

8. Předúprava vody

Základy energetiky

Vyučující

Luděk Jelínek

Voda v energetice

- Pracovní médium
 - voda/pára – napájecí voda parogenerátorů
 - vodní elektrárny (přehradní, přílivové)
 - využití gradientu solnosti
- Teplonosné /chladicí médium
 - teplárenství
 - chladicí okruhy
 - jaderné elektrárny
- Moderátor
 - jaderné elektrárny
- Výroba zařízení
 - elektronika – superčistá voda
 - strojírenství

K čemu je chemie?

- Úprava vody

- srážecí a acidobazické rovnováhy
- sorpce / desorpce
- iontová výměna
- reverzní osmóza, elektro-dialýza, elektro-deionizace
- izotopová separace

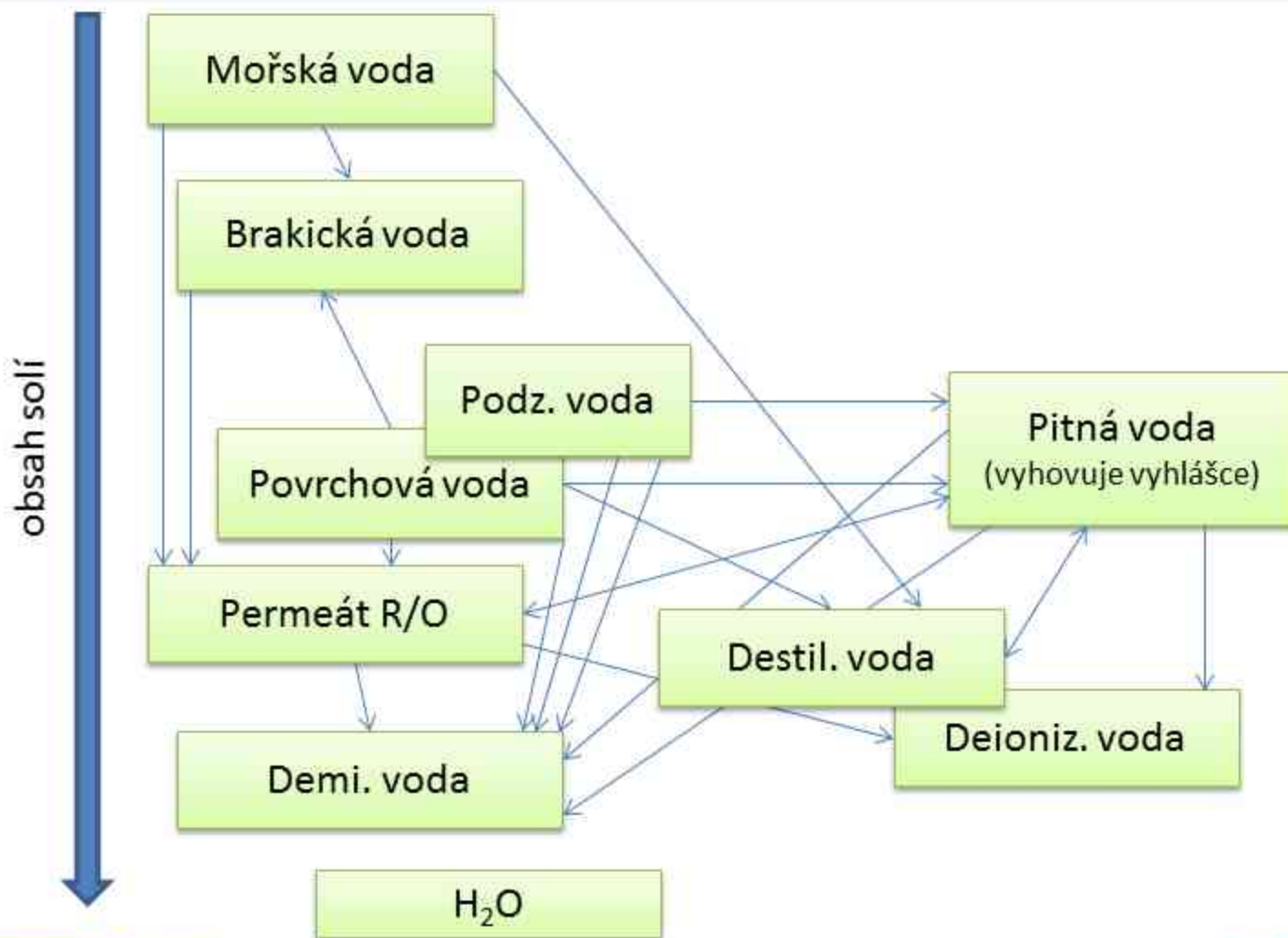
- Pomocné materiály

- čiřící soli
 - železany
- organické flokulanty
- syntéza ionexů
- příprava membrán

Zdroje vody

- Povrchová voda
 - u nás hlavní zdroj napájecí a chladicí vody
 - zatížení suspendovanými látkami
- Studniční voda
 - může mít vyšší obsah solí a SiO_2
 - nižší zatížení suspendovanými látkami
- Pitná voda
 - upravená povrchová nebo studniční voda
 - zdroj napájecí vody
 - může vyžadovat dechloraci
- Mořská voda
 - přílivové elektrárny
 - chladicí voda
 - využití gradientu solnosti

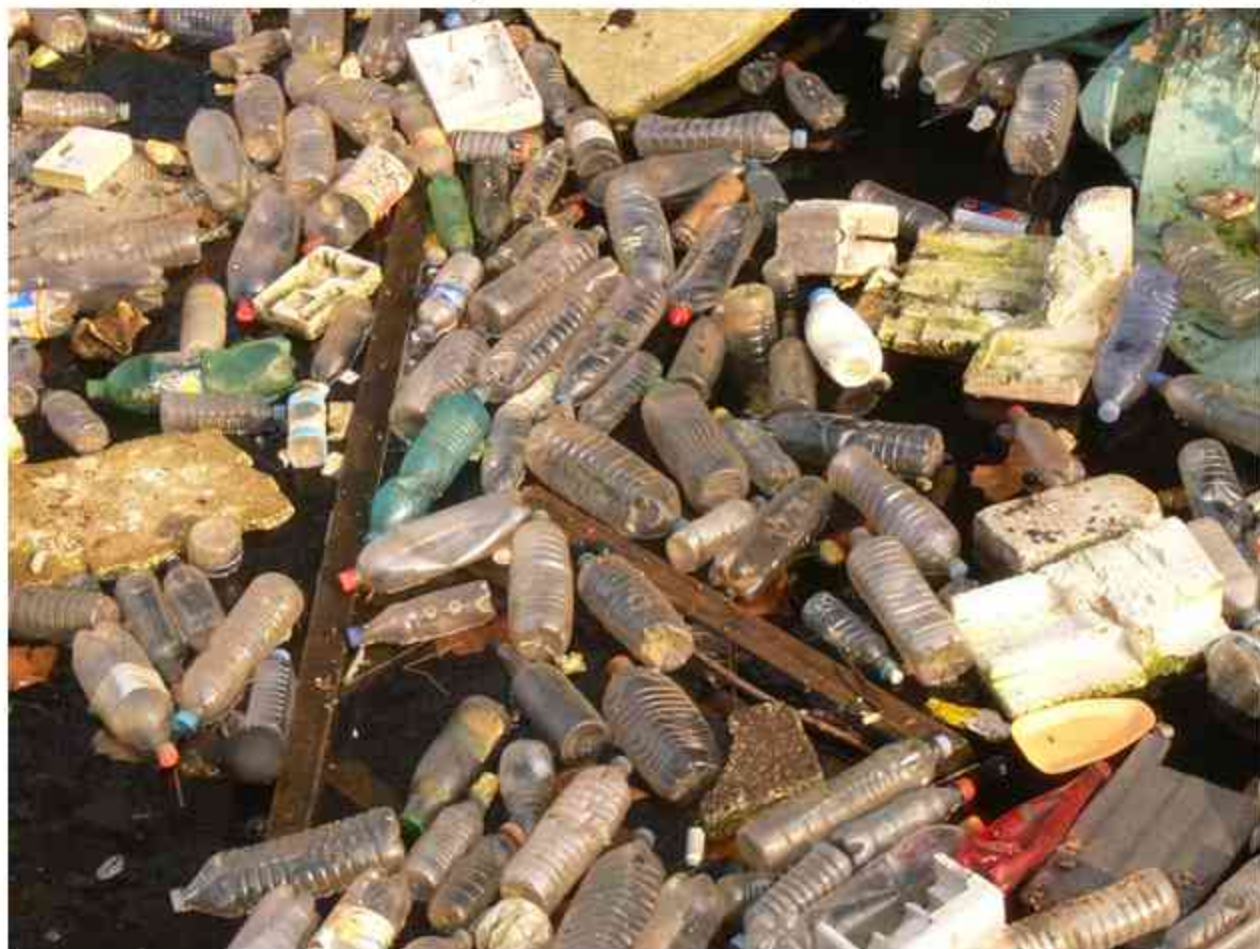
Rozdělení vod dle solnosti



Povrchová voda?

Zdroj obrázku: Wikimedia Commons, Autor: <http://destinelee>

- **Hrubé nečistoty**
 - větve, listí
 - PET lahve
- **Suspend. látky**
 - písek
 - jíly
- **Koloidy**
 - huminové kys.
 - oxid křemičitý
- **Ionty**
 - kationty
 - anionty
- **Neiontové látky**
 - kys. křemičitá
 - NEL
 - oxid uhličitý
 - kyslík



Odkud kam

- Předúprava
 - česle
 - čiření
 - písková filtrace
- Ionexová emineralizace
 - katexy
 - odplynění (CO₂)
 - anexy
 - mixbed

σχιζμα
vodaři [mS/m] 1 μS/cm = 0,1 mS/m
Energetici [μS/cm]

Povrchová voda
300 μS/cm



1000 x

DEMI
< 0,3 μS/cm

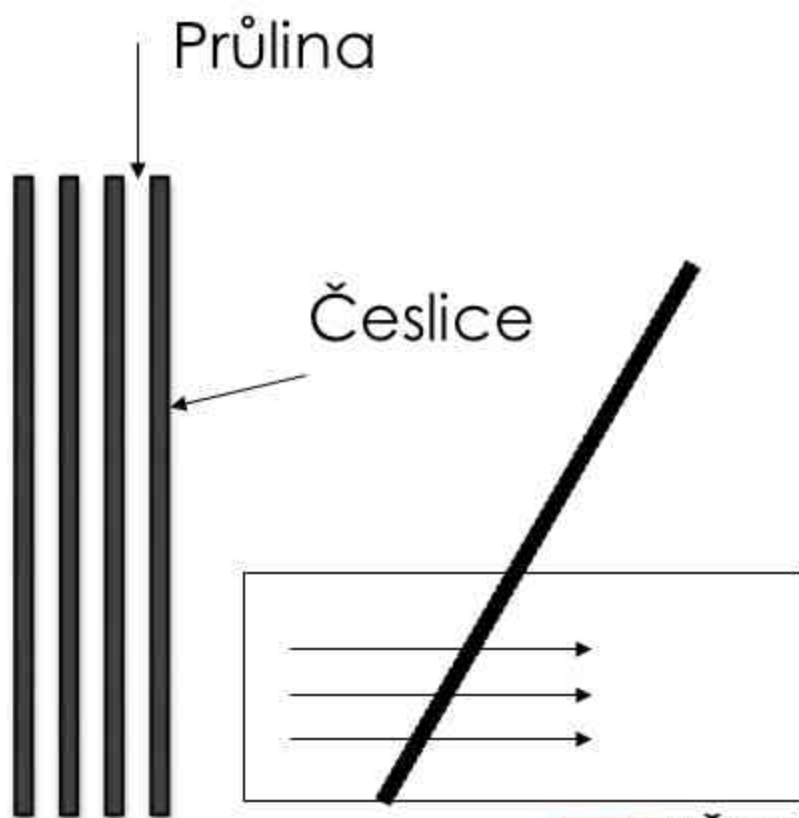


Zdroj obrázku: Wikimedia Commons

Předúprava - česle

Většinou realizováno v rámci vtokového objektu

- Hrubé česle
 - velké plovoucí objekty
 - průřely desítky až stovky mm
- Jemné česle
 - jednotky až desítky mm
- (Síta)
 - spádová síta
 - bubnová rotační



Čiření

- **Kyselé**
 - bez úpravy pH
 - dobré odstranění org. látek (HK)
- Neutrální – jen vodárenství
- **Alkalické**
 - dávkování $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 - částečná desilikace, dekarbonizace

Koagulanty



Budoucnost ?



Vodárenství



Alkalické čiření

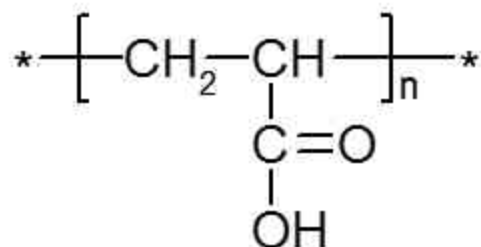
Dekarbonizace



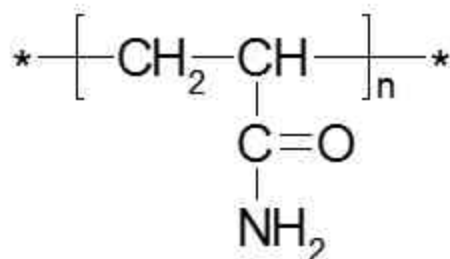
Desilikace



Pomocné organické flokulanty (POF)



poly(akrylová kyselina)



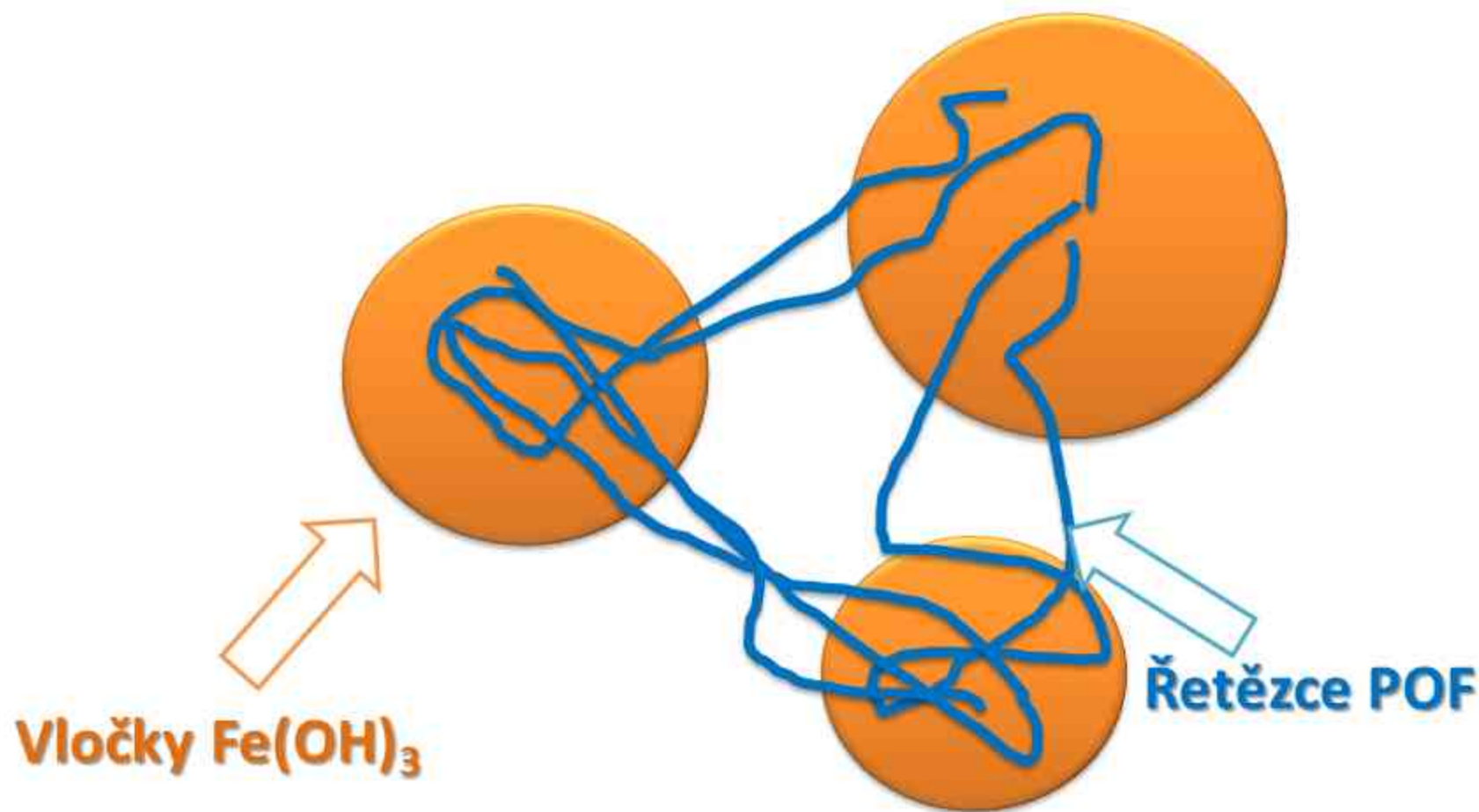
poly(akryl amid)



Organický flokulant se volí podle typu koagulantu a vedení koagulace – podobně jako u koagulantu i zde existuje optimální dávka, která se určuje experimentálně

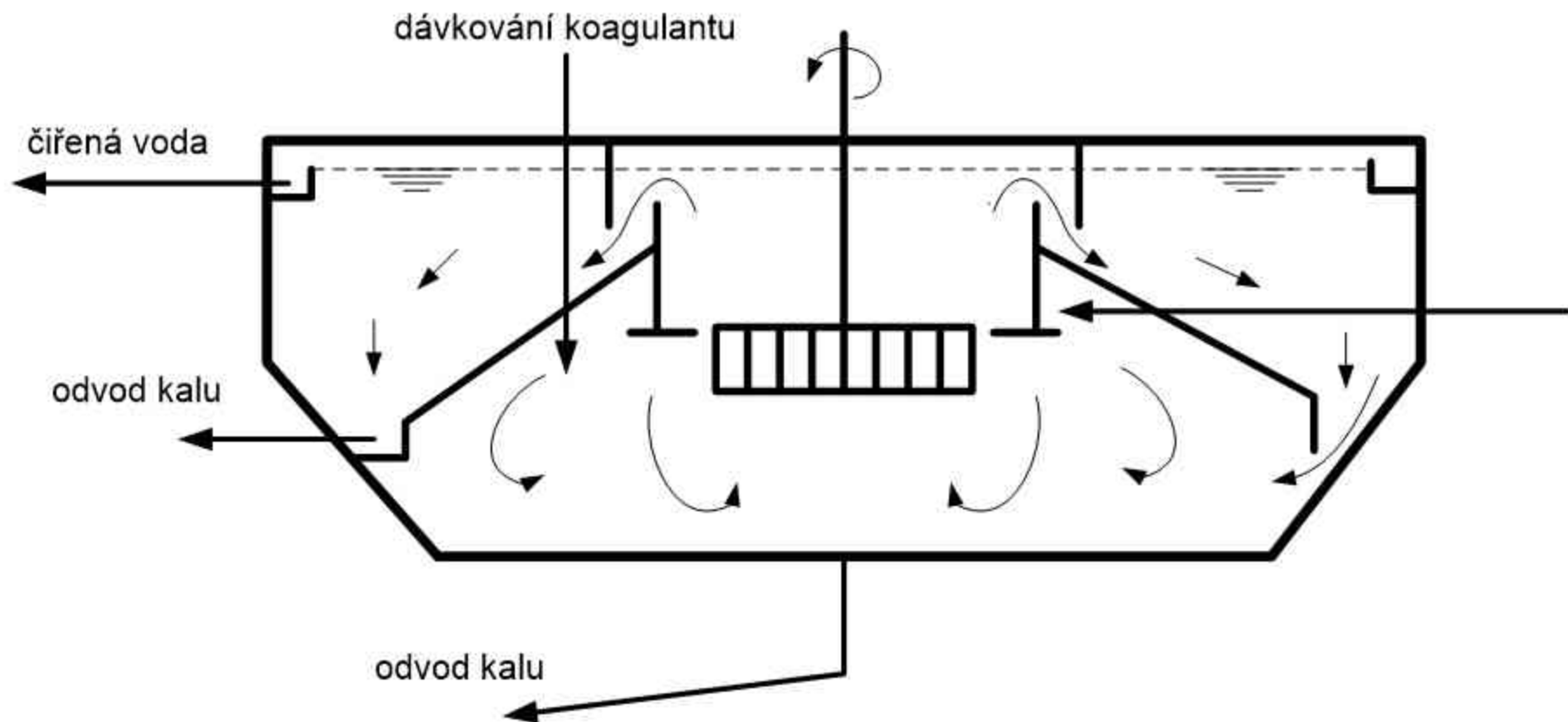
Zlepšuje tvorbu vloček a urychluje tak jejich sedimentaci

Jak fungují POF?



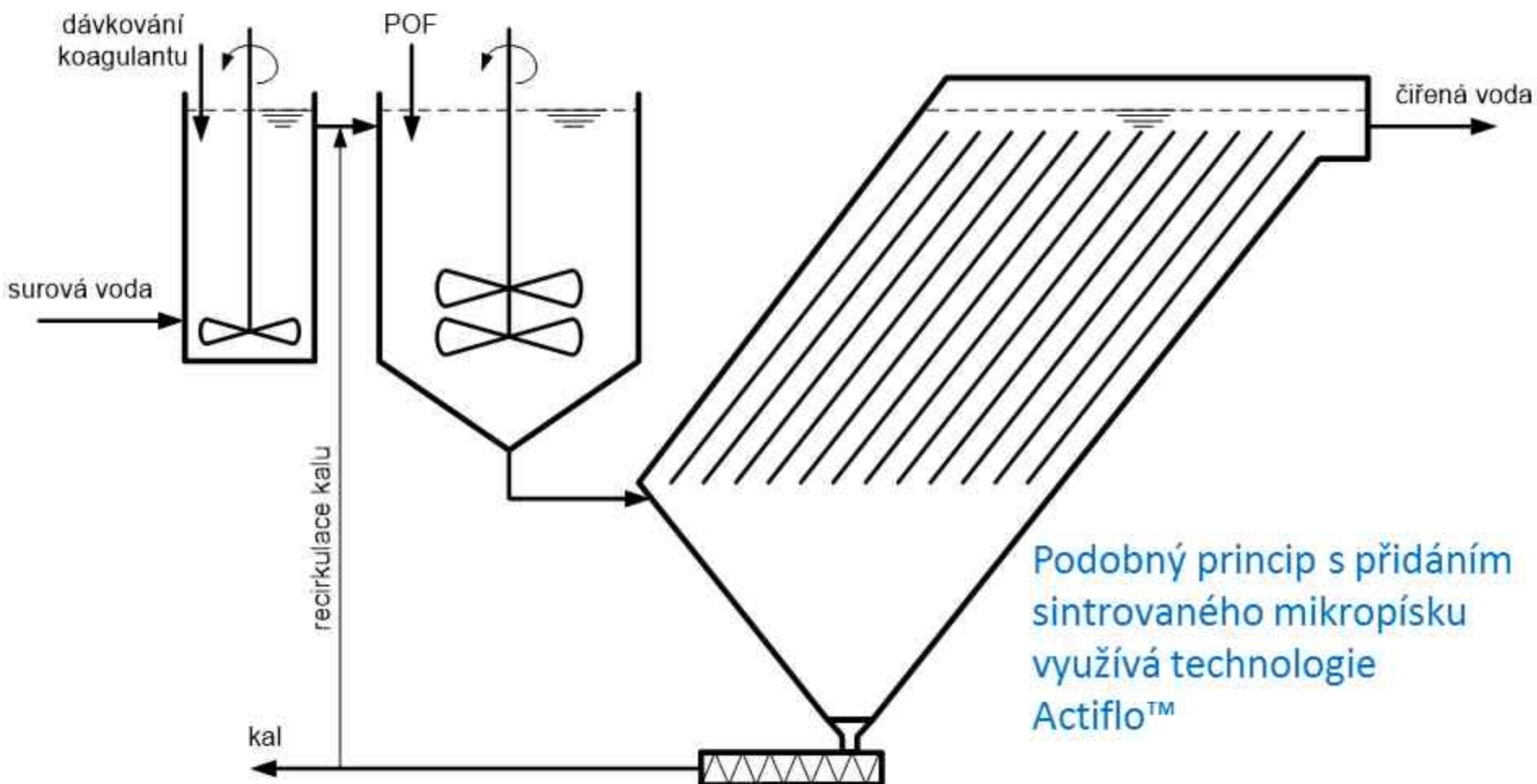
Akcelátor

čiríč s vnitřní recirkulací kalu

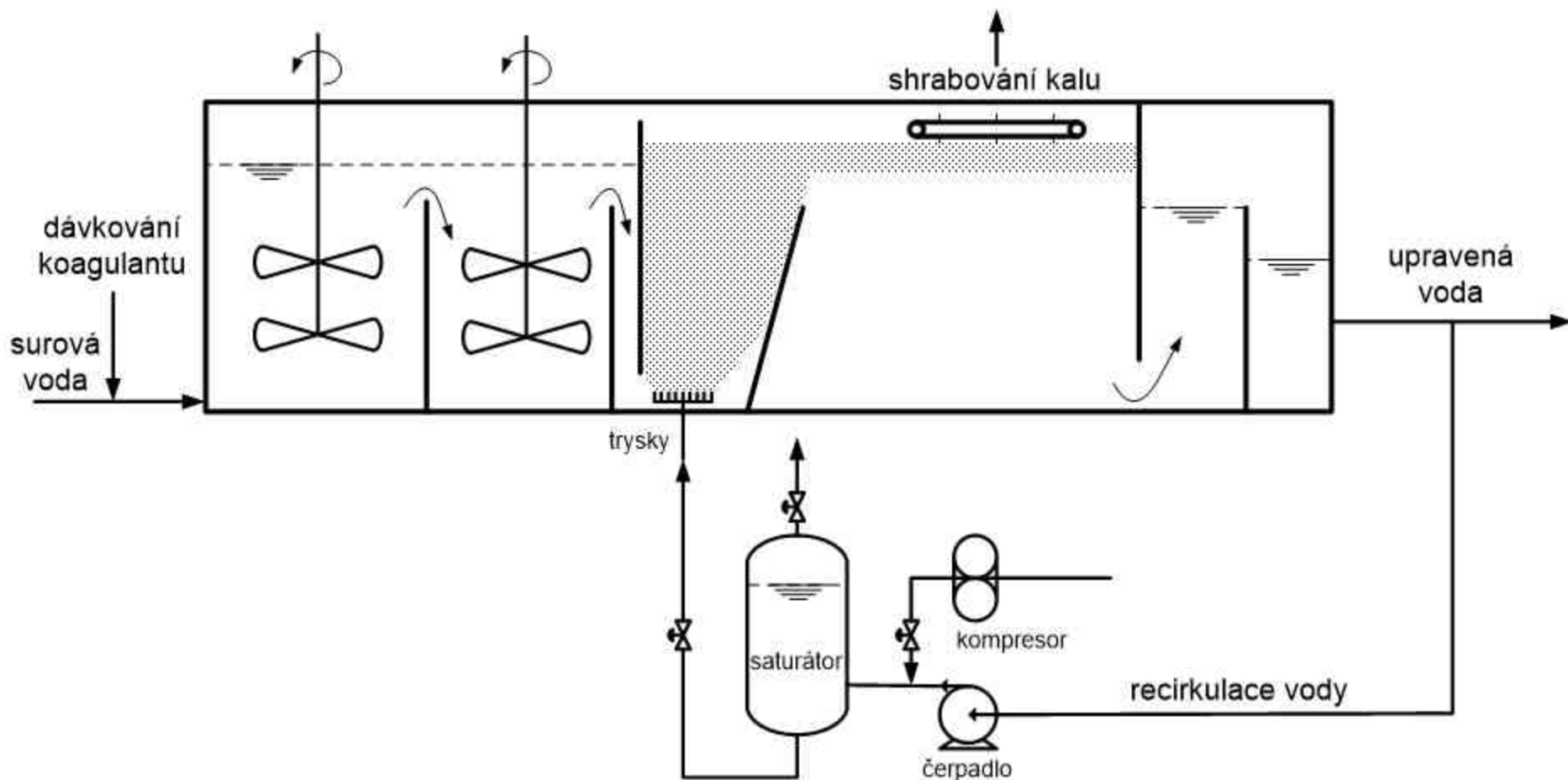


Lamelový čířič

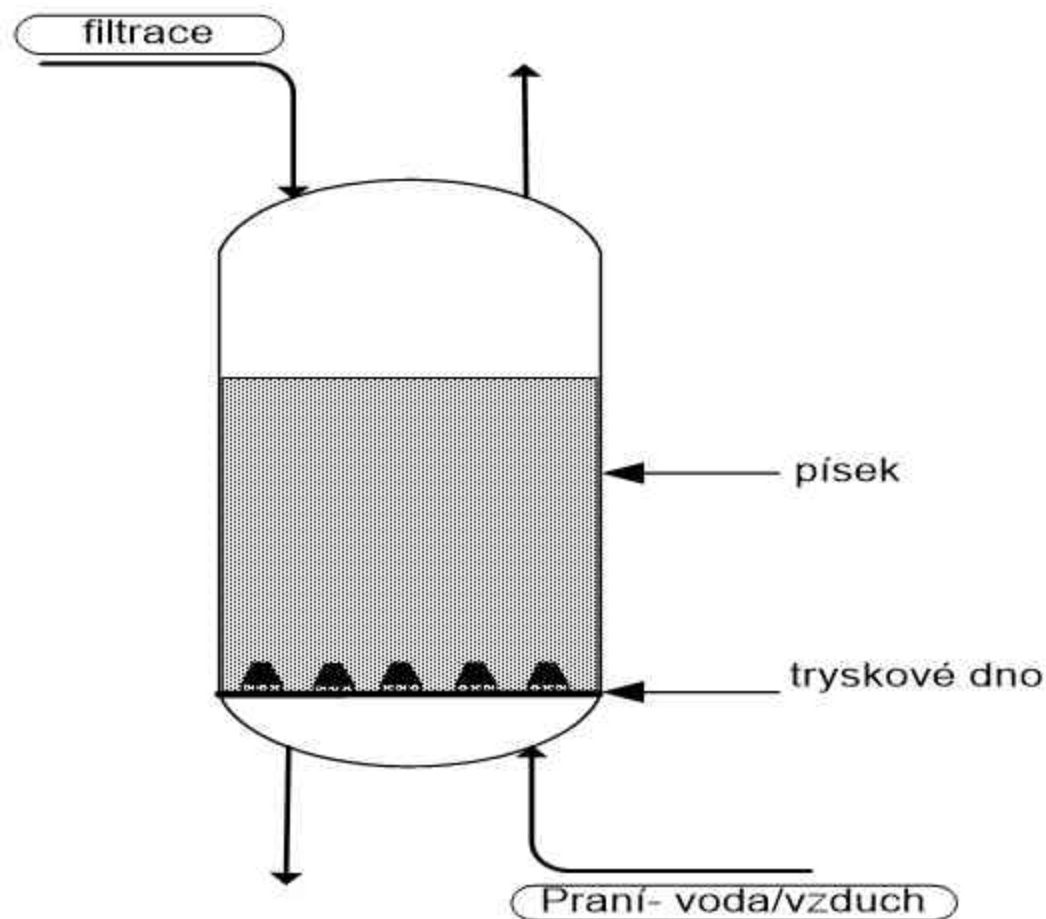
s vnější recirkulací kalu



Flotace rozpuštěným vzduchem (DAF)



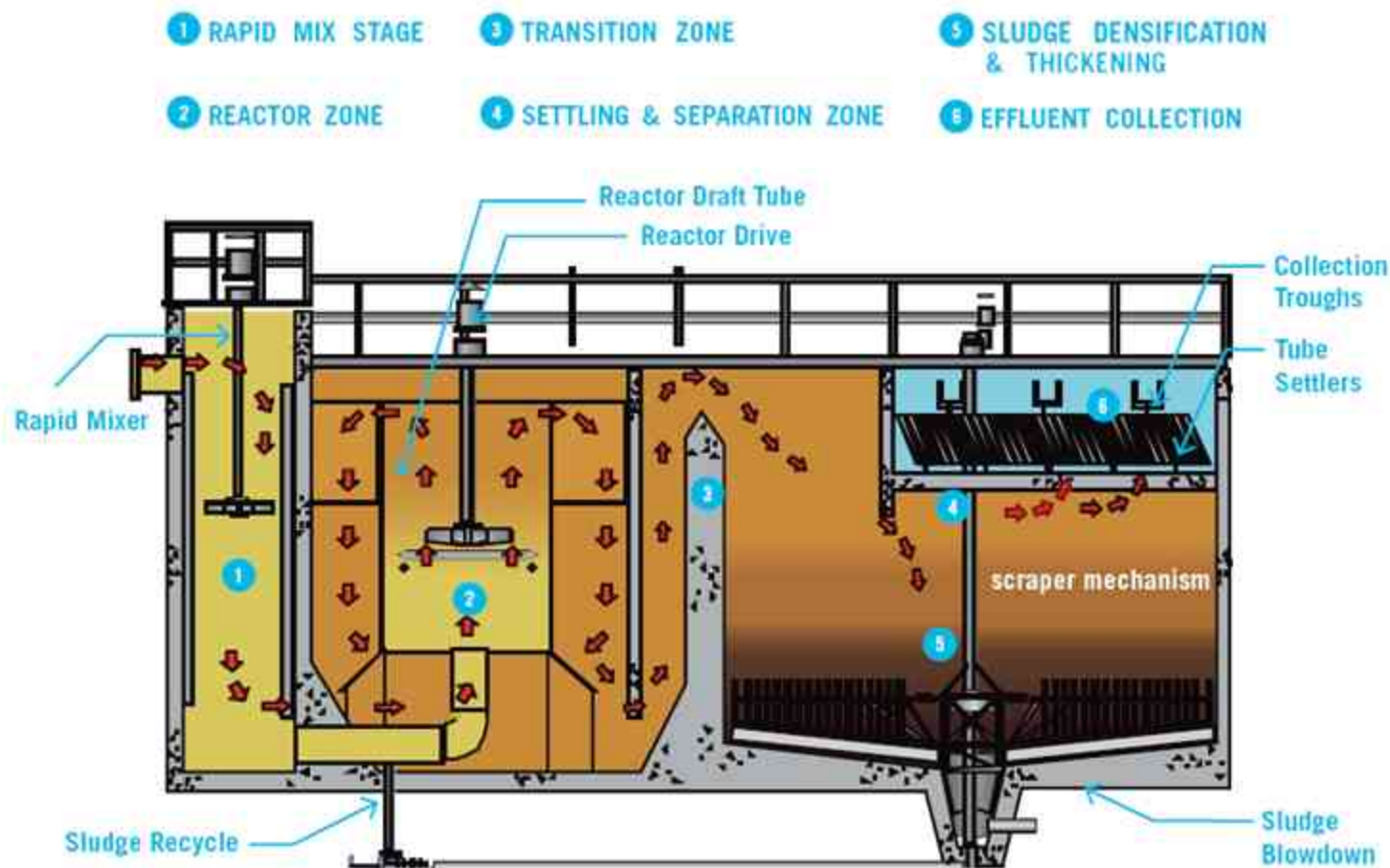
Filtrace – pískový filtr



Odpadní kaly

- Snad jedinou nevýhodou čiření je to, že produkuje větší množství kalů než bylo původně přítomno ve vodě
- Používané čířící soli a flokulanty jsou netoxické
- Vápenné mléko používané při alkalickém čiření sice dále zvyšuje množství kalu, ale zlepšuje jeho odvodňování
- Je důležité recyklovat prací vodu z pískových filtrů a kal z čířičů pro tento účel se většinou používají technologie pro zpracování odpadních vod – např. čířiče typu Densadeg

Čiřič Densadeg



Operating principle of Densadeg

Zdroj obrázku: <http://www.degremont.com/>

Membránové technologie?

- Pro další snížení obsahu suspendovaných a koloidních látek, což je důležité hlavně při úpravě vody reverzní osmózou (viz přednáška 9), se využívají membránové technologie jako je **mikrofiltrace a ultrafiltrace**
- V současné době je snaha nahradit těmito technologiemi i čiření a pískovou filtraci vody, ale zatím je nutné jim tyto technologie předřadit

Hodnocení obsahu nerozpuštěných látek

- SDI
 - Standard pro membránové aplikace
 - Modeluje zanášení membrány
- NTU
 - Hodnocení zákalu pitné vody
 - Neodpovídá schopnosti vody zanášet membrány

Koloidní index

Silt density index (SDI)

- SDI 15 standardizováno v ASTM D 4189-95
- Filtr 0,45 μm o průměru 47 mm (např. Millipore)
- Stanoví se doba [s] za kterou proteče 500 ml vody při tlaku 2 bary na začátku pokusu (t_0) a po 15ti minutách (t_{15})

$$\text{SDI15} = (1 - t_0/t_{15}) * 100/15$$

rozmezí 0 - 6,67

SDI15	R/O
< 1	Několik let bez foulingu
< 3	Několik měsíců bez foulingu
3-5	Problémy s foulingem , časté čištění
> 5	Nutná další předúprava

Zdroj: www.lenntech.com/sdi.htm, www.avistatech.com/Solutions/silt_density_index.htm

Turbidita NTU/FNU

- FNU – Formazin nephelometric unit Unit
 - **ISO 7027:1999**
- **Formazin**
 - 5 g/l síranu hydrazinia
 - 50 g/l hexamethylen tetraminu
 - 24 h při 25 °C
 - **4000 NTU/FAU/FTU/FNU**
 - LED 860±60 nm
 - Odražené světlo 90±2,5°



Zdroj obrázku: Wikimedia Commons, Autor: U.S. Geological Survey

- **Pitná voda < 1 NTU**

Zdroj: en.wikipedia.org/wiki/Formazin, or.water.usgs.gov/grapher/fnu.html

Mezistupeň – čířená filtrovaná voda

- anionty

HCO_3^- (záleží na pH)

SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , F^- ...

- kationty

Ca^{2+}

Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , NH_4^+ , Fe^{3+} ...

- slabě disociované kyseliny, plyny

SiO_2 , CO_2 , O_2



Zdroj obrázku: Wikimedia Commons,
Autor: <http://destineelee>

Předúprava pitné vody

- Mechanická filtrace
 - korozní produkty
 - filtrační patrony (1-5 µm)
 - ultrafiltrace
 - dechlorace
 - aktivní uhlí (částečná)
 - siřičitan sodný
 - thiosíran sodný

