

2.4 DRUGI STUPANJ PROČIŠĆAVANJA (BIOLOŠKO PROČIŠĆAVANJE)

Svrha : Izdvajanje otopljene organske tvari (BPK)

Postupak : Biološka oksidacija

Glavne metode

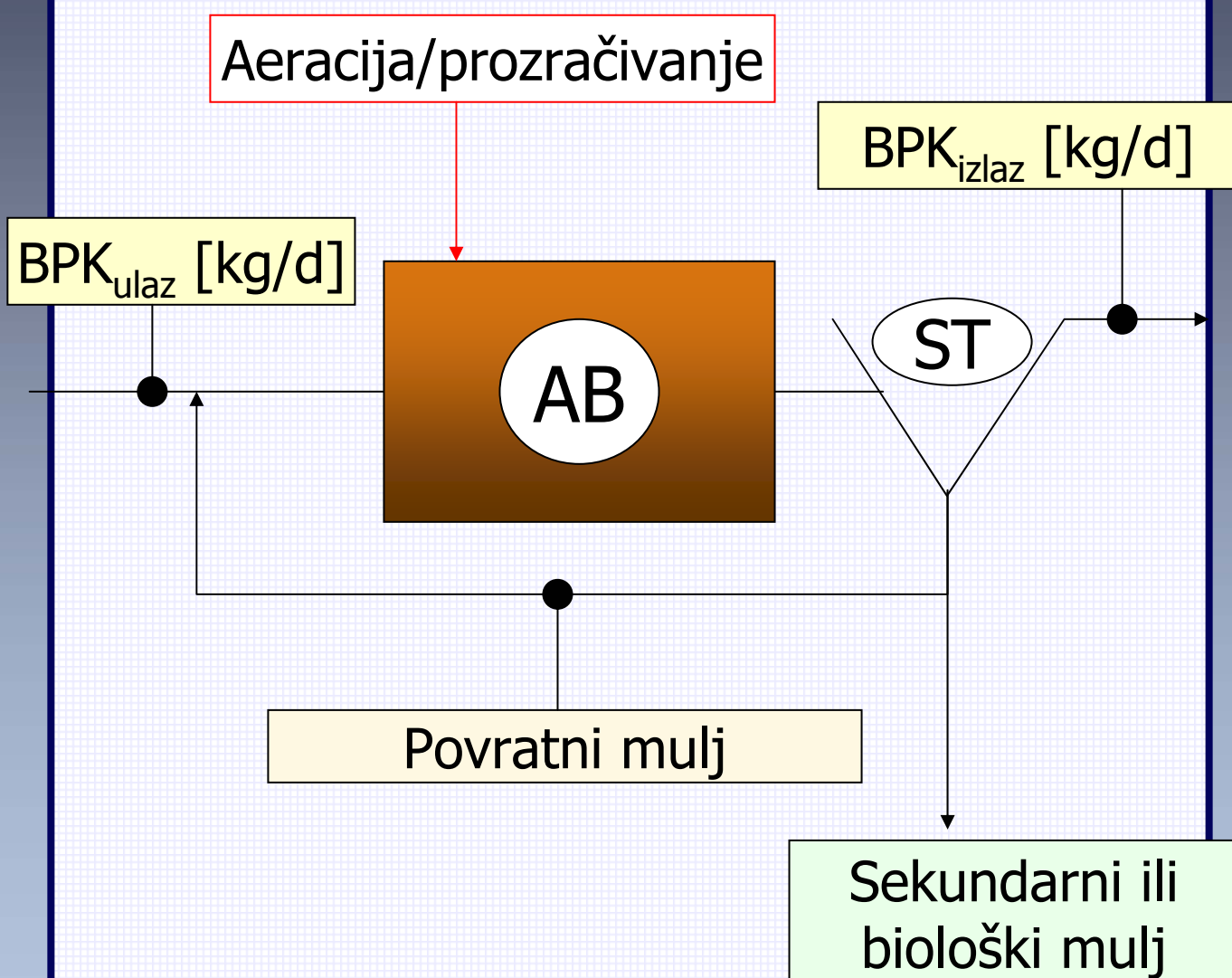
- (1) Aktivni mulj (AM)
- (2) Aerirane lagune (AL)
- (3) Stabilizacijske bare (SB)
- (4) Prokapnici (P)
- (5) Okretni biološki nosači (OBN)
- (6) Kombinacije (1), (2), (3), (4) i (5)

NAPOMENA: Svi postupci značajno ovise o temperaturi, T

2.4.1 Osnovni postupci

2.4.1.1 Aktivni mulj (AM)

Ⓐ Shematski prikaz



AB : Aeracijski bazen/biospremnik

ST : Sekundarni/naknadni taložnik

$$\text{Učinkovitost} = \frac{\text{BPK}_{\text{ulaz}} - \text{BPK}_{\text{izlaz}}}{\text{BPK}_{\text{ulaz}}} \quad [\%]$$

Organska tvar + O_2 + Hranjive soli + Bakterije →

→ Nove bakterije + Konačni produkti oksidacije

Organska tvar → Otpadne vode [COHNS]

+

O_2

→ Upuhava se [Aeracija]

+

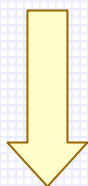
Hranjive soli

→ N, P u otpadnoj vodi

+

Bakterije

→ Obično se nalaze u otpadnoj vodi



U suspenziji/raspršene

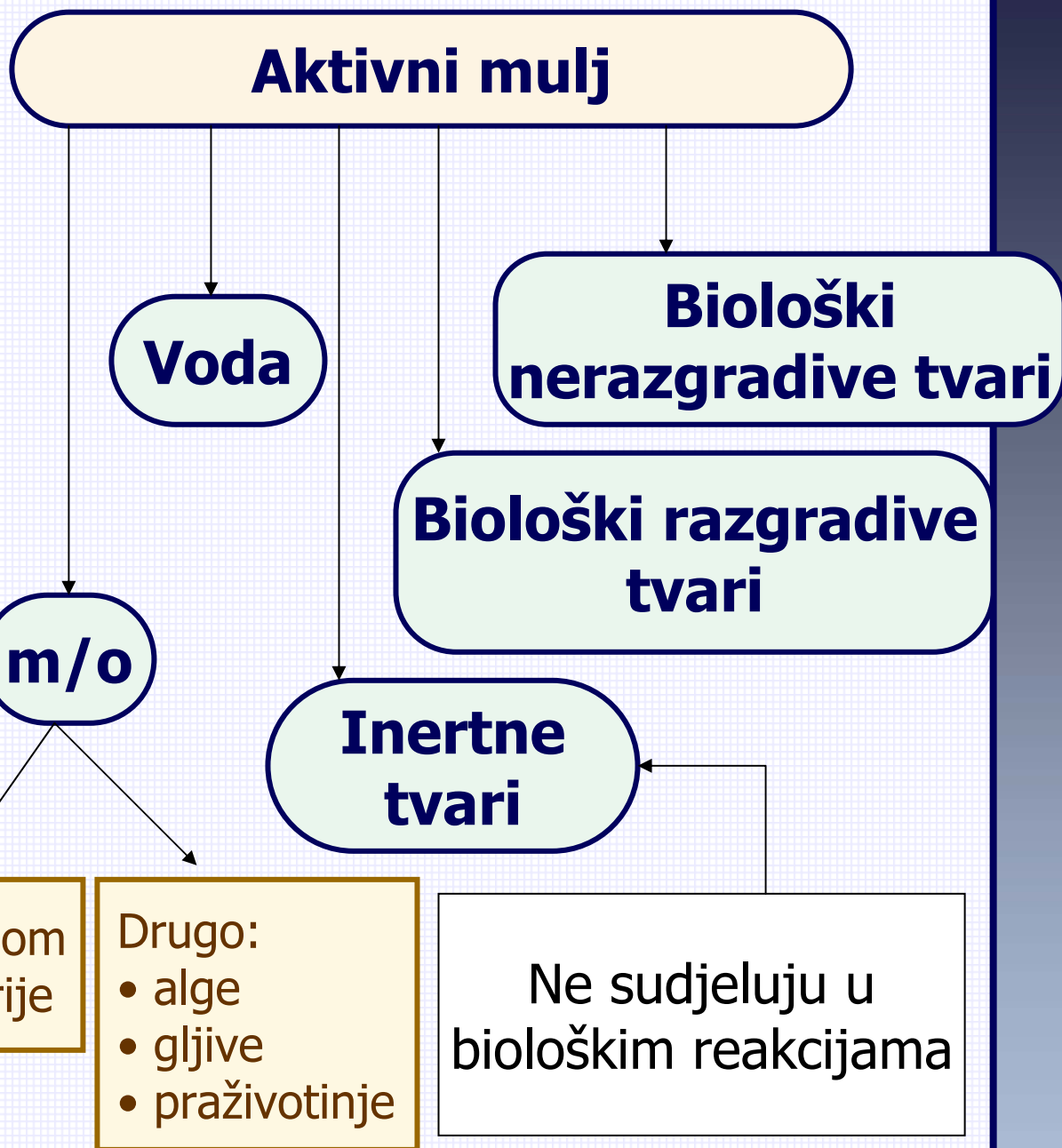
Nove bakterije

→ $C_5H_7NO_2$

+

Konačni produkti oksidacije

→ $CO_2, H_2O, NO_3 - N$

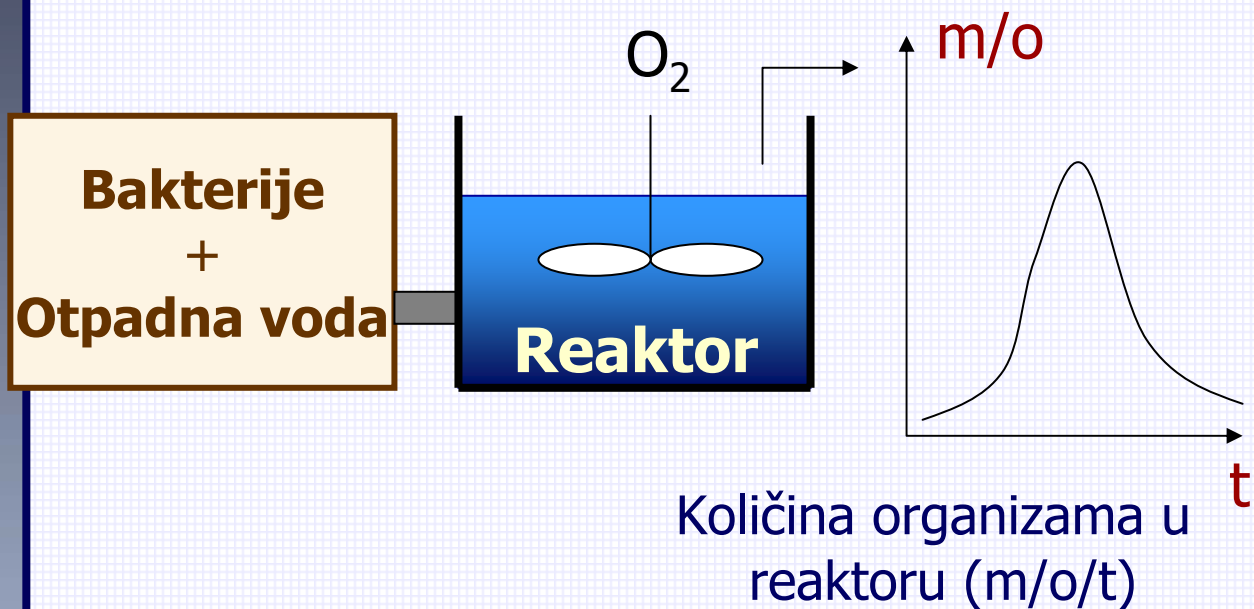


Kako opisujemo rast m/o i potrošnju organske tvari ?



Koristeći krivulju rasta

Laboratorijski eksperiment BATCH postupak



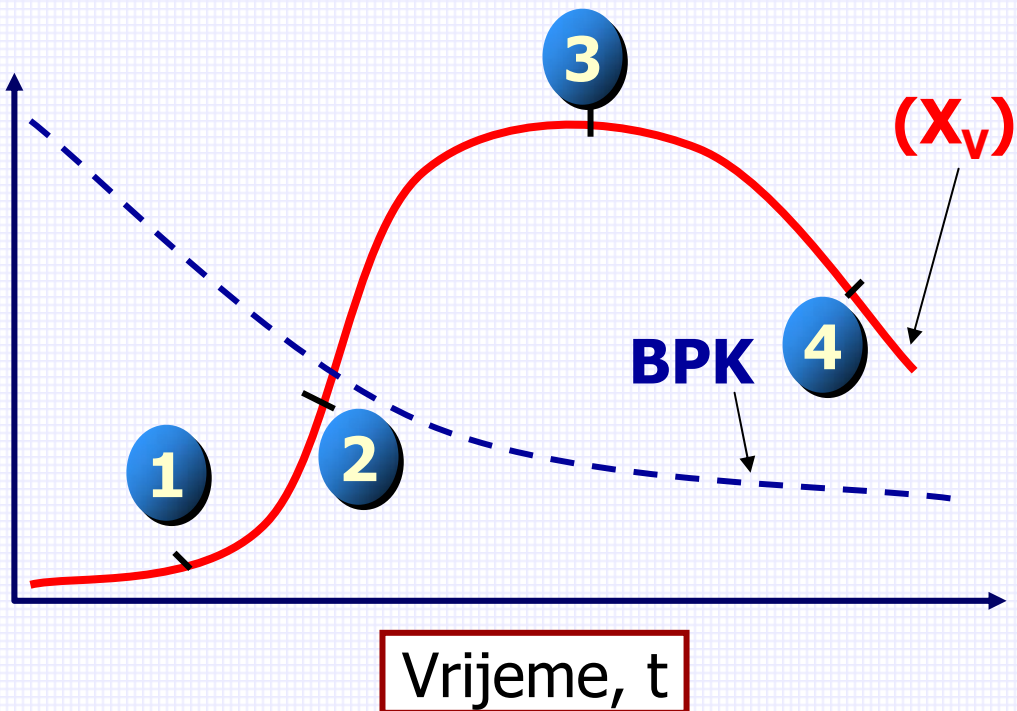
Pretpostavke

- m/o = jedan tip (npr.: heterotrofne bakterije)
- Otpadne vode = lako biorazgradive
- O_2 = dovoljno
- Dotok = jednokratan

Krivulja rasta m/o - 2

Etape

Količina
m/o,
BPK



Vrijeme, t

- 1 Usporeni početni** : Adaptacija na nove životne uvjete
- 2 Vrlo brzi rast** : Hrana = dovoljno
- 3 Spori rast** : Hrana = počinje biti ograničavajuća, nedostaje
- 4 Ugibanje** : Hrana = minimalna
započinje endogeno disanje

U skladu s navedenim, vrijeme zadržavanja m/o u bioreaktoru ima važnu ulogu.

Napomena: ovo će se kasnije nazivati «starost mulja»

Krivulja rasta m/o - 3

U stvarnosti

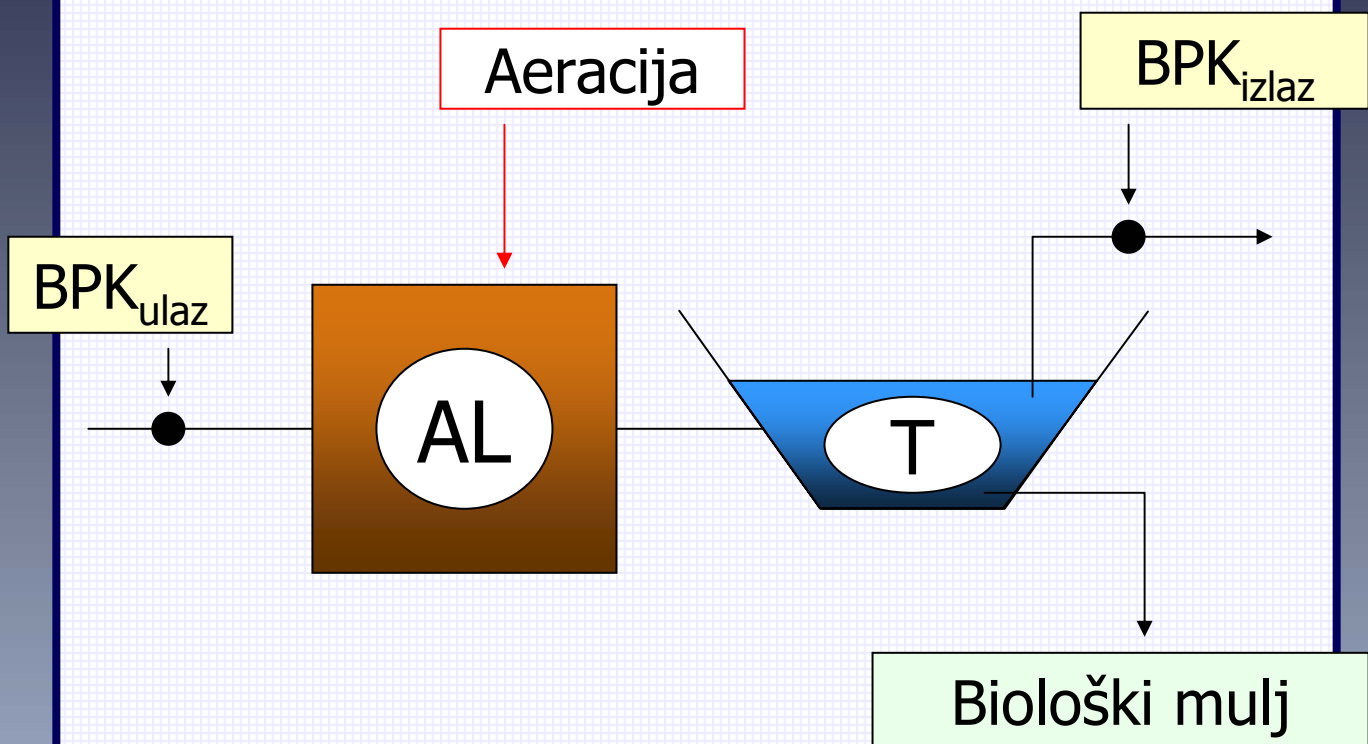
- **m/o** = Veliki broj tipova \Rightarrow postoje brojne krivulje rasta
- **Otpadne vode** = samo je dio bio-razgradiv
- **O₂** = nema ga uvijek dovoljno
- **Dotok hrane** = stalan ili s prekidima

Što radimo?

- 1.** Koristimo samo jednu krivulju rasta za koju pretpostavljamo da je reprezentativna
- 2.** Koristimo tu krivulju da bi odredili model rasta*. Ovaj model je zapravo jednostavna jednažba koja se koristi za projektiranje bioreaktora

*modeli = matematički izrazi

2.4.1.2 Aerirane/prozračne lagune (AL)



AL : Aerirana laguna

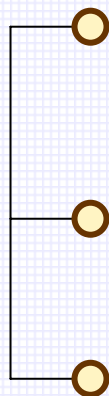
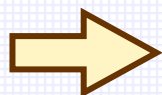
T : Taložnik

1. Osnovne karakteristike

- Uglavnom, nema povratnog toka
- S povratnim tokom: AL isto kao AM

2. Razlike u odnosu na AM

Osnovne razlike
u odnosu na
postupak s
aktivnim muljem



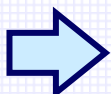
AL= zemljani
bazeni s velikim
površinama

Ne mora imati
povratni mulj

T = također
zemljani bazen

Druge karakteristike

● **Rast algi**



Utječe na

Kakvoću
efluenta
+
učinkovitost
taložnika T



Θ u T mora biti kraće od 2 dana
da bi se kontrolirao rast algi

● **Anaerobno stanje u T**

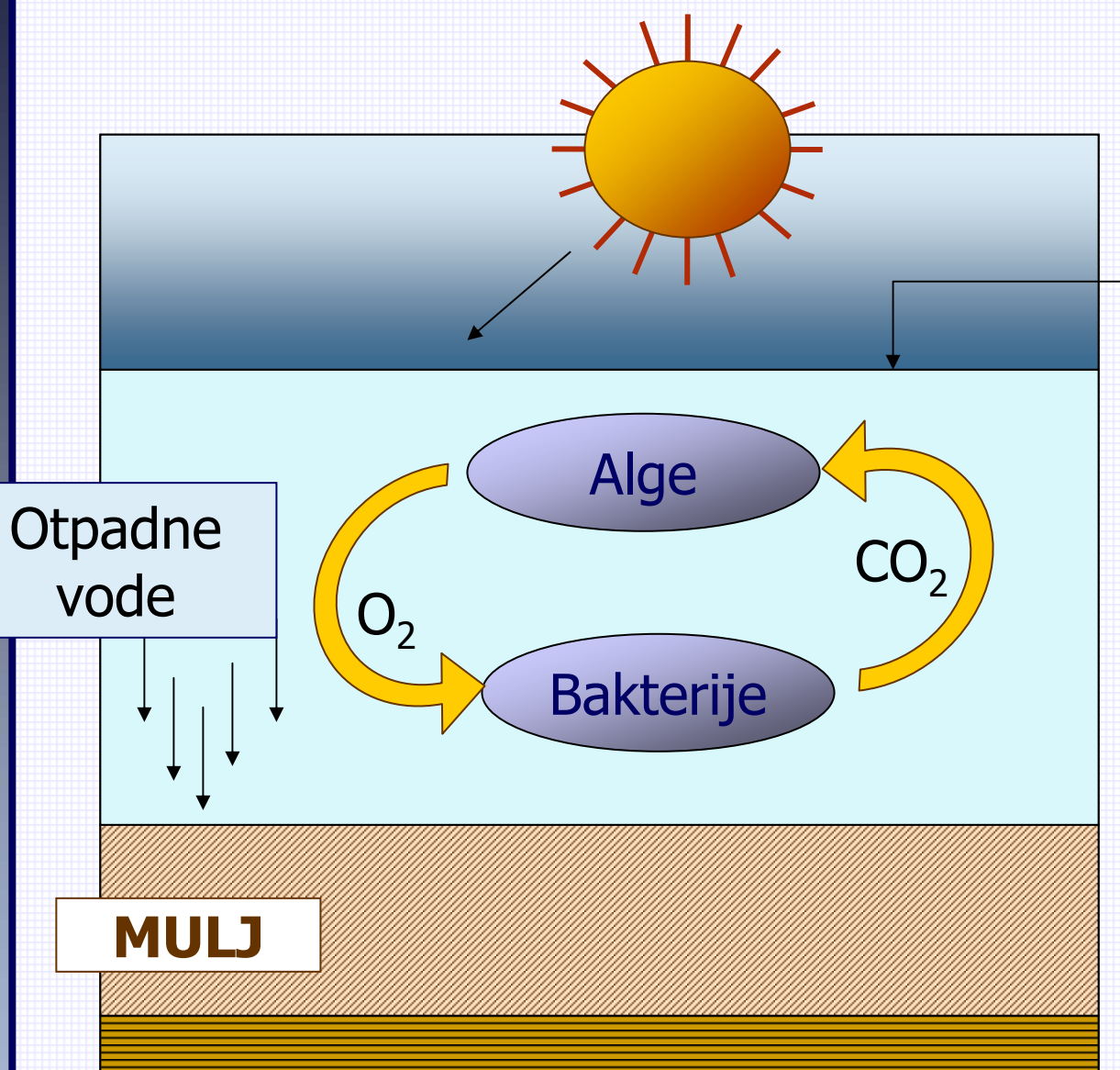


**Pojava
smrada**



Dubina $\geq 1,0$ m

2.4.1.3 Stabilizacijske bare/lagune (SB)



Osnovne karakteristike

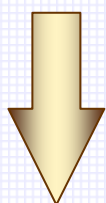
- Simbioza aerobnih bakterija + algi
- Uglavnom, bez umjetne aeracije
- Utjecaj vjetra je važan

TIPOVI

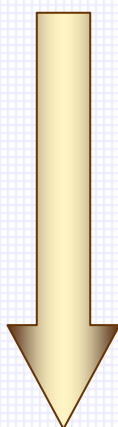
Aerobne

Anaerobne

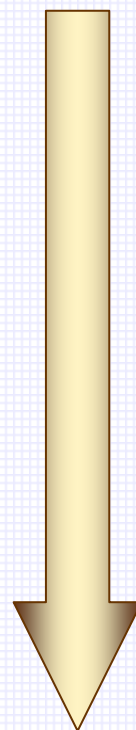
Fakultativne



Dubina $\leq 1,5\text{m}$
(cjelovito miješanje vjetrom)



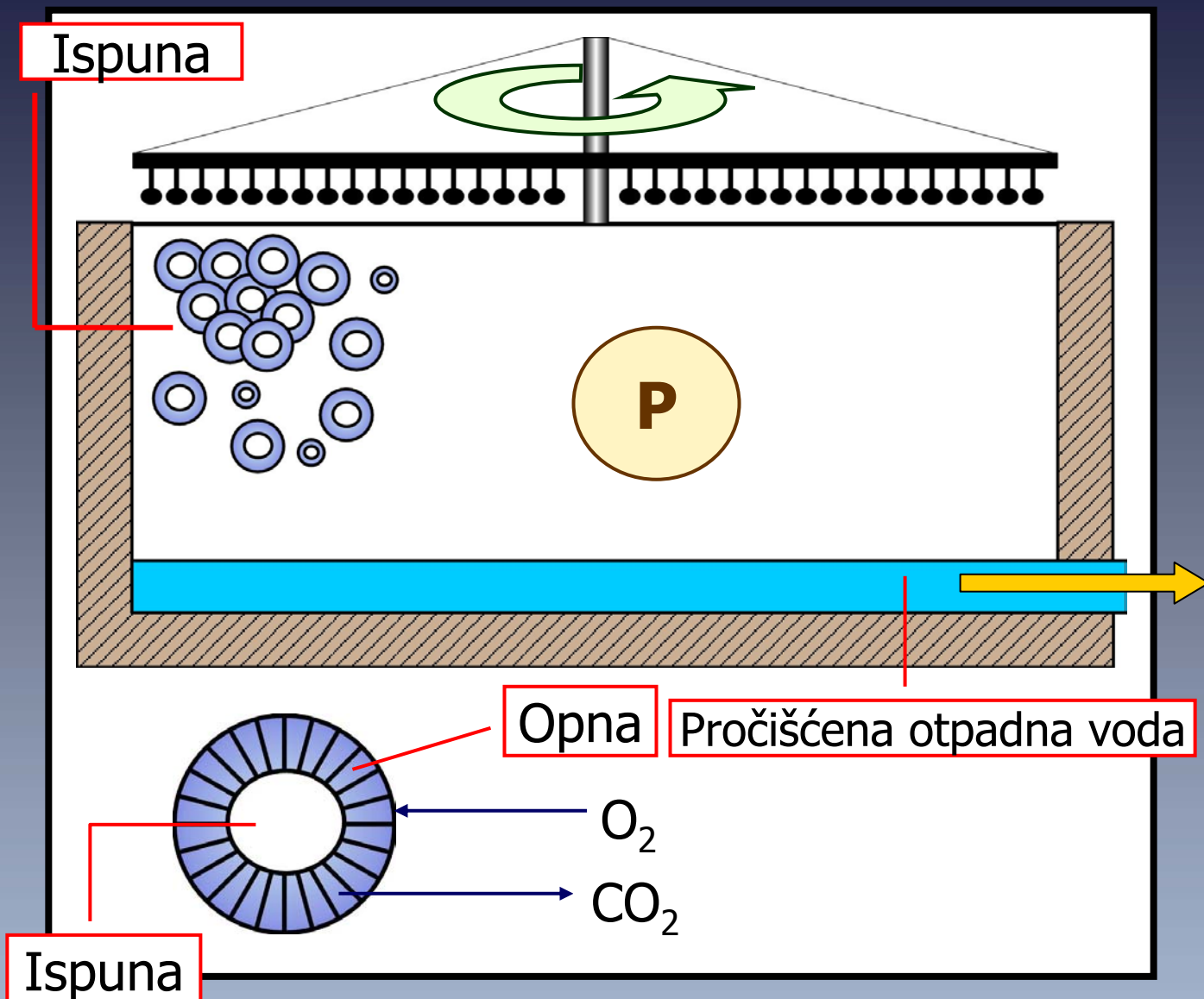
Vrlo duboke
Veliko BPK opterećenje



3 sloja

- Površinski - aerobni
- Srednji - fakultativni
- Pridneni - anaerobni

2.4.1.4 Prokapnici (P)

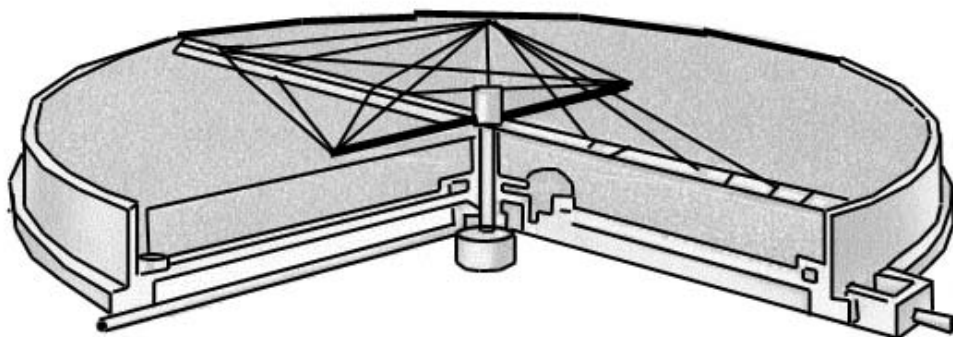


Biološka reakcija se odvija u biološkoj opni

Osnovne karakteristike

- Bakterije su vezane na ispunu (opna)

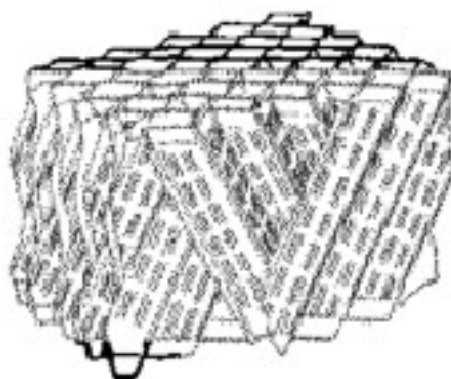
PROKAPNICI



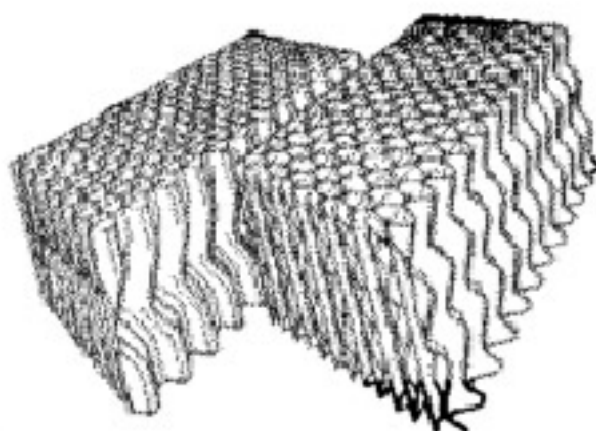
TIPOVI

- Nisko opterećeni - jedan stupanj
kamena ispuna (tucanik)
1 - 4 m³/m² površine/dan
- visoko opterećeni - jedan ili 2-stupnja
10 - 40 m³/m² površine/dan

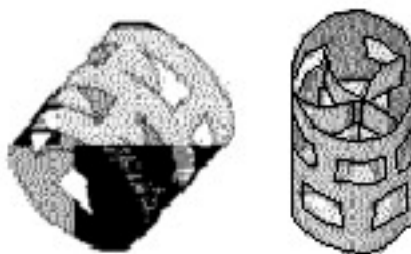
TIPIČNA MODULARNA I NEPRAVILNO SLOŽENA PLASTIČNA ISPUNA



Poprečni protok

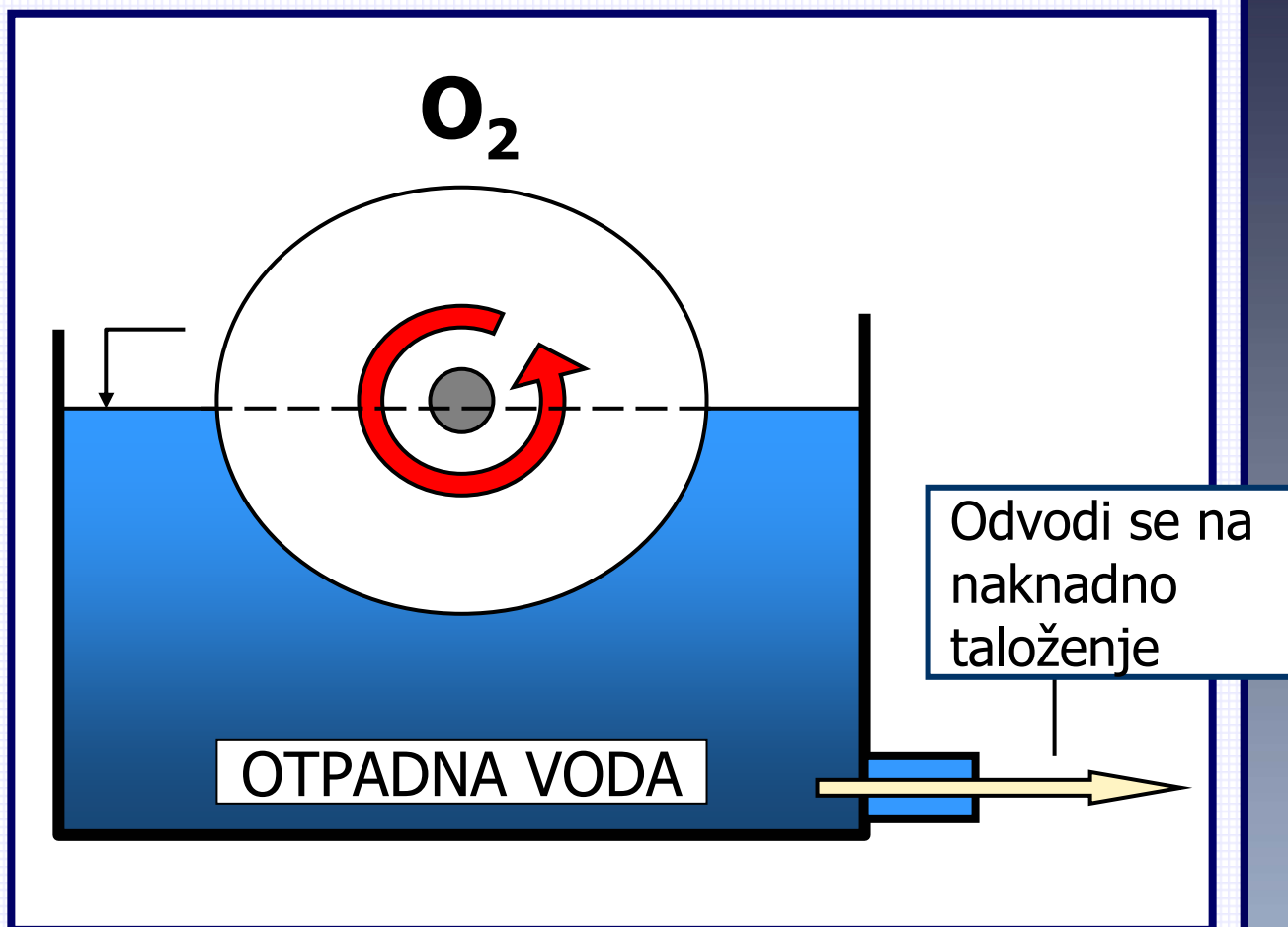


Cijevni



Šupljikavi prsteni

2.4.1.5 Okretni biološki nosači (OBN)



- **Niz diskova s malim međusobnim razmakom**
- **Biološka opna se stvara na površini diskova**

Osnovne karakteristike

- **Bakterije su vezane na ispunu/diskove (opna)**

2.4.2 AKTIVNI MULJ

2.4.2.1 Glavni dijelovi

- **Bioreaktor - Aerobni bazen**
- **Sekundarni ili naknadni taložnik**
- **Povrat mulja**
- **Ostalo (anoksični, anaerobni bazeni)**

2.4.2.2 Biološki postupak

- **Oksidacija ugljika**
- **Nitrifikacija**
- **Stabilizacija**

2.4.2.3 Glavni parametri za projektiranje

- **Vrijeme zadržavanja, Θ**
- **Starost mulja, Θ_c**
- **F/M omjer, F/M**
- **Međudnos F/M - Θ_c**
- **Važnost Θ_c**

2.4.2.4 Taloženje

- **Bazeni za taloženje**
- **SVI**
- **Problemi taloženja**

2.4.2.5 Izmjene postupka

2.4.2.6 Aeracijski bazeni

- **Aeracija - O₂ potrebe**
- **Površinska aeracija**
- **Difuzna aeracija**
- **Miješanje**
- **Ostala E - S oprema**

2.4.2.7 Utvrditi rješenje bazena

- **E - S oprema**

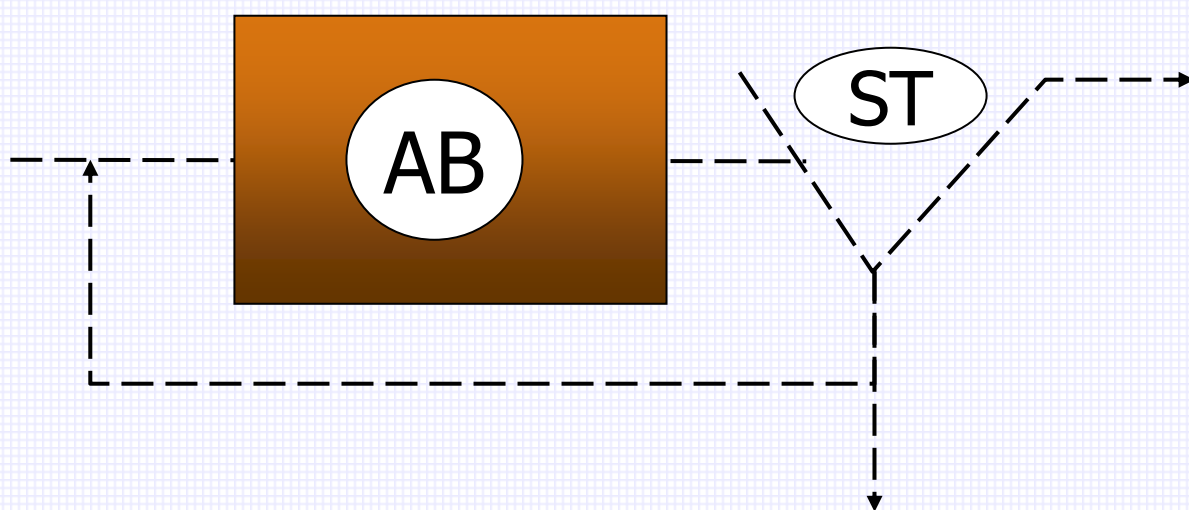
2.4.2.8 Produžena aeracija

- **Glavne značajke**
- **Oksidacijski kanali**

2.4.2.9 Primjer empirijskog projektiranja

2.4.2.1 Glavni dijelovi

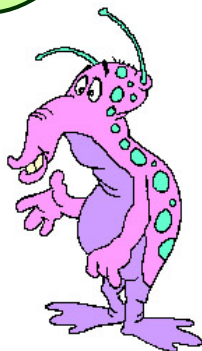
A Biološki reaktor - Aeracijski bazen



OTPADNA VODA
S OTOPLJENOM
ORGANSKOM TVARI

HRANJIVE
SOLI

O_2



NOVI



+ CO_2
+ H_2O
+ NO_3^-
+Drugi krajnji produkti

U AB

Bakterije
+
inertni materijal
+
druge tvari

Sa miješanjem
ili drugom
opremom za
aeraciju

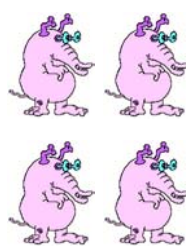
U suspenzijama zvanim «Aktivni mulj»
ili mješavina otpadne vode i
suspendiranih tvari/
koncentracija aktivnog mulja (MLSS)

Glavna ideja

Otpadne vode

transformirati

to jest:



Nakupine
bakterija

Otopljene tvari

transformirati

Krute tvari

Kako se mogu izdvojiti?

Taloženjem

Koncentracija aktivnog mulja, MLSS

Uključuje svu ST u AB ili općenito BR
(Biološki reaktor)

MLSS koncentracija = T [kg/m^3]

To jest **$\text{kgST} / \text{m}^3 \text{BR}$**

$$T = X + A$$

UKUPNO

=

**Organske
sagorive/
razgradive**

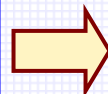
+

**Inertne
fiksirane**

$$[\text{MLSS}] = [\text{MLVSS}] + [\text{MLFSS}]$$



**Predstavljaju
m/o**



**One obavljaju
biološku
reakciju**

**MLVSS=70-
80% MLSS**

Obično:

**$T=4 - 6 \text{ kg}/\text{m}^3$
 $X=2,8 - 4,2 \text{ kg}/\text{m}^3$**

ili:

**$T=0,4 - 0,6 \%$
 $X=0,3 - 0,4 \%$**

Primjer: Količina ST u BR

BR

$$V = \text{Volumen} = 1000 \text{ m}^3$$

$$X = 2,8 \text{ kg/m}^3$$

$$A = 1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$T = 4,0 \text{ kg/m}^3$$

Masa organskih ST: .

$$V X = 1000 \text{ m}^3 \cdot 2,8 \text{ kg/m}^3 = 2800 \text{ kg}$$

Masa neorganske ST: .

$$V A = 1000 \text{ m}^3 \cdot 1,2 \text{ kg/m}^3 = 1200 \text{ kg}$$

$$\text{Ukupna masa ST} = 2800 + 1200 = 4000 \text{ kg}$$

Dobivamo:

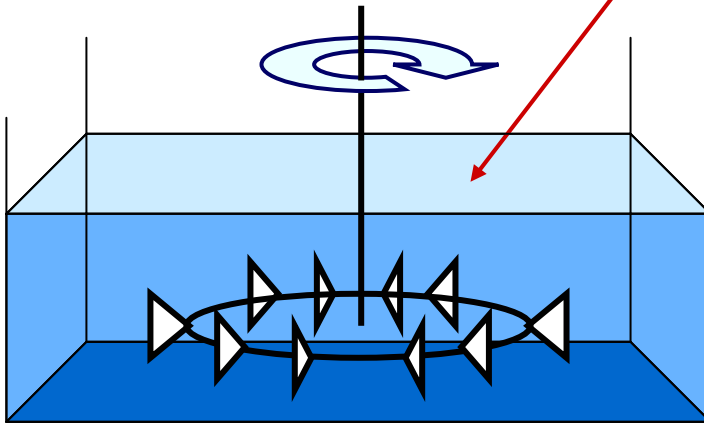
BR

VSS	FSS
2800 kg	1200 kg
70 %	30 %

E - S oprema za aeraciju

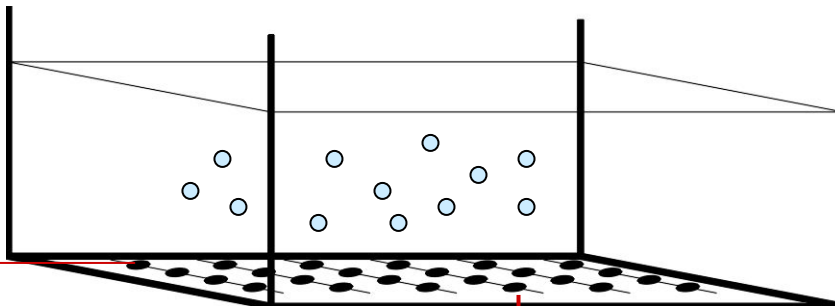
Mehanički - Površinski aeratori Površinska aeracija

Aerator (raspršuje površinu)



Difuzni - potopljeni aeratori Dubinska aeracija

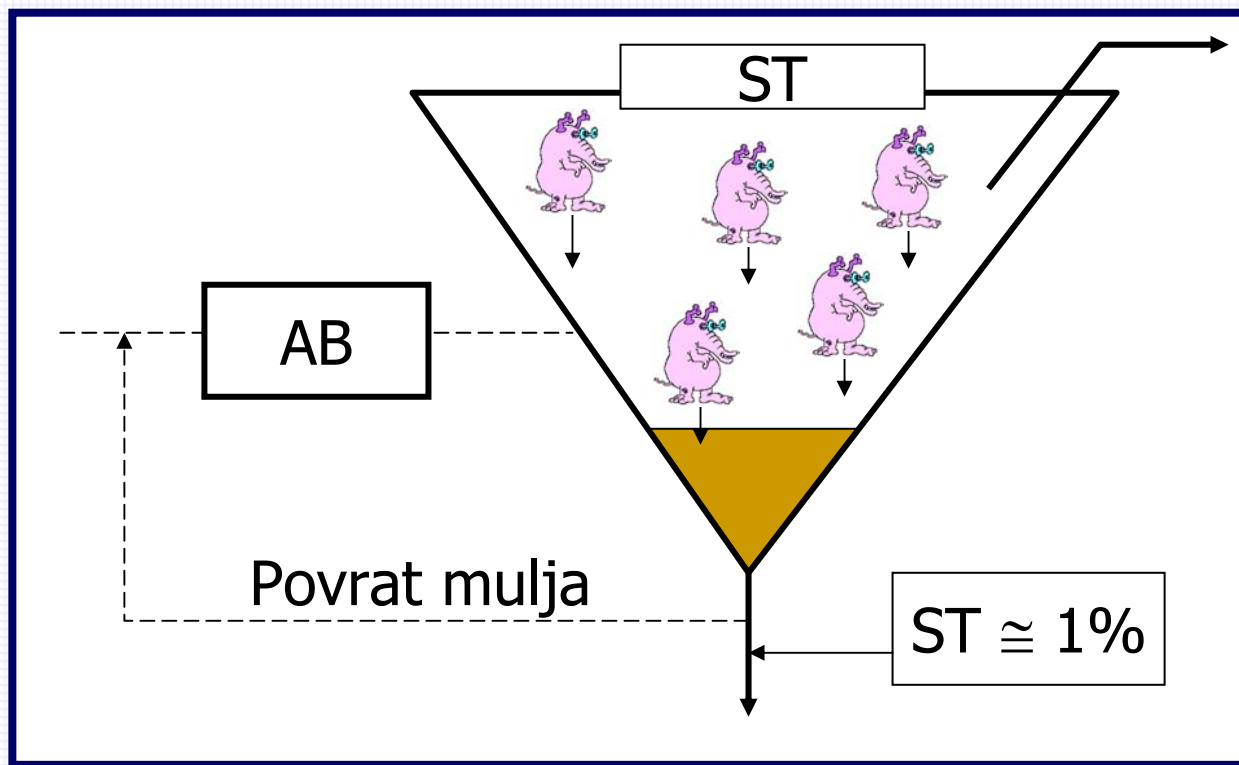
PUHALA



Difuzori/raspršivači (proizvode fine mjehuriće)

B

Sekundarni/naknadni taložnik



Izdvajamo:

Bakterije
[flokule/nakupine]

taloženjem

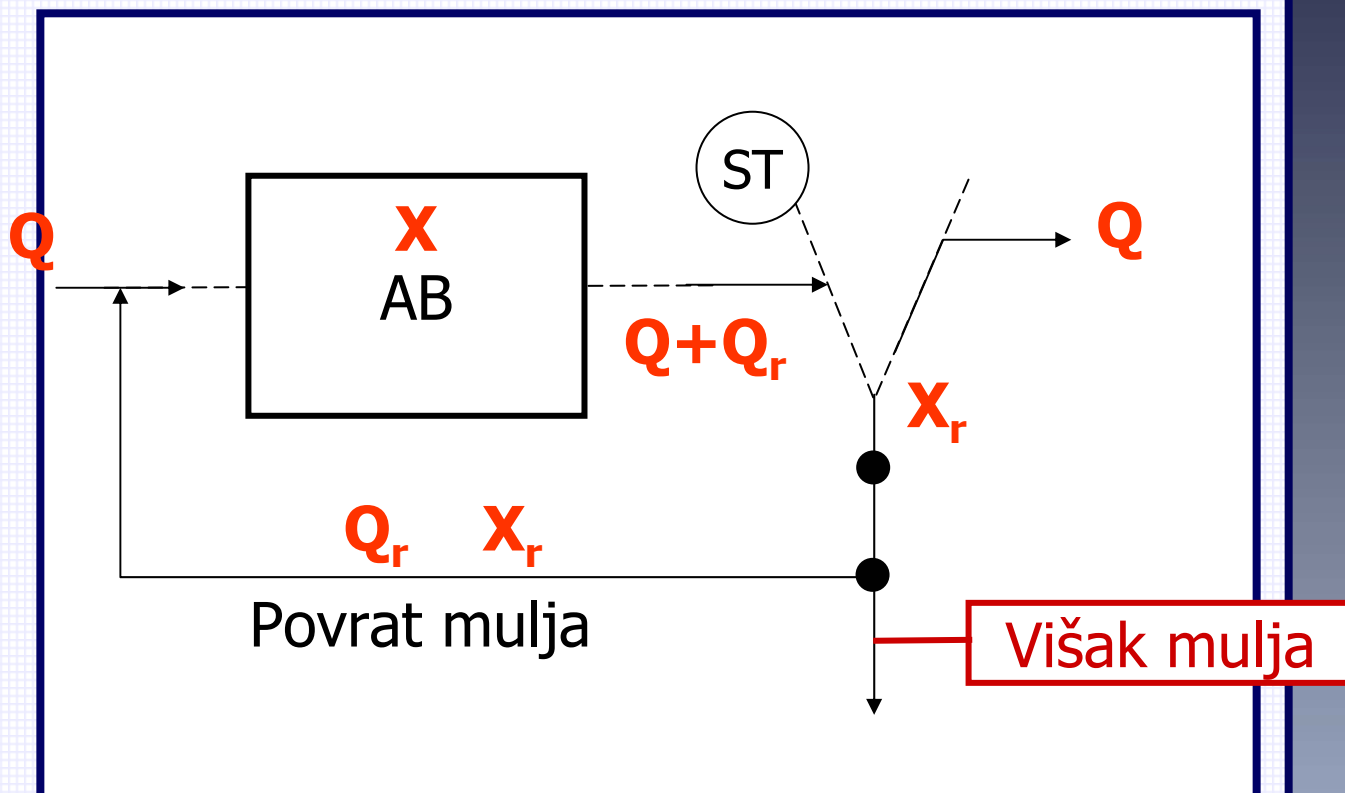
gravitacijom

Važno: Bakterijske nakupine/flokule moraju imati dobre karakteristike u odnosu na taloženje

Inače ... problemi!

C

Recirkulacija - povrat mulja



$$X_r Q_r = X(Q + Q_r) \Rightarrow Q_r = QX / (X_r - X)$$

D

Višak mulja

SVRHA:

Održavati MLVSS približno konstantnim i velikim

E

Druge komponente

Anoksični bazeni

- O_2 : nema, to jest nema aeracije
- NO_3^- : ←
- u suspenziji : da, sa miješalicama

Koristi se za: biološko uklanjanje dušika

Anaerobni bazeni

- O_2 : ne
- NO_3^- : ←
- u suspenziji : da, sa miješalicama

Koristi se za: biološko uklanjanje fosfora

2.4.2.2 Biološki postupak

A Oksidacija ugljika - 1

Heterotrofne bakterije

Heterotrofne bakterije trebaju

1.

Izvori C



Org. C

2.

Izvor energije



Kemijska
reakcija
na.pr.
oksidacija

3.

Nutrienti



N, P, S,
Fe, Ca, Mg,
K, Mo, Zn, Co

4.

Izvor O₂

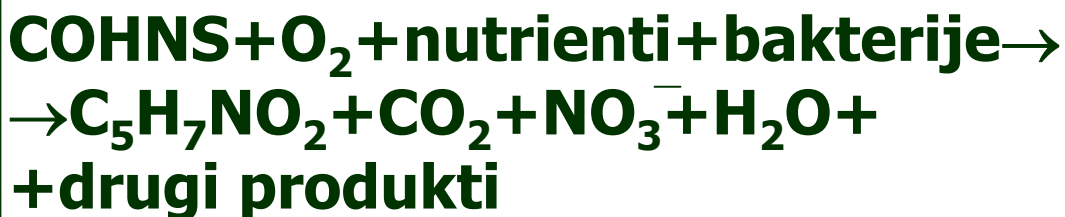


O₂

Oksidacija ugljika - 2

Kemija

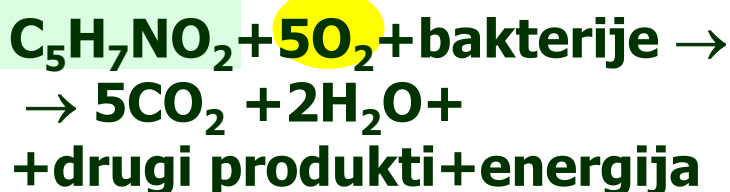
O tpadne vode in a dovoljno



O tpadne vode nem a dovoljno

Bakterije oksidiraju vlastite stanice da bi osigurale energiju

Endogeno/unutarnje disanje



Za oksidaciju 1g stanica ($\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$)

potrebno je: $160/113=1,42\text{g O}_2$

$$\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2 = (5 \times 12) + (7 \times 1) + (14) + (2 \times 16) = 113$$

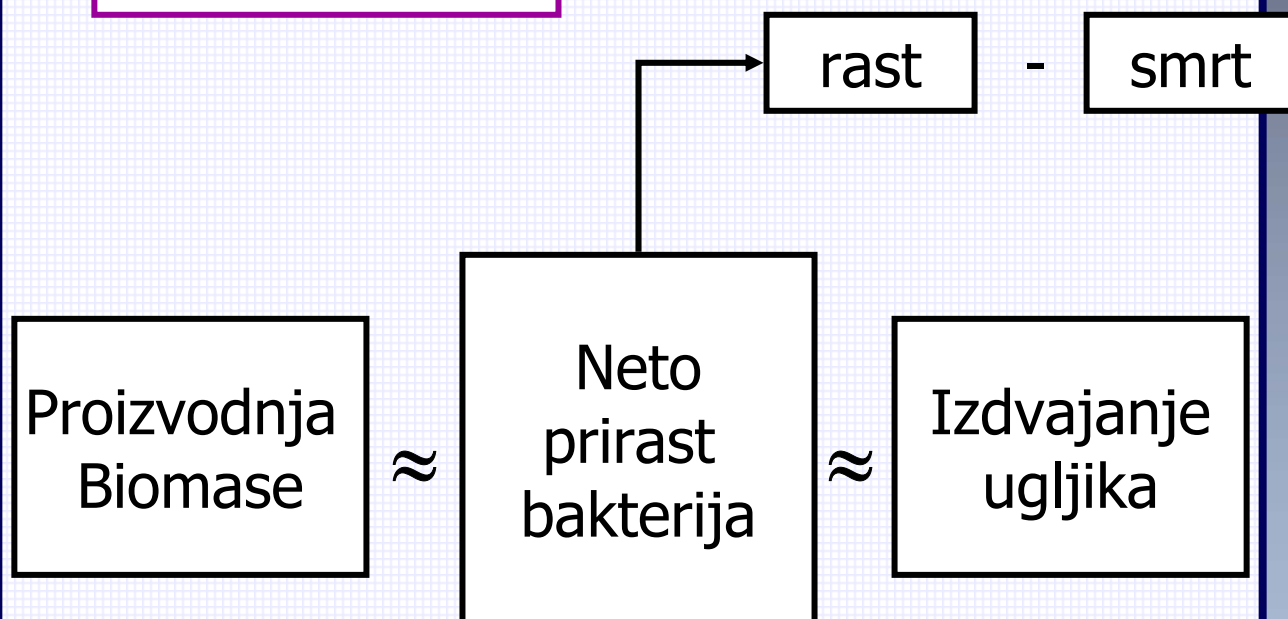
$$5\text{O}_2 = 5 \times 32 = 160$$

Oksidacija ugljika - 3

Proizvodnja biomase

Može se izračunati
korištenjem više jednadžbi

Empirijski



To jest $\Delta X_B \sim$ BPK uklonjeni

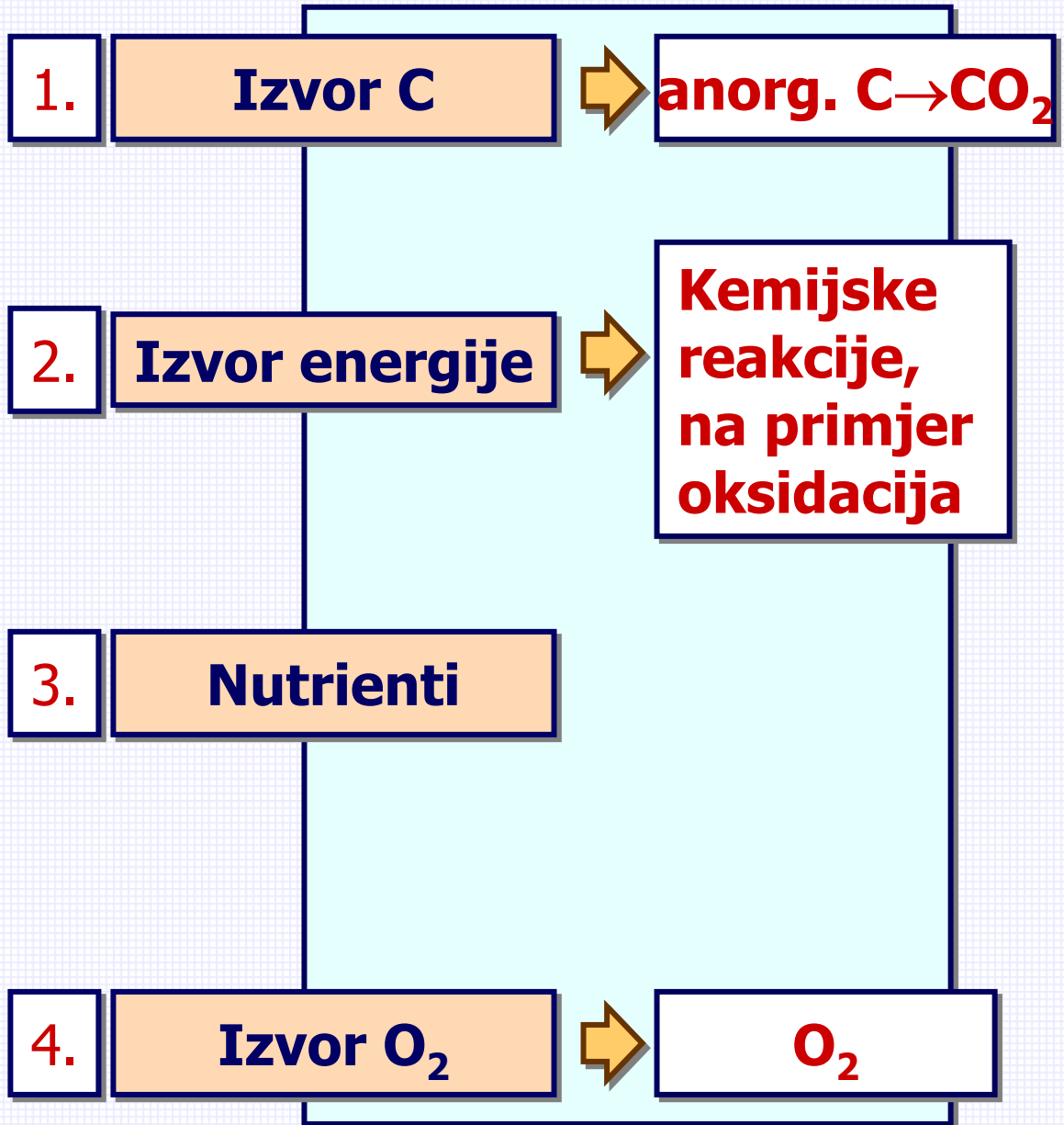
$$\text{ili} \quad \Delta X_B = Y_B \cdot B_{\text{uklo.}}$$

$B_{\text{uklo.}}$ = BOD uklonjen (kg/d)
 Y_B = koeficijent uklanjanja (kg ST
proizvedene/kg BOD uklonjenog)

B

Nitrifikacija - 1

Autotrofne bakterije

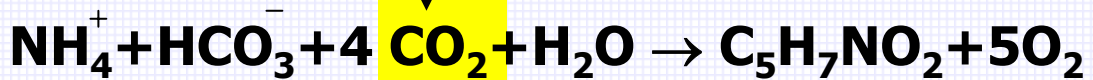


Nitrifikacija - 2

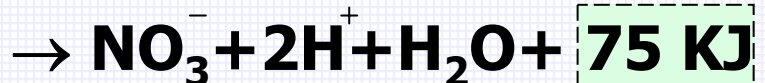
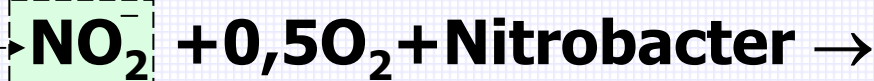
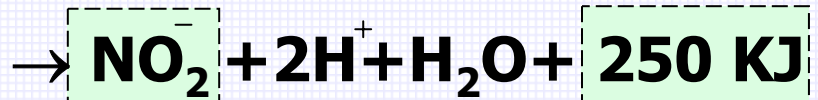
Kemija

Izvor C

Iz C oksidacijom



Izvor energije



+325 KJ

Za oksidaciju 1g N kao NH_4

potrebno je: $64/14=4,57 \text{ g O}_2$

$(1,5+0,5)\text{O}_2=2\text{O}_2=64 \quad \text{N}=14$

Nitrifikacija - 3

Proizvodnja biomase

**Može se računati
korištenjem više jednadžbi**

Empirijski

[Vidi oksidacija ugljika]

Proizvodnja
biomase

\approx

NH₄ - N
Izdvajanje

To jest $\Delta X_N \sim \text{NH}_4 - \text{N}$ uklonjen

ili $\Delta X_N = Y_N \cdot \text{NH}_4 - \text{N}_{\text{uklo.}}$

**NH₄-N_{uklo.} = uklonjen NH₄-N (kg/d)
Y_N = koeficijent uklanjanja (kg ST
proizvedenog/kg NH₄-N uklonjenog)**



Stabilizacija mulja

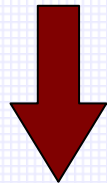
**Biološki
mulj**

Sadrži

**Organsku
tvar**



**Može se oksidirati u anorganskim
uvjetima i tako proizvesti neugodan miris**



Da bi se isto izbjeglo ⇒

**Mulj mora
biti stabiliziran**

**To jest, treba izdvojiti biološki razgradive
organske tvari**

Dvije metode

Aerobna



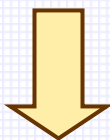
Aerobna stabilizacija
ili digestija

Anaerobna

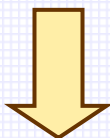


Anaerobna
digestija

U sustavu sa produženom aeracijom

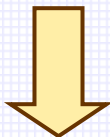


**Stabilizacija mulja
se odvija
u biološkom reaktoru**



Tako

**Odvojena stabilizacija
mulja ne postoji**



Zapamtiti!

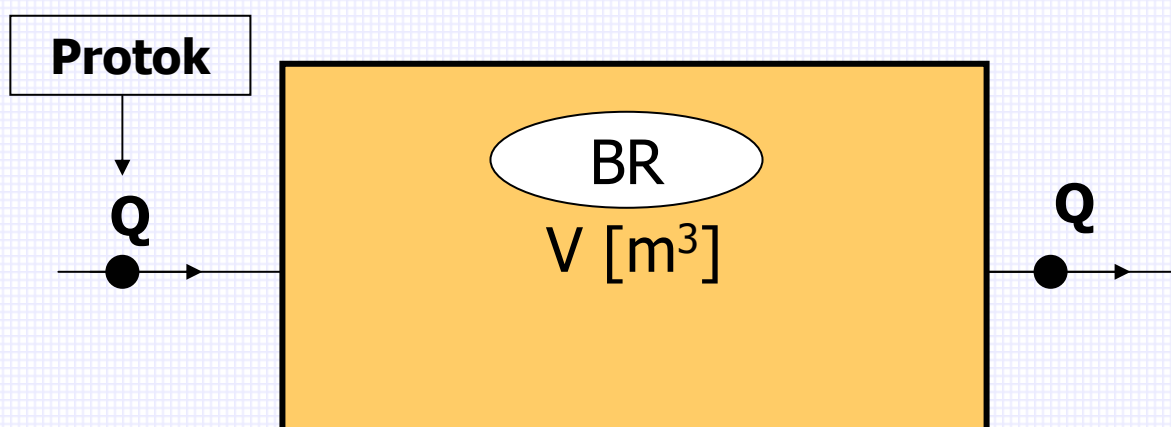
Nema primarnog mulja

2.4.2.3 Glavni parametri za projektiranje

A

Hidrauličko vrijeme zadržavanja, Θ

Koliko sati se otpadna voda se zadržava u BR? $\Rightarrow \Theta$ [sati]



$$\Theta = \frac{V \text{ [m}^3\text{]}}{Q \text{ [m}^3\text{/d]}}$$

V = volumen reaktora

Q = projektirani protok

B

Starost mulja, Θ_c

Koliko se dana m/o zadržavaju u BR?



Θ_c [dani]

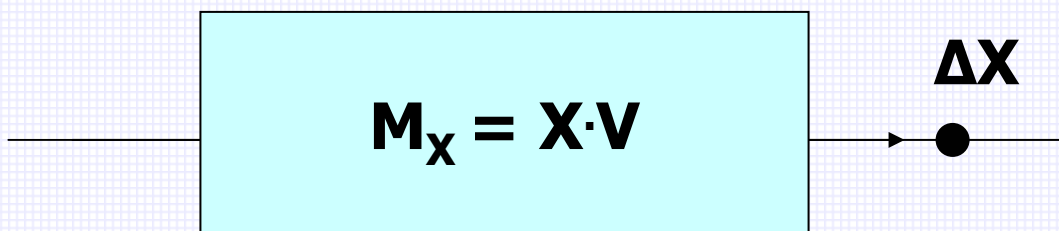
Masa m/o u BR : M_x [kg] = $X \cdot V$

ΔX = Masa m/o proizvedena u BR:

(a) Oksidacija ugljika ΔX_B

(b) Nitrifikacija ΔX_N

(c) Ukupno ΔX [kg/d] = $\Delta X_B + \Delta X_N$



$$\Theta_c \text{ [dani]} = M_x \text{ [kg]} / \Delta X \text{ [kg/dan]}$$

Zašto Θ_c nije jednak Θ ?



Zbog recirkulacije mulja, kojom se m/o vraćaju u BR, ali ne i tekućina, to jest otopljena tvar

Druga metoda je uz korištenje ukupne ST

Masa ST u BR: $M = T \cdot V = (X+A)V$

Masa ST izdvojene $\Delta T = \Delta A + \Delta X$

$\Theta_c \text{ (dani)} = M \text{ [kg]} / \Delta T \text{ [kg/dan]}$

F/M ODNOS

Koliko mnogo kg hrane [kg BPK/d]
otpada na 1 kg m/o [kg MLVSS]?



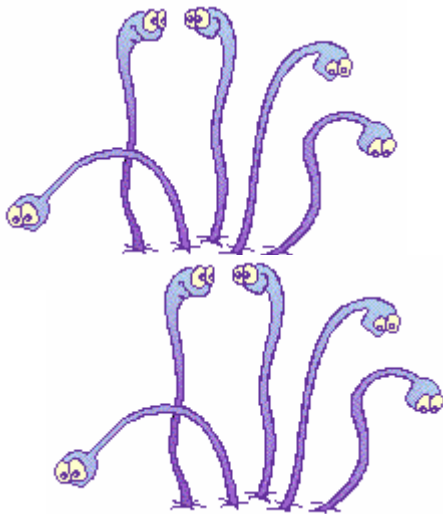
Food-m/o ratio
F/M

F : Hrana \Rightarrow BPK_{in} [kg BPK/dan]

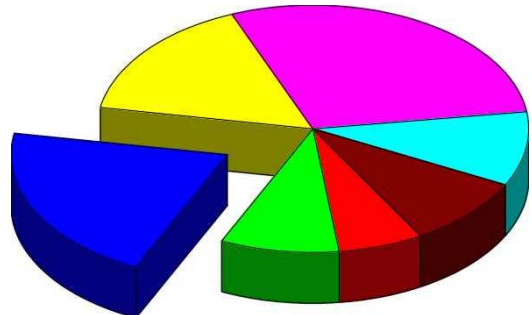
M : Masa m/o \Rightarrow M_x [kg MLVSS] = X V

$$\mathbf{F/M = BPK_{in}/M_x = BPK_{in} / X \cdot V}$$

M_x



HRANA



D

Odnos Θ_c - F / M

$$\Theta_c = \frac{M_x}{\Delta X}$$

$$F/M = \frac{BPK_{ulaz}}{M_x}$$

 \Rightarrow

$$\Theta_c \cdot F/M = \frac{BPK_{ulaz}}{\Delta X}$$

Zapamtiti: kad $\Theta_c \uparrow \Rightarrow F/M \downarrow$

Pretpostavke

BPK_{ulaza} : zadan
 ΔX : približno konst.

Prema tome: $\Theta_c \cdot F/M \cong \text{konst.}$

Tako: $\Theta_c \uparrow \Rightarrow F/M \downarrow$

E

Važnost Θ_c

Θ_c upravlja svim procesima, to jest:

- oksidacijom C
- nitrifikacijom
- stabilizacijom mulja

Minimalno
zahtjevane
veličine

Da bi se izvršio proces oksidacije C

Da bi se izvršila nitrifikacija

Da bi se izvršila stabilizacija

$$\Theta_c \geq \Theta_{\min, C}$$

$$\Theta_c \geq \Theta_{\min, N}$$

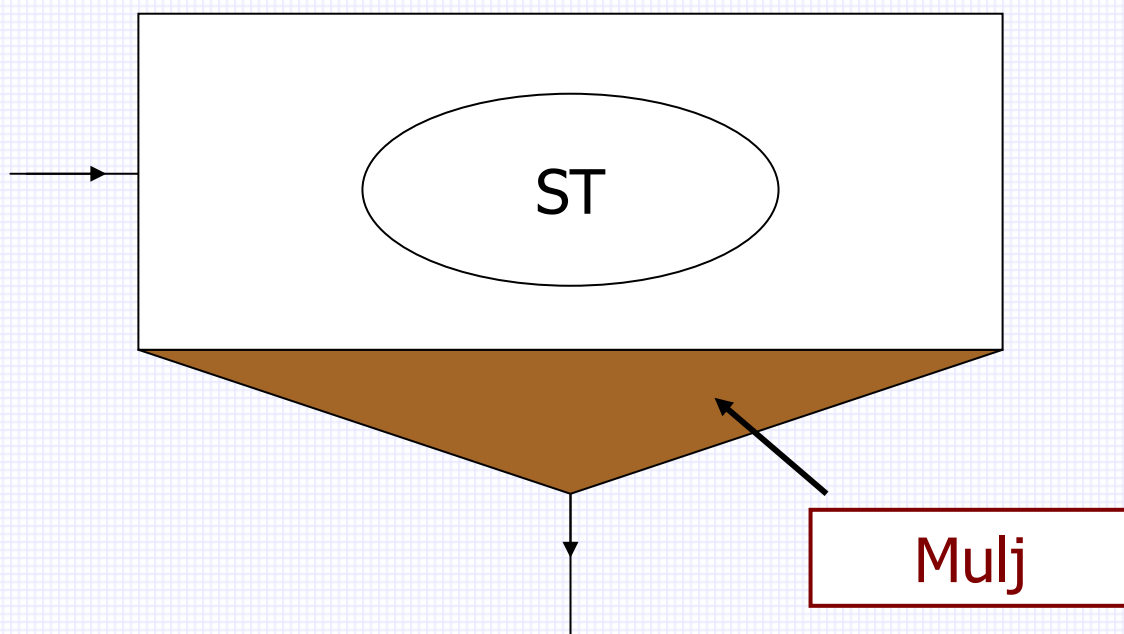
$$\Theta_c \geq \Theta_{\min, st}$$

$\Theta_{\min, C}$ / $\Theta_{\min, N}$ i $\Theta_{\min, st}$
ovise značajno o temperaturi !

2.4.2.4 Taloženje

A

Taložnici



Svrha: razdvajanje MLSS od vode
+
zgušnjavanje mulja

Potrebne karakteristike mulja

1. Da ima veliku brzinu taloženja $V_s > 1$ m/h
2. Da je dosta zgusnut (zauzima mali volumen)
3. Da se zadržava na dnu (ne isplivava)

B

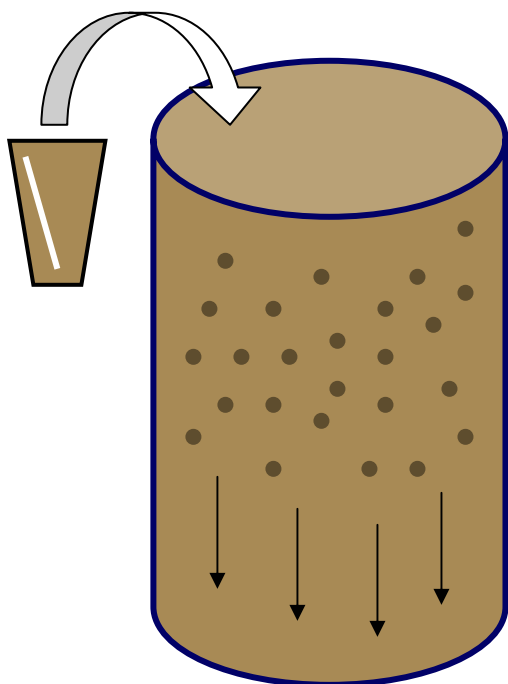
SVI - 1

Volumenski indeks mulja (SVI)

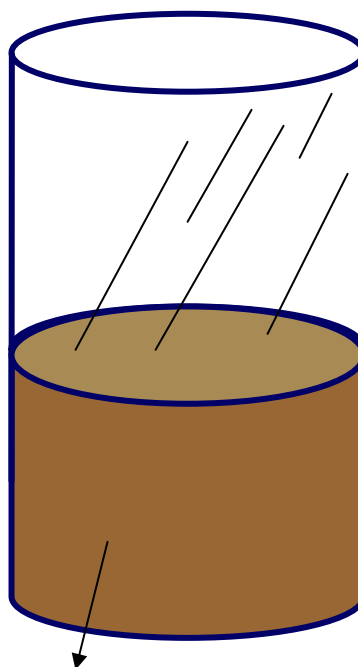
Sludge volume index

Karakterizira taloživost mulja

1000 g aktivnog mulja



1l cilindar
ili 1000 g



Volumen mulja [ml]

SVI → ml mulja / g

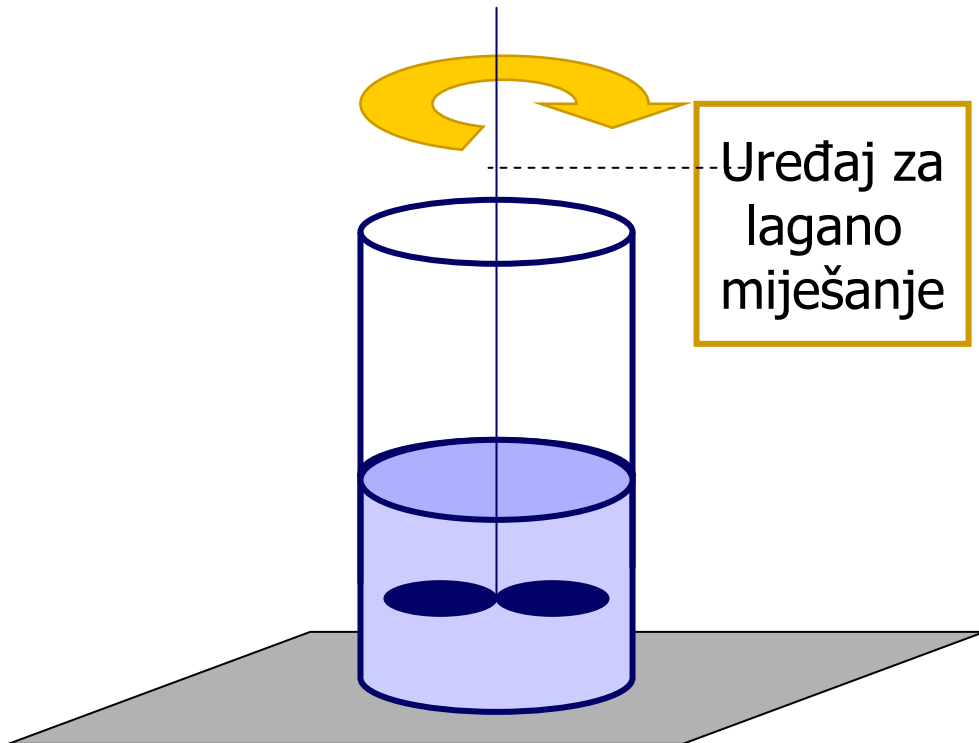
**Niske vrijednosti SVI (50-100) →
Dobre karakteristike u odnosu na taloženje**

SVI - 2

Problem : SVI ovisi o X (ili T)

Alternative

SSVI \Rightarrow u kretanju SVI



ili

DSVI \Rightarrow razrijeđen SVI

Npr. poslije razrjeđenja



Problemi vezani uz taloženje

1. Mali broj flokula



ne talože se lako

2. Isplivavanje mulja



nekontrolirana
denitrifikacija itd.

3. Bubrenje mulja



postojanje
vlakana itd.

4. Pjenjenje mulja



postojanje
vlakanca itd.

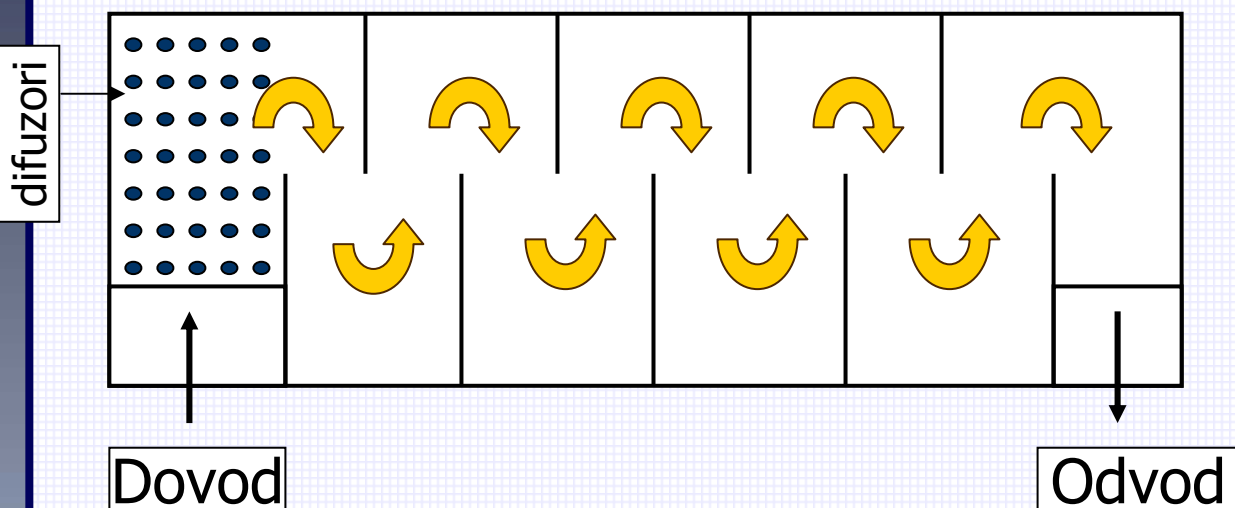
Analizirat će se u poglavlju 7

2.4.2.5 Modifikacije postupka

1. Konvencionalni

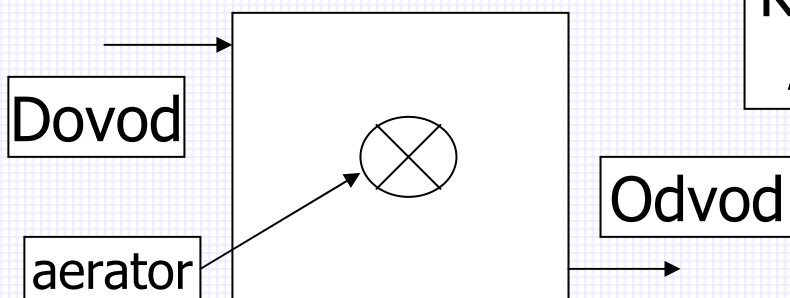
•Klipno tečenje (KT)

Kod aeracije:
Difuzorima

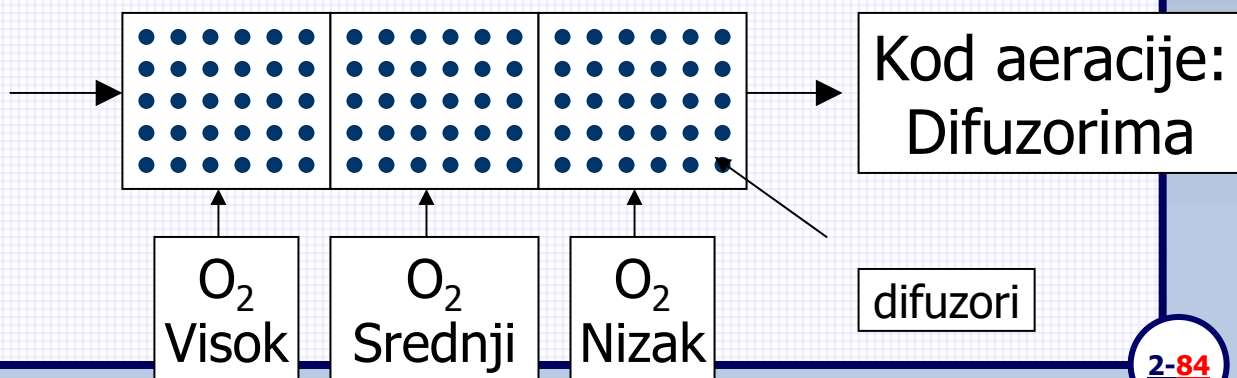


•Potpuno miješanje (CM)

Kod aeracije:
Aeratorima



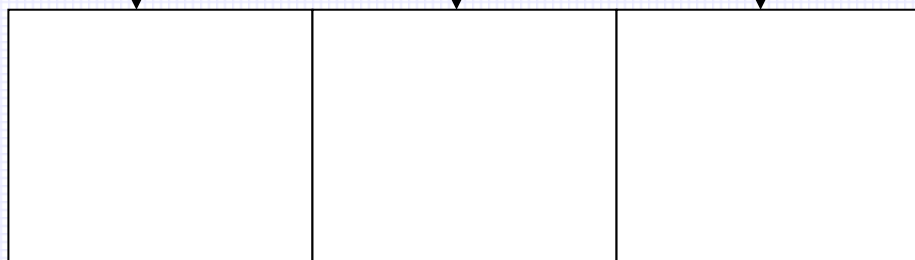
2. Klipno tečenje preko polja difuzora



3.

Postupak s prihranjivanjem u koracima

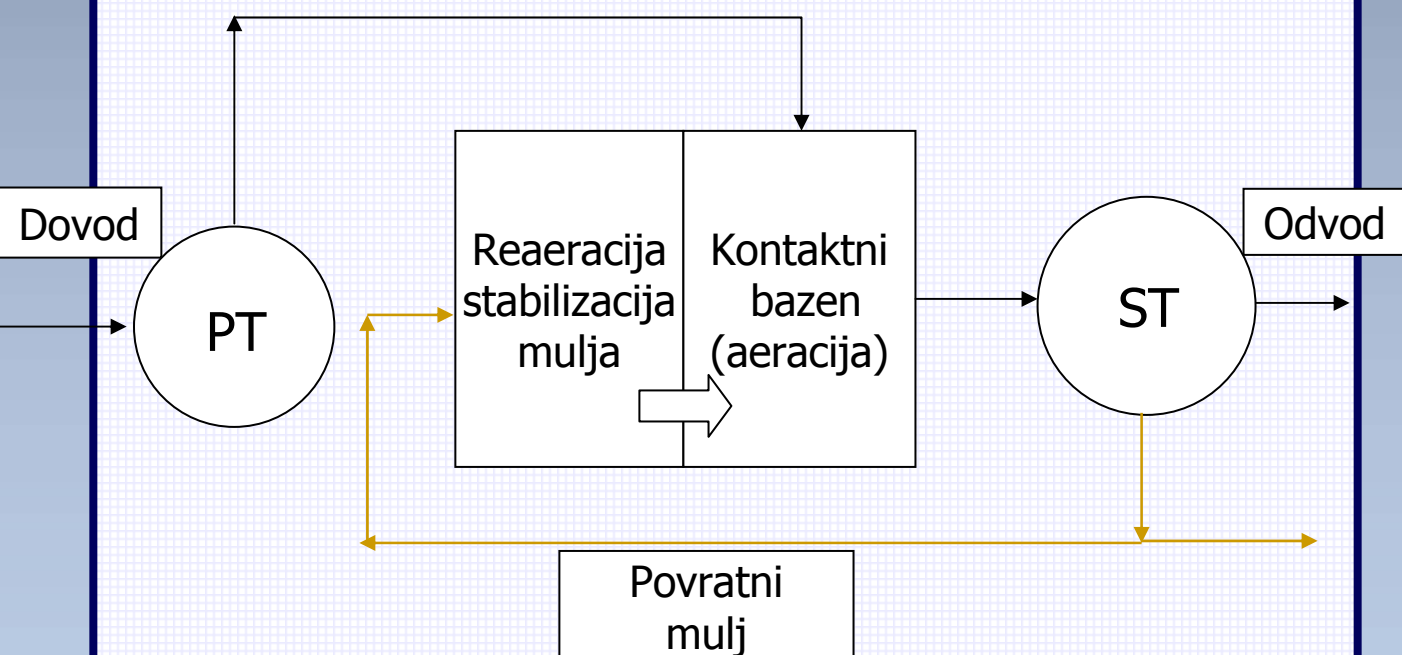
Dovod



Odvod

4.

Kontaktna stabilizacija



5.

Visoka aeracija/prozračivanje

Visoki MLSS

Visoki F : M

Potrebno
snažno
miješanje

6.

Aeracija/prozračivanje čistim O_2

Za aeraciju se koristi O_2 a ne zrak
Suviše skupo!

7.

Produžena aeracija/prozračivanje

nizak F / M - visok Θ_c

veliki volumen

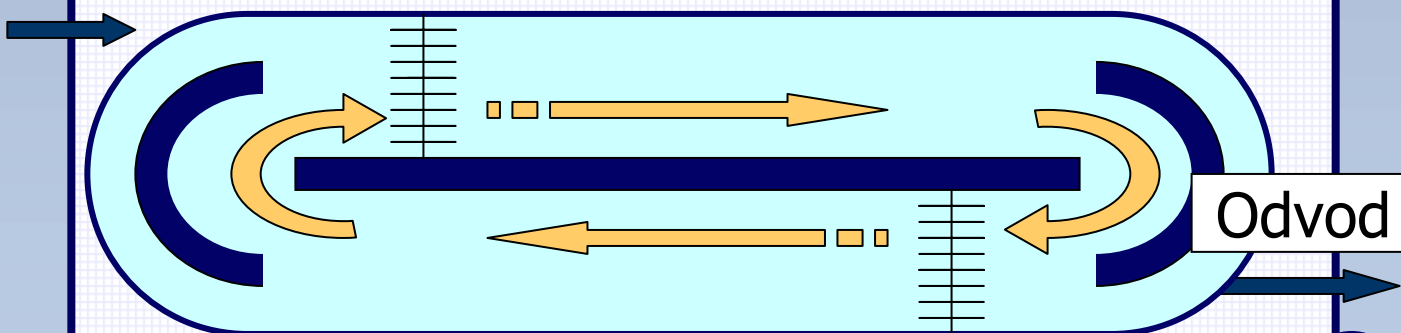
potrebna velika količina O_2

obavlja se i stabilizacija mulja

nema primarnog taložnika

Primjer : Oksidacioni jarak (vidi 2-103)

Dovod vode



8.

SBR - Sequencing Batch Reactors

Postupak sa naizmjeničnim punjenjem i pražnjenjem

Etape

A

Aeracija

D

Dovod vode

O

Odvod vode

T

Taloženje

IM

Izdvajanje mulja

1

D

A



O

IM

2

A



3



4

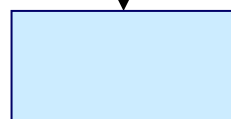


O

5

A

ili ne



IM

2.4.2.6 Aeracijski bazeni/spremnici

A

O₂ potrebe, R₀

O₂ mora biti dovoljno
za slijedeće reakcije:

- 1) C oksidacija
(uključujući unutrašnje disanje)
- 2) nitrifikacija

- 1) BPK uklonjen
- 2) NH₄ - N uklonjen

R_o se računa jednažbama:

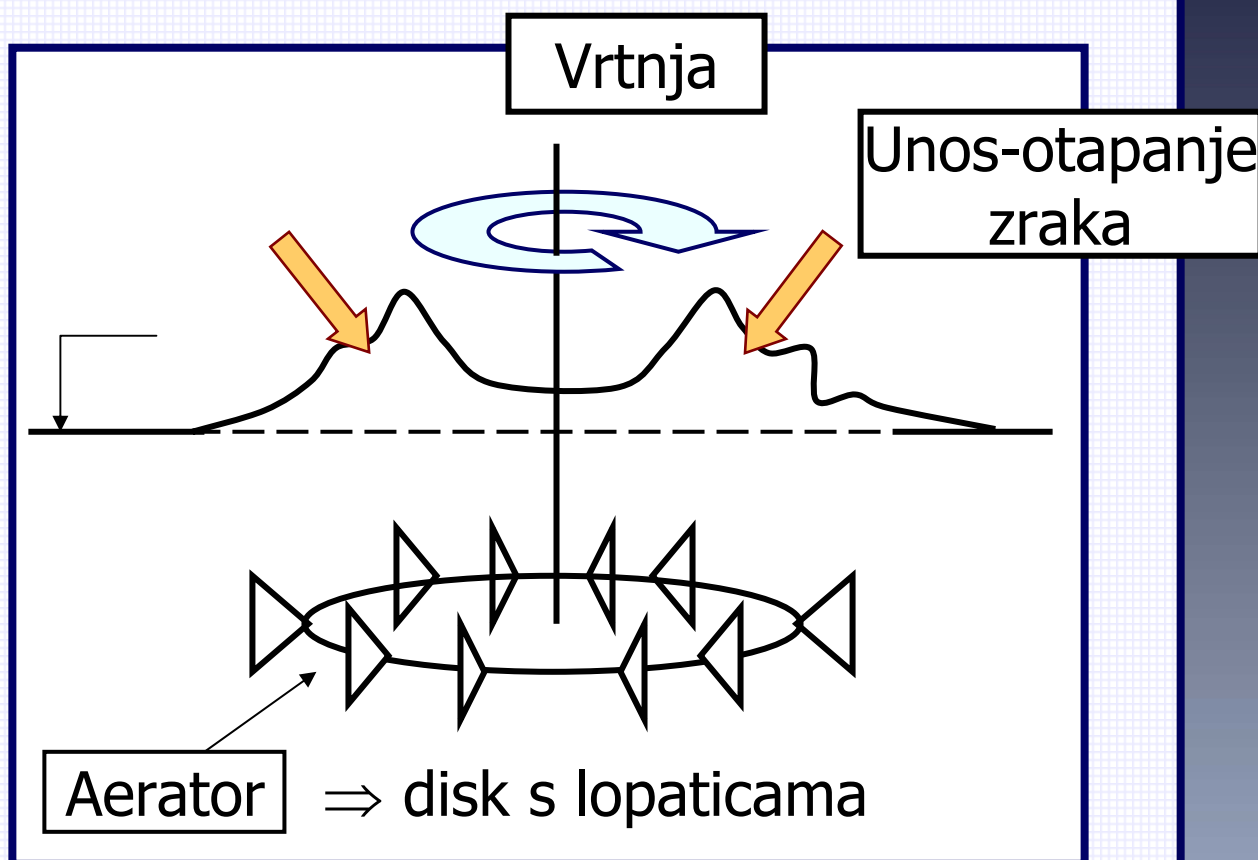
(a) u standardnim uvjetima, $R_{o,s}$

(b) u stvarnim uvjetima $R_{o,r}$

Empirijske veličine:

$R_{o,s} = 2 \div 4,5 \text{ Kg O}_2 / \text{Kg BPK}_5$ uklonjenog
Visoke veličine odgovaraju visokim
vrijednostima Θ_c

B Površinska aeracija/prozračivanje

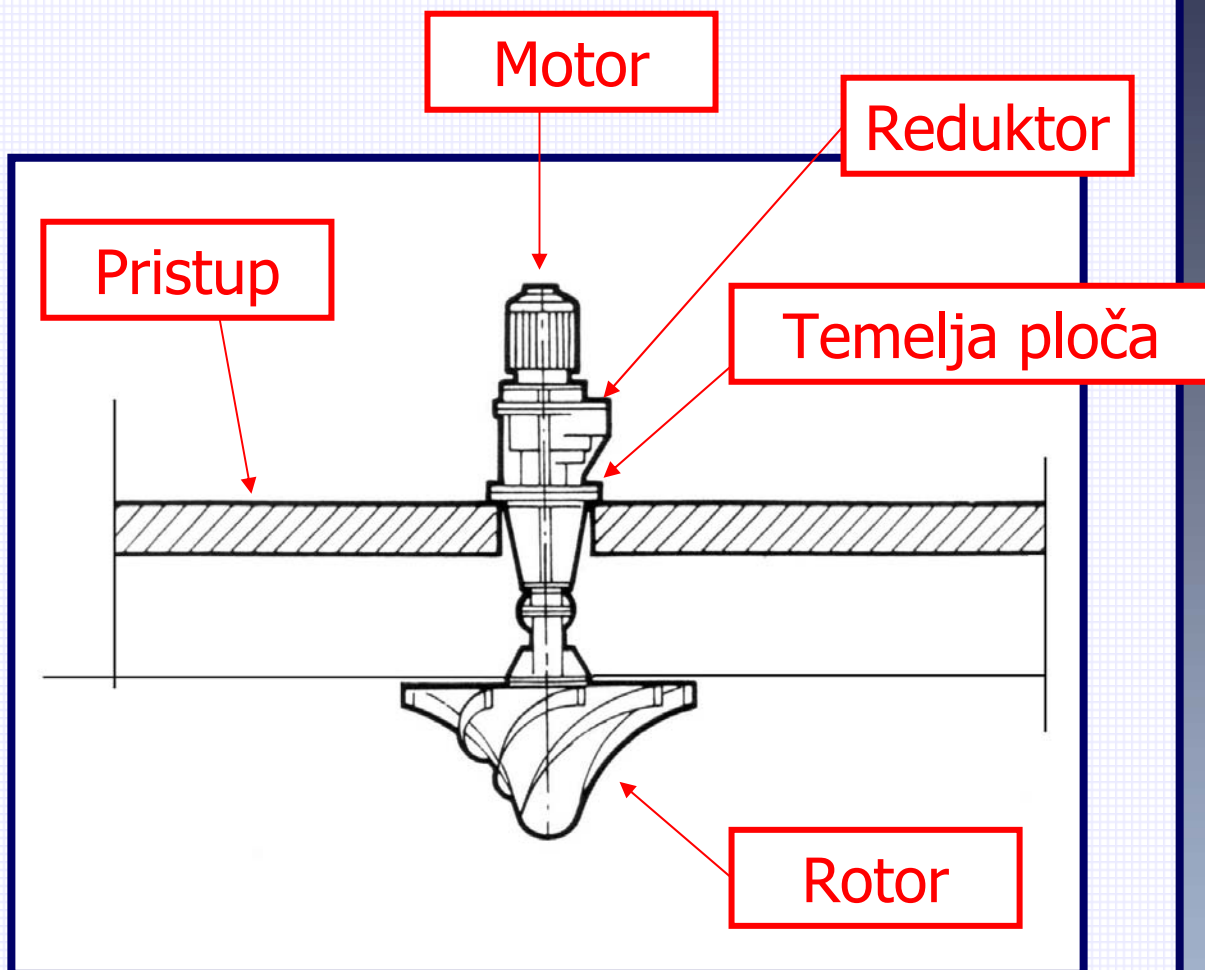


TIPOVI

Vertikalna
osovina

Horizontalna
osovina

AERATOR S VERTIKALNOM OSOVINOM



Snaga elektromotora : 3 - 250 KW

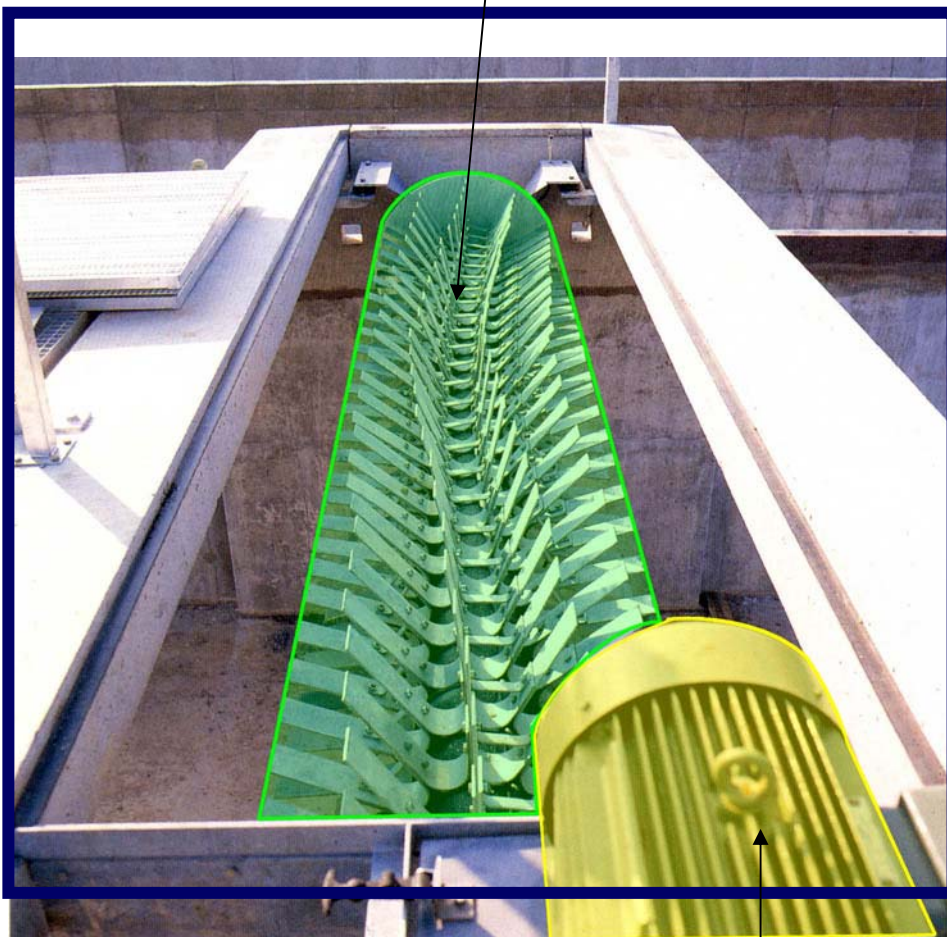
Plivajući

ili

na nepomičnoj platformi

AERATOR S HORIZONTALNOM OSOVINOM - ČETKE

Horizontalna osovina
s lopaticama



Motor

Učinkovitost površinskih aeratora

JEDINICA

$$\frac{\text{Kg O}_2}{\text{KW} \cdot \text{h}}$$

Standardni
uvjeti
(R_0)

1. $T_{20} = 20^\circ \text{C}$
2. Pitka voda
3. $\text{DO} = 0 \text{ mg/L}$
4. $P = 760 \text{ mm Hg}$

$$R = R_0 / \sigma$$

$$R_0 = 1,2 - 2,4 \frac{\text{kg O}_2}{\text{KW} \cdot \text{h}}$$

Standardni
uvjeti
(R)

1. T
2. Otpadna voda
3. DO
4. P

Korekcijski
faktor
(σ)

$$\frac{\text{DO}_{S,20}}{[\beta \cdot \text{DO}_S \cdot (P/760) - \text{DO}] \cdot 1,024^{T-20} \cdot \alpha}$$

Korekcijski faktor

Koncentracija saturacije DO na $T=20^{\circ}\text{C}$
[Iz tablica ili jednadžbi] $\text{DO}_{s,20}=9,08\text{ mg/L}$

$$\sigma = \frac{\text{DO}_{s,20}}{[\beta \cdot \text{DO}_s \cdot (P/760) - \text{DO}] \cdot 1,024^{T-20} \cdot \alpha}$$

$\text{DO}_{s,20}$

Temperatura

tlak

Koeficijent
[Iz tablica]
Obično

$\beta = 0,9 - 1,0$

Koeficijent
[Iz tablica]
Obično

$\alpha = 0,6 - 0,9$

Koncentracija saturiranog DO na
 $T^{\circ}\text{C}$ [Iz tablica ili jednadžbi]
 $\text{DO}_{s,20}=9,08\text{ mg/L}$

DO
koncentracija
u A.B.

Primjena

$T=25^{\circ}\text{C} \Rightarrow \text{DO}_s=8,24\text{ mg/L}$

$P=760\text{ mm Hg}$

$\alpha=0,8$, $\beta=0,95$

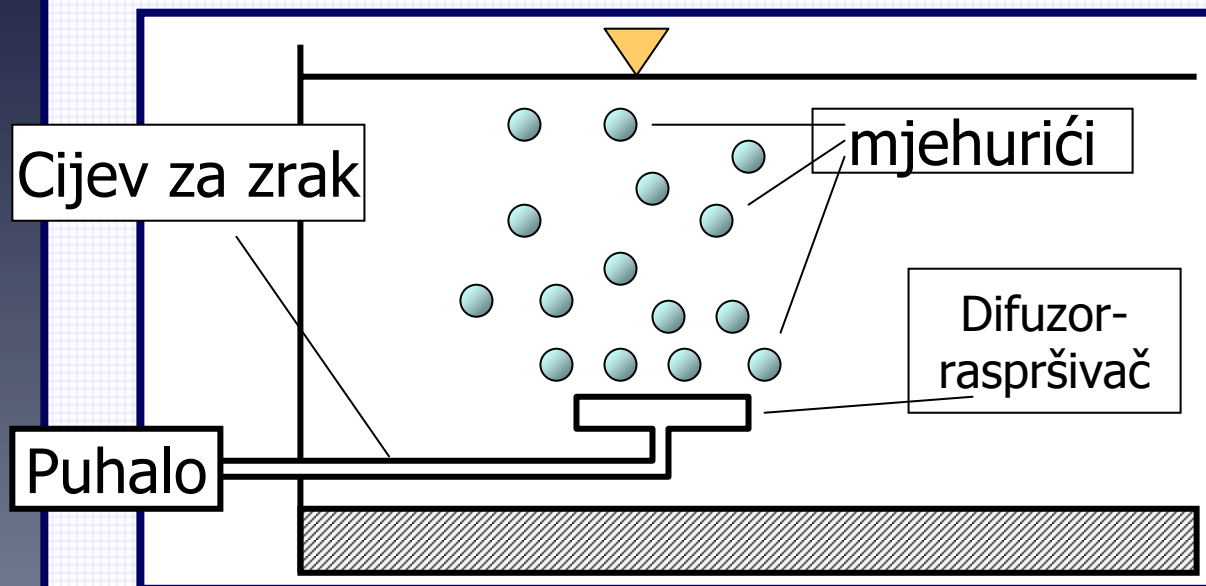
$\text{DO}=2\text{ mg/L}$

$\sigma = 9,08 / [(0,95 \cdot 8,24 - 2 \cdot 0) \cdot 1,024^{5 \cdot 0,8}] \Rightarrow \Rightarrow \underline{\sigma = 1,731}$, to
jest 58%

Neka je $R_0=1,5\text{ kgO}_2/\text{KW}\cdot\text{h} \Rightarrow R=1,5/1,731=0,87\text{ kgO}_2/\text{KW}\cdot\text{h}$



Difuzna aeracija/prozračivanje



Obično : fini mjehurići

ploče
cijevi
cilindri
diskovi

TIPOVI

Porozni

Keramika
ili plastika

Vrlo mali
mjehurići

Neporozni
(npr. perforirani diskovi)

Mali
mjehurići

Ostali

- Mlaznice
- Crpke

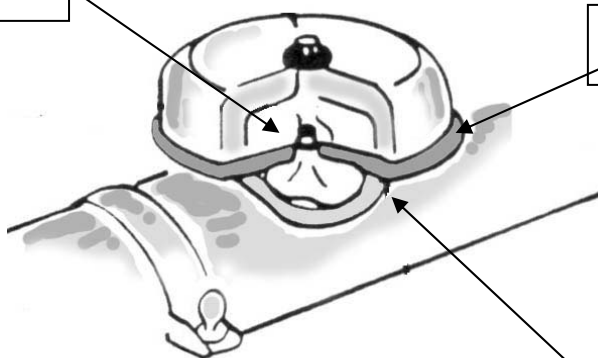
Disk-porozni raspršivač



Raspršivač-mlaznica

Kontrolni otvor

Bazna ploča



Brtvilo

Učinkovitost

$$\text{Učinkovitost (ef)} = \frac{\text{Količina O}_2}{\text{Količina ubačenog zraka}} \quad [\%]$$

ef_{20} ovisi o:

- Karakteristikama difuzora
- Količini zraka
- Karakteristikama otpadne vode
- Dubini vode

ef_{20}

Se povećava \Rightarrow kad

Veličina
mjehurića

opada

U standardnim uvjetima [dubina vode $\approx 4,5$ m]

Za porozne
difuzore

$ef_{20} = 15 - 40 \%$

Za neporozne
difuzore

$ef_{20} = 9 - 13 \%$

Uvjeti vezani uz miješanje

E - S oprema treba biti dovoljna da održava MLVSS u suspenziji

U skladu s tim

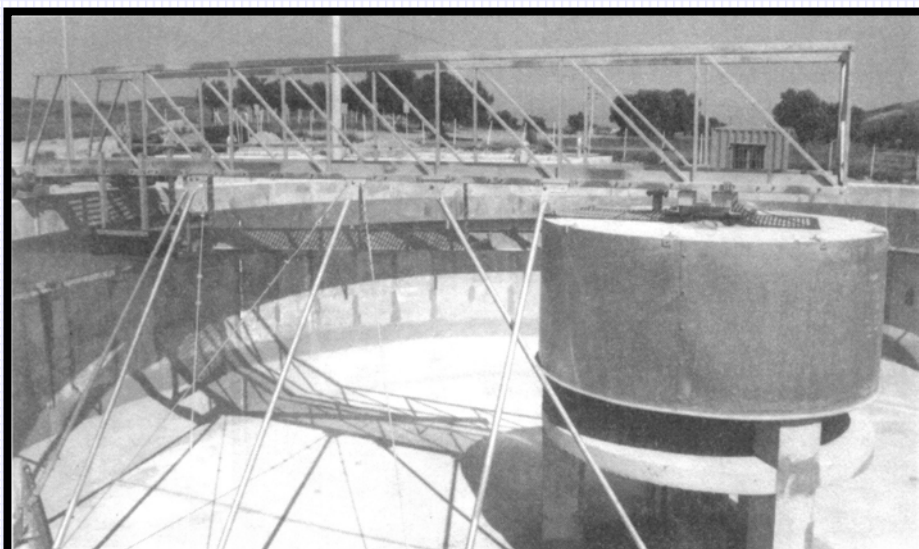
Za aeratore

$$\geq 20 - 40 \frac{\text{KW}}{10^3 \text{ m}^3 \text{ AB}}$$

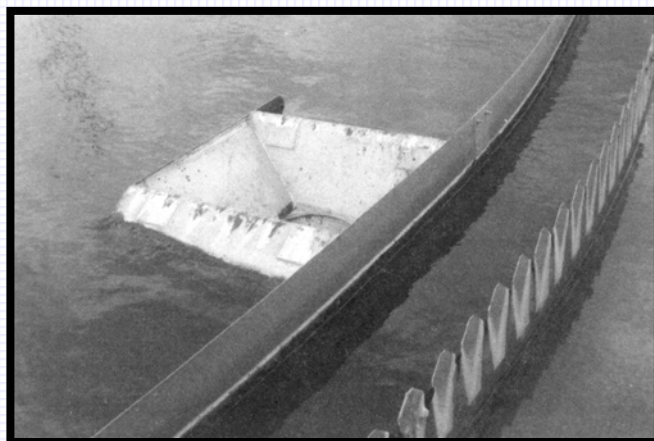
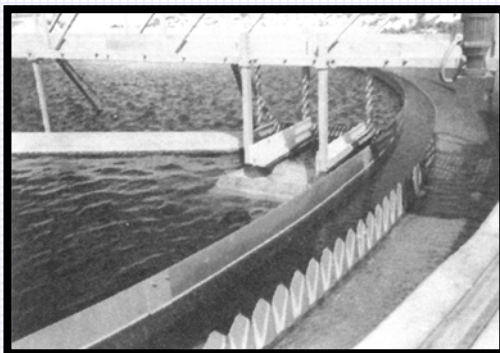
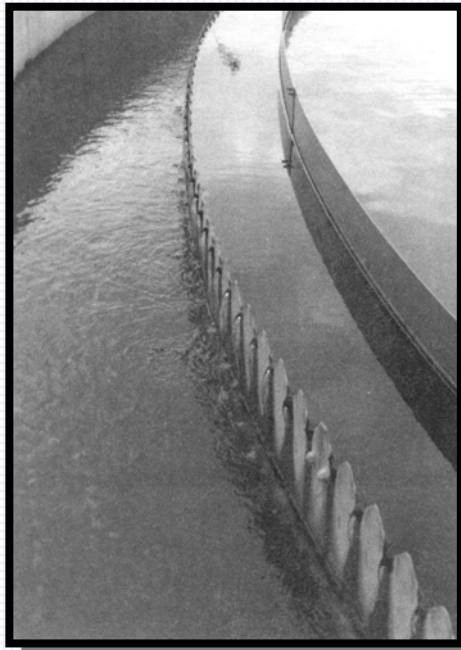
Za difuzore

$$\geq 10 - 30 \frac{\text{m}^3 \text{ zrak}}{10^3 \text{ m}^3 \text{ AB}}$$

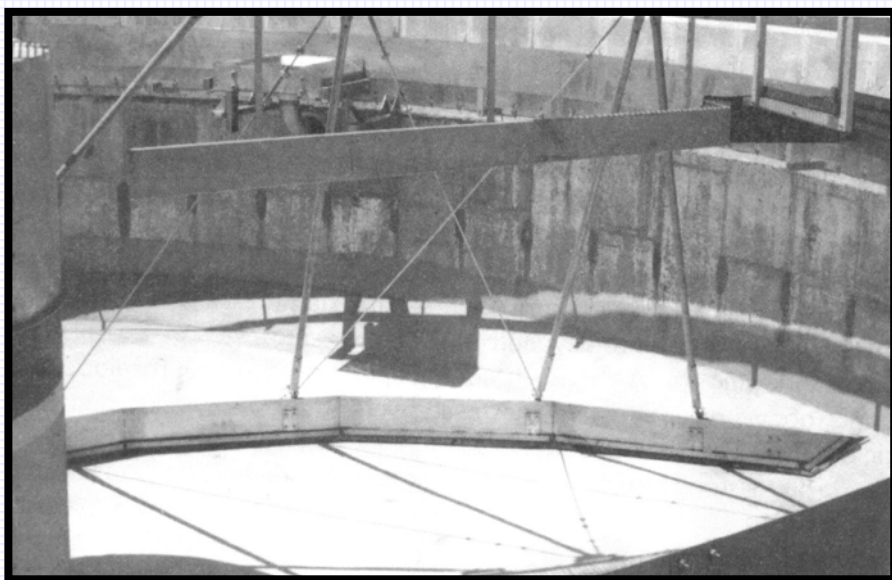
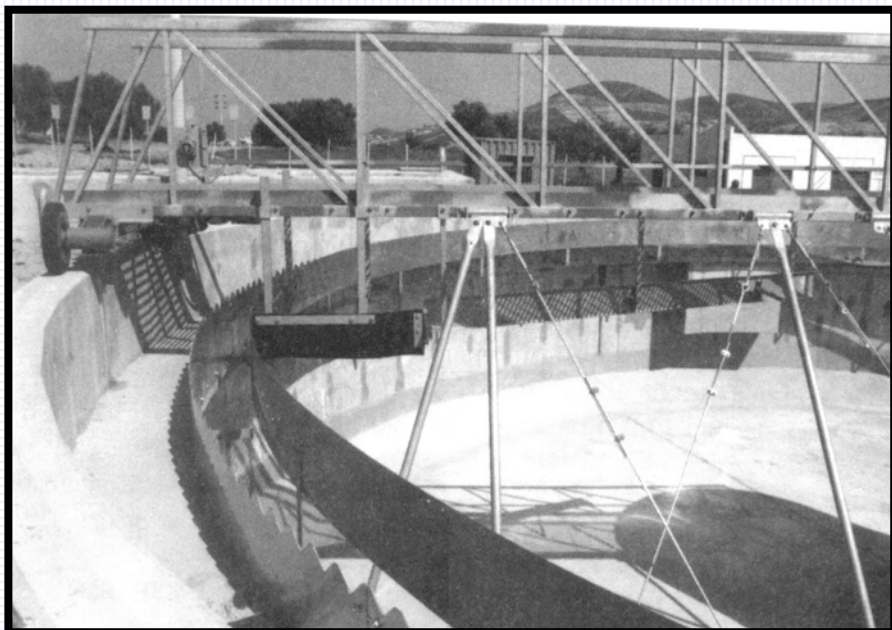
2.4.2.7 Taložnici



Preljev/pregrada na odvodu taložnika



Zgrtači



2.4.2.8 Produžena aeracija/prozračivanje

A

Gavne značajke

1. Visoka konc. MLSS 3 - 6 kg / m³

2. Niski prirast m/o



Malo prostorno organsko opterećenje	0,16-0,4 kg BPK ₅ /m ³ AB
Niski F/M	0,05-0,15 kg BPK ₅ /kg MLVSS.d
Veliki Θ_c	≥ 15 dana

3. Veliki volumen AB



Veliki Θ

⇒ Troškovi izgradnje	veliki
Troškovi E-M opreme	veliki
Troškovi pogona	veliki

4. Učinkovitost Vrlo velika $\approx 98\%$

Nitrifikacija kompletna

Količina mulja mala

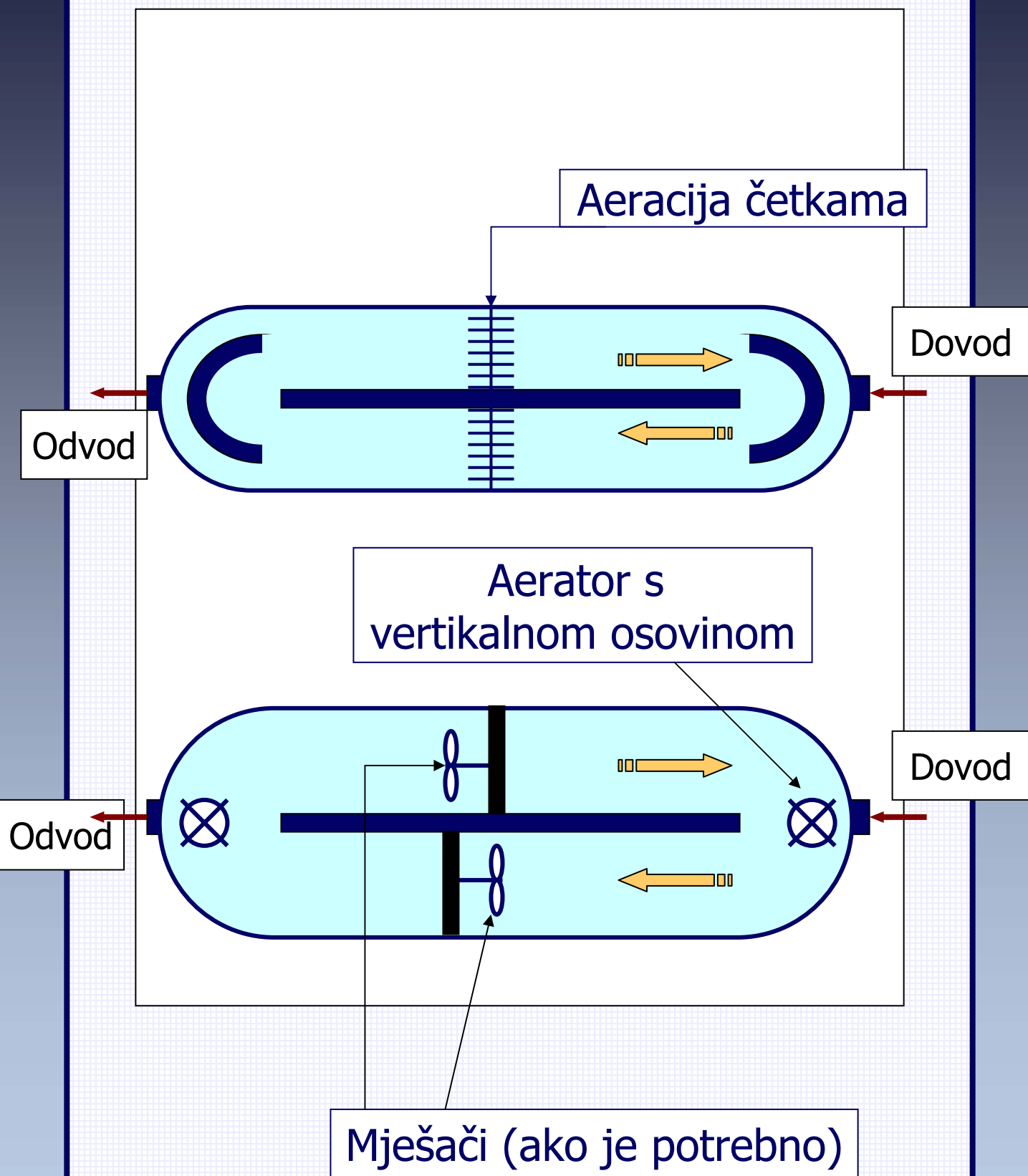
Višak mulja stabiliziran

5. Problemi kod taloženja u ST

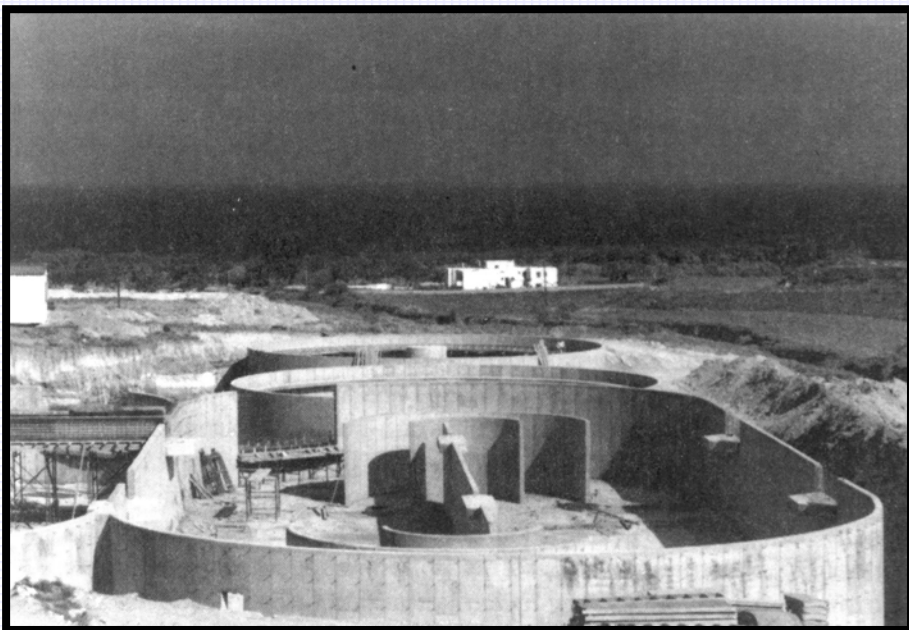
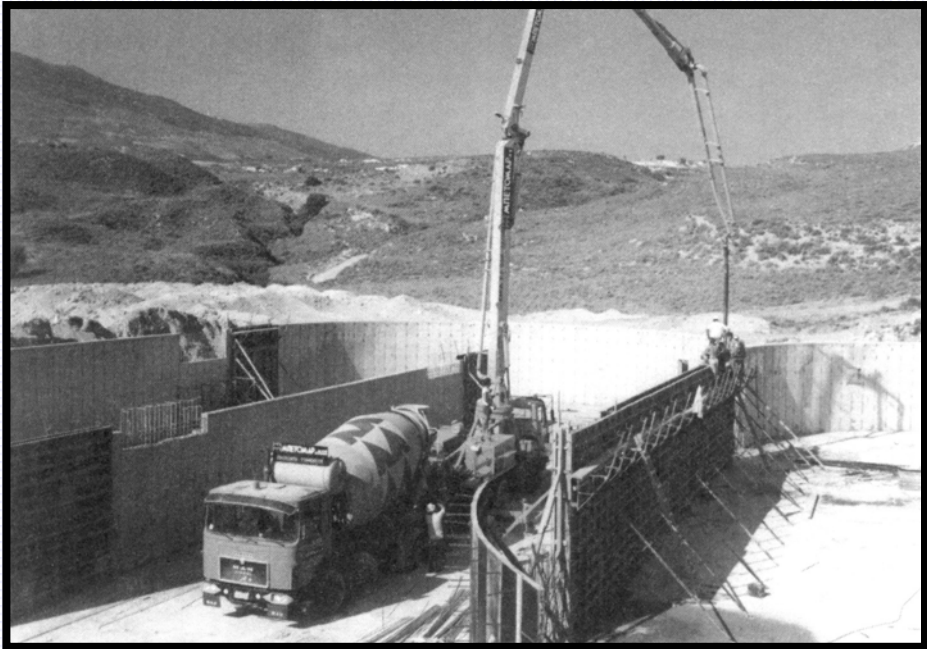
- Mogu se javiti
- Isplivavanje mulja
 - Nadimanje mulja

B

Oksidacijski kanal-jarci



Izgradnja jednog oksidacijskog kanala



2.4.2.9 **Primjer empirijskog dimenzioniranja**

Podaci	ES = 5000 stanovnika	Izlazne veličine
	$BPK_5 = 5000 \times 0,065 = 325 \text{ kg/d}$	20 mg/L
	$ST = 5000 \times 0,070 = 350 \text{ kg/d}$	30 mg/L
	$Q = 5000 \times 0,200 = 1000 \text{ m}^3/\text{d}$	

Projektni parametri

$F/M = 0,10 \text{ kg BOD}_5 / \text{kg MLVSS d}$ (produžena aeracija)		
$MLSS = 4,0 \text{ kg} / \text{m}^3$	$MLVSS = 70 \% \times 4,0 = 2,8 \text{ kg} / \text{m}^3$ $MLFSS = 30 \% \times 4,0 = 1,2 \text{ kg} / \text{m}^3$	
Proračun volumena	$F/M = 0,10 = 325 / 2,8 \cdot V \Rightarrow$	$V = 1161 \text{ m}^3$
	$OL = 325 / 1161 = 0,28 \text{ kg BPK}_5 / \text{m}^3$	
	$\Theta = 1161 \times 24 / 1000 = 27,9 \text{ h}$	

Proizvodnja mulja

$$Y = 0,9 \text{ kg ST} / \text{kg BPK}_5 \text{ uklonjen}$$

$$\text{BPK}_5 \text{ uklonjen} = 325 - 1000 \times 0,020 = 305 \text{ kg/d}$$

$$\Delta T = 0,9 \times 305 = 275 \text{ kg ST/dan}$$

$$M = 4,0 \times 1161 = 4644 \text{ kg MLVSS}$$

Starost mulja

$$\Theta_c = 4644 / 275 = 16,9 \text{ dana}$$

$$\text{Višak mulja} = 275,0 - 1000 \times 0,030 = 245 \text{ kg/d}$$

O₂ potrebe

$$\text{O}_2 = 4,0 \text{ kg/kg BPK}_5 \text{ uklonjen}$$

$$\text{O}_2 \text{ potrebno} = 4,0 \times 305 = 1220 \text{ kg O}_2/\text{dan}$$

Potrebna energija

$$\text{eff}_{20} = 1,5 \text{ kg O}_2 / \text{KWh}$$

$$\text{KWh} = 1220 / 1,5 = 813 \text{ KWh /dan}$$

Normalizirane veličine

Ulazni podaci

$$\text{BPK}_5 = 65 \text{ g /sta}\cdot\text{d}$$

$$\text{ST} = 70 \text{ g /sta}\cdot\text{d}$$

$$Q = 200 \text{ l /sta}\cdot\text{d}$$

Uporedi

Uporedi

Volumen

$$1161 / 5000 = 232 \text{ l/sta}\cdot\text{d}$$

Proizvodnja mulja

$$275 / 5000 = 55 \text{ g /sta}\cdot\text{d}$$

O₂ potrebni

$$1220 / 5000 = 244 \text{ g /sta}\cdot\text{d}$$

Potrebna ener.

$$813 / 5000 = 163 \text{ W /sta}\cdot\text{d}$$