

Problematika variability prostředí

RNDr. JIŘÍ SLOUKA, Ph.D.

Pojem variability

Zdánlivě jednoznačný pojem, přesto je obtížné ji definovat

Inhomogenita prostředí (Šráček, Datel, Mls, 2000; 2002), **heterogenita prostředí** (Krásný et al., 2012) – odkazuje jednoznačně na prostorové vztahy

Ale: variabilita prostředí je i časová. Kromě inhomogenity jako takové zahrnuje i vývoj, případně to může být vývoj zdánlivě nebo skutečně chaotický

Dopad: Čím vyšší variabilita, tím obtížnější sanace

Tedy: (v první řadě) určení obtížně sanovatelné lokality

přímý dopad na volbu optimální sanační technologie

při dobré znalosti: možnost předvídání průběhu dekontaminačních procesů

v reálném prostředí

Klasifikace variability

Rozměrové kritérium:

prostorová

prostorová v časovém řezu

vývojová (nejspornější definování a zejm. kvantifikace)

Druhové kritérium:

petrografická (druhy zemin a hornin)

hydrogeologická (propustnost, transmisivita, vydatnosti)

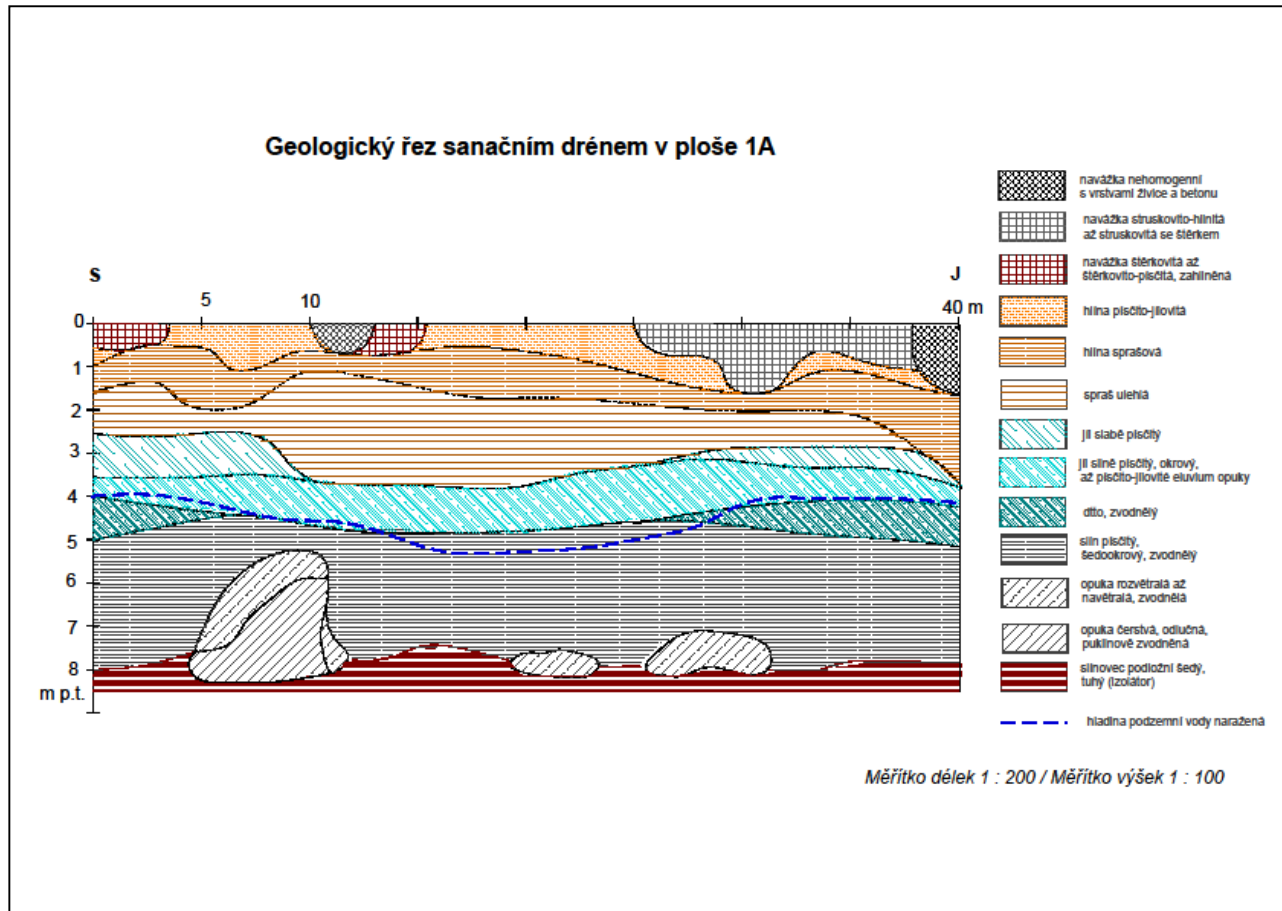
geochemická (fyz.-chem. parametry, obsahy prvků)

kontaminační (co do kvantity i složení)

**Variabilita prostředí podléhajícího sanačnímu procesu
je výslednicí všech uvedených.**

Prostorová variabilita

Reálný případ vysoce variabilního geologického profilu



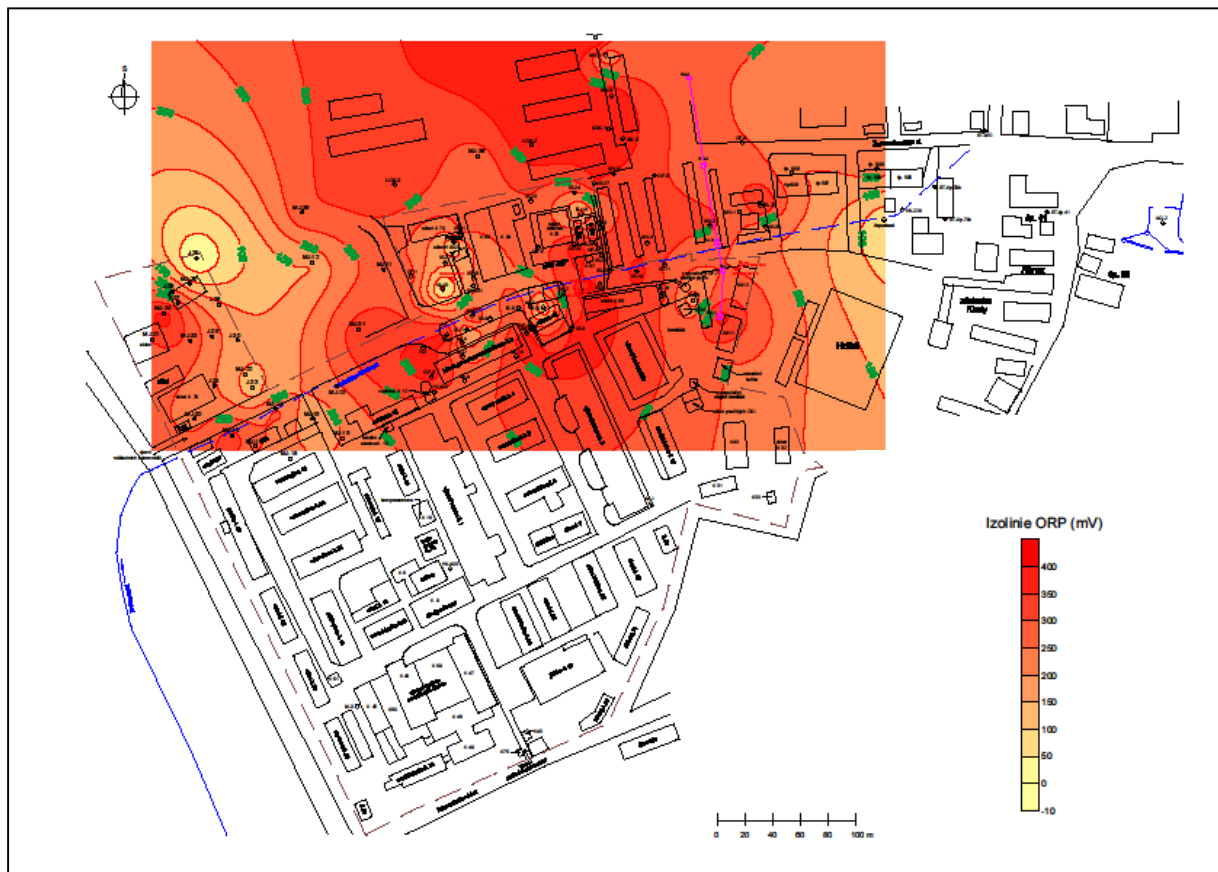
Hydrogeologická variabilita

Horniny o různé propustnosti v jednom vrtném profilu



Geochemická variabilita

Distribuce ORP



Jak variabilitu vyčíslit?

Jaký význam má kvantifikace či „oznámkování“ variability?

Rozhodně zásadní pro klasifikaci lokality, popř. určení limitů – např. použitelnosti dané sanační technologie.

Jednoznačně pro určení obtížně sanovatelné lokality (opět jde o stanovení limitu).

Problém:

jaké kritérium zvolit

jakou metodu vyčíslení zvolit

Petrografická variabilita

Zdánlivě nejjednodušší vyčíslení, ale také relativně nejméně vypovídající, cenná hlavně v počátečních fázích průzkumu (prvotní orientace)

Možnosti:

průměrný počet zastižených hornin v jednom vrtném profilu

Podmínka: všechny vrty musí být stejně hluboké nebo dokumentované jen do určité shodné hloubky

Problém: nemusí postihovat prostorové rozložení (otázka počtu dokumentačních bodů)

otázka podrobnosti – granulometrie

průměrný počet zastižených hornin na jednotku objemu kontaminované zóny

Problém: volba jednotky (stejně jako v případě HG variability)

Hydrogeologická variabilita

Základní pro určení obtížnosti sanace. Optimální kritérium: propustnost.

Analogické možnosti: průměrný počet tříd propustnosti

na jednotku objemu (optimálně objemu kontaminované zóny)

na jednotku plochy

Problém: - volba jednotek

- volba profilu: jen satureovaná zóna nebo celý
profil od terénu?

Hydrogeologická variabilita

Směrodatná odchylka indexu transmisivity Y	Třída variability transmisivity	Označení variability transmisivity	Označení heterogenity prostředí
< 0,2	a	nevýznamná	homogenní
0,2 – 0,4	b	malá	mírně heterogenní
0,4 – 0,6	c	mírná	dostí heterogenní
0,6 – 0,8	d	velká	značně heterogenní
0,8 – 1,0	e	velmi velká	velmi heterogenní
>1,0	f	mimořádně velká	mimořádně heterogenní

Dělení podle směrodatné odchylky indexu transmisivity (Krásný, 1986)

Hydrogeologická variabilita

Koeficient transmisivity: objemový průtok zvodněným kolektorem o dané mocnosti a jednotkové šířce; součin koeficientu hydraulické vodivosti K a mocnosti zvodně m . Hodnoty K nejlépe na základě hydrodynamických zkoušek.

Směrodatná odchylka: druhá odmocnina rozptylu hodnot vůči aritmetickému průměru
=> Hodnoty snadno vypočítatelné

Problém: hodí se pro velkoplošné celky dokumentované množstvím vrtů (např. CHOPAV), nevhodné použití pro většinu sanovaných lokalit

Měřítkový efekt (Krásný et al., 2012): stejná hodnota, která ve velké ploše indikuje nízkou variabilitu, může v malé ploše znamenat vysokou.

Hydrogeologická variabilita - konfrontace

Vrt	Zastiž. hornin	Tř. propust.	Petrografie		Propustnost		
			Prům. na vrt	Prům. na 10 ³ m ³	Prům. na vrt	Prům. na 10 ³ m ³	Prům. na 10 ² m ²
1	6	2	7,6	0,1152	3,0	0,0056	0,2727
2	13	2		Výsledek x 100		Výsledek x 100	Výsledek x 1000
3	4	4		11,5		0,6	27,2
4	8	3		Převrác. hodnota		Převrác. hodnota	Převrác. hodnota
5	7	4		8,68		1,7	3,7

Hypotetická lokalita 220 x 150 m, celkem 5 vrtů do shodné hloubky 8 m

Problémy a úskalí

Jaká hodnota je nejméně vypovídající? Podle čeho tvořit limity a zařazení?

Prostý výsledek: nevýhoda desetinného čísla

Násobek výsledku:, 1 000 x ($= 10^3$) pro objem, 100 x ($= 10^2$) pro plochu – srozumitelné číslo pro snadnou orientaci, stanovování limitů a kritérií, **ovšem:** otázka objektivit (přesnější je prostorové pojetí)

Převrácená hodnota: jednoduché číslo, vyjádření vždy v jednotkách až desítkách, ale může být matoucí

Problém výpočtu průměru: kdy se hodí aritmetický průměr, kdy medián, klouzavý průměr, případně i geometrický průměr?

Problém hloubky vrtů: jak stanovit variabilitu z vrtů o nestejně hloubce, jak porovnávat různé lokality navzájem

Geochemická variabilita

Výhoda: Plošné výsledky se zobrazují v izoliniích. Vyčíslení jedním koeficientem by pak sloužilo vyloženě pro zatřídění a porovnávání.

Nemusí sama o sobě indikovat obtížnou sanovatelnost (na rozdíl od hydrogeologické variability), pouze u některých in situ metod (ISCO, BRD).

Možnost: průměrná hustota izolinií na jednotku plochy

Problémy: - množství různých parametrů: pH, ORP, konduktivita, CHSK, TOC, koncentrace vybraných látek atd. Nemusí být souměřitelné, izolinie pro různé parametry mohou probíhat zcela odlišně. Jak tedy stanovit variabilitu? Pro každý parametr zvlášť, nebo „průměr průměrů“? - opět volba plošné jednotky a hustoty izolinií.

Variabilita složení kontaminantu - vývoj

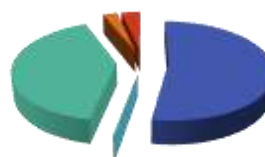
MJ-13 09/15



MJ-13 07/16



MJ-13 09/16



MJ-31 09/15



MJ-31 07/16



MJ-31 09/16



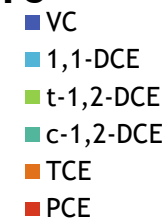
MJ-46 09/15



MJ-46 07/16



MJ-46 09/16



Vývoj složení CIU ve vrtech vzdálených vždy cca 40 m od sebe – prostorový i časový aspekt

Empirická kritéria variability

Výhoda: běžné rozpoznání vysoce variabilního prostředí v terénní praxi a při zpracování dat.

- přítomnost nejméně dvou různých typů zemin nebo hornin zásadně odlišného zrnitostního složení nebo odlišného chemismu, bez možnosti stanovení ostrého nebo jednoznačného rozhraní mezi těmito typy,
- propustnost zemin a hornin, pohybující se v rozsahu nejméně tří tříd propustnosti v rámci téže lokality,
- dtto v rozsahu dvou tříd propustnosti, pokud mezi nimi nelze stanovit jednoznačné rozhraní (zvláště pokud jde o třídy propustnosti IV a vyšší),
- přítomnost nejméně dvou typů zemin a hornin odlišných chemických nebo fyzikálně-chemických vlastností v jednom geologickém profilu, zejména v mocnosti zvodně nebo kontaminačního mraku,
- skokové změny prostředí, např. na zlomových liniích,
- různorodost reaktivity horninového nebo hydrogeologického prostředí v rámci téže lokality, prokázaná nejlépe laboratorními testy.

Shrnutí

Stěžejní význam má hydrogeologická variabilita, na jejímž základě lze určovat obtížně sanovatelné lokality. Ostatní hlediska mají význam spíše orientační a doplňující.

Možnost využití v průzkumu, analýzách rizika a projektování sanací.

Nabízejí se různé postupy, jak variabilitu kvantifikovat. Žádný z nich není ideální ani univerzální a jde o to, vybrat optimální, všeobecně použitelný i přes případné dílčí výhrady.

Případná závazná klasifikace by byla čistě otázkou konvence (přijetí všeobecně nejsnesitelnější metody ze všech špatných).

Zatřídění je důležité vodítko, nakonec je však vždy nutný individuální přístup.

Děkuji za pozornost