

**ZKUŠENOSTI Z APLIKACE
ANIONAKTIVNÍHO
SURFAKTANTU PŘI SANACI
ZEMIN KONTAMINOVANÝCH
PAU**

**INOVATIVNÍ SANAČNÍ TECHNOLOGIE
VE VÝZKUMU A PRAXI V
17. – 18. 10. 2012 PRAHA**

RNDr. Ladislav Sýkora

Ladislav.sykora@aecom.com

Úvod

- Promývání zemin surfaktanty na dílčí lokalitě E1-západ bylo realizováno v rámci úkolu OSEZ JDZ Soběslav a.s.
- Metoda promývání surfaktanty byla zvolena jako náhradní metoda za klasickou sanační těžbu vzhledem k extrémně obtížným podmínkám (hloubka kontaminace 7 – 12 m p.t. v blízkosti provozované budovy technologie).
- Charakter a původ kontaminace: masivní kontaminace PAU s výskytem DNAPL při bázi kvartérního kolektoru o zjištěné mocnosti až 1,9 m. Původ kontaminace sahá do 60. a 70. let dvacátého století, kdy zde byly do terénních prohlubní deponovány odpady s významným obsahem impregnačního oleje.

Popis kontaminované lokality E1-západ

- Plošný rozsah: cca 20 x 20 m
- Kontaminace byla vázána na výraznou předkvartérní depresi v povrchu miocénních jílovitých sedimentů (hloubka 6 – 12 m p.t.). Deprese charakteru protažené mísovité prohlubně je vyplněna kvartérními fluvialními sedimenty – převážně jílovitými písky až štěrkovitými písky. Koeficient filtrace kolísá v závislosti na přítomnosti jílové složky mezi $x.10^{-4}$ až $x.10^{-6}$ m.s⁻¹.
- Kontaminace lokality E1-západ vznikla migrací volné fáze od východu z prostoru dřívějšího ukládání odpadů s vysokým obsahem impregnačního oleje. Kontaminace byla v průběhu sanačního zásahu na v. straně oddělena od zdroje dotace těsnicí jílocementovou PTS, vybudovanou kolem budovy technologie pily.

Dříve realizované sanační práce

- Před aplikací promývací metody bylo na lokalitě provozováno po dobu tří let prosté sanační čerpání s odčerpáváním volné fáze DNAPL ze dna vrtů.
- Výsledek:
 - odčerpáno cca 12,55 t kontaminantu ve volné fázi.
 - výtěžnost ke konci rapidně klesala
 - výskyt volné fáze v mocnostech cm až dm přetrvával
- Závěr: prosté sanační čerpání přestalo být efektivní. Vznikla potřeba zintenzivnit sanační práce. Jako nadějná metoda bylo vyhodnoceno promývání kontaminovaných zemin anionaktivním surfaktantem.

Legislativní rámec pro promývání surfaktanty

• Sanační limity

Stanovený cíl: odstranění volné fáze DNAPL z kolektoru.

S ohledem na to byly ČIŽP stanoveny tyto sanační limity pro podzemní vodu:

- PAU celk. dle MŽP*)	1 400 µg/l
- naftalen	31 000 µg/l
- benzo[a]pyren	2,3 µg/l

Hodnoty sanačních limitů odpovídají znalostem o rozpustnosti jednotlivých sloučenin ve vodě.

• Vodoprávní povolení

Aplikace této metody pro danou lokalitu byla schválena Odborem životního prostředí, zemědělství a lesnictví OVH KÚ JČK.

Metodika

- Postup při vývoji metodiky:
 - laboratorní testy
 - kolonové testy
 - poloprovozní testy
- Výběr nejúčinnějšího promývacího prostředku: anionaktivní surfaktant
- Specifikace metody: režim pulsního čerpání a zasakování s opakovanými jednorázovými dávkami surfaktantu. Předpokladem zahájení každého zasakovacího cyklu je maximální možné snížení HPV v čerpacích a zasakovacích vrtech.

Metodika

- Jednotlivé kroky pulsního cyklu:

1. sčerpání HPV na minimální úroveň
2. přerušení čerpání a zasáknutí surfaktantu do čerpacích i zasakovacích vrtů
3. odstávka čerpání po dobu nastoupání hladiny do úrovně stropu masivní kontaminace (8 – 9 m p.t.)
4. zahájení čerpání z čerpacích vrtů a současně zasakování do zasakovacích vrtů

- Ukazatele pro ukončení cyklu a zahájení nového:

- pokles koncentrace tenzidů v čerpané podzemní vodě pod stanovenou úroveň (zpravidla pod kritickou micelární koncentraci)
- snížení přítoku DNAPL do čerpacích vrtů (v počátečních fázích sanace)

Metodika

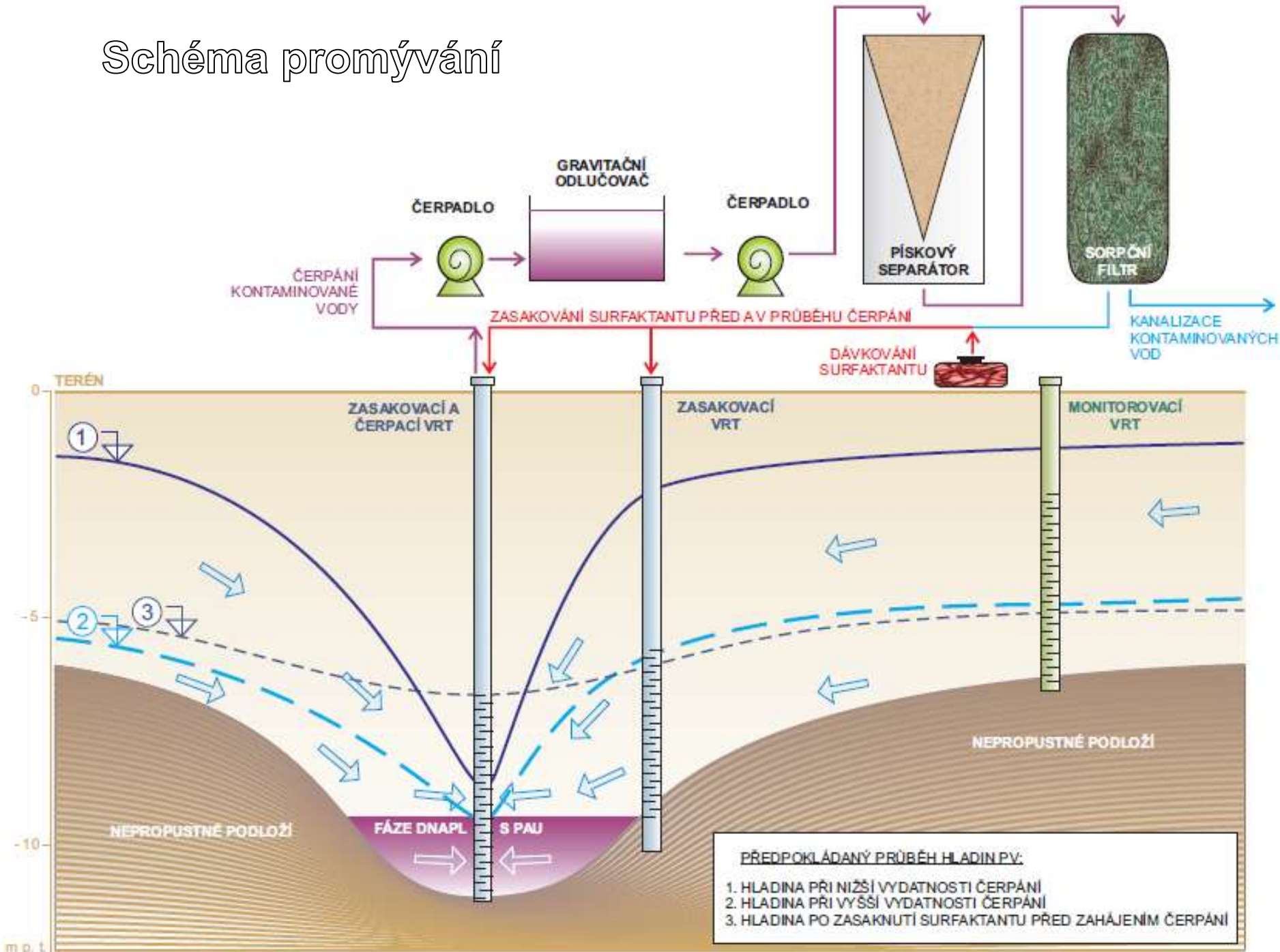
- Délka pulsního cyklu během provozní fáze:

- Celková průměrná délka: 20 dnů
- Z toho čerpání a zasakování: 15 dnů

- Vydatnosti čerpání a zasakování během provozní fáze:

- čerpání: 0,12 – 0,24 l/s
- zasakování: 0,02 – 0,16 l/s

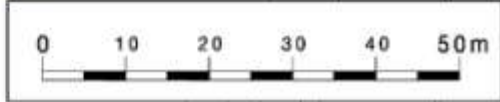
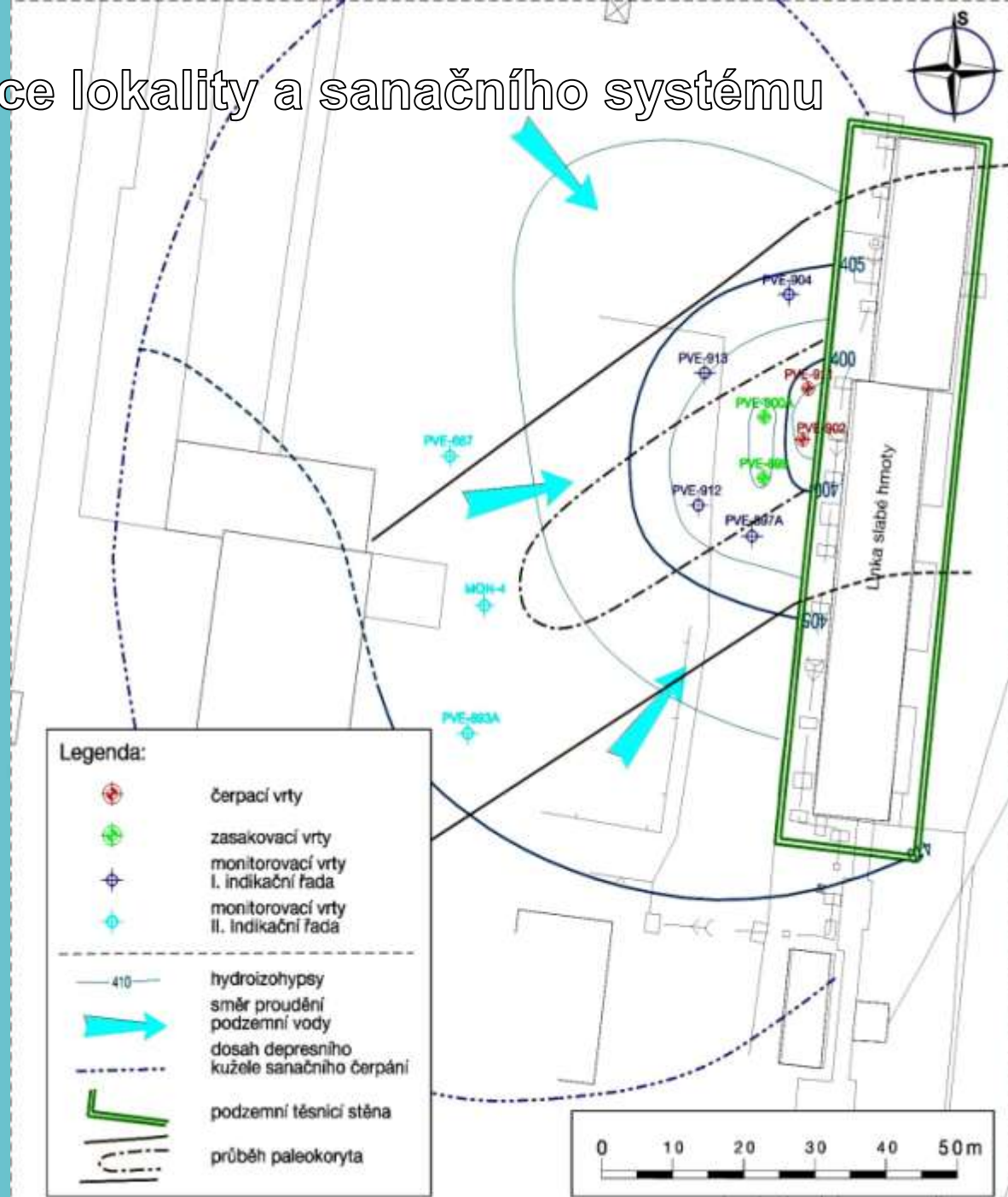
Schéma promývání



Sanační systém lokality

- Sanační a monitorovací objekty:
 - 2 čerpací vrty
 - 2 zasakovací vrty
 - 1. řada indikačních vrtů (4 objekty)
 - 2. řada indikačních vrtů (3 objekty)
- Dekontaminační jednotka
 - mobilní sanační stanice se třemi stupni čištění (gravitační odlučovač, pískový filtr a filtr s aktivním uhlím)

Situace lokality a sanačního systému



Vzorkování podzemní vody během sanace

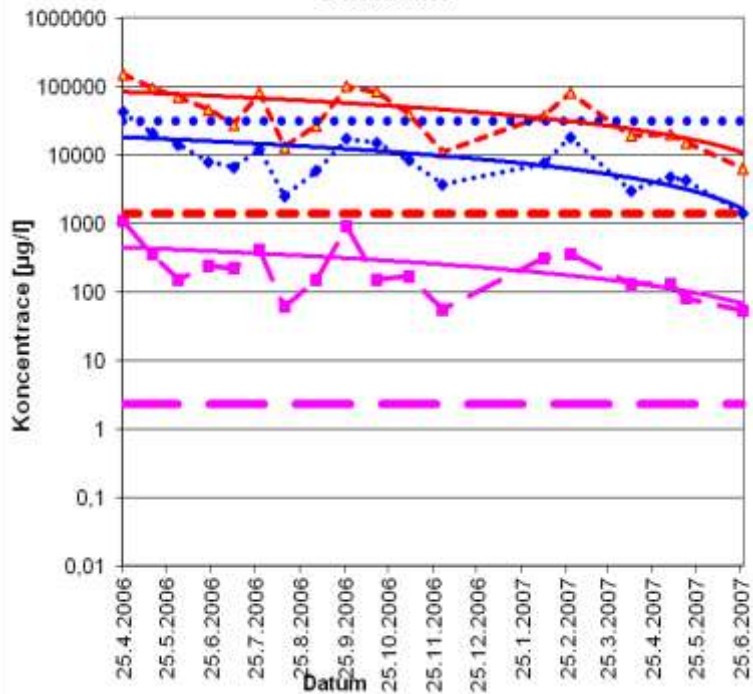


Výsledky provozní etapy sanace

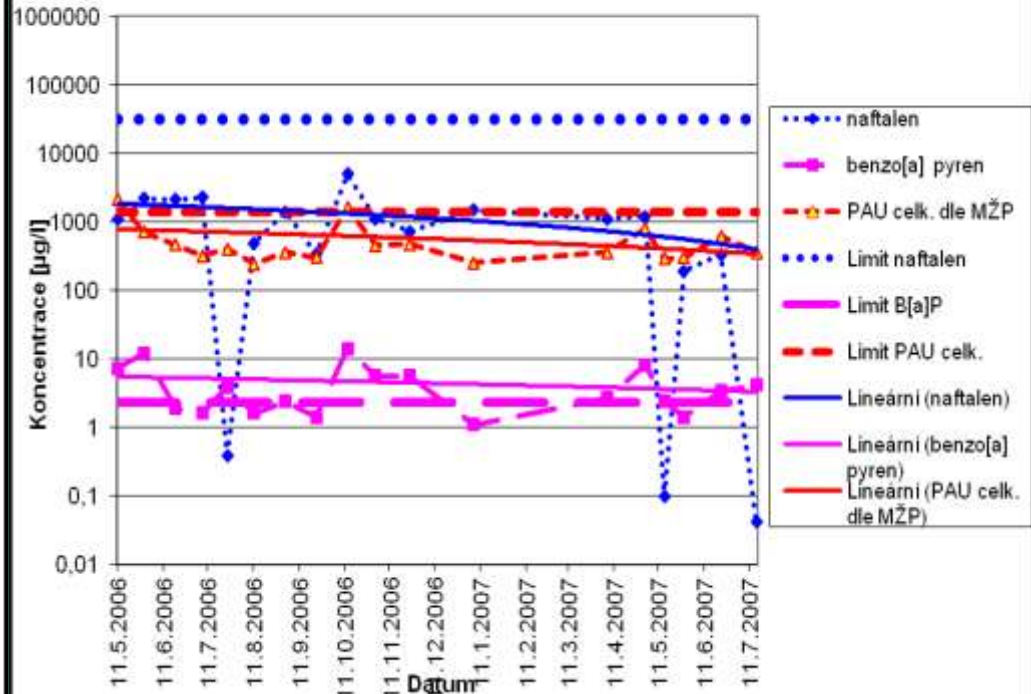
- Významný pokles koncentrací PAU v čerpané podzemní vodě
 - a) na počátcích čerpacích cyklů - ve stavu silně ovlivněném přítomností surfaktantů (pokles cca o jeden řád)
 - b) na konci čerpacích cyklů - prakticky bez přítomnosti surfaktantů (pokles cca o půl řádu)
- Zvýšení výnosu kontaminantů vlivem zasakování surfaktantů
 - zvýšení koncentrací PAU v čerpané podzemní vodě o 1 až 2 řády na začátcích čerpacích cyklů
- Zrychlující se trend poklesu koncentrací ke konci provozní fáze.
 - indikuje významně se snižující objem volné fáze kontaminantu, schopné uvolnit se z horniny působením surfaktantu.

Grafy vývoje koncentrací PAU

Graf 1.: Koncentrace PAU po aplikaci surfaktantu



Graf 2.: Koncentrace PAU před aplikací surfaktantu



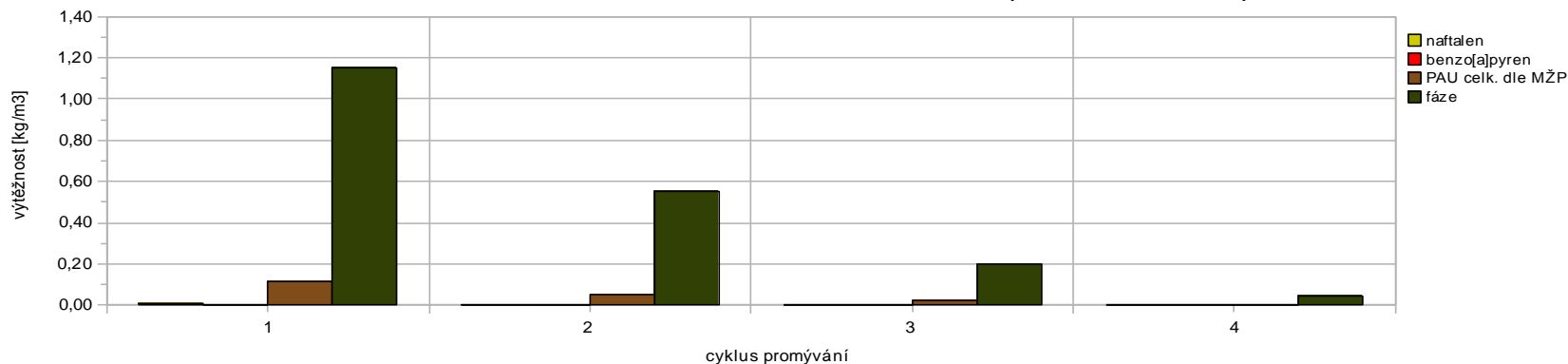
Celkové výsledky sanace

- Úplné odstranění pozorovatelné fáze DNAPL na lokalitě
- Dosažení trvale podlimitních koncentrací sledovaných ukazatelů PAU v sanačních vrtech
- Odstranění 3,56 t kontaminantu ve volné fázi během poloprovozní a dvou provozních etap promývání
- Celkový výnos (včetně předchozího sanačního čerpání) dosáhl 16,11 t kontaminantu ve volné fázi
- V samotném závěru sanace promýváním se projevil rapidní pokles výtěžnosti všech sledovaných složek kontaminantu na jednotlivý cyklus. Během posledních čtyř cyklů klesla výtěžnost PAU o jeden a půl řádu.

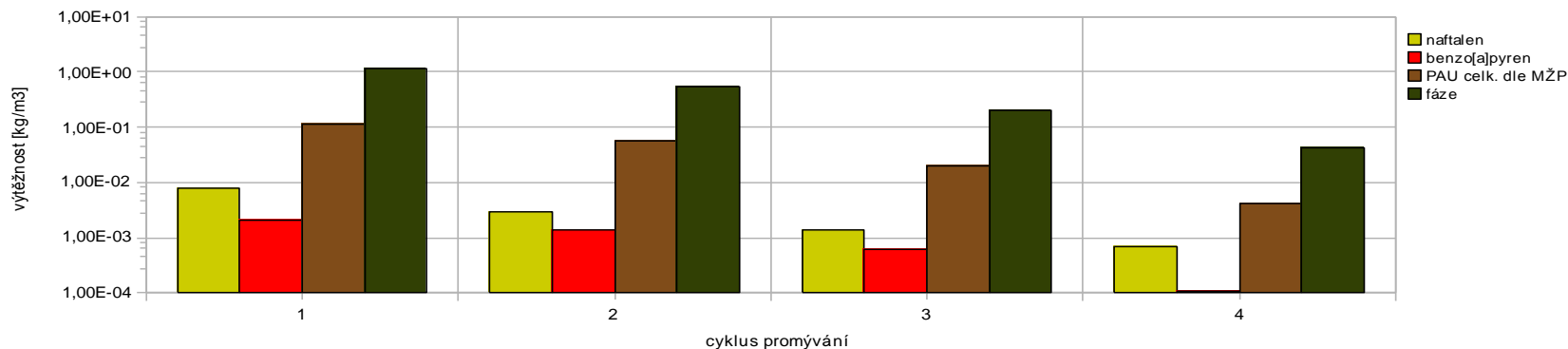
Výtěžnost PAU jako indikátor stavu sanace

Vývoj výtěžnosti sledovaných PAU na objem vyčerpané podzemní vody

VÝVOJ VÝTĚŽNOSTI PAU K OBJEMU ODČERPANÉ VODY (dekadické měřítko)



VÝVOJ VÝTĚŽNOSTI PAU K OBJEMU ODČERPANÉ VODY (logaritmické měřítko)



Diskuse

- Složitě sledování výnosu kontaminantu:

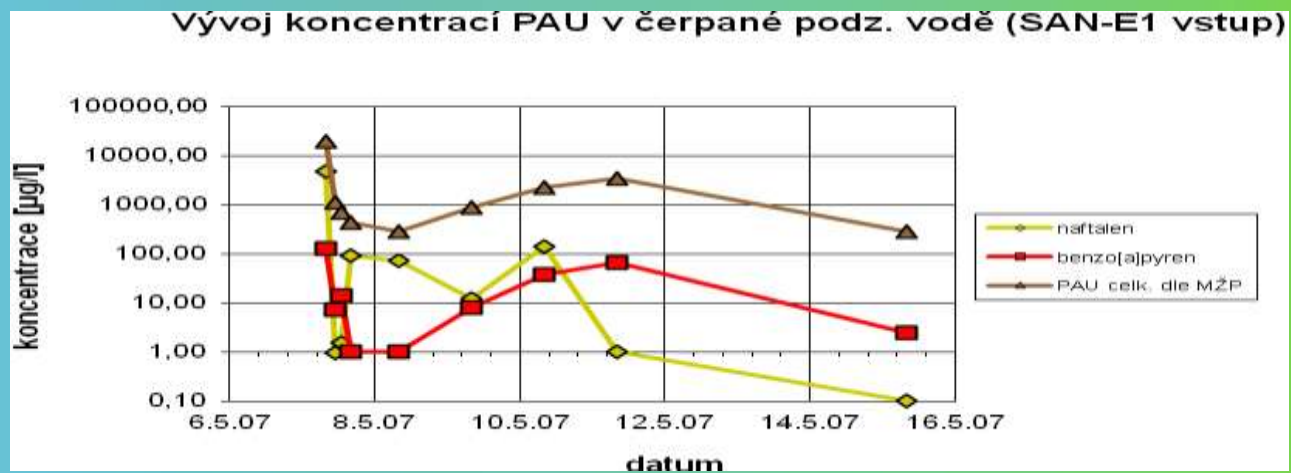
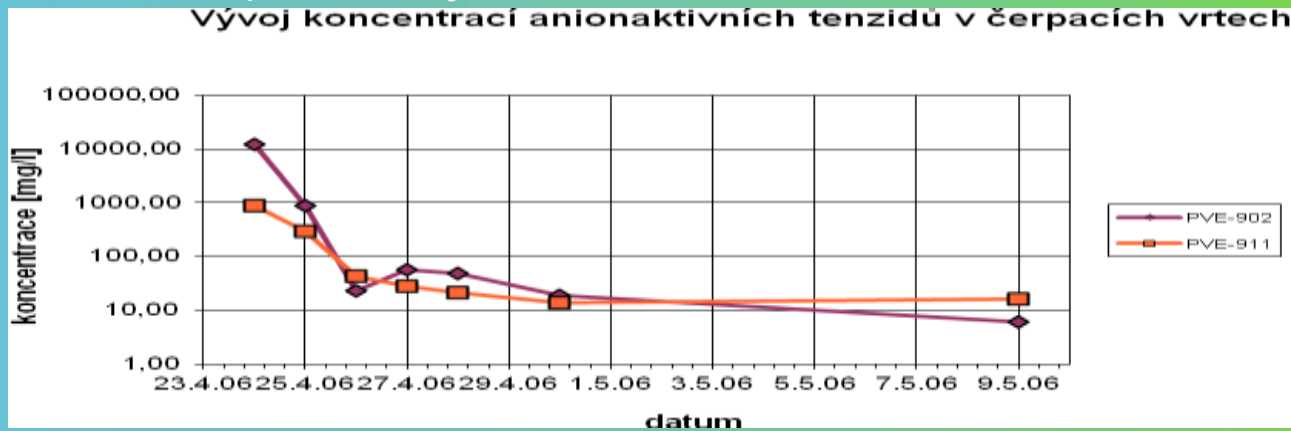
- v průběhu čerpacího cyklu se významně mění výnos kontaminantu v závislosti na koncentraci tenzidů
- při zasakování do více objektů se kontaminace pohybuje k čerpacím vrtů ve vlnách
- pro věrohodný výsledek je potřeba zjistit průběh koncentrační křivky – problémy s nárůstem ceny za analýzy při hustějším vzorkování
- pro hrubou korelaci lze použít skutečné množství odstraněné fáze ze sanační stanice – problémy s korelací mezi objemem odstraněného kalu za sanační stanice a analytickými údaji

- Obtížné sledování sloupce volné fáze DNAPL ve vrtech během sanačního zákroku:

- surfaktant zásadně ovlivňuje výskyt a mocnost volné fáze na dně vrtu, výsledkem je značné kolísání mocnosti měřené DNAPL

Diskuse

Vývoj koncentrací anionaktivních tenzidů a sledovaných PAU v průběhu čerpacího cyklu



Diskuse

- Sledování účinnosti surfaktantu:
 - optimální účinnosti bylo dosaženo při 0,1 – 1% roztoku tenzidů
 - empiricky zjištěná hodnota CMC pro použitý anionaktivní surfaktant se pohybovala v řádu desítek mg/l

Diskuse

- Ochrana životního prostředí:
 - při daném způsobu aplikace není otázka rizikovosti vlastního surfaktantu pro životní prostředí podstatná, neboť veškerý surfaktant je odčerpáván zpět
 - není-li technicky možné zabezpečit odčerpání veškerého surfaktantu z kolektoru zpět, pak není žádný surfaktant nerizikový pro životní prostředí, neboť hrozí únik uvolněného kontaminantu mimo sanované ohnisko

Závěr

- Metoda promývání zemin kontaminovaných PAU s použitím anionaktivního surfaktantu na lokalitě E1-západ byla vyhodnocena jako použitelná a v daném případě úspěšná.
- Propustnost kolektoru s k_f řádově $x.10^{-6}$ až $x.10^{-4}$, se ukázala být přijatelnou pro tuto metodu.
- Použitý anionaktivní surfaktant se ukázal být dostatečně účinný a pro daný účel vhodný.
- Promývání zemin kontaminovaných PAU s použitím surfaktantů lze považovat za vhodnou alternativní metodu k běžně používané metodě odtěžení a likvidaci ex situ.

Aktuální vzorkování 2 roky po postsanačním monitoringu lokality E1-západ

objekt	datum odběru	naftalen	benzo[a]pyren	PAU celk. dle MŽP
jednotka		µg/l	µg/l	µg/l
limit ČIŽP promývání		31000	2,3	1400
PVE-899	2.5.2012	62	0,35	68
PVE-900	2.5.2012	13	0,047	29
PVE-902	2.5.2012	87	1,7	130
PVE-911	2.5.2012	110	1,2	49

Děkujeme za pozornost !

