



Vysoká škola chemicko technologická v Praze
Ústav chemie ochrany prostředí

Zpracování průsakových vod z popílkoviště pomocí reverzní osmózy

M. ŠÍR, M. PODHOLA, T. PATOČKA, Z. HONZAJKOVÁ, P. KOCUREK

Cíl práce

- Aplikace technologie reverzní osmózy pro zpracování průsakových vod z odkaliště
- Laboratorní experimenty, stanovení hraničních podmínek, optimalizace procesu
- Poloprovozní experimenty

Popis lokality

- Odkaliště náležící elektrárenskému komplexu Prunéřov
- Pro ukládání škváry, popílku a produktů odsíření spalin

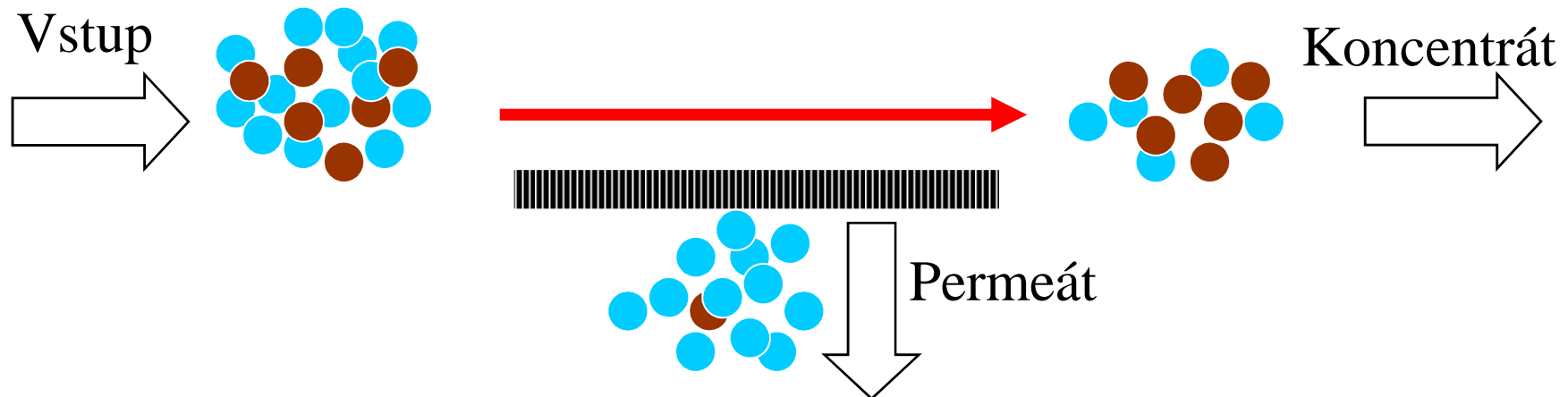




Charakteristika průsakových vod

- Složení: RAS = 3300 mg/l
CaSO₄ = 2700 mg/l
(1,3x přesycený roztok)
pH = 8
Fe, Mn, Si (problematické)
- Produkce: desítky m³/h

Reverzní osmóza (RO)



- Dělení roztoku na koncentrát a permeát pomocí semipermeabilní membrány
- Rozdíl tlaků na vstupní a permeátové straně

Aplikace reverzní osmózy (RO)

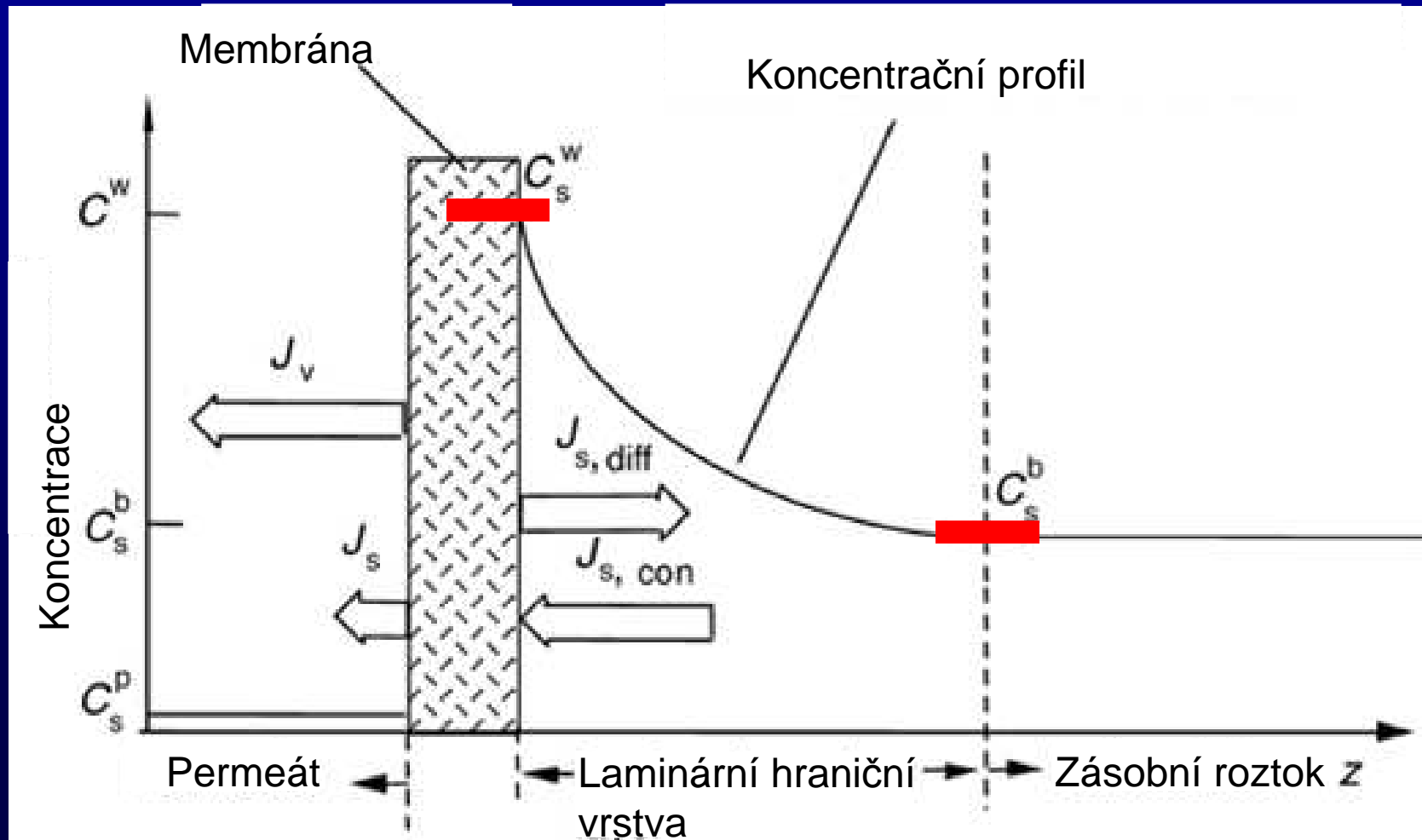
- Odstranění průsaků + zisk produktu – permeátu
- Moderní technologie, energeticky úsporná, patřící k BAT
- Pozitivní reference ze zahraničních aplikací

Koncentrační faktor

$$c_f = \frac{V_o}{V_K}$$

Permeabilita pro složku x

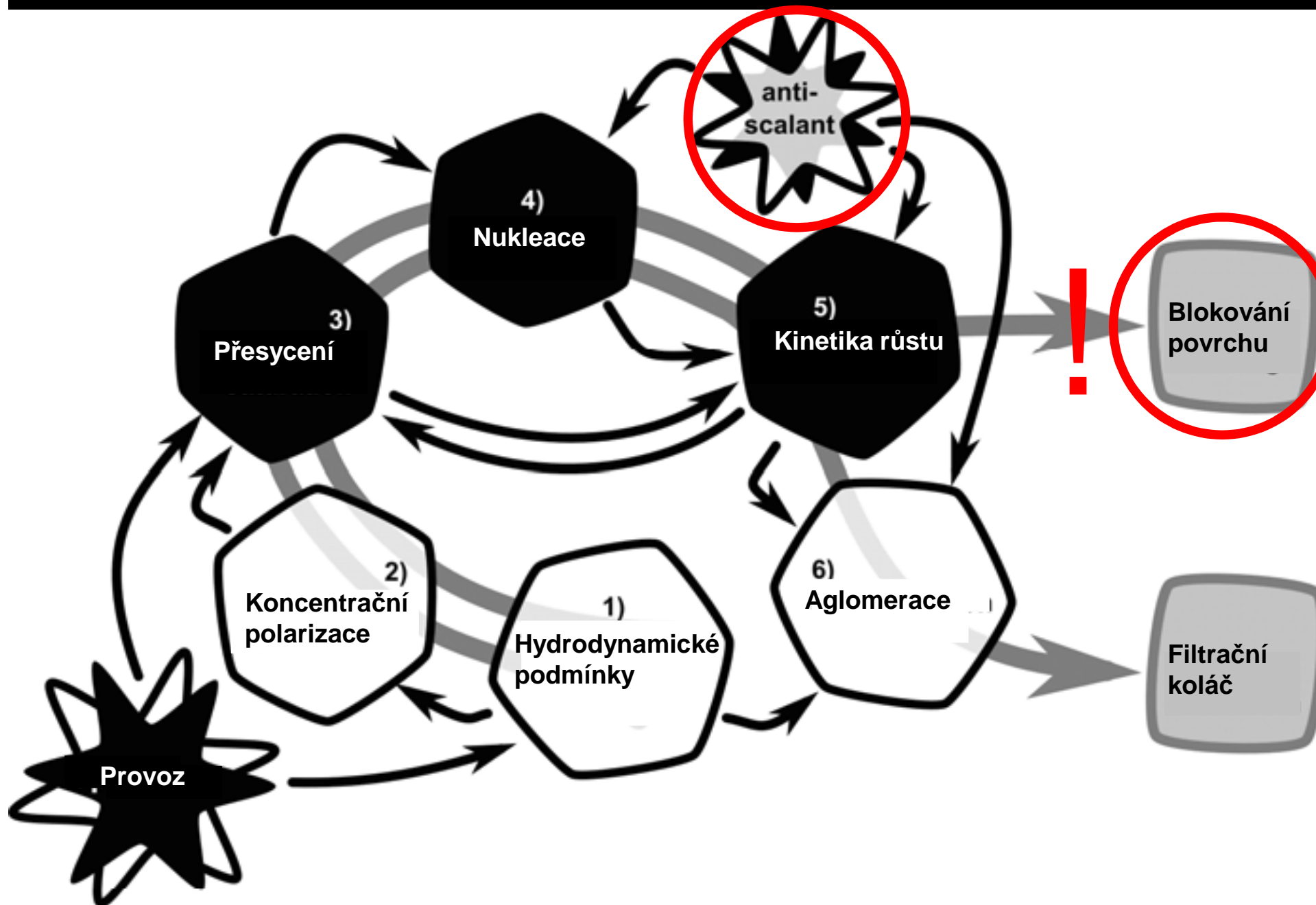
$$P_x = 100 \frac{c_{Px}}{c_{Vx}}$$



Supersaturace

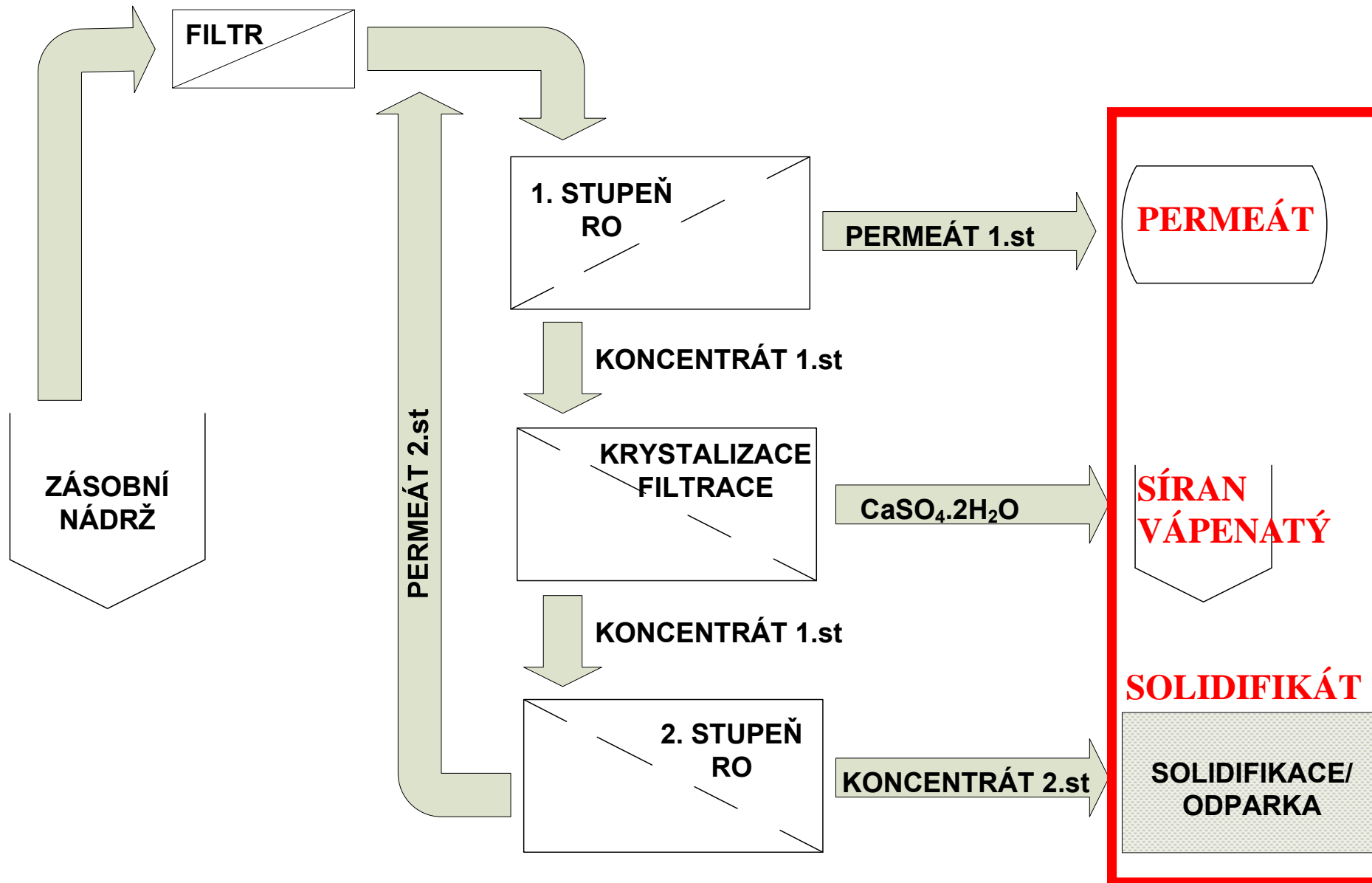
- CaSO_4 – 6 krystalických forem, za podmínek separace vzniká $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, „snadno“ tvoří přesycené roztoky
- Při cca 4-násobném přesycení – přechod z heterogenní na homogenní nukleaci – kritické přesycení

Přesycení	Indukční doba při 20°C (s)	Indukční doba při 30°C (s)
3	9100	3600
6	800	270
12	95	45



Laboratorní testy

- Zaměřené na redukci objemu průsakových vod – dvoustupňové uspořádání s vřazenou krystalizací
- Zařízení LAB M20 pro zpracování cca 30 l/h
- Deskový modul
- Objem vsádky: 40 l
- Provozní tlak: 2 MPa
- Koncentrační faktor: $cf = 4$



Poloprovodní testy

- Zařízení MT-POL 4040 pro zpracování cca 300 l/h
- Spirálně vinutý element
- Objem vsádky: 500 l
- Objem pro semi-kontinuální: 2000 l
- Provozní tlak: 1,5 MPa
- Koncentrační faktor: $c_f = 5$



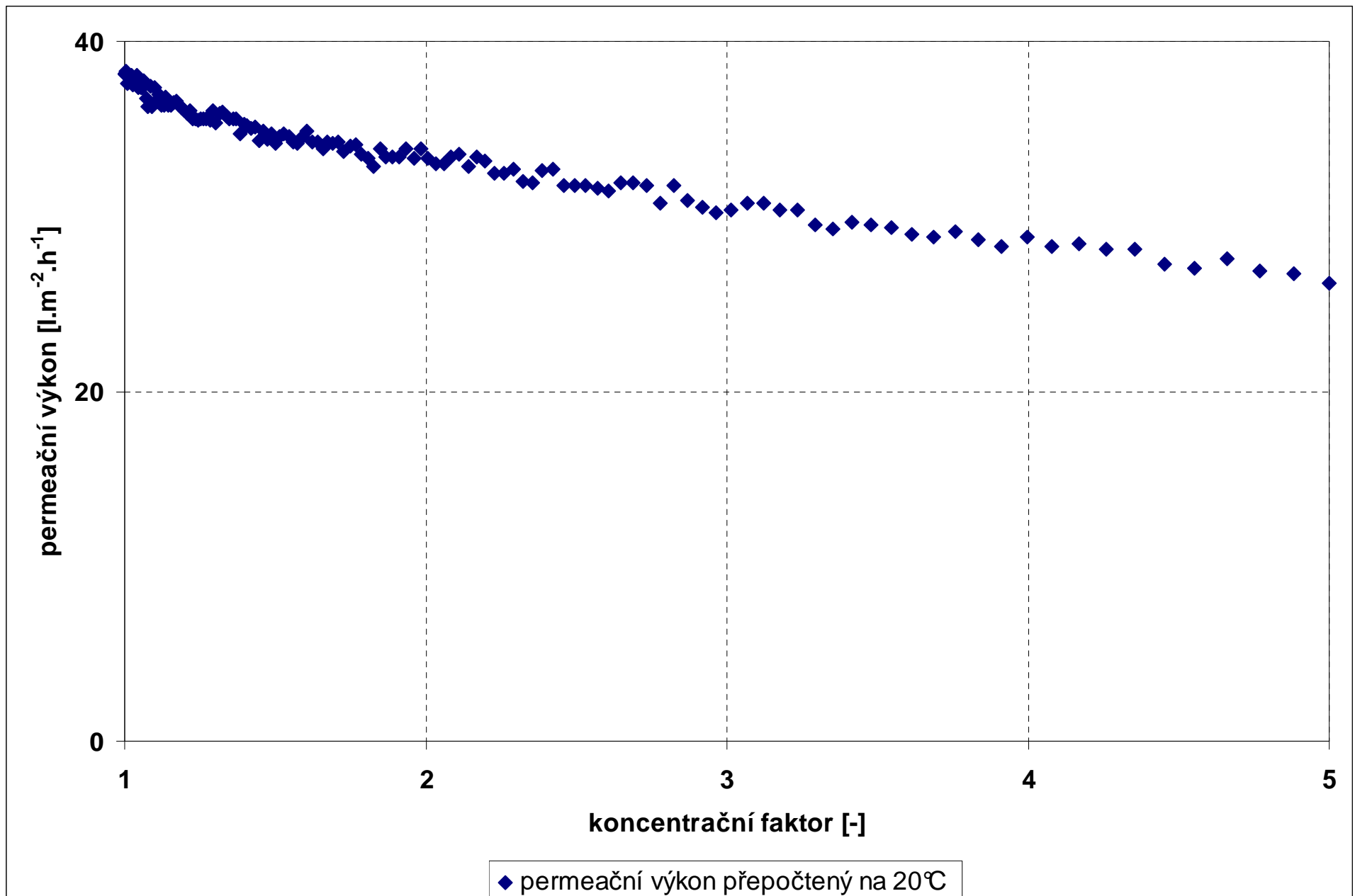


Výsledky

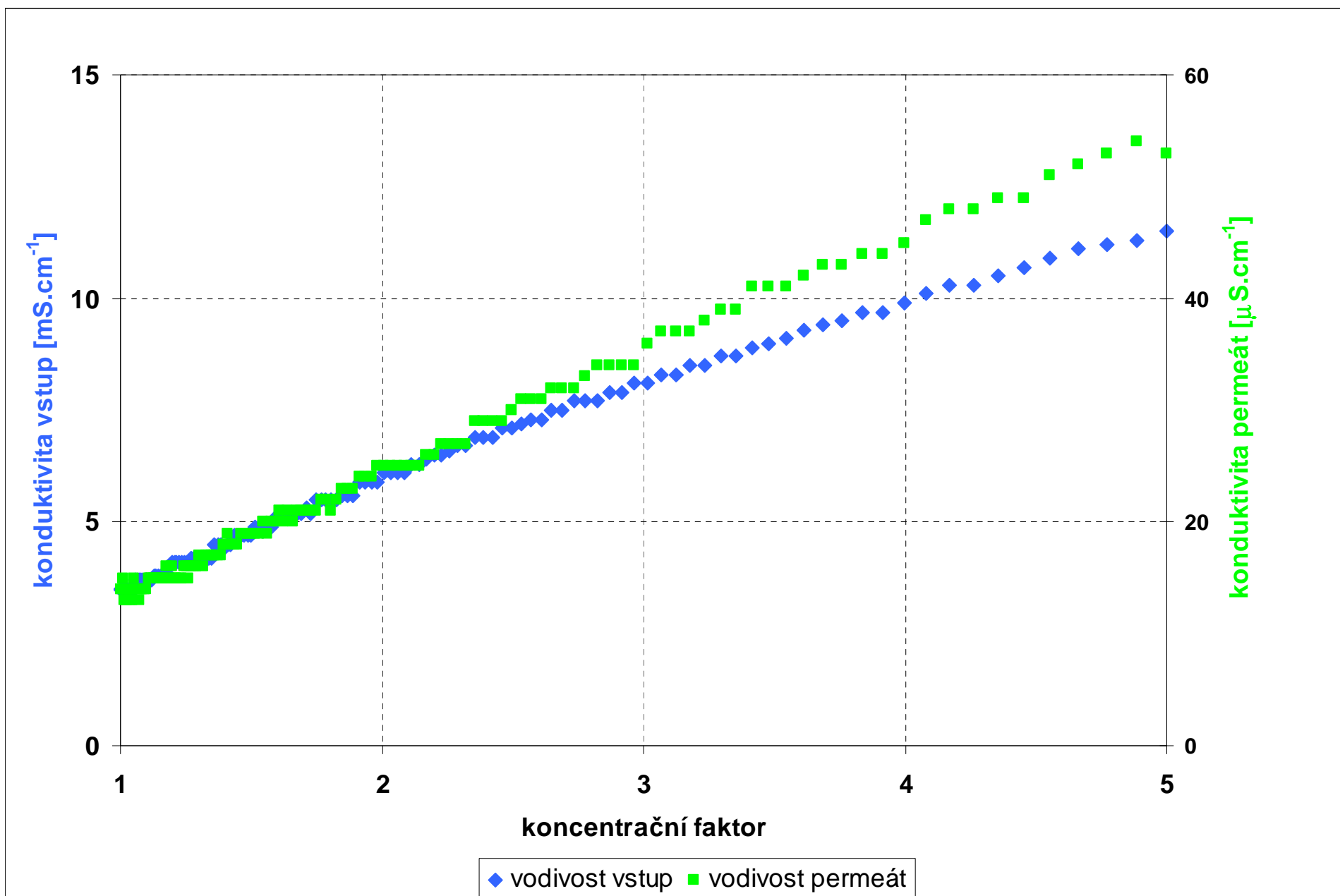
- Analýzy technologických proudů - posouzení účinnosti separace a kvality permeátu
- On – line měření parametrů – zhodnocení průběhu separačního procesu a účinnosti čištění
- Doplnující laboratorní testy – limity procesu

Parametr	Jednotka	Vstup	Permeát	Účinnost odstranění (%)	Koncentrát
SO ₄ ²⁻	mg/l	2150	1,6	99,9	5500
Cl ⁻	mg/l	240	<7,0	>97,1	950
NO ₃ ⁻	mg/l	3,5	<1,0	-	10
TIC	mg/l	8,0	<1,0	-	55
Ca	mg/l	550	0,5	99,9	2100
Mg	mg/l	220	<1,0	>99,5	1150
Na	mg/l	95	2,3	97,6	720
K	mg/l	35	<1,0	>97,1	140
Si	mg/l	4,2	<1,0	-	16
Mn	µg/l	3,5	<0,25	-	15
Fe	mg/l	<0,5	<0,5	-	<0,5
TOC	mg/l	<1,0	<1,0	-	<1,0
Konduktivita	µS/cm	3700	28	99,2	11800
pH	-	7,9	6,7	-	7,6

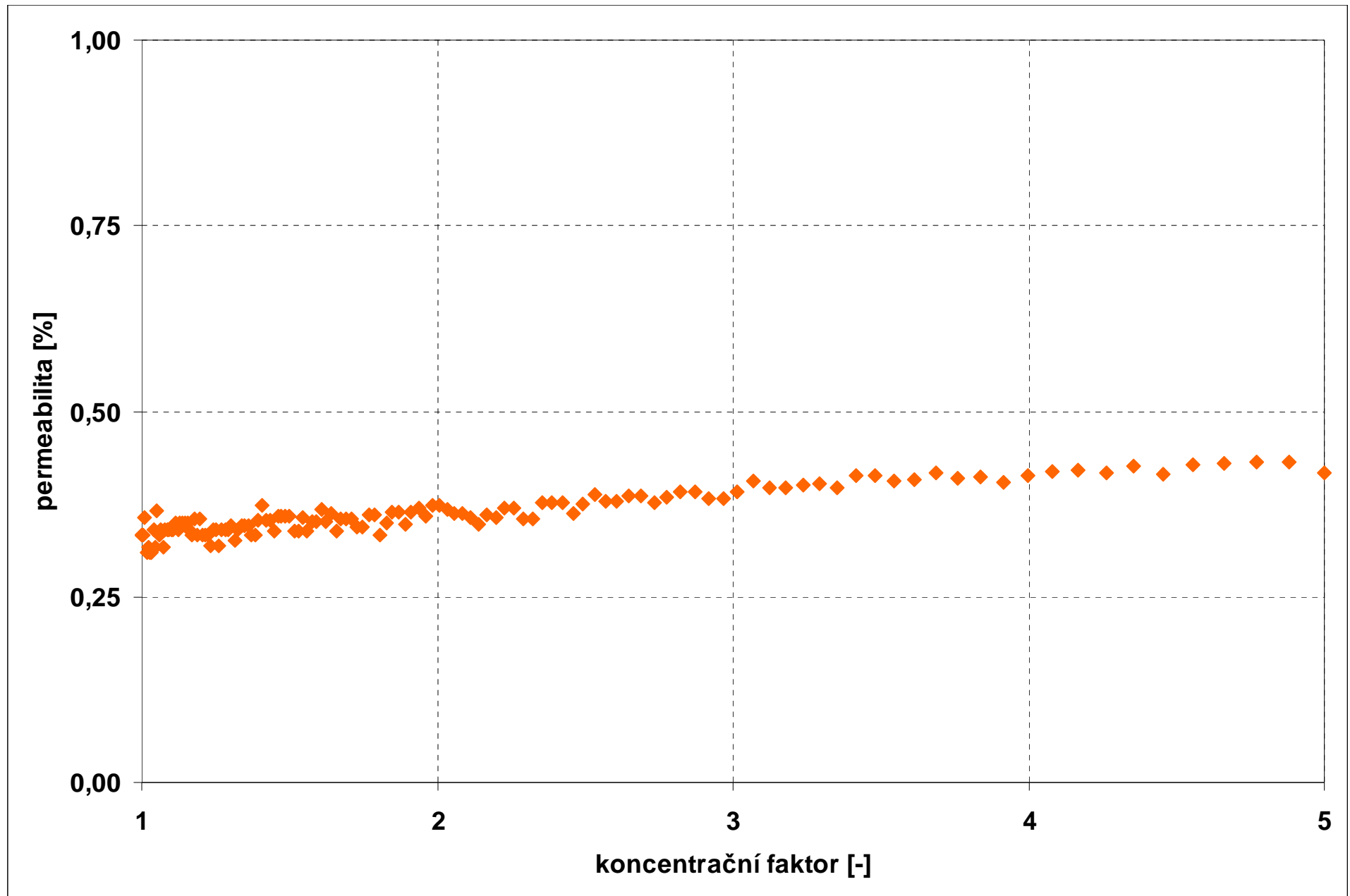
Závislost permeačního výkonu na koncentračním faktoru



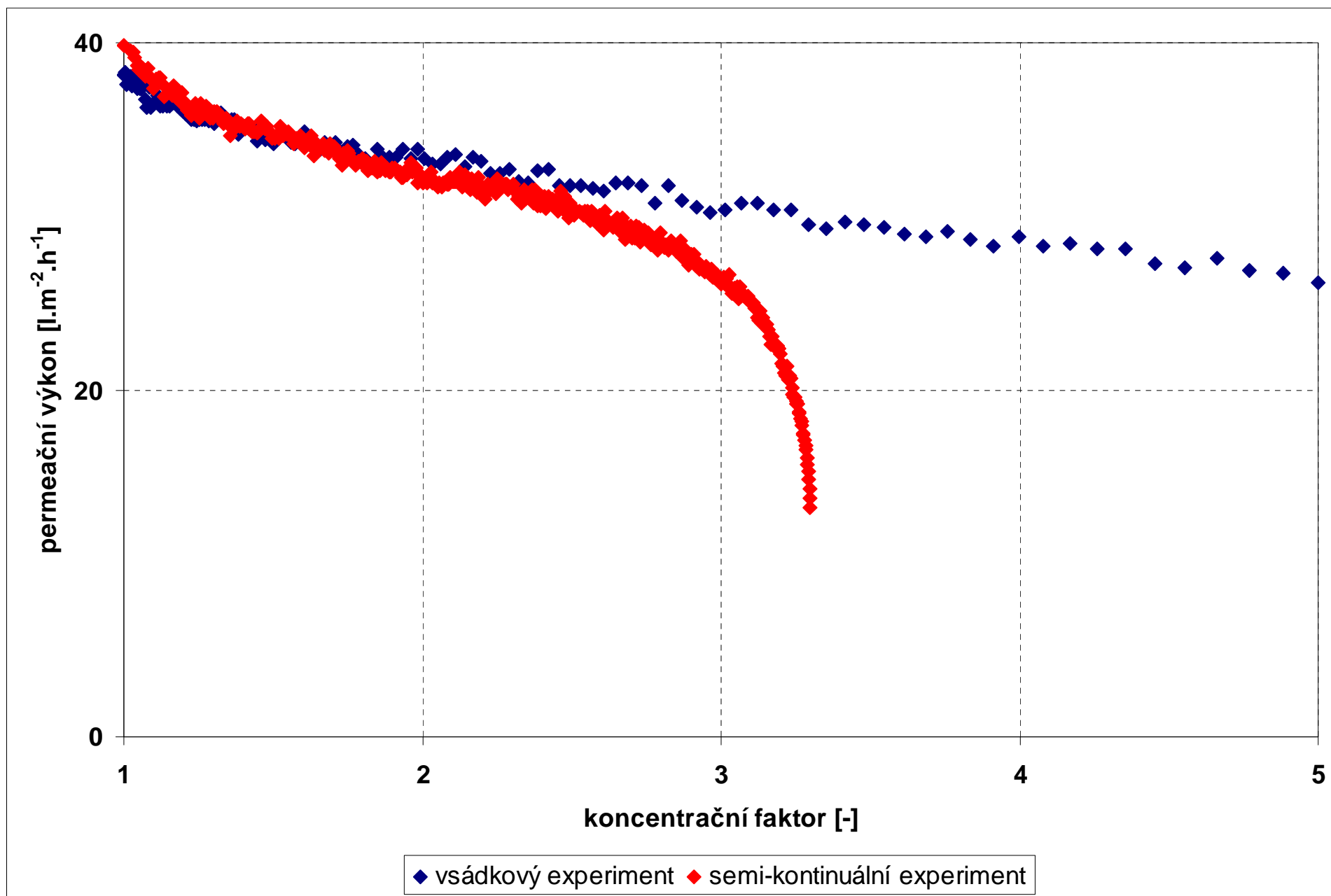
Závislost měrné vodivosti na koncentračním faktoru



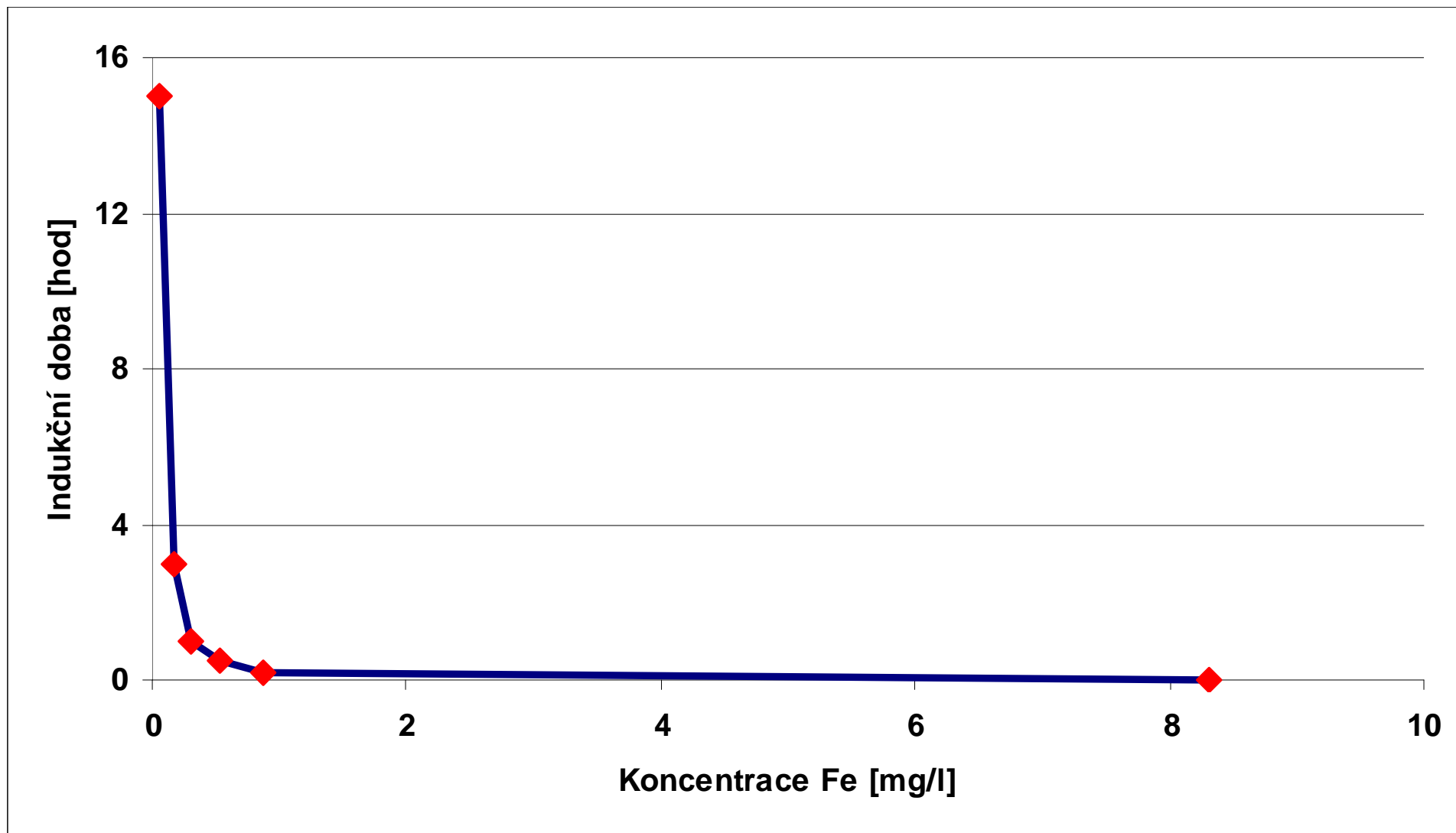
Závislost permeability na koncentračním faktoru



Závislost permeačního výkonu na koncentračním faktoru



Závislost indukční doby krystalizace $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ na množství přidaného Fe



Závěr

- Průměrná míra odstranění solí byla nad 99%, Ca a SO_4^{2-} 99,9%.
- Redukce objemu v dvoustupňovém uspořádání byla 94%, při poloprovozním 80%.
- Měrná vodivost produkovaného permeátu byla 28 $\mu\text{S}/\text{cm}$, cca desetina oproti čířené vodě z Ohře.
- Nutný individuální přístup k vstupní vodě v závislosti na minoritních složkách a předpokládané teplotě zpracování, nutnost předvídat nestandardní stavy!!!
- Ověření dlouhodobé stability v poloprovozních podmínkách.



Děkuji za pozornost

Příspěvek byl připraven v rámci výzkumu realizovaného s podporou projektu

MSM6046137308.