



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta životního  
prostředí**

# **Posouzení zdravotních rizik produktů biodegradace kontaminovaných zemin po kompostování, biodegradaci a fytoremediaci**

Výzkumná zpráva k funkčnímu úkolu

**Objednatel: AECOM CZ, s.r.o.**

**Zpracovatel: Česká zemědělská univerzita v Praze  
Fakulta životního prostředí**

**Praha 2012**

## **Spolupráce FŽP s firmou AECOM CZ s.r.o. v oblasti výzkumu.**

**Na základě Rámcové smlouvy o vzájemné spolupráci mezi ČZU a AEKOM ze dne 10. 6. 2011 byla spolupráce realizována v hodnocení projektu DC7-01/V007 „Vyhodnocení účinnosti degradačních metod v reálných podmínkách“.**

Garantem smlouvy za FŽP byla MUDr. M. Zimová, CSc. a prof. Ing. Z. Wittlingerová, CSc.

**Předmětem hodnoceného projektu v roce 2011 bylo hodnocení testů sledující vliv rostlin na degradaci PCB v původní kontaminované zemině a v kontaminované zemině po zkompostování, a to za tak zvaných reálných podmínek.** Vzhledem k tomu, že během roku 2010 došlo vlivem nepříznivých klimatických podmínek (vichřice, bouře, přívalové deště) několikrát k poničení rostlin v kontejnerech a k nežádoucímu zaplavení kontejnerů po zničení ochranného baldachýnu, byl konec testu (od 15. 10. 2010 – 28. 6. 2011) realizován ve skleníku. Zemina a komposty ze zaplavených kontejnerů byly usušeny na speciálních sušících sítích, rostliny byly dočasně přesazeny, do vysušení matric, do květináčů. Z forsytií přežily pouze 2 rostliny v kontejneru č. 4, a cca polovina vrb. K novému osazení kontejnerů došlo během března 2011, kdy bylo možné zakoupit nové forsytie v zahradnictví a bylo možné vykopat nové vrby z matečného záhonu – do té doby byla půda zamrzlá a nebylo možné vrby bez rizika poškození kořenových balů, vyjmout. Závěrečné vzorkování výsledných produktů testu proběhlo 3. 5. 2011, kontrolní vzorkování 14. 6. 2011.

Z dosavadních výsledků nelze jednoznačně prohlásit, že přítomnost rostlin v zemině, či kompostu, má významný vliv na snižování obsahu PCBs v matrici biodegradací

Přítomnost rostlin však měla ve všech testovaných matricích pozitivní vliv na mikrobiální densitu/mikrobiální aktivitu v testované matrici – pozitivní vliv rostlin na mikrobiální densitu byl identifikován po 16 měsících.

Ekotoxikologické testy neidentifikovaly ekotoxicitu vůči mikrobiální aktivitě (test s *Vibrio fisheri*) ani inhibici růstu kořenů.

### **Hodnocení výsledků projektu:**

Testování prokázalo, že přítomnost použitých rostlin a kompostu neprokázalo snížení obsahu PCB. Tak, že i po provedeném pokusu byla kontaminovaná zemina nebezpečným odpadem. Otázkou zůstává, zda zvolená metoda bioremediace, by nebyla vhodnější pro nižší koncentrace PCB. Pro hodnocení identifikace ekotoxicity by bylo vhodnější použít jinou sadu testů než použité v testování projektu a to především kontaktními testy s půdními organismy. Vzhledem k výsledkům pokusu to však není podstatné.

Obecně lze dekontaminační resp. sanační technologie třídit podle strategie, kterou používají.

Většina používá buď výhradně nebo převážně tři základní strategie:

- destrukce nebo změna kontaminantu,
- extrakce nebo separace kontaminantu,
- imobilizace kontaminantu.

Biologické metody mohou být považovány za inovativní a potenciálně prospěšné metody aplikovatelné in-situ, výjimečně ex-situ na kontaminované zeminy. Z valné většiny nejsou ale zatím dovedeny dále, než do stadia výzkumu. Mezi biologické metody patří:

- bioremediace,
- fyto-remediace.

Mikroorganismy degradují mono-, di- a trichlorované bifenyly relativně rychle, tetrachlorbifenyly pomalu, zatímco PCB s vyšším stupněm chlorace biodegradaci nepodléhají. Při určování rychlosti biodegradace hraje důležitou roli pozice, ve které je u bifenylového jádra substituován chlór. Přednostně podléhají biodegradaci PCB s atomy chlóru v para poloze. U PCB s vyšším stupněm chlorace dochází k anaerobní transformaci redukční dechlorací na PCB s nižším stupněm chlorace, u kterých pak může dojít k biodegradaci aerobními procesy.

K přechodu PCB z půdy do vegetace dochází hlavně adsorpcí na vnější povrchy suchozemských rostlin, k přenosu dochází jen v malé míře.

Biologické metody mohou být považovány za perspektivní, ale prozatím se tento proces nezdá komerčně zajímavý. Doposud nebylo prokázáno, že skutečně dochází k mineralizaci PCB. Během procesu může docházet jak k vymývání těchto látek do živných roztoků, aniž by došlo k jejich rozkladu, tak k jejich sekundární pevné adsorbci na tuhou fázi, ze které se při analytickém postupu jejich stanovení současnými extrakčními metodami nevymyjí a získané analytické údaje mohou být zavádějící. Současně je obava, že během biologického oxidačního procesu mohou vznikat toxické meziprodukty. EPA kvalifikuje biologické metody (za použití aerobních bakterií) jako metodu výhledovou, přičemž prozatím povoluje její aplikace pouze jako výzkumnou činnost v polních podmínkách.

Zatím pro odstranění PCB je nejvíce ověřené spalování ve spalovnách nebezpečných odpadů. Optimální podmínka rozkladu PCB je teplota  $1\ 400 \pm 75^\circ\text{C}$  a dále pak použití chemických procesů. Většina chemických procesů byla cíleně vyvíjena pro destrukci halogenovaných kontaminantů v různých převážně kapalných organických matricích. Jejich výhodou je kromě destrukce kontaminantů i detoxifikace kontaminovaných

materiálů umožňující jejich materiálové případně energetické využití. Proti u nás dosud intenzivně využívanému skládkování byt' upravených materiálů jsou tyto metody samozřejmě nákladnější zejména díky existující cenové politice, která ve svých důsledcích vede k zvýhodňování technologií méně šetrných k životnímu prostředí.

Mezi chemické procesy patří zejména:

- sodíkový proces,
- dehalogenace naftanelidem sodným,
- dehalogenace interkaláty kovů,
- dehalogenace glykoláty alkalických kovů (APEG),
- dechlorace alkalickým prostředím,
- katalytická dechlorace v alkalickém prostředí (BCD, Base Catalysed Dechlorination),
- chemická redukce v plynné fázi (GPCR),
- redukční a hydrogenativní dehalogenace, katalyzované redukční reakce,
- oxidační metody,
- technologie solvatovaných elektronů,
- mechanochemická dehalogenace (DMCR).

Uvedené metody jsou dovedeny do různých stádií vývoje či aplikace, reálně využívány jsou zejména: sodíkový proces, dehalogenace glykoláty alkalických kovů (APEG), katalytická dechlorace v alkalickém prostředí (BCD, Base Catalysed Dechlorination), chemická redukce v plynné fázi (GPCR), technologie solvatovaných elektronů, které jsou dále podrobněji popsány.

**Závěr:** Z výsledků projektu „Vliv rostlin na degradaci PCB v půdě v kombinaci s kompostováním“ bylo konstatováno, že přítomnost rostlin v zemině, či kompostu při uvedených podmínkách pokusu, nemá vliv na snižování obsahu PCBs.