

VYUŽITÍ TESTŮ EKOTOXICITY PRO POSOUZENÍ KVALITY OŠETŘENÝCH MATERIÁLŮ (ZEMINA, PODZEMNÍ VODA, STAVEBNÍ ODPADY) A ÚČINNOSTI SANAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

Vít Matějů

ENVISAN-GEM, a.s., Biotechnologická divize,
Budova VÚPP, Radiová 7, 102 31 Praha 10,
envisan@mbox.vol.cz

TESTY EKOTOXICITY

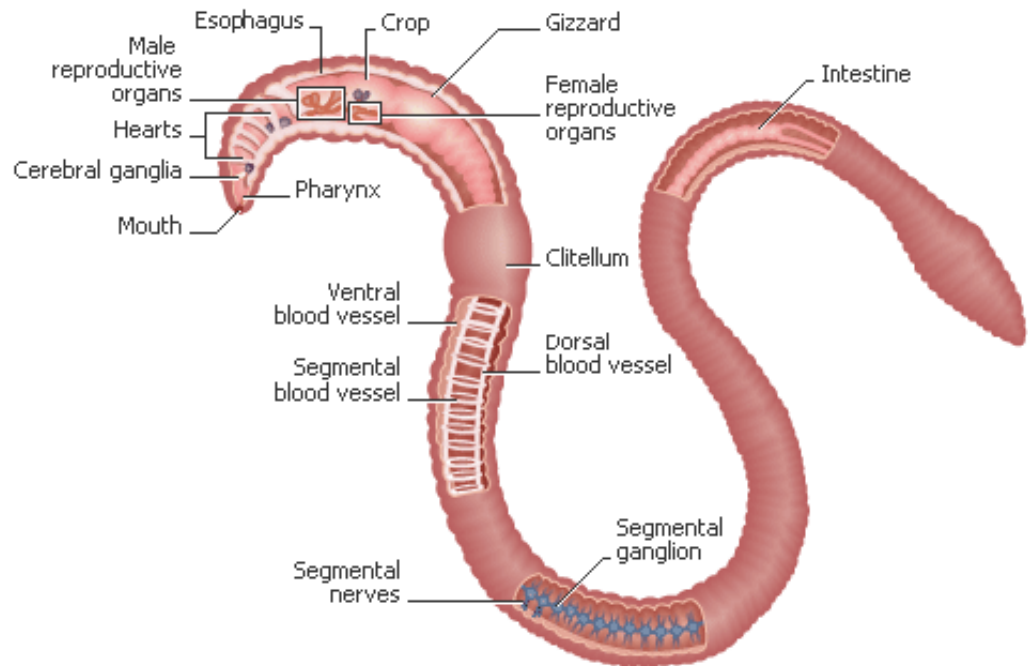
- Základní rozdělení testů ekotoxicity podle matrice, ve které se provádějí:
 1. Testy aquatické, ve vodném prostředí, ve výluzích či roztocích
 2. Testy terestrické, kontaktní, provádí se v pevných materiálech



TESTY EKOTOXICITY

- Podle délky trvání testu a sledovaných endpoints:

1. Akutní
2. Chronické



BIOINDIKÁTORY

- Mikroorganismy: luminiscenční bakterie, půdní bakterie, denitrifikační bakterie
- Rostliny
- Vodní živočiši (řasy, korýši, ryby.....)
- Půdní organismy (chvostoskoci, žížaly, roupice)
- Buňky
- Zárodky žab a dalších živočichů



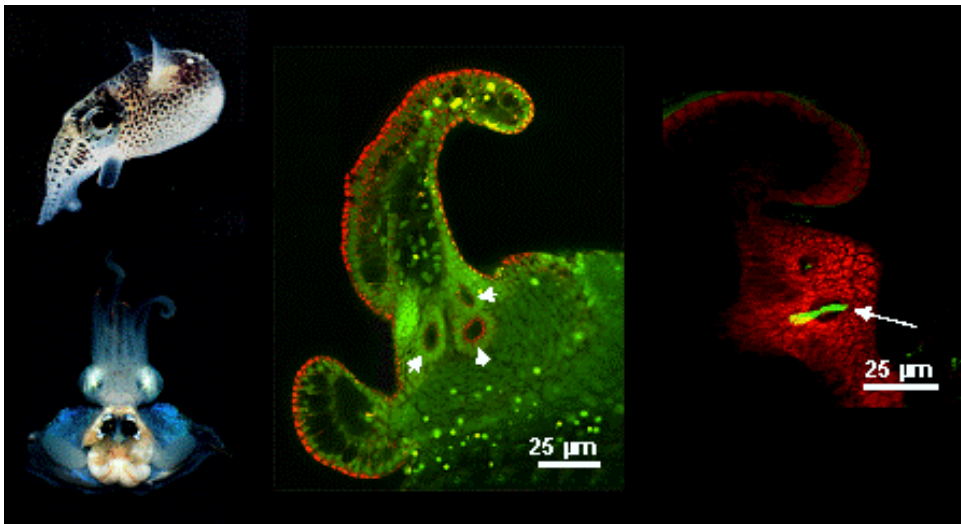
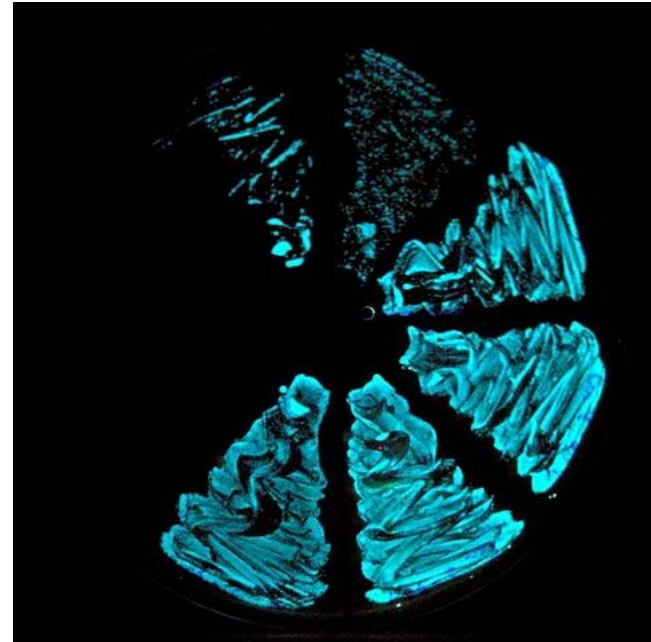
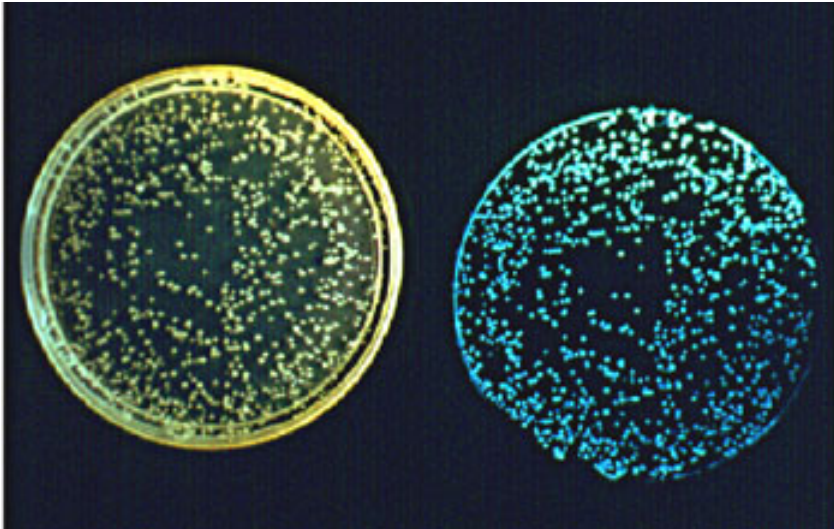
BIOINDIKÁTORY

Roupice



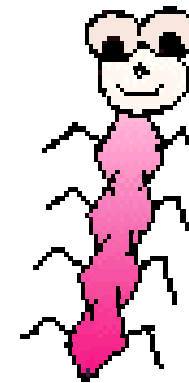
BIOINDIKÁTORY

Fluorescenční bakterie



BIOINDIKÁTORY

Chvostoskok



END-POINTS

- Snížení luminiscence
- Změna respirační aktivity
- Změna denitrifikační (nitrifikační rychlosti)
- Změna pohyblivosti
- Klíčivost
- Změny reprodukce
- Avoidance test
- Fyziologické změny tkání

POUŽITÍ TESTŮ EKOTOXICITY



- Toxicita chemikálií a chemických výrobků
- Toxicita odpadů
- Toxicita kontaminovaných matricí v životním prostředí (půda a podzemní voda)
- Posuzování vlivů na životní prostředí
- Stanovení sanačních limitů
- Posuzování kvality vyčištěných materiálů
- Posuzování účinnosti sanačních metod

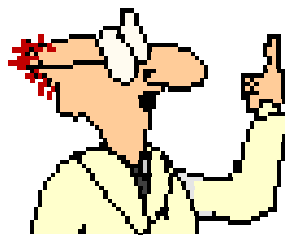
KVALITA VYČIŠTĚNÝCH MATERIÁLŮ

- Stanovení obsahu sledovaných látek chemickou analýzou a porovnání s limitem
- Pokud je třeba provést hodnocení ekotoxicity, česká legislativa zná pouze čtyři testy cca 40 let staré
- Všechny testy ekotoxicity se provádí **pouze s výluhem!!**

STANOVENÍ TOXICITY LÁTEK NEROZPUSTNÝCH VE VODĚ

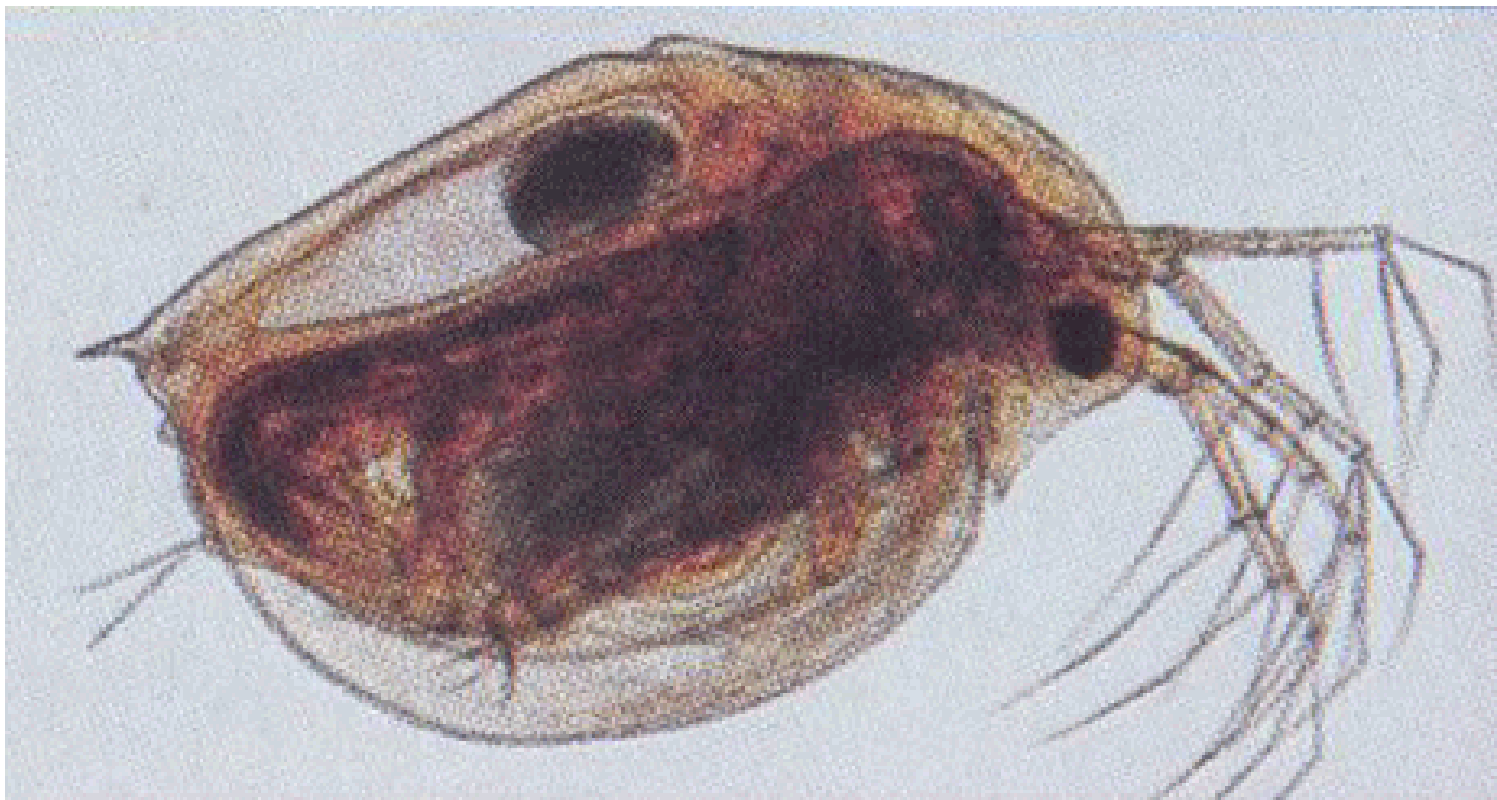
- Polychlorované bifenyly
- Polycyklické aromatické uhlovodík
- Polychlorované dibenzofurany
- Polychlorované dioxiny

NEROZPUSTNÉ VE VODĚ  NEPŘEJDOU
DO VÝLUHU  EKOTOXICITA SE
NESTANOVÍ



TESTY EKOTOXICITY V ČR

1. *Daphnia magna* – korýš perloočko



TESTY EKOTOXICITY V ČR

2. *Danio rerio* - ryba



TESTY EKOTOXICITY V ČR

2. *Poecilia reticulata* - ryba



TESTY EKOTOXICITY V ČR

3. *Scenedesmus quadricauda* - řasa



TESTY EKOTOXICITY V ČR

4. *Sinapis alba* - hořčice



HODNOCENÍ VYČIŠTĚNÝCH MATERIÁLŮ

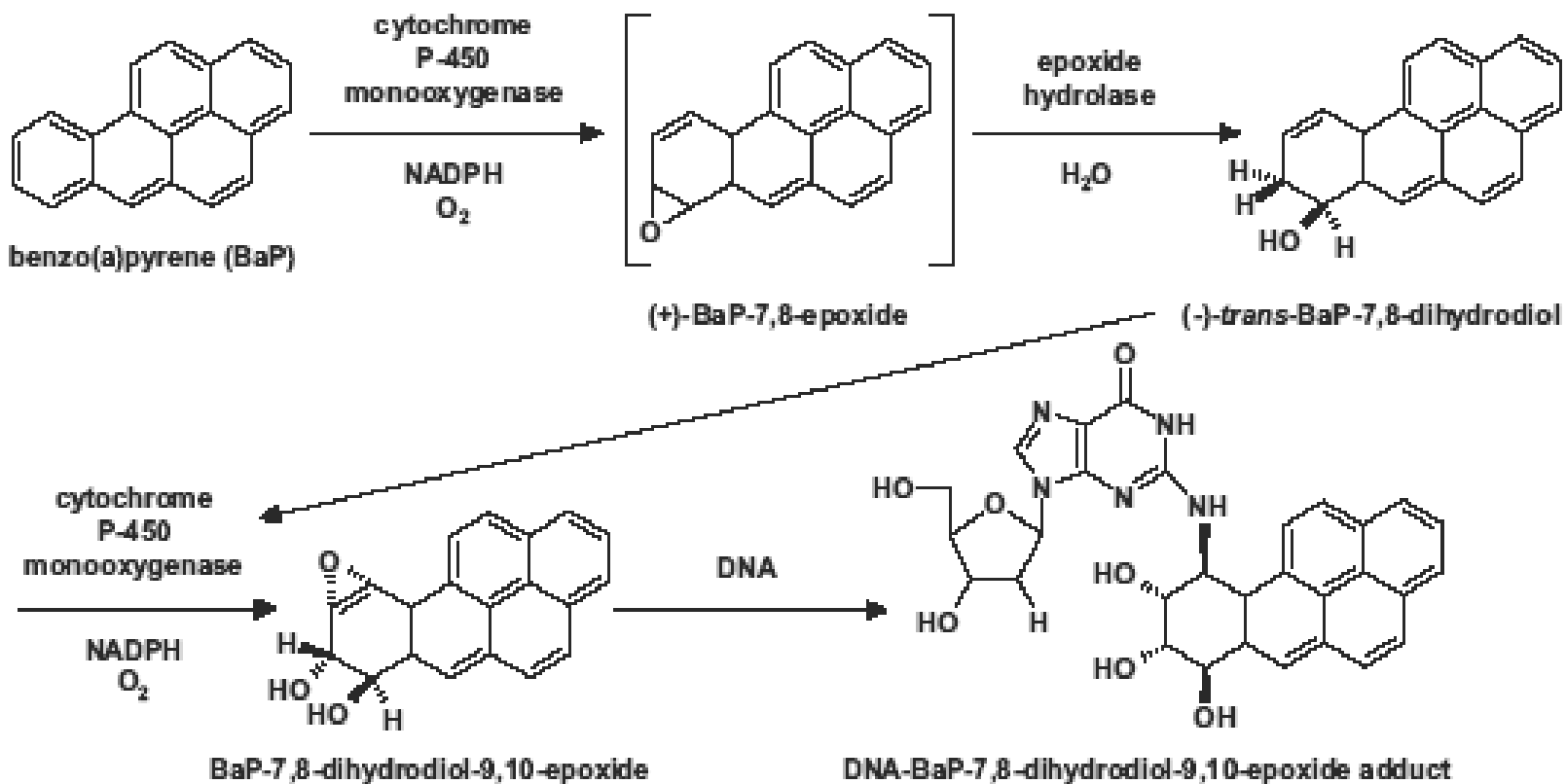
■ PAU, PCB

Nepolární sloučeniny, extrakce do nepolárních rozpouštědel – chemická analýza

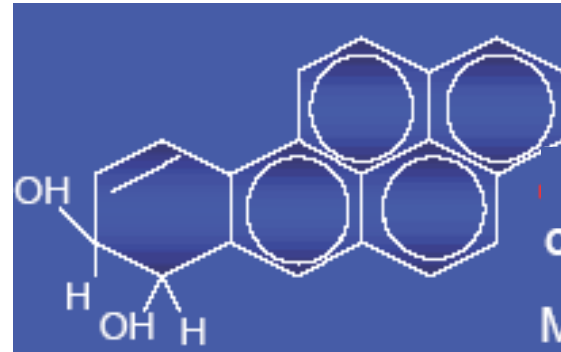
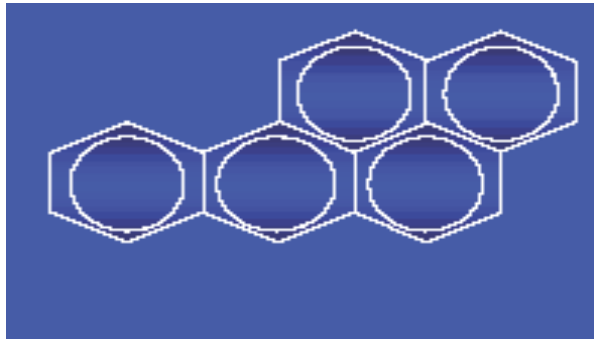
Biotransformace – tvorba polárních látek – chemicky se nestanoví

Výsledek: chemická analýza ukazuje pokles PAU, avšak toxicita a nebezpečnost pro životní prostředí může podstatně vzrůstat

BIOTRANSFORMACE

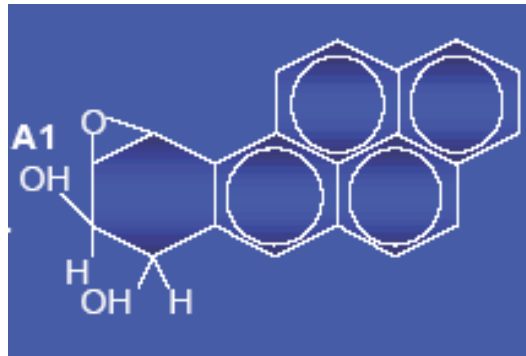


BIOTRANSFORMACE



Benzo(a)pyren

DIOL



EPOXYD

KONTAMINACE PAU

- Koksárny, plynárny
- Závody na impregnaci dřeva (kreosot + pentachlorfenol, těžké kovy)
- Závody zpracovávající černouhelné dehty
- Kotelny spalující hnědouhelný dehet
- Kontaminace je komplexní a zahrnuje 2000 až 3000 sloučenin

KONTAMINACE PAU

- Polycyklické aromatické uhlovodíky
- Heterocyklické sloučeniny (O, N, S)
- Fenoly, kresoly
- Amoniak
- Kyanidy
- Organické kyseliny
- Aldehydy

JE ZŘEJMÉ, ŽE KDYŽ SE SLEDUJE POUZE KONCENTRACE PAU, V PROSTŘEDÍ JE PODSTATNĚ VĚTŠÍ MNOŽSTVÍ NEBEZPEČNÝCH LÁTEK

KONTAMINACE PAU

- Analytické stanovení PAU:
různé kombinace PAU (16 podle U.S. EPA.....)
- Podle studie U.S. EPA 16 PAU zahrnuje pouze cca 30 % PAU přítomných v černouhelném dehtu
- Provést celkovou chemickou analýzu není možné jak z technických tak zejména z ekonomických důvodů
- Jakákoliv nápravu tohoto stavu by měla být, pokud je ekonomicky a technicky schůdná, akceptována!

LEGISLATIVA PRO HODNOCENÍ EKOTOXICITY V ČR

- Vyhl. č. 376/2001 Sb. O hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, přílohy č. 1 a č. 3
- Metodickým pokynem MŽP, Věstník MŽP, částka 6, 2003, Metodický pokyn odboru odpadů ke stanovení ekotoxicity odpadů
- Zimová M., Preslová J. (2001): Metodické doporučení SZÚ pro hodnocení škodlivých a nežádoucích látek uvolňujících se z vybraných skupin výrobků pro stavby do vody a půdy, vyd. *Acta hygienica, epidemiologica et microbiologica* 3/2001, ISSN 0862-5956.
- Vyhl. č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu

INTEGROVANÝ NÁSTROJ

- Chemická analýza
- Sada testů ekotoxicity – kontaktní i výluhové, různé bioindikátory, různé end-points
- Doplňkové parametry: např. polní vodní kapacita, textura, fyzikálněchemické parametry
- Specifické parametry: podle využití nebo konečného naložení



POUŽITÍ INTEGROVANÉHO NÁSTROJE

- Hodnocení kvality vyčištěných materiálů (podzemní voda, půda, materiály z demolic)
- Zpracování analýzy rizika pro životní prostředí: Kanada, USA, Německo, Rakousko, Švýcarsko, Nizozemsko, Belgie, Dánsko a další

Vstupní parametry zahrnují i testy ekotoxicity

ČR: v roce 2005 vydaný metodický pokyn MŽP pro zpracování analýzy rizika – o ekotoxicitě neuvažuje

- Stanovení sanačních limitů

POUŽITÍ INTEGROVANÉHO NÁSTROJE

- Účinnost sanačních technologií:

Příklad z praxe: Čištění půdy kontaminované PAU,
koncentrace PAU v $\text{mg.kg}_{\text{suš}}^{-1}$:

Celkové PAU **826,3** a **642,2** na počátku, po ukončení
bioremediace **32,5** a **35,5**.

Benzo(g,h,i)perylene na počátku **22,1** a **15,9**, po ukončení
1,3 a **1,4**, isobenzfluoranthren (5 jader) na počátku **68,4** a
58,6, na konci **1,4** a **1,4**, benzo(a)pyren **44,2** a **35,6**, po
ukončení **2,6** a **2,8**, benzo(e)pyren a indeno(1,2,3)
pyrene z koncentrace až **31.1** zcela **vymizely**

Malachová, K. (1999): Using short-term mutagenicity tests for the evaluation of genotoxicity of contaminated soils, *J. Soil Contam.* **8**(6):667-680

Malachová, K., Lednická, D., Dobiáš, L. (1998): Bacterial assays of mutagenicity in estimating the effectiveness of biological decontamination of soils, *Biologia*, **53**(6):699-708

POUŽITÍ INTEGROVANÉHO NÁSTROJE

- V těchto vzorcích byla sledována mutagenita (Ames test) a jednoznačně se prokázalo, že se v průběhu bioremediace zvyšovala

Malachová, K. (1999): Using short-term mutagenicity tests for the evaluation of genotoxicity of contaminated soils, *J.Soil Contam.* **8**(6):667-680

Malachová, K., Lednická, D., Dobiáš, L. (1998): Bacterial assays of mutagenicity in estimating the effectiveness of biological decontamination of soils, *Biologia*, **53**(6):699-708

POUŽITÍ INTEGROVANÉHO NÁSTROJE

- Z tohoto příkladu vyplývá:
 1. Samotná chemická analýza poskytuje nic neříkající výsledky
 2. Kvalita čištěného materiálu se v průběhu remediacce zhoršovala (vzrůst mutagenity)
 3. Byly odbourávány biologicky neodbouratelné látky
 4. Po uložení na skládku byla vytvořena nová stará zátěž

POUŽITÍ INTEGROVANÉHO NÁSTROJE

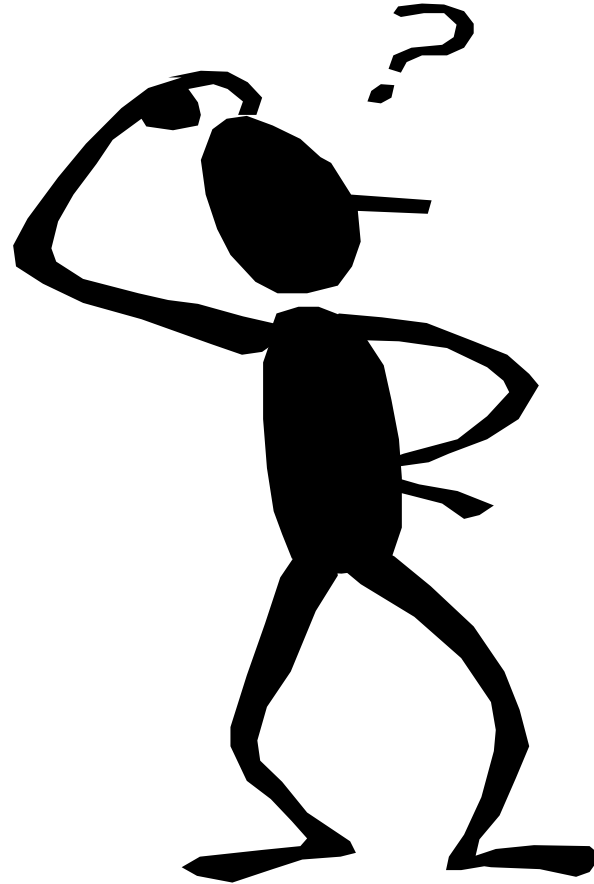
- Pokud by bylo kromě chemické analýzy využíváno například stanovení ekotoxicity, bylo by zjištěno, že bioremediaci nelze ukončit, protože ekotoxicita stoupá a kvalita vyčištěného materiálu se zhoršuje.....



POUŽITÍ INTEGROVANÉHO NÁSTROJE

- Využití testů ekotoxicity umožňuje za relativně nízkou cenu získat informace s dobrou vypovídací schopností
- Setrvávání na využití jen výsledků chemické analýzy je nadále neúnosné
- Zavedení integrovaného nástroje na posuzování kvality vyčištěných materiálů, hodnocení účinnosti sanačních technologií, stanovení sanačních limitů a při posuzování rizik pro životní prostředí je v současné době nutností.

OTÁZKY ?



DĚKUJI



VÁM ZA

POZORNOST