



АКАДЕМИЈСКИ ОДБОР ЗА СЕЛО

НАУЧНО-СТРУЧНИ СКУП

ВОДОСНАБДЕВАЊЕ СТАНОВНИКА БРДСКО-ПЛАНИНСКИХ ПРЕДЕЛА

4. октобар 2016. године
9,00 сати
Свечана сала САНУ
Кнез Михаилова 35/II, Београд

Tretman voda na ruralnom području

Dr Dragan Povrenović, dipl.inž.teh. ¹
Dr Vladimir Pavićević, dipl.inž.teh. ²
Dr Nebojša Veljković, dipl.inž.građ. ³

^{1,2} Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd

³ Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne
sredine/Agencija za zaštitu životne sredine

Tehnološki postupci u tretmanu voda na ruralnom području

- **Obezbeđenje vode** za piće, stočarstvo i tehničku upotrebu
- **Tretman otpadnih voda**

Obezbeđenje vode za piće

- Izvori
- Bunari

Bakteriološki kvalitet vode

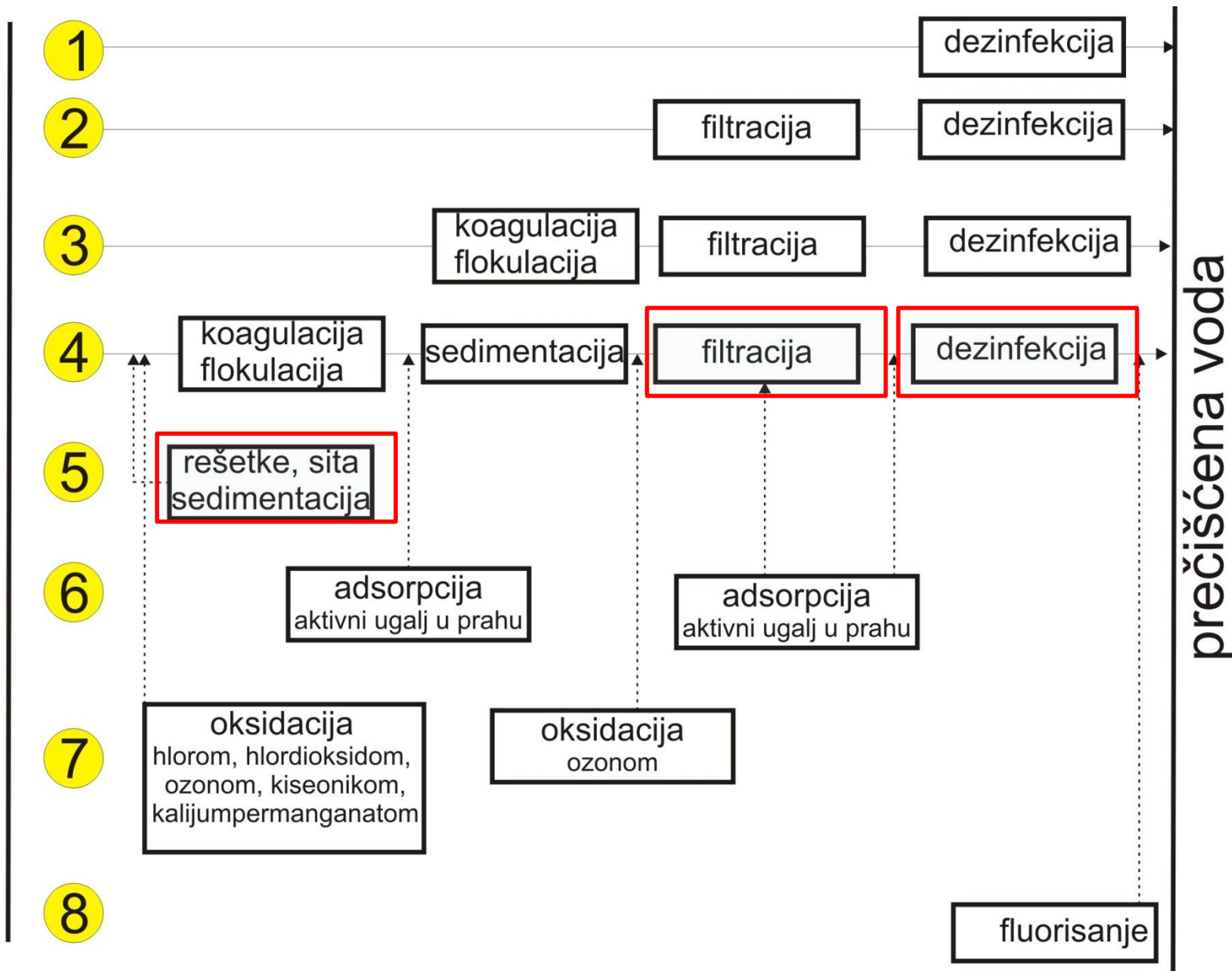
Fizičko-hemijski kvalitet

Ruralno vodosnabdevanje

- Individualni vodovodi
- Udruživanje više korisnika u zajedničko napajanje putem seoskih vodovoda

Bez tehnološkog tretmana

sirova voda

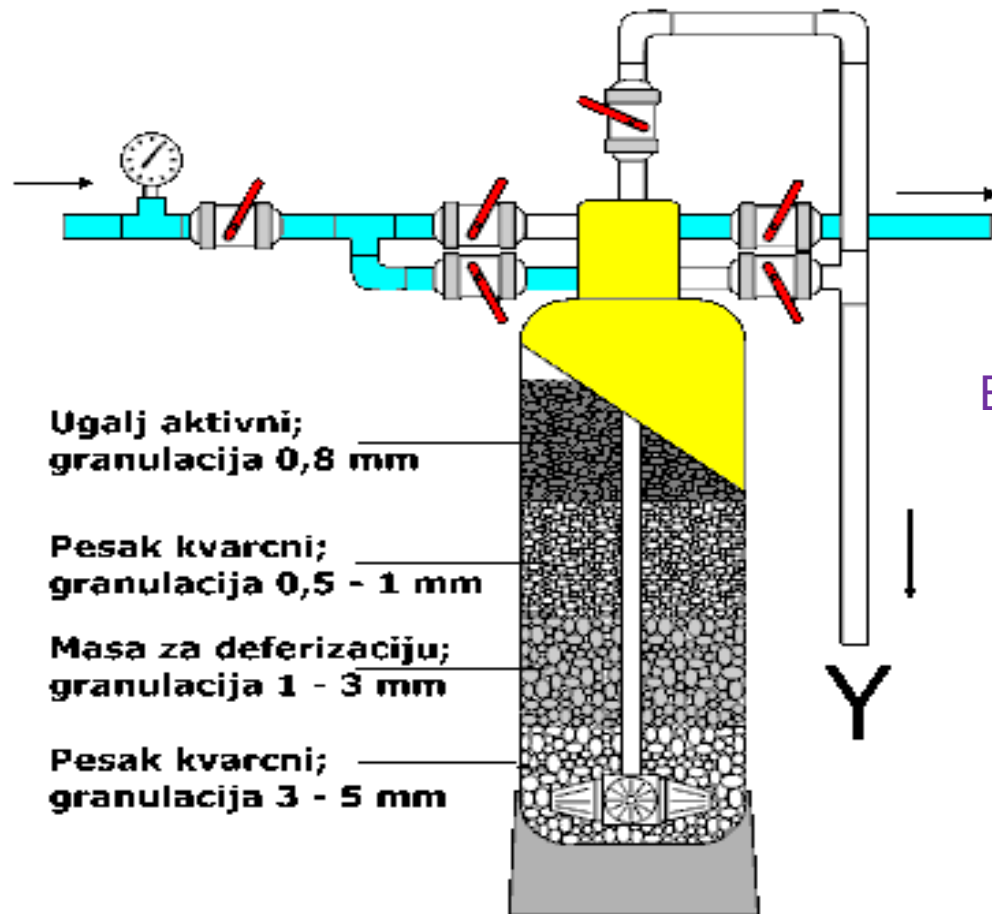


prečišćena voda

Filtracija

- Brza peščana filtracija
- Spora peščana filtracija

Višeslojni brzi filter

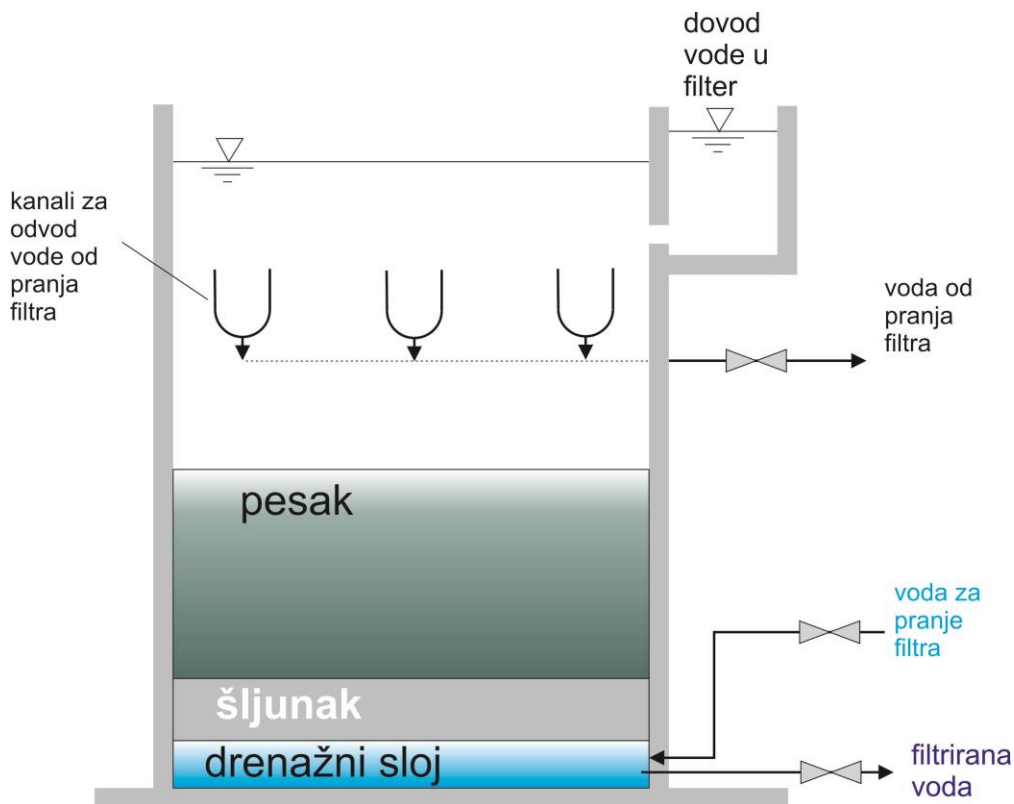


Brza peščana filtracija

- manji gabarit uređaja
- zahtevan u pogledu primene i održavanja

Brzina filtracije do 50 m/h

Formiranje sporog filtra



Procesne karakteristike

Spora peščana filtracija

Brzina filtracije

0.05-0.2 m/h

Prečnik čestica punjenja

0.3-0.45 mm

Debljina sloja

0.9-1.5 m

Zahtevana visina

0.9-1.5 m

Trajanje procesa

1-6 meseci

Period sazrevanja filtra (dovodjenja u radne uslove)

nekoliko dana

Predtretman vode

nije potreban

Dominantni filtracioni mehanizam

cedjenje, biološka aktivnost

Postupak regeneracije

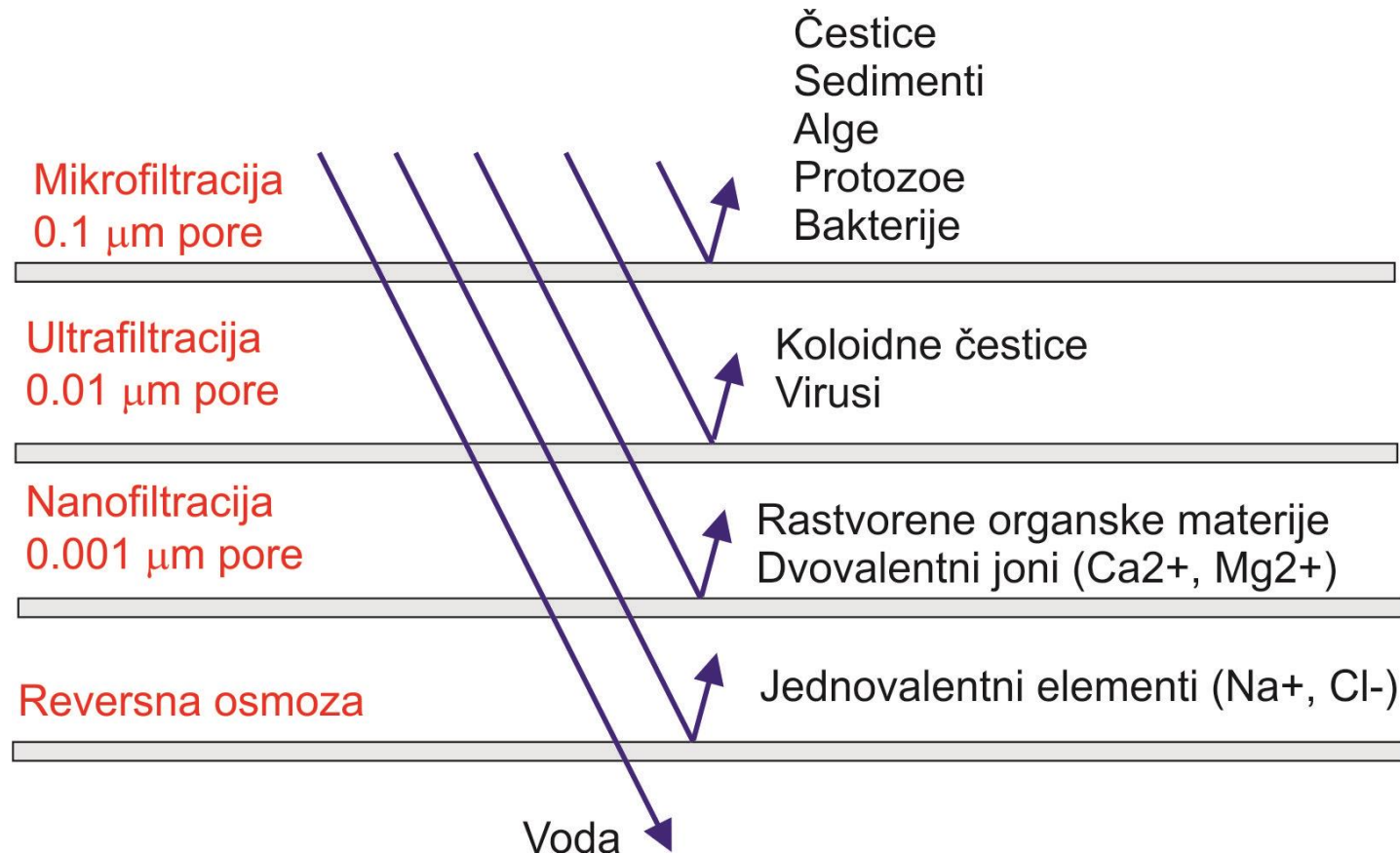
grabuljanje sloja

Maksimalna zamućenost napojne vode

10-50 NTU

Membranska filtracija

Membranski filtri se koriste kada su potrebne male količine vode visokog kvaliteta



Dezinfekcija

Zahtevi mikrobiološke ispravnosti vode za piće

- **Osnovni pokazatelji mikrobiološkog kvaliteta vode za piće**
Prisustvo mikroorganizama **indikatora fekalnog zagađenja** vode vrlo verovatno ukazuje i na prisustvo crevnih patogenih, a pošto je prve mnogo brže i lakše otkriti, oni se koriste za posredno određivanje patogenih.
- ***Escherichia coli***, (kao najspecifičnija od brzo odredljivih termotolerantnih i drugih koliformnih bakterija preporučena od Svetske zdravstvene organizacije – SZO za osnovni indikator)
- ***Fekalne streptokoke*** i
- ***Spore sulfit-redukujućih klostridija***
- Drugi najznačajniji opšti pokazatelj mikrobiološkog kvaliteta vode je brojnost **aerobnih mezofilnih bakterija**, obavezan u svim vrstama pregleda vode i posebno značajan u proceni efikasnosti tehnoloških procesa pripreme vode za piće.

Podela dezinfekcionih postupaka

oksidativni (reagentni) procesi:

- hlor (gasoviti hlor, hipohloriti, hloramini)
- hlor-dioksid
- drugi halogeni (jedinjenja joda, broma i fluora)
- ozon (ozonizacija će biti detaljnije predstavljena u posebnom poglavlju)
- permanganat
- ne-fotohemijski unapređeni procesi oksidacije (Advanced oxidation processes – AOPs):
 - ozon/vodonik-peroksid (perokson)
 - vodonik-peroksid/ Fe^{2+} (Fenton i Fenton-slični procesi)
 - elektrohemijska oksidacija
 - jonizacija

neoksidativni (nereagentni) procesi:

- ultraljubičasto zračenje (UV)
- ultrazvuk (US)
- membranska mikrofiltracija i ultrafiltracija
- oligodinamički efekti jona srebra i bakra (uslovno)
- toplota (pasterizacija, sterilizacija)
- fotohemijski unapređeni procesi oksidacije:
 - heterogena fotokataliza na titan-dioksidu
 - fotoliza u ultravakuumu
 - mikrotalasi

kombinacija oksidativnih i neoksidativnih procesa (unapređeni procesi oksidacije, AOPs)

- vodonik-peroksid/UV
- ozon/UV
- ozon/vodonik-peroksid/UV
- Foto-Fenton (vodonik-peroksid/ Fe^{2+} /UV)
- vodonik-peroksid/US
- ozon/US
- Fenton/US.

	dezinfekciono sredstvo				
	slobodan hlor	kombinovani hlor	hlor-dioksid	ozon	UV zračenje
efikasnost pri dezinfekciji					
bakterija	odlična	dobra	odlična	odlična	dobra
virusa	odlična	dovoljna	odlična	odlična	dovoljna
protozoa	dovoljna do loša	loša	dobra	dobra	odlična
endospora	dobra do dovoljna	loša	dovoljna	odlična	dovoljna
upotreba kao primarnog dez. sredstva	najčešće	često	povremeno	često	vanredno (hitno)
maksimalno dozvoljena rezidualna koncentracija	4 mg/l 5 mg/l ¹	4 mg/l	0,8 mg/l 0,4 mg/l ¹	-	-
doza	1-6 mg/l	2-6 mg/l	0,2-1,5 mg/l	1-5 mg/l	20-100 mJ/cm ²

¹ Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl. list SRJ br. 42/98)

Značaj rezidualne koncentracije dezinfekcionog sredstva i vremena kontakta

Na efikasnosti primenjenog dezinfekcionog sredstva utiču:

- Rezidualna koncentracija, C (mg/l)
- Vreme kontakta, t (min)

$$C \cdot t = \textit{konstanta (min} \cdot \textit{ mg/l)}$$

Primenjivana hlorna jedinjenja

Oblik	Formula	Komercijalno ime	Sadržaj hlora, %	Primedba
Hlorni gas	Cl ₂	Tečni hlor*	100	Nabavlja se u bocama ili dobija elektrolizom NaCl.
Natrijumhipohlorit	NaOCl	Žavelova voda	10-15	Koristi se samo kao vodeni rastvor.
Kalcijumhipohlorit	Ca(OCl) ₂	Kaporit, Hiperit	70	Praškast oblik
Kalcijumhlordihipohlorit	CaCl(OCl)	Hlorni kreč	25-35	Raspada se uz taloženje kreča i CaCO ₃ .
Neorganski hloramini	NH ₂ Cl NHCl ₂ NCl ₃	Amonijum-hloramini	do 25	Nastaje na pH: 6-8 5-6 <5
Organski hloramini		Halamid, Pantocid, itd.	do 25	Deluju duže i sporije.
Hlordioksid	ClO ₂		50	Deluje brže i efikasnije.

Baktericidnost hlornih preparata

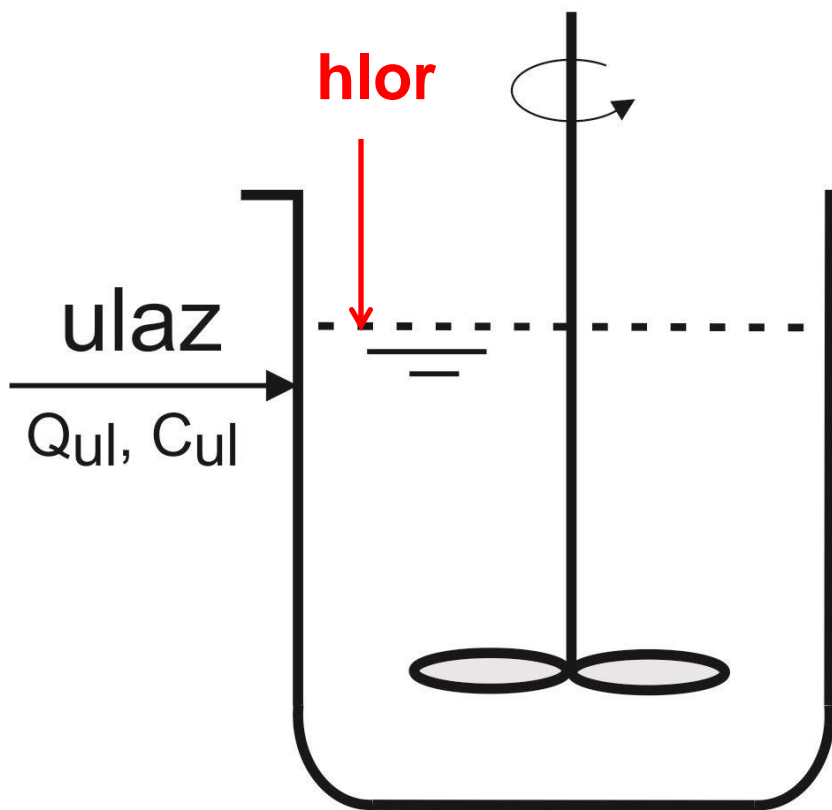
- **hlordioksid**
- **elementarni hlor**
- **kalcijumhipohlorit**
- **hlorni kreč**
- **natrijumhipohlorit**
- **hloramini**



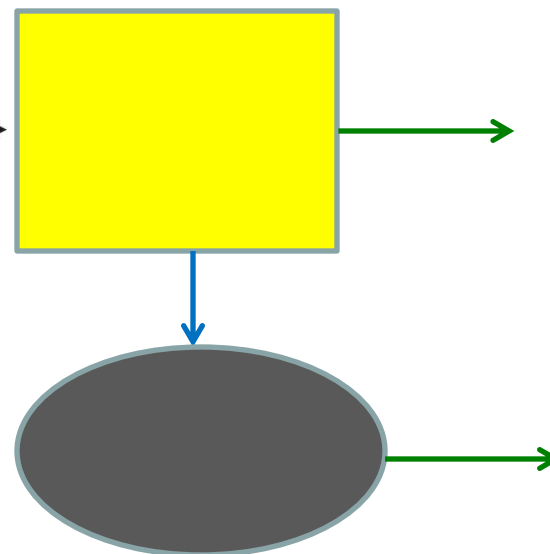
Dezinfekcija

mešalica

hlor



Provera koncentracije
rezidualnog hlora



Aktivni ugalj
preventivno

Tretman otpadnih voda

Sanitarne otpadne vode

Industrijske otpadne vode

Karakteristike otpadnih voda

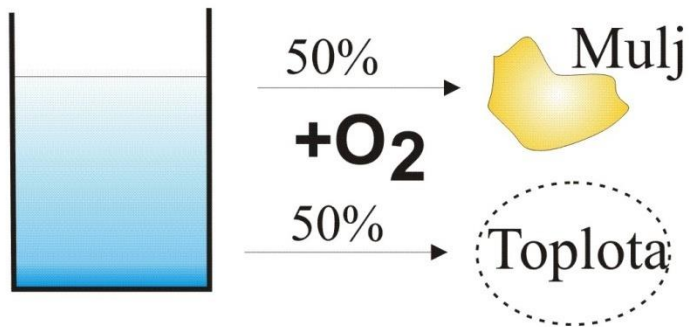
- **fizičke karakteristike** (ukupna suva supstanca, ukupne suspendovane supstance, ukupne rastvorene supstance, inertne i isparljive supstance),
- **hemijske karakteristike** (organske supstance ,ukupan azot i ukupan fosfor),
- **biološke karakteristike** (bakterijski indikatori, ukupan broj koliformnih bakterija, broj fekalnih koliformnih bakterija i broj fekalnih streptokoka) i
- **specifični indikatori zagađenosti** (biohemijska i hemijska potrošnja kiseonika, ukupni sadržaj ugljenika i broj ekvivalentnih stanovnika).

Postupci prečišćavanja otpadnih voda

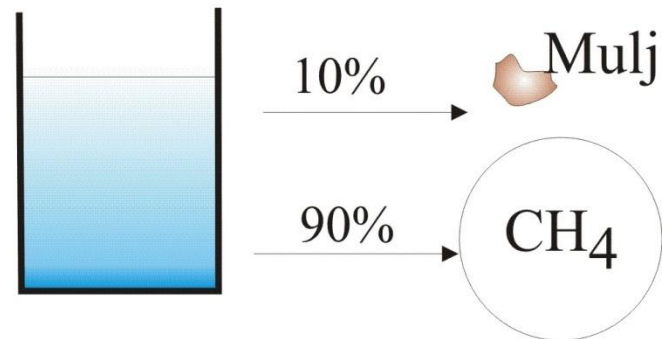
- Primarna obrada
- Sekundarna obrada
- Tercijerna obrada
- Kvaternerna obrada
- Obrada mulja

Sekundarni tretman otpadnih voda

HPK Aerobni bilans

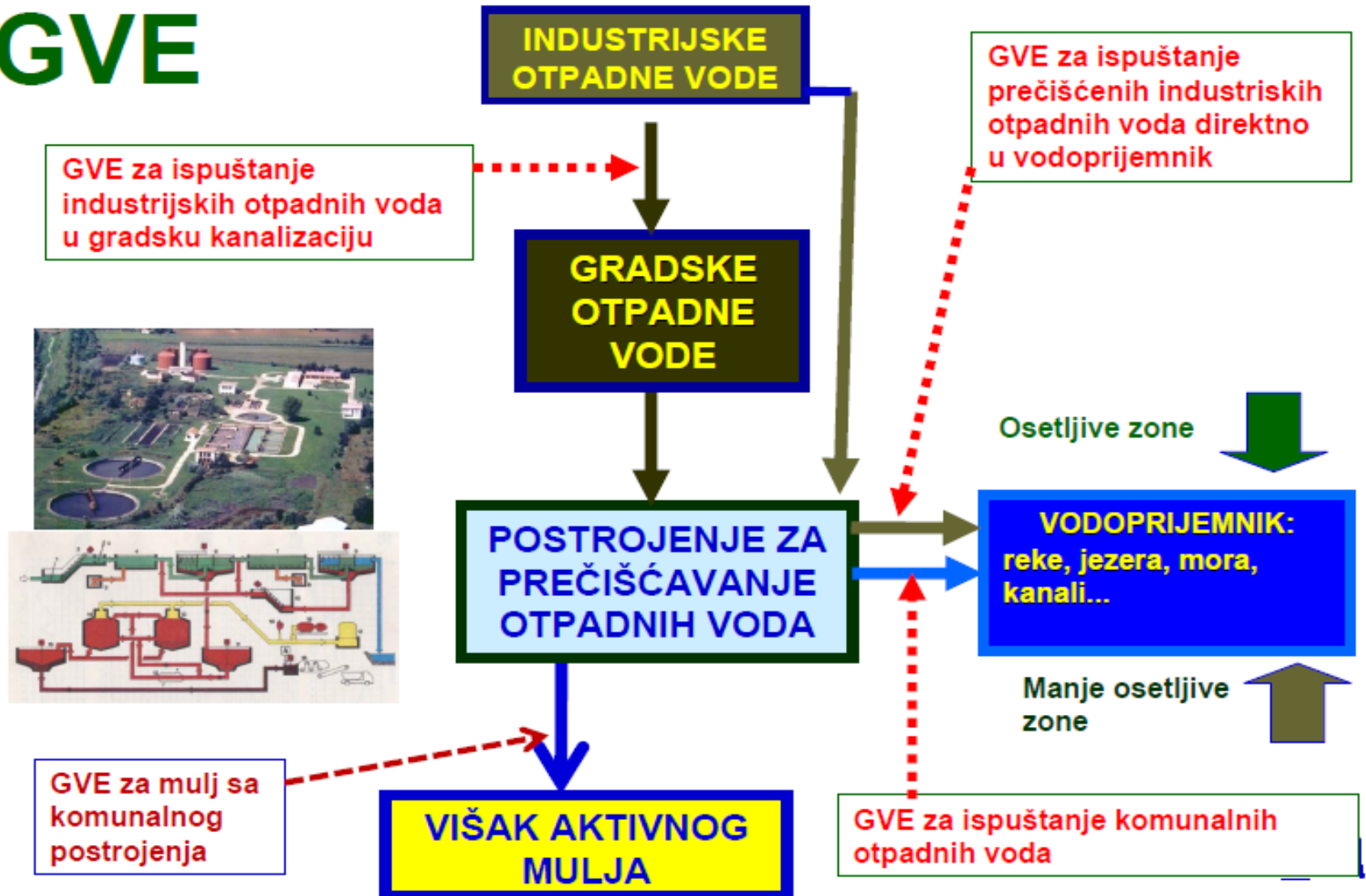


HPK Anaerobni bilans



Granične vrednosti emisije zagađujućih materija

GVE



Stanje na terenu



IVANJICA



Dr Dragan Povrenović, dipl.inž.teh.
Dr Nebojša Veljković, dipl.inž.građ.
Dr Vladimir Pavićević, dipl.inž.teh.
Saradnici PRO na lokalu (94 lica)

Angažovanje i obuka saradnika na terenu



Ukupno 94 saradnika na lokalnom nivou

Formiranje upitnika za prikupljanje podataka

I. ODVOĐENJE OTPADNIH VODA NA RURALNOM PODRUČJU

PODACI O OPŠTINI (podatke daje stručna služba opštine)		
1.1.	Opština (naziv)	
1.2.	Površina gradskog područja (ha)	
1.3.	Ukupna površina opštine (ha)	
1.4.	Broj stanovnika gradskog područja	
1.5.	Broj stanovnika seoskog područja	

KANALIZACIONI SISTEM (popunjava stručna služba opštine)			
2.1.	Procenat gradskog stanovništva priključenog na kanalizaciju (%)		
2.2.	Procenat seoskog stanovništva priključenog na kanalizaciju (%)		
2.3.	Procenat gradskog stanovništva priključenog na kanalizaciju (%)	separacioni	<input type="checkbox"/>
		delimično separacioni	<input type="checkbox"/>
		opšti	<input type="checkbox"/>
		_____ % izgrađen od 1980. do 2008.	
		_____ % izgrađen pre 1980.	

Otpadne vode u domaćinstvu

II. OTPADNE VODE I ČVRSTI OTPAD U SEOSKIM DOMAĆINSTVIMA

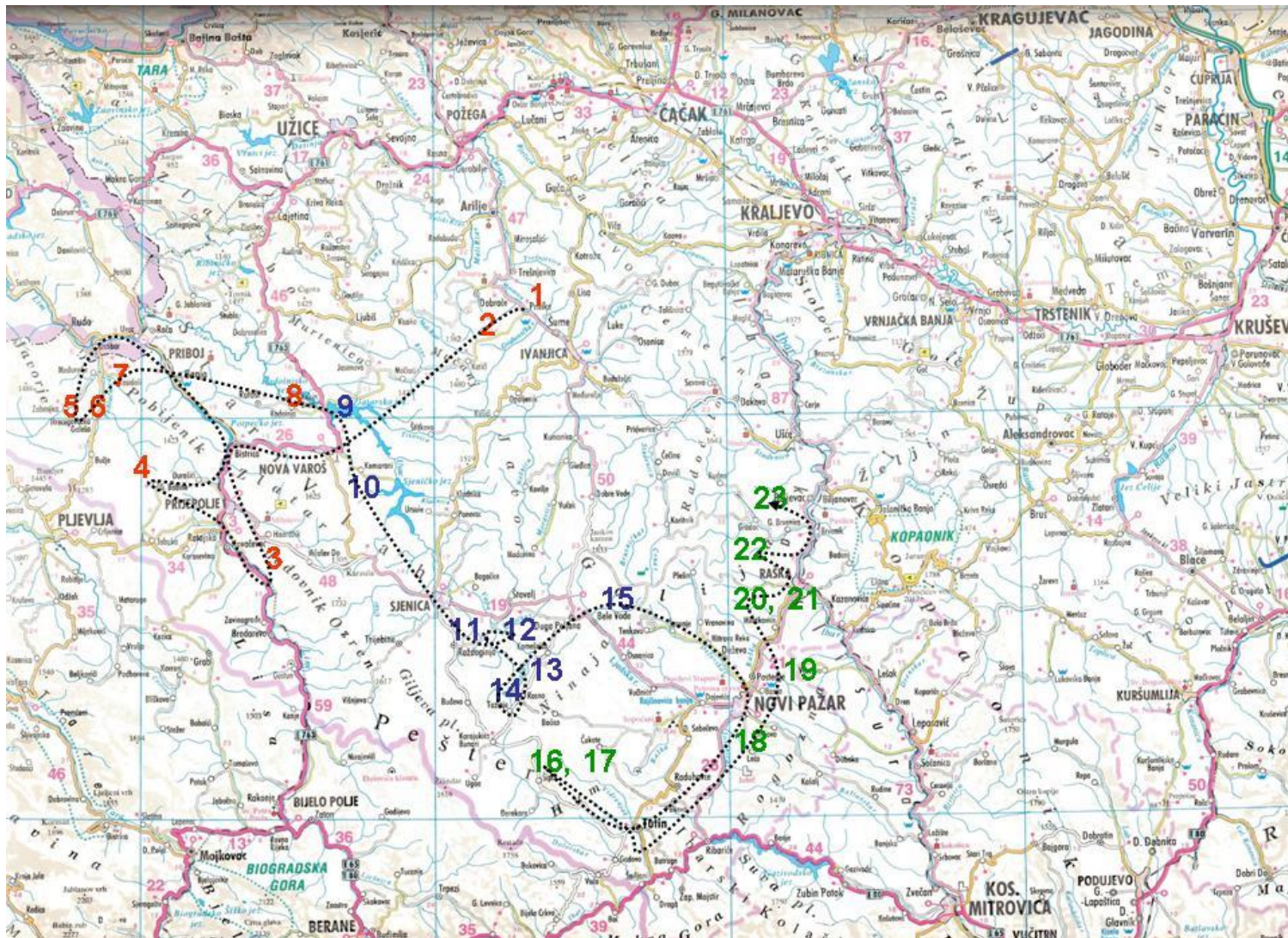
OPŠTI PODACI (podatke daje vlasnik domaćinstva)		
3.1.	Opština	
3.2.	Naselje	
3.3.	Vlasnik (ime i prezime)	
3.4.	Broj članova domaćinstva	

II a) OTPADNA VODA IZ DOMAĆINSTVA (podatke daje vlasnik domaćinstva)		
4.1.	Stambeni objekat je povezan na:	1) sopstveni vodovodni priključak a) hidrofor; b) kaptaža (individualni ili grupni priključak); 2) seoski vodovod; 3) nije povezan na bilo kakav vodovodni sistem (npr. snabdeva se iz individualnog bunara u dvorištu)
4.2.	Stambeni objekat je opremljen sanitarnim čvorom sa WC i povezan na septičku jamu:	Da Ne
4.3.	Nužnik je u dvorištu: (u slučaju da postoji i sanitarni čvor i nužnik u dvorištu navesti „Da“)	Da Ne
4.4.	Nužnička/septička jama je:	a) vodopropusna b) vodonepropusna
4.5.	Nužnička jama se nalazi u :	a) kućnom dvorištu b) ekonomskom delu dvorišta
4.6.	Da li je septička jama dvokomorna?	Da Ne
4.7.	Da li septička jama ima preliv?	Da Ne
4.8.	Septička/nužnička jama	a) udaljenost od stambenog objekta _____ m b) udaljenost od bunara _____ m

Čvrsti otpad u domaćinstvu

II b) ČVRSTI OTPAD IZ EKONOMSKOG DELA DOMAĆINSTVA (podatke daje vlasnik)			
5.1.	U domaćinstvu se kućno smeće sakuplja:	a) u tipskim kontejnerima b) u individualnim posudama	
5.2.	Kućno smeće se:	a) iznosi van sela - kada (učestalost) _____ b) spaljuje, zatrpava – gde? _____ c) iznosi na stajsko đubrište Da Ne d) drugo _____	
5.3.	Da li postoji ekonomsko dvorište?	Da li je odvojeno od stambenog dela? Da Ne	
5.4.	Broj stoke u domaćinstvu	a) sitna (broj) _____ b) krupna (broj) _____	
5.5.	Da li je stajsko đubrište locirano u ekonomskom delu dvorišta?	Da Ne	
5.6.	Tip đubrišta	a) neograđeno - Da Ne b) na zemljanoj podlozi - Da Ne c) betonsko sa ogradom (tip sanduka) - Da Ne	
5.7.	Odvođenje tečnog sadržaja iz đubrišta	a) u zasebnu osočnu jamu - Da Ne b) u nužničku jamu - Da Ne c) na drugi način _____	
5.8.	Položaj đubrišta	a) uz staju b) udaljeno od staje na _____ m	
5.9.	Udaljenost đubrišta	a) od stambenog objekta _____ m b) od bunara _____ m	
5.10.	Odvoženje đubriva vrši se svakih	_____ meseci	

Obilazak lokacija



1. Prilike

Ivanjica

2. Katići



3. Sopotnica



Prijepolje



4. Toci



5. Zabrnjica

Priboj

6. Zabrnjica



7. Sastavci

Priboj

8. Radoinja



9. Kokin Brod

Nova Varoš

10. Akmačiči



11. Raždaginje

Sjenica

12. Breza



13. Rasno

Sjenica

14. Tuzinje



15. Bele Vode (N Pazar)
(Nema fotografija)

16. Ljeskova (Šipče)



Tutin

17. Ljeskova (Šipče)



18. Lukare

N Pazar

19. Izbice



20. Milatkovići

Raška

21. Milatkovići škola



22. Trnava



Raška



23. Gradac

Mladi členovi tima



Podaci o objektima

Opština	Individualnih domaćinstava	Grupa domaćinstava	Javnih ustanova	Privrednih objekata
Nova Varoš	17	7	14	13
Priboj	43	/	5	/
Prijepolje	70	1	3	/
Sjenica	84	/	17	/
Ivanjica	63	/	/	/
Raška	29	1	9	2
Tutin	40	3	1	/
Novi Pazar	73	6	8	/
UKUPNO	419	18	57	15

Grupa A- individualna domaćinstva i grupe domaćinstava

Grupa B- školski objekti i medicinski objekti

Grupa C- turistički objekti na ruralnom području

Karakteristike otpadnih voda koje proizvodi čovek i životinje

	Jedinica	Krave	Junad	Tovljenici	Koke nosilje	Pilići	Čovek
Uobičajna težina	kg	590	295	52	1.6	0.7	63
Zapremina đjubreta/otpadne vode	L	69	21.3	5.8	0.2	0.07	150
Ukupnog čvrstog ostatka	g	7100	2500	570	26	15	160
BPK5	g	940	470	160	5.3	n/a	60
Ukupni azot	g	260	100	27	1.3	0.77	9.1
Ukupni fosfor	g	55	27	9.4	0.48	0.21	1.8
Ukupno koliformnih bakterija	broj	6.5×10^{12}	1.8×10^{11}	2.3×10^{10}	1.8×10^9	n/a	2.3×10^{11}

Ujednačavanje količine i kvaliteta otpadnih voda

	Broj krava							
Članova domaćinstva	3		7		11		15	
	Q (l/dan)	BPK (gO ₂ /dan)	Q (l/dan)	BPK (gO ₂ /dan)	Q (l/dan)	BPK (gO ₂ /dan)	Q (l/dan)	BPK (gO ₂ /dan)
4	550	2340	750	5140	950	7940	1150	10740
8	950	2580	1150	5380	1350	8180	1550	10980
12	1350	2820	1550	5620	1750	8420	1950	11220
15	1650	3000	1850	5800	2050	8600	2250	11400

Kvalitet vode nakon prečišćavanja

Potreban kvalitet vode za korišćenje u poljoprivredi (navodnjavanje)

Veličina	Tretman	Opseg vrednosti nakon sekundarne obrade	Kvalitet za korišćenje u poljoprivredi
BPK 5	Mikrobiološko prečišćavanje otpadnih voda	10-30 mg/L	<5-45 mgBPK/L
HPK		50-150 mg/L	<20-200 mgHPK/L

Definisanje opreme za seoska domaćinstva

Tip	A1	A2	A3	A4
Nastajanje otpadne vode	Ljudi	Ljudi i životinje	Ljudi i životinje	Ljudi i životinje
Protok otpadne vode do (m³/dan)	1.5	1.5	2	2.5
BPK5 do (kg/dan)	0.6	3	6	10
Aproksimativna cena (EUR)	6.000-9000	10.000-13.000	14.000-17.000	> 20.000

Definisanje opreme za TOV seoskih škola i ambulanti

Tip	B1	B2	B3	B4
Nastajanje otpadne vode	Ljudi	Ljudi	Ljudi	Ljudi
Broj učenika u školi ili zaposlenih u domu zdravlja	20	40	100	200
Broj ES	5	10	25	50
Aproksimativna cena (EUR)	4.000-5.000	5.000-8.000	10.000-12.000	12.000-16.000

Definisanje opreme za TOV seoskih turističkih objekata

Tip	C1	C2	C3
Nastajanje otpadne vode	Ljudi	Ljudi	Ljudi
Broj gostiju i zaposlenih	10	25	50
Broj ES	10	25	50
Aproksimativna cena (EUR)	5.000-8.000	10.000-12.000	12.000-16.000

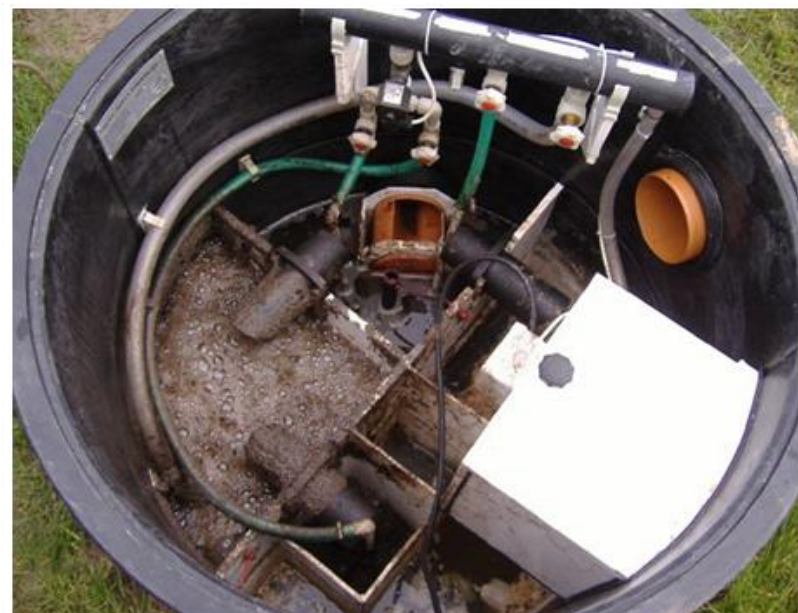
Definisanje opreme za izabrane lokacije

Opština	Redni broj	Selo	Objekat	Ime vlasnika ili odgovorne osobe	Vrsta tretmana otpadne vode	Tip uređaja
Ivanjica	1	Prilike	Domaćinstvo	Dragoljub Simeunovic	aerobno	A2
	2	Katići	Domaćinstvo za seoski turizam (14 gostiju) i škola (80 učenika)	Vojin Obradovic	aerobno	C2
Prijepolje	3	Sopotnica	Domaćinstvo za seoski turizam	Branko Ljubic	aerobno	A2
	4	Toci	Domaćinstvo	Rade radomirovic	aerobno	A1
Priboj	5	Zabrnjica	Domaćinstvo	Behudin Bajramovic	aerobno	A2
	6	Zabrnjica	Domaćinstvo	Latif Terzic	aerobno	A2
	7	Sastavci	Škola	Nedeljko Bendic	aerobno	B3
Nova Varoš	8	Radoinja	Škola	Zoran Subotic	aerobno	B4
Nova Varoš	9	Kokin Brod	Škola	Ivan Mladenovic	aerobno	B2
	10	Akmacici	Škola	Risto Popovic	aerobno	B3
Sjenica	11	Razdaginje	Škola	Admir Elezovic	aerobno	B4
	12	Breza	Domaćinstvo i mali proizvodni objekat mlečnih proizvoda	Jakup Selmanovic	aerobno	A4
	13	Rasno	Škola i ambulanta	Nezir Skrijelj	aerobno	B4
	14	Tuzinje	School	Nagib Gorcevic	aerobno	B1
Novi Pazar	15	Bele Vode	Grupa domaćinstava	Mirsad Dolicanin	aerobno	A3
Tutin	16	Leskova	Domaćinstvo	Sead Pramenkovic	anaerobic	A4
	17	Ljeskova	Domaćinstvo	Izet Destanovic	anaerobic	A4
Novi Pazar	18	Lukare	Domaćinstvo	Muharem Plojovic	aerobno	A4
	19	Izbica	Grupa domaćinstava	Ivan Jeremic	aerobno	A2
Raska	20	Milatkovici	Domaćinstvo	Milos Arsovic	aerobno	A3
	21	Milatkovici	School	Borko Radovic	aerobno	B2
	22	Trnava	Grupa domaćinstava	Srecko Cupovic	aerobno	A2
	23	Gradac	Škola i ambulanta	Miodrag Corbic	aerobno	B3

Individualna postrojenja za tretman otpadnih voda



Ugradnja jedinice na terenu



Sastavci (Priboj)



Gradac (Raška)



Zaključak



