

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet kemijskog
inženjerstva i tehnologije

Davor Dolar

Izravna uporaba komunalne otpadne vode za navodnjavanje membranskim tehnologijama

ReHOHMem

HRZZ Program poticanja istraživačkih i razvojnih aktivnosti u području klimatskih promjena, PKP-06-2016

Vlada Republike Hrvatske

REPUBLIKA HRVATSKA MINISTARSTVO ZAŠTITE OKOLIŠA I ENERGETIKE

ministarstvo znanosti obrazovanja i sporta

FOND ZA ŽAŠTITU OKOLIŠA I ENERGETSKU UČINKOVITOST

HRZZ Hrvatska zgrada za znanost

ReHOHMem

Izravna uporaba komunalne otpadne vode za navodnjavanje membranskim tehnologijama

Projekt se financira u sklopu Programa Vlade Republike Hrvatske za poticanje istraživačkih i razvojnih aktivnosti u području klimatskih promjena za razdoblje od 2015. do 2016. godine

*Sadržaj ove publikacije isključiva je odgovornost Davora Dolara

REPUBLIKA HRVATSKA MINISTARSTVO ZAŠTITE OKOLIŠA I ENERGETIKE

ministarstvo znanosti obrazovanja i sporta

FOND ZA ŽAŠTITU OKOLIŠA I ENERGETSKU UČINKOVITOST

HRZZ Hrvatska zgrada za znanost

2

■ ReHOHMem projekt

» Financiran od:

- » Vlade Republike Hrvatske i partnerskih institucija:
- » Ministarstva znanosti i obrazovanja
- » Ministarstva zaštite i energetike
- » Fonda za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost
- » Hrvatske zaklade za znanost
- » u iznosu od 1.492.908,72 HRK

» Trajanje 01.04.2017. – 31.03.2019.

3

Cilj projekta

Pokazati mogućnost oporabe otpadnih voda komunalnog porijekla za potrebe navodnjavanja primjenom membranskih tehnologija.





Pokazati mogućnost oporabe otpadnih voda komunalnog porijekla za potrebe navodnjavanja primjenom membranskih tehnologija.

Izravno bi se:

- povećala poljoprivredna proizvodnja,
- povećala dostupnost vode (osiguranje dodatnih pouzdanih izvora vode),
- integrirano i održivo koristili vodni resursi,
- izbjeglo korištenje pitke vode za potrebe navodnjavanja,
- smanjilo pretjerano crpljenje površinskih i podzemnih voda,
- smanjila emisija nutrijenata u prihvratne vode,
- smanjila nestaćica i stres vode i
- smanjila ovisnost o klimatskim promjenama.

5



Projektni tim



FKITMCMXIX



MEĐIMURSKE VODE d.o.o.



6

Projektni tim



Doc. dr. sc. Davor Dolar
voditelj projekta



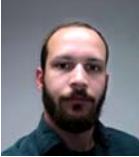
Prof. dr. sc. Krešimir Košutić



Izv. prof. dr. sc.
Danijela Ašperger



Mr. sc. Marinko Markić



Marko Racar,
mag.ing.cheming.

Projektni tim



Mr. sc. Nada Glumac



MEĐIMURSKE VODE d.o.o.



Natalija Kolenić, dipl. inž.



Katarina Jambrošić, dipl. inž.

Projektni tim



Dr. sc. Dario Omanović



Jasmin Pađan
mag. ing. oecoing.



Dr. sc. Ivanka Jerić



Lidija Brkljačić, dipl. inž.

9

Projektni tim



AGROPROTEINKA



Ana Špehar, dipl. inž.





Dr. sc. Sanja Radman

10

Klimatske promjene

▪ Svijet

- 2016 – najtoplja godina

▪ Hrvatska

- travanj 2017. → -1,6 °C (Osijek) do 4,2 °C (Rijeka)

11

temperatura

11

količina oborina

12

odstupanje oborine (%) A devijacija (%) P plus minus percentile

odstupanje oborine (%) A devijacija (%) P plus minus percentile

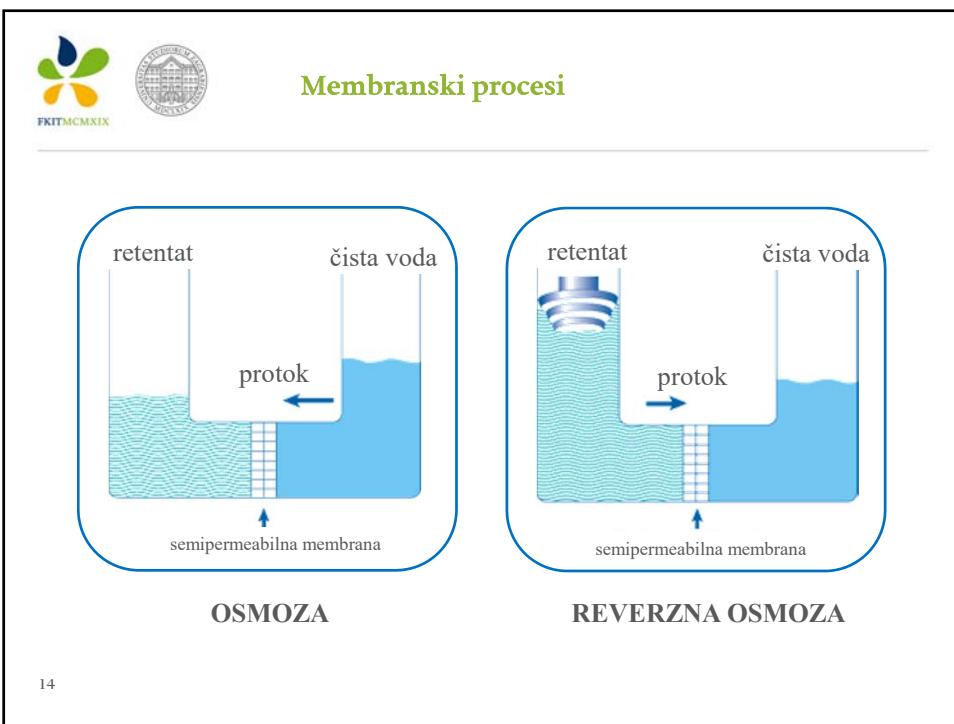
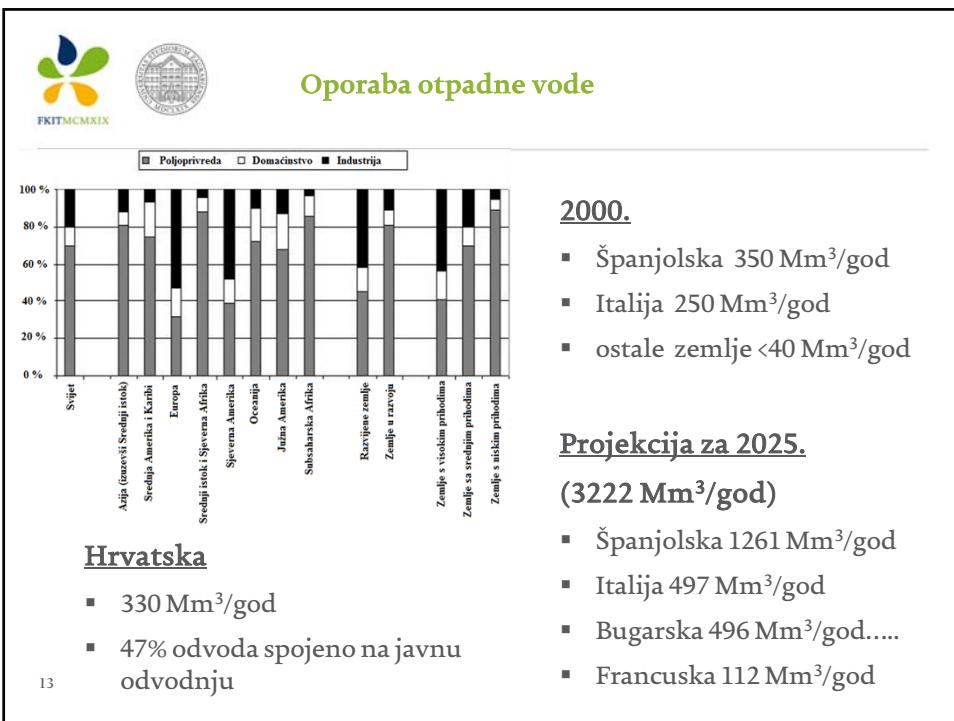
Odstupanje količina oborina

odstupanje oborine (%) A devijacija (%) P plus minus percentile

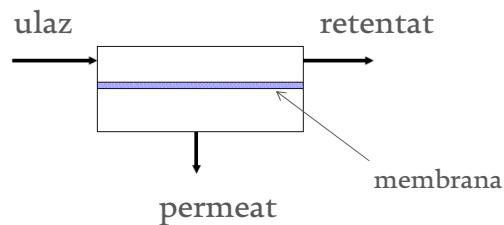
odstupanje oborine (%) A devijacija (%) P plus minus percentile

odstupanje oborine (%) A devijacija (%) P plus minus percentile

odstupanje oborine (%) A devijacija (%) P plus minus percentile



Tlačni membranski procesi



- Membranski bioreaktor
- Ultrafiltracija
- Nanofiltracija
- Reverzna osmoza

15

Hodogram

Godina	1												2												
Mjesec	1	2	3	4	5	6	/	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	/	8	9	10	11	12	
Početak projekta	Zemljište																								
Predstavljanje projekta		Izrada Web stranice																							
Prikupljanje materijala	Nabava opreme, kemikalija																								
Monitoring	Fizikalno-kemijski parametri												Mikrobiološki parametri												
		Razvoj HPLC metoda, koncentracije novih zagađivilaca, toksičnost												Koncentracija tečnih metala											
Laboratorijski i HPR uređaj	Izrada lab. HPR uređaja																								
Laboratorijski UF uređaj	Izrada lab. UF uređaja																								
Laboratorijska ispitivanja	Oluje modelne vode i realne komunalne vode na laboratorijskim uređajima (HPR, UF, NF, RO)																								
HPR pilot postrojenje		Izrada HPR pilot postrojenja																							
UF pilot postrojenje		Izrada UF pilot postrojenja																							
Ispitivanje na pilot postrojenju		Oluje i realne komunalne vode na pilot postrojenju (HPR, UF, NF, RO)																							
Dosmjerovanje rezultata projekta		Sudjelovanje na konferencijama																							
Kraj projekta																									

16



Monitoring

Godina	1											
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monitoring	Fizikalno-kemijski parametri											
	Mikrobiološki parametri											

- Fizikalno-kemijski parametri
 - temperatura, mutnoća, pH, vodljivost, slobodni klor, kloridi, amonijak, nitriti, nitrati, isparni ostatak, sulfati, ukupna tvrdoća, KPK, BPK₅, suspendirana tvar, fostati, ukupni fosfor, ukupni dušik
- Mikrobiološki parametri
 - koliformne bakterije, *Escherichia coli*, Enterokoki, broj kolonija 37 °C, broj kolonija 22 °C i *Pseudomonas aeruginosa*

17



Monitoring

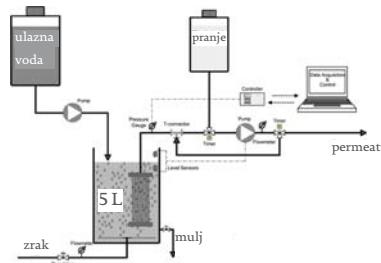
Godina	1											
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Razvoj HPLC metoda, koncentracije novih zagađivala, toksičnost											
	Konzentracija teških metala											

- Teški metali
- Nova zagađivala - (EU) 2015/495
 - etinilestradiol 17-alfa (EE2), estradiol 17-beta (E2), estron (E1),
 - diklofenak,
 - 2,6-diterc-butil-4-metilfenol,
 - 2-etylheksil 4 metoksicinamat,
 - makrolidni antibiotici (eritromicin, klaritromicin, azitromicin),
 - metiokarb,
 - neonikotinoidi (imidakloprid, tiakloprid, tiametoksam, klotianidin, acetamiprid),
 - oksadiazoni
 - tri-alat

18

Laboratorijski uređaji i ispitivanja

Godina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Laboratorijski MBR uređaj							Izrade lab. MBR uređaja					
Laboratorijski UF uređaj								Izrade lab. UF uređaja				



Laboratorijska ispitivanja	Obrada modelne vode i realne komunalne vode na laboratorijskim uređajima (MBR, UF, NF, RO)
----------------------------	--



■ ZW1

- šuplja vlakna
- $0,046 \text{ m}^2$

19

Pilot uređaj i ispitivanja

Godina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MBR pilot postrojenje								Izrade MBR pilot postrojenja				
UF pilot postrojenje									Izrade UF pilot postrojenja			
Ispitivanja na pilot postrojenju										Obrada realne komunalne vode na pilot postrojenjima (MBR, UF, NF, RO)		



■ ZW10

- šuplja vlakna

20

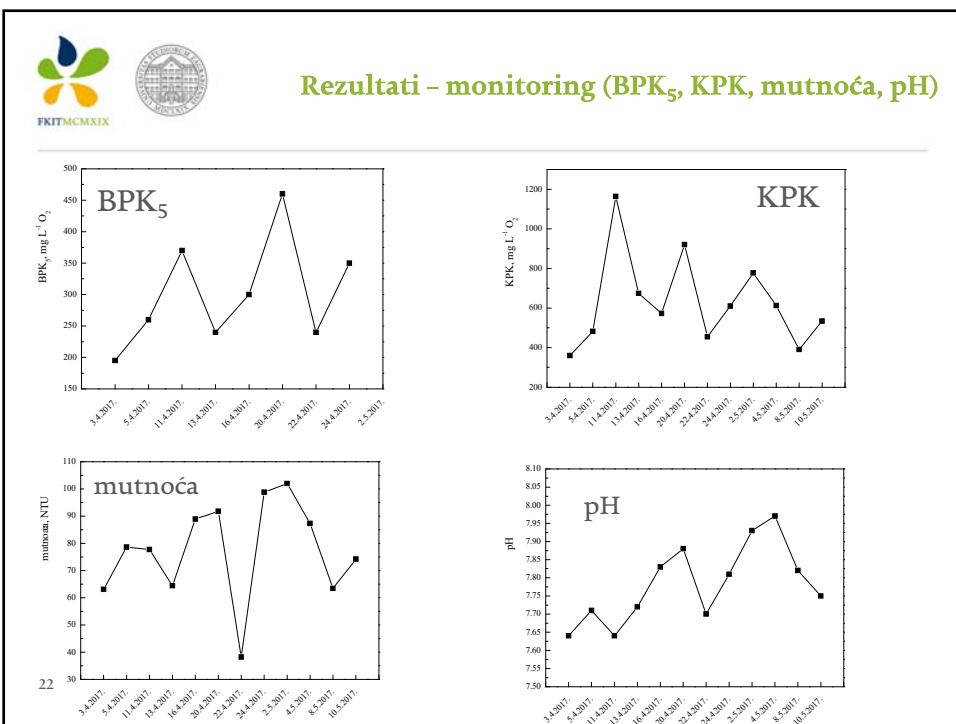


Rezultati

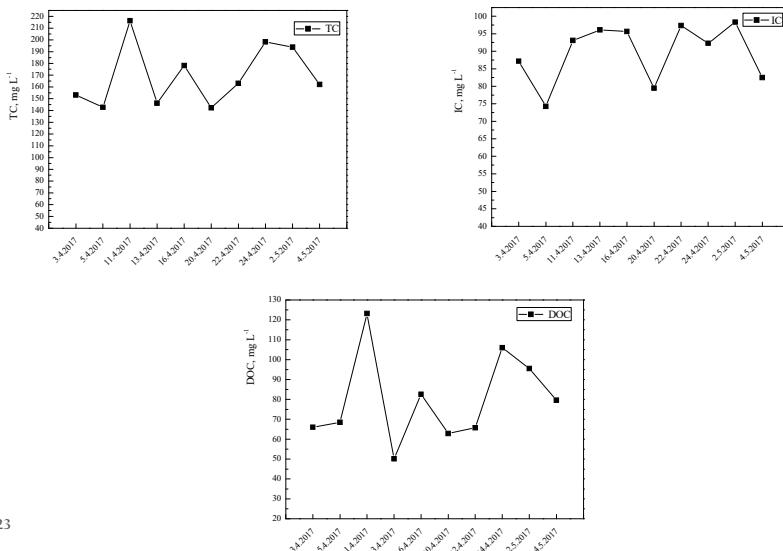




21

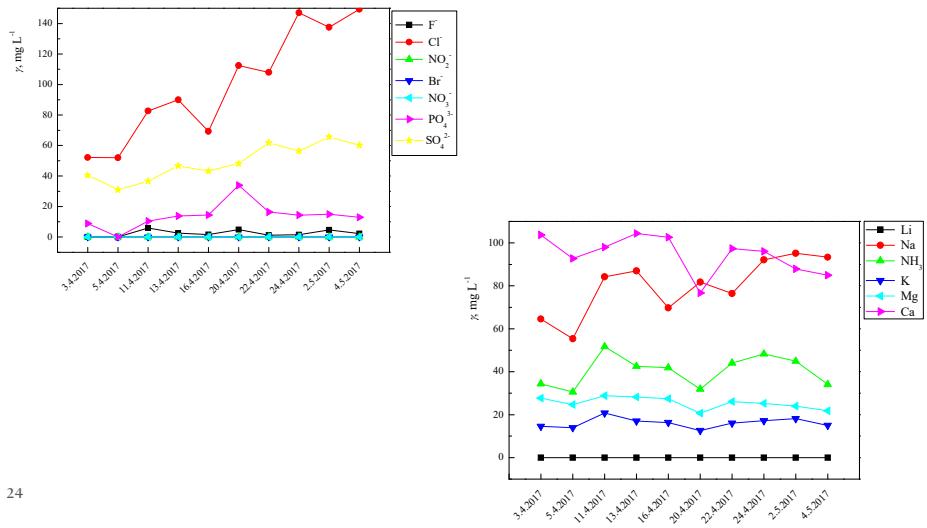


Rezultati - monitoring (TC, IC, DOC)



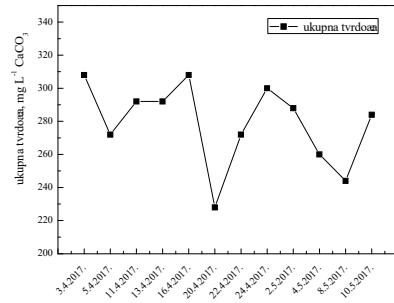
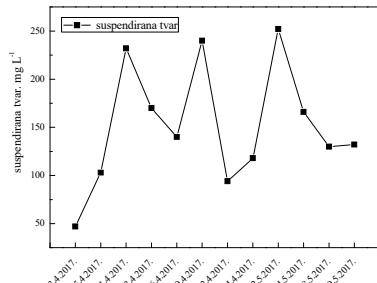
23

Rezultati - monitoring (anioni, kationi)



24

Rezultati – monitoring (suspendirana tvar, ukupna tvrdoća)



25

Zakonske regulative

Parametar	US EPA	Australija	FAO
pH	6,5 – 8,4	5 – 8,5 (4 – 9)	6 – 8
Mutnoća, NTU	2	2	-
$\kappa, \mu\text{S cm}^{-1}$	700 (3000)	200 (800)	3000
TC, mg C L⁻¹	-	-	-
IC, mg C L⁻¹	-	-	-
DOC, mg C L⁻¹	-	-	-
KPK, mg O₂ L⁻¹	-	-	100
Anioni, mg L⁻¹			
Cl⁻	142 (355)	5	1065
NO_2^-	*	*	*
NO_3^-	5 (30)	*	140
PO_4^{3-}	5	10	194
SO_4^{2-}	25	-	960
Kationi, mg L⁻¹			
Na⁺	69 (207)	-	920
Fe^{3+}	1	0,2	-
NH_4^+	75	*	90
K^+	-	-	78
Mg^{2+}	50	-	61
Ca^{2+}	100	-	400

*dozvoljena koncentracija NH_4^+ , NO_2^- i NO_3^- izražena je ukupnom koncentracijom dušika (50 mg L^{-1})

26



Vidljivost

 <https://dolardavor.wixsite.com/rehohmem>

 https://www.facebook.com/rehohmem/?ref=aymt_homepage_panel

 <https://www.researchgate.net/project/ReHOHMem-Direct-reuse-of-municipal-wastewater-for-agriculture-irrigation-with-membrane-technologies>

27



pitanja

E-mail:

dolar@fkit.hr
rehohmem@gmail.com

<https://dolardavor.wixsite.com/rehohmem/contact>


ReHOHMem
 Direct reuse of municipal wastewater for agricultural irrigation with membrane technologies

[HOME](#) | [ABOUT](#) | [PUBLICATIONS](#) | [GALLERY](#) | [CONTACT](#)

[CONTACT US](#)

Name:
 Email:
 Subject:

Name:
 Message:

Send

Davor Bošar, PhD
 assistant professor
 University of Zagreb
 Faculty of Chemical
 Engineering and Technology
 Marulićev trg 19
 HR-10240 Zagreb
 Croatia
 e-mail: dolar@fkit.hr
 tel: +385 1-4997-222
 fax: +385 1-4997-210

28





29

 Vlada
Republike
Hrvatske

 REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO ZASTITE
OKOLIŠA I ENERGETIKE

 ministarstvo znanosti
obrazovanja i sportsa

 FOND ZA ZAŠTITU OKOLIŠA I
ENERGETSKU UČINKOVITOST

 HRZZ
Hrvatska radionica
za znanost