

## **6) Zátěž české populace POPs**

Polychlorované bifenyly (PCB) jsou směsí 209 kongenerů, z nichž u 36 byl popsán jejich výskyt v prostředí, asi 15 je detekováno v lidském organismu a 12 kongenerů odpovídá za 80 % celkové zátěže člověka. PCB se začaly vyrábět ve 20. letech, jejich průmyslové použití se však rozšířilo především v 50. letech a v důsledku širokého komerčního využití těchto substancí i jejich persistence stoupala jejich koncentrace v prostředí, zejména v potravním řetězci. Současně se však prokazovaly i jejich nežádoucí zdravotní účinky. Proto byla produkce PCB v druhé polovině 70. let zakázána (u nás v r. 1984). Bylo regulováno i používání PCB a hladiny PCB v prostředí postupně klesaly. Hlavní expoziční cestu těchto látek u člověka představuje z více než 90 % potrava.

Vzhledem k persistenci a rozpustnosti v tuku se tyto látky kumulují v tělních tekutinách a tkáních, především ve tkáni tukové. Proto je pro sledování expozice, resp. zátěže populace, využíván jejich průkaz v tělních tekutinách a tkáních obsahujících tuk. Nejdéle a nejčastěji používaná matrice je mateřské mléko; v posledních letech je stále častěji používána krev, popř. sérum či plazma. Obsah tuku v séru je však cca 10x nižší než v mateřském mléce, takže tato matrice je náročnější na množství i na analytické postupy. V literatuře lze však najít práce prokazující PCB a dioxiny i v méně obvyklých maticích jako je placenta, srdeční sval, mozek apod. Historicky byly výsledky koncentrace v biologickém materiálu nejprve prezentovány jako suma PCB (v 70. – 80. letech), později byla prováděna kongenerová analýza se zaměřením na indikátorové kongenery, z nichž v živočišných tucích, tedy i u člověka, převažují kongenery (IUPAC) 138, 153 a 180. Orientačně lze součet hodnot kongenerů 138, 153 a 180 vynásobený koeficientem 1,7 (popř. 1,64, popř. 2,0) považovat za hodnotu srovnatelnou s hodnotou sumy PCB. V současné době se preferuje pro vyjádření zátěže PCB použití indikátorového kongeneru PCB 153.

Skupina chlorovaných pesticidů zahrnuje deriváty DDT (o.p.- a p.p.-DDT, DDD, DDE), a-, b-, g- a d-HCH (hexachlorcyklohexan), HCB (hexachlorbenzen), heptachlor, endosulfan, methoxychlor, aldrin, dieldrin, endrin. Jedná se o persistentní lipofilní látky, které byly používány jako pesticidy. HCB vzniká rovněž v průběhu technologických procesů.

K expozici člověka dochází téměř výhradně potravou. Podobně jako PCB se tyto látky kumulují v tukové tkáni organismu a jsou vylučovány v mateřském mléce.

Obdobně jako u polychlorovaných bifenyly se pro sledování zátěže populace využívá analýza chlorovaných pesticidů v tělních tekutinách a tkáních obsahujících tuk. Nejčastěji je používáno mateřské mléko, v posledních letech i krevní sérum. Koncentrace jsou vyjadřovány ve vztahu na lipidickou složku.

Státní zdravotní ústav Praha

<http://www.szu.cz/>

Projekt: Zdravotní důsledky expozice lidského organismu toxickým látkám ze zevního prostředí (biologický monitoring)

Prof. MUDr. Milena Černá, CSc., [mcerna@szu.cz](mailto:mcerna@szu.cz)

Související článek: M. Cerna, M. Maly, R. Grabic, A. Batariova, J. Smíd, B. Benes: Serum concentrations of indicator PCB congeners in the Czech adult population, *Chemosphere* 72, 2008, 1124-1131

Biologický monitoring vychází z usnesení vlády České republiky č. 369 z roku 1991. V rutinním provozu je od roku 1994 pod garancí Státního zdravotního ústavu v Praze. Do roku 2002 byl realizován ve spolupráci s příslušnými krajskými a okresními hygienickými stanicemi, od r. 2003 ve spolupráci s příslušnými zdravotními ústavu. V roce 2004 byla dokončena a vyhodnocena první desetiletá etapa biologického monitoringu (1994 až 2003), v roce 2005 byly aktivity biologického monitoringu zahájeny v dalších vybraných městských oblastech – Praha, Liberec, Ostrava a Zlín (resp. Kroměříž a Uherské Hradiště). Předmětem této zprávy jsou výsledky biologického monitoringu získané v roce 2007 v nově sledovaných oblastech.

Výsledky biologického monitorování poskytují podklady k hodnocení celkového přívodu toxických látek do organismu z různých mediálních zdrojů, k určení referenčních hodnot pro populaci v našich podmínkách, k odhadu úrovně zátěže, k signalizaci potenciálního zdravotního rizika zvýšené expozice a k určení trendů expozice v dlouhodobých časových řadách. Současně přinášejí údaje o saturaci populace vybranými benefitními prvky. Biologický monitoring navazuje na výsledky monitorování toxických látek v ovzduší, vodě a potravě.

V období 1994 až 2003 probíhal monitoring v rámci Subsystému 5 v okrese Benešov, Žďár nad Sázavou, Plzeň a Ústí nad Labem s převážným zaměřením na městskou populaci. Od roku 2005 je realizován v Praze, Liberci, Ostravě a Zlíně (resp. v Kroměříži a Uherském Hradišti).

Sledované populační skupiny představují základní skupiny obyvatelstva žijící ve sledovaných lokalitách. V roce 2007 se jednalo o následující skupiny:

Dospělí (dávci krve), věk 18 – 61 let

Kojící matky, 2 – 8 týdnů po porodu

Počet osob zařazených do systému monitorování je stanoven na cca 100 dospělých/oblast/rok (Kroměříž a Uherské Hradiště – cca 50/oblast/rok) a 50 kojících žen/oblast/rok (Kroměříž a Uherské Hradiště – cca 25/oblast/rok).

Biologický monitoring zahrnuje biomarkery expozice, resp. interní dávky (kontaminanty nebo jejich charakteristické metabolity, cytogenetické změny) i biomarkery saturace vybranými benefitními prvky analyzované v tělních tekutinách jednotlivých populačních skupin.

Matrice a analyty jsou uvedeny v následujícím přehledu:

#### Krev dospělí

- indikátorové PCB a chlorované pesticidy (sérum)

#### Mateřské mléko

- indikátorové kongenery PCB (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)
- chlorované pesticidy (suma DDT, DDT4,4, DDE 4,4,  $\beta$ -HCH,  $\gamma$ -HCH, HCB)

#### a) Polychlorované bifenyly

V r. 2007 byly indikátorové PCB sledovány v krevním séru dospělých a v mateřském mléce.

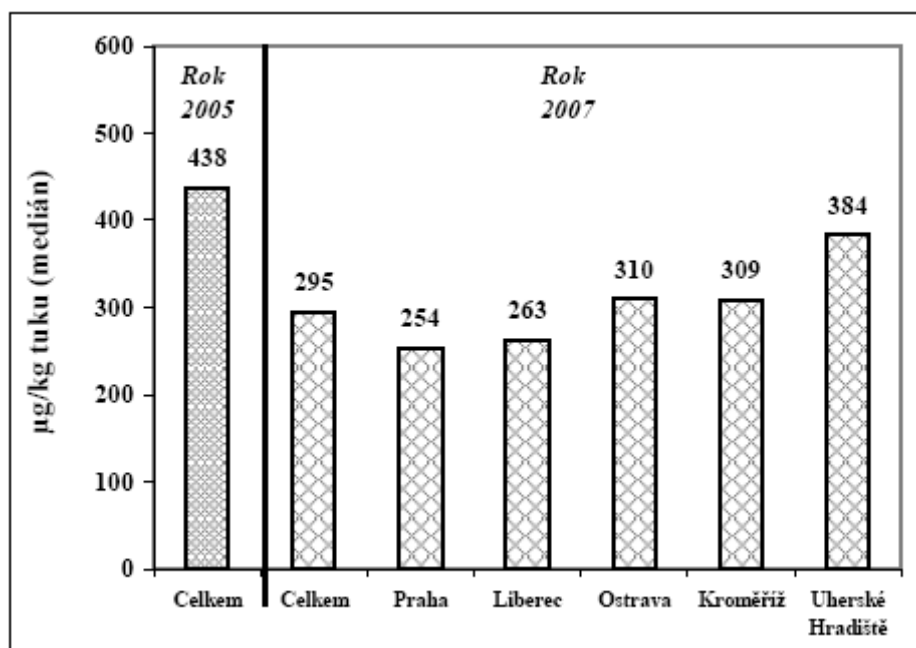
## Krevní sérum

Indikátorové PCB byly analyzovány v celkem 410 vzorcích séra. Výsledky uvedené v tabulce 6.1 potvrzují vzestup hodnot s věkem a lokální rozdíly s vyššími koncentracemi u vzorků z Uherského Hradiště (graf 6.1). Vyšší hodnoty jsou obecně pozorovány u mužů, ale (na rozdíl od roku 2005) v r. 2007 nebyly potvrzeny signifikantně vyšší hodnoty u mužů z Ostravy (graf 6.2). Časový trend nelze dosud hodnotit pro příliš krátké sledované období.

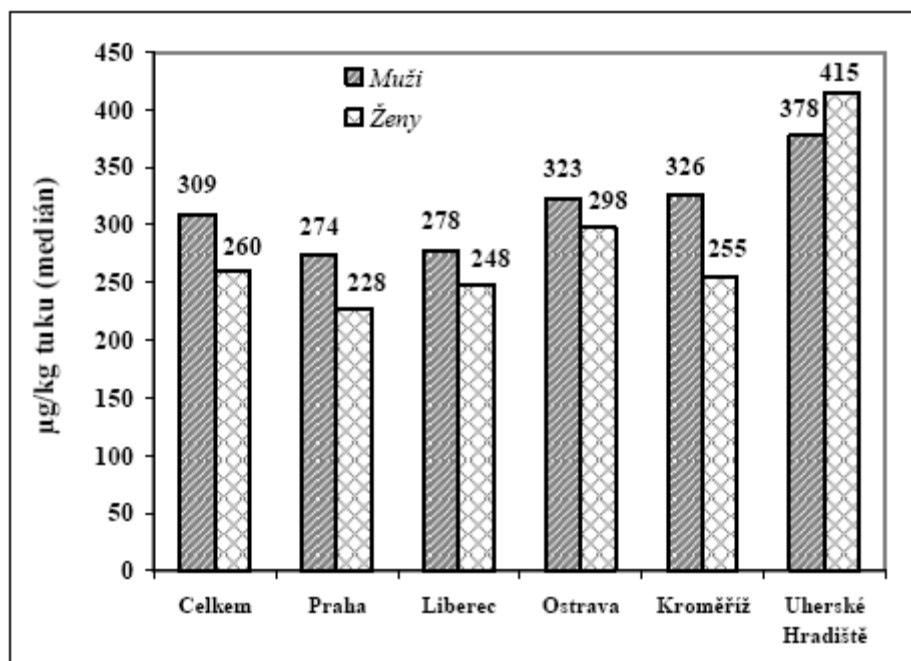
	HCHB	HCHG	HCB	DDE44	DDT44	PCB28+31	PCB101	PCB118	PCB153	PCB138	PCB180	PCB170
<b>Celkem Total</b>												
N	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410
X <sub>a</sub>	17	15	102	417	13	4	4	14	330	105	294	86
X <sub>g</sub>	13	11	74	335	11	3	4	11	289	89	248	68
Me	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>63</b>	<b>330</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>295</b>	<b>87</b>	<b>249</b>	<b>73</b>
Kv <sub>0.1</sub>	5	3	34	159	4	2	2	6	153	44	121	33
Kv <sub>0.9</sub>	34	29	201	750	24	7	7	24	532	177	533	159
Kv <sub>0.95</sub>	49	34	290	1000	31	9	8	29	616	212	615	190
H <sub>max</sub>	140	110	970	3230	69	39	11	180	3290	1000	3260	1030
H <sub>min</sub>	3	1	18	42	2	1	1	1	55	14	46	1
<b>Praha</b>												
N	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
X <sub>a</sub>	19	12	117	413	11	3	3	12	275	78	218	67
X <sub>g</sub>	14	12	80	316	9	3	3	11	245	69	189	58
Me	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>66</b>	<b>300</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>254</b>	<b>73</b>	<b>210</b>	<b>60</b>
Kv <sub>0.1</sub>	5	7	38	140	4	2	2	6	143	39	97	30
Kv <sub>0.9</sub>	42	18	254	713	21	5	5	23	460	125	371	106
Kv <sub>0.95</sub>	54	20	360	995	24	5	5	27	528	153	411	131
H <sub>max</sub>	140	30	860	3230	47	14	6	39	739	191	722	216
H <sub>min</sub>	3	5	21	42	2	1	1	4	55	14	46	14
<b>Liberec</b>												
N	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103
X <sub>a</sub>	15	15	93	349	12	4	3	11	290	78	241	68
X <sub>g</sub>	12	11	72	286	10	3	3	10	262	70	216	59
Me	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>65</b>	<b>280</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>263</b>	<b>72</b>	<b>214</b>	<b>59</b>
Kv <sub>0.1</sub>	5	3	35	150	5	2	1	6	146	37	122	30
Kv <sub>0.9</sub>	28	28	180	666	21	5	6	18	456	130	408	114
Kv <sub>0.95</sub>	35	32	208	820	25	7	7	22	535	146	456	138
H <sub>max</sub>	63	42	970	1300	61	39	11	38	756	191	619	220
H <sub>min</sub>	3	2	23	42	3	1	1	4	81	21	59	11

	HCHB	HCHG	HCB	DDE44	DDT44	PCB28+31	PCB101	PCB118	PCB153	PCB138	PCB180	PCB170
<b>Ostrava</b>												
N	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103
X <sub>a</sub>	18	20	89	386	14	6	5	16	356	133	354	98
X <sub>g</sub>	13	13	61	310	11	5	5	12	299	113	290	72
Me	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>52</b>	<b>290</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>310</b>	<b>113</b>	<b>280</b>	<b>82</b>
Kv <sub>0.1</sub>	4	3	28	150	5	2	3	5	149	54	140	34
Kv <sub>0.9</sub>	43	40	200	666	26	10	8	25	530	204	579	166
Kv <sub>0.95</sub>	67	51	269	996	30	12	9	33	608	245	632	194
H <sub>max</sub>	88	110	590	2280	46	22	11	180	3290	1000	3260	1030
H <sub>min</sub>	3	1	18	110	2	1	2	1	57	30	52	1
<b>Kroměříž</b>												
N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
X <sub>a</sub>	16	9	97	481	16	3	3	15	346	112	326	101
X <sub>g</sub>	13	7	81	428	13	3	3	13	313	100	281	87
Me	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>70</b>	<b>435</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>309</b>	<b>104</b>	<b>272</b>	<b>86</b>
Kv <sub>0.1</sub>	6	3	42	211	5	2	2	7	182	60	145	42
Kv <sub>0.9</sub>	28	17	193	740	32	5	5	25	535	167	556	181
Kv <sub>0.95</sub>	33	18	235	768	37	5	5	27	635	216	670	209
H <sub>max</sub>	75	22	270	1840	69	7	6	38	855	248	1110	331
H <sub>min</sub>	4	1	35	180	3	1	1	4	110	34	74	23
<b>Uherské Hradiště</b>												
N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
X <sub>a</sub>	15	16	119	558	14	4	5	17	451	145	396	120
X <sub>g</sub>	13	13	88	467	11	4	5	15	417	132	356	104
Me	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>73</b>	<b>465</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>384</b>	<b>121</b>	<b>338</b>	<b>105</b>
Kv <sub>0.1</sub>	6	4	38	231	5	2	3	8	254	79	202	60
Kv <sub>0.9</sub>	31	26	237	904	29	6	7	25	705	238	674	207
Kv <sub>0.95</sub>	35	29	345	1298	34	7	8	33	831	275	695	222
H <sub>max</sub>	41	34	640	2370	59	7	11	43	908	334	867	262
H <sub>min</sub>	4	3	29	180	3	1	2	5	178	63	120	9

Tab. 6.1: Koncentrace organických látek v séru dospělých, 2007 [ $\mu\text{g kg}^{-1}$  tuku].



Graf 6.1: Koncentrace PCB 153 v séru dospělých, 2005 a 2007.



Graf 6.2: Koncentrace PCB 153 v séru dospělých (dle pohlaví a lokality), 2007.

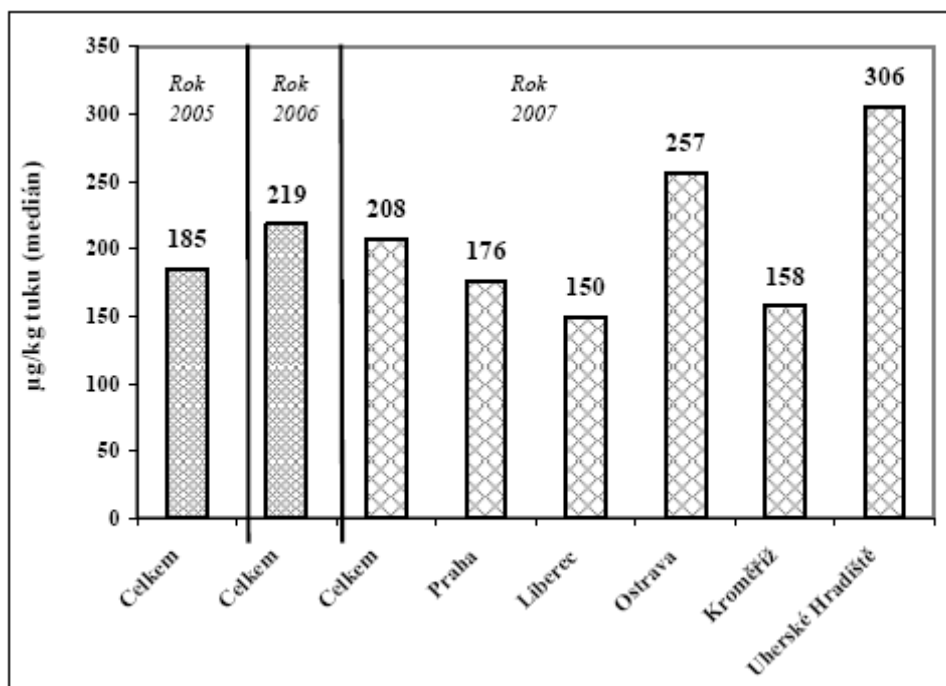
### Mateřské mléko

Indikátorové kongenery PCB jsou v mateřském mléce kontinuálně monitorovány od roku 1994. Data získaná analýzou vzorků odebraných v nově monitorovaných oblastech v r. 2007 jsou uvedena formou popisné statistiky v tabulce 6.2. Byla potvrzena pozitivní korelace s věkem a (ve shodě s výsledky předchozích studií koordinovaných WHO) vyšší hodnoty u vzorků z oblasti Uherské Hradiště (graf 6.3).

	HCHB	HCHG	HCB	DDE44	DDD44	DDT24	DDT44	Suma DDT	PCB28+31	PCB52	PCB101	PCB118	PCB153	PCB138	PCB180	PCB170
<b>Celkem Total</b>																
N	252	252	252	252	252	252	252	252	252	252	252	252	252	252	252	252
X <sub>a</sub>	21	1.6	91	376	1.6	0.9	16.9	395	2.9	0.2	0.8	13	259	144	204	79
X <sub>g</sub>	16	1.2	66	304	1.2	0.7	11.7	321	2.2	0.2	0.6	10	213	115	166	62
Me	16	1.2	66	291	1.3	0.7	11.0	310	2.0	0.2	0.6	10	208	110	161	60
KV <sub>0.1</sub>	7	0.4	28	141	0.5	0.3	5.0	154	1.1	0.1	0.3	5	110	56	84	29
KV <sub>0.9</sub>	36	3.5	168	706	3.2	1.8	26.9	740	5.0	0.4	1.4	23	476	262	362	139
KV <sub>0.95</sub>	50	4.3	225	848	3.8	2.1	44.8	919	7.3	0.5	2.1	29	562	316	416	169
H <sub>max</sub>	174	7.0	1085	2600	9.3	8.5	225	2831	39.0	1.5	6.6	247	3060	1900	2840	1460
H <sub>min</sub>	1.8	0.0	8.1	40	0.15	0.1	1.6	44	0.5	0.05	0.1	2	34	19	13	4
<b>Praha</b>																
N	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
X <sub>a</sub>	22	1.6	102	385	0.9	1.3	25.2	413	1.8	0.2	0.8	10	200	88	139	56
X <sub>g</sub>	16	1.4	64	294	0.7	1.0	16.5	317	1.6	0.2	0.6	8	177	74	123	48
Me	15	1.3	61	270	0.7	1.0	15.0	283	1.6	0.2	0.5	8	176	73	122	46
KV <sub>0.1</sub>	8	0.7	28	137	0.4	0.5	6.9	152	0.9	0.1	0.3	4	109	35	74	27
KV <sub>0.9</sub>	37	2.6	153	669	1.7	2.1	42.1	685	2.7	0.4	1.3	16	278	136	214	88
KV <sub>0.95</sub>	62	3.5	167	753	2.8	3.0	70.1	857	3.7	0.5	2.1	18	321	151	234	96
H <sub>max</sub>	174	7.0	1085	2600	4.1	6.1	225	2831	6.3	1.5	4.5	58	948	508	591	302
H <sub>min</sub>	3.3	0.4	23.0	51	0.16	0.2	5.2	57	0.5	0.06	0.2	3	66	19	41	13
<b>Liberec</b>																
N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
X <sub>a</sub>	23	1.1	93	358	1.9	0.6	12.4	372	3.2	0.3	0.9	12	188	118	159	60
X <sub>g</sub>	18	0.9	63	286	1.5	0.5	8.8	299	2.4	0.2	0.6	10	165	101	140	52
Me	18	1.0	59	257	1.4	0.5	8.3	267	2.0	0.2	0.6	9	150	92	136	51
KV <sub>0.1</sub>	9	0.3	23	138	0.7	0.2	4.1	148	1.3	0.1	0.3	5	106	66	90	33
KV <sub>0.9</sub>	34	2.1	239	771	3.6	1.3	18.6	796	5.8	0.4	1.5	20	288	189	241	96
KV <sub>0.95</sub>	63	2.6	302	844	4.2	1.6	30.9	905	9.5	0.7	3.4	27	361	223	301	115
H <sub>max</sub>	134	3.5	469	1210	9.3	2.0	81.0	1298	19.0	1.5	6.6	34	601	474	567	213
H <sub>min</sub>	2.4	0.2	8.4	45	0.54	0.1	1.9	48	0.9	0.06	0.1	2	34	19	30	12

	HCHB	HCHG	HCB	DDE44	DDD44	DDT24	DDT44	Suma DDT	PCB28+31	PCB52	PCB101	PCB118	PCB153	PCB138	PCB180	PCB170
<b>Ostrava</b>																
N	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
X <sub>a</sub>	21	1.7	82	323	2.0	1.2	14.0	340	3.2	0.3	1.0	14	270	171	202	76
X <sub>g</sub>	18	1.2	68	281	1.7	0.8	11.7	298	2.8	0.2	0.8	12	242	153	180	67
Me	19	1.1	73	277	1.7	0.8	12.0	289	2.5	0.2	0.7	12	257	153	190	74
KV <sub>0.1</sub>	9	0.4	36	155	0.8	0.4	5.1	165	1.8	0.1	0.4	7	130	89	87	31
KV <sub>0.9</sub>	36	3.6	122	553	3.5	2.0	24.0	576	4.7	0.4	1.9	25	491	286	340	126
KV <sub>0.95</sub>	40	4.6	170	732	3.8	3.1	28.5	748	6.7	0.6	2.7	33	527	331	363	134
H <sub>max</sub>	61	6.8	373	950	5.8	8.5	43.0	1005	15.0	0.8	4.2	41	618	419	452	174
H <sub>min</sub>	2.6	0.1	8.1	92	0.52	0.1	2.1	97	1.2	0.08	0.2	3	78	42	67	23
<b>Kroměříž</b>																
N	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
X <sub>a</sub>	17	2.2	59	310	1.0	0.6	12.7	325	2.2	0.2	0.6	8	178	99	147	57
X <sub>g</sub>	15	1.9	52	262	0.7	0.5	10.3	275	1.7	0.2	0.5	8	155	87	126	49
Me	14	2.1	53	248	0.8	0.5	10.5	259	1.5	0.2	0.5	7	158	82	118	45
KV <sub>0.1</sub>	8	0.9	32	136	0.2	0.2	4.9	145	1.0	0.1	0.3	5	89	55	65	25
KV <sub>0.9</sub>	29	4.0	108	561	2.3	1.1	23.3	588	4.0	0.3	0.8	10	282	149	231	93
KV <sub>0.95</sub>	43	4.3	111	682	2.7	1.3	25.3	705	7.6	0.3	0.9	16	352	172	317	125
H <sub>max</sub>	52	4.4	128	1010	2.8	2.9	37.0	1051	10.0	0.4	1.0	28	643	390	460	185
H <sub>min</sub>	5.4	0.3	15.0	92	0.15	0.2	1.6	97	0.7	0.06	0.1	5	57	41	50	18
<b>Uherské Hradiště</b>																
N	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
X <sub>a</sub>	19	1.7	101	442	1.7	0.8	17.9	463	3.6	0.2	0.7	18	368	197	300	118
X <sub>g</sub>	15	1.1	74	359	1.4	0.6	11.6	377	2.6	0.2	0.6	13	294	155	237	84
Me	14	1.1	72	354	1.4	0.7	11.0	366	2.3	0.2	0.6	13	306	168	248	96
KV <sub>0.1</sub>	7	0.3	30	157	0.7	0.2	5.0	168	1.2	0.1	0.3	5	146	71	115	35
KV <sub>0.9</sub>	35	4.3	201	772	3.5	1.6	34.8	789	5.5	0.4	1.3	27	583	296	416	170
KV <sub>0.95</sub>	45	5.1	226	925	4.4	1.8	53.6	969	9.5	0.5	1.7	30	668	343	516	216
H <sub>max</sub>	96	6.5	536	2020	6.0	3.6	176	2066	39.0	0.8	3.8	247	3060	1900	2840	1460
H <sub>min</sub>	1.8	0.0	11.0	40	0.29	0.1	1.6	44	0.8	0.05	0.2	2	46	26	13	4

Tab. 6.2: Koncentrace organických látek v mateřském mléce, 2007 [ $\mu\text{g kg}^{-1}$  tuku].



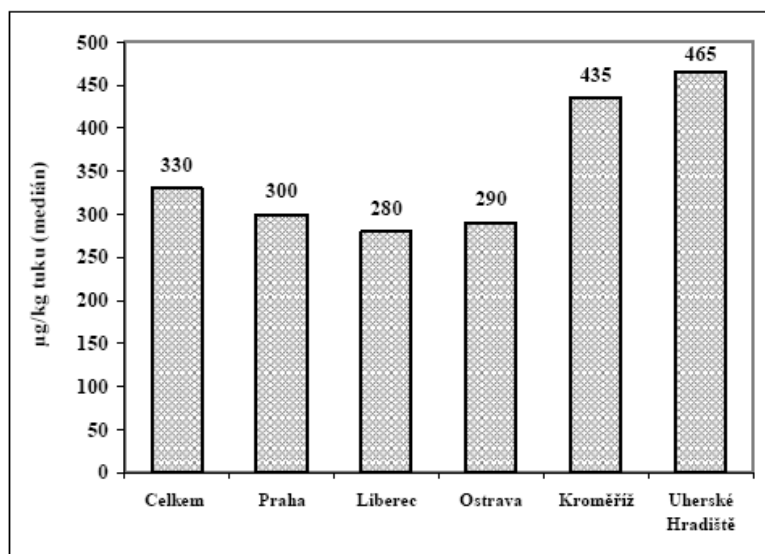
Graf 6.3: Koncentrace PCB 153 v mateřském mléce, 2005, 2006 a 2007.

## b) Chlorované pesticidy

V r. 2007 byla sledována suma DDT (tj. DDT a jeho metabolity), HCB a deriváty HCH v krevním séru a v mateřském mléce.

### Krevní sérum

V r. 2007 byly chlorované pesticidy analyzovány v celkem 410 vzorcích séra (cca 100 vzorků v jedné oblasti). Výsledky jsou uvedené v tabulce 6.1. Vyšší hodnoty v Kroměříži a Uherském Hradišti pravděpodobně signalizují intenzivnější používání DDT v minulosti (Graf 6.4). Časový trend nelze dosud hodnotit pro příliš krátké sledované období.



Graf 6.4: Koncentrace DDE-p.p. v séru dospělých, 2007.

### Mateřské mléko

Koncentrace výše uvedených zástupců chlorovaných pesticidů byly od roku 1994 každoročně monitorovány ve vzorcích mateřského mléka. Data získaná analýzou vzorků odebraných v r. 2007 jsou uvedena formou popisné statistiky v tabulce 6.3.

Odběry <i>Sampling</i>	Praha	Liberec	Ostrava	Kroměříž	Uherské Hradiště	Celkem <i>Total</i>
Počet osob <i>Number of subjects</i>	100	105	103	52	52	412
Počet mužů <i>Number of males</i>	49	78	50	36	36	249
% mužů <i>% males</i>	49	74	49	69	69	60
Počet žen <i>Number of females</i>	51	27	53	16	16	163
% žen <i>% females</i>	51	26	51	31	31	40
Pobyt v lokalitě (prům.-roky) <i>Avg stay in locality (years)</i>	25	29	29	26	33	28
Rozmezí <i>Range</i>	2-61	1-52	2-53	1-44	7-57	1-61

Tab. 6.3: Dospělí – struktura odebraného souboru v roce 2007.