

UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET NOVI SAD,
DEPARTMAN ZA HEMIJU, BIOHEMIJU I ZAŠTITU
ŽIVOTNE SREDINE

JVP „VODE VOJVODINE“ NOVI SAD
CENTAR IZVRSNOSTI ZA HEMIJU OKOLINE I
PROCENU RIZIKA
UDRUŽENJE ZA UNAPREĐENJE ZAŠTITE ŽIVOTNE
SREDINE „NOVI SAD“



Škola za zaštitu životne sredine
Water workshop

KVALITET VODA

*Novi Sad
7-10. septembar, 2010.*

OKRUGLI STO: MALI VODOVODNI I KANALIZACIONI SISTEMI

Teme za diskusiju

2

- B. Dalmacija: **Značaj malih vodovodnih sistema**
- B.Dalmacija: **Mali uređaji za poboljšavanje kvaliteta vode kod neposrednih potrošača**
- B.Dalmacija: **Dezinfekcija vode kod malih vodovodnih sistema**
- M.Dalmacija: **Smernice SZO za upravljanje rizikom u vodovodnim sistemima**
- M.Klašnja: **Mali kanalizacioni sistemi**
- J.Molanar: **Farmaceutici u otpadnim vodama naselja – kratak pregled tehnika za uklanjanje**
- A.Leoac: **Upotreba otpadnih voda u poljoprivredi**
- S.Maletić: **Tehnike uklanjanja teških metala iz otpadnih voda**
- Lj.Raić: **Mogućnosti primene elektrokinetike za tretman otpadnih voda i mulja**

ZNAČAJ MALIH VODOVODNIH SISTEMA

Profesor dr Božo Dalmacija

Kapacitet malih vodovodnih sistema

4

- Prema Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl. list SRJ br. 42/98) “***javno snabdevanje***” ***stanovništva vodom za piće je snabdevanje vodom više od pet domaćinstava, odnosno više od 20 stanovnika***”. Prema tome **minimalan kapacitet** malog vodovoda je (20 st. x 150 L) **0,035 L/s**
- Za **maksimalni kapacitet** odabrano je naselje od 10.000 ES. Prema tome 10.000 x 150 L ⇒ **17,4 L/s**
- Mali vodovodni sistem **ne može** da obezbedi potpunu samostalnost kada je u pitanju potrebna kvalifikaciona struktura osoblja pod povoljnim ekonomskim uslovima

Prema eksploatacionim kriterijumima

**DECENTRALIZOVANIM SISTEMIMA
(Mali vodovodni sistemi)**



**UPRAVLJA SE
CENTRALIZOVANO**

Kakvo je stanje u svetu ?

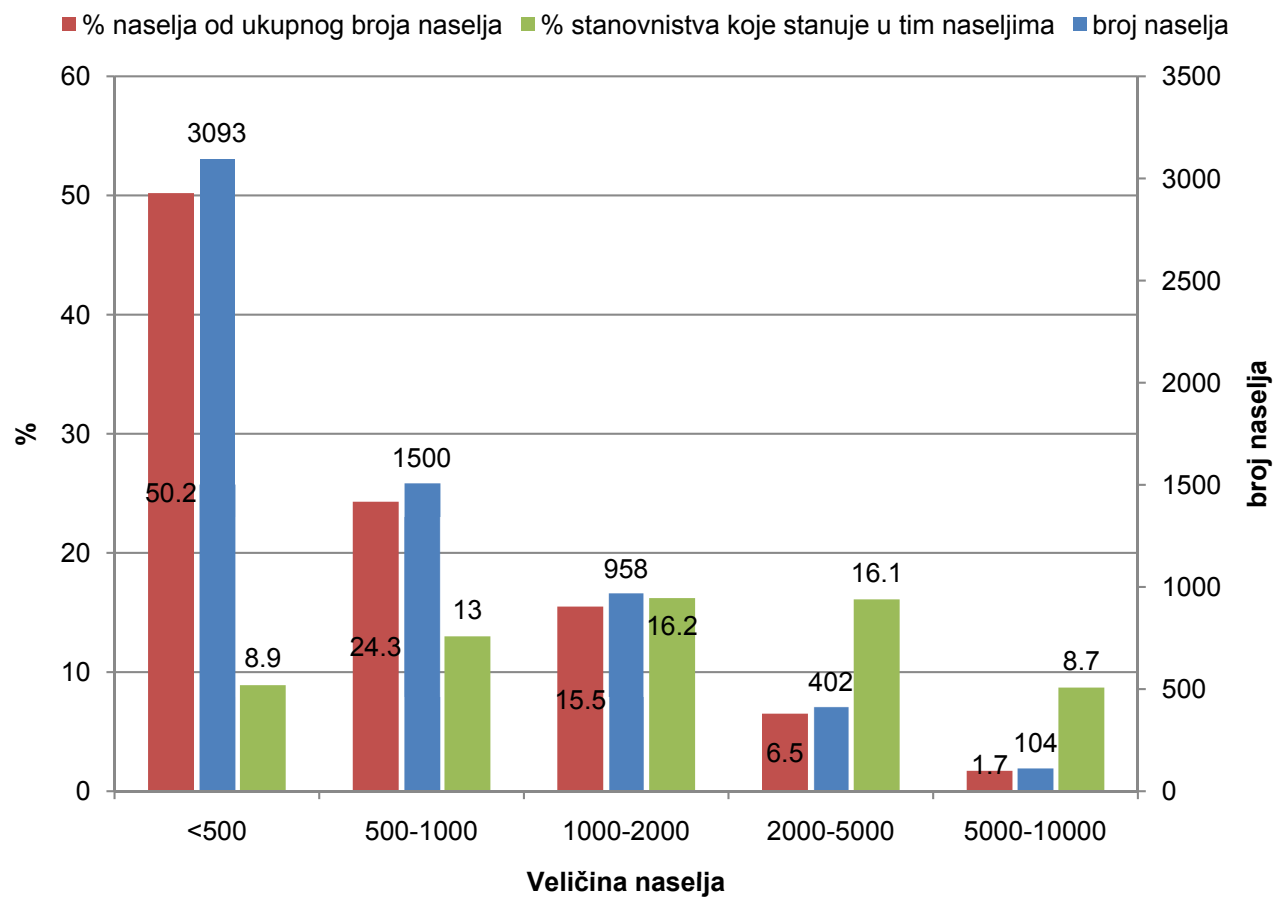
6

Istraživanje **SZO** koje je obuhvatilo 91 zemlju u razvoju, sa oko 472 miliona stanovnika u urbanim sredinama i oko 1,24 miliona stanovnika na selu, pokazuje da se

- **50% urbanog stanovništva snabdeva vodom iz gradskih vodovoda,**
- **dok u seoskim područjima zdravu vodu za piće ima samo 14% stanovnika**

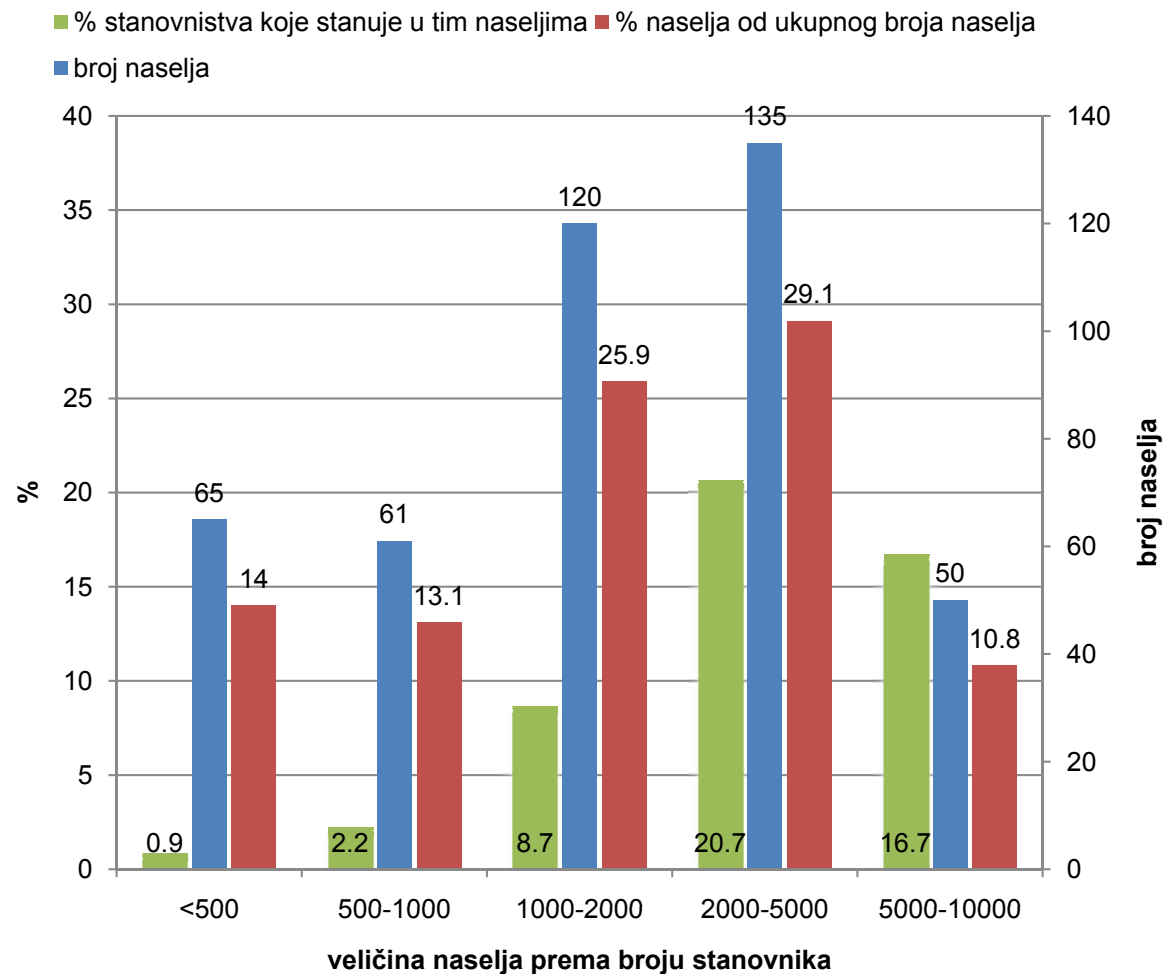
Kakvo je stanje kod nas ?

7



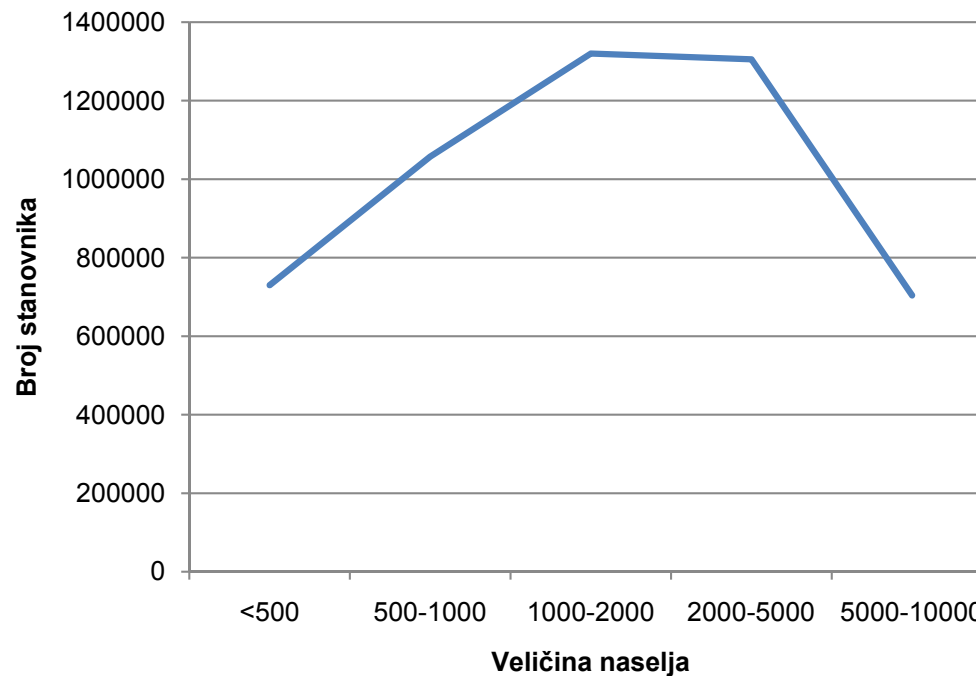
Stanje u više urbanizovanom delu Srbije (Vojvodina)

8



Ukupan broj stanovnika u naseljima zavisno od njihove veličine

9

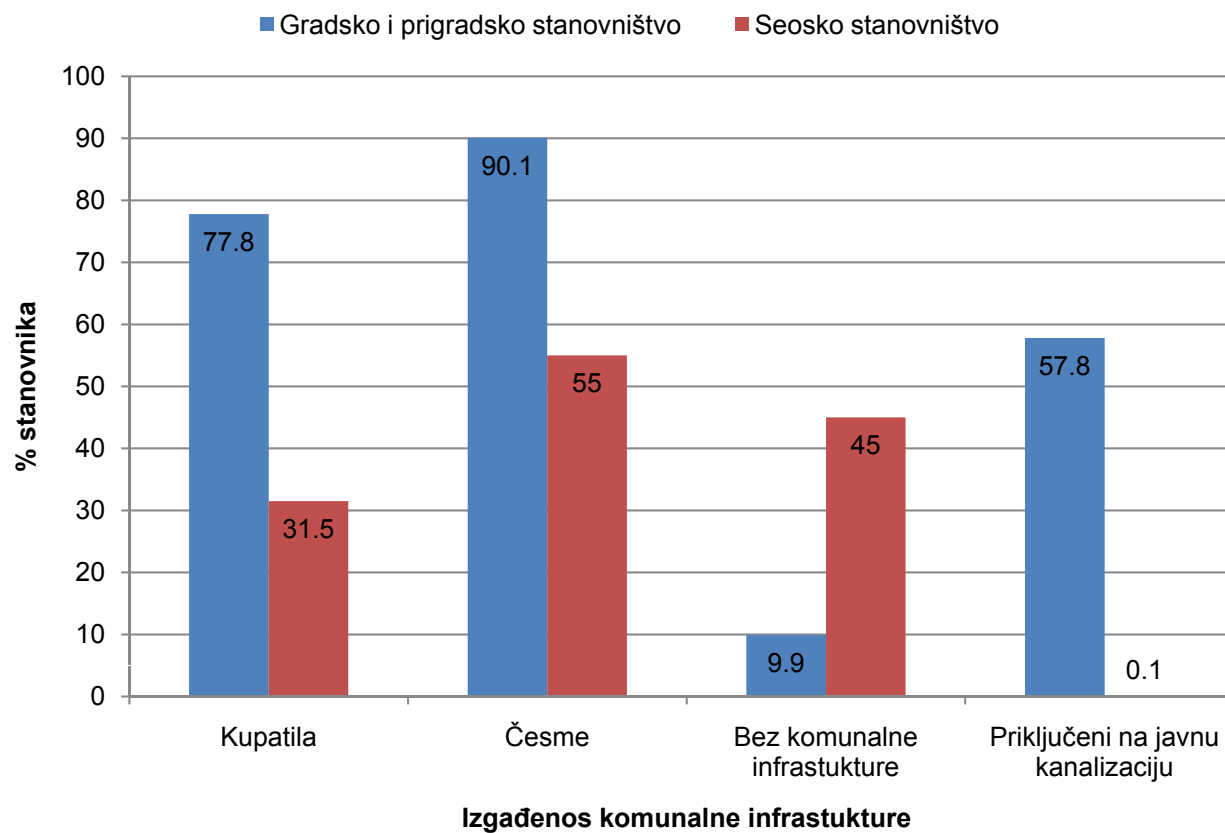


48,3% stanovnika u Srbiji stanuje u naseljima do 10.000 stanovnika

62,9% od ukupnog broja naselja su naselja manjim od 10.000 stanovnika

Korisnici vodosnabdevanja u Srbiji

10



- Analizom podataka o broju naselja i njihovoj veličini
 - ▣ zaključeno je da je **na teritoriji Srbije 48,3% stanovnika u naseljima ispod 10.000 stanovnika**
- Uzimajući u obzir da je jedan deo tih naselja priključen na regionalne vodovode
 - ▣ ipak se nameće potreba da se mora posvetiti posebna pažnja **izgradnji i održavanju malih vodovoda**
 - ▣ izgradnja velikih regionalnih sistema **neće biti ostvarena u skoroj budućnosti** zbog sadašnje ekonomske situacije

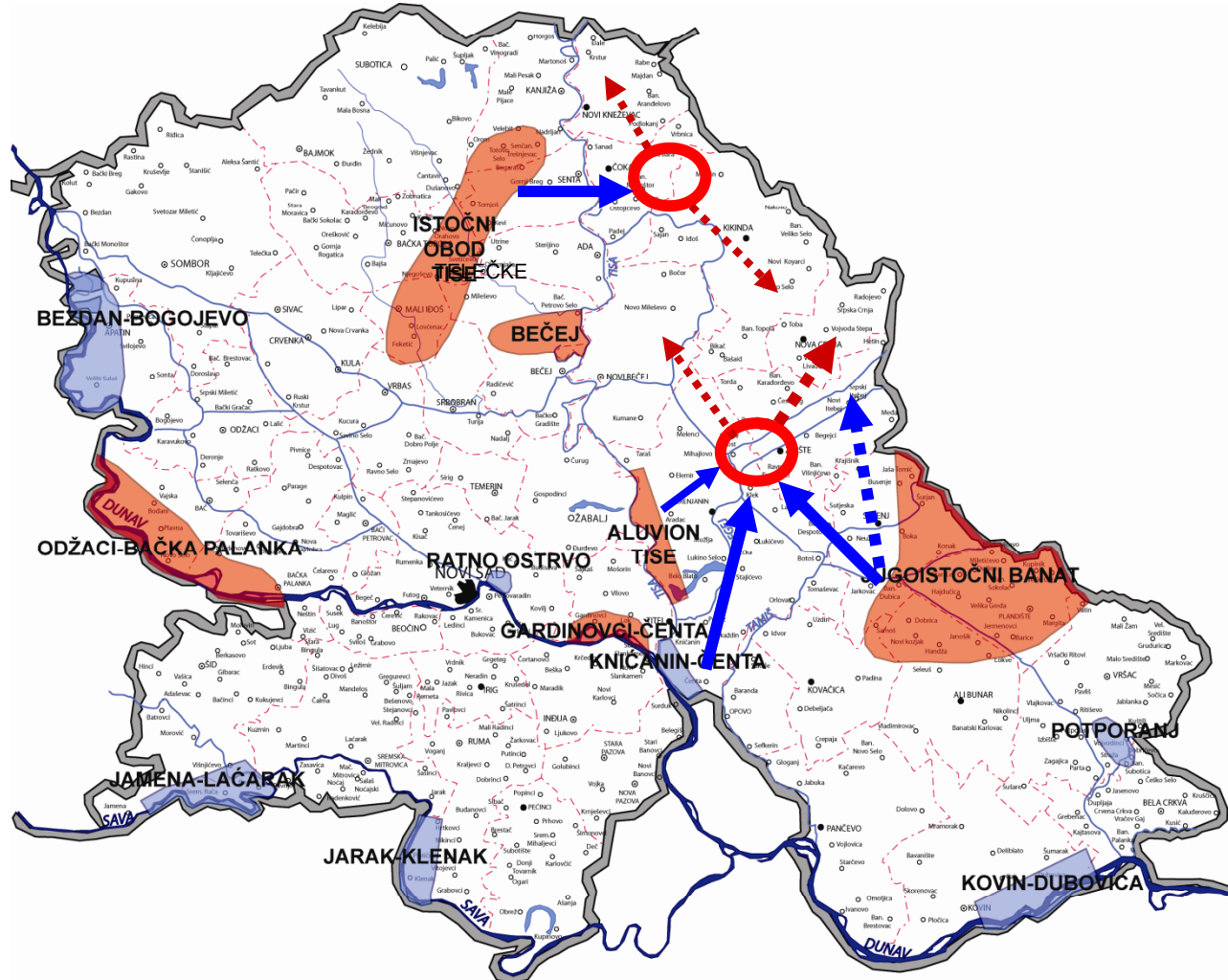
U cilju ukazivanja na važnost malih sistema za vodosnabdevanje potrebno je istaći:

12

- Da su mali vodovodni sistemi uopšteno u praksi **mnogobrojniji** od velikih vodovodnih sistema
- Da predstavljaju mala postrojenja na koje je priključeno od nekoliko stotina do nekoliko hiljada potrošača
- Da u reonu jednog velikog uređaja može da postoji čitav niz malih uređaja
 - koji svojim kapacitetima **dopunjavaju** postojeći kapacitet u sezonama najveće potrošnje, ili
 - **popravljaju** na određeni način kvalitet vode velikog sistema

PRIMER: Buduće stanje - mikroregionalna izvorišta i lokalna izvorišta

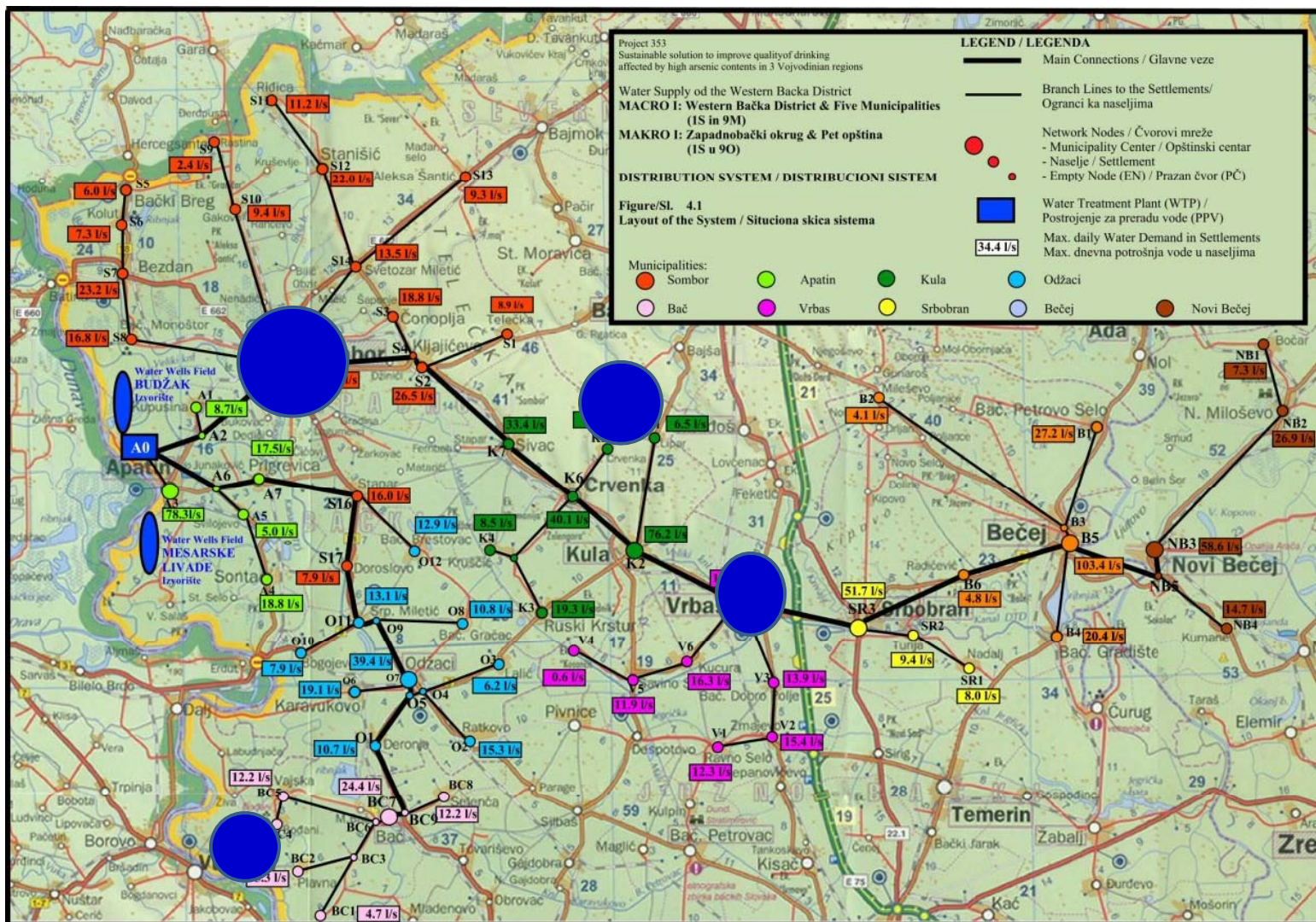
13



PRIMER 2. REGIONALNI SISTEM ZA ZAPADNU BAČKU

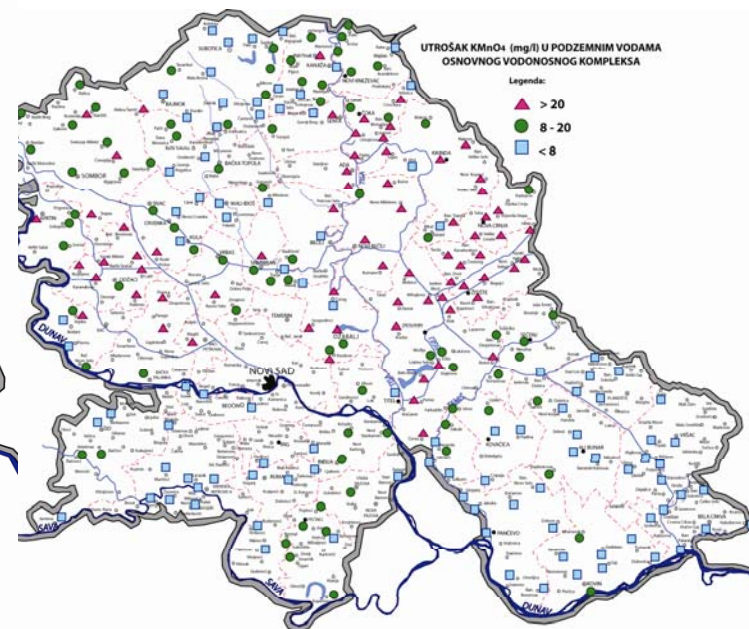
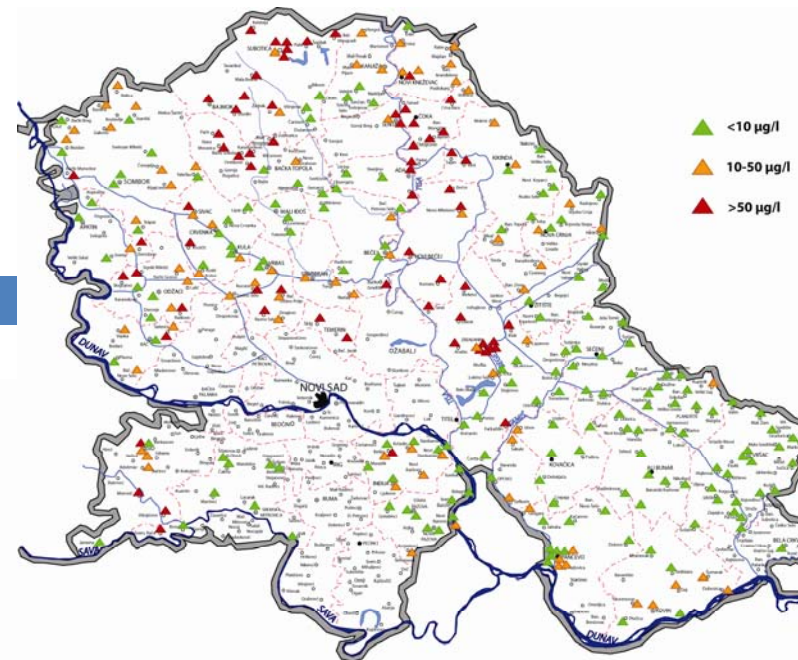
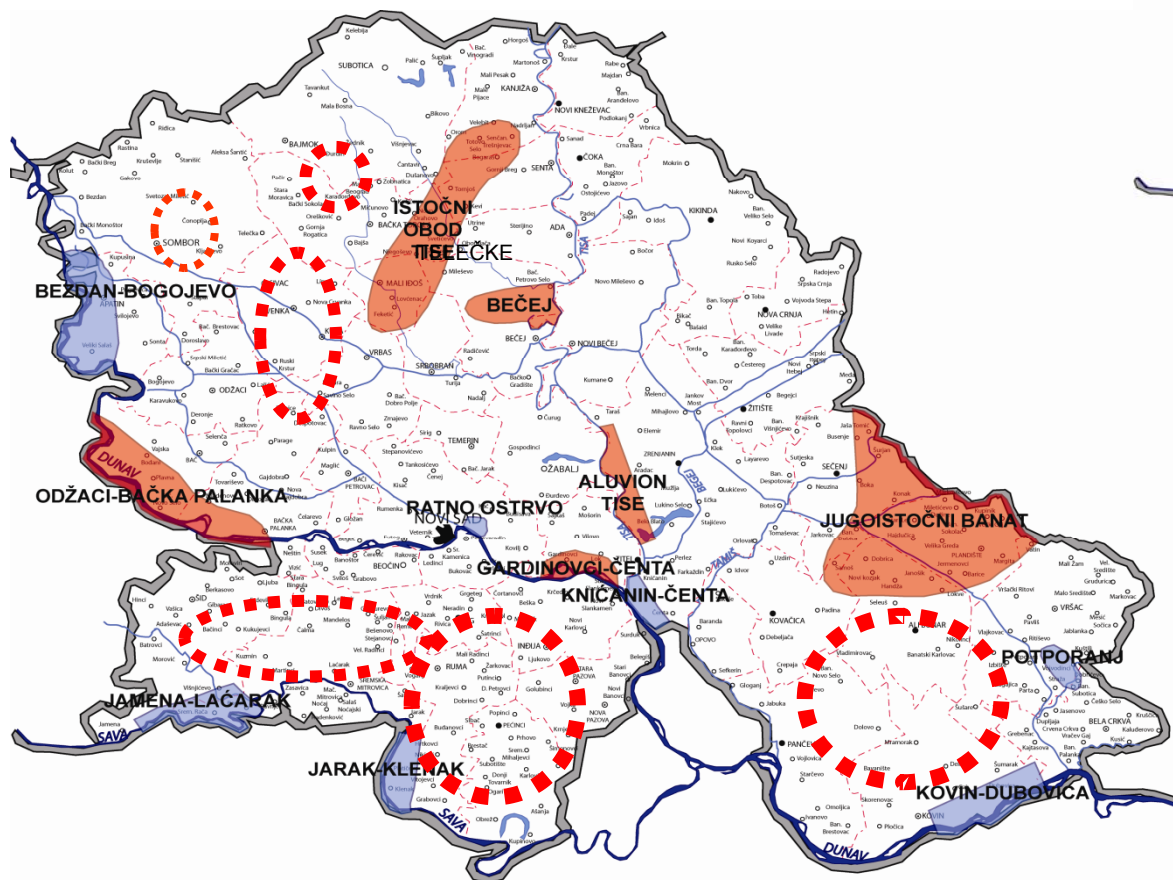
Održiva rešenja za poboljšanje kvaliteta pijaće vode zagađene arsenom u tri regiona AP Vojvodine

14



Mikrosistemi u Vojvodini

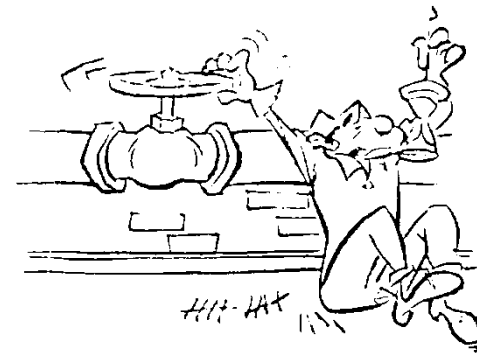
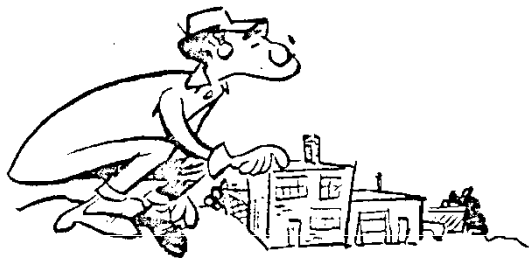
15



Postoje **dve kategorije malih uređaja za vodosnabdevanje:**

16

- **Kompaktni sistemi malog kapaciteta**
 - za snabdevanje malih naselja, ili
 - za povećanje ukupnog raspoloživog kapaciteta snabdevanja vodom za piće
- **Mali uređaji za poboljšavanje kvaliteta vode kod neposrednih potrošača**



Šta karakteriše male vodovodne sisteme

17

- **Kapacitet vode za piće kod malih vodovoda** može da varira od 1 L/s do nekoliko desetina litara u sekundi
- Bez obzira na kapacitet, **voda proizvedena na malim vodovodima mora da bude potpuno bezbedna za piće**
- Mali vodovodni sistemi se suočavaju sa **tehničkim i sanitarnim problemima** kao i veliki sistemi

Izgradnja malih vodovodnih sistema zavisiće od:

18

- Broja i prostornog rasporeda stanovništva
- Fizičkog obima proizvodnje u tim naseljima



- U vodosnabdevanju ne smeju se zapostaviti mali sistemi i lokalna izvorišta jer **pružaju veliki stepen sigurnosti u vanrednim prilikama:**
 - prirodne katastrofe, havarije na regionalnim cevovodima, ratni uslovi, terorizam, itd.
- **Mali vodovodi i lokalni sistemi (ili mikro-regionalni sistemi) moraju se projektovati i izvoditi na savremen način, na viskom tehnološkom nivou**, kako bi se mogli trajno zadržati u budućem regionalnom sistemu

Najčešći uzrok neadekvatnog funkcionisanja malih vodovodnih sistema je

20

- loš dizajn (nisu dobro projektovana)
- neadekvatno održavanje
- mala sredstva za održavanje
 - što je u slučaju velikih postrojenja zbog povećane odgovornosti ređa pojava

Važno je da mali vodovodi funkcionišu bezbedno zbog činjenice da ipak **veliki deo populacije** zavisi od kvaliteta vode proizvedene van velikih vodosnabdevačkih kapaciteta

Zaključak i teme za diskusiju

21

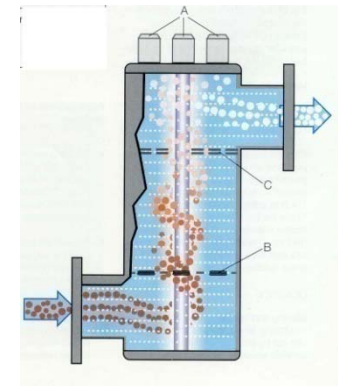
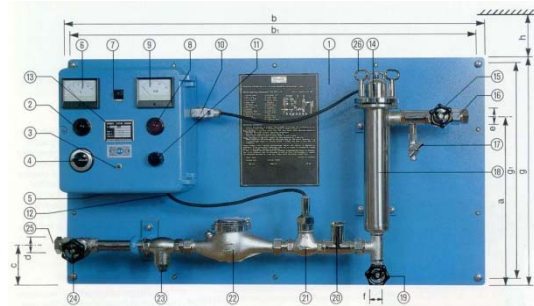
- Mali vodovodni sistemi imaju svoju budućnost
- **Gde ih graditi?**
 - Gde kvalitet vode u izvorištu ne zahteva komplikovanu i skupu tehnologiju
- **Zašto iz graditi?**
 - Pružaju veliki stepen sigurnosti u vanrednim prilikama
- **Kako ih graditi?**
 - Moraju se projektovati i izvoditi na savremen način, na visokom tehnološkom nivou, kako bi se mogli trajno zadržati u budućem mikro ili regionalnom sistemu
- **Kako ih održavati?**
 - Centralizovano (centralni servis i skladište, mobilne ekipe koje izlaze na teren)

MALI UREĐAJI ZA POBOLJŠAVANJE KVALITETA VODE KOD NEPOSREDNIH POTROŠAČA

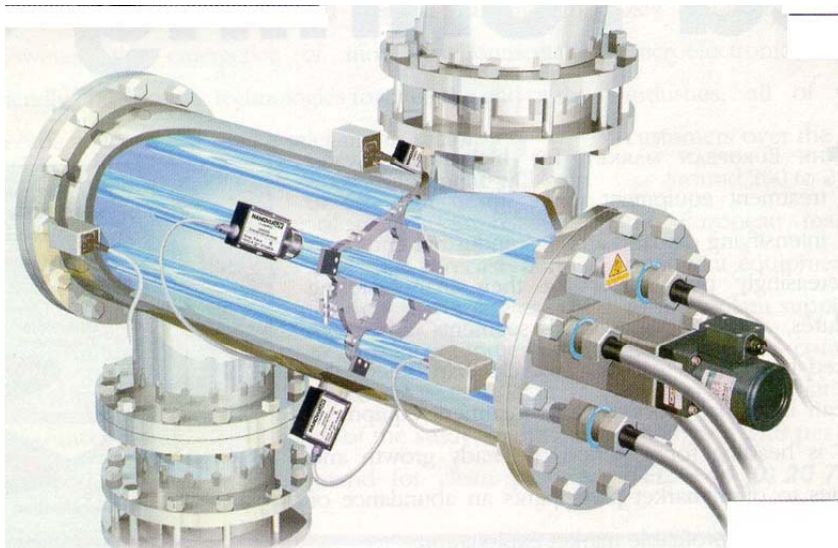
Priprema vode u kućnim uređajima

23

- Poslednjih 20 godina su ponikli mnogi proizvođači i distributeri sistema za tretman vode ili poboljšanje kvaliteta vode u kućnim uslovima
- Pojavili su se različiti sistemi
 - ▣ Od malih filtera koji daju oko 2 L/čas i samo uklanjaju talog i fine čestice iz vode
 - ▣ do sistema koji proizvode tako čistu vodu da se može koristiti za akumulatore umesto destilovane vode



Najviše kućnih uređaja je bazirano na finalnoj filtraciji, jonskoj izmeni što je alternativa aktivnom uglju, reverznoj osmozi ili UV zračenju. Često je korišćena kombinacija ovih procesa

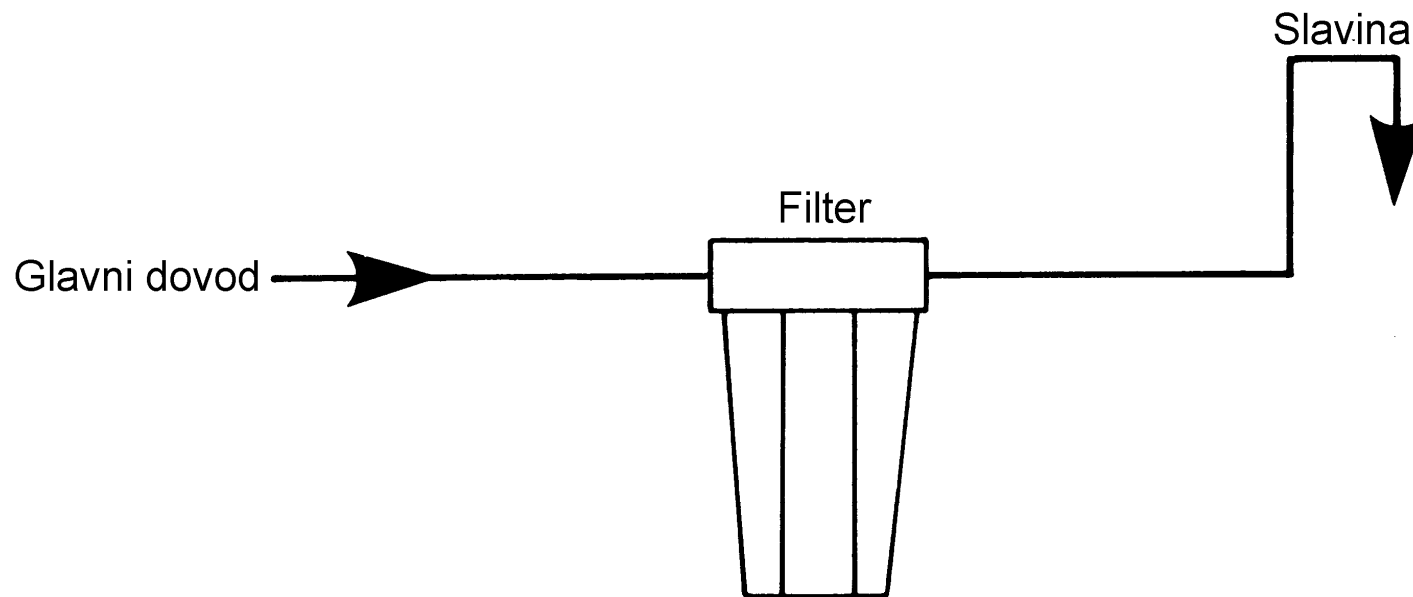


Materije koje se uklanjaju	Filter sa vlaknima	Filter sa aktivnim ugljem	Reversna osmoza	Jonoizmenjivači	Destilacija	UV dezinfekcija
Natrijum	-	-	++	++	++	-
Arsen	-	-	++	++	++	-
Olovo	-	-	++	++	++	-
Kadmijum	-	-	++	++	++	-
Kalijum	-	-	++	++	++	-
Sulfati	-	-	++	++	++	-
Tvrdoća (Ca)	-	-	++	++	++	-
Tvrdoća (Mg)	-	-	++	++	++	-
Nitrati	-	-	++	++	++	-
Hloridi	-	-	++	++	++	-
Fekalne bakterije	-	-	++	-	++	++
Virusi	-	-	++	-	++	++
Protozoe ciste*	++	-	++	-	++	+
Organske materije	-	++	++	-	+	-
THM i THE**	-	++	++	-	+	-
Hlor	-	++	++	-	+	-
Pesticidi	-	++	++	-	++	-
Sedimentne materije	++	+/-	++	-	++	-
Boja i ukus	-	++	++	-	-	-
Azbest*	++	-	++	-	++	-

Oznake: - bez efekta, +/- neke smanjuje (delimično), + dobro uklanja, ++ veoma dobro uklanja, * zahteva filter sa porama <math><1\mu\text{m}</math> i tada je efikasno uklanjanje, ** THM-trihalometani, THE-trihloetilen

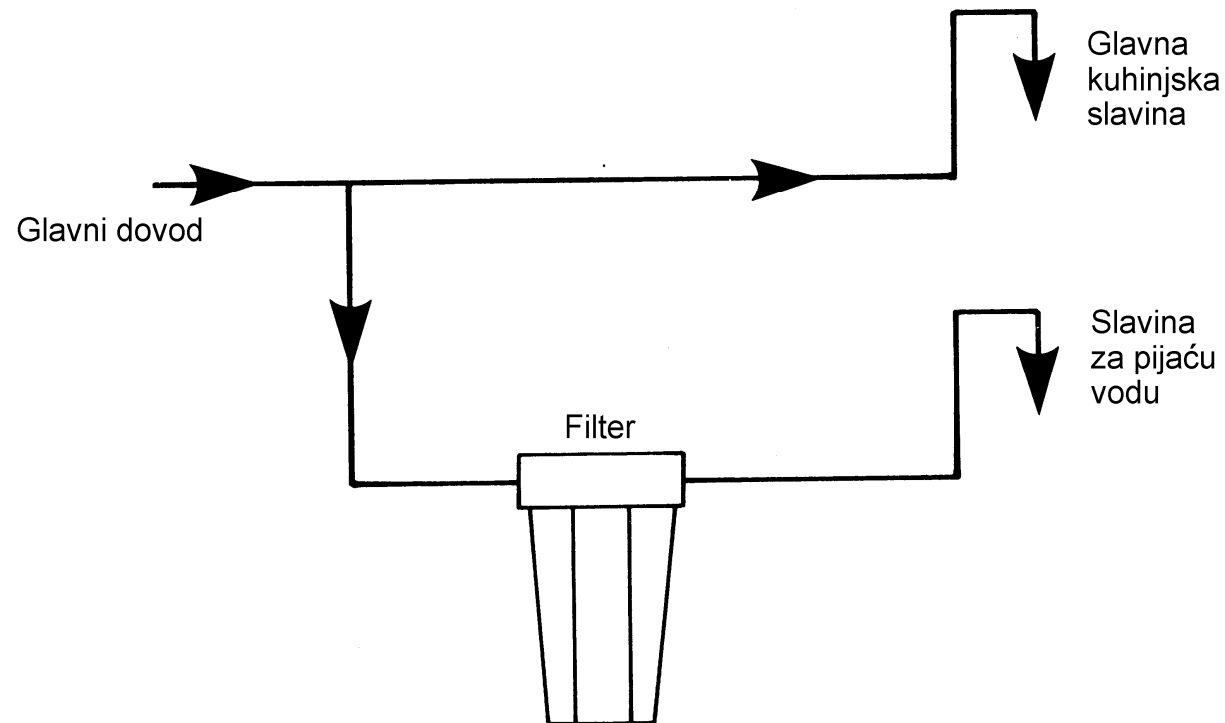
Tipičan način postavljanja filtra za tretiranje celokupne količine vode u kuhinji

26



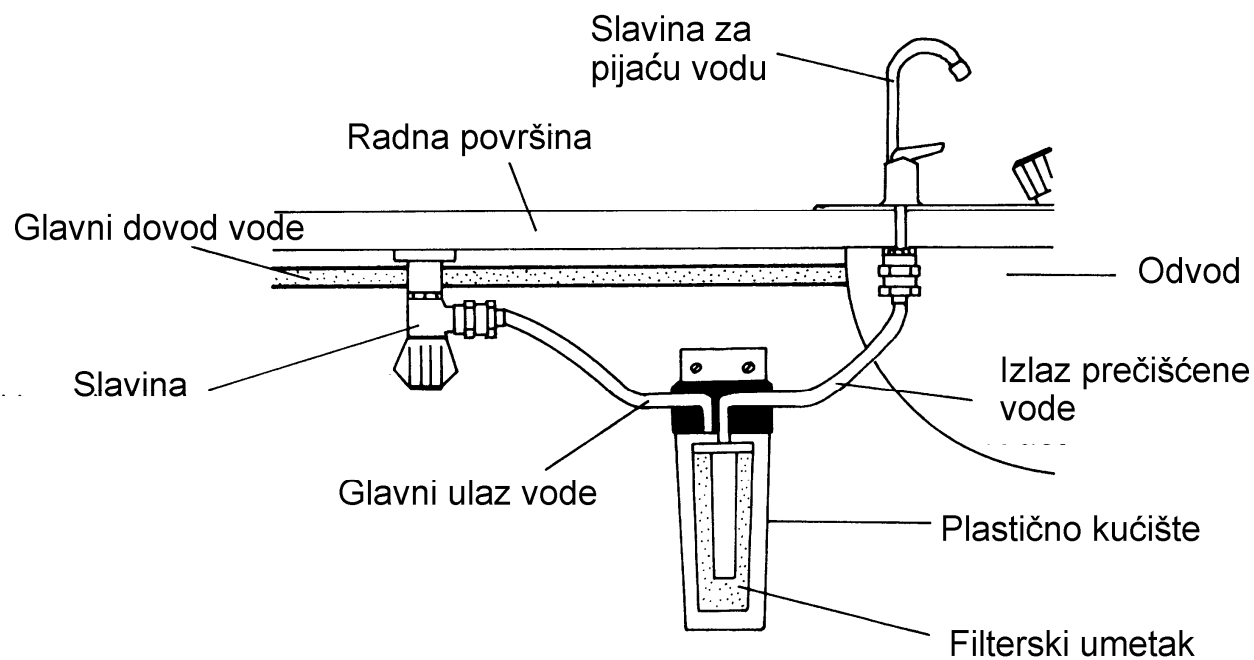
Alternativni način postavljanja filtra na kuhinjski vod: tretira samo deo vode na posebnoj slavini za piće

27



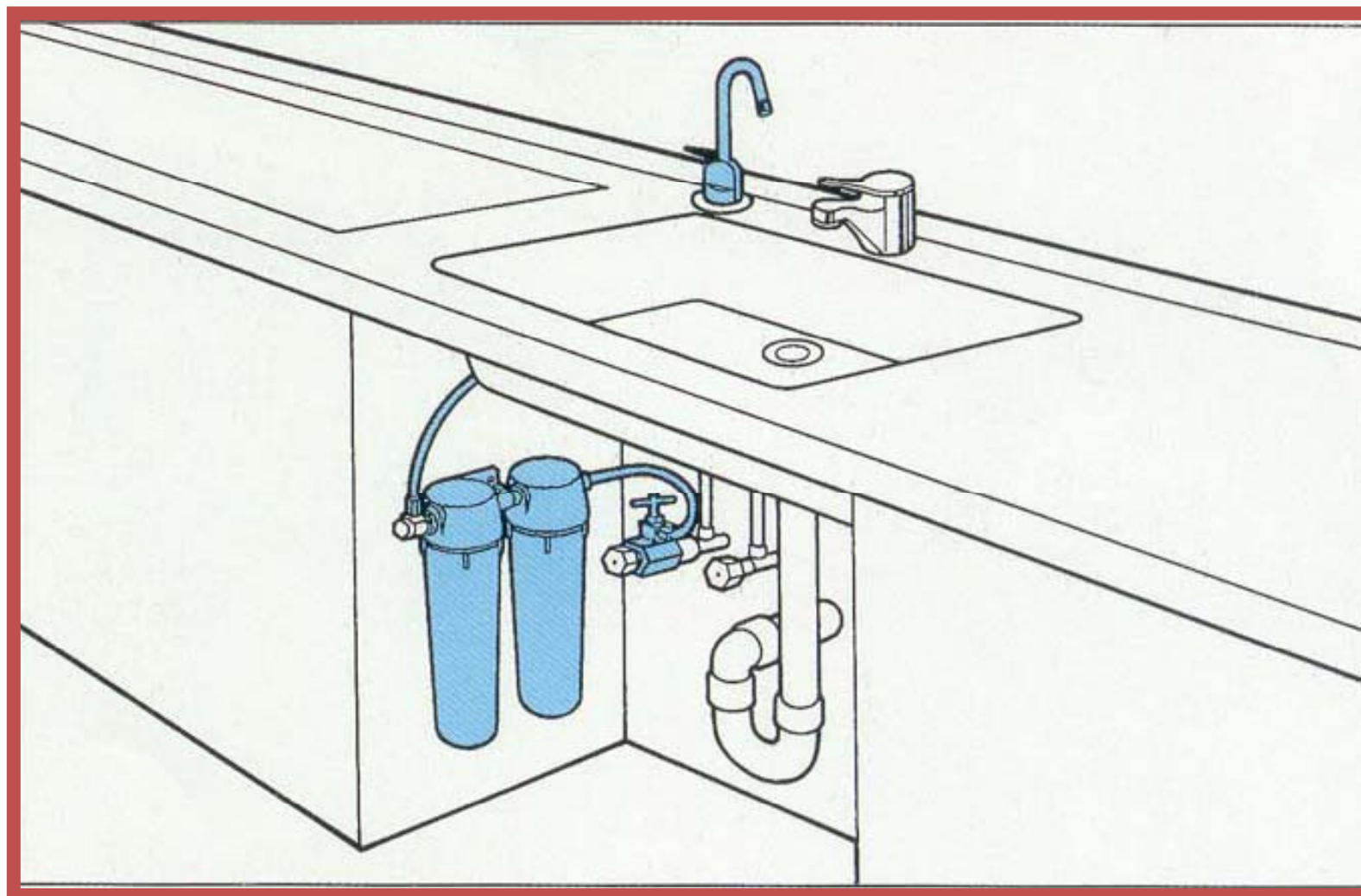
Tipičan izgled filtra za samostalno (“uradi sam”) postavljanje

28



Tipičan izgled filtra za samostalno (“uradi sam”) postavljanje

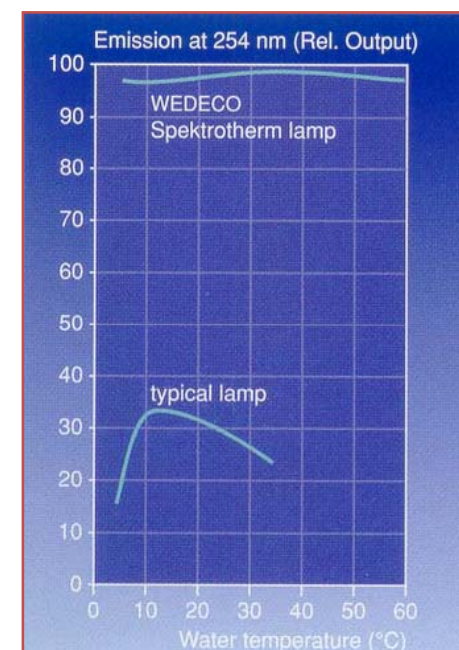
29



Servis kućnih uređaja

30

- Svi ovi sistemi za tretiranje zahtevaju redovno održavanje i povremenu zamenu aktivnih delova (filtracionih umetaka i sl.)
- **Sistem koji se ne pregleda, postepeno će davati sve lošiju vodu, koja na kraju može biti lošijeg kvaliteta od početne**
- Zato je potrebno redovno vršiti servis i zamenu delova, koji mogu biti skupi

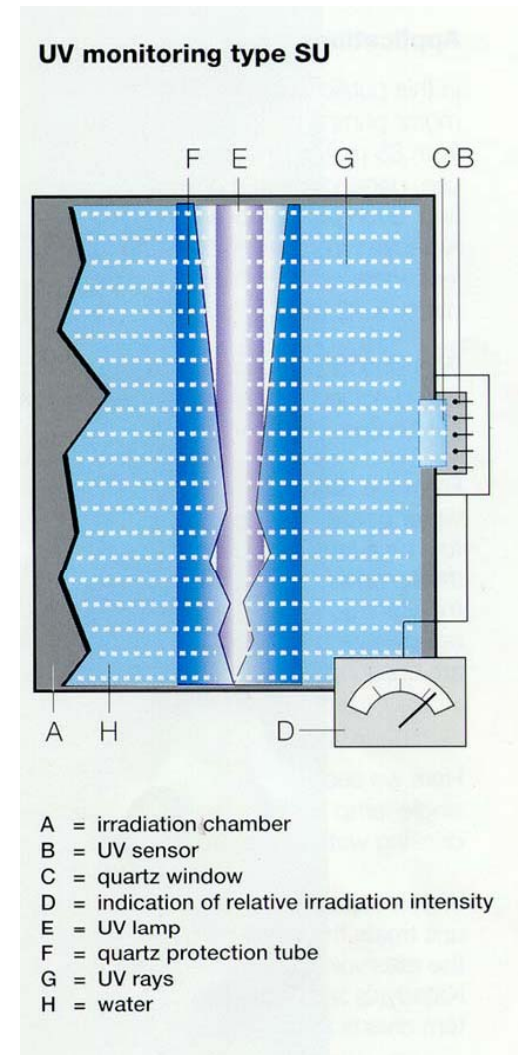


Rešenje problema

31

- Da uređaj ima tako rešenu automatiku da **prestane da prečišćava vodu** dok se ne zameni dotrajali deo

Primer: UV uređaj za dezinfekciju vode



Stanje kod nas !

32

- Trenutno nema državnog standarda koji se odnose na kućne sisteme za tretman vode niti Vladinih preporuka
- Kućni sistemi nisu obuhvaćeni ni Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće
- **Ovo bi trebalo promeniti i uvesti standarde za kontrolu ovih uređaja.**



Primer primene standarda

33

Dobijanje informacije o primeni kućnih uređaja je definisano u Ajovi (SAD) i takvi sistemi moraju biti:

- Registrovani po detaljnim zahtevima ministarstva zdravlja o tretmanu vode za piće
- Nezavisno testirane performanse po određenom protokolu
- Detalji o analizi sa detaljima rokova i efikasnost uređaja, moraju biti date potrošaču pre isporuke uređaja

Šta dalje ?

34

- Kod potrošača sa individualnim snabdevanjem (jedno ili više domaćinstava), upotreba ovih sistema može biti jedini način da dobiju vodu povoljnog kvaliteta
- Radi toga se moraju uvesti standardi za proizvodnju i distribuciju ovih sistema kod nas

JEDAN OD PROBLEMA
KOD MALIH
VODOVODNIH SISTEMA
JE LOŠE SPROVEDENA
DEZINFEKCIJA

Kvalitet isporučenih voda za puće u Srbiji - fizičko-hemijski parametri

Okrug	A	B	C	procenat neispravnosti veći od 40%
Severnobački	976	409	41,9	NO ₂ , Fe, permanganatni broj, mutnoća, hloridi
Srednjobanatski	455	455	100,0	Fe, permanganatni broj, NH ₄
Severobanatski	203	203	100,0	Fe, permanganatni broj, rezidualni hlor
Južnobanatski	1.067	503	47,1	NO ₂ , Fe, permanganatni broj, Mn, mutnoća, hlor, boja
Zapadnobački	2.302	1.011	43,9	Fe, permanganatni broj, suvi ostatak, hloridi
Južnobački	6.098	3.6190	59,3	NO ₂ , Fe, permanganatni broj, Mn, NH ₄ , mutnoća, boja, rezidualni hlor
Sremski	870	408	46,9	Rezidualni hlor
Šumadijski	1.995	1.234	61,8	NO ₂ , Fe, permanganatni broj, Mn, mutnoća, boja, rezidualni hlor
Toplički*	106	60	56,6	NO ₂ , permanganatni broj, NH ₄
Pčinjski	2.917	1.634	56,0	NO ₂ , Fe, permanganatni broj, NO ₃ , Mn, mutnoća, boja, miris

A - Ukupan broj analiza, kolona B - Broj uzoraka vode kod kojih je dtektovana odstopanja pramatera od propisanih, kolona C - % uzoraka kod kojih je utvrđeno odstupnja

MIKROBIOLOŠKI KVALITET ISPORUČENIH VODA

Severnobački	4.407	455	10,3	Aerob.mezof.b., koli.b., Sulf.red.klos., Proteus, S.faecalis., Pseudomonas, As
Srednjobanatski	2.166	666	30,7	Saprofitne bakterije, MPN, E.coli, As
Severobanatski	952	247	25,6	C. bakterije, MPN, E.coli, Proteus, Ciklobacter, P. aeruginosa
Južnobanatski	4.838	1.241	25,7	Fekalne i koliformne bakt., C.bakt., As
Zapadnobački	2.393	342	14,3	E.coli., Stript.faecalis., Ukupan broj bakt., MPN, As
Sremski	1.768	793	44,0	Poveæan ukupan broj aerob.mezof.bakt.
Borski	1.328	40	0	Koliformne bakt., Koliformne bakt. fekalnog porekla

Procenat neispravnosti veći od 10%

Podaci o mikrobiološkom kvalitetu voda ukazuju da dezinfekcija vode nije dobro urađena.

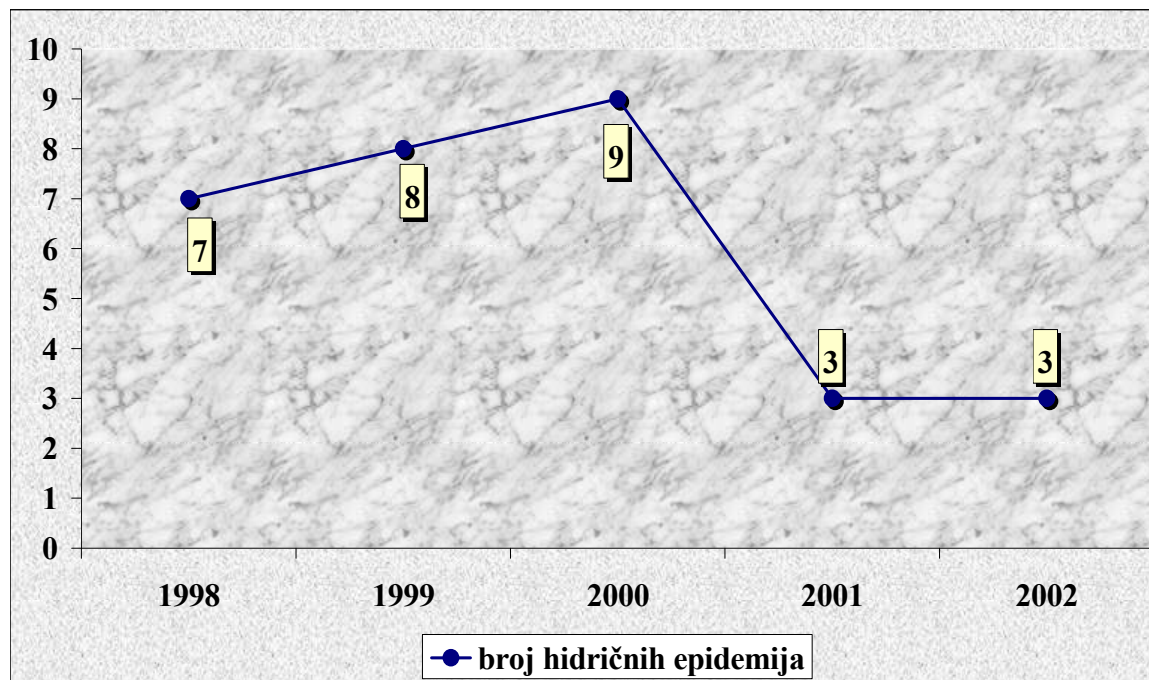


PRIMER: KAKVU VODU PIJEMO U SRBIJI

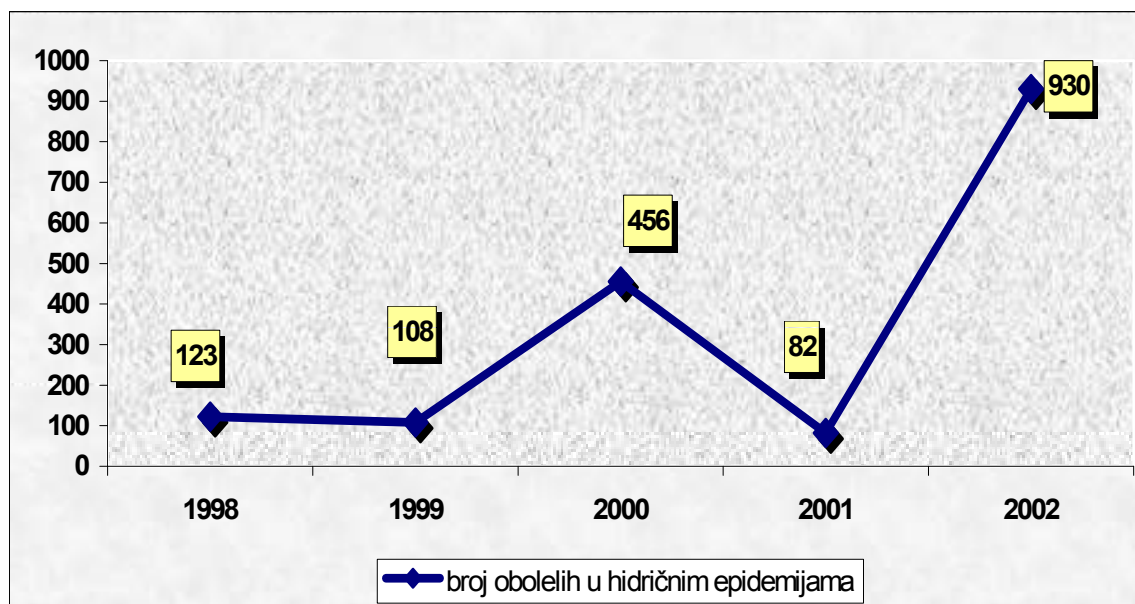
Centralni
vodovodni sistemi
sa udruženom
fizičko-hemijskom i
mikrobiološkom
neispravnošću

redni broj	centralni vodovodni sistem	procenat fiz.- hem. neispravnosti	procenat mikrob. neispravnosti
1	SUBOTICA	58.10	7.21
2	BAČKA TOPOLA	100	9.40
3	MALI IDOŠ	87.63	50.00
4	ODŽACI	100	100
5	KULA	33.89	12.50
6	APATIN	100	28.05
7	SRBOBRAN	90.00	23.98
8	BEOČIN	56.52	6.41
9	TEMERIN	83.87	13.27
10	TITEL	88.64	24.44
11	BAČKI PETROVAC	96.05	46.76
12	BAČKA PALANKA	80.11	34.24
13	BAC	93.42	62.56
14	VRBAS	95.83	10.13
15	ZABALJ	100	26.76
16	KIKINDA	100	63.64
17	NOVI KNEŽEVAC	100	23.81
18	KANJIZA	100	5.66
19	ADA	92.31	15.69
20	ČOKA	100	25.00
21	NOVI BEČEJ	100	16.07
22	ŽITIŠTE	100	12.50
23	ALIBUNAR	95.83	11.67
24	OPOVO	100	73.08
25	KOVAČICA	100	31.55
26	VRŠAC	100	10.75
27	PLANDIŠTE	100	15.74
28	ŠID	46.05	15.06
29	STARA PAZOVA	44.39	17.50
30	PEĆINCI	25.00	24.86
31	INDIJA	100	38.00
32	KRUPANJ	37.61	5.50
33	KOCELJEVA	39.88	10.06
34	GOLUBAC	57.14	24.49
35	ARANDELOVAC	89.12	5.23
36	BATOČINA	53.97	7.76
37	TOPOLA	34.75	7.41
38	MAJDANPEK	61.29	26.17
39	NOVA VAROŠ	40.33	12.83
40	TUTIN	52.27	12.50
41	ĆIČEVAC	100	72.77
42	BLACE	79.10	17.91
43	VRANJSKA BANJA	34.04	6.38
44	PREŠEVO	21.18	15.29
45	LEBANE	93.62	10.64
46	MLADENOVAC	81.97	10.10
47	SOPOT	22.07	8.87
48	GROCKA	77.46	18.31

Broj hidričnih epidemija



Broj obolelih u hidričnim epidemijama



Rezultati ispitivanja higijenske ispravnosti vode za piće gradskih naselja u Sremu

Opština	fizičko - hemijske analize			mikrobiološke analize		
	br. uzoraka	% neispravnosti	uzroci neispravnosti	br. uzoraka	% neispravnosti	uzroci neispravnosti
Sremska Mitrovica	230	0,12	pesak, gvožđe	230	0,5	aerobno mezofilne bakterije
Ruma	310	0,03	mutnoća	310	0,3	aerobno mezofilne bakterije
Irig	51	0		51	0,5	aerobno mezofilne bakterije
Stara Pazova	351	21,3	mutnoća, mangan	510	13	aerobno mezofilne bakterije, fekalne koliformne bakterije
Šid	270	35	nitriti	270	10	aerobno mezofilne bakterije
Beočin	25	100	mangan, amonijak, boja, nitriti, gvožđe, mutnoća	25	0	-

Rezultati ispitivanja higijenske ispravnosti vode za piće iz seoskih vodovoda Srema

Opština	fizičko - hemijske analize			mikrobiološke analize		
	br. uzoraka	% neispravnosti	uzroci neispravnosti	br. uzoraka	% neispravnosti	uzroci neispravnosti
Sremska Mitrovica	200	0,1	pesak	200	0	aerobno mezofilne bakterije
Ruma	80	0		80	0,6	aerobno mezofilne bakterije
Irig	21	0		21	19	aerobno mezofilne bakterije
Pećinci	211	0,2	mutnoća	211	15	aerobno mezofilne bakterije
Stara Pazova	214	0,7	mutnoća, rezidualni hlor	214	14	aerobno mezofilne bakterije
Šid	115	0,4	nitriti, mutnoća	115	26	aerobno mezofilne bakterije

Rezultati ispitivanja higijenske ispravnosti vode za piće južne Bačke i dela sremskog okruga

Opština	fizičko - hemijske analize			mikrobiološke analize		
	br. uzoraka	% neispravnosti	uzroci neispravnosti	br. uzoraka	% neispravnosti	uzroci neispravnosti
Novi Sad	3145	5,9	mangan, gvožđe, mutnoća, boja, rezidualni hlor	3118	0,9	aerobne mezofilne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne koliformne bakterije
Bačka Palanka	34	2,9	mangan, gvožđe, mutnoća, boja, amonijak, nitriti	158	3,2	aerobne mezofilne bakterije
Vrbas	55	96,4	mutnoća, gvožđe, utrošak KMnO ₄ , amonijak, miris, boja, gvožđe, elektroprov.	255	8,2	aerobne mezofilne bakterije, koliformne bakterije fekalnog porekla, Streptokoke fekalnog porekla
Vodovodi okolnih naselja opštine Vrbas	42	100	boja, mutnoća, amonijak, gvožđe, utrošak KMnO ₄ , elektroprov., hloridi, miris, rezidualni hlor	279	30,8	aerobne mezofilne bakterije, koliformne bakterije fekalnog porekla, povećan broj koliformnih bakterija, <i>Proteus</i> vrste, Streptokoke fekalnog porekla, <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Bečej	135	60,7	amonijak, gvožđe, rezidualni hlor, utrošak KMnO ₄ , miris	135	0,74	aerobne mezofilne bakterije
Vodovodi okolnih naselja opštine Bečej	22	90,91	boja, utrošak KMnO ₄ , elektroprov., amonijak, mutnoća, gvožđe, miris	108	43,5	koliformne bakterije fekalnog porekla, <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , aerobne mezofilne bakterije, koliformne bakterije, Streptokoke fekalnog porekla
Lokalni vodovodi naselja okruga Južne Bačke	681	86,9	amonijak, utrošak KMnO ₄ , boja, gvožđe, hloridi, nitriti, mangan, mutnoća	1072	35,3	aerobne mezofilne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne koliformne bakterije i fekalni indikatori
Lokalni vodovodi naselja u delu Sremskog okruga	45	86,7	mangan, amonijak, boja, nitriti, utrošak KMnO ₄ , gvožđe, mutnoća	407	30,5	aerobne mezofilne bakterije, ukupne koliformne bakterije, fekalne koliformne bakterije i fekalni indikatori
Opština Žabalj	10	100	boja, utroš. KMnO ₄ , amonijak, gvožđe	231	25,5	aerobne mezofilne bakterije, koliformne bakterije

Zaključak

42

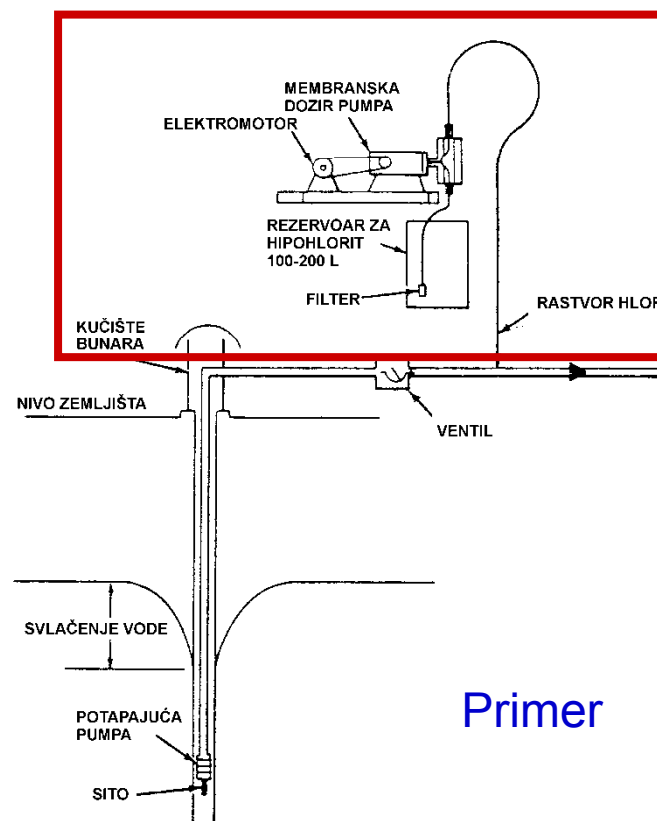
- Nedopustiv je procenat mikrobiološki nespravnih voda za piće u Srbiji
- Razlog je:
 - Nedovoljno dobra kontrola rada postrojenja za pripremu vode za piće, posebno završna dezinfekcija
 - Distribuciona mreža
 - **Veliki procenat malih vodovodnih sistema kod kojih je loše upravljanje i loše organizovana dezinfekcija (NaOCl se kupuje kada se može i dolazi do njegovog raspadanja u magacinu)**
 - Nedovoljno dobro projektovana sanitarna zaštita izvorišta
 - Loš kvalitet resursa, itd.

Hipohlorit kao sredstvo za dezinfekciju u malim vodovodnim sistemima

43

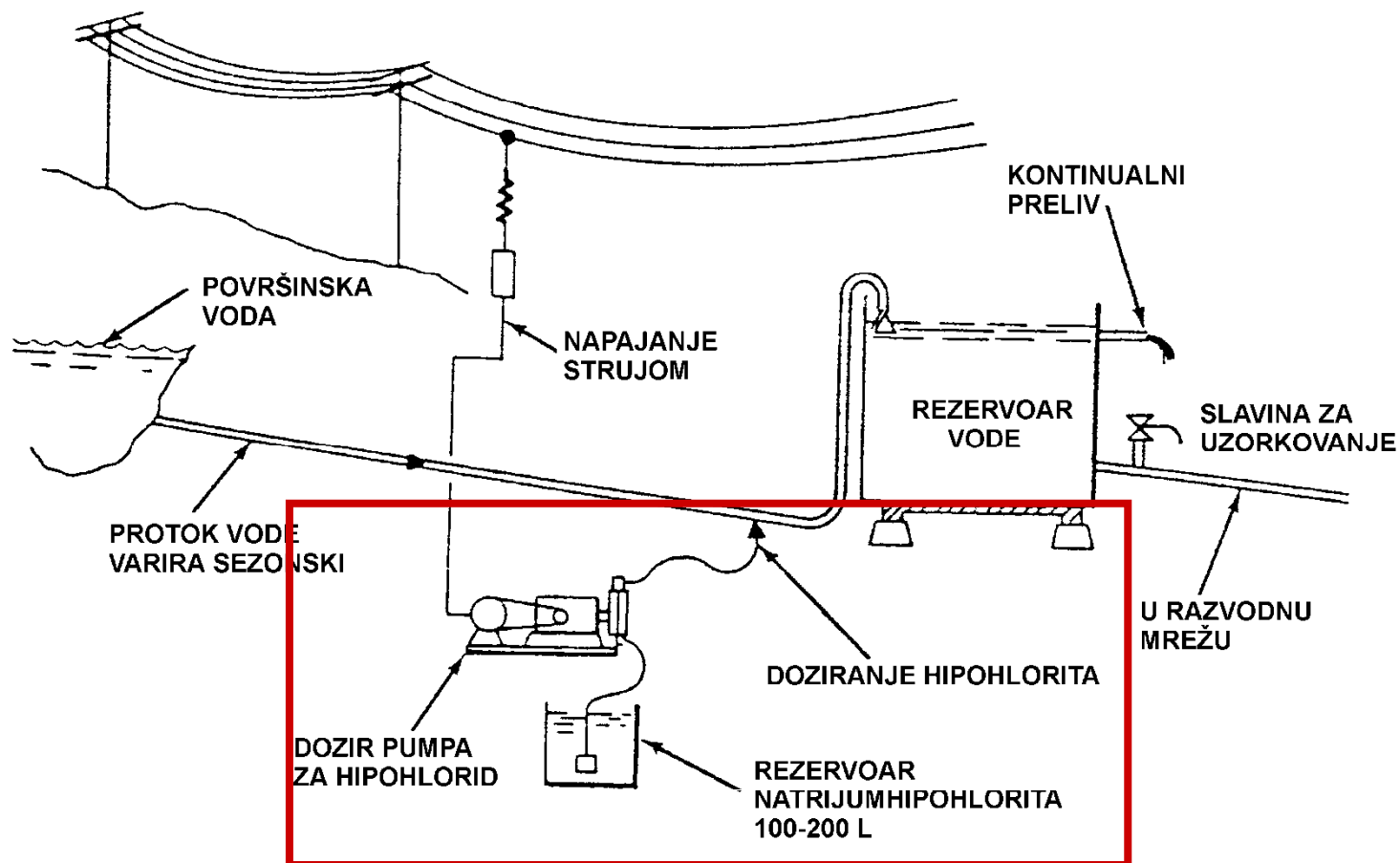
- Rešenje za male vodovode i industriju
- za kapacitete hlorisanja $< 1,5$ kg/h hlora
- jednostavna oprema
- sigurnost u radu

Hipohlorinator sa membranskom pumpom za doziranje



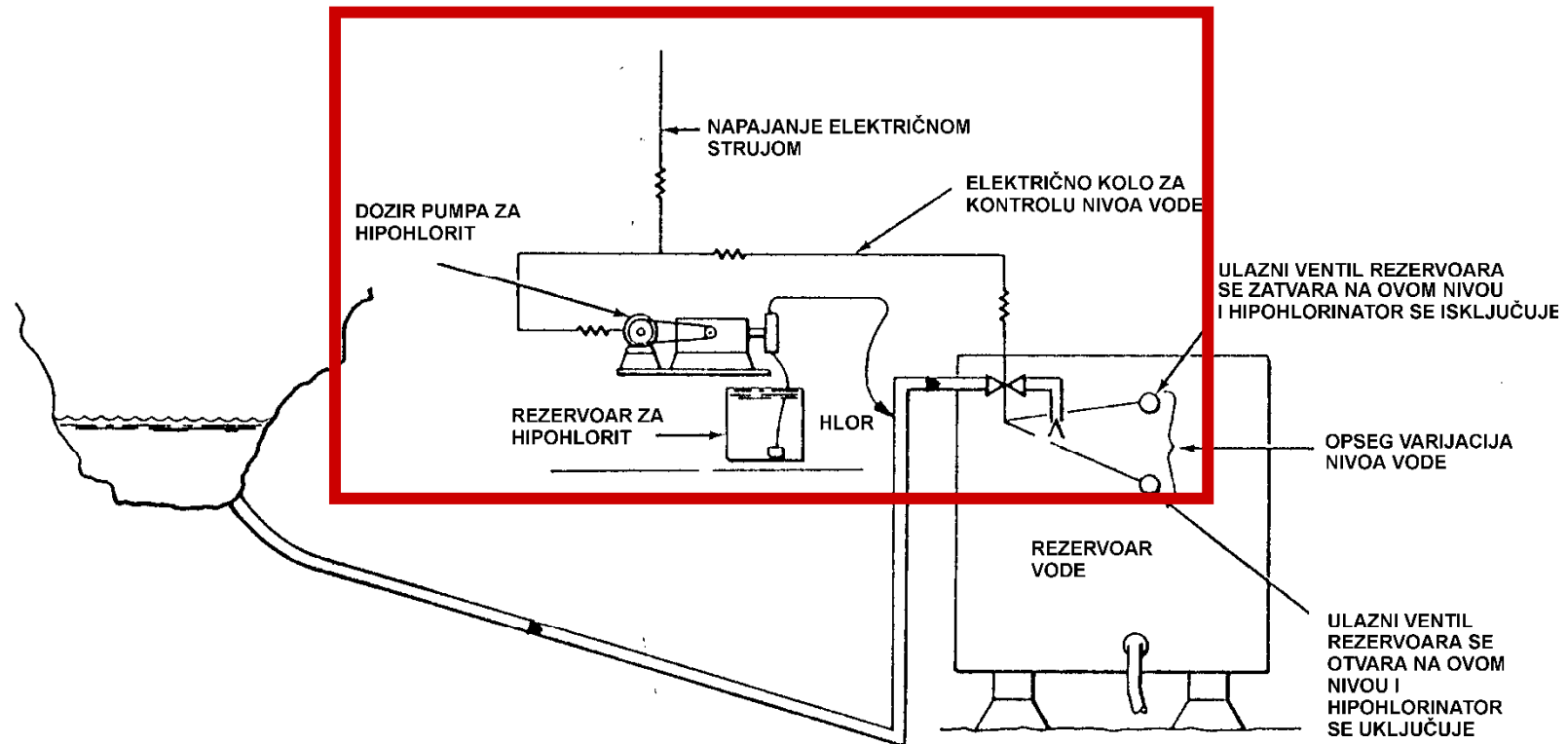
PRIMER: Hlorisanje vode sa gravitacionim dotokom, rezervoar sa prelivom

44



PRIMER: Hlorisanje vode sa gravitacionim dotokom, rezervoar sa kontrolom nivoa vode

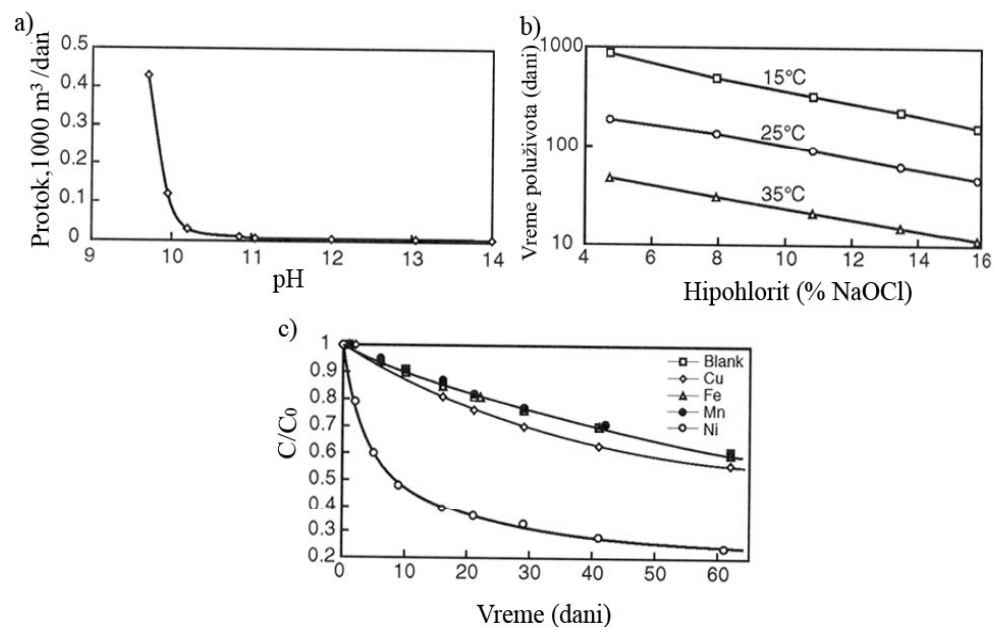
45



Rad sa hipohloritom

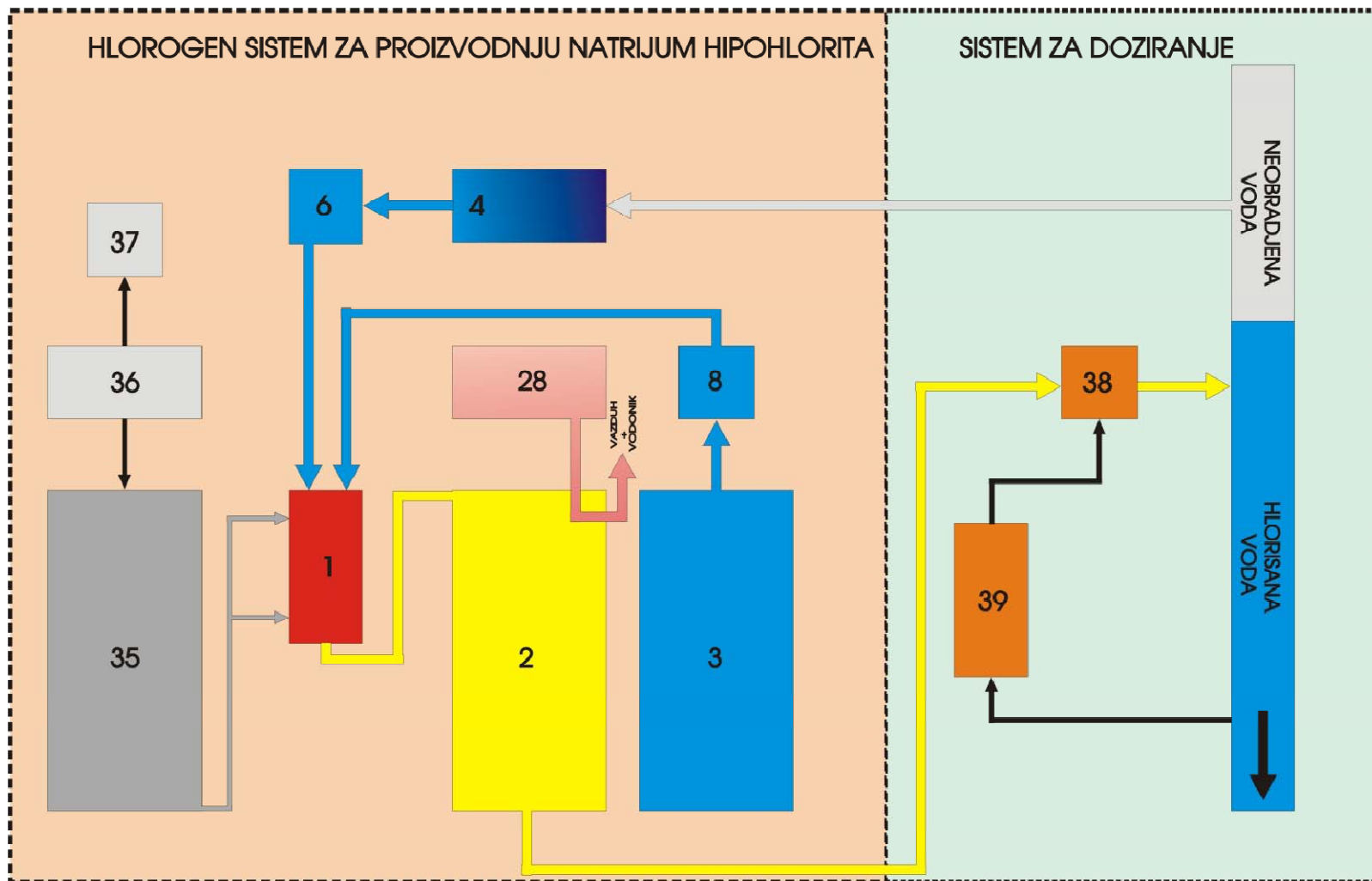
46

- potreban skladišni prostor
- potrebe održavanja
- odnos cena hlor: hipohlorit
- stabilnost rastvora hipohlorita (opadanje konc. aktivnog hlora u hipohloritu)



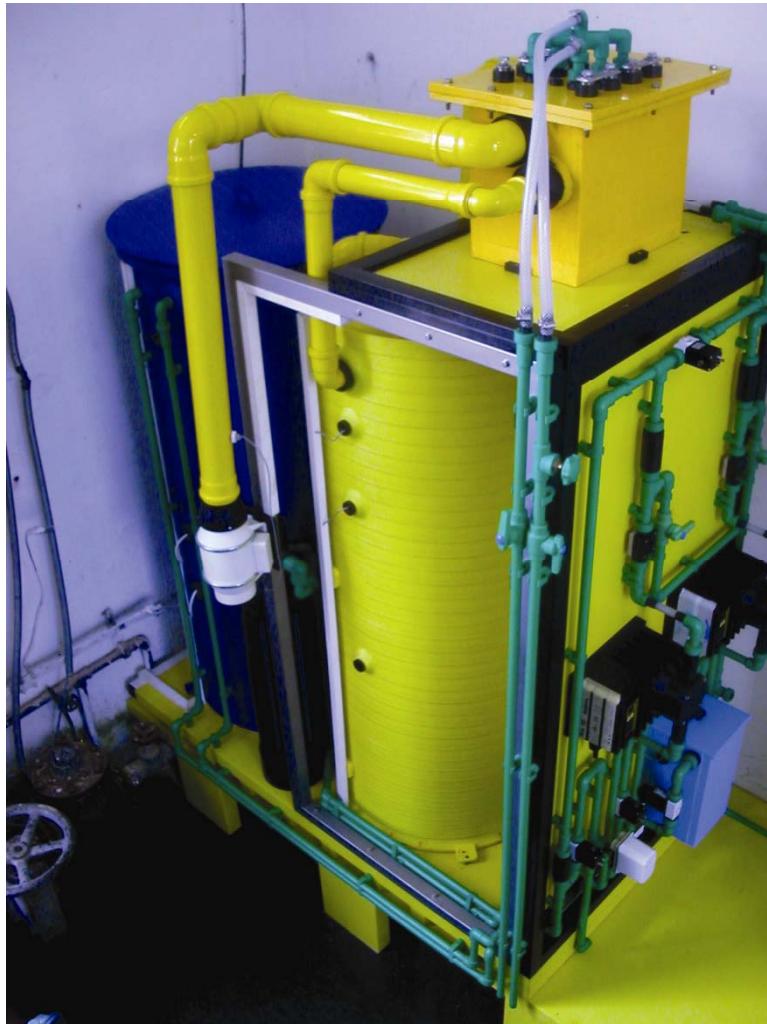
PRIMER: Blok šema funkcionisanja HLOOROGEN uređaja

48



Izgled montiranog postrojenja za hlorisanje na licu mesta

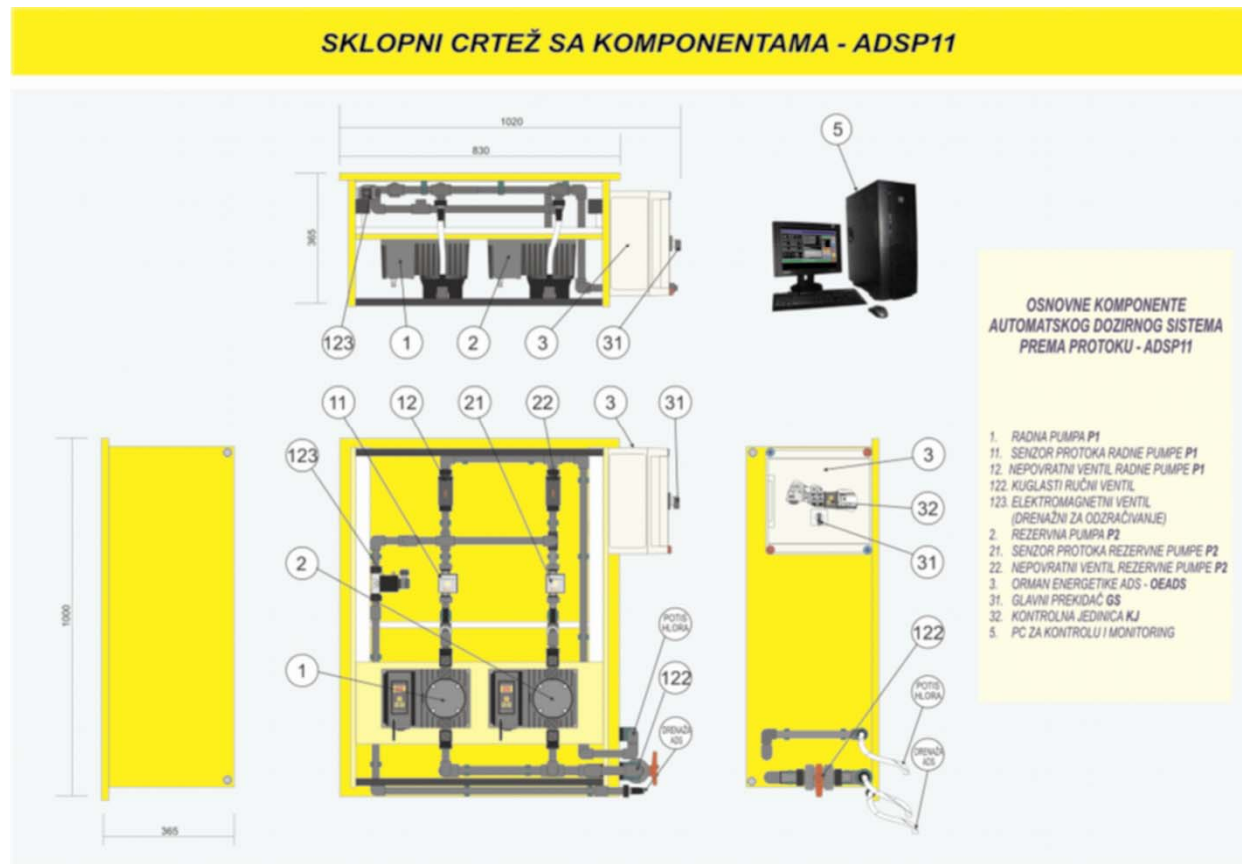
49



Šta je bitno za male vodovodne sisteme?

50

□ Automatsko doziranje natrijumhipohlorita



Šta je još neophodno !

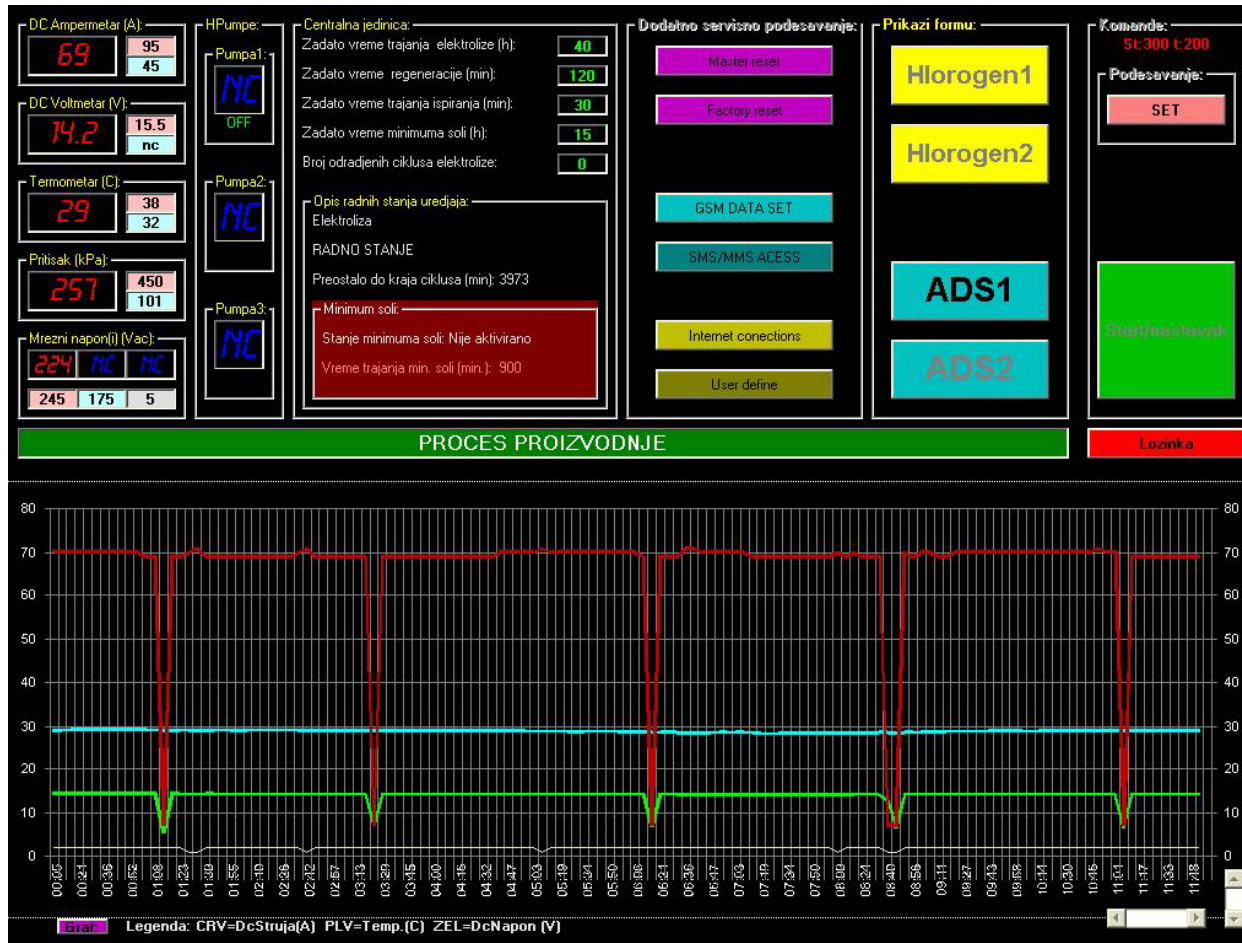
51



- NEOPHODNO je da se u manjim vodovodnim sistemima **hlorisanje prema rezidualu** koristi kao osnovni postupak hlorisanja
- Daljinska kontrola hlorisanja, zbog nepostojanje dovoljno stručnih lica u malim mestima
 - **direktne kontrole – uticaja na tehnološki proces**

Primer: GSM komunikacija:

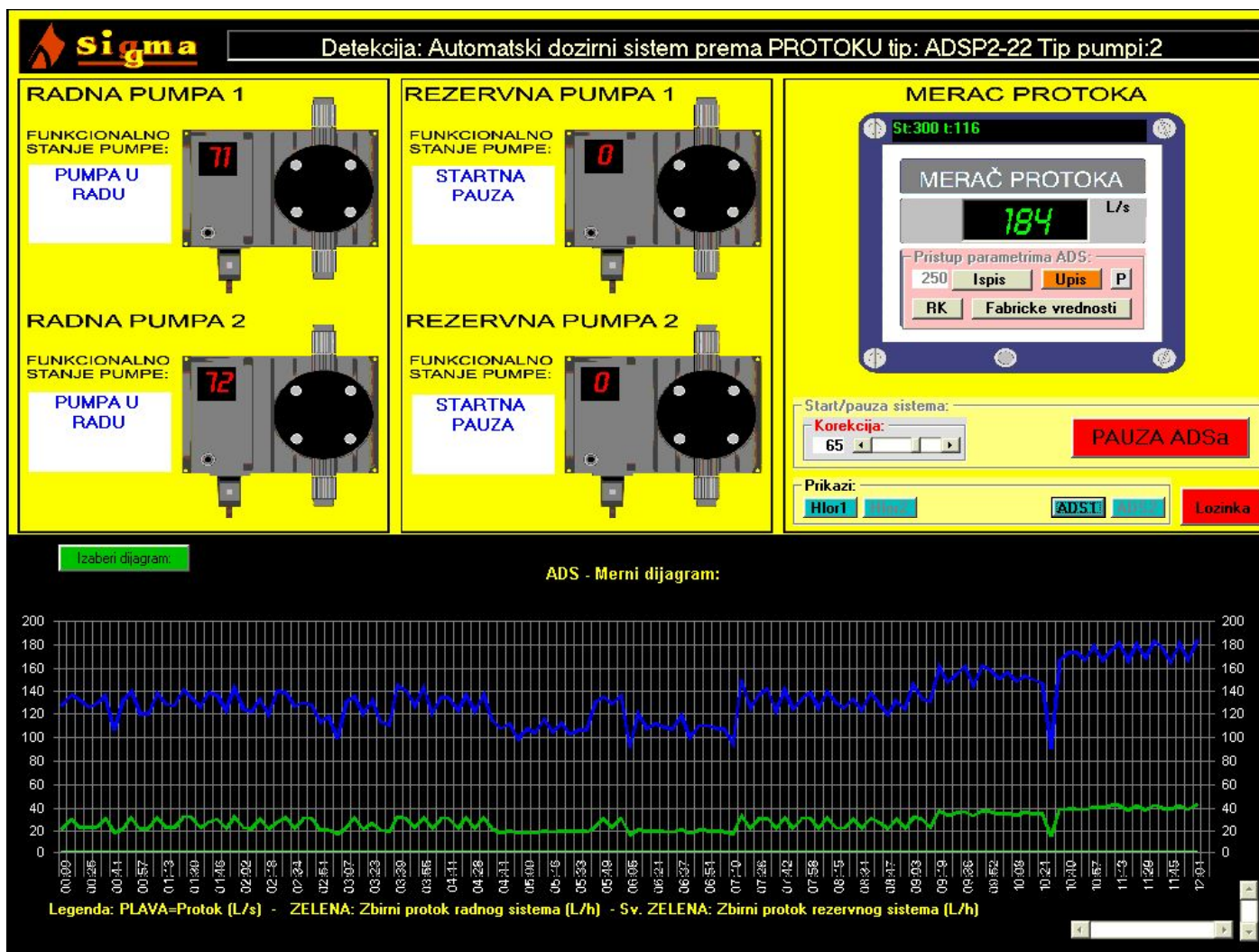
52



Izgled SCADA ekrana za HLOROGEN uređaj

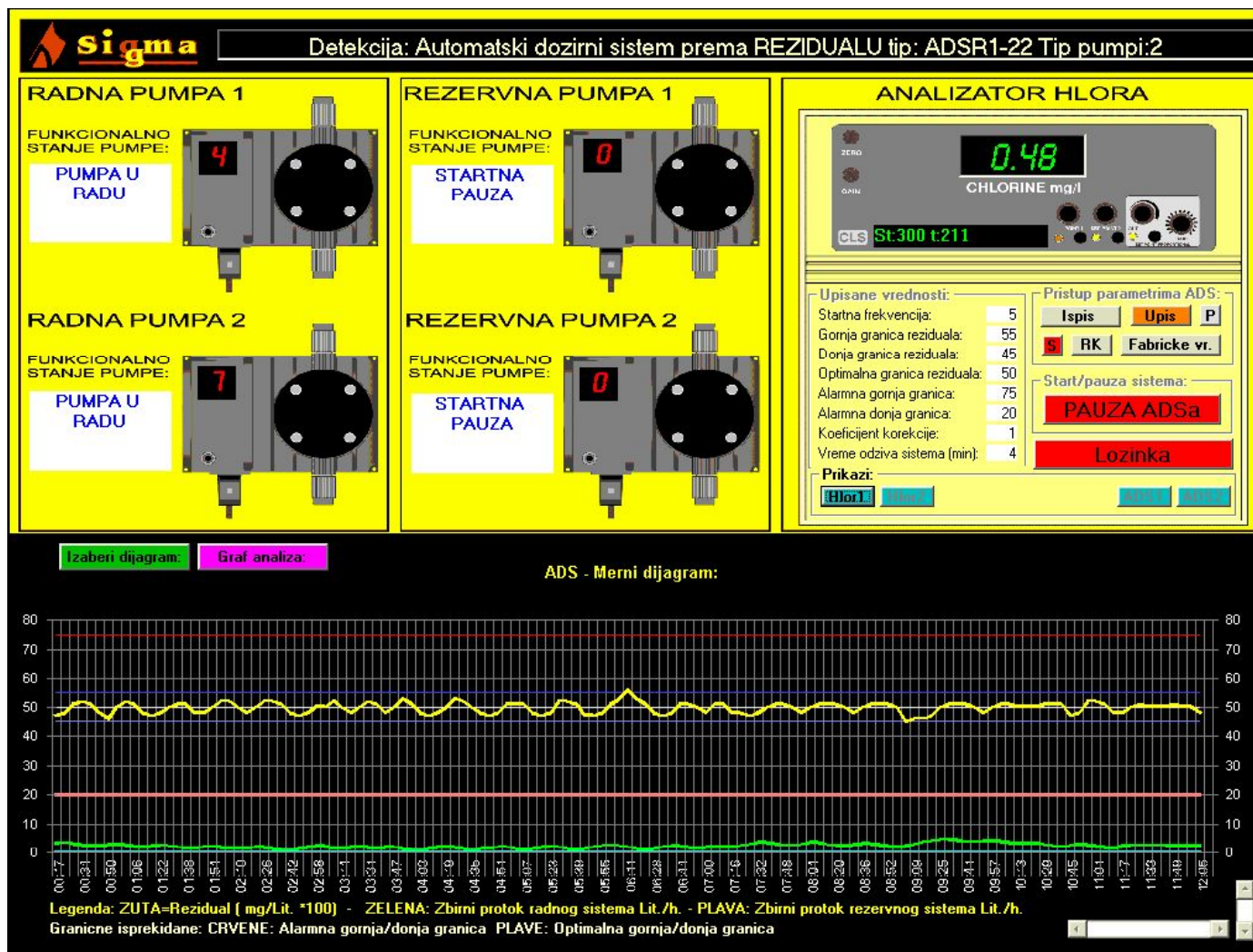
Izgled SCADA ekrana za Automatski dozirni sistem prema protoku ADSP22

53



Izgled SCADA ekrana za Automatski dozirni sistem prema rezidualu ADSR22

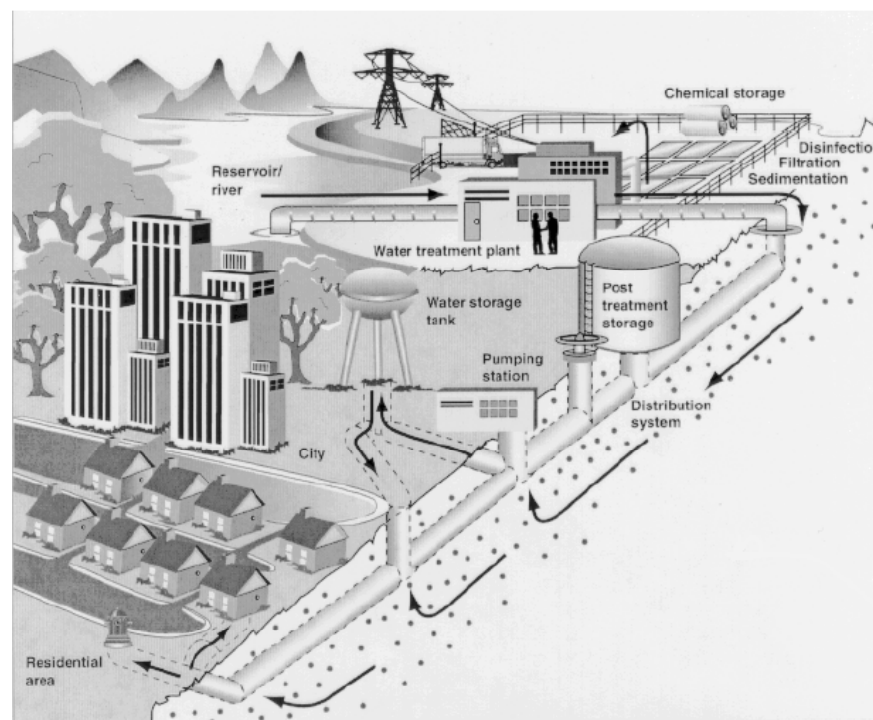
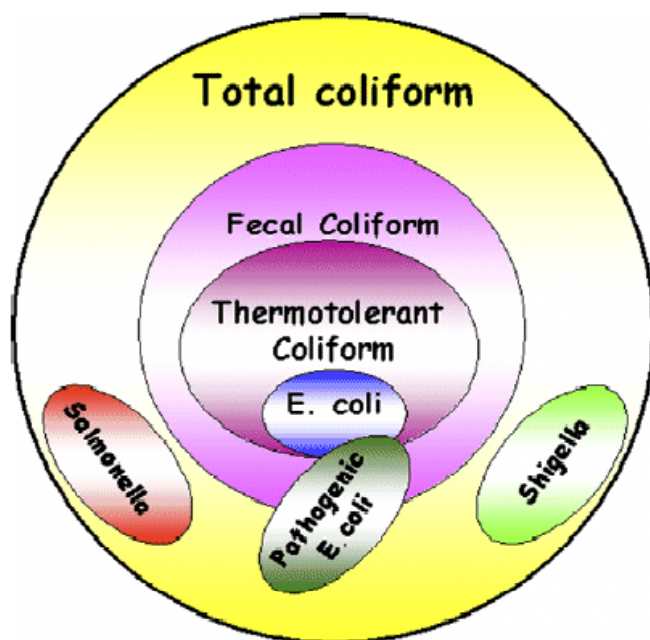
54



Diskusija!

55

- Dezinfekcija malih vodovodnih sistema – problemi i rešenja



SMERNICE SZO ZA UPRAVLJANJE RIZIKOM U VODOVODNIM SYSTEMIMA

KAKO JE BILO NEKAD U SRBIJI

SEPSKI ARHIV

ZA CELOKUPNO LEKARSTVO

organ srpskog lekarskog društva

Beograd, januar 1903,

Prilikom predavanja Pariskom Pasterovom zavodu o ispitivanju vode. prof. Dr. Roux. prelazeći na sterilisanje vode, izjasnio se na najpovoljniji način za hemisko čišćenje vode, naročito jodne čišćenje smatra za najbolje i najsigurnije. -

Za Srbiju a naročito za srpski vojni sanitet na prvi pogled izgleda ovo pitanje o čišćenju vode od vrlo neznatnosti značaja. No, ako se stvar iz bliže posmotri, videće se da nije tako. Srbija je u malim izuzetkom zemlja vrlo bogata izvorima i pijaćom vodom. Ali ovo prirodno blago, koje se u izobilju nalazi, zapušteno je do krajne mere. **Na mnogo mesta krasni izvori i česme nesavesnim radom pretvoreni su u prave smrdljive bare, rupe i jaruge.** Pored toga kod nas vlada običaj da se po selima nosi rublje radi pranja na bunare i česme. Svaka kuća ima svoju kovu za hvatanje vode. **Ista se kod česme ili bunara spušta na zemlju ili korito gde se stoka poji i prljavo rublje pere.** Tako je po selima a po varošima je još i gore. Tu su nužnici i bunari zbiveni u kraj dvorišta, **jedan pored drugoga a radi ukrasa dodata je još i šupa s perionikom i pomijarom...**

Iz ovih razloga na pr. Niš koji je jedan od najjačih garnizona naših, raspolaže vrlo hrđavom vodom. Upravo voda je toliko hrđava da je potrebno vršiti nikakve analize da se to dokaže... Da

Nešto iz istorije

SEPSKI ARHIV
ZA CELOKUPNO LEKARSTVO
organ srpskog lekarskog društva
Beograd, januar 1903, sveska 1

MAJA ZA KALEMLJENJE IZ SRPSKOG VAKCINALNOG ZAVODA U NIŠU
od D-ra Ljub. Stojanovića
Vakcinalni zavod

Što se tiče vode, naš zavod oskudeva u svakom pogledu i to je za nj jedan veliki nedostatak. Za zavode ovakve vrste i u opšte naučne zavode voda je najpotrebniji elemenat. Kada se podižu ovakvi zavodi ima se obično u vidu njihov geografski i topografski položaj prema prirodi rada i cilju kome je namenjen. Ali na prvom mestu pomišlja se na vodu i to na sprovedenu vodu.

Naš zavod nema vodovoda već ima jedan drven rezervoar (bure), na tavanu i njime se služi. Međutim ovakav kakav je sada, rezervoar ne može podmirivati sve potrebe zavoda. Prvo, nema pumpe u dvorištu i voda se mora donositi na rukama iz okolnih bunara... Drugo, i što je najglavnije, voda iz rezervoara nema dovoljno pritiska za pokretanje turbine i vodenice jer tavan nije udaljen od poda 10 metara kao što je potrebno na da pritisak vode iznosi jednu atmosferu...

Iz ekonomije ili iz nekih drugih neobjašnjivih razloga htelo se pošto poto da se ovaj prvi srpski zavod za maju i lečenje besnila ili kao što se zove "Pasterov Zavod" podigne u Nišu i to van varoši, u jednoj niskoj i ničim nezaklonjenoj ravnici..., Ali tako je za sve kod nas gde se "prvo zida pa onda kroje planovi". Šteta je, doneta, što su pri rešavanju sudbine i javnost ovakvog zavoda...

MALI KANALIZAZIONI SISTEMI

Definicija

61

- **Mali kanalizacioni sistemi služe za odvođenje i prečišćavanje otpadnih voda**
 - samostalnih kuća
 - dislociranih industrija manjeg kapaciteta, i
 - malih naselja
- **Zbog malog kapaciteta, izgradnja i eksploatacija tih sistema, suočava se sa određenim **problemima** kao što su:**
 - stalno zaoštavanje kriterijuma za prečišćavanje otpadnih voda
 - visoki troškovi prečišćavanja po stanovniku
 - ograničena finansijska sredstva za gradnju i za eksploataciju i održavanje

Drugi krug problema proizilazi iz

62

- Specifičnih karakteristika otpadnih voda navedenih korisnika, koje se razlikuju od karakteristika otpadnih voda većih naselja
 - ▣ na primer, ispuštanje dela otpadnih voda iz **svinjaca i štala** – što je inače **zabranjeno**
- To su karakteristike tehničke prirode, koje se pre svega ispoljavaju u
 - ▣ velikoj varijaciji protoka otpadne vode,
 - ▣ ali se mogu pojaviti i razlike u kvalitetu

Tipovi malih kanalizacionih sistema

63

- Mali kanalizacioni sistemi obično se razvrstavaju u zavisnosti od njihove veličine, odnosno kapaciteta (m^3/dan ili ES), ali i od namene prema korisnicima
- U tom smislu ovde se obrađuju dva tipa sistema:
 - ▣ sistemi za samostalne kuće i grupe zgrada u regionima bez kanalizacionih sistema (po nekim referencama “mali sistemi za obradu otpadnih voda do 50 ES”),
 - ▣ sistemi za mala naselja, u regionima sa kanalizacionim sistemom

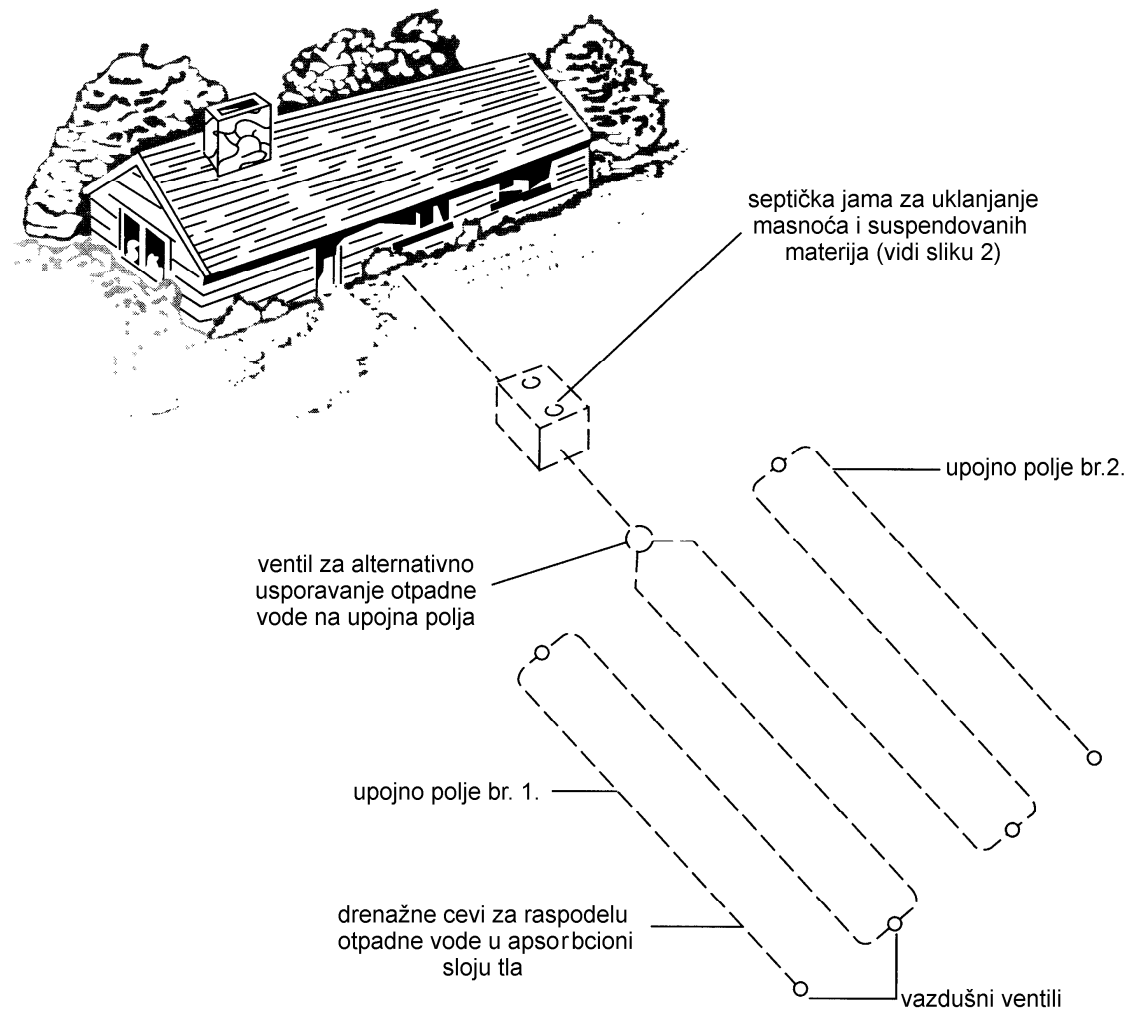
Alternativna rešenja u regionima bez kanalizacije

64

POREKLO	PREČIŠĆAVANJE	DISPOZICIJA
<p>Samostalne kuće <i>Zbirne otpadne vode</i> <i>Crne vode</i> <i>Sive vode</i> Ustanove Poslovne zgrade</p>	<p>Primarno prečišćavanje <i>Septička jama</i> <i>Imhoff-ov taložnik</i></p> <p>Sekundarno prečišćavanje <i>Aerobno / anaerobno postrojenje</i> <i>Aerobno postrojenje</i> <i>Peščani filter sa diskontinualnim napajanjem</i> <i>Recirkulacija kroz granulovani filter materijal</i></p> <p>Potpuna recirkulacija sa prečišćavanjem</p> <p>Lokalno rešenje <i>Sabirna jama</i> <i>Upojni bunar</i></p>	<p>Tlo <i>Upojna polja</i> <i>Upojne drenaže</i> <i>Plitki peskom punjeni kanali</i> <i>Upojni kanali</i> <i>Upojni nasipi</i> <i>Polja za evapotranspiraciju / perkolaciju</i></p> <p>Evaporacioni sistemi <i>Polja za evapotranspiraciju</i> <i>Jezera za isparavanje</i></p> <p>Močvara</p> <p>Površinska voda</p> <p>Kombinacija gornjih postupaka</p>

Konvencionalni lokalni sistem koji se sastoji od septičke jame i upojnog sistema sa naizmeničnim napajanjem (Metcalf & Eddy)

65



Rešenja u regionima sa kanalizacijom

66

Za rešavanje problema otpadnih voda manjih naselja primenjuju se mali kanalizacioni sistemi, koji se sastoje od sledećih delova:

- **Kanalizaciona mreža za prikupljanje i odvođenje otpadnih voda od korisnika**
- **Prečišćavanje, i**
- **Sistem za dispoziciju prečišćene otpadne vode**

Alternativna rešenja problema otpadnih voda u regionima sa kanalizacijom

67

POREKLO	PRIKUPLJANJE	PREČIŠĆAVANJE	DISPOZICIJA
<p>Samostalne kuće</p> <p>Ustanove</p> <p>Poslovne zgrade</p>	<p>Konvencionalna gravitaciona kanalizacija</p> <p>Gravitaciona kanalizacija malog prečnika sa varijabilnim padom (sa septičkom jamom)</p> <p>Kanalizacija pod pritiskom <i>Sa septičkom jamom</i> <i>Bez septičke jame</i></p> <p>Vakum kanalizacija</p>	<p>Primarno prečišćavanje <i>Veća septička jama</i> <i>Imhoff-ov taložnik i njegove varijacije</i></p> <p>Sekundarno prečišćavanje <i>Sistem sa aktivnim muljem</i> <i>Sekvencijalni šaržni reaktor</i> <i>Aerisana laguna</i> <i>Recirkulacioni filter</i> <i>Oksidacioni jarak</i> <i>Oksidaciono jezero</i> <i>Razlivanje po zemlji</i> <i>Veštačka močvara</i> <i>Prokapni biofiltrar</i></p>	<p>Poniranje u podzemni sloj</p> <p>Zalivanje kap po kap</p> <p>Površinska voda</p> <p>Zalivanje prskanjem</p> <p>Ponovna upotreba</p> <p>Močvara</p> <p>Kombinacija gornjih postupaka</p>

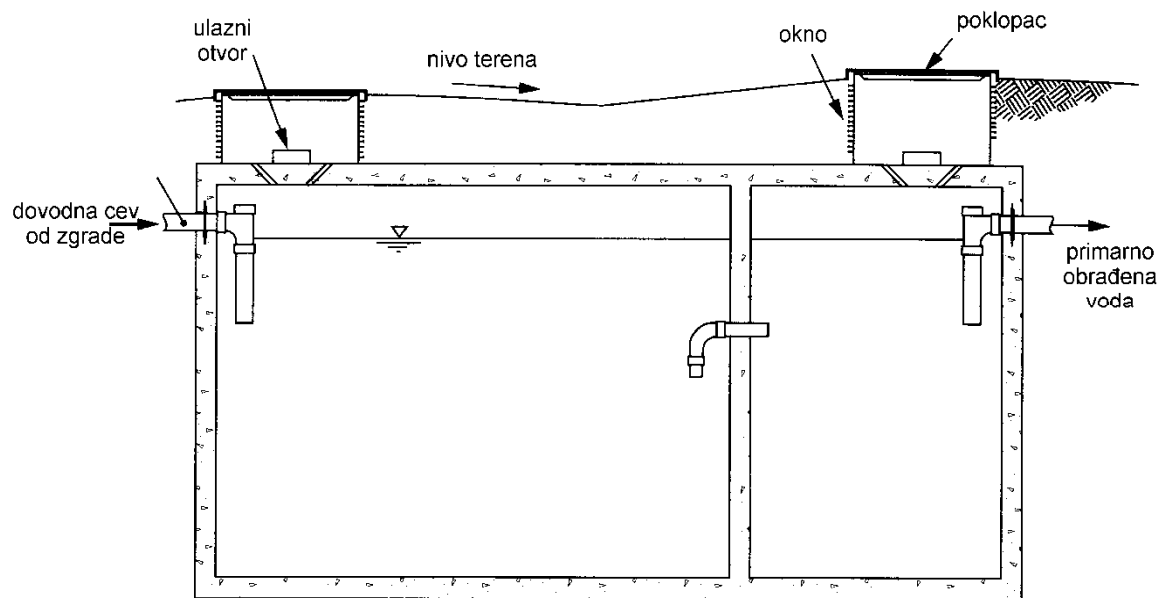
Vrsta prečišćavanja bira se u zavisnosti od veličine sistema odnosno od broja korisnika sistema

68

- Septičke jame se koriste uglavnom kod individualnih kuća i objekata
- Imhoff-ov taložnik nekada je bio široko primenjivan, ali zbog visokih troškova njegove gradnje, danas se manje koristi
- Recirkulacija kroz filter sa pogodnim medijumom obično se primenjuje u sklopu sa septičkom jamom u slučajevima kada se zahteva visok stepen prečišćavanja
- Ostali tipovi rešenja, bilo od prefabrikovanih elemenata tzv. “blok” postrojenja, bilo kao posebno projektovana postrojenja, primenjuju se u slučaju većih protoka otpadnih voda, tj. većeg broja korisnika

LOKALNA REŠENJA U REGIONIMA BEZ KANALIZACIJE

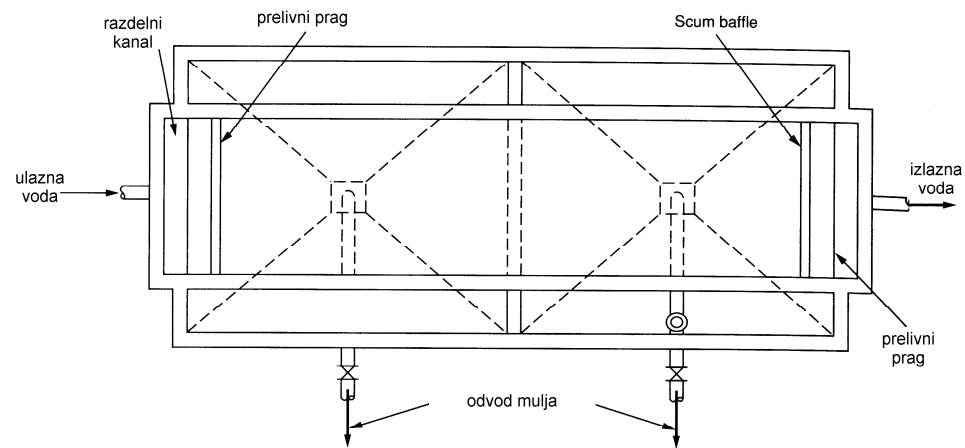
69



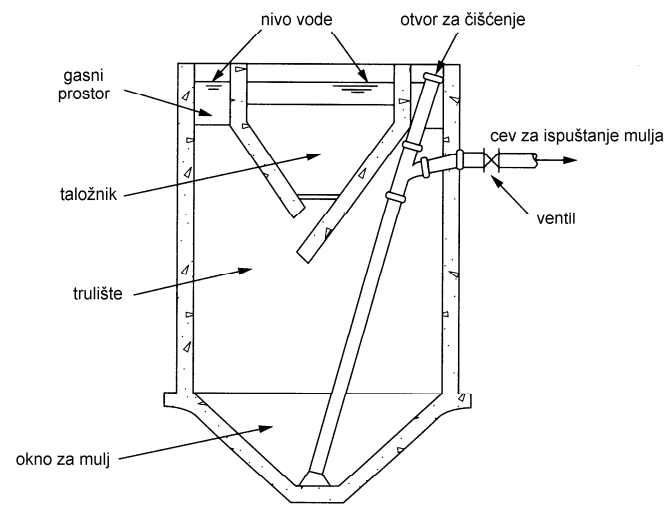
Šema tipične dvodelne septičke jame (Metcalf & Eddy)

Tipični Imhoff-ov taložnik: (a) izgled odozgo; b) vertikalni presek (Metcalf & Eddy)

70



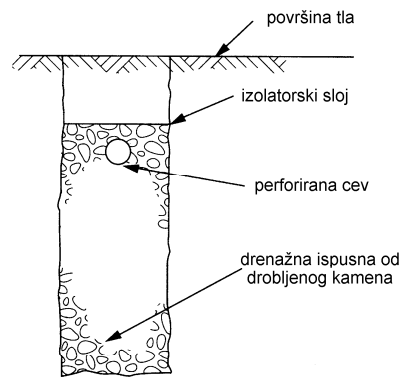
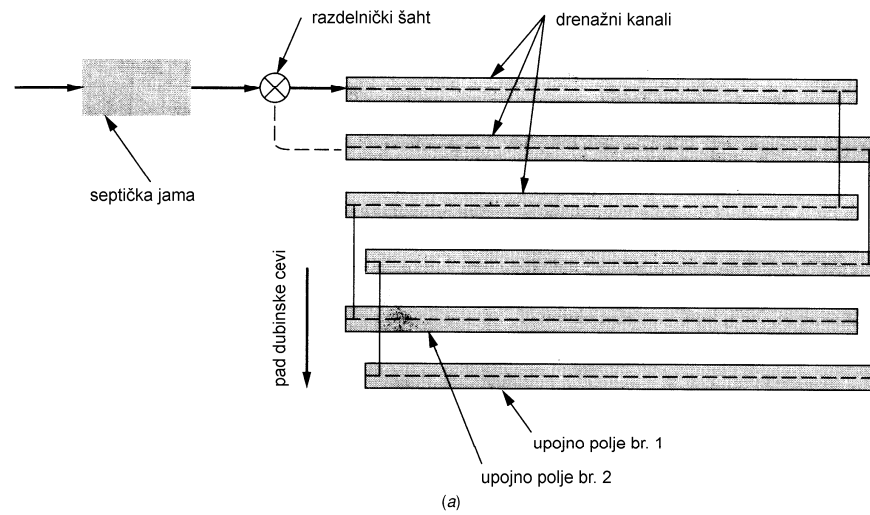
(a)



(b)

Šema podzemnog infiltracionog polja: a) izgled odozgo; b) vertikalni presek Metcalf & Eddy)

71

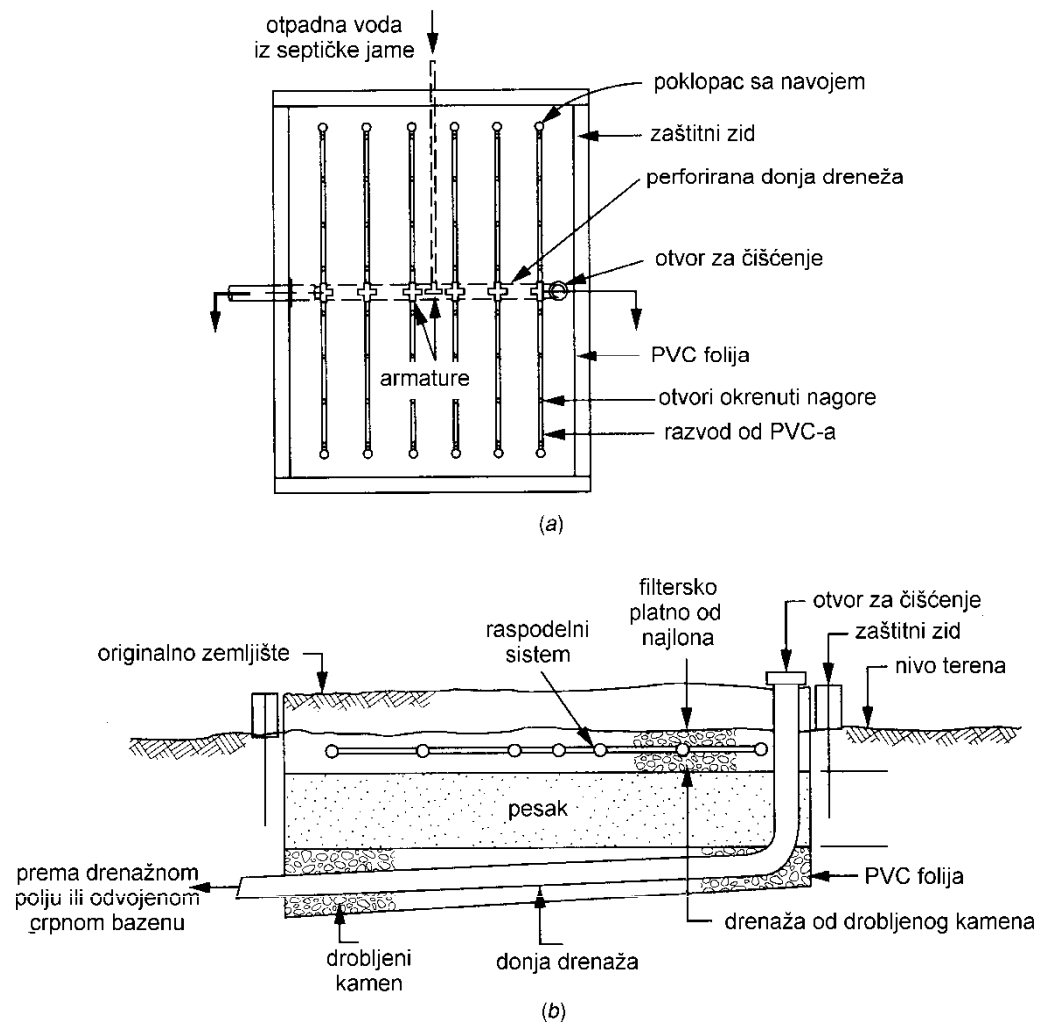


(b)

Šema peščanog filtra sa diskontinualnim napajanjem

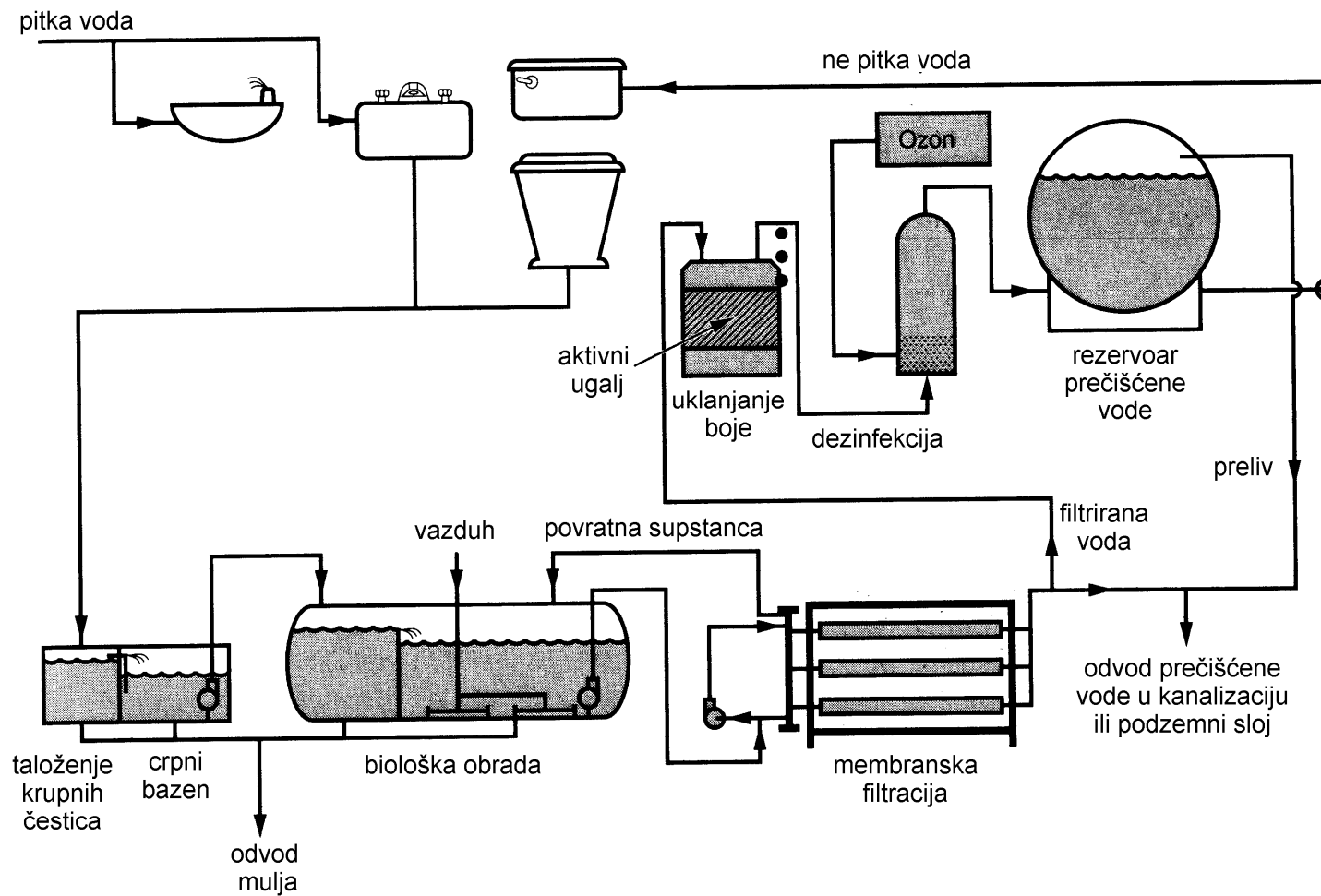
a) izgled odozgo; b) vertikalni presek (Metcalf & Eddy)

72



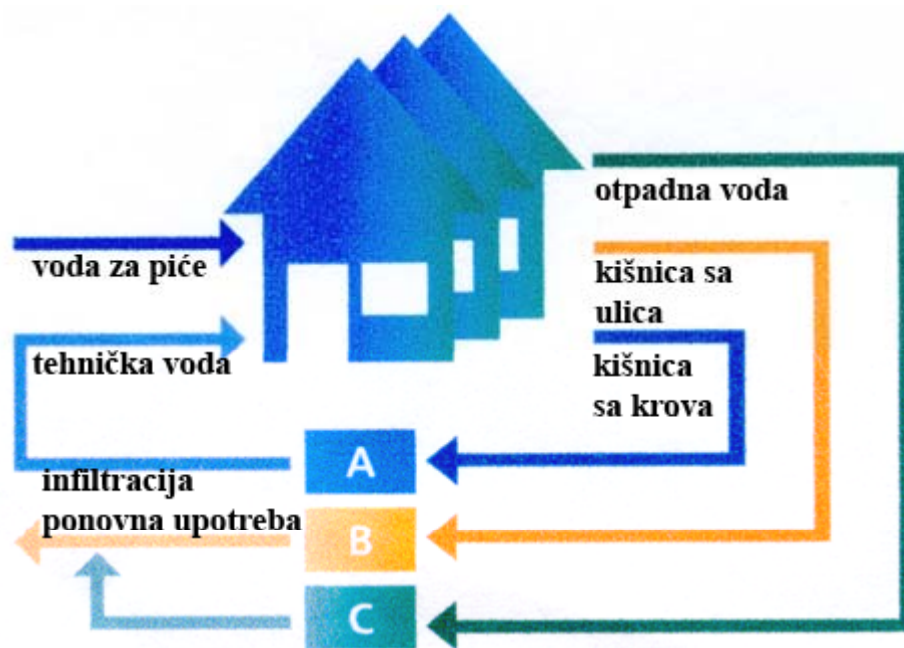
Šema sistema za potpunu recirkulaciju otpadne vode sa prečišćavanjem (Metcalf & Eddy)

73



Koncept upotrebe kišnice i decentralizovanog tretmana voda u oblastima sa dovoljnom količinom padavina

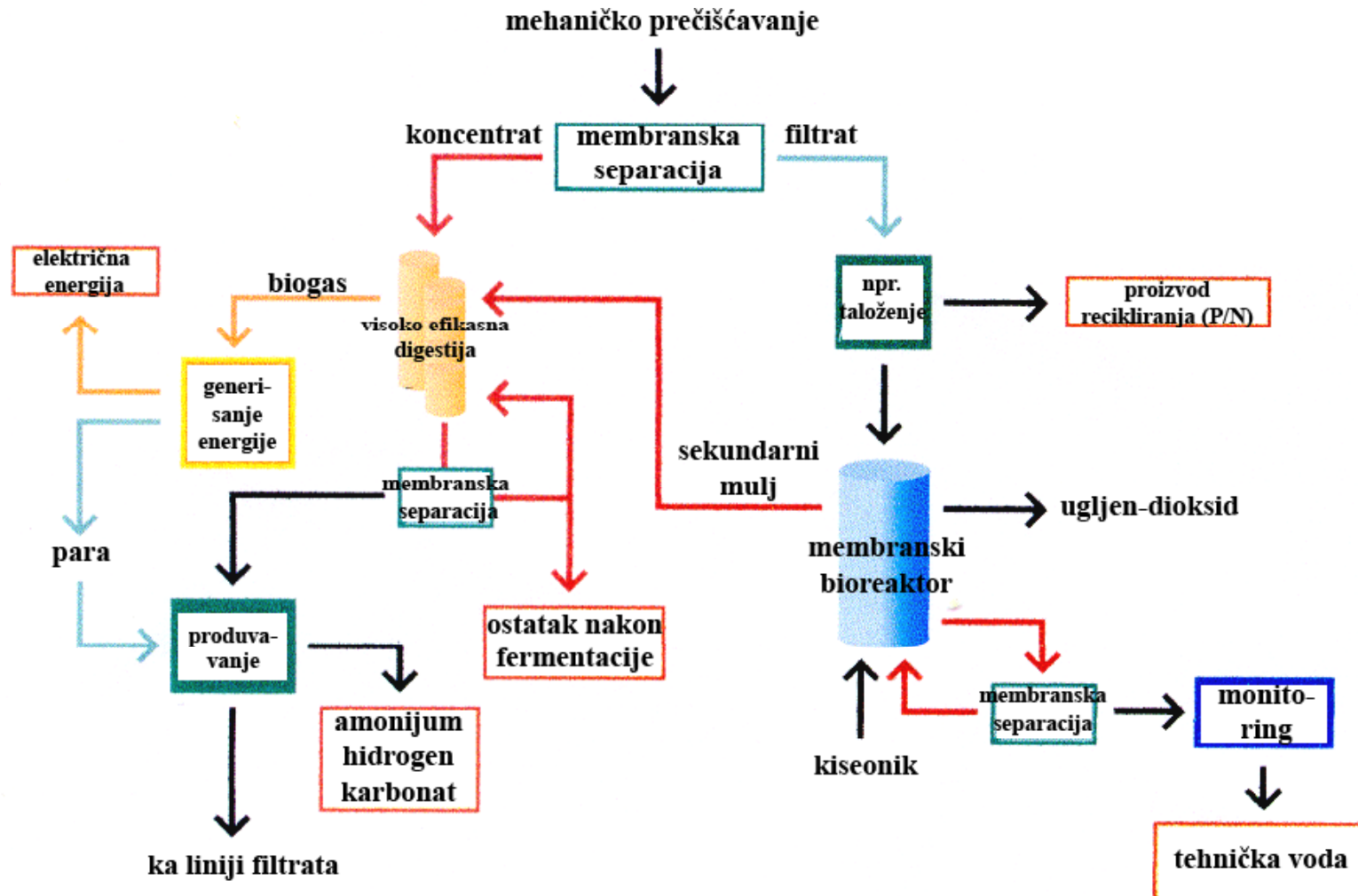
74



- A** Tretman kišnice (sa krova)
- B** Tretman kišnice (sa ulica i javnih površina) ili slabo zagađene otpadne vode (siva voda)
- C** Održivi tretman otpadnih voda

Šematski dijagram održivog postrojenja za precišćavanje otpadnih voda

75



REŠENJA U REGIONIMA SA KANALIZACIJOM

76

Projektovanje, gradnja i eksploatacija ovih sistema predstavlja poseban zadatak jer kod malih sistema javljaju se zahtevi kao na primer:

- **Zbog mogućnosti pojave udarnih opterećenja** (vode i zagađenja), kod malih postrojenja za prečišćavanje mora se obezbediti ujednačavanje otpadne vode (količine i kvaliteta), što je čak važnije od brzog dovođenja vode u biološku fazu prečišćavanja
- Kod malih postrojenja, umesto odvojenih, redno povezanih objekata, treba primeniti jednostavne, višenamenske objekte
- Primeniti jednostavne mašinske uređaje, jake konstrukcije, koji se lako održavaju i mogu se automatizovati
- Stepem prečišćavanja, pouzdanost u radu imaju prednost u odnosu na smanjenje dimenzije objekata i mera za uštedu energije
- Strane vode (atmosfera, infiltraciona i sl.) nepovoljno utiču na rad malih postrojenja za prečišćavanje. Taj uticaj je utoliko veći, ukoliko je postrojenje manje. Iz tih razloga navedene vode treba isključiti potpuno iz sistema

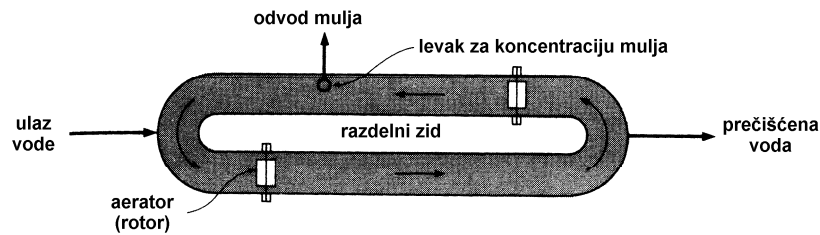
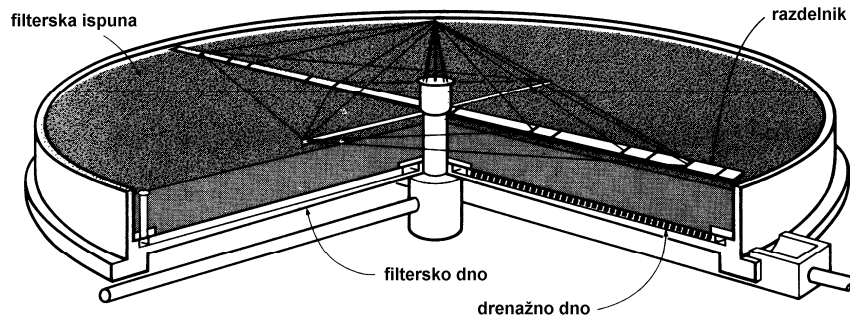
Za mala postrojenja za prečišćavanje važi pravilo, da ona ne smeju biti kopija velikih postrojenja

77

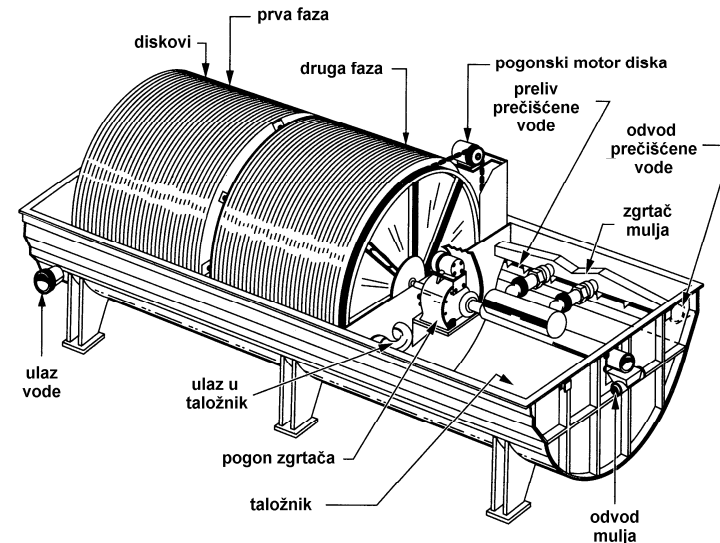
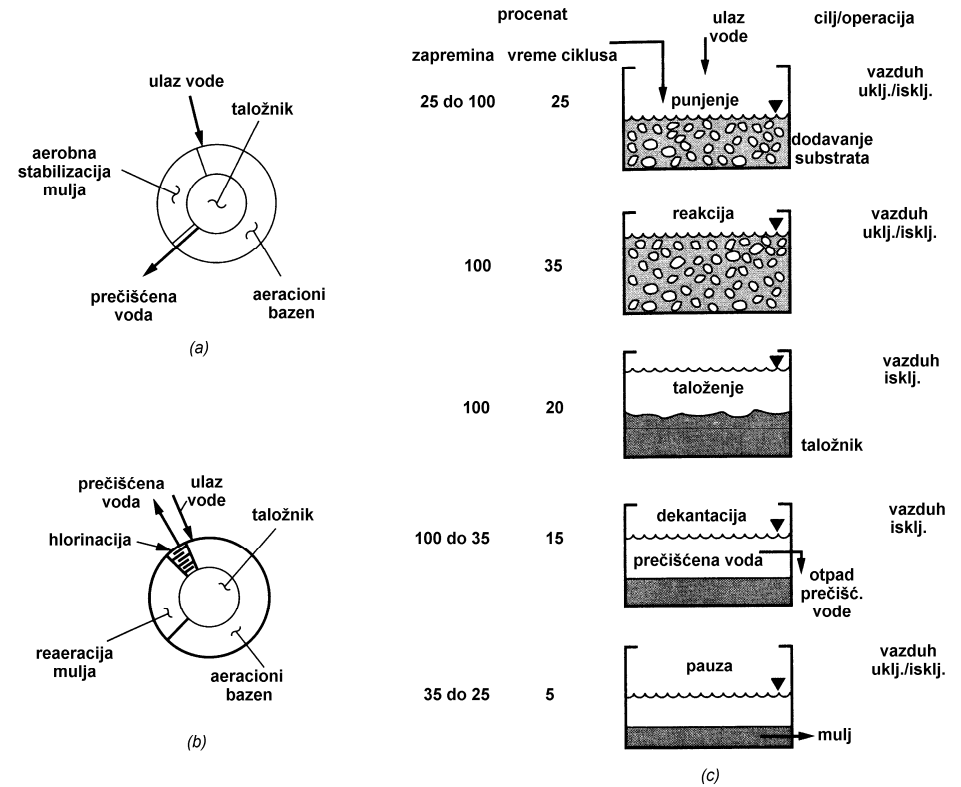
- Za izbor odgovarajućeg rešenja **ne postoji** opšte važeće pravilo
- Izbor se vrši posebno za svaki konkretan slučaj, na osnovu više faktora:
 - ▣ struktura i veličina naselja
 - ▣ tip kanalizacije
 - ▣ postupak prečišćavanja, i
 - ▣ mogućnost odlaganja mulja
- Važnu ulogu igraju i topografski uslovi slivne površine, kao i spremnost lokalnih organa za preuzimanje brige o postrojenju
- Treba poštovati staro pravilo “što manje mašina, s tim je i postrojenje jednostavnije i bolje”

Tipična rešenja blok postrojenja:

- (a) produžena aeracija
 - (b) kontaktna stabilizacija
 - (c) sekvencijalni šaržni reaktor
 - (d) rotacioni biološki kontaktor
- (Metcalf & Eddy)



Šema postupka sa produženom aeracijom u oksidacionom jarku



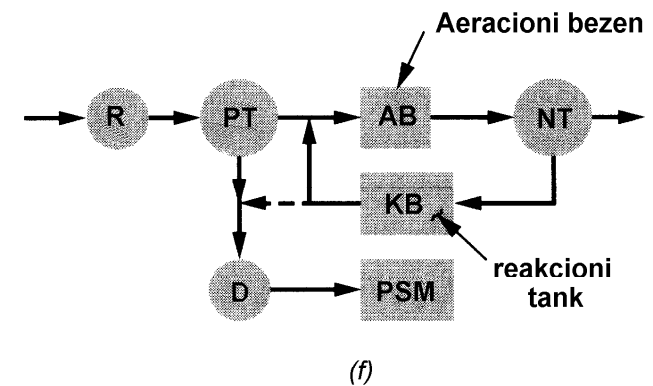
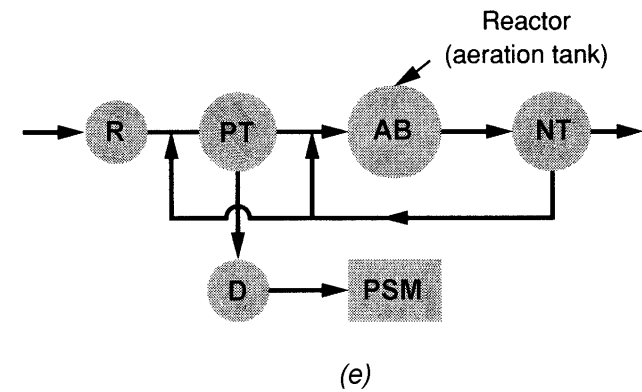
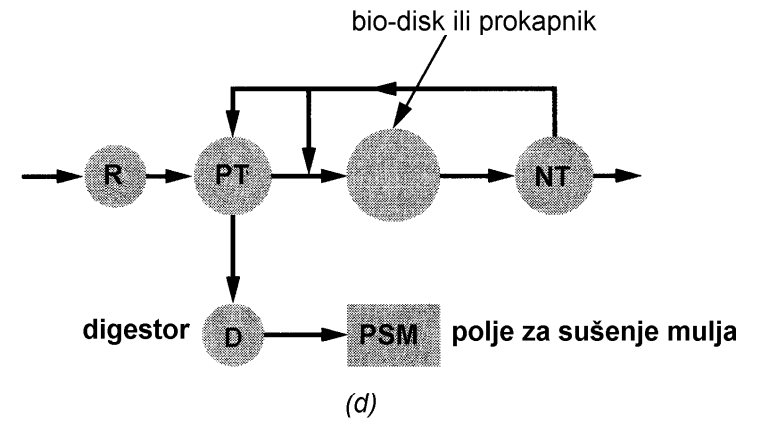
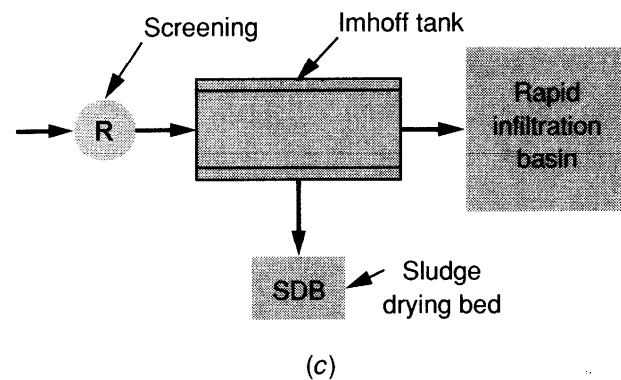
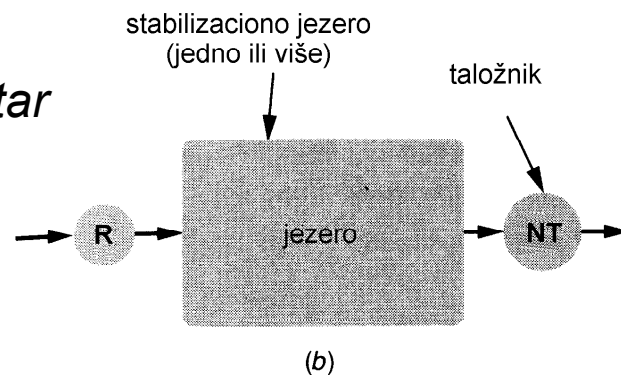
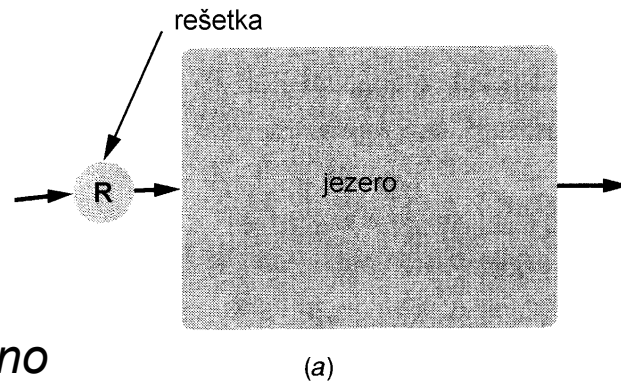
(d)

Tipična rešenja posebno projektovanih postrojenja za prečiščavanje odpadnih voda:

(a i b) stabilizaciono jezero

(c) Imhoff-ov taložnik

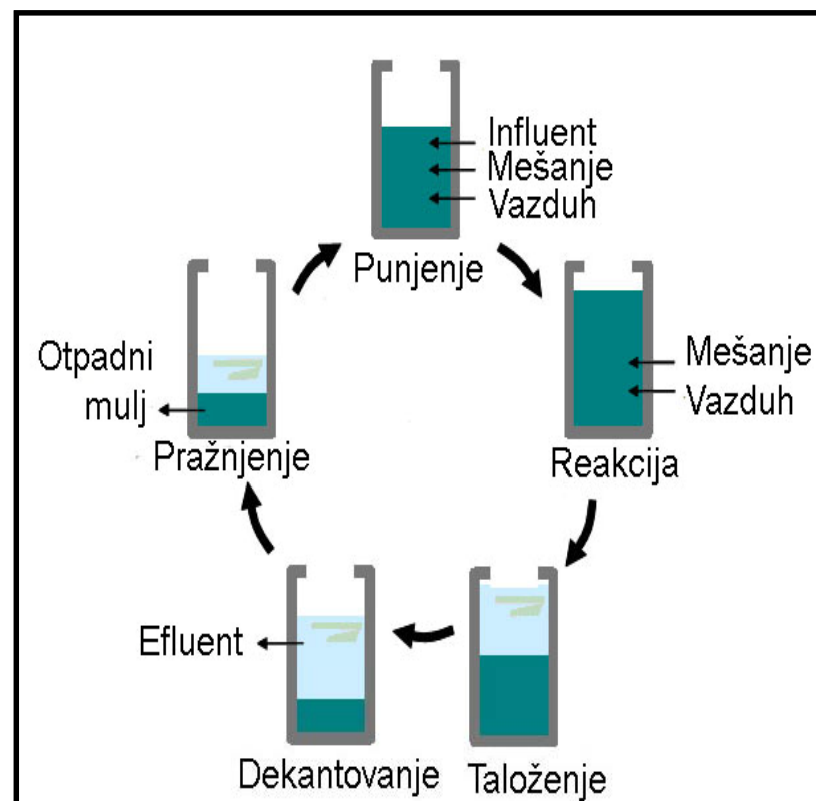
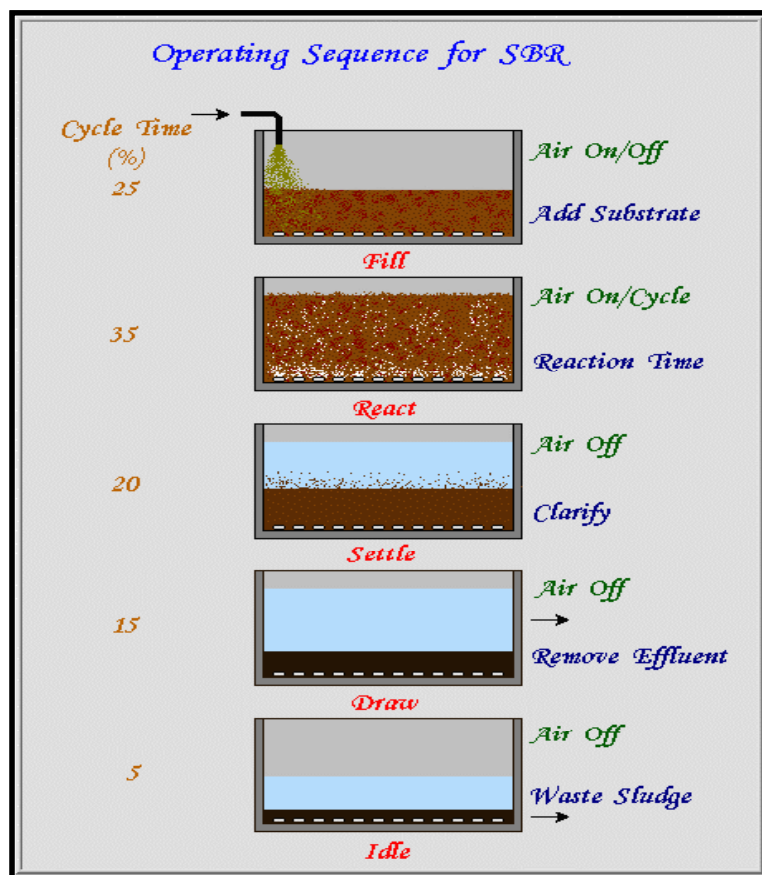
(d) prokapni biofiltrar (Metcalf & Eddy)



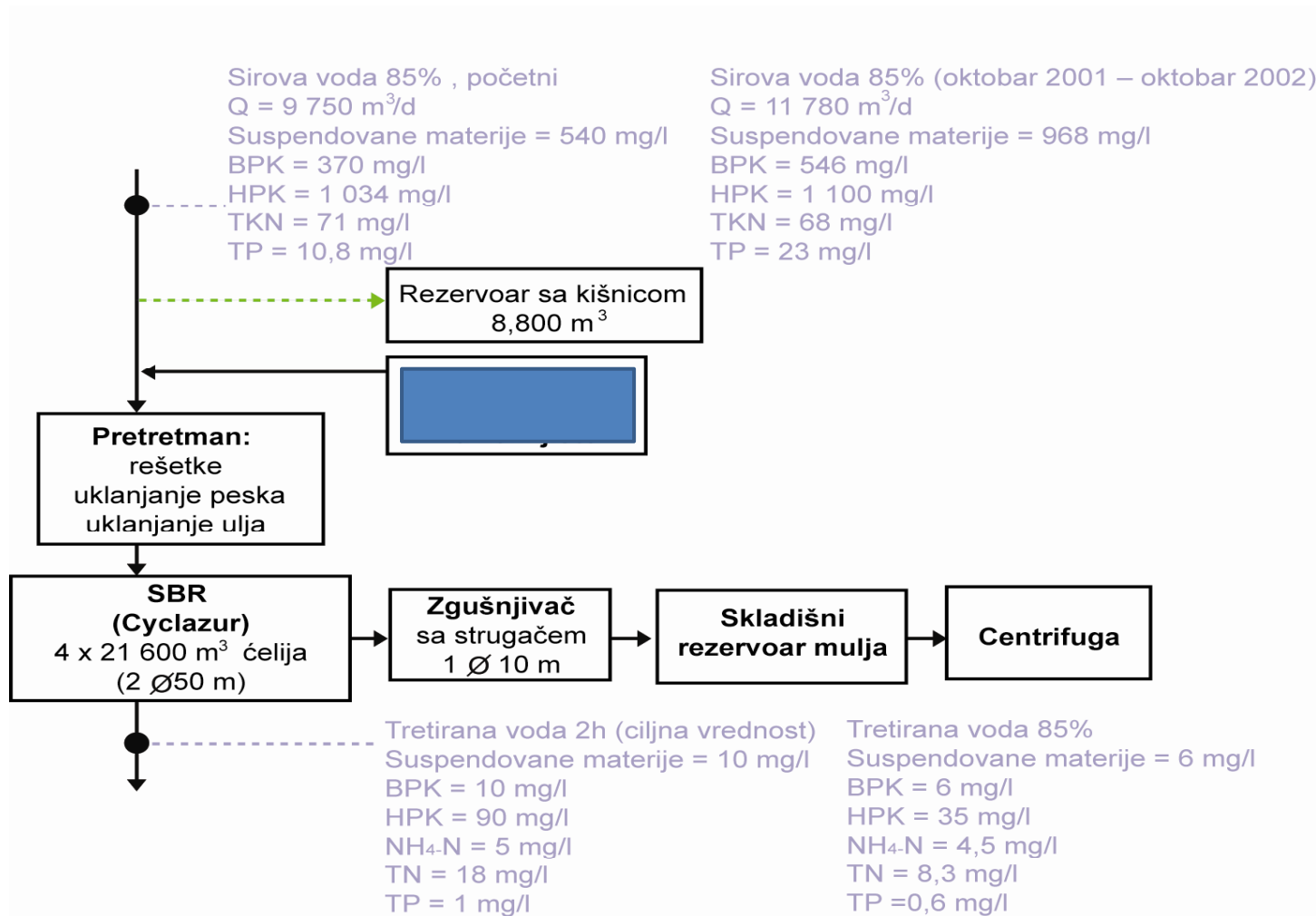
SBR sistem (Sequencing Batch Reactor).

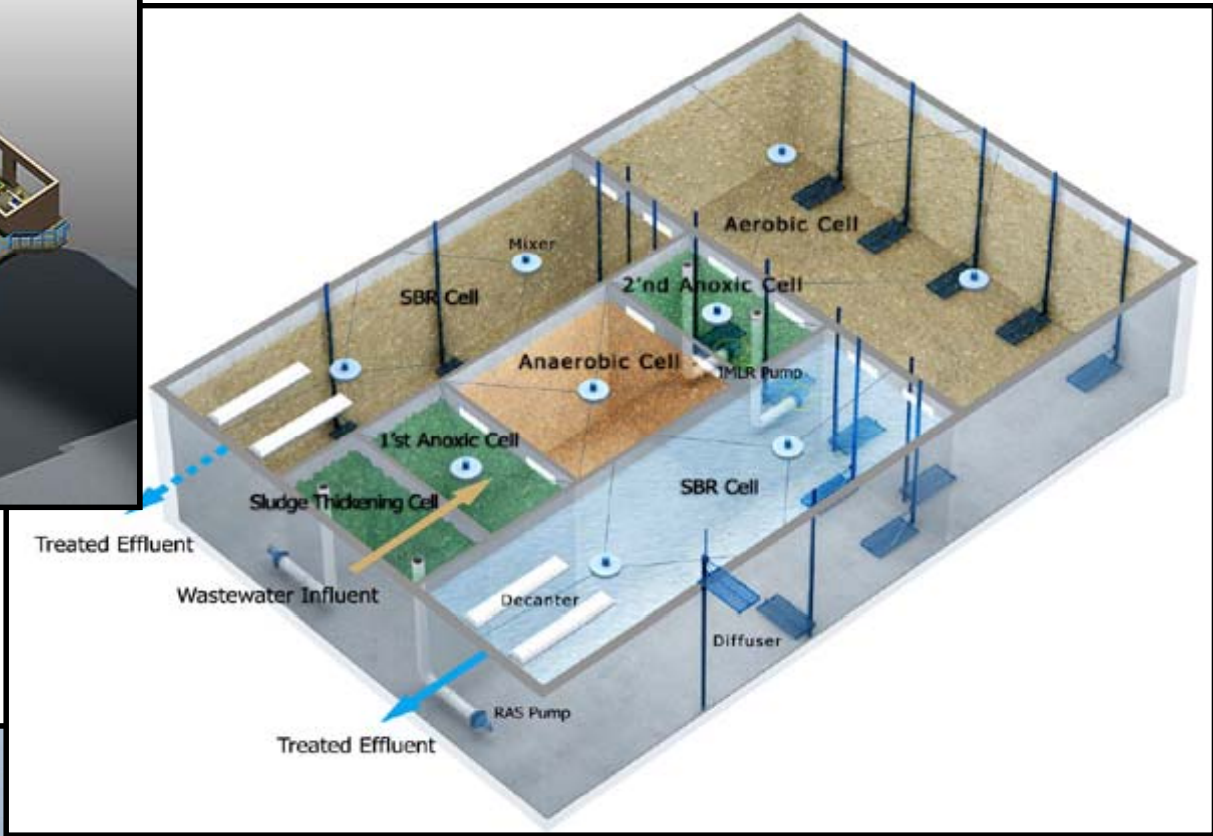
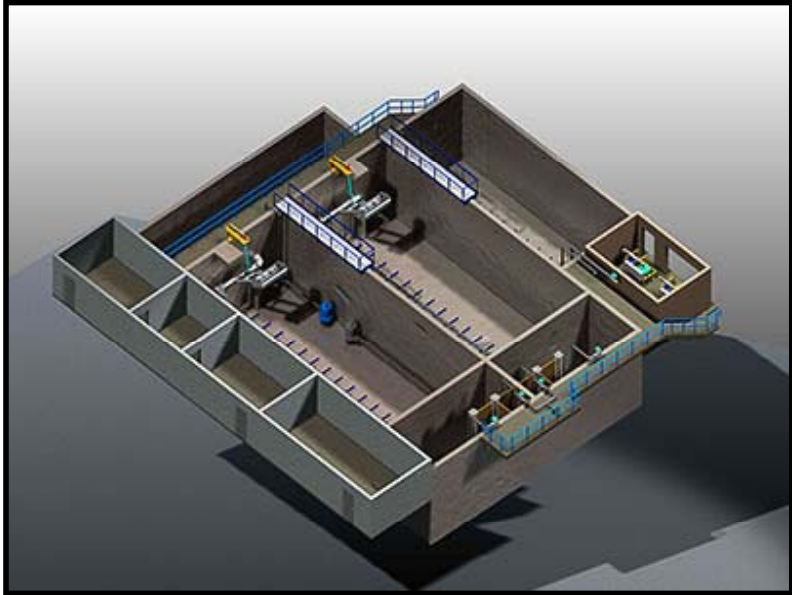
Proces prečiščavanja se odvija u šest odvojenih operacija:

- anaerobno punjenje,
- aerobno punjenje,
- reakcija razgradnje,
- taloženje,
- dekantovanje, pražnjenje.



Primer za SBR

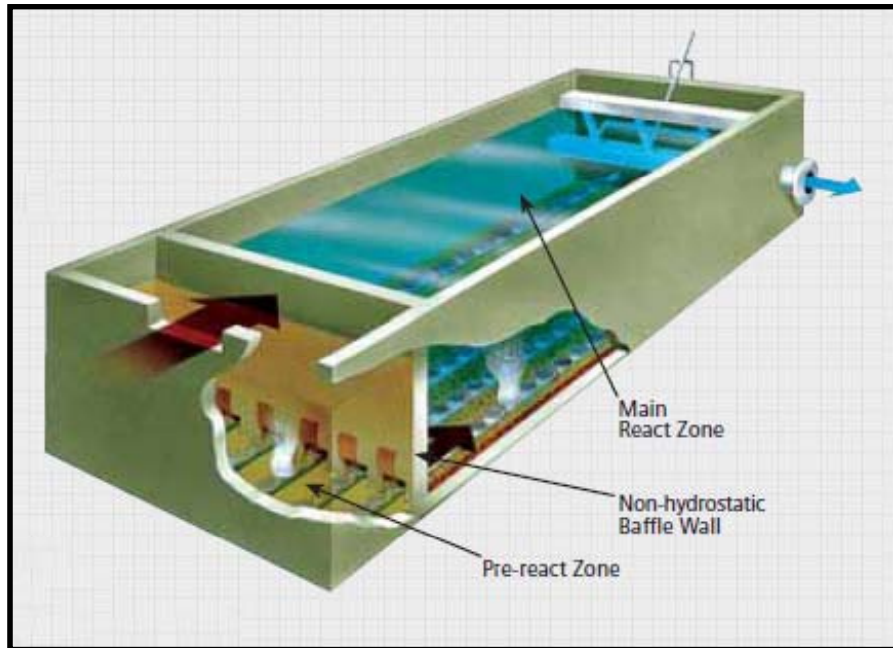




Izglied SBR



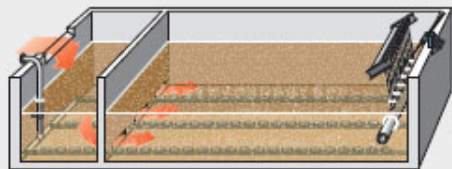
Reaktor sa naizmeničnim ciklusom rada - ICEAS (Intermittent Cycle Extended Aeration System)



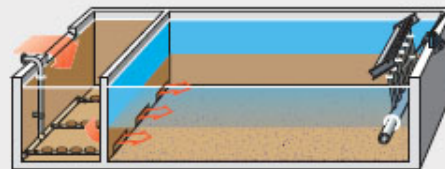
React – Periods of aeration and/or mixing are applied to achieve the desired biological treatment.

Settle – Aeration and/or mixing are discontinued allowing solids to settle to the bottom of the basin leaving a layer of clear, treated water at the top.

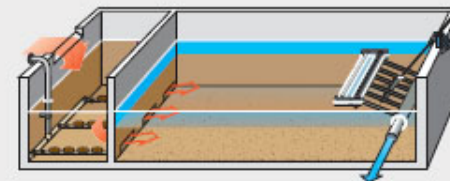
Decant – The clear, treated water is removed by an automated, time-controlled decant mechanism.



React



Settle

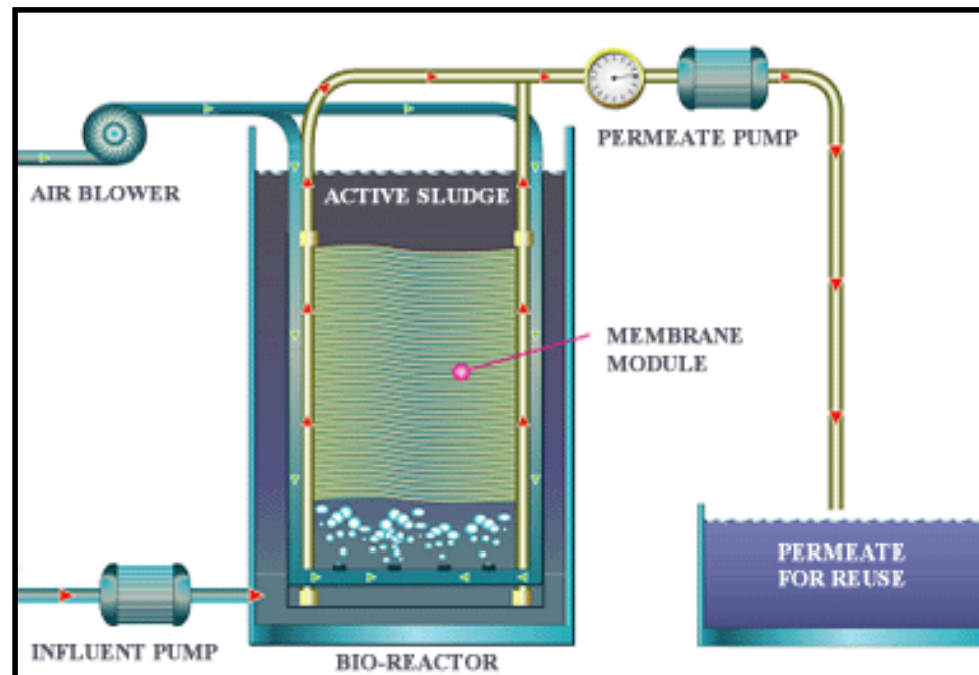


Decant

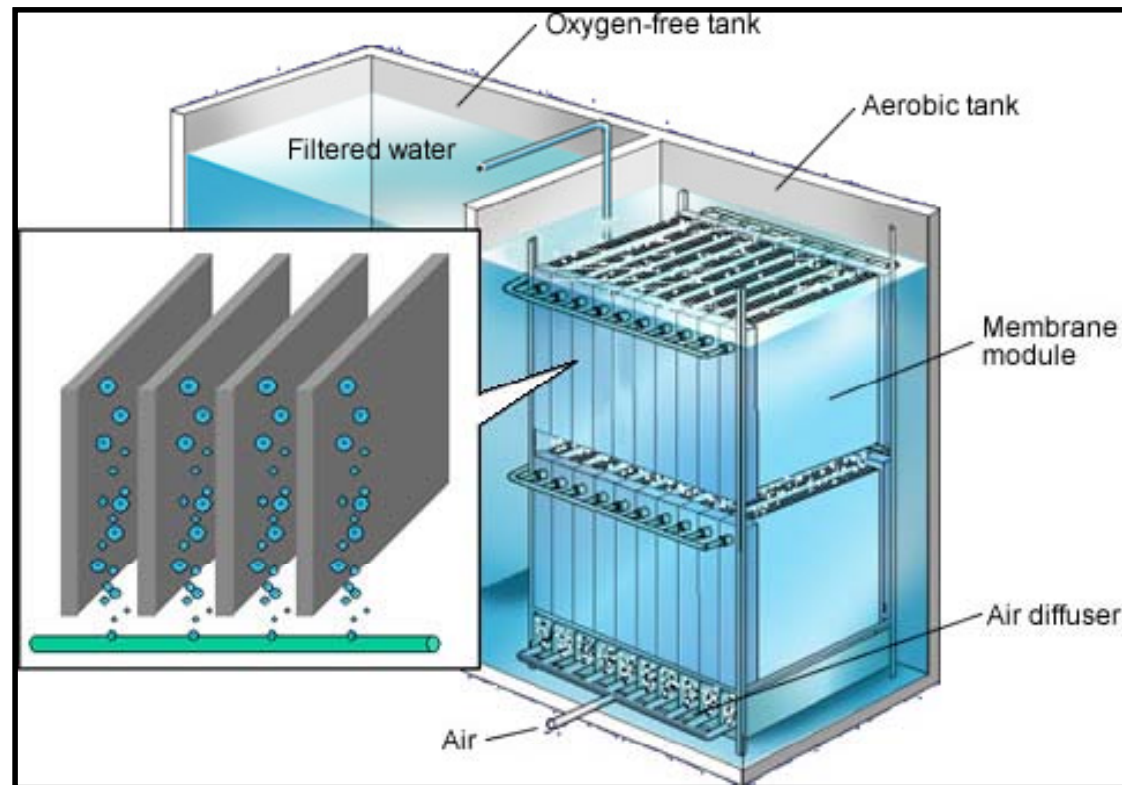
Membranski bioreaktori - MBR (Membrane Bioreactor)

84

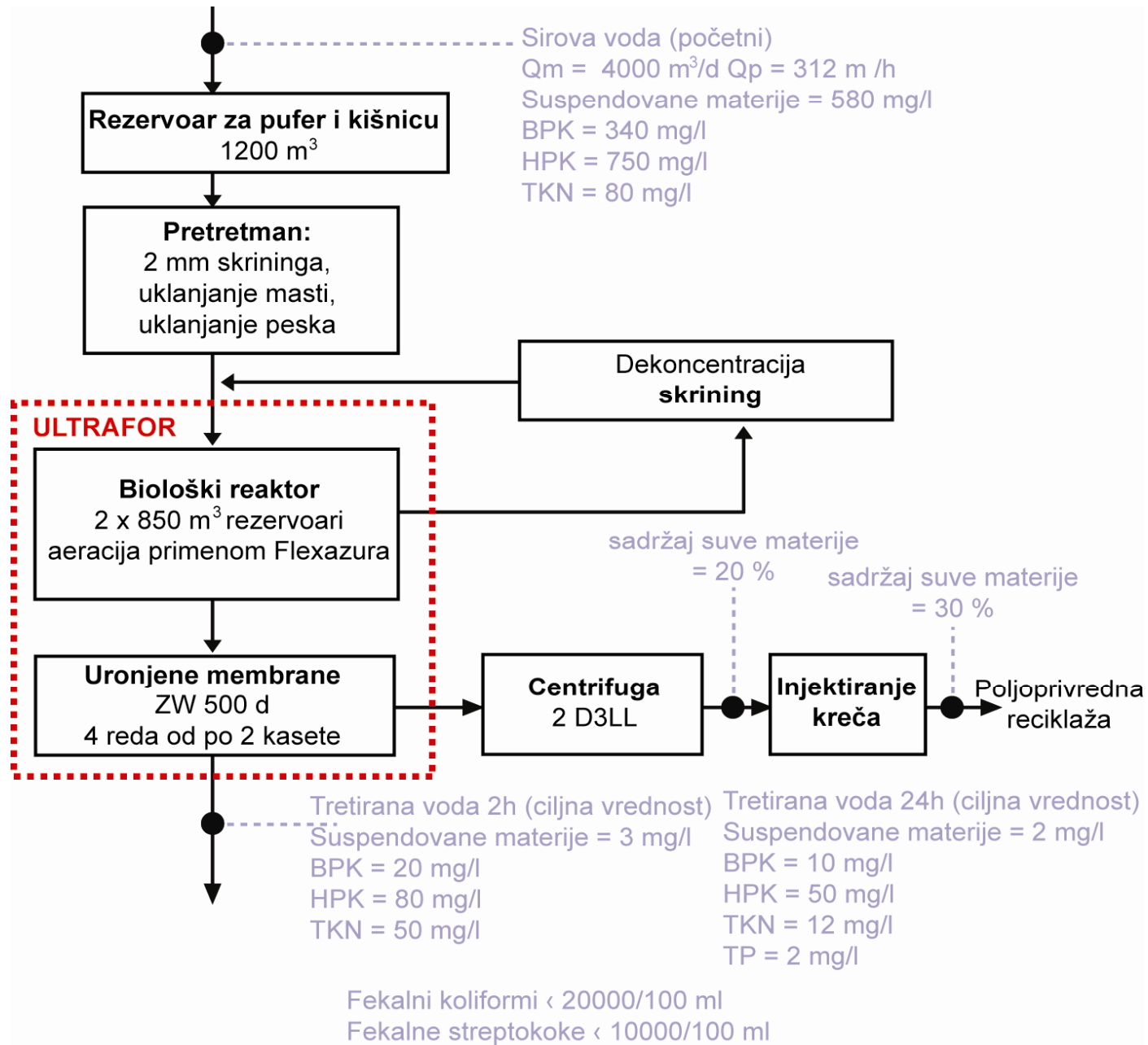
- **MBR** je tehnologija koja se široko upotrebljava u preradi komunalnih i industrijskih otpadnih voda, a predstavlja kombinaciju membranskih procesa (kao što su mikro- i ultra-filtracija) za čvrsto/tečnu separaciju i biofiltera sa imobilisanim rastom.



- Ovom tehnologijom se mogu redukovati organske materije i do 99%, kao i jedinjenja fosfora i azota
- **Barijera za mnoge patogene mikroorganizme, između ostalih, i za *Cryptosporidium* i *Giardia***







Eksploataciona problematika

88

- Broj zaposlenih na navedenim postrojenjima kreće se između 1 i 3 u zavisnosti od veličine i usvojenog postupka prečišćavanja
- Potrošnja energije kreće se u opsegu 20 – 40 kWh/ES, s tim da u principu, ona je manja na većim postrojenjima, što važi i suprotno
- Obezbeđenje ujednačenog, visokog efekta rada malih postrojenja, pretpostavlja stalno praćenje, merenje i regulaciju važnijih parametara procesa
 - Pri tome mogućnost automatskog upravljanja procesa malih postrojenja, manja je nego kod velikih, kako iz tehničkih tako i iz ekonomskih razloga
 - Shodno tome, stručno vođenje procesa prepušteno je osoblju i zato ono mora imati odgovarajuću kvalifikaciju
- Na svakom postrojenju, nezavisno od njegovog kapaciteta, treba da postoji tzv. sopstvena kontrola procesa
- Obim, vrsta i učestalost kontrole na važnijim tačkama procesa, zavisi od vrste postupka i kapaciteta postrojenja

Eksploataciona problematika

89

- Kvalitetno vođenje procesa i održavanje postrojenja na malim kanalizacionim sistemima se teško može uspešno obavljati **bez pomoći rukovaocima sistema sa strane**
- Pomoć se može organizovati na nekoliko načina, na primer:
 - Daljinsko vođenje više malih sistema iz jednog centra, odgovarajuće kadrovski opremljenog
 - Složenije analize obavljati u velikoj laboratoriji (na primer: veliki vodovod, Laboratorija posebnog centra za male sisteme, Univerzitetska laboratorija)
 - Složeniji zahvati u održavanju malih sistema da izvode mobilne, specijalizovane ekipe

Diskusija

90

- Značaj malih kanalizacionih sistema!



Konvencionalni tretman
aktivnim muljem

FARMACEUTICI U OTPADNIM VODAMA NASELJA – KRATAK PREGLED TEHNIKA ZA UKLANJANJE

UPOTREBA OTPADNIH VODA U POLJOPRIVREDI

TEHNIKE UKLANJANJA TEŠKIH METALA IZ OTPADNIH VODA

MOGUĆNOSTI PRIMENE ELEKTROKINETIKE ZA TRETMAN OTPADNIH VODA I MULJA