

Insamling och kemisk analys av miljöföroreningar i svensk modersmjölk - Resultat från 2008-2010

Rapport till Naturvårdsverket – 2010-11-24

(Överenskommelse/Avtal Nr. 215 0707 samt 215 0709),

Åke Bergman¹, Lotta Hovander¹, Maria Sundström¹, Ioannis Athanassiadis¹, Maria Athanasiadou¹, Gerd Sällsten², Anders Bignert³ och Elisabeth Nyberg³

¹ Institutionen för material- och miljökemi, Stockholms universitet, 106 91 Stockholm

² Avdelningen för arbets- och miljömedicin, Institutionen för medicin, Göteborgs universitet, 413 46 Göteborg

³ Enheten för miljögiftsforskning, Naturhistoriska riksmuseet, Box 50007, 405 05 Stockholm

Sammanfattning

Projekten, såsom det först formulerades, avsåg insamling av mjölkprover från mödrar boende i Stockholm, Göteborg, Lund respektive Umeå. Redan första året visade det sig svårt att få in prover från samtliga platser varför provinsamlingen 2008 -2010 koncentrerades till Göteborg och Stockholm. Prover från dessa städer har levererats till Naturhistoriska riksmuseet för dokumentering, preparering och lagring. Såväl individuella prover som poolade sådana har analyserats med avsikt att särskilt studera prover från Göteborg på individuell basis. Proverna för 2008 inkluderade 10 individuella prover och fyra homogenat och för prover från 2009/2010, 19 individuella prover samt två homogenat. De kemiska ämnen som analyserades tillhör följande klasser av miljöföroreningar: organiska klorpesticider, polyklorerade bifenyler (PCB) samt polybromerade difenyletrar (PBDE). Antalet enskilda analyter har i första hand avgjorts av ämnenas förekomst i proverna, men de som rapporteras är ett drygt 20-tal ämnen (se nedan).

Den i särklass viktigaste miljöföroreningen bland de som här studeras är 4,4'-DDE. Den förekommer i halter mellan 20 och 130 ng/g fett, 2008-2010 i Göteborg medan halten i homogenat från 2007 låg på ca. 185 ng/g fett. I Stockholmsmödrarnas mjölk från 2008 låg halten på 70-80 ng/g fett men 2009/2010 var halten uppe i ca. 150 ng/g fett. De senare värdena ligger i paritet med observerade halter 2003, 2004 och 2007. Variationen är sådan att det inte ter sig finnas någon trend i haltutvecklingen mellan åren. Inte heller någon geografisk trend tycks förekomma, men fördjupade analyser av dessa data krävs för att säkerställa de statistiska observationerna. Övriga klororganiska bekämpningsmedel, inkl. hexaklorbensen (HCB) förekommer i halter som är <10% av 4,4'-DDE. De dominerande PCB-kongenerna är CB-138, -153 och -180 men dessa förekommer i halter som är lägre än 50% av det som 4,4'-DDE förekommer i. Flertalet PCB-konger förekommer i sub-10 ng/g fett-halter i modersmjölken oavsett ursprungsstad (Göteborg eller Stockholm). ΣPCB-halten ligger i nivå med koncentrationen av 4,4'-DDE. Koncentrationerna av polybromerade difenyletrar (PBDE) är låga. De enskilda PBDE-kongenerna har mestadels halter på under 1 ng/g fett. BDE-209 förekommer mycket sällan i kvantifierbar halt i modersmjölken. Av lägre bromerade difenyletrar dominerar fortfarande BDE-47.

Utanför kontraktet tillförs här också data för halter och trender av polyfluorerade kemikalier i modersmjölk från Stockholm 1972 till 2008. De ämnen som analyserats i modersmjölken är perfluorooktansulfonat (PFOS), perfluorohexansulfonat (PFHS) samt perfluorooktansyra (PFOA). Resultaten redovisar entydigt ämnenas uppåtgående trend fram till omkring 2000 varefter koncentrationerna faller.

Bakgrund

Persistenta organiska miljöföroreningar (POPs) definieras enligt Stockholmskonventionen som ämnen vilka är persistenta, bioackumulerande, toxiska och som kan transporteras över långa avstånd (Stockholm Convention 2009; UNEP 2001). Under 2010 har till de tidigare 12 miljöföroreningarna vilka klassats som POPs, nu adderats ytterligare nio ämnen/ämnesklasser (Stockholm Convention 2009). Hit räknas sedan augusti, 2010, β -HCH och två huvudgrupper av PBDE (tetraBDE-octaBDE). Både β -HCH och PBDE har ingått i den miljöövervakningsansats som ingår i här rapporterat projekt. Övriga POPs som analyseras inom ramen för detta projekt är HCB, transnonaklor, DDT, PCB samt decaBDE. Dessutom har analyser av vissa polyfluorerade ämnen genomförts, däribland PFOS och PFOA.

Den svenska miljöövervakningen inleddes omkring 1970 men denna koncentrerades till några selekterade vertebrater, dock inte människa. Vad gäller människor boende i Sverige finns ännu inte någon övergripande strategi för övervakning av kemikalieexponering. Dock inledde Dr. K. Norén (KI) analyser av persistenta organiska miljöföroreningar i modersmjölk på eget initiativ redan 1970. Hon har i en serie vetenskapliga arbeten studerat olika miljögifter och deras metaboliters ackumulation i bröstmjölk (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). Den provsamling som etablerats överfördes till Inst. för mjölkemi, Stockholms universitet och till Miljöprovbanken vid Naturhistoriska riksmuseet vid Norén's pensionering. Föreliggande projekt är ett försök att säkerställa fortsatt provtagning och analys av miljögifter i modersmjölk.

Modersmjölk har visats vara en utmärkt matris för miljögiftsövervakning av POP. Detta beroende på tillgång av goda volymer material liksom att halten fett är relativt hög såvida inte provinsamlingen baseras på den första alikvoten mjölk vid pumpnings-/provtagningstillfället som innehåller en lägre fettprocent än den mjölk som kommer mot slutet av en amning (pumpning). Arbeten med human mjölk sker idag runt om i världen idag. En nyligen publicerad översiktsartikel, vad avser PBDE-halter och trender, sammanfattar data för PBDE i bl.a. modersmjölk (Frederiksen et al. 2009). Några ytterligare studier av relevanta POPs i modersmjölk med publicering under 2010 kommer från en rad länder globalt (Darnerud et al. 2010; Dunn et al. 2010; Roosens et al. 2010; Schecter et al. 2010; Sun et al. 2010).

Syften

Syftet med uppdragsdel 1 (215 0707) har gällt att fortsätta insamlingen av modersmjölk och att utöka insamlingen med mjölk från mödrar bosatta på andra orter i Sverige än enbart Stockholm. Avsikten har varit att de modersmjölksprover som samlas in ska lämnas till Miljöprovbanken vid Naturhistoriska riksmuseet där de dokumenteras, iordningställs och lagras under optimala förhållanden. Syftet har vidare varit att säkerställa att prover ska komma att finnas tillgängliga för analys inom ramen för Naturvårdsverkets miljöövervakningsprogram i framtiden. Nedanstående riktlinjer har givits, d.v.s. urvalskriterierna för mjölk från mödrar i programmet är:

- Kvinnans ålder (25-35 år)

- Födda barn; d.v.s. är modern förstföderska, mor till barn 2, 3, etc. Observera, mjölken skall till största delen (> 75 % av det totala antalet mödrar) komma från förstföderskor
- Icke-rökare (förutsättning)
- Född och uppvuxen i Sverige (förutsättning)
- Provtagningsstid: Två (2) veckor efter, upp till 3 månader efter barnets födelse.

Kvinnans ålder: För att göra det möjligt att samla tillräckligt antal prover som uppfyller kriterierna ges ett åldersspann om 10 år.

Varför förstföderskor: Amning är en utsöndringsväg för fettlösliga miljöföroreningar. Miljöföroreningarna som också transporteras tillsammans med andra näringsämnen till fostret, passerar placentan och överförs till fostret. Studier har visat samband mellan halt av fettlösliga kemikalier i modersmjölken och antal barn som en kvinna har fött. Vi har valt förstföderskor för att ha jämförbara prover med så liten spridning som möjligt p.g.a. olika antal havandeskaps och amningsperioder.

Varför födda och uppvuxna i Sverige: Vi önskar ha en så homogen provgrupp som möjligt för att beskriva miljöföroreningssituationen i Sverige. Därmed kan vi inte ha mödrar med annan bakgrund än svensk eftersom andra mödrar kommer att redovisa miljöföroreningsskildern i det land där hon levtt tidigare. Problemet uppkommer genom de långa halveringstider många miljöföroreningar uppvisar.

Varför provtagning från 2 veckor - 3 månader: Mjölakens sammansättning varierar med tid för amningen. För att minska spridningen i analysresultat som beror av denna faktor begränsas provtagningsstiden på detta sätt.

Syftet med uppdragsdel 2 (215 0709) har varit att 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. De ämnen, ämnesklasser, som avsågs studeras under den givna perioden, 2007 – 2009, var organiska klorpesticider, PCB samt bromerade flamskyddsmedel, PBDE.

Metoder: Planerad samt verklig omfattning av provinsamling och Analys, samt genomförande

Provinsamling: Insamling och överföring av prover till Miljöprovbanken föreslogs ske en gång per år. Tjugo prover á minst 50 ml samlas in eller köpes (gäller Stockholm) varje år. Information tillgänglig för de prover som insamlas avser kvinnans ålder samt säkerställande av att hon är icke-rökare (förutsättning för provinsamling). Minst 75 % av proverna bör komma från förstföderskor. Medelåldern för de kvinnor från vilka prover samlas in bör ligga på 30-31 år. Kvinnorna ska vara födda och bosatta i Sverige. Ett protokoll för kriterierna att välja mödrar har utarbetats. Insamling av prover avsågs ske i Stockholm, Göteborg, Lund och Umeå men redan efter första årets insamlingsförsök stod det klart att Umeå inte kunde ta på sig att få fram modersmjölksprover enligt ovanstående önskemål. Vidare visade det sig att inte heller Lund klarade att leverera prover enligt önskemål. Kvar stod möjligheten att få tillgång till prover från Göteborg respektive Stockholm. Klart enklast har det varit att genom inköp erhålla avsedd mängd prover från Stockholm, en möjlighet som inte bjuds någon

annanstans i landet. Proverna 2008 levererades direkt till Institutionen för miljökemi (nu Institutionen för material- och miljökemi (MMK)), Stockholms Universitet medan proverna för 2009/2010 hämtades/levererades direkt till Enheten för miljögiftsforskning vid NRM.

Tjugo prover för analys av polyfluorerade kemikalier i modersmjölk erhöles efter ansökan till miljöprovbanken för åren 1972-2008, samt 20 individuella prover av modersmjölk från 2007. Genomsnittsåldern av dessa mödrar var 27-31 år och 76% ammade sitt första barn. Detaljerade uppgifter framgår av Bilaga 1.

Analys av modersmjölk: För 2008 analyserades 10 individuella modersmjölksprover från Göteborg samt i två homogenat från vardera Göteborg respektive Stockholm. Analys av 2009/2010 års modersmjölksprover avser 19 individuella modersmjölksprover från Göteborg samt i två homogenat från Stockholm. Dessutom genomförs mönsteranalys av kromatogramdata så att möjliga ännu inte identifierade ”nya” miljöföroreningar alt. metaboliter, indikeras. Dessa analyser genomförs på de poolade proverna av modersmjölk.

Kemiska analyser av PCB, Pesticider och PBDE i modersmjölk: De kemiska analyserna avsåg följande analyter HCB, β -HCH, transnonaklor, 4,4'-DDE, 4,4'-DDT; PCB-kongenerna: CB-118, -128, -138, -146, -153, -156, -170, -180, -183 och -187 samt vidare PBDE-kongenerna BDE-28, -47, -99, -100, -153, -154, -183 och -209 i samtliga mjölkprover samt i kvalitetskontrollprover och blankprover. Proverna spikades med interna standarder; CB-200 (5 ng/prov) för PCB och pesticid analys samt med BDE-77 (0.25 ng/prov, BDE-139 (0.17 ng/prov. Proverna blandades väl med standarderna och fick stå i kylskåp för jämviktning under 15 timmar före upparbetningen. Extraktionsförfarandet är baserat på en metodik som har framtagits vid institutionen, för extraktion av serum men med vissa modifikationer för att vara applicerbar för modersmjölksanalyser (Fängström et al. 2008; Hovander et al. 2000). Fem gram mjölk blandas först med myrsyra (1 ml) och därefter med 2-propanol (6 ml) för denaturering av proteiner. Därefter extraheras enfasblandningen med en organisk lösningsmedelsblandning (6 ml) bestående av lika delar cyklohexan och dietyleter. Extraktet dunstas in och fettvikten bestäms gravimetrisk för att senare användas för att uttrycka koncentrationerna på fettviktsbasis. Fetternas förstörs med koncentrerad svavelsyra och provet renas ytterligare genom att låta den passera genom en Pasteurpipett packad med förbehandlad kiselgel med koncentrerad svavelsyra (1g) (2:1), med cyklohexan:diklormetan (1:1; 10 ml) som mobil fas. Provet reduceras till 0.5 ml och diklormetan byts till cyklohexan, en injektionsstandard bestående av CB-189 (5 ng/prov) har satts till för kvalitetakontroll av surrogatstandarden CB-200 och analyseras på en gaskromatograf med en EC-detektor. Därefter har provet fraktionerats med hjälp av en Pasteurpipettkolonn packad med enbart aktiverad kiselgel (1 g, upphettad i ugn 300 °C över natt) kiselgel. Analyterna eluerats med normalhexan (3 ml) och därefter med lika delar normalhexan och diklormetan (10 ml). Andra fraktionens lösningsmedel reduceras försiktigt till torrhet, lösningsmedels ersätts med n-hexan och en injektionsstandard av BDE-128 (0.3 ng/prov) tillsättes. Provets volym minskas till ca. 50 μ l innan analys av PBDE kongener med bromidjonmassorna m/z: 79 och 81 för analys med GC/MS(ECNI). LOQ för BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153, BDE-154 var 0,01 ng/g fett, för BDE-183 0,05 ng/g fett, för BDE-209 0,1 ng/fett.

Alla lösningsmedel som används är av högsta kvalitet och undersökta för att inte vara kontaminerade av PBDE. Upparbetningen sker i ett speciellbyggd renrum.

PBDE-analysernas precision testas genom repititivanalys. Generellt ligger RSD på 10-20% men något högre för BDE-209. Vidare testas analysresultatens kvalitet kontinuerligt mot standardprover.

Analys av PFOS, PFHxS, and PFOA genomförs såsom redovisas i Bilaga 1.

Komplicerande händelse: Natten till den 13 april, 2009, uppstår en fullt utvecklad brand i instrumentlaboratoriet vid institutionen varvid samtliga instrument och övrig utrustning i rummet förstörs, inklusive autentiska standarder för kemisk analys. Det tar i storleksordningen ett år att komma till rätta med de problem som skapas av denna brand. Som genom ett under klarar sig dock i det närmaste samtliga modersmjölksprover från 2008 vid branden, sannolikt på grund av att de frysförvarades.

Resultat

Provinsamling: Tjugofem prover från mödrar i åldern 24-31 år, insamlades 2008 från Stockholm, av vilka fyra förstördes vid branden i mars, 2009. Från Göteborg erhöles 17 prover totalt med mödrar i åldern 20-35. På grund av problem med tillgänglighet på prover togs prover för 2009 och första halvåret 2010 för att komma upp i den önskade volymen från Göteborg. Därmed erhöles 19 separata modersmjölksprover därifrån med mödrar i åldern 25-34 år. I Stockholm inköptes avtalat 20 stycken modersmjölksprover från Apoteket på Södersjukhuset. Stockholmsproverna användes för att skapa två homogenat om vardera 10 prover. Dessa analyserades i duplikat. Från Göteborgsmaterialet skapades ett homogenat.

För proverna som användes för PFC-analys kom samtliga från Stockholm eftersom mälsättningen var att åstadkomma en tidstrendsstudie. Årtalen för de 20 prover som erhöles från NRM framgår av Bilaga 1.

Modersmjölksanalyser: Kemiska analyser har genomförts efter ovan redovisad upparbetning av mjölkprover. Fetthalten i mjölkproverna redovisas i Tabellerna 1a och 1b. Koncentrationer av 4,4'-DDT, 4,4'-DDE, HCB, β -HCH och transnonaklor i mjölkprover och pooler från 2008 samt från 2009/2010 redovisas i Tabell 1a respektive Tabell 1b. Resultaten avser halter i 10 individuella modersmjölksprover från Göteborg samt i två homogenat från vardera Göteborg och Stockholm. För att främja jämförelse av data visas resultaten av organoklorpesticiderna från 2007 års modersmjölksanalyser i Tabell 4.

Koncentrationer av 10 enskilda PCB kongener, specificerade i tabellerna och ovan, analyserades i 10 individuella modersmjölksprov från Göteborg, två homogenat från vardera Göteborg och Stockholm. Resultaten redovisas i Tabellerna 2a och 2b för proverna från 2008 respektive från 2009/2010. Även Σ PCB-halterna redovisas i dessa två tabeller. För att främja jämförelse av data visas resultaten från 2007 års modersmjölksanalyser av PCB i Tabell 5.

Påvisade halter av PBDE-kongener i modersmjölksproverna från 2008 respektive 2009/2010 redovisas i Tabellerna 3a och 3b. Vidare redovisas Σ PBDE-halter. BDE-209 ingår ej i Σ PBDE-koncentrationerna. På grund av en okänd kontaminering av BDE-28 i proverna från 2009/2010 rapporteras inga halter för denna PBDE-kongen i Tabell 3b. För jämförelse visas PBDE-resultaten från 2007 års modersmjölksanalyser i Tabell 6.

Resultaten av tidstrendsstudien för PFOS, PFHxS och PFOA i modersmjölk redovisas i sin helhet i Bilaga 1, men den grafiska bilden av dessa miljöföroreningars utveckling sedan 1972 till 2008 redovisas i Figur 1. Modersmjölksprover insamlade 2007 utgör variationsanalysen (20 prover) och slutpunkten på diagrammet baseras på Stockholmshomogenat från 2008. Prover insamlade inom ramen för här redovisat projekt användes således för att få den tidstrend som analyseras och redovisas här.

Diskussion

Efter första årets provtagningsproblem beslutades att koncentrera insamlingen till Stockholm, Göteborg och Lund men med osäkerhet huruvida prover skulle kunna inhämtas från Lund. Med resultatet i handen så är det modersmjölk från Göteborg och Stockholm som har gått att erhålla. Föreliggande rapport redovisar resultat från Göteborgsmödrar på individbasis. Detta är första gången sådana data presenteras. Det ger alltså möjlighet till jämförelser av halter av analyterna i kvinnor från öst- respektive västkusten.

Organiska klorpesticider: 4,4'-DDE är den klart dominerande organiska miljöföroreningen i modersmjölken. Halterna varierar mellan åren och med plats. Detta visualiseras i de data som redovisas i Tabellerna 1a, 1b och 4. År 2007 hade Göteborgsmödrar en halt om ca. 185 ng/g (homogenat) medan medelvärdet för 2008 och 2009/2010 var 55 ng/g fett respektive 58 ng/g fett. I Stockholm hade mödrarna 2007 en medelhalt av 4,4'-DDE på 90 ng/g fett medan halterna för 2008 respektive 2009/2010 var 75 ng/g fett och 160 ng/g fett. Det går alltså inte att på dessa få punkter, uttyda någon trend mellan de geografiska platserna. Tidstrendsmässigt vet vi att halterna av 4,4'-DDE sjönk under ca. 200 ng/g fett i mitten av 1990-talet. Dock visas i Tabellerna 1a, 1b samt i Tabell 4 på en avsevärd individuell skillnad i halterna av 4,4'-DDE. Materialet måste således jämföras över en längre tid vilket redovisas i Figur 2.

4,4'-DDT halten är betydligt lägre än 4,4'-DDE-halten vilket visar på att det inte förekommer någon ny exponering för DDT. Halterna av 4,4'-DDT är genomgående lägre än 10% av 4,4'-DDE (Tabell 1a, 1b och 4).

Halterna av HCB, β -HCH och transnonaklor är jämförbara med 4,4'-DDT-halterna vid respektive tidpunkt och plats. En tidstrendsstudie av HCB från tidigt 1970-tal fram till idag redovisas i Figur 3 genom sammanläggning av föreliggande studies resultat och data från (Norén and Meironyté 2000). Ytterligare statistiska beräkningar krävs för att redovisa halveringstider av HCB. Eftersom HCB är en biprodukt vid tekniska processer och förbränning kan man ändå säga att vidtagna åtgärder verkar ha haft positiv funktion och att nivåerna nu är mycket låga vad avser HCB i modersmjölk.

PCB: Den tekniska produkten PCB upptäcktes för mer än 45 år sedan som bioackumulerande substans (Jensen 1972) i biota och koncentrationer i modersmjölk finns från 1972 då halten av en av de mest bioackumulativa kongenerna, CB-153, rapporterades vara 215 ng/g fett (Norén and Meironyté 2000) och halterna 2008 och 2009 ligger på 25-35 ng/g fett, d.v.s. i det närmaste 10% av halterna för 40 år sedan. Samtidigt visar det på det mycket långsamma försvinnandet av PCB från miljön. Data rapporteras i Tabell 2a och 2b för 10 enskilda PCB-kongener vilket kommer att kräva en fördjupad analys med statistiska metoder. $\Sigma(10)$ PCB-halten ligger i ungefär samma koncentration som 4,4'-DDE.

PBDE: Till skillnad från PCB är PBDE-kongenerhalterna mycket låga i human mjölk från Sverige (Stockholm/Göteborg) och dessutom är tidstrenden fallande. Halterna är jämförbara med de som rapporteras för mönstrande män under de senaste 5 åren (Jönsson et al 2010). BDE-47 uppvisar fortfarande de högsta halterna av PBDE-kongenerna, bortsett från BDE-209 (jfr nedan). Näst efter BDE-47 är BDE-153 den viktigaste icke-decaBDEn (Tabell 3a och 3b). I analyserna av modersmjölk från 2008 samt 2009/2010 är halten av BDE-209 mestadels under LOQ (14/19 prov) men uppvisar i en kvinna en halt på 6.5 ng/g fett. Det sporadiska uppträdandet av BDE-209 beror på dess korta halveringstid i människa och på att exponeringen verkar vara stokastisk.

Halterna av PBDE-kongener i modersmjölk kan jämföras med halter sammanfattade i översiktsartikeln av (Frederiksen et al. 2009). Ytterligare några nyligen publicerade arbeten

kan användas för jämförelse såsom pekades ut i bakgrunden. Särskilt intressant är dock jämförelsen med data från Uppsalamödrars mjölk (Darnerud et al. 2010; Lind et al. 2003).

De data som rapporteras häri, tillsammans med modersmjölksanalyser av 2007 års prover bygger på ett mycket bra sätt ut tidstrendsstudierna för POPs i modersmjölk från Stockholm. Resultaten från Göteborg visar på ungefärligen samma halter där. Detta är förväntat med tanke på det korta geografiska avståndet mellan orterna.

PFCs: Genom att en tidstrendsstudie *de facto* genomförts för att studera haltutvecklingen av PFOS, PFHxS och PFOA i modersmjölk från Stockholmsmödrar, om än med annan finansiering än den från NV, finner vi det lämpligt att inkludera den i rapporteringen och diskussionen här (Sundstrom et al. 2010), Bilaga 1). Samtliga tre PFCer uppvisar ökande koncentrationer i modersmjölken från tidigt 1970-tal till omkring 1995 då halterna planar ut för att sedan minska från ca. år 2000 (Figur 1). Halveringstiderna för PFOS, PFHxS och PFOA har beräknats till 5,3, 11 respektive 15 år (Bilaga 1)

Denna studie är exceptionell vad avser låga LOQ-halter. Resultatet vad avser tidstrenden stämmer med studier av (Haug et al. 2009) och (Karrman et al. 2007) men vi vet inte hur haltutvecklingen kommer att se ut för PFOS-substituten.

Tack!

Vi riktar ett särskilt tack till Anna Rignell-Hydbom, Universitetssjukhuset i Lund, samt Ingvar Bergdahl, Umeå universitet, för deras delaktighet i projektet och engagerade försök att skaffa de mjölkprover som skulle behövs för att få tackning mot norr och söder i Sverige. Vidare tackar vi Christiane Engelbrektsson sköterska på SÖS, Apoteket, Stockholm, för hennes hjälp att selektera fram prover från Stockholm.

Naturvårdsverkets miljöövervakningsprogram har finansierat provinsamling och analysundersökningen av organoklorpesticider, PCB och PBDE medan 3M finansierat analyserna av modersmjölk som ingår i tidstrendsstudien av PFCs. Vi riktar ett varmt tack för de stöd som mottagits för att kunna finansiera studierna.

Referenser

- Darnerud PO, Lignell S, Glynn A, Aune M, Tornkvist A, Stridsberg M. 2010. POP levels in breast milk and maternal serum and thyroid hormone levels in mother-child pairs from Uppsala, Sweden. *Environ Int* 36:180-187.
- Dunn RL, Huwe JK, Carey GB. 2010. Biomonitoring polybrominated diphenyl ethers in human milk as a function of environment, dietary intake, and demographics in New Hampshire. *Chemosphere* 80:1175-1182.
- Fängström B, Athanassiadis I, Odsjö T, Noren K, Bergman Å. 2008. Temporal trends of polybrominated diphenyl ethers and hexabromocyclododecane in milk from Stockholm mothers, 1980-2004. *Mol Nutr Food Res* 52:187-193.
- Frederiksen M, Vorkamp K, Thomsen M, Knudsen LE. 2009. Human internal and external exposure to PBDEs - a review of levels and sources By Frederiksen, Marie; Vorkamp, Katrin; Thomsen, Marianne; Knudsen, Lisbeth E. *Int J Hyg Environ Health* 212:109-134.

Haug LS, Thomsen C, Becher G. 2009. A sensitive method for determination of a broad range of perfluorinated compounds in serum suitable for large-scale human biomonitoring. *J Chromatogr A* 1216:385-393.

Hovander L, Athanasiadou M, Asplund L, Jensen S, Klasson Wehler E. 2000. Extraction and cleanup methods for analysis of phenolic and neutral organohalogens in plasma. *J Anal Toxicol* 24:696-703.

Jensen S. 1972. The PCB Story. *Ambio* 1:123-131.

Jönsson, BAG, Axmon A, Lindh C, Rignell Hydbom A, Axelsson J, Giwercman A, Bergman Å. 2010. Tidstrender för och halter av persistenta fluorerade, klorerade och bromerade organiska miljögifter i serum samt ftalater i urin hos unga svenska män - Resultat från den tredje uppföljningsundersökningen år 2009-2010. Rapport till Naturvårdsverket projekt 2150808.

Kärman A, Ericson I, van Bavel B, Darnerud PO, Aune M, Glynn A, Lignell S, Lindstrom G. 2007. Exposure of perfluorinated chemicals through lactation: Levels of matched human milk and serum and a temporal trend, 1996-2004, in Sweden. *Environ Health Perspect* 115:226-230.

Lind Y, Darnerud PO, Atuma S, Aune M, Becker W, Bjerselius R, Cnattingius S, Glynn A. 2003. Polybrominated diphenyl ethers in breast milk from Uppsala county, Sweden. *Environ Res* 93:186-194.

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.

Roosens L, D'Hollander W, Bervoets L, Reynders H, Van Campenhout K, Cornelis C, Van Den Heuvel R, Koppen G, Covaci A. 2010. Brominated flame retardants and perfluorinated chemicals, two groups of persistent contaminants in Belgian human blood and milk. *Environ Pollut* 158:2546-2552.

Schechter A, Colacino J, Sjödin A, Needham L, Birnbaum L. 2010. Partitioning of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in serum and milk from the same mothers. *Chemosphere* 78:1279-1284.

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

Sun SJ, Zhao JH, Leng JH, Wang PY, Wang Y, Fukatsu H, Liu DW, Liu XH, Kayama F. 2010. Levels of dioxins and polybrominated diphenyl ethers in human milk from three regions of northern China and potential dietary risk factors. *Chemosphere* 80:1151-1159.

Sundström M, Ehresman DJ, Bignert A, Butenhoff JL, Olsen GW, Bergman A. 2010. A temporal trend study (1972-2008) of perfluorooctanesulfonate, perfluorohexanesulfonate and perfluorooctanoate in pooled human milk samples from Stockholm, Sweden. *Environ Int* 37:178-183. (**BILAGA 1**)

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.

Tabell 1a. Analysresultat av 2008 års modersmjölksprover. Koncentrationer (ng/g fett) av fyra klorerade bekämpningsmedel samt av den persistenta nedbrytningsprodukten 4,4'-DDE från 4,4'-DDT, redovisas i tabellen. Halterna av analyterna i 10 individuella modersmjölksprover från Göteborg samt i två homogenat från vardera Göteborg och Stockholm redovisas. Vidare rapporteras data för ett mjölkhomogenat från Stockholm från 2007, samt provernas fetthalt.

Prov	Fett %	HCB ng/g	β-HCH ng/g	Transnonaklor ng/g	4,4'-DDE ng/g	4,4'-DDT
G08-1	3.6	12	9.7	11	78	8.0
G08-2	3.2	5.3	2.8	2.4	25	2.4
G08-3	9.4	7.9	5.3	3.9	51	3.6
G08-4	2.9	8.9	7.8	4.1	49	6.7
G08-5	3.4	6.3	5.4	2.4	53	3.8
G08-6	3.3	11	7.3	6.8	91	5.6
G08-7	4.2	-	-	-	-	-
G08-8	4.4	5.8	3.8	2.3	28	5.1
G08-9	1.1	7.3	9.4	4.3	70	7.0
G08-10	5.7	1.1	5.2	3.8	51	4.8
Medelvärde	4.1	7.3	6.3	4.5	55	5.2
Median	3.5	7.3	5.4	3.9	51	5.0
Min-Max	1.1-9.4	1.1-12	2.8-9.7	2.3-11	25-91	2.3-8.0
G08-hom1	3.8	9.7	7.6	4.8	46	4.5
G08-hom2	3.5	10	8.6	5.2	53	5.0
S08-hom1	4.1	7.0	7.5	3.9	78	4.0
S08-hom2	4.1	7.0	8.5	3.6	75	3.9
S 2007-hom	4.7	8.7	8.0	5.0	70	5.5

G = prover från Göteborg, S = prover från Stockholm, hom= homogenat

Tabell 1b. Analysresultat av 2009/2010 års modersmjölksprover. Koncentrationer (ng/g fett) av fyra klorerade bekämpningsmedel samt av den persistenta nedbrytningsprodukten 4,4'-DDE från 4,4'-DDT, redovisas i tabellen. Halterna av analyterna i 19 individuella modersmjölksprover från Göteborg samt i två homogenat från Stockholm redovisas.

Prov	Fett %	HCB ng/g	β-HCH ng/g	Transnonaklor ng/g	4,4'-DDE ng/g	4,4'-DDT
G09-1	4.0	7.1	6.3	5.4	43	3.5
G09-2	3.6	8.6	6.7	6.4	35	3.2
G09-3	6.5	5.8	8.2	2.8	42	3.7
G09-4	4.6	8.8	8.2	5.0	56	4.9
G09-5	4.1	7.7	6.1	2.8	127	7.0
G09-6	6.3	11	7.3	5.6	66	4.5
G09-7	3.8	5.2	4.1	1.4	35	2.2
G09-8	2.8	6.2	5.7	4.4	37	2.7
G10-1	3.2	7.6	8.2	6.4	56	3.6
G10-2	3.9	12	7.6	4.9	58	4.1
G10-3	6.3	8.2	6.2	6.3	51	3.5
G10-4	0.6	11	8.1	7.0	101	4.6
G10-5	5.1	7.7	6.0	4.0	52	4.2
G10-6	2.7	8.3	8.5	4.1	74	5.6
G10-7	4.4	7.0	2.9	2.0	21	1.6
G10-8	2.5	12	8.9	9.0	102	7.1
G10-9	3.4	6.1	2.8	2.5	44	3.5
G10-10	5.0	9.3	6.1	2.1	53	4.8
G10-11	1.4	6.1	4.3	2.3	51	2.1
Medelvärde	3.9	8.2	6.4	4.5	58	4.0
Median	3.9	7.7	6.3	4.4	52	3.7
Min-Max	0.6-6.5	5.2-12	2.8-8.9	1.4-9.0	21-127	1.6-7.1
S09-hom1:1	4.0	7.4	6.9	4.2	156	6.7
S09-hom1:2	4.0	9.3	8.1	4.4	178	6.3
Medelvärde	4.0	8.4	7.5	4.3	167	6.5
S09-hom2:1	3.0	13	23	3.9	153	7.2
S09-hom2:2	3.0	13	25	3.7	149	7.6
Medelvärde	3.0	13	24	3.8	151	7.4

G = prover från Göteborg, S = prover från Stockholm, hom= homogenat

Tabell 2a. Analysresultat av 2008 års modersmjölksprover. Koncentrationer (ng/g fett) av 10 PCB kongener analyserade i modersmjölk (10 individuella prov från Göteborg, två homogenat från vardera Göteborg och Stockholm, samt för jämförelse ett homogenat från Stockholm för modersmjölk från 2007. Σ PCB är den adderade koncentrationen av de tio rapporterade PCB-kongenerna.

Prov	CB118	CB146	CB153	CB138	CB187	CB183	CB128	CB156	CB180	CB170	Σ PCB
	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
G08-1	16	13	45	38	8.9	3.9	2.0	6.4	23	12	168
G08-2	2.5	2.9	20	16	3.9	1.9	0.5	3.3	14	7.9	72
G08-3	7.0	6.9	42	39	9.7	4.7	1.6	7.0	29	18	164
G08-4	6.0	4.2	23	21	3.7	2.0	0.9	3.0	11	7.6	81
G08-5	5.0	3.5	26	23	4.0	2.1	0.9	3.9	13	7.2	89
G08-6	7.6	7.5	40	32	7.3	3.5	1.6	7.3	23	13	143
G08-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G08-8	3.8	3.0	18	15	3.7	1.5	0.5	2.8	12	6.9	67
G08-9	5.6	5.4	34	26	4.3	2.8	1.0	5.9	23	11	120
G08-10	6.1	5.2	26	22	3.9	1.8	0.8	4.0	14	6.7	90
Medelvärde	6.6	5.7	30	26	5.5	2.7	1.1	4.8	18	10	111
Median	6.0	5.2	26	23	4.0	2.1	0.9	4.0	14	7.9	90
Min-Max	2.5-16	2.9-13	18-45	15-39	3.7-9.7	1.5-4.7	0.5-2.0	2.8-7.3	11-29	6.7-18	67-168
G08-hom1	6.4	5.4	28	23	4.5	1.9	0.9	4.8	16	8.4	99
G08-hom2	7.4	6.2	31	26	5.1	2.2	1.1	5.4	18	10	112
S08-hom1	5.8	4.7	26	21	4.6	2.1	0.9	5.9	17	8.9	97
S08-hom2	5.6	4.5	25	20	4.3	2.0	0.8	4.3	16	8.7	92
S07-hom	8.2	6.6	36	29	6.4	2.9	1.2	5.7	21	11	117

G = prover från Göteborg, S = prover från Stockholm, hom= homogenat

Tabell 2b. Analysresultat av 2009/2010 års modersmjölksprover. Koncentrationer (ng/g fett) av 10 PCB kongener redovisas i ng/g fett från modersmjölk, 19 individuella prov från Göteborg samt två homogenat från Stockholm. Σ PCB är den adderade koncentrationen av de tio rapporterade PCB-kongenerna.

Prov	CB118	CB146	CB153	CB138	CB187	CB183	CB128	CB156	CB180	CB170	Σ PCB
	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
G09-1	7.3	5.6	27	23	4.7	1.9	0.9	4.5	15	7.5	98
G09-2	6.9	5.8	23	16	4.5	1.5	0.7	3.8	13	6.3	81
G09-3	6.3	3.3	22	18	3.3	1.7	0.8	3.4	11	5.6	75
G09-4	9.1	6.3	36	30	6.3	3.0	1.2	5.6	19	9.8	126
G09-5	6.0	5.2	31	24	6.0	2.0	0.9	5.2	19	9.7	109
G09-6	8.9	7.1	41	34	7.0	3.7	1.4	6.1	20	10	139
G09-7	3.7	2.3	17	13	2.8	1.2	0.4	2.8	8.2	4.1	56
G09-8	4.6	3.0	18	15	2.9	1.5	0.6	4.5	9.0	4.9	65
G10-1	7.6	4.8	32	26	5.4	2.9	1.0	4.6	17	8.2	110
G10-2	11	11	48	30	9.9	3.0	1.1	7.6	26	12	168
G10-3	7.0	7.9	36	37	5.8	2.2	1.0	4.8	15	7.7	117
G10-4	7.6	8.2	49	15	8.5	3.0	1.5	7.6	25	12	161
G10-5	6.8	4.3	17	21	2.8	1.2	0.8	2.1	6.7	3.1	60
G10-6	7.0	5.5	35	31	5.6	3.1	1.0	4.3	16	8.0	117
G10-7	3.6	2.5	16	12	2.9	1.1	0.5	2.5	9.8	4.9	57
G10-8	11	9.4	56	43	8.8	4.5	1.5	7.5	30	14	185
G10-9	3.4	2.5	17	12	2.7	1.1	0.4	2.2	9.4	4.4	55
G10-10	6.7	3.2	23	21	3.5	2.1	0.8	2.8	11	5.6	81
G10-11	3.6	3.2	22	16	4.5	1.9	0.6	2.5	12	5.1	72
Medelvärde	6.7	5.3	30	24	5.2	2.2	0.9	4.4	15	7.6	102
Median	6.9	5.2	27	23	4.7	2.0	0.9	4.5	15	7.5	98
Min-Max	3.4-11	2.3-11	16-56	12-43	2.7-9.9	1.1-4.5	0.4-1.5	2.1-7.6	6.7-29	3.1-14	55-185
S09-hom1:1	7.2	5.5	33	26	6.2	2.9	1.0	5.5	19	9.4	115
S09-hom1:2	7.0	5.7	36	28	6.4	3.1	1.0	5.0	21	10	123
Medelvärde	7.1	5.6	34	27	6.3	3.0	1.0	5.3	20	9.7	119
S08-hom2:1	6.9	4.3	23	18	4.2	1.6	0.6	3.0	12	5.3	79
S08-hom2:2	6.4	4.3	22	18	4.0	1.7	0.7	3.4	11	5.6	77
Medelvärde	6.7	4.3	23	18	4.1	1.6	0.6	3.2	12	5.4	78

G = prover från Göteborg, S = prover från Stockholm, hom= homogenat

Tabell 3a. Analysresultat av 2008 års modersmjölksprover. Koncentrationer (ng/g fett) av åtta PBDE kongener analyserade i modersmjölk (10 individuella prov från Göteborg, två homogenat från vardera Göteborg och Stockholm, samt för jämförelse ett homogenat från Stockholm för modersmjölk från 2007. Σ PBDE är den adderade koncentrationen av samtliga PBDE-kongener exkl. BDE-209.

Prov	Fett %	BDE28 ng/g	BDE47 ng/g	BDE100 ng/g	BDE99 ng/g	BDE154 ng/g	BDE153 ng/g	BDE209 ng/g	Σ PBDE ng/g
G08-1	3.6	0.063	0.60	0.19	0.11	0.065	0.62	<LOQ	1.6
G08-2	3.2	0.045	0.51	0.088	0.080	0.034	0.64	<LOQ	1.4
G08-3	9.4	0.029	0.72	0.20	0.26	0.027	0.57	<LOQ	1.8
G08-4	2.9	0.16	2.8	0.32	0.45	0.034	0.25	<LOQ	4.0
G08-5	3.4	0.033	0.49	0.15	0.097	0.029	0.43	<LOQ	1.2
G08-6	3.3	0.38	2.4	0.64	0.36	0.056	0.72	<LOQ	4.6
G08-7	4.2	0.064	0.52	0.089	0.097	0.047	0.27	<LOQ	1.1
G08-8	4.4	0.11	0.41	0.13	0.085	0.025	0.36	<LOQ	1.1
G08-9	1.1	0.053	0.35	0.10	0.13	0.58	0.99	0.12	2.2
G08-10	5.7	0.101	0.72	0.18	0.11	0.023	0.29	<LOQ	1.4
Medelvärde	4.1	0.10	0.95	0.21	0.18	0.092	0.51		2.1
Median	3.5	0.064	0.56	0.17	0.11	0.034	0.50		1.5
Min-Max	1.1-9.4	0.029-0.38	0.35-2.8	0.15-0.66	0.080-0.45	0.023-0.58	0.25-0.99	<LOQ-0.12	1.1-4.6
G08-hom1	3.8	0.11	0.85	0.17	0.16	0.029	0.41	<LOQ	1.7
G08-hom2	3.5	0.19	0.96	0.18	0.18	0.033	0.44	<LOQ	2.0
S08-hom1	4.1	0.96	0.75	0.17	0.18	0.091	0.43	<LOQ	1.7
S08-hom2	4.1	0.052	0.73	0.19	0.17	0.027	0.58	<LOQ	1.8
S07-hom	4.7	0.097	0.83	0.20	0.18	0.031	0.51	<LOQ	1.9

S = prover från Stockholm, G = prover från Göteborg, hom= homogenat, <LOQ= under Limit of quantification

Tabell 3b. Analysresultat av 2009/2010 års modersmjölksprover. Koncentrationer (ng/g fett) av åtta PBDE kongener analyserade i modersmjölk (19 individuella prov från Göteborg samt två homogenat från Stockholm. Σ PBDE är den adderade koncentrationen av samtliga PBDE-kongener exkl. BDE-209.

Prov	Fett %	BDE47 ng/g	BDE100 ng/g	BDE99 ng/g	BDE154 ng/g	BDE153 ng/g	BDE183 ng/g	BDE209 ng/g	Σ PBDE ng/g
G09-1	4.0	0.64	0.15	0.12	0.14	0.54	ND	<LOQ	1.6
G09-2	3.6	0.46	0.12	0.10	0.13	0.57	ND	<LOQ	1.4
G09-3	6.5	1.4	0.36	0.10	0.083	0.52	<LOQ	<LOQ	2.4
G09-4	4.6	1.2	0.28	0.17	0.14	0.50	<LOQ	0.18	2.2
G09-5	4.1	0.51	0.11	0.093	0.085	0.46	<LOQ	<LOQ	1.2
G09-6	6.3	0.71	0.16	0.10	0.17	0.49	ND	<LOQ	1.6
G09-7	3.8	0.45	0.12	0.11	0.062	0.43	ND	<LOQ	1.2
G09-8	2.8	0.47	0.17	0.070	0.050	0.33	ND	<LOQ	1.1
G10-1	3.2	1.2	0.30	0.17	0.24	0.63	ND	1.03	2.5
G10-2	3.9	0.65	0.12	0.10	0.33	0.78	ND	0.38	2.0
G10-3	6.3	2.0	0.43	0.22	0.21	0.41	ND	<LOQ	3.3
G10-4	0.6	1.1	0.22	0.25	0.59	1.23	ND	<LOQ	3.4
G10-5	5.1	0.96	0.31	0.22	0.12	0.31	<LOQ	<LOQ	1.9
G10-6	2.7	1.7	0.33	0.36	0.18	0.56	ND	6.48	3.1
G10-7	4.4	0.28	0.078	0.089	0.14	0.40	ND	0.40	1.0
G10-8	2.5	1.9	0.62	0.19	0.23	1.0	ND	<LOQ	3.9
G10-9	3.4	0.65	0.17	0.16	0.11	0.92	ND	<LOQ	2.0
G10-10	5.0	0.95	0.20	0.24	0.077	0.34	<LOQ	<LOQ	1.8
G10-11	1.4	0.56	0.27	0.13	0.092	0.35	ND	<LOQ	1.4
Medelvärde	3.9	0.93	0.24	0.16	0.17	0.57			2.1
Median	3.9	0.71	0.20	0.13	0.14	0.50			1.9
Min-Max	0.6-6.5	0.28-2.0	0.078-0.62	0.07-0.36	0.050-0.59	0.31-1.2		<LOQ-6.48	1.0-3.9
S09-hom1:1	4.0	1.4	0.33	0.29	0.11	0.46	<LOQ	0.15	2.5
S09-hom1:2	4.0	3.2	0.77	0.65	0.25	0.51	<LOQ	<LOQ	5.4
Medelvärde	4.0	2.3	0.55	0.47	0.18	0.48			3.9
S09-hom2:1	3.0	2.5	0.37	0.74	0.33	0.59	<LOQ	1.03	4.6
S09-hom2:2	3.0	2.6	0.39	0.73	0.32	0.61	<LOQ	0.79	4.6
Medelvärde	3.0	2.6	0.38	0.73	0.32	0.60		0.91	4.6

S = prover från Stockholm, G = prover från Göteborg, hom= homogenat, ND= not detected, <LOQ= under Limit of quantification

Tabell 4. Analysresultat av 2007 års modersmjölksprover. Koncentrationer (ng/g fett) av fem bekämpningsmedel samt den persistenta metaboliten, 4,4'-DDE, från 4,4'-DDT redovisas för 10 individuella prover från Stockholm. Bekämpningsmedlen är också analyserade i två modersmjölkhomogenat från Stockholm och i ett från Göteborg. Dessutom rapporteras data för två modersmjölkshomogenat från Stockholm 2003 och 2004. Mjölakens fetthalt rapporteras i tabellen.

Prov	Fett %	HCB ng/g	β -HCH ng/g	Oxyklordan ng/g	Transnonaklor ng/g	4,4'-DDE ng/g	4,4'-DDT ng/g
S07-1	4.1	4.8	5.6	3.1	5.0	104	2.7
S07-2	9.7	4.7	2.3	1.01	1.5	25	1.2
S07-3	4.7	1.9	1.9	2.9	3.8	97	1.5
S07-4	2.6	3.6	2.2	1.6	2.6	57	1.3
S07-5	5.4	1,0	1.04	1.8	3.4	68	1.1
S07-6	2.8	9.4	3.0	3.6	6,0	155	3.1
S07-7	2.8	3.4	nd	0.75	0.92	11	0.3
S07-8	3.1	7.1	5.1	3.1	4.3	117	1.1
S07-9	3.2	9.4	5.1	5.4	8.8	212	4,0
S07-10	4.2	3.9	2.7	1.9	3,0	55	1.1
Medelvärde	4.3	4.9	3.2	2.5	3.9	90	1.7
Median	3.7	4.3	2.7	2.4	3.6	82	1.3
Min-Max	2.6-8	1.0-9.4	1.0-5.6	0.8-5.4	0.9-8.8	11-212	0.3-4.0
S07-hom1:1	4.2	7.2	3.4	2.7	3.7	85	1.7
S07-hom1:2	4.3	6.8	2.8	2.4	3.7	84	2.0
Medelvärde	4.3	7.0	3.1	2.6	3.7	84.5	1.9
S07-hom2:1	3.7	4.2	3.3	2.83.1	5.1	163	2.0
S07-hom2:2	4.0	6.9	4.5	3.1	5,0	130	2.7
Medelvärdet	3.7	5.6	3.9	3.0	5.1	147	2.4
G07-hom3:1	4.1	6,0	5.8	2.4	4.2	201	3.5
G07-hom3:2	2.8	11	7,0	4.2	6,0	169	3.0
Medelvärde	4.0	8.5	6.4	3.3	5.1	185	3.25
S 2003-hom	2.8	10	6.5	4	5.8	140	2.8
S2004-hom	4.4	2.3	1.7	3.3	4.5	135	6.2

nd =inte detekterad, S = prover från Stockholm, G = prover från Göteborg

Tabell 5. Analysresultat av 2007 års modersmjölksprover. Koncentrationer (ng/g fett) av 10 PCB-kongener redovisas för 10 individuella prover från Stockholm. Vidare redovisas PCB-haltyerna i två modersmjölkhomogenat från Stockholm och i ett från Göteborg. Dessutom rapporteras data för två modersmjölkshomogenat från Stockholm 2003 och 2004. Σ PCB är den adderade koncentrationen av de tio rapporterade PCB-kongenerna.

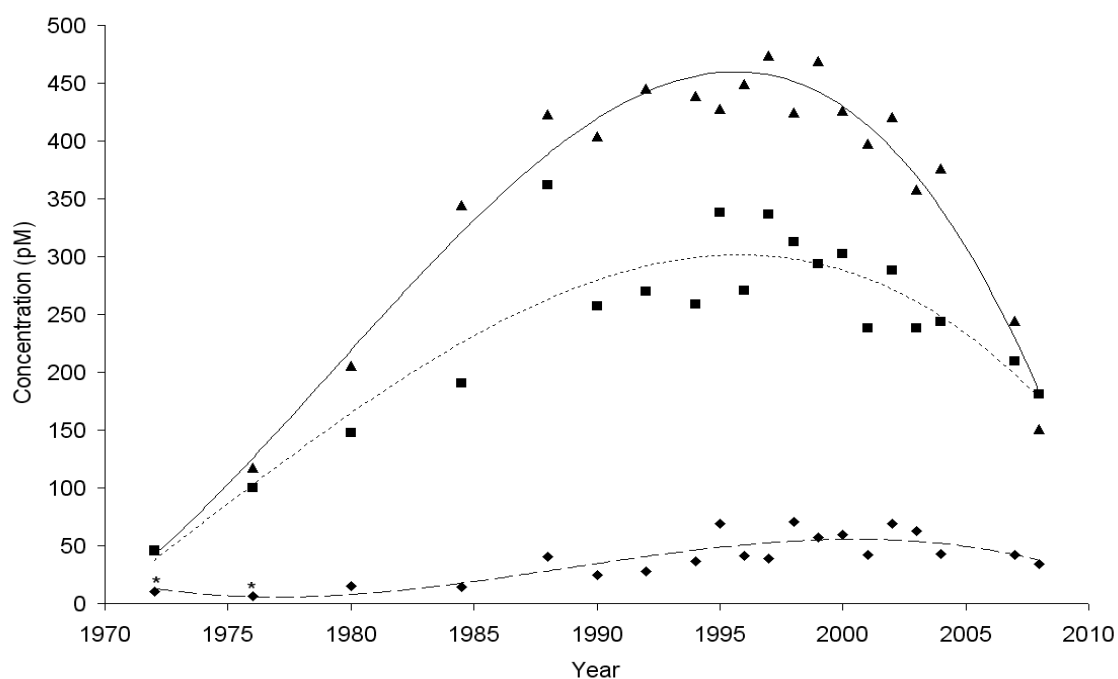
Prov	CB118	CB146	CB153	CB138	CB187	CB183	CB128	CB156	CB180	CB170	Σ PCB
	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
S07-1	6.9	4.2	48	31	5.6	2.8	3.3	4.8	23	11	140
S07-2	2.2	1.3	16	10	2.1	1	1.1	1.2	8.8	4.3	48
S07-3	5.7	3.6	61	34	7.3	3.4	1.4	4.9	30	12	163
S07-4	4.1	2.5	36	15	4.4	2	2.7	2.6	13	6.1	88
S07-5	5.5	3.6	67	32	6.5	2.8	1.2	4.4	34	11	168
S07-6	10	4.7	54	38	6.2	3.2	0	5.9	20	12	156
S07-7	1.7	0.91	8.9	5.7	1.9	0.87	0.87	1.2	7.7	3.4	33
S07-8	7.7	4.8	49	26	7.1	2.8	1.4	5.2	24	13	141
S07-9	12	11	74	49	11	7.6	3	5.6	30	15	218
S07-10	6.2	4.7	52	28	4.8	2	0.86	4	17	8.2	128
Medelvärde	6.2	4.1	47	27	5.7	2.8	1.4	3.42	21	9.6	128
Median	6.0	3.9	51	29	5.9	2.8	1.15	4.2	22	11	136
Min-Max	1.7-12	0.91-11	8.9-74	5.7-49	1.9-11	0.87-7.6	0-3.3	0-5.9	7.7-34	3.4-15	33-218
S07-hom1:1	4.8	3.4	41	26	5.3	2.4	0.81	4.1	19	9	115
S07-hom1:2	5.6	3.2	42	26	5.4	2.2	0.77	3.4	18	9	116
Medelvärde	5.2	3.3	42	26	5.35	2.3	0.79	3.8	19	9	116
S07-hom2:1	8.4	4.9	72	32	7.5	3.3	1.3	5.6	31	13	179
S07-hom2:2	7.9	4.6	68	37	7.4	2.8	1.6	5.5	31	12	178
Medelvärde	8.2	4.8	70	35	7.5	3.1	1.5	5.6	31	13	179
G07-hom3:1	7	2.8	38	27	6.2	3.6	1.2	3.6	17	8.5	113
G07-hom3:2	7.9	4.6	53	39	7.6	3.7	1.5	6.3	27	13	164
Medelvärde	7.5	3.7	46	33	6.9	3.7	1.4	5.0	22	11	139
S2003-hom	9.3	5	85	46	7.5	3.2	1.8	5.9	32	12	208
S2004-hom	8.5	5.6	59	39	6.7	3	1.6	5.3	25	11	165

S = prover från Stockholm, G = prover från Göteborg, hom= homogenat

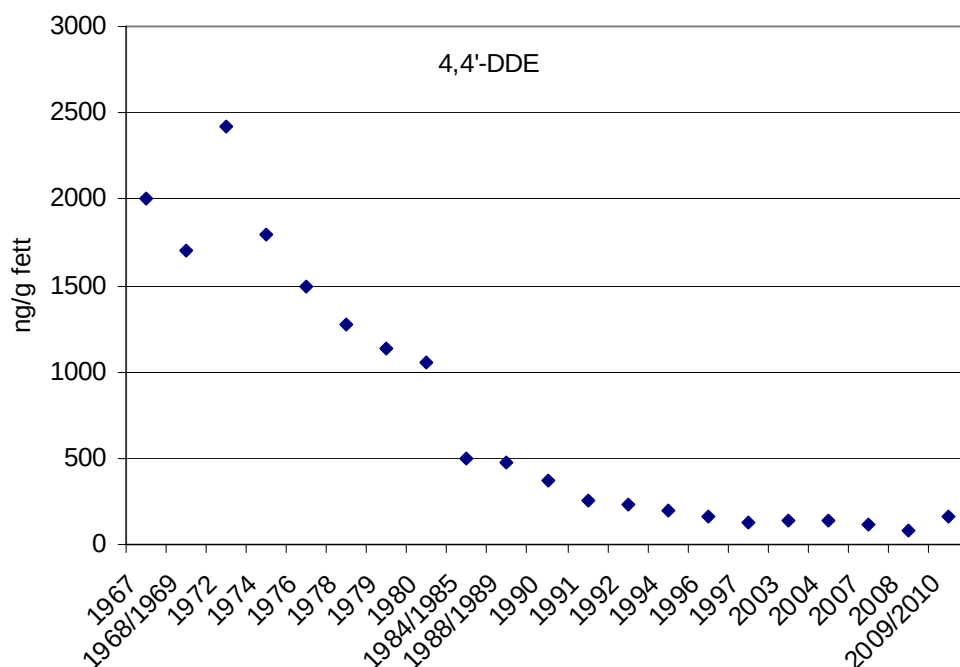
Tabell 6. Analysresultat av 2007 års modersmjölksprover. Koncentrationer (ng/g fett) av åtta PBDE-kongener redovisas för 10 individuella prover från Stockholm. Vidare redovisas PBDE-haltyerna i två modersmjölkhomogenat från Stockholm och i ett från Göteborg liksom för två modersmjölkshomogenat från Stockholm 2003 och 2004. Σ PBDE är den adderade koncentrationen av sju av PBDE-kongenerna, exkl. BDE-209.

Prov	Fett %	BDE28 ng/g	BDE47 ng/g	BDE100 ng/g	BDE99 ng/g	BDE154 ng/g	BDE153 ng/g	BDE183 ng/g	BDE209 ng/g	$\Sigma(7)$ PBDE ng/g
S07-1	4.1	0.057	0.60	0.15	0.16	0.40	2.0	0.50	0.83	3.9
S07-2	9.8	0.087	0.32	0.067	0.084	0.047	0.32	0.096	0.68	1.0
S07-3	4.7	0.061	0.78	0.16	0.24	0.11	0.57	0.13	1.3	2.0
S07-4	2.6	0.13	0.90	0.19	0.26	0.11	0.55	0.18	1.7	2.3
S07-5	5.4	0.061	0.82	0.17	0.24	0.10	0.55	0.11	0.96	2.0
S07-6	2.8	0.14	1.8	0.35	0.62	0.11	0.52	0.16	1.3	3.7
S07-7	2.8	0.073	0.33	0.074	0.13	0.076	0.60	0.38	1.8	1.7
S07-8	3.1	0.104	0.50	0.23	0.20	0.079	0.52	0.11	0.96	1.7
S07-9	3.2	0.14	2.1	0.66	0.23	0.30	0.78	0.39	0.26	4.6
S07-10	4.2	0.042	0.65	0.14	0.26	0.066	0.50	0.29	8.2	1.9
Medelvärde	4.3	0.089	0.87	0.22	0.24	0.14	0.69	0.23	1.8	2.5
Median	3.7	0.080	0.72	0.17	0.24	0.10	0.55	0.17	1.1	2.7
Min-Max	2.6-9.8	0.042-0.143	0.32-2.1	0.15-0.66	0.084-0.62	0.047-0.40	0.32-2.0	0.096-0.50	0.26-8.2	1.5-4.6
S07-hom1:1	4.2	0.080	1.3	0.27	0.27	0.18	0.67	0.12	1.18	2.9
S07-hom1:2	4.3	0.072	1.1	0.22	0.22	0.13	0.65	0.072	1.01	2.5
Medelvärde	4.3	0.076	1.2	0.24	0.24	0.16	0.66	0.10	1.1	2.7
S07-hom2:1	3.7	0.13	1.8	0.48	0.28	0.23	0.64	0.20	1.4	3.7
S07-hom2:2	3.7	0.102	1.4	0.40	0.24	0.14	0.58	0.082	1.5	3.0
Medelvärde	3.7	0.11	1.6	0.44	0.26	0.19	0.61	0.14	1.5	3.3
G07-hom3:1	4.0	0.13	2.3	0.48	0.37	0.14	0.61	0.083	0.16	4.1
G07-hom3:2	4.1	0.12	1.7	0.36	0.31	0.12	0.59	0.086	0.23	3.3
Medelvärde	4.0	0.13	2.0	0.42	0.34	0.13	0.60	0.085	0.20	3.7
S2003	2.8	0.12	0.88	0.29	0.26	0.18	0.86	0.12	0.77	2.7
S2004	4.4	0.093	0.76	0.22	0.21	0.13	0.56	0.099	0.56	2.0

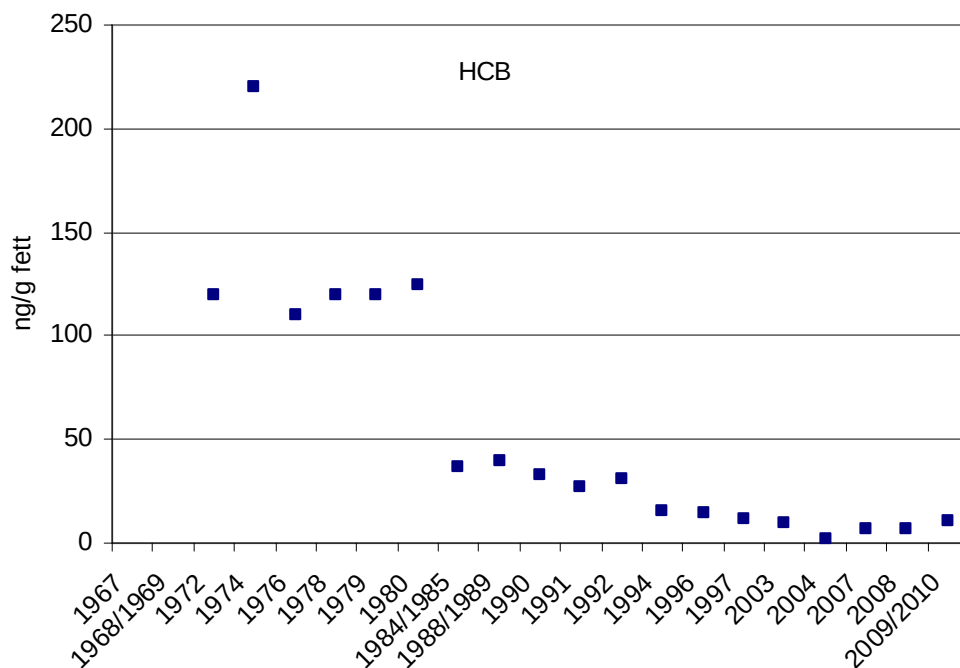
S = prover från Stockholm, G = prover från Göteborg, hom= homogenat



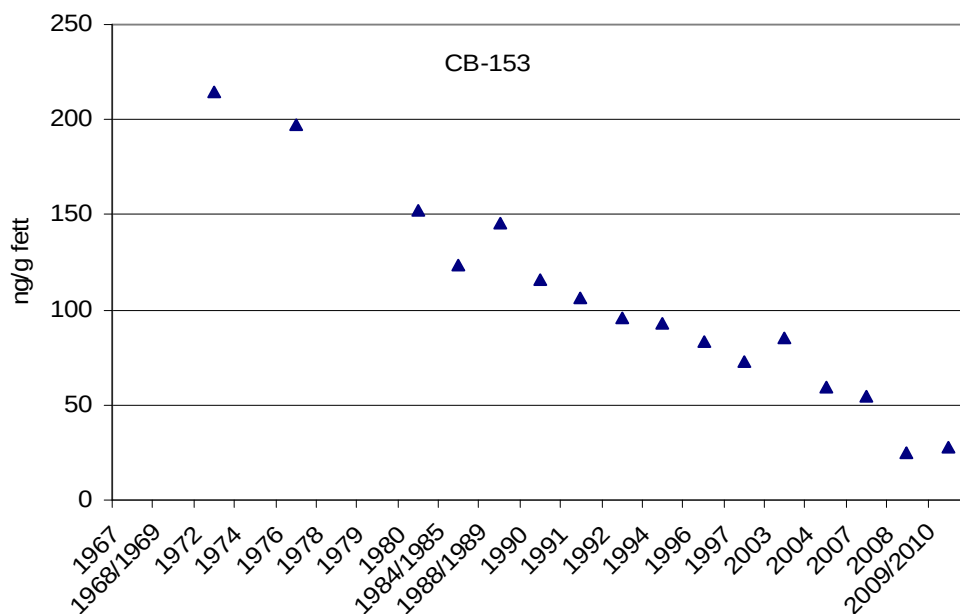
Figur 1. Koncentration (pmol/ml) av PFOS (▲), PFOA (■) samt PFHxS (fylld romb) i modersmjölk från Stockholm 1972 – 2008 (Källa: Bilaga 1; Referensen Sundström et al 2010)



Figur 2. Tidstrendsstudie för 4,4'-DDE i modersmjölk från Stockholm 1967 – 2010 baserat på en sammanläggning av resultaten redovisade av Norén och Meironyté (2000), samt här redovisade resultat för 4,4'-DDE



Figur 3. Tidstrendsstudie för HCB i modersmjölk från Stockholm 1972 – 2010 baserat på en sammanläggning av resultaten redovisade av Norén och Meironyté (2000), samt här redovisade resultat för HCB.



Figur 4. Tidstrendsstudie för CB-153 i modersmjölk från Stockholm 1972 – 2010 baserat på en sammanläggning av resultaten av redovisade av Norén och Meironyté (2000) samt här redovisade resultat för CB-153.