

PODPOROVANÁ ATENUACE V PRAXI

Vít Matějů, ENVISAN-GEM, a.s.

Tomáš Charvát, VZH, a.s.

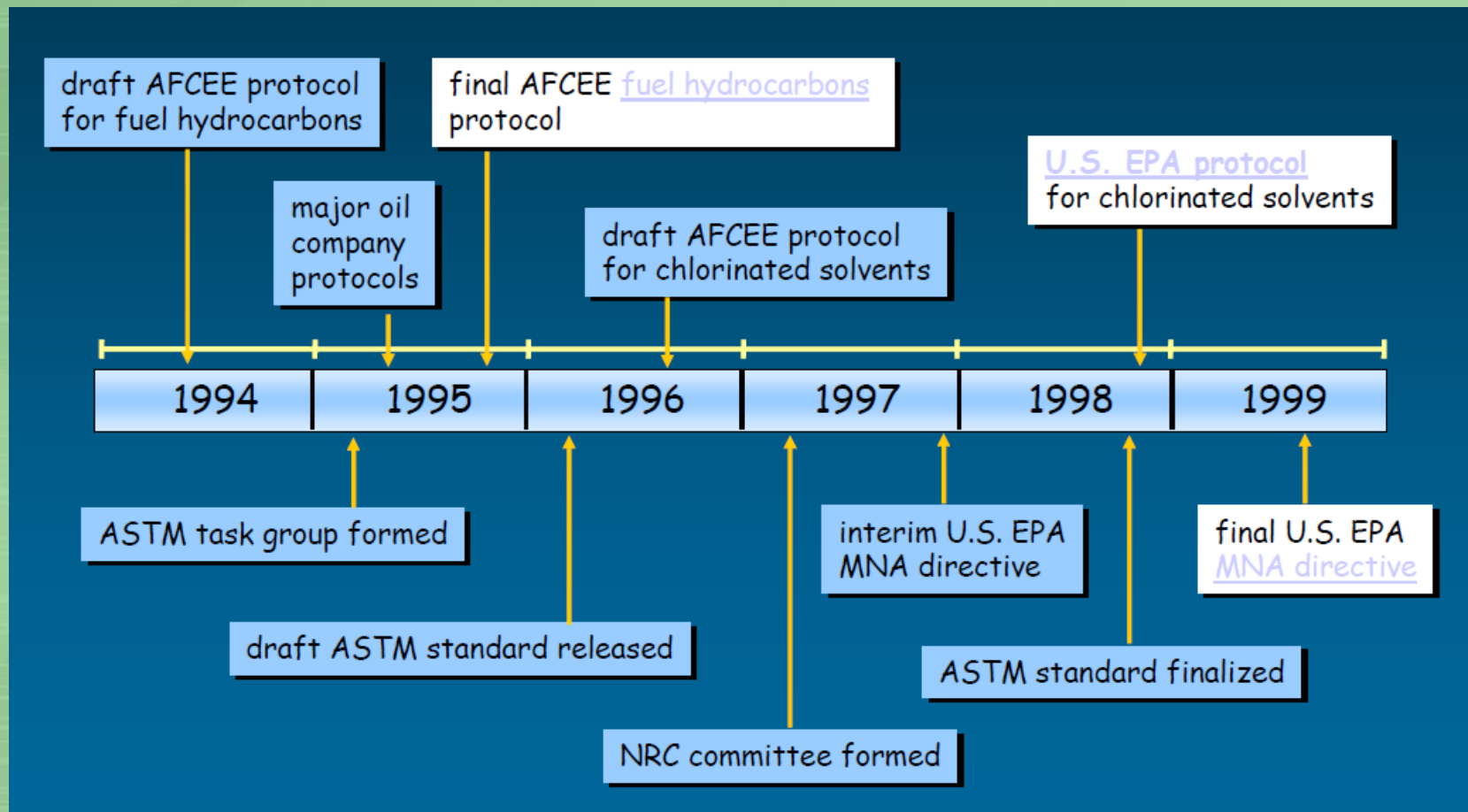
Robin Kyclt, ENVISAN-GEM, a.s.

envisan@grbox.cz

PŘIROZENÁ ATENUACE - HISTORIE

- 1990 – National Contingency Plan – INTRINSIC BIOREMEDIATION
- 1993 – National Research Council – In Situ Bioremediation: When Does It Work
- 1994 - AFCEE – první protokoly
- 1995 - ASTM (American Standard and Test Methods)
- 1996 - Návrh první normy ASTM pro aplikaci přirozené atenuace

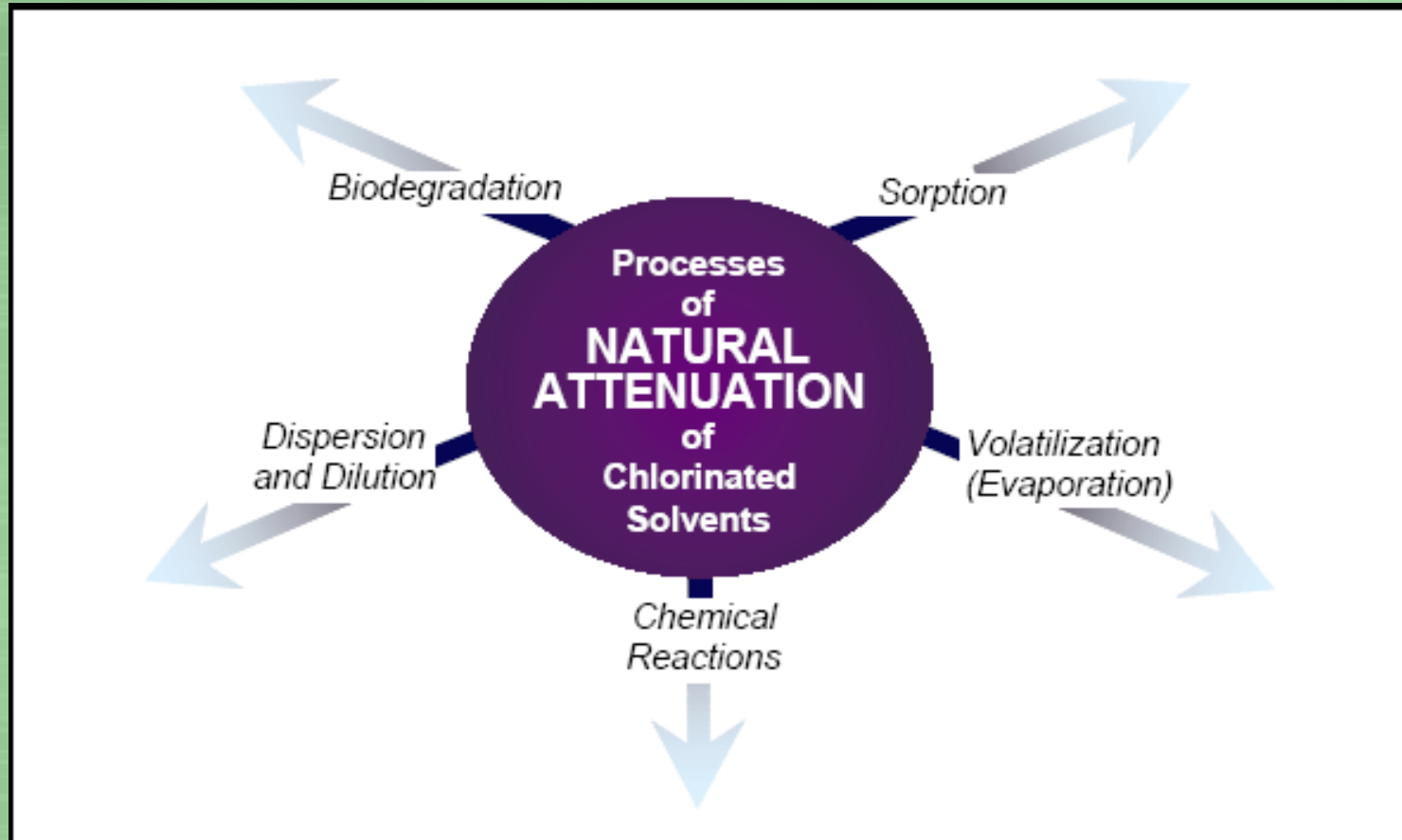
PŘIROZENÁ ATENUACE - HISTORIE



DEFINICE PŘIROZENÉ ATENUACE

... závislost na přirozených atenuačních procesech (které jsou pečlivě kontrolovány a monitorovány) pro dosažení limitů specifických pro lokalitu **v časovém období, které je rozumné** ve srovnání s časem nezbytným pro dosažení limitů aktivnějšími metodami. Přirozená atenuace **zahrnuje různé fyzikální, chemické nebo biologické procesy**, které za vhodných podmínek dokážou snižovat hmoty, toxicitu, pohyblivost, objem nebo koncentraci polutantu v půdě či podzemní vodě **bez lidského zásahu**. Procesy probíhající *in-situ* zahrnují biodegradaci, disperzi, ředění, sorpci, těkání, radioaktivní rozpad a chemickou nebo biologickou stabilizaci, transformací nebo destrukcí polutantu.

PROCESY PARTICIPUJÍCÍ NA PŘIROZENÉ ATENUACI



PODPOROVANÁ ATENUACE

Přirozená atenuace využívá **samovolně** probíhajících atenuačních procesů.

Podporovaná atenuace je intenzivnější variantou přirozené atenuace a lidmi prováděné zákroky mají za úkol především probíhající přirozené pochody intenzifikovat (ITRC, 2008, SRNL, 2006, Ministry of Environment, 2012).

PODPŮRNÉ METODY

Nejčastěji používané podpůrné metody:

- dodávka donoru elektronů
- dodávka akceptoru elektronů
- úprava redoxních podmínek podzemní vody
- podpora uvolnění sorbovaného znečištění (termická, chemická)
- optimalizace koncentrace makrobiotických prvků
- eliminace ohniska znečištění
- bioaugmentace
- biostimulace

HETEROTROFNÍ DENITRIFIKACE

Podzemní voda byla v **anoxickém až anaerobním** stavu (koncentrace rozpuštěného kyslíku $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ až $1,2 \text{ mg.L}^{-1}$, redox potenciál $+ 250 \text{ mV}$), koncentrace N-NO₃ byla 0 mg.L^{-1} , N-NO₂ 0 mg.L^{-1} , N-NH₄ $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$, P-PO₄ $0,05 \text{ mg.L}^{-1}$, pH 6,5. Laboratorní testy prokázaly přítomnost denitrifikačních bakterií i jejich schopnost využívat BTEX jako heterotrofní substrát.

HETEROTROFNÍ DENITRIFIKACE

Koncentrace jednotlivých BTEX na počátku sanace byly:
xyleny $9870 \mu\text{g.L}^{-1}$, benzen $15450 \mu\text{g.L}^{-1}$, ethylbenzen
 $15800 \mu\text{g.L}^{-1}$, toluen $2450 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Dávkování bylo vypočteno tak, aby bylo dosaženo optimálního poměru $C : N = 1 : 1,4$.

Technologický monitoring: zbytková koncentrace dusičnanu a dusitanu, počty denitrifikačních bakterií a občasně byla kontrolována i denitrifikační aktivita. Stanovení koncentrace cílových polutantů bylo prováděno jedenkrát za měsíc.

HETEROTROFNÍ DENITRIFIKACE

Denitrifikační rychlost se snižovala s koncentrací heterotrofního substrátu. Reakční mechanismus I. řádu,

Limity sanace byly stanoveny na $150 \mu\text{g.L}^{-1}$ pro benzen, $3500 \mu\text{g.L}^{-1}$ toluen a $2500 \mu\text{g.L}^{-1}$ pro xyleny. Po 8 měsících zapouštění nitrátu bylo dosaženo průměrné koncentrace toluenu $1800 \mu\text{g.L}^{-1}$, xylenů $2250 \mu\text{g.L}^{-1}$ a benzenu $220 \mu\text{g.L}^{-1}$.

DEHALOGENACE PCE

První fáze – eliminace rozpuštěného kyslíku a snížení redox potenciálu.

Jako substrát lze využívat širokou škálu látek například odpadního charakteru (z potravinářského průmyslu syrovátku či melasu), organické kyseliny a jejich sole, alkoholy ale i cukry a další organické sloučeniny včetně jedlých olejů a jejich emulsí. Výběr substrátu by měl být prováděn nejen s ohledem na náklady, ale především s ohledem na to, jak dávkování do podzemní vody může ovlivnit kvalitu podzemní vody a jaké má technologické výhody či nevýhody.

DEHALOGENACE PCE

Množství substrátu:

stechiometrický poměr

teoretický obsah vodíku v substrátu se porovnával
s teoretickým množstvím vodíku potřebného k redukci
akceptoru elektronů,

Zjištěná množství těmito postupy se výrazně lišily od
skutečnosti!!

Vodík je spotřebováván i dalšími konkurenčními
bakteriálními konzorciemi – proto není možné vytvořit žádný
exaktní stechiometrický vztah mezi potřebným vodíkem a
množstvím chlorovaných rozpouštědel

DEHALOGENACE PCE

V mnoha případech, kde konkurenční akceptory elektronů a další opravné faktory byly vysoké, docházelo ke snížení mikrobiologické aktivity. Přístup „čím více, tím lépe“ často nepomáhal, protože docházelo například v důsledku vysokých koncentrací substrátu k poklesu pH. Uhlíkaté substráty jsou metabolizovány za vzniku různých mastných kyselin a vodík vzniká jejich fermentací. Reduktivně odstraněný chloridový iont může vytvářet i volný chlór. Snížení pH pak inhibuje biologickou aktivitu a mohou se začít vytvářet nežádoucí produkty jako aceton nebo butanol (Parsons, 2010).

DEHALOGENACE PCE

Dávkování substrátu se dá řídit několika způsoby. Je možné sledovat změny koncentrace celkového organického uhlíku v podzemní vodě, změny CHSK, zbytkové koncentrace samotného substrátu, je však také možné dávkování řídit i podle podmínek v podzemní vodě (pH, koncentrace rozpuštěného kyslíku, redox potenciál). Řízení dávek je důležité proto, aby nedošlo k akumulaci substrátu a nárůstu jeho koncentrace, která v některých případech může inhibovat dehalogenaci polutantů nebo může vyvolat inhibici procesu substrátem.

OTÁZKY ?



DĚKUJI

VÁM ZA

POZORNOST !!

