



**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**  
**3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**



Ústav obecné hygieny

**Renata Svatošová**

**Expozice české populace chlorovaným  
pesticidům**

*Exposure of the Czech population to  
chlorinated pesticides*

*Diplomová práce*

Praha, leden 2009

Autor práce: Renata Svatošová

Studijní program: Všeobecné lékařství

Magisterský studijní obor: Všeobecné lékařství

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

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

Datum a rok obhajoby: 21. ledna 2009

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci zpracovala samostatně a použila jen uvedené prameny a literaturu. Současně dávám svolení k tomu, aby tato diplomová práce byla používána ke studijním účelům.

V Praze dne 5. 1. 2009

Renata Svatošová

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala prof. MUDr. Mileně Černé, Dr.Sc za poskytnutí materiálů a odbornou pomoc při zpracovávání této práce.

## Obsah

<b>ÚVOD .....</b>	<b>6</b>
<b>1 CHLOROVANÉ PESTICIDY.....</b>	<b>7</b>
<b>2 DDT .....</b>	<b>7</b>
2.1 Historie DDT.....	8
2.2 Chemické sloučeniny DDT, DDE a DDD.....	9
2.3 Přínos DDT.....	10
2.4 Nežádoucí účinky a negativní dopad.....	11
2.4.1 První znepokojující zprávy.....	11
2.4.2 DDT a nádorová onemocnění.....	13
2.4.3 Poruchy reprodukce.....	14
2.4.4 DDT a endokrinní systém.....	15
2.4.5 Některé další nežádoucí účinky DDT na lidský organismus.....	16
2.5 Osud DDT v organismu a časový trend.....	17
<b>3 SYSTÉM MONITOROVÁNÍ DDT V ČESKÉ REPUBLICE.....</b>	<b>17</b>
3.1 Biologický monitoring .....	20
3.1.1 Odběry biologického materiálu.....	20
3.1.2 Princip použité metodiky.....	21
3.1.3 Sledované oblasti.....	22
3.1.4 Charakteristika populačních skupin.....	22
3.1.5 Sledované parametry .....	22
3.2 Výsledná data.....	23
3.2.1 Výsledné koncentrace DDT v mateřském mléce.....	23
3.2.2 Výsledné koncentrace DDT v krevním séru.....	37
<b>4 HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ.....</b>	<b>38</b>
4.1 Časový trend.....	38
4.2 Biologické materiály.....	39
4.3 Lokální rozdíly.....	39
4.4 Mezinárodní srovnání.....	39
4.5 Kojení.....	41
4.6 DDT v potravinách.....	42
<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>42</b>
<b>SOUHRN.....</b>	<b>43</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>44</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>47</b>
<b>PŘÍLOHY.....</b>	<b>49</b>

# Úvod

Historie života na zemi je historií interakcí mezi živoucími organismy a jejich prostředím. Během minulého století se mnohonásobně zvýšila schopnost člověka měnit životní prostředí a tato schopnost také změnila svůj charakter. Člověk začal bojovat proti přírodě vyvíjením řady chemických látek. Ukázalo se, že tyto chemikálie na jedné straně pomáhají proti nejrůznějším škůdcům a parazitům, ale na straně druhé mají mnoho nežádoucích účinků na životní prostředí a živoucí organismy, člověka nevyjímaje.

Nebezpečné chemikálie jsou celosvětově rozšířené. Neustále probíhají výzkumy, které se snaží co nejpřesněji popsat jejich škodlivé účinky. Snahou dnešní společnosti je omezování nebo eliminace výroby a používání těchto chemikálií. Mezi nejrizikovější chemické látky vyskytující se v našem prostředí patří chlorované pesticidy (např. DDT – dichlordifenyltrichlorethan). Podle celosvětové Stockholmské úmluvy byly klasifikovány jako POPs (Persistent Organic Pollutants). Jejich výroba a používání je převážně zakázána a jejich koncentrace jsou organizovaně sledovány. (<http://www.pops.int>)

V České republice se expozice vybraným toxickým látkám včetně chlorovaných pesticidů sleduje v rámci tzv. biologického monitoringu. Biologický monitoring vychází z usnesení vlády České republiky č. 369/1991. Získaná data jsou používána k určení časových trendů a k odhadu referenčních hodnot pro populaci v podmínkách České republiky. Jsou využitelná k signalizaci potenciálního zdravotního rizika zvýšené expozice a následně k návrhu preventivních opatření. (<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/biologicky-monitoring>)

Tato práce nezahrnuje celou problematiku chlorovaných pesticidů. Důsledně se zabývá pouze jediným zástupcem z řady těchto látek - DDT. Popisuje jeho potenciální i prokázané nežádoucí účinky i jeho nezanedbatelný přínos pro člověka. Poskytuje souhrn výsledků biologického monitoringu DDT v České Republice a zároveň srovnává výsledky s daty zveřejněnými ostatními státy.

# 1 Chlorované pesticidy

Jedná se o skupinu látek, která zahrnuje deriváty DDT (dichlordifenyltrichlorethanu), HCH (hexachlorcyklohexan), HCB (hexachlorcyklobenzen), heptachlor, endosulfan, methoxychlor, aldrin, dieldrin, endrin. Jsou to perzistentní lipofilní látky, které byly používány jako pesticidy, tedy k hubení rostlinných i živočišných škůdců, kteří napadají zemědělské, lesní a zahradní rostliny, ohrožují zásoby potravin i zdraví člověka.

Člověk je exponován pesticidy přímo při manipulaci s těmito látkami a nepřímo požitím potravy, která obsahuje rezidua těchto látek. Chlorované pesticidy jsou v lidském těle pomalu metabolizovány. Ukládají se především v tukové tkáni a těžko se z těla vylučují. U žen během laktace jsou mobilizovány a vylučovány v mateřském mléce.

## 2 DDT

DDT je první široce užívaný syntetický pesticid. Chemická sloučenina dichlordifenyltrichlorethan byla poprvé syntetizována již v devatenáctém století. Její insekticidní účinky byly však odhaleny na konci třicátých let dvacátého století. Během druhé světové války byl DDT masivně používán vojsky k ochraně vojáků především proti malárii. Po skončení války začal být DDT vyráběn komerčně. Dostupnost takového efektivního a levného insekticidu znamenala revoluci v zemědělství.

Díky chemické stabilitě a přetrvávání DDT v prostředí bylo možné snižovat spotřebu DDT s každou další aplikací. Stejná vlastnost - tedy chemická stálost a s ní sdružená lipofilita však zapříčiňuje velice pomalou eliminaci této látky nejen z životního prostředí, ale i z většiny žijících organismů. Kvůli přetrvávání DDT v potravním řetězci a mateřském mléce je kontaminace pro člověka nevyhnutelná. V industrializovaných zemích používání DDT dramaticky klesalo a v 70. letech bylo zakázáno, v mnoha rozvojových zemích se užívá ve vysokých dávkách dodnes.

## **2.1 Historie DDT**

Chemická sloučenina dichlordifenyltrichlorethan byla poprvé syntetizována v roce 1874 německým chemikem Othmarem Zeidlerem v laboratořích prof. Adolfa von Baeyera na Univerzitě ve Štrasburku. Její insekticidní vlastnosti proti mnoha druhům hmyzu, včetně komárů, objevil až v roce 1939 Švýcar P. Müller, při hledání prostředku proti molům šatním v laboratořích společnosti J. R. Geigy A. G. V roce 1940 byla tato látka stejnou společností ve Švýcarsku patentována. Od roku 1942 byla vyráběna a používána pod označením Gesarol (pro ochranu rostlin) a Neocid (pro ochranu zdraví lidí). Od téhož roku ji armády USA a Velké Británie začaly používat v rámci druhé světové války jako zbraň proti vším a komárům a tím předcházely epidemiím nemocí, které jsou tímto hmyzem přenášeny. Již v té době byla označována zkratkou DDT. V roce 1945 začal být DDT používán celosvětově pod různými firemními názvy a je považován za první moderní syntetický insekticid. V roce 1948 obdržel P. Müller Nobelovu cenu za objev jeho insekticidních vlastností. Začátkem sedmdesátých let se ve většině industrializovaných zemích přestal DDT pro jeho nežádoucí účinky vyrábět a používat. Světová spotřeba DDT v letech 1940 až 1973 byla odhadnuta na 2 miliony tun, z nichž zhruba 80 % bylo použito v zemědělství. Jeho spotřeba stále klesá, v roce 1981 bylo použito 68 000 tun, v roce 1990 2 800 tun.

Na ekologické konferenci OSN ve Stockholmu, která proběhla ve dnech 22.-23. května 2001, byla přijata úmluva o zákazu nebo minimalizaci užívání chemických látek označovaných jako POPs (Persistent Organic Pollutants). Jedná se o perzistentní organické látky, které se vyznačují dlouhým poločasem rozpadu, bioakumulací v prostředí i v živých organismech, v prostředí se šíří vzduchem i vodou na veliké vzdálenosti a mají nežádoucí a škodlivé účinky na lidské zdraví. Zakázala se produkce a používání těchto chemikálií: aldrin, chlordan, dieldrin, endrin, heptachlor, mirex, toxafen, polychlorované bifenyly (PCB), hexachlorbenzen, dioxiny, benzofurany, avšak DDT dostal jistou výjimku. Vzhledem k významu v celosvětovém boji s malárií smí být za určitých podmínek vyráběn a užíván. V současnosti se vyrábí jen v Číně a Indii.



## 2.2 Chemické sloučeniny DDT, DDE a DDD

Zkratkou DDT se označuje chemická sloučenina dichlordifenyltrichlorethan. Správnějším chemickým názvem je 1,1,1-trichloro-2,2-bis (p-chlorfenyl) ethan. Struktura molekuly je znázorněna na **obr. 1**. V čisté formě je DDT bílá krystalická látka bez vůně a zápachu. Technický DDT je bílá pevná voskovitá látka s charakteristickým nasládlým zápachem. DDT je stabilní čili velice málo těkavá sloučenina. Je velice málo rozpustný ve vodě, ale snadno se rozpouští v tucích a nepolárních organických rozpouštědlech, jako jsou benzen, chloroform aj. DDD a DDE (viz obr. 1) jsou deriváty DDT, které vznikají jeho rozpadem. DDD (dichlordifenyldichlorethan, přesněji 1, 1-dichloro-2, 2-bis(p-chlorfenyl)) vzniká především jako vedlejší produkt při výrobě DDT. DDD se v lidském těle dále degraduje na ve vodě rozpustný produkt, který je vylučován močí. DDE (dichlordifenyldichlorethen, přesněji 1, 1-dichloro-2, 2-bis(-p chlorfenyl)ethylen) vzniká přeměnou DDT a v lidském těle se ukládá ve tkáních bohatých na tuk. Je méně toxický než DDT. DDT a oba jeho výše zmíněné deriváty mohou tvořit izomery p.p. a o.p.



Na vzduchu se DDT rychle rozkládá působením slunečního záření. Poločas rozpadu je dva dny. V ovzduší se nachází především adsorbovaný na prachových a aerosolových částicích. Pevně se váže na půdní částice. V půdě se rozkládá velice pomalu na DDD a DDE. K rozkladu přispívají také půdní mikroorganismy. Poločas rozpadu je dva až patnáct let podle typu zeminy. Pro svou malou rozpustnost ve vodě se DDT ve vodách vyskytuje velmi málo.

DDT je hořlavý a při jeho spalování se mohou uvolňovat dráždivé a toxické plyny.

## **2.3 Přínos DDT**

Během druhé světové války sloužil DDT k ochraně vojáků před vešmi a komáry a tím před nemocemi, které tento hmyz na člověka přenáší. Insekticid s obsahem DDT se aplikoval přímo na kůži.

Od čtyřicátých do sedmdesátých let minulého století se popraše DDT hojně používaly v zemědělství na celém světě. DDT má prokazatelné insekticidní účinky proti mnoha škůdcům. V ČR se chránila úroda na polích například před tzv. „americkým broukem“, tedy mandelinkou bramborovou (*Leptinotarsa decemlineata*). Jižní Španělsko zaznamenalo v šedesátých letech rozkvět farmaření ve sklenících, které vyžaduje velikou spotřebu pesticidů, v té době samozřejmě především levného DDT. Tato chemikálie zachránila nespočetněkrát úrodu v mnoha zemích, proto se objevení jejích insekticidních účinků považovalo za zemědělskou revoluci a DDT byl doslova oslavován.

Velikou roli v používání DDT hraje jeho cenová dostupnost, která zajistila jeho plošné užívání i v nejhudších oblastech světa.

DDT je jedna z historicky nejúčinnějších zbraní proti malárii. Je to insekticid, který hubí přenašeče této nemoci - komára *Anophela funesta*. Každý rok umírá na světě kolem jednoho milionu lidí na malárii. Malárie se vyskytuje asi ve 100 zemích světa a postihuje až 40 % populace. Devadesát procent těch, kteří malárii podlehnou, pochází ze subsaharské Afriky. Malárie je nejčastější příčinou smrti afrických dětí do pěti let věku, neboť novorozenci a malé děti mají proti malárii malou odolnost. Levným a účinným lékem proti malárii je chlorochin. Byl vyvinut v roce 1939, užívá se ve formě tablet a má relativně málo vedlejších účinků. Jeho účinnost však v posledních desetiletích výrazně poklesla. Rezistence vůči chlorochinu dnes v některých částech Afriky dokonce dosahuje až 90 %. Rezistence stoupá i u ostatních antimalarik. ([http://lekari-bezhranic.cz/aktuality/2007/malaria/malaria\\_facts.php](http://lekari-bezhranic.cz/aktuality/2007/malaria/malaria_facts.php)) Další léčebné prostředky nejsou zatím k dispozici a předpokládá se, že i

kdyby byly, budou pro většinu rozvojových zemí cenově nedostupné. Proto se v mnohých zemích používá DDT, který je v jiných částech světa již řadu let zakázaný. Avšak pro africké země je větší prioritou řešení problému malárie než ochrana životního prostředí nebo ohledy na potenciální riziko ohrožení lidského zdraví. DDT se aplikuje na vnitřní stěny obydlí. Nátěr je levný a účinkuje přibližně jeden rok.

Odhaduje se, že DDT zachránil za období používání životy desítek milionů lidí. Ať už šlo o záchranu před smrtí hladem nebo následkem malárie. Podle výzkumů se např. v Indii prodloužil díky protimalarickému programu s DDT průměrný věk obyvatel o téměř dvacet let. Během deseti let se v Indii snížil počet nemocných s malárií ze 75 milionů na 5 milionů. (<http://www.umich.edu/~snre492/triana.html>)

## **2.4 Nežádoucí účinky a negativní dopad**

### **2.4.1 První znepokojující zprávy**

Když byl DDT aplikován za druhé světové války na tisíce vojáků, uprchlíků a vězňů, aniž by někdo z těch, kteří přišli s DDT do styku, měl příznaky z chemického poškození, byl DDT považován za bezpečný prostředek. Pravdou však je, že ve formě zásypu se špatně vstřebává kůží. Ovšem rozpuštěný v oleji je naopak silně toxický. Při požití se pomalu vstřebává gastrointestinálním traktem a při vdechnutí plicemi. Váže se na lipidy, a proto se nejvíce ukládá v orgánech bohatých na tukovou tkáň - nadledvinách, varlately, štítné žláze, v menším množství též v játrech a ledvinách a mesenteriu střev.

V padesátých letech proběhly studie na zvířatech, které ukázaly, že expozice DDT má negativní vliv na reprodukční schopnost živočichů. Například je DDT přičítána vina za snížení počtu žijících ptáků živících se rybami, neboť v mořských rybách se nacházejí vysoké hladiny této chemikálie. V Kalifornii se snížil počet reproduktivních párů pelikána hnědého z 3 000 v roce 1960 na 300 párů v roce 1969.

Podle dalšího amerického výzkumu z padesátých let bylo možno zbavit jilm houbovitě nemoci přenášené hmyzem prostřednictvím postřiku stromů roztokem DDT. Následovalo však snížení počtu žijících drozdů, kteří na těchto stromech marně hledali potravu. Zkoumáním skořápek vajec orla stěhovavého se zjistilo, že množství DDT v organismu tohoto ptáka korelovalo se strukturálními změnami skořápek. Ty byly důsledkem účinku DDT na hormonální regulace a vápníkový metabolismus. (*J. BEARD, 2006*) Názory na tyto výzkumy se velice lišily. *British Medical Journal* otiskl reakci na jednu ze studií provedenou na zvířatech, kde bylo uvedeno, že není žádný důvod předpokládat z jejich závěrů případný škodlivý vliv DDT na člověka. Přesto tyto a mnohé další studie přinesly další otázky týkající se účinku DDT, a to zejména na člověka. Většina z nich je však nezodpovězena dodnes.

V roce 1962 vyšla v USA kniha *Silent Spring* od Rachel Carsonové, v níž je DDT poprvé veřejně označován jako opravdová hrozba nejen pro lidstvo, ale pro veškerý život na Zemi. Autorka v knize velmi sugestivně popisuje nežádoucí účinky moderních pesticidů na přírodu. Uvádí, že již během dvaceti let od počátku užívání syntetických pesticidů se tyto látky rozšířily prostřednictvím živočišné a rostlinné říše do celého životního prostředí. Produkty rozpadu těchto chemikálií se uložily v půdě, v tělech živočichů člověka nevyjímaje. Carsonová popisuje výsledky mnoha výzkumů, ať již laboratorních nebo těch, které sledovaly živočichy ve volné přírodě. Nejčastějším škodlivým účinkem, jakým působil DDT na ptactvo, ryby a další zkoumané živočichy, bylo snížení reprodukční schopnosti a následný úbytek jedinců daného druhu nebo úbytek hmyzu jakožto přirozené potravy a následný úhyn živočichů hlady. V knize je popisován výskyt vysokých koncentrací DDT ve vejcích, v mléce a mase hospodářských zvířat, která byla krmena rostlinnými produkty z polí ošetřených poprašem DDT. Potravou se samozřejmě dostal DDT i do lidského organismu. Tato lipofilní látka je schopna procházet placentou, a proto se nachází i v tělech ještě nenarozených dětí. Kojící matky předávají DDT a jeho metabolity svým dětem v mateřském mléce.

Carsonová varuje před nekontrolovaným používáním DDT. Obaly chemikálií jsou sice popsány informacemi o složení a stupni nebezpečnosti, ale etiketa nezabrání špatnému hospodaření s danou chemikálií, pokud je dostupná komukoliv. Uvádí případy farmářů, kteří použili krátce před sklizní najednou několik insekticidů

včetně DDT. Tím nejen svými produkty ohrozili spotřebitele, ale také vážně poškodili životní prostředí.

V roce 1956 byly v průběhu osmnácti měsíců podávány 51 dobrovolníkům vysoké dávky DDT. Během té doby, ani po uplynutí zmíněných osmnácti měsíců si žádní dobrovolníci nestěžovali na jakékoliv nově vzniklé obtíže, ani nejevili žádné příznaky onemocnění. V roce 1967 byli sledováni pracovníci v chemické továrně v USA, kterým byla naměřena vysoká hladina DDT v tukové tkáni. Jednalo se o 59 zaměstnanců. Ani oni nejevili žádné známky nově vzniklého onemocnění, kromě 8,6 % sledovaných, u kterých byl prokázán diabetes mellitus. Bohužel výzkumy, které sledovaly skupinu primárně zdravých pracovníků továren nebo farmářů nebyly statisticky průkazné, neboť nám nepřinesly informace o tom, jak by DDT působil například na jedince již zatížené nějakou nemocí, děti a populaci v důchodovém věku.

#### **2.4.2 DDT a nádorová onemocnění**

Několik studií našlo korelaci mezi hladinou chlorovaných pesticidů v lidských tkáních a rakovinou, nalezenou při pitvě. Tyto studie však byly zpochybněny pro schopnost tohoto onemocnění měnit průběh ukládání a mobilizace DDT. Přesto se zdá být nápadně častý současný nález zvýšeného množství DDT v organismu a zároveň výskyt leukémie, rakoviny prostaty, varlat, dělohy, nádoru mozku, lymfomů, nádoru prsu, jater a mnohočetného myelomu. Přesnější výsledky přináší epidemiologické studie, při kterých byli sledováni lidé rozdílných věků, pohlaví a povolání se známou hladinou chlorovaných pesticidů v krvi a po určitém období zaznamenávání těchto hladin byl vyhodnocen případný následný vývoj některých nemocí. Množství těchto studií ukázalo souvislost mezi expozicí jedince chlorovaným pesticidům a výskytem některých nádorových onemocnění u tohoto jedince. Jednalo se zejména o leukémii, nádor mozku, jater, prostaty a slinivky. Studie, při kterých byli dobrovolníci přímo vystavováni vysokým dávkám DDT, se prováděly ojediněle. Jejich výsledky ukázaly na spojitost vysokých hladin DDT v organismu a rakoviny slinivky, jater a žlučových cest a mnohočetného myelomu.

Některé studie vyhledaly jedince s určitým onemocněním – např. ženy s rakovinou prsu a zkoumaly hladiny DDT v jejich organismu. Tyto výzkumy byly však nepřesné, neboť nebyly schopny zmapovat historii expozice DDT vybraných pacientů a nebraly v úvahu případné zdravé jedince se stejnými hladinami DDT.

V šedesátých letech se začal spojovat vliv DDT v kombinaci s dalšími insekticidy a vzestup výskytu rakoviny u dětí.

Jedny z nejnovějších výzkumů dokazují, že DDT dokáže modulovat expresi onkogenů nebo stimulovat růstové faktory pro nádorové buňky. (*BEARD, 2006*)

Americké výzkumy dokázaly, že souvislost rakoviny prsu s expozicí DDT je závislá na věku, ve kterém je žena vysokým dávkám DDT vystavena. Statisticky významná spojitost mezi vysokou hladinou DDT v krvi a rakovinou prsu se zjistila u žen, kterým bylo v roce 1945 méně než 14 let, a v době, kdy se DDT nejvíce používal, jim bylo kolem dvaceti let. Vysoké hladiny DDT v séru znamenají 5krát vyšší riziko vzniku rakoviny prsu pro ženy narozené po roce 1931 a před zákazem používání DDT. U žen, které se narodily dříve a byly tedy exponovány DDT v pozdějším věku, nebyla nalezena žádná spojitost mezi DDT a rakovinou prsu. Navíc se prokázalo, že první expozice DDT v kritické periodě během dětství a časného dospívání je z hlediska rakoviny prsu mnohem nebezpečnější než chronická expozice metabolitu DDE. (*JOHN, et al., 2007*)

### **2.4.3 Poruchy reprodukce**

Poruchy reprodukce u ptactva s vysokými hladinami DDT v organismu vedly k uskutečnění mnoha výzkumů, které se zabývaly vlivem DDT na reprodukční schopnost člověka. Studie in vitro z konce devadesátých let minulého století ukázaly, že DDT a jeho metabolity ovlivňují aktivitu lidského estrogenu a působí jako antagonisty androgenu. Uvažovalo se též o tom, že DDT snižuje množství a kvalitu spermií, nebo že způsobuje poruchu funkce ATP potřebnou k jejich pohybu, a tak se podílí na neplodnosti u mužů. V žádné studii se toto tvrzení však doposud nepodařilo prokázat. (*BEARD, 2006*)

Výzkum, který sledoval matky a novorozence v letech 1959-1966, zjistil u matek nedonošených dětí nebo plodů s intrauterinní růstovou retardací statisticky signifikantní zvýšené hladiny DDE v séru. Na zvířecím modelu byla dokázána souvislost mezi expozicí DDT a spontánními potraty. U lidí se však taková souvislost jednoznačně neprokázala. (*JOHN et. al., 2007*)

#### **2.4.4 DDT a endokrinní systém**

Jedny z nejdůležitějších hormonů v lidském těle jsou hormony štítné žlázy tyroxin a trijodotyronin. Mimo jiné jsou nepostradatelné pro správný vývoj nervového systému u dětí. In vitro proběhlo mnoho studií, které se věnovaly účinkům různých chemických látek na hormony štítné žlázy. Statisticky významný účinek na tyreoidní hormony byl prokázán u PCB (polychlorovaných bifenyly). U DDT je tento účinek také často zmiňován, a i když některé studie ukazují, že je možné, aby vyšší hladiny DDT v séru ovlivňovaly činnost štítné žlázy, tento efekt nebyl doposud jednoznačně prokázán.

Zjištěna byla signifikantní spojitost mezi expozicí DDT a endometriosou nebo na hormonech závislými zánětlivými chorobami v oblasti malé pánve a s hormon senzitivními nádory prostaty a nádory pankreatu. DDT prokazatelně působí jako endokrinní disruptor.

Mnoho studií ukazuje jistou souvislost mezi expozicí DDT a diabetem mellitem.

Chlorované pesticidy ovlivňují metabolismus kostí. Dvě ze tří studií, které se zabývaly vztahem mezi denzitou kostí a množstvím chlorovaných pesticidů v organismu, potvrdily statisticky významnou korelaci mezi vyššími hladinami DDE a nižší kostní denzitou. Statisticky signifikantní je i zvýšené množství zlomenin obratlů u žen s vyššími hladinami chlorovaných sloučenin v séru. (*BEARD, 2006*)

## 2.4.5 Některé další nežádoucí účinky DDT na lidský organismus

Závěry ze studie z roku 2002 ukazují, že DDT a ostatní chlorované pesticidy mohou potlačit nebo přerušit některé imunitní procesy.

Pokusy na zvířatech ukázaly, že vysoké dávky DDT jsou toxické pro nervový systém. Nedávnými výzkumy bylo zjištěno, že expozice DDT může být spojena s trvale sníženými neurobehaviorálními funkcemi a se zvýšeným výskytem některých psychiatrických symptomů. Účinky chlorovaných pesticidů na nervový systém se potencují vyšším věkem. (*BEARD, 2006*) Centrum neurodegenerativních nemocí a univerzita v Atlantě uveřejnily výsledky výzkumu, který sledoval spojitost mezi množstvím chlorovaných pesticidů v mozkové tkáni a výskytem Parkinsonovy nemoci. Ačkoli výzkum nedokázal jednoznačně určit, zda mohou být některé pesticidy příčinou Parkinsonovy nemoci, objevil vyšší hladiny dieldrinu a DDE v mozcích mrtvých pacientů s touto nemocí. Studie, které vystavovaly myši dávkám dieldrinu a posléze sledovaly změny v nigrostriatálním dopaminovém systému našly stejné odchylky, jaké je možno vidět u Parkinsonovy nemoci. In vitro bylo zjištěno, že DDT a jeho metabolity dokážou inhibovat membránové přenašeče pro dopamin. Nicméně, ani tyto závěry nedokážou jednoznačně určit, zda DDT nebo DDE způsobují nigrostriatální poškození nebo změny chování u člověka. (*HATCHER, J. M., et. al., 2008*)

Dobrovolníci, kteří se nechali v pokusu exponovat dávkám DDT, byli v budoucnu častěji vystaveni kardiovaskulárním chorobám než běžná populace. (*BEARD, 2006*)



## **2.5 Osud DDT v organismu a časový trend**

DDT, stejně jako ostatní POPs, je rozšířený v životním prostředí natolik, že zde přetrvává a bude přetrvávat ještě desítky let. Přítomnost chlorovaných pesticidů v potravě rostlinného i živočišného původu má za následek kontaminaci lidského organismu. Predátoři, člověka nevyjímaje, jsou vzhledem k schopnosti bioakumulace DDT ohroženi nejvíce. POPs jsou látky lipofilní, a tudíž jsou nejvíce obsaženy v potravinách živočišného původu s vyšším obsahem lipidů - živočišných tucích, mléčných výrobcích, mase, rybách. V těle se nejvíce kumulují v tukových tkáních, jsou stabilní, v lidském organismu perzistují a degradují se mnoho let, až desetiletí. Ukládají se také v mateřském mléce. Mateřské mléko by mělo být prosté chemických látek, neboť kojenci nemají plně vyvinutý detoxikační mechanismus a imunitní systém. Obsah chlorovaných pesticidů v mateřském mléku spolehlivě koreluje s výskytem těchto látek v celé populaci.

Historii expozice DDT lze nejpřesněji získat sledováním biologických vzorků na přítomnost nejen DDT, ale i DDE a dalších metabolitů. I výsledky těchto měření však mohou fluktuovat vlivem určitých nemocí. Tento fakt by se měl zohlednit ve výsledcích studií.

V zemích, kde se DDT přestal používat, se projevuje sestupný trend koncentrací DDT a jeho metabolitů. Poměr DDE a DDT se naopak zvyšuje.

## **3 Systém monitorování DDT v České republice**

Stejně jako v dalších zemích Evropy se DDT v České republice běžně používal především v 50. až 70. letech minulého století. Sloužil jako účinný insekticid k potírání hmyzích škůdců v zemědělství a proti vši dětské.

I když bylo v České republice používání DDT zakázáno již před více než třiceti lety, v prostředí i v živých organismech se tato sloučenina vyskytuje dodnes. První příčinou je schopnost bioakumulace DDT. Druhou chemické vlastnosti, které

mu umožňují pohyb na veliké vzdálenosti, a tak se může DDT dodnes dostávat do České republiky migrací ze zemí, ve kterých jeho používání zakázáno nebylo. Zdrojem emisí DDT může být také dovoz materiálů a surovin z těchto zemí. Rizikovými ve smyslu expozice DDT jsou také sklady agrochemikálií a staré skládky nebezpečných odpadů.

V České republice je výroba a používání DDT zakázána od roku 1973. Stockholmskou úmluvu o perzistentních organických polutantech ratifikovala Česká republika v roce 2002, v platnost vstoupila úmluva v roce 2004. Česká republika musela zpracovat Národní implementační plán za účelem inventury POPs v ČR a stanovení strategie a aktivit vedoucích k zavedení požadavků úmluvy do praxe. Jako odborná základna bylo v ČR zřízeno Národní centrum pro organické polutanty, které je součástí Centra RECETOX (Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii) sídlícího na Masarykově univerzitě v Brně. Stockholmská úmluva požaduje hodnocení efektivity implementačního plánu, které předkládají smluvní strany včetně České republiky na konferencích Stockholmské úmluvy. Státy by proto měly v rámci úmluvy provádět monitoring výskytu POPs.

Ke splnění závazků bylo nutné doplnit legislativu v České republice o nové právní nástroje, které by umožnily shromažďování a šíření informací o životním prostředí, zpřístupnění těchto informací veřejnosti a tvorbu registru úniků a přenosů znečišťujících látek. Dne 5. února 2002 byl přijat zákon č. 76/2002 Sb., O integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů (zákon o integrované prevenci). Zákon č. 76/2002 Sb. založil integrovaný registr znečišťování životního prostředí (dále jen integrovaný registr znečišťování - IRZ) jako veřejně přístupný informační systém emisí a přenosů znečišťujících látek. Bylo definováno asi 65 konkrétních činností, jejichž provozovatelé jsou povinni sledovat určité nebezpečné látky v únicích do ovzduší, vody a půdy a množství těchto látek v odpadu. Při překročení stanovených ohlašovacích limitů je provozovatel povinen tuto skutečnost ohlásit. DDT patří mezi látky ohlašované do IRZ. Pro povolený výskyt DDT v životním prostředí má ČR stanoveny následující limity. Doporučený limit pro koncentraci DDT v pracovním ovzduší je  $1 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  po dobu osmihodinové pracovní doby. Ohlašovací práh pro emise a přenosy do ovzduší, vody či půdy, mimo

provozovnu, kde je povoleno s DDT manipulovat je 1 kg této látky za rok.  
(<http://www.irz.cz/látky/DDT>)

Kromě sledování koncentrací DDT v životním prostředí (v půdě, vodě a ovzduší) jsou v rámci systému monitorování zdravotního stavu obyvatel ČR ve vztahu k životnímu prostředí sledovány i koncentrace perzistentních organických látek v potravinách.

Česká republika přistoupila nejen na Stockholmskou úmluvu, ale i na řadu dalších smluv zabývajících se problematikou výskytu chemikálií v životním prostředí. ČR je smluvní stranou Basilejské úmluvy o kontrole pohybu nebezpečných odpadů přes hranice států a jejich zneškodňování, Rotterdamské úmluvy o postupu předchozího souhlasu pro určité nebezpečné chemické látky a pesticidy v mezinárodním obchodu a Protokolu o POPs k úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států (CLRTAP).

([http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/biomonitoring/Perzistentni\\_organicke\\_látky\\_POps\\_v\\_materskem\\_mleku.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/biomonitoring/Perzistentni_organicke_látky_POps_v_materskem_mleku.pdf))

Ve snaze podpořit účinné fungování společného trhu pro chemické látky a zajistit ochranu lidského zdraví a životního prostředí před nežádoucími účinky chemických látek byl v roce 2003 navržen evropskou komisí systém registrace, vyhodnocování, schvalování a omezování chemických látek (REACH). Tímto návrhem byl založen systém REACH a Evropská chemická agentura. Cílem je zajistit, aby se nejpozději od roku 2020 používaly jen chemické látky se známými vlastnostmi a pouze takovým způsobem, který nepoškozuje životní prostředí a zdraví člověka. ([www.reach.cz](http://www.reach.cz)) V nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 850/2004 jsou vyjmenovány perzistentní organické látky, jejichž používání je zakázané či omezené.

V České republice byla hlavním hygienikem zřízena v roce 2000 Národní referenční laboratoř pro analýzu perzistentních organických sloučenin. V roce 2003 se stala součástí Zdravotního ústavu se sídlem v Ostravě - pracoviště Frýdek-Místek.  
([http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/biomonitoring/Perzistentni\\_organicke\\_látky\\_POps\\_v\\_materskem\\_mleku.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/biomonitoring/Perzistentni_organicke_látky_POps_v_materskem_mleku.pdf))

### **3.1 Biologický monitoring**

Vzhledem k požadavkům Stockholmské úmluvy by mělo být prováděno monitorování POPs ve vybraných matricích. Monitorovat by se měly koncentrace POPs především v ovzduší a tělních tekutinách - mateřském mléce.

Hlavním úkolem biologického monitoringu je sledovat expozice a zátěže profesionálně neexponované dětské i dospělé populace cizorodým, toxikologicky významným látkám z prostředí. Ze získaných dat určit dlouhodobý časový trend výskytu dané látky v populaci a odhadnout referenční hodnoty pro populační skupiny v podmínkách České republiky. Získaná data jsou potřebná k rozpoznání případných zdravotních rizik při zvýšené expozici, k následnému zpracování návrhu preventivních opatření a posléze ke kontrole účinnosti těchto opatření. Biologický monitoring vychází z usnesení vlády České republiky č. 369/1991. Do provozu byl zaveden v roce 1994. Výsledná data jsou získávána Systémem monitorování zdravotního ústavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí, který je koordinován Státním zdravotním ústavem Praha. Realizaci zajišťovala do roku 2002 spolupráce Krajských a okresních hygienických stanic. Od roku 2003 se na biomonitoringu významně podílejí zdravotní ústavy. V rámci biomonitoringu se sledují koncentrace různých látek (kovy, stopové prvky, dusičnany, fluoridy, mykotoxiny, polychlorované bifenyly, dioxiny, dibenzofurany, ftaláty...), mimo jiné i DDT a jeho derivátů v tuku mateřského mléka od roku 1994 a v krevním séru od roku 2005.

Získané výsledky jsou každoročně publikovány v odborných a souhrnných zprávách Státního zdravotního ústavu Praha. (<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/biologicky-monitoring>)

#### **3.1.1 Odběry biologického materiálu**

Odběry biologického materiálu zajišťují zdravotní ústavy sledovaných regionů koordinovaných SZÚ podle Standardního operačního postupu (SOP). Jedná

se o protokol odběru a manipulace se vzorky, který podrobně popisuje s jakými populačními skupinami se pracuje, kolik vzorků je nutné odebrat, jaké použít odběrové nádoby, jak se má provádět vlastní odběr biologického materiálu, jak popsat a skladovat nádoby s odebranými vzorky a samozřejmě způsob předávání vzorků k analýzám. Na základě tohoto protokolu má ještě každé pracoviště, které odebírá biologický materiál, vypracovaný svůj vlastní podrobný odběrový protokol. Odběrové nádoby pro všechny oblasti účastníci se biomonitoringu zajišťuje Státní zdravotní ústav.

Vlastním odběrům předchází souhlas Etické komise. Každá osoba, která je ochotna poskytnout vzorek biologického materiálu, musí nejprve podepsat informovaný souhlas. U dětí podepisují souhlas rodiče nebo jiní zákonní zástupci. Během odběru se ke každému vzorku vyplňuje dotazník se základními údaji, které charakterizují populační skupinu, do které lze následně vzorek zařadit. Každý odebraný vzorek je pak opatřen pouze kódovým číslem a tím jsou všechny vzorky anonymizovány. Kód vyjadřuje, do jaké populační skupiny a oblasti vzorek patří, ve kterém roce a pořadí se odběr provedl. Vzorky se zmrazí a jsou poslány s předávacím protokolem do centrální laboratoře, která zajišťuje jejich analýzu.

### **3.1.2 Princip použité metodiky**

Stanovení organochlorových látek se provádí v laboratořích, které mají akreditaci ČIA a podstupují soustavné kontroly a testy i na mezinárodní úrovni. V letech 1994-1999 byly vzorky analyzovány v laboratoři Ecolab Znojmo, v období 2000-2003 Aneclab v Českých Budějovicích a od roku 2005 v Národní referenční laboratoři v Ostravě podle následné metodiky: Organochlorové pesticidy jsou extrahovány směsí diethyletherhexanu. Extrakt se čistí na sloupci sorbentu. Po zahuštění se stanoví koncentrace určité látky metodou plynové chromatografie s EC detektorem. Meze stanovitelnosti jsou pro DDT 2,4, DDE 2,0, DDD 5,0 a pro sumu DDT 10,0 v  $\mu\text{g}/\text{kg}$  tuku.

### **3.1.3 Sledované oblasti**

První etapa biologického monitoringu byla realizována v letech 1994 až 2003 v následujících oblastech: okres Benešov, Žďár nad Sázavou, Plzeň, Ústí nad Labem. Sledována byla převážně městská populace. Místa byla vybrána s ohledem na rovnoměrné zastoupení lokalit s odlišnou úrovní znečištění prostředí s přihlédnutím na technické, personální a finanční možnosti laboratoří. Od roku 2005 se realizuje biologické monitorování v Ostravě, Praze, Liberci, Zlíně (resp. v Kroměříži a Uherském Hradišti).

### **3.1.4 Charakteristika populačních skupin**

Sledované populační skupiny představují základní skupiny obyvatelstva žijící ve sledovaných oblastech. Všichni členové sledované skupiny poskytovali biologické vzorky zcela dobrovolně. Vzorky mateřského mléka pocházely od žen v porodnicích. Od roku 2005 se analyzovaly i vzorky krevního séra, které dobrovolně poskytli dospělí ve věku 20-59 let z řad dárců krve. Počet osob zařazených do systému monitorování byl 200/lokalitu a rok v letech 1994 a 1995 a od roku 1996 cca 100 /lokalitu a rok.

### **3.1.5 Sledované parametry**

Monitorovány jsou biomarkery interní dávky: buď přímo kontaminanta (DDT), a nebo její charakteristické metabolity (DDD a DDE). Tyto látky se stanovují v odebraném biologickém materiálu (krevní sérum, mateřské mléko).

## 3.2 Výsledná data

### 3.2.1 Výsledné koncentrace DDT v mateřském mléce

Vyhodnocení první etapy biologického monitorování proběhlo v roce 2004. Koncentrace DDT v mateřském mléce jsou vyjadřovány ve vztahu na lipidickou složku. Suma DDT zahrnuje DDT a jeho deriváty (DDT-p.p., DDD-p.p., DDE-p.p.). Výsledky z let 1994 až 2003 jsou uvedeny v **Tab. 1**. Od roku 2005 probíhá biologický monitoring v jiných lokalitách viz výše. Výsledná data jsou zaznamenána v **Tab. 2**. Časový trend je graficky znázorněn na **Obr. 2**. V roce 2004 se pouze zpracovávala data z předchozího roku, ale odebrání a analýza nových vzorků biologického materiálu neprobíhala.

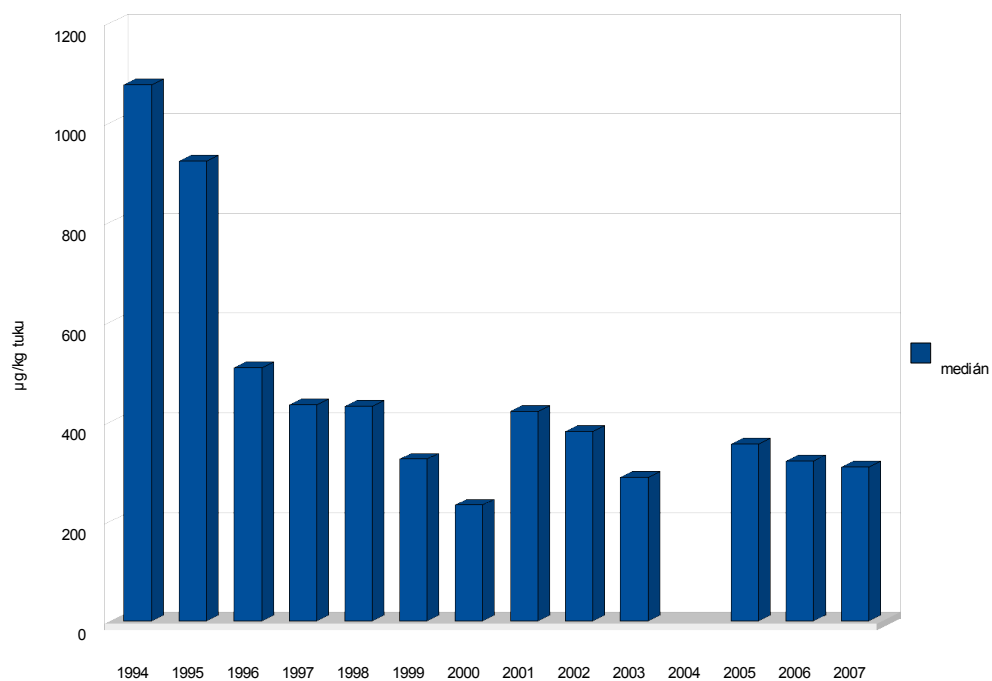
**Tab. 1: Hladiny sumy DDT ve vzorcích mateřského mléka v letech 1994 až 2003**

rok	Suma DDT ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ tuku)	
	Kv0,1 – Kv0,9	medián
<b>1994</b>	588 – 2311	1075
<b>1995</b>	474 – 1892	923
<b>1996</b>	276 – 898	508
<b>1997</b>	236 – 841	434
<b>1998</b>	268 – 743	431
<b>1999</b>	179 – 590	325
<b>2000</b>	50 – 823	233
<b>2001</b>	207 – 745	421
<b>2002</b>	220 – 720	380
<b>2003</b>	151 - 464	288

**Tab. 2: Hladiny sumy DDT ve vzorcích mateřského mléka v letech 2005 až 2007**

rok	Suma DDT ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ tuku)	
	Kv0,1 – Kv0,9	medián
<b>2005</b>	173 - 776	355
<b>2006</b>	144 - 743	321
<b>2007</b>	154 - 740	310

**Obr. 2: Graf hladiny sumy DDT v mateřském mléce v letech 1994 - 2007**



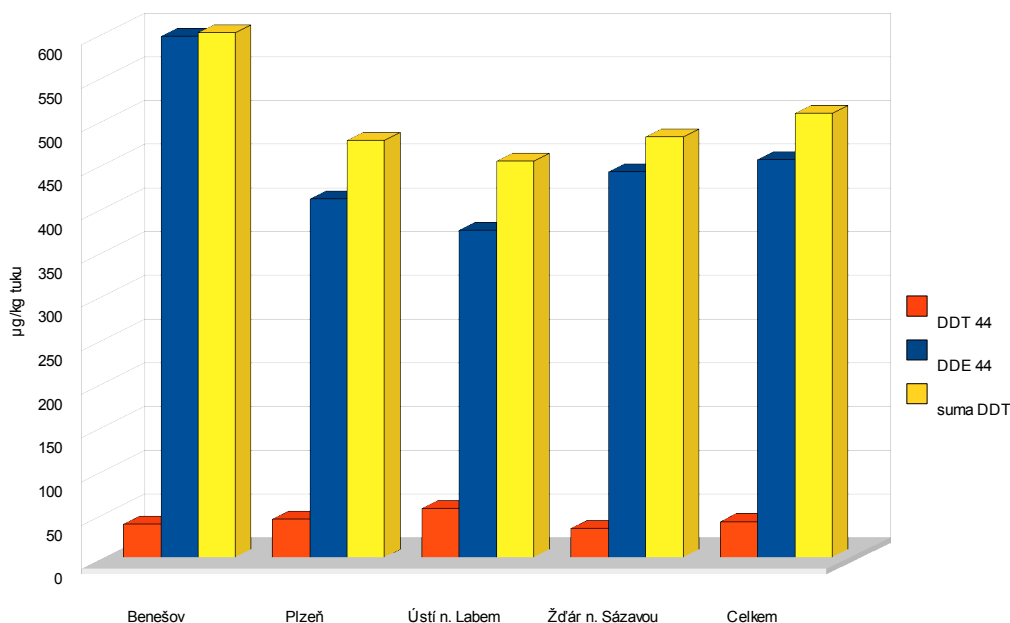


V tuku mateřského mléka se stanovují koncentrace všech derivátů DDT. Výsledné hodnoty koncentrací nejvýznamnějších z nich a celkové sumy jsou uvedeny podle jednotlivých roků v následujících tabulkách (**Tab. 3 - Tab. 13**) a grafech (**Obr. 3 - Obr. 13**). Sumou DDT je vyjádřen součet naměřených koncentrací všech jeho derivátů ( DDE 24, DDE 44, DDD 24, DDD 44, DDT 24, DDT 44). V tabulkách je uveden pouze medián vypočítaný z naměřených hodnot. Zbytek statistické hodnoty jsou zaznamenány v tabulkách přílohy. Podrobné výsledky biologického monitorování z let 1994 a 1995 nejsou v databázích SZÚ a nebylo je možno získat pro tuto práci.

**Tab. 3: Koncentrace látek v mateřském mléce – 1996 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  tuku] (medián)**

	DDE 44	DDT 44	suma DDT
Benešov	596	38,4	614
Plzeň	410	44,3	477
Ústí n. Labem	374	56,3	453
Žďár n. Sázavou	441	33,3	481
<b>Celkem</b>	<b>455</b>	<b>41,1</b>	<b>508</b>

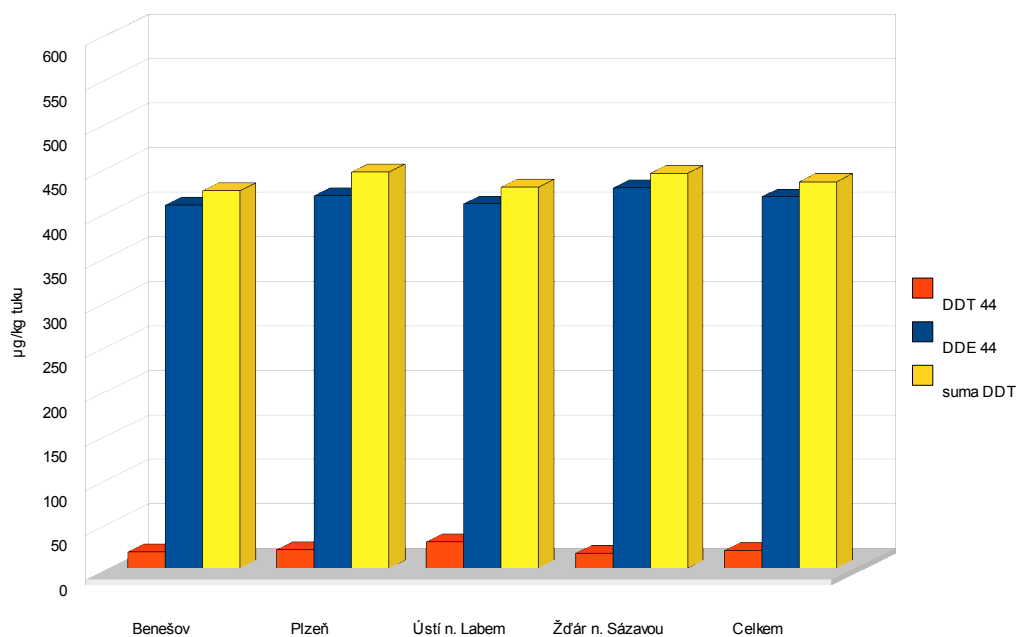
**Obr. 3: Graf koncentrací látek v mateřském mléce – 1996 (medián)**



**Tab. 4: Koncentrace látek v mateřském mléce – 1997 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  tuku] (medián)**

	DDE 44	DDT 44	suma DDT
Benešov	408	18,3	424
Plzeň	418	20,7	445
Ústí n. Labem	409	29,3	428
Žďár n. Sázavou	427	16,7	443
<b>Celkem</b>	<b>417</b>	<b>20,2</b>	<b>434</b>

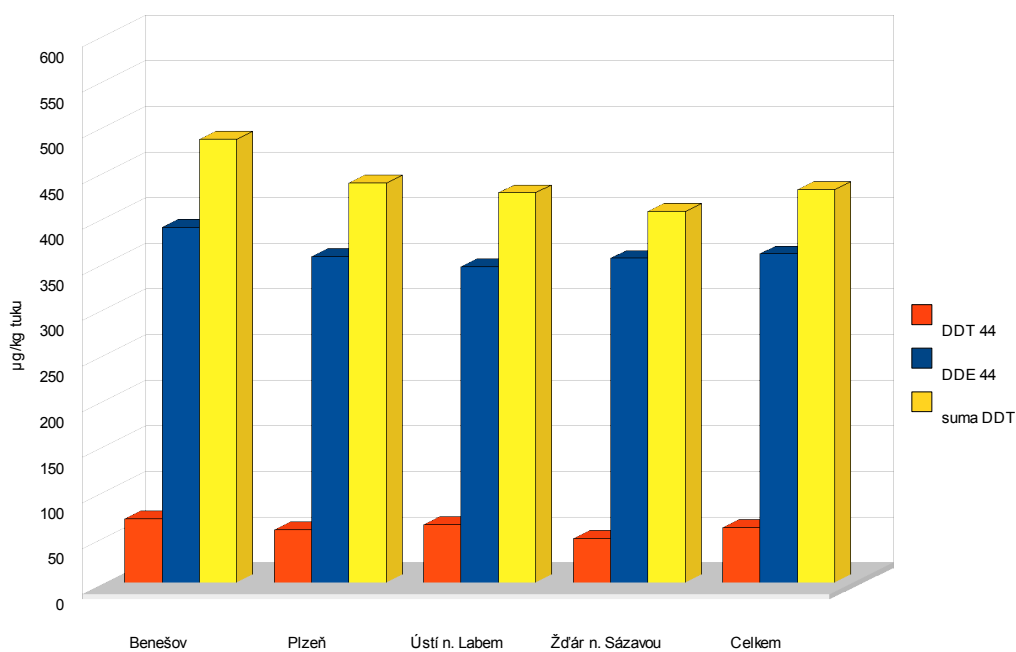
**Obr. 4: Graf koncentrací látek v mateřském mléce – 1997 (medián)**



**Tab. 5: Koncentrace látek v mateřském mléce – 1998 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  tuku] (medián)**

	DDE 44	DDT 44	suma DDT
Benešov	389	69,9	486
Plzeň	357	58	438
Ústí n. Labem	346	63,3	427
Žďár n. Sázavou	355	48	407
<b>Celkem</b>	<b>360</b>	<b>59,9</b>	<b>431</b>

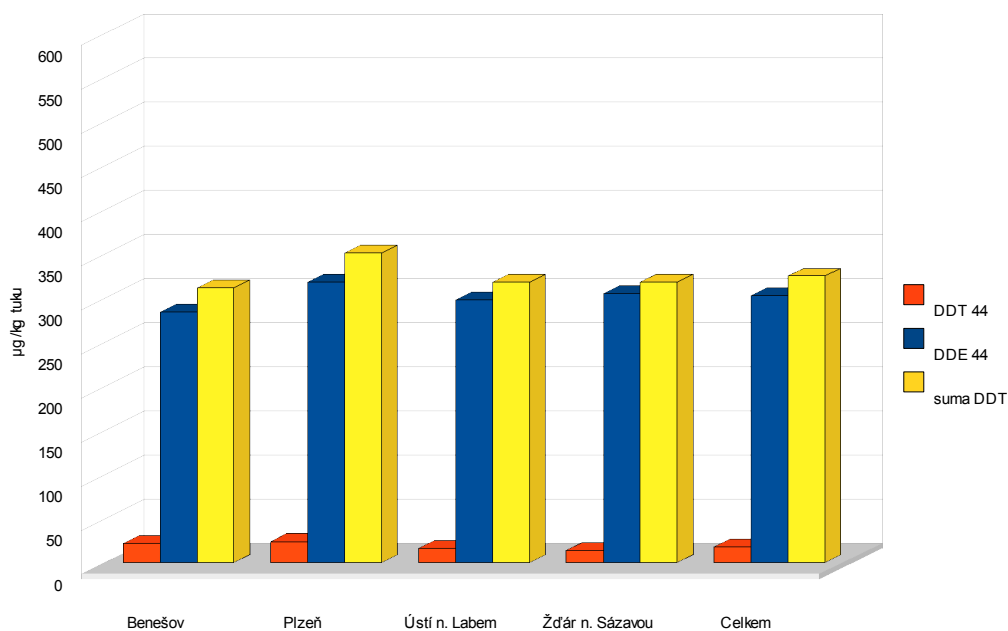
**Obr. 5: Graf koncentrací látek v mateřském mléce – 1998 (medián)**



**Tab. 6: Koncentrace látek v mateřském mléce – 1999 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  tuku] (medián)**

	DDE 44	DDT 44	suma DDT
Benešov	284	21,7	312
Plzeň	318	23,8	351
Ústí n. Labem	298	16,4	318
Žďár n. Sázavou	305	13,5	318
<b>Celkem</b>	<b>303</b>	<b>17,9</b>	<b>325</b>

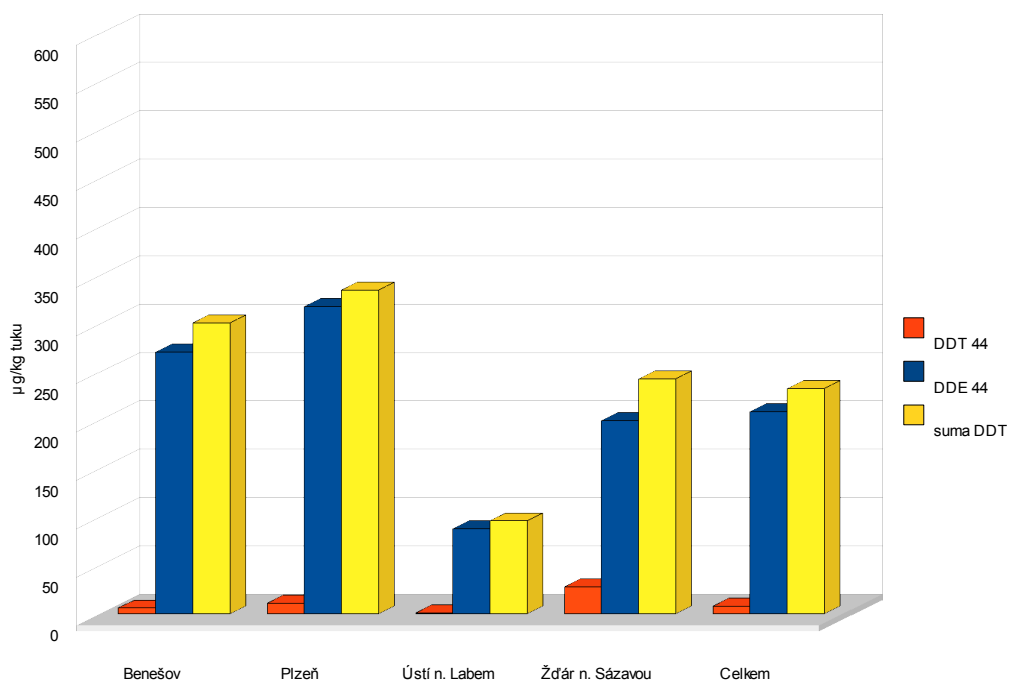
**Obr. 6: Graf koncentrací látek v mateřském mléce – 1999 (medián)**



**Tab. 7: Koncentrace látek v mateřském mléce – 2000 [μg/kg tuku] (medián)**

	DDE 44	DDT 44	suma DDT
Benešov	271	6	301
Plzeň	318	11	335
Ústí n. Labem	88	1	96
Žďár n. Sázavou	200	28	243
<b>Celkem</b>	<b>209</b>	<b>8</b>	<b>233</b>

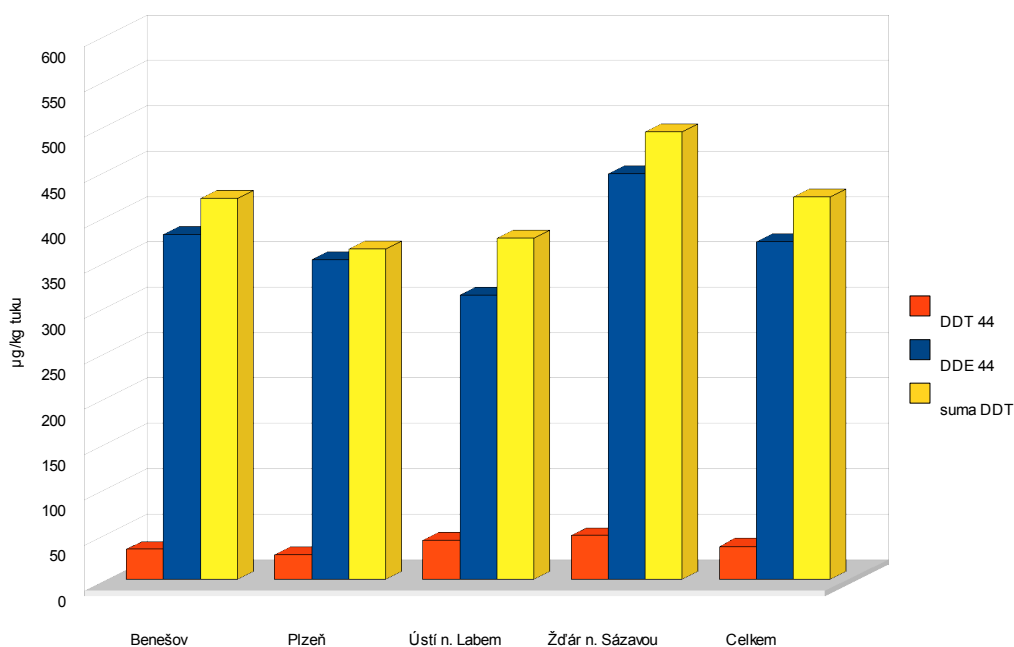
**Obr. 7: Graf koncentrací látek v mateřském mléce – 2000 (medián)**



**Tab. 8: Koncentrace látek v mateřském mléce – 2001 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  tuku] (medián)**

	DDE 44	DDT 44	suma DDT
Benešov	380	33	420
Plzeň	352	27	364
Ústí n. Labem	313	43	376
Žďár n. Sázavou	447	48	493
<b>Celkem</b>	<b>372</b>	<b>36</b>	<b>421</b>

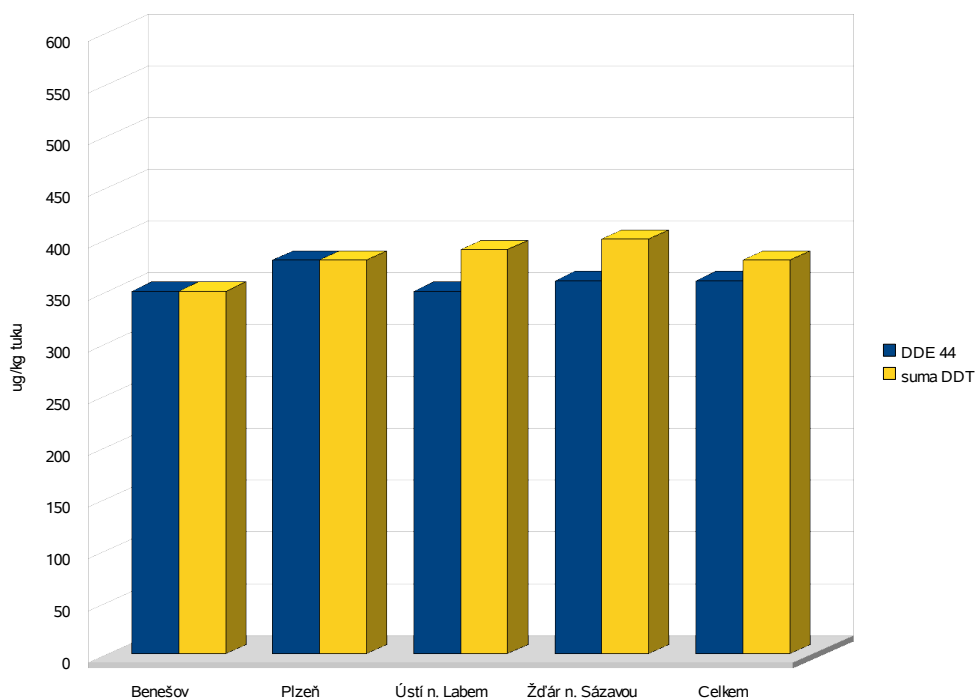
**Obr. 8: Graf koncentrací látek v mateřském mléce – 2001 (medián)**



**Tab. 9: Koncentrace látek v mateřském mléce – 2002 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  tuku] (medián)**

	DDE 44	DDT 44	suma DDT
Benešov	350		350
Plzeň	380		380
Ústí n. Labem	350		390
Žďár n. Sázavou	360		400
<b>Celkem</b>	<b>360</b>		<b>380</b>

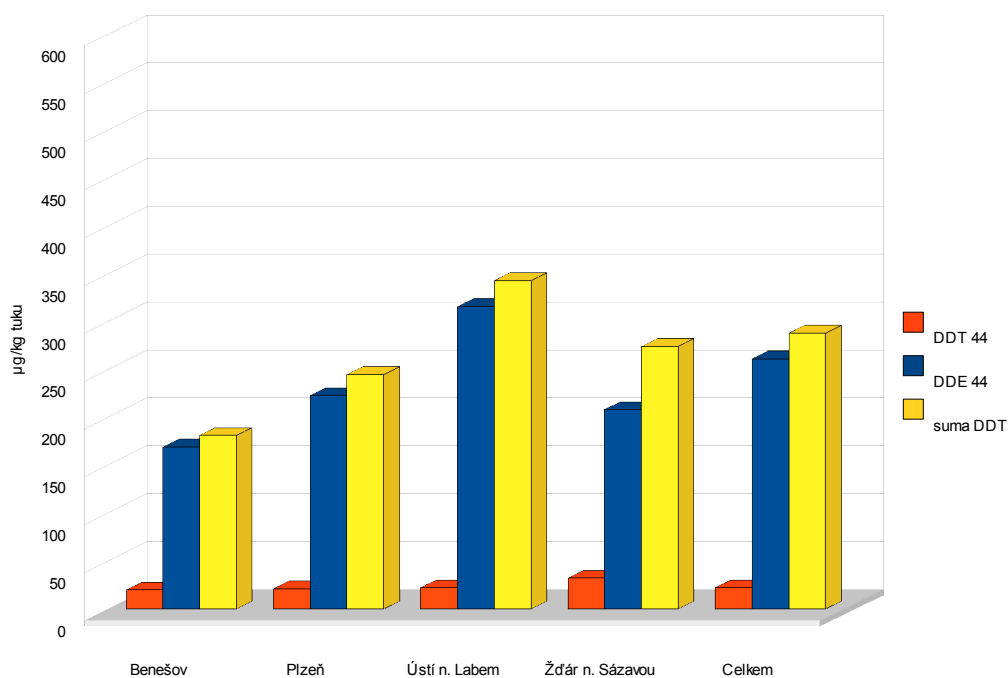
**Tab. 9: Graf koncentrací látek v mateřském mléce – 2002 (medián)**



**Tab. 10: Koncentrace látek v mateřském mléce – 2003 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  tuku] (medián)**

	DDE 44	DDT 44	suma DDT
Benešov	169	20	181
Plzeň	223	21	245
Ústí n. Labem	316	22	343
Žďár n. Sázavou	208	32	274
<b>Celkem</b>	<b>261</b>	<b>22</b>	<b>288</b>

**Obr. 10: Graf koncentrací látek v mateřském mléce – 2003 (medián)**

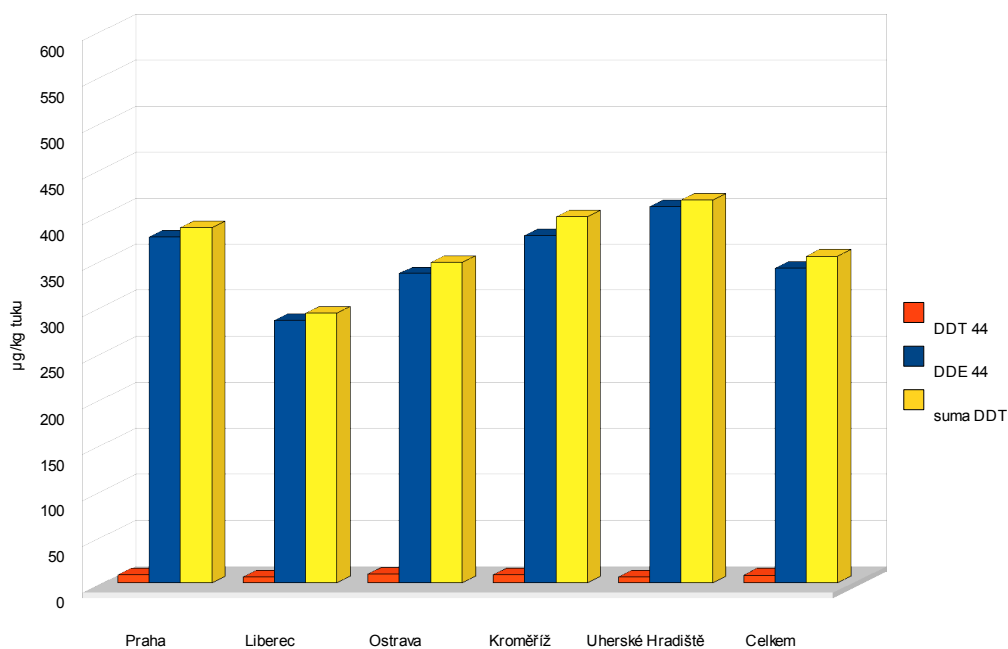




**Tab. 11: Koncentrace látek v mateřském mléce – 2005 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  tuku] (medián)**

	DDE 44	DDT 44	suma DDT
Praha	376	8,4	386
Liberec	285	6,1	293
Ostrava	336	9,5	348
Kroměříž	377	9	398
Uherské Hradiště	409	6,7	416
<b>Celkem</b>	<b>342</b>	<b>8,2</b>	<b>355</b>

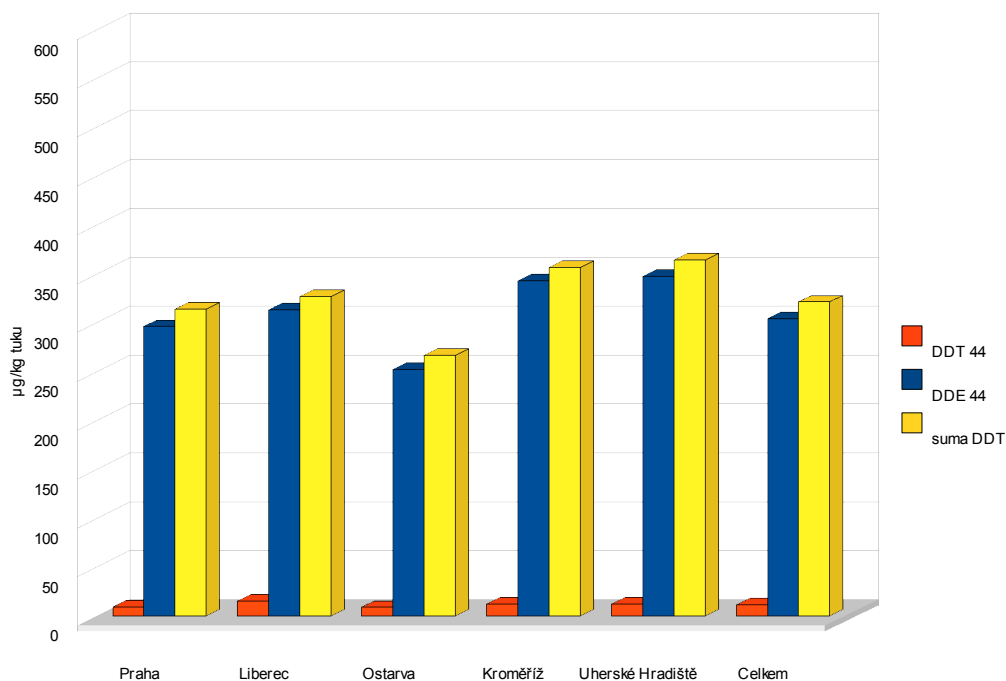
**Obr. 11: Graf koncentrací látek v mateřském mléce – 2005 (medián)**



**Tab. 12: Koncentrace látek v mateřském mléce – 2006 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  tuku] (medián)**

	DDE 44	DDT 44	suma DDT
Praha	296	9,2	314
Liberec	313	15,2	327
Ostrava	252	8,7	267
Kroměříž	343	12	357
Uherské Hradiště	347	12,2	364
<b>Celkem</b>	<b>304</b>	<b>11,3</b>	<b>321</b>

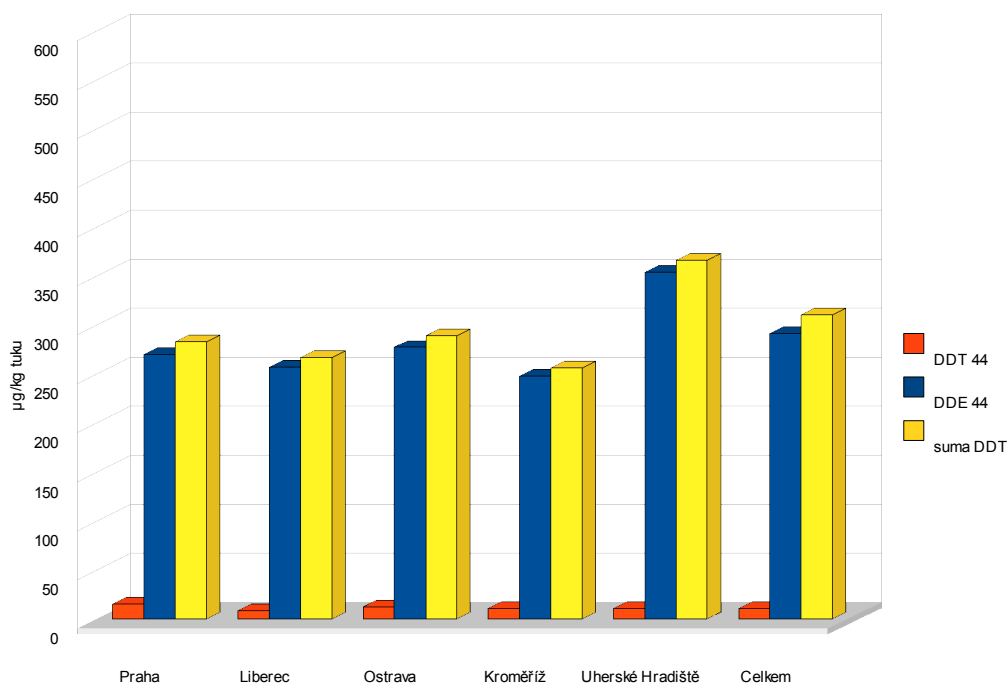
**Obr. 12: Graf koncentrací látek v mateřském mléce – 2006 (medián)**



**Tab. 13: Koncentrace látek v mateřském mléce – 2007 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  tuku] (medián)**

	DDE 44	DDT 44	suma DDT
Praha	270	15,0	283
Liberec	257	8,3	267
Ostrava	277	12	289
Kroměříž	248	10,5	256
Uherské Hradiště	354	11	366
<b>Celkem</b>	<b>291</b>	<b>11</b>	<b>310</b>

**Obr. 13: Graf koncentrací látek v mateřském mléce – 2007 (medián)**

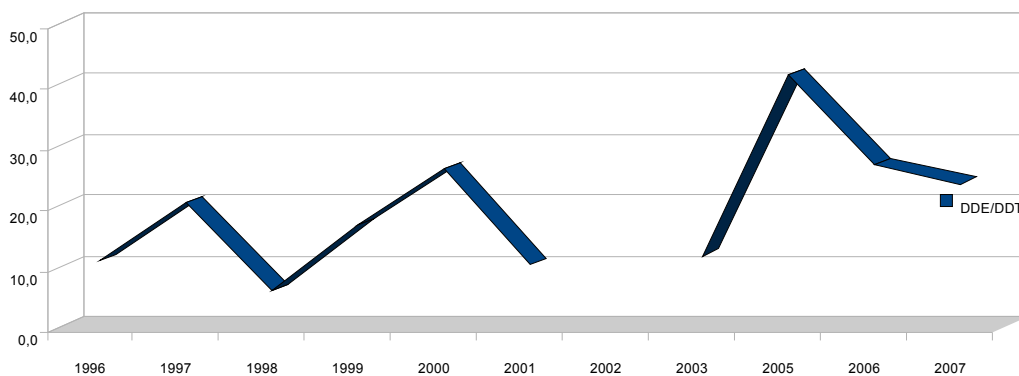


Poměr DDE/DDT (Tab. 14, Obr. 14) usnadňuje rozlišení nové expozice DDT od dřívější zátěže, kdy se postupně DDT metabolizuje na DDE.

**Tab. 14: Poměr mediánů celkových hodnot DDE44 a DDT44 - 1996 až 2007**

rok	DDE44	DDT44	<b>DDE/DDT</b>
1996	455	41,1	<b>11,1</b>
1997	417	20,2	<b>20,6</b>
1998	360	59,9	<b>6,0</b>
1999	303	17,9	<b>16,9</b>
2000	209	8,0	<b>26,1</b>
2001	372	36,0	<b>10,3</b>
2002	360		
2003	261	22,0	<b>11,9</b>
2005	342	8,2	<b>41,7</b>
2006	304	11,3	<b>26,9</b>
2007	261	11,0	<b>23,7</b>

**Obr. 14: Graf poměru mediánů celkových hodnot DDE44 a DDT44 - 1996 až 2007**



### 3.2.2 Výsledné koncentrace DDT v krevním séru

V České republice se od roku 2005 ob jeden rok sledují hodnoty DDT v krevním séru. Výsledky jsou uvedeny v následujících tabulkách (Tab. 15, Tab. 16).

Tab. 15: Koncentrace látek v krevním séru – 2005 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  tuku] (medián)

	DDE44	DDT44	suma DDT
Praha	441	22	459
Liberec	347	16	363
Ostrava	642	32	680
Kroměříž	615	17	639
Uherské Hradiště	709	28	725
<b>Celkem</b>	<b>493</b>	<b>21</b>	<b>519</b>

Tab. 16: Koncentrace látek v krevním séru – 2007 [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  tuku] (medián)

	DDE44	DDT44	suma DDT
Praha	300	9	
Liberec	280	11	
Ostrava	290	11	
Kroměříž	435	13	
Uherské Hradiště	465	11	
<b>Celkem</b>	<b>330</b>	<b>11</b>	

## 4 Hodnocení výsledků

Výsledky biologického monitorování ukazují, že koncentrace kontaminanty DDT (DDT44) v biologických vzorcích v čase klesá. Zvyšující trend má naopak poměr metabolitu DDE (DDE44) a DDT44. Naměřené hodnoty koncentrací DDT44 v roce 2002 jsou problematické z hlediska interpretace a proto nejsou zahrnuté ve výsledcích.

### 4.1 Časový trend

Klesající hodnoty koncentrací DDT a jeho metabolitů v populaci jsou odrazem dodržování zákazu používání DDT. DDT je látka dlouhodobě perzistující v prostředí i v organismu, proto se vyskytuje a bude vyskytovat v biologických vzorcích řadu let po ukončení jeho používání. Stoupající poměr DDE/DDT ukazuje, že na sumě DDT se stále více podílí metabolit DDE oproti původně používané látce DDT. Tento fakt dokazuje, že v populaci nedochází k novým expozicím DDT a naměřené hodnoty koncentrací DDT odpovídají expozicím z dob, kdy se DDT ještě běžně používal.

Mírný vzestup hodnot koncentrací DDT v roce 2001 byl s největší pravděpodobností způsoben změnou laboratoře, ve které se prováděla analýza vzorků. Od tohoto roku opět pokračoval klesající časový trend naměřených koncentrací.

V roce 2005 lze pozorovat další vzestup naměřených koncentrací DDT. Tento fakt odpovídá sledování jiných lokalit od roku 2005 a jiných v předchozích letech. Biologické vzorky dobrovolníků z Prahy, Liberce, Ostravy, Kroměříže a Uherského Hradiště obsahovaly dohromady vyšší koncentrace DDT než vzorky z Benešova, Plzně, Ústí nad Labem a Žďáru nad Sázavou.

## **4.2 Biologické materiály**

Stockholmská úmluva zmiňuje biomonitoring DDT jen z mateřského mléka. V ČR se od roku 2005 sleduje i koncentrace DDT v krevním séru. Mateřské mléko je snadno a neinvazivně získatelný biologický materiál a obsahuje asi 3 % tuku. Prostřednictvím mateřského mléka však získáme přehled o koncentracích DDT pouze u malé části populace - u kojících žen v reprodukčním věku a výsledky ovlivňuje délka případné předchozí laktace. Krevní sérum obsahuje jen kolem šesti až osmi desetin procenta tuku a jeho získání je náročnější a rizikovější vzhledem k nutnosti invazivního odběru. Touto metodou však můžeme sledovat zátěž nejrůznějších populačních skupin. Krevní sérum se odebírá ženám i mužům v dospělém věku. Výsledná data při použití obou těchto metod jsou odlišná, neboť muži vykazují vyšší koncentrace DDT v séru než ženy.

Za nejpřesnější metodu se považuje měření obsahu DDT přímo v tukové tkáni. Tato metoda vyžaduje chirurgický zákrok, a proto se u nás nepoužívá.

## **4.3 Lokální rozdíly**

Jednotlivé lokality ČR se v koncentracích DDT liší. Všichni dobrovolníci jsou dospělí bydlící ve městech, resp. městských oblastech. Bylo by zajímavé a snad i žádoucí provést monitorování i venkovského obyvatelstva. Už jen proto, že DDT byl používán převážně v zemědělství, tedy na venkově.

## **4.4 Mezinárodní srovnání**

Sledování hladin DDT a DDE v mateřském mléce může sloužit k porovnávání míry kontaminace životního prostředí chlorovanými pesticidy v různých zemích.

Od roku 1951 do roku 1999 pokleslo na celém světě množství DDT v tuku mateřského mléka z 5 000-10 000  $\mu\text{g}/\text{kg}$  tuku na cca 1 000 ve většině oblastech. V Evropě a Severní Americe je užívání DDT přísně zakázáno. V některých zemích světa, kde se DDT dodnes používá k hubení komárů přenášejících malárii, je jeho hodnota stále vysoká, vyšší než jaká jsou doporučení Světové zdravotnické organizace. Přípustná denní dávka stanovená Světovou zdravotnickou organizací v roce 1984 je 20  $\mu\text{g}/\text{kg}$  hmotnosti. (SMITH, 1999)

Koncentrace DDT44 v několika zemích světa a v České Republice ve vybraných letech zobrazuje následující tabulka (Tab. 17).

**Tab. 17: Koncentrace DDT v mateřském mléce [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  tuku] – číslo nahoře udává koncentraci DDT44, číslo dole poměr DDE/DDT**

Rok \ Stát	1994	1998	1999	2000	2001	2005
Česká republika		60 5,84	18 16,93	8 26,13	36 10,33	8 42,75
Indie	718 1,39					
Indonésie				60 4,67		
Austrálie	23 4,27					
Japonsko					20 15,17	
Nový Zéland					30 24,34	
Thajsko	260 3,16					
Velká Británie			40 10,75			
Vietnam	140 2,43					
Ghana						31 1,43
Čína		204 1,17				



Významně vyšší hodnoty koncentrací DDT44 a nízký poměr DDT/DDE oproti České republice pocházejí ze zemí, ve kterých se DDT používal déle než do roku 1973 (Čína do roku 1983, Indonésie ještě v devadesátých letech) nebo ve kterých se ještě používá (Ghana). (YU, ZHU *et al.*, 2003, NTOW, 2008, BURKE *et al.*, 2003)

V některých zemích je DDT dodnes používán pro hubení hmyzu jakožto přenašeče malárie. I když je známo množství podezření na nežádoucí účinky chlorovaných pesticidů na člověka, skutečných znalostí o účincích DDT na lidské zdraví je nedostatek. Je však nezbytné chránit lidské zdraví před malárií a k tomu se stále používá nejúčinnější a nejlevnější prostředek - DDT.

Některé země udávají výsledné koncentrace DDT získané pouze z krevního séra. V USA bylo používání DDT zakázáno v roce 1973. V Severní Kalifornii se srovnávaly koncentrace DDT v séru před zákazem používání a po něm. Průměrná hladina DDT v séru se pohybovala v roce 1963 kolem 1400 µg/kg a v roce 1995 kolem 760 µg/kg. To jsou hodnoty srovnatelné s Českou republikou.

## **4.5 Kojení**

Kojení je jeden z mechanismů exkrece DDT a jeho metabolitů z těla matky. Udává se, že až 90 % chlorovaných sloučenin, které matka přijme potravou, může být vyloučeno jejím mlékem. Nejvíce DDT a jeho metabolitů předávají ženy prvnímu kojenému dítěti, kdy vylučují do mateřského mléka látky uložené během dosavadního života. Dalším dětem předávají převážně DDT, který se v jejich tkáních uložil v období od konce předchozí laktace. O tom svědčí fakt, že prvoroďičky vykazují vyšší hladiny DDT a metabolitů v mléce než vícenásobné kojící matky.

Dítě však přijímá mateřské mléko velmi krátkou dobu ve srovnání s celkovou délkou života jedince. Proto je riziko spojené s požitým DDT v mateřském mléce mnohem nižší než případné odepření mateřského mléka, které je pro dítě jednoznačně nejvhodnější výživou. Mateřské mléko poskytuje dítěti vyvážený poměr živin a důležité složky imunitního systému. V rozvojových zemích, ve kterých se často DDT ještě používá v rámci eradikačního programu malárie, jsou hladiny DDT

v mateřském mléce mnohem vyšší než v zemích, ve kterých je používání DDT zakázáno. Právě v rozvojových zemích jsou však nejmenší děti naprosto závislé na mateřském mléce jako jediném zdroji potravy.

V České republice je přijímána strategie výživy kojenců a malých dětí deklarovaná Světovou zdravotnickou organizací, která doporučuje výlučné kojení po dobu prvních šesti měsíců věku a dále zavádění vhodných příkrmů a pokračování kojení do věku kolem dvou let. Pro koncentraci DDT v mateřském mléce nejsou stanoveny žádné limitní hodnoty.

Kojícím matkám se nedoporučuje záměrně výrazně hubnout. Výrazné hubnutí vedoucí k velkému odbourávání tělesného tuku by způsobilo mobilizaci DDT a jeho následné zvýšené uvolňování v mateřském mléce.

#### **4.6 DDT v potravinách**

V České republice jsou v rámci monitorování zdravotního stavu obyvatel ve vztahu k životnímu prostředí sledovány koncentrace DDT v potravinách. V současnosti se pohybuje chronická expoziční dávka DDT i ostatních chlorovaných pesticidů u průměrného konzumenta v tolerovaných mezích a nedosahuje hodnot, které by mohly znamenat riziko poškození zdraví.

Je nutné dbát především na kontroly potravin, které se importují ze států, ve kterých se DDT dodnes používá.

## **Závěr**

Z výsledných hodnot naměřených koncentrací DDT lze předpokládat, že se v České republice dodržuje zákaz používání této látky. Množství DDT v mateřském mléce jako indikátor množství DDT v lidském organismu není znepokojující a má žádoucí klesající časový trend.

Nelze však vyloučit vznik nové expozice při případném nezákonném použití DDT, při importu z jiných zemí nebo při manipulaci s kontaminovaným odpadem. Proto je třeba nadále monitorovat DDT v lidském organismu a v prostředí.

## Souhrn

Mezi čtyřicátými a šedesátými léty minulého století byly vytvořeny stovky chemických sloučenin určených na hubení hmyzu, plevele, hlodavců a dalších organismů. Tyto chemikálie se označily pojmem pesticidy a vyráběly se pod několika tisíci firemními názvy. Bohužel tyto neselektivní chemikálie nejen zabíjejí škůdce, ale také působí na okolní prostředí. Některé z nejnebezpečnějších chemických látek se nesnadno rozkládají, mohou škodit živočichům a dostat se do potravního řetězce zvířat i lidí. Přítomnost těchto látek v těle matky nevyhnutelně vystavuje jejich vlivu i dosud nenarozené dítě.

Chlorované pesticidy jsou skupinou látek, která zahrnuje deriváty DDT (dichlordifenyltrichlorethanu), HCH (hexachlorcyklohexan), HCB (hexachlorcyklobenzen), heptachlor, endosulfan, methoxychlor, aldrin, dieldrin, endrin. Pesticidy se do lidského organismu dostávají při přímé manipulaci s těmito látkami a nepřímo požitím kontaminované potravy. DDT je syntetický pesticid. Poprvé se používal během druhé světové války a po jejím skončení se začal vyrábět komerčně. Brzy se jeho používání rozšířilo na téměř celý svět. V sedmdesátých letech se ve většině industrializovaných zemích přestal pro jeho nežádoucí účinky používat. DDT se dnes spojuje s výskytem některých nádorových onemocnění, neboť dokáže modulovat expresi onkogenů a stimulovat růstové faktory pro nádorové buňky. V lidském těle působí jako endokrinní disruptor. Ovlivňuje aktivitu lidského estrogenu a antagonizuje působení androgenu. Ovlivňuje metabolismus kostí, imunitní procesy a neurobehaviorální funkce. V těle se nejvíce hromadí v tukových tkáních, je stabilní a v lidském organismu přetrvává a degraduje se mnoho let. V zemích s výskytem malárie je však DDT dodnes nejlevnější a nejúčinnější zbraní proti komárům, kteří tuto nemoc přenášejí.

DDT spolu s řadou dalších chlorovaných pesticidů patří do skupiny látek, které byly podle celosvětové Stockholmské úmluvy oficiálně klasifikovány jako POPs (Persistent Organic Pollutants) a jejich výroba a užívání je převážně zakázána. Tato Úmluva Spojených národů byla přijata v roce 2001 s účinností od května roku 2004. (<http://www.pops.int>)

V České republice je používání DDT zakázáno od roku 1973. Od roku 1994 se sleduje expozice profesionálně neexponované populace některým cizorodým či toxickým látkám v rámci tzv. biologického monitoringu. Mezi takto sledované látky patří právě i chlorované pesticidy. Biologický monitoring vychází z usnesení vlády České republiky č. 369/1991. Získaná data jsou používána k určení dlouhodobých časových trendů, k odhadu referenčních hodnot pro populační skupiny v podmínkách České republiky. Mohou být využita k signalizaci potenciálního zdravotního rizika zvýšené expozice a k návrhu případných preventivních opatření. (<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/perzistentni-organicke-latky-pops-v-materskem-mleku>) Koncentrace DDT a jeho metabolitů se měří v tuku mateřského mléka.

Výsledky ukazují stoupající poměr DDE/DDT, což znamená, že na sumě DDT se stále více podílí metabolit DDE oproti původně používané látce DDT. V české populaci nedochází k novým expozicím a naměřené hodnoty koncentrací DDT odpovídají expozicím z dob, kdy se DDT ještě běžně používal.

## Summary

Between 40's and 50's of the last century, there have been created hundreds of chemical substances to destroy insect, weed species, rodents and other organisms. These chemical substances were named pesticides and were produced under couple of thousands names of various companies products. However these non-selective chemicals are not only killing the pest, but also are influencing surrounding environment. Some of the most dangerous chemical products are really difficult to unfold. These may harm living being and may get into the food chain of animals and

of people. If these substances are presented in the body of future mother, this can also affect unborn child.

Chlorine pesticides are group of products, which are implicated in derivatives of DDT (dichlorodiphenyltrichloroethane), HCH (hexachlorcyklohexan), HCB (hexachlorcyklobenzen), heptachlor, endosulfan, methoxychlor, aldrin, dieldrin and endrin. Pesticides are getting to the human's body by direct contact or by consuming contaminated food. DDT is synthetic pesticide. This fabric was used for the first time during second-world war and after its end, the fabric was produced commercially. The usage was spread it out all over the world. In 70's, the majority of industrialized countries canceled the usage for its unwanted effects. DDT is these days connected with occurrence of some tumor diseases because can modulate onkogenome expression and can stimulate growth factor for tumor cells. It can also acts in human body like an endocrinous disruptor. It is influencing activity of human estrogen and it is also antagonizing the function of androgen. DDT is influencing the metabolism of bones, immunity processes and neurobehavioral functions. It is cumulating mainly in fatty tissue in human bodies, it is stable and you can find there it after many years. In 'malaria' countries, DDT is these days the cheapest and the most effective weapon against mosquito, who are transferring this diseases.

Stockholm agreement officially disallowed the production and the usage of DDT together with other chlorinated pesticides. These matters were officially named as Pops (Persistent Organic Pollutants). This agreement of the United Nations was accepted in 2001 with effectiveness from May, 2004. (<http://www.chm.pops.int>)

In Czech Republic, the usage of DDT was canceled in 1973. From 1994, there is existing study, which is monitoring exposition of professionally not exponents population by some heterogeneous of by toxic matters within so called biological monitoring. Chlorine pesticides belong to this group of matters, which are controlled. Biological monitoring is the result of the Czech government resolution number 369/1991. Captured data are used for destination of long term trends, for estimation of referential values within the population groups in Czech Republic. Or may be used in signalization of potential health hazards of increased expositions and for preventive actions proposals. Concentration of DDT is measured in the fat of breast milk.

The records are showing increasing relationship DDE/DDT. This means that the sum of DDT is more and more participated by DDE compared to the usage of DDT in the past. There are any new expositions in Czech population. Current measured data corresponding with the expositions from times, when we were normally using DDT.

## Seznam použité literatury

Lékaři bez hranic [online]. 20. 4. 2007 [cit. 2008-08-18]. Dostupné z: [http://lekari-bezhranic.cz/aktuality/2007/malaria/malaria\\_facts.php](http://lekari-bezhranic.cz/aktuality/2007/malaria/malaria_facts.php).

The Stockholm Convention on POPs [online]. 2004 [cit. 2008-08-18]. Dostupné z: <http://www.pops.int>.

NĚMEC, J. Boj proti malárii a DDT [online]. 28. 11. 2001 [cit. 2008-05-21]. Dostupné z: <http://www.afrikaonline.cz>.

RÖDL, P. Desinsekce [online]. 14. 10. 2004 [cit. 2008-08-20]. Dostupné z: <http://old.lf3.cuni.cz/biologie>.

University of Michigan. Environmental Justice Case Study: DDT Contamination [online]. 11. 9. 2008 [cit. 2008-09-21]. Dostupné z: <http://www.umich.edu/~snre492/triana.html>.

BEARD, J. DDT and human health, *Science of the Total Environment*, 2006, 355, 78-89.

JOHN, B. A., WOLFF, M. S., et al. DDT and Breast Cancer in Zouny Women: New Data on the Significance of Age at Exposure. *Environmental Health Perspectives*, 2007, 115, 10, 1406-1414.

RIBAS-FITTO, N., et al. Effects of PCBs, p,p'-DDT, p,p'-DDE, HCB and beta -HCH on thyroid function in preschool children. *Source Occupation and Environmental Medicine*, 2008, vol. 65, no. 7, p. 452-457.

HATCHER, J. M., et. al., Disruption of dopamine transport by DDT and its metabolites. *Neurotoxicology*, 2008, 29(4), 682-690.

Ministerstvo životního prostředí. Integrovaný registr znečišťování [online]. 1999 [cit. 2008-10-02]. Dostupné z: <http://www.irz.cz/latky/DDT>.

Registrace, evaluace a autorizace chemických látek [online]. 2005 [cit. 2008-10-02]. Dostupné z: <http://www.reach.cz/reach-eca.htm>.

ČERNÁ, M., BATÁRIOVÁ, A., PUKLOVÁ, V., Perzistentní organické látky v mateřském mléku [online]. 2005 [cit. 2008-10-02]. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/biomonitoring/Perzistentni\\_organicke\\_latky\\_POps\\_v\\_materskem\\_mleku.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/biomonitoring/Perzistentni_organicke_latky_POps_v_materskem_mleku.pdf).

Státní zdravotní ústav, Biologický monitoring [online]. 1999 [cit. 2008-10-02]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/biologicky-monitoring>.

CARSON, R. Silent Spring. 1. ed. London: Hamish Hamilton Ltd., 1963, 3-243.

SMITH, D. Worldwide trends in DDT levels in human Brest milk. International Journal of Epidemiology, 1999, 28, 179-188.

H. YU, Z. ZHU et al., Levels of Organochlorine Pesticides in Beijing Human Milk. Bull. Of Environmental Contamination and Toxikology, 2003, 70, 193-197.

NTOW, J. W. et al., Accumulation of persistent organochlorine contaminants in milk and serum of farmers from Ghana. Environmental Research 2008, 106, 17-26.

BURKE, E. R.et. al., Organochlorine Pesticide Residuem in Human Milk from Primiparous Women in Indonesia. Bulletin of Environmental Contamination and Toxikology, 2003, 71, 148-155.



# Přílohy

Tab. 18: Koncentrace DDT v mateřském mléce – 1996

	DDE44	DDT44	Suma DDT
<b>Celkem - total</b>			
N	285	285	285
X <sub>a</sub>	493	58,0	551
X <sub>g</sub>	431	44,0	488
Me	455	41,1	508
Kv <sub>0,1</sub>	217	19,0	267
Kv <sub>0,9</sub>	838	109	898
H <sub>max</sub>	1443	317	1535
H <sub>min</sub>	41	2,0	43
<b>Benešov</b>			
N	90	90	90
X <sub>a</sub>	592	43,9	636
X <sub>g</sub>	542	37,0	585
Me	569	38,4	614
Kv <sub>0,1</sub>	310	17,1	343
Kv <sub>0,9</sub>	924	74,0	985
H <sub>max</sub>	1443	200	1493
H <sub>min</sub>	183	10,8	215
<b>Plzeň</b>			
N	33	33	33
X <sub>a</sub>	443	67,7	511
X <sub>g</sub>	386	49,8	447
Me	410	44,3	477
Kv <sub>0,1</sub>	165	21,7	199
Kv <sub>0,9</sub>	710	109	874
H <sub>max</sub>	1083	281	1153
<b>Ústí nad Labem</b>			
N	94	94	94
X <sub>a</sub>	435	81,5	514
X <sub>g</sub>	372	63,0	447
Me	374	56,3	453
Kv <sub>0,1</sub>	202	29,2	258
Kv <sub>0,9</sub>	667	164	776
H <sub>max</sub>	1430	317	1535
H <sub>min</sub>	41	2,0	43
<b>Žďár nad Sázavou</b>			
N	68	68	68
X <sub>a</sub>	469	39,6	510
X <sub>g</sub>	412	31,6	450
Me	441	33,3	481
Kv <sub>0,1</sub>	210	16,0	234
Kv <sub>0,9</sub>	837	71,0	862
H <sub>max</sub>	1068	232	1246
H <sub>min</sub>	42	3,0	45

Tab. 19: Koncentrace DDT v mateřském mléce – 1997

	DDE44	DDT44	Suma DDT
<b>Celkem - total</b>			
N	391	391	391
X <sub>a</sub>	480	24,4	504
X <sub>g</sub>	413	20,5	437
Me	417	20,2	434
Kv <sub>0,1</sub>	211	10,1	236
Kv <sub>0,9</sub>	805	42	841
H <sub>max</sub>	3421	124	3463
H <sub>min</sub>	86	2,5	92
<b>Benešov</b>			
N	100	100	100
X <sub>a</sub>	466	22,6	488
X <sub>g</sub>	393	18,2	415
Me	408	18,3	424
Kv <sub>0,1</sub>	182	8,9	195
Kv <sub>0,9</sub>	915	35,4	933
H <sub>max</sub>	1428	124	1459
H <sub>min</sub>	86	2,5	92
<b>Plzeň</b>			
N	100	100	100
X <sub>a</sub>	511	24,5	534
X <sub>g</sub>	425	21,7	447
Me	418	20,7	445
Kv <sub>0,1</sub>	203	12,1	221
Kv <sub>0,9</sub>	826	42	877
H <sub>max</sub>	2028	77	2078
H <sub>min</sub>	104	8,8	114
<b>Ústí nad Labem</b>			
N	89	89	89
X <sub>a</sub>	482	31,7	514
X <sub>g</sub>	416	28,0	447
Me	409	29,3	428
Kv <sub>0,1</sub>	213	14,4	242
Kv <sub>0,9</sub>	748	52	804
H <sub>max</sub>	3421	93	3463
H <sub>min</sub>	128	7,3	149
<b>Žďár nad Sázavou</b>			
N	102	102	102
X <sub>a</sub>	462	19,6	481
X <sub>g</sub>	420	16,7	440
Me	427	16,7	443
Kv <sub>0,1</sub>	236	8,9	253
Kv <sub>0,9</sub>	700	28,5	715
H <sub>max</sub>	1189	122	1240
H <sub>min</sub>	150	2,5	166

Tab. 20: Koncentrace DDT v mateřském mléce – 1998

	DDE44	DDT44	Suma DDT
<b>Celkem – total</b>			
N	385	385	385
X <sub>a</sub>	406	71,1	477
X <sub>g</sub>	366	41,2	435
Me	360	59,9	431
Kv <sub>0,1</sub>	218	2,5	268
Kv <sub>0,9</sub>	644	144	743
H <sub>max</sub>	1380	668	2048
H <sub>min</sub>	32	2,5	57
<b>Benešov</b>			
N	98	98	98
X <sub>a</sub>	464	86,1	550
X <sub>g</sub>	411	50,4	496
Me	389	69,9	486
Kv <sub>0,1</sub>	240	2,5	293
Kv <sub>0,9</sub>	785	168,4	894
H <sub>max</sub>	1380	668	2048
H <sub>min</sub>	131	2,5	180
<b>Plzeň</b>			
N	87	87	87
X <sub>a</sub>	399	68,1	467
X <sub>g</sub>	358	39,2	424
Me	357	58,0	438
Kv <sub>0,1</sub>	218	2,5	258
Kv <sub>0,9</sub>	599	144	675
H <sub>max</sub>	1210	390	1360
H <sub>min</sub>	32	2,5	97
<b>Ústí nad Labem</b>			
N	101	101	101
X <sub>a</sub>	373	74,5	449
X <sub>g</sub>	350	41,4	424
Me	346	63,3	427
Kv <sub>0,1</sub>	222	2,5	272
Kv <sub>0,9</sub>	529	161	627
H <sub>max</sub>	1016	243	1088
H <sub>min</sub>	169	2,5	192
<b>Žďár nad Sázavou</b>			
N	99	99	99
X <sub>a</sub>	388	55,5	441
X <sub>g</sub>	349	35,1	402
Me	355	48,0	407
Kv <sub>0,1</sub>	196	2,5	253
Kv <sub>0,9</sub>	646	89,9	687
H <sub>max</sub>	1230	273	1317
H <sub>min</sub>	57	2,5	57

Tab. 21: Koncentrace DDT v mateřském mléce – 1999

	DDE44	DDT44	Suma DDT
<b>Celkem – total</b>			
N	390	390	390
X <sub>a</sub>	341	23,2	381
X <sub>g</sub>	302	18,0	328
Me	303	17,9	325
Kv <sub>0,1</sub>	165	7,0	179
Kv <sub>0,9</sub>	550	45	590
H <sub>max</sub>	1362	128	6021
H <sub>min</sub>	42	2,5	44
<b>Benešov</b>			
N	100	100	100
X <sub>a</sub>	337	28,7	363
X <sub>g</sub>	296	22,3	323
Me	284	21,7	312
Kv <sub>0,1</sub>	170	8,1	182
Kv <sub>0,9</sub>	504	57,6	552
H <sub>max</sub>	1200	128	1256
H <sub>min</sub>	93	5,4	115
<b>Plzeň</b>			
N	100	100	100
X <sub>a</sub>	365	27,4	460
X <sub>g</sub>	321	21,3	365
Me	318	23,8	351
Kv <sub>0,1</sub>	157	7,6	195
Kv <sub>0,9</sub>	595	52	650
H <sub>max</sub>	1117	111	6021
H <sub>min</sub>	89	2,5	98
<b>Ústí nad Labem</b>			
N	98	98	98
X <sub>a</sub>	321	21,0	341
X <sub>g</sub>	392	16,7	318
Me	298	16,4	318
Kv <sub>0,1</sub>	154	7,1	169
Kv <sub>0,9</sub>	489	42	532
H <sub>max</sub>	784	66	800
H <sub>min</sub>	108	2,5	119
<b>Žďár nad Sázavou</b>			
N	92	92	92
X <sub>a</sub>	340	15,1	355
X <sub>g</sub>	299	12,9	313
Me	305	13,5	318
Kv <sub>0,1</sub>	172	6,2	185
Kv <sub>0,9</sub>	555	24,7	574
H <sub>max</sub>	1362	39	1394
H <sub>min</sub>	42	2,5	44

Tab. 22: Koncentrace DDT v mateřském mléce – 2000

	DDE44	DDT44	Suma DDT
<b>Celkem – total</b>			
N	408	408	408
X <sub>a</sub>	371	21	394
X <sub>g</sub>	203	6,1	229
Me	209	8	233
Kv <sub>0,1</sub>	42	1	20
Kv <sub>0,9</sub>	820	57	823
H <sub>max</sub>	4690	406	4694
H <sub>min</sub>	2	1	9,5
<b>Benešov</b>			
N	100	100	100
X <sub>a</sub>	567	15	585
X <sub>g</sub>	255	4,8	277
Me	271	6	301
Kv <sub>0,1</sub>	57	1	64
Kv <sub>0,9</sub>	1490	37	1513
H <sub>max</sub>	4690	182	4694
H <sub>min</sub>	6	1	9,5
<b>Plzeň</b>			
N	100	100	100
X <sub>a</sub>	426,4	16	446
X <sub>g</sub>	320	7	341
Me	318	11	335
Kv <sub>0,1</sub>	144	1	157
Kv <sub>0,9</sub>	768	38	803
H <sub>max</sub>	3010	132	3020
H <sub>min</sub>	53	1	56,5
<b>Ústí nad Labem</b>			
N	107	107	107
X <sub>a</sub>	172	14	189
X <sub>g</sub>	98	3,8	110
Me	88	1	96
Kv <sub>0,1</sub>	30	1	35
Kv <sub>0,9</sub>	481	30	499
H <sub>max</sub>	936	406	1345
H <sub>min</sub>	8	1	12
<b>Žďár nad Sázavou</b>			
N	101	101	101
X <sub>a</sub>	332	37	372
X <sub>g</sub>	225	11	275
Me	200	28	243
Kv <sub>0,1</sub>	118	1	124
Kv <sub>0,9</sub>	819	83	823
H <sub>max</sub>	1530	239	1534
H <sub>min</sub>	2	1	19,5

Tab. 23: Koncentrace DDT v mateřském mléce – 2001

	DDE44	DDT44	Suma DDT
<b>Celkem – total</b>			
N	389	389	389
X <sub>a</sub>	403	54	457
X <sub>g</sub>	354	26	400
Me	372	36	421
Kv <sub>0,1</sub>	186	1	207
Kv <sub>0,9</sub>	668	94	745
H <sub>max</sub>	1620	1440	1710
H <sub>min</sub>	36	1	43
<b>Benešov</b>			
N	99	99	99
X <sub>a</sub>	402	44	445
X <sub>g</sub>	355	20	390
Me	380	33	420
Kv <sub>0,1</sub>	194	1	195
Kv <sub>0,9</sub>	635	74	704
H <sub>max</sub>	1180	336	1390
H <sub>min</sub>	48	1	54
<b>Plzeň</b>			
N	95	95	95
X <sub>a</sub>	376	41	416
X <sub>g</sub>	334	16	366
Me	352	27	364
Kv <sub>0,1</sub>	181	1	203
Kv <sub>0,9</sub>	611	65	686
H <sub>max</sub>	990	797	1320
H <sub>min</sub>	67	1	106
<b>Ústí nad Labem</b>			
N	100	100	100
X <sub>a</sub>	339	74	413
X <sub>g</sub>	298	35	360
Me	313	43	376
Kv <sub>0,1</sub>	171	6	182
Kv <sub>0,9</sub>	541	154	619
H <sub>max</sub>	891	1440	1650
H <sub>min</sub>	36	1	43
<b>Žďár nad Sázavou</b>			
N	95	95	95
X <sub>a</sub>	501	55	556
X <sub>g</sub>	449	42	502
Me	447	48	493
Kv <sub>0,1</sub>	283	18	316
Kv <sub>0,9</sub>	806	95	917
H <sub>max</sub>	1620	212	1710
H <sub>min</sub>	63	1	77

Tab. 24: Koncentrace DDT v mateřském mléce – 2002

	DDE44	Suma DDT
<b>Celkem – total</b>		
N	367	367
X <sub>a</sub>	414	432
X <sub>g</sub>	365	381
Me	360	380
Kv <sub>0,1</sub>	210	220
Kv <sub>0,9</sub>	674	720
H <sub>max</sub>	2100	2100
H <sub>min</sub>	18	21
<b>Benešov</b>		
N	99	99
X <sub>a</sub>	379	379
X <sub>g</sub>	354	354
Me	350	350
Kv <sub>0,1</sub>	220	220
Kv <sub>0,9</sub>	544	544
H <sub>max</sub>	1100	110
H <sub>min</sub>	160	160
<b>Plzeň</b>		
N	99	99
X <sub>a</sub>	475	475
X <sub>g</sub>	393	393
Me	380	380
Kv <sub>0,1</sub>	188	188
Kv <sub>0,9</sub>	852	852
H <sub>max</sub>	2100	2100
H <sub>min</sub>	74	74
<b>Ústí nad Labem</b>		
N	100	100
X <sub>a</sub>	396	428
X <sub>g</sub>	358	386
Me	350	390
Kv <sub>0,1</sub>	210	238
Kv <sub>0,9</sub>	541	592
H <sub>max</sub>	1400	1600
H <sub>min</sub>	100	120
<b>Zdár nad Sázavou</b>		
N	69	69
X <sub>a</sub>	400	451
X <sub>g</sub>	354	397
Me	360	400
Kv <sub>0,1</sub>	220	248
Kv <sub>0,9</sub>	652	736
H <sub>max</sub>	1200	1300
H <sub>min</sub>	18	21

Tab. 25: Koncentrace DDT v mateřském mléce – 2003

	DDE44	DDT44	Suma DDT
<b>Celkem – total</b>			
N	253	253	253
X <sub>a</sub>	267	29	297
X <sub>g</sub>	241	20	269
Me	261	22	288
Kv <sub>0,1</sub>	136	7	151
Kv <sub>0,9</sub>	420	58	464
H <sub>max</sub>	669	226	747
H <sub>min</sub>	10	1	13
<b>Benešov</b>			
N	18	18	18
X <sub>a</sub>	186	27	213
X <sub>g</sub>	175	20	199
Me	169	20	181
Kv <sub>0,1</sub>	122	8	141
Kv <sub>0,9</sub>	255	57	324
H <sub>max</sub>	430	104	479
H <sub>min</sub>	119	5	135
<b>Plzeň</b>			
N	97	97	97
X <sub>a</sub>	242	27	270
X <sub>g</sub>	215	21	240
Me	223	21	245
Kv <sub>0,1</sub>	123	10	131
Kv <sub>0,9</sub>	396	49	456
H <sub>max</sub>	669	226	747
H <sub>min</sub>	17	1	32
<b>Ústí nad Labem</b>			
N	100	100	100
X <sub>a</sub>	321	25	346
X <sub>g</sub>	304	16	329
Me	316	22	343
Kv <sub>0,1</sub>	210	1	218
Kv <sub>0,9</sub>	452	52	480
H <sub>max</sub>	573	110	596
H <sub>min</sub>	82	1	89
<b>Zdár nad Sázavou</b>			
N	38	38	38
X <sub>a</sub>	229	46	275
X <sub>g</sub>	203	34	243
Me	208	32	274
Kv <sub>0,1</sub>	118	19	145
Kv <sub>0,9</sub>	348	95	432
H <sub>max</sub>	420	201	516
H <sub>min</sub>	10	3	13

Tab. 26: Koncentrace DDT v mateřském mléce – 2005

	DDE44	DDT44	Suma DDT
<b>Celkem – total</b>			
N	355	355	355
X <sub>a</sub>	422	9,6	434
X <sub>g</sub>	353	8,2	365
Me	342	8,2	355
Kv <sub>0,1</sub>	166	4,1	173
Kv <sub>0,9</sub>	755	17	776
H <sub>max</sub>	2420	37,9	2451
H <sub>min</sub>	53	1,5	58
<b>Praha</b>			
N	107	107	107
X <sub>a</sub>	489	10,4	502
X <sub>g</sub>	396	8,8	409
Me	376	8,4	386
Kv <sub>0,1</sub>	186	4,2	195
Kv <sub>0,9</sub>	947	19,8	972
H <sub>max</sub>	2450	28,4	2451
H <sub>min</sub>	91	1,5	95
<b>Liberec</b>			
N	62	62	62
X <sub>a</sub>	342	7,1	352
X <sub>g</sub>	296	6,2	305
Me	285	6,1	293
Kv <sub>0,1</sub>	158	3,7	162
Kv <sub>0,9</sub>	672	13,9	692
H <sub>max</sub>	948	23,8	954
H <sub>min</sub>	71	2,1	76
<b>Ostrava</b>			
N	112	112	112
X <sub>a</sub>	280	10,7	393
X <sub>g</sub>	322	9,6	335
Me	336	9,5	348
Kv <sub>0,1</sub>	152	5,7	160
Kv <sub>0,9</sub>	663	18,6	679
H <sub>max</sub>	2031	37,8	2061
H <sub>min</sub>	53	2,8	58
<b>Kroměříž</b>			
N	22	22	22
X <sub>a</sub>	405	10,3	417
X <sub>g</sub>	368	8,6	380
Me	377	9	398
Kv <sub>0,1</sub>	211	4,7	221
Kv <sub>0,9</sub>	617	16,2	626
H <sub>max</sub>	934	33,5	949
H <sub>min</sub>	158	2,4	165
<b>Uherské Hradiště</b>			
N	52	52	52
X <sub>a</sub>	476	8,6	487
X <sub>g</sub>	410	7	420
Me	409	6,7	416
Kv <sub>0,1</sub>	214	3,5	220
Kv <sub>0,9</sub>	875	14,3	891
H <sub>max</sub>	1190	37,9	1207
H <sub>min</sub>	131	2,3	135

Tab. 27: Koncentrace DDT v mateřském mléce – 2006

	DDE44	DDT44	Suma DDT
<b>Celkem – total</b>			
N	229	229	229
X <sub>a</sub>	383	14,8	400
X <sub>g</sub>	309	11,7	325
Me	304	11,3	321
Kv <sub>0,1</sub>	135	5,2	144
Kv <sub>0,9</sub>	705	26,2	743
H <sub>max</sub>	2342	133	2374
H <sub>min</sub>	56	1,2	64
<b>Praha</b>			
N	46	46	46
X <sub>a</sub>	364	12,5	379
X <sub>g</sub>	302	9,5	315
Me	296	9,2	314
Kv <sub>0,1</sub>	135	4,7	144
Kv <sub>0,9</sub>	683	22,9	709
H <sub>max</sub>	1014	46,6	1056
H <sub>min</sub>	72	1,2	81
<b>Liberec</b>			
N	53	53	53
X <sub>a</sub>	448	18,3	468
X <sub>g</sub>	352	14,3	370
Me	313	15,2	327
Kv <sub>0,1</sub>	169	6,3	176
Kv <sub>0,9</sub>	753	28,3	801
H <sub>max</sub>	2342	133	2374
H <sub>min</sub>	104	2,9	116
<b>Ostrava</b>			
N	50	50	50
X <sub>a</sub>	278	11,8	292
X <sub>g</sub>	241	9,9	255
Me	252	8,7	267
Kv <sub>0,1</sub>	112	4,9	118
Kv <sub>0,9</sub>	442	23,8	463
H <sub>max</sub>	785	34,8	813
H <sub>min</sub>	56	3,3	64
<b>Kroměříž</b>			
N	53	53	53
X <sub>a</sub>	413	16,8	432
X <sub>g</sub>	331	13	347
Me	343	12	357
Kv <sub>0,1</sub>	140	6,6	149
Kv <sub>0,9</sub>	747	33,9	767
H <sub>max</sub>	1499	98	1562
H <sub>min</sub>	70	3,5	77
<b>Uherské Hradiště</b>			
N	27	27	27
X <sub>a</sub>	426	13,1	440
X <sub>g</sub>	347	12	361
Me	347	12,2	364
Kv <sub>0,1</sub>	164	6,6	171
Kv <sub>0,9</sub>	842	20	860
H <sub>max</sub>	1255	27,1	1281
H <sub>min</sub>	94	5	100

Tab. 28: Koncentrace DDT v mateřském mléce – 2007

	DDE44	DDT44	Suma DDT
<b>Celkem – total</b>			
N	252	252	252
X <sub>a</sub>	376	60,9	395
X <sub>g</sub>	304	11,7	321
Me	291	11	310
Kv <sub>0,1</sub>	141	5	154
Kv <sub>0,9</sub>	706	26,9	740
H <sub>max</sub>	2600	225	2831
H <sub>min</sub>	40	1,6	44
<b>Praha</b>			
N	50	50	50
X <sub>a</sub>	385	25,2	413
X <sub>g</sub>	294	16,5	317
Me	270	15	283
Kv <sub>0,1</sub>	137	6,9	125
Kv <sub>0,9</sub>	669	42,1	685
H <sub>max</sub>	2600	225	2831
H <sub>min</sub>	51	5,2	57
<b>Liberec</b>			
N	48	48	48
X <sub>a</sub>	358	12,4	372
X <sub>g</sub>	286	8,8	299
Me	257	8,3	267
Kv <sub>0,1</sub>	138	4,1	148
Kv <sub>0,9</sub>	771	18,6	796
H <sub>max</sub>	1210	81	1298
H <sub>min</sub>	45	1,9	48
<b>Ostrava</b>			
N	51	51	51
X <sub>a</sub>	323	14	340
X <sub>g</sub>	281	11,7	298
Me	277	12	289
Kv <sub>0,1</sub>	155	5,1	165
Kv <sub>0,9</sub>	553	24	576
H <sub>max</sub>	950	43	1005
H <sub>min</sub>	92	2,1	97
<b>Kroměříž</b>			
N	28	28	28
X <sub>a</sub>	310	12,7	325
X <sub>g</sub>	262	10,3	275
Me	248	10,5	259
Kv <sub>0,1</sub>	136	4,9	145
Kv <sub>0,9</sub>	561	23,3	588
H <sub>max</sub>	1010	37	1051
H <sub>min</sub>	92	1,6	97
<b>Uherské Hradiště</b>			
N	75	75	75
X <sub>a</sub>	442	17,9	463
X <sub>g</sub>	359	11,6	377
Me	354	11	366
Kv <sub>0,1</sub>	154	5	168
Kv <sub>0,9</sub>	772	34,8	789
H <sub>max</sub>	2020	176	2066
H <sub>min</sub>	40	1,6	44