



Prezentacija knjige:

Dr. Mikloš Patziger

Efikasan rad srednjih i malih postrojenja za obradu otpadnih voda: tehnološke osnove



**Dr. Mikloš Patziger, docent
Univerzitet tehnologije i ekonomije u Budimpešti
Katedra za vodno – ekološko inženjerstvo**

Udruženje Mađarskih vodovoda (MAVÍZ)

Srpski, engleski i mađarski

mr. Rudolf Cinkler. dipl.ing.građ.

Ministarstvo spolnih poslova Republike Mađarske

Inspiracija za one koje se bave ili će se baviti radom postrojenja za obradu otpadnih voda.

Program “Čista Srbija”

165 novih PPOV

Srednja i mala postrojenja

Kratka: brza asistencija,
pomoć pri obuci za upravljanje radom,
uputi za rešavanje nastalih problema

Fokus na praksi.

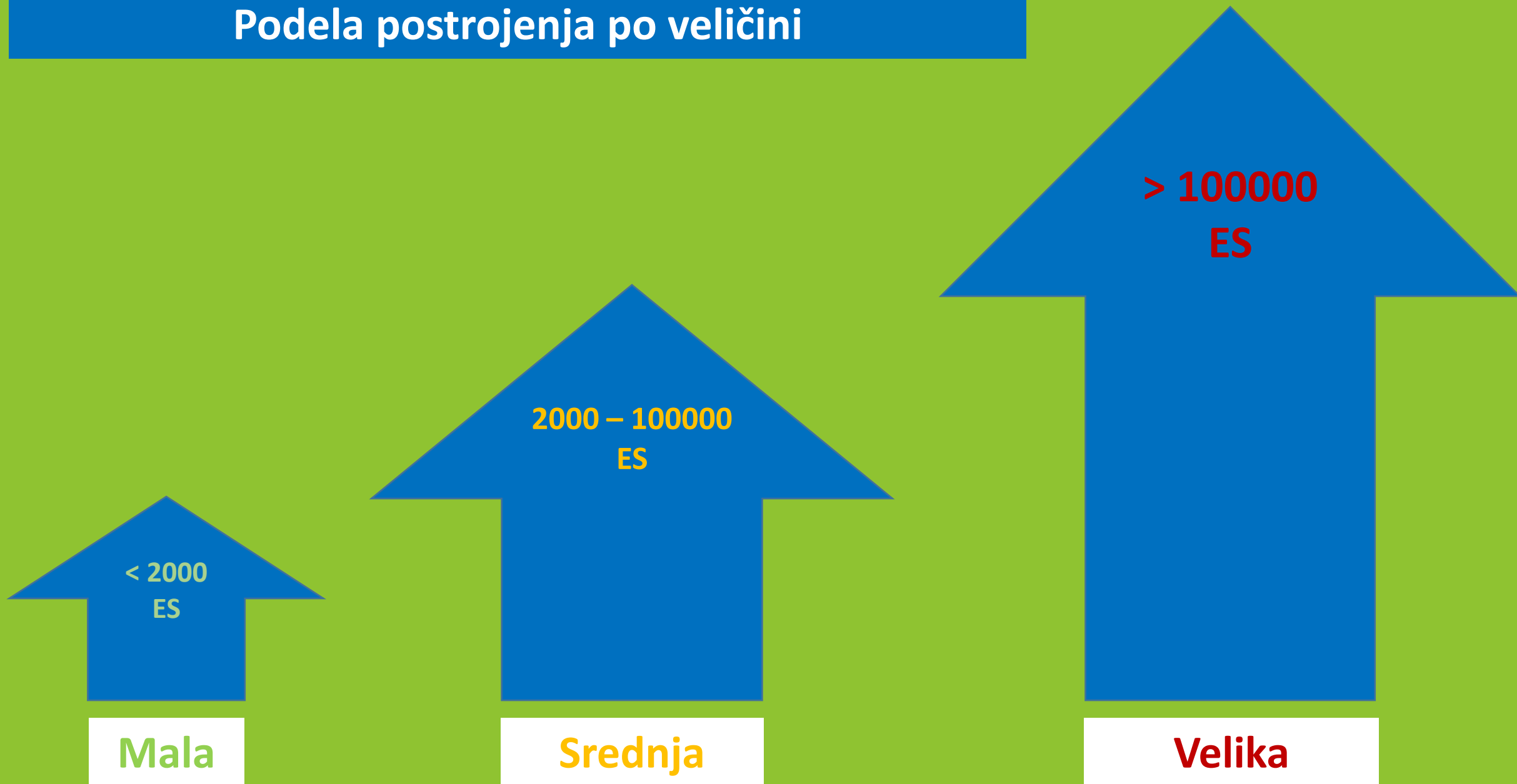
Praktični saveti , primeri proračuna.

Istorijski podaci, najnovije metode CFD

(računarska simulacija dinamike tečnosti)



Podela postrojenja po veličini



3. Koncept otpadnih voda

Otpadna voda označava vodu čiji je kvalitet fizički, hemijski i biološki izmenjen na nepovoljni način usled ljudske upotrebe.

Ostaci lekova,
hormoni ...

Skoro svi elementi
periodičnog sistema

Bakterije,
virusi,
gljivice...

Kanalizacija

PPOV

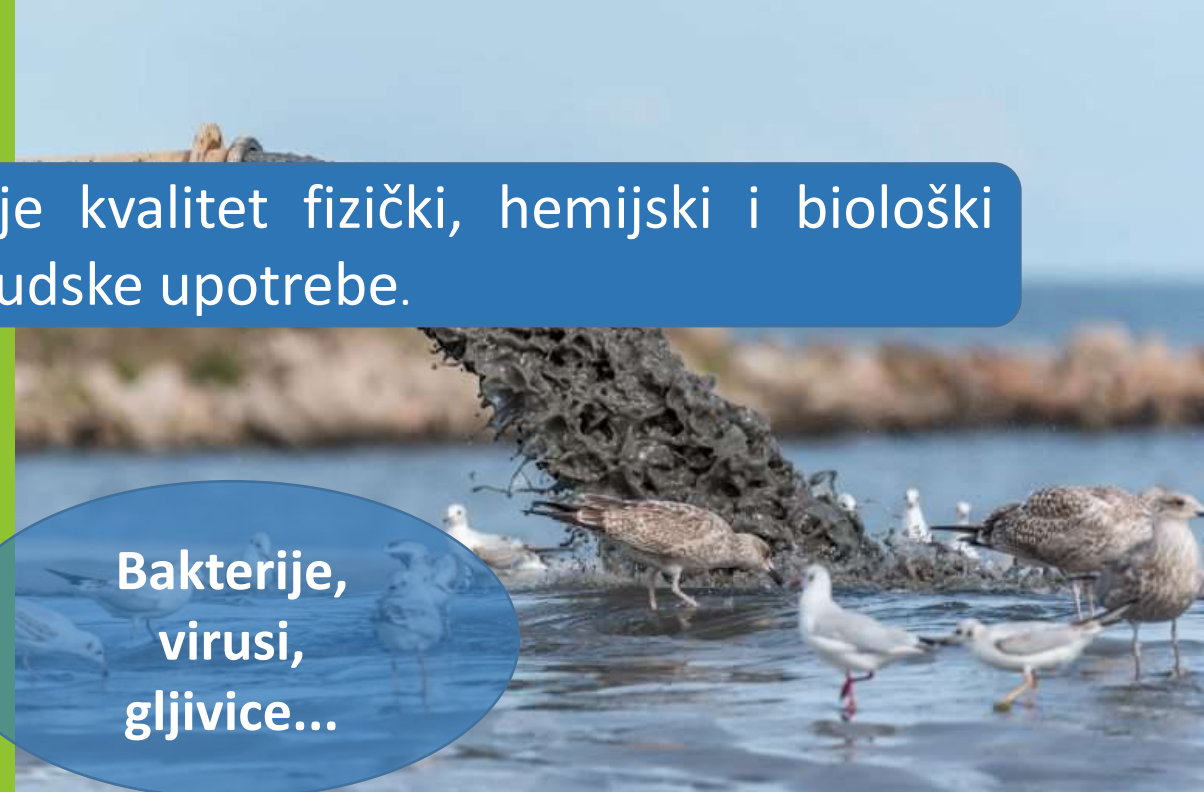
Sistem otpadne vode ili
Kanalizacioni sistem



Komunalna

Industrijska

Atmosferska

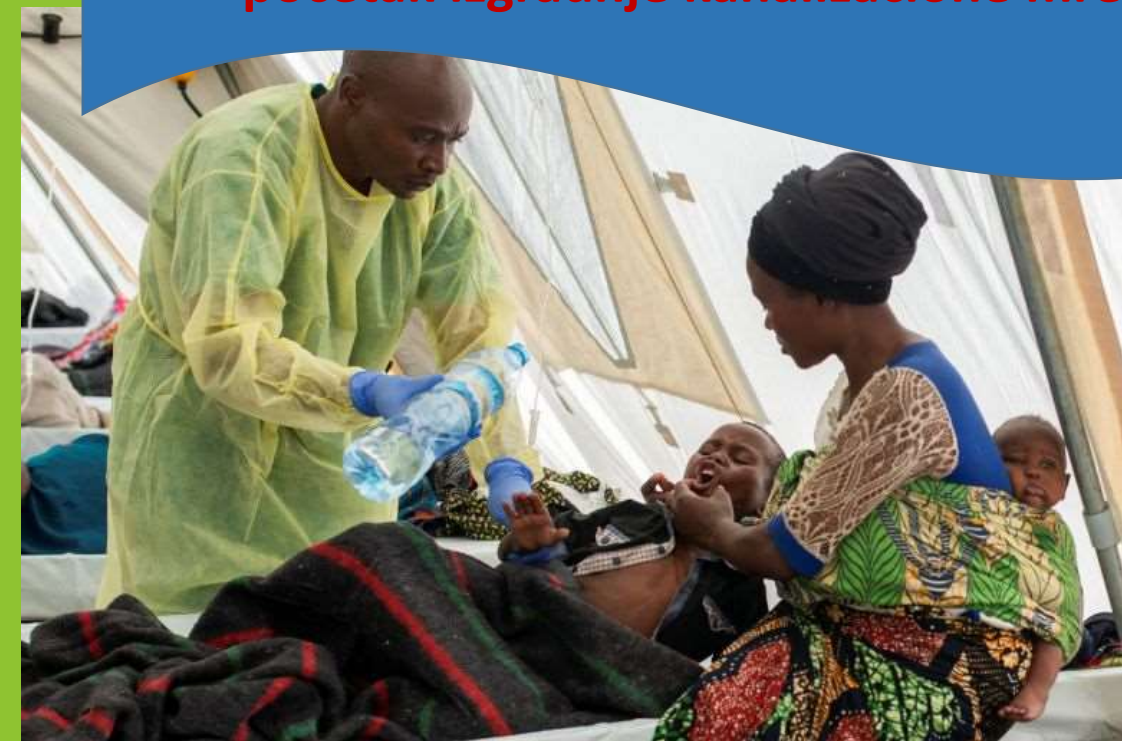


Prepoznavanje značaja kanaizacionih sistema

**Dr. Džon Snou, britanski lekar,
širenje kolere preko vode,
početak izgradnje kanalizacione mreže.**



1854 g.



4. Veza između PPOV, kanalizacione mreže i vodoprijemnika

Čvrsti mat.

zemlja

Vodoprijemnici

jezero

potok

Hid. opt.

Zašto PPOV ?

N, P

rastvorenog O₂

vodotok

more

reka

$$DWA: Q_{maks\ PPOV\ Kiš\ p} \leq 2 \times Q_{maks\ PPOV\ Suvi\ p}$$

10.17.2001

Ispiranje mulja

Praktični saveti za smanjenje i rešenja za hitne slučajeve

-treba da se...
-da se preusmeri....



Parametar	1mg/l Suspendovana m.
BPK5	0,3 - 1 mg/l
Ukupan P	0,02 – 0,04 mg/l
.....	

Ponovno formiranje biomase, T

5. Kvantitativne i kvalitativne karakteristike otpadnih voda

Merodavne količine

Merenje, prikupljanje, arhiviranje i analiza podataka

$Q_{sr,dn, suvo}$

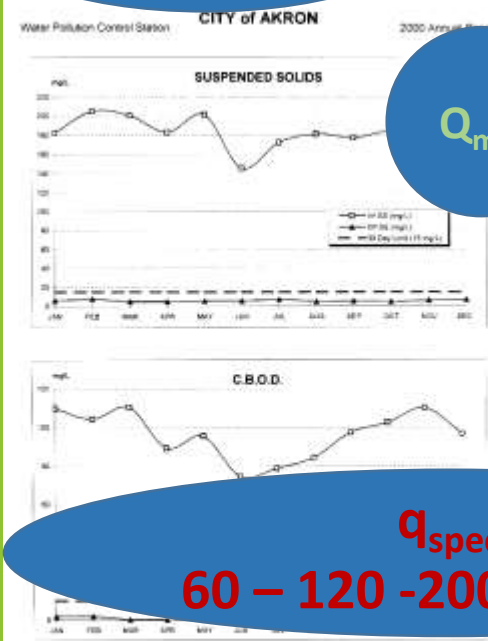
$Q_{sr,dn, kisno}$

$Q_{maks,dn, kisno}$
(10 čas, 16 čas)

$Q_{maks,dn, suvo}$

Q_{min}

Suženje,
Paršal.



Date	COD			BOD			Total nitrogen			Total phosphorus		
	Influent	Effluent	Efficiency	Influent	Effluent	Efficiency	Influent	Effluent	Efficiency	Influent	Effluent	Efficiency
05.05.2015	692	37	94,7	114	3	97,4	51	5,5	89,1	7,6	0,68	91,2
06.05.2015	644	5	99,2	225	5	97,8	53	4,9	90,8	7,7	0,68	91,2
07.05.2015		4	98,3		4	98,3	48	4,2	91,3	7,1	0,68	91,2
08.05.2015		3	99,2		3	99,2	44	3,2	92,7	11,4	0,68	91,2
09.05.2015		3	99,2		3	99,2	40	4,2	89,4	9,9	0,68	91,2
		3	99,0		3	99,0	45	4,4	89,7	12,9	0,69	94,7
		3	98,2		3	98,2	57	4,0	93,0	5,3	0,68	87,7
		3	98,7		3	98,7	53	3,8	92,8	7,7	0,69	91,2
		4	98,5		4	98,5	56	5,3	90,6	11,1	0,68	93,0
		6	98,6		6	98,6	71	6,4	90,9	14,5	0,80	94,7
		3	99,2		3	99,2	93	4,2	95,3	25,6	0,90	96,7
		4	98,7		4	98,7	79	5,0	93,7	27,4	0,93	96,7
		3	99,0		3	99,0	79	3,6	95,4	25,2	0,92	96,7
		5	97,9		5	97,9	72	4,3	94,1	13,1	0,60	95,0
		6	97,1		6	97,1	72	8,9	87,7	17,7	0,80	95,0

Date	Efficiency	Total phosphorus			Suspended solids			Wastewater			
		Influent	Effluent	Efficiency	Influent	Effluent	Efficiency	Inlet		Outlet	
	%	mg/l	mg/l	%	mg/l	mg/l	%	Sun	Average	Sun	Average
05.2015	89,1	7,6	0,46	93,9	483	10,8	97,8	29.348	1.223	22.227	1.223
05.2015	90,8	7,7	0,93	88,0	448	18,5	95,9	27.936	1.164	18.423	1.164
05.2015	91,3	7,1	0,67	90,6	373	12,5	96,6	28.402	1.183	20.330	1.183
05.2015	92,7	11,4	0,69	94,0	483	13,3	97,3	27.140	1.131	19.678	1.131
05.2015	89,4	9,9	0,68	93,1	433	11,8	97,3	26.744	1.114	18.834	1.114
		12,9	0,69	94,7	513	16,8	96,7	25.016	1.042	17.447	1.042

Q_{spec}
60 – 120 -200 l/st/dan

Induktivni merači Q



Koncentracija, opterećenje, ES

Makroskopski nivo

Koncentracije X [mg/l, g/m³]

plutajući

taložni

lebdeći

koloidni

rastvoreni

Opterećenje
 $L = X$ [kg/m³] x Q [m³/dan]

Parametri za obradu vode

pH, T

BPK₅, HPK

Parametri za hranljive sastojke

TOC, ROC

Uk. susp. mat.

Primer
proračuna ES

Oblici azota (uk. Azot, TKN, organski azot, amonijum N, nitrit, nitrat)

Ukupni fosfor



Tabelarni prikaz merodavne pH vrednosti za
građ obj.



Miris

Karl Ludvig Imhof (1876 – 1965)



**Nagrada
“Karl Imhoff Award”
Nemačko udruženje
za najbolji naučni rad**

Komponenta	Simbol	Razblažena otpadna voda [mg/L]	Otpadna voda sa normalnom kon- centracijom [mg/L]	Koncentro- vana otpad- na voda [mg/L]
Hemijska potrošnja kiseonika	HPK			
Biološka potrošnja kiseonika	BPK ₅			
Ukupne suspendovane materije	SM	<250	250-400	
Ukupni azot	ukupan N	<40	40-70	
Amonijačni azot	NH ₄ -N	<30	30-60	
Nitritni azot	NO ₂ -N	0	0	

Otpadna voda iz kanalizacione mreže

Strane vode
kišnica, pod. v., infiltrirane v.

BPK₅ : HPK = 1 : 1,5 -2,0

BPK₅ : HPK = 1 : 1,5

Procedne vode iz postrojenja –
prethodna obrada



Prečišćena voda

Komponenta	Simbol	Opseg koncentracije [mg/L]
Hemijska potrošnja kiseonika	HPK	<50-125
Biološka potrošnja kiseonika	BPK ₅	<10-25
Ukupne suspendovane materije	SM	< 10-35
Ukupni azot	ukupan N	< 10-25
Amonijačni azot	NH ₄ -N	< 0-5
Nitritni azot	NO ₂ -N	0
Nitratni azot	NO ₃ -N	< 7-20
Organski azot	org. N	< 2-5
Ukupni fosfor	ukupan P	< 0.75 -



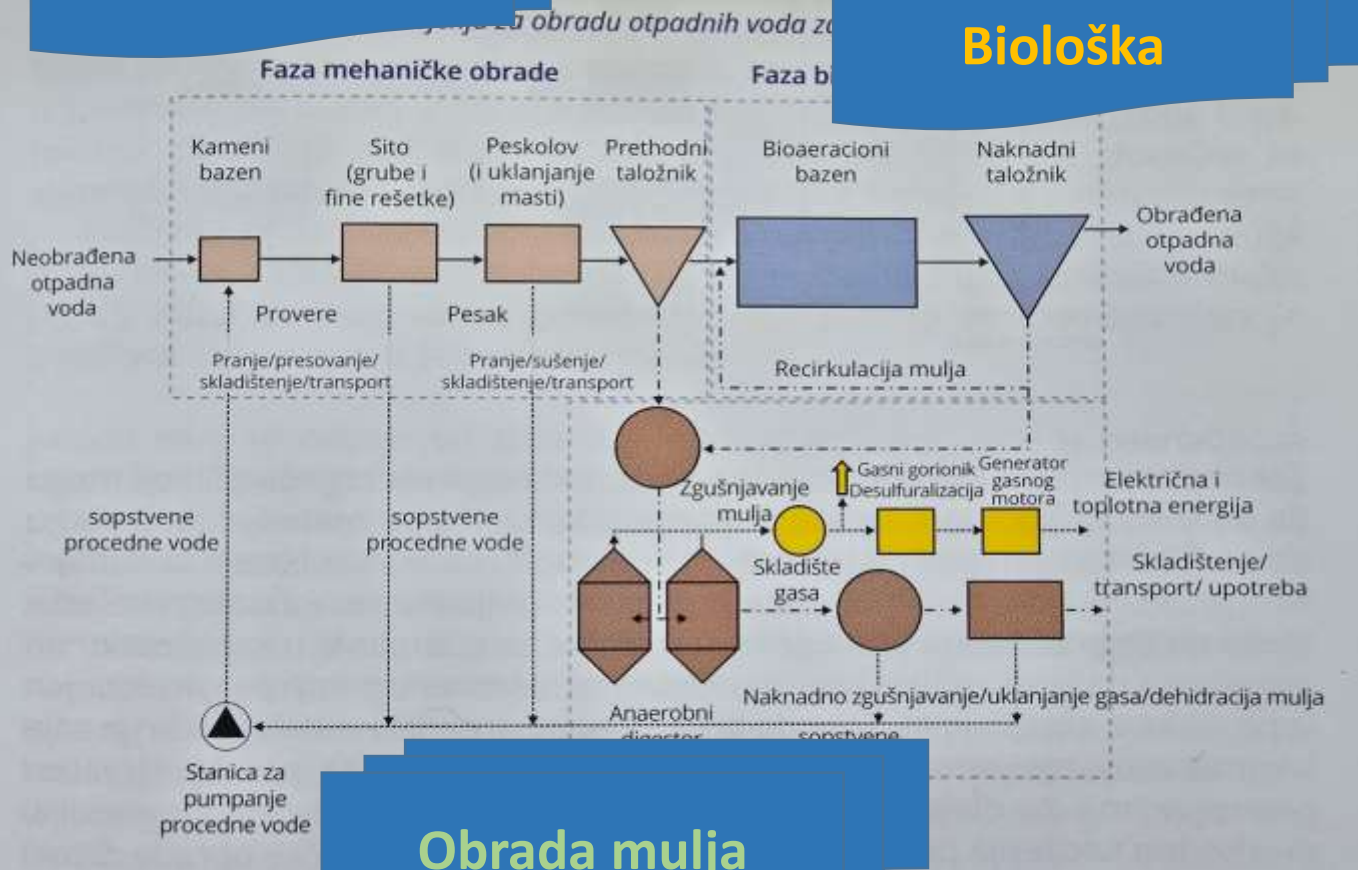
Komponenta	Simbol	Opseg koncentracije [mg/L]
Hemijska potrošnja kiseonika	HPK	2000 <
Biološka potrošnja kiseonika	BPK ₅	1500<
Ukupne suspendovane materije	SM	1500<
Ukupni azot	ukupan N	150<
Amonijačni azot	NH ₄ -N	140<
Nitritni azot	NO ₂ -N	0
Nitratni azot	NO ₃ -N	< 7-20
Organski azot	org. N	< 2-5
Ukupni fosfor	ukupan P	< 0.75 -

Otpadna voda iz septičkih jama

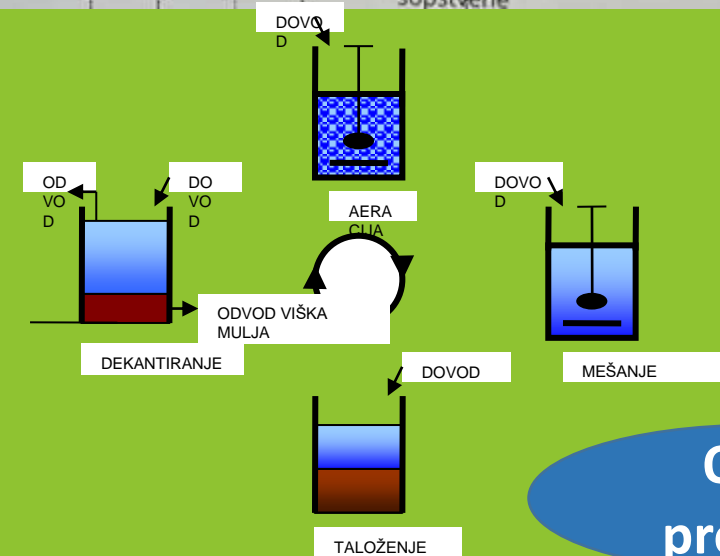
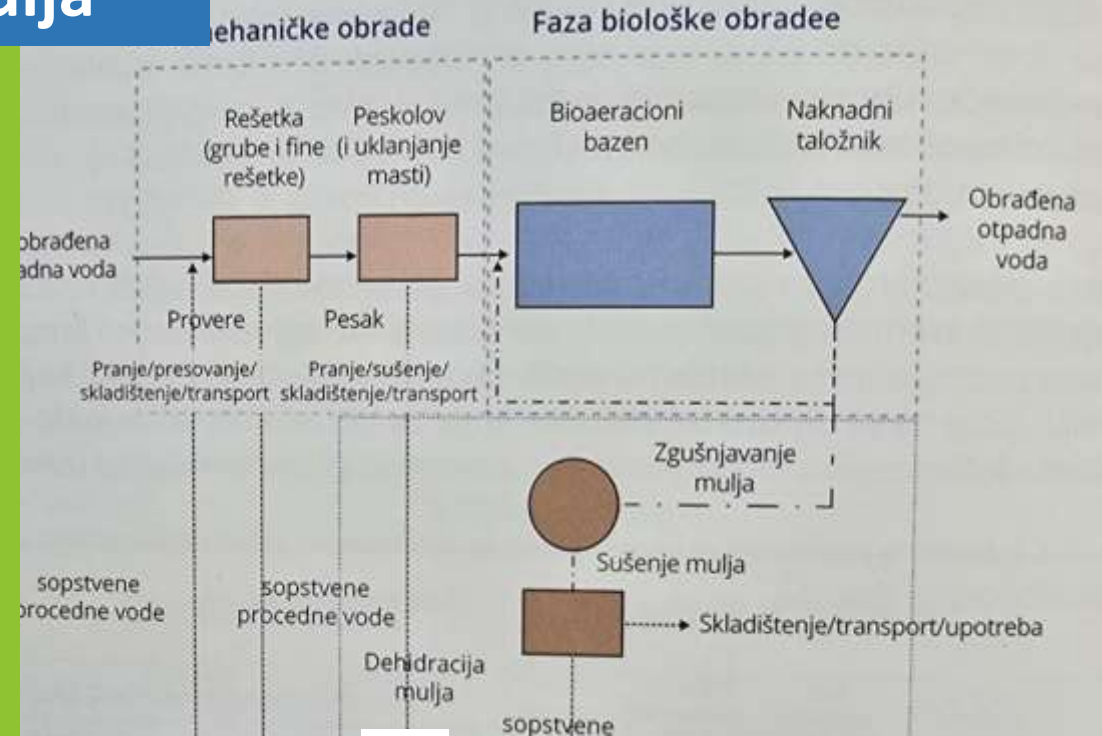
6. Procesi u obradi otpadne vode i obradi mulja

Mehanička

Biološka



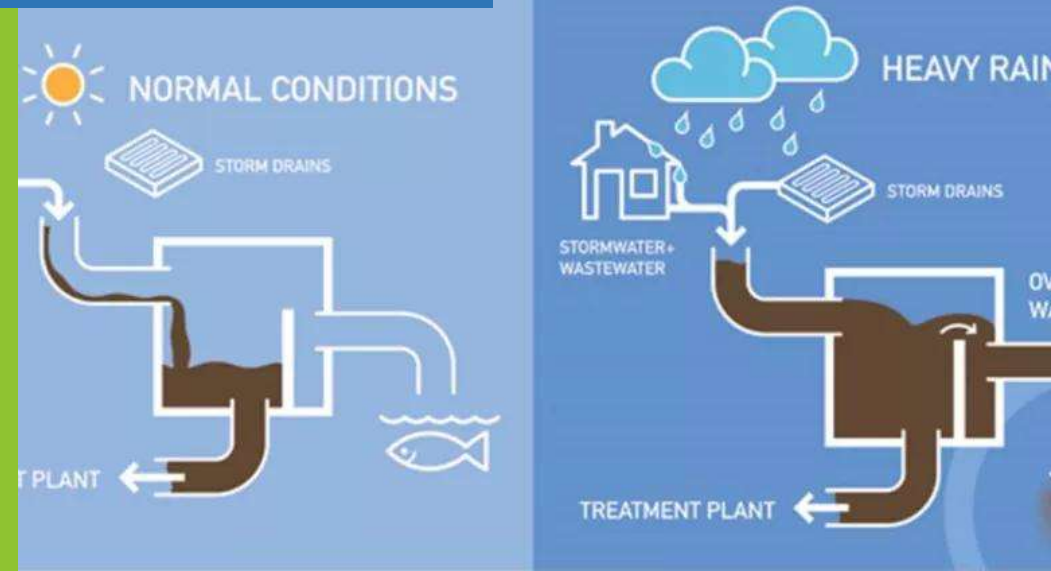
Obrada mulja



Opis procesa

7. Strukture i oprema za mehaničku obradu otpadnih voda

Retenzija za kišnicu i prelivi za atmosfersku vodu



Rešetke

Gruba

Fina sita

3 - 6 mm

> 6 mm

Gruba sita

Ravna

Kameni bazeni

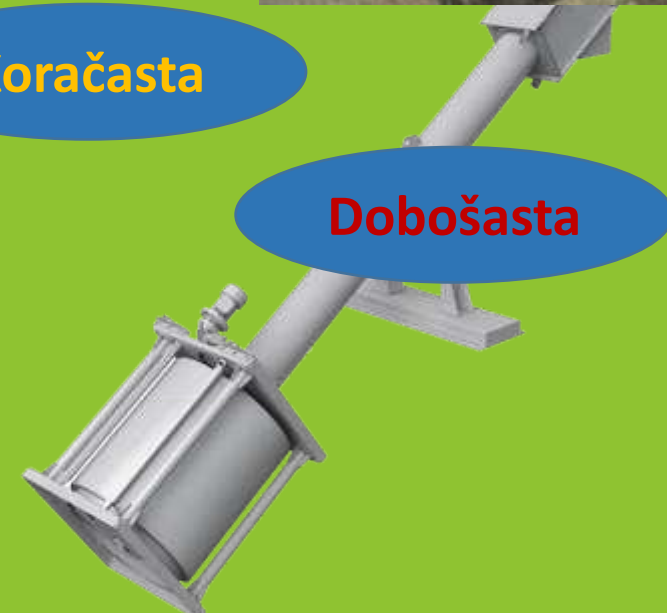
Koračasta

Dobošasta

Gubitak sita

Kontrola i regulacija čišćenja sita

Pranje, sabijanje i skladištenje



Peskolovi

Vrste peskolova

Vrste peska u otpadnim vodama kao i njihova koncentracija i tipična količina



Horizontalni

Tangencijalni



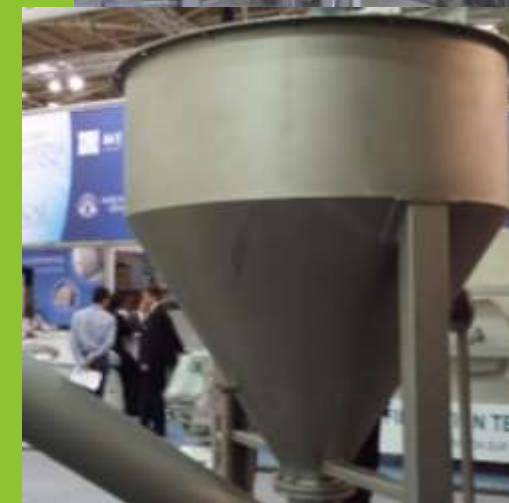
Aerisani



Parametri za projektovanj peskolova

Tabela 7-2: Parametri za projektovanje peskolova (DWA, 2006.)

Parametar	Preporučeni opseg vrednosti
Horizontalni (dužinski) protok	< 0.1 m/s
Poprečni presek (spiralni) prosečni protok	~ 0.3 m/s
Oblast poprečnog preseka (bez mastolova)	1-15 m ²
Dužina bazena (L)	bar 10 puta veća od širine (b) maks. 50 m
Hidraulički podaci	
Vreme hidrauličkog zadržavanja (za Q_{max})	~ 10 min
Vreme hidrauličkog zadržavanja za apsolutni maksimum	~ 5 min
Vreme hidrauličkog zadržavanja za minimalni protok	~ 20 min



Pranje, sušenje i skladištenje peska

Prijem otpadne vode iz septičkih jama



Prijem



Buffer, havarijski bazen



Q, pH, elektrovodljivost



Mehanička obrada



22.07.2010 12:30

Prethodni taložnici

Površinsko opterećenje

Posebni slučajevi –
podzemno dreniranje

Digestija - Biogas

PT

Denitrifikacija
BPK₅ / uk. N = 4

Zapremina

Komponenta zagađivača	jedi- nica	Vreme hidrauličkog zadržavanja (vreme bez padavina)		
		0.75-1 h	1.5-2 h	> 2.5 h
HPK	%	30	35	40
BPK ₅	%	30	35	40
SM	%	50	60	65
ukupan N	%	10	10	10
ukupan P	%	10	10	10

Operativni ciljevi PT – tabelarni pregled

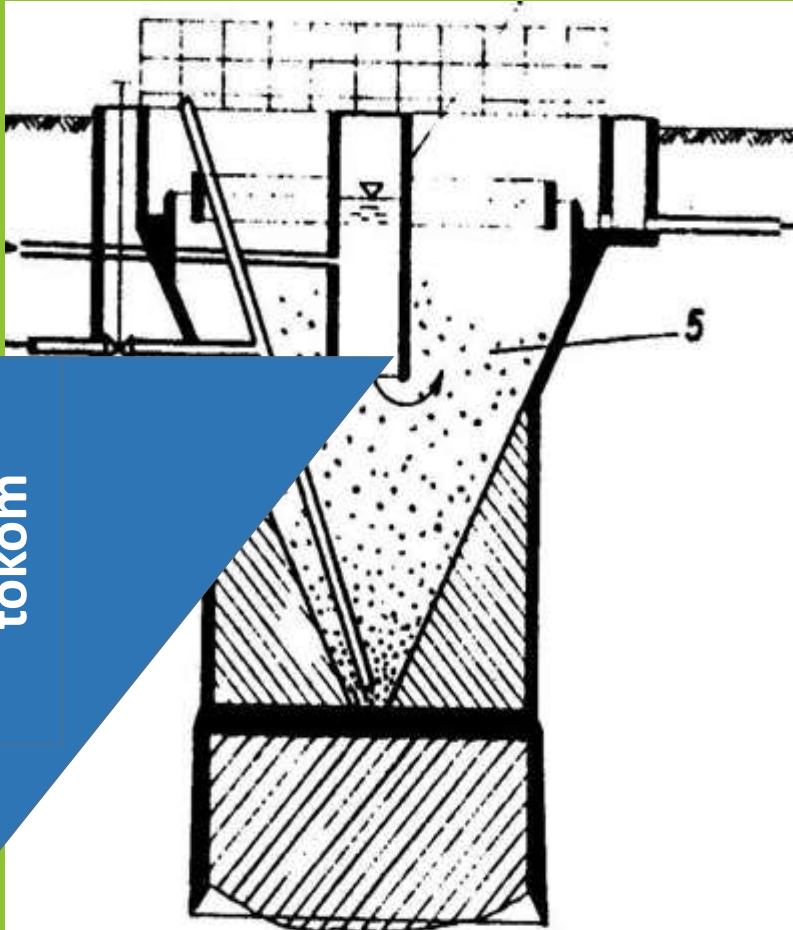
Velčina postro- jenja za obradu otpadne vode	Technologija	Funkcija prethodnog taložnika	Projektantski i operativni ciljevi
	Procesi obrade otpadne vode i mulja		
1		biogasa i proizvodnja električne energije u postrojenju.	MAKSIMALNA efikasnost uklanjanja

Bez digestije –
koncentrovana otpadna v.

Horizontalni

Vertikalni

Kružni



sa vertikalnim
tokom

Pravougaoni



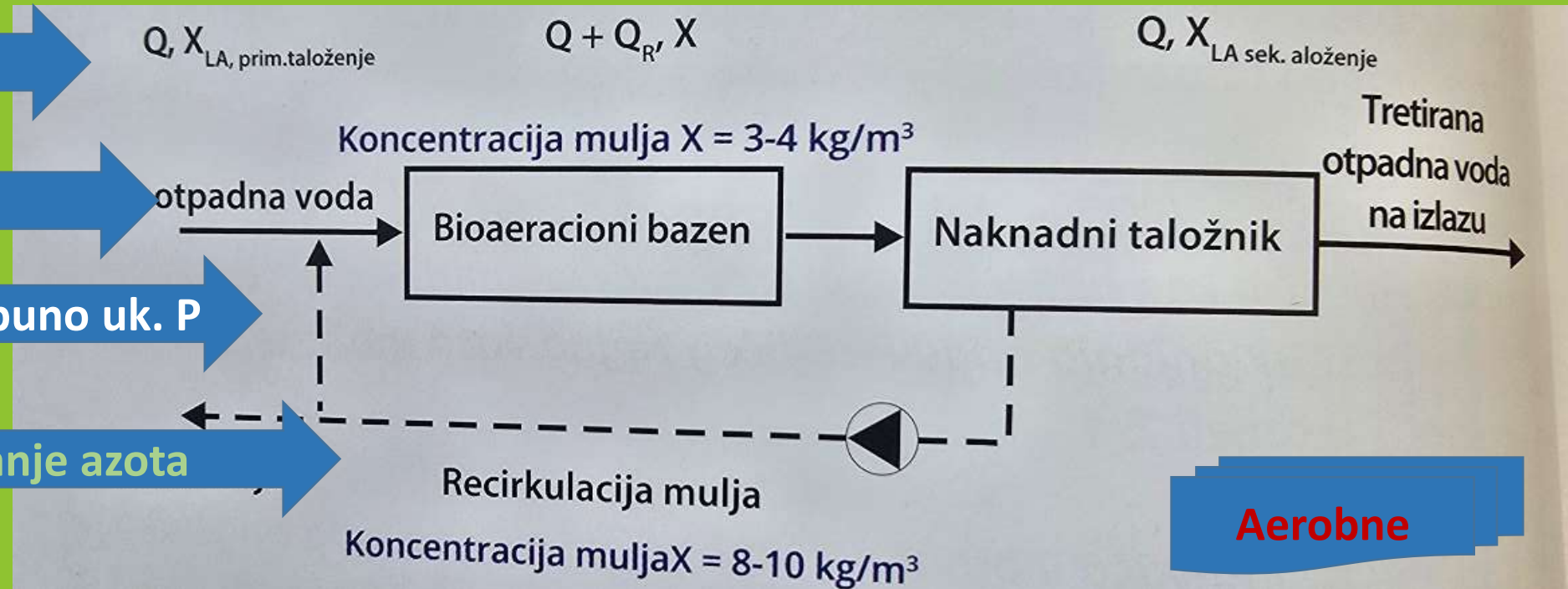
8. Procesi, objekti i oprema za fazu biološke obrade

Uklanjanje org. mat.

Oksidacija azota

Delimično ili potpuno uk. P

Uklanjanje azota



Anoksične

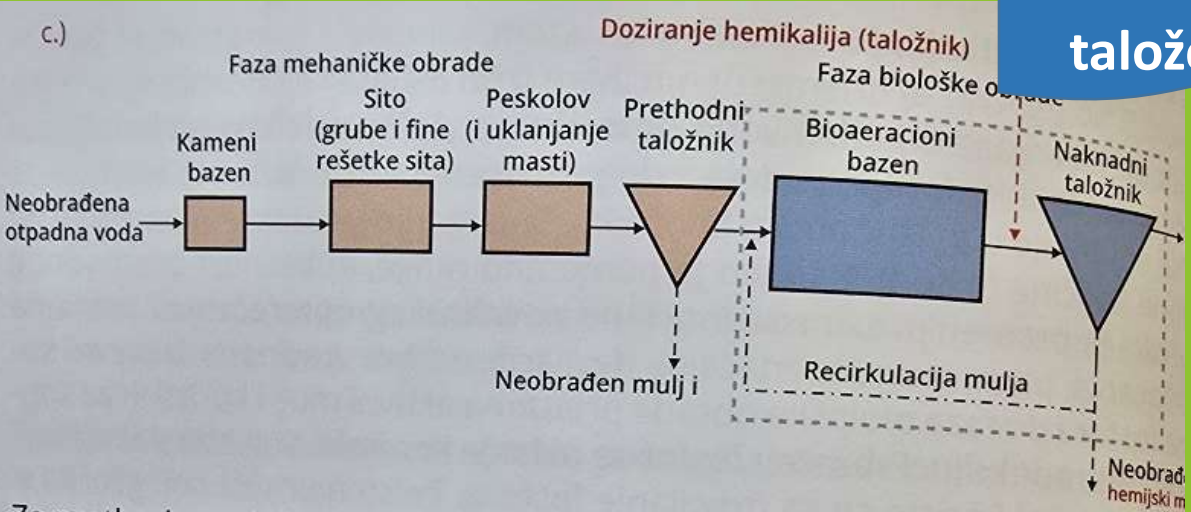
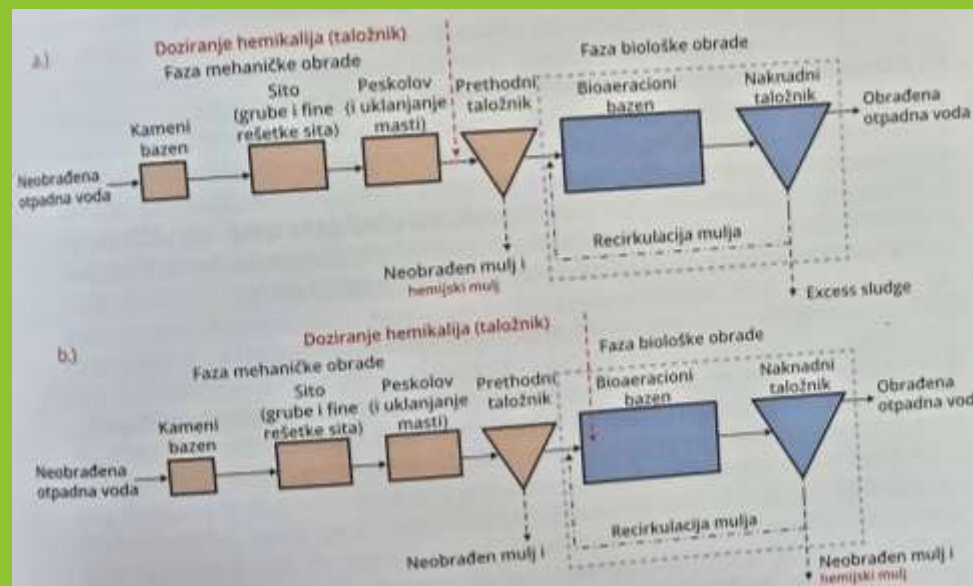
Anaerobne

Hemijsko uklanjanje fosfora

Prethodno

Simultano

Naknadno taloženje



Organska materija i uklanjanje azota

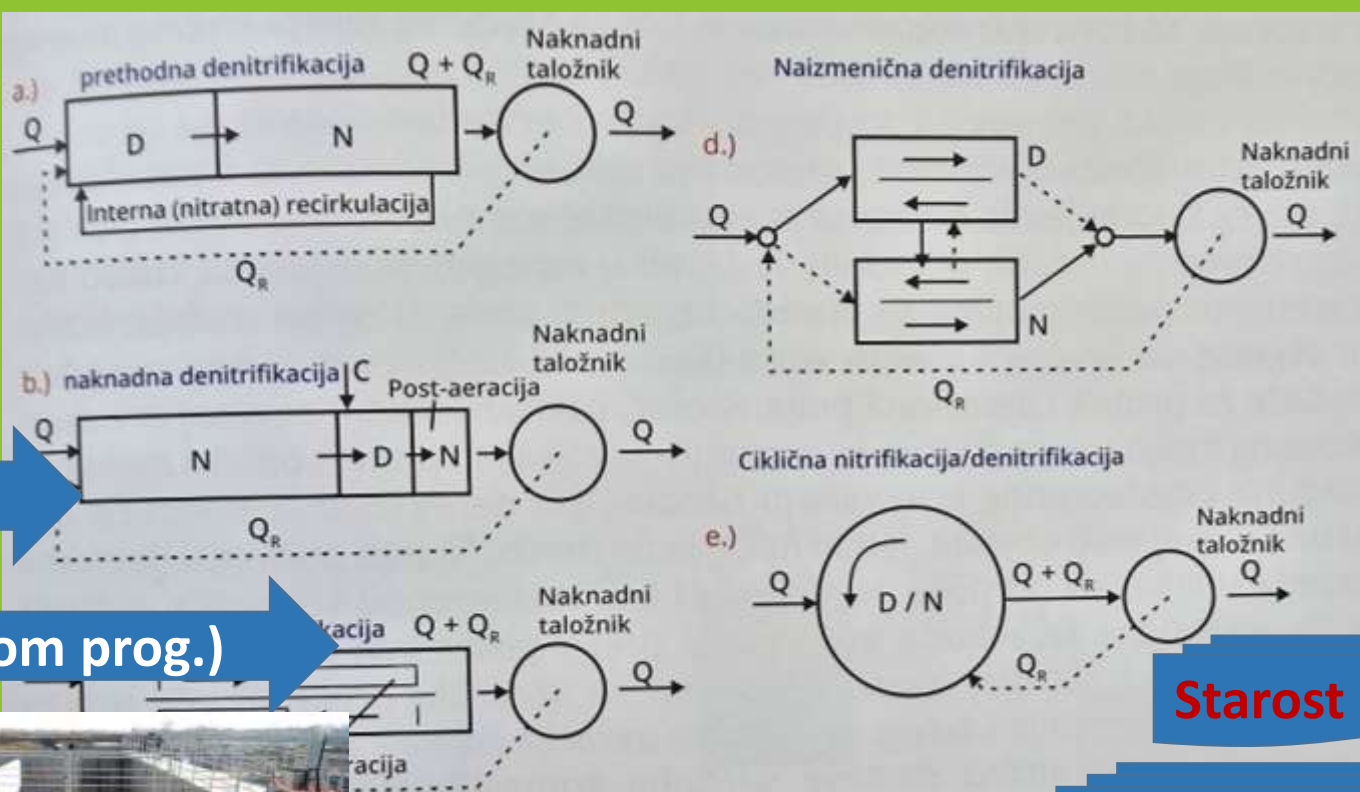
Prethodna denitrifikacija

Naknadna

Simultana

Naizmenična (prema vremenskom prog.)

Ciklična

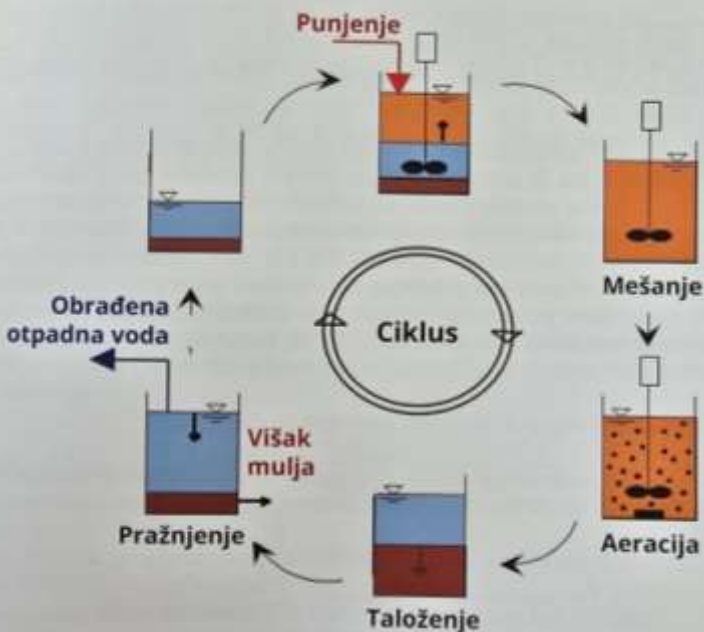


Starost mulja

Višak mulja

Zapremina bazena

Oprema



Aeracija

Površinski.



Mešači



Fina aeracija (dubinska)



Duvaljke

9. Naknadni taložnik

Mehanički postupak – smatra se biološkim pos.

Količina	Simbol	Jedini-ca	KRUŽNI	PRAVOUGAONI	
			tabla	tabla	
Visina tablastog	h	m	0.4-0.6	0.4-0.9	0.15-0.30
Brzina	v_{SR}	m/h	72-144 (u okvi	maks. 108	36-108

Q, Q_R, X_R svojstva mulja za taloženje
index ISV, q_A, q_{SV}
dimzionisanje

Odvajanje aktivnog mulja od prečišćene vode

Zgušivanje – SM ↑

Retenzija mulja - kišni period

Tipovi kao kod PH



Plivajući i lebdeći mulj



Tip A

Dobra struktura mulja

Vlaknasti i tačkasti organizmi su u odgovarajućem odnosu.



Tip B

Loša struktura za flokule mulja

Opseg tačkastih mikroorganizama je suviše visok.



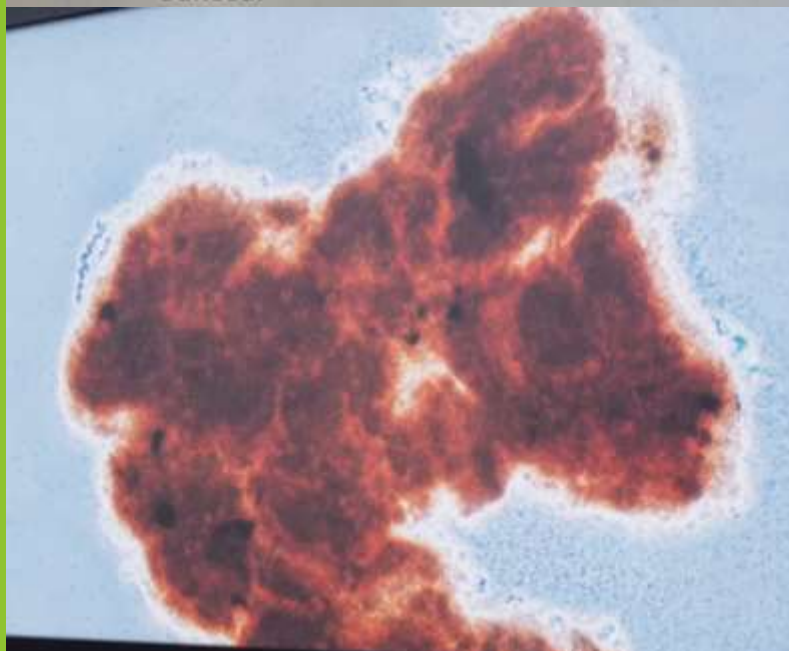
Tip C

Loša struktura za flokule mulja

Opseg vlaknastih mikroorganizama je suviše visok.

Karakter
zapremi
konce
(odlaz
nagomila

Br.	Tehnološka studija	Ispitivanje lokacije	Stvari koje treba testirati
1.	Sastav dolazne otpadne vode, evidencija industrijskih izvora, istraga mogućih materijala koji izazivaju stvaranje pene i rast plivajućeg mulja.	Dolazna otpadna voda	Da li je otpadna voda pogodna za stvaranje plivajućeg mulja?
2.	Sastav otpadne vode nakon prethodnog taloženja, vreme zadržavanja u prethodnom taložniku, odnos suspendovanih i organskih materija, odnos	Otpadna voda koja dolazi na biološku obradu	Da li su dostupni potrebni uslovi za organsku materiju i hranljive sastojke? Ima li truljenja? Da li je odnos dostupnih or



10. Obrada mulja

Stabilizacija

Smanjenje sadržaja vode

Sirovi m.:
1,5 ÷ 2 l/ES x dan
1 ÷ 2 % SM

Višak m.:
0,7 ÷ 1 % SM



Uklanjanje,
zgušnjivanje, aerobna
stabilizacija, naknadno
taloženje, sušenje,
kompostiranje,
toplotna, el. energija

Biogas

Odvajanje P



Stabilizacija

Aerobna



Anaerobna



Hemijska



Mehaničko zgušnjivanje



Stušenje mulja



Kompostiranje



Simulacija toka – CDF računarska simulacija dinamike tečnosti

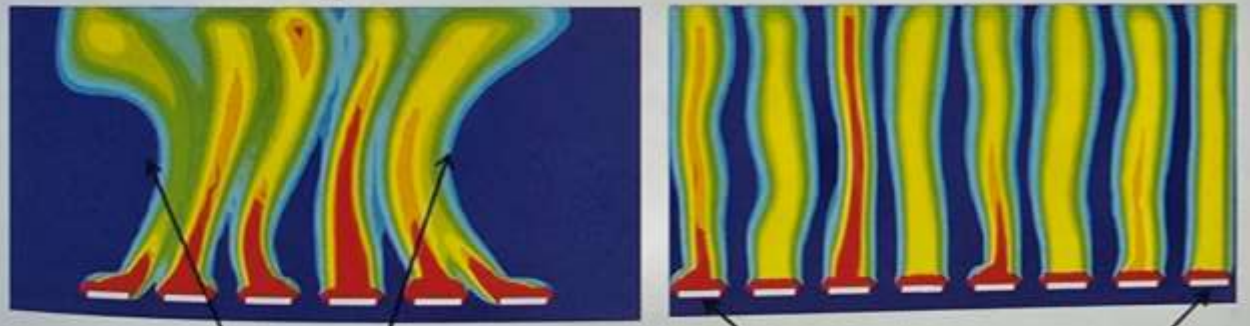
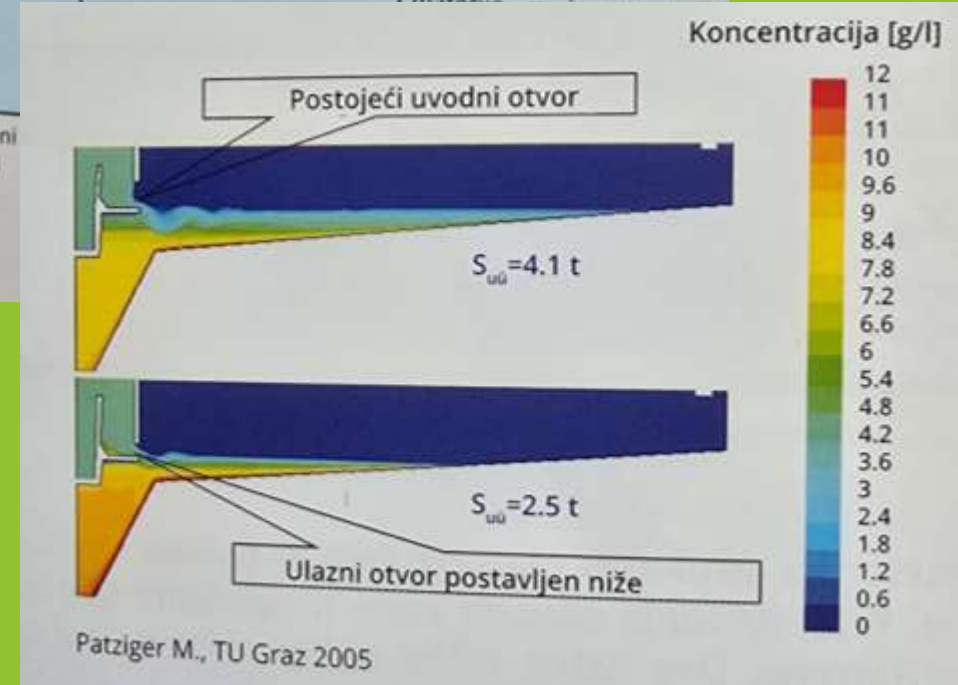
Ušteda

Poboljšanje efikasnosti



Neki od primera navedeni su u sledećoj tabeli:

Objekti	Stvari koje mogu da se poboljšaju ovom metodom	Rezultat
Rešetke	Poboljšanje toka do sita, proučavanje uticaja različitih razmaka između rešetki i oblika i izbor najpogodnijeg tipa sita za određene uslove.	Smanjenje povraćaja vode, stope protoka, sprečavanje taloženja pre sita, povećanje efikasnosti uklanjanja vlakna i radnu bezbednost formiranjem ujednačene optimizovane stope protoka
Peskolovi i pranje peska	Fino podešavanje, preuređivanje i projektovanje mešanja, aeracije i oblika objekata.	Povećanje efikasnosti uklanjanje i ispiranje peska, slanje mulja na biološku obradu smanjenje sadržaja organske materije



Patziger M., TU Graz 2005

11. Preporučena dnevna merenja i program samostalne kontrole postrojenja za preradu otpadne vode

Lokacije merenja	Izmerene količine
Dolazna otpadna voda	Q, HPK, BPK ₅ , SM, ukupan N, NH ₄ -N, pH,
Sito	Dnevna količina (zapremina) za izdvajanje materije
Peskolov	Dnevna količina peska (zapremina), opseg organske materije
Prethodno taloženje	Dnevna količina neobrađenog mulja i TS, opseg organske materije
Otpadna voda tokom prethodnog taloženja	Q, HPK, BPK ₅ , SM, ukupan N, NH ₄ -N, pH, T
Biologija	Recirkulisani tokovi otpadne vode (QR; QN), NH ₄ -N, NO ₃ -N, O ₂ , TS, ISV, zapremina dostave vazduha
Naknadni taložnik	nivo mulja
Obrađena otpadna voda	Q, HPK, BPK ₅ , SM, ukupan N, NH ₄ -N, NO ₃ -N,
Višak mulja	Dnevna količina uklonjenog viška mulja, TS, opseg organske materije
Zgušnjavanje	Količina zgusnutog mulja, TS
Sušenje	Količina osušenog mulja, TS

Frekvencija i kvalitet podataka

Merenje potrošnje el., Merenje en. velikih potrošača

COD		BOD			Total nitrogen			Total phosphorus		
Effluent	Efficiency	Influent	Effluent	Efficiency	Influent	Effluent	Efficiency	Influent	Effluent	Efficiency
mg/l	%	mg/l	mg/l	%	mg/l	mg/l	%	mg/l	mg/l	%
125	75%	250	20	70-80%	45	10.0	70-80%	7	1	80
37	94.7	114	3	97.4	51	5.5	89.1	7.6	0.46	95
34	94.7	125	5	97.8	53	4.9	90.8	7.7	0.93	88
66	90.2	340	4	98.3	48	4.2	91.3	7.1	0.67	96
31	95.8	165	3	99.2	44	3.2	92.7	11.4	0.69	94
42	93.4	158	3	99.1	40	4.2	89.4	9.9	0.68	93
35	95.1	291	3	99.0	43	4.4	89.7	12.0	0.69	94
56	94.0	169	3	98.2	57	4.0	93.0	5.3	0.68	87
39	96.4	256	3	98.7	53	3.8	92.8	7.7	0.69	91
39	96.1	256	4	98.5	56	5.3	90.6	11.1	0.68	93
37	98.0	460	6	98.6	71	6.4	90.9	14.3	0.80	94
58	97.2	172	3	99.2	95	4.2	95.5	25.6	0.90	96
54	96.8	297	4	98.7	79	5.0	93.7	27.4	0.93	96
43	96.8	293	3	99.0	79	3.6	95.4	25.2	0.92	96
33	96.0	214	5	97.9	72	4.3	94.1	13.1	0.60	95
59	94.5	214	6	97.1	72	8.9	87.7	17.7	0.80	95

Efikan rad



Zabeleženi podaci



11. Povećanje efikasnosti regionalnog upravljanja muljem i upotrebom energije – program smanjenja troškova za obradu otpadne vode



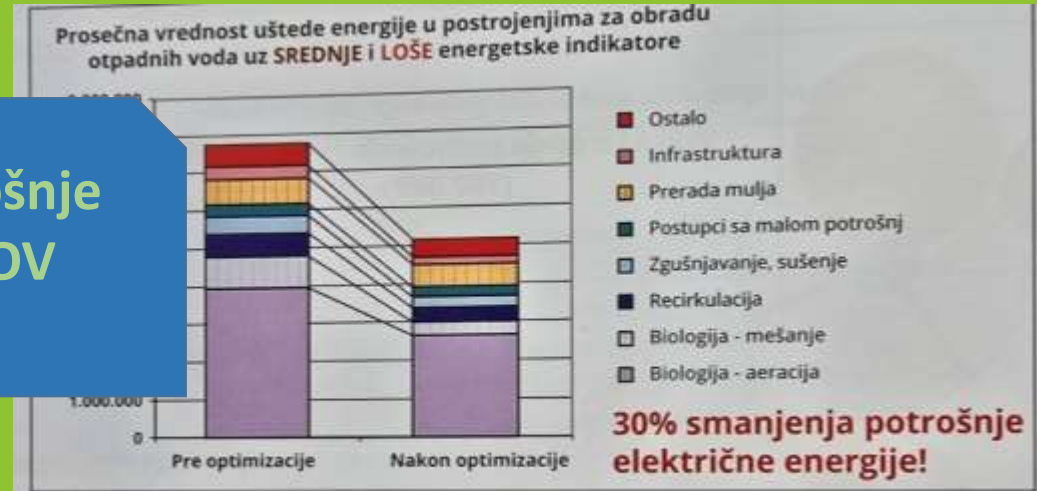
Smanjenje potrošnje energije za PPOV 3 faze

Harmonizacija koncepta tretmana mulja i odlaganja.

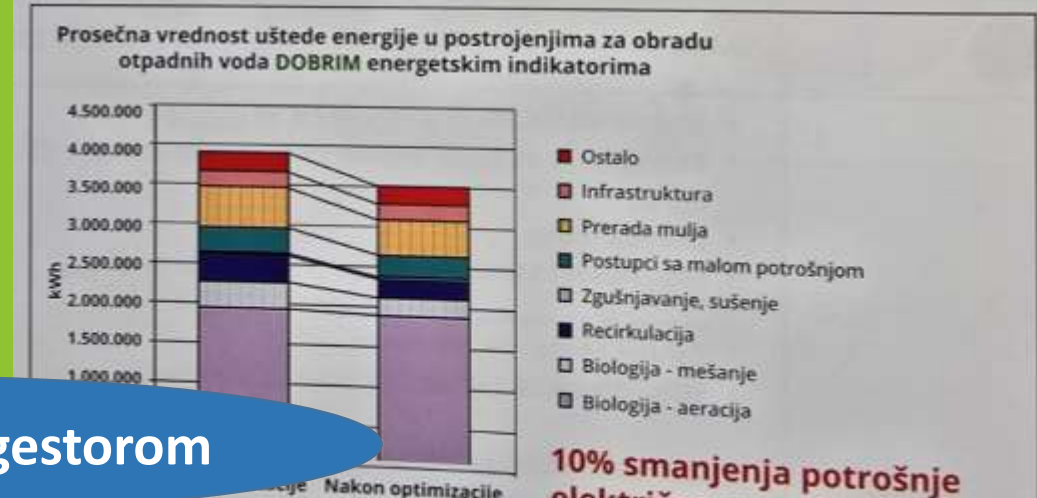
Mulj iz malog post.



Veliko post. sa digestorom



izvor: Austrijski projekat za merenje vrednosti, „Lebensministerium“ Beč



izvor: Austrijski projekat za merenje vrednosti, „Lebensministerium“ Beč

Hvala na pažnji!

Csaba Santa

caba.santa@vodovodsu.rs

