



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Ústav pro nanomateriály, pokročilé
technologie a inovace



PODPORA ŽELEZNÝCH NANOČÁSTIC ELEKTRICKÝM PROUDEM – LABORATORNÍ TESTY

TA01021304

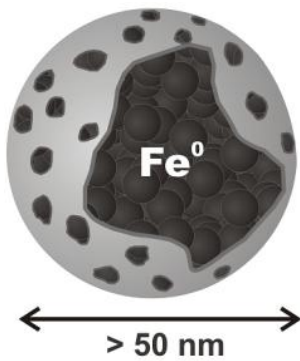
J. Nosek, L. Cádrová, M. Černík
J. Hrabal, M. Sodomková

Sanace pomocí nZVI

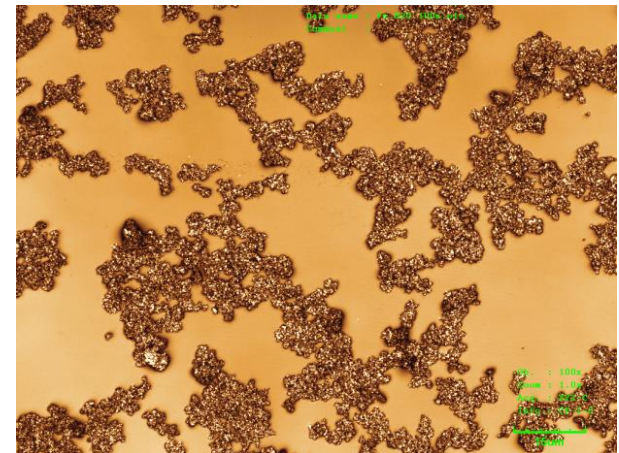
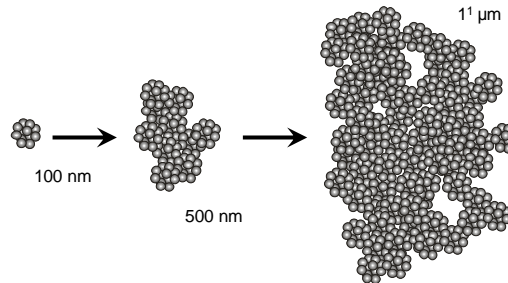
- Ekologicky šetrná sanační metoda
- Hlavní inovativní prvky nZVI
 - *Vysoká reaktivnost*
 - *Mobilita horninovým prostředím*
- Realita
 - *Omezená migrace horninou*
 - *Zvýšit a prodloužit reaktivnost*



Hledání možných vylepšení

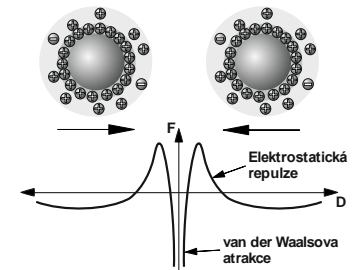
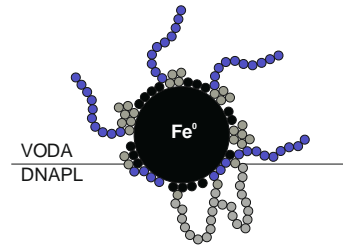


VS

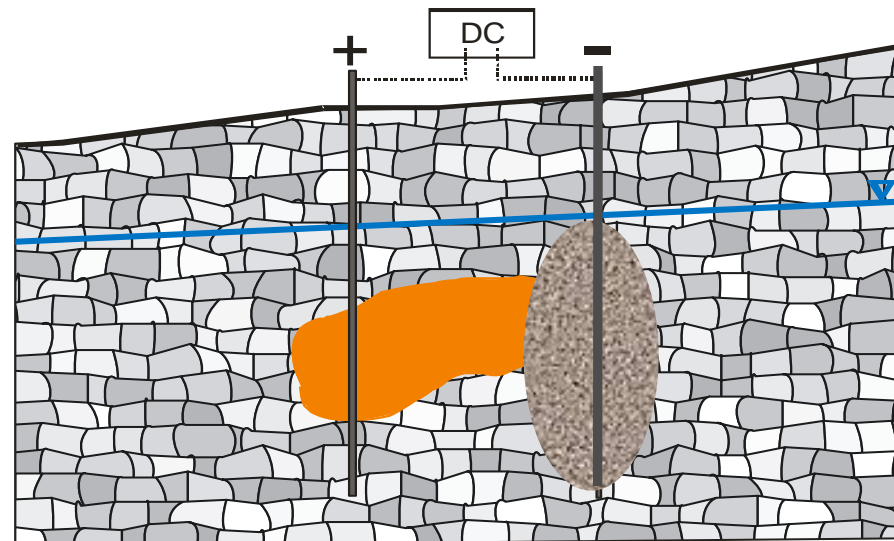


Sanace pomocí nZVI

- Zlepšení vlastností nZVI
 - „Standardní“ způsob: *povrchová modifikace* (tenzidy, oleje, škroby, surfaktanty, *anorganická modifikace*)



- *Přizpůsobení prostředí (pomocí elektrického proudu)*



- Motivace

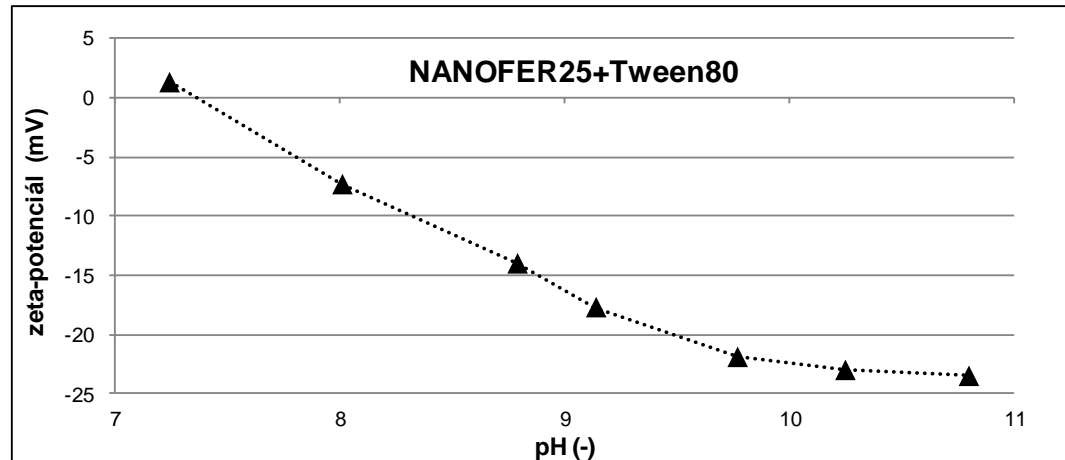
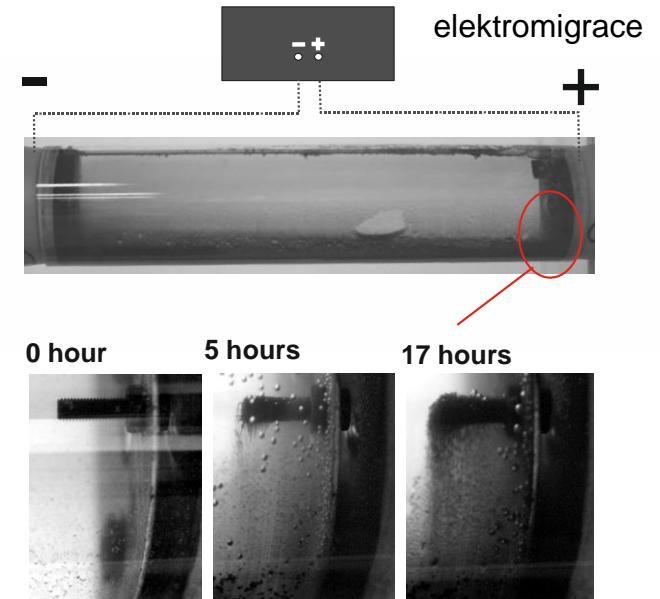
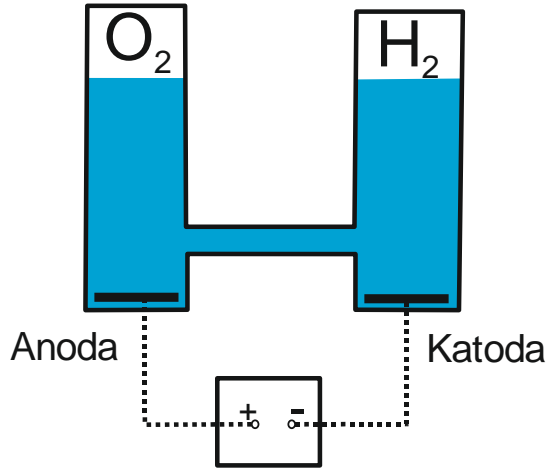
- *Migrace – ADAMS, A. (2006): Transport of Nanoscale Zero Valent Iron Using Electrokinetic Phenomena.*
- *Reaktivita – LUOA, H. a kol. (2010): Prevention of iron passivation and enhancement of nitrate reduction by electron supplementation.*

-  Laboratorní testy

- *Kolonové testy (migrace nZVI při aplikaci el. proudu)*
- *Reaktorové testy (reaktivita nZVI podpořená el. proudem)*

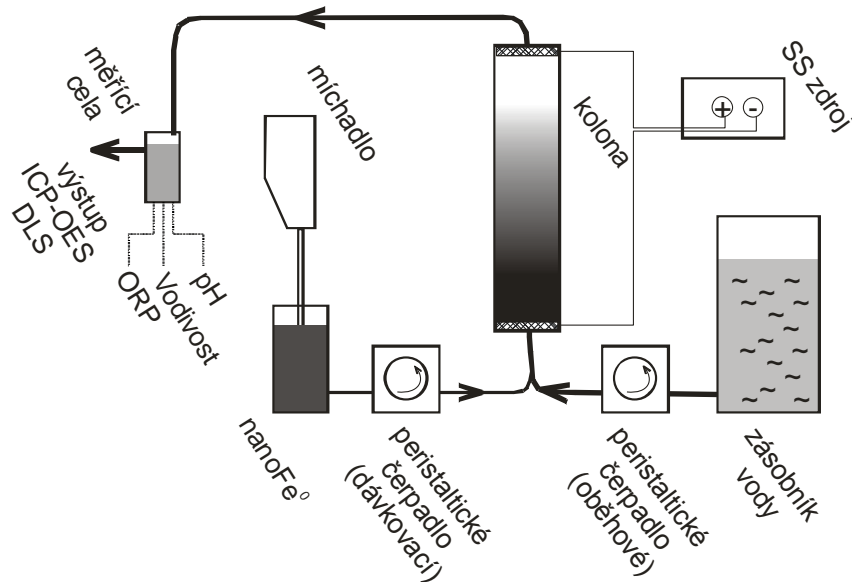
Migrace nZVI + el. proud

- Elektrokinetické mechanismy
 - *Elektroosmóza, elektromigrace*
 - ➔ *omezené účinky (potřeba velkých výkonů, omezený dosah)*
- Elektrolytický rozklad vody
 - *Vliv na zeta-potenciál nZVI*



Migrace nZVI + el. proud

- Kolonové testy s horninou
 - křemičitý písek ($k_f = 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$, $n_{ef} = 39\%$)
 - 2 kolony s různou polaritou napětí, 1 kolona bez ss proudu



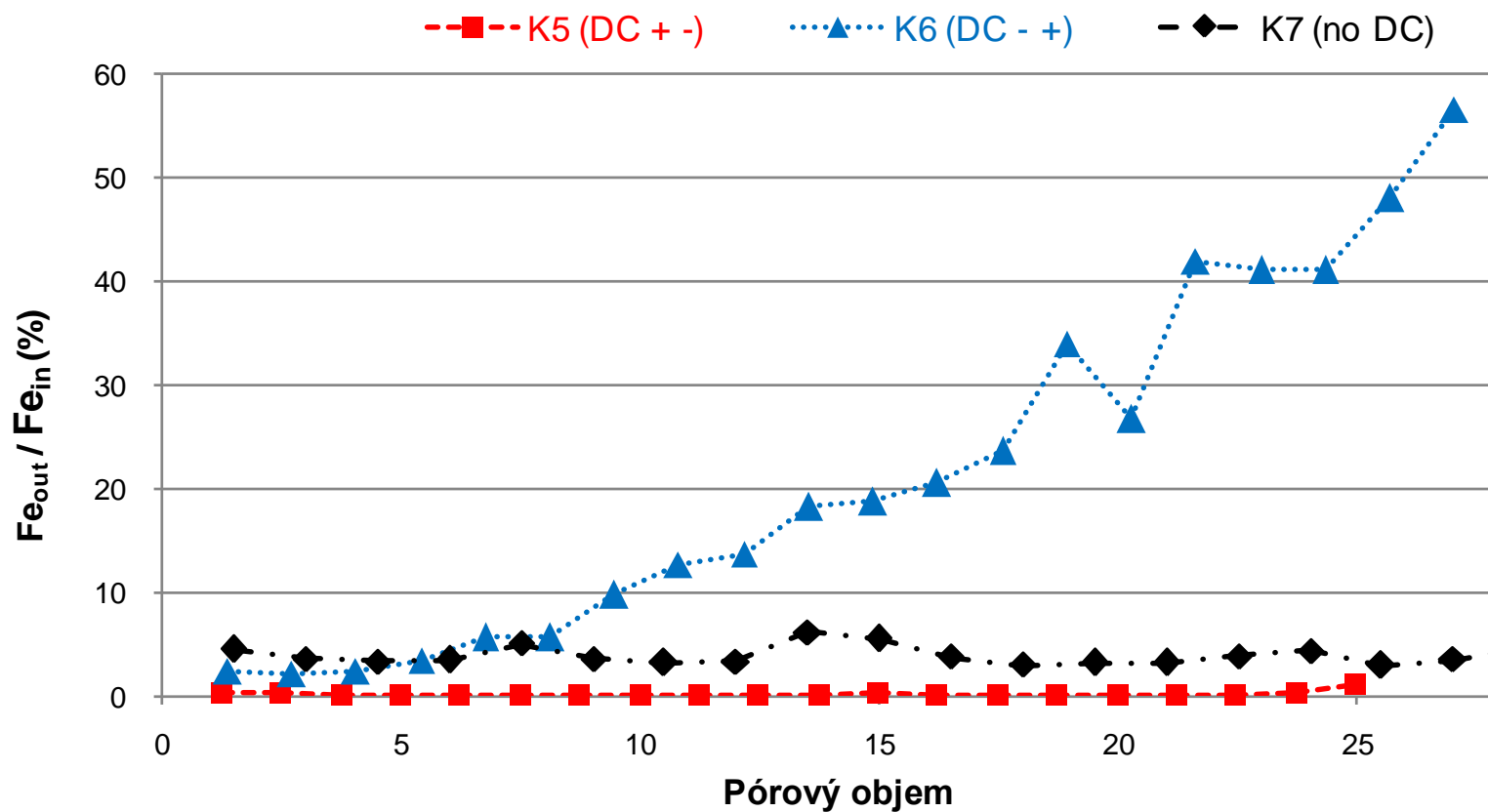
Kolona	SS zdroj	Polarita (spodní / svrchní elektroda)	Fe _{in} (mg/l)	Délka (cm)
K5 (DC+–)	30V / 7,6mA	+ / –	578	28,8
K6 (DC–+)	30V / 7mA	– / +	344	29,3
K7 (no DC)	0V / 0mA	-	163	29,7

Migrace nZVI + el. proud

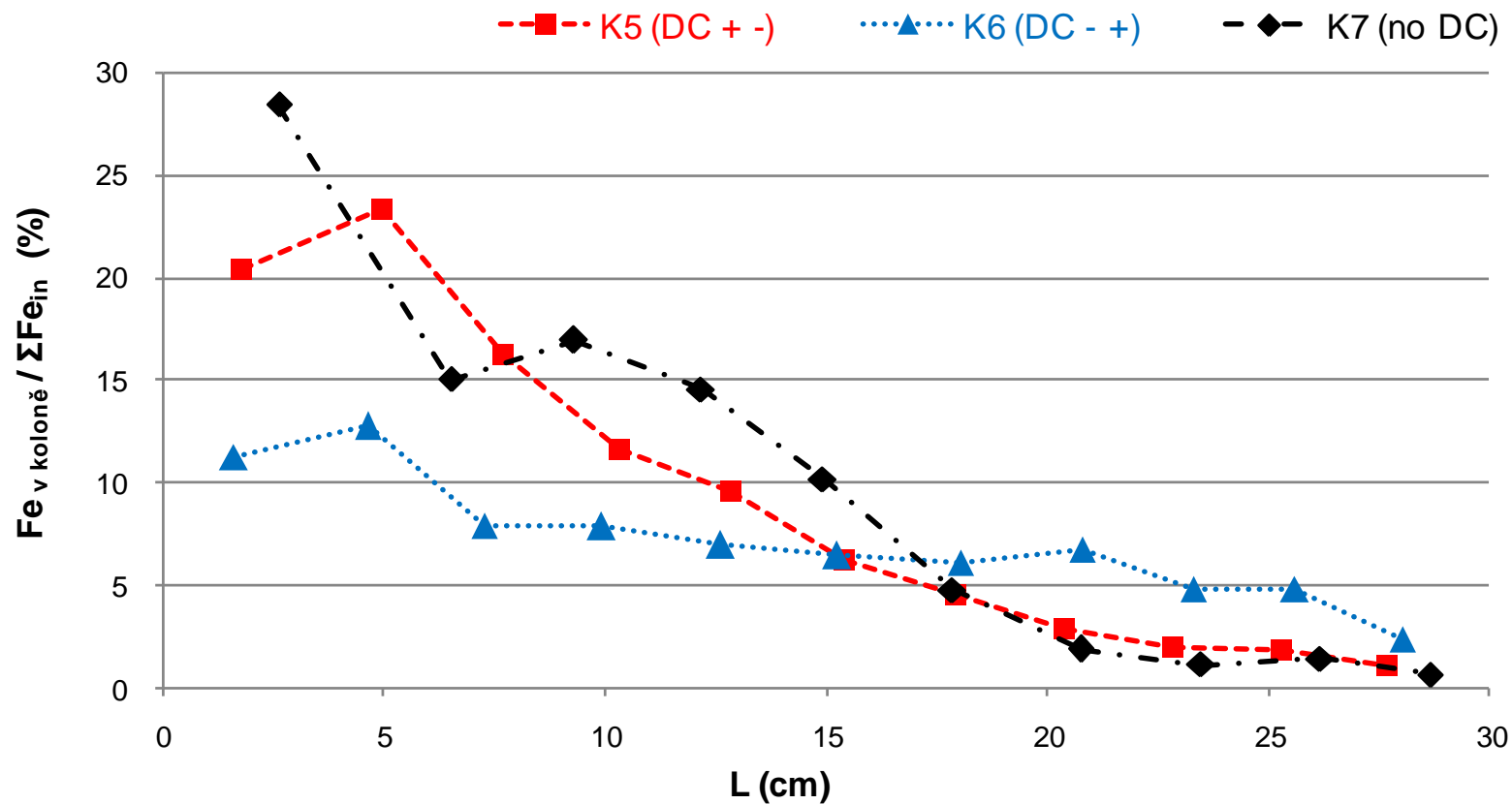
Kolonové testy s horninou

- Výstupní koncentrace Fe

Fe_{out} / Fe_{in}



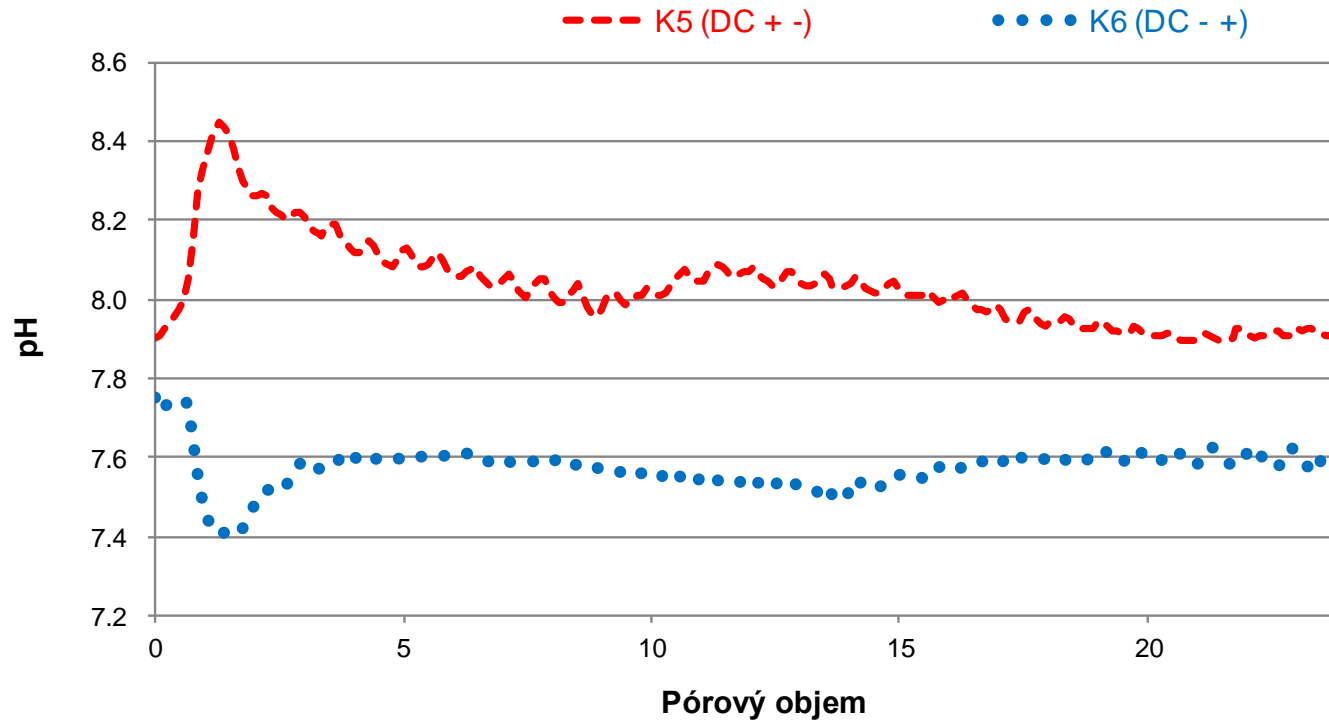
Rozložení Fe v koloně



Migrace nZVI + el. proud

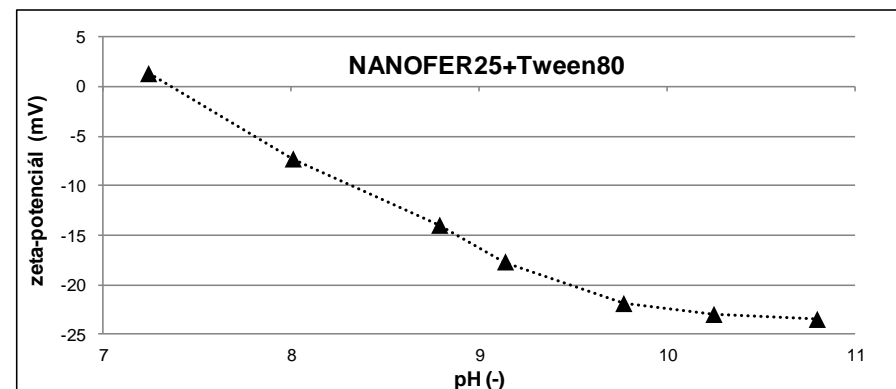
Kolonové testy s horninou

pH na výstupu z kolony



Zlepšení migrace nZVI

- vliv pH na zeta-potenciál
- odpuzování od záporné elektrody



Reaktivita nZVI + el. proud

- Reaktorové testy
 - *Studium rozkladu CLE v kontaminované vodě z lokality*
 - 1. pouze pomocí ss proudu (vysoké napětí, různé materiály elektrod)
 - 2. nZVI + el. proud
 - *Uzavřené míchané reaktory (2,5l), ocelové elektrody, pravidelné odběry, analýzy (pH, ORP, Vodivost, anionty, CLE)*



oddělené elektrodivé prostory
(iontová membrána)

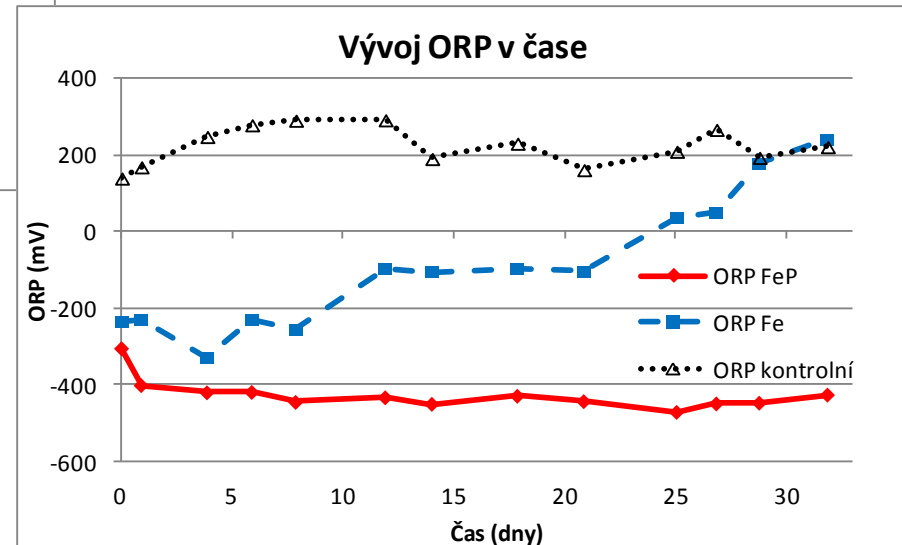
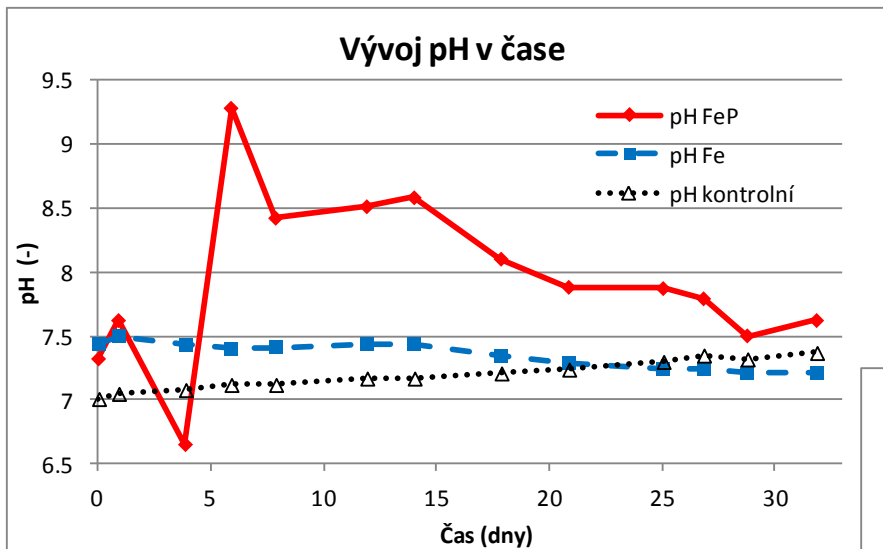


neoddělené uspořádání

Reaktivita nZVI + el. proud

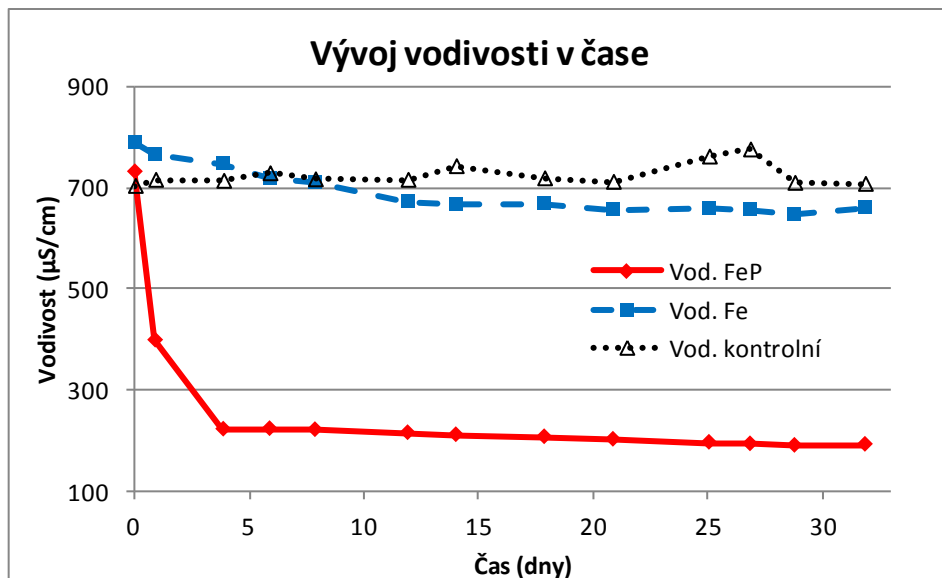
Reaktorový test (voda Hořice)

- Suma CLE 25 mg/l, cca 70% cis-1,2-DCE
- 3 míchané reaktory: **FeP** (nZVI+el.proud), **Fe** (nZVI), **Kontrolní**
- nZVI 0,5 g/l, ocelové elektrody, napětí 1 V/cm, 30 dní



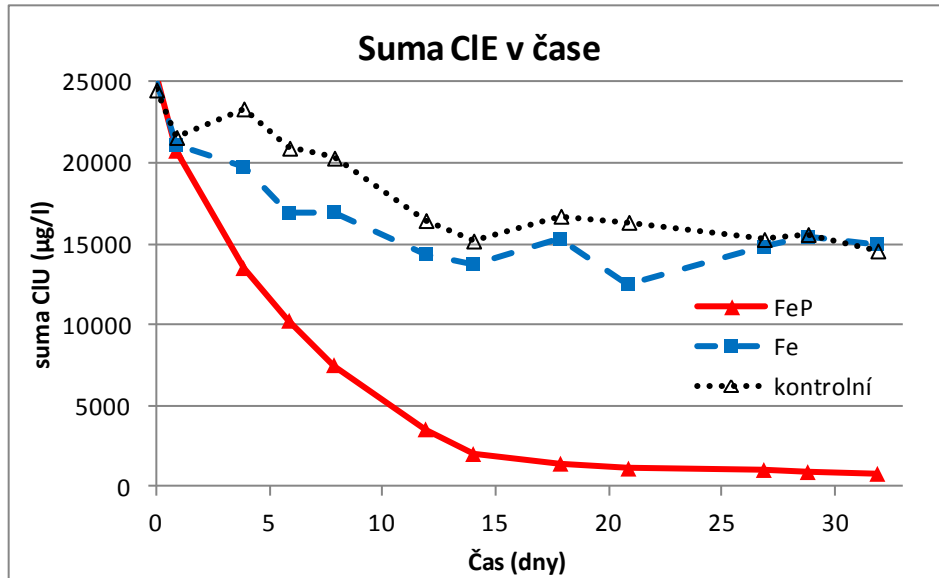
Reaktivita nZVI + el. proud

Reaktorový test (voda Hořice)



Čas (dny)	Sírany FeP (mg/l)	Sírany Fe (mg/l)	Sírany kontrolní (mg/l)
1	42,1	32,1	42,8
6	28,5	22,9	38,6
8	23,2	32,2	42,6
11	19,7	37,0	42,8
13	16,5	36,3	44,2

Reaktivita nZVI + el. proud

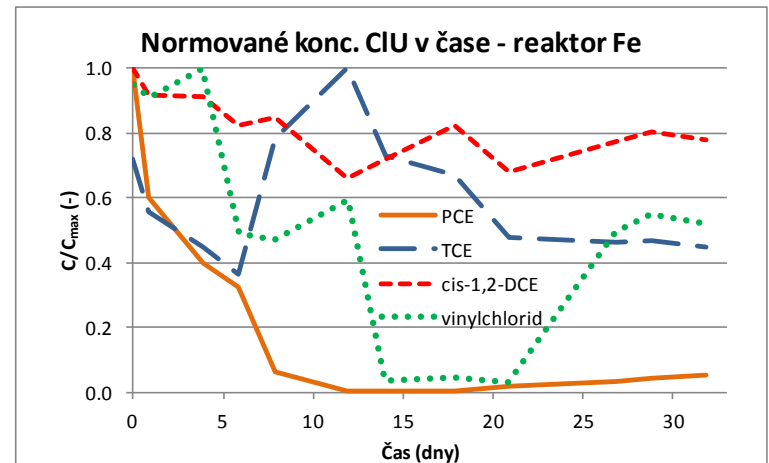
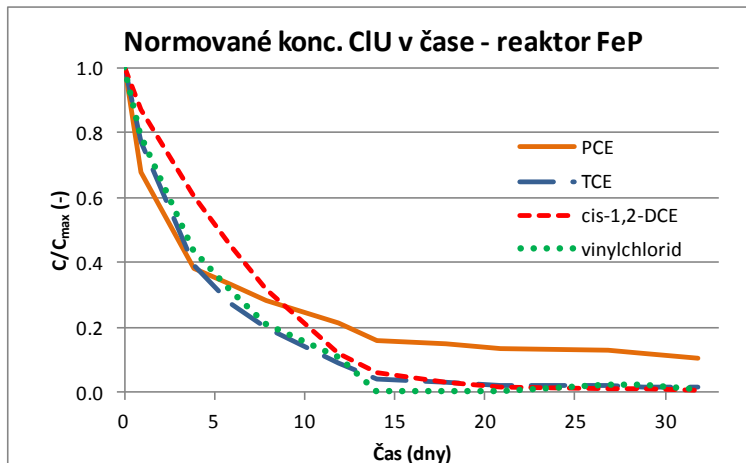


Reaktorový test (voda Hořice)

- při společné aplikaci nZVI a el. proud pokles sumy CIE o 97% (oproti cca 40% poklesu bez el. proudu)

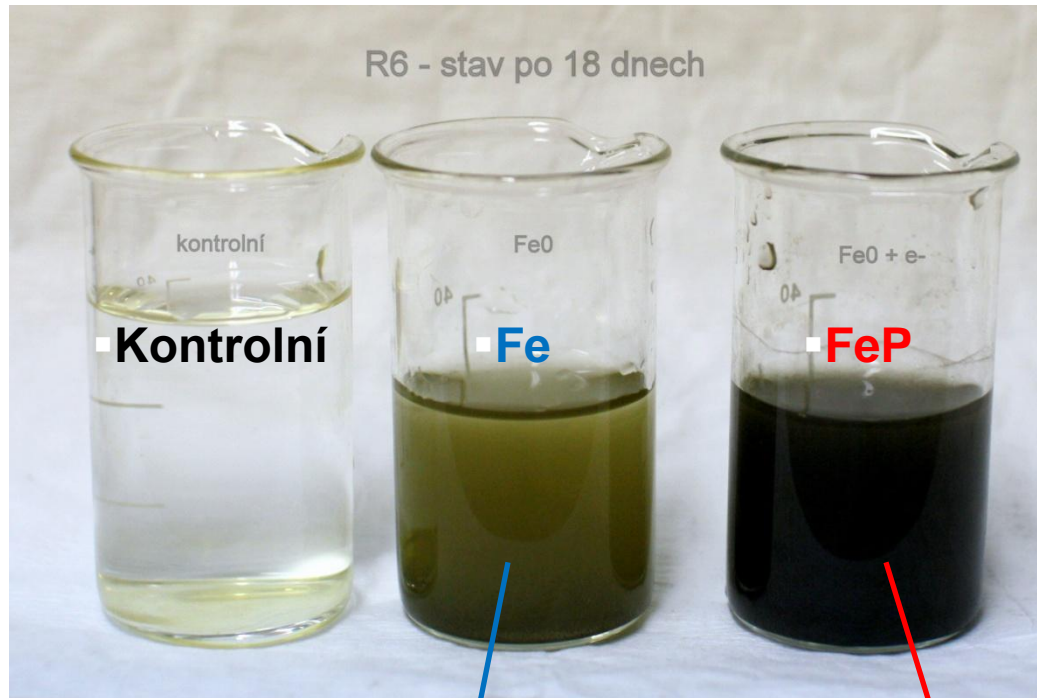
- celkem spotřeba 150 W/h

- odpovídá 4 W/den na 1 g nZVI



Reaktivita nZVI + el. proud

Reaktorový test (voda Hořice)



90% goethit
10% magnetit

80% magnetit
20% Fe(OH)₂

Závěr

- Migrace nZVI + el. Proud
 - Zlepšení migrace nZVI
 - Vliv pH na zeta-potenciál částic a odpuzování od záporné elektrody

- Reaktivita nZVI + el. Proud
 - *Efektivnější redukce ClE (zlevnění metody, pro stejnou účinnost stačí cca 1/3 nZVI)*

- Oba zjištěné mechanismy se ukazují být velmi nadějnými pro plné nasazení v provozu



Děkuji za pozornost.