

# **ALTERNATÍV VÍZFORRÁSOK SZEREPE A RÖVID VÁGÁSFORDULÓJÚ ENERGIAFŰZ ÖNTÖZÉSÉBEN**

**LEHETŐSÉGEK - KORLÁTOK - GYAKORLATI TAPASZTALATOK**

**Dr. Kolozsvári Ildikó**

*centrumvezető, tudományos munkatárs*

MATE Tessedik Sámuel Oktatási és Kutatási Centrum  
Növénytermesztési-tudományok Intézet  
Agronómia Tanszék



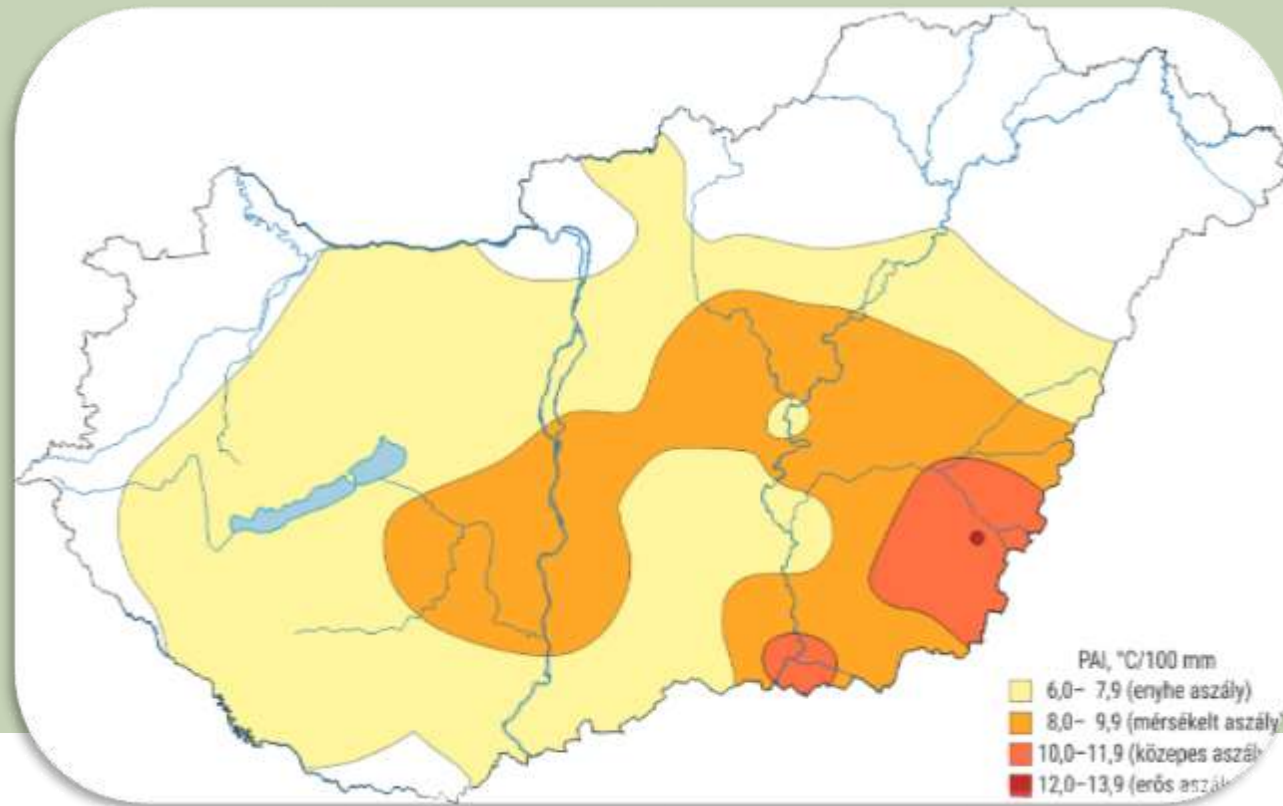


## Miért aktuális a téma?

- A vízhiány Magyarországon – különösen Békés vármegyében – már nem csak kockázat, hanem *jelenlevő terméskorlát*.
- A klímaváltozás hatására nő az öntözési igény, miközben a biztonságos öntözővíz-készletek csökkennek.
- Reális igény van **alternatív vízforrások bevonására**



# Békés Vármegye mint aszálygóc



- **Szarvas és térsége Magyarország egyik legmelegebb és legszárazabb régiója.**  
Az elmúlt négy évben Békés térségében egyértelmű **melegedési trend** figyelhető meg.
- **A csapadék erősen ingadozó, hosszabb távon száradó tendencia** jellemző, ami növeli a talajnedvesség-deficitet és az aszálykockázatot.
- **2022–2025 között** gyakoribbá váltak a szélsőségesen száraz hónapok, miközben a csapadék rövid, intenzív záporokra koncentrálódott.
- **A nyári hőhullámok** időtartama és intenzitása nőtt, ami **jelentősen fokozza az öntözési vízigényt.**





## A klímaváltozás mezőgazdasági hatásai Békés megyében

- Gyakoribb az aszályos tavasz és a 35–40 °C-os nyári hőhullám.
- Csökken a talajok vízmegtartó képessége (vertisol + réti csernozjom – repedéses szerkezet).
- A kukorica termése akár **25%-kal csökkenhet** a század végére (modellek alapján).
- A hagyományos vetésforgó (búza–kukorica–napraforgó) sérülékenyebb.

# Energiafűz - miért jó tesztnövény?



## → Gyors növekedés és magas biomasszatermés

- 2–3 éves vágásforduló
- 10–15 t/ha/év szárazanyag-termés is elérhető
- Biomasszája jól gépesíthető, pelletálható, aprítékolható

## → Kiváló környezeti tolerancia

- Jól viseli a **nedves, időszakosan vízzel borított** területeket
- Alkalmazkodik gyengébb minőségű talajokhoz is
- Bírja a hideget és a téli fagyokat (hazai klímán stabil)

## → Környezetvédelmi és talajvédelmi előnyök

- Mély gyökérzete javítja a talaj szerkezetét, csökkenti az eróziót
- Hatékony **nitrát- és nehézfém-megkötés**, ezért szennyvíz- és csurgalékvizek mellett is alkalmazható
- Szénmegkötési potenciálja magas → klímabarát kultúra

## → Alacsony ráfordítás-igény

- Kevés növényvédelmet igényel
- Egy ültetvény akár 20–25 évig fenntartható
- Energiaigénye alacsony a művelés során

## → Stabil piaci kereslet

- Fűtőművek, ipari biomassa-erőművek, önkormányzati tüzelőprogramok
- Helyi körforgásos gazdaságokba jól illeszkedik



# Miért kell alternatív vízforrásokot bevonni?

Az alternatív vízforrások bevonása kulcseleme lehet Békés megye mezőgazdaságának klímaadaptációjában, különösen az energiatűz öntözésében

Verseny a vízért,  
Termésbiztonság és élelmiszer-ellátás  
Fenntarthatóság és környezetvédelem



## Csökken a felszíni vízkészlet

A Körös vízhozama évek óta csökkenő trendet mutat



## Felszín alatti vizek kitermelése korlátozott

Engedélyezési nehézségek, víztestek terheltsége



## A mezőgazdaság vízigénye nő

A víztakarékos öntözés + alternatív források kombinációja lesz a jövő





# Milyen alternatív vízforrások jöhetnek szóba?

Olyan vízforrás, amely nem hagyományos felszíni vagy felszín alatti víz, mégis alkalmas mezőgazdasági célra:



**Tisztított kommunális szennyvíz**



**Ipari előkezelt technológiai vizek**



**Csurgalékvizek, mezőgazdasági elfolyóvizek**



**Csapadékvíz és tározók**

Miért különösen ígéretes a halastermelő telep elfolyóvíz Szarvason?

- Folyamatosan rendelkezésre áll (> 1000 m<sup>3</sup>/nap az afrikai harcsanevelő telepen)

Magas N és P tartalom → „folyékony műtrágya”



# Az öntözés globális összefüggései

A víz az élelmiszer-termelés legkritikusabb korlátjává vált világszerte:

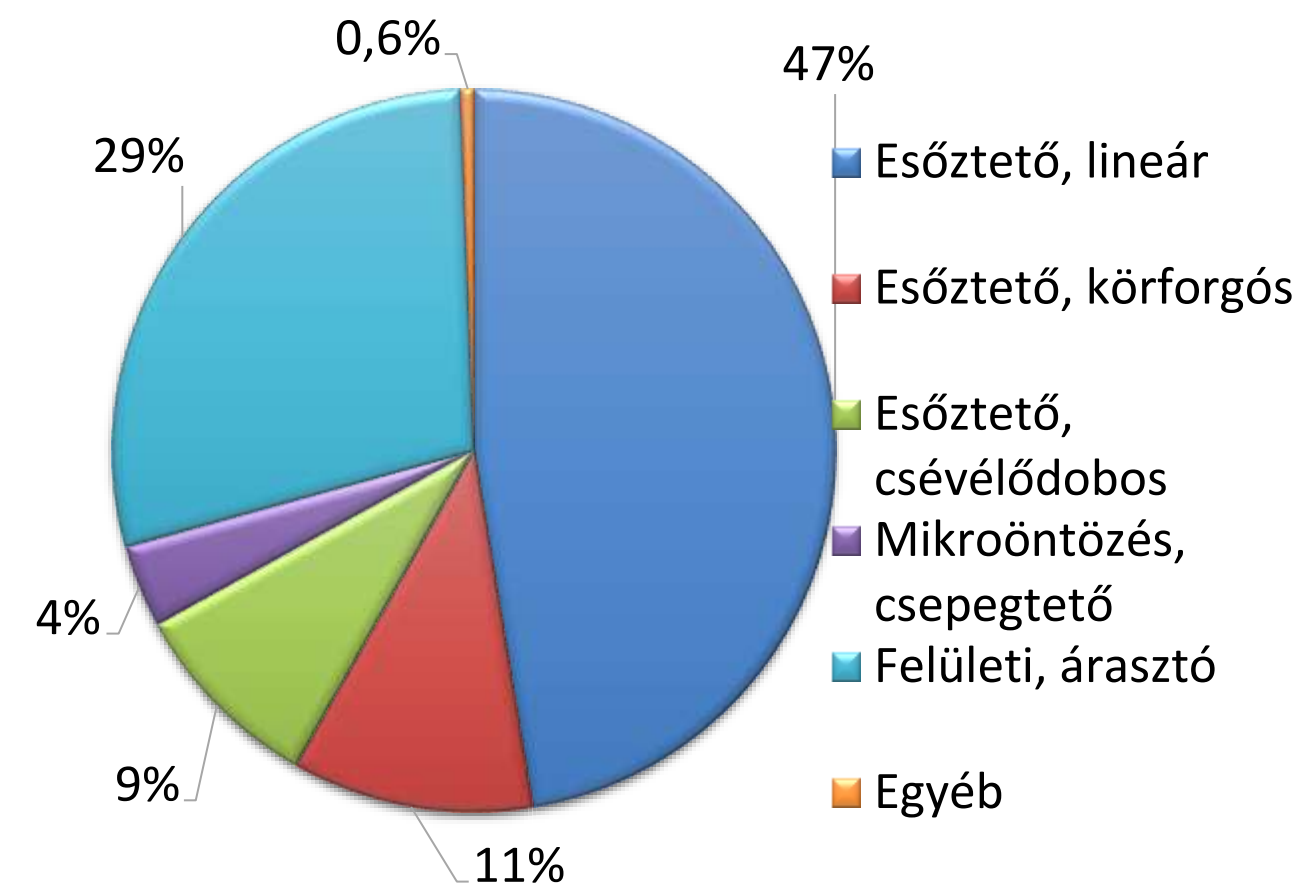
- A mezőgazdaság a Föld teljes vízkivételének ~70%-ért felel (ENSZ, WWDR).
- Az öntözés az élelmiszer- és bioenergia-termelés alapfeltétele
- Napjainkban közel 1,8 milliárd ember él abszolút vízhiányos területen.
- Az édesvízkészletek egyenlőtlen eloszlása és a klímaváltozás együttesen fokozzák a víznyomást.
- A víztakarékos öntözési technológiák alkalmazása világszerte gyorsan terjed (mikroöntözés, precíziós adagolás).



A vízgazdálkodás a 21. század stratégiai kérdése - A globális kihívások helyi megoldásokat igényelnek – az öntözés jövője a rugalmasságban és a vízforrás-diverzifikációban rejlik

# Az öntözés helyzete Magyarországon

- Magyarországon a vízjogilag engedélyezett öntözhető terület nagysága mintegy 190–195 ezer hektár, azonban ebből **ténylegesen évente csak körülbelül 90–110 ezer hektáron történik öntözés**, vagyis az engedélyezett kapacitásnak nagyjából a fele hasznosul.
- **Az Alföld az ország legintenzívebben öntözött térsége:** az öntözött területek, illetve a kijuttatott öntözővíz **mintegy 85–88%-a** ebben a régióban koncentrálódik.
- **Az öntözéshez felhasznált víz döntő része felszíni eredetű:** a gazdálkodók **kb. 86–88%-ban felszíni vizeket**, míg **12–14%-ban felszín alatti vizeket** alkalmaznak.
- **A víztakarékos mikroöntözési technológiák (pl. csepegtető öntözés) aránya továbbra is alacsony**, az összes öntözött terület **körülbelül 4-5%-át** teszik ki.



# Jogszabályi háttér és engedélyezés

## Fontos jogszabályok

- 50/2001. (IV.3.) Korm. rendelet  
Szennyvíz és szennyvíziszap mezőgazdasági kijuttatásának feltételei
- 10/2000. (VI.2.) KöM–EüM–FVM rendelet  
Talajtani és környezetvédelmi vizsgálati kötelezettségek
- 219/2004. (VII.21.) Korm. rendelet  
Felszín alatti vizek védelme

## Kijuttatás alapfeltételei

- Talajvizsgálat kötelező
  - Na, EC, toxikus elemek
  - Higiéniai paraméterek

## Vízminőségi határértékek betartása

- Mikrobiológiai terhelés
- Összes oldott só (EC) < **0,7 dS/m** (vagy < 500 mg/l oldott sótartalom)
- Na **200 mg/L Na<sup>+</sup>**, SAR > **9-10.** , lúgosság **pH ≤ 8,5**
- NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>

## Engedélyezés

- Kijuttatás kizárólag vízjogi engedéllyel

## Kultúraspecifikus korlátozások

- Egyes kultúrák (pl. levélzöldségek) nem öntözhetők ilyen vízzel

## Gyakorlati megjegyzés

Energiaültetvények (pl. rövid vágásfordulójú energiafűz) esetében a jogi megfelelés reálisan teljesíthető, megfelelő monitoring mellett

# Az alternatív vízforrás előnyei - *haltermelő telep elfolyóvize*

## **Tápanyag-visszaforgatás:**

- Magas **N** és **P** tartalom → műtrágya-megtakarítás
- Mikrotápanyagok is jelen vannak (Ca, Mg, K)

## **Vízpótlás aszályos időszakban:**

- Folyamatos vízhozam egész vegetáció alatt (halnevelő rendszer)
- Stabil, kiszámítható vízforrás

## **Környezeti előnyök:**

- Csökken a felszíni vizek tápanyagterhelése
- A tisztított vagy részben kezelt szennyvizek hasznosulnak
- A mikroöntözés minimális párolgási veszteséget eredményez

## **Költségelőnyök:**

- Kevesebb műtrágya
- Kevesebb vízszállítási és energia költség



# Kockázatok és korlátok

## Só- és nátriumfelhalmozódás:

- Elfolyóvízben gyakran magas a **Na** és a **HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>** → szikesedési kockázat
- A talaj ESP értéke nőhet → szerkezetromlás, levegőtlenység

## Vízminőségi korlátok:

- EC túllépése esetén csökken a növény vízfelvétele
- Vas és mangán eltömítheti a csepegtető rendszert
- Mikrobiológiai kockázatok (kommunális vizeknél)

## Technológiai kihívások:

- Szükséges lehet:
  - hígítás
  - gipsz adagolása (Ca<sup>2+</sup> pótlás)
  - fejlett szűrés
  - külön csőhálózat

## Kultúrakorlátok:

- Nem minden növény bírja a sós vizet
- Energiafűz és cirok jól tolerálja → ezért kiváló modellnövények



# A kísérleti helyszín: MATE ÖVKI Liziméter Telep, Szarvas

A kísérlet a **MATE ÖVKI 1 hektáros Liziméter Telepén** zajlott  
(Szarvas, 46°51'49"N 20°31'39"E).

A vizsgálatohoz **64 átfolyásos lizimétert** használtak

- 1 m<sup>3</sup> térfogat
- 80 cm talaj + 10 cm kavics
- alul csurgalékvíz-gyűjtés

- A liziméterek **valós talaj–növény–víz kölcsönhatásokat** reprodukálnak, kontrollált környezetben.

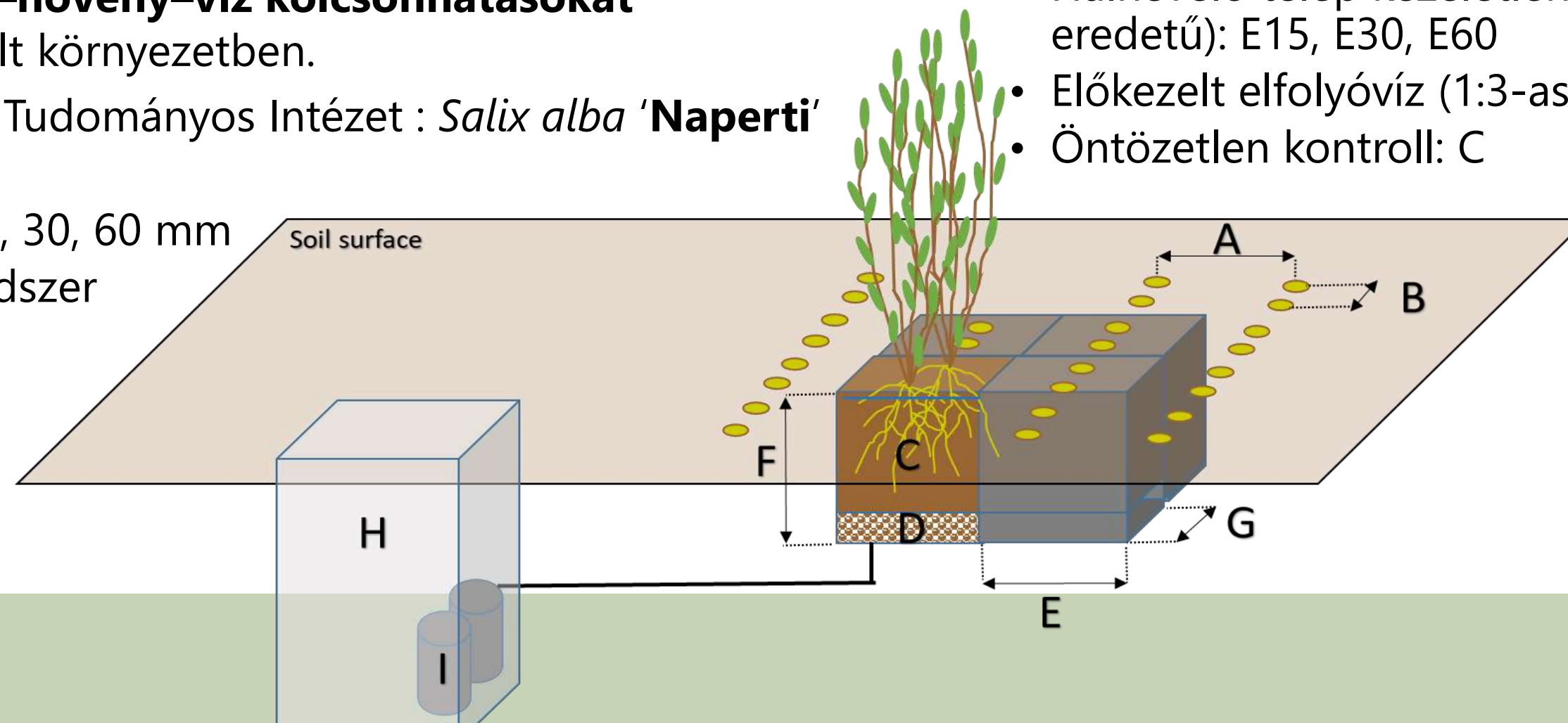
Soproni Egyetem Erdészeti Tudományos Intézet : *Salix alba* '**Naperti**'  
klón

Heti öntözései fordulók: 15, 30, 60 mm

Mikroszórófejes öntözőrendszer

## Kezelések

- 8 kezelés (8 ismétlés)
- Tőtávolság: 50 cm
- Sortávolság: 100 cm
- Liziméterenként 2 klón
- 3 öntözővíz típus
- Körös holtág vize: K15, K30, K60
- Halnevelő telep kezeletlen elfolyóvize (termálvíz eredetű): E15, E30, E60
- Előkezelt elfolyóvíz (1:3-as hígítás + CaSO<sub>4</sub>) : D
- Öntözetlen kontroll: C



# Termesztőközeg jellemzése, vizsgált paraméterek

A liziméterek talaja réti agyag (vertisol jelleg), kötött, semleges–gyengén lúgos pH-val.

Fő jellemzők:

- pH (KCl): 6,8–7,0
- Arany-féle kötöttségi szám (KA): 50–62 → kötött talaj
- Humusz: 1,6–1,8%
- AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: jó ellátottság
- AL-K<sub>2</sub>O: jó ellátottság
- AL-Na: 70–77 mg/kg → szikesedési hajlam

A talaj tápanyagellátottsága P és K esetében megfelelő, de N-pótlás szükséges.

## • **Miért fontos ez?**

A talaj fizikai és kémiai tulajdonságai meghatározzák:

- hogyan mozog a víz (infiltráció),
- hol halmozódnak fel a sók és a nátrium,
- milyen mértékű a szikesedési kockázat.

## Heti rendszerességgel mértük:

- Fenológiai paraméter (növénymagasság)
- Fiziológiai paraméter (relatív klorofill tartalom-Konica Minolta SPAD-502 )
- Növényi részek nitrogén, foszfor, kálium és nátrium tartalma (MSZ 08 1783 28-30:1985, ISO 5983 2:2009 )
- Öntözővíz vizsgálata (MSZ szabványok)
- Talajmintavétel (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm), három ismétlésben, MSZ szabványok)
- Biomassza produktum: teljes nyugalmi állapotban, amikor a legalacsonyabb a fű víztartalma



# Rövid vágásfordulójú energiafűzek öntözése



## Három víztípus:

1. **Körös Holtág felszíni vize** – kontroll, jó minőség
2. **Afrikai harcsatelepről származó elfolyóvíz** – magas só- és tápanyagtartalom
3. **Hígított + gipszes víz** – előkezelt változat

## Nyolc kezelés energiafűz esetén:

1. K15 – Holtág víz, 15 mm
2. K30 – Holtág víz, 30 mm
3. K60 – Holtág víz, 60 mm
4. E15 – Elfolyóvíz, 15 mm
5. E30 – Elfolyóvíz, 30 mm
6. E60 – Elfolyóvíz, 60 mm
7. D60 – Hígított + gipszes víz, 60 mm
8. C – Kontroll (nem öntözött)

## Öntözés mennyisége :

- 2015: 310–940 mm víz/év (kezeléstől függően)
- 2016–2017: 90–540 mm víz/év

## Miért fontos a több szint?

→ pontos dózis-hatás vizsgálat, különösen a só- és nátrium-

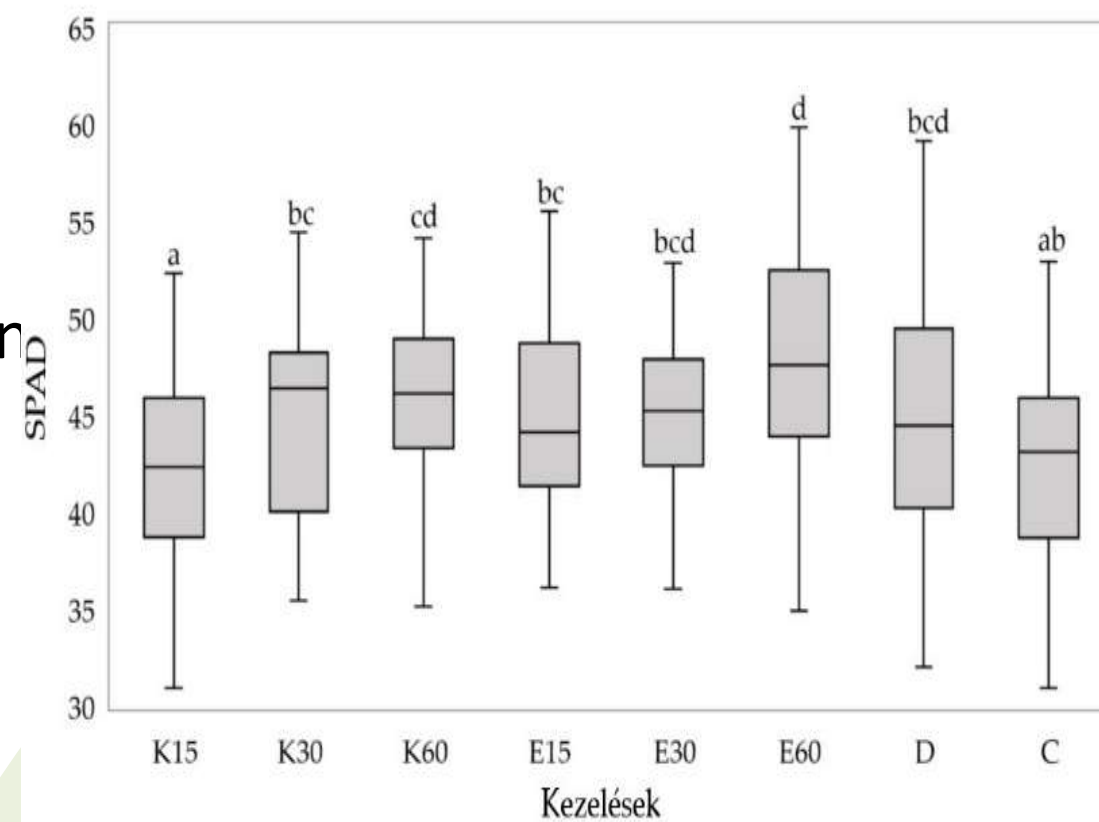
# Az öntözővizek minőségi paramétereirei

Vizsgált paraméterek		Elfolyóvíz	Körös holtág vize	Hígított+gipsz
pH		7,59	7,6	7,6
EC	( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	1320	440	1050
m-lúgosság	(mg/L)	15,6	3,8	7,8
$\text{NH}_4\text{-N}$	(mg/L)	22,5	0,6	8,6
Összes N	(mg/L)	29,2	2,1	11,1
$\text{PO}_4^{3\text{-P}}$	(mg/L)	1,3	0,3	1,9
Összes P	(mg/L)	3,9	0,2	2,0
$\text{Cl}^-$	(mg/L)	28,6	21,3	26,5
$\text{SO}_4^{2\text{-}}$	(mg/L)	43,1	33,4	216,0
$\text{HCO}_3^-$	(mg/L)	949,0	232,0	591,0
Ca	(mg/L)	22,6	36,8	104,0
K	(mg/L)	11,3	4,7	5,3
Mg	(mg/L)	9,9	10,7	12,2
Na	(mg/L)	222,0	40,6	150,0
SAR		12,1	1,2	3,1
Naeé%		81,2	38,4	50,8

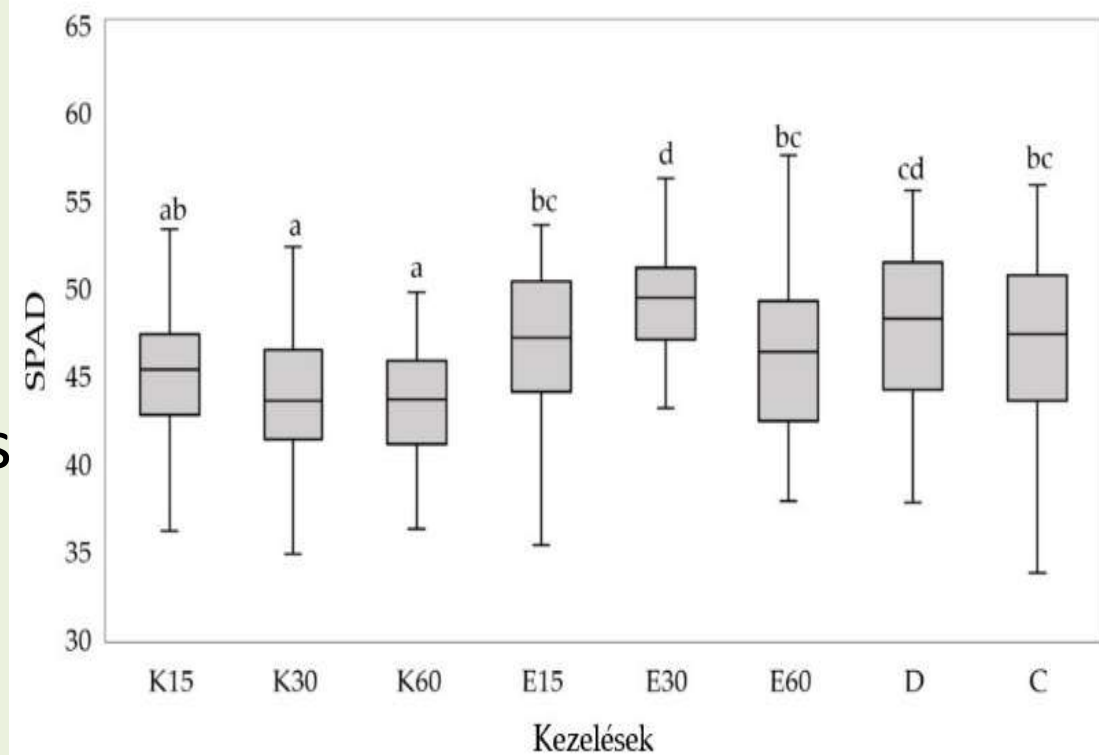
# Energiafűz: Relatív klorofilltartalom (SPAD) változása

- Az **öntözött** energiafűz egyedek SPAD-értékei minden vizsgálati évben **szignifikánsan magasabbak** voltak a kontrollhoz képest.
- **A legmagasabb klorofilltartalom:**
  - **E60** (47,5–52,1 SPAD)
  - **E30** (elfolyóvíz mérsékelt dózis)
- Pozitív korreláció: SPAD ↔ levél N-tartalom ( $r=0,351$ )
- A nem öntözött kontroll (C) minden évben a legalacsonyabb klorofilltartalmat adta.

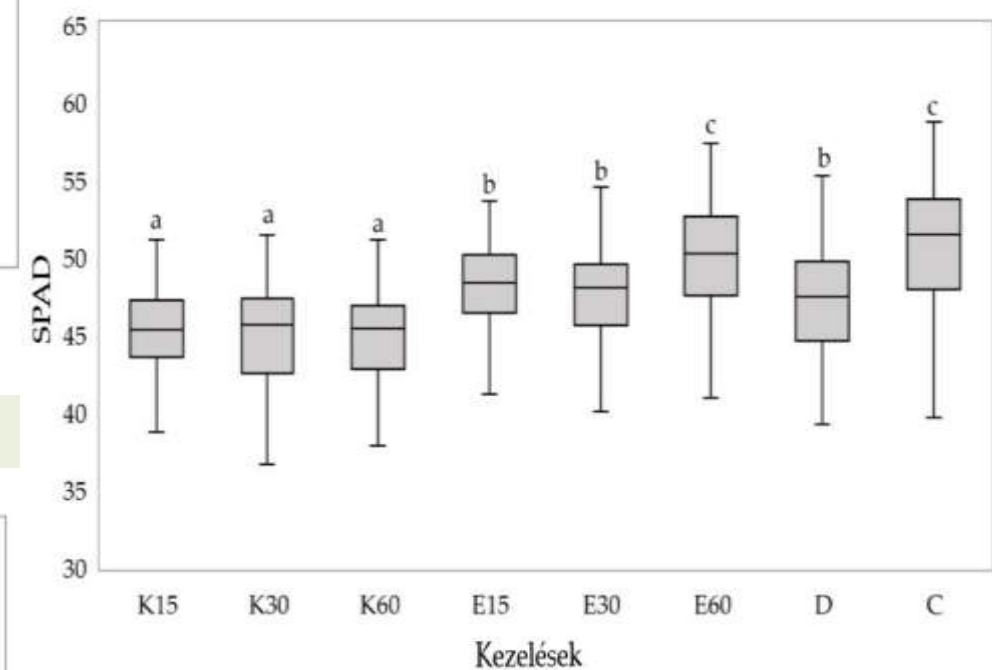
A fűz rendkívül jól reagál a vízpótlásra, és az elfolyóvízben lévő magas N-tartalom "zöldítő hatása" is egyértelműen megjelenik.



2015



2016



2017



# Tápanyag-ellátottság három év átlagában

## Nitrogén

- A levelek és szárok N-tartalma minden vizsgálati évben **magasabb volt elfolyóvízzel öntözve** (10–25% növekedés).
- A legmagasabb N-értékek az E30 és E60 kezelésekben jelentkeztek.

## Foszfor

- A foszfortartalom – különösen a szárrészekben – **csökkenő tendenciát** mutatott a vízadag növelésével.
- A nagy vízmennyiség hígító hatása és a talaj P-dinamikája magyarázza a csökkenést.

## Kálium

- A levélrészben és a szárrészben a K-tartalom **évről évre nőtt**, minden kezelésben.
- Az elfolyóvíz tovább fokozta a K-akkumulációt (különösen 2016–2017-ben).

## Nátrium

- Az elfolyóvízzel öntözött növényekben a Na-tartalom évről évre nőtt, főként a szárbán.
- Legmagasabb érték: E60 kezelés, 2017-ben **114 mg/kg**, ami ~50%-kal magasabb, mint a kontroll.
- Ennek ellenére **toxikus tünetek nem jelentkeztek**.



# Biomassza-produkció három év átlagában

- A biomassza-termés a három év során fokozatosan csökkent, de ez főként a **liziméter térfogatkorlátai** miatt történt.
- Ennek ellenére minden öntözött kezelés **szignifikánsan meghaladta** a kontroll biomasszáját (170–250%-kal magasabb értékek).
- A legnagyobb biomassza: 2015, **K60** → **864 g/növény**.
- Az elfolyóvíz átlagosan **több biomasszát eredményezett**, mint a felszíni víz.



# Talajváltozások három év átlagában



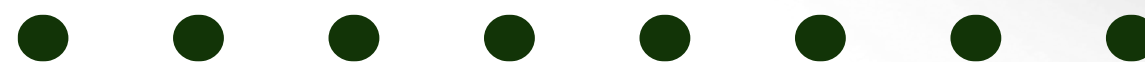
Kicsérélhető nátrium százalék értéke $\Delta$ ESP (2015–2017)								
A talajréteg mélysége	Öntözővíz	Öntözővíz mennyisége						
		15 mm	p-érték <sup>1</sup>	30 mm	p-érték <sup>1</sup>	60 mm	p-érték <sup>2</sup>	Öntözetlen
Átlag $\pm$ Std. szórás								
0–20 cm	Elfolyóvíz	4,66 $\pm$ 0,6	***	5,9 $\pm$ 0,77	***	6,85 $\pm$ 0,10 c	***	Öntözetlen 0–20 cm: 0,36 $\pm$ 0,2
	Körös holtág vize	0,05 $\pm$ 0,1		0,5 $\pm$ 0,35		-0,62 $\pm$ 0,16 a		
	Hígított víz	-	-	-	2,19 $\pm$ 0,30 b			
20–40 cm	Elfolyóvíz	2,85 $\pm$ 1,1	*	3,5 $\pm$ 1,10	**	5,82 $\pm$ 0,64 c	***	Öntözetlen 20–40 cm: 0,33 $\pm$ 0,1
	Körös holtág vize	0,14 $\pm$ 0,1		0,4 $\pm$ 0,36		-0,68 $\pm$ 0,08 a		
	Hígított víz	-	-	-	1,85 $\pm$ 0,45 b			
40–60 cm	Elfolyóvíz	1,02 $\pm$ 0,8	n.s.	1,8 $\pm$ 0,05	***	4,38 $\pm$ 0,74 c	***	Öntözetlen 20–40 cm: 0,32 $\pm$ 0,4
	Körös holtág vize	0,02 $\pm$ 0,2		0,4 $\pm$ 0,09		-0,53 $\pm$ 0,23 a		
	Hígított víz	-	-	-	1,19 $\pm$ 0,13 b			

- A talaj **nátriumtartalma emelkedett** az elfolyóvízes öntözés hatására, dóziszfüggően.
- A legnagyobb Na-felhalmozódás a felső rétegben (0–20 cm) jelentkezett E60 kezelésben ( $\Delta$ ESP +6,85%).
- A **hígított + gipszes kezelés** csökkentette a Na-felhalmozódást.
- A talaj növelt **felvehető N-szintje** az elfolyóvíz nitrogénbevitel miatt nőtt.



# Lehetőségek, amit az elfolyóvíz kínál

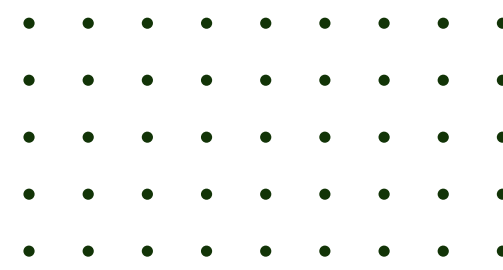
- Stabil, tápanyagban gazdag vízforrás
- Csökkenti a műtrágyahasználatot
- Jelentős biomasszanövekedés
- A talaj felvehető N-tartalmát is növeli
- Körforgásos gazdálkodás → kevesebb szervesanyag-terhelés a befogadóknak



# Korlátok, amire figyelni kell

- Nátrium-felhalmozódás a talajban ( $\Delta\text{ESP} +6,85\%$  E60 kezelés)
- Magas EC + Na  $\rightarrow$  hosszú távon talajszerkezet-romlás kockázata
- Víztartalom ingadozása (N, P, Na tartalom)
- Szükséges: hígítás, gipszes vízjavítás, rendszeres talajmonitoring





# KÖVETKEZTETÉS



Az alternatív (halnevelő telepi) elfolyóvíz kiválóan alkalmazható energiatűz öntözésére, mert

## Klorofiltartalom



növeli a klorofilltartalmat és a fotoszintetikus aktivitást

## Tápanyag



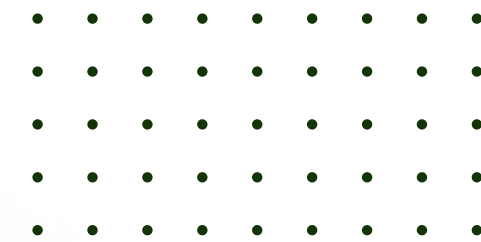
javítja a növény N és K ellátottságát

## Növekedési dinamika



Fokozza a növénymagasságot és a biomasszát





# Összegzés

- Csökkenti a frissvíz igényt és a tápanyagterhelést
- A rendszer hosszú távú fenntarthatósága érdekében a talaj Na-felhalmozódását **monitorozni szükséges**, vagy hígított öntözővíz alkalmazása javasolt.
- **A vízminőség a legfontosabb döntési tényező**



**KÖSZÖNÖM MEGTISZTELŐ  
FIGYELMÜKET!**

