

# Uppdaterande och nya tidstrendsanalyser av halogenerade persistenta ämnen i svensk bröstmjolk: PCDDs, PCDFs och DL-PCBs

## *Rapport till Naturvårdsverket – 2013-03-30*

(Överenskommelse/Avtal Nr. 2151006),

Åke Bergman<sup>1</sup>, Johan Fång<sup>1</sup>, Anders Bignert<sup>2</sup>, Elisabeth Nyberg<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Avdelningen för miljö kemi, Institutionen för material- och miljö kemi, Stockholms universitet, 106 91 Stockholm

<sup>2</sup> Enheten för miljögiftsforskning, Naturhistoriska riksmuseet, Box 50007, 405 05 Stockholm

### **Sammanfattning**

Polyklorerade dibenso-p-dioxiner (PCDDs), dibensofuraner (PCDFs) och dioxinliknande polyklorerade bifenyler (DL-PCBs) har analyserats i mjölk från Stockholmsmodrar under tiden 1972 till 2011. Halterna redovisas som toxiska ekvivalenter och resultaten visar på en kontinuerlig årlig nedgång med 6-7%. Halterna är nu ungefär 1/10 av halterna 1972.

### **Bakgrund**

Persistenta organiska miljöföroreningar (POPs) definieras enligt Stockholmskonventionen (SC) som ämnen vilka är persistenta, bioackumulerande, toxiska och som kan transporteras över långa avstånd (Stockholm Convention 2009; UNEP 2001). Som följd har idag 22 kemikalier klassificerats som POPs enligt SC (<http://chm.pops.int>). I gruppen ”Biprodukter” ingår polyklorerade dibenso-p-dioxiner (PCDDs) och dibensofuraner (PCDFs) samt i gruppen ”Industrikemikalier”, polyklorerade bifenyler (PCBs). Den senare gruppen kan delas in i flera olika subgrupper, t.ex. i grupperna dioxinlika respektive icke-dioxinlika PCBs, förkortade DL-PCBs respektive non-DL-PCBs. I föreliggande rapport presenteras tidstrendsdata för halter av PCDDs, PCDFs och DL-PCBs i modersmjölk för tiden 1972-2011. Dioxin-data i modersmjölk från världen redovisas i UNEP/WHO (2013).

Den svenska miljöövervakningen av miljöföroreningar i modersmjölk inleddes omkring 1970 och har sedan fortsatt fram till idag. I en serie vetenskapliga arbeten publicerar Dr. Koidu Norén (KI) halter och tidstrender av persistenta organiska miljöföroreningar i modersmjölk från Stockholm (bl.a. Meironyté et al. 1999; Norén 1988; Norén et al. 1990; Norén et al. 1996; Norén and Lundén 1991). I en sammanfattande artikel från 2000 redovisas tidstrender för flera miljöföroreningars koncentrationer i mjölk från kvinnor i Stockholmsområdet (Norén and Meironyté 2000). I den senare redovisas tidstrender av ”dioxiner” från 1972 till 1997.

Syftet med föreliggande arbete är att under perioden 2010-2012, genomföra kemiska analyser av de vanligast förekommande organiska halogenerade miljöföroreningarna för vilka långa tidsserier av resultat redan föreligger. Därutöver är det önskvärt att komplettera med analys av

vissa inte tidigare studerade föreningar, samt att få referenshalter till mätningar inom screeningprogrammet.

### **Material och metoder**

Proverna från respektive år tillhandahölls av enheten för miljögiftsforskning, Naturhistoriska riksmuseet från Miljöprovbanken och levererades direkt till Institutionen för material- och miljökemi (MMK) för uttag av 50 g modersmjölk. Analyserna utfördes av Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg, Tyskland) för analys av polyklorerade dibensodioxiner, furaner och DL-PCBs. Proverna togs *i*) så att ett överlapp kunde skapas med tidigare resultat från analyser av Norén och Meironyte (2000), och *ii*) för att fylla i luckorna för de år där den tidigare trenden saknar analysdata, samt *iii*) för att analys av senare insamlade mjölkprover skulle kunna genomföras för att ge chans att redovisa itsdstrendsdata fram till och med år 2011. Sammanlagt 30 prover analyserades varav 8 bestod av 2, icke-identiska, prover från samma år. Prov från följande år undersöktes; 1972, 1974, 1976, 1978, 1980, 1988/89, 1990, 1991, 1992, 1995, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2007, 2008, 2009, 2010 samt 2011. Alla prov som analyserades var pooler av mjölk från flertalet donatorer.

Analyserna genomfördes enligt den metod som beskrivs av Reis och medarbetare (2007).

### **Resultat**

Analysresultaten, redovisade som WHO-TEQ<sub>1998</sub> samt WHO-TEQ<sub>2005</sub>, för PCDDs och PCDFs samt för summan av dessa ( $\sum$ PCDD/F), presenteras i Tabell 1. I Tabell 2 redovisas på motsvarande sätt koncentrationer av DL-PCBs och det totala TEQ-värdet för respektive modersmjölksprov.

I de tre diagrammen i Figur 1 presenteras tidstrender av  $\sum$ TEQ (WHO-2005) för PCDDs/PCDFs, DL-PCBs samt TOTAL-TEQ ( $\sum$ TEQ PCDD/F +  $\sum$ TEQ DL-PCBs) under perioden 1972-2011. Minskningen av PCDDs/PCDFs är 6,1% per år ( $p < 0,001$ ) och för de senaste 10 åren är minskningen 9,3% per år ( $p < 0,001$ ). Vidare redovisas en minskning av DL-PCBs 6,9% per år ( $p < 0,001$ ) och en minskning av 12% per år, de senaste tio åren ( $p < 0,001$ ). Sammanslaget för de dioxinliknande föreningarna, PCDD/F+DL-PCB, är minskningen 6,4% per år ( $p < 0,001$ ) under hela tidsperioden, 1972-2011 medan minskningen är 10% per år för de senaste tio åren ( $p < 0,001$ ).

I separata diagram (Figur 2-4) redovisas halter för några enskilda kongener av PCDDs, PCDFs respektive DL-PCBs. Halterna av 2,3,7,8-TCDD, 1,2,3,7,8-PCDD och 1,2,3,6,7,8-HCDD i den svenska modersmjölken minskar med 6-7% under perioden 1972-2011 medan minskningen är snabbare under de senaste 10 åren (10-11%) (Figur 2). Halterna minskar också av 2,3,7,8-TCDF och 2,3,4,7,8-PCDF med 5.6% respektive 6.1% över hela tidsperioden, 1972-2011 (Figur 3). Medan 2,3,4,7,8-PCDF har en signifikant ( $p < 0.001$ ) snabbare minskning under de senaste 10 åren (7.9%) är minskningen för 2,3,7,8-TCDF inte signifikant skild från den observerade nedgången över hela tidsspannet (1972-2011). I Figur 4 visas nedgången av CB-118 och CB-126. För båda PCB-kongenerna är nedgången snabbare under de senaste 10 åren än under den tiden 1972-2011, såsom framgår av Figur 4.

**Tabell 1.** Tabellen visar koncentrationer av PCDD/F och  $\Sigma$ PCDD/F-värden för WHO-TEQ<sub>1998</sub> samt WHO-TEQ<sub>2005</sub>. Notera att provet 2004:1 är struket pga för dålig återvinning av surrogat standarden..

	1972	1974	1976	1978	1980	1988/89	1990	1991	1992	1995	1997	1999	2000:1	2000:2	2001
Fettprocent (%)	2,5	3,1	2,9	2,7	2,9	2,6	2,6	2,6	2,9	3,1	2,9	3,1	3	2,7	3
	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett
<b>PCDD/F</b>															
2378-TetraCDF	2,99	< 4,69	2,11	< 5,17	2,32	< 5,56	1,34	0,96	0,78	0,64	0,68	0,57	0,47	0,53	0,45
12378-PentaCDF	1,27	< 4,69	0,76	< 5,17	0,66	< 5,56	0,43	0,39	0,3	0,26	0,28	0,24	0,23	< 0,26	0,23
23478-PentaCDF	30,7	23,6	25,2	24,9	22	14,8	13,1	10,2	10,3	10,1	8,74	7,2	5,48	6,11	6,34
123478-HexaCDF	13,5	9,39	8,53	8,68	6,71	4,3	3,47	2,67	2,58	2,2	2,01	1,85	1,56	1,6	1,47
123678-HexaCDF	7,65	5,27	5,43	5,47	4,71	3,13	2,77	2,4	2,28	1,93	1,88	1,65	1,36	1,46	1,4
123789-HexaCDF	< 0,28	< 3,12	< 0,27	< 3,45	< 0,22	< 3,70	< 0,28	< 0,26	< 0,24	< 0,22	< 0,24	< 0,22	< 0,25	< 0,29	< 0,22
234678-HexaCDF	3,18	2,53	2,19	2,31	1,83	< 1,81	1,19	0,95	0,93	0,79	0,76	0,7	0,59	0,69	0,59
1234678-HeptaCDF	35,2	24,3	18	15	12,4	5,31	5,49	3,66	4,1	2,44	2,98	2,21	2,38	2,31	2,07
1234789-HeptaCDF	0,69	< 1,22	0,43	< 1,34	0,43	< 1,44	< 0,27	< 0,26	< 0,23	< 0,21	< 0,24	< 0,21	< 0,24	< 0,28	< 0,22
OctaCDF	1,9	< 3,75	1,61	< 4,14	0,95	< 4,44	< 0,83	< 0,79	< 0,71	< 0,66	< 0,73	< 0,65	< 0,75	< 0,88	< 0,67
2378-TetraCDD	< 2,78	3,93	5,18	4,42	3,36	2,36	1,76	7,54	1,74	1,45	1,18	1,08	0,89	1,08	0,9
12378-PentaCDD	9,38	7,13	7,28	7,16	7,13	5,08	4,8	4,1	3,77	3,58	3,32	2,73	2,04	2,22	2,3
123478-HexaCDD	3,54	3,57	2,43	3,48	3,39	2,79	1,94	1,73	1,58	1,31	1,44	1,12	0,82	0,86	0,79
123678-HexaCDD	27,8	26,2	24,1	29,3	25,3	22,3	19,9	15,3	15,9	14,1	12,3	9,83	7,3	8,08	8,33
123789-HexaCDD	3,08	5,48	1,74	7,75	5,61	4,78	2,33	3,03	2,06	2,53	1,99	1,26	1,24	1,49	1
1234678-HeptaCDD	94,5	79,5	78,2	75,6	68,5	47,9	42,3	31,1	27,3	24,5	24,2	16,5	12,9	16,4	13
OctaCDD	433	331	325	358	329	234	240	170	144	113	112	95,7	73,8	79,6	76,5
$\Sigma$ PCDD/F (WHO-TEQ <sub>1998</sub> )*	32,3	29,2	30,8	30,7	27,3	19,2	16,9	19,8	13,6	12,7	11,3	9,32	7,18	8,02	7,94
$\Sigma$ PCDD/F (WHO-TEQ <sub>2005</sub> )*	26,2	24,5	25,8	25,8	23	16,2	14,4	17,8	11,6	10,7	9,54	7,89	6,09	6,81	6,69

\* Värden under LOQ är satta till noll vid beräkningen av summor

**Tabell 1 (fortsättning).** Tabellen visar koncentrationer av PCDD/F och  $\Sigma$ PCDD/F-värden för WHO-TEQ<sub>1998</sub> samt WHO-TEQ<sub>2005</sub>. Notera att provet 2004:1 är struket pga för dålig återvinning av surrogat standarden..

	2002:1	2002:2	2003	2004:1	2004:2	2007:1	2007:2	2008:1	2008:2	2009:1	2009:2	2010:1	2010:2	2011:1	2011:2
Fettprocent (%)	3,4	3,6	2,8	2,8	3,7	3,9	3,9	4,1	3,5	4,0	3,0	4,0	3,8	3,2	3,7
	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett
<b>PCDD/F</b>															
2378-TetraCDF	0,41	0,6	0,62	-	0,38	< 0,40	0,58	0,49	< 0,47	< 0,37	< 0,50	< 0,38	< 0,40	< 0,45	< 0,40
12378-PentaCDF	< 0,19	0,26	0,27	-	< 0,18	< 0,28	< 0,28	< 0,28	< 0,32	< 0,26	< 0,35	< 0,26	< 0,28	< 0,31	< 0,28
23478-PentaCDF	6,12	5,35	5,72	-	4,57	3,17	4,67	3,42	2,49	2,78	3	3,01	3,88	3,06	2,86
123478-HexaCDF	1,47	1,28	1,53	-	1,24	1,21	1,25	1,09	0,96	0,83	1	0,78	1,15	0,95	0,92
123678-HexaCDF	1,43	1,34	1,38	-	1,12	1,02	1,08	1,04	0,85	0,81	0,89	0,76	1,11	0,98	0,84
123789-HexaCDF	< 0,21	< 0,20	< 0,26	-	< 0,20	< 0,31	< 0,31	< 0,31	< 0,36	< 0,29	< 0,39	< 0,29	< 0,31	< 0,35	< 0,31
234678-HexaCDF	0,7	0,54	0,54	-	0,52	0,45	0,63	0,61	0,53	0,48	0,49	0,37	0,51	0,52	0,51
1234678-HeptaCDF	9,46	1,59	1,63	-	1,58	2,67	3,4	1,8	1,85	0,99	1,14	1,1	1,07	2,22	1,16
1234789-HeptaCDF	< 0,21	< 0,19	< 0,25	-	< 0,19	< 0,30	< 0,30	< 0,30	< 0,35	< 0,28	< 0,38	< 0,28	< 0,30	< 0,34	< 0,30
OctaCDF	< 0,63	< 0,59	< 0,78	-	< 0,59	< 0,93	< 0,93	< 0,92	< 1,08	< 0,86	< 1,16	< 0,87	< 0,92	< 1,04	< 0,92
2378-TetraCDD	0,87	0,85	0,86	-	0,68	0,39	0,59	0,38	0,34	0,33	0,34	0,32	0,44	0,38	0,33
12378-PentaCDD	2,29	1,89	2,08	-	1,73	1,24	1,46	1,13	0,78	1,05	0,87	0,92	1,14	1	0,85
123478-HexaCDD	0,84	0,67	0,88	-	0,62	0,53	0,67	0,38	< 0,34	0,39	0,4	0,3	0,51	0,42	0,36
123678-HexaCDD	7,33	6,23	7,22	-	5,08	4,51	5,14	3,29	2,38	4,18	2,49	2,32	3,5	3,4	2,76
123789-HexaCDD	1,13	1,03	0,94	-	0,8	0,96	1,27	0,67	0,74	0,71	0,68	0,55	0,7	0,73	0,69
1234678-HeptaCDD	14,2	9,18	11,5	-	7,23	6,08	8,59	5,76	3,95	4,8	3,79	4,19	4,16	5,78	6,15
OctaCDD	60	53,7	63,6	-	47,5	42,1	56	39,3	31,2	30,4	24,9	26,7	31,6	37,6	34,1
$\Sigma$ PCDD/F (WHO-TEQ <sub>1998</sub> )*	7,8	6,71	7,26	-	5,77	4,18	5,58	4,06	2,97	3,57	3,35	3,31	4,32	3,69	3,29
$\Sigma$ PCDD/F (WHO-TEQ <sub>2005</sub> )*	6,58	5,65	6,13	-	4,87	3,55	4,65	3,38	2,48	3,02	2,76	2,71	3,55	3,08	2,73

\* Värden under LOQ är satta till noll vid beräkningen av summor

**Tabell 2.** Tabellen visar koncentrationer av DL-PCBer och den totala TEQ-värdet för varje prov, WHO-TEQ<sub>1998</sub> samt WHO-TEQ<sub>2005</sub>. Notera att provet 2004:1 är struket pga för dålig återvinning av surrogat standarden..

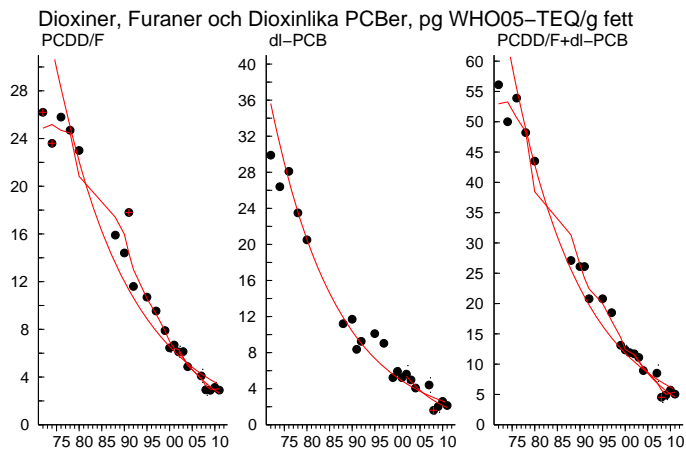
	1972	1974	1976	1978	1980	1988/89	1990	1991	1992	1995	1997	1999	2000:1	2000:2	2001
Fettprocent (%)	2,5	3,1	2,9	2,7	2,9	2,6	2,6	2,6	2,9	3,1	2,9	3,1	3,0	2,7	3,0
	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett
<b>PCB</b>															
PCB 77	152	< 56,2	21,2	< 62,1	6,89	82,6	2,99	12,5	15,2	< 9,84	< 10,9	< 9,68	< 11,2	< 13,1	< 10,0
PCB 81	17,2	< 7,50	6,27	12,4	9430	< 8,89	5040	3870	2,1	< 1,31	1,48	1,73	< 1,50	< 1,75	1,47
PCB 105	14500	12800	12600	12500	1600	5570	1040	855	3700	3390	2660	2150	1640	1910	1650
PCB 114	1920	1720	1660	2020	43300	1110	24600	19400	791	776	674	486	353	488	475
PCB 118	64300	58300	56300	57000	448	27400	258	198	17800	16700	13500	10700	8110	9390	8130
PCB 123	682	667	563	593	161	294	88,9	59,6	169	165	133	104	82,5	92,4	91,8
PCB 126	237	336	233	304	15800	144	11400	9290	69	78,8	71,3	35,4	41,7	47,8	38,9
PCB 156	19900	18200	16700	21800	2880	14600	2070	1690	9290	8080	7700	6360	4930	6000	5430
PCB 157	3310	2990	3040	3500	5660	2320	3660	2950	1720	1520	1270	1210	877	1100	1020
PCB 167	7480	6760	6680	6950	63,3	4070	43,8	40,6	2830	2570	2120	1910	1390	1540	1400
PCB 169	91,8	71,5	63,2	87,9	1300	49,2	996	814	41	39,7	34,5	32,7	27,1	30,2	25,8
PCB 189	1650	1600	1350	1620	32,4	1190	19,7	14,8	834	701	672	644	410	512	562
ΣDL-PCB (WHO-TEQ <sub>1998</sub> )*	45,5	53,2	41,7	52,1	32,4	27,4	19,7	14,8	15,5	15,6	14	9,28	8,56	10,1	8,66
ΣDL-PCB (WHO-TEQ <sub>2005</sub> )*	29,9	38,8	28,1	36,2	20,5	17,6	11,7	8,37	9,25	10,1	9,03	5,23	5,52	6,31	5,22
<b>TOTAL TEQ</b>															
TOTAL TEQ (WHO-TEQ <sub>1998</sub> )*	77,8	82,4	72,5	82,8	59,7	46,6	36,7	34,6	29,1	28,3	25,3	18,6	15,74	18,12	16,6
TOTAL TEQ (WHO-TEQ <sub>2005</sub> )*	56,1	63,3	53,9	62	43,5	33,8	26,1	26,17	20,85	20,8	18,57	13,12	11,61	13,12	11,91

\*Värden under LOQ är satta till noll vid beräkningen av summor

**Tabell 2 (fortsättning).** Tabellen visar koncentrationer av DL-PCBer och den totala TEQ-värdet för varje prov, WHO-TEQ<sub>1998</sub> samt WHO-TEQ<sub>2005</sub>. Notera att provet 2004:1 är struket pga för dålig återvinning av surrogat standarden.

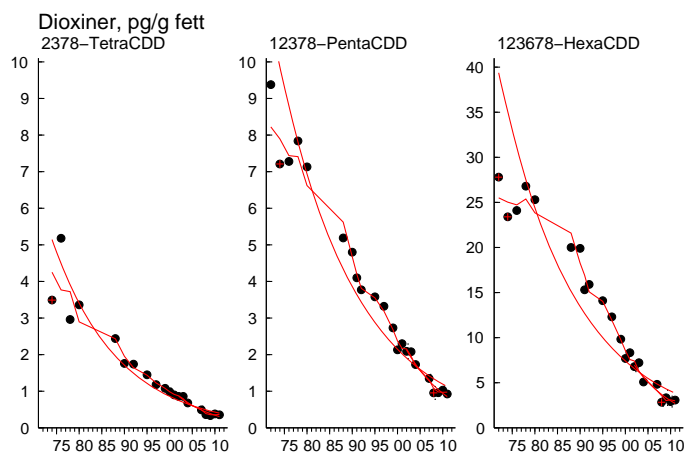
	2002:1	2002:2	2003	2004:1	2004:2	2007:1	2007:2	2008:1	2008:2	2009:1	2009:2	2010:1	2010:2	2011:1	2011:2
Fettprocent (%)	3,4	3,6	2,8	2,8	3,7	3,9	3,9	4,1	3,5	4	3	4	3,8	3,2	3,7
	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett	pg/g fett
<b>PCB</b>															
PCB 77	< 9,47	< 8,91	< 11,7	-	< 8,87	< 13,9	< 14,0	< 13,8	< 16,2	< 12,9	< 17,3	< 13,0	< 13,8	< 15,6	< 13,8
PCB 81	1,52	< 1,19	1,75	-	1,33	< 1,85	< 1,86	< 1,83	< 2,16	< 1,72	< 2,31	< 1,74	< 1,83	< 2,08	< 1,83
PCB 105	1530	1670	1700	-	1350	932	1560	842	663	773	875	827	1090	682	812
PCB 114	428	356	450	-	305	186	304	196	148	149	199	217	284	178	152
PCB 118	8070	8130	8810	-	6390	4650	6970	4410	3350	3820	3700	3920	5060	3380	3860
PCB 123	78,2	89,4	93,5	-	65,7	45	79,2	46,6	38,2	50,8	45,3	42,7	61,6	34,8	42,9
PCB 126	34,4	53,6	38	-	31,8	28,2	42,5	13	10	20,1	11,6	18,7	19,7	16,6	16,8
PCB 156	4520	4060	4560	-	3250	2620	3660	2630	1920	2280	1760	2510	2910	2500	1810
PCB 157	883	685	876	-	639	459	646	462	334	361	326	450	545	433	320
PCB 167	1280	1250	1400	-	968	712	907	612	458	574	463	542	631	520	479
PCB 169	23,8	23,4	20,9	-	16,6	16,3	17,5	13,8	< 10,8	12,5	< 11,6	12,6	12,6	16	< 9,17
PCB 189	388	359	410	-	304	217	345	188	150	221	131	187	229	203	140
ΣDL-PCB (WHO-TEQ <sub>1998</sub> )*	7,61	9,18	8,07	-	6,26	5,21	7,64	3,64	2,63	4,02	2,79	4,09	4,61	3,82	3,31
ΣDL-PCB (WHO-TEQ <sub>2005</sub> )*	4,67	6,56	4,98	-	4,07	3,6	5,21	2	1,21	2,63	1,39	2,51	2,67	2,38	1,9
<b>TOTAL TEQ</b>															
TOTAL TEQ (WHO-TEQ <sub>1998</sub> )*	15,41	15,89	15,33	-	12,03	9,39	13,22	7,7	5,6	7,59	6,14	7,4	8,93	7,51	6,6
TOTAL TEQ (WHO-TEQ <sub>2005</sub> )*	11,25	12,21	11,11	-	8,94	7,15	9,86	5,38	3,69	5,65	4,15	5,22	6,22	5,46	4,63

\*Värden under LOQ är satta till noll vid beräkningen av summor



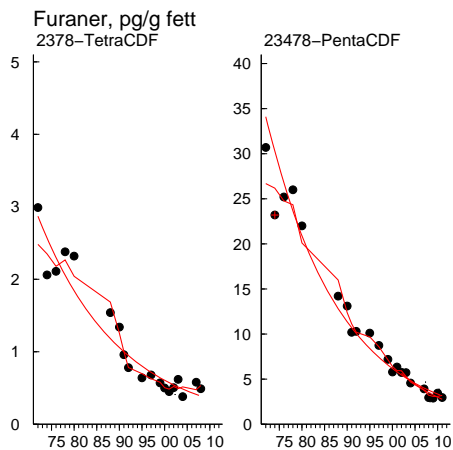
Data source: Lunden Noren et al 1998 13.03.22 13:56 TEQ05statist

**Figur 1.** Tidstrender för  $\Sigma$ TEQ (WHO-2005) för PCDD/F, DL-PCBs samt TOTAL-TEQ ( $\Sigma$ TEQ PCDD/F +  $\Sigma$ TEQ DL-PCBs) under perioden 1972-2011. PCDD/F, (-6,1)% per år ( $p < 0,001$ ), (-9,3)% per år de senaste tio åren ( $p < 0,001$ ). DL-PCBer, (-6,9)% per år ( $p < 0,001$ ), (-12)% per år de senaste tio åren ( $p < 0,001$ ). PCDD/F+DL-PCB, (-6,4)% per år ( $p < 0,001$ ), (-10)% per år de senaste tio åren ( $p < 0,001$ ).



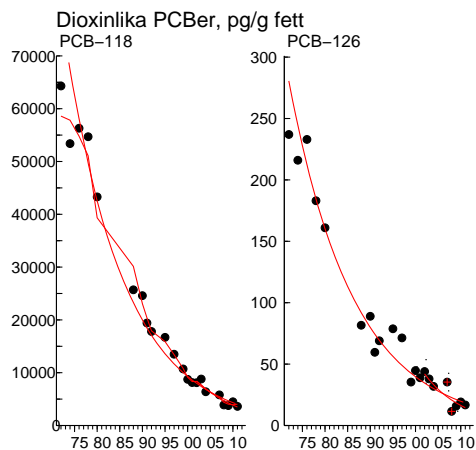
Data source: Lunden Noren et al 1998 13.03.22 13:56 PCDDstatist

**Figur 2.** Tidstrender för 2,3,7,8-TCDD, 1,2,3,7,8-PCDD och 1,2,3,6,7,8-HCDD under perioden 1972-2011. 2,3,7,8-TCDD, (-6,9)% per år ( $p < 0,001$ ), (-11)% per år de senaste tio åren ( $p < 0,001$ ). 1,2,3,7,8-PCDD, (-5,9)% per år ( $p < 0,001$ ), (-10)% per år de senaste tio åren ( $p < 0,001$ ). 1,2,3,6,7,8-HCDD, (-6,0)% per år ( $p < 0,001$ ), (-10)% per år de senaste tio åren ( $p < 0,001$ ).



Data source: Lunden Noren et al 1998, 13.03.22 13:57, PCDFutastat

**Figur 3.** Tidstrender för 2,3,7,8-TCDF och 2,3,4,7,8-PCDF och 1,2,3,6,7,8-HCDD. 2,3,7,8-TCDF, (-5,6)% per år ( $p < 0,001$ ), ingen statistiskt signifikant trend för de senaste tio åren. 2,3,4,7,8-PCDF, (-6,1)% per år ( $p < 0,001$ ), (-7,9)% per år de senaste tio åren ( $p < 0,001$ ).



Data source: Lunden Noren et al 1998, 13.03.22 13:53, dPCBstatist

**Figur 4.** Tidstrender för två dioxinlika PCBer, CB-118 och CB-126 under perioden 1972-2011. CB-118, (-7,6)% per år ( $p < 0,001$ ), (-9,7)% per år de senaste tio åren ( $p < 0,001$ ). CB-126, (-7,0)% per år ( $p < 0,001$ ), (-12)% per år de senaste tio åren ( $p < 0,015$ ).

## Diskussion

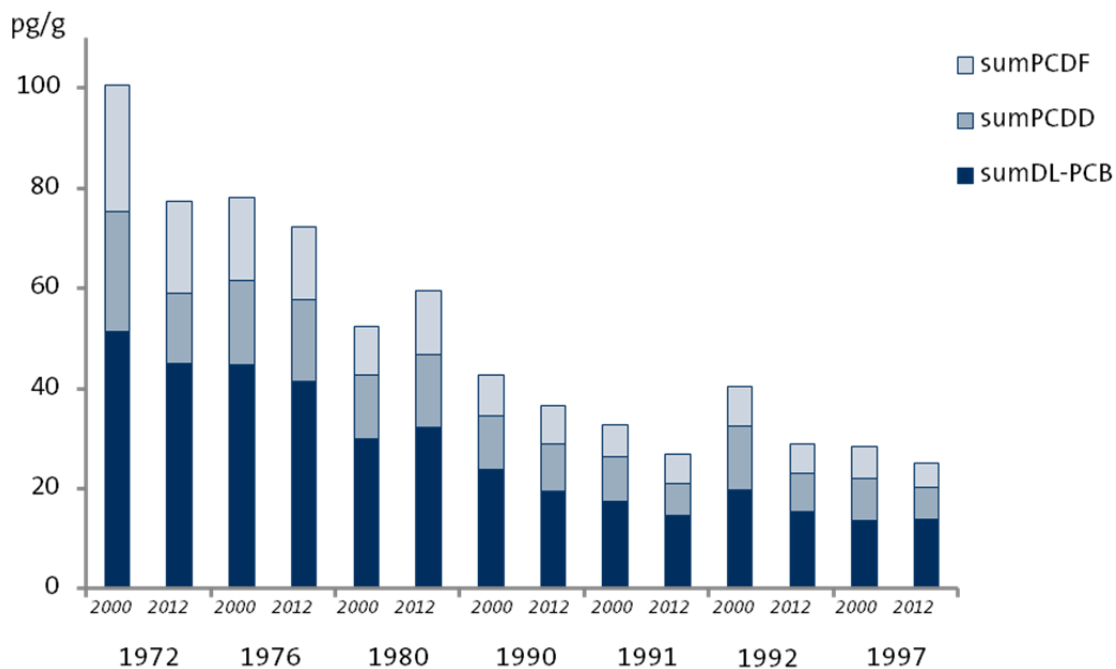
Det viktigaste resultatet från studien är att halterna TEQ av PCDDs/PCDFs samt DL-PCB fortsätter att sjunka. Särskilt intressant är det att PCDDs/PCDFs och av DL-PCBs sker en snabbare nedgång under de senaste 10 åren än då man mäter över hela tidsspannet. Av de enskilda dioxinerna som redovisats ovan är det endast 2,3,7,8-TCDF som inte uppvisar detta beteende i modersmjölken. Det verkar alltså vara så att exponeringen för dioxiner och



dioxinliknande PCBs har minskat och lett till en ca. 10-faldig nedgång i WHO-TEQ<sub>2005</sub>-halterna (Tabell 1 och 2). Skälet till att 2,3,7,8-TCDF inte går ned med ökande hastighet under de senaste 10 åren är ännu inte möjligt att avgöra. Möjligen är det så att det finns källor för denna PCDF-kongener som vi ännu inte känner till.

I Figur 5 jämförs resultaten i analysresultat från Norén och Meironyte (2000) och de analyser som rapporteras nu (analyser från 2012). Analysdata är uppdelade för grupperna DL-PCBs, PCDDs och PCDFs. Data från de olika analystillfällena är i stort lika. Provernas ursprung och huruvida de har analyserats tidigare eller ej, framgår av Tabell 3.

Resultaten visar att vidtagna åtgärder för att reducera exponering för dioxiner har haft betydelse. Det är dock inte klart vilken betydelse ändrade beteenden hos unga kvinnor har för att reducera exponering för PCDDs, PCDFs och DL-PCBs.



**Figur 5.** Diagrammet jämför halterna i tidigare analyser av samma modersmjölksprov från tidigare undersökningar (Norén and Meironyte, 2000) med resultatet från det här projektet, benämnda 2000 samt 2012. Det totala TEQ-värdet (2005) är uppdelat i tre segment, PCDF, PCDD samt DL-PCBs.

**Tabell 3.** Informationen i tabellen visar på vilka prov som analyserats och hurvud det tagits fler prov från samma år samt om provet tidigare analyserats med avseende på PCDD/F och DL-PCBer.

År	Mödrar	Analyserat tidigare*	Två prov
1972	75	x	
1974	90	x	
1976	78	x	
1978	87		
1980	116	x	
1988/89	140		
1990	60	x	
1991	60	x	
1992	40	x	
1995	20		
1997	40	x	
1999	20		
2000	10;10		x
2001	20		
2002	10;10		x
2003	15		
2004	10;10		x
2007	10;10		x
2008	9;9		x
2009	10;10		x
2010	10;9		x
2011	11;11		x

\* Norén and Meironyte, 2000

### Tack!

Naturvårdsverkets miljöovervakningsprogram har finansierat provinsamling och analys av modersmjölken. Vi riktar ett varmt tack för de stöd som mottagits för att kunna finansiera studierna. Även MMK vid Stockholms universitet har gett finansiellt bidrag för att studiens genomförande.

### Referenser

Meironyté D, Norén K, Bergman Å. 1999. Analysis of polybrominated diphenyl ethers in Swedish human milk. A time-related trend study, 1972-1997. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part A* 58:329-341.

Norén K. 1988. Changes in the levels of organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls, dibenzo-*p*-dioxins and dibenzofurans in human milk from Stockholm 1972-1985. *Chemosphere* 17:39-49.

Norén K, Lundén Å. 1991. Trend studies of polychlorinated biphenyls, dibenzo-*p*-dioxins and dibenzofurans in human milk. *Chemosphere* 23:1895-1901.

Norén K, Lundén Å, Pettersson E, Bergman Å. 1996. Methylsulfonyl metabolites of PCBs and DDE in human milk in Sweden, 1972 - 1992. *Environ Health Perspect* 104:766-772.

Norén K, Lundén Å, Sjövall J, Bergman Å. 1990. Coplanar polychlorinated biphenyls in Swedish human milk. *Chemosphere* 20:935-941.

Norén K, Meironyté D. 2000. Certain organochlorine and organobromine contaminants in Swedish human milk in perspective of past 20-30 years. *Chemosphere* 40:1111-1123.

Reis, M.F., Sampaio, C., Aguiar, P., Melim, J.M., Miguel, J.P., Papke, O. 2007. Biomonitoring of PCDD/Fs in populations living near Portuguese solid waste incinerators: Levels in human milk. *Chemosphere* 67: S231-S237.

Stockholm Convention. Stockholm Convention on persistent organic pollutants (POPs) 243. Stockholm Convention Secretariat . 2009. Stockholm Convention Secretariat. [www.chm.pops.int/](http://www.chm.pops.int/)

UNEP. Final act of the conference of plenipotentiaries on the Stockholm convention on persistent organic pollutants. <http://www.chem.unep.ch/pops/> . 2001. Stockholm, Sweden, United Nations Environment Programme. 5-22-2001.

UNEP/WHO 2012. State of the science of endocrine disrupting chemicals - 2012. Wildlife and human exposure to EDCs (Chapter 3) authored by Kidd K.A., Becher G., Bergman A, Muir D. C.G., Woodruff T.J. <http://www.who.int/ceh/publications/endocrine/en/>