

# Vývoj integrované technologie odstraňování chlorovaných ethylenů z horninového prostředí

Chlorované ethyleny zaujímají celosvětově čelní místo mezi případy znečištění životního prostředí v důsledku úniku chemických látek z průmyslové činnosti a havárií. V zemích bývalého východního bloku je dědictvím let minulých v podobě starých ekologických zátěží stále aktuálním problémem, který zasluhuje pozornost nejenom z důvodu uměnění akutních i potenciálních rizik vůči lidskému zdraví a ekosystémům, ale nezanedbatelný je rovněž sociálně-ekonomický rozměr. Řada bývalých průmyslových infrastruktur by mohla být mnohem efektivněji a užitečněji využita, pokud by nebyla zasažena zátěží chemických látek.

Chlorované ethyleny jako nedílná součást odmašťovačel strojních součástí, chemických čističů a přípravků s podobným účinkem unikaly do prostředí různými cestami, nejčastěji však havarijními stavy v průmyslových výrobních nebo soustavnou expozicí odpadními vodami s jejich neřešenou úpravou vhodnými čistírenskými systémy. Velmi tomu napomohla i absentující legislativa životního prostředí.

Vícechlorované ethyleny se za anaerobních podmínek, s přidavkem organického substrátu, prostřednictvím mikroorganismů vybavených dehalogenačními schopnostmi transformují na ethyleny s menším počtem atomů chloru (dichlorethylen – DCE, vinylchlorid – VC), případně až na chloroprosté uhlovodíky. Biochemicky řečeno, v jejich dýchacím řetězci se nacházejí takové typy enzymů (terminálních reduktas), které jim umožňují realizovat přenos elektronů na molekuly perchlorethylenu (PCE) nebo trichlorethylenu (TCE). PCE (kontaminant) → TCE (kontaminant) → cis 1,2 DCE → VC (karcinogenní meziprodukt) → ethylen, ethan (cíl úplné transformace, netoxické plyny)

V některých případech, z ne dosud zcela objasněných příčin, dochází k nežádoucímu jevu, ke kumulaci DCE a VC, které již nejsou natolik atraktivním akceptorem elektronů v jejich respiraci a přímá metabolická degradace většinou nemůže nastat v důsledku nedostatku jiných a vhodnějších akceptorů elektronů (např. kyslíku, ale i dusičnanů, síranů, železa apod.), popř. dostatečného mikrobiálního osídlení, které by vedlo k biodegradaci DCE. V literatuře se pro tyto situace vžil pojmenování DCE-stall.

Projekt TECHTOOL spojil síly 8 pracovišť (univerzit, výzkumných ústavů a komerčních firem) z Čes-

ka a Švýcarska za veřejné podpory z programu Alfa (TA ČR). Technické možnosti sanačních firem, které se dlouhodobě zabývají odstraňováním chlorovaných ethylenů z horninového prostředí, umožňují okamžité praktické ověřování. Akademické subjekty (švýcarské univerzitní pracoviště EPFL z Lausanne, pražský Mikrobiologický ústav AV ČR a liberecká Technická univerzita) pak garantují pokročilý monitoring mikrobiologických procesů na bázi molekulárně biologických metod (izolace DNA, PCR, T-RFLP), sofistikovaný intaktní odběr vzorků a především vysoce objektivní zpracování pomocí bioinformatiky.

Společnost EPS uplatňuje unikátní přístup pomocí své Laboratoře anaerobní bioremediace a společnosti AECOM, KH Sanace, Aquatest a Vodní zdroje sledují pomocí unifikované metodiky vypracované v projektu TECHTOOL celkem 8 lokalit kontaminovaných chlorovanými ethyleny jejich hydrogeologický, geochemický a technologický profil, díky kterému generují ohromný datový soubor (fyzikálně chemických parametry, chemické složení a charakter horninového prostředí).

Tento datový aparát je systematicky zpracováván statistickými metodami a multikriteriálními analýzami za účelem vytvoření parametrické matice, aby byla

k dispozici maximálně řízená a optimalizovaná strategie sanačních opatření s důrazem na minimalizaci rizika vzniku DCE-stall a zajištění podmínek pro úplnou transformaci PCE a TCE na netoxické produkty. Tento postup v sobě ukrývá obrovský potenciál dále se uplatnit nejen v českých podmínkách, ale i v zahraničních aktivitách, kam je směřováno v rámci transferu poznatků a komercializace plánované po skončení řešení projektu.

Projektové konsorcium při příležitosti tradiční česko-švýcarské biotechnologické konference BioTech 2014 v červnu pořádá Satellite Workshop. Ten poskytne ucelený přehled současného stavu řešení, podá obraz o již provedených pracích a představí význam výsledků projektu pro praxi.

Vzhledem k rozmanitému výběru řečníků se účastníci akce dozvědí mnohem více podrobností o tom, jak lze technicky, technologicky a procesně zužitkovat promyšlenou strategii opírající se o výzkum parametrických závislostí a jejich dopadů na výkonnost transformačních procesů v horninovém prostředí. Ukazuje se, že právě syntetické řešení problému, které těží z široké platformy přístupů, představuje efektivní cestu, která by mohla být následována i v jiných výzkumných projektech.

Nezanedbatelným faktem tohoto řešení je jeho ekonomický rozměr, protože představuje soubor řešení, která logikou použitých kroků snižují jak investiční, tak provozní nákladovost řešení. Česko jako země, která tradičně věnovala (a věrme, že i věnovat bude) zdroje, kapacity a finance k řešení ekologických škod, by tak měla potvrdit další posilování svého znalostního potenciálu v environmentálních technologiích a s tím spojeném posilování své konkurenceschopnosti na tomto poli.

*Tento příspěvek vzniknul v rámci projektu TA02020534 podpořeném veřejnou podporou v rámci 2. výzvy programu Alfa agentury TA ČR.*

RNDr. Mária Brennerová,  
CSc.  
Mikrobiologický ústav  
AV ČR  
mbrenn@biomed.cas.cz  
Dr. Ing. Monika Stavělová  
AECOM CZ, s. r. o.  
monika.stavelova@aecom.com