

Miljögifter i blod från Margot Wallström och Jytte Guteland

EN SAMMANFATTNING AV ANALYSRESULTATEN

Åke Bergman*, professor vid Stockholm och Örebro universitet och koordinator för Swaccs
Anna Kärrman**, docent vid Örebro universitet



Resultat i korthet

Det är relativt enkelt att analysera persistenta organiska miljöföroreningar som PCB och DDE i blod från människor men avsevärt svårare med flera andra persistenta organiska miljöföroreningar (POP). Det gäller särskilt klorparaffiner. Samtidigt kan vi konstatera att det inte finns en kontinuerlig övervakning av POPs i blod hos den svenska befolkningen.

Halter av POPs i modersmjölk har dock följts över tid, då bland annat för en rad klorerade och bromerade kemikalier. Genom dessa övervakningsprogram ser vi idag att halterna av de POPs som förbjudits eller kraftigt reglerats visar på en nedåtgående trend i Sverige. Det gäller PCB, DDT, Dioxiner o.s.v. **Förbud gör skillnad.**

Nu, ett halv-sekel efter att DDT och PCB hotade människors hälsa och djurlivets välbefinnande förekommer andra miljöföroreningar i halter som påminner om dom vi hade för 50 år sedan för just DDT och PCB. Det gäller grupperna PFAS (per- och polyfluoralkylsubstanser) och klorerade paraffiner som redovisas i de analyser vi gjort i blod från Margot Wallström och Jytte Guteland.

Bakgrund



Margot Wallström

Jytte Guteland

Margot Wallström, då utrikesminister, och Jytte Guteland, EU-parlamentariker för Socialdemokraterna, kontaktade professor Åke Bergman för att undersöka möjligheten att analysera sitt blod med avseende på innehåll av olika miljögifter.

Under en pressträff i maj 2019 talar Margot, Jytte och Åke brett om problematiken kring miljögifter och Margot och Jytte ger på plats blod för analys. Samtalet webbsändes och finns att titta på, i sin helhet, [här](#). En kortare version finns också tillgänglig [här](#).

Genomförande och omfattning

De kemiska analyserna omfattade 29 fluorerade miljöföroreningar (PFAS) samt de historiskt sett viktiga ämnena DDE (huvudsaklig omvandlingsprodukt från DDT), 14 PCB:er, BDE-47 (ett enskilt ämne i gruppen polybromerade difenyletrar bland bromerade flamskyddsmedel), trans-nonaklor, transklordan, hexaklorbensen och oktaklordibenso-p-dioxin (OCDD). Vidare så omfattade analyserna klorerade paraffiner (CP), vilka aldrig tidigare analyserats i blod från personer i Sverige. CP har tidigare analyserats i svensk modersmjölk.

Sammanställningen och presentationen av haltdata har gjorts av Åke Bergman, som även ansvarat för den första delen i provbearbetningen. Anna Kärrman och medarbetare har genomfört samtliga analyser förutom de för CP, vilka Dr. Bo Yuan vid Stockholms universitet har genomfört.

* ake.bergman@aces.su.se ** anna.karrman@oru.se



MARGOT WALLSTRÖM - EN JÄMFÖRELSE 2003 & 2019

Resultatet av de kemiska analyserna av flera PCB:er, DDE samt trans-nonaklor redovisas i diagram 1, där jämförelse sker med halterna som rapporterades i Margot Wallströms blod 2003, då hon provtogs och analyserades första gången. Tyvärr misslyckades analysen av hexaklorbensen (HCB) 2019 p.g.a. ett bakgrundsproblem. Däremot redovisas halten trans-nonaklor som inte analyserades 2003.

Resultaten visar att halterna av de traditionella miljögifterna i Margot Wallströms blod är näst intill identiska 2003 och 2019. Margot Wallström uppvisar en för hennes generation typisk bild och i halter som är vanligt förekommande. Analyserna visar att dessa kroppsfrämmande ämnen är mycket stabila (persistenta).

Halterna för reglerade POP:s minskar över tid

I diagrammen nedan redovisas trender i halterna för en PCB (CB-153) och för DDE i modersmjölk från ammande kvinnor i Stockholm. Diagrammen nedan har tagits fram av Professor emeritus Anders Bignert. Se vidare Nyberg et al. 2017.

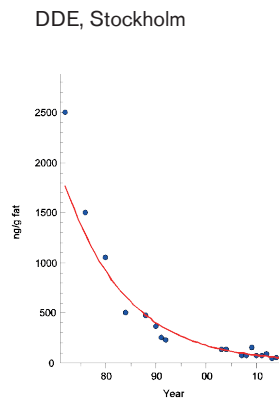
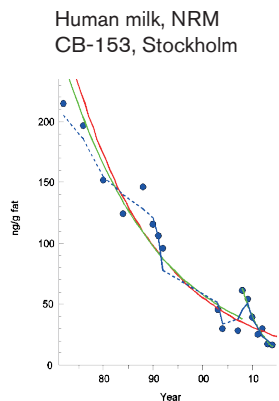


DIAGRAM 1

Halter av persistenta organiska miljöföroreningar i Margot Wallströms blod 2003 och 2019

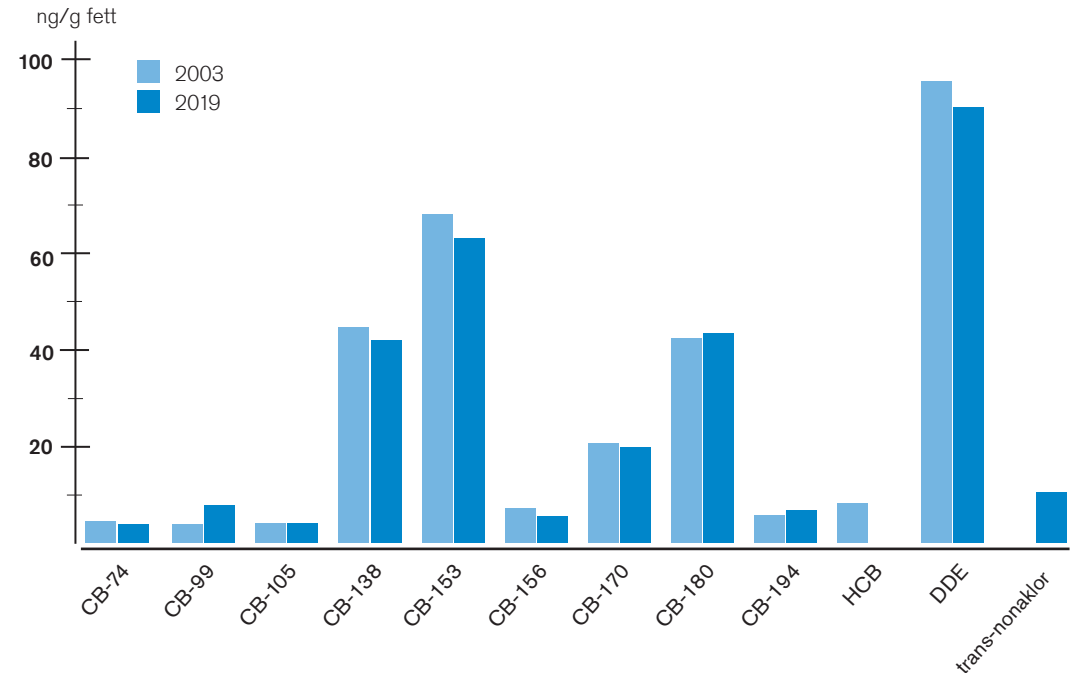


Diagram 1. Halter (ng/g fett i plasma) av polyklorerade bifenyler (PCB), två klorerade bekämpningsmedel; den mest stabila DDT-relaterade substansen, DDE, som är en omvandlingsprodukt av DDT och trans-nonaklor. Samtliga angivna ämnen är POP:s enligt Stockholmskonventionen (läs vidare [här](#)).

Referens: Nyberg et al. 2017. Monitoring of POPs in human milk from Stockholm and Gothenburg, 1972-2015. Report 9:2017. Swedish Museum of Natural History.



MARGOT WALLSTRÖM & JYTTE GUTELAND 2019

PCB OCH DDE

Halterna som Jytte Guteland uppvisar i sitt blod av de enskilda PCB:erna och "summa PCB" är ungefär 20% av de halter som Margot Wallström har. Halterna framgår av diagram 2, här under. För DDE är skillnaden något större. När det gäller DDE har Margot 86 ng/g fett i plasma medan Jytte har 14 ng/g fett.

Jytte uppvisar halter som är aningen lägre än vad de gravida kvinnorna som ingår i den värmländska SELMA-kohorten uppvisar. Jyttes halter stämmer också bra med halter i svensk modersmjölk (jämför halttrenderna som visas på sid 2).

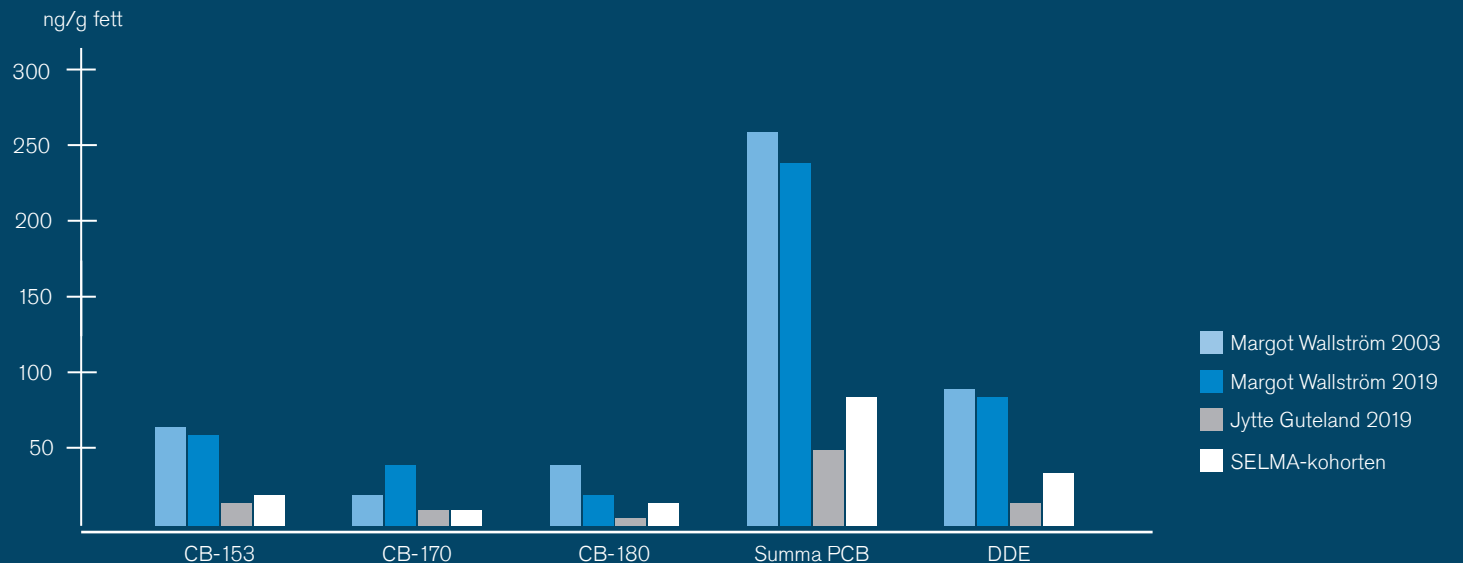
Kort om SELMA-kohorten

Värmländska gravida kvinnor rekryterades 2007-2009 för att ingå i en studie om kvinnors exponering för kemikalier med betydelse för avkomman. Över 2300 gravida kvinnor rekryterades. Deras blod och urin samlades in under graviditeten och har analyserats för en rad miljöföroreningar. Deras barns utveckling har sedan följts under tiden fram till idag och fortsätter. Här används analysdata från kvinnorna för att jämföra med halterna i blod från Margot Wallström och Jytte Guteland. Mer om kohorten och projektet finns att läsa på selmastudien.se.

Diagram 2 visar de halter (ng/g fett i plasma) av några enskilda PCB:er, totalt PCB samt DDE som bestämts i blodet från Margot Wallström och Jytte Guteland. Halterna jämförs med de som de gravida kvinnorna i SELMA-kohorten uppvisade vid provtagning för cirka 10 år sedan.

DIAGRAM 2

Halter av PCB och DDE i Margot Wallströms och Jytte Gutelands blod 2019





Klorparaffiner (CP)

Margot
Wallström

Jytte
Guteland

Idag analyseras CP i tre grupper (SCCP, MCCP och LCCP, se vidare faktarutan på sid 6) och sammantaget, "summa CP".

I diagram 3 till höger framgår att halterna av "summa CP" är 1400 och 1000 ng/g fett i plasman för Margot Wallström respektive Jytte Guteland, på vad som benämns som fettviktsbas. Detta motsvarar 1.4 resp. 1.0 ppm.

Analyserna av klorparaffiner har skett enligt gängse uppdelning i SCCP, MCCP och LCCP (korta, medellånga resp. långa kolkedjor) i diagram 4 för Margot Wallström och diagram 5 för Jytte Guteland. Av denna redovisning framgår att SCCP är dominerande i båda två följt av MCCP och att LCCP utgör endast en låg andel av summa CP. Intressant är att vi också finner en grupp CP som har mycket korta kolkjedelängder. Dessa anges som vSCCP vilket står för "mycket kortkedjiga CP". Skillnaderna mellan de båda kvinnorna kan kanske tolkas som att förbudet för SCCP har en påverkan genom att SCCP kommit att ersättas med produkter som innehåller MCCP i större utsträckning än tidigare.

Koncentrationer av miljöföroreningar i ppm-nivå är anmärkningsvärt höga och i nivå med de halter som som uppmättes av PCB och DDE för 50 år sedan. Halterna är dock lägre än vad som rapporteras i blod från personer i Kina (Li m.fl. 2017).

Diagram 3 redovisar halterna (ng/g fett) av klorparaffiner i blodet hos Margot Wallström och Jytte Guteland. Halterna jämförs med de som uppmättes av summa-PCB och DDE hos de båda kvinnorna.

Diagram 4 och 5 visar fördelningen av de olika grupperna av klorparaffiner i blodet från Margot Wallström respektive Jytte Guteland. Cirkeldiagrammen redovisar den relativa delen av SCCP, MCCP, LCCP och vSCCP.

DIAGRAM 3

Halter av klorparaffiner i jämförelse med PCB och DDE

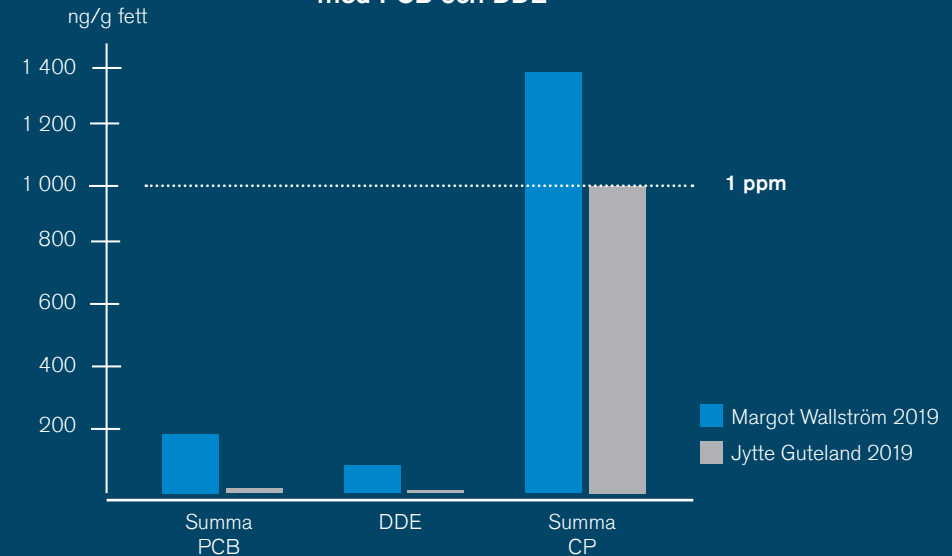
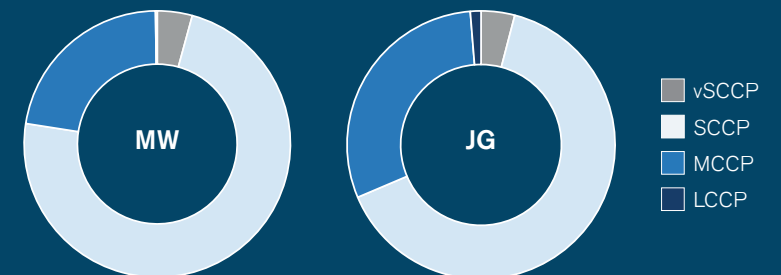


DIAGRAM 4 OCH 5

Fördelning klorparaffiner för Margot Wallström (MW) och Jytte Guteland (JG)





Margot
Wallström



Jytte
Guteland

Per- och polyfluoralkylsubstanser (PFAS)

Halterna av PFAS redovisas i diagram 6 (ämnen som slutar på "S" och "A" är sulfonsyror respektive karboxylsyror). Genom att PFAS inte är en traditionell POP med hög löslighet i fett så rapporteras här halterna i enheten ng/ml plasma. "Tot-PFOS" är de sammanlagda halterna av fem varianter (isomerer) av PFOS. Näst högsta halten av PFAS kommer från ämnet PFOA, följt av PFNA och PFHxS. Flera av de analyserade PFAS var under detektionsgränsen för respektive ämne, andra uppvisade enbart mycket låga koncentrationer.

Margot Wallström uppvisar de högsta halterna av PFAS genomgående med "Tot-PFOS" på ca 14 ng/ml vilket är fem gånger mer än vad Jytte Guteland har av denna kemikalie i blodet. Största skillnaden i halter av PFAS står PFOA för, där är skillnaden näst intill tio gånger mer hos Margot Wallström än hos Jytte Guteland.

Skillnaderna är dock olika för olika PFAS hos de båda kvinnorna med en dominans för 2-5 gånger högre halt hos Margot Wallström jämfört med Jytte Guteland.

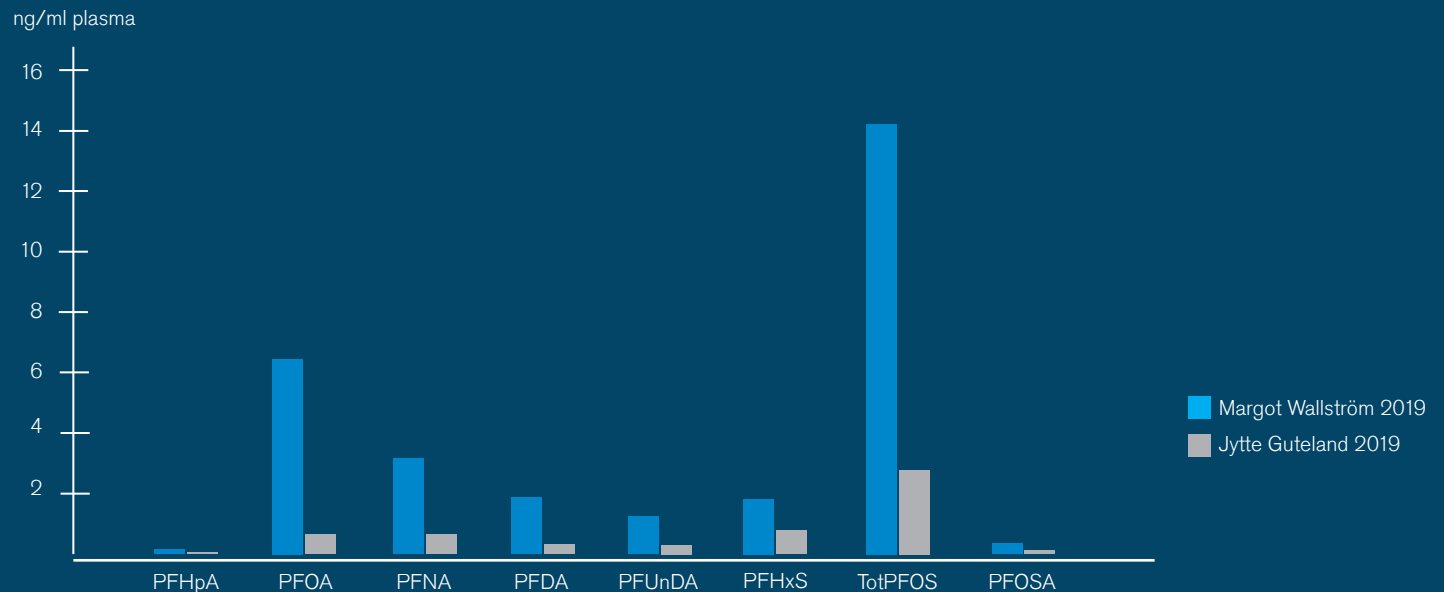
Analysresultaten för PFAS i blodet från de båda kvinnorna följer det mönster vi är välbekanta med även om de faktiska halterna skiljer sig åt.

Exponeringen kan se olika ut för olika individer. Födan är den grundläggande källan för PFAS men dricksvatten och inomhusmiljön kan ibland vara lika betydelsefulla exponeringsvägar. Därför är det svårt att spekulera i skillnaden mellan två individer. Generellt sett ses en sjunkande trend för PFOS och PFOA som ett resultat av regleringar och utfasning. Exponeringen blir alltså mindre men substanserna är långlivade och responsen (sjunkande intern exponering) kan synas tydligare för yngre personer.

Diagram 6 visar halter av PFAS för vilka kvantifiering av ämnena kunnat göras. Ett undantag finns i tot-PFOS som är den sammanlagda koncentrationen av fem varianter av PFOS. Halterna redovisas i ng/ml plasma.

DIAGRAM 6

Halter av PFAS i Margot Wallströms och Jytte Gutelands blod 2019





FAKTA I KORTHET

	PCB & DDE	KLORPARAFFINER (CP)	PER- OCH POLYFLUORALKYL-SUBSTANSER (PFAS)
ANVÄNDNING	<p>DDE är en nedbrytningsprodukt från DDT som är ett insektsgift som användes storskaligt mellan 1940- och 1970-talet. Fortfarande i dag används det i vissa länder för malariabekämpning.</p> <p>PCB är industrikemikalier med många olika användningsområden, exempelvis i kondensatorer, transformatorer, fogmassor, målarfärg, pappersmassa m.m.</p>	<p>CP utgörs av korta, medellånga och långa alkaner med kolkedjor som är klorerade till olika grad. Grupperna benämns efter kolkedjelängd som SCCP, MCCP respektive LCCP. CP tillverkas i ca 2 miljoner ton årligen med Kina som den största producenten men också Indien är en stor producent.</p> <p>Teoretiskt kan ca en miljard olika strukturer av CP bildas vid klorering av paraffiner med 10-30 kolatomer i kedjorna, förutsatt att man inte tillåter mer än en kloratom per kol. För PCB är motsvarande siffra 209.</p> <p>Klorparaffiner har en mycket bred användning. Användningsområdena är som mjukgörare i polymerer, som flamskyddsmedel och dom förekommer även i skärvätskor för metall, PVC, tätningsmassor, textilier och läderprodukter.</p>	<p>Per- och polyfluorerade alkylsubstanter (PFAS) utgörs av upp mot 5000 olika kemiska ämnen. Ämnena har använts/ används i brandsläckningsskum, textil- och läderimpregnering, livsmedelsförpackningar, bekämpningsmedel, kosmetika, m.m.</p>
EGENSKAPER	<p>DDT omvandlas relativt snabbt till DDE. Omvandlingsprodukten DDE, liksom PCB, är en stabil och fettlöslig förening som är mycket svår att bryta ner. De finns därför kvar i miljön och i kroppen under lång tid trots att användningen har varit begränsad sedan 1970-talet. Ämnena koncentreras i näringskedjan och återfinns i högst halter i vattenlevande predatorer. DDE är reproduktionsstörande för fåglar och kan också ge förtidig födsel samt låg födelsevikt hos däggdjur.</p> <p>PCB kunde kopplas till nedsatt fortplantning hos sälar och minskar hos människor har fosterskador och nervskador kopplats till hög exponering av PCB. Både DDE och PCB är dokumenterade hormonstörande kemikalier (UNEP/WHO 2013).</p>	<p>CP är mycket lipofila (fettlösliga) och har hög kemisk stabilitet. CP är bioackumulerande och genomgår långväga transporter i miljön. SCCP är den CP som är mest studerad men mer data kommer nu också för MCCP och LCCP.</p> <p>CP är giftiga för vattenlevande organismer, dom graderas som "möjlig cancerframkallande" för människa och sköldkörtel, lever och njurar är identifierade målorgan. MCCP tycks visa högre toxicitet än SCCP.</p> <p><i>Läs mer om CP och deras toxicitet i miljön och för människor i exempelvis El-Sayed Ali, Y.; Legler, J., Overview of the Mammalian and Environmental Toxicity of Chlorinated Paraffins. In Handb Environ Chem, Boer, J., Ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 2010; Vol. 10, pp 135-154.</i></p>	<p>PFAS är extremt stabila, och fullständigt fluorerade ämnen (perfluorerade) bryts i princip aldrig ned under naturliga förhållanden. Inom PFAS-gruppen återfinns både kraftigt biokoncentrerade ämnen, som återfinns i höga halter högt upp i näringskedjan, och mycket vattenlösliga ämnen som är rörliga i naturen och kontaminerar grundvattnet.</p> <p>Flertalet PFAS lagras i kroppen och elimineras mycket långsamt. Studier visar att de kan påverka fetttsyrametabolismen och levern, orsaka minskad födelsevikt och minska immunsvaret efter vaccination.</p> <p>PFOA misstänks dessutom vara cancerframkallande. PFAS kan även föras över till foster och spädbarn via moderkakan och modersmjölken. Såväl PFOS som PFOA är hormonstörande kemikalier (UNEP/WHO 2013)</p>
LAGSTIFTNING	<p>DDT är förbjuden i stora delar av världen och är upptagen på Stockholmskonventionen, men undantag ges till hårt malariadrabade områden. PCB förbjöds i Sverige år 1972 med vissa undantag men är sedan 1995 helt förbjuden. Även PCB finns på Stockholmskonventionen. Idag har vi kostrekommendationer från Livsmedelsverket som säger att barn, ungdomar och kvinnor i barnafödande ålder inte bör äta viss fisk oftare än två till tre gånger per år, delvis på grund av höga halter PCB.</p>	<p>SCCP är upptagen som en POP under Stockholmskonventionen med avsikt att eliminera SCCP från att kontaminera miljön men regleringen innehåller en rad undantag. Inom EU gäller reglering av SCCP (Commission Regulation (EU) 2015/2030) som avser nyproduktion, handel med SCCP, samt blandningar som innehåller >1% SCCP liksom artiklar som innehåller >0.15% SCCP. Varken MCCP eller LCCP är inte reglerade, varken genom Stockholmskonventionen eller via REACH.</p>	<p>De mest studerade PFAS är PFOS och PFOA. PFOS är sedan 2008 förbjuden inom EU med vissa undantag. PFOA är också upptagen på FN:s lista över POP:s (Stockholmskonventionen). PFOA blir förbjudet inom EU 1 juli 2020. För övriga PFAS finns i dagsläget inga restriktioner men ett ökat antal studier pekar på att ytterligare restriktioner är att vänta. Livsmedelsverket har av försiktighetsprincip inkluderat 11 st PFAS i riktlinjerna för dricksvatten, trots att effekterna av de flesta ämnena är till stor del okänd.</p>



Analyserade ämnen

Följande ämnen analyserades i plasma från Margot Wallström och Jytte Guteland. I de fall de inte nämns i rapporteringen i övrigt har dessa ämnen varit under kvantifieringsgränsen eller inte detekterbara.

Organiska klorpesticider (OCPs)

1,1-Bis-(4-klorfenyl)-1,1-dikloreten (p,p'-DDE som i föreliggande dokument refereras till som DDE); Hexaklorbensen (HCB); cis-chlordane; trans-chlordane; trans-nonachlor.

Bromerade flamskyddsmedel

En polybromerad difenyleter, 2,2',4,4'-tetrabromdifenyleter (BDE-47).

Dioxiner

Oktaklordibenso-p-dioxin (OCDD).

Polyklorerade bifenyler (PCB)

PCB har naturligtvis fullständiga kemiska namn men förkortningarna som anges här är gängse vedertagna utan att behöva skrivas ut med fullständiga namnen.

Följande PCB-kongener analyserades: CB-74, CB-99, CB-118, CB-105, CB-153, CB-138, CB-156, CB-157, CB-180, CB-170, CB-189, CB-194, CB-206 och CB-209.

Klorerade paraffiner (CP)

CP kan inte analyseras substansspecifikt utan delades in i följande grupper för kemisk analys: Mycket kortkedjiga CPs (vSCCPs) (C6 till C9); kortkedjiga CPs (SCCP), (C10 till C13); medellånga CPs (MCCPs), (C14 till C17) och långa CPs (LCCPs), (C > 17).

Per- och polyfluorerade alkylsubstanser (PFAS) (namnen ges på engelska)

Alkylsulfonsyror: Perfluorobutane sulfonic acid (PFBS); Perfluoropentane sulfonic acid (PFPeS); Perfluorohexane sulfonic acid (PFHxS); Perfluoroheptane sulfonic acid (PFHpS); Perfluorooctane sulfonic acid (PFOS); Perfluorononane sulfonic acid (PFNS); Perfluorodecane sulfonic acid (PFDS); Perfluorododecane sulfonic acid (PFDoS). Dessutom de olika PFOS-varianterna: dimetyl-, 3/4/5-, 6/2-, 1-, och L-PFOS som tillsammans utgör TotPFOS.

Karboxylsyror: Perfluorobutanoic acid (PFBA); Perfluoropentanoic acid (PFPeA); Perfluorohexanoic acid (PFHxA); Perfluoroheptanoic acid (PFHpA); Perfluorooctanoic acid (PFOA); Perfluorononanoic acid (PFNA); Perfluorodecanoic acid (PFDA); Perfluoroundecanoic acid (PFUnDA); Perfluorododecanoic acid (PFDoDA); Perfluorotridecanoic acid (PFTrDA); Perfluorotetradecanoic acid (PFTDA); Perfluorooctadecanoic acid (PFOcDA).

Fluortelomersulfonsyror: 6:2 Fluortelomer sulfonic acid (6:2 FTSA); 6:2 Fluortelomer sulfonic acid (4:2 FTSA); 8:2 Fluortelomer sulfonic acid (8:2 FTSA). Dessutom analyserades Perfluorooctanesulfonamide (PFOSA).

Analysmetodik

Organiska klorpesticider samt PCB, OCDD och BDE-47 har analyserats enligt den metod som Stubleski m.fl. 2018 publicerat. Analysinstrumenteringen som användes var en APGC-MS/MS (APGC-TQ-S, Waters Corporation)

Klorparaffinerna, uppdelade i vSCCP, SCCP, MCCP och LCCP har analyserats enligt de metoder som beskrivs för de olika stegen i analysarbetet som finns publicerade av Fängström m.fl. 2002; Hovander m.fl. 2002 samt av Du m.fl. 2018. Analysinstrumentet som användes var en APCI-Orbitrap-MS or APCI-HRMS (Q Exactive, Thermo Fisher Scientific, San Jose, USA). Kvantifieringen har utförts på det sätt som beskrivs i publikationen från Bogdal m.fl. 2015.

PFAS-analyserna har utförts enligt Salihovic m.fl. 2013., med en UPLC-MS/MS (UP-LC-TQ-S, Waters Corporation).

Referenser till använda metoder i det kemiska analysarbetet

Bogdal, C., Alsberg, T., Diefenbacher, P. S., MacLeod, M. and Berger, U., (2015), Fast quantification of chlorinated paraffins in environmental samples by direct injection high-resolution mass spectrometry with pattern deconvolution, *Analytical chemistry*, **87**, (5), 2852-60.

Du, X., Yuan, B., Zhou, Y., Benskin, J. P., Qiu, Y., Yin, G. and Zhao, J., (2018), Short-, Medium-, and Long-Chain Chlorinated Paraffins in Wildlife from Paddy Fields in the Yangtze River Delta, *Environmental Science & Technology*, **52**, (3), 1072-1080.

Fängström, B., Strid, A., Grandjean, P., Weihe, P. and Bergman, Å., (2002), Hydroxylated PCB metabolites and PCBs in serum from pregnant Faroese women, *Environ. Health Perspect.* **110**, 895-899.

Hovander, L., Malmberg, T., Athanasiadou, M., Athanassiadis, I., Rahm, S., Bergman, Å., and Klasson Wehler, E., (2002), Identification of hydroxylated PCB metabolites and other phenolic halogenated pollutants in human blood plasma, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **42**, 105-117.

Salihovic, S., Kärrman, A., Lindström, G., Lind, PM., Lind, L. and van Bavel, B., (2013), A rapid method for analysis of PFAS including structural PFOS isomers in human serum using 96-well plate column-switching UPLC-MS/MS, *Journal of Chromatography A*, **1305**, 164-170.

Stubleski, J., Kukucka, P., Salihovic, S., Lind, PM., Lind, L. and Kärrman, A., (2018), A method for analysis of marker persistent organic pollutants in low-volume plasma and serum samples using 96-well plate solid phase extraction, *Journal of Chromatography A*, **1546**, 18-27.