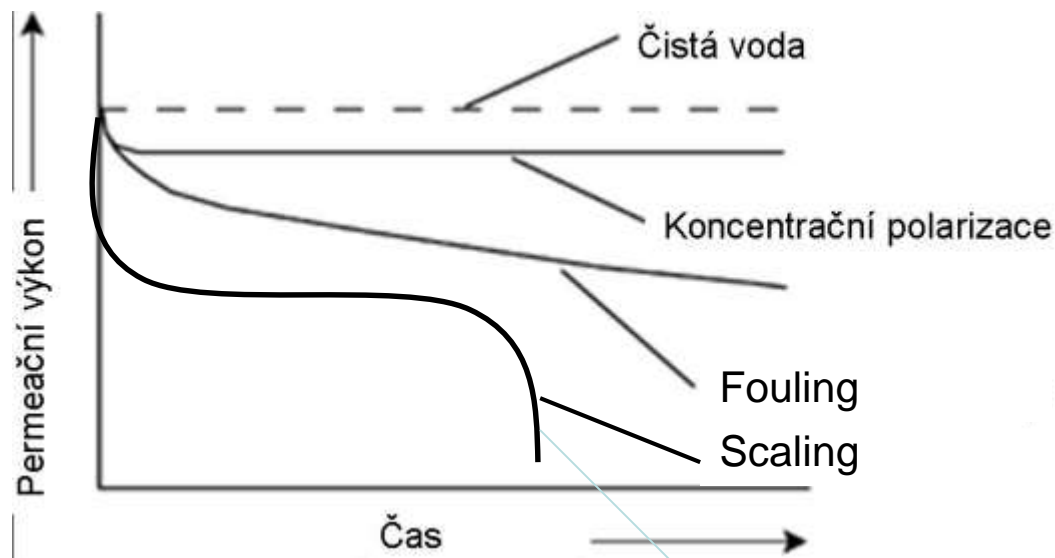


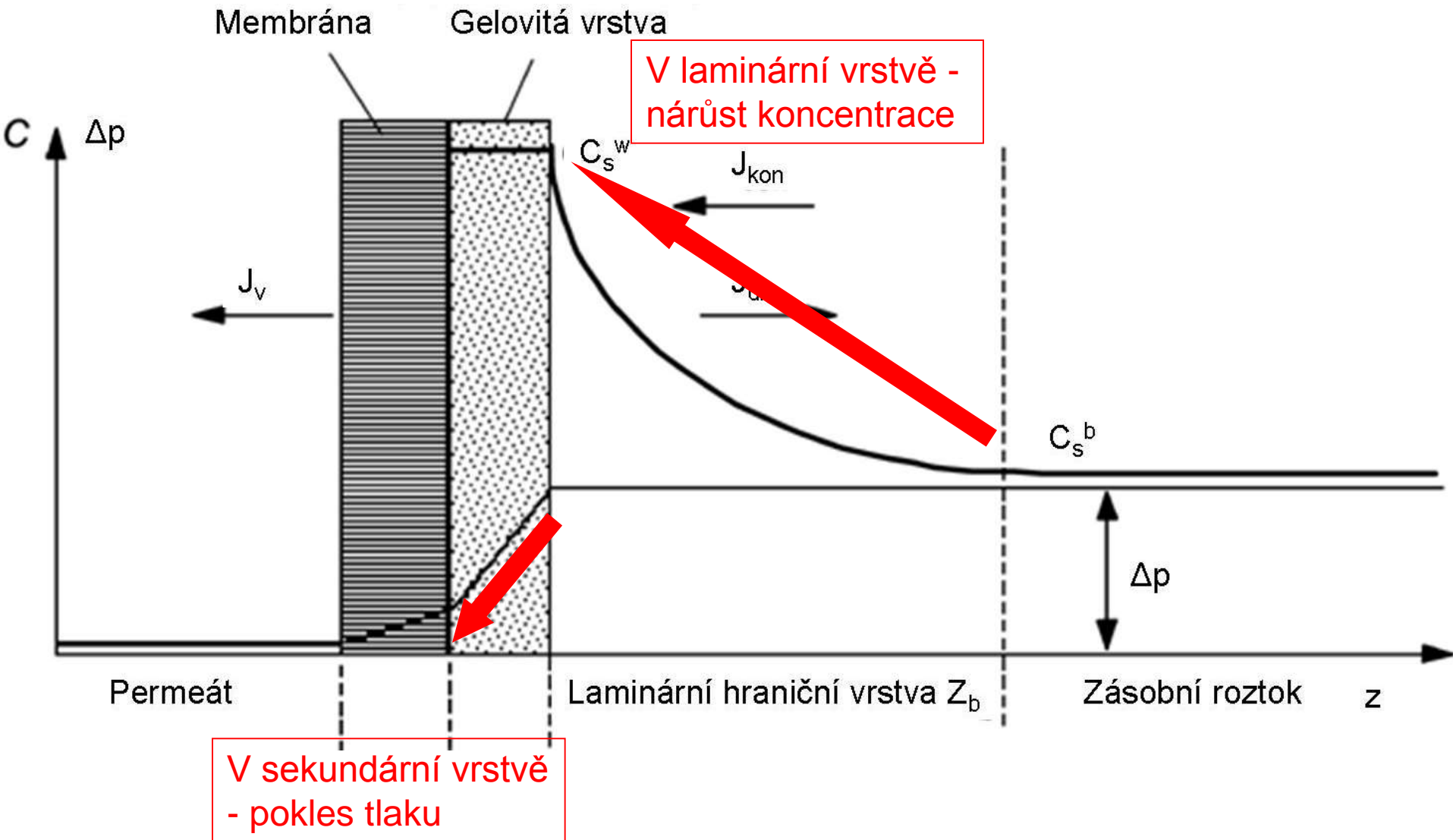
# Membránové separační procesy v praxi

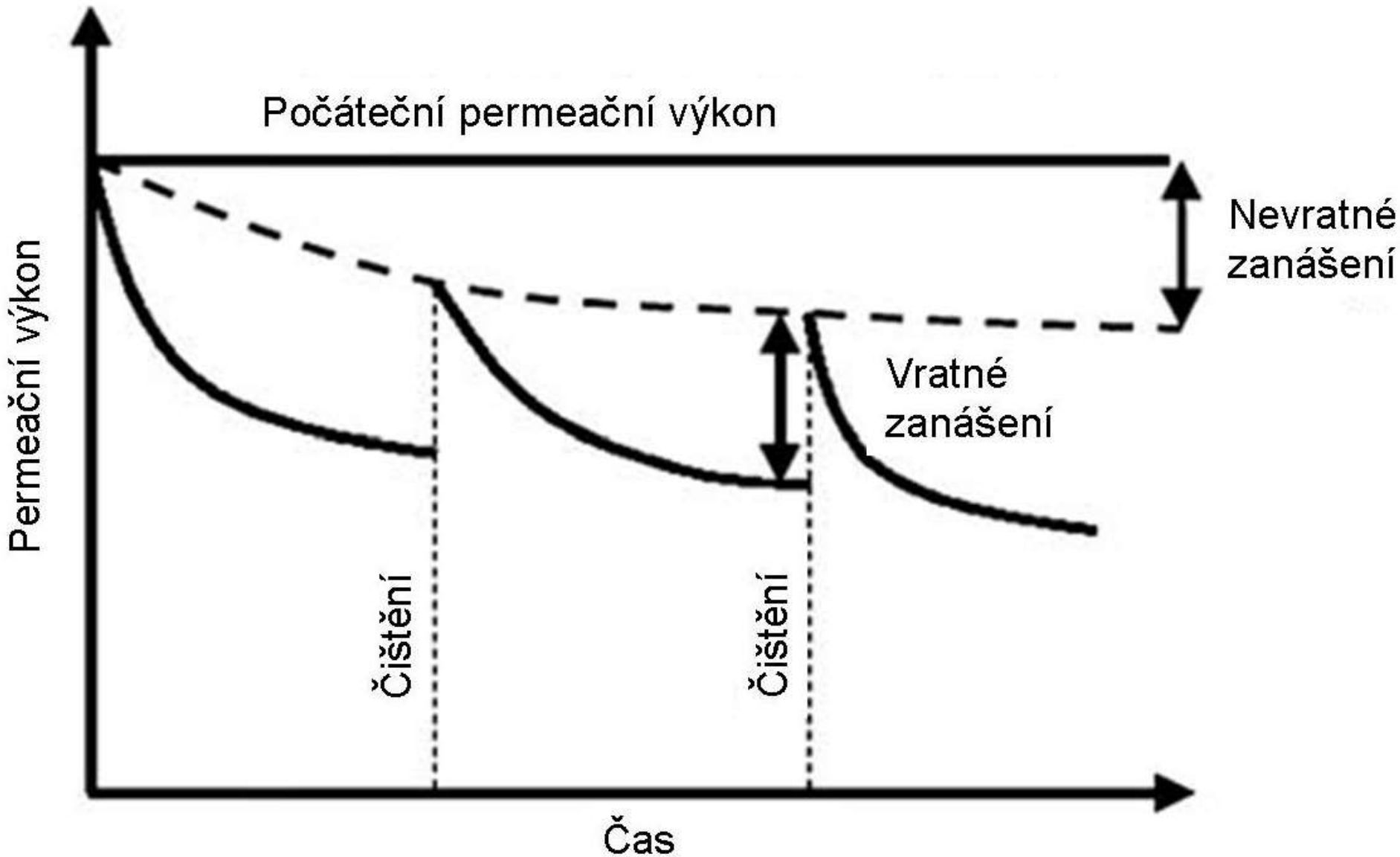
Marek Šír

# Negativní jevy při MSP

- **Koncentrační polarizace** – filmový model, v ustáleném stavu je konvekční transport rozpuštěné látky k povrchu membrány vyrovnán difuzním tokem látky zpět do zásobního roztoku, ustavení v řádech sekund
- **Fouling** – hromaděním složek roztoku u povrchu membrány – hydratované oxidy, makromolekulární organické látky jako proteiny, huminové látky a biologické složky jako mikroorganismy a jejich metabolické produkty, pozvolný pokles průtoku, NOM, biofouling
- **Scaling** – srážení na povrchu membrány, anorganické látky u nichž je lokálně překročen součin rozpustnosti, obvykle rychlý pokles průtoku







# Parametry pro fouling

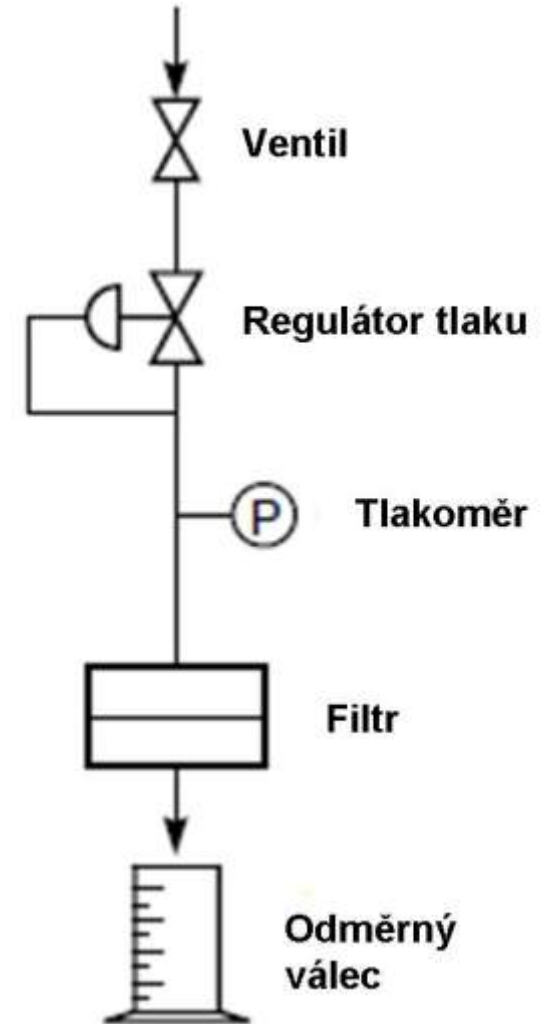
- Hodnota SDI (silt density index) – index zanášení membrány

rozdíl tlaků před a za membránou: 0,2 MPa

porozita filtru: 0,45 μm

aktivní plocha filtru: 1350 mm<sup>2</sup>

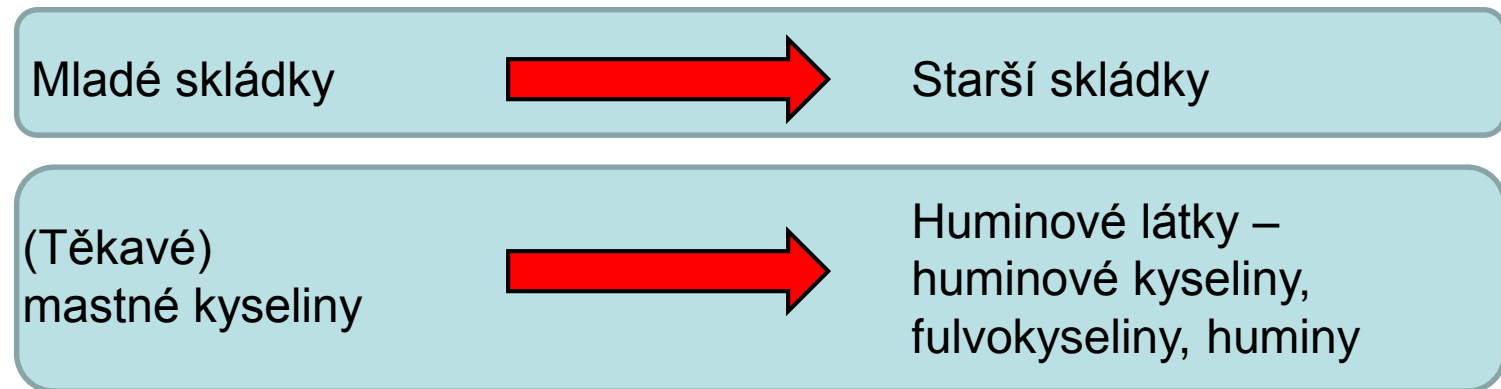
- Koagulace/flokulace spojená s hrubou filtrací
- Mikrofiltrace
- Biocidy



$$SDI = \frac{100 (1 - T_i / T_f)}{T_t}$$

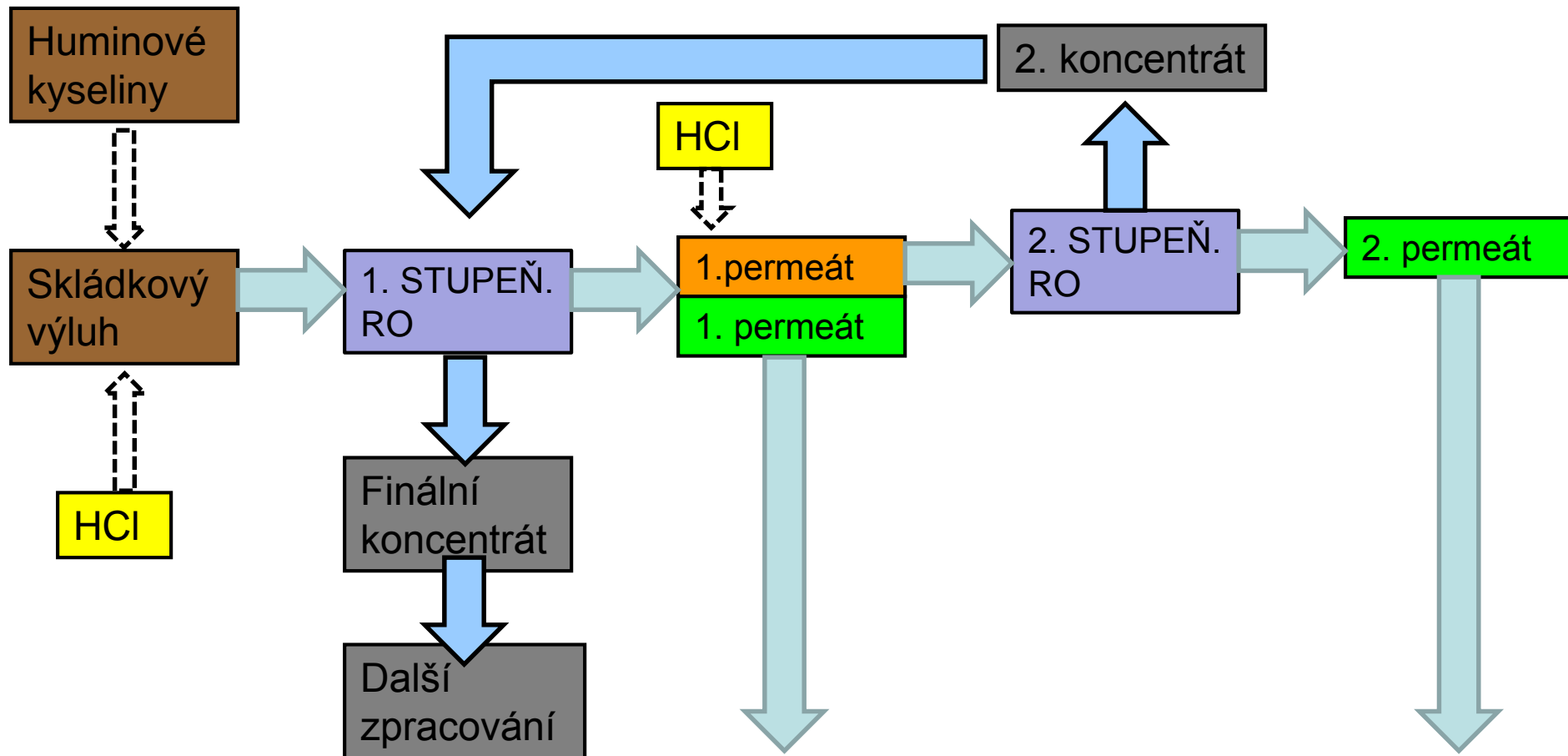
# Experimentální část

- Sledován vliv huminových kyselin (HK) na separaci skládkového výluhu – **Vliv stárnutí skládky na MSP.**
- Přirozený obsah HK ve výluhu – desítky až stovky mg/L, ve sledovaném výluhu 18 mg/L HK. Sledován vliv přídavku 0 – 50 mg/L HK.



- Sledován vliv pH na účinnost odstranění amoniakálního dusíku

# Schéma experimentů



vodní tok

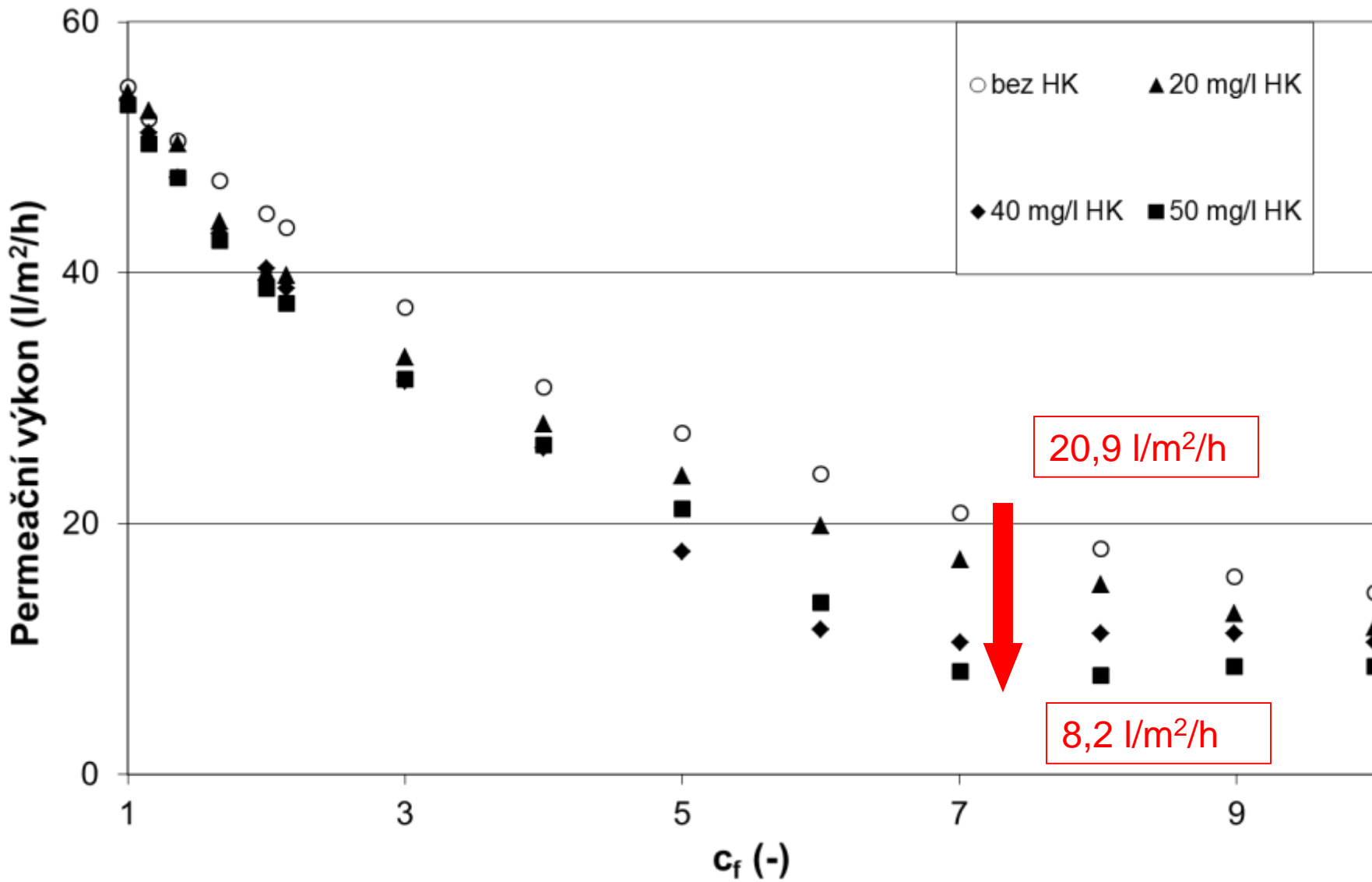
# Experimentální podmínky

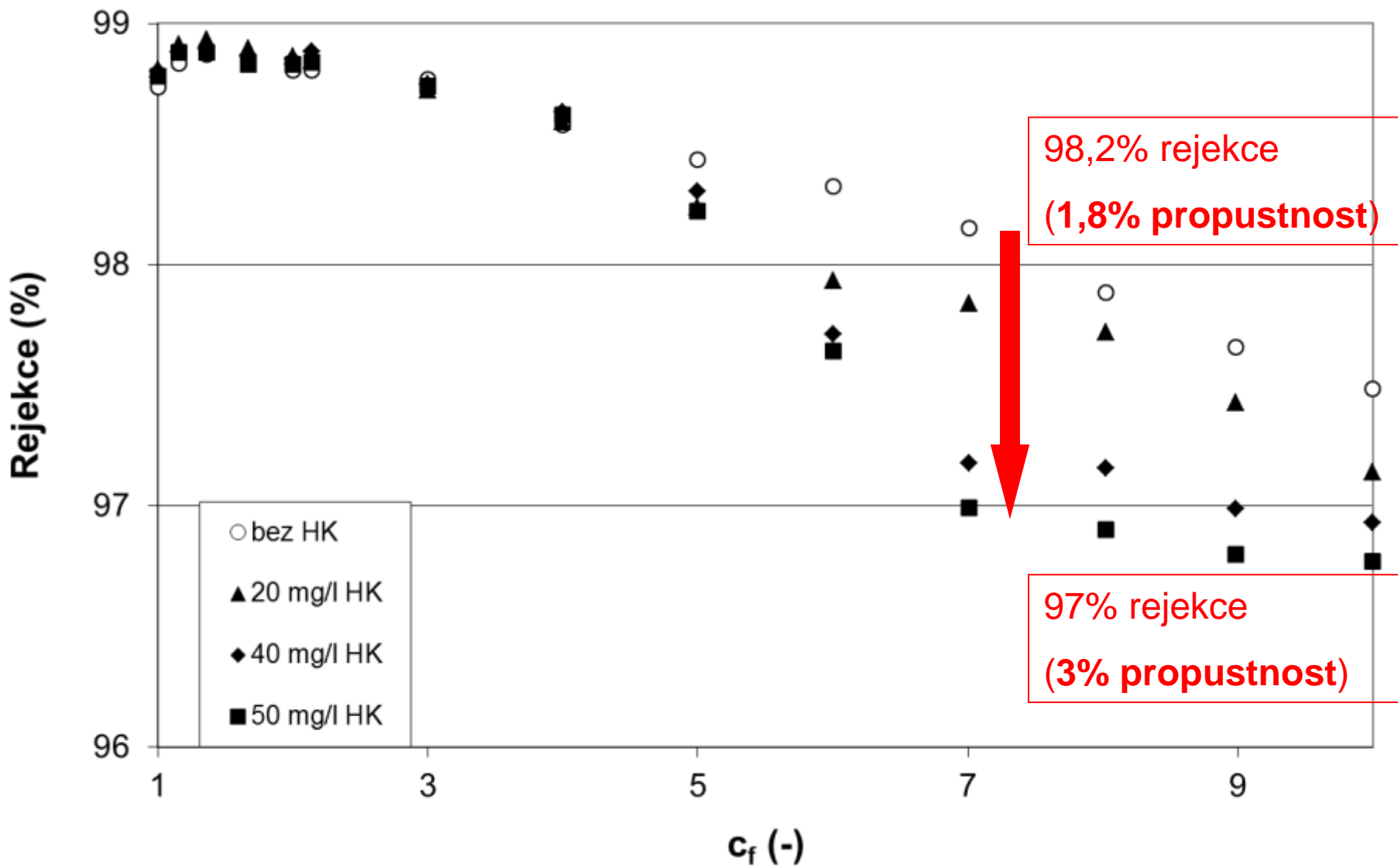
- Membránová jednotka LAB M240
- Membrány RO98pHt
- Plocha jedné membrány – 0,0174 m<sup>2</sup>
- 4 série s rozdílným přídávkem HK (0 – 50 mg/l)
- Sledování provozních parametrů v rozmezí  $1 \leq c_f \leq 10$
- Pracovní tlak 3 MPa
- Čištění HCl pH 2, Ultrasil pH 12

Rejekce: 
$$R = \frac{c_s^v - c_s^p}{c_s^v}$$

Koncentrační faktor: 
$$c_f = \frac{V_{V0}}{V_K}$$







Parametr	Jednotka	Vstup	Permeát	Rejekce (%)	Koncentrát
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	1970	10	99,5	15900
Cl <sup>-</sup>	mg/l	1850	50	97,3	16600
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,83	0,04	95,2	33,2
F <sup>-</sup>	mg/l	2,75	0,1	96,4	12
Ca	mg/l	433	1,0	99,8	2 660
Mg	mg/l	217	5,0	97,7	1 880
Na	mg/l	1530	12,3	99,2	14710
K	mg/l	330	4,3	98,7	3990
Fe	mg/l	0,33	0,0037	98,9	3,58
Mn	mg/l	1,67	0,0064	99,6	4,50
Cr	mg/l	0,031	<0,0005	>98,4	0,29
As	mg/l	0,94	0,027	97,1	8,60
N <sub>amon</sub>	mg/l	142	8,54	94,0	1110
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	506	13,7	97,3	2420
TOC	mg/l	226	6,15	97,3	2010
BTEX	µg/l	130	2,0	98,5	13
RAS	mg/l	7200	50	99,3	53300
Konduktivita	µS/cm	11600	165	98,6	65200
pH	-	7,7	6,2	-	7,5

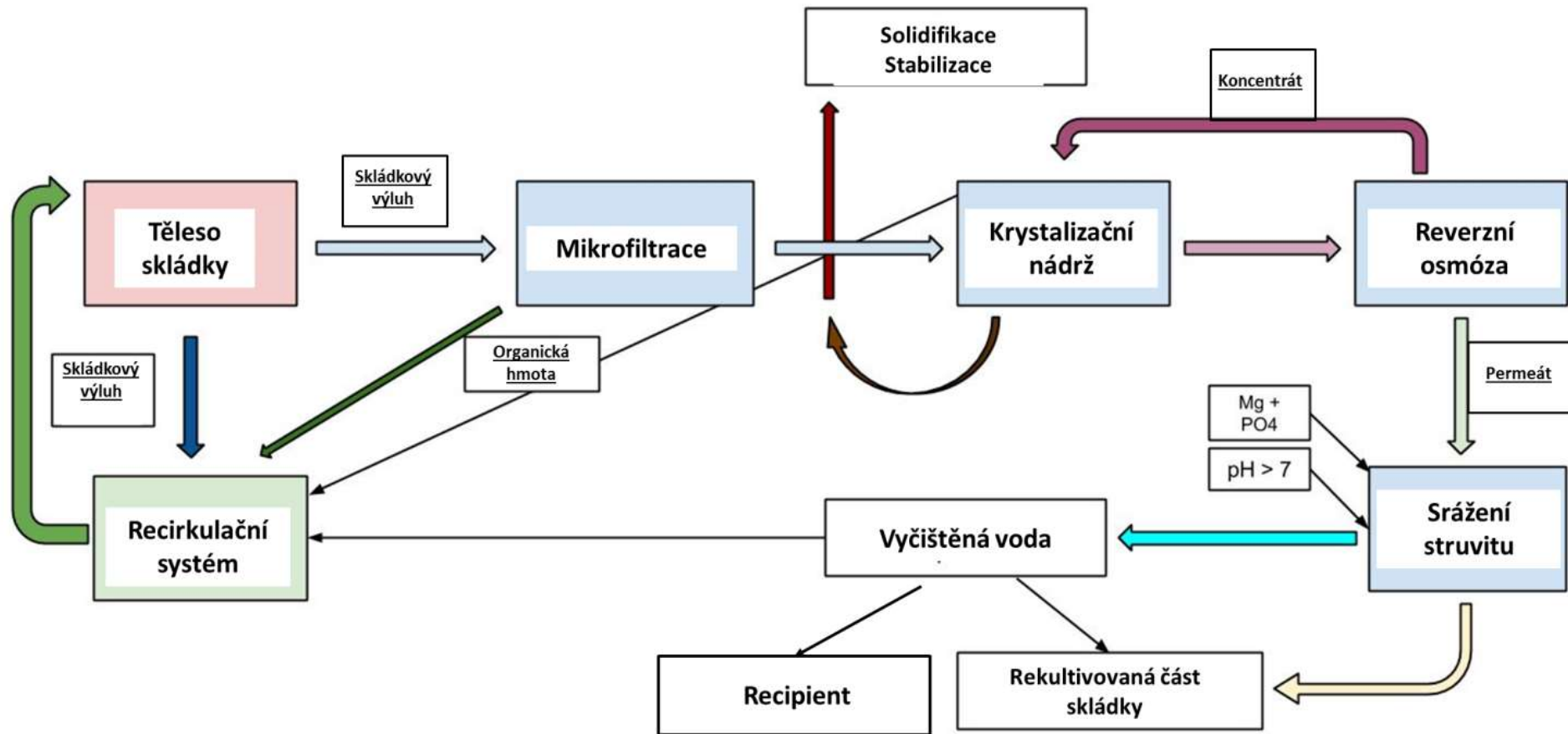
### Okyselený vstup: pH 5

Parametr	Jednotka	Vstup	Permeát	Rejekce (%)	Koncentrát
N <sub>amon</sub>	mg/l	142	4,82	96,6	-

# Dílčí závěry

- Tvorba sekundární vrstvy tvořené huminovými kyselinami výrazně snižuje permeační výkon a zhoršuje celkovou rejekci ostatních složek.
- Při očekávaném zanášení membrán – pro návrh parametrů neplatí standardní rejekce membrán definované výrobcem. Nutné testy.
- V případě huminových kyselin – jedná se o vratné zanášení.
- Vyšší účinnost separace  $N_{amon}$  při převedení na formu  $NH_4^+$

# Celkový návrh zpracování



Děkuji za pozornost