

# Konzervatív nyomjelzőanyag transzport- és evapotranszspiráció- vizsgálata a hosszanti átfolyású kavicstöltetű gyökérszónás műtárgyban

Dr. Szalai Sándor Emlékülés

2022.10.13.

Dr. Somfai Dávid Márton

Egyetemi adjunktus

Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar

Mérnöki és Smart Technológiák Intézet

Környezetmérnöki Tanszék

# Szennyvíztisztítási eljárások

## Intenzív technológiák

- ▶ **Eleveniszapos eljárások**
  - ▶ Hagyományos
  - ▶ Oxidációs árok
  - ▶ Stb..
- ▶ **Fixfilmes eljárások**
  - ▶ Csepegtető testek
  - ▶ Merülő-tárcsás
  - ▶ Stb..

## Extenzív technológiák

- ▶ Szennyvíztisztító tavak, felszíni átfolyású wetlandek
- ▶ Gyökérzónás szennyvíztisztítás
- ▶ Talajszűrés, talajöntözés
- ▶ Csörgedezettetés
- ▶ Kavics és homokszűrők
- ▶ Stb..

# Rövid kronológia

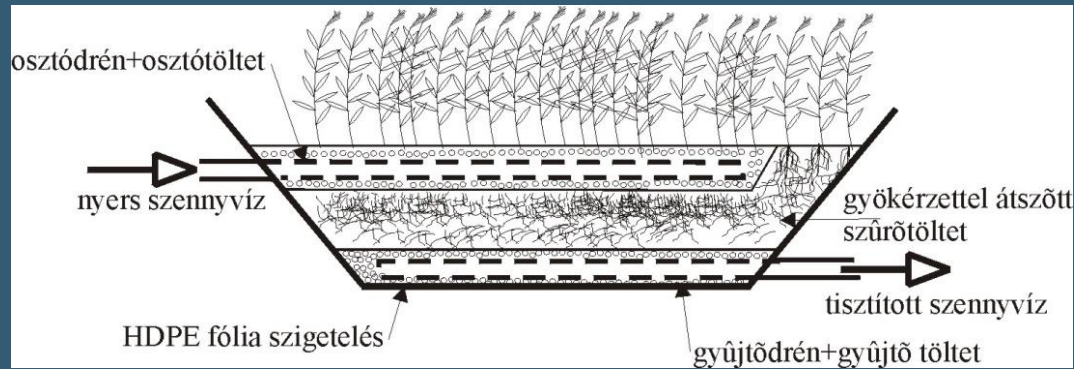
- ▶ Kichkuth 1977: „root-zone method” → a természet-közeli eljárások „újra felfedezése”.
- ▶ 80-as években Nyugat-Európában és az USA-ban nagyszámú természet-közeli telep épül.
- ▶ 90-es években kezdenek kialakulni a tervezési irányelvek. Javul az elfolyó vízminőség és a rendszerek stabilitása.
- ▶ Napjaink: még mindig nagyon sok a kutatandó feladat. Jól működő, kiforrott modellek nem állnak a rendelkezésre.  
Problémák:
  - ▶ Nagyszámú publikáció összehasonlíthatósága
  - ▶ Jelentős klimatikus függőség
  - ▶ Nagyobb mértékű stochasztikus jelleg mint az extenzív technológiák esetében

# Alkalmazás lehetőségei és korlátjai hazánkban szennyvíztisztítási területen

- ▶ Korszerű közműpótlóként
- ▶ Települési vagy ipari illetve mezőgazdasági szennyvíz tisztítóban másodfokú tisztítóként csak az alábbi korlátozások esetén alkalmazható:
  - ▶ A település lakos száma 2000 fő alatti, különösen javasolt vizsgálni a 600 fő alatti településeknél
  - ▶ A befogadó 4-es vízminőség-védelmi kategóriájú (amennyiben a befogadó élővíz).
  - ▶ A befogadó nem nitrát-érzékeny terület vagy nem vízbázis-védelmi terület (amennyiben a befogadó a talaj és talajvíz).
  - ▶ Olcsón vagy ingyen (önkormányzati tulajdonban) áll rendelkezésre, a szennyvíztisztító telep építésére alkalmas terület.
- ▶ Intenzív technológiájú telepek utótisztítójaként
- ▶ Egyébe esetekben egyéni vizsgálat tárgyát képezi az alkalmazhatóság!

# Gyökérzónás szennyvíztisztítás

## Függőleges átfolyású műtárgy



## Vízszintes átfolyású műtárgy

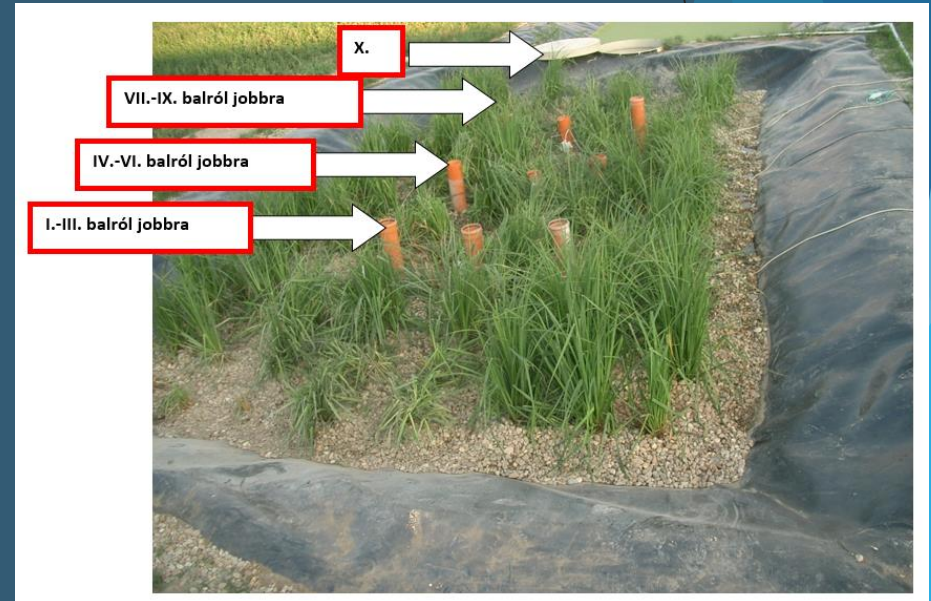


# Problémafelvetés

- ▶ Hazai klimatikus viszonyok között nincs információnk arról, hogyan hat az evapotranszspiráció a gyökérszónás műtárgyak vízháztartására
- ▶ A nemzetközi szakirodalom az éjjeli evapotranszspirációt 0-nak tekinti
- ▶ Milyen hatással van az evaporáció és a transzspiráció a műtárgy vízveszteségére?
  
- ▶ A jelenlegi transzportmodellek nem elég pontosak
- ▶ Az ezen modellekből számítható fizikai paraméterek jelentős hibával terheltek
- ▶ Így a műtárgyakban zajló folyamatok pontos közelítése, megismerése nem lehetséges

# Alkalmazott módszerek I.

- ▶ Vizsgálataimat a hódmezővásárhelyi gyökérzónás szennyvíztisztító telepen végeztem
- ▶ A Dittrich Ernő által elvégzett konzervatív nyomjelzőanyag-mérési eredményekre illesztettem eloszlásfüggvényeket (Fatigue Life, Fréchet, Inverz Gauss, LogNormal, és Pearson5)
- ▶ A Dittrich és Klincsik (2015b) által fejlesztett osztott konvektív-diszperzív modellt is illesztettem a mérési eredményekre
- ▶ Az illesztéseket Maple szoftverben végeztem





## Alkalmazott módszerek II.

- ▶ Vizsgálataimat a hódmezővásárhelyi gyökérzónás szennyvíztisztító mintatelepről elhozott zsombéksáson végeztem
- ▶ A laboratóriumi transzspirációs méréseket az LCpro+ IRGA (ADC Bioscientific, Egyesült Királyság) gázanalizátorral végeztem.
- ▶ A növények teljes felületének méréséhez hordozható levélterületmérőt használtam (AM-100-002, ADC Ltd., Egyesült Királyság)





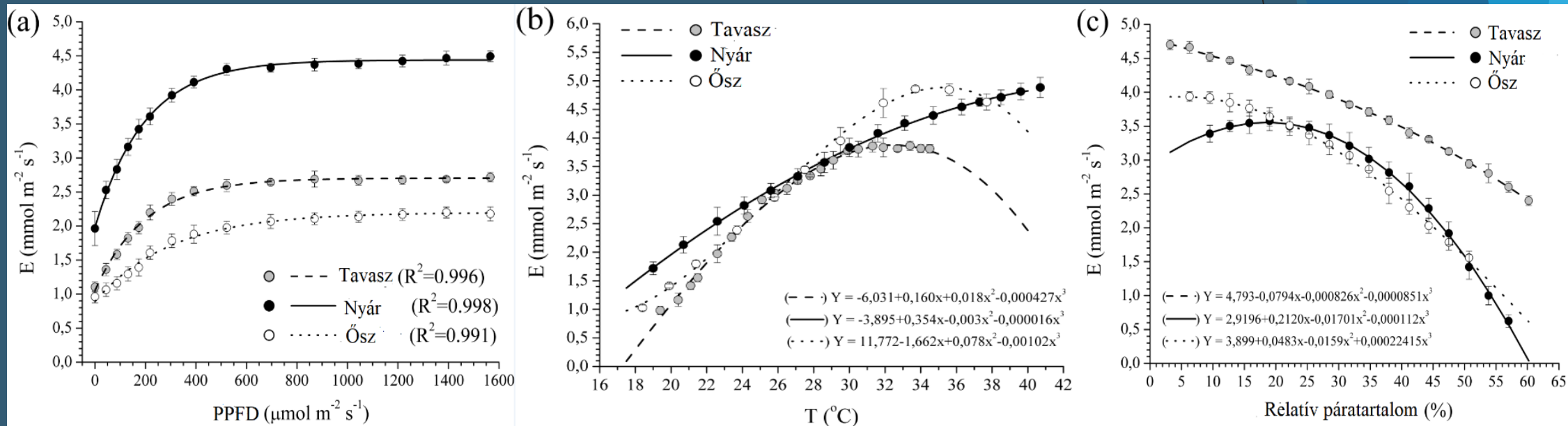
# Alkalmazott módszerek III.

Az evapotranszspiráció napon belüli vizsgálatához olyan napokat kerestem az adatbázisban, ahol:

- ▶ nincs a műtárgyra szennyvízfeladás
- ▶ nincs elfolyás a műtárgyból
- ▶ jelentős a napi vízszintcsökkenés
- ▶ nem terheli csapadék a műtárgyat

# Eredmények I.

## Transzspirációs mérések eredményei

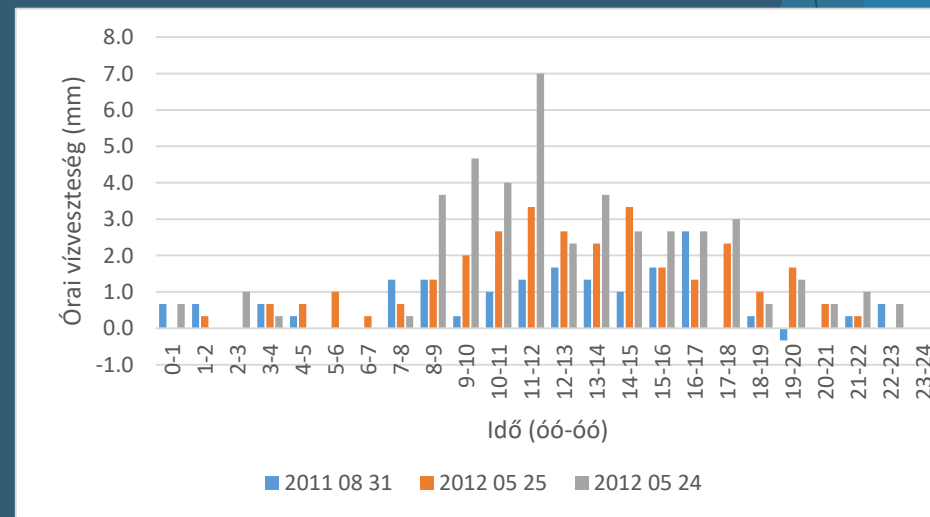
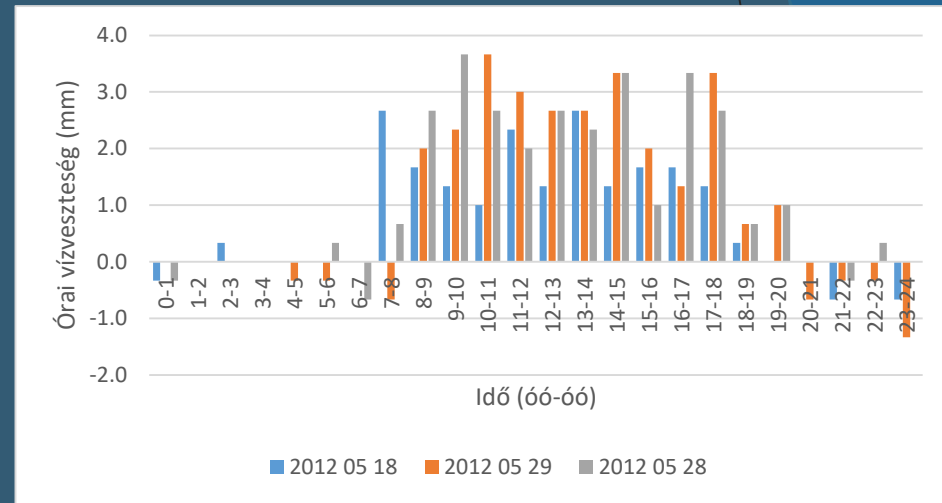
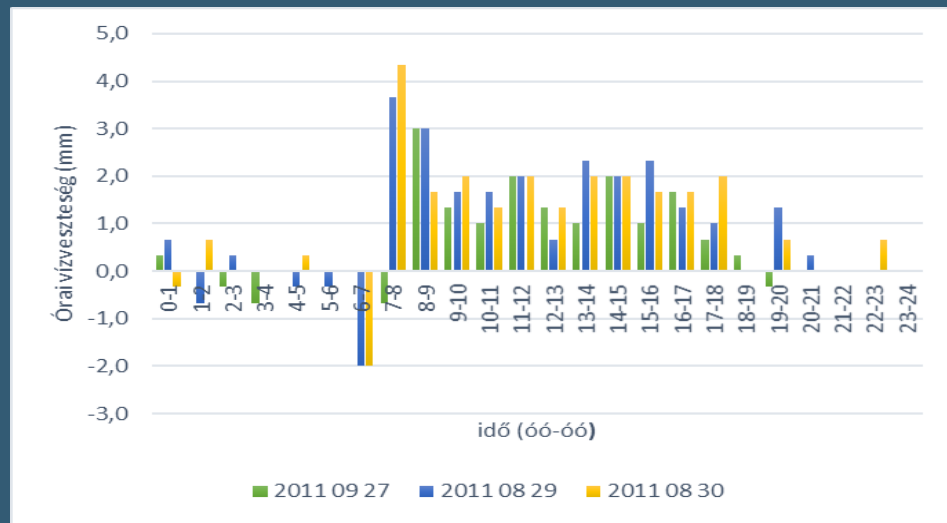


	Tavaszi	Nyári	Őszi
TVV <sub>min</sub>	0.46	0.52	0.17
TVV <sub>átlag</sub>	0.50	0.97	0.31
TVV <sub>max</sub>	0.83	1.08	0.48
*TVV <sub>átlag</sub>	0.02	0.04	0.01

TVV: Transzspiráció általi vízveszteség (m<sup>3</sup>); \*TVV: Átlag vízveszteség m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (műtárgyfelület); min: minimum; max: maximum

# Eredmények II.

## Napon belüli evapotranszpiráció eredményei I.



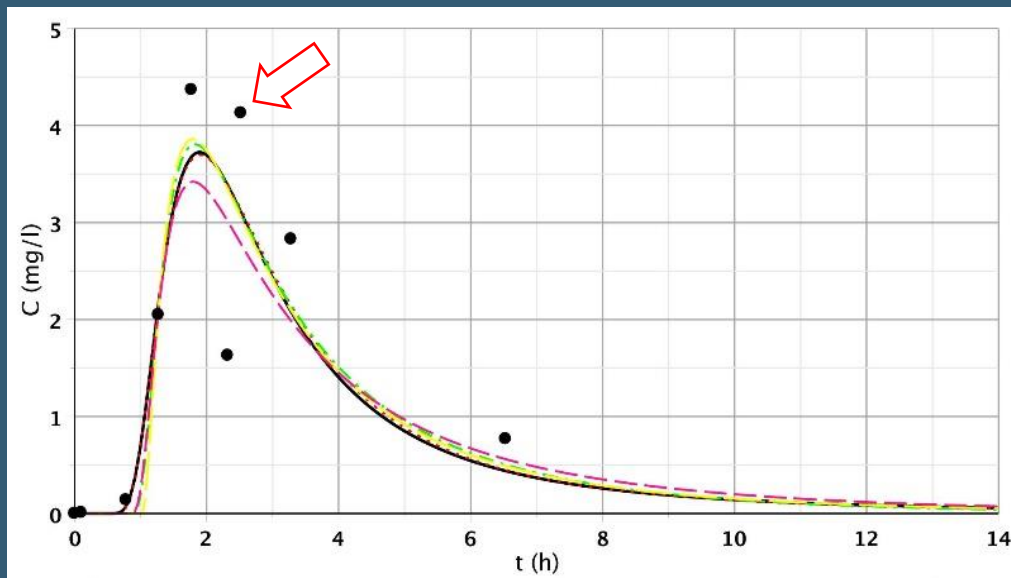
# Eredmények II.

## Napon belüli evapotranszspiráció eredményei II.

Dátum	Evapotranszspiráció (mm/nap)	Evapotranszspiráció és a maximális hidraulikai terhelés aránya (%)	Nappali evapotranszspiráció (%)	Éjszakai evapotranszspiráció (%)	Napi pára-lecsapódás és a hidraulikai terhelés aránya (%)
2011.08.11.	12,3	30,8	73,0	27,0	0,0
2011.08.27.	42,3	105,8	71,7	28,3	0,0
2011.08.28.	24,3	60,8	82,2	17,8	1,8
2011.08.29.	21,7	54,3	100,0	0,0	8,3
2011.08.30.	21,7	54,3	90,8	9,2	5,8
2011.08.31.	17,7	44,3	79,1	20,9	0,8
2012.05.25.	30,4	76,0	93,1	6,9	0,0
2012.05.27.	27,0	67,5	92,6	7,4	3,3
2012.05.28.	28,0	70,0	100,0	0,0	3,3
2012.05.29.	24,0	60,0	100,0	0,0	10,0

# Eredmények III.

## Eloszlásfüggvények illeszkedési eredményei



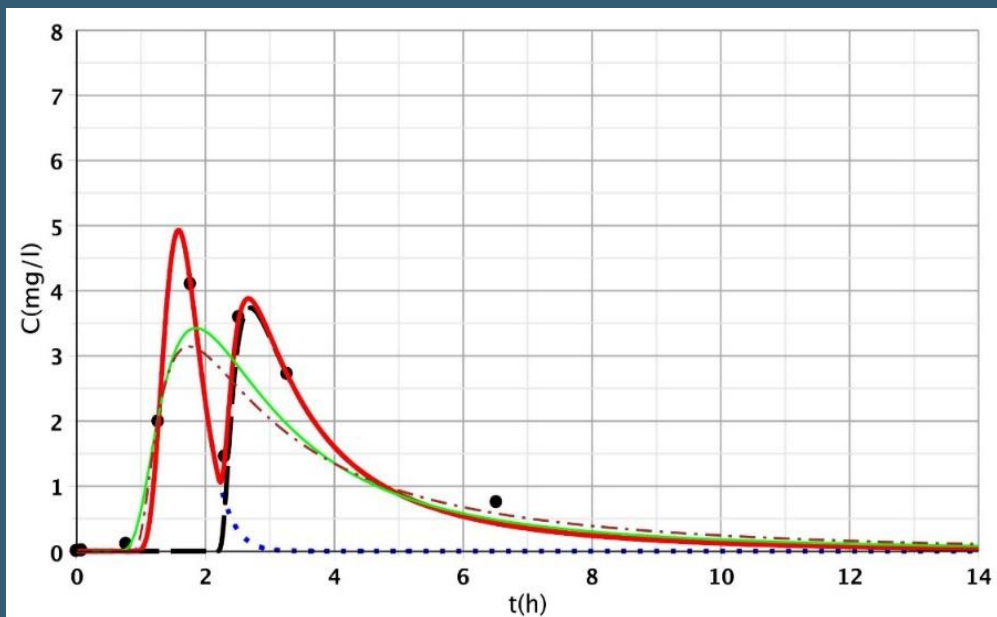
Az ábrán a fekete folytonos vonal a Fréchet, a fekete pontozott vonal a Pearson5, a kék szaggatott vonal a Fatigue Life, a zöld szaggatott vonal az Inverz Gauss, a sárga a LogNormal és a rózsaszín szaggatott vonal az 1 dimenziós konvektív-diszperzív transzportmodellt mutatja

Sűrűségfüggvény-típus	X.	Sorrend	I-IX.	Sorrend
Fréchet	0,9867	1	0,9450	1
Pearson5	0,9839	2	0,9357	2
LogNormal	0,9769	4	0,9249	3
Fatigue Life	0,9779	3	0,9246	4
Inverz Gauss	0,9714	5	0,8959	5

# Eredmények IV.

## Osztott konvektív-diszperzív modell illeszkedési eredményei

A modell a nagy sebességű főáram részére létrehoz egy Inverz Gauss görbét, és a kis sebességű mikropórus rendszeren átáramló mellékáram részére is egy attól teljesen független Inverz Gauss görbét állít elő



Az ábrán a diszkrét pontok a mérési eredményeket, a kék pontvonal az 1. Inverz Gauss-görbét, a fekete szaggatott vonal a 2. Inverz Gauss-görbét, a zöld folytonos vonal a Frechet-eloszlást, a piros szaggatott vonal az 1 dimenziós konvektív-diszperzív transzportmodellt, a piros folytonos vonal pedig az 1 dimenziós osztott konvektív-diszperzív transzportmodellt mutatja

Referencia-szám	Frechet sűrűség-függvény	CDT-modell	D-CDT-modell
I <sub>a</sub>	0,982	0,981	0,990
II <sub>a</sub>	0,807	0,963	0,970
III <sub>a</sub>	0,829	0,936	0,944
IV <sub>a</sub>	0,512	0,714	0,833
V <sub>a</sub>	0,928	0,973	0,975
VI <sub>a</sub>	0,844	0,913	0,933
VII <sub>a</sub>	0,926	0,940	0,966
VIII <sub>a</sub>	0,877	0,908	0,977
IX <sub>a</sub>	0,950	0,990	0,991
Átlag	0,851	0,917	0,953

# Eredmények IV.

## Az osztott konvektív-diszperzív modell és a jelenleg használatos modell különbségei

Ref.-szám	v (m/h)	v <sub>x1</sub> (m/h)	Különbség (%)	D (m <sup>2</sup> /nap)	D <sub>1</sub> (m <sup>2</sup> /nap)	Különbség (%)
S/3						
I <sub>a</sub>	0,32	0,49	35,57	1,18	0,37	-217,72
II <sub>a</sub>	0,16	0,3	46,47	0,29	0,2	-49,08
III <sub>a</sub>	0,46	0,53	13,73	0,82	0,79	-3,42
IV <sub>a</sub>	0,52	2,75	81,14	3,06	13,25	76,89
V <sub>a</sub>	0,72	1,07	32,39	7,55	2,99	-152,56
VI <sub>a</sub>	0,84	2,66	68,59	9,82	2,22	-343,15
VII <sub>a</sub>	0,91	1,3	29,84	13,11	7,17	-82,89
VIII <sub>a</sub>	0,7	1,28	45,63	9,37	6,69	-40,07
IX <sub>a</sub>	0,76	0,82	7,76	5,75	5,6	-2,53



# Következtetések a transzspirációs és evapotranszspirációs mérési eredményekből

- ▶ Nyáron a transzspiráció általi vízveszteség akár a hidraulikai terhelésnél is magasabb lehet
- ▶ A hőmérséklet és a páratartalom is limitálhatja a növények transzspirációját
- ▶ A vizsgált napokon a teljes napi vízveszteség 71,7-93,1%-a a nappali órákban párolgott el
- ▶ Az éjjeli evapotranszspiráció jelentős mértékű, mivel voltak napok, amikor a teljes napi vízveszteségnek a 20,9-28,3%-a párolgott el éjszaka
- ▶ Voltak napok, melyeken az evapotranszspiráció okozta vízveszteség a napi maximális hidraulikai terhelésnél is nagyobb volt
- ▶ Bizonyos napokon a páralecsapódás mérhető volt és 1,8 és 10,0%-a volt a maximális hidraulikai terhelésnek

# Következtetések az eloszlásfüggvények és az osztott konvektív-diszperzív modell illesztési eredményeiből

- ▶ A sással ültetett kavicsöltetű hosszanti átfolyású gyökérszónás műtárgyak konzervatív nyomjelzőanyag-méréseiből kapott válasz görbéi Fréchet-eloszlásúak a műtárgy belső pontjaiban is
- ▶ Ahol a válaszgörbének két csúcsa van, ott hagyományos eloszlásfüggvényekkel történő vizsgálat nem alkalmas elemzésre
- ▶ A jelenleg használatos CDT-modell nem alkalmas pontos modellezésre, mivel az  $R^2$  érték nem érte el a 0,95-ös határértéket
- ▶ A számított szivárgási sebesség és diszperziós koefficiens esetében a D-CDT-modell 0,40-97,18% és 0-394,66% eltérést mutatott a CDT-modell eredményeihez képest
- ▶ A 9 hónapos műtárgyban a főáram az alsó rétegben van
- ▶ A felső rétegekben holtterek és hidraulikai rövidzárlatok alakulhatnak ki

**Köszönöm  
megtisztelő  
figyelmüket!**