

PŘIROZENÁ GRAVITAČNÍ SEPARACE KONTAMINANTŮ VE ZVODNI A VLIV ZPŮSOBU VZORKOVÁNÍ NA INTERPRETACI VÝSLEDKŮ

Mgr. Vendula Ambrožová
RNDr. Jaroslav Hrabal

MEGA a.s.

25. 5. 2017

Sanační technologie, Uherské Hradiště

Kontaminace typu LNAPLs (Light Non-Aqueous-Phase Liquids) „plave“ na hladině

- V některých případech může být přeplavena a uzavřena zvodní a být unášena i pod hladinou podzemní vody (např. při silném kolísání hladiny podzemních vod)

Kontaminace typu DNAPLs (Dense Non-Aqueous-Phase Liquids) „se plazí“ po bázi kolektoru

- Typický kontaminant - terachlorethylen, hustota $1,622 \text{ g/cm}^3$
- V mocnějších kolektorech tento předpoklad neplatí
 - V oblasti ohniska jsou maximální koncentrace ve svrchní části zvodně
 - Po směru proudění dochází k vertikální stratifikaci a postupnému zahlubování maxima kontaminace k bázi kolektoru
 - Pokud vytvoří volnou fázi na bázi kolektoru - její pohyb je nezávislý na směru proudění podzemní vody

Jak těžká je voda?

Hustota $0,99997 \text{ g/cm}^3$ (při $3,98 \text{ °C}$), $0,99821 \text{ g/cm}^3$ (při 20 °C)

Další rozpuštěné látky hustotu vody zvyšují

Mořská voda – $1,025 \text{ g/cm}^3$

H_2SO_4 - $1,83213 \text{ g/cm}^3$

H_2CO_3 - $1,668 \text{ g/cm}^3$

HNO_3 - $1,5127 \text{ g/cm}^3$

HCl - $1,19 \text{ g/cm}^3$ (37% roztok)

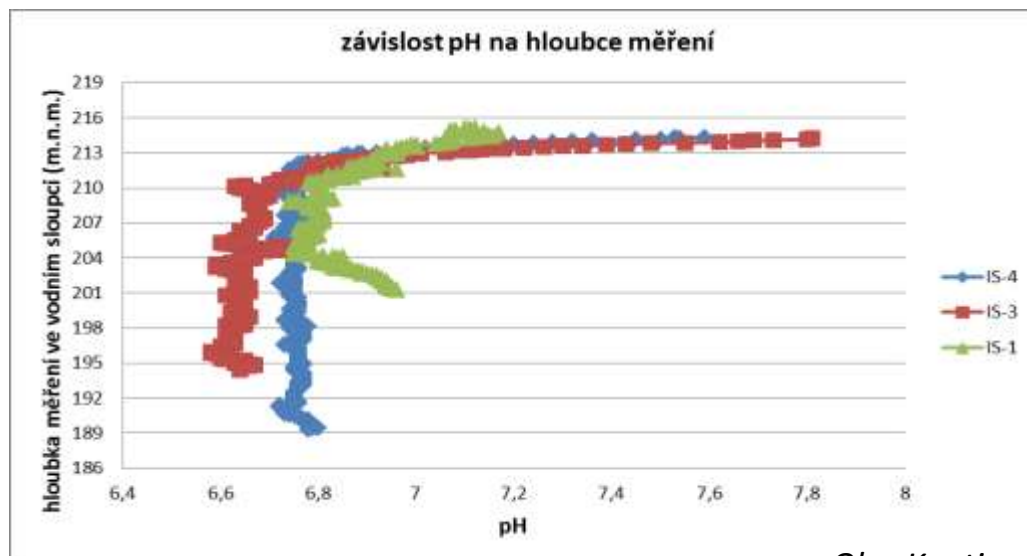
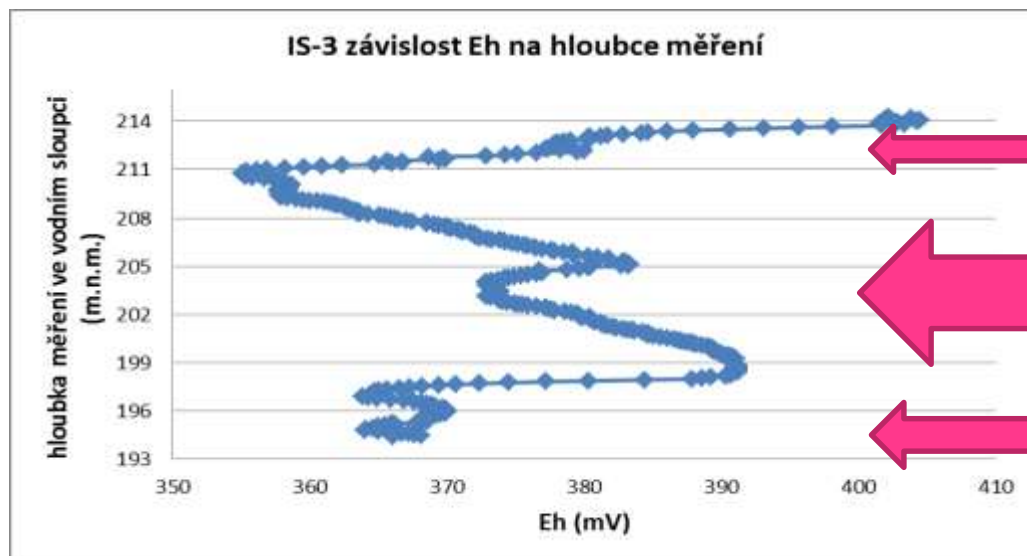
nasycený roztok FeSO_4 – $1,26 \text{ g/cm}^3$ (20 °C)

nasycený roztok K_2CO_3 – $2,11 \text{ g/cm}^3$ (20 °C)

nasycený roztok NaNO_3 – $1,87 \text{ g/cm}^3$ (20 °C)

nasycený roztok NaCl – $1,47 \text{ g/cm}^3$ (20 °C)

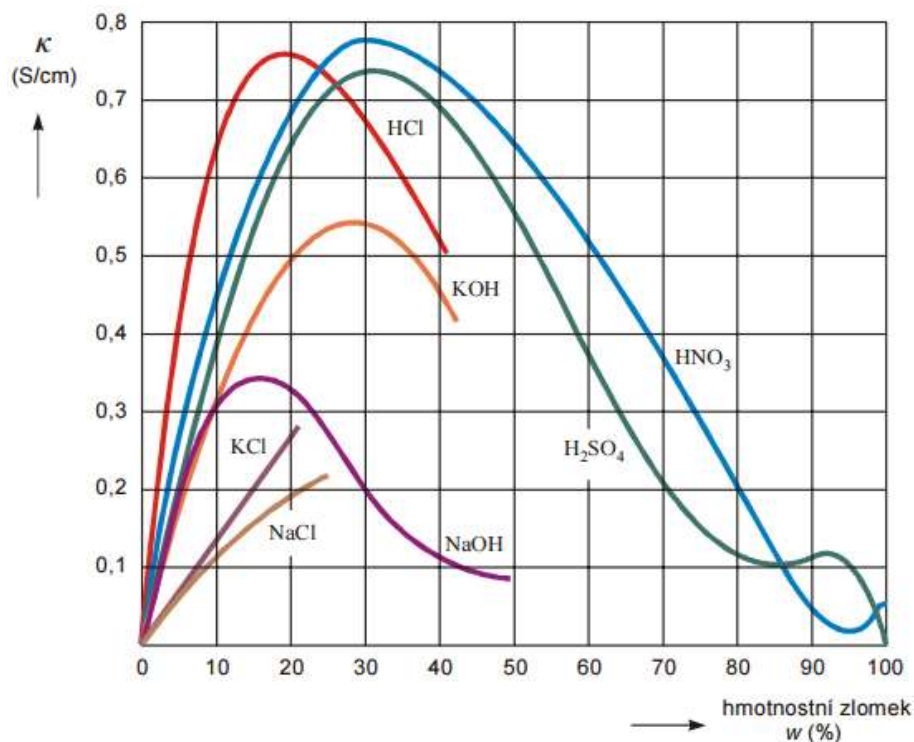
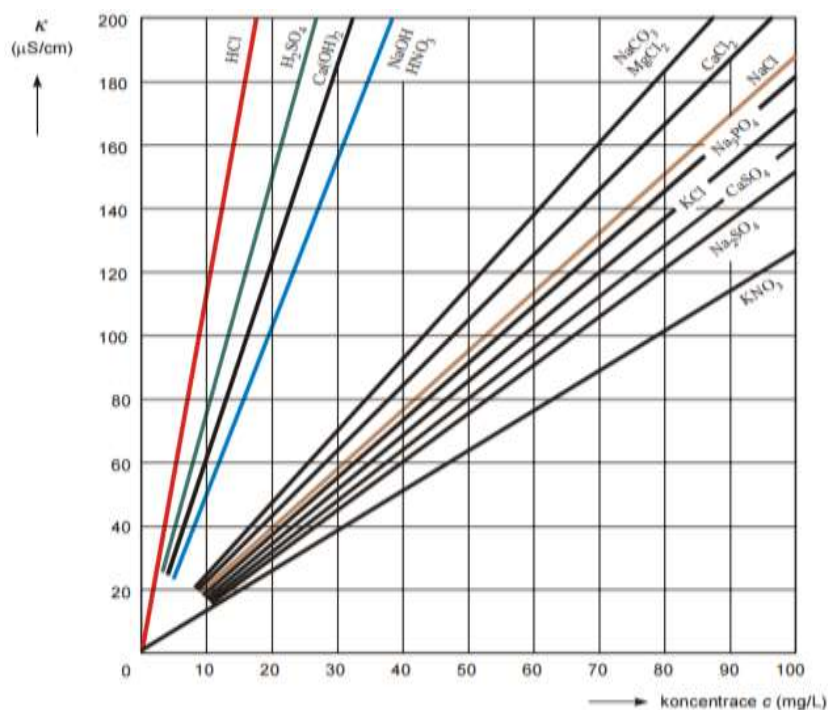
- Disociované iony jsou těžší než voda a mají tendenci klesat k bázi kolektoru, kde mohou vytvořit v extrémních případech samostatnou fázi silně mineralizované vody
- V mocnějších zvodnících se běžně vyvíjí vertikální stratifikace, která může být ještě prohloubena geochemickými reakcemi mezi podzemní vodou a horninovou matricí



Obr: Kontinuální zonální měření na lokalitě, autor: MEGA (2017)

KONDUKTIVITA (měrná vodivost)

- Převrácená hodnota elektrického odporu v roztoku
- Používána pro odhad koncentrace rozpuštěných látek a celkové mineralizace ve vodě
- Závisí na koncentraci ionů, náboji, pohyblivosti a na teplotě
- Vodivost roztoku je závislá na stupni disociace iontů v roztoku
- U nízkých koncentrací je téměř lineární, u vyšších ne
- U zasolených roztoků není konduktivita závislá na mineralizaci



Obr: Konduktivita zředěných a koncentrovaných roztoků, autor: Macháč J. (2007)

Ostramo – unikátní lokalita

- Masivní kontaminace saturované zóny tzv. solankou
 - Kontaminace typu DNAPLs - hustota až $1,25 \text{ g/cm}^3$
 - Charakteristické chemické vlastnosti:
 - mineralizaci tvoří převážně SO_4^{2-} , spolu s Fe, Al a Mg
 - konduktivita $> 20\,000 \text{ } \mu\text{S/cm}$
 - pH < 4
 - obsah rozpuštěných látek 20 až 300 g/l
 - ZNK_{8,3} až 2 500 mmol/l



Obr: Laguny Ostramo - pohled ze severní strany, zdroj: seznam.cz (2017)

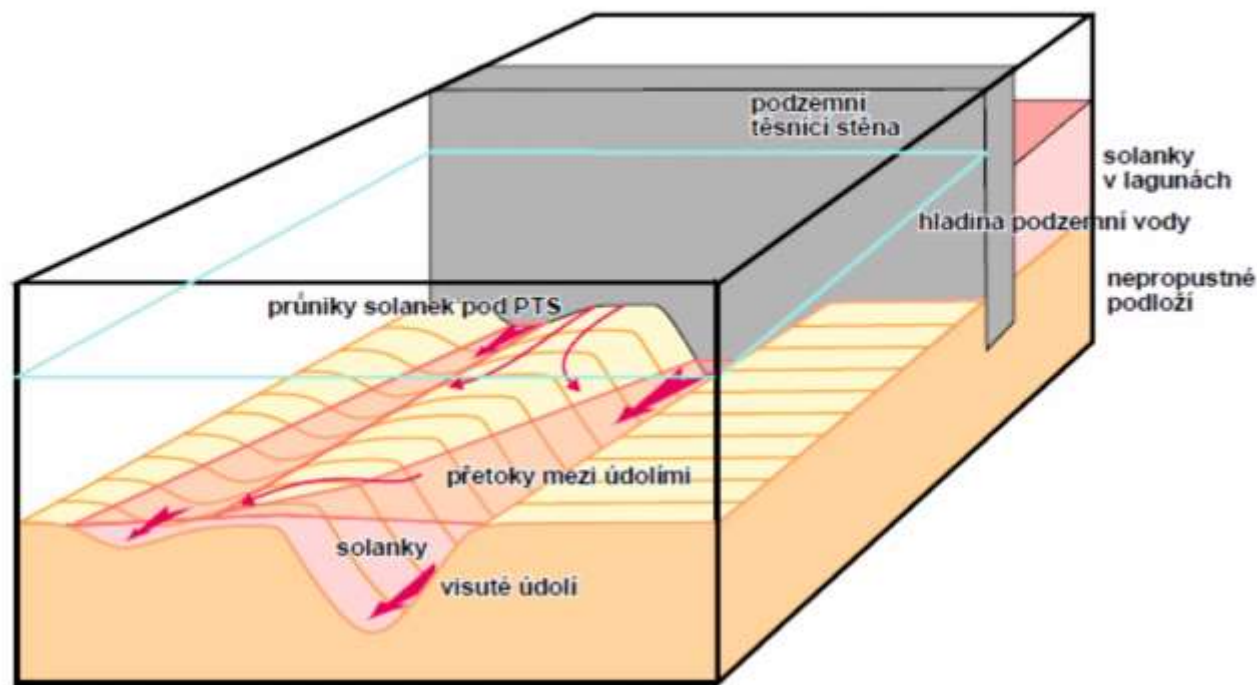
Solanky x neovlivněná podzemní voda

- Relativně samostatné kapaliny o velmi rozdílném složení a omezené vzájemné mísitelnosti v neovlivněných podmínkách
- Mocnost solankové vrstvy se pohybuje od několika centimetrů až do 6 m
- Hlavním parametrem určujícím mocnost vrstvy je tvar předkvarténiho podloží



Obr: Vertikální stratifikace solanek, autor: MEGA (2016)

- Nepropustné podloží – neogenní jíly, mocnost nad 100 m
- Saturovaná zóna – nivní sedimenty (písečné štěrky s příměsí jílu až jílové písky s příměsí štěrků), mocnost 4 – 8 m
- Povodňové hlíny, mocnost 0 – 3 m
- Navážky
- Subglaciální koryto, mocnost až 60 m
- Přehloubená koryta, zahloubená do neogenního podloží s četnými subparalelními depresemi
- Hladina p.v. 3 – 4 m
- Směr proudění – S

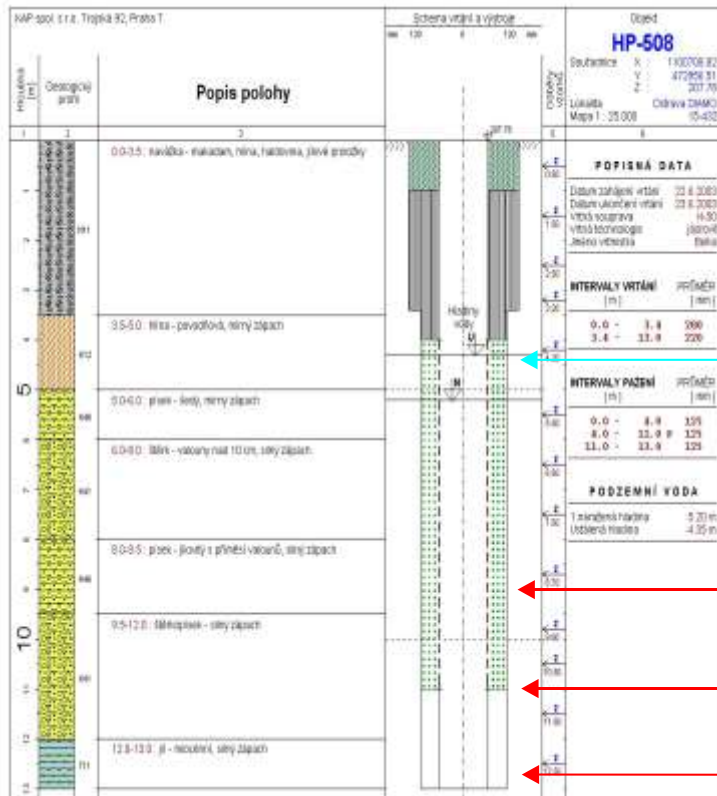


Obr: Schéma migrace solanek, autor: MEGA (2016)

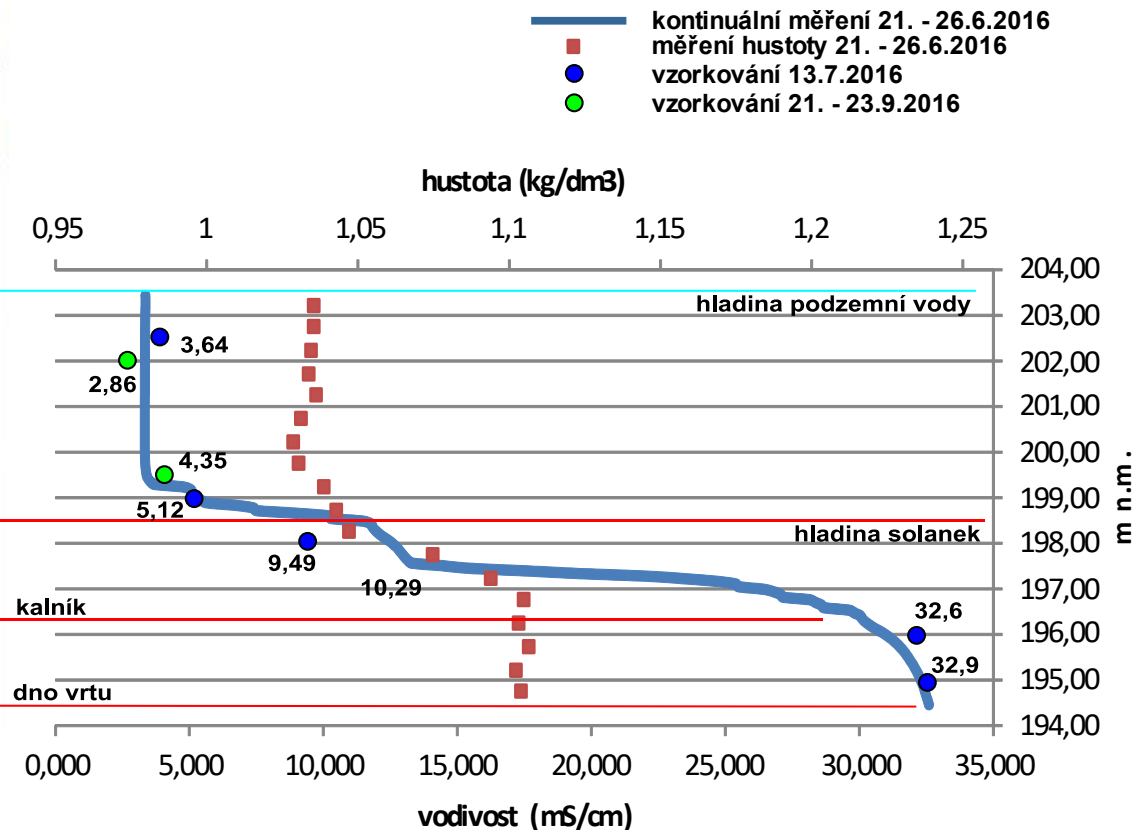
vrt v centrální části lagun



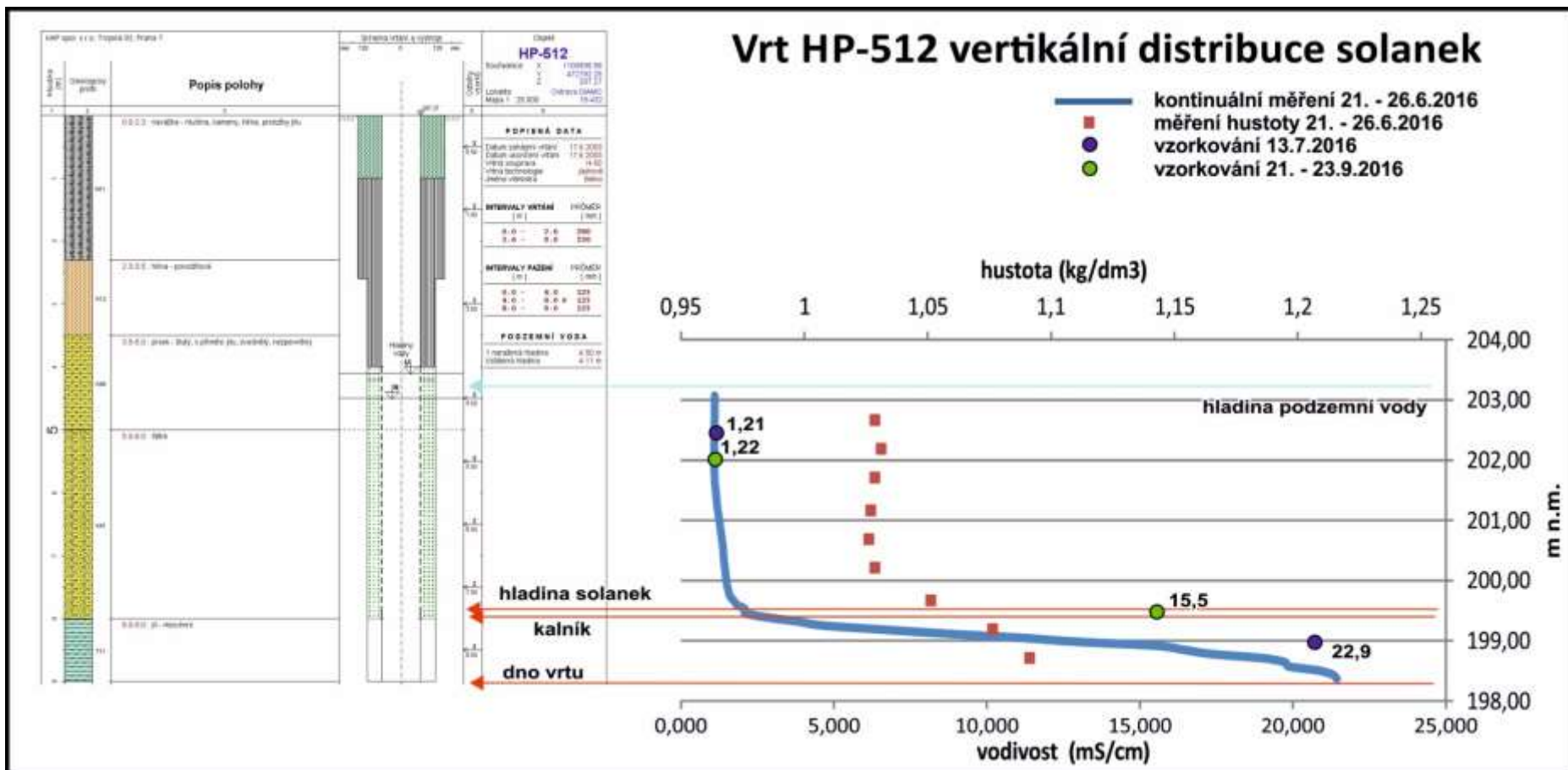
- Příklad gravitační separace rozpuštěných látek
- V úrovni 197 m n.m. je dosaženo koncentrace odpovídající nasycenému roztoku FeSO_4



Vrt HP-508 vertikální distribuce solanek

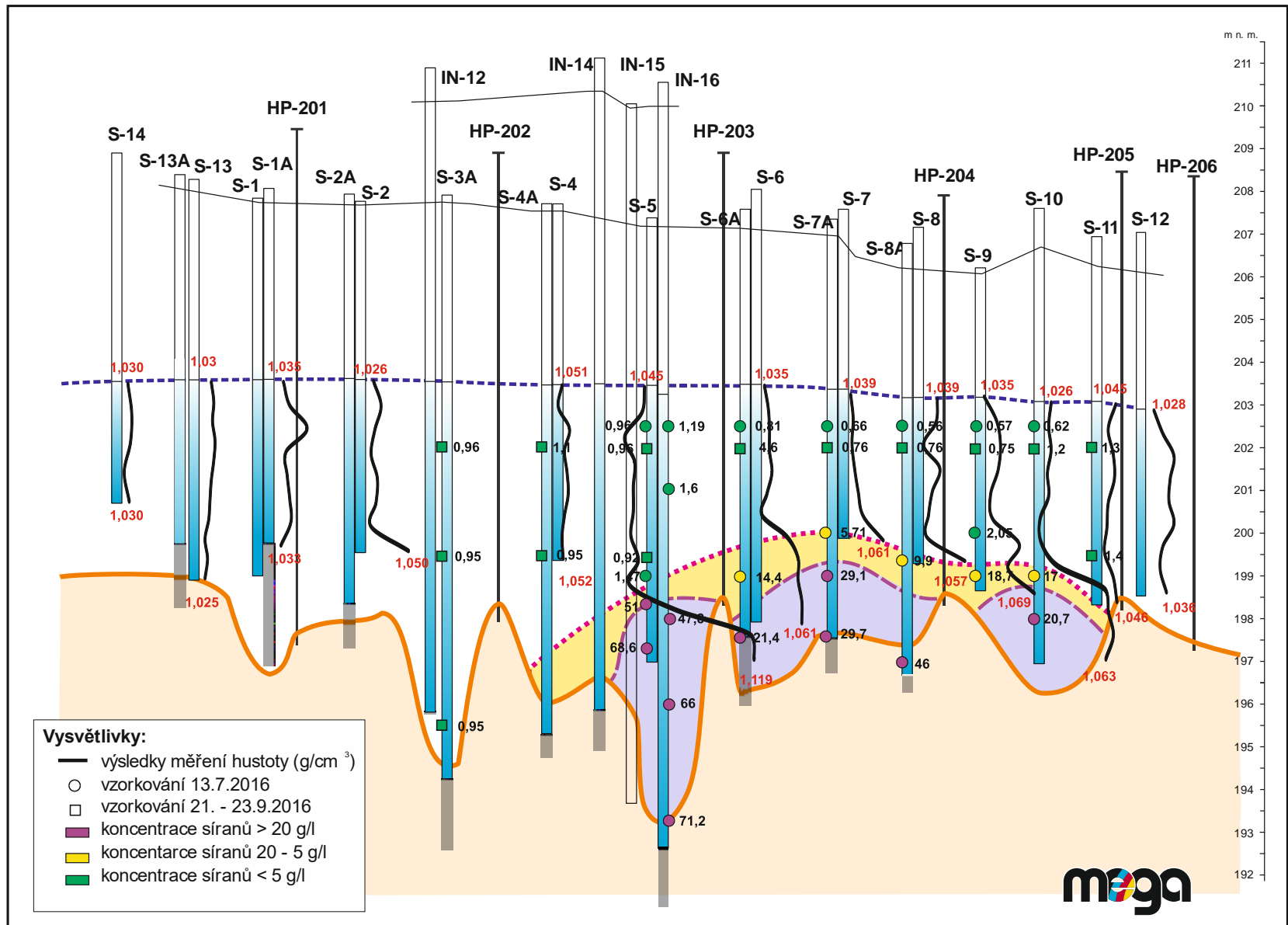


- Příklad dlouhodobého vlivu dynamických odběrů na porušení fázového rozhraní
- Fázové rozhraní solanek v úrovni 198,5 m n.m. je narušeno čerpáním při odběrech vzorků, je uměle vytvořena přechodná zóna o mineralizaci cca 10 g/l mezi solankami (33 g/l) a nadložní zvodní (cca 3 g/l). Kalník vrtu je zcela nevhodně konstruován



- Solanky jsou zachyceny pouze v kalkníku vrtu
- Jejich skutečná mocnost na bázi kolektoru je mnohem nižší

převýšený profil



jak se má tohle vzorkovat????!!!!!!

1. Víím, co vůbec dělám?

- Znalost technické dokumentace k HG objektům
- Záměry hladin a dna u HG objektů
- Kontinuální proměření pH, Eh, vodivosti a hustoty v celých vertikálních profilech vrtů
- Vertikální lokalizace hloubek odběru vzhledem k výstroji vrtu a rozhraním fází

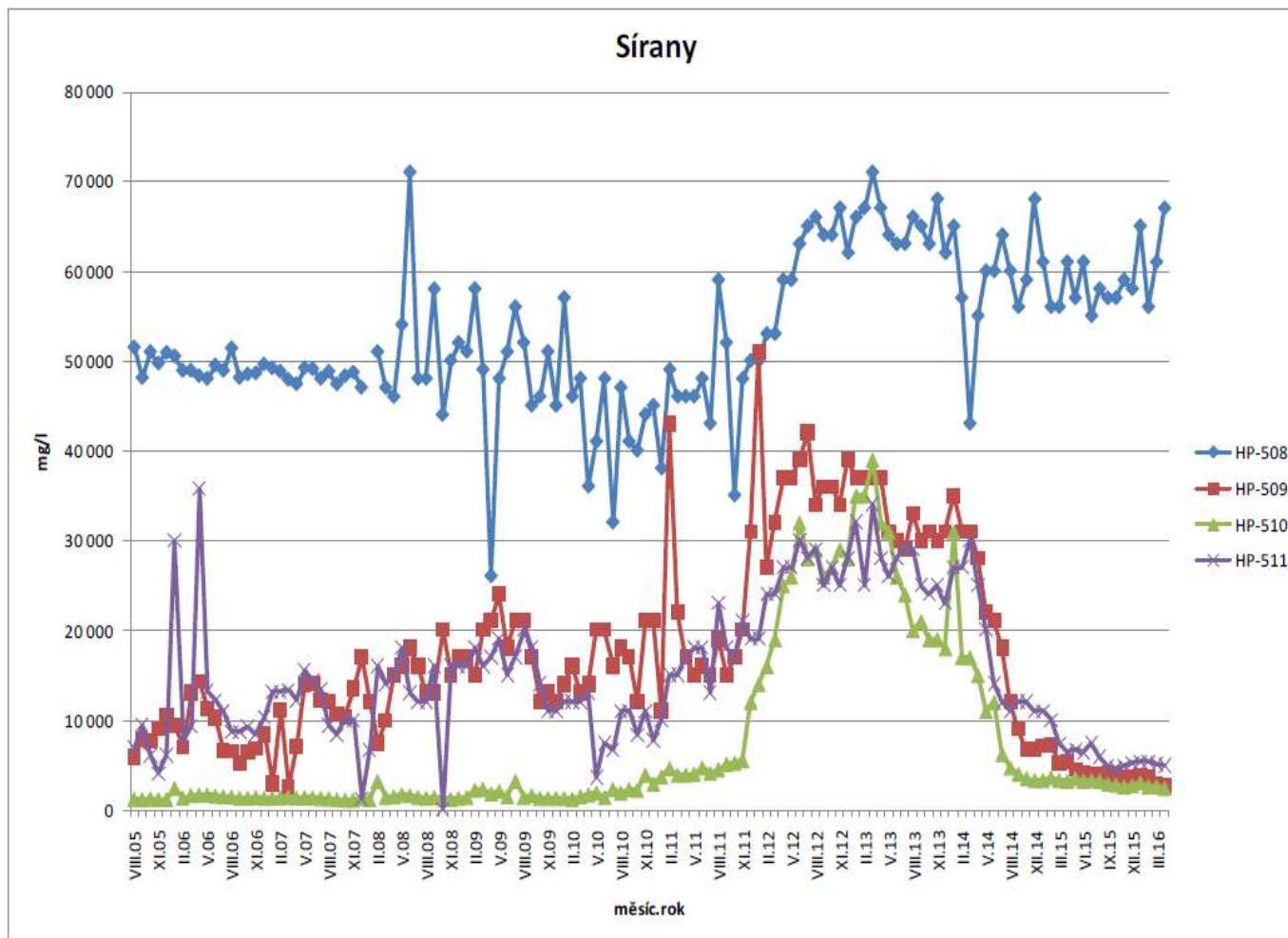
2. Víím, proč to dělám?

- Protože by mě zajímalo, jestli solanek přibývá nebo ubývá
- A také by bylo dobré vědět, jak se mění úroveň fázového rozhraní
- A asi by bylo dobré také vědět, jestli se nemění i chemizmus obou fází

3. Víím, jak to dělat?

- Monitorovací plán musí reagovat na cíl monitoringu
- Dynamické odběry ve vrtu se dvěma relativně samostatnými fázemi nemají smysl (způsobují promíchání fází a zvýšenou migraci kontaminace)
- Základem musí být identifikace hloubky zaklesnutí fázového rozhraní
- Občas zkusit zda se nemění chemizmus

a jak se to dělá.....



- Čerpáním dochází k promísení obou fází
- Výsledný vzorek nereprezentuje skutečný vývoj na lokalitě, ale spíše podmínky odběru vzorků

- Problematika vertikální stratifikace je stále velmi podceňovaným aspektem při průzkumech kontaminovaných lokalit i při provádění nápravných opatření
- Požadavek dynamických odběrů vzorků je u polutantů těžších než voda kontraproduktivní a nevede k relevantním výsledkům
- Nelze jednoznačně stanovit, že DNAPLs mají maximum svých koncentrací na bázi kolektoru. V blízkosti ohniska kontaminace jsou vždy nejvyšší koncentrace zachyceny ve svrchní části zvodně
- Pro sledování mocnějších zvodní (vyšší desítky až stovky metrů) je nutné volit metodiku prostorově orientovaných odběrů, jejímž nezbytným předpokladem je kontinuální měření fyzikálně chemických parametrů podzemních vod

Nezbytná nutnost:

- Podrobná znalost geologie studované oblasti
- Pravidelné měření fyzikálně chemických vlastností zvodně ve vrtech
- Úplné chemické rozbory vod
- Tabulkové vyhodnocení v excelu nestačí, je třeba výsledky interpretovat
- Propojování všech získaných dat do jednoho kompaktního celku
- Individuální přístup ke každé lokalitě

HRABAL J., AMBROŽOVÁ V., KOVÁŘ M., KOVÁŘOVÁ K., (2016): *Zajištění technických podkladů nezbytných pro vypracování projektu obnovení těsnící funkce podzemní těsnící stěny na lokalitě Laguny Ostramo a projektu sanace saturevané zóny*. Mega a.s., Stráž Pod Ralskem.

MACHÁČ J., (2007): Studijní materiály - *Měření koncentrace roztoků pomocí elektrické vodivosti*. [online], citováno 23.5.2017, dostupné z: <https://vscht.cz/ufmt/cs/pomucky/machacj/docs/E3-Elektricka%20vodivost%20kapalin.pdf>

MAPY.CZ, (2017): *Mapové podklady*. [online], citováno 23.5.2017, dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=18.25254&y=49.8408&z=15&m3d=1&height=2735&yaw=-37.518&pitch=-90&3dr=1&source=muni&id=4730>

TYLČER J., VALÍČEK S., CRON M., et al. (1999): *Analýza rizik a ekologické zátěže skládky odpadů s.p. Diamo (tzv. Laguny Ostramo)*. MS AQ-test, spol. s r.o., Ostrava.

DĚKUJI ZA POZORNOST

Mgr. Vendula Ambrožová
Vendula.Ambrozova@mega.cz