

Bioremediácia alifatických chlórovaných uhľovodíkov (TCE a DCE)

– pilotná štúdia technológie
EPS-CIU

v areáli Českej Zbrojovky, a.s.
Uherský Brod

EPS, s.r.o., Veselí nad Moravou
EPS biodegradácie, s.r.o., Malacky

Obsah

- Úvod
- Opis novej sanačnej technológie EPS-CIU
- Pilotný test – lokalita: Česká zbrojovka, a.s. Uherský Brod
 - ❖ Charakteristika lokality
 - ❖ Etapy prác a technické vybavenie lokality
 - ❖ Monitoring priebehu sanačných prác
 - ❖ Výsledky monitoringu
- Záver

Opis novej sanačnej technológie EPS- CIU

- Charakteristika technológie

biodegradačný proces

- Princíp technológie

využíva kometabolizmus

vybrané bakteriálne kmene:

R. erythropolis, S. paucimobilis, X. autotrophicus

- Výhody technológie

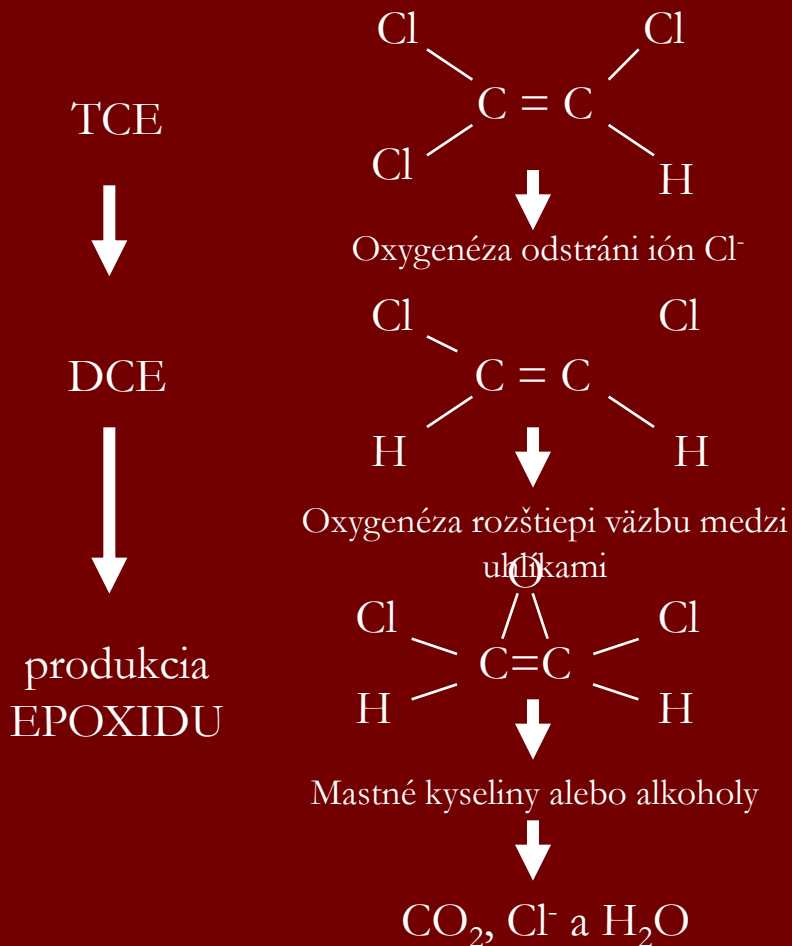
priebeha za aeróbných podmienok

bez tvorby nebezpečných intermediátov

(vinylchloridu)

Kometabolizmus

Schopnosť baktérií svojimi **KATABOLICKÝMI** enzýmami transformovať **HOL**, bez súčasného zapojenia **HOL** do ich metabolizmu **C** a **ATP**



baktérie + primárny substrát

katabolický enzým

štiepenie HOL

PILOTNÝ TEST

lokality: Česká zbrojovka, a.s. – Uherský Brod
sanácia zbytkového znečistenia horninového prostredia
kontaminovaného CIU (TCE a DCE)

Charakteristika lokality:

- ☀ Situácia
- ☀ Geologické a hydrogeologické pomery
- ☀ Charakteristika kontaminácie, cieľ sanačných prác

Etapy biodegradačných prác a technická príprava lokality

Monitoring priebehu prác

Širšie záujmové územie



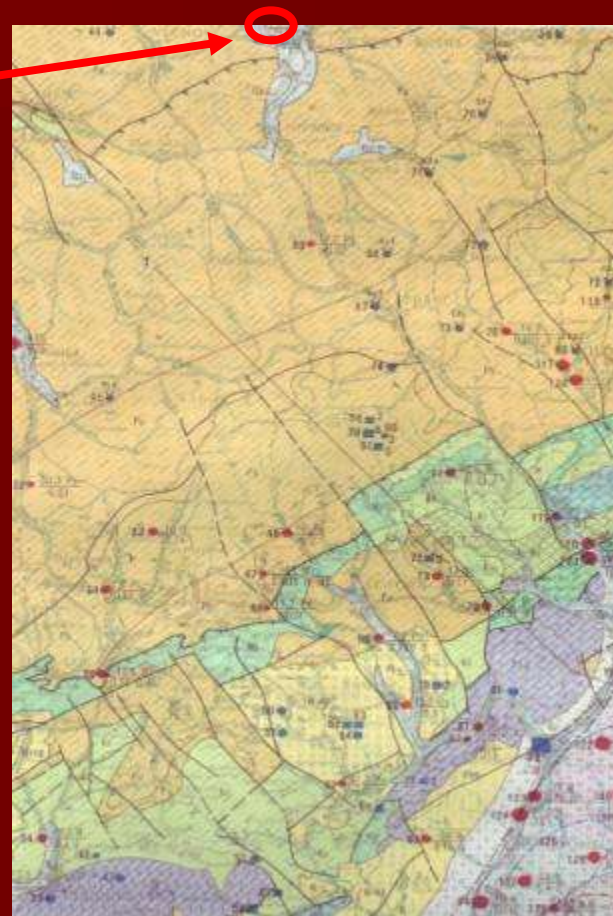
Záujmové
územie



Geologické a hydrogeologické pomery



Zájmové
územie



M 1 : 200 000

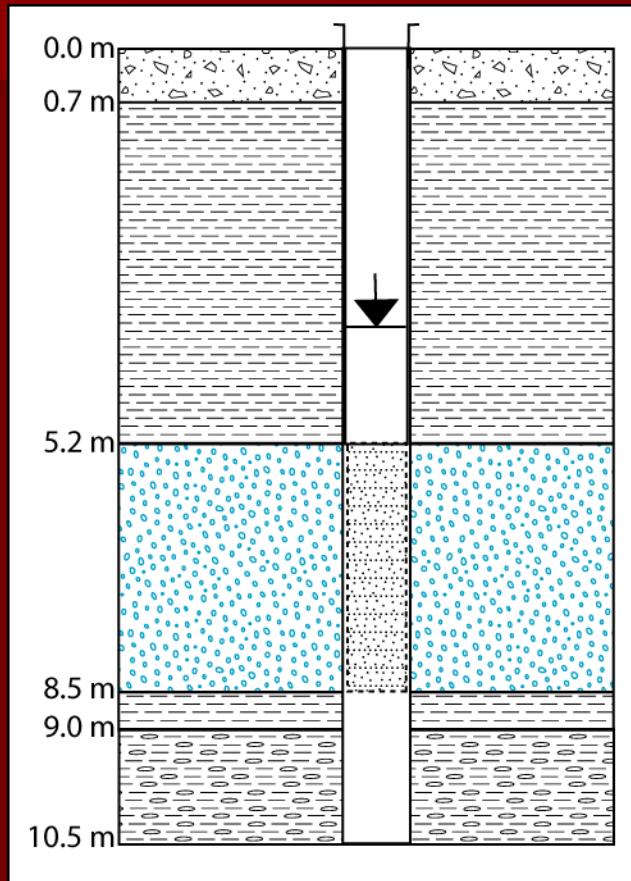
Terciér – paleogén – stredný až vrchný eocén :

zlínkse vrstvy - magurský flyš,
račanská jednotka

Kvartér : štrky, piesčité štrky, piesky, priepustnosť medzizrnová, hl. PV prevažne voľná, HG spojitost' s povrchovým tokom, $k_f = 1.10^{-2}$ až 10^{-3} m/s

Terciér – paleogén : flyš, priepustnosť prevažne puklinová, obmedzená iba na pripovrchovú zónu, $k_f < 1.10^{-4}$ m/s

Geologický profil HG vrtu Z-24



0,0 – 0,7 m

navážka

0,7 – 5,2 m

hlina, hnedá, tuhá

5,2 – 8,5 m

štrk piesčitý,
hnedý, valúny do 3cm

8,5 – 9,0 m

íl, šedý, tuhý

9,0 – 10,5 m

elúvium, ílovce, šedé,
úlomky do 6 cm

hl. PV = 3,7 m p.t.

Areál Českej zbrojovky, a.s. Uherský Brod



Lokalizácia záujmového územia v rámci areálu Českej Zbrojovky, a.s.



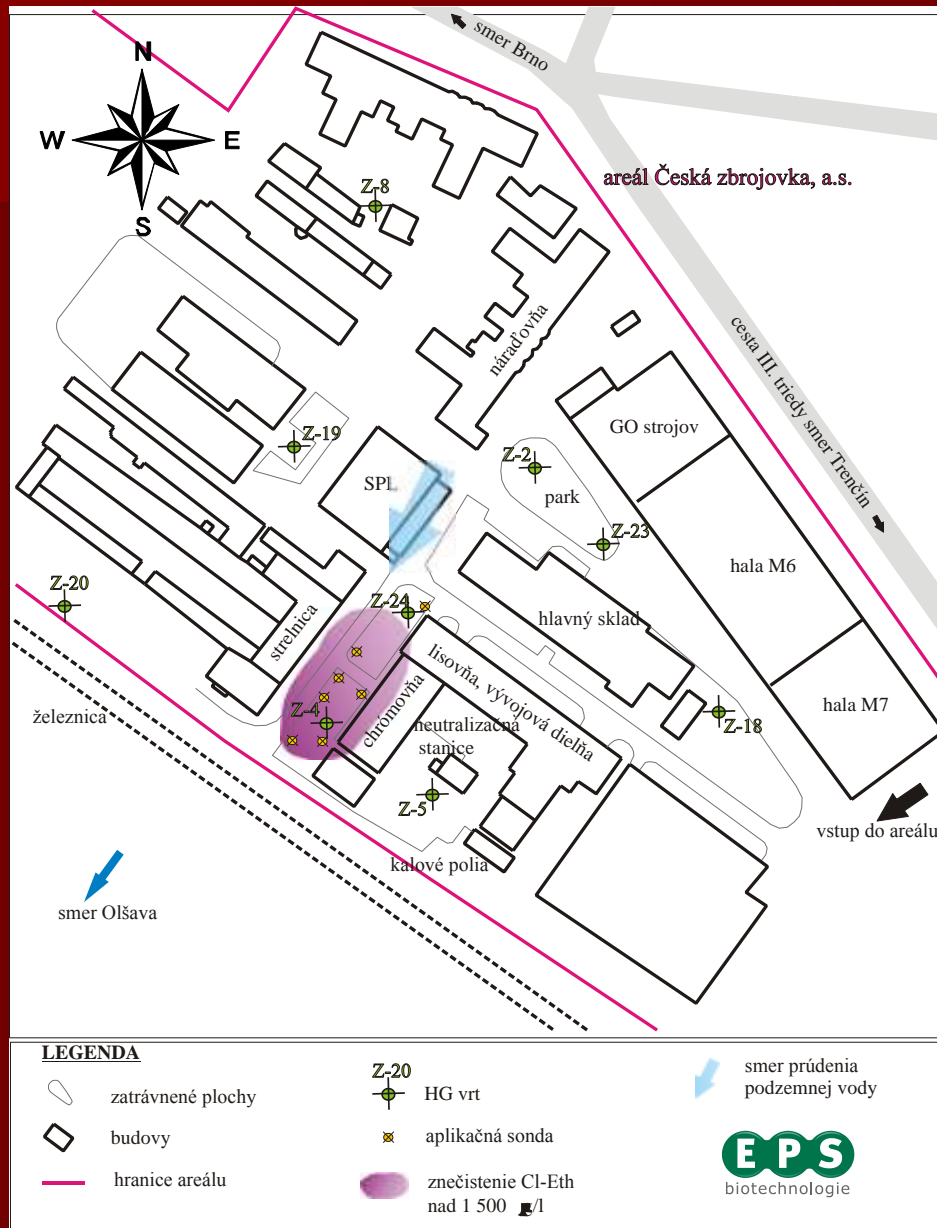
záujmové územie

vstup do areálu

Ohniská kontaminácie pri chrómovni



Kontaminačný mrak



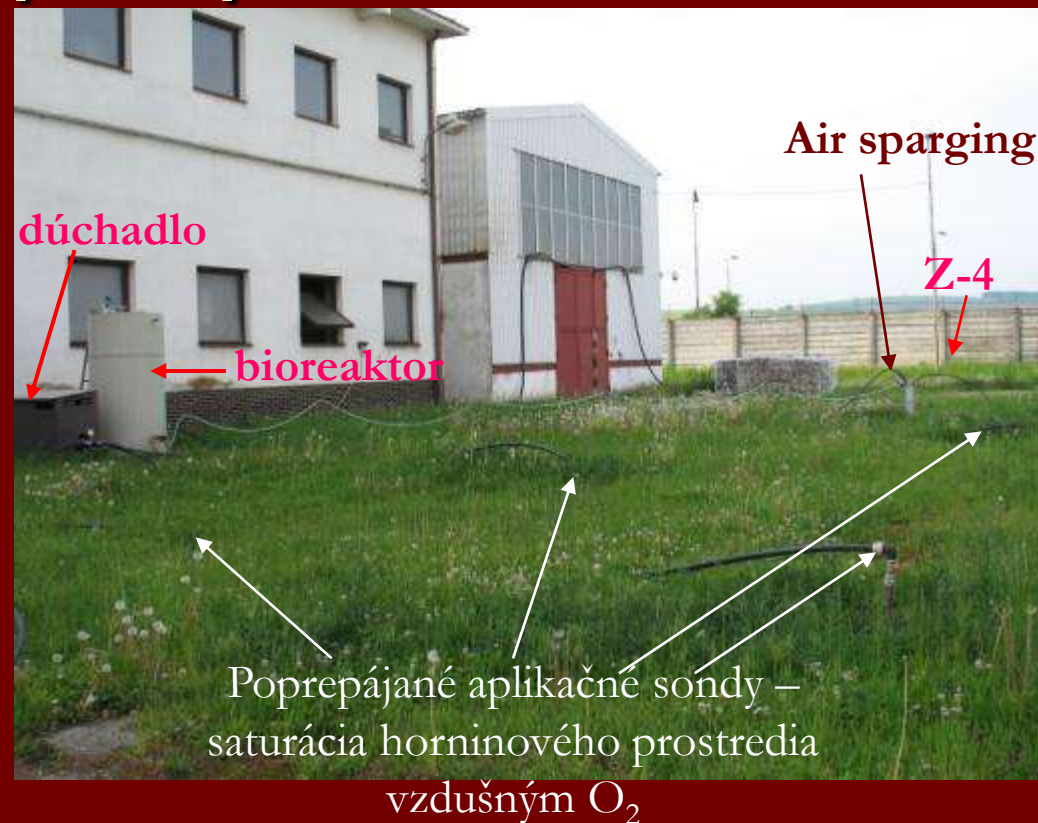
Etapy prác a technická príprava lokality

- Jeseň 2005 - **legislatíva**
- December 2005 - **odvrtanie aplikačných sond** =7ks
 - hĺbka 8 m, ocelové pažnice priemeru 40mm, perforované na päte sondy
- Január 2006 - **úvodný monitoring**
 - zonálne vzorkovanie vrto: Z-4, Z-24 a Z-20
 - analýzy PV na : PCE, TCE, 1,2-cis/trans DCE, vinylchlorid, Cr, NEL, živiny, baktérie
- Marec 2006 - **zahájená reduktívna dehalogenizácia**
 - aplikácia srvátky, živiny
- Máj 2006 - **zahájená aeróbna biodegradácia TCE a DCE**
 - prepojenie aplikačných sond rozvodmi
 - zahájenie saturácie horninového prostredia vzdušným O₂
 - inštalácia bioreaktora
 - zahájenie aplikácie baktérií
 - pokračovanie v aplikácii srvátky, živiny
- Október 2006– **ukončenie aplikácie baktérií**
 - prebieha len saturácia horninového prostredia vzdušným O₂
- Október 2006 až Máj 2007 - **prebieha len saturácia horninového prostredia vzdušným O₂**

Aplikácia srvátky do aplikačných sond



Inštalovanie Bioreaktora, prepojenie aplikačných sond, saturovanie lokality vzdušným kyslíkom



Namnožené baktérie v bioreaktore

Airliftový biorektor



Smer premiešavania inokula

Namnožené baktérie



Zonálny odber vzoriek podzemnej vody



Vrt Z- 4



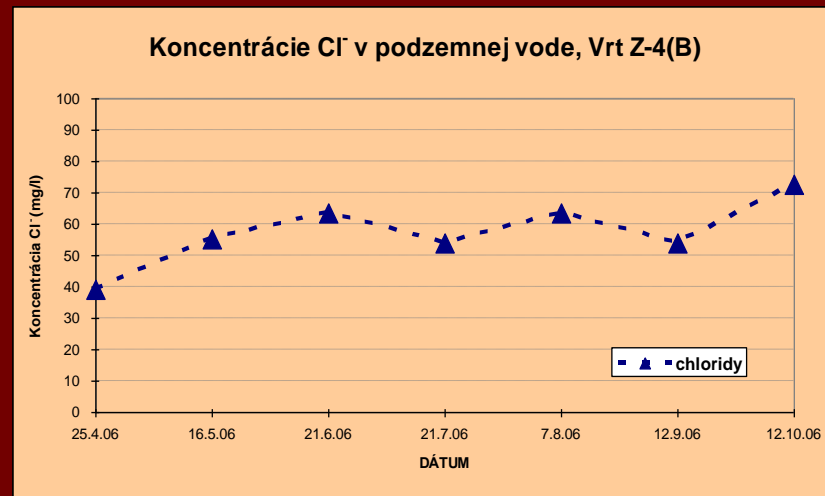
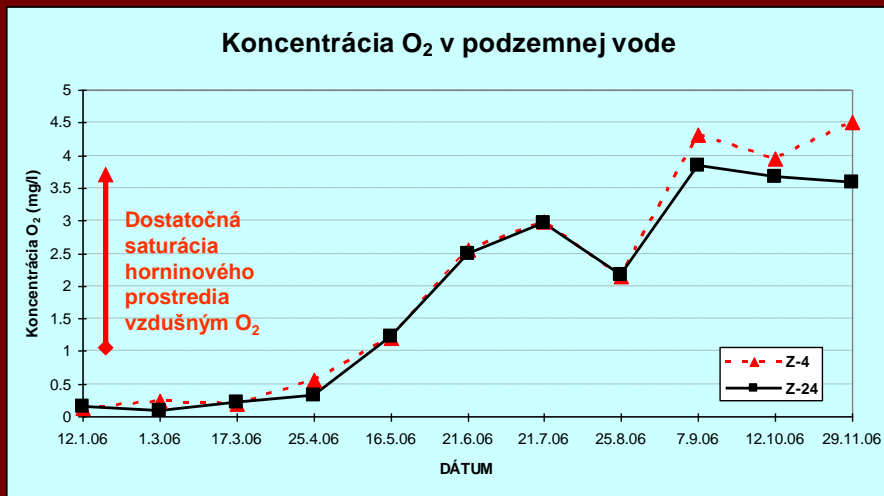
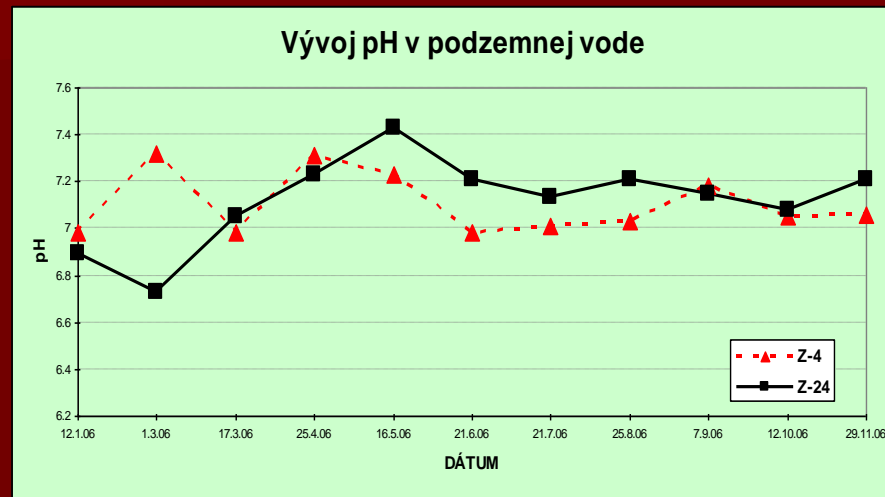
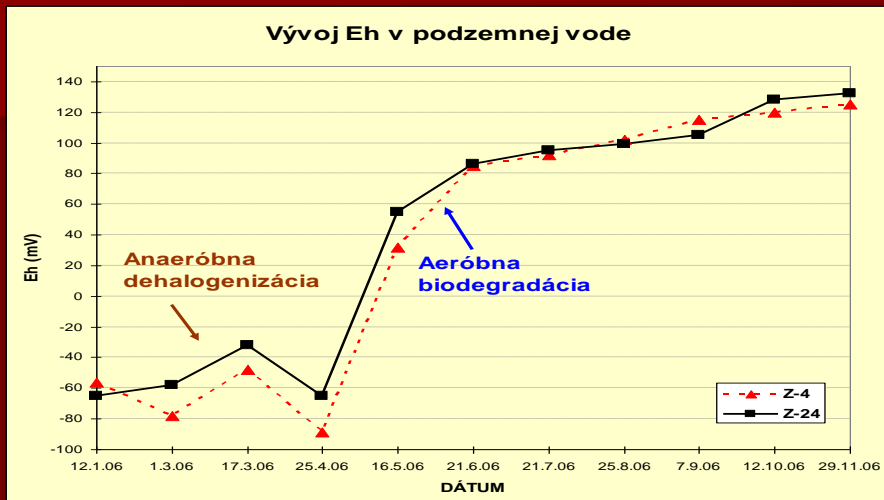
GIGANT

nízkoprietokové
čerpadlo

Monitoring

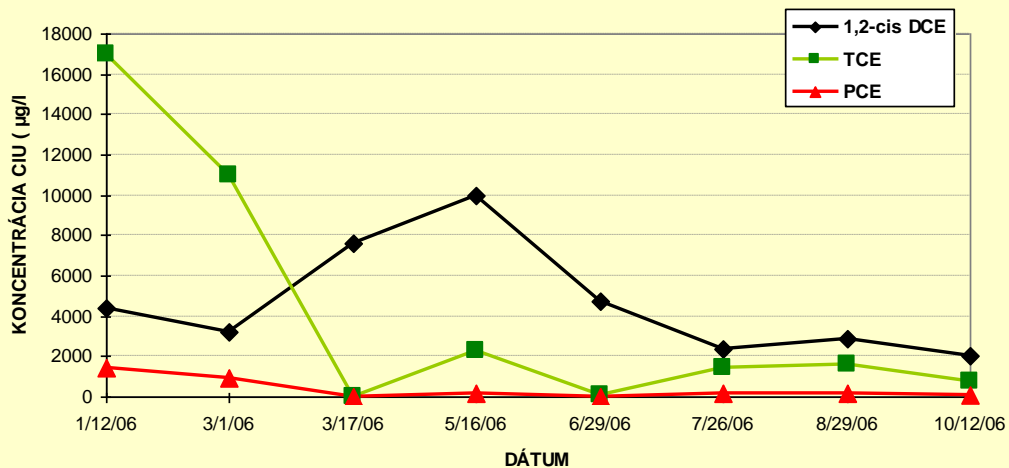
- množstvo aplikovaných médií
- koncentrácie PCE, TCE, 1,2-cis/trans- DCE, vinylchlorid v PV
- koncentrácie živín (N a P) v PV
- respiračné laboratorné testy – biodegradačná rýchlosť rozkladu Cl-Eth
- koncentrácia O_2 , Cl^- , T, pH, Eh v PV
- koncentrácia heterotrofných a degradujúcich mikroorganizmov v PV

Vývoj Eh, pH, O₂ a Cl⁻ v podzemnej vode

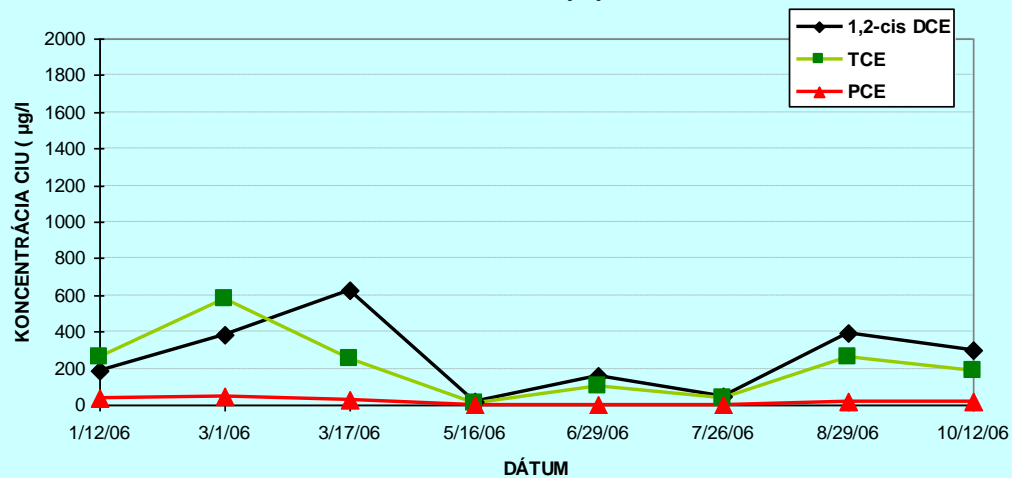


Koncentrácia CIU vrtoz Z-4 a Z-24

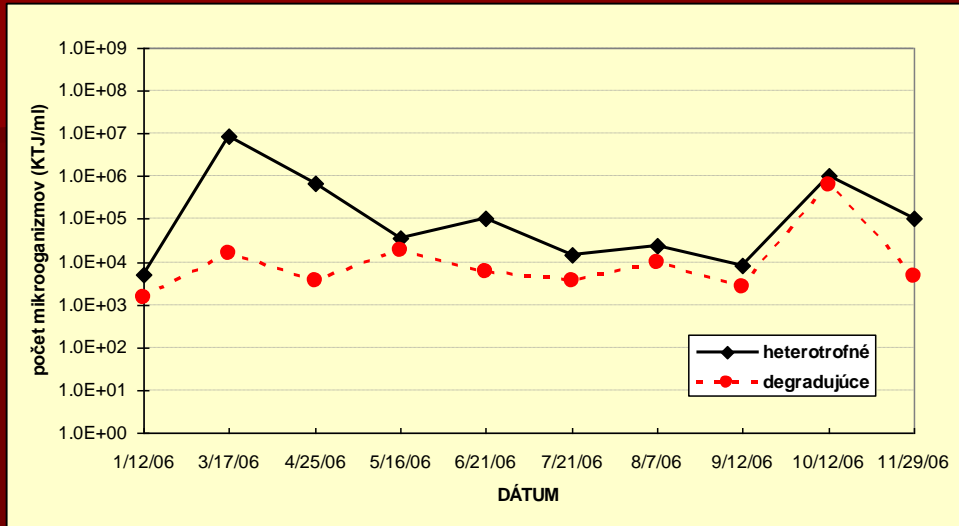
Vrt Z-4(B)



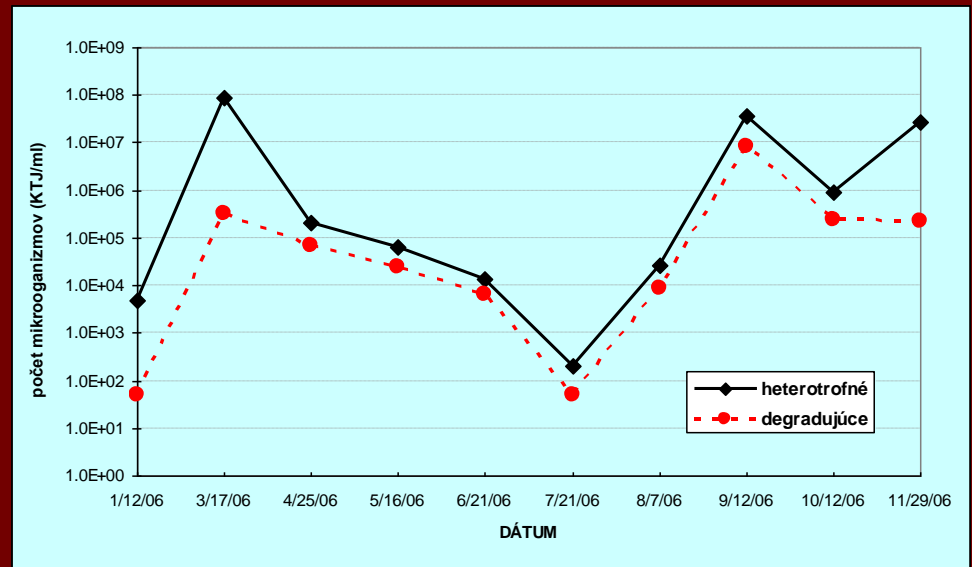
Vrt Z-24(B)



Chronologický vývoj koncentrace mikroorganismů



Vrt Z - 24



Výsledky monitoringu

- **Reduktívna dechlorácia úspešne prebehla, docielila zníženie koncentrácie PCE** a vyústila k nárastu 1,2-cis DCE, aplikácia srvátky behom anaeróbnej dehalogenizácie bola úspešná
- Do horninového prostredia sa aplikovali všetky potrebné média v dostatočnom množstve takže **nedochádzalo k limitáciám biodegradačného procesu** v dôsledku ich nedostatku
- **Koncentrácia** degradujúcich **mikroorganizmov výrazne stúpla**, podarilo sa vytvoriť optimálne podmienky pre ich rast a množenie
- **Aeróbna biodegradácia** CIU postupne **odstraňuje** vyniknuté **intermediáty** degradácie **PCE a TCE**
- **Biodegradačný proces nie je inhibovaný** prítomnosťou ťažkých kovov
- Laboratorné respiračné testy preukázali **dostatočnú rýchlosť odbúravania kontaminantu**
- Z monitoringu parametrov PV je evidentné že počas **reduktívnej dechlorácie** bolo v protredí **udržované anaeróbne prostredie** a **pH bolo optimálne**, po zahájení **aeróbneho procesu** sa **vytvorilo oxidačné prostredie** vhodné pre rast mikroorganizmov
- **Sanačný limit koncentrácia Cl-Eth < 1 500µg.l⁻¹** sa podarilo dosiahnuť vo všetkých odberových horizontoch.

Záver

VÝHODY technológie EPS-CIU sú:

- **prebieha v aeróbných podmienkach** (výrazne rýchlejší proces v porovnaní s reduktívnou dehalogenizáciou)
- **nevznikajú a neakumulujú** sa v jej priebehu **nebezpečné intermediáty** ako je napr. vinylchlorid.
- je **vhodná na sanáciu podzemných vôd a zemín znečistených HOL**
- je **možné ju kombinovať s doteraz používanými technológiami** odstraňovania HOL
- **technologicky a ekonomicky nenáročná** v porovnaní s doteraz používanými technológiami

NEVÝHODY technológie EPS-CIU sú:

- **nevhodná na sanáciu málo priepustných hornín**
- **nevhodná na degradáciu PCE** (PCE je degradovateľné len za anaeróbnych podmienok)
- **citlivá na výkyvy pH a T prostredia** (ideálne obdobie na teplotu je máj až október, produkcia a aplikácia biomasy cca 6 mesiacov, pH - pozor pri aplikácii základných nutrientov)
- **nájdenie vhodného dodávateľa kosubstrátu** (srvátka, cukor)

Na základe výsledkov pilotného testu, môžeme konštatovať, že nová sanačná technológia EPS-CIU patrí medzi nové inovačné technológie.

Výsledky monitoringu sanačných prác svedčia o úspešne prebiehajúcich sanačných prácach, tzn. úspešnosti novej sanačnej technológie EPS-CIU.

Ďakujem za pozornosť.

Autori

Mgr. Želmíra Greifová, Ing. Miroslav Minařík,
Ing. Markéta Sotolářová, Ing. Jiří Mikeš
Ing. Martina Siglová