

# Mezőgazdasági eredetű elfolyóvizek öntözéses hasznosítási lehetőségei

**Kun Ágnes**

tudományos segédmunkatárs  
([kun.agnes@ovki.naik.hu](mailto:kun.agnes@ovki.naik.hu))

*Nemzeti Agrárkutatói és Innovációs Központ  
Öntözési és Vízgazdálkodási Önálló Kutatási Osztály*

2017. évi szaktanári továbbképzés  
Szarvas 2017.12.07.

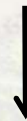


# Globális környezeti problémánk – a vízhiány

A növénytermesztés naponta  $7,4 \text{ km}^3$  vizet használ fel öntözésre.

Becslések 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 következtében (FAO 2014).



A **használt vizek újrafeldolgozása és újra hasznosítása** azok az eszközök, amelyek növelhetik az öntözésre elérhető víz mennyiségét (FAO 2012)

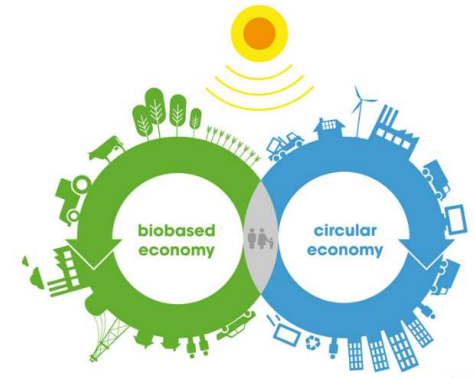
**Új, alternatív vízforrások** → meghatározó szerepet játszanak a vízgazdálkodásban a globális vízhiány miatt, ezért felhasználásuk elengedhetetlen a legtöbb szárazsággal küzdő régióban (Francés et al. 2017).



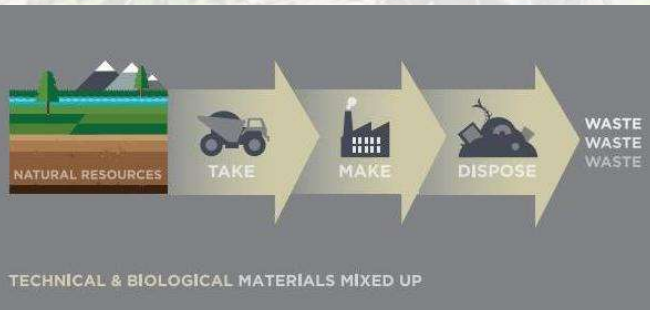
Kép forrása: <http://www.rainharvest.co.za/2010/05/the-physical-causes-of-water-scarcity-southern-africa/>

# Vízkonfliktus egyik kezelési módja – a szennyvizek öntözéses hasznosítása

Vízkészletekért folyó növekvő verseny az agrár – ipari – lakossági vízfelhasználás közt → **szennyvizek öntözéses felhasználása** széleskörűen elterjedt megoldás a vízhiány enyhítésére (Winpenny et al. 2010).

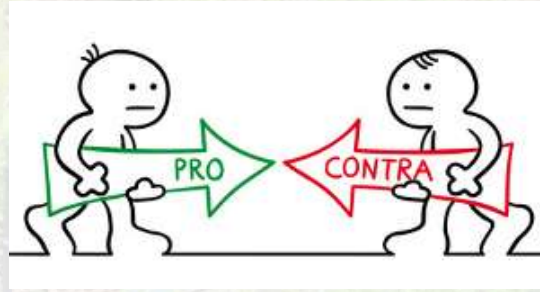


- Ciprus. Édesvízhiány miatt a m.g.-i szennyvízfelhasználás növelése 9%-ról 40%-ra (Papadaskalopoulou et al. 2015).
- Görögország. 16 szennyvíztisztító telep elfolyóvizével a szőlőültetvények negyede lehetne öntözhető, ez a vízigény 4,3%-át elégítené ki (Agrafioti és Diamadopoulos 2012).
- Spanyolország. Vízhiányos délkeleti régió (vízkonfl. öntözés és turizmus közt, csökkenő csap.mennyiség, vízkészletek túlhasználása) → megoldás tengervíz sóatlanítása és szennyvízfelhasználás növelése (Martín-Rosales et al. 2007).
- Málta, Tunézia, Észak-Afrika, Izrael stb...



Képek forrása:  
[http://vallalkozas.hulladekboltermek.hu/korforgasos\\_gazdasag/](http://vallalkozas.hulladekboltermek.hu/korforgasos_gazdasag/)

# Szennyvízfelhasználás előnyei és (környezeti) kockázatai



- Vízforrás a m.g. számára → *vízhiány csökkentése*
- **Oldott tápanyagtartalma miatt csökkenti a hagyományos tápanyag-utánpótlás mértékét** → mg. termelés *jövedelmezőségének javulása*
- Szennyvíz-elhelyezés és tisztítás is egyben → *szennyvíz-tiszt. költségek csökkentése*
- ezáltal a felszíni vizek tápanyag terhelését csökkenti → *eutrofizáció mérséklése*
- Mikrobiológiai szennyező anyagok (baktériumok, bélférgek, vírusok, egysejtű paraziták stb.) → *humán-egészségügyi kockázat, de talaj és felszíni ill. felszín alatti vizek szennyezésének kockázata is*
- Szervetlen kémiai szennyezők (legveszélyesebb: kadmium, kobalt, szelén, molibdén → *akkumulálódnak*) → *toxikus hatás növényekre és humán-egészségügyi kockázat is*
- Szerves szennyező anyagok (pesticidek, gyógyszermaradványok, hormonok stb.) → pl. *növeli a vizek és talajok antibiotikum rezisztencia szintjét*
- Túl magas tápanyagtartalom → *növények fejlődési rendellenessége, kimosódás veszélye* – pl. nitrát szennyezés
- **Kedvezőtlen öntözővíz minőség (magas sótartalom, Na és  $\text{HCO}_3^-$  koncentráció)** → *szikesedés veszélye*

# A klímaváltozás hazai hatásainak mérséklése – az adaptáció szükségessége

**A szélsőséges vízháztartási helyzetek fokozódásával a változó környezeti feltételekhez való alkalmazkodás (=adaptáció) megköveteli az eddigi hazai mezőgazdasági gyakorlat módosítását is!**

Az **adaptáció** fontos elemei (Francés et al. 2017, Singh 2014):  
öntözéses gazdálkodási formák kiszélesítése,  
a víz- és energiatakarékos öntözési módok és módszerek előtérbe helyezése és  
*a használt vizek (szennyvizek, hulladékvizek, elfolyóvizek, stb.) öntözéses hasznosítása.*

Az utóbbi jelentősége felértékelődik napjainkban, ugyanis az előbbieken bemutatott klímaváltozás hatásai miatt a legszárazabb **nyári periódusokban** a felszíni vizek kihasználtsága mellett jelentős értéket képviselhet a szennyvíz által biztosított öntözővízforrás is.



Kép forrása: <http://grist.org/climate-change/2011-08-25-neoliberalism-and-climate-change-adaptation/>

## Problémafelvetés

Az éghajlatváltozás következménye

- kedvezőtlen eloszlású csapadékmennyiség
- kisvízi időszakban az öntözés célú felszíni vízkivétel kritikussá válik



**Új, alternatív vízforrások** lesznek szükségesek az öntözés vízigényének kielégítéséhez.

Magyarország jelentős mezőgazdasági szennyvíz kibocsátási potenciállal rendelkezik: összesen 112 millió m<sup>3</sup>/év  
+ *a növények számára hasznos tápanyagokat tartalmaz*



**Ez a potenciál sikeresen összekapcsolható a mezőgazdasági területeken, különösen az energetikai faültetvényeken történő felhasználással.**



*Szennyvíz öntözéses hasznosításának feltétele a humán-egészségügyi és környezeti kockázatok mérséklése!*



## Célkitűzés

Szarvasi intenzív halnevelő telep elfolyóvize (szennyvize)

- rendszeres, nagy mennyiségű vízforrás (~1000 m<sup>3</sup>/nap) és
- jelentős tápanyagtartalma indokoltá teszi a felhasználását
- azonban termásvíz eredete miatt **nagy összes oldott sótartalommal és nátrium tartalommal rendelkezik.**



Hogyan lehet a víz helyben tartását és az oldott tápanyag hasznosulását fenntartható módon megvalósítani?

Kutatásunk során célunk olyan vízkezelési módszert kidolgozni, amellyel a jelenlegi szabályozás mellett öntözésre alkalmatlan vizek is mezőgazdasági elhelyezésre alkalmassá tehetők.

- 1. Öntözővíz minősítés alapján a szennyvíz milyen vízminőséggel rendelkezik?*
- 2. Öntözéses hasznosítása során milyen hatások figyelhetők meg a talaj-növény-víz rendszerben?*
- 3. Talaj- és vízvédelem szempontjai szerint fenntartható öntözésre vízkezeléssel alkalmassá tehető-e a szennyvíz?*

„Gyenge minőségű vizek hosszú távú felhasználásának úgy kell megvalósulnia, hogy a talaj felső rétegében elkerüljük a sófelhalmozódást, (...) amely előfeltétele a *mezőgazdaság fenntarthatóságának, élelmiszerbiztonságnak és a környezeti degradáció megelőzésének*” (Singh, 2014)



## Anyag és módszer - a szennyvízöntözéses kísérletek koncepciója

Kísérlet Szarvason, két helyszínen: a NAIK ÖVKI Liziméter Telep és a fűz-nyár szabadföldi kísérleti területen zajlik. Vízforrások:

- **A kezeletlen szennyvíz (1)** szarvasi intenzív afrikai harcsanevelő-telep közvetlen kifolyó használt vizéből származott → *liziméteres kísérletben*
- **Létesített vizes élőhely vize (2)** 4 tavas rendszer, két növényzet nélküli stabilizációs tó és két vízi növényes tó, első tavából → *szabadföldi fűz-nyár kísérletben*
- **„Körös víz” (3)** a Szarvas-Békésszentandrás Holt-Körös, Bikazugiholtágának vize → *mindkét kísérleti területen kontroll öntözővíz*
- **Kezelt szennyvíz (4)** nyers elfolyóvíz 1:3 arányban, Körös vízzel történő hígítása majd kalcium-szulfát javítóanyag hozzáadása az alábbi egyenlet alapján

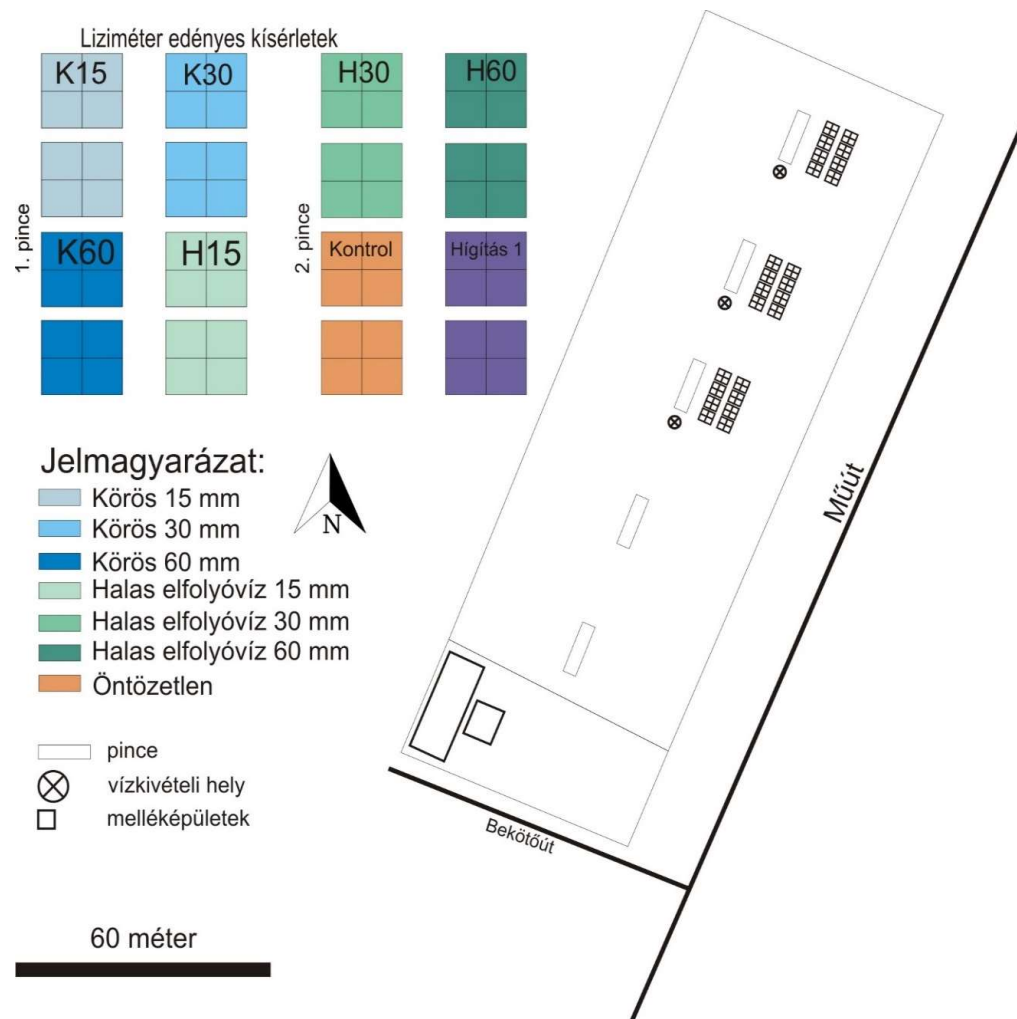
$$x = Sze * E,$$

ahol  $x$  = a javítóanyag mennyisége (mg/l vagy  $g/m^3$ ),  $Sze$  = szódaegyenérték,  $E$  = a javítóanyag egyenérték tömege (gipsz esetén 86,1)





# Anyag és módszer – liziméteres kísérlet



- Az öntözéses kísérlet 64 liziméterben zajlik (1 m<sup>2</sup>). 2014-ben kezdődött a fűz klónok telepítésével. Az öntözéses kísérlet 2015-ben kezdődött.

A kísérletben 8-féle kezelést alkalmaztunk:

- Kontroll (öntözetlen),
- szennyvíz 15 mm (H15),
- szennyvíz 30 mm (H30),
- szennyvíz 60 mm H60,
- Körös víz 15 mm (K15),
- Körös víz 30 mm (K30),
- Körös víz 60 mm (K60) öntözési normával
- a kezelt szennyvíz kizárólag 60 mm öntözési normával (HG).



# Anyag és módszer – szabadföldi fűz-nyár kísérlet

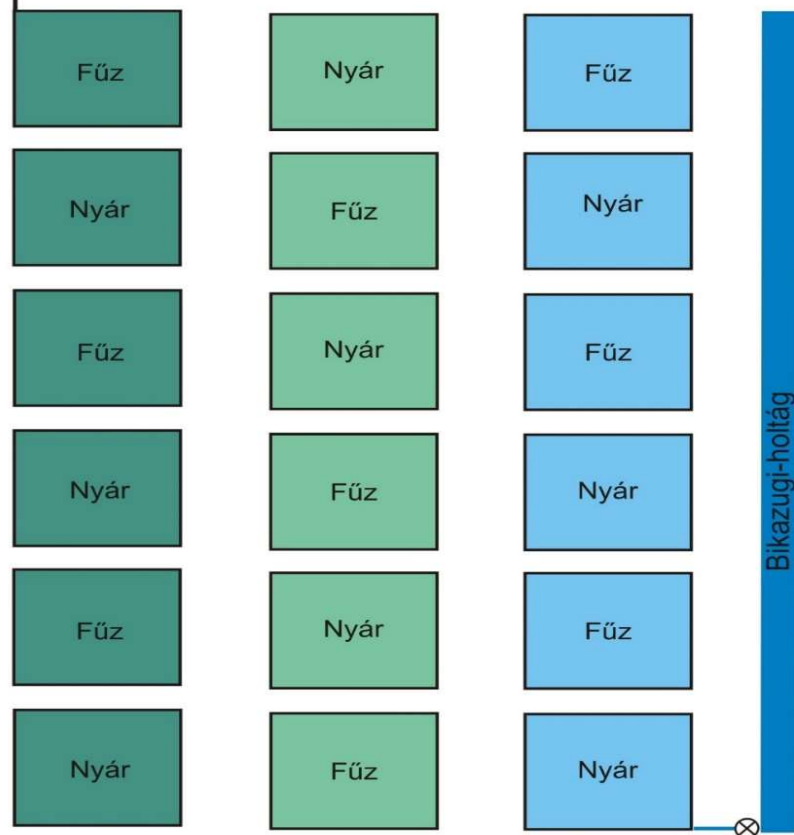
Szabadföldi fűz-nyár öntözéses kísérlet (HRSZ 0153/21)  
(Fűz: 82 klón Naperti, nyár: Kopecky-nyár klón)

Wetland törendszér

W3	W2
W4	W1

Jelmagyarázat:

- Körös 30 mm
- Szennyvíz 30 mm
- Szennyvíz 60 mm
- ⊗ vízkivételi hely



A fűz-nyár kísérleti tér 0,3 ha területen található.

A területen található 18 parcella azonos méretű: 136,5 m<sup>2</sup>.

Három kezelés:

Szennyvíz 30 mm öntözési normával

Szennyvíz 60 mm öntözési normával

Körös víz 30 mm öntözési normával

2013-ban telepített ültetvényen (Kopecky-nyár és 82-es fűzklón), az első két évben esőztető öntözés, 2015-ben és 2016-ban mikroöntözés (csepegtető rendszer) volt.

## Anyag és módszer – talajvizsgálatok

### Vízvizsgálatok:

#### Öntözővíz

(öntözési idény alatt, havi gyakorisággal mintavétel)

#### Vizsgált paraméterek:

- A pH, EC, m-lúgosság, hidrogén-karbonát, kationok ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ) → *a víz szikesítő hatása*
- A klorid, szulfát paraméterek → *öntözőberendezés károsodásának kockázata*
- A nitrogén, kálium és foszfor formák → *az öntözővíz tápanyagtartalma*

#### Csurgalékvizek

2015.07.03-2017.04.21. (mennyiség+minőség)

#### Növénymintavétel

Levél, szár, gyökér elem tartalma (makro- és mikroelemek)

**Biomassza mérések** (vegetációs időszakon kívül, tél végén, +sz.a.)

**Talajvizsgálatok** (bolygatott, alapvizsg., makroelemek, szikesedés)



## Anyag és módszer – nitrogén és nátrium mérlegszámítások

### A számítás során figyelembe vett input anyagmennyiségek:

- Műtrágyával kijuttatott nitrogén mennyiség
- Öntözővízzel kijuttatott (összes szervesetlen) nitrogén és nátrium mennyiség
- Esővíz oldott nitrogén és nátrium tartalma

### Output:

- Fűz szárában felhalmozott nitrogén és nátrium mennyiség
- Csurgalékvízzel a liziméter edényekből oldott formában távozó (kilúgozódott) nitrogén és nátrium mennyiség

Két éves vizsgálati időszak:

1. év: 2015.06.15-2016.06.17. és

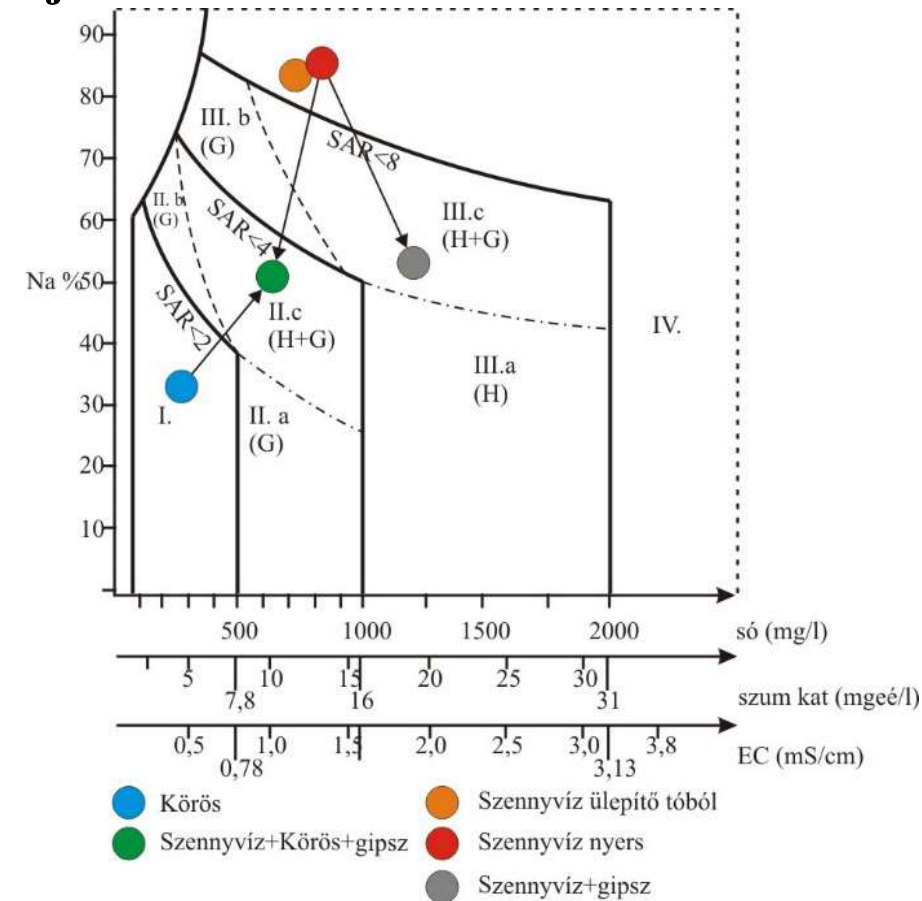
2. év: 2016.06.17.-2017.04.21. közötti időszak.



## Eredmények – öntözővizek jellemzése

A hazai öntözővíz minősítő rendszer szerint

- a szennyvíz (és a stabilizációs tóból származó víz) „**öntözésre nem használható és nem javítható**” víz csoportjába (IV.) kerültek
- a Körös víz „**kifogástalan**” vízminőségű csoportba sorolható,
- a hígított+gipszezett szennyvíz a II.c csoportba került, amely szerint „**nem szikes talajok öntözésére csak hígítás és/vagy kémiai javítás után alkalmas**”,
- a gipszezett szennyvíz a III:c. csoportba került: „**javítás után is csak egyes talajok öntözésére alkalmas**”.



Filep-féle öntözővíz minőség osztályozás

## Eredmények – öntözővizek jellemzése

	90/2008. (VII.18) FVM rendelet	Filep-féle osztályozás (1961)	FAO (1989)	USDA (1954)
<i>Körös</i>	minden esetben használható	„kifogástalan” vízminőségű	felhasználása nem korlátozott, de a talaj beszivárgási tulajdonságaira veszélyt jelentet	mérsékelt kilúgozás mellett felhasználható, kis nátrium tartalmú
<i>Szennyvíz</i>	csak szikes talajon javasolt felhasználásra	„öntözésre nem használható és nem javítható” víz	korlátozások mellett felhasználható	csak jó drénviszonyok mellett, sótüró növények öntözésére alkalmas
<i>Szennyvíz stabilizációs tóból</i>		„nem szikes talajok öntözésére csak hígítás és/vagy kémiai javítás után alkalmas”		durva textúrájú talajon, vagy szerves talajon használható
<i>Hígított és gipszezett szennyvíz</i>		„javítás után is csak egyes talajok öntözésére alkalmas”		kis nátrium tartalmú víz, amely megfelelő drénviszonyok mellett felhasználható öntözésre
<i>Gipszezett szennyvíz</i>				durva textúrájú talajon, vagy szerves talajon használható

A szennyvíz kezeletlen formában történő alkalmazása során számolni kell a talaj szikesedésének veszélyével a hazai és a nemzetközi osztályozási rendszerek szerint egyaránt.

A hígítással és kalcium-szulfát javító anyag hozzáadásával kezelt szennyvíz öntözésre alkalmas lehet a kémiai paraméterek javított értékei miatt.

## Eredmények – talaj tápanyagtartalma, N

- Az öntözetlen kezelésekben nagyobb volt a talaj nitrát koncentrációja → növények kevesebb tápanyagfelvétele → talajban nagyobb koncentrációt eredményezett (Szalókiné és Szalóki 2003)
- $H15, H30, H60 > K15, K30, K60$  mindkét öntözési időnyt követően nagyobb a szennyvízzel öntözött talajok nitrát koncentrációja tartalma
- $HG \sim K60$  közel azonos a hígítás ellenére

## Eredmények – nitrogén mérleg

Első év 2015.06.15-2016.06.17.	H15	H30	H60	HG60	K15	K30	K60	Kontroll
$\Delta N$ (kg/ha)	-7,0	4,5	32,5	20,1	-11,9	-31,8	-44,5	-46,3

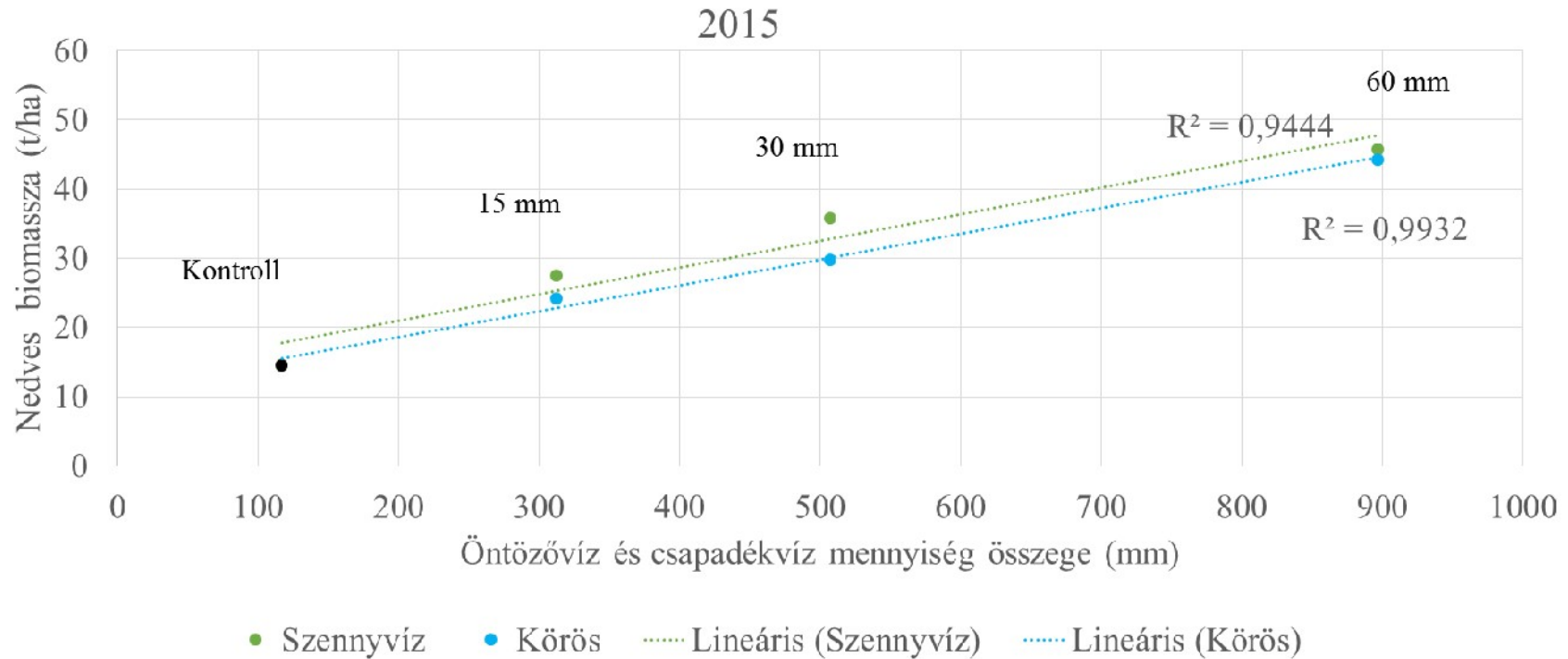
- Az öntözetlen kezelésben jelentős a *kilúgozás általi nitrogén veszteség*, ezért negatív mérleg jellemző mindkét évben
- A Körös vízzel öntözött kezelések nitrogén vesztesége az öntözővíz kis szervesetlen nitrogén tartalmára vezethető vissza
- Nitrogén műtrágya nélkül a H60 és HG kezelés kedvezőbb nitrogén mérleget eredményezett, mint a Körös vízzel öntözött kezelések.



## Eredmények – a talaj kicserélhető Na<sup>+</sup> ionjai

- Az első öntözési idényben az adszorbeálódott nátrium mennyisége a szennyvízzel öntözött kezelésekben jelentősen növekedett (+99-278%), míg a többi kezelésben a növekedés 10% alatt maradt.
- H15, H30, H60 > K15, K30, K60
- *Az első és második öntözési idényt követően, a különböző kezelésekben mért értékek páronkénti összehasonlítása alapján, mindkét évben igazolt az a megállapítás, hogy a HG és K60 kezelésben jellemző kicserélhető nátrium mennyiségek közt nincs szignifikáns különbség.*

## Eredmények – fű biomassza produkciója



Az aszályos, száraz évben a növények számára elérhető vízmennyiség határozta meg azok növekedését.

A második évben kisebb biomassza produkciók voltak mérhetőek a tápanyag-utánpótlás hiánya miatt.

H15, H30, H60 > K15, K30, K60



Fotó: Túri Norbert, NAIK ÖVKI (2017)

## Összegzés és következtetések

A vizsgált szennyvíz esetében a **vízkezelés (hígítás és gipsz javítóanyag hozzáadása)** igazolhatóan alkalmassá teszi öntözésre a szennyvizet, ugyanis a talaj szolonyeceseedésének mérséklését teszi lehetővé;

→ a igazolható, hogy a talaj kicserélhető nátrium tartalma nem növekedett káros mértékben amellet, hogy

A halnevelő telepről származó **elfolyóvizek nagy nitrogén tartalma (~30 mg/l) az alábbiak szerint hasznosul:**

→ kedvező hatással van a talaj nitrogén ellátottságára és

→ a fűz biomassa produkciójára

→ a talajvíz jelentős nitrogén terhelésének (nitrát kilúgozás) kockázata nélkül.

*A haltenyésztésben használt termálvíz öntözésre alkalmassá tehető vízkezeléssel, ezáltal megvalósul a víz helyben tartása és a tápanyagok hasznosulnak a körforgásos gazdaság követelményei szerint.*

# Felhasznált irodalom

1. Agrafioti E., Diamadopoulos E. 2012. A strategic plan for reuse of treated municipal wastewater for crop irrigation on the Island of Crete. *Agricultural Water Management* 105, 57-64.
2. FAO 2012. Coping with water scarcity. An action framework for agriculture and food security. <http://www.fao.org/docrep/016/i3015e/i3015e.pdf>
3. FAO 2014. Building a common vision for sustainable food and agriculture. <http://www.fao.org/3/a-i3940e.pdf>.
4. 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.
5. Martín-Rosales W., Pulido-Bosch A., Vallejos Á., Gisbert J., Andreu J.M., Sánchez-Martos F. 2007. Hydrological implications of desertification in southeastern Spain. *Hydrological Sciences Journal* 52, 1146-1161.
6. Papadaskalopoulou C., Katsou E., Valta K., Moustakas K., Malamis D., Dodou M. 2015. Review and assessment of the adaptive capacity of the water sector in Cyprus against climate change impacts on water availability. *Resources, Conservation and Recycling* 105, 95-112.
7. Singh A. 2014. Poor quality water utilization for agricultural production: An environmental perspective. *Land Use Policy* 43, 259-262.
8. Szalókiné Z. I., Szalóki S. 2003. Nitrátlemosódás vizsgálata liziméteres és szabadföldi tartamkísérletben. *Agrokémia és Talajtan.* 52/1-2, 35-52.
9. 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. FAO. Available at <http://www.fao.org/docrep/012/i1629e/i1629e.pdf>

Köszönöm a figyelmüket!

Web:  
<http://ovki.naik.hu/>

Facebook:  
<https://www.facebook.com/naikovki/>

Kun Ágnes

[kun.agnes@ovki.naik.hu](mailto:kun.agnes@ovki.naik.hu)  
06/70/684-1404