

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Ústav obecné hygieny



Lucie Kozáková

**Expozice české populace polychlorovaným
bifenylym**

*Exposure of the Czech population to
polychlorinated biphenyls*

Bakalářská práce

Praha, květen 2011

Autor práce: Lucie Kozáková

Studijní program: Veřejné zdravotnictví

Bakalářský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví

Vedoucí práce: **Prof. MUDr. Milena Černá, DrSc.**

Pracoviště vedoucího práce: **Ústav obecné hygieny 3. LF**

Datum a rok obhajoby: 2011

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracovala samostatně a použila jen výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do Studijního informačního systému – SIS 3.LF UK jsou totožné.

V Praze dne 5. května 2011

Lucie Kozáková

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala prof. MUDr. Mileně Černé, DrSc. Za poskytnutí materiálů a odbornou pomoc při zpracování této práce.

OBSAH

OBSAH	5
ÚVOD	7
PERZISTENTNÍ ORGANICKÉ LÁTKY	8
DIOXINY	9
POLYCHLOROVANÉ BIFENYLY	9
<i>Kontaminace životního prostředí a potravin PCB</i>	11
Belgie	11
Faerské ostrovy	11
Irsko	11
Slovensko	11
USA	11
Kanada	11
Itálie	12
Česká Republika.....	12
<i>Nežádoucí účinky</i>	12
<i>PCB a současná situace ve světě</i>	15
<i>PCB a jejich osud v organismu</i>	15
STOCKHOLMSKÁ ÚMLUVA	15
PERZISTENTNÍ ORGANICKÉ LÁTKY V ČESKÉ REPUBLICE.....	17
VÝSKYT PERZISTENTNÍCH LÁTEK V PROSTŘEDÍ A JEJICH LIMITY	18
<i>Vzduch</i>	18
<i>Voda</i>	18
Povrchová voda	18
Pitná voda.....	18
Podzemní voda	18
<i>Půda</i>	19
<i>Odpady</i>	19
<i>Potraviny</i>	19
BIOLOGICKÝ MONITORING	19

SLEDOVANÉ PARAMETRY	20
SLEDOVANÉ OBLASTI	21
<i>Spolana Neratovice</i>	21
<i>Uherské Hradiště</i>	22
CHARAKTERISTIKA POPULAČNÍCH SKUPIN.....	23
ODBĚR BIOLOGICKÉHO MATERIÁLU	23
STUDIE	24
<i>Mezinárodní studie</i>	24
<i>Průřezová studie</i>	25
<i>Retrospektivní studie</i>	25
HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ	26
KOJENÍ	26
ZÁVĚR.....	28
SOUHRN	28
SUMMARY	29
GRAFY KONCENTRACÍ.....	31
OBRÁZKY	39
PŘÍLOHY.....	41
PŘÍLOHA 1	41
PŘÍLOHA 2	43
PŘÍLOHA 3	44
PŘÍLOHA 4	46
POUŽITÁ LITERATURA	47

ÚVOD

Téma práce „Expozice české populace polychlorovaným bifenyly“ jsem si vybrala proto, že jsem se chtěla blíže seznámit s problematikou polychlorovaných bifenyly. Jsem přesvědčená o tom, že široká veřejnost nemá mnoho informací, co vlastně polychlorované bifenyly jsou a už vůbec netuší, jaký mohou mít vliv na jejich zdraví. Mým cílem je seznámit se s problematikou bifenyly a v budoucnosti edukovat veřejnost o možnostech prevence a vzniku nežádoucích účinků.

Polychlorované bifenyly jsou podle Stockholmské úmluvy klasifikovány jako perzistentní organické látky. Stockholmská úmluva se snaží tyto zdravotně závadné látky eliminovat. Jejich výroba a manipulace s nimi je zakázána a jejich hladiny koncentrací v České republice sleduje biologický monitoring.

Biologický monitoring vychází s usnesení vlády České republiky číslo 369/1991. Monitoring sbírá data a údaje, které mají svou podstatu v určení zdravotních účinků toxických látek na lidský organismus. Monitoring je garantován a řízen Státním zdravotním ústavem a do roku 2003 realizován ve spolupráci s krajskými hygienickými stanicemi.

Práce je rozdělena na tři části. V první kapitole s názvem perzistentní organické látky vysvětlím, co to vlastně polychlorované bifenyly jsou, jak se s nimi nakládalo v minulosti a v současné době. Vysvětlím jejich nežádoucí účinky na zdraví, a jak se chovají v organismu. Druhá část se věnuje biologickému monitoringu, kde probíhá a odkud se berou vzorky na vyšetřování koncentrací. Zmíním i některé studie, které v minulých letech proběhly. Třetí část práce hodnotí dosavadní známé výsledky.

PERZISTENTNÍ ORGANICKÉ LÁTKY

Mezi perzistentní organické látky lze zahrnout polychlorované bifenyly, dioxiny a dibenzofurany, chlorované pesticidy typu DDT nebo hexachlorbenzen, aromatické uhlovodíky a polybromované difenylétery. V této práci se budu zabývat polychlorovanými bifenyly.

Perzistentní organické látky se označují zkráceně POPs a kumulují se v tukové tkáni živočichů. V důsledku potravinového řetězce se dostávají do organismu člověka. [26] Dá se říci, že cesta probíhá od planktonu až po člověka. Biologická degradace probíhá mnoho desítky let. Jejich transport je během na velmi dlouhé vzdálenosti, dokonce až tam, kde například vůbec nejsou používány. Jako vedlejší nežádoucí produkt při výrobě polychlorovaných bifenyly vznikají dioxiny, v současné době jsou jejich zdrojem spalovací procesy a kouření cigaret.

Hlavní expoziční cestou, jak již bylo zmíněno výše, je potrava. Zahrnuta je potrava živočišná s vyšším obsahem tuku, mléčné výrobky, maso a ryby. Většina POPs prochází placentou, a proto může mít nežádoucí vliv na vývoj plodu.

Například zdrojem polyaromatických uhlovodíků je spalování organických látek, kam se zahrnuje topení pevnými palivy, výfukové plyny ze spalovacích motorů, také kouření cigaret a grilování a smažení pokrmů. Tyto látky jsou karcinogenními kontaminanty unikajícími do ovzduší.

Polybromované difenylétery jsou stále používány jako zpomalovače hoření v elektrotechnickém i textilním průmyslu. Uvolňují se do ovzduší a adsorbují na prachové částice. Expozice probíhá cestou perorální i inhalační.

Souhrnem, charakteristické pro perzistentní organické látky je, že přetrvávají v prostředí a dokážou se dostat do daleké vzdálenosti, mají dlouhý biologický poločas a akumulují se v průběhu potravinového řetězce. Určitá koncentrace se nachází i ve vodních organismech a způsobují nežádoucí účinky, jak biologické, tak zdravotní. Nežádoucími účinky bývají poruchy vývoje plodu, poruchy motoriky a jiné. Blíže se účinkům na zdraví budu věnovat v dalších kapitolách.

DIOXINY

Nebezpečné látky, které vznikají spalováním odpadu, ve kterém jsou obsaženy chlorované látky. Dioxiny (polychlorované dibenzo-p-dioxiny – PCDDs) představují skupinu 210 chemických struktur, tzv. kongenerů lišících se počtem a pozicí atomu chlóru v molekule a polychlorované dibenzofurany (PCDFs) s celkem 135 deriváty. Protože jednotlivé kongenery se vyskytují většinou společně a liší se svými toxickými účinky, toxické účinky směsí těchto látek se přepočítávají na toxický ekvivalent, který vyjadřuje jak je jednotlivá látka toxická vůči té nejtoxičtější z nich, kterou je 2,3,7,8 tetrachlordibenzo-p-dioxin (TCDD). Dioxiny jsou nerozpustné ve vodě. Způsob jakým předcházet vzniku dioxinů je popsán ve Stockholmské úmluvě. Vzorec dioxinu je na obr. 1

POLYCHLOROVANÉ BIFENYLY

Polychlorované bifenyly, zahrnují skupinu 209 chemicky příbuzných látek, které jsou v prostředí dlouhodobě přítomné. Asi patnáct jich je možné najít v lidském organismu. Polychlorované bifenyly vznikají chlorací bifenyľů a liší se od sebe počtem a polohou navázaného chlóru na bifenyľu.

Polychlorované bifenyly byly vyráběny od roku 1929 ve Spojených státech amerických a v 50. letech v Evropě a Japonsku a od let 60. i na Slovensku, jako látky pro průmyslové použití. Jsou chemicky stálé, odolné, nehořlavé a naprosto nerozpustné ve vodě, ale rozpustné v tucích a organických rozpouštědlech. S růstem obsahu chlóru v bifenyľu se zvyšuje hustota, a čím vyšší stupeň chlorace, tím se zvyšuje sorbce a dochází k ukládání v říčních sedimentech. Rozklad látek též závisí na stupni chlorace. Otevření benzenového kruhu se urychluje pomocí ultrafialového záření. Ze sedimentů se hromadí díky řasám a planktonem a takto se dostávají do potravního řetězce. Dobře se vážou na tuky. Jsou bezbarvými krystaly, bez jakéhokoliv zápachu, hustotou větší než voda.

Obecný vzorec bifenyľů je $C_{12}H_{10-x}Cl_x$, kde $x \geq 4$. Jejich strukturní vzorec je uveden na obr. 2. V roce 1984 byla v České republice zakázána jejich výroba z důvodu negativních vlivů na zdraví (v jiných státech byla jejich výroba zakázána už v 70. letech). Používaly se v kondenzátorových a transformátorových olejích, ve vakuových čerpadlech, emulgátorech, tepelných výměnících, do barev, plastifikátorům, ale i na propisovací papíry a inkoustů a do rtěnek. Ještě do roku 1989 se používaly jako surovina k výrobě dalších produktů. Dnes je

můžeme stále najít v kondenzátorech a transformátorech a jsou nejproblematictější látkou v odpadech. Vznikají i jako vedlejší produkty ze spalovacích motorů, z hutnictví, nebo u spalování odpadů.

Potrava je z 90% hlavní expoziční cestou.

K jejich nežádoucím účinkům řadíme poruchy reprodukce, ovlivňují hormonální a imunitní funkce a zvyšují riziko vzniku nádorového onemocnění. Kvůli jejich ukládání v tukové tkáni zjišťujeme biologickým monitoringem zátěž populace a to tak, že jejich obsah stanovíme z mateřského mléka, díky němu je možné stanovit i expozici dítěte před narozením. Dále by bylo možné stanovit obsah z krevního séra nebo odebírat tukovou tkáň při pitvě, ale je to analyticky i finančně náročné. Obsah tuku v krevním séru je desetkrát nižší než v mateřském mléce. Mateřské mléko je dostupnější a bez zásahu do organismu.

Nutno podotknout, že od zákazu výroby se jejich expozice výrazně snižuje.

Používané komerční názvy

Po celém světě byly používány různé komerční názvy. V Brazílii a ve Velké Británii to byl Ascarel, v ČSR Delor, ve Francii Phenoclor, v Německu Clophen, v Itálii Fenclor, v Japonsku Phenoclor, v USA Asbestol a mnoho dalších.

Přehled kongenerů

1. Bifenyl, aromatický uhlovodík se dvěma jádry, CAS* 92-52-4, 0 atomů chlóru. Jeho sumární vzorec je $C_{12}H_{10}$. Dráždí oči, dýchací orgány a kůži. Vysoce toxický pro vodní prostředí.
2. Monochlorobifenyl, CAS 27323-18-8, jeden atom chlóru.
3. Dichlorobifenyl, CAS 55512-42-9, dva atomy chlóru.
4. Trichlorobifenyl, CAS 25323-68-6, tři atomy chlóru.
5. Tetrachlorobifenyl, CAS 26914-33-0, čtyři atomy chlóru.
6. Pentachlorobifenyl, CAS 25429-29-2, pět atomů chlóru.
7. Hexachlorobifenyl, CAS 26601-64-9, šest atomů chlóru.
8. Heptachlorobifenyl, CAS 28655-71-2, sedm atomů chlóru.
9. Octachlorobifenyl, CAS 55722-26-4, osm atomů chlóru.
10. Nonachlorobifenyl, CAS 53742-07-7, devět atomů chlóru.
11. Decachlorobifenyl, CAS 2051-24-3, deset atomů chlóru.

*CAS označuje chemické látky, je to registrační číslo, které se skládá ze tří částí. První má proměnný počet číslic, další má jen dvě číslice a poslední je jen jediné číslo.

KONTAMINACE ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ A POTRAVIN PCB

Belgie

V roce 1997 v Belgii byla krmena kuřata krmivem, do kterého byl přidáván tuk kontaminovaný dioxiny. [8]

Faerské ostrovy

V roce 2008 v Dánsku byli obyvatelé varováni před konzumací velrybího masa. Ve velrybím tuku, (anglicky blubber), se zjistily vysoké koncentrace polychlorovaných bifenyly, DDT a rtuti. Kvůli toxickým účinkům se zvažoval opětovný komerční lov velryb a zejména konzumace jejich masa [8]

Irsko

V roce 2008 zjištěna vysoká koncentrace ve vepřovém masu, které až stokrát přesahovaly limity platné v Evropské Unii.[8]

Slovensko

V Chemko Stražské se do poloviny osmdesátých let vyráběly polychlorované bifenyly a dodnes je region látkami zamořen. Během výroby docházelo k unikání odpadními vodami. Následkem toho je dnešní kontaminace řeky Laborec, ale i Zemplínské Šíravy. [8]

USA

V letech 1947 až 1977 byla zamořena řeka Hudson firmou General Electric až 590 tunami PCB. [21] V Indianě roku 1977 firma Westinghouse používala bifenyly k výrobě kondenzátorů. Odpady z výroby sypali na řadu skládek a vylívali olej, který kontaminoval městskou kanalizaci a čistírnu odpadních vod. [8]

Kanada

Oblast Velkých jezer je i nyní těžce kontaminována a tak je zde omezen lov ryb. „V okolí jezera Michigan bylo prokázáno, že matky, které jedly odtud ryby, tak vývoj mozku jejich dětí byl velmi narušen. Bylo zde zjištěno nižší IQ a špatně porozuměly čtenému textu“. [8]

Itálie

Město Seveso, kde roku 1976 z továrny na výrobu herbicidů unikly dva kilogramy dioxinů do ovzduší. Onemocnělo asi 200 lidí. [22]

Česká Republika

Lhenice

Několik tisíc tun kontaminované hlíny polychlorovanými bifenyly navozila firma Enviro Technology Today do zemědělského družstva v obci Lhenice. [8]

Milovice

V Milovicích, na místě bývalé spalovny, leží na 1850 tun kontaminované odpadní zeminy, kterou sem v 90. letech navozila již zkrachovalá firma. Odpad se měl vyvézt na speciální skládku, ale zjistilo se, že odpad obsahuje větší koncentrace PCB, než povoluje vyhláška pro uskladnění na skládkách. [23]

Spolana Neratovice

V roce 2002 se zjistila kontaminace půdy, vajec a kachního masa. V únoru roku 2004 prokázal Státní zdravotní ústav v krvi obyvatel dvojnásobné koncentrace dioxinů a PCB. Stalo se tak proto, že Spolana nezabezpečovala nebezpečný odpad proti povodním, úniku do podzemních vod a do ovzduší. [20]

Uherské Hradiště

V Uherském Hradišti se nachází firma Colorlak, která v 70. – 80. letech vyráběla nátěrové hmoty obsahující polychlorované bifenyly. Expozice postihovala hospodářská zvířata, která měla těmito technickými směsí natřené například žlaby. Tímto způsobem se bifenyly dostávaly do masa nebo mléka. [17] Dnes firma Colorlak stále funguje, ale PCB pochopitelně od zákazu výroby nepoužívá.

NEŽÁDOUCÍ ÚČINKY

Polychlorované bifenyly se svými nepříznivými účinky zařazují mezi tak zvané endokrinní disruptory (modulátory). Endokrinními disruptory jsou chemické látky či jejich

směsi, které dokážou v prostředí změnit endokrinní rovnováhu jedince. Jejich důsledek může vyvolat nežádoucí zdravotní účinky jak u exponovaného člověka, tak i u jeho potomků.

Jsou známé tři různé skupiny endokrinních receptorů. V první skupině jsou receptory pro steroidní hormony, značíme ji prvním typem. Tyto receptory jsou vnímavé pro environmentální estrogény, jako jsou pesticidy, mykotoxiny, kadmium... Ve skupině druhého typu najdeme tyreoidální receptor, receptor vitamínu D a jiné. Funkce třetí skupiny není funkce zatím určena. Mechanismus působící na receptory probíhá buď tak, že se na určitý endokrinní receptor naváže xenobiotikum. Xenobiotikem je většinou lipofilní látka. Nebo dojde k nepřímému účinku v důsledku poruchy funkce signálních cest.

Jaké jsou možné účinky?

Buď dojde k napodobení hormonálního účinku, nebo hormonální účinek je opačně působící. Dále může dojít k poruše syntézy nebo metabolismu hormonů, ale také úpravu receptorů hormonů.

Jak se přišlo na zdravotní účinky bifenyly a jejich směsí s dioxiny?

Příkladem je hromadná otrava na jednom z japonských ostrovů v roce 1968, kdy se otrávil kolem tisíce lidí. Bifenyly byly přítomny v rýžovém oleji s koncentrací 200 mg/kg. Nemoc je nazývána Yusho. V roce 1976 došlo k průmyslové havárii v Itálii, v Sevesu, ve městě severně od Milána. Další havarijní situaci představovala válka ve Vietnamu, kde jako defoliant byl používán Agent Orange, což je označení směsi dvou herbicidů, při jehož výrobě jako vedlejší produkt vznikal jedovatý dioxin. Tyto herbicidy se používaly jako opatření k uměle urychlujícímu opadávání listů rostlin. Mohou nastat i intoxikace u pracovníků, kteří s bifenyly manipulují při výrobě či degradaci odpadů. U nás je to ve Spolaně Neratovice a na Slovensku Chemko Strážské.

Akutní otravy způsobené polychlorovanými bifenyly jsou velmi vzácné, bifenyly mají nízkou akutní toxicitu.

Závažnějším stavem bývají chronické formy otravy, kdy jsou postižena játra, krevní oběh, člověk je unavený a jsou možné i poruchy reprodukce. Smrtelné otravy zatím nejsou potvrzeny.

Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny doporučila, aby se s polychlorovanými bifenyley zacházelo jako by byl jejich účinek karcinogenní.

Karcinogenita polychlorovaných bifenylů se hodnotí podle IARC (International Agency for Research on Cancer). Dle toho hodnocení spadá do skupiny 3.

Kategorie karcinogenů dle IARC:

skupina 1 - prokázaný karcinogen pro člověka

skupina 2A – pravděpodobně karcinogenní pro člověka

skupina 2B – podezřelý karcinogen pro člověka

skupina 3 – neklasifikovaný

skupina 4 – pravděpodobně není karcinogenní pro člověka

Průkazem o možnosti karcinogenity jsou četné studie případů a kontrol u vietnamských veteránů a u populace v Itálii. Problémem je ale to, že stále je nedostatek údajů o expozici. Protože dnešní člověk je exponován i několika dalším škodlivinám současně.

Mezi další nepříznivé účinky na zdraví patří hepatotoxicita a přechodné metabolické změny. Porucha látkové přeměny porfyrinů, hypercholesterolemie a diskutuje se i o snížení glukózové tolerance či zvyšování jaterních enzymů Gama-glutamyl transferázy nebo alaninamino transferázy. Jisté jsou změny v biotransformaci a poruchy funkce štítné žlázy.

Probíhají i kožní změny, častým příznakem jsou kožní vyrážky, chlorakné, změny nehtů a pigmentace kůže.

Další možné změny jsou imunitního rázu. Poruchy imunity vedou ke zvyšování incidence infekčních onemocnění.

Bifenyley a jejich směsi s dioxiny mají i neurotoxické účinky, což se může projevit polyneuropatií, encefalopatií, depresemi či psychomotorickými změnami.

Na základě endokrinní dysbalance se projevuje i vliv na reprodukci.

Z hlediska karcinogenních účinků pouze 2348-TCDD je řazen mezi prokázané karcinogeny. Mechanismus karcinogeneze je založen spíše na epigenetické bázi, nejedná se o genotoxické karcinogeny s bezprahovým účinkem.

PCB A SOUČASNÁ SITUACE VE SVĚTĚ

Do této kapitoly lze zařadit nedávnou medializovanou situaci v Německu. Na konci roku 2010 bylo zjištěno, že vepřové maso a vejce obsahují dioxiny. Výsledkem zjištění bylo, že směs mastných kyselin, která byla přidávána do krmiva pro drůbež a domácí prasata, získané z bionafty, kam se přidával tuk, který byl kontaminován dioxiny. Kvůli dovozu vepřového masa se aféra dotkla i České republiky. Začátkem roku 2011 byl proto pozastaven veškerý dovoz a prodej masa a vajec z Německa jak u nás, tak i na Slovensku.

Před čtrnácti lety proběhla podobná aféra i v Belgii, kdy kontaminace zasáhla na 1500 tun krmiva, které též bylo kontaminováno dioxiny.

Možný expoziční zdroj hrozí dnes zejména u povodní, kdy dochází k vyplavování bifenyly ze sedimentů a tím se zvyšuje jejich průnik do potravního řetězce. Dále jsou důležitým expozičním zdrojem staré skládky a spalování odpadů a lidských těl.

PCB A JEJICH OSUD V ORGANISMU

Polychlorované bifenyly jsou látky lipofilního charakteru, a proto jsou nejvíce obsaženy v potravinách, které obsahují velké množství živočišného tuku. Může to být maso, játra, mléko a mléčné výrobky i ryby. Ukládají se v těle, tam, kde je nejvíce tuku. Jedná se o podkožní tuk, krev, a jsou obsaženy i v mateřském mléce. Degradace bifenyly může trvat i desítky let.

STOCKHOLMSKÁ ÚMLUVA

Stockholmskou úmluvou rozumíme celoglobální environmentální smlouvu, která má za cíl ochraňovat lidské zdraví a životní prostředí. Reguluje vyřazování nebezpečných látek z produkce, import a export dvanácti chemických látek jako jsou pesticidy: DDT, aldrin, eldrin, dieldrin, heptachlor, hexachlorbenzen, chlordan, mirexa, toxafen. Dále dvě průmyslové sloučeniny a polychlorovaných dibenzodioxinů a dibenzofuranů (technické chemikálie a jejich směsi, vedlejší produkty chemické výroby a spalovacích procesů). Nebo manipulaci s těmito látkami zakazuje. Výjimkou je DDT, které se smí stále omezeně používat v boji proti malárii, dokud se neobjeví stejně účinný, ale mnohem bezpečnější prostředek. V současné době se navrhuje i další POPs, které by měly být redukovány.

Je to závazek států, jakožto smluvních stran, aby se odstranila výroba a používání zmíněných perzistentních organických látek.

V rámci dohody je každá smluvní strana povinna:

1. Přijmout opatření, aby se zamezilo používání bifenyly v různých zařízeních, ať jsou to kondenzátory nebo jiné nádoby obsahující kapalné zásoby, a to do roku 2025. Ustanovuje to zákon číslo 185/2001 Sb. o odpadech v § 27. Zmíněno v příloze 1.

2. Podporovat kroky ke snížení nebezpečí a rizika při používání bifenyly.

3. V co nejkratší době učinit postupy k bezpečnému nakládání s odpadními kapalinami a zařízeními, které jsou kontaminovány bifenyly a to obsahu vyšším než 0,005% do roku 2028.

4. Každým pátým rokem vypracovávat zprávu o progresivitě procesu odstraňování všech látek uvedených v dohodě a tuto zprávu předat konferenci smluvních stran.

Stockholmská je dělena na tři přílohy.

Příloha A zahrnuje seznam chemikálií, které je nutno odstranit. Mezi konkrétní chemikálie spadají: Aldrin, Chlordan, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Hexachlorbenzen, Mirex, Toxaphen a polychlorované bifenyly.

V příloze B jsou obsaženy látky, které by měly být omezeny a hlavním zástupcem je DDT. Tato chemikálie se smí používat jen pro ovládnutí organismů, které přenášejí choroby a k tomu je nutný souhlas a směrnice Světové zdravotnické organizace. Musí být každé tři roky k DDT poskytnuty aktuální informace a musí probíhat vývoj lepší alternativní látky, která nebude tak chemicky nebezpečná.

Příloha C definuje chemikálie, které jsou neúmyslně uvolňovány z různých zdrojů, nebo je možná jejich samovolná tvorba. Patří sem: polychlorované bifenyly, Hexachlorbenzen, polychlorované dibenzo-p-dioxiny a dibenzofurany. Mezi zdroje jejich tvorby řadíme:

Spalování různých odpadů, ať už se jedná o odpady komunální, nebezpečné či ze zdravotnictví. Patří sem i čistírenské kaly.

Cementářské pece, kde se bifenyly objevují ve spalovaných kalech.

Tvorba papíru, kde se uvolňuje chlór.

Dále jsou to tepelné procesy hutnictví, kdy je lze prokázat u druhotné výroby mědi, hliníku nebo zinku.

K samovolné tvorbě a uvolňování dochází při otevřeném spalování odpadu, ať je to z domovních zdrojů, fosilních paliv, olovnatého i neolovnatého benzínu, dřeva nebo biomasy. Spadají sem i krematoria, kafilerie, rafinace odpadových olejů, doutnající měděné dráty a jiné.

Česká republika podepsala tuto úmluvu 22. května 2002 a zpracovala Národní implementační plán, jehož cílem je inventura perzistentních organických látek v české republice. V roce 2000 byla zřízena Národní referenční laboratoř pro analýzu organických sloučenin při zdravotním ústavu v Ostravě. V naší republice existuje i odborná základna a to na Masarykově univerzitě v Brně, sídlí zde Národní centrum pro perzistentní organické látky, jako součást centra RECETOX. RECETOX je výzkumné centrum pro toxikologii a chemii životního prostředí.

Dále existuje Protokol o Perzistentních organických látkách z roku 1979 Evropské hospodářské komise OSN, kde se jedná o dálkovém znečišťování ovzduší, přesahující hranice státu. Úmluva definuje konkrétní opatření mířící ke snížení emisí v ovzduší.

Česká republika patří mezi smluvní strany Rotterdamské úmluvy, která obsahuje nebezpečné chemické látky a pesticidy v mezinárodním obchodu.

Dále lze uvést politiku Evropské Unie REARCH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) snažící se omezovat pohyb perzistentních organických látek v prostředí.

PERZISTENTNÍ ORGANICKÉ LÁTKY V ČESKÉ REPUBLICCE

Podle seznamu přílohy A Stockholmské úmluvy:

Polychlorované bifenyly byly vyráběny v letech 1959-1984.

Aldrin, který byl zakázán v roce 1980 se už nevyrábí ani nepoužívá.

DDT se v mnoha zemích ještě používá, v některých zemích je zakázán. Africké země ho používají, protože je účinnou zbraní proti malárii. Hubí komáry rodu Anopheles. S ním se používal i Lindan, který je dnes zakázán.

Dieldrin nebyl nikdy zaregistrován.

Endrin se nevyrábí ani nepoužívá, zakázaný je od roku 1984.

Heptachlor byl používán pro zemědělské účely, též od 80. let zakázán.

Hexachlorbenzen se vyráběl ve Spolaně Neratovice. Výroba se ukončila roku 1968. Užíval se jako pesticid, který je od roku 1977 zakázán.

Chlordan a Mirex se nikdy nevyráběly a tudíž nikdy nepoužívaly.

Toxaphen zakázán od 80. let

VÝSKYT PERZISTENTNÍCH LÁTEK V PROSTŘEDÍ A JEJICH LIMITY

Lidská populace není exponována nejen potravou, jak již bylo zmíněno v úvodu, ale malé procento zastupují i složky životního prostředí, jako je vzduch, voda, půda ale i odpady.

Níže jsou uvedeny limity polychlorovaných bifenyly platné v České republice. V závěru kapitoly jsou uvedeny i potraviny.

VZDUCH

Ve vzduchu je obecný emisní limit stanoven v příloze 1, zákonu 356/2002 Sb. Viz příloha č. 2.

VODA

Povrchová voda

0,012 µg/l (č. 61/2003 Sb., příloha č. 3, kategorie nebezpečné a zvláště nebezpečné látky). Platí pro těchto šest kongenerů: PCB 28, 52, 101, 138, 153 a 180.

Pitná voda

Stanovení limitu pro PCB 0,1 mg/l.

Podzemní voda

Stanovení limitů dle Věstníku Ministerstva pro životní prostředí 3/1996. V µg/l to je A= 0,01, B = 0,25, C = 1. Stanovuje se všech sedm indikátorových kongenerů.

PŮDA

Vyhláška č.13/1994 Sb. v příloze 2, stanovila limity pro PCB v půdě 0,01 mg/kg sušiny. Opět se stanovuje všech sedm indikátorových kongenerů.

ODPADY

V odpadech jsou stanoveny limity pro šest indikátorových kongenerů (PCB 28, 52, 101,138, 153, 180). Stanovuje to zákon o nakládání s odpady č. 383/2001 Sb., příloha 6.

Limitní koncentrace škodlivin pro odpady, které je zakázáno ukládat na skládky všech skupin je pro PCB rovna 50 mg/kg sušiny. Limitní koncentrace škodlivin pro odpady, které nemohou být využívány v podzemních prostorách a na povrchu terénu je pro PCB 0,2 mg/kg sušiny. Limitní koncentrace škodlivin pro odpady, které nesmějí být ukládány na skládky skupiny S – inertní odpad je pro PCB 10 mg/kg sušiny. Na skládky skupiny S – ostatní odpad nelze na základě obsahu škodlivin ukládat odpady, který obsahuje více než 20 mg PCB/kg sušiny. [24]

POTRAVINY

Limity PCB stanovuje vyhláška č.53/2002 Sb. Stanovují se pro všech sedm indikátorových kongenerů.

K jejich přehledu napomůže tabulka, která je v příloze 3. Při překročení nejvyššího přípustného množství je potravin vyloučena z oběhu. Pokud je překročen limit u potravin pro zvláštní výživu, nelze již tyto potraviny pro účel speciální výživy použít. Limit v balených vodách nesmí překročit hodnotu 0,001 ug/l, opět je stanovena pro všech sedm kongenerů.

BIOLOGICKÝ MONITORING

Biologický monitoring je systém monitorování zdravotního stavu populace ve vztahu k životnímu prostředí. Jeho hlavní podstatou je sběr dat, jejich zpracování a vyhodnocení. Z dat se zjišťuje stav složek životního prostředí (ovzduší, voda, potrava) a zda mají určitý vliv na zdravotní stav populace.

Monitoring v České republice je realizován na základě Usnesení vlády České republiky číslo 369/1991 Sb. Je garantován a řízen Státním zdravotním ústavem, do roku 2003 realizován ve spolupráci s krajskými hygienickými stanicemi. Do biologického

monitoringu se zapojují dospělí ve věku 18-61 let, děti ve věku 8-10 let, ženy 2-8 týdnů po porodu a v prvních letech i zemřelí.

Dotazníkem se zjistí, jakým způsobem lidé žijí. Počet osob, které řadíme do systému biologického monitorování je 100 dospělých na oblast za rok a 50 kojících žen na oblast za rok.

Biomarkerem expozice se nazývají kontaminanty, které lze najít v tělních tekutinách. V mateřském mléce se sledují od roku 1994. V roce 2002 byly bifenyly u nás poprvé analyzovány z krevního séra, kde je obsaženo asi 10x méně tuku než v mléce.

Cílem biomonitoringu je zjistit aktuální zátěž populace, sledovat časové trendy a použít tato data pro snížení expozice populace, identifikovat a redukovat nová zdravotní rizika, způsobená faktory prostředí. Biologický monitoring probíhá nejen v ČR, ale i v jiných státech po celém světě. V Německu či v USA.

Pro účely této práce je důležité zmínit monitoring koncentrací tzv. indikátorových kongenerů PCB, které budou blíže uvedeny v následující kapitole. Spolu s nimi se sledují ještě chlorované pesticidy.

Jak je česká populace informována o zátěži?

Lidé se mohou seznámit s výsledky s pomocí dat z monitorování zdravotního stavu populace, které se dají zobrazit na webové prezentaci Státního zdravotního ústavu. Dalším spolehlivým zdrojem jsou data ze studií Světové zdravotnické organizace a ze studie průřezové financované ministerstvem životního prostředí.

SLEDOVANÉ PARAMETRY

V České republice se mapuje pro biologický monitoring sedm indikátorových kongenerů polychlorovaných bifenyly. V krevním séru a mateřském mléku to jsou 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180. [25] Indikátorové kongenery 138, 153 a 180 lze jejich součet vynásobit číslem 1,7 a tento výsledek můžeme považovat za hodnotu, která je srovnatelná s celkovou hodnotou PCB. V současnosti monitoring upřednostňuje pro vyjádření zátěže polychlorovanými bifenyly použití indikátorového kongeneru s označením 153, který je

nejvíce zastoupen, protože lze zjednodušit interpretaci výsledků a sledovat dlouhodobý časový průběh. Koncentrace PCB se vyjadřují ve vztahu na lipidickou složku.

Nejlepší volbou je analyzovat bifenyly z mateřského mléka. Má to mnohé výhody. Jedná se o neinvazivní odběr a mateřské mléko obsahuje vysoký obsah tuku, 2-4%.

V krevním séru je 10x méně tuku než v mateřském mléce. Výhoda krevního séra je v tom, že krev lze odebrat komukoliv.

Jak vypadala situace v roce 2007 při monitorování indikátorových kongenerů v krevním séru a mateřském mléce?

Indikátorové kongenery se analyzovaly celkem ve 410 vzorcích krevního séra. Zjistil se vzestup hodnot s věkem a vyšší koncentrace v oblasti Uherského Hradiště. Vyšší hodnoty byly pozorovány spíše u mužů. Koncentrace indikátorového kongeneru 153 znázorňují grafy na obr. 3. Podle těchto grafů byl potvrzen pozitivní vzájemný vztah s věkem a byla zjištěna vyšší koncentrace v oblasti Uherského Hradiště.

SLEDOVANÉ OBLASTI

V období od roku 1994 do roku 2003 probíhala první etapa monitoringu v oblastech Žďár nad Sázavou, Plzeň, Benešov, Ústí nad Labem. Při této etapě byl zjištěn pokles expozice populace polychlorovaným bifenyly, současně s ním byl pozorován i pokles při sledování dietární expozice analýzou kongenerů PCB v potravě. Vyšší hodnoty byly naměřeny v oblasti Ústí nad Labem. Graf 1 znázorňuje roční koncentrace kongeneru 153 v mateřském mléku v průběhu této etapy.

Od roku až do současnosti probíhá druhá etapa monitoringu, došlo ke změně oblastí, a těmi jsou Praha, Ostrava, Liberec, Zlín a Uherské Hradiště. Zde se zjistili hladiny vyšší než v monitoringu první etapy, nejspíše kvůli Uherskému Hradišti a výrobě Colorlaku. Hodnoty začaly klesat až roku 2009.

SPOLANĚ NERATOVICE

Ve Spolaně Neratovice se od 50. let vyráběly pesticidy a herbicidy. Jako vedlejší produkty těchto výrob vznikaly dioxiny a nastávala expozice pracovníků. Současně probíhala kontaminace životního prostředí. Výroba se na konci 60. let zrušila, ale dioxiny jsou stále

navázány na zdech a podlahách v místnostech, kde probíhala výroba a stále je lze najít i v odpadním kanálu Spolany. Proto proběhla v roce 2004 studie, která měla prokázat koncentraci v krevních tekutinách.

V úvodu proběhlo měření koncentrací v okolí. Měřily se koncentrace v půdě, vodě, vejcích a rybách. Dále se zjišťovaly perzistentní polutanty v krevním tuku populace, která žije v oblasti Spolany. Zároveň byly rozdány i dotazníky, kde lidé byli dotazováni na svůj životní styl. Zároveň probíhalo měření i u kontrolní skupiny Benešov.

Vyšetřovaný jedinec musel splnit řadu požadavků, aby se studie mohl zúčastnit. Prvním z nich je souhlas s odběrem 50 ml krve, dalším požadavkem je, aby dotyčný žil v dané sledované oblasti minimálně pět let a nepracoval a ani nebyl v době studie pracující ve Spolaně Neratovice. Dále tyto osoby nesmí být vegetariáni a musí konzumovat živočišné produkty z vlastních zdrojů. Probíhalo to tak, že se vybralo dvacet osob ze studované lokality a dvacet osob z kontrolní skupiny Benešov, obě dvě skupiny vyplnili stejný dotazník.

V závěru se neprokázala zvýšená expozice nejtoxičtějším derivátem dioxinu a to 2, 3, 7, 8 TCDD. Koncentrace PCDD/PCDF a bifenylyů byla dvojnásobná při srovnání s kontrolní skupinou. Důležité je, že žádné nežádoucí zdravotní účinky nebyly prokázány. V kontrolní skupině Benešov byly zjištěny nižší koncentrace chlorovaných pesticidů.

Tyto výsledky studie se předaly státním orgánům a provozovatelům Spolany. Orgán veřejného zdraví žádal nutné preventivní opatření. V rámci komunikace rizika byly s každým účastníkem jeho výsledky diskutovány osobně.

Byla nařízena likvidace výrobních hal, které byly kontaminovány dioxiny jako preventivní opatření. Dále byla postupně vyčištěna odpadní strouha, která byla též kontaminována.

Graf 2 znázorňuje hladiny toxikologických ekvivalentů v krevním séru v oblasti Neratovic.

UHERSKÉ HRADIŠTĚ

V Uherském Hradišti funguje firma Colorlak, kde probíhala v minulosti výroba technických směsí, ať to byly nátěrové hmoty či barvy, tak výrobky v zemědělství, které bifenyly obsahovaly. Došlo ke kontaminaci přírodních složek. Natíraly se například žlaby a silážní jámy, docházelo tak k tomu, že expozice postihla hospodářská zvířata. Zamezilo to

prodeji masa a mléka. V současné době firma Colorlak stále funguje, ale vyrábí produkty neobsahující bifenyly.

Monitoring oblasti Uherského Hradiště dospěl ke zjištění, že populace žijící zde, je v dlouhodobém expozičním riziku. Riziko postupně klesá, ale velmi pomalu. Ke srovnání s ostatní populací v jiných oblastech jsou osoby zde, stále ve vyšším riziku než ostatní.

Jaký dále použít postup, aby expozice byla nižší?

V první řadě je nutné zkontrolovat, jakým způsobem byly zlikvidovány staré zátěže, těmi jsou odpady, které nejsou nikde evidovány. Analýzu živočišných potravin provádí státní veterinární služba. Monitoring dietární expozice je součástí Systému monitorování a provádí je pobočka SZÚ v Brně. Z hlediska preventivního se lze odvolat na Stockholmskou úmluvu, zajistit filtry, které by zachytávaly ve spalovnách unikající dioxiny a také zaevidovat staré skládky. Další účinnou prevencí je snížení konzumace živočišných tuků a nespalovat odpady v otevřeném prostředí.

V grafu 3a) jsou znázorněny výsledky koncentrací kongeneru 153 v průběhu druhé etapy, od roku 2005 až do roku 2009. Graf 3b) srovnává koncentrace v Uherském Hradišti ve stejných letech.

CHARAKTERISTIKA POPULAČNÍCH SKUPIN

Sledovanými skupinami jsou obyvatelé, žijící v daných lokalitách pro biomonitoring. Jsou to ženy i muži, dávající dobrovolně matrici pro studie. Krev lze získat i od dárců krve. Počet osob, které jsou zařazeni do monitorování je 100/osob na lokalitu na rok.

ODBĚR BIOLOGICKÉHO MATERIÁLU

Standardní operační postup definuje, jakým způsobem postupovat při odbírání vzorků, konkrétně v protokolu o odběru a manipulaci se vzorky. Jsou zde popsány skupiny osob, počty, způsoby odebrání, doba uchovávání vzorků a zároveň jejich značení. Dále je zde specifikováno jak manipulovat s materiálem po jeho odběru, jakým způsobem má probíhat skladování, zodpovědnost jednotlivých osob při celém procesu a jiné. Zároveň každá skupina, která pracuje se vzorky, má stanoven ještě podrobný odběrový protokol.

Nádobky k odběru, ať jsou to vacuety na krev či skleněné lahvičky na mateřské mléko, zajišťuje Státní zdravotní ústav.

Před odběrem je nutné vysvětlit osobám, které jsou zahrnuty do biomonitoringu, za jakým účelem se vzorky odebírají. Dále je nutné, aby podepsali informovaný souhlas s odběrem a souhlasili s jeho použitím pro biomonitoring. Nezbytností je vyplnit vstupní dotazník, na základě kterého se osobě přidělí kódové číslo. Číslo charakterizuje, odkud osoba pochází, do jaké skupiny se řadí a kdy jí byl odebrán vzorek. Na základě kódu je osoba anonymizována v databázi.

STUDIE

MEZINÁRODNÍ STUDIE

Mezinárodní studie jsou studie koordinované Světovou zdravotnickou organizací.

K prvním výsledkům z kongenerové analýzy se dospělo v druhém kole WHO koordinované mezinárodní studie, která proběhla v letech 1992 až 1993. Analyzovaly se dva směsné vzorky mateřského mléka, které se ještě navíc skládaly minimálně z deseti individuálních vzorků. Směsné vzorky pocházely z oblastí, kde byla předpokládána různorodá zátěž bifenyly. V České republice byly vybrány referenční oblasti Kladenska a Uherského Hradiště. Kladno mělo menší zátěž, Uherské Hradiště mnohem vyšší, kvůli firmě Colorlak. Analýza proběhla v referenční laboratoři, která byla Světovou zdravotnickou organizací vybrána. Výstupy z druhého kola mezinárodní studie prokázaly očekávané. V Uherském Hradišti se potvrdila vyšší zátěž populace polychlorovaným bifenylům. Převažovaly zde indikátorové kongenery 138, 153 a 180. Demonstrace celkové zátěže oproti ostatním státům je ukázána v grafu 4.

V letech 2000 až 2001 proběhlo třetí kolo mezinárodní studie. Postup se vzorky byl stejný. Do studie se nově zařadil Liberec, z důvodu zahájení nové spalovny odpadů. Kvůli spalovně vznikaly obavy ze zvýšené zátěže populace. Analýza opět probíhala v laboratoři, kterou vybrala WHO. Výstupem studie byl sestupný trend koncentrací kongenerů 138 a 153. Kongener 180 se spíše zvyšoval.

Ve čtvrtém kole v letech 2005 až 2006 se zjistil výrazný pokles kongenerů 138, 153 a 180. V tomto kole se duplicitně analyzoval větší počet vzorků. To znamená, že vzorky byly individuálně analyzované v laboratoři v Ostravě a navíc ještě v referenční laboratoři, vybrané WHO. V grafu 5 je znázorněna hladina kongeneru 153. Graf je srovnán s výsledky z biomonitoringu z roku 2006.

PRŮŘEZOVÁ STUDIE

Průřezová studie byla financována za pomoci ministerstva životního prostředí. Probíhala v letech 1999 až 2001 v sedmi oblastech České republiky: v Praze, Ústí nad Labem, Liberci, Kolíně, Telči a Uherském Hradišti. Odebralo se na devadesát vzorků mateřského mléka. Individuálně se zanalyzovalo 35 kongenerů s dioxinovým a nedioxinovým účinkem, 7 kongenerů PCDD a 10 PCDF. Na stanovení celkového technického ekvivalentu se výrazně podílely kongenery s dioxinovým účinkem, které expozici potvrdily. Zátěž dioxiny a dibenzofurany se shoduje s ostatními evropskými státy.

Výsledky průřezové studie ukázaly, že v regionech jsou určité rozdíly v zátěžích. V Telči byly koncentrace nejmenší, zatímco v Uherském Hradišti nejvyšší. Koncentrace z mateřského mléka v daných regionech jsou znázorněny v grafu 6.

RETROSPEKTIVNÍ STUDIE

Studie retrospektivní je studie, která se zanořuje do minulosti. Tudíž u této studie byly zjišťovány koncentrace v daných oblastech za období od let 1970 až 1990. Do studie byly zahrnuty oblasti Ostravska, Prahy, Uherského Hradiště a Liberce. Populace se dělila do skupin dle věku, 0-2 roky, 5-6 let, 15-19 let, 30-39 let, a 50 let a více. Pohlaví ženské i mužské.

Cílem studie bylo zjistit hladiny perzistentních látek v dobách, kdy se ještě používaly, jakým životním stylem se žilo, ověřit rozdíly v regionech a odhadnout předpoklad, jak se bude zátěž vyvíjet.

Ke studii byly použity archivované anonymní vzorky z krevního séra, ze sérové banky SZÚ.

Vzorky se připravily tak, že se spojily vzorky získané vždy od 10 dospělých osob, v předem určené věkové kategorii a rozdělené dle pohlaví, odebraných ve stejný rok ve stejné

oblasti. Alikvotní podíl vzorků byl 0,5 ml. U dětí to probíhalo stejným způsobem, jen vzorků bylo 20 a alikvotní podíl byl 0,25 ml.

Tato studie přinesla zatím jediné výsledky koncentrací u dětí z krevního séra. Nadto zde byl potvrzen úzký vztah s věkem. V časovém trendu je patrný i pokles hladin HCB a DDT. Naopak se zvyšuje trend indikátorového kongeneru 153 PCB.

Výsledky ze studie jsou znázorněny v grafech 7.

HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Z výsledků lze vysledovat, že expozice české populace polychlorovanými bifenyly má úzkou souvislost nejen s věkem, rozdíly v regionech, ale i s tím jak se lidé stravují a jakým způsobem života žijí. Je zřejmé, že postupem času expozice klesá. U naměřených výsledků je nutné vycházet z referenčních hodnot. Referenční hodnoty pro dané kongenery jsou uvedené v příloze 4. Je nutné podotknout, že limitní hodnoty pro nežádoucí účinky na zdraví pro hladinu polychlorovaných bifenyly z mateřského mléka nejsou stále oficiálně stanovené.

Důležité jsou z hlediska zdraví obyvatelstva možnosti prevence. Lze je rozdělit na individuální a celopopulační. Mezi individuální prevenci lze zařadit snížení živočišných tuků ve výživě člověka a omezení spalování organických hmot na otevřených místech. K celopopulační prevenci se řadí regulace likvidace nebezpečných odpadů, analyzování živočišných potravin, které provádí státní veterinární služba, dále monitoring dietární expozice, který je také součástí Systému monitorování a evidovat staré skládky. Při spalování odpadu ve spalovnách, je důležitá ochrana před unikajícími látkami do ovzduší zajistit ve spalovnách filtry, které zachytávají vzniklé dioxiny.

KOJENÍ

Zařazuji zde ještě kapitolu o kojení, protože při interpretaci výsledků analýzy těchto látek v mateřském mléce se zvažuje i možné zdravotní riziko pro kojené děti.

Kojení má absolutní prioritu ve výživě dítěte je nutné ho podporovat. Mateřské mléko obsahuje makronutrienty a plno vitamínů a minerálů, které dítě pro svůj správný vývoj potřebuje. Mléko se průběžně mění podle toho, co kojeneček potřebuje. Kojení ve výživě člověka zaujímá jen velmi krátký časový úsek a limitní hodnoty se stanovují pro celý život, a proto přívod perzistentních látek kojením po omezenou dobu několika měsíců nevede k překročení tolerovatelné denní (měsíční) dávky, která je propočtena na celoživotní expozici. Absence podkožního tuku u novorozenců znamená, že perzistentní látky se neukládají a vylučují stolicí. Biologický poločas (odstranění poloviny přijatého množství) je tak u kojenců přibližně 4 měsíce, zatímco dospělému to trvá pět až deset let. Matka by neměla rychle snižovat svou hmotnost, protože by se do mléka vyplavovalo zvýšené množství PCB. Při rychlém hubnutí se rychle odbourávají tuky a PCB jsou látky hromadící se v tukových tkáních.

Proč se používá mateřské mléko pro účely biomonitoringu?

Mateřské mléko obsahuje tuk, v kterém se tyto látky ukládají. Pro analytické účely je proto relativně snadné získat dostatečné množství tuku, v němž se dají dobře detekovat bifenyly. Konkrétní koncentrace tuku se zvyšuje z asi 2g/100 ml v kolostru na asi 3-4,5g/100ml zralého mléka. Zajímavé je, že se mění i koncentrace tuku během jednoho kojení, zadní mléko obsahuje až pětkrát více tuku než mléko přední. Výsledky analýz mateřského mléka umožní sledovat dlouhodobé zatížení populace a vývoj časových trendů.

ZÁVĚR

Z výsledných koncentrací je patrný sestupný trend expozic polychlorovanými bifenyly. V České republice se dodržuje přísný zákaz výroby a manipulace s nimi. Výzkum koncentrací PCB je dlouhodobý a má systematický přístup. Trvalo dlouho, než byly zjištěny nepříznivé účinky na zdraví člověka a trvá dlouho, než z jeho tukových tkání vymizí. Proto je důležitá i dlouhodobá prevence proti těmto nebezpečným látkám. Stále je plno případů expozičních zdrojů a je důležité, aby se tyto expoziční zdroje stále přísně hlídaly.

Tato práce mi podala věcné a důležité informace o polychlorovaných bifenylech. Pochopila jsem jejich problematiku. Práce byla pro mě přínosem z hlediska informací životního stylu do budoucna, jak mého tak i veřejného obyvatelstva.

SOUHRN

V 50. a 60. letech minulého století se začaly vyrábět nebezpečné látky, polychlorované bifenyly, které byly nepříznivé pro zdraví člověka. Do lidského organismu se dostávaly z 90% potravou. V dřívější době jsme je mohli najít např. v kosmetice, nejčastěji v rtěnkách, inkoustech, různých kondenzátorech a vakuových čerpadlech, ale i u propisovacích papírů. V současné době výrobu, ale také zacházení s nimi reguluje Stockholmská úmluva. Úmluva pojednává o závázku několika států o odstranění výroby PCB a jiných nebezpečných látek. Bohužel, ještě i dnes se vyskytnou výjimky, kdy se například dioxiny, vedlejší produkty bifenyly, vyskytnou v potravě člověka. Nedávná událost je z roku 2010, kdy se určitá koncentrace objevila v masech kuřat a ve vejcích.

PCB jsou látky, které se nejvíce zadržují v tkáních, obsahujících tuk. Proto se monitorují z mateřského mléka, krevního séra, krevní plazmy, a některá literatura zmiňuje i zjišťování koncentrací z podkožního tuku, odebíraném při pitvě.

Koncentrace polychlorovaných bifenyly se zjišťují biologickým monitoringem. Monitoring sleduje míru expozice obyvatelstva nebezpečným látkám z životního prostředí.

Daným populačním skupinám se odebírají vzorky krve nebo mateřského mléka a zjišťuje se zátěž ve vyšetřovaných oblastech. Bohužel nevýhodou biomonitoringu je, že nám nemůže ukázat, jaká je zátěž jednotlivce, nýbrž jen celé populace. Biologický monitoring vyšel z usnesení vlády České republiky č. 369/1991 Sb. Monitoring je garantován Státním zdravotním ústavem v Praze. Studie bifenyly jsou prezentovány indikátorovými kongenery. V České republice to jsou 28, 52, 101, 118, 138, 153 a 180. Dnešními monitorovanými oblastmi jsou Praha, Ostrava, Liberec, Zlín, Uherské Hradiště.

Dle různých uskutečněných studií je zřejmé, že zátěž populace polychlorovanými bifenyly pomalu, ale jistě klesá. Je nutné, aby si lidé uvědomili a byli obeznámeni o dopadu bifenyly na lidské zdraví. V přírodě se nic neschová a ona nám to vrátí v podobě nepříznivých účinků na zdraví. Bohužel nelze zabránit výrobám, či likvidování PCB na „černo“.

SUMMARY

In the 50's and 60's of previous century began the production of hazardous substances, polychlorinated biphenyls, which were adverse to human health. The human body receives them from 90% by food. Previously we could find them for example in cosmetics, usually in lipstick, inks, various condensers and vacuum pumps and also in copying paper. Actually the production is regulated by the Stockholm Convention. The Convention deals with the commitment to the several States to eliminate the production of PCBs and other dangerous compounds. Unfortunately, even today there are exceptions where for example the dioxins, PCBs by-products, occur in food for humans. Recent event is from the year 2010, when a certain concentration was found in meats and eggs of chickens.

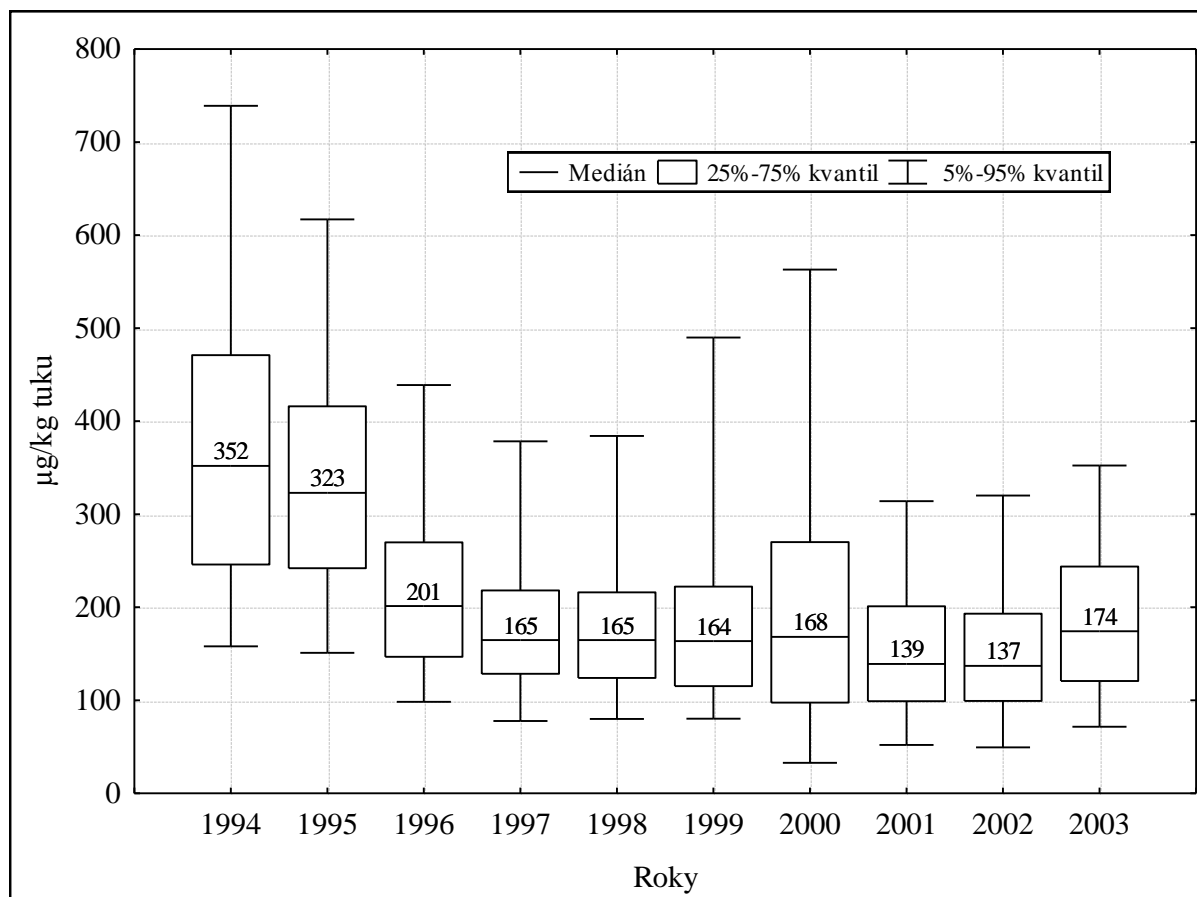
PCBs are substances that are retained mostly in tissues containing fat. Therefore, PCBs are monitored mainly in breast milk, blood serum, blood plasma, and some literature mentions also the monitoring of concentrations in fat, taken at autopsy. Concentrations of polychlorinated biphenyls are detected by biological monitoring. Monitoring measures the amount of exposition of population to dangerous compounds in the environment. Samples of blood and breast milk are taken from selected population groups and examined to evaluate the load of pollution in the selected area. Unfortunately a disadvantage of biomonitoring is that we cannot show what the burden of an individual is, but only the

burden of whole population. Biological monitoring came from the Statement of Government of the Czech Republic No. 369/1991 Coll. Monitoring is guaranteed by the State Health Institute in Prague. Studies are presented with indicator PCBs congeners. In the Czech Republic these are 28, 52, 101, 118, 138, 153 and 180. Today's monitored areas are Prague, Ostrava, Liberec, Praha, Uherské Hradiště.

According to various studies, it is clear that the population burden of polychlorinated biphenyls, is slowly but surely decreasing. It is necessary to make people aware of the impacts of PCBs on human health. In nature, nothing can be hidden and she will return it to us in terms of adverse health effects. Unfortunately we can not prevent illegal production, or the destruction of PCBs .

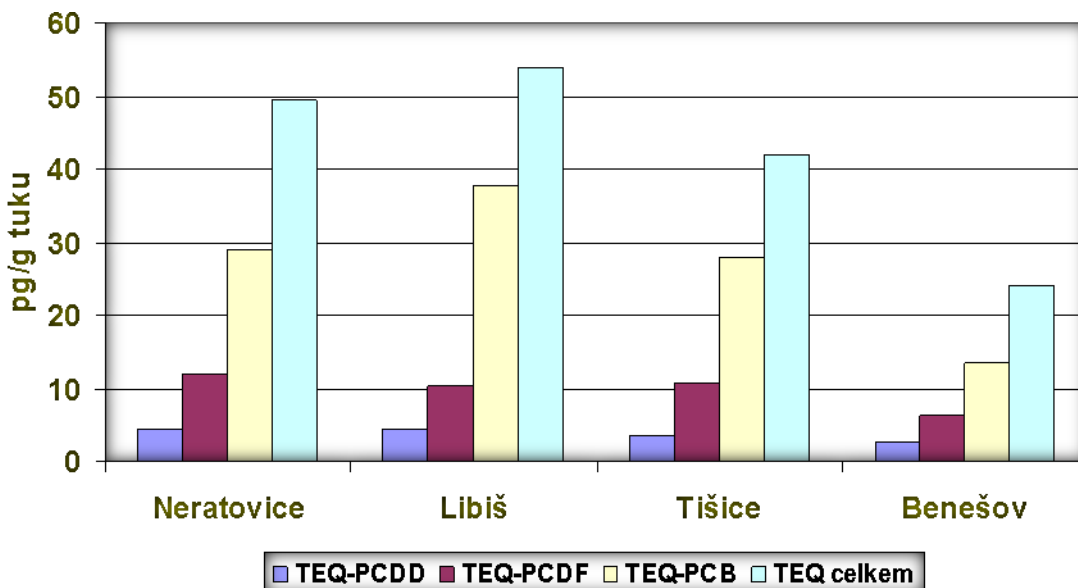
GRAFY KONCENTRACÍ

Graf 1: Koncentrace indikátorového kongeneru 153 ve vzorcích mateřského mléka 1. etapy biomonitoringu 1994 – 2003



Zdroj: Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva. SZÚ. Časový vývoj koncentrací POPs v tělních tekutinách české populace.

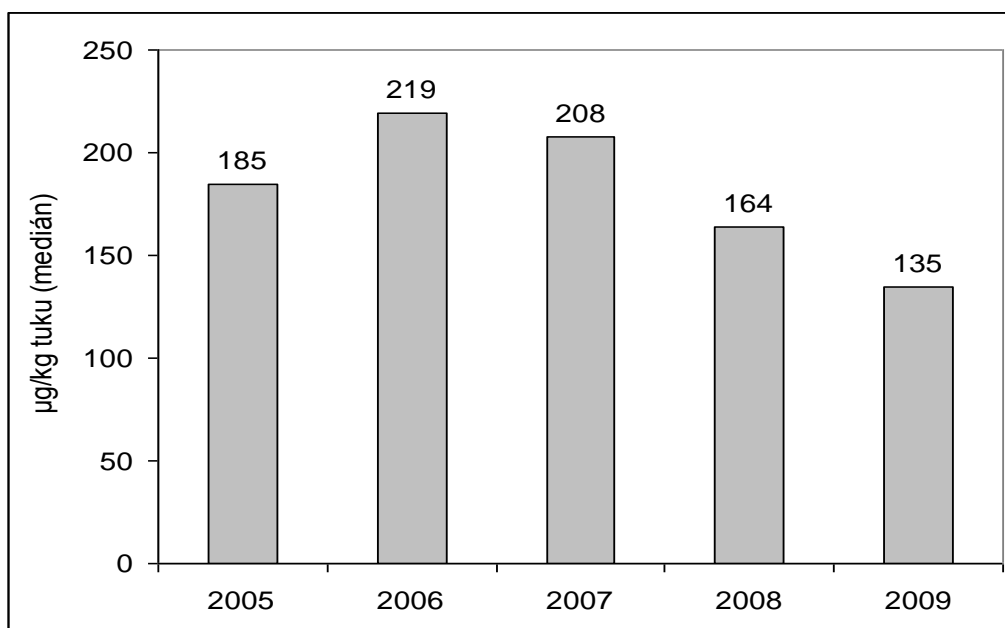
Graf 2: Hladina TEQ v krevním tuku – medián, pg/g tuku



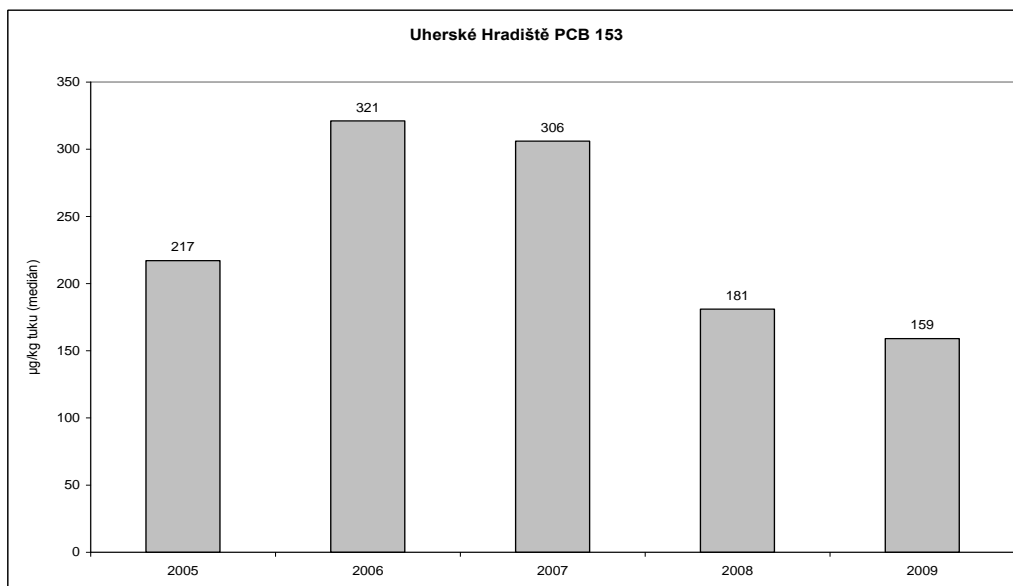
TEQ = toxický ekvivalenční kvocient, který vyjadřuje dioxinový účinek na základě toxického ekvivalenčního faktoru

Zdroj: výuková prezentace o případových studiích od prof. MUDr. M. Černé

Graf 3 a: Koncentrace PCB 153 v mateřském mléce (2005 - 2009)

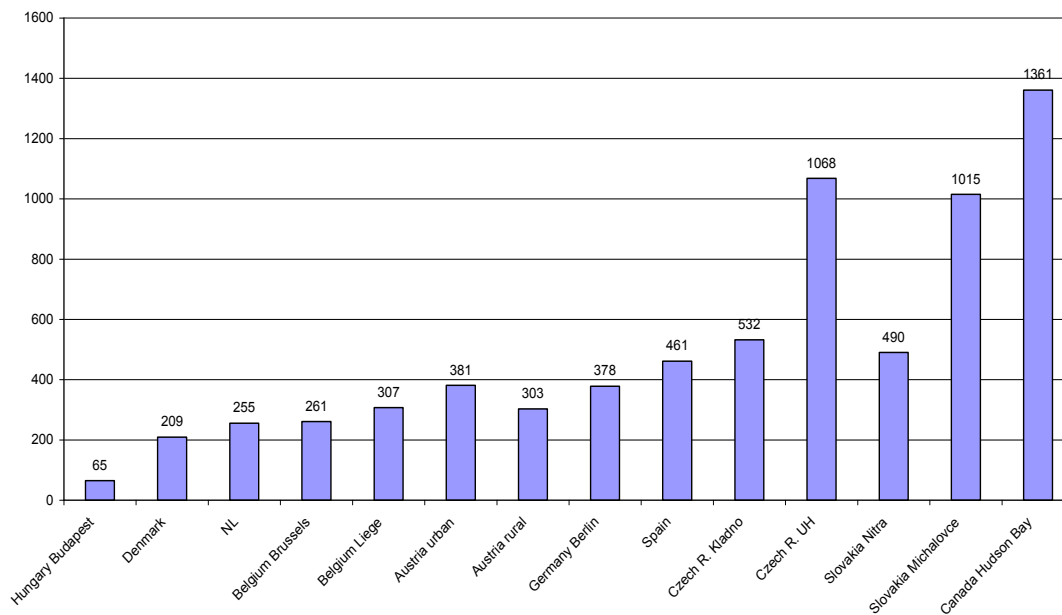


b: koncentrace PCB 153 v oblasti Uherské Hradiště



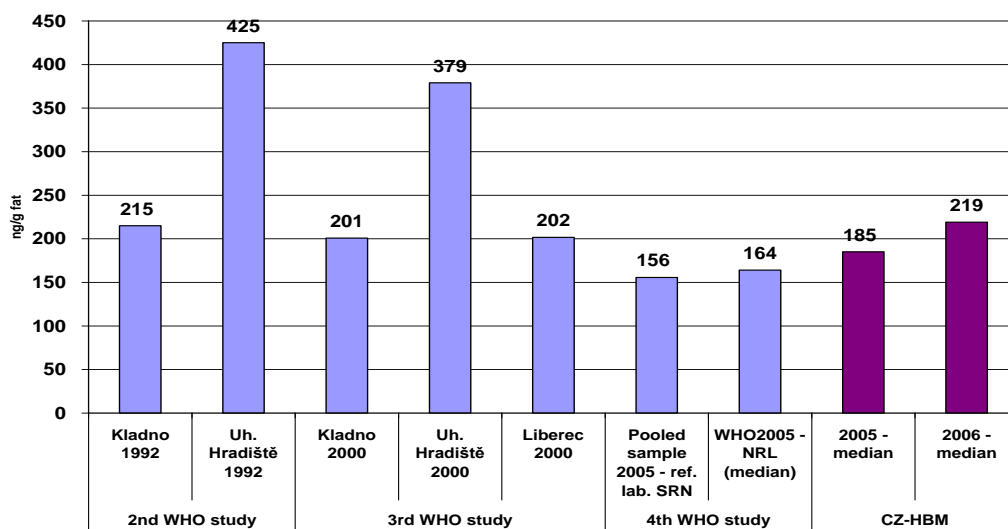
Zdroj: Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva. SZÚ. Odborná zpráva Subsystému 5 za rok 2009 a Souhrnná zpráva MZSO za rok 2009.

Graf 4: 2. kolo WHO- koordinované mezinárodní studie: suma PCB v mateřském mléce v ng/g tuku



Zdroj: POPs, seminář Floret, 1. 6. 2006, převzato z výukové prezentace prof. MUDr. M. Černé

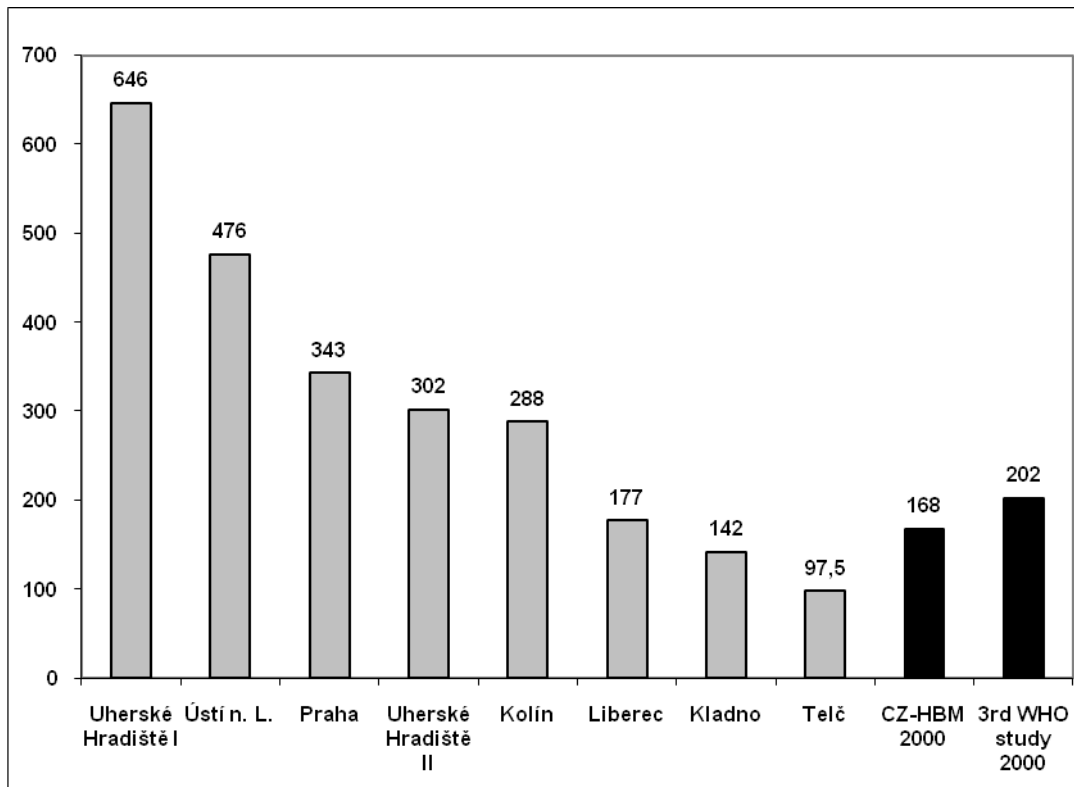
Graf 5: Hladiny indikátorového kongeneru 153 v mateřském mléce sledované v rámci mezinárodních studií koordinovaných WHO - srovnání s daty biomonitoringu z roku 2006.



Zdroj: Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva. SZÚ. Časový vývoj koncentrací POPs v tělních tekutinách české populace.

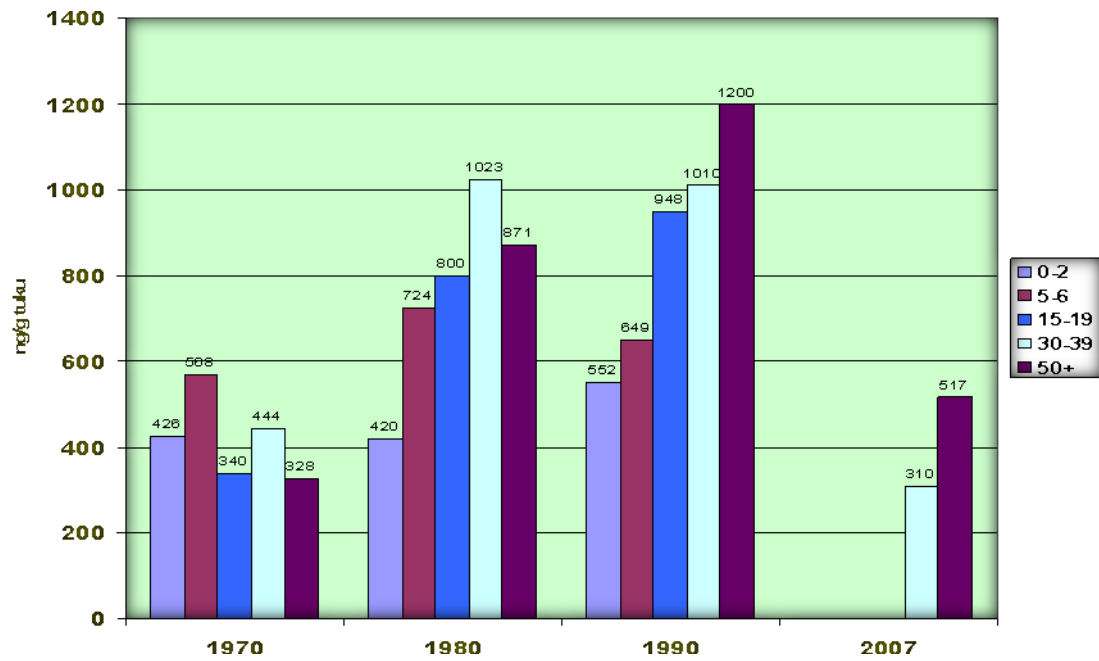
Medián je aritmetický průměr dvou prostředních hodnot statistického souboru.

Graf 6: Koncentrace kongeneru PCB 153 (medián) ve vzorcích mateřského mléka průřezové studie – srovnání s výsledky biomonitoringu MZSO a WHO koordinované studie ze stejného období

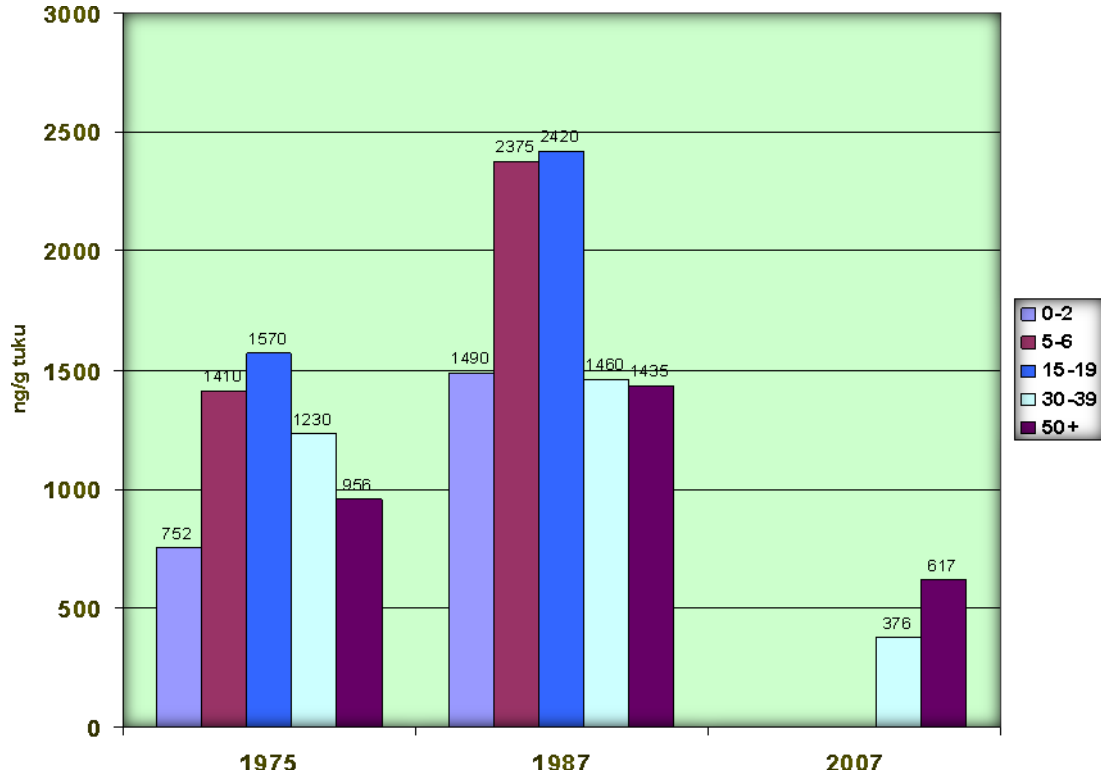


Zdroj: Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva. SZÚ. Časový vývoj koncentrací POPs v tělních tekutinách české populace.

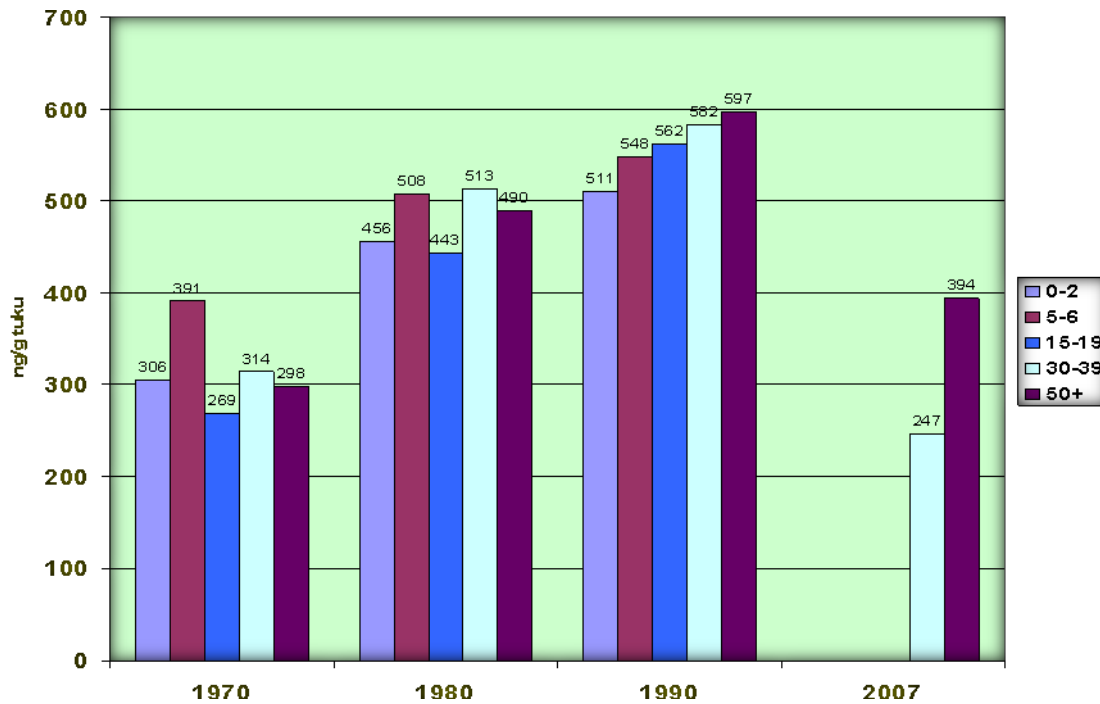
Graf 7: Hladiny PCB 153 ve vzorcích sér Ostrava



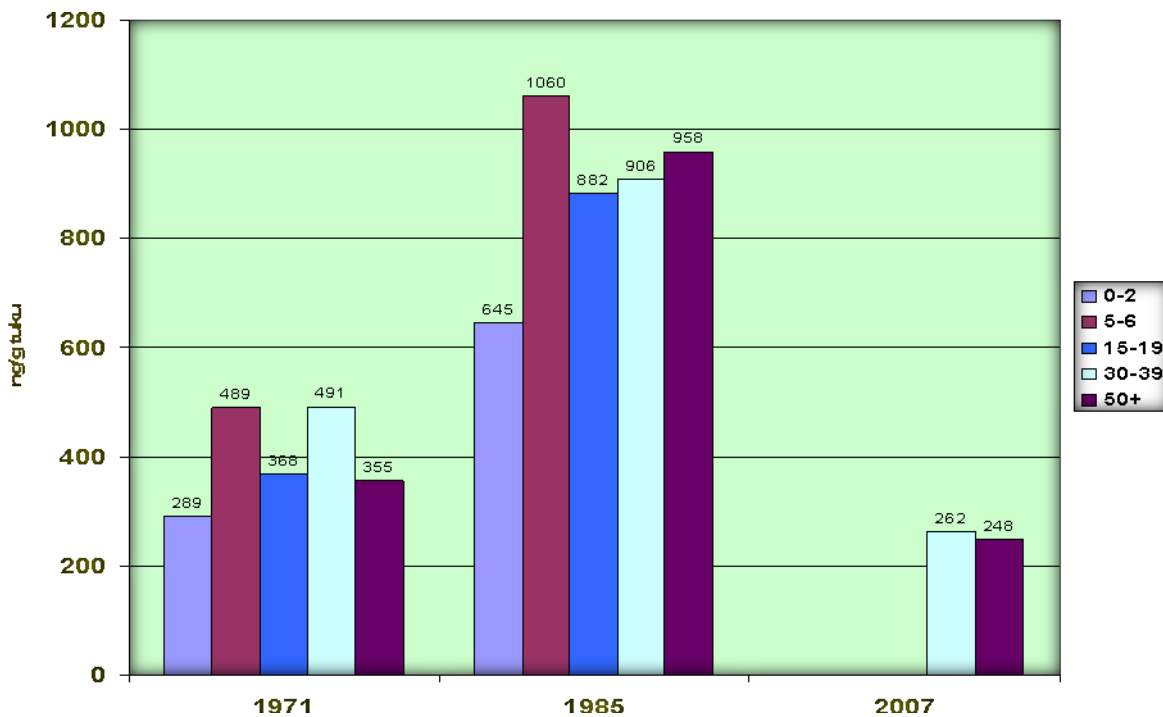
Hladiny PCB 153 ve vzorcích sér UH



Hladiny PCB 153 ve vzorcích sér Praha



Hladiny PCB 153 ve vzorcích sér Liberec



Zdroj: Grafy 7 jsou převzaty z výukové prezentace případových studií od prof. MUDr. M. Černé

OBRÁZKY

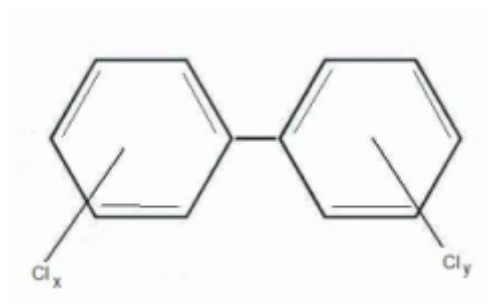
Obr. 1



Vzorec dioxinu

[Obrázek převzat ze stránek <http://www.toxik.arnika.org/chemicke-latky/dioxiny-pcdd-pcdf>]

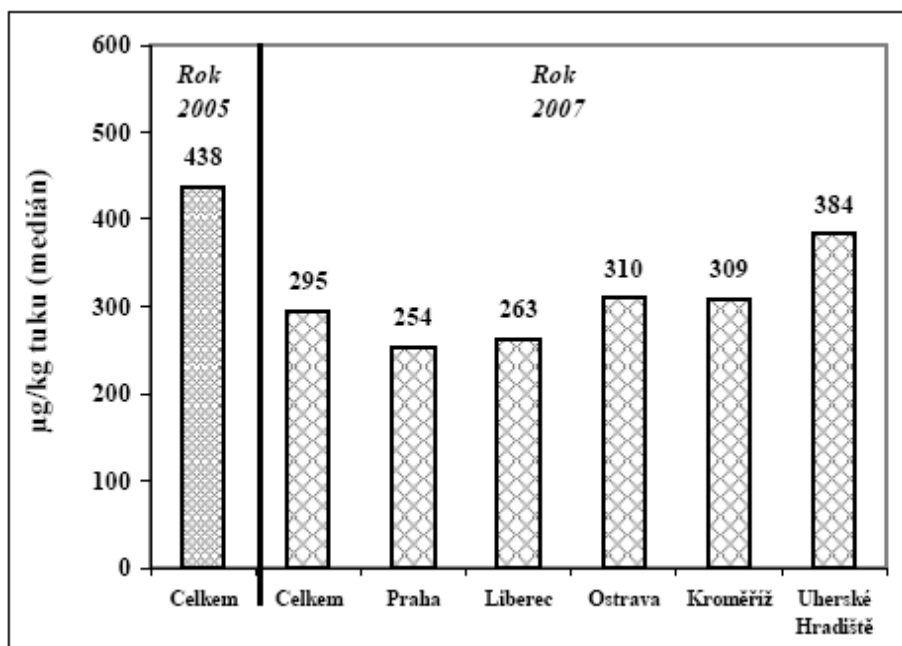
Obr. 2



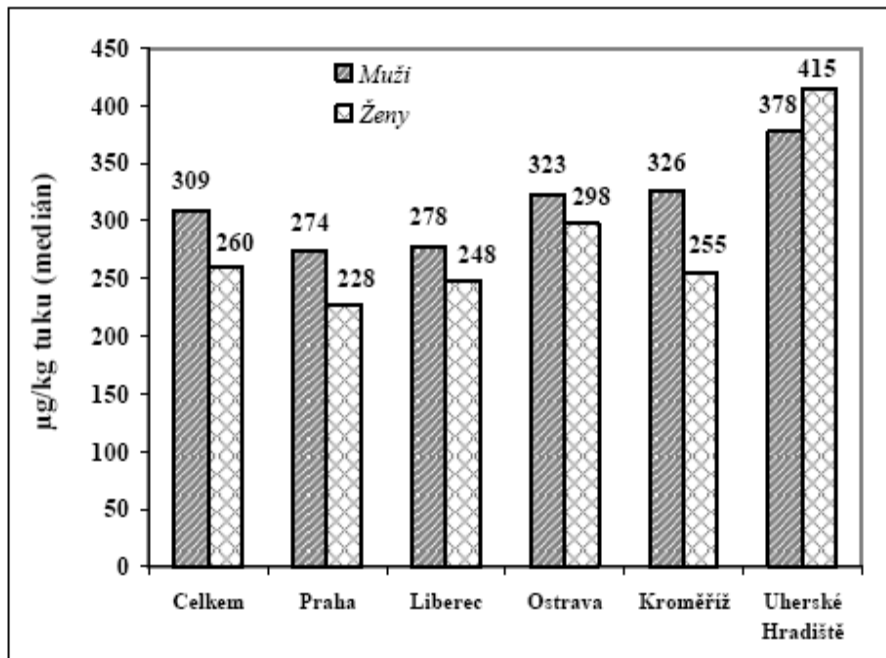
Strukturální vzorec polychlorovaného bifenyly

[Obrázek převzat ze stránek <http://www.bezjedu.arnika.org/chemicke-latky/polychlorovane-bifenyly-pcb>]

Obr. 3



Koncentrace PCB 153 v séru dospělých v roce 2005 a 2007
Obrázek převzat [http://www.recetox.muni.cz/pops-centrum/res/File/NIPOPs%20CR%202008/6_populace.pdf]



Koncentrace PCB 153 v séru dospělých, dle pohlaví a oblastí
Obrázek převzat [http://www.recetox.muni.cz/pops-centrum/res/File/NIPOPs%20CR%202008/6_populace.pdf]

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA 1

Příloha 1, zákona č.356/2002 Sb.

3. Persistentní organické látky (POP)

- 3.1 Polychlorované dibenzodioxiny (PCDD) a dibenzofurany (PCDF) celkem vykazované v ekvivalentech toxicity (I-TEQ) 2,3,7,8 – TCDD
 - 3.1.1 polychlorované dibenzodioxiny (PCDD)
 - 3.1.2 polychlorované dibenzofurany (PCDF)
- 3.2 Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH) celkem
 - 3.2.1 fluoranten
 - 3.2.2 pyren
 - 3.2.3 chrysen
 - 3.2.4 benz[b]fluoranten
 - 3.2.5 benz[k]fluoranten
 - 3.2.6 benz[a]pyren
 - 3.2.7 benz[g,h,i]perylene
 - 3.2.8 indeno[1,2,3, - c, d]pyren
 - 3.2.9 benz[a]antracen
 - 3.2.10 dibenz[a, h]antracen
- 3.3 Polychlorované bifenyly (PCB) celkem
 - 3.3.1 tetraCB IUPAC No.77 + tetraCB IUPAC No. 81 + pentaCB IUPAC No. 126 + hexaCB IUPAC No. 169 celkem
 - 3.3.2 pentaCB IUPAC No. 118 + IUPAC No. 105 + IUPAC No.123 + IUPAC 114 + hexaCB IUPAC No.156 + IUPAC No.157 + IUPAC No.167 + heptaCB IUPAC No.189 celkem
 - 3.3.4 ostatní polychlorované bifenyly celkem
- 3.4 jiné chlorované persistentní organické sloučeniny
 - 3.4.1 hexachlorekyklohexan
 - 3.4.2 tetrachlorfenol
 - 3.4.3 hexachlorbenzen
 - 3.4.4 trichlorbenzen

Obecné emisní limity pro persistentní organické látky (POP)

Číslo znečišťující látky nebo stanovené skupiny	Poznámka
3.1	Obecný emisní limit a další podmínky jeho uplatnění: Platí obecný emisní limit 0,1 ng TEQ/m ³ pro celkovou hmotnostní koncentraci těchto látek.
3.2	Platí obecný emisní limit 0,2 mg/m ³ pro celkovou hmotnostní koncentraci těchto látek.
3.3	Při eventuaálním výskytu emisí nesmí být překročena celková hmotnostní koncentrace těchto znečišťujících látek 0,2 mg TEQ/m ³ po přepočtu na standardní stavové podmínky. V nejkratší možné době je nutno tyto látky eliminovat z emisí do vnějšího ovzduší.
3.4	Nesmí být překročena celková hmotnostní koncentrace těchto znečišťujících látek 0,2 mg/m ³ po přepočtu na standardní stavové podmínky. V nejkratší možné době je nutno tyto látky eliminovat z emisí do vnějšího ovzduší.

10. Ekvivalenty toxicity polychlorovaných dibenzodioxinů a polychlorovaných dibenzofuranů

Ke stanovení součtové hodnoty se hmotnostní koncentrace dále uvedených polychlorovaných dioxinů a dibenzofuranů před sečtením násobí uvedenými koeficienty ekvivalentů toxicity 2,3,7,8 TCDD:

		koeficient ekvivalentu toxicity
2, 3, 7, 8	- tetrachlordibenzodioxin, (TCDD)	1
1, 2, 3, 7, 8	- pentachlordibenzodioxin (PeCDD)	0,5
1, 2, 3, 4, 7, 8	- hexachlordibenzodioxin (HxCDD)	0,1
1, 2, 3, 7, 8, 9	- hexachlordibenzodioxin (HxCDD)	0,1
1, 2, 3, 6, 7, 8	- hexachlordibenzodioxin (HxCDD)	0,1
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8	- heptachlordibenzodioxin (HpCDD)	0,01
	- oktachlordibenzodioxin (OCDD)	0,001
2, 3, 7, 8	- tetrachlordibenzofuran (TCDF)	0,1
2, 3, 4, 7, 8	- pentachlordibenzofuran (PeCDF)	0,5
1, 2, 3, 7, 8	- pentachlordibenzofuran (PeCDF)	0,05
1, 2, 3, 4, 7, 8	- hexachlordibenzofuran (HxCDF)	0,1
1, 2, 3, 7, 8, 9	- hexachlordibenzofuran (HxCDF)	0,1
1, 2, 3, 6, 7, 8	- hexachlordibenzofuran (HxCDF)	0,1
2, 3, 4, 6, 7, 8	- hexachlordibenzofuran (HxCDF)	0,1
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8	- heptachlordibenzofuran (HpCDF)	0,01
1, 2, 3, 4, 7, 8, 9	- heptachlordibenzofuran (HpCDF)	0,01
	- oktachlordibenzofuran (OCDF)	0,001

11. Ekvivalenty toxicity polychlorovaných bifenyliů

Ke stanovení součtové hodnoty se hmotnostní koncentrace dále uvedených polychlorovaných bifenyliů před sečtením násobí uvedenými koeficienty ekvivalentů toxicity 2,3,7,8 TCDD:

kód IUPAC		koeficient ekvivalentu toxicity
77	- non-ortho PCB	0,0005
126	- non-ortho PCB	0,1
169	- non-ortho PCB	0,01
105	- mono-ortho PCB	0,0001
114	- mono-ortho PCB	0,0005
118	- mono-ortho PCB	0,0001
123	- mono-ortho PCB	0,0001
156	- mono-ortho PCB	0,0005
157	- mono-ortho PCB	0,0005
167	- mono-ortho PCB	0,00001
189	- mono-ortho PCB	0,0001
170	- di-ortho PCB	0,0001
180	- di-ortho PCB	0,00001

12. Výčet polychlorovaných bifenyliů

Kongenery IUPAC (částečně toxické):

3,3',4,4',5-pentaCB (IUPAC 126)

3,3',4,4',5,5'-hexaCB (IUPAC 169)

3,3',4,4'-tetraCB (IUPAC 77)

monoortho:

2,3',4,4',5-pentaCB (IUPAC 118)

PŘÍLOHA 2

Zákon č. 185/2001 Sbírky o odpadech §27 - Povinnosti při nakládání s PCB, odpady s obsahem PCB a zařízeními obsahujícími PCB.

(1) Vlastníci (držitelé) PCB, odpadů s obsahem PCB a zařízení obsahujících PCB a podléhajících evidenci jsou povinni v nejkratší možné době, nejpozději však do konce roku 2010, zajistit jejich odstranění v souladu s tímto zákonem a prováděcím právním předpisem.

(2) Získávání PCB z jiných látek za účelem jejich opětovného použití je zakázáno.

(3) Odstraňování látek PCB je možné pouze v zařízeních k tomu určených.

(4) Provozovatelé zařízení obsahujících PCB a podléhajících evidenci jsou povinni označovat tato zařízení, včetně objektů, kde jsou tato zařízení umístěna, způsobem stanoveným prováděcím právním předpisem. Provozovatelé dekontaminovaných zařízení jsou povinni označovat tato zařízení způsobem stanoveným prováděcím právním předpisem.

(5) Provozovatelé zařízení obsahujících PCB a podléhajících evidenci nesmějí tato zařízení doplňovat. Do doby vyřazení z provozu mohou tato zařízení pouze udržovat tak, aby PCB, které jsou v nich obsaženy, vyhovovaly technickým normám, aby zařízení byla v dobrém provozním stavu a aby nedocházelo k úniku jejich náplně.

(6) Zařízení obsahující PCB, které nepodléhá evidenci a které je součástí jiného zařízení, které je vyřazováno z provozu, musí být z něj, pokud je to proveditelné, vyjmuto a odstraněno v souladu se zákonem a prováděcím právním předpisem.

(7) Pokud provozovatelé nebo vlastníci zařízení obsahujících PCB a podléhajících evidenci stanoveným způsobem ministerstvu prokážou, že jejich zařízení neobsahují PCB, nemusí povinnosti uvedené v odstavcích 1, 4 a 5 plnit. Způsob prokázání stanoví prováděcí právní předpis.

(8) Ministerstvo v dohodě s Ministerstvem zdravotnictví stanoví vyhláškou

- technické požadavky na nakládání s PCB a technické požadavky na zařízení obsahující

PCB včetně opatření na ochranu zdraví lidí a životního prostředí,

- rozhodčí metody pro stanovení celkové koncentrace PCB v látkách, které je obsahují,

- podrobnosti způsobu prokazování neexistence PCB, a

- způsob označování zařízení obsahujících PCB a podléhajících evidenci způsob
označování dekontaminovaných zařízení.

PŘÍLOHA 3

Limity PCB v potravinách

Potravina	NPM (mg/kg)	PM (mg/kg), 5/2	SM (mg/kg)
mléko a mléčné výrobky	0,1	-	0,05
maso hovězí a masné výrobky	0,2	-	0,15
maso vepřové a masné výrobky	0,2	-	-
játra hovězí	-	0,7	-
játra vepřová	-	0,5	-
lůj hovězí	0,7	-	-
sádlo vepřové	0,5	-	-
drůbež	-	0,5	-

drůbeží maso a drůbeží výrobky	0,2	-	-
játra drůbeží	-	0,5	-
vejce, vaječné výrobky	0,2	-	-
ryby mořské *	1,0	-	-
ryby mořské dravé *	3,0	-	-
ryby sladkovodní dravé *	2,0	-	-
rybí výrobky	2,0	-	-
játra rybí (tresčí)	5,0	-	-
zvěřina *	2,0	-	-
zajíci *	1,0	-	-

* na kg jedlého podílu (jinak na kg tuku)

NPM - nejvyšší přípustné množství

PM – přípustné množství

SM – speciální množství

PŘÍLOHA 4

Referenční hodnoty pro kongenery 118, 138, 153, 180

Kongenery	Mikrogram/ kg tuku
118	30
138	280
153	470
180	370

POUŽITÁ LITERATURA

1. PROVAZNÍK, K. a kol. Manuál prevence v lékařské praxi. Souborné vydání, 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, 2003, 2004, str. 48
2. PROVAZNÍK, K. a kol. Manuál prevence v lékařské praxi. Souborné vydání, 3. Lékařská fakulta Univerzity Karlovy, 2003, 2004, str. 65
3. Státní zdravotní ústav Praha, Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí. Souhrnná zpráva za rok 2004. 1. vydání Praha, 2005. 135 p. ISBN 80-7071-255-4
4. ČERNÁ, M. Polychlorované bifenyly, dibenzo-dioxiny a dibenzofurany – expozice, zátěž populace a zdravotní rizika. Článek, časopis Výživa. 3/2001
5. ČERNÁ, M., BATÁRIOVÁ, A., PUKLOVÁ, V., Perzistentní organické látky v mateřském mléku [online]. 2005 [cit. 2010-12-18]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/biomonitoring/Perzistentni_organicke_latky_v_materskem_mleku.pdf
6. STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV PRAHA, Biologický monitoring [online]. 1999 [cit. 2011-02-03]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/biologicky-monitoring>

7. Státní zdravotní ústav Praha, Perzistentní organické látky (POPs) v mléku [online]. 1999 [cit. 2010-12-18]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/polychlorovane>
8. Přehled kongenerů a kontaminace PCB [online], [cit. 2010-10-05] Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Polychlorované_bifenyly
9. Charakteristika PCB [online], [cit. 2010-10-05] Dostupné z: <http://arnika.org/chemicke-latky/polychlorovane-bifenyly-pcb>
10. PCB v minulosti [online], [cit. 2010-10-05] Dostupné z: http://wapedia.mobi/cs/Znecistení_vody
11. Kategorie karcinogenů [online], [cit. 2010-10-07] Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/IARC>
12. Emisní limity. Příloha 1, str. 5-7 [online], [cit. 2010-10-08] Dostupné z: http://www.energetik.cz/hlavni3.html?m1=/zakony/356_2002.html
13. Dioxiny v současnosti [online], [cit.2011-03-31] Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Dioxinovy_skandal_v_Nemecku
14. Vzorec PCB [online], [cit. 2010-10-08] Dostupné z: http://www.irz.cz/repository/latky/polychlorovane_bifenyly.pdf

15. ČERNÁ, M. výuková prezentace o endogenních disruptorech
16. Státní zdravotní ústav, Praha. Biomonitoring o časovém vývoji koncentrací POPs v tělních tekutinách české populace.
17. ČERNÁ, M., Výuková prezentace Případové studie
18. ČERNÁ, M., MALÝ, M., BENEŠ, B. et.al, Výuková prezentace Hladiny PCB a chlorovaných pesticidů ve vzorcích sér archivovaných v sérově bance SZÚ 1970 – 1990; srovnání se současností. 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy. 2009
19. ČERNÁ, M., Výuková prezentace Expozice české populace perzistentním organickým látkám. 3. lékařská fakulta, Státní zdravotní ústav Praha
20. ČERNÁ, M., ŠMÍD, J., Zpráva o výsledcích studie expozice a zátěže populace v okolí Spolana Neratovice chlorovaným pesticidům, polychlorovaným bifenyly, dioxinům a rtuti. 2003
21. Kontaminace PCB v USA [online], [cit. 2010-10-05] Dostupné z: http://www.tyden.cz/rubriky/veda/priroda/tresky-v-newyorske-rece-se-diky-mutaci-prizpusobily-znecisteni_194317.html
22. Kontaminace PCB v Itálii [online], [cit. 2010-10-05] Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Seveso_\(havarie\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Seveso_(havarie))
23. Kontaminace PCB v Milovicích [online], [cit. 2010-10-05] Dostupné z: <http://archiv.greenpeace.cz/magazine/98podz/12-2.htm>

24. Limitní koncentrace škodlivin pro odpady [online], [cit. 2010-10-05] Dostupné z :
<http://www.bezjedu.arnika.org/chemicke-latky/polychlorovane-bifenyly-pcb>
25. ČERNÁ, M., BENCKO, V., BRABEC, M. et al., Exposure assessment of breast-fed infants in the Czech Republic to indicator PCBs and selected chlorinated pesticides: Area-related differences. Článek, časopis Chemosphere, 1/2010
26. ČERNÁ, M., MALÝ, M., GRABIC, R. et al., Serum concentrations of indicator PCB congeners in the Czech adult population. Článek, časopis Chemosphere, 3/2008