



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ÚPRAVA VODY V ENERGETICE

Ing. Jiří Tomčala



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Úvod

**Voda je v elektrárnách po palivu nejdůležitější
surovinou**

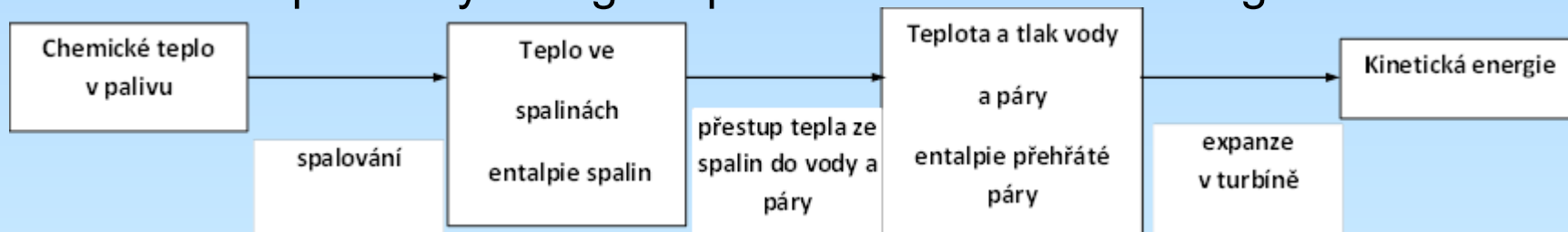
**Její množství v provozních systémech elektráren je
mnohonásobně větší než množství spotřebovaného paliva**

Potřeba vody v elektrárnách

Podle účelu využití vody:

- **Voda jako pracovní médium – nositel energie**

Schéma přeměny energie v palivu na kinetickou energii v turbíně



- **Voda jako chladicí médium**

Voda slouží jako chladivo pro odvod tepla z kondenzátoru, chlazení ložisek apod.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Proč vodu upravujeme?

Surová voda (z vodního toku) je znečištěná

Znečištění je tvořeno těmito látkami:

- nerozpustné
- rozpustné
 - anorganický původ
 - organický původ



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Úprava vody

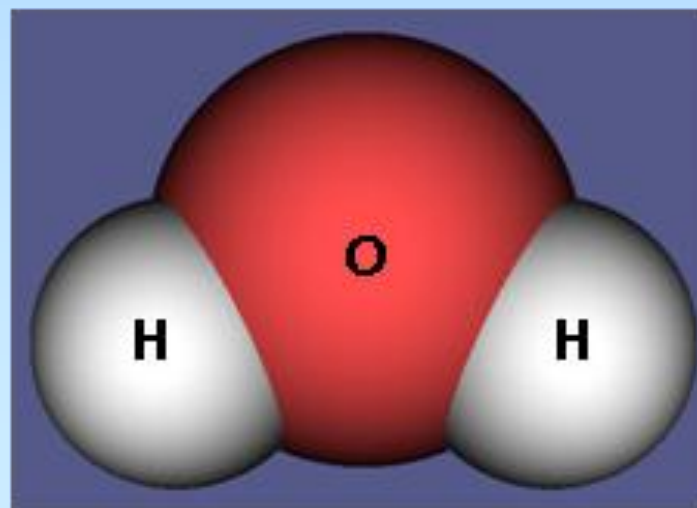
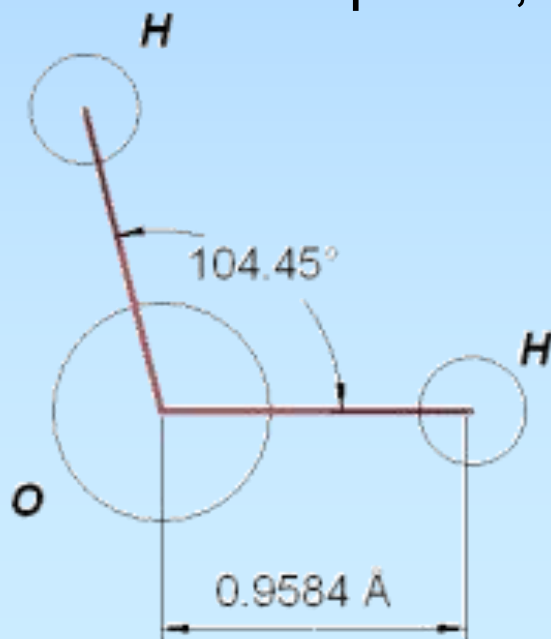
Provádí se podle účelu ke kterému slouží

- **Pracovní médium** – úprava velmi důsledná, dochází k přeměně vody na páru, velký obsah nečistot může způsobit velké problémy v provozu – voda se upravuje téměř na úroveň destilované vody – této vodě se říká demineralizovaná resp. deionizovaná voda
- **Chladicí médium** – obvykle stačí vodu zbavit mechanických nečistot a obsahu vápenatých a hořečnatých solí (tvrdosti)

Vlastnosti vody

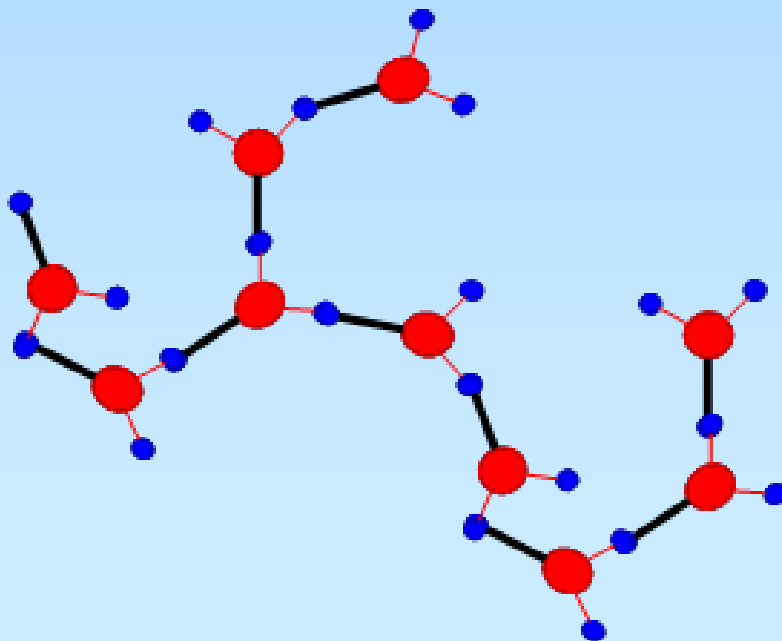
Struktura vody

chemický vzorec H_2O atom kyslíku v molekule je nabit záporně, atomy vodíku kladně



Vlastnosti vody

Vodíkový můstek způsobuje atypické vlastnosti vody



kovalentní (chemická) vazba
mezi atomy kyslíku a vodíku



polární (vodíkový můstek)

vazba mezi kladným a záporným
nábojem molekuly



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



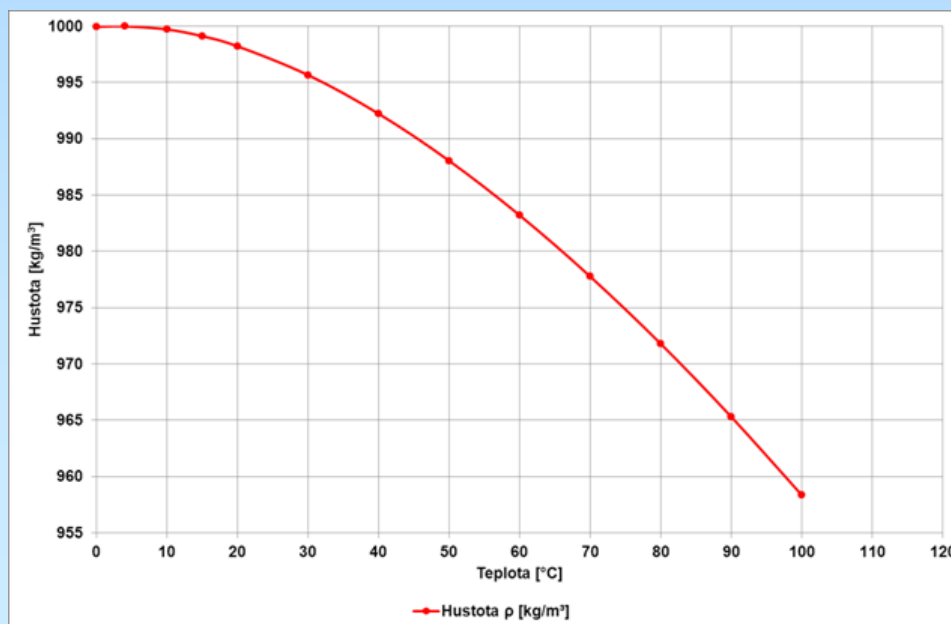
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vlastnosti vody

Hustota vody

nejvyšší hustota je při teplotě cca 4 °C – 1 000 kg/m³





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vlastnosti vody

- **Viskozita**

dynamická

Ns/m^2 nebo $\text{Pa}\cdot\text{s}$

kinematická

m^2/s

- **Povrchové napětí**

N/m

způsobuje kapilární jevy, vzlínavost



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vlastnosti vody

Vodivost – důležitá veličina pro posuzování kvality (čistoty) vody

Měrná elektrická vodivost – schopnost vést el. proud

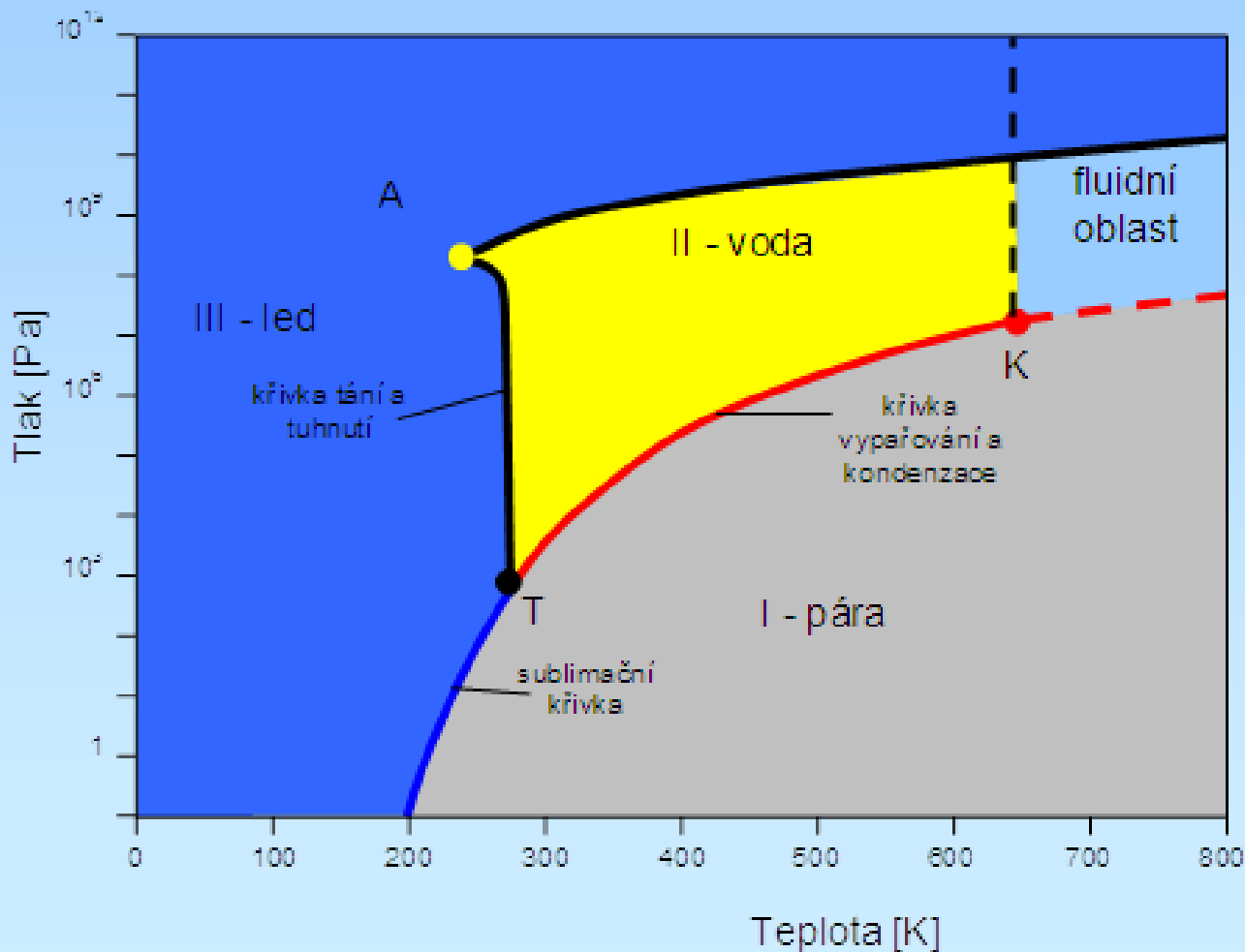
$\mu\text{S}/\text{cm}$. Na základě měrné elektrické vodivosti se určuje čistota upravené vody v elektrárnách

Koncentrace vodíkových iontů – pH

důležitý údaj z hlediska kyselosti nebo zásaditosti používané vody

Vlastnosti vody

Skupenství vody
pevné – led
kapalně – voda
plynné - pára
bod varu 100 °C
bod tání 0 °C





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vlastnosti vody

Tvrdość vody – obsah solí Ca a Mg

tyto solí tvoří pevné nánosy na stěnách trubek což způsobuje

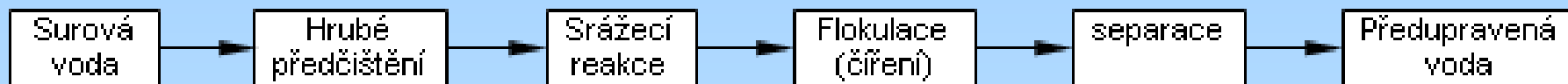
- zhoršený přestup tepla
- snížení průtočného profilu
- nebezpečí napadení potrubí korozí (uvolněný CO_2)
- **Obsah oxidu křemičitého (SiO_2)**

Je rozpustný v páře a přechází až do turbíny, kde se usazuje na lopatkách

- **Obsah ostatních solí**
- **Obsah plynů – nebezpečný je obsah rozpuštěného kyslíku a oxidu uhličitého – způsobují korozi zařízení**

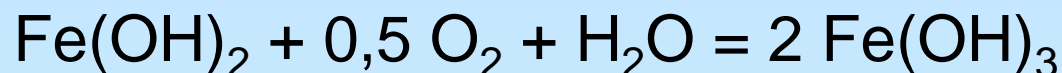
Úprava vody

Předúprava vody

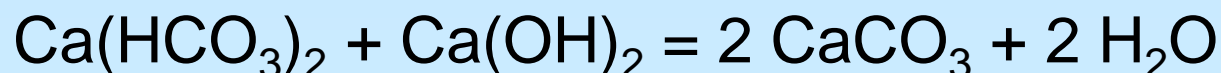


- **Srážecí reakce – princip k rozpuštěným anorganickým solím se přidá sloučenina, která z nich vytvoří soli nerozpustné**

– odstranění solí Fe a Mn – provzdušnění



– odstranění tvrdosti – soli Ca a Mg – změkčování vody





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Předúprava vody

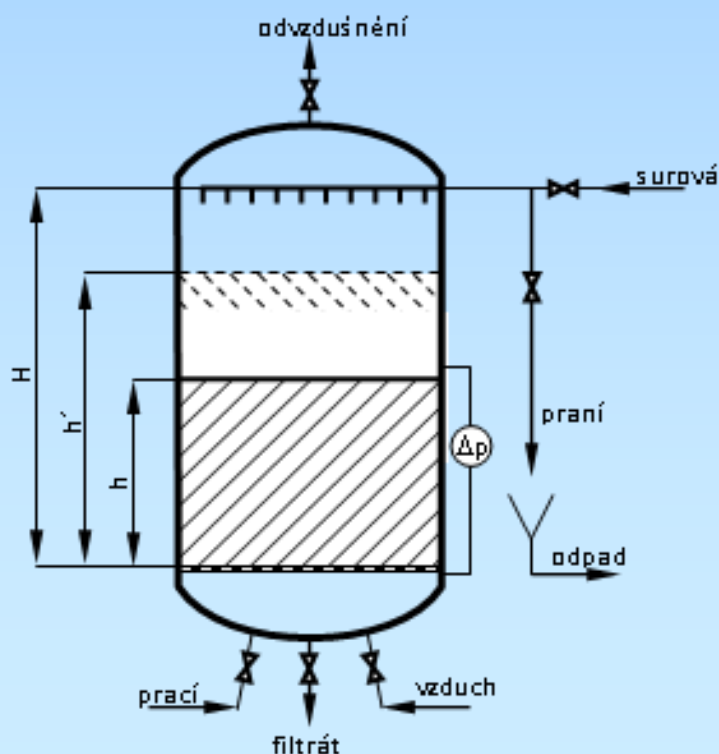
- **Flokulace (číření) – princip přidavkem činidla se velmi jemné nerozpustné částice shlukují do větších vloček, které je možno odstranit filtrací**

Předúprava vody

- Flokulace (číření) – princip přidavkem činidla se velmi jemné nerozpustné částice shlukují do větších vloček, které je možno odstranit filtrací
- Filtrace – odstranění jemných
- nerozpustných částic

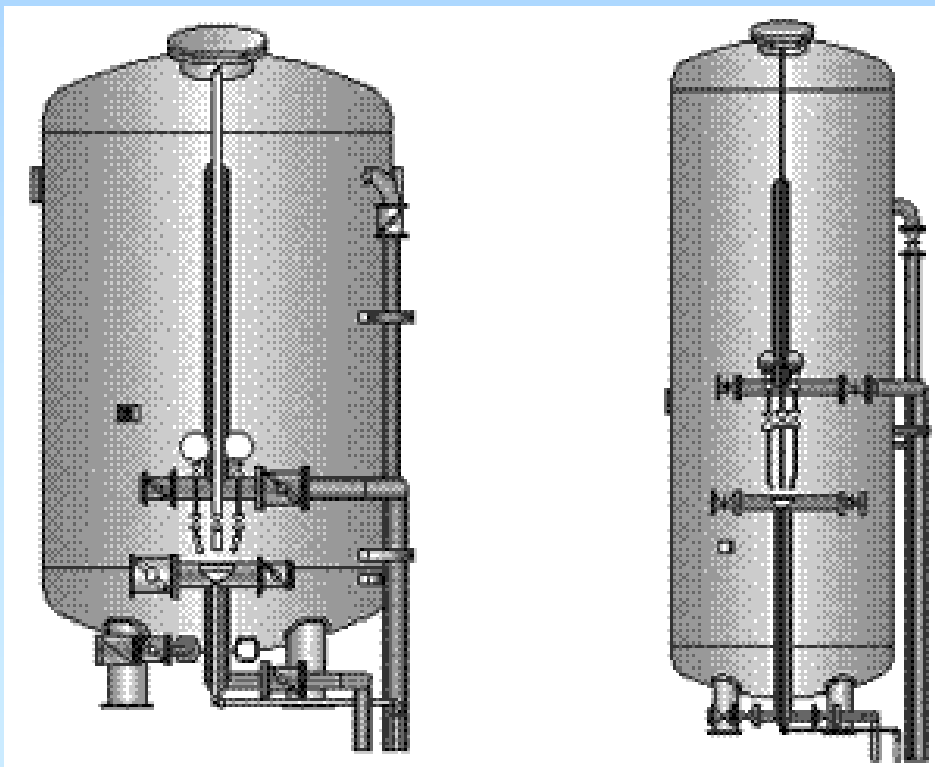
Tlakový filtr

- filtrační vrstvu tvoří křemičitý písek
- těleso filtru je tvořeno ocelovou válcovou nádobou, opatřenou potřebnými armaturami



Předúprava vody

Tlakový filtr





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vlastní úprava vody

Vlastní úprava vody spočívá v odstranění všech rozpustných solí a plynů (CO_2 a O_2)

Používané metody

- srážecí reakce – byly popsány v předchozí kapitole
- výměna iontů – ionexy
- membránové procesy - reverzní osmóza



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vlastní úprava vody

Výměna iontů – ionexy

Princip spočívá ve vlastnostech některých materiálů vyměňovat si ionty, které obsahují za ionty které jsou obsaženy ve vodě. Dosud nepoužívanější technika.

Dělíme je na

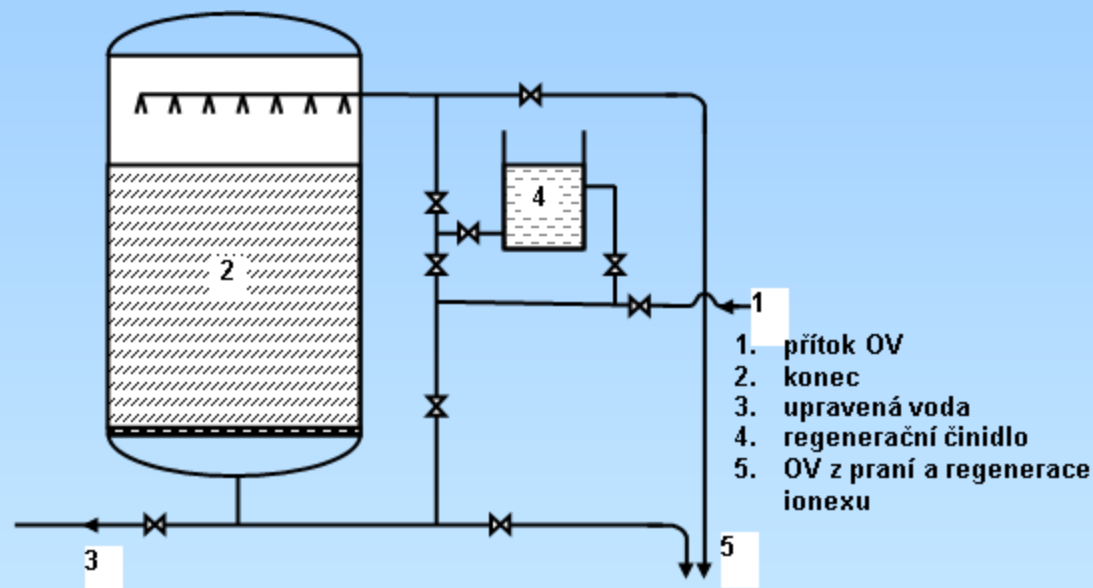
- **katexy** - mění kationty (Na^+ , Ca^+ , Mg^+ a další) za kationt H^+
- **anexy** - mění ationty (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^-) za ationt OH^-

Kation H^+ a anion OH^- se spolu sloučí a vytvoří molekulu vody podle rovnice $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$

Vlastní úprava vody

Výměna iontů – ionexy

Schéma ionexu



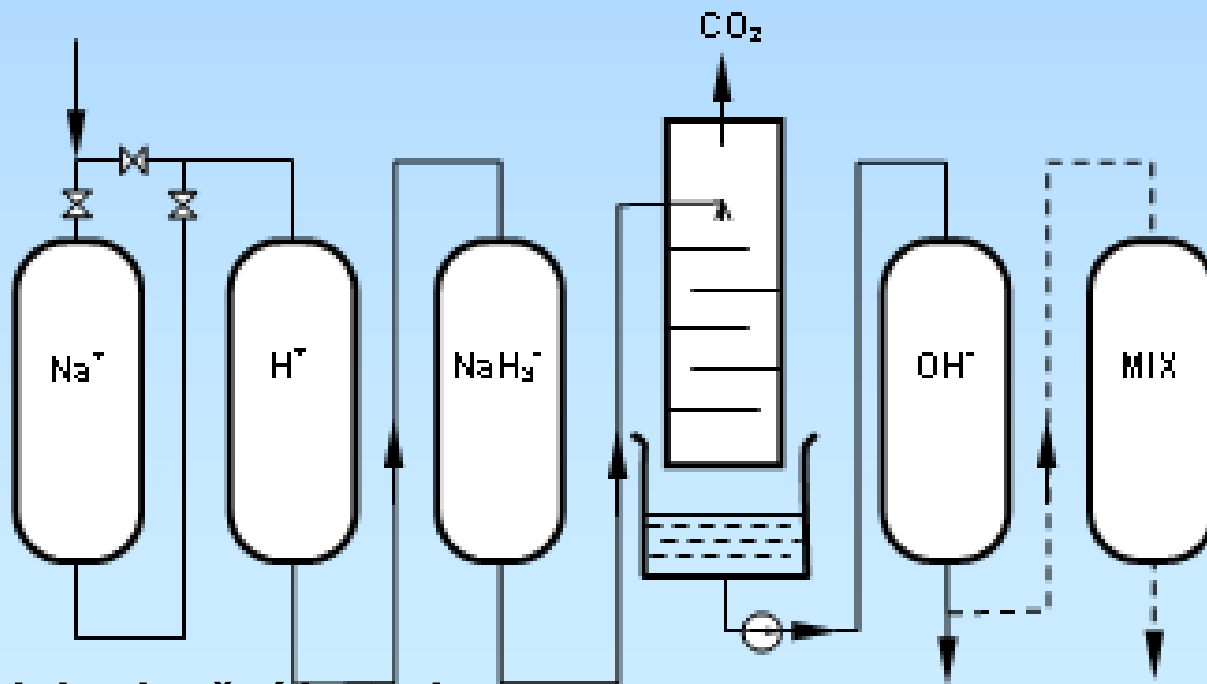
Výhody - poměrně jednoduché zařízení, možnost regenerace, 100% využití přivedené vody

Nevýhoda - vznik odpadní vody při regeneraci

Vlastní úprava vody

Výměna iontů – ionexy

Katexy a anexy se řadí do baterií tak, aby výsledkem sestavy byla demineralizovaná nebo deionizovaná voda.



Příklad řazení deionizační baterie



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vlastní úprava vody

Membránové procesy

- Membránové separační procesy patří mezi technologické postupy, kde se k oddělení složek z roztoků využívá selektivní propustnosti speciálních membrán.
- Výhodou membránových procesů je:
 - možnost nepřetržitého provozu,
 - schopnost zpracovávat i koncentrované roztoky
 - Nedochozí ke znečištění odpadních vod, do recipientu se odvádí stejné množství znečišťujících látek, jaké do systému nateklo.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vlastní úprava vody

Membránové procesy

Reverzní osmóza

- Membrány, používané pro reverzní osmózu fungují jako molekulová síta. V ideálním případě propouštějí jen malé molekuly vody, zatímco anorganické ionty nebo rozpuštěné organické látky zadržují.
- Pokud takovou membránou oddělíme roztok solí na jedné straně a čisté rozpouštědlo (vodu) na druhé straně, voda proniká přes membránu a zředí roztok solí. Tento jev je důsledkem osmotického tlaku a nazýváme ho osmóza.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



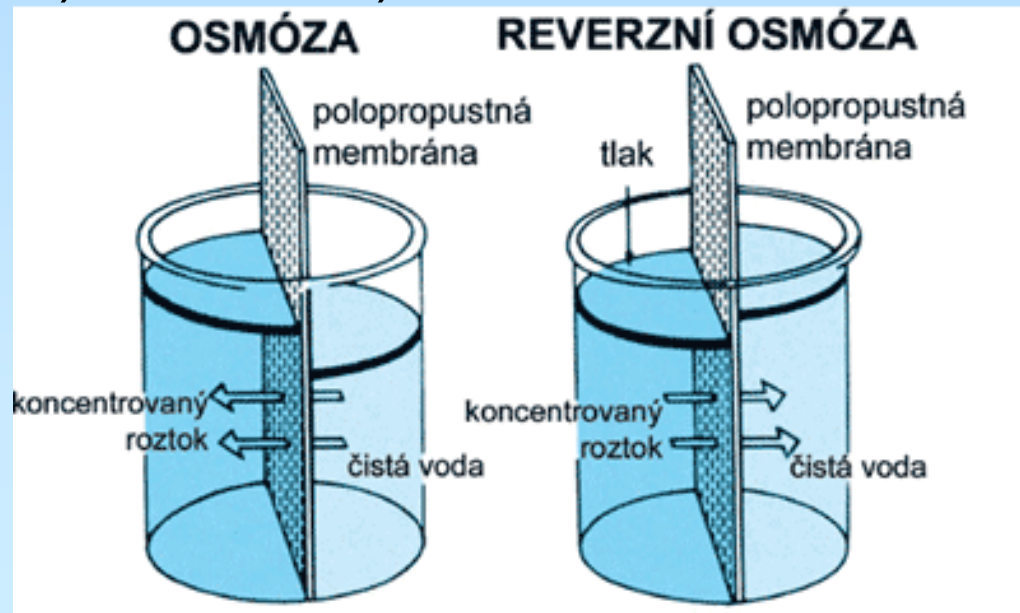
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

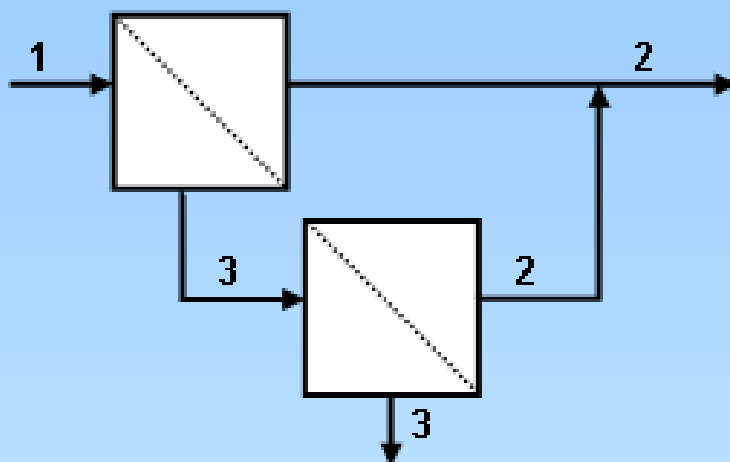
Vlastní úprava vody

Reverzní osmóza

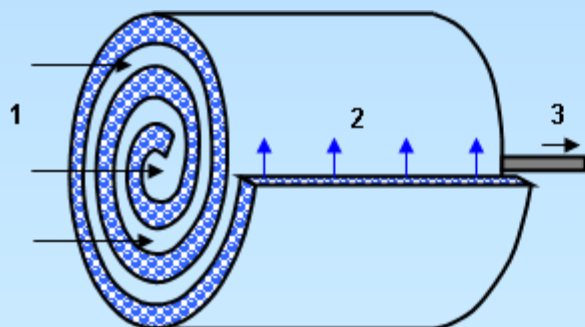
Působíme-li na roztok tlakem větším než je tlak osmotický, proces se obrátí. Přes membránu začne probíhat transport vody a roztok před membránou se zakonzcentrovává. Tento proces nazýváme reverzní (obrácenou) osmózou.)



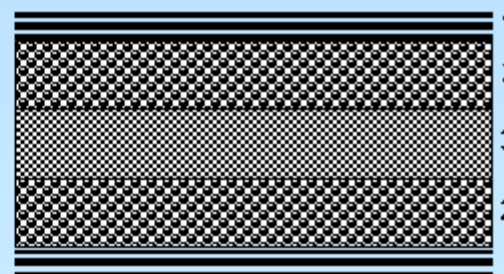
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



1. vstupující voda
2. upravená voda – permeát
3. koncentrát



1. přívod vody
2. odsolená voda
3. koncentrát



1. membrána
2. polyuretan
3. polyester



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Typ 03-21



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vlastní úprava vody

Odplynění vody

Rozpuštěné plyny ve vodě CO_2 , O_2 , N_2

CO_2 , O_2 způsobují korozi - je nutno je odstranit

CO_2 se odstraňuje provzdušněním vody

O_2 pak následujícími způsoby

- Fyzikální odplynění
- Chemické odplynění



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vlastní úprava vody

Fyzikální odplynění spočívá

- ve snížení tlaku nad vodní hladinou - rozpuštěné plyny s z vody uvolňují - tzv. vakuové odplynění
- ve zvýšení teploty vody (rozpustnost plynů ve vodě s teplotou klesá) - tzv. termické odplynění



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vlastní úprava vody

Chemické odplynění spočívá v přidání látky, která na sebe váže kyslík

- pomocí siřičitanu sodného



- pomocí hydrazinu

