

Investícia do vašej budúcnosti!



Manažment riešenia lokalít s výskytom POPs zmesí/pesticídov v Slovenskej republike



Projekt sa realizuje s finančnou podporou Európskej únie
z Kohézneho fondu v rámci Operačného programu Životné prostredie



NÁVRH TECHNOLOGIÍ PRE ENVIRONMENTÁLNE VHODNÉ ZNEŠKODNENIE POPs ODPADOV A ZMESÍ

Záverečná štúdia projektu

Kód ITMS:24140110267



Máj 2015

OBSAH

ZHRNUTIE	4
ZOZNAM OBRÁZKOV	7
ZOZNAM TABULIEK.....	7
1. ÚVOD.....	8
2. VLASTNOSTI POPS.....	8
3. PREHĽAD LEGISLATÍVY	10
3.1 HISTÓRIA LEGISLATÍVNEHO PROCESU V EÚ	10
3.2 NAKLADANIE S POPS	11
3.3 NAKLADANIE S ODPADMI	14
3.4 INTEGROVANÁ PREVENČIA A KONTROLA ZNEČIŠŤOVANIA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA	16
3.5 ENVIRONMENTÁLNE ZÁŤAŽE	17
3.6 STRATEGICKÉ DOKUMENTY	17
4. DOSTUPNÉ ÚDAJE O VÝSKYTE POPS V SR.....	19
4.1 PESTICÍDY	20
4.1.1 Nevyhovujúce sklady	21
4.1.2 Vyhovujúce sklady	23
4.1.3 POPs pesticídy na území SR	24
4.1.4 Chemické analýzy vzoriek z lokalít agrochemických skladov.....	25
4.2 PCB	31
4.3 NEÚMYSELNE PRODUKOVANÉ POPS	33
4.4 POTENCIÁL MOBILITY POPS LÁTKO	35
5. PREHĽAD DOSTUPNÝCH TECHNOLOGÍÍ V ZAHRANIČÍ A V SR A ICH ENVIRONMENTÁLNE POSÚDENIE.....	36
5.1. ZAHRANIČIE	36
5.1.1 <i>Technológie určené na deštrukciu látok POPs v odpadoch a zmesiach.....</i>	36
A. Geografické rozmiestnenie technológií	36
B. Akceptované POPs odpady	36
C. Prehľad využitia jednotlivých technológií	36
D. Náklady na spracovanie odpadov.....	37
E. Dekontaminačné a deštrukčné technologické postupy pre odpady s PCB	37
F. Technologické procesy vhodné na deštrukciu PCB odpadov	37
F.1 SPAĽOVANIE	37
F.2 DECHLORAČNÉ PROCESY	37
5.1.2 <i>Technológie určené na desorpciu a čistenie pevných matric (zeminy, sute, a pod.)</i>	41
A. Termálna desorpcia, SAVATERRA Ltd, Fínsko	41
B. AFVALSTOFFEN TERMINAL MOERDIJK B.V., Holandsko.....	41
C. Bioremediácia, DARAMEND® Adventus, USA/EÚ	42
5.2. DOSTUPNÉ TECHNOLOGIE V SLOVENSKEJ REPUBLIKE.....	44
5.2.1 <i>Spaľovne v SR</i>	44
5.2.2 <i>Nespaľovacie zariadenia v SR.....</i>	45
6. EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE TECHNOLOGÍÍ PRE ZNEŠKODNENIE - RÔZNE TYPY POPS ODPADOV	46
6.1 ZNEŠKODNENIE STARÝCH ZÁSOB PESTICÍDOV, STARÝCH ZÁSOB PCB	48
6.2 ČISTENIE PÔD, ZEMÍN A SUTÍ KONTAMINOVANÝCH PESTICÍDMI A PCB LÁTKAMI	49
7. KVANTITATÍVNA ANALÝZA VÝSKYTU POPS ODPADOV / ZMESÍ V SR.....	52
7.1 PESTICÍDY	53
7.2 PCB LÁTKY V SKLADOCH A FUNKČNÝCH ELEKTRICKÝCH ZARIADENIACH	54
7.3 PCB CHEMKO STRÁŽSKE – AREÁL ZÁVODU A ODPADOVÝ KANÁL	54
7.4 PCB V OBJEKTOCH BÝVALÝCH OBAĽOVAČIEK BITÚMENOVÝCH ZMESÍ	56
7.4.1 <i>Počet obalovačiek bitúmenových zmesí.....</i>	57
7.4.2 <i>Objem kontaminovaných zemín v objektoch obalovačiek bitúmenových zmesí.....</i>	57
8. STANOVENIE PRIORÍT PODĽA NALIEHAVOSTI POTREBY SANÁCIE A ZNEŠKODNENIA POPS ODPADOV.....	58

8.1 KONTAMINOVANÉ SEDIMENTY V ODPADOVOM KANÁLI CHEMKO STRÁŽSKE.....	59
8.2 ZÁSoby STARÝCH PESTICÍDOV A SKLADOVÉ PRIESTORY.....	61
8.3 KONTAMINOVANÉ ZEMINY V OBJEKTOCH BÝVALÝCH OBALOVAČIEK	66
8.4 ZÁSoby PCB LÁTKOV V SKLADOCH A V ELEKTRICKÝCH ZARIADENIACH	67
9. FINANČNÁ ANALÝZA PRIORITNÝCH AKTIVÍT V OBLASTI ZNEŠKODNENIA POPS ODPADOV / ZMESÍ V SR	67
9.1 KONTAMINOVANÉ SEDIMENTY V ODPADOVOM KANÁLI CHEMKO STRÁŽSKE.....	68
9.2 ZÁSoby STARÝCH PESTICÍDOV A SKLADOVÉ PRIESTORY.....	71
9.3 KONTAMINOVANÉ ZEMINY V OBJEKTOCH BÝVALÝCH OBALOVAČIEK	80
9.4 ZÁSoby PCB LÁTKOV V SKLADOCH A V ELEKTRICKÝCH ZARIADENIACH	81
ZÁVERY.....	82

Zhrnutie

V úvodných častiach štúdie sú stručne popísané najdôležitejšie vlastnosti látok zo skupiny POPs, ktoré viedli k ich masívnemu uvedeniu do praxe, následne však k prísnyim obmedzeniam ich výroby a používania na celosvetovej úrovni vzhľadom na neprijateľné zdravotné a environmentálne riziká.

Medzinárodné dohovory, legislatíva EÚ a SR sú predmetom kapitoly 3. Zdôrazňuje sa úzke prepojenie troch medzinárodných dohovorov a ich prelínanie (Štokholmský dohovor o POPs, Rotterdamský dohovor o cezhraničnom pohybe nebezpečných látok a Bazilejský dohovor o pohybe nebezpečných odpadov). Uvádzajú sa tu i najnovšie súvisiace zákony, ktoré vstúpili v SR do platnosti tesne pred vypracovaním tejto štúdie.

V kapitole 4 sa uvádza situácia na území SR z hľadiska prítomnosti POPs látok a odpadov. Látky zo skupiny POPs pesticídov sa na území SR nachádzajú v skladoch, z ktorých časť vyhovuje všetkým legislatívnym požiadavkám, ale i v budovách bez známeho majiteľa, často v dezolátnom stave s priamym vstupom zrážok a splachovaním nebezpečných odpadov do okolia. Celkovo bolo zistených 56 767 kg agrochemikálií v nevyhovujúcich skladoch (z toho 22 945 neidentifikovateľných) a 39 020 vo vyhovujúcich skladoch (z toho 15 626 neznámych). Boli identifikované 3 látky zo skupiny POPs pesticídov v celkovom objeme 2 845 kg (1 570 vo vyhovujúcich a 1 275 v nevyhovujúcich skladoch). Spolu v 7 skladoch sa vyskytuje toxafen, iba v jednom z nich aj ďalšie 2 POPs pesticídy (DDT a endosulfan).

Chemické analýzy vzoriek zemín, podzemných vôd a stavebných materiálov z 5 nevyhovujúcich skladov, zamerané na koncentrácie pesticídnych látok nepotvrdili významné prekročenie limitných hodnôt. Neboli teda získané podklady na prehodnotenie miery rizika a preradenie niektorého z 5 prioritných skladov medzi potvrdené environmentálne záťažé. POPs pesticídy boli namerané vo všetkých piatich lokalitách, menovite DDT a jeho rozkladné produkty. Z ostatných POPs látok identifikovaných inventarizáciou skladov bol detegovaný endosulfan (2 lokality), toxafen zistený nebol. Bolo však zistených množstvo ďalších POPs pesticídov vo zvýšených koncentráciách.

Spomedzi ostatných POPs látok predstavuje dlhodobý problém kontaminácia PCB. V minulosti bolo publikovaných mnoho údajov o závažnej miere kontaminácie životného prostredia, ale aj biologických materiálov vrátane krvného séra obyvateľov Zemplína. Prezentujú sa aj údaje o zariadeniach s obsahom PCB a prehľad bývalých obalovačiek bitúmenových zmesí na celom území SR.

Bol vytvorený Register lokalít s obsahom POPs látok, ktorý uvádza všetky podrobnosti o evidovaných lokalitách vrátane mapového zobrazenia. Umožní sledovanie postupného zneškodňovania skladovaných zásob, remediácie kontaminovaných lokalít v súlade s platnou legislatívou. Napomôže získaniu dôveryhodných údajov o plnení záväzkov SR a ich poskytovaní na sekretariát Štokholmského dohovoru. Register je dostupný na www.enviroportal.sk.

Kapitola 5 uvádza podrobný prehľad environmentálne vhodných technológií zneškodňovania POPs látok, odpadov a kontaminovaných materiálov. Štúdia sa venuje výhradne metódam, ktoré boli prakticky overené. Predstavuje spaľovacie a nespáľovacie technológie (sodíková redukcia, chemická redukcia plynnej fázy GPCR, alkalicky katalyzovaná dekompozícia BCD, plazmový oblúk a pyrolýza), metódy extrakcie, remediácie procesy a triedi ich podľa typov spracúvaných matric a samotných metód zneškodnenia. Uvádza sa 22 spoločností, ktoré sa uvedenými činnosťami zaoberajú v rámci EÚ.

Niektoré uvedené postupy neboli doposiaľ v SR publikované (Daramend, Savaterra, ATM). Na území SR sa nachádza 5 spaľovní a 4 cementárenské pece, z nespáľovacích technológií 2 spoločnosti s potrebnými oprávneniami na zneškodňovanie POPs odpadov.

Ekonomické zhodnotenie, ktoré je predmetom kapitoly 6, porovnáva jednotlivé možnosti zneškodnenia z hľadiska nákladov. Uvádza sa niekoľko konkrétnych realizačných projektov a ich cena. Z porovnania jednoznačne vyplýva uprednostnenie kombinácie extrakcie polutantov z nízkych úrovní kontaminovaných materiálov s následným zneškodnením koncentráta (spaľovaním alebo inou metódou). Uvedená kombinácia predstavuje úsporu oproti zneškodňovaniu veľkých objemov materiálov s nízkymi koncentraciami škodlivín - vrátane úspory nákladov na dopravu, nakoľko extrakcia sa môže vykonávať mobilnou jednotkou *in situ*.

Kvantifikácia kontaminovaných lokalít (kap. 7) sa zaoberá jednotlivými typmi POPs odpadov a znečistených území.

- U **pesticídnych látok** sa vychádza z terénnych obhliadok nevyhovujúcich skladov, ako aj orientačných hydrogeologických prieskumov vybraných 5 prioritných skladov. Uvádzajú sa odhadované objemy agrochemikálií, ako aj očakávané objemy kontaminovaných stavebných materiálov a zemín. Analogicky sa uvádzajú odhady objemov **PCB v používaných elektrických zariadeniach**: v r. 2014 bolo evidovaných 57 držiteľov zariadení. Z toho je 4 214 zariadení stále v prevádzke a 2 892 ks zariadení je vyradených a pripravených na zneškodnenie.
- Z hľadiska kontaminácie PCB, súvisiacej priamo s areálom bývalého výrobcu, je potrebné venovať pozornosť samotnému areálu, **sedimentom odpadového kanála**, rieky Laborec a Zemplínskej Šíravy. Miera kontaminácie a objemy kontaminovaných zemín a sedimentov sú predmetom expertných odhadov.
- Podobné sú vyčíslené počty a očakávaná miera kontaminácie zemín v **okolí bývalých prevádzok obalovačiek bitúmenových zmesí** (PCB oleje sa v nich používali ako teplotné médium), ktorých sa na území SR nachádza viac ako 70.

Stanovenie priorít v kapitole 8 uvádza nasledovné najdôležitejšie zistenia, kde bude v budúcnosti potrebné zamerať pozornosť:

1. **Kontaminované sedimenty v odpadovom kanáli Chemko Strážske**, a to vnútri areálu závodu aj mimo neho, až po vtok do rieky Laborec (**27 300 ton** kontaminovaných sedimentov kanála mimo areálu Chemko, a **11 580 m³** sedimentov zo dna kanála v areáli závodu). Spolu bude potrebné sanovať cca **45 000 – 50 000 ton** kontaminovaného sedimentu
2. **Zásoby nepoužiteľných pesticídov** v skladoch – **56 767 kg** agrochemikálií v nevyhovujúcich podmienkach skladov – okrem zneškodnenia skladovaných odpadov je potrebná demolácia a zneškodnenie stavebných odpadov a kontaminovaného okolia a podlažia, a **39 020 kg** starých zásob agrochemikálií vo vyhovujúcich skladoch – neuvažuje sa s potrebou sanácie budov.

V texte sa zdôrazňuje, že hlavné riziko už nie je v samotných skladovaných pesticídoch vzhľadom na ich relatívne nízky objem a lokalizáciu - v kontaminovaných pôdach a vodách sa po dlhoročnom šírení do okolia (desiatky rokov) nachádzajú uniknuté polutanty, ktoré priamo ohrozujú zložky prostredia aj na väčšie vzdialenosti od pôvodného zdroja. Pri budúcich prieskumoch znečistenia skladov a okolia je potrebné detailne skúmať i rozmery kontaminovaných budov a iných konštrukcií, pretože majú veľký vplyv na konečné kalkulácie nákladov potrebných na dekontaminačné práce.

3. **Kontaminované zeminy v objektoch bývalých obalovačiek bitúmenových zmesí: 60 400 m³** znečistených zemín, cca **100 000 ton**

Vo väčšine areálov bývalých obalovačiek existujú aktívne prevádzky rôzneho charakteru (skladovanie, drevovýroba,...), takže potrebné dekontaminačné práce sa budú realizované ex-situ, čo vplýva na cenu sanačných prác: zvýši sa o dopravné náklady. Rovnako ako v predošlom odstavci je potrebné pri prieskumných prácach venovať pozornosť rozmerom predmetných budov a konštrukcií – pre správny výpočet kontaminovaných materiálov.

4. **Zásoby PCB látok v skladoch a vo funkčných elektrických zariadeniach**

- sklad v areáli Chemko Strážske, kde sa uvádza aktuálne množstvo skladovaných odpadov PCB cca **600 ton**

- **4 214** elektrických zariadení obsahom PCB stále v prevádzke a **2 892 ks** zariadení vyradených a pripravených na zneškodnenie. V prepočte na hmotnosť ide o **viac ako 100 t** odpadov s obsahom PCB

Záverečná kapitola (č. 9) uvádza odhady nákladov na sanáciu objektov v zmysle priorit a odhadovaných množstiev kontaminovaných materiálov, definovaných v kapitole 8.

1. **Sedimenty** kanála Strážske: zvažuje sa viacero alternatív a ako ekonomicky výhodná sa ukazuje termálna desorpcia na mobilnej linke (cca 17 600 000,- €). Sodíková technológia s termálnou desorpciou bola odhadnutá na porovnateľnú sumu. Spaľovanie bez desorpcie je mimoriadne nákladné. Najekonomickejšia sa javí remediácia technológiou Daramend, táto však nebola v praxi otestovaná z hľadiska účinnosti na látky skupiny PCB.

2. **Zásoby starých agrochemikálií:** vychádza sa zo skutočností, zistených orientačným hydrogeologickým prieskumom a odhadovaného objemu kontaminovaných materiálov v skladoch a ich okolí. Náklady na zneškodnenie skladovaných odpadov, kontaminovaných stavebných materiálov a zemín sa pohybujú medzi cca 100 000 a 630 000 €.

3. Zneškodnenie **kontaminovaných zemín v okolí obalovačiek asfaltu:** pri priemernom objeme 1 470 ton na jednu obalovačku sa náklady odhadujú na cca 117 000,- až 590 000,- €, ak sa neberie do úvahy najnákladnejší spôsob – spaľovanie bez desorpcie. Najefektívnejšia metóda bioremediácie s najnižšou uvedenou cenou by sa však realizovala veľmi ťažko vzhľadom na potrebný dlhý čas aplikácie v areáloch s prebiehajúcimi ekonomickými aktivitami.

4. Je navrhnuté: **PCB oleje** z elektrických zariadení na území SR zneškodniť spaľovaním alebo termálnou desorpciou s následnou nespáľovacou deštrukciou extraktu. Jednotková cena v oboch týchto zariadeniach je podobná a celkové náklady na zneškodnenie všetkých v súčasnosti známych zásob PCB olejov by dosiahli 1 400 000,- až 1 750 000,- €.

Jednoznačným záverom kapitoly 9. a rozhodujúcim odporúčaním štúdie je dekontaminácia znečistených lokalít (pesticidmi i PCB) kombináciou nasledovných technológií:

- desorpcia znečisťujúcich látok zo znečistených matríc (sedimenty, obaly, stavebné materiály,...). Týmto sa dosiahne významná redukcia objemu kontaminovaných materiálov a inertná vyčistená matrica je použiteľná ako recyklát
- bezpečné zneškodnenie extraktu z desorpcie niektorou z technológií analyzovaných v kap. 5 a 6. Rozhodnutie, či pôjde o postup *in situ* alebo *ex situ* bude závisieť na podmienkach jednotlivých dekontaminačných projektov.

Z prehľadných tabuliek v kap. 9 sú zrejme ekonomické parametre navrhnutých technológií pre všetky prípady kontaminovaných území posudzovaných v tejto štúdii.

Zoznam obrázkov

- Obr. 1: Príklady priamej aplikácie DDT pri zneškodňovaní prenášačov chorôb a kožných parazitov
- Obr. 2: Biomagnifikácia (nárast koncentrácie DDT v organizmoch potravinovej pyramídy)
- Obr. 3: Lokalizácia nevyhovujúcich skladov agrochemikálií
- Obr. 4: Dva príklady nevyhovujúcich skladov
- Obr. 5: Termálna desorpčná jednotka DEKONTA s.r.o.

Zoznam tabuliek

- Tab. 1: Prehľad pôvodných a doplnených POPs látok podľa Štokholmského dohovoru
- Tab. 2: Agrochemikálie v nevyhovujúcich skladoch
- Tab. 3: Agrochemikálie vo vyhovujúcich skladoch
- Tab. 4: POPs pesticídy v skladoch agrochemikálií
- Tab. 5: Prehľad odobratých a analyzovaných vzoriek v prioritných nevyhovujúcich skladoch
- Tab. 6: Aktuálny stav skladu (máj 2015) a výsledky analýz pesticídov – lokalita Turá
- Tab. 7: Aktuálny stav skladu (máj 2015) a výsledky analýz pesticídov – lokalita Hostišovce
- Tab. 8: Aktuálny stav skladu (máj 2015) a výsledky analýz pesticídov – lokalita Včelince
- Tab. 9: Aktuálny stav skladu (máj 2015) a výsledky analýz pesticídov – lokalita Sirník
- Tab. 10: Aktuálny stav skladu (máj 2015) a výsledky analýz pesticídov – lokalita Hankovce
- Tab. 11: Porovnanie prioritných skladov z hľadiska ochrany pred vyplavovaním chemikálií zrážkovou vodou
- Tab. 12: Zoznam držiteľov kontaminovaných zariadení obsahujúcich PCB, stav ku dňu 31.08.2014.
- Tab. 13: Prehľad firiem, zaoberajúcich sa zneškodnením POPs odpadov na území EÚ
- Tab. 14: Prehľad parametrov dekontaminácie technológiou Daramend
- Tab. 15: Termálna desorpcia
- Tab. 16: Spaľovanie
- Tab. 17: Technológia Daramend - cieľové hodnoty kontaminantov
- Tab. 18: Vybrané hodnoty obsahu PCB, POPs pesticídov vo vzorkách pôdy z okolia závodu Chemko Strážske
- Tab. 19: Počet obaľovačiek bitúmenových zmesí v jednotlivých krajoch a v SR
- Tab. 20: Objem znečistenej zeminu na územiach obaľovačiek bitúmenových zmesí jednotlivých krajoch SR
- Tab. 21: Odhad finančných nákladov sanačných prác
- Tab. 22: Odhad finančných nákladov na odstránenie odpadov
- Tab. 23: Sklad Turá - kalkulácia nákladov na sanáciu
- Tab. 24: Sklad Hostišovce - kalkulácia nákladov na sanáciu
- Tab. 25: Sklad Včelince - kalkulácia nákladov na sanáciu
- Tab. 26: Sklad Sirník - kalkulácia nákladov na sanáciu
- Tab. 27: Sklad Hankovce - kalkulácia nákladov na sanáciu
- Tab. 28: Obaľovačka asfaltu - odhad finančných nákladov na odstránenie odpadov

1. ÚVOD

Projekt **Manažment riešenia lokalít s výskytom POPs zmesí/pesticídov v SR** realizovala Slovenská agentúra životného prostredia ako prijímateľ v rámci Operačného programu Životné prostredie v období január 2013 – jún 2016.

Projekt bol zameraný na aktualizáciu údajov o výskyt POPs odpadov a zmesí na území SR. Projektový tím sa zamerával na nasledujúce hlavné oblasti výskytu POPs látok v zmysle medzinárodných dohovorov, legislatívy EÚ a SR:

- pesticídy – zásoby nepoužiteľných pesticídov vo vyhovujúcich skladoch a skladoch, ktoré nespĺňajú legislatívne požiadavky z hľadiska evidencie, podmienok skladovania, bezpečnosti práce;
- polychlórované bifenyly (PCB) – dôsledky výroby a používania PCB v oblasti elektrických zariadení, obalovačiek asfaltových zmesí, s osobitným dôrazom na situáciu v regióne výroby (Zemplín, odpadový kanál z bývalého podniku Chemko Strážske, rieka Laborec, Zemplínska Šírava);
- neúmyselne produkované POPs látky – úniky pri rôznych druhoch ľudských aktivít (priemysel, doprava, spaľovanie a pod.).

Na základe aktualizovaných informácií boli v závere projektu definované prioritné oblasti, analyzované dostupné environmentálne vhodné technológie na zneškodnenie POPs látok a odpadov a bola posúdená ich ekonomická náročnosť. Toto posúdenie je predmetom záverečnej štúdie „**NÁVRH TECHNOLOGIÍ PRE ENVIRONMENTÁLNE VHODNÉ ZNEŠKODNENIE POPs ODPADOV A ZMESÍ.**“

2. Vlastnosti POPs

Vývoj v oblasti priemyselných chemikálií priniesol ľudstvu množstvo umelo syntetizovaných látok, ktorých časť v súčasnosti označujeme ako perzistentné organické polutanty (POPs). Ich vlastnosti, predovšetkým vysoká stabilita (nízka rozložiteľnosť) boli prínosom z hľadiska vysokej životnosti bez potreby obnovovania v určitých zariadeniach. Biologická aktivita niektorých látok (pesticídy) prispela výraznou mierou k boju s parazitmi a prenášačmi závažných ochorení, napr. malárie. Využívali sa aj ako náterové hmoty, náplne elektrických zariadení, retardéry horenia rôznych výrobkov (textílie, plasty, čalúnenie v dopravných prostriedkoch, izolačné materiály ako polystyrén a pod.).

Vlastnosti, ktoré sa spočiatku javili ako veľmi výhodné, sa postupne ukázali ako neprijateľné pre vysoké riziko ohrozenia ľudského zdravia a životného prostredia. Výsledky výskumov na rôznej úrovni organizácie živej hmoty preukázali, že miera rizika prevyšuje pozitíva využitia týchto látok. Na medzinárodnej úrovni došlo k zosúladeniu názorov, ktoré vyústili do prijatia legislatívnych aktov, obmedzujúcich či výslovne zakazujúcich výrobu a používanie niektorých látok. Okrem iných dokumentov bol prijatý Štokholmský dohovor o POPs, ktorého signatárom je aj SR.

POPs sa na území SR vyskytujú ako dedičstvo minulosti, kedy boli niektoré látky zo skupiny POPs vyrábané či dovážané. Vyrábali a používali sa polychlórované bifenyly (PCB), dovážali sa niektoré POPs pesticídy. PCB, vyrábané v bývalom podniku Chemko Strážske, našli uplatnenie ako náplne mnohých elektrických zariadení, náterové hmoty, teplotné médiá a pod. Dovezené pesticídy boli aplikované na poľnohospodárske plodiny, časť z nich sa skladuje v rôznych podmienkach až do súčasnosti. Vzhľadom na situáciu v SR je potrebné samostatne analyzovať dve hlavné skupiny POPs látok, a to PCB a pesticídy. Neúmyselne produkované POPs látky, ako sú PCDD/PCDF, PAU, HCB, vznikajúce predovšetkým v sektoroch metalurgie, spaľovania odpadov, energetiky a dopravy, nie sú primárnym predmetom tejto štúdie vzhľadom na jej rozsah a možnosti.

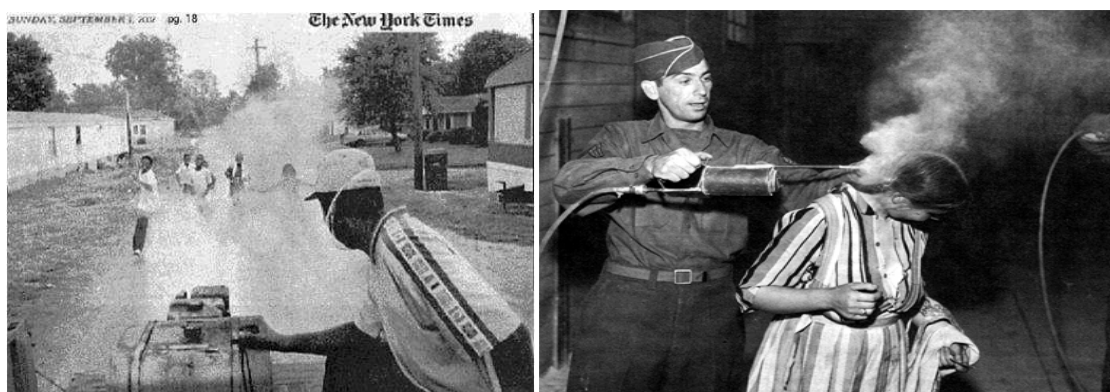
V súvislosti so záväzkami SR, vyplývajúcimi z prístúpenia k Štokholmskému dohovoru, boli schválené legislatívne opatrenia a vykonané ďalšie opatrenia. Jedným z nosných dokumentov, ktorý sa zaoberá problematikou POPs, je Národný realizačný plán Štokholmského dohovoru o perzistentných organických látkach, schválený v r. 2006 a aktualizovaný v r. 2012. Oba dokumenty veľmi podrobne popisujú situáciu

a hlavné okruhy problémov a potrebných opatrení v SR. Cieľom tejto štúdie nie je opakovať informácie, publikované v minulosti, zameriava sa viac na dáta získané počas realizácie projektu a v samostatných kapitolách na dostupné možnosti, environmentálne a ekonomické charakteristiky metód zneškodnenia POPs zmesí a odpadov.

Syntéza prvých látok označovaných v súčasnosti ako POPs (perzistentné organické polutanty) sa podarila pred viac ako 130 rokmi (DDT v r. 1874). Objav účinnosti DDT na živé organizmy priniesol v roku 1948 Nobelovu cenu pre švajčiarskeho chemika P. H. Müllera. Niektoré POPs látky sa v ďalších rokoch celosvetovo vyrábali a aplikovali vo vysokých množstvách. Celkový objem výroby DDT sa odhaduje na 3 milióny ton. Aplikácia DDT pomohla v mnohých krajinách eliminovať maláriu a iné hmyzom prenášané ochorenia. V súčasnosti sú jeho výroba a použitie zakázané, s výnimkou krajín, v ktorých malária predstavuje závažný zdravotný problém aj v súčasnosti.

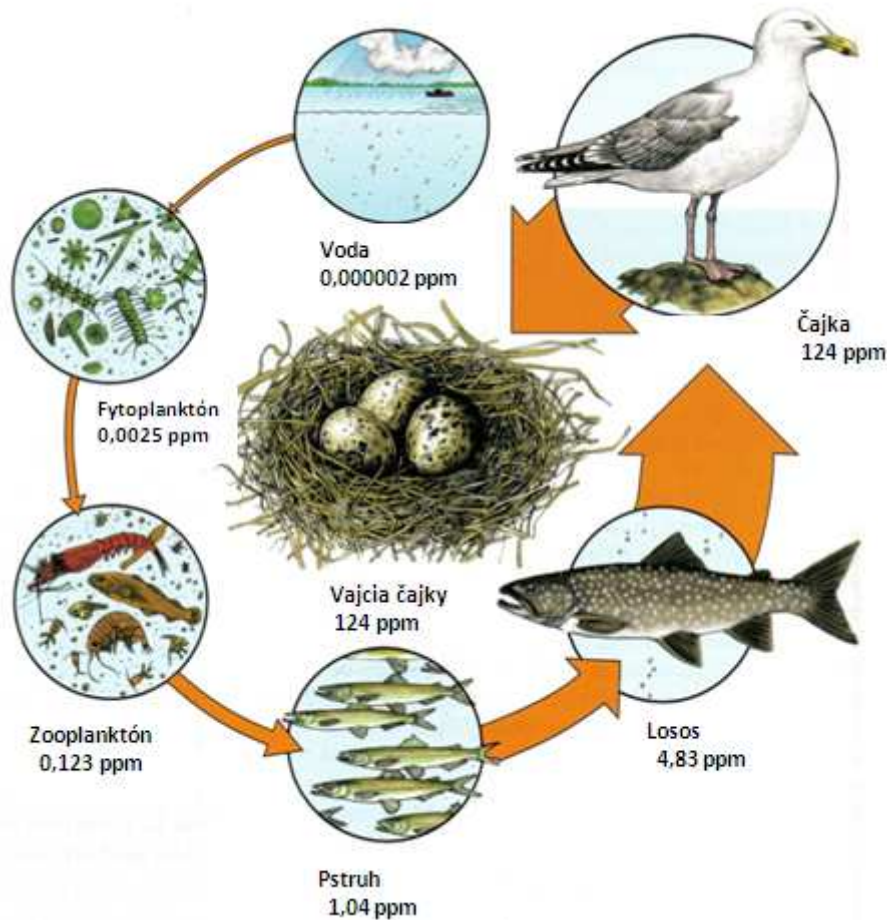
Látky zo skupiny POPs boli vyvinuté cielene ako vysoko odolné a biologicky mimoriadne aktívne substancie. Vyznačujú sa nízkou rozpustnosťou vo vode, väzbou na tukové tkanivá a s tým súvisiacou absenciou vylučovania z organizmov, nepodliehajú biologickej degradácii. U dlhodobo exponovaných organizmov dochádza v ich telách k biologickej akumulácii počas celého života. Ich koncentrácia v tkanivách sa trvalo zvyšuje. Pesticídy zo skupiny POPs sú toxické – okamžitá likvidácia cieľových druhov hmyzu bola zámerom ich vývoja. Naproti tomu PCB boli vyvinuté pre svoju odolnosť voči degradácii a ďalšie vlastnosti, ktoré predstavovali výhodu oproti iným látkam.

Obr. 1: Príklady priamej aplikácie DDT pri zneškodňovaní prenášačov chorôb a kožných parazitov



Vlastnosti, ktoré sa javili ako konkurenčná výhoda, sa v konečnom dôsledku ukázali ako neprijateľné z hľadiska zdravotných a environmentálnych rizík. POPs látky po vstupe do prostredia (cielenom – pesticídy, či neželanom - PCB) nepodliehajú rozkladu a pretrvávajú v zložkách prostredia niekoľko desaťročí. V rámci potravného reťazca sa koncentrácia zvyšuje v smere od primárnych producentov, cez primárnych konzumentov až po vrchol potravného reťazca – dravce, ktorých telá môžu obsahovať niekoľko 100 tisícnásobne vyššie koncentrácie ako začiatok reťazca. Tento mechanizmus bol opakovane potvrdený napr. výskumom dravých vtákov. Dôsledky závažne ohrozujú ich populáciu, nakoľko dochádza k poškodeniu schopnosti reprodukcie.

Obr. 2: Biomagnifikácia - nárast koncentrácie PCB v organizmoch potravinovej pyramídy



Pri dlhodobom pôsobení sa zvyšuje pravdepodobnosť ďalších dopadov na zdravotný stav, a to aj u ľudskej populácie. Je vysoko pravdepodobné narušenie hormonálnej rovnováhy, imunitnej sústavy a zvyšuje sa riziko spustenia nádorových procesov. Niektoré látky zo skupiny POPs sú zaradené medzinárodnými inštitúciami medzi pravdepodobné humánne karcinogény.

Nízka rozložiteľnosť POPs látok okrem uvedených rizík prináša aj ich prenos na mimoriadne veľké vzdialenosti. POPs látky boli identifikované aj v tých častiach sveta, kde neboli nikdy aplikované, napr. v arktických oblastiach.

Relatívne skoro po masovej aplikácii POPs látok vznikli z uvedených dôvodov silné tlaky na obmedzenie či úplný zákaz výroby a používania. Tieto tlaky vyústili do prijatia medzinárodných dohovorov, legislatívy na úrovni EÚ či jej členských krajín a ostatných krajín sveta.

3. Prehľad legislatívy

3.1 História legislatívneho procesu v EÚ

Základom právnej úpravy nakladania s POPs je **smernica Rady 79/117/EHS** z 21. decembra 1978, ktorou sa **zakazuje uvedenie na trh a používanie prípravkov na ochranu rastlín obsahujúcich určité účinné látky**. Táto smernica, okrem iného, ustanovuje, že obsah jej prílohy sa musí pravidelne meniť a dopĺňať s cieľom zohľadniť vývoj vedeckých a technických poznatkov. Z uvedeného dôvodu bola smernica viackrát novelizovaná.

V **Oznámení Ministerstva zahraničných vecí Slovenskej republiky č. 367/2003 Z. z.** sa uvádza, že 24. júna 1998 bol v Aarhuse prijatý Protokol o POPs k Dohovoru o diaľkovom znečisťovaní ovzdušia prechádzajúcim hranicami štátov. Protokol nadobudol platnosť 23. októbra 2003 súčasne aj pre Slovenskú republiku.

Hoci sa na úrovni spoločenstva zaviedli predpisy týkajúce sa POPs, ich hlavnými nedostatkami bolo, že chýbala alebo bola neúplná právna úprava týkajúca sa zákazu výroby a používania evidovaných chemikálií. Neexistoval ucelený systém regulovania POPs, či už z hľadiska zákazov, obmedzovania alebo vylúčenia, ani žiadny systém na zabránenie výroby a požívania nových látok, ktoré vykazujú vlastnosti POPs. Na úrovni spoločenstva neboli stanovené žiadne ciele na zníženie emisií a existujúce zoznamy uvoľňovaných látok nezahŕňali všetky zdroje POPs.

Staré alebo nevhodne skladované zásoby POPs môžu vážne ohroziť životné prostredie a ľudské zdravie, napríklad prostredníctvom kontaminácie pôdy a podzemnej vody. Preto bolo potrebné prijať ustanovenia, ktoré sprísňujú ustanovenia Dohovoru. So zásobami zakázaných látok je potrebné nakladať ako s odpadom, pričom zásoby látok, ktorých výroba alebo používanie je stále povolené, by sa mali oznamovať príslušným orgánom a riadne kontrolovať.

Implementáciu týchto medzinárodných dokumentov zabezpečuje Slovenská republika v súlade s relevantnou legislatívou Európskej únie (EÚ), vzhľadom na to, že aj EÚ je ich signatárom.

3.2 Nakladanie s POPs

Nariadenie (ES) č. 850/2004 o POPs

Nariadenie (ES) č. 850/2004 Európskeho parlamentu a rady z 29. apríla 2004 o perzistentných organických polutantoch, ktorým sa mení a dopĺňa smernica 79/117/EHS je v súčasnosti základným právnym predpisom pre nakladanie s POPs. Podľa článku 19 je nariadenie záväzné vo svojej celistvosti a je priamo uplatniteľné vo všetkých členských štátoch EÚ. Dopusiaľ bolo viackrát novelizované:

- Nariadenia Rady (ES) č. 1195/2006 z 18. júla 2006
- Nariadenia Rady (ES) č. 172/2007 z 23. júla 2007
- Nariadenia Komisie (ES) č. 323/2007 z 26. marca 2007
- Nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 219/2009 z 11. marca 2009
- Nariadenia Komisie (ES) č. 304/2009 zo 14. apríla 2009
- Nariadenia Komisie (EÚ) č. 756/2010 z 24. augusta 2010
- Nariadenia Komisie (EÚ) č. 757/2010 z 24. augusta 2010
- Nariadenia Komisie (EÚ) č. 519/2012 z 19. júna 2012
- Nariadenia Komisie (EÚ) č. 1342/2014 zo 17. decembra 2014.

Nariadením (ES) č. 850/2004 sa do právnych predpisov Únie začleňujú záväzky ustanovené v Štokholmskom dohovore o POPs. Vyššie uvedené novelizácie reagujú na závery a dohody jednotlivých Konferencií zmluvných strán Štokholmského dohovoru. Ostatná novelizácia nariadením č. 1342/2014 mení prílohu IV a prílohu V a uplatňuje sa od 18. júna 2015.

Cieľom nariadenia č. 850/2004 (článok 1) je ochraňovať ľudské zdravie a životné prostredie pred POPs tým,

- že sa zakáže, čo najskôr vyradiť alebo obmedzí výroba, uvádzanie na trh a používanie látok, ktoré podliehajú Štokholmskému dohovoru o POPs, (ďalej len „dohovor“) alebo Protokolu z roku 1998 k Dohovoru o dlhodobom cezhraničnom znečisťovaní ovzdušia z roku 1979 o POPs (ďalej len „protokol“)
- že sa čo najskôr minimalizuje uvoľňovanie takýchto látok, s cieľom ich vylúčenia a že sa zavedú ustanovenia týkajúce sa odpadu, ktorý pozostáva z akýchkoľvek takýchto POPs, obsahuje ich alebo je nimi kontaminovaný.

Článok 3 nariadenia ustanovuje zákaz výroby, uvedenia na trh a používania látok uvedených v prílohe I a článok 4 definuje výnimky z kontrolných opatrení.

Článok 5 nariadenia definuje povinnosti majiteľov skladových zásob ustanovených látok.

Povinnosti týkajúce sa zníženia, minimalizovania a vylúčenia látok uvedených v prílohe III ustanovuje článok 6. Ide najmä o vypracovanie akčných plánov (v rámci Národných realizačných plánov podľa článku 8) o opatrenia na identifikovanie, charakterizovanie a minimalizovanie, s cieľom čo najskoršieho vylúčenia.

Článok 7 upravuje povinnosti pri nakladaní s odpadom obsahujúcim POPs. Odpad, ktorý pozostáva z akejkoľvek látky uvedenej v prílohe IV, obsahuje ju alebo je ňou kontaminovaný, sa musí bezodkladne a v súlade s prílohou V, časť 1 zneškodniť alebo pretransformovať. Cieľom je zabezpečiť, aby sa obsah POPs zneškodnil alebo nenávratne pretransformoval a zostávajúci odpad a uvoľňovanie nevykazovali vlastnosti POPs.

Časť 1 prílohy V uvádza postupy zneškodňovania a zhodnocovania, ktoré sú v súlade s legislatívou o odpadoch, konkrétne:

- D9 fyzikálno-chemická úprava
- D10 spaľovanie na pevnine
- R1 použitie ako palivo alebo iný prostriedok na výrobu energie s výnimkou odpadu obsahujúceho PCB

Časť 2 prílohy V uvádza aj iné povolené činnosti (uloženie na skládky nebezpečných odpadov) pre odpady, ktoré sú bližšie klasifikované šesťciferným kódom v rozhodnutí Komisie 2000/532/ES (ktoré bolo transponované do vyhlášky Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 284/2001 Z. z., ustanovujúcou Katalóg odpadov v znení neskorších predpisov).

Štokholmský dohovor o POPs

Štokholmský dohovor o POPs je globálny dohovor, ktorého hlavným cieľom je chrániť ľudské zdravie a životné prostredie pred účinkami POPs. Dohovor zaväzuje signatárov k prijatiu opatrení, ktoré majú prispieť k zníženiu, resp. vylúčeniu uvoľňovania POPs.

Hlavné zásady Štokholmského dohovoru o POPs sú:

- prevencia ako hlavný nástroj dohovoru,
- finančné záväzky prijateľné pre všetky krajiny,
- vylúčenie zámerne produkovaných POPs,
- vylúčenie POPs ako vedľajšieho produktu, kde je to reálne,
- environmentálne prijateľný manažment a zneškodnenie POPs odpadov, vrátane zásob, výrobkov a materiálov kontaminovaných POPs,
- prísne obmedzenie alebo zákaz platný pre pohyb a obchodovanie s POPs, okrem niektorých mimoriadnych výnimiek,
- transparentnosť výnimiek.

Štokholmský dohovor nadobudol účinnosť 17. mája 2004 aj pre SR. Informácia o nadobudnutí účinnosti je v Zbierke zákonov SR v rámci **oznámenia MZV SR č. 593/2004 Z. z.** Súčasťou tohto oznámenia je aj úplné znenie tohto dohovoru v slovenskom a v anglickom jazyku.

Štokholmský dohovor zaviazal signatárov prijať opatrenia na

- vylúčenie výroby a používania, vrátane opatrení k vývozu a dovozu, POPs uvedených v prílohe A
- obmedzenie výroby a používanie látok uvedených v prílohe B
- zníženie alebo vylúčenie uvoľňovania z neúmyselnej výroby POPs uvedených v prílohe C.

Predmetom Štokholmského dohovoru je eliminácia výroby, používania, dovozu, vývozu a uvoľňovania do prostredia vybraných POPs, ktorých **zoznam je postupne dopĺňaný**. Takto bol pôvodný zoznam POPs doplnený o ďalšie chemické látky v roku 2009, 2011 a 2013.

Tab. 1: Prehľad pôvodných a doplnených POPs látok podľa Štokholmského dohovoru (látky označené * nie sú jednoznačne chemicky identifikovateľné jediným registračným číslom CAS - ide o zmes izomérov)

Pôvodné POPs			Doplnené POPs		
Chemický názov	Číslo CAS	Príloha ŠD	Chemický názov	Číslo CAS	Príloha ŠD
aldrin	309-00-2	A	alfa-hexachlórcyklohexán	319-84-6	A
chlordan	57-74-9	A	beta- hexachlórcyklohexán	319-85-7	A
DDT	50-29-3	B	chlórdekon	143-50-0	A
dieldrin	60-57-1	A	hexabrómbifenyľ	36355-01-8	A
endrin	72-20-8	A	hexabrómdifenyľéter a heptabrómdifenyľéter *		A
heptachlór	76-44-8	A	lindán	58-89-9	A
hexachlórbenzén	118-74-1	A, C	pentachlórbenzén	608-93-5	A, C
mirex	2385-85-5	A	PFOS *		B
toxafén	8001-35-2	A	tetrabrómdifenyľéter a pentabrómdifenyľéter *		A
PCB *		A, C	endosulfán *		A
PCDD / PCDF *		C	hexabromocyklododekán *		A

Povinnosťou signatárov Štokholmského dohovoru je usilovať sa o plnenie svojich povinností prostredníctvom vypracovaného realizačného plánu. Realizačný plán má dokumentovať situáciu v príslušnom štáte a obsahovať opatrenia, ktoré príslušný štát použije na realizáciu dohovoru.

Rotterdamský dohovor o udeľovaní predbežného súhlasu po predchádzajúcom ohlásení na dovoz a vývoz vybraných nebezpečných chemických látok a prípravkov.

Rotterdamský dohovor je významným medzinárodnoprávnym nástrojom v zlepšovaní medzinárodnej regulácie obchodu s určitými nebezpečnými chemickými látkami a pesticídmi. Cieľom Rotterdamského dohovoru je chrániť zdravie ľudí a životné prostredie pred možným poškodením a prispievať k šetrnému používaniu nebezpečných látok pre životné prostredie. Dohovor ustanovuje princípy výmeny informácií o nebezpečných chemických látkach a o ich charakteristikách medzi zmluvnými štátmi, určuje národný proces rozhodovania o ich dovoze a vývoze a zasielanie týchto rozhodnutí zmluvným stranám. Gestorom Rotterdamského dohovoru je Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky. **Dohovor nadobudol platnosť 24. februára 2004 a pre Slovenskú republiku 26. apríla 2007.**

Podľa článku 3 sa dohovor vzťahuje na:

- zakázané alebo prísne obmedzené chemikálie
- veľmi nebezpečné prípravky na ochranu rastlín

Vykonávacím predpisom k Rotterdamskému dohovoru v EÚ je **Nariadenie EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 689/2008 zo 17. júna 2008 o vývoze a dovoze nebezpečných chemikálií.**

Toto nariadenie sa uplatňuje na:

- vybrané nebezpečné chemikálie, ktoré podliehajú postupu udeľovania predbežného súhlasu po predchádzajúcom ohlásení podľa dohovoru, tzv. „postup PIC“ – Prior Information Consent;
- vybrané nebezpečné chemikálie, ktoré sú v Spoločenstve alebo členskom štáte zakázané alebo prísne obmedzené;
- vyvázané chemikálie, pokiaľ ide o ich klasifikáciu, balenie a označovanie.

PRÍLOHA I k nariadeniu uvádza zoznam chemikálií, v ktorom sa nachádzajú aj POPs látky, deklarované v prílohách Štokholmského dohovoru.

Zákon č. 127/2006 Z. z. o POPs

Zákon č. 127/2006 Z. z. o perzistentných organických látkach a o zmene a doplnení zákona č. 223/2001 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov upravuje

- a) povinnosti právnických osôb a fyzických osôb - podnikateľov, ktorí sú držiteľmi zásob obsahujúcich alebo skladajúcich sa z perzistentnej organickej látky ustanovenej v čl. 5 ods. 2 a v prílohách I a II osobitného predpisu (t. j. nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 850/2004)
- b) podrobnosti o Národnom realizačnom pláne, pôsobnosť orgánov štátnej správy,
- c) zodpovednosť za porušenie povinností ustanovených týmto zákonom alebo osobitným predpisom (t. j. nariadením Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 850/2004)

Perzistentná organická látka na účely tohto zákona je chemická látka (§ 2 písm. a) zákona č. 163/2001 Z. z. o chemických látkach a chemických prípravkoch), ktorá je uvedená v osobitnom predpise (Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 850/2004).

Poznámka: zákon č. 163/2001 Z. z. o chemických látkach a chemických prípravkoch bol zrušený a nahradený zákonom č. 67/2010 Z. z. o podmienkach uvedenia chemických látok a chemických zmesí na trh a o zmene a doplnení niektorých zákonov (chemický zákon). Tento zákon je harmonizovaný s viacerými nariadeniami, najmä s

- **nariadením Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008** zo 16. decembra 2008 o klasifikácii, označovaní a balení látok a zmesí, o zmene, doplnení a zrušení smerníc 67/548/EHS a 1999/45/ES a o zmene a doplnení nariadenia (ES) č. 1907/2006 v platnom znení
- **nariadením Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006** z 18. decembra 2006 o registrácii, hodnotení, autorizácii a obmedzovaní chemických látok (REACH) a o zriadení Európskej chemickej agentúry, o zmene a doplnení smernice 1999/45/ES a o zrušení nariadenia Rady (EHS) č. 793/93 a nariadenia Komisie (ES) č. 1488/94, smernice Rady 76/769/EHS a smerníc Komisie 91/155/EHS, 93/67/EHS, 93/105/ES a 2000/21/ES v platnom znení.

3.3 Nakladanie s odpadmi

Základnou právnou normou pre nakladanie s odpadmi je **zákon č. 223/2001 Z. z. o odpadoch** v znení neskorších predpisov. Z pohľadu nakladania s POPs upravuje najmä

- všeobecné podmienky nakladania s odpadmi,
- špecifické podmienky nakladania s nebezpečnými odpadmi,
- nakladanie s polychlórovanými bifenyli.

Všeobecné podmienky nakladania s odpadmi a základné povinnosti pôvodcu resp. držiteľa odpadu sú ustanovené v § 18, 19 a 20 zákona o odpadoch. Sem patrí povinnosť zaraďovať odpady podľa Katalógu odpadov, zhromažďovať odpady utriedené podľa druhov odpadov a zabezpečiť ich pred znehodnotením alebo odcudzením. To znamená, že sa pre odpady vyhradí osobitný priestor, ktorý musí byť ohradený a uzamykateľný. Následne sa odpady musia odovzdať len osobe oprávnenej na nakladanie s odpadmi, ktorá zabezpečí zhodnotenie alebo zneškodnenie odpadov v súlade s požiadavkami zákona o odpadoch.

Dôležitá je aj povinnosť viesť a uchovávať evidenciu o druhoch a množstve odpadov, s ktorými nakladá a o ich zhodnotení a zneškodnení, a ohlasovanie údajov z evidencie príslušnému orgánu štátnej správy odpadového hospodárstva.

Všeobecné povinnosti nakladania s nebezpečnými odpadmi upravuje § 40 zákona o odpadoch, nakladanie s polychlórovanými bifenyli upravuje § 40a zákona o odpadoch. Ustanovuje povinnosti

- držiteľa kontaminovaného zariadenia obsahujúceho polychlórované bifenyly v objeme väčšom ako 5 dm³
- držiteľa kontaminovaného zariadenia, v ktorom sa nachádza kvapalina s obsahom polychlórovaných bifenylov od 0,005 do 0,05 percenta hmotnosti.

Na nakladanie s nebezpečnými odpadmi v množstve nad 100 kg nebezpečných odpadov ročne, vrátane ich prepravy, je potrebný súhlas príslušného orgánu štátnej správy odpadového hospodárstva (§ 7 zákona o odpadoch), ktorým je príslušný okresný úrad.

V súlade s § 6a zákona o odpadoch je držiteľ polychlórovaných bifenylov, u ktorého sa nachádzajú polychlórované bifenyly alebo kontaminované zariadenia, povinný vypracovať a dodržiavať program so zameraním na dekontamináciu zariadení a nakladanie s použitými polychlórovanými bifenylymi.

Dôležité sú aj ustanovenia § 18 ods. 4, podľa ktorého sa zakazuje

- oddeľovať polychlórované bifenyly alebo použité polychlórované bifenyly od ostatných látok alebo odpadov na účel ich opätovného použitia,
- dopĺňať transformátory polychlórovanými bifenylymi,
- spaľovať polychlórované bifenyly alebo použité polychlórované bifenyly na lodiach.

V súlade s § 40a je potrebné polychlórované bifenyly a kontaminované zariadenia dekontaminovať alebo zneškodniť a použité polychlórované bifenyly je potrebné zneškodniť čo najskôr. **Kontaminované zariadenia mali byť dekontaminované alebo zneškodnené najneskôr do 31. decembra 2010.** Dekontamináciu alebo zneškodnenie je povinný zabezpečiť držiteľ polychlórovaných bifenylov, a to iba v zariadeniach, ktoré majú na túto činnosť vydaný súhlas orgánu štátnej správy odpadového hospodárstva, ak sa dekontaminácia alebo zneškodnenie nevykonáva v zariadení oprávnenom na takúto činnosť a nachádzajúcom sa v niektorom z členských štátov Európskej únie.

Použité polychlórované bifenyly a kontaminované zariadenia možno zneškodňovať iba činnosťami podľa položiek D8, D9, D10 a D15 uvedených v prílohe č. 3 k zákonu o odpadoch. Kontaminované zariadenia, ktoré nemôžu byť dekontaminované, možno zneškodňovať aj činnosťou podľa položky D12 uvedenej v prílohe č. 3, ak sa vykonáva v bezpečných hlbokých podzemných skladoch nachádzajúcich sa v suchých horninových masívoch.

Na zneškodňovanie použitých polychlórovaných bifenylov alebo kontaminovaných zariadení spaľovaním sa vzťahuje osobitný predpis (platný zákon o ovzduší). Iné spôsoby zneškodnenia možno použiť, len ak je zabezpečená aspoň taká úroveň ochrany životného prostredia ako pri spaľovaní, a ak sa použije technológia zodpovedajúca úrovni najlepšej dostupnej technológie.

Ustanovenia zákona o odpadoch sa vykonávajú prostredníctvom súboru vykonávacích vyhlášok, z ktorých sú pre nakladanie s POPs významné najmä nižšie uvedené predpisy.

Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. **310/2013 Z. z.**, ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o odpadoch špecifikuje, okrem iného

- náležitosti žiadosti o súhlas na dekontamináciu (§ 54) a žiadosti o súhlas na zneškodňovanie použitých polychlórovaných bifenylov alebo kontaminovaných zariadení (§ 55)
- osnovu programu držiteľa polychlórovaných bifenylov (príloha č. 5)

Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. **284/2001 Z. z.**, ktorou sa ustanovuje **Katalóg odpadov** v znení neskorších predpisov tvorí

- zoznam skupín, podskupín a druhov odpadov, ktorý je uvedený v prílohe č. 1,
- zoznam nebezpečných vlastností odpadov podľa Bazilejského dohovoru, ktorý je uvedený v prílohe č. 2,
- zoznam skupín odpadov podliehajúcich režimu kontroly a zoznam škodlivín podľa Bazilejského dohovoru, ktorý je uvedený v prílohe č. 3,
- zoznam kritérií na posudzovanie nebezpečných vlastností odpadov, ktorý je uvedený v prílohe č. 4.

Príloha č. V k nariadeniu č. 850/2004 uvádza, ktoré skupiny odpadov v nadväznosti na Katalóg odpadov môžu obsahovať POPs:

- Skupina 10 ODPADY Z TEPELNÝCH PROCESOV
- Skupina 17 STAVEBNÉ ODPADY A ODPADY Z DEMOLÁCIÍ
- Skupina 19 ODPADY ZO ZARIADENÍ NA ÚPRAVU ODPADU, Z ČISTIARNÍ ODPADOVÝCH VÔD A ÚPRAVNÍ PITNEJ VODY A PRIEMYSELNEJ VODY

Pesticídy môžu byť súčasťou odpadov zaradených do

- skupiny 2, podskupiny 02 01 Odpady z poľnohospodárstva, najmä agrochemické odpady obsahujúce nebezpečné látky (020108)
- skupiny 16, podskupiny 16 03 Výrobné šarže a nepoužité výrobky nevyhovujúcej kvality, najmä anorganické odpady obsahujúce nebezpečné látky (160303) a organické odpady obsahujúce nebezpečné látky (160305)
- skupiny 15, podskupiny 15 01 Obaly - obaly obsahujúce zvyšky nebezpečných látok alebo kontaminované nebezpečnými látkami (150110)

Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. **135/2004 Z. z.** o dekontaminácii zariadení s obsahom PCB upravuje

- podrobnosti dekontaminácie polychlórovaných bifenylov,
- referenčné metódy zistenia obsahu polychlórovaných bifenylov v dekontaminovaných zariadeniach, objektoch, materiáloch a kvapalinách,
- spôsob označovania vstupu do priestoru, v ktorom je kontaminované zariadenie umiestnené, spôsob označovania dekontaminovaných zariadení a technické požiadavky pre metódy zneškodnenia polychlórovaných bifenylov okrem spaľovania.

Bazilejský dohovor o riadení pohybov nebezpečných odpadov cez hranice štátov a ich zneškodňovaní

Bazilejský dohovor upravuje pravidlá prepravy nebezpečných odpadov s prihliadnutím na dosiahnutie minimalizácie pohybu odpadov v súlade so zásadou, že každý štát má na svojom území zabezpečiť zneškodňovanie v ňom produkovaných nebezpečných odpadov. Dovoz, vývoz a tranzit nebezpečných odpadov je možný len so súhlasom všetkých dotknutých krajín, pričom každý členský štát má právo úplne zakázať dovoz nebezpečných odpadov na svoje územie.

V súčasnosti sa prijali aj obmedzenia prepravy odpadov za účelom ich zhodnotenia, ako zákaz vývozu nebezpečných odpadov z členských do nečlenských štátov OECD. Týmito opatreniami sa má zamedziť snahám o vývoz odpadov do krajín s menej prísnyimi predpismi zameranými na ochranu životného prostredia a snahám o ilegálny vývoz a dovoz odpadov.

Podľa **oznámenia Ministerstva zahraničných vecí SR č. 60/1995 Z. z.** o pristúpení Slovenskej republiky k Bazilejskému dohovoru o riadení pohybov nebezpečných odpadov cez hranice štátov a ich zneškodňovaní je SR signatárom uvedeného dohovoru.

Zákon č. 79/2015 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov

Dňa 17. marca 2015 bol schválený Národnou radou Slovenskej republiky nový zákon o odpadoch s účinnosťou od **1. januára 2016**. K novému zákonu vypracovalo Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky (MŽP SR) **sedem nových vykonávacích vyhlášok**, ktoré budú účinné od 1. januára 2016.

Nakladanie s polychlórovanými bifenylmi je komplexne a prehľadne upravené v § 79 nového zákona o odpadoch. V porovnaní s platným zákonom nedochádza k zásadným zmenám v povinnostiach. Podrobnosti nakladania s použitými polychlórovanými bifenylmi sú súčasťou návrhu vyhlášky MŽP SR, ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o odpadoch.

3.4 Integrovaná prevencia a kontrola znečisťovania životného prostredia

Zákon č. 39/2013 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania (IPKZ) životného prostredia je základným zákonom upravujúcim práva a povinnosti osôb na tomto úseku. Ide o právnu normu, ktorá v nadväznosti na európsku smernicu o priemyselných emisiách (č. 2010/75/EÚ) sprísňuje viaceré povinnosti osôb na úseku IPKZ.

Podľa § 7 zákona je novou prílohou k žiadosti o vydanie integrovaného povolenia východisková správa (§ 8 zákona), ktorá obsahuje informácie o stave kontaminácie pôdy a podzemných vôd príslušnými

nebezpečnými látkami. Povinnosť vypracovať východiskovú správu ukladá zákon všetkým prevádzkovateľom, ktorí buď žiadajú o vydanie integrovaného povolenia, alebo majú už v súčasnosti vydané integrované povolenie a žiadajú o jeho zmenu.

§ 22 definuje určenie emisných limitov pre prevádzky v jednotlivých kategóriách činnosti v integrovaných povoleniach, definuje vzťah emisného limitu k miestu prevádzky, ako aj podmienku emisných limitov - aby vychádzali z najlepších dostupných techník. Uvedené sú aj možnosti udelenia výnimiek v odôvodnených prípadoch. Emisné limity podľa tohto zákona nesmú byť miernejšie než emisné limity ustanovené podľa osobitných predpisov.

Podľa znenia nového zákona o IPKZ sa rozšíril zoznam prevádzok (príloha 1) v oblasti nakladania s odpadmi, na činnosť ktorých je potrebné integrované povolenie. Tieto prevádzky musia spĺňať požiadavky najlepších dostupných techník uvedené v dokumente BREF a tieto podmienky sú pre prevádzky záväzné. Používaná technológia musí plniť emisné, energetické a ostatné limity stanovené v BREF (§ 23 zákona o IPKZ).

3.5 Environmentálne záťaže

Zákon č. 409/2011 Z. z. o niektorých opatreniach na úseku environmentálnej záťaže a o zmene a doplnení niektorých zákonov ustanovuje

- a) práva a povinnosti osôb pri identifikácii environmentálnej záťaže (podľa geologického zákona),
- b) spôsob určenia povinnej osoby na úseku environmentálnej záťaže,
- c) práva a povinnosti pôvodcu environmentálnej záťaže, povinnej osoby a ministerstva, ktorého pôsobnosť súvisí s činnosťou vedúcou k vzniku environmentálnej záťaže,
- d) pôsobnosť orgánov štátnej správy na úseku environmentálnej záťaže,
- e) sankcie za porušenie povinností podľa tohto zákona.

§ 2 zákona definuje identifikáciu a klasifikáciu environmentálnej záťaže na základe kritérií uvedených v prílohe č. 3. Ustanovuje aj oznamovaciu povinnosť, spôsob registrácie a zápis do Informačného systému environmentálnych záťaží

Určenie pôvodcu environmentálnej záťaže a jeho povinnosti sú ustanovené v § 3. Rozsah plnenia povinností pôvodcov a povinných osôb definuje § 6

Zákon č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) upravuje v § 20a Informačný systém environmentálnych záťaží a Štátny program sanácie environmentálnych záťaží

- Informačný systém environmentálnych záťaží zabezpečuje zhromažďovanie údajov a poskytovanie informácií o environmentálnych záťažiach. Je súčasťou informačného systému verejnej správy.
- Štátny program sanácie environmentálnych záťaží je základným dokumentom pre problematiku environmentálnych záťaží. Vypracúva a aktualizuje ho Ministerstvo životného prostredia najmä na základe údajov a informácií z informačného systému. Štátny program sanácie environmentálnych záťaží schvaľuje vláda Slovenskej republiky.

Podrobnosti týkajúce sa Informačného systému environmentálnych záťaží upravuje § 46a vyhlášky Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky. Informačný systém obsahuje:

- a) Štátny program sanácie environmentálnych záťaží,
- b) register dokumentov environmentálnych záťaží,
- c) register environmentálnych záťaží pozostávajúci z
 1. časti A obsahujúcej evidenciu pravdepodobných environmentálnych záťaží,
 2. časti B obsahujúcej evidenciu environmentálnych záťaží,
 3. časti C obsahujúcej evidenciu sanovaných a rekultivovaných lokalít.

3.6 Strategické dokumenty

Národný realizačný plán Štokholmského dohovoru pre POPs (NRP ŠD)

NRP ŠD bol vypracovaný v roku 2006 v súlade s článkom 7 Štokholmského dohovoru. Následne bol schválený uznesením vlády SR č. 415 z 10. mája 2006. Obsahuje ciele týkajúce sa nakladania s POPs a opatrenia na dosiahnutie týchto cieľov. Opatrenia sú formulované ako jednotlivé aktivity s priebežnými termínmi plnenia a výhľadom na obdobie do roku 2025.

Po piatich rokoch od prijatia bol NRP ŠD aktualizovaný z dôvodu zaradenia nových POPs do Štokholmského dohovoru. Aktualizovaný NRP ŠD (zverejnenie 2012) pokračuje v riešení aktivít rozpracovaných v NRP ŠD z roku 2006 a popisuje súčasný stav a zmeny v rokoch 2007 až 2011 v jednotlivých oblastiach.

Z týchto oblastí treba vyzdvihnúť pretrvávajúce aktivity týkajúce sa:

- identifikácie a zneškodnenia skladovaných starých zásob nespotrebovaných pesticídov,
- vyradenia a zneškodnenia zariadení s obsahom PCB
- znečistených území a únikov zo skladových zásob a odpadov.

Program odpadového hospodárstva Slovenskej republiky na roky 2011 - 2015 (POH SR)

POH SR je základným strategickým dokumentom pre nakladanie s rôznymi prúdmi odpadov, ktorý vypracovalo Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky a schválila vláda Slovenskej republiky dňa 22. februára 2012. V kapitole 3.1.1 sú stanovené ciele pre odpady s obsahom PCB a zariadenia kontaminované PCB (v zmysle požiadaviek smernice Rady č. 1996/59/ES zo 16. septembra 1996 o zneškodňovaní polychlórovaných bifenylov a polychlórovaných terfenylov (PCB/PCT) a v zmysle požiadaviek Štokholmského dohovoru nasledovne:

- do konca roka 2015 pripraviť podmienky tak, aby bolo možné do konca roka 2028 zabezpečiť environmentálne prijateľné nakladanie s odpadom kvapalín a zariadení kontaminovaných PCB s obsahom viac ako 0,005 percenta PCB,
- do konca roka 2015 pripraviť podmienky tak, aby bolo možné do konca roka 2025 zabezpečiť identifikáciu, označenie a zneškodnenie zariadení obsahujúcich:
 - a) viac ako 10 % PCB a s objemom väčším ako 5 litrov,
 - b) viac ako 0,05 % PCB a s objemom väčším ako 5 litrov,
 - c) viac ako 0,005 % PCB a s objemom väčším ako 0,05 litra.

Návrh Programu odpadového hospodárstva Slovenskej republiky na roky 2016 - 2020

MŽP SR pripravilo návrh POH SR na ďalšie obdobie, ktorý je v súčasnosti v procese posudzovania strategického dokumentu (SEA) podľa zákona č. 24/2006 Z. z.

V návrhu sa uvádza, že ciele pre odpady s obsahom PCB a zariadenia obsahujúce PCB sú priebežne plnené. Držitelia kontaminovaných zariadení sú podľa § 40a zákona o odpadoch povinní ohlasovať držbu a zmenu týkajúcu sa držby a nakladania s nimi.

Ciele na roky 2016 - 2020 pre nakladanie s PCB, vrátane odpadov a zariadení obsahujúcich PCB sú (v zmysle požiadaviek smernice Rady č. 1996/59/ES zo 16. septembra 1996 o zneškodňovaní PCB a PCT a v zmysle požiadaviek Štokholmského dohovoru) nasledovné:

- do konca roka 2020 pripraviť podmienky tak, aby bolo možné do konca roka 2028 zabezpečiť environmentálne prijateľné nakladanie s odpadom kvapalín a zariadení kontaminovaných PCB s obsahom viac ako 0,005 percenta PCB,
- do konca roka 2020 pripraviť podmienky tak, aby bolo možné do konca roka 2025 zabezpečiť identifikáciu, označenie a zneškodnenie zariadení obsahujúcich:
 - a) viac ako 10 % PCB a s objemom väčším ako 5 litrov,
 - b) viac ako 0,05 % PCB a s objemom väčším ako 5 litrov,
 - c) viac ako 0,005 % PCB a s objemom väčším ako 0,05 litra.

Navrhované opatrenia pre dosiahnutie stanovených cieľov:

- podporovať projekty zamerané na stratégiu, zber, dekontamináciu a zneškodnenie odpadov s obsahom PCB, napr. z prostriedkov európskych fondov alebo Environmentálneho fondu
- kontrolovať plnenie povinnosti zabezpečiť bezodkladnú dekontamináciu alebo zneškodnenie zariadenia obsahujúceho PCB v objeme väčšom ako 5 dm³
- kontrolovať zákaz zneškodňovania odpadov s obsahom PCB skládkovaním
- kontrolovať plnenie povinnosti prednostného odoberania súčiastok s obsahom PCB z elektroodpadu a zo starých vozidiel

Štátny program sanácie environmentálnych záťaží (2010 – 2015) – ŠPS EZ

ŠPS EZ z februára 2010 stanovuje priority riešenia problematiky environmentálnych záťaží, ktoré sú napĺňané prostredníctvom cieľov a jednotlivých aktivít rozdelených do krátkodobých, strednodobých a dlhodobých časových horizontov, definuje ďalší postup prác v oblasti environmentálnych záťaží vrátane odhadu ich finančnej náročnosti.

ŠPS EZ stanovuje ciele nasledovne:

- zlepšenie manažmentu environmentálnych záťaží
- identifikácia a prieskum pravdepodobných environmentálnych záťaží
- prieskum environmentálnych záťaží
- sanácia environmentálnych záťaží
- monitoring environmentálnych záťaží

Poznámka:

Spomínané tri medzinárodné dohovory (**Štokholmský, Bazilejský a Rotterdamský**) sa v určitých oblastiach prelínajú. Tieto prieniky viedli k vytvoreniu spoločnej webovej stránky, ako aj organizácie spoločných Konferencií zmluvných strán. Poslednej z nich (máj 2015) sa zúčastnilo cca 1500 predstaviteľov zmluvných strán zo 180 krajín sveta. Jednou z prerokovaných tém bola potreba súrne nahradiť DDT bezpečnejšou alternatívou. Medzi POPs látky boli zaradené ďalšie substancie:

- polychlórované naftalény
- hexachlórobutadién
- pentachlórofenol a jeho soli a estery
- metamidphos.

4. Dostupné údaje o výskyte POPs v SR

Látky zo skupiny POPs sa v súčasnosti na území SR nevyrábajú ani nedovážajú. Na území SR je potrebné riešiť predovšetkým zásoby starých **pesticídov** (kap. 4.1), problematiku existujúcich zásob **PCB**, zariadení s ich obsahom a kontamináciu niektorých území PCB látkami (kap. 4.2). Znižovanie tvorby **neúmyselne produkovaných POPs** je komentované v kap. 4.3.

Slovenská republika ako jeden zo signatárov Štokholmského dohovoru začala so systematickou inventarizáciou POPs látok na svojom území v rámci projektu **“Počiatočná pomoc Slovenskej republiky pri plnení záväzkov vyplývajúcich zo Štokholmského dohovoru o perzistentných organických látkach (POPs)“- GEF/UNDP a MŽP SR**, schváleného vo februári 2002. Míľníkmi tohto Projektu boli:

- február 2003 – **Technická správa č.1** – Vyhodnotenie národnej legislatívy a inštitucionálnej infraštruktúry vo vzťahu k POPs v Slovenskej republike
- apríl 2003 – **Technická správa č. 2**, časť 2 – Inventarizácia perzistentných organických látok v Slovenskej republike

- apríl 2004 – **Technická správa č. 5** – Návrh realizačného plánu pre implementáciu Štokholmského dohovoru o POPs v Slovenskej republike.

Pre poznanie stavu rozšírenia pesticídov na území Slovenskej republiky je zásadným východiskovým dokumentom Technická správa č. 2, časť 2 – Inventarizácia perzistentných organických látok v Slovenskej republike.

Vzhľadom na to, že inventarizáciou v rámci projektu prešla široko chápaná skupina chemických látok, bolo dohodnuté pre potreby projektu rozdeliť inventarizačný proces do „podskupín“ podľa typu a charakteru POPs a z dôvodu metodických špecifik pre jednotlivé skupiny.

Takto vznikli nasledovné podskupiny pre inventarizáciu:

- Inventarizácia PCB
- Inventarizácia POPs pesticídov
- Inventarizácia dioxínov a furánov
- Inventarizácia HCB
- Inventarizácia znečistených území

Jedným zo záverov uvedenej Technickej správy č. 2 bolo aj vymenovanie a zoradenie hlavných rizikových skupín látok zo zoznamu POPs látok, ktoré majú na stav životného prostredia na Slovensku najväčší vplyv. Popri skupine **polychlórovaných bifenylov (PCB)** boli za druhú podstatnú skupinu látok s významným potenciálnym negatívnym vplyvom na všetky zložky životného prostredia označené **pesticídy**.

4.1 Pesticídy

Štúdia sa zamerala okrem iného na zásoby POPs pesticídov, ktoré sa na území SR vyskytujú ako dedičstvo z čias, kedy ich aplikácia bola povolená. Vďaka predchádzajúcim projektom, uvedeným vyššie, a vďaka aktivitám SAŽP (projekt **Systematická identifikácia environmentálnych záťaží SR**, roky 2006 – 2008), ako aj iných subjektov (Ipeľská únia, Greenpeace a ďalšie) je v súčasnosti v Informačnom systéme environmentálnych záťaží ISEZ zaevidovaných cca 50 skladov, označených ako nevyhovujúce. Budovy nemajú definovaného vlastníka, sú často v dezolátnom stave. Do niektorých priamo vnika zrážková voda, čím sa zvyšuje pravdepodobnosť úniku nebezpečných látok do prostredia. Terénnymi obhliadkami sa aktualizovali informácie o skladoch (stav budov, riziká únikov) a uložených druhoch a množstvách agrochemikálií (Tab. 2). Pre zber údajov bol vypracovaný formulár Terénny záznamník, všetky obhliadky boli podrobne fotograficky zdokumentované. Podľa obchodných názvov sa identifikovali druhy POPs a ostatných pesticídov porovnaním s názvami v dostupných internetových databázach.

Významnú časť skladovaných zásob nie je možné identifikovať, nakoľko obaly a etikety sú poškodené alebo úplne chýbajú (takmer ½ zistených agrochemikálií). Bolo potvrdené, že v skladoch sa opakovane nachádzajú aj POPs pesticídy, napr. DDT, toxafen, endosulfan. Detailnú identifikáciu vykonáva Register pre lokality s výskytom POPs látok, ktorý spája zistené obchodné názvy s vedeckými názvami POPs pesticídov.

Samostatnú podskupinu tvoria tzv. cintoríny jedov – 10 lokalít, kde podľa dokumentácie, príp. očitých svedectiev došlo k zakopaniu agrochemikálií, prípadne ich umiestneniu do krasových útvarov. V prípade zakopania bola v niektorých lokalitách použitá izolačná vrstva, v iných nie. Umiestnenie jedovatých látok do krasových priepastí (Slovenský kras) predstavuje mimoriadne nezodpovedné a nebezpečné riešenie vzhľadom na priepustnosť podlažia a priame ohrozenie podzemných vôd. Niektoré z týchto lokalít boli vyprázdnené, chemikálie boli premiestnené. Vzhľadom na charakter lokalít nebolo možné odhadnúť množstvá takto uložených látok, ani ich druhy.

Odlišná situácia je vo vyhovujúcich skladoch, obsahujúcich staré zásoby agrochemikálií vrátane POPs látok. Tieto sklady v celkovom počte 37 plnia všetky legislatívne požiadavky na bezpečnosť pri práci, prácu s jedmi a skladovanie nebezpečných odpadov, a ich súčasní majitelia poskytli informácie v zmysle platnej legislatívy. Vďaka spolupráci s Ústredným kontrolným a skúšobným ústavom poľnohospodárskym sú k dispozícii údaje o druhoch a množstvách skladovaných agrochemikálií (Tab. 3). Takéto sklady nie sú zaradené medzi

environmentálne záťaž, nakoľko sa u nich nezvyšuje riziko únikov nebezpečných látok do prostredia. V súlade s požiadavkami na postupné zneškodňovanie POPs odpadov sa v kompetencii ÚKSÚP podarilo odstrániť väčšinu skladovaných starých agrochemikálií.

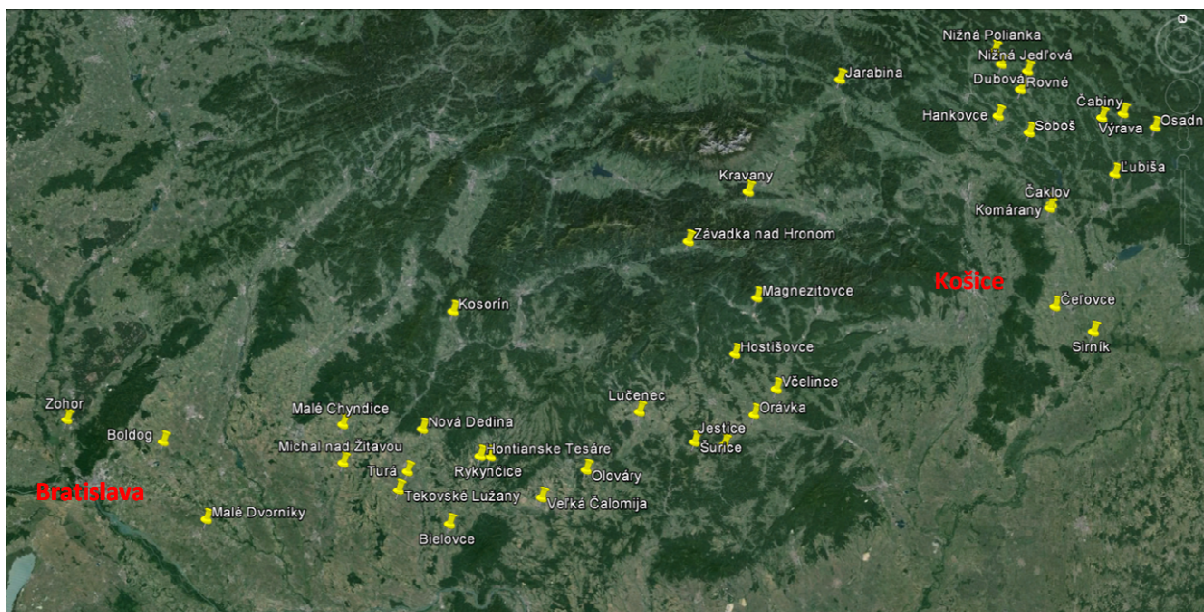
Zhodnotenie celkového výskytu POPs pesticídov je uvedené v kapitole 4.1.3.

4.1.1 Nevyhovujúce sklady

Celkovo sa v nevyhovujúcich podmienkach skladov, evidovaných v ISEZ nachádza cca **56 767 kg** agrochemikálií, z toho **22 945 kg neidentifikovateľných látok** (chýbajúce alebo nečitateľné etikety), čo predstavuje 40 %.

Geografické rozmiestnenie sledovaných skladov je uvedené v nasledujúcej mape. Nie je rovnomerné, na území SR sa vyskytuje najviac skladov v regiónoch východného Slovenska. Toto zistenie môže súvisieť s rozlohou a počtom poľnohospodárskych podnikov (JRD, štátne majetky) v minulosti – v rovinatej západoslovenskej oblasti prevládali podniky s veľkou rozlohou a menším počtom zásobovacích distribučných jednotiek (agrochemických podnikov). Zaujímavá je aj absencia skladov v regiónoch Liptova, Kysúc a Oravy, ktoré môže súvisieť s iným typom pestovaných plodín v horských oblastiach v porovnaní s južnými teritóriami.

Obr. 3: Lokalizácia nevyhovujúcich skladov agrochemikálií



Prehľad evidovaných lokalít a množstva skladovaných látok je v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 2: Agrochemikálie v nevyhovujúcich skladoch, s uvedením množstiev a podielu neidentifikovaných látok v kg (sivé tieňovanie - tzv. cintoríny jedov, kde nebolo možné identifikovať názvy ani množstvá uložených chemikálií)

	Lokalita, identifikácia ISEZ	obsah	z toho neznáme
1	BJ (025) / Nižná Polianka - sklad agrochemikálií	822	100
2	BR (020) / Závadka nad Hronom - areál Poľnospol Plus	775	560
3	DS (014) / Malé Dvorníky - sklad pesticídov	1067	950
4	HE (001) / Hankovce - areál PD	2000	2000
5	HE (007) / Ľubiša - areál PD	4375	400
6	HE (016) / Rovné - areál PD	3156	1195

7	KA (005) / Rykynčice - sklad starých agrochemikálií	0	0
8	LC (003) / Lučenec - Fabianka	0	0
9	LC (004) / Lučenec - Ľadovo - cintorín jedov	?	?
10	LC (008) / Šurice - bývalé PD - pesticídny sklad	3923	1895
11	LC (010) / Točnica - Vlčie jablko - cintorín jedov	?	?
12	LV (002) / Bielovce - sklad pesticídov	0	0
13	LV (012) / Nová Dedina - sklad pesticídov	0	0
14	LV (024) / Turá - sklad pesticídov	0	0
15	MA (031) / Zohor - bývalý Agrochemický podnik	0	0
16	ML (001) / Čabiny - areál PD	0	0
17	ML (011) / Výrava - areál PD	0	0
18	NR (009) / Malé Chyndice - bývalý sklad pesticídov	0	0
19	NZ (009) / Michal nad Žitavou - bývalý pesticídny sklad	0	0
20	PP (018) / Štrba - Korská diera	?	?
21	RA (002) / Magnezitovce - pesticídny sklad	1655	595
22	RS (006) / Hostišovce - sklad pesticídov	0	0
23	RS (008) / Jestice - pesticídny sklad	0	0
24	RS (009) / Orávka - kaštieľ - sklad pesticídov	0	0
25	RS (010) / Orávka - sklad pesticídov MAIA	0	0
26	RS (020) / Včelince - sklad pesticídov	3675	1410
27	RV (009) / Krásnohorské Podhradie - sarkofág pod Kaplnou	?	?
28	RV (014) / Silica - Snežná diera	?	?
29	SC (001) / Boldog - S od obce - sklad pesticídov	4343	1390
30	SK (001) / Dubová - sklad agrochemikálií	0	0
31	SK (008) / Nižná Jedľová - areál ACHP Svidník	0	0
32	SK (010) / Okružle - zakopané agrochemikálie na lokalite Šapinec	?	?
33	SK (012) / Soboš - sklad agrochemikálií	3291	0
34	SL (002) / Jarabina - sklad agrochemikálií	0	0
35	SV (005) / Osadné - sklad pesticídov v areáli bývalého PD	0	0
36	TV (004) / Čelovce - sklad pesticídov	1060	0
37	TV (010) / Sírnik - sklad pesticídov - bývalé PD	0	0
38	VK (001) / Olováry - pesticídny sklad	0	0
39	VK (004) / Veľká Čalomija - pesticídny sklad	10000	10000
40	VT (003) / Čaklov - areál bývalého PD	0	0
41	VT (015) / Komárany - sklad agrochemikálií	0	0
42	ZH (004) / Kosorín - sklad pesticídov	16625	2550
43	RV (005) / Jovice - Malá železná priepasť	?	?
45	RV (011) / Silica - Dvojitá priepasť	?	?
46	RV (013) / Silica - Zvonivá priepasť	?	?
47	RV (014) / Silická Brezová - priepasť Fonotšág (Zvonivá jama)	?	?
48	KA (1742) / Hontianske Tesáre - sklad agrochemikálií, hydínareň	0	0
49	LV (1791) / Tekovské Lužany - sklad agrochemikálií	0	0
50	TV (1970) / Kravany - sklad pesticídov	0	0
	celkový obsah	56767	
	z toho neznáme		22945

Ako je zrejme z tabuľky, niektoré z nevyhovujúcich skladov boli v rôznych obdobiach vyprázdnené ich vlastními či držiteľmi (25 skladov zo 40, mimo „cintorínov jedov“). Dokumentáciu o dátume, spôsobe zneškodnenia a oprávnených subjektoch, ktoré odvoz agrochemikálií zabezpečili, sa nepodarilo získať. Nie sú teda známe ani druhy a množstvá látok, ktoré sa v takýchto skladoch nachádzali. Z obhliadok takýchto skladov je ale jednoznačne vyplýva, že nie je možné ich vyradiť z evidencie environmentálnych záťaží. V prevažnej väčšine vyprázdnených skladov je evidentná prítomnosť kontaminácie stavebných materiálov (podlahy, omietky, murivo). Sú viditeľné zatečené agrochemikálie rôznej farby s intenzívnym zápachom. Takéto stavebné materiály budú pravdepodobne predstavovať nebezpečný odpad. Pretrváva riziko, že sa cudzorodé látky dlhodobo uvoľňujú do podlažia, prípadne podzemných vôd. Detaily o koncentráciách

a miere znečistenia zložiek životného prostredia (objemoch kontaminovaných materiálov či vôd) budú zistené v priebehu predsanačných hydrogeologických prieskumov.

Obr. 4: Dva príklady nevyhovujúcich skladov - vľavo sklad s typicky sfarbenou dlážkou a murivom, vpravo sklad bez strechy, okien a dverí, obsahujúci viac ako 3 tony agrochemikálií.



Nevyhovujúce sklady, ktoré predstavujú vysoké riziko ohrozenia životného prostredia v rámci predbežného hodnotenia (na základe klasifikácie environmentálnej záťaže), najmä z hľadiska rizika šírenia sa znečistenia do podzemnej vody a podzemnými vodami - vysoká priepustnosť podlažia, vysoká hladina podzemnej vody - boli podrobené orientačnému hydrogeologickému prieskumu životného prostredia. V piatich prioritných skladoch sa odobrali vzorky horninového prostredia, podzemnej vody (ak bola dostupná) a stavebných materiálov s cieľom zistenia koncentrácií pesticídov analýzou v akreditovanom laboratóriu. Výsledky sú uvedené v kapitole 4.1.4.

4.1.2 Vyhovujúce sklady

Z celkového množstva 59514 kg, uvedeného pre rok 2011 v aktualizácii NRP (2012) sa v roku 2014 evidovalo už iba **39020 kg**, z toho **15626 kg neidentifikovateľných látok** (40 %, teda rovnaký podiel ako v nevyhovujúcich skladoch).

Tab. 3: Agrochemikálie vo vyhovujúcich skladoch, s uvedením množstiev a podielu neidentifikovaných látok (kg)

	Lokalita, okres	obsah	z toho neznáme
1	PD Ďumbier Brezno, BR	10857	10000
2	PD Ohrady, DS	460	
3	PD Okoč - Sokolec, DS	1800	
4	AGROMA s. r.o., Blahová, DS	425	400
5	PD Nový Život, DS	270	
6	SENSPOL s.r.o., Veľká Paka, DS	2364	770
7	Agro Bio, Hubice, DS	16	
8	Gazda Slovakia, Gabčíkovo, DS	290	
9	Arvum PD, Vrakúň, DS	1090	750
10	Agrocoop Imeľ, KN	298	
11	Agro Agnus, Nováčany, KE	716	
12	ZPD Poltár, PT	660	
13	Ján Tódor, Hajnáčka, LC	2255	1485
14	SOU Poltár, LC	168	40
15	Agrochem. podnik, Tomášovce, LC	520	30
16	PD Nová Dedina, LV	200	
17	PD Plavé Vozokany, LV	200	

18	PD Družba, Tupá, LV	243	
19	PD v konkurze, Keť, LV	4909	268
20	PD Strekov, NZ	1035	
21	DAP Mužla, NZ	10	
22	PD Štrba, PP	35	
23	SLOVSOLANUM, Spišská Belá, PP	385	
24	PPD Gemer, RS	2180	
25	RD 1. mája, Klenovec, RS	555	
26	AGROTURIEC, Skerešovo, RS	27	
27	Roľnícke družstvo Klenovec, RS	675	
28	PD Rejdová, RV	50	
29	PD Vlachovo, RV	2353	85
30	Poľana PD, Jarabina, SL	42	
31	PD Kálnica, TN	10	
32	WOOD-ŠS Radošina, TO	6	3
33	Raos Bojničky, TT	30	
34	Hontianske VD, Horný Badín, KA	53	
35	K TEN Company, Žilina, ZA	3116	1795
36	RD Sitno, Prenčov, BS	714	
37	Pojavorie druž., Zaježová, ZV	3	
	celkový obsah	39020	
	z toho neznáme		15626

ÚKSÚP svojimi rozhodnutiami zabezpečuje postupné zneškodnenie zásob starých pesticídov, zohľadňujúc celkový objem a ekonomické možnosti jednotlivých držiteľov. Náklady na zneškodnenie sú relatívne vysoké. Preto najmä u tých držiteľov, ktorí zodpovedajú za vysoké množstvá evidovaných agrochemikálií ide o postupný proces, ktorý by nemal existenčne ohroziť podnikateľov, rešpektujúcich požiadavku na ohlásenie starých zásob nebezpečných látok. Register POPs látok (kapitola 4.1.3) umožní sledovanie postupného zneškodňovania POPs látok v kompetencii ÚKSÚP.

4.1.3 POPs pesticídy na území SR

Súčasťou projektu je aj tvorba registra pre problematiku POPs látok. Register umožňuje identifikáciu pesticídnych látok zo skupiny POPs, ako aj sledovanie ďalšieho osudu zistených zásob agrochemikálií, vrátane identifikovaných POPs pesticídov. Každý ďalší krok, smerujúci k zneškodneniu tohto dedičstva bude zaznamenaný a dokladovaný: zaznamená sa dátum, spôsob zneškodnenia, názov a príslušné oprávnenia subjektu, ktorý ho realizoval a ďalšie údaje. Takto bude SR disponovať informáciami, potrebnými pre plnenie záväzkov, vyplývajúcich z prístúpenia k štokholmskému dohovoru. Register je prepojený s ostatnými informačnými systémami, predovšetkým s Informačným systémom environmentálnych záťaží.

Vďaka tomuto registru boli na území SR identifikované POPs pesticídy v celkovom objeme **2 845 kg**, opakovane boli nájdené **toxafen** (2 520 kg), **DDT** (300 kg) a **endosulfan** (25 kg).

Tab. 4: POPs pesticídy v skladoch agrochemikálií (VS – vyhovujúce sklady, NS – nevyhovujúce sklady, množstvo v kg),

Lokalita, okres, kódové označenie podľa Informačného systému POPs	obchodný názov	vedecký názov	množstvo	NS/VS
Bláhová - AGROMA - sklad agrochemikálií, SK/POPS/DS/53	Melipax	toxafen	25	VS
Boldog - S od obce - sklad pesticídov, SK/POPS/SC/29	Melipax	toxafen	150	NS
	Thiodan	endosulfan	25	
	Dykol	DDT	300	
Čelovce - sklad pesticídov, SK/POPS/TV/36	Melipax	toxafen	750	NS
Keť - PD - sklad agrochemikálií, SK/POPS/LV/66	Melipax	toxafen	1 350	VS
Malé Dvorníky - sklad pesticídov, SK/POPS/DS/3	Melipax	toxafen	50	NS

Nováčany - Agro Agnus - sklad agrochemikálií, SK/POPS/KS/60	Melipax	toxafen	neuvedené	VS
Veľká Paka - SENSPOL - sklad agrochemikálií, SK/POPS/DS/55	Melipax	toxafen	195	VS
		SUMA	2 845	

Celkovo boli POPs pesticídy identifikované v siedmich skladoch. Iba v sklade pri obci Boldog sa našlo viac POPs pesticídov – všetky tri zistené druhy v celkovom odhadovanom množstve 475 kg. Na ostatných lokalitách bol zistený výhradne toxafen pod obchodným názvom Melipax.

Najvyššie množstvo sa nachádza vo vyhovujúcom sklade v obci Keť – 1 350 kg toxafenu. Vyhovujúce a nevyhovujúce sklady sú zastúpené vyrovnané – 4 VS (s obsahom viac ako 1 570 kg) a 3 NS (s obsahom 1 275 kg). Z hľadiska geografického rozloženia je najviac skladov s obsahom POPs pesticídov v okrese Dunajská Streda (3 ks).

4.1.4 Chemické analýzy vzoriek z lokalít agrochemických skladov

Zo skupiny nevyhovujúcich skladov bolo na základe dostupných údajov vybraných 5 lokalít, kde vzhľadom na hydrogeologické podmienky hrozí najvyššie riziko prieniku nebezpečných látok do podzemných vôd a ich ďalšie šírenie (vysoká hladina podzemnej vody a vysoká priepustnosť podlažia). Z týchto 5 prioritných skladov boli odobraté vzorky zemín, stavebných materiálov a podzemných vôd pre zistenie koncentrácií rozsiahlej skupiny pesticídnych látok, s dôrazom na POPs pesticídy.

Tab. 5: Prehľad odobratých a analyzovaných vzoriek v prioritných nevyhovujúcich skladoch

Lokalita	Odber vzoriek (počet)			spolu
	Z	PV	SM	
LV (024) / Turá	3	3	2	8
RS (006) / Hostišovce	3	1 *	3	7
RS(020) / Včelince	3	3	3	9
TV (010) / Sírnik	3	0	3	6
HE (001) / Hankovce	3	3	3	9
Spolu vzoriek				39

Z – zeminy, PV – podzemná voda, SM – stavebný materiál

* kvapalný odpad zo záchytnej jamy v podlahe skladu

Z tabuľky je zrejmé, že napriek predpokladom nebolo u všetkých skladov možné odobrať vzorky podzemných vôd, nakoľko v predpokladanej hĺbke do 5 m nebola hladina podzemnej vody narazená, alebo prítok do vrtu bol veľmi nízky..

Okrem POPs pesticídov sa realizovali analýzy nasledovných pesticídov:

chlordekan, demeton, diazinon, disulfoton, parathion-metyl, malathion, parathion-etyl, ethion, azinphos-metyl, simazin, atrazin, propazin, terbutylazin, secbumeton, simetryn, prometryn, terbutryn, ametryn.

Výsledky analýz, zameraných na zistenie koncentrácií POPs pesticídov v matriaciach, odobratých v jednotlivých skladoch sú uvedené v nasledovných tabuľkách. Okrem pesticídov menovaných v záhlaví tabuliek boli analyzované aj pentachlórbenzén a mirex, tieto dve látky neboli ani v jednej vzorke zistené (nie sú uvedené v tabuľkách výsledkov).

Prázdne bunky – pre daný parameter nebol prekročený detekčný limit použitej analytickej metódy. Hodnoty koncentrácií sú v mg.kg⁻¹ sušiny u pevných matrič, µg.l⁻¹ u podzemných vôd.

Tab. 6: Aktuálny stav skladu (máj 2015) a výsledky analýz pesticídov – lokalita Turá



LV (024) / Turá	Typ vzorky	alfa chlordan	gama chlordan	alfa HCH	beta HCH	gama HCH	delta HCH	heptachlór	aldrin	dieldrin	endrin	DDT	DDD	DDE	HCB	endosulfan I	endosulfan II	toxafen
1-15-1	PV																	
1-15-2	PV																	
1-15-3	PV																	
1-15-4	Z				0,042		0,068			0,024		0,055	0,026					
1-15-5	Z				0,019					0,008		0,043						
1-15-6	Z				0,009		0,055			0,021		0,021	0,018					
1-15-7	SM					0,036		0,050		0,028		0,084	0,033					
1-15-8	SM				0,006													

Z ostatných pesticídov neboli zistené zvýšené koncentrácie v žiadnej vzorke.

Tab. 7: Aktuálny stav skladu (máj 2015) a výsledky analýz pesticídov – lokalita Hostišovce



RS (006) / Hostišovce	Typ vzorky	alfa chlordan	gama chlordan	alfa HCH	beta HCH	gama HCH	delta HCH	heptachlór	aldrin	dieldrin	endrin	DDT	DDD	DDE	HCB	endosulfan I	endosulfan II	toxafen
2-15-VJ	V *	0,050	0,210	2,280		374,930	65,820		0,050		10,230			3,920				
2-15-4	Z				0,028							0,032						
2-15-5	Z				0,024							0,041						
2-15-6	Z				0,014							0,010						
2-15-7	SM		0,009		2,701	0,350	2,173					4,664		0,166		0,063		
2-15-8	SM		0,848			0,165					0,316	48,537	0,946	1,138	0,064	1,408	1,233	
2-15-9	SM		0,013			0,029						3,019		0,134		0,057	0,032	

V * - voda zo záchytnej jamy v podlahe skladu

Z ostatných pesticídov bola zistená zvýšená koncentrácia vo vzorke stavebného materiálu (terbutryn 0,032 mg.kg⁻¹sušiny).

Tab. 8: Aktuálny stav skladu (máj 2015) a výsledky analýz pesticídov – lokalita Včelince



RS(020) / Včelince	Typ vzorky	alfa chlordan	gama chlordan	alfa HCH	beta HCH	gama HCH	delta HCH	heptachlór	aldrin	dieldrin	endrin	DDT	DDD	DDE	HCB	endosulfan I	endosulfan II	toxafen
3-15-1	PV					0,010												
3-15-2	PV					0,018												
3-15-DS	PV																	
3-15-4	Z				0,011		0,045					0,026			0,024			
3-15-5	Z				0,019		0,043		0,011						0,021			
3-15-6	Z				0,012							0,013						
3-15-7	SM		0,012			0,154	0,310			0,231					0,032			
3-15-8	SM				0,009		0,029		0,018							0,021		
3-15-9	SM				0,018	0,080	0,053	0,007	0,007				0,029		0,009			

Z ostatných pesticídov bola zistená zvýšená koncentrácia vo vzorke stavebného materiálu (atrazin 0,101 mg.kg⁻¹sušiny).

Tab. 9: Aktuálny stav skladu (máj 2015) a výsledky analýz pesticídov – lokalita Sirník



TV (010) / Sirník	Typ vzorky	alfa chlordan	gama chlordan	alfa HCH	beta HCH	gama HCH	delta HCH	heptachlór	aldrin	dieldrin	endrin	DDT	DDD	DDE	HCB	endosulfan I	endosulfan II	toxafen	
4-15-4	Z				0,017	0,026			0,016			0,006							
4-15-5	Z																		
4-15-6	Z					0,240	1,391			0,019									
4-15-7	SM					0,168	0,342				0,290	0,051							
4-15-8	SM					0,039	0,269	0,040				0,014							
4-15-9	SM					0,413	0,364				0,033	0,030							

Z ostatných pesticídov bola zistená zvýšená koncentrácia vo vzorkách stavebného materiálu (atrazin max. 0,087, terbutryn 0,048 mg.kg⁻¹sušiny).

Tab. 10: Aktuálny stav skladu (máj 2015) a výsledky analýz pesticídov – lokalita Hankovce



HE (001) / Hankovce	Typ vzorky	alfa chlordan	gama chlordan	alfa HCH	beta HCH	gama HCH	delta HCH	heptachlór	aldrin	dieldrin	endrin	DDT	DDD	DDE	HCB	endosulfan I	endosulfan II	toxafen
5-15-1	PV											0,070						
5-15-2	PV																	
5-15-3	PV																	
5-15-4	Z																	
5-15-5	Z				0,010							0,026						
5-15-6	Z				0,025				0,015									
5-15-7	SM		0,008		0,274		0,100			0,007	0,388	0,116	0,008		0,032			
5-15-8	SM						0,042				0,021	0,037						
5-15-9	SM				0,011	0,039					0,008				0,024			

Z ostatných pesticídov bola zistená zvýšená koncentrácia vo vzorkách stavebného materiálu (atrazin max. 0,075, terbutryn 0,318 mg.kg⁻¹sušiny).

Je zrejme, že v niektorých prípadoch boli zistené zvýšené koncentrácie pesticídov, vo veľkej väčšine práve látok zo skupiny POPs. V zmysle Smernice MŽP SR č. 1/2015-7 z 28. januára 2015 ani v jednej vzorke nebolo prekročené indikačné kritérium (ID) analyzovaných ukazovateľov, ich koncentrácie boli výrazne pod ID (hraničná hodnota koncentrácie znečisťujúcej látky stanovenej pre pôdu, horninové prostredie a podzemnú vodu, ktorej prekročenie môže ohroziť ľudské zdravie a životné prostredie - táto situácia by vyžadovala monitorovanie znečisteného územia). Vo vzorkách podzemnej vody nebolo v žiadnej vzorke prekročená hodnota ID, okrem jednej vzorky, z ktorej hodnota sa blížila ID – lokalita Hankovce. Z analýz stavebných materiálov vyplynulo, že v stavebnom odpade sa nachádza len zostatková koncentrácia niektorých pesticídov okrem Hostišoviec, kde sa nachádza výrazná koncentrácia DDT.

Výsledky orientačného prieskumu teda nemôžu slúžiť ako argument na preradenie pravdepodobných environmentálnych záťaží z Registra A do Registra B – potvrdené environmentálne záťaž.

Porovnanie nameraných hodnôt a zistených druhov POPs pesticídov v skladoch na území SR (kap. 4.1.3: DDT, endosulfan a toxafen) ukazuje, že u všetkých piatich prioritných skladov boli nájdené zvýšené koncentrácie DDT a jeho nečistôt a degradačných produktov DDD a DDE, a to v najvyššom počte vzoriek zemín a stavebných materiálov, ale iba v jedinej vzorke podzemnej vody (Hankovce). Endosulfan bol identifikovaný iba v dvoch prioritných skladoch, toxafen sa nezistil v žiadnej z analyzovaných vzoriek. Bolo však zistených množstvo ďalších POPs pesticídov vo zvýšených koncentráciách – POPs látok, ktorých skladovanie sa nezistilo v žiadnom z preskúmaných skladov, vyhovujúcich či nevyhovujúcich.

Spomedzi ostatných analyzovaných pesticídov (mimo skupiny POPs) boli zistené iba dva, a to atrazín a terbutryn v relatívne nízkom počte vzoriek.

Výber prioritných skladov na základe hydrogeologických podmienok vyústil do orientačného prieskumu piatich lokalít s vysokým rizikom šírenia znečistenia do podzemných vôd a podzemnými vodami, ktoré reprezentovali rôzne typy skladov z hľadiska miery ohrozenia vnikaním zrážok, ako aj aktuálneho stavu – objemu skladovaných agrochemikálií:

Tab. 11: Porovnanie prioritných skladov z hľadiska ochrany pred vyplavovaním chemikálií zrážkovou vodou. V poslednom stĺpci sú uvedené rádové koncentrácie pesticídov pre rýchle porovnanie miery znečistenia (PV – podzemná voda, Z – zemina, SM – stavebný materiál)

Lokalita	Agrochemikálie prítomné	Miera ochrany	Kontaminácia pesticídmi	
LV (024) / Turá	zvyšky	Žiadna: ruiny budovy, priamy vstup zrážok, betónová podlaha	PV	0,00
			Z	0,0X
			SM	0,0X
RS (006) / Hostišovce	stopy na podlahe	Plná: objekt s funkčnou strechou, betónová podlaha	PV	Bez PV *
			Z	0,0X
			SM	DDT: XX,X
RS(020) / Včelince	cca 3,5 tony	Žiadna: iba obvodové múry, bez strechy - priamy vstup zrážok, betónová podlaha	PV	0,0X
			Z	0,0X
			SM	0,X
TV (010) / Sirník	stopy na podlahe	Plná: objekt s funkčnou strechou **, betónová podlaha	PV	Bez PV
			Z	HCH: X,XX
			SM	0,X
HE (001) / Hankovce	cca 1 tona	Plná: nová strecha, agrochemikálie zamurované na betónovej podlahe	PV	0,0X
			Z	0,0X
			SM	0,X

* Najvyššie koncentrácie pesticídov z celej skupiny odobratých vzoriek boli zistené vo vode, nahromadenej v zbernej jame podlahy skladu v Hostišovciach. Hodnoty v desiatkach či stovkách $\mu\text{g.l}^{-1}$ neboli zistené u žiadnej inej vzorky.

** Pri inventarizácii skladovaných látok projektovým tímom (2013) mal sklad funkčnú betónovú strechu. Pri realizácii odberov vzoriek (máj 2015) už bola budova bez strechy.

Z prehľadu je zrejmé, že analyzované koncentrácie POPs pesticídov v matriciach nevykazujú súvislosť s očakávanými vplyvmi. Nepotvrdil sa predpoklad, že sklad, ktorý doposiaľ obsahuje extrémne vysoké objemy skladovaných chemikálií a je dlhodobo vystavený priamemu vyplavovaniu obsahu zrážkovými vodami bude vykazovať vyššiu mieru kontaminácie podložja a podzemných vôd (Včelince). Iný sklad, kde sa nachádzajú iba zvyšky agrochemikálií a rovnako je nechránený pred vstupom zrážok nevykázal extrémne hodnoty kontaminácie vzoriek podzemných vôd či zemín (Turá). Najvyššie koncentrácie pesticídov v zeminách boli zistené v lokalite Sirník, kde mal sklad ešte v roku 2013 funkčné zastrešenie. Podľa dokumentácie z odberu vzoriek je sklad v súčasnosti bez strechy. Z hľadiska stavebných materiálov boli najvyššie koncentrácie zistené v Hostišovciach, sklade s funkčnou strechou bez vyplavovania zrážkami (DDT $48,5 \text{ mg.kg}^{-1}$). Ak by funkčná strecha mala byť podmienkou pre pretrvávanie vysokých koncentrácií v stavebných materiáloch, dalo by sa očakávať, že stavebné materiály ostatných zastrešených skladov vykážu podobne vysoké koncentrácie pesticídov. Tento predpoklad sa nepotvrdil.

Šírenie POPs látok a ich degradačných produktov v zložkách životného prostredia ovplyvňuje množstvo faktorov. Okrem ich najnebezpečnejších vlastností – bioakumulácie a afinite k tukom ich výskyt a koncentrácia v prostredí závisí na rozpustnosti vo vode. Líši sa v závislosti na všetkých analytoch v roztoku, pôdnej sorpčnej kapacite, ktorá je daná množstvom ílovej zložky v pôde a organického uhlíka v pôde. Niektoré môžu byť odbúranané mikrobiálne, chemicky, alebo svetlom (fotodegradácia). Tieto procesy trvajú rôzne dlho a záleží na okolitých podmienkach a chemických vlastnostiach pesticídov. Mikrobiálnu degradáciu ovplyvňujú teplota, pH, vlhkosť, okysličenie pôdy, obsah živín. Chemická degradácia v pôde závisí na type reakcií, charaktere väzby pesticídov k pôde, teplote, pH, vlhkosti (mení sa v priebehu roka). Všetky pesticídy sú v určitom rozsahu citlivé na fotodegradáciu. Množstvo odbúraného pesticídu je ovplyvnené intenzitou a spektrálnymi vlastnosťami slnečného svetla, dĺžkou expozície a vlastnosťami pesticídov. Pesticídy môžu podliehať vyparovaniu z pôdy, ktoré zvyšuje teplé, suché a veterné počasie.

DDT, alebo jeho metabolity boli detekované na všetkých lokalitách - v stavebných materiáloch aj v pôde, v Hankoviciach aj v podzemnej vode. Sú to najperzistentnejšie pesticídy zo všetkých analyzovaných pesticídov, ktorých polčas rozpadu sa v literatúre uvádza v širokom intervale od 5 do 15 rokov.

Interpretácia výsledkov orientačného hydrogeologického prieskumu spolu s odhadmi objemov zemín a stavebných materiálov, ktoré by sa mali stať predmetom sanácie, ako aj odhad finančných nákladov sú uvedené v kapitole 9.1.

4.2 PCB

Okrem výskytu starých zásob pesticídov predstavuje v SR vážny problém prítomnosť PCB v elektrických zariadeniach, spolu s kontamináciou rozsiahlych území v oblasti Zemplína a plochy bývalých obalovačiek bitúmenových (asfaltových) zmesí.

Technická správa č. 2 (2003), citovaná v úvode kapitoly 4 – Inventarizácia perzistentných organických látok v Slovenskej republike - zaradila skupinu PCB látok najvyššie z hľadiska existujúceho i potenciálneho rizika ohrozenia zložiek životného prostredia. Okrem prvej detailnej informácii o rozmiestnení týchto látok na území Slovenskej republiky sa v záveroch správy uvádza:

- A. Najvýznamnejšou skupinou látok znečisťujúcich územia v Slovenskej republike a patriacich do skupiny POPs sú polychlórované bifenyly (PCB).
- B. Najvýznamnejšou lokalitou (regiónom) z hľadiska znečistenia látkami POPs je okolie bývalého producenta týchto látok spoločnosti Chemko Strážske
- C. Významnou skupinou znečistených území kontaminovaných PCB sú obalovačky asfaltu

Ad A: Z údajov o inventarizácii PCB látok vyplýva, že z produkcie Chemko Strážske (1959-1984) sa predalo 21 482 ton výrobkov na báze PCB, z ktorých sa 9 869 t (46 %) exportovalo. Zvyšok, t.j. **11 613 t** odobrali českí a slovenskí odberatelia. Najväčšími odberateľmi technických zmesí na báze PCB v bývalom Československu boli podniky Barvy a laky Praha (Delor 106/80 X), ZEŽ Žamberk (Delor 103) a ČKD Praha (Delor 103, Hydeler). Delotherm odobrali najmä rôzne stavebné organizácie (Kočan, A. et al., Zaťaženie životného prostredia a ľudskej populácie v oblasti kontaminovanej PCB, Správa za 1. rok riešenia, ÚPKM, 1998, pre MŽP SR).

V záverečných správach inventarizácií vykonaných v minulosti sa uvádza, že nie sú známe žiadne údaje o evidovaných zásobách PCB (t.j. množstvo PCB uložené na skladoch užívateľov, a to v čistej podobe alebo ako napr. náhradné náplne do kondenzátorov).

Do konca roka 2010 bolo povinnosťou držiteľov odpadov s obsahom PCB tieto zneškodniť v súlade so Zákonom o odpadoch. Nie všetky zariadenia obsahujúce PCB látky sa stali do tohto termínu odpadmi a mnohé sú stále funkčné. Evidenciu týchto zariadení a subjektov – držiteľov - vedie Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, odbor odpadového hospodárstva (na základe rozhodnutia ministra životného prostredia z 13. decembra 2013 č. 40/2013-1.6., ktorým sa vydáva dodatok č. 1 k rozhodnutiu ministra životného prostredia Slovenskej republiky z 27. septembra 2013 č. 25/2013-1.6.

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, odbor odpadového hospodárstva, je na základe rozhodnutia ministra životného prostredia z 13. decembra 2013 č. 40/2013-1.6., ktorým sa vydáva dodatok č. 1 k rozhodnutiu ministra životného prostredia Slovenskej republiky z 27. septembra 2013 č. 25/2013-1.6., poverené vedením a aktualizáciou zoznamu kontaminovaných zariadení.

Zoznam držiteľov kontaminovaných zariadení obsahujúcich PCB z inventarizácie MŽP SR - OOH, ktorí si v zmysle § 40a ods. (4) zákona č. 223/2001 Z. z. o odpadoch nesplnili povinnosť držiteľa kontaminovaných zariadení zneškodniť kontaminované zariadenia vo svojom vlastníctve najneskôr do 31. decembra 2010, organizáciou, ktorá má na danú činnosť súhlas od orgánu štátnej správy podľa § 7 uvedeného zákona.

Tab. 12: Zoznam držiteľov kontaminovaných zariadení obsahujúcich PCB, stav ku dňu 31.08.2014.

Zdroj: MŽP SR

(P – zariadenie v prevádzke, V – vyradené zariadenie)

P	V	Držiteľ	IČO držiteľa
5	15	Calmit spol. s r. o., Bratislava	36 172 162
3	x	Colný Úrad Fíľakovo HP Slovenské Ďarmoty	---
1	x	Poľnohospodárske podielnícke družstvo so sídlom v Králi	00 201 855
9	x	RIMAVAN CHVDI, Rimavská Sobota	00 168 084
64	x	ALEPTUS s. r. o., Nové Mesto nad Váhom	35 812 338
10	5	Chirana - Dental, s. r. o., Piešťany	36 222 089
151	18	Stredoslovenskávodárenskáprevádzkováspoločnosť, a. s., Banská Bystrica	36 644 030
96	x	p. Advard Kunín, (Izrael), Trebišov	---
1	x	Obecný úrad Hodkovce	00 691 241
180	x	IDEA NOVA, s. r. o., v konkurze, Nitra	36 533 769
24	191	MTK KLF-ZVL, s. r. o., Martin	36 387 631
96	x	Považské mlyny a cestovinárne, s. r. o., Piešťany	---
108	15	PPS Group a. s., Detva	36 011 509
160	172	ŽELEZNICE SR, Bratislava, generálne riaditeľstvo	31 364 501
11	57	PILEX Slovakia s. r. o., Podolíneč	36 042 781
9	9	Jadrová a vyrad'ovacia spoločnosť, a.s. Bratislava (javys) (pôvodne Slovenské elektrárne, a. s., Bratislava)	35 946 024 (35 829 052)
39	44	SVIK s. r. o., Svidník	31 662 013
65	x	Poľnohospodárske družstvo so sídlom v Períne	00 194 000
152	x	Technická univerzita v Košiciach	00 397 610
2	x	BMZ, a. s., Spišská Nová Ves	31 711 758
1	x	BCI a. s. Žilina	31 617 794
153	216	VAP Prešov, s. r. o.	36 467 537
9	x	Poľnonákup Domica, a. s.farma Čaklov	31 687 491
216	88	PRAKOENERG s. r. o., Prakovce	31 663 672
24	x	Lovinit, a. s. Lovinobaňa	36 023 612
140	x	SLZ CHÉMIA, a. s., Hnúšťa	36 023 973
4	13	AKUMA SLOVAKIA s. r. o., Turňa nad Bodvou	31 683 916
130	x	METALURG a. s., Dubnica nad Váhom	35 806 061
319	853	ISTROCHEM Reality, a. s., Bratislava	35 797 525
1	x	Wellness club s. r. o. Bratislava	35 811 986
196	x	ZF Boge Elastmetall Slovakia a. s. Trnava	36 235 164
2	x	Všeobecná nemocnica s poliklinikou Levoča, a. s.	36 594 849
218	2	Ústav na výkon trestu odňatia slobody a Ústav na výkon väzby Leopoldov	738 271
12	x	Distra, s. r. o., Senec	35 872 438
192	x	UNICORN - ESK, s. r. o., Tornaľa	36 619 922
16	54	Poľnohospodárske družstvo Ďumbier so sídlom v Brezne	189 103
72	x	SLAVIA TOOLS a. s., Detva	36 633 712
74	114	TAJBA a. s. Čaňa	36 188 981
612	x	BUČINA ZVOLEN a. s.	36 029 815
15	x	Poľnohospodárske družstvo VINOHRADY, Choňkovce	197 271
42	x	GLACIER TRIBOMETAL SLOVAKIA a. s. Dolný Kubín	31 597 718
97	47	AFE FOUNDRY, s. r. o., Martin	36 394 424
196	28	ABO MILL s. r. o., Košice	617 547
3	x	Vojenský historický ústav Bratislava	00 802 751
2	x	PEZA a. s., Žilina	30 224 918
39	x	CESTNÉ STAVBY Žilina s. r. o.	31 568 963
2	31	TP real, s. r. o., Hrabušice	31 712 967
14	909	CHEMLON, a. s., Humenné	44 023 260
6	x	Ing. Štefánia Keltošová UNITERM, Michalovce	---
1	x	KOVO LPI, s. r. o., Čadca	36 434 701
1	x	LESY SR š. p., odštepny závod Drevárskej výroby, Závadka nad Hronom	36 038 351
16	x	PD Mošovce	00 196 762
168	x	HIMMASH TRADE s. r. o., Strážske	44 188 048
14	x	Hydina Košice, s. r. o., Košice	45 300 950

P	V	Držiteľ	IČO držiteľa
14	11	Východoslovenská vodárenská spoločnosť, a. s., Závod Svidník	36 570 460
4	x	Trafospol PP, s.r.o.	45 469 890
3	x	FILTEKO, s.r.o.	36 462 110
4214	2892	57 držiteľov	

Ad B: Najvýznamnejšou lokalitou (regiónom) z hľadiska znečistenia látkami POPs je okolie bývalého producenta týchto látok spoločnosti Chemko Strážske, kde sa PCB vyrábali takmer 25 rokov. **V tomto území sa nejedná len o areál závodu, ale aj o územie priľahlé k odpadovému kanálu, vrátane územia Zemplínskej Šíravy a rieky Laborec a širšieho územia skládky odpadov.**

Úroveň kontaminácie tohto územia je dokumentovaná nasledovnými zisteniami:

- až 20 krát vyššie koncentrácie PCB vo vonkajšom ovzduší v blízkom okolí bývalej výroby PCB v Strážskom v lokalitách Strážske a Voľa, resp. v mieste skládok odpadu tohto závodu v porovnaní s kontrolnou oblasťou,
- veľmi vysoký obsah PCB (2-4 mg.g-1 sušiny) vo vzorkách sedimentu z niekoľko km dlhého odpadového kanála Chemka, a. s. Strážske ústiaceho do rieky Laborec. Sedimenty v Laborci a Zemplínskej Šírave obsahovali PCB v úrovniach 100 – 2000 krát vyšších, ako sedimenty z kontrolnej oblasti (rieka Ondava a vodná nádrž Domaša),
- kontaminácia zložiek životného prostredia sa jednoznačne prejavila nálezmi zvýšených obsahov PCB vo voľne žijúcej zveri (ryby, lovná zver). Obzvlášť ryby ulovené v kontaminovaných vodách Zemplínskej Šíravy a Laborca obsahujú v porovnaní s rybami z kontrolnej oblasti z Domaše a Ondavy v priemere 100násobne vyššie hladiny PCB,
- obdobná situácia je u doma chovanej zveri, ktorá má voľný výbeh a je chovaná kontaminovaným krmivom priamo z priľahlých území,
- vyšší obsah PCB v niektorých druhoch potravín dostupných v zaťaženom okrese Michalovce musel viesť zákonite ku zvýšeným hladinám týchto polutantov v obyvateľstve tohto okresu. Prejavilo sa to v koncentrácii PCB v tuku izolovanom z krvného séra. U obyvateľov Michalovského okresu je táto koncentrácia viac ako 3 krát vyššia ako v kontrolnom okrese Stropkov.
- zistená koncentrácia PCB v pôdach jednej zo skládok a. s. Chemko Strážske bola niekoľko 100 násobne vyššia ako z kontrolnej oblasti.

(Citované z „Monitoring perzistentných organických látok v Slovenskej republike“, Technická správa č. 2, Inventarizácia území znečistených POPs, DEKONTA s.r.o., 2003).

Ad C:

Významnou skupinou znečistených území kontaminovaných PCB sú vybrané miesta obaľovačiek asfaltu, kde boli zistené podstatne vyššie hladiny PCB vo vzorkách pôdy. V extrémnych prípadoch bolo zistených až 53 kg PCB v tone zeminy. Tento záver je podložený nameranými hodnotami vo viacerých publikáciách (Kočan a kol.). Zaťaženie životného prostredia a ľudskej populácie v oblasti kontaminovanej PCB, Správa za 2. rok riešenia, ÚPKM, 1999, pre MŽP SR), avšak na úplné zovšeobecnenie tohto konštatovania je potrebné overiť znečistenie okolia ďalších obaľovačiek asfaltu terénymi prácami.

Celková bilancia situácie v SR je uvedená v kapitole 7.4, z ktorej je zrejmé, že v posledných rokoch sa nerealizovali žiadne podrobnejšie prieskumy. Pre korektné odhady sanačných nákladov sú takéto práce nevyhnutné.

4.3 Neúmyselne produkováné POPs

Podľa informácií, uvedených v NRP 2012 plní SR svoje úlohy v postupnom znižovaní neúmyselnej produkcie POPs. Darí sa to vďaka zavádzaniu Najlepších dostupných techník (Best Available Technologies – BAT, a Best Environmental Practices - BEP). Ich uplatnenie podporuje aj legislatíva SR, predovšetkým zákon o Integrovannej prevencii a kontrole znečistenia. Rozhodujúci pokles emisií POPs sa dosiahol najmä v sektoroch výroby železných a neželezných kovov, spaľovania a spoluspaľovania odpadov, chemického a celulózového priemyslu.

NRP 2012 uvádza nasledovné: „Eliminácia neúmyselne vznikajúcich POPs sa zabezpečuje v rámci plnenia záväzkov na znižovanie množstva emisií v SR, vyplývajúcich z Dohovoru EHK OSN o diaľkovom znečisťovaní ovzdušia, prechádzajúcom hranice štátov a jeho vykonávacích protokolov, vrátane Protokolu o POPs. Tento protokol si dáva za cieľ znížiť emisie POPs na úroveň emisií v roku 1990. V SR sa tento cieľ doposiaľ plní.“

Sledovanie emisií zabezpečuje SHMÚ, ktorý publikuje každý rok Správu o kvalite ovzdušia v SR (www.shmu.sk). V Správe za rok 2012 sa uvádza v podkapitole POP nasledovné:

„V r. 2012 boli rekalkulované emisie z cestnej dopravy. Klesajúci trend emisií POPs sa najvýraznejšie prejavil v 90-tych rokoch u PAH, kde bol pokles emisií z väčšej časti zapríčinený zmenou technológie výroby hliníka. Nárast emisií PCB v posledných rokoch bol ovplyvnený zvýšenou spotrebou nafty v cestnej doprave a zvýšenou spotrebou dreva v sektore malé zdroje (vykurovanie domácností). Zvýšená spotreba dreva v tomto sektore ovplyvnila aj nárast celkových emisií PAH. Emisie PCDD/F od roku 2000 poklesli v dôsledku rekonštrukcie niektorých zariadení (napr. spaľovne komunálneho odpadu). Emisie PCDD/F sú ovplyvnené množstvom spaľovaného odpadu, objemom aglomerácie železnej rudy a zložením palív v sektore vykurovanie domácností. Mierny nárast emisií hexachlórbenzenu (HCB) bol zapríčinený nárastom sekundárnej výroby medi.“

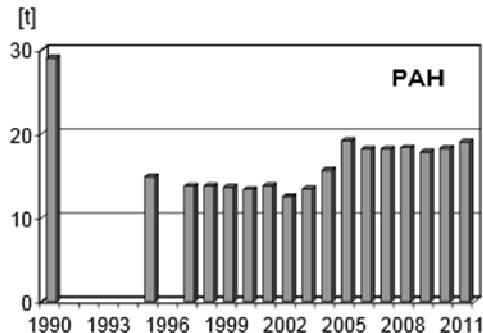
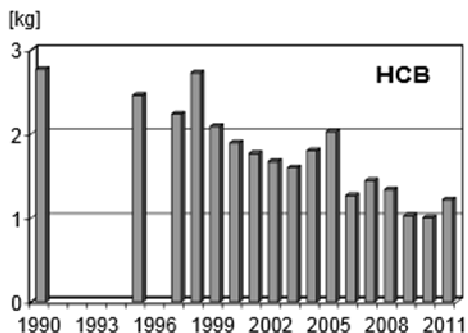
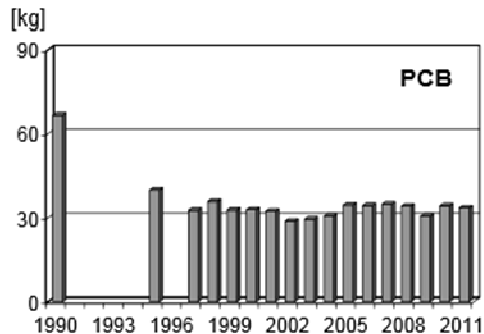
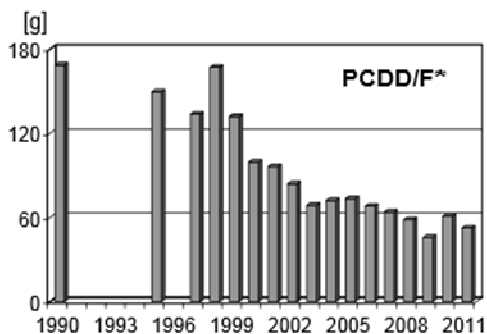
Konkrétne údaje z roku 2011 sú uvedené v nasledujúcej tabuľke a grafoch:

Sektor / Subsektor	PCDD/ PCDF [*]	PCB	HCB	PAH				
				suma PAH	B(a)P	B(k)F	B(b)F	I(1,2,3-cd)P
	[g]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]
Spaľovacie procesy I	6,582	0,536	0,195	1389,616	151,782	390,761	390,893	456,180
Systémová energetika	1,785	0,506	0,179	10,114	0,073	4,890	5,023	0,127
Komunálna energetika	0,238	0,029	0,016	11,824	0,029	5,871	5,871	0,053
Výroba koksu	4,560			1 367,679	151,679	380,000	380,000	456,000
Spaľovacie procesy II	3,343	9,035	0,176	16050,126	4598,227	2002,961	6036,611	3412,327
Vykurovanie obchodu a služieb	0,036	0,006	0,002	1,274	0,006	0,624	0,634	0,010
Vykurovanie domácností	3,303	9,028	0,173	16048,693	4598,216	2002,273	6035,896	3412,308
Spaľovanie v poľnohospodárstve	0,004	0,001	0,000	0,159	0,005	0,065	0,081	0,008
Spaľovacie procesy v priemysle	21,787	3,927	0,195	108,830	61,714	17,647	22,163	7,307
Priemyselná energetika	0,486	0,573	0,093	17,455	1,279	4,880	9,243	2,072
Výroba železa	0,335	0,021		56,889	56,889			
Agglomerácia rudy	20,441	3,212	0,093	34,078	3,504	12,703	12,703	5,169
Výroba liatiny	0,108	0,021		0,017	0,003	0,006	0,006	0,003
Ostatné	0,418	0,100	0,009	0,392	0,039	0,079	0,211	0,063
Priemyselné technológie	6,115	1,781	0,583	1175,983	428,055	347,848	354,758	45,322
Výroba hliníka	0,340	0,057		597,798	195,409	188,900	188,900	24,589
Výroba ocele	4,534	1,660		73,699	73,699			
Uhlíkaté materiály				504,486	158,947	158,947	165,858	20,732
Impregnácia dreva								
Ostatné	1,241	0,063	0,583					
Cestná doprava	0,398	14,830	0,012	143,688	21,564	48,352	49,310	24,463
Ostatná doprava	0,007	0,741	0,001	8,897	2,224	1,335	3,114	2,224
Spaľovanie odpadu	14,329	2,670	0,054	160,538	45,049	31,950	66,303	17,235
Komunálny odpad	0,074	0,983	0,019	7,210	0,130	3,524	3,524	0,032
Priemyselný odpad	1,711	0,034	0,000	0,133	0,002	0,065	0,065	0,001
Nemocničný odpad	11,722	1,563	0,022	6,075	0,109	2,970	2,970	0,027
Ostatné	0,822	0,090	0,013	147,119	44,808	25,391	59,744	17,176
Spolu	52,564	33,519	1,215	19037,679	5308,616	2840,854	6923,152	3965,057

B(a)P - Benzo(a)pyrén, B(k)F - Benzo(k)fluorantén, B(b)F - Benzo(b)fluorantén, I(1,2,3-cd)P - Indeno(1,2,3-cd)pyrén

* Vyjadrené ako I-TEQ; I-TEQ je vypočítaný z hodnôt pre 2,3,7,8 - substituované kongenéry PCDD a PCDF za použitia I-TEF podľa NATO/CCMS (1988)

Emisie stanovené k 15. 2. 2013



4.4 Potenciál mobility POPs látok

Dôležitým kritériom pre hodnotenie významnosti a rizika POPs látok v kontaminovaných lokalitách je ich súčasný alebo budúci potenciál mobility.

Vzhľadom k ich vysokej afinite k organickej hmote a nízkej rozpustnosti vo vode, PCDD/F a ďalšie vysoko lipofilné POPs sú všeobecne považované za pomerne málo mobilné. Avšak skúsenosti z bývalých organochlórových výrobných a aplikačných miest, rovnako ako skládok POPs odpadov ukázali, že tieto zlúčeniny sa môžu tiež vylúhovať do podzemnej vody (Schnittger 2001, Götz 1986, Tysklind et al. 2006, Persson et al. 2008, Hofmann and Wendelborn 2007).

Viacero prípadových štúdií popisuje rôzne aspekty PCDD/F a POPs mobility/dostupnosti na kontaminovaných lokalitách a ich vplyvov na vykonané sanácie alebo opatrenia na elimináciu s tým spojených environmentálnych rizik.

- Nárast mobility látok prostredníctvom „spolupráce“ kontaminantov

Jedným z kľúčových faktorov, ovplyvňujúcich mobilitu na znečistených miestach je prítomnosť ďalších, súbežne sa vyskytujúcich odpadových materiálov. Husté bezvodné fázy tekutín tzv. DNAPLs - napr. pesticídy, organické rozpúšťadlá, kreozot, uhoľný decht a mnohé iné chemikálie bežne používané v priemysle sú známe pre ich potenciál na uľahčenie vertikálneho transportu inak zle mobilných organických zlúčenín. US EPA napríklad odhaduje, že 70% všetkých Superfund lokalít s kontamináciou podzemnej vody obsahuje DNAPLs (Gordon, 1996).

Aj napriek bežnému výskytu týchto chemických látok na kontaminovaných lokalitách, na skládkach a na miestach výroby (aj bývalej) pesticídov a aplikačných miestach je len obmedzené množstvo publikácií, ktoré sa venujú tomuto potenciálu lúhovania do podzemných vôd.

Jedným z pomerne dobre známych prípadov je bývalý výrobný závod pesticídov v Hamburgu a s ním spojená skládka. Na tejto lokalite vysoké koncentrácie chlórovaných a iných organických chemikálií uľahčili vyplavovanie znečisťujúcich látok do podzemných vôd, kde koncentrácia 2,3,7,8-TCDD dosahovala až 75 000 ng/kg (Götz 1986; Schnittger 2001). Na tomto prípade je veľmi zreteľne dokázané, že miesta, kde sa vyskytujú konkrétni „spolupracovníci“ pohybu polutantu musia byť vyhodnocované veľmi starostlivo,

a monitorovaný má byť najmä potenciálny vertikálny pohyb PCDD/F a iných málo pohyblivých chemických látok.

- Mobilita látok prostredníctvom koloidov

Zvýšenie pohyblivosti chemických látok (napríklad PCDD/ F a PCB) do podzemných vôd bolo tiež preukázané v prítomnosti koloidov, ako sú rozpustené organické hmoty (Tysklind a kol. 2006; Persson et al. 2008; Frankki et al. 2007; Hofmann a Wendelborn 2007)

Tento mechanizmus umožňuje pohyb chemických látok s relatívne nízkou rozpustnosťou vo vode adsorpciou na koloidné častice. Týmto spôsobom môžu dosiahnuť hladinu podzemnej vody a ďalšie vodné útvary. Interakcie medzi koloidmi a kontaminantmi nízkej mobility sú zložité a nie sú celkom objasnené ani v súčasnosti. Spôsob transportu kontaminácie PCDD/ F za sprievodu koloidov je opísaný napr. v štúdií kontaminovanej lokality - gáter vo Švédsku (Persson et al. 2008).

5. Prehľad dostupných technológií v zahraničí a v SR a ich environmentálne posúdenie

5.1. Zahraničie

Systematickému zberu informácií o technológiách schopných zneškodňovať alebo zhodnocovať POPs látky a odpady, ktoré ich obsahujú, sa vo svete venuje viacero inštitúcií. Východiskovým zdrojom informácií pre vypracovanie prehľadu dostupných technológií v zahraničí bol dokument vypracovaný UNEP Chemicals v roku 2004: Inventory of World-Wide PCB Destruction Capacity – druhé vydanie.

Tento materiál bol doplnený o novšie informácie zo zdrojov FRTR (Federal Remediation Technologies Roundtable), 2008: Remediation Technology Screening Matrix and Reference Guide, a rešeršou referencií aktuálne fungujúcich inštalácií vhodných technológií na území Európy.

Kapitola je rozdelená na dve podkapitoly:

- technológie určené na deštrukciu látok POPs v odpadoch a zmesiach („koncentrované“ POPs),
- technológie určené na desorpciu a čistenie kontaminovaných pevných matric (zeminy, sute a pod.)

5.1.1 Technológie určené na deštrukciu látok POPs v odpadoch a zmesiach

A. Geografické rozmiestnenie technológií

Podľa zistení UNEP Chemicals z roku 2004 bolo evidovaných 42 spoločností s prevádzkami na deštrukciu PCB odpadov a odpadov s obsahom POPs látok. Sú dostupné na všetkých kontinentoch. Najviac zariadení – 24 je umiestnených v Európe. Na tieto zariadenia je zameraná táto časť štúdie, pretože sa predpokladá, že geograficky vzdialené technológie nebudú vhodné z dôvodu vysokých prepravných nákladov. Inštalácie vhodných technológií v Európe spĺňajú tiež predpoklad, že ich transfer na územie Slovenskej republiky bude legislatívne bezproblémový, keďže ich nasadenie v domovskej krajine prešlo analogickým schvaľovacím procesom, aký bude potrebný v SR.

B. Akceptované POPs odpady

Všetky spoločnosti, ktoré majú na zneškodňovanie PCB odpadov licenciu, sú schopné zneškodňovať široké spektrum týchto odpadov - zariadenia s obsahom PCB, PCB oleje a odpadové PCB oleje, materiály –napr. zeminy s obsahom PCB. Fyzikálno-chemický princíp technológií umožňuje rovnakým spôsobom zneškodňovať aj ostatné látky zo zoznamu POPs.

C. Prehľad využitia jednotlivých technológií

Najviac technológií určených na **zneškodňovanie** PCB je zastúpených spaľovňami – 18 prevádzok. Nasleduje nespáľovacia technológia – Sodíková redukcia – 8 prevádzok. Ostatné typy prevádzok sú zastúpené

okrajovo – GPCR (Gas Phase Chemical Reduction) – 3 prevádzky. Technológia BCD (Base Catalysed Decomposition) je používaná v 2 prevádzkach. Plazmový oblúk – 3 prevádzky a pyrolýza /splyňovanie je používané v jednej z licencovaných prevádzok.

Hlavná technológia na **recykláciu** PCB kontaminovaných materiálov a zariadení je extrahovanie rozpúšťaním – 12 prevádzok. Nasledujú prevádzky s termálnou desorpciou – 3 prevádzky.

Je potrebné dodať, že niektoré spoločnosti používajú viac ako jednu z horeuvedených technológií (ich kombinovanie) pre zneškodňovanie alebo recykláciu PCB kontaminovaných zariadení / materiálov..

D. Náklady na spracovanie odpadov

Náklady na spracovanie PCB odpadov a POPs látok sú rôzne pre rozličné typy odpadov. Približné náklady pre rozličné formy PCB odpadov sú uvádzané v širokých intervaloch:

• PCB oleje:	26 až 3 260	€/t
• Kovové PCB zariadenia:	546 až 2 644	€/t
• Nekovové PCB kontaminované materiály:	326 až 3 411	€/t
• Transformátory:	128 až 2 644	€/t
• Kondenzátory:	846 až 2 027	€/t
• Pevné odpady kontaminované PCB:	273 až 1 630	€/t
• Pôdy, sedimenty kontaminované PCB, zvyšky, kaly:	106 až 1 630	€/t

Uvedené finančné náklady sú iba orientačné. Skutočné finančné náklady na odstránenie a konečné zneškodnenie odpadov môžu byť výrazne odlišné. Závisia najmä na obchodnej politike majiteľov zariadení, technologických podmienkach predúpravy odpadu a prípadných ďalších, bližšie nešpecifikovaných požiadavkách orgánov štátnej správy pri schvaľovanom procese.

E. Dekontaminačné a deštrukčné technologické postupy pre odpady s PCB

Tekuté PCB sú odstránené (extrahované) zo zariadenia, aby bolo možné recyklovať pevné odpady. Tekuté odpady sú spracované niektorým z postupov uvedených v kapitole F nižšie.

Kovové alebo nekovové zložky kontaminované PCB nemôžu byť recyklované, kým z nich nie je odstránená kontaminácia. Toto môže byť vykonané extrahovaním pomocou riedidla, alebo termálnou desorpciou. Dekontaminované komponenty môžu byť spracované konvenčným spôsobom – napr. v zlievárňach.

F. Technologické procesy vhodné na deštrukciu PCB odpadov

Zneškodňovanie PCB je založené na porušení molekulárnych väzieb pomocou termálnej alebo chemickej energie. Tento proces je zabezpečený niektorým z nasledovných technologických postupov:

F.1 SPAĽOVANIE

Je to najrozšírenejší spôsob overeného postupu na deštrukciu PCB pri vysokých teplotách. Účinnosť deštrukcie PCB v spaľovniach je uvádzaná číslom 99,9999 % a viac. Environmentálne riziko pri tomto procese musí byť vylúčené vhodnou kontrolou spaľovania a zachytením emisií.

Hlavnými produktmi vysokoteplotného spaľovania sú kyslíčnik uhličitý, voda a anorganický popol. Prítomný chlór je konvertovaný na chlorovodík, ktorý je odstraňovaný spolu s ďalšími komponentmi, vytvorenými ako vedľajšie produkty spaľovania na výstupe účinnými filtrami emisií.

Účinnosť spaľovania závisí na dobe zdržania odpadu vo vysokých teplotách, turbulencii a koncentrácii kyslíka. Rizikom procesu sú emisie obsahujúce škodlivé látky, čo vyžaduje dokonalú kontrolu spaľovní. Emisie spaľovní sú monitorované, niektoré spojitie s cieľom minimalizovať vplyv emisií na životné prostredie a zdravie. Tekuté odpady sú dávkané priamo do spaľovacieho priestoru. Tuhé odpady vyžadujú predúpravu – najmä rozobratie kovových telies, v ktorých sa nachádzajú PCB látky, vypúšťanie tekutín z transformátorov, sekanie, drvenie veľkých kusov telies na vhodné veľkosti a pod.

F.2 DECHLORAČNÉ PROCESY

Procesy dechlorácie sú používané s cieľom recyklovať – opätovne využiť oleje zbavené PCB kontaminácie, rovnako ako recyklovať očistené zariadenia a materiály. Niekoľko spoločností vykonáva tento proces v komerčnej podobe a sú uvedené v zozname spoločností na konci kapitoly.

F.2.1 PROCES CHEMICKEJ REDUKCIE PLYNNEJ FÁZY (GAS PHASE CHEMICAL REDUCTION PROCESS, GPCR)

GPCR proces je založený na reakcii vodíka s chlórovanými organickými zložkami, ako sú PCB pri vysokých teplotách (850°C) a nízkom tlaku, pričom vzniká primárne metán a chlorovodík a v okrajovom množstve ľahké uhľovodíky, vrátane benzénu. Účinnosť tohto procesu je 99,9999% pre PCB látky, dioxíny / furány, HCB, DDT.

Objemné tuhé odpady sú termálne desorbované a dávkované do reaktora za využitia reaktorového plynu (bohatého na vodík). Tekuté odpady sú predhriate a vstrekané priamo do reaktora.

Konfigurácia týchto technológií je modulárna, ľahko prepravovateľná, alebo pevne inštalovaná. Bežne sú dosahované kapacity hlavného reaktora 1 000 až 3 000 t/mesiac. Takto môžu byť spracované všetky druhy POPsodpadov vrátane PCB transformátorov, kondenzátorov a olejov. Proces GPCR je schopný zneškodňovať odpady s vysokou úrovňou PCB koncentrácie. Všetky emisie procesu a rezíduá sú zachytené a spracované. Procesné plyny sú spracované v lúhovej práčke plynov.

F.2.2 ALKALICKY KATALYZOVANÁ DEKOMPOZÍCIA (BASE CATALYSED DECOMPOSITION, BCD)

BCD proces je rozdelený do dvoch samostatných krokov: pri prvom kroku dochádza k termálnej desorpcii nepriamym vyhrievaním dekontaminovaných materiálov ako sú zeminy a stavebné suty. Je to kontinuálny proces. Druhý krok je dávkovací, pri ktorom POPs chemické látky desorbované v predchádzajúcom kroku sú deštruované chemickou reakciou vo vyhrievanom miešacom reaktore. Vysoká účinnosť deštrukčných reakcií (99,9999 % a viac) bola preukázaná pre DDT, PCB, PCP, HCB, HCH a dioxíny (PCDD/F) pri overovacích skúškach i v prevádzkovej podobe.

Pri prvom kroku je kontaminovaný materiál zmiešavaný s nízko koncentrovanou alkalickou látkou. V druhom kroku nastane samotná deštrukcia POPs látky. Nosný olej, ktorý funguje ako suspenzióvé médium a donor vodíka, je zohriaty na teplotu vyššiu ako 320°C.

Hydroxid sodný a vhodný katalyzátor sú pridávané do zmesi s POPs látkami, odpadmi, alebo výťažkom z desorpcie. Za týchto podmienok vodík „vytrháva“ chlór z väzieb v nosnom oleji a reaguje s ním. Za prítomnosti ostatných reagentov sa počas reakcie produkuje vodná para a chlorid sodný. Keď sa reakcia skončí, olej a reakčný zvyšok sa odstráni z reaktora. Kal s alkalickou reakciou sa používa pri neutralizácii kyslých odpadových vôd alebo sa spracovaný skládkuje spolu so soľami z priemyselných práčok plynov.

Prvý krok BCD procesu – spracovanie pevnej matrice – vyžaduje mechanickú predúpravu. Do procesu môžu vstupovať iné organické alebo anorganické nečistoty, ak sú menšie než 50 mm, alebo musia byť na túto veľkosť zomleté. Tieto technológie sú podľa potreby stavané ako modulárne, mobilné alebo stacionárne prevádzky.

Prevádzky na spracovanie pôdy (zemín) majú kapacitu od 100 kg/h až po 20 t/h. BCD reaktory sú limitované obsahom pevných látok v miešacom reaktore a bežne bývajú v rozsahu 1 až 3 tony POPs odpadu v jednej dávke reaktora. Reaktor spracuje 2 – 4 dávky denne. Čas spracovania jednej dávky len okrajovo závisí na koncentrácii POP látky. Keď je potrebné dosiahnuť vyššiu kapacitu, zväčší sa počet modulov.

F.2.3 SODÍKOVÁ REDUKCIA

Technológia sodíkovej redukcie zneškodňuje PCB pomocou disperzie sodíka v minerálnom oleji.

Najčastejšie sa táto technológia používa na odstraňovanie PCB z aktívnych transformátorov *in-situ*.

Výstupnými produktmi procesu sú nehalogénované polybifenyly, chlorid sodný a vysoko alkalická voda (pH>12). Existujú spracovateľské linky mobilné i stacionárne. Kapacita týchto prevádzok je cca 15 000 litrov/deň kontaminovaných PCB olejov. Efektívne je možné touto technológiou spracovávať oleje s obsahom PCB do 10 000 ppm.

F.2.4 PLAZMOVÝ OBLÚK

Proces plazmového oblúka spočíva v zavedení elektrického prúdu do nízkotlakového toku plynu, vyvírajúc tak termálne plazmové pole dosahujúce teplotu 5 000 až 15 000°C. Intenzívna vysokoteplotná zóna je využitá buď na rozklad odpadu na atómy (vstrekaním odpadu do plazmy), alebo ako zdroj vysokoteplotného spaľovania alebo pyrolýzy. Na termálnu deštrukciu nebezpečných odpadov boli vyvinuté rozličné plazmové reaktory.

V „in-flight“ plazmových systémoch sú tekuté alebo plynné odpady priamo vstrekané do plazmy spolu s argónom. Organické látky obsiahnuté v odpadoch sa rozkladajú na elementárne ióny a atómy, ktoré v chladiacej časti reaktora rekombinujú (reagujú). Výsledné produkty sú zložené z argónu, kyslíčnika uhlíčitého a vodných pár a vodného roztoku anorganických solí. Ďalšie spracovanie týchto produktov nie je potrebné.

Kontaminované pevné odpady sú podrobené mechanickému rozlámaniu (drveniu) a kvapaliny v nich obsiahnuté sú extrahované procesom termálnej desorpcie. Kondenzát sa umiestňuje do zásobných nádrží. Z nich je potom priamo čerpaný do procesu na deštrukciu. Je možné spracovať kvapalné odpady (organické alebo vodné) akejkoľvek koncentrácie, ale najefektívnejšie sa spracúvajú koncentrované odpady.

Pevné látky môžu byť spracované, ak sú vo forme čerpaceľnej jemnej suspenzie. Kontaminovaná pôda a veľmi viskózne tekutiny alebo kaly nemôžu byť spracované bez predúpravy.

Avšak technologické systémy sú navrhnuté s termálnou desorpciou alebo inou metódou predúpravy tak, aby boli schopné spracovať čo najširšie spektrum tuhých odpadov a kalov. Špeciálne druhy odpadov ako kondenzátory a transformátory môžu byť spracované po mechanickej úprave a odstránení pevných matric.

Dostupné sú mobilné i stacionárne jednotky plazmovej technológie. Orientačne sa kapacity pohybujú medzi 1 až 3 tony odpadov /deň pre 150 kW jednotku.

Plazmový systém PARC (Plasma Arc Centrifugal Treatment) smeruje plazmový horák do pevných matric kontaminovaných PCB. Troska sa ochladí do hmoty podobnej sklu a organická hmota sa odparuje, spracuje, čistí a vypustí. Teplota okolo 6 000° C generovaná plazmou a činnosť odstredivky umožňujú jednému PACT systému spracovávať rozličné druhy odpadov s rozdielnymi teplotami tavenia. Tieto systémy sú tiež schopné spracovať svoj vlastný popol a filtračné médiá a minimalizovať tak vznik sekundárnych odpadov.

F.2.5 PYROLÝZA

Pyrolýza je metóda zahrievania v atmosfére kyslíkového deficitu a jej výsledkom je splyňovanie organických látok a tavenie minerálnych zložiek. V niektorých systémoch je používaný plazmový horák (~15 000°C) vo vnútri valcovitej reakčnej nádoby s obsahom zmiešaných plynov. Iné systémy sú vyhrievané nepriamo horľavými plynmi z pyrolýzneho procesu. Konfigurácie týchto technológií sú mobilné i stacionárne. Komerčne používané jednotky majú kapacitu približne 10 ton/deň. Tento proces je schopný spracovať pevné, kvapalné i plynné odpady.

Tab. 13: Prehľad firiem, zaoberajúcich sa zneškodnením POPs odpadov na území EÚ podľa UNEP Chemicals (2004): Inventory of World-Wide PCB Destruction Capacity.

Názov prevádzky	Adresa	Telefón, fax	Email a web stránka
Ekokem Oy Ab	111 01 Rihimaki 181 Finland	Tel : +358 10 7551000 Fax: +358 10 7551300	aarno.kavonius@ekokem.fi www.ekokem.fi
SITA (WATCO) Decontamination	Westvaart Dijk 97 1850 Grimbergen, Belgium	Tel : +32 2 756 55 50 Fax: +32 2 251 90 87	sita.decontamination@sita.be Web: www.sitadecon.be
GEP (Générale d'Extraction du Pyralléne	Lecomptant du Dessus 38140 Izeaux, France	Tel : +33 47691 4866 Fax: +33 47691 0131	gep@tredi.com Web: www.groupe-seche.c
Tredi Saint Vulbas	Parc Industriel de la Plaine de l'Ain 01150 Saint-Vulbas, France	Tel : +33 47446 22 00 Fax: +33 446157 27	tredi@tredi.com Web: www.groupe-seche.com
Sea Marconi Technologies SAS	Via Crimea 4 Collegno 10097, Italy	Tel : +39 011 4031437 Fax: +39 011 4031384	info@seamarkoni.com Web: www.seamarconi.com
Valorec Services AG, Regionale Sondermuellverbrennungsan- lage (RSMVA)	Neuhausstrasse 90 4019 Basel P.O.Box 118 BaselStadt, Switzerland	Tel : +41 61 468 86 55 Fax: +41 61 468 86 60	werner.wagner@valorec.com Web: www.valorec.com
EMS-Dottikon Switzerland	P.O.Box 5605 Dottikon AG, Switzerland	Tel : +41 56 616 8111 Fax: +41 56 616 8120	info@ems-dottikon.ch Web: www.ems-dottikon.ch
Incinerator of AKZONOBEL	Welplaatweg 12	Tel : +31 10 4389 258	floris.spijk@akzonobel.com

	3000 HA Rotterdam 7020 The Netherlands	Fax: +31 10 4389 295	
Orion BV	De Steven 25 Drachten Friesland, The Netherlands	Tel : +31 512 532515 Fax: +31 512 541130	info@orionUN2315.nl Web: www.orionUN2315.nl
AVR Nutsbedrijf Gevaarlijk AfvalB.V. Email:	Professor Gerbrandy weg 10 3197 KK Rotterdam The Netherlands	Tel : +31 181 273 270 Fax: +31 181 273 271	marco.kortland@avr.nl Web: www.avr.nl
Shanks	Pontyfel Industrial Estate - New Road, Panteg NP4OSW Pontypool Torfaen, UK	Tel : +44 1495 756231 Fax: +44 1495 757019	international.team@shanks.co.uk Web: www.shanks.co.uk
AGR Entsorgung GmbH – RZR Herten	Im Emscherbruch 11 45699 Herten Nordrhein- Westfalen/Kreis Recklinghausen	Tel : +49 2366300206 Fax: +49 2366 300410	pseverin@agr.de Web: www.rzr-herten.de
HIM GmbH, Hazardous Waste Incineration Plant	Waldstrasse 11 64584 Biebesheim Hessen, Germany	Tel : +49 6258895 97 Fax: +49 6258 895 59	info@him.de Web: www.him.de
Envio Germany GmbH & Co. KG (former Company name: ABB Service GmbH)	Kanalstrasse 25 44147 Dortmund, Germany	Tel : +49 2319982 200 Fax: +49 231 9982202	info@envio-group.com Web: www.envio-group.com
TRV Thermische Rückstandverwertung GmbH & Co. KG	Rodenkirchener Strasse 50389 Wesseling Nordhein-Westfalen Germany	Tel : +49 2236 943240 Fax: +49 2236 9432453	info@trv-wesseling.de Web: www.trv-wesseling.de
RWE Umwelt Sonder Abfallgesellschaft GmbH; Betriebsstätte, Bramsche	Am Kanal 9 49565 Bramsche Lower Saxony, Germany	Tel : +49 5461 951 0 Fax: +49 5461 951222	Web: www.rweumwelt.com
SAVA Sonderabfallverbrennungs anlagen GmbH	Ostertweute 1 25541 Brunsbüttel Schleswig-Holstein, Germany	Tel : +49 4852 830 00 Fax: +49 4852 830812	info@sava-brunsbuettel.com Web:www.sava- brunsbuettel.com
Prantner GmbH Verfahrenstechnik	Ferd.-Lassalle-Str. 46 72770 Reutlingen, Germany	Tel : +49 7121 9105 0 Fax: +49 7121 910555	Dr.Korherr@Prantner.de Web: www.prantner.de/
Bayer Industry Services GmbH & Co OHG	51368 Leverkusen Germany	Tel : +49 214 303 0460 Fax: +49 214 3071637	daniela.bogatzky.db@bayerindus try.de
GSB Sonderabfall- Entsorgung Bayern GmbH	Äusserer Ring 50 85107 Baar Ebenhausen, Bavaria, Germany	Tel : +49 8453 91 246 Fax: +49 8453 91 230	vertrieb@gsb-mbh.de Web: www.gsb-mbh.de
AVG Abfall- Verwertungs-Gesellschaft mbH	Borsigstrasse 2 22113 Hamburg, Germany	Tel : +49 40 733510 Fax: +49 40 7335164	info@avg-hamburg.de Web: www.avg-hamburg.de

Tabuľka je v ďalšom texte doplnená o spaľovňu v Českej republike, ktorá doloženými referenciami vyhovuje požiadavkám a cieľom tejto štúdie – navrhnúť vhodné a ekonomické technológie na zneškodnenie pesticídov, PCB látok, odpadov s obsahom PCB a pesticídov.

Spalovna průmyslových odpadů SITA CZ - Ostrava

Lokalita: Ostrava, Mariánské Hory

Kapacita: 21 200 t/rok; cca 58,3 t/deň (1 rotačná pec)

Prijímané odpady: pevný, kašovitý, kvapalný (voľne ložený, balený), plynné freóny

Druh odpadu: priemyselné nebezpečné odpady, odpady zo zdravotnej a veterinárnej starostlivosti, chemikálie, regulované látky, odpady PCB

Spôsob dávkovania odpadov: drapák, výťažník, tryska

Špecialita spaľovne: bezproblémové zneškodňovanie odpadov so zvýšeným obsahom PCB, ťažkých kovov, regulovaných látok – freóny, odpady so zvýšeným obsahom Cl, ako jediná spaľovňa nebezpečných odpadov v ČR má povolenie spaľovať odpady s vysokým obsahom PCB, freónov a ťažkých kovov.

Spařovnu prevádzkuje spoločnosť SITA, a.s.

Kontakty: Milan Vala, milan.vala@sita.cz
Ing. Petr Langer, petr.langer@sita.cz

5.1.2 Technológie určené na desorpciu a čistenie pevných matric (zeminy, sute, a pod.)

Táto podkapitola sa venuje opisu dostupných zahraničných technológií určených na extrahovanie (desorpciu) POPs kontaminantu z pevnej matrice – najčastejšie pôdy alebo stavebnej sute. V nasledujúcich krokoch je extrakt zneškodňovaný niektorým zo spôsobov uvedených v podkapitole 5.1.1

Pri výbere vhodných technológií z uvedených informačných zdrojov multikriteriálnym výberom prešli tie technológie, ktoré:

- boli testované a overené v plnom prevádzkovom rozsahu s dokázanou účinnosťou pre spracovanie POPs látok. Technológie vo vývoji a technológie overené iba pilotnou skúškou neboli do výberu zaradené
- z hľadiska parametrov zneškodňovaného materiálu bola pozornosť zameraná na technológie, ktoré mali referencie z riešení podobných environmentálnych záťaží, aké rieši predložená štúdia – t.j. POPs odpady a zmesi, najmä pesticídy a PCB látky

A. Termálna desorpcia, SAVATERRA Ltd, Fínsko

Spoločnosť disponuje technológiou na čistenie a remediáciu znečistených pôd (zemín) - zariadenie Priamej termickej desorpcie EVO1. Kapacita zariadenia je 40 – 80 t/hod v závislosti na type horniny a obsahu škodlivín v nej. Negatívny vplyv technológie na dekontaminované miesto a okolie je minimálny a jednorazový. Technológia je vďaka možnosti regulovať procesnú teplotu vhodná na všetky druhy škodlivín. Veľkou prednosťou technológie je jej mobilita, je možné ju skladať modulovým spôsobom na požadovanú veľkosť a účel. Priestorové požiadavky pre inštalovanie technológie sú nízke – pre linku s kapacitou 40 – 80 t / hod sa uvádza potreba priestoru o rozmere 40 m x 60 m.

Referenciami doložila firma Savaterra nasadenie technológie termálnej desorpcie na dekontamináciu zeminy s obsahom PCB vo Fínsku – spracúvajú cca 20 000 ton zemín s obsahom PCB a iných POPs látok. Uvádzaná cena pre tento druh odpadu v množstvách desiatok tisíc ton je 50 – 100 EUR / tonu.

Ďalšou referenciou preukazujúcou vhodnosť termálnej desorpcie firmy Savaterra je prípad vyčistenia pôdy v oblasti Paríža. Za necelý rok – 10 mesiacov – bolo spracovaných 60 000 ton zeminy vo vysokoteplotnej desorpčnej jednotke. Zemina bola znečistená uhľovodíkmi C10 – C 40, tiež PCB a z POPs látok bol významným polutantom HCH. Stredná jednotková cena dekontaminačného projektu bola 85 EUR / tonu. Treba dodať, že išlo o vyčistenie zeminy do úrovne koncentrácie 50 000 mg.kg⁻¹, čo nemusí byť podľa rizikovej analýzy dostatočná čistota a bude teda potrebný ešte koncový dočistovací proces, prípadne spálenie, čo môže cenu výrazne ovplyvniť smerom nahor.

Kontakt: Savaterra Ltd, Ahjotie 23, FI-96300 Rovaniemi, FINLAND

Zastúpenie pre ČR a SR: Ing. Aleš Grof, Na Perštýne 1, 110 00 Praha
e-mail: ales.grof@savaterra.fi

B. AFVALSTOFFEN TERMINAL MOERDIJK B.V., Holandsko

Holandská spoločnosť ATM založená v roku 1981 sa radí medzi lídrov v segmente odvozu a spracovania nebezpečného odpadu, ako je napríklad chemický odpad z domácnosti, priemyselných prevádzok, lodného odpadu, vody a kontaminovanej pôdy. Spoločnosť ATM **importuje** odpad zo zahraničia a tým zbavuje producentov nebezpečného, toxického odpadu.

ATM vlastní viacero prevádzok s rozličnými technológiami na spracovanie nebezpečných odpadov, možno ich rozdeliť do 3 skupín:

- pôdy (zeminy) a iné podobné materiály (stavebné suty, sedimenty)
- balené chemické odpady
- odpadové vody a olejové kaly

Zo služieb, ktoré firma v súčasnosti ponúka, sa predmetu tejto štúdie – PCB a odpady a POPs látky - priamo dotýka ponuka na **odvoz a čistenie kontaminovanej pôdy** .

ATM vyvinula svoje vlastné zariadenia na rekultiváciu znečistenej pôdy od uhľovodíkov, insekticídov, pesticídov, PCB, oleja a iných látok, s kapacitou 1 milión ton ročne. Pôda je čistená zahrievaním vďaka tomu nebezpečné látky prechádzajú do plynnej fázy a tie sú ďalej prečisťované. Recyklovaná pôda sa využíva ďalej ako stavebný materiál.

Čistiaci proces prebieha v rotačnom bubne o dĺžke 53 m a priemere 4 m. V bubne je vysoká teplota umožňujúca separovať organickú zložku kontaminácie, ktorá je potom zneškodnená na horáku. Systém na čistenie plynov odstraňuje prach a anorganické nečistoty, ako i SO₂. Environmentálna bezpečnosť je založená na spojitom monitorovaní koncentrácie generovaných emisií a ich zneškodňovaním.

Kontakt: ATM Moerdijk, P.O. box 30, 4780 AA, Vlasweg 12, 4782 PW Moerdijk, The Netherlands
T: +31(0)168 389 289, F: +31 (0)168 389 270, E-mail: info@atmmoerdijk.nl

C. Bioremediácia, DARAMEND® Adventus, USA/EÚ

DARAMEND® je bioremediačná technológia, ktorá sa používa na dekontamináciu pôd a sedimentov, obsahujúcich **nízke koncentrácie** pesticídov ako sú toxafén a DDT, ale i ďalšie kontaminanty nepatriace do skupiny POPs látok.

Opis technológie:

DARAMEND® je bioremediačná technológia určená na odstránenie POPs látok z pevnej matrice postupným vytvorením anoxických a oxických podmienok. Čistiaci proces sa skladá z nasledujúcich krokov:

1. Pridanie pevnej fázy DARAMEND®, nulavalentného železa a vody, aby vznikli nízkokyslíkové podmienky
2. Periodické obrábanie pôdy na zlepšenie kyslíkových podmienok
3. Opakovanie anox-oxických cyklov, kým sa nedosiahne potrebná cieľová hodnota vyčistenia

Pridanie DARAMEND preparátu, nulavalentného železa a vody spôsobuje biologické odčerpanie kyslíka, čo vytvára silné redukčné (anoxické) podmienky vnútri pôdneho matrixu. Vyčerpanie kyslíka vytvára veľmi vysoký redox potenciál, ktorý zlepšuje dechloráciu organochlórových zložiek kontaminácie. Zakrytie plochy pre čistiaci proces je potrebné kvôli regulácii vlhkosti, narastaniu teploty v pôdnom telese a eliminácii zrážok. Takto upravené pôdne teleso je ponechané bez zasahovania počas anoxickej fázy ošetrenia na jeden cyklus (obvykle 1 – 2 týždne).

V kyslíkovej fáze každého cyklu je pravidelným obrábaním pôdy zabezpečený nárast rozptylu kyslíka do mikroštruktúr a distribúcia závlahovej vody do pôdy. Produkty dechlorácie, vytvárané počas bezkyslíkovej fázy degradačného procesu sú postupne odstraňované pomocou oxických biodegradačných procesov, spôsobených pasívnym sušením vzduchu počas obrábania pôdy pre zlepšenie aeróbných podmienok.

Pridávanie DARAMEND prípravku a pokračovanie anoxi-oxi cyklov trvá dovtedy, kým nie sú dosiahnuté požadované hodnoty čistenia. Frekvencia zavlažovania je závislá na vlhkosti pôdy, ktorá je týždenne monitorovaná. Pôdna vlhkosť je udržiavaná v intervale pod hodnotou kapacity vodného nasýtenia pôdy. Udržiavanie pôdnej vlhkosti v uvedenom špecifickom intervale spôsobuje rýchly nárast aktívnej mikrobiálnej populácie a zabraňuje vzniku priesakov. Množstvo pridávaného DARAMEND prípravku v druhom a ďalších cykloch je nižšie, než dávka pre prvý cyklus.

DARAMEND technológiu je možné používať *ex situ* aj *in situ*. V oboch prípadoch je dekontaminovaná vrstva cca 60 cm hrubá, čo je vrstva bežne opracovateľná farmárskym spôsobom obrábania.

Pri *ex situ* procese je kontaminovaná pôda vyťažená a niekedy mechanicky roztriedená, aby boli odstránené úlomky, ktoré môžu zhoršovať distribúciu organického prípravku. Pretriedená pôda je prepravená do spracovateľskej prevádzky, čo býva obyčajne betónová kobka odizolovaná od zeme plastovou fóliou. Pri *in situ* procese je pôda rozvrstvená a spracovaná do hĺbky 60 cm bežnými farmárskymi mechanizmami, ako sú pluh a brány.

Tab. 14: Prehľad parametrov dekontaminácie technológiou Daramend

Názov lokality	Množstvo spracovanej zeminy (t)	Počet cyklov	Trvanie každého cyklu	Kontaminant	Koncentrácia pred úpravou (mg.kg ⁻¹)	Koncentrácia po úprave (mg.kg ⁻¹)
Montgomery Alabama	4 500	15	10 dní	toxafen	260	< 21
				DDT	227	15
				DDE	500	89
				DDD	49	7,8
Charlestone Južná Karolína	250	8	1 mesiac	toxafen	239	5,1
				DDT	89,7	16,5

Hlavným faktorom, ovplyvňujúcim návrh implementácie tejto technológie je množstvo a typ prípravku potrebného pre bioremediáciu. To je závislé na miestnych podmienkach a chemických vlastnostiach (pH pôdy, obsah makro a mikroživín, kovov, koncentrácia a povaha kontaminantov) spracovávanej pôdy. Trvanie čistiaceho cyklu je podmienené chemickými parametrami pôdy, koncentráciou relevantných kontaminantov a pôdnou teplotou. Počet čistiacich cyklov závisí na požadovaných cieľových koncentráciách kontaminantov.

Pre *ex situ* nasadenie technológie je množstvo ošetrovanej pôdy kontaminovanej POPs látkami závislé na veľkosti dekontaminačnej plochy, určenej na rozvrstvenie pôdy. Potrebné je tiež počítať s priestorom potrebným na zmiešavanie zemín a injektážnu techniku.

Odpady, reziduá:

Primárne vznikajúcimi odpadmi po použití technológie sú úlomky, kamene a materiál konštrukcií, ktorý je odstraňovaný počas procesu predúpravy. Nevznikajú žiadne výluhy, ak je dekontaminačná plocha prekrytá. Ak prekrytie nie je možné, zrážky môžu spôsobovať priesaky z dekontaminačnej plochy. Taktiež vzorkovacie a monitorovacie práce na nahromadenej dekontaminovanej zemine môžu spôsobiť kontamináciu vody.

Obmedzenia:

DARAMEND technológia má svoje ekonomické a technické limity – nie je ekonomicky použiteľná na príliš vysoké koncentrácie znečistenia POPs látkami. Metóda tiež nie je vhodná na odstraňovanie ostatných POPs látok, akými sú napr. PCB, dioxíny a furány. Na tieto látky pôsobí len okrajovo, ako bolo otestované pri pilotných testoch technológie. Vo všeobecnosti je potrebné pred aplikáciou technológie v terénnom rozsahu odskúšať jej efektívnosť pre konkrétne kontaminanty pilotnou skúškou, ktorá tiež stanoví množstvo a typ preparátu potrebného na dekontamináciu. *In situ* aplikácia tejto technológie používa bežne dostupnú pôdohospodársku mechanizáciu s dosahom do 60 cm pod úroveň terénu. Avšak je možné použiť technológiu aj na väčšie hĺbky použitím injekčných techník alebo veľkých mechanizmov na premiešavanie zemín. Požiadavkou technológie je , aby dekontaminačná plocha bola bez povrchových, alebo podpovrchových prekážok, ktoré by mohli znemožniť obrábanie (spracovávanie) nahromadenej zeminy.

Ex situ aplikácia tejto technológie vyžaduje rozsiahle dekontaminačné plochy, ak je potrebné spracovať väčšie množstvá kontaminovaných pôd. Potreba navŕšiť kontaminovanú zeminu do 60 cm hrubej vrstvy spôsobuje nárast času potrebného na dekontamináciu.

Aplikácia technológie vyžaduje prítomnosť zdroja vody – vodovodnej, povrchovej alebo podzemnej. Technológia by nemala byť použitá v oblastiach s rizikami záplav, alebo v miestach s hĺbkou hladiny podzemnej vody nižšou než 90 cm pod povrchom.

Počas mechanického spracúvania zemín môže dôjsť k emisiám prchavých organických látok (VOC). Prítomnosť väčšieho množstva úlomkov, kameňov v ošetrovanej pôde môže spôsobiť problémy pri dávkovaní a rozmiestnení organickej prímеси, čo zníži účinnosť spracovania pôdy. Prítomnosť iných toxických zložiek (ťažkých kovov) môže poškodiť pôdne mikróby. Pôdy s vysokým obsahom humínov môžu predlžovať proces dekontaminácie, pretože majú zvýšenú organickú spotrebu a kyslíkovú spotrebu.

Kontakt: Mr. Michael Mueller, Managing Director, Franz-Plattner Str. 28F, Zirl, 6170 Austria, tel.: +43 5238.53262, fax +43 512.219 100333, www.adventus.eu

5.2. Dostupné technológie v Slovenskej republike

V tejto kapitole sú vymenované a opísané technológie určené na zneškodňovanie alebo zhodnocovanie odpadov s obsahom POPs látok, ktoré sú na území Slovenskej republiky reálne prevádzkované podľa aktuálnych povolení kompetentných úradov.

5.2.1 Spaľovne v SR

Stav v oblasti kapacít a geografického rozmiestnenia spaľovní vhodných na zneškodňovanie POPs látok sa v posledných rokoch nezmenil, podľa stránky enviroportal.sk ide o nasledujúce zariadenia:

Z údajov za rok 2010 vyplýva, že na Slovensku sú prevádzkované dve veľké spaľovne nebezpečného odpadu (kapacita >2 t/hod). Ich prevádzkovateľmi sú:

- **Slovnaft, a.s. (Bratislava)** – ročná kapacita uvádzaná 1 018 ton/rok
- **Duslo, a.s. (Šaľa)** – ročná kapacita uvádzaná 6 182 ton/rok

Ostatné spaľovne odpadov majú nižšiu kapacitu (<2 t/hod) a ich prevádzkovateľmi sú:

- **Chemko Light Stabilizers, s.r.o. (Strážske)** - 0,14 - 0,18 t/hod
- **Fecupral, s r.o. (Prešov)** - 0,15 t/hod
- **A.S.A. Slovensko, s.r.o. (Kysucké Nové Mesto)** - 0,31 t/hod

Z hľadiska environmentálneho posúdenia vhodnosti vyššie uvedených spaľovní je potrebné rešpektovať rozhodnutia orgánov štátnej správy, ktoré uvedené zariadenia schválili, čiže ich environmentálna vhodnosť a súlad s legislatívou SR platnou pre spaľovne je dodržaný. Smerodajné sú aktuálne povolenia na prevádzkovanie danej spaľovne, t. j. súhlasné rozhodnutia príslušných orgánov štátnej správy vo veci nakladania s odpadmi.

Osobitnú úlohu majú veľké zariadenia na spoluspaľovanie odpadov, ktorých kapacita spaľovania nie je uvedená, nakoľko ide o proces spoluspaľovania odpadov s inými surovinami. Vo svete sú cementárenské pece považované za najvhodnejší spôsob korektného zneškodnenia POPs odpadov a treba dodať, že tento spôsob je najmä v rozvojovom svete najpoužívanejší. Na území Slovenskej republiky sú prevádzkovateľmi takýchto zariadení:

- **Holcim (Slovensko), a.s. (Rohožník)**
- **V.S.H., a.s. (Turňa nad Bodvou)**
- **Cemmac, a.s. (Horné Sĺrnie)**
- **Považská cementáreň, a.s. (Ladce)**

Pre posúdenie environmentálnej vhodnosti cementárenských spoluspaľovacích zariadení je opäť rozhodujúci súhlas príslušného orgánu štátnej správy a s tým súvisiaci zoznam odpadov, ktoré je možné v týchto zariadeniach zneškodňovať.

5.2.2 Nespaľovacie zariadenia v SR

Silvergas, s.r.o., Bardejov, Plazmové splyňovanie a tavenie odpadov

Táto technológia je založená na generovaní vysokej teploty v oblasti elektrického oblúkového výboja vznikajúceho v plynnom médiu. Plazma je vysoko ionizovaný plyn, elektricky vodivý, ktorého elektrický odpor sa znižuje so zvyšujúcou sa teplotou.

Možnosť získať tak vysoké teploty v plazmovej peci vytvára nové predpoklady a možnosti spracovania rôznych druhov odpadov v porovnaní s konvenčnými spaľovňami odpadov. Plazma generovaná elektrickým poľom dosahuje výrazne vyššie teploty (5 000 až 8 000 °C), ako je teplota plameňa v kotloch pecí a jeho energia spôsobí rozklad na jednoduchšie bezpečné chemické prvky a molekuly, ktoré spolu vytvárajú syntetizovaný plyn ako palivo do kogeneračných jednotiek resp. turbín.

Tento spôsob likvidácie odpadov umožňuje prevádzkovať celý systém bez potreby komína s využitím výfukového potrubia kogeneračnej jednotky, ktorého produkované emisie sú hlboko pod stanovenými normami. Okrem týchto spodín nie sú produkované žiadne plynné zlúčeniny ohrozujúce životné prostredie. Proces splyňovania v plazme generuje malé množstvo trosky (8 až 13 %), ktorá je inertným neškodným materiálom. Tento proces sa nazýva vitrifikácia a výrazne znižuje objem odpadu a produkciu nebezpečných látok. Veľkou výhodou tejto metódy je konverzia tuhých nebezpečných odpadov na tuhú inertnú sklovitú trosku s uzavretím nebezpečných zlúčenín vo vnútri. Takáto troska má komerčný potenciál a jej využitie je možné napr. v stavebníctve. Kovová zliatina vznikajúca v procese splyňovania je užitočnou druhotnou surovinou.

Odpad v závislosti na jeho zložení a fyzikálno-chemických vlastnostiach musí byť vytriedený, rozdrvený na preddefinovanú frakciu a predsušený pred vstupom do plazmového reaktora (za účelom dosiahnutia najvyššej účinnosti a efektivity).

Proces splyňovania a tavenia v plazmovom reaktore umožňuje spracovávať rôzne druhy odpadu:

- organické frakcie, plasty, textil, drevo, PVC, PET atď., nemocničný odpad,
- ekologicky neškodné inertné materiály (sklo, keramika a pod.),
- neprchavé kovy (Fe, Cu, Al a pod.),
- prchavé kovy (Hg, Cd, Zn, Pb a pod.).

Syntetizovaný plyn je jeden z najdôležitejších produktov získaných plazmovým splyňovaním. Z dôvodu jeho ďalšieho využitia ako paliva je potrebné ho vyčistiť v čistiacej stanici, vyznačujúcej sa vysokou účinnosťou. Na začiatku sú oddelené z plynu prchavé kovy. Medzi tieto patria ortuť, kadmium, zinok a olovo. Taktiež sa plyn čistí od prachu a sadzí. Syntetizovaný plyn môže byť ešte kontaminovaný chlórrom a sírou (anorganický sírovodík a oxid uhličitý, organický sulfid uhlíka, sírouhľik, merkaptány).

Zlúčeniny chlóru a síry sa vymyjú a vyzrážajú vo forme solí v procese čistenia. Dlhoročná prax ukázala, že v dôsledku vysokej teploty pri nízkom množstve kyslíka v plazmovom reaktore a pri rýchlom schladení syntetizovaného plynu pri jeho čistení je tvorba dioxínov a furánov extrémne nízka. Prach a koncentráty vyzrážaných solí kovov sú vhodné na spracovanie v chemickom priemysle.

500 kW plazmový reaktor (7 600 hod/rok) spracuje cca 2 730 t/rok

DEKONTA s.r.o. - termálna desorpcia

Na Slovensku dostupnou extrakčnou technológiou na desorpciu PCB a POPs látok z pevnej matrice – pôdy, sedimentov je termálna desorpčná jednotka prevádzkovaná spoločnosťou DEKONTA s.r.o. v Kuchyni, okr. Malacky.

Desorpčná jednotka zabezpečuje oddelenie kontaminantu od kontaminovaného materiálu - matrice - na princípe fázovej zmeny znečisťujúcej látky v dôsledku zvýšenia teploty matrice, pri ktorej dominantný podiel odstraňovanej látky prechádza do plynného stavu. Tento proces sa deje v prostredí bez prítomnosti kyslíka. Zahrievaním materiálu sa odparuje voda a organické zložky, ktoré sa vákuovým systémom oddelia a zhromažďia v zásobných nádržiach. V ďalších krokoch sa spracujú alebo odstránia (napr. druhotným spaľovaním alebo katalytickou oxidáciou).

Limitujúcim faktorom pre využitie tejto technológie môže byť vyššia vlhkosť a obsah ílu v matrici, čo predlžuje reakčný čas. Súčasná kapacita prevádzkovej termálnej desorpčnej jednotky je 1100 t /rok. V prípade potreby je možné modulovým spôsobom jednoducho zvýšiť kapacitu tejto jednotky podľa požadovanej potreby.

Obr. 5: Termálna desorpčná jednotka DEKONTA s.r.o., Kuchyňa, okr. Malacky



6. Ekonomické zhodnotenie technológií pre zneškodnenie - rôzne typy POPs odpadov

Ako dostupné a vhodné pre účely zneškodňovania POPs látok boli v predošlej kapitole vyhodnotené nasledujúce technologické postupy:

- **SPAĽOVANIE (spoluspaľovanie)**
- **PROCES CHEMICKEJ REDUKCIE PLYNNEJ FÁZY (GPCR)**
- **ALKALICKY KATALYZOVANÁ DEKOMPOZÍCIA (BCD)**
- **SODÍKOVÁ REDUKCIA**
- **PLAZMOVÝ OBLÚK**
- **PYROLÝZA**
- **Termálna desorpcia**
- **Bioremediácia**

Oceniť (ekonomicky vyhodnotiť) uvedené technológie a ich použitie na zneškodnenie POPs odpadov a zmesí bez poznania kontextu – konkrétneho sanačného projektu – je možné, avšak pre ďalšie praktické využitie sú údaje príliš všeobecné. Ako príklad uvádzame dáta z dokumentu Inventory of World-Wide PCB Destruction Capacity (2004), kde boli pre spracovanie jednotlivých typov PCB odpadov deklarované nasledujúce ceny – náklady na spracovanie:

• PCB oleje:	26 až 3 260	€/t
• Kovové PCB zariadenia:	546 až 2 644	€/t
• Nekovové PCB kontaminované materiály:	326 až 3 411	€/t
• Transformátory:	128 až 2 644	€/t
• Kondenzátory:	846 až 2 027	€/t
• Pevné odpady kontaminované PCB:	273 až 1 630	€/t
• Pôdy, sedimenty kontaminované PCB, zvyšky, kaly:	106 až 1 630	€/t

Cenové intervaly sú príliš široké a pre praktické použitie – reálny odhad nákladov na zneškodnenie príslušného odpadu - sú tieto ceny bez ďalších doplňujúcich parametrov nepoužiteľné.

Skutočné finančné náklady na odstránenie a konečné zneškodnenie odpadov závisia najmä na obchodnej politike majiteľov zariadení, technologických podmienkach predúpravy odpadu a prípadných ďalších, bližšie nešpecifikovaných požiadavkách orgánov štátnej správy pri schvaľovacom procese plánovaných sanačných prác.

Z existujúcich schém – formalizovaných postupov - na ekonomické hodnotenie sanačných technológií sa ukazuje ako využiteľná schéma FRTR (Federal Remediation Technologies Roundtable), 2008: Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, version 4.0.

Pre ilustráciu tejto databázy uvádzame 2 príklady ekonomického vyhodnotenia technologických postupov pre pôdy (sedimenty): termálnu desorpciu (tab. 15) a spaľovanie (tab. 16).

Tab. 15: Termálna desorpcia (VOC – prchavé organické látky, SVOC – čiastočne prchavé organické látky)

PARAMETRE	Scenár A	Scenár B	Scenár C	Scenár D
	Malé územie		Veľké územie	
Remediačné opatrenia:	Ľahké	Ťažké	Ľahké	Ťažké
Matrica	Zemina	Zemina	Zemina	Zemina
Kontaminant	VOC/palivá	SVOC	VOC/palivá	SVOC
Postup	Ex Situ	Ex Situ	Ex Situ	Ex Situ
Popis:				
Množstvo (t)	10 000	10 000	300 000	300 000
Druh	VOC/palivá	SVOC	VOC/palivá	SVOC
Stupeň bezpečnosti	D	D	D	D
Prídavné náklady:				
Návrh remediácie	\$ 26 568	\$ 73 800	\$ 335 792	\$ 730 623
Termálna desorpcia - náklady	\$ 590 402	\$ 1 845 009	\$ 9 594 049	\$ 24 354 104
CELKOVÉ NÁKLADY	\$ 616 970	\$ 1 918 809	\$ 9 929 841	\$ 25 084 727
NÁKLADY NA 1 m³	\$ 81	\$ 252	\$ 44	\$ 110
NÁKLADY NA 1 m³ v €	71 €	222 €	39 €	97 €

Tab. 16: Spaľovanie (VOC – prchavé organické látky, SVOC – čiastočne prchavé organické látky)

PARAMETRE	Scenár A	Scenár B	Scenár C	Scenár D
	Malé územie		Veľké územie	
Remediačné opatrenia:	Ľahké	Ťažké	Ľahké	Ťažké
Matrica	Zemina	Sediment	Zemina	Sediment
Kontaminant	SVOC	SVOC	SVOC	SVOC
Postup	Ex Situ	Ex Situ	Ex Situ	Ex Situ
Popis:				
Množstvo (CY)	15 000	15 000	100 000	100 000
Redukcia veľkosti materiálov	Nie	Áno	Nie	Áno
Stupeň bezpečnosti	D	D	D	D
Odpad:				
Vlhkosť (%)	20	55	20	55
Obsah popola (%)	78	40	78	40
Hustota (Lbs/CY)	2 430	2 430	2 430	2 430
Transportná vzdialenosť (Mi)	50	50	50	50
Návrh remediácie (3%)	\$ 347 647	\$ 511 396	\$ 2 024 029	\$ 3 096 904
Spaľovanie - náklady	\$ 11 588 242	\$ 17 046 523	\$ 67 467 651	\$ 103 230 123
CELKOVÉ NÁKLADY	\$ 11 935 889	\$ 17 557 919	\$ 69 491 680	\$ 106 327 027
NÁKLADY NA 1 m³	\$ 1 047	\$ 1 540	\$ 1 914	\$ 1 399
NÁKLADY NA 1 m³ v €	923 €	1 357 €	806 €	1 233 €

Na Slovensku je problematika ekonomického vyhodnocovania sanačných postupov najkomplexnejšie spracovaná v dokumente „Ekonomika nákladov na prieskum a sanáciu environmentálnych záťaží“ (Auxt a Paluchová, SAŽP, HES-COMGEO, 2008).

Systematický prístup k ekonomickému zhodnoteniu sanačných technológií bol použitý aj pri tvorbe príslušnej kapitoly Atlasu sanačných metód environmentálnych záťaží (ŠGÚDŠ, Bratislava 2010). V kapitole Hodnotenie vhodnosti a efektívnosti sanačných metód je konštatované okrem iného, že je veľmi obtiažne extrapolovať ekonomiku, náklady na sanácie z jednej lokality na druhú, pretože špecifiká lokalít a charakteru znečistení sú veľmi individuálne. Konkrétne sa v uvedenom materiáli uvádza: „*Vytvorenie jednotných podkladov na hodnotenie vhodnosti a efektivity sanačných metód a postupov, ako aj porovnanie nákladov spojených s prieskumom a realizáciou sanácie znečistených území pri existujúcich možnostiach sanačných technológií a postupov je veľmi zložitá. Úroveň takéhoto hodnotenia je vo svete rôzna. V niektorých krajinách (napr. Fínsko, Nemecko, Litva, Nórsko, Švédsko, Česká republika) boli vypracované tzv. cost/benefit analýzy sanácií, no špeciálny ekonomický nástroj neuviedla žiadna krajina*“.

Vzhľadom na vyššie uvedené problémy s extrapoláciou ekonomiky medzi jednotlivými sanačnými projektmi a na to, že cieľom štúdie je návrh technológií na zneškodňovanie a zhodnocovanie vysoko špecifických druhov odpadov a zmesí – POPs látok, za najvhodnejší spôsob ekonomického hodnotenia jednotlivých technológií bol zvolený **transfer skúseností a ekonomického vyhodnotenia z konkrétnych prípadových štúdií s podobným až zhodným zameraním (cieľom sanácie):**

- 6.1 Zneškodnenie starých zásob pesticídov, starých zásob PCB
- 6.2 Čistenie pôd, zemín a sutí kontaminovaných pesticídmi a PCB látkami
- 6.3 Revitalizácia územia kontaminovaného pesticídmi alebo PCB látkami

Treba zároveň dodať, že každý z uvedených typov dekontaminačných projektov je väčšinou riešený kombináciou viacerých technologických postupov „šitých na mieru“ danej lokalite, daným parametrom znečistenia (množstvu a druhu odpadov), cieľovým hodnotám dekontaminácie a pod.

6.1 Zneškodnenie starých zásob pesticídov, starých zásob PCB

Tento druh sanačných prác je najjednoduchšie ekonomicky hodnotiť. Cena zneškodnenia závisí v podstate len na výbere technológie, ktorou budú staré zásoby pesticídov alebo PCB odpadov zneškodnené.

Ako najvhodnejšie technológie určené na likvidáciu týchto druhov odpadov boli v predošlej kapitole vybrané **spaľovne**, alternatívou je **plazmová technológia**.

Aktuálna cena za zneškodnenie POPs odpadov v slovenských spaľovniach je deklarovaná na úrovni **2 000 €/t** a viac. V tejto cene je zahrnutá aj preprava a manipulácia s predmetnými odpadmi.

Podľa dostupných informácií je cena za spaľovanie týchto druhov odpadov v Českej republike priaznivejšia (ústna informácia). Otázkou zostáva, či po prirátaní prepravných nákladov a administratívneho spracovania cezhraničného transportu bude stále konečná cena zneškodnenia oproti uvedeným cenám v SR priaznivá.

Ako reálna ekonomicky výhodná alternatíva spaľovní sa ponúka konečné zneškodnenie POPs odpadov tejto skupiny (starých zásob pesticídov, starých zásob PCB) v zariadení na plazmové splyňovanie a tavenie odpadov Silvergas, s.r.o., Bardejov s cenou zneškodnenia v intervale **1 500 – 1 800 € / t**.

Z hľadiska economickej výhodnosti je potrebné zvážiť aj využitie cementárenských pecí pre deštrukciu predmetných odpadov – ako zložka alternatívneho paliva. Na území Slovenskej republiky ale v súčasnosti nemá žiadna cementárska pec povolenie na PCB odpady alebo pesticídy (stav k 2015, máj).

Vzhľadom na stav skladovania predmetných odpadov, najmä starých zásob pesticídov, je potrebné počítať s nákladmi na balenie („repackaging“). Proces správneho balenia alebo legálneho prebalenia nevyhovujúceho balenia je z hľadiska ohrozenia zdravia alebo životného prostredia vo svete veľmi sledovaný. Administratívna a vecná náročnosť tohto procesu môže ovplyvniť výšku nákladov potrebných na zneškodnenie starých zásob PCB alebo pesticídov, nemalo by to však presiahnuť 3 % celkového objemu potrebných prostriedkov.

6.2 Čistenie pôd, zemín a sutí kontaminovaných pesticídmi a PCB látkami

Pre túto skupinu sanačných projektov je typická fáza extrahovania kontaminantu z pevnej matrice a následné zneškodnenie extrahovanej látky niektorým z deštrukčných procesov uvedených v kap. 5. Ďalšou typickou črtou tohto typu dekontaminácie je nízka (niekedy veľmi nízka) koncentrácia kontaminantu v matrici a jeho rozptýlenie v priestore do veľkých rozmerov.

Obe uvedené špecifiká sanačných procesov – čistenie pôd, zemín a sutí - vedú k potrebe používať na riešenie kombináciu technologických postupov, z čoho tiež vyplýva, že ekonomika čistiaceho procesu je tiež zložitejšia. Preto sú ekonomické kalkulácie v tejto podkapitole založené na prevzatí rozpočtov z analogických prípadov známeho úspešného použitia sanačných postupov v zahraničí.

Prípad 1: Sanácia bývalej továrne na výrobu pesticídov

Jedná sa o referenciu firmy **Vertase FLI Limited, Bristol, Veľká Británia**

Referencia súvisiaca s problematikou POPs látok umožňuje reálne zhodnotiť ekonomiku demolačných a remediačných prác pre dekontamináciu technických konštrukcií a rozsiahleho územia znečisteného pesticídmi.

Ide o sanáciu areálu bývalej továrne na výrobu herbicídov a iných pesticídov s významným znečistením pôdy a podzemnej vody v lokalite Hauxton, Cambridgeshire, UK. Areál je situovaný v susedstve vodného toku s miestnym významom, taktiež v intraviláne obce v blízkosti obývaných priestorov.

- Práce pozostávali zo súboru technologických postupov – demolácie budov, demolácie zásobných nádrží, *ex-situ* bioremediácia na dosiahnutie požadovaných limitov stanovených predchádzajúcou rizikovou analýzou. Rozsiahlosť tohto projektu dokumentujú aj masívne objemy – 40 000 m³ recyklovaného agregátu a viac ako 150 000 m³ zemín spracovaných na opätovné využitie. Projekt trval 18 mesiacov a celkové náklady na dekontamináciu boli cca 7 253 500 €. Veľmi orientačne je možné spočítať jednotkovú cenu **cca 38 € / m³** spracovaného materiálu. Toto je veľmi priaznivá cena pre dekontaminačné práce s POPs znečistením. Nízka jednotková cena je okrem iného spôsobená veľkým objemom spracovaných materiálov a tiež recyklovaním – opätovným využitím - veľkého množstva spracovaného materiálu na stavebné a iné účely.
- Táto referencia je použiteľná pre vyhodnotenie potrebných nákladov na projekte sanácie napr. v areáli Chemko Strážske, kde ide o podobné množstvá kontaminovaných plôch, veľkosti kontaminovaných budov a technických zariadení používaných v minulosti. Viac v kap. 9.

Prípad 2: Sanácia bývalého skladu pesticídov

Spoločnosť Dekonta, a.s., Česká republika - likvidácia skladu pesticídov – Klatovy

Objekt a jeho okolie, v ktorom bol realizovaný sanačný zásah, sa nachádza v Klatovoch, v miestnej časti Luby. Sanovala sa prízemná hospodárska budova s kontaminovaným okolím.

Objekt bol dlhoročne využívaný na skladovanie a manipuláciu s pesticídmi. Popri tom tu boli skladované ropné látky, najmä oleje a nafta. V dôsledku nešetrného prístupu, nevhodných technologických postupov a zrejme aj havarijných únikov došlo ku kontaminácii predmetného objektu pesticídnymi látkami, predovšetkým organochlórovými pesticídmi (definovanými ako perzistentné organické látky, v menšom meradle i ďalšími pesticídnymi látkami). Objekt resp. nesaturovaná zóna (zeminy) v jeho okolí bola kontaminovaná aj ropnými látkami.

Vzhľadom na výsledky prieskumu znečistenia, vyhodnotenie rizík zo zistenej kontaminácie všetkých matric a legislatívne predpisy boli v rámci analýzy rizika navrhnuté nasledujúce cieľové parametre:

pre stavebné konštrukcie:

- α -HCH = 2,5 mg.kg⁻¹
- γ -HCH = 10 mg.kg⁻¹
- DDD = 50 mg.kg⁻¹
- DDE = 50 mg.kg⁻¹
- DDT = 50 mg.kg⁻¹

- ostatné pesticídy = 10 mg.kg⁻¹ (α-Endosulfán, fenson, secbumeton, metolachlór, permethryn I., permethryn II., atrazín, terbutrín, terbutylazín, prometryn, methoprotryn, dinoseb, triadimefon, desmetrín, chortoluron, arborol M a nitrosan)
- ropné látky (C₁₀ – C₄₀) = 1000 mg.kg⁻¹

pre zeminy nesaturovanej zóny:

- DDD = 10 mg.kg⁻¹
- DDE = 10 mg.kg⁻¹
- DDT = 10 mg.kg⁻¹
- ostatné pesticídy = 5 mg.kg⁻¹
- ropné látky (C₁₀ – C₄₀) = 1000 mg.kg⁻¹

Rozsah sanačného zásahu vychádzal z výsledkov detailného prieskumu. Predmetom sanačných prác boli len stavebné konštrukcie a tiež obmedzené množstvo zemín a stavebných konštrukcií mimo objektu. Jednalo sa najmä o betónové podlahy a v menšej miere i omietky. Sanácia sa ďalej týkala zemín nesaturovanej zóny v priestore spevnenej plochy dvora.

Etapy sanácie kontaminovaného objektu:

- Zriadenie staveniska
- Prípravné práce –utesnenie objektov
- Sanačný zásah – demolácie podláh a stien
- Odstránenie vzniknutých odpadov z demolácií s obsahom pesticídov
- Odstránenie odpadov vzniknutých odťažbou zemín s obsahom ropných látok

Celkový objem odpadov, ktoré vznikli počas selektívnych demolácií bol súhrnne cca 60 m³.

Odpady, ktoré vznikli počas demolačných a sanačných prác v kontaminovanom objekte (predovšetkým demolované stavebné konštrukcie podláh a omietok) a jeho okolia (v priestore spevnenej plochy dvora) boli odstránené (obsahovali neprípustné koncentrácie pesticídov) odvozom do spaľovne nebezpečných odpadov spoločnosti SITA v Ostrave.

Charakter odpadu	Katalógové číslo	Množstvo [m ³]	Spôsob využitia/odstránenie
Stavebná suť (omietky, podlahy – tehly, betón) a zeminy s pesticídmi	17 09 03	60 m ³	D10 – spaľovanie na pevnine
Zemina a kamenivo s prímiesou betónu a živice s obsahom ropných látok	17 05 03	208 m ³	R3 – biodegradácia

Ekonomické vyhodnotenie sanačných prác:

Súhrnná suma potrebná na celý opísaný sanačný projekt bola 271 000 €.

Z toho odstránenie a uloženie odpadov 73 000 €, to sú náklady na prepravu a zneškodnenie pevných materiálov kontaminovaných pesticídmi v zariadeniach na to určených – spaľovňa (kontaminant: pesticídy) a zemina s kamenivom (kontaminant: ropné látky) po bioremediácii. Jednotková cena týchto prác je cca **270 €/ m³** pevného materiálu.

Náklady na sprievodné práce uvedené v etapách dosiahli 23 690 €.

Bioremediácia in situ bola vyčíslená na 123 000 €.

- Táto referencia je použiteľná pre vyhodnotenie potrebných nákladov na projekty sanácie jednotlivých **skladov pesticídov** na Slovensku. V rámci predloženej štúdie je zhodnotených 5 skladov s nevhodne uloženými pesticídmi. Vzhľadom na podobnú veľkosť skladovacích objektov

a zhodný charakter skladovaných POPs látok je predpoklad, že vypočítaná ekonomická náročnosť z tejto referencie bude korelovať s nákladmi potrebnými na revidované sklady veľmi úzko (viď kap. 9)

- Referenciu je možné použiť aj pre hodnotenie ekonomickej náročnosti sanačných prác na vybraných **lokality obalovačiek bitúmenových zmesí**, tam, kde sa počíta aj s búracími prácami stavebných objektov, nie len čistením kontaminovaných zemín. Areály, pri ktorých je potreba sanácie vysoká a uvedený sanačný postup vhodný, sú detailne rozpracované v kap.7 a kap. 9.

Prípad 3: Sanácia areálu kontaminovaného PCB, HCH a zmesou uhľovodíkov

Spoločnosť SAVATERRA Ltd, Fínsko

Referenciou preukazujúcou vhodnosť **termálnej desorpcie** firmy Savaterra je prípad vyčistenia pôdy v oblasti Paríža. Za 10 mesiacov bolo spracovaných 60 000 ton zeminy vo vysokotermálnej desorpčnej jednotke. Zemina bola znečistená uhľovodíkmi C10 – C 40, tiež PCB a z POPs látok bol významným polutantom HCH. Stredná cena dekontaminačného projektu bola 85 EUR / tonu. Treba dodať, že išlo o vyčistenie zeminy do úrovne koncentrácie 50 000 mg/kg, čo nemusí byť podľa rizikovej analýzy dostatočná čistota a bude teda potrebný ešte koncový dočistovacie proces, prípadne spálenie, čo môže cenu výrazne ovplyvniť smerom nahor.

- Táto referencia je použiteľná pre vyhodnotenie potrebných nákladov na projekte sanácie napr. v areáli Chemko Strážske, kde ide tiež o veľké rozlohy kontaminovaných plôch, veľkosti kontaminovaných budov a technických zariadení. Vysoká kapacita mobilného zariadenia Savaterra a jej nasadenie je opodstatnené.
- Po dopočítaní položky potrebnej na dočistenie materiálu pod 50 000 mg/kg je možné priblížiť sa k cene cca 300 €/t, čo možno považovať pre množstvá zneškodňovaných predmetných odpadov v 10 000 ton za cenu reálnu.

Prípad 4: Revitalizácia územia znečisteného pesticídmi toxafen, DDT, DDE, DDD

Spoločnosť Adventus Europe GmbH - Bioremediácia územia technológiou Daramend

Kontaminácia pochádzala z predchádzajúcej výroby na tomto území. Išlo o výrobu, balenie a distribúciu pesticídov a ďalších priemyselných chemikálií. Kontaminovaná pôda a vyťažené sedimenty (približne 4 500 ton) boli spracované použitím DARAMEND® prípravku a postupu opísaného v kap. 5 striedaním anaeróbných/ aeróbných cyklov. Implementácia technológie prebiehala postupnými krokmi podľa nasledujúcej schémy:

1. Zpracovanie prípravku DARAMEND® a aplikácia práškoveho nulavalentného železa
2. Stanovenie vodnej kapacity pôdy a sedimentu (len pred prvým cyklom)
3. Stanovenie potrebnej „pracovnej“ vlhkosti pre ošetrovanú matricu (pôda a sediment)
4. Potrebné zavlaženie
5. Meranie redox potenciálu pôdy
6. Ponechanie pôdy a sedimentu v bezkyslíkovej fáze v klude (približne 7 dní)
7. Pravidelné denné obrábanie pôdy na znovuoobnovenie aeróbnej fázy (približne 4 dni)
8. Opakovanie krokov 1 a 3 až 7 v niekoľkých cykloch. Pre danú lokalitu bolo použitých 15 cyklov.

Po ukončení 15 cyklov boli stanovené dosiahnuté cieľové hodnoty koncentrácie kontaminantov a čistiaci proces bol ukončený. Jednotková cena na spracovanie kontaminovanej pôdy a sedimentov na uvedenej lokalite bola 49 € / t.

Tab. 17: Technológia Daramend - cieľové hodnoty kontaminantov

Názov lokality	Množstvo spracovanej zemi (t)	Počet cyklov	Trvanie každého cyklu	Náklady na 1 tonu	Kontaminant	Koncentrácia pred úpravou (mg/kg)	Koncentrácia po úprave (mg/kg)
Montgomery Alabama	4500	15	10 dní	49 €	toxafen	260	< 21
					DDT	227	15
					DDE	500	89
					DDD	49	7,8
Charlestone Južná Karolína	250	8	1 mesiac	85 €	toxafen	239	5,1
					DDT	89,7	16,5

Uvedenú referenciu a jej ekonomický model je možné použiť na lokalite Chemko – odpadový kanál z niekoľkých dôvodov:

- Ide o znečistenie veľkej plochy (veľký objem kontaminovaných sedimentov – rádovo desiatky tisíc ton – detaily v kap.7)
- Znečistenie sedimentov PCB látkami je v priemere nízke, podľa známych najnovších údajov vykonanej rizikovej analýzy (máj 2015) koncentrácie PCB v horninovom prostredí a podzemnej vode zistené prieskumom v okolí kanála sa pohybovali na nízkej úrovni (v zeminách prekročili zistené koncentrácie PCB hodnotu ID len v 1 vzorke a detekčný limit iba v 23 vzorkách z celkového počtu 301 stanovení, v podzemnej vode neprekročili zistené koncentrácie PCB hodnotu ID v žiadnej vzorke a detekčný limit iba v 13 vzorkách z celkového počtu 139 stanovení). Z výsledkov prieskumu i výsledkov skôr vykonaných prieskumných prác však vyplýva existencia znečistenia dnových sedimentov a povrchových vôd kanála Strážske PCB.
- Spomenutá riziková analýza tiež konštatuje, že vhodným a ekonomicky únosným spôsobom sanácie kontaminovaných sedimentov odpadového kanála Chemko je *ex-situ* dekontaminácia

Pri použití bioremediačnej technológie na očistenie kontaminovaných sedimentov odpadového kanála Chemko podľa postupu uvedeného v tejto referencii bol vypočítaný náklad na sanáciu 50 000 t sedimentov **1 470 000 €**. Detailne je projekt sanácie spočítaný a porovnaný s ostatnými možnými technológiami v kap. 9.

7. Kvantitatívna analýza výskytu POPs odpadov / zmesí v SR

Od začiatku systematickej inventarizácie POPs látok na území Slovenskej republiky, za ktorý možno považovať projekt „**Počiatková pomoc Slovenskej republiky pri plnení záväzkov vyplývajúcich zo Štokholmského dohovoru o perzistentných organických látkach (POPs)**“- GEF/UNDP a MŽP SR (2002), je cieľom inventarizačných aktivít poznať čo najpresnejšie **kvantitatívne** parametre tohto problému, akými sú:

- množstvo zásob PCB látok na území SR
- množstvo zásob starých pesticídov, najmä patriacich do skupiny POP
- veľkosti území kontaminovaných látkami POPs
- objemy (hmotnosti) kontaminovaných médií, ako pôda, horniny, voda povrchová a podzemná, stavebné materiály budov, v ktorých sa nebezpečné látky skladujú alebo skladovali
- výška nákladov potrebných na zneškodnenie evidovaných množstiev a druhov odpadov s obsahom POPs látok
- geografické súvislosti medzi kontaminovanými lokalitami a zariadeniami schopnými zneškodňovať odpad z kontaminovaných lokalít

Znalosti uvedených parametrov umožnili vypracovať stratégie na zvládnutie problému s POPs látkami, ako boli Národný realizačný plán (2005) a jeho aktualizácia (2012). Ďalšia aktualizácia poznatkov sa premietla do Programu odpadového hospodárstva Slovenskej republiky na roky 2011 - 2015 a do Návrhu Programu odpadového hospodárstva Slovenskej republiky na roky 2016 – 2020, ktorý je v súčasnosti posudzovaný v procese SEA.

V tejto kapitole štúdie bude cieľom kvantitatívnej analýzy výskytu POPs odpadov/zmesí na území Slovenskej republiky aktuálne zhodnotenie:

1. stavu zásob starých pesticídov v skladoch (vyhovujúcich aj nevyhovujúcich)
2. stavu zásob PCB látok v skladoch a vo funkčných elektrických zariadeniach
3. množstva kontaminovaných sedimentov v odpadovom kanáli Chemko Strážske, a to vnútri areálu závodu aj mimo neho, až po vtok do rieky Laborec
4. množstvo kontaminovaných zemín v objektoch bývalých obalovačiek bitúmenových zmesí a ich geografické rozmiestnenie na území Slovenska

Súčasne budú pre každú uvedenú skupinu posúdené a vyhodnotené problémy spojené s identifikáciou (výskytom) množstiev predmetných odpadov/materiálov a navrhnutý spôsob, ako tieto problémy riešiť s cieľom konečného zneškodnenia kontaminantov a znečistených území.

7.1 Pesticídy

Celkovo sa v nevyhovujúcich podmienkach skladov, evidovaných ako environmentálne záťažou nachádza cca **56 767 kg** agrochemikálií, ktoré bude potrebné zneškodniť v procese sanácie týchto skladov.

Okrem toho je ale potrebné posúdiť mieru úniku nebezpečných látok do stavebných materiálov skladov, ale najmä do podlažia vzhľadom na dlhodobé nevhodné skladovanie (vrátane poškodených obalov a zrejmych únikov látok) a v mnohých prípadoch priamy prienik zrážok do objektov nezastrešených skladov.

Orientačný hydrogeologický prieskum prioritných 5 nevyhovujúcich skladov potvrdil realnosť predpokladaných únikov do podlažia, i keď zistené koncentrácie v zeminách a podzemných vodách nedosiahli extrémne vysoké hodnoty. Samotné stavebné materiály skladovacích objektov obsahovali v niektorých prípadoch vysoké koncentrácie pesticídov, je teda možné predpokladať, že časť objektov budov sa stane po demolácii nebezpečným odpadom. Kontaminované zeminy a stavebné materiály skladov je potrebné považovať za sekundárne zdroje znečisťovania, a až do ich sanácie nie je vhodné uvažovať o ich vyradení z ISEZ, a to ani v prípadoch, kedy boli skladované agrochemikálie odvezené a zneškodnené. Svoju úlohu v tejto úvahe zohrávajú aj vlastnosti samotných POPs látok, ako boli uvedené v závere kapitoly 4.1.4 – správanie týchto látok v zložkách prostredia nie je dostatočne preskúmané, čím sa miera rizika ich šírenia nijako neznižuje.

Z výsledkov chemických analýz vybraných nevyhovujúcich skladov nevyplynula príčinná súvislosť medzi množstvom skladovaných chemikálií, vstupom zrážkovej vody a mierou kontaminácie podlažia či stavebných materiálov. Preto je potrebné chápať skupinu nevyhovujúcich skladov ako celok, bez rozlišovania obsahu skladu či jeho aktuálneho konštrukčného stavu.

Odhady objemov kontaminovaných zemín, stavebných materiálov a nákladov na ich zneškodnenie pre prioritných 5 skladov, ktoré sa opierajú o zistené koncentrácie kontaminantov v analyzovaných maticiach sú uvedené v kapitole 9.1. Tieto odhady sú orientačné, nakoľko sa vychádzalo z dostupnej dokumentácie a budovy neboli presne zamerané na mieste.

Objem kontaminovaných stavebných materiálov sa pohyboval od 90 do 620 ton, odhadovaný objem zeminy pre sanáciu od 30 do 200 ton podľa veľkosti budovy.

Podzemné vody vzhľadom na zistené koncentrácie pesticídov nie sú predmetom kvantifikácie v tejto štúdii. Nie je možné vylúčiť, že v iných lokalitách evidovaných v ISEZ miera znečistenia podzemných vôd vyústi do potreby realizácie nákladných sanačných opatrení.

Vo vyhovujúcich skladoch bolo fytoinšpektormi ÚKSÚP identifikovaných cca **39 020 kg** starých zásob agrochemikálií. Tieto látky budú postupne zneškodňované v rámci procesu vydávania rozhodnutí ÚKSÚP na náklady vlastníkov. U tejto skupiny skladov sa neuvažuje s potrebou sanácie budov, nakoľko nebezpečné látky sú skladované v súlade s legislatívnymi požiadavkami (evidencia jedov, prevádzkový poriadok, nebezpečné odpady) a nepredstavujú riziko pre zložky prostredia.

7.2 PCB látky v skladoch a funkčných elektrických zariadeniach

V kapitole 4.2 sa uvádza o zariadeniach s obsahom PCB nasledovné:

Z údajov o inventarizácii PCB látok vyplýva, že z produkcie Chemko Strážske (1959 - 1984) sa predalo 21 482 ton výrobkov na báze PCB, z ktorých sa 9 869 t (46 %) exportovalo. Zvyšok, t.j. **11 613 t** odobrali českí a slovenskí odberatelia. Najväčšími odberateľmi technických zmesí na báze PCB v bývalom Československu boli podniky Barvy a laky Praha (Delor 106/80 X), ZEZ Žamberk (Delor 103) a ČKD Praha (Delor 103, Hydeler). Delotherm odoberali najmä rôzne stavebné organizácie (Kočan et al., Zaťaženie životného prostredia a ľudskej populácie v oblasti kontaminovanej PCB, Správa za 1. rok riešenia, ÚPKM, 1998, pre MŽP SR).

V záverečných správach inventarizácií vykonaných v minulosti sa uvádza, že nie sú známe žiadne údaje o evidovaných zásobách PCB (t.j. množstvo PCB uložené na skladoch užívateľov, a to v čistej podobe alebo ako napr. náhradné náplne do kondenzátorov).

Do konca roka 2010 bolo povinnosťou držiteľov odpadov s obsahom PCB tieto zneškodniť v súlade so Zákonom o odpadoch. Nie všetky zariadenia obsahujúce PCB látky sa stali do tohto termínu odpadmi a mnohé sú stále funkčné. Evidenciu týchto zariadení a subjektov – držiteľov - vedie Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, odbor odpadového hospodárstva (na základe rozhodnutia ministra životného prostredia z 13. decembra 2013 č. 40/2013-1.6., ktorým sa vydáva dodatok č. 1 k rozhodnutiu ministra životného prostredia Slovenskej republiky z 27. septembra 2013 č. 25/2013-1.6).

Aktuálny stav (zdroj: MŽP SR): k 31.8.2014 je takýchto držiteľov zariadení evidovaných 57. Z toho je **4 214** zariadení stále v prevádzke a **2 892 ks** zariadení je vyradených a pripravených na zneškodnenie. V prepočte na hmotnosť ide o viac ako 100 t potenciálnych odpadov s obsahom PCB. Špecifikom tohto druhu odpadov s obsahom PCB je, že sú rozptýlené v malých množstvách na celom území Slovenskej republiky. Z hľadiska ohrozenia zložiek životného prostredia v okolí týchto zariadení ide o minimálne riziko.

Podľa údajov inventarizačných prác je jediným objektom s významnejším množstvom skladovaných zásob PCB látok sklad v areáli Chemko Strážske, kde sa uvádza aktuálne množstvo skladovaných odpadov PCB cca **600 ton**. Tieto odpady sú skladované v uzavretom sklade podľa podmienok nariadených OÚ ŽP v Michalovciach a nie je predpoklad, že by tvorili akútne riziko ohrozenia zložiek ŽP.

7.3 PCB Chemko Strážske – areál závodu a odpadový kanál

Chemko Strážske ako bývalý výrobca produktov na báze PCB (v rokoch 1959 – 1984) je od počiatku inventarizačných prác hlavným sledovaným subjektom z hľadiska potenciálneho ohrozenia životného prostredia a zdravia populácie žijúcej na Zemplíne. Je logické, že pri výrobe cca 21 500 ton výrobkov na báze PCB v areáli závodu, manipulácii spojenej s touto výrobou a pri stupni ochrany životného prostredia, ktorá fungovala v čase výroby predmetných produktov, je silno ovplyvnené životné prostredie v areáli podniku a tiež mimo objektu. Príklad významného znečistenia pôdy bývalou výrobnou činnosťou podniku Chemko Strážske dokumentuje nasledujúca tabuľka.

Tab. 18: Vybrané hodnoty obsahu PCB, POPs pesticídov HCB a DDE+DDT vo vzorkách pôdy z okolia závodu Chemko Strážske – skládky (zdroj: Monitoring perzistentných organických látok v Slovenskej republike, 2003, Technická správa č. 2, časť 2)

SKLÁDKY		KONCENTRÁCIA	KONCENTRÁCIA	KONCENTRÁCIA
č. vzorky	Odber. miesto	Σ PCB v ng.g ⁻¹	HCB v ng. g ⁻¹	DDE + DDT v ng. g ⁻¹
P - 31	Sklad „Ovčín“	700	< 0,2	1 080
P - 01	Skládka „Pláne“ 1997	2 900	1,3	1,4
P - 22	Dtto 1998	8 600	3,2	2,9
P - 02	Pri Pláňach 1997	270	3,0	< 0,009
P - 23	Dtto 1998	530	3,9	19
P - 32	Lastomír	170	0,2	37

Mieru ovplyvnenia životného prostredia, najmä mieru kontaminácie jednotlivých zložiek ŽP skúmalo množstvo prieskumných prác. Výsledky všetkých relevantných prieskumov a štúdií sú aktuálne vyhodnotené v práci **Prieskum environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky, Prieskum prioritných environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Košického kraja: časť 18. Chemko – Strážske – odpadový kanál** (Aquatest, a.s., 2015). Súčasťou Záverečnej správy prieskumu je aj riziková analýza.

Konkrétnym cieľom analýzy rizika bolo charakterizovať existujúce a potenciálne environmentálne a zdravotné riziká vyplývajúce z existencie **potvrdenej environmentálnej záťaže Strážske - Chemko - odpadový kanál** a na základe posúdenia ich závažnosti navrhnúť cieľové hodnoty sanácie znečisteného územia a spôsob sanácie environmentálnej záťaže.

Pre účely tejto štúdie sú dôležité najmä údaje spojené s budúcou sanáciou územia a stanovenie cieľových hodnôt pre sanačné práce. Treba dodať, že citovaná správa obsahuje údaje najmä o odpadovom kanáli za hranicami areálu fabriky Chemko Strážske. Tieto dáta sú v závere kapitoly doplnené o údaje získané prieskumom vo vnútri areálu - **Identifikácia objemu sedimentov ovplyvnených bývalou výrobou PCB v Chemko Strážske**, BHF Environmental, 2004. Tak bolo možné stanoviť celkové množstvo dnových sedimentov kanála – potenciálneho zdroja kontaminácie z celého toku kanála až po jeho ústie do Laborca.

Zo záverov rizikovej analýzy využiteľných pre ciele štúdie sú vybrané nasledujúce údaje:

- za nebezpečné znečisťujúce látky, ktoré majú pôvod v environmentálnej záťaži Strážskeho kanála, je možné v zeminách, podzemnej vode a dnovom sedimente Strážskeho kanála považovať **polychlórované bifenyly**. V povrchových vodách sú to polychlórované bifenyly, med', benzo(g,h,i)perylén a indeno(1,2,3-c,d)pyrén,
- za hlavný **aktívny zdroj** znečisťovania považujeme **znečistené dnové sedimenty Strážskeho kanála** (preukázaná environmentálna záťaž Strážskeho kanála),
- hlavným transportným médiom je povrchová voda Strážskeho kanála, ktorá pravdepodobne v dôsledku desorpcie znečistenia z dnových sedimentov obsahuje vysoké koncentrácie PCB a pôsobí tak nielen ako zdroj znečisťovania horninového prostredia a podzemnej vody, ale i povrchovej vody Laborca, do ktorého je kanál zaústený,
- presné množstvo uniknutej látky (PCB) nie je známe. Z vykonaného odhadu materiálovej bilancie vyplýva, že v dnových sedimentoch kanála Strážske môže byť v súčasnej dobe viazaných až **cca 5,5 t PCB**,
- hodnotenie environmentálnych rizík zo znečistených zemín **nepreukázalo** pri súčasnom ani budúcom spôsobe využitia územia a poznatkoch o rozsahu znečistenia v kontaktnej zóne **aktuálnosť environmentálneho rizika pre receptory** v kontaktnej zóne,
- z testu šírenia znečistenia vyplýva, že **nie je možné vylúčiť prechod znečisťujúcej látky (t.j. PCB) cez horninové prostredie a šírenie sa znečisťujúcej látky v pásme prevzdušnenia**. Voľná fáza

znečisťujúcej látky na hladine podzemnej vody ani kontaminácia podzemných vôd s rozsahom nad 1 000 m³ však nebola preukázaná,

- pôsobenie zdroja znečisťovania nebolo v dôsledku pokračujúcej postupnej desorpcie kontaminantov z dnových sedimentov do povrchovej vody Strážskeho kanála doposiaľ ukončené a nie je možné vylúčiť, že aspoň v časti kanála môžu povrchové vody znečistené PCB infiltrovať do pásma nasýtenia a toto znečistenie sa následne šíri v dôsledku prirodzeného prúdenia podzemných vôd smerom k drenážnej báze, ktorú tvorí tok Laborca. Znečistenie podzemnej vody presahujúce hodnotu kritéria ID však **nebolo v podzemných vodách preukázané**, pri zohľadnení degradácie a sorpcie kontaminantu sa predpokladá, že sa **môže znečistenie podzemnej vody PCB šíriť len do blízkeho okolia kanála**, čo zodpovedá výsledkom preukázanými vykonanými prieskumnými prácami,
- posúdenie rizikovosti PCB v dnovom sedimente Strážskeho kanála bolo vykonané porovnaním s intervenčnou hodnotou Metodického pokynu č. 549/98 – 2 na hodnotenie rizík zo znečistených sedimentov tokov a vodných nádrží. Intervenčnú hodnotu 1 mg.kg⁻¹ pre sumu PCB koncentrácie zistené v sedimente mnohonásobne prekračujú, **znečistenie sedimentu je tak možné hodnotiť ako vysoko rizikové pre ekosystémy viazané na tok kanála**,
- odvodenie bezpečnej koncentrácie PCB v dnovom sedimente Strážskeho kanála vychádza z požiadaviek Metodického pokynu č. 549/98 – 2 na hodnotenie rizík zo znečistených sedimentov tokov a vodných nádrží. Pre naplnenie cieľa eliminovať riziko pre ekosystémy Strážskeho potoka a riziko šírenia znečistenia polychlórovanými bifenyli do povrchovej vody Strážskeho kanála a Laborca boli navrhnuté cieľové limity sanácie pre dnové sedimenty na úrovni intervenčnej hodnoty pre PCB stanovenej v Metodickom pokyne č. 549/98 – 2.
- Navrhnuté cieľové hodnoty sanácie:

Σ PCB v dnových sedimentoch Strážskeho kanála	1 mg.kg ⁻¹
Σ PCB v povrchovej vode Strážskeho kanála	10 ng.l ⁻¹

Z uvedených záverov je pre kvantitatívnu analýzu výskytu PCB kontaminácie v blízkosti odpadového kanála zásadná informácia, že znečistenie podzemnej vody sa predpokladá len v úzkom páse popri kanáli v bezprostrednom podloží kanála. Toto konštatovanie umožnilo spočítať množstvo kontaminovaného dnového sedimentu, ktoré môže pôsobiť ako potenciálny zdroj znečistenia podzemnej a povrchovej vody, a je potrebné ho eliminovať sanačným zásahom.

Stanovené množstvo sedimentov v kanáli mimo areálu Chemka je podľa záverov rizikovej analýzy 27 300 ton. K tomuto množstvu je potrebné pripočítať 11 580 m³ sedimentov zo dna kanála v areáli závodu Chemko (zistené prieskumom Filo, J., Identifikácia objemov sedimentov ovplyvnených bývalou výrobou PCB v Chemko Strážske, BHF Environmental, s.r.o., 2004).

Spolu bude potrebné sanovať cca 45 000 ton kontaminovaného sedimentu pochádzajúceho z dna kanála alebo jeho bezprostredného okolia.

Podrobná analýza navrhnutých sanačných postupov a výpočty nákladov sú uvedené v kap.9.

7.4 PCB v objektoch bývalých obalovačiek bitúmenových zmesí

Už pri základnom inventarizačnom projekte “Počiatočná pomoc Slovenskej republiky pri plnení záväzkov vyplývajúcich zo Štokholmského dohovoru o perzistentných organických látkach (POPs)”- GEF/UNDP a MŽP SR boli obalovačky bitúmenových zmesí identifikované ako územia s vysokým rizikom prítomnosti PCB v zložkách životného prostredia. Na základe tohto konštatovania boli obalovačky detailne inventarizované a výsledky publikované v Záverečnej správe “PRIESKUM MIEST VÝSKYTU PERZISTENTNÝCH ORGANICKÝCH LÁTKOK - POLYCHLÓROVANÝCH BIFENYLOV (PCB)”: *Obalovačky bitúmenových zmesí v SR*, DEKONTA s.r.o. (2004).

Pre účely kvantitatívnej analýzy výskytu POPs odpadov na území Slovenskej republiky sú z uvedenej záverečnej správy vybrané nasledovné údaje:

7.4.1 Počet obalovačiek bitúmenových zmesí

Realizovanými prácami bolo v SR identifikovaných celkovo 71 území, kde sú umiestené, resp. v minulosti boli umiestené obalovačky bitúmenových zmesí. Ich počet v jednotlivých krajoch je uvedený v nasledovnej tabuľke.

Tab. 19: Počet obalovačiek bitúmenových zmesí v jednotlivých krajoch a v SR

Kraj	Počet obalovačiek	Počet znečistených území obalovačiek	Počet neznečistených území obalovačiek
1 Bratislavský	7	5	2
2 Trenčiansky	11	10	1
3 Trnavský	7	7	0
4 Nitriansky	5	5	0
5 Žilinský	8	8	0
6 Banskobystrický	11	11	0
7 Košický	10	10	0
8 Prešovský	12	12	0
Slovenská republika	71	68	3

Ako vyplýva z tabuľky, z celkového počtu uvedených území len tri sú charakterizované ako územia, kde nedošlo ku znečisteniu podložia olejmi s obsahom PCB. Jedná sa o územia, kde technológia obalovačiek bola uvedená do prevádzky len v nedávnom období, kedy pre ohrev bitúmenu sa používajú médiá bez obsahu PCB.

Zo 79 okresov v SR sú obalovačky bitúmenových zmesí umiestené v 52 okresoch. V 27 okresoch nie je, resp. nebola umiestená obalovačka bitúmenových zmesí.

7.4.2 Objem kontaminovaných zemín v objektoch obalovačiek bitúmenových zmesí

Objemy znečistených zemín obalovačiek v jednotlivých krajoch sú uvedené v nasledovnej tabuľke. Z tabuľky vyplýva, že najväčší objem znečistených zemín sa nachádza na územiach obalovačiek v Prešovskom a Banskobystrickom kraji. Tieto kraje vysoko prekračujú celoštátny priemer a predstavujú spolu viac ako 40 % objemu znečistených zemín na týchto lokalitách v SR.

Tab. 20: Objem znečistenej zeminy na územiach obalovačiek bitúmenových zmesí v jednotlivých krajoch SR

Kraj	Objem znečistenej zeminy (v m ³)	% podiel v jednotlivých krajoch
1 Bratislavský	4 900	8
2 Trenčiansky	5 900	10
3 Trnavský	5 600	10
4 Nitriansky	5 200	8
5 Žilinský	7 200	12
6 Banskobystrický	11 700	20
7 Košický	7 300	12
8 Prešovský	12 600	20
Slovenská republika	60 400	

Spolu bolo na všetkých územiach obalovačiek bitúmenových zmesí v SR zistených cca **60 400 m³** znečistených zemín. Objemy kontaminovanej zeminy na jednotlivých územiach boli stanovené na základe veľkosti plochy a predpokladanej hĺbky dosahu kontaminantu (i v závislosti na charaktere povrchu územia a jeho podložia).

Z prieskumných prác vykonaných na územiach obaľovačiek bitúmenových zmesí sú pre kvantitatívnu analýzu podstatné tieto informácie:

- zistené úhrnné množstvo 60 400 m³ potenciálne kontaminovanej zeminy je rozmiestnené na území Slovenska v 68 objektoch (nerovnomerne), čo robí sanačné koncepty pre obaľovačky asfaltových zmesí špecifickými,
- neznámym faktorom s vplyvom na výpočet sanačných nákladov v objektoch obaľovačiek je **doteraz nezisťovaný** (z hľadiska kontaminácie) stav budov a ostatných technických konštrukcií, kde sa manipulovalo s PCB látkami. Tieto údaje bude v budúcnosti potrebné zistiť (analógia so skladmi pesticídov), aby do nákladov potrebných pre sanačné opatrenia v obaľovačkách boli započítané i množstvá kontaminovaných materiálov z budov a zariadení,
- zo zdokumentovaných lokalít je 32 takých, kde prevádzka zariadenia bola už ukončená. Mnohé objekty sú v súčasnosti aktívne využívané na iné účely (drevoobrábacie prevádzky, sklady dreva, betonárky, triedičky štrku, skládky odpadu, atď.) Pri prieskume stavu kontaminácie týchto objektov bude treba počítať s odporom (prinajmenšom s nesúhlasom) terajších vlastníkov objektov. Typickým príkladom je nesúhlas majiteľa so vstupom na pozemky pre účely vykonania prieskumu, čo môže v mnohých prípadoch prieskum znemožniť,
- pozitívnym špecifikom problematiky znečistenia území bývalých obaľovačiek je predpokladaná nízka mobilita kontaminantu – analógia so šírením PCB látok v okolí odpadového kanála Chemko Strážske. Kontaminácia je viazaná na povrchové vrstvy horninového prostredia s minimálnym vertikálnym pohybom (priesakom), čo má priaznivý vplyv na výšku nákladov potrebných na sanačné opatrenia. Výpočty navrhnutých sanačných postupov pre skupinu kontaminovaných území obaľovačiek sú uvedené v kap. 9.3.

8. Stanovenie priorít podľa naliehavosti potreby sanácie a zneškodnenia POPs odpadov

Hlavným výstupom kvantitatívnej analýzy výskytu POPs odpadov a zmesí (kap. 7) sú aktuálne informácie o množstvách a rozmiestnení predmetných POPs látok na území Slovenskej republiky a ich vyhodnotenie pre potreby štúdie. Pre jednotlivé skupiny POPs odpadov, členené v zmysle predošlej kapitoly boli stanovené nasledujúce množstvá rizikových materiálov z hľadiska ohrozenia životného prostredia a zdravia populácie:

1. zásoby nepoužiteľných pesticídov v skladoch (nevyhovujúcich a vyhovujúcich)

- **56 767 kg** agrochemikálií v nevyhovujúcich podmienkach skladov – okrem zneškodnenia skladovaných odpadov je potrebná demolácia a zneškodnenie stavebných odpadov a kontaminovaného okolia a podlažia – výpočet ich objemov a hmotností je v kap. 9.1.

- **39 020 kg** starých zásob agrochemikálií vo vyhovujúcich skladoch – neuvažuje sa s potrebou sanácie budov

2. zásoby PCB látok v skladoch a vo funkčných elektrických zariadeniach

- sklad v areáli Chemko Strážske, kde sa uvádza aktuálne množstvo skladovaných odpadov PCB cca **600 ton**

- **4 214** elektrických zariadení obsahom PCB stále v prevádzke a **2 892 ks** zariadení vyradených a pripravených na zneškodnenie. V prepočte na hmotnosť ide o **viac ako 100 t** potenciálnych odpadov s obsahom PCB

3. kontaminované sedimenty v odpadovom kanáli Chemko Strážske, a to vnútri areálu závodu aj mimo neho, až po vtok do rieky Laborec

- 27 300 ton kontaminovaných sedimentov kanála mimo areálu Chemko

- 11 580 m³ sedimentov zo dna kanála v areáli závodu

Spolu bude potrebné sanovať cca **45 000 – 50 000 ton** kontaminovaného sedimentu.

4. kontaminované zeminy v objektoch bývalých obalovačiek bitúmenových zmesí

- **60 400 m³** znečistených zemín, cca **100 000 ton**

Uvedené kvantitatívne údaje dokumentujú existenciu environmentálneho rizika jednotlivých skupín odpadov. Pre stanovenie miery tohto rizika a naliehavosti riešenia jednotlivých prípadov výskytu kontaminácie - potrebu sanácie - je nutné spracovať ďalšie dostupné informácie súvisiace s ich mobilitou, degradabilitou, schopnosťou reagovať s prírodným prostredím, v ktorom sa vyskytujú a pod.

Projektom **“Systematická identifikácia environmentálnych záťaží Slovenskej republiky“**, realizovaným SAŽP v rokoch 2006 až 2008 boli zhromaždené a komplexne vyhodnotené informácie o environmentálnych záťažiach na území Slovenskej republiky. Výstupom získaných a spracovaných informácií o rozmiestnení, povahe a predpokladanej rizikovosti environmentálnych záťaží je Register environmentálnych záťaží, v ktorom sú evidované identifikované environmentálne záťaže rozdelené na základe klasifikácie environmentálnej záťaže (Zákon 409/2011 Z. z. o niektorých opatreniach na úseku environmentálnej záťaže a o zmene a doplnení niektorých zákonov) na environmentálnu záťaž s nízkou, strednou alebo vysokou prioritou riešenia (tzv. predbežné hodnotenie rizika). Klasifikácia environmentálnej záťaže je hodnotenie rizika environmentálnej záťaže, určovanie poradia environmentálnych záťaží z hľadiska ich predpokladaného rizika a z neho vyplývajúcej naliehavosti realizácie geologických prác (Zákon č. 409/2011 Z. z.).

Vzhľadom na svoje fyzikálno-chemické vlastnosti a relatívne masívne rozšírenie na území Slovenska sú POPs odpady, ktoré sú predmetom záujmu štúdie, na popredných miestach tohto poradia naliehavosti environmentálnych záťaží.

Na základe uvedených informácií, doplnených najnovšími prieskumnými prácami na lokalite Chemko Strážske – odpadový kanál a na vybraných lokalitách skladovania pesticídov **sú skupiny POPs odpadov zoradené podľa naliehavosti potreby sanácie a zneškodnenia POPs odpadov a zmesí** v tejto kapitole nasledovne:

- 1. kontaminované sedimenty v odpadovom kanáli Chemko Strážske**
- 2. zásoby starých pesticídov vrátane sanácie skladových areálov a ich okolia**
- 3. kontaminované zeminy v objektoch bývalých obalovačiek**
- 4. zásoby PCB látok v skladoch a vo funkčných elektrických zariadeniach**

8.1 Kontaminované sedimenty v odpadovom kanáli Chemko Strážske

Zo záverov rizikovej analýzy, vykonanej v rámci projektu **„Prieskum environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky“**, *Prieskum prioritných environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Košického kraja: časť 18. Chemko – Strážske – odpadový kanál* (Aquatest, a.s., 2015) je pre kvantitatívnu analýzu výskytu PCB kontaminácie v blízkosti odpadového kanála zásadná informácia, že znečistenie podzemnej vody sa predpokladá len v úzkom páse popri kanáli bezprostrednom podloží kanála.

Vypočítané množstvo sedimentov v odpadovom kanáli Chemko, ktoré bude potrebné sanovať je cca 45000 ton.

Ciele sanačného zásahu preukázanej environmentálnej záťaže Strážskeho kanála sú v rizikovej analýze definované nasledovne:

- znížiť identifikované riziká pre zdravie ľudí súvisiace s kontamináciou povrchovej vody a dnových sedimentov kanála polychlórovanými bifenylmi na hygienicky a environmentálne prijateľnú úroveň,
- eliminovať riziko pre ekosystémy Strážskeho potoka a riziko šírenia znečistenia polychlórovanými bifenylmi do povrchovej vody Strážskeho kanála a Laborca.

Pre dosiahnutie uvedených cieľov sanácie boli posúdené rizikovou analýzou nasledujúce koncepty sanačných opatrení:

- **nulový variant** - zachovanie súčasného stavu,

- **izolácia územia** pasívnym sanačným zásahom, ktorého cieľom je zamedzenie šírenia znečistenia z kanála
 - zakrytie dna kanála tesniacou vrstvou, prípadne kombináciou vrstiev,
 - odvedenie pretekajúcej vody, a tým zabránenie ďalšiemu šíreniu existujúcej kontaminácie
- **sanácia po navrhované sanačné limity** aktívnym sanačným zásahom s cieľom znížiť koncentrácie znečisťujúcich látok na prijateľnú úroveň (cieľová hodnota v dnovom sedimente na úrovni 1 mg.kg^{-1}).

Na základe detailného hodnotenia všetkých uvedených sanačných konceptov bola **sanácia po navrhované sanačné limity** vybraná ako environmentálne a ekonomicky najvhodnejší variant riešenia preukázanej environmentálnej záťaže Chemko – odpadový kanál. Odôvodnený bol variant *ex situ* pre požadované cieľové sanačné hodnoty:

Σ PCB v dnových sedimentoch Strážskeho kanála	1 mg.kg^{-1}
Σ PCB v povrchovej vode Strážskeho kanála	10 ng.l^{-1}

Ako možné spôsoby sanácie kontaminácie PCB *ex situ*, čiže odstránenie odpadov vzniknutých odťažbou kontaminovaných dnových sedimentov boli rizikovou analýzou posudzované nasledujúce alternatívy:

Biologické metódy (biosanácia)

- technológie kompostovania, obrábania pôdy, biostabilizácie, bioimobilizácie a bioreaktora, založené na mikrobiologických aktivitách a procesoch, ktoré smerujú k rozkladu alebo transformácii znečisťujúcej látky na menej toxické až netoxické formy, príp. na menej mobilné formy.

Fyzikálno-chemické metódy

- vymývanie a pranie, ktoré majú za následok extrakciu kontaminantu. Extrakčné technológie neumožňujú konečné odstránenie kontaminantu, slúžia iba k zníženiu množstva kontaminovaného materiálu.
- separácia - je súčasťou iných sanačných technológií a slúži k zníženiu množstva kontaminovaného materiálu.
- chemická extrakcia kontaminantu - kontaminant sa rozpúšťa do extrakčného činidla
- termická desorpcia - fyzikálny proces, zaisťujúci oddelenie kontaminantu od kontaminovaného materiálu na princípe fázovej zmeny znečisťujúcej látky v dôsledku zvýšenia teploty matrice, pri ktorej dominantný podiel odstraňovanej látky prechádza do plynného stavu. Zahrievaním materiálu sa odparuje voda a organické zložky, ktoré sa transportným plynom alebo vákuovým systémom oddelia od pevnej matrice a následne sa spracujú alebo odstránia (napr. druhotným spaľovaním alebo katalytickou oxidáciou). Všeobecne je technológia termickej desorpcie vhodná pre odstránenie kontaminácie PCB v dnových sedimentoch Strážskeho kanála.
- pyrolýza - jedná sa o termický rozklad organických materiálov bez prístupu médií obsahujúcich kyslík. Podstatou pyrolýzy je ohrev materiálu nad hranicu termickej stability prítomných organických zlúčenín, čo vedie k ich štiepeniu až na stále nízkomolekulárne produkty a pevný zvyšok. Ide o finančne náročnú technológiu.
- dehalogenácia - redukčný proces, pri ktorom sa odstraňujú molekuly halogénov (najmä chlóru – dechlorácia) z organických kontaminantov, ktoré sa tak transformujú na menej nebezpečné
- oxidácia alebo redukcia sú založené na oxidačných alebo redukčných procesoch, vyvolaných pridaním oxidačného alebo redukčného činidla.

Spaľovanie

Ide o jednu z najvyvinutejších a najrozšírenejších metód sanácie kontaminantov. K likvidácii organických kontaminantov dochádza oxidáciou za prítomnosti kyslíka vysokou teplotou pri použití horákov a pridaním paliva. Finančná náročnosť spaľovania je vysoká.

Na základe uvedených informácií a hodnotení v procese rizikovej analýzy preukázanej environmentálnej záťaže Chemko – odpadový kanál bolo konštatované:

Na sanáciu dnových sedimentov kontaminovaných PCB je ekonomicky výhodné a environmentálne vhodné využiť metódy *ex situ*. Predpokladá to odstránenie kontaminovaných dnových sedimentov zo dna Strážskeho kanála. Vhodnou a dostupnou deštrukčnou technológiou na sanáciu dnových sedimentov *ex situ* je priame spaľovanie v kombinácii s vhodnou extrakčnou technológiou - termickou desorpciou či chemickou extrakciou.

Tieto závery podkapitoly sú v kap. 9 ďalej rozpracované, sú spočítané potrebné náklady na realizáciu vybraných sanačných postupov a je navrhnutý najvhodnejší spôsob sanácie pre lokalitu Chemko – odpadový kanál.

8.2 Zásoby starých pesticídov a skladové priestory

Zásoby nepoužiteľných pesticídov nie sú environmentálne rizikovou skupinou chemických látok pre extrémne vysoké množstvá – skladovaných je vhodne alebo v nevhodných skladoch súhrnne cca 100 ton. Problémovým faktorom, pre ktorý sú lokality s pesticídmi zaradené medzi priority, je ich dlhodobé nevhodné skladovanie v poškodených obaloch, v nezastrešených skladoch umožňujúcich priamy prienik zrážok a priesak do podlažia nevyhovujúcich skladov v celkovom počte 40.

Druhotným zdrojom kontaminácie sú stavebné objekty nevhodných skladov – omietky, podlahy a horninové prostredie v podlaží budov. V týchto prípadoch treba počítať s navýšením množstva kontaminovaného materiálu na stovky až tisíce ton.

Cesty šírenia kontaminácie v podlaží skladov sú neznáme a vzhľadom na dlhé obdobie, počas ktorého k únikom pesticídov zo skladov dochádzalo – rádovo i desiatky rokov - je obtiažne tieto komunikačné kanály mapovať a stanovovať v nich úroveň koncentrácie pesticídov. Detailné prieskumy skladov pesticídov s týmto cieľom sa začali realizovať iba nedávno, výsledky preto neboli zapracované do tejto štúdie.

Napriek uvedeným faktom je potrebné cielene vyselektovať jednotlivé sklady pesticídov a stanoviť naliehavosť ich sanačného riešenia. Na kvalifikované posúdenie skladov pesticídov z hľadiska miery rizika spôsobeného únikom pesticídov z objektov bol v štúdiu navrhnutý manuál FAO (2000): *Prevention and Disposal of Obsolete Pesticides, Assessing Soil Contamination*.

FAO (2000): Prevencia a zneškodnenie starých pesticídov posúdením miery kontaminácie pôdy

Tento manuál je určený na stanovenie naliehavosti potreby sanačných opatrení v prípade úniku pesticídov do okolia skladovacích priestorov. Pomocou neho je možné určiť, či úniky pesticídov spôsobili kontamináciu pôdy alebo podzemnej vody a ak je to tak, či je kontaminácia nebezpečná pre ľudské zdravie.

Nevhodné skladovanie prestarnutých agrochemikálií vedie často k únikom do podlažia skladovacích priestorov, kde tieto úniky presakujú do pôdy, podzemnej vody alebo sú ďalej šírené ovzduším. V niektorých prípadoch pesticídy unikali týmto spôsobom dlhé roky – ako bolo preukázané i v predošlých kapitolách tejto štúdie, v mnohých prípadoch sa tak deje aj v podmienkach SR. Takéto úniky mohli spôsobiť vážnu kontamináciu pôdy alebo podzemnej vody. Keď je pôda alebo podzemná voda kontaminovaná, plodiny, hospodárske zvieratá a pitná voda môžu byť kontamináciou zasiahnuté, čo následne po konzumácii ľuďmi môže spôsobovať značné zdravotné riziko.

Nie každý únik pesticídov spôsobuje zdravotné riziko. O tom rozhoduje niekoľko významných faktorov:

- charakteristika skladovaných pesticídov. Niektoré pesticídy sú toxickejšie, než iné, niektoré degradujú rýchlejšie na neškodné zložky, iné sú viac, či menej perzistentné
- intenzita úniku pesticídov a jeho trvanie. Pre nahromadenie rôznych kontaminantov do vysokých koncentrácií ohrozujúcich zdravie je potrebný rôzny čas.

Berúc do úvahy uvedené aspekty tento manuál poskytuje jednoduchú metódu na dosiahnutie troch záverov:

- či je pravdepodobné, že pôda alebo podzemná voda v podloží skladu je kontaminovaná
- či takáto kontaminácia spôsobuje zdravotné riziká pre ľudí
- aké opatrenia treba urobiť pre redukovanie týchto rizík

Pozn.: tento manuál sa nezaobráva zdravotným rizikom spojeným s používaním, alebo zaobchádzaním s pesticídmi uloženými v sklade. Rieši kontamináciu a zdravotné riziká mimo skladovacieho priestoru, spôsobené únikom pesticídov do okolia.

A.1 Vyhodnotenie kontaminácie

A.1.1. Distribúcia pesticídov do zložiek životného prostredia

Lokality sa stávajú kontaminovanými v dôsledku únikov pesticídov zo skladov do jednotlivých zložiek životného prostredia. Toto môže nastať rôznymi spôsobmi:

- pesticídy môžu infiltrovať do pôdy
- môžu byť unášané vetrom
- môžu byť rozširované vplyvom zrážok
- môžu uniknúť do podzemných vôd a následne sa rozšíriť do podzemia, alebo do povrchových vôd

Najvýznamnejším spôsobom šírenia kontaminácie je infiltrácia (pôdy a následne podzemnej vody) a roznos vetrom. Distribúcia pesticídov vplyvom zrážok môže byť považovaná za formu infiltrácie. Nasledujúca schéma opisuje kroky, ktorými je možné vyhodnotiť riziko lokality spojené s kontamináciou pesticídmi:

- Krok 1: Stanovuje, ktoré pesticídy uniknuté do okolia sú relevantné, t.j. mohli spôsobiť kontamináciu
- Krok 2: stanovuje, či uniknuté pesticídy infiltrovali do pôdy, ak áno, do akej hĺbky pôdu zasiahli
- Krok 3: stanovuje, či priesaky pesticídov dosiahli podzemnú vodu, ak áno, aká oblasť – plocha okolo skladu obsahuje kontaminovanú vodu
- Krok 4: stanovuje, či relevantné pesticídy boli roznesené vetrom, ak áno, aká plocha v okolí skladu je kontaminovaná

Krok 1

Stanovenie relevantných pesticídov

Poznámka: číslovanie tabuliek v tejto kapitole je kvôli prehľadnosti ponechané tak, ako sa uvádza v manuáli (nenadväzuje na ostatné tabuľky tejto štúdie)

V prvom rade treba do tabuľky 1.1 uviesť všetky pesticídy, podozrivé z úniku

TABUĽKA 1.1

Pesticídy (viď poznámku) chemický názov	Množstvo úniku (odhad)

Pozn.: Ak sa jedná o známe uniknuté pesticídy, použije sa Príloha 3, kde je opísaných asi 40 bežných pesticídov a kde sú informácie potrebné pre ďalšie spracovanie. Ak sú pesticídy neznáme, je potrebné zobrať vzorku podľa postupu v časti C a nechať urobiť rozbor v chemickom laboratóriu.

Následne sa použitím Tab. 1.2 stanoví, ktoré uniknuté pesticídy sú relevantné. Nie všetky pesticídy, ktoré sa ocitli v niektorej zo zložiek životného prostredia sú škodlivé do takej miery, že spôsobia kontamináciu a ohrozia ľudské zdravie. Je potrebné rozlíšenie relevantných pesticídov (s potenciálom ohrozenia ŽP) a irelevantných pesticídov (nízkorizikové až bezrizikové) z hľadiska spôsobenia kontaminácie.

Relevantné pesticídy sú tie, ktoré unikli v závažnom množstve a neboli preukázateľne odbúrané. Stupeň degradácie je vyjadrený polčasom rozpadu, alebo ako DT_{50} hodnota v pôde. Keď je hodnota polčasu rozpadu pesticídu (DT_{50}) nižšia než 6 mesiacov, pesticíd možno považovať za ľahko odbúrateľný a tak irelevantný. Pravdepodobnosť výskytu zdravotných rizík spôsobených únikom pesticídu je zanedbateľná. Popri tomto indexe odbúrateľnosti je veľmi dôležité množstvo uniknutého pesticídu. Úniky menšie než 100 litrov, alebo 100 kg sú považované za príliš malé na to, aby spôsobili zdravotné riziká prostredníctvom kontaminácie.

TABUĽKA 1.2

A Uniknutý pesticíd (chem. názov)	B Množstvo >100 kg alebo 0.1 m ³ (áno/nie)	C DT ₅₀ -pôda	D DT ₅₀ > 6 mes. (áno/nie)	E Pesticíd je relevantný? (áno, ak odpovede v stĺpcoch B a D sú obe áno, inak nie)

Po absolvovaní Kroku 1 podľa uvedeného postupu sa dospeje k rozhodnutiu:

Sú niektoré z uniknutých pesticídov relevantné ? **Áno/Nie**

Ak nie, je koniec vyhodnotenia.

Ak áno, prenesie sa zoznam relevantných pesticídov do Tab. 1.3 a spracuje sa v krokoch 2 - 6, pre každý relevantný pesticíd zvlášť.

TABUĽKA 1.3

Relevantný pesticíd	Uniknuté množstvo

Krok 2

Vyhodnotenie kontaminácie spôsobenej infiltráciou

Pri tomto kroku je rozhodovacím kritériom rizikovosti kontaminácie skutočnosť, či sú pesticídy skladované na otvorenom priestranstve alebo pod strechou.

V prípade otvoreného priestoru:

- Pre vysoko mobilné pesticídy, podlažie je kontaminované až do úrovne hladiny podzemnej vody alebo po nízko priepustnú vrstvu.
- Pre stredne mobilné pesticídy, podlažie je kontaminované po úroveň podzemnej vody alebo po vrstvu so strednou alebo nízkou pórovitosťou.
- Pre nízko pohyblivé pesticídy bude kontaminovaná len najvrchnejšia vrstva pôdy (vrchných 50 cm).

Pre prípad s funkčnou strechou:

- Ak je množstvo uniknutých tekutých pesticídov významné ($> 0.1 \text{ m}^3$), mobilita pesticídov je veľmi vysoká a pórovitosť pôdy je vysoká, potom sa mohla kontaminácia rozšíriť hlboko pod pôdny povrch.
- Ak je množstvo uniknutých tekutých pesticídov významné ($> 0.1 \text{ m}^3$), mobilita pesticídov je vysoká a pórovitosť pôdy je stredná alebo vysoká, potom kontaminácia sa mohla rozšíriť do hĺbky niekoľko metrov pod pôdny povrch.
- Vo všetkých ostatných prípadoch je kontaminovaný len povrch pôdy – do 50 cm.

VYHODNOTENIE KONCENTRÁCIE PESTICÍDU V PÔDE

Infiltrácia pesticídov do pôdy sa týka tak tekutých, ako i tuhých pesticídov. (Např. infiltrácia sa môže vyskytnúť na miestach, kde boli pesticídy nahromadené a vystavené zrážkam, niekedy pri nakládke alebo vykládke, a pod.) Tekuté pesticídy vsakujú do pôdy a rozpúšťajú sa pomocou pôdnej vlhkosti. Tuhé pesticídy sa obyčajne prvotne dostanú zo skladu na povrch pôdy (např. vetrom, alebo zrážkami) a potom následne tiež infiltrujú do pôdy, po tom, ako sú rozpustené vplyvom vody zo zrážok. Iná cesta je možná rozpustením za pomoci pôdnej vlhkosti. Maximálna hodnota koncentrácie v pôde závisí na rozpustnosti pesticídu vo vode.

Na výpočet koncentrácie pesticídu v pôde sa použije Tab. 2.1 a Tab. 2.2. Koncentrácia je v uvedenej skratkou C_0 .

TABUĽKA 2.1

Relevantný pesticíd	Určenie M = množstvo úniku (kg alebo litre)	Určenie alebo odhad T = trvanie úniku (roky)	Výpočet L = ročná záťaž infiltrujúceho pesticídu ($L = M/T$) (kg/rok)

TABUĽKA 2.2

Relevantný pesticíd	Použitie L = ročná záťaž (kg/rok)	Stanovenie R = ročné zrážky (m/rok)	Odhad A = plocha zasiahnutá únikom (m^2)	Stanovenie S = rozpustnosť vo vode (kg/m^3)	Výpočet $L/(R \times A)$ (kg/m^3)

Krok 3

Vyhodnotenie kontaminácie podzemnej vody

VYHODNOTENIE PRAVDEPODOBNOTI, ŽE ÚNIK ZASIAHOL PODZEMNÚ VODU

Vo všeobecnosti je možné predpokladať, že úniky pesticídov, ktoré infiltrovali do pôdy, môžu eventuálne dosiahnuť po úroveň hladiny podzemnej vody, bez toho, aby sme poznali charakter pesticídov, alebo je to pre daný typ lokality nepravdepodobné.

Parametre, ktoré ovplyvňujú pravdepodobnosť zasiahnutia podzemnej vody sú: množstvo zrážok, odvodnenie pôdy, hĺbka hladiny podzemnej vody, typ skladu, mobilita daných pesticídov a stupeň ich degradácie.

Na predikciu pohybu pesticídov k hladine podzemnej vody sa použije Tab. 3.1. Použitím Tab. 3.1 sa dospeje k jednému z dvoch možných záverov: uniknuté pesticídy dosiahli hladinu podzemnej vody, alebo nie. Ak nie, znamená to, že priesaky nemohli spôsobiť kontamináciu podzemnej vody. V každom prípade je vhodné pri tejto alternatíve odobrať kontrolnú vzorku na potvrdenie predikcie. Ak sa určí záver, že uniknuté pesticídy dosiahli hladinu podzemnej vody, ďalším krokom je stanovenie, ako ďaleko sa kontaminácia rozšírila. To je riešené v nasledujúcom odstavci.

STANOVENIE KONCENTRÁCIE PESTICÍDOV V PODZEMNEJ VODE

Vertikálna distribúcia pesticídov smerom do zvodneného hydrogeologického kolektora podzemnej vody vytvára priestor, kde je podzemná voda kontaminovaná. Ak je podzemná voda používaná ako pitná, alebo na zavlažovanie, alebo ak je podzemným prítokom rieky alebo jazera, je veľmi dôležité poznať koncentráciu – úroveň kontaminácie. To môže byť vypočítané ako koncentrácia C_1 v mieste, kde pesticíd vstupuje do zvodneného kolektora. Na výpočet C_1 sú potrebné dáta o hydrogeológii lokality, kde sa sklad nachádza (např. z predošlých prieskumných prác v blízkosti lokality).

Postup výpočtu koncentrácie znečistenia podzemnej vody na mieste, kde sa únik pesticídov vyskytol, je nasledovný:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ak } \frac{R \times \sqrt{A}}{q \times b} \leq 1 \quad \text{potom } C_1 = C_0 \times \frac{R \times \sqrt{A}}{q \times b} \\ \text{ak } \frac{R \times \sqrt{A}}{q \times b} > 1 \quad \text{potom } C_1 = C_0 \end{array} \right.$$

TABUĽKA 3.1

Por. číslo	Vstupné údaje	Hodnota	Záver posúdenia
1	Hĺbka hladiny podzemnej vody	<2 m	Podzemná voda zasiahnutá
		<5 m	Postupuj od bodu 2
		>5 m	Postupuj od bodu 2
2	Množstvo uniknutých pesticídov	>100 litrov alebo 100 kg	Postupuj od bodu 3
		<100 litrov alebo 100 kg	Podzemná voda je nezasiahnutá, ak nie je hladina podzemnej vody plytšie, než 2 m
3	Pesticídy sú skladované v zakrytom, alebo polozakrytom sklade?	Áno	Podzemná voda je nezasiahnutá, ak nie je hladina podzemnej vody plytšie, než 5 m
		Nie	Postupuj od bodu 4
4	Doba trvania úniku pesticídov	< 1 rok	Podzemná voda je nezasiahnutá, ak sa nejednalo o pesticídy s vysokou mobilitou
		> 1 rok	Postupuj od bodu 5
5	Úhrn ročných zrážok	> 2000 mm	Podzemná voda je zasiahnutá
		=< 2000 mm	Postupuj od bodu 6
6	Mobilita pesticídov	Vysoká	Podzemná voda je zasiahnutá
		Nízka	Postupuj od bodu 7
7	Stupeň degradácie	Vysoká (DT ₅₀ < 10 dní)	Podzemná voda nie je zasiahnutá
		Nízka (DT ₅₀ > 10 dní)	Podzemná voda je zasiahnutá

TABUĽKA 3.2

Vstupné dáta	Jednotka	Hodnota
Stanovenie hydraulického gradientu (i)		
Použi merania hladiny podz. vody alebo mapu hydroizohýps podz. vody		
Stanovenie koeficientu filtrácie (k) - použi Tab. 3.3	m/deň	
Výpočet q (špecifický odtok podzemnej vody) q = k × i × 365	m/rok	
Odhad A (veľkosť plochy miesta, kde sa vyskytol únik) A = dĺžka × šírka	m ²	
Stanovenie R (ročné zrážky)	m/rok	
Výpočet R × √A/q × b (predpoklad b=1 m)	bezrozmerné	
C ₀ (výpočet podľa Kroku 2 v Prílohe 1)	kg/m ³	

TABUĽKA 3.3: Typické hodnoty hydraulickej vodivosti pre rôzne nespevnené sedimenty a iné horniny

Typ materiálu	k (m/deň)
Nespevnené sedimenty	
Štrk	1000
Piesok	100
Ílovitý piesok	10
Ílovité vrstvy	1
Glaciálny íl	0,1
Nezvetraný morský íl	0,001
Ílovitá bridlica	0,0001
Horniny	
Krasový vápenec	1000
Priepustný bazalt	100
Úlomkovité vyvreté a metamorfované horniny	100
Vápenec a dolomit bez krasových javov	10
Pieskovec bez prasklín a porúch	10
Neporušené vyvreté a metamorfované horniny	0,00001

Pozn.: Ak raz dosiahne pesticíd úroveň hladiny podzemnej vody, predpokladá sa, že je bezprostredne zmiešaný s vrchnou časťou saturovanej zóny. Táto zóna zmiešavania blízko hladiny podzemnej vody má neznámu hrúbku b . Pre praktické účely je predpokladaná hrúbka zóny $b = 1 \text{ m}$. Ďalej sa predpokladá, že zvodnený kolektor je znečistený v celom pôdoryse skladu.

Prezentovaný manuál, určený na stanovenie naliehavosti potreby sanačných opatrení v prípade úniku pesticídov do okolia skladovacích priestorov je vhodným nástrojom na rýchle a relatívne lacné vyhodnotenie environmentálnej rizikovosti jednotlivých evidovaných skladových objektov pre pesticídy, ako sú podrobne opísané v kap. 4. Uvedená vyhodnocovacia schéma nenahradzuje podrobný prieskum predmetnej lokality. Exaktné údaje získané prieskumom môžu byť využité ako vstupy do vyhodnocovacieho procesu, čo má za následok skvalitnenie rozhodovacieho procesu pri posudzovaní naliehavosti sanácie pre jednotlivé sklady pesticídov. V kap. 9 je na vybraných 5 lokalitách tento postup použitý.

8.3 Kontaminované zeminy v objektoch bývalých obaľovačiek

Doterajšími inventarizačnými a prieskumnými prácami na lokalitách bývalých obaľovačiek bitúmenových zmesí bolo stanovených a odhadnutých cca 100 000 ton kontaminovaných zemín v 68 objektoch bývalých prevádzok na výrobu asfaltu. V kapitole kvantitatívnej analýzy bolo konštatované, že rozmiestnenie týchto lokálnych environmentálnych záťaží je nerovnomerné po celom území Slovenskej republiky. Prieskumy z minulosti ukázali, že koncentrácia PCB látok v pôdach (zeminách) na lokalitách bývalých obaľovačiek varíruje od hodnôt jednotiek mg/kg až po extrémne vysoké úrovne:

A. Kočan a kol., Zaťaženie životného prostredia a ľudskej populácie v oblasti kontaminovanej PCB, Správa za 1. rok riešenia, ÚPKM, 1998, pre MŽP SR vo svojej správe preukázali na siedmich lokalitách nasledovné hodnoty obsahu PCB v pôde ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$):

Ľubiša (Udavské)	53 000
Mníchova Lehota	35
Zbudza (Žabany)	0,043
Vehec	7,5
Zemplínska Široká	0,052
Smolenice	0,7
Stropkov	38

Je potrebné uviesť, že tieto náhodne vybrané lokality boli preskúmané (ovzorkované) jednorázovo piatimi vzorkami odobranými vo vzdialenosti cca 5 m od seba s uvedenou priemernou hodnotou obsahu PCB. Vzorka z Ľubiše (Udavské) je extrémne vysoká a nie je známe, že by bola potvrdená opakovaným odberom a analýzou.

Početnú skupinu obalovačiek (68) so širokým spektrom úrovne kontaminácie látkami PCB je potrebné vyhodnotiť podobnou schémou, ktorá je prezentovaná pre sklady pesticídov, a tak stanoviť naliehavosť potrebných sanačných opatrení na jednotlivých lokalitách. Formálny postup pri vyhodnocovaní environmentálneho rizika je podobný ako pri skladoch pesticídov, iba krok 1 – stanovenie relevantnosti kontaminantu – môže byť vynechaný, pretože pri objektoch obalovačiek je kontaminant vždy relevantný: polychlórované bifenylly (PCB).

Na rozdiel od skladov pesticídov je úroveň kontaminácie budov (najmä podlahy, omietky, murivo) v prevádzkach obalovačiek neznámou veličinou a podľa dostupných informácií **nebol doteraz zisťovaný**. Tieto údaje bude v budúcnosti potrebné zistiť (analógia so skladmi pesticídov), aby bolo počítané pri plánovaní sanačných aktivít s reálnymi množstvami kontaminovaných materiálov.

Bilančne tak treba počítať s nárastom hmotnosti materiálu kontaminovaného látkami PCB o desiatky ton. Návrh vhodných sanačných postupov pre objekty obalovačiek asfaltu a výpočet nákladov potrebných na sanáciu objektov je uvedený v kap. 9.

8.4 Zásoby PCB látok v skladoch a v elektrických zariadeniach

Táto skupina POPs látok a odpadov je z hľadiska posudzovania naliehavosti sanačných opatrení najmenej riziková, pretože sa jedná o pomerne presne a jednoznačne evidované množstvá chemických látok. Taktiež ich umiestnenie a skladovanie je environmentálne bezpečné a dobre kontrolovateľné.

V tejto skupine ide o relatívne malé množstvá PCB látok a odpadov:

- sklad v areáli Chemko Strážske, kde sa uvádza aktuálne množstvo skladovaných odpadov PCB cca **600 ton**
- **4 214** elektrických zariadení obsahom PCB stále v prevádzke a **2 892 ks** zariadení vyradených a pripravených na zneškodnenie. V prepočte na hmotnosť ide o **viac ako 100 t** potenciálnych odpadov s obsahom PCB.

V kap. 9 je navrhnutý jednoznačný spôsob ich zneškodnenia spolu s výpočtom nákladov na zneškodnenie predmetných látok a odpadov.

9. Finančná analýza prioritných aktivít v oblasti zneškodnenia POPs odpadov / zmesí v SR

Na základe záverov predošlých kapitol boli skupiny POPs odpadov a zmesí zoradené podľa naliehavosti potreby sanácie a zneškodnenia nasledovne:

- 1. kontaminované sedimenty v odpadovom kanáli Chemko Strážske**
- 2. zásoby starých pesticídov a skladové priestory**
- 3. kontaminované zeminy v objektoch bývalých obalovačiek**
- 4. zásoby PCB látok v skladoch a vo funkčných elektrických zariadeniach**

Uvedené členenie kapitoly je zachované a postupne bude vykonaná finančná analýza sanačných postupov, ktoré boli vybrané ako environmentálne vhodné pre riešenie záťaží identifikovaných v jednotlivých skupinách POPs látok a odpadov. Výstupom každej podkapitoly je:

- Návrh vhodnej technológie alebo kombinácie technológií pre riešenie environmentálnych záťaží po skupinách POPs odpadov a zmesí
- Ekonomické zhodnotenie sanačných postupov vybraných pre riešenie environmentálnych záťaží po skupinách POPs odpadov a zmesí

- Odôvodnenie výberu technológií a ich kombinácií pre sanácie environmentálnych záťaží po skupinách POPs odpadov a zmesí

9.1 Kontaminované sedimenty v odpadovom kanáli Chemko Strážske

Východiskovými údajmi pre stanovenie najvhodnejšieho sanačného postupu a ekonomického zhodnotenia využitia rozličných technológií sú dáta získané zo záverov rizikovej analýzy vykonanej v rámci projektu „Prieskum environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky“, *Prieskum prioritných environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Košického kraja: časť 18. Chemko Strážske – odpadový kanál* (Aquatest, a.s., 2015).

Rozsiahlou analýzou možností a limitov jednotlivých technológií, a to technických i finančných bolo stanovené, že reálnym sanačným postupom na riešenie kontaminácie sedimentov odpadového kanála Chemko Strážske látkami PCB je sanácia po navrhované sanačné limity spôsobom *ex situ*.

Ide o aktívny sanačný zásah spojený s odťažením sedimentov, ktoré sa predpokladá pozdĺž celého odpadového kanála, teda i vnútri areálu Chemko Strážske. Pri ťažbe sa odstráni materiál zo dna kanála približne do hĺbky 1,0 m a materiál z brehov kanála do hĺbky 1,0 m a vzdialenosti 0,5 m od brehovej línie. Pri tomto spôsobe ťažby sedimentov bola vyrátaná hmotnosť sedimentov 27 300 ton z časti odpadového kanála mimo areálu Chemko Strážske. K tomuto množstvu kontaminovaného materiálu je potrebné prirátat 11 500 m³ sedimentov identifikovaných vnútri areálu Chemko Strážske. Súhrnná hmotnosť vyťažených sedimentov pozdĺž celého kanála po ústie do Laborca je cca 45 000 ton.

Pre úspešnú realizáciu sanácie po navrhované sanačné limity metódou *ex situ* je podľa spomenutej rizikovej analýzy potrebné dodržať nasledujúce zásady:

- vlastnému aktívnemu sanačnému zásahu musia predchádzať sanačné práce v areáli Chemko vrátane dnových sedimentov v úseku Strážskeho kanála v tomto areáli
- vykonanie predsanačného monitoringu za účelom overenia rozsahu a úrovne kontaminácie dnových sedimentov
- zaistenie maximálneho odvodnenia sedimentov pred vlastnou ťažbou – odvedenie pretekajúcich vôd, odčerpávanie presakujúcej podzemnej vody do koryta
- odťažba všetkých dnových sedimentov s koncentráciou presahujúcou navrhnuté cieľové hodnoty sanácie
- s vyťaženým materiálom musí byť nakladané ako s nebezpečným odpadom, podľa platnej legislatívy
- minimalizácia rizika kontaminácie okolia pri ťažbe – odsatie zvodnených sedimentov, ukladanie vyťaženého kontaminovaného materiálu do nepriepustných kontajnerov
- v priebehu sanačných prác bude vykonávaný sanačný monitoring
- obnovenie funkcie Strážskeho kanála – zatesnenie a spevnenie dna koryta
- po skončení sanácie bude prebiehať posanačný monitoring

Nakladanie s odpadmi

Na základe záverov kapitoly 5 o výbere vhodných dostupných sanačných technológií a kapitoly 6 o ekonomických parametroch vybraných technológií je navrhnutý nasledujúci postup pre zneškodnenie vyťažených sedimentov:

Krok 1: Termálna desorpcia mobilnou jednotkou s dostatočnou kapacitou pre uvedené množstvo vyťažených odpadov.

Krok 2: Zneškodnenie extrahovanej kontaminácie v spaľovni spôsobilej na zneškodňovanie odpadov s obsahom PCB látok, alternatívne technológiou plazmového oblúka.

Krok 3: Opätovné využitie desorbovanej zemin (sedimentov) pre nepoľnohospodárske účely podľa dosiahnutej úrovne koncentrácie nebezpečných látok v zemin.

Odôvodnenie jednotlivých krokov:

Ad 1: Technológia termálnej desorpcie umožní výrazne zredukovať množstvo odpadov, ktoré je potrebné spáliť v špeciálnej spaľovni. Tento fakt má vplyv na konečnú cenu sanácie. Mobilná jednotka termálnej desorpcie prepravená na miesto zhromaždenia vyťažených sedimentov je environmentálne optimálny spôsob nakladania s predmetnými nebezpečnými odpadmi, pretože sa nemusia prepravovať a tým potenciálne ohrozovať životné prostredie. Navyše nie sú potrebné žiadne prepravné náklady zvyšujúce cenu sanácie.

V súčasnosti je na Slovensku mobilná jednotka termálnej desorpcie prevádzkovaná spoločnosťou DEKONTA s.r.o. Nízka kapacita aktuálnej jednotky termálnej desorpcie je jednoducho odstrániteľná modulovým rozšírením jestvujúcej linky na potrebnú kapacitu.

Ďalšou dostupnou jednotkou termálnej desorpcie je zariadenie firmy Savaterra Ltd, Fínsko so zastúpením na Slovensku. Ide o vysokoteplotnú termickú desorpciu s následným spálením znečisťujúcej látky v mobilnom zariadení priamej termickej desorpcie EVO1.

Ad 2: Priame spálenie extraktu po termálnej desorpcii je dostupné v spaľovni spoločnosti Fecupral s.r.o. v Prešove s povolením spaľovať odpady s PCB. Alternatívnym spôsobom korektného spálenia PCB odpadov je technológia plazmového oblúka prevádzkovaná v Bardejove spoločnosťou Silvergas, s.r.o.

Ad 3: Opätovné využitie desorbovanej zeminy (sedimentov) môže výrazne ovplyvniť cenu sanačných prác, pretože nebudú potrebné náklady na prepravu a uloženie na skládke veľkého množstva odpadov, cca 40 000 ton. Tento variant – opätovné využitie sedimentov po termálnej desorpcii na technické (nepoľnohospodárske) účely závisí na rozhodnutí kompetentných úradov povoľujúcich sanáciu a stanovujúcich dosiahnutie cieľových hodnôt koncentrácie vybraných nebezpečných látok v desorbovanej zemine.

Finančné náklady sanačných prác

Uvedená trojkroková schéma sanačného postupu - sanácia po navrhované sanačné limity je premietnutá do Tab. 21 – Odhad finančných nákladov sanačných prác a Tab. 22 - Odhad finančných nákladov na zneškodnenie nebezpečných odpadov.

Obe tabuľky sú modifikáciami tabuliek s identickými názvami, pochádzajúcimi z rizikovej analýzy projektu „Prieskum environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky“, *Prieskum prioritných environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Košického kraja: časť 18. Chemko Strážske – odpadový kanál* (Aquatest, a.s., 2015).

Modifikácia tabuľky 21 spočíva v tom, že všetky druhy prác uvedené v tejto tabuľke prevzaté z rizikovej analýzy boli kalkulované s rovnakými jednotkovými cenami, ale pre zvýšené množstvo sedimentov o sedimenty z areálu Chemko Strážske.

Tab. 21: Odhad finančných nákladov sanačných prác

druh prác	merná jednotka	počet jednotiek	cena za jednotku (€)	celkom (€)
Predsanačná etapa				
spracovanie projektovej dokumentácie a zabezpečenie príslušných povolení	ks	1	50 000,-	50 000,-
predsanačný monitoring	ks	1	90 000,-	90 000,-
Realizačná (sanačná) etapa				
prípravné práce, zriadenie staveniska	ks	1	24 750,-	24 750,-
prerezanie brehových porastov	ks	1	49 500,-	49 500,-
prevedenie vôd pred ťažbou	bm	6 400	35,-	224 500,-
odsatie zvodnených sedimentov	t	4 500	45,-	202 500,-
ťažba a nakládka tuhých sedimentov	t	40 540	40,-	1 621 600,-
odčerpávanie presakujúcich vôd	ks	1	41 250,-	41 250,-
obnovenie koryta kanála	bm	6 400	250,-	1 600 000,-
ostatné náklady	ks	1	107 250,-	107 250,-
sanačný monitoring	ks	1	49 500,-	49 500,-
Posanačná etapa				
posanačný monitoring	ks	1	24 750,-	24 750,-
Celkom bez DPH (€)				4 085 600,-

Modifikácia tabuľky 22 spočíva okrem navýšenia množstva zneškodňovaných odpadov o sedimenty kanála z vnútra areálu Chemko Strážske aj v úprave cien pre jednotlivé spôsoby zneškodnenia odpadov. Zároveň je do tabuľky pridaná kalkulácia nákladov pre bioremediačnú technológiu DARAMEND® Adventus.

Jednotkové ceny za odstránenie odpadov boli stanovené na základe podkladov poskytnutých zástupcami majiteľov dostupných zariadení na odstránenie odpadov.

- Cena za odstránenie odpadov spaľovaním zahrňuje i náklady na prepravu odpadov.
- Cena za odstránenie odpadov prostredníctvom „Sodíkovej technológie“ predpokladá extrakciu PCB z odpadov pomocou termálnej desorpcie na mieste vzniku odpadov (mobilné zariadenie) a následné finálne odstránenie „extraktu“ v zariadení mimo miesta vzniku odpadov. Ďalej cena zahrňuje i následné odstránenie materiálu po desorpcii PCB podľa platnej legislatívy (predpoklad odstránenia na príslušnej skládke odpadu – ak nenastane variant opätovného využitia desorbovanej zeminy.).
- Cena za odstránenie odpadov pomocou technológie termickej desorpcie v zariadení spoločnosti Savaterra predpokladá separáciu i odstránenie PCB v mieste vzniku odpadov (mobilné zariadenie) a odstránenie dekontaminovaného materiálu podľa platnej legislatívy (odstránenie na príslušnej skládke odpadu).
- Cena za použitie remediačnej technológie DARAMEND je stanovená podľa referencie – plnohodnotného nasadenia v prevádzkovom rozmere - uvádzanej spoločnosťou Adventus, ktorá technológiu prevádzkuje.

Tab. 22: Odhad finančných nákladov na odstránenie odpadov

<i>technológia odstránenia odpadov</i>	<i>merná jednotka</i>	<i>počet jednotiek</i>	<i>cena za jednotku (€)</i>	<i>celkom (€)</i>
Spaľovanie				
odstránenie vrátane dopravy	t	45 045	2 200	99 099 000
Sodíková technológia				
Desorpcia v mobilnej termálnej jednotke	t	45 045	300	13 513 500
Dekontaminácia extraktu	t	100	2 200	220 000
odstránenie desorbovaného materiálu	t	44 945	100	4 494 500
				18 228 000
Termálna desorpcia				
dekontaminácia vrátane odstránenia dekontaminovaného materiálu	t	45 045	300	13 513 500
Bioremediácia, DARAMEND® Adventus	t	45 045	80	3 603 600

Z prehľadu dostupných technológií a po výpočte nákladov potrebných na sanačné práce špecifikované v oboch uvedených tabuľkách vyplývajú pre návrh najvhodnejšej technológie *ex situ* nasledujúce závery:

- Použitie spaľovania na celý objem vyťažených sedimentov kanála Chemko Strážske je najdrahším variantom prekračujúcim 100 000 000,- € (103 184 600,- €). Tento variant je **ekonomicky nereálny**.
- Sodíková technológia s termálnou desorpciou použitá podľa schémy opísanej nad tabuľkou 22 stojí 22 313 600,- €. Je druhou najdrahšou z hodnotených technológií. V prípade realizácie variantu s opätovným využitím desorbovanej zeminy je možné z uvedenej ceny odrátať cca 4 500 000,-€, čo z tejto technologickej kombinácie robí konkurencieschopný variant.
- Termálna desorpcia na linke firmy Savaterra spolu s odstránením dekontaminovaného materiálu stojí 17 599 100,-€.
- Bioremediácia technológiou DARAMEND je z finančného hľadiska najvýhodnejšia, stojí 7 689 200,-€. Doložené referencie úspešného nasadenia tejto technológie dokazujú spôsobilosť tejto metódy pre dekontamináciu vybraných skupín POPs látok DDT, DDD, DDE, toxafen. Pre odstraňovanie ostatných POPs látok, akými sú napr. PCB, dioxíny a furány, je účinnosť potrebné testovať pred aplikáciou a v prípade nižšej účinnosti sa aj náklady potrebné na sanáciu môžu navýšiť.

9.2 Zásoby starých pesticídov a skladové priestory

Táto kapitola nadväzuje na kapitolu 6. Ekonomické zhodnotenie dostupných technológií pre zneškodnenie - rôzne typy POPs odpadov, a na kapitolu 8. Stanovenie priorít podľa naliehavosti potreby sanácie a zneškodnenia POPs odpadov. Rieši prioritné sklady agrochemikálií zaevidované v Registri environmentálnych záťaží - časti A, a to na lokalitách Turá, Hostišovce, Včelince, Sírnik a Hankovce. Na každej tejto lokalite bol realizovaný orientačný geologický prieskum v priebehu apríla a mája 2015 za účelom stanovenia rozsahu znečistenia objektu skladu a lokality pesticídmi. Boli realizované technické práce (3 vrty do 5m v prevládajúcom smere prúdenia podzemných vôd), odbery vzoriek pôdy, podzemnej vody (ak bola dostupná v hĺbke 5 m), omietky, podlahy a muriva. Uskutočnila sa analýza vzoriek na zistenie koncentrácií pesticídov. Výstupom bolo 5 čiastkových Záverečných správ z geologického prieskumu životného prostredia, v rámci geologickej úlohy „Chemické analýzy vzoriek z lokalít agrochemických skladov“. Tieto údaje, ako aj dokumentácia v Registri environmentálnych záťaží - časti A tvorili hlavné podklady pre tvorbu ekonomického modelu sanácie objektu a výpočet položkového a kapitolového rozpočtu sanačného zásahu. Pri hodnotení miery kontaminácie sa vychádzalo zo Smernice MŽP SR č. 1/2015-7 z 28. januára 2015 (limitné IT / ID hodnoty).

Návrh rieši zneškodnenie kvapalných a tuhých pesticídov, ktoré sa ešte nachádzajú na lokalite, náklady na demoláciu objektu (a prípravu na ňu), zneškodnenie znečistených stavebných častí (murivo, omietka, podlahy, základy), aj neznečistených (strecha), a znečistených pôd podľa rozsahu znečistenia. Metodicky bol použitý postup a výpočet pri sanačnom zásahu objektu Luby – Klatovy v Českej republike realizovaný v roku 2012 s podobnými parametrami. Ten bol sanovaný v dvoch etapách – 1. Doprieskum, demolácia a sanácia objektu a 2. Biodegradácia pôdy. V prípade prioritných piatich skladov boli výpočty realizované len pre etapu č. 1, keďže rozsah znečistenia pôd vzhľadom na orientačný prieskum nebolo možné stanoviť dostatočne presne. Ako znečistené pôdy boli brané pôdy pod základom objektu a v jeho bezprostrednom okolí. Pri porovnaní nákladov oboch metód na lokalite Hankovce vychádzalo použitie biodegradácie v 2. etape vhodné len ak znečistená zemina štvornásobne prekračovala objem zeminy vyťažený v 1. etape.

Podľa metodiky manuálu FAO z kapitoly 8. Stanovenie priorít podľa naliehavosti potreby sanácie a zneškodnenia POPs odpadov možno postup rozdeliť do 3 krokov:

- Stanoviť, ktoré pesticídy uniknuté do okolia sú relevantné, t.j. mohli spôsobiť kontamináciu
- Stanoviť, či uniknuté pesticídy infiltrovali do pôdy, ak áno, do akej hĺbky pôdu zasiahli
- Stanoviť, či priesaky pesticídov dosiahli do podzemnej vody, ak áno, aká oblasť (plocha) v okolí skladu je kontaminovaná.

Sklad pesticídov Turá

Podľa metodiky manuálu z kapitoly 8. a výsledkov orientačného prieskumu je potrebné:

1. Stanoviť, ktoré pesticídy uniknuté do okolia sú relevantné, t.j. mohli spôsobiť kontamináciu.

V ruinách skladu sa v minulosti nachádzala jama o rozmeroch 2 m x 1 m x 0,5 m, naplnená zápachajúcou čiernou tekutinou – kvapalný odpad a dva sudy čiastočne naplnené tekutými pesticídmi v objeme cca 80 l. Z predchádzajúcej obhliadky vykonanej SAŽP bol odhad pesticídov tuhého skupenstva cca 50 kg, v súčasnosti sa na lokalite nenachádzajú žiadne pesticídy. Vo vzorkách boli indikované pesticídy v nízkej koncentrácii, viď tabuľka.

2. Stanoviť, či uniknuté pesticídy infiltrovali do pôdy, ak áno, do akej hĺbky pôdu zasiahli.

Sklad je rozpadnutý, zbytkové murivo bolo odhadnuté na cca 30% pôvodného, bez strechy, jej zvyšky sa nachádzajú na znečistenej podlahe. Infiltrácia p,p-DDT, p,p-DDD, beta HCH a dieldrinu bola potvrdená, hĺbku infiltrácie nemožno stanoviť. Vzorky zemín z vrtovej boli odoberané z hĺbky do 0,5 m.

3. Stanoviť, či priesaky pesticídov dosiahli do podzemnej vody, ak áno, aká oblasť (plocha) v okolí skladu je kontaminovaná.

Hydrogeologická charakteristika: Podzemné vody v poriečnej nive sú v priamej hydraulkej spojitosti s povrchovými vodami rieky Hron. Zvodnený horizont štrkopieskov má hrúbku 4-8 m. Generálny smer prúdenia je SZ-JV. Územie spadá do hydrogeologického rájónu Q 60 - Kwartér nivy Hrona v Podunajskej nížine. V bilančnom profile Hron – Kamenín je využiteľným množstvom podzemných vôd 846 l/s.

Podľa registra EZ územie nevykazuje žiadnu prirodzenú ochranu - ohrozenie podzemnej vody veľmi vysoké (A), vysoké (B).

Boli realizované 3 vrty PV-1, PV-2 a PV-3 do maximálnej hĺbky 5m, z ktorých boli odobraté po 1 vzorke pôdy z hĺbky do 0,5m a po jednej vzorke vody po prečistení vrtov. Ustálená hladina podzemnej vody bola zachytená v hĺbke cca 2,3 m, ani v jednom prípade nebola stanovená koncentrácia prekračujúca IT alebo ID. Vzhľadom na nízku koncentráciu pesticídov v podlahe, omietke a murive bolo odhadnuté šírenie znečistenia iba minimálne. Návrh na sanáciu pôd predstavuje iba 125% odhadnutej plochy budovy do hĺbky 0,5 m, čo je objem zemín pod budovou po nakyprení, keďže analýzy nezistili vysoké koncentrácie pôd a zemín.

Tab. 23: Sklad Turá - kalkulácia nákladov na sanáciu

Hodnoty koncentrácií sú v mg.kg⁻¹ sušiny u pevných matric, µg.l⁻¹ u podzemných vôd.

Sklad pesticídov Turá										Množstvo pesticídov t
										0,000
Označenie		LV (024) / Turá - sklad pesticídov - SK/EZ/LV/450								
Názov		Sklad pesticídov								
Obec		Turá								
				PV-1		PV-2		PV-3	POZNÁMKA	
Hĺbka vrtu			5,0		5,0		5,0			
Hĺbka podložia			0,0		0,0		0,0		vrty nezachytili podložie	
Ustálená hladina podzemnej vody			2,3		2,3		2,3			
Vzdialenosť od budovy			12,0		10,0		30,0			
ID	IT	Pôda	PV-1		PV-2		PV-3		POZNÁMKA	
2,0	2,5		p,p-DDT 0,055, p,p- DDD 0,026, beta HCH 0,042, delta HCH 0,068, dieldrin 0,024		p,p-DDT 0,043, beta HCH 0,019, dieldrin 0,008		p,p-DDT 0,021, p,p- DDD 0,018, beta HCH 0,009, delta HCH 0,055, dieldrin 0,021		Ani v jednom prípade nebola stanovená koncentrácia prekračujúca IT alebo ID	
ID	IT	Voda	PV-1		PV-2		PV-3		POZNÁMKA	
0,1	0,2								všetky pesticídy boli stanovené pod detekčný limit	
ID	IT	Budova	podlaha		omietka		murivo		POZNÁMKA	
2,0	2,5		p,p-DDT 0,084, p,p- DDD 0,033, gama HCH 0,036, dieldrin 0,028		beta HCH 0,006				Ani v jednom prípade nebola stanovená koncentrácia prekračujúca IT alebo ID, tekuté odpady aj v odkrytej jame	
		Veľkosť objektu	posch.	koef	dĺžka v m	šírka v m	výška v m	plocha v m ²	objem v m ³	
			1	0%	7,0	4,0	4,0	28,0	112,0	
odpad		Sanácie	t/m ³	koef	dĺžka v m	šírka v m	hrúbka v m	plocha v m ²	objem v m ³	množstvo v t
NO		podlaha	1,5	100%	7,0	4,0	0,3	28,0	8,4	12,6
NO		omietka	1,3	20%	22,0	4,0	0,1	17,6	0,9	1,144

NO	murivo	1,8	30%	22,0	4,0	0,3	26,4	7,9	14,256
NO	základy	2,1	100%	7,0	4,0	0,5	28,0	14,0	29,4
OO	strecha	1,3	10%	7,0	4,0	0,2	2,8	0,6	0,728
NO	pôda	1,8	125%	7,0	4,0	0,5	35,0	17,5	31,5
NO	kvapalné pesticídy	1,2							
NO	tuhé pesticídy	1,5							0,0
SPOLU:									
		1,8						49,3	89,6
	SPOLU NO v t:	1,8						48,7	88,9
	SPOLU OO v t:	1,3						0,6	0,7
Kapitolový rozpočet sanácie									
1.1	Doprieskum a sanácia objektu								88 576 €
1.2	Záverečné vzorkovanie								880 €
1.3	Inžiniering								14 293 €
	Cena celkom bez DPH								103 750 €

Sklad pesticídov Hostišovce

Podľa metodiky manuálu z kapitoly 8. a výsledkov orientačného prieskumu je potrebné:

1. Stanoviť, ktoré pesticídy uniknuté do okolia sú relevantné, t.j. mohli spôsobiť kontamináciu.

Počas vykonaného orientačného geologického prieskumu sa v sklade nenachádzali žiadne pesticídy v pôvodných obaloch. Vo vzorkách boli indikované pesticídy v nízkej koncentrácii, vid' tabuľka.

2. Stanoviť, či uniknuté pesticídy infiltrovali do pôdy, ak áno, do akej hĺbky pôdu zasiahli.

Sklad sa nachádza v schátralej, neuzamknutej budove bývalého poľnohospodárskeho družstva v Hostišovciach. Pesticídne prípravky a chemikálie boli uskladňované na betónovej ploche v poškodených obaloch, bez akéhokoľvek zabezpečenia. Lokalita sa nachádza na území s nízkym ohrozením podzemnej vody podľa máp vhodnosti pre skládky odpadov. Dôvodom zaradenia bol aj silný zápach. Cca 50 m západne od budovy skladu preteká bezmenný povrchový tok, ktorý sa vlieva do toku Lúčica. Infiltrácia p,p-DDT a beta HCH bola potvrdená v nízkych koncentráciách, hĺbku infiltrácie nemožno stanoviť. Vzorky zemín z vrstiev boli odoberané z hĺbky 0,5 m.

3. Stanoviť, či priesaky pesticídov dosiahli do podzemnej vody, ak áno, aká oblasť (plocha) v okolí skladu je kontaminovaná.

Hydrogeologická charakteristika - územie spadá do hydrogeologického rajónu NV 133 - Neogén východnej časti Rimavskej kotliny a Blžská tabuľa. Najvýznamnejším kolektorom podzemných vôd v Rimavskej kotline sú kvartérne fluvialne štrkové sedimenty v údolí Rimavy a Blhu. Na dotácii podzemných vôd vo fluvialných náplavoch sa podieľajú okrem zrážok povrchové toky pri vysokých vodných stavoch a prítoky z riečnych terás. Hladina podzemnej vody v údolí rieky je v hydraulikkej spojitosti s povrchovým tokom.

Boli realizované 3 vrty PV-1, PV-2 a PV-3 do maximálnej hĺbky 5m, z ktorých boli odobraté po 1 vzorke pôdy z hĺbky do 0,5 m. Hladina podzemnej vody bola zachytená iba v jednom vrte PV-1 v hĺbke cca 4,0 m. Čerpaním vrtu výdatnosťou 0,07 l/s bola voda z vrtu vyčerpaná za niekoľko sekúnd. Objem silno zakalenej jednorázovo odčerpanej vody predstavoval cca 2 l. Hladina vo vrte vystúpila na pôvodnú úroveň po cca 50 min. Vzhľadom na nízke zvodnenie prostredia a nízky prítok vody do vrtu nebolo možné vrt prečistiť a odobrať reprezentatívnu vzorku podzemnej vody o objeme 3 l. Vo vode nebol cítiť zápach po chemických látkach.

Bola ale zistená vysoká koncentrácia pesticídov v podlahe, omietke a murive, aj keď šírenie znečistenia do prostredia je iba minimálne. Návrh na sanáciu pôd predstavuje iba 125% odhadnutej plochy budovy do hĺbky 0,5m, čo je objem zemín pod budovou po nakyprení, keďže analýzy nezistili vysoké koncentrácie pôd a zemín a predpokladaný minimálny objem na odťaženie.

Tab. 24: Sklad Hostišovce - kalkulácia nákladov na sanáciu

Hodnoty koncentrácií sú v mg.kg⁻¹ sušiny u pevných matric, µg.l⁻¹ u podzemných vôd.

Sklad pesticídov Hostišovce										Množstvo pesticídov t
										0,0
Označenie		RS (006) / Hostišovce - sklad pesticídov - SK/EZ/RS/760								
Názov		Sklad pesticídov								
Obec		Hostišovce								
					PV-1		PV-2		PV-3	POZNÁMKA
Hĺbka vrtu					5,0		5,0		5,0	
Hĺbka podlažia					0,0		0,0		0,0	vrtý nezachytili podlažie
Ustálená hladina podzemnej vody					4,0		0,0		0,0	hladina podzemnej vody bola zachytená len vrtom PV-1
Vzdialenosť od budovy					8,0		12,0		20,0	
ID	IT	Pôda	PV-1			PV-2		PV-3		POZNÁMKA
2,0	2,5		p,p-DDT 0,055, p,p-DDD 0,026, beta HCH 0,042, delta HCH 0,068, dieldrin 0,024			p,p-DDT 0,043, beta HCH 0,019, dieldrin 0,008		p,p-DDT 0,021, p,p-DDD 0,018, beta HCH 0,009, delta HCH 0,055, dieldrin 0,021		Ani v jednom prípade nebola stanovená koncentrácia prekračujúca IT alebo ID
ID	IT	Voda	PV-1			PV-2		PV-3		POZNÁMKA
0,1	0,2									nebolo možné odobrať vzorku podzemnej vody o objeme 3 l
ID	IT	Budova								
		podlaha	omietka			murivo		kvapalný odpad		POZNÁMKA
2,0	2,5	p,p-DDT 4,664, p,p-DDE 0,166, beta HCH 2,701, delta HCH 2,173, gama HCH 0,35, endosulfán I 0,063, gama chlordan 0,009	endrin 0,316, p,p-DDT 48,537, p,p-DDE 1,138, gama HCH 0,165, hexachlórbenzén 0,064, endosulfán I 1,408, endosulfán II 1,233, gama chlordan 0,848			p,p-DDT 3,019, p,p-DDE 0,134, gama HCH 0,029, endosulfán I 0,057, endosulfán II 0,032, gama chlordan 0,013		aldrin 0,050, endrin 10,230, p,p-DDT 0,05, p,p-DDE 3,920, alfa HCH 2,280, delta HCH 65,82, gama HCH 374,93, alfa chlordan 0,050, gama chlordan 0,210		V budove bola stanovená koncentrácia prekračujúca ID aj IT, pri p,p-DDT niekoľkonásobne
		Veľkosť objektu		posch.	koef	dĺžka v m	šírka v m	výška v m	plocha v m ²	objem v m ³
				1	0%	22,0	8,0	3,5	176,0	616,0
odpad	Sanácie		t/m ³	koef	dĺžka v m	šírka v m	hrúbka v m	plocha v m ²	objem v m ³	množstvo v t
NO	podlaha		1,5	100%	22,0	8,0	0,3	176,0	52,8	79,2
NO	omietka		1,3	100%	60,0	3,5	0,1	210,0	10,5	13,65
NO	murivo		1,8	100%	60,0	3,5	0,4	210,0	84,0	151,2
NO	základy		2,1	100%	22,0	8,0	0,5	176,0	88,0	184,8
OO	strecha		1,3	100%	22,0	8,0	0,2	176,0	35,2	45,76
NO	pôda		1,8	125%	22,0	8,0	0,5	220,0	110,0	198
NO	kvapalné pesticídy		1,2							
NO	tuhé pesticídy		1,5							0,0
SPOLU:			1,8						380,5	672,6
SPOLU NO v t:			1,8						345,3	626,9

	SPOLU OO v t:		1,3					35,2	45,8
	Kapitolový rozpočet sanácie								
1.1	Doprieskum a sanácia objektu								
1.2	Záverečné vzorkovanie								
1.3	Inžiniering								
	Cena celkom bez DPH								
									558 352€
									4 840 €
									66 765 €
									629 957 €

Objekt budovy vykazoval najvyššie znečistenie zo všetkých, napriek tomu vo vrtoch nebola stanovená koncentrácia prekračujúca IT alebo ID. Budova má najväčšie rozmery. Nie je zrejmý stupeň znečistenia celej budovy, rovnako aj pôdy pod základom budovy a v bezprostrednej blízkosti budovy. Vzhľadom na možnú výšku nákladov, je vhodné rozsah znečistenia preveriť podrobnejším prieskumom.

Na predmetnej lokalite sa iný odpad z pesticídov okrem stavebného materiálu a kvapaliny v jame nenachádza.

Sklad pesticídov Včelince

Podľa metodiky manuálu z kapitoly 8. a výsledkov orientačného prieskumu je potrebné:

1. Stanoviť, ktoré pesticídy uniknuté do okolia sú relevantné, t.j. mohli spôsobiť kontamináciu.

Staré pesticídy a chemické prípravky boli umiestnené v bývalom poľnohospodárskom družstve vo Včelinciach na troch miestach, v súčasnosti sa na lokalite nachádzajú tuhé pesticídy v jednom otvorenom sklade bez strechy v množstve 3,675 tony. Vo vzorkách boli indikované pesticídy v nízkej koncentrácii, vid' tabuľka.

2. Stanoviť, či uniknuté pesticídy infiltrovali do pôdy, ak áno, do akej hĺbky pôdu zasiahli.

Infiltrácia p,p-DDT, p,p-DDD, beta HCH, delta HCH a hexachlórbenzén bola potvrdená v nízkych koncentráciách, hĺbku infiltrácie nemožno stanoviť. Vzorky zemín z vrtoch boli odoberané z hĺbky do 0,5 m.

3. Stanoviť, či priesaky pesticídov dosiahli do podzemnej vody, ak áno, aká oblasť (plocha) v okolí skladu je kontaminovaná.

Hydrogeologická charakteristika- severne od územia tečie Hubovský potok (160 m od areálu) a západne od areálu občasný tok, ktoré majú vyvinuté fluvialne sedimenty dolinných nív a nív horských potokov. Najvyvinutejšie ich má Slaná, ktorá tečie západne od areálu (cca 1,3 km) južným smerom.

Boli realizované 3 vrty PV-1, PV-2 a PV-3 do maximálnej hĺbky 5m, z ktorých boli odobraté po 1 vzorke pôdy z hĺbky do 0,5m a po jednej vzorke vody po prečistení vrtoch. Ustálená hladina podzemnej vody bola zachytená v hĺbke cca 2,5 m. Ani v jednom prípade nebola stanovená koncentrácia prekračujúca IT alebo ID, vo vode boli pesticídy stanovené pod detekčný limit, okrem gama-hexachlórkyklohexánu. Jeho koncentrácia neprekročila ID hodnotu v podzemných vodách v blízkosti skladu. V podzemnej vode zo studne sa nepreukázali žiadne pesticídy.

Bola zistená nízka koncentrácia pesticídov v podlahe, omietke a murive a šírenie znečistenia do prostredia je iba minimálne. Návrh na sanáciu pôd predstavuje iba 125% odhadnutej plochy budovy do hĺbky 0,5m, čo je objem zemín pod budovou po nakyprení, keďže analýzy nezistili vysoké koncentrácie pôd a zemín a predpokladaný minimálny objem na odťaženie.

Tab. 25: Sklad Včelince - kalkulácia nákladov na sanáciu

Hodnoty koncentrácií sú v mg.kg⁻¹ sušiny u pevných matric, µg.l⁻¹ u podzemných vôd.

Sklad pesticídov Včelince								Množstvo pesticídov t
								3,675
Označenie	RS (020) / Včelince - sklad pesticídov - SK/EZ/RS/774							
Názov	Sklad pesticídov							

Obec		Včelince								
				PV-1		PV-2		PV-3	POZNÁMKA	
Hĺbka vrtu				5,0		5,0		5,0		
Hĺbka podlažia				0,0		0,0		0,0	vrty nezachytili podlažie	
Ustálená hladina podzemnej vody				2,5		2,5		2,5		
Vzdialenosť od budovy				4,0		5,0		9,0		
ID	IT	Pôda	PV-1		PV-2		PV-3		POZNÁMKA	
2,0	2,5		p,p-DDT 0,026, p,p-DDD 0,026, beta HCH 0,011, delta HCH 0,045, hexachlórbenzén 0,024		aldrin 0,11, beta HCH 0,019, delta HCH 0,043, hexachlórbenzén 0,021		p,p-DDT 0,013, beta HCH 0,011		Ani v jednom prípade nebola stanovená koncentrácia prekračujúca IT alebo ID	
ID	IT	Voda	PV-1		PV-2		PV-3		POZNÁMKA	
0,1	0,2		gama HCH < 0,01		gama HCH < 0,018				všetky pesticídy boli stanovené pod detekčný limit, okrem gama HCH s nízkou koncentráciou	
ID	IT	Budova	podlaha		omietka		murivo		POZNÁMKA	
2,0	2,5		p,p-DDT 0,084, p,p-DDD 0,033, gama HCH 0,036, dieldrin 0,028		beta HCH 0,006					
		Veľkosť objektu	posch.	koef	dĺžka v m	šírka v m	výška v m	plocha v m ²	objem v m ³	
			1	0%	8,0	4,0	4,0	32,0	128,0	
odpad	Sanácie		t/m ³	koef	dĺžka v m	šírka v m	hrúbka v m	plocha v m ²	objem v m ³	množstvo v t
NO	podlaha		1,5	100%	8,0	4,0	0,3	32,0	9,6	14,4
NO	omietka		1,3	100%	24,0	4,0	0,1	96,0	4,8	6,2
NO	murivo		1,8	100%	24,0	4,0	0,4	96,0	38,4	69,1
NO	základy		2,1	100%	8,0	4,0	0,5	32,0	16,0	33,6
OO	strecha		1,3	100%	8,0	4,0	0,2	32,0	6,4	8,3
NO	pôda		1,8	125%	8,0	4,0	0,5	40,0	20,0	36,0
NO	kvapalné pesticídy		1,2							
NO	tuhé pesticídy		1,5							3,675
		SPOLU:	1,8						95,2	171,4
		SPOLU NO v t:	1,8						88,8	163
		SPOLU OO v t:	1,3						6,4	8,3
		Kapitolový rozpočet sanácie								
1.1		Doprieskum a sanácia objektu								155 908 €
1.2		Záverčné vzorkovanie								1 320 €
1.3		Inžiniering								21 814 €
		Cena celkom bez DPH								179 042 €

Na lokalite sa stále nachádzajú tuhé a tekuté pesticídy v množstve cca 3,5 tony. V podzemnej vode v blízkosti skladu sa preukázal výskyt gama HCH. Jeho koncentrácia bola pod ID kritérium. V blízkej využívanej studni (môže byť od skladu lokalizovaná v smere prúdenia) boli všetky pesticídy pod detekčný limit. Avšak vzhľadom k tomu, že v podzemnej vode sa preukázal výskyt pesticídu, v závere orientačného geologického prieskum je návrh v predmetnom území vykonať podrobný prieskum životného prostredia.

Sklad pesticídov - bývalé PD Sirník

Podľa metodiky manuálu z kapitoly 8. a výsledkov orientačného prieskumu je potrebné:

1. Stanoviť, ktoré pesticídy uniknuté do okolia sú relevantné, t.j. mohli spôsobiť kontamináciu.

Staré pesticídy už v objekte nie sú. Vo vzorkách boli indikované pesticídy v nízkej koncentrácii, viď tabuľka.

2. Stanoviť, či uniknuté pesticídy infiltrovali do pôdy, ak áno, do akej hĺbky pôdu zasiahli.

Sklad je umiestnený v bývalom poľnohospodárskom dvore, v schátralom družstve boli v minulosti voľne pohodené pesticídy po bývalej činnosti. Prístup k pesticídom bol voľný, objekt nie je ohradený plotom.

Infiltrácia aldrinu, p,p-DDT, beta HCH, gama HCH a dieldrinu bola potvrdená v nízkych koncentráciách, hĺbku infiltrácie nemožno stanoviť. Vzorky zemín z vrtov boli odoberané z hĺbky do 0,5 m. Vo vrte PV-3 bola zistená koncentrácia delta HCH blížiac sa ID.

3. Stanoviť, či priesaky pesticídov dosiahli do podzemnej vody, ak áno, aká oblasť (plocha) v okolí skladu je kontaminovaná.

Hydrogeologická charakteristika - smer prúdenia podzemných vôd je totožný so smerom povrchového toku. Podložné íly tvoria nepriepustné podložie. Zaujímavé územie spadá do rajónu 103 – Kvartér, dolnej časti tokov Uh, Laborec, Ondava a pravej strany Latorice.

Podľa registra EZ územie nemá žiadnu prirodzenú ochranu, ohrozenie podzemnej vody veľmi vysoké (A), vysoké (B).

Boli realizované 2 vrty: PV-1 do hĺbky 5m a PV-2 do hĺbky 10m, z ktorých boli odoberaté po 1 vzorke pôdy z hĺbky do 0,5 m a kopanej sondy KS do hĺbky 0,1m. Hladina podzemnej vody nebola zachytená ani v hĺbke 10 m. Ani v jednom prípade nebola stanovená koncentrácia prekračujúca IT alebo ID, vo vode pesticídy nebolo možné stanoviť.

Bola zistená nízka koncentrácia pesticídov v podlahe, omietke a murive a šírenie znečistenia do prostredia je iba minimálne. Návrh na sanáciu pôd predstavuje iba 125% odhadnutej plochy budovy do hĺbky 0,5 m, čo je objem zemín pod budovou po nakyprení, keďže analýzy nezistili vysoké koncentrácie pôd a zemín a predpokladaný minimálny objem na odťaženie.

Tab. 26: Sklad Sirník - kalkulácia nákladov na sanáciu

Hodnoty koncentrácií sú v mg.kg⁻¹ sušiny u pevných matric, µg.l⁻¹ u podzemných vôd.

Sklad pesticídov - bývalé PD Sirník							Množstvo pesticídov t
							0,000
Označenie		TV (010) / Sirník - sklad pesticídov - bývalé PD - SK/EZ/TV/995					
Názov		Sklad pesticídov - bývalé PD					
Obec		Sirník					
			PV-1		PV-2	KS-1	POZNÁMKA
Hĺbka vrtu			10,0		5,0	0,1	
Hĺbka podložia			0,0		0,0	0,0	vrtvy nezachytili podložie
Ustálená hladina podzemnej vody			0,0		0,0	0,0	
Vzdialenosť od budovy			8,0		12,0	20,0	
ID	IT	Pôda	PV-1	PV-2	KS-1	POZNÁMKA	
2,0	2,5		aldrin 0,016, p,p-DDT 0,006, beta HCH 0,017, gama HCH 0,026		delta HCH 1,391, gama HCH 0,24, dieldrin 0,019	bola stanovená vyššia koncentrácia iba pri delta HCH	
ID	IT	Voda	PV-1	PV-2	KS-1	POZNÁMKA	

0,1	0,2										neboli odobraté vzorky, hladina podzemnej vody nebola zachytená
ID	IT	Budova	podlaha		omietka		murivo		POZNÁMKA		
2,0	2,5		endrin 0,29, p,p-DDT 0,051, delta HCH 0,342, gama HCH 0,168, atrazín 0,047		heptachlór 0,04, p,p-DDT 0,014, delta HCH 0,269, gama HCH 0,039, atrazín 0,087		endrin 0,033, p,p-DDT 0,03, delta HCH 0,364, gama HCH 0,413, atrazín 0,077, terbutryn 0,048		Ani v jednom prípade nebola stanovená koncentrácia prekračujúca IT alebo ID		
		Veľkosť objektu	posch.	koef	dĺžka v m	šírka v m	výška v m	plocha v m²	objem v m³		
			1	0%	12,0	10,0	3,5	120,0	420,0		
odpad		Sanácie	t/m³	koef	dĺžka v m	šírka v m	hrúbka v m	plocha v m²	objem v m³	množstvo v t	
NO		podlaha	1,5	100%	12,0	10,0	0,3	120,0	36,0	54,0	
NO		omietka	1,3	100%	44,0	3,5	0,1	154,0	7,7	10,0	
NO		murivo	1,8	100%	44,0	3,5	0,4	154,0	61,6	110,9	
NO		základy	2,1	100%	12,0	10,0	0,5	120,0	60,0	126,0	
OO		strecha	1,3	0%	12,0	10,0	0,2	0,0	0,0	0,0	
NO		pôda	1,8	125%	12,0	10,0	0,5	150,0	75,0	135,0	
NO		kvapalné pesticídy	1,2								
NO		tuhé pesticídy	1,5								0,0
		SPOLU:	1,8						240,3	435,9	
		SPOLU NO v t:	1,8						240,3	435,9	
		SPOLU OO v t:	1,3						0,0	0,0	
		Kapitolový rozpočet sanácie									
1.1		Doprieskum a sanácia objektu									382 766 €
1.2		Záverečné vzorkovanie									3 520 €
1.3		Inžiniering									47 153 €
		Cena celkom bez DPH									433 439 €

Zistené nízke koncentrácie pesticídov v pôde ako aj stavebných materiáloch nepredpokladá kontamináciu podzemnej vody.

Hlavným problém presnejšieho spočítania nákladov na sanáciu objektov bola skutočnosť, že v materiáloch chýbajú presné údaje o veľkostiach objektov, alebo ich zameranie. Preto boli ich rozmery stanovené čiastočne z fotografií, čiastočne z pozície objektu a vrtov v mapových podkladoch. Vrty zamerané boli, ich vzájomné vzdialenosti bolo možné vypočítať a odhadnúť aj vzdialenosti vrtov od objektu.

Areál PD Hankovce

Podľa metodiky manuálu z kapitoly 8. a výsledkov orientačného prieskumu je potrebné:

1. Stanoviť, ktoré pesticídy uniknuté do okolia sú relevantné, t.j. mohli spôsobiť kontamináciu.

Pri obhliadke a registrácii objektu do registra environmentálnych záťaží v júli 2008 bolo odhadnuté množstvo pesticídov na v sklade cca 2,0 t. Vo vzorkách boli indikované pesticídy v nízkej koncentrácii, vid' tabuľka.

2. Stanoviť, či uniknuté pesticídy infiltrovali do pôdy, ak áno, do akej hĺbky pôdu zasiahli.

Samotný sklad je zamurovaný a nevetraný, s opravenou strechou. Betónová podlaha je poškodená. Infiltrácia p,p-DDT, beta HCH a aldrinu bola potvrdená, hĺbku infiltrácie nemožno stanoviť. Vzorky zemín z vrtov boli odoberané z hĺbky do 0,5 m.

3. Stanoviť, či priesaky pesticídov dosiahli do podzemnej vody, ak áno, aká oblasť (plocha) v okolí skladu je kontaminovaná.

Z hydrogeologického hľadiska spadá územie do rajónu QP 097 – Paleogén povodia Laborca po Brekov. Areál PD sa nachádza ľavej strane nivy Laborca. Hladina tu prechádza z voľnej (pri Košovciach) do napätej. Využívanie podzemnej vody môžeme zhodnotiť prostredníctvom vodohospodárskej bilancie za rok 2012. V rajóne QP 097 bolo využiteľné množstvo 495 l/s a odber bol 22,92 l/s. V čiastkovom rajóne kvartéru profil Laborec – nad Cirochou činí využiteľné množstvo 250,3 l/s a odber bol 3,5 l/s. V Hankovciach sa podľa VHB využíva voda kvartéru jedným vodárenským zdrojom evidovaným pod číslom Hydrofondu – 515704 s odberom do 10 l/s. Podľa generálneho smeru prúdenia podzemnej vody je lokalizovaný nad agrochemickým sklado. Prípadná kontaminácia zo skladu pesticídov nie je možná. Najbližší vodárenský zdroj v smere prúdenia podzemnej vody je v obci Udavské.

Boli realizované 3 vrty PV-1, PV-2 a PV-3 do maximálnej hĺbky 5m, z ktorých boli odobraté po 1 vzorke pôdy z hĺbky 0,5 m a po jednej vzorke vody po prečistení vrtov. Hladina podzemnej vody bola zachytená v hĺbke cca 3,1 m, vo vode bola objavená koncentrácia p,p-DDT blízka ID hodnote vo vrte PV-1, ktorý je najďalej od objektu. Kontaminácia môže byť podzemnou vodou rozširovaná, ale vzhľadom na nízku koncentráciu pesticídov v podlahe, omietke a murive bolo odhadnuté šírenie znečistenia iba minimálne. Návrh na sanáciu pôd predstavuje iba 125% odhadnutej plochy budovy do hĺbky 0,5 m, čo je objem zemín pod budovou po nakyprení, keďže analýzy nezistili vysoké koncentrácie pôd a zemín.

Tab. 27: Sklad Hankovce - kalkulácia nákladov na sanáciu

Hodnoty koncentrácií sú v mg.kg⁻¹ sušiny u pevných matric, µg.l⁻¹ u podzemných vôd.

Areál PD Hankovce							Množstvo pesticídov t
							2,000
Označenie		HE (001) / Hankovce - areál PD - SK/EZ/HE/245					
Názov	Areál PD						
Obec	Hankovce						
		PV-1	PV-2	PV-3	POZNÁMKA		
Hĺbka vrtu		5,0	5,0	5,0			
Hĺbka podložia		5,0	5,0	4,3			
Ustálená hladina podzemnej vody		3,1	3,1	3,1			
Vzdialenosť od budovy		50,0	45,0	5,0			
ID	IT	Pôda	PV-1	PV-2	PV-3	POZNÁMKA	
2,0	2,5			p,p-DDT 0,026, beta HCH 0,01	aldrin 0,015, beta HCH 0,025		
ID	IT	Voda	PV-1	PV-2	PV-3	POZNÁMKA	
0,1	0,2		p,p-DDT 0,07			vrt PV-1 je najďalej od objektu, zrejme došlo pod vplyvom prúdenia podzemných vôd k rozšíreniu znečistenia a druhotnej akumulácii	
ID	IT	Budova	podlaha	omietka	murivo	POZNÁMKA	

2,0	2,5		endrin 0,388, p,p-DDT 0,116, p,p-DDD 0,008, beta HCH 0,274, delta HCH 0,1, hexachlórbenzén 0,032, dieldrin 0,007, alfa-chlórdan 0,008, gama-chlórdan 0,008, terbutrin 0,318		endrin 0,021, p,p-DDT 0,037, delta HCH 0,042, atrazín 0,075		endrin 0,008, beta HCH 0,011, gama HCH 0,024, atrazín 0,062		Ani v jednom prípade nebola stanovená koncentrácia prekračujúca IT alebo ID		
		Veľkosť objektu		posch.	koef	dĺžka v m	šírka v m	výška v m	plocha v m²	objem v m³	
				1	0%	8,0	4,0	4,0	32,0	128,0	
odpad	Sanácie		t/m³	koef	dĺžka v m	šírka v m	hrúbka v m	plocha v m²	objem v m³	množstvo v t	
NO	podlaha		1,5	100%	8,0	4,0	0,3	32,0	9,6	14,4	
NO	omietka		1,3	100%	24,0	4,0	0,1	96,0	4,8	6,2	
NO	murivo		1,8	100%	24,0	4,0	0,4	96,0	38,4	69,1	
NO	základy		2,1	100%	8,0	4,0	0,5	32,0	16,0	33,6	
OO	strecha		1,3	125%	8,0	4,0	0,2	40,0	8,0	10,4	
NO	pôda		1,8	125%	8,0	4,0	0,5	40,0	20,0	36,0	
NO	kvapalné pesticídy		1,2								
NO	tuhé pesticídy		1,5								2,0
	SPOLU:		1,8						96,8	171,8	
	SPOLU NO v t:		1,8						88,8	161,4	
	SPOLU OO v t:		1,3						8,0	10,4	
	Kapitolový rozpočet sanácie										
1.1	Doprieskum a sanácia objektu										156 824 €
1.2	Záverečné vzorkovanie										1 320 €
1.3	Inžiniering										21 916 €
	Cena celkom bez DPH										180 060 €

Orientačný prieskum zistil, že v podzemnej vode bolo vo vzorke z jedného vrtu indikované DDT a to v koncentrácií blízkej ID hodnote (DDT = 0,07 µg/l).

9.3 Kontaminované zeminy v objektoch bývalých obaľovačiek

Vzhľadom na to, že kontaminant v objektoch bývalých obaľovačiek je identický, ako v lokalite odpadového kanála Chemko Strážske - PCB viazané buď na zeminy v areáloch obaľovačiek, alebo stavebné konštrukcie, pre účely sanačných prác sú odporúčané rovnaké technologické postupy ako v podkapitole 9.1.

Zo záverov predošlých kapitol je známa bilancia množstiev kontaminovaných zemín v objektoch obaľovačiek. Súhrnne sa uvádza cca 100 000 ton v 68 bývalých prevádzkach. Priemerná hmotnosť znečisteného materiálu látkami PCB tak vychádza cca **1 470 ton** na jednu obaľovačku. Pretože podrobné prieskumy obaľovačiek asfaltu, ktoré by poskytli presnejšie údaje o množstvách a stupni kontaminácie materiálov z nich nie sú známe, pre spočítanie nákladov potrebných pre sanáciu jednotlivých objektov sa použil výpočet z kap. 9.1 – kanál Chemko Strážske, avšak zredukovaný primerane menšiemu množstvu kontaminovaného materiálu.

Tab. 28: Obaľovačka asfaltu - odhad finančných nákladov na odstránenie odpadov

<i>technológia odstránenia odpadov</i>	<i>merná jednotka</i>	<i>počet jednotiek</i>	<i>cena za jednotku (€)</i>	<i>celkom (€)</i>
Spaľovanie				
odstránenie vrátane dopravy	t	1 470	2 200	3 234 000
Sodíková technológia				
Desorpcia v mobilnej termálnej jednotke	t	1 470	300	441 000
Dekontaminácia extraktu	t	1	2 200	2 200
odstránenie desorbovaného materiálu	t	1 470	100	147 000
				590 200
Termálna desorpcia				
dekontaminácia vrátane odstránenia dekontaminovaného materiálu	t	1 470	300	441 000
Bioremediácia, DARAMEND® Adventus	t	1 470	80	117 600

Uvedená tabuľka 28 predstavuje výpočet nákladov na odstránenie PCB odpadov z jedného objektu bývalej obaľovačky asfaltov. Vzhľadom na to, že v objektoch obaľovačiek je problematické implementovať bioremediačné technológie na čas potrebný pre degradačný proces, odporúčaný ako najvhodnejší sanačný postup v tomto type objektov je dekontaminácia termálnou desorpciou s následným odstránením dekontaminovaného materiálu.

9.4 Zásoby PCB látok v skladoch a v elektrických zariadeniach

V tejto skupine ide o relatívne malé množstvá PCB látok a odpadov:

- sklad v areáli Chemko Strážske, kde sa uvádza aktuálne množstvo skladovaných odpadov PCB cca **600 ton**
- **4 214** elektrických zariadení obsahom PCB stále v prevádzke a **2 892 ks** zariadení vyradených a pripravených na zneškodnenie. V prepočte na hmotnosť ide o **viac ako 100 t** potenciálnych odpadov s obsahom PCB

Pre túto skupinu POPs odpadov a zmesí je návrh najvhodnejšej dekontaminačnej technológie a výpočet potrebných nákladov jednoduchý.

V súčasnosti je možné na území Slovenskej republiky tento druh odpadov zneškodniť len v spaľovni firmy Fecupral, s.r.o. Prešov alebo v Sodíkovej technológii s predradenou termálnou desorpčnou jednotkou v zariadení spoločnosti DEKONTA s.r.o. v Kuchyni, okr. Malacky.

Jednotková cena za zneškodnenie PCB odpadov v oboch zariadeniach je podobná, pohybuje sa v rozmedzí 2 000 € až 2 500 € za tonu predmetných odpadov.

Z uvedených údajov je zrejmé, že všetky evidované odpady tejto skupiny je možné zneškodniť za cenu v intervale 1 400 000 € - 1 750 000 €.

Záver

Vypracovanie štúdie „Návrh technológií pre environmentálne vhodné zneškodnenie POPs odpadov a zmesí“ bolo záverečnou etapou projektu „**Manažment riešenia lokalít s výskytom POPs zmesí/pesticídov v SR.**“ Jej cieľom bolo najmä:

- Charakterizovať skupinu POPs látok podľa najnovších odborných poznatkov
- Komplexne popísať legislatívne prostredie, v ktorom je problém POPs látok riešený, a to v medzinárodnom (dohovory, legislatíva EÚ) i slovenskom kontexte
- Aktualizovať údaje o súčasných najzávažnejších environmentálnych záťažach s polutantmi skupiny POPs látok na území Slovenskej republiky (stav zachytený v štúdii je k 31.05.2015)
- Posúdiť reálne dostupné a v praxi overené technológie vhodné na dekontamináciu odpadov, zmesí a zložiek životného prostredia kontaminovaných POPs látkami. Posúdená bola environmentálna vhodnosť technológií, ich reálna dostupnosť v rámci Európy a SR a ekonomické parametre jednotlivých technologických postupov.

Splnením horeuvedených čiastkových cieľov štúdie bolo možné dospieť k hlavnému cieľu štúdie – návrhu vhodných technológií pre všetky druhy záťaží spôsobených POPs látkami na území SR. Výsledkom (kap.9) je prehľad technologických postupov, ich vhodné kombinovanie a výpočet nákladov potrebných na sanáciu tých území kontaminovaných POPs látkami, ktoré sú vyhodnotené ako prípady s najvyššou naliehavosťou.

Štúdia bude slúžiť ako východisko pre následné aktivity, zamerané na zníženie zaťaženia územia SR látkami zo skupiny POPs – sanácie znečistených lokalít, zneškodnenie POPs odpadov, čím prispeje k plneniu medzinárodných záväzkov SR v danej oblasti s dôrazom na záväzky, vyplývajúce zo Štokholmského dohovoru.