

HODNOCENÍ PŘIROZENÉ ATENUACE

Horoměřice, 30. března 2011

Petr Kozubek, Enacon s.r.o.



Co je to přirozená atenuace ?

Jak ji hodnotit ?

Kdy ?

Proč ?



◆ Metod

✦ „Bibl

✦ Meto

MONITOROVANÁ PŘIROZENÁ ATENUACE
ROPNÝCH UHLOVODÍKŮ
A
CHLOROVANÝCH ALIFATICKÝCH
UHLOVODÍKŮ
V PODZEMNÍ VODĚ

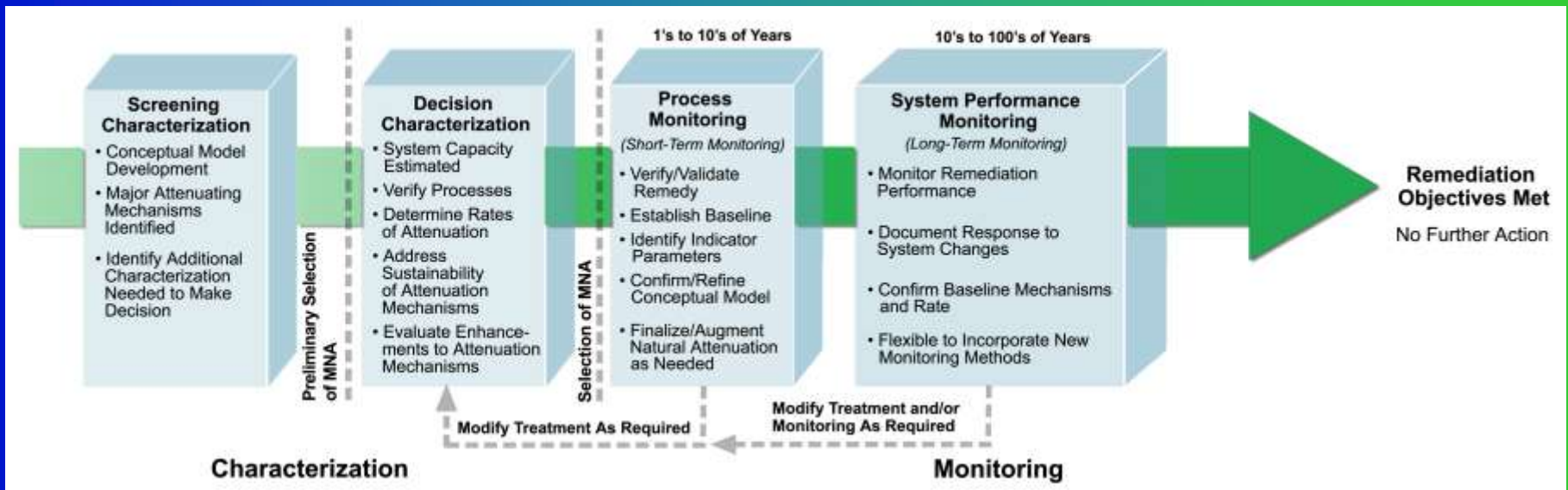
Ministerstvo životního prostředí
2001

99

Fáze hodnocení

- ◆ Předběžné (screeningové) hodnocení
 - Jsou procesy PA na lokalitě přítomny ?
- ◆ Rozhodovací fáze - hodnocení využitelnosti MNA jako sanační alternativy
 - Např. po likvidaci zdroje znečištění
- ◆ Procesní monitoring
 - kontrola průběhu atenuačních procesů v případě, kdy je MNA zvolena jako sanační metoda předmětné lokality

Fáze hodnocení



3 linie prokazování procesů PA

1. Pokles množství a koncentrace kontaminantu v čase
2. Geochemické podmínky
3. Mikrobiologické podmínky

1. Pokles množství a koncentrace kontaminantů v čase

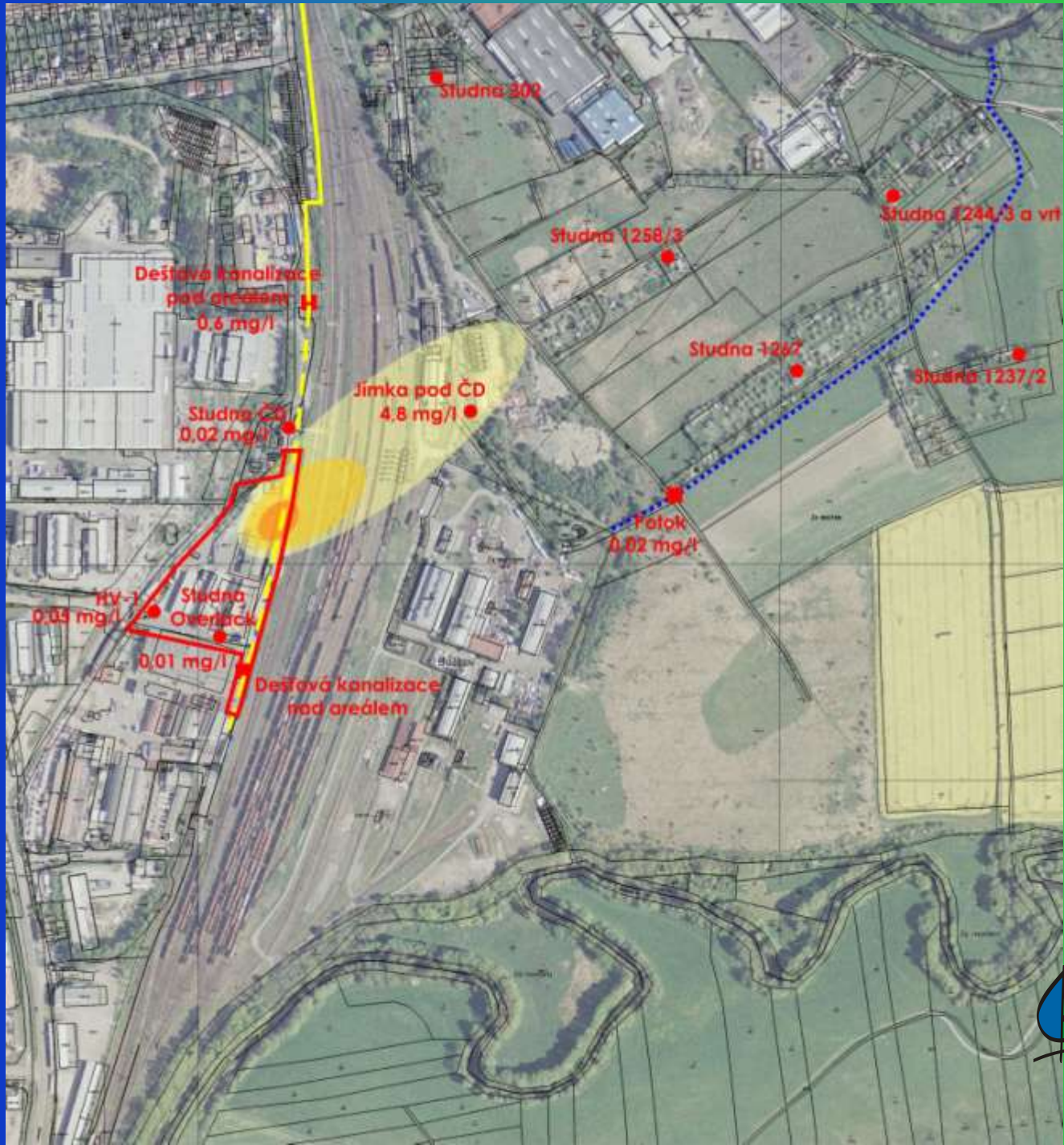
- ◆ Nezbytnost časové řady dat z monitoringu
 - doporučována min. 4 kola monitoringu, nejlépe po dobu 2 let
 - Využití jednoduchých statistických testů
 - ◆ Posouzení stability kontaminačního mraku
 - Grafické zpracování

- ◆ Jaká je však realita ?

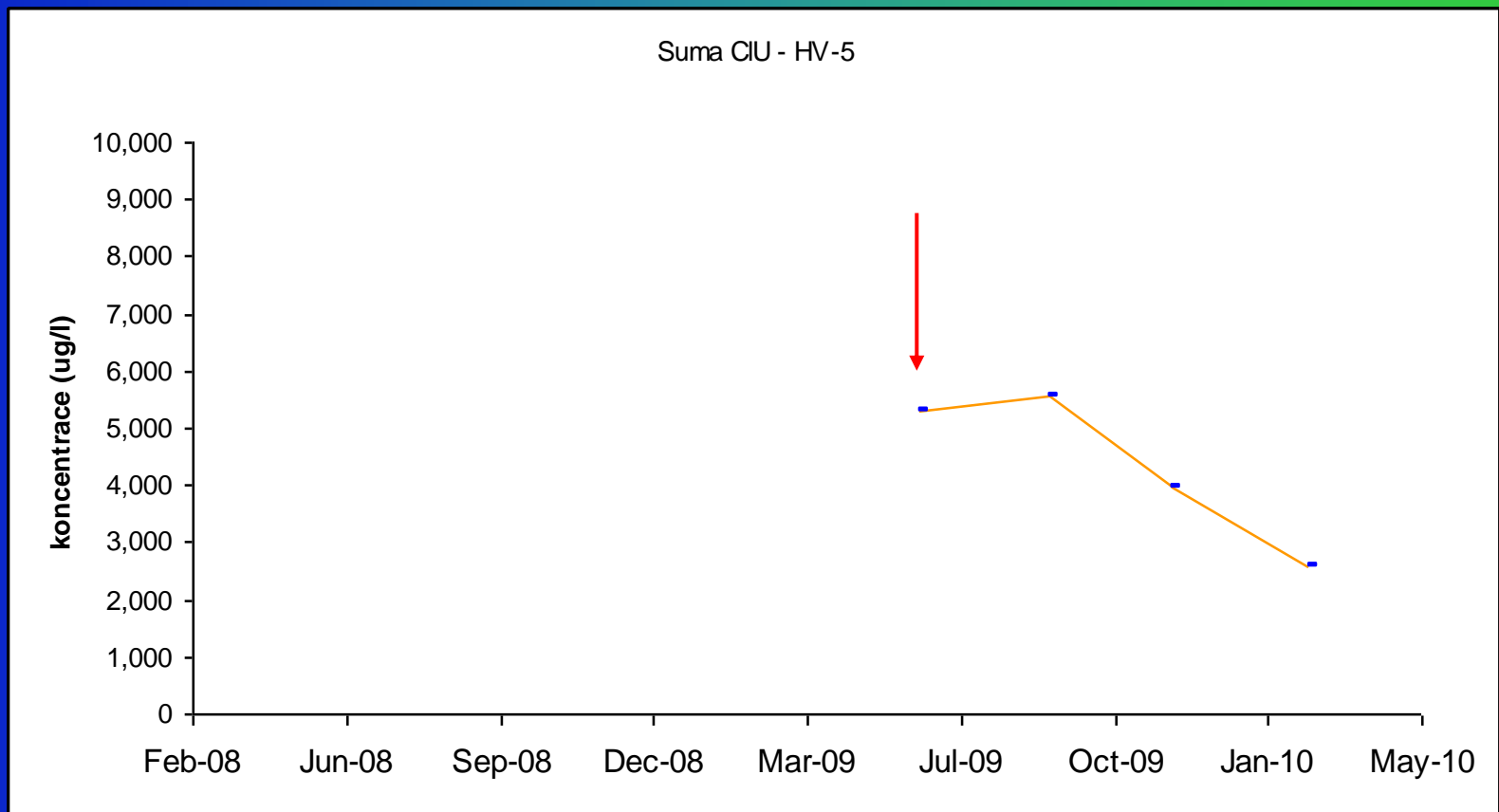
1. Pokles množství a koncentrace kontaminantů v čase

◆ Realita ?

- Hodnocení na základě „prvoprůzkumů“
- Předchozí průzkumy různě omezeny:
 - ◆ V plošném rozsahu
 - ◆ V rozsahu sledovaných analytů
 - ◆ Hodnocení na základě provozního sanačního monitoringu
 - Dočasná změna hydrogeologických podmínek (např. sanační čerpání)
 - Dočasná změna hydrochemických podmínek (aplikace různých substrátů, zásak přečištěné (okysličené) vody apod.)



Obnovení přirozených podmínek po sanaci



2. Geochemické podmínky

Algoritmus dle Wiedemeiera et al. (1999)

1. až 3. krok – průzkum znečištění
4. Zjištění, zda probíhá biodegradace cestou reductivní dechlorace
5. Kategorizace lokality dle průběhu oxidačně-redukčních procesů
6. Odhad rychlostních konstant biodegradace
7. Zhodnocení využitelnosti MNA jako sanační alternativy



2. Geochemické podmínky – přehled analytů

- ◆ Kontaminanty
- ◆ Akceptory/Donory elektronů
- ◆ Alkalita
- ◆ Chloridy
- ◆ Vodivost
- ◆ Fe/Mn
- ◆ Ethen/ethan
- ◆ ORP
- ◆ pH
- ◆ Teplota
- ◆ TOC
- ◆ Těkavé mastné kyseliny
- ◆ Vodík

Screeningové posuzování

system SINAS (TNO, 2001)

Kritérium	Body
Dechlorace	
> 80%	4
60 – 80%	3
30 – 60%	2
< 30%	1
Charakterizace redox podmínek	
prostředí redukující sírany/ methanogenní prostředí	3
prostředí redukující Fe/Mn	2
prostředí redukující dusičnany	1
Rozpuštěný org. uhlík	
> 10 mg/l	3
5 až 10 mg/l	2
< 5 mg/l	1



Stupeň dechlorace

$$\frac{[TCE] + 2 \times [1,2cisDCE] + 3 \times [VCE] + 4 \times [ethen]}{4 \times ([PCE] + [TCE] + [1,2cisDCE] + [VCE] + [ethen])} \times 100\%$$

Biodegradační rychlostní konstanty

Odhad rychlostních konstant degradace slouží k posouzení, zda jsou procesy přirozené atenuace dostatečně efektivní ke snížení úrovně znečištění tak, aby nedošlo k negativnímu ovlivnění receptorů znečištění nacházejících se ve směru proudění podzemní vody.

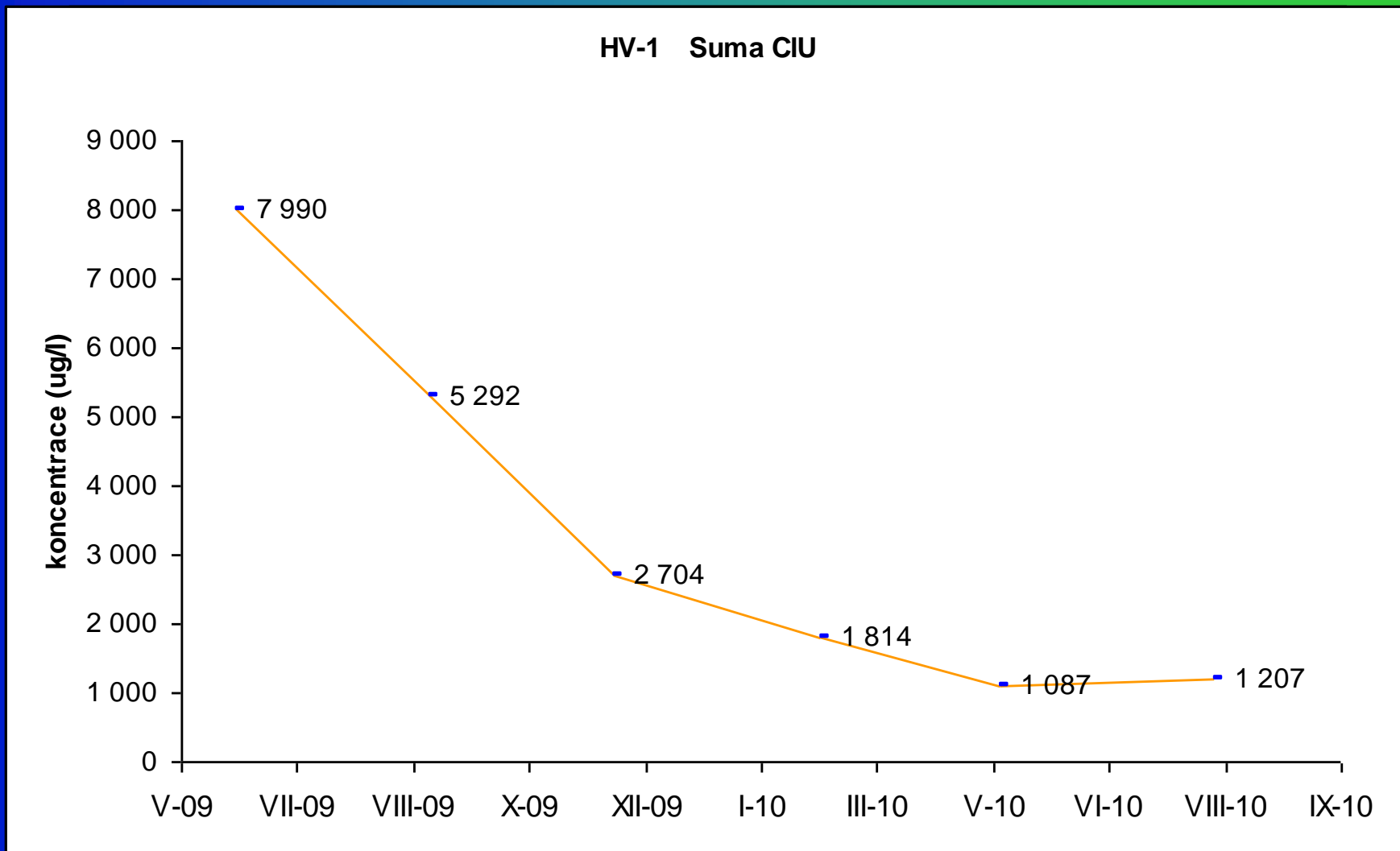
◆ Z grafu vývoje/rozsahu znečištění

- Koncentrace vs. čas
- Koncentrace vs. vzdálenost

$$\lambda = \frac{v_c}{4\alpha} \left[1 + 2\alpha \left(\frac{k}{v_x} \right) - 1 \right]$$



Biodegradační rychlostní konstanty



Mikrobiální podmínky

- ◆ studie mikrokosmu
- ◆ Stanovení specifických kmenů
 - *Dehalococcoides*

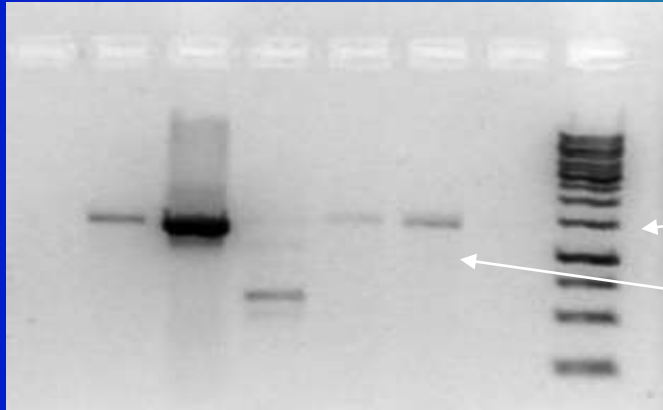
***Dehalococcoides* sp.:**

genus-specific 16S rRNA gene primers

DHC1F / DHC1377R (~1377bp), 10 ng DNA/50µl reaction

Degrades PCE/TCE -> VC ---> **ethene**

Control: 11B 37 HLV5 HBD4 IS17 IS15 Marker



1500bp

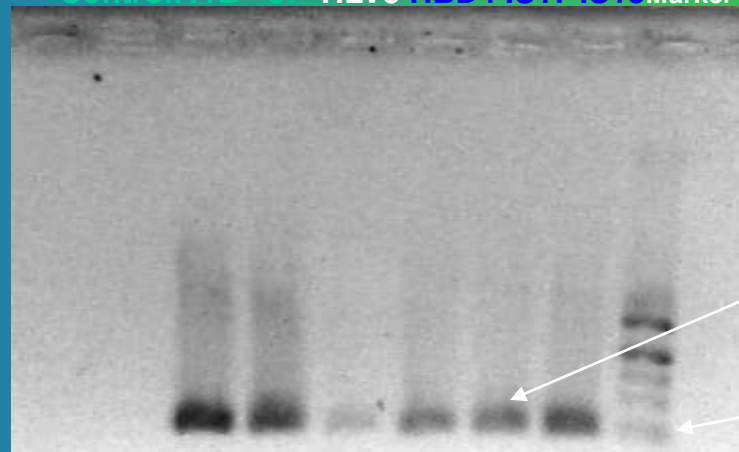
1377bp
specific product

***Dehalococcoides*-specific 16S rRNA gene primers**

DHC883F / DHC1152R (~269bp), 10 ng DNA/50µl reaction

Degrades PCE/TCE -> VC ---> **ethene**

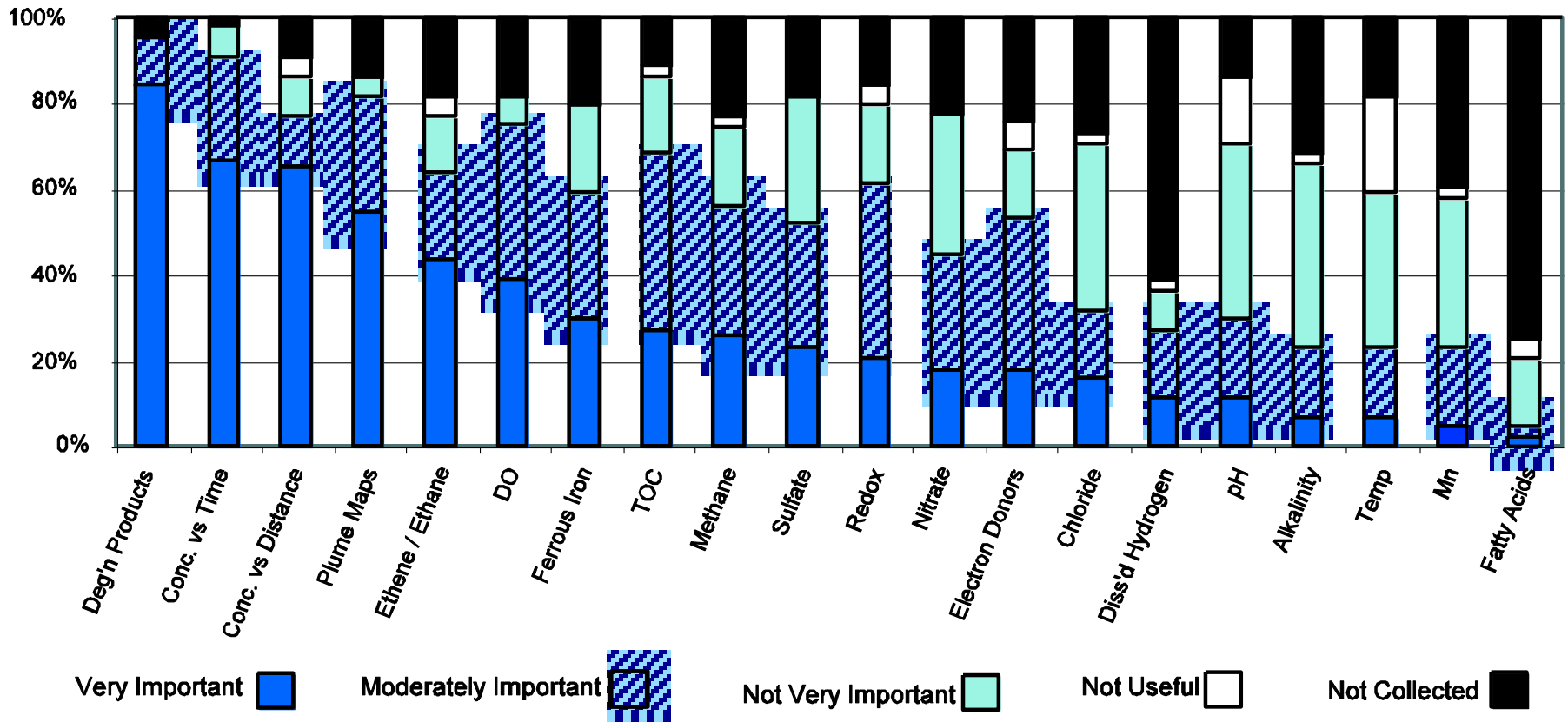
Control: 11B 37 HLV5 HBD4 IS17 IS15 Marker



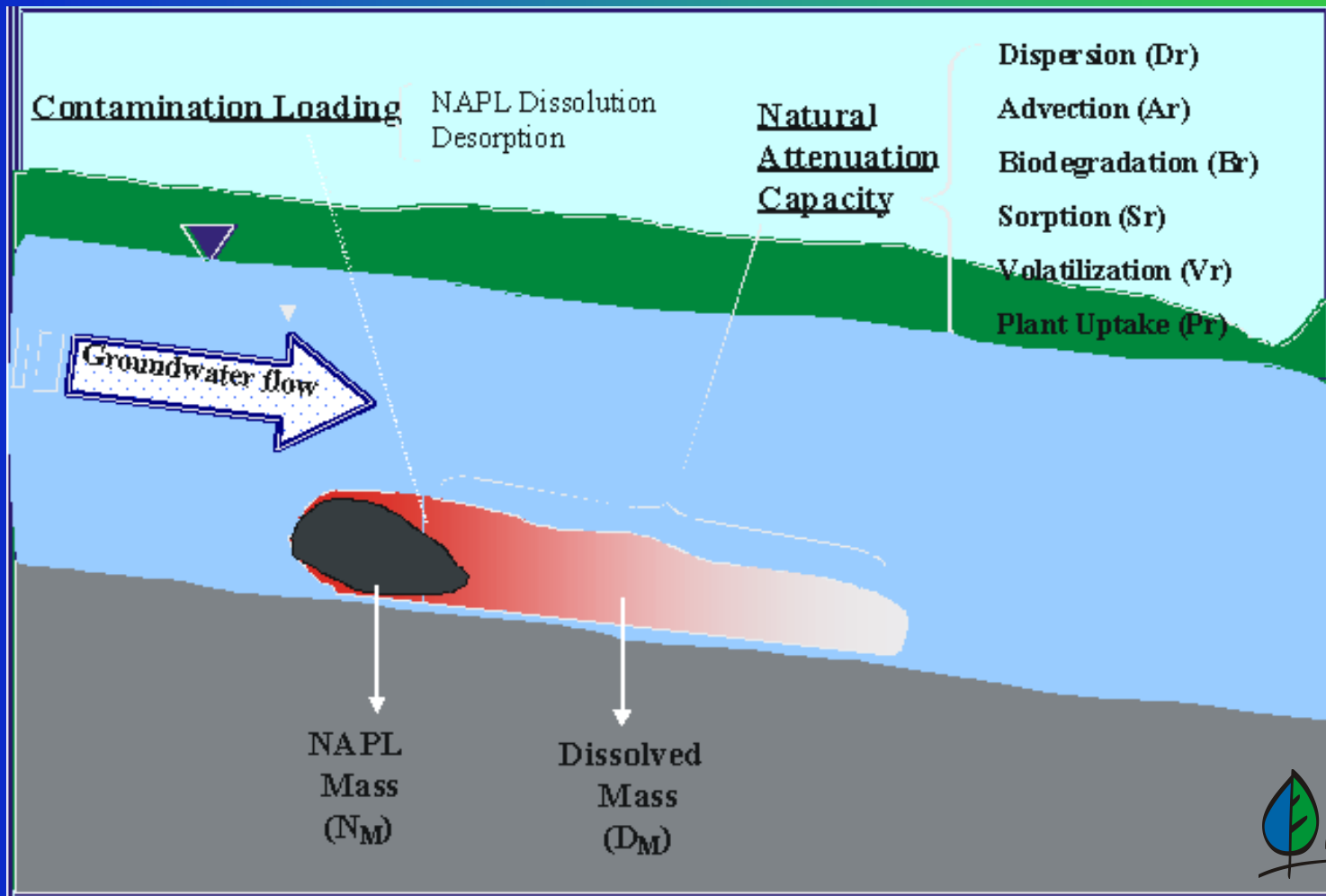
269 bp

281-226 bp
specific product

Využívání jednotlivých parametrů



Co je to přirozená atenuace ?



Newellův průzkum 2004 – aplikace MNA

◆ 45 lokalit (USA + Evropa)

- U 79 % lokalit, kde koncentrace CIU nad 10 mg/l MNA kombinována s další sanační metodou
- Převažují lokality s málo rozsáhlým kontaminačním mrakem (do 200 m)
- Převažují lokality s relativně nízkou rychlostí proudění podzemní vody

Provozní monitoring

Směrnice USEPA (1999) uvádí 8 hlavních cílů monitoringu následovně:

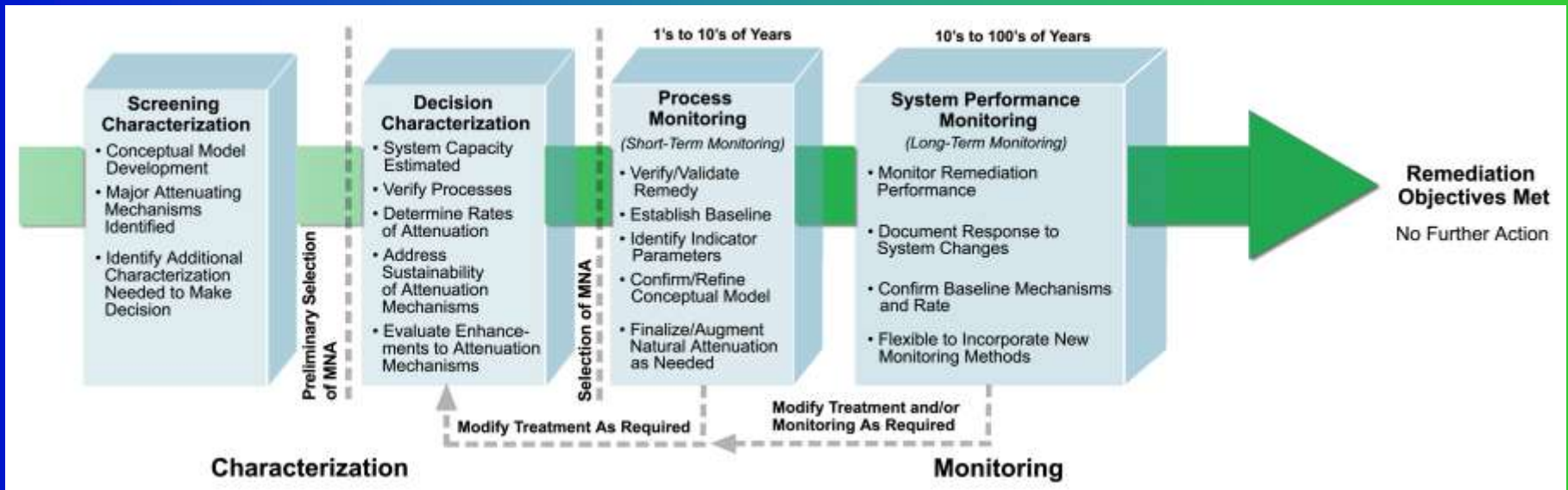
1. demonstruj, že přirozená atenuace probíhá dle očekávání;
2. sleduj změny přírodních podmínek (hydrogeologických, geochemických, mikrobiálních apod.), které by mohly snížit účinnost jakéhokoliv z procesů přirozené atenuace;
3. urči všechny potenciální toxické a/nebo mobilní produkty transformace kontaminantů;
4. ověřuj, že se kontaminační mrak nerozšiřuje (horizontálně ani vertikálně);

Provozní monitoring

Zbývající 4 hlavní cíle monitoringu:

5. ověřuj, že nedochází k žádnému negativnímu ovlivnění recipientů znečištění, které se nacházejí po směru proudění podzemní vody;
6. sleduj výskyt nově vzniklé kontaminace, která by mohla ovlivnit průběh a účinnost procesů přirozené atenuace;
7. demonstruj, že přijatá institucionální opatření účinně chrání potenciální receptory znečištění;
8. ověřuj, že jsou dosahovány cíle sanace (nápravných opatření).

Provozní monitoring



Závěr

- ◆ Hodnocení procesů PA je komplexní úloha
- ◆ Hloubka hodnocení se může s ohledem na cíle hodnocení lišit
- ◆ Pozor na hodnocení na základě nedostatečných / nekvalitních dat

Díky za pozornost

kozubek@enacon.cz

