben. Továbbá bemutatja, hogy a konstruktív együttműködés esetén a kialakított Tisza-Túr vízrendszer milyen számos további lehetőségeket biztosít a „Vizet a tájba!” program megvalósításának.

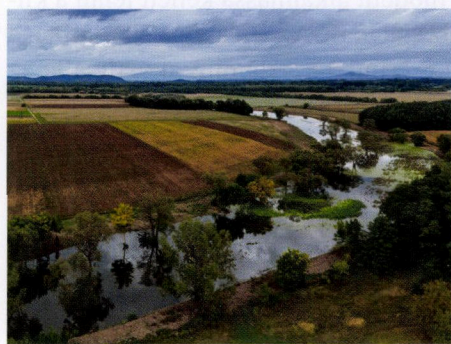
5.2.6. A megvalósult Tisza-Túrközi fejlesztések tapasztalatai

A Tisza-Túr víztározó árapasztási célú igénybevételére még nem került sor.

A FETIVIZIG adatszolgáltatása alapján 2022. szeptember – 2025. október között közel 10 millió m³ szivattyús vízkivétel történt, ezzel feltölthető volt a vízpótló rendszer egy része, így a két területen lévő holtmeder is.



8. kép. A Tisza-Túr árapasztó tározó területén megvalósított vízárasztási mintaprojekt területe



9. kép.



10. kép.

Vízzel feltöltött holtágak a Tisza-Túr árapasztó tározó területén

6. A felső-tiszai „Vizet a tájba!” típusú programok talajvízjárásra gyakorolt hatásának becslése

A „Vizet a tájba!” gondolat lényegében többcélú vízgazdálkodási beavatkozás. Az előző fejezetekben azt igyekeztünk bemutatni, hogy a VTT keretében az utóbbi két évtizedben megvalósított projekteknek számos olyan eleme van, amelyek összhangban vannak a „Vizet a tájba!” gondolattal. Ez utóbbinak talán az egyik legfontosabb célja a Tisza-völgy egészére jellemző talajvízszint-csökkenés megállítása, majd megfordítása. Fontos tehát ennek a kívánatos hidrológiai folyamatnak a becslése, előrejelzése. Erre tettünk kísérletet a Felső-Tisza Tokaj feletti magyarországi részvízgyűjtőjére kiterjedően. Ennek lényegét és eredményeit az alábbiakban foglaljuk össze.

6.1. Az alkalmazott felszín alatti modell

A modellvizsgálatok előzménye, hogy 2024-ben a VIZITERV Environ Nonprofit Kft. „Klímaadaptációs előkészítő projekt a Felső-tiszai vízkészletek hasznosítására” megnevezésű projekthez kapcsolódó „Hidrogeológiai hatáselemzés teljeskörű elkészítése” címmel végzett a területen vizsgálatokat, melyben felszín alatti modellezéssel vizsgálta a klímaváltozás és a tervezett beavatkozások hatásait az Észak- és Kelet-Nyírség, Szatmár, Bereg és Dél-Nyírség területén.

A jelenlegi modellezés erre a vizsgálatra épült, amely még a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ) által 2021-ben a VIZIG számára készített vízkészletgazdálkodási modellt vette alapul. Mivel ez a feladat eltért a 2021-ben készített modell céljaitól, ezért a korábbi modellt alkalmassá kellett tenni a klímaváltozások és a vízpótlás hatásainak vizsgálatára. Az átalakítás elsősorban a talajvíztartó és a vízfolyások paramétereit érintette, valamint aktualizálta az utóbbi évek talajvízszintre, beszivárgásra és párolgásra vonatkozó adatait.

A jelen feladathoz már ezt a többszörösen átalakított, a vízpótlási vizsgálatokhoz alkalmazott és elfogadott modellt bővítettük, pontosítottuk, illetve kiegészítettük a már megvalósított és a tervezett tájgazdálkodási fejlesztések elemeivel.

A regionális modell a Waterloo Hydrogeologic által fejlesztett Visual MODFLOW Premium szoftver 4.6.0, 169 változatával készült. A modellterület cellái a Nyírség teljes területét foglalják magukba, mely egy 124,5 km × 124,5 km-es négyzetben helyezkedik el, 250m x 250m rácsfelbontással. A modell aktív cellái főként a magyarországi területre terjednek ki, kis mértékben nyúlnak át az országhatáron túlra az ÉK-i, K-i oldalon.

A modellezés során elsősorban a legfelső modellréteget, azaz a talajvíztartót vizsgáltuk, amelyhez a területen illetékes FETIVIZIG és TIVIZIG biztosított hidrogeológiai alapadatokat. A talajvíztartót alkotó – horizontális és vertikális elterjedésében is változatos – összetettekben az alacsonyabb vízvezetőképességű rétegek mellett, túlnyomó részben 10^{-5} - 10^{-6} m/s nagyságrendű szivárgási

tényezőjű homokos rétegek fordulnak elő. A modellkalibráció során az 1. réteg szivárgási tényezőjét ennek megfelelően változtattuk a valóságot legjobban közelítő modelleredmények elérése érdekében.

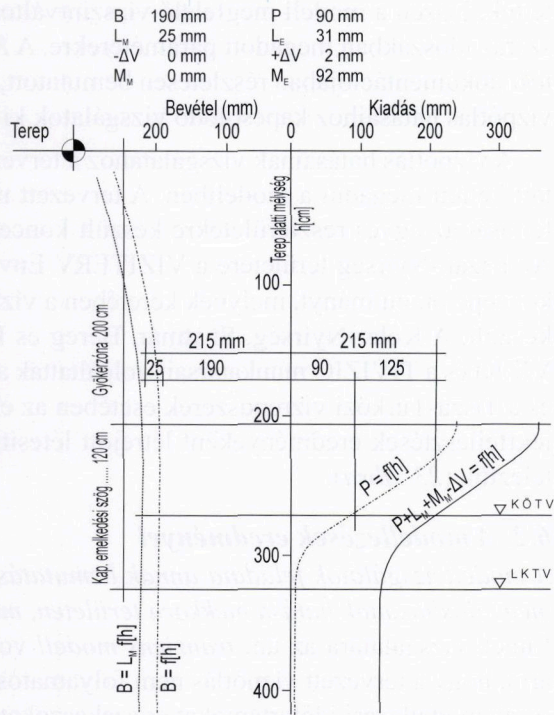
A felszín alatti vizes modell szempontjából fontos a csapadékból eredő beszivárgás és az evapotanszpiráció megadása a modellezés időszakára. Ennek általános jellemzésére Major Pál (1993) vízháztartási vizsgálatait vettük alapul. A Hidrológiai Közlönyben megjelent, az Alföld talajvízháztartását bemutató cikkben a Nyírség területére szerkesztett talajvízháztartási jelleggörbe szerint a jellemző tényleges éves beszivárgás 190 mm, a talajvízből történő párolgás pedig 90 mm (21. ábra).

A talajvíz utánpótlása tekintetében jellemzően a téli félév csapadékát vehetjük figyelembe, amelynek a becslések szerint 60-70%-a jut el a talajvízhez. Ebből következően a csapadék területi eloszlások alapján a beszivárgás éves átlaga

140-160 mm, maximális értéke 350-400 mm, minimuma pedig 107-115 mm között mozog. A Klímaadaptációs előkészítő projekt (VIZITERV Environ Kft. 2024) során aktualizáltuk a 2011-2020 évekre szerkesztett területi csapadékeloszlást, melynek alapján számítottuk a beszivárgást is. Az evapotranszpiráció arányosított értéke a száraz időszakokra 120 mm. A beszivárgás és párolgás értékeinek változtatásával tovább pontosítottuk a kalibrált alapmodellt, a számított és a mért vízszintek minél pontosabb egyezése érdekében.

A monitoring kutak adatai alapján a 2011-2022 közötti időszakra szerkesztett átlagos talajvízszint az utóbbi száraz időszakot reprezentálja. A modell kezdeti talajvízszintjének ezt a területi átlagot vettük alapul, a szerkesztett surfer grd-állományát a modellbe importáltuk.

A modell a teljes területen 2.600 db termelőkutat tartalmaz, melyeket átlag-termelésekkel vettünk figyelembe. A kalibráláshoz a monitoring kutak adatsorát



21. ábra. A felszín alatti modellezés során használt általános vízháztartási modell (Major 1993)

használtuk különböző időpontokra. A kalibrálás során a modellezett egyensúlyi vízszinteket hasonlítottuk össze a szerkesztett térképekkel és a kutakból származó adatokkal. A kalibráció során kapott eredményeket elfogadhatónak tekintettük, hiszen a modell megfelelő vízszintváltozásokkal reagált az átlagos és a száraz időszakban megadott paraméterekre. A *Klímaadaptációs előkészítő projekt* dokumentációjában részletesen bemutatott, kalibrált modellt alkalmaztuk a vízpótlás hatásaihoz kapcsolódó vizsgálatok kiindulási állapotához.

A vízpótlás hatásainak vizsgálatához a tervezett műszaki létesítmények adatait kellett megadni a modellben. A tervezett műszaki létesítmények részletes leírását az egyes részterületekre készült koncepciótanulmányok tartalmazták. Az Észak-Nyírség területére a VIZITERV Environ Nonprofit Kft. készítette a koncepciótanulmányt, melynek keretében a vízfolyásokra felszíni vizes modell készült. A Kelet-Nyírség, Szatmár, Bereg és Dél-Nyírség területére a FETI-VIZIG és a TIVIZIG munkatársai szolgáltatott adatokat. A Bodrogi, a Beregi és a Tisza-Túrközi vízrendszerek esetében az előző pontokban bemutatott projektfejlesztések eredményeként létrejött létesítményrendszer működését feltételeztük (23. ábra).

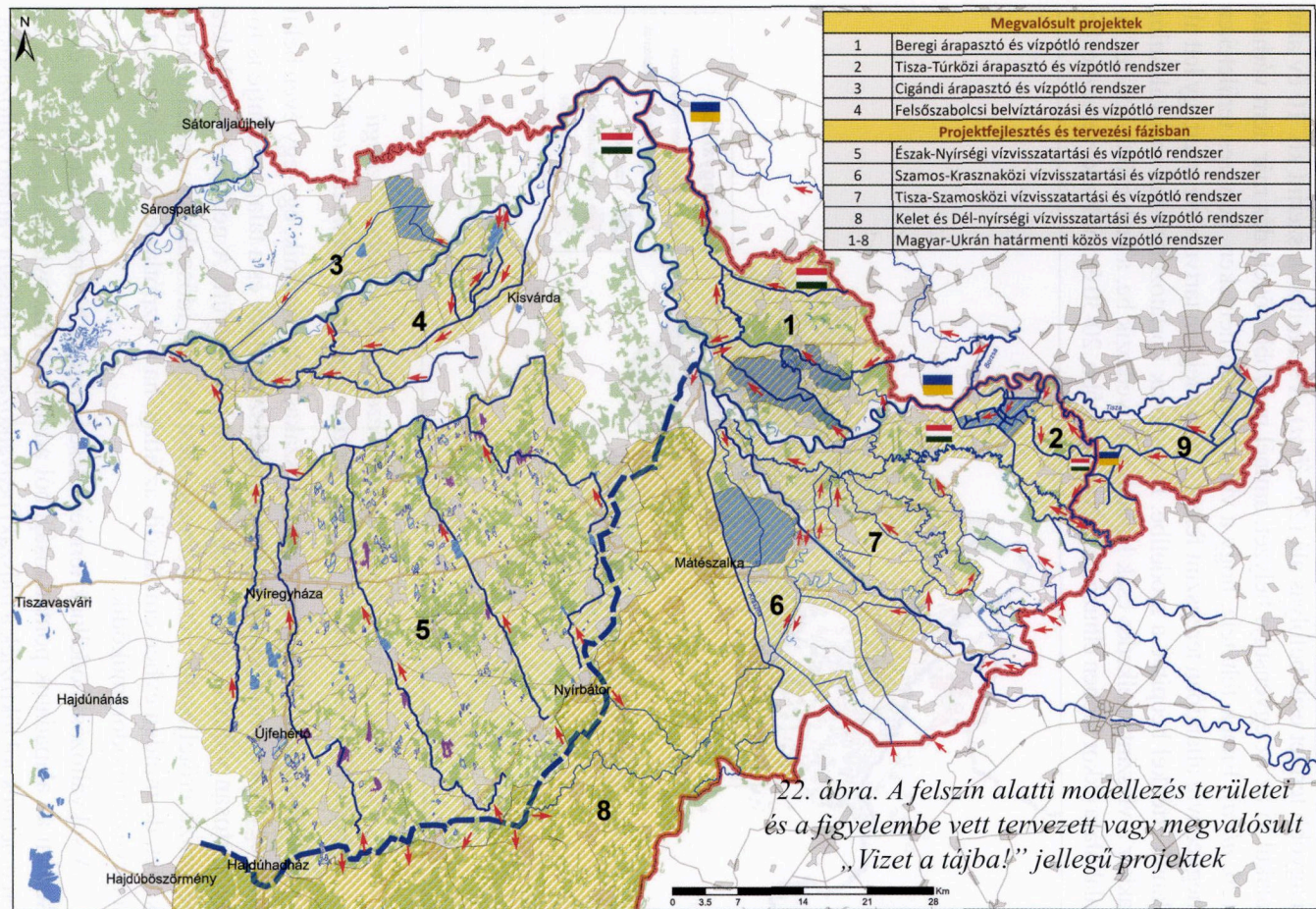
6.2. A modellezések eredményei

A modellvizsgálatok feladata annak bemutatása volt, hogy a „Vizet a tájba!” megvalósításának hatása mekkora területen, mennyi idő múlva fog jelentkezni. Ennek vizsgálatára az ún. *tranzien modell* volt alkalmas, különös tekintettel arra, hogy a tervezett vízpótlás nem folyamatos. A tranzien modell kialakítása során modellezési időtartamokat és szakaszokat (időlépcsőket) kellett definiálni

A modell kiindulási feltétele volt, hogy az elöntés a vízvisszatartási helyeken és a belvizes területeken egy negyedévig áll fenn, majd az év további részében vízpótlás már nem történik. Ennek érdekében a nedves (1 negyedév) és a száraz (3 negyedév) időszakokra külön-külön modellt alakítottunk ki, a peremfeltételek, vízszintek adott időszakra vonatkozó megadásával. Kezdeti vízszintnek a kiindulási állapot vízszintjét határoztuk meg. Egy-egy futtatás eredménye a megváltozott vízszint volt, melyet lementettünk és importáltunk a következő lépcsőbe, így a nedves és száraz modellt felváltva futtattuk. A modellezett vízszinteket minden lépcsőben lementettük, így lehetett a folyamatot nyomon követni.

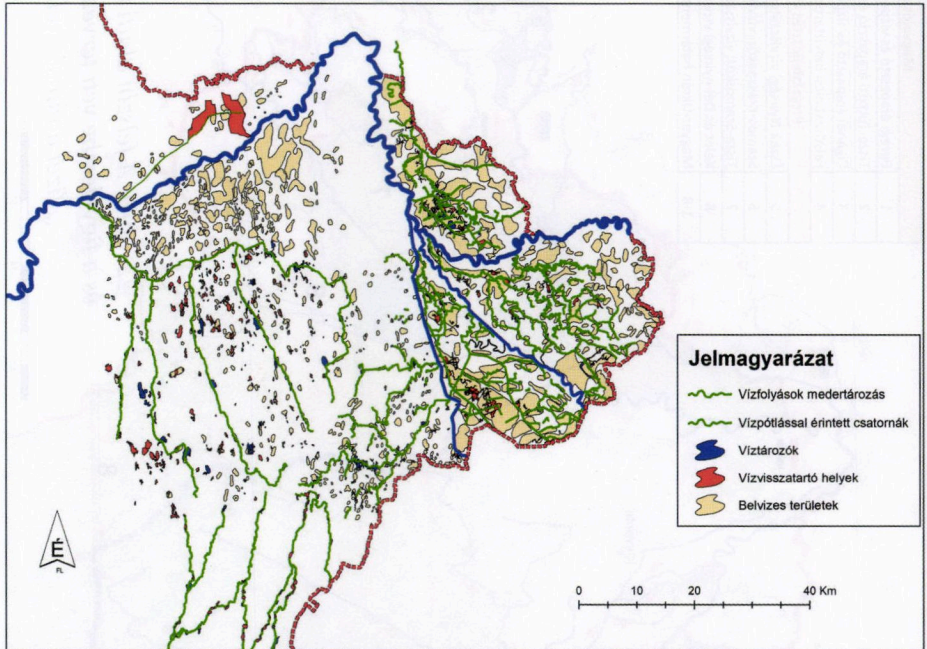
A modellezett vízszintek grd-állományúak voltak, melyekből Surfer program segítségével különbséget képeztünk a kezdeti állapot gridjével. A különböző időtartamokra szerkesztett differencia térképek így a kiindulási vízszinthez képesti vízszintemelkedést mutatják.

Az ábrarozat jól mutatja a folyamatot, mely szerint a talajvízszint emelkedése már az első évben (24. ábra) megkezdődik a belvizes területek, vízfolyások,



22. ábra. A felszín alatti modellezés területet és a figyelembe vett tervezett vagy megvalósult „Víz a tájba!” jellegű projektek

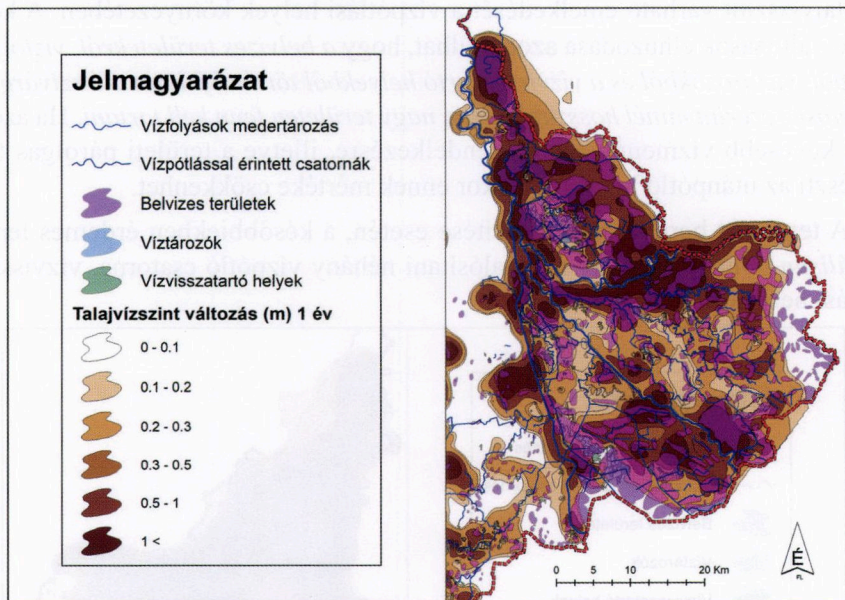
víztározók és a vízviszatarató helyek környezetében, majd évről-évre várhatóan nagyobb terület esik befolyás alá (25. ábra). A számítások szerint kb. 10 év alatt alakul ki az az egyensúlyi helyzet, aminél nagyobb növekedés már nem várható (26. ábra). Ennek feltétele, hogy a vízviszatarató helyeken, belvizes területeken negyedévig állandóan terepszint feletti értéken legyen tartva a víz, mert így lett állandó értékkel beépítve a modellbe. Ha ez csak korlátozottan tud megvalósulni, akkor a vízszintemelkedés csak lassabban következik be, a kedvezőbb helyzet kialakulása ekkor időben elhúzódhat, és csak később, 20-30 év múlva következhet be.



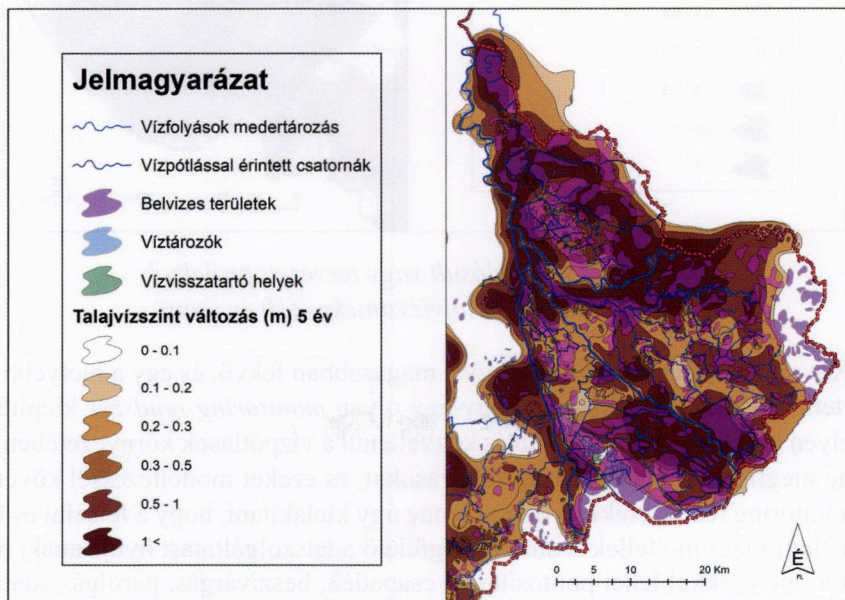
23. ábra. A megvalósult vagy tervezett „Víz a tájba!” jellegű projektekből előirányzott vízviszatarató, vízpótlási, víztározási területek

A valóságban a folyamat várhatóan szakaszosan történik, egy-egy éven belül nem egyenletes növekedéssel, hiszen a felszíni vizek és a talajvíz szintje is folyamatosan változik az időjárás változásokkal együtt. A nedves időszakokra jellemző erőteljesebb vízszintemelkedést a nyári időszakban visszahúzódnak követ, de minden évben emelkedik az átlag, ha a vízpótlás és a vízviszataratás a tervezett módon működik.

A sokváltozós modellnek természetesen vannak bizonytalanságai, ami elsősorban az alapadatok pontatlanságából adódik. A bizonytalanságok ellenére az eredmények jól tükrözték a műszaki beavatkozások hatására várható változásokat,



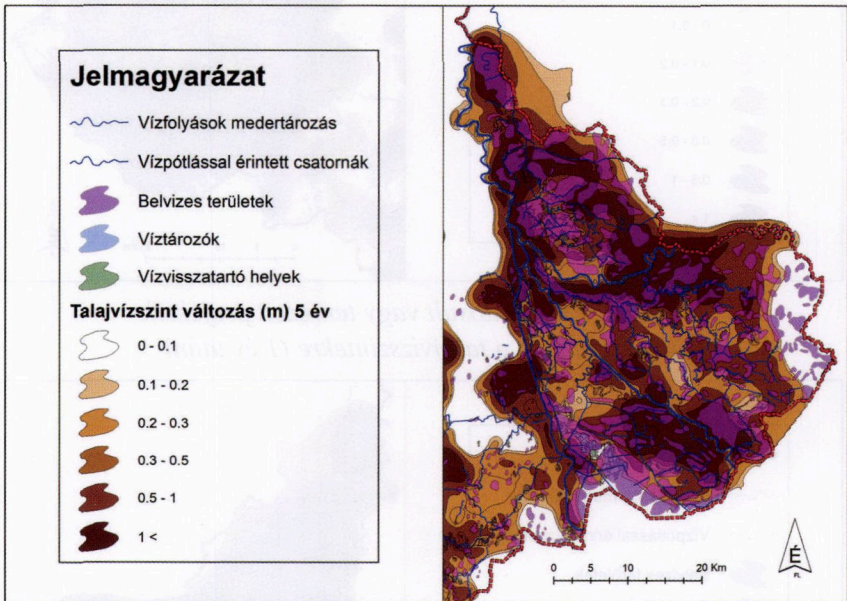
24. ábra. A megvalósult vagy tervezett projektek becsült hatása a talajvízszintekre (1 év után)



25. ábra. A megvalósult vagy tervezett projektek becsült hatása a talajvízszintekre (5 év után)

a talajvízszint várható emelkedését a vízpótlási helyek környezetében. A kedvező változások elhúzódása azon múlhat, hogy a belvizes területekről, vízfolyásokból, víztározókból és a vízvisszatartó helyekből történő felszín alá szivárgást lehetőség szerint minél hosszabb ideig, nagy területen fenn kell tartani. Ha azonban kevesebb vízmennyiség áll rendelkezésre, illetve a területi párolgás fel-emészti az utánpótló hozamot, akkor ennek mértéke csökkenhet.

A tervezett beruházások létesítése esetén, a későbbiekben érdemes lenne lokálisan pilot projekteket megvalósítani néhány vízpótló csatorna, vízvisszatartási hely környezetében.



26. ábra. A megvalósult vagy tervezett projektek becsült hatása a talajvízszintekre (10 év után)

Két mintaterület javasolható, egy a magasabban fekvő, és egy a mélyebb területen. Ezekhez célszerű lenne egy-egy olyan *monitoring rendszer* kiépítése, amelyen keresztül folyamatosan és közvetlenül a vízpótlások környezetében lehetne megfigyelni bekövetkező változásokat, és ezeket modellezéssel követni. A monitoring rendszereket érdemes lenne úgy kialakítani, hogy a felszíni és felszín alatti vizes modellek számára megfelelő adatszolgáltatást nyújtsanak, melyeken mérésekkel lehet pontosítani a csapadék, beszivárgás, párolgás adatait, a vízfolyások, tározók, vízvisszatartó helyek és a talajvízszint változásait, a termelőktől adatait is.

A mintaterületeken végzett vizsgálatokkal pontosítható a talajvízszintre gyakorolt hatás, a pilot projektek tapasztalatai elősegíthetik a tervezett vízpótlások hatékonyabb megvalósítását.

7. Összegzés, javaslatok

Ez az írás a szakmai tartalomhoz képest nagyon röviden igyekezett felvillantani az elmúlt több mint 20-25 évben a Felső-Tisza térségében először koncepciónálisan elképzelt, majd részleteiben megtervezett és megvalósított nagytérségi vízgazdálkodási-vízkárelhárítási projektekkel kapcsolatos előzményeket és azok műszaki tartalmát. Ez idő alatt a tapasztalatok teljes tárháza halmozódott fel. Terjedelmi korlátok okán ezek teljes számbavétele nem volt lehetséges. Azt tettük, hogy *néhányat kiemeltünk közülük, azokat, amelyek nélkül valószínűleg nem jutottunk volna el az elképzelések megvalósításáig.*

7.1. Társadalmasítás

Nagytérségi projektek esetében elengedhetetlen a megalapozó, előkészítő koncepcionális gondolkodás. Már ebben a fázisban el kell kezdeni az ún. *társadalmasítási folyamatot*, melybe be kell vonni a térség minden fontos szereplőjét (önkormányzatok, gazdálkodók, helyi civil szervezetek, érintett hatóságok, nemzeti parki kezelők, lakosság stb.) Ebben a folyamatban a vízügyi szakemberek feladata elsősorban abban van, hogy – mint a vízhez értők – bemutassák előzetes elképzeléseiket, majd a különböző reális műszaki megoldásokat. Az egyeztetési folyamatban minden felvetett javaslatot mérlegelni kell, és a megoldhatókat be kell építeni a projektekbe. *A vízügyi ágazatnak, mint szolgáltatónak tehát a lehetőségeket bemutató, majd műszaki tervezői és megvalósítási feladatai vannak.*

A VTT program keretében megvalósított mindhárom felső-tiszai projekt esetében ezt a folyamatot végigvittük. A legjobb példa erre talán a *beregi térségi fejlesztés*. *Itt a térség polgármesterei álltak elő a javaslattal, hogy ők fogadó készek lennének egy árapasztó tározó megvalósítására, mert még élénken élt bennük a 2001. évi árvízkatasztrófa.* De már akkor jelezték, hogy a vízzel kapcsolatban egyéb igényeik is lennének. Ennek a gondolatnak álltunk az élére, és már ettől kezdve elkezdődött a párbeszéd a térséggel. A dokumentált konzultációk, tájékoztatók száma meghaladta a százat. Helyi tájékoztató irodát nyitottunk, anyagilag is támogattuk a helyi civil szervezetek segítő közreműködését.

7.2. Tervezési területegység

Az elmúlt 100-150 évben az ármentesítéssel párhuzamosan, majd azt követően alakultak ki a belvízrendszerek. Ezek fő feladata a belvízmentesítés volt. Akkor, amikor azt látjuk, hogy a területeket talán túlságosan is mentesítettük a víztől,

illetve megjelentek a klímaváltozás jelei, az lehet a feladat, hogy ezekre a rendszerekre alapozva, de azokat jelentősen átalakítva valósítsuk meg a vízvisszatartást, víztározást, nyilván elsősorban az árterek mélyebb részein. A vízpótlás, amely szinte mindenütt elengedhetetlennek tűnik, szintén a meglévő rendszerek továbbfejlesztésével tűnik a legrealisabbnak.

7.3. A VTT és a vízvisszatartás, vízpótlás gondolatának összekapcsolása

A 2. fejezetben, a VTT előzményeinek rövid felelevenítésekor jeleztük, hogy közben már akkor felismerték, hogy nem elég csak az árapasztásra létrehozni a rendszert, szükséges a tágabb értelemben vett *térségfejlesztést* is szolgálni ezekkel a fejlesztésekkel. A VTT törvény, illetve annak 2007. évi módosítása ezt a gondolatot visszatükrözi. A felső-tiszai VTT projektek esetében ezt vettük komolyan.

Nem állt tőlünk távol egyébként sem a feni gondolat, hiszen 1998-2005. között a VIZITERV Consult, Kft., majd a VIZITERV Environ Kft. által készített különböző vízgazdálkodás-fejlesztési tanulmányok mindegyike tesz javaslatokat a belvízelvezető vízrendszerek átalakítására, kettős funkciójuk megvalósítására.

Amennyiben a VTT program folytatódni fog, csak komplex fejlesztésekben lenne szabad gondolkodni, ezzel összekapcsolhatók lennének a VTT és a „Vizet a tájba!” programok más térségekben is.

7.4. A „Vizet a tájba!” gondolatról

A „Vizet a tájba!” gondolat szakmai célkitűzései helyénvalók. Ezek konkrét tartalmát, mint ahogyan fentebb is említettük, először koncepcionális szinten javasolt kidolgozni. De még ezt is meg kellene, hogy előzze a *stratégia* alkotás, mert ez nemcsak vízgazdálkodási kérdés, érinti a térségek társadalmi, gazdasági helyzetének jövőbeni alakulását. A stratégiának politikai konszenzuson is kellene nyugodni, mert megvalósítása bőven túlterjed kormányzati ciklusokon. Ebben a cikkben csak a program talajvízháztartásra gyakorolt hatását mutattuk be. De ez is jelzi, hogy a pozitív hatások megjelenése évtizedes távlatban várható.

7.5. Üzemeltetés

A felső-tiszai térségben megvalósított VTT fejlesztések vízgazdálkodási, vízpótlási elemeinek üzemeltetése enyhén szólva hagy kívánni valót, különösen a Bodrogközi és a Beregi rendszerek esetében. Ennek okai szerzteágazóak, a legfontosabbak: az üzemeltetésben érintettek érdekeltségének, a megfelelő támogatási rendszernek a hiánya. Ennek szükségességére az elmúlt 20-25 évben számos alkalommal felhívtuk a figyelmet, sőt konkrét megoldási javaslatokat is kidolgoztunk.

A hatékony üzemeltetés csak állami feladat lehet, hiszen a klímaalkalmazkodás, a víz háztartási helyzet javítása össztársadalmi érdek. Vagyis az állam kell, hogy megrendelje a „Vizet a tájba!” szolgáltatást a vízügyi ágazattól, mint hogyan az árvízi biztonság megerősítését is.

Irodalomjegyzék

Beregi ártér 2009 konzorcium (2010): „Beregi komplex árapasztási és ártér-revitalizációs fejlesztés” Részletes megvalósíthatósági tanulmány (Készült a VKKI és a FETIKÖVIZIG mint Beregi Tározó konzorcium megbízásából.) Témafelelős: Illés Lajos. Tanulmány. Nyíregyháza

Botos Csaba, Kajner Péter, Molnár Géza, Ungvári Gábor (Bokartisz Kht. – E-miszó Természet és Környezetvédelmi Egyesület – MAKK Alapítvány): A Bodroghköz Természettel Együttműködő Tájgazdálkodási Rendszerének Konceptiója. „Az utolsó szalmaszál” térségfejlesztési programot megalapozó ökológiai, történeti, köz, és környezetgazdasági elemzések szintézise. Budapest-Karcsa-Nyíregyháza. é.n.

Environ-ÖKO konzorcium (2012): KEOP-7.2.1.3/10-11-2011-0003 azonosítójú, „Tájgazdálkodási infrastruktúra fejlesztése a Beregben és benne a Beregi árvízszint-csökkentő tározó területén” tárgyú projekthez kapcsolódó vízjogi létesítési engedélyezéshez szükséges tervek és a megvalósításhoz szükséges dokumentumok. (Készült az Új Beregi Vízgazdálkodási Társulat megbízásából.) Témafelelős: Illés Lajos. Terv. Nyíregyháza

Environ-ÖKO konzorcium (2012): KEOP-7.2.1.3/10-11-2011-0004 azonosítójú, „Tájgazdálkodási infrastruktúra fejlesztése a Bodroghközben és benne a Cigándi árvízszint-csökkentő tározó területén” tárgyú projekthez kapcsolódó részletes megvalósíthatósági tanulmány. (Készült a Bodrogmenti Vízgazdálkodási és Talajvédelmi Társulat megbízásából) Témafelelős: Illés Lajos. Tanulmány. Nyíregyháza

Gacsályi József (2023): A vízhiány-víz többlet kezelése a Felső-Tiszán. A Tisza-Túr tározó. *Vízügyi Közlemények*, 2023/2.szám.

Gacsályi József (2025): A vízügyi szolgálat 2025. évi aszályvédelmi tevékenysége. *Vízügyi Közlemények*, 2025. évi 3. szám.

Illés Lajos (szerk.) (2001): Az 1998. novemberi felső-tiszai árvíz. FETIVIZIG-VIZITERV, Nyíregyháza-Budapest.

Illés Lajos (szerk.) (2004): A 2001. márciusi felső-tiszai árvíz. FETIVIZIG-VIZITERV, Nyíregyháza-Budapest.

Szlávik Lajos (szerk.) (2003a): Az 1998. évi árvíz. *Vízügyi Közlemények* különszám

Szlávik Lajos (szerk.) (2003b): A 2001. évi árvíz. *Vízügyi Közlemények* különszám

Tiszavölgy 2014 Konzorcium (2014-2015) „Árvízvédelmi Fejlesztési Program keretében stratégiai koncepció, előzetes megvalósíthatósági tanulmány, továbbá elvi vízjogi engedélyes tervek. (KEOP-7.9.0/12-2013-0010)” Készült az Országos Vízügyi Főigazgatóság megbízásából) Tanulmány. Témafelelős: Szántó Miklós. Budapest.

Váradi József (2010): A Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztésének eddigi tanulságai és feladatai. Agrárium.

ViZITERV Consult Kft. (2001a): „Beregi (21 sz.) belvízrendszer fejlesztési lehetőségei” (Készült a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium megbízásából.) Témafelelős: Illés Lajos, Tanulmány. Budapest

VIZITERV Consult Kft. (2001b): „Bodroghközi belvízrendszer fejlesztési lehetőségei” (Készült a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium megbízásából.) Témafelelős: Illés Lajos, Tanulmány. Budapest

VIZITERV Consult Kft. (2004): „A Bodroghközi tájgazdálkodási mintaterületek műszaki-hidrológiai megvalósíthatósági tanulmánya” (KIOP pályázat előkészítéséhez és az engedélyes terv megalapozásához) (Készült az OKTVF megbízásából.) Témafelelős: Illés Lajos, Tanulmány. Budapest - Nyíregyháza

VIZITERV Environ Kft - UKRVODPROJEKT Konzorcium: (2015): HUSK-ROUA/1001/221. számú ENPI finanszírozású projekt „Közös magyar-ukrán komplex síkvidéki árapasztási és ártérrevitalizációs fejlesztési program előkészítése a Felső-Tisza Visk-Vásárosnamény közötti szakaszára”, Beruházás megalapozó tanulmány. Készült a FETIVIZIG és az Kárpátaljai Vízügyi Igazgatóság megbízásából. Témafelelősök: Illés Lajos, Vitalij Dubljak. Nyíregyháza-Kijev.

VIZITERV Environ Kft. – ÖKO Zrt. (2012): KEOP-7.2.1.3/10-11-2011-0003 számú, „Tájgazdálkodási infrastruktúra fejlesztése a Beregben és benne a Beregi árvízszintcsökkentő tározó területén” tárgyú projekthez kapcsolódó Részletes megvalósíthatósági tanulmány és költség-haszon elemzés elkészítése (Készült az Új Beregi Vízgazdálkodási Társulat megbízásából.) Témafelelős: Illés Lajos. Tanulmány. Nyíregyháza

VIZITERV Environ Kft. (2012): KEOP-7.2.1.3/10-11-2011-0004 azonosítójú, „Tájgazdálkodási infrastruktúra fejlesztése a Bodroghközben és benne a Cigándi árvízszintcsökkentő tározó területén” tárgyú projekthez kapcsolódó vízjogi létesítési engedélyezéshez szükséges tervek és a megvalósításhoz szükséges dokumentumok. (Készült a Bodrogmenti Vízgazdálkodási és Talajvédelmi Társulat megbízásából) Témafelelős: Illés Lajos. Terv. Nyíregyháza

VIZITERV Environ Kft. (2014): Megalapozó tanulmány készítése mértékadó árvízszintek felülvizsgálata céljából. (Készült az Országos Vízügyi Főigazgatóság megbízásából) Témafelelős: Illés Lajos. Tanulmány. Nyíregyháza

VIZITERV Environ Kft. (2016): VTT Felső-Tisza árvízvédelmi rendszerének kiépítése Tisza-Túr tározó (KEHOP-1.4.0-15-2016-00011) Megvalósíthatósági tanulmány. (Készült a FETIVIZIG megbízásából) Témafelelős: Illés Lajos. Tanulmány. Nyíregyháza

VIZITERV Environ Kft. (2024): Klímaadaptációs előkészítő projekt a felső-tiszai víz-készletek hasznosítására. Tanulmány. Nyíregyháza

VIZITERV Environ Nonprofit Kft., az SPP Architecture Kft. és a VTK Innosystem Kft konzorcium (2015): „Árhullámok időszakos visszatartása a folyókban a Felső-Tisza-vidéken” Megvalósíthatósági (koncepció) tanulmány. (Készült a Kárpát Medencei Magyarok Egyesület megbízásából). Témafelelős: Illés Lajos, Nyíregyháza.

* * *

A VÍZVISSZATARTÁS TERÜLETI TAPASZTALATAI AZ ALSÓ-TISZA VIDÉKÉN

PRIVÁ CZKI-JUHÁ SZNÉ HAJDU ZSUZSANNA¹

1. Bevezetés

A klímaváltozásra történő hivatkozás az utóbbi évtizedben szinte „kötelező elemévé” vált a környezeti és víztudományokkal foglalkozó szakmai írásokban. A szélsőséges időjárás és hidrológiai események következtében kialakuló *rendkívüli vízjárás helyzetek gyakorisága és szélsőségei az utóbbi években a társadalom számára is láthatóan és kimutatható mértékben megnöttek*. Az utóbbi évek (2022 és 2025) is az aszály és vízhiány által okozott rendkívüli kártételeik miatt vonulnak be a szélsőségeket alátámasztó hidrológiai évek sorába.

A szélsőséges hidrológiai állapotok gyakoribbá válása a tervező és gyakorló mérnököktől is a folyamatos alkalmazkodást kényszeríti ki. Az utóbbi évek csapadékhiánya és a forró időszakok tartóssága irányította rá a társadalom figyelmét a *vízmeztartás fontosságára*, amely a vízügyi ágazat napi tevékenységére is hatással van.

A jelen dolgozat a vízviSSZatartás-árasztás gyakorlatának Alsó-Tisza-vidéki tapasztalatait összegzi, a problémákat és megoldási javaslatokat foglalja össze.

2. Hidrológiai szélsőségek

A hidrológiai szélsőségek és azok gyakori megjelenése, váltakozása korábban is jelen volt a Kárpát-medencében. A klímakutatók előrejelzései alapján azonban ezeknek a szélsőségeknek a gyakorisága és kártételeinek növekedése várható.

Az aszály több alkalommal is okozott éhínséget az Alföldön, így például még jóval a Szegedet romba döntő 1879-es árvíz előtt a katasztrofális aszályt hozó 1863-as év. Ekkor a Körösök és a kisebb folyók szinte teljesen kiszáradtak,

¹ Privá czki-Juhá szné dr. Hajdu Zsuzsanna, okl. mérnök, PhD, osztályvezető, főtanácsos, Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság (ATIVIZIG)

ennek hatására az Alföldön a közvélemény követelte az aszály elleni védekezés leghatásosabb megoldásának tartott öntözés megvalósítását (Kurucz 2018). Ennek a vízhiányos időszaknak a tapasztalataira is alapozva valósították meg hazánkban a 20. század közepétől Európa egyik legnagyobb összefüggő vízgazdálkodási rendszerét, a Tisza-Körös-völgyi Együttműködő Vízgazdálkodási Rendszert (a TIKEVIR-t) (VzTT 2022).

Egy közelebbi időszakra történő visszatekintéssel személyesen is emlékezhetünk: az 1990-es évek aszályos időszakát követték 1999-2000 árvízi és belvízi megpróbáltatásai. Majd jött a „nagy” 2006-os tiszai árvíz és a belvíz, ezt követően néhány év múlva pedig a 2010-es árvízi és belvízi események. A 2013-as dunai árvíz hőstettei után érkező 2022-es év dunai árvize idején az egyidejű aszály miatt már sok bírálat érte a vízügyi szolgálatot, hogy nem árasztott el és tartott vissza a „nagy víz”-ből a mentett oldalon.

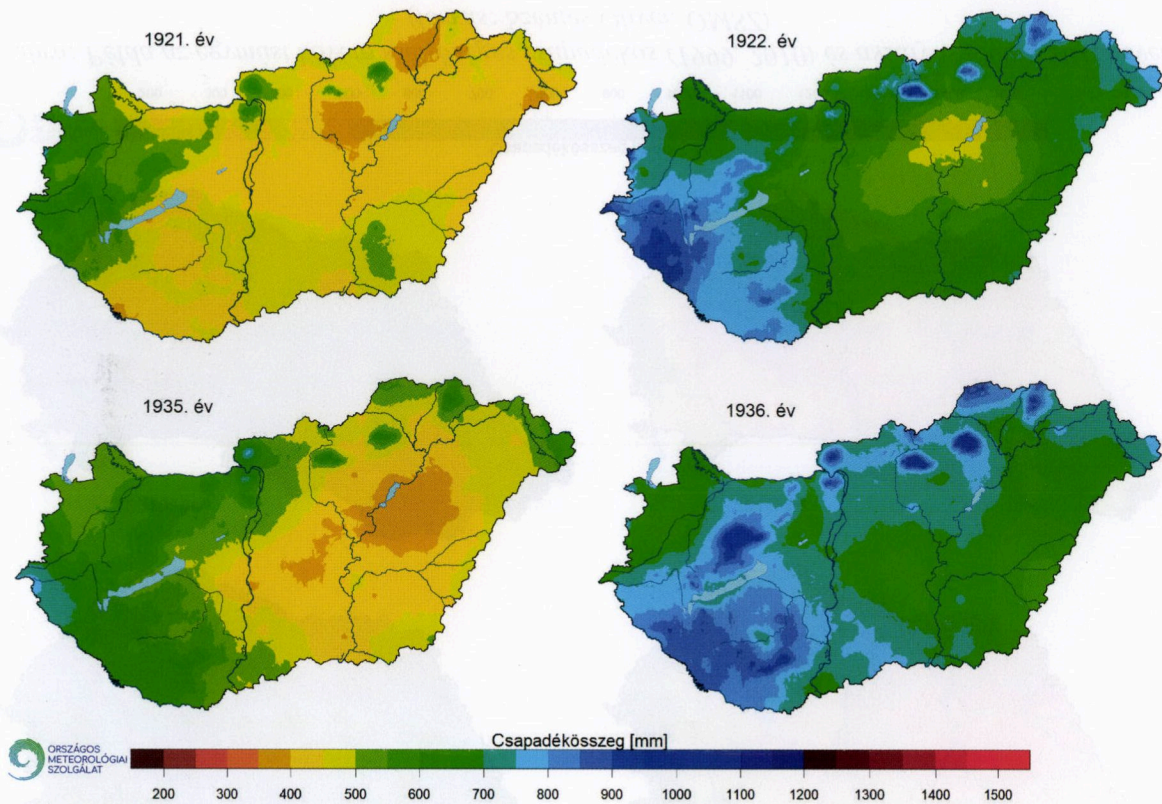
Az 1. és 2. ábra ráirányítja a figyelmet a hidrológiai szélsőségekre, valamint arra is, hogy két egymást követő év is lehet rendkívül csapadékos, majd rendkívül csapadékhányos. Az 1999-2000., majd a 2010-2011. időszakban mindkét eseményről fontos kiemelni az aszály szempontjából azt a fontos tényt, hogy a 2000. és a 2011. év csapadékhányos volt, azonban a kártételei nem voltak jelentősek, mert a megelőző belvizes évben a talajban felhalmozott vízkészlet a növényzet számára elegendőnek bizonyult.

Az 1. ábra olyan eseteket szemléltet, amikor szélsőségesen aszályos éveket (1921, 1935) csapadékban bő esztendők (1922, 1936) követnek. Ebben az esetben az aszályt követő csapadék természetesen nem tudta a vízhiány által okozott károkat enyhíteni. A 2. ábra éppen ellenkező szélsőséget mutat és ráirányítja a figyelmet arra, hogy két egymást követő év is lehet rendkívül csapadékos (1999, 2010), majd rendkívül csapadékhányos (2000, 2011).

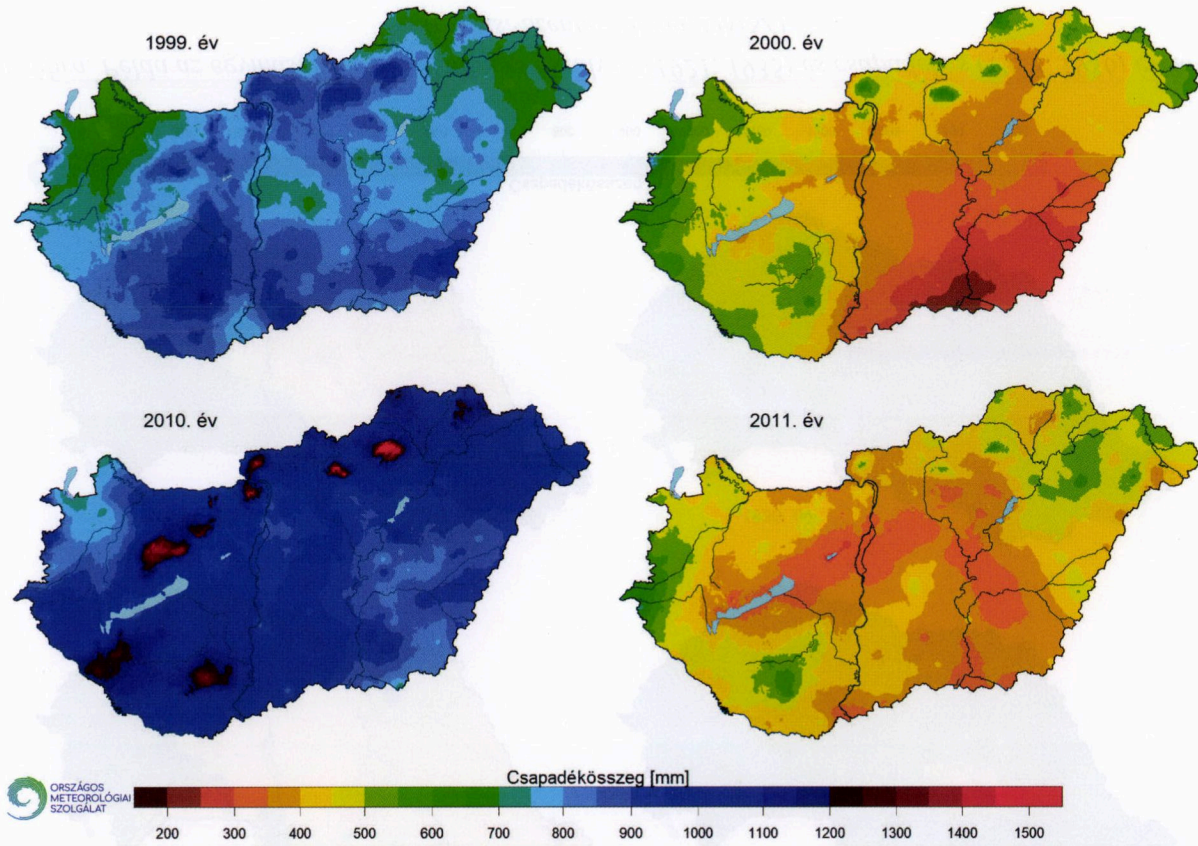
1. táblázat. 1901-2020 közötti időszakok száraz-csapadékos éveinek száma (forrás: OMSZ)

Időszak	Száraz év	Csapadékos év
1901-1930	5	3
1931-1960	6	5
1961-1990	6	4
1991-2020	5	5

Az Országos Meteorológiai Szolgálat feldolgozta az 1901-2020 közötti évek csapadék adatait. 30 éves időszakokban azt vizsgálták, hogyan változott a száraz és a csapadékos évek száma. E statisztika alapján ugyan változási tendencia nem mutatható ki, de az látható, hogy a vizsgált időszakban a száraz időszakok gyakrabban fordultak elő az egyes 30 éves időszakokon belül, mint a vízbő időszakok (1. táblázat).



1. ábra. Példa az egymást követő szélsőséges aszályos (1921, 1935) és csapadékos (1922, 1936) évekre
(forrás: Szentes Olivér; OMSZ)

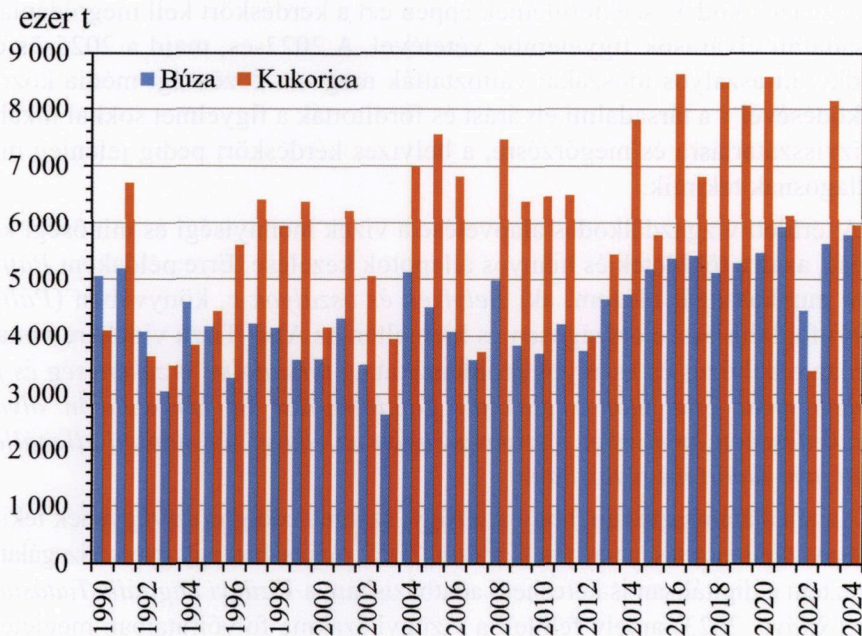


2. ábra: Példa az egymást követő szélsőséges csapadékos (1999, 2010) és aszályos (2000, 2011) évekre (forrás: Szentés Olivér, OMSZ)

3. Az aszályok kártételei

A jelen dolgozat csak érintőlegesen foglalkozik a mezőgazdasági károk kérdéskörével. Az aszályok kártételei kapcsán annak a megállapításnak igyekeztem utána járni, amelyet idősebb kollégáktól hallottam, miszerint egy belvizes időszakot követően rendszerint nagyobb termésátlagokat lehet kimutatni. Ennek vizsgálatára a KSH adatbázisából használtam fel a búza és kukorica termésátlagokat az 1990-2024 közötti időszakra.

Véleményem szerint az adatok alapján – további mélyebb kutatás és értékelés nélkül – ezt a megállapítást sem cáfolni, sem megerősíteni nem lehet. Vélhetően azért, mert a hidrológiai körülményeken túlmenően más is befolyásolja a búza és kukorica termésátlagát. Az viszont az adatokból látható, hogy például a 2010-es belvizes esztendő követő a 2011-es aszály nem okozott terméseszkendőt, ugyanakkor viszont a 2022-es esztendő terméseredményei jelentősen alulmúlták az átlagos termésátlagot, valószínűleg az éven túli halmozott csapadékhiány miatt² (3. ábra).



3. ábra: Búza, kukorica országos termésátlagok (1990-2024) (forrás: KSH)

² Forrás: KSH <https://www.ksh.hu/s/kiadvanyok/fobb-novenykulturak-termeseredmenyei-2023/index.htm>

Az aszály által okozott károk kapcsán szintén a KSH adatok alapján tett megállapítást idézem a *2023-as termésátlagok értékelése* alapján:

- „2023-ban 14,9 millió tonna gabona termett, ami 5,9 millió tonnával több az egy évvel korábnál. A több mint 2,4 millió hektáros betakarított terület 140 ezer hektárral nagyobb a 2022. évinél.
- Az 5,9 millió tonnás búzatermés a megelőző évinél harmadával több.
- A kukorica betakarított területe a 2022. évinél 6%-kal kisebb volt, ugyanakkor a betakarított mennyiség több mint duplájára (+125%-kal) nőtt.”

Az adatok alapján megállapítható, hogy a termésátlagok változása és a hidrológiai események között van összefüggés, de a jelenség oka sokkal összetettebb elemzést igényel.

4. A vízvisszatartás jelentősége a vízügyi szemléletben

Elődeink és a jelenleg szolgáló vízügyi szakemberek korábban is tisztában voltak a szélsőségek potenciális megjelenésével, korábban is hangsúlyozták a vízbő és vízhiányos időszakok párhuzamos jelenlétét a Kárpát-medencében, s a vízgazdálkodási szakterületnek éppen ezt a kérdéskört kell megoldania a társadalmi elvárások figyelembe vételével. A 2022-es, majd a 2025-ös év rendkívüli aszályos időszakai változtatták meg – a közösségi média közreműködésével – a társadalmi elvárást és fordították a figyelmet sokkal inkább a vízvisszatartásra és megőrzésre, a belvizes kérdéskört pedig jelenleg másodlagosnak tekintik.

A területi vízgazdálkodás alapvetése a vizek mennyiségi és minőségi kezelése, azaz a többletek és hiányos állapotok kezelése. Erre példaként *Pálfai Imre* munkásságát idézem, aki *Belvizek és aszályok* c. könyvében (*Pálfai Imre* 2004) foglalta össze országosan és kiemelten az Alsó-Tisza vidékére vonatkozóan a belvizes és aszályos problémákat. *A társadalmi érzékenység és figyelem most érte utol a szakmai gondolkodást és kér számon olyan intézkedéseket, amelyeket a szakma éppen az eddigi társadalmi ellenállás miatt nem tudott megvalósítani.*

Annak alátámasztására, hogy a vízügyi szakma eddig is szívügyének tekintette a vízvisszatartás, a tározás kérdését, 2025. májusában egy gyors vizsgálatot végeztem a digitálisan is kereshető adatbázisban, a *Vízügyi Digitális Tudástárban* (*Szlávik* 2023) amely felöleli a vízügyi szakma folyóirataiban megjelent alapvető publikációkat³.

A publikációk előfordulásának száma meglepő volt! Az alábbi összesítésben a keresőszavakra kapott találatok számát adom meg:

³ <https://library.hungaricana.hu/hu/search>

- „vízmeztartás” – 132 találat
- „vízviisszatartás” – 1675 találat
- „síkvidéki víztározó” – 297 találat
- „belvíz viisszatartás” – 834 találat
- „árasztás” – 1371 találat
- „belvízreform” – 25 találat
- „tájgazdálkodás” – 683 találat

A publikációk számossága bizonyítja, hogy a vízügyi szakma eddig is, évtizedek óta foglalkozott ezekkel a kérdésekkel, számos megközelítésben vizsgálta és alkalmazta a vizek tározását, a vízmeztartást, valamint a tájgazdálkodási megközelítést.

5. Vízviisszatartás, lefolyás késleltetés, tározás külterületen, belterületen

A vízviisszatartás a „nagy belvizek” idején is fontos, ekkor az alsóbb csatornaszakaszok, illetve a belterületek belvízmentesítése érdekében van erre szükség. De az itt betározott vizek aztán vízkészletként megmaradnak a tájban és beszívárognak, elpárolognak.

A vízügyi igazgatóságok mindig is tisztában voltak ennek jelentőségével, de az elmúlt évtizedekben ez a problémakör társadalmi szinten nem érte el az ingerküszöböt. Álljon itt az ATIVIZIG 2003. évi belvízvédekezési zárójelentéséből néhány mondat:

„.....Az előntések kialakulására jellemző, hogy a nagyobb előntések a területi adottságok (talajszerkezet és –minőség, valamint lefolyástalan területek) miatt alakulnak ki. ... A (tiltós) oldalbeeresztő műtárgyak kezelhetetlenek, gazdátlanok, így a legelőkön való vízviisszatartást sem tudtuk végrehajtani. ... A belvízvédekezés alkalmával ismét azt tapasztaltuk, hogy a főcsatornák közül a Kórógy belvízterhelése a legnagyobb, mivel vízgyűjtő területén nagy kiterjedésben található szikes legelők és gyepek, melyekről igen jelentős felszíni lefolyás terheli a csatornát. E legelőkön való vízviisszatartás csökkentené a Kórógy belvízterhelését, ugyanakkor kedvező hatással lenne a gyepek vízgazdálkodására is.”

A belvízi zárójelentésben konkrét javaslatokat is megfogalmaztunk már 2003-ban is, jelezve, hogy meg kell teremteni a belvizek viisszatartásának lehetőségét, például az alábbi helyeken:

- „a Fertői őrzjárásban a Vízgazdálkodási Társulat kezelésében lévő Fertői csatorna torkolati tiltóját helyre kell állítani, mert a tiltó zárásával a Fertői legelőn nagy területen tudnánk belvizet viisszatartani, s ezzel a Kórógy középső szakaszát tehermentesíteni lehetne.

- a Kórógy további belvízmentesítését tudnánk elérni a Cserebökényi övgátak helyreállításával. A terület a Körös-Maros Nemzeti Park működési területére esik.

Az övgátak helyreállítását a Nemzeti Park is támogatná, mivel több éve szorgalmazza itt a vizek visszatartását, a vizes élőhelyek helyreállítását.”

A nemzeti parkok azóta jelentős lépéseket tettek a vízvisszatartás gyakorlati megvalósításában.

A vízügyi szakma 2007-ben „*belvízreform*” néven javaslatot dolgozott ki mintaterületi vizsgálatokkal alátámasztva, hogy az arra alkalmas helyeken történő vízvisszatartással (nem a belvizek elvezetése, hanem helyben tartása) gazdasági eredmény, azaz megtakarítás mutatható ki a belvízvédkezés költségében. Akkor ez a vizsgálat azzal a pozitívummal nem számolt – költség szinten sem –, hogy a visszatartott belvíz potenciális vízkészlet is a táj számára.

A vízügyi szakma 10-15 éve folyamatosan jelzi a belterületekről érkező csúcsidejű csapadékok késleltetett levezetésének és a közbenső záportározóknak a szükségességét is. A vízgyűjtő-gazdálkodási tervekben külön útmutató készült 2009-ben a belterületek csapadékvíz-elvezetési megoldásaival kapcsolatban. Talán az utóbbi 2-3 évben mutatható ki, hogy térségünkben több önkormányzat vállalta be záportározó létesítését, ez azonban számos esetben értetlenséget és ellenségeskedést szült a környezetben.

A vízvisszatartás kapcsán a vízkészletekkel szemben évtizedeken át az „öntözésre való hasznosíthatóság” volt az elvárás. Ez a törekvés a síkvidéki vízgyűjtőkön gyakorlatilag megvalósíthatatlan. Egyrészt azért, mert a belvizek minősége erősen kérdéses a hasznosítás szempontjából. A „*sokműködésű*” csatornákon történik a települések tisztított szennyvizének, a fűtési célú termál csurgalékvizeknek, valamint a fürdők csurgalékvizeinek az elvezetése is. A fenntartási elmaradások a csatornák feliszapolódását okozzák. A vizek akár 90-100 km-es távolságot is megtesznek a bebocsátási ponttól a folyóba történő bevezetésig, ezalatt sokféle hatás éri a csatorna vízkészletét, amely a vízminőséget jelentősen befolyásolja. A vízvisszatartás vízmélysége csekély, magasabb hőmérséklet hatására a víz „*felfordul*”, elalágasodik, bűdössé válik, ebben az állapotban nemkívánatossá válik.

A vízkészletek megtartásának megoldását az sem támogatja, hogy az igazgatóságok jellemzően csak a csatornamederben tudják a víztározást/vízmegetartást végrehajtani, de az a víztömeg a vízgyűjtő szempontjából elhanyagolható nagyságrendet képvisel.

6. Víz a tájba” program

Éppen a fenti probléma megoldására, mármint a csatornán kívüli területek bevonására, született 2025-ben az OVF kezdeményezésére a „*Víz a tájba!*” program. A gazdák egy online felületen jelenthetik be a területüket, ahol a vízüggyel közösen valósíthatnák meg a terület elárasztását, a víz visszatartását.

2025 május közepéig országosan mintegy 400 felajánlás érkezett. Ebből

közel 90 ingatlan tulajdonos az Alsó-Tisza vidékéről jelezte területének elárasztási szándékát; néhányan több ingatlannal is jelentkeztek.

A bejelentések értékelése során elsősorban a szándékot kell figyelembe venni, azaz megállapítható, hogy társadalmi szinten is felértékelődött a vizek helyben tartása, a vízkészlet lokális jelenlétének igénye. Látható, hogy a gazdálkodók egy szűk rétege ma már hajlandó részt venni a vizekkel kapcsolatos feladatokban. A gazdálkodók ugyan korábban is fontosnak érezték a „vizek helyben tartásának” ügyét, csak éppen mindig másnak a területén kellett volna megvalósítani ezt a törekvést. A saját terület felajánlása jelentős szemléletváltás a gazdák, a társadalom részéről. Az csak egy mellékes gondolat, hogy többeni pénzügyi támogatás reményében ajánlották fel területüket és nem a társadalmi érdek szolgálata miatt.

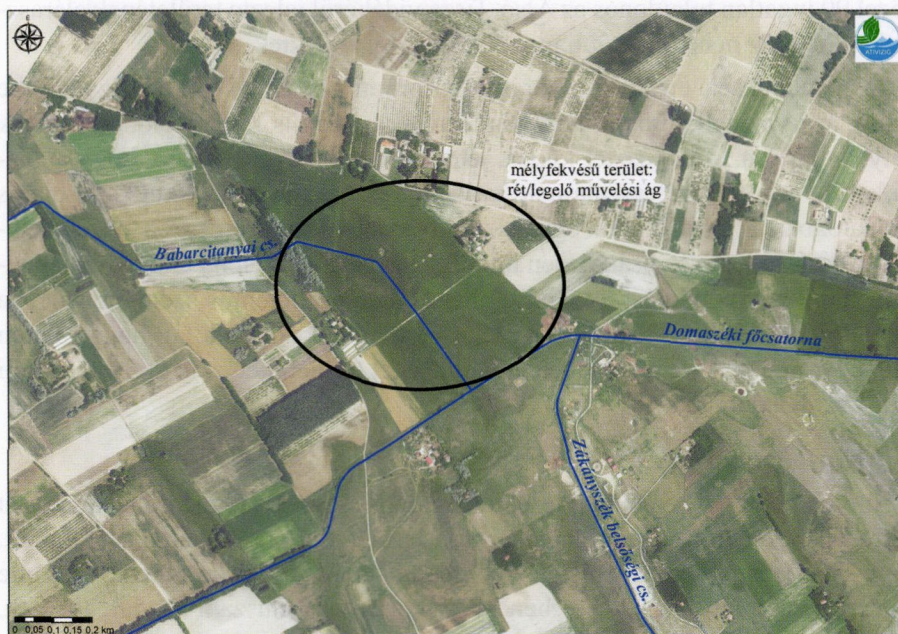
6.1. Morfológiai kérdések

Az online felületen bejelentett területek számos esetben a felajánló lelkesedését tükrözték, és nem a valódi lehetőséget: a terület vagy távol van a csatornától, vagy éppen magasabb térszínen lévő területet ajánlottak fel árasztásra. Az szinte minden felajánlott terület esetében igaz, hogy nincs műszaki akadálya annak, hogy esetleges elöntés esetén a szomszéd területet ne öntse el a víz – ebben az esetben pedig senki nem vállalja fel a szomszéd terület árasztásával kapcsolatos kártérítési kötelezettséget.

További problémát jelent a csatornák műszaki méretezésének és tervezésének az az alapelve, hogy a csatornának a mértékadó vízmennyiséget kiöntés nélkül kell elvezetnie, azaz a tervezőnek az üzemvízszint és a legalacsonyabb csatornapartél között min. 30-50 cm-es biztonságot kell figyelembe vennie. Duzzasztás esetén a csatorna a legmélyebb terepadottságnál kilép a medréből, ami elöntést okoz – s nem feltétlenül ott ahol, ahol az árasztási igény jelentkezik.

Ezen adottságok alól természetesen vannak kivételek, az ATIVIZIG működési területén jellemzően a *homokhátsági csatornák*. Ezeket a csatornákat a mélyfekvésű, vízállásos területek (semlyékek) csatornamederrel történő összekötésével hozták létre. E semlyékek mentén a csatornák kis vízállásnál is kiterülnek, elöntve a szomszédos területeket. Ilyen adottságú területekre számos esetben a nemzeti parkok vizes élőhelyet alakítottak ki.

A 4. ábrán példaként a Babarci tanyai-csatorna helyszínrajzát mutatom be, ahol a mélyfekvésű területen láthatóan időnként kiterül a csatorna vize. Itt pozitív példaként ez a mélyfekvésű terület láthatóan rét és legelő terület maradt, a szántóföldé történő átminősítés nem történt meg.



4. ábra. Babarci-tanyai csatorna mélyfekvésű területe

6.2. A vízkészlet hiánya

Az intézményes vízpótlással nem rendelkező területeken csapadékmentes időszakban kizárólag tisztított települési szennyvíz és termál csurgalékvíz (szerencsés esetben, a fürdőknél hígítva) található a csatorna medrekben.

A vízügyi igazgatóság nem illetékes annak eldöntésében, hogy az ezekből a vizekből eredő elöntés okozhat-e káros hatást az elöntött területen. Vizsgálendő az időszakosság kérdése, azaz néhány hét, vagy hónap árasztása milyen változásokat okoz. Megjegyzem, a földmedrű csatornákból is elszikkad a víz, tehát a talajvízre vonatkozó hatások mérlegelésénél ezt a ténytet figyelembe kell venni. Különösen a Homokhátságon szomorú a vízkészlet rendelkezésre állásának hiánya és az ehhez kapcsolódó sok felajánlott terület szárazon maradása.

A potenciálisan árasztható területek a vízpótló rendszerek, az öntözőrendszerek hatásterületén belül találhatóak, csak ezekben a rendszerekben található száraz időszakban vízkészlet. Az Alsó-Tisza vidékének terület sajátosságai miatt – hiszen Magyarország legmélyebb területén élünk – a védtöltések mentett oldalán csak szivattyús vízkivételekkel és közbenső szivattyús áttemelésekkel biztosítható vízkészlet.

Az öntözőrendszerek kihasználtsága jellemzően magas, így az árasztással

kapcsolatban vízkészlet hiányáról akkor is beszélhetünk, ha az öntözési igények kiszolgálása miatt már nincs további szabad kapacitás a rendszerben.

6.3. Jogi akadály

Az Alsó-Tisza vidékén csapadékmentes időben – a területi adottságok miatt – csak szivattyús vízpótlással lehet a területre vizet juttatni. Az árasztást igénylő tapasztalása, hogy „ott a csatornában a víz, miért nem vehetem ki” kérdés a jogszerűséget veti fel. Ha egy vízrendszerben az öntözési tevékenységet folytató felhasználóktól (a mezőgazdasági termelőktől) a jogalkotó elvárja, hogy vízjogi üzemeltetési engedély alapján használhassa a vízkészletet, akkor a vízgazdálkodási törvényben az árasztási vízigényt is vízhasználatként kell nevesíteni, és azt a vízjogi engedélyezés kapcsán is „igényként” kell figyelembe venni; a vonatkozó jogszabályi kezelet között be kell sorolni a vízhasználók közé. Ehhez jogszabály módosítás szükséges, főként, ha a jogalkotó például a mezőgazdasági vízhasználatokhoz hasonló támogatásban kívánja részesíteni ezeket az igénylőket.

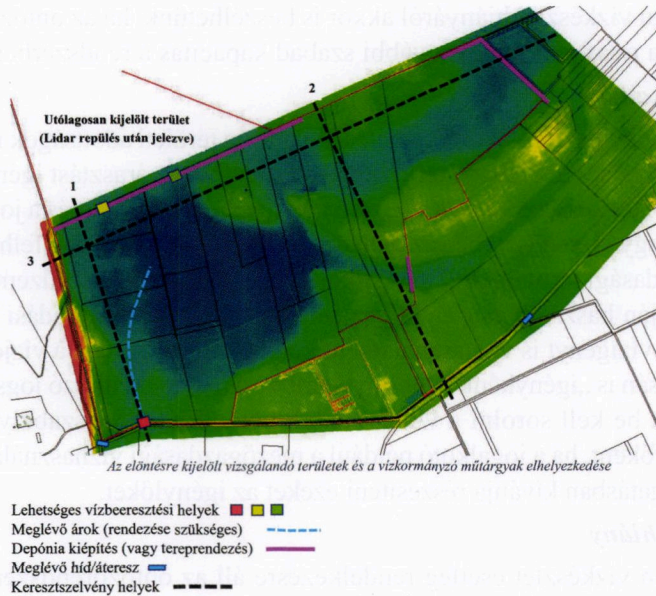
6.4. Forráshiány

Amennyiben vízkészlet esetleg rendelkezésre áll az öntözőrendszer hatásterületén térben és időben, akkor – a szivattyús vízbeemelések szükségessége miatt – ez igen nagy költséget jelent.

Erre példaként mutatom be a Hódmezővásárhely térségében lévő Kéktói területet. Ezen a területén 9 gazda összefogásában 15 helyrajzi számon nyilvántartott ingatlanra nyújtották be a terület árasztására vonatkozó felajánlásukat a tulajdonosok. A terület geodéziai felmérését a VIZITERV Environ Nonprofit Kft. elvégezte. A terület a morfológiai adottságai miatt valóban alkalmas az árasztásra (5. ábra).

A terület a Minszent-Székkutasi öntözőrendszer hatásterületén található, a vízpótlási útvonalon két átemeléssel jut a víz a Tiszából a magas térszínű területre (6. ábra). A hazai viszonyok között kiemelkedő adottságú termőterületek öntözése kiemelt jelentőséggel bír, ennek hatására szabad vízkészlet nincs a rendszerben. S ha mégis volna, mert az öntözési idény végén talán csökken annyira a mezőgazdasági vízigény, hogy kiszolgálható volna az árasztási vízigény, a közel 500.000 m³ becsült vízigény öntözési vízdíjjal számolt költsége kb. 50 millió Ft, amelynek fedezete sem a szolgáltatónál, sem az ingatlan tulajdonosoknál nem áll rendelkezésre.

A területi vízgazdálkodási problémák megoldásánál, így a vízvisszatartás kérdéskörében is nagyon fontos a valódi szándékok és tettek kifejezése. Ennek során a felajánló nemcsak elvár, hanem tevőlegesen is hozzájárul az árasztáshoz: eszközzel, tevékenységgel, munkával, szervezői munkával stb. Ezeket a törekvéseket tudja az igazgatóság támogatni-kiegészíteni és így egy eredményes „projekt” jöhet létre.



5. ábra. A Kéktói terület morfológiai állapota (forrás: VIZITERV Environ, 2025)

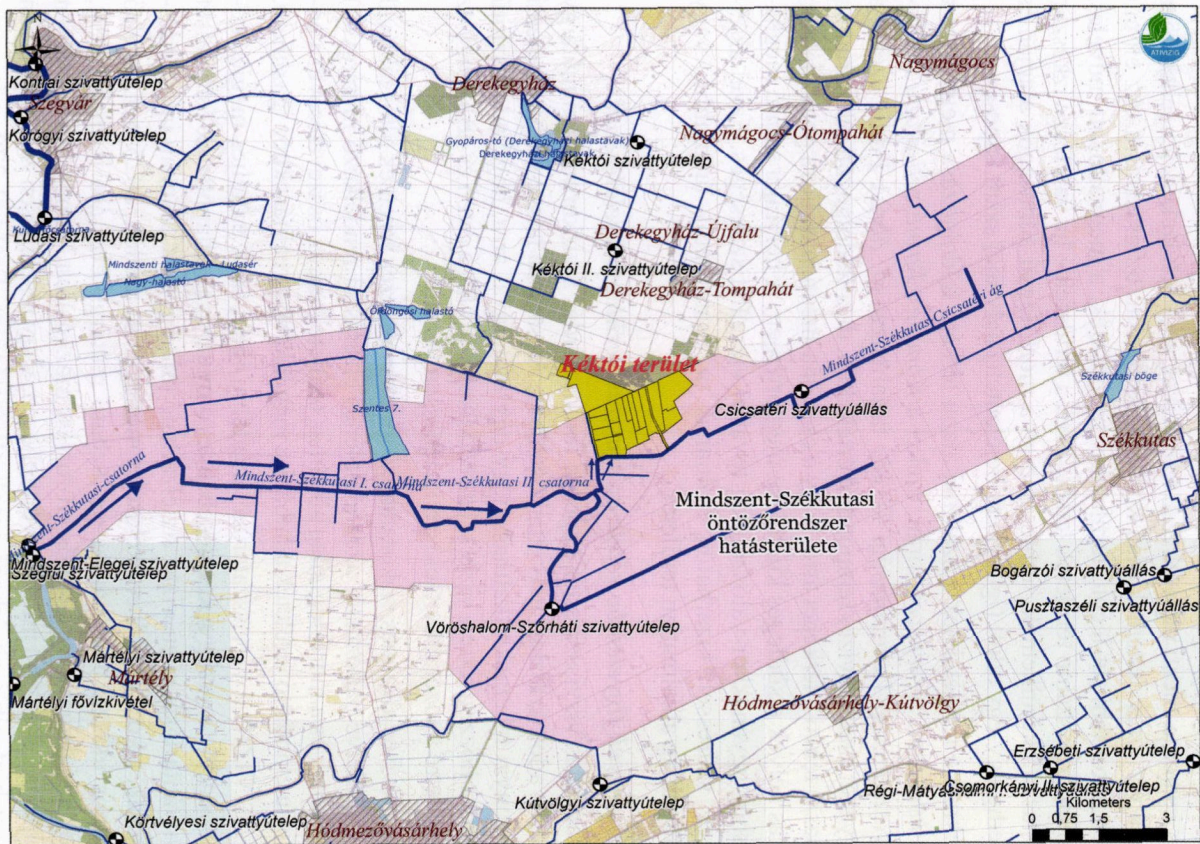
Erre példaként említem az Élhető Kiskunmajsja Egyesülettel történt együttműködést. Az egyesület a Kiskunmajsja területén lévő, ATIVIZIG üzemeltetésében lévő Marisi-csatorna 2+531 km szelvényében lévő pallózható műtárgy kapcsán kért együttműködést az ATIVIZIG Szegedi Szakasz mérnökségétől. A szakasz mérnökségi kollégák szakszerűen lezárták a műtárgyat, az egyesület megszerezte az árasztási területre vonatkozó tulajdonosi hozzájárulást, valamint elvégezte a keresztező földút magasítását. A 2025. márciusban megvalósított elzárás ma a közösségi médiában és sajtóban is számos megjelenést kapott, így például a Facebook „Vízvisszatartás lehetősége” oldalon a kialakult vízi madárvilág a szenzáció.

7. Javaslatok

A vízügyi igazgatóságok a rendelkezésükre álló adatbázisaik alapján előzetesen javaslatot tudnak adni az árasztásra alkalmas helyszínekre. Ezeknél a gazdák összefogásával lehet az árasztásra alkalmas helyeken a közösségi vízvisszatartást megvalósítani. Valahogyan úgy, ahogyan az öntözőrendszerek hatásterületén belül tudunk öntözési igényt kielégíteni, azon kívül nem (illetve egyedi vizsgálat szükséges hozzá).

7.1. Morfológiai vizsgálatok alapján „kínálati oldal” megteremtése a „Víz a tájba!” program részére

Minden igazgatóság eltérő területi adottságokkal rendelkezik, valamint az igaz-



6. ábra. A Mindszent-Székkutasi öntözőrendszer és a Kéktói terület (forrás: ATIVIZIG)

gatóságok működési területén belül is eltérő adottságú részvízgyűjtő területek vannak, tehát nem lehet egységes elvárást megfogalmazni!

A szakaszmérnökségek, csatornaőrök ismerik a terepi adottságok alapján alkalmas, csatorna-menti mélyfekvésű területeket, ahol belvizek idején jellemzően kiterül a víz, ezek lehetnek első körben alkalmasak az árasztásra. Az elmúlt években a korábbi rét-legelő területeket feltöltötték, a megváltozott művelési ág alapján ezek szántó területek lettek. Ezek a területek – ha van/lesz vízkészlet – árasztás alá kerülhetnek, természetesen a morfológiai adottságok alapján és nem pedig egy-egy adott (igényként bejelentett) helyrajzi szám kapcsán.

Ezeknek a területeknek a szakmai alapú térképi feldolgozása megtörtént a *belvízi kockázati térképezés* során, ezeket a *Komplex Természeti-alapú Belvíz-veszélyeztetettségi Valószínűségi Térkép* tartalmazza (7. ábra). Eddig ezeket a fedvényeket csak belvízi szempontból értékeltük, de a feldolgozott adattartalom alkalmassá teheti a térképet arra, hogy a csatorna-menti árasztásra potenciálisan alkalmas helyek elsődleges kijelölése megtörténjen. A helyrajzi szintű meghatározáshoz ugyanakkor valószínűleg további vizsgálat szükséges. Ezzel az elsődleges szűréssel kizárhatók volnának a csatornától távolabbi, vagy morfológiailag alkalmatlan területek.

7.2. Műtárgyak figyelembe vétele az árasztási területek kijelölésénél

Az árasztás/vízviszatartás kapcsán fontos kérdés a vízkormányzó műtárgy megléte az adott árasztási helyszín közelében. A csatorna hossz-szelvény menti esésviszonyai tehetnek alkalmassá egy-egy műtárgyat arra, hogy adott szintű duzzasztást hozzon létre a vízkészlet rendelkezésre állása estén és arra, hogy az adott területre a vizet gravitációsan ki lehessen vezetni.

A meglévő és alkalmas vízkormányzó műtárgyak (ezek lehetnek tiltós táblával felszerelt, illetve pallózható, azaz ideiglenes elzárással rendelkező műtárgyak) adatbázisának és a morfológiailag alkalmas területeknek az összevetésével a potenciálisan előnethető területek adatbázisa még inkább a realitásokhoz igazítható.

Az ATIVIZIG a vízviszatartás társadalmi igényének erőteljes megjelenésekor elvégezte a vízügyi kezelésében lévő műtárgyak állapotának felmérését és a nyilvántartását ellenőrizte. Az elzárható műtárgyakat azonnali intézkedéssel elzárták, a kockázatok értékelése és mérlegelése mellett. 2025-ben, az első öt hónapos időszakban számos pallózható műtárgy elzárása is megtörtént, melyhez az igazgatóság jelentős erőforrást mozgósított. Ennek köszönhetően 2025. április 25-én 560 műtárgy volt teljesen, vagy részlegesen zárt állapotban (átbukást biztosítva az érkező vizek elvezetésére). Ezekből 270 műtárgy a Duna-Tisza közén lett lezárva, felkészítve arra, hogy az esetleg megjelenő vízkészletet a csatornamedrekben megtartsák.

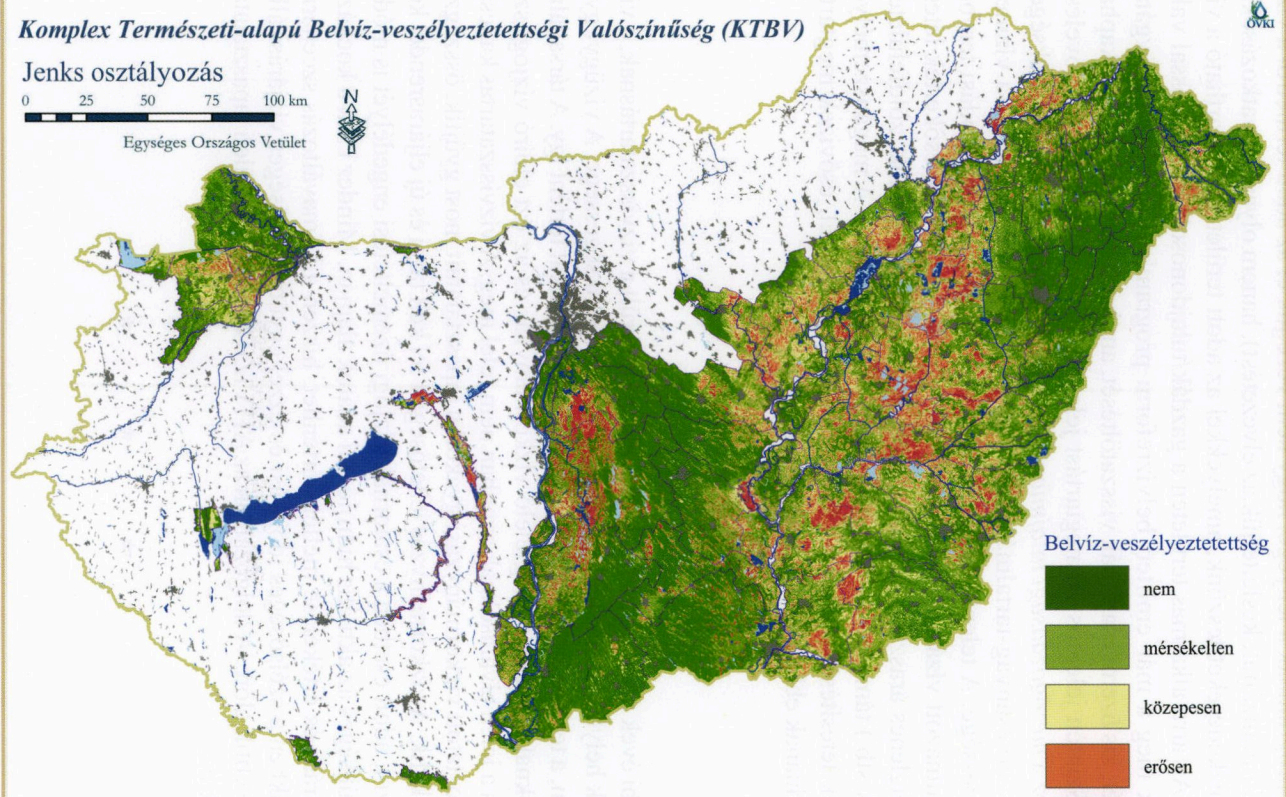
Komplex Természeti-alapú Belvz-veszélyzetettségi Valószínűség (KTBV)






Jenks osztályozás

0 25 50 75 100 km

Egységes Országos Vetület



Belvz-veszélyzettség

-  nem
-  mérsékelt
-  közepesen
-  erősen
-  igen erősen

7. ábra: Belvz-veszélyzettségi térkép – potenciális árasztási helyek elsődleges szűrésére (forrás: OVF)

7.3. „Tartsd meg a vizet a tájban!” – program meghirdetése

Ennek a programnak a lényege, hogy nem vezetjük el az adott területről a vizet (vagy minimalizáljuk/késleltetjük az elvezetést), hanem olyan beavatkozásokat, vagy intézkedéseket teszünk, amelyekkel az adott területen megtartható a vízkészlet. Az arra alkalmas területen a gazdák/tulajdonosok összefogással valósíthatják meg a már említett belvízreform programban is tervezett övgátak kiépítését, kis üzemi csatornák visszatöltését, amihez állami támogatást kaphatnának. Szintén jelentős vízmegtartást jelent a talajban a vízkészlet növelése, amelyhez a *mezőgazdasági talajművelési gyakorlat megváltoztatása* szükséges. A talaj szervesanyag-tartalmának növelésével jelentősen javítható a vízmegtartó-képessége. A települések belterületén a Vízyűjtő-gazdálkodási tervben megfogalmazott vízáteresztő burkolatok, lefolyás-késleltetés, esőkertek létesítése, ideiglenes árasztási helyek kijelölése (játszóterek, parkok, zöldfelületek, parkolók stb.) támogatnák a vízkészletek helyben tartását. A magánszemélyek esőkertek létesítésével, burkolt felületek rehabilitálásával, esővizek megtartásával tudnának ebben a programban részt venni.

* * *

Az utóbbi évek aszályos időszakában előtérbe került a vízvisszatartásnak, a vízkészletek helyben tartásának és megőrzésének a szükségessége. A vízügyi gyakorlatban, a területi vízgazdálkodásban ez eddig is okkal történt így. A társadalmi elvárásoknak korábban megfelelő vízkormányzás és az ezt előíró vízjogi szabályozás a jelen elvárásoknak azonban nem felel meg. A vízvisszatartás kapcsán megváltoztatott vízkormányzási gyakorlat tapasztalatait most gyűjtik, összegzik és kiértékelik. A vízkormányzás lehetőségeit fel kell tárni és új eljárásrendet kell kidolgozni, adott esetben a csatornák vízjogi üzemeltetési engedélyét is módosítani szükséges az aktuális hidrológiai adatok alapján. Mindez csak a kockázatok feltárása és értékelése mellett történhet, hiszen a klímaváltozás scenáriói térségünkben a szélsőséges időjárási és ezzel együtt szélsőséges vízjárási állapotokat vetítik előre. A dolgozatban az ATIVIZIG ez irányú területi tapasztalatait mutattuk be.

* * *

FORRÁSMUNKÁK

ATIVIZIG (2022): A 2022. évi vízhiány elleni védekezés összefoglaló jelentése. Szeged. Kézirat.

Bozán Csaba, Körösparti János, Iványi Krisztina (2022): A belvíz-veszélyeztettségi térképezés fejlődése az ÁKK projekt keretében. *Sodorvonal*. 2022. évi 4. szám.

Kurucz Máté (2018): A Körös-vidék mezőgazdasági vízszolgáltatásának helyzete. In: *MHT XXXVI. Országos Vándorgyűlés* (Gyula, 2018. július 4-6.) *tanulmánykötet*.

Mezősi G., Bata T., Blanka V., Ladányi Zs. (2017): A klímaváltozás hatása a környezeti veszélyekre az Alföldön. *Földrajzi Közlemények*, 141. 1. sz. 60–70.

Nováky Béla (2011): Az éghajlatváltozás és hatásai. In: Magyarország vízgazdálkodása: Helyzetkép és stratégiai feladatok. MTA: Budapest. 85–102.

Pálfai Imre (2004): Belvizek és aszályok Magyarországon. Közlekedési Dokumentációs Kft., Budapest.

Szentes Olivér (2022): Szárazság Magyarországon 2022-ben és a múltban Országos Meteorológiai Szolgálat honlap. https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekesssegek_tanulmanyok/index.php?id=3198&hir=Szarazsag_Magyarorszagon_2022-ben_es_a_multban

Szlávik Lajos (2023): Vízügyi Digitális Tudástár. *Vízügyi Közlemények*, 2023. évi 2. szám.

VzTT (OVF Vízügyi Tudományos Tanács) (2022): A 2022. évi aszály Magyarországon., *Vízügyi Közlemények*, 2022. évi 3. szám pp. 55-100.

1995. évi LVII. törvény A vízgazdálkodásról

2/1997. (II.18.) KHVM rendelet a mezőgazdasági vízszolgáltató művek üzemeltetéséről

A VÍZ ÉRTÉKE A MEZŐGAZDASÁGBAN

BÍRÓ TIBOR¹

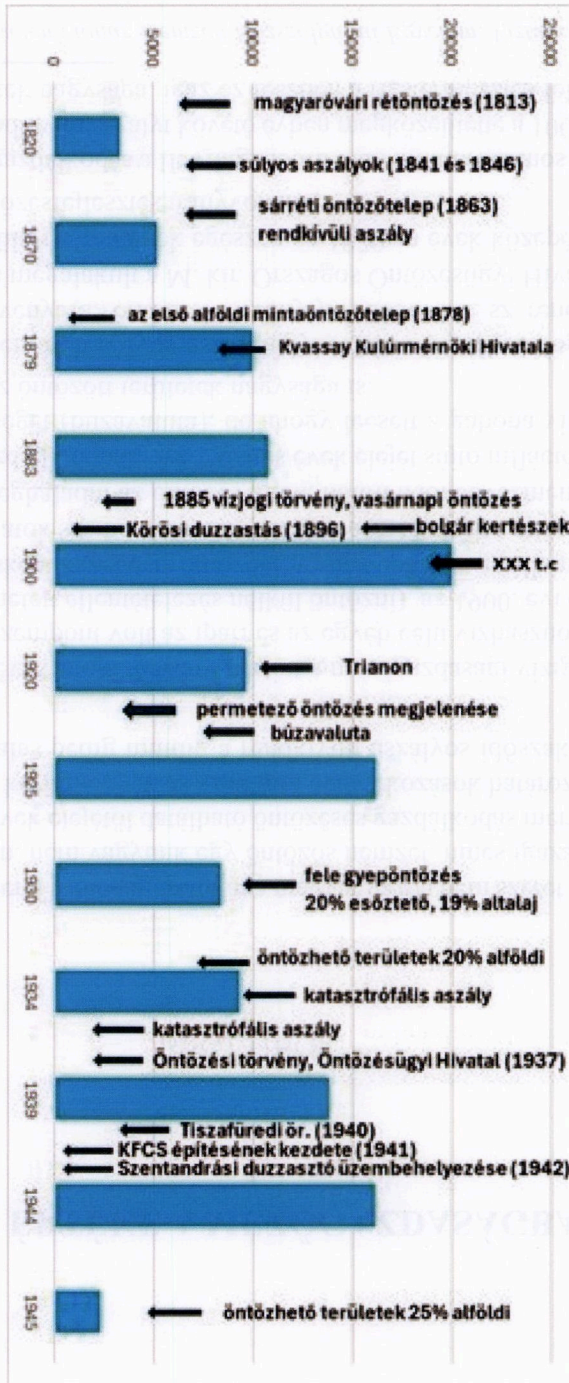
Már Kvassay Jenő is megállapította: a magyar gazda nem szeret az öntözéssel bíbelődni. Valóban, nem vagyunk egy öntözős nemzet, nincs igazán hagyománya. Az 1800-as évek elejétől datálható öntözőses gazdálkodás mértékét mindig is a közgazdasági körülmények és az állami beavatkozások határozták meg. Az állami szerepvállalás pedig mindig a rendkívüli aszályos időszakok után nőtt meg (1. ábra).

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

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

Az öntözőses 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, igaz ez részben a rizstermesztés felfutásának is

¹ Dr. Bíró Tibor egyetemi tanár, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Vízudományi Kar



1. ábra. Az öntözött területek nagysága 1820 és 1945 között (ezer ha)

köszönhető (1960-ban a rizs 50%-ot tett ki az öntözésen belül). Az 1968-as rendkívül 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 hátrányos adottságú termelősövetkezetek élveztek prioritást, így az öntözéses gazdálkodás nem mindig váltotta be a hozzá fűzött reményeket. Ennek a levét a mai napig isszuk, mivel a vízszétesztó hálózat jelentős része kedvezőtlen termőhelyi adottságú térségekben épült ki, ahol az öntözés eredményessége a talajtani adottságok miatt erősen korlátozott. Erre a korszakra jellemző az is, hogy az öntözést, mint egy kiegészítő agrotechnikai elemként kezelték, sem a biológiai alapokat, sem a talajművelést, sem a tápanyag-gazdálkodást nem igazították az öntözés adta potenciálhoz.

Az 1970-es évek elején bekövetkezett olajválság megemelte az energiaigényes öntözés önköltségét, ezzel szinte egyidőben megszűntek az ártámogatások. Az öntöző berendezések árának és a vízszolgáltatás díjának 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 (2. ábra).

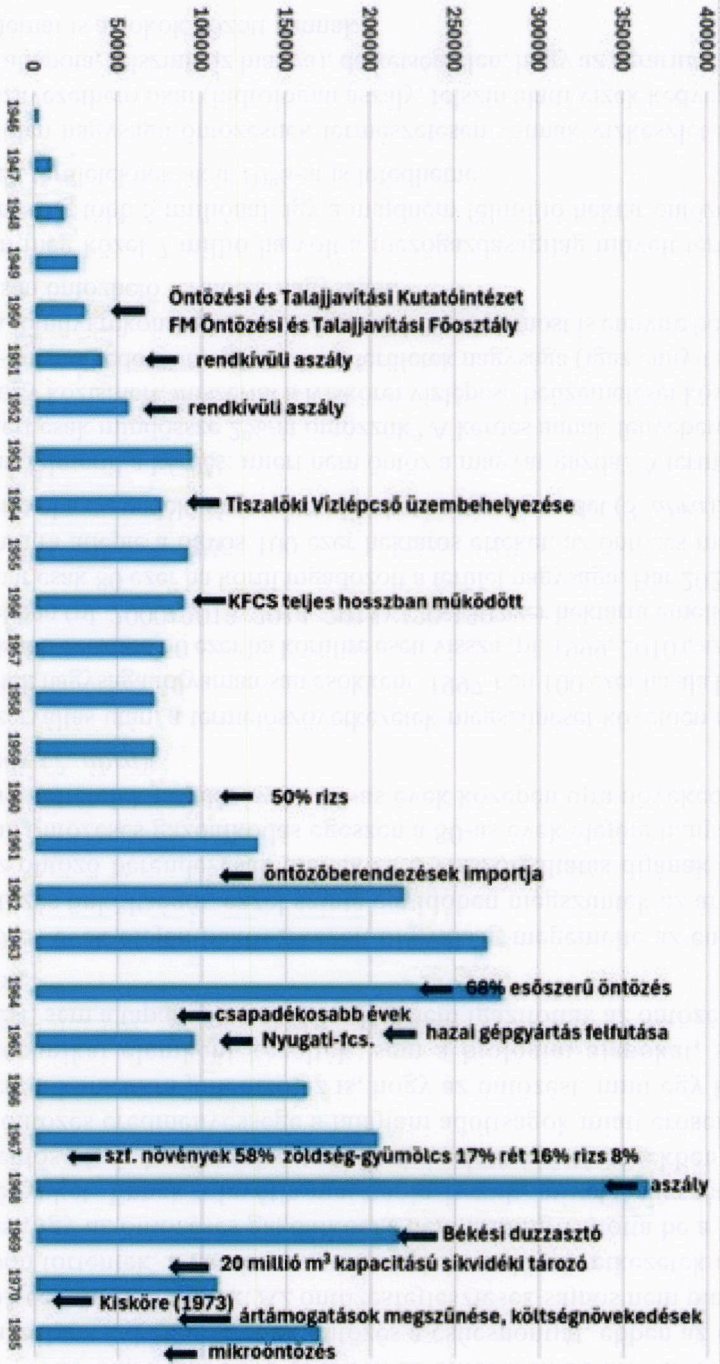
A rendszerváltás után, a termelősövetkezetek megszűnését követően az öntözött területek nagysága folyamatosan csökkent, 1997-ben 100 ezer ha alá került; a csapadékosabb években 50 ezer ha körülire esett vissza (pl. 1999, 2010), az aszályosabb években (pl. 2000, 2013, 2014, 2015) 120-130 ezer hektárra emelkedett. 2017 után már csak 80 ezer ha körül ingadozott a terület nagysága. Bár 2022-ben és 2024-ben újra átlépte a bővös 100 ezer hektáros értéket, az öntözés mértéke közel sem érte el a csapadékhiány miatt elvárható nagyságrendet (3. ábra).

Sokakban felmerül a kérdés: miért nem öntöz a magyar gazda? A termőterületeknek miért csak mindössze 2%-át öntözzük? A kérdés annak fényében tűnik jogosnak, hogy közismert, miszerint a Kiskörei vízlépcső 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 nagyságát.

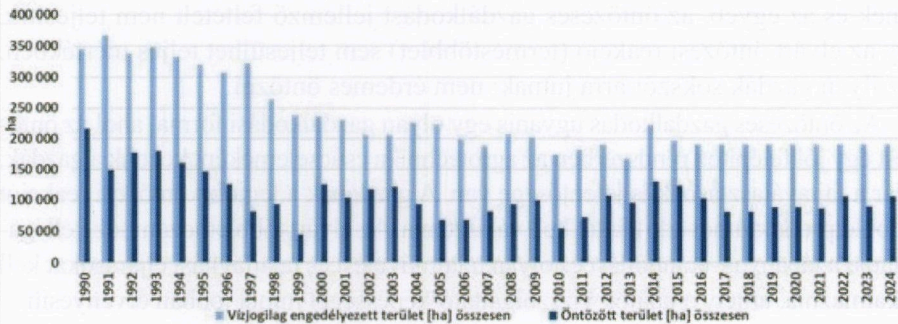
1973-ban még közel 7 millió ha volt a mezőgazdaságilag művelt területek nagysága, ma alig több 5 milliónál, így a majdnem félmillió hektár öntözött terület a művelt területeknek akár 10%-át is lefedhetné.

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 vannak:

2. ábra. Az öntözött területek nagysága 1946 és 1985 között (ezer ha)



- az öntözési tevékenységet folytatók elenyésző hányada folytat szakmai értelemben vett öntözéses gazdálkodást;
- a hazai vetésszerkezet kis hozzáadott értéket termel;
- kevesen folytatnak intenzív termelést;
- a gazdaságok átlagos mérete kifejezetten hátrányos az öntözésre;
- a termőhelyi adottságok és földhasználat nincs összhangban;
- a területalapú támogatás és a kárenyhítés intézményrendszere sem ösztönöz az öntözésre;
- kis munkaerő igényű ágazat alakult ki;
- gazdatársadalom korfája kedvezőtlen képet mutat;
- a földtulajdonos és -használó elválík egymástól.



3. ábra. Az öntözött területek nagysága 1990 és 2024 között (ezer ha)

Nyilvánvalóan a fenti okokra vezethető vissza az a tény, hogy az elmúlt 20 évben átlagosan a vízjogilag engedélyezett területnek a 47%-át öntözték a gazdák, holott a leköttött 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-től 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.

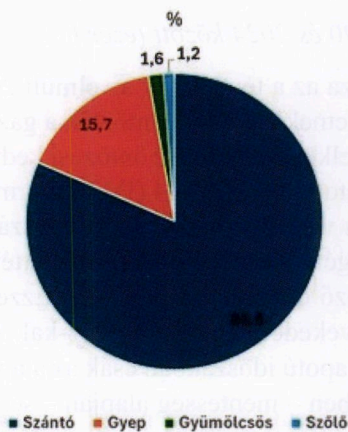
Az öntözési célú vízszolgáltatás átlagos önköltsége 13-14 Ft körül alakul, amiben nagy szórás tapasztalható, melyet elsősorban a vízemelési szükséglet és vízszállítási útvonalak hossza befolyásol.

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 költségszerkezetében 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 kultúrákat termesztenek és az egyéb, az öntözéses gazdálkodást jellemző feltételt nem teljesítik, így az elvárt öntözési reakció (terméstöbblet) sem teljesülhet teljes mértékben. Az ilyen gazdák sokszor arra jutnak: nem érdemes öntözni.

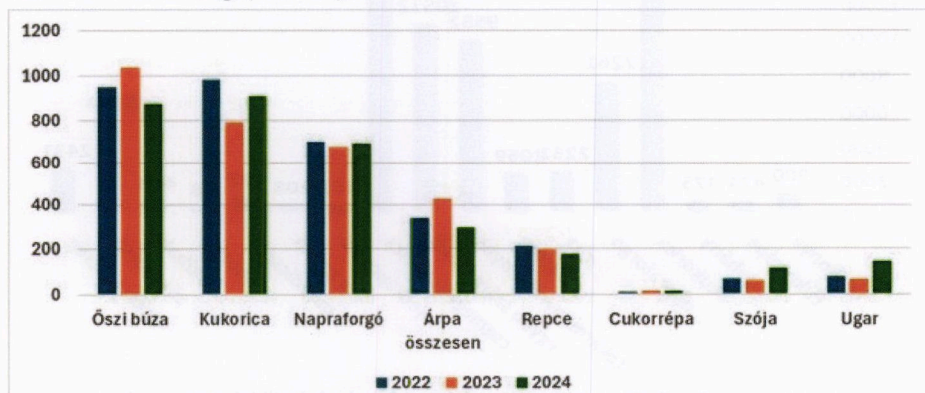
Az öntözéses gazdálkodás ugyanis egy olyan gazdálkodási forma, ahol az öntözést egy jól felépített rendszerben az agrotechnika csúcselemeként kezelik a gazdák. Már a fajtaválasztásnak is jelentősége van. A gazdának a legjobb öntözési reakciót (többletterméket adó) fajtát kell választania. Az elvárt többlet hozamhoz kell igazítani a tápanyag-utánpótlást és olyan talajművelési és talajjavítási eljárásokat kell alkalmaznia, amely a talajok vízszolgáltató-képességét minél jobban érvényesíti.



4. ábra. Művelési ágak megoszlása 2024-ben (KSH, 2024)

Ezt a hibát már az 1960-as évek első felében is elkövettük, amikor az öntözött területek nagysága átgondolt gazdálkodási koncepció nélkül indult látványos emelkedésnek. Nem kérdéses, hogy az öntözéses gazdálkodás sikerében az öntözni kívánt növényfajnak van a legnagyobb szerepe. A kertészeti (gyümölcs, zöldség, szőlő) és vetőmag kultúrák 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 mezőgazdasági művelt területek 81,5%-a szántó művelési ágú és mindössze 1,6%-a esik a gyümölcsös kategóriába (4. ábra).

A szántóföldek 71%-án öt olyan növényt (búza, kukorica, napraforgó, árpa, repce) termesztünk, melyek öntözésének vagy nincs hagyománya, vagy az öntözése nem éri meg (5. ábra).



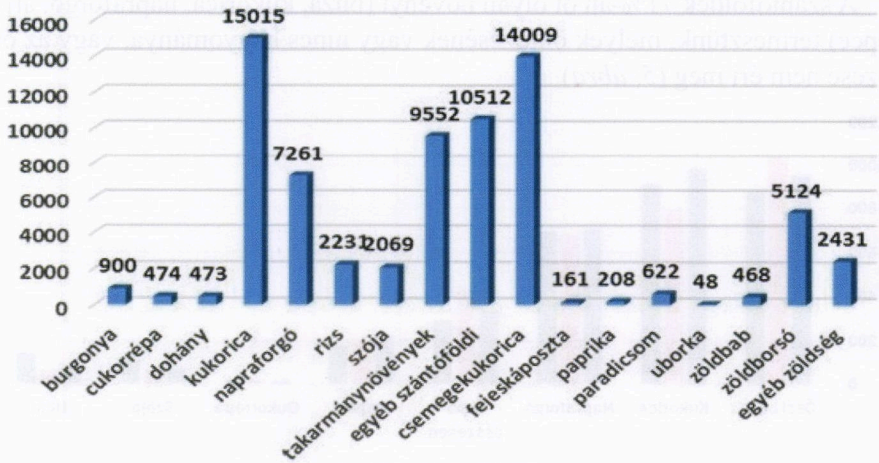
5. ábra. Vetésterületek a szántó művelési ágban (ezer ha) (KSH, 2024)

Hazánkban a kukoricatermő területek nagysága korábban meghaladta az 1 millió ha-t, a 2022-es tragikus állapotokat előidéző aszály hatására 2023-ban 800 ezer ha alá esett, de a következő évben újra 900 ezer ha fölé emelkedett. Jól látható, hogy a magyar növénytermesztés nehezen ereszti el a gabona-dominanciát, holott az árukukorica termesztése egyre kockázatosabbá válik térségünkben. A gabonapiac globális kitétsége miatt szinte borítékolható, hogy az árukukorica öntözése nem eredményez megfelelő jövedelmezőséget.

Más a helyzet a takarmánynövényként (siló) vagy zöldségnövényként (csemegekukorica) termesztett kukorica esetében. A lédús takarmány előállítás elsősorban a tejelő marha ágazat nyereségességével van összefüggésben, a biztos takarmánybázis megteremtéséhez elengedhetetlen az öntözés. A több ütemben – akár másodvetésben – vetett csemegekukorica öntözés nélküli termesztése szintén nagy kockázatot hordoz, pedig az adatok tanulsága szerint jó, ha a gazdák a harmadát megöntözik (6. ábra).

Még rosszabb a helyzet a többi öntözésigényes kultúránál. Elenyésző mértékben öntözik a burgonyát, a cukorrépát és a szójababot, a zöldborsó termőterületének csak egyötöde kap öntözővizet. Nagy kérdés, hogy a nagyobb inputigényű növények termesztése meddig viseli el az aszályokból származó kockázatokat.

Az öntözött területekből jelentős hányadot (21%) tesznek ki a vetőmagtermesztések. Ezen belül erős dominanciával (90%-os) bír a hibrid kukoricatermesztés (18-19 ezer ha). A vetőmag kukoricatermesztés esetében nem elegendő a talajnedvesség pótlása, a légköri aszály és a hőség ugyanis csökkenti a termésbiztonságot, amely előrevetíti az ágazat Dunántúlra való tolódását.



6. ábra Az öntözött területek megoszlása kultúrákként (ezer ha)

Vízkészlet-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 alkalmaznának. Ezzel a termésbiztonság fokozása mellett elkerülhető lenne az igény-kielégítések sorba állítása, hidrológiai aszály esetén pedig nem kerülne veszélybe az egyéb vízigények biztosítása.

Az öntözésfejlesztési forrásokat célszerű lenne a jó termőhelyi adottságú területekre koncentrálni, ahol a megtérülési idő lényegesen kisebb. Jelentős öntözött terület-növekedést a vetésszerkezet váltástól remélhetünk. A nagy hozzáadott értéket termelő kultúrák (pl. nagymagvú zöldségek, ipari és takarmánynövények, vetőmagtermesztés) képesek az öntözés költségét kitermelni és olyan öntözéses gazdálkodási formát produkálni, ahol nem az aktuális időjárási viszony határozza meg az öntözési hajlandóságot.

* * *

A MIKROSZENNYEZŐK ELTÁVOLÍTÁSÁTÓL AZ ÜVEGHÁZHASZÁRÚ GÁZOK MONITOROZÁSÁIG: ÚJ KIHÍVÁSOK A SZENNYVÍZTISZTÍTÁSI ÁGAZATBAN

NAGY-MEZEI CSENGE¹, BEZSENYI ANIKÓ²,
GYARMATI IMRE³, KARDOS LEVENTE⁴

Bevezetés

A települési szennyvízkezelési ágazat fő feladata a keletkező kommunális eredetű, valamint a közsatornába bocsátott ipari eredetű szennyvizek gyűjtése, elvezetése és tisztítása. A tisztított szennyvíz minőségének számos paraméternek kell megfelelnie, hazánkban jelenleg a 28/2004. (XII. 25.) Korm. rendelet (*A vízszennyező anyagok kibocsátásának határértékeiről és alkalmazásuk egyes szabályairól*) rendelkezik erről. Amennyiben a befogadó víztest környezeti szempontból érzékeny, az adott tisztítótelepre szigorúbb kibocsátási határértékek is vonatkozhatnak. Az 1991-ben hatályba lépett 91/271/EGK irányelv több évtizeden keresztül biztosította az alapvető kereteket a kommunális szennyvíz kezelésével kapcsolatban.

¹ Nagy-Mezei Csenge, okl. környezetmérnök, technológus mérnök, Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. Bp., Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Agrárkörnyezettani Tanszék, Bp.

² Dr. Bezsenyi Anikó, biológia-környezettan szakos tanár, PhD, adjunktus, Óbudai Egyetem, Környezetmérnöki és Természettudományi Intézet, Bp., biológus, Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. Bp.

³ Gyarmati Imre, okl. környezetmérnök, csoportvezető, Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.

⁴ Dr. Kardos Levente, PhD, egyetemi docens, tanszékvezető, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Agrárkörnyezettani Tanszék, Bp.

A tudományos ismeretek bővülésével, a szennyezők korszerűbb azonosításával, valamint az éghajlatváltozással kapcsolatos kihívásokkal szükségessé vált az irányelv felülvizsgálata, bővítése. A 91/271/EGK irányelvet 2024 novemberében felváltotta a 2024/3019/EU irányelv, reflektálva az új környezeti kihívásokra, például a mikroszennyezők, az üvegházhatású gázok kibocsátására, valamint az energiahatékonyság kérdéskörére és a körforgásos gazdaság követelményeire. Az új irányelv célja a környezet- és humán egészség megóvása, a környezetterhelés csökkentése a szennyvízkezelés korszerűsítésén keresztül.

1. A települési szennyvíz kezeléséről szóló 91/271/EGK irányelv módosítása és célkitűzései

A települési szennyvíz kezeléséről szóló 91/271/EGK irányelv alapvetően a települési szennyvíz összegyűjtésével, kezelésével, kibocsátásával, valamint egyes ipari szektorok szennyvizének kezelésével és kibocsátásával foglalkozik. Követelményeket, szabályozásokat fogalmaz meg a települési szennyvíz megfelelő kezelésével kapcsolatban, ily módon tudjuk megóvni a környezetet a szennyvízkibocsátások káros hatásaitól.

A direktíva az utóbbi években számos átdolgozáson ment keresztül, 2024. novemberében pedig 2024/3019/EU irányelvként megjelent a véglegesített változata. A modern kori környezeti, humán-egészségügyi és gazdasági problémákra reagálva a módosított irányelv számos új területtel bővült a korábbiakban szabályozott tevékenységeket kiegészítve. A direktívába bekerülő szabályozási pontok többek között az alábbiak:

- másodlagos, harmadlagos, negyedleges tisztítás,
- az iszap hasznosítása és az erőforrások visszanyerése,
- energiasemlegesség,
- üvegházhatású gázok kibocsátása,
- mikroszennyezők, mikroműanyagok,
- a víz újrafelhasználása és a települési szennyvíz kibocsátása,
- záporvizek kezelése,
- nem háztartási szennyvizek,
- egyedi rendszerek.

Az irányelv 2025. január 1-jén lépett hatályba, a tagállamoknak 2027. július 31-ig szükséges átültetniük a nemzeti jogszabályzásba. *A 2024/3019/EU irányelv célja, hogy javítsa a települési szennyvíz kezelésének hatékonyságát, különös tekintettel a víztestek védelmére, a közegészségügyre, valamint az éghajlatváltozás elleni küzdelemre.* Az irányelv számos új követelményt fogalmaz meg a tagállamok számára, köztük a másodlagos, harmadlagos és negyedleges tisztítás kiterjesztését, a mikroszennyezők és mikroműanyagok csökkentését, az üvegházhatású gázok

kibocsátásának csökkentését, valamint az energiahatékonyság fejlesztését. További kiemelt célkitűzések közé tartozik a kezelt szennyvíz újrahásznosítása, a csapadékvíz-kezelés fejlesztése, valamint a monitoring rendszerek kötelező bevezetése a nagyobb terheléssel rendelkező telepek esetén. A direktíva előírja a 10.000 lakosegyenérték (LE) feletti telepek szigorúbb szabályozását, illetve kiterjeszti a kötelezettségeket a 1.000 LE alatti agglomerációkra is, ha azok érzékeny területeken működnek.

2. Magyarországon hatályos jogszabályi követelmények az elfolyó, tisztított szennyvíz minőségére vonatkozóan, a tisztítási technológia fejlesztésének igénye az Európai Unió térségében

A kommunális szennyvíztisztítási technológia, a beérkező nyers szennyvíz kezelése több fokozatú tisztítási rendszeren megy keresztül. A technológiai sort elhagyó tisztított szennyvíz olyan módon került megtisztításra a szennyvíztelepeken, hogy a befogadó víztest állapotára, élővilágára kockázatot ne jelentsen. A tisztított szennyvíznek – minőségét tekintve – különféle paramétereknek kell megfelelnie, ezeket jelenleg a 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet (*A vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól*) tartalmazza (1. táblázat). Amennyiben a tisztított szennyvizet befogadó víztest érzékeny vízbázis, az adott szennyvíztisztító telepre szigorúbb kibocsátási határértékek is vonatkozhatnak.

A tisztított szennyvíz minőségét tekintve a 91/271/EGK irányelv követelményei alapján határozták meg a tagállamokban a kibocsátási határértékeket (KOI, BOI5, öLA, öP, öN, NH₄⁺ —N). A mikroszennyező anyagok koncentrációjával, illetve ezek eltávolítási határfokával kapcsolatban korábban még nem fogalmaztak meg kötelezettségeket az EU-s vagy a hazai jogi szabályozási környezetben. A 2024/3019/EU irányelvben a tisztított szennyvízre vonatkozó nitrogén- és foszfor kibocsátási határértékek szigorodtak, valamint a 150.000 LE feletti szennyvíztisztító telepek esetében kötelező lesz a negyedleges kezelés üzemeltetése, továbbá a mikroszennyezők és a mikroműanyagok minőségi és mennyiségi monitorozásával kapcsolatban is találunk követelményeket.

A direktíva módosításának egyik fő kiváltója lehet a környezetvédelmi és klímahelyzeti kihívásokon túl az *antibiotikum-rezisztencia fokozott terjedése*, mely jelentős humán-egészségügyi kockázatot jelenthet. A nagymértékű antibiotikum-fogyasztással összefüggésbe hozható probléma mellett, a szennyvízben előforduló mikroszennyezők, mikroműanyagok káros hatásokat idézhetnek elő a környezetben és az élő szervezetben, ezért csökkentésük, eltávolításuk a szennyvízből fontos feladata a szennyvíztisztítási ágazat jövőbeli tevékenységének.

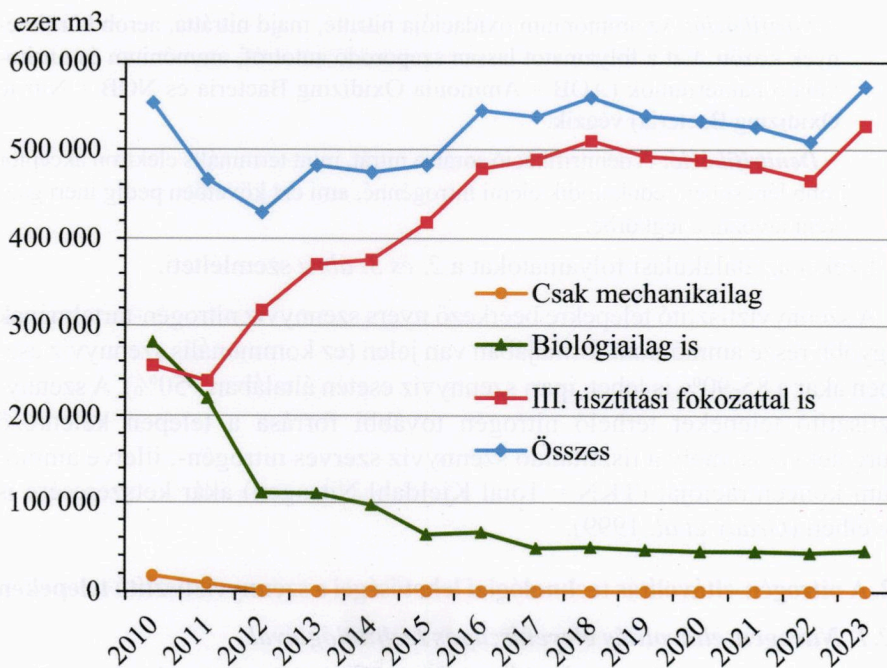
I. táblázat. A kibocsátott tisztított szennyvízre vonatkozó követelmények a befogadóba történő bevezetés előtti helyen, a 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet szerint

Képzített terhelési kapacitás	Szennyező komponensek határértékei koncentrációban (mg/L) vagy minimális eltávolítási határfokban (%) megadva									
	Dikromátos oxigénfogyasztás (KOI)		Biokémiai oxigénigény (BOI ₅)		Összes lebegőanyag (öLA)		Összes foszfor (öP)		Összes nitrogén (öN)	
									V.1.-XI.15	XI.16.-IV.30
(LEÉ)	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	mg/L
< 600	300	70	80	75	100	–	–	–	–	–
601 - 2000	200	75	50	80	75	–	–	–	–	–
2 001 - 10 000	125	75	25	70-90	35	90	–	–	–	–
10 001 - 100 000	125	75	25	70-90	35	90	2	80	15	25
> 100 000	125	75	25	70-90	35	90	1	80	10	20

3. A szennyvíz harmadlagos (tercier) kezelése

A növényi tápanyagok megfelelő mértékű eltávolítása, a befogadó víztest érzékenysége alapján meghatározott határérték alatt tartása kiemelten fontos feladata a szennyvíztisztítási ágazatnak. A harmadlagos kezelés célja a növényi tápanyagok – nitrogén és foszfor vegyületek – eltávolítása, melyek eutrofizációt okozhatnak a befogadó víztestekben. Eutrofizáció akkor következik be, amikor a víztestekbe túlzott mennyiségű növényi tápanyag kerül, ami algavirágzáshoz, oxigénhiányos környezethez és a biodiverzitás-csökkenéshez vezethet. A folyókban kialakuló nitrát- és foszfát-többlet halpusztulást vagy toxintermelést (pl. kéalgák) is előidézhethet. A szennyvíztisztítók másodlagos és harmadlagos kezelése jelentősen csökkenti a nitrogén- és foszfor-vegyületek megengedhető koncentrációját a szennyvízben.

Az elmúlt két évtizedben hazánkban a szennyvízkezelési- és tisztítási infrastruktúra jelentős fejlődésen ment keresztül, ennek köszönhetően a közművel összegyűjtött szennyvíz ~95%-át fizikai-biológiai vagy fizikai-biológiai-kémiai módon megtisztítják (1. ábra).



1. ábra. Közütemi szennyvízgyűjtő-hálózaton közütemi szennyvíztisztító telepre vezetett és szállított szennyvíz tisztítási technológiájának változása Magyarországon, 2010-2023 [1]

A szervesanyag- és tápanyag-eltávolítás a szennyvíztisztító telepeken a természetben is lejátszódó folyamatok intenzifikálása révén valósul meg, avagy vegyszeradagolással biztosítják a vegyületek kibocsátási határérték alatti koncentrációját (jellemzően a foszfor-koncentráció csökkentése érdekében alkalmaznak vegyszeres kicsapást) (Grady et al. 1999).

3.1. A biológiai nitrogéneltávolítás folyamatai

A szennyvíztisztító telepeken a biológiai nitrogéneltávolítás a természetben is lejátszódó folyamatok révén valósul meg. Ammónium- és nitrit-oxidáló baktériumok segítségével a szennyvíz ammónium-tartalma több lépcsőben elemi nitrogénné alakul, majd távozik a légkörbe. A lejátszódó folyamatok a következők (Grady et al. 1999; Bakos 2016):

– **Ammonifikáció:** Az ammonifikáció az anaerob környezetet biztosító szennyvízelvezető csatornarendszerben is jelen lévő folyamat, ami a szerves nitrogén biodegradációját jelenti. A szerves nitrogén fehérjék, peptidok és aminosavak formájában van jelen a szennyvízben. Az ammonifikáció során e molekulák döntő része ammóniává, ill. ammónium-vegyületekké alakul át.

– **Nitrifikáció:** Az ammónium oxidációja nitritté, majd nitráttá, aerob körülmények között. Ezt a folyamatot lassan szaporodó autotróf, ammónium és nitrit-oxidáló baktériumok (AOB = Ammonia Oxidizing Bacteria és NOB = Nitrite Oxidizing Bacteria) végzik.

– **Denitrifikáció:** A denitrifikáció során a nitrát, mint terminális elektron akceptor több lépcsőben redukálódik elemi nitrogénné, ami ezt követően pedig inert gázként távozik a légkörbe.

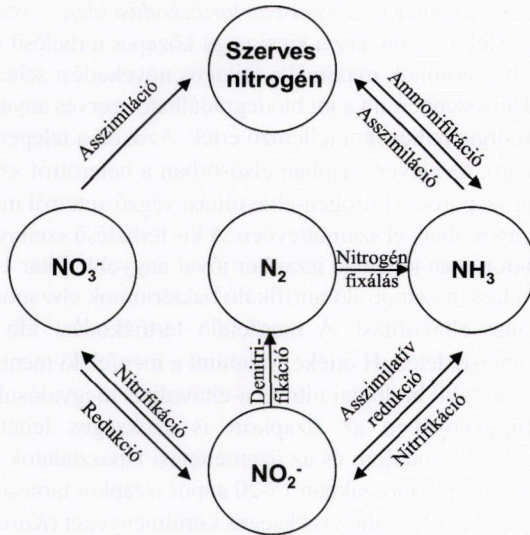
Ezeket az átalakulási folyamatokat a 2. és 3. ábra szemlélteti.

A szennyvíztisztító telepekre beérkező nyers szennyvíz nitrogén-tartalmának nagyobb része ammónium formájában van jelen (ez kommunális szennyvíz esetében akár a 85-90% is lehet, ipari szennyvíz esetén általában >50%). A szennyvíztisztító telepeket terhelő nitrogén további forrása a telepen keletkező csurgalékvíz is, mely a tisztítandó szennyvíz szerves nitrogén-, illetve ammónium-koncentrációját (TKN = Total Kjeldahl Nitrogen) akár kétszeresére is növelheti (Grady et al. 1999).

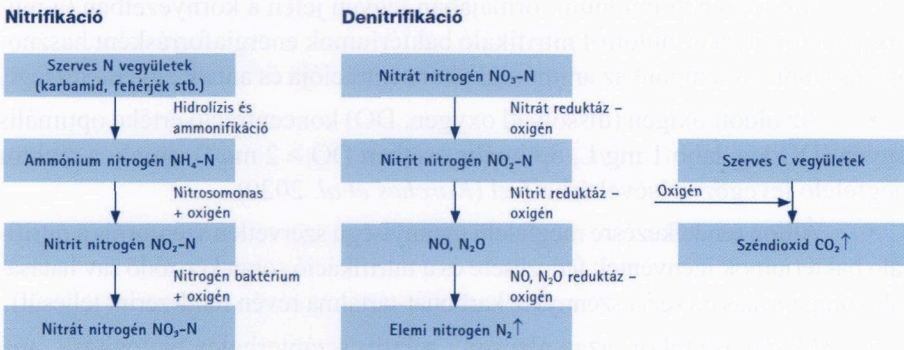
3.2. A nitrogén-eltávolítás technológiai lehetőségei a szennyvíztisztító telepeken

3.2.1. Nitrogén-eltávolítás eleveniszapos technológiával

Az eleveniszapos technológiával történő nitrogén-eltávolítás a biomasszában elszaporodó, nitrifikáló és denitrifikáló baktériumok segítségével zajlik. Az ily módon megvalósuló tápanyag-eltávolítás nem igényel külön műtárgyat, a második biológiai fokozaton valósul meg az oldott szerves anyagok lebontása



2. ábra. A biológiai nitrogén-eltávolítás lépései (Tardy 2006)



3. ábra. A szennyvíz nitrogén-eltávolításának lépései [2]

mellett a szennyvíz tápanyag-tartalmának eltávolítása is. A szennyvíz nitrogén-tartalmának eleveniszapos reaktorokban történő eltávolítása meghatározott körülmények között valósulhat meg. A legfontosabb az *eleveniszap tartózkodási ideje és a relatív iszapterhelés* (másképpen F:M arány) kapcsolata, mely jellemző az adott szennyvíztisztító telepre. A nagyterhelésű telepek esetében egységi tömegű eleveniszap nagyobb szubsztrát mennyiséget (= terhelést, kg $\text{BOI}_5/\text{kg MLVSS} \cdot \text{nap}$) kap. Ebből kifolyólag az eleveniszapban elsősorban a nagyobb szaporodási sebességű fajok lesznek dominánsak, így a tisztításhoz szükséges mikroorganizmus mennyiségének fenntartása csak viszonylag nagyobb mennyiségű fölösiszap elvételével biztosítható.

Ennek következtében az *eleveniszap tartózkodási ideje* = *iszapkor* (Sludge Retention Time, SRT) kisebb lesz a kicsi vagy közepes terhelésű telepekhez képest. A nitrifikáló baktériumok maximális fajlagos növekedési sebessége (μ_{max}) egy nagyságrenddel kisebb, mint a jól biodegradálható szerves anyagot hasznosító heterotróf mikroorganizmusokra jellemző érték. Azokon a telepen, ahol az iszapkor kicsi (~1-2 nap), az eleveniszapban elsősorban a heterotróf szervezetek lesznek jelen, a lassan szaporodó, nitrogén-eltávolítást végző autotróf mikroorganizmusok pedig nem szaporodnak el számottevően. A kis terhelésű szennyvíztisztító telepek biológiai reaktoraiban jellemző iszapkor jóval nagyobb (akár 15-20 nap), ami lehetővé teszi a lassan szaporodó nitrifikáló baktériumok elszaporodását, tehát a biológiai nitrogén-eltávolítást. A megfelelő tartózkodási idő mellett fontos a szennyvíz hőmérséklete, pH értéke, valamint a megfelelő mennyiségű oldott oxigén-tartalom. A stabil biológiai nitrogén-eltávolítás megvalósulásához utóbbi paraméterek függvényében az iszapkort is szükséges lehet növelni, illetve csökkenteni. A szakirodalom és az üzemeltetési tapasztalatok alapján nyári időszakban 5-7 napos, téli időszakban 15-20 napos iszapkor tartása biztosíthatja a nitrogén biológiai eltávolításához szükséges körülményeket (Karches et al. 2020).

A hatékony nitrifikációhoz a következő feltételek szükségesek:

- A nitrogén ammónium formájában legyen jelen a környezetben (a műtárgyban), melyet az autotróf nitrifikáló baktériumok energiaforrásként hasznosítanak, fontos szempont az ammónium koncentrációja és annak egyenletessége.
- Az oldott oxigén (dissolved oxygen, DO) koncentráció értéke optimális legyen (DO legalább 1 mg/L, optimális esetben $DO > 2$ mg/l), amely a reaktor megfelelő levegőztetésével érhető el (Karches et al. 2020).
- Álljon rendelkezésre megfelelő mennyiségű szerves szénforrás a nitrifikáló baktériumok igényeinek fedezésére és a nitrifikáció során képződő sav hatásának kompenzálására (ez a szennyvíz karbonát-tartalma révén rendszerint teljesül).
- Magas iszapkor, azaz alacsony relatív iszapterhelés biztosítása, ami megfelelően nagy térfogatú eleveniszapos reaktor alkalmazását jelenti.

A hatékony denitrifikációhoz pedig az alábbi feltételek szükségesek:

- A nitrogén nitrát formájában legyen jelen a környezetben (a műtárgyban), melyet a heterotróf denitrifikáló baktériumok terminális elektron akceptoraként hasznosítani tudnak.
- Oldott oxigéntől mentes (anoxikus) környezet: az oldott oxigén koncentráció értéke az anoxikus reaktorban, maximum 0,1 – 0,2 mg/l (a denitrifikációs egy-egy rávezetett szennyvízben, valamint elődenitrifikáció esetén az utóülepítőből visszavezetett iszapáramban és a belső recikulációs áramban is) (Karches et al. 2020).
- Álljon rendelkezésre gyorsan és jól biodegradálható szerves szénforrás, megfelelő koncentrációban.

3.2.2. Nitrogén-eltávolítás biofilmes technológiával

Azokon a szennyvíztisztító telepen, ahol a szennyvíz nitrogén-tartalmának eleveniszapos reaktorokban (második fokozat) történő eltávolításához szükséges körülmények nem adottak, egy kiegészítő fokozat (műtárgy) telepítése és üzemeltetése szükséges. A nitrogén eltávolítása tehát egy második biológiai fokozat segítségével valósulhat meg, ami egyben a harmadik fokozata is a szennyvíztisztítási technológiai sornak. Egy elterjedt és hatékony megoldás a fix-filmes bioszűréses eljárás, ahol a nitrifikációhoz és denitrifikációhoz szükséges körülmények biztosítása, ez által a nitrogén-eltávolítást két lépcsőben végző mikroorganizmusok töltetágyon történő szelektív elszaporítása történik. A nitrifikációs lépéshez nagymennyiségű oldott oxigén koncentráció fenntartására van szükség, a denitrifikációs lépcsőnél pedig általában valamilyen gyorsan bontható szervesanyag adagolása szükséges (pl. alkohol).

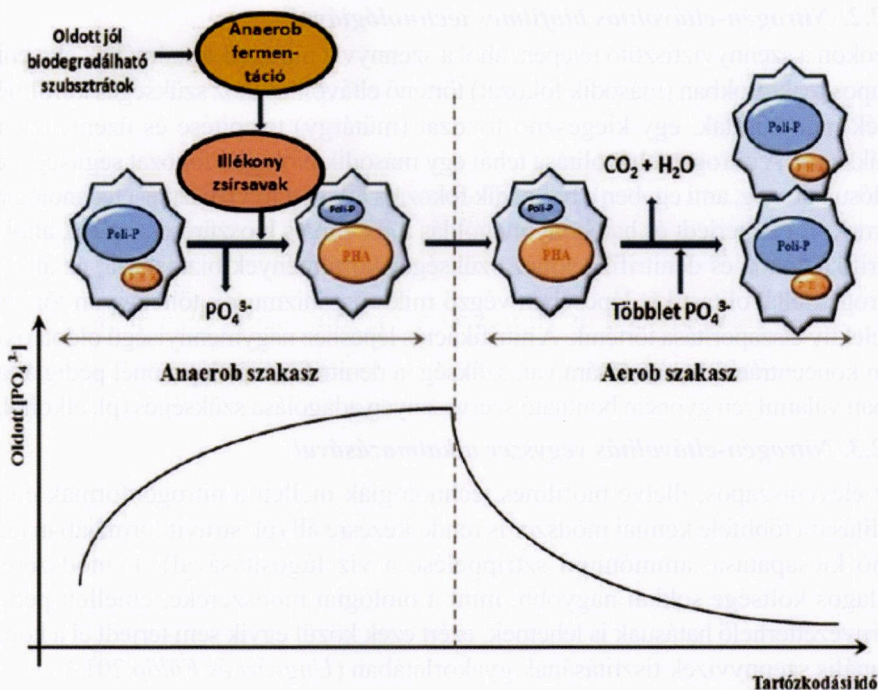
3.2.3. Nitrogén-eltávolítás vegyszer alkalmazásával

Az eleveniszapos, illetve biofilmes technológiák mellett a nitrogénformák eltávolítására többféle kémiai módszer is rendelkezésre áll (pl. struvit formájában történő kicsapódása, ammónium sztrippelése a víz lúgosításával). E módszerek fajlagos költsége sokkal nagyobb, mint a biológiai módszereké, emellett pedig környezetterhelő hatásúak is lehetnek, ezért ezek közül egyik sem terjedt el a kommunális szennyvizek tisztításának gyakorlatában (Ungvári és Fülöp 2019).

3.3. A biológiai többletfoszfor-eltávolítás folyamatai

A biológiai nitrogéneltávolításhoz hasonlóan a többletfoszfor biológiai eltávolítása is a természetben is végbemenő folyamatok által valósul meg, a foszforakkumuláló mikroorganizmusok, rövidítve PAO-k (PAO = Phosphorus Accumulating Organism) segítségével.

A nem foszforakkumuláló mikroorganizmusok szárazanyagát legfeljebb 1-2%-ban teszik ki foszfor vegyületek, azonban a PAO-k képesek a sejtszintézishez szükséges mennyiségen felüli foszfor felvételére és tárolására polifoszfátok formájában, szárazanyag-tartalmuk foszfor-tartalma ennek köszönhetően elérheti akár az 5-7%-ot is. A többletfoszfor biológiai eltávolítása két lépcsőben valósul meg (foszfor leadása és felvétele), amit a 4. ábra foglal össze. A PAO-k anaerob környezetben az intracelluláris foszfát raktáraikban tárolt polifoszfátok hidrolízisével energiát termelnek, az ennek során felszabaduló foszfátonokat pedig leadják sejten kívülre a vízfázisba, ez az ún. foszfor visszanyomás. A folyamat során a PAO-k jól biodegradálható szubsztrátokat vesznek fel, amit intracellulárisan polihidroxi-alkanoátok (PHA) formájában tárolnak el. Aerob környezetben a PHA lebontásából energiát termelnek, miközben a környezetükből nagy mennyiségű foszfort vesznek fel, amit polifoszfátként tárolnak el sejtjeikben (Comeau et al. 1986, Maurer et al. 1997, Barnard és Comeau 2014, Bakos 2016).



4. ábra. A foszforakkumuláló mikroorganizmusok (PAO-k) működési mechanizmusa (Bakos 2016)

3.4. A foszfor-eltávolítás technológiai lehetőségei a szennyvíztisztító telepeken

3.4.1. Foszfor-eltávolítás eleveniszapos technológiával

A többletfoszfor biológiai eltávolítása ún. EBPR (= Enhanced Biological Phosphorus Removal) technológia alkalmazásával valósul meg a szennyvíztisztító telepeken. A technológia kialakítása szerint anaerob környezet előzi meg az aerob környezetet, először az anaerob térben megtörténik a foszfor visszanyomás, majd az aerob térben a foszfor akkumulációja. A PAO-k nem levegőztetett reaktorban a foszfátionokat leadják a vízfázisba, melynek következtében az oldott foszfát koncentráció az anaerob térben megemelkedik (4. ábra). A második szakaszban, levegőztetett reaktorban a PAO-k nagy mennyiségű foszfort vesznek fel a szennyvízből, a PAO-k szaporodásának és az aerob foszfor felvételnek köszönhetően az oldott foszfát-koncentráció az aerob térben nagymértékben, a befolyó koncentráció alá csökken le (4. ábra) (Comeau et al. 1986, Maurer et al. 1997, Barnard és Comeau 2014). A reaktorkialakítás mellett fontos tényező, hogy az aerob reaktort megelőző anaerob tér elegendő térfogatú legyen, tehát kellő tartózkodási idő álljon rendelkezésre a foszfor visszanyomáshoz (Coats et al. 2011).

3.4.2. Foszfor-eltávolítás vegyszer alkalmazásával

Azokon a szennyvíztisztító telepeken, ahol nem adottak a körülmények a többletfoszfor biológiai eltávolítására, vegyszer adagolásával távolítják el a szennyvíz foszfor-tartalmát. A foszfor vegyületek könnyen képeznek csapadékok többértékű fémsókkal, ezért kicsapatással és az ezt követő ülepitéssel eltávolíthatók a szennyvízből. A legelterjedtebb vegyszerek a vas-, alumínium- és kalcium-sók, ezen belül is a legjellemzőbbek a vas(III)-klorid, vas(II)-szulfát és vas(III)-szulfát (Metcalf & Eddy 2013).

3.5. Új követelmények a tisztított szennyvíz kibocsátási paramétereiben

A tisztított szennyvíz minőségére vonatkozó új kibocsátási határértékeket, valamint a mintavételre vonatkozó új követelményeket a 2024/3019/EU irányelv 1. mellékletének C része foglalja össze (Monitoring és eredményértékelési módszerek). A meglévő szennyvízminőségi paraméterek (KOI, BOI5, öLA, öP, öN, NH₄⁺ —N) vizsgálatát tekintve az éves minimális mintavétel-számot továbbra is a tisztítótelepek méretétől függően szükséges meghatározni, az év során rendszeres időközönként kell megvenni a mintákat. Az éves minimális mintavételek száma módosul, az előző követelményekhez képest kétszeresére nő (pl. > 150.000 LE telepek esetében az évi minimális 52 db mintavétel (hetente 1 db minta) 104 db-ra növekszik (hetente 2 db minta). A minták éves átlaga minden paraméter tekintetében meg kell, hogy feleljen a harmadlagos tisztításra vonatkozó határértéknek (2. táblázat). Az összes foszfor kibocsátási határértéke 0,7 mg/L (10.000 – 150.000 LE telepek esetében), valamint 0,5 mg/L-re (> 150.000 LE telepek esetében) csökken, az összes nitrogén kibocsátási határértéke pedig 10 mg/L-re (10.000 – 150.000 LE telepek esetében), illetve 8 mg/L-re (> 150.000 LE telepek esetében).

2. táblázat. A szennyvíztisztító telepek harmadlagos kezelésből származó kibocsátásaira vonatkozó követelmények

Terhelés (LE)	Összes-foszfor		Összes-nitrogén	
	Koncentráció [mg/L]	Minimális eltávolítási határfok [%]	Koncentráció [mg/L]	Minimális eltávolítási határfok [%]
10 000 –	0,7 mg/l	87,50%	10 mg/l	80%
150 000				
> 150 000	0,5 mg/l	90%	8 mg/l	

A 2024/3019/EU irányelv terheléstől függően határidőt szab az érintett szennyvíztisztító telepek harmadlagos kezeléssel történő bővítésére. A 150.000 LE terhelés feletti, harmadlagos kezelést nem végző telepek 30%-ának 2033-ig, 70%-ának 2036-ig szükséges harmadlagos kezelést bevezetnie, 2039-ig pedig minden 150.000 LE terhelés feletti telepen szükséges üzemeltetni a tápanyag-eltávolítási fokozatot (2024/3019/EU irányelv).

4. A szennyvíz negyedleges (kvaterner) kezelése

A negyedleges kezelések a hagyományos szennyvíztisztítási technológiákkal (másodlagos, harmadlagos kezelés) eltávolított szennyezőkön túl a szennyvízben igen kis koncentrációban jelenlévő, de komoly környezeti és humán-egészségügyi kockázatot hordozó szennyeződések – ún. mikroszennyezők, pl. gyógyszermaradványok, hormonok, perzisztens szerves vegyületek – eltávolítására irányulnak. Az új direktíva előírja ezen szennyezők legalább 80%-os eltávolítását a nagy (≥ 150.000 LE) szennyvíztisztító telepek esetében, illetve a 10.000 – 150.000 LE közötti telepek esetében akkor, ha az adott befogadó vízbázis területén fokozott kockázatot jelentenek (2024/3019/EU irányelv).

Azokat az anyagokat nevezzük *mikroszennyezőknek*, melyek már igen kis koncentrációban ($\mu\text{g/L}$, ng/L , vagy $\mu\text{g/kg}$, ng/kg) egészségügyi és környezeti károsodást idézhetnek elő. A mikroszennyezők csoportján belül megkülönböztetünk szerves (pl. gyógyszerhatóanyagok, műanyagok, peszticidek) és szervetlen (pl. nehézfémek) anyagokat (5. ábra). A mikroszennyezők csoportján belül sok vegyületet széles körben és nagy mennyiségben alkalmaznak az iparban és a mezőgazdaságban, így jelentős mennyiségben vannak jelen környezetünkben. A mikroszennyezők körébe tartozó anyagok igen ellenálló vegyületek, akkumulálódhatnak az élő szervezetben, ami biomagnifikációhoz vezethet (halmozódás a tápláléklánc felsőbb szintjein), ezáltal veszélyeztetve a természeti és humán táplálékláncot is. Fontos kiemelni az antibiotikumok hatását, jelenlétük kockázatát az antibiotikum rezisztencia fokozott terjedése miatt. Az antibiotikumok túlzott fogyasztásának, nem rendeltetésszerű visszagyűjtésének, ártalmatlanításának (pl. lejárt szavatosságú antibiotikumok csatornahálózatba jutása) eredményeként egyre több, az antibiotikumokkal szemben ellenálló baktérium törzs fejlődik ki (Kon & Rai 2016, Méhi 2019). A mikroszennyezők kérdésköre jelentősen érinti a szennyvíztisztítási ágazatot, mivel ezek az anyagok jelentős része a szennyvízzel jut be az élővizekbe, míg jellemzően kisebb hányaduk a szennyvíziszapban akkumulálódik és annak hasznosításával juthat a környezetbe.

A mikroszennyezők szennyvíztisztító telepeken történő eltávolításával kapcsolatban az adott telepet terhelő szennyvízmennyiség függvényében követelményeket fogalmaz meg a módosított irányelv, valamint gyógyszerhatóanyagok

(pl. diklofenák, karbamazepin, klaritromicin, metoprolol), peszticidek (4-metil-benzotriazol és 5-metil-benzotriazol) és egy korrózióvédőanyag (benzotriazol) (6. ábra) esetében konkrét előírások is belekerültek a direktívába (Korponai 2023; 2024/3019/EU irányelv).



5. ábra. Szerves és szervetlen mikroszennyezők csoportosítása

Svájcban 2016-ban módosították a vízvédelemről szóló rendeletet (Water Protection Ordinance), amely előírja, hogy a nagy szennyvíztisztító telepek legalább 80%-kal csökkentsék a mikroszennyező anyagok (kiválasztott 12 db indikátor vegyület) koncentrációját. A 12 db kiválasztott indikátor vegyületet két kategóriába sorolták. Az 1. kategóriában negyedleges kezeléssel nagyon könnyen adszorbeálható, oxidálható vegyületek, míg a 2. kategóriában negyedleges kezeléssel könnyen adszorbeálható, oxidálható vegyületek találhatók. A vegyületek kiválasztásakor fontos szempont volt, hogy csak biológiai tisztításra vonatkozóan egyik mikroszennyező eltávolítási hatásfoka se legyen nagyobb 50%-nál. A vizsgálatra kötelezett, 1. és 2. kategóriába csoportosított vegyületek a svájci, mikroszennyező anyagok eltávolítását célzó szennyvízkezelési gyakorlat alapján kerültek be a 2024/3019/EU irányelvbe (1. melléklet, C rész, 3. táblázata). Az eltávolítás minimális százalékos arányának a szennyvíztelepre érkező nyers szennyvíz terheltségéhez viszonyítva 80% felett kell lennie. A számításhoz figyelembe vett minden vizsgált anyag százalékos eltávolítási arányának átlagát kell használni annak megállapítására, hogy az adott telep elérte-e az előírt 80%-os minimális százalékos eltávolítási hatásfokot. Az eltávolítás százalékos arányát száraz időben mért hozamra, havonta két 48 órás átlagmintavétel alkalmával, legalább hat anyagra szükséges

kiszámítani. Az 1. kategóriába tartozó anyagok száma kétszerese kell legyen a 2. kategóriába tartozó anyagok számának (pl. 1. kategóriából 4 db vegyület, 2. kategóriából 2 db vegyület vizsgálata). Abban az esetben, ha hatnál kevesebb anyag mérhető kellő koncentrációban az adott tisztítótelepen, az illetékes hatóság szükség esetén más anyagokat jelöl ki az eltávolítás minimális százalékos arányának kiszámításához (2024/3019/EU irányelv).

	Hatóanyagok	Hatóanyag típusa
1. Kategória	Amisulprid	Antipszichotikum
Nagyon könnyen adszorbeálható / oxidálható anyagok	Karbamazepin	Antidepresszáns
	Citalopram	Antidepresszáns
	Klaritromicin	Antibiotikum
	Diklofenák	Fájdalomcsillapító
	Hidroklorotiazid	Vizelethajtó, vérnyomáscsökkentő
	Metoprolol	Szívritmus-szabályozó
	Venlafaxin	Antidepresszáns
2. Kategória	Benzotriazol	Korrózióvédőanyag
Könnyen adszorbeálható / oxidálható anyagok	Kandezartán	Vérnyomáscsökkentő
	Irbezartán	Vérnyomáscsökkentő
	4-Metilbenzotriazol	Biocid/Peszticid
	5-Metilbenzotriazol	Biocid/Peszticid

6. ábra. Vizsgálatra kötelezett hatóanyagfajták a mikroszennyezők körében („Svájci lista”) (2024/3019/EU irányelv)

A 2024/3019/EU irányelv terheléstől függően határidőt szab az érintett szennyvíztisztító telepek negyedleges kezeléssel történő bővítésére. A 150.000 LE terhelés feletti telepek 20%-ának 2033-ig, 60%-ának 2036-ig szükséges negyedleges kezelést bevezetnie, 2045-ig pedig minden 150.000 LE terhelés feletti telepen szükséges üzemeltetni a negyedleges kezelést (2024/3019/EU irányelv). A 150.000 LE terhelés feletti telepeken túl a direktíva a 10.000 – 150.000 LE terhelésű telepekre vonatkozóan további követelményeket határoz meg. A 10.000 – 150.000 LE terhelésű telepeken is szükséges negyedleges kezeléssel bővíteni a technológiai sort, amennyiben a telepről távozó tisztított szennyvíz befogadója az alább felsoroltak közé tartozik:

- Emberi fogyasztásra szánt vízkivételi pontok vízgyűjtő területe
- Fürdővizek
- Akvakultúra-tevékenységek területe
- Tavak
- Vízfolyások, amelyek esetében a hígítási arány 10 alatt van

- Különleges védelmi területté minősített területek, amelyek a Natura 2000 ökológiai hálózatot alkotják
- Parti tengervizek, átmeneti vizek, tengervizek

A tagállamoknak 2030. december 31-ig szükséges összeállítani a térségükben található azon területek jegyzékét, ahol a szennyvíztisztító telepekről származó, tisztított szennyvízzel a környezetbe kerülő mikroszennyező anyagok koncentrációja vagy felhalmozódása kockázatot jelent az emberi egészségre vagy a környezetre.

A leghatékonyabb negyedleges kezelési technológiák közé tartoznak: pl. a nagyhatékonyságú oxidációs eljárások (Advanced Oxidation Processes – AOP-k), az aktív szén (PAC vagy GAC) adszorpció, valamint a membrántechnológiák (mikroszűrés – MF, ultraszűrés – UF, nanoszűrés – NF, reverz ozmózis – RO) (Margot et al. 2015, EAWAG 2022). E technológiák alkalmazása nagymértékű beruházási és üzemeltetési költségekkel járhat, ezért a direktíva elrendeli a *kiterjesztett gyártói felelősségvállalás* (Extended Producer Responsibility – EPR) elvének alkalmazását, miszerint a gyógyszer- és kozmetikai iparnak szükséges fedeznie a költségek minimum 80%-át (2024/3019/EU irányelv). A negyedleges kezelés hatékony üzemeltetésének fontos előfeltétele a hatékony harmadlagos kezelés megléte. Abban az esetben, ha a nitrogén-eltávolítási folyamatok nem megfelelően zajlódhatnak le, nitrit-felhalmozódás történhet, ami a negyedleges kezelésként gyakran alkalmazott nagyhatékonyságú oxidációs eljárások (pl. ózonos kezelés) hatásfokának csökkenését eredményezheti. Az ózon bomlásakor oxidatív szabad gyökök keletkeznek, melyek reakcióba lépnek a szerves vegyületekkel, azonban az ózon a kezelendő szennyvízben lévő nitrittel is gyorsan reakcióba lép, ezért a hatékony ózonos kezelés fontos előfeltétele a teljes nitrifikáció (Németh 2019).

Fontos azonban megjegyezni, hogy a kommunális és ipari szennyvízzel érkező mikroszennyezők és metabolitjaik sorsa számos fizikai-kémiai paramétertől, környezeti tényezőtől, valamint technológiai adottságtól is függhet. Ezek alapján a tisztítótelepeken a mikroszennyezők (Omil et al. 2009, Melicz & Oláh 2022):

- adszorbeálódhatnak a primer vagy fülös iszapon, illetve abszorbeálódhatnak a biomaszra belső szerkezetében;
- lebontásra kerülhetnek a tisztítótelep baktérium közössége által (ko-metabolizmus);
- eltávolításra kerülhetnek a negyedleges fokozaton;
- távozhatnak a tisztított szennyvízzel a befogadóba.

A mikroszennyezők tehát dúsulhatnak a szennyvíziszap kezelési technológiában, ennek megfelelően a rothasztott, majd víztelenített iszapban.

5. Mikroműanyagok a szennyvízben és a szennyvíziszapban

A mikroműanyagok elsősorban háztartási forrásból (mosás, kozmetikumok), valamint ipari folyamatok révén (pl. gyártástechnológia melléktermékei, hulladékaik, csomagolóanyagok) kerülnek a szennyvízbe. A hagyományos mechanikai és biológiai kezelések során ezek részben eltávolíthatók, de a teljes eltávolításukhoz speciális szűrési és adszorpciós technológiák szükségesek.

5.1. A mikroműanyagok mérettartománya, morfológiája

Mikroműanyagnak általánosságban azokat a műanyag részecskéket nevezzük, melyeknek bármely dimenziója 5 mm-nél kisebb. Az 5 mm alatti tartományt további csoportokra oszthatjuk fel: 5 mm és 1 mm között nagy mikroműanyagokról, 1 mm és 0,1 μm között pedig kis mikroműanyagokról beszélünk. A 0,1 μm alatti tartomány a nanoműanyagok csoportja. 5 mm felett mezo-, valamint makroműanyagokat különítünk el (3. táblázat). Ezeknek a méretkategóriáknak kiemelt jelentősége van a mikroműanyagok környezeti viselkedése, valamint az élő szervezetbe kerülése terén. A mikroműanyagok mérete egyben meghatározza azt is, hogy milyen közegbe, szervbe, szövetbe képes bejutni, kis méretük révén az egyed alatti (infraindividuális) szerveződési szintekbe is képesek belépni, akkumulálódni (pl. tüdőszövet) (Yee et al. 2021). A legapróbb nanoműanyagok ebből a szempontból kiemelten magas kockázatot hordoznak.

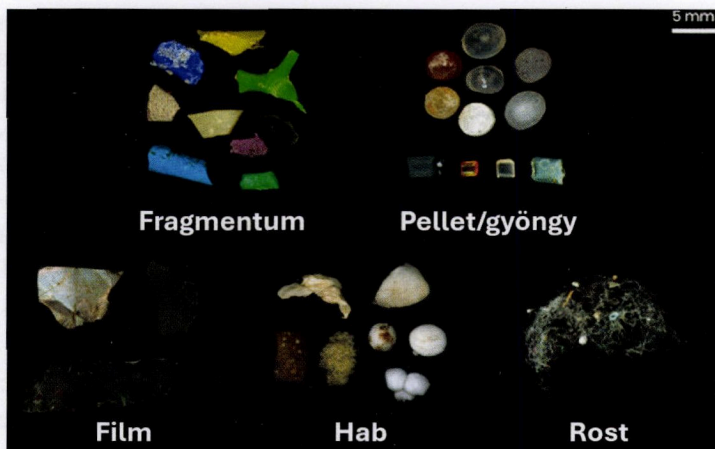
3. táblázat: A műanyagok mérettartományai

Kategória		Mérettartomány
Makroműanyagok		> 25 mm
Mezoműanyagok		5 – 25 mm
Mikroműanyagok	Nagy	1 – 5 mm
	Kicsi	0,1 μm – 1 mm
Nanoműanyagok		< 0,1 μm

A mikroműanyagok sokféle alakú, méretű részecskék lehetnek. Morfológiájukat tekintve leggyakoribbak a *szálas rostok*, valamint a *pellet/gyöngy alakú mikroműanyagok* (7. ábra). A szálas jellegű mikroműanyagok legjelentősebb forrása a textilipar és a háztartási ruhamosás, ruhaszárítás (Michielssen et al. 2016).

5.2. A mikroműanyagok forrásai

A mikroműanyagok a kommunális és ipari eredetű szennyvízben egyaránt megtalálhatóak. A mikroműanyagok *elsődleges (primer)* vagy *másodlagos (szekunder)* forrásból kerülhetnek a szennyvízbe és a természetes vízbázisokba. Az elsődleges forrásból származó mikroműanyagok már kibocsátásuk előtt, degradáció nélkül is



7. ábra. A mikroműanyagok morfológiája [3]

az 5 mm alatti mérettartományban vannak. Ilyen mikroműanyagok például a ruhamosás során keletkező apró *textilrostok*, illetve a személyes higiéniai termékekben (Personal Care Products – PCPk) is gyakran található *mikrogyöngyök*. A másodlagos forrásból származó mikroműanyagok makro- vagy mezoműanyagokból származó részecskék, fragmentumok. A másodlagos mikroműanyagok különféle degradációs folyamatok hatására jönnek létre, pl. a csomagolóanyagok lebomlása, a gumiabroncs kopása, vagy a PET palack fotodegradációja révén (Borah et al. 2023).

5.3. A mikroműanyagok viselkedése a környezetben

A mikroműanyagok környezeti viselkedését döntően anyagi minőségük határozza meg, ezen belül is a sűrűségük. *Sűrűségük függvényében a műanyagok a vízfázis felszínén úsznak, a vízfázisban vannak és a vízzel együtt mozognak, avagy leülepednek.* A víznél kisebb sűrűségű műanyagok, pl. a poli-etilén (PE), a poli-propilén (PP) és az extrudált poli-sztirol (EPS) a vízfázis felszínén úsznak. A víznél nagyobb sűrűségű műanyagok, pl. a PVC, leülepednek (Prata et al 2019). A mikroműanyagok vizsgálata során a mintaelőkészítés fontos lépése a mikroműanyag részecskék elválasztása flotálással sűrűségük alapján, különböző sűrűségű oldatokkal homogenizálva majd ülepítve. A leggyakrabban alkalmazott anyagok, oldatok a desztillált víz, a telített NaCl oldat ($\rho = \sim 1,2 \text{ g/cm}^3$), valamint a ZnCl₂ ($\rho = 1,5\text{-}1,7 \text{ g/cm}^3$) (Corradini et al. 2019).

5.4. A mikroműanyagok monitorozása a szennyvíztisztító telepeken

A 2024/3019/EU irányelv előírja a mikroszennyezők rendszeres vizsgálatát, beleértve a gyógyszer- és kozmetikum-maradványokat, antimikrobiális rezisztenciát és patogéneket (pl. SARS-CoV-2, influenza, polio). A mikroműanyagok

esetében is rendszeres monitoringot irányoztak elő a direktíva módosításban, mind a szennyvíz, mind a szennyvíziszap esetében is. A monitoring előírásai alapján az Európai Bizottságnak két éven belül kell módszertant kidolgoznia mikroműanyagok mérésére. A szennyvíziszap vizsgálata kiemelten kezelendő, ugyanis a szennyvíziszapok talajerő utánpótló anyagként alkalmazhatóak a mezőgazdaságban: szervesanyag-tartalmuk, nitrogén- és foszfor-tartalmuk, makro- és mikroelem-tartalmuk is jelentős. A mikroműanyagok nagy hatásfokkal választhatók le a szennyvíztisztítási technológiai sor mechanikai, biológiai és harmadlagos fokozatán eltávolított szennyezőanyagokra tapadva, a mikroműanyagok jelentős része az iszapfázisban (nyers és biológiai fölös iszap) dúsul.

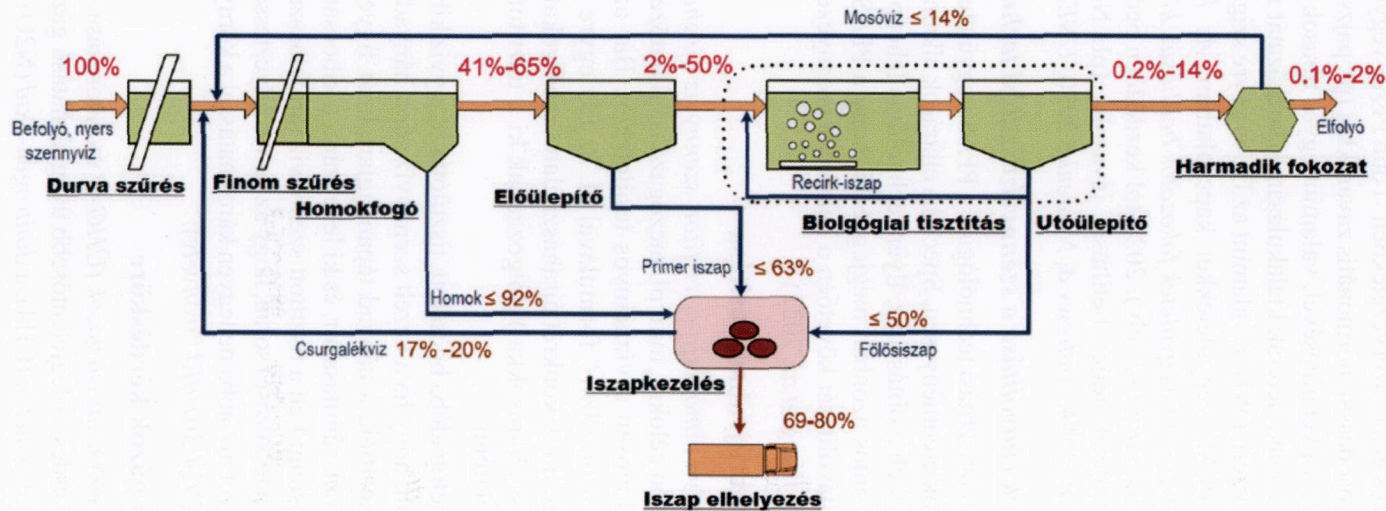
A víznél kisebb sűrűségű mikroműanyagok a szennyvíztisztítási technológiában a vízfázis felszínéről könnyen eltávolíthatóak, ezek jellemzően a mechanikai fokozat zsírfogó műtárgyában választódnak le. A víznél nagyobb sűrűségű műanyagok ülepítéssel távolíthatók el (Prata et al. 2019). A 8. ábrán láthatjuk, hogy azok a szennyvíztisztító telepek, melyek csak mechanikai fokozattal rendelkeznek, jelentős mennyiségű mikroműanyagot is képesek leválasztani (50–98%), döntően a primer iszappal. Amennyiben biológiai fokozattal is kiegészült a tisztítósor, a leválasztási hatásfok 86–99,8%-ra is emelkedhet, harmadik fokozattal rendelkező szennyvíztisztító telepek esetében pedig igen kis mennyiségben távozik a tisztított szennyvízzel mikroműanyag (0,1–2%-a az eredeti tömegáramnak) (8. ábra) (Sun et al. 2019). Fontos megjegyezni, hogy a mikroműanyagok nagymértékű leválasztását a vízvonali technológiában az iszapkezelési technológiában történő dúsulásukat fogja eredményezni, ami végső soron a rothasztott, majd víztelenített szennyvíziszap mikroműanyag-koncentrációját emeli.

6. PFAS vegyületek – az „örök vegyszerek”

6.1. A PFAS vegyületek és a velük kapcsolatos környezeti- és humán-egészségügyi kockázatok

A PFAS a per- és polifluor-alkil anyagok (Per- and Polyfluoroalkyl Substances) gyűjtőneve. Több mint 10.000 különböző vegyület tartozik ide. Erős szén-fluor kötések tartalmazzák, ami az egyik legerősebb kötéstípus. Ennek köszönhetően a PFAS vegyületek nagyon stabilak, nehezen bomlanak le, ellenállnak víznek, olajnak, hőnek. Ipari szempontból előnyös tulajdonságokkal bírnak, ezért gyakran alkalmazzák víz- és szennyeződéstartó textilek gyártásakor, élelmiszer-csomagolásokban, teflon bevonatú edényekben, ipari tisztítószerekben, kozmetikumokban.

Környezeti- és humán-egészségügyi szempontból azonban igen kockázatos vegyületeknek számítanak. Nem bomlanak le a természetben (ezért hívják őket „forever chemicals”-nak, azaz örök vegyszereknek), felhalmozódhatnak



8. ábra. Becsült mikroműanyag-részecskeáram a szennyvíztisztító rendszerekben (első, második és harmadik fokozattal) [%] (Sun et al. 2019)

a természeti szférákban és az élő szervezetekben. Több PFAS vegyületet összefüggésbe hoztak májkárosodással, hormonális zavarokkal (pl. pajzsmirigyproblémák), az immunrendszer gyengülésével, valamint egyes típusok rákkeltők is lehetnek (pl. PFOA – veserák, hererák kialakulásának kockázatát növeli). Ivóvízben is kimutathatók, ezért a WHO, valamint az EU is egyre szigorúbb határértékeket vezet be a PFAS vegyületekkel kapcsolatban. *Az EU 2020-as PFAS-stratégiája célul tűzte ki e vegyületek fokozatos betiltását, kivéve, ha feltétlenül szükségesek („essential use” elv).* 2023-tól kezdődően pedig több tagállam is a PFAS vegyületek teljes betiltását javasolta (pl. Németország, Hollandia) (Rahman et al. 2014, Andrews & Naidenko 2020, UNEP 2022).

6.2. A PFAS vegyületek eltávolítása a szennyvíztisztítási technológiában

A hagyományos szennyvíztisztítási technológiák a PFAS vegyületek eltávolításában nem alkalmazhatók eredményesen. Speciális eljárások alkalmazása szükséges a PFAS vegyületek eltávolításához. Ilyen technológia lehet pl. ioncserélő gyanták alkalmazása. Fontos azonban megjegyezni, hogy a PFAS vegyületek szennyvízből történő eltávolítását követően a keletkező szennyezett közegben (pl. iszapban) dúsulnak (Wang et al. 2022).

7. A tisztított szennyvíz újrahasznosítása

A 2024/3019/EU direktíva támogatja a tisztított szennyvíz újrahasznosítását („reclaimed water”) olyan célokra, mint pl. mezőgazdasági öntözés, öblítések, ipari felhasználás, különösen a vízhiányos területeken. Bár az előírás az „akkor használható, ha indokolt” formulával él, az EU egyre inkább arra ösztönzi a tagállamokat, hogy konkrét újrahasználati szabályokat (paramétereikkel és engedélyezési eljárásokkal) dolgozzanak ki a tisztított szennyvíz hasznosításával kapcsolatban.

Fontos szempont a befogadóba bocsátott, tisztított szennyvíz kibocsátási határértékeire vonatkozóan, hogy ha a kezelt szennyvíz adott hányadát mezőgazdasági öntözésre hasznosítják, a hányad tápanyagtartalmát figyelembe lehet venni a befolyó terhelés kiszámításakor, és ki lehet zárni a kibocsátott terhelésből. Mindemellett biztosítani kell a tisztított szennyvíz újrafelhasználása (vagy az újrafelhasználásának a tervezése) során, hogy az ne veszélyeztesse a befogadó vizek ökológiai vízigényét, továbbá ne legyen káros hatással a környezetre vagy az emberi egészségre (2024/3019/EU irányelv).

8. Az üvegházhatású gázok kérdésköre

A légkörbe bocsátott üvegházhatású gázok (ÜHG-k) monitorozása, csökkentése jelentős klímavédelmi kérdés. A legjelentősebb üvegházhatású gázok közé tartozik a szén-dioxid (CO₂), a metán (CH₄), a dinitrogén-oxid (N₂O), a fluorozott

szénhidrogének (HFC-k), és a vízgőz. A kibocsátott mennyiség szempontjából ezek közül a szén-dioxid a legjelentősebb, 2022-ben a teljes emisszió 76%-áért volt felelős. Kisebb mennyiségben, de erősebb üvegházhatással rendelkezik a metán és a fluorozott szénhidrogének [4]. A globális ÜHG kibocsátást tekintve legnagyobb mértékben az energiaipar járul hozzá az üvegházhatású gázok légköri koncentráció növekedéséhez (a teljes globális kibocsátás 73%-a). Az energiaipari kibocsátáson belül a legjelentősebb tevékenységek az ipari energiafelhasználás (a 73% 24%-a), az épületgépészeti energiafelhasználás, fűtés-hűtés általi kibocsátás (a 73% 17,5%-a), valamint a szállítmányozás (a 73% 16%-a). Az energiaipart követi a mezőgazdasági kibocsátás (18%), az egyéb ipari kibocsátások (5%), majd a hulladékkezelési ágazat ÜHG kibocsátása (3%). A hulladékkezelési ágazaton belül a szennyvíztisztítási szektor 1,3%-os-részarányt képvisel a globális kibocsátásból [5]. A globális ÜHG kibocsátáshoz viszonyítva a szennyvíztisztítási szektor kis részarányt foglal el, azonban a szennyvíztelepek ÜHG kibocsátásának csökkentése a szennyvízvonali technológiai sor hatékonyságának növelését is jelenti egyben, tehát klímavédelmi és a technológia optimalizálásának szempontjából is fontos a szennyvíztisztítási szektor ÜHG kibocsátását monitorozni, csökkenteni.

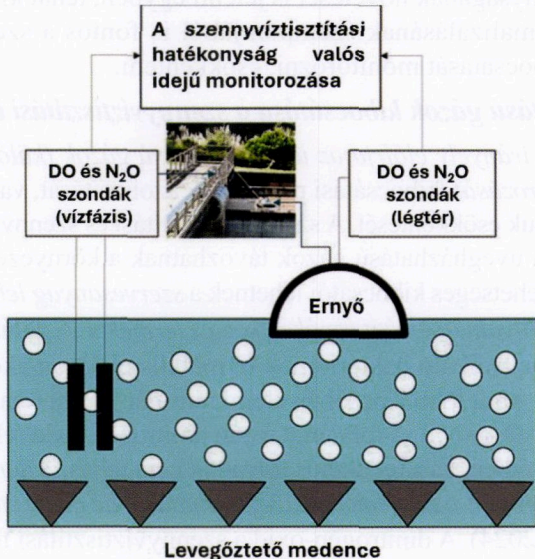
8.1. Üvegházhatású gázok kibocsátása a szennyvíztisztítási technológiában

A 2024/3019/EU irányelv előírja az üvegházhatású gázok (különösen a dinitrogén-oxid) monitorozását, kibocsátási pontjainak azonosítását, valamint lehetőség szerint kibocsátásuk csökkentését. A szennyvíztisztítási és szennyvíziszap kezelési folyamatok során üvegházhatású gázok távozhatnak a környezetbe. A vízvonali technológiai sor lehetséges kibocsátói lehetnek a *szervesanyag lebontási*, valamint a *denitrifikációs folyamatok végtermékei, köztes termékei*. A denitrifikációs folyamatok során a denitrifikáló baktériumok terminális elektron akceptorként hasznosítják a nitrátot, amit több lépcsőben elemi nitrogén gázzá redukálnak ($\text{NO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$). A folyamat során dinitrogén-oxid felhalmozódás történhet abban az esetben, ha a redukciós folyamat nem teljes. *A denitrifikáció során felszabaduló dinitrogén-oxid nemcsak üvegházhatású, de ózonréteget károsító gáz is* (Freches et al. 2024). A dinitrogén-oxid a szennyvíztisztítási folyamatok során kibocsátott üvegházhatású gázok közül a legjelentősebb.

A denitrifikációs folyamatok hatékonyságának ellenőrzésében, a tisztított szennyvíz dinitrogén-oxid koncentrációjának monitorozása érdekében többféle technológia is rendelkezésre áll. Ezek közül egyre népszerűbb a szimultán mérés alkalmazása: a *vízfázisba merülő szonda* (10. ábra), valamint a *vízfázis tetején úszó, ernyős légtér analizátor* (9. és 10. ábra) párhuzamosan gyűjt adatot, ennek segítségével hatékonyan monitorozható a kibocsátott N_2O koncentrációja, ezáltal pedig ellenőrizhető a denitrifikáció határfoka (Freches et al. 2024, [6]).



9. ábra. Úszó dinitrogén-oxid analizátor a biológiai fokozaton [6]



10. ábra. Dinitrogén-oxid koncentráció vizsgálata biológiai fokozaton (Freches et al. 2024)

8.2. Űvegházhatású gázok kibocsátása a szennyvíziszap kezelési technológiában

A szennyvíziszap stabilizálása (rothasztása) során biogáz (metán és szén-dioxid keveréke) képződik, azonban ez a folyamat zárt, gáztömör rendszerben zajlik.

A szennyvíziszap további kezelése magában foglalhatja az iszap komposztálását, szárítását, esetleg égetését. Ezek a technológiai folyamatok gyakorta üvegházhatású gázkibocsátással járnak. A szennyvízgazdálkodásból származó N_2O -kibocsátás a vízügyi szektorból származó összes üvegházhatású gázkibocsátás 26%-át teszi ki, ideértve az ivóvíztermelést, a vízszállítást, a szennyvíz- és iszapkezelést és -kibocsátást (Frison *et al.* 2015). A szennyvíziszap égetéséből 645,0 kg N_2O /tonna iszap sz.a. dinitrogén-oxid szabadul fel, a komposztálásból származó N_2O összmenyisége 0,37 kg N_2O / tonna iszap sz.a. (Kemmu & Amanatidou 2023). Mindezekből láthatjuk, hogy a szennyvíziszap termikus kezelése környezetvédelmi szempontból tekintve jelentős hátrányokkal járhat.

A szennyvíziszap égetése során szervesanyag-tartalma, nitrogén-tartalma elvész, a visszamaradt szárazanyagból csupán a foszfor visszanyerhető. Az iszap termikus kezelését megelőzően kondicionálni szükséges, mely igen nagy energia-igényű folyamat (szennyvíziszap víztelenítése, szárítása). Fontos továbbá megemlíteni, hogy maga a szennyvíziszap égetése is igen energiaigényes technológia, emellett jelentős környezetterhelést okozhat a kibocsátott füstgáz, salak és hamu formájában. Az iszap termikus kezelése azonban előnyökkel is járhat. A korábbi fejezetekben láthattuk, hogy a mikroszennyezők és a mikroműanyagok dúsulhatnak a szennyvíziszapkezelési technológiában. E vegyületek biológiai lebontása az anaerob fermentáció során nem jelentős, vagy csak néhány vegyület biológiai bontása zajlik le a hagyományosan üzemeltetett rothasztókban jó határfokkal (pl. természetes hormonok). A szennyvíziszap égetése során eltávolíthatók a szerves mikroszennyezők, mikroműanyagok a kezelt iszapból. Ezen felül az iszap termikus kezelése során hasznosíthatjuk energia-tartalmát, valamint térfogata is jelentősen csökkenthető.

9. Energiasemlegesség elérése a települési szennyvíztisztító telepeken

A 2024/3019/EU irányelv célul tűzte ki, hogy *a ≥ 10.000 LE szennyvíztisztító telepek 2045-re energia-önellátók legyenek, azaz megújuló energiaforrással üzemeljenek, és külső forrásból legfeljebb 35%-ot vásároljanak.* Az energiasemlegesség felé tett kezdeményezés, célkitűzés elérése hozzájárulhat a települési szennyvízkezelési ágazat elkerülhető üvegházhatású gáz-kibocsátásának csökkentéséhez, eközben segíti a 2050-re kitűzött klímasemlegességi célkitűzések és a kapcsolódó nemzeti és uniós célkitűzések elérését is. Ezt a célt tagállami szinten szükséges teljesíteni, a tagállamok szennyvíztisztító telepeinek átlagos önellátottságát figyelembe véve (2024/30/EU).

Az energiasemlegesség felé irányuló célkitűzések eléréséhez hozzájárul a szennyvíztisztító telepeken működő anaerob iszapstabilizáció és biogáztermelés, hasznosítás folyamata. A rothasztás során magas metán-tartalmú biogáz keletkezik,

amit ko-generációs erőművekben felhasználva elektromos- és hőenergia termelhető a szennyvíztelepi infrastruktúra energia-ellátása érdekében. Az anaerob rothasztás során nem csak a szennyvíztelepen leválasztott primer, illetve biológiai fölösiszap bontása történhet, hanem egyéb, külső forrásból érkező, nagy szervesanyag-tartalmú alapanyagok, ún. ko-szubsztrátok fogadása és hasznosítása is lehetséges. Ez a ko-fermentáció (együtt rothasztás) folyamata, melynek során növelhető a biogázhozam, hasznosítható az esetleges szabad rothasztókapacitás, ezáltal intenzifikálható a biogázból nyerhető elektromos- és hőenergia termelése.

Fontos feladat a külső forrásból érkező alapanyagok előzetes laboratóriumi vizsgálata, melynek során megállapítható a vizsgált ko-szubsztrát hatása a rothasztók bakteriális közösségére, esetleges toxikus hatása, az adagolásával nyerhető biogázhozam, valamint a termelődött biogáz minősége is (Bezsényi et al. 2023).

10. Összefoglalás

A 91/271/EGK irányelv több évtizeden keresztül biztosította az alapvető kereteket a kommunális szennyvíz kezelésének területén. A 91/271/EGK irányelvet 2024 novemberében felváltotta a 2024/3019/EU irányelv, reflektálva az új környezeti kihívásokra, például a mikroszennyezők, az üvegházhatású gázok kibocsátására, valamint az energiahatékonyság kérdéskörére és a körforgásos gazdaság követelményeire.

Az irányelv célja, hogy javítsa a települési szennyvíz kezelésének hatékonyságát, különös tekintettel a víztestek védelmére, a közegészségügyre, valamint az éghajlatváltozás elleni küzdelemre. A tisztított szennyvízre vonatkozó nitrogén- és foszfor kibocsátási határértékek szigorodtak, a 150.000 LE feletti szennyvíztisztító telepek esetében kötelező lesz a negyedleges kezelés üzemeltetése, továbbá a mikroszennyezők és a mikroműanyagok minőségi és mennyiségi monitorozását is bevezetik.

A 2024/3019/EU irányelv kiemelt figyelmet fordít a klímavédelem szennyvíztisztítási aspektusaira, ennek megfelelően az üvegházhatású gázok monitorozását, kibocsátási pontjainak azonosítását, valamint lehetőség szerint kibocsátásuk csökkentését írja elő, ezen felül a szennyvíztisztító telepek energia-önellátásának elérését is célul tűzi ki.

* * *

IRODALOMJEGYZÉK

28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet (A vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól)

91/271/EGK Irányelv a települési szennyvíz kezeléséről – 2024. évi módosítás, elfogadott szöveg

2024/3019/EU Irányelv a települési szennyvíz kezeléséről – 2024. november 27.

Andrews, D. Q., Naidenko, O. V. (2020). Population-wide exposure to per- and polyfluoroalkyl substances from drinking water in the United States. *Environmental Science & Technology Letters*, 7(12), 931–936.

<https://doi.org/10.1021/acs.estlett.0c00713>

Bakos, V. (2016). A szénforrás és a tápanyag elérhetőség szerepe az eleveniszap szerkezet kialakulásában és a bioreaktor elrendezés optimalizálásában (Doktori értekezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem).

Barnard, J. and Comeau, Y. (2014) Phosphorus removal in activated sludge. Chapter 10 in *Activated sludge – 100 years and counting*, Eds. Jenkins, D. and Wanner, J., 2014 IWA Publishing, Glasgow, ISBN 9781780404936, 93-115.

Bezsenyi, A.; Nagy-Mezsei, Cs.; Gyarmati, I.; Makó, M. (2023): A rothasztók anaerob lebontási folyamatainak (biodegradáció) modellezése, MASZESZ Hírcsatorna 2023/2, pp. 5-20., 16 p., ISSN 3057-8418

Borah, S. J., Gupta, A. K., Gupta, A., Bhawna, Kumar, S., Sharma, R., Kumar, V. (2023). Grasping the supremacy of microplastic in the environment to understand its implications and eradication: a review. *Journal of Materials Science*, 58(32), 12899-12928.

Coats, E. R., Watkins, D. L., Brinkman, C. K., & Loge, F. J. (2011). Effect of anaerobic HRT on biological phosphorus removal and the enrichment of phosphorus accumulating organisms. *Water Environment Research*, 83(5), 461-469.

Comeau, Y., Hall, K.J., Hancock, R.E.W. and Oldham, W.K. (1986): Biochemical model for biological phosphorus removal. *Water Research*, 20(12), 1511-1521.

Corradini, F., Meza, P., Eguiluz, R., Casado, F., Huerta-Lwanga, E., & Geissen, V. (2019). Evidence of microplastic accumulation in agricultural soils from sewage sludge disposal. *Science of the total environment*, 671, 411-420.

EAWAG. (2022). Micropollutant removal from municipal wastewater – Overview of technologies. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology. Retrieved from <https://www.eawag.ch/en>

Freches, A., Freitas, P., Marques, R., Fradinho, J. C., Oehmen, A., & Reis, M. A. (2024). Development and validation of an off-gas tool for oxygen transfer efficiency and N₂O emission monitoring in wastewater treatment. *Journal of Water Process Engineering*, 67, 106102.

Frison, N., Chiumentí, A., Katsou, E., Malamis, S., Bolzonella, D., & Fatone, F. (2015). Mitigating off-gas emissions in the biological nitrogen removal via nitrite process treating anaerobic effluents. *Journal of Cleaner Production*, 93, 126-133.

Grady, C.P.L. Jr., Daigger, G.T., Lim, H.C. (1999): *Biological Wastewater Treatment*. 2nd edition, Marcel Dekker, Inc., New York, Basel.

Karches, T., Bognár, F., Dalkó, I., Orgoványi, P., Papp, T., Török, L., & Vadkerti, E. (2020). Kis kapacitású szennyvíztisztító létesítmények.

Kemmou, L., & Amanatidou, E. (2023). Factors affecting nitrous oxide emissions from activated sludge wastewater treatment plants—A review. *Resources*, 12(10), 114.

Kon, K., Rai, M. (Eds.). (2016). *Antibiotic resistance: mechanisms and new antimicrobial approaches*. Academic press. pp. 20-36

Korponai G. (2023) Svájci-Magyar Együttműködési Program, Stakeholder konzultáció vízminőség javítása Magyarországon tematikus terület, előadás anyaga, Budapest, 2023.04.26.

Margot, J., Rossi, L., Barry, D. A., & Holliger, C. (2015). A review of the fate of micropollutants in wastewater treatment plants. *Water Research*, 47(3), 1081–1106. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.11.020>

Maurer, M., Gujer, W., Hany, R. and Bachmann, S. (1997): Intracellular carbon flow in phosphorus accumulating organisms from activated sludge system. *Water Research*, 31(4), 907-917.

Méhi O. (2019): Már egy generáción belül katasztrofális következményei lehetnek az antibiotikum-rezisztenciának. Forrás: tudomany.hu/cikkek/mar-egy-generacion-belul-katasztrofalis-kovetkezmenyei-lehetnek-az-antibiotikum-rezisztencianak-109742

Melicz, Z., Oláh, J. (2022). A mikroszennyező anyagok biológiai eltávolítását befolyásoló tényezők és az utókezelési technológiák ismertetése. *Vízmű Panoráma* 2022/04. 5-53.

Metcalf & Eddy, Inc. (2013). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery* (5th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.

Michielssen, M. R., Michielssen, E. R., Ni, J., & Duhaime, M. B. (2016). Fate of microplastics and other small anthropogenic litter (SAL) in wastewater treatment plants depends on unit processes employed. *Environmental Science: Water Research & Technology*, 2(6), 1064-1073.

Németh, J. (2019). A negyedik fokozatú szennyvíztisztítás műszaki, gazdasági, környezeti hatásai (Doctoral dissertation, Pannon Egyetem).

Omil, F., Suárez, S., Carballa, M., Reif, R., Lema, J.M.: Chapter 16. Criteria for Designing Sewage Treatment Plants for Enhanced Removal of Organic Micropollutants. 2009, *Environmental Pollution*. 153 Views 24 Pages.

https://www.academia.edu/18977683/Criteria_for_Designing_Sewage_Treatment_Plants_for_Enhanced_Removal_of_Organic_Micropollutants

Prata, J. C., Da Costa, J. P., Duarte, A. C., Rocha-Santos, T (2019). Methods for sampling and detection of microplastics in water and sediment: A critical review. *Trends in Analytical Chemistry*, 110, 150–159. p. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.10.029>

Rahman, M. F., Peldszus, S., & Anderson, W. B. (2014). Behaviour and fate of perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in drinking water treatment: A review. *Water Research*, 50, 318–340. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2013.10.045>

Sun, J., Dai, X., Wang, Q., van Loosdrecht, M. C. M., Ni, B.-J. (2019). Microplastics in wastewater treatment plants: Detection, occurrence and removal. *Water Research* 152, 21–37.

Tardy, G. (2006). Eleveniszapos-biofilmes szennyvíztisztító rendszerek biológiai nitrogén eltávolításának kombinált optimalizálása (Doktori értekezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem).

UNEP. (2022). Chemicals and waste: Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS). United Nations Environment Programme. Retrieved from <https://www.unep.org/resources/factsheet/per-and-polyfluoroalkyl-substances-pfas>

Ungvári, L., & Fülöp, Z. (2019). A biológiai szennyvíztisztításhoz szükséges vegyszer felhasználásának csökkentése technológiai átalakítással. *International Journal of Engineering and Management Sciences*, 4(2), 107-113.

Wang, Z., Boucher, J. M., Scheringer, M., Cousins, I. T., Hungerbühler, K., & Kannan, K. (2022). A never-ending story of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs)? *Environmental Science & Technology*, 56(1), 15–29. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c06036>

Yee, M. S-L., Hii, L-W., Looi, C.K, Lim, W-M., Wong, S-F., Kok, Y-Y., Tan, B-K., Wong, C-Y., Leong, C-O.(2021). Impact of Microplastics and Nanoplastics on Human Health: Nanoparticles in the Environment and Nanotoxicology *Nanomaterials*. 11(2), 496.

INTERNETES HIVATKOZÁSOK

Letöltés ideje: 2025. június 5.

[1] https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0027.html

[2] <https://hu.hach.com/asset-get.download.jsa?id=25593611357>

[3] <https://harpethconservancy.org/what-are-microplastics/>

[4] <https://legszenyezettseg.met.hu/kibocsatas/trendek/uveghazhatasu-gazok>

[5] <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>

[6] <https://www.eawag.ch/en/department/eng/projects/abwasser/n2oara/>

200 ÉVE SZÜLETETT TÜRR ISTVÁN

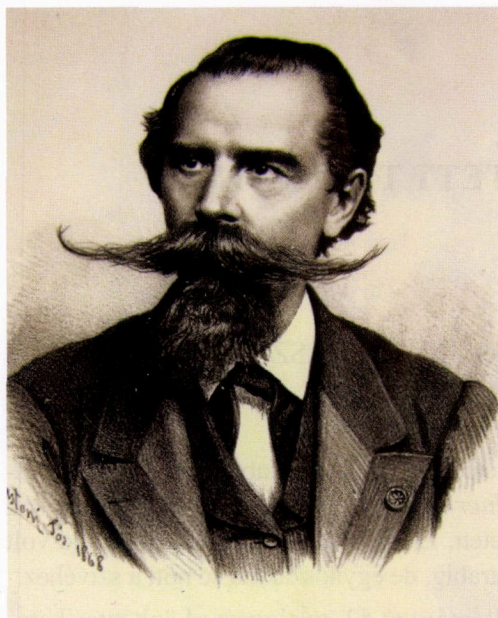
SZLÁVIK LAJOS¹, FEJÉR LÁSZLÓ²

Türr István 1825. augusztus 11-én született Baján Thier Jakab vaskereskedő és Udvary Terézia ötödik gyermekeként, *Thier István* néven. Az iskolapadot nem sok ideig koptatta, mert tanulni nem szeretett. Először lakatosinasnak állt, majd volt molnárinas és kőművessegéd is egy darabig, de egyik szakma se nőtt a szívéhez.

1842-ben (17 évesen) a Pécsen állomásozó 52. gyalogezred önkéntes katonája lett. Az osztagát *Radetzky ezredes* vezette. Az 1848-as forradalmi események kapcsán csapattestével Lombardiába vezényelték. Az ekkor már *Türr* nevet használó katonát hadnagyi rangba emelték. Részt vett a Piemont elleni harcokban és a kegyetlen milánói megtorlásban. Ennek hatására – és mivel rokonszenvet érzett az igaz ügyért küzdő olasz nép szabadságharca iránt – 1849. januárjában megszökött a császári seregből, és átállt a piemontiakhoz. Tettét itt századosi ranggal jutalmazták és egy alakuló magyar légió megszervezésével és vezetésével bízták meg. Közben, mint katonaszökevényt az osztrák hatóságok halálra ítélték. A novarai vereség után azonban minden remény szertefoszlott, csapata a vereség hírére részben feloszlatta önmagát. Akik kimentek a forradalom eszméi mellett, azok Badenbe mentek és csatlakoztak a helyi forradalmi mozgalomhoz. Érkezésekor Türr itt nyomban ezredesi rangot kapott, ezt azonban sokáig nem élvezhette, mivel a forradalmat itt is leverték, és Türr menekülni kényszerült a Habsburg Birodalom megtorlása elől. Minden módot igyekezett felhasználni arra, hogy csapatával hazájába térjen vissza, és ott közvetlenül nyújtson segítséget a szabadságért folyó küzdelemben – de ez nem sikerült. Svájcban értesült a világosi fegyverletételről.

¹ Dr. Szlávik Lajos okl. mérnök, Professor Emeritus

² Fejér László okl. mérnök, c. egyetemi docens, a Magyar Hidrológiai Társaság Vízügyi Történelmi Bizottságának elnöke



Türr István – litográfia 1868-ból

1850-53 között sok helyen megfordult, többek közt Franciaországban, Angliában. Londonban tőzsdeügynökként dolgozva gazdag pénzügyi-közgazdasági ismeretekre tett szert. A krími háború idején szerepet vállalt az angol-török hadseregben (angol ezredesként), majd részt vett a cserkeszek szabadságharcában. 1855-ben az angol kormány megbízásából Romániába ment, azonban egy volt tisztársa feljelentése nyomán az osztrák hatóság elfogta, letartóztatta. A korábbi halálos ítélet végrehajtásának szándékával Bécsbe vitték. Az ítélet végrehajtásától csak *Viktória angol királynő* közbelépése mentette meg.

1856 Türr tevékenysége és későbbi életútja szempontjából döntő fontosságú volt: Konstantinápolyban megismerkedett a francia *Ferdinand Lesseps* mérnökkel, diplomatával, akinek nevét a Szezei-csatorna építésében vállalt szerepe tette ismertté.

Türr István Konstantinápolyban teremtette meg kapcsolatait a magyar emigráció több tagjával – így *Klapkával*, *Kossuthal* – és vállalt bonyolult közvetítő szerepet. Nem szakadt meg összeköttetése az olasz forradalmárokkal sem, tevékeny résztvevője lett az olasz egyesítési mozgalomnak. *Garibaldi* közvetlen munkatársa, helyettese, *a marsalai ezrek egyike*, majd Nápoly kormányzója volt. Érdemeiért altábornagyi rangot kapott. A továbbiakban az olasz kormány kinevezte őt *II. Viktor Emánuel olasz király* szárnysegédjévé.

Nemzetközi hírnevét az olasz nép szabadságharcában, és az egységes Olaszország megteremtéséért folytatott küzdelem élvonalában vállalt szerepe alapozta meg. Az olasz nép ma is nemzeti hősei egyikeként tiszteli. Az olasz kormány megbízásából később több diplomáciai ügyben járt el.

1861-ben Mantovában feleségül vette III. Napóleon császár unokahúgát, *Wyse-Bonaparte Adélt*. Párizsból egy ideig figyelemmel kísérte a magyar emigrációnak az ország felszabadítására irányuló mozgalmait, közvetített az olaszok, németek és franciák között.

Türr évtizedeken keresztül tevékeny részese volt a nemzetközi diplomáciának,

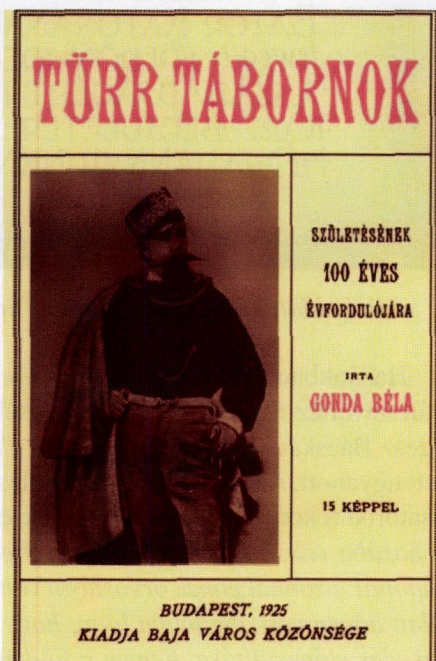
politikának és gazdasági életnek is. A különböző népek szabadságharcában szerzett tapasztalatai, kapcsolatai ebben jelentősen segítettek. Egyre határozottabban, meggyőződéssel vallotta, hogy az alkotó munkához, a gazdasági-kulturális fejlődéshez béke, együttműködés kell.

A nemzetek örök békéjének hirdetőjeként kereste a konfliktusok békés megoldásának lehetőségeit, ismételten felvetette az Európai Egyesült Államok gondolatát. Néhány alkalommal folytatott tárgyalásokat a nemzetiségek képviselőivel; nem hivatalos követként államközi szövetségek megteremtésén is fáradozott. A nemzetközi békekongresszusok (*Universal Peace Congress/Congrès universel de la paix*) 1896-ban Budapesten tartott VII. ülésén – a békemozgalom érdekében kifejtett tevékenységének elismeréseként – *Türr István elnökölt*.

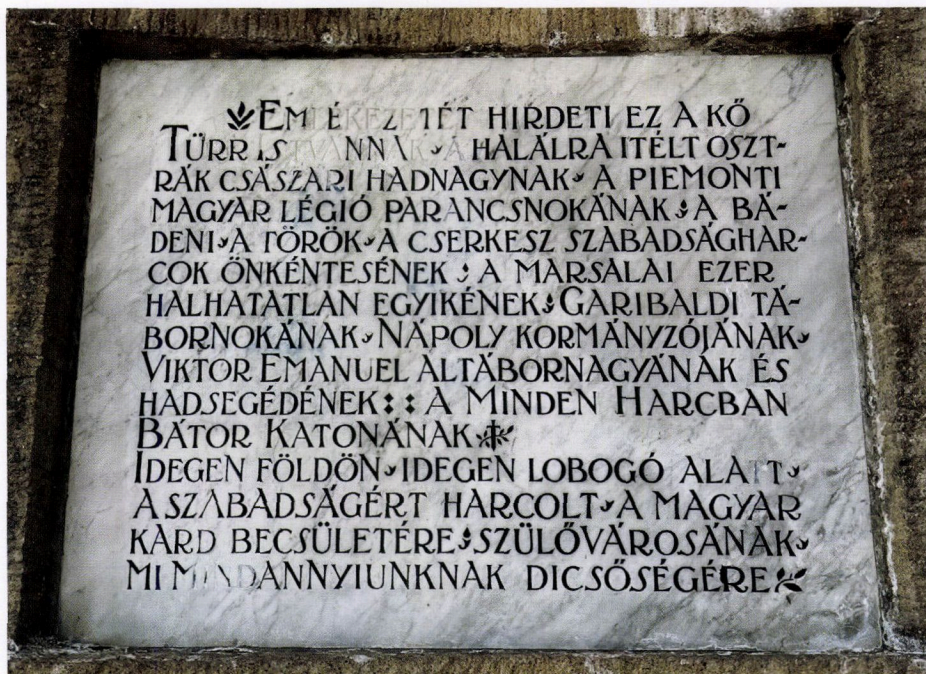
Az 1867-es kiegyezés után – az 1848-49-es szabadságharcban vállalt szerepe miatt – amnesztiát kapott, és mint olasz királyi altábornagy visszatért Magyarországra. A világlátott, széles látókörű Türr jelentős kapcsolatait, tapasztalatait a magyar gazdaság és kultúra fejlesztésének meggyorsítására összpontosította. Reális helyzetfelismerését tükrözte hazai gazdaságpolitikai koncepciója: a nemzetközi tapasztalatok és erőforrások felhasználásával a belterjesség jegyében fejleszteni a magyar mezőgazdaságot; gazdaságosabbá tenni a termelést; növelni a termelékenységet; versenyképesen kijutni az európai piacra; kiszabadulni abból a helyzetből, amely Magyarországot gazdaságilag Ausztriának szolgáltatta ki. Ennek előmozdítására kell felhasználni a hitel-, a pénz- és adópolitikát, a *vízgazdálkodást*, a széleskörű kulturális és erkölcsi nevelőmunkát.

Tanulmányok, cikkek sorát jelentette meg magyar, olasz, francia lapokban és folyóiratokban, a hitelről, az öntözésről, a vízi közlekedésről, az utakról, a vasút és víz „harcáról”, a mezőgazdaság belterjes fejlesztéséről.

Kiváló képességei, vonzó személyisége, bátor vállalkozásai megnyerték a kor legkiválóbb olasz, francia és magyar vízügyi szakembereit. Vízügyi vállalkozásai a magyar és a nemzetközi vízgazdálkodás nagyjai közé emelték.



*Gonda Béla könyve
Türr tábornokról (1925)*



A bal oldali emléktábla a bajai Türr István emlékmű oszlopesarnokában

Hazánkban a *Ferenc-csatorna teljes felújítása és hálózattá bővítése* Türr István nevéhez fűződik. 1868 márciusában *Sayn* francia mérnökkel beutazta az egész Bácskát, majd 1869 tavaszán *Caramorra* olasz mérnökkel újabb körutat tett ugyanott. A látottak hatására széleskörű szervezőmunkába kezdett a Ferenc-csatorna rekonstrukciója és bővítése érdekében. 1870-ben így írt erről: „*Amint a hazába visszatértem, Bács megyében látván a Ferenc-csatorna elhagyott állapotját: azonnal ennek orvoslását vettem célba. Olaszországi hosszas időzésem alatt bőven volt alkalmam látni, hogy mily hasznos a csatorna nemcsak a közlekedés előmozdítása, hanem a földművelésre is a mesterséges öntözés tekintetéből, miután a hüvelyes és kalászos vetemények termése kétannyi; a kaszálóké pedig 6-8-annyi mennyiségre számíthat öntözéssel, mint anélkül.*”

1869 tavaszán kijelölték a csatornavonal helyét, elkészítették a terveit. A pénzüntézetek magyar és olasz mérnökökön felül holland és angol szakemberekkel is megbíráltatták a tervet. A kedvező vélemények alapján, a körülmények alapos tanulmányozása után kötött Türr szerződést a csatorna bővítésére, építésére. Erre az engedélyt az 1870. XXXIV. törvénycikk alapján kapta meg.

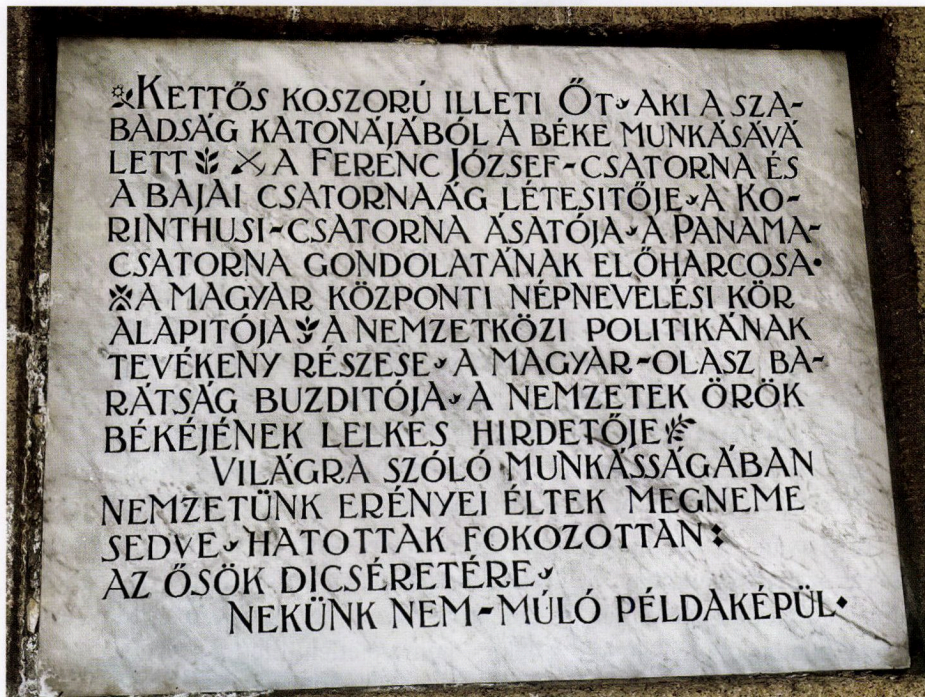
Türr István műszaki munkatársaival nagyszabású *vízűtfejlesztési programot*

dolgozott ki. Újjászervezte a *Ferenc-csatorna Társulatot*, kezdeményezte a *Ferenc József-csatorna megépítését*, valamint a *Baja-Bezdáni tápcsatorna 1871-1875 közötti kivitelezését*, amellyel a Ferenc-csatorna vízutánpótlását lehetett biztosítani.

Az 1871 februárjában írott, Adatok az öntözéshez című cikkében Türr több ország – Spanyolország Ausztria és mindenek előtt India – tapasztalatait, öntözéssel kapcsolatos eredményeit ismertette és elemezte különböző tanulmányok, cikkek és személyes benyomásai alapján. A cikk befejezéseként véleményét az alábbiakban summázta: „Magyarországon két bajban szenvedünk, vagy vízben úszunk, mint jelenleg, vagy minden elszárad vízhiány miatt.”

Türr István a Szezei-csatorna sikere, Ferdinánd Lesseps barátsága és személyes külföldi tapasztalatai bátorító hatására nagy vízügyi vállalkozásokba kezdett. Jelentős érdemei voltak több külföldi csatornaépítési munkálat megszervezésében és irányításában. Merész célokat tűzött maga elé, s a feladatokból nagyrészt vállalt. A megfelelő előkészületek után – amelyben magyar szakemberek is részt vettek – 1876-ban a kolumbiai kormánytól engedélyt kapott a *Darien földszoros átvágására*, (ezt a munkát folytatja a későbbi Panama Részvénytársaság Lesseps vezetésével).

A jobb oldali emléktábla a bajai Türr István emlékmű oszlopcsarnokában





1881. május 18-án a görög kormánytól 99 évre engedélyt nyert a *Korinthoszi-földszoroson keresztül ásandó csatorna létesítésére és üzemben tartására*. A tervek elkészítésével *Gerster Béla* magyar mérnököt bízta meg, aki a csatornaépítő vállalat főmérnökeként vezette a munkálatokat. A csatorna építését nagy erőfeszítéssel és anyagi áldozattal készítette elő, s részben irányította is a munkát. Nem rajta múltott, hogy a kellően figyelembe nem vett és vehető építési problémák (talajviszonyok, időjárási sajátosságok stb.) miatt a jelentkező nehézségekkel nem tudott maradéktalanul megbirkózni. 1888-ban a vállalatot vezető társaság megbukott. Türr ezután sikeres tevékenységet fejtett ki aziránt, hogy a kormányokat és a magánszemélyeket újabb összegek befektetésére bírja a Korinthoszi-csatorna építésének befejezéséhez. Az így végre elkészült művet 1893. augusztus 6-án *I. György görög király* ünnepélyesen felavatta, majd a mesterseges vízi utat 1893 októberében megnyitották a hajóforgalom előtt.

Türr István – a közhiedelemmel ellentétben – közvetlenül nem vett részt a magyar szabadságharcban, de érezte, tudta, hogy a szabadságharcok és forradalmak a fejlődést szolgálják, és objektíve összefüggnek. Érezte és tudta azt is, hogy a haladás döntő feltétele a béke – nem véletlenül lett a szabadságharcok tábornokából a nemzetközi békemozgalom egyik úttörője...

Türr István magabiztosan eligazodott bonyolult történelmi kora szövevényeiben és konfliktusaiban. Tetteivel éppúgy beírta nevét a 19. század közepén lezajló szabadságharcok és polgári forradalmak, a nemzetközi diplomácia és a békemozgalom, mint a *nemzetközi és a magyar vízgazdálkodás*, valamint a magyar gazdaság és közművelődés történetébe. Korát megelőzően – már a 19. század második felében – *a polgárosodás és az európaiság előmozdítója volt*.

Természetesen az ő életműve sem mentes az ellentmondásoktól. Helyes törekvései nemegyszer utópisztikus-illuzórikus elemekkel keverednek, s álmai olykor túl merészek, kevésbé megalapozottak voltak.

Türr nem volt író, sem újságíró. Ugyanakkor francia, olasz, magyar és más folyóiratokban, lapokban megjelent elemző tanulmányai, agitatív cikkei bőséges alapot adnak ahhoz, hogy jelentős publicistaként is számon tartsuk.

Vízügyi vállalkozásai – noha nem volt vízügyi szakember – a magyar és a nemzetközi vízgazdálkodás nagyjai közé emelik, annak ellenére, hogy hazájában – minden erőfeszítése dacára – csupán a Ferenc-csatorna hálózatának kiépítését sikerült megvalósítania.

Türr István Budapesten hunyt el, 1908. május 3-án. A Kerepesi temetőben nyugszik.



A bajai Türr István emlékmű a Duna és a Sugovica találkozásánál

Baján, a Sugovica áthelyezett dunai torkolatánál olyan földnyelv épült, ahonnan a Duna hosszú szakasza és a szemben lévő nagykiterjedésű gemenci erdőség egy része is jól belátható. A főmeder enyhe ívelése is segíti a táj föltárulkozását. Ennek a földnyelvnek a kiinduló, magas pontjára építette 1934-ben Baja város *Türr István emlékművét*. Az emlékmű henger alakú, toronyszerű, oszlopcsarnokos, tetején tetrasszal, zászlóval. Teljes magassága (a zászlórúddal) 13,7 m. A Duna és a Sugovica találkozásánál emelt Türr-emlékmű Baja ismert és elfogadott szimbóluma.

Forrásmunkák

- Faludi Gábor* (1968): Gondolatok Türr István értékeléséhez. *Vízgazdálkodás* 1968. 3. sz.
- Faludi Gábor* (1974): Vázlat Türr István vízgazdálkodási nézeteiről. *Földrajzi Közlemények* 1974. 3. sz.
- Faludi Gábor* (1975): Türr István születésének 150. évfordulójára. *Vízügyi Közlemények* 1975. 4. füzet.
- Faludi Gábor–Kubatov János* (1975, 1976): 150 éve született Türr István. *Vízgazdálkodás* 1975. 6. sz., 1976. 1. sz.
- Faludi Gábor* (1976): Türr István és a vízgazdálkodás. *Hidrológiai Tájékoztató*, 1976
- Faludi Gábor* (1997): A 120 éves Baja-Bezdán-i tápcsatorna. *Hidrológiai Közlöny*, 1997. 3. sz.
- Faludi Gábor* (2004): A Ferenc-csatorna és Türr István. ADUKÖVIZIG Baja, 2004.
- Faludi Gábor* (2014): Nyolcvan éves a Türr-kilátó. 2004. *Hidrológiai Közlöny* 2. sz.
- Faludi Gábor–Kubatov János* (2008): Türr István halálának 100. évfordulóján. *Hidrológiai Közlöny*, 2008. 2. sz.
- Gonda Béla* (1925a): Türr István harca a csatornákért MMÉEK, 1925. 51-52. sz.
- Gonda Béla* (1925b): Türr tábornok. Bp., 1925. Kiadja Baja város közönsége.
- Kubatov János* (1970): Türr István és a magyar felnőttoktatás kezdetei. *Pedagógiai Szemle*, 1970/12.
- Szlávik Lajos–Fejér László* (2007): 111 vízi emlék Magyarországon. KÖZDOK Kft. Bp.

* * *

*A víztudományok nagy egyéniségei***SZESZTAY KÁROLY**
(1925-2013)

1925. augusztus 24-én született Nyírbélteken. 1935-1940 között a nyíregyházi Kosuth Lajos gimnáziumban tanult, majd körülményei a pécsi Zrínyi Miklós honvéd középiskolába vezérelték. A műszaki tudományokkal való ismerkedést 1943-ban a budapesti Bolyai János Honvéd Műszaki Akadémián kezdte, ahol 1944 augusztusában tisztté avatták. 1944 szeptemberében felvételt nyert a Budapesti Műszaki Egyetemre, de tanulmányait meg kellett szakítani, mert behívták katonának. A második világháború utolsó időszakát szovjet hadifogságban élte meg, ahonnan 1947-ben érkezett haza. Ekkor folytathatta a BME-n mérnöki tanulmányait és 1950-ben szerzett jeles minősítésű mérnöki oklevelet, vízépítés szakirányon.

A szakterület választásáról 2002-ben megjelent könyvének előszavában Szesztay Károly így írt:

„A szakirányú érdeklődés azzal kezdődött, hogy harmadéves koromban véletlenül beültem Lászlóffy Woldemár szabadon választható „Bevezetés a hidrológiába” tantárgyának egyik órájára. Az előadó személyiségéből és a víz sokirányú szerepének egységét felvázoló halk szavú érvelésből kipattant szikrák két évtizeden át az Előadó napi közelségű tanítványává, munkatársává tettek. Életre szólóan hozzászegődtem ehhez a természetet és társadalmat átjáró és összekapcsoló hatalmas és törékeny őselemhez.”

Tanárai – nem véletlenül – ott marasztalták az egyetemen, és a Vízépítéstani Tanszéken tanársegédi állást kapott. Oktatói-kutatói tapasztalatai, a hadifogságban szerzett orosz, német és angol nyelvismerete további életútjának meghatározójává váltak. 1950-52 között közreműködött a *Hidraulika*



és a *Hidrológiai statisztika* c. tantárgyak tanszéki munkáiban. Hidrológiai ismereteit – továbbra is a BME-n dolgozva – 1952-54 között aspiránsként mélyítette el. A vízgazdálkodás természeti-fizikai alapjainak megismerésére és a hidrológiai módszerek továbbfejlesztésére irányuló tevékenységében az első fontos eredménye *A folyók vízjárásának előrejelzése* c. disszertációja, amellyel 1955-ben elnyerte a *műszaki tudomány kandidátusa* fokozatot.

1954-ben a VITUKI Felszíni Vizek Főosztály Vízgazdálkodási Osztályának munkatársa lett és 17 éven át, 1971-ig ott dolgozott tudományos munkatársként, főmunkatársként, osztályvezetőként, tudományos tanácsadóként. A hidrológiai kutatásai közül különösen az ország vízgazdálkodási adottságainak feltárására irányulókat járultak hozzá a tudomány és a gyakorlat továbbfejlődéséhez.

A VITUKI-ban az előrejelzések kutatása egyik alapvető tevékenysége maradt. Ebben a témakörében végzett munkássága felölelte az előrejelzési tevékenységek szinte teljes körét:

- árvízi előrejelzési módszerek és segédletek kidolgozása a Dunára, a Tiszára és a Körösökre;
- naponkénti vízállás- és vízhozam előrejelzési módszer kidolgozása a Duna hazai szakaszára;
- az árhullámok csapadékból történő előrejelzése; a tavasszal várható nagyvízi lefolyás hosszabb távú előrejelzése;
- a Balaton tavaszi legmagasabb vízállásának hosszúidejű előrejelzése;
- jég-előrejelzések megalapozása.

1958-61 között egyik alapítója volt a Duna-menti országok előrejelzési konferenciájának; közreműködött az első ilyen rendezvény előkészítésében. Ezt a konferenciát több mint 60 éve rendszeresen megrendezik.

A Bogdánfy Ödön, Péch József, Korbély József nevével fémjelzett előrejelzések fejlesztésének betetőzésével és a számítógéppel segített előrejelzések megalapozásával Szesztay Károly a hazai hidrológiai előrejelzések történetének mindörökre kiemelkedő alakja marad.

Számos új, hiánypótló kezdeményezést tett hazánk hidrológiai adottságainak megismerésére. Korán felismerte a vízkörforgás valamennyi elemére együttesen kiterjedő vízháztartási vizsgálatok szükségességét. Látta azt is, hogy e vizsgálatok komoly akadályát néhány vízháztartási elem – mindenekelőtt a hó víz-egyenérték és a párolgás – észlelésének szinte teljes hiánya jelenti. 1958-70 között módszereket és segédleteket dolgozott ki a hazai vízfelületek és vízgyűjtő területek párolgásának számítására, valamint a tavak és vízgyűjtő területek vízháztartási mérlegének összeállítására. Közreműködött az országos párolgásmérő kád-hálózatát kialakításában, beindította a vízfelületek párolgására és a hótakaró víz-egyenértékére vonatkozó országos adatgyűjtést.

Szakmai tevékenységében jelentős helyet foglaltak el a tavakkal kapcsolatos kutatások. Irányította tavaink kataszterének kidolgozását. Vizsgálatokat végzett a tavak, elsősorban a Balaton vizének cseréjére. Vizsgálta a tó vizének eredet szerinti összetételét. Irányította és összefogta a VITUKI-nak a Balaton feliszapolódásával kapcsolatos vizsgálatait; 1959-67 között titkára volt az ezzel foglalkozó intézetközi munkaközösségnek. 1968-71 között elnöke volt az MTA Fertő-táj Bizottságának.

A tavak, különösen a Balaton kutatásában elért eredményeit értékelte a Tudományos Minősítő Bizottság 1964-ben azzal, hogy „Az állóvizek hidrológiájának néhány kérdése” című értekezése alapján a *műszaki tudomány doktorává* minősítették.

Az 1960-as évek elejétől egyre több feladatot vállalt a nemzetközi tudományos és kormányközi szervezetekben. Magyarország ismert és elismert képviselője lett a vízügyi, meteorológiai és környezetügyi világszervezetekben.

1964-70 között közreműködött a Nemzetközi Hidrológiai Decennium és a Nemzetközi Hidrológiai Program hazai munkáiban és nemzetközi munkabizottságaiban.

Kiemelkedő szakmai tájékozottságát és nyelvtudását kamatoztatva eredményes munkát végzett – többek között – a Duna Bizottságban, a WMO-ban, az UNESCO-ban. Széleskörű elismerését jelzi, hogy öt éven át, 1967-71 között a Nemzetközi Hidrológiai Szövetség (International Association of Hydrological Sciences, IAHS) elnöke volt. 2002-ben megjelent könyvének előszavában így írt nemzetközi tevékenységéről:

„Hadifogságból hozott nyelvismereteim és a hidrológia nyugati és keleti eredményeit egyaránt figyelemmel kísérő szakirodalmi tevékenységem alapján a hatvanas évek elejétől egyre tágabb körben és egyre intenzívebben kapcsolódtam be a Nemzetközi Hidrológiai Szövetség, az UNESCO és az ENSz Európai gazdasági Bizottsága vízügyi és környezetvédelmi programjaiba.

A „véletlenek” úgy hozták, hogy 1967 és 71 között a Hidrológiai Szövetség akkori elnökeként egyik alapító tagjává váltam a környezeti kérdésekkel foglalkozó tudományos csúcs-testület, a SCOPE (Scientific Committee on Problems of the Environment) létrehozásának. Innen hamarosan és tartósan (1971 februártól 1977. júliusig) az ENSz Vízgazdálkodási Központjának munkatársa lettem és az akkorára már felnőtt korhoz közeledő négy gyermekünkkel együtt New Yorkba költöztünk”

Nemcsak szakmai, hanem teljes életútján is új szakasz kezdete volt az 1971. év, amikor az ENSZ Titkárságán tudományos tanácsadói beosztásban folytatta tevékenységét. Érdeklődését kiterjesztette a víz társadalmi összefüggéseire. Megismerkedett a tudományos eredmények széleskörű alkalmazására irányuló

szervezési és koordinációs feladatokkal. Az itt eltöltött évek jelentősen bővítették szakmai tevékenységének körét. Globális méretekben foglalkozott:

- a vízigények távlati előrejelzésével és a vízigény-szabályozás gazdasági és igazgatási kérdéseivel;
- az árvízkarok megelőzésének és csökkentésének közgazdasági és igazgatási vonatkozásaival;
- a vízgyűjtőfejlesztésnek a regionális és országos gazdasági tervezéssel való kapcsolatával;
- a nemzetközi vízgyűjtők vízgazdálkodásának átfogó elemzésével a két- és többoldalú együttműködés előmozdítása szempontjából.

Szemináriumokat, szakértői tanácskozásokat szervezett, közreműködött számos jelentős nemzetközi rendezvény előkészítésében és megtartásában:

- „*Vízigények előrejelzése*” – ENSz munkabizottsági ülés (1972 május, Budapest);
- „*Árvízkarok csökkentése a fejlődő országokban*” – ENSz munkabizottsági ülés (1973 december, New York);
- „*Vízgyűjtőterületek fejlesztése*” (1975 szeptember, Budapest – ENSz szeminárium).

Számottevő szerepe volt az 1977 márciusi argentinai, *Mar del Plata-i ENSz Vízügyi Konferencia* előkészítésében és megtartásában.

Valamennyi nemzetközi nagyrendezvény esetében közreműködött a tárgykörrel készült ENSz kiadvány szerkesztésében.

Ebben az időszakban jelent meg három, egymáshoz szorosan kapcsolódó, ma már méltán klasszikusnak tekinthető tanulmánya a vízigény-szabályozásról, a vízminőség – vízhasználatok és vízigények szabályozásával történő – védelméről, valamint a vízgazdálkodás és a vízigény-szabályozás technológiai vonatkozásairól.

Az ENSz-beli munkáját befejezve, hazatérését követően rövidebb ideig a VI-TUKI-ban folytatta hidrológiai kutatásait, majd az OVH Vízgazdálkodási Intézetében főmunkatársként a vízgyűjtő-fejlesztés tárgykörében szerzett nemzetközi tapasztalatait hasznosította a *III. Vízgazdálkodási Keretterv* elkészítése során.

Meghatározó szerepe volt a kerettervezés alapjainak és módszereinek kialakításában, és tetemes munkát végzett egyes fejezetek részletes kidolgozásában. Fontosak voltak ebben a vízgazdálkodás és a vízkészlet-gazdálkodás történeti fejlődését érintő vizsgálatai, a szomszéd államokkal közös vízgyűjtőkkel kapcsolatos megfontolásai. Úttörő jelentőségűek a vízgazdálkodás ökológiai összefüggéseit feltáró tanulmányai. A Keretterv fejlesztését elméletileg megalapozó munkái közül kiemelkedő jelentőségű a hazai vízgazdálkodás vízháztartási adottságait összefoglaló tanulmánya. Ebben rámutatott a vízháztartásnak a térszín

fizikai és ökológiai folyamataiban és a folyamatok egyensúlyi állapotában játszott szerepére. A tanulmány történelmi áttekintésben összegezte az emberi beavatkozások vízháztartásra gyakorolt hatását a Kárpát-medencében és különösen az Alföldön.

Az UNESCO Titkárság felkérésére 1981-85 között elkészítette „*A vízügyi infrastruktúrák nemzetközi áttekintése*” („*National infrastructures in the field of water resources*”) c. kiadványt. Ebben a műben szerzőtársaival összegezte a vízgazdálkodás intézményrendszerének főbb sajátosságait. Behatóan foglalkozott a nemzetközi vízügyi együttműködés korszerűsítésének módszertanával. Rámutat arra, hogy az együttműködés tényezői összességükben nem annyira a természeti adottságokhoz, mint inkább az emberi beavatkozásokhoz, illetve az adott társadalmak időben eltérő igényeihez és lehetőségeihez kapcsolódnak.

1985. szeptember 1-től nyugdíjba vonult, de feladatai nem fogytak el, sőt megújultak. Így például részt vett „*A vízgazdálkodás-politika alapjai*” c. tanulmány kidolgozásában. Visszatért a hidrológiához, időszerű és új irányokat kijelölő hidrometeorológiai és hidroökológiai vizsgálatokkal.

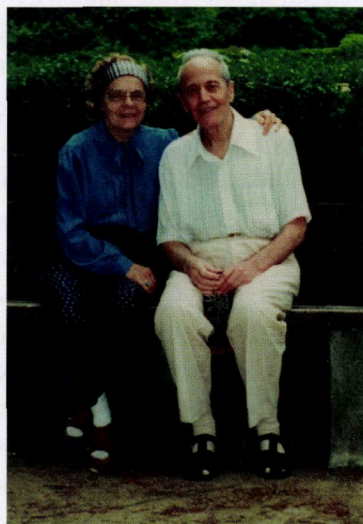
2002-ben megjelent könyvének előszavában ezt írta:

„*A hidrológia tudományának és a vízgazdálkodás gyakorlatának iskolája lépésről lépésre vitt a víz természeti egysége és társadalmi megosztottsága közötti ellentmondások gyökerei felé.*”

Az 1980-as évek első felétől kezdve körünk egyik leggyakrabban tárgyalt kérdésének, az éghajlatváltozásnak és hatásainak kutatásába is bekapcsolódott. A fiatalos lendülettel, de a hosszú idők tapasztalatának bölcsességével e téren végzett kutatásai jórészt már a nyugállományba vonulása utáni időszakra estek.

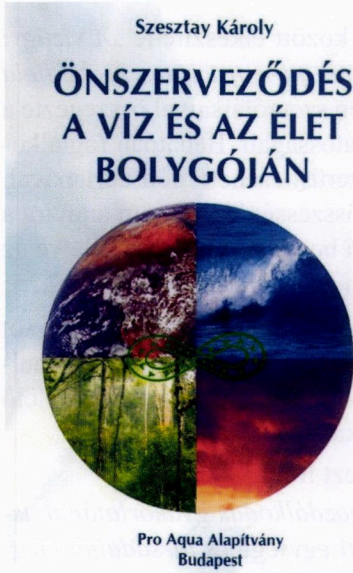
Szakmai pályafutása során kutatásaiban a lokális problémáktól mindinkább a globális problémák felé fordul, a rész helyet mindinkább az egész, mondhatni a világ egészének kérdései foglalkoztatták. A kezdetben csupán néhány, kiragadott tényezőre korlátozódó összefüggésekben való gondolkodást a holisztikus szemlélet váltja fel.

Sokrétű előkészítés után jelent meg természettudományi ismeretein alapuló, azokat a víz



Feleségével, Gábor Margittal a németországi Wernigerode-ban, 2000 májusában

oldaláról is egybefogó, *Bolygónk véges türelme – Meddig terhelhető a bioszféra?* c. könyve, amelynél szerzőtársa életének hű és mindig segítőkész társa, felesége, *Gábor Margit* volt.



E munkájának folytatásaként 2002-ben jelent meg az *Önszerveződés a víz és az élet bolygóján – Gondolatok és vázlatok az ember és a bolygó válságáról* c. könyve. E művei szakmai pályájának csúcspontját jelentik, amelyekben szinte polihisztori felkészültséggel nemcsak szakmai gondolatait összegzi, de tanúbizonyságot ad mélyeséges humanitásáról és bölcsességéről, ami mindnyájunk számára követendő példa lehet. Ezek a munkái már egy új gondolkodást tükröznek, amelyek a nemzetközi tudományos élet vérkeringésében élő, s egyfajta globális ismeretanyagot elsajátító szakember ökológia számvetését jelentik, amelyekben a víz körforgásán túllépő, az élet körforgásának filozófiai

alapjait kutató elme sajátos gondolatai jelennek meg. Ily módon ezekben a műveiben a 21. század emberét egyre inkább érintő kérdések elméleti alapjaival foglalkozik. Könyvei ma is rendkívül időszerű és tanulságos olvasmányok!

Számos hazai és külföldi szakmai egyesületnek, bizottságnak volt tagja, elnöke. 1950-től a Magyar Hidrológiai Társaság tagja, 1956-58 között a Hidraulikai Szakosztály titkára; évtizedeken át volt az MHT nagyrendezvényeinek aktív résztvevője.

Szakirodalmi munkássága keretében cikkek, tanulmányok jelentek meg, köztük a *Hidrológia* c. kétkötetes tankönyv, valamint több mint 120 jelentősebb magyar nyelvű cikk. Tanulmányok, beszámolók hosszú sorát publikálta angolul is.

Száznál több tudományos előadást tartott magyar és idegen nyelven. Aktívan részt vett a hazai tudományos közéletben. Több akadémiai bizottságban dolgozott. Előadott a Mérnöki Továbbképző Intézetben, az UNESCO angol nyelvű hidrológus továbbképző tanfolyamán, amelyet évtizedeken a VITUKI rendezett meg.

Tevékenységét számos kitüntetéssel ismerték el: *Vásárhelyi Pál emléklap* (1952), *Bogdánfy Ödön emlékérem* (1962), *Oscar Meinzer-díj* (USA, 1969), *Vásárhelyi Pál díj* (1971), *Eötvös Loránd-díj* (1974), *Vitális Sándor szakirodalmi nívódíj* (1993), *MHT tiszteleti tagság* (1994), *c. egyetemi tanár* (1975), *MTA Akadémiai-díj* (1997), *Aranydiploma* (2000), *Vásárhelyi díj* (2005).



Ahhoz a generációhoz tartozott, amelyiknek munkássága egybeesett a hazai vízgazdálkodás megteremtésével, a vízkészletek számbavételének feladatával. Magyarország éppen a felszíni és felszín alatti vízkészletek feltárásával, számbavételével, valamint az ezzel kapcsolatos hidrológiai-módszertani kutatások elmélyítésével vált az 1960-as, 1970-es években „hidrológiai nagyhatalommá”, amely állapotnak egyik kiemelkedő képességű tudósa, tudomány-szervező alakja volt a csendes, de határozott, másokra mindig figyelő Szesztay Károly. Talán épp e tulajdonságai miatt vált leginkább alkalmassá a Nemzetközi Hidrológiai Szövetség elnöki posztjára, mert nem megosztó, hanem integráló személyiséggel rendelkezett.

Hatalmas tudású, természetes, őszinte, hihetetlenül puritán, szerény személyiség volt. Olyan szakember, olyan széles látókörű mérnök, tudós, aki hat és fél évtizeden át tevékeny részese volt a hazai vízgazdálkodás nagyszabású fejlődésének. Élete, sorsa összefonódott a vízügyekkel, a víztudományok nemzetközi szintű művelésével.

Szesztay Károly 2013. május 5-én, életének 88. évében hunyt el. Hamvait Budapesten, a Farkasréti temetőben helyezték örök nyugalomra.

Gazdag életművét tanítványainak kell értékelni, feldolgozni és közkinccsé tenni – ez azonban még várat magára.

Dr. Szlávik Lajos

A víztudományok nagy egyéniségei

KOVÁCS GYÖRGY
(1925-1988)

Budapesten született 1925. szeptember 24-én, nyomdász családban. 1943-ban a Zrínyi Miklós gimnáziumban kitüntetéssel érettségizett. 1943-47 között folytatott mérnöki tanulmányokat a budapesti József Nádor Műegyetem Általános Mérnöki Karán. Már egyetemi évei alatt gyakornokként dolgozott a MÁVAG hídosztályán. Az 1946/47-es tanévben a Műegyetem II. Vízépítési Tanszék demonstrátora volt, s jeles eredményű mérnöki oklevelének megszerzése után, 1947-től, ugyanitt tanársegéd, 1949-től adjunktus.

1950–51-ben a MÉLYÉPTERV szennyvíztisztítási osztályának irányító tervezője, majd a VIZITERV-ben irányító tervezőmérnök, később csoport-, szakosztály- és osztályvezető. 1963-tól főhatósági munkakört vállalt, a tudományos kutatások irányítását; Dégen Imre kinevezte az OVF osztályvezetőjévé. 1968-70-ben Kenyában UNESCO szakértőként dolgozott. 1970-től a VITUKI igazgatóhelyettese volt. Néhányszor felcserélte a kutatóintézeti irányító posztot a főhatósággal. 1976-ban az OVH Vízgazdálkodási Főosztályának vezetőjévé nevezték ki. 1980-ban újabb megbízást koptt: a VITUKI főigazgatója lett. Ezt a beosztását öt éven át, nyugdíjazásáig töltötte be, azt követően kutató professzor, majd 1986-88-ban az ausztriai, laxenburgi IIASA (Nemzetközi Alkalmazott Rendszerelemzési Intézet) projekt-igazgatója a nemzetközi nagyfolyók fejlesztésével foglalkozó témakörben.



Tudományos munkásságának elismerését jelentette, hogy 1955-ben elsők között szerezte meg a műszaki tudomány kandidátusa fokozatot. 1961-ben a műszaki tudomány doktora lett, majd 1979-ben a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagjává

választotta. 1981-ben az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság Plénumának tagjává nevezték ki. Ugyancsak 1981-ben a Budapesti Műszaki Egyetemen címzetes egyetemi tanár lett.

A vízepítési és hidraulikai oktatás mellett munkásságának nagy jelentőségű területévé vált a *műtárgy-tervezéssel kapcsolatos hidrológia és hidraulika, talajmechanika és mérnök-geológia*. Kutatói tevékenységének sokoldalúságát, sokrétű tudományos tevékenységét jelzi az a több száz publikáció, amit a felszíni vizek hidrológiájával, a vízgazdálkodás általános kérdéseivel, a vízjoggal, a víz-építéssel, a nemzetközi kutatási és oktatási kérdésekkel kapcsolatban írt.

Érdeklődése az 1960-as évek közepétől fokozatosan a *felszín alatti vizek hidraulikai és hidrológiai kérdései* felé fordult. Előbb csak a körülhatárolt szivárgási terekben kialakuló vízmozgás fizikai törvényeit vizsgálta, majd gyakorlati számítások elvégzésére alkalmas rendszert is alkotott. A szivárgási tér áramlástani feltételeinek fizikai feltárására és szabatos leírására törekedett. E két témakörnek teljes szintézisét adja az Akadémiai Kiadó gondozásában 1972-ben megjelent „*A szivárgás hidraulikája*” című munkája, ami e témakörben az első magyar nyelvű kézikönyv (angol nyelven is megjelent).

Azt vallotta, hogy a hidraulikai folyamatokat szükségszerűen bele kell illeszteni a természeti környezetbe, ezért a hidromechanikához szorosan kapcsolta a természeti folyamatok leírására törekvő hidrológiai vizsgálatokat is. Nemzetközi elismerést jelentett ebben a munkájában, hogy a Nemzetközi Hidrológiai Szövetség (IAHS) a telítetlen zóna hidrológiai vizsgálatával foglalkozó munkacsoport vezetésére kérte fel.

Jelentős eredményeket ért el a szemcsés halmazoknak és repedezett közeteknek az áramlással szemben kifejtett ellenállása, annak dinamikája vizsgálatában, az ún. permanens és nem permanens szivárgó vízmozgás gyakorlati jellemzésére szolgáló egységes számítási rendszerek kidolgozásában, ill. a talajvíz feletti telítetlen rétegben lejátszódó hidrológiai folyamatok feltárásában.

A felszín alatti vizek hidraulikai folyamatainak kutatása terén elért eredményei tovább növelték hazai és nemzetközi tekintélyét. A részletkérdésekben szabatos matematikai módszerekkel dolgozó tudós, az átfogó szintetizáló munkát végző kritikus szakember körül a felszín alatti vizekkel foglalkozó kutatók tudományos műhelye, új iskolája alakult ki.

Soha nem vált meg gondolatébresztően merész hipotéziseitől. 1978-ben a Vízügyi Közlemények hasábjain indított vitát javaslatával, amelyben a *síkvidéki vízrendezés és tározás alapelveit* igyekezett korszerűsíteni. Ez a javaslat hangsúlyozta a *belvízrendezés, a víztározás és az öntözéses vízhasznosítás egységét*.

Az 1980-as években az akkor még csak tervezett bős–nagyvarosi vízlépcső-rendszer várható ökológiai, hidrológiai hatásait kutatta.

Szakmai, közéleti tevékenysége a *Magyar Hidrológiai Társaságban* 1950-ben kezdődött. 1952-ig, mint a Társaság főtítkára, majd alelnöke volt. 1952-58 között, mint a Hidrológiai Közöny főszerkesztője működött. 1961-64 között ellátta az MHT ügyvezető elnöki feladatait; 1964-től a Társaság elnökségi tagja, 1968-tól a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségének elnökségi tagja volt. Társasági tevékenységének elismeréseként 1963-ban Péch József emléklapot, 1974-ben pedig Schafarzik emlékérmét kapott.

Jelentős tudományos szervező munkát végzett belföldön és külföldön egyaránt. Az MTA keretében elnöke volt a X. osztály Hidrológiai Bizottságának, ügyvezető elnöke a VI. osztály Vizgazdálkodástudományi Bizottságának és alelnöke az MTA-OVH Vízügyi Bizottságának. Tagja volt a Tudományos Minősítő Bizottságnak, az OMFB plenumának, az Állami és a Kossuth-díj bizottságnak, valamint az UNESCO Magyar Nemzeti Bizottsága Intézőbizottságának. Tagja volt a MTESZ elnökségének és elnöke a MTESZ Fejlődő Országok Bizottságának.

Nemzetközi hírnevét fémjelezte, hogy a Nemzetközi Hidrológiai Szövetség (IAHS, International Association of Hydrological Sciences) főtítkárává, majd alelnökévé, végül elnökévé választották. Hírét, rangját, megbecsülését tovább fokozta az UNESCO Nemzetközi Hidrológiai Program (IHP, International Hydrological Programme) Kormányközi Tanácsának elnöki tiszte. Emellett részt vett a Nemzetközi Öntözési és Vízrendezési Szövetség (ICID, International Commission on Irrigation and Drainage) munkájában is, melynek egy időben elnöke is volt. Tagja volt a Nemzetközi Tudományos Uniók Tanácsa (ICSU) vízügyi kutatásokkal foglalkozó tudományos bizottságának (COWAR) és a franciaországi nemzetközi oktatási és kutatási szervezet tudományos tanácsának (CEFIGRE).

Eredményesen működött számos nemzetközi szervezet magyar Nemzeti Bizottságában (ICOLD–Nagygátak Nemzetközi Bizottsága, IAHR–Nemzetközi Hidraulikai Kutatási Szövetség, ICID–Nemzetközi Öntözési és Vízrendezési Szövetség).

Kovács György nemcsak a hazai, hanem a nemzetközi tudományos életnek is kiemelkedő egyénisége volt. Eredményeit magyarul és angolul egyaránt publikálta, ezek közül kiemelkednek a *Seepage Hydraulics* (1981) és a *Subterranean Hydrology* (1981) c. könyvei. Ezek megjelenését követően alig volt olyan, a témával foglalkozó nemzetközi konferencia, ahol general reporterként vagy szekció elnökként ne szerepelt volna.

Publikációiban páratlan szintetizáló képességről tett tanúságot. Nemcsak a hidrológiai tudomány széles körű hazai eredményeit foglalta össze, hanem kritikai megjegyzéseivel segítette az általános tudományfejlődést is. Ő volt az, aki a külföldi szakmai fórumok számára talán a legtöbb lényegest és a legbővebb tájékoztatást mondta el a magyar kutatások eredményeiről vagy azok szerzőiről.

Oktatott az ELTE geológus és térképész-hidrológus hallgatóinak vízgazdálkodást, a BME és a GATE szakmérnöki tagozatán szivárgás-hidraulikát, illetve talajvíz hidrológiát. Állandó előadója volt a Budapesten évente megrendezett UNESCO hidrológiai továbbképző tanfolyamoknak. Rendszeresen előadott szovjet és argentin hidrológiai továbbképző tanfolyamokon.

1958-ban a felszín alatti vizek hidrológiájával foglalkozó dolgozatával elnyerte az Akadémia pályadíját. Tudományos eredményei elismeréseként 1965-ben Akadémiai-díjat, 1975-ben Eötvös Loránd-díjat kapott. A Vízgazdálkodás Kiváló Dolgozója, Árvízi Emlékérem, Munka Érdemrend, Kiváló Munkáért kitüntetései sokrétű tevékenységének hazai elismerését tükrözték.

Kovács György igen gazdag és sokoldalú életműve az elvontabb elmélet és a közvetlen műszaki hasznosítások céljait egyaránt igyekezett szolgálni. Tudományos munkásságát hallatlan lendület, alkotásaiban az elegáns könnyedség, a nem kismértékben merész hipotézisek, sőt kockázatokra is hajló következtetések jellemezték.

Kiemelkedő tudásával, színes egyéniségével a magyar tudomány, a magyar hidrológia és hidraulika igazi nagykövete volt, és sok elismerést szerzett Magyarországnak. Itthon és külföldön egyaránt a felszín alatti vizekkel foglalkozó magyar hidraulikai iskola megteremtőjét tisztelték benne.

Kovács György 1988. április 21-én, életének 63. évében hunyt el. Hamvait Budapesten, a Farkasréti temetőben helyezték örök nyugalomra.

Dr. Szlávik Lajos

