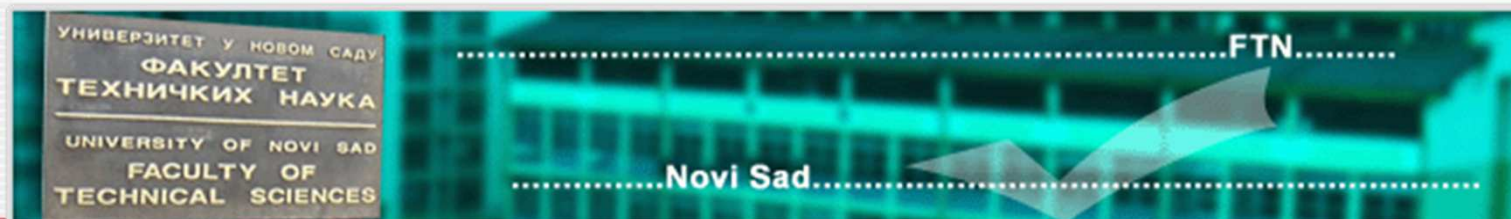




Master akademske studije

Studijski program: Inženjerstvo zaštite životne sredine

# PRAKTIKUM ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE





# FILTRACIJA



# FILTRACIJA

3

Separacija **čvrsto-tečnih** sistema;

Do razdvajanja čvrstih čestica od fluida dolazi prolaskom fluida kroz **filtracioni medijum**



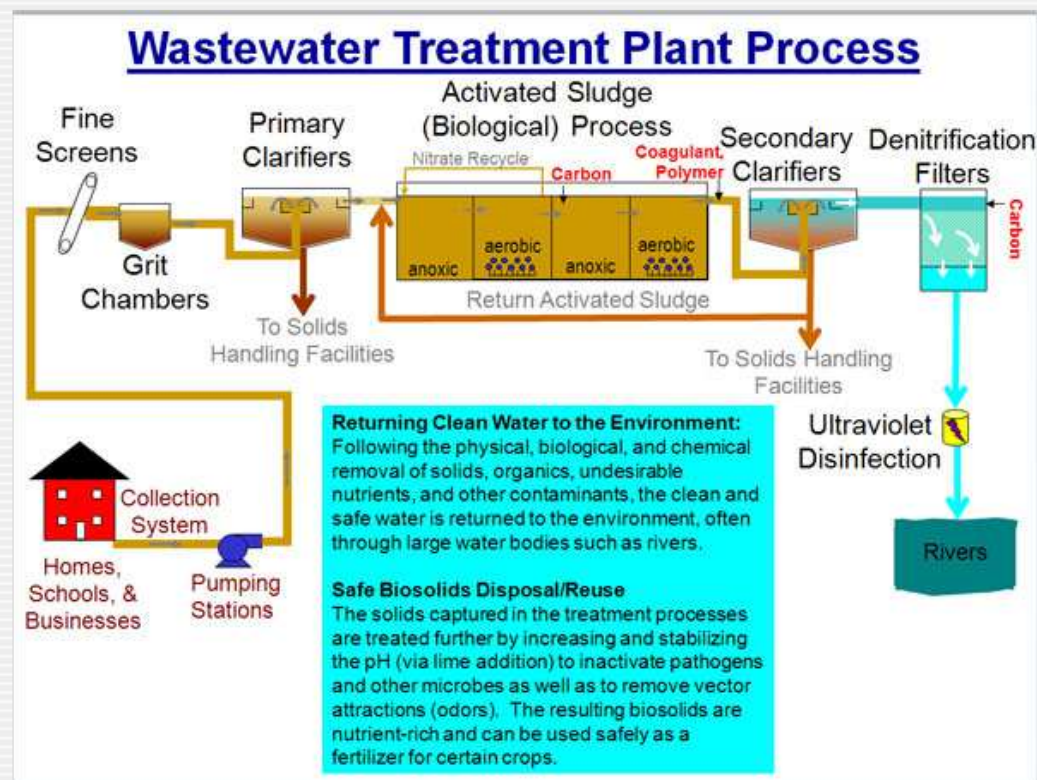
# FILTRACIJA

4

○ U tretmanu otpadnih voda - sa **predtretmanom** ili **bez njega**

○ **Predtretmani:**

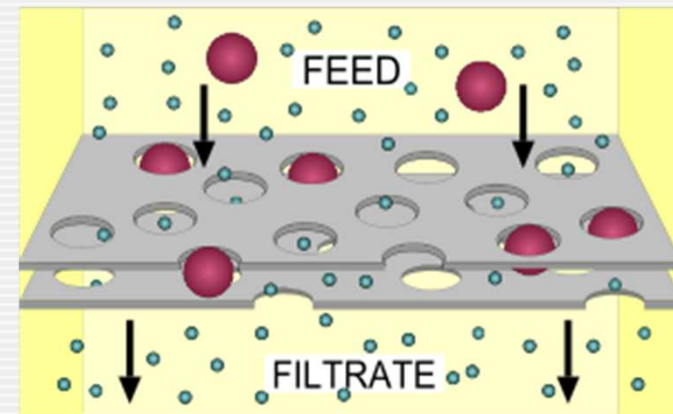
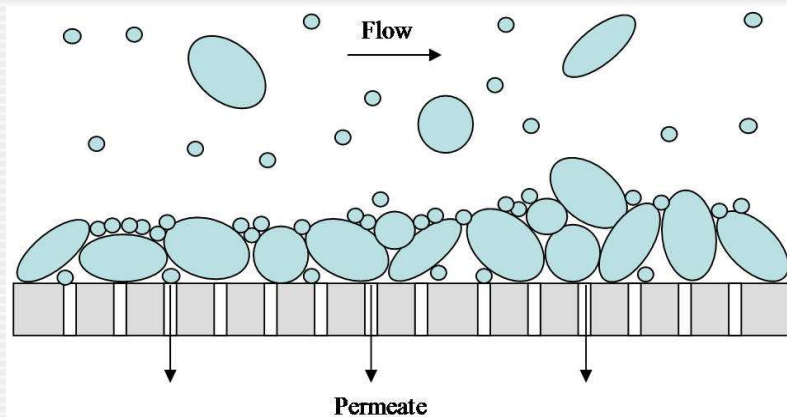
1. **Sedimentacija**
2. **Koagulacija**
3. **Flotacija**
4. **Biološka obrada**



# TIPOVI FILTRACIJE

5

1. Filtracija uz **formiranje pogače** (separacija koncentrovanih suspenzija)
2. Filtracija kroz **filtracioni medijum** (razblažene suspenzije) – u tretmanu otpadnih voda, filtracija **KROZ ZRNASTI SLOJ**

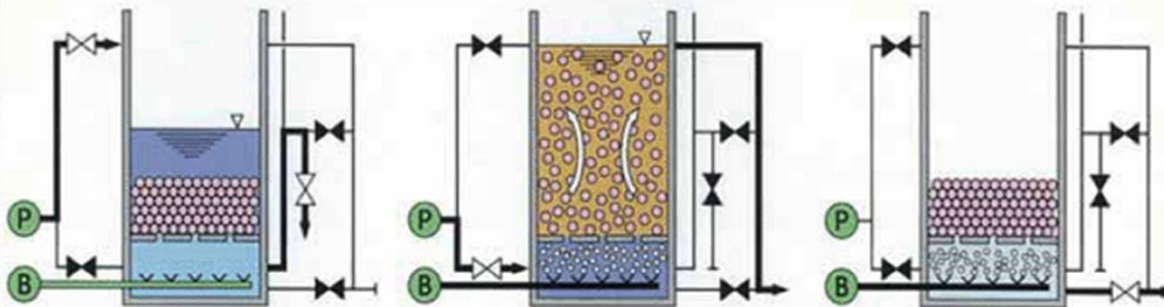


# REŽIM RADA OPERACIJE FILTRACIJE

6

Operacija filtracije je **diskontinualna** – 2 vremenska perioda:

1. Filtracija
2. Pranje filtra



The influent water pumped to the filter is flowed downward for filtration.

A timer and level control automatically start the filter media cleaning process where washing water and air continuously supplied to powerfully agitate and clean the filter media.

After filter media cleaning, water in the filter is drained, and the self-compressive and sufficient recovering characteristics of the BIO-BALL automatically form the optimum filtration bed.

# REŽIM RADA OPERACIJE FILTRACIJE

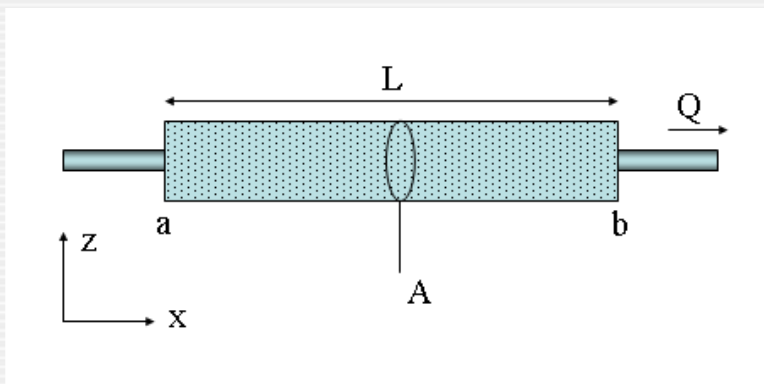
7

- **Filtarski ciklus** - vreme rada između dva pranja filtra
  - Filtarski ciklus može da se **završi** na dva načina:
    1. Dostizanjem **maksimalnog projektovanog pada pritiska**
    2. Promenom **kvaliteta filtrata**
- Kvalitet filtrata se ne menja sve dok se ne iskoristi **zapremina raspoloživa za smeštaj taloga !!!****

# STRUJANJE TEČNOSTI KROZ POROZNU SREDINU

8

## DARSIJEV ZAKON:



$$\frac{\Delta P}{L} = A \cdot v$$



$\Delta P/L$  - pad pritiska po jedinici debljine sloja punjenja [/]

$A$  - koeficijent pravca prave [s/m] (f-ja geometrije sloja i prirode fluida)

$v$  – brzina strujanja fluida, brzina filtracije [m/s]



# STRUJANJE TEČNOSTI KROZ POROZNU SREDINU

9

KOEFICIJENT PERMEABILNOSTI (Darsy - merilo proticanja fluida kroz porozni sloj; udeo protočnih pora u sloju):

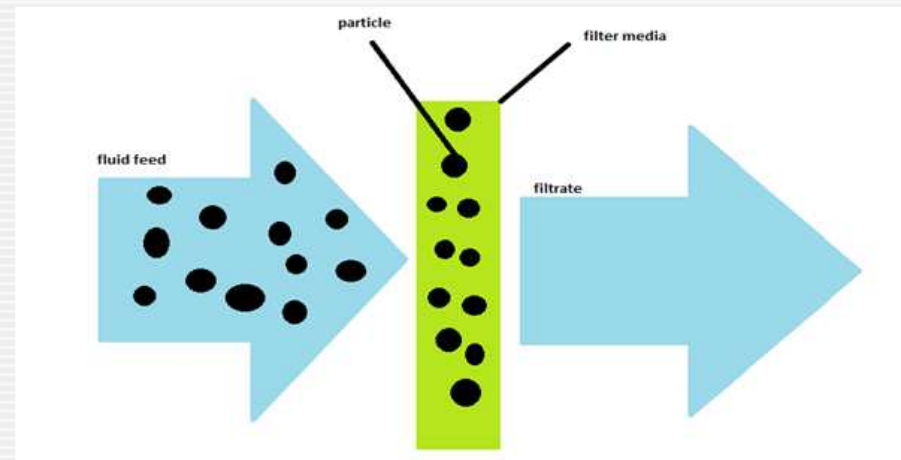
$$K = \frac{\mu}{A \cdot \rho \cdot g}$$

$K$  - permeabilnost poroznog sloja [ $\text{m}^2$ ]

$\mu$  - dinamička viskoznost fluida [ $\text{Pa s}$ ]

$\rho$  - gustina fluida [ $\text{kg/m}^3$ ]

$g$  - gravitaciono ubrzanje [ $9,81 \text{ m/s}^2$ ]

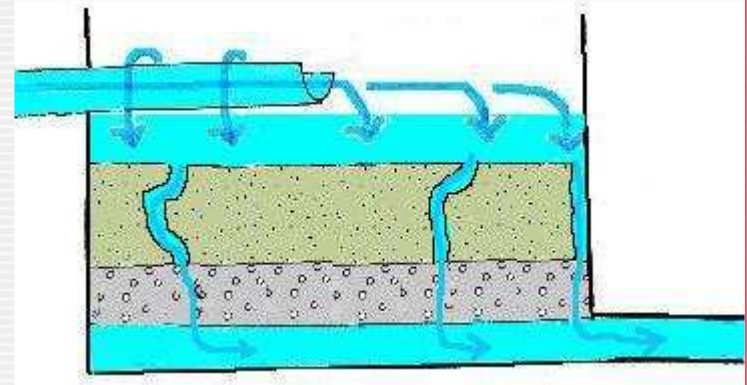


# STRUJANJE TEČNOSTI KROZ POROZNU SREDINU

10

- Darsijev zakon - strujanje u domenu **malih brzina**
- Za širi opseg brzine strujanja tečnosti - **modifikovani oblik Darsijevog zakona**:

$$\Delta \frac{P}{L} = A_1 v + B_1 v^2$$



# MEHANIZMI FILTRACIJE

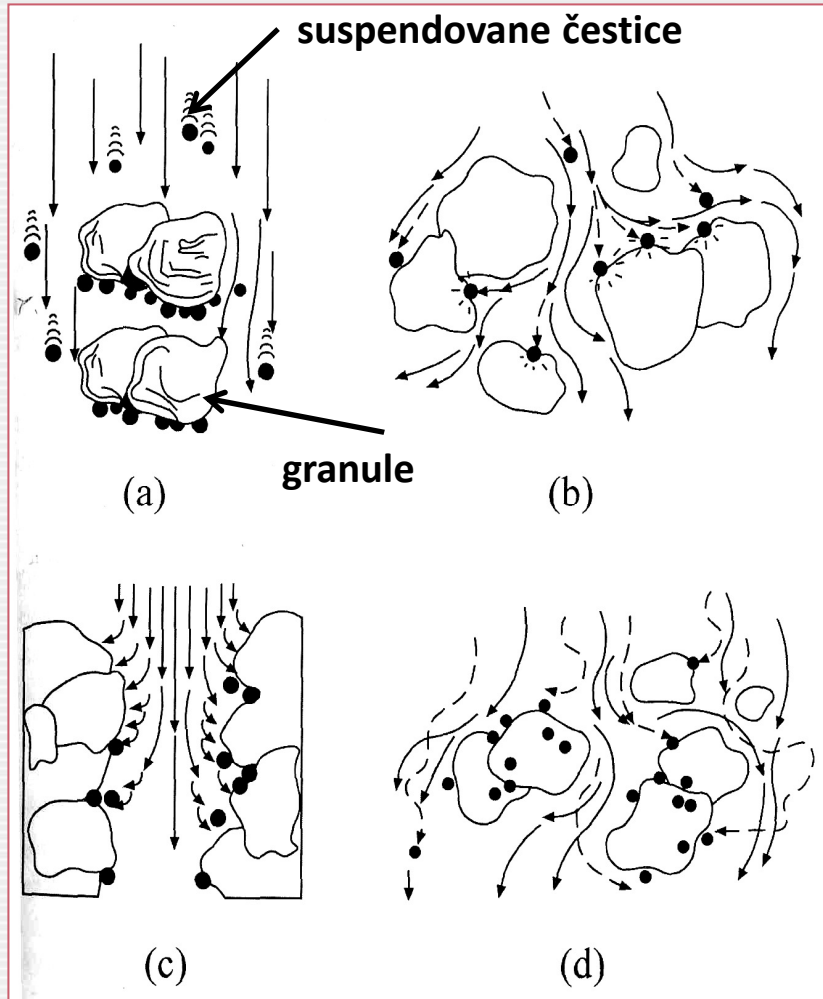
11

**Mehanizmi zadržavanja** suspendovanih čestica u poroznoj sredini:

1. Mehanizmi privlačenja - elektrostatička privlačenja, Van der Valsove sile, adsorpcija
2. Transportni mehanizmi

# MEHANIZMI FILTRACIJE

12



## Transportni mehanizmi:

- a. Taloženje (male brzine)
- b. Inercija (promena pravca)
- c. Hidrodinamički mehanizam
- d. Difuzija



# FILTARSKI MEDIJUM

13

- **Kvarcni pesak, plastične mase i sl.**
- **Osobine** filtarskog medijuma:
  1. **Veličina granula**
  2. **Granulometrijski sastav (zastupljenost pojedinih frakcija; određivanje sitima)**
  3. **Koeficijent uniformnosti**
  4. **Oblik granula, morfologija površine granula**
  5. **Gustina materijala**
  6. **Hemijska i biološka postojanost**
  7. **Skлонost ka abraziji**

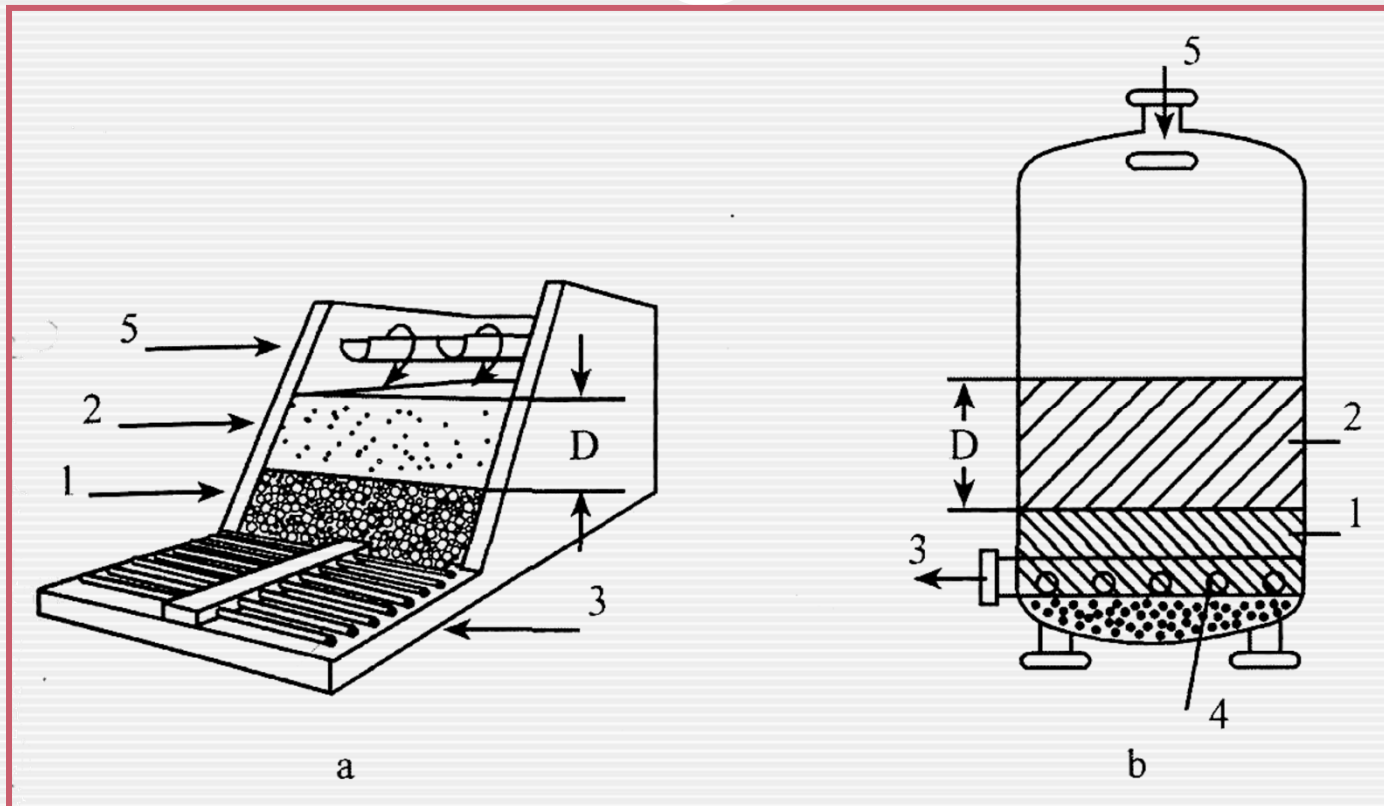
# KLASIFIKACIJA FILTRACIJE KROZ NASUT SLOJ

14

- i. Prema **pogonskoj sili**
- ii. Prema **mestu ulaza tečnosti** u odnosu na nasuti sloj
- iii. Prema **broju materijala** koji formiraju porozni sloj
- iv. U odnosu na **promenu brzine filtracije sa vremenom**
- v. U odnosu na **nivo tečnosti** tokom odvijanja filtracije
- vi. Prema **brzini filtracije**

# KLASIFIKACIJA FILTRACIJE KROZ NASUT SLOJ PREMA POGONSKOJ SILI

15

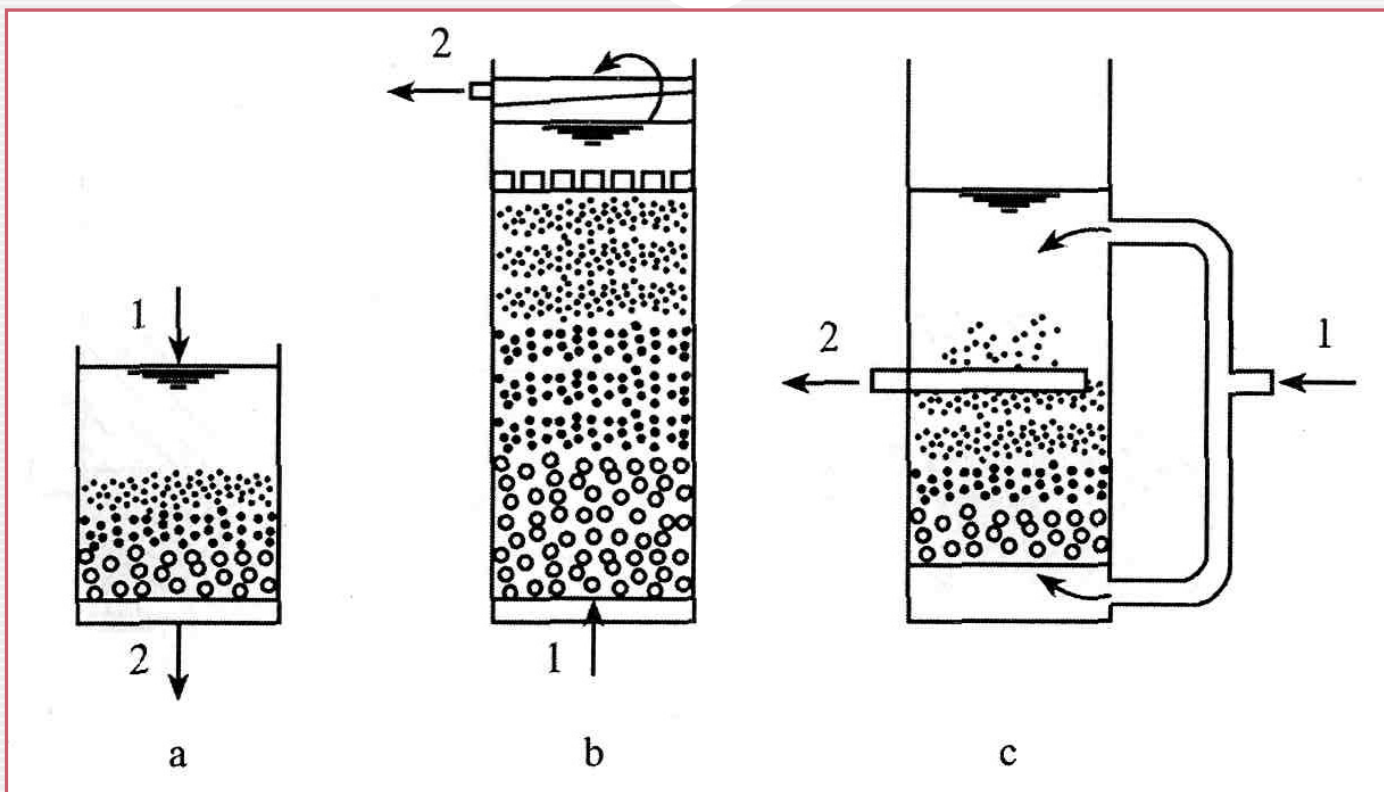


a. Gravitacioni / otvoreni, b. Pod pritiskom / zatvoreni

1. Šljunak, 2. Filtarski materijal, 3. Izlaz vode, 4. Laterale, 5. Ulaz vode

# KLASIFIKACIJA FILTRACIJE PREMA MESTU ULAZA TEČNOSTI U ODNOSU NA NASUTI SLOJ

16



a. ulaz na vrhu, b. ulaz na dnu , c. ulaz sa obe strane

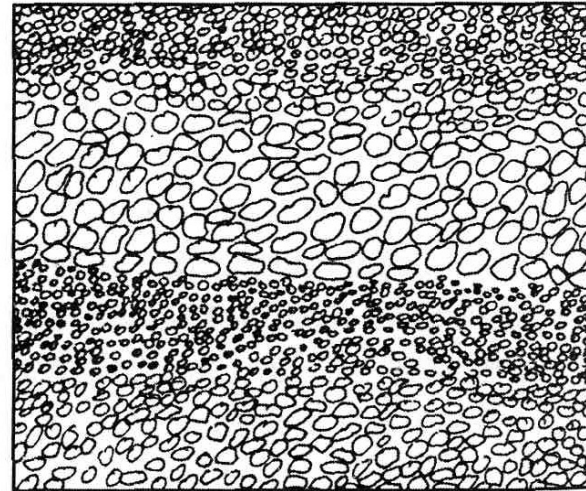
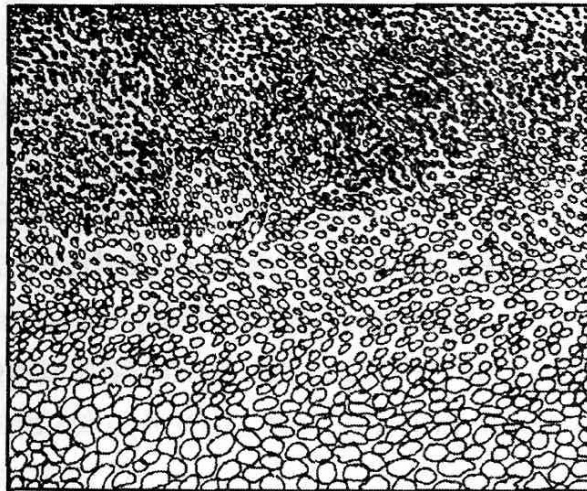
1. ulaz vode, 2. izlaz vode



# KLASIFIKACIJA FILTRACIJE PREMA BROJU MATERIJALA KOJI FORMIRAJU POROZNI SLOJ

17

## Monomedijumska / Multimedijumska filtracija



a. nepovoljna klasifikacija, b. početno stanje

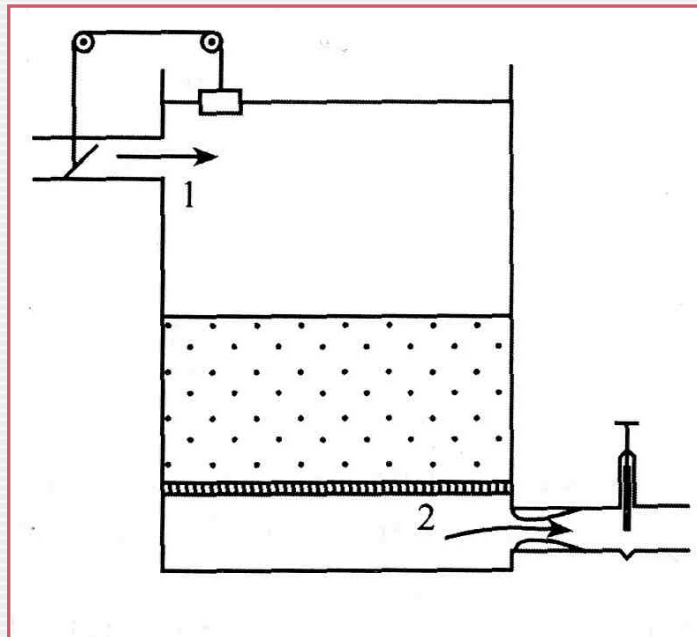
# KLASIFIKACIJA FILTRACIJE U ODNOSU NA PROMENU BRZINE FILTRACIJE SA VREMENOM

18

1. Filtracija sa **opadajućom brzinom** (prirodna filtracija)
2. Filtracija sa **konstantnom brzinom** (filtracija pri konstantnom ili promenjivom nivou tečnosti iznad sloja)

# FILTRACIJA SA KONSTANTNIM NIVOOM TEČNOSTI

19

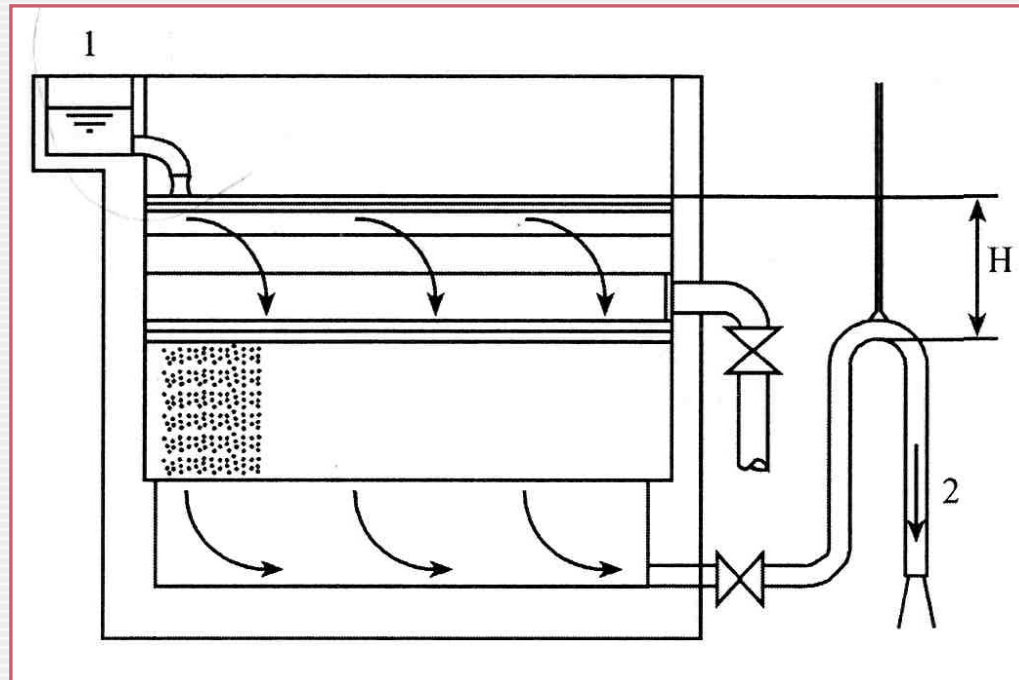


1. Ulaz vode
2. Izlaz vode

- Izlazni tok tečnosti prigušuje se ventilom obezbeđujući otpor proticanju
- Kako otpor u poroznom sloju raste, prigušenje na izlazu se smanjuje
- Ukupan **otpor proticanju** tečnosti je stalno **konstantan**, a time i brzina filtracije

# FILTRACIJA SA PROMENJIVIM NIVOOM TEČNOSTI

20



1. Ulaz vode
2. Izlaz vode

- Porast otpora tokom filtracije savladava se **porastom nivoa tečnosti** iznad sloja
- Na izlazu iz filtra obezbeđen je **konstantan otpor proticanju** tečnosti **dizanjem izlazne cevi** uređaja i na taj način porozni sloj je uvek potopljen vodom



# KLASIFIKACIJA FILTRACIJE PREMA BRZINI

21

1. **Spori filtri (peščani filtri)** - obrada **površinskih voda bez** prethodnog tretmana; ciklus traje i **do šest meseci**
2. **Brzi filtri** - *brzina* od 4-50 m/h; ciklus traje **max. 50 sati**

# PRANJE FILTARA

22

- **Odozdo na više**
- Sloj filtarskog materijala se **ekspanduje** u fluidizovano stanje
- Protok vode se **povećava** i **deponovan materijal izlazi** sa tokom vode
- Za **teške** filtracione medijume:
  - Veliki pritisci
  - Velike brzine tečnosti
  - Velike količine vode

# PRANJE FILTARA



**Pad pritiska pri pranju:**

$$\Delta P = L_s (1 - \varepsilon) (\rho_s - \rho) g$$

$\Delta P$  - pad pritiska kroz fluidizovani sloj

$L_s$  - debljina poroznog sloja

$\varepsilon$  - poroznost sloja

$\rho_s$  - gustina filtarskog materijala

$\rho$  - gustina vode

$g$  – gravitaciono ubrzanje

# PRANJE FILTARA



**Ekspandovana debljina sloja:**

$$L_E / L_S = (1 - \varepsilon) / (1 - \varepsilon_E)$$

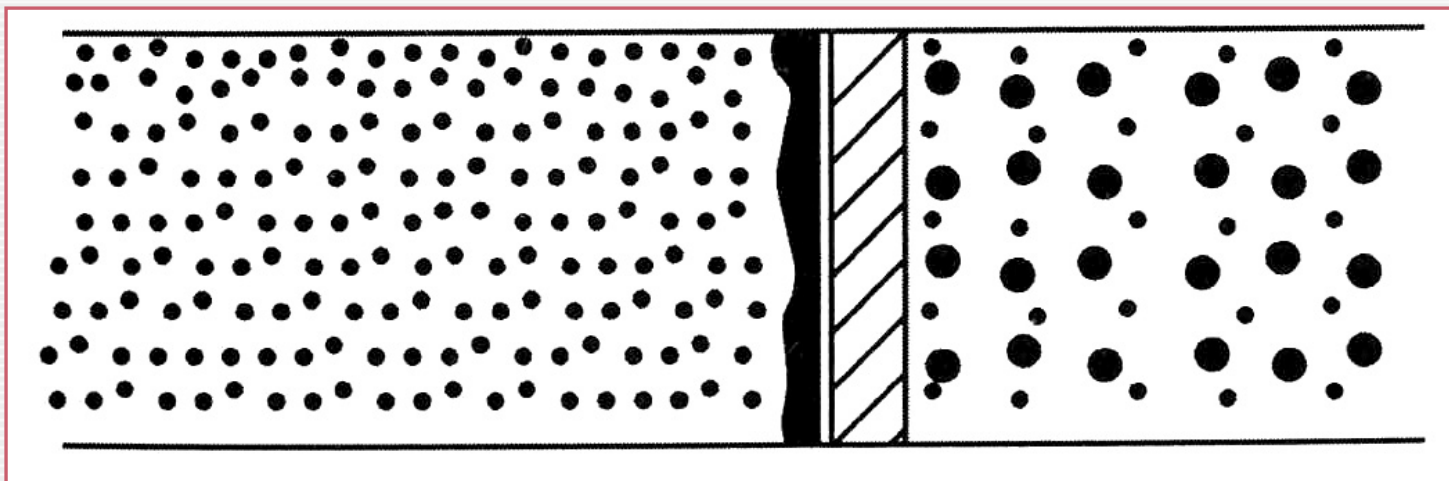
**$L_E$  - debljina ekspandovanog sloja**

**$\varepsilon_E$  - poroznost ekspandovanog sloja**

# KOALESCENTNA FILTRACIJA

25

- Za separaciju tečno-tečnih sistema - **emulzija**
- Filtarski materijali koji **na svojoj površini** omogućuju **koalescenciju kapi** – u sloj ulaze male kapi, a iz sloja izlaze uvećane kapi



# Ponavljjanje

26



1. Definisati operaciju filtracije.
2. Koji predtretmani prethode operaciji filtracije?
3. Navesti dva osnovna tipa filtracije. Za koje se vrste suspenzija koriste pojedini tipovi filtracije?
4. Definisati filtarski ciklus. Kako se filtarski ciklus završava?
5. Definisati Darsijev zakon.
6. Opisati mehanizme zadržavanja suspendovanih čestica u poroznoj sredini.
7. Klasifikacija filtracije kroz nasut sloj u zavisnosti od pogonske sile.



# Ponavljjanje

27



8. Klasifikacija filtracije u zavisnosti od mesta ulaza vode u odnosu na nasut sloj.
9. Klasifikacija filtracije u zavisnosti od broja materijala koji formiraju porozni sloj.
10. Klasifikacija filtracije u zavisnosti od promene brzine filtracije sa vremenom. Opisati načine obezbeđivanja konstantne brzine filtracije.
11. Opisati proces pranja filtracionog medijuma.
12. Definisati operaciju koalescentne filtracije.