

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra biotechnických úprav krajiny



Vliv polychlorovaných bifenylů na životní prostředí

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Mikulová Vlastimila

Autorka práce: Krobová Denisa

©2008

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Vliv polychlorovaných bifenylyů na životní prostředí vypracovala samostatně a použila pouze pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne: 17.4.2008

Podpis autorky:

Poděkování:

Tímto bych chtěla především poděkovat za pomoc při zpracování bakalářské práce své vedoucí této práce paní RNDr. Vlastimile Mikulové, která mne odkázala na potřebné zdroje a konzultovala se mnou celou záležitost i přes svou pracovní vytíženost. Panu Ing. Zdeňku Horskovi, který se ochotně chopil oponentury mé práce. Dále všem pracovníkům Národní knihovny a Zemědělské a potravinářské knihovny, kteří mi vypomáhali nalézt potřebnou literaturu, vždy mi ochotně poradili a poskytli mi svůj cenný čas. Paní Janě Křížové z Ministerstva životního prostředí z odboru vnějších vztahů za její ochotu a laskavost, kterou mi projevila, při vyhledávání potřebných materiálů. V neposlední řadě, bych chtěla poděkovat rodině, partnerovi a kolegům z práce, kteří mě podporovali a povzbuzovali.

Abstrakt

Cílem mé bakalářské práce, kterou jsem vypracovala na téma Vliv polychlorovaných bifenyly na životní prostředí, bylo především zorientovat se v dané problematice a upozornit na neblahý vliv těchto látek na živé organismy. V první části literární rešerše jsem popsala chemické složení, vlastnosti PCB a negativní účinky na rostliny, zvířata a člověka. V druhé části jsem se zaměřila na zařazení této problematiky do stávající legislativy. V závěru jsem vyhodnotila a shrnula podkladové materiály, které jsem při psaní této práce použila.

Klíčová slova

Polychlorované bifenyly

Odpadové hospodářství

Akumulace PCB

Negativní účinky

Abstract

An object of my Bachelor work, that I have written on the theme Impact of the PCB on the environment, is particularly to be well acquainted with these problems and to advise of the disastrous influence of these substances on the biotic environment. In the first part, I have written about the characteristics of PCB and negative effects on flora, fauna and people. In the second part, I have focused on regulation of this theme into the present legislature. In the conclusion, I have summarized, that I have used during writing of this work.

Key words

Polychlorinated biphenyls

Waste management

Accumulation of PCB

Negative effects

Seznam příloh

Příloha č.1 - Dioxiny a PCB v ovzduší České republiky, výsledky z měření z let 1994-1995

Příloha č.2 - Schéma základních mezníků v rámci odpadového hospodářství České republiky

Příloha č.3 - Celkový přehled výroby jednotlivých druhů PCB v podniku Chemko Strážné

Příloha č.4 – Vzor štítku označující zařízení obsahující PCB

Příloha č.5. – Polychlorované bifenyly c mateřském mléce medián koncentrace, 1994-2003

Obsah:

1. ÚVOD	1
2. REŠERŠE.....	2
2.1. PCB.....	2
2.1.1. Charakteristika PCB.....	2
2.1.2. Vlastnosti	3
2.1.3. Historie a výroba PCB.....	3
2.1.4. Vstup a pohyb PCB v prostředí.....	5
2.2. Účinky na organismy	7
2.2.1. Účinky na rostliny	7
2.2.2. Vliv na zvířata (skot, kuřata, ryby)	7
2.2.3 Vliv na člověka.....	10
2.3. Metody stanovení a odstranění PCB	10
2.3.1. Metodika stanovení polychlorovaných bifenylů	10
2.3.2. Metody odstraňování PCB	12
2.4. Legislativa a zařazení PCB	13
2.4.1. Zákon o odpadech	13
2.4.2. Plán odpadového hospodářství (POH)	17
2.4.3. Vyhláška MŽP č.384/2001 Sb., o nakládání s PCB	18
2.4.4. Stockholmská úmluva.....	19
2.4.5. Národní implementační plán Stockholmské úmluvy v České republice	20
2.4.6. Basilejská úmluva	21
2.4.7. Inventarizace PCB české republiky	22
2.5. Současný stav a vyhodnocení podkladových materiálů	23
2.5.1. Aktuální stav problematiky PCB	23
2.5.2. Zhodnocení podkladových materiálů	24
3. ZÁVĚR	26
4. LITERATURA	28
5. PŘÍLOHY	31

1. Úvod

Problematika znečištění životního prostředí je vážným celosvětovým problémem a zasahuje i do odpadového hospodářství. Toto odvětví je přinejmenším rozsáhlé a otázky týkající se této oblasti, jsou velice aktuální. Pokud začneme odpadové hospodářství blíže studovat, můžeme se dostat až k závažnému tématu, na který jsem zaměřila svoji bakalářskou práci a to PCB (polychlorované bifenylly). Jedná se o literární rešerši, ve které jsem se pokusila klást důraz a upozornit hlavně na nebezpečnost těchto látek, jak pro zdraví člověka a všech organismů, tak pro všechny složky životního prostředí.

V úvodu rešeršní části jsem popsala charakteristiku a vlastnosti polychlorovaných bifenylů. Již v těchto kapitolách je popsáno, z jakého důvodu byly PCB někdy i bez dalšího uvážení hojně využívány. Všudypřítomnost škodlivých látek okolo nás, svědčí o tom, že se staly naší nedílnou součástí našich životů.

Téma PCB bylo již několikrát podrobně zpracováno, přesto je tento problém stále závažný a je nutno jej řešit v celosvětovém měřítku. Tím spíše, když polychlorované bifenylly jsou látky zdraví škodlivé. Do průmyslové výroby byly PCB zavedeny již v roce 1929 v Americe. Od té doby tyto látky začaly pronikat a pohybovat se v prostředí okolo nás. Obchodní preparáty s PCB se hojně využívaly i přes to, že se již vědělo o jejich negativních vlastnostech, tyto studie však na lidech nikdy nebyly potvrzeny a výsledky studií u zvířat nebyly z počátku zcela prokazatelné, proto se o stažení z výroby neuvažovalo.

Na to, jak byl problém s PCB závažný, nás i nepřímo upozorňuje legislativa, která se látkám obsahujícím PCB věnuje zejména pomocí Stockholmské úmluvy a Basilejské konvence a dále zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech a vyhláškou č.384/2001 Sb., o nakládání s PCB.

Cílem mé bakalářské práce je všeobecně poznat problematiku PCB, charakterizovat je, popsat jejich vlastnosti a vliv na organismy především však na zdraví člověka. Dále se chci zaměřit na zařazení PCB do současné platné legislativy. Uvést jakým způsobem je možno předcházet škodlivým účinkům. Porovnat názory autorů a vytvořit si objektivní obraz na situaci týkající se polychlorovaných bifenylů a jejich nebezpečnosti jak v minulosti tak v současné době.

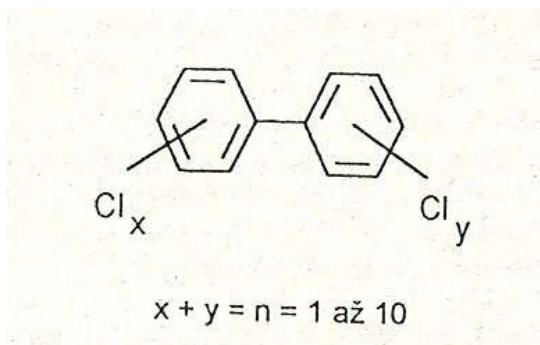
2. Rešerše

2.1. PCB

2.1.1. Charakteristika PCB

Pod název PCB řadíme velkou skupinu látek představující směs bifenyly s různým stupněm substituce vodíkových atomů s 1-10 atomy chloru. Vyskytují se jako technické směsi (Vrablíková a Škrlant, 1991). Bifenyly lze nitrovat, sulfonovat, halogenovat (bromovat, chlorovat), neboť jsou velice reaktivní (Véber a Kredl, 1991). PCB byly vyráběny řízenou chlorací těchto bifenyly, při které mohlo teoreticky vzniknout 209 chemických individuů (kongenerů) (Holoubek, 2000). Sumární vzorec je $C_{12}H_{10-n}Cl_n$, kde počet atomů chloru je jedna až deset, přičemž je statisticky nepravděpodobný vznik kompletní směsi během chlorace bifenyly (Velek a kol., 1995). Obsah chloru v látkách vyrobených s obsahem PCB se pohyboval převážně mezi 21 až 68% (Vávra, 1996).

Obrázek č.1 Chemický vzorec PCB (Velek a kol., 1995)



Jednotlivé izomery se mezi sebou liší některými vlastnostmi i toxicitou. Nejtoxičtější z nich jsou pentachlorodriváty. Ve vodě se prakticky nerozpouštějí, jsou rozpustné prakticky pouze v tucích a organických rozpouštědlech. S vodou tvoří emulze. Rozpustnost ve vodě zvyšují detergenty, organické soli a vysokomolekulární látky typu huminových kyselin. Tyto huminové kyseliny jsou bezbarvé nehořlavé kapaliny (Vrablíková a Škrlant, 1991).

Výšechlorované PCB jsou světle žluté pevné látky voskového vzhledu, které vydrží dlouhodobé zahřívání při 150 °C. Nižechlorované polychlorované bifenyly se mohou destilovat, aniž by se rozkládaly (Vrablíková a Škrlant, 1991). Mimořádná stabilita těchto látek je odpovědná za globální kontaminaci životního prostředí (Punčochář, Pekánek a Stach, 1997).

2.1.2. Vlastnosti

Dle Vrablíkové a Škrlanta (1991) mezi fyzikálně chemické vlastnosti PCB patří především vysoká tepelná a chemická stabilita, odolnost vůči oxidaci, kyselé a alkalické hydrolýze, nízká tenze par, vysoká dielektrická konstanta, lipofilnost, vysoká hustota a nehořlavost, dále molekulová hmotnost od 188 do 494, bod tání 34 - 198°C a bod varu 260 - 450°C.

Přestože jsou polychlorované bifenyly chemicky stálé, podléhají pomalým chemickým změnám za vzniku dimerů, trimerů a kyslíkatých sloučenin (dibenzofurany a difenylestery). Tyto jejich vlastnosti na jedné straně vedly k širokému komerčnímu využití, ale na druhou stranu také vedly ke znečištění všech složek životního prostředí (Velek a kol., 1995).

PCB jsou ve vztahu k člověku nebezpečnými z hlediska akutní toxicity, jestliže totiž dojde v důsledku vstřebávání velmi malé dávky účinné látky (škodlivé látky) k těžkému zpravidla nezvratnému (ireverzibilnímu) poškození zdraví s nebezpečím smrti jedná se o látku s velkou akutní toxicitou (Kolář a Kužel, 2000).

Jak ale uvádí Vrablíková a Škrlant (1995) je akutní toxicita u PCB poměrně nízká. PCB však mají schopnost bioakumulace, zejména v tukových tkáních a orgánech produkujících steroidy. Jsou schopny postupovat placentou do plodu, mateřským mlékem přechází do sajících mláďat, vstřebávají se neporušenou pokožkou a lymfatickým a krevním oběhem se dostávají do mízních uzlin a sleziny.

Jsou induktory jaterních mikrosomálních enzymů. Snižují reprodukční schopnosti vodních živočichů, ptáků a savců. Oslabují imunitu organismu a jsou řazeny mezi látky s karcinogenními účinky. Při vniku PCB do těla se mění i obsah vitamínů A a E v těle a PCB představují i určité riziko genetické poruchy (Vrablíková a Škrlant, 1991).

2.1.3. Historie a výroba PCB

Produkty na bázi PCB se začaly ve světě hromadně vyrábět v padesátých letech pro své vynikající fyzikální a chemické vlastnosti (Vrablíková a Škrlant, 1991). Do průmyslové výroby byly zavedeny polychlorované bifenyly americkou firmou Swan Research v roce 1929 (přestože známé byly již od roku 1881), když se zjistila možnost jejich výroby chlorací laciného bifenyly (Véber a Kredl, 1991). Jak uvádí Barchánková, Poláková a Pavlová (2006) byly PCB poprvé syntetizovány v roce 1867 v Německu (Griefs). Poprvé byl jejich výskyt popsán Prof. Jensenem až v roce 1966, postupně byly popsány jejich hladiny ve všech abiotických a biotických složkách prostředí (Velek a kol, 1995).

Znečištění kontaminanty PCB bylo převážně považováno za problém průmyslových zemí na severní polokouli. Nicméně studie prokázaly, že k distribuci PCB doházelo pod tzv. otevřeným nebem směrem ke středním zeměpisným šířkám (Petra Wallberg, 1998). Výroba PCB probíhala ve velkých chemických kombinátech průmyslově-vyspělých zemích, odkud se dále rozšiřovali do ostatních zemí včetně zemí rozvojových (Barchánková, Poláková a Pavlová, 2006). Obchodní preparáty polychlorovaných bifenyly byly vyráběny pod různými názvy AROCLOR (USA), CLOPHEN (SRN), PYRALEN (Francie) a PHEN'OCOLOR (Francie), FLIX, SOVOL (SSSR) a SOVTOL (SSSR). V České republice byly PCB vyráběny v letech 1959-1984 pod obchodním názvem DELOR (Véber a Kredl, 1991). Vyráběné produkty Delor a Hydolor sloužily například jako dielektrická náplň silových kondenzátorů, teplotnosná kapalina pro těžké setrvačnickové zařízení, nebo jako plastifikátor do nátěrových hmot a polymerních směsí. V letech 1959-1984 byly PCB vyráběny na východním Slovensku v Chemku Strážné. Celková výroba se odhadovala přes 21 000 tu z nichž okolo 46% bylo exportováno do zahraničí (především do bývalé NDR). Našimi největšími odběrateli byly podniky Barvy a laky Praha, ZEZ Žamberk a ČKD Praha (Holoubek, 2006).

PCB se nikdy nevyráběly jako samostatné kongenery, základní technická směs vždy obsahovala množství dalších chlorovaných bifenyly a příměsí takových látek jako jsou dioxiny a dibenzofurany. Sériová výroba byla založena na chloraci bifenyly a následné separaci a čištění požadovaných frakcí. Chlorace se provádí za tepla v tavenině bifenyly suchým chlorem za katalyckého účinku železných pilin nebo FeCl_3 . Teplota chlorace by neměla přesáhnout 150°C . Stupeň chlorace je v zásadě určen délkou reakčního času (zpravidla 12 až 36 hodin). Aby se surový produkt zbavil příměsí (HCl, zbytky katalyzátoru) dočišťoval se praním s roztokem alkalického hydroxidu a vákuovou destilací. Na čiření se používaly hlínky a následná filtrace (Velek a kol., 1995).

Při sériové výrobě vznikaly i vedlejší produkty, jejichž obsah a charakter se měnil dle podmínek výrobního procesu. V různých technických směsích byly detekovány polychlorované dibenzofurany (PCDFs), polychlorované quaterfenyly (PCQs), případně polychlorované naftaleny (PCNs) (Velek a kol., 1995).

Dalo by se říci, že výroba PCB a jejich využití v České republice bylo ovlivněno vývojem plánování v oblasti odpadového hospodářství. V roce 1991 nabyt účinnosti první zákon o odpadech na území ČR, který stanovil povinnost pro původce odpadů zpracovat programy odpadového hospodářství. Tato povinnost se vztahovala na některé podnikatelské subjekty a obce (podle limitu produkce odpadů), okresy a stát. V roce 1995 byl projednán

Program odpadového hospodářství ČR ve vládě. Tento dokument však následně nebyl uplatňován a v důsledku toho se plánovací proces v oblasti odpadového hospodářství v požadovaném rozsahu nezačal. Až v roce 1998 nabyl účinnosti nový zákon o odpadech, ve kterém byla uložena povinnost zpracovat Koncepti odpadového hospodářství. Tato koncepce tedy následně vedla k evidenci o produkci nebezpečných odpadů (MŽP, věstník 2003).

2.1.4. Vstup a pohyb PCB v prostředí

Na základě dostupných pramenů se odhaduje, že do životního prostředí proniklo asi $400 \cdot 10^6$ kg technických směsí na bázi PCB. (Hajšlová a Vávrová, 1991). Jak je již zmíněno v předešlé kapitole jen československý výrobce CHEMKO Strážné, který oficiálně ukončil výrobu těchto látek na jaře roku 1984, do této doby (od roku 1959) vyrobil přes 21 000 tun těchto látek (Barchánová, Poláková a Pavlová, 2006).

Ke kontaminaci docházelo, buď v důsledku havárie uzavřených zdrojů jako jsou transformátory, kondenzátory a další elektrotechnická zařízení, případně únikem z hydraulických či teplosměsných systémů (v uvedených případech se používaly především nížechlorované PCB), nebo přímo různými úkapy, příp. při nevhodných aplikacích izolačních hmot či nátěrů (v posledním případě šlo spíše o výšechlorované PCB) (Hajšlová a Vávrová, 1991).

Významným zdrojem PCB byly i různé skládky odpadů z výroby a upotřebených surovin, ze kterých rozpouštěním a průsaky se mohly tyto kontaminanty dostat do povrchových i podzemních vod. Také odpadní vody podniků, které využívaly ve výrobním procesu PCB byly často jimi znečištěny (Hajšlová a Vávrová, 1991). Jak uvádí Kolář a Kužel v některých odpadních vodách komunálních čistíren splašků se vyskytovalo velké množství PCB společně s těžkými kovy, hlavně Cd, Ni a Cr. Je tedy nutné zdůraznit, že hladiny reziduí PCB jsou vyšší v blízkosti urbanitických a průmyslových lokalit (Hajšlová a Vávrová, 1991). Téměř vždy při podrobném šetření bylo zjištěno, že splašky byly kontaminovány díky technologické nekázni a neodbornosti v podnicích, připojených na kanalizační síť (Kolář a Kužel, 2000).

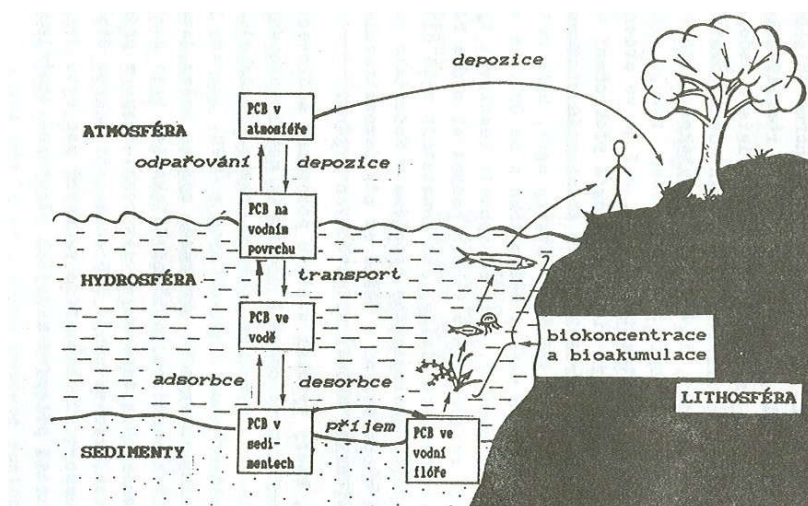
Nebezpečné dále byly všechny budovy s elektrickými instalacemi a zařízeními, kde se používaly polychlorované bifenyly. Požáry elektrického zařízení, které bylo izolováno těmito polychlorovanými bifenyly, představovalo velké nebezpečí pro veřejnost. Například požáry budov v Binghamtonu v roce 1981 a v San Francisku v červenci 1983 zamořily okolí vysoce toxickými sazemi (Véber a Kredl, 1991).

V současné době je hlavním zdrojem expozice u celkové populace vlastně redistribuce PCB, které již v minulých letech pronikly do prostředí. K redistribuci dochází těkáním z půdy a vody do ovzduší s následným přenosem vzduchem a mokrou nebo suchou depozicí PCB navázaných na částice, které opět přestupují do ovzduší. PCB a jiné polotěkavé látky, existují ve vzduchu jako páry, jsou adsorbovány na částičky hmoty (tuhé exhaláty, prach apod.) (Véber a Kredl, 1991). Protože různé PCB se vyznačují různou těkavostí a degradovatelností, mění se v důsledku redistribuce také složení směsi PCB v prostředí (Hygienická směrnice č.68, 1994).

Pohyb PCB, stejně jako je tomu u řady dalších perzistentních polutantů je podmíněn řadou faktorů (Hajšlová a Vávrová, 1991). Pro tyto perzistentní polutanty je charakteristické, že přetrvávají v prostředí dlouho a velmi pomalu se rozkládají (Anonym, 1995).

Pro studium a predikci chování takovýchto látek v prostředí lze využít tzv. Maskayův model. "Modelový svět" je reprezentován vodním rezervoárem (jezírkem) o známém objemu vody, suspendovaných částic, sedimentů a živých organismů. Po vnesení testovaného kontaminantu do tohoto prostředí je pak sledována jeho distribuce mezi jednotlivé složky konstanty za daných podmínek. Tak např. snížení teploty vody z hodnot typických pro mírné pásmo na hodnotu odpovídající arktickému či subarktickému prostředí, rezultuje v následujících změnách: zvýší se rozsah adsorpce PCB na tuhé částice suspendované ve vodě a zároveň pochopitelně klesnou ztráty v důsledku odpařování. V atmosféře obklopující vodní plochu jsou za této situace PCB spíše ve formě aerosolu než v plynném stavu, zaznamenat lze současně vzrůst rozsahu vstupu PCB do vody ve formě suché i mokré depozice. Snížení teploty je doprovázeno i zpomalením jejich degradace (Hajšlová a Vávrová, 1991).

Obrázek č. 2 Pohyb PCB v prostředí (Hajšlová a Vávrová, 1991).



2.2. Účinky na organismy

2.2.1. Účinky na rostliny

PCB představují univerzální kontaminanty životního prostředí a lze říci, že se vyskytují ve většině složek životního prostředí, jak abiotických tak biotických (Hygienická směrnice č.68, 1994). Sloučeniny z nich vznikající náleží mezi velmi závažné polutanty všech složek biosféry (Véber a Kredl, 1991). PCB jsou přítomny ve vyšších či nižších hladinách v půdě prakticky ve všech zemědělských oblastech. Podle Velka (1995) koncentrace v jednotlivých vrstvách půd a sedimentů může sloužit jako záznam změn v časové akumulaci těchto látek. Zákonitě vzniká otázka, zda rostliny mají schopnost přijímat rezidua z půdy, jinými slovy, jaké existuje riziko produkce kontaminovaných plodin v oblastech s vyššími hladinami PCB v zemině. V této souvislosti je nutné připomenout, že při zodpovězení této otázky je nutné zohlednit i možnost kontaminace imisemi, neboť tento druh transportu PCB v životním prostředí, byl prokázán a přispívá výraznou měrou k jejich všudypřítomnosti (Hajšlová a Vávrová, 1991). Na rostlinných tkáňových kulturách byla sledována akumulace některých chlorobifenyly. Druhotné rozdíly byly dány rozdílným obsahem tuku v jednotlivých kulturách. Byla prokázána lineární závislost mezi obsahem tuku a příjmem bifenyly (Šrobárová, 1991). Výjimku tvořily kultury rostoucí v blízkosti výrobních závodů nebo skládek PCB. Stromy rostoucí v okolí skládky přístrojů, které obsahovaly PCB, byly kontaminovány ještě ve vzdálenosti 14 km od skládky (Véber a Kredl, 1991).

2.2.2. Vliv na zvířata (skot, kuřata, ryby)

Vliv na zvířata je markantnější. Obecně lze konstatovat, že akumulace PCB v rybách, ptácích, vajíčkách či tukových tkáních savců je podstatně významnější než v případě rostlin. Toxikologické vlastnosti PCB v souvislosti s hospodářskými zvířaty nebyly systematicky sledovány. Proto se vychází především z údajů známých pro laboratorní zvířata (Hajšlová a Vávrová, 1991). V dosavadních studiích na zvířatech byla sledována hlavně perorální, inhalační a dermální expozice PCB ve směsi i jednotlivým. Obecně lze říci, že v případě perorální expozice dochází k rychlému vstřebávání PCB v gastrointestinálním traktu. Je prokázáno, že i u lidí dochází ke vstřebávání PCB, ale o jeho rychlosti máme pouze omezené informace (Hygienická směrnice č.68, 1994).

Na základě těchto údajů o distribuci PCB lze usuzovat, že kinetika jejich vstřebávání je dvoufázová, přičemž v první fázi dochází k rychlému odstranění z krve a v druhé

k akumulaci v játrech a tukové tkáni různých orgánů. Byl prokázán transplacentární postup, fetální akumulace a přestup do mléka (Hygienická směrnice č.68, 1994).

Nejvýznamnějšími a nejčastěji se vyskytujícími symptomy akutní intoxikace PCB byly ztráty tělesné hmotnosti, ataxie, patologické změny projevující se zvětšením jater, atrofií štítné žlázy a změnami na kůži a u člověka na nehtech (chlorakné, hyperpigmentace) (Hygienická směrnice č.68, 1994).

Biologické a toxikologické vlastnosti byly u nás sledovány především na kuřatech a u ryb. U kuřat PCB vyvolávaly ztížené dýchání, břišní exudáty, poškození ledvin, projevil se také vliv na snížení hmotnosti, nižší hladinu hemoglobinu, krevní glukózy a nižší hematokrit. Ovlivněny byly také hladiny steroidních hormonů. Toxikologické studie prováděné u ryb prokázaly, že dochází k ovlivnění především plůdku (Hajšlová a Vávrová, 1991).

V nedávné minulosti (roku 2004) byl proveden výzkum uskutečněný na povodí řeky Skalice, kde v tomto roce provedeny odběry vzorků indikátorových druhů ryb, pijavek, biofilmu a sedimentů na 6 různých lokalitách podél toku řeky. Pro hodnocení byly vybrány tyto druhy ryb jelec tloušť (*Leuciscus cephalus*), okoun říční (*Perca fluviatilis*), plotice obecná (*Rutilus rutilus*) a úhoř říční (*Anguilla anguilla*). Ryby byly při výzkumu uloveny pomocí elektrického agregátu, následně usmrceny a roztrženy podle druhů a velikostí. Poté byly vytvořeny směsné vzorky a provedeny chemické analýzy v Ústavu chemie a analýzy potravin VŠCHT. Ze zjištěných výsledků vyplývá, že zatížení ryb PCB vyjádřené obsahem těchto látek v tuku se projevilo zejména u okouna říčního. V tomto případě se však jednalo nejspíše o druhy migrující, jejichž obsah PCB neodpovídal druhům ostatním. Došlo dále k porovnání s výsledky z roku 1993 a 1994, kdy byl obsah PCB v organismech markantnější. Všeobecně tedy říci, že hodnoty, které byly u ryb v dané lokalitě zjištěny, nepřesahují limity a dochází v současné době ke snížení těchto nebezpečných látek (Žlábek a kol., 2005).

Pokud se ovšem vrátíme ke kontaminaci PCB hospodářských zvířat, dělo se toto hlavně prostřednictvím krmiv. Obsahy v krmivech mají svůj původ zejména v kontaminaci skladovacích prostorů. Nátěrové hmoty už v malých množstvích výrazně krmiva kontaminují. Např. 15g barvy s obsahem 10g PCB. kg⁻¹ kontaminuje 100 g tuku na hodnotu 1,5 mg.kg⁻¹. Nátěry 1m² obsahují až 20 g PCB (Vrablíková a Škralnt, 1991).

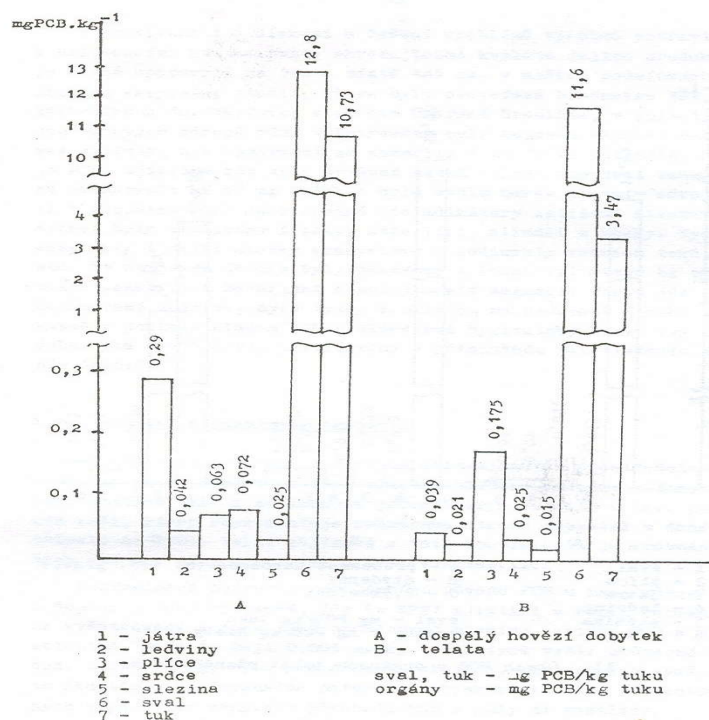
Dle Vrablíkové a Škralanta (1991) při odstranění nátěrových hmot z betonových stěn dochází k další kontaminaci krmiv důsledkem jejich průniku. Silážní a senážní prostory a stájová technologie byly zbaveny nátěrů s obsahem PCB. Přesto PCB pronikly betonem až do hloubky 10 cm a jsou schopny další kontaminace. Byly tedy provedeny obnovy nátěry

kovových konstrukcí ve stájích a výběžcích, senážních věžích, silážních žlabech, dále bylo provedeno jejich opískování a obnova výstelek žlabů. Ke kontaminaci skotu docházelo hlavně perorálně (kontaminovanými krmivy, napájením z kontaminované vody, přímým olizováním nátěrů konstrukcí) nebo perkutanně (vstřebávání barev přímo do kůže) a respiračně (Vrablíková a Škrlant, 1991).

Zelené krmení však může být kontaminováno i imisemi, obecně však tato cesta ve srovnání s nátěry není tolik významná. Je nutno podotknout, že ke zvýšenému příjmu PCB zvířaty může dojít i v případě zkrmování netradičních krmiv, zejména živočišného původu, jako jsou kafilární tuky, drůbeží exkrementy, příp. podestýlka. Také zkrmování čistírenských kalů je rizikové (Hajšlová a Vávrová, 1991).

Při expozici PCB dochází již v prvních dnech k prudkému vzrůstu reziduí v mléce a v tukových tkáních. Pokud se podaří odstranit zdroj kontaminace, lze očekávat v průběhu následujících dvou týdnů relativně značný pokles reziduí v mléce, často až na polovinu. Po skončení této tzv. rychlé části eliminace se pokles hladin PCB již zpomalí (Hajšlová a Vávrová, 1991).

Tabulka 1. Průměrné hodnoty PCB v orgánech a tuku hovězího dobytka (Hajšlová a Vávrová, 1991)



10. Průměrné hodnoty PCB v orgánech a tuku hovězího dobytka

2.2.3 Vliv na člověka

K expozici člověka dochází převážně prostřednictvím potravního řetězce, i když nelze zanedbat ani perkutanní a respirační kontaminaci. Při intoxikaci organismu PCB dochází k poškození jater, ledvin, kůže, narušení imunitního systému, reprodukce a k hormonálním poruchám. V organismu vyvolávají výrazné zvýšení hladiny cholesterolu. Zvyšují se tak rizika srdečních a cévních chorob a nádorových onemocnění. Dochází především k postupnému hromadění v těle hlavně v tukové tkáni. PCB dále také pronikají placentou, takže se již rodí děti s obsahem PCB v těle (Vrablíková a Škrlant, 1991).

Podle Hajšlové a Vávrové (1991) není kontaminace potravního řetězce pomocí potravin rostlinného původu, stejně jako v Německu, významná. Podstatně nepříznivější byly u nás kontaminace potravin, které byly živočišného původu. Situace byla v minulosti dosti závažná hlavně u hovězího masa a syrového mléka. Poměrně vysoké byly i hladiny PCB v mase sladkovodních ryb (zvláště dravých a s vyšším obsahem tuku), které je kumulují, ale nemetabolizují. Rizikovými druhy byly zejména mečouni, žraloci, makrely a do jisté míry i tuňáci a lososy, kteří byly chováni v rybích farmách (Doležal, 2005). Akutní perární a dermální toxicita je sice nízká, ale po několika hodinách může dojít k výskytu kožní vyrážky. Dále bylo po dlouhodobé expozici vysokými koncentracemi PCB zjištěno svědění, pocity pálení, podráždění spojivek, pigmentace prstů na rukou a nehtech (Hajšlová a Vávrová, 1991).

Jak již bylo zmíněno nepříznivé vlastnosti byly zjištěny podstatně později než jejich přednosti. Nejvíce poznatků o účincích na lidský organismus bylo získáno v Japonsku, kde při aféře nazývané YUSHO bylo v roce 1968 zdravotně postiženo 14 až 15 tisíc lidí. T požili olej znečištěný PCB v menší míře také běžné doprovodné dibenzofurany (Vávra, 1996). Tento olej byl znečištěn v důsledku havárie termochladicího systému. Přímá úmrtí sice nebyla zaznamenána, ale průběh onemocnění byl vážný s bolestivými vyrážkami na kůži, jaterními a ledvinovými poruchami a následně pak byl zjišťován ve skupině nemocných vyšší výskyt karcinomů žaludku (Neumann, 2003).

2.3. Metody stanovení a odstranění PCB

2.3.1. Metodika stanovení polychlorovaných bifenylů

V literatuře je uvedena celá škála pracovních postupů pro stanovení PCB. Většinou jde o metody vyvinuté pro stanovení reziduí chlorovaných pesticidů, umožňující i stanovení

polychlorovaných bifenyly. Obecně však lze metody shrnout do čtyř úseků (Véber a Kredl, 1991).

Prvním tímto úsekem je extrakce PCB ze vzorků. Na tuto extrakci PCB z biologických vzorků bylo vyzkoušeno mnoho různých rozpouštědel i jejich směsí. Použitá rozpouštědla zahrnovala řadu od nepolárního petroléru, pentanu nebo hexanu, přes směsi jako etyléter-hexan, aceton-petroléter nebo aceton-hexan, až po chloroform a chloroform-methanol. Vzorky biologického materiálu se před extrakcí vysoušely bezvodým síranem sodným, někdy i chloridem vápenatým či Celitem 545. Výťažnost metod extrakce PCB z biologického materiálu bývá všeobecně vyšší než 90% pro všechna použitá rozpouštědla a pracovní podmínky. Někdy byla dávana přednost extrakci n-hexanem v Soxhelově extraktoru před extrakcí petrolérem, která trvala 7 hodin. Všeobecně se prováděly extrakce PCB s ohledem na povahu analyzovaného materiálu (Véber a Kredl, 1991).

Další metodou je čištění extraktů od balastních látek, kde spolu s polychlorovanými bifenyly byly extrahovány i tuky a rezidua chlorovaných pesticidů. Protože přítomnost tuků silně vadí při plynově chromatografické analýze, je třeba lipoidní látky z extraktů odstranit (Véber a Kredl, 1991).

Toto čištění extraktů od balastních látek může být dle Vébera a Kredla (1991) rozděleno do pěti skupin. Metody spočívající na chemickém rozkladu tuků, dále metody založené na dělení mezi dvěma nemísitelnými rozpouštědly, metody adsorpční chromatografie, metody gelové chromatografie a v neposlední řadě nízkoteplotní srážení lipidů.

Dalšími úseky, kterými je možno stanovit PCB byly např. separace PCB od organochlorových pesticidů a kvalitativní a kvantitativní analýza. Při těchto metodách je nejčastěji použita plynová chromatografie, za použití detektoru elektronového záchytu (ECD), který zkonstruovali Lovelock a Lipský v roce 1960 (Véber a Kredl, 1991).

Při plynově chromatografické analýze polychlorovaných bifenyly lze použít náplňových kolon, nebo kolon kapilárních. Náplňové kolony jsou plněny převážně jedno nebo více složkovými fázemi, tvořenými vesměs silikonovými oleji a vysokovroucími polyestery. Účinnost náplňových kolon umožňuje separaci pouze velmi omezeného počtu jednotlivých polychlorovaných bifenyly (kongenerů). Mnoho biologických vzorků však obsahuje vedle PCB i rezidua chlorovaných pesticidů, zejména DDT, které následně komplikují stanovení PCB (Himberg et al., 1987).

Dle Vávrové (1984) se pro detailní a přesné analýzy používaly kapilární kolony, na nichž docházelo k lepšímu rozdělení jednotlivých izomerů. Jako stacionární fáze byly použity silikátové oleje.

2.3.2. Metody odstraňování PCB

PCB patří mezi světově nejnebezpečnější kontaminanty životního prostředí. Vzhledem k jejich vysoké chemické rezistenci představují zároveň velmi těžko likvidovatelný odpad. Likvidace polychlorovaných bifenyly se stala záhy po zjištění jejich biologicko-toxikologických účinků předmětem soustavného výzkumu. Vedle vysokoteplotního spalování v řadě zařízení a alternativních postupů byla pozornost věnována i metodám chemické degradace PCB (Hetflejš, 1993).

Jak uvádí Hetflejš chemické metody je možno rozřadit podle typu převládající reakce na: a) procesy v nich je štěpení C-Cl vazeb spojeno se vznikem kondenzačních produktů, do této skupiny patří tzv. sodíkový proces, kondenzace naftalenidem sodným a dalšími kovy 1. a 2. skupiny

b) procesy založené na substituci chloru C-Cl vazby nukleofilními činidly jako jsou alkoholáty alkalických kovů, dále thioláty a amidy

c) metody využívající reduktivní dehalogenace PCB hydridy kovů 1. až 3. skupiny, případně sodíkem

d) oxidační štěpení PCB za oxidačních resp. redukčních podmínek v přítomnosti reaktivních látek (např. taveniny kovů)

f) ostatní metody, kdy je rozklad způsoben jinými druhy energie (např. gamma záření, fotochemicky)

Zatímco procesy a) až c) vedou k nedestruktivní dehalogenaci PCB, postupy d) až f) poskytují pestrou škálu degradačních produktů (Hetflejš, 1993).

Jedním z možných způsobů snížení koncentrace PCB látek, resp. jejich odstranění ze životního prostředí je jejich biodegradace pomocí selektovaných mikroorganismů, které jsou schopny transformovat je na méně odolné produkty za aerobních nebo anaerobních podmínek. Všeobecně se v minulosti usuzovalo, že anaerobní redukční dehalogenizace vysoko chlorovaných molekul je pravděpodobně jediný mechanismus jejich biologické destrukce (Vrána a kol., 1994).

2.4. Legislativa a zařazení PCB

Jak bylo již naznačeno v předešlých kapitolách, vznik odpadů doprovází všechny výrobní i nevýrobní procesy. Odpadové hospodářství se bezprostředně dotýká všech stupňů výrobního a spotřebního cyklu od těžby surovin přes výrobu, dopravu a spotřebu produktů až po jejich odstranění. Některé otázky, které dříve byly považovány za lokální záležitost, jsou dnes otázkami mezinárodního a globálního charakteru (Kolář a Kužel, 2000). Příčinou narůstajícího množství odpadů je především zapříčiněn růstem životní úrovně a většími nároky na průmyslovou výrobu a zemědělské provozy (Nesvadba a Velek, 1983). Odpady jsou tedy produktem lidské činnosti. Základním účelem nakládání s odpady je ochrana prostředí před negativním působením odpadů a účelné využívání přírodních zdrojů (Slezák, 2004).

Právní normy, zajišťující legislativní úpravu ochrany životního prostředí a nakládání s odpady, patří mezi ty, které se v nedávném období a v současnosti nejdynamičtěji vyvíjí svým obsahem, rozsahem i četností. Složková legislativa je upravována do komplexního právního rámce (Mareček a kol., 2003).

2.4.1. Zákon o odpadech

Řada zásadních opatření, která se mají v ČR v oblasti ochrany životního prostředí a lidského zdraví před škodlivým působením PCB a několika podobných látek realizovat, má základ v právních předpisech EU a v určité míře v mezistátních smlouvách, ke kterým ČR přistoupila (např. Basilejská konvence a Stockholmská smlouva.) Stěžejní povinností ČR bylo transportovat do české legislativy směrnici Rady 96/59/EC ke zneškodňování polychlorovaných bifenylyů a polychlorovaných terfenylyů (PCB/PCT). Podstatná část této směrnice byla transportována do zákona o odpadech č. 185/2001 Sb. (Barchánková, Poláková a Pavlová, 2006).

Tento zákon je stěžejní v oblasti odpadového hospodářství zákon č.185/2001 Sb. o odpadech, který je již třetí navazující právní normou, která řeší problematiku odpadů, předcházení jejich vzniku, omezování vzniku odpadů i následné zacházení a nakládání s odpady. Prvním zákonem byl zákon č. 239/1991 Sb. o odpadech, který byl později nahrazen zákonem č. 125/1997 Sb. o odpadech (Mareček a kol., 2003).

Odpady dělíme podle jejich vlivu na lidský organismus, jiné živé organismy a životní prostředí. Podle těchto vlivů rozeznáváme odpady kategorie ostatní, jejichž případné negativní vlivy jsou charakterizovány projevy nedosahujícími dohodnutých mezinárodních

projevů. Nebezpečné odpady alespoň v jednom z dohodnutých a sledovaných projevů překračují mezní (limitní) projev, který je považován za škodlivý. Škodlivý vliv odpadů této kategorie na své okolí přesáhl míru, která je z hlediska odolnosti okolí významná a pro okolí nebezpečná (Kolář a Kužel, 2000).

Nebezpečné odpady byly často odstraňovány pomocí skládkování. Většina těchto skládek vznikala v minulosti v blízkosti velkých podniků. Důsledkem tohoto je jejich nerovnoměrné rozmístění v rámci území České republiky. Někteří původci nebezpečných odpadů tak měli zhoršenou pozici při zajišťování odstranění jimi produkováných nebezpečných odpadů. Dalším způsobem odstranění těchto odpadů bylo jejich spalování, tyto spalovny vznikaly zejména v oblastech, kde byl rozšířen chemický průmysl. Kromě spalování odpadů ve speciálních spalovnách se odpady v roce 2002 spalovaly i ve 4 cementárnách. V roce 2001 bylo evidováno 67 spaloven nebezpečných odpadů s projektovou kapacitou 113 00 tun/rok. Počet spaloven nebezpečných odpadů stále klesá a bude klesat i do budoucna. V roce 2003 již bylo v průzkumu zjištěno 45 spaloven. Tyto spalovny musely splnit emisní limity a další podmínky provozování podle zákona o ochraně ovzduší do 28.12 2004 (MŽP Věstník, 2003).

Podle přílohy č. 2 k zákonu č.185/2000 Sb., o odpadech jsou za nebezpečné vlastnosti považovány čtrnáct vlastností.

Kód	Nebezpečná vlastnost odpadu
H1	Výbušnost
H2	Oxidační schopnost
H3-A	Vysoká hořlavost
H3-B	Hořlavost
H4	Dráždivost
H5	Škodlivost zdraví
H6	Toxicita
H7	Karcinogenita
H8	Žíravost
H9	Infekčnost
H10	Teratogenita
H11	Mutagenita
H12	Schopnost uvolňovat vysoce toxické nebo toxické plyny ve styku s vodou, vzduchem nebo kyselinami
H13	Schopnost uvolňovat nebezpečné látky do životního prostředí při nebo po odstraňování
H14	Ekotoxicita

Tyto nebezpečné vlastnosti jsou definovány vyhláškou č.376/2001 Sb. o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů ve znění pozdějších předpisů.

H1-Výbušnost je vlastnost, kterou mají odpady, jež mohou působením tepelných podmětů explodovat, nebo které jsou citlivější k nárazům či tření. Dále ty u nichž je možno vyvolat reakce detonativního charakteru nebo které jsou schopné samovolného rozkladu s uvolněním tepla, jenž může vést k výbuchu.

H2-Oxidační schopnost je vlastnost odpadů látek/přípravků, které jsou schopny uvolňovat kyslík a poskytovat ho jiným látkách a tím vyvolat vysoce exotermní reakce po kontaktu nebo ve směsi s jinými látkami, zejména hořlavými. Tuto vlastnost mají v souladu s výsledky předepsaných zkoušek organické peroxidy (některé druhy), které jsou vysoce hořlavé dokonce i když nejsou v kontaktu s jinou hořlavou látkou. Dále ostatní oxidační látky (např. některé chlorečnany, dusičnany), které mohou způsobit požár, zvýšit riziko jeho vzniku nebo se stát výbušnými, přijdou-li do kontaktu s hořlavým materiálem.

H3-A- Vysoká hořlavost je vlastnost odpadů látek/přípravků, které jsou kapalinami s bodem vzplanutí ve stanoveném uzavřeném kelímku, nižším než 21°C, jejichž směs par se vzduchem za teploty a barometrického tlaku okolí může být nebezpečná vzplanutím/výbuchem. Dále mohou být plynného skupenství a za teploty a barometrického tlaku okolí mohou se vzduchem tvořit výbušnou směs s měřitelnou dolní a horní mezí výbušnosti. Látky také mohou být tuhého nebo kapalného skupenství schopné při styku s vodou nebo vzdušnou vlhkostí uvolňovat za podmínek zkoušky hořlavé plyny rychlostí nejméně jednoho litru plynu z jednoho kilogramu látky/přípravku za jednu hodinu nebo které se v průběhu zkoušky samovznítí.

H3-B-Hořlavost je vlastnost odpadů, které jsou kapalinami s bodem vzplanutí, ve stanoveném uzavřeném kelímku, vyšším nebo rovným 21°C a nižším nebo rovným 55°C nebo kapalinami s bodem vzplanutí vyšším nebo rovným 55°C, pokud jsou zahřáty na/nad teplotu jejich bodu vzplanutí.

H4- Dráždivost. Dráždivé látky jsou látky, které nemají vlastnosti žíraviny, ale při přímém dlouhodobém nebo opakovaném styku s kůží nebo sliznicí mohou vyvolat zánět.

H5- Látky zdraví škodlivé jsou látky, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví nebo smrt.

H6- Toxicita. Toxické jsou látky, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou i v malém množství způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví nebo smrt.

H7- Látky karcinogenní jsou látky, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu rakoviny.

H8- Žiravost je nebezpečná vlastnost ve vztahu k člověku z hlediska žiravého účinku, jestliže může způsobit těžké poškozením, když přijde do styku s živou tkání.

H9- Infekčnost je nebezpečná vlastnost odpadu, kdy může dojít k přenosu závažného infekčního onemocnění. Jestliže například obsahuje patogenní mikroorganismy s dostatečnou virulencí v koncentraci nebo množství, kdy expozicí by mohlo vzniknout onemocnění člověka nebo zvířete.

H10- Teratogenita je nebezpečná vlastnost odpadu, která může poškodit reprodukční schopnost a dále může narušit plod v těle matky.

H11-Mutagenní jsou látky, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu genetických poškození.

H12- Schopnost uvolňovat vysoce toxické nebo toxické plyny ve styku s vodou, vzduchem nebo kyselinami mají odpady, které uvolňují ve styku s vodou nebo s kyselinami nebo se vzduchem více než $1 \text{ l.h}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ vysoce toxického nebo toxického plynu.

H13- Schopnost uvolňovat nebezpečné látky do životního prostředí při nebo po jejich odstraňování, mají odpady, které mohou jakýmkoliv způsobem uvolňovat nebo vést při nebo po svém odstranění ke vzniku škodlivých látek, které negativně působí na životní prostředí a zdraví lidí.

H14- Ekotoxicita je vlastnost, kterou mají odpady, které představují akutní či pozdní nebezpečí v důsledku nepříznivého zatížení životního prostředí biologickou akumulací nebo toxickými účinky na biotické systémy. Jedná se o odpady, které vykazují účinky alespoň pro jeden z testovacích organismů při určené době působení testované látky na testovací organismus.

Specificky pro PCB je uvedena hodnota limitního obsahu pro hodnocení nebezpečné vlastnosti H13. Tato hodnota činí 20mg/kg sušiny (pro 6 kongenerů). Pokud jde o analytickou metodu stanovení odkazuje vyhláška č.384/2001 Sb. na vyhlášku č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, v platném znění (Barchánková, Poláková a Pavlová, 2006).

PCB jsou zákonem zařazeny mezi vybrané výrobky, vybrané odpady a vybraná zařízení (§25) a speciálně se jim věnují další paragrafy (§26 a §27) (Barchánková, Poláková a Pavlová, 2006). Podle § 26 se pro účely tohoto zákona rozumí PCB- polychlorované bifenyly, polychlorované terfenyly, monomethyltetrachlordifenylmetan, monometyldichlordifenylmetan,

monometyldibromdifenylmetan, veškeré směsi obsahující jednu nebo více uvedených látek v celkové koncentraci těchto látek vyšších než 50mg/kg.

Dále se rozumí zařízením obsahujícím PCB každé zařízení, které obsahuje nebo obsahovalo PCB a nebylo dekontaminováno. Zřízení obsahující PCB a podléhající evidenci je zařízení, které obsahuje PCB s celkovým obsahem náplně PCB více než 5 litrů. Zařízeními, které mohou obsahovat PCB a podléhají evidenci se v tomto zákoně rozumí olejové transformátory, kondenzátory s kapalným dielektrik, rezistory, indukční cívky a další elektrotechnická zařízení plněná elektroizolační kapalinou, hydraulická důlní zařízení, vakuová čerpadla, průmyslová zařízení s ohřevem teplotnosnou kapalinou (duplikátory, obalovny silniční drti a podobně) nebo části těchto zařízení obsahující více než 5 litrů kapalin (zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech).

Dekontaminací jsou veškeré postupy, které umožní, aby zařízení, objekty a materiály obsahující PCB mohou být znovu využívány, recyklovány nebo odstraněny a které mohou zahrnovat i náhradu PCB vhodnými látkami neobsahujícími PCB (Barchánková, Poláková a Pavlová, 2006).

V zákoně je také stanovena zásadní povinnost, že vlastníci (držitelé) PCB, odpadů s obsahem PCB a zařízení obsahujících PCB a podléhají evidenci, jsou povinni zajistit jejich odstranění. Jako nejzazší termín splnění této povinnosti je uveden konec roku 2010 (Barchánková, Poláková a Pavlová, 2006).

2.4.2. Plán odpadového hospodářství (POH)

Byl přijat v souladu s principy udržitelného rozvoje vládou České republiky (nařízení č.197/2003 Sb.). Plán odpadového hospodářství vyhodnocuje stav odpadového hospodářství a ve své závazné části řeší v obecné rovině předcházení vzniku odpadů, využívání odpadů a bezpečné odstraňování odpadů. Ukládá zásady pro nakládání s nebezpečnými odpady, s vybranými odpady, zásady pro vytváření jednotné a přiměřené sítě zařízení k nakládání s odpady, zásady pro rozhodování ve věcech dovozu a vývozu odpadů. Určuje podíl recyklovaných odpadů, podíl odpadů ukládaný na skládky a maximální množství organické složky ve hmotě ukládané na skládky (Slezák, 2004).

V současné době je plán odpadového hospodářství zpracován na dobu 10 let tj. od roku 2003 až do roku 2012 a je měněn bezprostředně po každé zásadní změně podmínek, na jejichž základě byl zpracován (MŽP, věstník 2003).

Jak již bylo zmíněno v úvodu této kapitoly, plán odpadového hospodářství České republiky je členěn na 4 základní části. První z těchto částí je úvod, který poskytuje základní

informace o působnosti, platnosti, struktuře a obsahu POH ČR. Dále uvádí demografii a geografii České republiky, stav hospodářství a vývoj plánování odpadového hospodářství na území ČR. Druhou částí POH je vyhodnocení stavu odpadového hospodářství ČR, kde je podán přehled o současném způsobu nakládání s odpady na území ČR a dalších činnostech, které mají na oblast hospodaření s odpady vliv, porovnání stavu odpadového hospodářství ČR s členskými státy EU. Tuto část uzavírá přehled klíčových problémů odpadového hospodářství na území našeho státu (MŽP, věstník 2003).

Závazná část je součástí právního řádu České republiky. Řeší v obecné rovině předcházení vzniku odpadů, využívání odpadů a jejich bezpečné odstraňování, dále stanoví specifické zásady, cíle a opatření k omezování množství odpadů a jejich nebezpečných vlastností, řešení je zaměřeno zejména na odpady vyjmenované v § 42 zákona o odpadech. Celková produkce těchto nebezpečných odpadů je odhadnuta na 2,4 až 3,9 milionu tun v posledních pěti letech. Z toho okolo 50% tvoří tyto odpady pocházející z průmyslu. V porovnání oproti jiných členských států EU má Česká republika podle zhodnocení POH 3-4x vyšší produkci (MŽP, věstník 2003).

Poslední částí POH České republiky je směrná část, která uvádí přehled nástrojů pro splnění stanovených cílů, systém řízení změn v odpadovém hospodářství, zdůvodnění navržených opatření, přehled indikátorů ke sledování změn v odpadovém hospodářství, návrh na rozpracování POH ČR, včetně přehledu připravovaných směrnic ES z oblasti odpadového hospodářství, které budou v ČR v pozici členského státu EU závazné (MŽP, věstník 2003).

Důležitou kapitolou v POH České republiky je část druhá, která vyhodnocuje stav odpadového hospodářství, kde je uveden stav nakládání s vybranými výrobky, vybranými odpady a vybranými zařízeními podle části 4 a 5 zákona o odpadech a dalšími významnými skupinami odpadů, zde je zahrnuta i problematika PCB a PCT (MŽP, věstník 2003).

2.4.3. Vyhláška MŽP č.384/2001 Sb., o nakládání s PCB

Tato vyhláška byla vydána Ministerstvem životního prostředí v dohodě s Ministerstvem zdravotnictví. Účinnosti tato vyhláška nabyla dne 1. ledna roku 2002. Paragraf §1 se věnuje především technickým požadavkům na nakládání s PCB z hlediska ochrany životního prostředí. Dále na dekontaminaci, která podle §26 písmena c) zákona může být prováděna pouze postupy uvedenými ve zvláštních právních předpisech. Vlastník (držitel) zařízení podléhajících evidenci musí podle této vyhlášky zajistit, aby zařízení, které bylo dekontaminováno, nebo u něj byla potvrzena neexistence PCB, nemohlo být opět

kontaminováno PCB, a to především při dodávce nové provozní kapaliny, při její úpravě (filtraci, regeneraci atd.), při údržbě zařízení atd. (vyhláška MŽP č.384/2001 Sb.)

V dalších paragrafech uvádí vyhláška rozhodčí postupy pro stanovení PCB v provozních kapalinách zařízení a specifikuje, že odběry vzorků pro účely vedení evidence zařízení mohou provádět pouze osoby certifikované podle ČSN 45013 a které splňují odbornou způsobilost podle zvláštních předpisů (Barchánková, Poláková a Pavlová, 2006). Tyto postupy pro stanovení PCB jsou uvedeny v příloze č.1 k této vyhlášce (vyhláška č.384/2001 Sb., o nakládání s PCB).

Dále v § 3 jsou podrobnosti o prokazování neexistence PCB. Provozovatel nebo vlastník zařízení prokazuje neexistenci PCB Ministerstvu životního prostředí na evidenčním listu. Ve vyhlášce č. 384/2001 Sb. je upřesněno, jak se označují zařízení obsahující PCB a podléhající evidenci, jak se označují dekontaminovaná zařízení (vyhláška MŽP č.384/2001 Sb.)

2.4.4. Stockholmská úmluva

Stockholmská úmluva o perzistentních organických polutantech ze dne 22. května 2001 zavazuje smluvní strany k odstranění výroby a použití nebo k omezenému využívání vybraných látek definovaných Úmluvou. Pro Stockholmskou úmluvu je typické, že je pojata globálně, má konkrétní cíle i v rozvojových zemích (Holoubek, 2006). Je určena k ochraně zdraví a životního prostředí před škodlivými vlivy. V návaznosti na podpis Úmluvy se Česká republika stala jednou z cílových zemí pro finanční a technickou pomoc poskytovanou Globálním fondem pro životní prostředí (Národní implementační plán Stockholmské úmluvy o perzistentních organických polutantech).

Seznamy vybraných látek, kterých se Stockholmská úmluva týká jsou v přílohách A a B, v příloze C jsou uvedeny látky uvolňované při technologických procesech a unikají do ovzduší jako škodliviny. V příloze A jsou zahrnuty i PCB, kdy podle této Úmluvy má každá smluvní strana za povinnost přijmout opatření k odstranění použití PCB v zařízeních (např. v transformátorech, kondenzátorech nebo jiných nádobách obsahujících kapalnou zásobu) do roku 2025. Dále musí podporovat opatření ke snížení rizik při používání polychlorovaných bifenyly. Učinit co možná nejdříve opatření k šetrnému nakládání s odpadními kapalinami a zařízeními kontaminovanými polychlorovanými bifenyly s obsahem PCB vyšším než 0,005%, nejpozději však v roce 2028. Smluvní strany jsou dále povinny každých pět let

vypracovat zprávu o pokroku při odstraňování PCB a poskytnout ji konferenci smluvních stran (Holoubek, 2006).

2.4.5. Národní implementační plán Stockholmské úmluvy v České republice

Návrh Národního implementačního plánu (NIP) pro implementaci Stockholmské úmluvy o Perzistentních organických polutantech v České republice byl připraven v rámci projektu „Enabling activities to facilitate early action in the implementation of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) in the Czech republic“. Zadavatelem byla organizace OSN pro průmyslový rozvoj UNIDO zplnomocněná Radou globálního fondu pro životní prostředí (Holoubek 2006).

Základním předmětem daného projektu je napomoci České republice v implementaci Stockholmské úmluvy a při přípravě a přijetí jejího Národního implementačního plánu pro perzistentní organické polutanty (dále jen POPs) (Holoubek, 2006).

Tento projekt má pět základních cílů, pět základních výstupů. První z nich je koordinace přípravné a organizační fáze a celého postupu řešení projektu. Dalším je provedení inventury POPs, ustavení potřebné národní infrastruktury a potřebných kapacit pro její provedení. Třetím cílem je stanovení priorit a předmětů implementace. Čtvrtým cílem je formulace Národního implementačního plánu a specifických akčních plánů pro POPs, včetně jejich externího zhodnocení. V neposlední řadě je cílem schválení Národního implementačního plánu na úrovni zájmových institucí a skupin (Holoubek, 2006).

Problematika PCB je zde uvedena detailně od historie po současné přetrvávající problémy. Začleněn je zde i legislativní rámec této problematiky. Do tohoto rámce spadá Směrnice Rady 96/59/EC o odstraňování PCB a PCT. Dále vyhláška MŽP č. 391/2000 Sb., kterou se mění vyhláška č. 302/1998 Sb., kterou se stanoví bližší podmínky odborné způsobilosti a postup při jejich ověřování, postup prokazování zdravotní způsobilosti, postup při udělování a odmítání autorizace, seznam vybraných nebezpečných látek a přípravků. Stěžejní je zde zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů. Vyhláška Ministerstva životního prostředí dohodě s Ministerstvem zdravotnictví č. 384/2001 Sb., o nakládání s polychlorovanými bifenyly, polychlorovanými terfenyly, monomethyltetrachlordifenylnmethanem, monomethildichlordifenylnmethanem, monomethyldibromdifenylnmethanem a veškerými směsi obsahujícími kteroukoliv z těchto látek v koncentraci větší než 50 mg.kg⁻¹ (Holoubek, 2006).

2.4.6. Basilejská úmluva

Tato úmluva vznikla dne 28. března roku 1989 a byla otevřena k podpisu přístupujících zemí na Federálním ministerstvu zahraničních věcí Švýcarska v Bernu a sídle Spojených národů v New Yorku. V článku prvním je popsán rozsah úmluvy a definice nebezpečných odpadů, které jsou předmětem této úmluvy. Jsou to odpady patřící do kterékoliv kategorie z dodatku I., což jsou odpady označené od Y1-Y30 jako např. odpad vznikající při povrchové úpravě kovů a plastů (označeny jako Y17), odpadní směsi oleje a vody, uhlovodíků a vody, emulze (označeny jako Y9). V dodatku 1 jsou také odpadní látky a předměty s obsahem polychlorovaných bifenyly (PCB) a/nebo polychlorovaných terfenylů (PCT) a/nebo polybromovaných bigenylů (PBB) (označeny jako Y10) Dále jsou to odpady v dodatku III., těmito odpady jsou výbušniny, hořlavé kapaliny, hořlavé pevné látky, látky nebo odpady podléhající samovolnému vznícení, látky nebo odpady, které při styku s vodou uvolňují hořlavé plyny, oxidizační, organické peroxidy, jedy s akutní toxicitou, infekční látky, korozivní látky, látky schopné uvolňovat jedovaté plyny ve styku se vzduchem či vodou, toxické látky, ekotoxické látky a v neposlední řadě látky schopné jakýmkoliv způsobem po uložení uvolňovat jiné látky (Sbírka zákonů č.100/1994).

Z rozsahu této úmluvy jsou vyloučeny radioaktivní odpady, ty jsou předmětem jiného systému mezinárodní kontroly. Dále jsou z této úmluvy vyloučeny odpady, které pocházejí z běžného provozu lodí (Basel Convention, 2005).

V Basilejské konvenci jsou uvedeny obecné povinnosti pro mluvčí strany a mezinárodní definice nebezpečných odpadů (článek 3). Za nezákonný obchod se zde rozumí jakýkoliv pohyb nebezpečných odpadů a jiných odpadů přes hranice státu a to bez oznámení provedené podle ustanovení této úmluvy, bez souhlasu ustanovení této úmluvy od zainteresovaného státu, se souhlasem od účastněných států získaný podvodem nebo chybným výkladem. Za nezákonný obchod je dále považován převoz odpadů, který neodpovídá dokladům k tomuto vystaveným. Když výsledky uvažovaného zneškodnění (např. nesprávným skládkováním) nebezpečných odpadů a jiných odpadů jsou v rozporu s touto úmluvou a obecnými principy mezinárodního práva (Sbírka zákonů č.100/1994).

Úmluva tedy hlavně podporuje mezinárodní spolupráci za účelem zdokonalení a dosažení správného zacházení s nebezpečnými odpady (Sbírka zákonů č.100/1994).

2.4.7. Inventarizace PCB české republiky

Tato inventarizace je evidována k 31.1.2008. Tato inventarizace je pro povinné osoby, které evidují zařízení a látky s obsahem PCB podle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů (zákon o odpadech), ve znění pozdějších předpisů, dále pro certifikované. Nutnost provedení inventarizace zařízení a látek s objemem náplně větším než 5 litrů a koncentrací PCB větší než 50 mg/kg a vedení jejich evidence vyplývá z aproximační strategie (oblast: Životní prostředí, podoblast: C – Nakládání s odpady, Číslo implementačního plánu: C5, Evidenční čísla úkolů: C5-007 a C5-012) a povinností vlastníků (držitelů) nebo provozovatelů těchto zařízení vyplývajících ze zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a jeho prováděcí vyhlášky č. 384/2001 Sb., o nakládání s polychlorovanými bifenyly, polychlorovanými terfenyly, monometyltetrachlordifenylmetanem, monometyldichlordifenylmetanem, monometyldibromdifenylmetanem a veškerými směsmi obsahujícími kteroukoliv z těchto látek v koncentraci větší než 50 mg/kg (o nakládání s PCB).

Cílem tohoto bylo:

- vždy k datu 31.3. a 31.9. zpracovat (aktualizovat) evidovaná data pro MŽP ČR, která jsou následně uveřejněna na internetových stránkách ministerstva,
- případné detailní zpracování těchto dat pro potřeby ministerstva,
- pokračovat v listinné a elektronické evidenci zařízení a látek s obsahem PCB, která vyplývá z povinností definovaných zákonem o odpadech a jeho prováděcí vyhláškou, postupný převod listinné evidence do elektronické podoby a převod dat do databáze,
- poskytovat informační služby v oblasti řešené problematiky formou kurzu vzorkování pro účely evidence zařízení a látek s obsahem PCB, telefonických a osobních konzultací a provozu a pravidelné aktualizace těchto internetových stránek, a to zejména v oblasti získávání a vyplňování evidenčních formulářů,
- zdarma tisknout a distribuovat certifikovaným odběrářům (manažerům vzorkování pro účely evidence zařízení a látek s obsahem PCB) tištěné štítky na vzorkovnice,
- spolupráce při tvorbě novely prováděcí vyhlášky,
- aktualizovat relevantní údaje v dokumentu Plán odstranění zařízení s obsahem PCB nebo dekontaminace zařízení s obsahem PCB, který zpracovalo CeHO v červnu 2006, pro potřeby ČIŽP průběžně aktualizovat seznamy subjektů, které evidují podle vyhlášky č. 384/2001 Sb. v členění po krajích,

- pro potřeby ČIŽP průběžně aktualizovat seznam subjektů, které nedodržují evidenční pokyny podle vyhlášky č. 384/2001 Sb. a jimi zaslané údaje jsou pro potřeby evidence nepoužitelné.

V současné době toto vyhodnocení zpracovává společnost CENIA. Do nedávné minulosti takto činil VÚV T.G.M.

2.5. Současný stav a vyhodnocení podkladových materiálů

2.5.1. Aktuální stav problematiky PCB

Po zastavení výroby PCB, jejich dovozu a zákazu používání od r.1984 se PCB můžeme setkat kromě nezhodnotovaných zásob také v různých odpadech. V Československu mohlo být užito ca 10-11 kt Deloru 103. Jestliže budeme předpokládat, že po rozdělení zůstaly v České republice 2/3 všech zařízení a zásob Deloru 103, znamená to, že celkové množství užitých jako náplň elektrotechnických, vyhřívacích a hydraulických zařízení může být 7-8,5 kt čistých PCB včetně dovozů. Toto množství však bylo zředěno v primárních kapalinách (PCB byly míseny s chlorbenzeny a chlorparafíny). Kromě primárních odpadů vzniklo velké množství odpadů sekundárních např. únikem kapalin obsahujících PCB do okolního prostředí (zemina, stavby, nezajištěné skládky). Dále byly PCB vědomě i nevědomě míseny s odpadními oleji (Holoubek, 2006).

Je evidentní, že známé informace o celkovém množství „čistého PCB“ jsou pouze orientační. Nyní lze PCB nalézt ve vyřazených zařízeních a odpadech, které jsou těmito látkami kontaminovány. Proto základní zásadou při zpracování těchto nebezpečných látek je zabránění vzniku jakýchkoliv sekundárních produktů. Za současné problémy odpadů s PCB jsou mimo jiné považovány nepřesnosti v evidenci, neinformovanost držitelů, chybějící zařízení na zpracování elektrotechnických zařízení, která nelze dekontaminovat (Holoubek, 2006).

V České republice existují pouze dvě firmy, které mají pro odstraňování PCB splněny podmínky jak technické tak právní. Jednou z těchto firem je SPOVO Ostrava, která nabízí odstranění následujících druhů odpadů: hydraulické oleje s obsahem PCB, odpadní, izolační nebo teplotnosné oleje s obsahem PCB, součástky obsahující PCB, transformátory a kondenzátory obsahující PCB, jiná vyřazená zařízení obsahující PCB nebo těmito látkami

znečištěná a stavební a demoliční odpady obsahující PCB (Barchánková, Poláková a Pavlová, 2006).

Druhou firmou, která má souhlas k provozování zařízení k odstraňování odpadů s obsahem PCB, je firma ALFA SYSTÉM, s.r.o.. Odpady, které zde mohou být odstraňovány, jsou především odpadní izolační nebo teplotnosné oleje s obsahem PCB, transformátory a kondenzátory s obsahem PCB a jiná vyřazená zařízení obsahující PCB (Barchánková, Poláková a Pavlová, 2006).

K 30. září 2007 proběhla inventarizace PCB v České republice. Výsledkem byl zjištěný počet subjektů, které vlastní nebo provozují zařízení s látkami s obsahem PCB. Těchto subjektů bylo zjištěno 235 ([http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/\\$pid/MZPJMFMOFR5M](http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/$pid/MZPJMFMOFR5M)). Je evidentní, že dojde k nárůstu odpadů, které budou obsahovat PCB a to z důvodu nutnosti inventarizace a povinnosti zneškodnění do roku 2010, přičemž půjde v zásadě o krátkodobý růst (Holoubek, 2006).

V současné době je povinnost zneškodnit odpady s obsahem PCB, která vyplývá již ze zmíněného Plánu odpadového hospodářství České republiky. V zájmu splnění těchto cílů je nutno zajistit dokončení a vyhodnocení inventarizace zařízení s obsahem PCB větším než 5 dm³ a stanovit podmínky pro dekontaminaci zařízení s obsahem PCB o koncentraci vyšší než 50mg/kg. Dále je nutno připravit plány dekontaminací nebo odstranění inventarizovaných s PCB v nich obsažených. Vypracovat metodiku pro sběr a následné odstranění zařízení, která obsahují PCB a nejsou v evidenci. A v neposlední řadě zpracovat návrh na provedení pasportizace míst na území České republiky kontaminovaných polychlorovanými bifenylů (Věstník MŽP, 2003).

Z provedených výzkumů je patrné, že došlo k pozitivnímu snížení obsahu těchto látek v tukových tkáních organismů, především u ryb. Zde větší množství PCB bylo nalezeno pouze u druhů, které do naší oblasti migrují z oblastí, které jsou více zatíženy znečištěním PCB látek. Dá se tedy říci, že problematika pronikání PCB do organismů není již závažná a limity zjištěné při výzkumech odpovídají daným normám (Žlábek a kol., 2005).

2.5.2. Zhodnocení podkladových materiálů

Literatura, která se věnuje či věnovala problematice polychlorovaných bifenylů, je velice různorodá. Rozdílné jsou názory autorů na nebezpečnost těchto látek. Jak uvádí Kolář a Kužel (2000) jsou PCB nebezpečné k člověku hlavně z hlediska akutní toxicity. Naopak Vrablíková a Škrlant (1995) označují akutní toxicitu těchto látek za poměrně nízkou. Je možno také upozornit na podkladové materiály sdružení Arnika, která PCB označuje za velice

zákeřné toxické látky, které zamořily celé životní prostředí na všech územích světa. Arnika se k názoru, že akutní toxicita, není u těchto látek až tak závažná, nepřiklání. Jako potvrzení této teorie uvádí toto sdružení hromadnou otravu v Japonsku v roce 1968.

Velice rozličné je také rozdělení metod, kterými lze PCB určit a odstranit. Metodika stanovení PCB může být podle Vébera a Kredla (1991) všeobecně shrnuta do čtyř úseků. Naopak dle Vávrové (1984) je těchto metod více a mohou k nim být využity i jiné metody, než které uvádí Véber a Kredl.

Častým prvkem, který se objevuje v podkladových materiálech týkajících se nebezpečných odpadů, které jsou nedílnou součástí dané problematiky s polychlorovanými bifenyly, jsou definice nebezpečných vlastností odpadů, které vycházejí legislativně z vyhlášky 376/2001 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, ve znění pozdějších předpisů. Tyto definice jsou často pozměněny a upraveny, jako tomu je například u Fildána (2002).

Problematika těchto látek, které byly hojně vyráběny i přes jejich nepříznivé vlivy na organismy je pevně zakotvena v legislativě jak mezinárodní tak v legislativě České republiky. Látkám PCB je věnována Stockholmská úmluva a Basilejská konvence o kontrole pohybu nebezpečných odpadů přes hranice států a jejich zneškodňování. Tyto mezinárodní úmluvy se snaží zabránit nelegálnímu zacházení s nebezpečnými odpady a jejich zneužití. Ustanovují rok, do kterého je povinna Česká republika zajistit zneškodnění odpadů a zařízení, která obsahují PCB. V rámci České republiky má stěžejní postavení zákon č.185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, vyhláška č. 384/2001 Sb., o nakládání s PCB a nařízení vlády č.197/2003 Sb., o Plánu odpadového hospodářství české republiky.

3. Závěr

Zpracovaná literární rešerše poukazuje na závažnost problematiky znečištění životního prostředí a jeho složek nebezpečnými látkami jako jsou polychlorované bifenyly. Látky tohoto charakteru, které mají velice stabilní chemické složení, jsou velkou zátěží jak pro složky prostředí okolo nás tak pro organismy. PCB jsou schopny postupné akumulace v tukových buňkách jak rostlin, tak živočichů a především člověka.

K expozici člověka docházelo především díky potravnímu řetězci. U lidí byly přímými znaky zasažení, poškození hormonálního a imunitního systému, disfunkce jater, dýchací potíže. Tyto příznaky se objevovaly i po kontaktu s malými dávkami PCB. Dalším projevem zasažení PCB bylo tzv. chlorakné, které se projevovalo skvrnami na kůži a nehtech, svěděním a pálením. U jedinců, kteří byly zasaženy látkami PCB hrozilo vyšší riziko srdečních, cévních a nádorových onemocnění. Dále také docházelo k průniku placentou k plodu matky.

U rostlin nebylo zamoření markantní a to díky malému obsahu tuku v těchto rostlinách. Vyjimku tvořily rostliny sóji, ze kterých se později vyráběly kontaminované potravinářské oleje.

Naopak došlo velkou měrou k zasažení hospodářských zvířat a ryb. Zvířata byla vystavena PCB přímo (olizování nátěrů, zkrmování kontaminovaných krmných směsí). Docházelo tedy k perorální, inhalační a dermální expozici. Vliv to mělo především na ztrátu tělesné hmotnosti, projevovaly se patologické změny jako např. zvětšení jater a atrofie štítné žlázy. U ryb se jednalo spíše o poškození pľdku.

Hojné využívání v minulosti vedlo k celosvětovému znečištění již od padesátých let. Tato problematika byla bohužel podle dostupných zdrojů řešena až velice pozdě. Projevovaly se zde různé protichůdné aspekty. Jedním z nich byla levná výroba bifenyly a ekonomická situace zemí, které PCB vyráběly, druhým naopak zjištěné nebezpečné vlastnosti a s tím související otázka, jak tento problém vyřešit. Samozřejmou cestou bylo zahrnout PCB do legislativy. Bohužel i přes tato opatření docházelo k jejich další redistribuci.

Jak již bylo uvedeno v předchozích kapitolách, problémem odpadů a zařízení obsahujícími PCB se zabývají i mezinárodní úmluvy. Hlavním cílem je tedy v současné době evidence těchto zařízení a jejich postupné odstraňování. Pro Českou republiku je tato povinnost uložena do roku 2010. Legislativní rámec České republiky má zahrnout problematiku PCB již ve stěžejním zákonu č.185/2001 Sb., o odpadech. PCB však zasahují nejen do legislativy týkající se odpadů, jak již bylo zmíněno, zasahují tyto látky do všech složek životního prostředí a tím tedy i do související legislativy.

Při zpracování této rešerše jsem pochopila, že problematika PCB byla velice složitá a objevovaly se při jejím řešení různé názory a návrhy, jakým způsobem je možno v této postupovat. Názory se také liší podle doby, ze které dané údaje pocházejí. Je jisté, že nebezpečí kontaminace látkami PCB a jejich proniknutí do organismu bylo v minulosti více závažné, než je posledních 10let. Prvotním a sjednoceným je však názor, že látky typu PCB jsou nebezpečné a je nutno zabránit jejich dalšímu rozšiřování a výrobě. Negativní vlivy, které se projevovaly a projevují byly jasně prokazatelné. Myslím, že tato oblast ještě není dořešena a je nutno se k ní stále vracet. Věřím, že tato rešerše mi napomohla poznat blíže tuto problematiku a vytvořit si objektivní názor, který je podložen zpracováním této bakalářské práce.

4. Literatura

ANONYM , 1995 :Perzistentní organické látky- a zvláště PCB. EKOjournal, 1995, roč.4, č.7, s.14-15.

BARCHÁNKOVÁ, J., POLÁKOVÁ, K., PAVLOVÁ, S., 2006: Plán odstranění zařízení s obsahem PCB nebo dekontaminace zařízení s obsahem PCB. VÚV TGM, Praha, 78 s.

BENEŠ, J. a kol., 2004: Souhrnná zpráva MZSO za rok 2003. SZÚ, Praha, kap.8,
ISBN 80-7071-237-6

DOLEŽAL, V., 2005: Jsou potraviny nebezpečné? Jíst, či nejíst? Tot' otázka... Mlýnářské noviny, roč.16, č.1/12, 8 s.

FILDÁN, Z., 2002: Příručka pro oblast životního prostředí. Tachov, 158 s.,
ISBN80-238-9671-7.

HAJŠLOVÁ, J., VÁVROVÁ, M., 1991: Problematika PCB a dalších organických kontaminantů v zemědělství. ÚVTIZ, Praha, 52 s.

HETFLEJŠ, J., 1993: Chemické metody zneškodňování PCB. Chemické listy, roč.117 (87), č.1, s. 407-417.

HIMBERG, K., JULKANEN, P., PYSSALO, H., 1987: A method for the quantitation of PCB's. Government Printing Centre, Helsinky, 62s.

HOLOUBEK, I., 2000: Polychlorinated biphenyls (PCB)-world-wide contaminated sites. Dostupné z World Wide Web: <http://www.recetox.chemi.muni.cz/PCB/content173.htm> [cit.14.4.2008]

HOLOUBEK, I., 2006: Národní implementační plán Stockholmské úmluvy v České republice. RECETOX-TOCOEN & Associated, Brno, 72 s.

KOLÁŘ, L., KUŽEL, S., 2000: Odpadové hospodářství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 193 s.

MAREČEK, J., 2003: Legislativa odpadového hospodářství. Mendelova zemědělská univerzita, Brno, 135 s.

MELICHERČÍK, J., VELEK, O., 1994: Hygienická směrnice č.68- Polychlorované bifenyly (PCB) a Polychlorované terfenyly (PCT). Státní zdravotní ústav, Praha, 38 s.

- NESVADBA, J., VELEK, K., 1983: Tuhé odpady. Nakladatelství technické literatury, Praha, 309 s., ISBN 04-703-83.
- NEUMANN, J., 2003: Neřešit problémy může znamenat řešit až katastrofy. Potravinářský zpravodaj, roč. 4, č. 12, s. 32.
- PUNČOCHÁŘ, M., PEKÁREK, V., STACH, J., 1997: Průmyslové zdroje halogenovaných organických polutantů a jejich potenciální prevence. KZT, Praha, 31 s., ISBN 80-902186-5-2.
- SLEZÁK, M., 2004: Ekologické aspekty chemických technologií a technologie zpracování odpadů. Univerzita Pardubice, Pardubice, 217 s., ISBN 80-7194-692-3.
- ŠROBÁROVÁ, V., 1991: Problematika cizorodých látek v potravinovém řetězci. ÚVTEI, Praha, 46 s.
- VÁVRA, R., 1996: Polychlorované bifenyly. Zpravodaj sdružení vodohospodářů České republiky, roč. 6, č. 3, s. 4-5.
- VÁVROVÁ, M., 1984: Průkaz reziduí PCB v biologickém materiálu metodou GLC. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Brno, 26s.
- VRABLÍKOVÁ, J., ŠKRLANT, V., 1991: Problematika polychlorovaných bifenyly ve vztahu ke kontaminaci životního prostředí. Ústav pro životní prostředí, Ústí nad Labem, 57 s., ISBN 80-85399-21-0.
- VRÁNA, B. a kol., 1994: Anaeróbná degradácia polychlorovaných bifenylov v podach. Chemické listy, roč. 118 (88), č. 2, s. 766-775.
- VÉBER, K., KREDL, F., 1991: Polychlorované bifenyly v biosféře, zejména ve vodách a některých vodních organismech. Academia ve spolupráci s MŽP, Praha, 72 s., ISBN 80-200-0361-4.
- VELEK, K. a kol., 1995: Koncepce nakládání s odpady a zařízeními obsahujícími PCB. Praha
- WALLBERG, P., 1998: Distribution and fate of Polychlorinated biphenyls within the pelagic microbial food web. Jannes Snabbtryck Kuvertproffset HB, Stockholm, 121 s., ISBN 91-87272-61-X.

ŽLÁBEK, V. a kol., 2005: Toxicita a biodegradabilita odpadů a látek významných ve vodním prostředí. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Vodňany, ISBN 80-85887-55-6.

Věstník Ministerstva životního prostředí, 2003, roč. 14, částka 10.

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 376/2001 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 384/2001 Sb., o nakládání s PCB.

Nářízení vlády č.197/2003, o Plánu odpadového hospodářství České republiky.

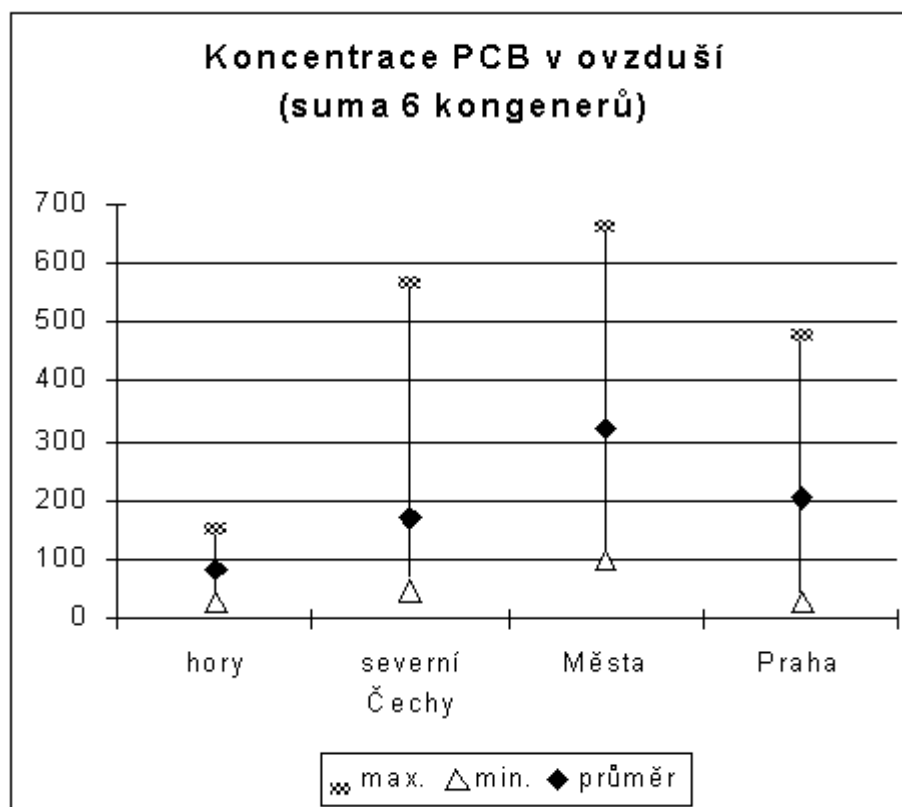
Sbírka zákonů České republiky č. 100/1994, částka 32.

Strategie implementace a investic pro směrnice ES o odpadech: Závěrečná zpráva- Svazek 2.

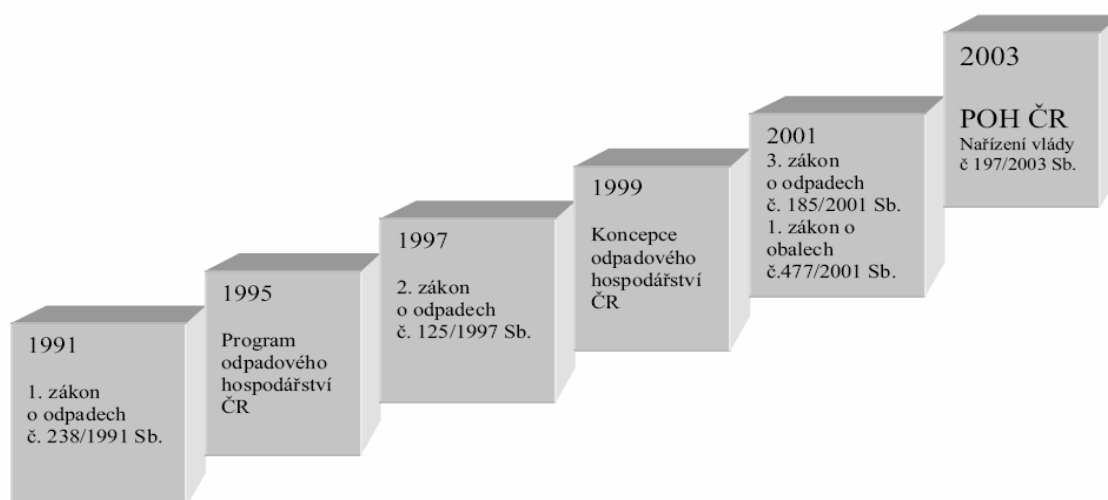
Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Polychlorinated Biphenyls (PCBs), Polychlorinated Terphenyls (PCTs) or Polybrominated Biphenyls (PBBs), 2005/2 dostupné z Word Wide Web: <http://www.basel.int> [cit.17.4.2008]

5. Přílohy

Příloha č.1 – Dioxiny a PCB v ovzduší České republiky, výsledky z měření z let 1994-1995 (Jecha, 1999)



Příloha č. 2- Schéma základních mezníků v rámci odpadového hospodářství České republiky (Věstník MŽP, 2003)



Příloha č.3 - Celkový přehled výroby jednotlivých druhů PCB v podniku Chemko Strážné (Barchánková, Poláková a Pavlová, 2006)

Rok	DELOR				HHYDELOR		DELOTHERM	Celkem	Export
	103	104	105	106	103	104			
	[t]								
1959				3,9				3,9	
1960									
1961				2,3				2,3	
1962				1,5				1,5	
1963				39,8				39,8	
1964				97				97	
1965				103,2				103,2	6
1966				163,2				163,2	55
1967	144,8			207,5				352,3	95
1968	120,4			204,6				325	50
1969	102,2			180,4				282,6	31
1970	129,3		84,4	181,8	15			410,5	19
1971	208	8,2	151,1	69,6				436,9	111
1972	311,3		5,3	162,2			48,8	527,6	187
1973	308,8	33,2	24,4	203,2	35,3	1,2	57,6	663,7	201
1974	919,4			218,2		22,2	54,8	1214,6	717
1975	1058,1			311,3	17,1	19,8	184,3	1590,6	812
1976	1103,3			225,3	34,7	16,7	267	1647	970
1977	1298,9			350,6	8,8		292,3	1950,6	1050
1978	1263,7			301,1	19,6		405,6	1990	981
1979	1437,7			247,3	15,3	0,3	268,8	1969,1	1012
1980	1408,4			320,9	23,2	2,5	288,2	2043,2	964
1981	1427,9			214,4	12,9		158	1813,2	931
1982	1480,8			248,5	25		223,3	1977,6	811
1983	1378,9			300,5		8,2	122,9	1810,5	836
1984	38,9			22,4		4,6		65,9	30
celkem [t]	14 141	41,4	265,2	4 381	206,9	75,5	2 372	21 482	9 869
[%]	65,8	0,2	1,23	20,4	0,96	0,35	11	100	46

Příloha č.4- Vzor štítku označující zařízení obsahující PCB (vyhláška č.384/2001 Sb., o nakládání s PCB)

POZOR, ZAŘÍZENÍ OBSAHUJE PCB !	
Provozovatel zařízení (obchodní název):	IČ (pokud bylo přiděleno):
Druh zařízení:	Typ:
Výrobce:	Výrobní číslo:
Druh a název provozní kapaliny:	
Množství kapaliny (v litrech):	Koncentrace PCB (mg/kg):
Název laboratoře:	Číslo protokolu:
Označení zařízení:	

Příloha č. 5- Polychlorované bifenyly v mateřském mléce medián koncentrace, 1994-2003 (Beneš a kol., 2003)

