

In situ chemická oxidace  
manganistanem draselným

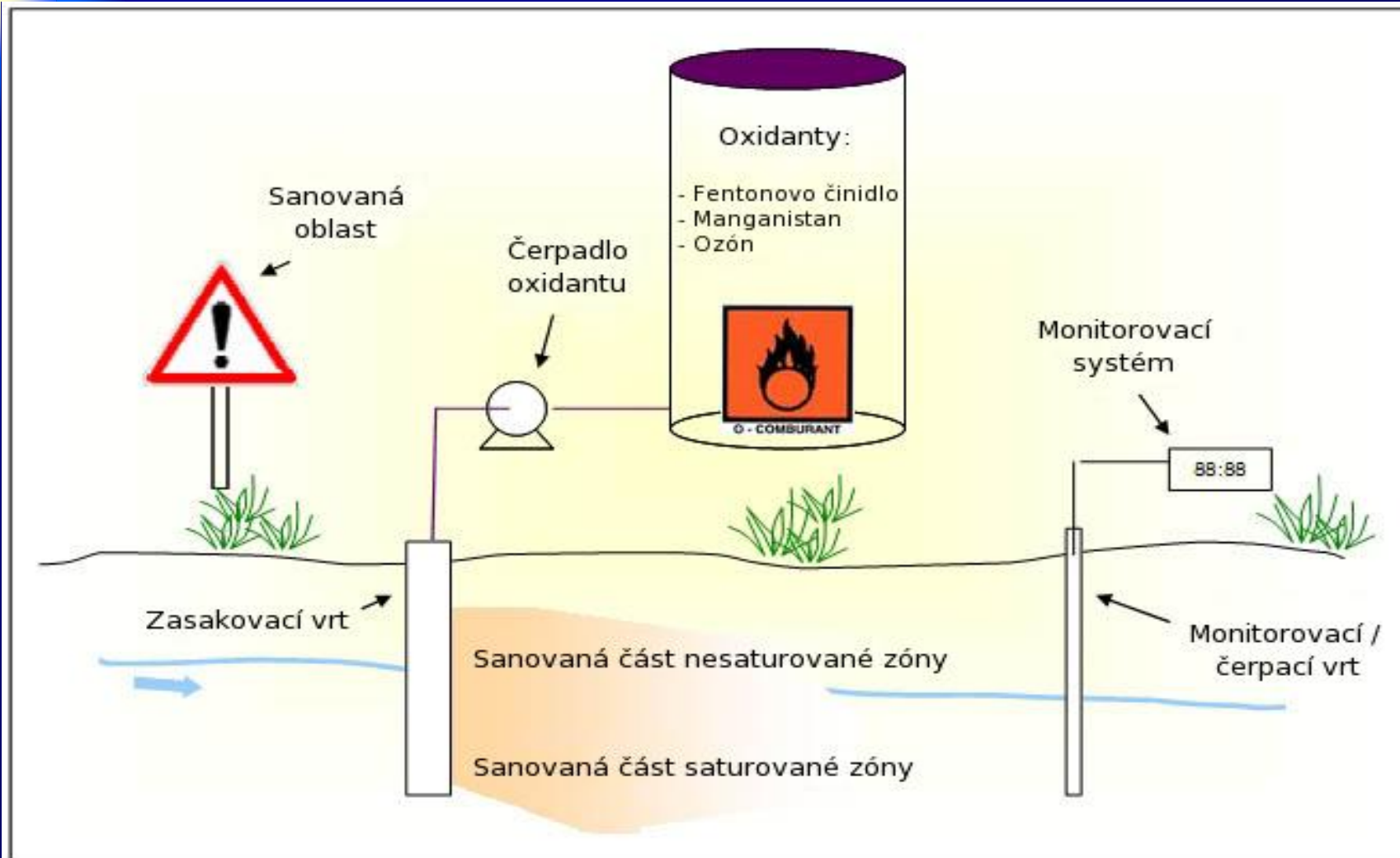


**MECHANISMUS ROZKLADU  
MANGANISTANU V HORNINOVÉM  
PROSTŘEDÍ**

Petr Beneš, Martin Kubal, Jiří Hendrych, Tomáš Láska, Pavel Vacek

VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO TECHNOLOGICKÁ V PRAZE  
Ústav chemie ochrany prostředí  
2008

# Metoda ISCO (in-situ chemická oxidace)



# ISCO

## Vedlejší spotřeba oxidantu

- Souvislé sedmileté studium
- Velká spotřeba oxidačního činidla pro necílové složky
- Manganistan přednostně reaguje s organickou hmotou v zemině
- Studium změn huminových látek
- Popis reakčních mechanismů
- Popis reakcí s anorganickou maticí, autodestrukce a sorpce
- **Zvýšení nákladů**

Zasáknuté množství manganistanu draselného

# Cesty manganistanu v horninovém prostředí

Organická frakce zeminy

Anorganická frakce zeminy

Reakce s cílovým kontaminantem

„Autodestrukce“  
Sorpce

1

Manganistan spotřebovaný reakcí s organickou matricí zeminy

2

Manganistan spotřebovaný reakcí s anorganickou matricí zeminy

3

Manganistan reagující s cílovým kontaminantem

4

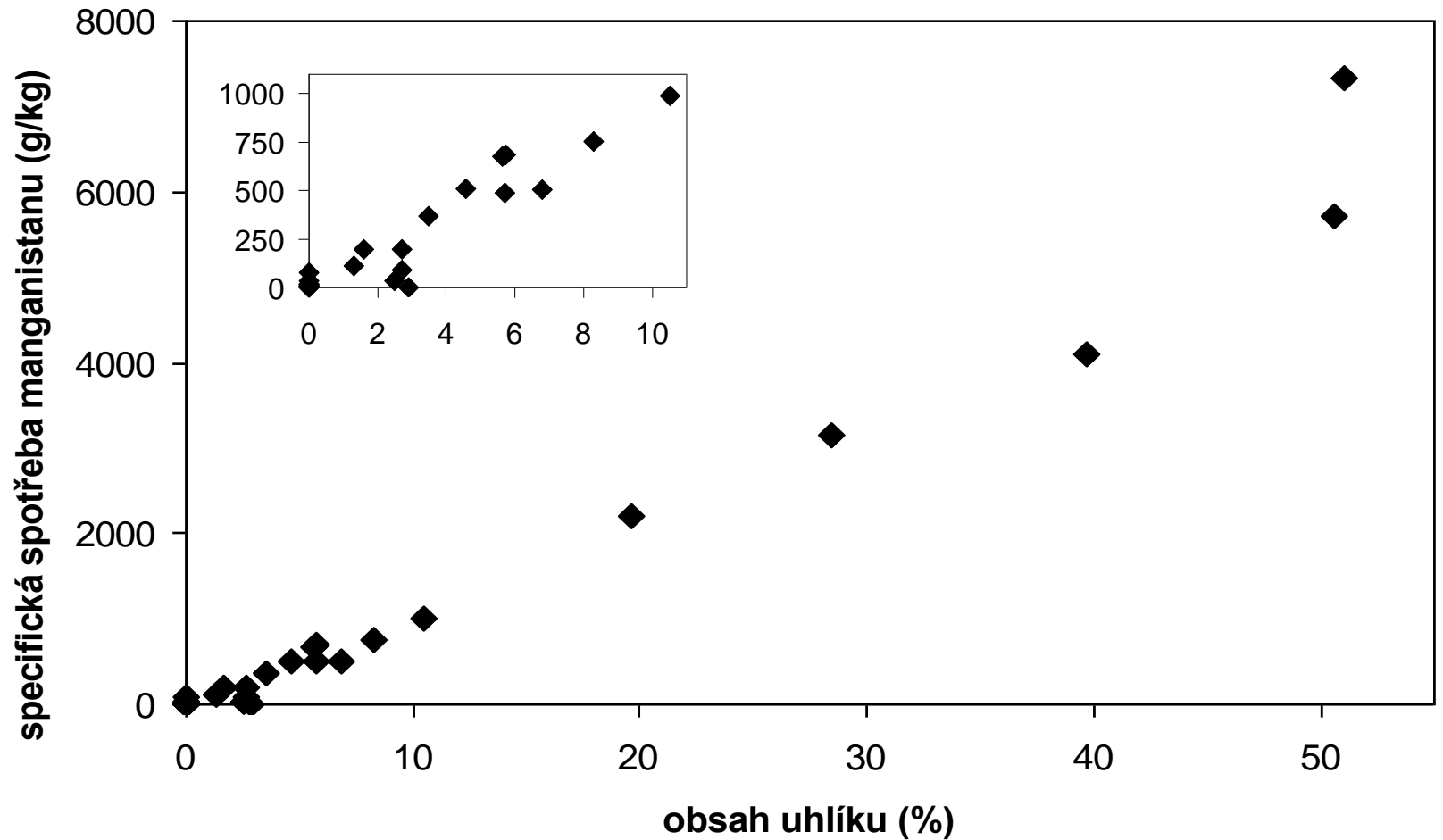
Manganistan podléhající autodestrukci či sorpci

# Organická matrice

- Organická složka zeminy – huminové materiály
- Reakce manganistanu s huminovými látkami
  - Celková destrukce
  - Změny struktury
- Velmi vysoká spotřeba manganistanu
- Vznik plynů (CO<sub>2</sub>, CO)
- Navrženy dvě pravděpodobné reakční cesty destrukce



# Organická matrice



# Organická matrice

- Organická matrice je hlavním původcem zvýšené spotřeby oxidantu
- Pro širokou škálu vzorků vždy stejná specifická spotřeba vztažená na gram organického uhlíku
- 10 g/g TOC
- Kilogram zeminy obsahující 0,5% TOC bude mít spotřebu (na organický podíl) 50 g  $\text{KMnO}_4$

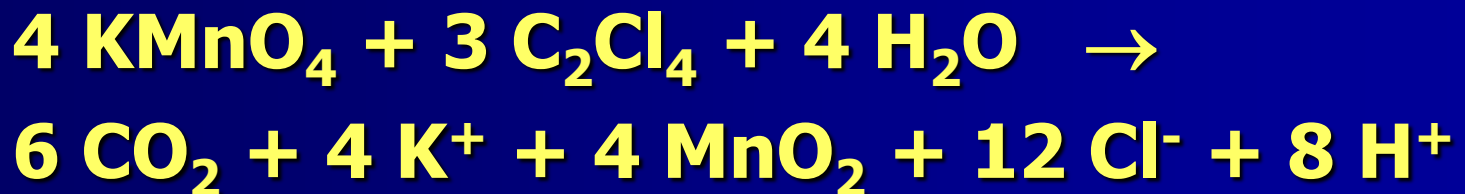
# Anorganická matrice

- Hlinitokřemičitany, anorganické oxidy, Uhličitany
- Kovy (Fe, S) – přispívají ke spotřebě oxidantu
- Široká škála vzorků
- Naměřeny spotřeby v rozmezí 1-10 g/kg
- V praxi na lokalitách s antropogenní navázkou je třeba počítat s hodnotami kolem **10 g/kg**



# Reakce s cílovým kontaminantem

- Na hodnotách získaných z provozních aplikací byla provedena celková bilance
  - Manganistan, PCE, chloridy
- Pouze 1-2%  $\text{KMnO}_4$  je spotřebováno na cílový kontaminant na lokalitě, kde obsah TOC byl pouze 0,2%



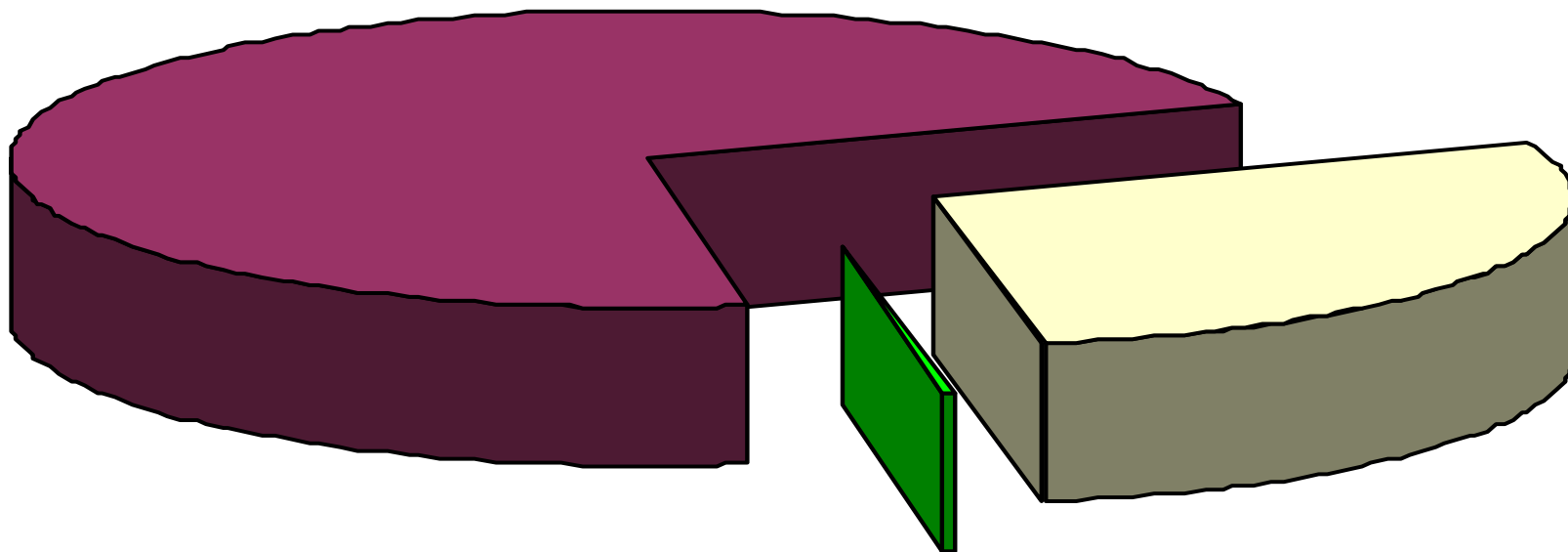
# „Autodestrukce“ a sorpce

- Autodestrukce velmi pomalá
- Manganistan setrvává v podloží až několik měsíců
- Po celou tuto dobu může destruovat přítomné či přitékající kontaminanty
- Příliš dlouhé setrvání není žádoucí
  - Autodestrukce
  - Reakce s látkami přitékajícími s podzemní vodou ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ )

# Závěry

- Modelová zemina
  - 99,5% písek, 0,5% organická hmota
  - 100mg/kg PCE
- Zasákneme nadbytek vodného roztoku  $\text{KMnO}_4$ 
  - 1) **71,5%** se spotřebuje na oxidaci organických složek
  - 2) **28%** dostupného  $\text{KMnO}_4$  spotřebuje anorganický podíl zeminy
  - 3) V případě dostatku oxidantu bude zbylé **0,5%**  $\text{KMnO}_4$  oxidovat přítomný kontaminant

# Závěry



- kontaminant
- organická složka
- anorganická složka