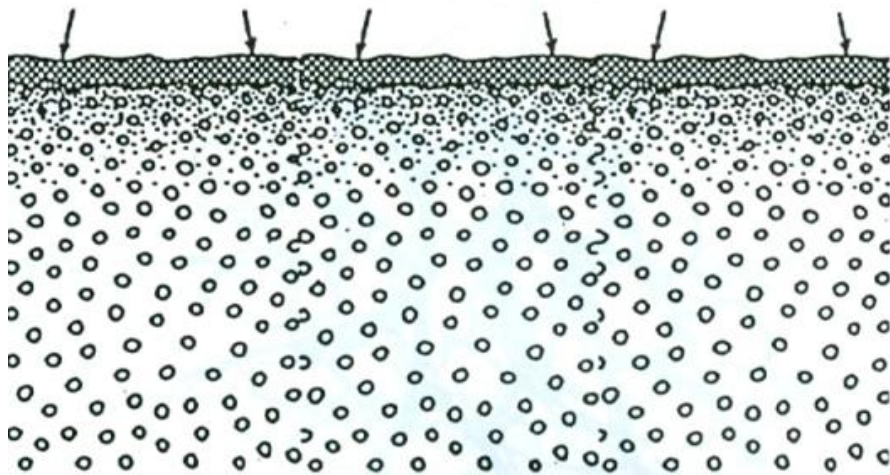


# FILTRACIJA

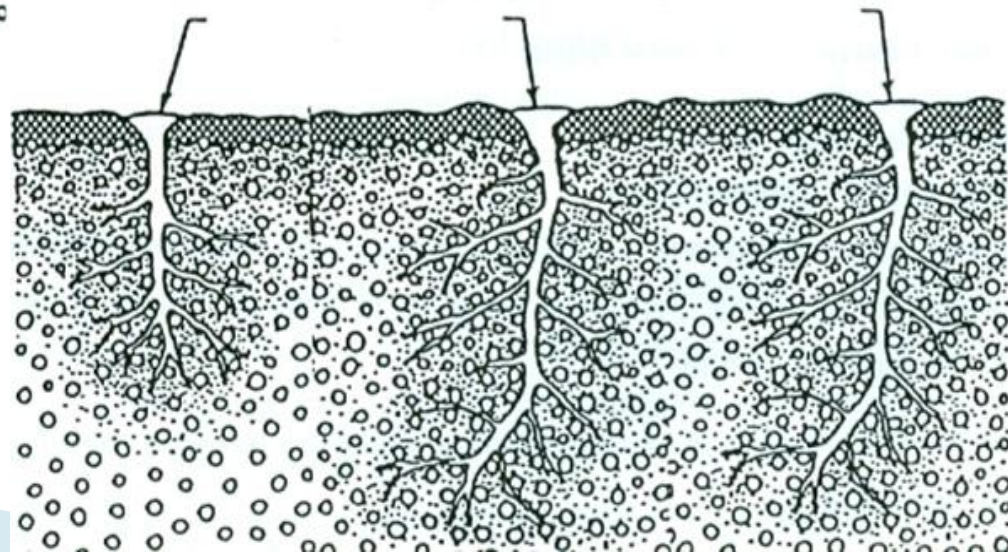
- ▶ Fizičko–hemijski proces za odvajanje suspendovanih i koloidnih nečistoća iz vode prolaskom kroz sloj granulisanog materijala.
- ▶ Prilikom filtracije vode, pored čistog mehaničkog prosejavanja, dolaze do izražaja i drugi efekti:
  - *hemijsko delovanje filtera,*
  - *katalitičko i apsorpciono delovanje filtera,*
  - *biološko delovanje filtera,*
  - *taložno delovanje filtera*

▶ *U zavisnosti veličine čestice u odnosu na veličinu pore filtera mogu se razlikovati dva načina filtracije:*

▶ *površinska*



▶ *dubinska*



# Klasifikacija filtera

- ▶ **Prema hidrauličkom opterećenju:** spori i brzi
- ▶ **Prema vrsti filterske ispune:** peščane, ugljene, ugljeno-peščane, filtere od mešane ispune i dijatomejske filtere
- ▶ **Prema pogonskom pritisku:** filteri pod pritiskom većim od atmosferskog i gravitacione
- ▶ **Prema smeru proticanja vode...**
- ▶ **Prema vremenu pojavljivanja:** konvencionalni savremeni

# Brzina i kapacitet filtracije

- ▶ *Brzina filtracije*

$$v_s = \frac{V}{A \cdot t} = \frac{[m^3]}{[m^2] [h]} = \frac{m}{h} = \frac{Q}{A}$$

- ▶ *Stvarna brzina  $v_{st}$*

$$v_{st} = \frac{v_s}{n_g}$$

▶ **Kapacitet filtracije**

$$C = \frac{V}{A} = \frac{m^3}{m^2}$$

- ▶ **Otpor filtera** – raste tokom filtracije, pokazatelj stepena zaprljanosti filtera i manifestuje se povećanjem pritiska u filteru
- ▶ **Vreme filtracije** – radni period filtera između dva pranja. U zavisnosti je od: v filtracije, prečnika zrna i kvaliteta ulazne vode

# Filtracioni materijali

- ▶ *Kvarcni pesak*



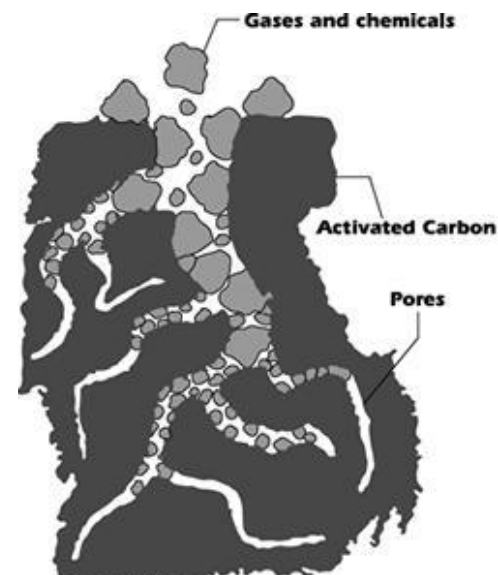
- ▶ *Drobljeni antracit*



- ▶ *Kamen tučenac*

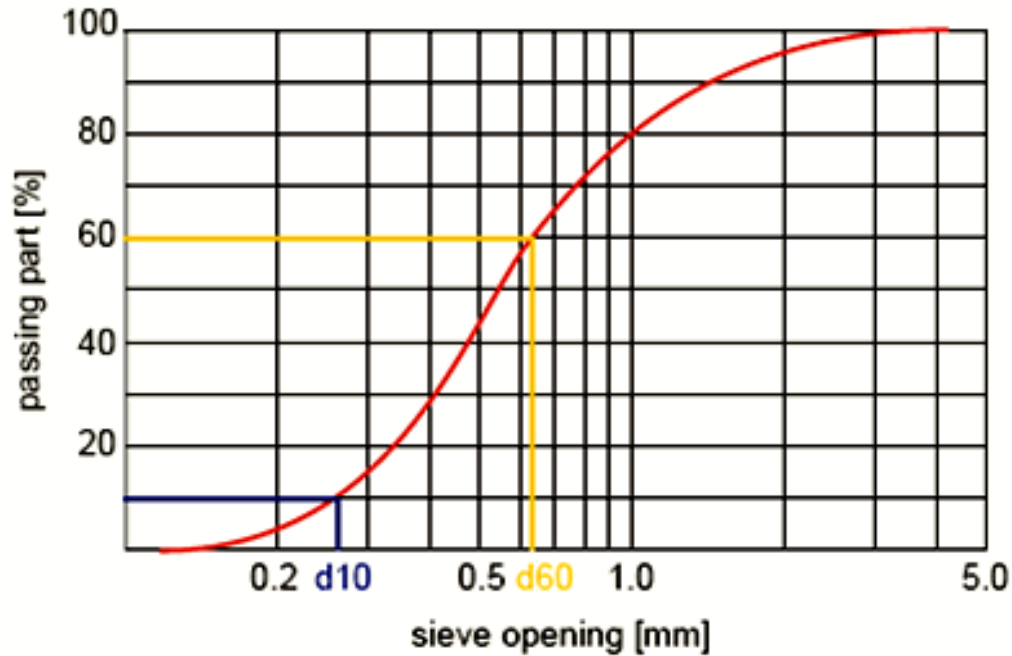


- ▶ *Aktivni ugalj*



Activated Carbon adsorbs  
gases and chemicals

# *Efektivni prečnik i koeficijent uniformnosti U*

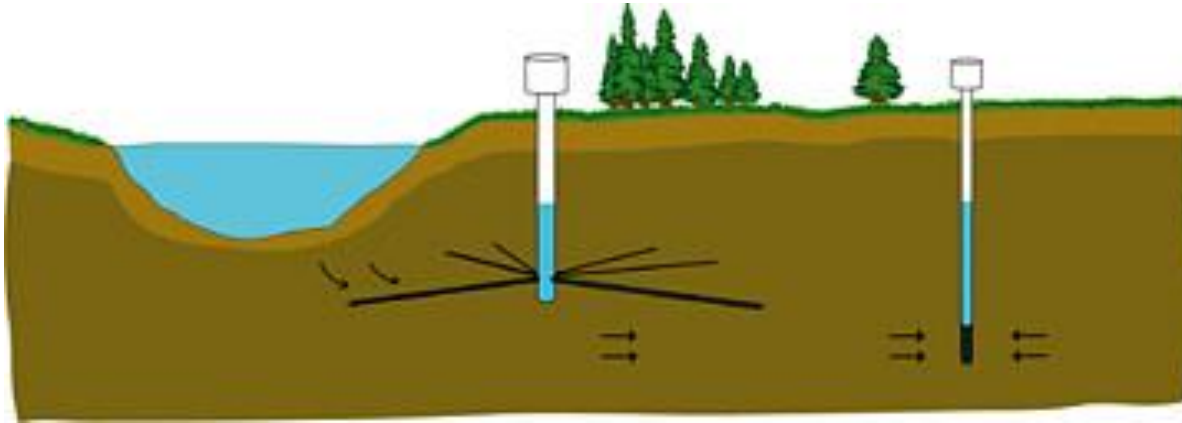


$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

*Granulometrijski dijagram određivanje  $d_{10}$  i  $d_{60}$ .*

# Tehnika filtracije

## ▶ *Filtracija u prirodnim uslovima*

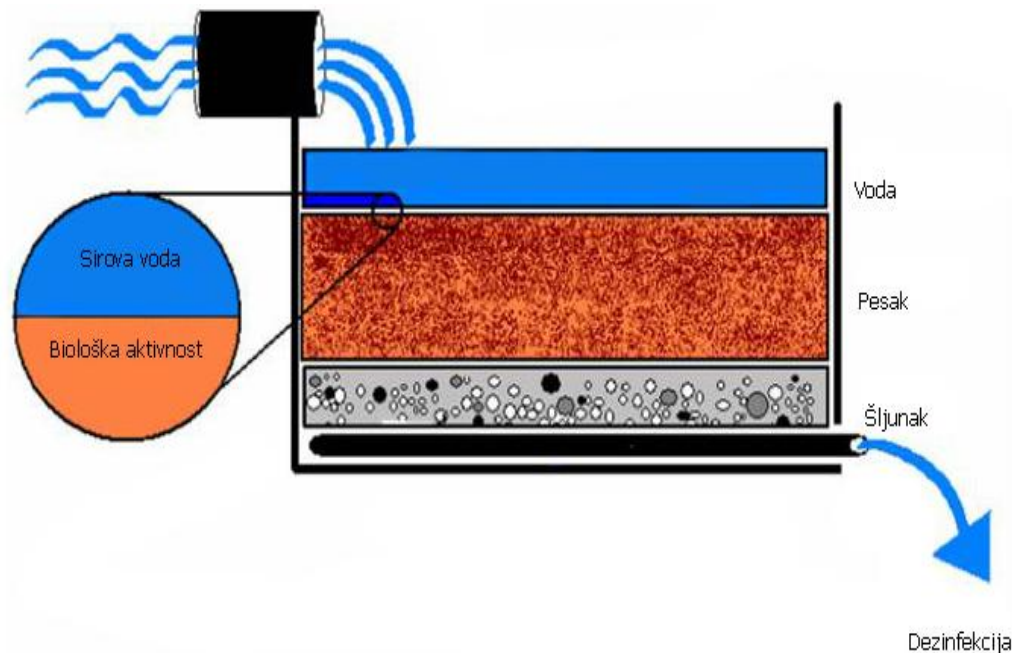


## ▶ *Filtracija u kontrolisanim uslovima - spori i brzi filteri*



# Spori filteri

- ▶ Spora filtracija je prvi put primenjena 1829. godine u pogonu „*Chelsea Water Company*“ u Londonu.



# *Proces filtracije*

- *Efekat sita*
- *Efekat taloženja*
- *Elektrostatički efekat*
- *Biološki efekat*

## *Brzina filtracije*

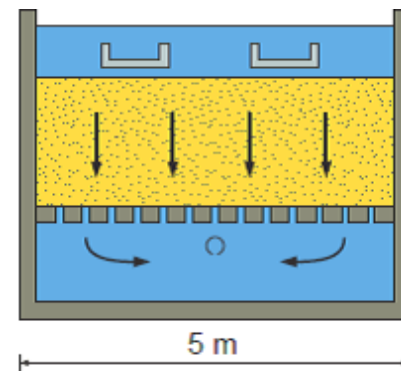
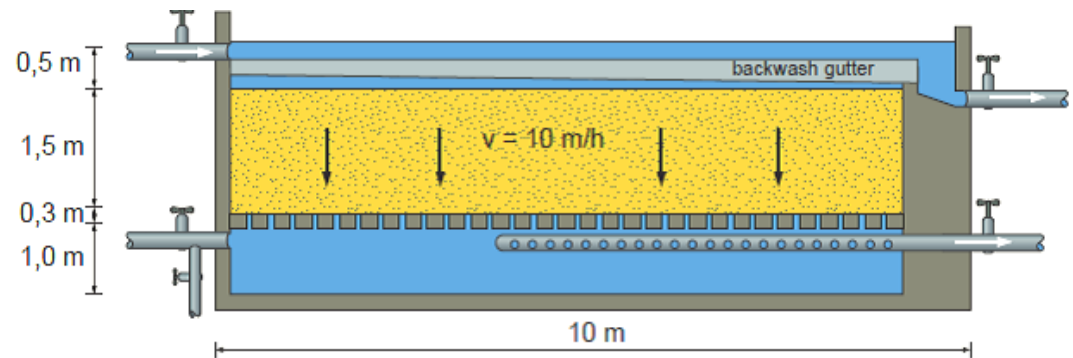
- *od 0,1-0,4 m/h ( $\approx$  2- 10 m/d).*
- *kod jako zagađenih voda od 2 m/d,*
- *kod relativno čiste vode 10 m/d.*

- ▶ *Održavanje sporih filtera je veoma jednostavno*
- ▶ *Osnovna mana je što zauzimaju velike površine zemljišta i objekti su veliki, zbog čega su početni troškovi dva do tri puta veći u odnosu na brze filtere*



# Brzi filteri

- ▶ *Brzi otvoreni filteri*
- ▶ *Filteri pod pritiskom*



▶ *Filterska ispuna*

- *Jednoslojna*
- *Dvoslojna*
- *Višeslojna*

▶ *Prednosti dvoslojnih u odnosu na jednoslojne*

- *Povećanje brzine filtracije i **do 15 m/h***
- *Bolji i ujednačeniji kvalitet filtera*
- *Duže vreme rada filtera između dva pranja*

## ▶ *Višeslojna ispuna filtera*

☞ *bolji učinak filtracije*

☞ *povećanje brzine filtracije*

☞ *povećanje sigurnosti protiv proboja nečistoća*

☞ *smanjenje specifičnog utroška vode za pranje*

☞ *produženje trajanja radnog perioda filtera*

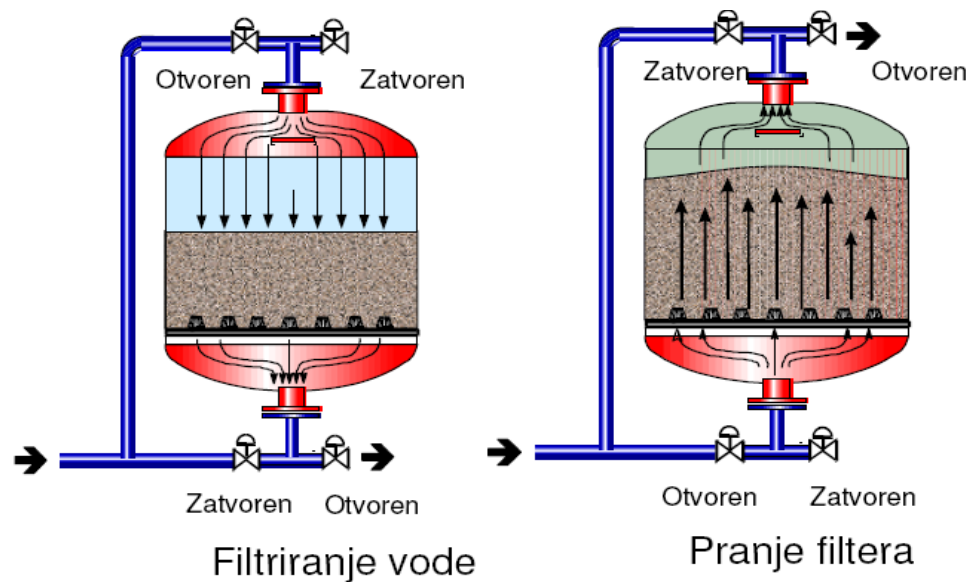
# Pranje filtera

- ▶ *Pranje filtera je **regeneracija** koja ima za cilj dovođenje filterske ispune u početno stanje.*
- ▶ ***Optimalna brzina** kretanja vode pri pranju filtera **40 m/h**.*

## ▶ *Brzi filteri pod pritiskom*

- ▶ *upotrebljavaju najčešće kada se sirova voda dovodi pod pritiskom na tretman, a u cilju korišćenja jednog pumpnog postrojenja.*
- ▶ *primenjuju i za manje količine vode gde visoka cena brzih gravitacionih filtera nije opravdana, kao i u kombinaciji sa drugim tipovima filtera u cilju odstranjivanja tvrdoće, mangana ili gvožđa.*

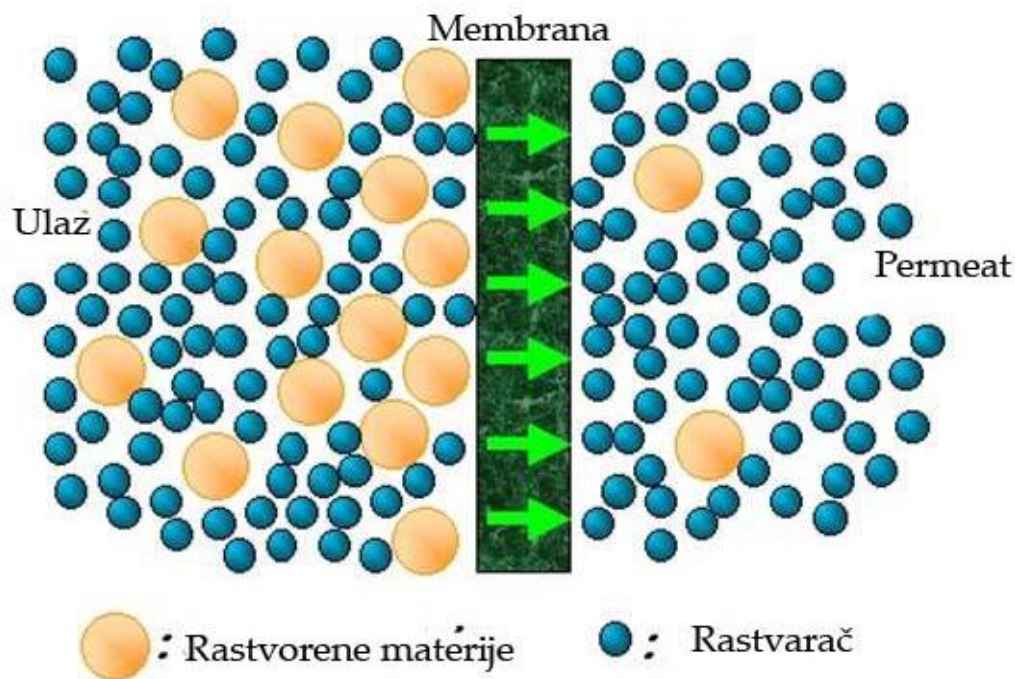




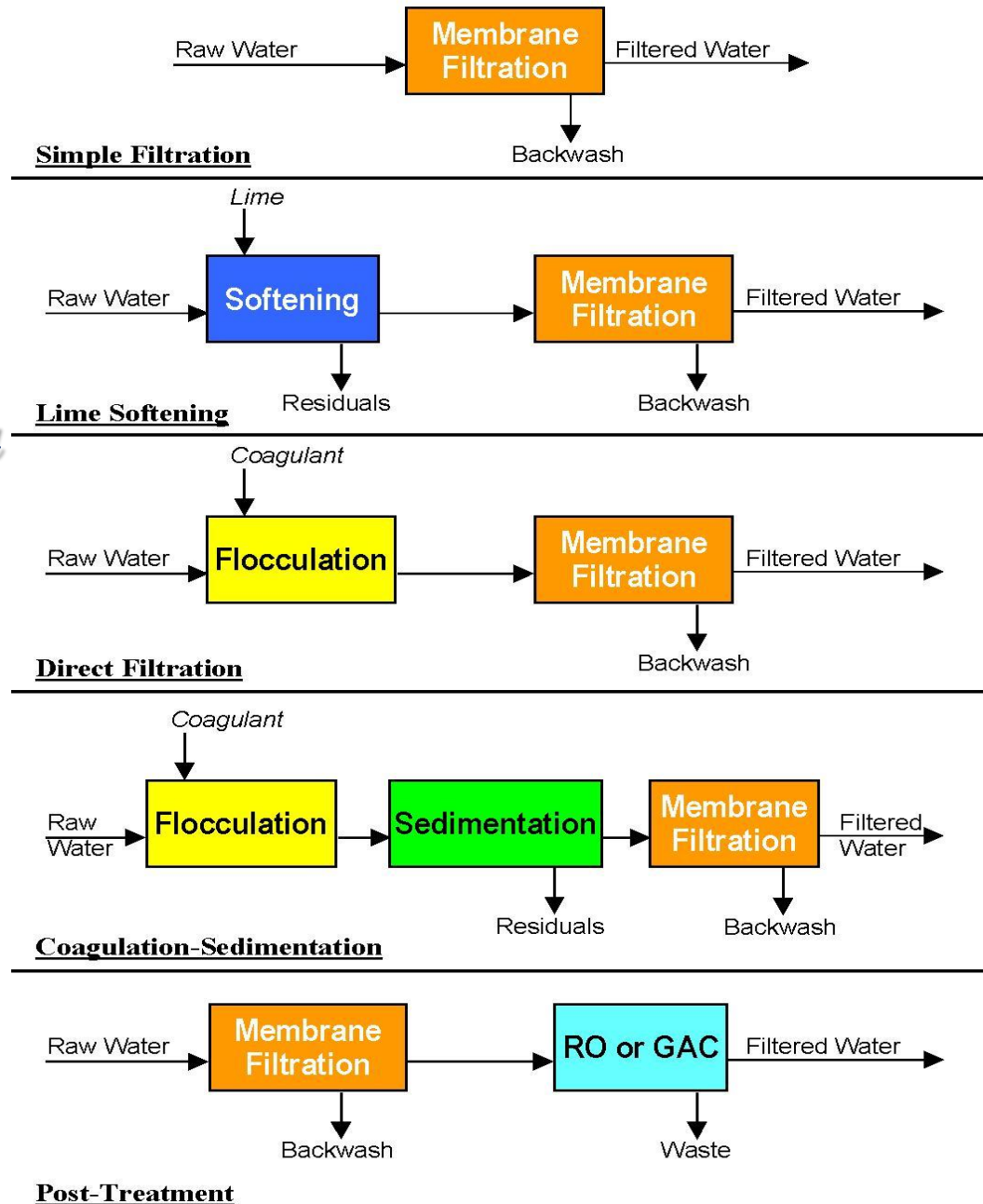
- ▶ *Brzim filterima pod pritiskom se najčešće uklanja mutnoća, gvožđe, mangan, ulje, organske materije, boja i bakterije. Ako se koristi neki absorbent (aktivni ugalj) onda se može odstraniti neprijatan miris i ukus*

# MEMBRANSKA FILTRACIJA

- ▶ *Membranski procesi su svi oni procesi koji se odvijaju na membrani ili posredstvom nje.*



# Primena membrana u tretmanu vode za piće



# *U zavisnosti oo veličine pora membrane razlikuju se sledeći procesi:*

## *☞ Reverzna osmoza*

*( 0.1- 1 nm, p=15- 60 bar)*

## *☞ Nanofiltracija*

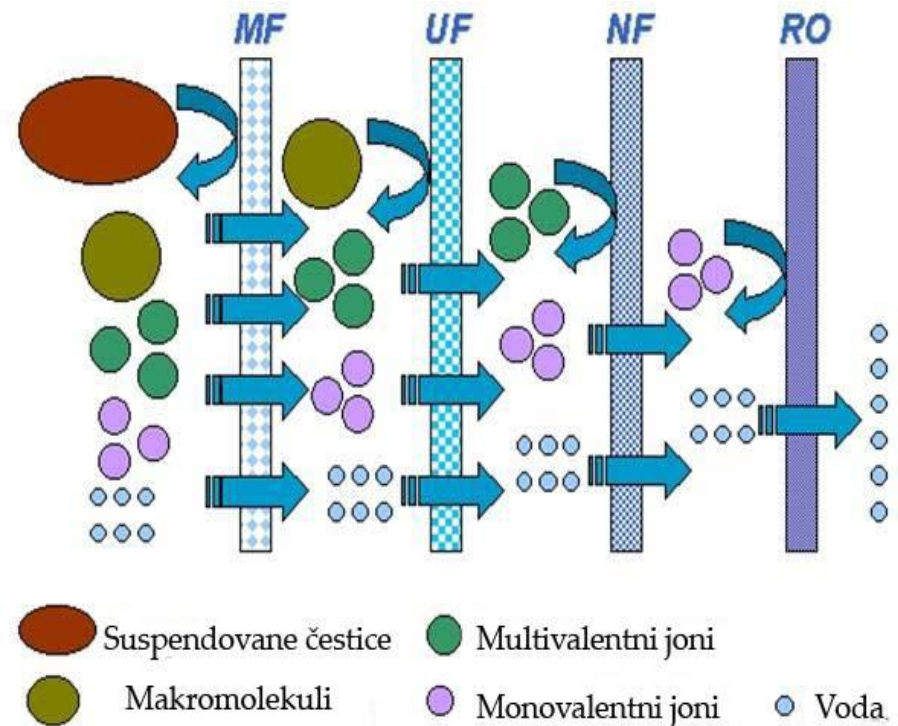
*(1-5 nm, p=5-15 bar)*

## *☞ Ultrafiltracija*

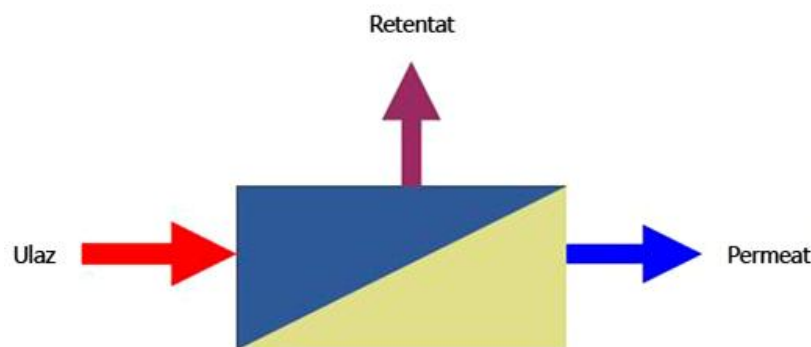
*(5-20 nm, p= 0,5-5bar)*

## *☞ Mikrofiltracija*

*(100-1000 nm, p= 0,5- 3 bar)*



▶ *Princip rada membranskih procesa*



- ▶ *Kod primene membranske tehnologije za tretman vode je karakteristično malo prisustvo dodatnih neželjenih nus-produkata, te iz tog razloga pripada ekološki najprihvatljivijim i sve češće korišćenim postupcima.*

# Membranski moduli



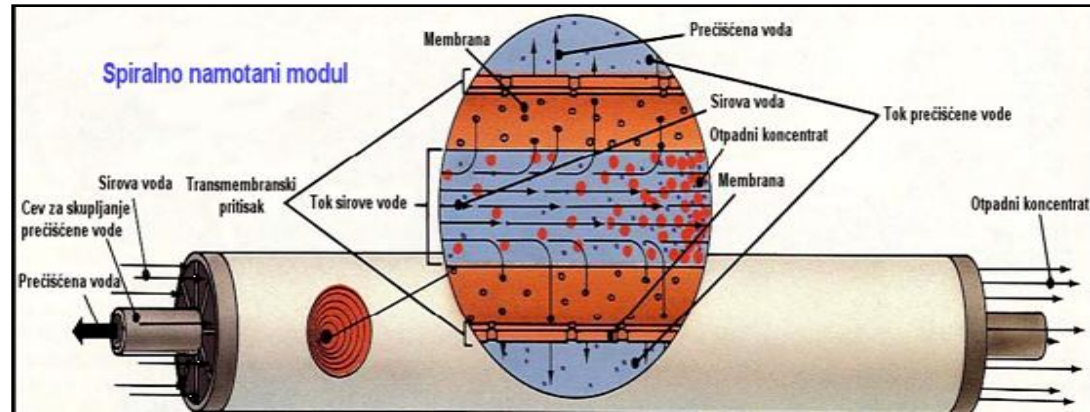
*Pločasti moduli (plate and frame)*



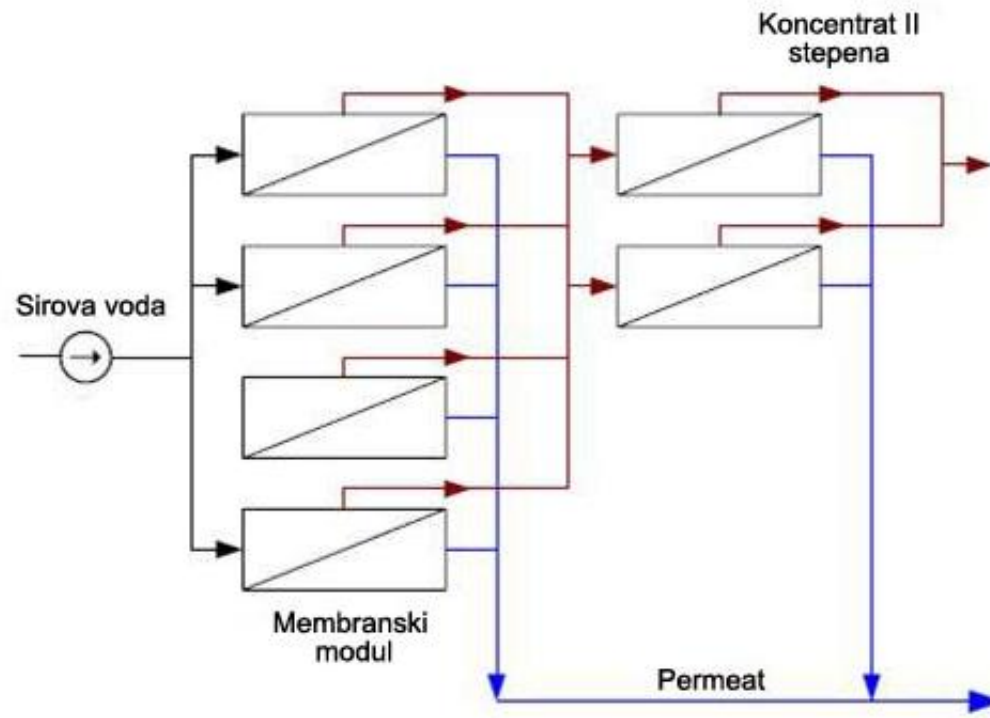
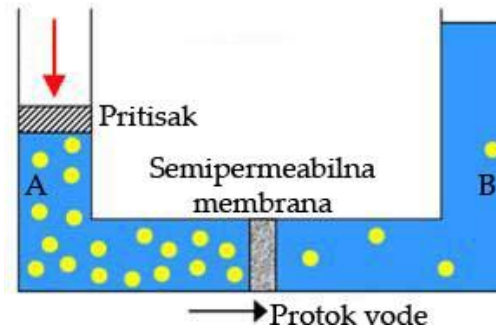
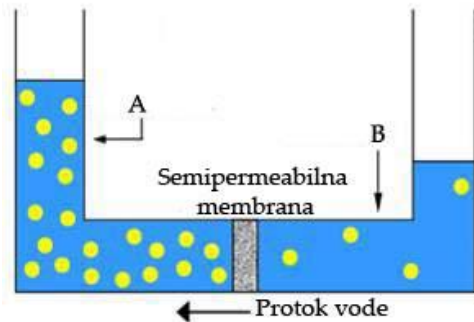
Spiral wound configuration



*Cevni modul (tubular)*



- ▶ *Mikrofiltracija – membransko bistrenje vode*
- ▶ *Reverzna osmoza*



- ▶ **Ultrafiltracija** – uklanjaju suspendovanih materija, bakterija, virusa, koloidnih materija, org. Molekula velike molekulske mase.
- ▶ **Nanofiltracija** - tretman vode niskog sadržaja arstvorenih materija.
- ▶ Uklanja se boja organskog porekla



*Proizvodnja vode za piće nanofiltracijom*

*Pariz Mèry-sur-Oise (140.000 m<sup>3</sup>/d)*



# Omekšavanje, dekarbonizacija i demineralizacija vode

*Termički postupci;*

*Hemijski postupci;*

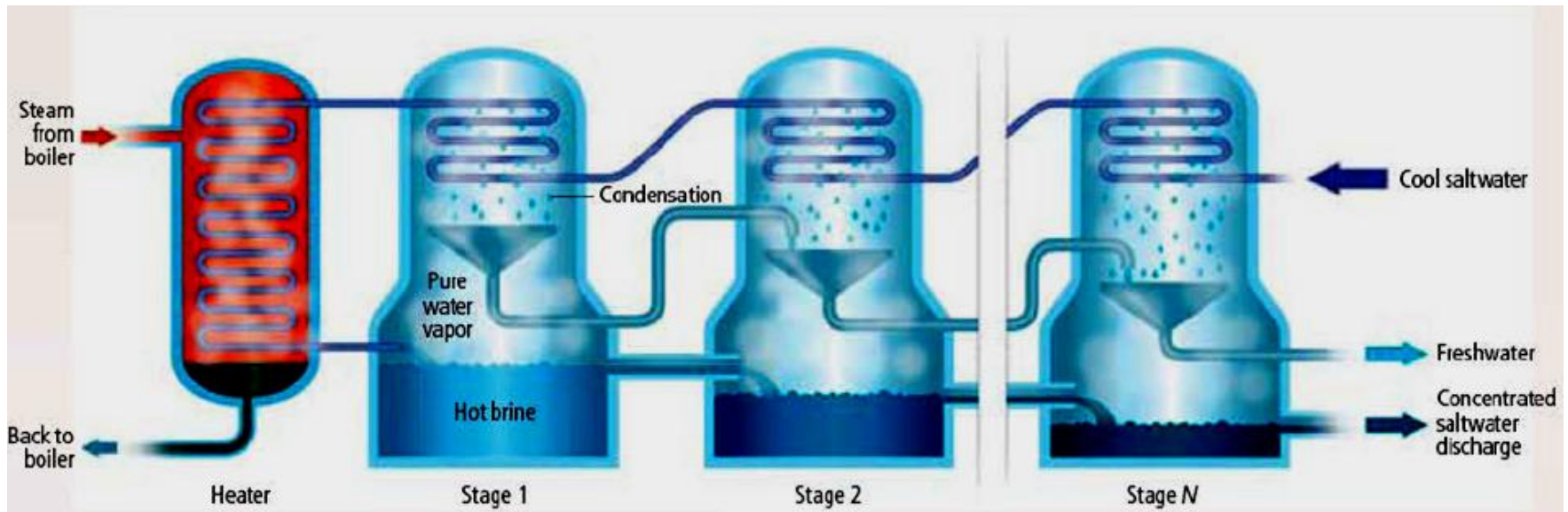
*Jonoizmenjivački postupci;*

*Membranski postupci sa primenom elektrostaticke pokretljivosti jona ili bez nje*

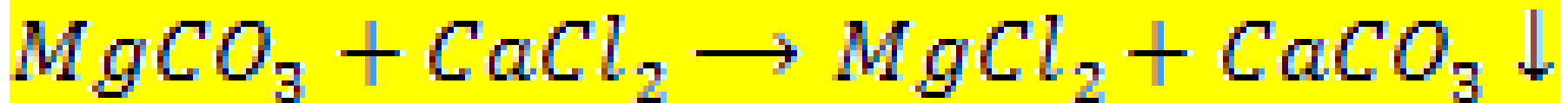


# Smanjenje mineralnih sastojaka vode


- ▶ Destilacija vode
- ▶ Dekarbonizacija vode zagrevanjem



▶ Dekarbonizacija vode zagrevanjem



# Hemijski postupci omekšavanja vode

- ▶ **Kalcijum hidroksid  $\text{Ca}(\text{OH})_2$**
  - ▶ **Hladan i topao postupak**
  - ▶ **Brzi kontaktni postupak**
  
  - ▶ **Soda kreč postupak**
  
  - ▶ **Natrijum hidroksid  $\text{NaOH}$**
  
  - ▶ **Soli fosforne kiseline**
- 

# Akcelerator i brzi peščani reaktor

