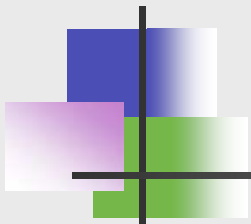


Секвенцијалне методе у припреми вода за пиће

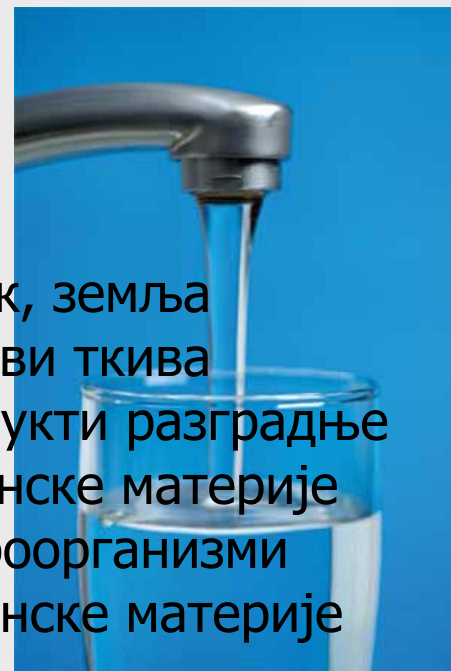
др Марина Шћибан
Технолошки факултет, Нови Сад

ТАЛОЖЕЊЕ И ФИЛТРАЦИЈА





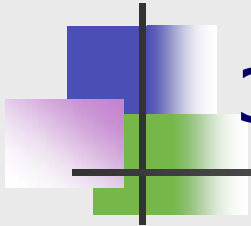
- ✓ песок, земља
- ✓ делови ткива
- ✓ продукти разградње органске материје
- ✓ микроорганизми
- ✓ хуминске материје



Дозвољена мутноћа у води за пиће
према Правилнику = до **1 NTU**

C30 → 5 NTU

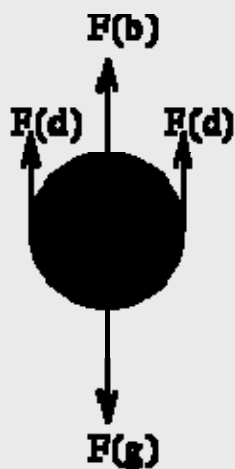
Directive EU → уобичајена, без промена



Због чега сметају суспендоване честице

- ↪ ометају обраду воде (дезинфекцију, јонску измену итд.)
- ↪ прекурсори нуспроизвода дезинфекције
- ↪ таложење у резервоарима и дистрибутивном систему
- ↪ могу бити инфективни агенси
- ↪ вектори преношења токсичних материја
- ↪ естетски проблеми воде
- ↪ ...

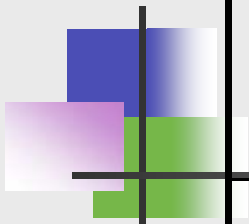
Таложeње



честица приликом таложeња

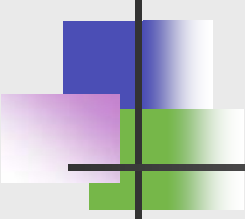
Стоксов закон

$$v = \frac{d^2 \cdot (\rho_{\text{ч}} - \rho) \cdot g}{18 \cdot \mu}$$



Величина честице (μm)	Приближно време потребно да честица пређе пут од 1 m	Типични материјал
10000	1,2 s	шљунак
1000	9 s	крупни песак
100	2 min	медиумни песак
10	2 сата	муљ
1	6 дана	бактерије
0,1	800 дана	честице глине
0,01	250 година	хуминске материје

таложење



УКЛАЊАЊЕ ЧЕСТИЦА СА

великим
брзинама
таложења

малим
брзинама
таложења

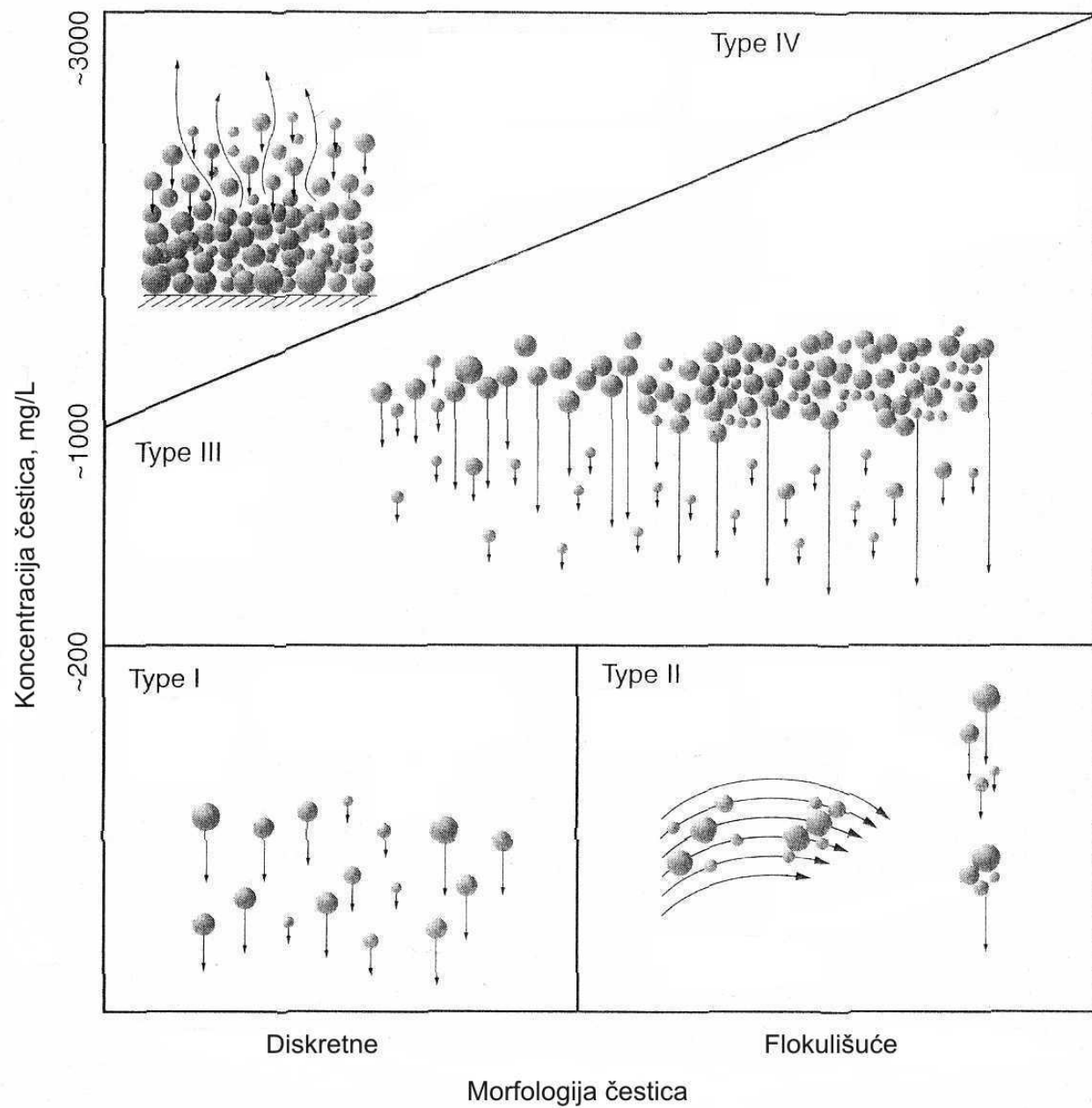
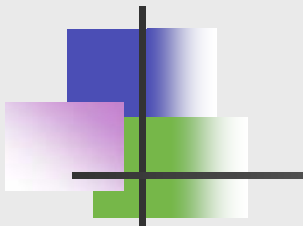
додатком
хемикалија

ТАЛОЖЕЊЕ

ФИЛТРАЦИЈА

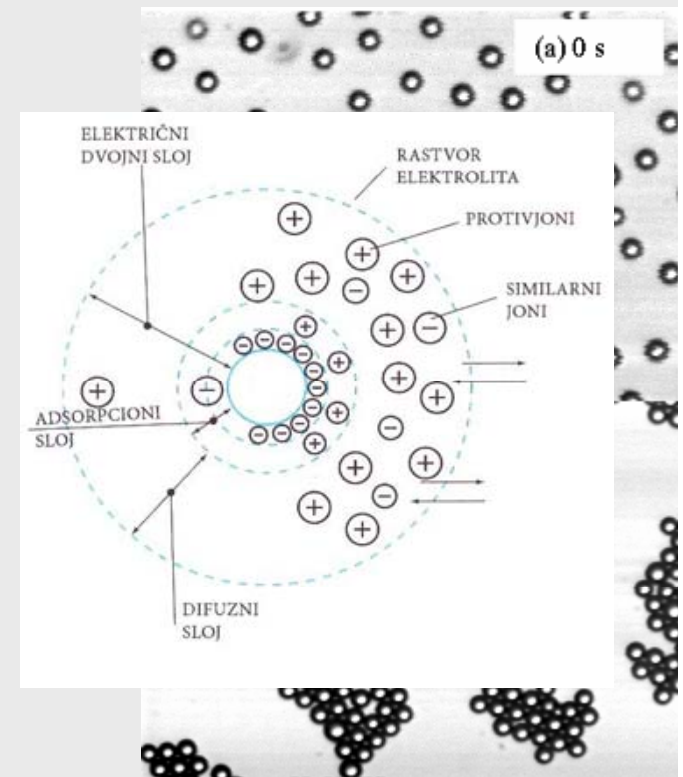
ФЛОТАЦИЈА

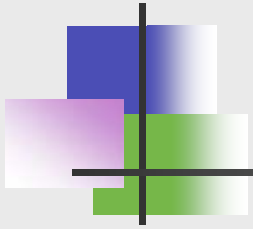
**КОАГУЛАЦИЈА И
ФЛОКУЛАЦИЈА**



Коагулација и флокулација

- Коагулација - дестабилизовање колоидних честица неутралисањем њиховог наелектрисања - што омогућава приближавање и спајање честица
- Флокулација укрупњавање честица у флокуле

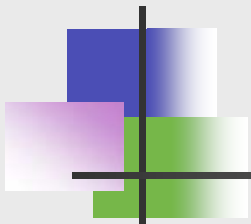




Добро изведена коагулација је
кључна за добро бистрење воде!

Коагулација и флокулација зависе од:

- врсте и количине суспендованих честица
- врсте, количине и начина примене средстава за коагулацију и флокулацију
- услова средине (pH, алкалитет, температура...)
- начина мешања



џар тест



ОПТИМАЛНИ УСЛОВИ

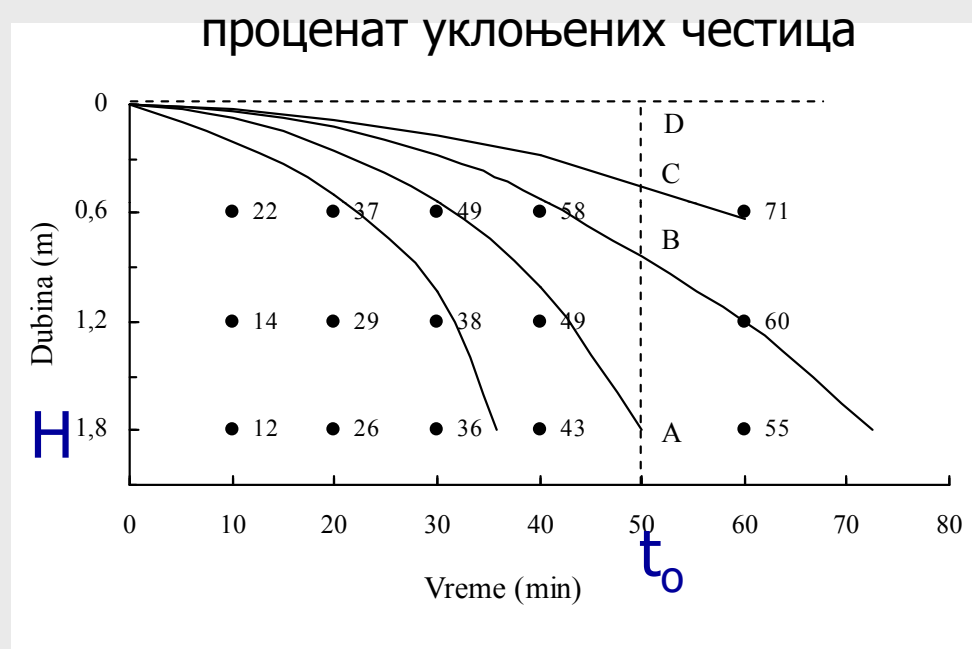


**кориговање у
РЕАЛНИМ условима**

прати се
изглед флокула

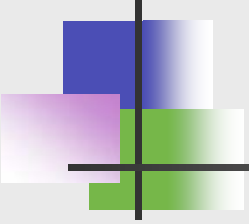
након таложења
се испитује
квалитет бистрог дела
(суспендоване честице,
органска материја, рН,
остатак средстава за
коагулацију и
флокулацију...)

Испитивање таложних карактеристика честица



$$v = \frac{H}{t_0}$$

$$A = \frac{Q}{v}$$



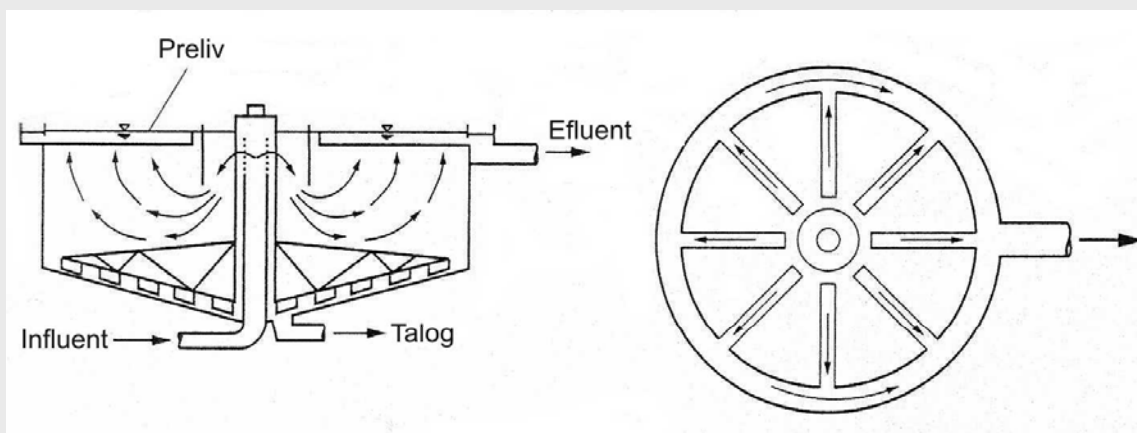
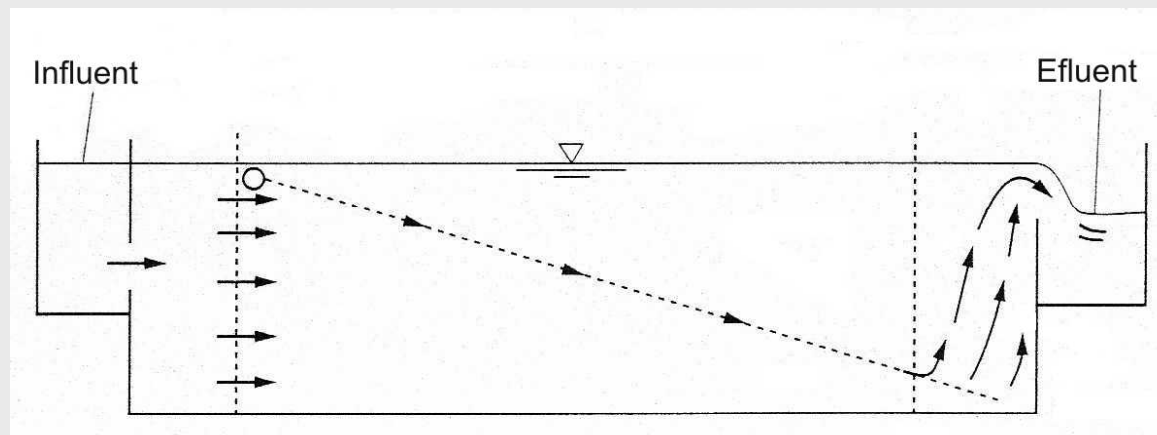
Идеални таложник

Реални таложник !

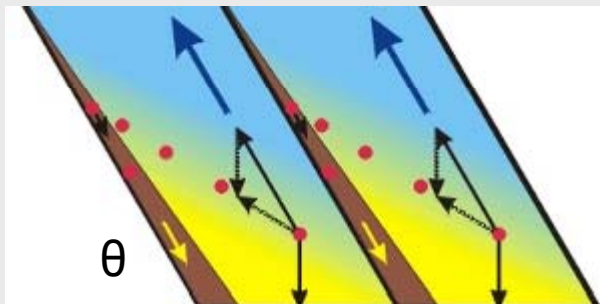
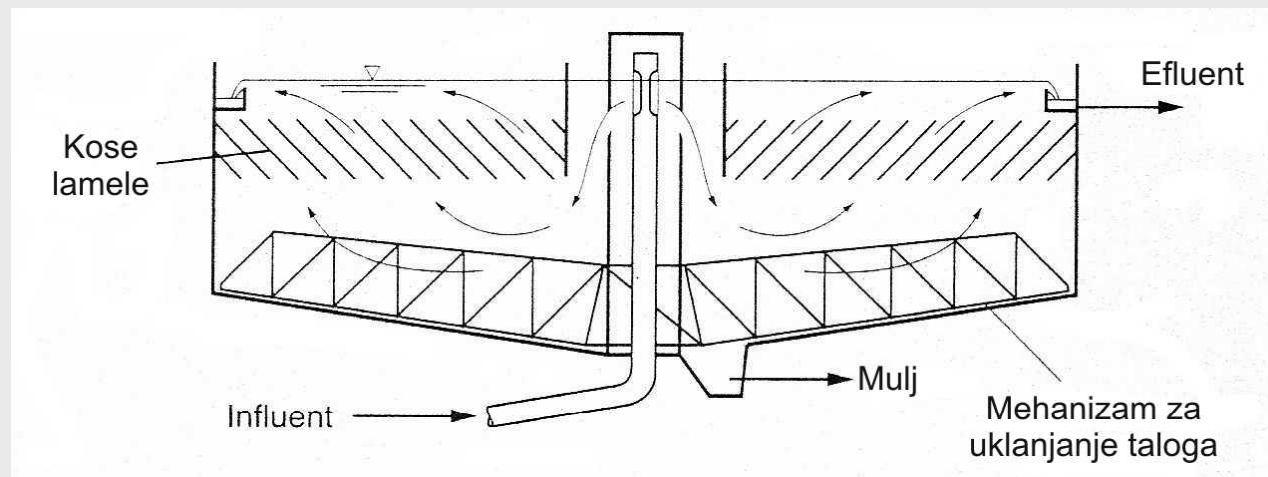
- Ометање таложења услед појаве струја у таложнику
- Опречни захтеви за ламинарност струјања (*због мирног таложења*) и турбулентности струјања (*због избегавања стварања мртвих зона у таложнику*)
- Подизање честица са дна

Уређаји за таложење

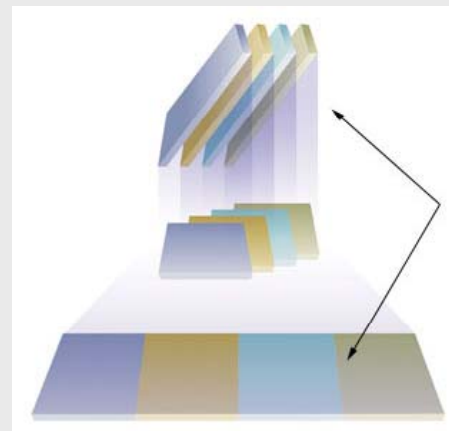
$$A = \frac{Q}{v}$$

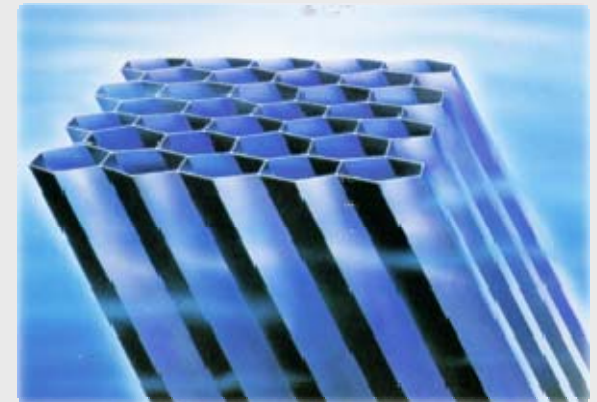
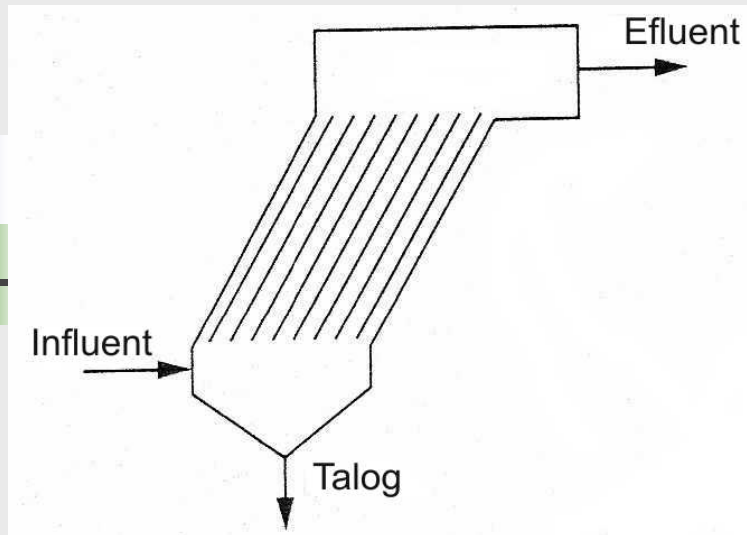
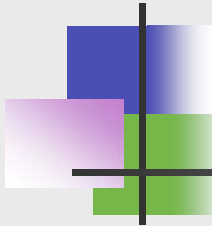


Цевасти и ламеларни таложници

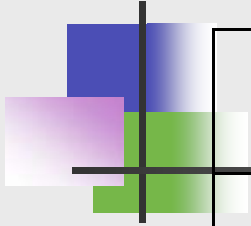


$$A = \sum_{i=1}^n A_i \cdot \cos \theta$$



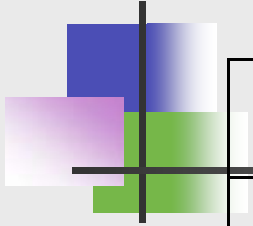


Правоугаони таложник

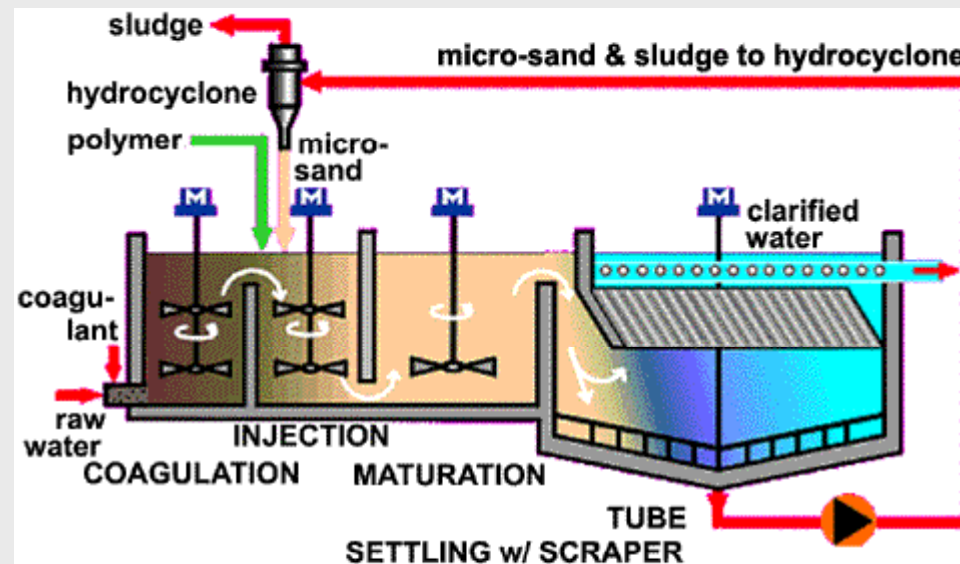
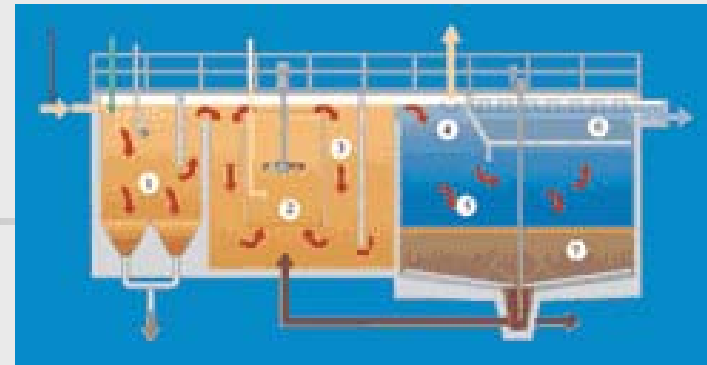
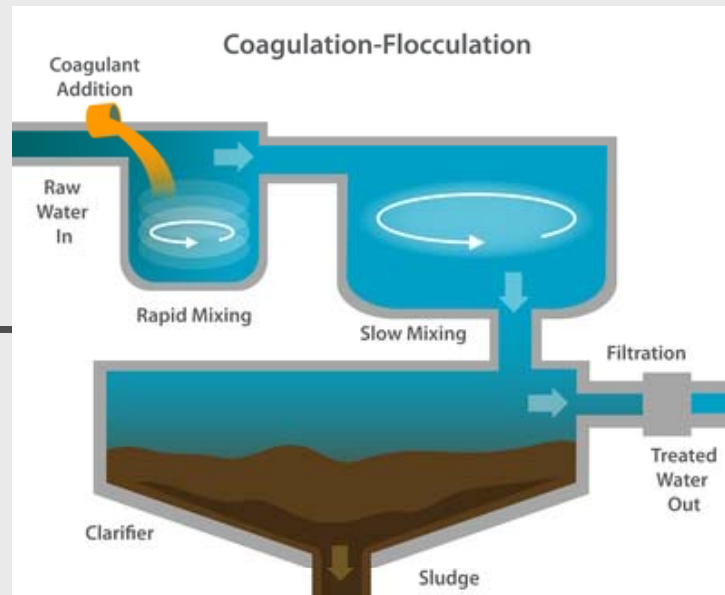
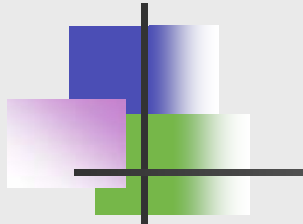


предности	недостаци
- толерантан на шок оптерећења - може се предвидети рад под различитим условима - једноставни за рад са ниским трошковима одржавања - лако се адаптира уградњом ламела или цеви	- подложен је стварању токова са већом густином - захтева пажљиво дизајнирање улазне и излазне зоне - обично захтева посебан уређај за флокулацију

Радијални таложник

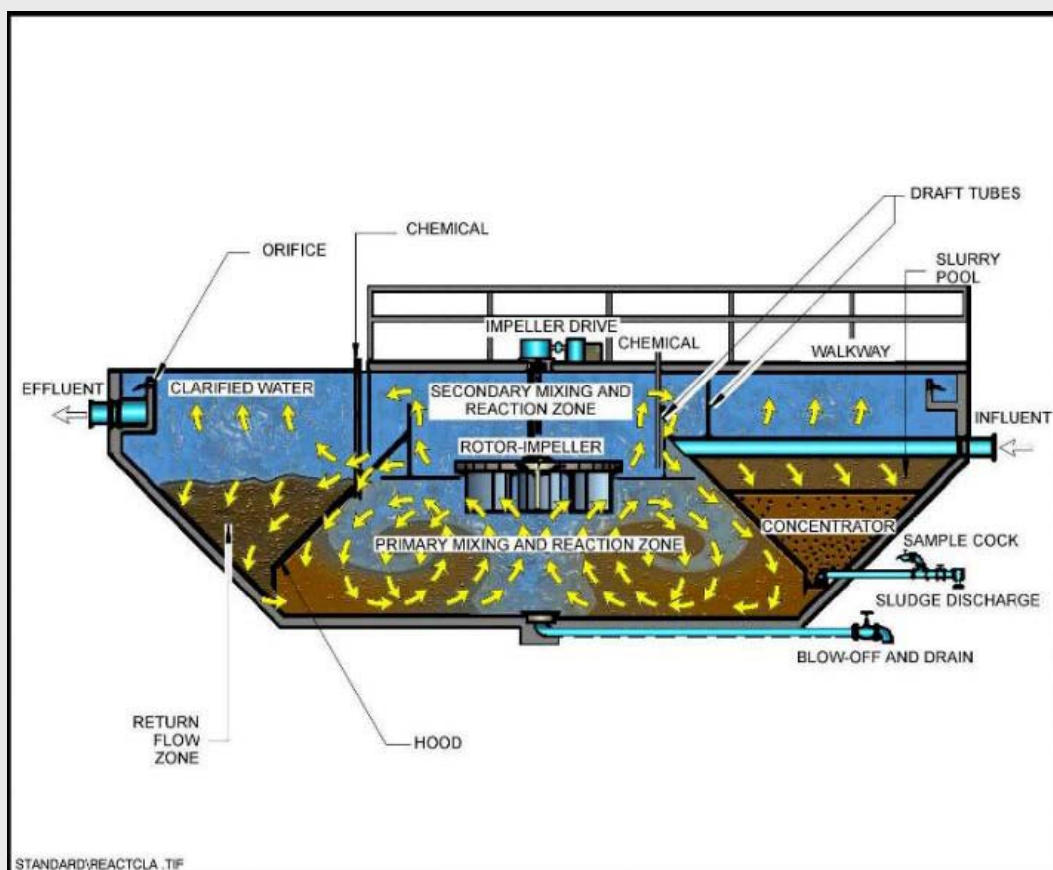


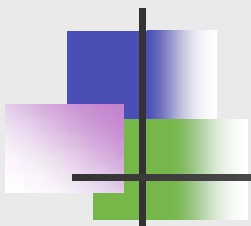
предности	недостаци
-економична, компактна геометрија -лако уклањање муља -висока ефикасност бистрења	-проблем са стварањем привилегованих токова -мање толерантан на шок оптерећења -захтева пажљивије руковање -лимитирана практична величина уређаја -може захтевати посебан уређај за флокулацију



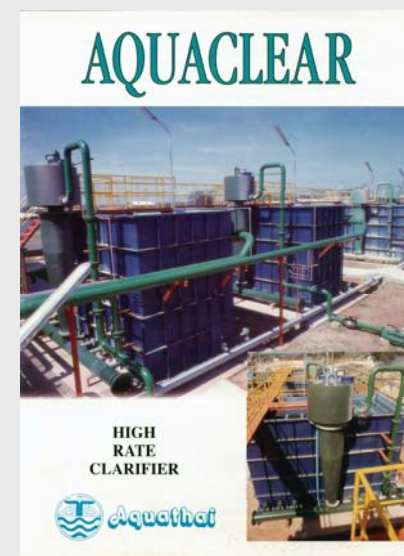
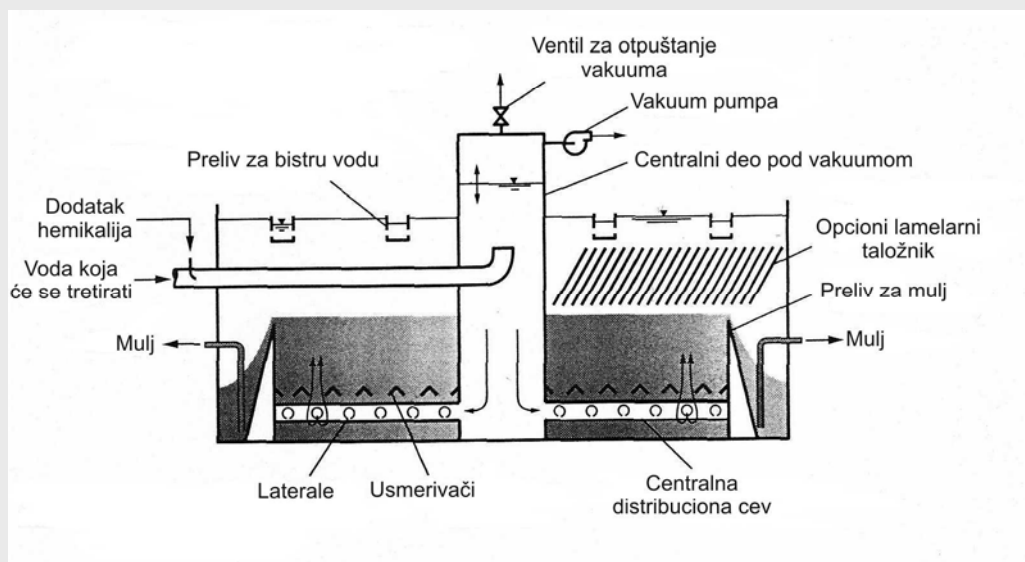
Комбиновани уређаји за коагулацију, флокулацију и таложење

Акцелератор

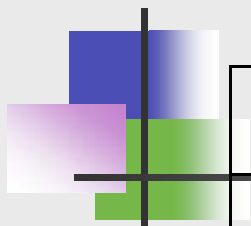




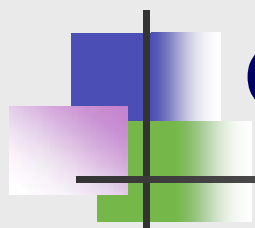
Пулсатор



Комбиновани уређаји за бистрење

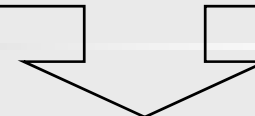


предности	недостаци
- добро уклањање мутноће - нема пребацивања флокула, чиме се најмање ремете њихове успостављене структуре - компактна и економична изведба	- осетљив на шок оптерећења - осетљив на промену температуре - потребно је 2 – 3 дана за формирање довољне количине муља - рад уређаја зависи од једног погонског мотора - већи трошкови одржавања - потреба за већим искуством оператора

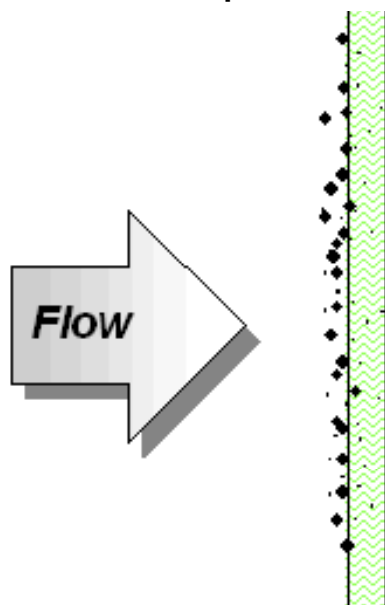


Филтрација

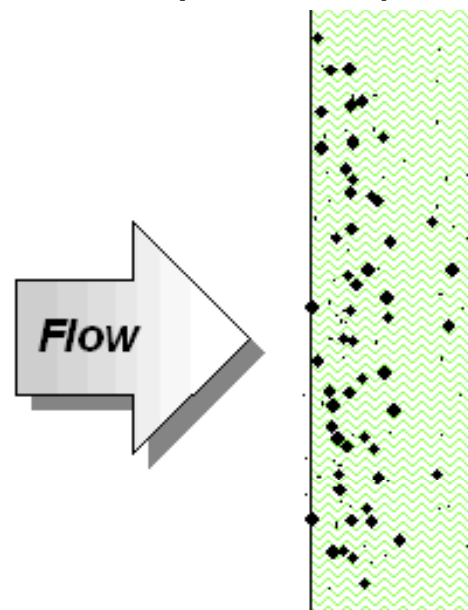
За велике
количине воде

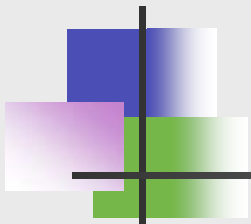


Површинска филтрација



Дубинска филтрација





Начини рада

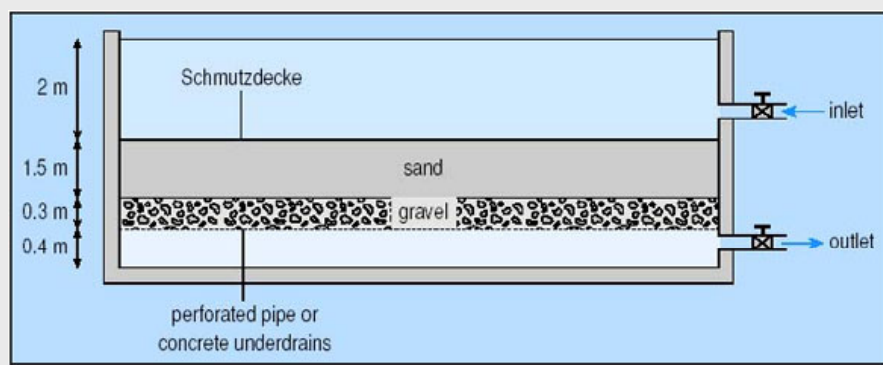
За воде са мутноћом до 20 NTU и до око 40 јединица боје ⇒ само филтрација.

За воде са већом мутноћом:

- ⇒ Конвенционална филтрација (коагулација/флокулација – таложење – филтрација)
- ⇒ Директна филтрација (коагулација/флокулација – филтрација)
- ⇒ In-line филтрација (додатак коагуланта пре филтра)
- ⇒ Двостепена филтрација (коагулација – груби филтар – фини филтар)

Филтри са зрнастом филтарском испуном

Филтри су отворене или затворене посуде напуњене зрнастом филтарском испуном.

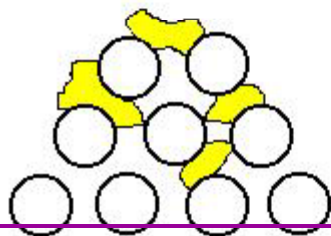


Капаци

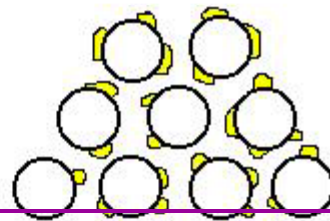
Брзина

Очекиван

NTU



механичко задржавање



физичка адсорпција

) - $\Sigma m^3/m^2$

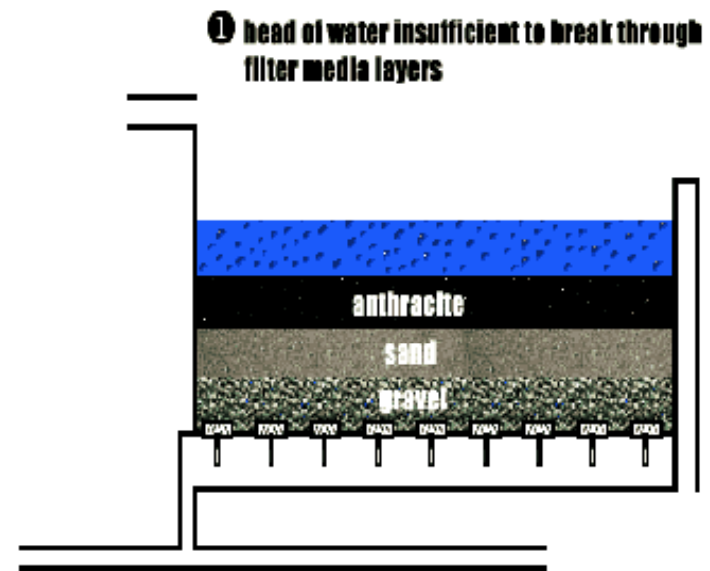
е воде 0,1

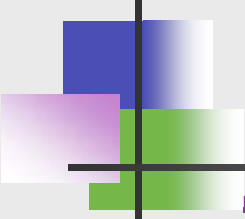
Брзина филтрације зависи од:

$$\Delta p = f_p \cdot \left(\frac{1-\varepsilon}{\varepsilon^3} \right) \cdot \left(\frac{L}{D_p} \right) \cdot \rho \cdot u_s^2$$

ε - порозитета филтрационе испуне,
 L - дубине слоја филтрационе испуне,
 D_p - ефективног пречник зрнаца испуне,
 ρ - густине воде,
 u_s – површинске брзине воде

$$u_s = \frac{Q}{A}$$





Захтеви за зрнасту испуну

Да је одговарајуће величине:

- да је довољно крупна да има велику запремину међупростора у које ће се смештати суспендоване честице
- да је довољно ситна да су међупростори таквих димензија да спрече пролазак ситних честица

Да је довољне дубине:

- велика дубина $\Leftrightarrow$ дуг период рада $\Leftrightarrow$ добра филтрација $\Leftrightarrow$ мали проток воде кроз филтар
- мала дубина $\Leftrightarrow$ слабија филтрација

Да је хомогена:

- уколико испуна није хомогена, приликом прања долази до губитка ситних честица испуне $\Leftrightarrow$ смањује се дебљина слоја
- да би се то избегло филтар се пере са смањеним протоком воде $\Leftrightarrow$ недовољно добро прање

Да је хемијски инертна и да је чврста да се не би оштетила приликом филтрације и поготово прања филтра.

Према примењеном пуњењу, филтри се деле на:

Мономедијумске

- од једног слоја песка или шљунка (дубина слоја 1 метар и више)

Двомедијумске

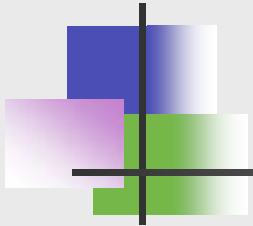
- антрацит и песак (дубина слоја 30-60 цм) $\Rightarrow$ дужи рад од мономедијумских за $2 \div 5$ пута

Вишемедијумске

- антрацит, циркон, активни угљ итд.   $\Rightarrow$ уловани активни $\Rightarrow$ бистрења

Нови медијум

- SiO_2 , green sand, MnO_2 за дефекацију, Cu-Zn грануле...

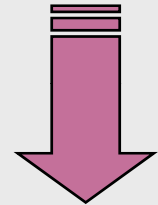


Трајање филтрације

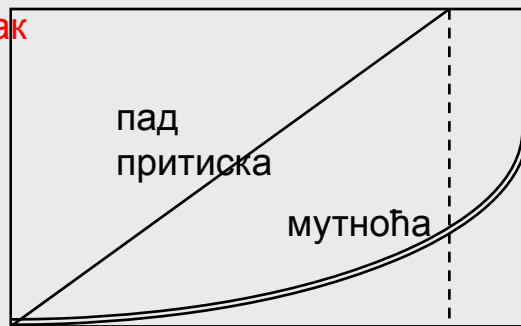
Крај филтрације се одређује према:

1. паду притиска (чешће)

2. мутноћи воде



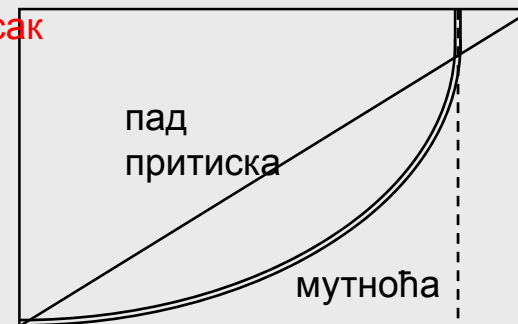
гранични
притисак



Крај филтрације

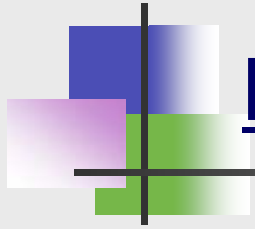
гранична
мутноћа

гранични
притисак



Крај филтрације

гранична
мутноћа



Врсте пешчаних филтара

- ✓ **спори гравитациони филтри** – тзв. инфилтрациона поља,
- ✓ **брзи отворени гравитациони филтри** ⇒ за велике капацитете (велике водоводе) и
- ✓ **брзи затворени филтри** који раде под притиском ⇒ за мање капацитете (индустрија, мањи водоводи).

Брзи отворени гравитациони филтар

дубина воде изнад
филтрационог слоја
при филтрацији 1-1,5 m

олуци за
прихват
воде од
прања

базен од
бетона

Filter Box

Wash Troughs

Filter Media

песак (~1m)

излаз
воде од
прања

шљунак

Graded Gravel

Underdrains

перфориране
латерале

излаз
бистре
воде

улаз
воде за
прање



Затворени филтар под притиском

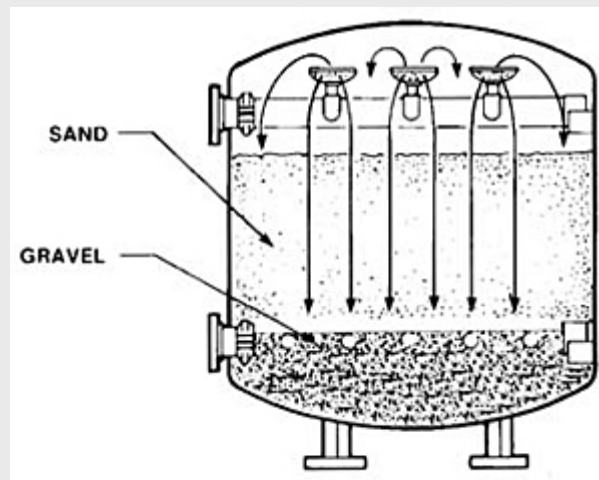
Разликује се од отвореног филтра само по начину остваривања притиска.

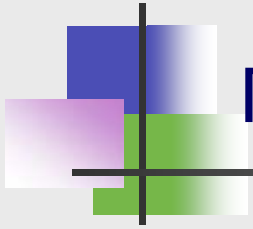
У правилу су вишеслојни.

Може се применити дебљи слој $\Rightarrow$ већи капацитет од гравитационих.

Већи притисци $\Rightarrow$ веће брзине филтрације $\rightarrow 15-20-25 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{sat.}$

Скупљи су од гравитационих филтара.





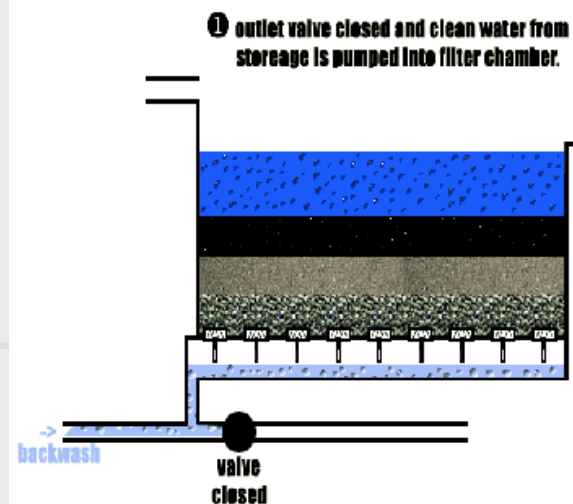
Проблеми при извођењу филтрације

- Нагли пад притиска $\Rightarrow$ загушење филтра
- Изостанак очекиваног пада притиска $\Rightarrow$ напрслине у филтру
- Микробиолошка контаминација
- Насељавање инсеката
- Недовољно добро прање
- Проблеми са старом испуном
- Проблеми са новом испуном
- ...

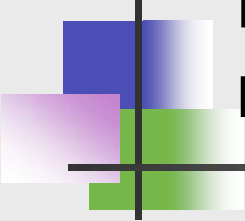
Прање филтра

1. испусти се вода (скоро) до површине филтрационог слоја
2. увођење компримованог ваздуха ($80-100 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{сат}$)
3-5 минута или
увођење компримованог ваздуха и воде ($15-20 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{сат}$) *5-10 минута*
3. након тога уводи се само вода за прање брзином која доводи до експандовања слоја за 20-25 % ($30-40-50 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{сат}$) *10-15 минута*
4. вода од прања се прихвата у олуке, сакупља и одводи у канализацију

враћање воде
од прања



ОПРЕЗ !



Приликом прања је потребно обратити пажњу:

- да се испуна добро растресе
- на појаву блатних лопти и агрегата песка
- на погоршање микробиолошког квалитета





ЗАКЉУЧАК

ХВАЛА НА ПАЖЊИ