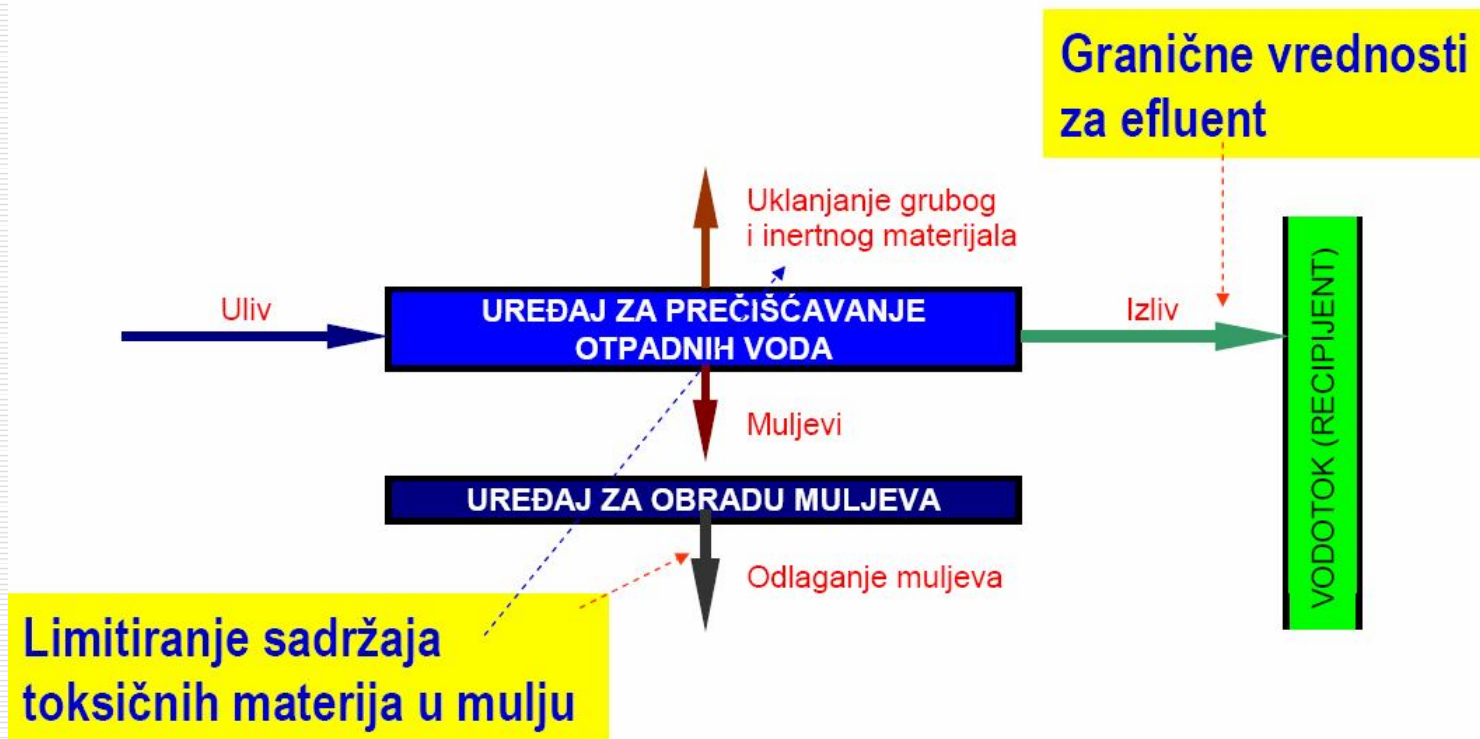


---

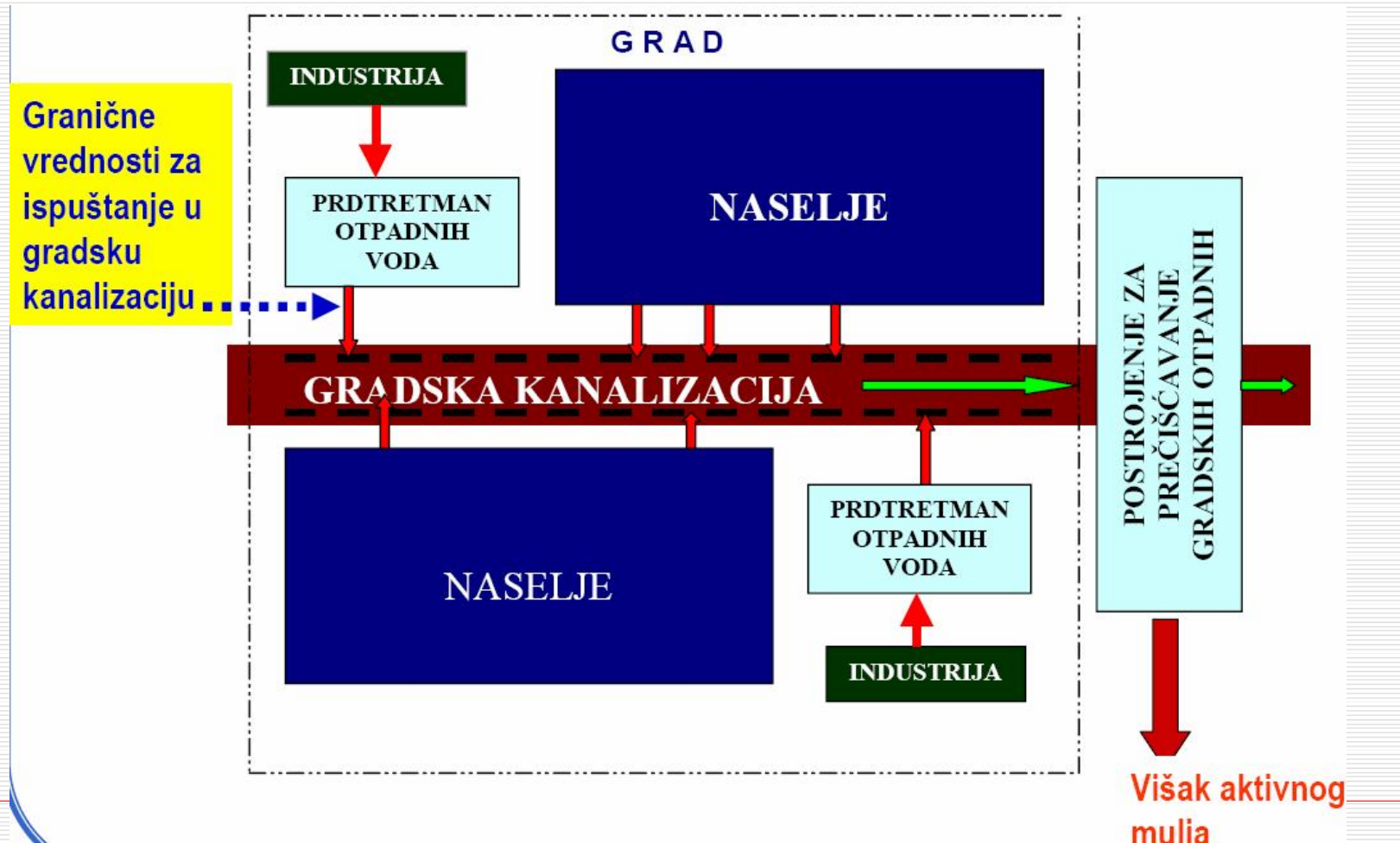
# Postupci i postrojenja za tretman voda

---

# Prečišćavanje upotrebljenih voda



# Zajedničko prečišćavanje industrijskih i komunalnih upotrebljenih voda



# Projektovanje uređaja za prečišćavanje upotrebljenih voda

---

- Uređaji za prečišćavanje upotrebljenih voda se projektuju da bi se zadovoljile potrebe koje će se javiti narednih 15 do 20 godina nakon završetka izgradnje
  
- Veličina postrojenja zavisi od:
  - Broja stanovnika
  - Standarda stanovništva
  - Razvijenosti industrije





Da se postrojenje pravilno dimenzionisalo neophodno je raspolagati sa podacima kao što su

---

**Količine upotrebljenih voda**

**Sastav upotrebljenih voda**

Količina u.v koja dolazi na postrojenje za prečišćavanje predstavlja **hidrauličko opterećenje** i zavisi od:

- Budućeg broja stanovnika priključenih na kanalizaciju koja dovodi vodu do postrojenja
- Specifične potrošnje vode po stanovniku
- Priključene industrije na zajedničku kanalizaciju
- Tipa kanalizacije (opšti, separacioni, kombinovani)
- Mogućnosti infiltracije podzemnih voda u kanalizaciju

# Ekvivalentni broj stanovnika

---

- Kod zajedničkog prečišćavanja komunalnih i industrijskih upotrebljenih voda postavlja se problem raspodele troškova prečišćavanja i procene uticaja industrijskih u.v na postrojenje za prečišćavanje ili recipijente
  - Zagađenje upotrebljene vode neke industrije izražava se pored analize sastava i brojem ekvivalentnih stanovnika ES
-

- 
- Ekvivalentni broj stanovnika se najčešće definiše tako što se svojstva neke upotrebljene vode u pogledu sadržaja  $BPK_5$  uporede sa uobičajenim vrednostima za komunalne u.v
  - Usvajajući da svaki stanovnik priključen na kanalizacionu mrežu unosi za jedan dan 60g  $BPK_5$  u upot. vodu ES se može definisati:

$$ES = \frac{\Sigma BPK_5}{BPK_5} \quad , \quad \frac{g / dan}{g / (st \quad dan)}$$

---

# Potreban stepen prečišćavanja

---

- Prečišćavanje u.v je postupak u kome se smanjuje koncentracija materija čije se povećano prisustvo prepoznaje kao zagađenje
- **Potreban stepen prečišćavanja predstavlja stepen uklanjanja neke materije u procentima**

$$PSP = \left( 1 - \frac{C_{izl}}{C_{ul}} \right) \cdot 100 \%$$

$C_{ul}$  – koncentracija materije u neprečišćenoj upotrebljenoj vodi

$C_{izl}$  - koncentracija materije koja u procesu prečišćavanja nije uklonjena (koncentracija u efluentu)

---

- 
- Pored svog tehničkog značenja stepen prečišćavanja je i veoma bitna ekonomska kategorija
  - U najvećem broju slučajeva mala povećanja potrebnog ili zahtevanog stepena prečišćavanja iziskuju primenu komplikovanijih i skupljih tehnoloških postupaka
-

U praksi određivanja potrebnog stepena prečišćavanja u.v (PSP) javljaju se dva pristupa

---

- Određivanje PSP-a na osnovu zahtevanog kvaliteta vode u recipijentu (**stream standards**). Prema ovoj metodologiji zahteva se određeni kvalitet vode u recipijentu nakon mešanja sa prečišćenom upotrebljenom vodom
  - Određivanje PSP-a na osnovu zahtevanog kvaliteta prečišćene vode (**effluent standards**), koji se primenjuje u Evropskoj Uniji
-

- 
- **Primena standarda za recipijent, sa aspekta makroekonomije slivnog područja daje jeftinija rešenja**, jer svi zagađivači ne moraju ostvariti isti stepen prečišćavanja upotrebljenih voda. Mali zagađivači pored velikih reka mogu imati samo mehaničko prečišćavanje.
  - **Primenom standarda za efluent raspodela ukupnih troškova za prečišćavanje je pravičnija i lakše se obavlja nadzor i kontrola rada postrojenja za prečišćavanje od strane odgovarajućih državnih institucija.** Primenom ove metodologije svi zagađivači se dovode u ekonomski ravnopravan položaj, jer troškove prečišćavanja upotrebljenih voda uglavnom snosi sam zagađivač.
-

# Okvirna Direktiva EU o vodama (Water Framework Directive WFD)

---

- Direktiva 91/271/EEC koja se odnosi na prečišćavanje komunalnih upotrebljenih voda i utvrđuje obaveze izgradnje sistema za kanaliziranje i odgovarajuće prečišćavanje ovih voda u osetljivim i manje osetljivim oblastima. Direktiva Evropskog saveta (91/271/EEC) obavezuje zemlje članice da uvedu jedinstvene standarde za efluente postrojenja za prečišćavanje komunalnih upotrebljenih voda ili mešavine ovih voda sa industrijskim
-



## Kvalitet efluenta postrojenja za prečišćavanje gradskih upotrebljenih voda (komunalne upotrebljene vode ili mešavina ovih voda sa industrijskim)

Parametar	Koncentracija	Najmanji procenat smanjenja <sup>(1)</sup>
Biohemijska potrošnja kiseonika (BPK <sub>5</sub> na 20°C) bez nitrifikacije <sup>(2)</sup>	25 mg/l O <sub>2</sub>	70-90 40 <sup>(3)</sup>
Hemijska potrošnja kiseonika (HPK)	125 mg/l O <sub>2</sub>	75
Ukupne suspendovane materije	35 mg/l O <sub>2</sub> <sup>(4)</sup> 35 mg/l O <sub>2</sub> (više od 10.000 ES) <sup>(3)</sup> 60 mg/l O <sub>2</sub> (od 2.000 do 10.000 ES) <sup>(3)</sup>	90 <sup>(4)</sup> 90 (više od 10.000 ES) <sup>(3)</sup> 70 (od 2.000 do 10.000 ES) <sup>(3)</sup>

(1) Smanjenje u odnosu na opterećenje ulazne vode

(2) Parametar može biti zamenjen nekim drugim: ukupan organski ugljenik (TOC) ili ukupna potrošnja kiseonika (BPK) ako se može uspostaviti zavisnost između BPK<sub>5</sub> i ovih parametara.

(3) U visokim planinskim oblastima iznad (1500 m.n.v).

(4) Ovaj zahtev je neobavezan.

## Kvalitet efluenta postrojenja za prečišćavanje upotrebljenih voda u regionima osetljivim na eutrofikaciju

Parametar	Koncentracija	Najmanji procenat smanjenja <sup>(1)</sup>
Ukupan fosfor	2 mg/l P (10.000 do 100.000 ES) 1 mg/l P (više od 100.000 ES)	80
Ukupan azot <sup>(2)</sup>	15 mg/l N (10.000 do 100.000 ES) 10 mg/l N (više od 100.000 ES) <sup>(3)</sup>	70-80

(1) Smanjenje u odnosu na opterećenje ulazne vode.

(2) Ukupan azot: zbir ukupnog Kjeldal-azota (organski N+NH<sub>3</sub>), nitratnog (NO<sub>3</sub>)-azota i nitritnog (NO<sub>2</sub>)-azota.

(3) Alternativno, dnevna prosečna vrednost ne sme preći 20 mg/l N. Ovo se odnosi na vodu sa temperaturom 12°C ili više, tokom rada biološkog reaktora postrojenja za prečišćavanje upotrebljene vode. Kao zamenu za uslov koji se odnosi na temperaturu, moguće je primeniti ograničeno vreme rada, koje uzima u obzir regionalne klimatske uslove. Ova alternativa se može primeniti ako se može pokazati da se dobijaju isti rezultati.

---

# Prečiščavanje upotrebljenih voda

---

# Prečišćavanje upotrebljenih voda

---

- Prečišćavanje upotrebljene vode obuhvata niz operacija i postupaka kojima se iz vode uklanjaju suspendovane i rastvorene supstance, odnosno vrši se smanjenje zagađujućih materija do onih količina ili koncentracija s kojima prečišćene upotrebljene vode ispuštene u prirodne vodene sisteme ne predstavljaju opasnost za žive organizme i ne uzrokuju neželjene promene u životnoj sredini

## Nema jedinstvenog sistema obrade upotrebljenih voda, jer svaka upotrebljenih voda ima posebne karakteristike

---

□ Za prečišćavanje upotrebljenih voda mogu se koristiti sledeći osnovni načini:

↳ Mehanički

↳ Hemijski

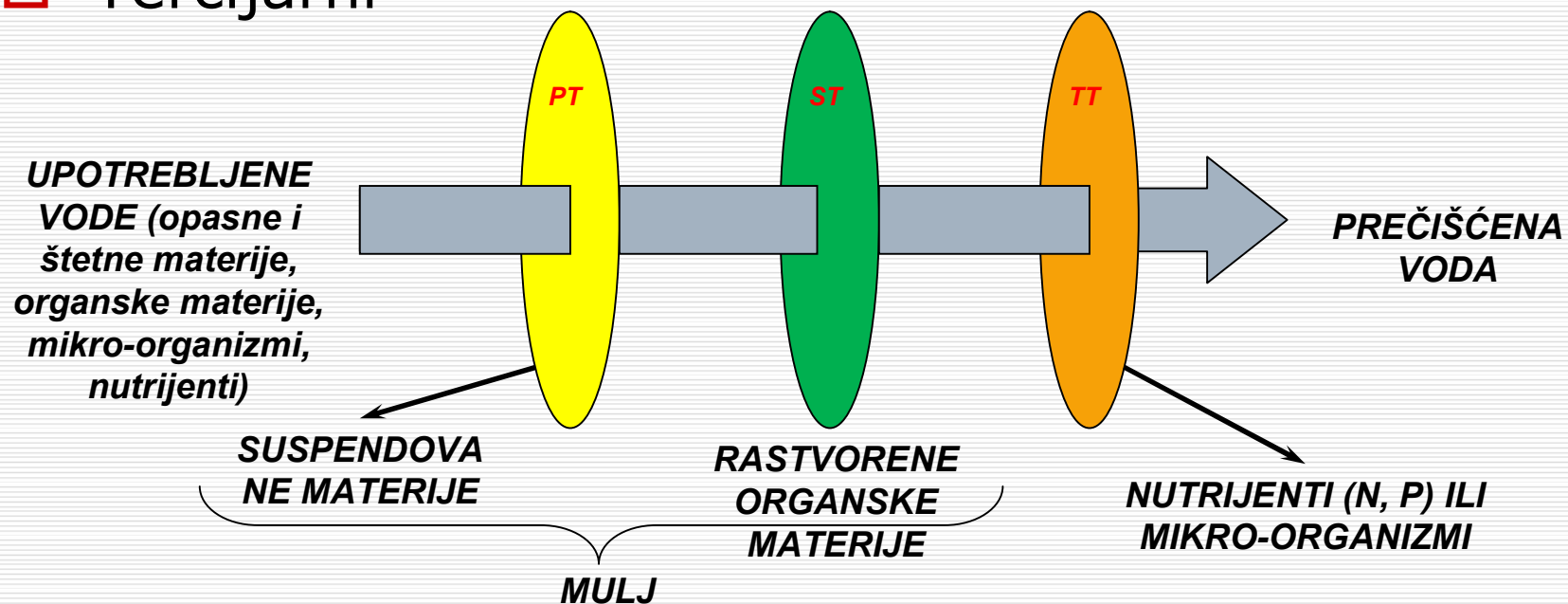
↳ Fizičko - hemijski

↳ Biološki

---

Prema stepenu gradacije postupci prečišćavanja u.v se mogu podeliti na:

- Primeni
- Sekundarni
- Tercijarni



**Primarno prečiščavanje** upotrebljenih voda može da obuhvata sledeće postupake:

---

- ujednačavanja količine i opterećenja upotrebljenih voda;
  - uklanjanja krupnog (grubog) materijala iz upotrebljenih voda;
  - uklanjanja lako taloživih suspendovanih čestica;
  - uklanjanja slobodnih ulja i masti; i
  - postupke uklanjanja suspendovanih čestica**
-

# Primarno prečišćavanje

---

- Fizičkim procesima sedimentacije se u primarnim taložnicima postiže uklanjanje:
    - približno 50-70% ukupnih suspendovanih supstanci (TSS) iz upotrebene vode
    - 25-35 % BPK<sub>5</sub>
    - Kada se u toku primarnog taloženja primene određeni koagulanti uklanja se veći deo koloidnih materija, taloživih materija, a postiže se veoma efikasno uklanjanje TSS, oko 80-90%.
-



# Sekundarno prečišćavanje

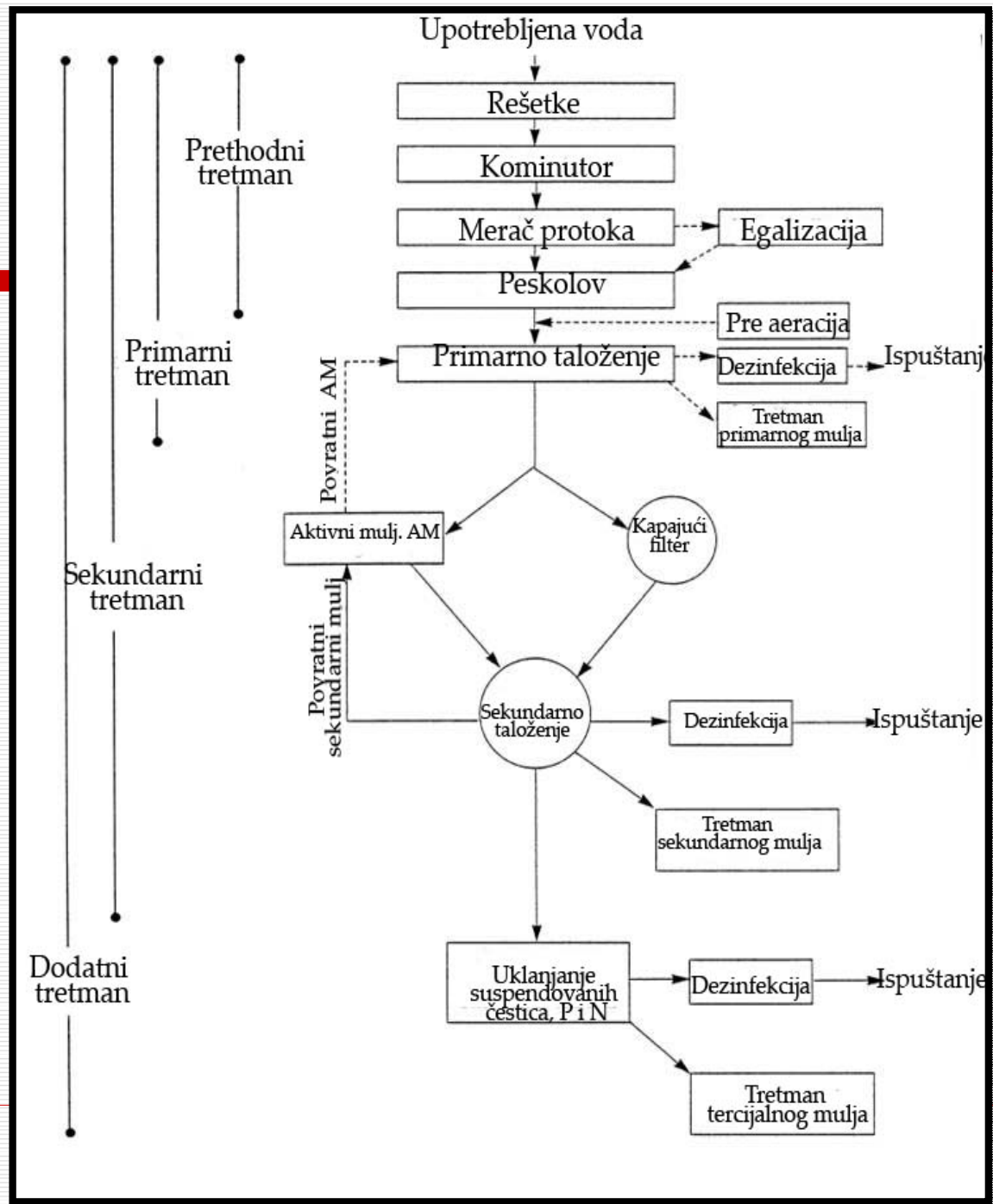
---

- ❑ **Sekundarno prečišćavanje** upotrebljenih voda obuhvata postupke uklanjanja koloidno dispergovanog i rastvorenog biološki razgradljivih organskih zagađujućih materija
- ❑ Postupci sekundarnog prečišćavanja su zasnovani na aktivnosti odgovarajuće mikroflore, koja koristi biološki razgradljive organske materije kao svoj supstrat
- ❑ Sekundarnim prečišćavanjem se u većini slučajeva upotrebljena voda prečišćava do stepena koji dopušta njeno direktno ispuštanje u vodoprijemnik.
- ❑ **Primenom postupaka sekundarnog tretmana može da se postigne uklanjanje oko 85% BPK<sub>5</sub> i TSS**
- ❑ **Ne postiže se potpuno uklanjanje nutrijenata (azot i fosfor)**

# Tercijalno prečišćavanje

---

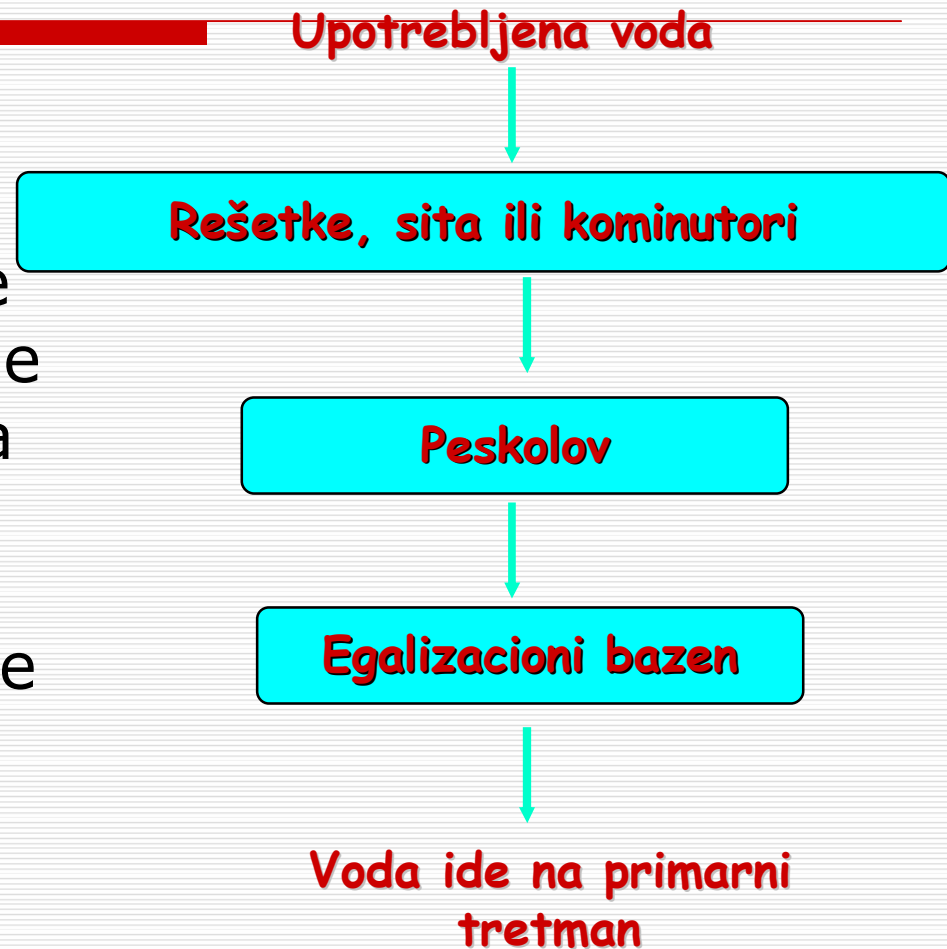
- ❑ **Tercijalno prečišćavanje** upotrebljenih voda obuhvata postupke uklanjanja azota i fosfora
- ❑ Postupci tercijalnog prečišćavanja mogu se uključiti u sistem sekundarnog prečišćavanja ili izvesti kao poseban stepen prečišćavanja, nakon primenjenog sekundarnog prečišćavanja
- ❑ Postizanje kvaliteta efluenta u skladu sa Direktivom 91/271/EEC moguće je samo primenom nekih od mnogobrojnih postupaka tercijalnog prečišćavanja



# Prethodni tretman

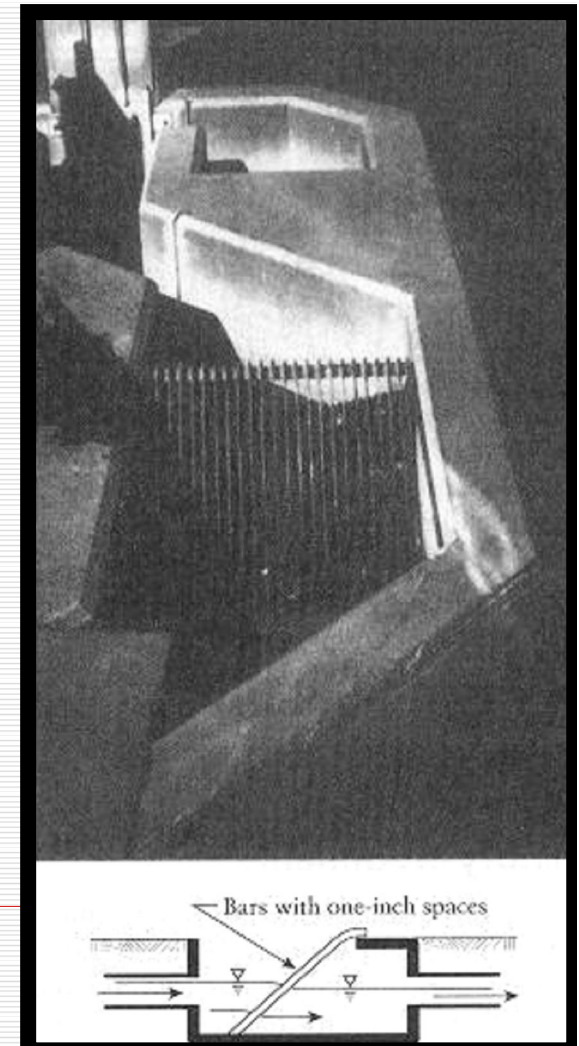
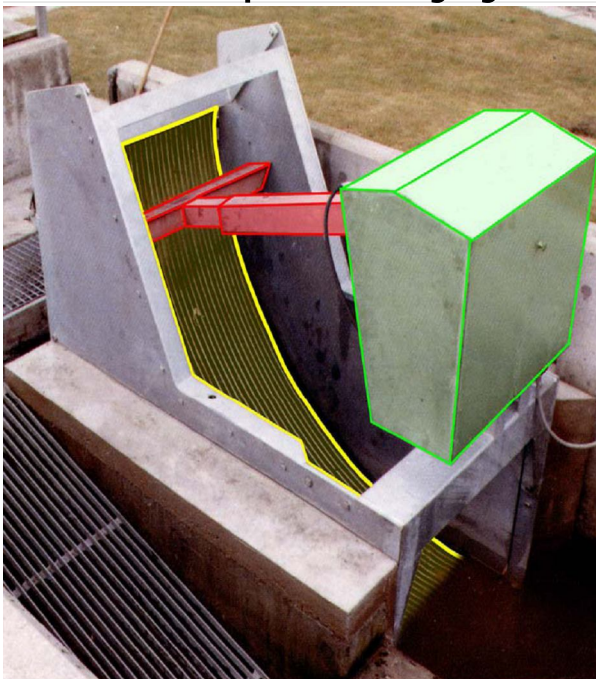
---

- U toku prethodne obrade u.v iz vode se uklanjaju materije čije bi prisustvo moglo da naruši efikasno funkcionisanje uređaja koji se koriste nakon prethodne obrade



# Rešetke

- **Rešetke** se sastoje od metalnih šipki postavljenih pod nekim nagibom u odnosu na horizontalu i uređaja za čišćenje. U kanal kojim se voda šalje na uređaj za prečišćavanje rešetke se postavljaju koso u vodu sa nagibom od



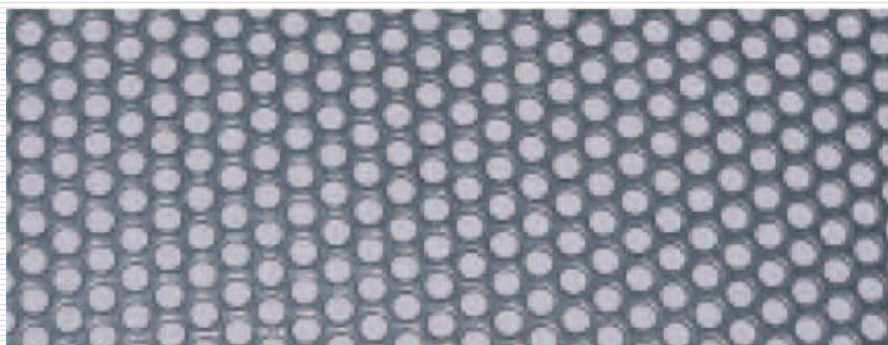




Gruba rešetka od vertikalnih šipki  
(š=20-100mm)



Fina rešetka od vertikalnih šipki  
(š=5-20mm)



Perforirani lim  
 $\Phi 2-10\text{mm}$ , sita  $\geq 0,1\text{mm}$

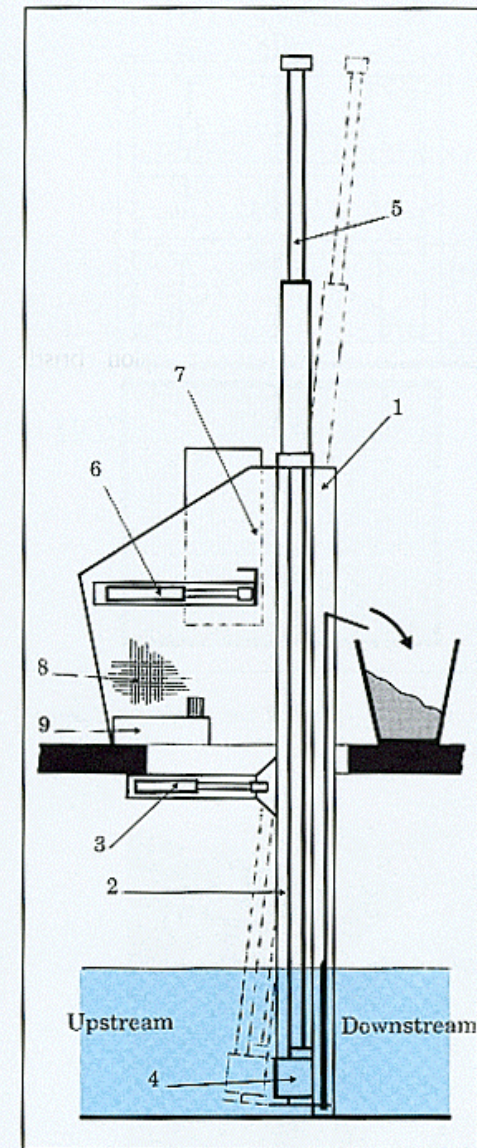


Mrežasto pletivo  
 $a = 0,1-1\text{mm}$





Figure 264. Curved bar screen (DC type).



1. Rigid frame with bar screen rack. 2. Moving frame. 3. Moving frame jack. 4. Rake carriage. 5. Lifting jack. 6. Ejector. 7. Electrical cabinet. 8. Latticed covers. 9. Hydraulic unit.

Figure 265. General diagram of a GDH-type screen.  
screen.





Figure 268. Fine bar screens (GFD)

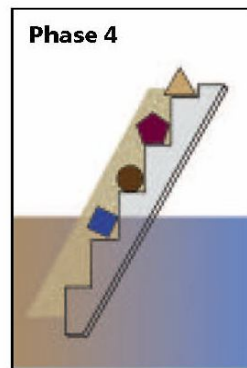
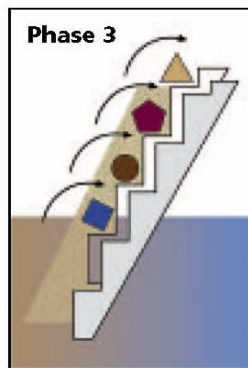
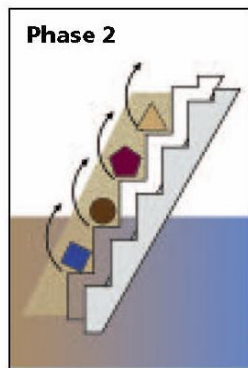
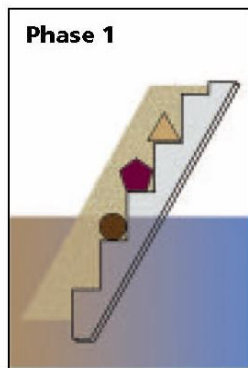


Figure 269. Rack and pinion bar screens.



Figure 270. Vertical grab bar screens.





## Stepenaste rešetke (Step screens)

Nadolazeći materijal skuplja se na stepenicama i formira tepih

Celi tepih se podiže i pomiče rotacijom pokretnih lamelastih jedinica

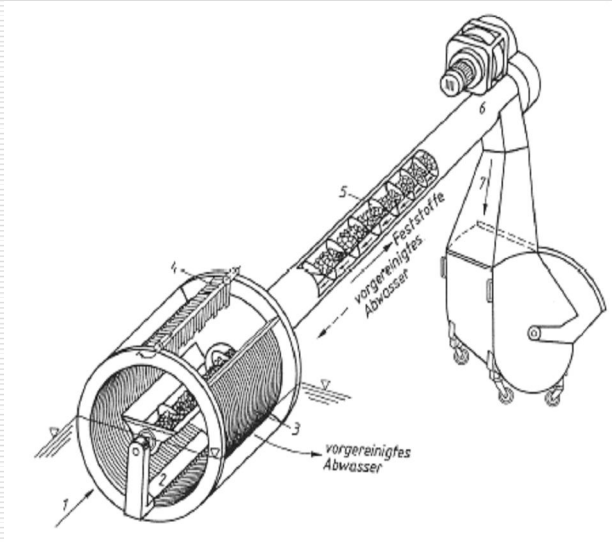
Tepih se polaže na slijedeću stepenicu



# Sita

---

- **Sita** se koriste za uklanjanje suspendovanog i plivajućeg materijala dimenzija oko jedan do nekoliko milimetara

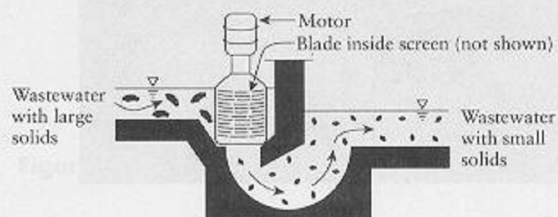
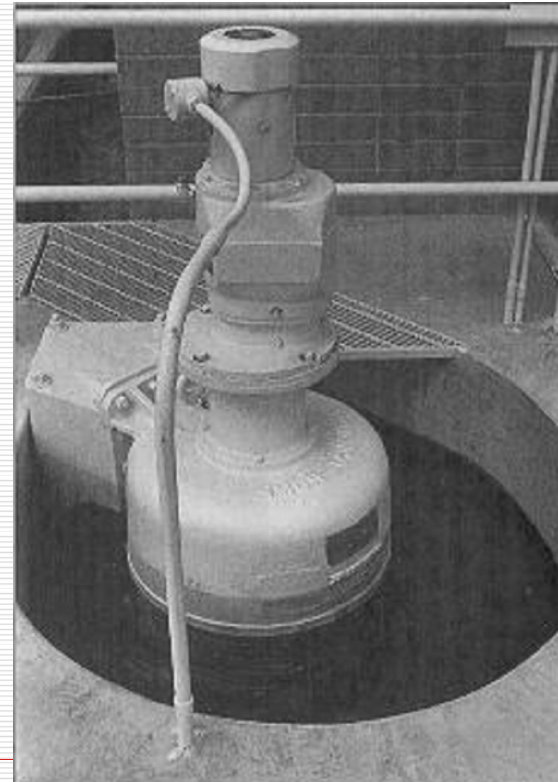
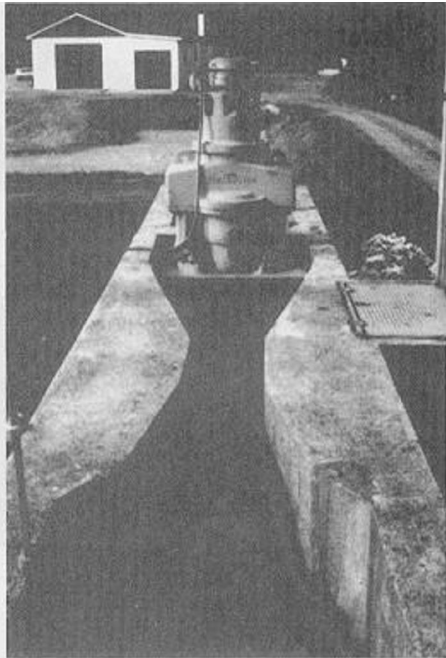




# Kominutori

---

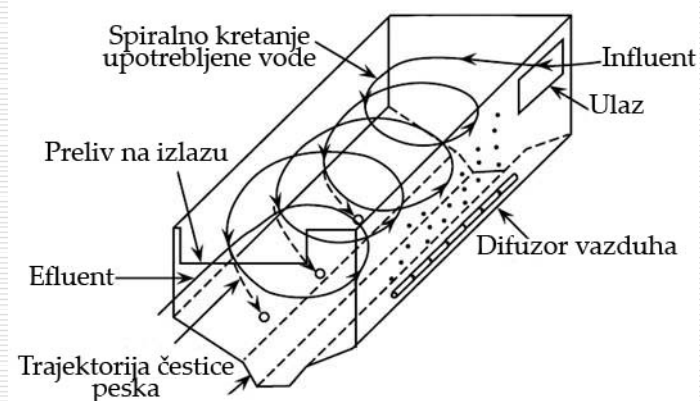
- Kominutori su gruba sita koja su opremljena uređajem za usitnjavanje materijala koji se na



# Peskolov - hvatač peska

---

- Peskolovi funkcionišu na principu smirivanja vode da bi se omogućilo taloženje čestica peska koje voda nosi



# Peskolov

---



## Prema načinu kretanja upotrebljene vode peskolovi mogu biti:

---

- peskolovi sa horizontalnim tokom,
- peskolovi sa kružnim tokom i
- aerisani peskolovi.

↳ **Nedostatak peskolova sa horizontalnim tokom** je u tome što se **zajedno sa peskom talože i organske materije** (i preko 50 % od ukupnog istaloženog materijala), što nameće potrebu za pranjem istaloženog materijala pre odlaganja. Za vađenje peska se koriste različiti uređaji (pumpe, grajferi i dr.)

↳ Primenom **aerisanih peskolova** se mogu **prevazići nedostaci peskolova sa horizontalnim tokom.**

---

# Egalizacioni bazen

---

- Postrojenja za obradu upotrebljenih voda rade optimalno kada su protok i zagađenje upotrebljene vode relativno konstantni
  - Uređaji za ujednačavanje protoka i sastava upotrebljene vode su: bazen za ujednačavanje protoka, oprema za mešanje i unošenje vazduha i uređaj za evakuaciju vode iz bazena
  - Načini primene ujednačavanja protoka u procesu prečišćavanja upotrebljenih voda mogu biti:
    - u glavnom toku (in-line), ili
    - u sporednom toku (of-line).
-

# Egalizacioni bazen

---

