

V ČR je v oblasti odstraňování starých ekologických zátěží při výběrových řízeních aktuálně preferováno kritérium minimální ceny. To obnáší velký tlak na sanační společnosti, které tak musí hledat nejen různé redukce, holistická řešení, ale také nové alternativy a inovativní technologie.

V oblasti bioremediací je při aerobních technologiích nákladově významná spotřeba elektřiny při zajišťování kyslíku do ošetřovaného kontaminovaného horninového prostředí (dmychadlo, vývěva). Proto společnost EPS, s. r. o. hledala a především vyzkoušela různé alternativy dodávky terminálního akceptoru elektronů při aerobních bioremediacích. Vzhledem k trvalému tlaku na snižování ceny zkoumá a zkouší i řízenou nízkonákladovou bioremediaci anaerobní.

Bioremediace: Je možno žít bez kyslíku a pracovat?

Odpověď na otázku, zda mikroorganismy se schopností degradovat znečištění ve vodách či zeminách potřebují kyslík či náhradní akceptory elektronů při aerobní bioremediaci, je jasná: ANO! Odpověď na otázku: *V jaké formě a kolik?* byla výzvou reagující na impuls v požadavku dosažení minimálních nákladů. Při nápravě starých ekologických zátěží mají inovativní bioremediační procesy smysl všude tam, kde není nutno znečištění odtěžovat.

Aerobní mikroorganismy vyžadují v prostředí přítomnost rozpuštěného kyslíku, který využívají jako terminální akceptor elektronů (dále jen TEA). Při snaze využít jejich remediačních schopností je nutné do prostředí dodávat dostatečné množství kyslíku a zajistit jeho dokonalou distribuci v celém sanovaném prostoru.

Kyslík může být aplikován standardním způsobem pomocí

EPS, s. r. o., DÍKY NEUSTÁLÉMU VLASTNÍMU VÝVOJI A ÚZKÉMU KONTAKTU S AKADEMICKOU SFÉROU ÚSPĚŠNĚ A EFEKTIVNĚ SANUJE CELOU ŘADU OBTÍŽNĚ SANOVATELNÝCH LOKALIT POMOCÍ POKROČILÝCH BIOREMEDIATIONNÍCH TECHNIK

příslušných aplikačních objektů a vzduchových dmychadel, popř. vývěv. Toto nejčastěji používané řešení se ovšem vzhledem ke spotřebě elektrické energie jeví jako finančně náročné.

Společnost EPS, s. r. o. proto hledala alternativní a efektivní cesty dodávky kyslíku v různých formách. Lze využít cirkulačních vrtů napojených na systém obohacování vody Venturiho trubici, příp. s přidávkem plynného kyslíku.

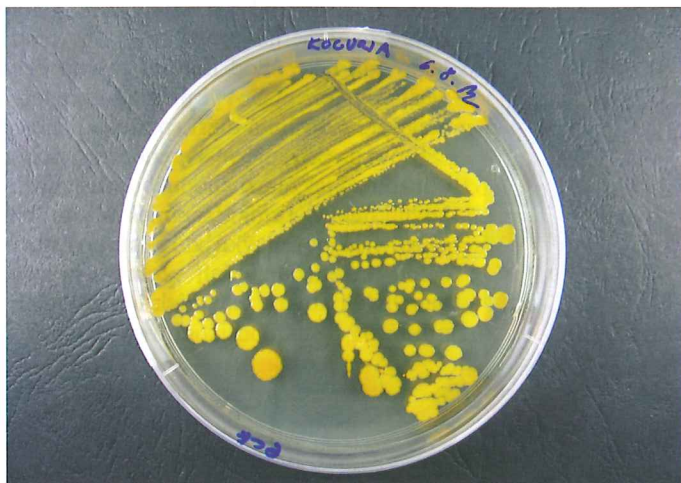
Plynný kyslík z bomby či koncentrátoru lze aplikovat do saturované zóny skrze speciální membrány propouštějící tento plyn do podzemní vody.

Lze zmínit pokročilé metody, které jsou založeny na aplikaci látek s vysokým potenciálem uvolňování kyslíku, jako jsou kapalné či tuhé peroxidy. Kapalné peroxidy mohou být ve specifických a přesně kontrolovaných koncentracích použity jako vnášedce kyslíku do prostředí prostřednictvím aplikačních objektů. Pevné peroxidy jsou výrazně dražší, ale uvolňují kyslík dlouhodoběji.

Z hlediska ekonomického máme pozitivní zkušenost s aplikací velmi zředěných kapalných peroxidů (např. H_2O_2) s přidávkem katalyzátoru výrazně prodlužujícího efektivní setrvání peroxidu v prostředí.

KLÍČEM K ÚSPĚCHU JE SYNERGIE!

Hlavním současným cílem je nalezení vhodných postupů aplikace těchto alternativních remediačních médií tak, aby došlo k synergii dvou efektů: stimulace aerobních populací mikroorganismů s vysokým bioremediačním potenciálem v širokém okolí aplikačního objektu (příklad na *obrázku 1*) a přímého intenzivního abiotického oxidačního efektu odstranění organíc-



Obrázek 1: Aerobní mikroorganismus Kocuria izolovaná z reálné lokality

kých i anorganických kontaminantů (především ropné uhlovodíky, BTEX apod.) v bezprostřední blízkosti aplikačního objektu.

Nezbytnou součástí bioremediačních procesů je jejich on-site monitoring, jenž umožňuje sledování reakcí remediačního činidla s podložím v reálném čase. Díky okamžité znalosti vývoje teploty, koncentrace kyslíku, nutrientů a dalších klíčových

Obrázek 2:
Plně vybavená
mobilní laboratoř
EPS, s. r. o.



vých parametrů je možné sanační zásah průběžně optimalizovat a celý proces řídit tak, aby bylo dosaženo sanačního cíle v co nejkratším čase a s co možná nejmenšími náklady.

Společnost EPS, s. r. o. disponuje kromě laboratorního zázemí také mobilní monitorovací jednotkou (obrázek 2), která umožňuje rychlé informativní analýzy přímo na lokalitě.

Tato mobilní jednotka je vedle přístrojů pro základní terénní monitoring vybavena také pro on-site podporu biologického sanačního zásahu. Její součástí je zázemí pro aseptickou práci s biologickým činidlem (autokláv, flow-box, anaerobní box, Biolog, spektrofotometr, epifluorescenční mikroskop apod.), kultivační techniky (rotační třepačky, různé velikosti sterilních bioreaktorů) a další podpůrné prvky, které slouží k pochopení chování, kvantifikaci a popisu vitality a viability specifických mikrobiálních konsorcií s významným bioremediačním potenciálem. Samozřejmostí je rychlá analýza obsahu TEA v environmentálních vzorcích, jakožto klíčového parametru aerobních i anaerobních procesů.



Obrázek 3: Anaerobní box

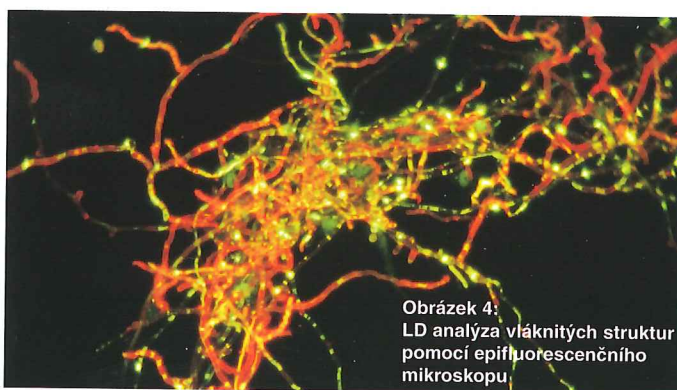
Analytická podpora mobilní laboratoře má důležitý přínos mj. také při abiotických zásazích. Díky instalovanému spektrofotometru je v relativně stabilizovaných podmínkách možno okamžitě sledovat koncentrace téměř všech aplikovaných oxidačních či redukčních činidel a řídit tak jejich dávkování.

ŽÍT SE DÁ I BEZ KYSLÍKU!

Naštěstí i zde máme řešení, byť časově náročnější, zato však jednoznačně nízkonákladové! Alternativou aerobních bioremediačních procesů je anaerobní cesta bez potřeby elektrické energie. Mikroorganismy bez přítomnosti kyslíku (anaerobní či mikroaerofilní) využívají jako TEA dusičnany, sírany, popř. oxidovanou formu železa (Fe^{3+}) nebo manganu (Mn^{4+}).

Tyto TEA je v závislosti na podmínkách zájmové lokality zapotřebí aplikovat v dostatečném množství. Pro simulaci anaerobních podmínek v laboratoři využíváme speciální anaerobní box, který je opatřen rukávy a vstupní komorou pro přenos vzorků a dalších pomůcek do boxu (obrázek 3). Inertní atmosféra s velmi nízkým obsahem zbytkového kyslíku (< 1 ppm) je navozena prostřednictvím automatického proplachovacího systému. K tomuto účelu jsou k boxu připojeny lahve s N_2 a směsným plynem (10 % CO_2 , 5 % H_2 , 85 % N_2).

Na pokračujících inovacích a přenosu poznatků do sanační praxe pracuje tým renomovaných odborníků. Svě vědecké



Obrázek 4:
LD analýza vláknitých struktur
pomocí epifluorescenčního
mikroskopu

a výzkumné kapacity společnost EPS, s. r. o. také komerčně nabízí dalším subjektům.

Úspěšné zvládnutí a uvedení pokročilých metod nápravy závadného stavu životního prostředí do praxe je sice výkoupno nemalými náklady na výzkum a vývoj, ale zásadním způsobem upevňuje stabilitu sanačního pilíře společnosti EPS, s. r. o. U aerobních bioremediací především díky schopnosti nabídnout efektivní a levné alternativy standardních technik se zvyšuje konkurenceschopnost společnosti na trhu (např. ředěné kapalné peroxidy s prodlouženou dobou reakce).

Nejzajímavější cestou k optimalizaci nákladů se jeví anaerobní degradace, kterou lze řídit a kontrolovat na lokalitách s ropným znečištěním, BTEX apod., vč. velkých průmyslových areálů. Tato zkušenost přináší EPS, s. r. o. nejen zvýšení počtu sanovaných lokalit, ale i výrazný pozitivní dopad na životní prostředí jako celek.

AUTOŘI

Petr Beneš, Iveta Fikarová, Ondřej Šnajdar,
Karel Waska, Jiří Kamas, Miroslav Minařík
EPS, s. r. o.
eps@epssro.cz