

MOŽNOSTI VYUŽITÍ STEJNOSMĚRNÉHO PROUDU PRO SANACI HORNINOVÉHO PROSTŘEDÍ

J. Hrabal¹, S. Kratochvíl¹, T. Potočková¹,

J. Nosek², L. Cádrová², M. Černík²

¹ MEGA a.s., Drahojlova 1452/54, 190 00 Praha 9

² Technická univerzita v Liberci, Ústav pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace, Studentská 2, 461 17 Liberec 1

Tato práce je realizována za podpory prostředků Technologické agentury České republiky v rámci projektu „Použití elektrického pole k sanaci lokalit kontaminovaných organickými látkami“ č. TA01021304.

Chlorované ethyleny

dobrý sluha, špatný pán

Masové využití v průmyslové praxi

odmašťování, čištění, extrakce tuků a olejů, odstraňovače nátěrů, rozpouštědlo, prekurzor chladiv, léčivo, anestetikum, potravinářství

Úniky do životního prostředí

kontaminace horninového prostředí, podzemní vody, ohrožení zásob pitných vod

Výroba

je technicky poměrně jednoduchá a spočívá v substituci atomů vodíků atomy chloru ve struktuře ethylenu. Reakce běží za vyšších teplot (400 °C) ve dvou krocích (přes 1,2 dichlorethan) a je katalyzována chloridem železitým.



Inovativní a ještě inovativnější redukční metody



Pokud zajistíme v horninovém prostředí vhodné podmínky, tedy nadbytek protonů a elektronů, je možno očekávat nastartování požadovaného děje.

Použití nZVI – elektrony oxidací Fe, protony rozkladem vody.

Použití organických substrátů – donor elektronů i vodíku.

Použití stejnosměrného proudu - donor elektronů i vodíku.

proces redukční dechlorace CIE lze považovat za chemickou reakci

Obecná možnosti použití stejnosměrného proudu v sanační praxi

Termické metody

- vysoká spotřeba energie

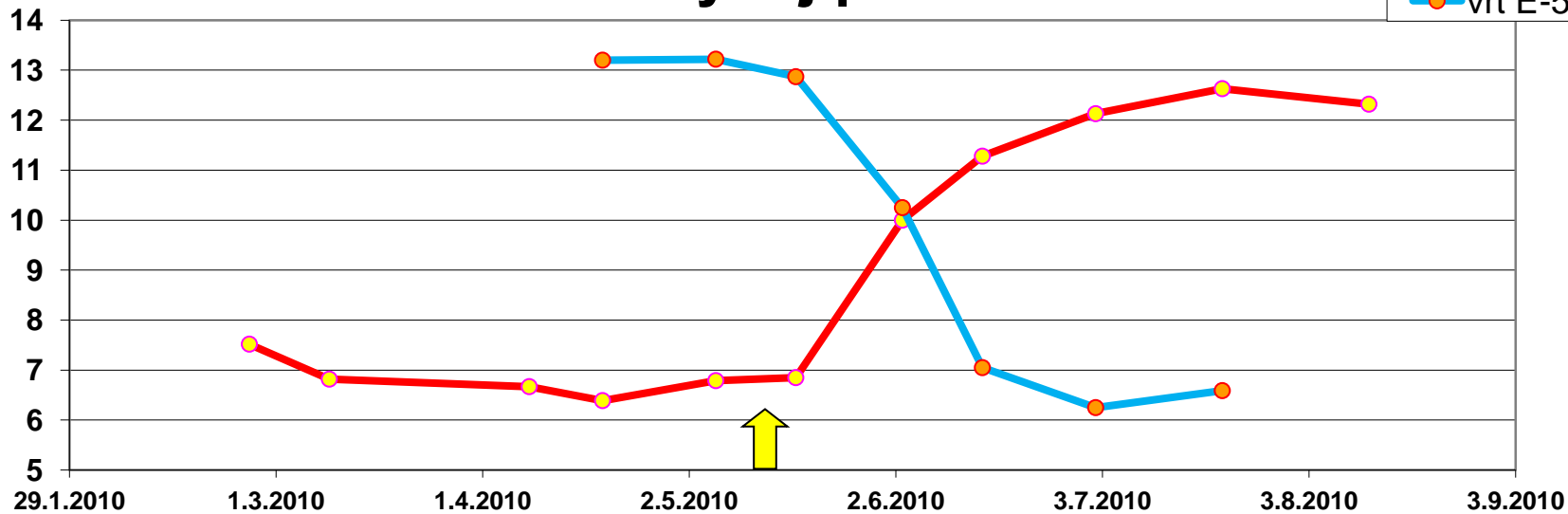
Separační metody

- lze využít u elektricky vodivých částic

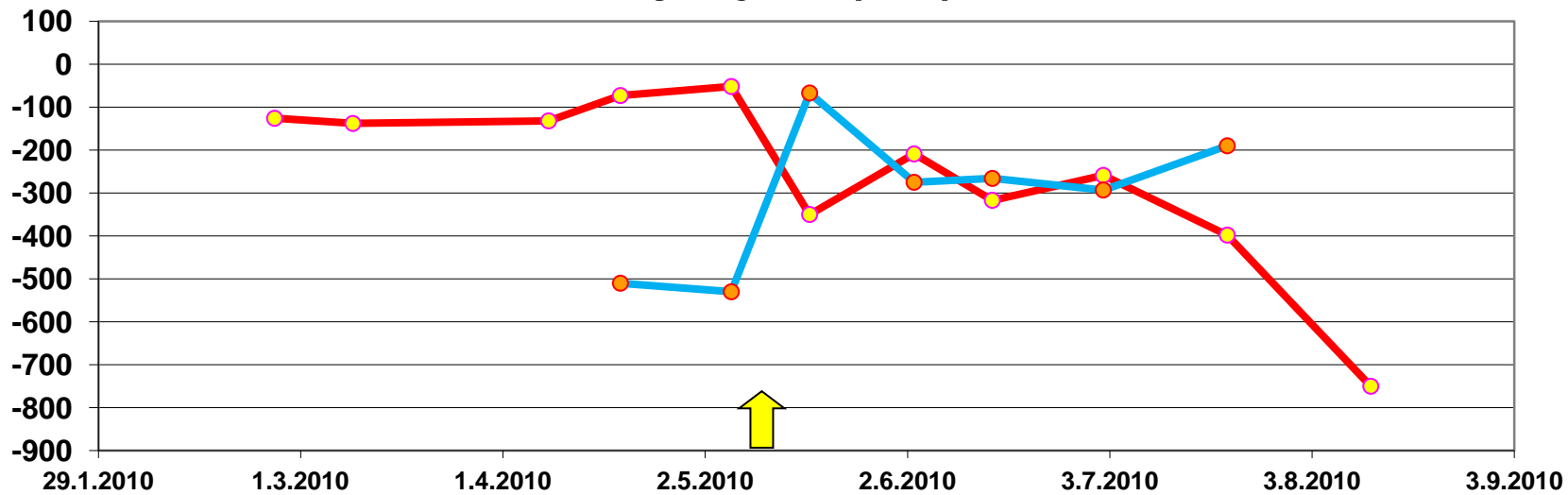
Degradační metody

- elektrochemická oxidace na anodě
- přímá oxidace
 - fyzikálně adsorbovaný hydroxylový radikál na anodě
 - chemicky sorbovaný kyslík na anodě
- nepřímá oxidace
 - fentonova reakce na anodě
 - elektroperoxidace
- elektrochemická redukce na katodě
- E - proces – dodání elektronu
 - přímý transfer z katody
 - nepřímý transfer z elektroreduktivně aktivovaných materiálů
- C - proces - chemické reakce aktivované látky

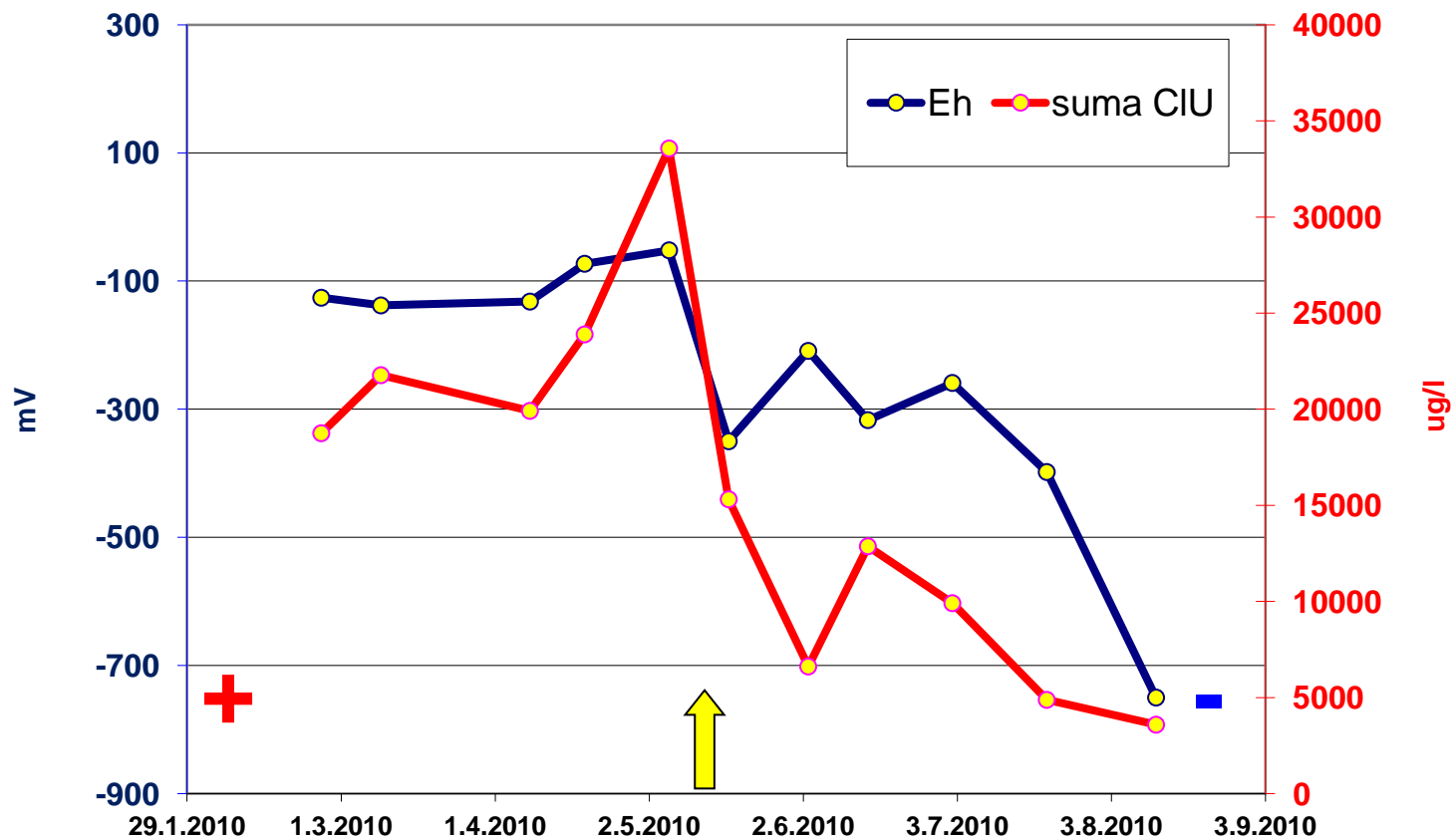
Vývoj pH



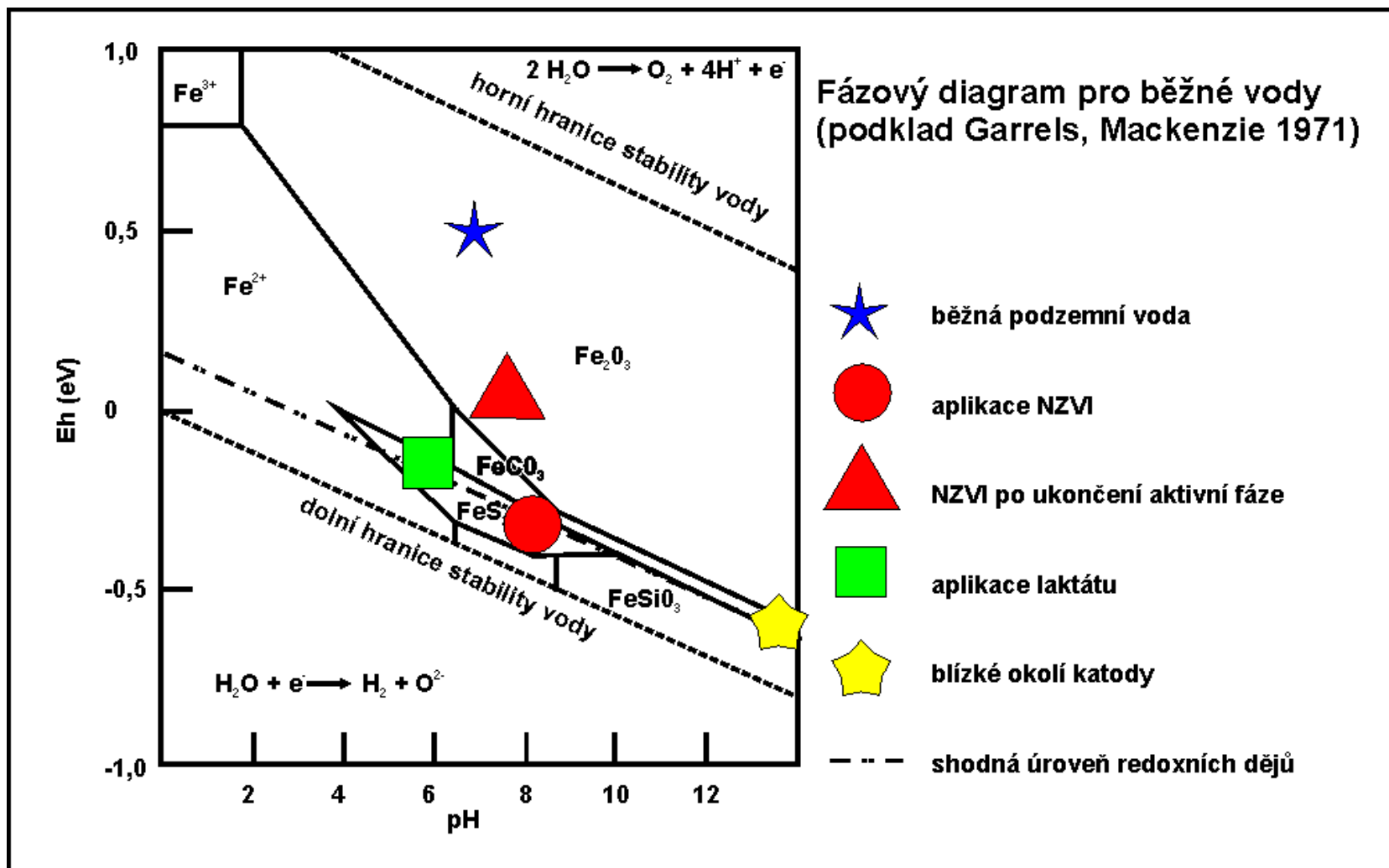
Vývoj Eh (mV)

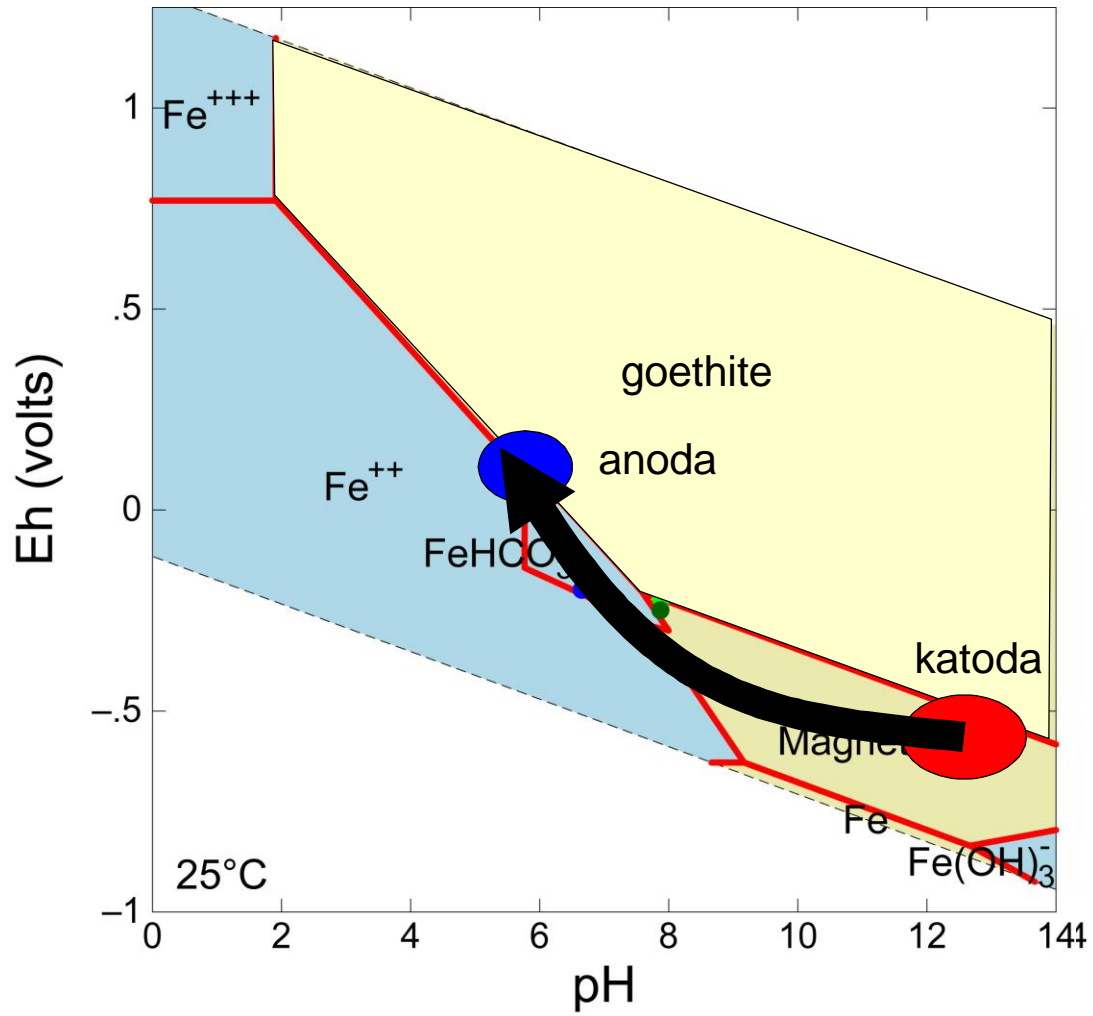


Vývoj Eh a koncentrace chlorovaných uhlovodíků na vrtu I2



Geochemické aspekty metody





Shrnutí výsledků pokusu – katodový prostor

Pokles redoxpotenciálu

- hodnoty -400 až -800 meV (přepočítáno na standardní elektrodu)
- katodový prostor je přesycen elektrony - nezbytný předpoklad průběhu E-procesu
- produkce protonů – nezbytný předpoklad hydrogenace CIE

Vzrůst pH

- hodnoty 12 až 14
- vyšší pH omezuje vhodné podmínky pro redukci
- dochází k rozkladu vody až na hydroperoxidový radikál



Koncentrace CIE

- klesá pouze v katodovém prostoru - dochází k elektroredukci
- na anodě nejsou pozorovány významné změny - elektrooxidace nebyla zachycena

Materiál elektrod

- **d kovy** (Fe, Ni, Co, Pt, Pd) jsou vhodné pro nepřímý transfer protonů
- **sp kovy** (Pb, Hg, Sn, Zn, Al) vhodné pro přímý transfer protonů

A co bylo dál?

Podán projekt „Použití elektrického pole k sanaci lokalit kontaminovaných organickými látkami“ č. TA01021304

Provedeny rozsáhlé laboratorní testy, které měly objasnit principy metody a zajistit data pro její optimální terénní využití

Provedeno pilotní ověření na lokalitě, které bylo následně realizováno jako plnoprovozní sanace.

Podána patentová přihláška

Patentové nároky: Způsob in-situ sanace horninového prostředí vyznačující se tím, že před a/nebo během a/nebo po aplikaci vodné suspenze NZVI se do horninového prostředí prostřednictvím alespoň jedné anody a alespoň jedné katody začne přivádět stejnosměrný elektrický proud.

Děkuji za pozornost