

Úvod

Lokalita

Znečištění

Chemie

Laboratoř

Pilot

Výsledky

URYCHLENÍ A INTENZIFIKACE KONVENČNÍCH METOD PRO SANOVÁNÍ ROPNÝCH UHLOVODÍKŮ

Karel Waska, Petr Beneš, Jiří Kamas,
Karel Horák, Michal Nožička, Miroslav Minařík

24. 4. 2014

Štrbské Pleso, SK

Úvod

Lokalita

Znečištění

Chemie

Laboratoř

Pilot

Výsledky

- Znečištěné území
 - Uvnitř průmyslového areálu UNIPETROL, a.s.
 - Explozivní prostředí (EX 1)
- Sanační čerpání a venting pomalé =>
 - Rozhodnuto o intenzifikaci pomocí ISCO
- 2 pilotní pole
 - M11A – Modifikované Fentonovo činidlo (MFČ)
 - (M11B – Peroxodisíran sodný)
- Primární požadavky na pilotní test
 - Ověření bezpečnosti aplikace
 - Ověření účinnosti technologie
 - Interakce s kontaminanty => ? Meziprodukty ?

Úvod

Lokalita

Znečištění

Chemie

Laboratoř

Pilot

Výsledky



Úvod

Lokalita

Znečištění

Chemie

Laboratoř

Pilot

Výsledky

Pole A

- Plocha 530 m²
- Mocnost kolektoru ~3m
- Mocnost zvodnělé zóny ~1,5 m
- Porozita $n = 0,15 \Rightarrow V \sim 120 \text{ m}^3$
- Píščito-štěrkový kolektor
 - Hydraulická vodivost
 - $k = 2,6e-4 \text{ m/s}$
- Proudění p.v.: SV – JZ



Úvod

Lokalita

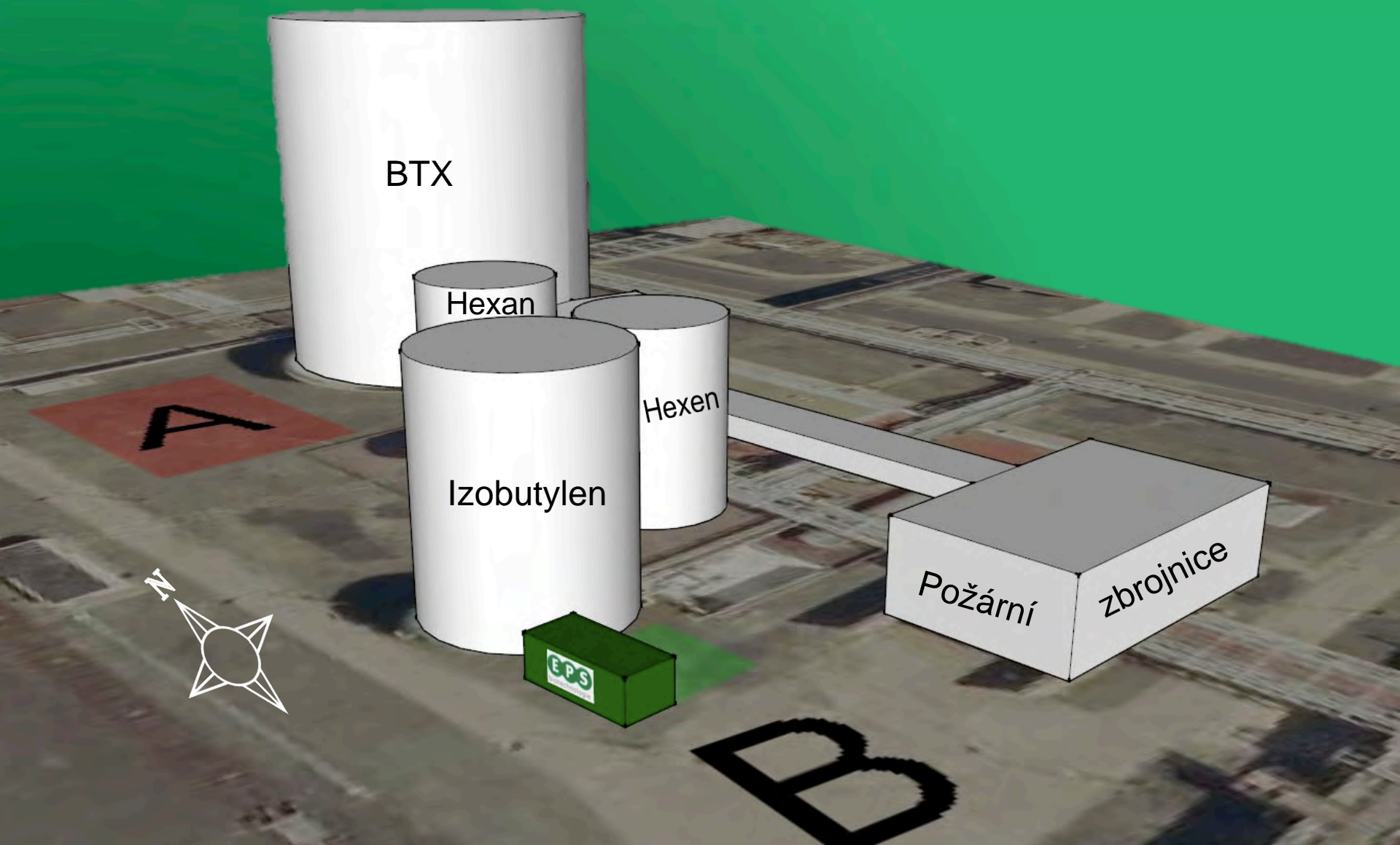
Znečištění

Chemie

Laboratoř

Pilot

Výsledky



Úvod

Lokalita

Znečištění

Chemie

Laboratoř

Pilot

Výsledky

Velká škála průmyslových provozů

- Ethylenová jednotka => kontaminanty:
 - Benzen, Toluen, Etylbenzen, Xylen, Naftalen
 - Další ropné uhlovodíky...
- Vývoj (HV-8857):

KONTAMINANT	Benzen	Naftalen	NEL
Jednotky	[$\mu\text{g/l}$]	[$\mu\text{g/l}$]	[mg/l]
Referenční koncentrace	400	1700	bez VFRL
Sanační cíl	2500	2500	20
III-2004	19300	276	19
X-2006	125000	<0,5	>200
XI-2013 (před aplikací)	10300	162	13,2

Úvod

Lokalita

Znečištění

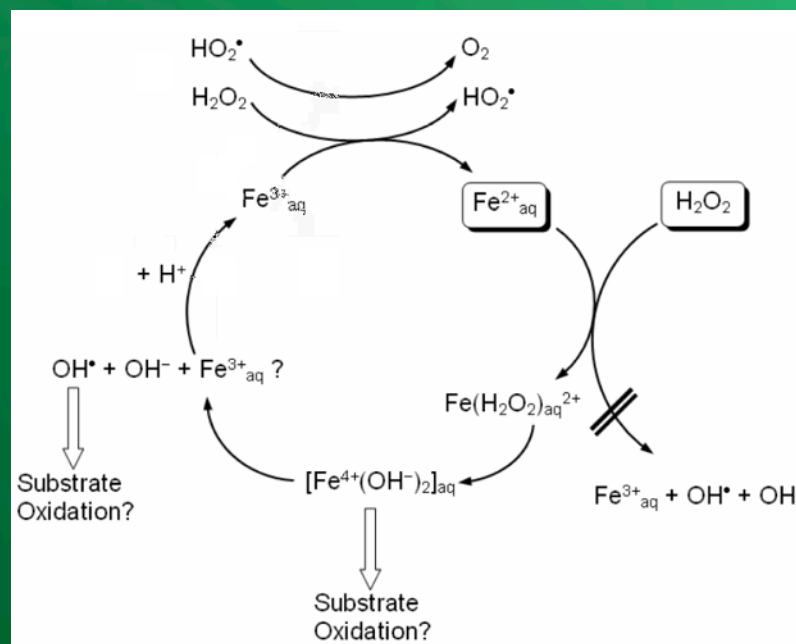
Chemie

Laboratoř

Pilot

Výsledky

Fentonovo činidlo



Exotermní reakce !!!

Úvod

Lokalita

Znečištění

Chemie

Laboratoř

Pilot

Výsledky

Výsledky testů na zemině: VIDEO...

- MFČ pro kontaminaci BTEX a naftalenem:
 - 5% peroxid vodíku,
 - $\text{FeSO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$
- V rámci lab testů nárůst T max o 4°C

Možnost realizace následného biologického dočištění

Úvod

Lokalita

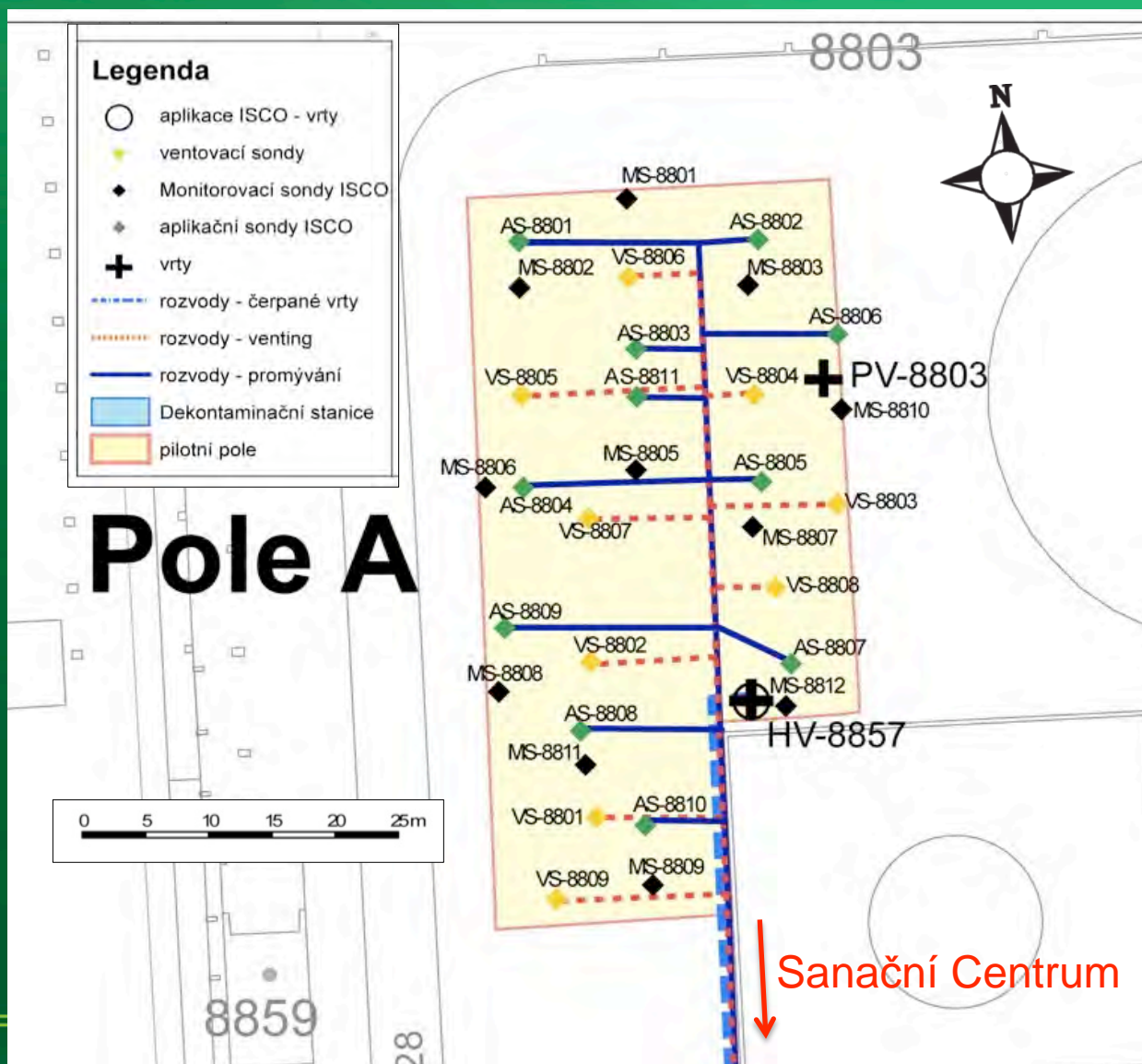
Znečištění

Chemie

Laboratoř

Pilot

Výsledky



Úvod

Lokalita

Znečištění

Chemie

Laboratoř

Pilot

Výsledky

Řízení procesů on-site – mobilní laboratoř

- Exotermní procesy – průběh závisí na podmínkách v podloží = obtížně předvídatelné (laboratoř určí rámcově)
- Přítomnost IG sítí
 - HPV nesmí přesáhnout 1 m pod terénem
 - pH nesmí klesnout pod 4,5 (nekorozivní podmínky)
 - Kontinuální měření T i HPV ve vrtech
 - Pravidelné měření koncentrace MFČ i pH přímo na lokalitě
 - ⇒ Dynamické řízení, možnost reakce na aktuální dění v podloží
 - ⇒ Pro bezpečnou aplikaci oxidačních činidel je nezbytná „**mobilní laboratoř**“



Úvod

Lokalita

Znečištění

Chemie

Laboratoř

Pilot

Výsledky

12.11.2013 – 28.1.2014:

- Zásak MFČ – 7 etap
 - 77 m³ (5% H₂O₂), plošně i bodově
- Čerpání p.v. mezi aplikacemi (po skončení oxidační reakce)
 - čištění pomocí AU, recyklace => dynamický stav zvodně
- Čerpání půdního vzduchu
 - vznik plynů při oxidaci
 - monitoring koncentrací TOL pomocí PID
 - čištění pomocí AU
- EXPLOZIVNÍ PROSTŘEDÍ – Úspěšné řízení =>
 - *In situ* real-time monitoring: HPV, teplota, (vodivost)
 - On-site monitoring: Fyz-Chem, H₂O₂, TOL (PID)



Úvod

Lokalita

Znečištění

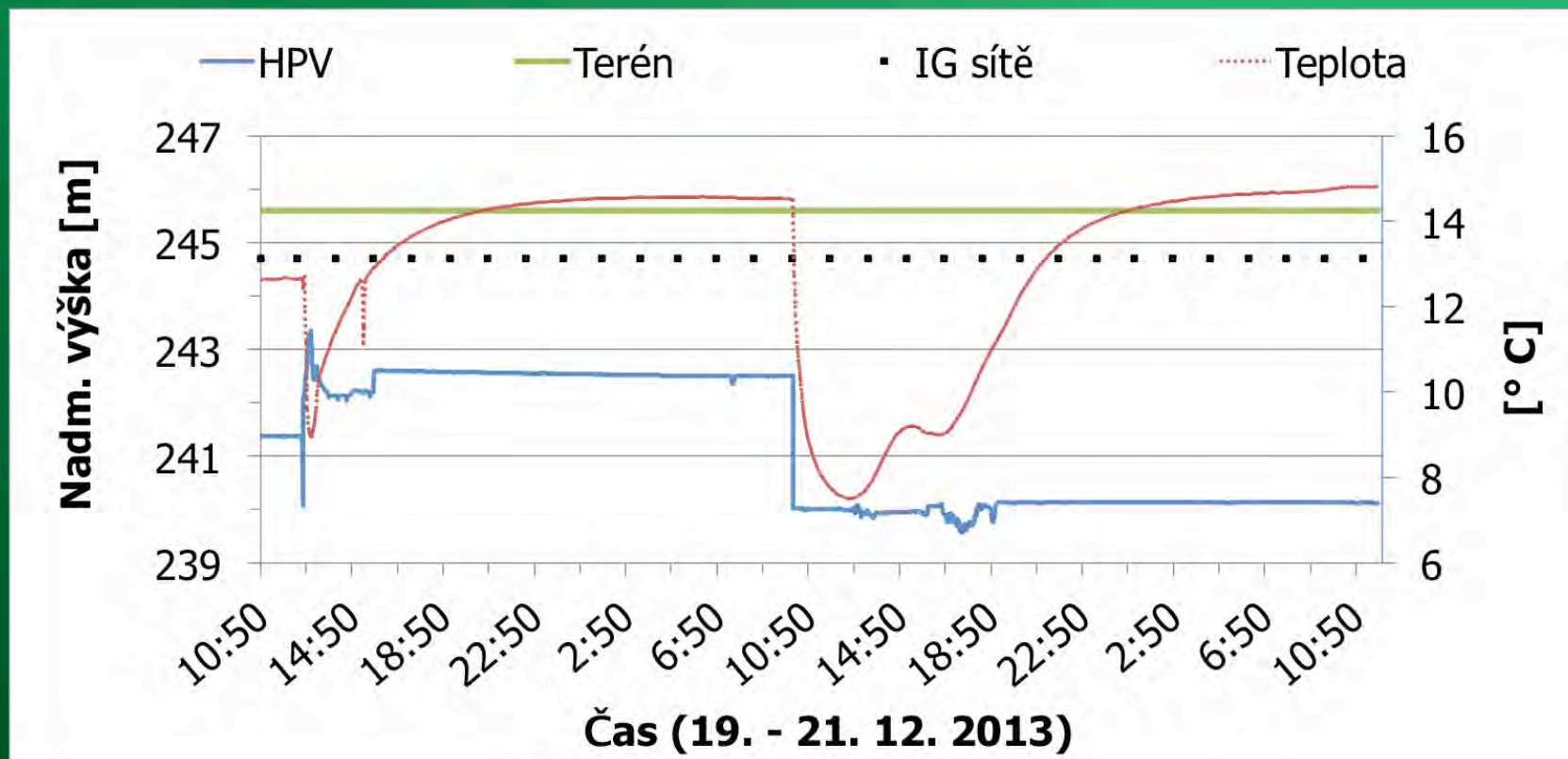
Chemie

Laboratoř

Pilot

Výsledky

Bezpečnost – Teplota prostředí a HPV



Úvod

Lokalita

Znečištění

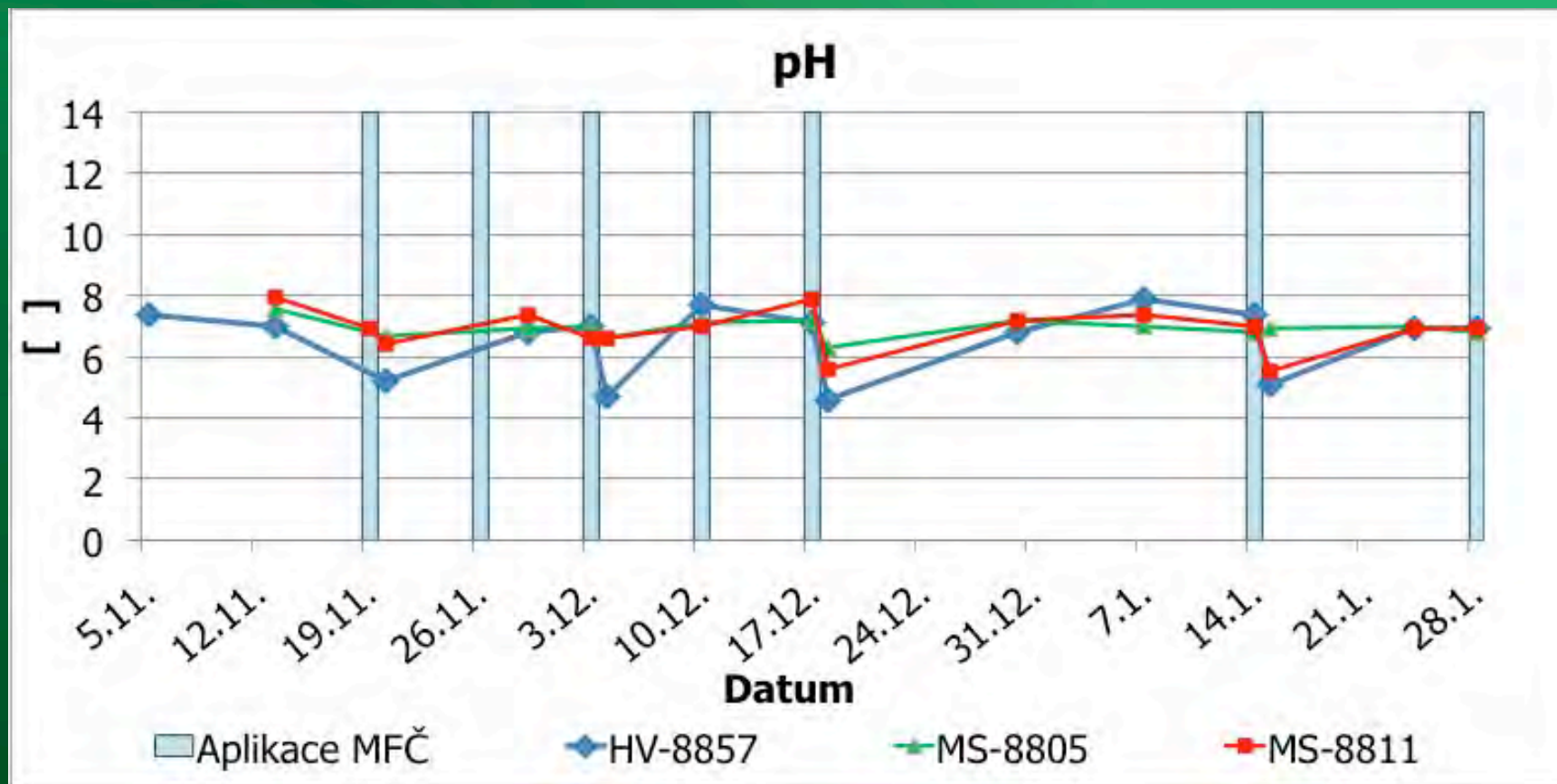
Chemie

Laboratoř

Pilot

Výsledky

Bezpečnost – pH



Úvod

Lokalita

Znečištění

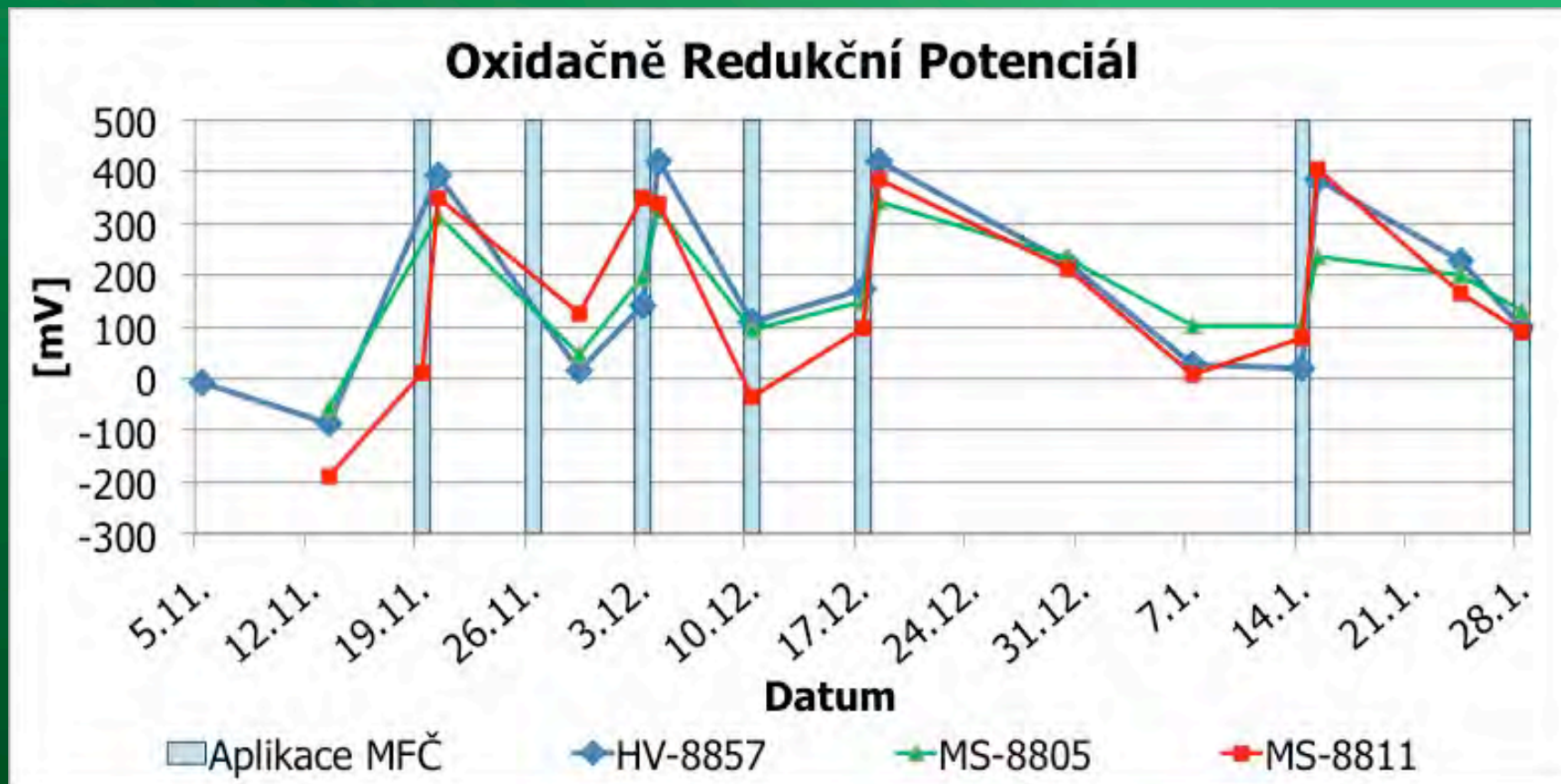
Chemie

Laboratoř

Pilot

Výsledky

Aktivita – ORP (standardní vodíková elektroda)



Úvod

Lokalita

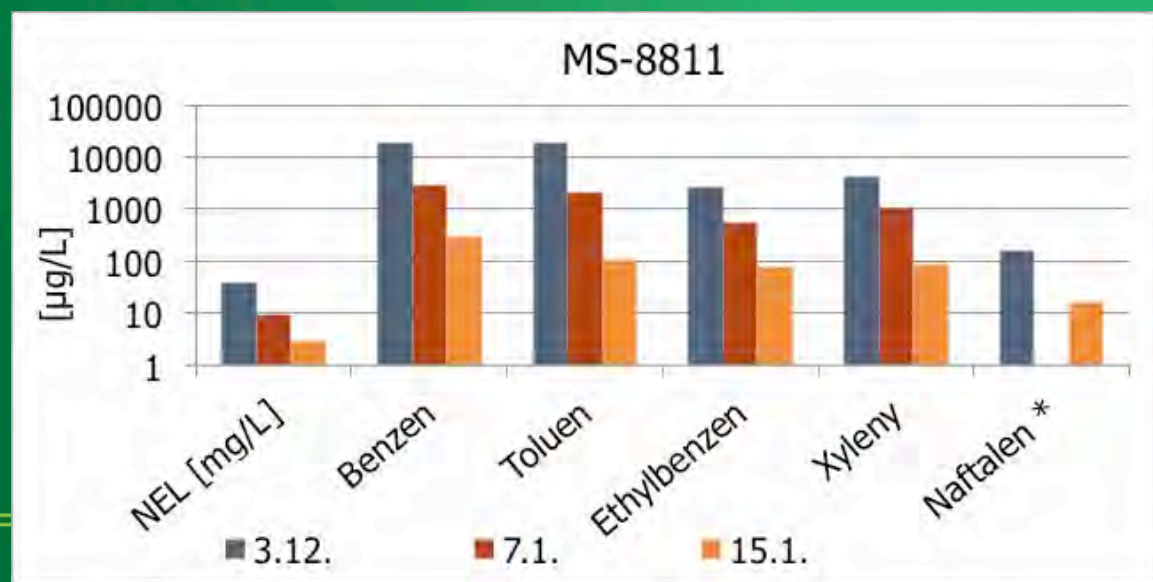
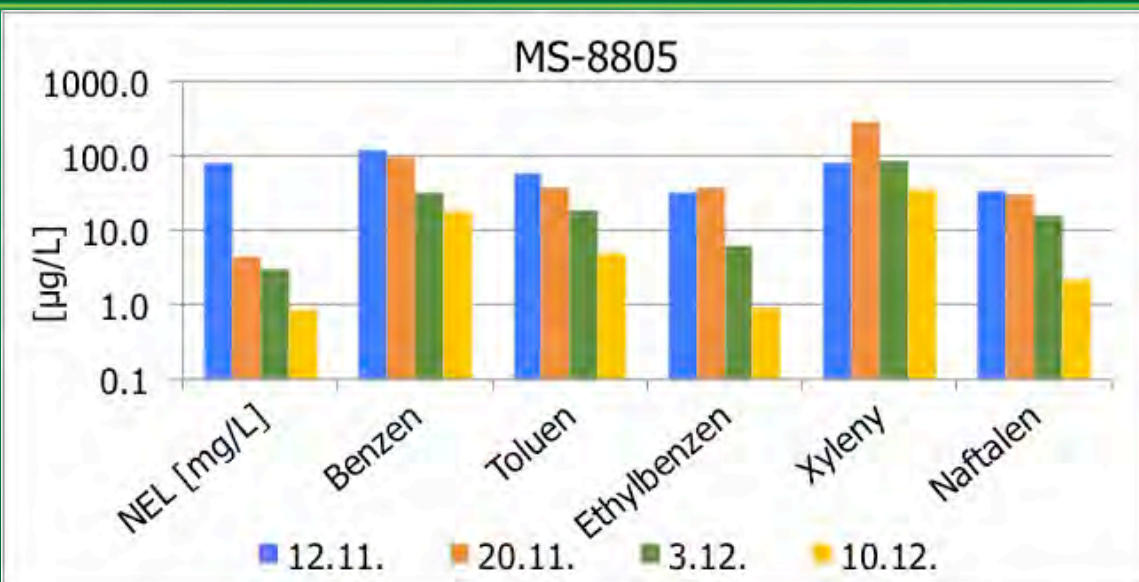
Znečištění

Chemie

Laboratoř

Pilot

Výsledky



Úvod

Lokalita

Znečištění

Chemie

Laboratoř

Pilot

Výsledky

Benzen

Naftalen

NEL

LEGENDA

LEGENDA

LEGENDA

+
Monitorovací
objekt

+
Monitorovací
objekt

+
Monitorovací
objekt

□
Pilotní
pole

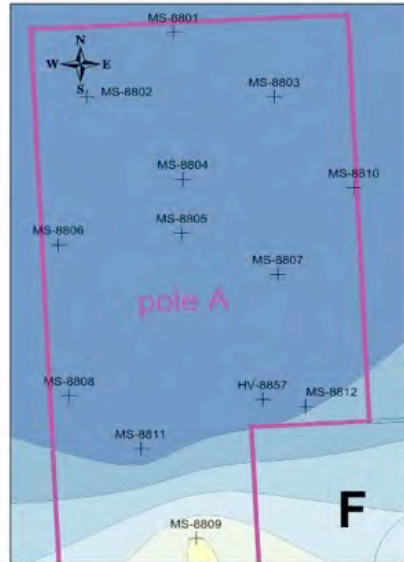
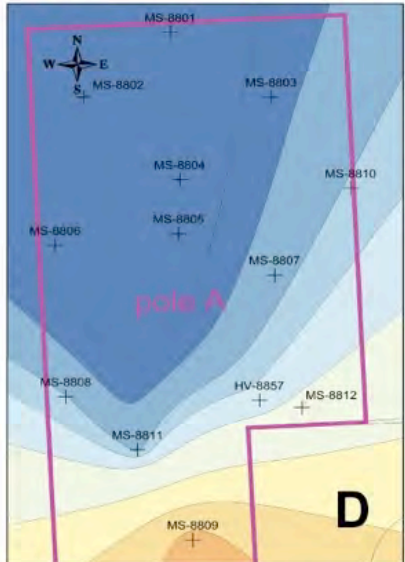
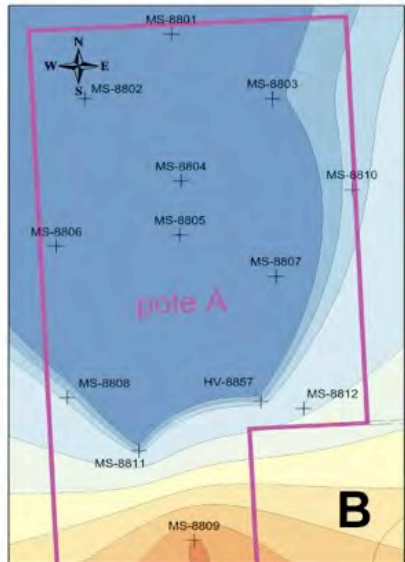
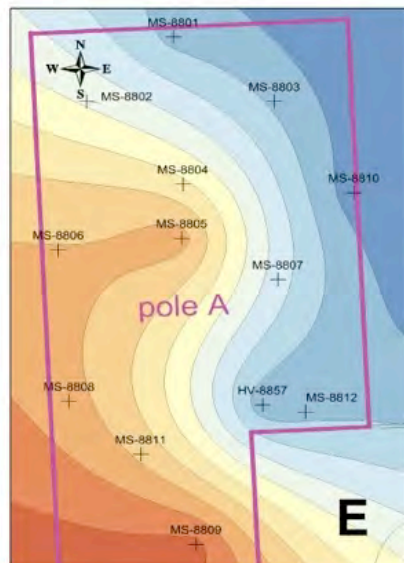
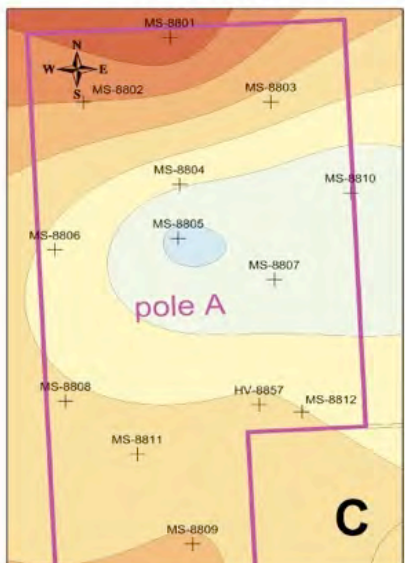
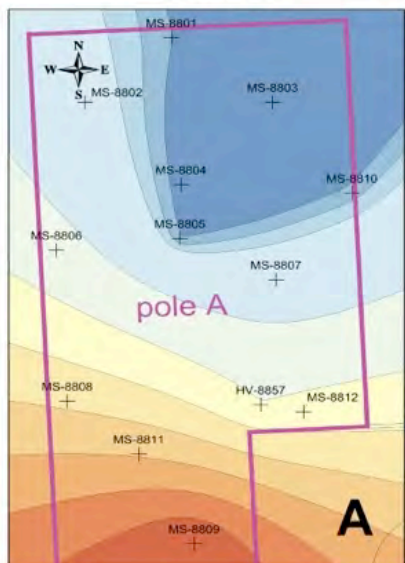
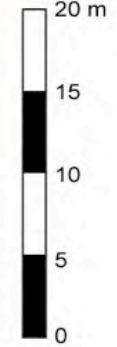
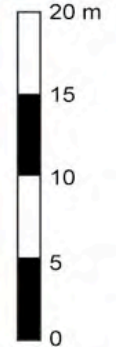
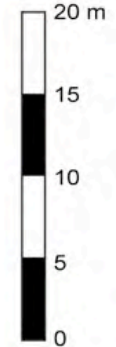
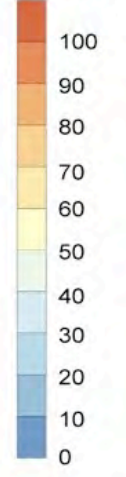
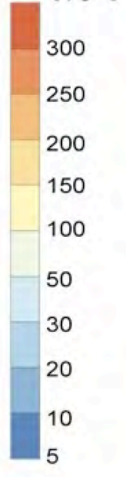
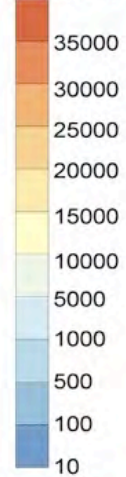
□
Pilotní
pole

□
Pilotní
pole

[µg/l]

[µg/l]

[mg/l]



Úvod

Lokalita

Znečištění

Chemie

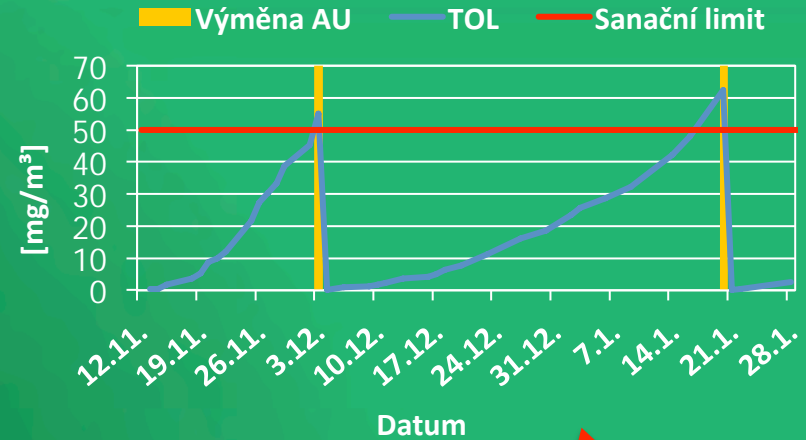
Laboratoř

Pilot

Výsledky

Souhrn

- 550 m³ p.v. s výtěžností cca:
 - 4 kg benzenu
 - 10 kg NEL
 - 0,75 kg naftalenu
- 163 392 m³ půdního vzduchu s výtěžností cca:
 - 130 kg TOL
 - Funkčnost filtru AU závislá na intenzitě oxidačních reakcí
- Prodlužování trvanlivosti a dosahu MFČ v horninovém prostředí
- Využití ORP (či rozp. O₂) pro nasměrování bodové aplikace MFČ
- Snižování hltnosti aplikačních objektů <= suspenze jílových částic
=> pravidelné čištění vrtů pro plošnou sanaci
- Následná podpora přirozené atenuace živnými roztoky



Úvod

Lokalita

Znečištění

Chemie

Laboratoř

Pilot

Výsledky

Úspěšný pilotní test

KONTAMINANT	Benzen	Naftalen	NEL
Jednotky	[$\mu\text{g/l}$]	[$\mu\text{g/l}$]	[mg/l]
Referenční koncentrace	400	1700	bez VFRL
Sanační cíl	2500	2500	20
XI-2013 (před aplikací)	10300	162	13,2
I-2014 (po aplikaci)	404	36,8	2,87

- Precizní kontrola teploty i HPV
- Nárůst ORP do účinné oblasti
- Dobrý dosah remediačního pole
- Prokázána degradace kontaminantů
- Neprokázány toxické meziprodukty

Úspora prostředků i času

Děkuji za pozornost