

STOPOVACÍ ZKOUŠKA PILOTNÍ TEST APLIKACE FENTONOVA ČINIDLA V PUKLINOVÉM PROSTŘEDÍ

Lokalita Kozí hřbety – oblast *Nádrž*

Jiří Kamas¹, Ilona Janoušková², Marek Skalický², Miroslav Minařík¹

1) EPS, s.r.o. www.epssro.cz

2) ENVIGEO, s.r.o. www.envigeo.cz



Charakteristika zakázky

AKCE:

„Dokončení sanace lokality po bývalé Sovětské armádě Kozí hřbety“

Stupeň prací: sanace dílčí sublokality Nádrž – pilotní test intenzifikační sanačních metod

Realizace: červen – listopad 2010

Sanační cíl:
odstranění VFRL z hladiny podzemní vody

Zadavatel: Ministerstvo životního prostředí ČR

Generální dodavatel: ENVIGEO s.r.o.

Charakteristika lokality Nádrž

HISTORIE LOKALITY

- Bývalý VVP Madá
- Širší okolí intenzívně využíváno SA – letiště Boží dar
- V oblasti *Nádrž*, přečerpávání pohonných hmot (výdejní stojany), velkokapacitní nádrž 1000 m³, napojení na železniční vlečky produktovody.
- Odchod SA v r. 1990, zahájeny průzkumné a sanační práce

PŘEDCHOZÍ PRŮZKUMY A SANACE

- Podrobný HG průzkum (AQUATEST)
- Rozsáhlá hydraulické sanace
- Demolice nádrže, odtěžba kontaminované nesaturované zóny, revitalizace území
- Geofyzika – VES, DEMP,VDV

PŘÍRODNÍ PODMÍNKY

Složitá geologická a hydrogeologická stavba křídových sedimentů- střední turon (vápnité, slínovité pískovce, prachovce, vápence), do 5 – 7 m eluvium, pseudokrasové kanály? Tektonické linie **JJV-SSZ**, V-Z, izolace puklin **Puklinová propustnost**, HPV 10 – 20 m p.t.

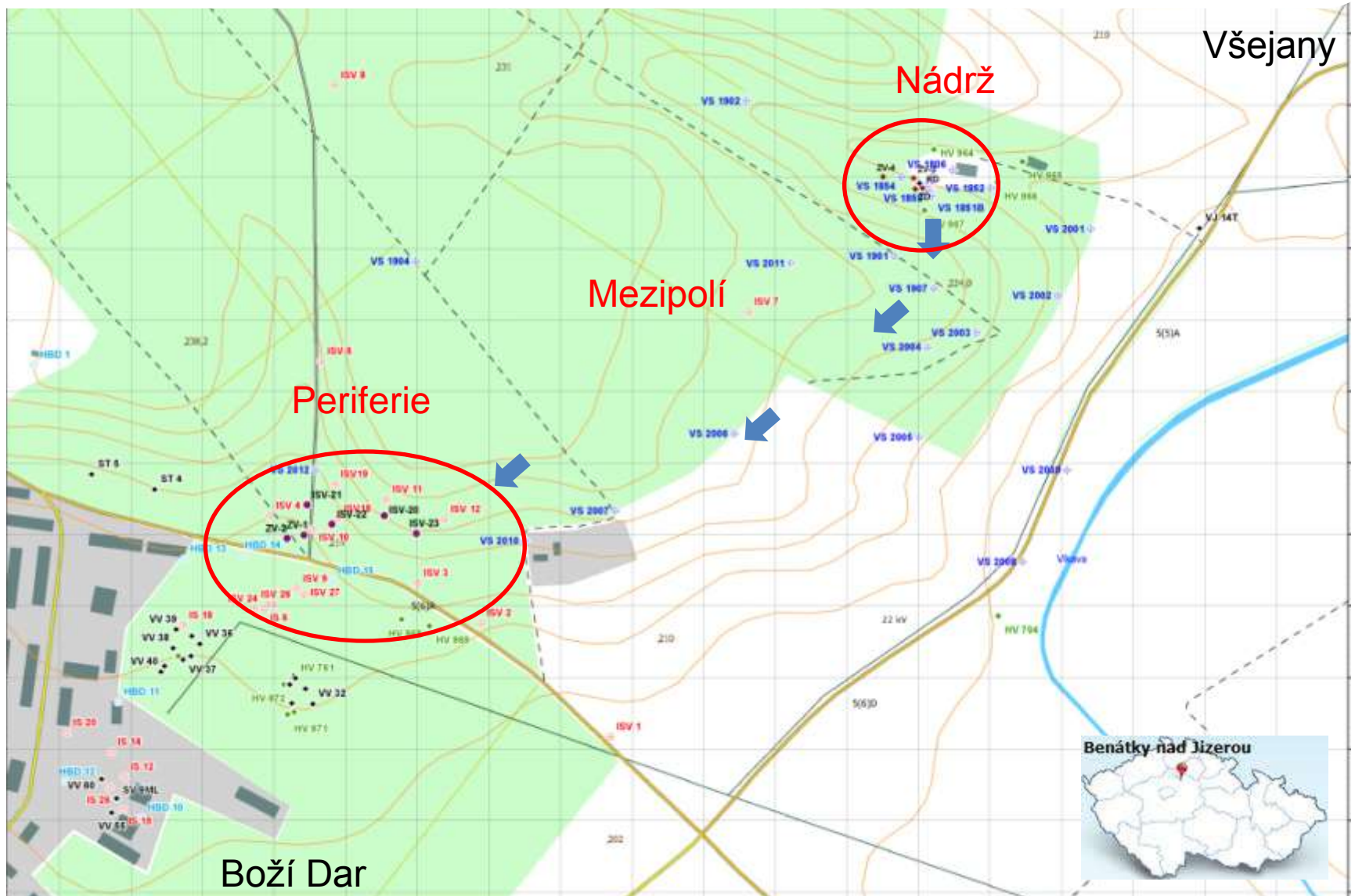
KONTAMINACE

Zdrojem kontaminace nádrž o objemu 1000 m³ s **leteckým petrolejem** (LNAPL's, $\rho=0,8 \text{ g/cm}^3$ Migrace puklinovým systémem na vzdálenost až 1,5 km JJV (směr letiště Boží dar)

SPECIFIKA LOKALITY

Absence zdroje el. energie
Daná situace vrtů
Dokončovací práce
Těžký přístup - les

Charakteristika lokality



Filozofie sanačních prací

1) STOPOVACÍ ZKOUŠKA

2) LABORATORNÍ TESTY

3) PILOTNÍ TEST

- PROMÝVÁNÍ NESATUROVANÉ ZÓNY – PAL

- SANAČNÍ OCHRANNÝ PRVEK V PODOBĚ ISCO

- VLASTNÍ APLIKACE ISCO K DOČIŠTĚNÍ NZ I SZ

Přípravné práce – stopovací zkouška

STOPOVACÍ ZKOUŠKA

FLUORESCENTNÍ STOPOVAČE

- FLUORESCEIN, EOSIN

METODA SYNCHROSCAN

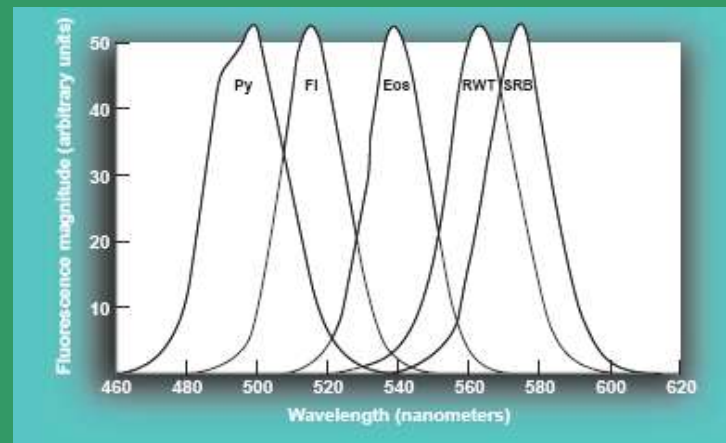
- Současné stanovení ve vzorku
- Fluorescenční spektrofotometrie

VÝHODY

- Malá navážka tracerů
- Vysoká citlivost, nízký detekční limit
- Ostrý kontrast vůči okolí

NEVÝHODY

- Snadná kontaminace vzorků
- Vliv pH, sorpce, bromidů, světla



STOPOVACÍ ZKOUŠKA - metodika

- Zkouška proběhla ve spolupráci s PŘF UK
- Fluorescenční pozadí p.v. $2-4 \cdot 10^{-10}$ kg/l
- Fluorescentní stopovače
 - fluorescein 1 kg
 - eosin 0,2 kg
- Druh injektáže
 - tlaková (simulace PAL)
 - gravitační (simulace ISCO)
- Doba sledování 30 dnů
- Stopovač detekován v 7 ze 16 vrtů
- Na všech vrtech provedeny čerpací zkoušky (VSAK, VŠ1858 vs HV964, VŠ1806, VŠ1851B)

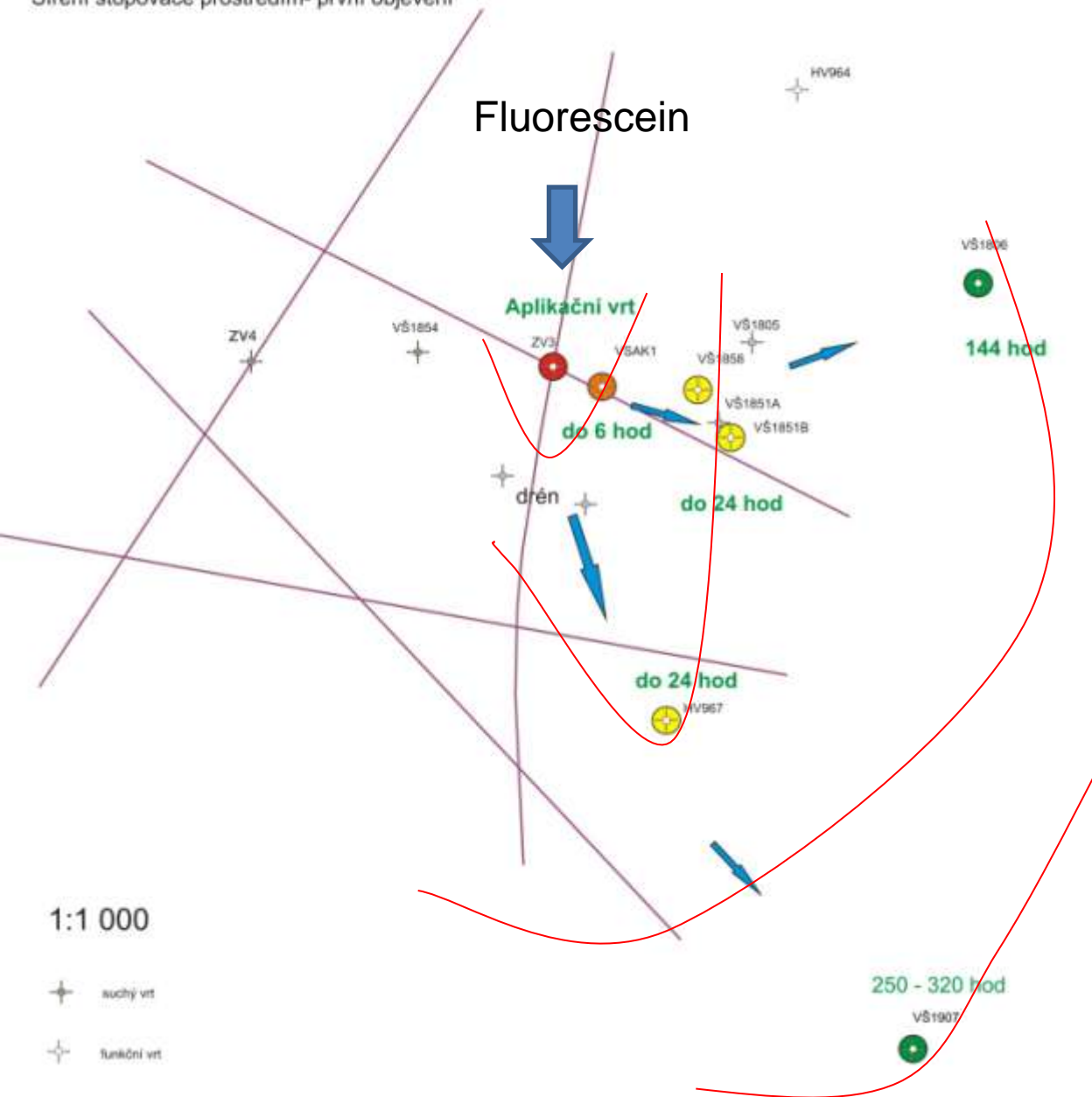


Stopovací zkouška na lokalitě Nádrž - KozíHřbety

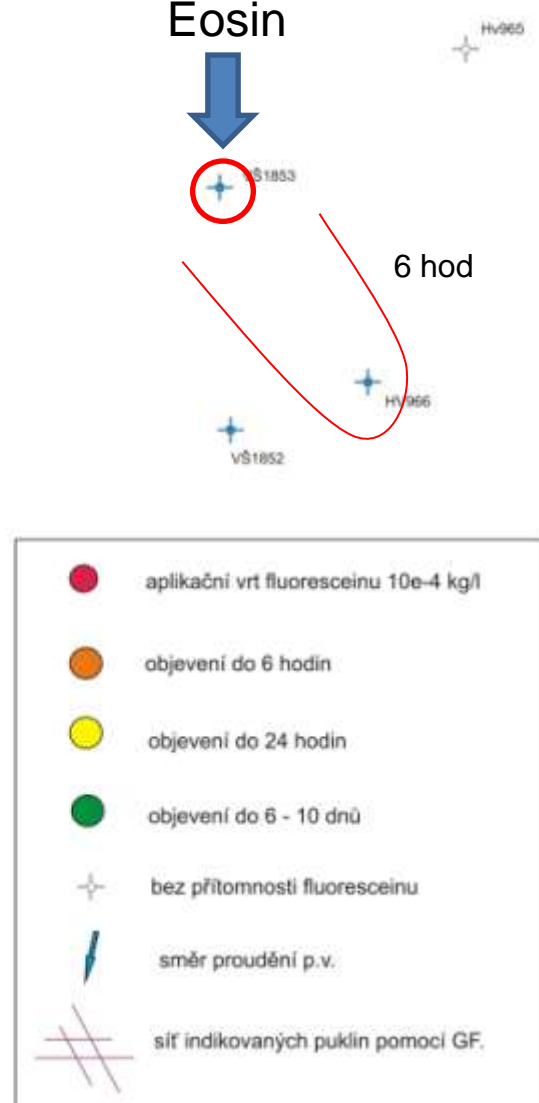
Šíření stopovače prostředím- první objevení



Fluorescein



Eosin

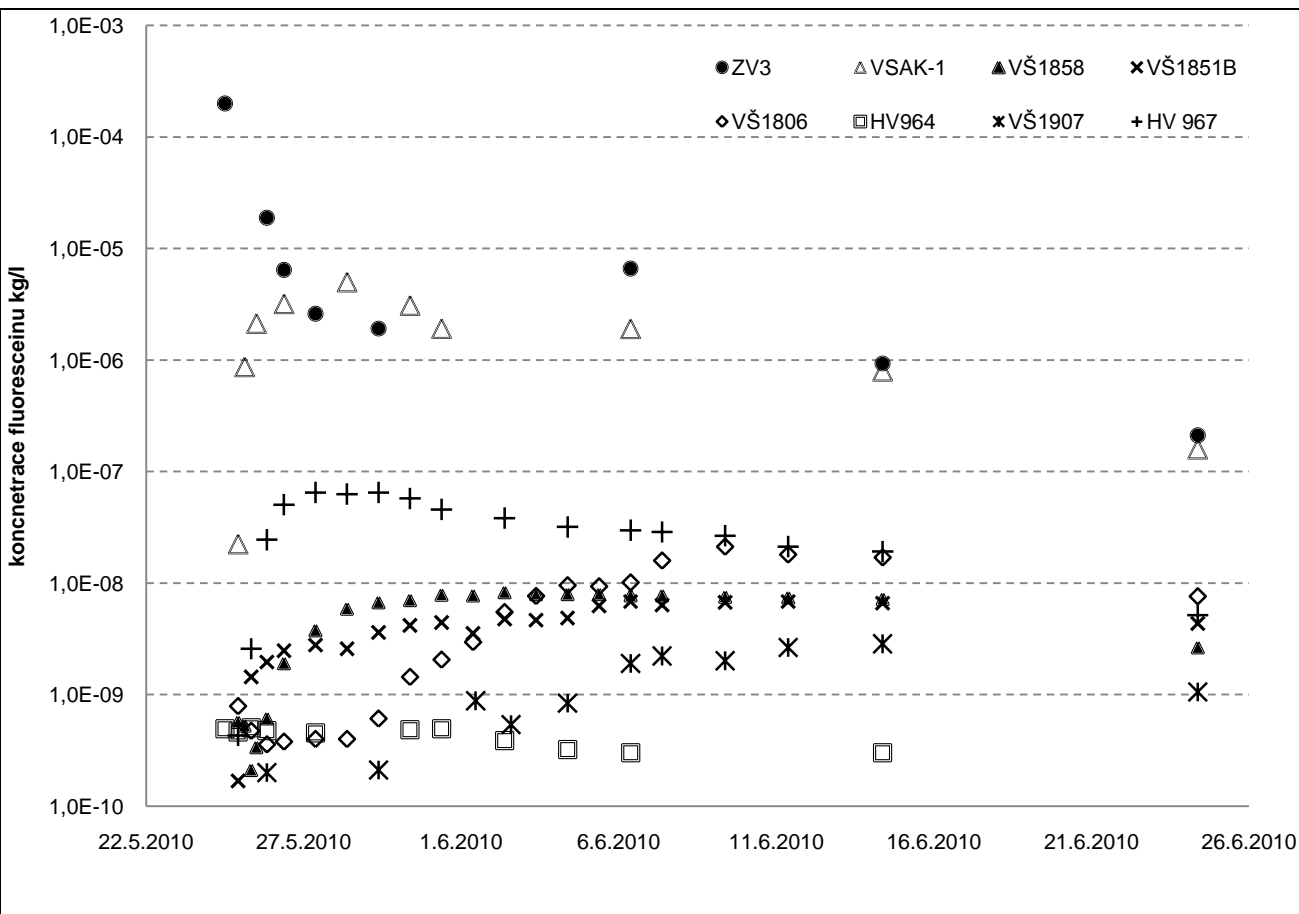


1:1 000

suchý vrt

funkční vrt

STOPOVACÍ ZKOUŠKA



| | D | $v_{\check{c}}$ | v_s |
|-----------------|---------|-----------------|---------|
| | [m] | [m/den] | [m/den] |
| VSAK - 1 | 6 | 36 | 9 |
| VŠ1858 | 20 | 20 | 2,5 |
| VŠ1851B | 25 | 33 | 2,6 |
| HV967 | 43 | 57 | 14,3 |
| VŠ1806 | 50 | 8 | 0,6 |
| HV 966* | 110/25* | 120* | 25* |
| VŠ1907 | 160 | 11 | 0,6 |

*označuje data z aplikace eosinu

Šíření stopovače ve zvětralinovém plášti

Šíření v saturované zóně JJV a V směrem

Rozpor s GF? – mimo pukliny

Stopovač v izolovaných puklinách

STOPOVACÍ ZKOUŠKA - výsledky

- Střední rychlost proudění p.v. 14 m/den (HV-967), 25 m/den (HV-966)
- Převládající směr proudění je k JV (HV-967), dále k VJV (VŠ-1851B) i k V (VŠ-1806)
- Ploché píky průběhu stopovače signalizují nízkou průtočnost vrtů (situování mimo pukliny, s výjimkou HV-967)
- Vysoký stupeň ředění (4 řády 20 m od aplikačního objektu)
- Poměrně vysoká koncentrace stopovače ve vrtu VŠ-1806 signalizuje transport saturovanou zónou.

Laboratorní testy - ISCO

LABORATORNÍ TESTY

- Ve spolupráci s VŠCHT Praha
- Vzhledem k charakteru lokality a zakázky zvoleno Fentonovo činidlo

FENTONOVO ČINIDLO

- použity reálně látky
- technický peroxid vodíku
- Skalice zelená a konc. HCl.
- Podzemní voda z lokality
- VFRL z vrtu VŠ-1851B

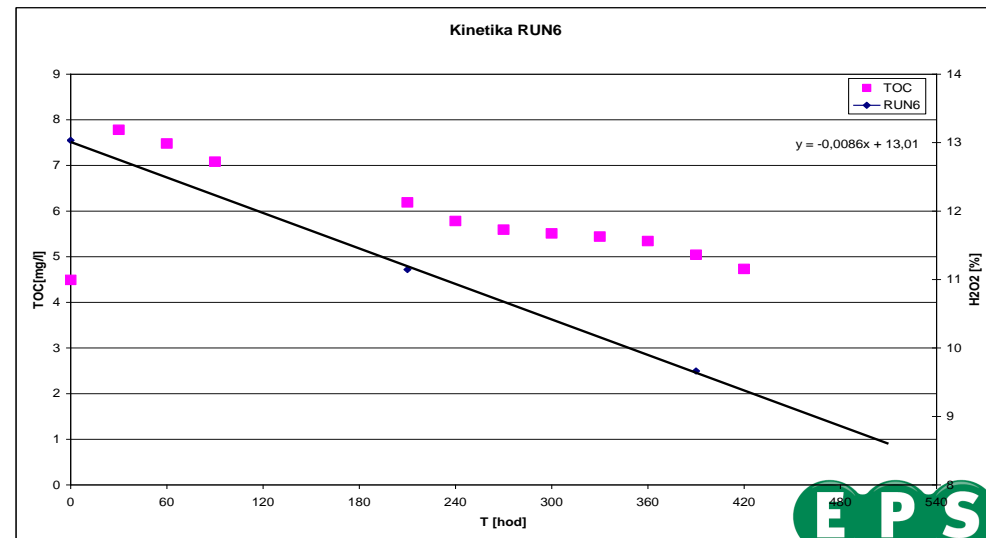
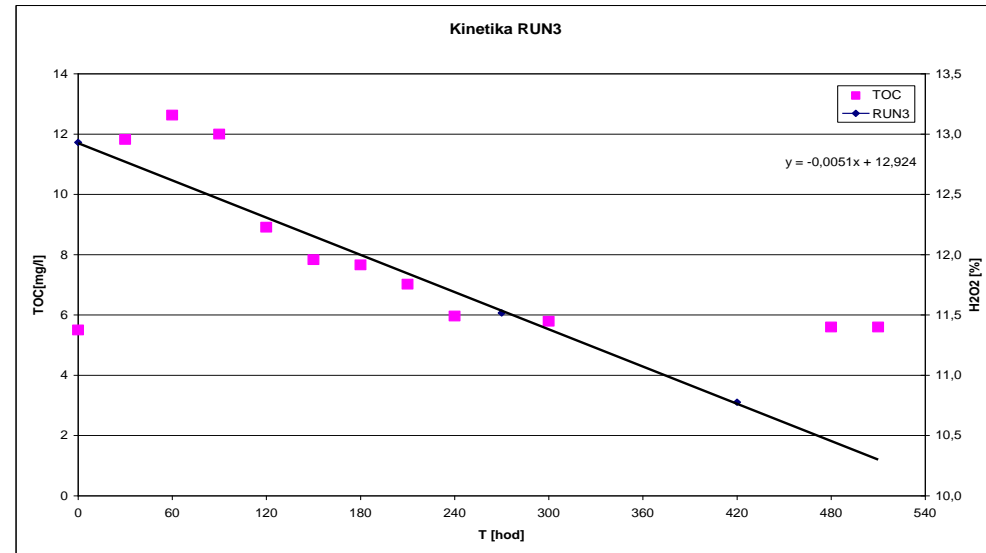
CÍLEM TESTŮ

- Ověření účinnosti FČ při odbourávání rozpuštěných složek leteckého petroleje
- Zkoumání odstraňování VFRL při kontaktu s FČ
- Zjištění vhodného poměru látek



Laboratorní testy - výsledky

- Účinná koncentrace
 - 13% H₂O₂
 - 0,9 g skalice zelená
 - 1,5% HCl
- Celkové odbourání rozpuštěných RU při koncentraci do 10 mg/l
- Destrukce VFRL
- Stabilita H₂O₂ až 10 dnů



INTEZIFIKAČNÍ METODY

- **PROMÝVÁNÍ** nenasurované zóny
 - Voda + PAL
 - Nárazové čerpání
- náhrada **SANAČNÍHO ČERPÁNÍ** v podobě **ISCO**
 - hraniční vrty (úniky PAL a rozpuštěných látek)
- **ISCO** v saturované zóně
 - uvolňování a destrukce VFRL
 - nárazové čerpání + sběr VFRL



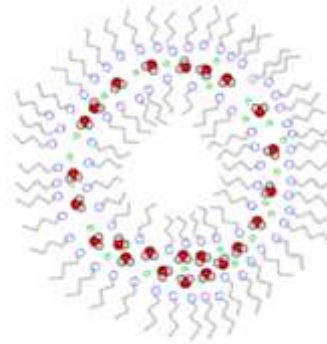
PILOTNÍ TEST - PROMÝVÁNÍ

TERÉNNÍ APLIKACE

- Tenzid REO 800
- Micelární koncentrace ve vodě 30 mg/l
- 10 m³ 10% roztoku
- Tlaková aplikace do NZ v centru znečištění, nárazové čerpání
- Uvolnění cca 10 l VFRL
- ISCO na hraničním vrtu (2x VŠ-1907)

MONITORING

- Koncentrace PAL, C₁₀-C₄₀
- pH, konduktivita
- Výskyt VFRL



PILOTNÍ TEST - ISCO

1) APLIKACE NA ROZP. LÁTKY

- V důsledku aplikace PAL, zvýšená koncentrace C_{10} - C_{40} na odtoku z prostoru (vrt VŠ-1907)
- Opakovaná aplikace – dosažení limitu pro p.v. na hraničních vrtech (1 mg/l C_{10} - C_{40})
- Kolmatace vrtů (jílové částice)

2) APLIKACE DO VRTŮ S VFRL

- Odstranění VFRL před injektáží
- Zvýšená koncentrace C_{10} - C_{40} v aplikačním vrtu po aplikaci
- Dlouhodobé dosažení sanačního cíle na určité části prostoru
- Zvýšení nátoku VFRL do produktonosných vrtů
- Zvýšení propojenosti puklinového systému – trhání puklin, výrony bublin

MONITORING

APLIKAČNÍ A MONITOROVACÍ VRT:

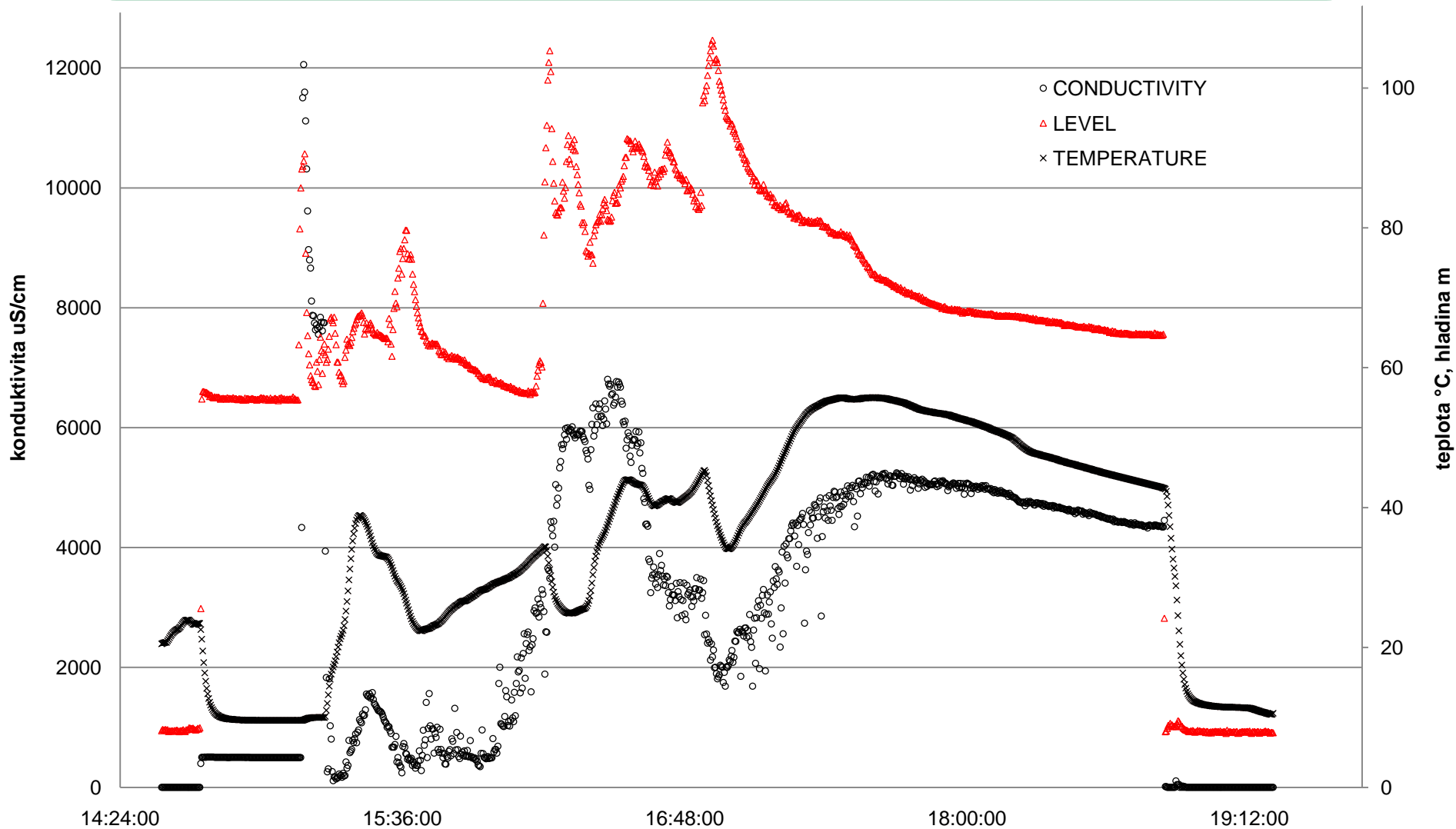
- teplota, vodivost, úroveň hladiny (SOLINST)
- pH, ORP, O_2 (WTW)
- H_2O_2 – terénní titrace
- VFRL, koncentrace C_{10} - C_{40}
- UCHR, TOC



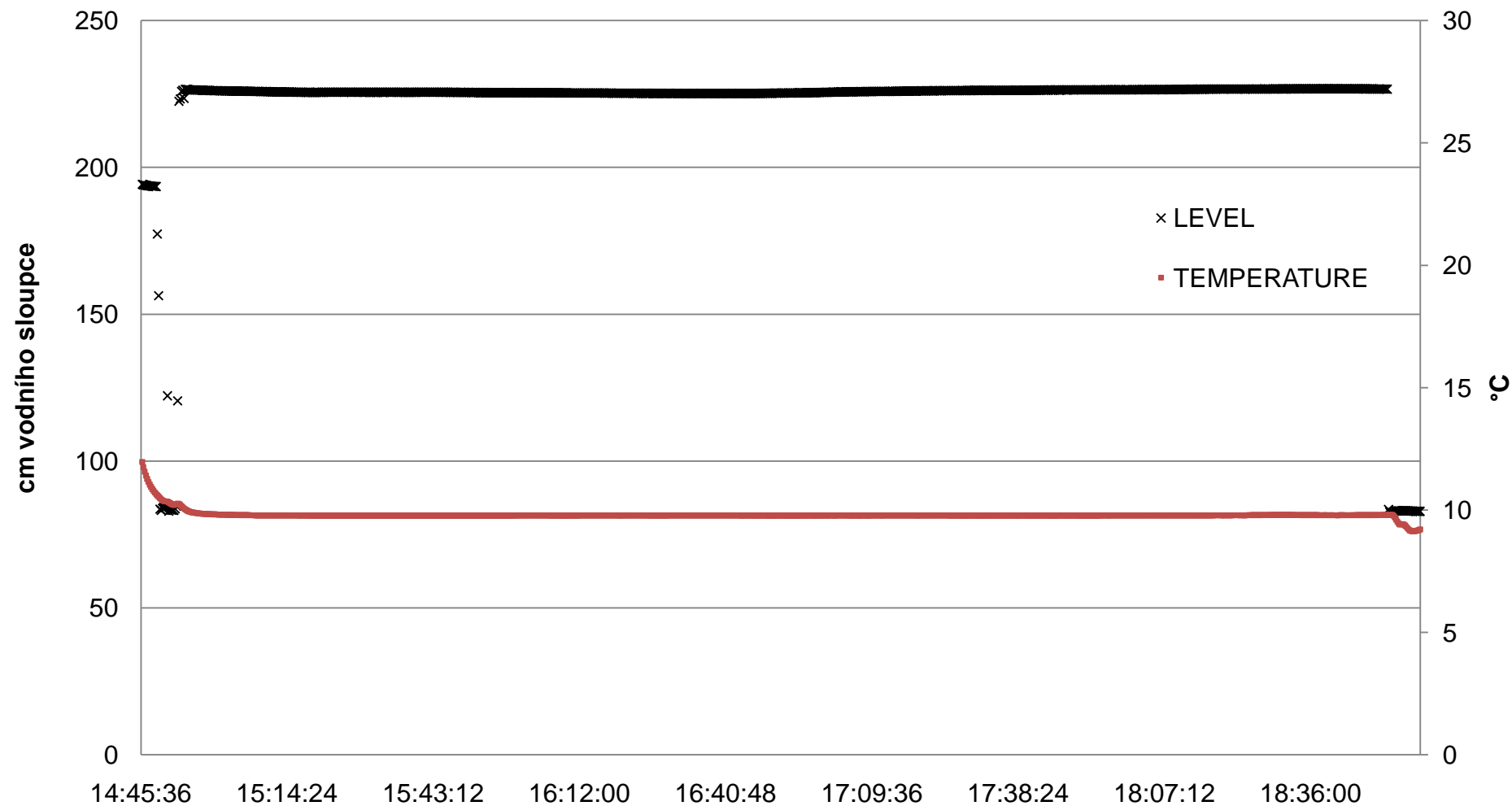
APLIKACE

- 4 000 litrů H_2O_2 (35%)
- 1 000 kg skalice zelené (85%)
- 150 l konc. HCL

ISCO – reakce ve vrtu HV-964



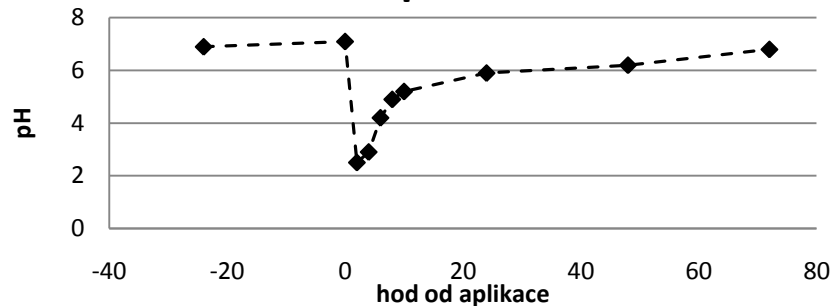
ISCO – monitorovací vrt VŠ-1806



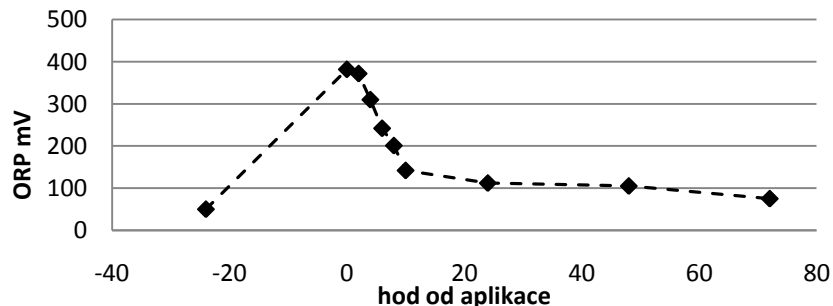
PILOTNÍ TEST – ISCO

APLIKAČNÍ VRT

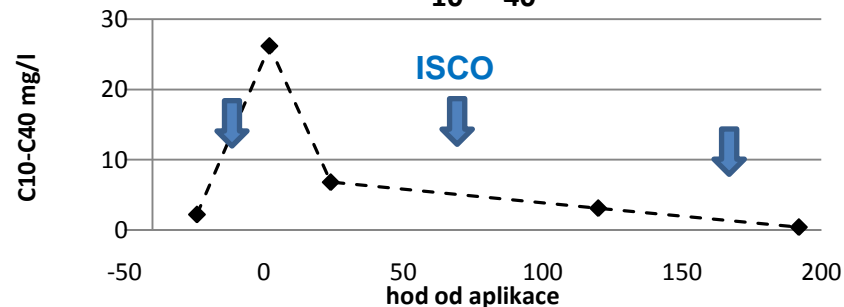
pH



ORP



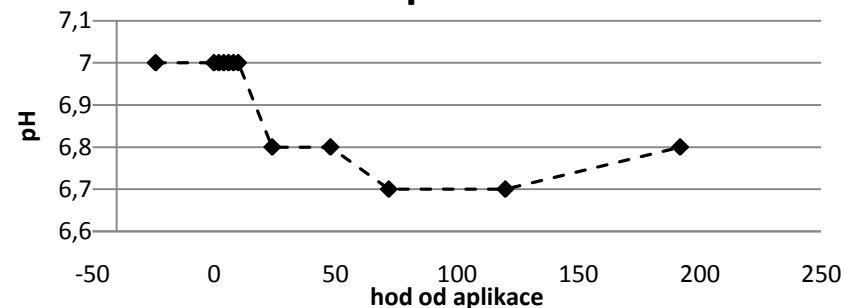
C₁₀-C₄₀



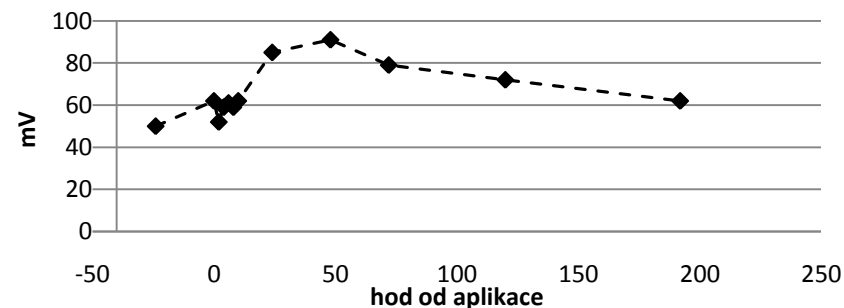
MONITOROVACÍ VRT

- mírný pokles pH v řádu desetin
- nárůst konduktivity do 20%
- koncentrace peroxidu < DL
- ojediněle nárůst C₁₀-C₄₀
- nárůst Fe, Ca²⁺, SO₄²⁻, volný CO₂

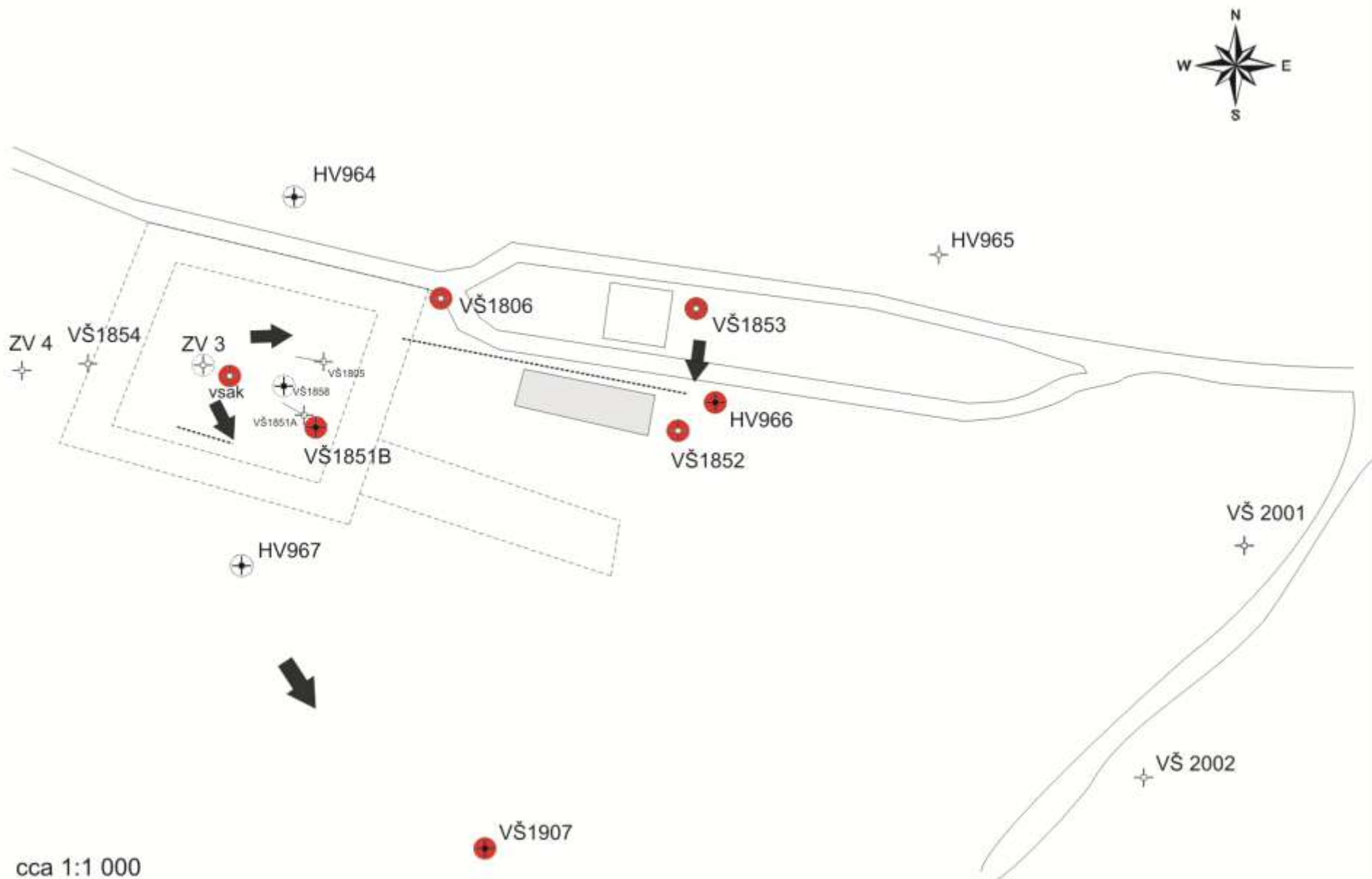
pH



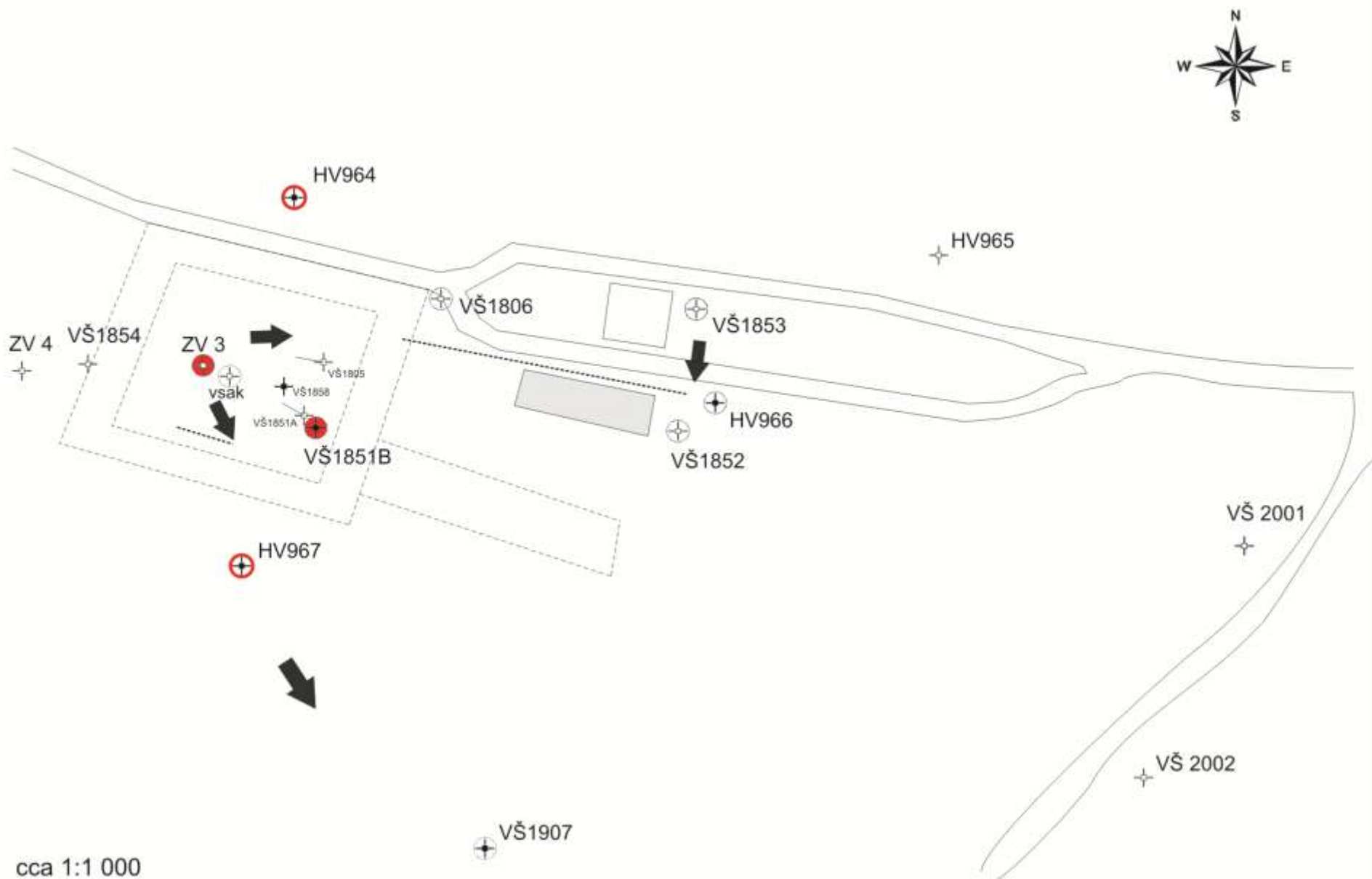
ORP



Výskyt VFRL před pilotním testem



Výskyt VFRL po ukončení testu



PILOTNÍ TEST – ISCO - ZÁVĚR

- Účinné zabránění šíření PAL a rozpuštěných RU mimo zájmový prostor
- Odstraňování a uvolňování VFRL do vrtů při nárazovém čerpání (zvýšení výtěžnosti stabilních vrtů s fází)
- Indikovány zdroje VFRL v NZ po odstraněné nádrži
- Dlouhodobé splnění sanačního cíle
- Zvýšení propustnosti prostředí - výrony bublin ve vrtech vzdálených 100 m od místa aplikace ISCO
- Použitelnost technologie ISCO k dočištění *Nádrže*

DĚKUJI ZA POZORNOST



www.envigeo.cz



www.epssro.cz