

Definisanje potrošnje vazduha u procesu biološke obrade sanitarnih otpadnih voda u sekvencijalnom šaržnom reaktoru (SBR) na primeru postrojenja kapaciteta 1000 ES

Determination of air consumption in biological process of sanitary wastewater treatment in sequencing batch reactor on the example of a plant with a capacity of 1000 ES

Ognjen Đorđević

Nikola Karličić

Miroslav Stanojević



Sekvencijalni šaržni reaktori (SBR - Sequencing Batch reactors)

Koriste se u biološkom procesu prečišćavanja OV primenom aktivnog mulja

Prečišćavanje se odvija u **ciklusima**

Ciklusi obuhvataju **faze: punjenje, reakcija, taloženje, dekantovanje, mirovanje**

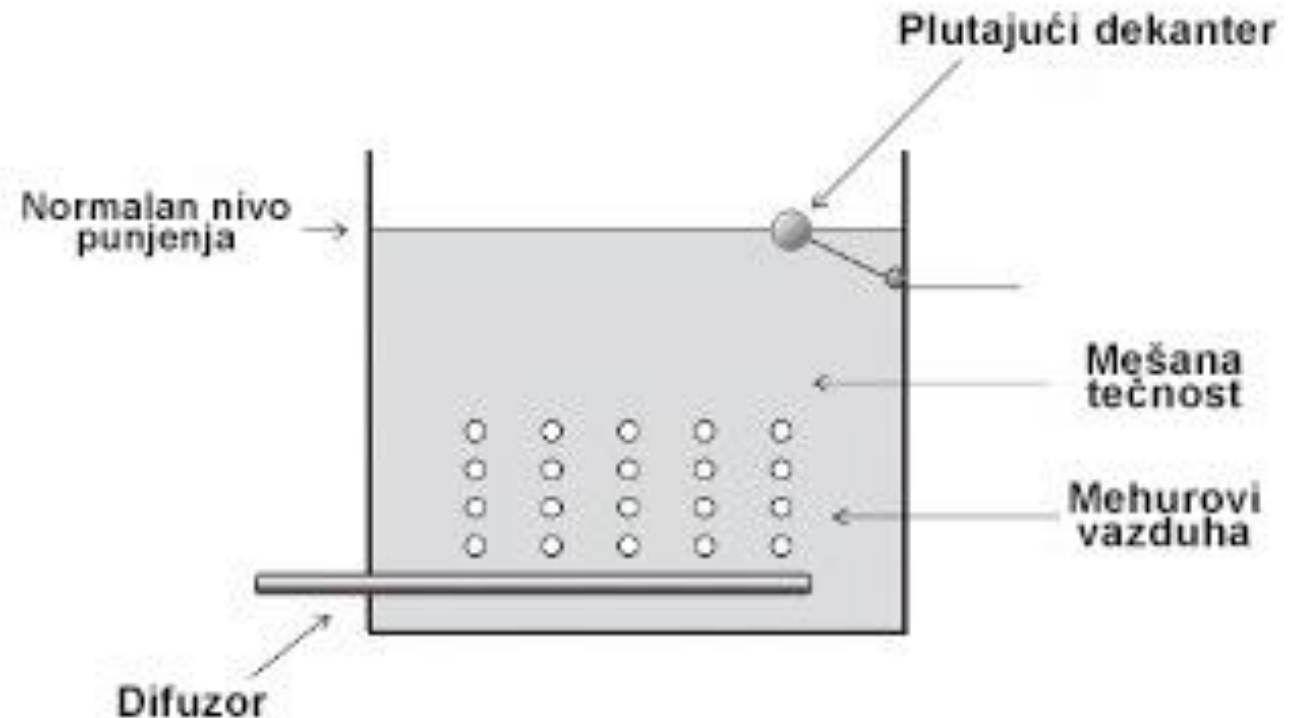
Fleksibilnost: **varijabilni protoci, promene u kvalitetu OV**

Delovi SBR reaktora:

- Reaktorska posuda
- Distributeri vazduha – aeratori
- Dekanteri

Najčešća primena:

- za sanitarne OV
- za manja naselja
- koncept za veće kapacitete sa više jedinica



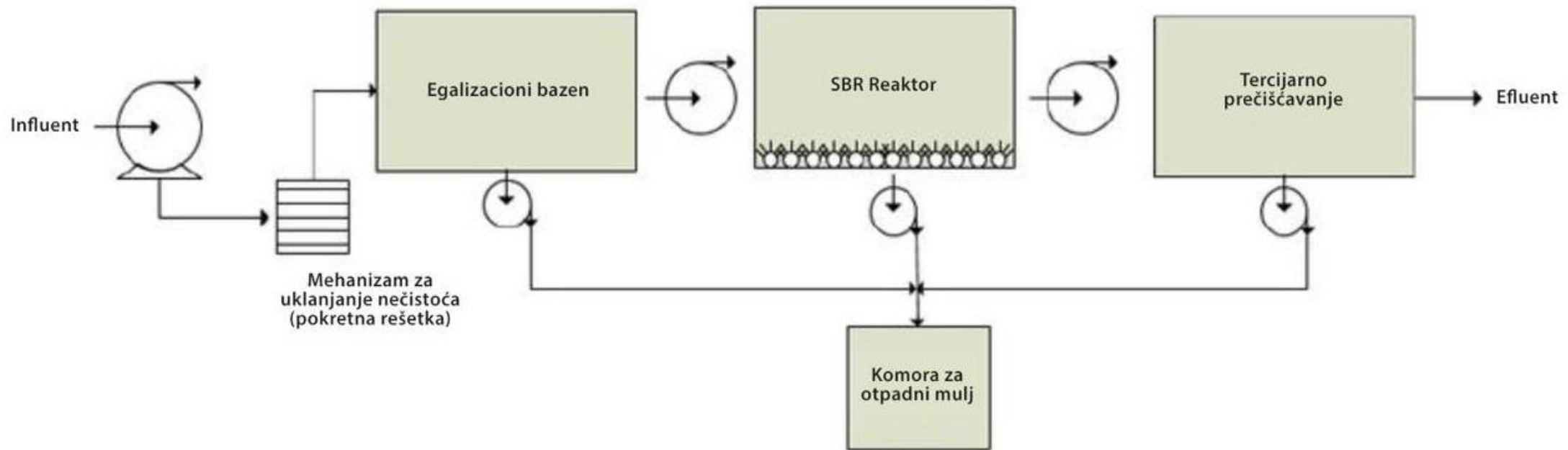
Šema postrojenja sa SBR tehnologijom

Upravljanje pomoću PLC i SCADA sistema

Ispred reaktora se nalazi egalizacioni bazen za prihvatanje sirove OV

U okviru postrojenja se nalazi kombinovani uređaj, koji služi za primarni tretman:

- uklanjanje mehaničkih nečistoća,
- masti i ulja,
- peska



Sistem aeracije u SBR sistemima – Potrošnja vazduha

Aeracija se odvija u **pojedinih fazama ciklusa**

Distributeri – aeratori se nalaze na dnu bazena po određenom rasporedu

Potrebno je obezbediti (dovesti) dovoljnu količinu kiseonika:

- Ostvarivanje aerobnih uslova u aeracionom bazenu
- Kontakt između tečne i gasovite faze u reaktoru
- Oksidacija organskih materija pomoću bakterija aktivnog mulja

Od velikog značaja za efikasnost celokupnog procesa

Veliki uticaj na operativne troškove postrojenja (**50 do 90 % ukupnih troškova energije**)

Polazni podaci za definisanja potrošnje vazduha:

- **karakteristike otpadnih voda – kvalitativne i kvantitativne,**
- **potreban stepen prečišćavanja i**
- **vrsta postupka biološke obrade.**



Stvarno potreban kiseonik (AOR – Actual Oxygen Requirement)

- Količina kiseonika koju treba obezbediti sistemu:

$$\text{AOR} = (\text{BPK}_5)_d \cdot (0,9 \div 1,3) + (\text{NH}_3\text{-N})_d \cdot (4,3 \div 4,6), \quad (\text{kg/dan}),$$

gde su:

$(\text{BPK}_5)_d$, (kg/dan) – dnevna biološka potreba za kiseonikom,

$(\text{NH}_3\text{-N})_d$, (kg/dan) – dnevno amonijačno opterećenje.

- Dnevna biološka potreba za kiseonikom :

$$(\text{BPK}_5)_d = N \cdot (\text{BPK}_5)_{\text{ES}} \cdot 10^3, \quad (\text{kg/dan}),$$

gde su:

$(\text{BPK}_5)_{\text{ES}}$, (g/ES · dan) – organsko opterećenje po ES i danu,

N, (-) – ukupan broj ES.



Standardni potreban kiseonik, (SOR - Standard Oxygen Requirement)

Količina kiseonika koju treba dovesti kako bi se obezbedio AOR

Prilagođavanja stvarnim (radnim) uslovima sredine u reaktoru:

$$\text{SOR} = \text{AOR} / K, \quad (\text{kg/dan}),$$

Faktor konverzije K u obzir uzima uslove sredine:

- Temperatura,
- Nadmorska visina lokacije postrojenja,
- Koncentracija rastvorenog kiseonika i
- Vrednost saturacije u odnosu na dubinu aeracije.



Definisanje faktora K – AOR/SOR odnos

Faktor K se računa prema izrazu:

$$K = a \left\{ \frac{\left[b \cdot \left(\frac{p_f}{p_{msl}} \right) \cdot C_{pov,t} \right] - C}{C_{pov,20}} \right\} \theta^{(t-20)}$$

α – vrednost odnosa koeficijenata masenog transfera za otpadnu i čistu vodu (0,4 ÷ 0,7),

β – vrednost faktora saturacije pri rastvaranju kiseonika u vodi (95 ÷ 99 %),

t – radna temperatura OV, $\theta^{(t-20)}$ – temperaturni korekcionni faktor za t ,

p_f – barometarski pritisak na lokaciji postrojenja, p_{msl} – barometarski pritisak na nivou mora,

C – koncentracija rastvorenog kiseonika u radnim uslovima koju je potrebno održavati,

$C_{pov,t}$ – korigovana površinska koncentracija rastvorenog kiseonika za radnu temperaturu otpadne vode t i aeratore kojima se vrši aeracija



Standardni potreban kiseonik, (SOR - Standard Oxygen Requirement)

- Odnos p_f/p_{msl} – korekcija za smanjenje rastvorljivosti kiseonika u vodi sa povećanjem nadmorske visine

- Korigovana površinska koncentracija rastvorenog kiseonika $C_{pov,t}$:

$$C_{pov,t} = C_{pov,20} \cdot \frac{C_{O,pov,t}}{C_{O,pov,20}}, \quad (\text{mg/l}),$$

- Standardni potrebni kisenik po času $(SOR)_h$, prema ukupnom trajanju procesa aeracije po danu τ_a :

$$(SOR)_h = SOR / \tau_a, \quad (\text{kg/h}).$$



Standardna efikasnost transfera kiseonika (SOTE – Standard Oxygen Transfer Efficiency)

- SOTE - deo uvedenog kiseonika u aeracioni bazen rastvoren u tečnosti pri standardnim uslovima:

$$\text{SOTE} = \text{OTE} \cdot \rho_{\text{O}_2}, \quad (\text{kg/m}^3),$$

gde je ρ_{O_2} , (kg/m^3) – gustina kiseonika na temperaturi od 20 °C i atmosferskom pritisku.

- Efikasnost transfera kiseonika OTE (Oxygen Transfer Efficiency) za stvarnu dubinu aeracije h_a , određuje se u odnosu na OTE za dubinu aeracije od $h_{a1} = 1\text{m}$:

$$\text{OTE} = h_a \cdot \text{OTE}_1, \quad (\%).$$

- **Potrošnja vazduha** u procesu aeracije je:

$$Q_v = \text{SOR}/\text{SOTE}, \quad (\text{m}^3/\text{h}).$$



Polazni podaci za definisanje potrošnje vazduha

| Veličina | Oznaka | Jedinica | Brojna vrednost |
|---|----------------|------------|-----------------|
| ukupan broj ES | N | - | 1000 |
| norma potrošnje | q_p | l/(ES·dan) | 200 |
| dnevno opterećenje kanalizacione mreže po ES | η_{ES} | % | 80 |
| količina otpadne vode koja nastaje po ES | q_k | l/(ES·dan) | 160 |
| organsko opterećenje OV | $(BPK_5)_{ES}$ | g/(ES·dan) | 60 |
| amonijačno opterećenje OV | $NH_3 - N$ | mg/l | 25 |
| radna temperatura OV | t | °C | 14 |
| barometarski pritisak na lokaciji postrojenja | P_f | mmHg | 742,7 |
| barometarski pritisak na nivou mora | P_{msl} | mmHg | 760 |
| koncentracija rastvorenog kiseonika pri radnim uslovima | C | mg/l | 2 |
| korigovana površinska koncentracija rastvorenog kiseonika | $C_{pov,t}$ | mg/l | 10,88 |



Ostale veličine za definisanje potrošnje vazduha

| Veličina | Oznaka | Jedinica | Brojna vrednost |
|--|-------------------|-------------------|-----------------|
| organsko opterećenje po ES i danu za jedan SBR reaktor | $(BPK_5)_{d,SBR}$ | kg/dan | 30 |
| dnevno amonijačno opterećenje za jedan SBR reaktor | $(NH_3 - N)_d$ | kg/dan | 2 |
| stvarni potreban kiseonik | AOR | kg/dan | 41,9 |
| koeficijent odnosa SOR i AOR | K | - | 0,395 |
| standardni potreban kiseonik | SOR | kg/h | 8,84 |
| efikasnost transfera kiseonika | OTE | % | 12,14 |
| standardna efikasnost transfera kiseonika | SOTE | kg/m ³ | 0,0338 |
| potrošnja vazduha | Q_v | m ³ /h | 261,50 |



Zaključak

Definisanje potrošnje vazduha je osnov za izbor uređaja za snabdevanje vazduhom.

Podaci potrebni za projektovanje sistema za aeraciju:

- vrsta odabranog procesa, usvojen tip sistema aeracije, oblik i dimenzije biološkog reaktora,
- protok otpadne vode, organsko opterećenje BPK_5 , amonijačnom opterećenju i dr.

Drugi uslovi: lokacija postrojenja, temperatura okoline, dubina aeracije.

Sistem aeracije utiče na rad postrojenja kroz:

- efikasnost prečišćavanja,
- potrošnju energije i
- održavanje u eksploataciji.

Razmatran je slučaj za SBR postrojenja koja se često koriste za manja naselja.

U našoj zemlji bi primena ovih sistema bila pogodna zbog svoje pristupačnosti, jednostavne instalacije, održavanja i visokog stepena prečišćavanja.



Hvala na pažnji !

