



VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE

ÚCHOP

SCALING PŘI MEMBRÁNOVÉ SEPARACI PŘESYCENÝCH ROZTOKŮ

Martin Bystrianský

Úvod

- Přesycené roztoky CaSO_4 (výluh z popílkoviště)
- Krystalizace během RO
- Vliv železa přítomného v roztoku
- Experimentální část:
 - 1) s výluhem - RO
 - 2) s modelovým roztokem – geochemické modelování, sklenicové zkoušky, RO

[Přesycené roztoky]

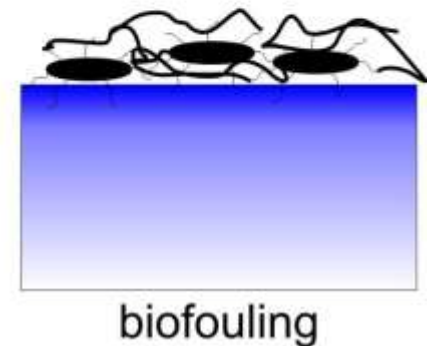
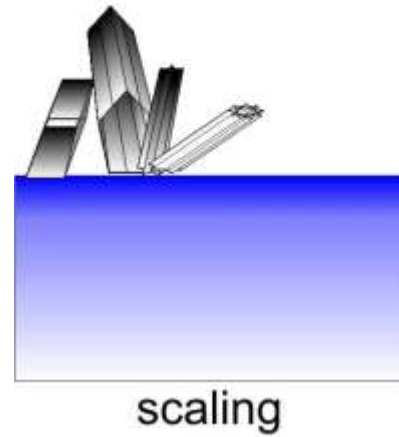
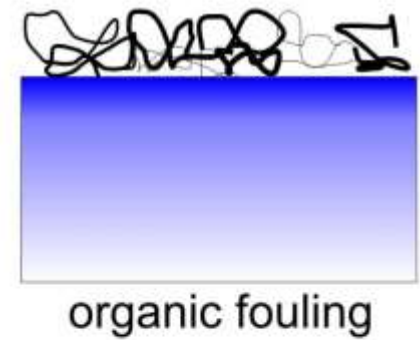
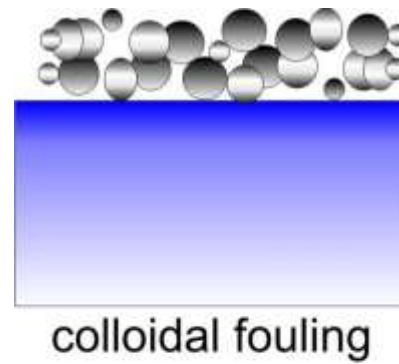
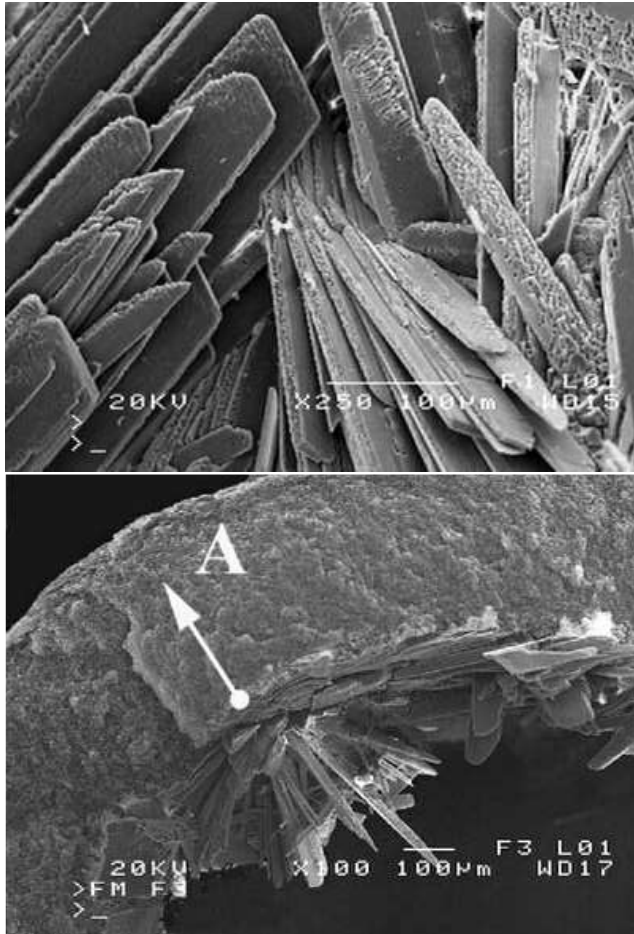
- Vznik přesycených roztoků při zahušťování
- Nativní přesycené roztoky
- Překročení součinu rozpustnosti některých látek – nejčastěji CaCO_3 , CaSO_4 , SiO_2
- Tvorba pevné fáze
- Homogenní nebo heterogenní nukleace

[Scaling]

- Tvorba pevných úsad na povrchu zařízení (membrány, teplosměnné plochy)
- Drastický pokles účinnosti zařízení
- Obtížné čištění, je nutno jeho vzniku předcházet

X Fouling – postupné usazování velkých částic (makromolekuly, vločky $\text{Fe}(\text{OH})_3$, biofouling) na povrchu membrány

Scaling

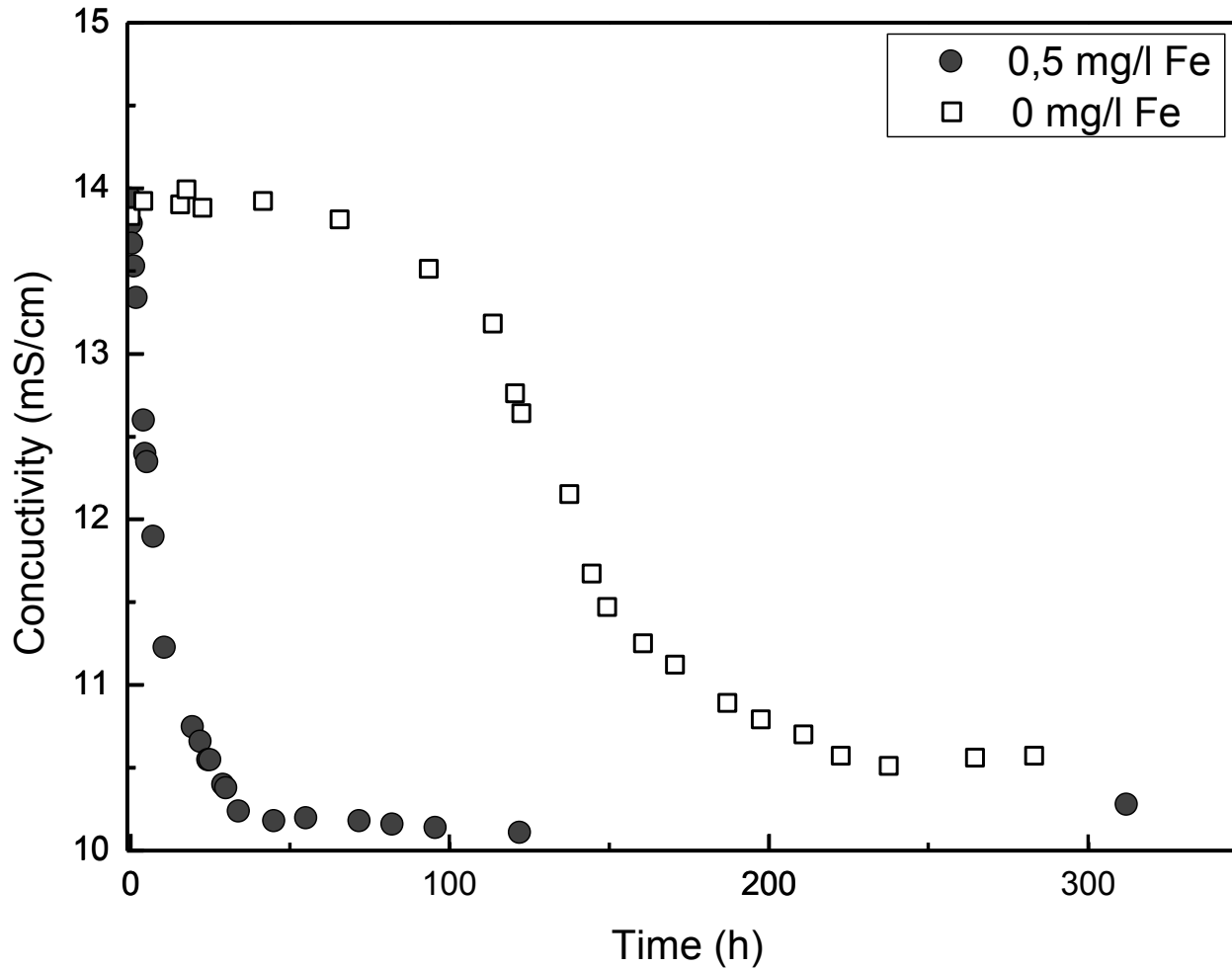


<http://www.colloid.ch/index.php?name=membranes>

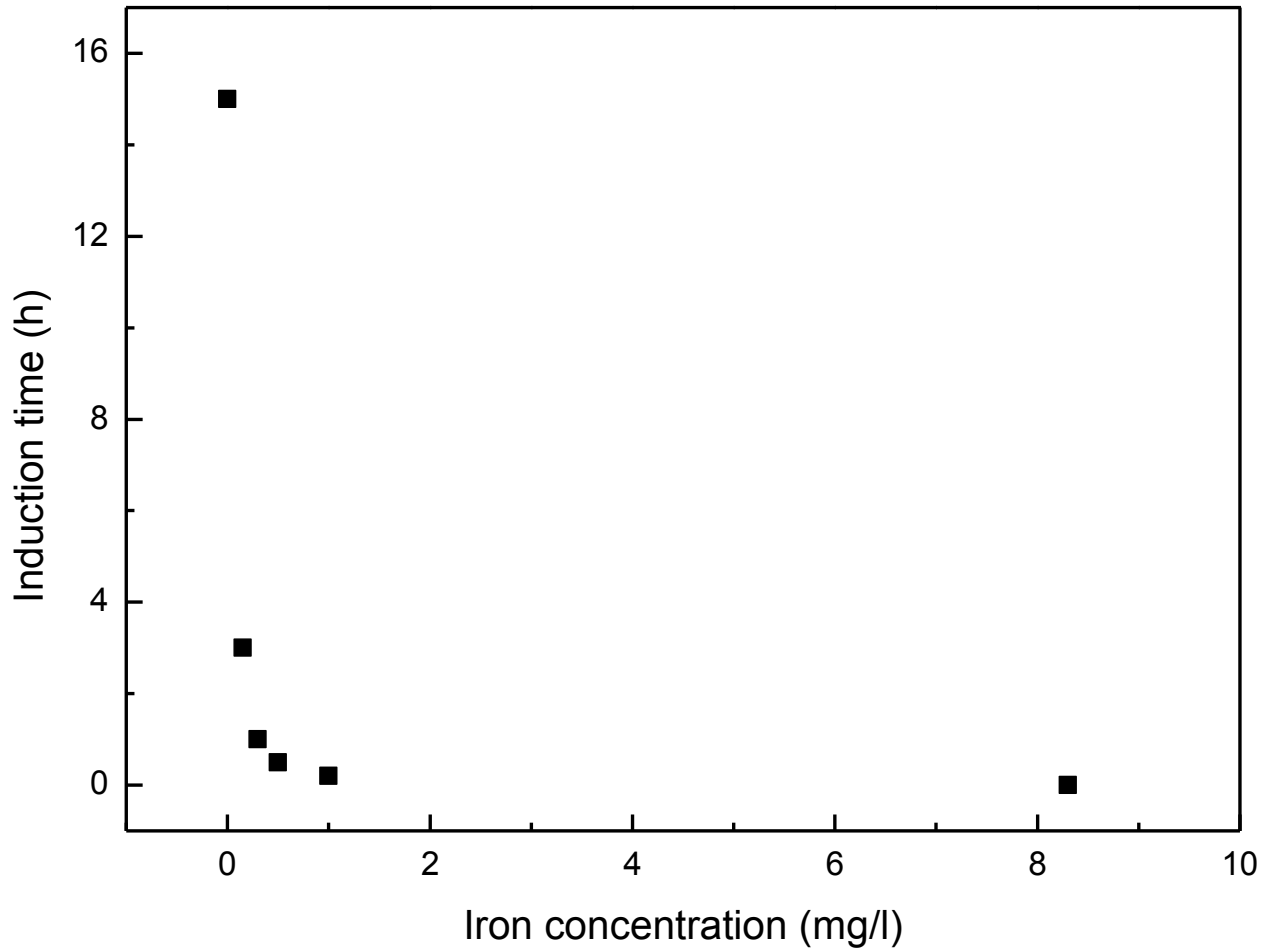
Výluh z popílkoviště Prunéřov

- Velké množství (desítky m^3/h) zasolené vody (přesycený roztok CaSO_4)
- Čištění pomocí reverzní osmózy
- Efektivní čištění (produkce velmi kvalitní vody vhodné pro výrobu technologické vody v elektrárně), ovšem omezeno scalingem CaSO_4
- Předúprava čištěné vody (antiscalant)

Výluh z popílkoviště – krystalizace, vliv železa na krystalizaci



Výluh z popílkoviště – vliv železa na indukční dobu krystalizace



[Popis experimentů]

- Krystalizace koncentrátu po RO z výluhů v závislosti na koncentraci Fe ve vstupu
- Krystalizace modelových roztoků za různých podmínek ve statickém uspořádání (oddálení krystalizace)
- Krystalizace modelových roztoků během separace

Složení výluhu a modelového roztoku

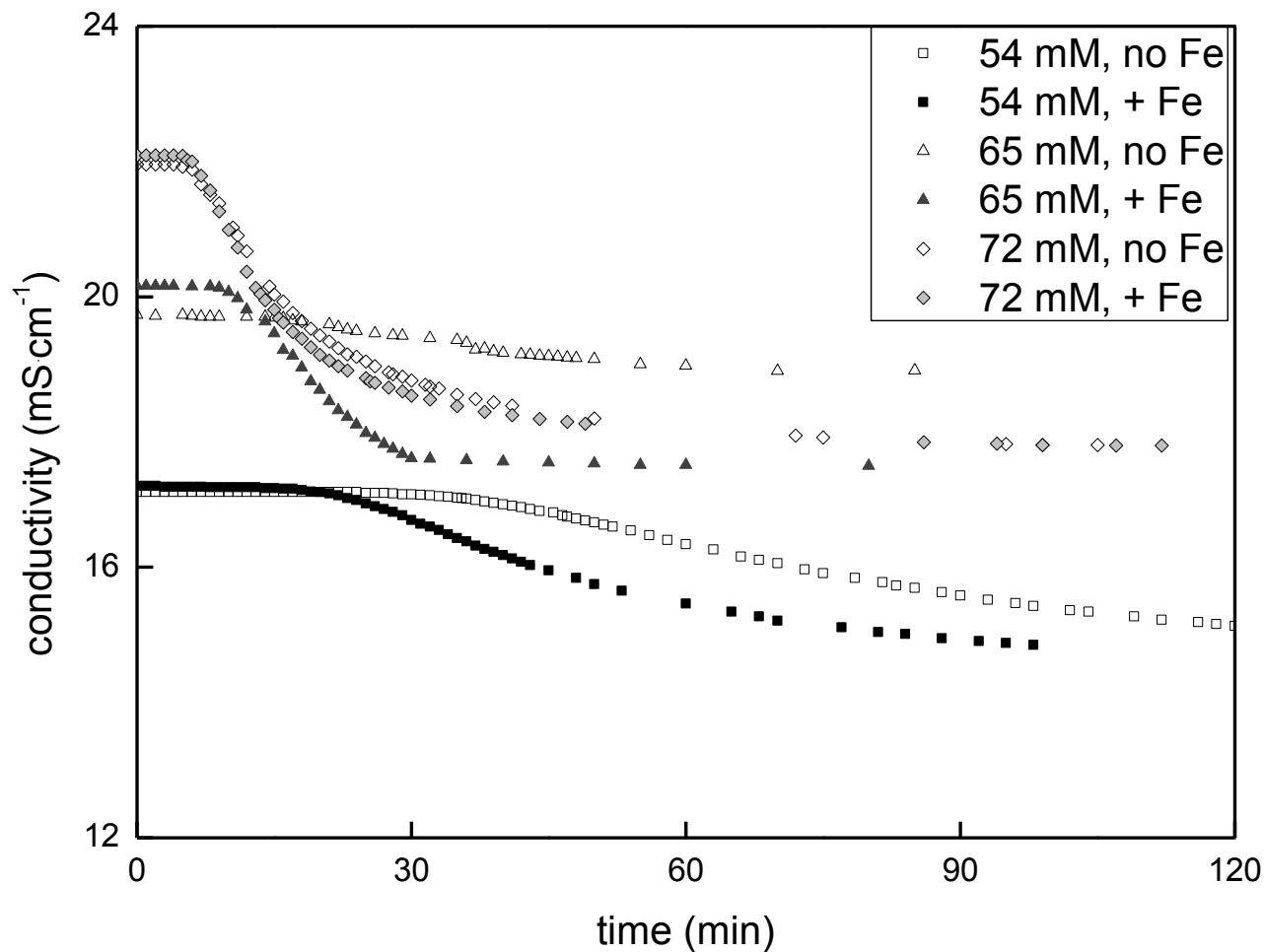
- Hlavní složkou průsakové vody CaSO_4
- Variabilní (nízká) koncentrace železa 0 – 1 mg/l
- Modelové roztoky: $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ (+ FeCl_3)

Parametr	Výluh		Modelový roztok	
	mg/l	mM	mg/l	mM
SO_4^{2-}	2680	27,90	3450	36
Cl^-	134	3,78	2550	72
TIC	10	0,83	-	
TOC	1,5	0,13	-	
Ca	605	15,09	1440	36
Mg	294	12,09	-	
Na	175	7,61	1660	72
K	27,6	0,71	-	
B	20,3	1,88	-	
TDS (mg/l)	4030		-	
pH	7,2		6,5	
Konduktivita (mS/cm)	4,5		11,0	

[Modelový roztok – sklenicové zkoušky]

- Roztoky s koncentrací CaSO_4 54, 65 a 72 mM, tj. přesycení 3, 3,6 a 4x
- Přídavek železa 0, 1, 5, 10 mg/l
- Volba pH (rozpuštěnost železa)
- Měření konduktivity, chemické analýzy Ca, SO_4^{2-}
- Indukční doba, celková doba krystalizace

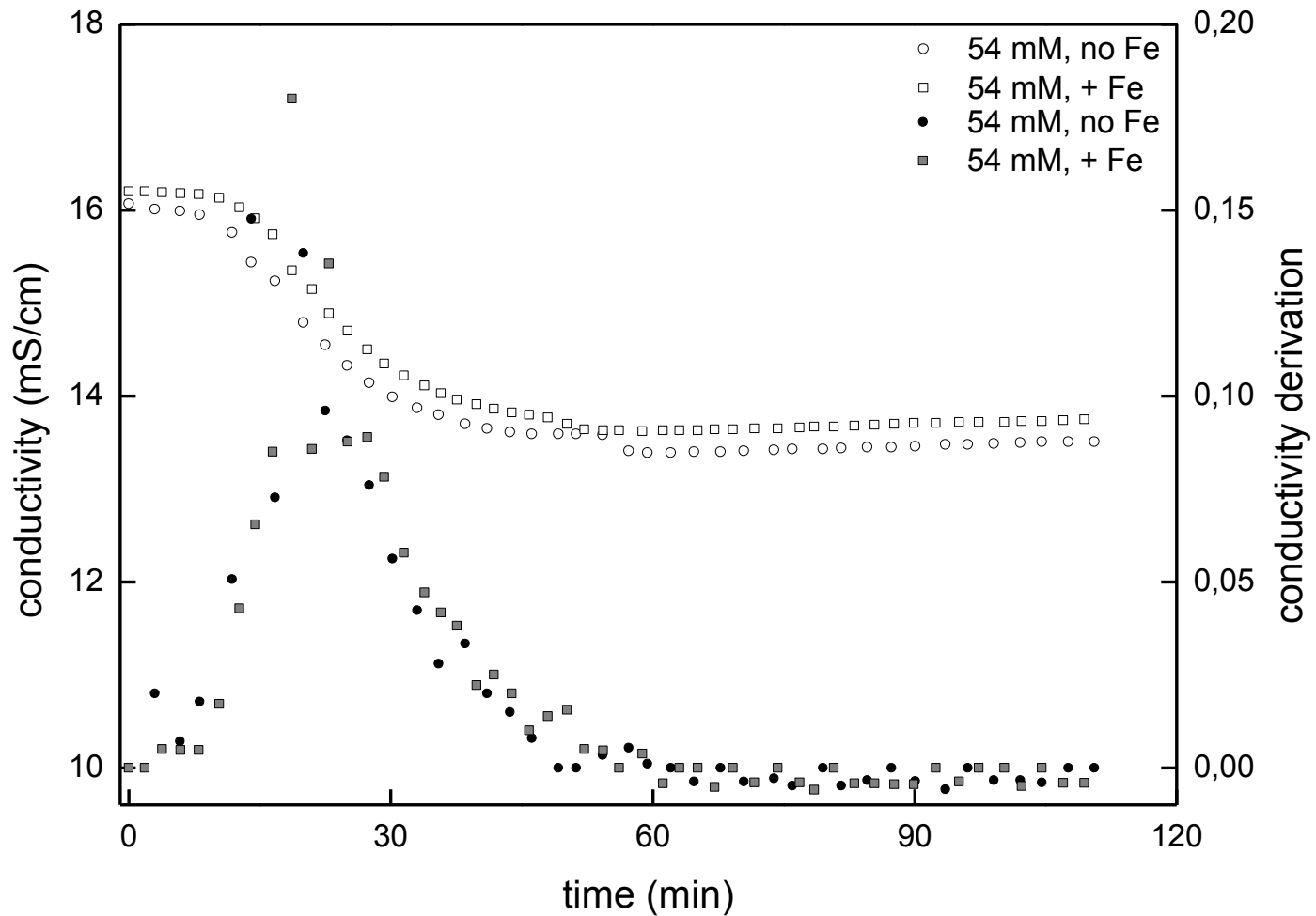
Modelový roztok – sklenicové zkoušky



[Modelový roztok - RO]

- Koncentrace CaSO_4 v roztocích 36 a 54 mM, tj. přesycení 2x a 3x
- Přídavek železa 1 mg/l
- Použité membrány: Filmtec BW30-XLE
- Plocha membrány 22,9 cm²
- Pracovní tlak 7 bar
- Měřena konduktivita, průtok permeátu, indukční doba krystalizace
- Pokles permeačního výkonu

Modelový roztok - RO



Výsledky

- Indukční doba v řádu desítek minut, přídavek železa ji zkracuje
- Při vysokých koncentracích (krátká indukční doba) – vliv železa mizí
- Vliv železa – 1) nezávislý na dávce, 2) nezávislý na pH! = netvoří se nukleační jádra
- Pro separace byly použity nižší koncentrace v roztocích (krystalizace nastává dříve), ale efekt je obdobný

Závěr

- Přítomnost Fe v přesyceném roztoku CaSO_4 ovlivní krystalizaci
- Krystalizace při membránové separaci je NEŽÁDOUCÍ (pokles výkonu)
- Předúprava čištěné vody
 - odstranění železa
 - dávkování antiscalantu