



ARSENICPLATFORM

HUSRB/1002/121/075



Mađarska-Srbija

IPA prekogranični program

Okrugli sto: PRIMERI IZ PRAKSE

**Pilot postrojenje za tretman vode za piće u
Zrenjaninu**

*Zrenyanini (Becskereki) ivóvíz kezelésére
alkalmazott kísérleti telep*



Projekat sufinansira
Evropska unija

Kikinda, 23-24.02.2012.

ISTRAŽIVAČKO POLUINDUSTRIJSKO (PILOT) POSTROJENJE ZA PRIPREMU VODE ZA PIĆE U ZRENJANINU

FÉLIPARI KUTATÓTELEP ZRENYANIN ÍVÓVIZÉNEK ELŐKÉSZÍTÉSÉRE

- **Prof. dr Božo Dalmacija, rukovodilac projekta**
- Prof. dr Mile Klašnja, dipl.ing. teh.
- Milan Medojević, dipl.ing. maš.
- Doc. dr Jasmina Agbaba
- Aleksandra Tubić, dipl. hem.
- Doc. dr Srđan Rončević
- Prof. dr Ivana Ivančev-Tumbas
- Prof. Dr Olga Petrović
- Jelena Molnar, dipl. hem.-inž. za kontr. kvaliteta i menadžment životne sredine
- Milena Dalmacija, dipl. hem.-inž. za kontr. kvaliteta i menadžment životne sredine
- Mr Malcolm Watson
- Svetlana Ugarčina, dipl.ekolog
- Mr Dejan Krčmar
- ...

Saradnici sa Projekta iz JKP
“Vodovod i kanalizacija”

Zrenjanin:

- Živojin Đurin, dipl. Biolog, šef laboratorije i rukovodilac rada pilot postrojenja
- Ivana Pušić, master za kontrolu kvaliteta i upravljanje životnom sredinom



Opšti i specifični parametri kvaliteta vode na području Zrenjanina

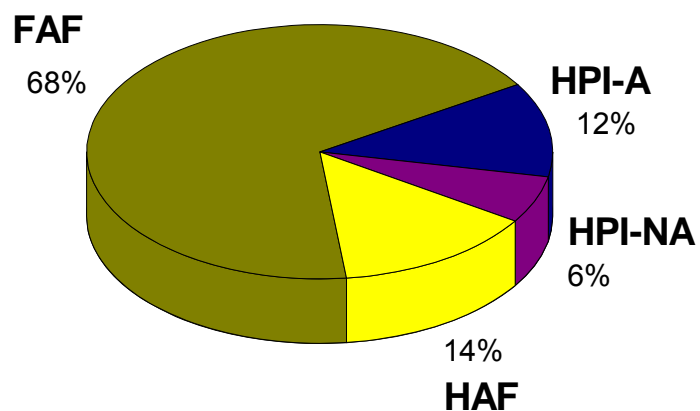
Uzorak	pH	Električna provodljivost ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Utrošak KMnO_4 ($\text{mg KMnO}_4/\text{l}$)	Alkalitet ($\text{mg HCO}_3^-/\text{l}$)	Na (mg/l)	Fe ($\mu\text{g}/\text{l}$)	As ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Mn ($\mu\text{g}/\text{l}$)	B ($\mu\text{g}/\text{l}$)
ZRB 2	7,38	1046	34,9	843	158	310	145	12,5	1061
ZRB 3	7,13	1274	34,9	979	181	130	4,0	25	1019
ZRB 8	7,76	1169	37,1	874	209	220	148	12,5	1114
ZRB 9	7,69	1203	38,1	906	222	270	113	12,5	1213
ZRB 10	7,64	1222	40,0	926	198	270	55,1	12,5	1201
ZRB 11	7,54	1318	40,6	974	243	170	32,5	37,5	1344
ZRB 12	7,87	1038	34,6	792	188	220	158	12,5	1110

	pH	El. provo- dljivost ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Utrošak KMnO_4 ($\text{mg KMnO}_4/\text{l}$)	Alkalitet ($\text{mg HCO}_3^-/\text{l}$)	Na (mg/l)	Fe ($\mu\text{g}/\text{l}$)	As ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Mn ($\mu\text{g}/\text{l}$)	B ($\mu\text{g}/\text{l}$)
min	7,13	1007	28,2	747	158	80	4,0	12,5	996
max	7,98	1350	40,6	1018	222	730	344	112	1344
Pravil- nik (Sl.list SRJ 42/98)	6,8 - 8,5	1000	8		150	300	10	50	300

Karakteristike sirove vode

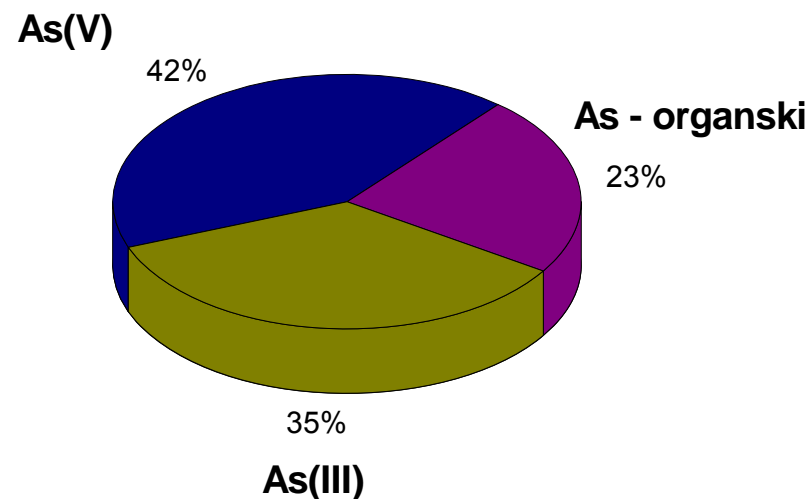
Parametar	Jedinica mere	Srednja vrednost \pm SD
pH	-	7,46 \pm 0,14
Ukupni alkalitet	mHCO ₃ ⁻ /l	909 \pm 15
Mutnoća	NTU	0,52 \pm 0,03
Električna provodljivost	μ s/cm	1202 \pm 16
DOC	mg C/l	9,27 \pm 0,92
Permanganatni broj	mg KMnO ₄ /l	37,7 \pm 0,6
UV ₂₅₄	cm ⁻¹	0,497 \pm 0,015
PFTHM	μ g/l	555 \pm 128
PFHAA	μ g/l	198 \pm 73,8
Na	mg/l	245 \pm 54,9
As	μ g/l	134 \pm 29
B	μ g/l	957 \pm 153

Distribucija frakcija DOC i As u sirovoj vodi



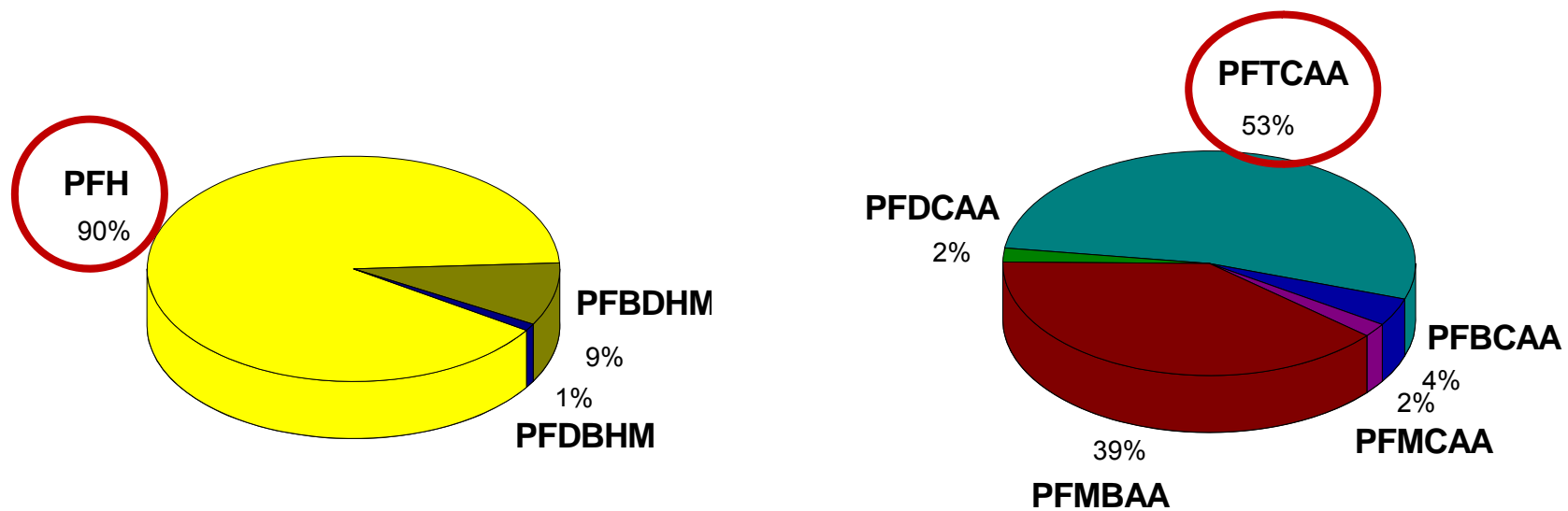
***Distribucija frakcija DOC u sirovoj
podzemnoj vodi***

*(FAF- fulvinske kiseline, HAF- huminske
kiseline, HPI-A- hidrofilne kiseline, HPI-NA-
hidrofilna nekisela frakcija)*



***Distribucija arsena u sirovoj
podzemnoj vodi***

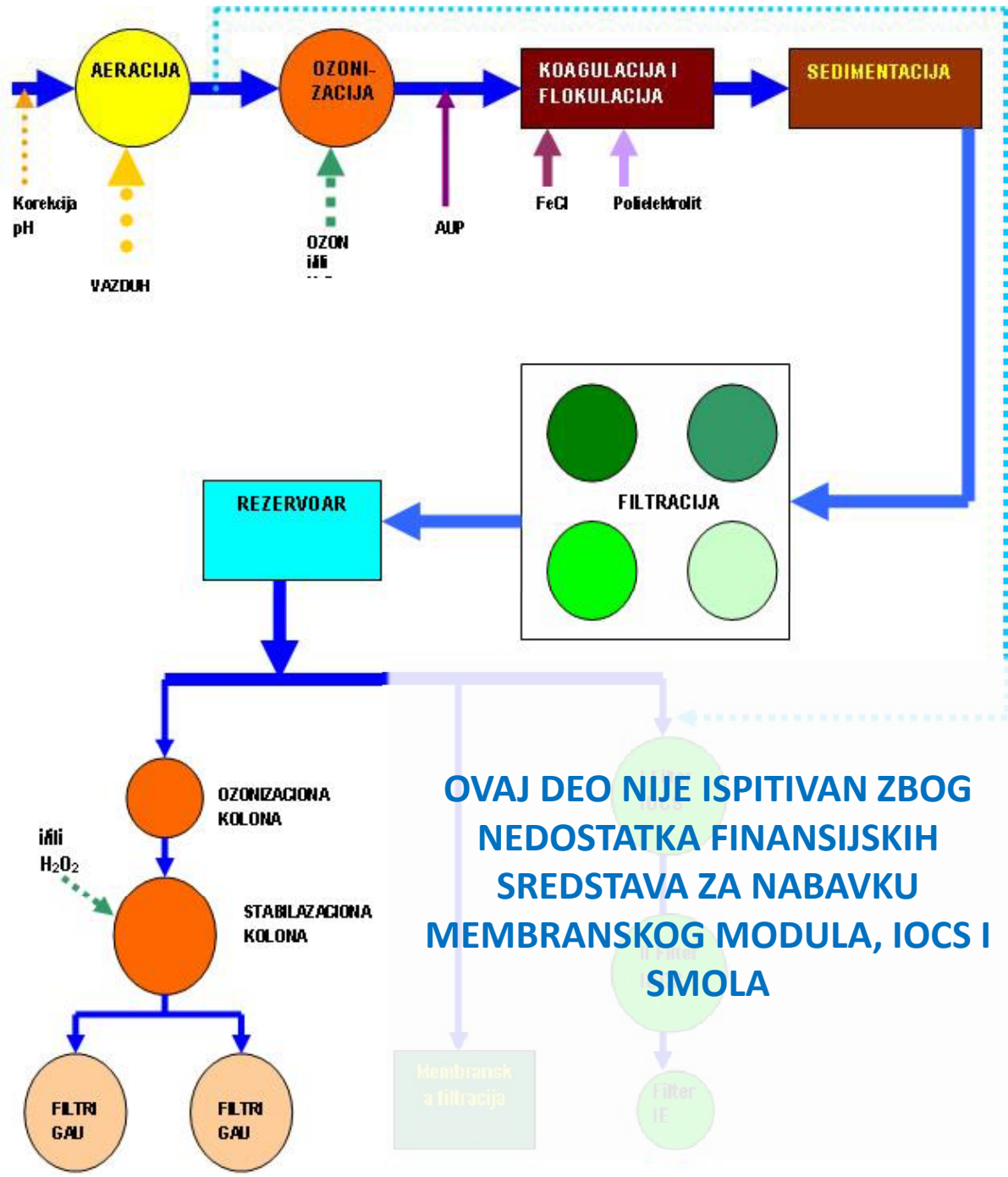
Raspodela prekursora THM i HAA u sirovoj vodi i u frakcijama POM



Funkcionalni podsklopovi pilota

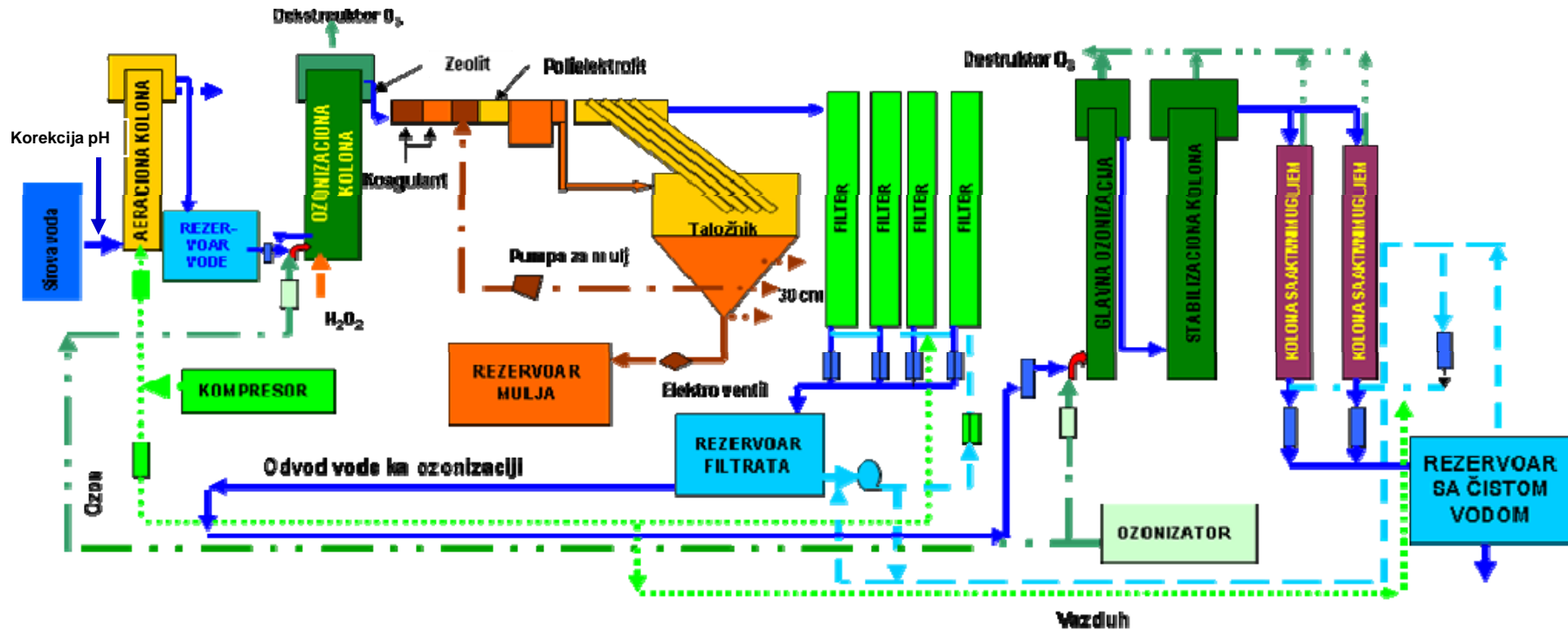
- (1) korekcija pH;
- (2) aeracija;
- (3) predozonizacija;
- (4) koagulacija i flokulacija
 - (4.1) koagulacija,
 - (4.2) dodavanje AUP
 - (4.3) recirkulacija flokulacionog mulja, i
 - (4.4) flokulacija;
- (5) taloženje;
- (6) filtracija;
- (7) ozonizacija;
- (8) filtracija na GAU;
- (9) filtracija na gvožđevitom pesku;
- (10) filtracija na jonoizmenjivačkoj smoli;
- (11) membranska tehnika.





Šema Pilot postrojenja

Pilot telep shémája

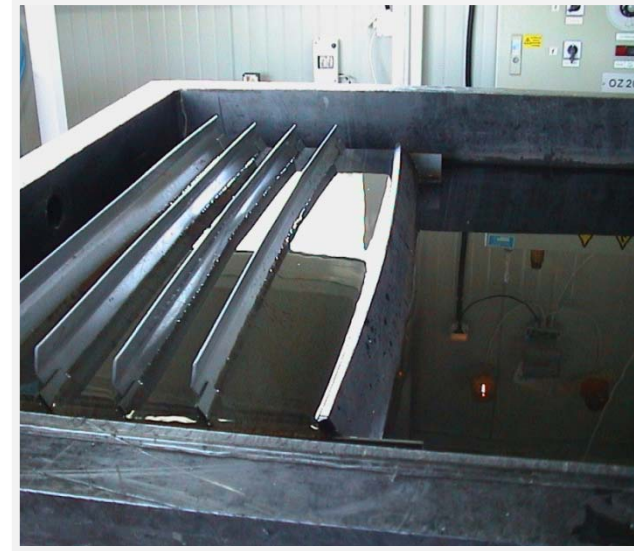
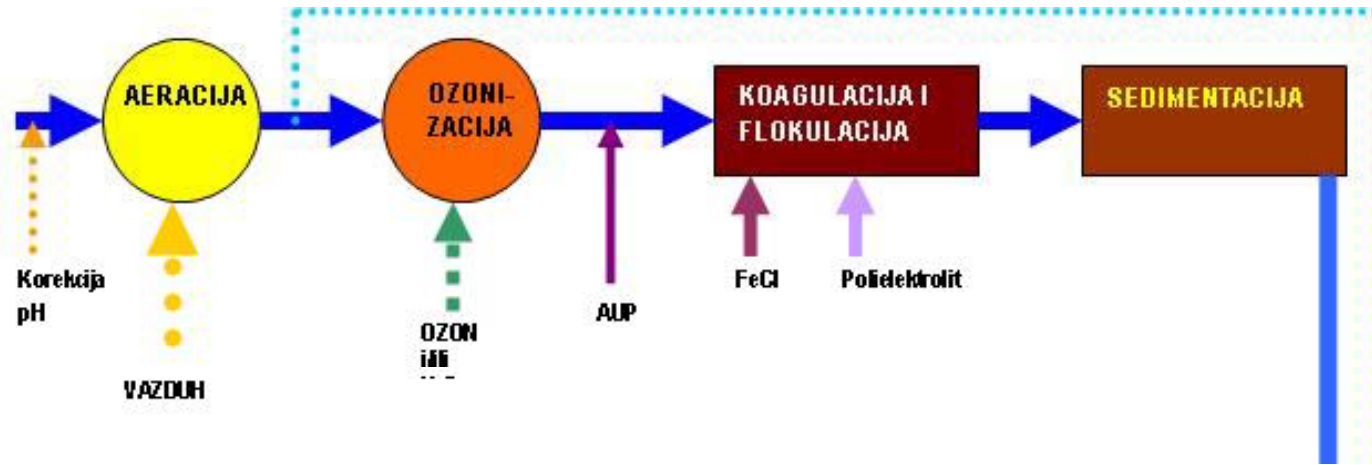


Legenda:

- Tek ozona
- Tek vazduha
- Tek vode nakon filtera
- Tek čiste vode
- Mesta uzorkovanja mulja

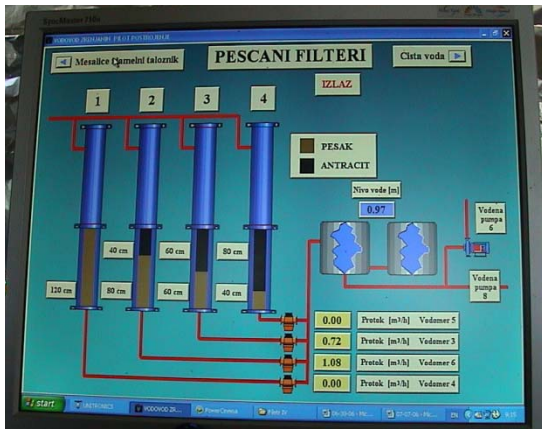
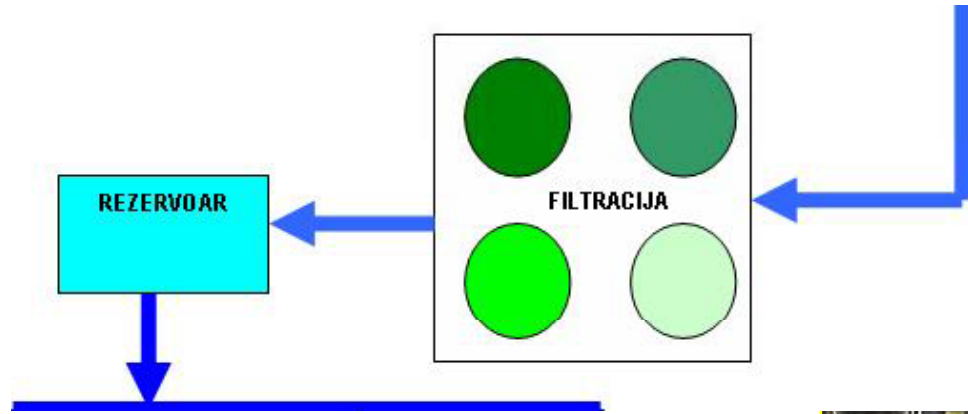


Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program





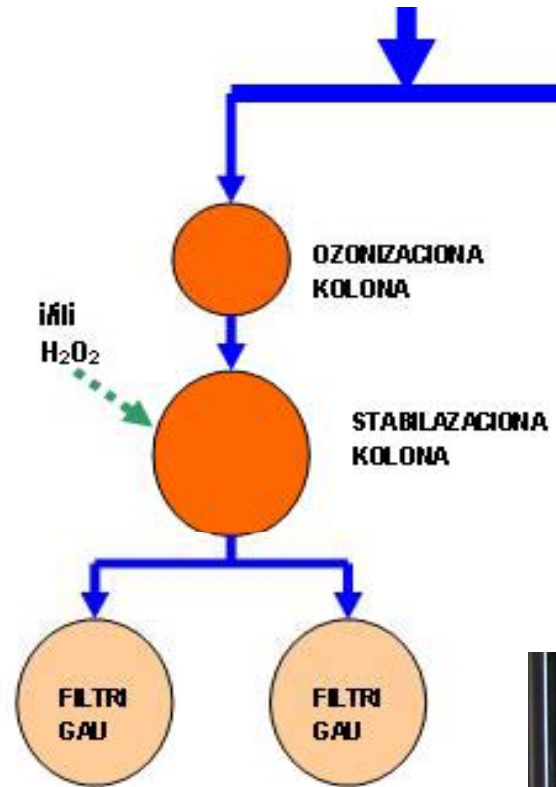
Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program



Kikinda, 23-24.02.2012.



Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program



Kikinda, 23-24.02.2012.

Šta je sve ispitivano na Pilotu?

A PILOTON kutatottak

- Degazacija (stripingom vazduha) (*gáztalanítás*): CH₄, CO₂, H₂S
- Korekcija pH (kiselinom, CO₂) (*pH korekció*): 7,0; 6,8 i 6,0–
- Predozonizacija (*ózonos előkezelés*) : 0,1-0,9 mg O₃/ mg DOC
 - O₃ /H₂O₂: 0,2 -0,5 mg O₃/mg DOC (H₂O₂:O₃ = 1:1; 1:2, 2:1)
- Koagulacija i flokulacija (*koaguláció és flokuláció*) :
 - Koagulant (*koaguláns*)
 - 100-200 g FeCl₃/m³
 - FeCl₃/PACl (30 g FeCl₃/m³ /30 g Al/m³; 20 g FeCl₃/m³ /20 g Al/m³)
 - Flokulant (*flokuláns*): 0,2-0,5 g/m³ A110 i 0,2 g/m³ Megaflok LT27
 - Reirkulacija flokulacionog mulja (0,06-0,08 m³/h)
- Aktivni ugalj u prahu (*aktív szénpor*) 5-30 g/m³ Norit W-35
- Ozonizacija - doze ozona od 0,5-2,0 g O₃/m³
- Granulovani aktivni ugalj: K-81/B i Norit Row 0,8 Supra



Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program



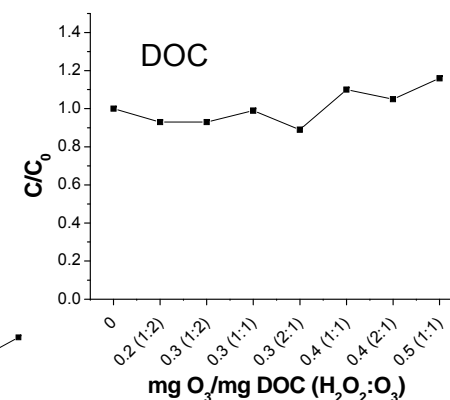
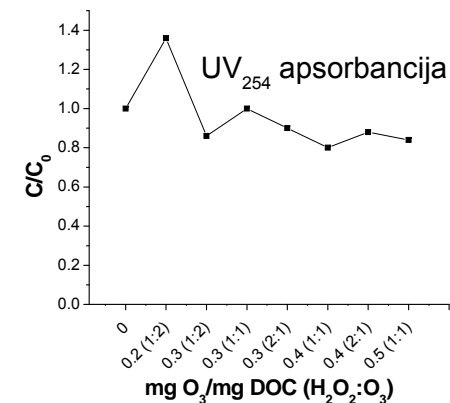
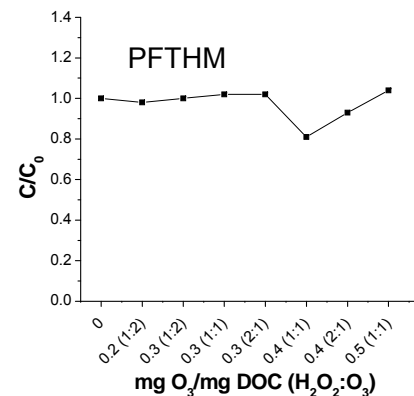
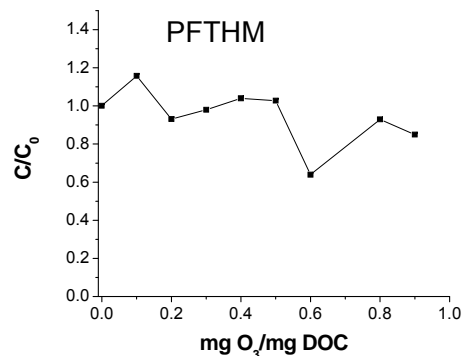
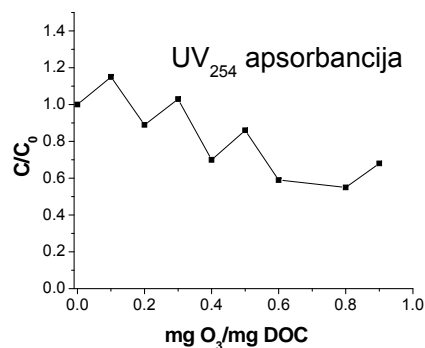
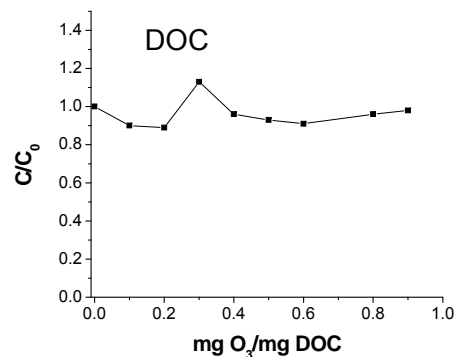
UTICAJ O_3 I O_3/H_2O_2 NA SADRŽAJ POM I DEZINFEKCIONIH NUSPRODUKATA



Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

UTICAJ PREDTRETMANA O_3 I O_3/H_2O_2

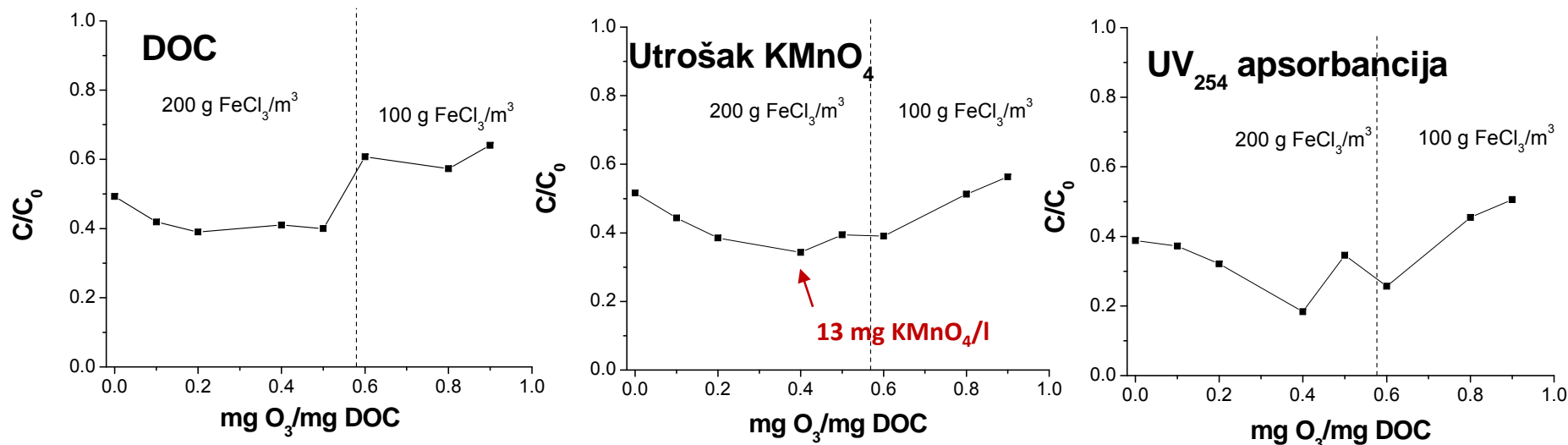
- ✓ smanjenje DOC vrednosti za svega 2-11%,
- ✓ povećanje doze ozona i OH radikala - povećanje udela hidrofilne frakcije POM - smanjenje UV_{254} apsorpcije za 12-45% i SUVA za 16-43%





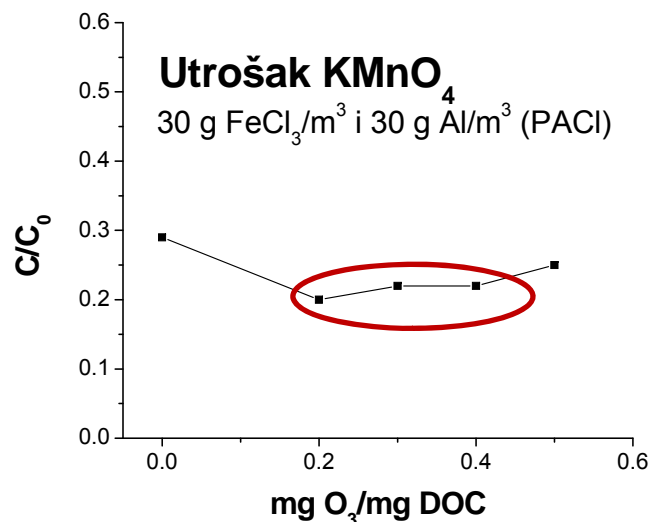
Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

UTICAJ OZONA NA EFIKASNOST KOAGULACIJE I FLOKULACIJE – FeCl₃



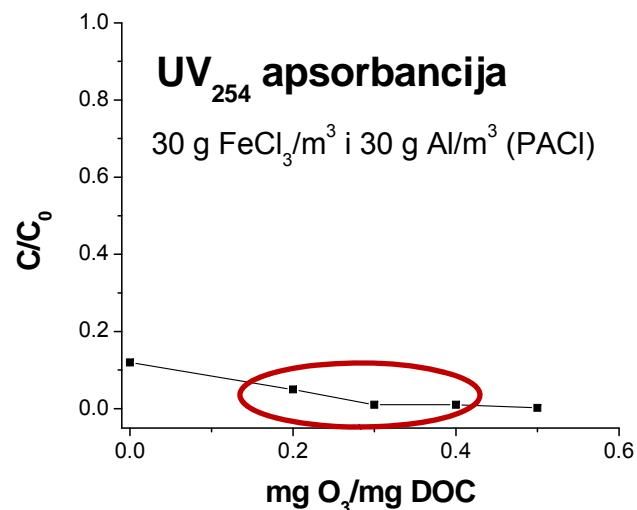
- ✓ predozonizacija - *doprinosi* boljem uklanjanju DOC koagulacijom sa FeCl₃
- ✓ različite doze ozona (0,1-0,5 mg O₃/mg DOC) ne pokazuju značajne međusobne razlike u uticaju na smanjenje sadržaja DOC koagulacijom
- ✓ povećanje doze O₃ uz smanjenje doze koagulanta – smanjenje efikasnosti tretmana
- ✓ najveća efikasnost: 0,4 mg O₃/mg DOC / 200 g FeCl₃/m³

UTICAJ OZONA NA EFIKASNOST KOAGULACIJE I FLOKULACIJE – FeCl₃/PACl



✓ Najbolji rezultati u smanjenju sadržaja POM:

0,2-0,4 mg O₃/mg DOC
30 g FeCl₃/m³ / 30 g Al/m³

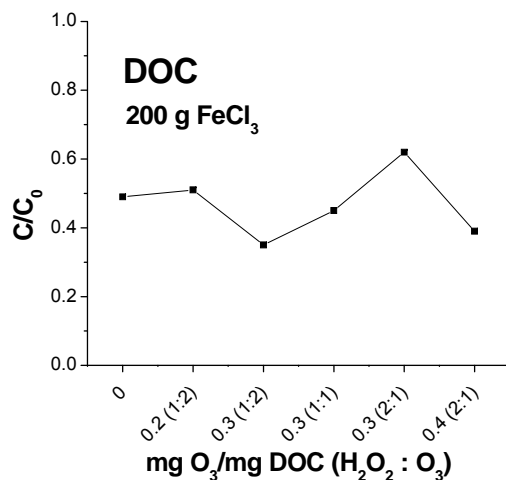


- ✓ smanjenje vrednosti DOC: ≈ 50%
- ✓ PB: 7,75 -8,80 mg KMnO₄/l
- ✓ smanjenje UV₂₅₄ apsorbancije: 95%
- ✓ PFTHM = 555 /158-213 μg/l
- ✓ PFHAA = 198 / 33,0-62,6 μg/l



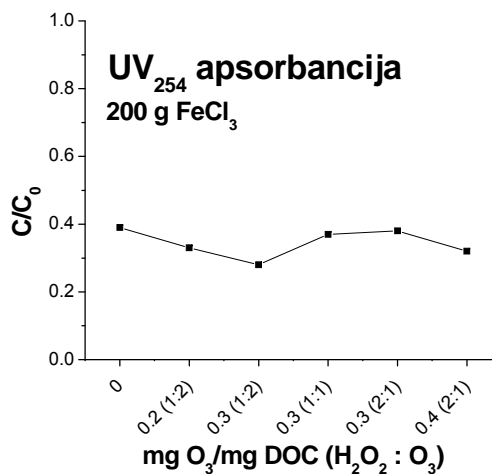
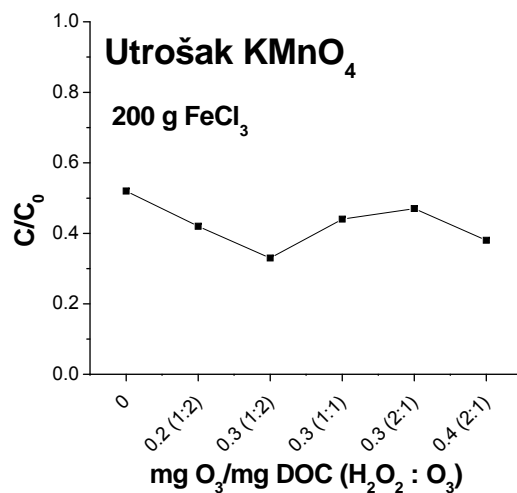
Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

UTICAJ O_3/H_2O_2 NA EFIKASNOST KOAGULACIJE I FLOKULACIJE – $FeCl_3$



0,3 mg O_3 /mg DOC ($H_2O_2 : O_3 = 1:2$)
200 g $FeCl_3$ /m³

- ✓ PB: 13,1 mg $KMnO_4$ /l
- ✓ smanjenje DOC 65%, PB 67%, UV_{254} 72% i SUVA 21%
- ✓ O_3/H_2O_2 proces *doprinosi* boljem uklanjanju DOC koagulacijom sa $FeCl_3$

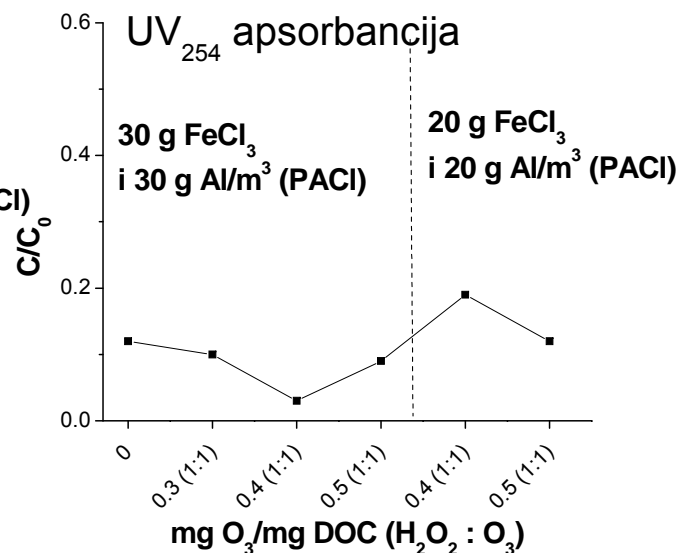
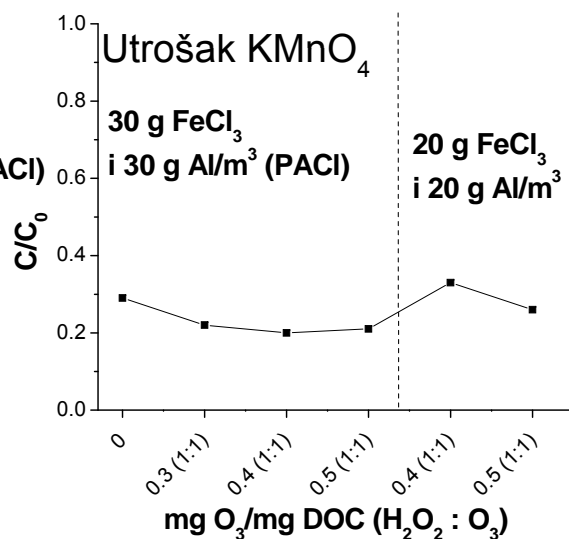
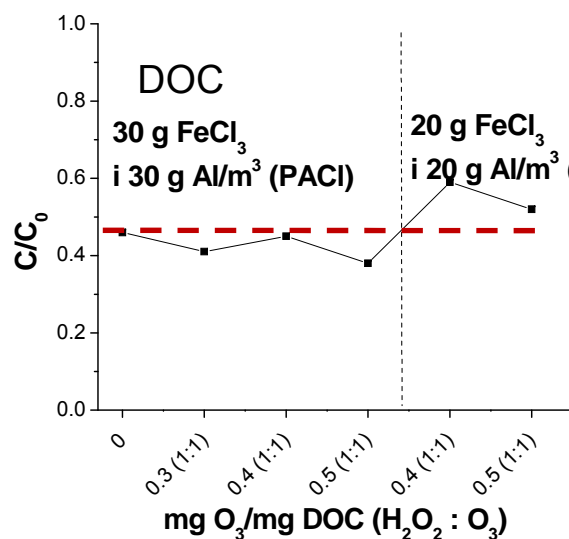


- ✓ PFTHM = 210 $\mu\text{g/l}$
- ✓ PFHAA = 71,2 $\mu\text{g/l}$



Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

UTICAJ O_3/H_2O_2 NA EFIKASNOST KOAGULACIJE I FLOKULACIJE – $FeCl_3/PACl$



0,4 mg O_3 / mg DOC ($H_2O_2:O_3 = 1:1$)

30 g $FeCl_3$ /m³ / 30 g Al/m³

- ✓ smanjenje DOC 55%; PB 80%; UV_{254} 97%
- ✓ PB: **7,7 mg $KMnO_4$ /l**
- ✓ PFTHM = 188 μ g/l
- ✓ PFHAA = 53,8 μ g/l

I faza

- **Preozonizacija:**
 $3 \text{ g O}_3/\text{m}^3 \rightarrow 0,4 \text{ mg O}_3/\text{mg DOC}$
- **Kombinovani koagulant PACl i FeCl_3 :**
 $30 \text{ g Al}/\text{m}^3$ i $30 \text{ g FeCl}_3/\text{m}^3$
- **Recirkulacija flokulacionog mulja - efikasnije iskorišćavanje primenjenog koagulanta i smanjenje količine otpadnog mulja koji bi se dalje morao posebno obrađivati.**



Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

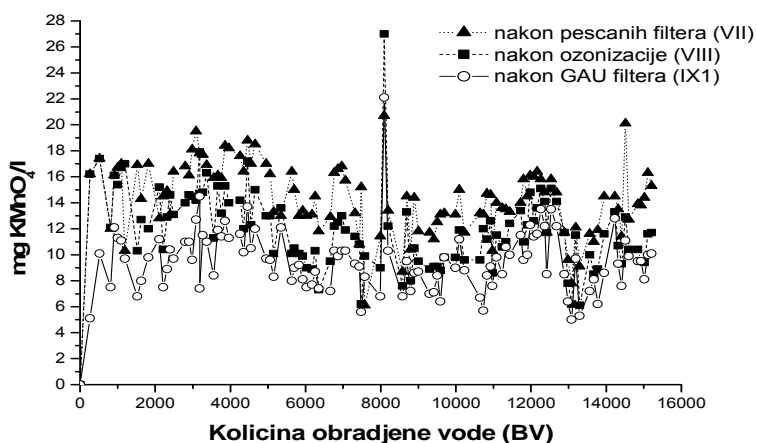


EFEKTI PRIMENE SISTEMA OZON/GRANULOVANI AKTIVNI UGALJ NA SADRŽAJ POM U VODI

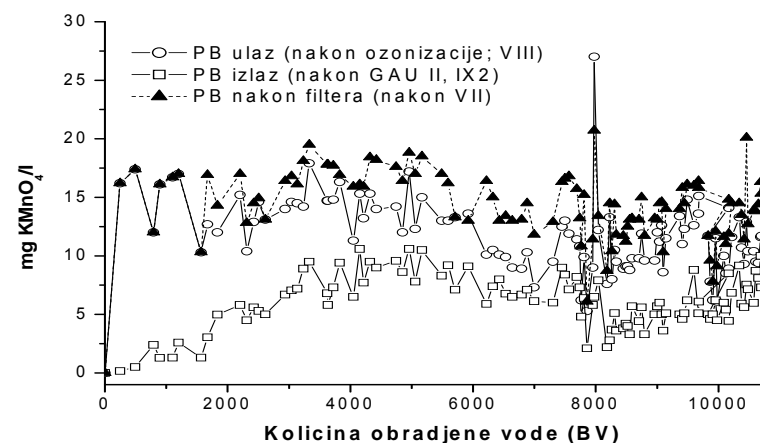


Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

Efekti primene sistema ozon/granulovani aktivni ugalj na sadržaj POM u vodi



Sadržaj organskih materija u vodi (potrošnja $KMnO_4$) pre i nakon obrade granulovanim aktivnim ugljem K-81/B

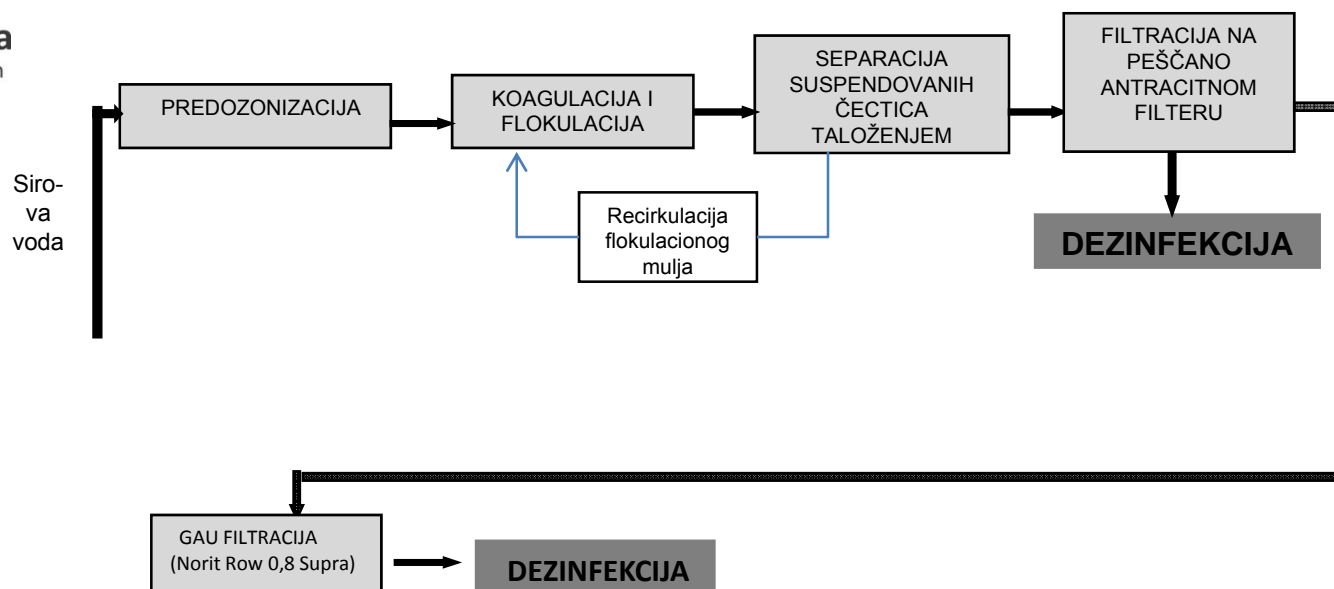


Sadržaj organskih materija u vodi, (potrošnja $KMnO_4$) pre i nakon obrade granulovanim aktivnim ugljem Norit ROW Supra 0,8

- Obradeno 20000 BV vode
 - GAU K-81/B uklonjeno 109 g/kg
 - Norit Row 0,8 Supra uklonjeno 262 g/kg
- GAU Norit Row 0,8 Supra daleko efikasniji od GAU K-81/B

EFEKTI ODABRANIH FIZIČKO-HEMIJSKIH PROCESA NA FORMIRANJE OKSIDACIONIH NUSPROIZVODA HLORA U SIMULIRANIM USLOVIMA DEZINFEKCIJE





Tehnologija 1:

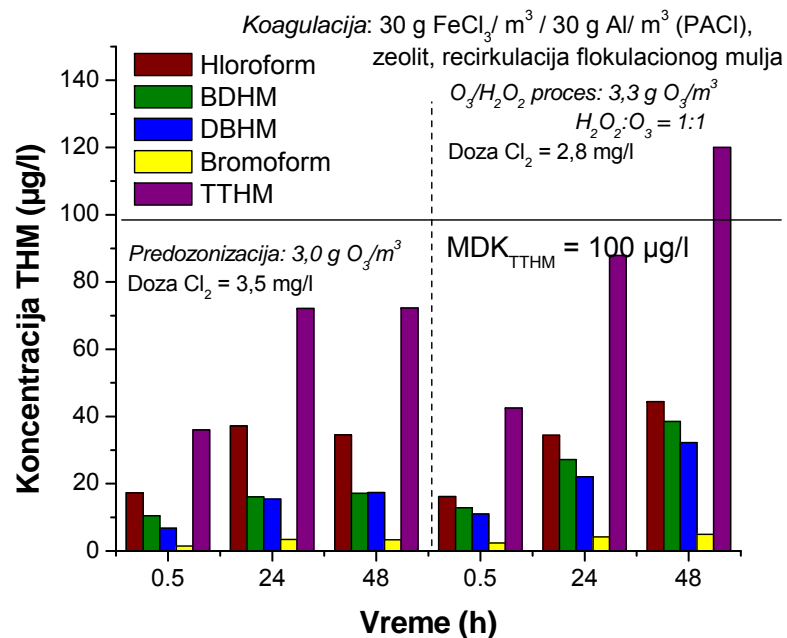
- oksidacioni predtretman: 3,0 g O₃/m³
- Koagulacija: FeCl₃/PACl 30/30 g/m³
- Flokulacija: Magnafloc LT26 0,2 g/m³
- recirkulacija povratnog mulja 60 l/h
- filtracija na peščano/antracitnom filteru
- filtracija na GAU *Norit Row 0,8 Supra*

Tehnologija 2:

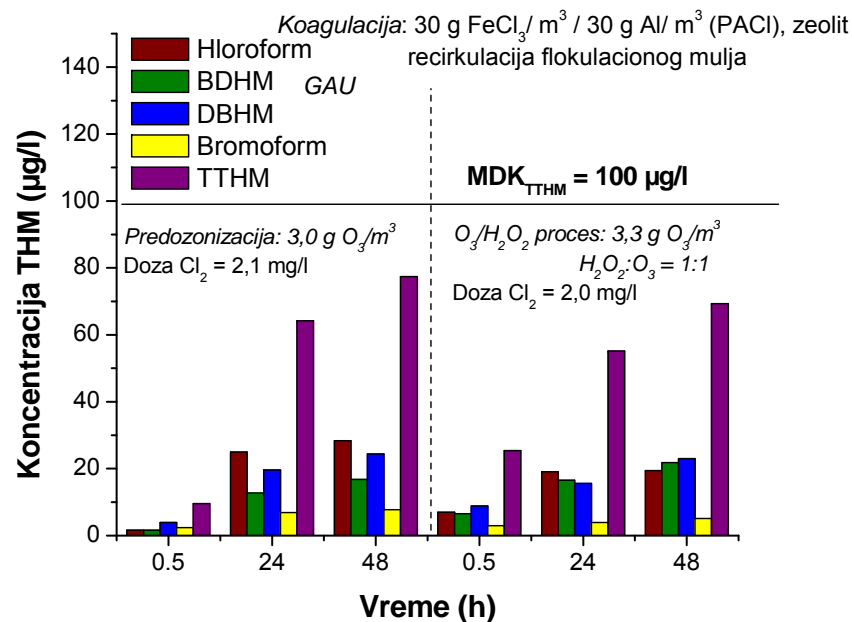
- oksidacioni predtretman: 3,3 g O₃/m³, 3,3 g H₂O₂/m³
- Koagulacija: FeCl₃/PACl 30/30 g/m³
- Flokulacija: Magnafloc LT26 0,2 g/m³
- recirkulacija flokulacionog mulja 60 l/h
- filtracija na peščano/antracitnom filteru
- filtracija na GAU *Norit Row 0,8 Supra*



Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program



I faza tretmana

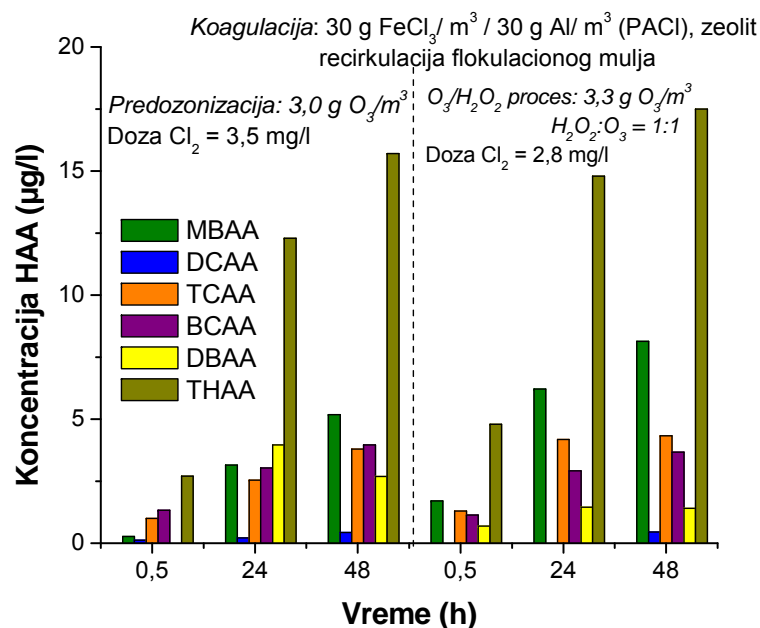


II faza tretmana

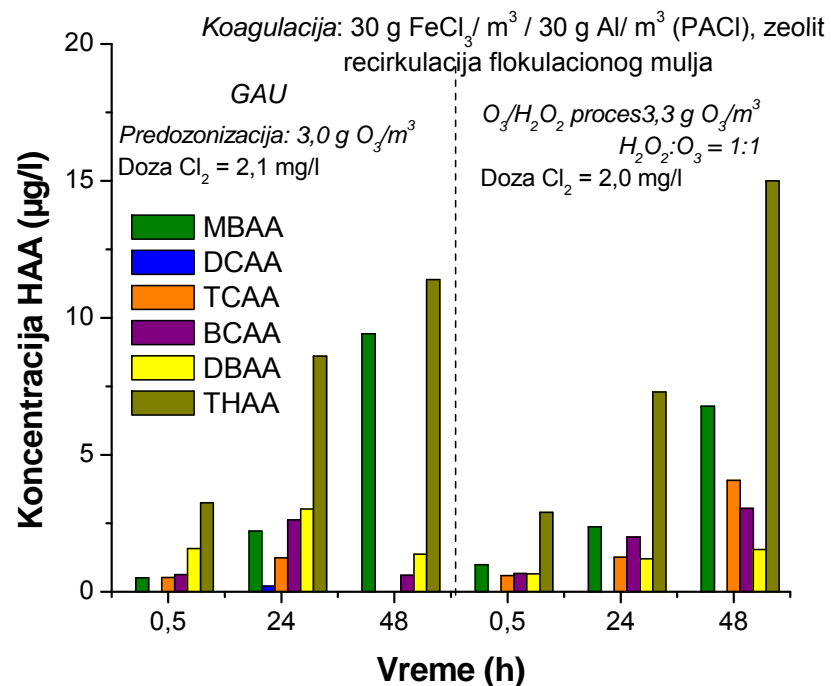
- ✓ Sadržaj THM raste sa vremenom i nakon I i II faze odabranih tretmana
- ✓ Nakon II faze tretmana voda ima zadovoljavajući kvalitet sa aspekta sadržaja trihalometana, **koncentracija THM = 69,7-77,4 µg/l < 100 µg/l**



Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program



I faza tretmana



II faza tretmana

- ✓ Sadržaj HAA raste sa vremenom i nakon I i II faze odabranih tretmana
- ✓ Nakon II faze tretmana voda ima zadovoljavajući kvalitet sa aspekta sadržaja halosirćetnih kiselina, **koncentracija HAA₅ < MDL (MDK = 60 µg/l)**

UKLANJANJE ARSENA IZ PODZEMNE VODE (FeCl_3)

Promena sadržaja arsena u procesima i tehnologijama:

I – sirova voda;

III – nakon aeracije;

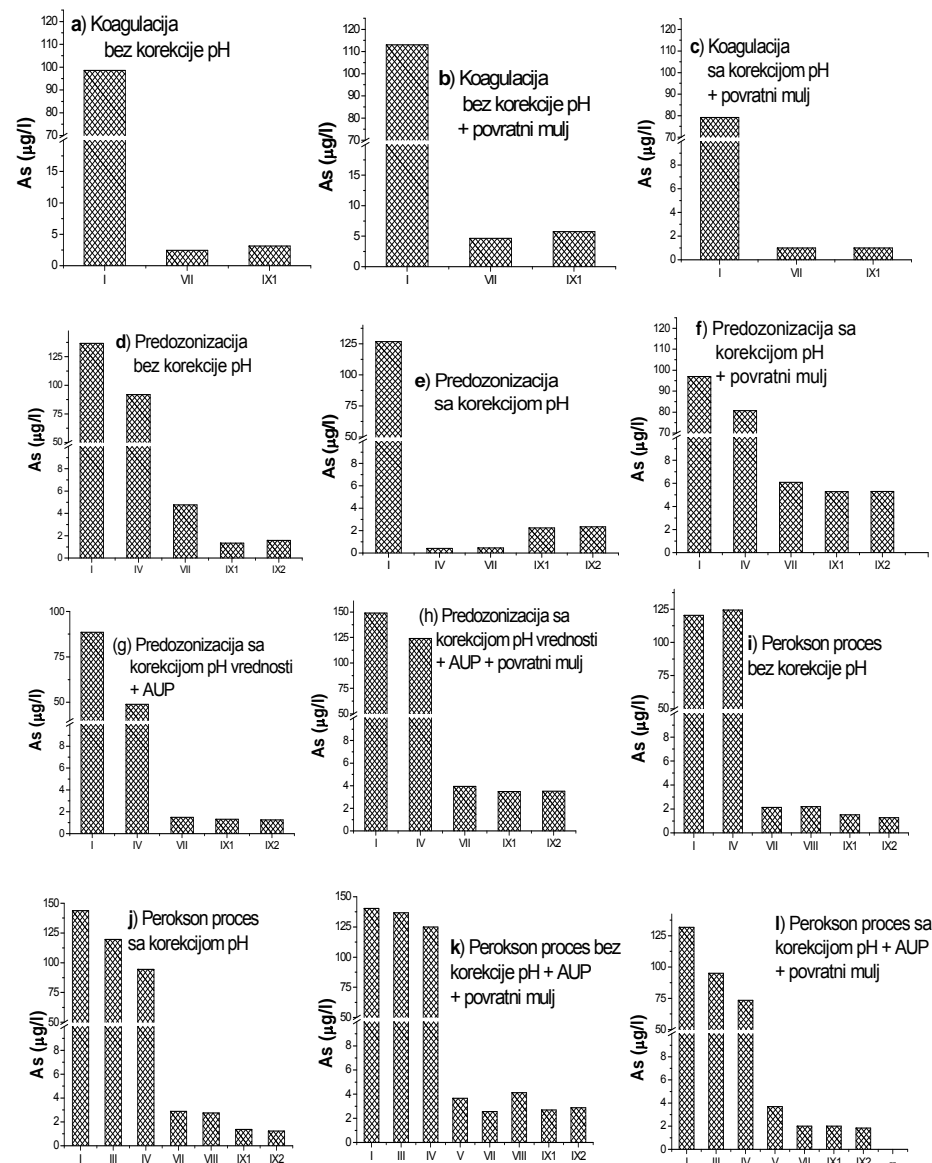
IV – nakon predozonizacije;

V – nakon koagulacije, flokulacije i sedimentacije;

VII – nakon peščano/antracitne filtracije;

VIII – nakon ozonizacije;

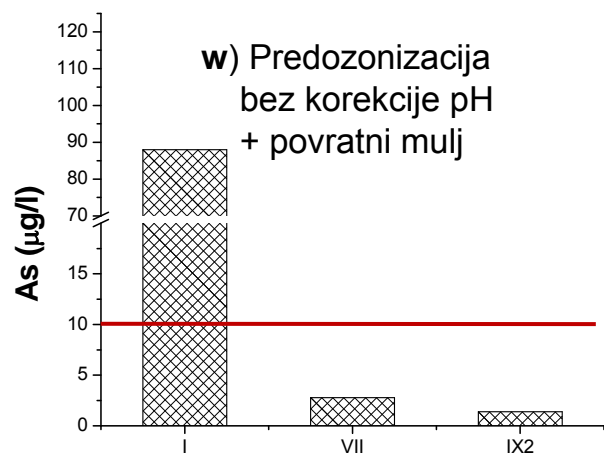
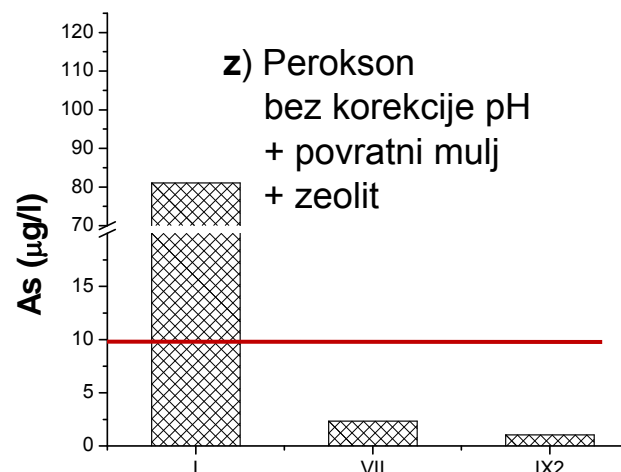
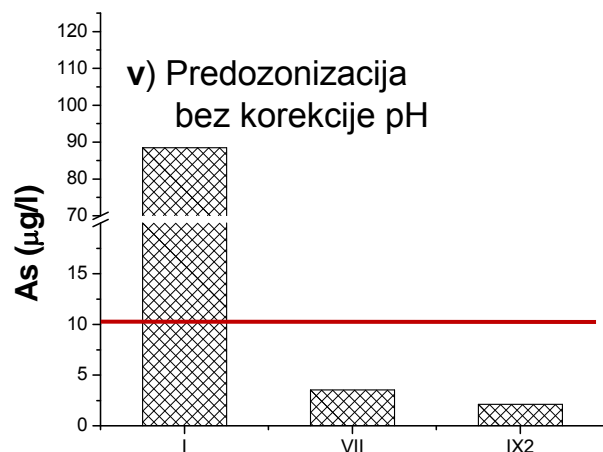
IX – nakon GAU filtracije





Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

UKLANJANJE ARSENA IZ PODZEMNE VODE (FeCl₃/PACI)



Promena sadržaja arsena u procesima i tehnologijama:

I – sirova voda;

VII – nakon peščano/antracitne filtracije;

IX – nakon GAU filtracije

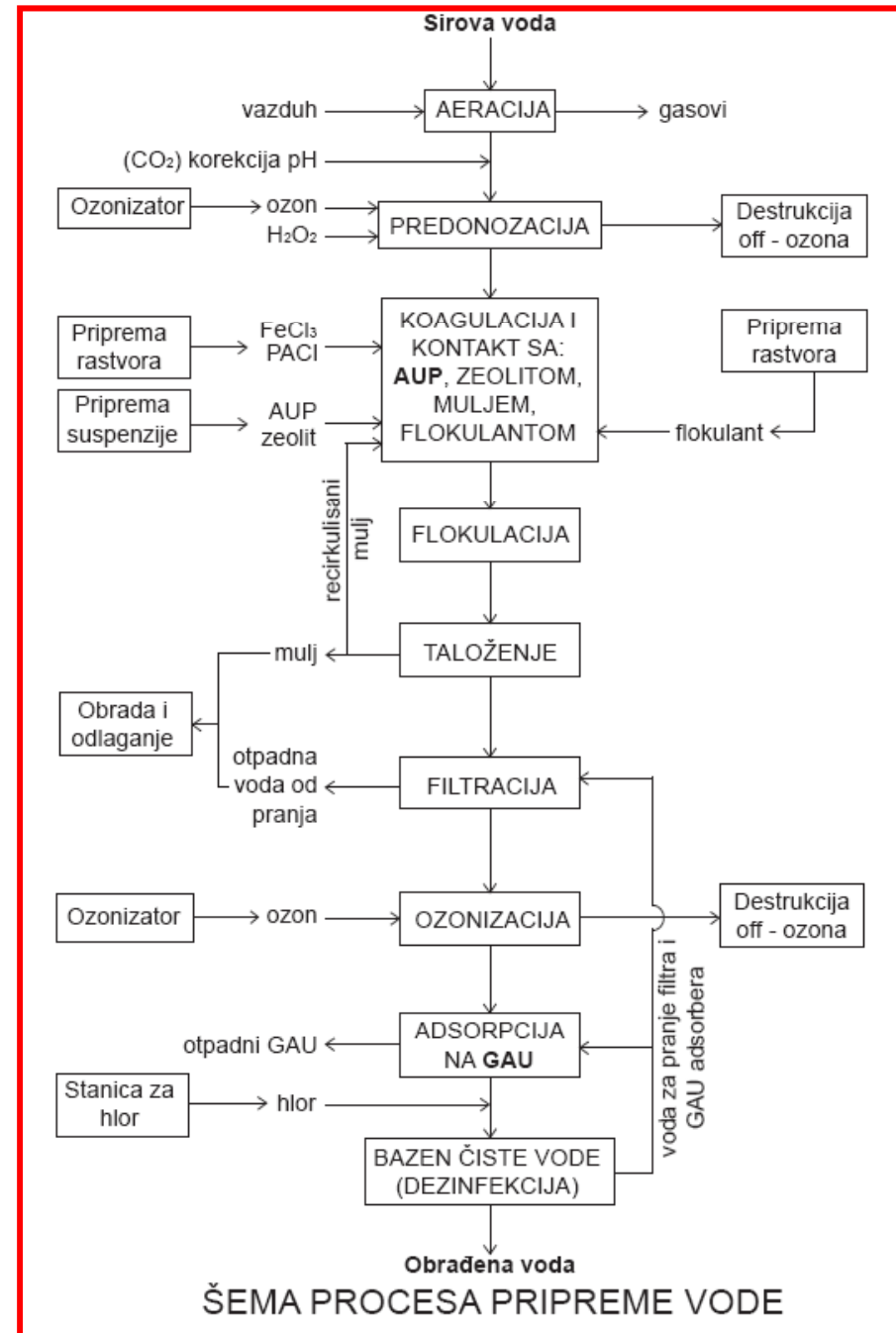


Mađarska-Srbija
IPA prekogranični program

Koncept tehnološkog procesa i postrojenja

A telep és folyamatok technológiai konceptje

Rezultati projekta „Istraživačko poluindustrijsko (pilot) postrojenje za pripremu vode za piće u Zrenjaninu” – podloga za projektovanje tehnološkog procesa pripreme vode i izgradnju industrijskog postrojenja za pripremu vode u Zrenjaninu



Hvala na pažnji!
Köszönöm a figyelmet!

*Dobri susedi
zajedno stvaraju
budućnost*

