



**ARSENICPLATFORM**

HUSRB/1002/121/075



**Mađarska-Srbija**

IPA prekogranični program

# Okrugli sto: PRIMERI IZ PRAKSE

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

Kikindai ivóvíz kezelésére alkalmazott  
Pilot (kísérleti) telep



Projekat sufinansira  
Evropska unija

Kikinda, 23-24.02.2012.

# ISTRAŽIVAČKO POLUINDUSTRIJSKO (PILOT) POSTROJENJE ZA PRIPREMU VODE ZA PIĆE U KIKINDI

## Félipari kutatótelep Kikinda ivóvizének előkészítésére

- **Prof. dr Božo Dalmacija, rukovodilac projekta**
- **Prof. dr Mile Klašnja, dipl.ing. teh.**
- **Mr Jasmina Agbaba**
- Doc dr Ivana Ivančev-Tumbas
- Milan Medojević, dipl.ing. maš.
- Prof. dr Olga Petrović
- Prof. dr Elvira Karlović
- Prof. dr Zagorka Tamaš
- Milena Bečelić, spec.hem.
- Vesna Borišev, dipl.hem.
- Srđan Rončević, dipl.hem.
- Ljubomir Murgul
- ....

Recezeni u hodu (prema dogovoru sa Investitorom)

- Profesor dr **Jožef Benak**, Građevinski fakultet u Subotici
- Profesor **dr Josip Baras**, Tehnološko-metarluški fakutet u Beogradu





Mađarska-Srbija  
IPA prekogranični program

# Kakav je kvalitet vode izvorišta u Kikindi ?

## Milyen Kikinda vízforrásainak minősége ?

Parameter	jedinica mere	Srednja vrednost	max vrednosti	min vrednosti	Pravilnik SI.list SRJ 42/48
Temperatura	°C	22	22,5	21,5	
KMnO <sub>4</sub> utrošak	mg/l	28,3	31,3	21,7	8
UV extinction 245 nm (TDC)	1/cm	0,32	0,33	0,30	
Conductivity	µS/cm	945	989	791	1000
slobodni CO <sub>2</sub>	mg/l	2,5	2,6	2,3	
H <sub>2</sub> S	mg/l	0,19	0,20	0,17	bey
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg N/l	0,58	0,72	0,49	0,1
Ca <sup>2+</sup>	mg/l	10,2	12,0	8,6	200
Mg <sup>2+</sup>	mg/l	2,7	3,1	2,4	50
Na <sup>+</sup>	mg/l	219	225	205	150



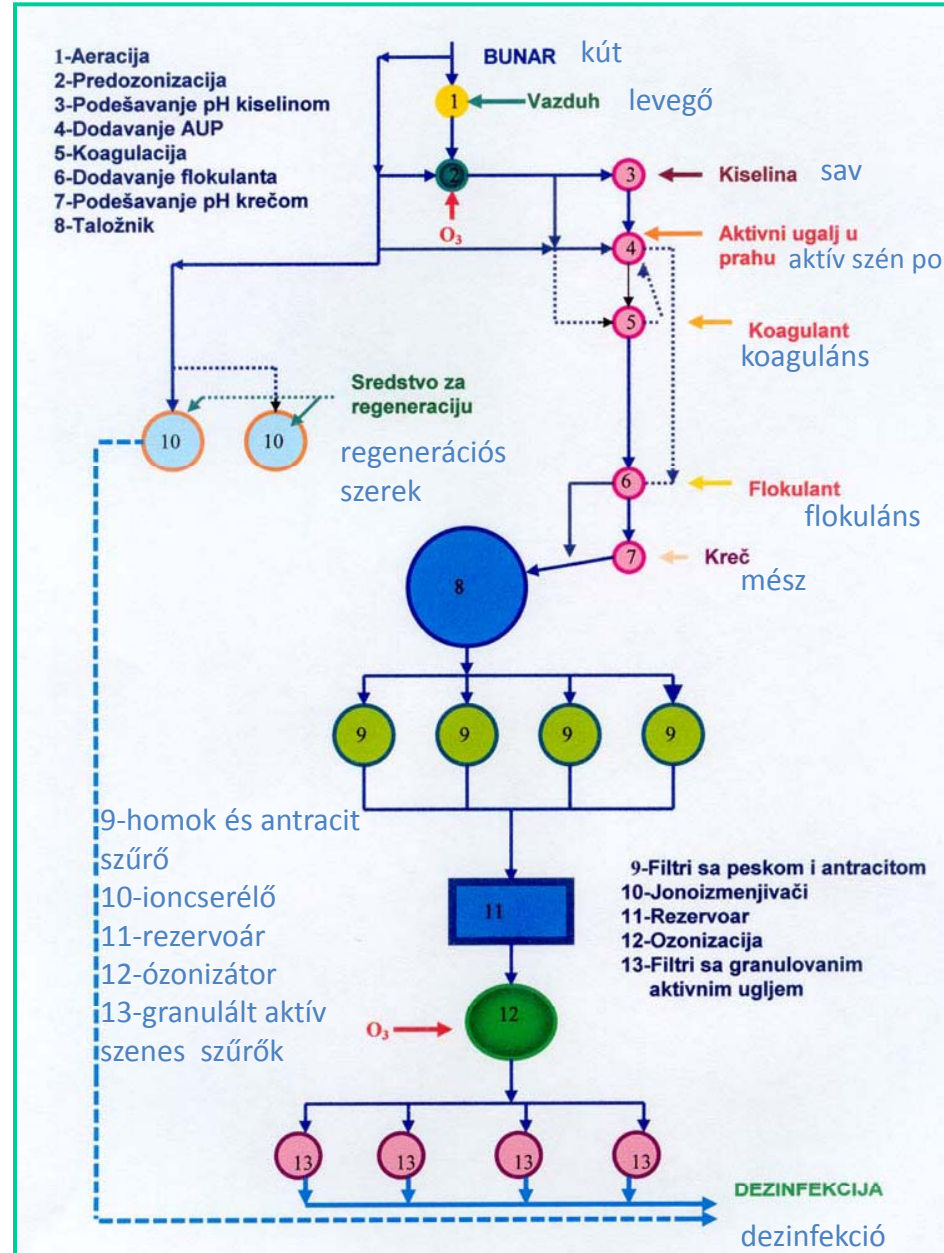
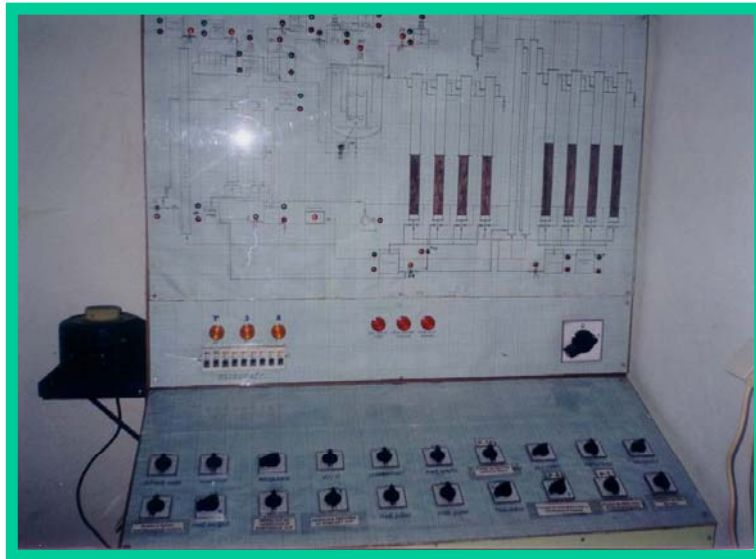
Cd <sup>2+</sup>	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5
Pb	µg/l	< 2	< 2	< 2	10
Ni <sup>2+</sup>	µg/l	< 1	< 1	< 1	20
Cr <sup>6+</sup>	µg/l	< 1	< 1	< 1	50
As	µg/l	12	14	11	10
Hg <sup>2+</sup>	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	1
Nitrate	mg N/l	0,015	0,023	0,010	10
Nitrite	mg N/l	0,004	0,006	0,002	0,005
Total organic nitrogen	mg N/l	0,46	0,53	0,42	
Sulphate	mg/l	1,12	1,18	1,09	200
Chloride	mg/l	4,4	4,6	4,2	200
Phosphate	mg/l	0,053	0,057	0,050	0,15
Cyanide	mg/l	> 0,005	> 0,005	> 0,005	0,050
Fluoride	mg/l	0,5	0,6	0,4	1,2
Silicate	mg/l	12,4	13,2	11,9	

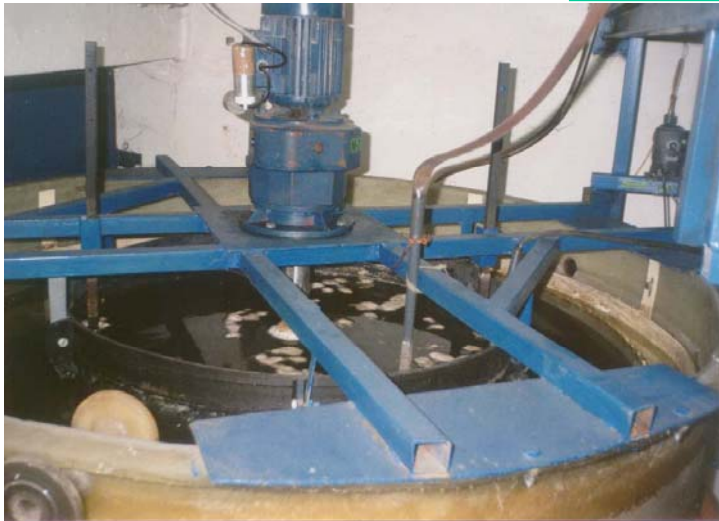
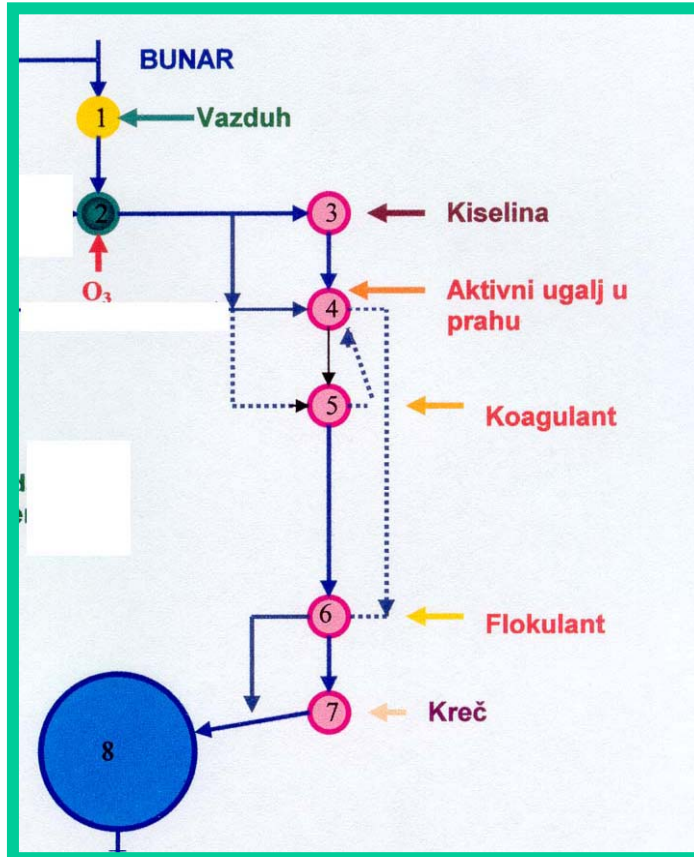
The most of organic micropollutants (PAH, PCB, PCT, herbicide and pesticide) was not detect in water or they are present in concentration below MPL.



Mađarska-Srbija  
IPA prekogranični program

# Šema Pilot postrojenja A Pilot telep shémája

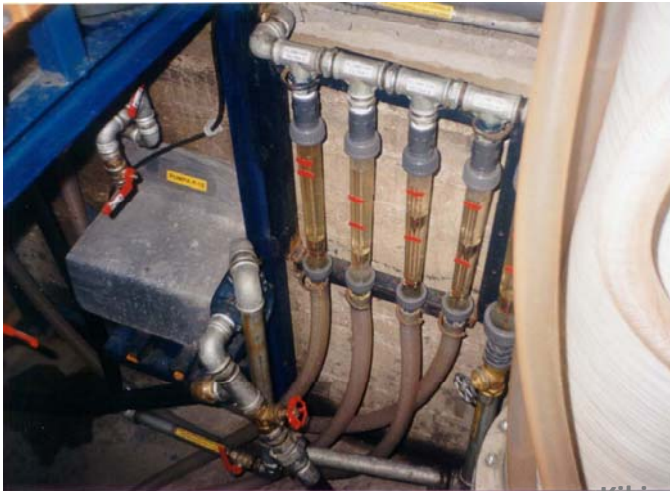
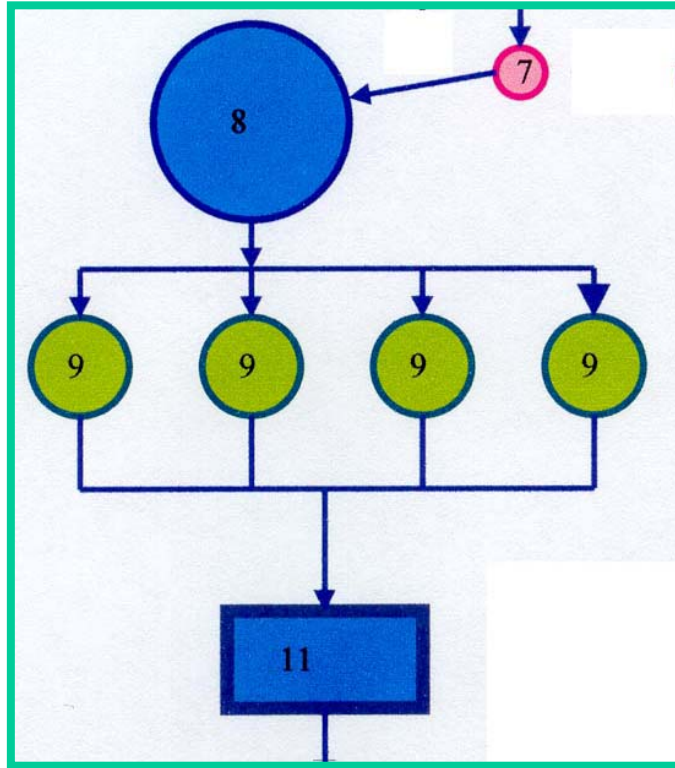




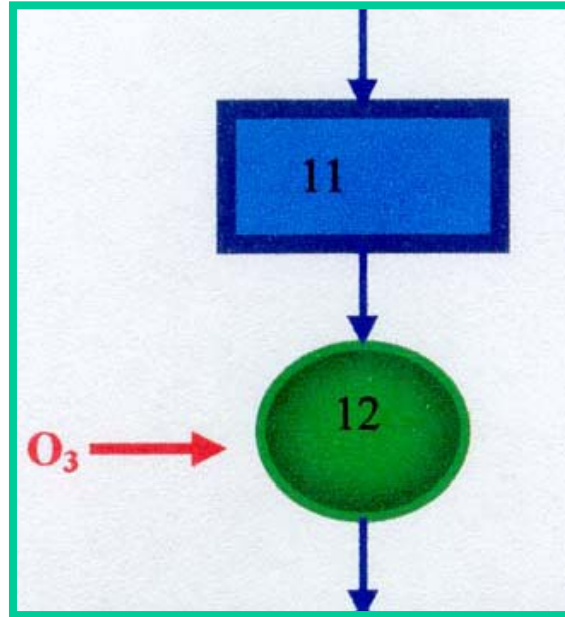
Kikinda, 23-24.02.2012.



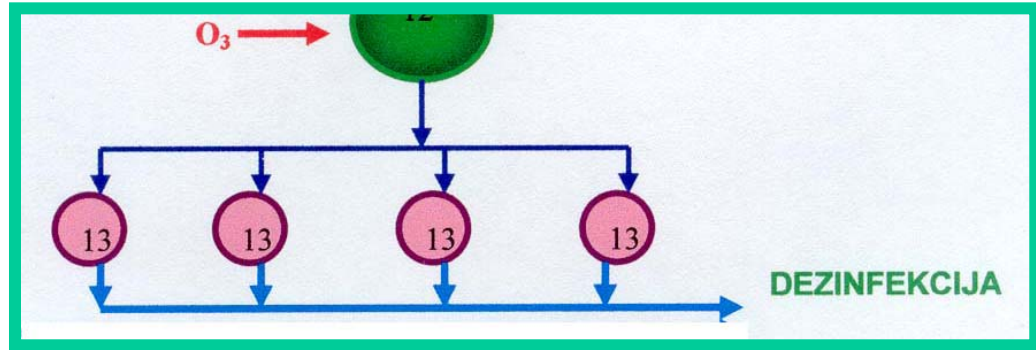
Mađarska-Srbija  
IPA prekogranični program



Kikinda, 23-24.02.2012.

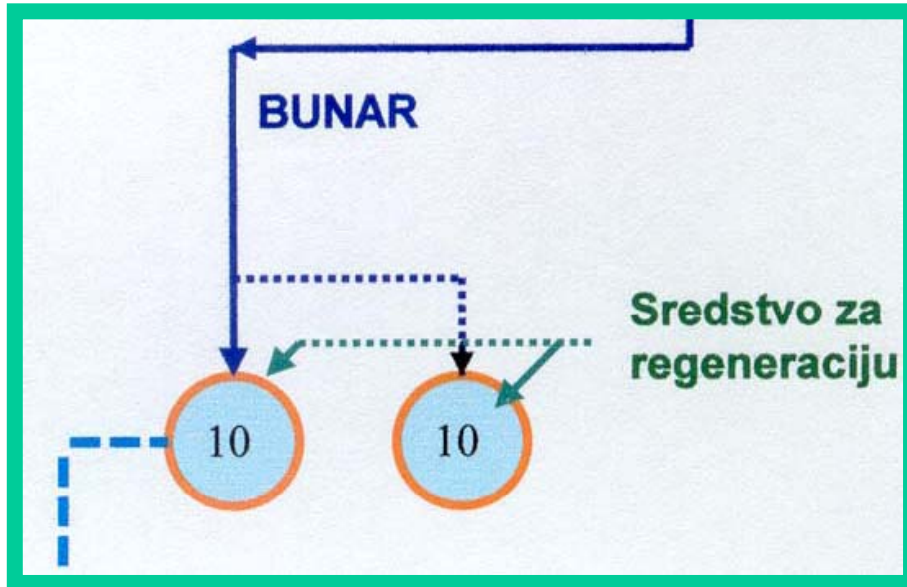


Kikinda, 23-24.02.2012.



Kikinda, 23-24.02.2012.





Kikinda, 23-24.02.2012.



Kikinda, 23-24.02.2012.



Mađarska-Srbija  
IPA prekogranični program

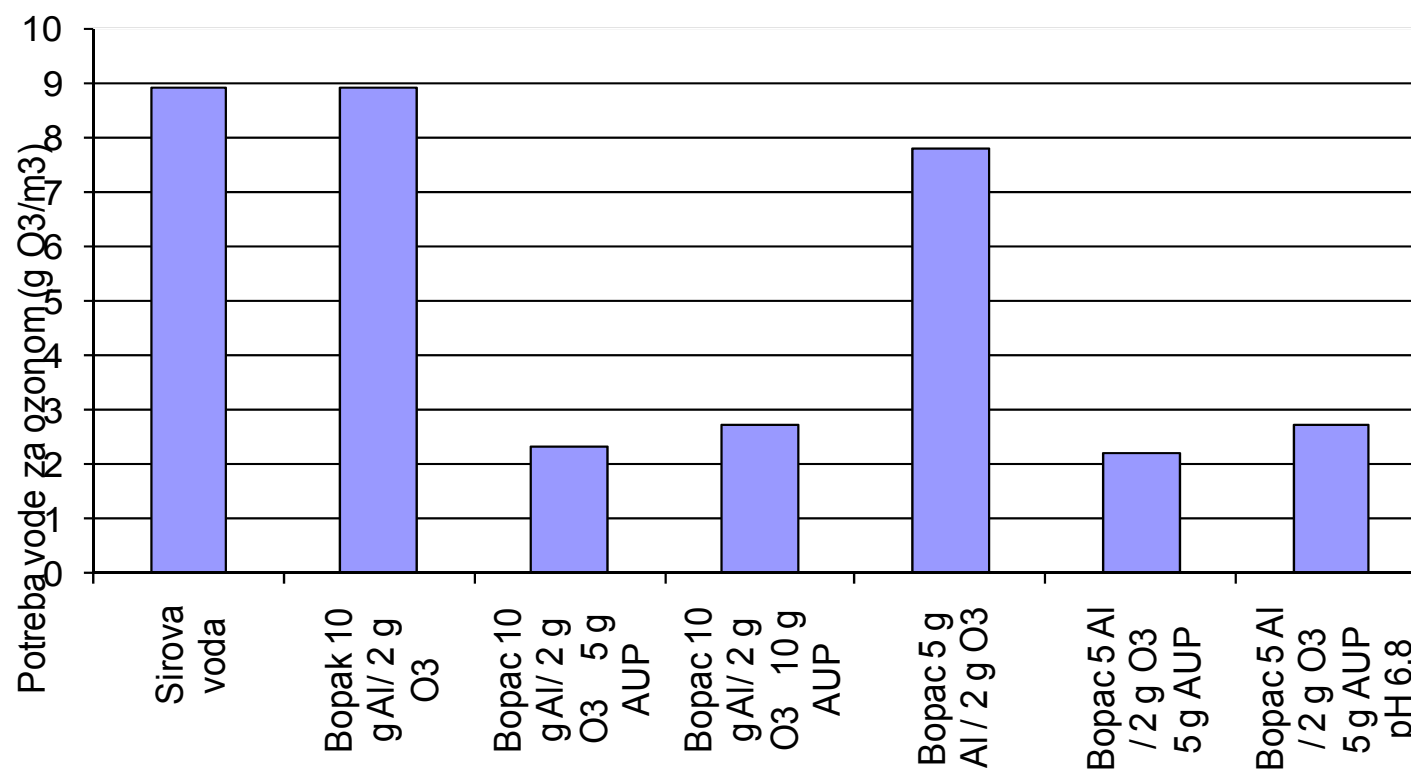
# Šta je sve ispitivano na Pilotu?

## A PILOT-on kutatottak

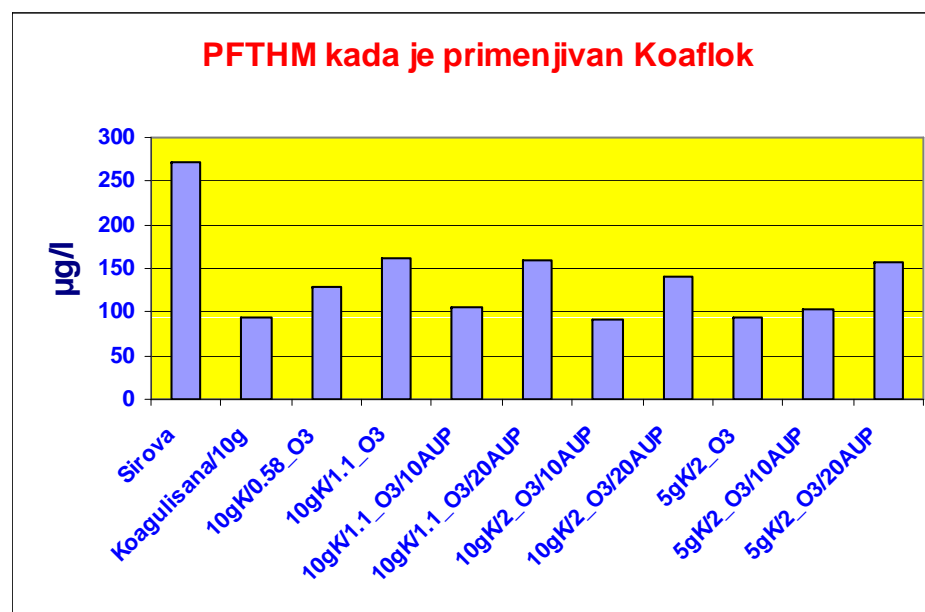
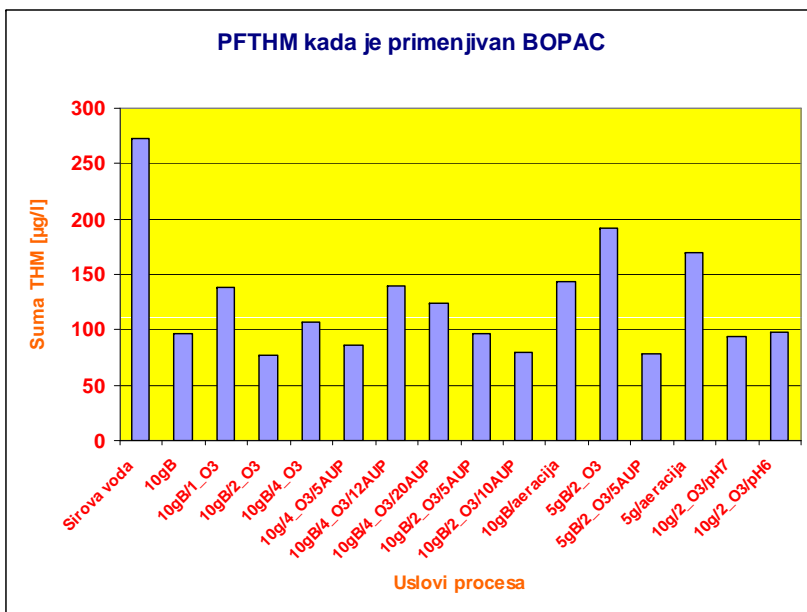
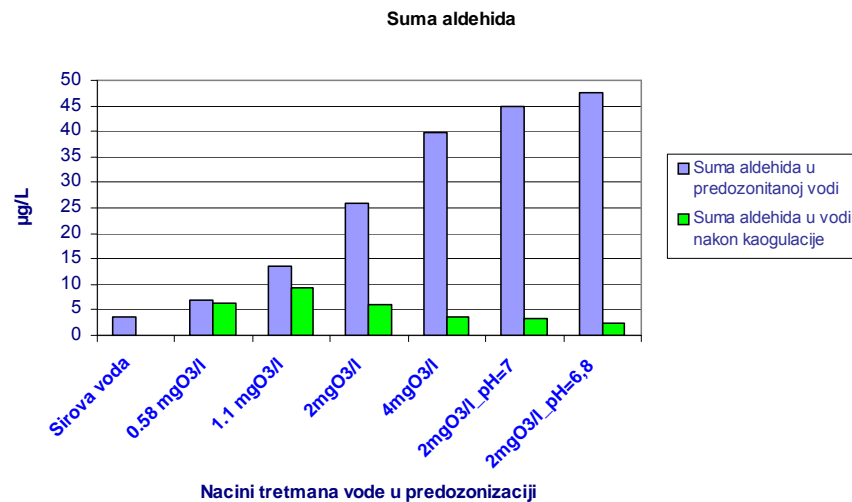
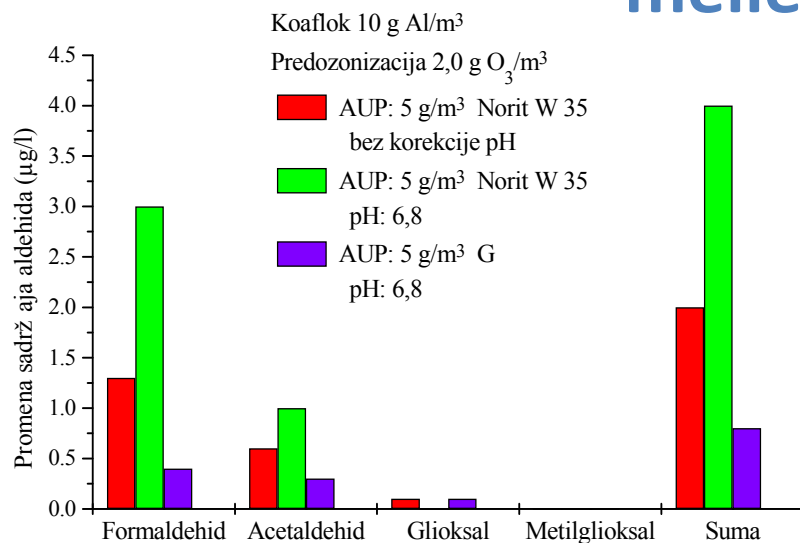
- Degazacija (stripingom vazduha) -  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  gáztalanítás
- Korekcija pH - 7,0; 6,8 i 6,0 (pH korekció)
- Predozonizacija - doze ozona od 0,5; 1, 2 i 4  $\text{g}/\text{m}^3$  (ózonos előkezelés)
- Koagulacija i flokulacija (koaguláció és flokuláció):
- Koagulant (koaguláns) ( $\text{FeCl}_3$ , Koaflok-polialuminijumhloridsulfat i Bopac-polialuminijumhlorid) u opsegu od 5 - 38  $\text{g}/\text{m}^3$  metalnog jona (Fe ili Al)
- Flokulant (flokuláns) - Župin tip A i Austrisjski tip LT 25/26 u opsegu od 0,2 - 0,05  $\text{g}/\text{m}^3$
- Aktivni ugalj u prahu (aktív szénpor) (AUP), tip G i K proizvodnje Trayal i W-35 i SA proizvodnje Norit. Opseg ispitivanih doza je bio 5-30  $\text{g}/\text{m}^3$

## PRED OZONIZACIJA - Ózonos előkezelés

Pri svakoj ispitanoj prethodnoj varijanti određivana je potreba vode za ozonom i njegova kinetika potrošnje i koncentracija off-ozona



# Nusproizvodi predoznizacije Az ózonos előkezelés melléktermékei

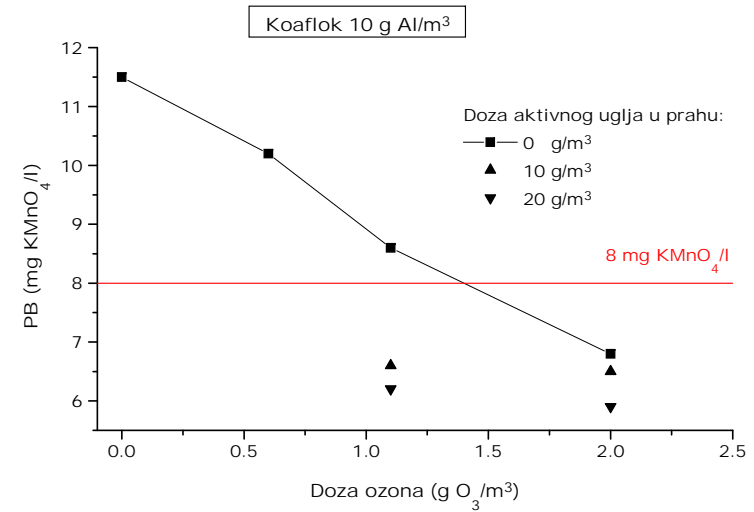
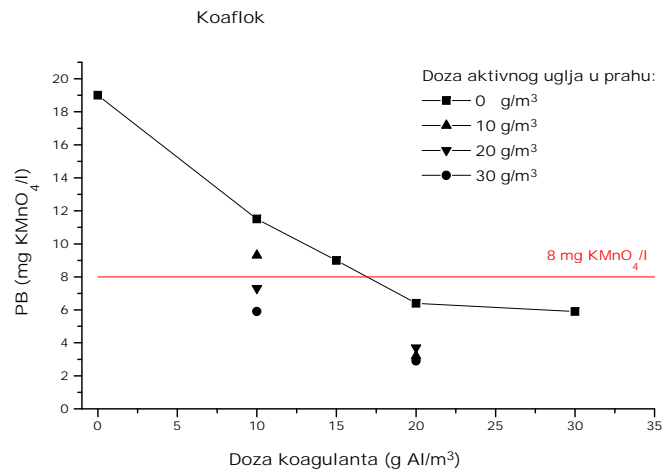
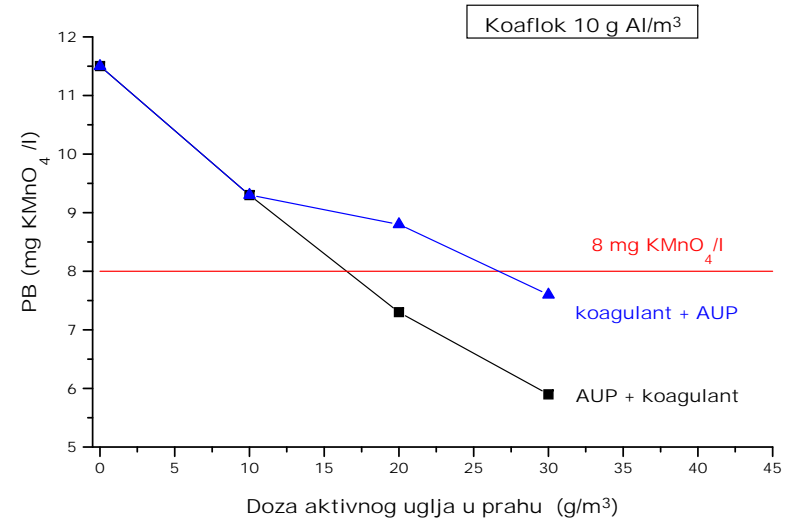
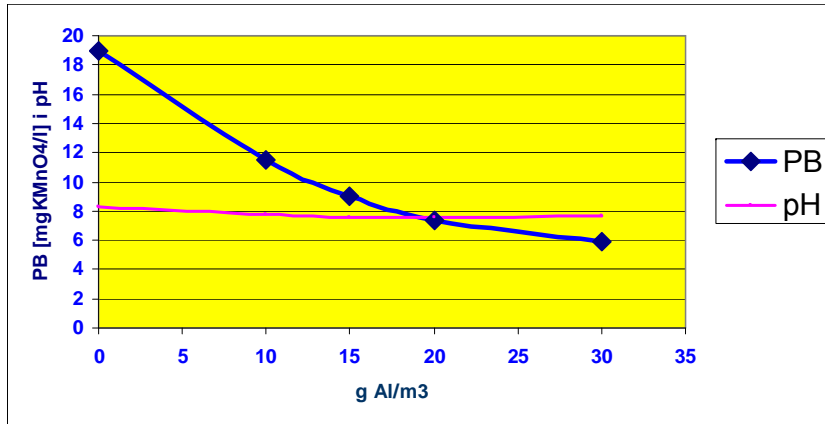




Mađarska-Srbija  
IPA prekogranični program

# Koagulacija i flokulacija

## Koaguláció és flokuláció



# Seperacija nastalih flokula

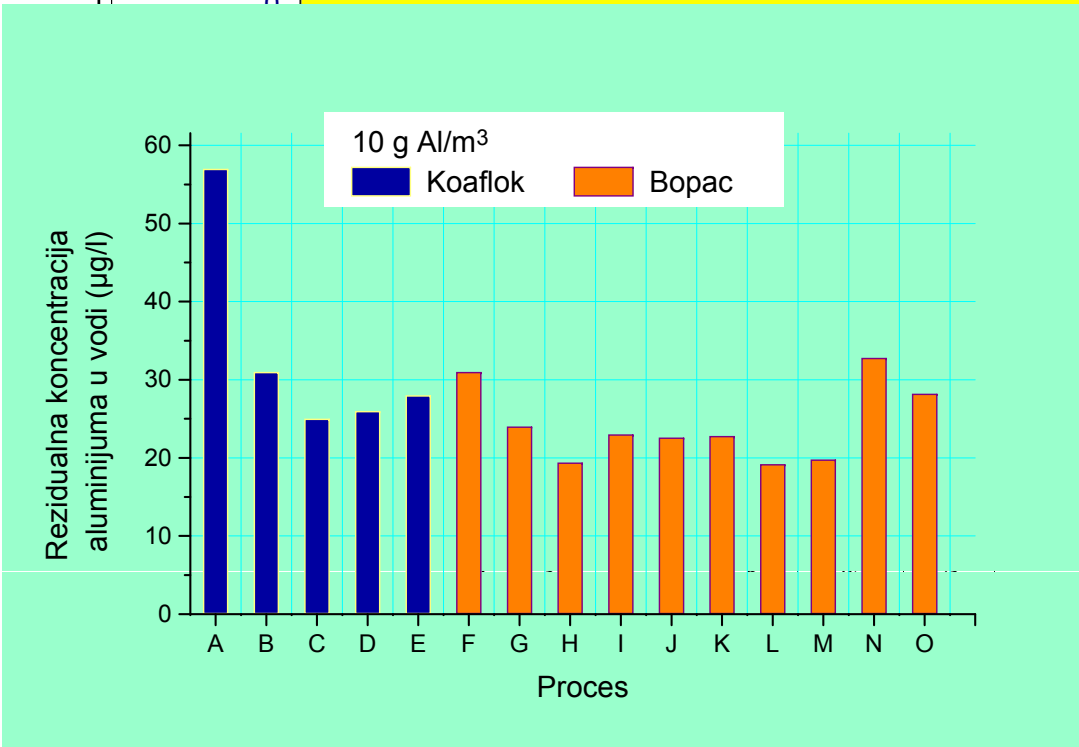
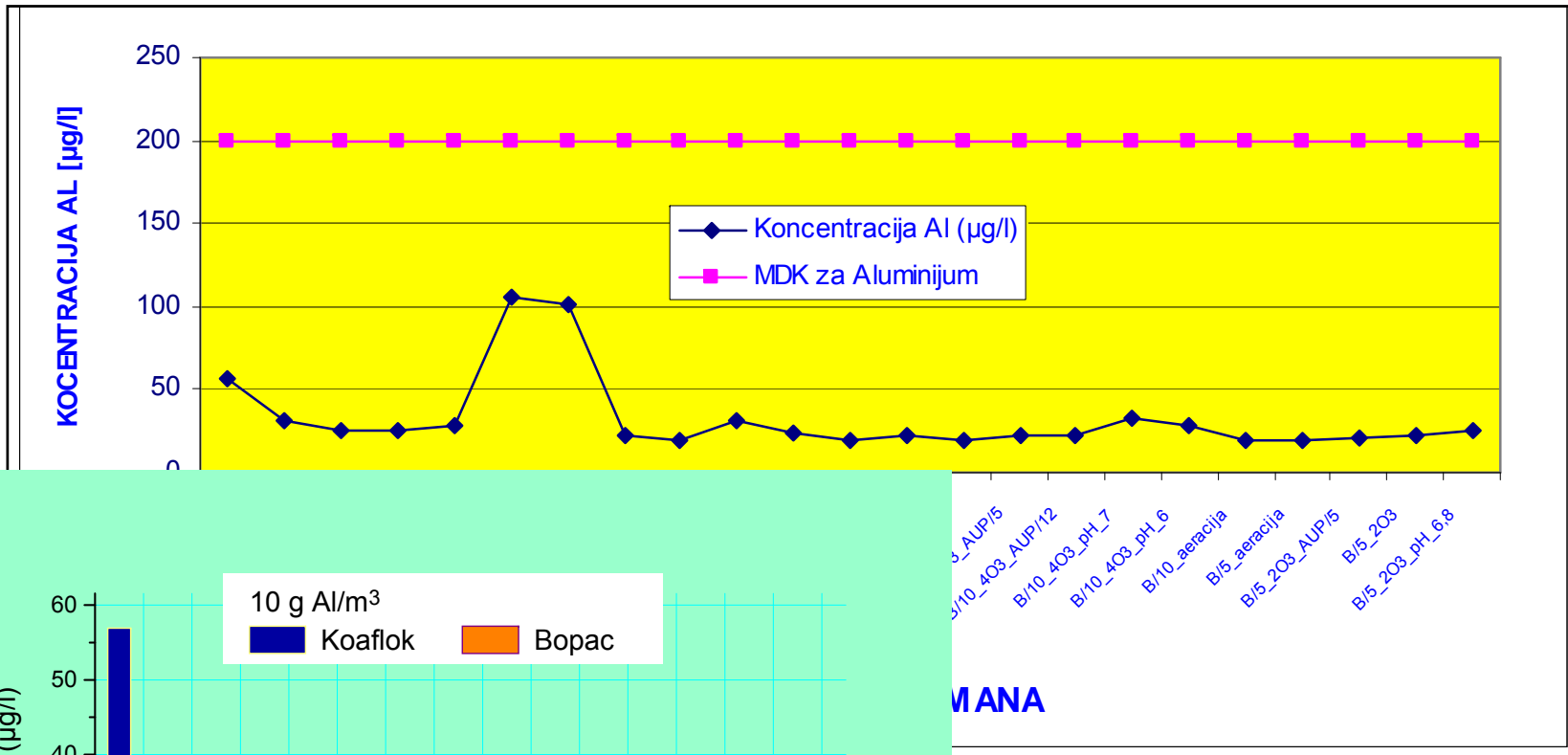
## A keletkezett flokulák leválasztása

### Fitracija (filtrálás):

- **jednomedijumska filtracija (pesak ili antracit) egyközeges filtrálás (antracit vagy homok)**
  - pesak - granulacija 0,7-1,2 mm, efektivni prečnik,  $d_{ef}=0,8$  mm, koeficjenat uniformnosti manji od 1,5.
  - antracit - granulacija 0,8-1,6, efikasni prečnik 1,1 mm, koeficjenat uniformnosti manji od 1,5
- **dvomedijumska (dvoslojna) filtracija - antracit/pesak Kétközeges filtrálás (kétréteges) filtrálás- antracit/ homok**
  - visina sloja peska oko 80 cm, granulacija 0,7-1,2 mm, efektivni prečnik,  $d_{ef}=0,8$  mm, koeficjenat uniformnosti manji od 1,5.
  - visina sloja antracita oko 40 cm, granulacija 1,6-2,5 mm efikasni prečnik 1,7 mm, koeficjenat uniformnosti manji od 1,5

# Koncentracija rezidualnog alumnijuma

## Aluminium maradványok koncentrációja



B/10\_AUP/5  
 B/10\_4O3\_AUP/12  
 B/10\_4O3\_pH\_7  
 B/10\_4O3\_pH\_6  
 B/10\_aeracija  
 B/5\_aeracija  
 B/5\_2O3\_AUP/5  
 B/5\_2O3  
 B/5\_2O3\_pH\_6,8

MANA

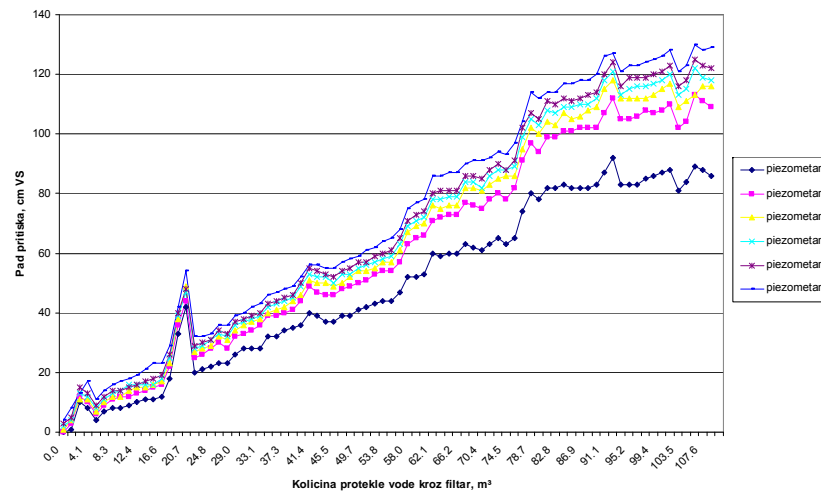
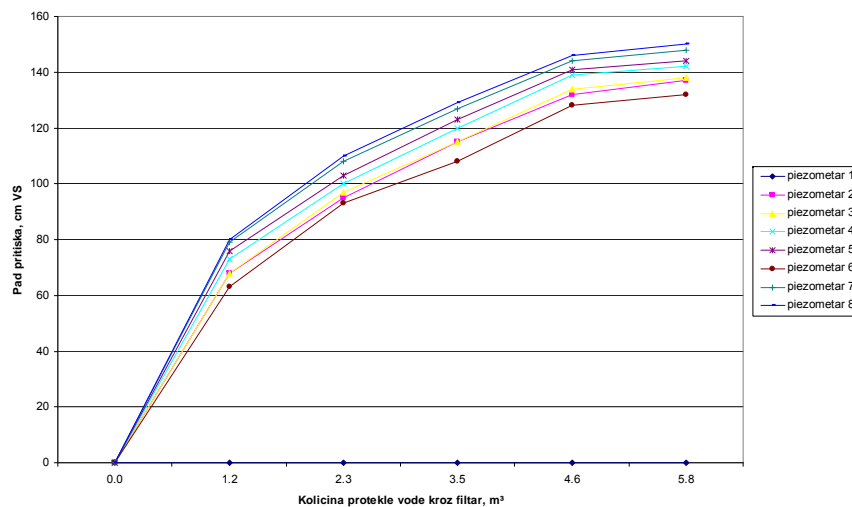
...n niže koncentracije Bopaka od 5 g/m<sup>3</sup>,  
 ...vrednosti su takođe zadovoljavajuće i  
 ...od  
 ...g Al/L





Mađarska-Srbija  
IPA prekogranični program

## Fitracija Filtrálás



Rezultati ispitivanja pri odabranim optimalnim uslovima na kraju procesa ispitivanja na Pilotu (predozonizacija 2 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup>, koagulacija sa Koaflokom 10 g Al/m<sup>3</sup>, 5 gAUP/m<sup>3</sup> i predozonizacija 2 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup>, koagulacija sa Bopakom 5 g Al/m<sup>3</sup>, 5 gAUP/m<sup>3</sup>).

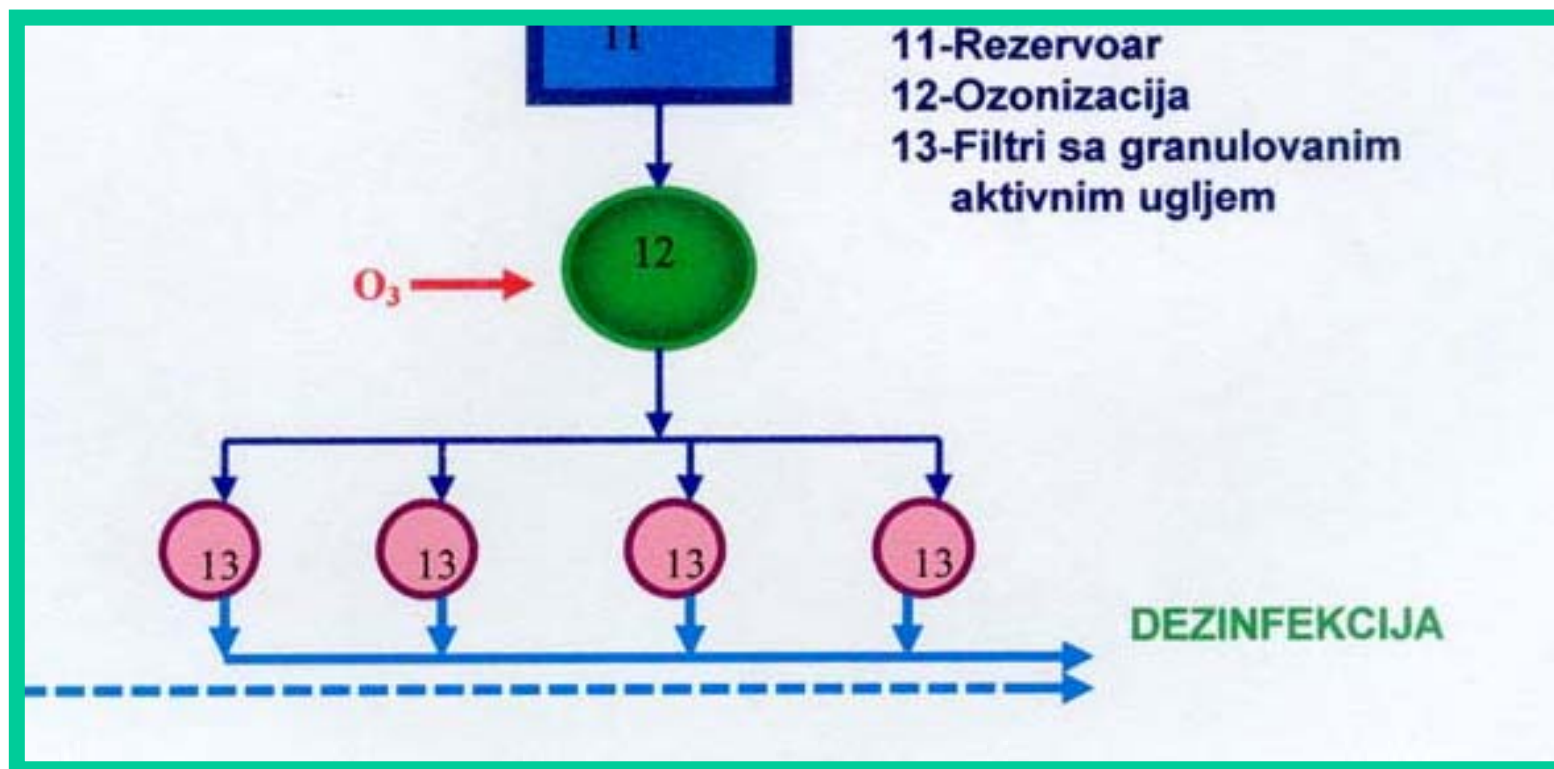
**Postignuti kapacitet filtra u prvom slučaju je bio 826 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, a u drugom slučaju 782 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, odnosno filtracija je trajala 103h odnosno 92h.**

# Efekti prvog stepena procesa pripreme vode na Pilotu **Az PILOT első folyamatlépcsőjének hatása a vízre**

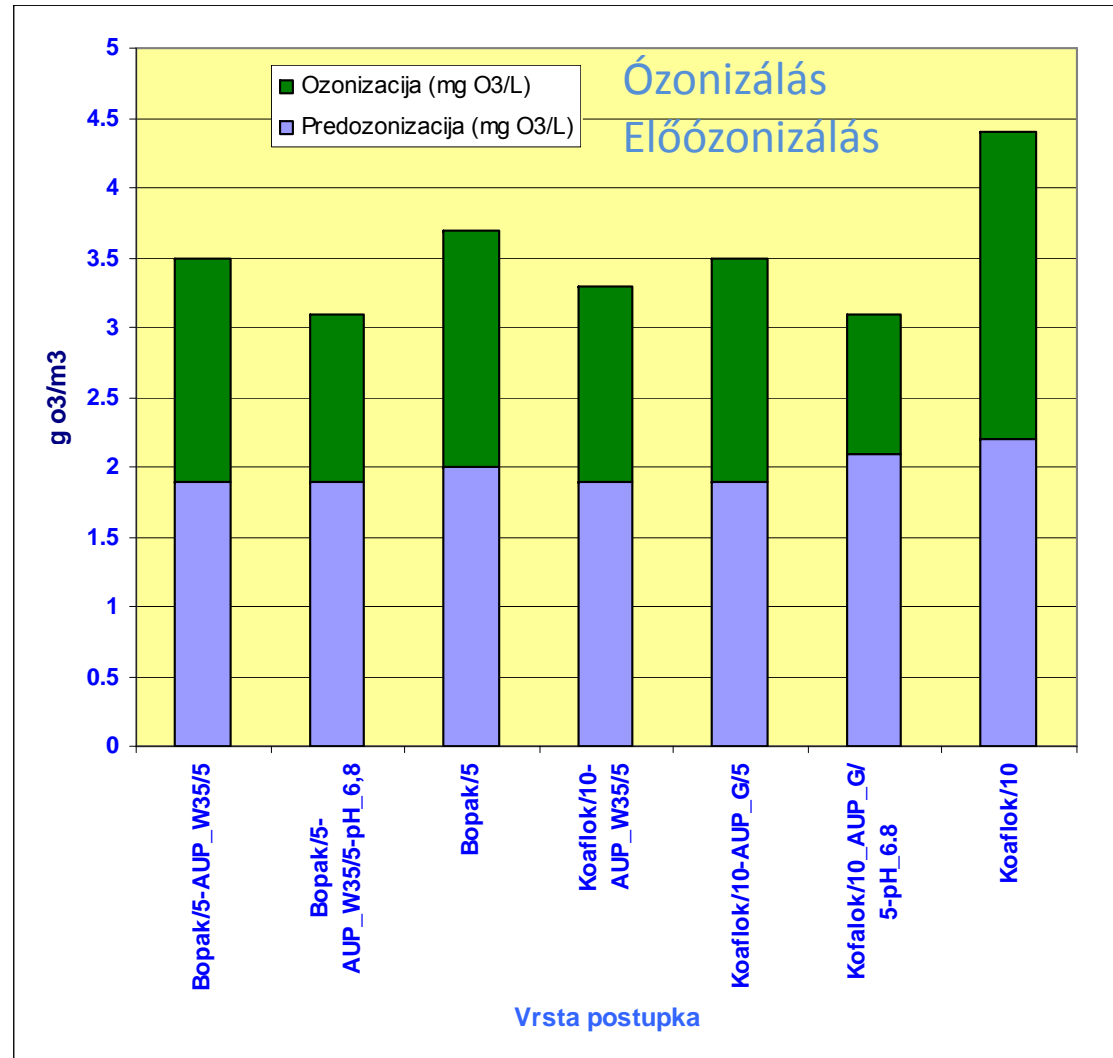
Operacija	Tehnološki parametri	Potrebni reagensi	Napomena
PB (mgKMnO <sub>4</sub> /l)	3,3-5,5		U zavisnosti od odabranih količina utrošenih hemikalija
Podešavanje pH	pH = 6,8	Kiselina = 89,7 g/m <sup>3</sup> HCl	Može se koristiti i neka druga kiselina
Predozonizacija	T = 4 minuta	Ozon = 2 gO <sub>3</sub> /m <sup>3</sup>	
Dodatak AUP	T = 1 minut	5 g AUP/m <sup>3</sup>	
Koagulacija i flokulacija, sedimentacija	T <sub>K</sub> = 1 minut T <sub>F</sub> = 20 minuta T <sub>T</sub> = 75 minuta	Koaflok = 10 gAl/m <sup>3</sup> ili Bopak = 5 gAl/m <sup>3</sup> i polielektrolit 0,05 g/m <sup>3</sup>	K-koagulacija F-flokulacija T-taloženje
Suva masa flokulacionog mulja	Bopak 20-30 g/m <sup>3</sup> Koaflok 40-50 g/m <sup>3</sup>		Kada se dodaje 5 g AUP/m <sup>3</sup>
Filtracija	v = 8 m/h	antracitno/peščani filter ili antracitni	
Dezinfekcija		hlor, 6,5 g/m <sup>3</sup>	Može se koristiti i neko drugo dezinfekciono sredstvo

## Drugi stepen procesa pripreme vode na pilotu – ozonizacija, adsorpcija na granulovanom aktivnom uglju-

A Pilot második vízkezelő folyamatlépcsője-  
ózonizálás, granulált szenes adszorpció



# Ozonizacija-Ózonizálás



**Najniža potreba vode za ozonom je bila pri sledećim tehnološkim uslovima**

**A víz legalacsonyabb ózonigénye a következő technológiai feltételek mellett volt**

## **Za Koaflok Koaflokra**

- **Preozonizacija sa 2 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup>, koagulacija sa 10 gAl/m<sup>3</sup> uz dodatak 5 gAUP/m<sup>3</sup> i ozonizacija od 1,4 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> (**ukupna potreba za ozonom 3,4 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup>**).**
- **Korekcija pH na 6,8; preozonizacija sa 2 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup>, koagulacija sa 10 gAl/m<sup>3</sup> uz dodatak 5 gAUP/m<sup>3</sup> i ozonizacija od 1,2 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> (**ukupna potreba za ozonom 3,2 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup>**).**



## Za Bopak Bopakra

- Korekcija pH na 6,8; predozonizacija sa 2 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup>, koagulacija sa 5 gAl/m<sup>3</sup> uz dodatak 5 gAUP/m<sup>3</sup> i ozonizacija od 1,2 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> (**ukupna potreba za ozonom 3,2 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup>**).
- Prodozonizacija sa 2 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup>, koagulacija sa 5 gAl/m<sup>3</sup> uz dodatak 5 gAUP/m<sup>3</sup> i ozonizacija od 1,6 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> (**ukupna potreba za ozonom 3,6 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup>**).

## Filtri sa granulovanim aktivnim ugljem - GAU filtri. –Granulált aktív szenes szűrők

Ispitana je primena sledećih ugljeva:

- K-81/B proizvodnje Trayal
- KCS proizvodnje Trayal
- GAC 1240 proizvodnje Norit
- Row 0.8 Supra proizvodnje Norit

Površinska brzina filtracije od 8-12 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h i specijalnim slučajevima kada se ispitivala biološka aktivnost bila je površinska brzina filtracije i niža.

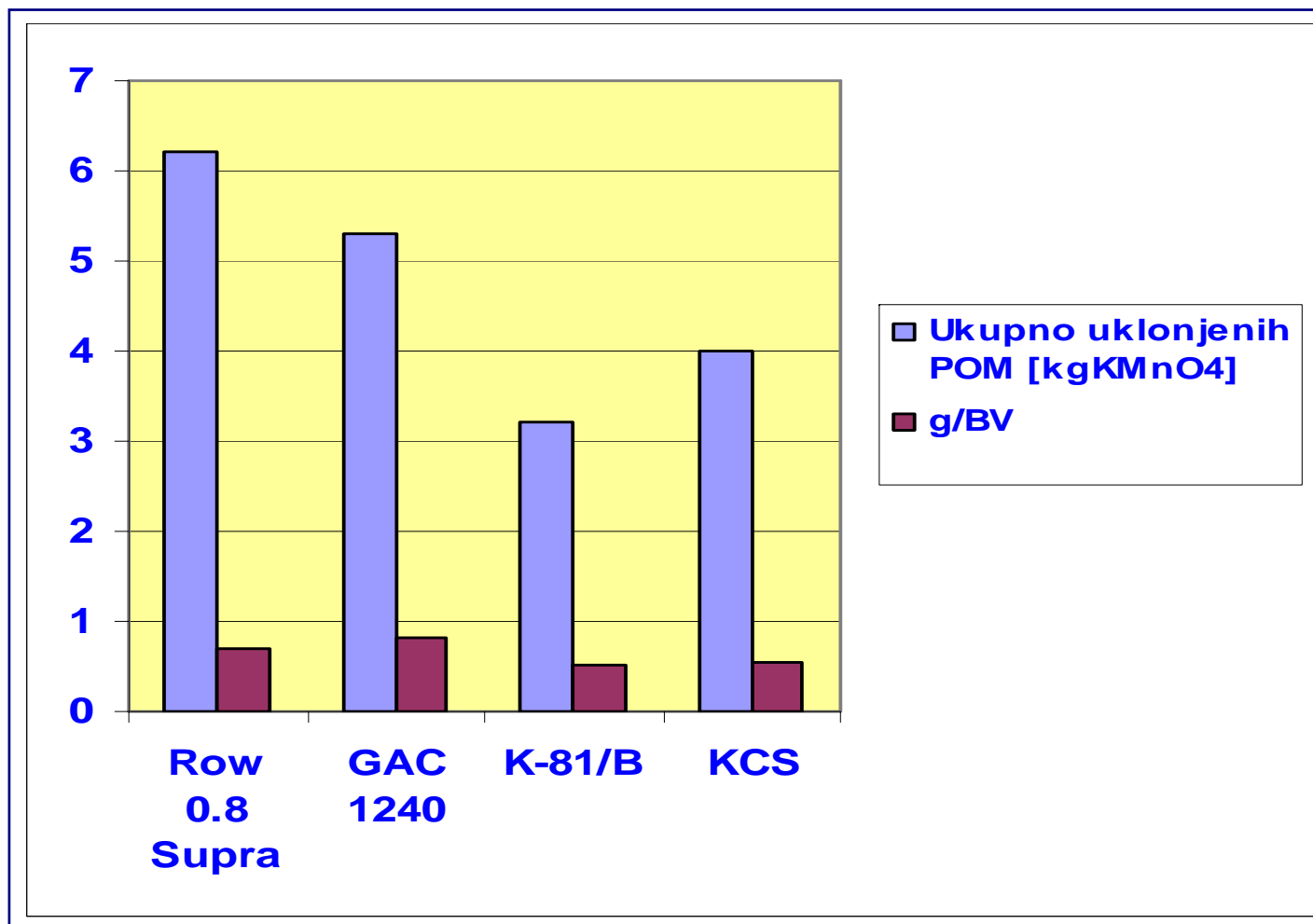
## Adsorpcija POM na granulovanom aktivnom uglju A TSZA adszorpciója a granulált aktív szénen

Karakteristike Jellemzők	Norit Row 0,8 Supra	Norit GAC 1240	Trayal K 81/B	Trayal KCS
Jodni broj, jódszám	1000	1097	1150–1250	1200–1250
Adsorpcija fenola, fenol adsz.	6		6,0–6,5	
Melasni broj, melasszám	350	274		
Specifična površina BET			1200	1200–1250
Ukupna zapremina pora, pórusok ösztérfogata	1,0		0,8–1,0	
Zapremina mikro pora Mikropórusko térfogata			0,45–0,50	0,4–0,45
Srednji prečnik zrnca rézsecskék átlagmérete		1,0	0,9–1,1	1,7–1,9
Ball pan hardness	97		96–99	
Nasipna masa	403	440	420–460	430–480



# Ukupno uklonjene POM i specifična uklonjenjena količina po BV zapremini aktivnog uglja

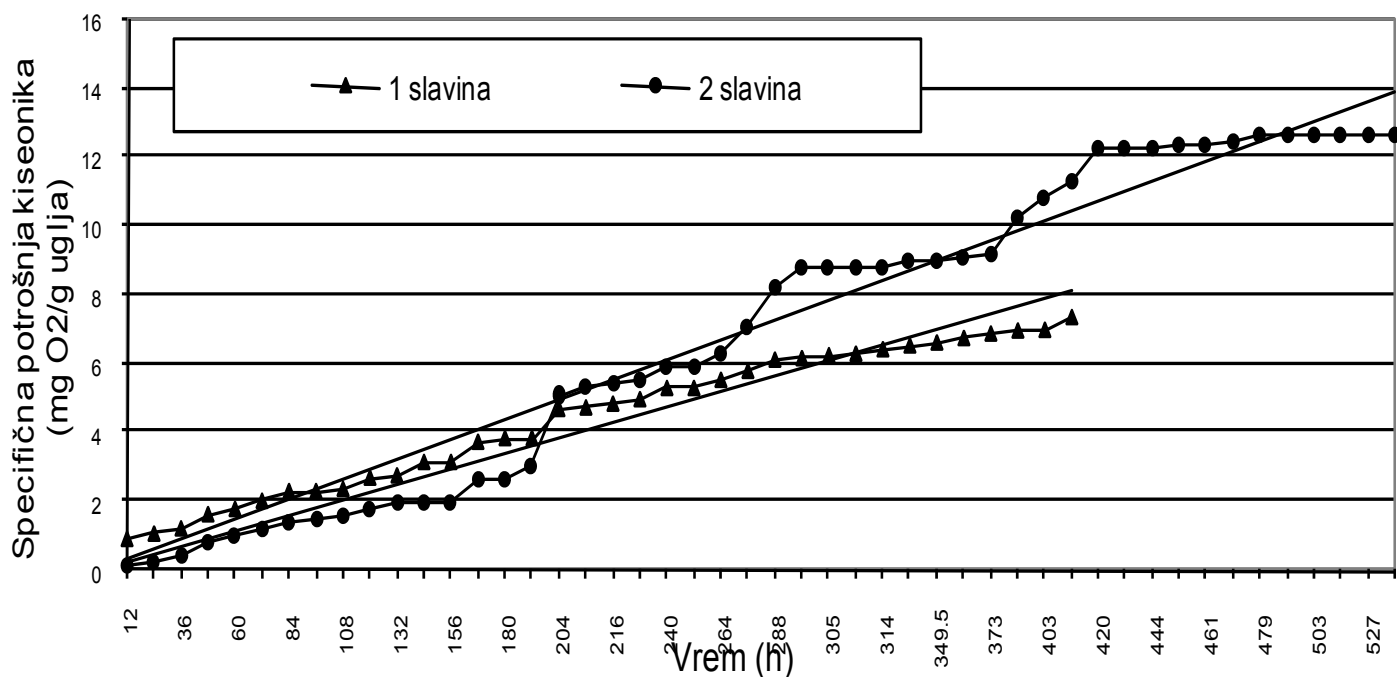
## Összesen eltávolított TSZA és fajlagosan eltávolított mennyiség BV aktívszén térfogat szerint



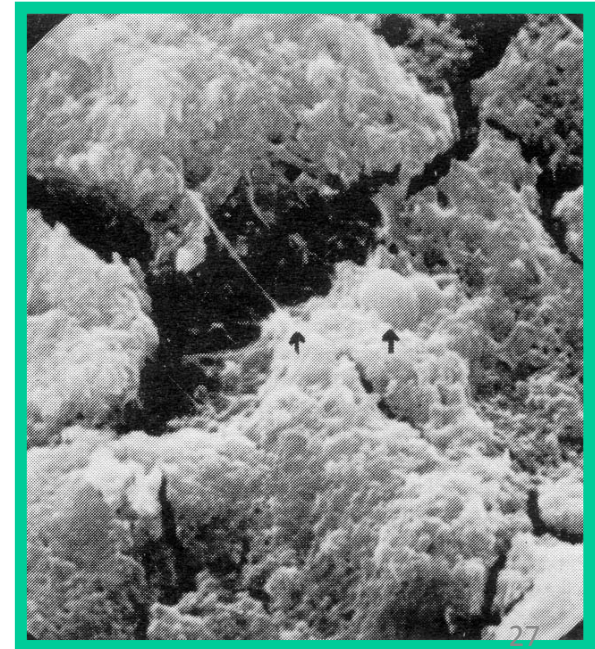
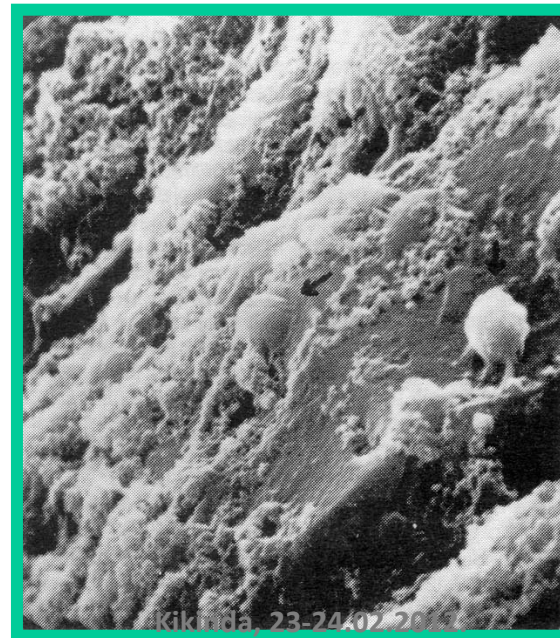
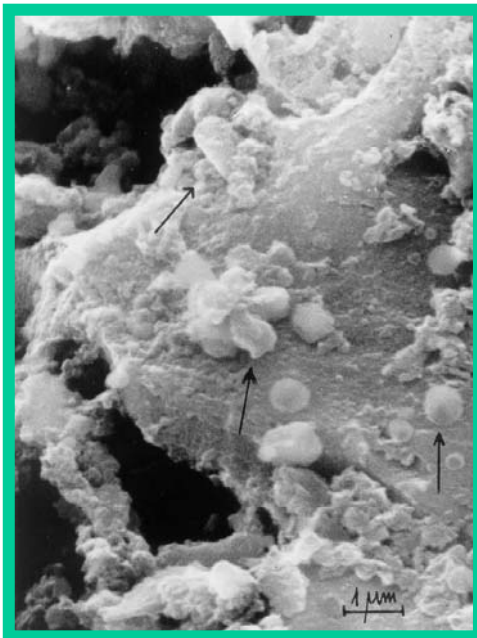
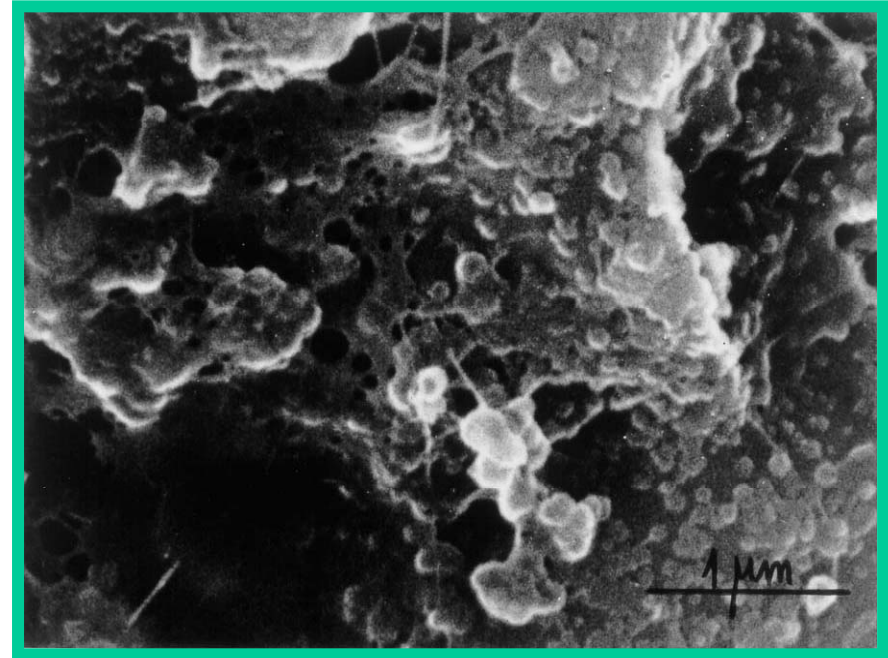
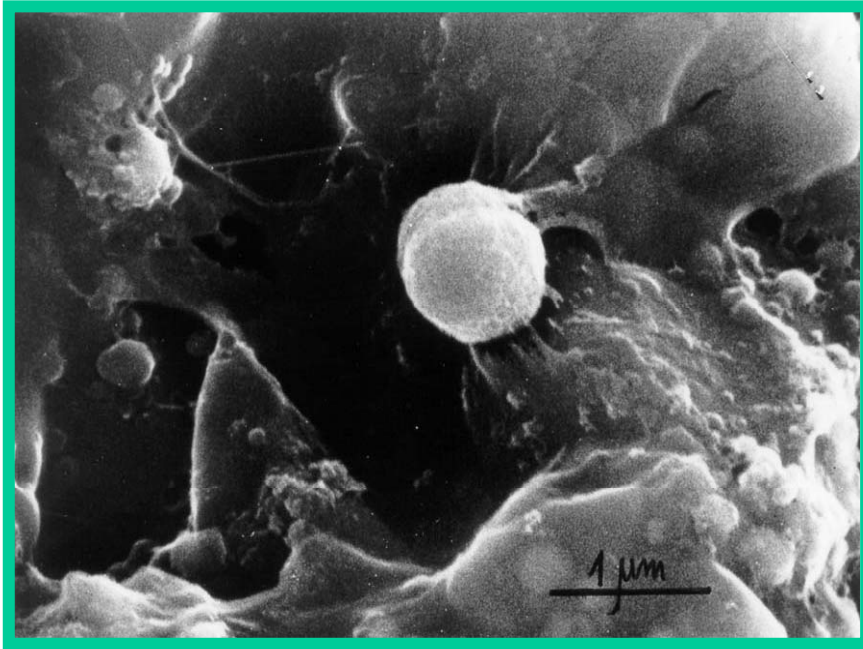
# Biološka aktivacija aktivnih ugljeva

## Biológiai aktiválás aktív szén segítségével

Biološka aktivnost je određivana preko potrošnje kiseonika i mikrobiološkim analizama aktivnog uglja, tj. određivanja ukupnog broja mikroorganizma na uglju



Kriva specifične potrošnje kiseonika uzorka uglja Norit Row 0,8 Supra u zavisnosti od vremena inkubacije



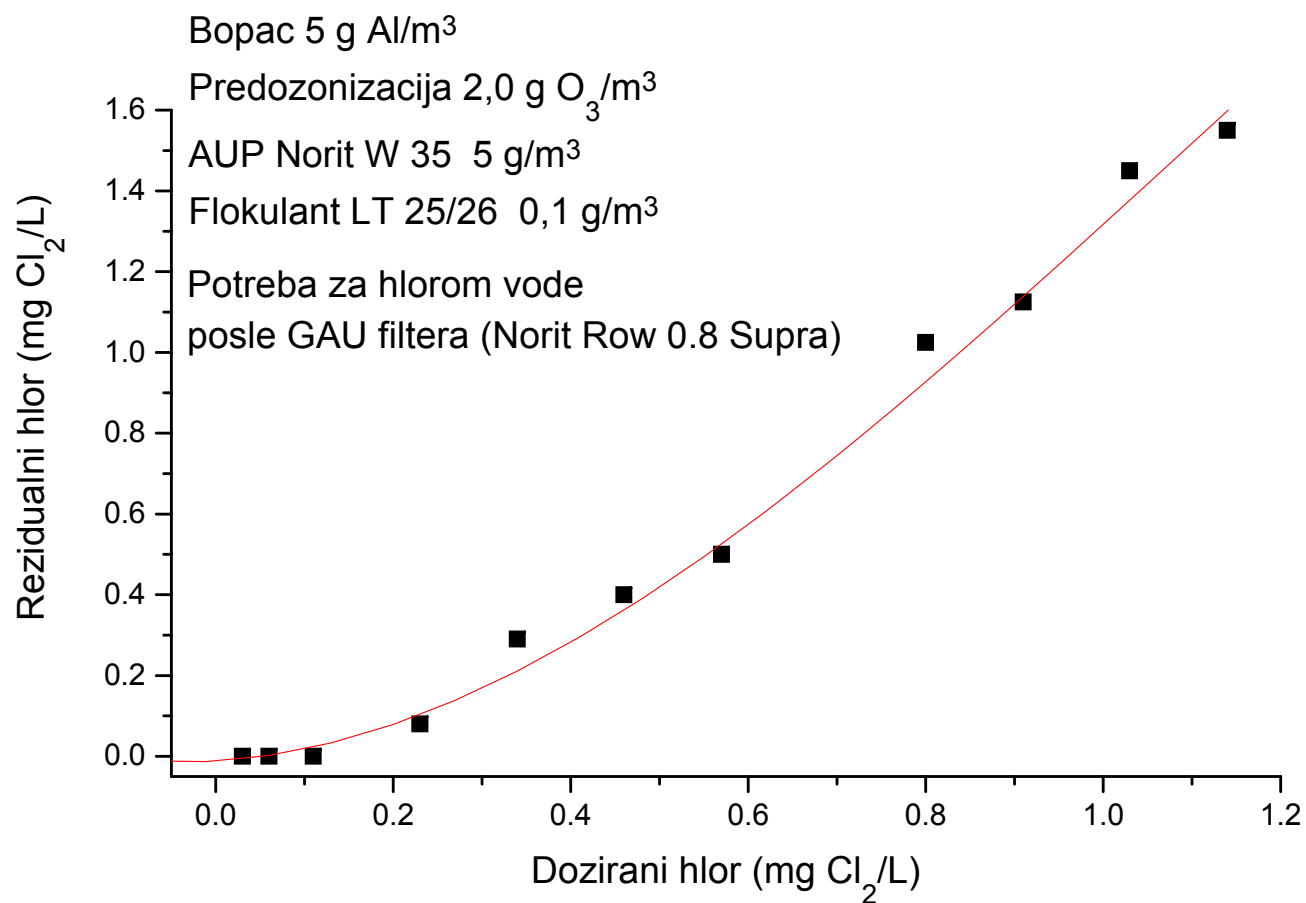
## Završna dezinfekcija Befejező dezinfikálás



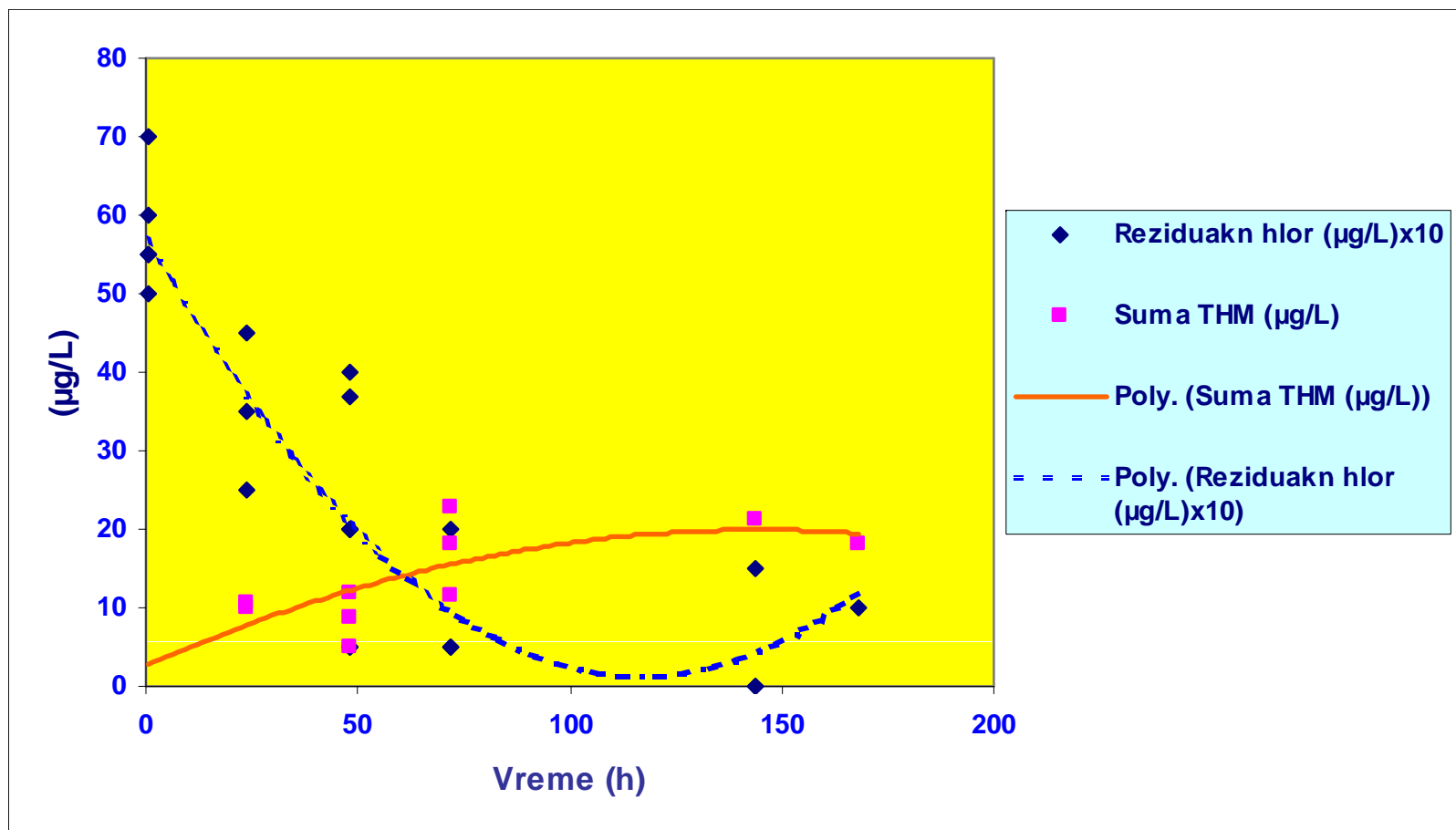
Ispitivanja su rađena na kraju rada Pilota, pri sledećim odabranim optimalnim tehnološkim paramerima:

- predozonizacija 2 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup>;
- koagulacija sa Bopakom 5 g Al/m<sup>3</sup>
- flokulacija sa LT 25/25 0,1 g/m<sup>3</sup>
- taloženje
- filtracija kroz dvomedijumske filtre: antracit/pesak
- ozonizacija sa 1,6 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup>
- filtracija kroz GAU filtre: Norit Row 0,8 supra, Norit GAC 1240 i Traylor K-81/B.

## Potreba za hlorom prečišćene vode kretala se od 0,1-0,2 mg/l Cl<sub>2</sub>



## Zavisnost rezidualnog hlora u vodi i sadržaja THM u toku vremena nakon hlorisanja finalne vode sa optimalnom dozom hlora



## Efekti drugog stepena procesa pripreme vode na pilotu

### A pilot második vízkezelő lépcsőjének eredményei



Operacija	Tehnološki parametri	Potrebni reagensi	Napomena
Ozonizacija vode	T = 15 + 5 minuta	1,6 g O <sub>3</sub> /m <sup>3</sup>	Ostali uslovi ozonizacije (npr. off ozon) bići diktirani odabirom opreme
Filtracija kroz GAU filter	V = 10 m/h T = 12 minuta		Ostali uslovi biće diktirani odabirom aktivnog uglja
Dezinfekcija		hlor = 0,6 g/m <sup>3</sup>	Može se koristiti i neko drugo dezinfekciono sredstvo

## Rezultati analize vode nakon prečišćavanja na Pilotu u I i II stepenu obrade vode

### Víztisztítás eredményei a Pilot telep első és második tisztítási fázisából

Početna ideja ispitivanja pripreme podzemne vode na području Kikinde u Pilot postrojenju je bila je da se ispita i **varijanta pripreme vode u dve faze:**

- **I faza.** Primena koagulacije, flokulacije, sedimentacije i filtracije za uklanjanje POM iz vode u kombinaciji sa predozonizacijom ili aeracijom i adsorpcijom rastvorenih frakcija POM na aktivnom uglju u prahu (AUP).
- **II faza.** Završna obrada vode ozonizacijom i granulovanim aktivnim ugljem (GAU).



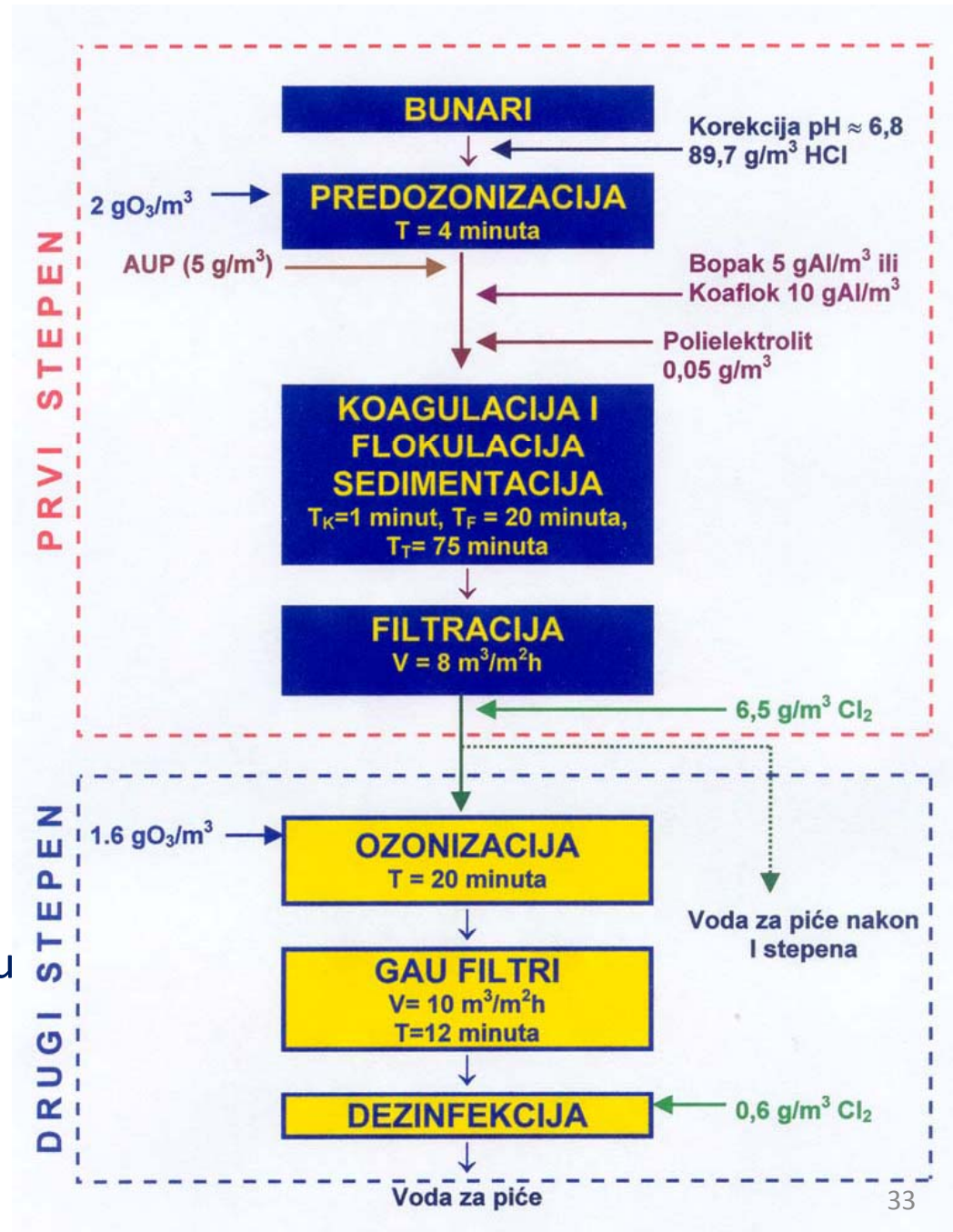


Mađarska-Srbija  
IPA prekogranični program

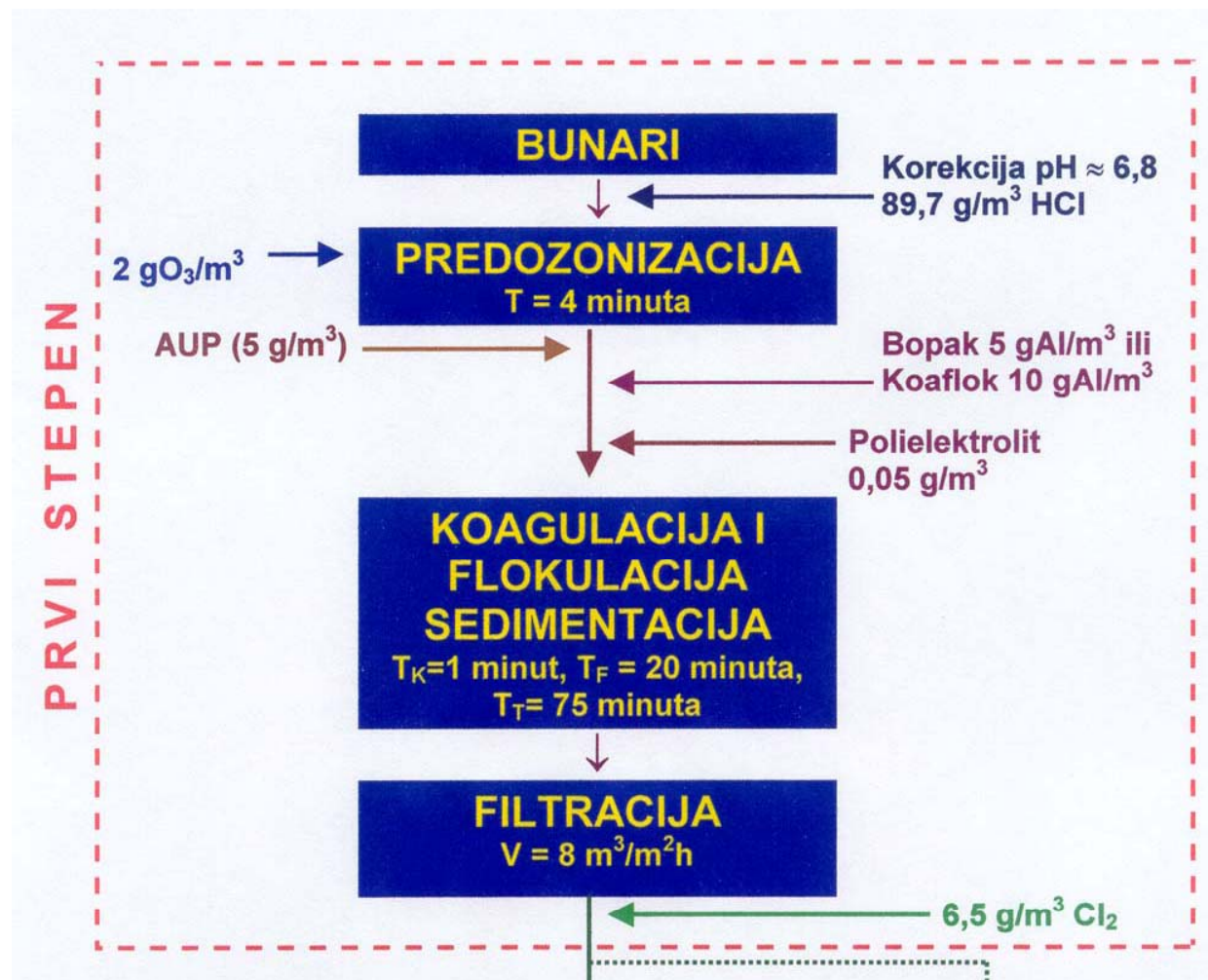
# Koncept tehnološkog procesa i postrojenja

## A telep és folyamatok technológiai konceptje

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



# Prvi stepen –Első lépés



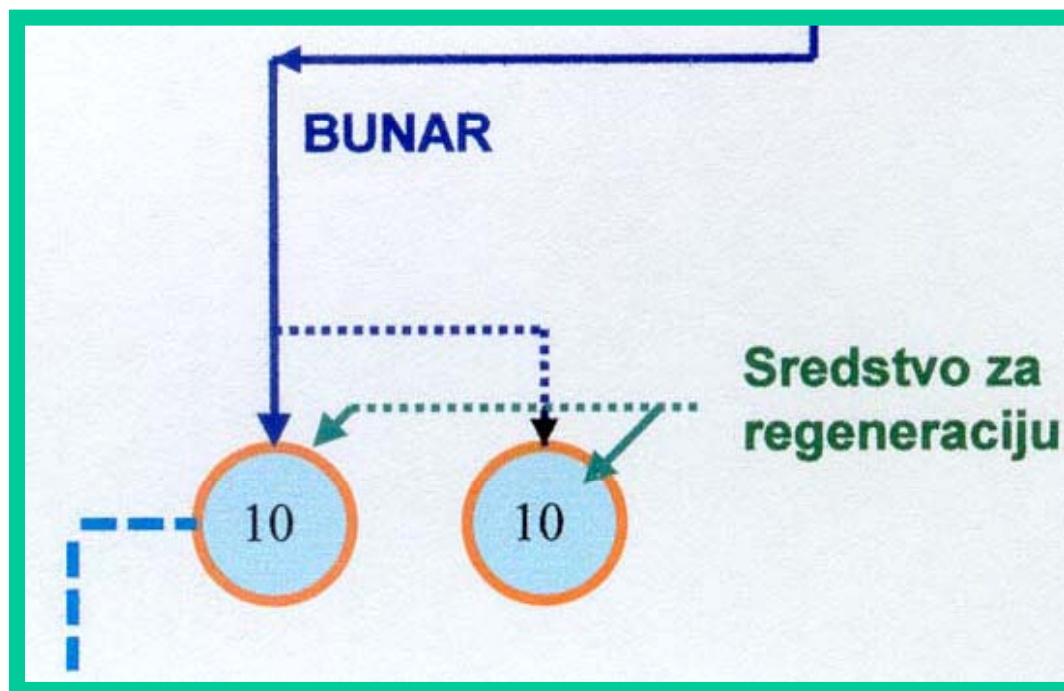


## Drugi stepen Második lépés



# Alternativni proces pripreme vode na pilotu – uklanjanje organskih materija iz vode anjonskom jonoizmenjivačkom smolom

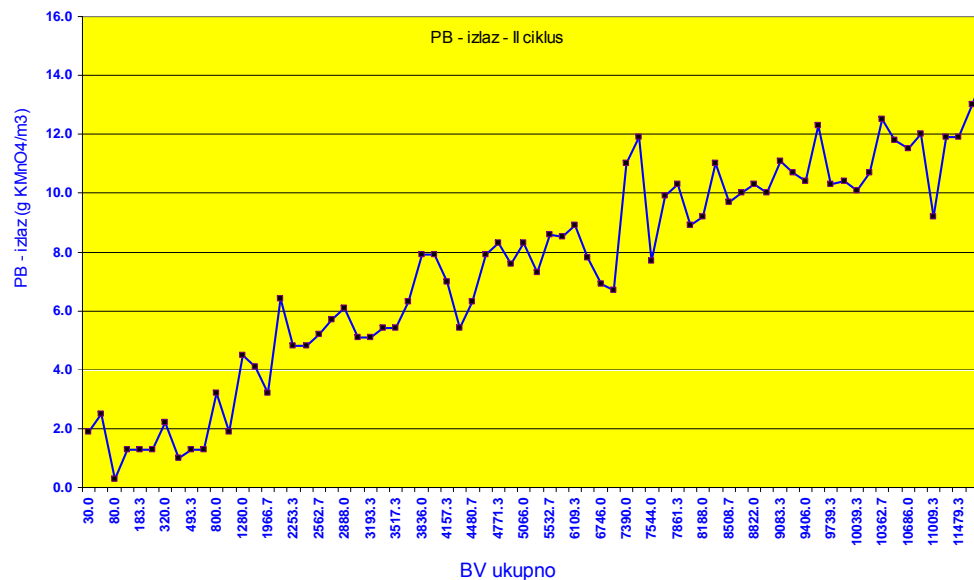
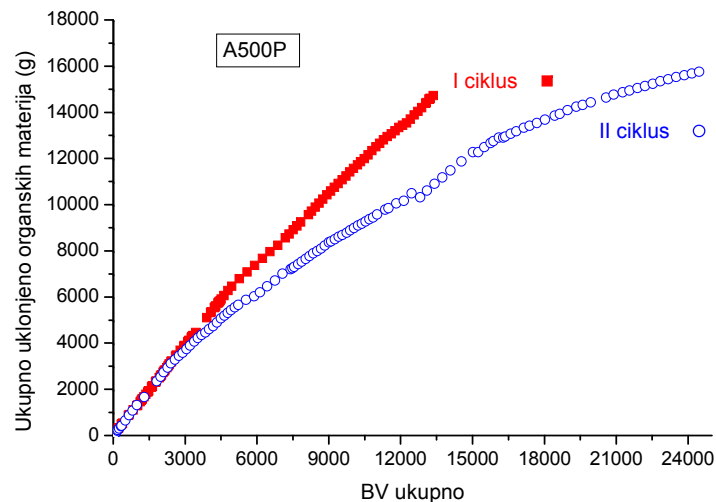
## A pilot alternatív vízkezelő lehetőségei- szervesanyag eltávolítás ioncserélő gyantával



# Na Pilotu ispitane su tri jonoizmenjivačke smole proizvodnje “Purolite”

## A Pilot-on három “Purolite” típusú ioncserélő gyanta lett kipróbálva

- Tip 501 P
- A 500P
- A 860 S

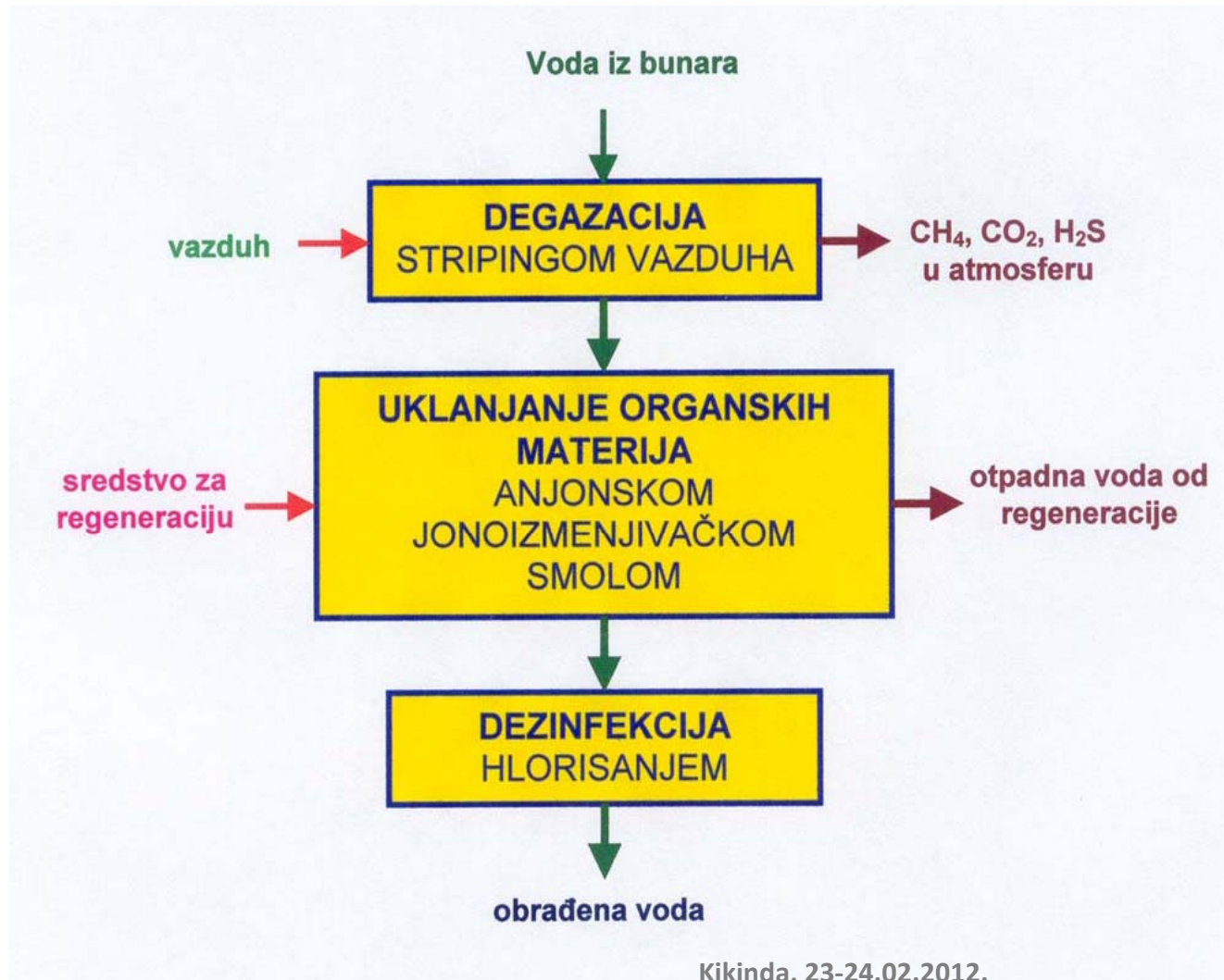


Zavisnost preostalog sadržaja organskih materija u vodi od količine obrađene vode. Smola A 500 P, II ciklus

Zavisnost ukupno uklonjenih organskih materija od količine vode obrađene smolom A 500 P tokom radnih ciklusa

# Šema pripreme vode u malim decentralizovanim vodovodima na području Kikinde

## Kikinda területén működő kis decentralizált vízellátóinak vízkezelési sémája



Predviđa se, da se na osnovu ovog procesa projektuju mala decentralizovana postrojenja za pripremu vode, u malim vodovodima, u manjim naseljima na području Kikinde

Za proračun jonoizmenjivača za uklanjanje organskih materija iz vode, sa anjonskom jonoizmenjivačkom smolom, tzv. skavendžera, usvaja se: Anioncserélő esetére szervesanyag eltávolítására alkalmazott ioncserélő gyanta mennyiségre a következők vannak elfogadva

- protok vode koja se obrađuje,  $Q = 31 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- specifično opterećenje smole,  $S = 15 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ h}$ ;
- kapacitet uklanjanja organskih materija, Cr, pri jednostepenom radu,  $Cr_I = 79 \text{ g KMnO}_4/\text{L}$  smole, a pri dvostepenom radu,  $Cr_{II} = 160 \text{ g KMnO}_4/\text{L}$  smole (na osnovu podataka i ekstrapolisanih podataka za smolu Amberlit A 500 P)

# Hvala na pažnji! Köszönöm a figyelmet!



*Dobri susedi  
zajedno stvaraju  
budućnost*

