



**1** Deferizacija i demanganizacija vode

**2** Dezinfekcija

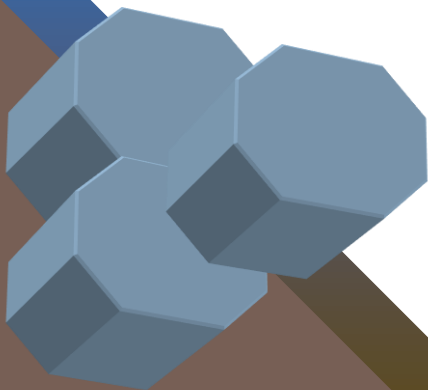
**3** Pregled postupaka pripreme vode



- Gvožđe i mangan se ubrajaju u 15 najzastupjenijih elemenata u zemljinoj kori:

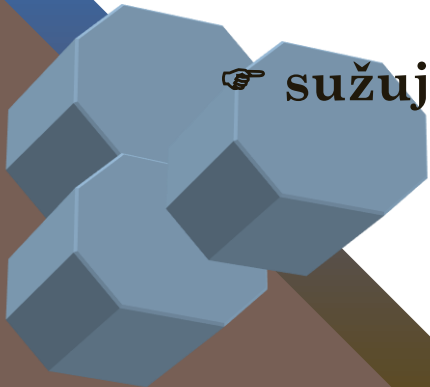
**gvožđe 4,7%**

**mangan 0,06%**





- Povećana koncentracija Fe u vodi ne predstavlja zdravstveni, već **organoleptički problem.**
- ☞ Uzrokuje pojavu smeđih mrlja na sanitarijama i rublju
- ☞ Uzrokuje gorak okus vode (po tinti)  $>0,3$  mg/L
- ☞ Taloži se u vodovodnim cevima, omogućuje rast feroznih bakterija uz razvijanje neprijatnog mirisa
- ☞ sužuje se profil cevi





- U podzemnim vodama gvožđe se nalazi u obliku soli dvovalentnog gvožđa (fero- soli)
- ☞ Količina gvožđa u vodi je velika ako se nalazi u koncentraciji od 1-3 mg/l
- U površinskim vodama gvožđe je prisutno u ferri obliku u kompleksima sa organskim kiselinama
- ☞ Sadržaj gvožđa u površinskim vodama je retko veći od 0,3 mg/l



- Povećane koncentracije u *gvožđa u podzemnim vodama često prate i povećane koncentracije mangana vodi.*
- Povećane konc. Mn su štetne za zdravlje ljudi
  - ☞ (neurološke smetnje >2 mg/L)
  - ☞ neugodan ukus vode (0,5 mg/L)
  - ☞ pojava tamnih mrlja na sanitarijama i rublju
  - ☞ *taloži se u vodovodnim cevima u vidu **crnog** filma, omogućuje rast mikroorganizama u vodovodnim cijevima- sužuje se profil cevi*

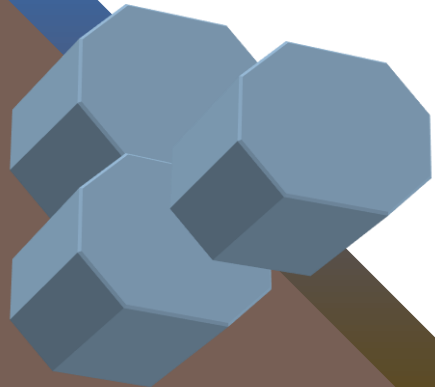


- **Tehnologije za uklanjanje gvožđa i mangana:**

- ↳ **Oksidacija**

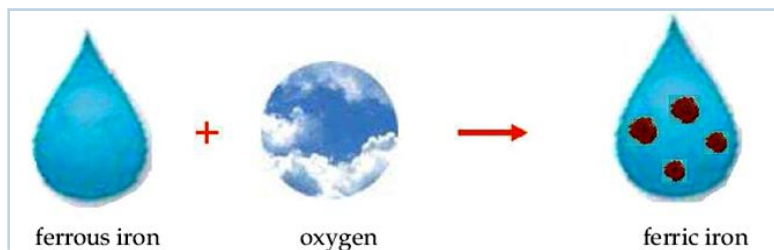
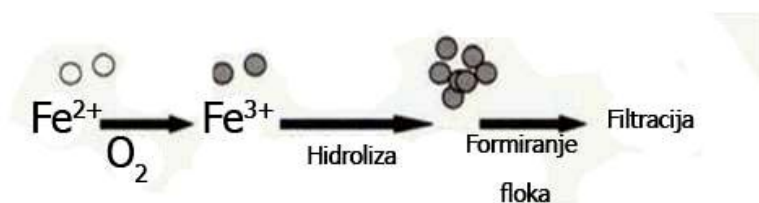
- ↳ **Filtracija**

- ↳ **Biološka oksidacija**





## Deferizacija vode aeracijom



## Deferizacija vode biološkom oksidacijom



- Oksidacijom mangana ( $Mn^{2+}$ ) kiseonikom iz vazduha mangan se izdvaja u obliku manganioksihidrata:

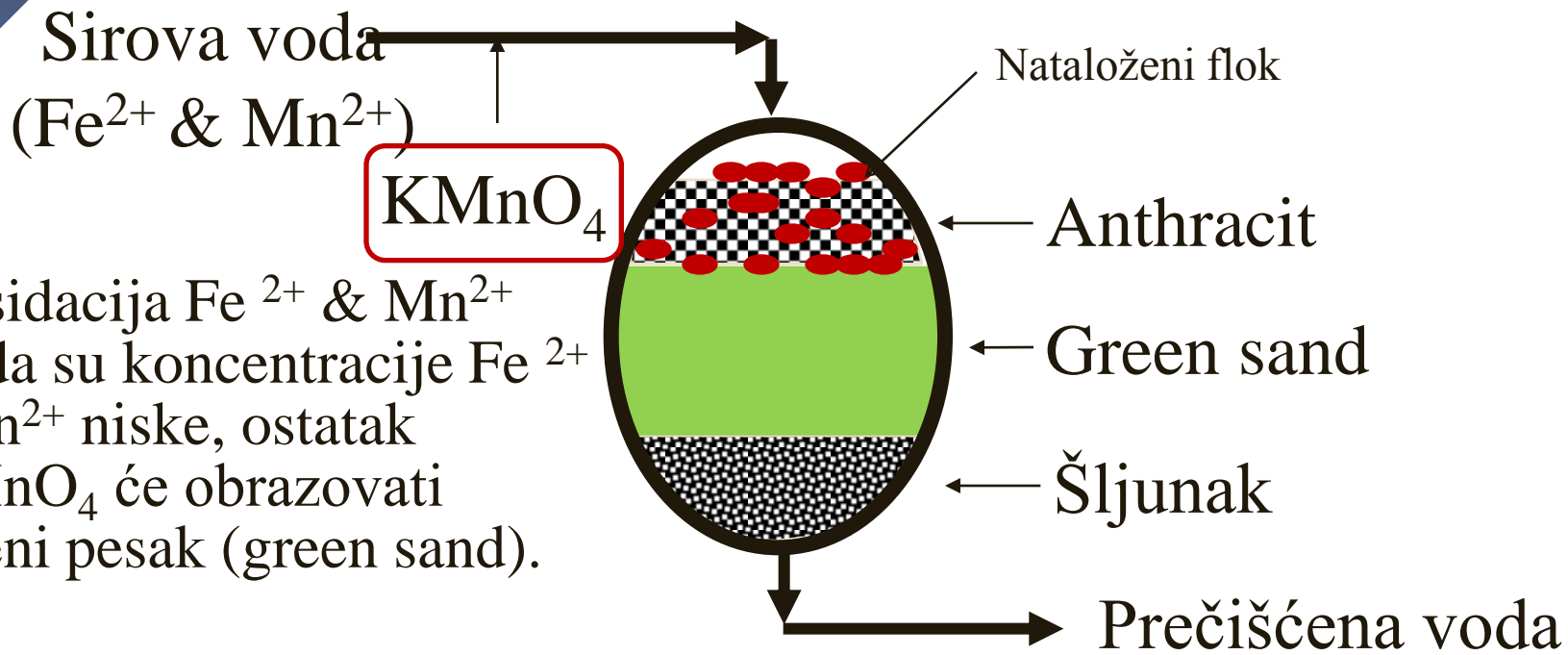


- Oksidacija gvođža i mangana ozonom
- Oksidacija gvođđa i mangana jonoizmenjivačima

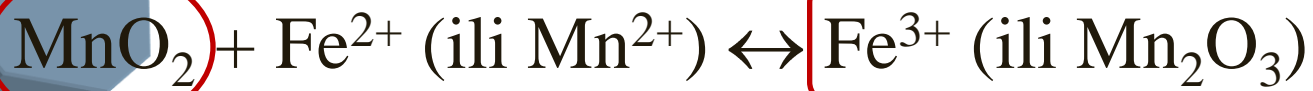




# Green Sand Filter



- Oksidacija  $\text{Fe}^{2+}$  &  $\text{Mn}^{2+}$
- Kada su koncentracije  $\text{Fe}^{2+}$  i  $\text{Mn}^{2+}$  niske, ostatak  $\text{KMnO}_4$  će obrazovati zeleni pesak (green sand).



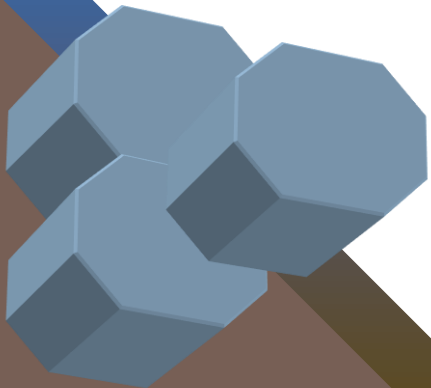
Zeleni pesak (Green sand)

Talog se uklanja u filteru



# Dezinfekcija

- Osnovni proces obrade pri kome se patogeni mikroorganizmi, ali ne i njihove spore, uništavaju ili inaktiviraju
- Uništavanje ili inaktiviranje određene vrste mikroorganizama u određenom stepenu njihovog razvoja.





- **Dezinfekciona sredstva prema načinu delovanja**
- **Oksidativna**
  - Hlor
  - Hlor-dioksid
  - Ozon
- **Neoksidativna sredstva i postupci**
  - UV zraci
  - Membranska mikrofiltracija i ultrafiltracija, slojna mikrofiltracija
  - Oligodinamički efekat (srebro)
  - Ostali postupci.....



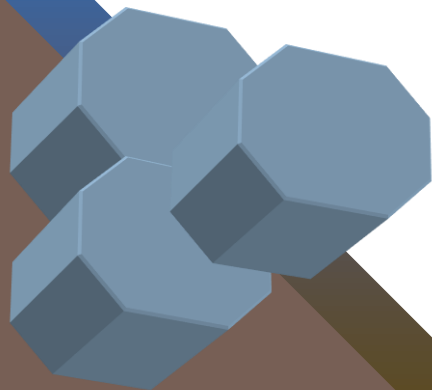
# Zahtevi za DOBRO dezinfekciono sredstvo:

- Inaktivira patogene mikroorganizme prisutne u vodi
- Da se dezinfekcija završava u okviru raspoloživog vremena i u uslovima većih varijacija T
- Da u koncentracijama u kojima dezinfikuje vodu ne izaziva toksičnost vode i ne daje joj neprijatan miris i ukus
- Da je jeftino i da se lako nabavlja
- Da se lako može odrediti konc, dez. sredstva u vodi
- Da u dužem vremenskom periodu obezbeđuje biološku ispravnost vode



## Faktori koji utiču na dezinfekcionu efikasnost:

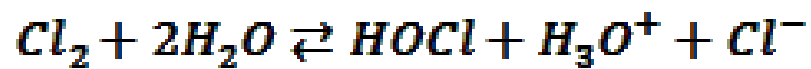
- Vrsta u konc. mo koje treba ukloniti
- Vrsta i konc. dez. Sredstva
- Vreme kontakta
- Hemijski karakter T vode koja se obrađuje



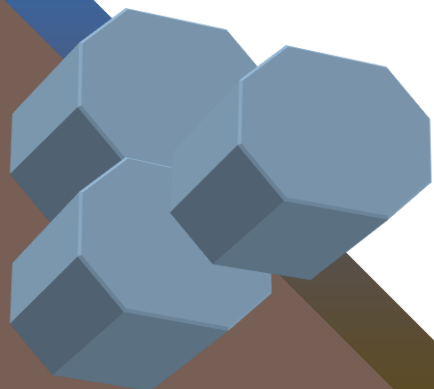


# Hlor

**Dozirani hlor=aktivni hlor + vezani hlor**

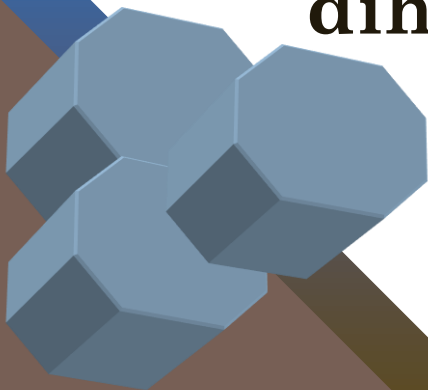


**Reakcijom hipohloraste kiseline sa organskim materijama formiraju se nepoželjna jed.-hlorfenoli, trihalometani....**





- Hipohlorasta kiselina reaguje sa **amonijakom** pri čemu se obrazuju, mono-, di- i trihloramini
- pH 8.5  $NH_3 + HOCl \rightleftharpoons NH_2Cl + H_2O$
- pH 4.4-5  $NH_2Cl + HOCl \rightleftharpoons NHCl_2 + H_2O$
- pH 4.4  $NHCl_2 + HOCl \rightleftharpoons NHCl_3 + H_2O$
- pH 7-jednake količine mono- i dihloramina





- Monohloramin je nestabilno jedinjenje, i do njegove destrukcije dolazi u reakciji sa HOCl i Cl<sub>2</sub>:



- Nakon destrukcije hloramina daljim dodavanjem hlora stvara se **rezidualni hlor**. Pošto se **kao jedan od krajnjih produkata oslobađa azot** ovaj postupak se može koristiti za uklanjanja slobodnog amonijaka iz vode.





## Hlordioksid ( $\text{ClO}_2$ )

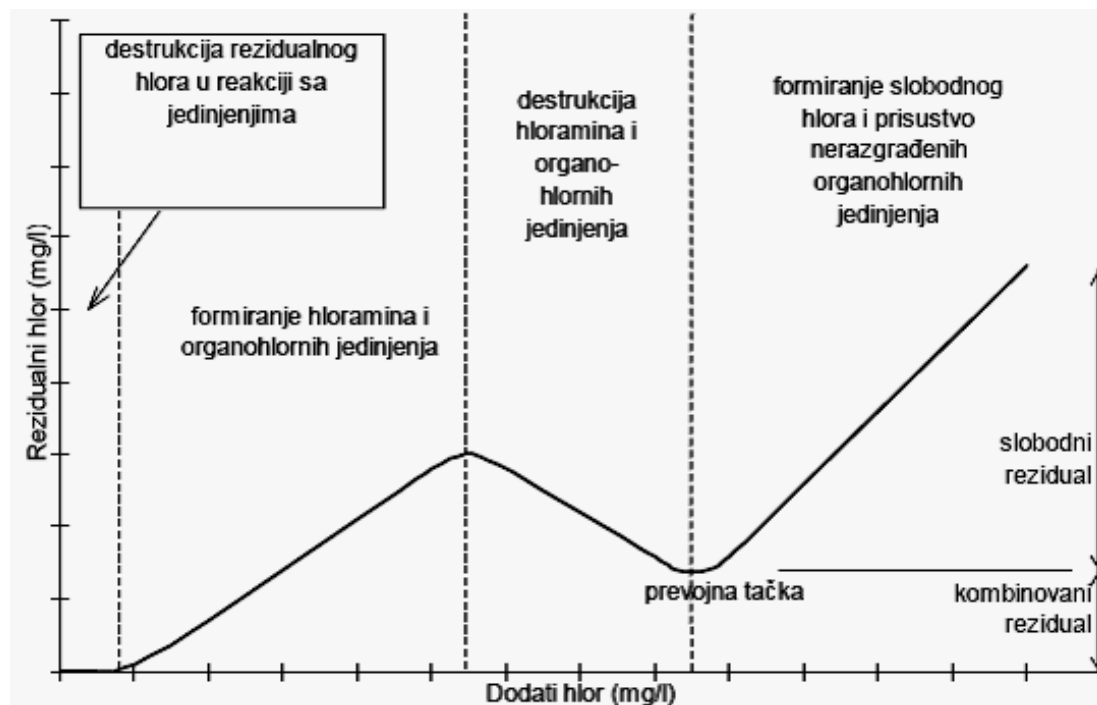
- **Efikasno sredstvo** za dezinfekciju može se koristiti hlor-dioksid ( $\text{ClO}_2$ ).
- **Za razliku od hlora, hlor-dioksid ne stvara štetna organohlorna jedinjenja.**
- **Značajna prednost hlor-dioksida u odnosu na hlor je ta što ne reaguje sa amonijakom**
- **Prilikom obrade vode hlor-dioksidom nisu problem organski sporedni proizvodi, ali jesu neki neorganski sporedni proizvodi: hloritni ( $\text{ClO}_2^-$ ) i hloratni ( $\text{ClO}_3^-$ ) jon, koji su potencijalno opasni po zdravlje.**



- *Prema Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Službeni list SRJ br.42/98) propisana je maksimalna dozvoljena koncentracija hlora (ukupnog), kao dezinfekcionog sredstva, do 3 mg/l, a slobodnog (rezidualnog) hlora do 0,5 mg/L.*



- Hlorisanje se može izvesti uz postizanje različitih efekata, u zavisnosti od sadržaja rezidualnog hlora u vodi, po isteku određenog vremena, nakon dodavanja hlora.
- Razlikujemo:
  - *hlorisanje do probojne tačke;*
  - *hlorisanje uz dobijanje slobodnog rezidualnog hlora;*
  - *hlorisanje uz dobijanje vezanog rezidualnog hlora.*





# Tehnike hlorisanja

1. **Hlorisanje normalnom dozom** podrazumeva uobičajnu metodu hlorisanja, gde se prethodno određuje hlorni broj koji čini količinu hlora izraženu u mg/l koju voda utroši do pojave rezidualnog hlora. Hlornom broju dodaje se rezidualni hlor (slobodni ili vezani) i tako se dobija doza hlora za dezinfekciju.
2. **Predhlorisanje je primena hlora pre filtracije vode** u takvoj količini da voda koja prođe kroz filter nema hlora.

## **Koristi predhlorisanja su:**

- redukcija bakterijskog zagađenja na filterima;
- bolja redukcija boje;
- kontrola rasta, npr. algi, na filterima i rezervoarima;
- sprečavanje truljenja mulja u taložnicima i destrukcija  $H_2S$ .

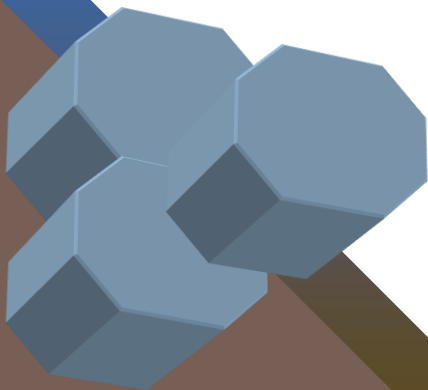


- 3. Posthlorisanje** je primena hlora nakon filtracije vode. Hlor se dodaje u količini koja odgovara potrebi vode za hlorom.
- 4. Dvostruko hlorisanje** je dodavanje hlora pre i posle filtracije vode, kako bi se smanjilo bakterijsko zagađenje na filterima, redukovao miris i ukus vode, sprečio prekomeran razvoj algi u bazenima za koagulaciju i filterima i poboljšanja procesa koagulacije.



# Ozon

- Ozon je jako oksidaciono sredstvo i ima niz primena u pripremi vode za piće, a naročito **se koristi za obradu površinskih voda, ali i za obradu podzemnih voda sa velikim sadržajem prirodnih organskih materija.**
- Ozon se koristi za **deferizaciju, demanganizaciju, dehlorizaciju, dezodorizaciju i uklanjanje prirodnih organskih materija.**



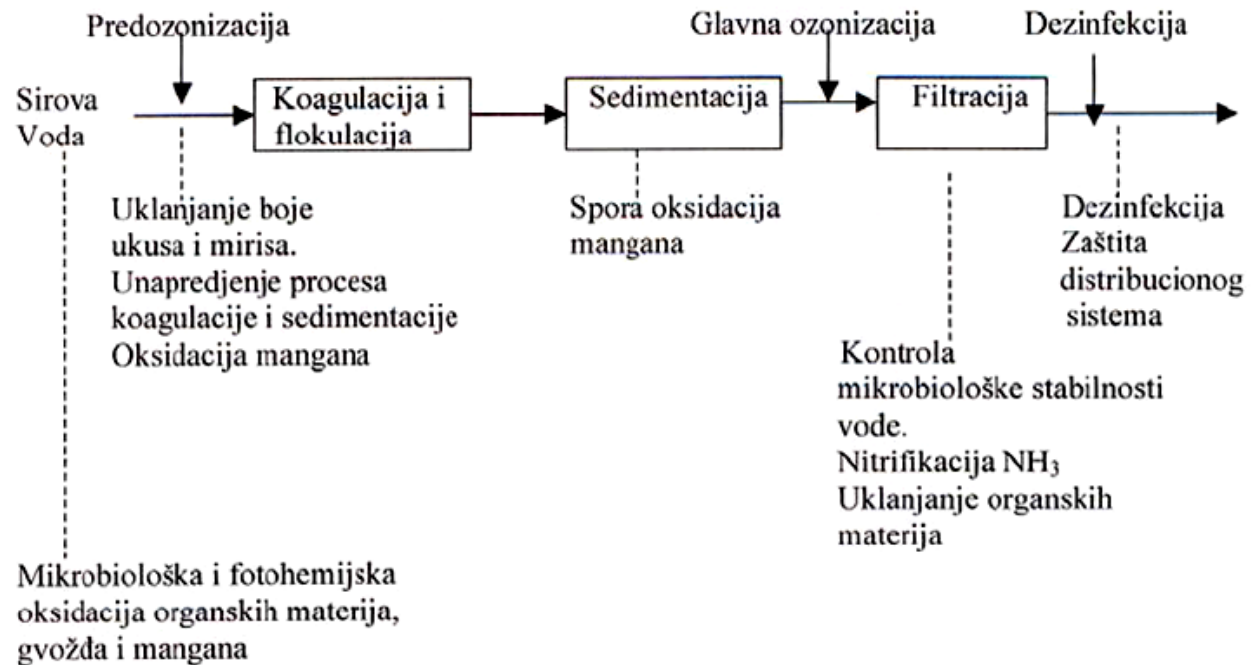


- **Dezinfekciono delovanje ozona se zasniva na lakom raspadu uz nastanak atomskog kiseonika.**
- **Voda koja se podvrgava ozonizaciji treba da je neutralna ili slabo kisela kako bi se postigli najbolji rezultati**
- **Ozon deluje 10-20 puta brže i 300-600 puta jače od iste koncentracije hlora**
- **Za efikasnu dezinfekciju vode koncentracija ozona treba da bude veća od kritične koja se kreće 0.4-0.5mg/**



# Primena ozona na postrojenju za tretman vode:

- Predozonizacija
- Glavna ozonizacija







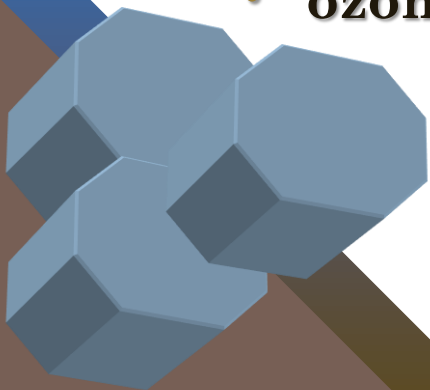
## **Prednosti primene ozona u odnosu na druga dez. sredstva:**

- **ozon utiče na organoleptički kvalitet vode (uklanja komponente koje vodi daju ukus i miris vode);**
- **oksiduje gvožđe, mangan i sulfide;**
- **ozon može u pojedinim slučajevima da poboljša proces pripreme vode za piće i poveća stepen uklanjanja mutnoće;**
- **ozon spada u najefikasnija dezinfekciona sredstva i zahteva kratko vreme kontakta;**
- **efikasniji je od hlora, hlor-dioksida i hloramina za inaktivaciju virusa, Cryptosporidium i Giardia.**



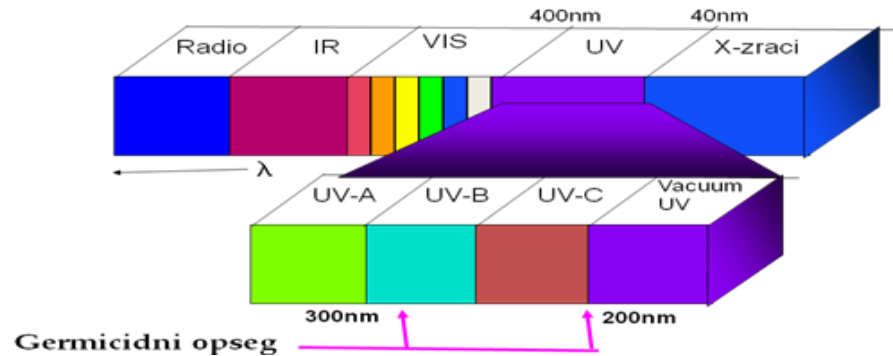
## Nedostaci primene ozona:

- dolazi do formiranja dezinfekcionih nus-produkata: aldehida, ketona, a u slučaju prisustva bromida, bromata i niza bromovanih dezinfekcionih nus-produkata;
- početna cena za ozonizaciju je visoka;
- generacija ozona zahteva visoku energiju i mora se generisati na licu mesta;
- ozon je jako korozivan i toksičan.





# Dezinfekcija vode UV zracima



- Stepen destrukcije ili inaktivacije mikroorganizama, koji nastaje pod dejstvom UV zračenja direktno je vezan za dozu UV zračenja. UV doza se izračunava kao:

$$D = I \cdot t$$

gde je

$D$  - UV doza, [ $mW \cdot s/cm^2$ ];

$I$  - intezitet, [ $mW \cdot s/cm^2$ ];

$t$  - vreme, [s].



- Voda koja se dezinfikuje UV zračenjem treba da bude bistra i bezbojna, bez jedinjenja gvožđa ili suspendovanih sastojaka koji jako apsorbuju ultraljubičaste zrake.
  - Prednost primene ultraljubičastih zraka za dezinfekciju vode je u tome što je postupak jeftin i efikasan, uređaji su jednostavni, a unešenje drugih supstancu u vodu nije potrebno.
  - Osnovni nedostatak UV dezinfekcije u odnosu na ostala dezinfekciona sredstva je u tome što biomasa uništenih mikroorganizama ostaje u vodi gde može poslužiti kao hrana drugim mikroorganizmima, što još i olakšava reinfekciju vode nakon njenog izlaska iz zone ozračivanja.
- Primenom UV zračenja za dezinfekciju vode ne može se voda trajno zaštititi od kontaminacije.***

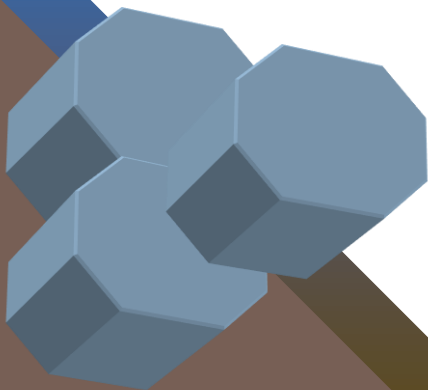


# Uređaji za UV dezinfekciju

a. Closed-Channel Reactor



b. Open-Channel Reactor



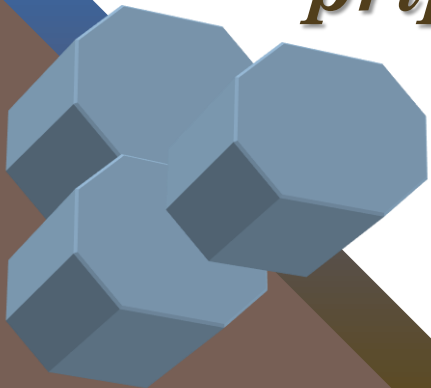


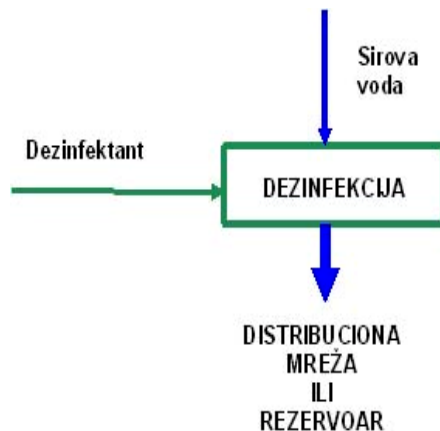
## Pregled postupaka pripreme vode za piće u zavisnosti od kvaliteta sirove vode

- Prilikom pripreme vode za piće potrebno je poznavati sledeće činioce:
- *Kvalitet sirove vode;*
- *Zahtevi „Pravilnika o higijenskoj ispravnosti vode za piće“;*
- *Podobnost primene datog postupka pripreme vode u praksi, pod tehničkim i ekonomskim uslovima*

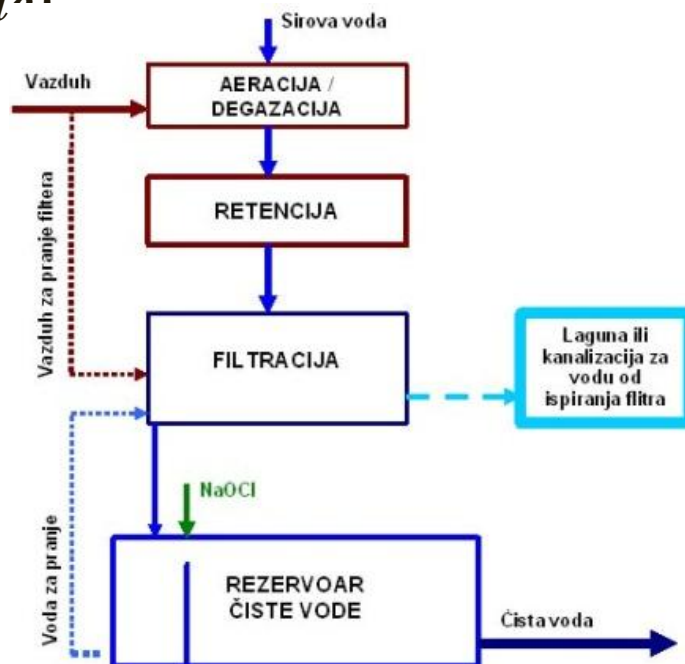


- *Prilikom izbora odgovarajućeg postupka pripreme vode za piće **naselja se mogu grupisati prema kvalitetu vode lokalnog izvorišta**, idući od najboljeg kvaliteta, kada je potrebno izvršiti samo dezinfekciju vode pa sve do vode za čiji je kvalitet takav da je pre upotrebe neophodno izvršiti složenije procese pripreme.*



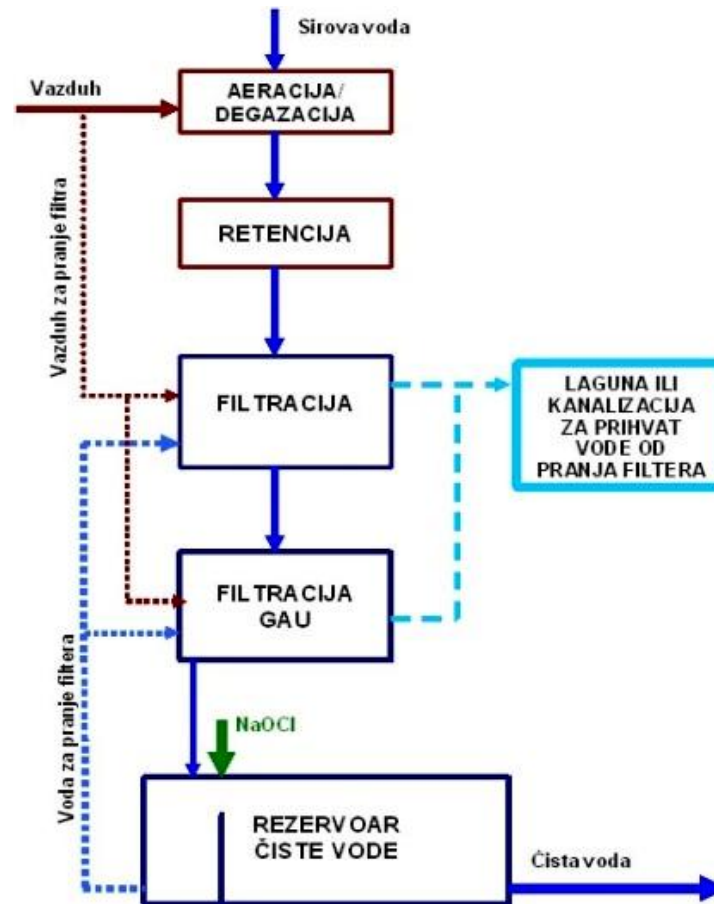


- Šema procesa (parametri kvaliteta vode na koje se deluje: mikroflora vod<sup>ni</sup>)

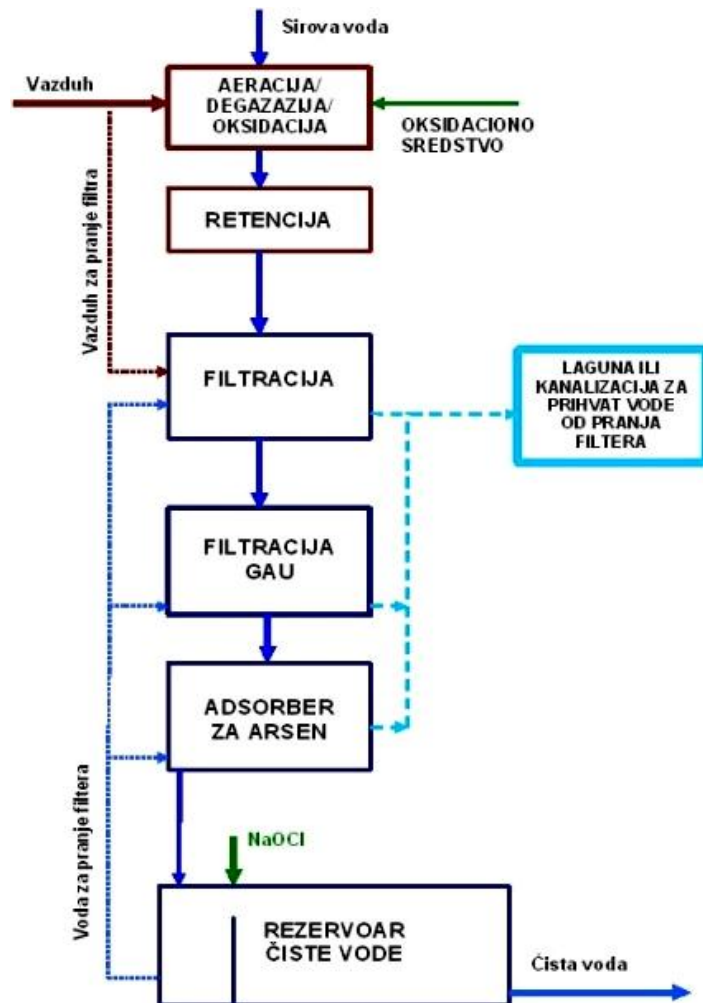


• Šema procesa (parametri kvaliteta vode na koje se deluje:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ , Fe i Mn)

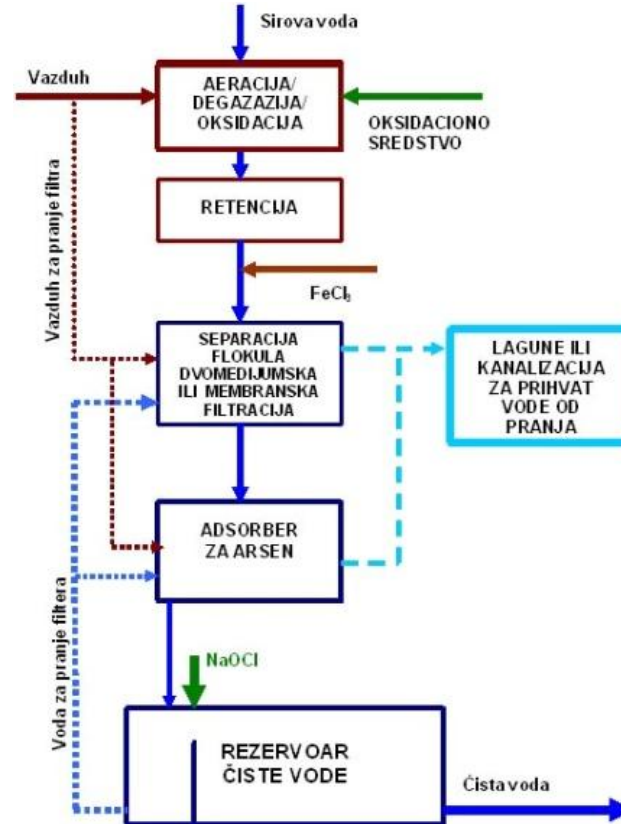




- Šema procesa (Parametri kvaliteta vode na koje se deluje:  $CH_4$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$ ,  $Fe$ ,  $Mn$ , organske materije  $<20mgKMnO_4/l$ )



- Šema procesa (parametri kvaliteta vode na koje se deluje:  $CH_4$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$ ,  $Fe$ ,  $Mn$ , organske materije  $<20mgKMnO_4/l$ ,  $As <50\mu g/l$ )



- Šema procesa (parametri kvaliteta vode na koje se deluje:  $CH_4$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$ ,  $Fe$ ,  $Mn$ ,  $As > 50 \mu g/l$ )