

# UNIPETROL RPA s.r.o. LITVÍNNOV



**PREZENTACE VÝSLEDKŮ PILOTNÍHO POKUSU ISCO A  
PRŮBĚŽNÝCH VÝSLEDKŮ Z PLOŠNÉ APLIKACE V  
ANTROPOGENNĚ SILNĚ OVLIVNĚNÉM PROSTŘEDÍ**

*Mgr. Richard Hampl, RNDr. Zbyněk Moravec AQUATEST, a.s*

# ÚVOD O AREÁLU ZÁJMU

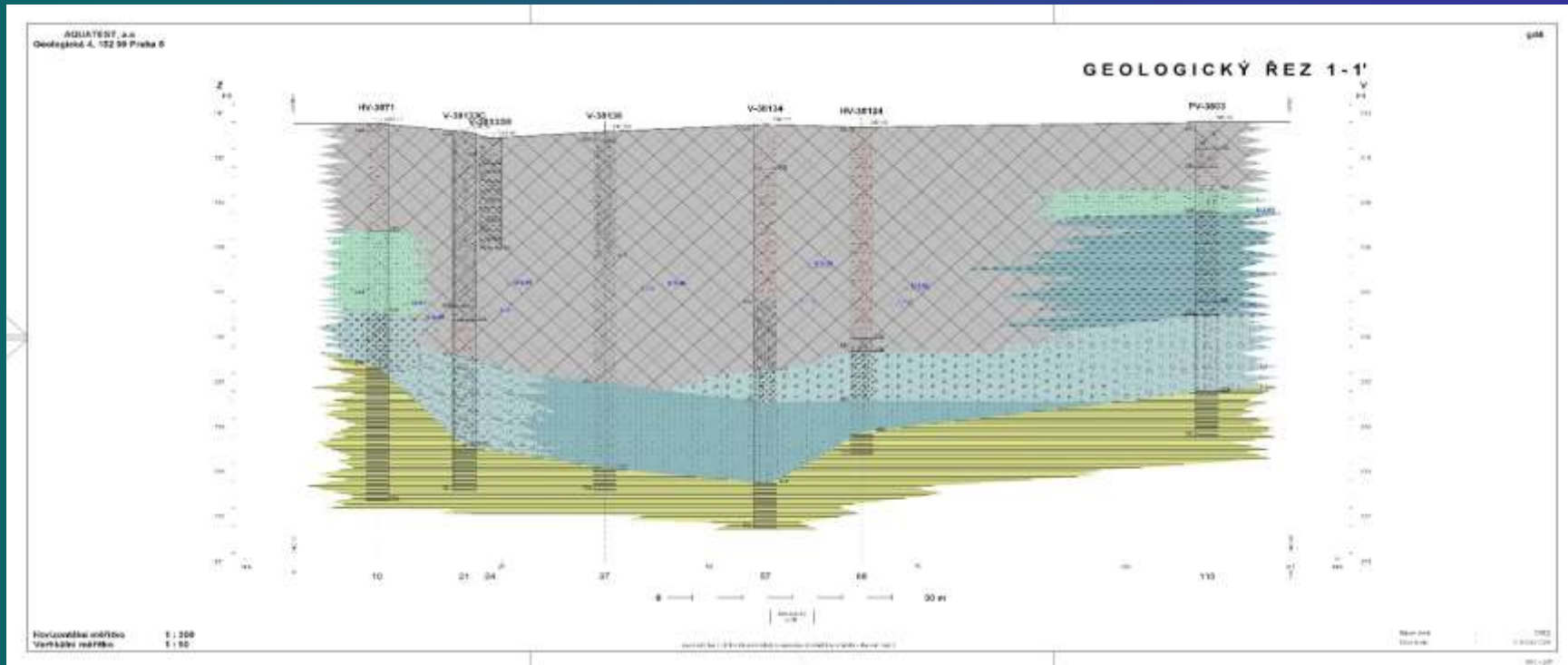
- Zájmové území prostoru kontaminačního mraku 2a je v areálu závodu UNIPETROL RPA, s.r.o. v Litvínově-Záluží situováno v sektoru E, blocích 37 a 38.
- Prioritní kontaminační mrak na okraji areálu (150 m od drenážní báze – Bílý potok).
- Prostor bývalé výroby Ethylbenzenu (submrak 2aI), jižní okraj nové výroby Ethylbenzenu (submrak 2aII), bývalého skladování a tankoviště (2aIII)
- Kontaminace směsná: dominantně rozpuštěné BTEX (benzen, ethylbenzen), lokálně těžší a méně těkavé látky NEL (oleje), motorová nafta/LTO, neidentifikovatelné RL s obsahem řetězců  $C_{10} - C_{11}$ .
- Aktivní sanace od IX/1999, systém nové plošné sanace v provozu od VII/2013.
- Sanace ex-situ (submrak 2aII), in-situ (submraky 2aI, 2aII, 2aIII)



# ÚVOD O AREÁLU ZÁJMU (submrak 2all)

## Geologické poměry

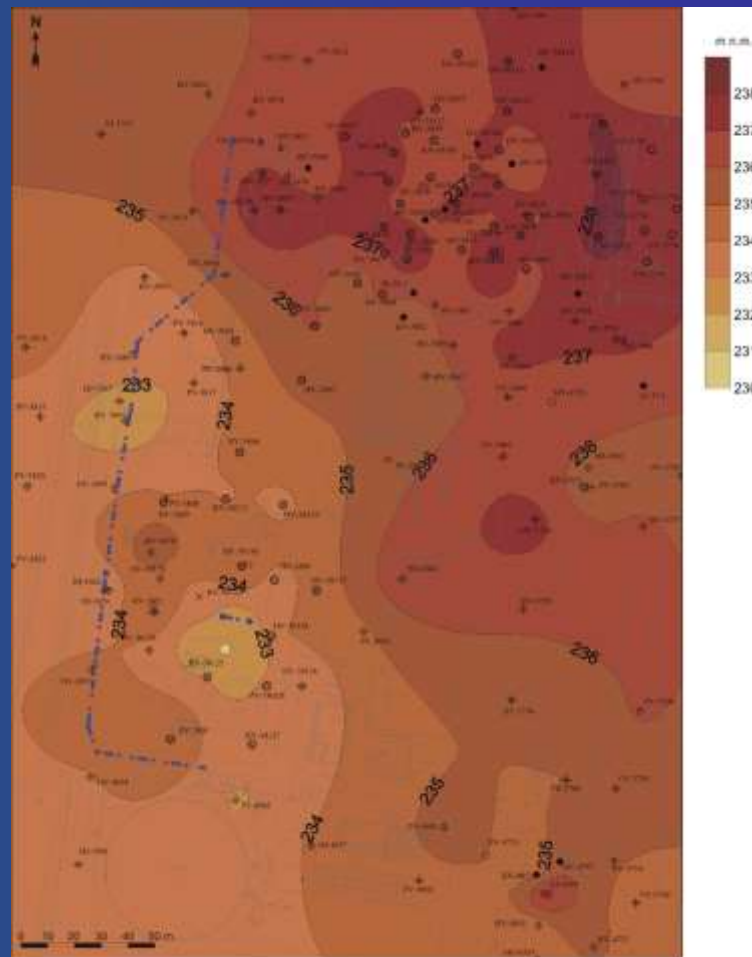
- Podložní terciární jílovce
- Kvartérní fluviální sedimenty charakteru pefitů až aleuritů (šterky s různým podílem hlinité příměsi, jíly s různým podílem písčité složky)
- Výrazné zastoupení antropogenních navážek (cihly, škvára, směsi původních hornin a cizorodých materiálů, tuhé až pevné jílovité zeminy)
- Podzemní betonové a železobetonové konstrukce (zbytky starých budov, které byly demolovány na niveletu terénu)



# ÚVOD O AREÁLU ZÁJMU (submrak 2aII)

## Hydrogeologické poměry

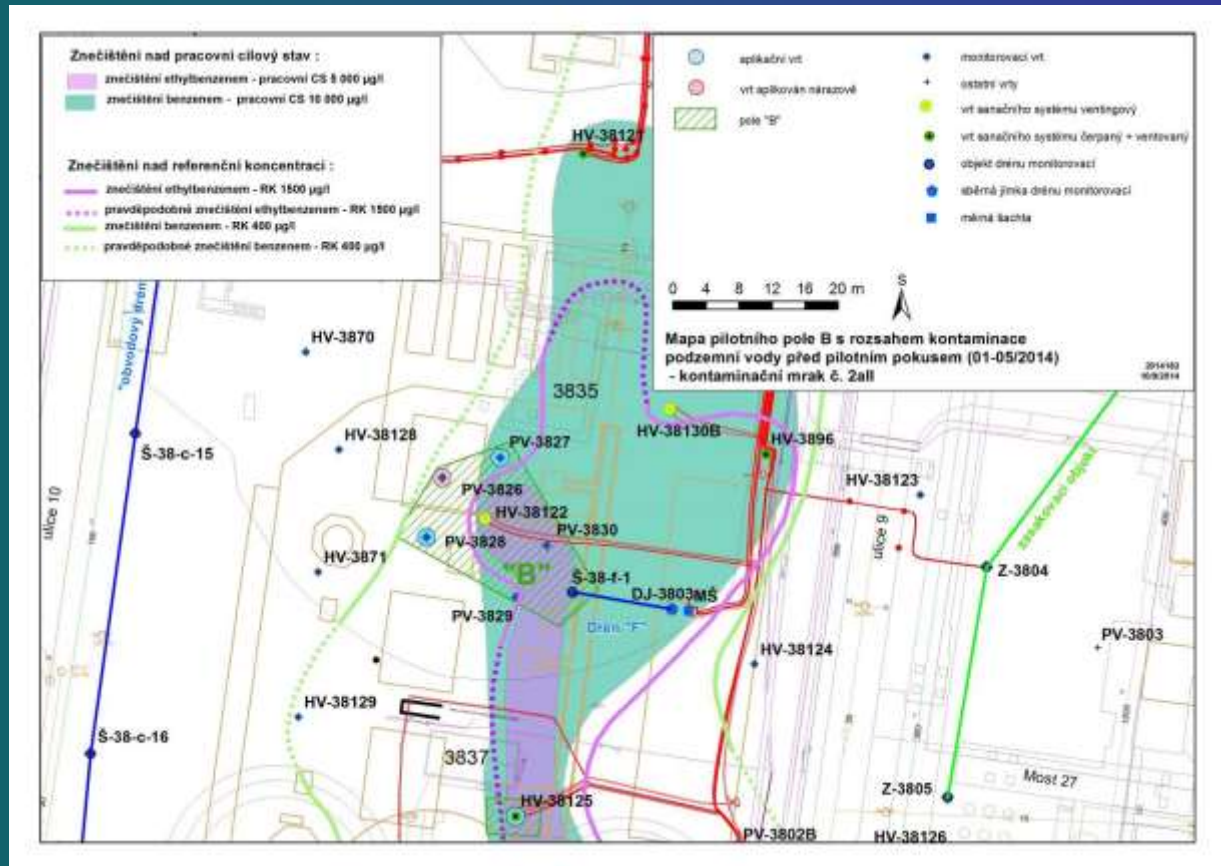
- Zvodnění je v antropogenních navážkách i v rostlém kvartéru
- Zvodnění vázáno na písčito-šterkovitý až hlinito-písčitý kolektor (místy úplně chybí)
- Mocnost zvodnění cca nepřesahuje 2,5 m
- HPV volná až polonapjatá
- Směr neovlivněného proudění k Z až JZ
- Hodnoty  $k_f$  kolísají v rozsahu cca 3 řádů
- Průměrná hodnota  $1 - 2 \times 10^{-6}$  m/s



Kontaminační mrak č.2: Interpretace báze kolektoru - terciární jíly

# PILOTNÍ POKUS ISCO (submrak 2all)

- Předcházel laboratorní pokus ISCO na vzorcích podzemní vody a zemin (březen 2014)
- Zpracování a schválení TS pilotního pokusu ISCO/biostimulace (květen 2014)
- Vrtné práce – 3 aplikační vrty a 2 monitorovací vrty (květen 2014)
- Aplikace MFČ (červen a červenec 2014)
- Monitoring pilotního pokusu (podzemní voda, půdní vzduch) (červen a červenec 2014)



# VÝSLEDKY A JEJICH INTERPRETACE

## Vrtné práce (přihlédnuto k následnému vrtání aplikačních vrtů v dané oblasti)

- Výrazná heterogenita, podzemní betonové konstrukce
- Mocnost kolektoru výrazně omezená (někde 2 propustnější polohy, někde došlo k nástupu HPV až po více hod)
- Kontaminace vázaná jak v kolísání HPV (šterky, jíly měkké až tuhé), tak v navážkách silně nad naraženou HPV. Větší odezva PIDEM v málo propustných navážkách



# VÝSLEDKY A JEJICH INTERPRETACE

## Aplikace aktivních látek

- Celkem 3 etapy zásaku (v navazujících týdnech) – H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(1%, 2,5%, 5%), CA (1, 2,5 a 5 g/l) a FeSO<sub>4</sub> (0,1 g/l)
- Celkem aplikováno dohromady 77,4 m<sup>3</sup> naředěných roztoků (přibližně 1 pórový objem celého pilotního pole), plošný rozsah pilotního pole cca 280 m<sup>2</sup>

Čas infiltrace	Množství H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> )	Množství H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (t)*	Množství CA (kg)	Množství FeSO <sub>4</sub> (kg)
<b>Pilotní pole B</b>				
<b>1.Etapa:</b> 4.6 (cca 8:30) až 6.6.2014 (cca 10:30)	cca 0,7	cca 0,80	cca 19	cca 2,0
<b>2.Etapa:</b> 10.6 (cca 10:00) až 12.6.2014 (cca 11:10)	cca 1,7	cca 2,0	cca 48	cca 2,0
<b>3.Etapa:</b> 17.6 (cca 10:00) až 19.6.2014 (cca 15:00)	cca 3,6	cca 4,1	cca 97	cca 2,0
<b>Celkem pilotní pole B</b>	<b>6</b>	<b>6,8</b>	<b>164</b>	<b>6,0</b>

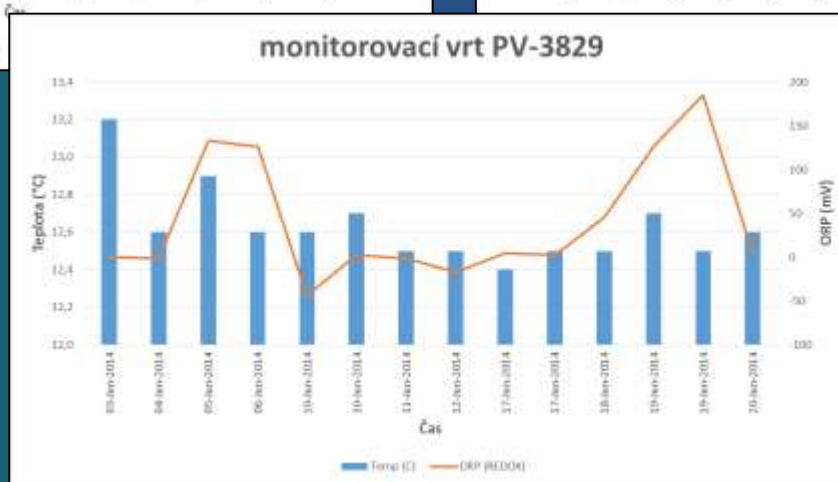
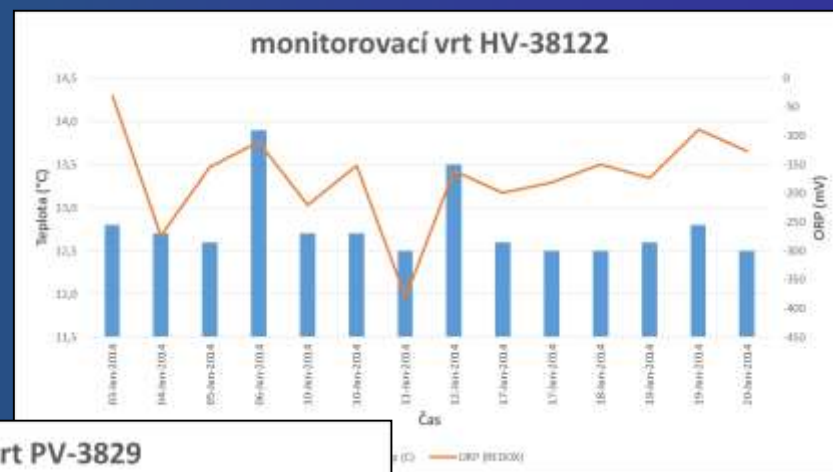
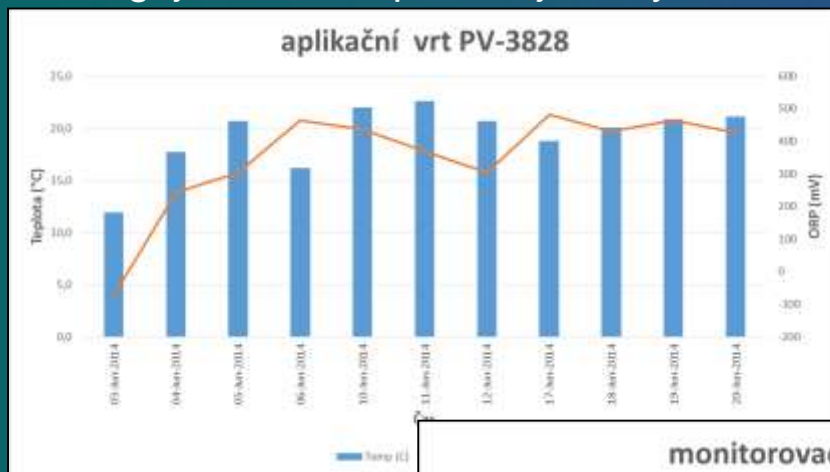




# VÝSLEDKY A JEJICH INTERPRETACE

## Monitoring FCH parametrů ve vrtech

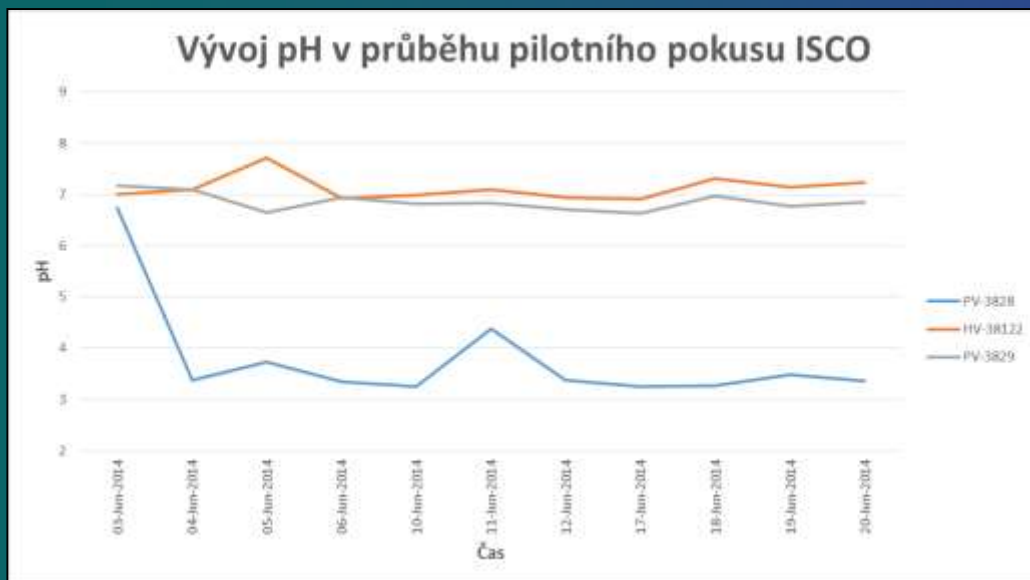
- ORP: rychlý nárůst u aplikačního vrtu, ovlivnění monitorovacích vrtů lepší u PV-3829 (cca 12 – 13 m) než u HV-38122 (cca 7 – 8 m)
- T: rychlý nárůst u aplikačního vrtu (max. 21,1 °C), ovlivnění monitorovacích vrtů rozdílné
- Málo propustné prostředí, omezené ovlivnění okolí (případně se zpožděním), reakce funguje v místě aplikace jako dynamo



# VÝSLEDKY A JEJICH INTERPRETACE

## Monitoring FCH parametrů ve vrtech

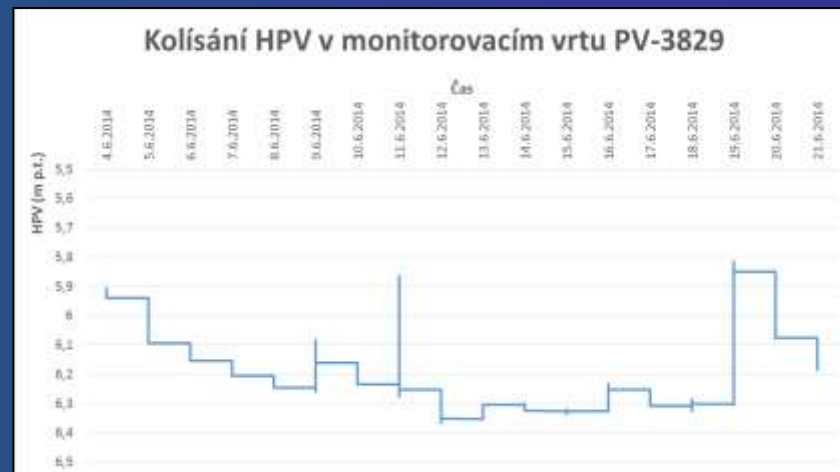
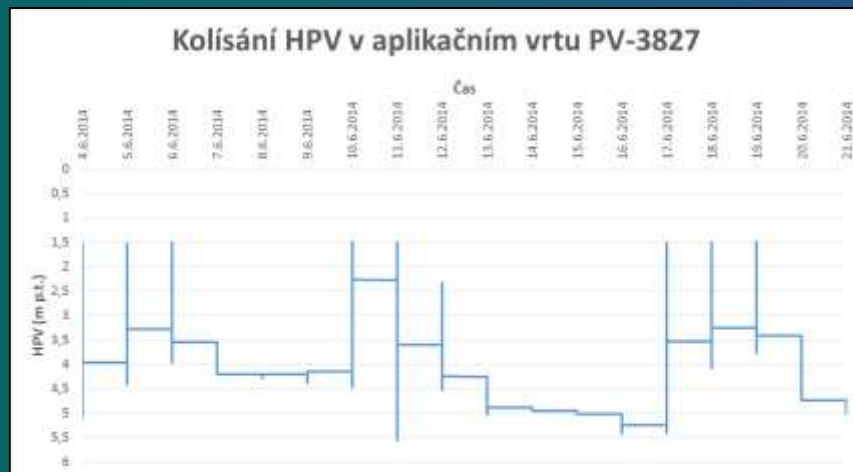
- pH: rychlý pokles pouze v aplikačních vrtech a pravděpodobně bezprostředním okolí
- Málo propustné prostředí vede k silnějšímu a trvalejšímu poklesu pH (oxidační činidlo je lépe stabilizované)



# VÝSLEDKY A JEJICH INTERPRETACE

## Monitoring HPV ve vrtech

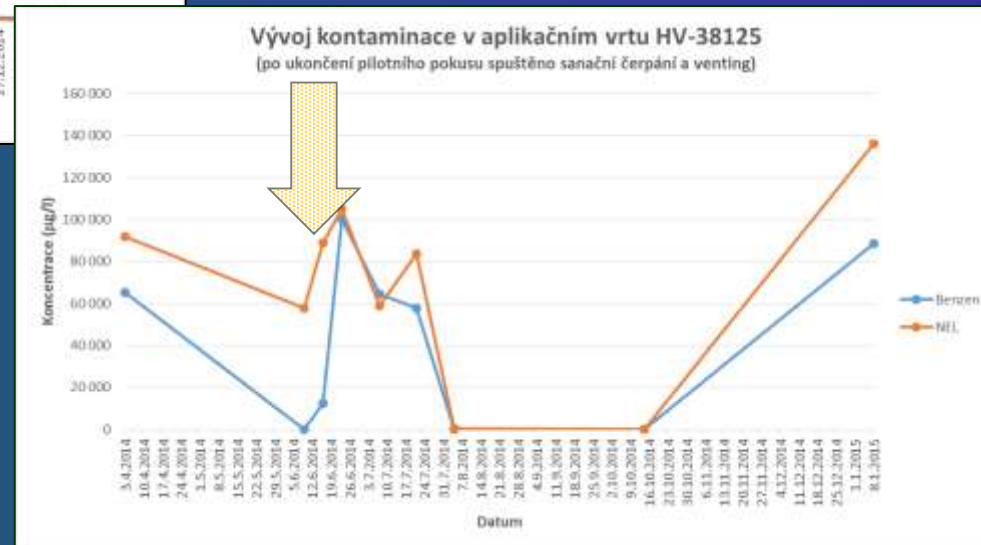
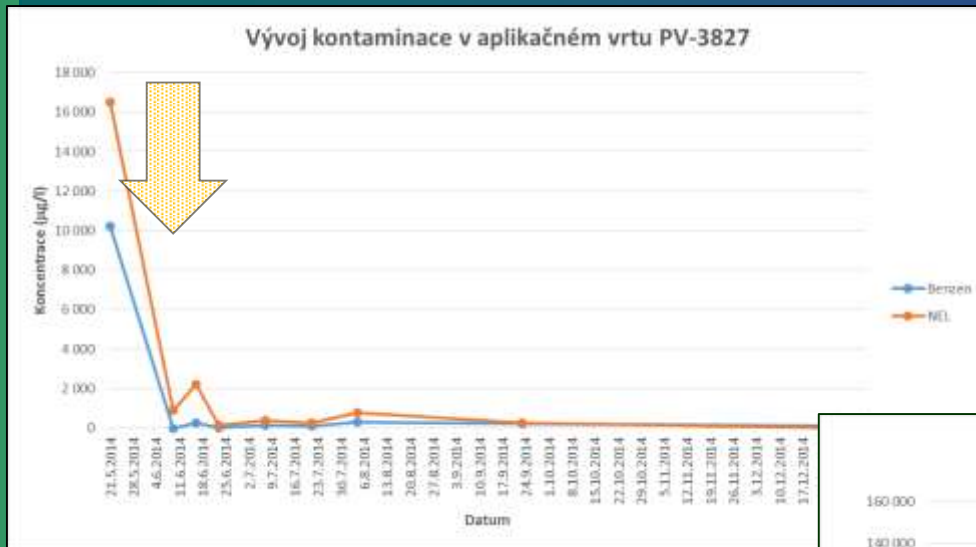
- Automatické záznamy pomocí dataloggerů
- Ovlivnění v bezprostředním okolí aplikačních vrtů, ovlivnění monitorovacích vrtů různé



# VÝSLEDKY A JEJICH INTERPRETACE

## Vývoj kontaminace v aplikačních vrtech

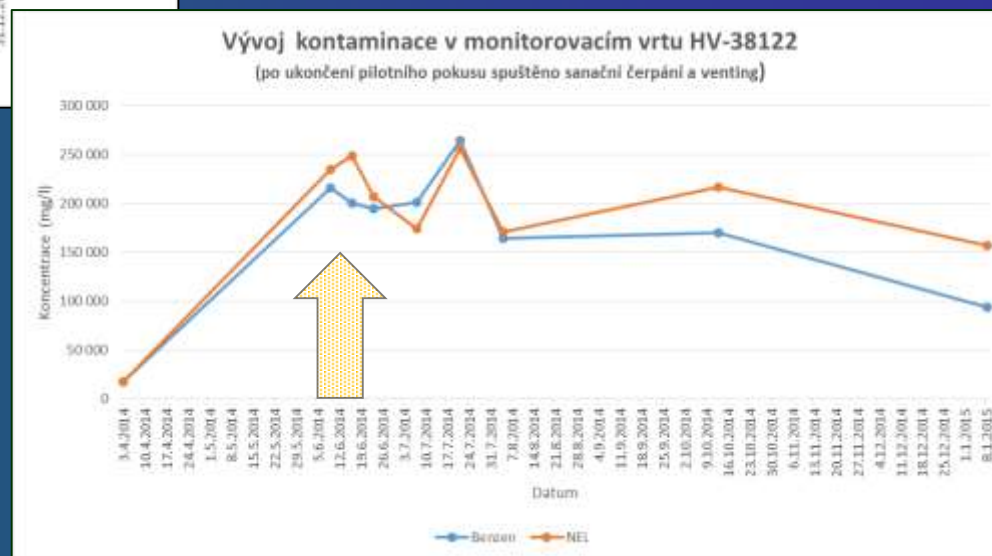
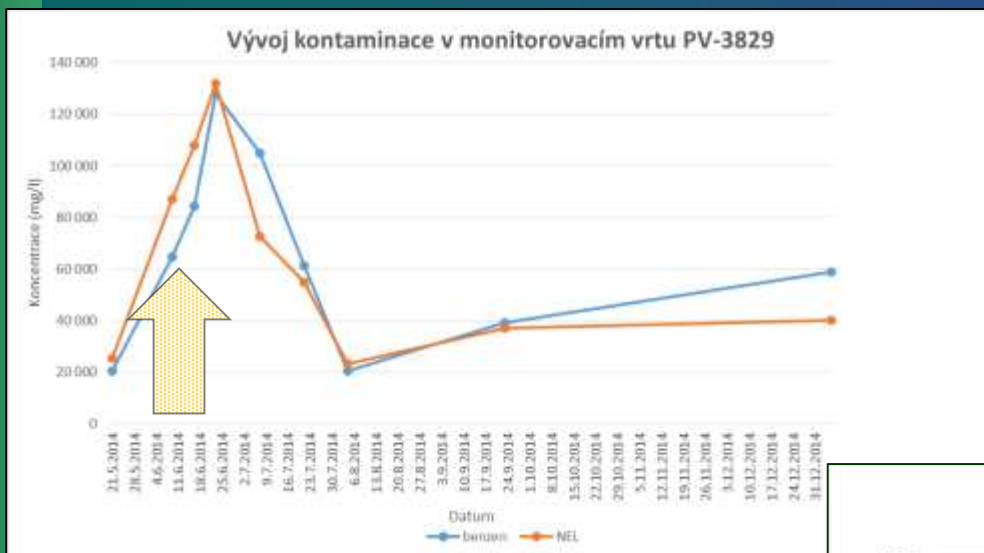
- Objekt PV-3827 na okraji kontaminace aplikací ISCO vyčištěn
- V objektu HV-38125, který neleží na okraji kontaminace, znovu kontaminace (pravděpodobně vliv HPV a nátoky kontaminace z okolí)



# VÝSLEDKY A JEJICH INTERPRETACE

## Vývoj kontaminace v monitorovacích vrtech

- Objekt PV-3829 výrazná desorpce kontaminace vlivem ISCO
- Objekt HV-38122 rovněž výrazná desorpce vlivem ISCO vliv čerpání a kolísání HPV



# VÝSLEDKY A JEJICH INTERPRETACE - SOUHRN

- Silně antropogenně ovlivněné prostředí
- Velká geologická a hydrogeologická heterogenita
- Málo propustné prostředí, prostorově omezené ovlivnění okolí změnou FCH podmínek (případně se zpožděním), reakce funguje v místě aplikace jako dynamo, žádné výrazná exotermní reakce
- Plošný dosah změny T, pH a DO jsou menší než plošný dosah změny ORP, reakce se šíří i proti směru proudění podzemní vody
- Pokles pH pod 4,5
- Vyšší spotřeba oxidantu na jílovitou složku kolektoru
- Největší účinek při aplikaci 5% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (bez nutnosti pravidelné aplikace FeSO<sub>4</sub>)
- Odstranění stávající kontaminace BTEX+NEL/desorpce
- Mobilizace VFRU z kontaktní zóny

# DOPORUČENÍ PRO PLOŠNOU APLIKACI

- Zahuštění aplikačních/ventingových vrtů (trojúhelníková síť 5x5 m)
- Rovnoměrnější mobilní aplikace MFČ do většího množství aplikačních vrtů najednou (6 – 15 objektů)
- Posílení mobilním ventingem v návaznosti na aplikaci MFČ
- Nekontinuální dávkování citronanu sodného nebo CA (primárně 3 g/l) na základě vývoje pH, lepší stabilizace oxidačního činidla a celého ošetřeného prostředí
- Nutnost opakované aplikace MFČ (sledování případné kolmatace vrtů)
- Hydraulické podchycení aplikované oblasti pro odčerpání desorbovaných kontaminantů
- V případě mobilizace VFRU její následné odčerpání peristaltickým čerpadlem
- Podrobný monitoring FCH parametrů ve zvodni

# PRŮBĚŽNÉ POZNATKY Z PLOŠNÉ APLIKACE

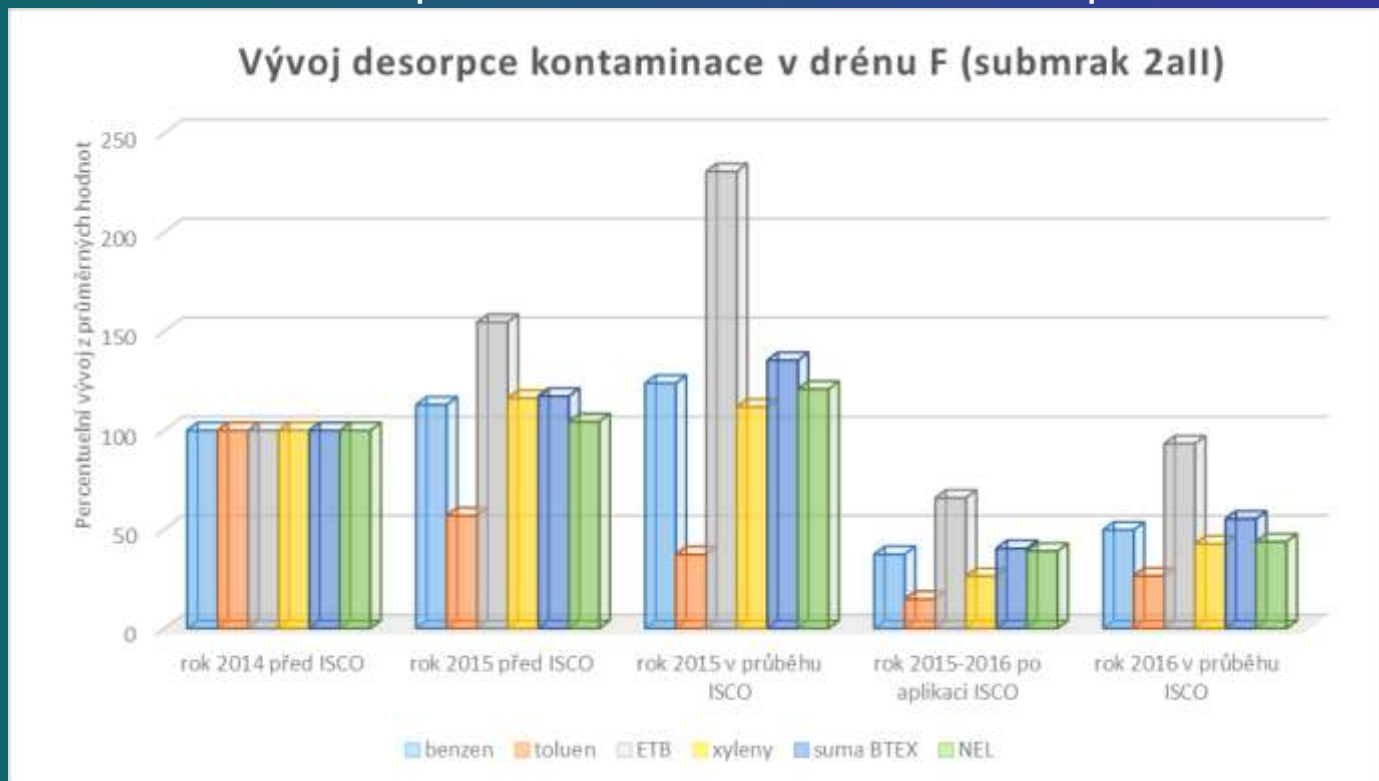
- Celkem vybudováno 139 aplikačních/ventingových vrtů řady AV (trojúhelníková a čtvercová síť síť 5 až 8 m) a 24 aplikačních/monitorovacích vrtů řady PV u obvodového drénu
- Zjištěny 2 polohy znečištění těkavějšími RU, které byly odděleny méně kontaminovanou vrstvou (navážka?). Svrchnější poloha znečištění nebyla v kontaktu s aktuální HPV
- Kontaminace směsná (až 3 produkty, píky C<sub>7</sub>-C<sub>11</sub>, C<sub>14</sub> a C<sub>17</sub>-C<sub>35</sub>). Max. znečištěné podzemní vody až 750 000 µg/l benzenu. Lokálně výskyt fáze RU na HPV.
- Vypracována a schválena PD na plošnou aplikaci ISCO – plocha cca 7 500 m<sup>2</sup>, 1350 m<sup>3</sup> znečištěné vody, množství koncentrovaného (174,5 m<sup>3</sup>)/zředěného H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1350 m<sup>3</sup>)
- Aplikace MFČ: 5% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 3 g/l CA nebo 2,5% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 3 g/l CA (FeSO<sub>4</sub> na základě monitoringu)
- Plošná aplikace započata dne 19.5.2015. Za 05/2015 až 04/2016 aplikováno prozatím celkem cca 183,4 m<sup>3</sup> koncentrovaného H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a cca 1545,1 m<sup>3</sup> technologické vody
- Aplikace od 09/2015 probíhá pomocí 2-4 jednotek JAKD – až 12 zasakovacích objektů doplněno o ventingové sondy





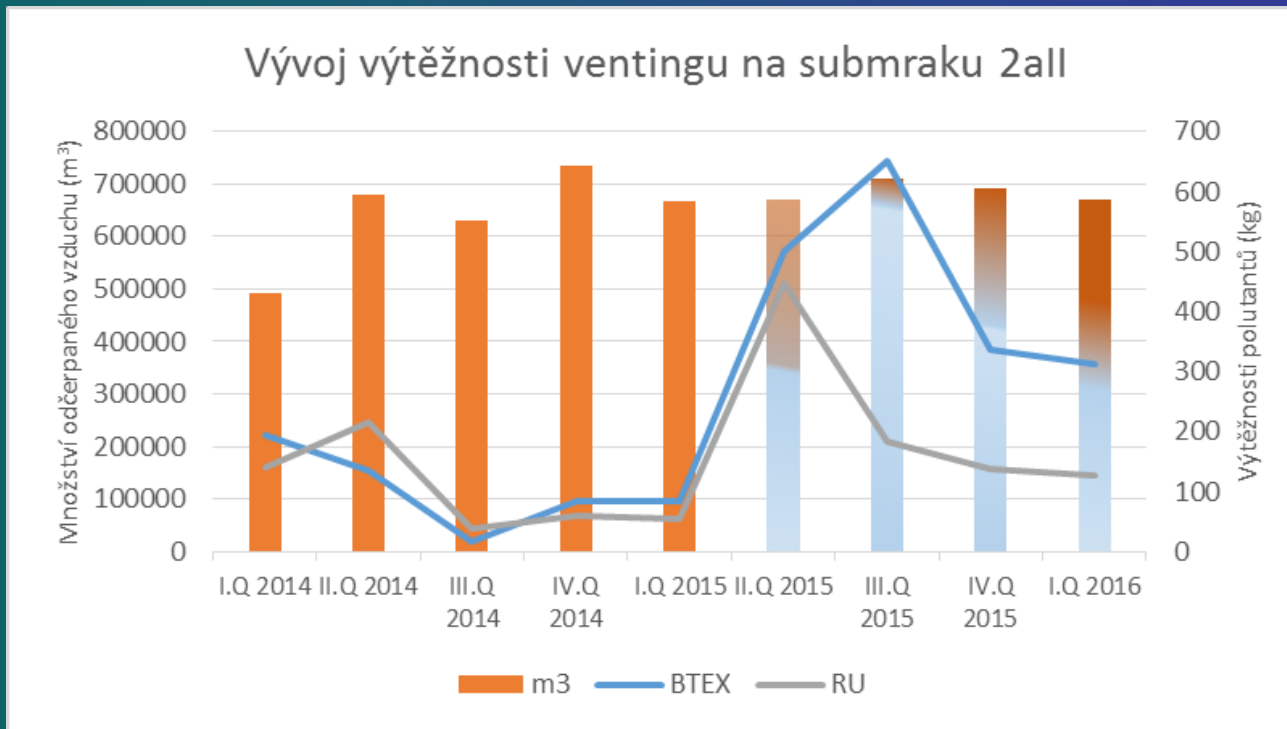
# PRŮBĚŽNÉ POZNATKY Z PLOŠNÉ APLIKACE

- Střídání aplikačních a ventingových funkcí AV vrtů na základě měření PID a výsledků analýz podzemní vody. Zapojeno až 24 vrtů na venting.
- Prozatím žádná desorpce a uvolnění fáze RU v aplikačních vrtech
- Výrazné změny FCH podmínek i v monitorovacích a ventingových vrtech (aplikační vrty pH nárazově až 4,50, T nárazově až 27 °C, Eh až +457,9 mV, O<sub>2</sub> nad hodnotu nasycení v roztoku, tj. cca 12 mg O<sub>2</sub>/l při T 10 °C a tlaku 1000 kPa) i týden po aplikaci.
- Zaznamenaná desorpce v liniovém drénu F vlivem aplikace ISCO



# PRŮBĚŽNÉ POZNATKY Z PLOŠNÉ APLIKACE

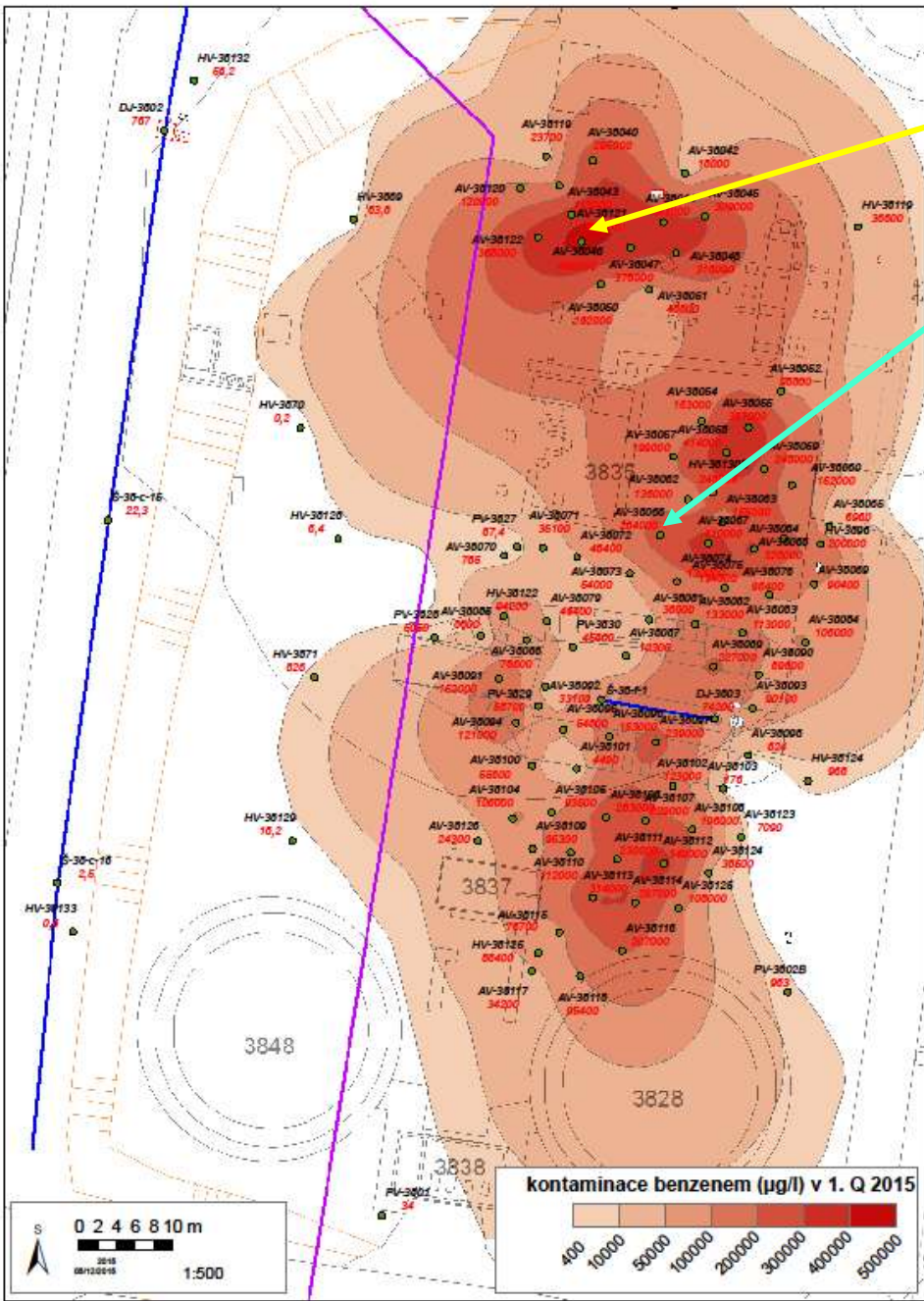
- Výrazný nárůst výtěžnosti ventingu v průběhu aplikace ISCO



- Pokles prioritních polutantů v AV vrtech v závislosti na délce zásaku a časovému posunu mezi koncem zásaku a vzorkováním.

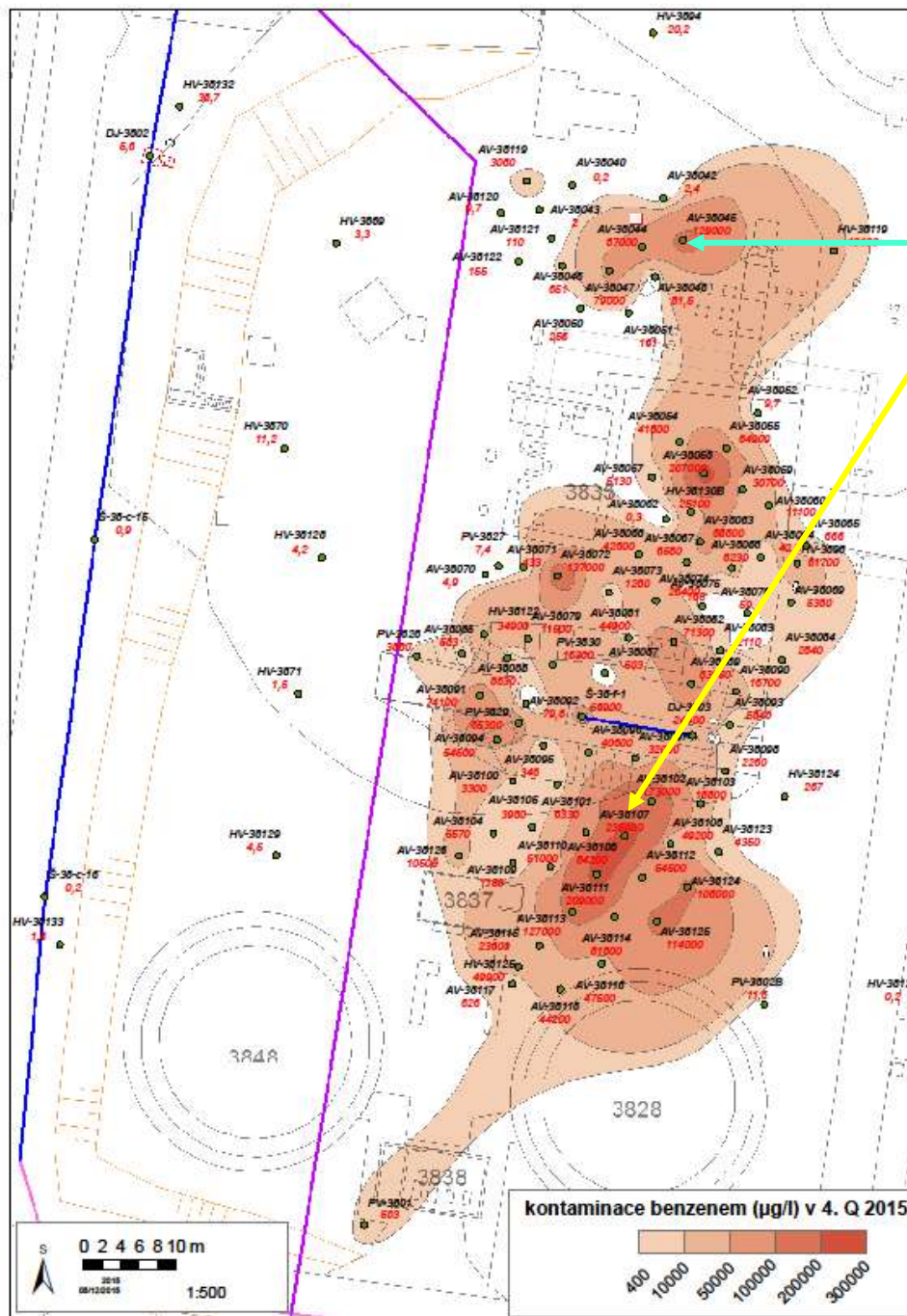
NEL	benzen	toluen	ETB	xyleny
40,8 - 99,7 %	65,9 - 99,9 %	79,8 - 99,9 %	42,0 - 99,9 %	30,9 - 99,9 %

- Potvrzuje se rebound efekt a nutnost dalších aplikačních kol



Max. benzen 455 000 µg/l (AV-38046)

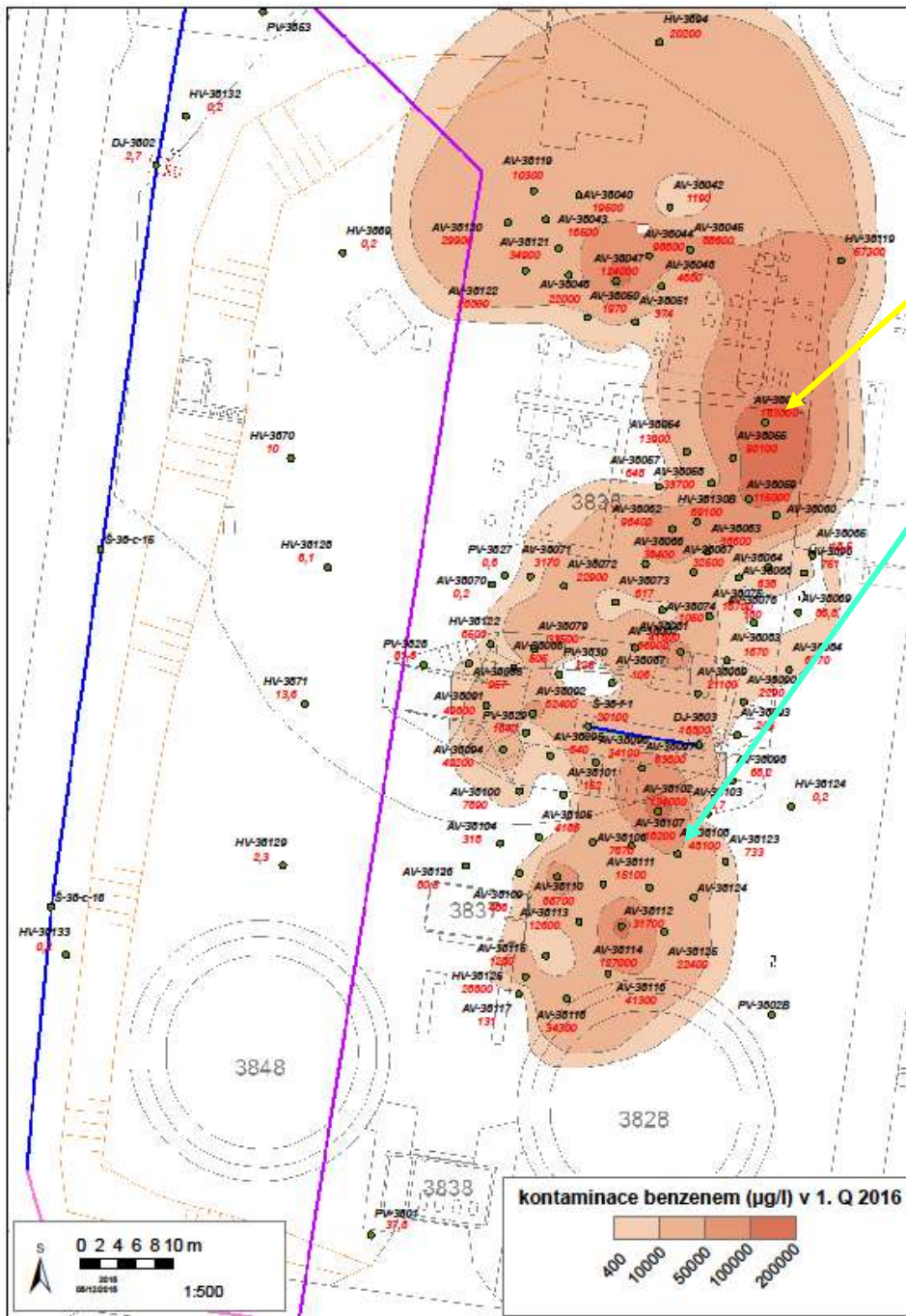
Max. ETB 137 000 µg/l (AV-38066)



Max. benzen 235 000 µg/l (AV-38107)

Max. ETB 66 100 µg/l (AV-38045)

AV-38046 benzen 651 µg/l  
AV-38066 ETB 26 600 µg/l



Max. benzen 163 000  $\mu\text{g/l}$   
(AV-38052)

Max. ETB 44 400  $\mu\text{g/l}$  (AV-38108)

AV-38046 benzen 22 000  $\mu\text{g/l}$   
AV-38107 benzen 18 200  $\mu\text{g/l}$   
AV-38066 ETB 23 700  $\mu\text{g/l}$   
AV-38045 ETB 30 300  $\mu\text{g/l}$

DĚKUJI ZA POZORNOST



aquatest