



Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí

SITA CZ



TECHNOLOGIE A NÁSTROJE OCHRANY PROSTŘEDÍ

VIII.2 - ZÁKLADNÍ PRINCIPY SANACÍ KONTAMINOVANÝCH LOKALIT

ZPRACOVAL: IVAN HOLOUBEK

PŘEDNÁŠÍ: PETR ŠPIČÁK

RECETOX, Masarykova Univerzita Brno

<http://recetox.muni.cz>

SITA CZ a.s.

www.sita.cz

OBSAH

- ↗ **Kontaminace zeminy**
- ↗ **Sanační technologie**
- ↗ **Biologické procesy**
- ↗ **Fyzikální a chemické procesy**
- ↗ **Tepelné procesy**
- ↗ **Proces extrakce pomocí rozpouštědel**

- ↪ **Kontaminace zeminy**
- ↪ **Sanační technologie**
- ↪ **Biologické procesy**
- ↪ **Fyzikální a chemické procesy**
- ↪ **Tepelné procesy**
- ↪ **Proces extrakce pomocí rozpouštědel**

KONTAMINACE ZEMINY

Odhad:

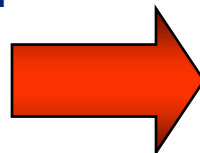
- ~ 100 mil. hektarů kontaminované zeminy po celém světě
- ~ 20 mil. hektarů kontaminované zeminy v Západní Evropě
- ~ 32 000 kontaminovaných lokalit v USA
- ~ 500 000 kontaminovaných lokalit v Evropě:
- ~ 30 000 lokalit vyžaduje urgentní zásah > 1 miliard m³ kontaminované zeminy

KONTAMINACE ZEMINY

Roční trh pro regeneraci zeminy

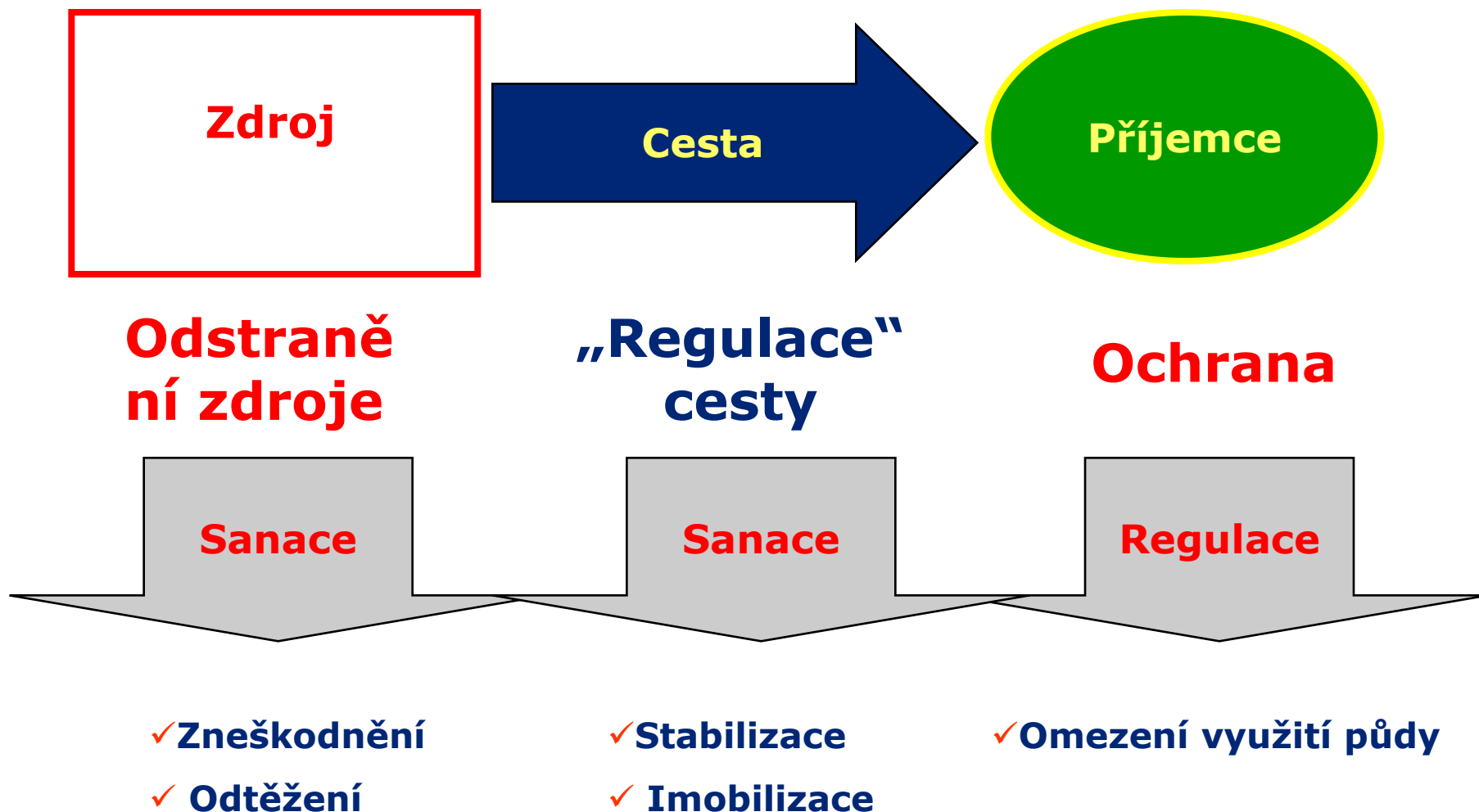
	Rok 1990 (mld. US\$)	Rok 2000 (mld. US\$)
EU	3.5	6.0 - 9.0
Japonsko	1.5	3.0 - 4.0
USA	6	10.5 - 15.5
Celkem	10	19.5 - 28.5

- ↪ Stále větší poptávka po technologiích
- ↪ Rychlý rozvoj technologií
- ↪ Rychlý rozvoj trhů



**K dispozici je celá řada
sanačních řešení**

SPRÁVA KONTAMINOVANÉHO POZEMKU



„PŘERUŠENÍ ŘETĚZCE“

- ↪ **Odstranění zdroje** zahrnuje technologie zaměřené na zpracování u zdroje znečištění
- ↪ **Přerušení dráhy** zahrnuje technologie bránící prosakování a šíření znečišťujících látek
- ↪ **Zabránění znečišťující látce** dostat se ke receptoru může znamenat změnu využití pozemku podle předpisů

úprava, která

„trvale a výrazně snižuje objem, toxicitu nebo mobilitu nebezpečných látek, znečišťujících látek a kontaminantů jakožto základního prvku“

(U.S. EPA)

KLASIFIKACE SANAČNÍCH POSTUPŮ

- ↪ **Stabilizace:** Znečišťující látka zůstává na místě, ale kombinací biologických, chemických a fyzikálních procesů se stává méně mobilní nebo méně toxickou. Pro dosažení potřebného stupně sanace v praxi tak obvykle bývá kombinováno více individuálních technologických postupů.
- ↪ **Separace:** Kontaminovaná matice je separována tak, aby nedocházelo k expozici okolního prostředí.
- ↪ **Imobilizace:** Znečišťující látky se přidáním imobilizačních činidel nebo procesem transformace změny na méně dostupné složky.
(je nutné dlouhodobé hodnocení funkčnosti)

KLASIFIKACE SANAČNÍCH POSTUPŮ

- ↪ **Destrukce** je výsledkem úplného biologického a/nebo fyzikálně-chemického rozložení znečišťujících látek (např. při vysokých teplotách u tepelného zpracování).

- ↪ **Odstranění** znečišťujících látek pomocí:
 - a) procesu mobilizace/transformace a opětovného zachycení fáze (např. vyluhování a sorpce),
 - b) procesu koncentrace a získávání/vytěžování (např. fyzikální separace), nebo
 - c) kombinace uvedených procesů (např. technologie s hyperakumulátory).

- ↪ **Recyklace** může představovat „definitivní“ podobu zneškodnění.

KLASIFIKACE SANAČNÍCH POSTUPŮ

Klasifikace podle priorit (ekologická výhoda trvalého vyřešení problému s kontaminací):

Recyklace > destrukce > zneškodnění > stabilizace > imobilizace > separace

V širším kontextu je třeba zvážit ekologické dopady, náklady a ostatní výhody.

- ↪ **Kontaminace zeminy**
- ↪ **Sanační technologie**
- ↪ **Biologické procesy**
- ↪ **Fyzikální a chemické procesy**
- ↪ **Tepelné procesy**
- ↪ **Proces extrakce pomocí rozpouštědel**

SANAČNÍ TECHNOLOGIE

↪ **In-site**
Bez odtěžování

↪ **Ex-situ**
V lokalitě ***Mimo lokalitu***
odtěžování **odtěžování + doprava**

SANAČNÍ TECHNOLOGIE

Zavedené

Zavedené technologie pro zpracování

Jsou technologie, které se v široké míře uplatňují při reálných zásazích.

Efektivita, parametry procesu a náklady jsou dobře známy.

SANAČNÍ TECHNOLOGIE

Inovativní

Inovativní technologie pro zpracování

mohou dosahovat stejné výsledky jako zavedené technologie při nižších nákladech, nebo mohou být při stejných nákladech účinnější než zavedené technologie

Efektivita, parametry procesu a náklady

se musí dále vyhodnotit.

SANAČNÍ TECHNOLOGIE

Inovativní

- ↪ **Inovativní technologie zpracování** jsou nově vyvíjené technologie.
- ↪ **Inovativní technologie zpracování** mohou být nové technologie nebo technologie, které se již používají v průmyslovém prostředí
- ↪ **Jiné technologie než** spalování, solidifikace, stabilizace nebo konvenční odčerpání a zpracování

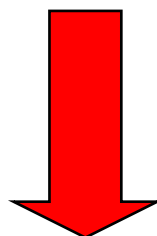
SANAČNÍ TECHNOLOGIE

- ↪ **Biologické**
- ↪ **Fyzikální, chemické, fyzikálně-chemické**
- ↪ **Tepelné**
- ↪ ***Kombinované (kombinace procesů)***

HODNOCENÍ SANAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

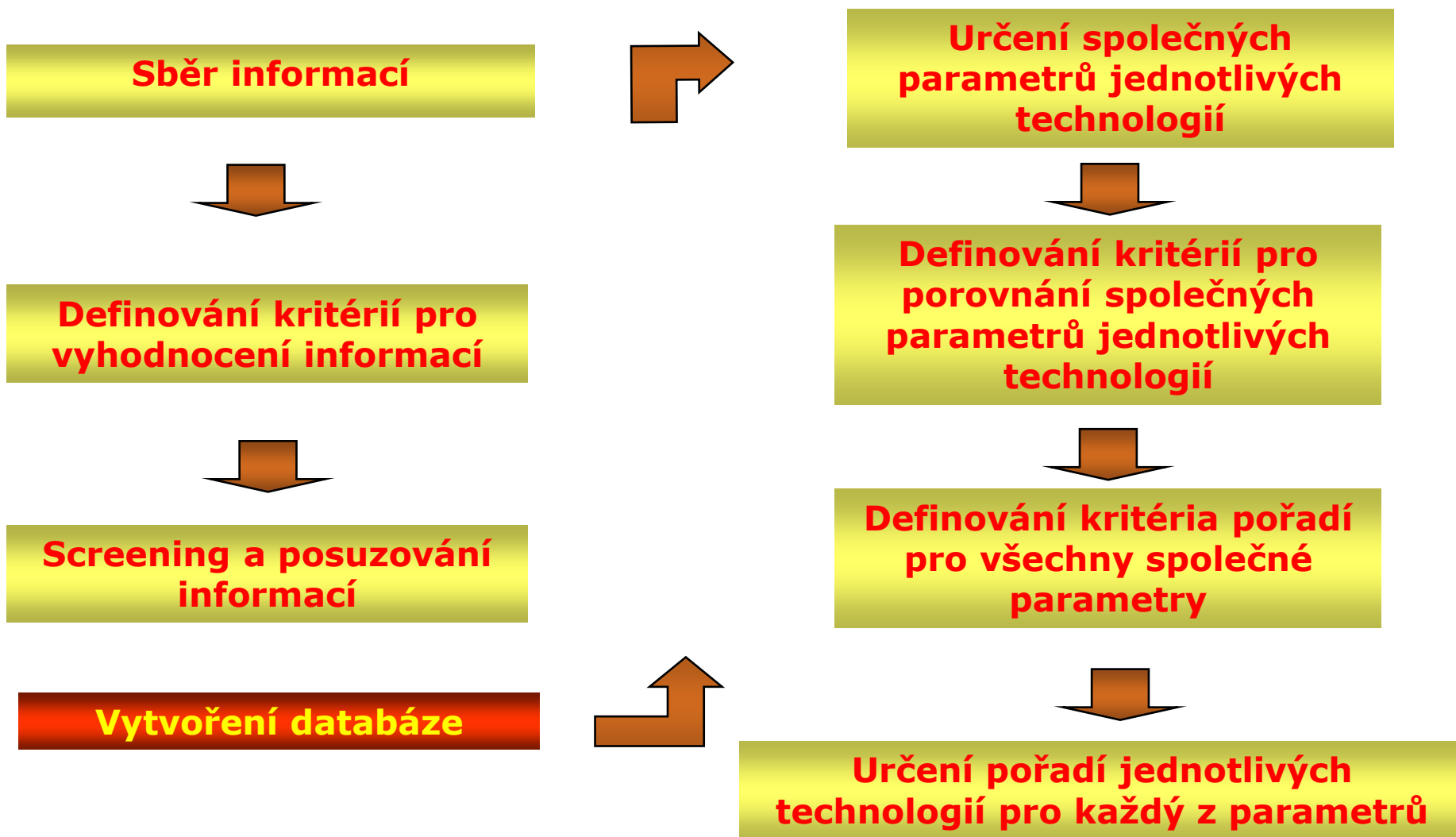
K dispozici je celá
řada technologií

Musí se vyhodnotit celá
řada měřitelných a
neměřitelných
parametrů



**POSUZOVÁNÍ SANAČNÍ
TECHNOLOGIE
PŘEDSTAVUJE NÁROČNÝ
PROCES**

PROCES HODNOCENÍ SANAČNÍ TECHNOLOGIE



NĚKTERÉ PRVKY HODNOCENÍ SANAČNÍ TECHNOLOGIE

- ✓ **Využitelnost (cílové kontaminanty)**
- ✓ **Minimální dosažitelná koncentrace**
- ✓ **Doba potřebná k vyčištění**
- ✓ **Spolehlivost a údržba**
- ✓ **Kvalita dekontaminované zeminy**
- ✓ **Vzniklé vedlejší produkty (vyžadující následné zpracování)**
- ✓ **Potřeba dat o lokalitě**
- ✓ **Celkové náklady**
- ✓ **Akceptovatelnost ze strany veřejnosti**
- ✓ **Bezpečnost**
- ✓ **Stav vývoje**
- ✓ **Vlivy na životní prostředí**
- ✓ **Závislost funkčnosti na charakteristice lokality**
- ✓ **.....**

PROCES VÝBĚRU SANAČNÍ TECHNOLOGIE

Výběr konkrétních
společných parametrů
jednotlivých technologií



Určení vybraných
parametrů jakožto kritérií
pro porovnání technologií



Váha jednotlivých kritérií

Stanovení pořadí
technologií na základě
funkčnosti v každém
z vážených kritérií



Výběr technologie
s nejlepším pořadím

OBSAH

- ↪ **Kontaminace zeminy**
- ↪ **Sanační technologie**
- ↪ **Biologické procesy**
- ↪ **Fyzikální a chemické procesy**
- ↪ **Tepelné procesy**
- ↪ **Proces extrakce pomocí rozpouštědel**

BIOLOGICKÉ ROZLOŽENÍ NEBO BIOLOGICKÁ SANACE

- ↪ Klíčem k biologické rozložitelnosti je metabolická aktivita
- ↪ Zajistí úplnou mineralizaci nebo částečné rozložení v aerobním nebo anaerobním prostředí
- ↪ Stimulováním původních mikrobů podporuje biologický rozklad

TECHNOLOGIE PRO BIOLOGICKÉ SANACE

- ↪ **Otevřené hromady (ex)**
- ↪ **Biologická sanace suspenzí – biologická suspenze (ex)**
- ↪ **Biologické provzdušňování (in)**
- ↪ **Kompostování (ex)**
- ↪ **Progresivní biologická sanace (in)**
- ↪ **Biologická sanace pevné fáze – půdní hospodářství (ex)**
- ↪ **Monitorovaný přirozený útlum - přirozená biologická sanace (in)**
- ↪ **Fytosanace (in)**

- ↪ **Kontaminace zeminy**
- ↪ **Sanační technologie**
- ↪ **Biologické procesy**
- ↪ **Fyzikální a chemické procesy**
- ↪ **Tepelné procesy**
- ↪ **Proces extrakce pomocí rozpouštědel**

SANAČNÍ TECHNOLOGIE

Biologické

- ↗ Fyzikální
- ↗ Chemické
- ↗ Fyzikálně-chemické

Tepelné

FYZIKÁLNÍ PROCESY

- ↪ Využívají se **fyzikální vlastnosti** znečišťujících látek nebo kontaminovaného média.
- ↪ Pomocí **fyzikálního mechanismu** je iniciována změna fáze znečišťující látky.
- ↪ **Nedochází ke změně chemické struktury** znečišťujících látek.

FYZIKÁLNÍ PROCESY

Výhody

- ↪ **Rychlost zpracování**
- ↪ **Zpracovávají se různé znečišťující látky**
- ↪ **Lze použít i všech médií**
- ↪ **Znalosti o lokalitě jsou zapotřebí v menším rozsahu**
- ↪ **Nižší relativní náklady**

FYZIKÁLNÍ PROCESY

Omezení

- ↪ Často neprobíhá úprava - ale pouze přesun kontaminantu
- ↪ Rezidua musí být dále čištěna
- ↪ Omezeno znalostí lokality

CHEMICKÉ PROCESY

- **Chemická struktura (a chování) znečišťující látky se mění pomocí chemických procesů**

CHEMICKÉ PROCESY

Výhody

- ↪ **Rychlost zpracování**
- ↪ **Zpracovávají se různé znečišťující látky**
- ↪ **Lze použít i v všech médiích**

Omezení

- ↪ **Jsou zapotřebí podrobné znalosti lokality**
- ↪ **Omezeno znalostí lokality**
- ↪ **Rezidua musí být dále čištěna**

FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ TECHNOLOGIE

- ↪ Uzavřené půdní zásobníky (*in* nebo *ex*)
- ↪ Chemická dehalogenizace (*ex*)
- ↪ Elektrokinetické postupy (*in*)
- ↪ Plynná extrakce (SVE) (*in* nebo *ex*)
- ↪ Vyplachování půd (*in*)
- ↪ Vymývání půd (*ex*)
- ↪ Superkritická vodní oxidace (*ex*)
- ↪ Extrakce pomocí rozpouštědla (*ex*)
- ↪ Solvatované elektrony (*ex*)
- ↪ Detoxikace slunečním zářením (*ex*)
- ↪ Solidifikace/stabilizace (*in* nebo *ex*)

FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ TECHNOLOGIE

Technologie

Hlavní cílové kontaminanty

- ✓ Uzavřené půdní zásobníky (*in* nebo *ex*) Všechny typy kontaminantů
- ✓ Chemická dehalogenizace (*ex*) X-VOC, X-SVOC, PCB, Diox/Fur.
- ✓ Elektrokinetické postupy (*in*) Těžké kovy
- ✓ Plynná extrakce (SVE) (*in* nebo *ex*) X- (VOC, SVOC)
- ✓ Vyplachování půd (*in*) X- (VOC, SVOC), PAU, těžké kovy
- ✓ Vymývání půd (*ex*) X- (VOC, SVOC), PAU, těžké kovy, PCB, Pest.
- ✓ Superkritická vodní oxidace (*ex*) X- (VOC, SVOC), PCB, Pest.
- ✓ Extrakce pomocí rozpouštědla (*ex*) X- (VOC, SVOC), PAU, těžké kovy, PCB, Pest., Diox/Fur.
- ✓ Solvatované elektrony (*ex*) X-VOC, X-SVOC, PCB, Diox/Fur., Pest.
- ✓ Detoxikace slunečním zářením (*ex*) X- (VOC, SVOC), PAU, těžké kovy, PCB, Pest., Diox/Fur.
- ✓ Solidifikace/stabilizace (*in* nebo *ex*) Těžké kovy, PAU, PCB, anorg.

FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ TECHNOLOGIE

Technologie

Náklady (US\$/tuna) Čas čištění*

	-----	-----
✓ Uzavřené půdní zásobníky (in nebo ex)		
✓ Chemická dehalogenizace (ex)	200-500	< 6 měsíců
✓ Elektrokinetické postupy (in)	65-195	6 až 12 měsíců
✓ Plynná extrakce (SVE) (in nebo ex)	20-130	6 až 12 měsíců nebo >
✓ Vyplachování půd (in)	75-210	6 až 12 měsíců
✓ Vymývání půd (ex)	140-400	6 až 12 měsíců
✓ Superkritická vodní oxidace (ex)	150-300	< 6 měsíců
✓ Extrakce pomocí rozpouštědla (ex)	150-450	6 až 12 měsíců
✓ Solvatované elektrony (ex)	300-500	< 6 měsíců
✓ Detoxikace slunečním zářením (ex)	-----	6 až 12 měsíců
✓ Solidifikace/stabilizace (in nebo ex)	75-200	6 až 12 měsíců nebo >

(*) Čas pro standardní množství cca. 20 000 tun

HLAVNÍ LIMITY U DOSTUPNÝCH FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÝCH TECHNOLOGIÍ

	Skládky/uzavřené půdní zásobníky	Silicifikace/stabilizace	Plynná extrakce (SVE)
Technická/ekonomická rizika	Tato metoda nesnižuje toxicitu a neničí polutanty.	Pokud se solidifikace provádí in situ, ztuhlý materiál může bránit budoucímu využití lokality. Tento proces někdy není účinný při imobilizaci organických odpadů.	Malá propustnost, vysoký obsah vlhkosti a heterogenita půdy omezují použitelnost této metody. Tato metoda je vhodná pouze pro médium s vysoce těkavými složkami.
Sociální rizika	V některých případech mohou tyto metody vyvolat odpor veřejnosti.	V některých případech mohou tyto metody vyvolat odpor veřejnosti.	Zpravidla nevyvolává odpor veřejnosti.
Ekologická rizika	Je třeba podniknout opatření, aby při využití pozemku nedošlo k poškození zakrytí zásobníku. Některé částečně těkavé polutanty se mohou odpařovat rychleji, pokud je v půdě a sedimentech vyšší vlhkost (Chiaranzelli, 1998). Možnost prosakování nebezpečných složek.	Je nutné podniknout kroky, aby docházelo k minimálnímu průsaku složek ze stabilizovaného média. Na dlouhodobou imobilizaci kontaminantů mohou mít vliv ekologické podmínky. Nedojde ke snížení toxicity polutantů.	Potenciální uvolňování nebezpečných složek při odtěžování a manipulaci s materiálem. Odsávací vzduch z technologie SVE se následně musí čistit.

HLAVNÍ LIMITY U DOSTUPNÝCH FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÝCH TECHNOLOGIÍ

	Base catalyzed dechlorination (BCD)	Elektrochemická oxidace	Extrakce pomocí rozpouštědla Chemická dehalogenizace. Radiolytická degradace
Technická/ekonomická rizika	Není ekonomické čistit velké objemy vodnatých odpadů. Někdy se odpad musí předem naředit, aby dosáhl požadovanou účinnost při destrukci. Celková účinnost je omezena účinností termické desorpce. Náklady na čištění od pesticidů mohou být vyšší s ohledem na rozpouštědla destilovaná ze směsi.	Vysoká závislosti na vlhkosti půdy. Čištěná půda se musí neutralizovat.	Méně účinné při čištění organických a hydrofilních sloučenin. Vyžaduje sekundární čištění (a to včetně extrahovaných kovů) Typ a vlhkost půdy mohou mít vliv na účinnost.
Sociální rizik	Veřejnost zpravidla nepřijímá nepříznivě.	Bez odporu veřejnosti.	Bez odporu veřejnosti.
Ekologie	Potenciál vytváření dioxiny a furany je nízký, proto systém využívá inertní atmosféru a proces by měl dechlorinovat dioxiny. Aby nedošlo k samovznícení horkého oleje musí se vyloučit přítomnost vzduchu. Předúprava s alkalickými látkami a extrakce s rozpouštědly představuje riziko z hlediska požáru a exploze.	Při manipulaci s kyselinou hrozí riziko rozlití.	Extrakce s rozpouštědly představuje riziko z hlediska požáru a exploze. Je nutné zajistit řádnou manipulaci, recyklaci a zneškodnění použitých rozpouštědel.

HLAVNÍ LIMITY U DOSTUPNÝCH FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÝCH TECHNOLOGIÍ

	Solvatované elektrony	Superkritická vodní oxidace	Detoxikace slunečním zářením - Fotochemická degradace
Technická/ekonomická rizika	Může být zapotřebí předběžná úprava s odvodněním kalů/sedimentů.	Koncové produkty (popel a solný roztok) vyžadují náležité zneškodnění. Omezená možnost čištění kapalných odpadů s velikostí pevných látek menší než 200 µm. Platí pro odpady s obsahem organických látek do 20%.	Rychlost fotolýzy pro pesticidy výrazně závisí na zeměpisném pásmu, ročním období a další meteorologických podmínkách.
Sociální rizika	V této fázi není odpor veřejnosti znám.	V této fázi není odpor veřejnosti znám.	Bez známého odporu veřejnosti.
Ekologická rizika	Čpavek je vysoce těkavá kapalina. Riziko toxicity a požáru. Kov vápníku s vodíkem může vytvářet výbušné směsi.	Kvůli vysokým teplotám a tlakům vyžaduje tato technologie speciální řídicí zařízení, materiály reaktoru a dodržování bezpečnostních postupů.	Malý vliv na životní prostředí díky omezenému využití chemikálií a malým množstvím vznikajících odpadních plynů.

HLAVNÍ LIMITY U DOŠTUPNÝCH FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÝCH TECHNOLOGIÍ

	Chemické redukování plynné fáze	Katalytická hydrogenace
Technická/ekonomická rizika	V případě polutantů jako je síra nebo arzén nemusí být čištění povoleno. Síra společně s železem může vytvářet kal, který se musí následně odstředit. Existence nestandardních pevných látek může rovněž omezit čištění kvůli manipulaci s materiály. Někdy musí být zajištěna speciální odpadářská technologie, která umožní kvalitnější nakládání s odpady.	Potenciální otrava katalyzátory může omezit nebo zcela zrušit účinnost procesu.
Sociální rizika	Veřejnost zpravidla nepřijímá nepříznivě.	Bez odporu veřejnosti.
Ekologická rizika	Možnost vzniku těkavých emisí PCB, pesticidů nebo dioxinů. Manipulace, použití a skladování vodíku v rámci procesu představuje riziko z hlediska požáru a výbuchu. Zařízení musí být schválena v rámci interních kontrol nebezpečných provozů a musí se provádět specializovaná kontrolní opatření, aby se během přípravy zabránilo úniku odpadů.	Plynné produkty mohou představovat riziko z hlediska bezpečnosti a toxicity. Produkty spalování je někdy nutné prát, přičemž voda z pračky představuje kapalně odpady.

- ↪ **Kontaminace zeminy**
- ↪ **Sanační technologie**
- ↪ **Biologické procesy**
- ↪ **Fyzikální a chemické procesy**
- ↪ **Tepelné procesy**
- ↪ **Proces extrakce pomocí rozpouštědel**

TEPELNÉ PROCESY

Výhody

- ↪ **Rychlost zpracování**
- ↪ **Lze použít u organických látek**
- ↪ **Lze použít u pevných médií**
- ↪ **Výrazné snížení objemu**

TEPELNÉ PROCESY

Omezení

- ↪ **Nelze použít u anorganických látek**
- ↪ **Nelze použít u kapalných a plynných médií**
- ↪ **Rezidua musí být dále čištěna**
- ↪ **Efektivita je dána kontaminantem**
- ↪ **Vyšší relativní náklady**

TEPELNÉ TECHNOLOGIE

- ↪ **Spalovací systémy (ex)**
- ↪ **Termické desorpční systémy (in nebo ex)**
- ↪ **Pyrolýza (ex)**
- ↪ **Systémy s plazmovým obloukem (ex)**
- ↪ **Vitrifikace (in nebo ex)**

TEPELNÉ TECHNOLOGIE

Technologie

Hlavní cílové kontaminanty

- ✓ **Spalovací systémy (ex)** X- (VOC, X-SVOC), PAU, PCB, Pest., Diox/Fur.
- ✓ **Termické desorpční systémy (in nebo ex)** VOC, SVOC, PAU, PCB, Pest., Diox/Fur.
- ✓ **Pyrolýza (ex)** X- (VOC, SVOC), PAU, PCB, Pest., Diox/Fur.
- ✓ **Systémy s plazmovým obloukem (ex)** PCB, Pest., Diox/Fur.
- ✓ **Vitrifikace (in nebo ex)** X- (VOC, SVOC), PAU, těžké kovy, PCB, Pest., Diox/Fur., anorg.

TEPELNÉ TECHNOLOGIE

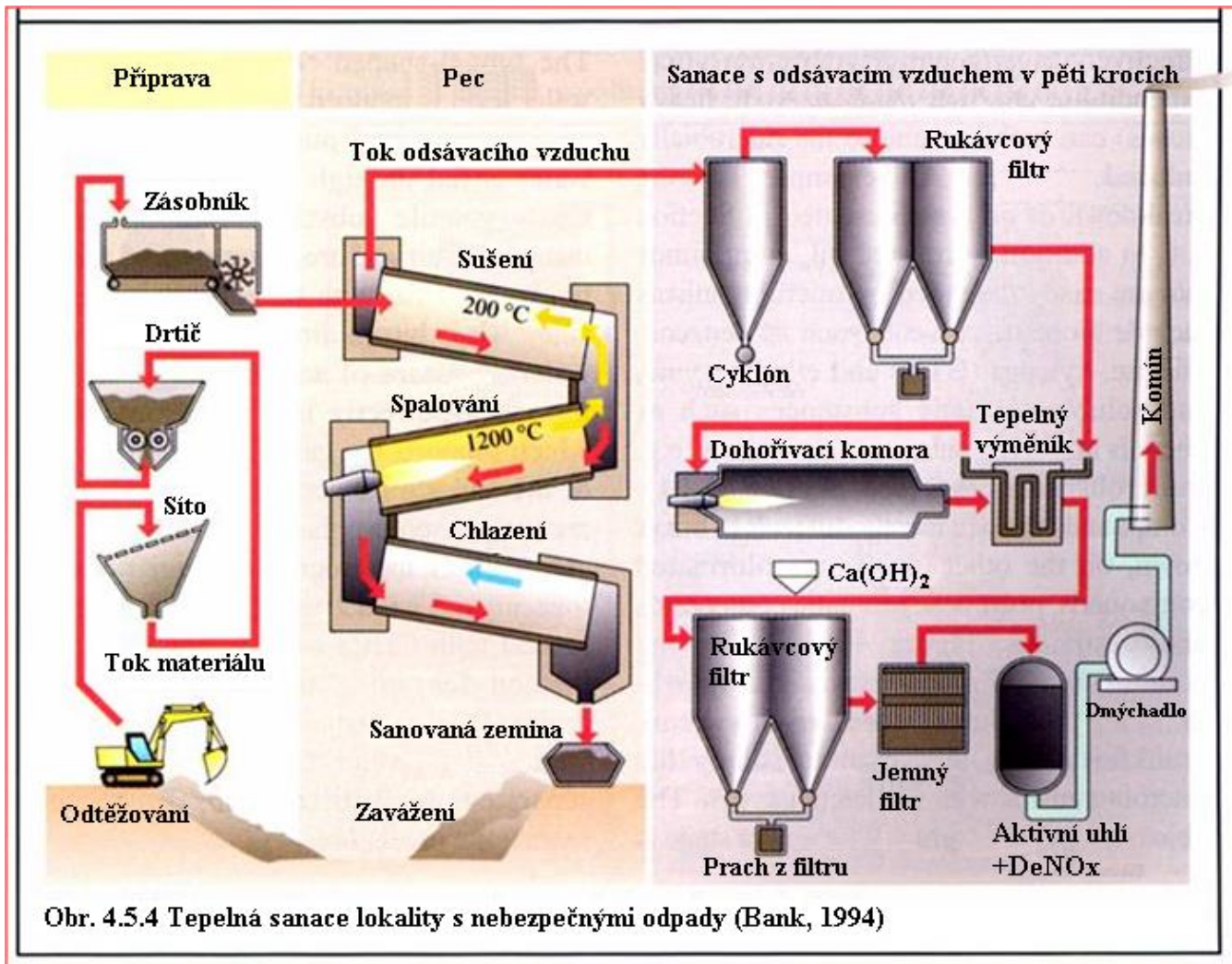
Technologie

Náklady (US\$/tuna) Čas čištění*

- | | |
|--|--------------------------|
| ✓ Spalovací systémy (ex) | 220 – 6000 < 6 měsíců |
| ✓ Termické desorpční systémy
(in nebo ex) | 40-3006 až 12 měsíců |
| ✓ Pyrolýza (ex) | 300 < 6 měsíců |
| ✓ Systémy s plazmovým obloukem
(ex) | 750 - 19006 až 12 měsíců |
| ✓ Vitřifikace (in nebo ex) | 300-400 < 6 měsíců |

(*) Čas pro standardní množství cca. 20 000 tun

TEPELNÁ SANACE LOKALITY S NEBEZPEČNÝM ODPADEM



HLAVNÍ LIMITY U DOSTUPNÝCH TEPELNÝCH TECHNOLOGIÍ

	Spalovací systémy	Termická desorpce	Pyrolýza
Technická/ekonomická rizika	Je nutné čištění těžkých kovů. Je nutné důsledně dodržovat předpisy, aby nevznikaly dioxiny. Starší typy cementových pecí nejsou vhodné.	Je nutné odvodnit, abychom dosáhli požadovanou vlhkost zeminy. Je nutné následné čištění.	Nepůsobí na anorganické složky. Funkčnost závisí na vlhkosti půdy, což má dále vliv na celkové náklady.
Sociální rizika	V řadě případů mohou tyto metody vyvolat odpor veřejnosti.	Pokud má vazbu na spalovací systémy, může vyvolat odpor veřejnosti.	Zpravidla nevyvolává odpor veřejnosti.
Ekologická rizika	Emise produktů spalování. Může dojít k uvolnění toxických sloučenin (dioxiny, furany, chlorované sloučeniny)	Možnost vzniku těkavých emisí. Emise spalin a možnost vzniku dioxinů (pokud je vazba na spalovací systémy).	Vyžaduje kontrolu a systémy, aby nedocházelo ke vzniku dioxinů. Vyžaduje regulace spalin.

HLAVNÍ LIMITY U DOSTUPNÝCH TEPELNÝCH TECHNOLOGIÍ

	Technologie s integrovanou termickou desorpcí	Systémy s plazmovým obloukem	Vitrifikace
Technická/ekonomická rizika	Celková účinnost metod je omezena účinností termické desorpce, která závisí na typu a parametrech zeminy.	Odstraňování těkavých kovů a pevných částic vzniklých z anorganických sloučenin může vyžadovat čištění – tento další krok může zvýšit náklady. Tento proces vyžaduje relativně vysoké vstupní a provozní náklady. Některé systémy jsou omezeny na čištění kapalin a plynů. Pevné látky lze čistit pouze po extrakci nebo po vytvoření suspenzí.	Vitrifikace představuje destrukční proces – půdu již nelze použít v zemědělství. Nitrifikovaná matice může bránit budoucímu využití lokality.
Sociální rizika	V některých případech mohou tyto metody vyvolat odpor veřejnosti.	Veřejnost zpravidla nepřijímá nepříznivě.	Bez známého odporu veřejnosti.
Ekologická rizika	Spalování koncových plynů vyžaduje regulační zařízení a čištění emisí. Je nutné stanovit a regulovat podmínky procesu tak, aby se minimalizovalo riziko vzniku dioxinů a furanů. Dále je zapotřebí čistící zařízení pro případ, že by se tyto látky v malém množství tvořily.	Díky absenci spalin jsou plynné emise menší než u spalovacích systémů. K dispozici musí být vyrovnávací nádrž pro nekontrolovaný únik plynů z čistící komory. Případné těkavé emise by měla eliminovat mechanická těsnění a provoz systému při mírném podtlaku.	Je třeba dávat pozor, aby se zabránilo těkavým emisím odpařených organických látek. Vitrifikovaný charakter matice výrazně snižuje potenciální výluh kovů a jiných zbytkových polutantů.

OBSAH

- ↪ **Kontaminace zeminy**
- ↪ **Sanační technologie**
- ↪ **Biologické procesy**
- ↪ **Fyzikální a chemické procesy**
- ↪ **Tepelné procesy**
- ↪ **Proces extrakce pomocí rozpouštědel**

PROCES EXTRAKCE POMOCÍ ROZPOUŠTĚDEL

Cílové kontaminanty

- ↗ VOC
- ↗ SVOC
- ↗ X- VOC
- ↗ X- SVOC
- ↗ PAU
- ↗ Těžké kovy
- ↗ PCB
- ↗ Pesticidy
- ↗ Dioxiny/furany

PROCES EXTRAKCE POMOCÍ ROZPOUŠTĚDEL

- ↪ **Kombinace nebo samostatná technologie**
- ↪ **Odděluje kontaminanty z odpadů, půdy, sedimentů, kalů nebo vody**

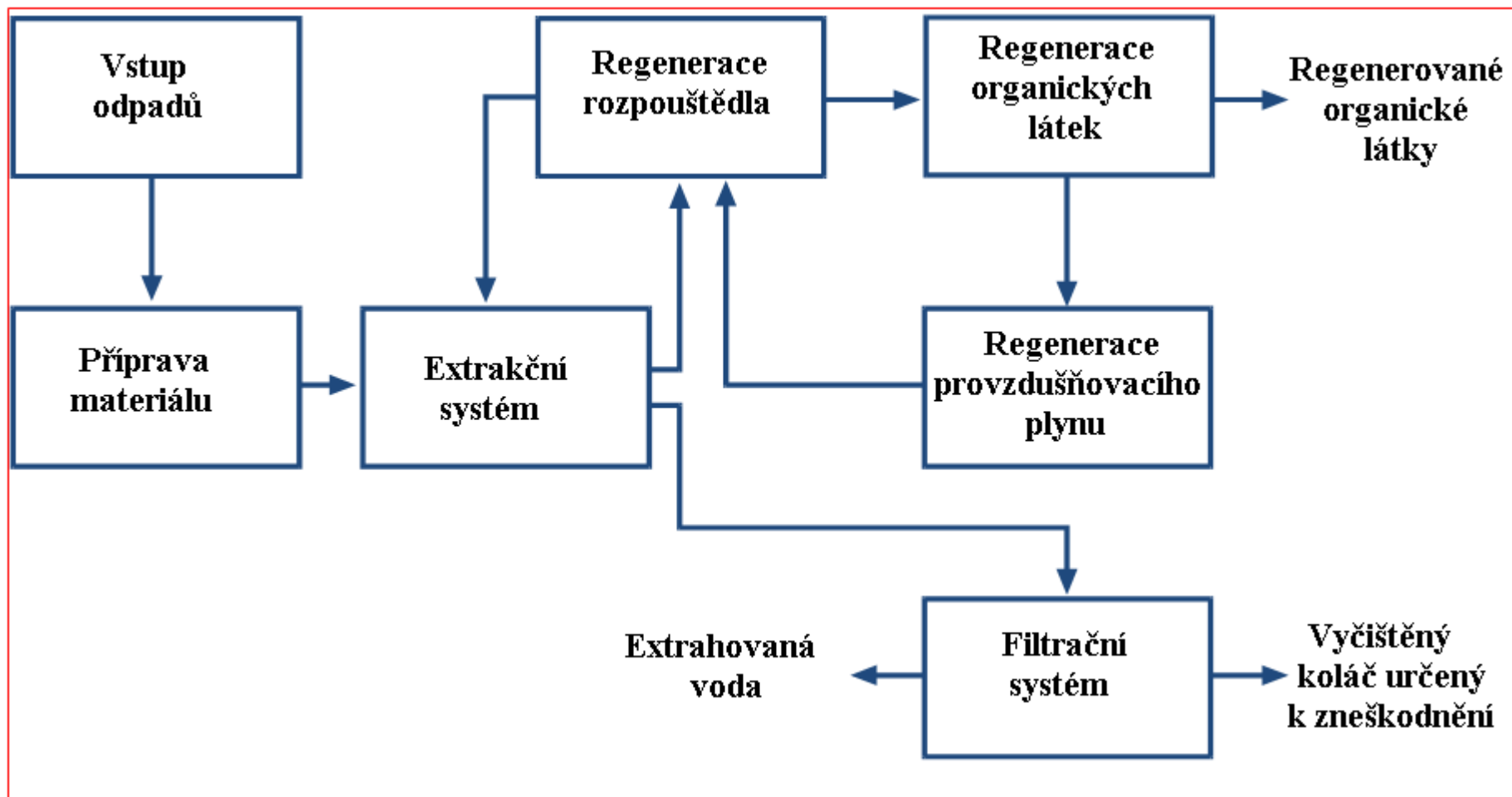
PROCES EXTRAKCE POMOCÍ ROZPOUŠTĚDEL

- ↪ **Kontaminovaný materiál se odtěží a přivede do vstupního přípravného systému**
- ↪ **Materiál se přesune do extrakčních zásobníků a smíchá se s rozpouštědly**
- ↪ **Důležitá charakteristika rozpouštědla**

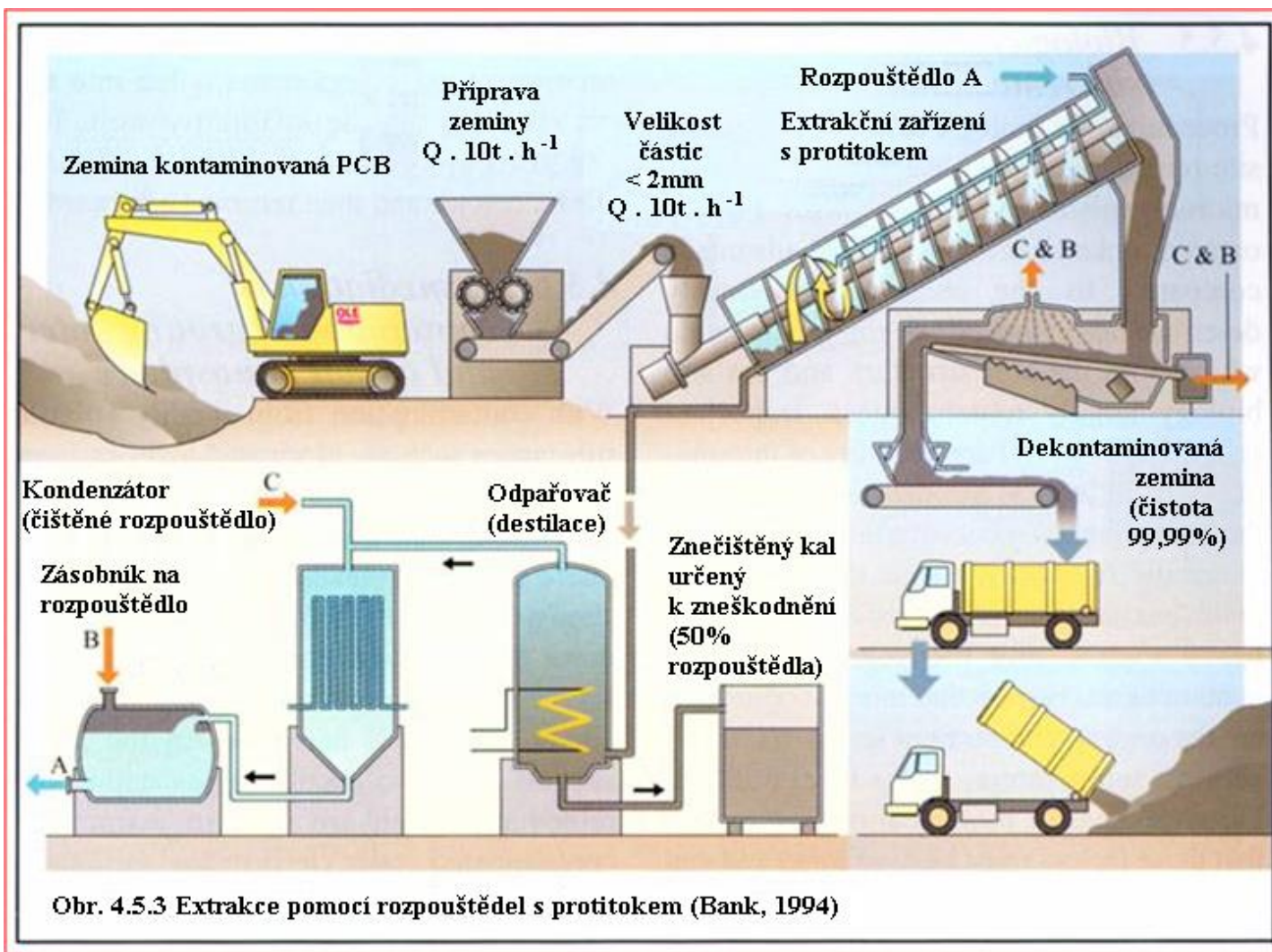
PROCES EXTRAKCE POMOCÍ ROZPOUŠTĚDEL

- ↪ **Materiál a rozpouštědlo lze přivádět nepřetržitě v kontaktu souběžně nebo v protitoku**
- ↪ **Dekontaminované pevné látky jsou odděleny od extrakčních rozpouštědel**
- ↪ **Extrakční rozpouštědlo se přivádí zpět do systému, kde regeneruje**

PROCES EXTRAKCE POMOCÍ ROZPOUŠTĚDEL



PROCES EXTRAKCE POMOCÍ ROZPOUŠTĚDEL



PROCES EXTRAKCE POMOCÍ ROZPOUŠTĚDEL

Využití technologie

- ↪ Zpracování médií: sedimenty, kaly a půdy
- ↪ Zpracování kontaminantů
- ↪ Úprava odpadů z rafinace
- ↪ Zpravidla se **NEPOUŽÍVÁ** k úpravě půd s anorganickými složkami

PROCES EXTRAKCE POMOCÍ ROZPOUŠTĚDEL

Následná úprava

- ↪ **Produkty procesu**
- ↪ **Obsah toku kontaminantu**
- ↪ **Vzniká směs vody a rozpouštědla**

PROCES EXTRAKCE POMOCÍ ROZPOUŠTĚDEL

Výhody

- ↪ **Zmenšuje se objem nebezpečných odpadů, které se musí upravovat**

- ↪ **Účinné zpracování:**
 - **Odpady ze zpracování dřeva**
 - **Pevné zbytky z emulze použitého oleje**
 - **Odlučovač kalu**
 - **Spodní nádrže**

- ↪ **Pokud média splňují požadavky, lze je vrátit na lokalitu**

PROCES EXTRAKCE POMOCÍ ROZPOUŠTĚDEL

Omezení

- ↪ **Manipulaci omezují organicky vázané kovy**
- ↪ **Přítomnost detergentů může mít nepříznivý vliv**
- ↪ **V pevných látkách mohou zůstat stopová množství rozpouštědel**
- ↪ **Málo účinné u organických látek s vysokou molekulární hmotností**
- ↪ **Na funkčnost má vliv obsah vlhkosti**

PROCES EXTRAKCE POMOCÍ ROZPOUŠTĚDEL

Náklady

- ↪ **Náklady se pohybují mezi \$ 105 až \$ 770 na tunu**
- ↪ **Náklady jsou srovnatelné s náklady na alternativní sanační technologie**

PROCES EXTRAKCE POMOCÍ ROZPOUŠTĚDEL

Funkčnost

- ↪ Účinnost extrakce 90-98% u sedimentů PCB
- ↪ Účinnost extrakce v případě VOC a SVOC v laboratoři byla 99.9%
- ↪ Problémem zůstává usazování pevných látek v nádržích