



Praktické zkušenosti s použitím nanoFe při sanacích ekologických zátěží

J. Nosek

M. Černík

L. Lacinová



P. Hrabák

Š. Klímková

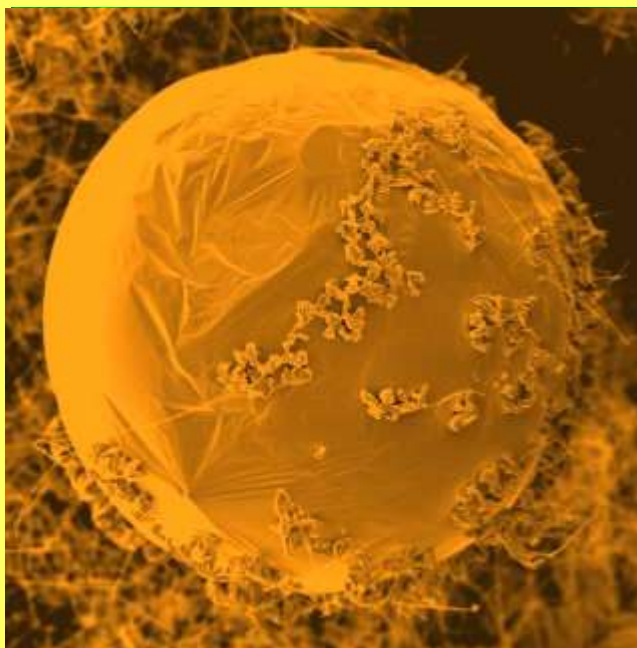
T. Pluhař

P. Kvapil (fotí)

Jak nejlépe zobrazit nanočástice?

- Mikroskopie? Ano, ale ne nano!
- TEM či SEM? Nereálné barvy!
- Obyčejná fotografie? Nejlepší!

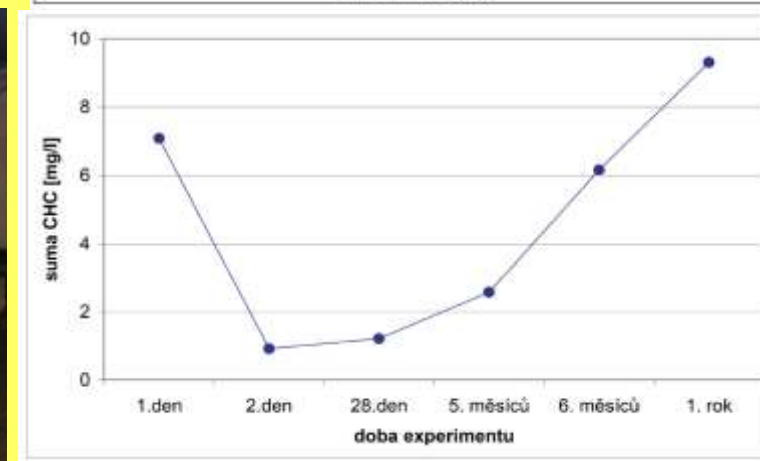
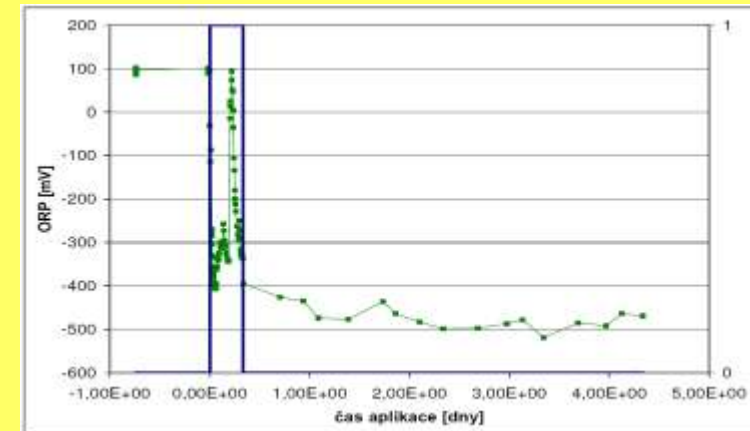
Metoda „nanoparticle image mutation“ Cameron Jones



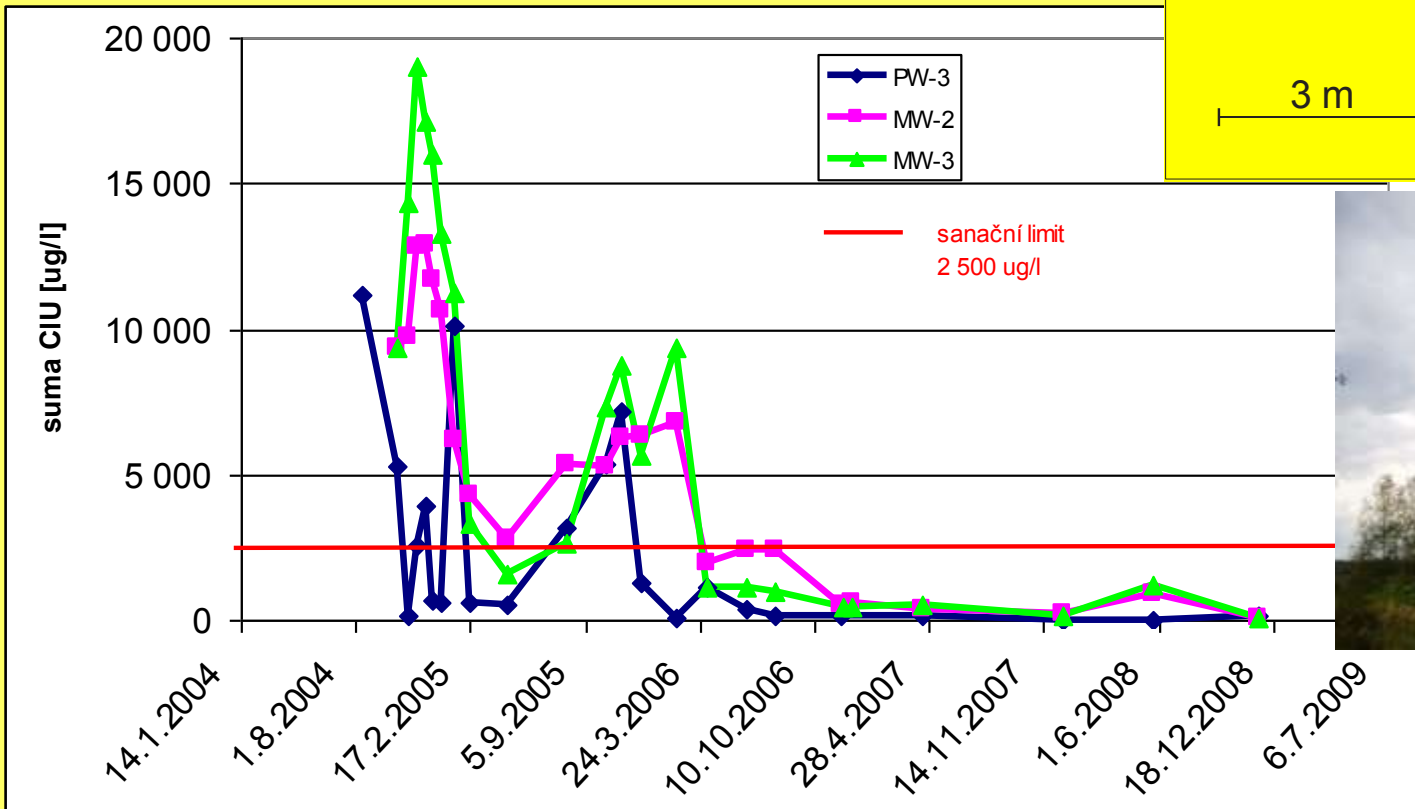
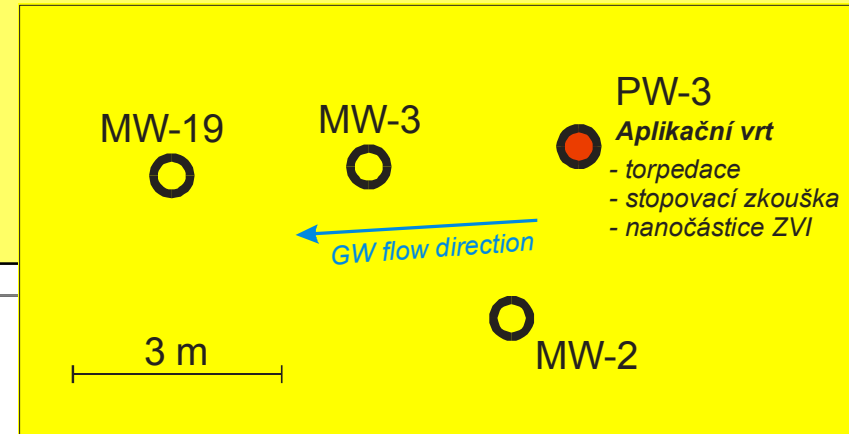
V roce 2004 došlo k první aplikaci nanoFe



- GOLDER
 - Pokles ORP, ox.
 - Vzrůst pH
 - Pokles CIU
- 6 měsíců



- První „opravdová“ pilotní aplikace
- Dlouhodobě vyčištěno!



kombinace
 nanoFe + laktát

Dnes: druhy nanočástic Fe

ZVI Material Name	Manufacturer
Cellulose stabilized NZVI	Auburn University
CIP-EQ	BASF
CIP-EW	BASF
CIP-HQ	BASF
CIP-HS	BASF
Connelly CC-1200	Connelly GPM Inc.
EZVI	Toxicological and Environmental Associates Inc.
EHC-M™	Adventus Americas Inc.
H-200	Hepure Technologies Inc.
HC-5	Hepure Technologies Inc.
HC-15	Hepure Technologies Inc.
H2OMet 56™	Quebec Metal Powders Ltd
H2OMet 414™	Quebec Metal Powders Ltd
H2OMet XT™	Quebec Metal Powders Ltd
Iron Metal	CERAC
ID-80	North American Hoganas Inc.
Metamateria A	Metamateria Partners
Metamateria B	Metamateria Partners
Metamateria C	Metamateria Partners
Micropowder S-3700™	International Specialty Products
NanoFe™	Lehigh Nanotech – dist. By PARS Environmental
NanoFe™ Slurry I	Lehigh Nanotech
NanoFe™ Slurry II	Lehigh Nanotech
NE-325	North American Hoganas Inc.
Peerless™ Iron Powder	Peerless Metal Powders and Abrasives
Polyflon Particles	Crane Polymetallix – dist. by Nanitech LLC
R-12	North American Hoganas Inc.
RNIP-10DS	Toda Corporation
RNIP-M2	Toda Corporation
Zloy™	OnMaterials LLC

■ Zhangovo nanoFe

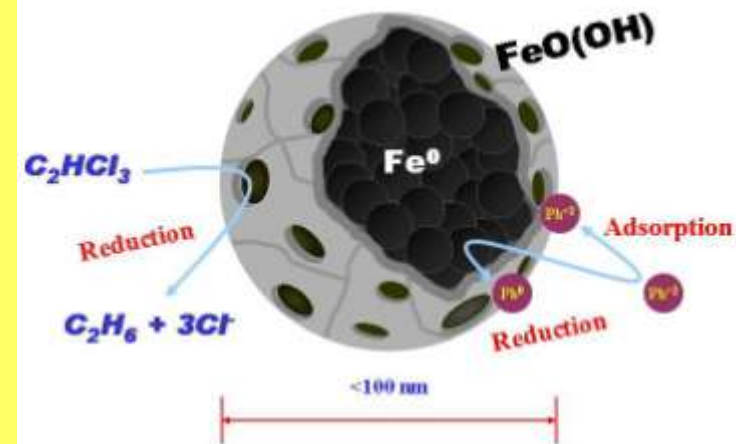
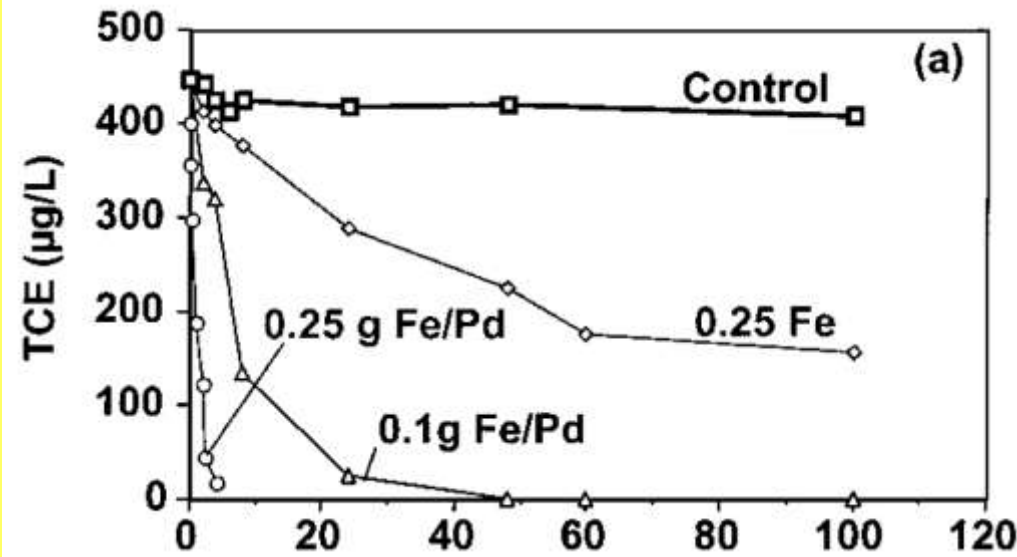
- Mokrou cestou (NaBH_4)
- Pd (0.1%)/ bez Pd
- Extrémní cena

■ TODA

- Suchou cestou v peci, MLETÍ
- Velkovýroba
- Povrchová stabilizace

■ NANO FER 25 (NANOIRON)

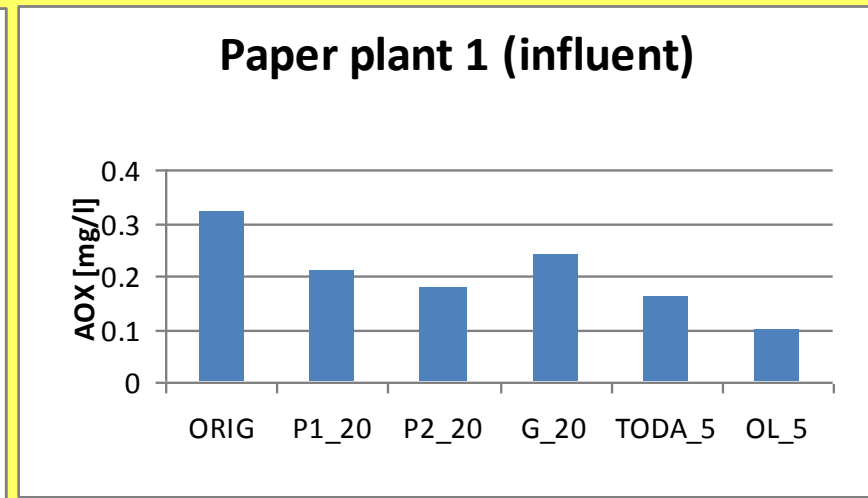
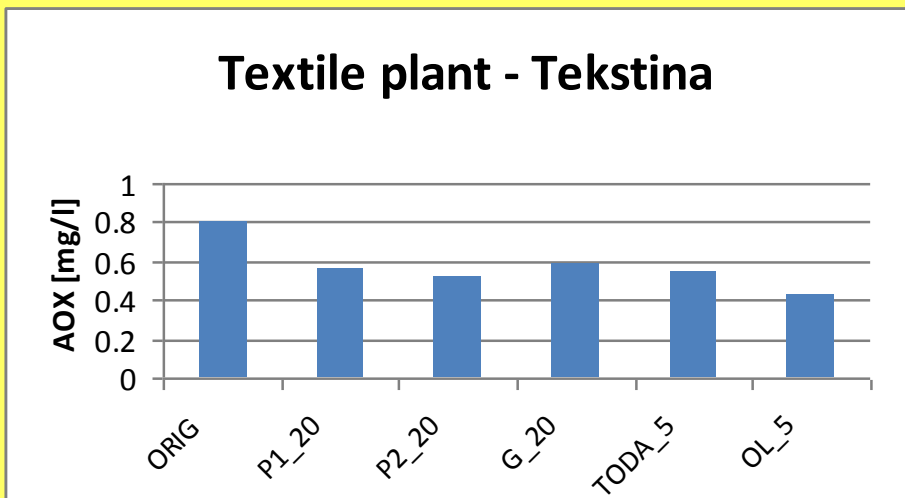
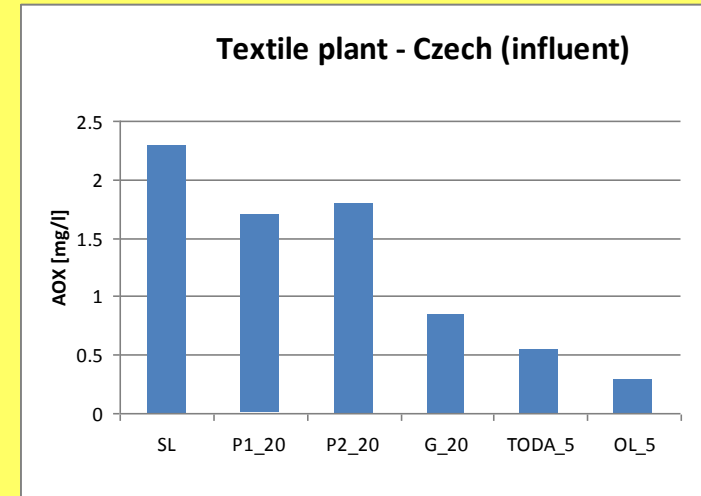
- Cílená core-shell struktura (AV ČR)
- Suchou cestou z prekursoru, bez mletí
- Lepší mobilita a reaktivita (viz Zbořil)

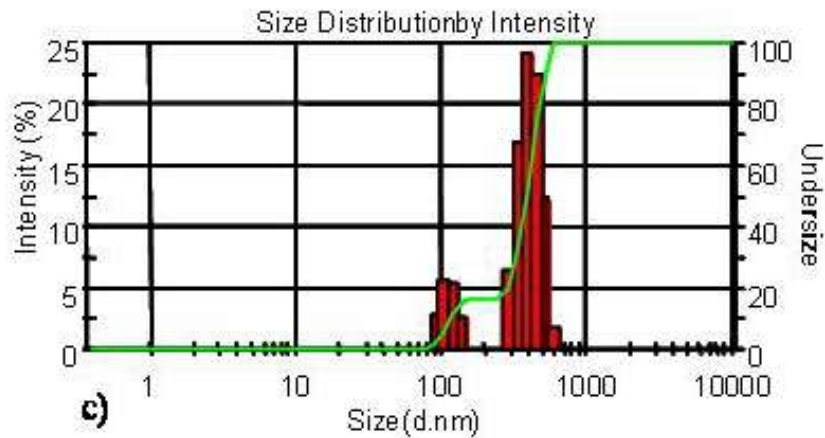


Porovnání Fe - AOX testy

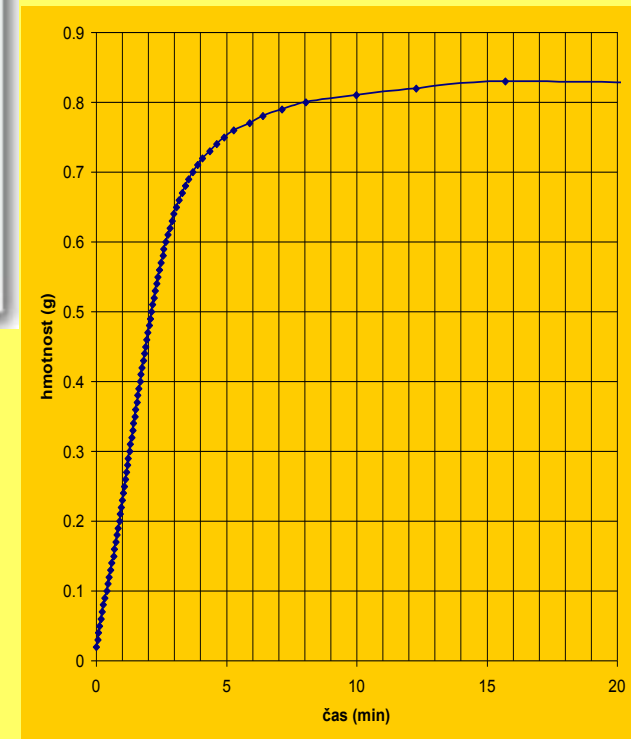
Podrobnosti Lederer

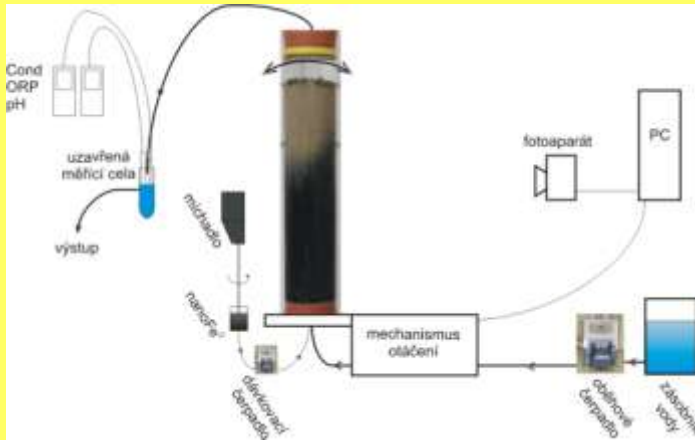
- FP7 – AQUAFIT4USE
- Výzkum AOX (halog. org. sloučeniny)
- 3 dny třepací zkoušky
- Porovnání Fe:
 - Powder 20 g/l, granular 20 g/l
 - TODA 5g/l, NanoFer 5g/l





SEDIMENTAČNÍ ANALÝZA (TODA)

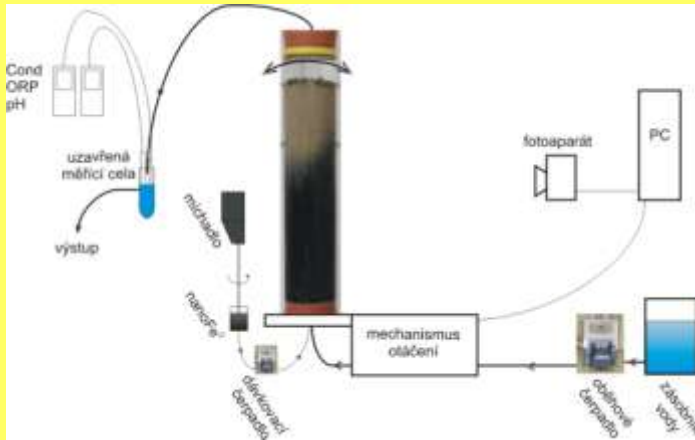




Migrace $\frac{1}{2}$ Vo

Nanofer 25 (tween80)



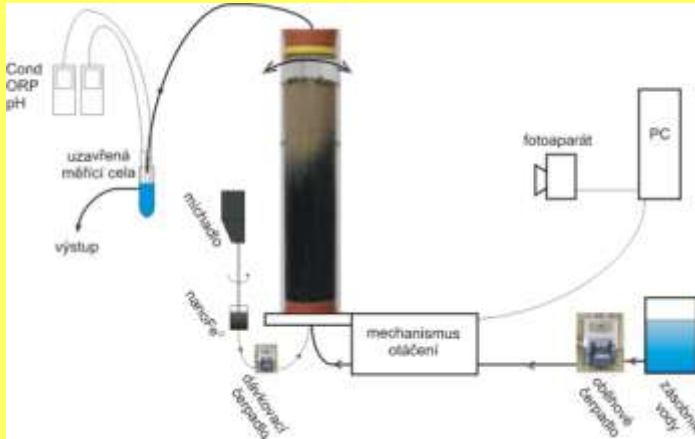


Migrace 2 Vo



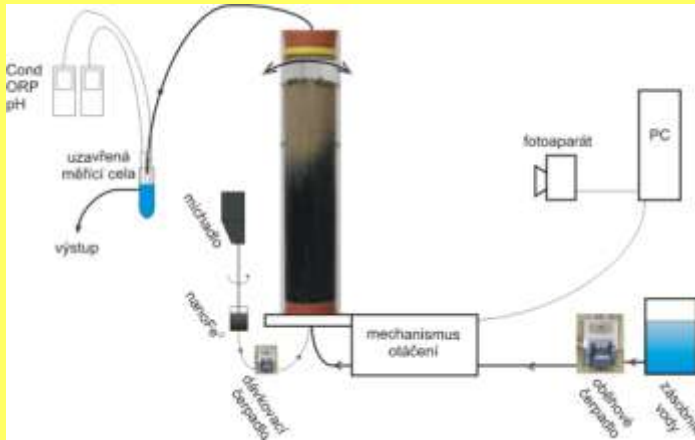
Migrace kolonou

Podrobnosti Nosek

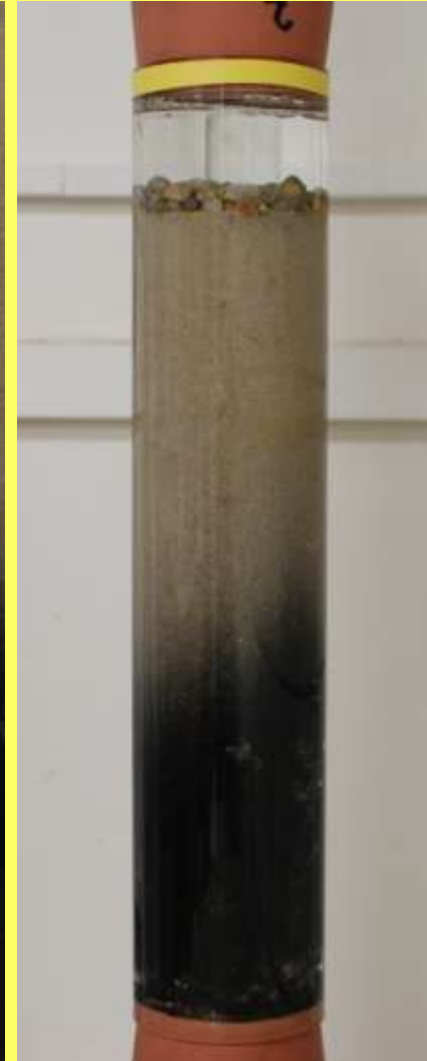


Migrace 11 Vo





Migrace 15 Vo



Příklad laborky - Hořice

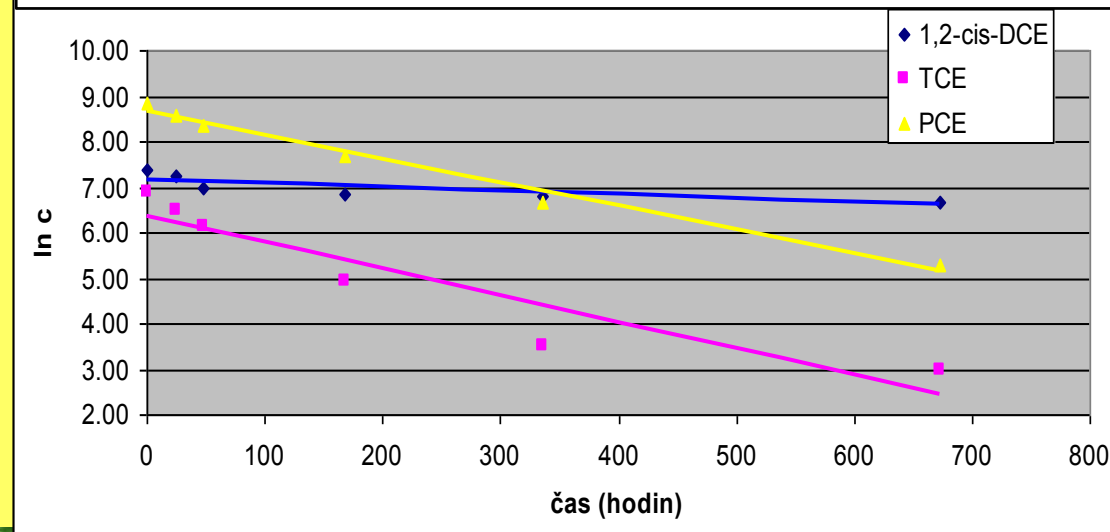
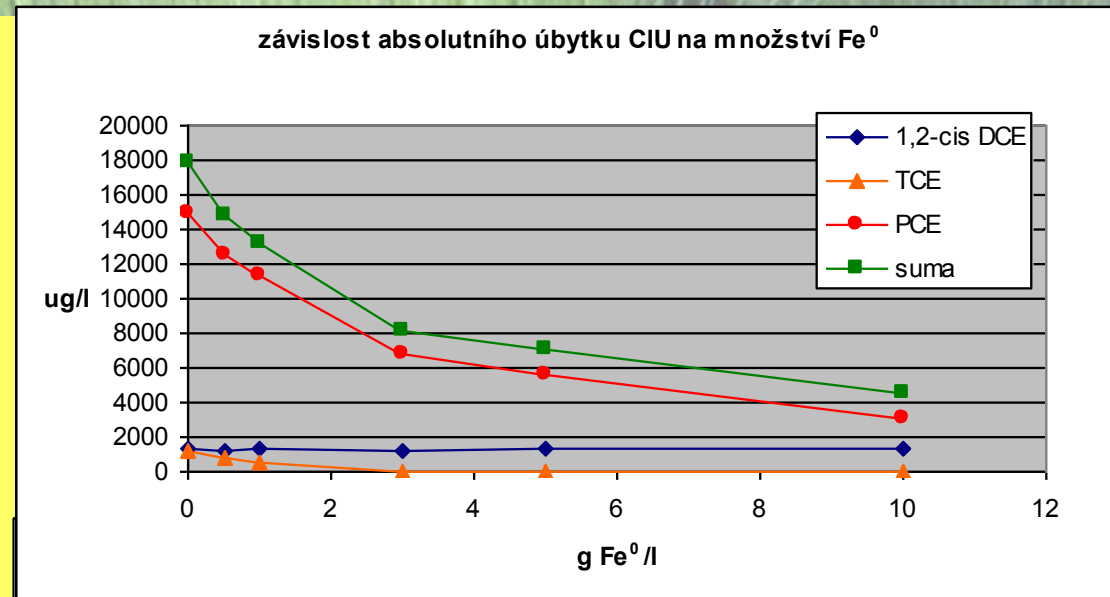
Podrobnosti Lacinová

Typy laboratorních experimentů:

- Koncentrační závislost vzorků vod (+ půd) na koncentraci nanoFe
- Kinetika poklesu pro zvolenou koncentraci
- Porovnání různých typů nanoFe

Výhoda labor. experimentů?

Pohodlí, teplo a sucho laborky!





Hořice sanace

Podrobnosti Hrabal MEGA

Pilotní aplikace?
Pro zákazníka **VŠECHNO!**

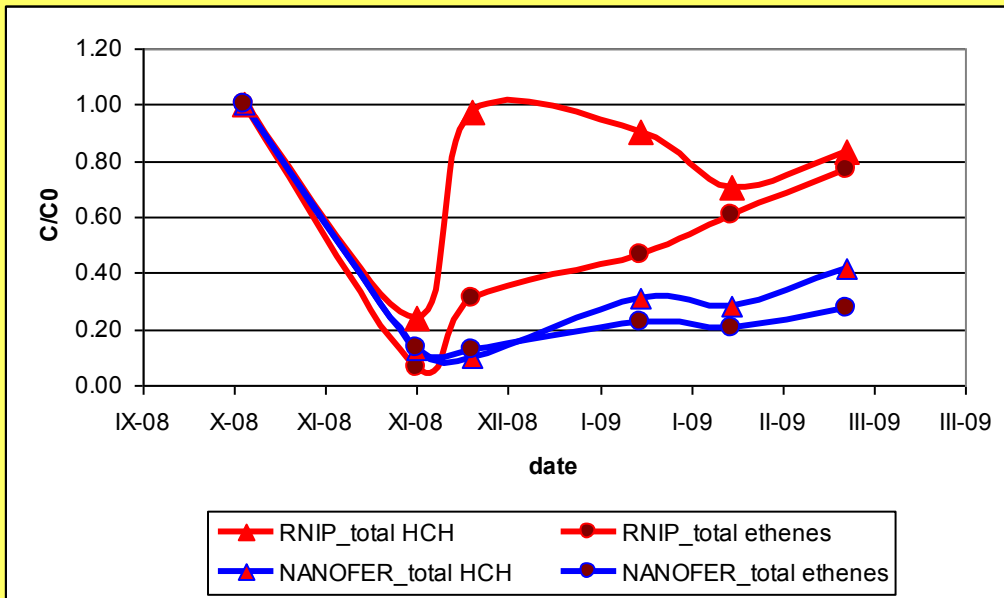


Aplikace: 1. místo TODA

2. místo NANOFER25

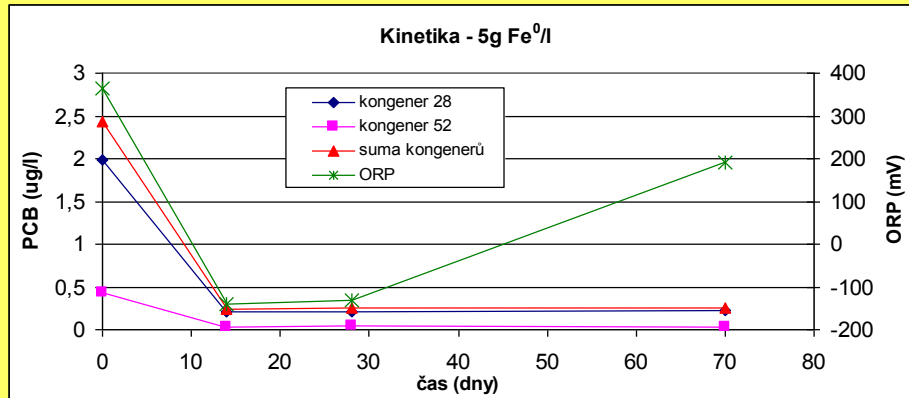
Nestejné geol. podmínky, podobné koncentrace,

→ TODA nárůst Cl.ethanů

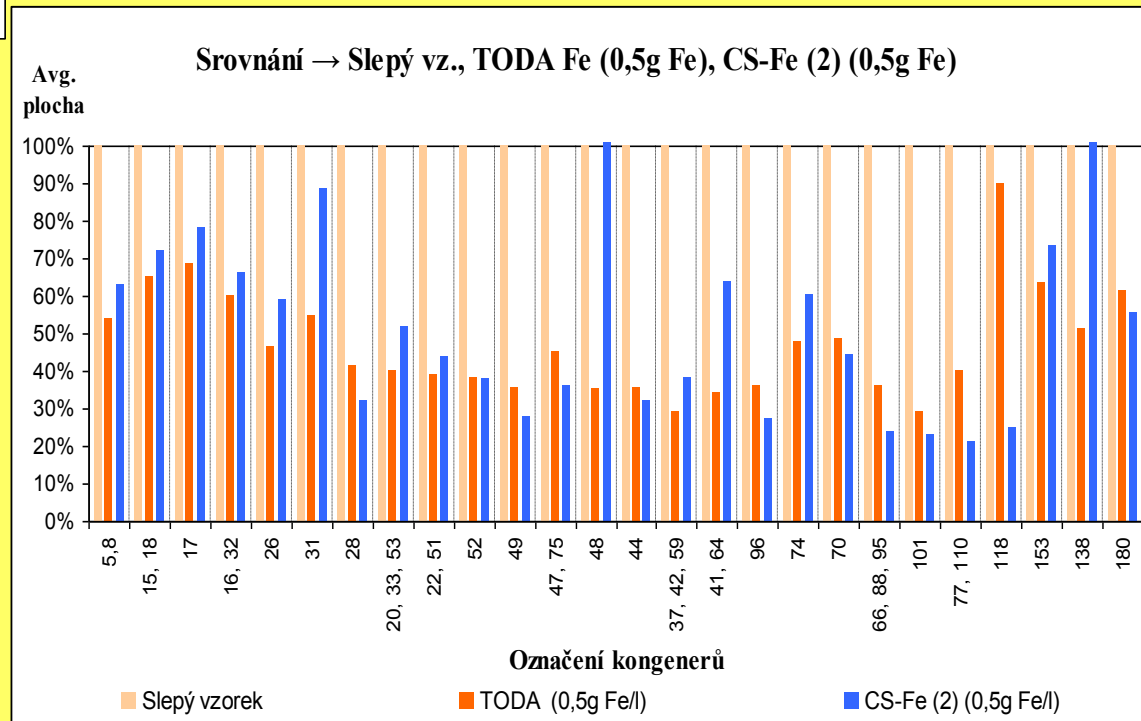
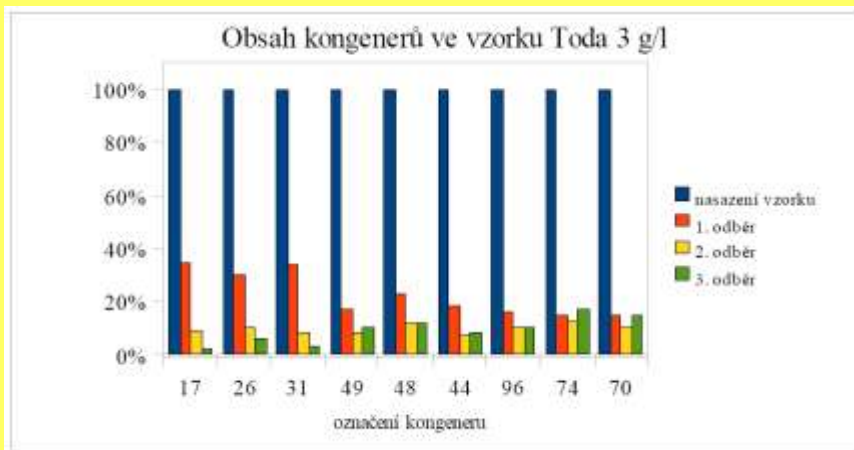


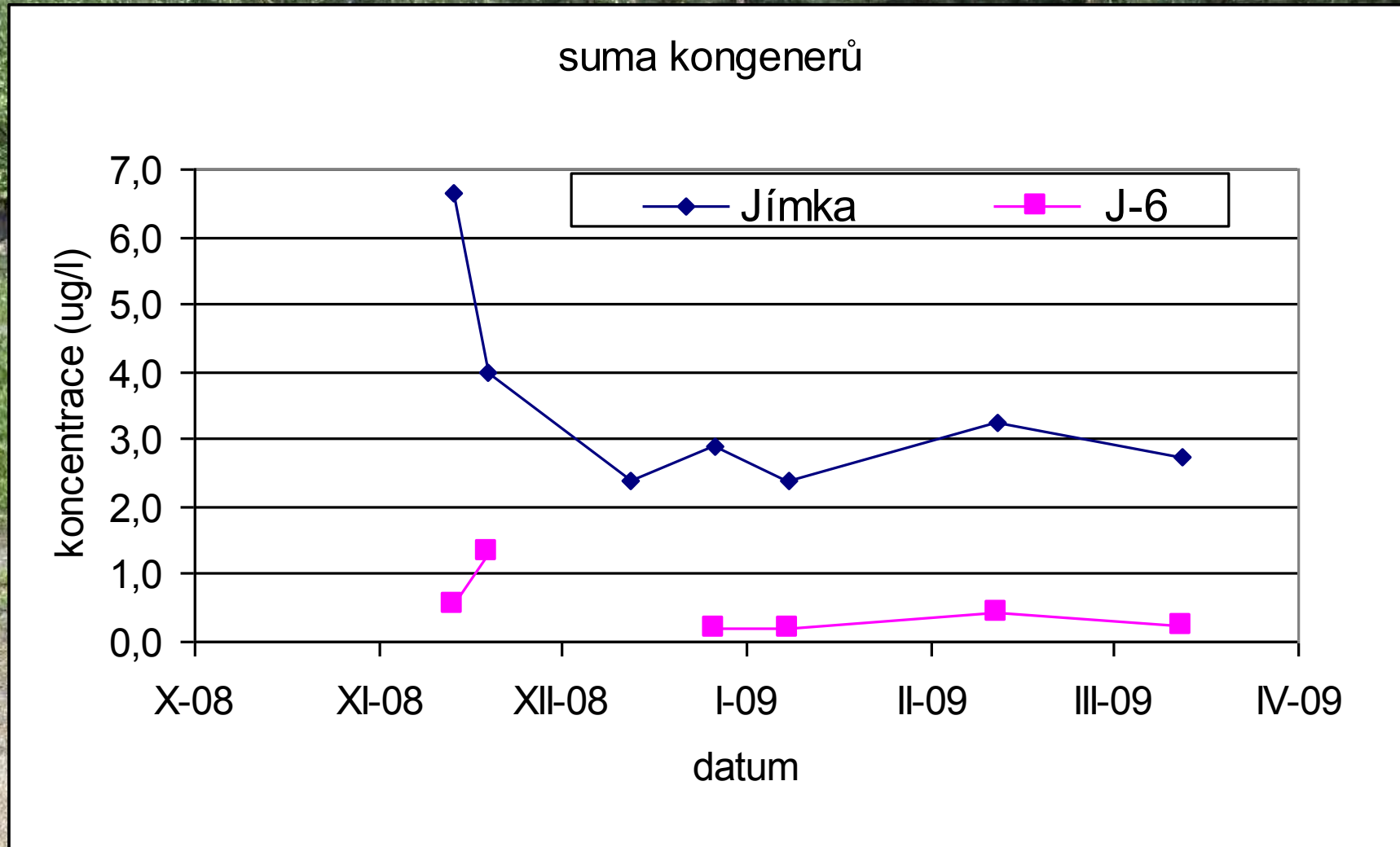
Podrobnosti Kvapil

- Voda z lokality Rožmitál p. Třem.
- Koncentrační závislost pro TODA
- Kinetika TODA
- Podrobná studie kongenerů
- TODA vs. Nanofer25



- Nejhůře nejvíce chlorované
- Sorpce versus rozklad?







- vzorky **dekonta** + ENACON
- lokalita Makedonie

72 hodin

0,8 až 5 g/l nanoFe

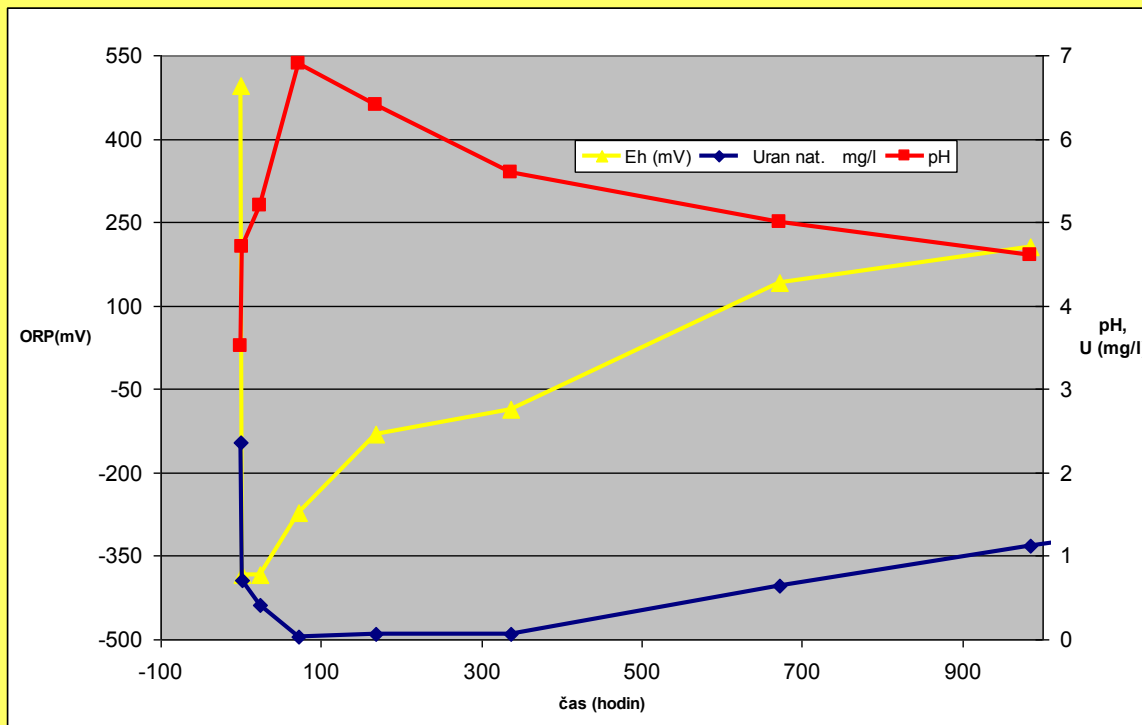
Nanofer 25

Hexachloro hexany (lindan)	3,3 ug/l	→ d.l. (0,005)
Chlormetany (chloroform)	232 ug/l	→ 15
Chloreteny (TCE)	3260 ug/l	→ d.l.(0,3)
Chloretany (HCA)	118 ug/l	→ 22
Chlorbenzeny (TCB)	4,7 ug/l	→ 3,2
1,1,4,4-tetrachloro 1,3-butadien	660 ug/l	→ d.l.(0,5)

Uran – zpětné uvolňování do roztoku

Podrobnosti Lacinová

- vzorek z lokality Licoměřice
- nanoFe (TODA) 600 mg/l,



Vzrůst a pokles pH

Výrazný pokles ORP

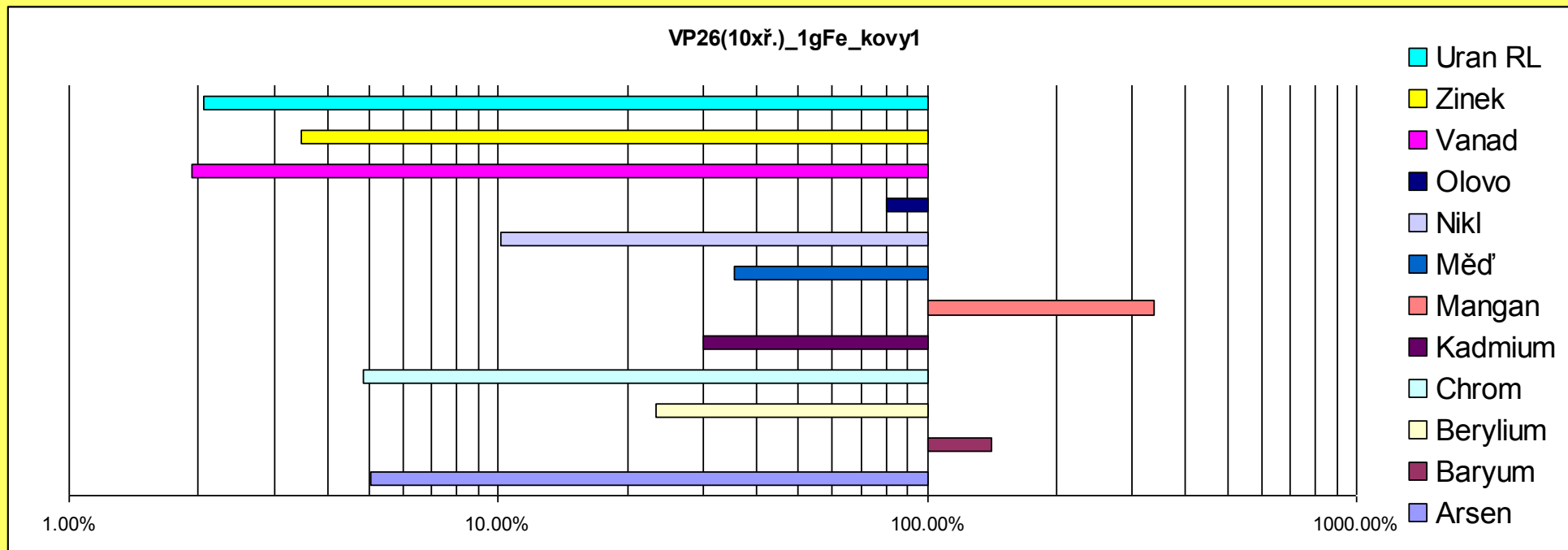
Pomalý vzrůst ORP

Srážení UO₂ a rozpouštění



Laborka – kyselá vody DIAMO

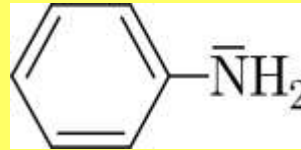
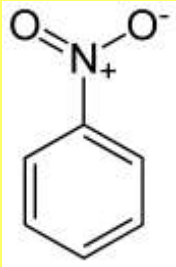
Podrobnosti Klímková



- 1 g nanoFe /litr
- kontaminanty: F → 20%, Al → 3%, As → 5%, Be → 25%, V → 3%
- kombinace pH změny a redukce
- pH nárůst 2,6 → 4,3

Laborka - nitrobenzen

Podrobnosti Lederer



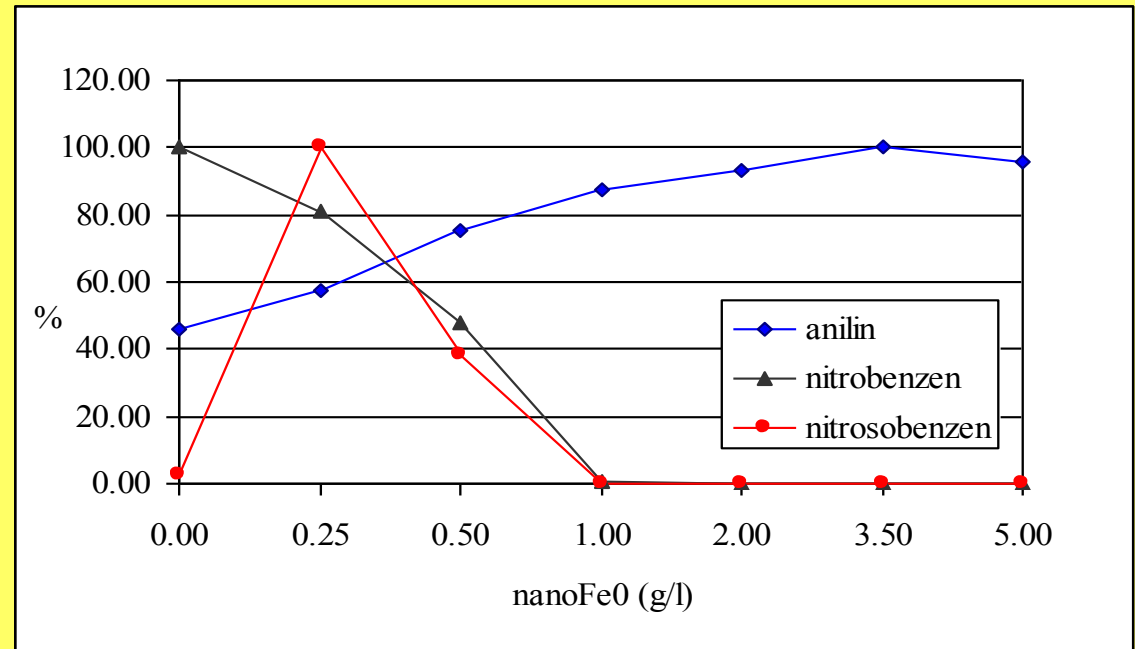
biologicky
odbouratelný!

BorsodChem MCHZ
Ostrava

Nitro: 100-1000mg/l

7 koncentrací nanoFE

1g/l dostatečná
koncentrace



Pilotní testy - přehled

Místo	Kontam.	Lab/pilot/ sanace	Type NZVI
Spolchemie 2004	CIE	L,P	ZHANG
Kuřívody 2005, 2006	CIE	L,P	ZHANG, RNIP
Piešťany 2005	CIE	L,P	ZHANG
Permon 2006	Cr6+	L,P	RNIP
Rožmitál 2007, 2008	PCB	L,P	RNIP, NANOFER
Hluk 2007, 2008 (PRB)	CIE	L,P	RNIP, NANOFER
Hořice 2008	CIE	L,P,S	RNIP, NANOFER
Rožmitál 2008	PCB	L,P	RNIP, NANOFER
Uherský Brod	CIE	P	NANOFER
Písečná 2008, 2009	CIE	L,P	RNIP, NANOFER

Lab: AOX, Uran, As, nitrobenzen, kyselá důlní vody, CIU



- **Budoucnost nanoFe?**
Plné sanační aplikace, další typy kontaminantů
zlepšení mobility nanoFe
- **Já osobně doufám, že zde v příštím rok potkám nové nanodesigny...**

