



VĚDECKÝ VÝBOR FYTOSANITÁRNÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Klasifikace:	Draft	<input type="checkbox"/>	<i>Pro vnitřní potřebu VVF</i>
	Oponovaný draft	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Pro vnitřní potřebu VVF</i>
	Finální dokument	<input type="checkbox"/>	<i>Pro oficiální použití</i>
	Deklasifikovaný dokument	<input type="checkbox"/>	<i>Pro veřejné použití</i>

Název dokumentu:

**ZHODNOCENÍ VÝSKYTU POPS PESTICIDŮ DLE
STOCKHOLMSKÉ ÚMLUVY A POPS PROTOKOLU ÚMLUVY
O PŘESHRANIČNÍM TRANSPORTU LÁTEK ZNEČIŠŤUJÍCÍCH
OVZDUŠÍ V AGROEKOSYSTÉMU ČR**

Poznámka:

Vypracovali: Prof. RNDr. Ivan Holoubek, CSc., RNDr. Pavel Čupr, Ph.D., RNDr. Jana Klánová, Ph.D., RNDr. Jiří Zbíral, Ph.D., Ing. Radim Vácha, Ph.D., Ing. Vladimír Kužilek, Mgr. Mark Rieder
Národní POPs Centrum/TOCOEN, s.r.o. Brno/RECETOX MU Brno

Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 PRAHA 6 - Ruzyně

Tel.: +420 233 022 324 , fax.: +420 233 311 591, URL: <http://www.phytosanitary.org>

OBSAH

1.	PERSISTENTNÍ ORGANICKÉ POLUTANTY (POPs)	2
1.1	Úvod	2
1.2	Organochlorované pesticidy (OCPs)	3
1.2.1	DDT a jeho metabolity (DDTs)	3
1.2.2	Hexachlorcyklohexan (HCHs)	4
1.2.3	Hexachlorbenzen (HCB)	5
1.2.4	Polychlorované cyklodieny (aldrin, dieldrin, endrin, isodrin)	6
1.2.5	Heptachlor	6
1.2.6	Toxafen	6
1.2.7	Mirex	7
1.2.8	Chlordan	7
2.	STOCKHOLSKÁ ÚMLUVA	8
3.	POP PESTICIDY V ČR	12
3.1	Výroba	12
3.2	Aplikace	13
3.3	Registrace	14
3.4	Import, export	19
3.5	Skladové zásoby, nespotřebované zásoby, kontaminované lokality	20
3.6	Chlorované persistentní pesticidy v odpadech	21
3.7	Závěry	22
4.	VÝSKYT OCPs VE SLOŽKÁCH ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR	24
4.1	Výskyt OCPs ve volném ovzduší	24
4.2	Výskyt OCPs v hydrosféře ČR	25
4.3	Výskyt OCPs v pedosféře ČR	27
4.3.1	Monitoring ÚKZÚZ (Bazální monitoring půd)	27
4.3.2	Monitoring VÚMOP	34
4.3.3	Projekty R-T&A zaměřené na kontaminaci půd	35
4.4	Výskyt OCPs v kalech	39
4.5	Aktivní biomonitoring ÚKZÚZ	40
4.6	Krmiva	40
5.	ZÁVĚR	43

1. PERSISTENTNÍ ORGANICKÉ POLUTANTY (POPs)

1.1 Úvod

Do skupiny POPs zařazujeme polycyklické aromatické uhlovodíky (PAHs), polychlorované bifenylly (PCBs), organochlorové pesticidy (OCPs) a polychlorované dibenzo-p-dioxiny a dibenzofurany (PCDDs/Fs). Hlavním důvodem jejich sledování je prokázané široké spektrum toxických a genotoxických účinků těchto látek. Tyto látky jsou široce rozšířeny v prostředí, byly detekovány ve všech jeho složkách a patří mezi nejstabilnější organické polutanty v terestrickém prostředí. Některé z nich jako například PAHs či PCDDs/Fs jsou v určitém malém množství přirozenou součástí prostředí. Koncentrace POPs začaly růst od průmyslové revoluce, především díky zvyšujícímu se využívání spalovacích a termických průmyslových procesů využívajících především fosilních paliv a zvýšenému užívání pesticidů v celé škále odvětví. Jejich koncentrace závisí na blízkosti bodových zdrojů, ale vyskytují se i v odlehlých oblastech, kam se dostávají dálkovým transportem. Obecně jsou POPs v životním prostředí nebezpečné proto, že jsou silně rezistentní proti degradacím (chemickým i biologickým) a mají nepolární molekuly kumulující se v tukových tkáních a tím pádem dochází k silnému bioobohacování v trofických sítích.

Chování POPs v prostředí tím i jejich nebezpečnost lze charakterizovat zejména pěti environmentálně-chemickými parametry:

- 1) Rozpustnost ve vodě WS (mg.l^{-1}). Čím je její hodnota nižší, tím je látka hydrofobnější a lipofilnější, tím má větší tendenci kumulovat se v půdním prostředí a v živých organismech.
- 2) Těkání vyjádřené hodnotou Henryho konstanty (H v $\text{Pa.m}^3.\text{mol}^{-1}$). Čím je hodnota H vyšší, tím je látka těkavější, má vyšší tendenci přejít z půdního prostředí do atmosféry.
- 3) Rozdělovací koeficient n-oktanol-voda K_{ow} představující míru tendence látky kumulovat se v živých organismech. Hodnota $\log K_{ow}$ v rozmezí 3-6 představuje látky s vysokou tendencí k bioakumulaci.
- 4) Sorpce na organický uhlík (půdní organickou hmotu) vyjádřená pomocí rozdělovacího koeficientu organický uhlík (v tuhé fázi) – voda K_{oc} . Hodnoty $\log K_{oc}$ vyšší než 3 charakterizují látky silně se sorbující v půdním prostředí, dlouhodobě v něm přítomné, ovšem také méně biodostupné.
- 5) Environmentální persistence vyjádřená pomocí poločasu života ($t_{1/2}$). V případě půdního prostředí se používá například označení $t_{1/2}(S)$ (poločas života polutantu v půdním prostředí).

Obecně lze klasifikovat afinitu persistentních organických polutantů v závislosti na základních environmentálně-chemických parametrech následujícím způsobem:

Afinita	Rozpustnost ve vodě WS [mg.l^{-1}]	Ovzduší H [$\text{Pa.m}^3.\text{mol}^{-1}$]	Bioakumulace $\log K_{ow}$	Sorpce v půdě $\log K_{oc}$
Nízká	< 0,001	< 0,001	< 1	< 1
Střední	0,001 – 1	0,001 – 1	3 – 5	1 – 3
Vysoká	> 1	> 1	> 5	> 3

Následující kapitoly stručně charakterizují sledované látky a jejich charakter v životním prostředí. Zdrojem údajů byly zejména EXTTOXNET (Extension Toxicology Network), RTECS (Registry of Toxic Effects of Chemical Substances), materiály US EPA (americká agentura pro životní prostředí) a práce Holoubek et al. (2000a,b,c) a Marhold (1986).

1.2 Organochlorované pesticidy (OCPs)

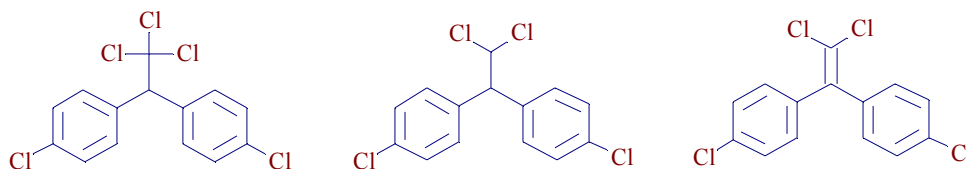
Organochlorované pesticidy jsou extrémně perzistentní a byly dříve velmi široce užívány. Obvykle sem jsou zahrnovány HCHs, DDXs (DDT a jeho metabolity DDE a DDD) a HCB.

1.2.1 DDTs

WS (mg.l⁻¹) = DDT: 0,0055; DDE: 0,04; DDD: 0,05; H (Pa.m³.mol⁻¹) = DDT: 2,36; DDE: 7,95; DDD: 0,640; log K_{ow} = DDT: 6,9; DDE: 7; DDD: 6,2; log K_{oc} = DDT: 5,31; DDE: 4,82; DDD: 5,23
 t_{1/2}(S) = modelový odhad: 17 000 - 55 000 hod. (2 - 6 roků)

DDT, resp. p,p'-DDT (1,1,1-trichloro-2,2-bis(p-chlorfenyl) ethan) byl jako účinný insekticid identifikován v roce 1939. Jeho výroba a používání v širokém měřítku začala zhruba v roce 1944 a do počátku sedmdesátých let se celosvětová produkce odhaduje na 2 miliony tun. Během sedmdesátých let docházelo ve vyspělých zemích k zákazu používání DDT k ochraně rostlin a zemědělských produktů. V Československu došlo k tomuto zákazu v roce 1974, i poté byl však DDT v omezené míře používán ve vybraných prostředcích, např. pro likvidaci vši vlasové. K významnému poklesu přítomnosti DDT v životním prostředí však bezprostředně po tomto zákazu nedošlo vzhledem k perzistenci této látky, nelegálnímu „využití zbylých zásob“, existenci starých zátěží a také dovozu některých krmiv z rozvojových zemí, v nichž bylo používání DDT stále povoleno.

Při sledování přítomnosti DDT v životním prostředí se pod pojmem „DDT“ nechápe pouze p,p'-DDT, což je vlastní účinná látka, ale celá skupina látek blízkých. Při jeho výrobě vzniká souběžně také izomer o,p'-DDT (jeho množství závisí na reakčních podmínkách) a vedlejšími produkty jsou i izomery dichlordifenylidichlorethanu (p,p'-DDD a o,p'-DDD). V životním prostředí se navíc DDT dehydrochloruje na dichlordifenylidichloreten (DDE). Také tyto metabolity DDT jsou velmi perzistentní a ekologicky i zdravotně závadné. Skutečnost, že se v čase mění poměr uvedených látek, především DDT/DDE, významně komplikuje vyhodnocování trendů vyplývajících z dlouhodobě založených monitorovacích programů sledování DDT a jeho metabolitů v životním prostředí.



p, p'-DDT (4,4'-DDT) = 1,1,1-trichlor-2,2-bis(4-chlorfenyl)ethan

p,p'-DDE = 1,1-dichlor-2,2-bis(4-chlorofenyl)ethylen - produkt dehydrogenchlorinace

p,p'-DDD = 1,1-dichloro-2,2-bis(4-chlorophe-nyl)ethane - produkt dechlorace

Obecně lze konstatovat, že DDT a jeho metabolity jsou velmi stálé, málo těkavé sloučeniny lipofilní povahy s nízkou rozpustností ve vodě a naopak výraznou schopností se jednat kumulovat v tukových tkáních organismů a jednat se adsorbovat na povrchy tuhých částic. Tyto vlastnosti předurčují DDT a jeho metabolity k dlouhé perzistenci v životním prostředí a pronikání do potravních řetězců. Rychlost úbytku DDT v různých ekosystémech lze popsat kinetikou 1.řádu s poločasem 8 – 15 let, přičemž DDT je rozkládán chemicky (hydrolyza, fotolyza) či biochemicky živými organismy ve vodě a půdě.

Výrazná množství DDT byla aplikována přímo do půdy a část DDT v půdách pochází ze skládek. Do vod a sedimentů se DDT dostalo přímo z pesticidních postřiků či sekundárně při splachu s půdy. DDT a jeho

deriváty jsou velmi stabilní v prostředí a v půdě jsou rezistentní i vůči mikrobiální degradaci., jsou velmi rozpustné v tucích a prakticky nerozpustné ve vodě, mají silnou tendenci adsorbovat na povrchích částic. Velká část DDT, které se dostává do vody z půdy je tedy vázána na částice a dochází tedy k depozici do sedimentů. Ve vzduchu je v současnosti nižší koncentrace DDT, díky jeho dlouhodobému nepoužívání, přesto ovšem může být ve vzduchu přítomno díky zpětnému uvolňování z půdy a povrchových vod. DDT je velmi stabilní a perzistentní, pouze část v půdě je degradována mikroorganismy. DDE je hlavní degradační produkt z DDT. V půdě se velmi silně adsorbuje na povrchích částic.

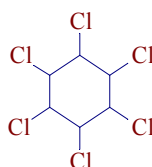
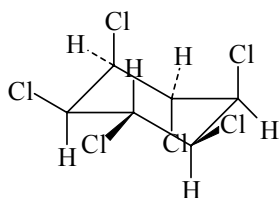
DDT prokazatelně působí na ústřední nervstvo a je hepatotoxický. Účinky na kůži či smyslové orgány nejsou příliš silné. DDT je z hlediska karcinogenity ve skupině 2B (nedostatečné důkazy pro člověka i zvířata) (IARC, 1987). Naopak mutagenita je prokázána (Marhold, 1986).

1.2.2 Hexachlorcyklohexany (HCHs)

Vysoce těkavý a nerozpustný (kromě lindanu), vysoká tendence k sorpci a bioakumulaci
 WS (mg.l⁻¹) = α : 1; γ : 7,3; H (Pa.m³.mol⁻¹) = α : 0,872; γ : 0,149; log K_{ow} = α : 3,8; γ : 3,7; log K_{oc} = α : 3,25; γ : 3
 t_{1/2}(S) = modelový odhad: 17 000 hod. (2 roky)

Hexachlorcyklohexan byl vyráběn pro své insekticidní účinky a používán v zemědělství jako prostředek k hubení zvířecích a lidských parazitů i na ošetřování lesních a jiných porostů. Z pěti stereoisomerů, které při výrobě chlorací benzenu vznikají, má nejvýraznější insekticidní účinky γ -HCH a proto je surový reakční produkt čišťen frakční krystalizací a získaný γ -HCH v čistotě až 99% se nazývá lindan. V bývalém Československu se používal γ -HCH v kombinaci s DDT (přípravky Lydikol a Gamadyn), po zákazu DDT byl dále používán k moření osiva. V současné době není jeho použití v zemědělství povoleno.

Lindan je velmi rezistentní v půdě jak vůči chemické, tak biologické degradaci a zůstává desítky let. Jeho determinace zejména v půdách je tedy stále aktuální.



Izomery HCH jsou relativně chemicky stálé látky lipofilní povahy. Postupnou mikrobiální dechlorací jsou převáděny na trichlorbenzeny a tetrachlorbenzeny. Lindan má ve srovnání s řadou jiných perzistentních organických polutantů (např. DDT, Aldrin, Heptachlor a další) vyšší rozpustnost ve vodě a tenzi par a proto i relativně vyšší mobilitu jak v atmosférickém, tak hydrosférickém prostředí.

Lindan má status středně toxické látky - EPA toxická třída II, ze všech izomerů HCH je nejtoxičtější. Obecně je popisována zejména neurotoxicita při akutní inhalaci. Chronická expozice ústí v poškození jater, urogenitálního ústrojí a snižování imunity. V USA je výroba již zakázána a EPA zakazuje používání v zemědělství, neboť je podezřelý z karcinogenity. Dle RTECS označován přímo jako karcinogenní. V půdě je lindan značně perzistentní, váže se na půdní částice s vysokou afinitou. V půdách s nízkým obsahem C_{org} však může při průplachu vodou být i značně mobilní a představovat tak nebezpečí kontaminace podzemních vod. V roce 1974 bylo v ČR zakázáno užívání HCH a v roce 1995 i užívání lindanu.

1.2.3 Hexachlorbenzen (HCB)

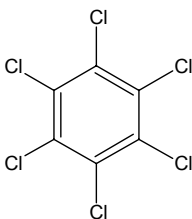
Středně těkavý a nerozpustný, vysoká tendence k sorpci a bioakumulaci, vysoce perzistentní látka, středně až pevně vázané do půdy, nízká mobilita v půdě

WS ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) = 0,005; H ($\text{Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}$) = 131; $\log K_{ow}$ = 5,5; $\log K_{oc}$ = 3,99

$t_{1/2}(S)$ = reálná měření: 2,7 - 7,5 roků

HCB se užívá jako fungicid zejména k ošetření zrn, či úrody proti plísním, desinfekční prostředek a jako vstupní či meziproductová surovina při výrobě některých chemikálií (pentachlorfenol, některé chlorované aromáty, některých pesticidů, PVC apod). Jako průmyslová chemikálie se používá např. při výrobě pyrotechniky, syntetického kaučuku a hliníku. Jeho fungicidních vlastností se využívá při ošetřování pšenice, cibule a jako mořidlo osiva. Vzniká jako vedlejší produkt při výrobě chlorovaných rozpouštědel. Důležitým zdrojem HCB jsou vysokoteplotní procesy, jako spalování komunálního odpadu, plastů, PCBs, metalurgické procesy, požáry.

Hexachlorbenzen (HCB) se vyrábí katalytickou chlorací benzenu nebo oxidací odpadního hexachlorcyklohexanu (HCH) z výroby lindanu. V České republice není HCB vyráběn, jeho výroba byla ve Spolaně Neratovice ukončena v roce 1968. HCB je však vedlejším produktem při výrobě průmyslových chemikálií jako jsou tetrachlormetan, perchlorethylen, trichlorethylen či pentachlorbenzen (výroba např. ve Spolku pro chemickou a hutní výrobu v Ústí n/L). HCB také vzniká při elektrolytické výrobě chlóru spolu s oktachlorstyrenem.



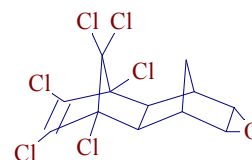
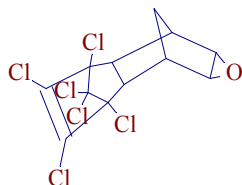
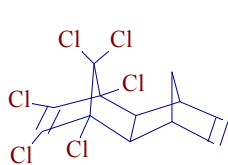
HCB je velmi stálá, málo těkavá sloučenina lipofilní povahy s nízkou rozpustností ve vodě a naopak výraznou schopností se jednak kumulovat v tukových tkáních organismů a jednak se adsorbovat na povrchy tuhých částic. V životním prostředí se rozkládá jen velmi pomalu, jako rozkladné produkty jsou v literatuře uváděny chlorované fenoly. Tyto vlastnosti předurčují HCB k dlouhé perzistenci v životním prostředí a pronikání do potravních řetězců.

HCB je distribuován ve všech složkách prostředí, protože je silně mobilní a resistantní vůči degradaci. Z vody se může vypařovat do vzduchu a díky částicím dostávat do sedimentu. Tam může být "uvězněn" díky převrstvení dalšími vrstvami. HCB je v půdě částečně vázán sorpcí a částečně mobilní. Je velmi resistantní k degradaci a silně adsorbuje, hlavní cestou úbytku z půdy je volatilizace z horních horizontů a ne vyplavování. V hlubších horizontech probíhá pomalá aerobní a anaerobní biodegradace.

Dle EXTOUNET je HCB prakticky netoxická látka v EPA toxické třídě IV. Přesto byl např. v USA zakázán. Používán je zejména jako fungicid, zejména k ošetření zrní. HCB je akutně prakticky netoxické při orálním požití, i když je popisována i dráždivost na kůži. Při inhalaci však byly pozorovány toxické účinky (neurotoxicita). Při chronické expozici způsobuje porfyrii (syndrom zejména kožní spojený s osteoporózou). Při vyšších chronických expozicích může fungovat jako karcinogen. IARC a US EPA jej charakterizovaly jako možný karcinogen (IARC, 1987; US DHHS, 1994).

1.2.4 Polychlorované cyklo dieny (aldrin, dieldrin, endrin a isodrin)

Tyto chlorované uhlovodíky jsou účinnými insekticidy proti klíšťatům, molům, termitům a dalšímu hmyzu. V malé míře se užívaly i k moření osiva. Dieldrin je toxický i pro savce a v minulosti se výjimečně používal i jako rodenticid. Koncem 70. a začátkem 80. let byla výroba a použití těchto látek pro zemědělské a potravinářské účely ukončena.



Aldrin	Dieldrin	Endrin
--------	----------	--------

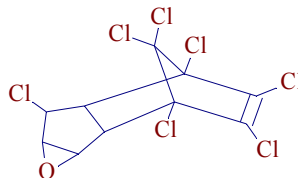
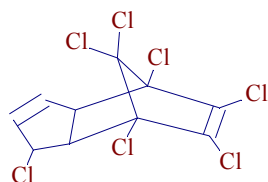
Polychlorované cyklo dieny jsou chemicky stálé látky lipofilní povahy. Pozvolný chemický a biologický rozklad se odehrává v řadě dechloračních, dehydrochloračních a hydroxylačných reakcí. Některé metabolity se stávají relativně rozpustné ve vodě. Na světle podléhají fotolytickým změnám a rozkladu.

1.2.5 Heptachlor

Heptachlor je organochlorovaný insekticid používaný především k hubení půdního hmyzu a mravenců. Částečně byl také použit k hubení hmyzu v domácnostech, hospodářských prostorách a ošetření osiva. Aplikován je většinou přímo do půdy, někdy i na listy. Jeho insekticidní účinky byly popsány počátkem 50. let poté, co byl izolován z technického chlordanu. Komerčně byl vyráběn především firmou Velsicol Chemical Corp. V České republice není vyráběn, jeho použití pro zemědělské účely bylo zakázáno v r.1989.

Detailní informace o vlastnostech heptachloru jsou uvedeny v příloženém pasportu této látky. Obecně lze konstatovat, že heptachlor je stálá, málo těkává sloučenina lipofilní povahy s nízkou rozpustností ve vodě a naopak schopností se jednak kumulovat v tukových tkáních organismů a jednak se adsorbovat na povrchy tuhých částic. Tyto vlastnosti předurčují heptachlor k určité perzistenci v životním prostředí a pronikání do potravních řetězců. Poločas jeho rozkladu v půdě se odhaduje na 9 až 10 měsíců (The Pesticide Manual), ve vodním prostředí dochází k relativně rychlé hydrolyze na 1-hydroxy-chlordene a následným epoxidačním dějům pod vlivem mikrobiální činnosti.

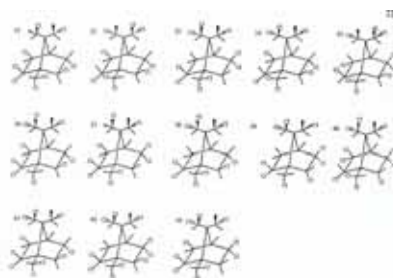
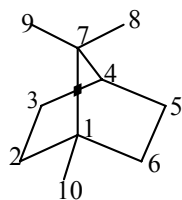
Pokusy na myších a krysách prokázaly určité karcinogenní účinky heptachloru.



1.2.6 Toxaphen

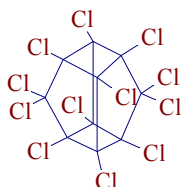
Toxaphen je směsí stovek individuálních sloučenin, což velice ztěžuje jeho identifikaci a kvantifikaci. Je to pesticid, který se používal k ošetření bavlny.

V České republice není vyráběn a jeho používání bylo zakázáno v roce 1986. Podle některých informací však v letech 1963 – 1987 bylo do bývalého Československa dovezeno velké množství přípravků, které toxaphen obsahovaly (Melipax).



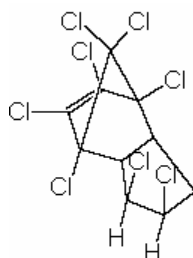
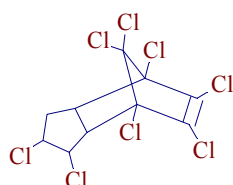
1.2.7 Mirex

Insekticid používaný k hubení mravenců a hmyzu požírajícího zelené části zemědělských rostlin. Používán také jako přísada do některých materiálů. V České republice nebyl nikdy vyráběn ani používán.

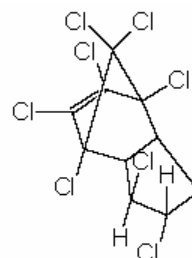


1.2.8 Chlordan

Chemickým složením je chlordan 1,2,4,5,6,7,8,8-Octachloro-2,3,3a,4,7,7a-hexahydro-4,7-methano-1H-indene a vyskytuje se ve dvou stereoizomerech:



Cis



Trans

Chlordan je kontaktní insekticid se širokým spektrem použití. Komerčně byl vyráběn především firmou Velsicol Chemical Corp. V České republice nebyl nikdy vyráběn ani používán.

Vyskytuje se v několika stereoizomerech. Jeho chování a osud je dán chemicko-fyzikálními vlastnostmi, které jsou podobné jako u jiných organochlorových pesticidů, které jsou schopné vysoké perzistence ve složkách životního prostředí.

2. STOCKHOLMSKÁ ÚMLUVA

Stockholmská úmluva o persistentních organických polutantech ze dne 22. května 2001 zavazuje smluvní strany k odstranění výroby a použití nebo k omezenému užívání vybraných látek definovaných Úmluvou. Oproti Protokolu o persistentních organických polutantech sjednanému k Úmluvě EHK OSN o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice státu (CLRTAP), která má působnost v regionu EHK, je Stockholmská úmluva pojata globálně a má své konkrétní cíle i v rozvojových zemích. Seznamy vybraných látek jsou v přílohách A a B, v příloze C jsou uvedeny látky uvolňované při technologických procesech a unikající do ovzduší jako škodliviny. Stručný přehled o rozsahu Stockholmské úmluvy dávají následující tabulky 1-3. Základní informace o látkách, jež jsou součástí Národní POPs Inventury ČR (NPOPsINV) a jsou součástí návrhu Národního implementačního plánu jsou uvedeny v příloze č. 1.

Tabulka 1: Stockholmská úmluva, příloha A: Odstranění – část I

Chemikálie	Činnost	Specifická výjimka
Aldrin č. CAS: 309-00-2	výroba	žádná
	použití	místní ektoparasiticid insekticid
Chlordan č. CAS: 57-74-9	výroba	pokud povolena smluvním stranám uvedeným v seznamu
	použití	místní ektoparasiticid insekticid termiticid termiticid ve stavbách a v hrázích termiticidy v komunikacích aditiva v překlízkářských lepidlech
Dieldrin č. CAS: 60-57-1	výroba	žádná
	použití	v zemědělských provozech
Endrin č. CAS: 72-20-8	výroba	žádná
	použití	žádná
Heptachlor č. CAS: 76-44-8	výroba	žádná
	použití	termiticid termiticid v konstrukcích domů termiticid (podzemní) úprava, zpracování dřeva při použití v podzemních kabelových kobkách
Hexachlorbenzen č. CAS: 118-74-1	výroba	pokud povolena smluvním stranám uvedeným v seznamu
	použití	meziprodukt rozpouštědlo v pesticidu v dočasně uzavřeném místně omezeném systému

Chemikálie	Činnost	Specifická výjimka
Mirex č. CAS: 2385-85-5	výroba	pokud povolena smluvním stranám uvedeným v seznamu
	použití	termiticid
Toxaphen č. CAS : 8001-35-2	výroba	žádná
	použití	žádná
Polychlorované bifenyly (PCBs)*	výroba	žádná
	použití	výrobky používané podle ustanovení části II této přílohy

Stockholmská úmluva, příloha B: Omezení – část II

DDT (1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorfenyl)ethan¹

- ustanovení registru DDT
- použití DDT pro zvládání biologických přenašečů chorob v soulasu s doporučeními a směrnicemi Světové zdravotnické organizace
- poskytování informace o používání DDT každé tři roky
- vývoj bezpečných alternativních chemikálií a nechemických výrobků.

Tabulka 2: Stockholmská úmluva, příloha B: Omezení – část I

Chemikálie	Činnost	Přijatelný účel nebo specifická výjimka
DDT 1,1,1-trichloro-2,2-bis (4-chlorfenyl) etan č. CAS: 50-29-3	výroba	<u>přijatelný účel:</u> použití při zvládání biologických přenašečů chorob ve shodě s částí II této přílohy <u>specifické výjimky:</u> meziprodukt při výrobě dikofolu meziprodukt
	užití	<u>přijatelný účel:</u> zvládání biologických přenašečů chorob ve shodě s částí II této přílohy <u>specifické výjimky:</u> výroba dikofolu meziprodukt

Stav užívání látek spadajících pod mezáródní smlouvy o persistentních organických polutantech v České republice uvádí tabulka 4.

¹ DDT byl vyráběn ve Spolaně Neratovice jako surovina pro výrobu Neratidinu, Nerakainu a Pentalidolu; všechny výroby byly ukončeny v letech 1978 – 1983.

Tabulka 4: Přehled stavu užívání POPs v ČR

Látka (látky) / CAS	Zkratka	Důvod pro zařazení do inventury		
		Seznam SC	Seznam UNECE POPs	Výroba/použití/vznik ČR
Organochlorové pesticidy				
Aldrin / 309-00-20	ALD	Ano	Ano	Není vyráběn, není používán, zakázán v roce 1980
DDT a jeho metabolity / 50-29-3	DDTs	Ano	Ano	V Československu došlo k zákazu používání jako pesticidu v roce 1974, i poté byl však DDT v omezené míře používán ve vybraných prostředcích, např. pro likvidaci vši vlasové, výroby Neratidinu, Nerakainu a Pentalidolu ukončeny v letech 1978 – 1983.
Dieldrin / 60-57-1	DLD	Ano	Ano	Nikdy nebyl registrován.
Endrin / 72-20-8	END	Ano	Ano	Není vyráběn a používán, zakázán od roku 1984.
Heptachlor / 76-44-8	HPC	Ano	Ano	V České republice není vyráběn, jeho použití pro zemědělské účely bylo zakázáno v roce 1989.
Hexachlorbenzen / 118-74-1	HCB	Ano	Ano	V České republice není HCB vyráběn, jeho výroba byla ve Spolaně Neratovice ukončena v roce 1968. Použití jako pesticid bylo zakázáno v roce 1977.
Chlordan	CHL	Ano	Ano	V České republice nebyl nikdy vyráběn ani používán, nikdy nebyl registrován.
Lindan/Hexachlorcyklohexany	LIN (HCHs)	Ne	Ano	V bývalém Československu se používal γ -HCH v kombinaci s DDT (přípravky Lydikol a Gamadyn), po zákazu DDT byl dále používán k moření osiva. V současné době není jeho použití v zemědělství povoleno.
Mirex / 2385-5	MIR	Ano	Ano	V České republice nebyl nikdy vyráběn ani používán, nikdy nebyl registrován.
Toxaphen	TOX	Ano	Ano	V České republice není vyráběn a jeho používání bylo zakázáno v roce 1986. V letech 1963 – 1987 bylo do bývalého Československa dovezeno velké množství přípravků, které toxaphen obsahovaly (Melipax).
Vyráběné chemické látky nebo jejich směsi				
Polychlorované bifenyly	PCBs	Ano	Ano	V bývalém Československu byl vyráběn v letech 1959 - 1984
Hexachlorbenzen	HCB	Ano	Ano	V České republice není HCB vyráběn, jeho výroba byla ve Spolaně Neratovice ukončena v roce 1968.
Nežádoucí vedlejší produkty spalovacích a technologických procesů				
Polychlorované dibenzo-p-dioxiny	PCDDs/Fs	Ano	Ano	

a dibenzofurany				
Polycyklické aromatické uhlovodíky	PAHs	Ne	Ano	
Hexachlorbenzen	HCB	Ano	Ano	HCB je vedlejším produktem při výrobě průmyslových chemikálií jako jsou tetrachlormetan, perchlorethylen, trichlorethylen či pentachlorbenzen (výroba např. ve Spolku pro chemickou a hutní výrobu v Ústí n/L). HCB také vzniká při elektrolytické výrobě chlóru spolu s oktachlorstyrenem.
Polychlorované bifenylly	PCBs	Ano	Ano	

3. POP PESTICIDY V ČR

3.1 Výroba

Dva největší producenti pesticidů v bývalém Československu byly Spolana Neratovice a Chemické závody Juraje Dimitrova (CHZJD). Historie tuzemské výroby persistentních organochlorových pesticidů byla zahájena v roce 1950 po ukončení výzkumu syntézy DDT VÚ agrochemické technologie v Bratislavě. O rok později byly vytvořeny předpoklady pro velkovýrobu technického HCH; od roku 1959 (podle některých zdrojů od 1956) se používal v zemědělství pouze čistý lindan (99 % γ -isomeru HCH) a jeho použití bylo omezeno na ošetřování osiva (len, řepka ozimná). Technický HCH se však i nadále používal v lesnictví. Na počátku 60. let byly prokázány první případy resistance vůči DDT (mandelinka bramborová, *Leptinotarsa decemlineata*), později také u jiných druhů hmyzu, např. (rape blossom beetle, *Meligethes aeneus*). Po těchto zjištěních výroba DDT poklesla a jeho používání bylo nahrazováno nejprve kelevanem (také chlorovaná látka), později pak chlorfenvinphosem a karbamáty. Nespotřebované zásoby byly v 50. a 60. létech shromažďovány jednotlivých JZD a v Zemědělských zásobovacích a nákupních závodech (ZZNZ) – ne pouze DDT, ale i další pesticidy. Postupně bylo nutné začít regulovat likvidaci těchto nespotřebovaných a nepoužitelných zásob OCPs.

V roce 1961 byla ve Spolaně Neratovice zahájena výroba hexachlorcyklohexanu světlem katalyzovanou adicí na benzenové jádro. Vzniklý produkt obsahoval směs prostorových izomerů α , β , γ , δ , ϵ -1,2,3,4,5,6,-hexachlorcyklohexanu, hepta- a oktachlorcyklohexanu a dalších látek. Z hlediska použití byl insekticidně nejučinnější složkou γ -izomer (lindan), kterého při reakci vznikalo cca 13 %.

Hexachlorcyklohexan (dále HCH) se používal jako surovina pro výrobu trichlorbenzenu a různých pesticidních přípravků. Dále se používal pro přípravu přípravků na ochranu lesních porostů proti okusu zvěře, insekticidních prostředků, hlístopudných prostředků a také jako přípravek do některých barev.

HCB se používal při výrobě kombinovaného fungicidního přípravku k suchému moření osiva proti houbovým chorobám Agronalu H. Agronal H obsahoval 2 % organicky vázané rtuti a 10 % hexachlorbenzenu ve směsi s minerálními plnivy. Část HCB se pomocí louhu sodného převáděla na pentachlorfenolát sodný a poté na pentachlorfenol (dále jen PeCP).

Pentachlorfenolát sodný se prodával jako sušený a ve formě 7 - 11 % vodného roztoku. Pentachlorfenol se prodával jako sušený a jako xylenový roztok s obsahem PeCP min. 23 %. PeCP se rovněž používal jako jedna z účinných složek v kombinovaném insekticidním a fungicidním přípravku PENTALIDOL pro ošetření dřeva všeho druhu, konstrukcí, zábradlí, nábytku, podlah a krovů proti dřevokaznému hmyzu, dřevokazným houbám a různým druhům plísní.

Tetrachlorbenzen (dále TeCBz) se působením louhu sodného přeměnil na trichlorfenolát sodný, který se buď oxidací převedl na trichlorfenol, nebo působením kyseliny chloroctové na sodnou sůl kyseliny 2,4,5-trichlorfenoxyoctové (dále jen 2,4,5-T). Reakcí sodné soli 2,4,5-T s butylalkoholem pak vznikl butylester kyseliny 2,4,5-T, který byl hlavní účinnou složkou arboricidních přípravků ARBORICID E 50 a ARBORICID EC 50.

V době, kdy byla technologie zpracování balastních izomerů HCHs ve Spolaně zaváděna, nebylo známo, že vedlejšími reakcemi vznikají při výše uvedených syntézách ve stopových množstvích látky nebezpečné lidskému zdraví, způsobující nekrózu jater a projevující se navenek zejména výskytem chlorakné – polychlorované dibenzo-p-dioxiny (PCDDs/Fs) a to především nejtoxictější kongener 2,3,7,8-tetrachlordibenzo-p-dioxin.

Vzhledem k tomu, že k izolaci trichlorbenzenu bylo používáno přehánění vodní parou, jehož odvětrávání bylo vyústěno uvnitř provozní haly, došlo k postupnému zamoření pracovního prostředí a kontaminaci celé budovy Ne 42, dle současného značení A1420. Ke kontaminaci přispěla i recyklace matečných louhů, neboť tímto způsobem se TCDD, vznikající původně ve stopových množstvích, v roztocích postupně koncentroval a jeho uvolňování pak bylo při přehánění vodní parou snadnější.

Po zjištění těchto skutečností bylo zpracování balastních izomerů v roce 1968 ve Spolaně zastaveno.

V průběhu 70. let se v technické praxi, zejména pro čistírenské procesy a odmašťování v kovoprůmyslu, začalo všeobecně přecházet z do té doby používaného trichlorethylenu na perchlorethylen. Tato změna byla motivována jednak ekonomickými, jednak hygienickými a toxikologickými důvody. Vzhledem k vysoké těkavosti trichlorethylenu docházelo k jeho vysokým ztrátám v technologických procesech. Vysoká těkavost byla rovněž důvodem kontaminace ovzduší v pracovním prostředí, což zvyšovalo technické nároky na udržení čistého pracovního prostředí. Trichlorethylen se vyznačuje rovněž podstatně vyšší akutní toxicitou než perchlorethylen, takže vyšší toxicita spolu s vyšší těkavostí představuje značně větší riziko omamných účinků u pracujících a vyššího výskytu následných chorob z povolání zejména vzhledem k hepatotoxicitě.

U hlavního výrobce – Spolku pro chemickou a hutní výrobu v Ústí nad Labem došlo ke změně této komodity v polovině 70. let. Při zavedení jinak velmi progresivního, v té době již počítačem řízeného výrobního procesu však po finální destilaci zůstával olejovito-dehtovitý zbytek, vzhledem k blíže nedefinovanému semikvalitativnímu chemickému složení označený jako směs „HEXA“.

Tento zbytek (bez bližší chemické analýzy a toxikologického zhodnocení) byl prozatím plněn do sudů a ukládán na ohrazené podnikové skládce s předpokladem jeho likvidace spalováním jako hlavního produktu v plánované podnikové spalovně.

Bylo proto navrženo tuto složku odpadního produktu (HCB) izolovat a využít. Poměrně jednoduchou rafinací rekrystalizací bylo možno získat vysoce čistý HCB a byly navrženy k využití tři způsoby, a to export s původním agrochemickým využitím do zemí, kde (zatím) není zakázán, jako složka směsi pro zastírací dýmy v ozbrojených silách a jako prostředek pro rafinaci hliníku a jeho sloučenin.

Největší množství bylo exportováno do tehdejšího SSSR, kde se HCB ještě po delší dobu používal jako herbicidní přípravek pro defoliaci před strojní (kombajnovou) sklizní bavlny zejména v Uzbekistanu.

3.2 Aplikace

Pokud jde o rychlost aplikace, závisí samozřejmě na jejím způsobu. Ve většině případů a pro většinu pesticidů byla dávka aktivní látky mezi 0,5 a 1,5 kg.ha⁻¹, ale v některých případech mohla být aplikována i množství mimo toto rozmezí. Například doporučené dávky Aerosolu DDT byly 6 l.ha⁻¹, což odpovídá 3,6 kg.ha⁻¹ aktivní látky; doporučená dávka Cyclo Powder byla 40 kg.ha⁻¹, což odpovídalo 6,4 kg.ha⁻¹ aktivní látky γ -HCH, a doporučená dávka hexachlorbenzenu (používaného pro desinfekci půd) 50 kg odpovídala 12,5 kg.ha⁻¹ HCB; na druhé straně v případě Endrin 20 byla doporučená dávka 0,5 l.ha⁻¹ (13), což odpovídalo pouze 0,1 kg.ha⁻¹ aktivní látky, ale endrin je velmi speciální případ. Odhad expertů je, že spotřeba pesticidů na hektar zemědělské půdy v současné České republice se pohybuje okolo 1 kg.ha⁻¹, ale v 60. letech se pohybovala kolem 4 kg.ha⁻¹ pokud ne více. Například v roce 1981 spotřeba prostředků na ochranu rostlin byla 23 650 t, jež byly použity na ochranu území o rozloze 4 910 103 ha, což je téměř 5 kg per ha, ale lze předpokládat, že v letech, kdy se POPs pesticidy používaly velmi intenzivně, mohla být tato aplikační rychlost mnohem větší.

Údaje o aplikaci mohou být užitečné pro interpretaci jaká byla spotřeba pesticidů, možná více než nedostupná data o výrobě (tabulka 5).

Tabulka 5: Rychlosti aplikace prostředků na ochranu rostlin

Přípravek na bázi aktivní látky	Aplikační dávka přípravku per ha	Odpovědi na aplikaci aktivní látky na ha nebo jinou jednotku
Aldrin	Velmi omezené nebo žádné použití, není nutné hodnotit	
DDT	Lišila se od jednotek do 102 kg.ha ⁻¹ v závislosti na koncentraci v přípravku	Mezi 0,8 a 3,6 kg.ha ⁻¹ (Dykol resp. Aerosol-DDT)
Dieldrin	Neexistují údaje	
Endosulfan	Maximálně 2,5 l.ha ⁻¹ ve většině případů 1,5 l.ha ⁻¹	Maximálně 1,1 kg.ha ⁻¹ ve většině případů 0,55 kg.ha ⁻¹
Endrin	0,5 l.ha ⁻¹	0,1 kg.ha ⁻¹
HCH technický	Lišila se v řádu 10 až 102 kg.ha ⁻¹ v zemědělství v závislosti na koncentraci v přípravku	Mezi 2,5 a 9 kg.ha ⁻¹ (nejvyšší hodnoty byly použity pro desinfekci půd ; v lesnictví a pro nezemědělské půdy se dávky pohybovaly mezi 3,5 a 5,6 kg.ha ⁻¹
Heptachlor	Agrox hepta T 30 1,2 kg.100 kg ⁻¹ osiva pro ošetřování osiva	400 g.100 kg ⁻¹ osiva
Hexachlorbenzen	50 kg.ha ⁻¹ pro desinfekci půd	12,5 kg.ha ⁻¹
Metoxychlor	Omezená produkce, nehodnoceno	
Quintozene	Jako Brassicol-Streumittel 300-400 g.m ⁻³ resp. 30-40 g.m ⁻²	60-80 kg.ha ⁻¹ pro desinfekci půd
Toxaphene	20-30 kg.ha ⁻¹ jako Melipax	2-3 kg.ha ⁻¹

3.3 Registrace

Koncem 60. let a zvláště v 70. letech bylo použití OCPs postupně omezováno a zakazováno a tyto látky byly postupně nahrazovány jinými typy pesticidně účinných chemických látek. Kroky, které k tomu vedly, byly:

- Zastavení velkoplošného používání těchto látek vůči škodlivým organismům a náhrada postupy jako bylo ošetřování osiva nebo aplikací během setby
- Náhrada DDT organofosfáty, karbamáty, pyretroidy a regulátory růstu
- Regulace a zákaz používání polycyklických chlorovaných insekticidů jako byly aldrin, dieldrin a heptachlor; použití endrinu bylo omezeno na likvidaci polních myší (field-mouse *Microtus arvalis*) a spojeno se souhlasem pro každý speciální případ použití a omezení velkoplošného použití fungicidů na bázi HCB (hexachlorbenzen) a PCNB (pentachlornitrobenzen) používaných proti sněží obilné.

Tabulka 6 sumarizuje výrobu prostředků na ochranu rostlin registrovaných v bývalém Československu.

Tabulka 6: Historické profily pro chlorované pesticidy registrované v bývalém Československu

Aktivní látka: Přípravek (obsah aktivní látky)	Formulace / Výrobce	Registrován od - do	Poznámka
Aldrin			
Aldrin (nehodnoceno)	P /	1962 - 1963	
DDT			
Aerosol DDT (10 %)	K / Spolana	1958 – 1973	
Aerosol DL (2.5 %)	K / Spolana	1960 – 1973	lindan 1 %
Antrix (15 %)	EC (?) / Spolana	nehodnoceno, nejméně do 1975	lindan 7 % v lesnictví
Cyklodyn (3.75 %)	P / CHZJD	1955 – 1958	technický HCH 2.5 %
Dibovin (10 %)	P / nehodnoceno	nehodnoceno	dezinfekce obydlí, dobytka, stájí
Duaryl (69 %)	SC / nehodnoceno	nehodnoceno	pravděpodobně pouze vývoj, nebyl používán
Dykol (50 %)	DP / Spolana	1959 – 1973	
Dynocid (5 %)	P / CHZJD	1951 – 1973	
Dynol (20 %)	DKV / Spolana	1955 – 1969	
Gamadyn (3 %)	P / CHZJD	1957 – 1973	lindan 0.5 %
Holus (nehodnoceno)	V rozpouštědlech nemísitelných s vodou / nehodnoceno	nehodnoceno, používán nejméně do 1962	p-dichlorbenzen používán ve stájích, textilních skladech, dílňách
Ipsotox (2.5 %)	S / Spolana	nehodnoceno, používán nejméně do 1972	HCH techn. 8 % v lesnictví
Ipsotox Special (2.5 %)	S / Spolana	nový 1972	lindan 1 % pouze v lesnictví
Meryl N (2 %)	nehodnoceno / Spolana	nový 1972	pentachlorfenol 3 %; pouze pro impregnaci dřevěných povrchů
Lidykol (46 %)	DP / Spolana	1959 – 1973	lindan 4 %
Neraditin (10%)	P / Spolana	nehodnoceno, používán nejméně do roku 1969	humánní hygiena
Nera-emulze (30 %)	emulze / Spolana	nehodnoceno, používán nejméně do roku 1964	humánní hygiena
Nerafum (40 %)	FK / Spolana	nehodnoceno, používán nejméně do roku 1964	humánní hygiena
Nerakain (30 %)	EC / Spolana	nehodnoceno, používán nejméně do roku 1964	
Pararyl (nehodnoceno)	nehodnoceno		pravděpodobně pouze vývoj, nebyl používán
Pilusan (10 % DDT)	nehodnoceno	nehodnoceno	v obilných silech; mísen s obilím (!!!)
Pentalidol (2 %)	S / Spolana	nehodnoceno; řadu let před rokem 1972, pokračovalo nejméně do	pentachlorophenol 5 %, lindan 0.1 %; pouze pro impregnaci dřevěných

		roku 1975	povrchů barevnými nátěry
Solomitol (podobný Pentamidolu)	ve vodě rozpustná kapalina / nehodnoceno	nehodnoceno, používán nejméně do roku 1962	podobně jako Pentamidol
Tridynol (20 %)	nehodnoceno	nehodnoceno	V oleji; v prázdných obilných silech
Dieldrin			
Alvit % (90 %)	MP	1960 – 1968	
Dieldrex B (75 %)	MP	1962 – 1968	TMTD 10 %
Povlakový přípravek (9 %)	MP	1965 - 1968	
Endrin			
Endrin 20 (20 %)	EC	1960 - 1983	
HCH technický			
Cyklo-HCH (10 %, min. 1 % gamma)	P / Spolana, také CHZJD	1952 – 1970	
Cyklo nebo "Cyklo Powder" (10 %)	P / CHZJD	Nehodnoceno, používán nejméně do roku 1972	pouze v lesnictví
Forst-Nexen (18 %, 75 % gamma)	EC / FRG	Nehodnoceno, používán nejméně do roku 1975	pouze v lesnictví
Ipsotox (8 %)	viz DDT	viz DDT	viz DDT
Cyklodyn (2.5 %)	viz DDT	viz DDT	viz DDT
Heptachlor			
Agronex Hepta T 30 (29 %)	MP / Celamerck / (FRG)	1970 – 1985	TMTD 30 %
Chlordan			
Nikdy nebyl registrován			
Hexachlorbenzen			
Agronal H (10 %)	MP	1961 – 1977	Hg 4.5 %
Hexachlorbenzen (25%)	P	do 1977	půdní desinfekce (v posledních letech velmi omezené použití)
HCb (90 %)	DP	1959 – 1977	vnitřní neautorizované hodnocení, ne potvrzeno
Methoxychlor			
Metoxychlor (10 %)	P / Spolana	1965 - 1972	vyroben v poměrně malém množství pro malý zájem
Metoxychlor (25 %)	EC / nehodnoceno	1965 - 1972	
Metoxychlor Aerosol (15 %)	K / nehodnoceno	1965 - 1972	
Mirex			
Nikdy nebyl registrován			
Toxafen			
Toxafen (10 %)	P / nehodnoceno	1958 - 1960	
Melipax (10 %)	P / VEB Fahlberg-List (GDR)	1961 – 1962	
Melipax 60 EC (60 %)	EC / VEB Fahlberg-List	1961 - 1983	

	(GDR)		
--	-------	--	--

Vysvětlivky:
 DP - rozptýlitelný prášek
 DKV - kapalný rozptýlitelný koncentrát pro ředění vodou
 EC - emulgovatelný koncentrát
 K - kapalný koncentrát pro aplikace bez ředění
 MP - rozptýlitelný prášek pro ošetřování osiva
 P - pudr
 S - roztok
 VT - tabletky fumigantu
 Šedé položky = používán v komunální hygieně nebo pro desinfekci dobytka

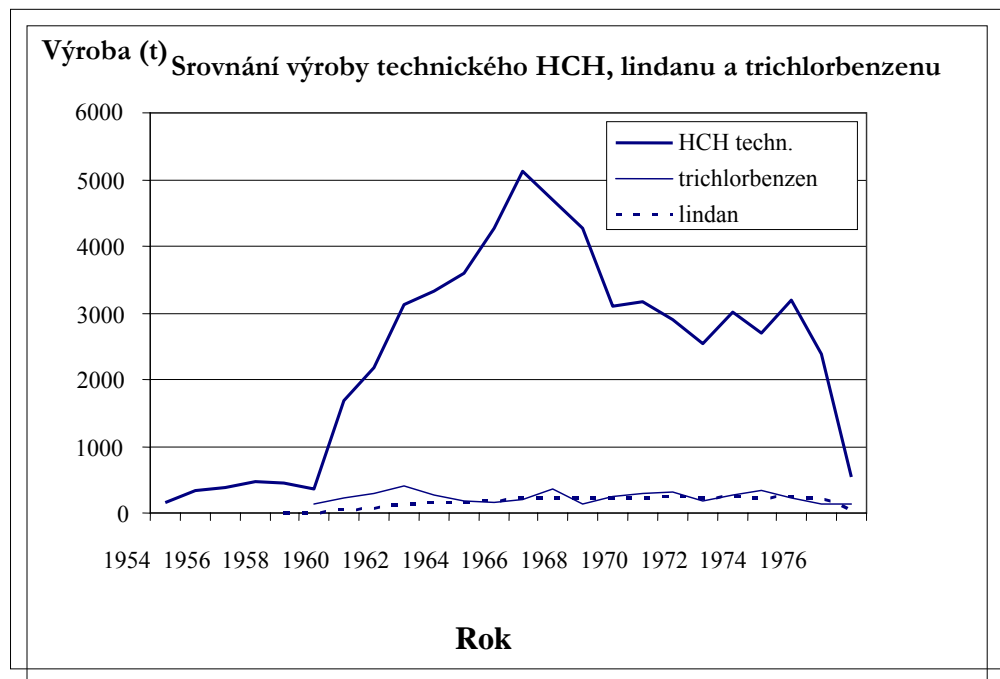
Pokud jde o produkovaná množství, pouze malá část dat je dostupná. Odhad tuzemské produkce pro DDTa technický HCH je uveden v tabulce 7.

Tabulka 7: Odhad tuzemské produkce prostředků na ochranu rostlin

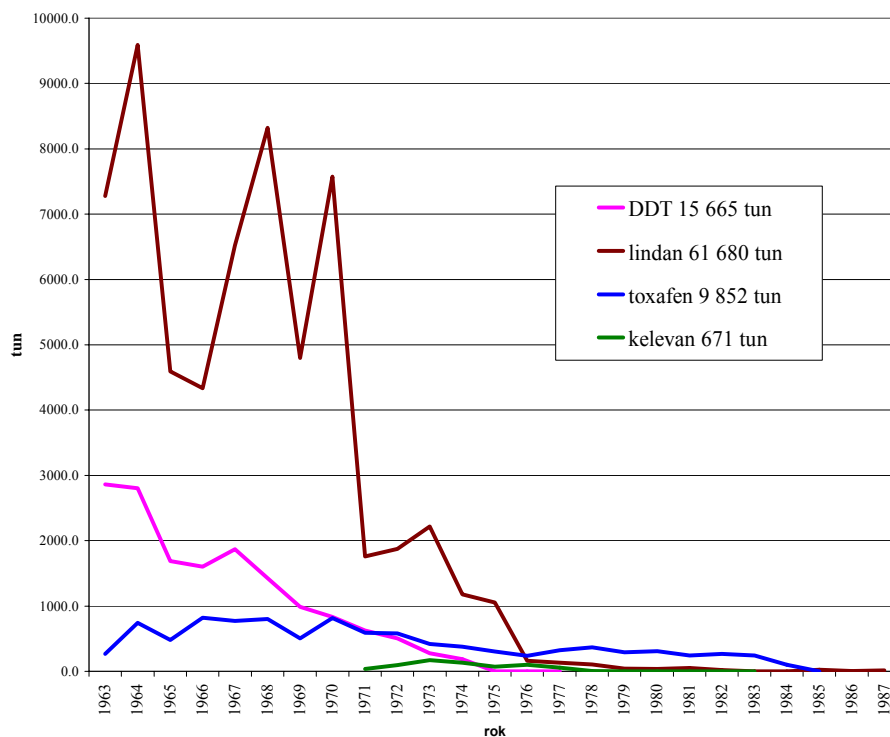
Aktivní látka	Produkt	Roky výroby	Množství [t]	Odpovídající vstup aktivní látky [t]
DDT	Cyklodyn	1955-1958	2 325	58 125
	Dynocid	1951-1974(!)	51 765	2 588.25 (neregistrován po 1973)
	Gamadyn	1957-1976(!)	65 437	2 963.11 (neregistrován po 1973)
HCH technický	HCH techn.	1954-1977	57 979	Snad průměrná produkce (pro izolaci lindanu a přípravků s technickým HCH)
	Cyklo-Powder	1952-1970	25 310	3,543.4 Včetně údajů o HCH tech. ???

Informace týkající se technického HCH zahrnují také data o produkci lindanu. Celkem bylo vyrobeno 3 330 t lindanu, tj. kolem 5 % produkce technického HCH, i když na počátku výroby to bylo méně než 2 % (v roce 1958 bylo vyrobeno 460 t technického HCH a 7 t lindanu), zatímco ke konci výroby byla produkce lindanu kolem 10 % (1976 - 2 390 t / 223 t γ -izomeru). To znamená, že použití technického HCH v různých přípravcích bylo poměrně značné, zvláště v počátečním období výroby a poté klesalo. Také údaje o trichlorbenzenu (vedlejší produkt po izolačním procesu lindanu) jsou dostupné a umožňují hrubý odhad jaké množství technického HCH bylo použito. Obrázek 1 ukazuje graf vývoje produkce technického HCH ve srovnání s lindanem a trichlorbenzenem; graf ukazuje, jak byl technický HCH nadále využíván, přes to, že byla zahájena výroba lindanu. Obrázek 2 ukazuje vývoj použití vybraných POPs pesticidů v bývalém Československu.

Obrázek 1: Srovnání výroby technického HCH, lindanu a trichlorbenzenu



Obrázek 2: Vývoj použití vybraných POPs pesticidů v bývalém Československu



NPOPsINV uvádí celostátní přehled prodeje organochlorových pesticidů.

3.4 Import, export

Pokud jde o export persistentních organochlorových pesticidů nebyla získána žádná využitelná data. Z dostupných informací je zřejmé, že potřeba ochrany rostlin vyžadovala import určitých látek, ale pokud jde o export, zřejmě především v počátečním období výroby, byl velmi nízký pokud vůbec nějaký byl. Vyjímkou bylo období po zavedení poloprovozní výroby DDT a HCH byly tyto pesticidy v době korejské války vyvezeny do KLDK. A k exportu organochlorových pesticidů, zřejmě na rozdíl od jiných typů pesticidů, nedocházelo ani později.

Hodnocení dovážených pesticidů ukazuje, že v 70. letech nebyl dovážen žádný přípravek na bázi organochlorových pesticidů. Ke změně nedošlo ani koncem 70. let, kdy začala být dovážena řada aktivních látek pro přípravu různých pesticidních přípravků, ale žádná z nich nebyla na bázi OCPs.

Je tedy možné konstatovat, že nejvýznamnějším dovozem týkajícím se některé z POPs, byl dovoz toxafenu a na jeho bázi připraveného přípravku Melipax z bývalé NDR.

3.5 Použití

Pokud hovoříme o rozsahu použití persistentních organochlorových pesticidů, je nutné vědět jaké bylo jejich použití a jaké byly aplikované dávky.

S výjimkou hexachlorbenzenu, jenž byl používán jako fungicid proti plísním, byly ostatní používány jako insekticidy (endrin byl také používán jako zoocid proti polním myším). Některé z těchto látek byly také používány v lesnictví, pro ochranu dřeva a dřevěných materiálů a také v komunální hygieně. Značná množství byla použita bývalou sovětskou armádou, z čehož určité množství zůstalo na území bývalého Československa. Tabulka 8 shrnuje pouze hlavní použití produktů založených na bázi OCPs. Pokud jde o data týkajících se množství použitých v komunální hygieně, jsou jen hrubým odhadem, u kterého lze těžko posoudit, jak jsou přesná a jak mohou být využity pro celkovou inventuru.

Tabulka 8: Použití výrobků na ochranu rostlin

Přípravky na bázi aktivní látky	Použití v zemědělství	Ostatní použití
Aldrin	Proti v půdě žijícím druhům against soil-dwelling pests ^{x)}	-
DDT	Brambory, cukrová řepa, řepa, zelenina, obiloviny, luštěniny, mák	Lesnictví, humánní hygiena, desinfekce obydlí, stájí, obilných sil, impregnace dřevěných povrchů
Dieldrin	Ošetřování osiva	-
Endrin	Myš polní	-
HCH technický	Desinfekce půd ; od roku 1956 pouze lindane (99 % γ) ^{xx)}	Od roku 1956 pouze v lesnictví
Hexachlorbenzen	Desinfekce půd, později pouze ošetřování osiva	-
Methoxychlor	jako DDT; výroba byla dříve přerušena; omezené použití	-
Toxafen	řepka, vojtěška, červený jetel	-

^{x)} registrován; velmi omezené nebo žádné použití, není nutné hodnotit

^{xx)} jako γ -HCH je degradován rychleji a proto někdy není považován za POP

Pokud jde o rychlost aplikace, závisí samozřejmě na jejím způsobu.

Tabulka 9 shrnuje údaje o ploše na kterou byly insekticidy používané pro ochranu rostlin aplikovány a to pro 3 odpovídající roky uprostřed období, kdy persistentní OCPs byly registrovány, ve srovnání s rokem 1973.

Tabulka 9: Zemědělská plocha, na kterou byly insekticidy použity

Rok	1965	1966	1967	1973
Plocha [ha]	361 643	392 602	393 766	464 000

Je tedy možné říci, že insekticidy byly používány ročně na plochu 400 000 ha zemědělských půd. Pokud bylo aplikováno pouze 0,98 kg.ha⁻¹ aktivních látek, tak jako se používá u současných pesticidů² můžeme očekávat, že bylo aplikováno kolem 400 t aktivních látek ročně, což ovšem nebyly všechno jen persistentní typy pesticidních látek.

3.5 Skladové zásoby, nespotřebované zásoby, kontaminované lokality

Likvidace nespotřebovaných zásob pesticidů probíhala v 60. a 70. létech převážně spalováním nebo skladováním za často nevhodných podmínek se strategií odkládání problému do budoucna, až se najde vhodný způsob likvidace. Protože tyto nespotřebované zásoby byly často skladovány bez dodržení jakýchkoliv bezpečnostních opatření, představovaly významný zdroj nebezpečí kontaminace prostředí.

Teprve po roce 1989 se začalo s odpovídající likvidací těchto starých zásob pomocí vhodných technologií. První část byla spálena v Ingolstadtu (FRG). Podle záznamů se jednalo o 1 900 tun pesticidů nebo odpadů s pesticidy, z čehož byla 50 až 60 % POP's pesticidů (ve většině případů DDT a HCH).

K přípravě likvidace neupotřebitelných pesticidů byl v roce 1992 pořízen pro účely jejich evidence na SOR Praha počítačový program „Přípravky“. Jeho databáze obsahovala přibližně 1 700 vět. Jedna věta obsahovala informace o oblasti (bývalý kraj), okresu, přípravku, podniku, formě přípravku, množství, chemické látce a stavu obalu. Informace byly získány pracovníky okresních a oblastních SOR – jednalo se o informace z resortu zemědělství.

SOR evidovala celkem 584 100 kg (l) neupotřebitelných pesticidních zbytků. V tomto množství byly zahrnuty zásoby přiznané pracovníkům okresních a oblastních SOR zemědělskými subjekty v roce 1991. Skutečné množství však bylo pravděpodobně vyšší, neboť v databázi nebyly zahrnuty všechny zemědělské organizace a soukromí zemědělci vlastníci tyto zásoby.

Přes veškeré snahy a úsilí o snižování množství neupotřebitelných zásob v roce 1992 (spalování v Anglii), došlo k faktické likvidaci vybraných skupin neupotřebitelných pesticidů až ve druhém pololetí roku 1993. Tato likvidace byla umožněna příznivou dotační politikou MŽP ČR k vývozu nebezpečných odpadů. Jednalo se především o pesticidní zbytky na bázi DDT a HCH, které byly převzaty od zemědělských subjektů firmou AGRIO v Měšicích. Část pesticidních zbytků ve formulaci typu popraš byla prostřednictvím firmy EKO-AQUA_QUELLE vyvezena ke spálení ve spalovně GSB Ebenhausen

² Rousek J. Cechova J.: Pesticide Consumption and the Extent of Plant Protection Product's Treatment in the Czech Republic in 2001. State Phytosanitary Administration, Dept. of Information, Praha 2001

v Bavorsku (na náklady MZe ČR). Další neupotřebitelné zbytky byly likvidovány ve spalovnách a na skládkách toxických odpadů v rámci ČR. Vybírány byly ty chemické látky, na které se vztahovaly dotace ze strany MZe ČR. Přehled neupotřebitelných zbytků pesticidů likvidovaných v roce 1993 je uveden v tabulce 10.

Tabulka 10: Přehled neupotřebitelných pesticidů likvidovaných v roce 1993

Přípravek	Množství [kg, l]	Přípravek	Množství [kg, l]
Cyclo	125	Hermal	5 300
Cyklodyn	71	Hexanal	404
Despirol	192	Lidenal	3 697
DDT	2 104	Lidykol	837
Dynocid	24 918	Lindan	61
Dykol	286	Melipax	12 681
Gamacid	1 451	Neraditin	33
Gamadyň	33 008	Milbol	18 699
Gesarol	300	Různé	733
HCH	560	Celkem	105 479

3.6 Chlorované persistentní pesticidy v odpadech

Výroba, dovoz a používání OCPs bylo v České republice zakázáno počínaje rokem 1974. Lze předpokládat, že kromě kontaminace složek životního prostředí by chlorované persistentní pesticidy, vyjmenované Stockholmskou úmluvou (2001) jako persistentní organické polutanty (POPs) mohly být přítomny v existujících odpadech. Proto byl jako relevantní dokument, který by měl postihnout minulý i dosavadní způsob nakládání s odpady a perspektivu této činnosti vzat do úvahy Návrh národního plánu nakládání s nebezpečnými odpady v České republice [1], zejména jeho kapitola 10.11, týkající se agrochemikálií a pesticidů.

Již v úvodu je však nutno poznamenat, že tento dokument, reflektující současnou praxi v ČR i EU, nepostihuje specifické informace o pesticidech, zahrnutých do skupiny 12 vyjmenovaných POPs podle objemu Stockholmské úmluvy.

Návrh národního plánu nakládání s nebezpečnými odpady [1] uvádí v kapitole 10.11 *Agrochemikálie a pesticidy* členění ve smyslu katalogových čísel platných ze zákona o odpadech č. 185/2001 Sb., na:

- 02 01 05 Agrochemický odpad (včetně znečištěných obalů),
- 06 13 01 Anorganický pesticid, biocid a činidlo k impregnaci dřeva
- 20 01 19 Pesticidy.

S těmito druhy odpadů ještě souvisí odpad o katalogovém čísle 07 04 01, tj. odpady z výroby, zpracování, distribuce a používání organických pesticidů (kromě odpadu uvedeného shora pod číslem 02 01 05) – promývací voda.

Z pohledu implementace Stockholmské úmluvy a již prvé fáze, tj. inventury, je tento stav poněkud nepřehledný, zejména pokud jde o minulost a případnou konkrétní identifikaci pesticidů v odpadech obecně a pesticidů, zahrnutých mezi POP zvláště.

Pod pojem „agrochemický odpad“ se totiž zahrnují obecně znečištěné obaly od prostředků na ochranu rostlin a zlepšování půdního fondu, obaly od mořeného osiva, prací vody s obsahem znečištěných látek aj.

Ostatní druhy odpadů jsou tvořeny především pesticidy. Návrh národního plánu [1] výslovně uvádí: „v minulosti se jednalo např. o chlorované uhlovodíky typu DDT, HCH atd.. Tyto látky jsou v současné době na seznamu látek, jejichž použití a dovoz je v ČR zakázán“. Nejsou však uvedena žádná fakta o případném výskytu těchto látek v odpadech.

Uvádí se dále mj., že užití některých pesticidních látek zasahuje i do oblasti mimo ochranu rostlin, a to do oblasti osobní a komunální hygieny, deratizace, dezinfekce, stavebnictví a některé průmyslové obory. Pro tento širší rozsah přípravků, užívaných k regulaci škodlivých organismů se používá termín biocid. Část tohoto odpadu patří do „drobného nebezpečného odpadu“, produkovaného domácími a malými živnostmi, který je sbírán separovaně jako součást tuhého komunálního odpadu (TKO).

Reprezentativní dokument, shrnující v rámci ČR současné údaje i perspektivu o pesticidech v nebezpečných agrochemických odpadech [1] je (v souladu s nyní platnou legislativní normou, tj. zákonem č. 185/2001 Sb., stanovujícím druhy nebezpečných odpadů a příslušná katalogová čísla) pojat v zcela obecné poloze, pokud jde o pojem „pesticidy“. Nerozlišuje kupodivu ani základní druhy (insekticidy aj.), tím méně jednotlivé insekticidy nebo jejich celou skupinu, spadající pod objem Stockholmské úmluvy. Navíc lze předpokládat, že používání alternativního neekvivalentního pojmu biocidy a jistý překryv mezi pojetím jednotlivých druhů agrochemických odpadů, jak jsou ze zákona vymezeny katalogovými čísly a nepochybně i (pouze jednoletá) praxe ve výkaznictví podle zákona vede k pochybnostem o validitě vykázaných údajů za rok 1999.

Dokument [1] však uvádí jeden významný fakt: „Je třeba objasnit druh a nebezpečnost skladovaných odpadů. Před několika lety proběhla inventarizace odpadních pesticidů. Ze skladů zemědělských podniků a zemědělských správ byly odstraněny staré zásoby pesticidů, které již nebylo možno aplikovat. Ty byly zneškodněny spalováním. Vzhledem k výše uvedenému množství skladovaných odpadů je třeba zjistit, zda se v zemědělských podnicích tyto druhy odpadů vyskytují a jak jsou zabezpečeny proti úniku do prostředí“. K této povšechné informaci nejsou uvedeny žádné další dokumenty.

Pravděpodobně nelze upravit členění katalogu agrochemických nebezpečných odpadů, ač by bylo nepochybně žádoucí další podrobnější členění pesticidů podle účelu. Z pohledu implementace Stockholmské úmluvy se navrhuje ověřit cestou MZeČR, zodpovídající za rostlinolékařskou péči, a to na základě věrohodné dokumentace, zda, kdy a jak byly **veškeré zjištěné** zásoby persistentních chlorovaných pesticidů (POP ve smyslu Stockholmské úmluvy) skladované u ZNZ a zemědělských závodů nevratně zlikvidovány.

[1] DHV CR, MEURS, Český ekologický ústav: *Návrh národního plánu nakládání s nebezpečnými odpady*. Praha 2002

3.7 Závěry

V současné době není snadné zpětně provádět inventuru organochlorových POPs pesticidů. Řada potřebných údajů o jejich výrobě, použití, distribuci, skladování je nedostupných nebo obtížně dostupných, zpětná rekonstrukce vede v některých případech pouze k odhadům. Přesto se podařilo získat základní přehled o výrobě, distribuci a aplikacích OCPs.

Problémem zůstávají staré, nespotřebované zásoby, jenž se místně mohou vyskytovat a jenž nebyly důsledně zlikvidovány v minulých letech. Je to mimo jiné také důsledek příslušné legislativy existující v 50. a 60. letech, jenž nedefinovala dostatečně přesná pravidla pro manipulaci, skladování a likvidaci nespotřebovaných zásob těchto látek a přípravků.

Relativně dobrá situace je v případě zemědělských aplikací, kde díky existenci dřívější centrální evidence je zpětná rekonstrukce situace i když s určitými problémy, přesto však možná. Horší je situace pokud jde o dostupnost informací o aplikacích v komunální hygieně nebo lesnictví.

Organochlorované pesticidy se v současné době v ČR nevyrobí, neexistuje jejich import a export.

Převážná část zásob byla zlikvidována v první polovině 90. let.

Vzhledem k jejich dlouhodobé produkci a aplikaci je dosud možné detekovat všechny POPs pesticidy v abiotických a biotických složkách prostředí, včetně člověka.

Jsou také důkazy o dosud existujících nelegálních uloženích (skládky, sklady..), o čemž svědčí jednak nálezy, jednak například zvýšené hladiny na území ČR po povodních.

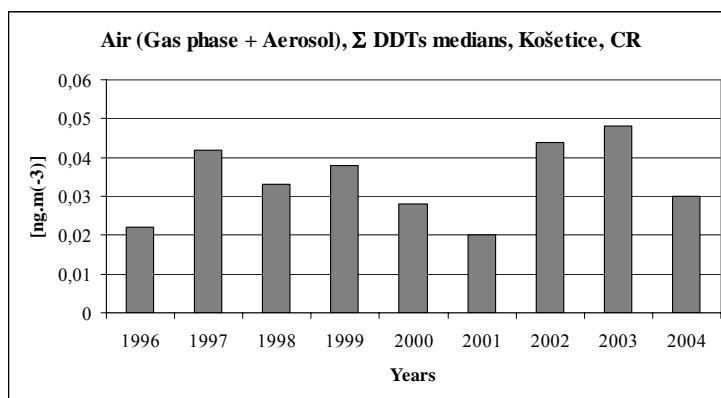
4. VÝSKYT OPCS VE SLOŽKÁCH ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR

4.1 Výskyt OCPs ve volném ovzduší

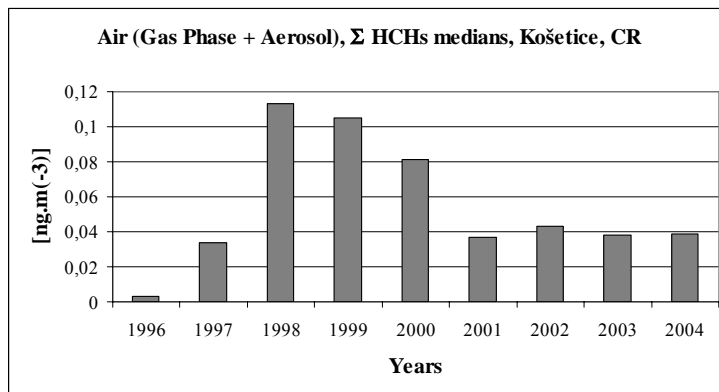
Od roku 1988 realizuje ČHMÚ Praha ve spolupráci s výzkumným centrem RECETOX monitoring POPs na regionální pozadřové observatoři ČHMÚ v Košetících. 24-hodinové odběry ovzduší pro analýzu PAHs a dalších sloučenin (PCBs, chlorovaných pesticidů) probíhají jedenkrát týdně, vždy ve středu od 08:00. Stanovováno je 16 prioritních PAHs dle US EPA, OCPs (DDTs, HCHs, HCB, CHLs), odběry i analýzy jsou realizovány dle metodik EMEP.

Trendy vývoje mediánů regionálních pozadřových koncentrací OCPs jsou uvedeny v grafech na obrázcích 3 - 5 a dokumentují klesající hladiny sledovaných polutantů na regionální úrovni.

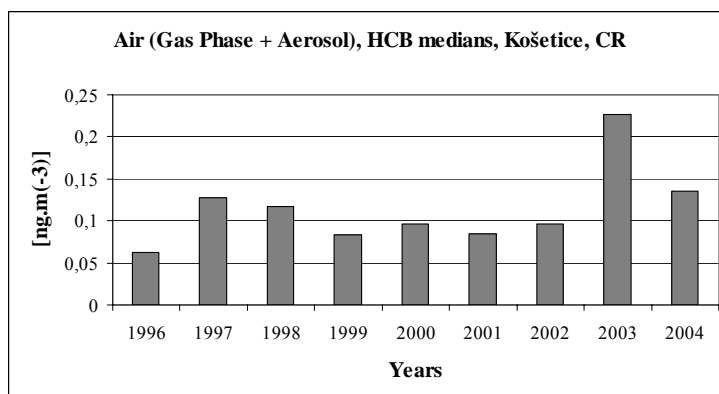
Obrázek 3: Trendy vývoje mediánů regionálních pozadřových koncentrací DDTs (DDT, DDE, DDD), observatoř Košetice, 1996-2004 [ng.m⁻³]



Obrázek 4: Trendy vývoje mediánů regionálních pozadřových koncentrací HCHs a jednotlivých izomerů HCH, observatoř Košetice, 1996-2004 [ng.m⁻³]



Obrázek 5: Trendy vývoje mediánů regionálních pozad'ových koncentrací DDTs (DDT, DDE, DDD) a HCB, observatoř Košetice, 1996-2004 [ng·m⁻³]



4.2 Výskyt OCPs v hydrosféře ČR

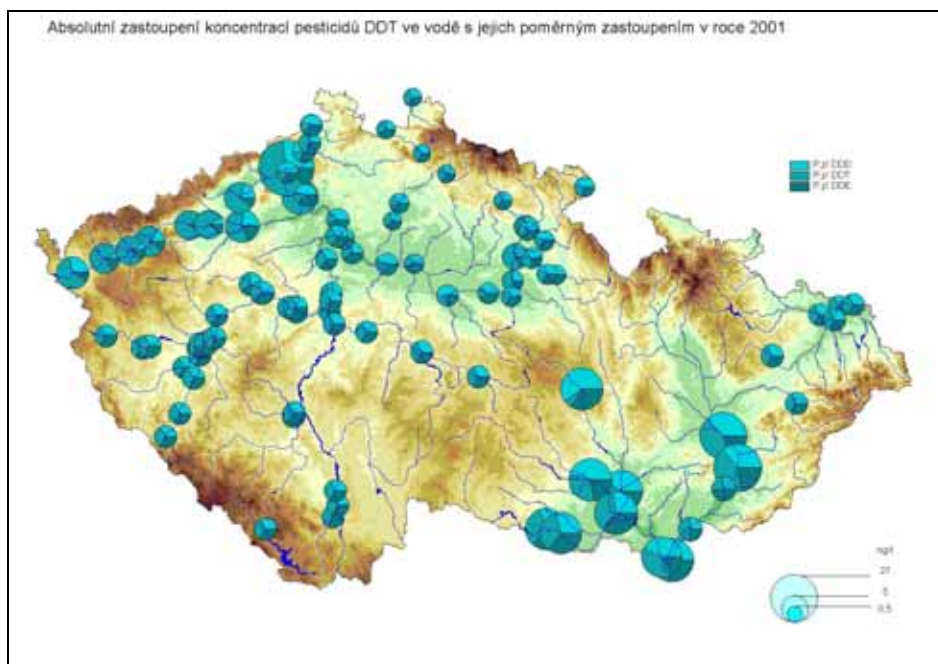
NPOPsINV obsahuje informace o dostupných měřeních POPs v hydrosféře ČR a to v povrchových a podzemních vodách, říčních a jezerních sedimentech a plaveninách a vodních organismech a biologických maticích vodního prostředí. Pokud jde o stanovení těchto látek byla v minulých letech největší pozornost věnována organochlorovým pesticidům (DDTs, HCB, HCHs), PCBs a PAHs. Ostatní pesticidy nebyly sledovány tak často a PCDDs/Fs jsou sledován až v posledních třech letech.

Výsledky významných monitorovacích projektů a aktivit týkajících se sledování obsahu DDT a jeho metabolitů v povrchových vodách ukazují, že hodnoty nalézaných koncentrací DDT a jeho metabolitů v povrchových vodách ČR se většinou nacházejí v oblasti desetin až jednotek ng·l⁻¹, poněkud vyšší nálezy (až desítky ng·l⁻¹) byly zjišťovány v řadě profilů Moravy a některých jejích přítoků a také pochopitelně v řece Bílině pod závodem Spolchemie Ústí n/L. Detailní popis výskytu DDT v povrchových vodách v roce 2001 podle databáze Státního sledování jakosti vod ČHMÚ je zobrazen na obrázku 6 včetně poměrného zastoupení jednotlivých metabolitů DDT. Detailní popis výskytu DDT v sedimentech v roce 2001 podle databáze Státního sledování jakosti vod ČHMÚ je zobrazen na obrázku 7 včetně poměrného zastoupení jednotlivých metabolitů DDT.

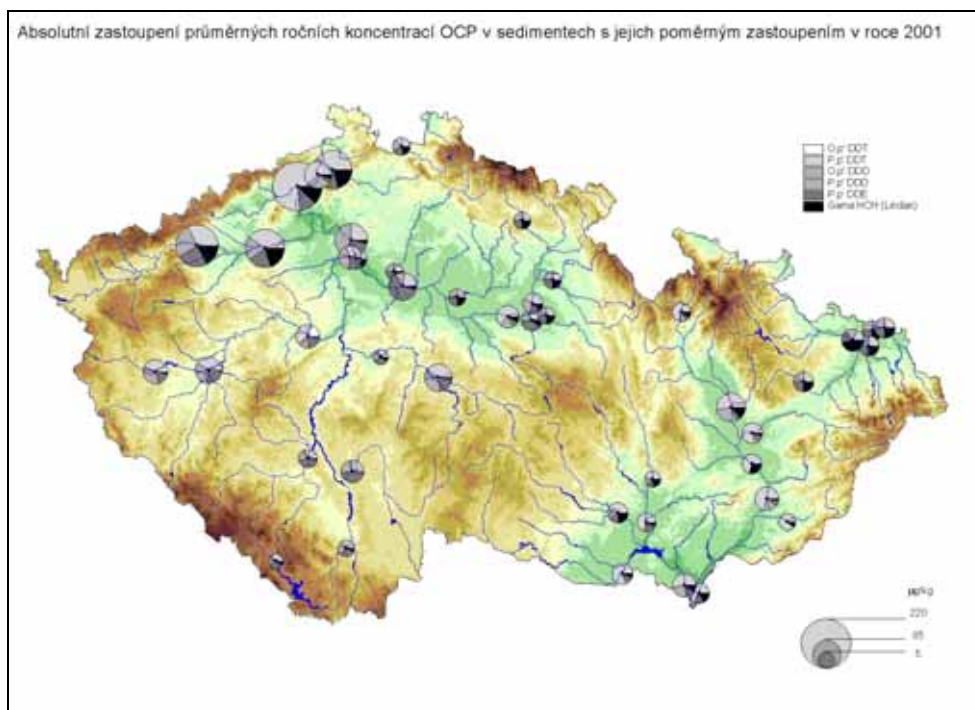
Hodnocení výskytu POPs v jednotlivých složkách hydrosféry a formulace trendů není jednoduchá záležitost. Ačkoliv se riziko přímého pronikání POPs do životního prostředí snižuje díky ukončení vlastní výroby a používání těchto látek, výstavbě nových čističek odpadních vod a důrazněji prováděné ekologické politice státu, zůstává přítomnost POPs v životním prostředí závažným ekologickým problémem. U některých složek životního prostředí lze sice pozorovat určité pozitivní trendy (např. nižší koncentrace POPs v povrchových vodách), v případě ostatních složek hydrosféry lze situaci hodnotit obtížněji.

Zatížení hydrosféry organochlorovými pesticidy, tj. DDT a jeho metabolity, polychlorovanými cyklodieny (aldrin, endrin, dieldrin, isodrin) a izomery HCH není v rámci celé České republiky nijak dramatické a odpovídá situaci v okolních státech. Přesto existují regiony s některými dílčími problémy. V případě DDT a jeho metabolitů se zjevně jedná o oblast pod vlivem závodu Spolchemie Ústí n/L, který je dodnes významným bodovým zdrojem těchto polutantů. Dále je to oblast v okolí závodu Spolana Neratovice, o čemž svědčí např. zvýšené nálezy v profilu Labe – Obříství. Zvýšené zatížení projevují také některé regiony střední a jižní Moravy (např. Dyje – Znojmo). V případě izomerů HCH je nejvážnější situace patrně v některých regionech střední a jižní Moravy, kde se nálezy těchto látek v sedimentech pohybují běžně v desítkách $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$ a jsou případy, kdy dosahují až stovek $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$. Moravské regiony jsou ve srovnání s českými více zatíženy také polychlorovanými cyklodieny, i když v jejich případě se situace nezdá být v absolutních hodnotách závažná.

Obrázek 6:



Obrázek 7:



Z hlediska kontaminace hexachlorbenzenem má Česká republika jednu velice kritickou oblast, a to okolí závodu Spolchemie Ústí n/L. Vypouštění HCB v odpadních vodách z tohoto závodu bylo a patrně stále je skutečně masivní a negativně ovlivňuje všechny složky hydrosféry v koncové části toku řeky Bíliny a následně Labe až hluboko na území Spolkové republiky Německo. Zřetelně vyšší nálezy HCB ve srovnání s ostatními regiony ČR i údaji z jiných evropských zemí se nacházejí jak v povrchových vodách Bíliny a Labe, tak v sedimentech a plaveninách, vodních biofilmech, vodních organismech a rybách. Je známo, že problém se ze strany vedení závodu řeší již delší dobu cestou technologických úprav a účinnějším čištěním odpadních vod, situaci je však třeba nadále sledovat a zjišťovat, jak se bude pokles emisí HCB projevovat v jednotlivých složkách vodního prostředí. Další významné problémy s kontaminací hydrosféry HCB v ČR nejsou známy.

Pro hodnocení zatížení složek hydrosféry perzistentními organickými polutanty je pochopitelně potřeba nehodnotit pouze stav v daném čase, ale posuzovat celou situaci v dlouhodobém časovém rozsahu. Určitým omezením je bohužel skutečnost, že potřebný počet věrohodných a srovnatelných výsledků analýz v dostatečném časovém úseku není často k dispozici. Přesto lze pro některé POPs utřídit takové časové řady koncentračních nálezů, které byly získány za srovnatelných podmínek a mohou proto vypovídat o trendech v zatížení hydrosféry. Pro účely této studie bylo připraveno několik grafů, které ilustrují časové trendy koncentrace některých POPs v sedimentech či sedimentovatelných plaveninách.

Tyto časové trendy bohužel nejsou nijak povzbudivé, neboť neprokazují pokles kontaminace. Hodnotí se průměrné roční hodnoty získané z 12 měření plavenin odebíraných každý měsíc a je tedy zřejmé, že se nejedná o náhodné hodnoty, nýbrž o dosti věrohodný soubor dat. S výjimkou DDTs prokazovaly časové trendy za období 1997 – 2000 sledovaných polutantů setrvalý stav až mírný nárůst kontaminace plavenin.

4.3 Výskyt OCPs v pedosféře ČR

Vedle systematického monitoringu existuje řada specifických, krátkodobých a cílených studií a průzkumů, které mohou mít také charakter monitoringu, ale které mají vyhodnotit konkrétní stav kontaminace půd v daném území (lokality), v daném časovém úseku, s ohledem na zdroje kontaminace a s uvedením návrhů opatření. Tyto studie využívají výsledků systematických monitoringů, jako referenčních souborů. Rozsáhlý monitoring tohoto typu provádí Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd (VÚMOP). V textu jsou také prezentovány aktivity Konsorcia RECETOX – TOCOEN & Associates v oblasti sledování POPs v půdách.

4.3.1 Monitoring ÚKZÚZ (Bazální monitoring půd)

Systém bazálního monitoringu půd zahrnuje celou šíři výše definovaných cílů monitoringu.

Metodika byla zpracována v letech 1991 - 1992 pod koordinací Odboru ochrany lesa a půdy Ministerstva životního prostředí. Součástí je sledování látek v půdě na stálých pozorovacích plochách (PP) na třech typech využití krajiny: zemědělské půdě (216 PP), lesní půdě (100 PP) a v chráněných územích (40 PP). Vymezené typy krajiny tvoří samostatné subsystémy monitoringu s metodickými odchylkami od souborné metodiky. V rámci 216 PP monitoringu zemědělských půd je dále vymezen subsystém v kontaminovaných územích (27 PP). V letech 1992 - 1994 byl v subsystémech zemědělských půd a chráněných území proveden první odběr vzorků. U lesních půd monitoring podle této metodiky neprobíhá, je vázán na speciální programy v lesních ekosystémech.

Sledování obsahu organických polutantů bylo do roku 1996 včetně prováděno především s ohledem na používané pesticidy a proto byly k odběru vzorků vybírány každoročně plochy na kterých byla pěstována pšenice. Tak se soubor sledovaných ploch každoročně obměňoval. Od roku 1997 je sledování obsahů vybraných organických polutantů prováděno na stálém souboru vytypovaných PP tak, aby byla zachycena dynamika těchto látek v půdě a to i s ohledem na možné zdroje dálkového přenosu u některých látek (např. PAH). Celkem je sledování prováděno na 45 PP z čehož 5 PP je vybráno ze subsystému PP v chráněných územích na nelesní, avšak nenarušené půdě (zachycení „pozadřových“ hodnot - dohoda s Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR). Zbývajících 40 PP je vybráno z monitoringu zemědělských půd, jak ze základního subsystému, tak ze subsystému v kontaminovaných územích. Výběr je proveden s ohledem na potenciální zdroje kontaminace a na předchozí sledování v letech 1994 - 1996.

Tabulka 11: Přehled PP na zemědělské půdě pro sledování obsahů organických polutantů

Region	Čísla pozorovacích ploch se sledováním organických polutantů
Středočeský	2001, 2002, 2901, 2902, 2903, 2904, 2905
Jihočeský	3017, 3023, 3901
Západočeský	4023, 4024, 4901, 4902, 4903
Severočeský	5005, 5017, 5901, 5903, 5905
Východočeský	6019, 6024, 6904
Jihomoravský	7030, 7045, 7901, 7902, 7903, 7904
Severomoravský	8008, 8010, 8019, 8021, 8026, 8901, 8902, 8903, 8904, 8905, 8906

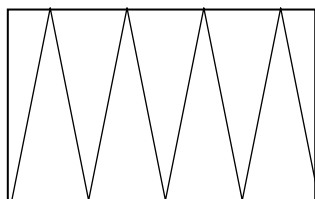
Tabulka 12: Přehled PP v CHÚ pro sledování obsahů organických polutantů

Lokalita	CHKO (NP)
Bukačka	Orlické hory

Děvín	Pálava
Kroužek	Kokořínsko
Porážky	Bílé Karpaty
Stud. hora	KRNAP

Odběr vzorků půdy je prováděn každoročně před sklizní zemědělských plodin. Z pozorovací plochy 1000 m² (25 x 40m) jsou vzorky odebírány podle schéma na obrázku 8.

Obrázek 8: Odběrové schéma pro vzorkování na obsah POPs.



Půdní vzorky jsou odebírány holandskými sondýrkami s nejužším hrotem (Eijkelkamp). Na ploše je provedeno minimálně 8 vpichů procházením po naznačené linii. Hmotnost směsného vzorku je 1,0 kg.

Z každé pozorovací plochy se odebírají samostatné vzorky z jednotlivých horizontů podle kultury:

Orná půda - samostatný vzorek z ornice a podorničí, podle mocnosti ornice, podorničí se odebírá do hloubky 60 cm.

TTP - odběr ze dvou vrstev: 0-10 cm, s odstraněním drnu, 10-25 cm.

Chráněná území – odběr podle diagnostických horizontů: první minerální horizont (humusový – povrchový), druhý minerální horizont (podpovrchový)

Ve vzorcích jsou analyzovány látky ze skupiny OCPs v rozsahu podle tabulky 13.

Tabulka 13: Přehled OCPs sledovaných v rámci BMP

Látka	Sledováno
Persistentní organochlorové pesticidy a jejich metabolity	
α -HCH	1994-97, od 2000 dosud
β -HCH	1994-97, od 2000 dosud
γ -HCH	1994-97, od 2000 dosud
δ -HCH	od 2000 dosud
HCB	1994-97, od 2000 dosud
o,p'-DDE	1994-97, od 2000 dosud
p,p'-DDE	1994-97, od 2000 dosud
o,p'-DDD	1994-97, od 2000 dosud
p,p'-DDD	1994-97, od 2000 dosud
o,p'-DDT	1994-97, od 2000 dosud
p,p'-DDT	1994-97, od 2000 dosud

Odběry vzorků půd ke stanovení uvedených látek probíhaly od roku 1994 na čtyřiceti plochách s produkcí pšenice a od roku 1997 na stabilním souboru čtyřiceti pozorovacích ploch. Základní

popisnou statistiku pro vzorky odebrané na orné půdě, včetně procentuálního zastoupení nadlimitních vzorků uvádí tabulka 14.

Tabulka 14: Základní statistická charakteristika obsahů organických polutantů všech pozorovacích ploch na orné půdě [$\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$]

Rok	Popisná statistika	HCB		DDT		DDE		DDD	
		O	P	O	P	O	P	O	P
1995	ar. průměr	6,0	3,5	19,2	12,4	10,9	8,0	3,0	2,4
	medián	6,3	2,8	14,3	10,1	12,1	6,8	1,4	0,9
1996	ar. průměr	5,4	2,6	26,8	15,5	11,3	8,3	2,7	1,6
	medián	6,4	2,3	21,4	8,8	10,7	8,3	2,1	1,45
1997	ar. průměr	8,1	7,2	92,6	40,1	68,5	20,1	6,5	6,3
	medián	6,5	5,5	26,5	15,7	16,0	11,8	1,4	0,5
1998	ar. průměr	-	-	-	-	-	-	-	-
	medián	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	ar. průměr	-	-	-	-	-	-	-	-
	medián	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	ar. průměr	2,3	1,4	134,9	70,3	31,0	16,9	6,7	4,1
	medián	1,8	<0,5	67	45	6,4	3,5	1,5	<1
2001	ar. průměr	4,0	2,1	56,6	29,8	45,0	22,0	5,9	3,8
	medián	2,9	1,5	14,1	5,9	11,3	5,2	1,7	<1
2002	ar. průměr	7,1	5,3	26,4	26,3	24,7	24,8	5,1	3,8
	medián	5,4	4,3	12,2	6,7	14,2	8,0	2,2	1,7
2003	ar. průměr	5,42	4,59	38,6	28,1	31,3	25,8	4,84	3,78
	medián	4,90	4,10	15,7	8,25	11,1	7,10	1,95	< 1
2004	ar. průměr	4,29	4,13	24,7	20,3	22,5	18,2	3,14	3,02
	medián	3,50	3,10	10,8	8,65	9,30	6,55	1,00	0,95
Limitní hodnota*		10	10	10	10	10	10	10	10
počet vzorků celkem**		264	250	267	259	267	254	251	227
Nadlimitní – počet***		26	16	176	130	145	94	25	30
Nadlimitní - %****		9,80	6,40	65,9	50,2	54,3	37,0	10,0	8,81

Ve skupině látek DDT je uvedena suma dvou izomerů (p,p', o,p') jak pro samotné DDT, tak pro jeho metabolity DDE, DDD.

* maximálně přípustná hodnota podle vyhlášky MŽP č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu

** celkový počet analyzovaných vzorků od roku 1995

*** počet nadlimitních vzorků

**** procento nadlimitních vzorků

Po dobu čtyř let (1994 – 1997) byly obsahy organochlorových pesticidů sledovány na proměnlivém souboru pozorovacích ploch. V letech 1998 a 1999 v půdě tyto látky nebyly stanovovány. Nyní jsou k dispozici výsledky sledování pěti po sobě následujících let 2000 - 2004, kdy byly vzorky odebírány na stálém souboru pozorovacích ploch (40 pozorovacích ploch na zemědělské půdě a na 5 pozorovacích plochách v chráněných územích).

Popisnou statistiku výsledků za pět roků sledování uvádí tabulky 15 a 16. U HCHs nebyl nalezen žádný vzorek překračující limitní hodnotu (vyhláška č. 13/1994 Sb.).

Tabulka 15: Základní statistické charakteristiky jednotlivých OCPs v ornici a podorniči orných půd za období 2000 – 2004 [$\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny]

OCPs	Rok	Orná půda								Počet
		Ornice				Podorničí				
		Arit. průměr	Medián	Minimum	Maximum	Arit. průměr	Medián	Minimum	Maximum	
HCB	2000	2,25	1,80	< 0,5	9,90	1,42	< 0,5	< 0,5	17,4	35
	2001	4,04	2,90	0,60	16,6	2,13	1,50	< 0,5	12,8	34
	2002	7,05	5,35	0,80	34,0	5,33	4,30	< 0,5	31,6	34
	2003	5,42	4,90	0,90	16,6	4,59	4,10	0,80	13,6	34
	2004	4,29	3,50	1,40	10,9	4,13	3,10	< 0,5	18,0	34
p,p'-DDT	2000	99,1	55,0	5,00	649	49,8	30,0	5,00	285	35
	2001	47,7	12,2	1,40	421	25,5	5,25	< 1	340	34
	2002	22,5	10,7	< 1	148	22,0	5,75	< 1	297	34
	2003	33,5	13,7	1,30	323	23,8	7,10	< 1	314	34
	2004	21,2	9,65	< 0,5	161	17,2	7,10	< 0,5	118	34
o,p'-DDT	2000	35,8	12,0	5,00	369	20,5	5,00	5,00	248	35
	2001	8,93	1,95	< 1	95,6	4,61	< 1	< 1	52,3	34
	2002	3,96	1,50	< 1	29,9	4,28	< 1	< 1	68,4	34
	2003	5,12	1,30	< 1	71,9	4,36	< 1	< 1	73,3	34
	2004	3,46	1,00	< 0,5	40,3	3,16	0,55	< 0,5	30,2	34
p,p'-DDE	2000	29,9	5,90	< 1	388	16,2	2,70	< 1	274	35
	2001	43,7	10,8	3,00	589	21,2	4,65	< 1	217	34
	2002	23,8	12,9	1,70	142	24,0	7,50	1,10	298	34
	2003	30,6	10,6	2,60	327	25,1	6,60	1,30	314	34
	2004	22,1	9,05	1,00	200	17,8	6,30	< 0,5	155	34
o,p'-DDE	2000	1,08	< 1	< 1	10,0	0,700	< 1	< 1	7,00	35
	2001	1,33	< 1	< 1	11,2	0,774	< 1	< 1	4,70	34
	2002	0,850	< 1	< 1	3,60	0,753	< 1	< 1	8,00	34
	2003	0,730	< 1	< 1	5,80	0,711	< 1	< 1	5,60	34
	2004	0,424	< 0,5	< 0,5	4,80	0,393	< 0,5	< 0,5	3,70	34
p,p'-DDD	2000	4,90	1,00	< 1	40,0	2,83	< 1	< 1	24,0	35
	2001	4,13	1,20	< 1	36,9	2,55	< 1	< 1	24,3	34
	2002	3,79	1,65	< 1	48,5	2,76	1,20	< 1	21,3	34
	2003	3,77	1,45	< 1	22,1	2,86	< 1	< 1	19,9	34
	2004	2,39	0,75	< 0,5	21,3	2,28	0,70	< 0,5	22,6	34
o,p'-DDD	2000	1,77	< 1	< 1	19,0	1,24	< 1	< 1	10,0	35
	2001	1,80	< 1	< 1	17,8	1,20	< 1	< 1	10,8	34
	2002	1,32	< 1	< 1	19,8	1,02	< 1	< 1	8,20	34
	2003	1,06	< 1	< 1	8,30	0,921	< 1	< 1	5,80	34
	2004	0,747	< 0,5	< 0,5	8,40	0,741	< 0,5	< 0,5	8,40	34

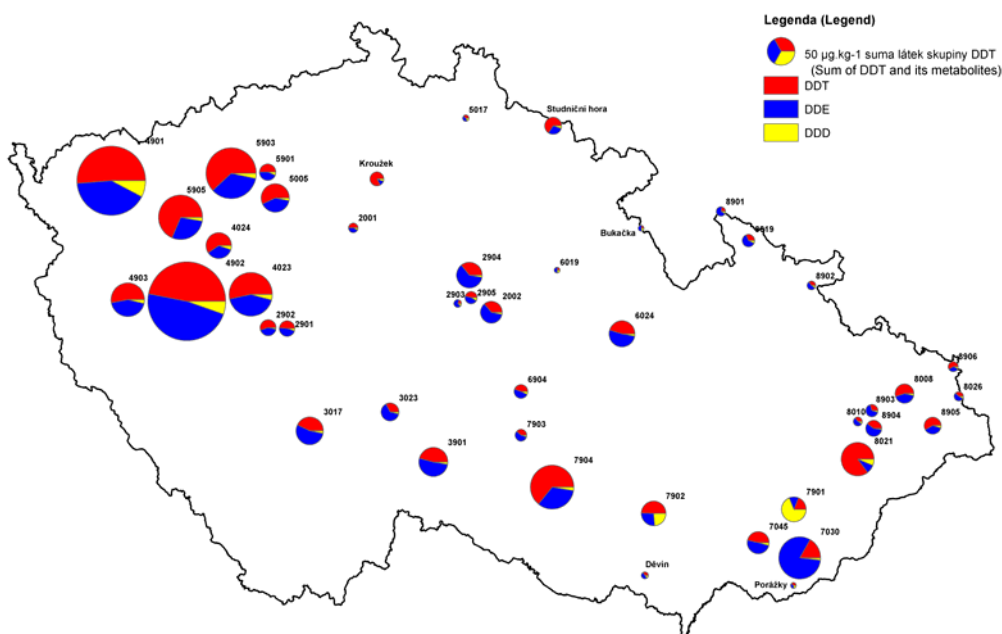
V ornici orných půd, resp. svrchní vrstvě trvalých travních porostů (TTP), se snížil v průběhu posledních čtyř let průměrný obsah izomeru p,p'-DDT (z 47,7 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny na 21,2 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny – orná půda, resp. z 64,9 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny na 38,2 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny – TTP) a o,p'-DDT (z 8,93 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny na 3,46 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny, resp. z 8,66 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny na 5,89 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny). K významné změně obsahu těchto izomerů nedošlo v podorničí orných půd ani ve spodní vrstvě TTP.

Tabulka 16: Základní statistické charakteristiky jednotlivých OCP ve svrchní a spodní vrstvě trvalých travních porostů za období 2000 – 2004 [$\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny]

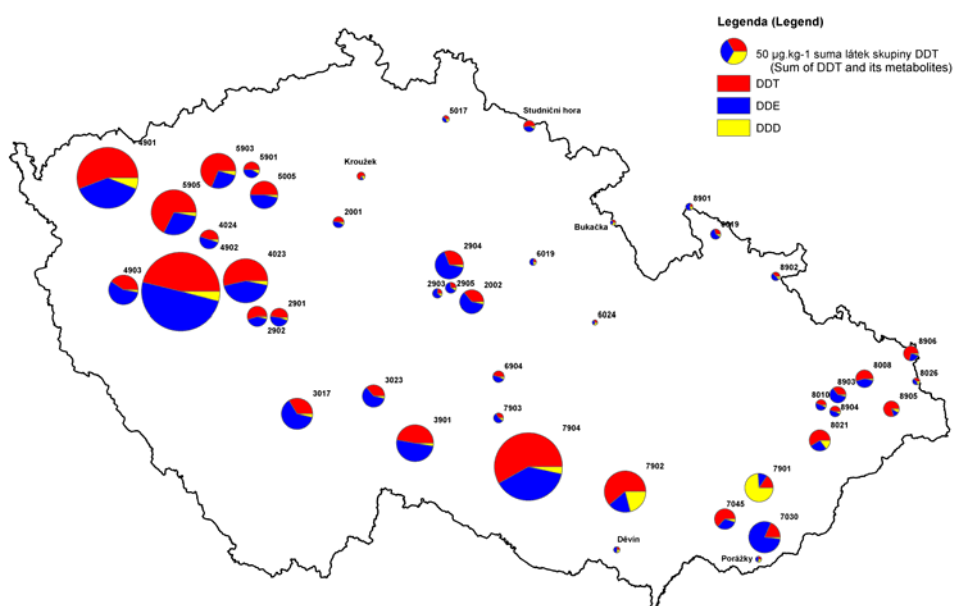
OCPs	Rok	Trvalý travní porost								Počet
		Svrchní vrstva				Spodní vrstva				
		Arit. průměr	Medián	Minimum	Maximum	Arit. průměr	Medián	Minimum	Maximum	
HCB	2000	3,10	1,40	< 0,5	10,6	7,13	3,10	< 0,5	16,8	5
	2001	6,83	6,00	< 0,5	19,0	3,93	5,00	< 0,5	7,60	5
	2002	8,70	8,10	0,700	19,3	8,02	3,00	1,00	26,2	5
	2003	7,74	5,00	1,20	21,1	7,72	3,30	1,00	22,7	5
	2004	7,10	4,20	0,70	20,1	4,66	4,40	1,00	9,30	5
p,p'-DDT	2000	94,4	36,0	13	333	158	48,0	5,00	501	5
	2001	64,9	17,5	8,4	247	25,2	8,00	4,10	64,9	5
	2002	75,6	3,8	< 1	294	65,5	2,20	< 1	293	5
	2003	72,8	10,7	2,10	296	61,0	7,30	1,00	249	5
	2004	38,2	3,90	0,80	145	24,9	7,60	0,70	95,8	5
o,p'-DDT	2000	30,4	16,0	5,00	109	29,2	17,0	5,00	82,0	5
	2001	8,66	2,10	1,20	33,9	3,22	1,20	< 1	9,00	5
	2002	6,54	< 1	< 1	26,0	9,18	< 1	< 1	38,4	5
	2003	7,74	< 1	< 1	31,1	7,12	< 1	< 1	28,2	5
	2004	5,89	< 0,5	< 0,5	25,4	3,27	0,60	< 0,5	12,8	5
p,p'-DDE	2000	25,5	4,60	1,30	103	27,1	5,10	1,00	108,5	5
	2001	40,0	8,10	3,80	146	20,2	6,20	2,50	47,2	5
	2002	36,1	8,30	< 1	132	39,3	6,60	< 1	167	5
	2003	43,0	9,20	2,30	149	45,6	10,3	< 1	161	5
	2004	35,7	6,80	1,00	135	22,2	8,10	0,80	73,5	5
o,p'-DDE	2000	1,00	< 1	< 1	3,00	1,00	< 1	< 1	3,00	5
	2001	1,00	< 1	< 1	3,00	< 1	< 1	< 1	< 1	5
	2002	0,940	< 1	< 1	2,7	1,24	< 1	< 1	3,60	5
	2003	0,920	< 1	< 1	2,10	0,860	< 1	< 1	2,30	5
	2004	0,660	< 0,5	< 0,5	2,30	0,400	< 0,5	< 0,5	1,00	5
p,p'-DDD	2000	5,20	1,00	< 1	20,0	5,10	< 1	< 1	20,0	5
	2001	5,02	1,30	< 1	21,5	2,46	< 1	< 1	9,10	5
	2002	3,66	< 1	< 1	13,3	4,48	< 1	< 1	18,1	5
	2003	5,30	< 1	< 1	22,6	6,52	< 1	< 1	29,2	5
	2004	4,55	< 0,5	< 0,5	19,4	2,17	< 0,5	< 0,5	9,10	5
o,p'-DDD	2000	1,00	< 1	< 1	3,00	2,00	< 1	< 1	8,00	5
	2001	1,44	< 1	< 1	5,20	0,800	< 1	< 1	2,00	5
	2002	1,14	< 1	< 1	3,70	1,58	< 1	< 1	5,40	5
	2003	1,32	< 1	< 1	4,60	1,62	< 1	< 1	6,10	5
	2004	1,42	< 0,5	< 0,5	6,10	0,700	< 0,5	< 0,5	2,50	5

Velice pozvolna klesají průměrné hodnoty pro ornici u izomeru p,p'-DDE (arit. průměr z 43,7 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny v roce 2001 na 22,1 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny v roce 2004); o,p'-DDE (arit. průměr z 1,33 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny v roce 2001 na 0,424 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny v roce 2004); p,p'-DDD (arit. průměr z 4,13 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny v roce 2001 na 2,39 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny v roce 2004) a o,p'-DDD (arit. průměr z 1,80 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny v roce 2001 na 0,747 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny v roce 2004). Podobný trend lze zaznamenat i pro podorničí orných půd. U TTP jsou stanovené hodnoty u izomerů p,p'-DDE, o,p'-DDE, p,p'-DDD a o,p'-DDD za poslední čtyři roky celkově vyrovnané.

Obrázek 8: Celková suma látek skupiny DDT a jejich vzájemný poměr na jednotlivých pozorovacích plochách monitoringu půd v roce 2004 – ornice (svrchní vrstva)



Obrázek 9: Celková suma látek skupiny DDT a jejich vzájemný poměr na jednotlivých pozorovacích plochách monitoringu půd v roce 2004 – podorničí (spodní vrstva)



Závěry

- V roce 2004 bylo sledování persistentních organochlorových pesticidů provedeno v ornici (svrchní vrstvě) a podorničí (spodní vrstvě) na stálém souboru 40 pozorovacích ploch na zemědělské půdě a 5 pozorovacích ploch v chráněných územích.
- U HCH nebyl nalezen žádný vzorek překračující limitní hodnotu.
- V porovnání s předchozími roky nedošlo ke zvýšení hodnot HCB, aritmetický průměr je 4,29 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny (resp. 7,10 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny) v ornici a 4,13 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny (resp. 4,66 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny) v podorničí orných půd (resp. trvalých travních porostů). Absolutní hodnoty obsahů zůstávají nízké.
- U orných půd i trvalých travních porostů došlo v roce 2004 ke snížení obsahu DDT a jeho metabolitů.
- Průměrný obsah izomeru p,p'-DDT se snížil v ornici orných půd z 47,7 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny (rok 2001) na 21,2 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny (rok 2004) a v svrchní vrstvě trvalých travních porostů z 64,9 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny (rok 2001) na 38,2 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ sušiny (rok 2004). K významné změně jeho obsahu nedošlo v podorničí orných půd ani ve spodní vrstvě TTP.
- Orné půdy, resp. trvalé travní porosty, mají nižší obsahy DDT a jeho metabolitů v podorničí, resp. spodní odběrové vrstvě.
- K překročení limitních hodnot podle vyhlášky č. 13/1994 Sb. docházelo v letech 2000 až 2004 nejvíce u obsahů DDT. V roce 2004 byla u 31 vzorků překročena limitní hodnota pro DDT.
- Podle návrhu preventivních limitů by došlo v roce 2004 u DDT k překročení limitní hodnoty u 12 vzorků a u DDE u 16 vzorků. Za pět let sledování došlo ke snížení překročení preventivních limitních hodnot u DDT (ze 48 na 12), naopak ke zvýšení došlo u DDE (z 10 v roce 2000 na 16 v roce 2004).
- V roce 2004 byl u DDT a jeho metabolitů překročen limit dle platné vyhlášky u 58,8 % vzorků ornice a 50,0 % vzorků podorničí orných půd. Podle návrhu vyhlášky byl překročen preventivní limit u 32,4 % vzorků ornice a 29,4 % vzorků podorničí orných půd.

4.3.2 Monitoring VÚMOP

Sledování POPs v zemědělských půdách bylo Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy v Praze zahájeno v roce 1993 v rámci situačního monitoringu (severovýchodní a v současné době i střední Čechy). Celková koncepce monitorování stavu zatížení našich zemědělských POPs půd vycházela z požadavku podchytit:

- Půdy ekologicky zatížených regionů (severočeský, západočeský a severomoravský region)
- Půdy regionů s „běžnou zátěží“ na území Čech, popř. Moravy
- Půdy inundačních oblastí (fluvizemě) podél toku řeky Labe

Od roku 1993 do roku 2001 bylo provedeno sledování ve 30 okresech (z celkových 77), které se nacházejí v 6 krajích (dle současného územně-správního členění). Vzorky půd byly odebírány ze zemědělských půd, do sledování byla zařazena orná půda, louky a pastviny. Snahou bylo vytvořit v nejvyšší dosažitelné míře ekvidistanční síť odběrových bodů, ve které připadal 1 odběrový bod na cca 25 km^2 .

Do roku 2003 bylo odebráno a analyzováno 60 vzorků půd, jejichž výběr vycházel z požadavku zahrnout do sledování:

- Půdy průmyslových oblastí
- Půdy oblastí intenzivně zemědělsky využívaných
- Půdy v těsné blízkosti venkovských sídel
- Půdy oblastí s vyšší nadmořskou výškou (horské polohy)

- Půdy oblastí inundačních zón vodních toků (fluvizemě)
- Půdy s dlouhodobou aplikací kalů čistíren odpadních vod

Na základě zjištěných výsledků šetření zátěže zemědělských půd POPs lze zátěž jednotlivými sloučeninami shrnout následovně:

HCB

Koncentrace HCB se v zemědělských půdách pohybují v intervalu hodnot 1,00 – 8,73 ng.g⁻¹ (geometrické průměry koncentrací, počítaných za jednotlivé okresy). Ve většině sledovaných regionů se průměrné koncentrace HCB pohybují na hranici zjištěných minimálních koncentrací, vyšší průměrné hodnoty byly zjištěny v okresech severočeského imisního regionu, nejvyšší průměrná koncentrace pochází z okresu Ústí nad Labem. Zde také bylo detekováno lokální maximum (487 ng.g⁻¹), další výrazné hodnoty byly lokálně nalezeny v okrese Litoměřice (337 ng.g⁻¹) a Sokolov (230 ng.g⁻¹).

DDT a jeho metabolity

Koncentrace DDT se v zemědělských půdách pohybují v intervalu hodnot 1,00 – 5,62 ng.g⁻¹ (geometrické průměry koncentrací, počítaných za jednotlivé okresy). K okresům s vyšší průměrnou zátěží půd DDT se řadí Kladno, Praha-západ, Jičín, Benešov, Karlovy Vary. Ve všech ostatních regionech se průměrná zátěž DDT pohybuje v koncentracích, nepřesahujících 3 ng.g⁻¹. Nejvyšší bodově lokalizované hodnoty byly zjištěny v okrese Teplice (1 207 ng.g⁻¹), Ústí nad Labem (1 133 ng.g⁻¹), Praha-město (1 044 ng.g⁻¹), Karlovy Vary (398 ng.g⁻¹) a Jablonec nad Nisou (344 ng.g⁻¹).

Metabolity DDT dosahují v půdě u DDE vyšších maximálních průměrných koncentrací, pohybujících se v intervalu hodnot 1,00 – 9,62 ng.g⁻¹. Nejvyšší průměrná hodnota byla zjištěna v okrese Praha západ, k okresům s vyšší zátěží, přesahující koncentraci 5 ng.g⁻¹ se řadí Kladno, Beroun, Příbram a Cheb. Nejvyšší lokální maxima byla zjištěna v okrese Praha-město (1 054 ng.g⁻¹), Cheb (167 ng.g⁻¹), Jablonec nad Nisou a Jičín (159 ng.g⁻¹) a Teplice (146 ng.g⁻¹).

V případě DDD se pohybují zjištěné průměrné koncentrace na nižší úrovni, v intervalu hodnot 1,00 – 3,67 ng.g⁻¹. Nejvyšší průměrná hodnota pochází z okresu Benešov, v sousedním okrese Kutná Hora byla zjištěna druhá nejvyšší průměrná koncentrace 2,48 ng.g⁻¹. V ostatních sledovaných okresech se průměrné koncentrace pohybují okolo hodnoty 1 ng.g⁻¹. Nejvyšší lokální maxima byla detekována v okrese Teplice (256 ng.g⁻¹), Karviná (49 ng.g⁻¹), Karlovy Vary (36 ng.g⁻¹) a Příbram (32,2 ng.g⁻¹).

4.3.3 Projekty R-T&A zaměřené na kontaminaci půd

Rovněž i sledování POPs v půdách ČR je součástí projektu TOCOEN a jeho subprojektů - TOCOEN/REGIONAL MONITORING (regionální pozadový monitoring POPs na observatoři Košetice), TOCOEN/IDRIS Půdy v regionu Zlín); TOCOEN/Mountains (půdy a lesní ekosystémy v hraničních horských oblastech) a půdy v okolí průmyslových zdrojů (TOCOEN/Surroundings of model sources).

Regionální pozadový monitoring PBTs (POPs) jako součást Projektu TOCOEN (Toxic Organic COMpounds in the ENvironment) je realizován v prostoru observatoře Košetice od roku 1988. Tento monitoring je součástí dlouhodobé spolupráce mezi Českým hydrometeorologickým ústavem a RECETOX - TOCOEN & Associates. Projekt TOCOEN je dlouhodobý environmentální výzkumný projekt zahrnující řadu českých a zahraničních univerzit a dalších institucí.

Projekt TOCOEN/Mountains je zaměřen na studium kontaminace horských smrkových ekosystémů a v jeho rámci byly sledovány obsahy a distribuce POPs v půdách, jehličí, a částečně také v ovzduší se základním cílem studia dálkového transportu těchto látek nad územím ČR a jejich sekundárních reakcí v lesních půdách a také studia jejich výskytu v těchto ekosystémech.

Jednou ze základních částí dlouhodobé strategie Projektu TOCOEN je i sledování POPs v okolí vybraných průmyslových zdrojů nebo v průmyslových regionech s velkou koncentrací sídel a průmyslu (Projekt TOCOEN/ Surroundings of model sources) a půda je základní složkou prostředí, jenž je pro tyto účely využívána.

V rámci přípravy Národní POPs inventury analyzovala laboratoř RECETOX MU vzorky půd z vybraných oblastí ČR pro stanovení dalších POPs pesticidů dle SÚ (toxafen, driens). I u těchto látek je možné pozorovat vyšší hladiny v horských lokalitách daných dálkovým transportem, vyčesávacím efektem lesních porostů a kumulací v lesních půdách danou vysokým obsahem organického uhlíku. Sledované pesticidy se již více než 20 let nepoužívají, přesto je možné je detekovat na řadě lokalit, především v horských ekosystémech jako výsledek jejich stále trvajících dálkového transportu. Výsledky z uvedených projektů a studií jsou uloženy v archivu projektu TOCOEN, částečně jsou dostupné na adrese: <http://recetox.chemi.muni.cz/>

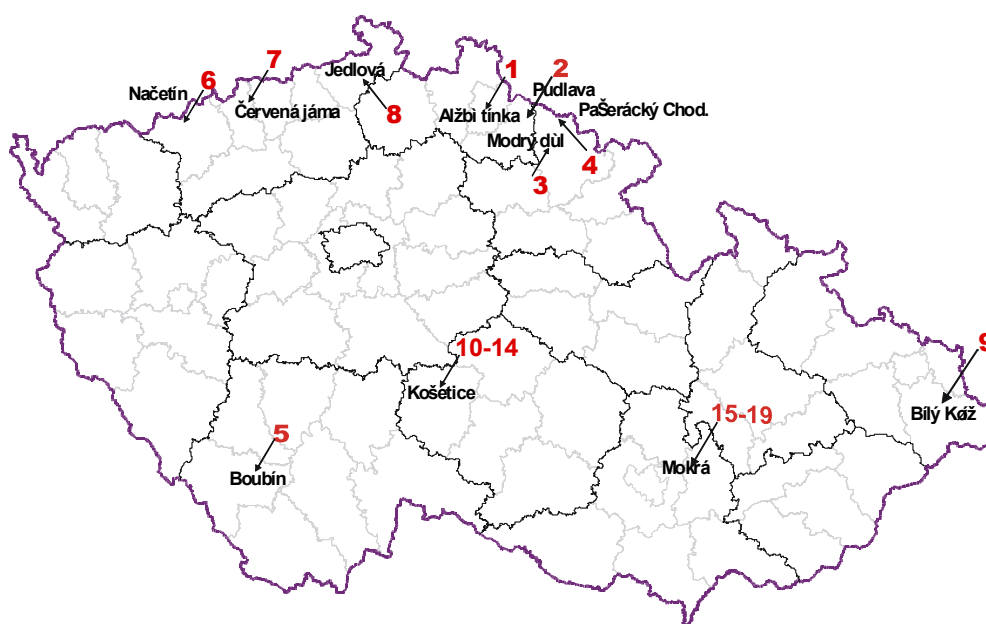
Projekt TOCOEN/Mountains je zaměřen na studium kontaminace vysokohorských smrkových ekosystémů. Dlouhodobé sledování je zaměřeno na studium dálkového transportu POPs (obsah POPs v půdách, jehličí a ovzduší) nad územím České republiky a sekundárních reakcí v lesních půdách a studium jejich přítomnosti v těchto ekosystémech.

V případě Národní POPs inventury byly analyzovány v laboratořích RECETOX vzorky půd z vybraných oblastí ČR na obsah dalších POP pesticidů ze seznamu SÚ a to toxafenu a tzv. driens – aldrinu, dieldrinu a endrinu. V případě těchto látek je možné pozorovat v horských oblastech již zmiňovaný vyčesávací efekt způsobený dálkovým transportem těchto látek a kumulací v horských půdách s vysokým obsahem organického uhlíku. Hodnoty nalezených koncentrací toxafenu jsou prezentovány v tabulce 17 (P. Kosubová, doctoral thesis) a dalších typů pesticidů (methoxychlor, chlordan, aldrin, dieldrin, mirex) v tabulce 18 a na obrázku 10 (přehled vzorkovacích lokalit) a 11 (Shegunova et al., in press).

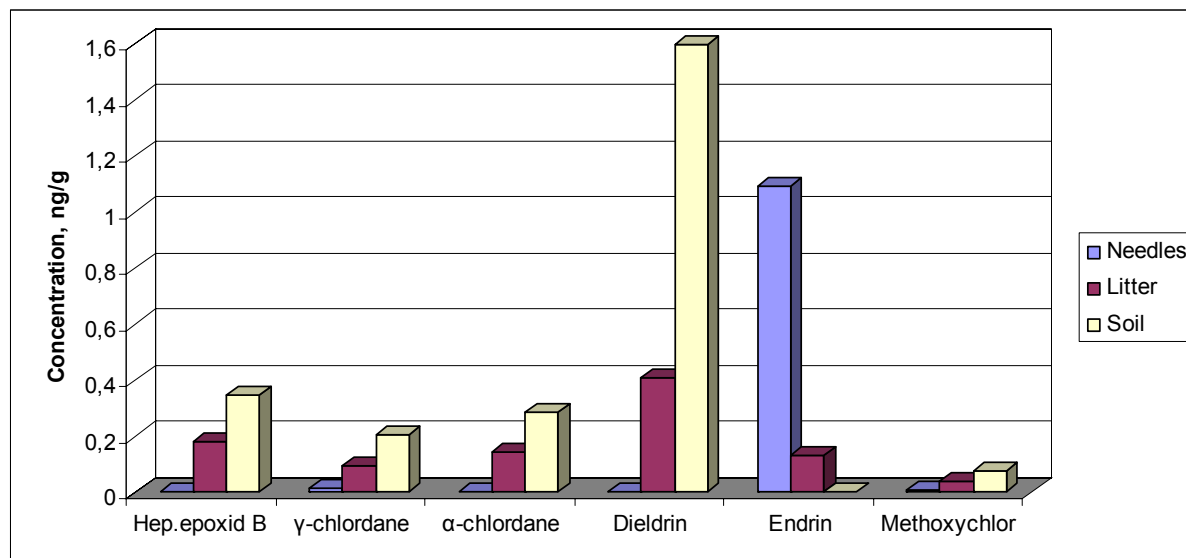
Tabulka 17: Hodnoty nalezených koncentrací toxafenu v půdách z různých lokalit v ČR

Lokalita	Doba vzorkování	Typ vzorku	Suma 22 TOX [ng.g ⁻¹]	Suma technického toxafenu [ng.g ⁻¹]	Poznámky
Jižní Morava, Velká Bíteš	2003	Lesní půda	1,3	9,1	V nižších oblastech byl toxafen nalezen pouze v matricích s vyšším obsahem C _{org} (~ 20 %)
		Zemědělská půda	< 0,1		
		Opad	1,1	4,9	
		Borové jehličí	< 0,6		
Jižní Čechy, Košetice	2001	Lesní půda	1,9 - 2,3	9,9 – 12,2	
		Zemědělská půda	< 0,1		
		Opad	5,4	14,5	
		Borové jehličí	< 0,6		
Hraniční hory	2001	Forest soil			The locations with a higher altitude, the highest values under LOD in soil with C _{org} < 5 %)
Krkonoše, Alžbětinka			9,0	51,4	
Krkonoše, Pudlava			7,3	49,4	
Krkonoše, Modrý důl			9,5	56,9	
Krkonoše, Pašerácký chodníček			7,9	46,0	

Šumava – Boubín			4,5	25,0	
Krušné hory, Načetín			9,0	60,7	
Krušné hory, Červená jáma			3,2	28,2	
Lužické hory, Jedlová			3,0	27,2	
Jeseníky, Červenohorské sedlo			3,4	19,9	
Jeseníky, Červenohorské sedlo (lopád)			3,4	13,2	
Beskydy, Bílý kříž			1,4	12,4	
Bílé Karpaty, Pláňava			< 0,1		
15 lokalit bazálního monitoringu půd, ÚKÚZ	2001	Zemědělské půdy, louky	< 0,1		



Obrázek 10: Mapa odběrových lokalit - 1-9 – horské půdy; 10-14 – půdy pozad'ové observatoře; 15-19 půdy z průmyslových lokalit



Obrázek 11: Koncentrace OCPs v jehličí, opadu a půdách z oblasti pozad'ové observatoře Košetice [ng.g⁻¹ s.h.]

Tabulka 18: Koncentrace OCPs na vybraných lokalitách ČR [ng.g⁻¹]

Pesticidy	Hory, lesní půdy	Půdy z pozad'ové observatoře Košetice	Půdy z průmyslových oblastí
Heptachlor epoxid A	BDL	0,20	0,20
Heptachlor epoxid B	0,12 - 0,72	0,20 - 0,35	0,04 - 0,11
α-chlordan	0,09 - 0,62	0,15 - 0,29	0,04 - 0,05
γ-chlordan	0,06 - 0,48	0,09 - 0,25	
Dieldrin	0,58 - 2,78	0,65 - 1,60	
Endrin	0,90 - 1,20		
Methoxychlor	0,17 - 0,79	BDL	BDL
Mírex	BDL	BDL	0,03

BDL- below the detection limit

Sledované pesticidy se většinou nepoužívají více než 20 let nebo se některé vůbec nikdy na území bývalého Československa nepoužívaly a přesto je možné je detekovat na řadě lokalit zvláště v horských ekosystémech jako důsledek dálkového transportu.

Výsledky zmíněných projektů jsou součástí archivu projektů TOCOEN a INCHEMBIOL a jsou částečně dostupné na adrese: <http://recetox.chemi.muni.cz/>

Publikované výsledky dlouhodobých výzkumných projektů Konsorcia R - T & A potvrzují trendy monitoringu ÚKZÚZ a VÚMOP – vyšší kontaminaci ve výše položených lokalitách v důsledku dálkového transportu a kumulačních schopností horských lesních ekosystémů a také klesající trend koncentrací POPs v uplynulém desetiletí. Přehled dlouhodobých výsledků je prezentován v tabulce 19.

Tabulka 19: Obsah OCPs v půdách (medián, minimum, maximum) z monitorovacích a výzkumných projektů Konsorcia R-T&A (HCHs, DDTs, HCB [ng.g⁻¹])

Oblast	HCHs (4 isomerů)	DDTs (DDT + DDE + DDD)	HCB
Košetice	0.59 (0.02 – 182) n = 82	3.6 (0.20 – 294) n = 88	0.55 (0.04 – 9.18) n = 99
Zlín	0.89 (0.22 – 8.51) n = 63	9.39 (0.72 – 1 018) n = 63	3.28 (0.02 – 44.2) n = 63
Beroun	1.03 (0.34 – 1.62) n = 25	8.8 (2.19 – 216) n = 25	2.54 (0.54 – 10 295) n = 25
Mokrá	0.74 (0.11 – 64.7) n = 120	14.45 (0.80 – 6 120) n = 120	0.75 (0.06 – 8.39) n = 120
Vysokohorské ekosystémy	1.34 (0.22 – 5.78) n = 15	55.0 (6.08 – 1 908) n = 21	2.21 (0.47 – 11.9) n = 21
Dálnice	1.18 (0.17 – 14.6) n = 45	12.88 (0.43 – 356.5) n = 45	0.92 (0.05 – 6.6) n = 45

4.4 Výskyt POPs v kalech

Produkce kalů ČOV v ČR, klasifikovaných jako odpad vzrůstá a v příštích letech se předpokládá roční produkované množství sušiny více než 300 000 tun. Stejně jako v ostatních zemích Evropy je tento materiál považován za zdroj organické hmoty a živin, zejména dusíku a fosforu. V současné situaci nedostatečného přísunu těchto látek do půdy v důsledku nízkých počtů chovaných zvířat a poklesu ploch jetelovin a krmných plodin je možnost aplikace kalů ČOV v zemědělství nejen ekonomicky vhodným způsobem využití odpadu, ale i jednou z cest jak půdě navracet chybějící látky. Tento způsob využití odpadu je zároveň potenciálním vstupem rizikových prvků a rizikových látek, které jsou v kalech obsaženy, do dalších složek životního prostředí.

Z organických polutantů jsou podle návrhu směrnice EU pro využití kalů v zemědělství potenciálně rizikové tyto látky:

- PCBs (polychlorované bifenyly),
- PAHs (polyaromatické uhlovodíky),
- PCDDs/Fs (Polychlorované dibenzodioxiny a dibenzofurany),
- LAS (Linear alkylbenzen sulfonáty),
- DEPH (Di(2-ethylhexyl)phtalate), NPE (látky nonylphenolu a nonylphenoethoxalátů s 1 nebo 2 ethoxy skupinami)

Z pověření MZe vykonává ÚKZÚZ kontrolu obsahů rizikových prvků a rizikových látek na půdě, kde byly použity kaly z ČOV.

4.5 Aktivní biomonitoring ÚKZÚZ

Od roku 1997 do roku 1999 probíhalo na vybraných stanovištích ověřování metody aktivního biomonitoringu pro sledování imisního zatížení lokality. V průběhu ověřování metody bylo prováděno měření na relativně málo zatížených lokalitách i lokalitách značně zatížených z hlediska imisí. Po ukončení

ověřování metody bylo přistoupeno k průběžnému sledování lokalit s nízkým imisním zatížením pro získání dostatečně relevantních hodnot reálného pozadí v dané oblasti. Pro sledování byl využit především jilek mnohokvětý s měsíčním odběrem zelené hmoty a borovice černá s ročním resp. půlročním odběrem jednoletých jehlic. Kromě sledování vybraných prvků bylo prováděno i sledování obsahu PAHs. V tabulkách je uvedeno 15 jednotlivých PAHs. Ve vzorcích z roku 2001 byl stanoven i obsah PCDDs/Fs. Z porovnání obsahů PAHs i PCDDs/Fs stanovených na různě imisně zatížených stanovištích vyplynulo, že použití metody aktivního biomonitingu je vhodné pro posouzení imisního zatížení dané lokality. Dlouhodobé sledování, které je v této době v počátku, by mohlo, po rozšíření sledovaných ploch a rozšíření rozsahu sledovaných polutantů, poskytnout data umožňující odhad zatížení zemědělské produkce. Výsledky jsou zatím dostupné jenom ve formě interních závěrečných zpráv odboru agrochemie, půdy a výživy rostlin ÚKZÚZ a v některých případech pouze ve formě výsledkových protokolů.

Biomonitoring s využitím jehličí, mechů event. dřívě i žížal je i součástí dlouhodobých aktivit Projektů TOCOEN. Je realizován jednak v rámci regionálního, pozadového monitoringu POPs na observatoři Košetice, dále v rámci subprojektu Mountains zaměřeného na sledování dálkového transportu POPs ve vysokohorských oblastech ČR a počátkem 90. let se také realizoval v okolí vybraných průmyslových zdrojů nebo v průmyslových regionech.

4.6 Krmiva

V roce 2002 bylo odebráno pět vzorků a v roce 2003 dvacet šest vzorků. Vzorky byly analyzovány na obsah HCB a DDTs (jako suma DDE a TDE). Výsledky jsou uvedeny v tabulkách 20 až 22. V tabulkách jsou jednak výsledky vyjádřené v obsahu v dodaných vzorcích a jednak výsledky vztažené na obsah tuku v těchto vzorcích. Vzhledem k omezenému souboru dat nebylo možné statistické zpracování.

Tabulka 20: Obsah hexachlorbenzenu a DDT (suma DDE, DDD a DDT vyjádřená jako DDTs) ve vzorcích analyzovaných v roce 2002

Vzorek	Druh vzorku	Obsah tuku	HCB	DDTs	HCB	DDTs
		[g.kg ⁻¹ vzorku]	[μg.kg ⁻¹ vzorku]		[μg.kg ⁻¹ tuku]	
17 KKS	krutí krmná směs	47,2	0,29	1,57	6,14	33,26
RM 65	rybí moučka	74,3	0,7	5,81	9,42	78,20
RM 186	rybí moučka	91,7	0,64	1,65	6,98	17,99
MKM 7	masokostní moučka	138,4	0,7	3,62	5,06	26,16
MKM 50	masokostní moučka	169,9	0,31	1,59	1,82	9,36

Tabulka 21: Obsah hexachlorbenzenu a DDTs (suma DDE, DDD a DDT vyjádřená jako DDTs) ve vzorcích analyzovaných v roce 2003

Vzorek	Druh vzorku	Obsah tuku	HCB	DDT	HCB	DDT
		[g.kg ⁻¹ vzorku]	[μg.kg ⁻¹ vzorku]		[μg.kg ⁻¹ tuku]	
229	Masokostní moučka	135,0	2,2	2,1	16,30	15,56
261	Hydrogenfosforečnan vápenatý	<DL	<DL	<DL		
386	Masokostní moučka	151,4	2,8	2,5	18,49	16,51
387	Rybí moučka	95,1	3,6	12,2	37,85	128,29

388	Rybí moučka	91,0	3,6	9,0	39,56	98,90
397	Oxid hořečnatý	<DL	<DL	<DL		
611	Oxid zinečnatý	<DL	<DL	<DL		
845	Rybí moučka	87,6	2,6	1,5	29,68	17,12
846	Masokostní moučka	151,0	3,0	2,1	19,87	13,91
847	Rybí moučka	78,4	2,7	1,3	34,44	16,58
902	Rybí moučka	86,1	1,5	1,1	17,42	12,78
903	Oxid zinečnatý	<DL	<DL	<DL		
923	Oxid zinečnatý	<DL	<DL	<DL		
924	Rybí moučka	70,0	3,3	1,7	47,14	24,29
984	Masokostní moučka	166,9	2,5	1,9	14,98	11,38
985	Rybí moučka	82,5	2,3	1,7	27,88	20,61
986	Oxid zinečnatý	<DL	<DL	<DL		
987	Dihydrogen fosforečnan vápenatý	<DL	<DL	<DL		
1078	Rybí moučka	79,4	1,1	2,5	13,85	31,49
1166	Síran železnatý	<DL	<DL	<DL		
1427	Steatit	<DL	<DL	<DL		
1466	Oxid hořečnatý	<DL	<DL	<DL		
1581	Rybí moučka	80,7	1,4	2,7	17,35	33,46
1678	Rybí moučka	82,5	1,1	3,4	13,33	41,21
1679	Masokostní moučka	160,6	1,1	4,4	6,85	27,40
1680	Dihydrogen fosforečnan vápenatý	<DL	<DL	<DL		

Tabulka 22: Obsah hexachlorbenzenu a DDTs (suma DDE, DDD a DDT vyjádřená jako DDTs) ve vzorcích analyzovaných v roce 2004

Vzorek	Druh vzorku	Obsah tuku	HCB	DDT	HCB	DDT
		g.kg ⁻¹ vzorku	µg.kg ⁻¹ vzorku		µg.kg ⁻¹ tuku	
554	Rybí moučka	98,9	1,2	3,9	12,13	39,43
683	Rybí moučka	85,5	0,54	1,3	6,32	15,20
723	Rybí moučka	88,3	1,3	0,92	14,72	10,42
577	Rybí moučka	98,2	2	21,42	20,37	218,13
721	Rybí moučka	86,3	2,7	1,3	31,29	15,06
1127	Rybí moučka	96,5	0,57	1	5,91	10,36
1295	Rybí moučka	91,5	1,9	0,78	20,77	8,52
227	Rybí moučka	73,2	<DL	1,1		15,03
553	Rybí moučka	87,8	0,75	1,3	8,54	14,81
555	Rybí moučka	85,1	1,2	1,2	14,10	14,10
579	Rybí moučka	81,5	0,89	3,07	10,92	37,67
580	Rybí moučka	86,6	1,3	3,03	15,01	34,99
1018	Rybí moučka	82,1	1,1	8,04	13,40	97,93
510	Rybí moučka	83,1	1,3	3,3	15,64	39,71
576	Rybí moučka	90,1	1,8	15,92	19,98	176,69
839	Rybí moučka	72,4	1,2	0,82	16,57	11,33

5. ZÁVĚR

Tzv. POP pesticidy dle Stockholmské úmluvy, tedy organochlorované pesticidy, přesto, že se všechny v ČR dlouhou dobu nevyrábějí a nepoužívají, jsou stále měřitelné ve všech složkách životního prostředí ČR. Důvodem je masivní aplikace v bývalém Československu a přetrhající vstupy dané dálkovým transportem těchto látek s dlouhou dobou setrvání v prostředí. Navíc se stále nacházejí ilegálně uložené nespotřebované zbytky i přesto, že větší část nespotřebovaných zásob byla zneškodněna v první polovině devadesátých let.

Použitá literatura:

- 1) I. Holoubek, V. Adamec, M. Bartoš, M. Černá, P. Čupr, K. Bláha, L. Bláha, K. Demnerová, J. Drápal, J. Hajšlová, I. Holoubková, L. Jech, J. Klánová, J. Kohoutek, V. Kužilek, P. Machálek, V. Matějů, J. Matoušek, M. Matoušek, V. Mejstřík, J. Novák, T. Ocelka, V. Pekárek, O. Petira, M. Punčochář, M. Rieder, J. Ruprich, M. Sáňka, R. Vácha, J. Zbiral: Úvodní národní inventura persistentních organických polutantů v České republice. Project GF/CEH/01/003: ENABLING ACTIVITIES TO FACILITATE EARLY ACTION ON THE IMPLEMENTATION OF THE STOCKHOLM CONVENTION ON PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS (POPs) IN THE CZECH REPUBLIC. November 2002, 745 p.
- 2) I. Holoubek, V. Adamec, M. Bartoš, M. Černá, P. Čupr, K. Bláha, L. Bláha, K. Demnerová, J. Drápal, J. Hajšlová, I. Holoubková, L. Jech, J. Klánová, J. Kohoutek, V. Kužilek, P. Machálek, V. Matějů, J. Matoušek, M. Matoušek, V. Mejstřík, J. Novák, T. Ocelka, V. Pekárek, O. Petira, M. Punčochář, M. Rieder, J. Ruprich, M. Sáňka, R. Vácha, J. Zbiral: Úvodní národní inventura persistentních organických polutantů v České republice. Project GF/CEH/01/003: ENABLING ACTIVITIES TO FACILITATE EARLY ACTION ON THE IMPLEMENTATION OF THE STOCKHOLM CONVENTION ON PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS (POPs) IN THE CZECH REPUBLIC. August 2003, 765 p.