

## Használt vizek öntözési célú felhasználásának aktuális kihívásai a mezőgazdaságban

Kun Ágnes – Bozán Csaba

Nemzeti Agrárkutatói és Innovációs Központ (NAIK), Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóintézet (ÖVKI), 5540 Szarvas, Anna-liget utca 35., kun.agnes@ovki.naik.hu

### **Absztrakt**

A használt vizek öntözéses hasznosítása egy integrált vízgazdálkodási elemnek tekinthető, amely során a vízben lévő tápanyagok a természetes folyamatok által kerülnek felhasználásra/lebontásra, miközben helyi szinten vízvisszatartás valósul meg. A szennyvízöntözés nem tekinthető ugyanakkor a jelenkor találmányának, az jelentős múltra tekint vissza már az ókorban kezdődve. A használtvizek újrahasznosításának kétségkívül a legelterjedtebb módja a mezőgazdasági öntözéses hasznosítás volt, azonban a szennyvizek ismételt felhasználására számos más példa áll előttünk nemzetközi megvalósulások alapján. Mivel napjaink globális problémája, a vízhiány nem tekinthető tőlünk távoli és rajtunk kívül álló jelenségnek. Mind a hazai vízügyi szakembereknek, mind a gazdálkodóknak szembe kell néznie azzal a várható problémával, amely várhatóan (először) a mezőgazdaságban jelenik meg: egyre gyakoribb szárazságok, korlátozott öntözéshez elérhető felszíni vízkészlet, talajvízszint-csökkenés stb. formájában. A használtvizek újrahasznosítása hozzájárulhat a klímaváltozás hatásainak a csökkentéséhez, a gazdálkodók változó körülményekhez való alkalmazkodásának elősegítéséhez.

### **Bevezetés**

Napjaink legnagyobb kihívása az egyre gyakoribb aszály jelenséggel összefüggésben az öntözővíz biztosítása a mezőgazdaság számára. A klímaváltozás következményeként időszakosan és regionálisan hazánkban is előfordulhat az a jelenség, amely során a felszíni édesvízkészlet nem elegendő az öntözési vízigény biztosításához. Az arid régiókat jellemző éghajlatváltozás következményei a Kárpát-medencében is megjelennek, melyek új vízgazdálkodási problémákat (időszakos, és/vagy regionális vízhiány) idézhetnek elő, ilyen a kisvízi időszakokban jelentkező csökkent vízhozam és a kedvezőtlen eloszlású csapadékmennyiség.

A vízmegőrző talajművelés és aszálynak ellenálló növények termesztése mellett az öntözés lehet az, amely segíti a vízhiányból adód nehézségek leküzdését. A természetbiztonsághoz és a termelés növeléséhez egyaránt elengedhetetlen öntözővíz biztosításához a jövőben olyan vízforrások felhasználása is szükségessé válhat, melyek korábban vízminőségi okok miatt nem kerültek felhasználásra. Ilyen alternatív vízforrások lehetnek a pl. a tisztított kommunális szennyvizek vagy az élelmiszer-feldolgozó üzemek technológiai vizei.

A fentiek következtében a hazai vízgazdálkodási és öntözéses gazdálkodási fejlesztéseknek is egyaránt szembe kell néznie a változásokkal, nem tekinthetőek csupán globális problémáknak. A használt vizek öntözéses hasznosítása egy integrált vízgazdálkodási elemnek tekinthető, amely során a vízben lévő tápanyagok a természetes folyamatok által kerülnek felhasználásra/lebontásra, miközben a helyi szinten a vízvisszatartás valósul meg (Bodáné, 2017). A használt vizek mezőgazdasági újrafelhasználása ezáltal hozzájárul a körforgásos gazdaság erősítéséhez is.

### **Kitekintés a szennyvízkezelés történelmébe**

A városi vízellátás és szennyvízrendszer már megjelent i.e. 3200-1100 körül a bronz korban, Krétán és az Égei-szigeteken, valamint az Indus-völgyében (Angelakis és Zheng 2015; Zhanf és Shen 2017). Az ókori és klasszikus görög civilizáció kultúrája már bizonyítja,

hogy szennyvíz technológiák fejlettek voltak, a rómaiak átvették és általánosan elterjedtek (i.e. 750-580, 480-336). Évezredekken keresztül a kezeletlen szennyvíz a felszíni vizekbe került, de alternatív lehetőségként a szennyvízforrás környező területein került elhelyezésre, ahol növelte a talajtermékenységet és esetenként ha volt, a természetű növénykultúrát, azaz az ókori kultúrák már ismerték a szennyvízöntözés gyakorlatát is (ókori egyiptomiak, mezopotámiaiak, minósziak, indus-völgyi civilizációk). I.e. 3500-tól a minósziak már valószínűleg öntöztek szennyvízzel, amit a vízhiány ösztönzött és ekkor volt először alkalmazva a tápanyag terménynövelő előnyei miatt. Krétán i.e. 1700-tól gyümölcsfák és gazdasági növények öntözésére használják. I.e. 500 körül a görögök a városokon kívül gyűjtőmedencéket alakítottak ki a szennyvízöntözéshez (Akropolisz délkeleti részén) (Angelakis és Zheng 2015; Zhanf és Shen 2017).

A középkorban a „fejlett” nyugati kultúrából szinte teljesen eltűnt a szennyvízkezelés. Csak a 19. században kezdődött meg a jelenlegi szennyvízkezelés fejlődése, amely annak a felismerésnek köszönhető, hogy a betegségek (hastífusz, pestis) megjelenése összefügg a szanitáció állapotával. A vízkezelési technológiákat megelőzően, a múlt század kezdete óta a szennyvizet mezőgazdasági területeken helyezték el a felszíni vizek szennyezésének elkerülése érdekében. A világ legelső használt vizet felhasználó öntözéses gazdálkodásai az alábbi helyeken valósultak meg. Az 1900-as években öntöztek először Párizs környékén részben kezelt vízzel. Ausztráliában 1897-ben alapítottak egy közel 10 000 ha területű öntözőfarmot, ahol stabilizációs tavak vizéből öntöztek. Az arid Mexikói-völgy területén 1904-ben alapítottak az első szennyvíz öntözéses övezetet, Mexikóváros hatalmas mennyiségű nyers szennyvizének az elhelyezéséhez (Angelakis és Zheng 2015; Zhanf és Shen 2017).

### **Szennyvízhasznosítás és -kutatás hazai múltja**

Hazánkban már közel száz éves múltra tekint vissza a szennyvizek mezőgazdasági célú felhasználásának problémaköre. Kenessey (1931) szerint a rétek öntözésével nemcsak a hiányzó nedvességet pótolhatjuk, hanem trágyázhatunk is, amennyiben a szennyvíz növényi tápanyagokat tartalmaz. Jó táplálóanyagként nevezi meg az „oldalakról lesodort jó földet, ami a záporok és hóolvadások idejében a vizet iszapossá teszi”. Jó vizeknek tekinti a városi szennyvizet, amelyben nincs káros anyag és a cukor-, keményítő-, szesz- és sörgyárak, valamint a tejfeldolgozó telepek „lefutó” vizét is. Szilágyi (1942) szerint a városi szennyvizek mezőgazdasági hasznosítása egyben szennyvíztisztítási eljárás is, megfogalmazása szerint „a szennyvízöntözés a szennyvíz szempontjából nem egyéb, mint egy oxidációs biológiai tisztítási mód”.

Gál et al. (1977) szerint a szennyvízöntözés fejlődése három szakaszra bontható: Az első, legkorábbi szakaszban (múlt század vége, század eleje) a cél csak a szennyvíz természetes tisztítással összekötött elhelyezése volt, míg az öntöző és trágyázó hatás az akkori extenzív növénytermesztési viszonyok között csak másodrendű szerepet játszott. A két világháború közötti időszakban kezdtek el a szennyvizek öntözését a mezőgazdasági termelés fokozására felhasználni. Ekkor elsősorban a mezőgazdasági hasznot és nem a szennyvíztisztítást vették figyelembe, aminek következtében már egészségügyi károk is megjelentek. A harmadik szakasz a második világháború után kezdődött, amikor a célkitűzés már a biológiai szennyvíztisztítás volt az egészségügyi követelmények figyelembevételével mellett és a mezőgazdasági haszon optimális kielégítésével. Vermes (1992) megállapította, hogy a szennyvízöntözés során a talaj elsősorban a tisztításban, a szennyezőanyagok lebontásában, tárolásában és ártalmatlanításában játszik szerepet, a növények pedig főként a víz és növényi tápanyagok hasznosításában. Meghatározta a hazai kultúrnövények azon körét, amely lehetővé teszi a szennyvizek egész éves, gazdaságos felhasználását és a szennyezőanyagok táplálékláncba való bejutásának elkerülését.

Vermes (2017) szerint az 1980-as évek végén 12 helyen működött az országban szennyvízhasznosító és elhelyező telep (köztük a mintatelepként működő gyulai és kecskeméti szennyvízhasznosító telepek), összesen 2080 ha területen, ezen belül 1617 ha szántóterületen és 463 ha faültetvényen, naponta 35-36 ezer m<sup>3</sup> szennyvíz-felhasználási kapacitással, azonban mára valamennyi befejezte működését, amelyet a szerző a politikai rendszerváltást követő átalakulások következményével magyaráz. Helyettük azonban napjainkban számos regionális szennyvíztisztítóból kikerülő szennyvíziszap kerül mezőgazdasági felhasználásra.

### **Napjaink természeti-társadalmi kihívása: a vízhiány**

A FAO becslése szerint 2025-re 1,8 milliárd ember fog olyan vidéken vagy országban élni, amelyet abszolút vízhiány jellemez, és a lakosság kétharmadát fogja valamilyen víz konfliktus érinteni a klímaváltozás negatív hatásainak következtében (FAO 2013). A használt vizek újrafeldolgozása és újrahasznosítása azok az eszközök, amelyek növelhetik pl. az öntözéshez elérhető víz mennyiségét (FAO 2013). A vízkészletekért folyó növekvő verseny (agrárium, ipar, kommunális vízfelhasználás) megköveteli a szennyvizek újrahasznosítását, tekintettel annak állandónak tekinthető, szezonalitástól függetleníthető mennyiségére. Alternatív vízforrásként a szennyvíz alkalmas a globális vízhiány enyhítésére a szárazsággal küzdő régiókban (Francés et al. 2017; Winpenny et al. 2010).

Az éghajlatváltozás egyik jellemzője az egyre szélsőségesebb időjárási jelenségek előfordulása - amelyek hatásai hazánkban is megmutatkoznak -, az aszályos időszakok hosszabb elnyúlása, az aszály előfordulási gyakoriságának növekedése, mialatt ezen időszakokban a felszíni vizek a legkisebb vízállással, vízhozammal rendelkeznek. Éppen ezért az öntözéses hasznosítás nemcsak víz- vagy tápanyag-újrahasznosítást/visszapótlást jelent egyszerre, hanem a szennyvíz természet közeli kezelését is, mivel a felszíni víz terhelése kerülhető el vele. A csapadékvíz-gazdálkodás és szennyvíz öntözéses hasznosítása egyaránt erősíti az integrált vízgazdálkodást és a körforgásos gazdaságot (Dulovicsné 2004; Ligetvári 2017). Az Európai Unió „Az anyagkörforgás megvalósítása – a körforgásos gazdaságra vonatkozó uniós cselekvési terve” szerint: „A vízfelhasználás hatékonyságával kapcsolatos intézkedések mellett a tisztított szennyvíz biztonságos és költséghatékony feltételek mellett történő újrafelhasználása a vízellátás javításának és az EU túlzottan kiaknázott vízerőforrásaira nehezedő nyomás mérséklésének értékes, de nem kellően kihasznált módja., (Brüsszel, 2015.12.2. COM(2015) 614 final)

A szennyvízhasznosítás szükségessége hazánkban is egyre inkább központi kérdés, ugyanis Magyarország területének 35%-a kiemelt és fokozottan aszály-érzékeny régió, mely a leghátrányosabb helyzetű kistérségek 45%-át és az ország lakosságának 22%-át jelenti. A Homokhátság területén már a sivatagosodás jelei észlelhetők, éppen ezért indokolt lenne a „kellően tisztított” szennyvíz felhasználása (Bodáné 2017). Bodáné (2017) szerint a szennyvízöntözés pozitív térségi vízgazdálkodási elem: talajtáperő + hiányzó nedvességtartalom pótlása egyszerre, állandóan rendelkezésre álló vízforrás. A tisztított szennyvíz jelenleg nem kihasznált erőforrás, megoldás lenne az integrált vízgazdálkodás: fő eleme a tisztított szennyvíz helyben tartása és hasznosítása.

### **Szennyvíz újrafelhasználási lehetőségei**

A legfejlettebb újrahasznosítási gyakorlat a mezőgazdasági öntözés, víz-energia-élelmiszer háromszintű kapcsolat. A szennyvízöntözéssel a tápanyag kezelése valósul meg, ezáltal elkerülhető energiaveszteség (vízkezelésre fordított energia) és erőforrás pazarlás a talaj tápanyag-utánpótlásában. A mezőgazdasági felhasználáson kívül azonban számos egyéb lehetőség nyílik a használt vizek újrahasznosítására, ismételt felhasználásra (1. ábra).

1. ábra. Példák a tisztított szennyvizek újrafelhasználási lehetőségeire Salgot és Folch (2018) nyomán.



### Szarvasi szennyvízöntözéses kísérlet

Különleges körülmény előnyeit használtuk ki a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ (NAIK) Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóintézetének (ÖVKI) kísérletében, ahol egyszerre állt rendelkezésre egy állandó hozamú, használt rétegvíz forrás és a Körös Bikazugi-holtág vize. A kísérlet során egy intenzív afrikai harcsanevelő telep szennyvizét és a holtágból származó felszíni vizet használtuk fel öntözésre a NAIK Erdészeti Tudományos Intézetével közös (Mezőgazdasági eredetű szennyvizek öntözéses hasznosítása különböző növénykultúrákban c.) kutatási projektben.

A szennyvíz mezőgazdasági hasznosítását befolyásoló tényezők: a szennyvíz eredete és minősége, a természeti adottságok (talajtani tényezők, domborzati-, és lejtésviszonyok, belvív-veszélyeztetettség, talajvízszint mélysége, mikroklímikus viszonyok), fajlagos szennyvíz mennyiség, termesztett növény (Bodáné 2017). A kutatás során valamennyi tényezőt vizsgáltuk különböző célok mentén. A munkánk során célunk meghatározni az öntözővíz minőségét, a talaj és talajvíz minőségében bekövetkező változásokat. A szennyvízöntözés hatásait ezen elemeken keresztül vizsgálva a projekt fő célja olyan természetstechnológia és követelményrendszer kidolgozása, amellyel a kutatás során alkalmazott használt vízhez hasonló összetételű szennyvizek öntözésbe vonhatóak. Mindezt fenntartható módon kell megvalósítani, melynek során hosszú távú felhasználás esetén is biztosítható a talaj jó állapotának megőrzése, a környezetterhelés minimalizálása, a rentábilis természetstechnológia, a piacosítható minőségi és mennyiségi termék stb.

Az öntözővíz vizsgálatok során továbbá célunk meghatározni azokat a környezeti kockázati tényezőket, amelyeket a víz tulajdonságai hordoznak magukban (Kun 2018a). Szorosan a fentiekkel összefüggésben vizsgáltuk a talaj és talajvíz (liziméterekben keletkező csurgalékvíz) nitrogén tartalmát, hogy következtessünk a talajban történő tápanyag-felhalmozódás volumenére, az esetleges talajvíz szennyezés lehetőségének felmérésére. A talaj szikesedési folyamatainak vizsgálatával meghatározzuk a szennyvíz hosszú távú alkalmazhatóságának következményeit, így visszacsatolást fogalmazzunk meg az öntözővíz minősítő rendszer fejlesztéséhez.

Eddigi eredményeink szerint a használt víz felszíni vízzel történő hígítása és kalcium-szulfát javítóanyag hozzáadása, már az első öntözési idényt követően eredményes volt a kísérletben a másodlagos szolonyecsedés mérséklésében, így a javított öntözővíz alkalmazásával elkerülhető a talaj kedvezőtlen vízgazdálkodási tulajdonságaiért felelő nátrium káros mértékű felhalmozódása (Kun et al. 2017; Kun 2018b).

A kísérlet növénye energiafűz volt (1.kép), amely biomassza produkciójának a hazai klimatikus viszonyok között a legfontosabb limitáló tényezője a vízellátottság.



1. Kép: Energiafűz kísérleti ültetvény, NAIK ÖVKI.

Az eredmények alapján az öntözővizek minősége nem volt termésnövekedést gátló tényező. A szennyvíz talajra nézve káros jellemzői sem okoztak a fűz bioprodukciójában termésdepressziót, de a szennyvíz tápanyagtartalma (nagy ammónium-nitrogén koncentráció) sem növelte azt szignifikánsan. 2015-ben 15 mm-es öntözési norma esetén 24-28 t/ha-os termés hozamot, 60 mm-es norma mellett pedig 44-46 t/ha-os hozamot tudtunk elérni bármely kezelésben, függetlenül a vízminőségtől (Kun 2018b).

A kutatás jelenleg is zajlik és további célkitűzései közt szerepel a vízminőség javításának fejlesztése, a talajt károsító hatások mérséklését lehetővé megoldások kutatása, lágyszárú növények kísérletbe vonása agroerdészeti rendszerben és a környezet egészségét megőrző természetstechnológiai elemek fejlesztése.

### **A szennyvízfelhasználás jövőbeli kihívásai**

A témában írt legfrissebb szemlecek összefoglalása alapján a nagyobb arányban történő használt vizek újrahasznosításához, az alábbi változásokra és kutatási feladatok elvégzésre lenne szükség a közeljövőben (Zhan és Shen 2017; Maimon és Gross 2018; Roccaro és Verlicchi 2018; Salgot és Folch 2018; Sgroi et al. 2018):

- a szennyvízrendszereket adaptálni kell a klímaváltozáshoz (aszályok és árvizekre való felkészülés);
- több hatékony decentralizált szennyvízkezelő rendszert alapítani (amely egyaránt szállít, kezel, elhelyez + újrahasznál);
- fontos lenne a távolság csökkentése (optimalizálás) a szennyvíztisztító művek és öntözött területek között;
- egyensúlyt kell találni a kommunális és ipari szennyvizek öntözéses hasznosításában, amellyel vízmegtakarítás érhető el, csökkenthető a talajszennyezés és az egészségügyi kockázatok;
- érdemes lenne a kémiai anyagok használatának növelése a szennyvízkezelésben a biztonságos öntözéses hasznosítás érdekében;
- szükséges a mezőgazdasági felhasználás során felmerülő legnagyobb problémák kezelése (szikesedés, növénybetegségek, toxikusság);
- kiemelt kutatási feladatnak kellene lennie az eddig alig vizsgált (mikro) szennyezőanyagok hatásainak (contaminants of emerging concern, CEC).

### **Összefoglalás**

A napjainkban jelentkező vízhiány miatt az alternatív vízforrások jelentősége felértékelődik. Részben a klímaváltozás következtében, a mezőgazdaság vízigénye változott meg a legdinamikusabban, a növekvő igény kielégítésére módot jelenthet a tisztított szennyvizek öntözéses hasznosítása. Jelenleg kétségkívül a szennyvíz mezőgazdasági felhasználása rendelkezik a legnagyobb gyakorlattal, azonban más felhasználási lehetőségek megismerése és tanulmányozása is fontos jövőbeli feladat a vízügyi szakemberek számára. A mezőgazdasági felhasználás legnagyobb előnye más alkalmazásokkal szemben (városi parkok öntözése, vízbázis utánpótlása, stb.), hogy produktív/költséghatékony módon (mezőgazdasági kiadások csökkentése, termésmenvelés, vízkezelés költségének csökkentése miatt) valósulhatna meg. A módszer széles körben való elterjesztése ugyanakkor az aktuálisan leginkább elterjedt öntözött növénykultúrákra vonatkozó, fenntartható termesztéstechnológia kidolgozását és a rendelkezésre álló tisztított szennyvizekre vonatkozó adatok összegyűjtését követeli meg, amelynek meg kell alapoznia a társadalmi elfogadtatáshoz szükséges alapvető információt.

### **Irodalom**

- Angelakis A., Zheng X.Y. 2015. Evolution of water supply, sanitation, wastewater, and stormwater technologies globally. *Water*, 7: 455-463.
- Bodáné K. R. 2017. A szennyvíz mezőgazdasági felhasználásának indokai és feltételei. *MASZESZ HÍRCSATORNA* 2017 (6): 5-23.
- Dulovics Dné. 2004. Sürgető szükségesség-e a csapadékvíz-gazdálkodás? *Vízmű Panoráma* 4: 26-33.
- Ligetvári F. 2017. Környezetgazdagító rezsicsökkentés. *Agrofórum* 28 (5): 16-18.
- FAO Statistical Yearbook 2013. *World Food and Agriculture*.
- Francés G.E., Quevauviller P., González E.S.M., Amelin E.V. 2017. Climate change policy and water resources in the EU and Spain. A closer look into the Water Framework Directive. *Environmental Science and Policy* 69: 1-12.
- Gál et al. 1977. *Faültetvények szerepe a szennyvizek elhelyezésében és hasznosításában*. Vízügyi Gazdasági Tájékoztató. 87. szám. Budapest.
- Kenessey B. 1931. *Vízgazdálkodás*. A magyar földművelésügyi miniszter kiadványai 2: 29-42.

- Kun Á., Bozán Cs., Oncsik B. M., Barta K. 2017. Használt termálvíz mezőgazdasági elhelyezésének (öntözés) hatása a talaj kicserélhető nátrium tartalmára és az összes oldott sótartalmára, *Agrokémia és Talajtan*, 66(1): 95-110. (DOI: 10.1556/088.2017.66.1.6)
- Kun Á. 2018a. Intenzív halnevelő telepről származó elfolyóvíz öntözésre való alkalmasságának vizsgálata, *Hidrológiai Közlöny* 98 (1): 60-71.
- Kun Á. (2018b): Intenzív üzemű halnevelő-telepről származó szennyvíz mezőgazdasági elhelyezésének és hasznosításának vizsgálata energiafűz kísérletben. Doktori értekezés. Szegedi Tudományegyetem.
- Maimon A. és Gross A. 2018. Greywater: Limitations and perspective. *Current Opinion in Environmental Science & Health* 2: 1-6.
- Roccaro P. és Verlicchi P. 2018. Wastewater and reuse. *Current Opinion in Environmental Science & Health* 2: 61-63.
- Salgot M., Folch M. 2018. Wastewater treatment and water reuse. *Current Opinion in Environmental Science & Health* 2: 64-74.
- Sgroi M., Vagliasindi F., Roccaro P. 2018. Feasibility, sustainability and circular economy concepts in water reuse. *Current Opinion in Environmental Science & Health* 2: 20-25.
- Szilágyi Gy. 1942. A szennyvíz mezőgazdasági hasznosítása. *Vízügyi Közlemények* 24 (1-2): 137-148.
- Vermes L. 1992. A szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági hasznosításának alapkérdései. Tézisek a tudományos fokozat elnyeréséhez. Budapest.
- Vermes L. 2017. Vízgazdálkodásunk mostoha gyermeke – a szennyvízöntözés. *Hidrológiai Közlöny* 97 (1): 66-75.
- Winpenny J.T., Heinz I., Koo-Oshima S., Winpenny J.T., Winpenny J.T. 2010. *The Wealth of Waste: The Economics of Wastewater Use in Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Zhanf Y., Shen Y. 2017. Wastewater irrigation: past, present, and future. *WIREs Water* (DOI:10.1002/wat2.1234)