

Körforgásos gazdaság

A körforgásos vízgazdálkodás az agráriumban, az iparban és a településeken

**KÖRFORGÁSOS GAZDASÁG
ELEMZŐ KÖZPONT**



ENERGIAÜGYI MINISZTERIUM

MATE

MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

MATE Press
Gödöllő, 2023

A körforgásos vízgazdálkodás
az agráriumban, az iparban és
a településeken

Körforgásos gazdaság

Sorozatszerkesztő:

Prof. Dr. Boros Anita

Vértesy László

A körforgásos vízgazdálkodás
az agráriumban, az iparban és a településeken

Műhelytanulmány

MATE Press
Gödöllő, 2023

Szerző:

Dr. habil. Vértesy László, 2023

Lektorálta: Bognár Kitti Annamária

© Vértesy László, 2023

A műre a Creative commons 4.0 standard licenc
alábbi típusa vonatkozik: [CC-BY-NC-ND](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



ISBN 978-963-623-066-1 [PDF]

DOI: <https://doi.org/10.54597/mate.0101>

A kiadvány az ÉZFF / 212 / 2022 Zöldinnovációs és Energiahatékonysági
Expo és Zöld Fesztivál / Zöld Egyetemi Napok Projekt
keretén belül valósult meg.

Kiadja a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Kiadó székhelye: H-2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.
Felelős kiadó: Prof. Dr. Gyuricza Csaba, rektor

Közreadja a Körforgásos Gazdaság Elemző Központ
Magyar Agrár- És Élettudományi Egyetem
H-2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

KÖRFORGÁSOS GAZDASÁG ELEMZŐ KÖZPONT



ENERGIAÜGYI MINISZTERIUM

MATE

MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Tartalomjegyzék

Előszó	7
1. Bevezetés	9
2. Mezőgazdaság	12
3. Ipar	21
4. Települések, városok	25
5. A Nemzeti Vízstratégia és elemei	35
5.1. Kvassay Jenő Terv – 2017	37
5.2. LIFE Program – 2017	40
5.3. Jelentős vízgazdálkodási kérdések – 2019	42
5.4. Magyarország vízgyűjtő-gazdálkodási terve – 2021	44
5.5. Integrált Települési Vízgazdálkodási Terv – 2023	47
Forrásjegyzék	49

Előszó

Tisztelt Olvasó!

A Körforgásos Gazdaság című műhelytanulmány sorozat a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemen működő Körforgásos Gazdaság Elemző Központ keretében végzett kutatások publikációs fóruma. A Központ egyik fontos célja a körforgásos gazdasági kutatások nemzetközi és hazai eredményeinek nyomon követése, a körforgásos gazdasági modellre való átállás nemzet- és makrogazdasági elemzése, az egyes szakterületeken megjelenő, hatékonyabb, fenntarthatóbb, klímasemleges megoldások feltérképezése és elemzése. Tevékenysége széleskörű: önálló projekteket koordinál, elemzési, kutatási szolgáltatásokat végez, nyilvántartja az Egyetemen folyó a körforgásos gazdasághoz kapcsolódó kutatási és oktatási tevékenységeket és azok eredményeit, továbbá a social media felületein keresztül biztosítani a legújabb ismeretek naprakész megosztását.

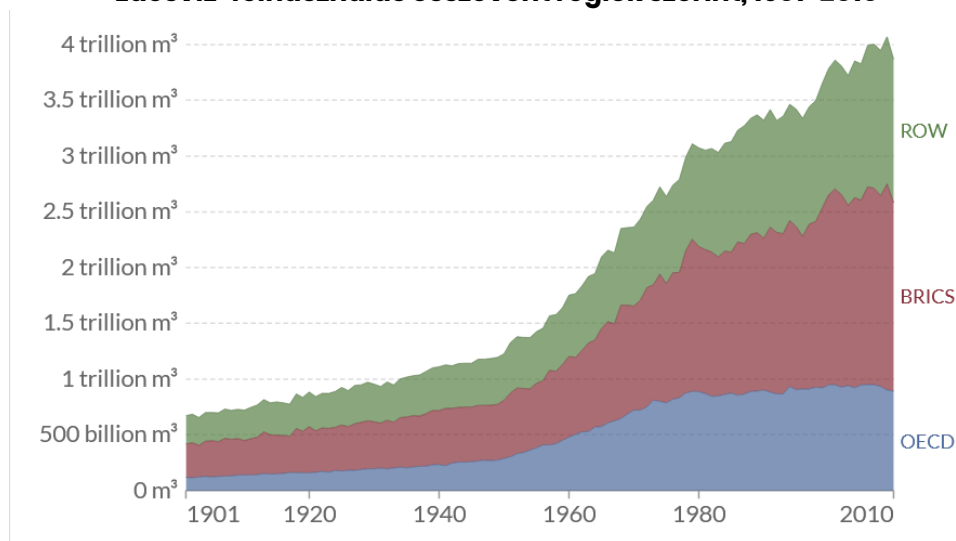
Weboldalunkon tovább tájékozódhat: <https://korforgas.uni-mate.hu/>

Prof. Dr. Boros Anita
központvezető,
sorozatszerkesztő

1. Bevezetés

Az Egyesült Nemzetek Szervezetének 2023-as témája: A változás felgyorsítása a víz- és csatornázási válság kezelése érdekében. 2015-ben a világ elkötelezte magát a 6. fenntartható fejlődési cél mellett, amely 2030-ra mindenki számára biztonságosan kezelt vizet és higiénit ígért. Jelenleg azonban messze elmaradunk e cél elérésétől, hiszen emberek milliárdjai és számos intézmény nem rendelkezik biztonságos, kezelt vízzel és mosdóval.

Édesvíz-felhasználás összevont régiók szerint, 1901–2010

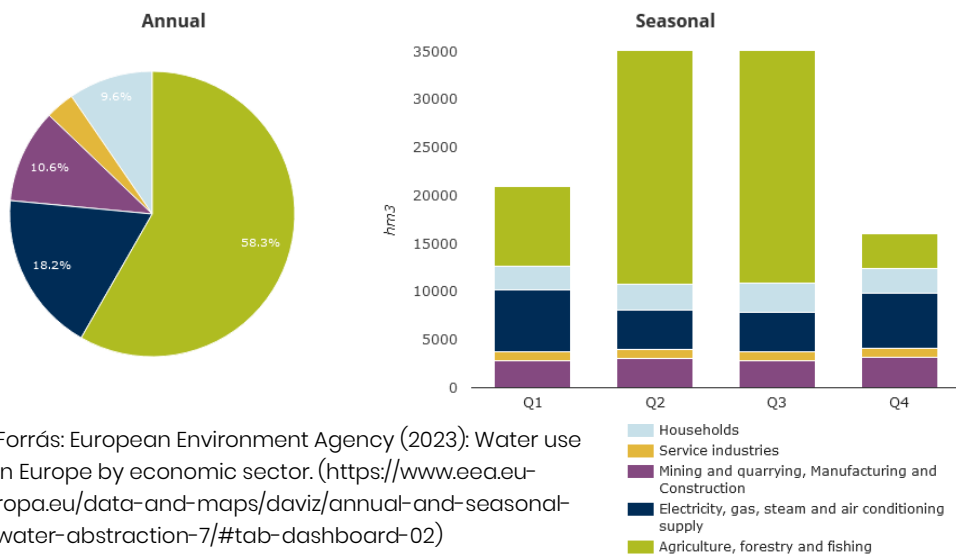


Forrás: Hannah Ritchie and Max Roser (2017, 2021) - "Water Use and Stress". Published online at OurWorldInData.org (<https://ourworldindata.org/water-use-stress>)

Az ábrán a globális édesvíz-felhasználás 1900 óta széles regionális csoportosítások - OECD-országok; BRICS-országok (Brazília, Oroszország, India, Kína és Dél-Afrika); és a világ többi része (Rest of the World ROW) - szerint van bontva. Bár az abszolút édesvíz-felhasználás növekedett ebben az időszakban, a felhasználás megoszlása e regionális csoportosítások között nem változott jelentősen az elmúlt évszázad során; az OECD-országok körülbelül 20-25 %-ot használnak fel; a BRICS-országok használják a legnagyobb arányban, körülbelül 45 %-kal; és a ROW 30-33 %-kal.

A következő kördiagramon az európai szintű éves, átlagos vízkivétel látható, az ágazati adatsorok alapján. A negyedéves értékek az európai szezonális vízfelhasználást mutatja szintén ágazatonkénti bontásban. A gazdasági ágazatokat a NACE-osztályok szerint azonosították.¹ Szektorálisan, a mezőgazdaság (az erdészettel és halászattal együtt) a legnagyobb vízfelhasználó, közel 60 %, ezt követi az ipar (bányászat és kőfejtés, feldolgozóipar és építőipar) 18,2 %-kal, a villamosenergia-, gáz-, gőz- és légkondicionáló-ellátás, valamint a háztatások aránya 10-10 %, a szolgáltató szektor aránya a legalacsonyabb. A negyedéves adatok jól tükrözik a javarészt méréselt övezeti kontinentális és mediterrán éghajlati adottságokat.

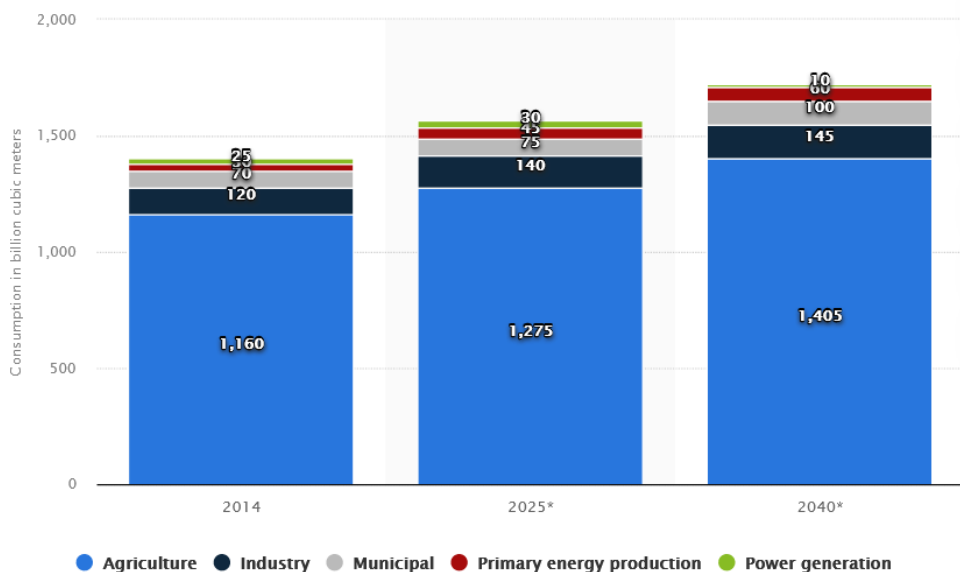
Vízfelhasználás Európában gazdasági ágazatonként



A következő statisztika a világ 2014-re előre jelzett vízfogyasztását mutatja be, 2040-ig tartó előrejelzésekkel, szektoronkénti bontásban. Az előrejelzések szerint 2040-ben a mezőgazdasági ágazat vízfogyasztása világszerte eléri az 1,405 milliárd köbmétert.

¹ NACE C: Nomenclature statistique des Activités économiques, European nomenclature of productive economic activities

Vízfogyasztás 2014 és 2040 között ágazatonként (milliárd m³)



Forrás: Statista (2023): Projected water consumption from 2014 to 2040, by sector (in billion cubic meters)

2. Mezőgazdaság

A víz a globális mezőgazdaság alapvető fontosságú tényezője, akár élelmiszer-növények, akár állattenyésztés, bioüzemanyagok vagy egyéb, nem élelmiszer-növények termesztése esetében. Az agrárszektor a világ éves vízfogyasztásának 70 %-ért felelős,² így a vízkészlet csökkenése markánsan érinti az ágazatot. Miközben egyre gyakoribbak az aszályos időszakok, a modern mezőgazdaság vízigényességének csökkentése globális kihívás mind a növénytermesztésben, mind az állattenyésztésben. Nemcsak új technológiák bevezetése szükséges, de újra kell gondolni a talajművelés technikáját, továbbá az aszálynak ellenálló növények nemesítése is a feladat.

A legnagyobb vízfelhasználás a mezőgazdaságban történik: az Európában évente felhasznált vízmennyiség mintegy 40 %-át a mezőgazdaság használja fel. Az ágazatban az 1990-es évek óta elért hatékonyságnövekedés ellenére a mezőgazdaság még évekig a legnagyobb vízfogyasztó marad, ami tovább növeli az európai vízhiányt.³ Ennek oka, hogy egyre több mezőgazdasági területet kell öntözni, különösen a dél-európai országokban. Bár Európa teljes mezőgazdasági területének csak mintegy 9 %-át öntözik, ezek a területek még mindig az európai vízfelhasználás mintegy 50 %-át teszik ki. Tavasszal ez az arány akár 60 % fölé is emelkedhet, hogy a vetés után segítsék a növények növekedését, különösen a nagyon keresett és drágább gyümölcsök és zöldségek, például az olajbogyó vagy a narancs, amelyeknek sok vízre van szükségük az éréshez. Az öntözés költségei várhatóan emelkedni fognak az elkövetkező években, ha az előrejelzések szerint az éghajlatváltozás miatt csökkenő csapadékmennyiség és hosszabb termőidő várható.

² World Bank: Water in Agriculture (<https://www.worldbank.org/en/topic/water-in-agriculture>)

³ Mainardis, M., Ceconet, D., Moretti, A., Callegari, A., Goi, D., Freguia, S., & Capodaglio, A. G. (2022). Wastewater fertigation in agriculture: Issues and opportunities for improved water management and circular economy. *Environmental Pollution*, 296, 118755
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118755>

A vízfogyasztás csökkentését és a vízhatékonyság javítását célzó gyakorlatok a mezőgazdaságban

Gyakorlat	Leírás
Száraz gazdálkodás	A mulcsokat használó gazdálkodási technikák, a növényi maradványok kezelése a szántóföldeken stb. segítik a talajnedvesség megtartását a növénytermesztés érdekében.
Váltakozó legeltetés	A legelők újránövekedésének elősegítése érdekében az állatokat a szántóföldek között váltogatják. A jó legeltetésszervezés növeli a mező vízfelvételt és csökkenti a lefolyást, így a legelők jobban ellenállnak a szárazságnak. A talaj szerves anyagának növekedése és a jobb takarmánytakaró szintén vízkímélő előnyei a rotációs legeltetésnek.
Komposzt és mulcs	A komposzt, vagyis a trágyaként használt lebomlott szerves anyag növeli a víztartó képességet és javítja a talaj szerkezetét. A mulcs a talaj nedvességének megtartása érdekében a talaj tetejére terített anyag, amely komposztból bomló szerves anyagokból készülhet.
Takarónövények	Ezek védik a talajt, amely egyébként csupaszodna. Csökkentik a gyomokat, és növelik a talaj termékenységet és a szerves anyagot. A takarónövények lehetővé teszik, hogy a víz könnyebben behatoljon a talajba, ami javítja annak víztartó képességét.
Konzerváló talajművelés	A talaj részleges megmunkálásához speciális szántók vagy más berendezések használatosak, de legalább 30% növényi maradványt hagynak a felszínen, ami növeli a vízfelvételt és csökkenti a párolgást.
Biogazdálkodás	A szerves módszerek segítenek megtartani a talaj nedvességét, és az egészséges talaj gazdag szerves anyagokban és mikrobiális életben, amely szivacsoként elnyeli és megtartja a nedvességet a növények számára. Ezenkívül csökkenti a mérgező növényvédőszer vízbe jutását.

Forrás: Brears, R. C. (2020). Developing the circular water economy. Cham, Switzerland: Springer International Publishing. 50–51. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-32575-6>

Az Európai Unió 2020/741 rendelete a víz újrafelhasználására vonatkozó minimumkövetelményekről egyik célja harmonizált paramétereket állapít meg annak garantálása érdekében, hogy a vizet mezőgazdasági öntözés céljából biztonságos legyen újból felhasználni, valamint célja, hogy ezt a gyakorlatot ösztönözze, továbbá segítsen kezelni az aszályt és a vízhiányt. A jogszabály 2023. június 26. óta hatályos.

A rendelet tárgyi hatálya alá azok az esetek tartoznak, melyekben a települési szennyvíz a települési szennyvíz kezeléséről szóló 91/271/EGK irányelv 12. cikkének (1) bekezdésével összhangban mezőgazdasági öntözés céljára újrafelhasználásra kerül. Az uniós tagállamok határozhatnak úgy, hogy egy vagy több vízgyűjtő területükben vagy annak részein nem megfelelő a kezelt települési szennyvizet mezőgazdasági öntözés céljából újrafelhasználni, figyelemmel a következő kritériumokra:

- a terület egészének vagy részeinek földrajzi és éghajlati adottságai;
- az egyéb vízkészletek terhelése és állapota;
- azon felszíni víztestek terhelése és állapota, amelyekbe a kezelt települési szennyvizet bevezetik;
- a visszanyert víz és egyéb vízkészletek környezeti és erőforrásköltségei.

A visszanyert víz minőségi osztályai és az engedélyezett mezőgazdasági felhasználási és öntözési módok

	Terménykategória	Öntözési módszer
A.	Valamennyi nyersen fogyasztandó élelmezési célú termék, amelyek ehető része közvetlen kapcsolatba kerül a visszanyert vízzel, valamint a nyersen fogyasztandó gyökérnövények	Valamennyi öntözési módszer
B.	Nyersen fogyasztandó élelmezési célú termékek, amelyek ehető része a föld felett terem, és nem kerül közvetlen kapcsolatba a visszanyert vízzel, feldolgozandó élelmezési célú termékek és nem élelmezési célú termékek, beleértve a tej- vagy hústermelő állatok takarmányozására használt termékeket is	Valamennyi öntözési módszer
C.	Nyersen fogyasztandó élelmezési célú termékek, amelyek ehető része a föld felett terem, és nem kerül közvetlen kapcsolatba a visszanyert vízzel, feldolgozandó élelmezési célú termékek és nem élelmezési célú termékek, beleértve a tej- vagy hústermelő állatok takarmányozására használt termékeket is	Csepegtető öntözés vagy egyéb olyan öntözési mód, amely nem eredményezi a termék ehető részének a visszanyert vízzel való közvetlen kapcsolatba kerülését
D.	Ipari növények, energianövények, vetőmagkultúrák	Valamennyi öntözési módszer

Forrás: 2020/741 rendelet a víz újrafelhasználására vonatkozó minimumkövetelményekről – A mezőgazdasági öntözésre szánt visszanyert vízre vonatkozó minimumkövetelmények

Specifikus megelőző intézkedések

Specifikus megelőző intézkedések	
A.	– Sertések nem kerülhetnek kapcsolatba visszanyert vízzel öntözött takarmánnyal, kivéve, ha elegendő adat tanúskodik arról, hogy a konkrét esetben kezelhetők a kockázatok.
B.	– A nedves öntözött vagy leesett termékek betakarításának tilalma. – A tejelő tejszármarhák kizárása a legelőről a legelő felszáradásáig. – A takarmányt a csomagolást megelőzően meg kell szárítani vagy silózni kell. – Sertések nem kerülhetnek kapcsolatba visszanyert vízzel öntözött takarmánnyal, kivéve, ha elegendő adat tanúskodik arról, hogy a konkrét esetben kezelhetők a kockázatok.
C.	– A nedves öntözött vagy leesett termékek betakarításának tilalma. – A legelő állatok kizárása a legelőről az utolsó öntözést követő öt napon keresztül. – A takarmányt a csomagolást megelőzően meg kell szárítani vagy silózni kell. – Sertések nem kerülhetnek kapcsolatba visszanyert vízzel öntözött takarmánnyal, kivéve, ha elegendő adat tanúskodik arról, hogy a konkrét esetben kezelhetők a kockázatok.
D.	– A nedves öntözött vagy leesett termékek betakarításának tilalma.

Forrás: 2020/741 rendelet a víz újrafelhasználására vonatkozó minimumkövetelményekről - A mezőgazdasági öntözésre szánt visszanyert vízre vonatkozó minimumkövetelmények

Az illetékes nemzeti hatóságnak ellenőriznie kell az engedélyben foglalt feltételeknek való megfelelést. Ezt a következő módokon lehet lefolytatni: helyszíni ellenőrzések végrehajtás; a különösen az e rendelet értelmében szerzett ellenőrzési adatok; egyéb megfelelő módok.

A vízvisszanyerő létesítmény üzemeltetőjének biztosítania kell, hogy a mezőgazdasági öntözésre szánt visszanyert víz megfeleljen a következőknek a víz minőségére vonatkozóan a rendelet I. mellékletében megállapított minimumkövetelmények, amelyek a mikrobiológiai elemeket (például az *Escherichia coli* baktérium) fedik le, valamint a rendszeres és a hitelesítő ellenőrzésre vonatkozó követelmények; továbbá az az illetékes hatóság által a vonatkozó engedélyben meghatározott bármely további feltétel. Ebből (is) következik, hogy a mezőgazdasági öntözésre szánt visszanyert víz előállítása és szolgáltatása engedélyhez kötött. Az engedélyben meg kell határozni a vízvisszanyerő létesítmény üzemeltetőjére és adott esetben bármely más, a víz-újrafelhasználási rendszerben érintett felelős félre háruló kötelezettségeket, amelyeknek a víz-újrafelhasználási kockázatkezelési

terven kell alapulniuk. Többek között a következő elemeket kell figyelembe venni:

- a visszanyert víz minőségi osztálya vagy osztályai és az a mezőgazdasági felhasználási mód, amelyre a vízvisszanyerési engedély vonatkozik, a felhasználás helye, a vízvisszanyerő létesítmények, valamint az előállítandó visszanyert víz becsült éves mennyisége;
- a környezetet, illetve az emberi és állati egészséget fenyegető elfogadhatatlan kockázatok kiküszöböléséhez szükséges bármely egyéb feltétel.

A növényzet és erdők megőrzése kulcsfontosságú a talajvíz visszatartásához és a talajpusztulás megelőzéséhez. Azonban a mezőgazdasági vagy legelőterületek bővítése gyakran erdőirtással jár együtt, amelynek csökkentése a világ egyik sürgős feladata. A vizes élőhelyek megőrzése szintén fontos szerepet játszik a vízgazdálkodásban: ugyanis ezek védik az édesvizet a szennyezéstől és a kiszáradást is hátráltatják. A túlzott legeltetés a vizes élőhelyek romlásához is vezet, miközben az állatállományynak is létszüksége a tavak és patakok édesvize.⁴

Hol kellhet a körkörös vízgazdálkodás? A 2020-as agrárcenzus szerint 216 ezer gazdaság mintegy 4,9 millió hektáron gazdálkodott hazánkban 2020. június 1-jén. A mezőgazdasági terület 45%-át tulajdonosként, 50%-át bérlőként, 5%-át egyéb jogcímen (részes művelés, szívességi földhasználat) használták.⁵

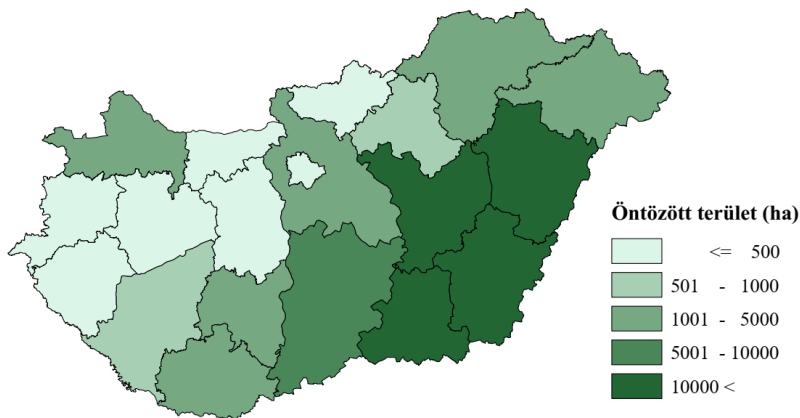
A magyar vízgazdálkodás átalakítása megfontolt, hosszútávra szóló döntéseket igényel, minél előbb. A 2022-es év jól jelezte a kezelhetetlenséget: az év első felében rendkívüli szárazság volt az ország egyes részeiben, különösen a Dél-Alföldön, s az utána akkora vízbőség lett, hogy ott keletkezett a legtöbb belvízzel borított terület. Ráadásul az emberi tényező is ráségit a gond növeléséhez. Aszály idején különösen megmutatkozik a csatornázás hiánya, a locsolás elhanyagolása, a belvíz növekedéséhez pedig az

⁴ Körkörös gazdaság (2023): Kifogyóban egy éltető elem – a fenntartható vízgazdálkodás fontossága (<http://korkorosgazdasag.hu/elgondolkodtato/kifogyoban-egy-elteto-elem-a-fenntarthato-vizgazdalkodas-fontossaga/>)

⁵ https://www.ksh.hu/agrarcenzusok_agrarium_2020

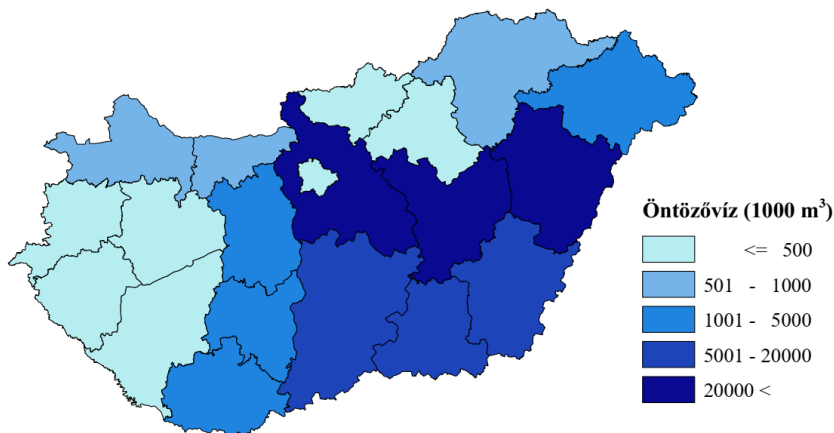
árterek és tározók hiánya mellett nagyban hozzájárult, hogy Brüsszel részéről hektáronként 20 000 forint támogatásban részesülnek azok a gazdák, akik csak a talaj felszínét forgatják, azaz, kihagyják a mélyszántást, ami nyilvánvalóan csökkenti a talaj vízfelvevő képességét, s árkok, levezetés híján belvíz keletkezik. A körforgást itt sajátosan értelmezzük, ugyanis az elsődleges cél a víz visszatartása a mezőgazdasági területeken, s idéntől, azaz 2023-tól már a belvizes területekre is lehet földalapú támogatást igényelni.

Megöntözött terület nagysága megyei bontásban 2019-ben, hektár



Forrás: NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet (2020): Statisztikai Jelentések - Öntözésjelentés 2019. év - NAIK AKI Agrárstatisztikai Osztály

Kiöntözött víz mennyisége megyei bontásban 2019-ben, 1000 m³



Forrás: NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet (2020): Statisztikai Jelentések - Öntözésjelentés 2019. év - NAIK AKI Agrárstatisztikai Osztály

Pozitív példa is adódik, a vízügyi ágazat a tavalyihoz hasonló aszályra való felkészülés jegyében az év végi csapadékosabb időjárás következtében kialakult árhullámokból a többletvíz egy részét csatornába és tározókba vezette, ami nyilván enyhíteni fogja a vízhiányt. Innen már „csak” egy lépés lenne az öntözés megoldása, de itt kevés vagy nincs is támogatás, és agyon sok a bürokratikus akadály, aminek nem kis része a rendszermódosulás után kialakult birtokviszonyból – osztatlan közös tulajdon, rengeteg törpebirtok – adódik. Megoldás mindenképp szükséges, mert a klímakutatók egyetértenek abban, hogy mind több lesz az aszályos időszak, jönnek a forró nappalok, s az is várható, hogy a csapadék egyszerre, viharosan zúdul le, vagy mint a tavalyi év első felében, egyáltalán nem is lesz.

Az is elképzelhető, hogy több ilyen tél lesz, mint az idej, mikor is nappal tartósan sosem ment a hőmérő higanyszála 0 fok alá, s bizonyos kártevők és kórokozók így nagyobb túlélésre számíthatnak. A hó teljes hiánya – ezen a télen lehetett tapasztalni – is megjelenik problémaként a körkörös vízgazdálkodásban. A Meteorológiai Intézet szerint Magyarországon a jelenleginek is csupán negyede-harmada lehet a téli napok átlagos száma, az olyan időszakok pedig, amikor tartósan – minimum 5 napon keresztül – fagyponthoz marad a hőmérséklet, gyakorlatilag teljesen eltűnhetnek az évszázad végére. A hidegrekordok teljesen elmaradnak, a melegrekordok száma nő, s ez a vízháztartásra is kihat. A tél ugyanis egyre csapadékosabb, az évszak során lehulló mennyiség fél évszázad alatt 20 %-kal nőtt, s mindinkább eső és nem hó formájában. A melegezés gyakorlatilag egyetlen mezőgazdasági előnye, hogy a nem fagyott talajba be tud szívárogni a csapadék, míg ellenkező esetben nem tudja beszívni a vizet. Az enyhe telek miatt több kalászos növény vetési ideje megváltozott, számos gazda már ősszel elveti a tavaszi árpát, de ez sem biztos megoldás, mert visszaállhat a normál idő, illetve az enyhe télen túlfejlődik a növény.

A 2022-es aszályos év megmutatta, mit okoz a vízhiány. Nem csak a folyókkal, a felszín alatti vizekkel is gond van, az Alföldön az elmúlt évtizedekben több métert esett a talajvízszint. Ráadásul Magyarországon a 4.5 millió ha termőterületből jelenleg mindössze 100 ezer ha öntözhető, de ezt se mind használjuk ki. A kádári időszakban, jobb években 300-400 ezer hektárt öntöztek, ezzel szemben most nagyjából 60-70 ezer hektárt, azaz az akkori terület kevesebb mint ötödét. Régebben is ugyanannyi víz jött be Magyar-

országra, mint most, de akkor még az öntözőcsatornák fel voltak töltve vízzel, szivattyúk dolgoztak, feltöltötték a főcsatornákat és a mellécsatornákat is. Még a mellécsatornákon is olyan jó volt a vízellátás, hogy nagyobb halakat is lehetett fogni. Ma ezeknek a mellécsatornáknak a többsége teljesen száraz, és emiatt a talajvízszint is jelentősen csökkent.⁶

A csatornahálózat növelése óriási költség, illetve az új tulajdonviszonyok miatt szinte megoldhatatlan. Jöhetnek hát a szárazságtűrő fajták, illetve, ahol nem lehetséges (gyümölcsösök, kertészetek) alkalmazni kell a mikroöntözéses megoldásokat: csepegtetőtest, szórófej, változtatható adagolás stb. És a legfőbb: a körkörös vízgazdálkodás, a víz többszöri hasznosítása.

Mit okoz a vízhiány? A 2022. évi magyarországi búza például egyáltalán nem lett jó minőségű, ugyanis az aszály miatt besültek a szemek a kalászba. Így a fehérjekoncentráció ugyan az átlagosnál kicsit magasabb lett, viszont a siker (glutén) szerkezetileg károsodott. Utóbbi pedig a malomipar számára kifejezetten fontos, mert ezen múlik a tészta erőssége és rugalmassága. A mennyiség is csökkent. Szükséges tehát a modern vízgazdálkodásra áttérés, mert ilyen évek mind gyakrabban lesznek.

Kézenfekvőnek látszik, hogy olyan – hibrid – növényeket kell ültetni, amelyek egyaránt tűrik a meleget és a szárazságot, de egyelőre nem igazán sikerült erre megoldást találni. Elvileg a vízigényes kukorica kiváltható lenne cirokkal, a nemesített búza helyett is vissza lehetne hozni az ősi alakor fajtát, de a jelenlegi piac ezt sem árban sem mennyiségben nem tolerálja. Az is alapigazság, hogy a kevésbé intenzív termelés mellett a hozam is kisebb. Megoldás lehetne a támogatások ez irányú kiterjesztése is, de ez egyrészt brüsszeli hatáskör, másrészt szembe megy azzal a trenddel, hogy az agrárium nemzetgazdasági arányához képest hatalmas támogatást kap, s nem biztos, hogy néhány ezer gazda dotálása lenne a kiút. Az sem ördögtől való, hogy a gazdák időszakosan váltogatják a veteményt az aktuális éghajlati viszonyoktól függően, amihez persze megfelelő előrejelzés szükséges a várható csapadéokra vonatkozóan. Ugyancsak a körkörös rész a precíziós mezőgazdaságra való áttérés, ahol valóban lényegesen lehet

⁶ Komócsin Sándor – Raskó György (2022): Visszasírja a Kádár-rendszert a mezőgazdaság? (<https://www.napi.hu/magyar-gazdasag/mezogazdasag-aszaly-viz-rasko-gyorgy-agrarkozgazdasz.758064.html>)

csökkenti a vízfelhasználást, de ez egyrészt nem mindenütt alkalmazható, másrészt kiépítése egyelőre drága.

Mezőgazdasági vízfelhasználás Magyarországon

Megnevezés	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Értékesített víz öntözésre összesen, millió m³	215,8	56,8	55,0	192,8	140,6	144,3
Ebből:						
rizstermelésre	35,8	18,2	13,0	37,6	30,6	37,9
Értékesített víz halastó-ellátásra összesen, millió m³	351,3	302,3	206,2	333,2	368,1	357,6
Vízjogilag engedélyezett öntözési terület, ezer hektár	235,5	223,1	173,8	197,3	198,1	199,7
Ebből:						
öntözött terület	125,3	68,4	54,6	124,3	119,3	89,9
Vízjogilag engedélyezett halastavak területe, ezer hektár	31,5	33,9	37,6	35,6	32,7	33,4
Üzemeltetett halastavak területe, ezer hektár	28,1	28,3	27,4	30,0	30,2	30,6

Forrás: KSH (2022): 19.1.1.45. Mezőgazdasági vízfelhasználás

3. Ipar

A vizet számos ipari alkalmazásban használják, többek között hígításra, gőzfejlesztésre, mosásra és a gyártó berendezések hűtésére. Az ipari vizet atom- és fosszilis tüzelőanyaggal működő erőművekben (a vízenergia-termelés nem tartozik ebbe a kategóriába), illetve bizonyos ipari folyamatokból származó szennyvízként is használják.

A mezőgazdaság mellett az ipar is jelentős vízfelhasználó, a teljes vízfogyasztás 10%-a (Ázsia) és 57%-a (Európa) között van,⁷ és mint ilyen, óriási hatással van a regionális vízfogyasztásra. Az iparágak összehasonlító adatai azt mutatják, hogy az ipari vízfogyasztás akár 50%-kal is csökkenthető.⁸ 4. A cím kezelése. A vízfelhasználás és kezelése fontos módja annak, hogy az üzleti vállalkozások hozzájáruljanak a vízkészletek biztosításához azokban a vízgyűjtőkben, amelyekben működnek. A körkörös vízgazdálkodás számos lehetőséget kínál erre. Az iparágak vizet vesznek a felszín alatti vízből, a felszíni és (települési) ivóvízrendszerekből. A ezt követően szükség szerint kezelik ezt a vizet, hogy azt az ivóvízkészletbe juttassák. az ipari folyamatokhoz és a termeléshez szükséges minőséghez. (pl. hűtővíz, kazánvíz, italok, kozmetikumok). A szennyvizet vagy közvetlenül, vagy a telephelyen belüli kezelés után, vagy a kezelés után újrahasznosítják. Azok a vállalatok, amelyek bevonják a többi vízhasználót azon vízgyűjtőkbe, ahol működnek, és együttműködnek az ágazatok között, növelik a vízbiztonságot és a vízgazdálkodást, és mérséklék a kockázatokat.⁹ Az, ahogyan a vállalkozások a vízzel bántanak, nemcsak a helyi környezetre van hatással, hanem arra is, ahogyan a

⁷ UN-FAO (2022): AQUASTAT - FAO's Global Information System on Water and Agriculture (<https://www.fao.org/aquastat/en/overview/methodology/water-use>)

⁸ Andrews, M., Berardo, P., & Foster, D. (2011). The sustainable industrial water cycle—a review of the economics and approach. *Water Science and Technology: Water Supply*, 11 (1), 67-77. <https://doi.org/10.2166/ws.2011.010>

⁹ Gupta, H., Kumar, A., & Wasan, P. (2021): Industry 4.0, cleaner production and circular economy: An integrative framework for evaluating ethical and sustainable business performance of manufacturing organizations. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126253. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126253>

társadalom a vállalkozásokról vélekedik (pl. hírnév, a munkavállalók elégedettsége).¹⁰

A 91/271/EGK irányelv a települési szennyvíz kezeléséről szerint a tagállamok 2000. december 31-ig kellett gondoskodniuk arról, hogy az egyes ipari szektorokba tartozó üzemek biológiailag lebontható ipari szennyvize, amely a befogadó vizekbe való kibocsátás előtt nem kerül a települési szennyvíztisztító telepre, a kibocsátás előtt feleljen meg az eljárásra jogosult hatóságok, illetve az erre felhatalmazott testületek által alkotott előzetes szabályozásokban és/vagy egyedi engedélyekben megadott feltételeknek, a 4000 LE-t (lakosegyenérték) vagy ennél nagyobb terhelést képviselő üzemek minden kibocsátott vize tekintetében. Az érintett ipari szektorok a következők:

1. tejfeldolgozás,
2. gyümölcs- és zöldségtermékek gyártása,
3. alkoholmentes italok gyártása és palackozása,
4. burgonya feldolgozás,
5. húsipar,
6. sörfőzdék,
7. alkohol és alkoholos italok gyártása,
8. állati takarmány gyártása növényi termékekből,
9. zselatin és enyv gyártása bőrből és csontból,
10. malátázó üzemek,
11. halfeldolgozó ipar.

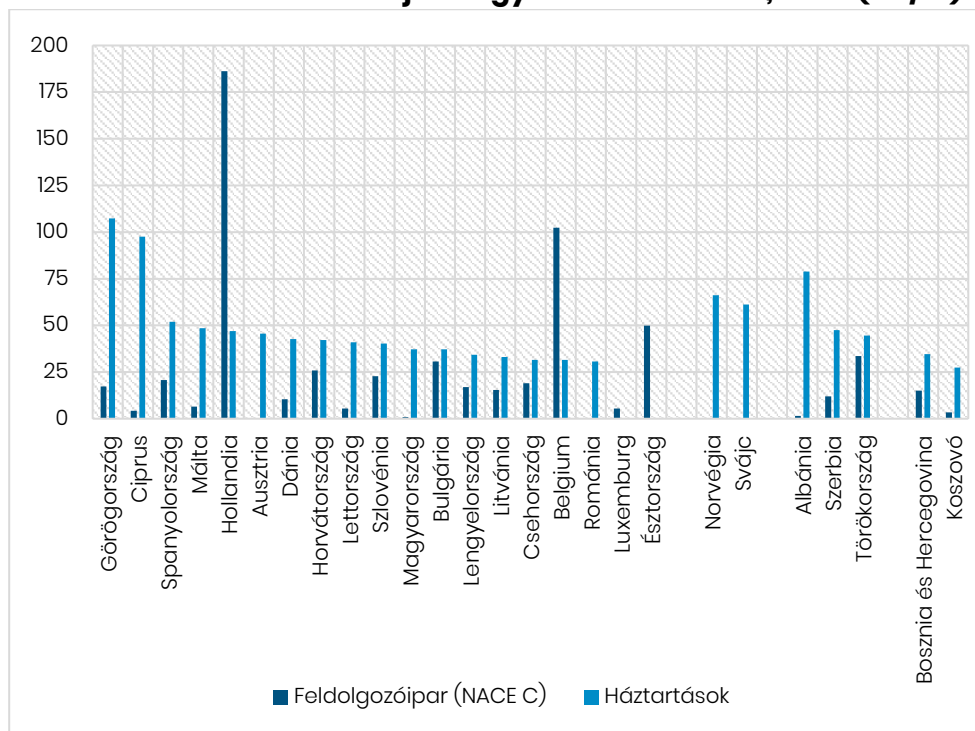
¹⁰ World Business Council for Sustainable Development. (2013). Sharing water: Engaging business. Why watershed approaches are important to business sustainability. World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)

Vízfelhasználás a feldolgozóiparban és ellátási kategória (millió m³)

	Közüzemi vízellátás					Saját és egyéb vízellátás				
	2000	2005	2010	2015	2020	2000	2005	2010	2015	2020
Belgium	111,9	108,7	104,1	90,3	93,5	1 548,7	1 279,6	1 266,1	999,1	1 088,6
Bulgária	64,9	46,4	34,1	31,5	25,7	462,2	293,2	185,8	186,3	186,9
Csehország	:	:	:	:	:	:	314,0	243,7	226,7	203,1
Dánia	:	:	36,1	39,8	35,1	:	:	23,5	22,8	25,8
Németország	360,2	349,6	318,2	355,7	:	:	:	4 337,1	4 060,0	:
Észtország	:	:	7,0	7,9	7,4	:	:	21,0	28,0	58,9
Írország	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Görögország	:	:	73,4	73,4	120,5	:	:	116,1	116,1	65,0
Spanyolország	371,7	435,3	334,0	317,5	359,8	1 416,5	1 047,7	739,0	624,7	624,7
Franciaország	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Horvátország	12,8	12,8	12,3	11,0	11,3	95,0	95,8	95,4	97,0	93,6
Olaszország	:	:	:	323,8	:	:	:	:	3 418,6	:
Ciprus	:	2,6	2,7	1,9	2,0	19,1	2,6	2,6	1,3	1,8
Lettország	2,7	0,9	0,2	0,5	0,3	27,0	24,1	19,4	13,8	10,1
Litvánia	:	8,0	8,1	9,2	10,4	:	33,1	26,2	31,1	32,8
Luxemburg	:	:	:	:	:	:	:	:	1,9	3,5
Magyarország	35,3	11,4	6,5	6,3	8,5	:	:	:	:	:
Málta	2,7	2,4	1,9	2,0	2,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Hollandia	215,0	142,8	138,0	128,3	144,6	3 091,6	3 440,6	3 575,7	2 908,9	3 102,3
Ausztria	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Lengyelország	26,4	20,3	12,5	18,7	21,2	744,5	650,8	615,2	640,6	621,7
Portugália	:	8,1	17,1	:	:	:	:	280,6	:	:
Románia	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Szlovénia	19,0	12,4	9,4	9,3	10,8	:	:	:	40,8	37,1
Szlovákia	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Finnszág	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Svédország	90,0	102,0	107,0	53,0	:	1 906,0	1 893,0	2 071,0	1 729,0	:
Izland	5,0	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Norvégia	833,0	185,4	165,1	:	:	:	969,0	862,1	:	:
Egyesült Királyság	:	:	263,0	:	:	:	:	:	:	:
Észak-Macedónia	38,5	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Albánia	:	:	:	:	2,0	:	:	:	:	2,2
Szerbia	39,8	36,6	14,8	13,5	15,0	122,5	153,0	117,4	107,5	67,9
Törökország	23,5	50,3	74,5	44,4	47,3	1 446,4	1 173,3	1 615,0	2 353,9	2 760,0
Bosznia-Hercegovina	:	:	:	:	:	:	:	44,4	66,2	52,7
Koszovó	:	:	5,5	4,8	6,1	:	:	:	:	:

Forrás: Eurostat (2023): Water statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Water_statistics NACE C: Nomenclature statistique des Activités économiques, European nomenclature of productive economic activities C – Manufacturing

A feldolgozóipar és a háztartások édesvíz-felhasználása közüzemi vízellátásból és saját + egyéb vízellátásból, 2020 (m³/fő)



Forrás: Eurostat (2023): Water statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Water_statistics NACE C: Nomenclature statistique des Activités économiques, European nomenclature of productive economic activities; C - Manufacturing

4. Települések, városok

A települési víz alatt a háztartási, háztartási célokra vagy közszolgáltató-sokra használt vizet értjük. Ez jellemzően a víz leglátványosabb formája: a víz, amelyet ivásra, tisztálkodásra, mosásra és főzésre használunk.

A világ városai naponta 504 milliárd liter (184 km^3) vizet mozgatnak $27.000 \pm 3800 \text{ km}$ -en, hogy ellássák a lakosságot és az ipart. A nagyvárosok a víz $78 \pm 3\%$ -át felszíni forrásokból nyerik, és a városi vízforrások vízgyűjtő területe a globális földfelszín 41% -át teszi ki. Ezen infrastruktúra ellenére minden negyedik város, amelynek $4,8 \pm 0,7$ billió dollárnyi a gazdasági kibocsátása, földrajzi és pénzügyi korlátok miatt továbbra is vízhiányos. E városok vízforrásainak stratégiai kezelése fontos a globális gazdaság jövője szempontjából.¹¹

A vízgazdálkodás fenntarthatósága ugyanis messzemenően befolyásolja a városi életminőséget, kezdve az ivóvízhez való hozzáféréstől a csatornázáson át a vízi közlekedés biztosításáig. Fontos, hogy ezeket hatékonyan, megbízhatóan és könnyen hozzáférhetően nyújtsák a lakosság számára, miközben megvédik a készleteket a szennyezéstől is. A fenntarthatóság azt is jelenti, hogy a városok ellenállóak a szélsőséges, áradáshoz vagy vízhiányhoz vezető időjárási körülményekkel szemben, de egyben képesek alkalmazkodni is ezekhez.¹²

A szakma egyetért abban, hogy a vízgazdálkodás jelenlegi legnagyobb kihívása az, hogy a kínálat megfeleljen a keresletnek, különösen azokban a városokban, ahol robbanásszerűen nő a népesség. A vízhiány nagyon is valós fenyegetést jelent, ráadásul rengeteg a hulladék. Ez nem csak magyar probléma, világszerte a szennyvíz 80% -a kezelés vagy újrafelhasználás nélkül visszafolyik az ökoszisztémába. Ha valahol szükség van a körkörös gazdálkodásra, akkor leginkább itt.

¹¹ McDonald, R. I., Weber, K., Padowski, J., Flörke, M., Schneider, C., Green, P. A., ... & Montgomery, M. (2014). Water on an urban planet: Urbanization and the reach of urban water infrastructure. *Global environmental change*, 27, 96–105. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.022>

¹² Castellet-Viciano, L., Hernández-Chover, V., & Hernández-Sancho, F. (2022). The benefits of circular economy strategies in urban water facilities. *Science of The Total Environment*, 844, 157172. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157172>

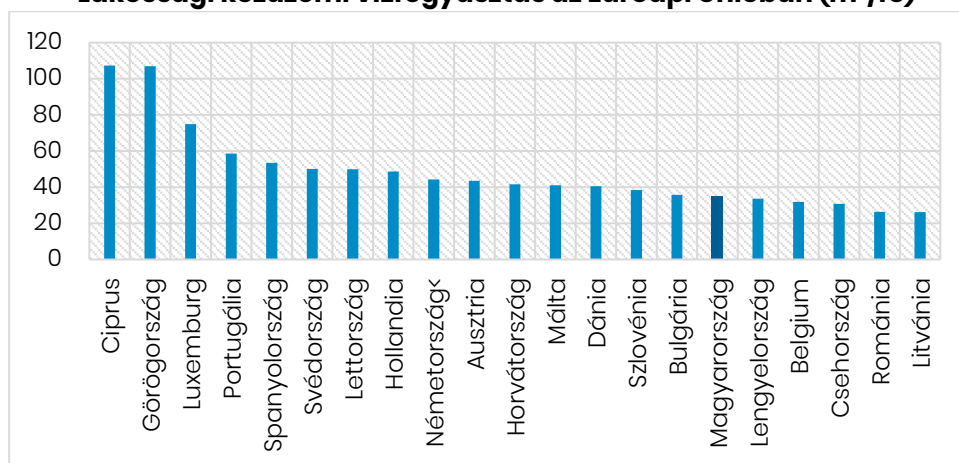
Háztartási vízfelhasználás közüzemi vízellátásból (m³/fő)

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Belgium	:	42,7	32,2	35,0	34,7	32,2	31,2
Bulgária	47,6	36,4	36,0	33,7	35,7	36,0	37,1
Csehország	52,9	37,9	34,2	33,2	30,9	30,2	31,5
Dánia	66,4	57,5	47,0	43,5	42,2	37,2	42,6
Németország	65,3		46,0	45,5	43,7	44,4	:
Észtország	:	:	:	:	:	:	:
Írország	:	:	:	:	:	:	:
Görögország	:	:	32,5	39,0	91,8	94,3	107,4
Spanyolország	:		61,2	61,2	58,8	52,8	51,9
Franciaország	:	:	:	:	:	:	:
Horvátország	:	38,1	40,5	42,1	44,1	42,7	42,2
Olaszország	78,3	:	74,0	:	:	60,7	:
Ciprus	:	70,2	69,0	95,7	95,6	94,3	97,5
Lettország	:	:	36,3	37,8	38,5	36,3	37,6
Litvánia	:	:	:	19,0	19,2	23,6	27,4
Luxemburg	:	:	:	:	:	:	:
Magyarország	55,8	40,8	38,0	36,8	34,1	34,0	37,2
Málta	:	31,8	37,5	40,1	41,3	42,2	43,3
Hollandia	47,1	46,9	50,6	48,4	47,3	46,9	46,9
Ausztria	45,6	42,4	43,8	:	45,6	43,9	42,4
Lengyelország	50,5	42,7	35,6	31,9	31,5	32,6	34,3
Portugália	38,4	34,9	:	44,7	58,6	:	:
Románia	51,8	54,2	49,3	25,6	:	25,2	30,7
Szlovénia	43,1	43,5	44,2	42,4	41,5	38,0	40,2
Szlovákia	:	:	:	:	:	:	:
Finnország	85,0	80,7	78,0	:	:	:	:
Svédország	62,7	60,5	59,3	52,9	52,2	49,8	:
Izland	:	112,2	106,7	:	:	:	:
Norvégia	70,7	65,6	66,1	74,9	73,4	70,1	66,3
Svájc	95,0	86,7	91,9	89,0	71,6	63,5	61,1
Egyesült Királyság	:	:	:	:	46,2	:	:
Észak-Macedónia	34,0	39,7	36,2	:	:	:	:
Albánia	:	:	:	:	:	:	49,3
Szerbia	53,8	:	48,3	51,3	45,3	44,7	47,5
Törökország	:	:	:	:	32,5	32,0	43,7
Bosznia-Hercegovina	:	:	:	28,6	30,6	30,1	30,1
Koszovó	:	:	:	:	20,9	28,2	27,4

Forrás: Eurostat (2023): Water statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Water_statistics

A szárazabb időjárás, a növekvő meleg, a csapadékeloszlás szélsőségeinek erősödése, a fejlődő világban most zajló népességnövekedés, továbbá a fokozódó iparosodás és urbanizáció stb., azt hozza magával, hogy a vízszolgáltató vállalatoknak mind nehezebb a feladatuk, hogy a kínálatot a kereslethez igazítsák. Mindezek alapján általános drágulás és eseteiben vízhiány prognosztizálható.¹³ A vízfogyasztás lineáris módja (felhasználás, ártalmatlanítás) miatt különösen a nagyobb városok lesznek a leginkább érintettek, a fenntarthatóság pedig csak részben teljesíthető.

Lakossági közüzemi vízfogyasztás az Európai Unióban (m³/fő)



Forrás: KSH (2022): Fenntartható fejlődés indikátorai. 3.11. Lakossági közüzemi vízfogyasztás (<https://www.ksh.hu/ffi/3-11.html>)

Magyarországon 2000 és 2014 között az egy főre jutó éves közüzemi lakossági vízfogyasztás 15%-kal csökkent. Ennek oka lehet a dráguló vízszolgáltatás és a csatornázott területeken a szintén jelentős közüzemi szennyvízelvezetési díj, valamint az ezek hatására terjedő saját kutas vízellátás. Az ezt követő években enyhe emelkedés volt megfigyelhető, majd 2020-ban egy jelentősebb, az előző évhez képest 4%, a 2014-es értékhez viszonyítva közel 13%. A 2020-as év nagymértékű fogyasztásnövekedése az aszályos időjárással indokolható, mivel a lakossági vízfogyasztás évenkénti alakulá-

¹³ Khoury, M., Evans, B., Chen, O., Chen, A. S., Vamvakieridou-Lyroudia, L., Savic, D. A., ... & Mustafee, N. (2023). NEXTGEN: A serious game showcasing circular economy in the urban water cycle. *Journal of Cleaner Production*, 391, 136000. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136000>

sát jelentősen befolyásolják az egyes évek klimatikus viszonyai is (az aszályos években – 2000, 2003, 2007, 2012, 2015, 2017, 2020 – emelkedett a vízfogyasztás). A megyénként eltérő vízárak és infrastrukturális állapotok miatt jelentősek az eltérések az egy főre jutó megyei vízfogyasztásban. Az egy lakosra jutó éves vízfogyasztás Budapesten és Pest megyében a legmagasabb, Nógrád és Borsod-Abaúj-Zemplén megyében a legalacsonyabb. Az Európai Unióban hazánkban az egyik legalacsonyabb a közüzemi vízművektől a lakosságnak szolgáltatott egy főre jutó ivóvízmennyiség (2019-ben mintegy 36 m³/fő). Ez környezetvédelmi szempontból jó, mivel víztakarékosságot jelez. A mutató értéke a 2000-es években csatlakozott tagállamokban (Ciprus kivételével) általában kisebb, mint a régiókban. A V4-országokon belül viszont Magyarország értéke a legmagasabb.¹⁴

Vizes témában tehát a lakosság vízellátása alapvető kérdés. A lakossági közüzemi vízfogyasztás magában foglalja a közüzemi vízművek által a háztartások részére szolgáltatott ivóvíz mennyiségét a közkifolyókon keresztül szolgáltatott vízzel együtt. Az éves vízfogyasztást az év közepi lakosságszámra vetítik. A rendelkezésre álló mennyiség eloszlása vegyes, az ország jelentős területén (például a teljes Alföldön) gyenge, vagy ahhoz közeli az ivóvízellátást biztosító víztestek mennyiségi állapota, a vízkivételek jelentősen meghaladják az utánpótlást. A körkörös bevezetése tehát itt a legszükségesebb. Szorosan ide kapcsolódik a pazarló ivóvíz-hasznosítás. A hazai 110-120 l/fő átlagos ivóvízfogyasztásnak mindössze 5-10 %-a igényli a kiváló minőséget. A drágán előállított, tisztított, szállított ivóvíz döntő része egyéb célokra használandó el, olyanokra, amelyek nem indokolják ezt a minőséget. A forgatás, az újrahasznosítás fontos lépés lehetne a szürke víz hasznosítása a WC-öblítéstől kezdve a hobbikertek locsolásáig – mindez még gyerekcipőben, ráadásul a szétválasztás viszonylag kis költséggel jár, a takarékoság számos területen lehet olcsó, pl. egy adagoló WC-tartállyal, sőt akár ingyenes is egy szemléletformálással. Szükség lenne a kommunális szennyvízrendszer átalakítására, a szennyvizek szelektív gyűjtésére, tisztítására.¹⁵

¹⁴ Forrás: KSH (2022): Fenntartható fejlődés indikátorai. 3.11. Lakossági közüzemi vízfogyasztás (<https://www.ksh.hu/ffi/3-11.html>)

¹⁵ https://www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/9837EB3C-661D-4E40-905D-5236515A7A57/KJT_velemen_y_Paal%20Gabor.pdf

Nincs új a nap alatt. A tanulmány elején már említett, curator aquarum, Sextus Julius Frontinus, így ír erről:¹⁶

„Rájöttem, hogy a Marcia közkedvelt, jéghideg és kristálytisza vizét fürdésre, ványolásra s más még elmondani is förtelmes célokra használják fel. Elrendeltem hát, hogy válasszák szét az egyes vízvezeték vizét, majd osszák el külön-külön úgy, hogy először is a Marcia teljes egészében csak ivóvízül szolgáljon, s a többi is sorban a maga minőségének megfelelő használatra legyen rendelve: a régi Ainót például (...) a kertek öntözésére és a város piszkosabb szolgáltatásaira fogják be.”

Van új a nap alatt. Nem is olyan régen, a 20. századi szocializmus éveiben a hazai ivóvízhálózat fejlesztésével és a víz alacsony ára miatt az ipartelep-pek az ivóvízszükségletük mellett ipari vízkészletüket is gyakran az ivóvízhálózatról vették.¹⁷ Ez bő fél évszázadon át így történt, majd a 90-es évek drasztikus víz-áremelése hozott csak változást, nem mellékesen lakossági takarékoságban is.

Az Európai Közösség már 1991-ben felismerte a települési szennyvíz kezelésének fontosságát az 91/271/EGK irányelvben. Az uniós országoknak a legalább 2000 fő lakost számláló városi településeken össze kell gyűjteniük és kezelniük kell a szennyvizet, illetve az összegyűjtött szennyvízre a másodlagos kezelés nevű eljárást is alkalmazniuk kell, továbbá a 10 000-nél nagyobb lakosságszámú, a kijelölt érzékeny területeken¹⁸ belül található városi településeken fejlettebb kezelési eljárást kell alkalmazniuk. A másodlagos kezelés egy általában biológiai tisztítást magában foglaló folyamat meghatározott követelményeknek való megfelelés érdekében. Emellett biztosítaniuk kell a szennyvíztisztító telepek megfelelő karbantartását annak érdekében, hogy azok teljesítménye megfelelő legyen és valamennyi szokásos időjárási körülmény között működni tudjanak, továbbá lépéseket kell tenniük a rendkívüli helyzetekben, például szokatlanul heves esőzések esetében a befogadó vizek csapadékidei túlfolyás okozta szennyezésének csökkentése

¹⁶ https://www.piviztiszto.hu/vizminoseg_az_okori_romaban_.html?q=vizminoseg_az_okori_romaban_.html

¹⁷ <https://mek.oszk.hu/02100/02185/html/927.html>

¹⁸ Érzékeny területek: eutrofizált vagy a védelmi intézkedések hiányában a közeli jövőben az eutrofizáció veszélyének kitétt víztestek, vagy ahol további tisztításra van szükség más uniós jogszabályoknak (pl. a fürdővízről szóló irányelvnek) való megfelelés eléréséhez.

érdekében. Az ellenőrzés érdekében pedig nyomon kell követniük a szennyvízkezelő telepek és befogadó vizek teljesítményét, valamint a szennyvíziszap ártalmatlanítását és újrahasznosítását.

1998-ban a Bizottság elfogadta a 98/15/EK irányelvet,¹⁹ amelyben – az egyes uniós országokban különbözőképpen értelmezett – szabályokat egyértelműsítik.

Másodlagos kezeléssű települési szennyvíztisztító telepek kibocsátására vonatkozó követelmények

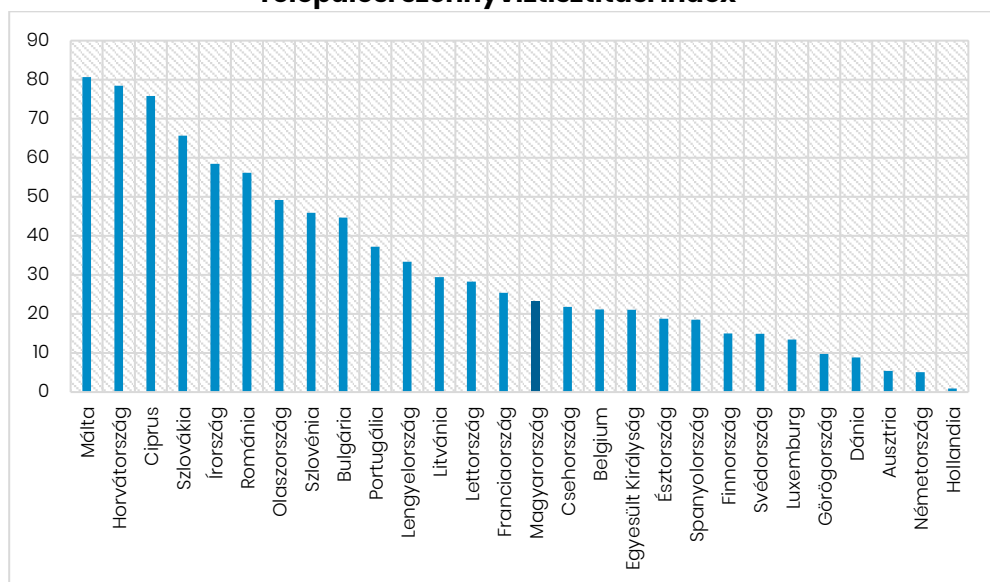
Paraméterek	Koncentráció	A csökkenés minimális százaléka	Mérési referenciamódszer
Biokémiai oxigénigény (BOI₅, 20°C-on) nitrifikáció nélkül	25 mg/l O ₂	70 – 90 2000-10000 LE között 40	Homogenizált, szűretlen, ülepítetlen minta. Az oldott oxigén meghatározása 20°C ± 1°C-on, teljes sötétségben, öt napon át végzett inkubáció előtt és után. Nitrifikációt gátló adalék hozzáadásával.
Kémiai oxigénigény (KOI)	125 mg/l O ₂	75	Homogenizált, szűretlen, ülepítetlen minta. Kálium-dikromátos
Összes lebegőanyag	35 mg/l	90	Reprezentatív minta szűrése 0,45 µm-es szűrőmembránon. Szárítás 105 °C-on és mérlegelés.
	10000 LE felett: 35	10000 LE felett: 90	Reprezentatív minta centrifugálása (legalább öt percig 2800 és 3200 g közötti átlagos gyorsulásnál), szárítás 105°C-on és mérlegelés
	2000 és 10000 LE között: 60	2000 és 10000 LE között: 70	

Forrás: 91/271/EGK irányelv a települési szennyvíz kezeléséről; LE (lakosegyenérték); 1 LE (lakosegyenérték):szerves, biológiailag lebontható terhelés, amelynek ötnapos biokémiai oxigénigénye (Biokémiai oxigénigény, BOI₅) 60 g oxigén/nap

¹⁹ 98/15/EK irányelv a 91/271/EGK tanácsi irányelvnek az I. mellékletében meghatározott egyes követelményekre tekintettel történő módosításáról

Magyarország települési szennyvíztisztítási indexe (2020-ban 21,4%) a közepmezőnyben helyezkedik el az Európai Unió tagállamainak rangsorában. Környezetvédelmi szempontból ez jó, a települési szennyvíztisztítók hatékony működését jelzi. A V4-országok átlagához (36%) képest viszont hazánk értéke közel 13 százalékponttal kisebb (kedvezőbb). A mutató értéke az utolsó rendelkezésre álló év adata alapján a régi tagállamokban (Írország, Olaszország, Portugália, Franciaország kivételével) általában kisebb (kedvezőbb), mint a 2000-es években csatlakozottakban.

Települési szennyvíztisztítási index



Forrás: KSH (2022): Fenntartható fejlődés indikátorai. 3.12. Települési szennyvíztisztítás (<https://www.ksh.hu/ffi/3-12.html>)

Magyarországon a települési szennyvíztisztítási index értéke 2000 és 2020 között mintegy 58 százalékponttal csökkent a magas hatékonyságú (legalább biológiai fokozatú) szennyvíztisztító telepek üzembe helyezésével. A települési szennyvíztisztítási index Komárom-Esztergom megyében és Budapesten a legkedvezőbb (11 és 9%), ezen kívül kedvező a mutató Fejér (18%) és Veszprém (16%) megyében. Az index értéke Tolna és Bács-Kiskun (52%) megyében a legrosszabb. A területi különbségek fő oka, hogy Budapest, Közép-Dunántúl, Nyugat-Dunántúl és Pest régiókban a legalább bio-

lógiai tisztítási fokozatú szennyvíztisztító telepekhez csatlakoztatott lakásokban élő lakosság becsült aránya magas (91, 85, 84 és 86%), ugyanakkor a Dél-Alföldön ez az arány alacsony (71%).²⁰

Települési szennyvízelvezetés és -tisztítás [1000 m³]

Év	A közüzemi szennyvízgyűjtő-hálózat		A közüzemi szennyvíz-tisztító telepre tisztítás céljából közvetlenül szállított	Tisztítás céljából, közüzemi szennyvízgyűjtő-hálózat közüzemi szennyvíztisztító telepre vezetett és szállított,				A közüzemi szennyvíz-gyűjtő-hálózat összegyűjtött, de nem tisztított szennyvíz	A nem közművel összegyűjtött háztartási szennyvíz
	összes szennyvíz	közüzemi szennyvíztisztító telepre vezetett		csak mechanikailag	biológiai	III. tisztítási fokozattal is	összes		
1990	877 187	779 373	..	475 968	280 426	22 979	779 373	97 814	..
1995	639 697	583 444	..	325 451	244 992	13 001	583 444	56 253	..
2000	530 484	479 192	..	168 910	252 978	57 304	479 192	51 291	6 172
2005	588 064	558 245	2 133	174 815	188 779	196 784	560 378	29 819	5 383
2010	556 338	551 207	2 167	17 607	280 760	255 008	553 375	5 131	3 643
2015	494 857	482 452	1 531	746	63 722	419 514	483 983	12 405	2 322
2020	553 562	538 558	1 513	529	46 543	493 000	540 071	15 004	..

Forrás: KSH (2021): 15.8.1.1. Települési szennyvízelvezetés és -tisztítás [1000 m³]

Az alaptéma kapcsán említjük, hogy Hollandiában, Eindhovenben készül olyan magyar beruházás, ami már kifejezetten a városi szennyvíztisztítással foglalkozik. Innováció benne, hogy a szennyvízben lévő energiát is hasznosítani kívánják, illetve a szennyvíziszapban meglévő anyagokat kinyernék, és hasznosítanák ipari nyersanyagként. A cél ott is egy körforgásos technológia megteremtése, azaz, hogy a szennyvízből minden használható anyagot kinyerjenek és újrahasznosítsanak.²¹ Hollandiában a körforgásos gazdaság célkitűzéseit a víziközmű-üzemeltetők is magukénak érzik. Az országban az ivóvizet 10 termelő cég biztosítja, a kommunális szennyvizek tisztításáról és a felszíni vizek felügyeletéről pedig a 21 területi vízügyi hatóság gondoskodik. Mindkét ágazat hosszú múltra tekint vissza, az első tisztított ivóvizet már 1853-tól kaphatták az amszterdamiak, az első biológiai szennyvíztisztító

²⁰ Forrás: KSH (2022): Fenntartható fejlődés indikátorai. 3.12. Települési szennyvíztisztítás (<https://www.ksh.hu/ffi/3-12.html>)

²¹ <https://www.vg.hu/kozelet/2018/11/bio-szennyviztisztoval-tortunk-be-a-holland-piacra>

üzembe helyezésére pedig 1906-ban (!) került sor a Hága melletti Voorburgben. A holland vízgazdálkodási példa amúgy is ide kívánczok vonzó adataival:²²

- a kitermelt ivóvíz 60 %-a talajvíz, 35 %-a felszíni víz, 5 %-a parti szűrés, dűne víz;
- szinte minden vizet kezelnek;
- a kezelt vizek felét központilag lágyítják, ebben a tekintetben hollandia világ első;
- a 97-98 %-os szennyvíz összegyűjtési és kezelési mutató első európában;
- a csőhálózat több mint fele PVC anyagú, kb. 30 % azbesztcement, a PE és az öntöttvas összesen csak 15 %-t tesz ki.

A kiváló – világ legjobb – minta ellenére sincs egyetlen nyerő stratégia a városi vízgazdálkodás fenntarthatóságának elérésére. A természetes és az ember által előidézett kihívások városokként különböző beavatkozásokat igényelnek. Annyi biztos, hogy kiemelt szerepet kell játszania a fenntarthatóságnak, amely a vízgazdálkodást is érinti. A fenntartható várások ellenállóak a klímaváltozás jelentette kihívásokkal szemben, és képesek a lakosokat megvédeni a természeti katasztrófáktól. A körkörös gazdasági modellek alkalmazása szintén elősegíti a fenntartható vízgazdálkodást, például a víz újrafelhasználása révén.²³

²² http://www.maviz.org/hirlevel/hollandia_a_vizkozmu_szolgaltatas_peldakepe_europaban?page=1

²³ <http://korkorosgazdasag.hu/elgondolkodtato/kifogyoban-egy-elteto-elem-a-fenntarthato-vizgazdalkodas-fontossaga/>

SWOT-elemzés a körforgásos vízgazdálkodás megvalósításáról és fejlesztéséről egy intelligens városban

Erősségek	Gyengeségek
<ul style="list-style-type: none"> - lehetővé teszi a nyersanyagok/erőforrások (víz, de energia, vegyi anyagok) megtakarítását, elsősorban azok hatékony felhasználása és a veszteségek elkerülése révén. - a (többek között a működéshez kapcsolódó) cselekvéseket és tevékenységeket megkönnyíti az új technológiák/technikák alkalmazása. - gyorsabb tájékoztatást nyújt, és ezáltal gyorsabb (korábbi) döntéshozatalt és reagálást tesz lehetővé - a megoldások általában kedvezőek a környezet és az éghajlat szempontjából - a működés általában intuitív és nagyon egyszerű - a különböző területekről gyűjtött adatok megkönnyítik a vízgazdálkodás integrációját. 	<ul style="list-style-type: none"> - néha szükség van a hardver- és szoftvereszközök használatára vonatkozó képzésre. - energiaellátástól és internet-hozzáféréstől való függőség. - az erőforrásokba való beruházás szükségessége (vásárlás vagy korszerűsítés) - beruházási költségek - működési költségek (infrastruktúra karbantartása) - a szennyvíztisztítás magas költségei - a szennyvíztisztítás magas energiaigénye - a meglévő épületekre, meglévő infrastruktúrára vonatkozó megoldások megvalósításának nehézségei - műszaki szabványok és szabályozások hiánya (egyes területeken)
Lehetőségek	Veszélyek
<ul style="list-style-type: none"> - a meglévő és jövőbeli szakpolitikák, stratégiák és programok megkönnyíthetik a CE megvalósítását egy intelligens városban. - új jogi szabályozás - a folyamatban lévő éghajlatváltozás. - a közoktatás, a társadalom tudatosságának növelése - a tárgyak internete, az IKT további fejlődése - az alkatrészek minimalizálása, a rendszer-elemek kapacitásának és hatékonyságának növelése, egyéb fejlesztések. - a fogyasztók/vállalkozások megtakarításokra való törekvése - folyamatban lévő kutatások és projektek - támogatások - a CE-ötletet az intelligens városokban népszerűsítő versenyek. - minősítési rendszerek (pl. épületek, berendezések) - környezetirányítási rendszerek bevezetése - megújuló energia használata - meglévő jó gyakorlatok, amelyeket követni lehet 	<ul style="list-style-type: none"> - háború - instabil geopolitikai helyzet - gazdasági válság - hackertámadások, rendszerekbe való betörés, kiber-fizikai támadások - a megszerzett adatok jogosulatlan felhasználása, információk kiszivárgása - a lakosok aggályai a túlzott megfigyelésükkel kapcsolatban - a visszanyert víz társadalmi elfogadottságának hiánya - technológiai problémák a szennyvíztisztítás szükséges mértékének elérésében (az ivóvíz minőségének megfelelő) - a társadalomban a CE és az intelligens városi megoldások bevezetésének szükségességével kapcsolatos tudatosság hiánya. - a pénzeszközök hiánya (más kiemelt célokra való átirányításuk miatt). - az éghajlatváltozást akadályozó tevékenységek (aszály és özönvízszűrő esőzések). - a CE környezetre gyakorolt hatása

Forrás: Bqk, Joanna (2023): Circular Water Management in Smart Cities. In: Smol M, Prasad M. N. V., Stefanakis A. I. (2023): Water in Circular Economy. Springer International Publishing. 12. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-18165-8>

5. A Nemzeti Vízstratégia és elemei

Magyarországon az 1700-as évektől mindinkább a figyelem középpontjába került a vízgazdálkodás. 1777-1780 között működött a só-alap-ból támogatott Hajózási Igazgatóság.²⁴ Bertalan Lajos, Beszédes József, Ladányi Sámuel, Kvassay Jenő, Mikoviny Sámuel, Reiter Ferenc, Vásárhelyi Pál... csak néhányat sorolunk abból a tekintélyes névsorból, akik nagyon sokat tettek a magyar vízügyért. Nem véletlen, hogy mindegyikükről van még napjainkban is egy-egy létesítmény, utca elnevezve. A nagy szervezőt, Széchenyi grófot sem lehet kihagyni, hogy csak egyet említsünk a nem-szakmai kezdeményezők közül. Jelentős lépés volt, hogy II. József császár rendelete nyomán, 1782-ben megindult a szakemberképzés: a Budai Egyetem Bölcsészeti Karán létrejött a világ első polgári Mérnökképző Intézete, mely a földmérés mellett a vízépítést is oktatta.²⁵ A korszak nagyszabású intézkedése volt Széchenyi István reform programja vagy a Vásárhelyi terv, amelynek alapelve volt, hogy a vízrendezést, árvízmentesítést a Tisza völgy és más folyórendszerek teljes egészére ki kell terjeszteni. Ekkor ugyanis Magyarország területének 13%-át rendszeresen elöntötték a folyók.²⁶

A Mérnökképző Intézet 1850-ig működött, majd többszöri átszervezés után 1872-ben Magyar királyi József-műegyetem néven egyetemi rangot kapott. 1934-ben több más karral (bányamérnöki, állatorvosi, közgazdaságtudományi) együtt József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemként működött, s az itt levő műszaki karokból alakult ki a Budapesti Műszaki Egyetem. Magyarországon 1886 óta van vízjogi törvény,²⁷ Európában harmadikként. Ugyancsak világelsők között vagyunk az 1886-ban megindult Vízrajzi Szolgálattal, amely a folyókra vízmércéket telepített, s azok adatait feldolgozta.

²⁴ Történelmi áttekintés Közép-dunavölgyi Vízügyi Igazgatóság. <http://www.kdvvizig.hu/index.php/rolunk/vizugy-tortenete>.

Mária Terézia 1773-ban engedélyezte, hogy a sójödék 1,5%-át a folyók vízrajzi felvételére, a hajózható folyók medrének és a vontató utaknak karbantartására használják fel.

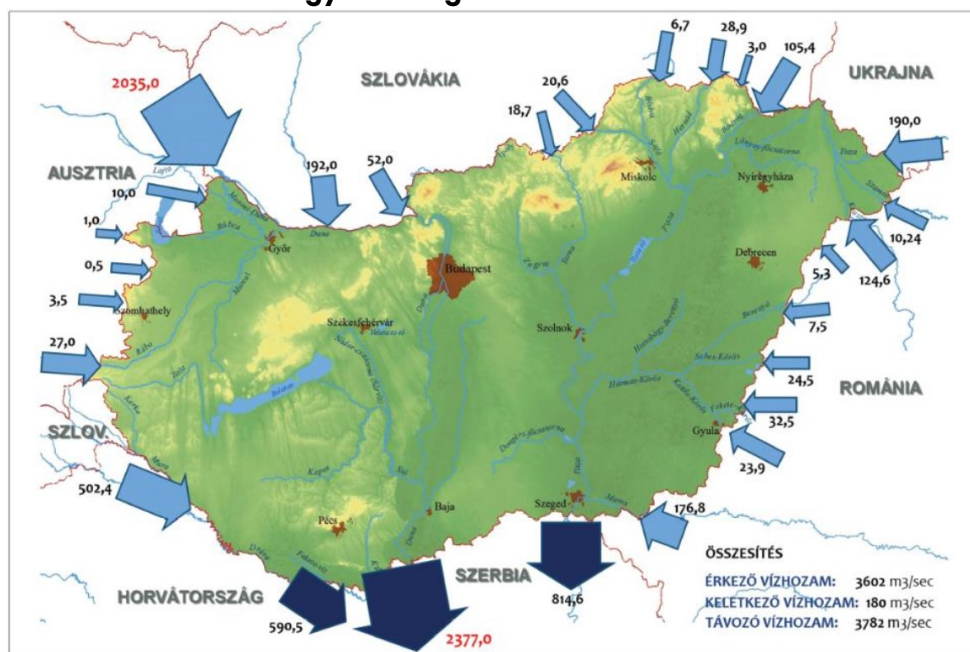
²⁵ Történelmi áttekintés Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság. <http://www.nyuduvizig.hu/index.php/rolunk/vizugy-tortenete>

²⁶ Országos Vízügyi Hivatal: Árvízvédelem, Orlóczy István: 1. Az árvizek társadalmi jelentőségének tényezői és korszakai. Országos Vízügyi Hivatal. 23.

²⁷ 1885. évi XXIII. törvénycikk a vízjogról

A II. világháború után a magyar vízügy fontossága néhány kivételtől eltekintve kikerült a kormányok látómezejéből, s nem tett jót neki az 1990-es rendszermódosulás sem. Viszont a 2022-es különösen aszályos év ismét a középpontba állította a hazai vízgazdálkodást, felnagyította a korábbi évtizedek politikai hibáit és sürgetővé tette a korszerű szemléletmód és technika kialakítását. Utóbbiaknak egyik kiemelt része a körkörös vízgazdálkodás, a fenntartható fejlődés egyik nagyon fontos, megkerülhetetlen eleme mind az ivóvízellátás, mind az öntözés vonatkozásában. Mai tudásunk szerint a körkörös vízgazdálkodás a fenntartható fejlődés egyik megkerülhetetlen eleme.

Magyarország felszíni vízkivételei



Forrás: Országos Vízügyi Főigazgatóság (2019): Magyarország Vízyűjtő-Gazdálkodási Tervének Második Felülvizsgálatát, Jelentős Vízgazdálkodási Kérdések (<https://vizeink.hu/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-2019-2021/jelentos-vizgazdalkodasi-kerdesek-jvk/>)

5.1. Kvassay Jenő Terv – 2017

A 1110/2017 (III.7.) Korm. határozattal elfogadott Nemzeti Vízstratégia (NVS) tartalmazza hazánk 2030-ig elérendő vízpolitikai céljait, amelyeket figyelembe kell venni a vízgyűjtő-gazdálkodás tervezés során. Az NVS a következő négy értékrendi jellegű súlyponti feladatot határozta meg:

- vízvisszatartás és vízszétosztás vizeink jobb hasznosítása, a gazdaságtámogató vízgazdálkodás érdekében
- kockázatmegelőző vízkárelhárítás
- a vizek állapotának fokozatos javítása a fenntartható jó állapot elérésére
- minőségi víziközmű-szolgáltatás és minőségi csapadékvíz-gazdálkodás elviselhető fogyasztói teherviselés mellett.

Bár a magyar vízgazdálkodás 2030-ig szóló kormányzati intézkedési terve 143 oldal terjedelmében mindössze háromszor említi a körforgás(os) kifejezést, mégis szükséges rövid említést tennünk a Kvassay Jenő Tervről (KJT),²⁸ mert alapvetően ez határozná meg, hogy miként tovább?

A programnak 4 alapcélja van:

- a világot fenyegető vízválságot hazánk elkerülhesse, annak már mutatkozó jelei ellen időben megtehesse a szükséges intézkedéseket,
- őrizzük meg a vizet a jövő nemzedékek számára, mert az élet mással nem pótolható feltétele, és a gazdaság erőforrása,
- hatékonyan, a gazdaságot támogatóan éljünk a kínálkozó előnyeivel,
- kellő biztonságban legyünk fenyegető káraitól.

²⁸ Nemzeti Vízstratégia - Kvassay Jenő Terv (2017) <https://www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/997966DE-9F6F-4624-91C5-3336153778D9/Nemzeti-Vizstrategia.pdf>

Kvassay Jenő (1850 – 1919): mérnök, a magyar vízügyi szolgálat megszervezője. Gépészmérnöki tanulmányai után Magyaróvárott, valamint német és francia főiskolákon mezőgazdasági és vízépítési tanulmányokat folytatott és több állam vízügyi szolgálatával ismerkedett meg. Hazatérve 1878-ban megbízást kapott az általa javasolt mezőgazdasági vízügyi szolgálat, a Kultúr- és Művelődési Intézmény megszervezésére, majd vezetésére (1880). 1889-től a vízügyi igazgatás egységes irányításának szerveként létrehozott Országos Vízépítészeti és Talajjavítási Hivatal vezetője. Vízgazdálkodási, folyószabályozási és mezőgazdasági vízépítési szakirodalmi munkássága egyaránt jelentős.

A jelenleg dezintegrált meteorológiai és hidrológiai adatbázisokból jön létre szabad hozzáférésű integrált adatbázis, mely kiterjed a hidrológiai körforgás teljes láncolatára (éghajlat, időjárás, folyók, tavak, felszínalatti vizek, források, stb.). Fontos kiemelni jelen vízstratégiának az Irinyi Tervvel való kapcsolatát is. Az Irinyi Tervnek ugyanis egyik fontos területe a zöldgazdaság fejlesztése, ennek részeként – a körforgásos gazdaság, illetve a fenntartható energiatermelés kapcsán – több olyan fejlesztés is megvalósításra kerülhet, amely kapcsolódik a Nemzeti Vízstratégia céljaihoz és intézkedési tervéhez. Például a szennyvízből kinyert energia- és szervesanyag-hasznosítással kapcsolatos hazai K+F+I, illetve a külföldi know-how-k magyarországi alkalmazásának elősegítése az Irinyi Terv zöldgazdasági stratégiájának céljai között is szerepel, ezért kapcsolódik a Szennyvíziszap-kezelési és -hasznosítási Program megvalósításához.

Mint a programból is látható, a célok nemesek, tökéletesen megfelelnek a fenntarthatóság igényének, s ha a körköröség ennek szolgálatába tud állni, akkor nincs nagy probléma. Viszont mégis akad gond, a vízügyi szakma is jelzi. Ennek egyik alaptétele a földhasználat módja, amiben a rendszermódosulás óta nem történt előrelépés, sőt inkább hátramenet lett a rendezetlen tulajdonviszonyok és törpebirtokok növekedésével, a csatornák, kutak betemetésével, elhanyagolásával. A legutóbbi három évtized alatt egyetlen kormány se igazán foglalkozott vele, s erre nem lehet mentés sem a pénzhiány (jelentős uniós finanszírozás) sem a várható nagy társadalmi ellenállás (populizmus).

Az anyag alapján arra is nehéz válaszolni, hogy mekkora az a prognosztizált vízkészlet, amivel a következő évtizedekben gazdálkodunk? Enélkül lehetetlen megállapítani, hogy mekkora részét tudnánk a körforgásban újrahasznosítani. Csak egyet tudunk érteni Paal Gáborral a KJT vitaanyag egyik hozzászólójával:

„Az ország vízzel való ellátásának jövőjét megalapozó tervezés csak akkor lehet reális, ha a várható, prognosztizált vízkészleteken alapul. A véleményezésre készült vitaanyag nem tartalmazza ezt a készletbecslést.”²⁹

Hozzátennénk: a tulajdoni szerkezetet sem.

²⁹ Nemzeti Vízstratégia – Kvassay Jenő Terv (2017) https://www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/9837EB3C-661D-4E40-905D-5236515A7A57/KJT_velemeney_Paal%20Gabor.pdf

A szakma egy része szerint az is gond, hogy a KJT az árvízre és belvízre megelőzendő káreseményként tekint, holott a tartalékolásra a hektikus csapadékérkezés miatti szárazságok okán nagy szükség van. Különösen fontos ez a Tiszánál, mivel a magyarországi szárazságok leginkább a Dél-Alföldet sújtják. A duzzasztás nem megoldás, mert a vízlépcső csak a víz kivezetését oldja meg, de többletvizet nem ad. További hátránya, hogy a vízi élőlények számára áthághatatlan akadályt jelent, elvesz az ökológiai sokszínűség,³⁰ ráadásul árvizek idején a többletvizet le kell engedni. A Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése csak a folyó meredek esésű, Szolnokig tartó felső szakaszán hozott lére tározókat. Mivel az Alföld jelentős részén az árvíz, belvíz és aszály együttesen (időben eltérően) jelentkeznek, meg kellene tartani a többletvizet, így a nyári szárazságok okozta károk mérséklődnének. A töltéseken zsilipekkel lehetne csapolni az árhullámokat, s a vizet közeli síkvidéki tározókban helyeznék el, s így mintegy 1 méterrel csökkenhetne a tiszai árvizek szintje, s a tározókban a téli félév felhalmozódó vízkészlete segítené a mezőgazdaságot. Ez is a körkörösség része – lenne.

Balogh Péter geográfus szerint a vizet gravitációsan kellene mozgatni a jelenlegi öntözési gyakorlat helyett. A közel 40.000 kilométeres csatornahálózatnak is ellene van, no, nem a rövidsége miatt, hanem szerinte a vizek elvezetésére sekély, lapos, kanyargós medrek kellene. A Tisza mentén nagyjából 30 olyan mélyártér található, ahonnan gravitációs úton háttértározókba lehetne vezetni a vizet – ezek azok az alacsonyan fekvő területek, ahol korábban a Tisza eredeti medre volt.³¹ Innen már csak egy lépés lenne a tökéletes, tehát a folyószabályozás előtti állapot... Mert a természet is körforgásban gondolkodik. Két ide kívánczó megjegyzés: a Tisza szabályozását a 19. századi vízgazdálkodási ismeretek és az akkori kor igényeinek megfelelően kell értékelni. Az említett területek jelenleg zömmel magántulajdonban (ráadásul nagy részük törpebirtok) vannak, önkéntes felajánlása a

³⁰ Klasszikus hivatkozás a Duna: a Vaskapu szabályozása óta egyetlenegy víza sem tudott feljönni a Duna magyarországi szakaszára, holott régen ívás idején még Pest-Budánál is gyakran fogtak ilyen tengeri halakat, innen van pl. a Vízafogó területrész elnevezése is. (Egyébként: a világ legjobb kaviárját adja.)

³¹ HVG. 2023. február 16. 57. old.

célra nem életszerű, a kisajátítás költsége tetemes. Más, jelenleg állami tulajdonú területekkel való kompenzálás pedig nagy társadalmi feszültségeket okozna a gazdatársadalomban. – A KJT nem is foglalkozik ezzel.

A KJT átdolgozása és annak megfelelő megvalósítása nagyot lendítene a hazai körkörös vízgazdálkodás ügyén. Napjaink szakmai tudása szerint nincs jobb megoldás a körkörös vízgazdálkodásnál. Az egyre fogyó vízkészletektől kezdve a fenntarthatóságig minden mellette szól. A rövidtávon jelentkező, viszonylag jelentős költségek mellett pedig szempont a hosszútávon fennálló előny és biztonság.

5.2. LIFE Program – 2017

A Belügyminisztérium 2017-ben indította „Az önkormányzatok integráló és koordináló szerepének megerősítése az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás érdekében” című, LIFE16 CCA/HU/000115 azonosítószámú, LIFE-MI-CACC projektet és honlapját. A LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environnement) az Európai Unió környezetvédelmi politikáját támogató pénzügyi eszköz, amelyet 1992-ben hoztak létre. Azóta mintegy 4300 sikeres projektet támogatott annak érdekében, hogy a tagállamok által közösen kitűzött környezetvédelmi célok a köz- és magánszféra aktív együttműködésével valószínűsíthetően megvalósulhassanak meg.

A projekt egyi kutatási témaköre a Szárazodó Magyarország.³² Hazánk három különböző forrásból jut vízhez: csapadékból, felszín alatti vízkincsből, és a folyókból.

- Csapadék. Sajnos nem hullik elegendő mennyiség. Az ország nagy részére igaz, hogy minden évben kevesebb csapadék hullik, mint amennyi el tudna párologni, ha lenne elég víz. Az alföldön például az éves átlagcsapadék 500 mm körüli, a párologási potenciál viszont 800mm, azaz minden évben hiányzik 300 mm eső. A másik probléma az egyenetlen eloszlás: egy része télen esik le, ami nem hasznosul, egy jelentős része pedig nagy zivatarok formájában, hirtelen hullik, ami szintén nem tud beszivárogni a földbe, hanem csatornákon, patakokon, folyókon folyik el.

³² Belügyminisztérium – LIFE program (2019): Szárazodó Magyarország (https://vizmegartomegoldasok.bm.hu/hu/aktualitasok/szarazodo_magyarország)

- Felszín alatti vízkinccs (vízbank). Itt rengeteg víz raktározódik biztonságosan, ilyen a talajvíz, a rétegvíz, a karsztvíz. A felszín alatt a szennyeződések lassabban terjednek, az itt raktározott vizek tisztábbak, nem véletlen származik innen az ivóvizünk (forrásokból, kutakból), nem pedig közvetlen a folyókból, tavakból, amiket egy szennyezés azonnal elér. Ha valahol nem esik elég csapadék, akkor a vízhiányt sokszor felszín alatti vizekből pótolják. Ez önmagában nem baj, mert a felszín alatti vizek megújulnak. Viszont ennek üteme lassú, sokszor sokkal lassabb, mint amilyen a kitermelés üteme.
- Folyók. Ezeket körülbelül kétszer annyi víz folyik át a Kárpát-medencén évente, mint amennyi csapadékként ide hullik. A folyókat azonban gátak közé szorítottuk, vizük áradáskor nem terül szét az ártereken, nem folyik ki mellékágakba és holtágakba, így nem tudja a felszín alatti vizeket pótolni, és nem hasznosul.

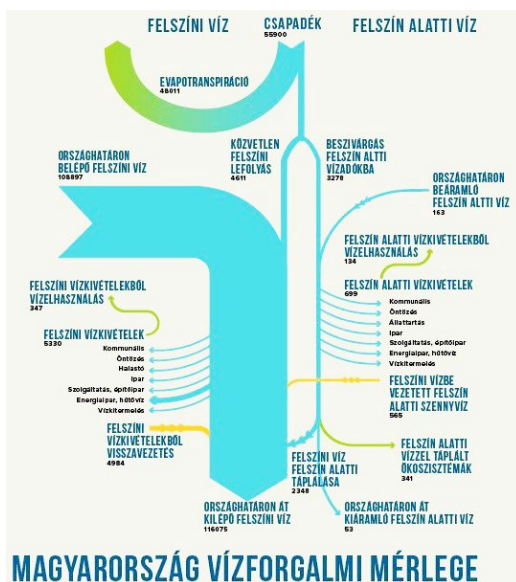
Szárazodó Magyarország



Forrás: Belügyminisztérium – LIFE program (2019): Szárazodó Magyarország (https://vizmegtar-tomegoldasok.bm.hu/hu/aktualitasok/szarazodo_magyarorszag/)

Hazánk vízgazdálkodási szemlélete jelenleg a víz elvezetésére épül: a belvízelvezető csatorna-rendszerek évente 1.77 millió m³ vizet vezetnek a folyókba, olyan területekről, amelyek néhány hónappal később már gyakorta aszályal küzdenek. A vízelvezetés-centrikus gazdálkodásnak hála a folyók több vízzel lépnek ki az ország déli határain (116km³), mint amennyivel befolyznak az északon (109m³). Évente mintegy 7 km³ vizet vesztegetünk így el, ez három és fél Balatonnal felérő víz.

Forrás: Belügyminisztérium – LIFE program (2019): Szárazodó Magyarország (https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/aktualitasok/szarazodo_magyarország)



Magyarország tehát folyamatosan szárazodik, a vízkészleteink csökkennek, pedig rengeteg vízünk lehetne, ha helyesen gazdálkodnánk vele. Megoldást a víz elvezetése helyett a víz megtartása jelentene, kis léptékben, természetközeli módon.

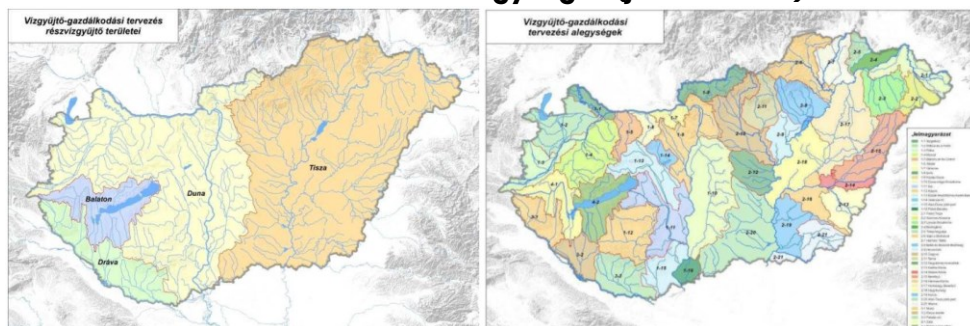
5.3. Jelentős vízgazdálkodási kérdések – 2019

Az Országos Vízügyi Főigazgatóság 2019-ben jelentette meg Magyarország Vízyűjtő-Gazdálkodási Tervének Második Felülvizsgálatát, Jelentős Vízgazdálkodási Kérdések (JVK) címmel.³³ Eszerint a „jelentős vízgazdálkodási kérdések” fogalma a vízi környezetet érő olyan terhelést, illetve igénybevételt jelent, amely jelentős mértékben kockázatosá teheti a Víz Keretirányelvben (2000/60/EK irányelv a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról) előírt környezeti célok elérését 2027-ig (a harmadik VKI ciklusban). A tervezés hazánkban több szinten valósul meg:

³³ Országos Vízügyi Főigazgatóság (2019): Magyarország Vízyűjtő-Gazdálkodási Tervének Második Felülvizsgálatát, Jelentős Vízgazdálkodási Kérdések (<https://vizeink.hu/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-2019-2021/jelentos-vizgazdalkodasi-kerdesek-jvk/>)

- országos szinten az országos vízgyűjtő-gazdálkodási terv,
- részvízgyűjtő - Duna-közvetlen, Tisza, Dráva, Balaton - szinten (4 részvízgyűjtő terv),
- tervezési alegységek szintjén (összesen 42 alegységi terv)
- víztestek szintjén (1264 víztest).

Magyarország részvízgyűjtő-területei (bal oldalon) és a vízgyűjtőgazdálkodási tervezési alegységek (jobb oldalon)



Forrás: Országos Vízügyi Főigazgatóság (2019): Magyarország Vízgyűjtő-Gazdálkodási Tervének Második Felülvizsgálatát, Jelentős Vízgazdálkodási Kérdések (<https://vizeink.hu/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-2019-2021/jelentos-vizgazdalkodasi-kerdesek-jvk/>)

A jelentős vízgazdálkodási kérdések rendszere négy fő témakör köré csoportosítható:

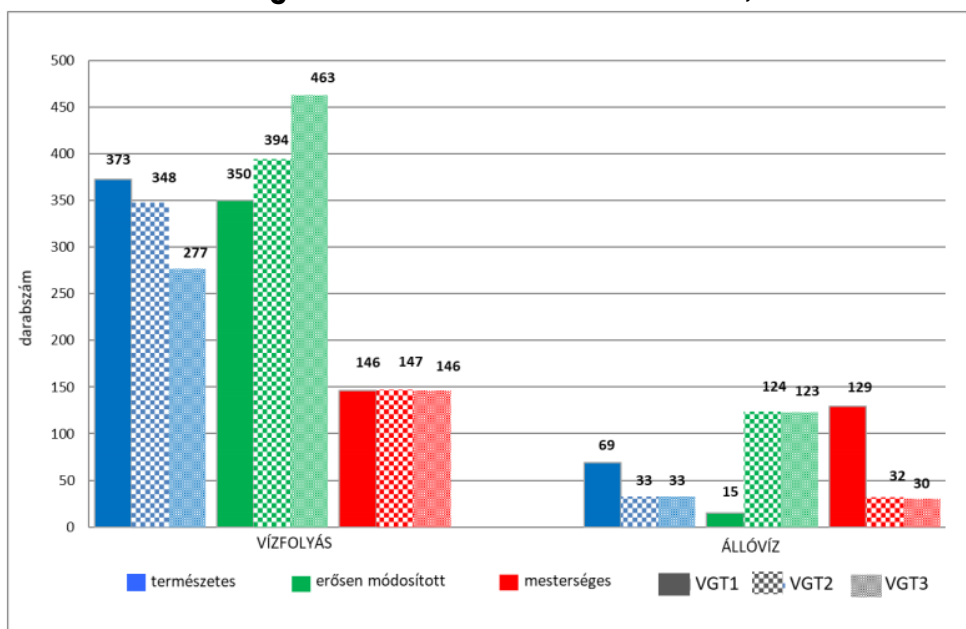
- felszíni vizek: felszíni vizek mennyiségi és minőségi kérdései, szervesanyag-szennyezés, tápanyag-szennyezés, veszélyes anyag-szenyezés, özönfajok megjelenése – „bioszennyezés”, hidromorfológiai változások;
- kiemelt állóvizeink speciális kérdései;
- felszín alatti vizek mennyiségi és minőségi kérdései
- aszály és vízhiány.

A horizontális (ágazatokon átnyúló) kérdések közé tartoznak a következők: víziközmű szektor kérdései, vízvisszatartás kérdése, a termálvízkitermelés és a használt termálvíz elhelyezésének problémaköre, ávízvédelem szerkezeti infrastruktúrájának fenntartása, kisvízfolyások problémaköre, műanyag szennyezés, intézkedések a társadalmi tudatosság növelése érdekében. A dokumentum mindegyik kérdések külön-külön foglalkozik les megoldási javaslatokat, illetve távlati célokat is meghatároz.

5.4. Magyarország vízgyűjtő-gazdálkodási terve – 2021

A Kormány az 1042/2012. (II. 23.) Korm. határozattal fogadta el Magyarország első vízgyűjtő-gazdálkodási tervét (VGT1), amely a 2010–2015 közötti időszak intézkedési programját tartalmazta. 2015-ben elkészült a VGT1 felülvizsgálata (VGT2), lásd a Kormány az 1155/2016. (III. 31.) Korm. határozatát, amely a 2016–2021 közötti hat évre vonatkozott. Az uniós Víz Keretirányelv által előírt VGT felülvizsgálati kötelezettségnek megfelelően, elkészült Magyarország második felülvizsgált, 2022–2027 időszakra vonatkozó, harmadik vízgyűjtő-gazdálkodási terve is (VGT3), a 1242/2022. (IV. 28.) Korm. határozat jóváhagyásával.³⁴

Víztestek kategóriák szerinti darabszáma a VGT1, 2 és 3-ban

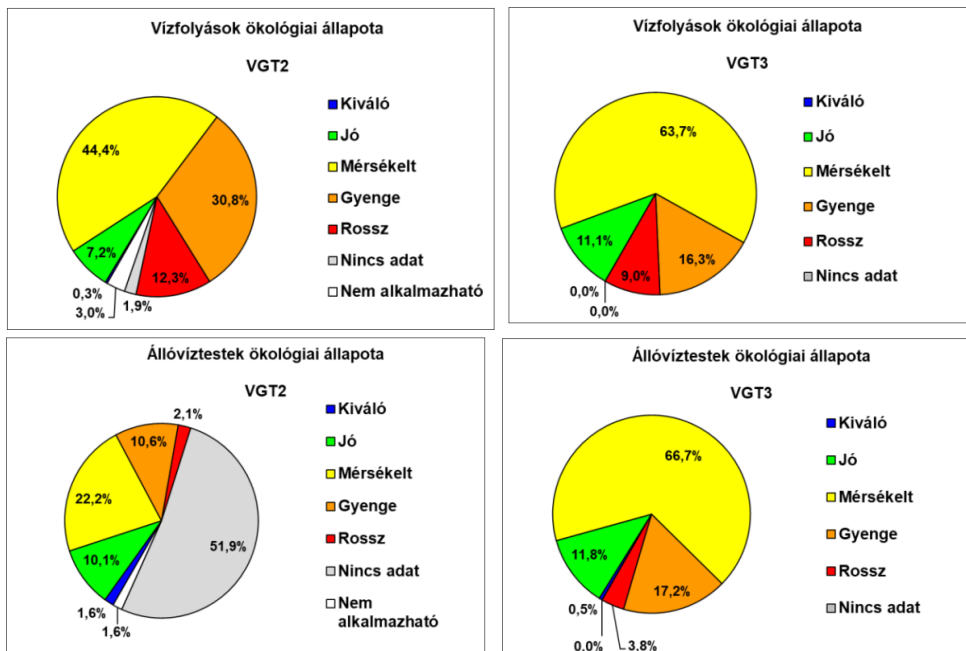


Forrás: Magyarország vízgyűjtő-gazdálkodási tervének második felülvizsgálata. <https://vizeink.hu/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-2019-2021/vgt3-elfogadott/#>

³⁴ Magyarország vízgyűjtő-gazdálkodási tervének második felülvizsgálata. <https://vizeink.hu/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-2019-2021/vgt3-elfogadott/#>

A VGT3 tervezés során mind a 886 db vízfolyás víztestre készült ökológiai állapotértékelés. Az eredmények mutatják, hogy a vízfolyások 11 %-a kiváló és jó ökológiai állapotban/potenciálban van, 89 %-ára gyengébb, mint jó állapot/potenciál jellemző. Az ökológiai minősítést nézve az állóvíz víztestek 12,3 %-a éri el legalább a jó állapotot, 66,7 %-uk mérsékelt, míg 17,2 %-uk gyenge és 3,8 %-uk rossz besorolást kapott. Az állóvíz víztesteken az eredmények lényegesen kedvezőbbek a vízfolyásokon tapasztaltaknál, különösen, ha az arányokat a vízfelületre vonatkoztatjuk. Ez azzal magyarázható, hogy természetes nagy tavaink közül a Balaton állapota jó. Fizikai-kémiai minősítésnél a víztesteknek csak 35,5%-a került a jó és kiváló osztályba.

Vízfolyások és állóvizek ökológiai állapotának változása a VGT2 és VGT3 tervezés között



Forrás: Magyarország vízgyűjtő-gazdálkodási tervének második felülvizsgálata. <https://vizeink.hu/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-2019-2021/vgt3-elfogadott/#>

A KAP és az OP intézkedésekben a becsült VGT ráfordítás összesen várhatóan 1900,2 milliárd Ft lesz, szemben a VGT2 intézkedési programjának végrehajtására becsült 1 360 milliárd Ft-tal; így a költségfedezet közel 40%-kal lesz magasabb.

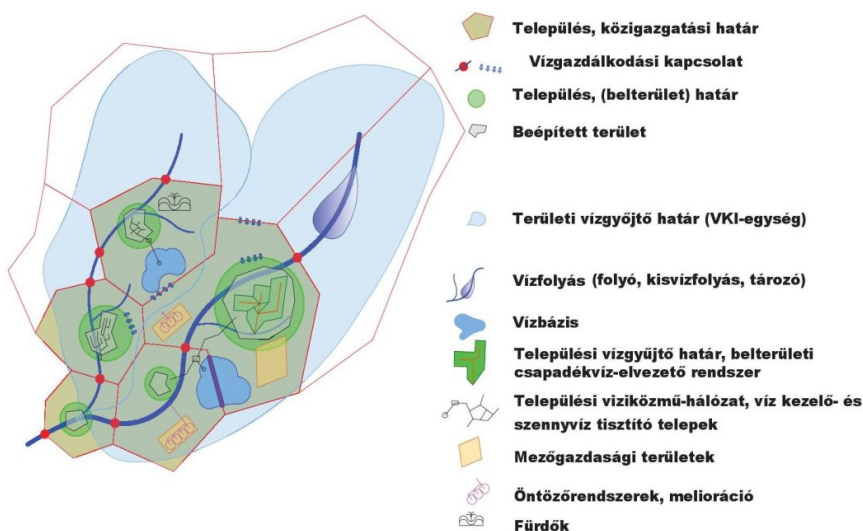
Az EU támogatások segítségével megvalósuló VGT intézkedések költségbecslése

	Összesen
Szennyvízgyűjtés és -kezelés	100
Emberi fogyasztásra szolgáló víz biztosítása (kitermelés, kezelés, tárolási és elosztási infrastruktúra, hatékonysági intézkedések, ivóvízellátás)	
Hidromorfológiai intézkedések (vízgazdálkodási projektek: árvíz, dombvidéki vízrendezés stb. VGT célokat is szolgáló része)	139
Vízgazdálkodás és a vízkészletek megőrzése (ideértve a vízgyűjtő-gazdálkodást, az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodáshoz kapcsolódó meghatározott intézkedéseket, az újrafelhasználást, a szivárgás csökkentését)	117
Ipari területek és szennyezett talaj rehabilitációja	10
A természet és a biológiai sokféleség védelme, természeti örökség és erőforrások, zöld és kék infrastruktúra	134
A Natura 2000 területek védelme, helyreállítása és fenntartható felhasználása	10
Halgazdaság	7
Agrárintézkedések	1356
KEHOP Plusz, TOP Plusz, MAHOP Plusz, DIMOP Plusz, HET/RRF, KAP 2020+	1900
Összesen	

A VGT3 szempontjából alapvető fontosságú, hogy olyan támogatási rendszer kerüljön kialakításra, amely képes figyelembe venni az egyes víztest vízgyűjtők eltérő problémáit, valamint a költség-hatékonyság szempontját figyelembe véve a leghatékonyabb intézkedés kombinációk valósuljanak meg az agrár- és vidékfejlesztési támogatások igénybevételével. A intézkedések döntő többségét az operatív programok közül várhatóan a KEHOP Plusz finanszírozza. De jelentős a szerepe a halgazdaság vonatkozásában a MAHOP Plusznak a települési intézkedések vonatkozásában a TOP Plusznak, a DIMOP Plusznak a monitoring és az információ-rendszerek fejlesztésében. A KEHOP Plusz öt prioritási tengelyt tartalmaz: 1. Vízgazdálkodás és katasztrófa kockázat csökkentés, 2. Körforgásos gazdasági rendszerek és fenntarthatóság, 3. Környezet- és természetvédelem, 4. Megújuló energia-gazdaság, 5. Igazságos átmenet.

5.5. Integrált Települési Vízgazdálkodási Terv – 2023

Az Országos Vízügyi Főigazgatóság megbízásából a Magyar Mérnöki Kamara szakértői által készített Integrált Települési Vízgazdálkodási Terv (ITVT) tervezési segédlet 2023 januárjában jelent meg,³⁵ amely egységes szerkezetben tárgyalja és értékeli a település különböző vízgazdálkodási elemeit és rámutat a településfejlesztési elképzelésekkel való kapcsolódási pontokra. Az ITVT integrálja, és biztosítja a kapcsolatot: (i) a település napi működése és a település vízgazdálkodási elemei; (ii) a települési vízgazdálkodási elemek, valamint (iii) a településfejlesztési elemek és a település vízgazdálkodási elemei között. A segédlet célja az Integrált Települési vízgazdálkodási Tervet (ITVT) készítő tervezők számára útmutatást adni a célszerű dokumentáció kialakításában, illetve az elvárható tartalom megadása a szöveges leírás és a mellékletek, segédletek alapján. Az ITVT tervezési területe a település közigazgatási területe, belehelyezve a települést vízgyűjtőbe, illetve ezen belül értelmezve a települési vízgyűjtőket, valamint a tervezési határon jelentkező input és output kapcsolatokat, hatásokat.



Forrás: Jancsó Béla, Kun Csaba, Rácz Tibor (2023): Tervezési segédlet az Integrált Települési Vízgazdálkodási Terv készítéséhez. Magyar Mérnöki Kamara, Országos Vízügyi Főigazgatóság

³⁵ Jancsó Béla, Kun Csaba, Rácz Tibor (2023): Tervezési segédlet az Integrált Települési Vízgazdálkodási Terv készítéséhez. Magyar Mérnöki Kamara, Országos Vízügyi Főigazgatóság (<https://lifelogos4waters.bm.hu/wp-content/uploads/2023/04/Tervezesi-segedlet-az-ITVT-el-kesziteséhez.pdf>)

Az ITVT módszertana három főbb tervezési területet azonosít:

Meglévő állapot ismertetése	<ul style="list-style-type: none"> • a település általános bemutatása, vízgazdálkodási környezete • a településhez tartozó monitoring rendszerek elemek, ezekhez tartozó adatbázisok (felszíni vizek, felszín alatti vizek, aszály monitoring) • a település vízgazdálkodási elemei (ivóvízellátás, vízbázis védelem, szennyvízelvezetés és tisztítás, csapadékvíz-gazdálkodás, fürdővíz, árvízvédelem, vízrendezés, vízminőség, vizes élőhelyek) • intézmények, partnerség (vízügyi hatóság, vízügyi szakigazgatási szerv, víziközmű szolgáltató, civil szervezetek)
Szabályozási környezet, követelmények és kötelezettségek	<ul style="list-style-type: none"> • terület-rendezési és fejlesztési tervek (országos területrendezési terv, megyei fejlesztési tervek, települési tervek: települési környezetvédelmi program, fenntartható energia és klíma akcióterv (SECAP), közlekedésfejlesztési – mobilitási terv, tájképvédelmi terv (tájrendezési terv)) • a település érintettsége a vízgazdálkodási tervekben (vízgyűjtő gazdálkodási tervi követelmények (KJT, VGT), nagyvízi mederkezelési terv (NMT), árvízi kockázatkezelési terv (ÁKK), települési vízkárelhárítási terv, az önkormányzat vízkárelhárítási szervezete) • klímaváltozás és klímaalkalmazkodás
A településfejlesztéshez kapcsolódó vízgazdálkodási célok, stratégia, feladatok	<ul style="list-style-type: none"> • a település vízgazdálkodási állapotának értékelése • a település vízgazdálkodásának jövője (célok, fejlesztési, fejlesztendő területek, sorrendiség, egymásra hatás) • a település integrált vízgazdálkodásával összefüggő feladatok (közös vízgyűjtő területen elhelyezkedő települések koordinációja, nyomon követés, módosítása, felülvizsgálat)

Forrás: saját szerkesztés Jancsó Béla, Kun Csaba, Rác Tibor (2023): Tervezési segédlet az Integrált Települési Vízgazdálkodási Terv készítéséhez. Magyar Mérnöki Kamara, Országos Vízügyi Főigazgatóság (<https://lifelogos4waters.bm.hu/wp-content/uploads/2023/04/Tervezesi-segedlet-az-ITVT-elkeszitesehoz.pdf>) alapján

Forrásjegyzék

10/2015. (III. 13.) FM rendelet az éghajlat és környezet szempontjából előnyös mezőgazdasági gyakorlatokra nyújtandó támogatás igénybevételeinek szabályairól, valamint a szántóterület, az állandó gyepterület és az állandó kultúrával fedett földterület növénytermesztésre vagy legeltetésre alkalmas állapotban tartásának feltételeiről

1885. évi XXIII. törvénycikk a vízjogról

98/15/EK irányelv a 91/271/EGK tanácsi irányelvnek az I. mellékletében meghatározott egyes követelményekre tekintettel történő módosításáról

2006/114/EK irányelv a megtévesztő és összehasonlító reklámról

2018/848 rendelet az ökológiai termelésről és az ökológiai termékek jelöléséről, valamint a 834/2007/EK tanácsi rendelet hatályon kívül helyezéséről

Andres, L., Boateng, K., Borja-Vega, C., & Thomas, E. (2018): A review of in-situ and remote sensing technologies to monitor water and sanitation interventions. *Water* (Switzerland), 10(6), 756. <https://doi.org/10.3390/w10060756>

Andrews, M., Berardo, P., & Foster, D. (2011). The sustainable industrial water cycle—a review of the economics and approach. *Water Science and Technology: Water Supply*, 11 (1), 67–77. <https://doi.org/10.2166/ws.2011.010>

Avtar, R., Komolafe, A. A., Kouser, A., Singh, D., Yunus, A. P., Dou, J., Kumar, P., Gupta, R. D., Johnson, B. A., Thu Minh, H. V., Aggarwal, A. K., & Kurniawan, T. A. (2020): Assessing sustainable development prospects through remote sensing: A review. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 20, 100402. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100402>

Belügyminisztérium – LIFE program (2019): Szárazodó Magyarország (https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/aktualitasok/szazazodo_magyarország)

Calera, A., Campos, I., Osann, A., D'Urso, G., & Menenti, M. (2017): Remote sensing for crop water management: From ET modelling to services for the end users. *Sensors*, 17(5), 1104. <https://doi.org/10.3390/s17051104>

Castellet-Viciano, L., Hernández-Chover, V., & Hernández-Sancho, F. (2022). The benefits of circular economy strategies in urban water facilities.

Science of The Total Environment, 844, 157172.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157172>

Del Buono, D. (2021): Can biostimulants be used to mitigate the effect of anthropogenic climate change on agriculture? It is time to respond. In *Science of the Total Environment* (Vol. 751, p. 141763). Elsevier B.V.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141763>

Eurostat (2023): Water statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Water_statistics

Gupta, H., Kumar, A., & Wasan, P. (2021): Industry 4.0, cleaner production and circular economy: An integrative framework for evaluating ethical and sustainable business performance of manufacturing organizations. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126253.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126253>

http://www.maviz.org/hirlevel/hollandia_a_vizkozmu_szolgaltatas_pel_dakepe_europaban?page=1

<https://lifelogos4waters.bm.hu/wp-content/uploads/2023/04/Tervezesi-segedlet-az-ITVT-elkeszitesehhez.pdf>

<https://mek.oszk.hu/02100/02185/html/927.html>

https://www.piviztiszto.hu/vizminoseg_az_okori_romaban_.html?q=vizminoseg_az_okori_romaban_.html

<https://www.vg.hu/kozelet/2018/11/bio-szennyviztisztoval-tortunk-be-a-holland-piacra>

Paál Gábor: KJT vélemény (https://www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/9837EB3C-661D-4E40-905D-5236515A7A57/KJT_velemeny_Paal%20Gabor.pdf)

Jancsó Béla, Kun Csaba, Rácz Tibor (2023): Tervezési segédlet az Integrált Települési Vízgazdálkodási Terv készítéséhez. Magyar Mérnöki Kamara, Országos Vízügyi Főigazgatóság (<https://lifelogos4waters.bm.hu/wp-content/uploads/2023/04/Tervezesi-segedlet-az-ITVT-elkeszitesehhez.pdf>)

Jha, K., Doshi, A., Patel, P., & Shah, M. (2019): A comprehensive review on automation in agriculture using artificial intelligence. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 2, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2019.05.004>

- Khoury, M., Evans, B., Chen, O., Chen, A. S., Vamvakeridou-Lyroudia, L., Savic, D. A., ... & Mustafee, N. (2023). NEXTGEN: A serious game showcasing circular economy in the urban water cycle. *Journal of Cleaner Production*, 391, 136000. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136000>
- Komócsin Sándor – Raskó György (2022): Visszasírja a Kádár-rendszert a mezőgazdaság? (<https://www.napi.hu/magyar-gazdasag/mezo-gazdasag-aszaly-viz-rasko-gyorgy-agrarkozgazdasz.758064.html>)
- Körkörös gazdaság (2023): Kifogyóban egy éltető elem – a fenntartható vízgazdálkodás fontossága (<http://korkorosgazdasag.hu/elgondolkodtato/kifogyoban-egy-elteto-elem-a-fenntarthato-vizgazdalkodas-fontossaga/>)
- KSH (2020): https://www.ksh.hu/agrararcenzusok_agrarium_2020
- KSH (2022a): Fenntartható fejlődés indikátorai. 3.11. Lakossági közüzemi vízfogyasztás (<https://www.ksh.hu/ffi/3-11.html>)
- KSH (2022b): 19.11.45. Mezőgazdasági vízfelhasználás
- Mainardis, M., Ceconet, D., Moretti, A., Callegari, A., Goi, D., Freguia, S., & Capodaglio, A. G. (2022). Wastewater fertigation in agriculture: Issues and opportunities for improved water management and circular economy. *Environmental Pollution*, 296, 118755 <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118755>
- Magyarország vízgyűjtő-gazdálkodási tervének második felülvizsgálata. <https://vizeink.hu/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-2019-2021/vgt3-elfogadott/#>
- McDonald, R. I., Weber, K., Padowski, J., Flörke, M., Schneider, C., Green, P. A., ... & Montgomery, M. (2014). Water on an urban planet: Urbanization and the reach of urban water infrastructure. *Global environmental change*, 27, 96–105. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.022>
- Nemzeti Vízstratégia - Kvassay Jenő Terv (2017) https://www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/9837EB3C-661D-4E40-905D-5236515A7A57/KJT_velemen_y_Paal%20Gabor.pdf
- Országos Vízügyi Főigazgatóság (2019): Magyarország Vízgyűjtő-Gazdálkodási Tervének Második Felülvizsgálatát, Jelentős Vízgazdálkodási Kérdések (<https://vizeink.hu/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-2019-2021/jelentos-vizgazdalkodasi-kerdesek-jvk/>)

- Smol M., Prasad M. N. V., Stefanakis A. I. (2023): Water in Circular Economy. Springer International Publishing. 12. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-18165-8>
- Történelmi áttekintés Közép-dunavölgyi Vízügyi Igazgatóság. <http://www.kdvvizig.hu/index.php/rolunk/vizugy-tortenete>.
- Történelmi áttekintés Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság. <http://www.nyuduvizig.hu/index.php/rolunk/vizugy-tortenete>
- UN-FAO (2022): AQUASTAT – FAO's Global Information System on Water and Agriculture (<https://www.fao.org/aquastat/en/overview/methodology/water-use>)
- Wang, P., Yao, J., Wang, G., Hao, F., Shrestha, S., Xue, B., Xie, G., & Peng, Y. (2019): Exploring the application of artificial intelligence technology for identification of water pollution characteristics and tracing the source of water quality pollutants. Science of the Total Environment, 693, 133440. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.246>
- World Bank: Water in Agriculture (<https://www.worldbank.org/en/topic/water-in-agriculture>)
- World Business Council for Sustainable Development. (2013). Sharing water: Engaging business. Why watershed approaches are important to business sustainability. World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)