



ARSENICPLATFORM

HUSRB/1002/121/075



REŠENJE VODOSNADEVANJA ZRENJANINA – OBLAST SA VISOKIM SADRŽAJEM ARESENA, PRIRODNIH ORGANSKIH MATERIJIA I AMONIJAKA

Profesor dr Božo Dalmacija

Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine

Prirodno-matematički fakultet u Novom Sadu

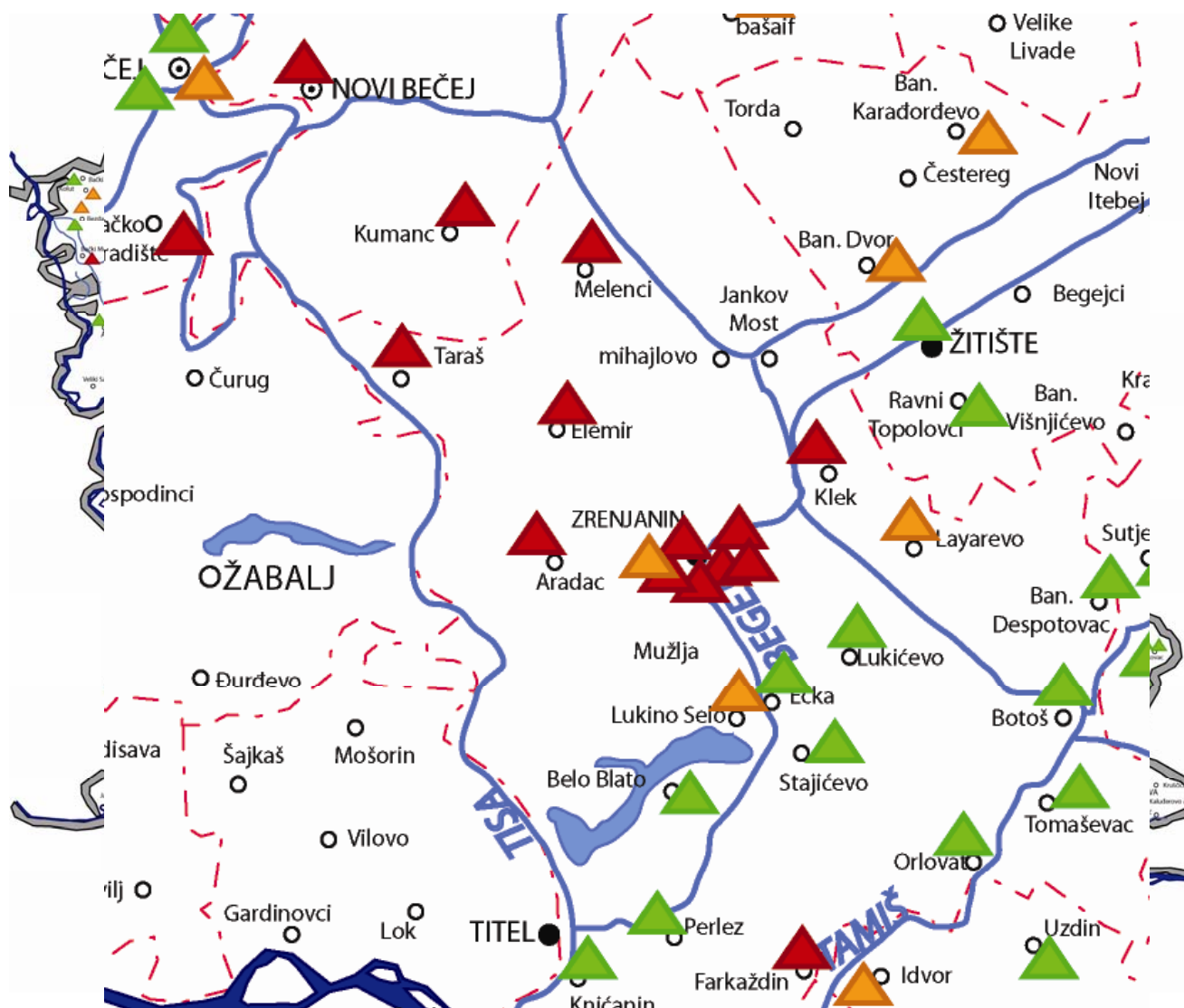
Újvidéki Tudományegyetem, Természettudományi-matematikai Kar



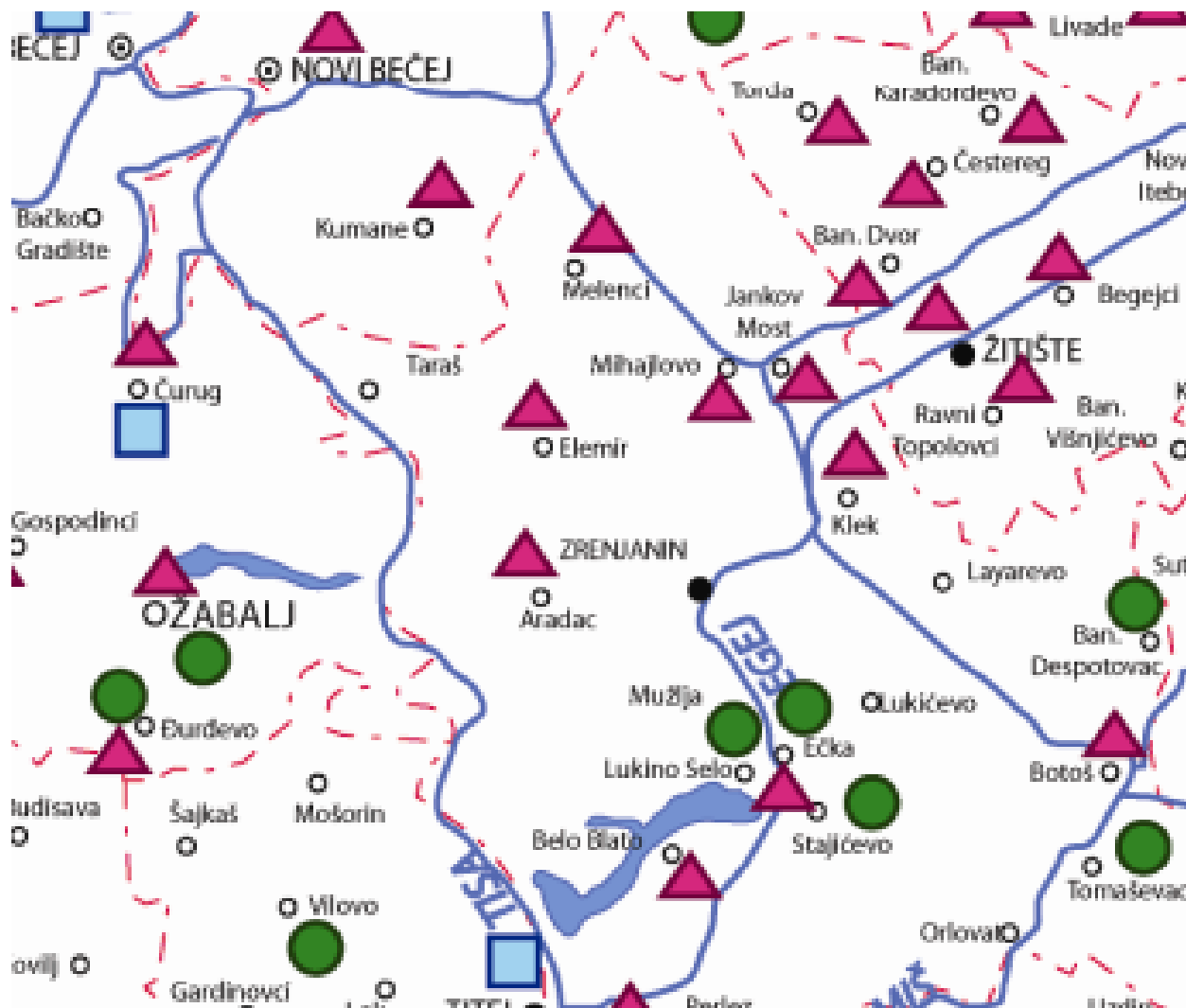
Projekat sufinansira
Evropska unija

Baja, 24.oktobar 2013.

Arsen u podzemnoj vodi Arzén a rétegvizekben



Kvalitet resursa u pogledu sadržaja organskih materija A források minősége a szervesanyag tartalom szempontából



Vrednosti parametara kvaliteta vode na području Zrenjanina

Vrednost	pH vrednost	Električna provodljivost (µs/cm)	Utrošak KMnO ₄ (mg/L)	Alkalitet (mg HCO ₃ ⁻ /L)	Na (mg/L)	Fe (µg/L)	As (µg/L)	Mn (µg/L)	B mg/L
Min	7,13	1007	28,2	747	158	80	4,0	12,5	1.5
Max	7,98	1350	40,6	1018	222	730	344	112	2.3

Merodavni kvalitet vode za izradu Tehničkog rešenja (karakteristike sirove vode korišćene u istraživanjima na Pilotu)

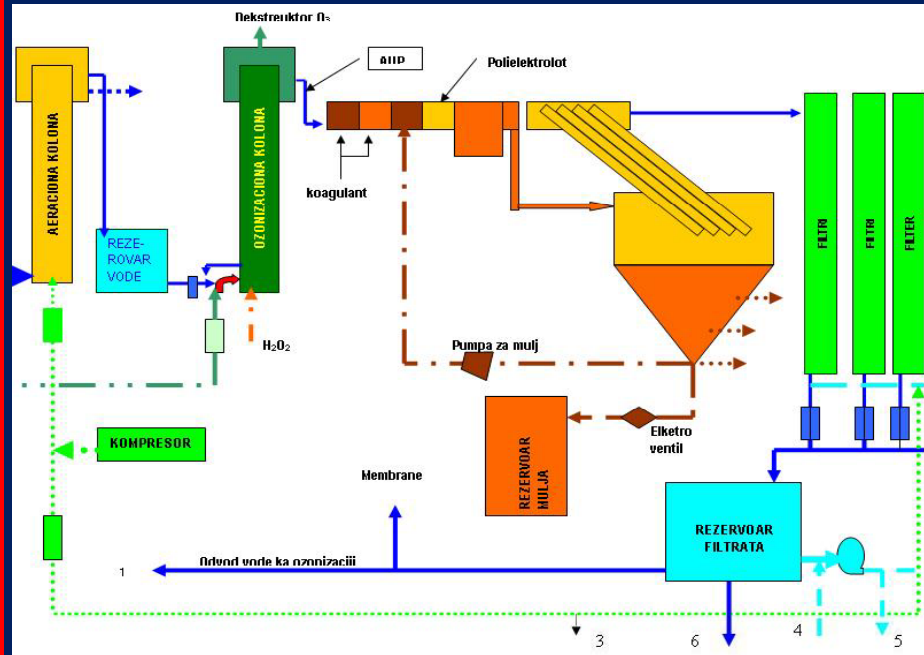
Parametar	Jedinica mere	Srednja vrednost $\pm$ SD
pH	-	7,46 $\pm$ 0,14
Ukupni alkalitet	mg HCO ₃ ⁻ /L	909 $\pm$ 15
Mutnoća	NTU	0,52 $\pm$ 0,03
Električna provodljivost	μS/cm	1202 $\pm$ 16
Boja	Mg Pt-Co	58 $\pm$ 6
DOC	mg C/l	9,27 $\pm$ 0,92
Permanganatni broj	mg KMnO ₄ /l	37,7 $\pm$ 0,6
UV ₂₅₄ *	cm ⁻¹	0,497 $\pm$ 0,015
SUVA**	L mg ⁻¹ m ⁻¹	5,36 $\pm$ 0,49
PFTHM***	μg/L	555 $\pm$ 128
PFHAA****	μg/L	198 $\pm$ 73,8
Natrijum (Na)	mg/L	245 $\pm$ 54,9
Arsen (As)	μg/L	134 $\pm$ 29
Aldehidi	μg/L	11 $\pm$ 6,39

* Apsorbancija UV zračenja na talasnoj dužini 254 nm.

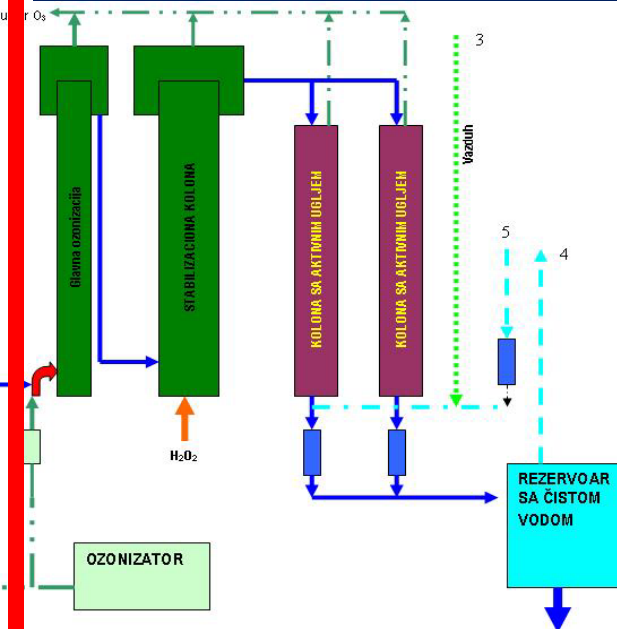
** Specifična UV apasorbancija.

*** Potencijal formiranja trihalometana.

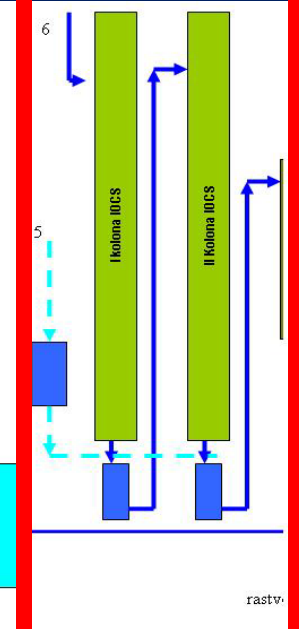
**** Potencijal formiranja halosirćetnih kiselina.



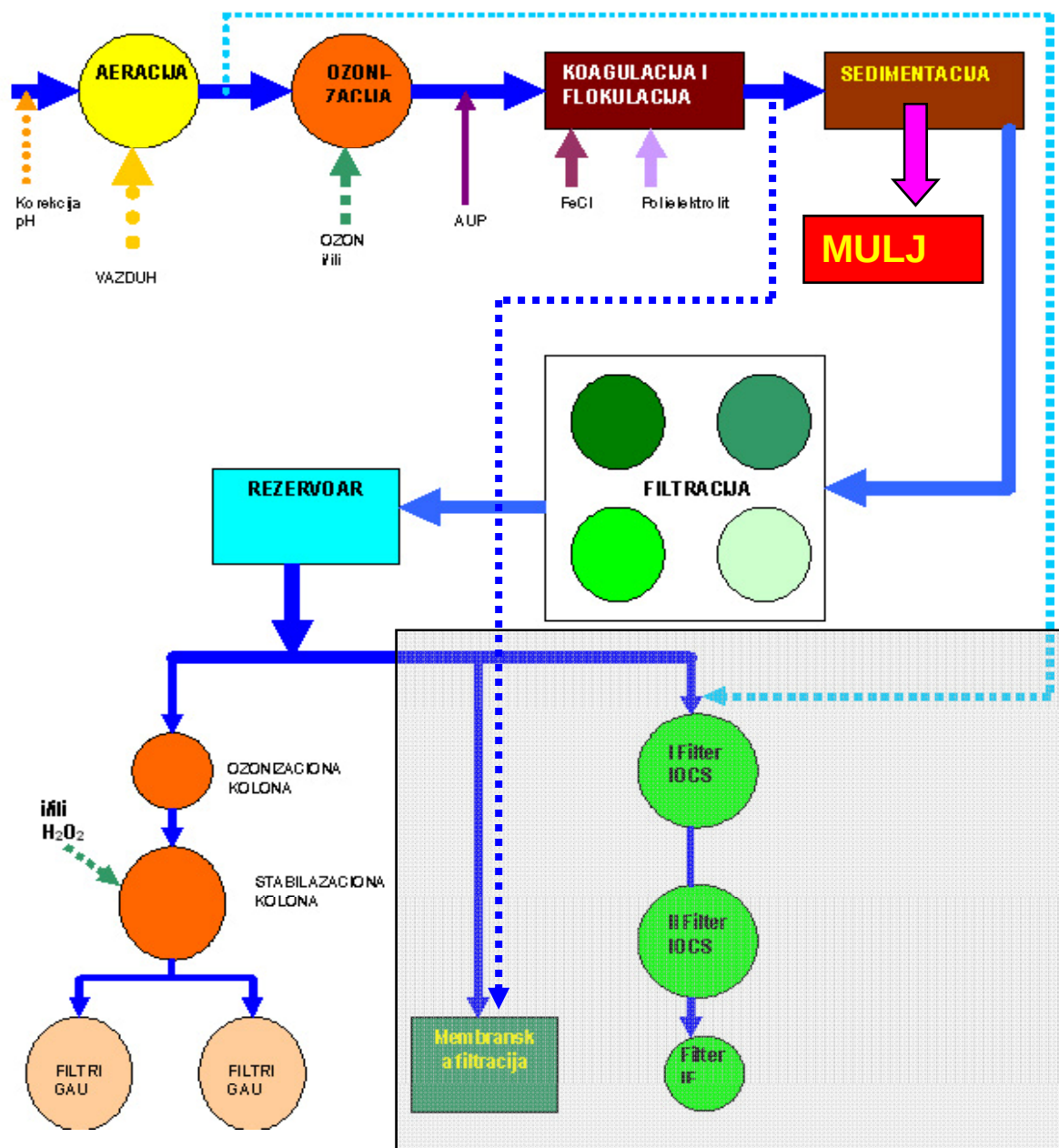
**FAZA
I**



**FAZA
II**

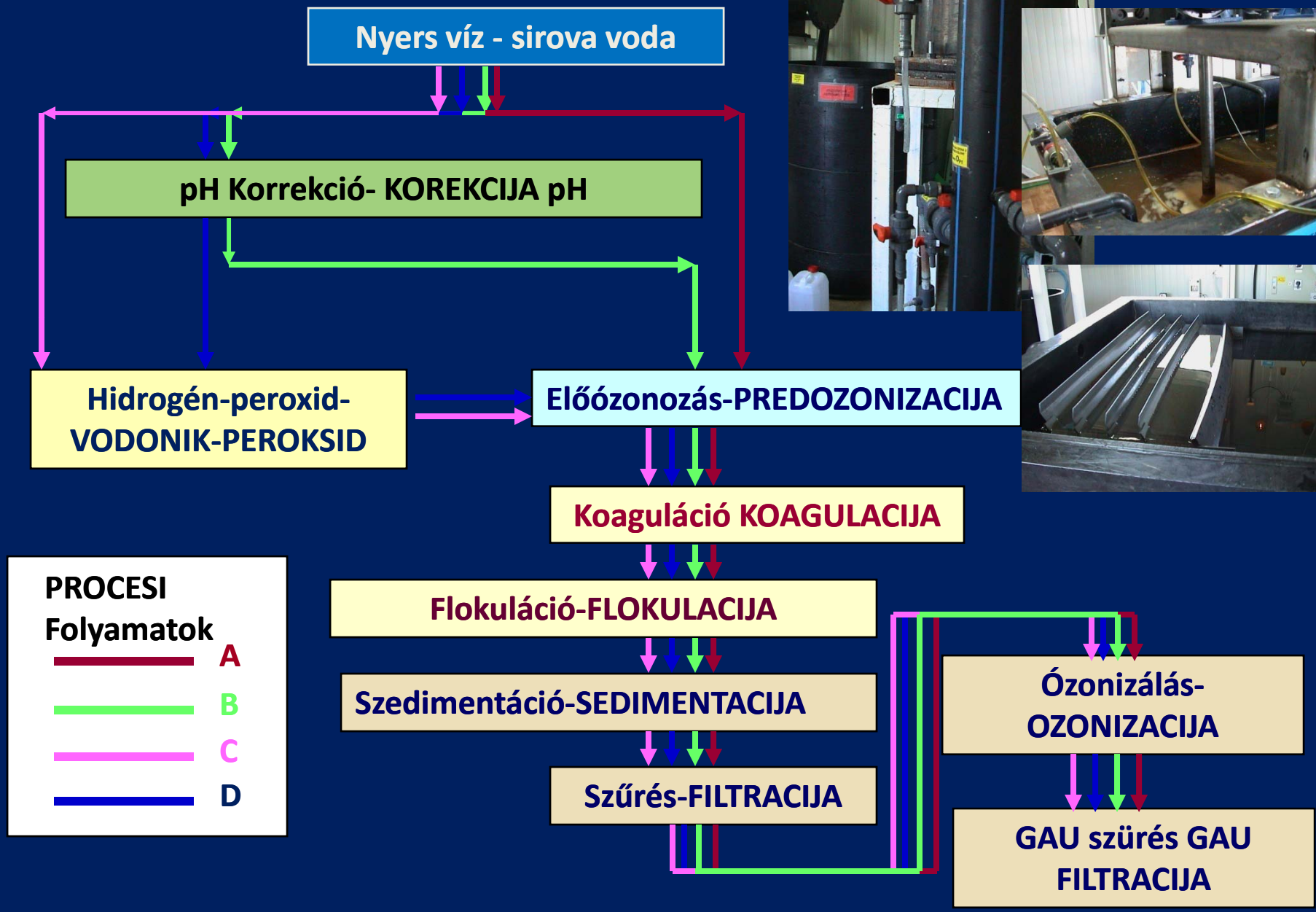


**FAZA
III**

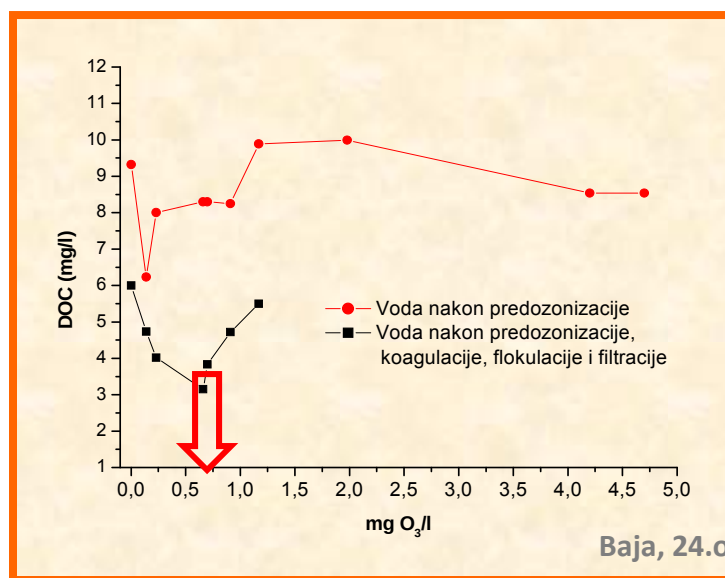
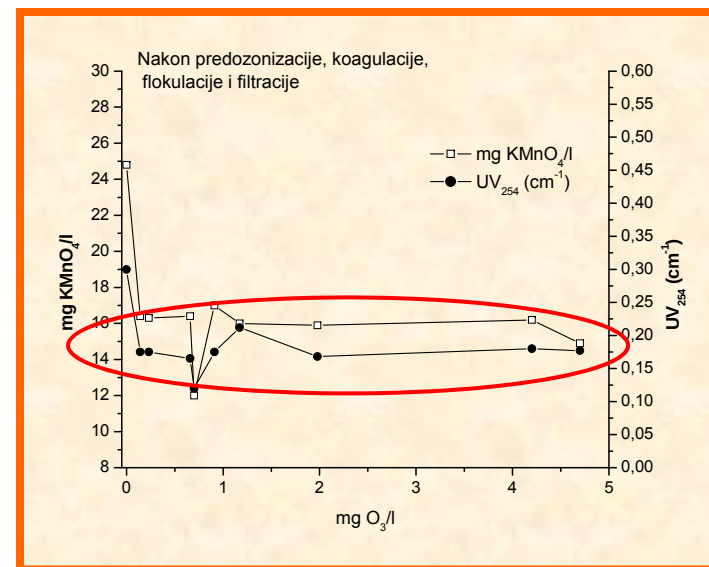
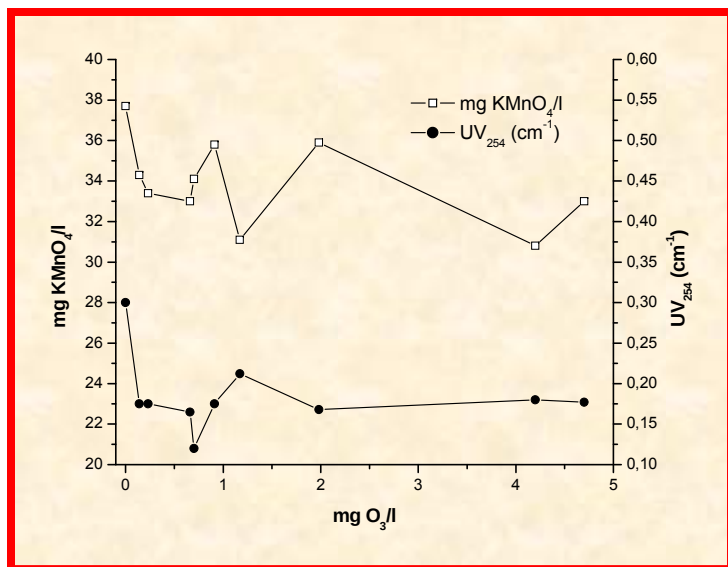


Šema Pilot postrojenja

PÉLDA - Primer



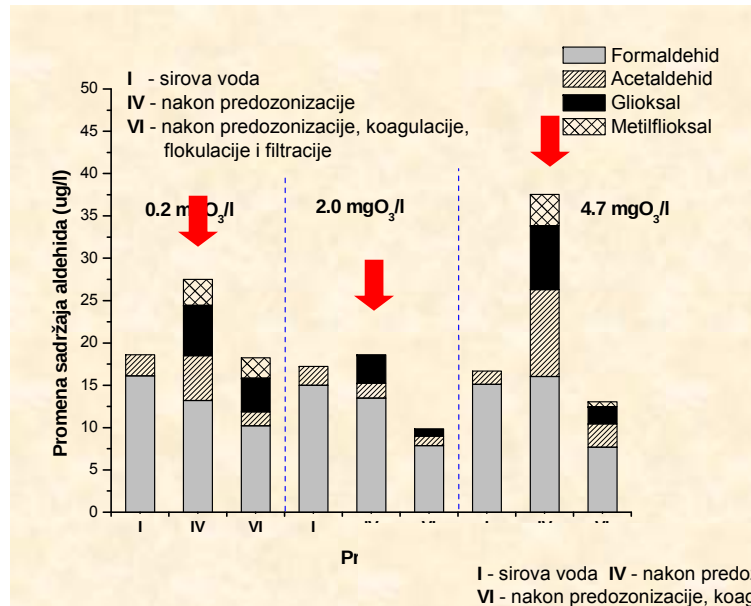
Efekti predozonizacije i koagulacije na sadržaj POM



Uvođenjem predozonizacije:

- PB opada sa 25 mg KMnO₄/l na ~16 mg KMnO₄/l (36%)
- UV opada sa 0,300 cm⁻¹ na ~0,170 cm⁻¹ (43%)
- Na osnovu DOC: 0,5-1,0 mg O₃/l

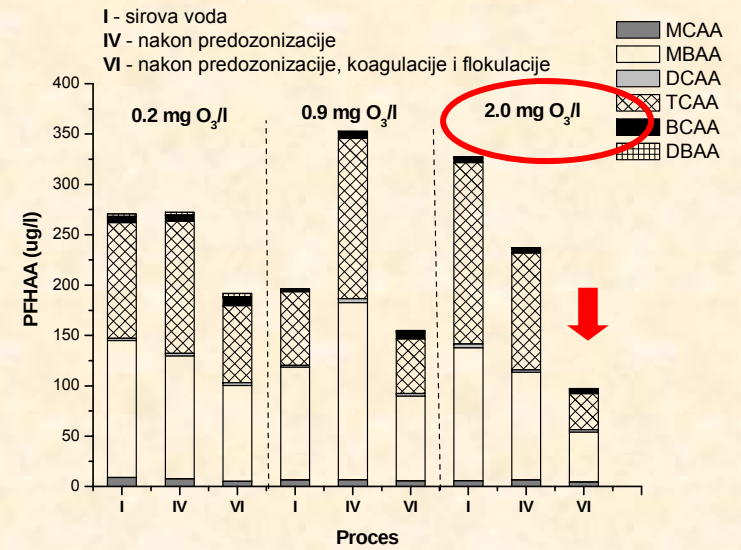
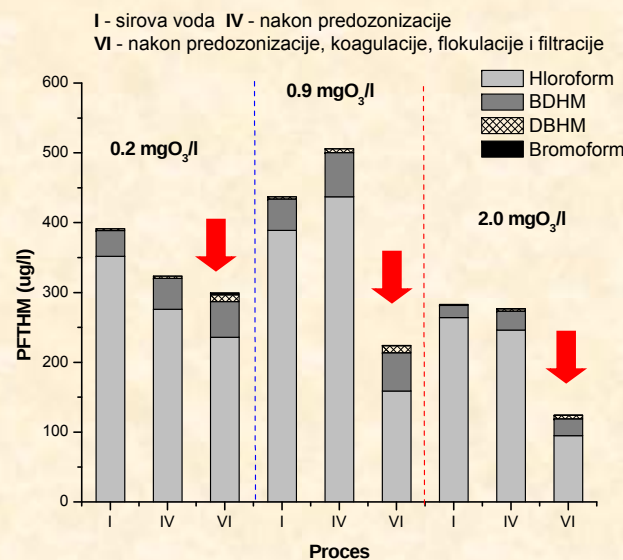
Efekti predozonizacije na na sadržaj nusprodukata oksidacije i prekursora dezinfekcionih nusprodukata

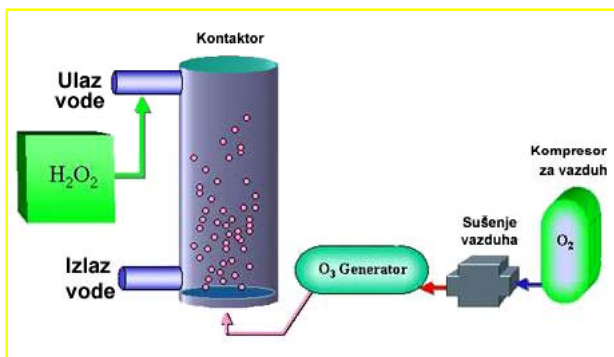


Aldehidi: dominantan formaldehid

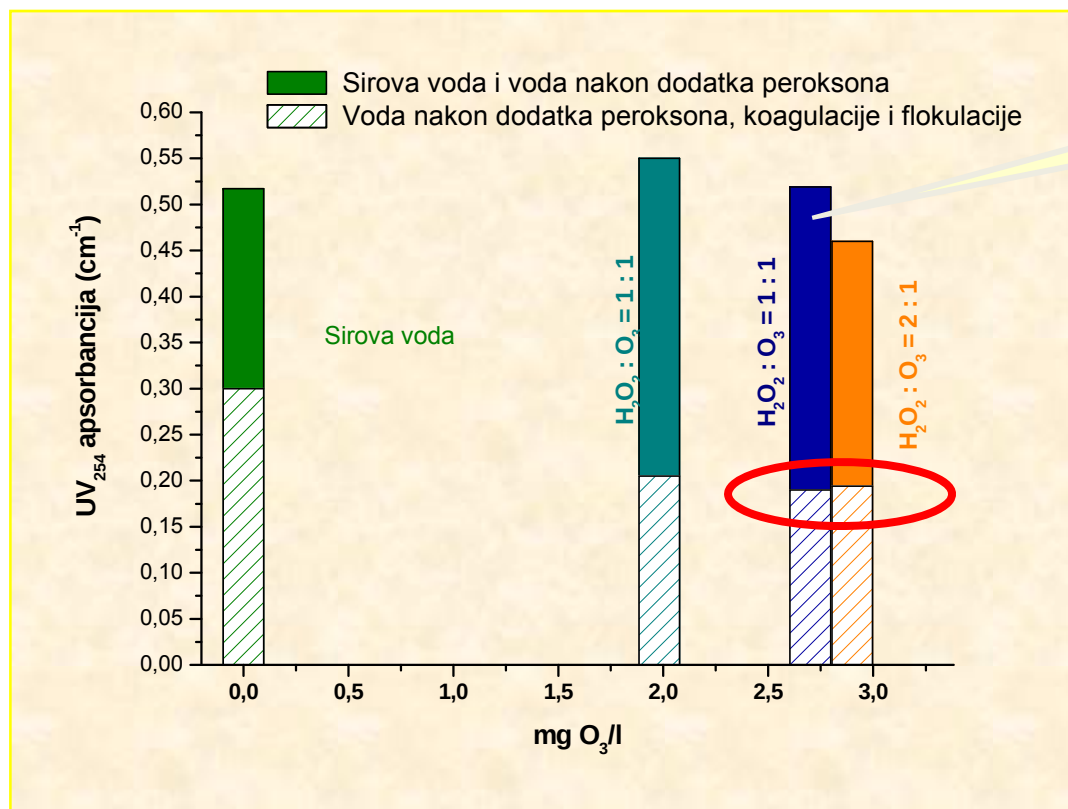
PFTHM: dominantani prekursori hloroforma

PFHAA: dominantni prekursori MBAA i TCAA





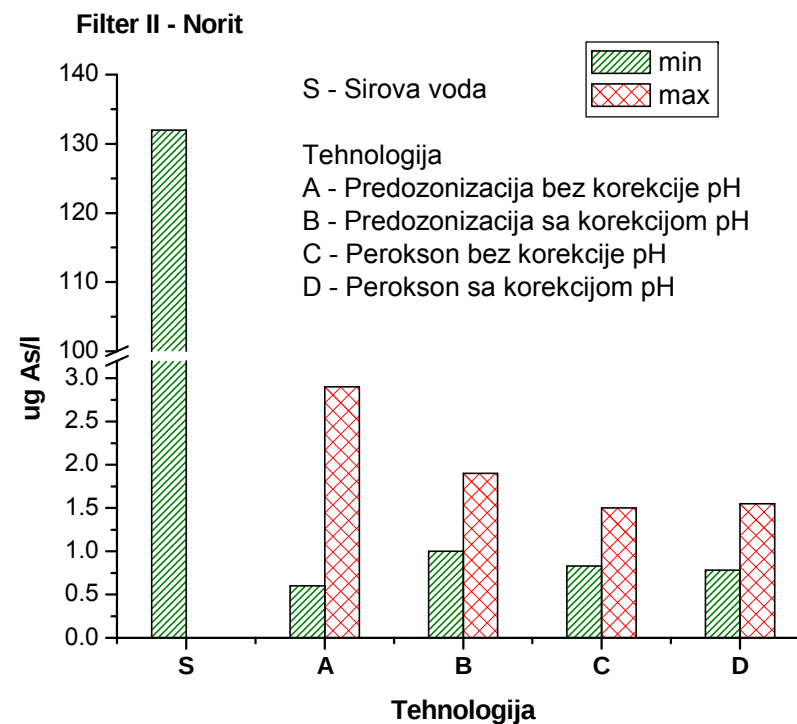
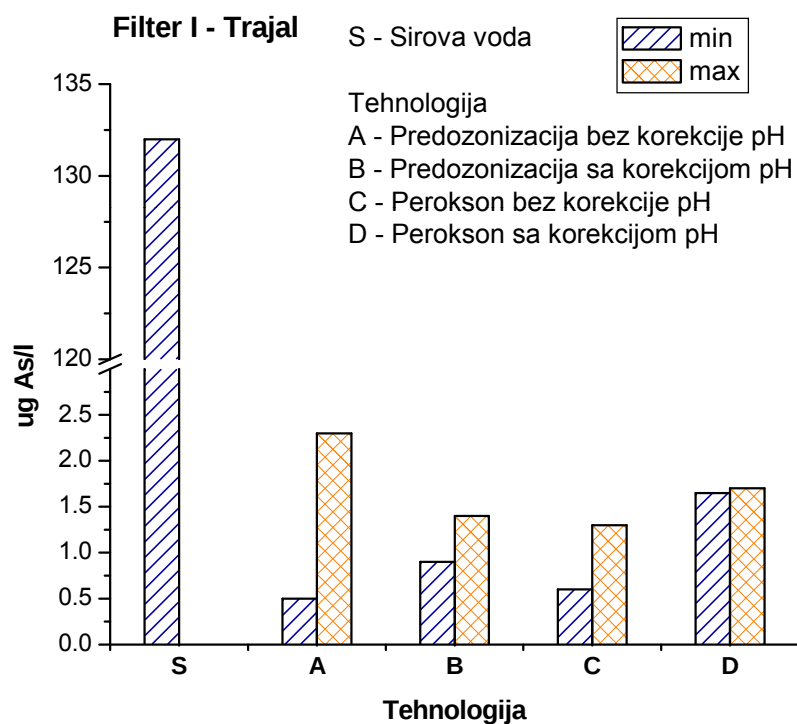
PEROKSON proces

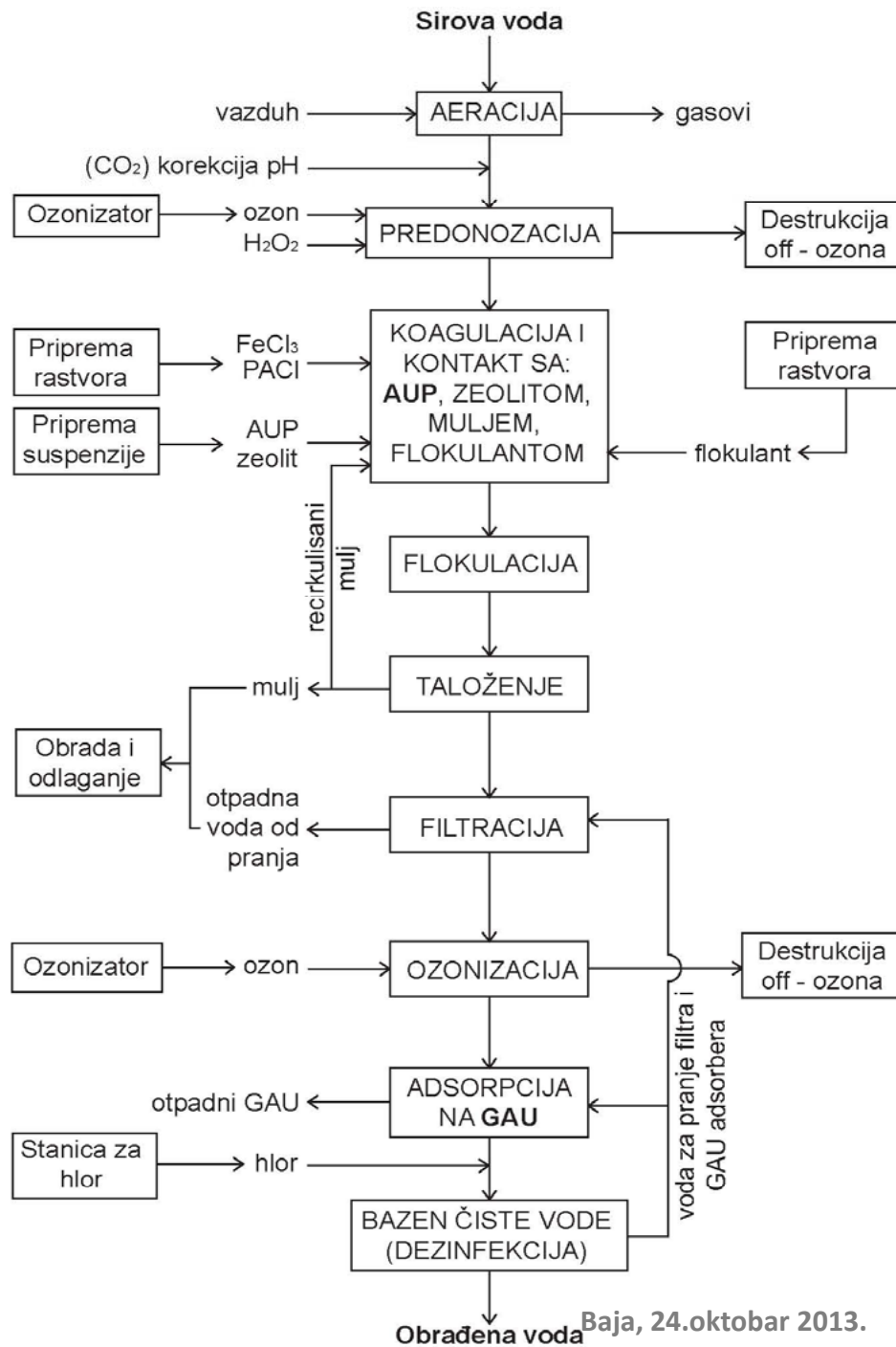


2.7 mg O₃/l

Sadržaj arsena u sirovoj vodi i vodi nakon primene različitih tretmana

MDK za As: 10 $\mu\text{g/l}$





Šema tehnološkog rešenja procesa pripreme vode za piće u Zrenjaninu



SOLIDIFIKACIJA/STABILIZACIJA MULJA SA POSTROJENJA ZA PRIPREMU VODE ZA PIĆE KOJI SADRŽI ARSEN

- Sadržaj arsena u ispitivanom mulju varirao je od **300 mg/kg do 830 mg/kg**.
- Koncentracije u sva četiri slučaja su **iznad maksimalno dozvoljene koncentracije za arsen od 41 mg As/kg** (USEPA 40 CFR 503) u cilju odlaganja muljeva.
- Iz ovoga proizilazi zaključak da je mulj sa ovako visokim koncentracijama arsena neophodno stabilizovati pre odlaganja na zemljišta ili deponije.



Solidifikacija/stabilizacija mulja

Kao solidifikacioni agens korišćen je:

- **CaO**, p.a. (proizvođač Lach-Ner) i
- **Portland cement** sledećeg sadržaja (% maseni): SiO₂ (23.4 %), Al₂O₃ (6.12%), Fe₂O₃ (3.21%), MgO (1.01%), CaO (63.2%), K₂O (0.54%), Na₂O (0.12%), SO₃ (1.18%) i gubitak žarenjem (1.4%).

Uzorak	Vlaga (%)	S/S sredstvo		
		kreč	cement	smeša kreča i cementa
M I	98	10%	-	-
		20%	-	-
		50%	-	-
M II	98	2%	-	-
		5%	-	-
		10%	-	-
M III	99	2%	-	-
		5%	-	-
		10%	-	-
M IV	99	2%	-	-
		5%	-	-
		10%	-	-
		-	2%	-
		-	5%	-
		-	10%	-
		-	-	5% kreča + 1% cementa
		-	-	5% kreča + 2% cementa
		-	-	5% kreča + 5% cementa
		-	-	5% kreča + 10% cementa

- Nakon 28 dana na smešama su vršeni testovi izluživanja: TCLP test i DIN 38414-S4 test

Rezultati TCLP testa (mg/l)

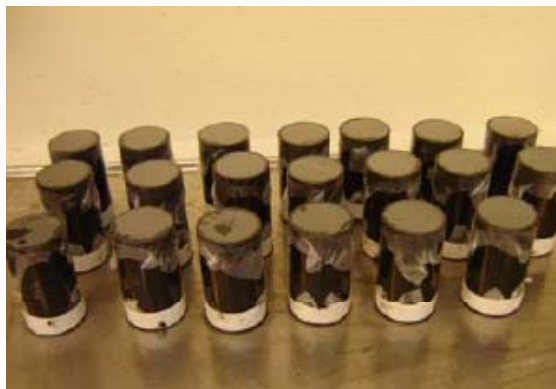
	Smeša	As (mg/l)
M I	bez kreča	5,1
	+10% kreča	1,2
	+20% kreča	0,99
	+50% kreča	0,088
M II	bez kreča	5,5
	+2% kreča	4,3
	+5% kreča	4,0
	+10% kreča	1,5
M III	bez kreča	5,2
	+2% kreča	4,4
	+5% kreča	4,0
	+10% kreča	3,2

- Izlužene koncentracije arsena iz uzoraka mulja stabilizovanih kreča su **ispod ispod graničnih vrednosti propisanih na osnovu TCLP testa (5 mg/l)**.
- Značajna smanjenja izlužene koncentracije arsena su postignute već po dodatku 5 i 10 % kreča.

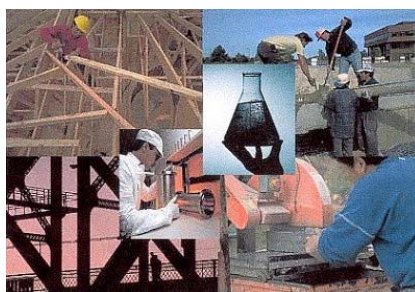
Izlužena koncentracija arsena iz uzorka mulja M IV zadovoljava Z_0 graničnu vrednost i time ne predstavlja opasnost za dalje odlaganje.

Rezultati DIN testa za mulj M IV u poređenju sa graničnim vrednostima

Parametar	M IV	LAGA granične vrednosti						
		Z_0	$Z_{1,1}$	$Z_{1,2}$	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5
As (mg/kg)	0,1	0,1	0,1	0,4	0,6	2	5	10
pH	6,8	5,5-10	5,5-12	5,5-12	-	5,5-13	5,5-13	4-13 ¹⁶



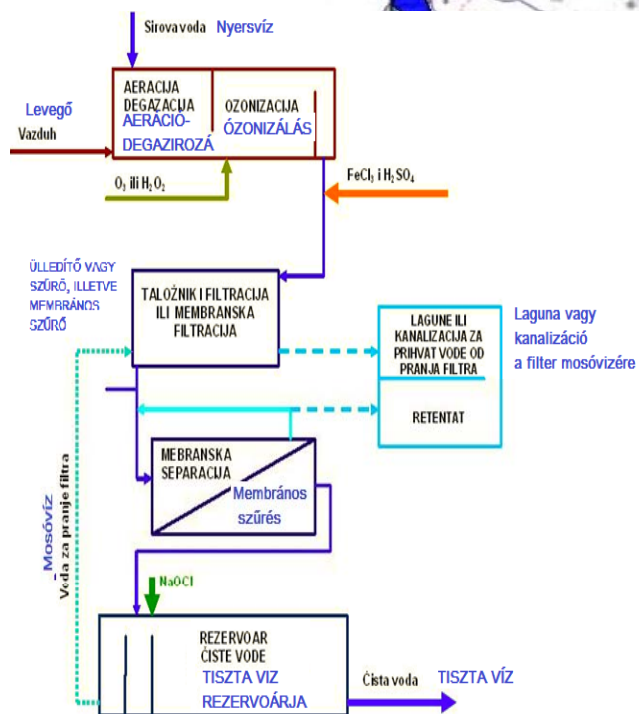
Zaključeno je da tehnika solidifikacije/stabilizacije ima značajan potencijal u pogledu rešavanja problema mulja koji nastaje na postrojenjima za pripremu vode za piće koji sadrži arsen, i u pogledu sigurnog odlaganja na deponiju, i u smislu njegovog korišćenja kao dodatka pri proizvodnji građevinskog materijala, asfalta i briketa ili izgradnji puteva.



Baja, 24.oktobar 2013.

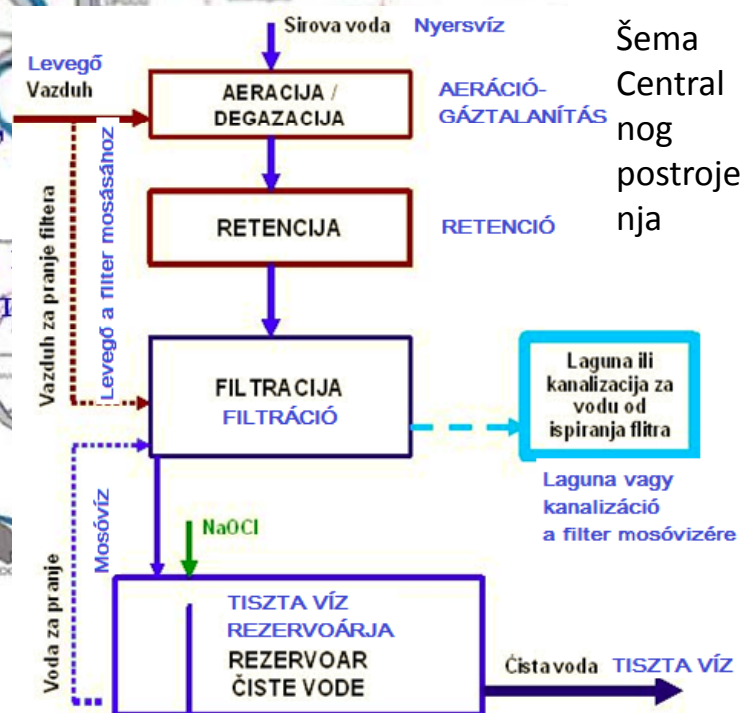
Specifikacija troškova Loklano snabdevenje samo grada Zrenjanin

NASELJE	Broj stanovnika	Befektetés, Investicije (€)		Exploatációs költség Eksploatacioni troškovi (€/god.)		
		ukupno	po stanovniku	ukupno	po stanovniku	po m ³
Zrenjanin	76.511	15.760.284	206	3.788.388	49,5	0,66



Helyi vízszűrők
shémája

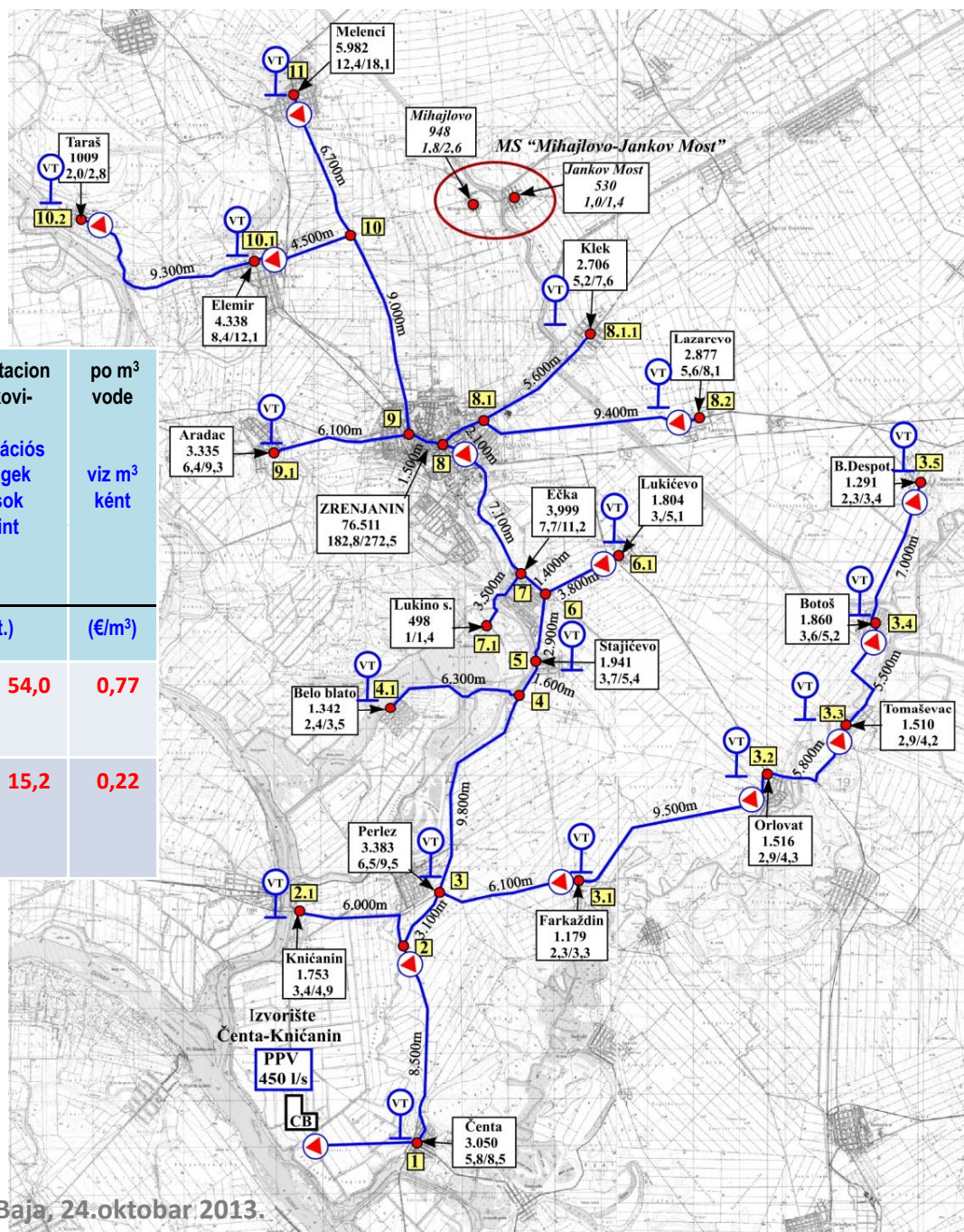
Baja, 24.oktobar 2013.



Šema
Central
nog
postroje
nja

Primer: Zrenjanin

Mikro sistem MIKROREGIONÁLIS FORRÁSOK	Investicije Befektetés	Ekspluat. Troškovi Exploatació s költség	Investici je po stanovni ku Lakosok szerinti befektet és	Ekspluatacion i troškovi- Exploataciós költségek lakosok szerint	po m ³ vode viz m ³ ként
	(€)	(€)	(€)	(€/st.)	(€/m ³)
HELYI ELLÁTÁS LOKALNO SNABDEVANJE	32.008.148	6.658.767	259	54,0	0,77
BECSKEREK-A RENDSZER OBJEKTUMAI- Centralno	27.531.980	1.848.823	226	15,2	0,22



Baja, 24.oktobar 2013.

HELYI ELLÁTÁS- KÖLTSÉG ÖSSZEGZÉS TELEPÜLÉS SZERINT

**Lokarno snabdevanje -
REKAPITULACIJA
TROŠKOVA PO
NASELJIMA**

NASELJE	Broj stanovnika	Befektetés, Investicije (€)		Exploatación költség Eksploatacióni troškovi (€/god.)		
		ukupno	po stanovniku	ukupno	po stanovniku	po m ³
Aradac	3.335	1.236.620	371	228.210	68,4	1,13
Ban.Despotovac	1.291	501.500	388	82.248	63,7	1,12
Belo Blato	1.342	501.500	374	82.245	61,3	1,09
Botoš	1.860	748.720	403	125.925	67,7	1,11
Elemir	4.338	1.262.108	291	229.414	52,9	0,87
Ečka	3.999	1.260.596	315	229.072	57,3	0,94
Zrenjanin	76.511	15.760.284	206	3.788.388	49,5	0,66
Jankov most	530	101.320	191	20.257	38,2	0,67
Klek	2.706	791.080	292	128.897	47,6	0,78
Knićanin	1.753	655.220	374	87.425	49,9	0,82
Lazarevo	2.877	791.080	275	128.899	44,8	0,73
Lukino selo	498	107.880	217	21.158	42,5	0,69
Lukićevo	1.804	751.720	417	126.030	69,9	1,14
Melenci	5.982	1.917.472	321	390.361	65,3	1,00
Mihajlovo	948	216.584	228	40.399	42,6	0,70
Orlovat	1.516	747.040	493	125.570	82,8	1,35
Perlez	3.383	1.232.084	364	227.183	67,2	1,10
Stajićevo	1.941	748.720	386	125.921	64,9	1,07
Taraš	1.009	441.340	437	79.635	78,9	1,29
Tomaševac	1.510	502.200	333	82.393	54,6	0,89
Farkaždin	1.179	501.500	425	82.245	69,8	1,14
Čenta	3.050	1.231.580	404	226.894	74,4	1,23
Σ	123.362	32.008.148	259	6.658.767	54,0	0,77

Baja, 24. oktobar 2013.

BECSKEREK-A RENDSZER OBJEKTUMAI- ÖSSZEGZÉS

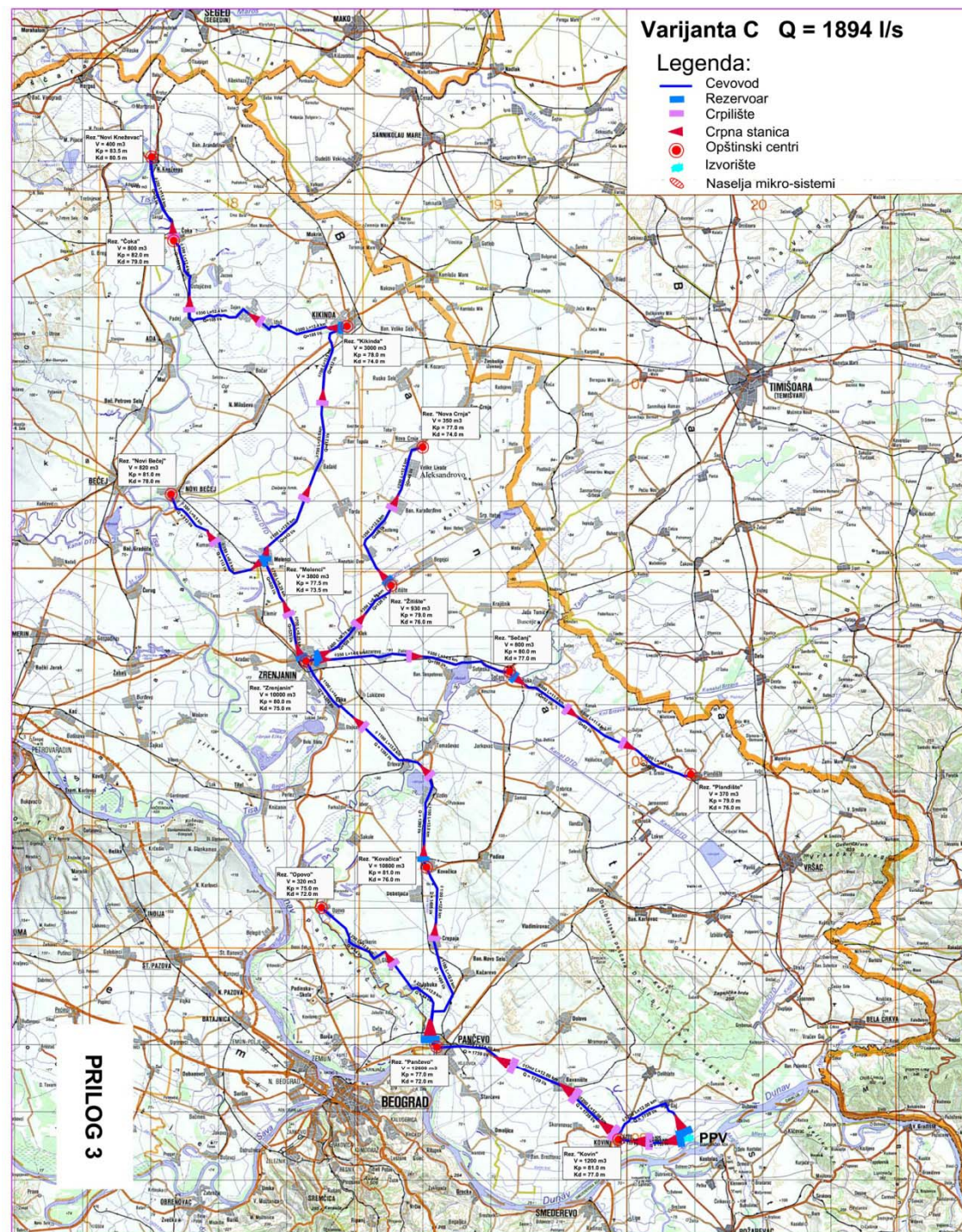
ZRENJANIN – CENTRALNO - objekti sistema – rekapitulacija

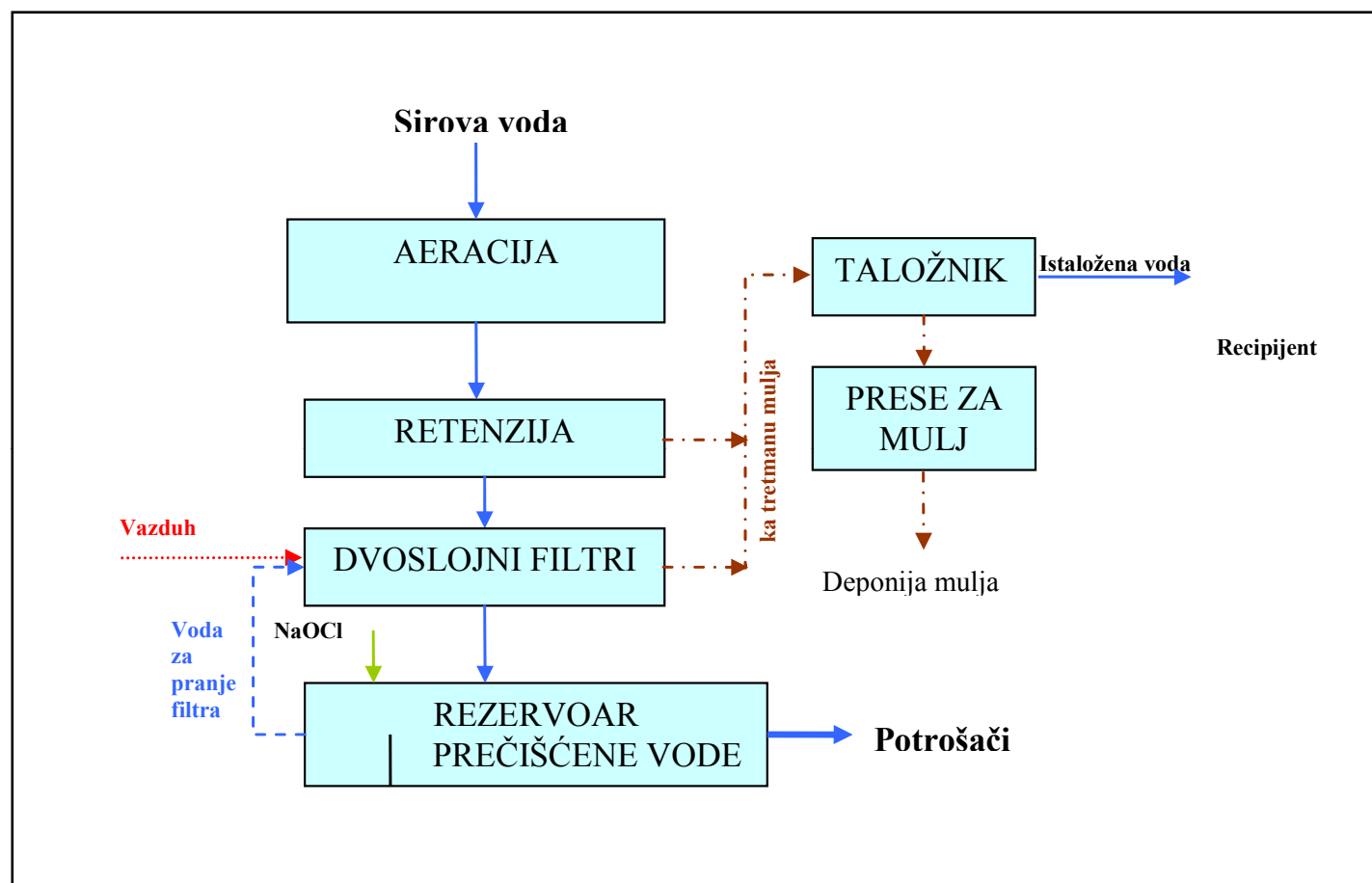
Objekti- Objektum	Investicije, Befektetés	Ekspl.. Troškovi Exploataciós költség	Lakosok összlétszáma Ukupan broj stanovnika	121.884
	(€)	(€/god)	Investicije po stanovniku Befektetés lakosonként	226 €/stan
PPV	5.000.000	400.000	Ekploat troškovi po stan. Exploataciós költség lakosonként	15,2 €/stan/god
Vodotornjevi	2.028.000	52.920	Ukupna god. Proizvodnja Éves össztermelés	8.545.015
Crpni bazeni	150.000	6.750	Investicije po m3/god Befektetés m3/év	3,2 €/m ³ ·god
Pumpne stanice	1.146.380	524.811	Esploat.troškovi po m3 Exploataciós költség m3	0,22 €/m ³
Hidrofori	0	0		
Cevovodi	19.207.600	864.342		
UKUPNO	27.531.980	1.848.823		

PBANAT REGIONALIS RENDSZERE

REGIONALNI SISTEM ZA BANAT PRETHODNA STUDIJA IZVODLJIVOSTI IZGRADNJE REGIONALNOG VODOVODNOG SISTEMA DUBOVAC-ZRENJANIN- KIKINDA

Baja, 24.oktobar 2013.





Linija prečišćavanja podzemne vode na lokalitetu Kovin - Dubovac

Finansijska analiza (Finansziális analízis)

Parametri / Varijante	A	B	C	D	E
Godišnji anuitet, (kompl.rešenje) mil.€	10.39	9.06	9.77	9.45	7.83
Godišnji anuitet (reg.sistem) , mil.€	10.39	8.44	9.77	8.47	6.24
Jed.troškovi, €/m ³ za vreme otplate kredita	0.39	0.35	0.47	0.55	0.54
Jed.troškovi, €/m ³ posle otplate kredita	0.36	0.32	0.43	0.50	0.49
NSW (za i=6%), mil.€	11.698	3.648	8.119	5.963	36.428
ISR (%)	6.3	6.1	6.3	6.2	7.7
B/C odnos	3.1	3.2	3	3.3	3.5
Ekonomska cena vode za i=6%, €/m ³	0.57	0.52	0.69	0.83	0.88
Prelomna tačka rentabilnosti, %	55.32	55.41	55.57	54.21	49.24

Investicija za Zrenjenisku opštinu iznosi 89.019.240 €

Hvala na pažnji!

***Dobri susedi**
zajedno stvaraju
budućnost*

