

Modelování transportu a neutralizace kyselých vod

Zbyněk Vencelides¹, Ondřej Šráček^{1,2}

¹ Ochrana podzemních vod s.r.o., Praha

² Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno

Kyselá voda

Zdroje:

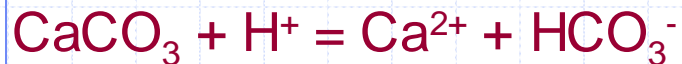
- odkaliště (mine tailings)
- haldy skrývky (waste rock piles)
- skládky odpadů z chemické výroby
- podzemní extrakce (uranu atd.), Typické rysy: pH i pod 2,0, vysoké koncentrace Fe (~10 g/l) a síranů (~100 g/l), mobilizace dalších kovů (Pb, Zn, Cd atd.) a Al,

Celkové koncentrace rozpuštěných látek jsou nejvyšší známé v hydrogeologii s výjimkou solanek.

Probíhající interakce

Po průniku do kolektoru, ve kterém je kalcit v pevné fázi dochází k řadě neutralizačních reakcí:

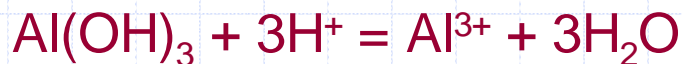
- rozpouštění kalcitu (pH okolo 6,5)



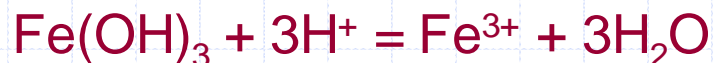
- rozpouštění sideritu (pH okolo 5,0)



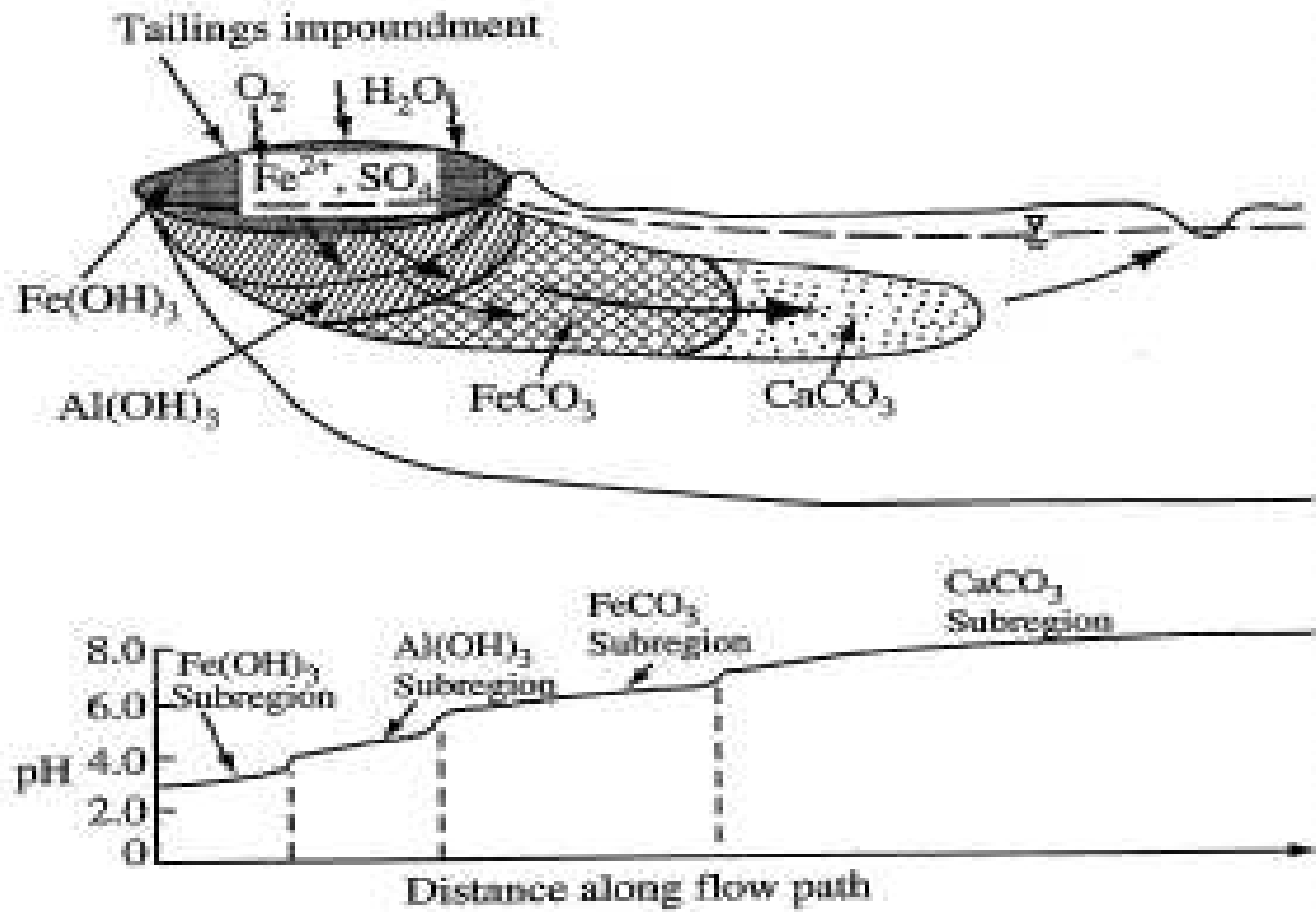
- rozpouštění $\text{Al}(\text{OH})_3$ (pH okolo 4,0)



- rozpouštění $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (pH okolo 3,0)



Zóny neutralizace



Popis modelu

◆ Proudění

- Modelová doména 20x10 m (40x20 buněk)
- Homogenní dělení gridu
- Ustálený stav proudění

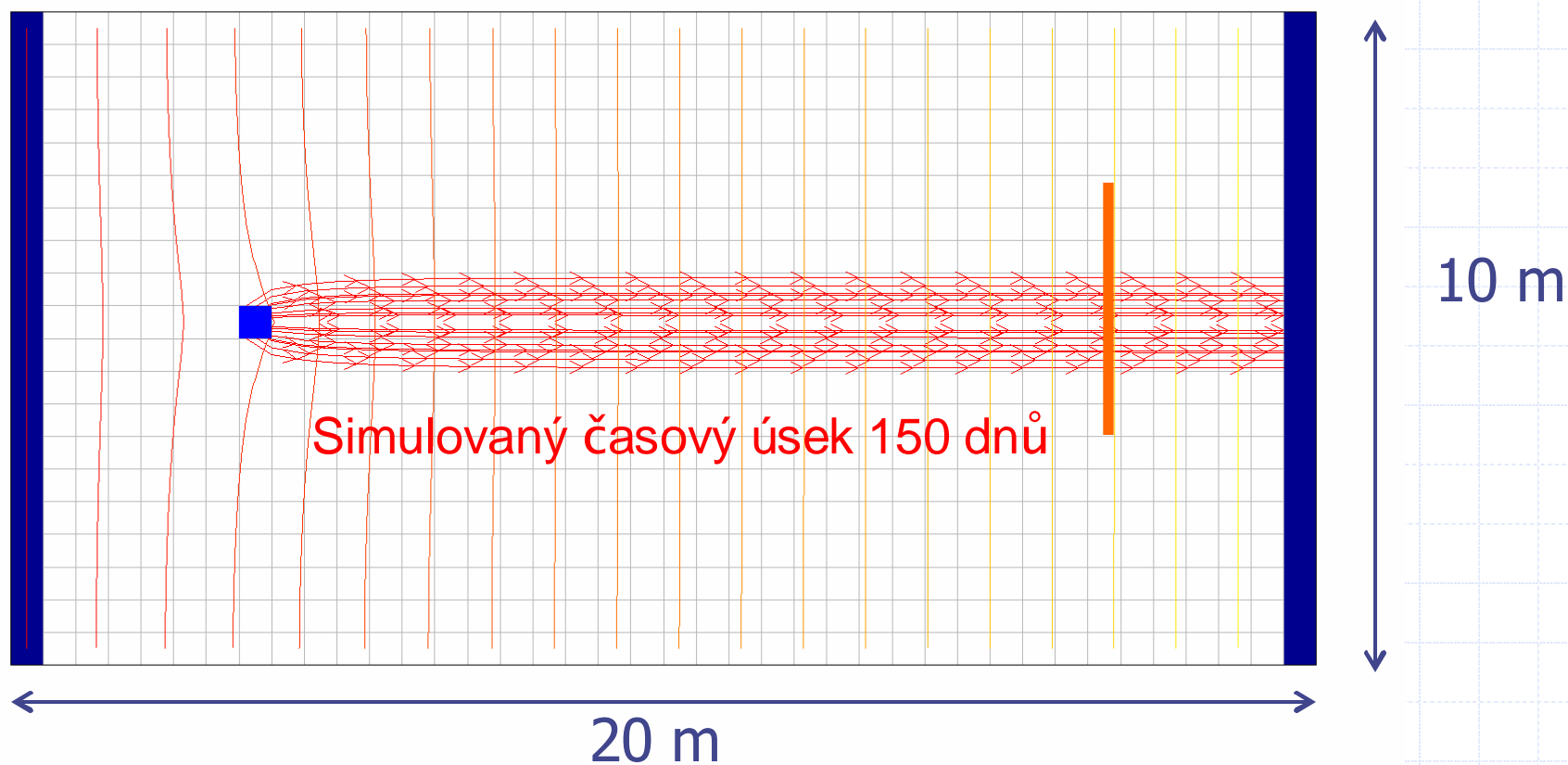
◆ Transport

- Doba transportu 150 dnů
- $n_e = 0,25$
- $v = 0,09$ m/den
- $a_L = 0,6$ m

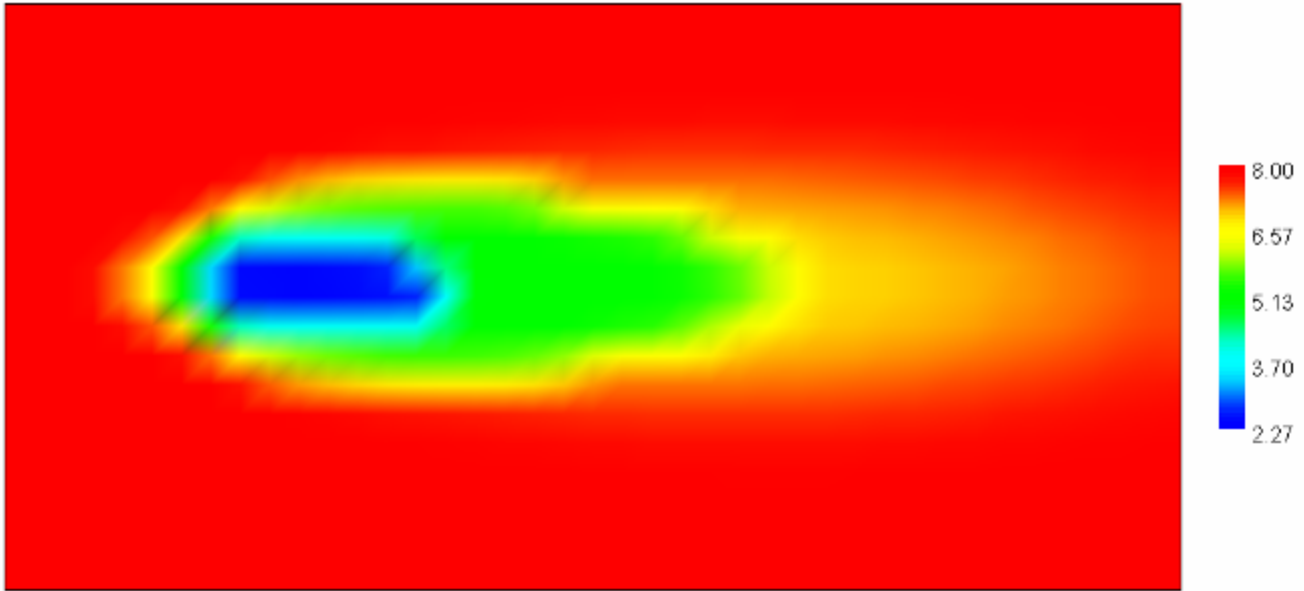
Geochemie

- ◆ Reakce modelovány jako rovnovážné procesy
- ◆ Pozadí
 - Voda v rovnováze s kalcitem, $\text{pH} \sim 7,9$
 - $p_e \sim -3,9$
- ◆ Reaktivní minerály v pevné fázi
 - Kalcit, $\text{Al}(\text{OH})_3$ – rozpouštění
 - Sfalerit, FeS , Goethit – srážení a rozpouštění
- ◆ Kyselý roztok
 - $\text{pH} \sim 1,9$
 - Rozpuštěné složky:
 - ◆ SO_4 , Fe, Zn

Model proudění

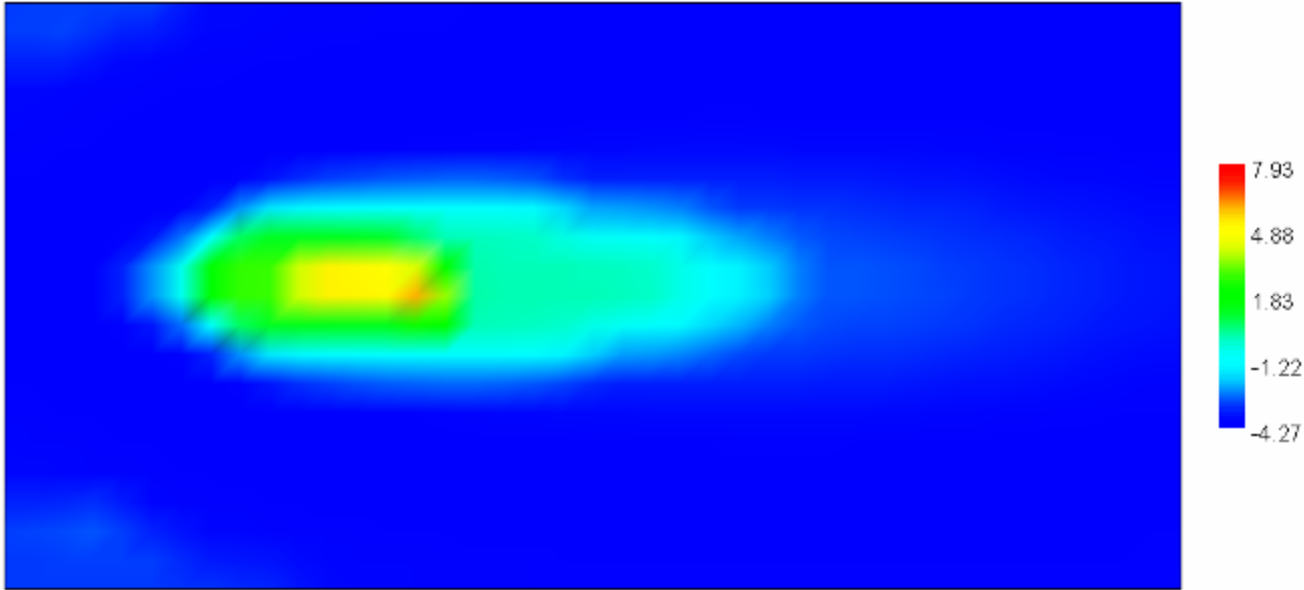


pH



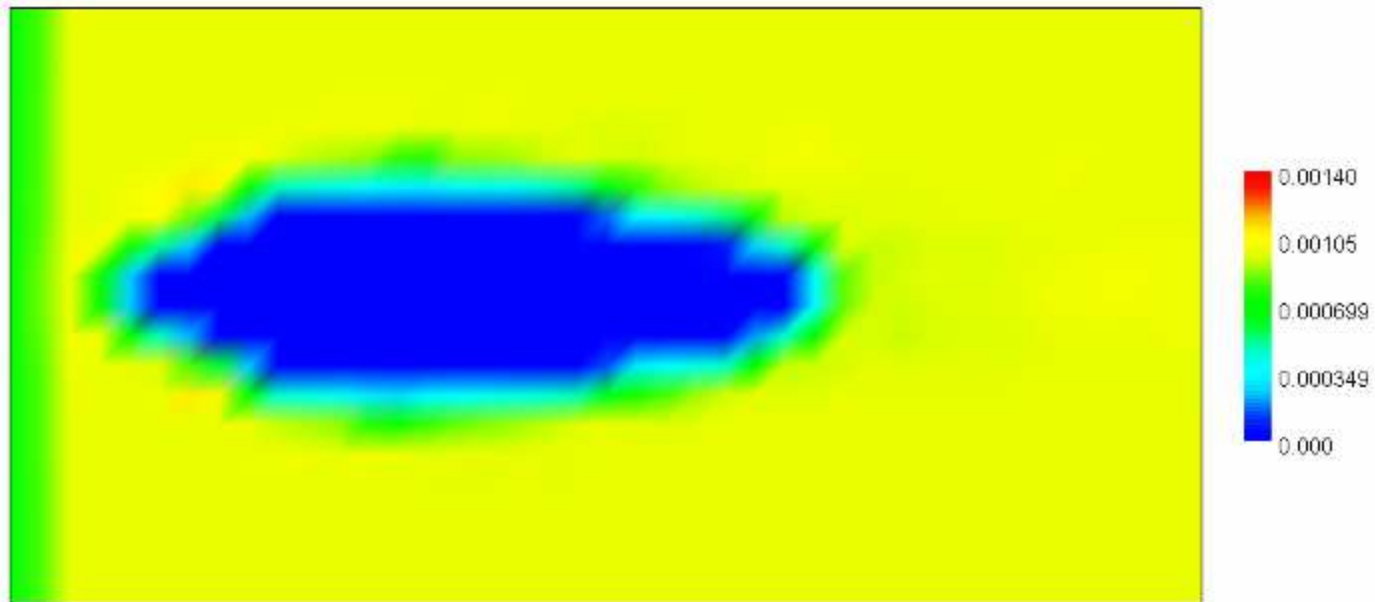
Time = 150 (1-150-1)

pe



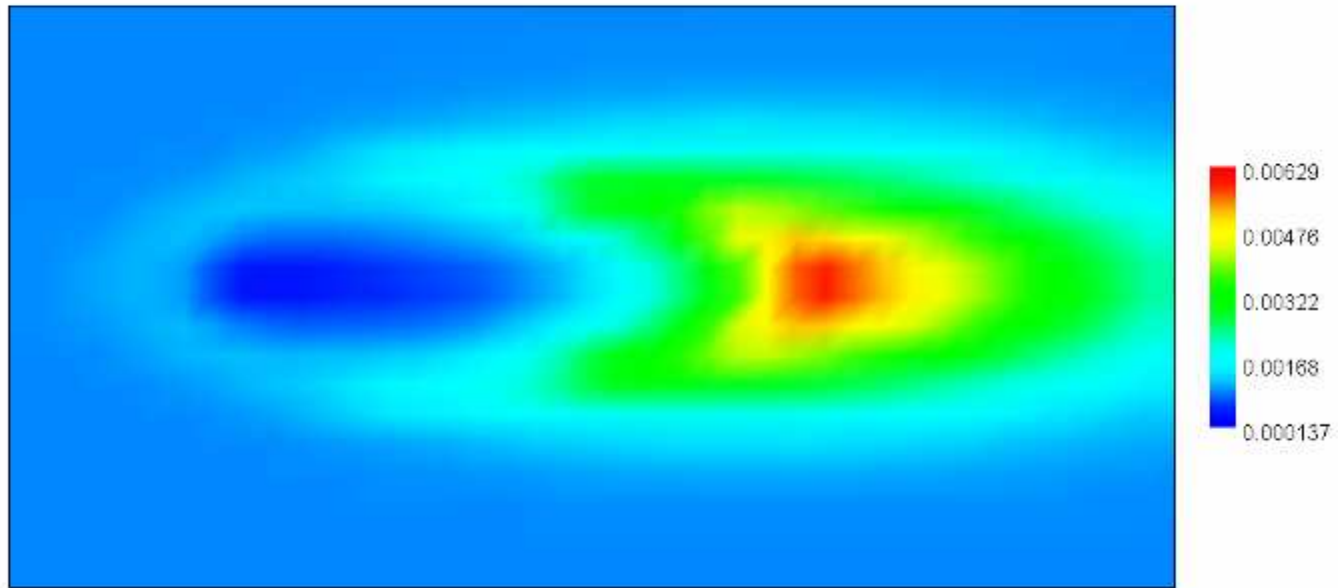
Time = 150 (1-150-1)

Kalcit



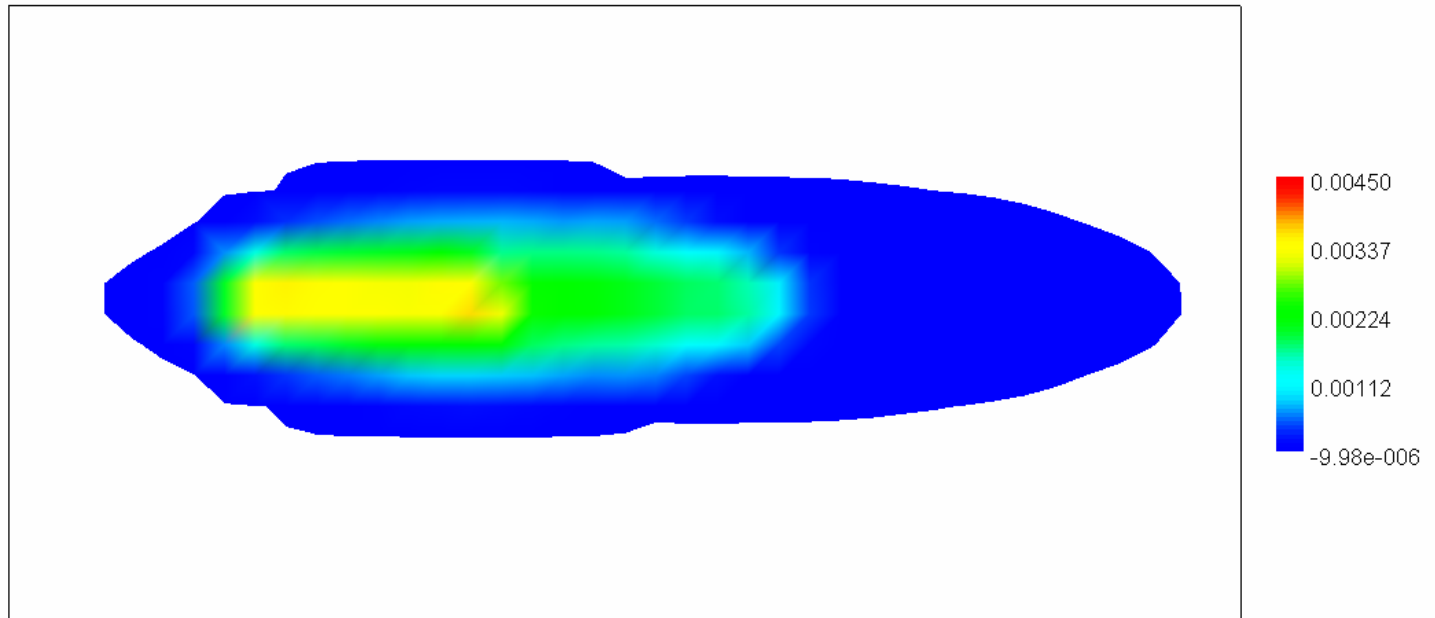
Time = 150 (1-150-1)

Ca



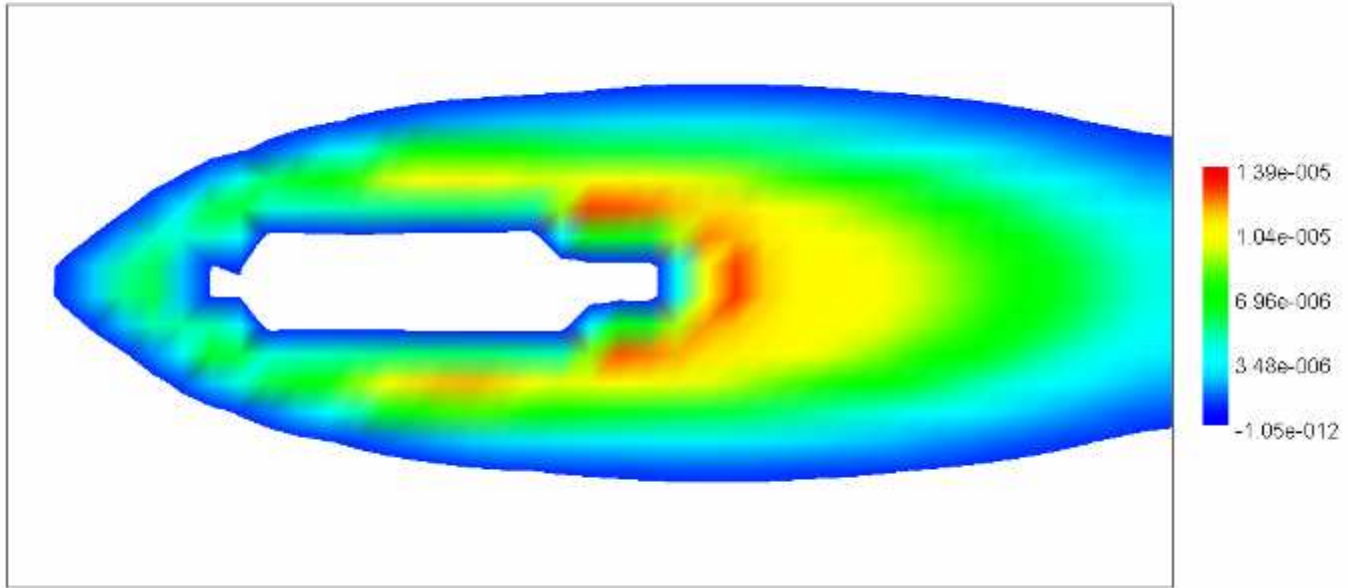
Time = 150 (1-150-1)

SO₄



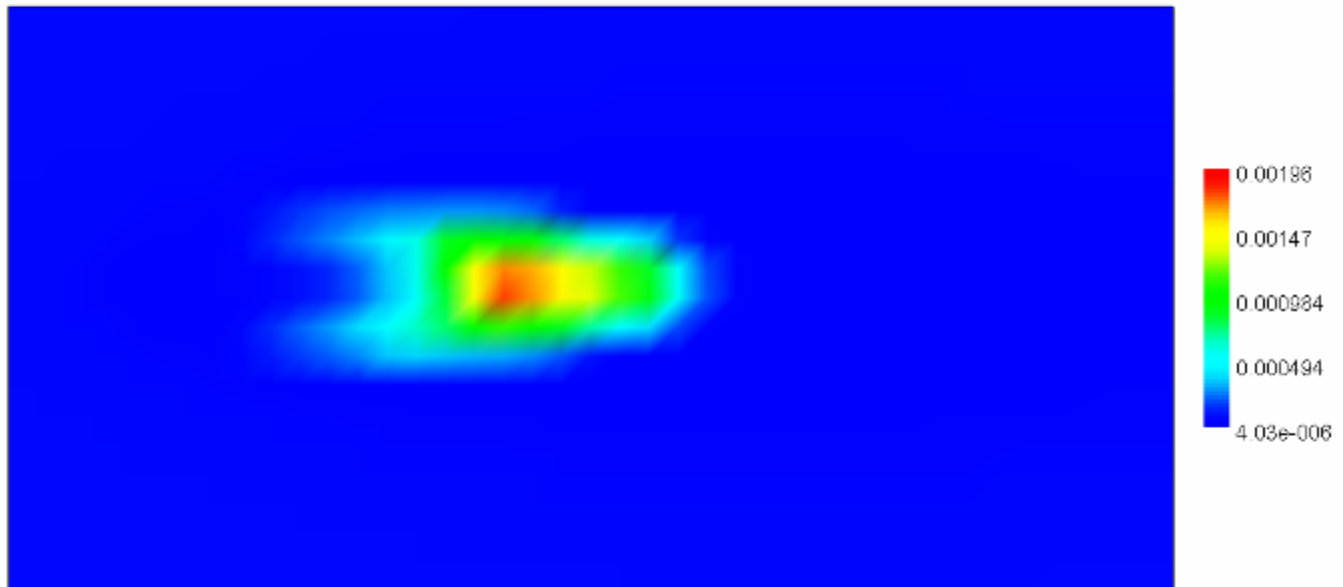
Time = 150 (1-150-1)

S²⁻

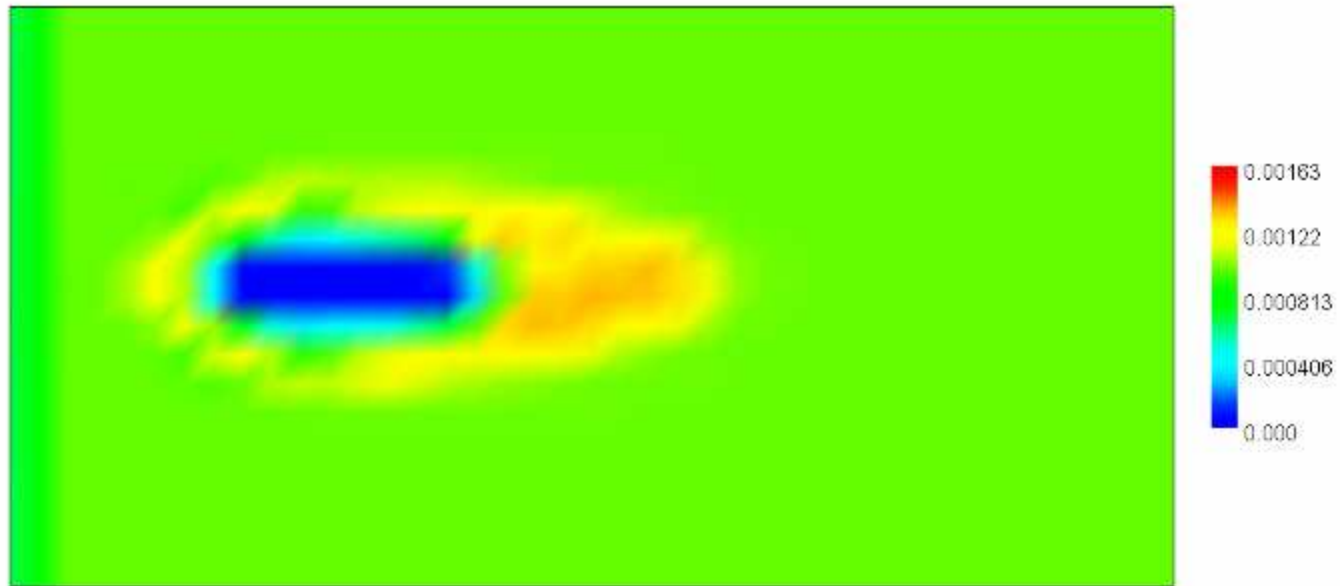


Time = 150 (1-150-1)

AI

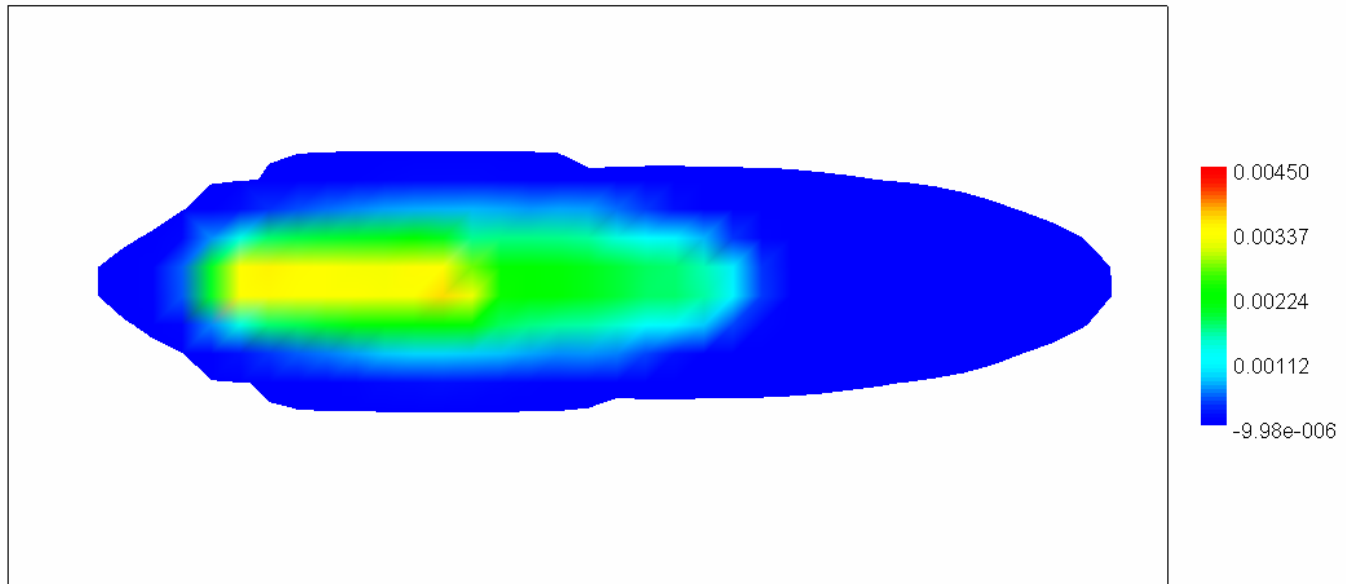


Time = 150 (1-150-1)



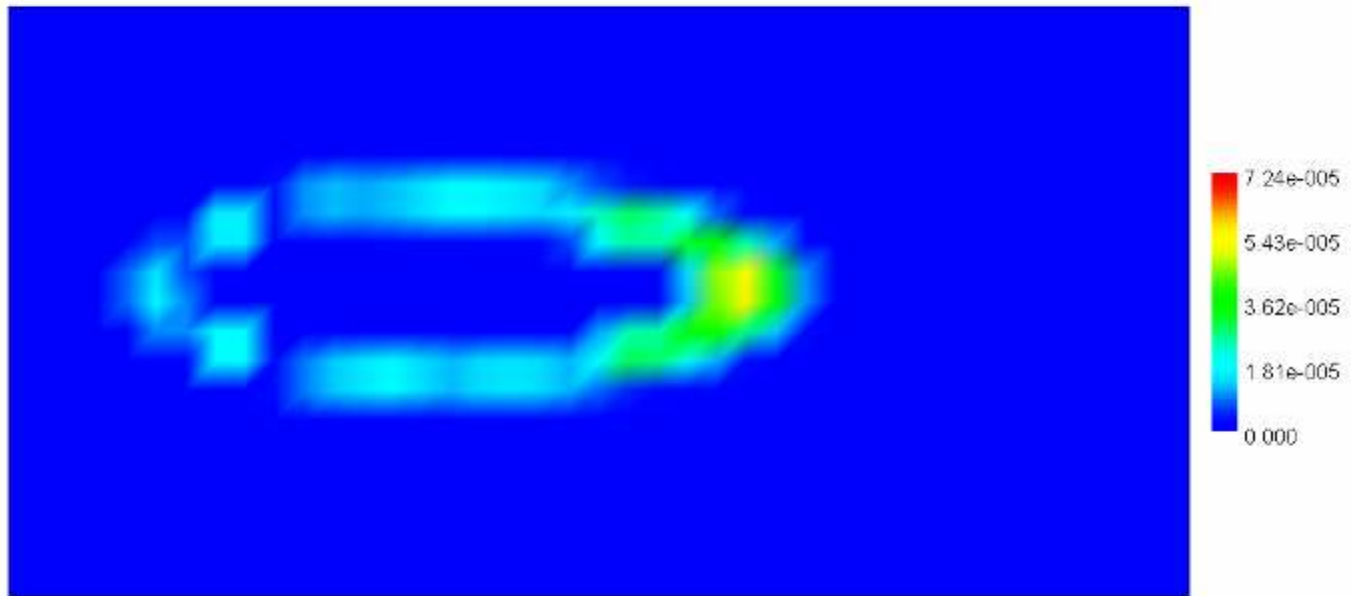
Time = 150 (1-150-1)

Fe



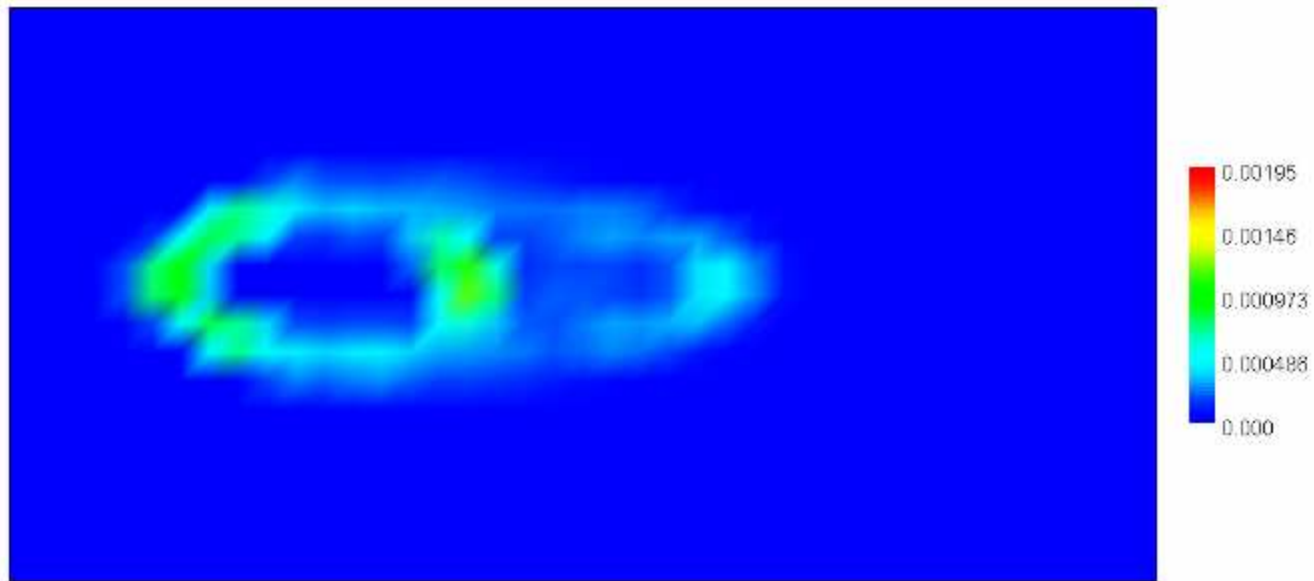
Time = 150 (1-150-1)

FeS



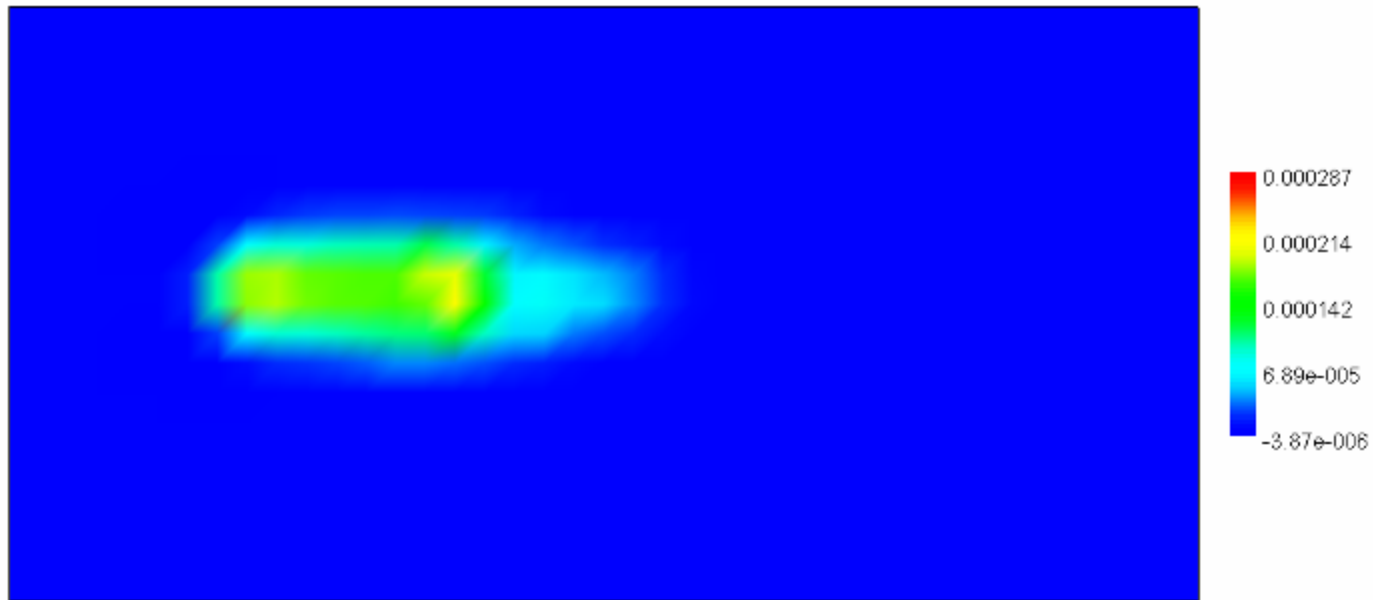
Time = 150 (1-150-1)

Goethit



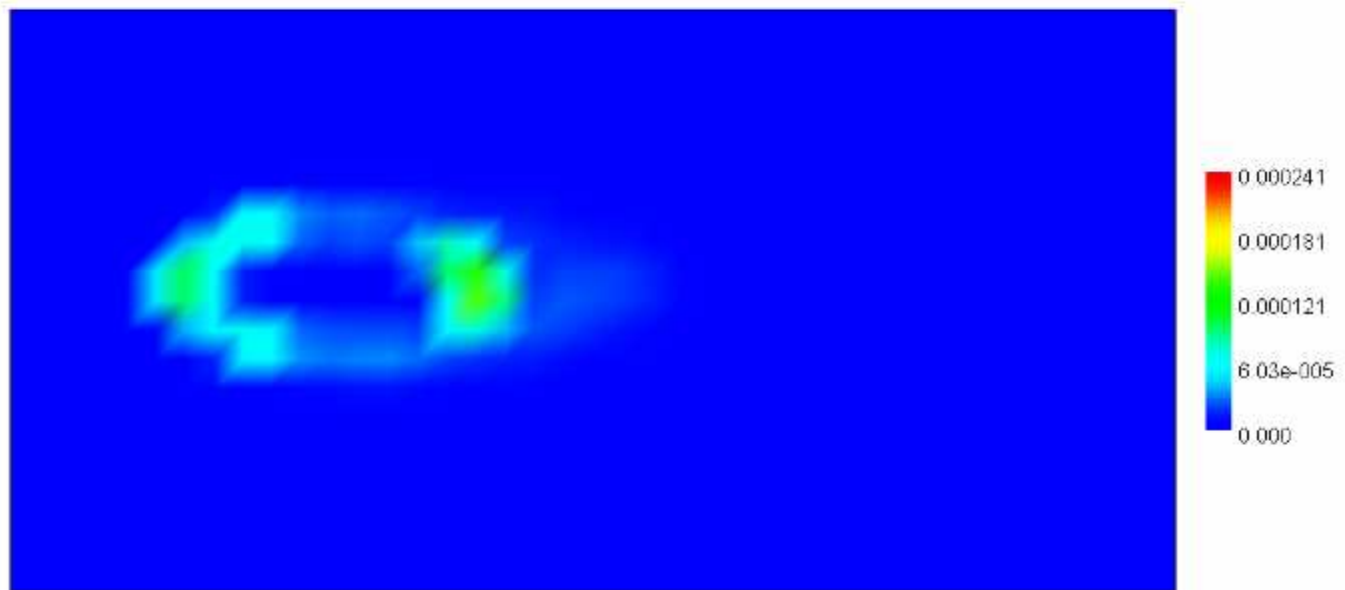
Time = 150 (1-150-1)

Zn



Time = 150 (1-150-1)

ZnS



Time = 150 (1-150-1)

Závěry

- ❖ Kontaminace horninového prostředí zpravidla vede k porušení existujících hydrogeochemických rovnováh
- ❖ Následkem může být celý řetězec na sebe navazujících reakcí, které mohou zásadním způsobem ovlivňovat okolní prostředí, imobilizovat kontaminanty, nebo naopak být příčinou sekundárního znečištění
- ❖ Pochopení dosahu probíhajících reakcí je předpokladem pro úspěšnou sanaci znečištění
- ❖ Nástrojem pro studium probíhajících procesů může být také modelování reaktivního transportu.