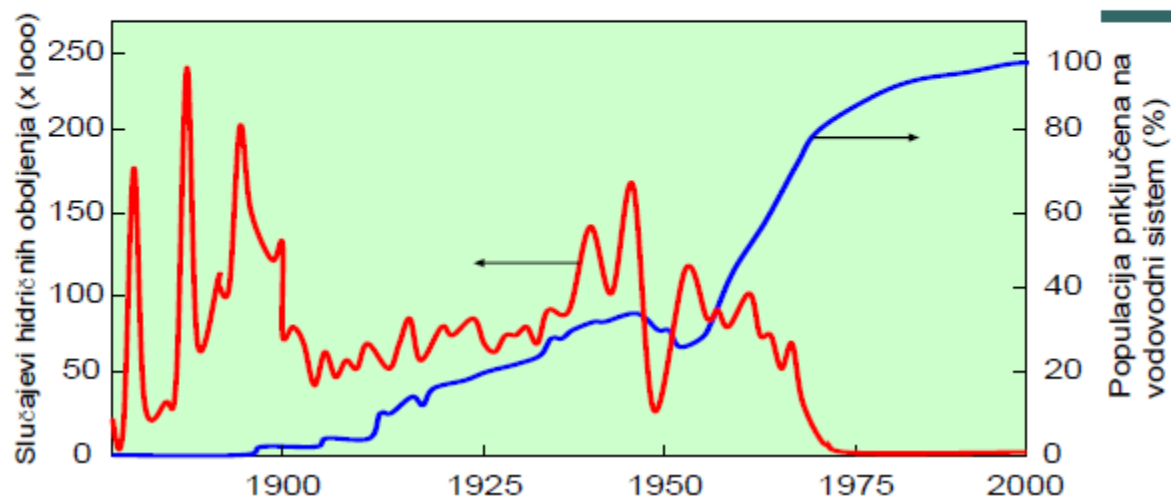


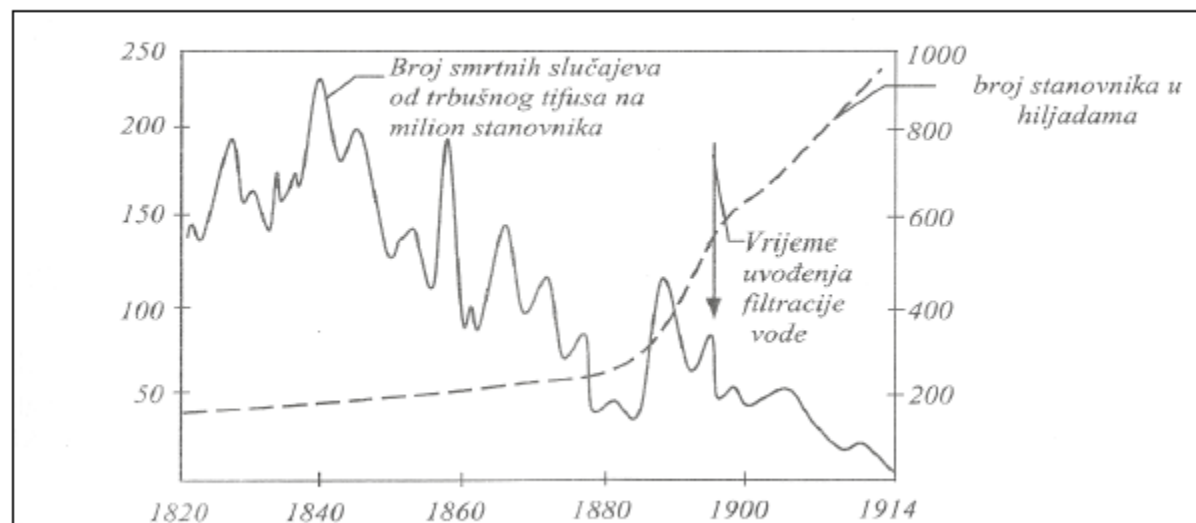
SWARM i nove tematske jedinice predmet: „Priprema vode za piće“

- **Kvalitet vode i ljudsko zdravlje - potreba pripreme vode za piće u sistemu vodosnabdijevanja. Konvencionalni i savremeni pristupi i tehnologije pripreme vode za piće.**
- **Hidrotehnički objekti i operacije prethodne, osnovne i dopunske pripreme vode za piće.**
- **Novi trendovi u izboru objekata, opreme, hemikalija i projektnih kriterija.**

ZNAČAJ PRERADE PITKIH VODA



Slika 1.4: Pokrivenost vodovodnim sistemom i slučajevi hidričnih oboljenja [8]



Slika 1.5: Smanjenje broja oboljelih od tifusa uvođenjem filtracije vode [4]

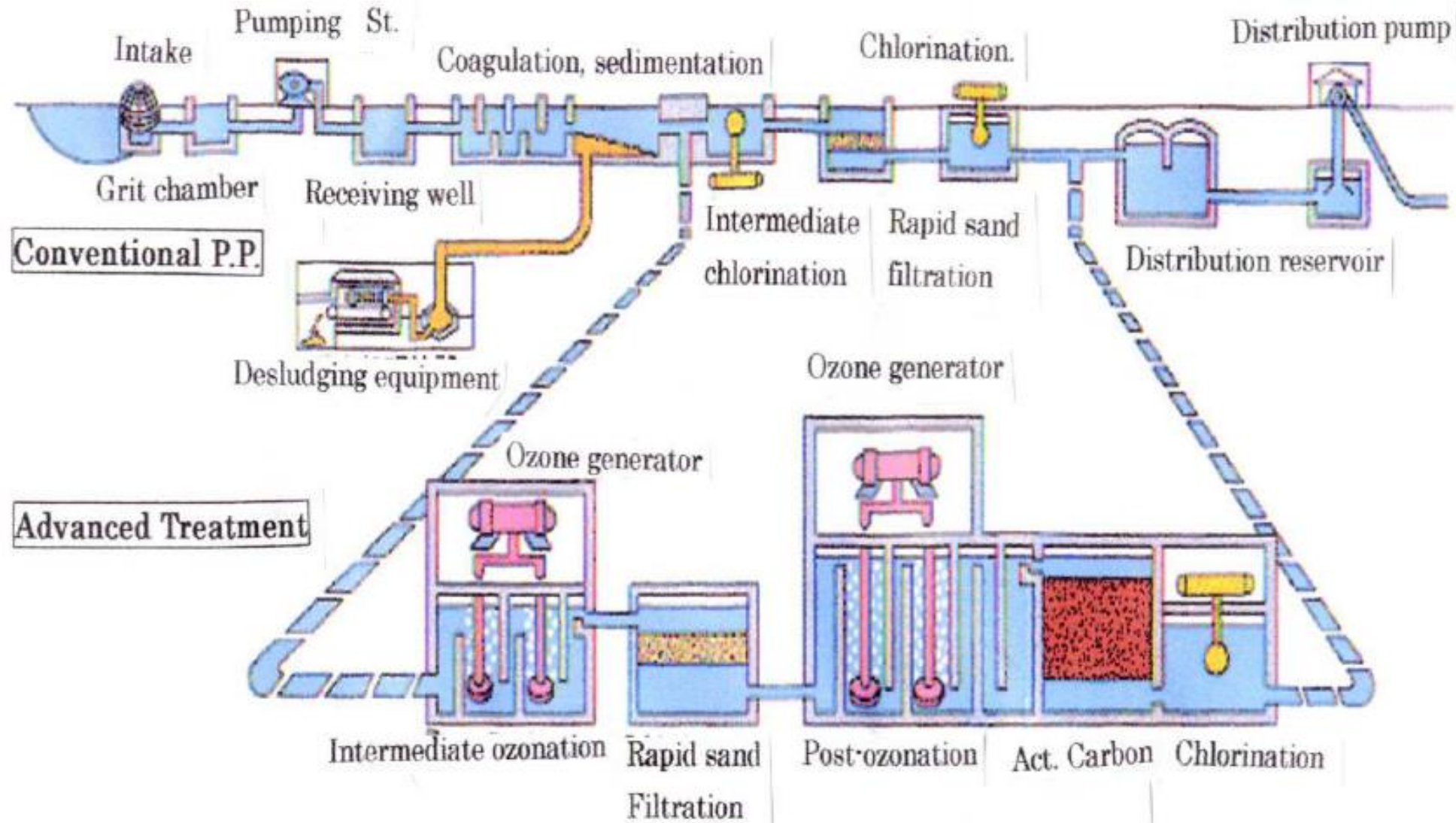
ViK i zdravlje stanovništva

Tabela 2.9. daje prikaz nekih ključnih podataka vezano za javno zdravstvo i raspoloživost urbanim vodnim sistemima (kanalizacionim i vodovodnim), u visoko razvijenoj Holandiji i nerazvijenom Maliju. Podaci su preuzeti sa web stranice SZO (www.who.int/whosis/core/core_select.cfm).

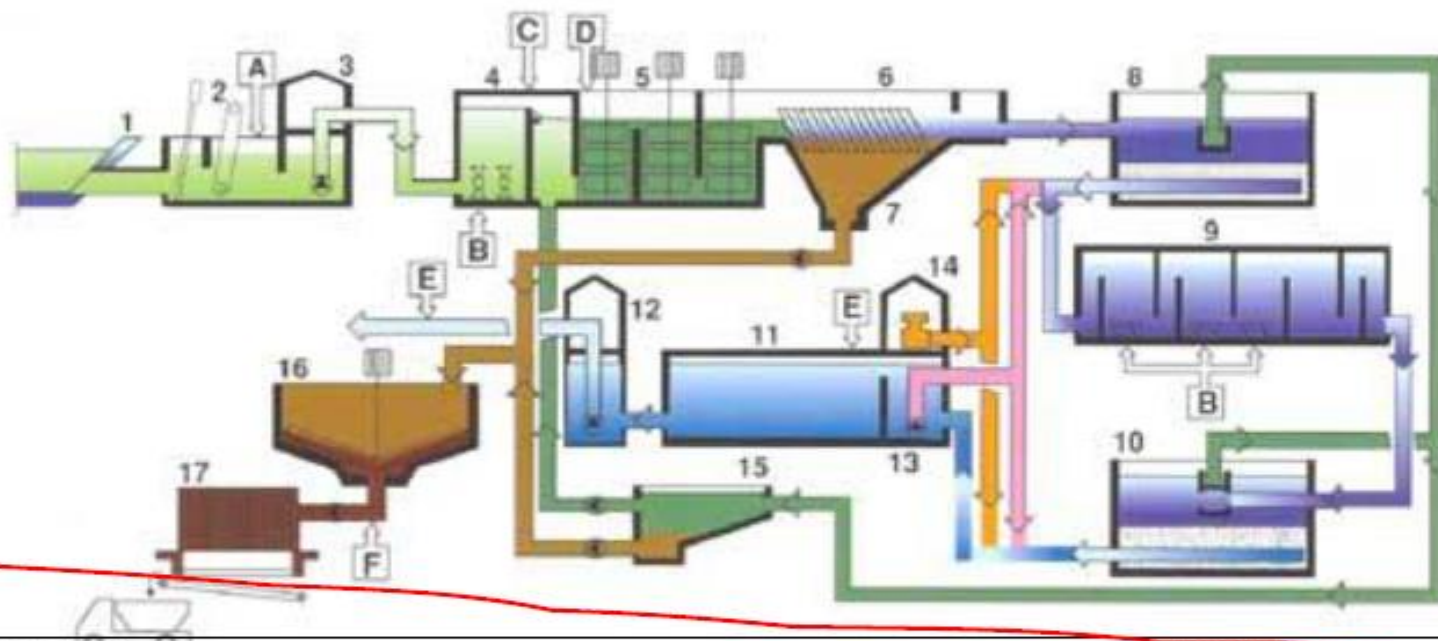
Tabela 2.9: Neki ključni pokazatelji vezani za uticaj UVS na javno zdravstvo (Holandija I Mali)

Pokazatelji zdravlja stanovništva	Mali	Holandija
<i>Životni vijek (muškarci)</i>	45 godina	77 godina
<i>Životni vijek (žene)</i>	47 godina	81 godina
<i>Smrtnost dojenčadi zbog diareje</i>	18,3 %	0 %
<i>Dostupnost kanalizacije (selo)</i>	42 %	100 %
<i>Dostupnost kanalizacije (grad)</i>	71 %	100 %
<i>Dostupnost vode za piće (selo)</i>	21 %	100 %
<i>Dostupnost vode za piće (grad)</i>	3 %	100 %

OBJEKTI STANICE SA OSNOVNIM I DOPUNSKIM OPERACIJAMA PRERADE (i hemikalije)



OBJEKTI STANICE SA OSNOVNIM I DOPUNSKIM OPERACIJAMA PRERADE (i hemikalije)



OBJEKTI (OPERACIJE)

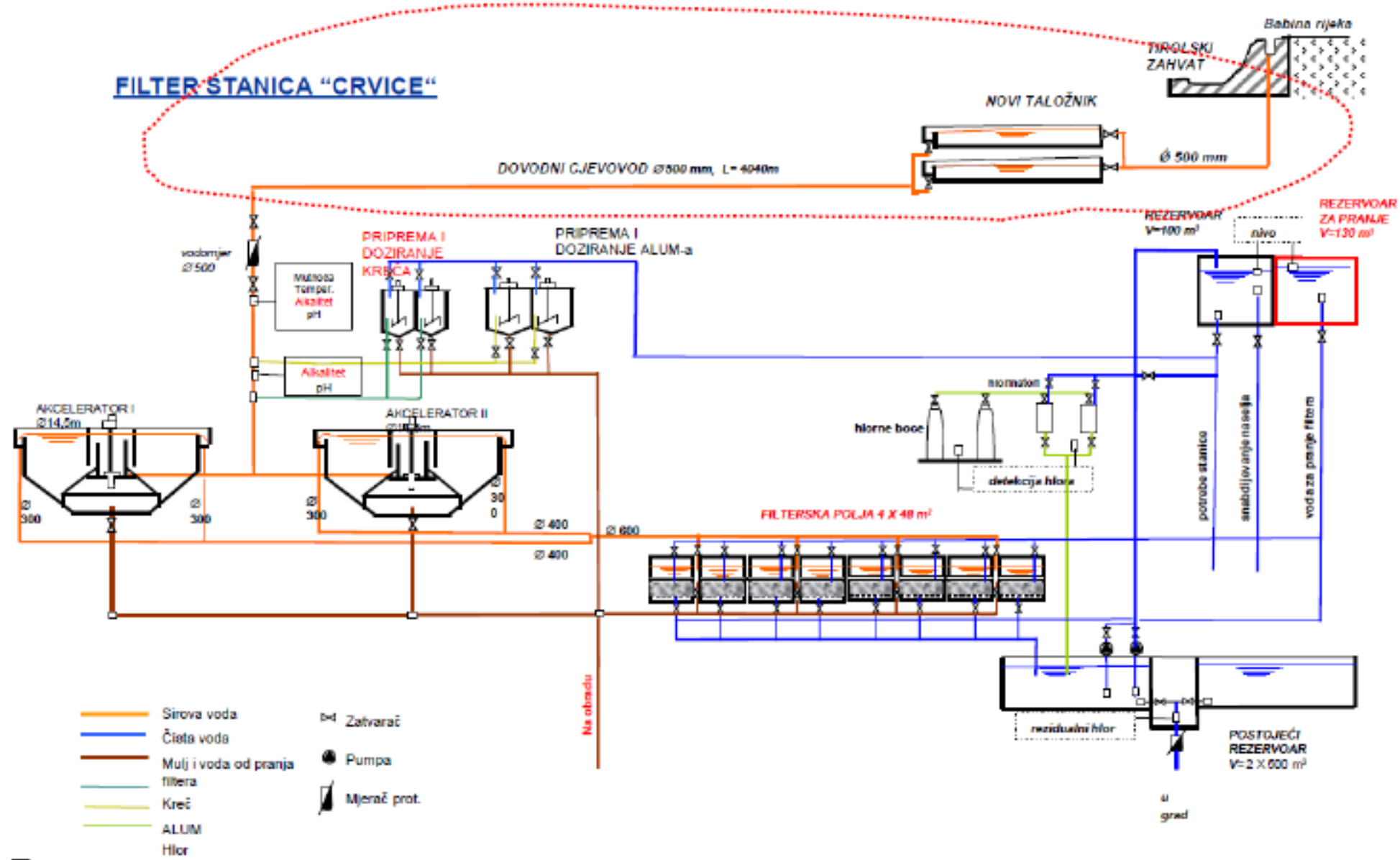
1. vodozahvat
2. roto sito
3. pumpna stanica
4. predozonizacija
5. flokulator
6. lamelami taložnik
7. silos za mulj
8. pješčani filtri
9. ozonizatori

10. filteri sa granulisanim aktivnim ugljem
11. rezervoar čiste vode
12. pumpna stanica čiste vode
13. pumpna stanica za pranje filtera
14. stanica duvaljki za vazduh
15. rezervoar za prihvatanje vode od pranja filtera
16. ugušivač mulja
17. komorna filter presa

HEMIKALIJE

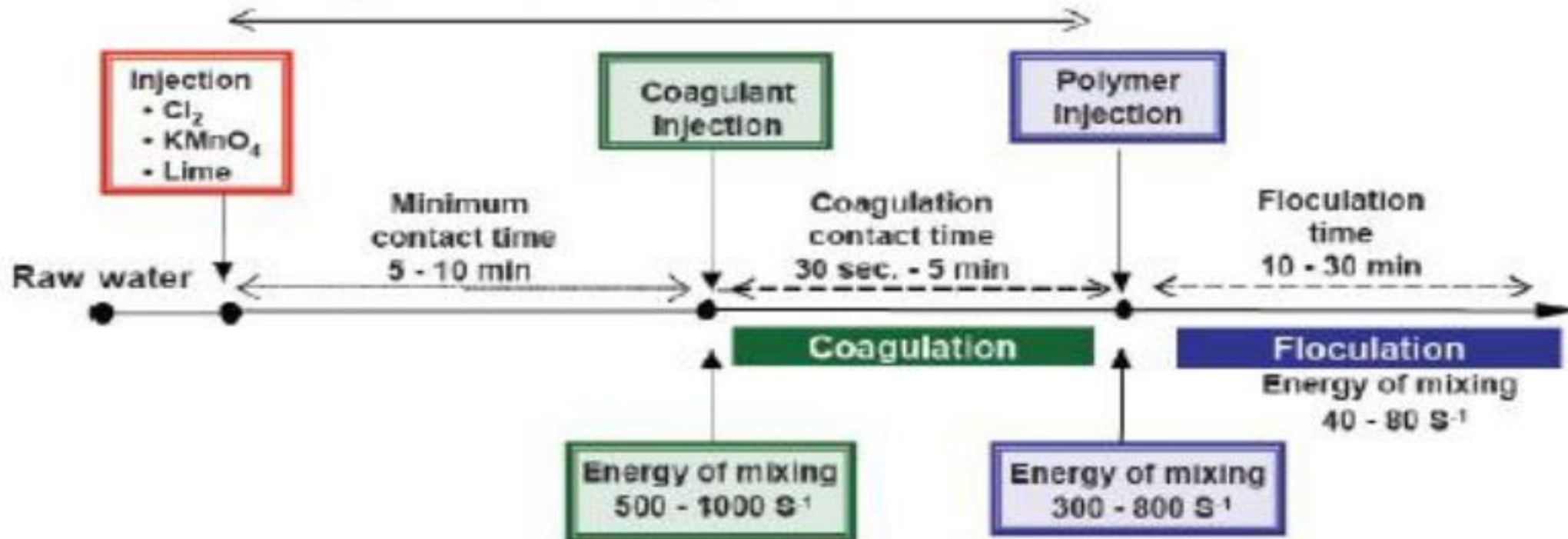
- A. SUMPORNA KISELINA
- B. OZON
- C. ALUMINIJUM SULFAT
- D. POLIELEKTROLIT
- E. HLOR
- F. KREČ

PRETHODNA PRERADA POVRŠINSKIH VODA





Injection



3.7.3. Ejektorsko mešanje

Ejektorski sistem zahteva G faktor od $1\ 000\ s^{-1}$ i vreme zadržavanja od $0,55\ s$ kako bi se ostvario maksimalni nivo agregacije čestica. Ostali testirani uređaji zahtevaju vrednost ovog faktora od $6\ 000$ do $9\ 000\ s^{-1}$ da bi se ostvarili isti efekti agregacije.

Postoje takođe i uređaji koji imaju širu skalu primene ($G = 750$ do $1\ 000\ s^{-1}$) a po tipu se svrstavaju u ejektorske mešače. To su u principu mlaznice uronjene u završetak cevovoda za dovod sirove vode neposredno pre njenog ulaska u reakcioni bazen. Zahvaljujući pritisku koji se ostvaruje uz pomoć pumpe, kroz mlaznicu se u sirovu vodu ubacuje razblažen rastvor potrebnih hemikalija u odnosu 100:1, brzinama isticanja koje se kreću od $6,1$ do $7,6\ m/s$. Vreme mešanja je $1\ s$. Upotreba ovih mešača u praksi je ipak dosta ograničena, zbog čestog zapušavanja blende koja se ugrađuje na dovodnoj instalaciji rastvora radi homogenizacije dodatih hemikalija, kao i činjenice da se intenzitet mešanja ne može menjati.

3.7.3. Hidrauličko mešanje

Za mešanje hemikalija se koriste i hidraulički skokovi. Često se protok postrojenja meri prelivom ili drugim sličnim uređajem, koji podrazumeva hidraulički skok na nizvodnoj strani uključujući vrtložni pad nivoa u kanalu. Koagulanti se unose neposredno uzvodno od preliva. Uobičajeno vreme zadržavanja je oko $2\ s$ sa G faktorom od oko $800\ s^{-1}$.

Principijelne prednosti ovog uređaja su:

- nema nikakve opreme koja zahteva rukovanje i održavanje,
- niža cena koštanja zbog toga što nema posebne brze mešalice.

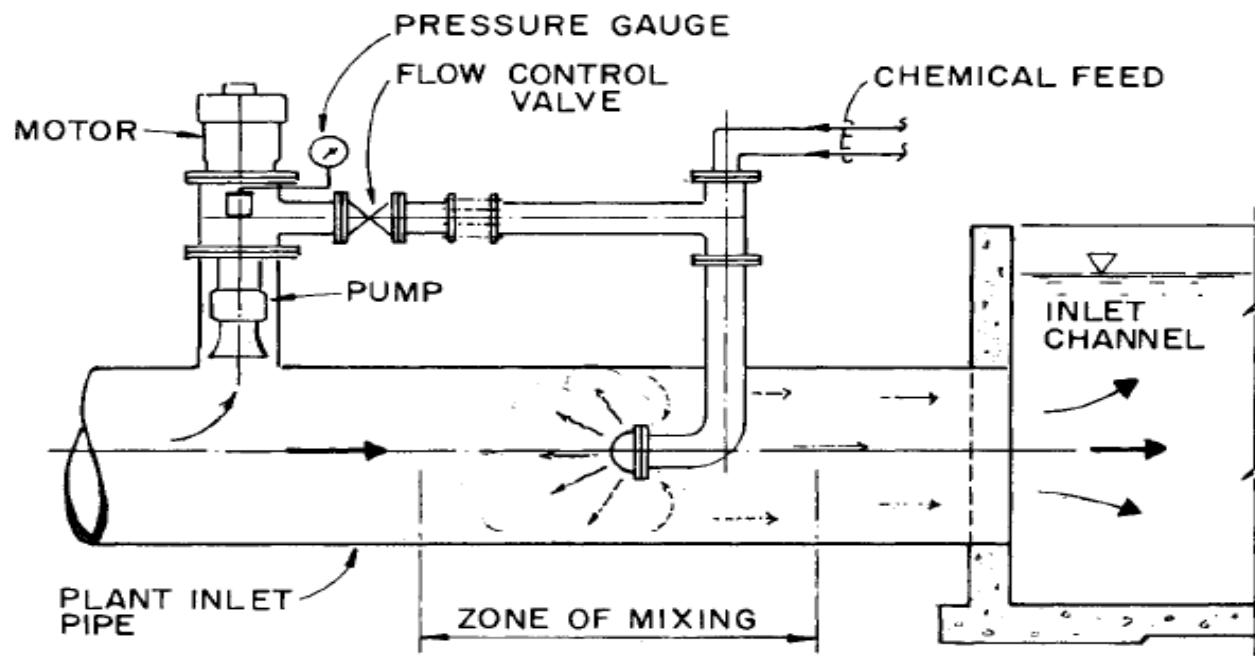


FIGURE 6.4 Section through pump mixer.

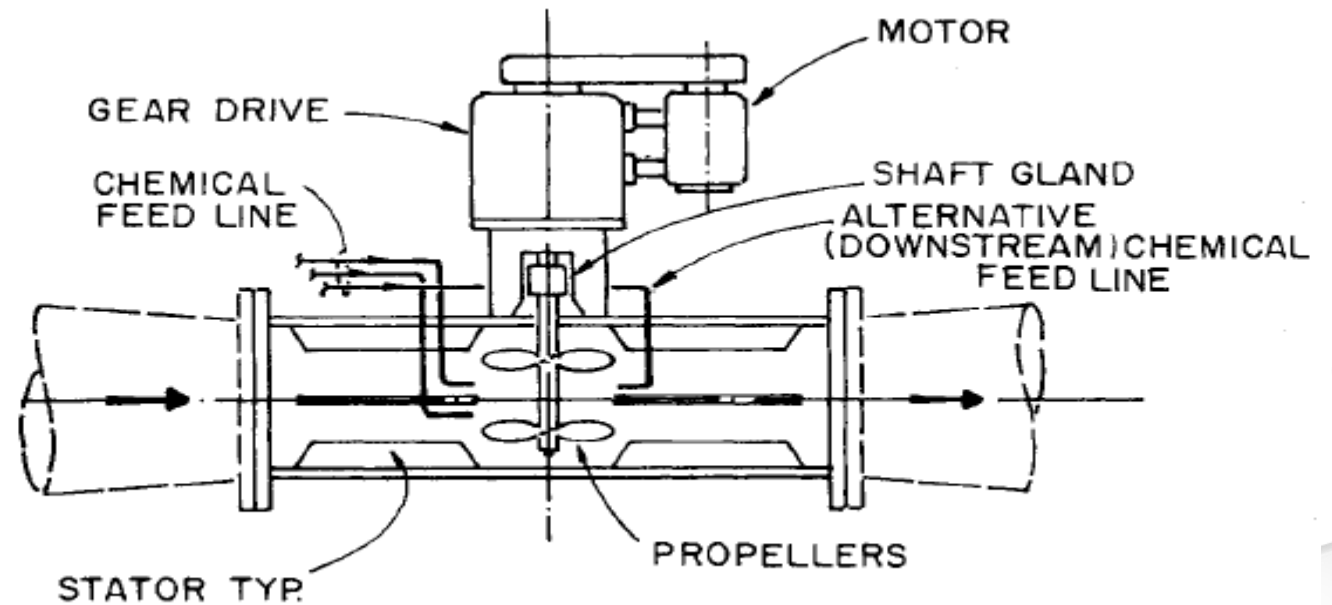


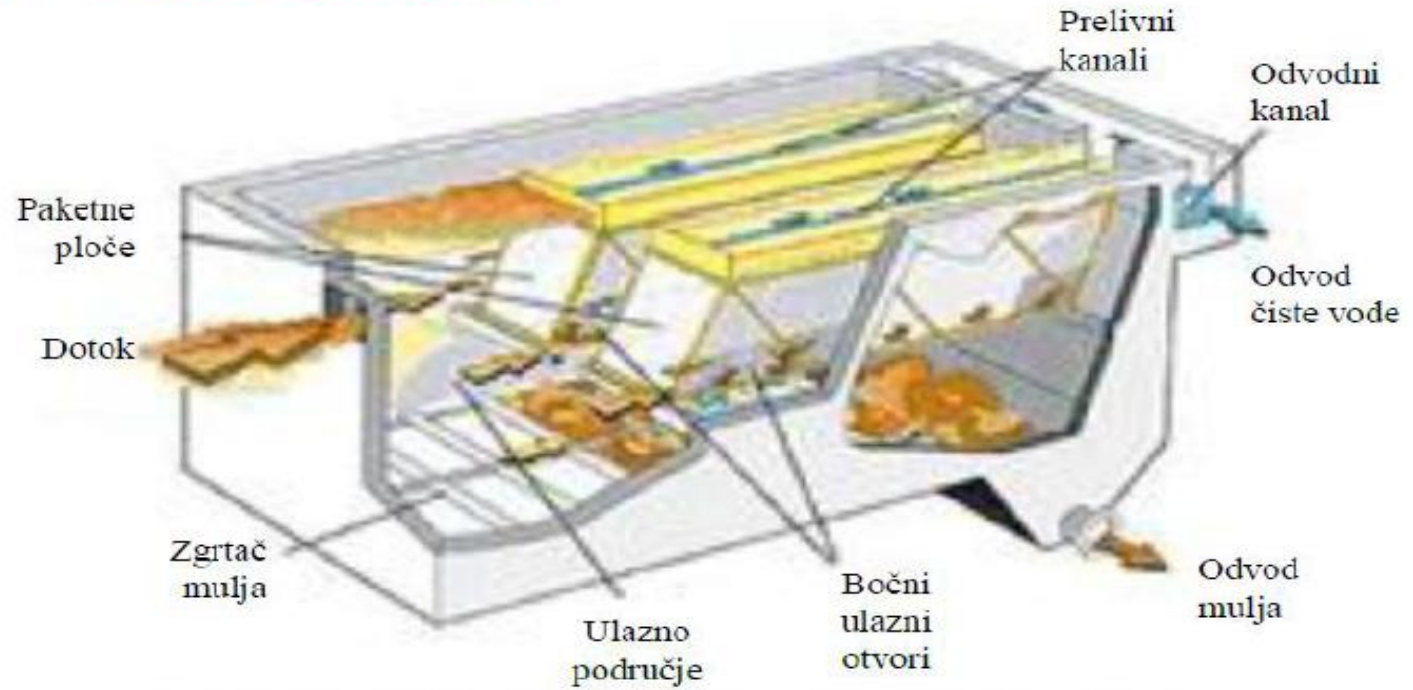
FIGURE 6.5 Typical in-line blender (mixer).

Tabela 7. Parametri za dimenzioniranje pravougaonih taložnika sa horizontalnim tokom

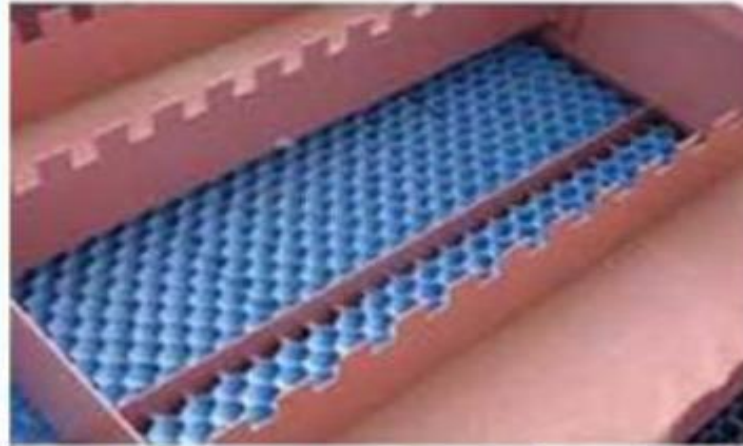
Parametri	Oznake	Jedinice	Vrijednosti
broj bazena (min.)	n	-	2
dubina vode	H	m	3-5
odnos dužine i dubine (min.)	L/H	-	15:1
odnos širine i dubine	B/H	-	3:1 - 6:1
odnos dužine i širine (min.)	L/B	-	4:1 - 5:1
površinsko opterećenje	S_0	m/h	1,25 - 2,5
srednja horizontalna brzina (pri $Q_{\max, \text{dn}}$)	v_h	m/min	0,3 - 1,1
vrijeme zadržavanja	t	h	1,5 - 4
Reynolds-ov broj	Re	-	< 2000
Froud-ov broj	Fr	-	>10-5
nagib dna za ručno uklanjanje mulja	α	m/m	1:300
nagib dna za mehaničko uklanjanje mulja	α	m/m	1:600
brzina skupljača mulja (pravac sakupljanja)	-	m/min	0,3 - 0,9
brzina skupljača mulja (povratno kretanje)	-	m/min	1,5 - 3
opterećenje preliva	q_L	$m^3/m, h$	9 - 13

Unaprijеđeni taložnici

- Cjevasti
- Lamelarni



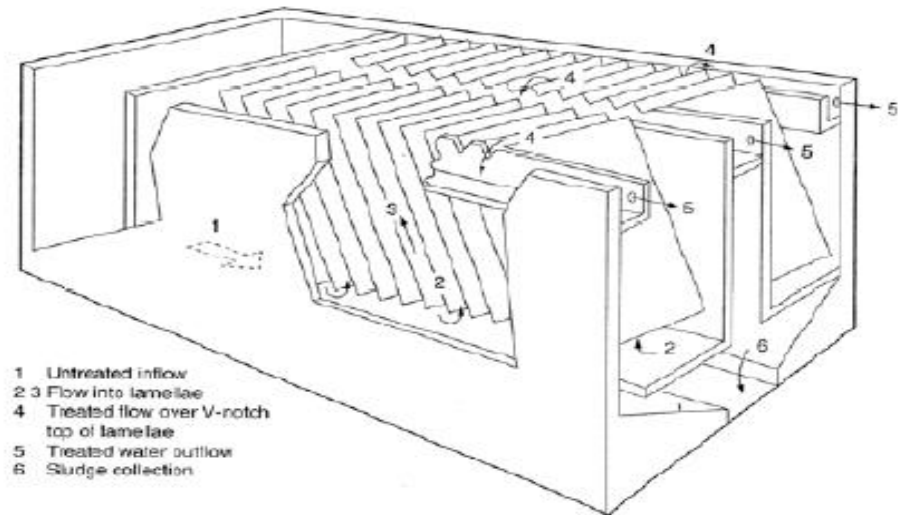
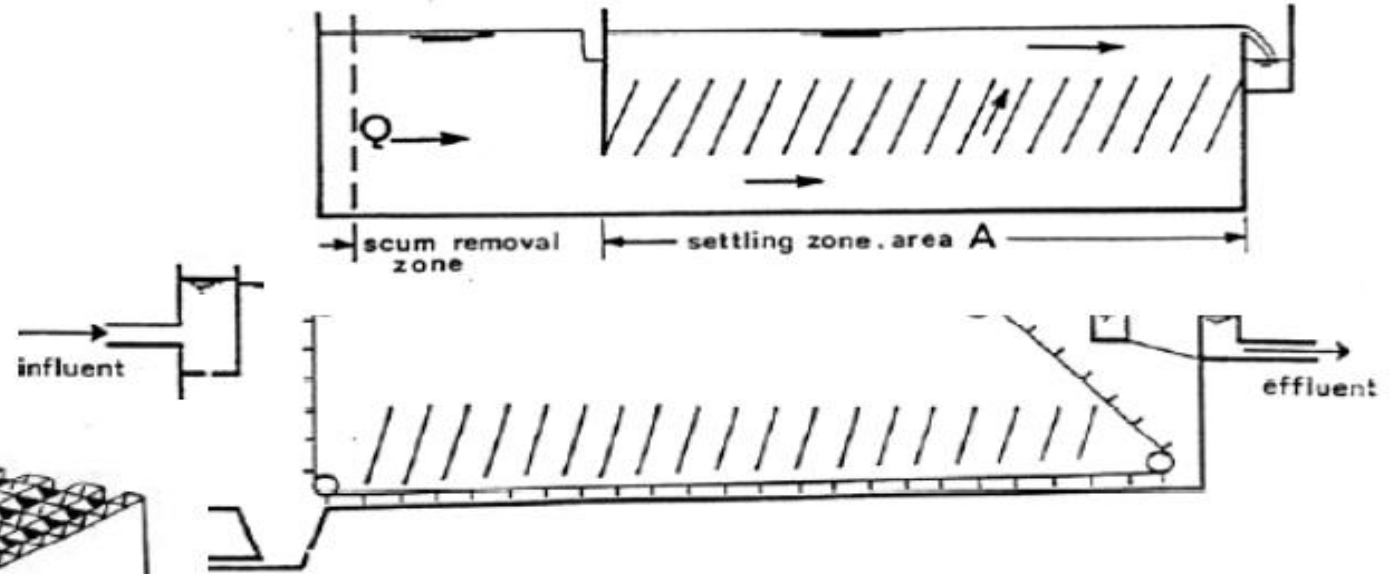
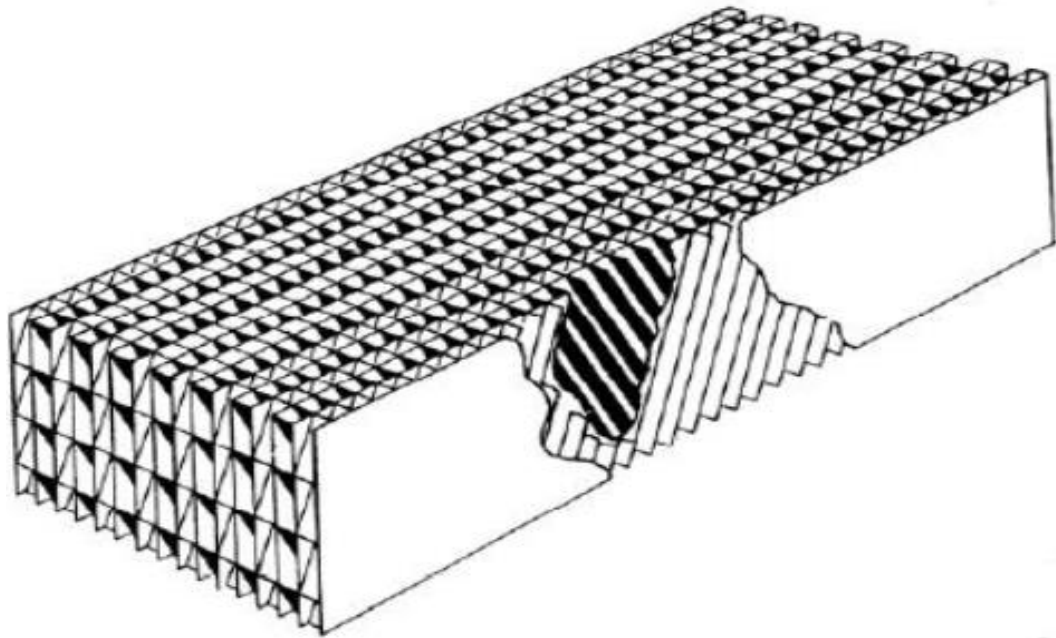
Slika 46. Lamelni taložnik Earth Tech – Lamella – tip LP



Slika 26. Prikaz dijela lamelnog (lijevo) i cjevastog (desno) taložnika

Unaprijeđeni taložnici

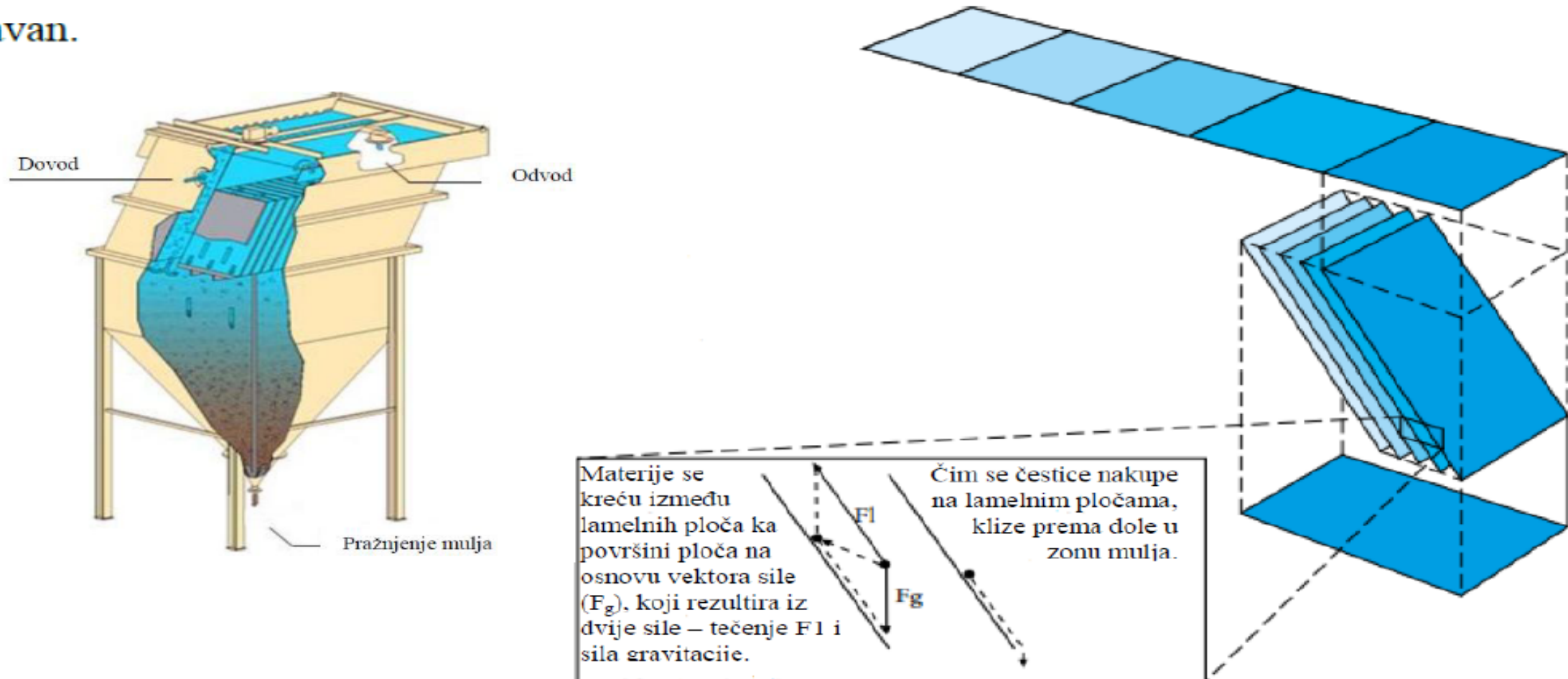
- Cjevasti
- Lamelarni



- 1 Untreated inflow
- 2 3 Flow into lamellae
- 4 Treated flow over V-notch top of lamellae
- 5 Treated water outflow
- 6 Sludge collection

Lamelni taložnik - princip rada

Sušтина taloženja u lamelama se sastoji od umnožavanja površina za odvajanje mulja u istom uređaju (slika br. 36). Postavljanjem paketa lamela ili cijevi (cjevasti taložnici) u zoni taloženja, stvara se veliki broj elementarnih jedinica za odvajanje mulja. Za izdvajanje mulja iz vode, neophodno je lamele postaviti u određenom nagibu θ , u odnosu na horizontalnu ravan.



Slika 36. Shematski prikaz potrebne površine konvencionalnog u odnosu na lamelni taložnik

Lamelni taložnik

$$v_o = \frac{Q}{A}, \quad (5.2)$$

gde je:

v_o - brzina taloženja čestice koja se istaloži na dno bazena u vremenu zadržavanja t_o , m/s,

Q - protok kroz bazen, m³/s,

A - površina osnove bazena, m².

Takođe je:

$$t_o = \frac{V}{Q} \quad (5.3)$$

pri čemu je V - zapremina zone taloženja, m³.



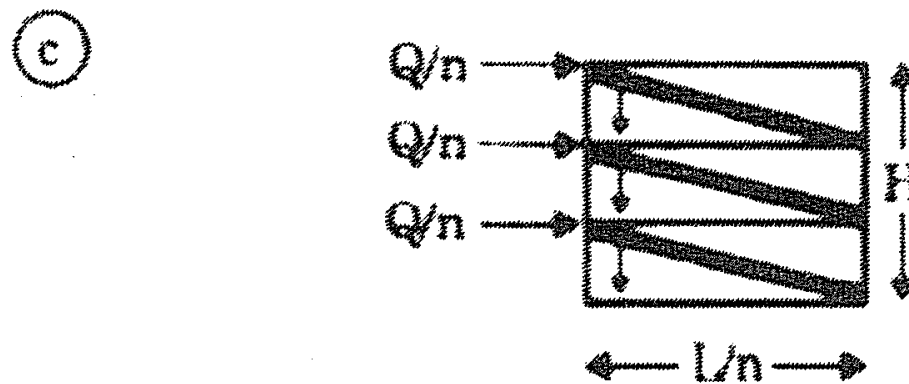
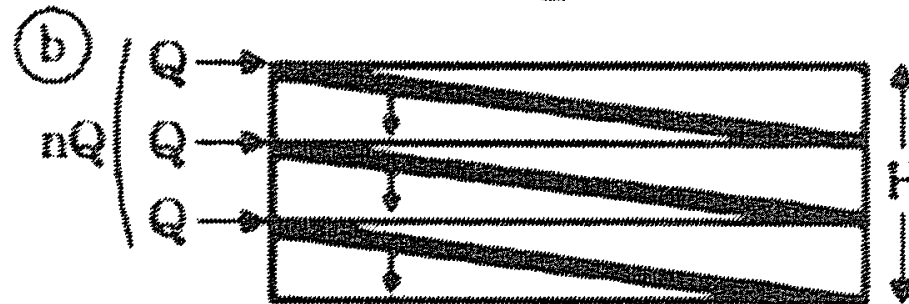
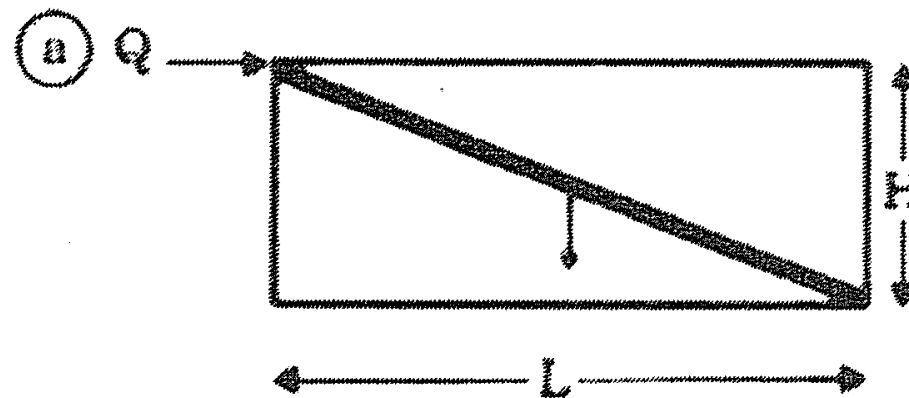
flat plates



wave-form plates



profiled plates



Slika 5.11. Horizontalni protočni taložnik

Lamelni taložnik – princip rada

Postoje tri tipa lamelastih taložnika (slika 5.12):

- **suprotnostrujno** taloženje (voda i mulj cirkulišu u suprotnom smeru) (slika 5.12. a):

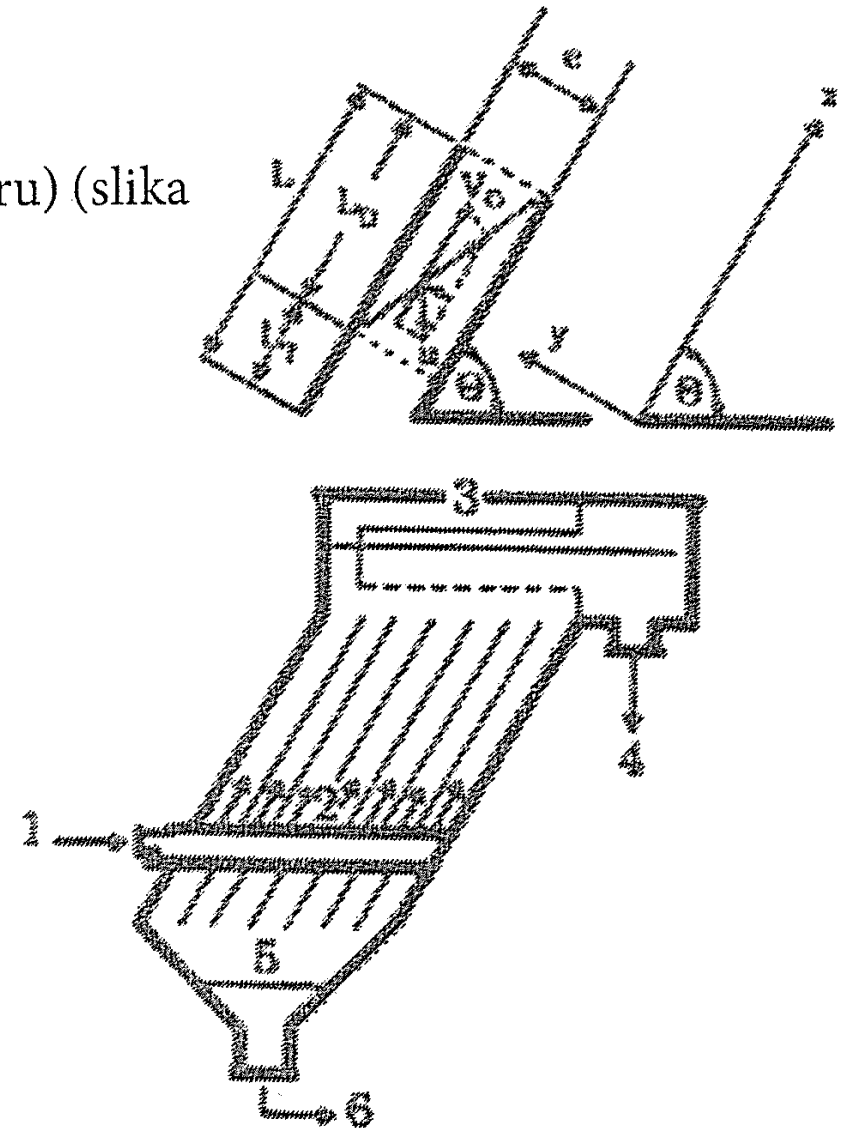
gde su:

l – dužina ploča (lamela),

B – širina ploča (lamela),

e – ortogonalno rastojanje između dve ploče.

1. Dovod flokulisane vode
2. Distribuciona zona
3. Sakupljanje izbistrene vode
4. Odvod izbistrene vode
5. Ugušćivač mulja
6. Odvod mulja



Slika 5.12 a Suprotnostrujno taloženje

Lamelni taložnik – princip rada

Postoje tri tipa lamelastih taložnika (slika 5.12):

- **istostrujno** (mulj i voda cirkulišu od vrha ka dnu) (slika 5.12. b):

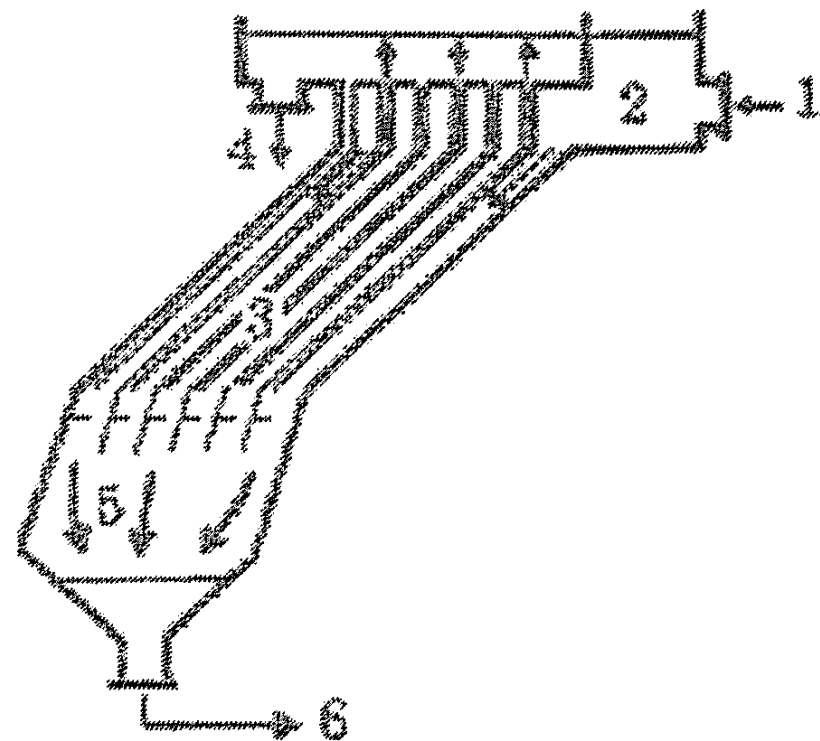
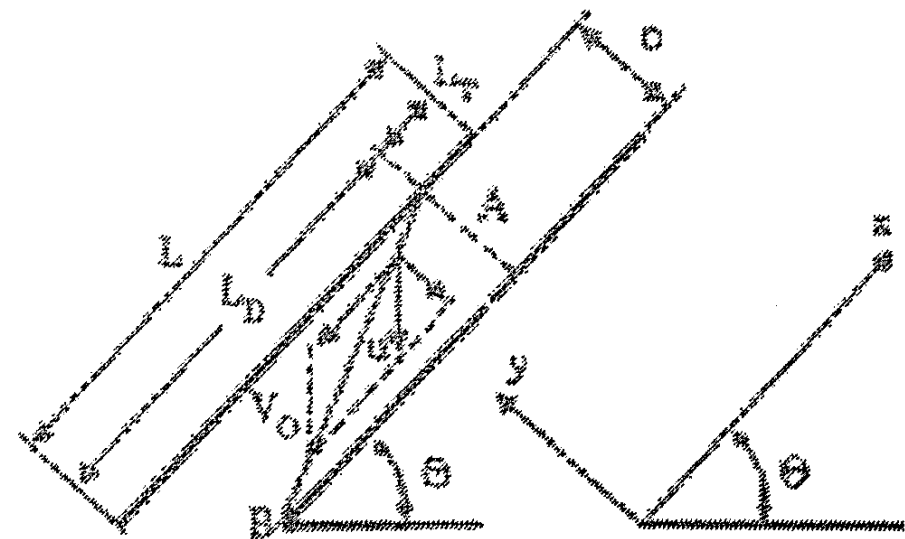
gde su:

l – dužina ploča (lamela),

B – širina ploča (lamela),

e – ortogonalno rastojanje između dve ploče.

1. Dovod flokulisane vode
2. Distribuciona zona
3. Sakupljanje izbistrene vode
4. Odvod izbistrene vode
5. Ugušćivač mulja
6. Odvod mulja



Lamelni taložnik - princip rada

Postoje tri tipa lamelastih taložnika (slika 5.12):

- **poprečnostrujno** (mulj i voda cirkulišu između ravni koje su međusobno upravne) (slika 5.12. c):

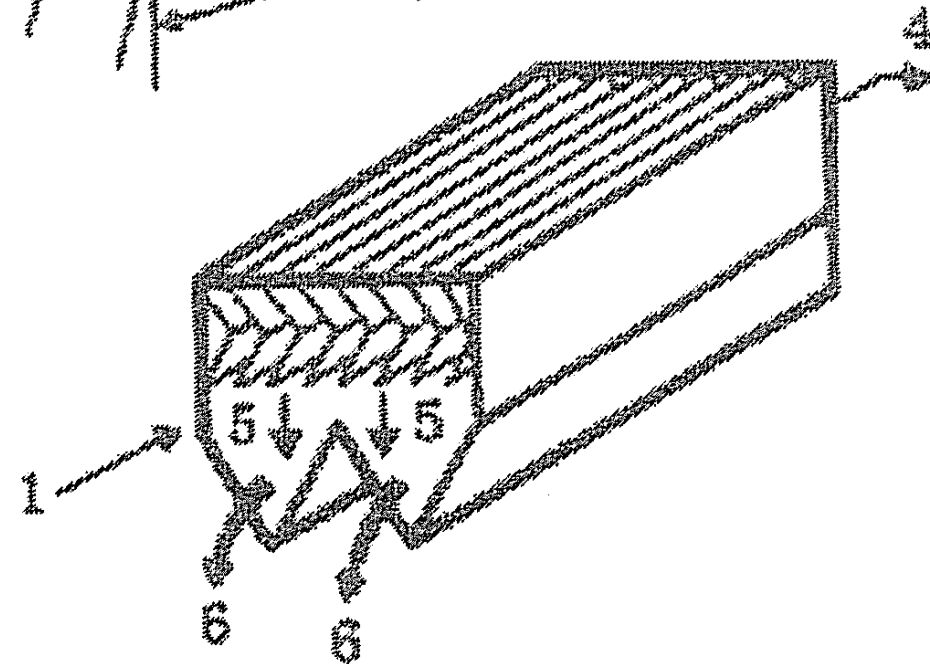
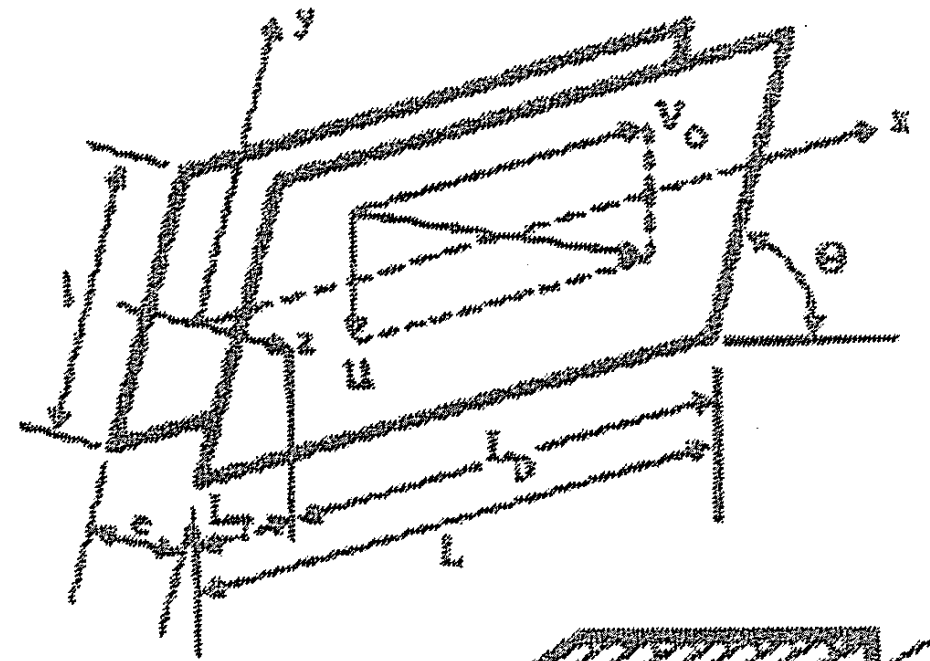
gde su:

l – dužina ploča (lamela),

B – širina ploča (lamela),

e – ortogonalno rastojanje između dve ploče.

1. Dovod flokulisane vode
2. Distribuciona zona
3. Sakupljanje izbistrene vode
4. Odvod izbistrene vode
5. Ugušćivač mulja
6. Odvod mulja



Slika 5.12 c Poprečnostrujno taloženje

Tabela 10. Tipični projektni kriteriji za dimenzioniranje pravougaonih taložnika sa umetnutim lamelama ili cijevima [12]

Parametri	Jedinice	Jedinice	Vrijednosti
broj bazena	n	-	2
dubina	H	m	3-5
površinsko opterećenje (alum.flok)	S_0	m/h	2,5 – 6,25
površinsko opterećenje (teške flok)	S_0	m/h	3,8 – 7,5
tipični hidraulički prečnik	D	mm	50 - 80
maks. brzina toka	V_{max}	m/min	0,15
vrijeme zadržavanja (cjevasti taložnik)	t	min	6 - 10
vrijeme zadržavanja (lamelni taložnik)	t	min	15 - 25
stepen pokrivenosti bazena lamelama	-	%	<75
opterećenje preliva	q_L	$m^3/m,h$	3,75 - 15
nagib lamela/cijevi	θ	°	55 - 60
srednja hor. brzina toka	v_{sr}	m/min	0,05 – 0,13
R_e broj	R_e	-	< 2000
F_r broj	F_r	-	> 10^{-5}

Lamelni taložnik Praktična primena

Izbor tipa lamelastog taloženja. Za suprotnostrujno taloženje se koristi jednostavniji i pogodniji hidraulički sistem. Međutim, istostrujno taloženje se odvija uz velike probleme sa povratkom izbistrene vode. Kod poprečnostrujnog taloženja osetljivo pitanje je hidraulička ravnomernost raspodele protoka.

Izbor tipa paketa lamela. Na raspolaganju je više različitih modela kao što su talasaste ploče, cevi kružnog preseka, cevi kvadratnog preseka, elementi složeni u obliku riblje kosti, šestougaoi moduli itd.

U cilju poređenja različitih paketa lamela, bilo bi interesantno ispitati približan faktor u_1/u_0 koji je ranije već definisan preko:

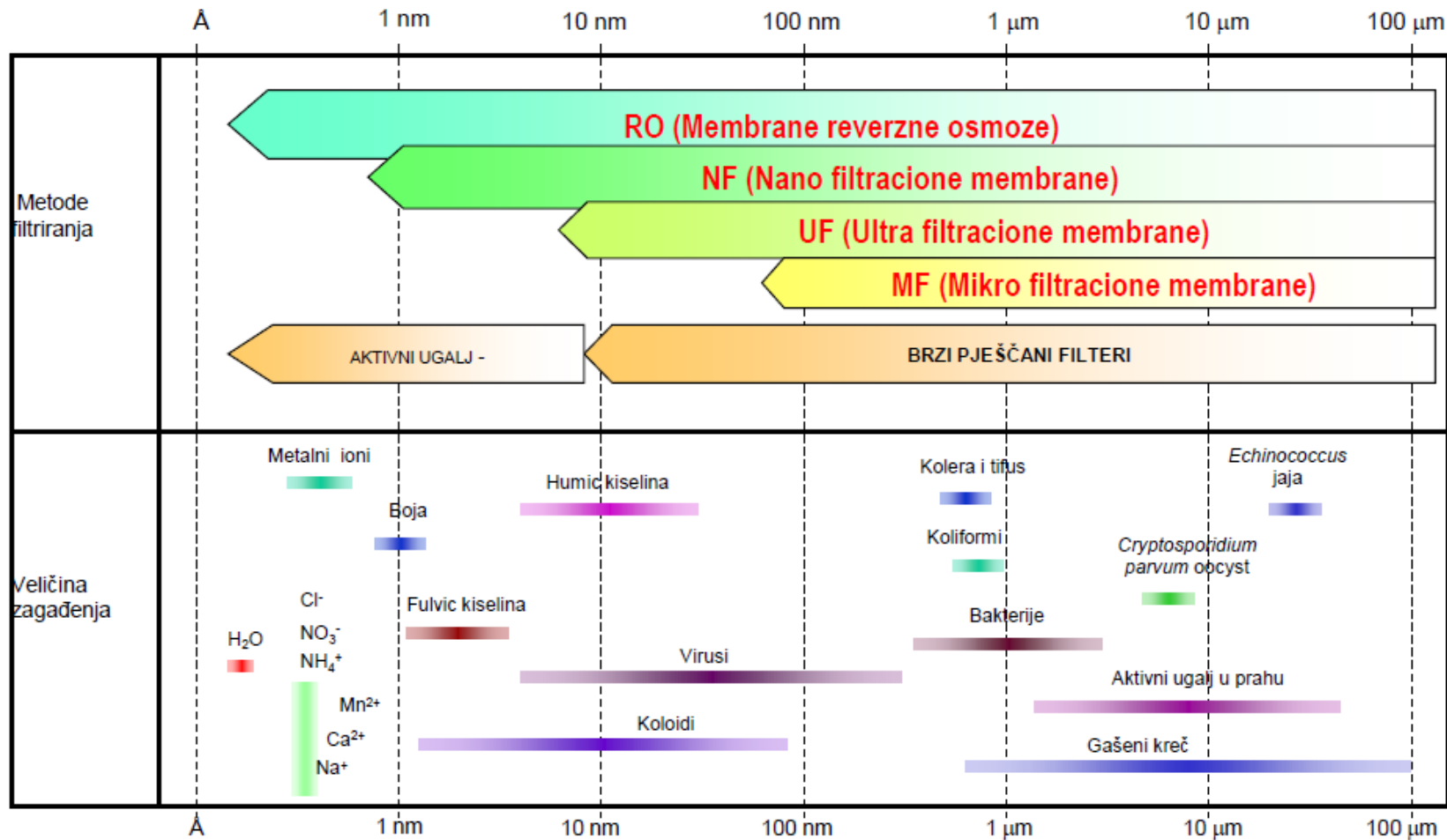
v – brzina strujanja fluida u posmatranoj tački,

v_0 – prosečna brzina fluida u pravcu Ox,

u_0 – prosečna brzina fluida u vertikalnom pravcu (vertikalna komponenta v_0),

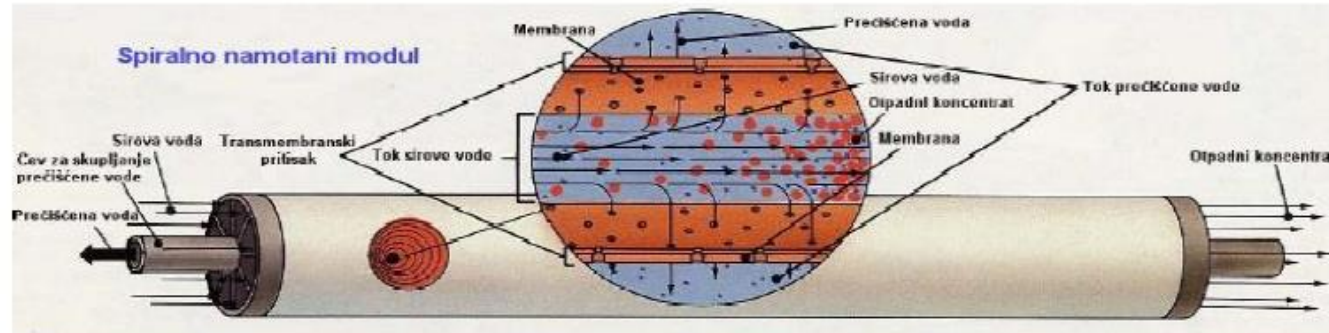
u_1 – minimalna brzina padanja čestice, potrebna da bi se čestica zadržala u taložniku,

Membranske metode filtriranja? (8)



Slika: Različite čestice zagađenja (vrste i veličine) i odgovarajuće metode filtriranja

Membranske metode filtriranja? (8)



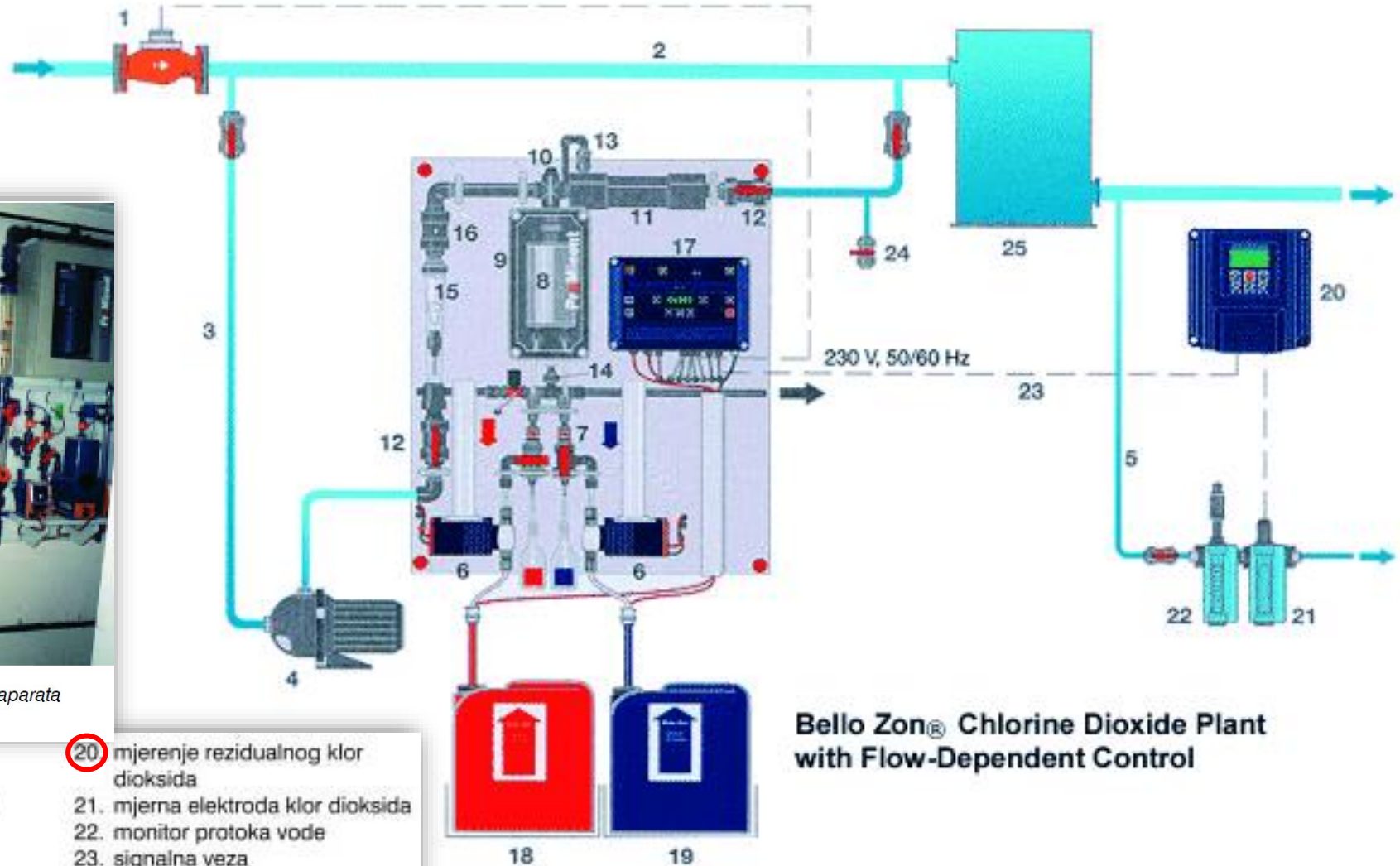
Slika: Membranski moduli (detalj i baterije)

Klor dioksid

primjena



Slika br. 3 – Izgled instaliranog BelloZon aparata za proizvodnju ClO₂

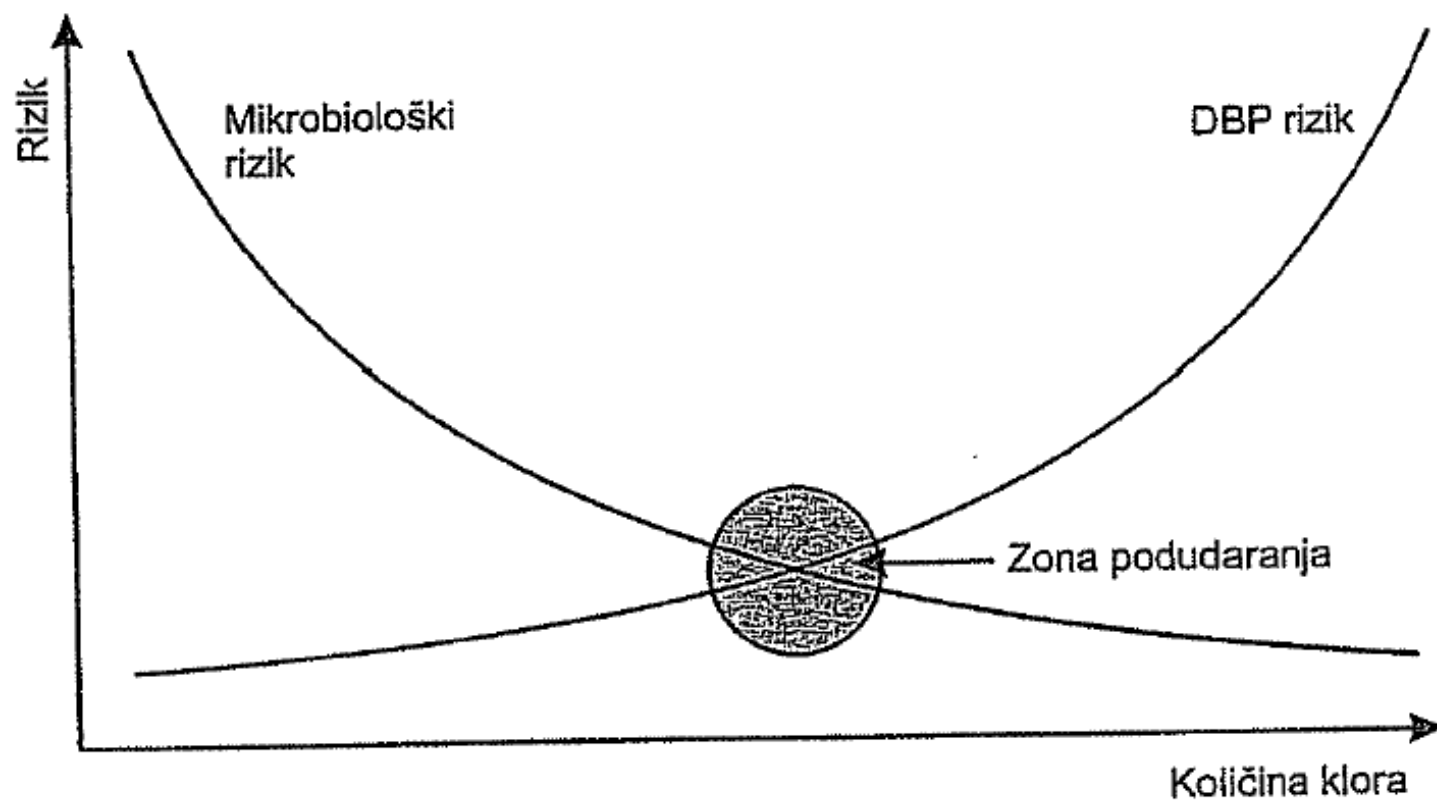


Bello Zon® Chlorine Dioxide Plant with Flow-Dependent Control

- | | | |
|--|--|---|
| 1. mjerac protoka (kontaktni, analogni) | 11. mixer | 20. mjerenje rezidualnog klor dioksida |
| 2. glavna vodovodna cijev | 12. zaporni ventil | 21. mjerna elektroda klor dioksida |
| 3. bypass cijev 1-2 m ³ /h | 13. ventilacioni priključak | 22. monitor protoka vode |
| 4. bypass pumpa | 14. usisna garnitura | 23. signalna veza |
| 5. cijev za uzorak vode za analizu reziduala | 15. bypass monitor | 24. priključak za ispiranje |
| 6. solenoid dozirna pumpa | 16. nepovratni ventil | 25. retencioni rezervoar (reakciono vrijeme 10-15 min.) |
| 7. sensor protoka | 17. mikroprocesorska jedinica sa displejom | |
| 8. reaktor | 18. solna kiselina u sigurnosnoj posudi | |
| 9. kućište reaktora | 19. natrijum klorit u sigurnosnoj posudi | |
| 10. dozirni ventil | | |

CILJ kvalitetne dezinfekcije

Cilj kvalitetne dezinfekcije vode je minimiziranje opasnosti od DBP spojeva, uz istovremeno održavanje adekvatne zaštite od mikrobiološkog zagađenja vode. Pojednostavnjeno, ovo prikazuje Slika 5.67, koja prikazuje odnos relativnog DBP-a i mikrobiološkog rizika u odnosu na uporabljenu količinu klora.



Slika 5.67: Odnos D/DBP i zona podudaranja

