



NATIONELL
MILJÖÖVERVAKNING
PÅ UPPDRAG AV
NATURVÅRDSVERKET

Rapport till Naturvårdsverket

Miljöföroreningar i blod och urin och kopplingar till rapporterat matintag i Riksmaten 2010-11 – resultatsammanställning

2013-03-27

Helena Bjermo, Erika Ax, Tatiana Cantillana, Anders Glynn, Per Ola Darnerud,
Anna Karin Lindroos



**LIVSMEDELS
VERKET**



NATIONELL
MILJÖÖVERVAKNING
PÅ UPPDRAG AV
NATURVÅRDSVERKET

ÄRENDENUMMER NV-1698-11
AVTALSNUMMER 215 1108/2191009
PROGRAMOMRÅDE Hälsorelaterad MÖ
DELPROGRAM Biologiska mätdata
– organiska ämnen

Flera personer har varit engagerade i arbetet bakom denna rapport. Däribland Cecilia Nälsén, Heléne Enghardt Barbieri, Monika Pearson och Salomon Sand med flera vid Livsmedelsverket genom sitt arbete med Riksmaten 2010-11. Analyserna är utförda av Bo AG Jönsson, Christian H Lindh, och Thomas Lundh vid Avdelningen för arbets- och miljömedicin, Lunds Universitet, Panu Rantakokko och Hannu Kiviranta vid Institutet för hälsa och välfärd i Helsingfors, Finland, samt av Martin Isaksson vid Livsmedelsverket. Kertil Svensson och Sanna Lignell vid Livsmedelsverket samt Lars Barregård från Arbets- och miljömedicin vid Sahlgrenska universitetssjukhuset, Göteborg, och Peter Ridefelt vid Akademiska sjukhuset, Uppsala, har varit behjälpliga med sina specialistkunskaper.

Miljöföroreningar i blod och urin och kopplingar till rapporterat matintag i Riksmaten 2010-11 – resultatsammanställning

Rapportförfattare Helena Bjermo, Livsmedelsverket Erika Ax, Livsmedelsverket Tatiana Cantillana, Livsmedelsverket Anders Glynn, Livsmedelsverket Per Ola Darnerud, Livsmedelsverket Anna Karin Lindroos, Livsmedelsverket	Utgivare Livsmedelsverket Postadress Box 622, 751 26 Uppsala Telefon 018-175500
Rapporttitel Miljöföroreningar i blod och urin och kopplingar till rapporterat matintag i Riksmaten 2010-11– resultatsammanställning (Samrapporterat med ”Analys av PCB och bromerade flamskyddsmedel i prover insamlade i anslutning till kostenkäten”)	Beställare Naturvårdsverket 106 48 Stockholm Finansiering Nationell hälsorelaterad miljöövervakning
Nyckelord för plats Uppsala	
Nyckelord för ämne PCB, DDT, DDE, HCB, β -HCH, oxyklordan, trans-nonaklor, perfluorerade alkylsyror (PFAA), Cd, Hg, Pb, bisfenol A, ftalater, polybromerade difenyletrar (PBDE), hexabromcyklododekan (HBCD)	
Tidpunkt för insamling av underlagsdata 2010-2011	
Sammanfattning Riksmaten 2010-11 är en nationell matvaneundersökning genomförd av Livsmedelsverket mellan maj 2010 och maj 2011. Fem tusen svenskar ombads delta i en fyra dagars kostregistrering samt att fylla i en enkät. En undergrupp på cirka 1000 personer tillfrågades även om att lämna blod och urinprov för undersökning av nutritionsstatus och miljöföroreningar, och av dessa valde 300 individer att delta i biomonitoreringen. Analyser av miljöföroreningar genomfördes under 2011-2012. Exponeringsnivåer för samtliga miljöföroreningar har sammanställts och redovisas i denna rapport. Utöver detta har även samband mellan nivåer av miljöföroreningarna och kost- och livsstilsfaktorer, socioekonomiska variabler och boendemiljö undersökts. Resultaten från de analyserna sammanfattas här kort och redovisas i helhet som separata vetenskapliga publikationer.	

Inledning

Syftet med detta projekt var att analysera halter av ett antal olika miljöföroreningar hos den vuxna svenska befolkningen samt att undersöka om kosten och andra livsstils- och omgivningsfaktorer är kopplade till exponeringsnivåer av dessa ämnen. Halterna av följande miljöföroreningar fastställdes; PCB (8 kongener), DDT och dess metabolit p,p'-DDE, HCB, β -HCH, klordaner (2 isomerer), perfluorerade alkylsyror (8homologer), tungmetaller (Cd, Hg, Pb), ftalatmetaboliter (10 metaboliter), bisfenol A, 10 bromerade difenyleter-kongener (PBDE), samt hexabromcyklododekan (HBCD). Exponeringsnivåer för samtliga har sammanställts och redovisas i denna rapport. Utöver detta har resultat från statistiska analyser av samband mellan nivåer av miljöföroreningarna och kost- och livsstilsfaktorer, socioekonomiska variabler och boendemiljö sammanställts i separata vetenskapliga publikationer (i dagsläget ännu ej för PBDE samt HBCD). I tabellerna nedan inkluderas analysresultat för samtliga individer medan manuskripten för publicering i vetenskapliga tidskrifter endast inkluderar individer som utöver biologiskt material även deltog i kostregistreringen och fyllde i enkäten (se metod nedan). Därför skiljer sig antalet individer mellan dessa analyser något.

Individuella värden inkluderades även om de låg under detektions- respektive kvantifieringsgränsen (se limit of detection [LOD] samt limit of quantification [LOQ] och antal individer med värden under dessa gränser i Tabell 1 nedan). Populationshalter redovisas för samtliga miljöföroreningar men vid analyser av regionala skillnader exkluderades ett antal miljöföroreningar då en stor andel (>75 %) av studiedeltagarna hade koncentrationer under LOD eller LOQ (då LOD ej var tillgänglig); PCB-52, p,p'-DDT, PFHpA, PFDoDA, PBDE-28, -47, -66, -99, -100, 138, -183 och HBCD.

Tabell 1: Förkortningsförklaring, detektionsgräns samt antal individer med värden under detektionsgränsen för analyserade miljöföroreningar i Riksmaten 2010-11 (färskviktsbaserade data).

PCB (serum):
• PCB 28; 2,4,4'-triklorbiphenyl [LOQ=3 pg/ml, n<LOQ=13]
• PCB 52; 2,2',5,5'-tetraklorbiphenyl [LOQ=3 pg/ml, n<LOQ=237] ¹
• PCB 118; 2,3',4,4',5-pentaklorbiphenyl [LOQ=3 pg/ml, n<LOQ=0]
• PCB 138; 2,2',3,4,4',5'-hexaklorbiphenyl [LOQ=3 pg/ml, n<LOQ=0]
• PCB 153; 2,2',4,4',5,5'-hexaklorbiphenyl [LOQ=3 pg/ml, n<LOQ=0]
• PCB 156; 2,3,3',4,4',5-hexaklorbiphenyl [LOQ=3 pg/ml, n<LOQ=7]
• PCB 170; 2,2',3,3',4,4',5-heptaklorbiphenyl [LOQ=3 pg/ml, n<LOQ=0]
• PCB 180; 2,2',3,4,4',5,5'-heptaklorbiphenyl [LOQ=3 pg/ml, n<LOQ=0]
Klorpesticider (serum):
• HCB; hexaklorbensen [LOQ=10 pg/ml, n<LOQ=0]
• β -HCH; beta-hexaklorcyclohexan [LOQ=10 pg/ml, n<LOQ=40]
• oxychlordan; 1-alpha,2-beta,4-beta,5,6,7-beta,8,8-octachloro-2,3 alpha-epoxy-3a alpha,4,7,7a [LOQ=10 pg/ml, n<LOQ=87]
• trans-nonachlor; 1,2,3,4,5,6,7,8,8-nonachloro-3a,4,7,7a-tetrahydro-4,7-methanoindan [LOQ=3 pg/ml, n<LOQ=3]
• p,p'-DDT; 1,1-bis-(4-chlorophenyl)-2,2,2-trichlorethane [LOQ=100 pg/ml, n<LOQ=266] ¹
• p,p'-DDE; 1,1-dichloro-2,2-bis(p-chlorophenyl)ethylene [LOQ=10 pg/ml, n<LOQ=0]
•
Tungmetaller (blod):

• B-Cd; kadmium [LOQ=0.04 µg/l, n<LOQ=1]
• B-Pb; bly [LOQ=0.11 µg/l, nLOQ=0]
• B-Hg; kvicksilver [LOQ=0.09 µg/l, n<LOQ=4]
Tungmetaller (urin): justerades för kreatininnivåer
• U-Cd; kadmium [LOQ=0.02 µg/l, n<LOQ=9] ²
Perfluorerade alkylsyror (serum):
• PFHpA; perfluorheptansyra [LOD=0.10 ng/ml, n<LOD=280] ¹
• PFHxS; perfluorhexansulfonsyra acid [LOD=0.02 ng/ml, n<LOD=0]
• PFOA; perfluoroktansyra [LOD=0.27 ng/ml, n<LOD=2]
• PFNA; perfluorononansyra [LOD=0.08 ng/ml, n<LOD=0]
• PFOS; perfluoroktansulfonsyra [LOD=0.05 ng/ml, n<LOD=0]
• PFDA; perfluordekansyra [LOD=0.03 ng/ml, n<LOD=0]
• PFUnDA; perfluorundekansyra [LOD=0.08 ng/ml, n<LOD=6]
• PFDoDA; perfluordodekansyra [LOD=0.07 ng/ml, n<LOD=227] ¹
Bisfenol A (urin): justerades för kreatininnivåer
• BPA, bisfenol A [LOD=0.1 ng/ml, n<LOD=3] ²
Ftalatmetaboliter (urin): justerades för kreatininnivåer
• MEP; mono-etylftalat osv [LOD=0.4 ng/ml, (<LOD=0)] ²
• MnBP; mono-n-butylftalat [LOD=0.6 ng/ml, (<LOD=0)] ²
• MBzP; mono-butylbenzylftalat [LOD=0.03 ng/ml, (<LOD=0)] ²
• MEHP; mono-(2-etylhexyl)ftalat [LOD=0.1 ng/ml, n<LOD=0] ²
• 5-OH-MEHP; mono-(2-etyl-5-hydroxylhexyl)ftalat [LOD=0.01 ng/ml, n<LOD=0] ²
• 5-oxo-MEHP; mono-(2-etyl-5-oxohexyl)ftalat [LOD=0.06 ng/ml, n<LOD=0] ²
• 5-cx-MEPP; mono-(2-ethyl-5-karboxypentyl)ftalat [LOD=0.01 ng/ml, n<LOD=0] ²
• 7-OH-MMeOP; mono-(4-metyl-7-hydroxylktyl)ftalat [LOD=0.005 ng/ml, n<LOD=0] ²
• 7-oxo-MMeOP; mono-(4-metyl-7-oxo oktyl)ftalat [LOD=0.004 ng/ml, n<LOD=0] ²
• 7-cx-MMeHP; mono-(4-metyl-7-karboxyheptyl)ftalat [LOD=0.01 ng/ml, n<LOD=0] ²
Bromerade flamskyddsmedel (serum)
• BDE-28 ; 2,4,4'-tribromdifenyleter [LOQ= 1,25 ng/kg, n<LOQ= 165] ¹
• BDE 47; 2,2',4,4'-tetrabromdifenyleter [LOQ= 6,1 ng/kg, n<LOQ= 137] ¹
• BDE 66; 2,3',4,4'-tetrabromdifenyleter [LOQ= 1,25 ng/kg, n<LOQ= 169] ¹
• BDE 99; 2,2',4,4',5-pentabromdifenyleter [LOQ= 9,7 ng/kg, n<LOQ= 165] ¹
• BDE 100; 2,2',4,4',6-pentabromdifenyleter [LOQ= 2,1 ng/kg, n<LOQ= 133] ¹
• BDE 138; 2,2',3,4,4',5-hexabromdifenyleter [LOQ= 1,25 ng/kg, n<LOQ= 169] ¹
• BDE 153; 2,2',4,4',5,5'-hexabromdifenyleter [LOQ= 1,25 ng/kg, n<LOQ= 1]
• summa av BDE 154 (2,2',4,4',5,6'-hexabromdifenyleter) samt BB-153 (2,2',4,4',5,5'-hexabrombifenyl) [LOQ= 1,25 ng/kg, n<LOQ= 74]
• BDE 183; 2,2',3,4,4',5,6'-heptabromdifenyleter [LOQ= 1,25 ng/kg, n<LOQ= 161] ¹
• BDE 209; dekabromdifenyleter [LOQ= 3,3 ng/kg, n<LOQ= 47]
• HBCD; hexabromcyklododekan [LOQ= 2,5 ng/kg, n<LOQ= 147] ¹

¹ Exkluderades i analyserna nedan då en stor andel (>75 %) av studiedeltagarna hade koncentrationer under detektions- eller (då denna gräns ej var tillgänglig), kvantifieringsgränsen; PCB 52, p,p'-DDT, PFHpA, PFDoDA, PBDE-28, -47, -66, -99, -100, 138, -183 och HBCD. Koncentrationer redovisas dock för samtliga i tabell 2.

² Eftersom urinflödet kan inverka på urinhaltarna exkluderades individer med kreatininhalt ≤1 mmol/l i analyserna nedan (n=3).

Metod

Population:

Prover samlades in i en subgrupp av Riksmaten 2010-11 (SLV 2012), en nationell kostundersökning på vuxna (18-80 år) genomförd vid Livsmedelsverket. Av de 1007 tillfrågade valde total 300 individer att delta med biologiskt material (299 gav blodprov och 299 gav urinprov). För majoriteten finns 4-dagars kostregistrering samt enkätsvar rörandefrekvensintag av vissa livsmedel, livsstil, hemmiljö med mera. Biologiska prover samlades in under fyra perioder (maj/juni 2010, augusti/september 2010, januari/februari 2011 och april/maj 2011). Provinsamlingen genomfördes vid landets sju arbets- och miljömedicincenter (AMM) varför Sverige delades in i sju regioner utifrån dessa. Varje region inkluderade regionhuvudstaden (Linköping, Lund, Stockholm, Umeå, Uppsala, Göteborg och Örebro) samt två slumpmässigt utvalda kommuner per region (Värnamo, Vadstena, Lomma, Örkellunga, Botkyrka, Vallentuna, Härjedalen, Åsele, Borlänge, Mora, Ale, Färgelanda, Karlstad och Fagersta). Proverna togs vid spridda tider på dagen och deltagarna var inte fastande. Provtagningen sammanföll inte med kostregistreringen. På grund av att tillräckligt biologiskt material inte fanns tillgängligt för att alla analyser skulle kunna genomföras på samtliga av dessa individer skiljer sig antalet mellan olika miljöföroreningsanalyser.

Deskriptiva data:

Information om ålder och kön baseras på registerdata (SCB:s befolkningsregister).

Analyskvalitetsdata, miljöföroreningar:

Klorerade ämnen:

PCB, HCB, β -HCH, oxyklordan, trans-nonaklor, p,p'-DDT och p,p'-DDE analyserades i serum genom gaskromatografisk högupplösande masspektrometri (HRGC/HRMS) vid Institutet för hälsa och välfärd i Helsingfors, Finland (Panu Rantakokko Panu.Rantakokko@thl.fi; i Bjermo et al., 2013a).

Tabell 2: Resultat av analys av klorerade organiska ämnen i certifierat referensmaterial och metodens LOQ samt mätosäkerhet (serum)

Ämne	LOQ (pg/ml)	MU (%)	Certifierad SRM 1589a (pg/ml)	Genomsnittlig SRM 1589a (pg/ml) (min-max)	RSD (%) för SRM 1589a
HCB	10	25	76	74,4 (60,7-83,3)	7,3
beta-HCH	10	20	86	85,9 (77,6-94,5)	5,3
oxyklordan	10	30	125*	76,0 (65,3-87,7)	5,1
trans-nonaklor	3	25	318	322 (294-364)	6,3
p,p'-DDT	100	100	100	86,8 (69,7-104,8)	10,4
p,p'-DDE	10	40	11510	10159 (8417-11027)	7,4
PCB-28**	3	50	41	34,3 (27,0-38,8)	9,3
PCB-52**	3	50	45	36,6 (27,7-41,9)	8,9
PCB-118	3	30	168	164 (151-178)	4,6
PCB-138	3	20	936	967 (871-1074)	6,5
PCB-153	3	25	537	538 (478-605)	6,5
PCB-156	3	20	74	72,5 (62,8-83,6)	7,6
PCB-170	3	20	523	546 (495-587)	5,0
PCB-180	3	20	211	218 (204-228)	3,6

LOQ, kvantifieringsgräns; MU, mätosäkerhet; SRM, standard referensmaterial; RSD, relativ standardavvikelse

*Baseras på resultat från flera AMAP interkalibreringar. Det är därmed tydligt att den sanna koncentrationen av oxychlordan i SRM1589a är lägre än den certifierade koncentrationen.

**Analyserade på förfrågan, ej validerade efter samma kriterier som övriga föreningar.

Tungmetaller:

Bly och kvicksilver analyserades i helblod och kadmium i både helblod och urin. Analyserna utfördes vid AMM i Lund (Bo AG Jönsson, Bo.A.Jonsson@med.lu.se; i [Bjermo et al., 2013b](#)). Kadmium och bly analyserade med ICP (inductively coupled plasma) masspektrometri (Barany et al., 1997) och kvicksilver genom fluorescensspektrometri (Sandborg-Englund et al., 1998).

Tabell 3: Resultat av analyser av tungmetaller i referensprov (blod) och metodens LOQ samt mätosäkerhet :

Referensprov: Centre de Toxicologie du Quebec (CTQ), International Comparison Program for metals in biological matrices (INSPQ, Quebec Qc, Canada)

Lot	Kadmium (µg/l) Medelv ± SD	Bly (µg/l) Medelv ± SD	
C-06-16 (n=11)	0,98 ± 0,06		
REF	1,1±0,14		
L-09-09 (n=11)		22,9 ± 1,13	
REF		22,6 ± 1,1	
L-08-07 (n=11)		116 ± 7,3	
REF		114 ± 9,1	
<u>Referensprov:</u> SERONORM Trace Elements Whole Blood L-1 (SERO AS, Billingstad, Norway)			
Lot	Kadmium (µg/l) Medelv ± SD	Bly (µg/l) Medelv ± SD	tot-Kvicksilver (µg/l) Medelv ± SD
1003191 (n=11)	0,65 ± 0,07	16 ± 0,57	
REF	(0,59 - 0,75)	(13,8 - 15,8)	
1003191 (n=31)			1,86 ± 0,10
REF			1,77 - 2,17
0512627 (n=32)			14,6 ± 0,79
REF			16,1 - 19,7
<u>Detektionsgräns:</u>			
	Kadmium (µg/l)	Bly (µg/l)	tot-Kvicksilver (µg/l)
	0,04	0,11	0,09
<u>Metodfel:</u>			
Total mätosäkerhet (%)	Kadmium	Bly	tot-Kvicksilver
	4,0	1,6	8,2

Medelv, medelvärde; SD, standardavvikelse; REF, referens

Tabell 4: Resultat av analyser av kadmium i i referensprov och metodens LOQ samt mätosäkerhet (urin):

Referensprov: Centre de Toxicologie du Quebec (CTQ), International Comparison Program for metals in biological matrices (INSPQ, Quebec Qc, Canada)

Lot	Kadmium (µg/l) Medelv ± SD		
D-05-14 (n=9)	0,94 ± 0,03		
REF	1,01±0,09		
D-09-05 (n=9)	4,89 ± 0,09		
REF	5,1 ± 0,26		
<u>Referensprov:</u> SERONORM Trace Elements Urine Blank (SERO AS, Billingstad, Norway)			
Lot	Kadmium (µg/l)		

	Medelv ± SD		
OK4636 (n=9)	0,28 ± 0,01		
REF	(0,26 - 0,36)		
<u>Detektionsgräns:</u>	Kadmium (µg/l)		
	0,02		
<u>Metodfel:</u>	Kadmium		
Total mätosäkerhet (%)	6,3		

Medelv, medelvärde; SD, standard deviation; REF, referens

Kreatinin:

Kreatinin analyserades i urin enligt en enzymatisk metod (Mazzachi et al., 2000).

Perfluorerade alkylsyror (PFAA):

Perfluorerade ämnen analyserades i serum med vätskekromatografisk tandem masspektrometri (HPLC-MS/MS) (Lindh et al., 2012) vid AMM i Lund (Bo AG Jönsson, Bo_A.Jonsson@med.lu.se).

Tabell 5: Analys av perfluorerade alkylsubstanter i serum: metodens LOD och variationskoefficient

	PFHpA	PFHxS	PFOA	PFNA	PFOS	PFDA	PFUnDA	PFDaA
LOD (ng/ml)	0,10	0,02	0,27	0,08	0,05	0,03	0,08	0,07
CV (%)	10,8	4,4	9,0	10,8	3,2	5,4	7,2	11,7
Halt för CV (ng/ml)	0,66	2,97	4,04	2,10	17,22	1,32	1,34	0,74

LOD, detektionsgräns; CV, variationskoefficient

Bisfenol A och ftalater:

Bisfenol A och ftalater analyserades i urin med quadrupole ion linear trap masspektrometri vid AMM i Lund (Bo AG Jönsson, Bo_A.Jonsson@med.lu.se).

Tabell 6: Analys av bisfenol A och ftalatmetaboliter i urin: metodens LOD och variationskoefficient

	MEP	MBP	MBzP	MEHP	5-oh-MEHP	5-oxo-MEHP	5-cx-MEPP	7-oh-MMeOP	7-oxo-MMeOP	7-cx-MMeHP	BPA
LOD (ng/ml)	0,4	0,6	0,03	0,1	0,01	0,06	0,01	0,005	0,004	0,01	0,1
CV %	8	8	6	7	7	8	9	6	7	6	11
Halt för CV (ng/ml)	460	17	54	41	84	38	61	27	20	21	0,5

LOD, detektionsgräns; CV, variationskoefficient

Bromerade flamskyddsmedel:

Tio bromerade difenyletrar samt hexabromcyklododekan analyserades med en ackrediterad HRGC/LRMS metod* i serum. Analyserna utfördes vid Livsmedelsverket (Tatiana Cantillana, Tatiana.Cantillana@slv.se).

Tabell 7: Analys av bromerade difenyletrar och hexabromcyklododekan i serum, metodens LOQ och utvidgad mätosäkerhet (färskviktsbaserad)

	PBDE 028	PBDE 047	PBDE 066	PBDE 099	PBDE 100	PBDE 138	PBDE 153	PBDE 154/BB-153**	PBDE 183	PBDE 209	HBCD
LOQ (ng/kg)	1,25	6,1	1,25	9,7	2,1	1,25	1,25	1,25	1,25	3,3	2,5
MU (%)	40	40	30	40	30	20	20	20	20	30	40

LOQ, kvantifieringsgräns; MU, utvidgad mätosäkerhet

* Referens: ”Bestämning av bromerade flamskyddsmedel i blodserum, SLV K2-m262-f2”.

** Summa av BDE-154 och BB-153 då dessa koeluerar vid GC/MS-analysen.

Resultat

Nedan, i Tabell 8-10, visas översikt av populationens exponering för samtliga analyserade miljöföroreningar. Resultaten från analyser av potentiella samband till kostintag, livsstils- och omgivningsfaktorer samt jämförelser med nivåer i andra populationer sammanfattas här kort och rapporteras i sin helhet separat, i form av redan färdiga samt kommande vetenskapliga artiklar. En artikel som beskriver halterna av PCB, HCB, β -HCH, oxyklordan, trans-nonaklor, p,p'-DDT och p,p'-DDE och deras kopplingar till bland annat kost har publicerats i Environment International (Bjermo et al., 2013a). Vidare har ett manuskript om tungmetaller accepterats för publicering i Food and Chemical Toxicology (Bjermo et al., 2013b). Ett manuskript om PFAA samt ett om de plastassocierade föreningarna, ftalater och bisfenol A, har också sammanställts för vetenskaplig publicering. Dessutom är ett manuskript planerat för bromerade flamskyddsmedel.

Klorerade persistenta föreningar

Kroppsbelastningen av klorerade persistenta föreningar studerades hos 246 vuxna svenskar. Dessa ämnen tros vid hög dos kunna påverka hjärnans utveckling, ha endokrinstörande verkan och ge effekter på immunsystemet och det är därför viktigt att söka uppskatta befolkningens exponering. Serumkoncentrationer av åtta polyklorerade bifenyler (PCBs)-samt pesticiderna hexaklorbensen (HCB), beta-hexaklorcyklohexan (β -HCH), två klordaner och DDE detekterades med olika kromatografiska metoder. Samtidigt undersöktes studiedeltagarnas kostvanor med hjälp av en fyra-dagars kostregistrering samt en enkät. Fiskintaget bekräftades också genom analys av serumhalterna av vissa långkedjiga fettsyror som biomarkörer. Klusteranalys visade att PCB-kongenerna aggregerade i två kluster, ett med de lågklorerade PCBerna PCB 28 och 52 och ett med högre klorerade mono- och di-orto PCBer. Skillnaderna mellan dessa kluster kan möjligen indikera olika exponeringskällor och kanske även skillnader i toxikokinetik. Män hade högre medelkoncentrationer än kvinnor av flera av de studerade ämnena (ex. ca 30 % högre halter av PCB 138-180, dvs. klustret 138, 153, 156, 170 och 180, och av klordan-föreningar). Dessa skillnader kan till viss del bero på att kvinnor vid amning utsöndrar dessa ämnen med bröstmjölken. Förekomsten av mycket långa n-3 fettsyror var positivt korrelerade till följande föroreningar: PCB 28, 118, 138-180, β -HCH, och p,p'-DDE. Individer som konsumerade stora mängder fet östersjöfisk (minst en gång per månad) hade 45% högre serum halter av PCB 118 jämfört med icke-konsumenter. Serumhalten av PCB 28 var associerad med bostadens ålder.

Tungmetaller

I denna delstudie analyserades tungmetallerna bly (Pb), kvicksilver (Hg) och kadmium (Cd) i helblod och Cd i urin från 273 individer i Riksmaten. Avsikten var att se på samband mellan nivåer för dessa ämnen och kostvanor/livsstilsfaktorer. Mediannivåerna (5e-95e percentilen) för de olika metallerna i blod var för Pb 13,4 (5,8-28,6) µg/L, för Hg 1,13 (0,31-3,45) µg/L och för Cd 0,19 (0,09-1,08) µg/L. Blodhalterna av alla tre metaller ökade med åldern, samt var för Pb och Hg högre hos män, men för Cd högre hos kvinnor. Pb var positivt associerat till intag av viltkött och alkohol, Hg var tydligt relaterat till fiskintag, medan Cd-nivåerna i blod relaterade till rökning, låga järndepåer och låg köttkonsumtion. Kroppsbelastningen för de studerade metallerna låg generellt under hälsobaserade referensvärden. Åtskilliga individer hade dock Pb-nivåer i blodet som överskred referenspunkten för möjlig njurskada och (när det gäller kvinnor i barnafödande ålder) referenspunkten för effekter på avkomman avseende hjärnutveckling. Då dessa data innebär att hälsoeffekter inte kan uteslutas, måste resurser sättas in för att minska exponeringen från födan men även från andra exponeringskällor.

Ftalater och bisfenol A

Intag via kosten anses vara den huvudsakliga exponeringsvägen för både ftalater och Bisfenol A (BPA) men de olika exponeringskällorna för dessa ämnen är dåligt undersökta, särskilt saknas populationsbaserade studier. I denna delstudie undersöktes samband mellan halter av ftalatmetaboliter och BPA i urin och kostvanor, livsstils- och boende-mönster hos en population som kan anses representativ för den svenska befolkningen. I prover från 269 vuxna individer studerades urinnivåerna av tio ftalatmetaboliter samt BPA, med LC-MS/MS. Mediannivåerna av ftalatmetaboliter i urinen var högst för mono-etylftalat (MEP), en metabolit till di-etylftalat (48,8 ng/ml), följt av mono-n-butylftalat (MnBP), metabolit till di-n-butylftalat (42,5 ng/ml). Mediannivån för BPA låg på 1,32 ng/ml. Klusteranalys bekräftade klustring av ftalatmetaboliter från samma modersubstans. Vid dataanalys sågs de tydligaste sambanden mellan ftalatmetaboliter och boendemiljö: Urinhalterna av MnBP och mono-bensylftalat (MBzP), metabolit till butyl-bensylftalat, var signifikant lägre hos individer som bodde på landsbygden jämfört med de som bodde i städer, och också lägre hos de som bodde i hus byggda efter år 2000 jämfört med äldre hus. Golvbeläggning med PVC kunde vidare associeras med högre MnBP-halter, och de med egen brunn hade högre MBzP-nivåer i urinen. Endast några enstaka associationer sågs mellan ftalatmetaboliter och kostvanor (livsmedel på tub var associerat till MEP-nivåer, och läskedrycker med nivåer av MBzP). BPA uppvisade endast sporadiska samband, relaterat till boendesmiljö.

Perfluorerade alkylsyror

Sambandet mellan serumnivåer av perfluorerade alkylsyror (PFAA) och kost- och livsstilsvanor undersöktes hos 270 vuxna. n-3-Fettsyror i plasma fosfolipider undersöktes

också, som en markör för fiskkonsumtion. Högre PFAA-halter var associerade till manligt kön, ålder samt högre utbildning. Hos kvinnor som har angett en lång amningsperiod (minst 12 månader) uppmättes 32-44 % lägre nivåer av perfluoroktansulfonat (PFOS), perfluoroktansyra (PFOA) och perfluorhexansulfonat (PFHxS) jämfört med de kvinnor som angett den kortaste amningsperioden. Serumhalter av ämnena PFOS, perfluornonansyra (PFNA), perfluordekansyra (PFDA) och perfluorundekansyra (PFUnDA) var alla positivt associerade till förekomst av långkedjiga n-3-fettsyror i plasma. Studien antyder att även PFAA bör tas i beaktande vid framtida risk-nyttovärderingar av fisk som livsmedel. Vidare visar studien en tydlig överföring av PFAA via bröstmjolk till spädbarn, vilket kan innebära att barnets PFAA-exponering kan vara betydande.

Bromerade flamskyddsmedel

Halterna av tio polybromerade difenyleter(PBDE)-kongener och hexabromcyklododekan (HBCD) analyserades i serum hos 170 individer. Antalet individer i denna delstudie är lägre än i övriga undersökningar på grund av begränsade provvolymen. I denna undersökning analyserades även högbromerade PBDE-kongener (BDE-183 (7 Br); BDE-209 (10 Br)) vilka tidigare inte ingått bland de PBDE-kongener som vanligtvis analyserats, till exempel vid Livsmedelsverket. Medianhalterna i serum visade de högsta fettjusterade halterna för BDE-153 (1,2 ng/g) och BDE-209 (0,95 ng/g), medan BDE-47 låg något lägre (0,49 ng/g). För flera PBDE-kongener låg flertalet av halterna under LOQ, vissa av dessa exkluderades därför i den preliminära delgruppsammanställning som redovisas i Tabeller 9-10.

Gemensam sammanfattning

Sammanfattningsvis visar dessa studier som innefattar kostvanor, livsstilsfaktorer och serum- och urin-nivåer av kroppsfrämmande ämnen att det är möjligt att studera individuella särdrag som med statistisk signifikans kan kopplas till kroppsbelastning för de studerade ämnena hos enskilda individer i en populationsbaserad studie. Detta är särskilt intressant då denna population, som ska spegla den svenska befolkningen, utgörs av ett relativt begränsat antal individer. Förekomsten av dessa signifikanta samband öppnar också möjligheten för att i vissa fall hitta verktyg för att begränsa exponering för potentiellt farliga ämnen hos befolkningen, eller hos vissa befolkningsgrupper.

Tabell 8: Koncentrationer av miljöföroreningar hos vuxna personer i Riksmaten 2010-11

Miljöförorening	n	p5	p25	p50	p75	p95	max
PCB (serum)							
PCB 28 (pg/ml)	267	3,1	4,8	6,6	10,0	33,8	586,6
PCB 52 (pg/ml)	267	0,0	0,0	0,0	1,0	7,3	47,7
PCB 118 (pg/ml)	267	7,0	20,9	37,3	76,6	152,7	974,3
PCB 138 (pg/ml)	267	42,0	95,6	188,9	388,9	700,0	1451,8
PCB 153 (pg/ml)	267	99,3	219,9	449,3	875,0	1540,2	2788,6
PCB 156 (pg/ml)	267	4,2	13,6	37,7	71,4	132,9	196,5
PCB 170 (pg/ml)	267	23,7	64,2	168,1	289,9	489,0	700,9
PCB 180 (pg/ml)	267	45,1	137,9	364,3	596,2	984,8	1574,2
Fungicider (serum)							
HCB (pg/ml)	267	38,7	55,6	78,9	107,8	175,7	780,2
Insekticider & metaboliter (serum)							
β-HCH (pg/ml)	267	5,7	13,6	26,3	51,7	112,3	368,4
Oxyklordan (pg/ml)	267	3,8	8,1	16,6	32,0	58,7	135,3
Trans-nonaklor (pg/ml)	267	5,7	16,7	35,5	73,3	154,2	267,2
p,p'-DDT (pg/ml)	267	0,0	0,0	8,2	16,5	35,3	152,2
p,p'-DDE (pg/ml)	267	113,9	225,4	434,5	1015,5	3645,5	15494,5
Tungmetaller (helblod och urin)							
B-Cd (µg/l)	297	0,09	0,13	0,20	0,32	1,21	2,93
U-Cd (µg/g kreatinin) ¹	286	0,04	0,09	0,16	0,28	0,64	2,33
B-Pb (µg/l)	297	5,9	9,9	13,4	19,1	29,2	102,0
B-Hg (µg/l)	297	0,31	0,64	1,08	1,95	3,45	15,56
Perfluorerade alkylsyror (PFAA) (serum)							
PFHpA (ng/ml)	292	0,00	0,01	0,02	0,04	0,09	0,27
PFHxS (ng/ml)	292	0,73	1,37	2,00	2,81	9,46	49,64
PFOA (ng/ml)	292	0,76	1,61	2,27	3,24	5,01	9,48
PFNA (ng/ml)	292	0,34	0,59	0,80	1,09	1,66	4,55
PFOS (ng/ml)	292	3,81	6,67	11,12	16,79	25,63	40,08
PFDA (ng/ml)	292	0,19	0,27	0,39	0,51	0,85	1,97
PFUnDA (ng/ml)	292	0,10	0,22	0,33	0,52	0,86	1,91
PFDoDA (ng/ml)	292	0,00	0,01	0,04	0,07	0,12	0,27
Bisfenol A (urin)							
BPA (µg/g kreatinin) ¹	293	0,57	1,08	1,60	2,71	6,02	14,32
Ftalatmetaboliter (urin)							
MEP (µg/g kreatinin) ¹	293	9,33	23,74	51,24	125,25	812,59	3259,73
MnBP (µg/g kreatinin) ¹	293	21,14	35,14	49,24	72,34	142,45	540,80
MBzP (µg/g kreatinin) ¹	293	2,43	5,28	9,63	19,15	47,34	117,84
MEHP (µg/g kreatinin) ¹	293	0,88	1,81	2,99	4,62	10,56	66,71
5-OH-MEHP (µg/g kreatinin) ¹	293	7,83	11,89	16,57	25,01	69,24	245,28

5-oxo-MEHP (µg/g kreatinin) ¹	293	3,80	6,23	8,90	13,60	35,72	155,52
5-cx-MEPP (µg/g kreatinin) ¹	293	5,43	8,00	11,17	17,91	44,48	205,93
7-OH-MMeOP (µg/g kreatinin) ¹	293	1,88	3,80	6,94	14,41	54,71	728,15
7-oxo-MMeOP (µg/g kreatinin) ¹	293	0,68	1,40	2,61	5,52	17,72	485,19
7-cx-MMeHP (µg/g kreatinin) ¹	293	2,38	4,93	8,22	16,23	85,96	323,81

Bromerade flamskyddsmedel (PBDE och HBCD) (serum)	n	p5	p25	p50	p75	p95	max
PBDE 28 (ng/kg) ²	170	6,21	29,5	49,95	88,9	251	2360
PBDE 47 (ng/kg) ²	170	0,0	235	493	1150	3740	44600
PBDE 66 (ng/kg) ²	170	0,0	0,0	0,0	0,0	19	296
PBDE 99 (ng/kg) ²	170	0,0	11,5	94,25	287	1330	6070
PBDE 100 (ng/kg) ²	170	26	106	206,5	361	939	3700
PBDE 138 (ng/kg) ²	170	0,0	0,0	0,0	0,0	2,75	670
PBDE 153 (ng/kg) ²	170	594	874	1235	1810	3370	6990
PBDE 154/BB-153 (ng/kg) ²	170	75,8	180	279,5	442	946	5360
PBDE 183 (ng/kg) ²	170	22,2	44,4	66,35	104	212	758
PBDE 209 (ng/kg) ^{2, 3}	170	336	660	948,5	1680	4610	77900
HBCD (ng/kg) ²	170	0,0	0,0	100,8	293	1900	76800

¹Kreatininjusterade koncentrationer. Eftersom urinflödet kan inverka på urinhaltarna exkluderades individer med kreatininhalter ≤1 mmol/l (n=3).

²Fettviktsdata, ng/kg fettvikt.

³Sju prover hade höga värden som ej kunnat bekräftas.

Tabell 9: Koncentrationer av miljöföroreningar utifrån geografisk uppdelning (AMM-region) i Riksmaten 2010-11

Medelvärde (95% konfidensintervall) justerat för ålder, kön och utbildning

Miljöförorening	Linköping	Lund	Stockholm	Umeå	Uppsala	VG	Örebro	P ²
PCB								
PCB 28 (pg/ml) ¹	7,3 (5,2-10)	7,6 (5,4-11)	10 (7,3-15)	6,4 (4,5-9,1)	7,4 (5,2-10)	6,6 (4,6-10)	7,3 (5,1-10)	0,33 (0,28)
PCB 118 (pg/ml)	28 (21-37)	33 (24-43)	34 (25-46)	34 (25-46)	27 (20-36)	22 (16-30)	27 (20-37)	0,06 (0,35)
PCB 138 (pg/ml)	140 (111-178)	184 (146-232)	151 (118-193)	159 (126-202)	143 (113-181)	118 (92-152)	140 (110-179)	0,02 (0,30)
PCB 153 (pg/ml)	314 (254-388)	394 (320-486)	319 (255-398)	321 (259-398)	316 (255-392)	273 (218-343)	300 (241-374)	0,04 (0,39)
PCB 156 (pg/ml)	22 (16-29)	28 (22-37)	23 (17-30)	23 (17-30)	22 (17-29)	20 (15-27)	20 (15-27)	0,17 (0,40)
PCB 170 (pg/ml)	100 (82-122)	125 (103-153)	96 (77-118)	91 (74-112)	100 (82-123)	90 (73-112)	91 (74-112)	0,009 (0,28)
PCB 180 (pg/ml)	204 (166-251)	247 (202-302)	195 (158-242)	183 (149-225)	203 (165-249)	183 (147-228)	185 (149-228)	0,03 (0,36)
Fungicider								
HCB (pg/ml)	66 (56-79)	72 (61-85)	77 (65-92)	66 (56-78)	61 (51-72)	55 (46-65)	60 (50-71)	0,003 (0,06)
Insekticider & metaboliter								
β-HCH (pg/ml)	23 (17-31)	30 (23-40)	26 (20-35)	20 (15-27)	18 (14-24)	16 (12-22)	19 (15-26)	0,0002 (0,05)
Oxyklordan (pg/ml)	11 (8,9-15)	12 (10-16)	12 (9,1-15)	10 (7,8-13)	11 (8,5-14)	9,3 (7,1-12)	11 (8,5-14)	0,34 (0,67)
Trans-nonaklor (pg/ml)	20	24	23	20	21	18	20	0,28

p,p'-DDE (pg/ml)	(16-25) 358 (249-515)	(19-31) 506 (353-724)	(18-30) 480 (329-701)	(16-26) 363 (252-524)	(17-27) 450 (312-650)	(14-23) 351 (238-517)	(16-26) 373 (256-543)	(0,49) 0,20 (0,41)
Tungmetaller								
B-Cd (µg/l) ¹	0,31 (0,23-0,42)	0,33 (0,24-0,44)	0,46 (0,34-0,63)	0,29 (0,21-0,39)	0,30 (0,23-0,40)	0,31 (0,23-0,43)	0,27 (0,20-0,37)	0,04 (0,10)
U-Cd (µg/g kreatinin) ³	0,17 (0,13-0,22)	0,22 (0,17-0,29)	0,21 (0,16-0,28)	0,17 (0,13-0,22)	0,17 (0,13-0,23)	0,22 (0,16-0,29)	0,17 (0,13-0,22)	0,12 (0,35)
B-Pb (µg/l)	11 (9,5-14)	12 (9,6-14)	14 (11-17)	11 (9,1-13)	12 (9,7-14)	12 (9,7-15)	11 (9,3-14)	0,44 (0,44)
B-Hg (µg/l)	0,79 (0,57-1,1)	0,88 (0,64-1,2)	0,96 (0,68-1,3)	0,70 (0,51-0,97)	0,70 (0,51-0,95)	1,1 (0,79-1,6)	0,82 (0,59-1,1)	0,10 (0,04)
Perfluorerade alkylsyror (PFAA)								
PFHxS (ng/ml) ¹	1,5 (1,2-2,0)	1,7 (1,3-2,2)	2,8 (2,1-3,8)	1,3 (1,0-1,7)	2,3 (1,8-3,1)	1,3 (1,0-1,7)	1,5 (1,2-2,0)	0,0001 (0,0001)
PFOA (ng/ml)	2,0 (1,6-2,6)	2,1 (1,6-2,6)	2,4 (1,9-3,0)	1,4 (1,1-1,7)	1,7 (1,3-2,1)	1,6 (1,3-2,1)	1,9 (1,5-2,4)	0,0001 (0,0001)
PFNA (ng/ml)	0,65 (0,53-0,79)	0,64 (0,53-0,78)	0,69 (0,56-0,84)	0,57 (0,47-0,70)	0,59 (0,49-0,72)	0,59 (0,48-0,73)	0,61 (0,50-0,74)	0,57 (0,47)
PFOS (ng/ml)	7,7 (6,3-9,3)	8,7 (7,1-11)	8,8 (7,1-11)	6,3 (5,1-7,7)	7,2 (5,9-8,8)	7,0 (5,7-8,6)	7,6 (6,2-9,3)	0,01 (0,01)
PFDA (ng/ml)	0,32 (0,26-0,38)	0,30 (0,25-0,36)	0,33 (0,27-0,40)	0,24 (0,20-0,29)	0,31 (0,25-0,37)	0,32 (0,26-0,39)	0,31 (0,25-0,37)	0,03 (0,05)
PFUnDA (ng/ml)	0,25 (0,19-0,32)	0,21 (0,17-0,28)	0,28 (0,22-0,37)	0,19 (0,15-0,25)	0,21 (0,16-0,27)	0,29 (0,22-0,37)	0,24 (0,18-0,31)	0,02 (0,03)
Bisfenol A								

BPA (µg/g kreatinin) ³	2,5 (1,8-3,4)	2,0 (1,4-2,7)	2,2 (1,6-3,1)	2,1 (1,5-2,9)	1,8 (1,3-2,4)	2,1 (1,5-2,9)	1,9 (1,4-2,6)	0,41 (0,36)
Ftalatmetaboliter	Linköping	Lund	Stockholm	Umeå	Uppsala	VG	Örebro	
MEP (µg/g kreatinin) ³	76 (45-129)	86 (50-147)	71 (41-123)	57 (33-97)	81 (48-136)	70 (40-122)	76 (45-129)	0,79 (0,99)
MnBP (µg/g kreatinin) ³	51 (41-64)	54 (43-67)	60 (48-76)	74 (59-92)	63 (51-79)	65 (51-83)	64 (51-80)	0,03 (0,004)
MBzP (µg/g kreatinin) ³	11 (7,6-15)	9,3 (6,5-13)	10 (6,9-15)	23 (16-33)	16 (11-23)	14 (10-21)	17 (12-24)	0,0000 (0,0000)
MEHP (µg/g kreatinin) ³	3,4 (2,4-4,7)	3,0 (2,1-4,2)	4,2 (2,9-5,9)	4,7 (3,3-6,6)	3,1 (2,2-4,3)	3,6 (2,5-5,2)	3,5 (2,5-4,9)	0,10 (0,07)
5-oh-MEHP (µg/g kreatinin) ^{1,3}	22 (17-30)	21 (16-29)	23 (17-31)	27 (20-36)	19 (14-25)	21 (16-28)	20 (15-27)	0,18 (0,23)
5-oxo-MEHP (µg/g kreatinin) ³	12 (8,6-15)	12 (9,2-17)	12 (9,2-17)	14 (11-19)	10 (7,8-14)	12 (8,9-16)	11 (8,3-15)	0,43 (0,33)
5-cx-MEPP (µg/g kreatinin) ³	17 (13-23)	17 (13-22)	18 (13-24)	21 (16-28)	15 (12-20)	18 (13-25)	16 (12-21)	0,32 (0,21)
7-oh-MMeOP (µg/g kreatinin) ³	10 (6,5-16)	8,2 (5,2-13)	10 (6,2-16)	7,3 (4,6-12)	8,3 (5,3-13)	5,0 (3,1-8,2)	7,6 (4,8-12)	0,12 (0,10)
7-oxo-MMeOP (µg/g kreatinin) ³	3,9 (2,5-6,2)	3,5 (2,2-5,6)	3,9 (2,4-6,4)	2,8 (1,8-4,5)	3,4 (2,2-5,3)	2,0 (1,3-3,3)	3,1 (1,9-4,9)	0,14 (0,15)
7-cx-MMeHP (µg/g kreatinin) ^{1,3}	12 (7,7-19)	10 (6,6-16)	13 (8,5-21)	10 (6,2-15)	13 (8,4-20)	7,3 (4,6-12)	9,1 (5,9-14)	0,33 (0,10)
Bromerade flamskyddsmedel (PBDE)								
PBDE 153 (ng/kg) ⁴	1302 (973-1741)	1063 (812-1393)	966 (705-1324)	1005 (766-1320)	1061 (823-1368)	1135 (850-1516)	1036 (784-1370)	0,45 (0,12)
PBDE 154/BB-153 (ng/kg) ⁴	205 (146-286)	179 (131-244)	195 (135-280)	183 (134-250)	191 (142-256)	182 (130-254)	142 (103-196)	0,39 (0,23)
PBDE 209 (ng/kg) ^{1, 4, 5}	1253	1213	1111	1162	1251	1722	1079	0,78

(711-2209) (717-2055) (601-2054) (684-1974) (762-2052) (972-3050) (626-1860) (0,79)

VG, Västra Götaland, AMM-region; Arbets- och miljömedicincenter

¹ Skillnader testade med icke-parametriskt test.

² Justerat för ålder, kön och utbildning (ålder, kön utbildning var ej signifikant skiljt mellan de olika regionerna). (p) = ojusterat p-värde.

³ Kreatininjusterade koncentrationer. Eftersom urinflödet kan inverka på urinhaltarna exkluderades individer med kreatininhalt ≤ 1 mmol/l (n=3).

⁴ Fettviktsdata.

³ Sju prover hade höga värden som ej kunnat bekräftas.

Antal individer per region:

PCB, fungicider, insekticider & metaboliter: Linköping n=41, Lund n=50, Stockholm n=35, Umeå n=43, Uppsala n=31, Västra Götaland n=28, Örebro n=39.

Tungmetaller i blod: Linköping n=46, Lund n=51, Stockholm n=36, Umeå n=45, Uppsala n=40, Västra Götaland n=30, Örebro n=49.

Tungmetaller i urin: Linköping n=45, Lund n=49, Stockholm n=35, Umeå n=43, Uppsala n=39, Västra Götaland n=27, Örebro n=48.

PFAA: Linköping (n=46), Lund (n=50), Stockholm (n=38), Umeå (n=44), Uppsala (n=36), Västra Götaland (n=30), Örebro (n=48).

BPA och ftalater: Linköping (n=45), Lund (n=49), Stockholm (n=38), Umeå (n=45), Uppsala (n=38), Västra Götaland (n=30), Örebro (n=48).

PBDE: Linköping (n=24), Lund (n=32), Stockholm (n=16), Umeå (n=29), Uppsala (n=26), Västra Götaland (n=20), Örebro (n=23).

Regionala skillnader inom Sverige:

På grund av att så få individer hade värden av PCB 52 och p,p'-DDT över LOQ undersöktes inte regionala skillnader för dessa. Efter justering för ålder, kön och utbildning sågs regionala skillnader för PCB 138, PCB 153, PCB 170 och PCB 180 samt för HCB och β -HCH. Generellt hade Lund högre nivåer av PCBer. Koncentrationerna av HCB och β -HCH var generellt högre hos personer boende i Lund och Stockholm. Då extremvärden ($Q3+1.5*IQR$) exkluderades sågs liknande resultat med avseende på de regionala skillnaderna med undantag av att p,p'-DDE var signifikant kopplat till AMM-region ($p=0.02$, Linköping: 313 [230-425], Lund: 390 [287-530], Stockholm: 436 [316-603], Umeå: 302 [219-417], Uppsala: 312 [225-433], Västra Götaland: 248 [176-348], Örebro: 310 [224-428]).

För kadmium i blod var skillnaderna signifikanta om man justerade för ålder, kön och utbildning men denna koppling verkar vara beroende av rökning eftersom associationen inte kvarstod då rökning inkluderades i analysen. Resultaten var likvärdiga om extremvärden ($Q3+1.5*IQR$) exkluderades från tungmetallanalyserna.

Eftersom en så stor andel av PFHpA- och PFDoDA-koncentrationerna var under LOD undersöktes inga regionala skillnader med avseende på dessa miljöföroreningar.

Regionala skillnader observerades för serumkoncentrationer av PFHxS, PFOA, PFOS, PFDA och PFUnDA. Generellt var koncentrationerna lägre hos personer boende i Umeåområden och högre hos individer boende i Stockholmstrakten. Även då extremvärden ($Q3+1.5*IQR$) exkluderades skiljde sig serumkoncentrationerna av PFHxS, PFOA, PFOS, PFDA och PFUnDA men inte PFNA åt.

Regionala skillnader detekterades i urinnivåer av MnBP och MBzP, metaboliter till di-n-butylftalatrespektive butyl benzylftalat. Nivåerna var högre hos individer i Umeå. Det fanns inga regionala skillnader associerat till bisfenol A. Vid exkludering av extremvärden ($Q3+1.5IQR$) kvarstod signifikanta regionala skillnader för MBzP men inte för MnBP. Vid exkluderingen framkom även signifikanta regionala skillnader i nivåer av MEbP, en av metaboliterna till di-2-etylhexylftalat.

För bromerade flamskyddsmedel sågs inga signifikanta regionala skillnader för de kongener som hade en tillräckligt stor andel över LOQ för att analyseras med avseende på regionala skillnader.

Tabell 10: Koncentrationer av miljöföroreningar uppdelat efter kön och åldersgrupp i Riksmaten 2010-11

Median (p5-p95)

Miljöförorening		19-29 år	30-39 år	40-49 år	50-59 år	60-69 år	70-80 år
PCB							
PCB 28 (pg/ml)	Kvinnor	5 (3-20)	6 (2-74)	6 (2-33)	7 (5-35)	7 (3-34)	12 (5-21)
	Män	5 (2-145)	6 (2-12)	6 (3-18)	6 (4-17)	8 (4-71)	8 (4-111)
PCB 52 (pg/ml)	Kvinnor	0 (0-1)	0 (0-11)	0 (0-6)	0 (0-8)	0 (0-2)	1 (0-27)
	Män	0 (0-4)	0 (0-2)	0 (0-8)	0 (0-4)	1 (0-5)	0 (0-7)
PCB 118 (pg/ml)	Kvinnor	12 (4-33)	26 (5-76)	28 (6-52)	44 (21-90)	64 (20-206)	133 (91-974)
	Män	15 (4-33)	26 (10-73)	32 (11-96)	49 (12-123)	79 (30-160)	96 (24-252)
PCB 138 (pg/ml)	Kvinnor	54 (26-146)	104 (32-210)	133 (45-293)	246 (119-685)	415 (107-1031)	518 (281-1342)
	Män	66 (42-104)	109 (63-279)	140 (75-360)	246 (89-571)	403 (156-706)	410 (189-1074)
PCB 153 (pg/ml)	Kvinnor	116 (50-264)	221 (74-382)	291 (104-591)	561 (265-1395)	826 (276-1842)	978 (632-2188)
	Män	152 (102-295)	288 (137-508)	343 (184-690)	678 (241-1248)	991 (484-1739)	1051 (495-2327)
PCB 156 (pg/ml)	Kvinnor	6 (1-18)	12 (2-25)	19 (7-49)	43 (18-120)	65 (30-134)	81 (50-179)
	Män	8 (4-29)	22 (7-69)	35 (13-58)	65 (21-147)	80 (44-156)	85 (37-149)
PCB 170 (pg/ml)	Kvinnor	30 (10-57)	54 (22-123)	87 (27-180)	192 (81-393)	276 (113-491)	264 (182-492)
	Män	35 (20-102)	94 (37-180)	144 (78-237)	238 (105-513)	343 (191-523)	317 (165-554)
PCB 180 (pg/ml)	Kvinnor	60 (17-118)	112 (47-267)	180 (65-399)	392 (182-799)	545 (262-1090)	592 (405-1044)
	Män	77 (39-223)	206 (81-366)	323 (171-468)	516 (217-1056)	757 (405-1169)	693 (366-1202)
Fungicider							
HCB (pg/ml)	Kvinnor	46 (29-83)	53 (24-97)	57 (36-93)	85 (59-146)	107 (70-320)	129 (78-211)
	Män	48 (36-91)	68 (39-132)	78 (40-113)	86 (51-162)	117 (56-239)	100 (58-166)
Insekticider & metaboliter							

β-HCH (pg/ml)	Kvinnor	9 (4-22)	11 (1-43)	19 (10-55)	33 (16-107)	59 (18-180)	83 (26-228)
	Män	9 (3-29)	16 (9-50)	21 (10-71)	32 (4-231)	52 (14-178)	65 (30-236)
Oxyklordan (pg/ml)	Kvinnor	5 (1-11)	7 (2-15)	9 (5-20)	17 (9-34)	32 (13-69)	48 (26-135)
	Män	5 (3-13)	13 (6-21)	17 (6-27)	26 (9-50)	34 (12-69)	46 (18-95)
Trans-nonaklor (pg/ml)	Kvinnor	9 (3-24)	17 (5-32)	17 (8-44)	38 (15-67)	69 (30-149)	84 (40-232)
	Män	13 (4-23)	24 (9-53)	36 (17-73)	61 (15-160)	90 (33-162)	104 (48-206)
p,p'-DDT (pg/ml)	Kvinnor	3 (0-19)	6 (0-17)	4 (0-86)	0 (0-24)	13 (0-40)	15 (0-37)
	Män	5 (0-21)	4 (0-17)	9 (0-33)	9 (0-73)	14 (0-45)	13 (0-33)
p,p'-DDE (pg/ml)	Kvinnor	155 (67-350)	240 (90-991)	289 (120-1705)	649 (262-3110)	1249 (216-5806)	2518 (250-7420)
	Män	240 (144-771)	303 (163-842)	365 (150-1016)	412 (113-5661)	890 (327-3226)	1166 (333-5749)

Tungmetaller		19-29 år	30-39 år	40-49 år	50-59 år	60-69 år	70-80 år
B-Cd (µg/l)	Kvinnor	0.18 (0.07-1.27)	0.18 (0.09-0.38)	0.29 (0.09-1.62)	0.24 (0.14-1.11)	0.31 (0.14-1.29)	0.27 (0.11-1.17)
	Män	0.13 (0.09-1.56)	0.11 (0.07-1.38)	0.12 (0.07-1.21)	0.18 (0.09-1.25)	0.17 (0.10-0.39)	0.23 (0.12-0.85)
U-Cd (µg /g kreatinin) ¹	Kvinnor	0.09 (0.03-0.16)	0.10 (0.04-0.18)	0.20 (0.09-0.75)	0.28 (0.16-0.77)	0.32 (0.14-0.65)	0.31 (0.09-1.69)
	Män	0.05 (0.03-0.14)	0.09 (0.01-0.17)	0.10 (0.06-0.27)	0.11 (0.06-0.48)	0.20 (0.07-0.41)	0.26 (0.07-0.67)
B-Pb (µg/l)	Kvinnor	9.9 (5.1-15.9)	9.0 (4.4-17.6)	11.8 (6.2-19.2)	18.6 (9.4-27.8)	13.2 (7.4-27.2)	15.4 (7.4-25.5)
	Män	11.8 (6.1-33.9)	12.7 (6.9-28.4)	15.1 (7.0-41.6)	17.0 (11.4-33.3)	20.4 (7.6-35.8)	16.3 (8.1-29.3)
B-Hg (µg/l)	Kvinnor	0.56 (0.09-2.23)	0.94 (0.17-2.11)	0.74 (0.15-2.67)	1.73 (0.33-4.20)	1.21 (0.46-2.95)	1.21 (0.56-3.78)
	Män	1.01 (0.29-1.82)	1.05 (0.32-3.45)	0.84 (0.34-2.78)	0.98 (0.42-3.18)	1.86 (0.60-5.70)	1.56 (0.56-3.23)

Perfluorerade alkylsyror (PFAA)							
PFHpA (ng/ml)	Kvinnor	0.03 (0.00-0.11)	0.01 (0.00-0.05)	0.02 (0.00-0.06)	0.02 (0.00-0.05)	0.02 (0.00-0.21)	0.02 (0.01-0.27)
	Män	0.01 (0.00-0.04)	0.02 (0.00-0.12)	0.01 (0.00-0.08)	0.01 (0.00-0.08)	0.02 (0.00-0.09)	0.02 (0.00-0.13)
PFHxS (ng/ml)	Kvinnor	1.4 (0.7-5.5)	1.7 (0.7-6.1)	1.3 (0.6-8.2)	1.6 (0.7-3.3)	1.7 (0.5-13.6)	1.8 (1.2-49.6)
	Män	2.3 (1.6-16.8)	2.4 (0.9-26.3)	2.3 (1.6-3.4)	2.4 (0.8-7.1)	2.4 (1.0-5.6)	2.7 (1.7-14.6)
PFOA (ng/ml)	Kvinnor	1.7 (0.6-4.4)	1.3 (0.5-3.5)	1.5 (0.7-4.2)	2.1 (1.0-4.7)	2.1 (0.7-4.2)	2.6 (1.2-5.2)
	Män	2.2 (1.5-4.7)	2.8 (1.1-8.6)	2.6 (1.5-4.0)	2.5 (0.8-5.1)	3.0 (0.7-5.2)	3.2 (1.9-5.2)
PFNA (ng/ml)	Kvinnor	0.58 (0.31-2.40)	0.61 (0.23-1.10)	0.63 (0.30-1.06)	0.84 (0.35-1.93)	0.81 (0.47-1.32)	1.14 (0.38-2.27)

	Män	0.75 (0.44-1.13)	0.82 (0.44-1.60)	0.85 (0.50-1.77)	0.86 (0.38-1.92)	1.08 (0.46-2.21)	1.06 (0.72-1.97)
PFOS (ng/ml)	Kvinnor	5.7 (3.2-10.2)	6.6 (2.4-10.9)	6.3 (2.3-13.9)	10.6 (3.5-26.0)	10.6 (4.6-20.8)	16.1 (8.3-29.5)
	Män	12.3 (5.5-27.3)	14.2 (4.9-33.1)	12.9 (7.8-20.5)	12.2 (6.1-29.6)	17.6 (5.9-28.3)	19.4 (8.4-27.9)
PFDA (ng/ml)	Kvinnor	0.32 (0.15-0.59)	0.29 (0.13-0.69)	0.27 (0.16-0.65)	0.45 (0.19-0.88)	0.40 (0.20-0.71)	0.42 (0.22-0.72)
	Män	0.33 (0.22-0.58)	0.46 (0.26-0.72)	0.38 (0.22-0.84)	0.38 (0.22-0.79)	0.52 (0.22-1.27)	0.47 (0.28-0.96)
PfUnDA (ng/ml)	Kvinnor	0.26 (0.07-0.46)	0.25 (0.09-0.73)	0.30 (0.09-1.00)	0.53 (0.19-0.91)	0.33 (0.16-0.81)	0.32 (0.10-0.84)
	Män	0.28 (0.13-0.62)	0.33 (0.09-0.82)	0.31 (0.11-1.21)	0.34 (0.15-0.76)	0.42 (0.18-1.45)	0.37 (0.18-1.01)
PFDODA (ng/ml)	Kvinnor	0.03 (0.00-0.10)	0.03 (0.00-0.14)	0.05 (0.00-0.18)	0.06 (0.01-0.13)	0.04 (0.00-0.12)	0.03 (0.00-0.09)
	Män	0.02 (0.00-0.10)	0.05 (0.00-0.08)	0.04 (0.00-0.17)	0.03 (0.00-0.06)	0.05 (0.00-0.13)	0.04 (0.00-0.11)

Bisfenol A		19-29 år	30-39 år	40-49 år	50-59 år	60-69 år	70-80 år
BPA (µg/g kreatinin) ¹	Kvinnor	2.0 (0.9-9.2)	1.5 (0.8-4.8)	1.5 (0.4-4.6)	1.8 (0.7-5.1)	1.9 (1.0-6.5)	1.6 (0.6-14.0)
	Män	1.4 (0.6-4.6)	1.6 (0.3-6.4)	1.5 (0.5-7.0)	1.3 (0.4-4.9)	1.4 (0.4-6.4)	1.5 (0.7-4.9)

Ftalatmetaboliter							
MEP (µg/g kreatinin) ¹	Kvinnor	70 (9-621)	60 (11-584)	62 (12-1778)	88 (21-1570)	93 (19-1210)	76 (21-764)
	Män	21 (8-286)	25 (7-133)	21 (7-620)	74 (14-456)	49 (10-205)	45 (14-1029)
MnBP (µg/g kreatinin) ¹	Kvinnor	53 (25-231)	50 (27-142)	52 (21-202)	55 (32-120)	65 (33-165)	86 (33-173)
	Män	30 (18-48)	30 (10-68)	39 (23-102)	45 (22-118)	48 (22-120)	50 (28-142)
MBzP (µg/g kreatinin) ¹	Kvinnor	13 (4-63)	11 (5-50)	16 (3-65)	11 (3-38)	8 (2-38)	20 (5-115)
	Män	8 (3-19)	7 (2-117)	9 (3-53)	11 (4-32)	7 (1-37)	8 (4-27)
MEHP (µg/g kreatinin) ¹	Kvinnor	3 (1-37)	4 (2-10)	3 (1-12)	3 (1-11)	3 (1-10)	4 (1-28)
	Män	3 (1-14)	3 (0-10)	3 (1-13)	3 (1-9)	2 (1-5)	2 (0-8)
5-oh-MEHP (µg/g kreatinin) ¹	Kvinnor	16 (8-84)	17 (8-30)	16 (9-73)	19 (8-44)	20 (10-69)	27 (6-163)
	Män	13 (6-49)	13 (8-88)	16 (6-72)	15 (7-59)	15 (9-41)	17 (9-90)
5-oxo-MEHP (µg/g kreatinin) ¹	Kvinnor	9 (4-58)	10 (5-19)	9 (5-41)	10 (4-29)	11 (5-28)	13 (5-156)
	Män	7 (3-25)	7 (3-43)	7 (4-44)	8 (3-16)	8 (4-20)	9 (3-40)
5-cx-MEPP (µg/g kreatinin) ¹	Kvinnor	11 (6-79)	15 (7-31)	12 (7-56)	13 (7-29)	15 (7-37)	19 (8-206)
	Män	9 (4-34)	7 (3-44)	9 (5-61)	10 (5-38)	10 (4-53)	12 (6-52)

7-oh-MMeOP (µg/g kreatinin) ¹	Kvinnor	5 (2-121)	9 (3-28)	7 (2-61)	7 (2-103)	7 (2-24)	6 (2-19)
	Män	4 (2-45)	8 (2-188)	7 (2-49)	7 (2-19)	6 (1-50)	7 (2-55)
7-oxo-MMeOP (µg/g kreatinin) ¹	Kvinnor	3 (1-36)	4 (1-11)	4 (1-22)	2 (1-62)	3 (1-7)	3 (1-7)
	Män	1 (1-17)	2 (1-61)	2 (1-15)	3 (1-9)	2 (1-17)	3 (1-14)
7-cx-MMeHP (µg/g kreatinin) ¹	Kvinnor	8 (2-185)	10 (4-43)	8 (3-110)	8 (3-101)	11 (3-34)	7 (3-25)
	Män	5 (2-96)	8 (3-167)	6 (2-64)	10 (2-26)	7 (2-37)	11 (3-143)

PBDE		19-29 år	30-39 år	40-49 år	50-59 år	60-69 år	70-80 år
PBDE 28 (ng/kg) ²	Kvinnor	46 (17-275)	60 (6.2-631)	34 (2.3-107)	53 (0-181)	30 (13-150)	95 (53-115)
	Män	59 (0-103)	32 (0-857)	39 (17-2360)	46 (14-167)	65 (23-660)	72 (0-269)
PBDE 47 (ng/kg) ²	Kvinnor	514 (0-9940)	732 (0-2480)	376 (0-1550)	522 (0-3740)	233 (0-2900)	1270 (491- 2250)
	Män	1135 (0- 2180)	347 (2.6-11500)	339 (0-44600)	584 (58- 8770)	765 (72-10285)	512 (0-5710)
PBDE 66 (ng/kg) ²	Kvinnor	0 (0-19)	0 (0-121)	0 (0-0)	0 (0-24)	0 (0-4.4)	0 (0- 16)
	Män	0 (0- 13)	0 (0-0)	0 (0-296)	0 (0-1.4)	0 (0- 45)	0 (0-70)
PBDE 99 (ng/kg) ²	Kvinnor	89 (0-2210)	214 (0-1330)	89 (0-745)	82.75 (0-786)	29.2 (0-720)	142 (2.0-1500)
	Män	261 (0-632)	56 (0-1250)	86 (0-6070)	108 (0-2700)	150 (0-1950)	39 (3780)
PBDE 100 (ng/kg) ²	Kvinnor	186 (8.4-1200)	220 (21-635)	124 (0-402)	168 (35-939)	116 (26-901)	376 (196-617)
	Män	266 (91-540)	162 (23-1330)	176 (0- 3700)	263 (28-3140)	262 (54-1255)	232 (0-1460)
PBDE 138 (ng/kg) ²	Kvinnor	0 (0-40)	0 (0-2.1)	0 (0-91)	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-77)
	Män	0 (0-0)	0 (0-6.2)	0 (0-93)	0 (0-2.8)	0 (0- 338)	0 (0-0)
PBDE 153 (ng/kg) ²	Kvinnor	969 (314-3070)	957 (435-3370)	960 (522-1930)	1160 (508-3570)	1015 (316-1780)	1070 (718-1890)
	Män	1500 (853-2090)	2065 (659-6990)	1670 (804-4120)	1350 (1170-4590)	1885 (800-4160)	1330 (748-5330)
PBDE 154/BB-153 (ng/kg) ²	Kvinnor	130 (55-194)	188 (65-848)	189 (33-425)	306 (125-570)	302 (128-2850)	323 (202-532)
	Män	165 (76-276)	318 (106-527)	318 (200-5360)	380 (22-1300)	505(260-1335)	447 (203-1180)
PBDE 183 (ng/kg) ²	Kvinnor	63 (28-153)	59 (22-758)	48 (20-315)	65 (22-256)	47 (26-155)	97 (65-153)
	Män	57.95 (34-104)	73.5 (16-178)	105 (50-594)	101 (20-186)	66.35 (12-221)	72.3 (20-212)
PBDE 209 (ng/kg) ²	Kvinnor	1650 (115-34700)	956 (544-5050)	913 (325-77900)	834 (0-9010)	1260 (290-3060)	827 (263-1490)
	Män	714 (447-1360)	894 (564-2210)	1260 (589-64600)	869 (576-2730)	739 (303-2740)	934 (113-18700)
HBCD (ng/kg) ²	Kvinnor	0 (0-320)	98 (0- 13400)	0 (0-761)	0 (0-1900)	63 (0-12400)	221 (102- 1650)

	Män	29 (0-107)	78 (0-1300)	209 (0-2970)	184 (0-497)	208 (0-2315)	299 (0-76800)
--	-----	------------	-------------	--------------	-------------	--------------	---------------

¹Kreatininjusterade koncentrationer. Eftersom urinflödet kan inverka på urinhaltarna exkluderades individer med kreatininhalt ≤ 1 mmol/l (n=3).

²Fettviktsdata.

³Sju prover hade höga värden som ej kunnat bekräftas.

Antal individer per grupp:

PCB, fungicider, insekticider & metaboliter: Kvinnor; 19-29år (n=27), 30-39år (n=20), 40-49år (n=29), 50-59år (n=25), 60-69år (n=27), 70-80år (n=13),

Män; 19-29år (n=17), 30-39år (n=15), 40-49år (n=21), 50-59år (n=19), 60-69år (n=32), 70-80år (n=22).

Tungmetaller i blod: Kvinnor; 19-29år (n=29), 30-39år (n=21), 40-49år (n=34), 50-59år (n=26), 60-69år (n=29), 70-80år (n=16),

Män; 19-29år (n=20), 30-39år (n=17), 40-49år (n=24), 50-59år (n=23), 60-69år (n=34), 70-80år (n=24).

Tungmetaller i urin: Kvinnor; 19-29år (n=28), 30-39år (n=20), 40-49år (n=30), 50-59år (n=24), 60-69år (n=29), 70-80år (n=16), Män; 19-29år (n=20), 30-39år (n=17), 40-49år (n=24), 50-59år (n=22), 60-69år (n=32), 70-80år (n=24).

PFAA; Kvinnor; 19-29år (n=29), 30-39år (n=21), 40-49år (n=34), 50-59år (n=27), 60-69år (n=29), 70-80år (n=16), Män; 19-29år (n=20), 30-39år (n=17), 40-49år (n=22), 50-59år (n=20), 60-69år (n=33), 70-80år (n=24).

BPA och ftalater; Kvinnor; 19-29år (n=29), 30-39år (n=22), 40-49år (n=31), 50-59år (n=26), 60-69år (n=28), 70-80år (n=16), Män; 19-29år (n=20), 30-39år (n=17), 40-49år (n=24), 50-59år (n=22), 60-69år (n=34), 70-80år (n=24).

PBDE och HBCD: 19-29år (n=18), 30-39år (n=17), 40-49år (n=18), 50-59år (n=14), 60-69år (n=16), 70-80år (n=7), Män; 19-29år (n=6), 30-39år (n=12), 40-49år (n=16), 50-59år (n=9), 60-69år (n=20), 70-80år (n=17).

Referenser

Riksmaten vuxna - 2010-11. Livsmedels- och näringsintag bland vuxna i Sverige. Livsmedelsverket, 2012.

Bjermo H, Darnerud PO, Lignell S, Pearson M, Rantakokko P, Nälsén C, Enghardt Barbieri H, Kiviranta H, Lindroos AK, Glynn A. Fish intake and breastfeeding time are associated with serum concentrations of organochlorines in a Swedish population. *Environment International*, 2013;51:88-96.

Barany E, Bergdahl IA, Schutz A, Skerfving S, Oskarsson A. Inductively coupled plasma mass spectrometry for direct multi-element analysis of diluted human blood and serum. *Journal of analytical atomic spectrometry*, 1997;12:1005-1009.

Lindh CH, Rylander L, Toft G, Axmon A, Rignell-Hydbom A, Giwercman A, Pedersen HS, Goalczyk K, Ludwicki JK, Zvyezday V, Vermeulen R, Lenters V, Heederik D, Bonde JP, Jonsson BA. Blood serum concentrations of perfluorinated compounds in men from Greenlandic Inuit and European populations. *Chemosphere* 2012;88:1269-1275.

Mazzachi BC, Peake MJ, Ehrhardt V. Reference range and method comparison studies for enzymatic and Jaffé creatinine assays in plasma and serum and early morning urine. *Clinical Laboratory* 2000;46:53-55.

Sandborgh-Englund G, Elinder CG, Langworth S, Schutz A, Ekstrand J. Mercury in biological fluid after amalgam removal. *Journal of Dental Research* 1998;77:615-624.