

GIFTER & MILJÖ

KEMIKALIER I VARDAGEN



2017

OM PÅVERKAN PÅ YTTRE MILJÖ OCH MÄNNISKOR

INNEHÅLL

Lugnande besked till boende i Glasriket	4
Miljögifter i våra kläder	7
Miljögifter i unga svenska män och kvinnor	10
Kemikalier i barns vardag	15
Damm och slam – samhällets fingeravtryck	18
Klorparaffiner och fosforinnehållande flamskyddsmedel i vår mat	21
Läkemedel sprids till miljön	27
Utmaning med högfluorerade ämnen i vår vardag	30
Blir vi miljöfaror när vi skyddar huden?	33
Svårnedbrytbara ämnen vanligare i rovfåglar som lever vid vatten	36
Mätningar i de olika programområdena	40
Positiv utveckling men fortfarande en utmaning att nå miljömålen	42

UTGIVEN AV NATURVÅRDSVERKET

Arbetsgrupp vid Naturvårdsverket: Britta Hedlund, Karin Norström, Linda Linderholm och Karl Lilja.

Redaktör: Maria Lewander, Grön idé AB

Grafisk produktion: Granath

Omslagsfoto: Liza Simonsson

Miljömålsillustrationer: Tobias Flygar

Författarna är ansvariga för sakinnehållet.

Skriften har tagits fram genom anslag från miljöövervakningen, Naturvårdsverket.

BESTÄLLNING:

Ordertel: 08-505 933 40. E-post: natur@cm.se

Postadress: Arkitektkopia AB, Box 110 93, 161 11 BROMMA

www.naturvardsverket.se/publikationer

ISBN 978-91-620-1301-1

© Naturvårdsverket 2017

Tryck: Arkitektkopia AB, september 2017. 1 000 ex.



GIFTER & MILJÖ

FÖRORD

VI EXPONERAS FÖR ett stort antal kemikalier i vår vardag och många av dessa sprids vidare till den yttre miljön. Därför har vi valt ”Kemikalier i vardagen” som tema för Gifter och Miljö 2017. Rapporten innehåller ett urval av aktuella resultat från miljöövervakningen av miljögifter – analyser av tidstrender och studier som återspeglar hur läget ser ut idag.

FORTEFARANDE SAKNAS MYCKET kunskap om vilka egenskaper hos kemikalier och föroreningar som påverkar människors hälsa och miljön. Därför är riskerna svåra att bedöma och begränsa, men vissa ämnen har välkända negativa effekter på både vår hälsa och miljön. Många kemiska ämnen ingår i till exempel bilar, kläder, plastartiklar och byggnadsmateriel. Hur många okända kemikalier som kommer in i Sverige via importerade varor är okänt och ytterligare ämnen bildas oavsiktligt i industriella processer.

NATURVÅRDSVERKET ANSVARAR I samarbete med Havs- och vattenmyndigheten för samordningen av miljöövervakningen i Sverige och driver det nationella miljöövervakningsprogrammet, som består av tio olika programområden. Naturvårdsverket har ansvar för all övervakning av miljöfarliga ämnen i miljön, inklusive i vatten. I slutet av rapporten beskrivs vilken typ av övervakning som görs inom olika programområden.

MILJÖÖVERVAKNINGEN AV MILJÖGIFTER kan svara på vad vi hittar i miljö och människa, hur exponeringen sker och hur utsläppsminskande åtgärder givit effekt. Många kemiska ämnen omfattas. De har olika egenskaper och har släppts ut i miljön under olika lång tid. Gemensamt för alla övervakade ämnen är att de har kunnat misstänkas ha negativa effekter på miljö och människa.

Trevlig läsning!
Redaktionen



FOTO: LIZA SIMONSSON

Lugnande besked till boende i Glasriket

Boende i Glasriket har inte högre halter av metaller i blod och urin än andra grupper av befolkningen, trots att metallhalterna i marken är högre till följd av många års industriutsläpp. Däremot har de som äter mycket av lokalt odlade rotfrukter, bladgrönsaker, övriga grönsaker, lokalproducerat kött som kyckling och lamm, samt lokalfångad abborre, gädda, gös och lake högre metallhalter i blod och urin än de som äter lite av dessa livsmedel. Även rökning och tidigare arbete inom glasbruks- och metallindustrin bidrar till högre metallhalter i blod.

Ingela Helmfrid, Region Östergötland/Linköpings universitet & Marika Berglund, Karolinska institutet

GLASRIKET I SMÅLAND är ett känt besöksmål för turister med en omfattande glasindustri sedan 1700-talet. På senare år har flera glasbruk lagts ner på grund av dålig lönsamhet och satsningar har gjorts för att få industrin och turismen att blomstra. Samtidigt upptäckte myndigheterna att marken kring glasbruken var starkt förorenad av metaller. Detta blev ett hårt slag för turistnäringen i kommunerna Nybro, Emmaboda, Uppvidinge och Lessebo.

Under 2014 genomfördes en studie för att kartlägga exponering och hälsoeffekter av metaller hos

vuxna boende i Nybro och Emmaboda, samt jämföra exponering och hälsoeffekter med befolkning i områden utan liknande historiska industriutsläpp.

DEL AV EN STÖRRE STUDIE

De 2200 deltagarna i undersökningen ingår i en större register- och enkätstudie som omfattar 34000 individer som minst ett år mellan åren 1979–2004 har bott inom en radie på 2 km från glasbruk eller deponi i Nybro och Emmaboda kommun i Kalmar län.

Deltagarna fick besvara en enkät som innehöll en rad frågor

av betydelse för metallexponering och hälsa, bland annat om de fått sitt dricksvatten från egen brunn eller haft kommunal vattenförsörjning, rökvanor, uppskattning av tidigare och nuvarande konsumtion av lokala livsmedel, tidigare och nuvarande yrken och arbetsuppgifter, utbildningsnivå, vikt, längd, egen sjukdom och föräldrars eller syskons sjukdom.

Ungefär hälften (1100 personer) var villiga att lämna blod- och urinprov, och av dessa samlades sedan prover in från totalt 703 individer under perioden september 2014 till april 2016. Hittills har

prover från 660 individer (308 män och 352 kvinnor) analyserats. Arsenik, antimon, bly, kadmium, kobolt, kvicksilver, nickel och selen analyserades vid Arbets- och miljömedicin i Linköping.

Sammantaget var männen något äldre och hade bott längre i området än kvinnorna i studien. Fler män än kvinnor hade exponerats för metaller via sina arbeten i Glasriket. Fler kvinnor än män var högtbildade, och en större andel kvinnor konsumerade lokalt odlade grönsaker, rotsaker, frukt och bär.

LOKAL MAT, HÖGRE METALLHALTER

Metallhalter i blod var högre hos de som konsumerade mera av lokalt odlade grönsaker eller rotsaker (minst en gång per vecka),

FAKTA: Metallföreningar i Glasriket

Företaget Kemakta utförde år 2007 en miljöriskanalys för området och uppskattade då mängden deponerat glas till totalt 130 000 m³ vid 22 olika glasbruk. Mycket höga halter av arsenik, antimon, kadmium och bly i mark och sediment uppmättes. Enligt muntliga uppgifter från boende i området och myndigheter har en del glasavfall använts till utfyllnad vid vägbyggen, parker och bostadsområden. Ingen känner idag till omfattningen av spridningen.

Spridningen av metaller medför att en del av dem blir kvar i markens ytskikt medan andra lakas ut till vattendrag och sjöar. På sikt kan även grundvattnet påverkas. Livsmedel som fisk, bär, grönsaker, svamp, dricksvatten m.m. från dessa områden kan innehålla förhöjda halter av metaller och andra föreningar. Konsumtion av livsmedel härifrån under lång tid kan medföra hög kroppsbelastning av giftiga ämnen. Exponering för vissa metaller kan öka risken för cancer, ha neurotoxiska och hormonstörande effekter samt påverka skelett och njurar.

åt lokalproducerat kött och lokalt fångad abborre, gädda, gös och lake (minst en gång per månad) samt nyligen ätit fisk före provtagning (figur 1). Även ålder, rökning, egen brunn under uppväxtåren, boendetid samt glasbruksarbete visade samband med metallhalter i blod oavsett kön.

Blyhalten i blod var högre hos män medan kvinnor hade högre halter av kadmium, kobolt och selen. Rökare hade högre halter av kadmium, bly och kobolt.

Metallhalter i urin hos kvinnor respektive män gav liknande resultat som för blod där kvinnorna hade högre halter av metaller i urin än män. Alla halter i urin justerades för kreatinin vilket görs för att kompensera för olika grad av utspädning på grund av skillnader i vätskeintag. Delvis kan skillnaderna i metallhalter i urin mellan män och kvinnor bero på att kvinnor generellt sett har lägre kreatininhalt i urin, vilket medför att metallhalter i kvinnors urin per gram kreatinin blir högre.

Kvinnor hade totalt sett högre konsumtion av lokalproducerade grönsaker, vilket påverkade metallhalter i både blod och urin.

Generellt var metallexponeringen högre hos dem som rapporterat att de oftare åt lokalt producerade livsmedel jämfört med de som sagt att de gjorde det mer sällan eller inte alls. De som åt lokalt producerade rotfrukter, grönsaker, kyckling, lamm och fisk (lokalt fångad) hade också högre halter av kadmium i blod (figur 2), medan grönsaker, svamp, kyckling, viltkött och fisk kunde kopplas till högre halter av bly (figur 3). Storkonsumenter av vilt och fisk hade också högre halter av kvicksilver i blodet, medan

arsenikhalterna i både blod och urin var högre hos de som uppgivit att de ätit fisk under de senaste tre dagarna.

INGA STORA SKILLNADER

Vid en jämförelse av metallhalter i blod och urin hos deltagarna i undersökningen med andra grupper av befolkningen sågs inga stora skillnader (figur 2 och 3). Att bo och vistas i Glasriket tycks inte bidra till kraftigt förhöjda halter av metaller i blod och urin i den vuxna befolkningen även om man konsumerar lokala livsmedel. Vi vet dock inte om exponeringen varit betydligt högre under tidigare år.

Även om en del individer över-skred de hälsobaserade riktvärdena för njurskada (kadmium), kronisk njursjukdom och förhöjt blodtryck (bly) så innebär det inte att just dessa individer kommer att bli sjuka.

Text & kontakt:

Ingela Helmfrid,

Region Östergötland/Linköpings universitet
ingela.helmfrid@regionostergotland.se

Marika Berglund, Karolinska Institutet
marika.berglund@ki.se

LÄSTIPS:

Resultat och tolkningar från 25 glasbruksobjekt och 6 glasbruksåar. Kemakta konsult AB. 2007.

Datavärd HÄMI, KI
<http://ki.se/imm/alla-rapporter>

Efsa 2009. *Cadmium in food, Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain.* The EFSA Journal (2009) 980, 1-139.

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2009.980/epdf>

Efsa 2010. *EFSA panel on contaminants in the food chain (CONTAM); scientific opinion on lead in food.* EFSA J. 8(4), 1570.

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2010.1570/epdf>

SAMBAND MELLAN KONSUMTION AV LIVSMEDEL OCH OLIKA PÅVERKANSAKTÖRER

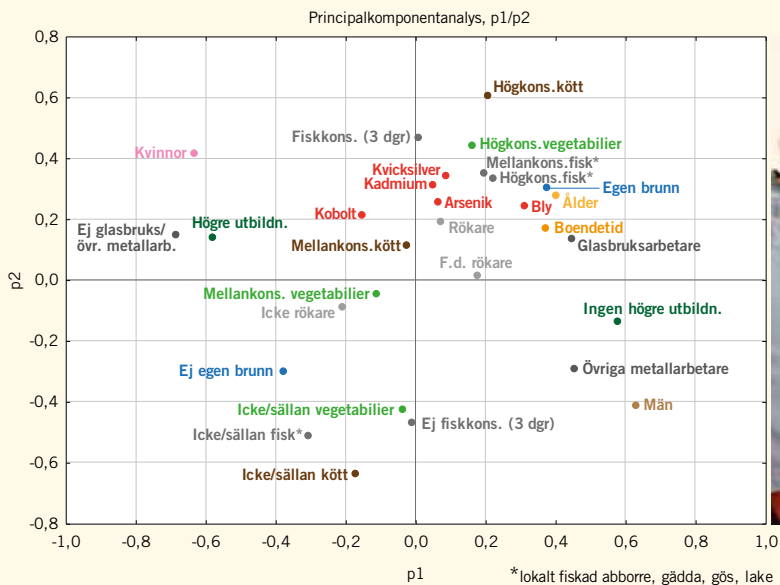
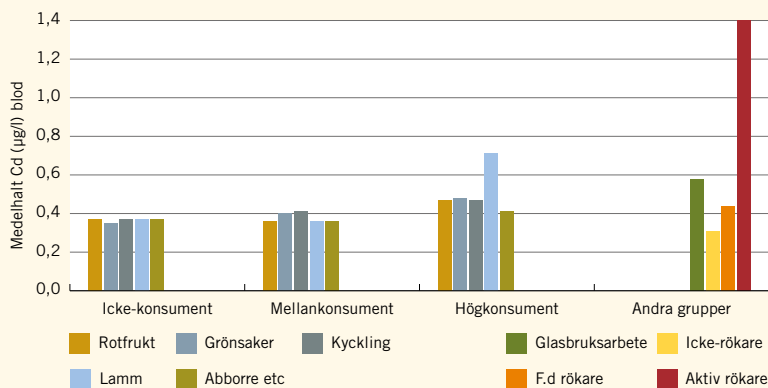


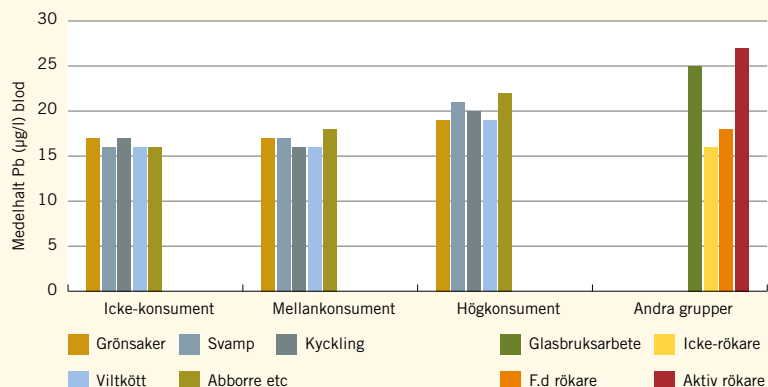
FOTO: INGELA HELMFRID

FIGUR 1. Analys av sambanden mellan olika konsumtionsgrupper av lokala livsmedel och påverkansfaktorer som kostvanor, rökning, egen brunn under uppväxtåren, boendetid i Glasriket, glasbruks- och övrigt metallarbete, utbildningsnivå, intag av fisk under de senaste tre dygnet före provtagning och uppmätta metallhalter i blod. Avståndet mellan punkterna i diagrammet avgör hur starkt sambandet är, ju kortare avstånd desto starkare samband. Starkast samband finns mellan rökare och högre arsenik- och kadmiumhalt i blodet, medan sambandet är svagare före detta rökare och dessa metaller.

Fiskkonsumtion och högre kvicksilverhalter i blodet visar också ett starkt samband. Äter man sällan eller inte alls fisk, kött eller vegetabilier från Glasriket har man däremot lägre metallhalter i blodet, jämfört med övriga konsumtionsgrupper. Äldre, som bott länge i Glasriket, druckit vatten från egen brunn och kanske till och med arbetat som glasbruksarbetare har högre halter bly i blodet. De höga blyhalterna beror inte bara på arbetet inom glasbruken, utan kan också bero på hög bakgrundsbelastning av bly, dvs. det finns naturligt i berggrunden.



FIGUR 2. Kadmiumhalt (µg/l) i blod hos studiepopulationen uppdelat på olika konsumtionsgrupper av lokala livsmedel, glasbruksarbetare, ikke-rökare, före detta rökare och aktiva rökare.



FIGUR 3. Blyhalt (µg/l) i blod hos studiepopulationen uppdelat på olika konsumtionsgrupper av lokala livsmedel, glasbruksarbetare, ikke-rökare, före detta rökare och aktiva rökare.



FOTO: LIZA SIMONSSON

Miljögifter i våra kläder

Konsumtionen av textil ökar i Sverige. Vi köper helt enkelt mer kläder, heminredningstextilier m.m. och därmed ökar också användningen av kemikalier. Registerdata över kemikalier som används vid tillverkning av textilier och kläder samt analyser av tvättvatten visar att textilfibrer och många miljöfarliga ämnen når våra reningsverk via avloppsvattnet. Dessa fibrer och farliga ämnen kan förorena både avloppsrenings slam, som används för gödsling av åkermark, samt sjöar och vattendrag nedströms reningsverken.

Lisa Lundin & Peter Haglund, Umeå Universitet, Mikael Remberger, IVL Svenska miljöinstitutet

UNDER 2014 GENOMFÖRDES en studie för att ta reda på hur mycket farliga kemikalier, textilfibrer och mikroplaster som transporteras med tvättvatten till miljön.

I undersökningen testades hur mycket fem olika klädtyper bidrar till förekomsten av miljöfarliga ämnen i slam samt i utgående vatten från ett urval av svenska reningsverk.

Mer specifikt undersöktes hur mycket av 126 stycken kemikalier

som återfinns i tvättvattnet som samlats upp från första och andra tvätten av helt nya kläder.

Totalt inköptes åtta t-tröjor av bomull med plasttryck, tre par bomullsjeans, två par arbetsbyxor, åtta fleecetröjor och tre skaljackor.

Kläderna tvättades i en vanlig hushållstvättmaskin, två gånger efter varandra utan att torka mellan tvättarna och allt tvättvatten samlades upp. Delprov av tvättvattnet togs ut och analyserades

för de utvalda ämnena på tre olika laboratorier (Miljökemiska Laboratoriet, Umeå Universitet, IVL Svenska Miljöinstitutet och Stockholms Universitet (ACES).

STÖRST MÄNGD FUNKTIONSKEMIKALIER

Studien visar på att det mängdmässigt främst är funktionskemikalier som släpper från kläderna vid tvätt. Det här var väntat då dessa kemikalier är avsiktligt



tillsatta och oftast inte kemiskt bundna till tyget. Processkemikalier avges i mindre mängd och oönskade kemikalier, som till exempel klorerade fenoler och bensener, hittades i väldigt små mängder i tvättvattnet, oavsett vilken typ av klädesplagg som tvättats.

Om man ser till detektionsfrekvensen, dvs. hur ofta de ämnen som ingår i en ämnesklass påträffas, blir bilden delvis en annan. Mer än 75 procent av de oönskade kemikalierna (38 av 50), cirka 50 procent av funktionskemikalierna (26 av 49) och cirka 30 procent av processkemikalierna (8 av 27) detekterades i tvättvattenproverna.

T-TRÖJOR SLÄPpte MEST KEMIKALIER

T-tröjor och skaljackor var de klädtyper som avgav störst mängd kemikalier per kg; 47 mg/kg för

t-tröjor följt av 23 mg/kg för skaljackor (figur 1). Jeans, arbetsbyxor och fleecetröjor släppte mindre mängd kemikalier; 13 mg/kg, 10 mg/kg respektive 5 mg/kg vid tvätt till tvättvattnet.

De fem klädtyperna släppte alla bisfenol AF, organofosfater, ftalater, formaldehyd, bromerade och klorerade fenoler samt klorerade bensener till tvättvattnet vid de två första tvättarna. Några föreningar som inte kunde detekteras i tvättvattnet var 4 siloxaner, 9 olika aniliner och majoriteten av de 17 dioxiner och furaner som ingick i studien.

T-tröjor släppte mer textilfibrer (0,85 mg/kg) jämfört med de andra klädtyperna. Övriga släppte betydligt mindre fibrer vid tvätt: jeans 0,46 mg/kg, skaljackor 0,02 mg/kg, arbetsbyxor 0,07 mg/kg och fleecetröjor 0,1 mg/kg.

UPPSKALAD BERÄKNAD BELASTNING

Baserat på den årliga importen av respektive klädtyp i Sverige och på resultaten från studien beräknas t-tröjorna vara de största bovorna i dramat. De avger den största mängden kemikalier (470 kg funktionella kemikalier, 0,5 kg processkemikalier och 0,07 kg oönskade kemikalier) vid de två första tvättarna av plaggen.

Arbetsbyxor beräknas avge minst kemikalier (30 kg funktionella kemikalier, 7 kg processkemikalier och 0,9 g oönskade kemikalier).

Ftalater och organofosfater frigjordes i stora mängder från kläderna (300 kg och 7,6 kg) och utgör 47 respektive 3 procent av den totala mängd av respektive kemikalie som når avloppsreningsverken (figur 2). DINCH, en ersättningskemikalie för ftalater, återfanns i stora mängder i tvättvattnet. Den utgör 25 procent av mängden textilkemikalier som når reningsverken. Det här visar att tvätt av kläder ger ett betydande bidrag av vissa kemikalier till reningsverksvatten och slam.

FÖRBJUDNA KEMIKALIER

Kemikalier som är förbjudna enligt EU:s kemikalielagstiftning, REACH, bör naturligtvis inte förekomma i kläder. Trots det så hittas de ändå ibland vid inspektion. Exempelvis är det förbjudet att använda akrylaminer inom EU. Ändå fann vi en av dessa, 4,4'-diaminodiphenylmethane, i tvättvatten från alla typer av kläder i denna studie. Idag sker produktion av kläder över hela världen och det är svårt att få information om vilka kemikalier som har använts för ett visst plagg. Denna spårbarhet skulle behöva förbättras.

FAKTA: Textilier, konsumtion och kemikalier

Konsumtionen av textil ökar i Sverige. Idag konsumeras ungefär 14 kg textilier per person i form av kläder varje år, en konsumtion som bidrar med olika "kemikalieavtryck". De miljöfarliga ämnena som används vid framställningen av de färdiga kläderna kan delas in i tre kategorier:

Processkemikalier – kemikalier som används i processen att producera fiber (naturliga eller syntetiska), tillverkningen av garn eller tyg till exempel formaldehyd. 27 kemikalier* ingår i den här gruppen.

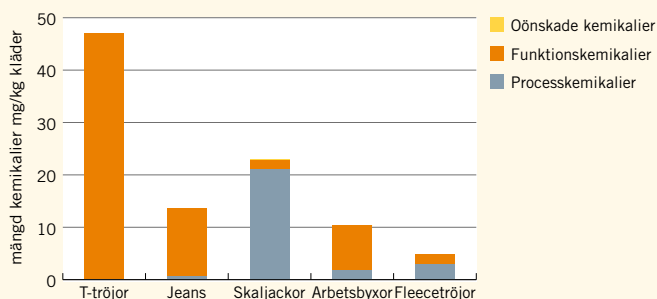
Funktionskemikalier – kemikalier som tillsätts för att ge plagget en specifik egenskap, till exempel att det ska vara smuts och/eller vattenavvisande, som ftalater och organofosfater. 49 kemikalier* ingår i den här gruppen.

Oönskade kemikalier – kemikalier som kan finnas som en förorening i andra kemikalier eller bildas under processen och som aldrig avsetts användas under processen, till exempel dioxiner, klorfenoler och klorbensener. 50 kemikalier* ingick i den här gruppen.

Störst mängd kemikalier används i samband med tillverkningen av fibrerna och plaggen varav de mesta inte finns kvar i plaggen, utan de tvättas bort under tillverkningsprocessen och det är då de största utsläppen sker. Det finns dock en risk att allt inte tvättas bort. Vissa kemikalier tillsätts också efter denna process exempelvis före transport för att minimera förekomst av mögel eller skadedjur.

* Av de 126 kemikalierna som ingick i studien.

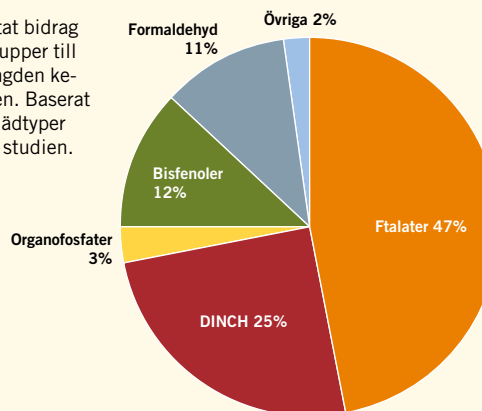
KEMIKALIER I TVÄTTVATTNET FRÅN OLIKA KLÄDTYPER



FIGUR 1. Mängd kemikalier som återfanns i tvättvattnet efter de två första tvättarna av nya t-tröjor, jeans, skaljacker, arbetsbyxor och fleece-tröjor.

KEMIKALIETYPEN I TVÄTTVATTNET

FIGUR 2. Uppskattat bidrag av fem kemikaliegrupper till den årliga totalmängden kemikalier i tvättvattnet. Baserat på import av fem klädtyper och resultaten från studien.



I den här studien hittades 72 av 126 föreningar, alla icke-naturliga föreningar, i tvättvattnet. De föreningar som hittades i störst mängder i tvättvattnet var BPS, ftalater (DBP, BBP, DEHP, DINP, DIDP), DINCH, organofosfater (TPP, TCEP, TCPP, TEHP, TBEP) och formaldehyd. Med hänsyn taget till importen av nya kläder kommer mängden kemikalier som avges från dessa vid de två första tvättarna att vara betydande.

Även om en del av de föreningar som avges från kläderna bryts ner under behandlingen av avloppsvattnet i reningsverken hamnar många av dem i det utgående vattnet eller i slammet. Därefter förs de vidare till recipienten eller landar på åkrar som gödslas med slam. Vad detta kan ha för effekter på människor, djur- och växtliv är det ingen som känner till idag.

Text & kontakt:

Lisa Lundin, Umeå universitet
lisa.lundin@umu.se

Peter Haglund, Umeå universitet
peter.haglund@umu.se

LÄSTIPS:

Kemikalier i textilier – Risker för människors hälsa och miljö. Rapport från ett regeringsuppdrag. Kemikalieinspektionen rapport 3/15. <http://www.kemi.se/global/rapporter/2015/rapport-3-15-kemikalier-i-textilier.pdf>



Miljögifter i unga svenska män och kvinnor

Vi exponeras dagligen för en mängd olika miljögifter via mat, livsmedel, hygienartiklar och andra produkter. Spridning och halter av miljögifter i den yttre miljön kontrolleras av myndigheterna genom stickprov och regleras i vissa fall av gränsvärden. Den verkliga exponeringen för oss människor, det vill säga vad som tas upp av och kan mätas i kroppen, är inte lika välstuderad. Därför gjordes en studie vid Lunds universitet av hur höga halter av vanligt förekommande miljögifter som fanns i unga män och kvinnor.

Erika Norén, Karin Wahlberg, Margareta Littorin & Christian Lindh, Lunds universitet

STUDIEN GENOMFÖRDES MED hjälp av så kallade exponeringsmarkörer i urinprov och undersökte tidstrender av vanligt förekommande ämnen inom

grupperna ftalater, organofosfatiska flamskyddsmedel, bisfenoler, bekämpningsmedel och triklosan. Dessa ämnen utsöndras snabbt ur kroppen och mätbara halter tyder

därför på en kontinuerlig exponering. Resultatet visar en del tydliga exponeringstrender och tycks reflektera utfasningen av vissa ämnen. Många utfasade ämnen

ersätts snabbt av nya snarlika ämnen som inte undersökts i samma omfattning. Grunden i exponeringsstudien är en biobank med urinprov insamlade i samband med mönstring under tre år mellan år 2000 och 2009, endast män. Den kompletterades år 2013 med prover från gymnasieelever, både från män och kvinnor.

INGA ENTYDIGA TRENDER FÖR BEKÄMPNINGSMEDEL

Rester av bekämpningsmedel kan finnas i många livsmedel. Bekämpningsmedel används mot skadedjur, sjukdomar, svampangrepp och även för att reglera grödornas tillväxt. I vissa fall tillsätts de även efter skörd för att öka hållbarheten vid transport.

Ett intressant bekämpningsmedel, som används i stor omfattning internationellt, är klorpyrifos (TCP). Det är ett insektsbekämpningsmedel som inte längre är tillåtet i Sverige. Ämnet har på senare tid uppmärksammats då matkedjor i Sverige fått stoppa försäljningen av importerad frukt för att den innehållit halter av klorpyrifos som överskridit gränsvärdet. Klorpyrifos tillhör gruppen organiska fosforföreningar, som har neurotoxiska egenskaper. Ett fåtal studier av gravida kvinnors exponering har antytt att klorpyrifos skulle kunna påverka utvecklingen av nervsystemen hos foster. Vår studie antyder en svag, men icke statistiskt signifikant, ökande trend för klorpyrifos, vilket kan bero på en växande import av livsmedel (figur 1).

Mankozeb är ett bekämpningsmedel som tillhör gruppen etylenbisditiokarbamater (EBDCs). Ämnet används internationellt mot mögelsvamp inom exempelvis banan- och vinodlingar. Resthalter

finns kvar i de livsmedel som importeras till Sverige och bidrar därmed till exponeringen här. Nedbrytningsprodukten ETU som mättes i denna studie, motsvarar exponeringen för EBDCs eftersom mankozeb inte kan urskiljas separat. Resultaten visar låga halter av ETU och nivåerna ser inte ut att öka över tid (figur 1).

Ämnet klormekvat (CCC) används främst för att reglera tillväxt och mognad hos växter och används på spannmål även i Sverige. Exponeringen för detta ämne är därför främst kopplad till konsumtion av spannmålsbaserade livsmedel, och denna varierar inom olika grupper i befolkningen. Studier på djur har visat att klormekvat kan ha hormonstörande egenskaper. Halterna av CCC var högst bland de undersökta bekämpningsmedlen, men uppvisade ingen tydlig trend över tid.

NYA FLAMSKYDDSMEDEL INTE UTAN PROBLEM

Organofosfaterna tris(1,3-diklor-2-propyl)fosfat, trifenyfosfat och tributylfosfat används som mjukgörare i plastmaterial samt i färg, lim och lack. De två förstnämnda används även som flamskyddsmedel i plast, textilier och material i byggnader. Dessa ämnen är vanligtvis inte kemiskt bundna till materialet i produkterna och kan därför läcka ut kontinuerligt. Studier har visat på höga halter av flera organofosfater i inomhusdamm, samt även detekterbara halter i urin hos människor.

Organofosfaterna ersatte i stor utsträckning bromerade flamskyddsmedel, när dessa visade sig vara svårnedbrytbara och giftiga, men även organofosfaterna kan vara problematiska. Tris(1,3-diklor-2-propyl)fosfat har hormonstörande

egenskaper, och vissa studier visar även tendenser till hormonstörande effekter för trifenyfosfat och tributylfosfat.

I denna studie minskade halterna av tributylfosfat (DBP) och för trifenyfosfat (DPP) fanns en tendens till lägre halter över tid, men ingen tydlig trend. För tris(1,3-diklor-2-propyl)fosfat (BDCIPP) fanns låga men mätbara halter i prover från samtliga år (figur 2).

Importen av dessa tre ämnen som rena kemiska substanser till Sverige har minskat kontinuerligt mellan år 2000 och 2013. Tris(1,3-diklor-2-propyl)fosfat har inte importerats alls. Produkter som innehåller dessa ämnen ingår dock inte i statistiken och kan fortfarande importeras och därför bidra till den exponering som ändå syns för exempelvis tris(1,3-diklor-2-propyl)fosfat.

NÅGRA MJUKGÖRARE MINSKAR

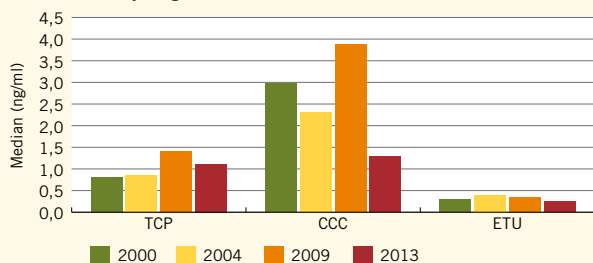
Ftalater används som mjukgörare i olika plaster, framför allt PVC-plaster. På samma sätt som organofosfater är de oftast inte kemiskt bundna i produkterna

FAKTA: Studier av miljögifter

Studier av miljögifter hos befolkningen över längre tidsperioder är viktiga för att se och upptäcka förändringar i användningen av potentiellt skadliga ämnen och för att utreda om det kan påverka vår hälsa. Biologisk övervakning av koncentrationer av miljögifter i urin möjliggör även uppföljning av befolkningens exponering efter förändringar i lagstiftningen för användningen av olika kemikalier. Valet att studera ungas exponering berodde i detta fall helt enkelt på att det fanns data från flera år att tillgå. Fördelen med detta urval är också att gruppen är i samma ålder och därmed minskar skillnaderna mellan individer, vilket ger tydligare resultat.

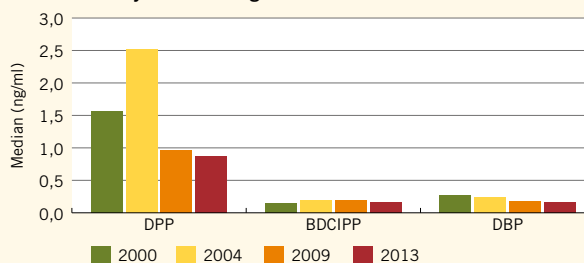
HALTER AV MILJÖGIFTER I URIN HOS UNGA

Bekämpningsmedel



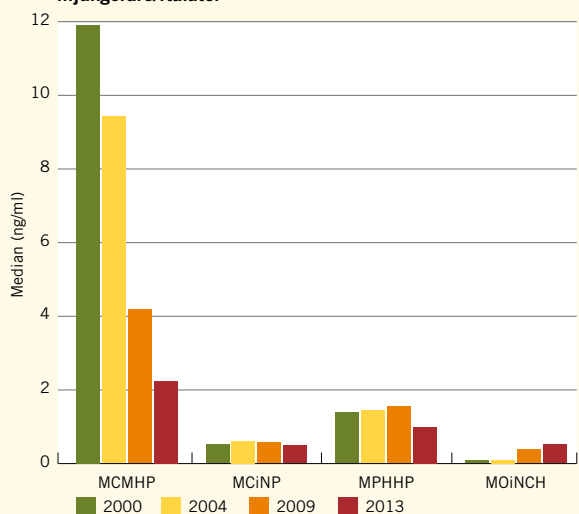
FIGUR 1. Halter av nedbrytningsprodukterna för pesticiderna klorpyrifos (TCP), klormekvat (CCC) och ditiokarbamater/mankozeb (ETU). Resultaten visar en tendens till stigande halter för klorpyrifos, varierande halter av klormekvat och lägre men ingen tydlig trend för och ditiokarbamater/mankozeb.

Flamskyddsmedel/organofosfater



FIGUR 2. Halter av nedbrytningsprodukterna för organofosfaterna trifenylfosfat (DPP), tris(1,3-diklor-2-propyl)fosfat (BDCIPP) och tributylfosfat (DBP). Halterna av trifenylfosfat minskar och även tributylfosfat tenderar att minska, medan trenden för tris(1,3-diklor-2-propyl)fosfat är otydlig.

Mjuktgörelse/ftalater

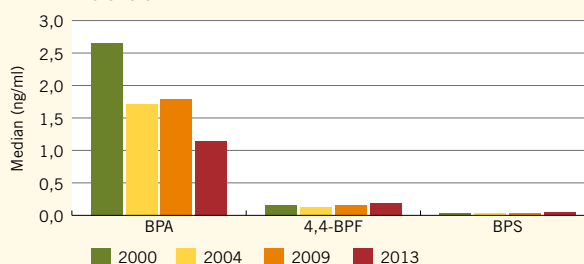


FIGUR 3. Halter av nedbrytningsprodukterna för mjuktgörarna dietylhexylftalat (MCMHP), diisodecylftalat (MCiNP), diisopropylheptylftalat (MPHHP) samt icke-ftalaten diisononylcyclohexan 1,2-dikarboxylat (MOiNCH). Dietylhexylftalat minskar tydligt med tiden, medan diisodecylftalat och diisopropylheptylftalat inte visar någon tydlig trend. Däremot ökar halterna av ersättningsmedlet för ftalater, men fler aktuella mätningar behövs för att säkerställa en trend.

SÅ LÄSER DU FIGURERNA

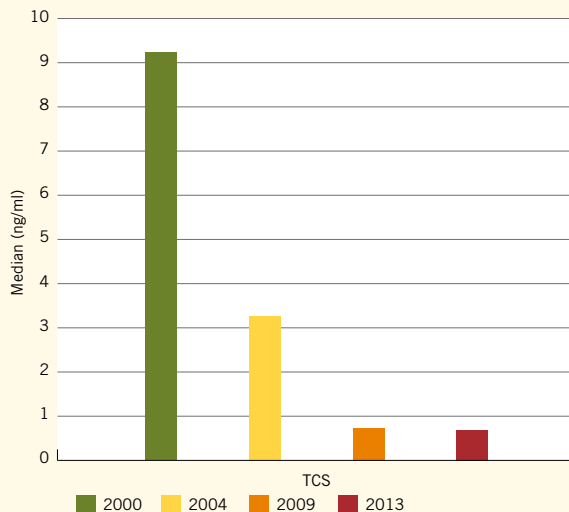
Samtliga figurer visar medianvärden för koncentrationerna i urinproven från hela studiepopulationen varje år. Angivna koncentrationer är densitetsjusterade, vilket innebär att koncentrationen justerats för utspädningsgraden i varje prov, då denna kan variera beroende på bland annat hur mycket personen druckit.

Bisfenoler



FIGUR 4. Halter av bisfenol A (BPA), 4,4-bisfenol F (4,4-BPF) och bisfenol S (BPS). Bisfenol A minskar tydligt, för övriga två var halterna låga och ingen tydlig trend syntes.

Triklosan



FIGUR 5. Halterna av triklosan minskar mellan åren men den tydligaste förändringen mellan 2000 och 2004.

och kan därmed läcka från dessa. Dietylhexylftalat har varit vanligast i Sverige men har på senare år ersatts av andra mjukgörare såsom diisodecylftalat och diisopropylftalat. I vissa produkter, märkta som ftalatfria, har de istället ersatts med ämnet diisononylcyclohexan 1,2-dikarboxylat.

Dietylhexylftalat är sedan februari 2015 förbjudet att använda inom EU och diisodecylftalat har börjat regleras eller förbjudits i leksaker och produkter för barn. Djurstudier har nämligen visat att exponeringen kan påverka levern och fortplantningsförmågan främst hos unga djur. EU-förbudet gäller inte innehåll av dessa ämnen i produkter som importerats från andra delar av världen, som

därmed kan medverka till fortsatt exponering. Den nya icke-ftalaten diisononylcyclohexan 1,2-dikarboxylat har i några nya studier visats orsaka sänkta nivåer av östradiol (östrogenerhormon) hos kvinnor, men fler studier behövs för att säkerställa hälsoeffekter av detta ämne.

Resultaten visar att halterna av dietylhexylftalat (MCMHP) minskar kraftigt i över tid. Även diisodecylftalat (MCIHP) verkar minska något (figur 3). Båda dessa ämnens användning har begränsats i en del produkter under senare år. Halterna av diisopropylheptylftalat (MPHHP) ligger något lägre 2013, men det går inte att dra några slutsatser om hur exponeringen förändrats. Ersättaren för ftalater,

diisononylcyclohexan 1,2-dikarboxylat (MOiNCH), var knappt detekterbar de två första åren men visade något högre halter år 2009 och 2013. Detta indikerar att exponeringen för detta ämne ökar, men fler mätningar efter år 2013 behövs för att säkerställa en trend.

FAKTA: Exponeringsbiomarkör

Biomarkörer för exponering är kemiska ämnen eller deras nedbrytningsprodukter som kan mätas i ett biologiskt prov (exempelvis blod eller urin) och som kan användas som ett mått på exponeringen, det vill säga den mängd som tagits upp av kroppen. I texten anges den nedbrytningsprodukt som mäts inom parentes efter ämnets namn.

FOTO: KRISTINE OLSSON-TÖRNQVIST



SJUNKANDE ELLER LÅGA HALTER AV BISFENOLER

Bisfenol A (BPA) har länge använts i produkter tillverkade av plast (polykarbonat och epoxi) men även i tryckfärger, kopieringspapper och på insidan av konservburkar. BPA liknar vissa av kroppens egna hormoner och forskningsstudier har antytt att ämnet kan ha hormonstörande egenskaper. Eftersom barn är extra känsliga för hormonstörande ämnen har BPA fasats ut ur produkter som nappflaskor och förpackningar för barnmat. Det finns ett flertal ersättningsprodukter som 4,4-bisfenol F (4,4-BPF) och bisfenol S (BPS). Bisfenol S har i stor utsträckning ersatt bisfenol A, men eventuella hälsoeffekter kopplade till bisfenol S har inte studerats i större omfattning.

Resultaten visar en tydlig minskning av bisfenol A hos unga, vilket med stor sannolikhet kan kopplas till att ämnet under lång tid fasats ut ur flera material och produkter (figur 4). 4,4-bisfenol F var detekterbar i prover från alla år men ingen tydlig förändring över tid kunde ses i exponeringen. Bisfenol S förekom i väldigt låga halter och är därmed svår att uttala sig om. Även om halterna

inte ökar nämnvärt så förekom mätbara halter hos fler individer de två senare åren.

TRIKLOSAN BORTA UR HYGIENARTIKLAR

Triklosan var tidigare vanligt i hygienartiklar som tandkräm, deodorant, tvål och även i textilier och gymnastikskor tack vare dess antibakteriella egenskaper. Triklosan har nu klassats som miljöfarligt och giftigt för vattenlevande organismer. Ämnet har efter påtryckningar från allmänheten successivt börjat fasas ut ur ett flertal produkter i Sverige. År 2016 beslutade EU att medlemsländerna ska fasa ut triklosan ur både hygienartiklar och textilier. Triklosan har även visat sig ha hormonstörande egenskaper hos ett flertal olika arter, bland annat genom påverkan på sköldkörtelhormon. Resultaten från denna studie visar en signifikant nedåtgående trend av triklosan (figur 5).

ÄLDRE ÄMNEN FASAS UT

Flera av de ämnen som introducerats tidigt i produktutvecklingen har börjat fasas ut från livsmedel och hygienartiklar. För vissa ämnen har beslut fattats om utfasning på EU-nivå, men ibland

har påtryckningar från organisationer och allmänheten också påverkat handeln att själva utesluta produkter som innehåller uppmärksammade ämnen. Utfasningen av ämnen återspeglas i denna studie men även exponering för nyintroducerade ämnen och fortsatta tidstrendstudier av exponering för miljögifter i befolkningen är av stor vikt.

Text & kontakt:

Erika Norén, Lunds universitet
erika.noren@med.lu.se

Christian Lindh, Lunds universitet
christian.lindh@med.lu.se

FAKTA:

Hormonstörande ämnen

Ett hormonstörande ämne definieras av WHO som "en yttre substans som förändrar funktioner i hormonsystemet och därmed orsakar negativa hälsoeffekter i en organism, dess avkomma eller i en population". Flera nya kemikalier som introducerats påminner om hormoner i sin struktur och misstänks därför kunna förstärka eller blockera hormonella signaler. Då hormoner vanligtvis verkar i väldigt låga koncentrationer finns en risk att dessa ämnen kan ge hälsoeffekter även vid en låg exponering.

LÄS MER:

Jansson, A., Fohgelberg, P. & Widenfalk, A. 2016. *Kontroll av bekämpningsmedelsrester i livsmedel 2015*. Rapport 19/2016. Livsmedelsverket.

Kemikalieinspektionen. 2014. *Kartläggning av ftalater i varor i Sverige*. PM 2/14. 117 s.

Littorin, M., Maxe, M., Amilon, Å., Jönsson, B.A.G. & Lindh, C.H. 2013. *Analyser av pesticider i urin hos skånska kvinnor 2010*. Rapport 33/2013 till Naturvårdsverket.

SVT Nyheter. Publicerad 2016-09-07. <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/helsingborg/ica-aterkallar-giftiga-applen-1>

WHO. 1998. *Flame retardants: tris(chloropropyl) phosphate and tris(2-chloroethyl) phosphate*. Environmental Health Criteria. World Health Organization, Geneva. 209 pp.

WHO. 2011. *Toxicological and health aspects of bisphenol A*. Report of the Joint FAO/WHO Expert Meeting.

WHO. 2013. *State of the Science of Endocrine Disrupting Chemicals – 2012*. 296 p.

Widenfalk, A. & Fohgelberg, P. 2012. *Resthalter av bekämpningsmedel (OP) som indikator i livsmedel samt uppskattat intag och risk bland svenska konsumenter (inklusive barn)*. Rapport till Naturvårdsverket oktober 2012.



FOTO: OLESIA BILKEI/SHUTTERSTOCK

Kemikalier i barns vardag

Barn är i regel mer exponerade för kemikalier än vuxna samtidigt som de ofta är känsligare för kemikaliers negativa hälsoeffekter. Det är därför viktigt att ta reda på hur och i vilken omfattning barn exponeras för kemikalier i sin vardag.

Kristin Larsson & Marika Berglund, Karolinska institutet

MÄNNISKOR EXPONERAS STÄNDIGT för kemikalier i mat, vatten, luft, damm och produkter. Barn utsätts i högre utsträckning än vuxna för icke yrkesrelaterad exponering för kemikalier och de är ofta mer känsliga för kemikaliernas negativa hälsoeffekter. I en studie genomförd 2015 av Institutet för Miljömedicin vid KI, på uppdrag av Naturvårdsverket och Stockholms stad undersöktes hur mycket kemikalier som förekommer i förskolemiljön, hur mycket av dessa som barn får i sig och hur exponeringen sett ut över tid.

I studien undersöktes förekomsten av ftalater, icke-ftalat

mjukgörare, bisfenoler samt bromerade och fosforbaserade flamskyddsmedel i dammprover från 100 förskolor i Stockholm. Dessutom lämnade ett hundratal fyraåringar handavstrykningsprov för analys av flamskyddsmedel, samt urinprov för analys av ftalater och bisfenoler. De uppmätta halterna i urin jämfördes även med halter hos en grupp barn som lämnade urinprov år 1998–2000.

KEMIKALIER I DAMM FRÅN FÖRSKOLOR

Baserat på de halter som uppmättes i damm från förskolorna (figur 1) bedöms exponeringen för ftalater,

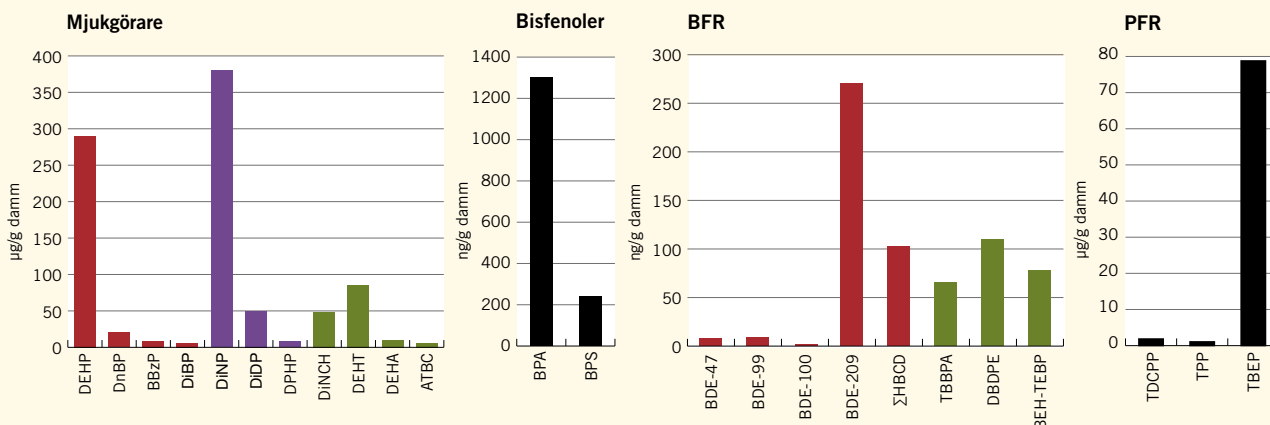
icke-ftalat mjukgörare, bisfenoler och flamskyddsmedel via damm

FAKTA:

Strängare lagkrav – nya kemikalier

Tidigare flitigt använda kemikalier, så som vissa ftalater (mjukgörare) och flamskyddsmedel har under senare år kommit att omfattas av en allt striktare lagstiftning, vilket har resulterat i sjunkande halter av dessa kemikalier i vår närmiljö. Den minskade användningen av dessa ämnen har även lett till att industrin nu använder andra kemikalier som ersättning för de gamla. För många av dessa ersättningsämnen saknas dock kunskap om exponering och trender, inte minst bland barn.

FIGUR 1. Mediankoncentrationer av de studerade kemikalierna i damm från förskolor. Staplarna för mjukgörare färgkods enligt tillståndspliktiga ftalater (röda), övriga ftalater (lila) och icke-ftalat mjukgörare (gröna). Bromerade flamskyddsmedel (BFR) färgkods enligt BFR som håller på att fasas ut (röda) och övriga BFR (gröna). PFR=fosforbaserade flamskyddsmedel.



i förskolemiljön vara relativt låg och inte innebära någon risk för barnens hälsa. Samtidigt exponeras barn för dessa kemikalier även via andra källor i inomhusmiljön på

förskolan, till exempel då de andas in dem och när de stoppar saker i munnen. Detta har inte utvärderats i den aktuella studien. En jämförelse med tidigare studier

av dammhalter i europeiska förskolor visar att de ftalater och flamskyddsmedel som idag omfattas av striktare lagstiftning minskar. Men det går inte att bedöma om detta främst beror på den generella utfasningen av dessa ämnen eller snarare beror på genomförda åtgärder för att minska förekomsten av kemikalier specifikt i förskolemiljön.

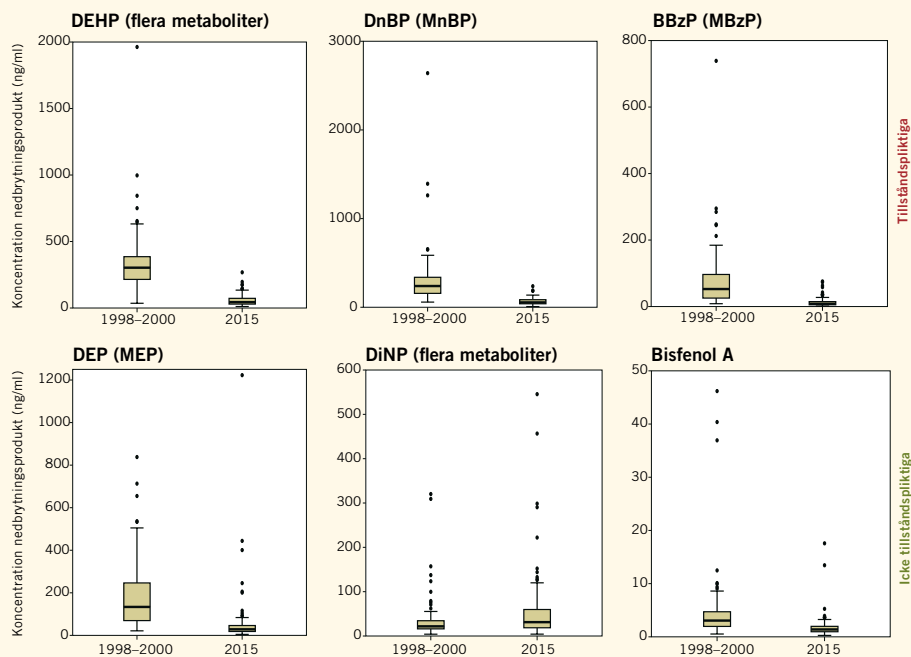
Förkortning	Kemiskt ämne
ATBC	Tributyl O-acetylcitrat
BBzP	Butylbenzylftalat
BEH-TEBP	Bis(2-etylhexyl) tetrabromftalat
BFR	Bromerade flamskyddsmedel
BPA	Bisfenol A
BPS	Bisfenol S
DBDPE	Dekabromdifenyletan
DEHA	Bis(2-etylhexyl)adipat
DEHP	Dietylhexylftalat
DEHT	Bis(2-etylhexyl)tereftalat
DEP	Dietylftalat
DiBP	Diisobutylftalat
DiDP	Di-isodecylftalat
DiNCH	Diisononylcyklohexan-1,2-dikarboxylat
DiNP	Diisononylftalat
DnBP	Dibutylftalat
DPHP	Bis(2-propylheptyl)ftalat
HBCD/HBCDD	Hexabromcyklododekan
PBDE (BDE-xx)	Polybromerade difenyletrar
PFR	Fosforbaserade flamskyddsmedel
TBBPA	Tetrabrombisfenol A
TBEP	Tris(2-butoxyetyl)fosfat
TDCPP	Tris(1,3-dikloroisopropyl)fosfat
TPP	Tris(fenyl)fosfat

KÄLLOR TILL KEMIKALIER I DAMM

Förskolornas byggnadsår visade sig spela roll för halterna av olika kemikalier i damm. Halter av vissa ftalater och flamskyddsmedel som idag omfattas av strikt lagstiftning var högre i äldre förskolor, medan halter av vissa kemikalier som idag ersätter dessa var högre i nyare förskolor. Detta speglar skiftet i användningen av dessa ämnen. Förekomst av vissa produkter, så som skummadrasser, elektronik och PVC-golv, samvarierade med halter av vissa mjukgörare och flamskyddsmedel i damm.

FTALATER OCH BISFENOL A I URIN HOS FYRÅRNINGAR

FIGUR 2. Halter av nedbrytningsprodukter (metaboliter) av de tillståndspliktiga ftalaterna DEHP, DnBP (MnBP) och BBzP (MBzP) och de icke-tillståndspliktiga ftalaterna DEP (MEP) och DiNP samt Bisfenol A i urin från fyraåringar 1998–2000 och 2015. Namnen på nedbrytningsprodukterna inom parentes.



Dessutom var halterna av de undersökta kemikalierna i damm från Waldorfförskolor, där dessa typer av produkter saknas, lägre jämfört med övriga förskolor. Men de halter som ändå påträffades i Waldorfförskolorna visar att det även finns andra källor till dessa ämnen. Sammantaget pekar resultaten på att halter av kemikalier i damm till viss del beror på produkter som relativt lätt kan tas bort eller bytas ut. Till viss del beror på det på andra, mer svåråtgärdade faktorer i förskolemiljön, så som byggnadsmaterial.

TRENDER I URIN FRÅN FYRÅRNINGAR

I figur 2 visas de första två mätpunkterna i tidsserien av kemikalier i urin från fyraåringar i Stockholm. Den första mätpunkten utgörs av prover insamlade under 1998–2000 och den andra mätpunkten av de urinprover som samlades in 2015. Halter av metaboliter, dvs. nedbrytningsprodukter, till idag tillståndspliktiga ftalater (DEHP, DnBP och BBzP) samt BPA minskade mellan de två mätomgångarna, medan halter av metaboliter till

DiNP ökade. DiNP är en ftalat som fortfarande används i hög utsträckning. Liknande trender bland vuxna svenskar har tidigare rapporterats i andra studier inom den hälsorelaterade miljöövervakningen.

Text & kontakt:

Kristin Larsson, Karolinska Institutet
kristin.larsson@ki.se

Marika Berglund, Karolinska Institutet
marika.berglund@ki.se

LÄSTIPS:

Gyllenhammar, I., Glynn, A., Jönsson, BA., Lindh, CH., Darnerud, PO. & Lignell, S. 2016. *Concentrations of phthalate metabolites and phenolic substances in urine from first-time mothers in Uppsala, Sweden: temporal trends 2009–2014*. Rapport till Naturvårdsverket.

Jönsson, BA., Axmon, A., Lindh, CH., Rignell Hydrom, 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.

Larsson, K., Jönsson, BA., Lindh, CH., de Wit, C., Sellström, U., Magnér, J. & Berglund, M. 2017. *Tidstrender av kemiska ämnen i barns urin och utvärdering av*

förskoledamm som exponeringskälla. Rapport till Naturvårdsverket.
http://ki.se/sites/default/files/rapport_kemikalier_i_forskolan.pdf

Larsson, K., Lindh, CH., Jönsson, BA., Giovanoulis, G., Bibi, M., Bottai, M., Bergström, A. och Berglund, M. 2017. *Phthalates, non-phthalate plasticizers and bisphenols in Swedish preschool dust in relation to children's exposure*. Env Int 102:114–124.

Damm och slam – samhällets fingeravtryck



FOTO: LIZA SIMONSSON

I dagens samhälle finns hundratusentals kemikalier och nya ämnen tillkommer hela tiden. Samtidigt fasas andra ut på grund av att de är skadliga för människa och miljö. Kemikalierna cirkulerar omkring oss. De finns i inomhusdamm och de samlas i slammet från reningsverk. En förutsättningslös kemisk analys av damm och slam kan därför ge ett fingeravtryck av vilka ämnen som används i samhället idag.

Peter Haglund, Umeå universitet

MÅNGA KEMIKALIER FINNS i byggmaterial och konsumtionsvaror i vår närhet. De frigörs genom slitage eller avdunstning och vi människor kan sedan få i oss skadliga ämnen när vi andas in dammpartiklar. En del av detta damm, liksom mycket av de mediciner och hygienprodukter vi använder, lämnar även hemmet via avloppsvattnet och når kommunernas reningsverk. Där bryts de antingen ned, avskiljs med slam eller transporteras vidare ut i sjöar och vattendrag.

KEMIKALIERS LIVSCYKEL SNURRAR

Utvecklingen av kemikalier styrs främst av tekniska funktionskrav. Nya innovativa kemikalier upptäcks därför först i diverse patent, innan de kommer ut i samhället. När de kommer i vidare användning börjar de synas i nationella och internationella kemikalieregister. Om de sedan visar sig ha oönskade hälso- eller miljöeffekter uppstår ett tryck på att de byts ut mot mindre farliga ämnen med lika bra teknisk funktion, enligt den så

kallade substitutionsprincipen. Detta ger ett incitament till utveckling av nya kemikalier och cirkeln sluts.

SLAM AVSPEGLAR KEMIKALIAREGLERINGEN

Analysen av tidstrender för slam från reningsverk kan användas för att spåra effekterna av utsläppsbegränsningar för vissa kemikalier. Figur 2 visar några illustrativa exempel där halterna av några traditionella svårnedbrytbara organiska miljögifter som PCB

och dioxiner minskar som ett resultat av förbud och bättre rening. Detsamma gäller för lågbromerade difenyletrar (PBDE) som användes som flamskyddsmedel i plast och textilier.



FIGUR 1. Flöde av kemikalier från hemmet till den yttre miljön via reningsverk.

SLAM AVSLÖJAR HUR KEMIKALIER BYTS UT

När användningen av lågbromerade PBDE minskade, ökade istället användningen av högbromerade PBDE (DecaBDE), som ansågs mindre skadliga. När det sedan visade sig att högbromerade PBDE omvandlas till lågbromerade PBDE i miljön började även dessa fasa ut. Effekten av detta syns i figur 2. Halterna av DecaBDE i slam ökade fram till 2010 för att sedan börja minska fram till 2014. Minskningen var ett resultat av

att industrin själva börjat hitta alternativ till högbromerade PBDE, delvis på grund av egna initiativ och delvis på grund av minskad efterfrågan. År 2014 införde sedan den Europeiska kemikaliebyrån ECHA en reglering av användningen av DecaBDE.

Naturligtvis kvarstår behovet att flamskydda konsumtionsvaror och nya alternativa produkter, främst fosforbaserade flamskyddsmedel, ökar nu i användning. En av de mest använda av dessa

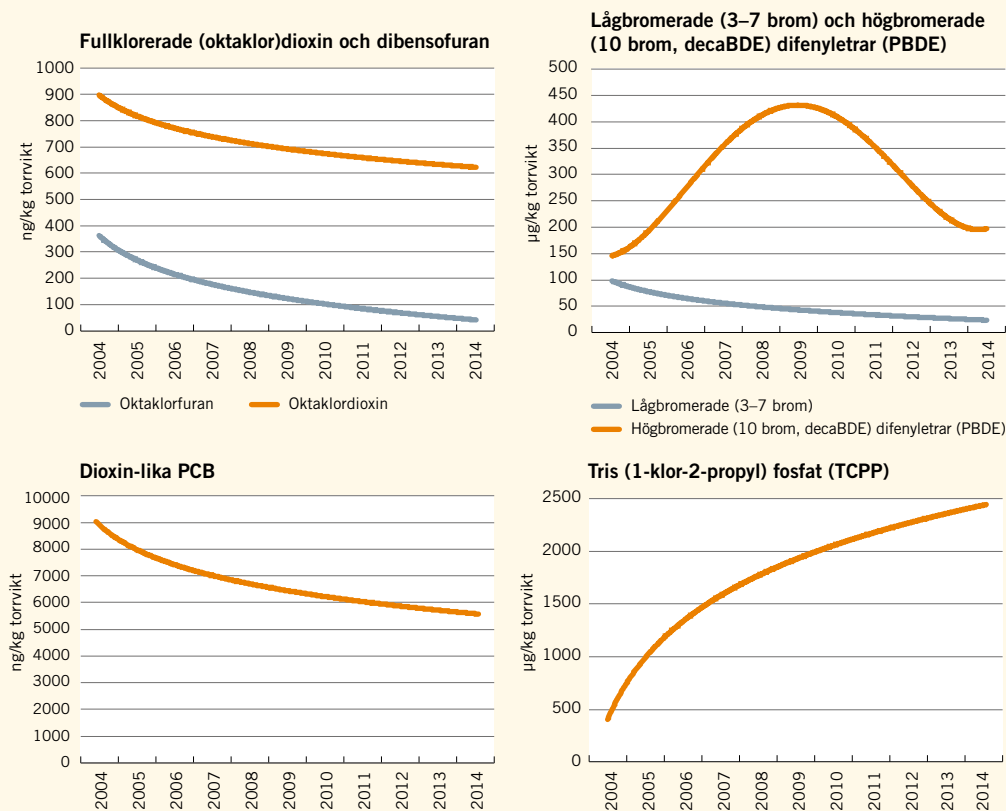
TCPP (tris(1-klor-2-propyl) fosfat) har ökat cirka fem gånger i halt i slam från 2004 till 2014.

DAMM AVSLÖJAR ERSÄTTARE FÖR FTALATER

Ftalater används som mjukgörare i plast. De har visat sig ha reproduktions- och hormonstörande effekter. Flera ftalater, bland annat DEHP, har därför förbjudits i mjuka leksaker och under 2016 även i annan plast. Som ett resultat har halterna av DEHP minskat i

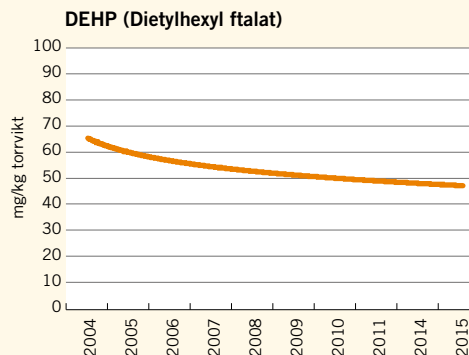
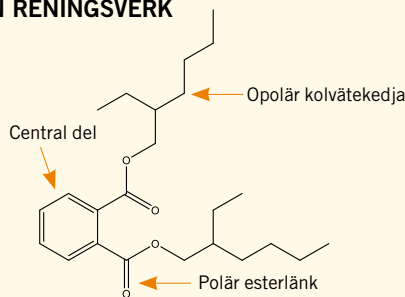
KEMIKALIER I SLAM FRÅN RENINGSVERK

FIGUR 2. Tidstrender i slam (µg/kg torrsvikt) för fullklorerade (oktaklor)dioxin och dibensofuran, dioxinlika PCB, lågbromerade (3–7 brom) och högbromerade (10 brom, decaBDE) difenyletrar (PBDE) och tris(1-klor-2-propyl) fosfat (TCPP).



MJUKGÖRARE I SLAM FRÅN RENINGSVERK

FIGUR 3. Förekomsten av DEHP i reningsverksslam (mg/kg torrsvikt) har minskat sedan 2004. Strukturformel av DEHP.



slam från reningsverk (figur 3). Begränsningarna i ftalatanvändning har även skapat en marknad för ftalatifria produkter.

En förutsättningslös kemisk analys av inomhusdamm kan ge en fingervisning om vad som används istället för ftalater i konsumentprodukter. Analysen avslöjade en lång rad DEHP liknande ämnen (figur 3). Många har i likhet med DEHP långa kolkedjor (TOTM, DEHA, DOTP, DINCH, TEHP och ATBC) vilket gör att de blandar sig väl med PVC. De flesta har också ett buskformigt utseende med grupper spretande åt olika håll, vilket stör den ordnade strukturen hos PVC och ger en mjukare plast. (Läs om mjukgörare och damm på förskolor på sidan 15.)

Flera av de ämnen som visas i figur 3 tillhör stora familjer av mjukgörare, DEHA är en adipat,

TEHP en organofosfat, TOTM en trimellitat, TGD en glycerolester, DOTP en terftalat, GTA en glycerolester, TXIB en diisobutyrat och ATBC är en citrat. Andra medlemmar i dessa familjer används som ersättare för ftalater som också reglerats, exempelvis dibutylftalat (DBP) och butylbensylftalat (BBzP).

ANALYSER FÖR KOMPLETTERANDE KUNSKAP

Det är svårt att veta vilka av alla kemikalier, som läcker från varor i samhället, som kan ge miljöproblem. En samordnad analys av damm eller slam och organismer som lever nära reningsverk kan ge en första fingervisning om vilka kemikalier som är tillräckligt rörliga och också svärnedbrytbara för att bioackumuleras i miljön. Dessa kemikalier kan sedan

undersökas i mer fokuserade miljökemiska och toxikologiska studier.

Text & kontakt:
Peter Haglund, Umeå universitet
peter.haglund@umu.se

LÄSTIPS:

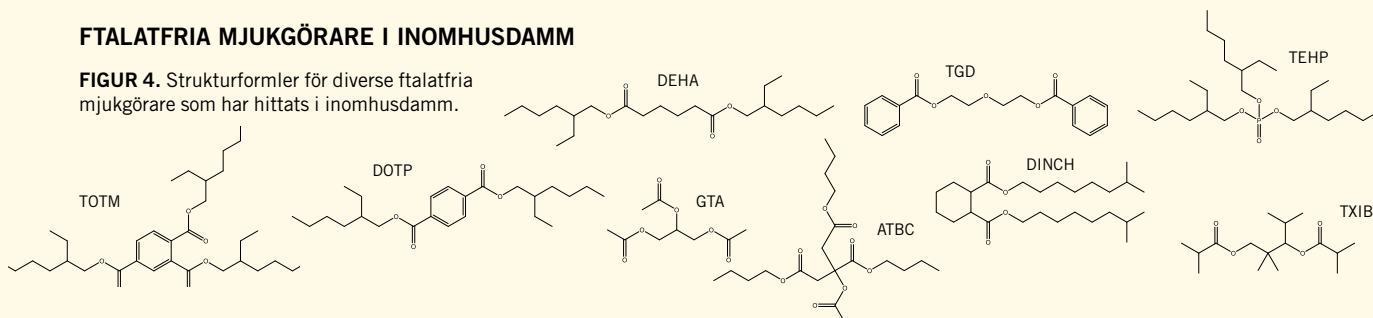
Haglund, P. *Miljöövervakning av utgående vatten & slam från svenska avloppsreningsverk: Resultat från år 2012 och 2013 och en sammanfattning av slamresultaten för åren 2004–2013*. Rapport till Naturvårdsverket.
<http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A807068&dswid=521>

Finsson, A. *Farliga ämnen i miljön*. 2016. <http://www.svensktvatten.se/vattentjanster/avlopp-och-miljo/kretslopp-och-uppstomsarbete/miljogifter-i-kretsloppet/>

HAVET 2015/2016. Årsrapport från miljöövervakningen om kust och hav. <http://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/9000/78-91-982291-3-4/>

FTALATFRIA MJUKGÖRARE I INOMHUSDAMM

FIGUR 4. Strukturformler för diverse ftalatifria mjukgörare som har hittats i inomhusdamm.





MATKORGENS MATKASSE

Maten i varje matkasse delades i tolv olika livsmedelsgrupper:

1. Mjöl och gryn
2. Bakverk
3. Fisk
4. Kött
5. Mejeriprodukter
6. Ägg
7. Fetter och oljor
8. Grönsaker
9. Frukt
10. Potatis
11. Socker och sötsaker
12. Drycker

FOTO: LIZA SIMONSSON

Klorparaffiner och fosforinnehållande flamskyddsmedel i vår mat

Våra livsmedel förser oss med livsviktiga näringsämnen och mineraler, men kan också innehålla oönskade ämnen som kan vara skadliga i högre doser. Det är därför viktigt att undersöka hur mycket av dessa ämnen som finns i maten vi äter. Livsmedelsverket utför regelbundet undersökningar för att ta reda på det, bland annat i en undersökning som kallas "Matkorgen".

Per Ola Darnerud, Livsmedelsverket, Bo Yuan, ACES, Stockholms universitet och Giulia Poma, University of Antwerp, Belgien

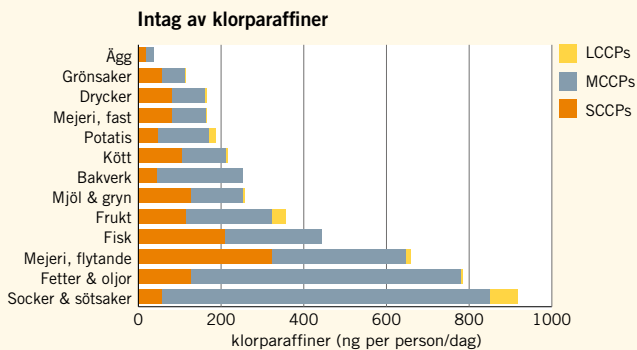
LIVSMEDELSVERKET GENOMFÖR FLERA undersökningar om våra matvanor för att ta reda på vad vi får i oss av nyttiga och mindre nyttiga ämnen. En typ av undersökning är att ta reda på vad folk köper för livsmedel i affären. I studien "Matkorgen" används livsmedelshandelns försäljnings-

siffror för att få en uppfattning om konsumtionen och sedan utifrån kemiska analyser beräkna hur mycket vi får i oss av både näringsämnen och oönskade, giftiga ämnen. Med hjälp av "Matkorgen" kan ett stort antal ämnen undersökas samtidigt i våra baslivsmedel.

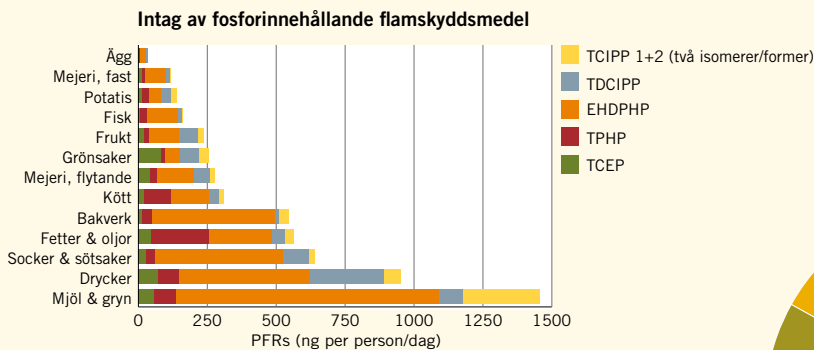
INNEHÅLLET I MATKORGEN

Jordbruksverkets försäljningsstatistik av vanliga matvaror används som underlag för inköp av livsmedel från svenska livsmedelsbutiker. Varorna beräknas täcka cirka 90 procent av den totala konsumtionen (baserat på vikt) för en genomsnittlig person.

FIGUR 1. Beräknat intag av klorparaffiner från olika livsmedelsgrupper, Matkorgen 2015. Totalt medelintag per person och dag är 4560 ng.

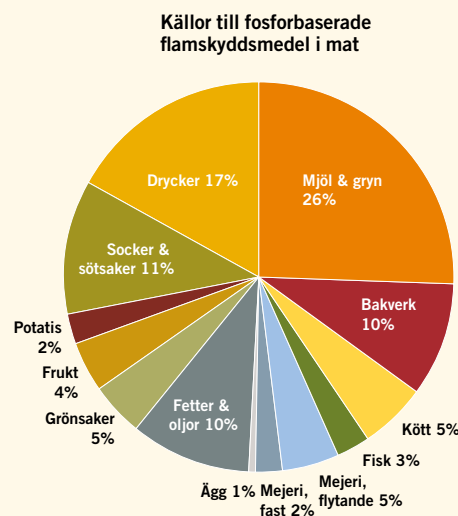
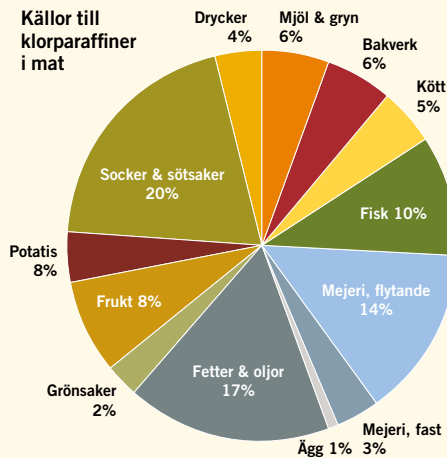


FIGUR 3. Beräknat intag av fosforinnehållande flamskyddsmedel (PFRs) från olika livsmedelsgrupper Matkorgen 2015. Totalt medelintag person och dag är 5696 ng. Analyserna genomfördes av universitetet i Antwerpen. (Valet av vilka ämnen som skulle analyseras baserades på befintliga analystekniker och om de uppmärksammats tidigare inom forskningen. De utgör endast en del av det totala antalet PFR-former som använts industriellt. För fördjupade studier av analysmetoden samt av matkorgsresultaten se lästipsen på slutet.)



FIGUR 4. Olika livsmedelsgruppers bidrag till det totala intaget av fosforinnehållande flamskyddsmedel för medelkonsumenten. De dominerande grupperna är mjöl och gryn (26 procent), följt av drycker (17 procent), socker och sötsaker (11 procent), bakverk samt fetter och oljor (båda 10 procent). Analyserna genomfördes vid universitetet i Antwerpen.

FIGUR 2. Fördelning av olika livsmedelsgruppers bidrag till det totala intaget av klorparaffiner för medelkonsumenten. Socker och sötsaker står för den allra största delen (20 procent), följt av fetter och oljor (17 procent), flytande mejeriprodukter (14 procent) och fiskprodukter (10 procent). Analyserna genomfördes vid ACES, Stockholms universitet.





Socker och sötsaker ger det största bidraget till klorparaffiner i Matkorgen.

I den senaste undersökningen, ”Matkorgen 2015”, köptes matkassar in från fem olika kedjor i Uppsala. Varje matkasse delades upp i tolv olika livsmedelsgrupper och blandningar av respektive livsmedelsgrupp togs fram. Analyser av näringsämnen och kemikalier i de tolv livsmedelsgrupperna gav sedan underlag för beräkning av hur mycket av dessa ämnen en medelkonsument får i sig från respektive grupp. Summan av halterna i alla grupper gav det totala intaget per person. Metoden är relativt enkel och ger ändå en stor mängd resultat, men den har också begränsningar eftersom spridningen i intag mellan individer inte kan beräknas, utan endast ett medelvärde för ”den svenska medelkonsumenten”. Sedan är den försålda mängden livsmedel inte alltid lika med den konsumerade mängden på grund av bland annat matsvinn.

ORGANISKA MILJÖGIFTER MINSKAR

Välkända organiska miljöföroreningar som PCB, dioxiner och klorpesticider (till exempel DDE och HCB) har studerats i tidigare matkorgsundersökningar där intaget per person beräknats. Om vi jämför intaget för dessa ämnen

över tiden (undersökningar från 1999, 2005, 2010 och 2015) ser vi att halterna av alla dessa ämnen sjunkit med 3–5 procent per år.

Även för många grupper av högfluorerade ämnen (PFAS), en mycket svårnedbrytbar grupp av miljöföroreningar, sjunker det beräknade intaget glädjande nog med tiden, särskilt de senaste fem till tio åren. För PFAS kan dock intag via dricksvatten och konsumtion av förorenad insjöfisk, som inte mäts i ”Matkorgen”, i vissa fall spela en viktig roll för hur mycket folk exponeras.

Det finns dock andra miljöföroreningar som inte undersökts i tidigare matkorgsundersökningar, bland annat på grund av att de är svåra att analysera. Två sådana ämnesgrupper är klorparaffiner och fosforinnehållande flamskyddsmedel som nu uppmärksammas och undersöks för första gången i Matkorgen 2015.

KLORPARAFFINER RAPPORTERAS FÖR FÖRSTA GÅNGEN

På grund av en bred industriell användning kan klorparaffiner påträffas på många håll i miljön, till exempel i akvatiska näringsvävar. Eftersom klorparaffiner är



Mjöl och gryn ger det största bidraget till fosforinnehållande flamskyddsmedel i Matkorgen.

svårnedbrytbara och i experiment visat sig vara skadliga för djur, finns numera regler och överenskommelser för att minska den industriella användningen av dessa ämnen. I Stockholmskonventionen om långlivade organiska föroreningar har nyligen kortkedjiga klorparaffiner (C_{10–13}) lagts till på konventionens lista över oönskade kemikalier. Samtidigt är de mycket svåra att analysera, vilket har lett till att relativt få studier undersökt halter av klorparaffiner i exempelvis prover från människa och livsmedel. I en studie av bröstmjolk från svenska mödrar påträffades dock klorparaffiner.

I rapporten om ”Matkorgen 2015” beskrivs för första gången resultat för halter av klorparaffiner i ett flertal svenska livsmedelsgrupper och den ger också en beräkning av det totala medelintaget via livsmedel. Analyserna gjordes av ACES vid Stockholms universitet.

Resultaten visar att, av de tolv livsmedelsgrupperna i matkorgen, innehöll sex stycken halter av klorparaffiner över detekteringsgränsen från 1,1 till 14,4 ng/g våtvikt. De högsta halterna fanns i socker och sötsaker, fetter och oljor, flytande mejeriprodukter och fisk.



Livsmedel i Matkorgen grupperas före analys.

FOTO: ELYV NETZEL

Det totala medelintaget av klorparaffiner från livsmedel är 4560 ng per person och dag. Huvuddelen av klorparaffinerna utgörs av de medellånga MCCPs med medellånga kolkedjor, följt av SCCPs med kortare kolkedjor.

Om vi kopplar värdena till människors kroppsvikt och antar en medelvikt hos vuxna svenskar om 76,6 kg, blir intaget av klorparaffiner 60 ng/kg kroppsvikt och dag. Det finns än så länge få andra resultat i Norden och Europa att jämföra med, men resultat från Kina pekar på ett betydligt högre värde på 760 ng/kg kroppsvikt och dag. I Japan däremot ligger motsvarande intag på 55 ng/kg kroppsvikt, dvs. i nivå med de svenska resultaten. Intaget i Kina och Japan utgick dock endast från analyser av kortkedjiga klorparaffiner.

Om det beräknade svenska intaget av klorparaffiner jämförs med det strängaste hälsobaserade referensintaget som rapporterats finns en tillräcklig säkerhetsmarginal, då det ligger cirka 70 gånger lägre.

Detta referensintag är satt av Kanadas regering och baseras på effekter av MCCPs i djurförsök. Men denna marginal ska då täcka alla delar av befolkningen, med varierande kroppsvikter (till exempel barn) eller matvanor. För att förbättra framtida bedömningar av exponeringen för klorparaffiner behövs utvecklade analysmetoder, fler haltstudier och undersökning av andra exponeringsvägar än födan.

FOSFORINNEHÅLLANDE FLAMSKYDDSMEDEL

Fosforinnehållande flamskyddsmedel (PFRs) har använts länge, men på senare tid fått ett ökat intresse då flera bromerade flamskyddsmedel (till exempel PBDEs, och HBCDD) har reglerats hårt eller fasats ut på grund av att de är skadliga för människa och miljö. PFRs finns i ett stort antal konsumentprodukter, kan läcka till miljön och då även nå djur och människor. Analyser visar att PFRs bland annat finns i skaldjur

och fisk, samt att de även förekommer i bröstmjolk hos svenska mödrar.

Den samlade kunskapen om hur stora mängder och halter av fosforinnehållande flamskyddsmedel som sprids till miljön är dock fortfarande bristfällig. Likaså kunskapen om hur svärnedbrytbara de är och vilka hälsoeffekter

FAKTA: Fosforinnehållande flamskyddsmedel

Fosforinnehållande flamskyddsmedel (phosphor-containing flame retardants=PFRs) utgör (år 2006) cirka 20 procent av den totala flamskyddsanvändningen och konsumtionen av PFRs i Europa är cirka 100 000 ton/år. PFRs delas in i organiska, fosfororganiska och klor-fosfororganiska ämnesgrupper, några av de två sistnämnda ingår i den aktuella matkorgstudien.

PFRs används som flamskyddsmedel och mjukgörare av plast i bland annat textilier, möbler, kretskort, el-kablar, färger, isoleringsmaterial och övriga byggprodukter m.m. När de används på detta vis är PFRs inte hårt bundna till materialen utan kan läcka till miljön.

de har. Detta kan till viss del bero på att denna kemikaliegrupp består av ett stort antal enskilda kemiska ämnen, med delvis olika kemiska och biologiska egenskaper. Fosforinnehållande flamskyddsmedel har i djur- och cellförsök förknippats med skadliga effekter som cancer och giftverkan på nervsystemet. Forskare tror även att de kan påverka människans hormonsystem. Eftersom PFRs har en så pass bred användning kan de nå människan från olika källor och exponeringsvägar, inklusive hudkontakt, inandning av damm, samt via maten. När det gäller maten kan PFRs, förutom att de kan finnas i själva livsmedlet, även (oavsiktligt) tillföras vid produktion eller via livsmedelsförpackningar.

Det är därför viktigt att få en uppfattning om PFR-intaget via livsmedel och detta är den första, heltäckande beräkningen i Sverige av hur mycket fosforbaserade flamskyddsmedel vi får i oss via maten.

Av de åtta PFR-substanser som analyserats, hade tre låga eller icke analyserbara halter. Beräkningarna genomfördes därför på de fem återstående substanserna – TCEP, TPHP, EHDPHP, TDCPP, samt TCPP.

Figur 3 visar de beräknade intagen per person av fem fosforinnehållande flamskyddsmedel. De livsmedelsgrupper som bidrar mest till det totala intaget av fosforinnehållande flamskyddsmedel är mjöl och gryn, drycker, socker och sötsaker, fetter och oljor samt bakverk. Det högsta intaget står EHDPHP för, nämligen 3300 ng per person och dag, eller 49 ng/kg kroppsvikt per dag, följt av TDCIPP med 12 ng/kg kroppsvikt/dag. Bidraget från lika

Förkortning	Kemiskt ämne
Organiska miljögifter	
PCB	Polyklorerade bifenyl
DDE	1,1-Diklor-2,2-bis(4-klorfenyl)eten
HCB	Hexaklorbensen
PFAS	Poly- och perfluorerade alkylsubstanser
Klorparaffiner (CPs)	
SCCPs	Kortkedjiga klorparaffiner
MCCPs	Medellångkedjiga klorparaffiner
LCCPs	Långkedjiga klorparaffiner
Bromerade flamskyddsmedel	
HBCDD/HBCD	Hexabromcyklododekan
PBDEs	Polybromerade difenyletrar
Fosforinnehållande flamskyddsmedel (PFRs)	
EHDPHP	2-Etylhexyl difenyl fosfat
TCEP	Tris(2-kloretyl) fosfat
TCIPP	Tris(1-klor-2-propyl) fosfat
TDCIPP	Tris(1,3-diklor-2-propyl) fosfat
TPHP	Trifenyl fosfat
PFR	Fosforbaserade flamskyddsmedel
TBBPA	Tetrabrombisfenol A
TBEP	Tris(2-butoxyetyl)fosfat
TDCPP	Tris(1,3-dikloroisopropyl)fosfat
TPP	Tris(fenyl)fosfat

livsmedelsgrupper skiljer sig åt, och de fyra grupperna mjöl och gryn, bakverk, socker och sötsaker samt drycker ger 71 procent av totalintaget för EHDPHP, men endast 57 procent av totalintaget för TDCIPP.

För att bedöma den eventuella hälsoriskerna med fosforinnehållande flamskyddsmedel jämfördes de beräknade intagen per person för TCEP, TPHP, TDCIPP och TCIPP, 6–12 ng/kg kroppsvikt, med hälsobaserade referensvärden på 15 000–80 000 ng/kg kroppsvikt per dag (för EHDPHP finns inget referensvärde framtaget). Säkerhetsmarginalen blir då mer än 2 000 ggr, i förhållande till referensvärdena. Det innebär att halterna av dessa fyra ämnen i maten inte torde innebära någon

hälsofara. Men människan exponeras för PFRs via andra vägar än livsmedel, och det oklart hur stor denna exponering kan vara. Framtida studier om biologiska effekter av PFRs kan också leda till en förändrad syn på ämnens giftighet.

OKÄNDA SPRIDNINGSVÄGAR

De två ämnesgrupperna, klorparaffiner och fosforinnehållande flamskyddsmedel, skiljer sig från mer välkända organiska miljöföroreningar genom att de hittas i många olika livsmedel med olika ursprung och fettinnehåll. De påträffas heller inte huvudsakligen i animaliska livsmedel i motsats till organiska miljögifter som finns ibland annat lax och strömming från Östersjön.



Den livsmedelsgrupp som bidrog mest till totalintaget för klorparaffiner var socker och sötsaker, och för fosforinnehållande flamskyddsmedel var det mjöl och gryn. Till intag av klorparaffiner gav

även fetter och oljor, samt fisk större bidrag. Detta mönster kan till viss del bero på ämnas fettlöslighet och hur pass snabbt de bryts ned. Men även tillverkning av livsmedel och livsmedels-

förpackningar kan överföra dessa ämnen till maten.

Det beräknade intaget per person av klorparaffiner och fosforinnehållande flamskyddsmedel ger i dagsläget ingen anledning till oro för hälsorisker. Men många osäkerheter återstår, till exempel hur stor exponeringen är från andra källor än mat, samt om nya studier i framtiden kommer att förändra de gränsvärden som finns. Då båda dessa ämnesgrupper har hittats i bröstmjolk hos svenska mödrar är det särskilt viktigt att barns exponering undersöks i ett riskperspektiv. Det finns därför anledning att följa upp fynden i bröstmjolk för att närmare studera barns exponering och även följa hur mycket av dessa ämnen vi får i oss via maten.

Text & kontakt:
Per Ola Darnerud, Livsmedelsverket
 perola.darnerud@slv.se

LÄSTIPS:

Ali, N., Dirtu, A.C., Van den Eede, N., Goosey, E., Harrad, S., Neels, H., t Mannetje, A.t., Coakley, J., Douwes, J. & Covaci, A. 2012. *Occurrence of alternative flame retardants in indoor dust from New Zealand indoor sources and human exposure assessment*. Chemosphere 88, 1276–1282.

Ali, T.E. & Legler, J. 2010. *Overview of the mammalian and environmental toxicity of chlorinated paraffins*, pp 135-154. In: Chlorinated Paraffins (ed. J. de Boer), The handbook of environmental chemistry, no. 10; Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2010.

Bogdal, C., Alsberg, T., Diefenbacher, P.S., MacLeod, M. & Berger, U. 2015. *Fast quantification of chlorinated paraffins in environmental samples by direct injection high-resolution mass spectrometry with pattern deconvolution*. Anal. Chem. 87, 2852-2860.

Darnerud, P.O., Aune, M., Glynn, A. & Borgen, A. 2012. *Chlorinated paraffins in Swedish breast milk*. Report no. 18-12,

the Swedish Chemicals Agency, December 2012.

Dishaw, L.V., Powers, C.M., Ryde, I.T., Roberts, S.C., Seidler, F.J., Slotkin, T.A. och Stapleton, H.M. 2011. *Is the PentaBDE replacement, tris (1,3-dichloropropyl) phosphate (TDCIPP), a developmental neurotoxicant?* Studies in PC12 cells. Toxicol. Appl. Pharmacol. 256, 281–289.

Government of Canada, 1993. Canadian Environmental Protection Act, Priority Substances Action List: Chlorinated Paraffins.

Harada, K.H., Takasuga, T., Hitomi, T., Wang, P., Matsukami, H. & Koizumi, A., 2011. *Dietary exposure to short-chain chlorinated paraffins has increased in Beijing, China*. Environ. Sci. Technol. 45, 7019-7027.

Poma, G., Glynn, A., Malarvannan, G., Covaci, A. & Darnerud, P.O., 2017. *Dietary intake of phosphorous flame retardants (PFRs) using Swedish market*

basket estimations. Food Chem. Toxicol. 100, 1–7.

Stapleton, H.M., Klosterhaus, S., Eagle, S., Fuh, J., Meeker, J.D., Blum, A. & Webster, T.F., 2009. *Detection of organophosphate flame retardants in furniture foam and US house dust*. Environ. Sci. Technol. 43, 7490–7495.

Sundkvist, A.M., Olofsson, U. & Haglund, P., 2010. *Organophosphorus flame retardants and plasticizers in marine and fresh water biota and in human milk*. J. Environ. Monit. 12, 943-951.

Van der Veen, I. & De Boer, J., 2012. *Phosphorus flame retardants: properties, production, environmental occurrence, toxicity and analysis*. Chemosphere 88, 1119-1153.

Yuan, B., Alsberg, T., Bogdal, C., MacLeod, M., Berger, U., Gao, W., et al., 2016. *Deconvolution of soft ionization mass spectra of chlorinated paraffins to resolve congener groups*. Anal. Chem. 88, 8980–8988.



Sjöar och vattendrag är recipienter där rester av läkemedel kan samlas.

FOTO: BRITTA HEDLUND

Läkemedel sprids till miljön

Rester av läkemedel och andra oönskade ämnen samlas i de kommunala reningsverken, där utgående vatten eller slam sedan bidrar till att sprida dessa substanser ut till miljön. Många av dessa ämnen är svårnedbrytbara och halveringstiden kan variera från något år till tusentals år. De effekter som kan uppstå i vattenmiljöer är, eftersom allt sker under ytan, svåra att upptäcka. Det är också svårt att ta reda på exakt vilka effekter som uppstår och vilka substanser som orsakar vad, men bland annat anses rester av antibiotika i avloppsslam kunna bidra till utveckling av resistenta bakterier.

Linda Linderholm & Britta Hedlund, Naturvårdsverket

IDAG ANVÄNDS CIRKA 2000 aktiva läkemedelssubstanser i Sverige. Den dominerande källan till läkemedelsrester i miljön är när de utsöndras via urin eller fekalier från oss människor. De förs vidare till avloppsreningsverken och därifrån vidare till vattenrecipienten, det vatten där reningsverket har sitt utlopp.

Avloppsreningsverken är vanligen inte utrustade för att bryta ned rester av läkemedel eller

andra oönskade ämnen, utan är byggda för att rena avloppsvattnet från syreförbrukande ämnen, fosfor och kväve. Läkemedelssubstanser med miljöfarliga egenskaper kan därför passera genom reningsverket utan att renas bort. Läkemedel, som har en fysiologisk effekt på människan, kan även ha effekter på djur och andra levande organismer. Skadliga effekter på djurlivet, till exempel störningar av fortplantningen och beteendeförändringar

hos fisk och förgiftning av fåglar, har observerats både i vatten utanför avloppsreningsverk och i laboratoriestudier. Långtidseffekter av läkemedel i miljön, som i förlängningen kan leda till obalans i ekosystemet, går inte att utesluta.

MILJÖÖVERVAKNING OCH SCREENING AV LÄKEMEDEL

Inom miljöövervakningen övervakas ett tiotal läkemedelssubstanser, exempelvis antibiotika, årligen i



FIGUR 1 Halter av smärtstillande och antiinflammatoriska läkemedel i utgående vatten från avloppsreningsverk som ingår i den löpande miljöövervakningen. Data från 2014.

slam och utgående vatten från nio avloppsreningsverk. Dessutom har läkemedel analyserats inom Naturvårdsverkets screeningprogram, där halter av ett större antal läkemedelssubstanser mätts för att på så sätt få en generell bild av spridningen i miljön. Syftet med de årliga mätningarna är att få en uppfattning om trender i halter över tid för ett antal representativa läkemedel. Mätningarna kan också utgöra en grund för att beräkna hur mycket läkemedelsrester som belastar recipienten för att kunna jämföra med gränsvärden och effektnivåer, dvs. halter där man sett effekter i miljön.

Hur stora mängder läkemedelsrester som kommer ut i miljön varierar mellan år och plats. Det syns till exempel vid mätningar av de smärtstillande och antiinflammatoriska läkemedlen ibuprofen, ketoprofen, naproxen

och diklofenak i utgående vatten från avloppsreningsverk (figur 1).

TYDLIGA EFFEKTER HOS FISK

Effekter av läkemedel i miljön har varit kända länge. De första negativa miljöeffekterna, som delvis kan tillskrivas läkemedel, upptäcktes i engelska floder av sportfiskare i början på 1990-talet. De fick upp nästan bara honfiskar och många fiskar visade sig vara tvåkönade. Effekterna kunde senare kopplas till det renade avloppsvattnets innehåll av naturliga östrogener från människa och av syntetiskt östrogen, etinyl-estradiol, från p-piller. Vid försök med exponering av fisk i renat avloppsvatten har liknande effekter konstaterats i Sverige.

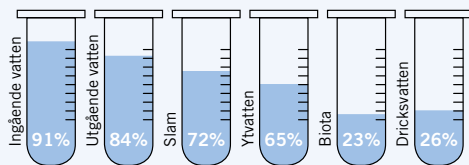
Det finns också rapporterade beteendeförändringar till följd av exponering av antidepressiva läkemedel i laboratorieförsök, som

till exempel påverkan på abborrars benägenhet att gömma sig för större rovfiskar. De blev mer glupska och riskbenägna genom att de jagade på egen hand utan skydd av ett stim.

I den marina miljön har effekter av läkemedelsutsläpp i Östersjön undersökts och högst koncentrationer hittades i den filtrerande blåmusslan. I en screeningstudie från Norge hittades ett stort antal olika läkemedel i sjöfågel. Det här tyder på att läkemedel förs vidare i näringskedjan.

ANTIBIOTIKARESISTENS

Utsläpp av antibiotika till miljön kan bidra till att multiresistenta bakterier utvecklas och sprids. Nedströms kommunala reningsverk har man hittat resistent bakterier så avloppsreningsverken är en högst relevant spridningsväg även för antibiotikaresistens.



FIGUR 2. I en screeningstudie på uppdrag av Naturvårdsverket mättes 101 läkemedel i in- och utgående vatten från avloppsreningsverk, slam, ytvatten, dricksvatten och biota. Av de undersökta läkemedlen så detekterades 91 % i ingående vatten, 84 % i utgående vatten, 72 % i slam, 65 % i ytvatten, 23 % i biota samt 26 % i dricksvatten. Femton av 101 läkemedel detekterades i så hög halt att de förväntas påverka fisken i recipienten.

HALTER FRÅN UTSLÄPPEN OCH EFFEKTNIVÅER

De mängder läkemedelrester som släpps ut från avloppsreningsverk varierar mellan olika anläggningar. Beroende på flöden och utspädning leder detta till olika halter i recipienterna. I dagsläget finns det få gränsvärden för läkemedel. I Sverige finns gränsvärden (bedömningsgrunder) för inlandsytvatten och kustvatten för tre läkemedel som listats som särskilt förorenande ämnen enligt EU:s ramdirektiv för vatten; det smärtstillande diklofenak, samt östrogenpreparaten etinylestradiol och estradiol. Generellt så är osäkerheterna stora och det bör man ha i åtanke vid eventuella riskbedömningar av läkemedelsresters effekter på miljön. Ett konstant utflöde, även av låga koncentrationer, kan också påverka organismer då de utsätts för dessa ämnen kontinuerligt och under mycket lång tid. Kombinationseffekter är också en viktig faktor, dvs. att blandningar av läkemedelsrester och även andra oönskade ämnen kan visa en giftverkan i ekosystemet även om de enskilda substanserna förekommer i så låg koncentration att de inte ger någon effekt.

GRÄNSVÄRDENA ÖVERSKRIDIS

Finns det ett behov för en avancerad rening för att avskilja läkemedelsrester från avloppsvatten? I ett uppdrag som rapporterades till regeringen i april 2017 utredde Naturvårdsverket, i samarbete

med konsulten SWECO, behovet av en mer avancerad rening i reningsverken.

Med hjälp av uppmätta halter av läkemedel i utgående vatten från några utvalda avloppsreningsverk och spädningsfaktorer i respektive recipienter beräknades vilka halter läkemedel som det genererar i recipienten. De smärtstillande ämnena diklofenak och ibuprofen, blodtryckssänkande metoprolol samt hormonerna etinylestradiol, estradiol och levenorgestrel förekommer enligt beräkningarna i halter över effektnivåer eller gränsvärden i närområdet utanför flera svenska reningsverk.

För de tre läkemedel som listats som särskilt förorenande ämnen, dvs. diklofenak, etinylestradiol och estradiol, överskrids gränsvärdena vid flera av reningsverken.

AVANCERAD RENING MÖJLIG

Det finns alltså ett behov av en mer avancerad rening av läkemedel och ny teknik finns för att avlägsna nära på alla läkemedelsrester i avloppsvatten. Den avancerade tekniken skulle kunna komplettera befintlig teknik och samtidigt rena bort andra oönskade ämnen. Beroende på val av teknik skulle det också bli möjligt att bidra till minskad spridning av antibiotikaresistens och även mikroplast.

Behovet av avancerad rening av läkemedelsrester vid avloppsreningsverk varierar och vi vet idag inte hur många eller vilka reningsverk som bör prioriteras.

Naturvårdsverket föreslår därför fortsatt utredning av var behovet är störst och vilka styrmedel som är mest effektiva.

Linda Linderholm, Naturvårdsverket
linda.linderholm@naturvardsverket.se

Britta Hedlund, Naturvårdsverket
britta.hedlund@naturvardsverket.se

LÄSTIPS:

Fick, J., Lindberg, R.H., Fång, J., Magnér, J., Kaj, L. & Brorström-Lundén, E. 2014. *Screening 2014 – Analysis of pharmaceuticals and hormones in samples from WWTPs and receiving waters*. IVL-report C 135

Haglund, P. 2015. *Miljöövervakning av utgående vatten & slam från svenska avloppsreningsverk*. Rapport till Naturvårdsverket. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:807068/FULLTEXT01.pdf>

Avancerad rening av avloppsvatten för avskiljning av läkemedelsrester och andra oönskade ämnen. Behov, teknik och konsekvenser. ISBN 978-91-620-6766-3. Naturvårdsverket, rapport 6766. Regeringsuppdrag.

Översiktsrapporter som sammanfattande artiklar om effekter av läkemedel i miljön:

Kalyva, M. 2017. Fate of pharmaceuticals in the environment <http://umu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1085088/FULLTEXT01.pdf>

Sammanfattande artiklar om antibiotikaresistens

Pal, C., Asiani, K., Arya, S., Rensing, C., Stekel, D.J., Larsson, D.G.J. & Hobman, J.L. 2017. *Metal resistance and its association with antibiotic resistance*. *Advances in Microbial Physiology*. Volume 70; Volume 70, 2017, Pages 261–313.

Wales, A. D., & Davies, R. H. 2015. *Co-selection of resistance to antibiotics, biocides and heavy metals, and its relevance to foodborne pathogens*. *Antibiotics* (Basel, Switzerland), 4(4), 567–604.



FOTO: LIZA SIMONSSON

Utmaning med högfluorerade ämnen i vår vardag

Det pågår en ständig utveckling av nya kemikalier. Allt för att möta våra behov av produkter med särskilda egenskaper. Högfluorerade ämnen, även kallade PFAS, är en kemikaliegrupp som består av tusentals ämnen, men där vi bara övervakar ett fåtal. Gemensamt för dessa kemikalier är att när det når vår miljö bryts de inte ned helt. Via maten och dricksvatten hamnar de så småningom i våra kroppar. Reningsverk är en stor spridningsväg för PFAS till miljön och studier har genomförts av Örebro universitet för att uppskatta mängden av dessa ämnen samt att identifiera så många som möjligt av dem.

Leo Yeung, Ulrika Eriksson, Anna Kärrman, Örebro Universitet, Karl Lilja & Karin Norström, Naturvårdsverket

AV ALLA PFAS är det endast några få som idag är reglerade genom till exempel Stockholmskonventionen och den europeiska kemikalie-lagstiftningen Reach. Fram tills för några år sedan var det endast ett tjugotal PFAS som analyserades, men idag har metoderna och tekniken utvecklats och ett betydligt större antal ämnen kan identifieras och kvantifieras. Trots det är det en utmaning att kunna analysera den stora mängden högfluorerade ämnen som finns. För att möta detta kan man mäta den totala mängden organiskt fluor som finns i ett prov (TOF).

PFAS ÖKAR EFTER RENING

Det som hamnar i våra avloppsreningsverk speglar vad som sprids från hushåll och från samhället i övrigt. I studien jämfördes halterna av PFAS i inkommande och utgående vatten från tre olika

reningsverk; Henriksdal (Nacka/ Stockholm), Öhn (Umeå) och Gässlösa (Borås). Det är känt att den rening som idag sker i reningsverk fungerar dåligt för just PFAS. Figur 1 visar halter av PFAS i tio olika undergrupper från reningsverken. Det utgående vattnet har till och med högre halter av vissa PFAS jämfört med inkommande vatten. Det är de svårnedbrytbara ämnena (PFCAs och PFSA) som ökar i halt, trots att en del av dem även fastnar i avloppsslammet. Det visar att föregångarämnena under sin uppehållstid i reningsverken bryts ner till de persistenta ämnena.

OIDENTIFIERADE PFAS

I proverna mäts också den totala mängden organiskt fluor, dvs. mängden fluoridjoner från den totala mängden högfluorerade ämnen (PFAS). Hur många av

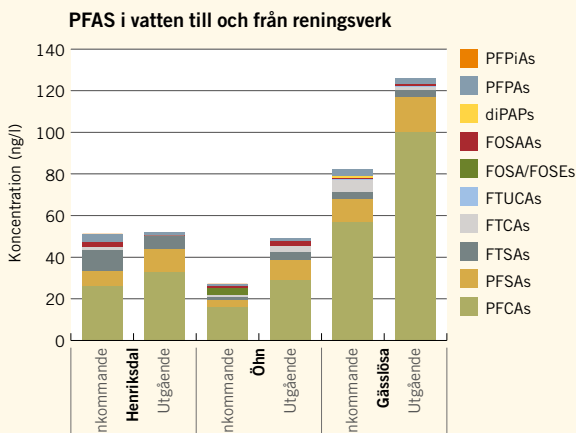
dessa PFAS som sedan kan identifieras bestäms utifrån dagens analysmetoder. I figur 2 visas den procentuella fördelningen av det organiska fluor som identifierats och det som fortfarande är okänt. Det finns över 3000 olika PFAS. Figuren visar att vi idag bara kan identifiera en bråkdel av dem.

Slam från samma reningsverk innehöll en mindre andel oidentifierat organiskt fluor (42–82 procent) jämfört med avloppsvatten. En tidstrendanalys av slam från Henriksdal 2004–2015 visar en svagt nedåtgående trend för summan av identifierade PFAS. Trots det visar samma analys att totalt organiskt fluor tycks öka från 2004 till 2009 för att sedan förbli konstant.

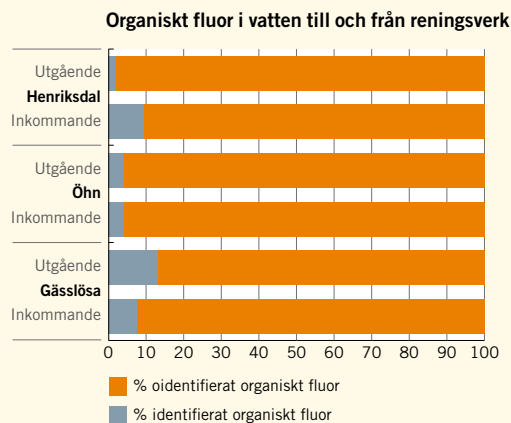
UTMANINGAR FÖR FRAMTIDEN

Trots reningsverken har vi en spridning till miljön av PFAS,

FIGUR 1. PFAS i inkommande och utgående avloppsvatten från tre olika reningsverk. Totalt analyserades 75 olika PFAS-ämnen från tio undergrupper.



FIGUR 2. Procentuell fördelning av identifierat och oidentifierat, organiskt fluor i inkommande och utgående vatten från tre reningsverk.





Vid Gässlösa reningsverk var halterna av PFAS höga både i in- och utgående vatten och dessutom högre i det utgående, reade vattnet.

där de persistenta ämnena till och med ökar i halt efter att vattnet passerat reningsverket. Så småningom hamnar dessa ämnen i näringsväven och därifrån kan de nå djur och människor. En stor del av de fluororganiska ämnena som släpps ut är okända. För att minska spridningen av PFAS till miljön behöver alla dessa ämnen fasas ut ur produkter och renings-teknikerna förbättras.

Mängden oidentifierade PFAS kan skilja mellan olika typer av prover, till exempel slam, vatten eller biologiska prover, beroende av hur olika PFAS-ämnen fördelas och eventuellt bioackumuleras. Mängden oidentifierade PFAS kan också variera mellan olika miljöer beroende på om det finns några punktkällor. Kommande under-

sökningar kommer fokusera på att ta reda på vilka PFAS-ämnen som släpps ut i miljön. Det planeras att ske genom mätningar av mindre undersökta PFAS och totalt organiskt fluor i anslutning till potentiella punktkällor.

Text & kontakt:

Karin Norström, Naturvårdsverket
karin.norstrom@naturvardsverket.se

LÅSTIPS:

Kemikalieinspektionen, Rapport 6/15. *Förekomst och användning av höfluorerade ämnen och alternativ*. Rapport från ett regeringsuppdrag 2015.

Tidstrend av oidentifierade poly- och perfluorerade alkylämnena i slam från reningsverk i Sverige. Örebro universitet. Rapport till Naturvårdsverket 2017.

FAKTA:

Högfluorerade ämnen (PFAS)

Högfluorerade ämnen (per- och polyfluorerade alkylsubstanser, PFAS) används i många produkter på grund av sina eftertraktade egenskaper. De är fett-, smuts- och vattenavvisande, temperaturtåliga och filmbildande. Samtidigt är de extremt svårnedbrytbara och flertalet ansamlas i levande varelser och kan vara giftiga.

Enligt en rapport från Kemikalieinspektionen finns det troligtvis över 3000 kommersiella högfluorerade ämnen i omlopp på världsmarknaden. Industrin går nu också över till ämnen som exempelvis baseras på kortare kolkedjor för att ersätta de allra giftigaste substanserna.

Högfluorerade ämnen har idag en bred användning i olika produkter, från mer kända såsom brandskum, textilimpregnering och livsmedelsförpackningar till mindre undersökta som kosmetika, tandlagningsmaterial och smutsavvisande ytbehandling för exempelvis smartphones.

Högfluorerade ämnen delas in i flera undergrupper exempelvis perfluoralkylsulfonsyror (PFSA, dit hör PFOS) och perfluoralkylkarboxylsyror (PFCA, dit hör PFOA). Gemensamt för alla dessa grupper är att de inte bryts ner i vår miljö. Det finns även ämnen som räknas som prekursorer dvs. är föregångar-ämnen som kan brytas ner till persistenta PFAS.

Exempel på prekursorer är fluorotelomersulfonsyror (FTSAs), polyfluorerade fosfatestrar (PAPs), perfluorofosfonater och perfluorofosfinater (PFPA, PFPiA) sulfonamider (FOSAs), sulfonamidetanoler (FOSEs).

Det finns också intermediärer (omättade fluortelomersyror, FTUCAs) och stabila transformationsämnen (fluortelomersyror, FTCAs). I denna studie analyserades 75 individuella PFAS, från dessa undergrupper.



FOTO: PER WALLGREN

Blir vi miljöfaror när vi skyddar huden?

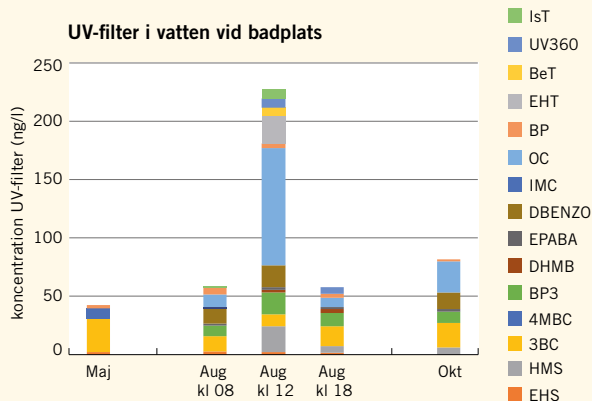
En vacker sommardag beger sig många av oss till badstranden. Värme och ljus får oss att må bra, och solljus ger en ökad D-vitaminproduktion i våra kroppar. Men för mycket solsken kan som bekant vara skadligt för huden. Därför använder vi solkrämer som innehåller UV-filter för att skydda oss från UV-ljusets negativa verkningar. Men hur är det med de verksamma beståndsdelarna i solkrämerna, i vilken utsträckning sprids de i badvatten eller avloppsvatten och är det i sådant fall ett problem?

Mikael Remberger, Momina Bibi, Lennart Kaj & Eva Brorström-Lundén, IVL Svenska Miljöinstitutet

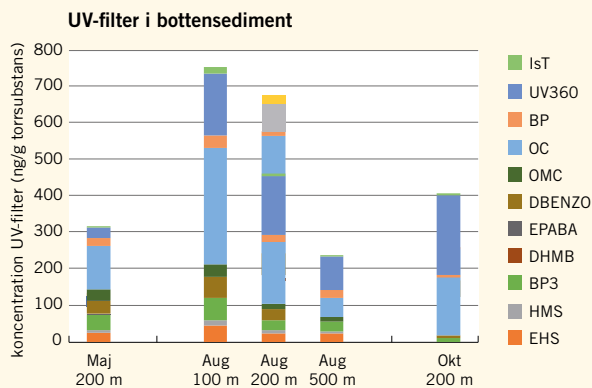
SOLKRÄMERNAS UV-FILTER
BESTÅR av organiska föreningar med förmåga att absorbera ultraviolett ljus. Den egenskap som utnyttjas är att kolatomer förbundna med omväxlande enkel – och dubbelbindningar absorberar ljus. Olika molekyler kombineras

för att få absorption i bredare våglängdsområden. Ju bredare våglängdsområde, desto bättre skydd mot solstrålningen. Solkrämerna är ofta också ”vattenfasta”, dvs. har gjorts svårslösliga i vatten för att stanna kvar på huden.

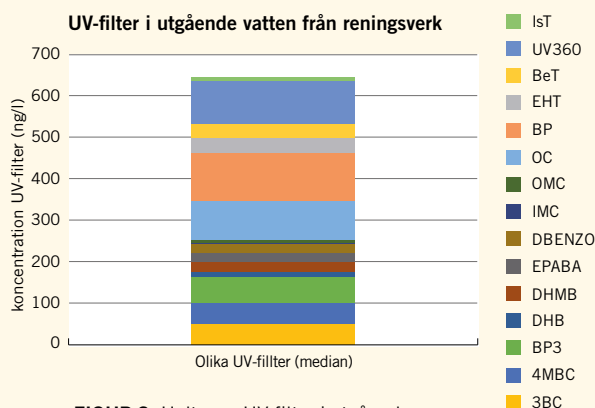
Under sommaren 2014 genomfördes en screeningundersökning för att se om, och i så fall hur mycket, rester av de solskyddsmedel vi använder som kan påträffas ute i miljön. Undersökningen innebar provtagning av vatten och bottensediment vid en



FIGUR 1. UV-filter i vattenprover tagna vid bryggan vid en badplats före badsäsong (maj), under badsäsong (aug) vid tre olika tider under samma dag och efter badsäsong (okt).



FIGUR 2. UV-filter i bottensediment vid olika tidpunkter och avstånd från bryggan. Halterna av UV-filter i sedimentet minskade ju längre ut från badplatsen proverna togs.



FIGUR 3. Halter av UV-filter i utgående vatten från olika avloppsreningsverk. Medianvärde av tio prov.

populär badplats (Rönningesjön i Täby), samt även provtagning av slam från reningsverk.

HÖGST HALTER MITT PÅ DAGEN

Figur 1 visar koncentrationen av 15 UV-filter (Tabell 1) i vatten från badplatsen en vacker augustidag. Prov togs från en brygga tre gånger under dagen, klockan 6, 12 och 18. Prov togs även vid samma plats före och efter badsäsongen, i maj respektive oktober.

Koncentrationen av UV-filter i vattnet var högst mitt på dagen när badandet pågick som bäst. Men även morgon och kväll fanns där klart mätbara halter. Koncentrationer på samma nivå uppmättes också före och efter badsäsongen. Substansen OC, oktokrylen, som visar högst koncentration i provet från augusti klockan 12, är i sig själv inte något effektivt UV-skydd på huden, men tillsätts för att skydda andra UV-filter för att själva brytas ned.

Är de koncentrationer som uppmätts skadliga för vattenlevande organismer? Det måste avgöras för varje enskilt ämne. Endast för fyra av UV-filtren fanns tillräckliga uppgifter om giftverkan och någon sådan koncentrationsgräns överskreds inte.

SEDIMENTHALTERNA AVTOG MED AVSTÅNDET

Sedimentprovtagningen gjordes samtidigt med vattenprovtagningen i Rönningesjön på tre olika avstånd från badplatsen, samt även vid två andra tillfällen under året (figur 2).

Koncentrationerna i sedimentet avtog med avståndet från badplatsen, 500 meter från bryggan var halterna ungefär en tredjedel jämfört med på 100 meters avstånd. Vid en punkt, 200 m från bryggan,

Förkortning	Kemiskt ämne
IsT	Iscotrizinol
UV360	Bisotriazol
BeT	Bemotrizinol
EHT	Ethylhexyltriazon
BP	Benzofenon
OC	Oktokrylen
OMC/EHMC	Octylmetoxycinnamat
IMC	Isoamyl p-metoxycinnamat
DBENZO	Diethylamino hydroxybenzoylhexylbenzoat
EPABA	Etylhexyl p-dimetylaminobenzoat
DHMB	2,2'-Dihydroxy-4-metoxybensofenon
DHB	2,4-Dihydroxybensofenon
BP3	Benzofenon-3, Oxybenzon
4MBC	4-Metylbenzyliden kamfor
3BC	3-Benzyliden kamfor
HMS	Homosalat
EHS	2-Etylhexylsalicylat

TABELL 1. Analyserade UV-filtter vid badplatsen



mättes koncentrationen förutom i augusti, även i maj och oktober. Ämnena från solkrämerna bryts alltså inte ner snabbare i sedimentet än att de kan påvisas under hela året.

Den högsta koncentration av BP3 (benzofenon-3, oxybenzon), som uppmättes, 62 ng/g torrsvikt, ligger vid den gräns där det är möjligt att sedimentlevande organismer kan påverkas negativt. För OC, där koncentrationen var betydligt högre, förelåg inte någon sådan risk. För många av ämnena fanns inte tillräckliga uppgifter för att kunna bedöma risken för negativ miljöpåverkan.

Det har varnats för att användning av solkrämer i närheten av korallrev kan skada korallerna. Substansen BP3 anses öka denna skaderisk, något som bland annat har hänt korallreven utanför Hong Kong, Kina.

UV-FILTTER I AVLOPPSVATTEN

Rester av solkrämer i dusch- och badvatten transporteras via avloppsvattnet till reningsverken. Där minskas koncentrationerna av

UV-filtren med minst 90 procent. Men reningen fungerar till stor del så att substanserna hamnar i reningsverkens slam, där de kan vara en potentiell risk om slammet ska kunna användas i ett kretslopp som gödsel.

I undersökningen mättes halter i utgående vatten (efter rening) från tio olika avloppsreningsverk. Proven var samlingsprov från ett dygn i juli eller augusti. Halterna varierade ganska mycket mellan de olika reningsverken, figur 3 visar ett medianvärde för alla tio.

Koncentrationerna i ”median-avloppsvattnet” var genomgående högre än de högst uppmätta i badsjön. För de ämnen för vilka tillräckliga uppgifter om giftighet fanns, var koncentrationerna efter normal utspädning (10 gånger) inte så höga att de bedömdes vara skadliga.

OKLART OM NEGATIV MILJÖPÅVERKAN

Sammanfattningsvis hittades alltså ett UV-filtter, BP3, i sedimentet i en badsjö nära den halt där en negativ

påverkan på sedimentlevande organismer kan befaras. För många andra UV-filtter som hittades fanns inte tillräckliga uppgifter om deras eventuella giftighet för att bedöma risken för miljöpåverkan.

Sett i ljuset av hälsoriskerna med att sola utan solkräm är valet enkelt, även om det inte är helt oproblemiskt för miljön. Alla kemikalier vi sprider påverkar omgivningen och det finns därför alltid skäl att försöka minimera riskerna med de produkter vi använder. Fortsatta studier av UV-filters eventuella miljöpåverkan är ett sätt att arbeta för detta.

Text & kontakt:
Mikael Remberger, IVL
 mikael.remberger@ivl.se

Lennart Kaj, IVL
 lennart.kaj@ivl.se

LÄSTIPS:

Mikael Remberger, Momina Bibi, Lennart Kaj & Eva Brorström-Lundén. 2015. *Analysis of UV-filters (and fragrances) used in cosmetics and textiles*. IVL Report C138



Havsörn

FOTO: JOHNÉR, GÖRAN NYRÉN

Svårnedbrytbara ämnen vanligare i rovfåglar som lever vid vatten

Högfluorerade ämnen (PFAS) är svårnedbrytbara, giftiga ämnen som blivit en dold del i vår vardag. De finns bland annat i teflonbehandlade produkter, impregneringsmedel för skor och kläder, brandsläckningsskum med mera. Både under tillverkning av produkterna, vid användning och när produkterna tjänat ut sprids dessa ämnen till luft, land och vatten. Där tas de upp av olika arter i botten av näringsväven via födan och vattnet, och ackumuleras sedan med ökande koncentrationer uppåt i väven. Rovfåglar, vare sig de lever i anslutning till land eller vatten, får i sig PFAS i varierande omfattning. De arter som jagar sin föda i sjöar och hav får i sig betydligt mer PFAS.

Ylva Lind, Peter Hellström & Anna Roos, Naturhistoriska riksmuseet

PERFLUORERADE ÄMNEN I marina miljöer avspeglar både spridningen av atmosfäriskt nedfall liksom tillförsel från vattendrag. Där syns ackumulering av PFAS som pågått under en längre tid.

Halter på land, som inte kan härledas till punktkällor, har till en stor del sitt ursprung i atmosfäriskt nedfall. Det gör att halterna i på land kan variera betydligt mer mellan år, beroende på vindar och väderlek, jämfört med halter i vatten miljöer.

För att ta reda på skillnader i halter av PFAS hos rovfågelarter som söker föda över land jämfört med de som jagar vid sjöar och hav undersöktes rötägg från sex olika arter. Rötägg är ägg som av den ena eller andra anledningen inte kläckts och därför kan samlas in (förutsatt att Naturvårdsverket givit tillstånd). Rötägg från havsörn, fiskgjuse, tornfalk, berguv, kattuggla och slaguggla samlades in för analys av bland annat PFAS. Även stabila isotoper av kväve (15N) och kol (13C) har analyserats för att fastställa trofinivå och om födan hade sitt ursprung i havet, sjöar eller från land.

Havsörn och fiskgjuse häckar vid eller i närheten av vatten. Havsörnen har en relativt bred diet men en stor del av födan, som fisk och sjöfågel, kommer från vattenmiljön. Fiskgjusens föda består uteslutande av fisk.

Tornfalken är en liten rovfågel som framförallt livnär sig på smågnagare. Kattuggla och slaguggla jagar också smågnagare. Dessa tre arter representerar därför en näringskedja kopplad till land. Berguven är en stor uggla som lever på gnagare, andra mindre djur och fåglar. Dieten skiljer sig mellan individer och berguven är en ganska

opportunistisk rovfågel, som äter lite vad den lyckas fånga.

Alla fåglar i studien är stannfåglar utom fiskgjuse och tornfalk som flyttar söderut under vinterhalvåret. Fiskgjusar brukar övervintra i Västafrika medan tornfalken oftast stannar i Europa. Var fåglarna har sina vinterkvarter kan ha betydelse för halter av miljögifter i äggen.

HÖGST HALTER HOS MARINA ARTER

Om man jämför halterna av PFAS hos havsörn och fiskgjuse med de hos tornfalk, kattuggla, samt slaguggla är de 30–50 gånger högre (figur 1).

Halterna i berguv var i nivå med de hos havsörn. Berguv är inte en rovfågel som förknippas med akvatiska miljöer, men trots det var halterna av PFAS höga i de äggen. Det ska påpekas att fyra av de analyserade äggen kom från samma kull som tillhörde en misslyckad häckning i anslutning till en avfallsanläggning och det kan inte uteslutas att detta påverkat halterna i äggen.

Vad beträffar det femte berguvsägg, som hade de högsta halterna av PFAS, finns inga uppgifter om närhet till eventuella föroreningskällor. Däremot tydde isotopprofilen på att en viss andel av födan kom från vattenmiljön. Ägget kom från Västervikstrakten.

Även ägg från fiskgjuse insamlade 2013 visade halter upp mot och, hos vissa individer över 100 ng/g våtvikt (figur 3).

Hos havsörn fanns en klar skillnad mellan havsörnar som häckar vid Östersjökusten och sådana som häckar inne i landet. Kusthäckande örnar hade i genomsnitt 2,5 gånger högre halter jämfört med inlandshäckande örnar.

GEOGRAFISKA SKILLNADER INOM ARTER

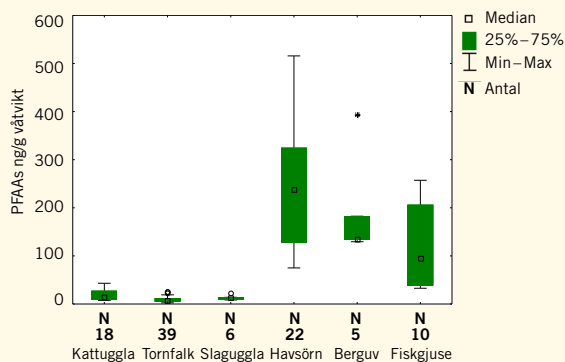
Ingen geografisk skillnad kunde upptäckas i tornfalk där äggen kom från i princip hela landet, utom Norrlands inland. En geografisk skillnad syntes däremot i halterna hos kattuggla, där äggen insamlade i Skåne hade signifikant högre halter jämfört med övriga ägg från mellersta Sverige upp till Dalarna och Hälsingland. År 2016 analyserades också sex ägg från slaguggla insamlade i mellersta Sverige och halterna var jämförbara med de hos kattuggla från motsvarande områden.

FAKTA: PFAS

Högfluorerade ämnen, PFAS, är ett samlingsnamn för gruppen per- och polyfluorerade ämnen. Inom PFAS finns perfluorerade alkylsyror (PFAAs), en stor ämnesgrupp med en mängd olika substanser som har det gemensamt att de består av en kolkedja där alla väteatomer ersatts med fluoratomer. Funktionella grupper kan vara en karboxylsyragrupp (–COOH) och då betecknas substansen som en perfluorerad karboxylsyra (PFCA) eller sulfonsyragrupp (–SO₃H) – perfluorerad sulfonsyra (PFSA). Även andra funktionella grupper som till exempel sulfonamider förekommer. Dessa ämnen är mycket stabila och har en lång rad egenskaper som har gjort dem användbara i många olika sammanhang, exempelvis i teflonbehandlade produkter, impregneringsmedel för skor och kläder, rengöringsmedel, brandsläckningsskum och ytbehandling av livsmedelsförpackningar. De är även svårnedbrytbara i naturen och ackumuleras i näringsväven med ökande koncentrationer ju högre upp i väven man kommer.

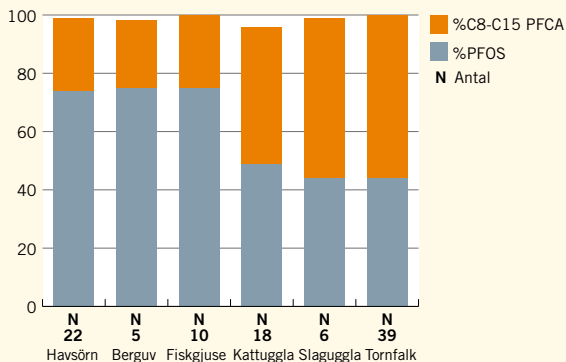
Inom miljöövervakningen har ett antal perfluorerade karboxylsyror (PFCAs) och sulfonsyror (PFSA) analyserats i bland annat ägg från havsörn och sillgrissla samt i strömming och abborre. Det mest kända perfluorerade sulfonsyran är perfluoroktansulfonat (PFOS). PFOS är förbjudet i produktion inom EU sedan 2008.

PFAS i rovfågelägg



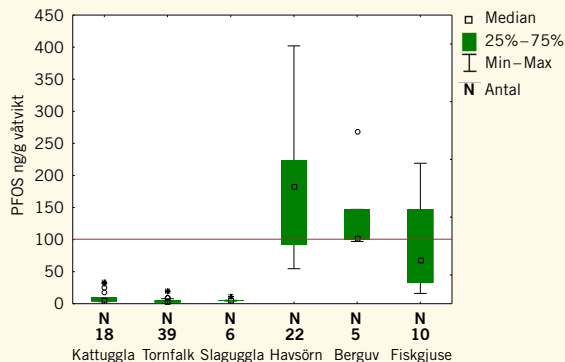
FIGUR 1. PFAS i rötägg från kattuggla, tornfalk, slaguggla, havsörn, berguv och fiskgjuse insamlade 2013–2016 från olika delar av Sverige.

Fördelning mellan PFOS och PFCA:s i rovfågelägg



FIGUR 2. Fördelningen (%) mellan PFOS och PFCA:s i förhållande till analyserade PFAS i rötägg från havsörn, berguv, fiskgjuse, kattuggla, slaguggla och tornfalk insamlade 2013–2016.

PFOS i rovfågelägg



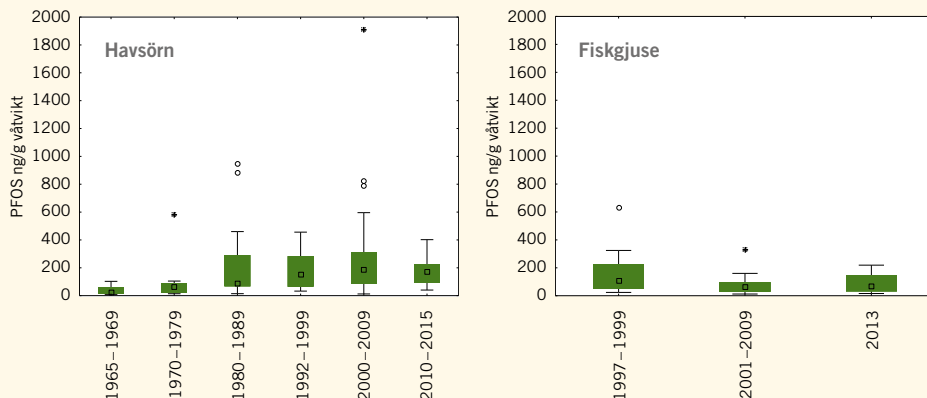
FIGUR 3. PFOS i rötägg från kattuggla, tornfalk, slaguggla, havsörn, berguv och fiskgjuse insamlade 2013–2016 från olika delar av Sverige. Den röda linjen visar lägsta nivån för effekt på kläckbarhet i studier på tamhöns.

SÅ LÄSER DU BOXPLOTFIGURERNA:

Boxen (lådan) innehåller 50 procent av värdena. Mittpunkten (medianen) syns som en svart fyrkant mitt i lådan. Det vertikala strecket genom varje box (whisker) representerar intervallet av värden som inte utgörs av så kallade "outliers" och "extremvärden". Ringar är outliers på ett avstånd som är mellan 1,5 och 3 gånger lådans höjd. Stjärnorna är extremvärden på ett avstånd som är tre gånger boxens höjd från boxen. Data är baserad på analyser av ägg som inte kläckts utan blivit liggande okläckta under ett antal veckor innan de samlats in (rötägg). Under den tiden äger en viss uttorkning rum. Därför ligger halter av ämnen som presenteras på färskviktsbasis, i detta fall PFAS något högre i rötägg jämfört med vad de är när ägget är färskt. Detta kan kompenseras genom att räkna ut ett uttorkningsindex. Generellt blir halterna 20–25 procent högre när hänsyn inte tas till uttorkning. På grund av att data i flera fall saknas på uttorkningsgrad har vi valt att presentera figurerna på data som inte korrigerats för uttorkning.

Tidsserier för PFOS i ägg från havsörn och fiskgjuse

FIGUR 4. PFOS i rötägg från havsörn 1965–2015, både från inlandshäckande och kusthäckande havsörnar. Till höger PFOS i rötägg från fiskgjuse 1997–2013.





Berguv

FOTO: RICHARD WHITCOMBE / SHUTTERSTOCK

MÖNSTER FÖR PFOS OCH PFCA

Det fanns en intressant skillnad i PFOS (se fakta) mellan de olika rovfågelsgrupperna, där andelen PFOS i de landlevande fåglarna var betydligt mindre (figur 2). PFOS utgjorde cirka 70 procent av PFAS i både havsörn och fiskgjuse, medan andelen PFOS i kattuggla, slaguggla och tornfalk var cirka 50 procent. Däremot var andelen PFCAs högre hos de rovfåglar som jagar över land jämfört med de som jagar vid vatten (figur 2). Det är även intressant att berguven visar samma mönster som fiskgjuse och havsörn. Men berguven representeras endast av fem ägg i denna studie, varav fyra kommer från samma kull, vilket ger ett begränsat underlag för slutsatser.

HÖGA HALTER HOS FISKGJUSE OCH HAVSÖRN

Studier på tamhöns (vit leghorn) har visat att den lägsta observerade nivån för halter av PFOS som kan

påverkar äggens kläckbarhet är 100 ng/g våtvikt. Sannolikt förekommer betydande skillnader i påverkan hos olika arter, men en inte försumbar del av fiskgjuseäggens insamlade 2013 samt havörnsäggen insamlade 2014 låg över denna nivå (figur 3). Dessutom ses ingen nedgång i halten av PFOS hos varken fiskgjuse eller havsörn under perioden 1997–2013 (figur 4). Att detta ämne finns kvar i så pass höga halter i vilda rovfåglar 17 år efter att stortillverkaren 3M slutade med produktionen och nästan tio år efter att förbud mot användning har införts i EU visar hur enormt svårnedbrytbart det är. Det visar också hur viktigt det är att förhindra utsläpp av den här typen av ämnen i miljön.

Text & kontakt:

Ylva Lind, Anna Roos och **Peter Hellström**,
Naturhistoriska riksmuseet
ylva.lind@nrm.se
anna.roos@nrm.se
peter.hellstrom@nrm.se

LÄSTIPS:

Eriksson, U., Roos, A., Lind, Y., Hope, K., Ekblad, A. & Kärrman, A. 2016. *Comparison of PFASs contamination in the freshwater and terrestrial environments by analysis of eggs from osprey (*Pandion haliaetus*), tawny owl (*Strix aluco*), and common kestrel (*Falco tinnunculus*)*. Environmental Research, 149: 40–47.

Faxneld, S., Berger, U., Helander, B., Danielsson, S., Miller, A., Nyberg, E., Persson, J.-O., et al. 2016. *Temporal Trends and Geographical Differences of Perfluoroalkyl Acids in Baltic Sea Herring and White-Tailed Sea Eagle Eggs in Sweden*. Environmental Science & Technology.

Hellström, P. 2016. *Rapportering från undersökning av DDT-PCB-HCB-HCH-PBDE-HBCD, PFAS och stabila isotoper i ägg från havsörn 2015*. Sakrapport. NRM Rapport nr 8:2016

Lind, Y. 2015. *Mercury and organic contaminants together with stable isotopes ¹⁵N and ¹³C in eggs of tawny owl (*Strix aluco*) and common kestrel (*Falco tinnunculus*)*. Sakrapport. NRM rapport nr 5:2015

Mätningar i de olika programområdena

	Luft	Vatten	Biota	Abiotiska matriser	Människa
PO Luft	x			x	
PO Hav		x	x	x	
PO Sötvatten		x	x		
PO Skog			x		
PO Fjäll			x		
PO Jordbruksmark		x	x	x	
PO Hälsorelaterad miljöövervakning	x				x
PO Miljögiftssamordning	x	x	x	x	x

MÄTNINGAR I VATTENMILJÖ

Den nationella miljögiftsövervakningen mäter metaller och miljögifter i ytvatten, grundvatten, sediment och biologiskt material, till exempel i fisk och blåmussla.

Dessutom följer övervakningen olika långsiktiga effekter av miljögifter. Det gäller till exempel förändringar av bestånd och hälsotillstånd hos toppkonsumenterna säl och havsörn.

Miljöövervakningen genomförs inom programområdena Sötvatten, Kust och Hav samt Jordbruksmark. Inom programområdet Jordbruksmark mäts dessutom bekämpningsmedel som används i jordbruket främst i ytvatten men även i grundvatten och sediment i fyra områden.

Kontaktpersoner:

Karl Lilja
karl.lilja@naturvardsverket.se

Tove Lundeberg
tove.lundeberg@naturvardsverket.se

Anna Hellström
anna.hellstrom@naturvardsverket.se

MÄTNINGAR I SKOG, FJÄLL OCH JORDBRUK

Programområdena Skog, Fjäll och Jordbruksmark samlar idag in älg, ren och stare som sparas i provbanken för framtida analyser av organiska miljögifter och metaller. Proverna samlas in i ett eller flera områden i Sverige. Men sedan 2008 har proverna inte analyserats löpande. De senaste åren har programområdena gjort analyser i efterhand av insamlat material och analyserat nya material som sork, dagmask och lodjur i olika pilotprojekt.

Kontaktperson:

Anna Hellström
anna.hellstrom@naturvardsverket.se

MÄTNINGAR I LUFT

Programområde Luft följer bland annat halterna av organiska miljögifter, metaller och bekämpningsmedel i luft och nederbörd. Området kartlägger dessutom halterna av metaller i mossor.

Halterna av organiska miljögifter, bekämpningsmedel och metaller i luft och nederbörd ger en uppfattning om i vilken omfattning dessa ämnen transporteras till Sverige genom luften. Karteringen av mossor ger en rikstäckande bild av hur vissa metaller sprids till miljön via luft och deposition.

Kontaktpersoner:

Organiska miljögifter: Linda Linderholm
linda.linderholm@naturvardsverket.se

Pesticider: Anna Hellström
anna.hellstrom@naturvardsverket.se

Metaller: Petra Hagström
petra.hagstrom@naturvardsverket.se

MÄTNINGAR I MÄNNISKA

Den nationella miljöövervakningen mäter i vilken omfattning människor exponeras för olika typer av miljöföroreningar som kan påverka hälsan. Halterna mäts med vissa tidsintervall för att se hur exponeringen ändras över tid.

Beroende på vilka ämnen det gäller genomförs mätningar i modersmjölk, blod, serum, urin eller hår. Prover samlas in på en plats eller på flera platser enligt ett rullande schema. I vissa fall genomför övervakningen en kampanj där ett större antal prover samlas samtidigt i en region eller i flera regioner.

Det mesta av arbetet görs inom programområdet Hälsorelaterad miljöövervakning (HÄMI). Vissa kortare inventeringar görs inom delprogrammet Screening inom programområdet Miljögiftsamordning.

Kontaktperson:

Karin Norström
karin.norstrom@naturvardsverket.se
Britta Hedlund
britta.hedlund@naturvardsverket.se

SCREENING

Med screening menas översiktliga inventeringar. De är ett första led i att identifiera miljöföroreningar som kan orsaka hälso- och miljöproblem. Screening används för att ge underlag för beslut om en förorening ska inkluderas i den löpande miljöövervakningen, eller om det behövs andra typer av åtgärder för att begränsa riskerna med ämnet. Screeningundersök-

ningar används också för att kunna följa upp olika internationella krav, från exempelvis direktiv och konventioner, som rör metaller och organiska miljögifter.

Ett screeningprojekt kan vara uppbyggt enligt olika principer:

- En möjlighet är att göra breda undersökningar av organiska miljögifter i representativa områden. I detta fall ska så många ämnesgrupper som möjligt täckas in. Syftet är att få en uppfattning om den totala föroreningssituationen i området och vilka ämnen som kan behöva studeras ytterligare.
- En annan möjlighet är att studera något specifikt ämne eller en grupp av ämnen i taget.

Arbetet görs inom programområdet Miljögiftsamordning, delprogram Screening.

Kontaktpersoner:

Linda Linderholm
linda.linderholm@naturvardsverket.se

Maria Linderöth
maria.linderöth@naturvardsverket.se

LÄS MER OM MILJÖÖVERVAKNINGENS RESULTAT

Havet 2016 – om miljö tillståndet i svenska havsområden.
<http://havsmiljoinstitutet.se/publikationer/havet/havet2015-2016>

Resultat från den hälsorelaterade miljöövervakningen
<http://ki.se/imm/halsorelaterad-miljo-overvakning-0>

Luften i Sverige
En översikt kan fås på <http://www.naturvardsverket.se/Amnen/Luft/>

Resultat från miljöövervakningen av bekämpningsmedel (växtskyddsmedel).
<http://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/kompetenscentrum-for-kemiska-bekampningsmedel/var-verksamhet/miljoovervakning/publikationer-om-miljoovervakning-av-bekampningsmedel/>

Information om bekämpningsmedel i miljön
<http://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/kompetenscentrum-for-kemiska-bekampningsmedel/information-om-bekampningsmedel-i-miljon/>

Luft & Miljö 2016
<http://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/>
ISBN/1200/978-91-620-1297-7/

MILJÖPROVBANKEN BEVARAR PROVERNA

Miljöprovbanken inom miljöövervakningsprogrammet är belägen vid Naturhistoriska riksmuseet (NRM) i Stockholm. Samlingarna i miljöprovbanken omfattar både prover från växter och djur (biotiska prover) och prover från exempelvis luft, vatten, inlandsis, filter, jord och sediment (abiotiska prover).

En miljöprovbank kan definieras som en vetenskaplig institution med resurser för att samla in, tillvarata och bevara prover från miljön. Dessa prover är avsedda för miljöforskning och miljöövervakning.

Det ursprungliga målet för miljöprovbanken var att tillgodose forskning och övervakning med material för att studera koncentrationer av miljögifter i växt- och djurvävnader. Nu vill övervakningen även ha material för bakåtblickande studier för att beskriva tillstånd och förändringar i miljön.

Arbetet genomförs inom programområdet Miljögiftsamordning, delprogram Miljöprovbank.

Anna Hellström
anna.hellstrom@naturvardsverket.se

Positiv utveckling men fortfarande en utmaning att nå miljömålen

Liksom för de flesta av Sveriges miljö kvalitetsmål finns det idag inte förutsättningar för att nå miljö kvalitetsmålet Giffri miljö inom utsatt tid, till år 2020. Giffri miljö är miljö målet med starkast koppling till övervakningen av miljögifter.

Det finns en positiv utveckling och halterna av vissa välkända miljögifter minskar. Men problem med till exempel svårnedbrytbara ämnen kvarstår. Det finns också ett mycket stort antal kemiska ämnen i omlopp och det tillkommer ständigt nya. Produktionen av kemiska ämnen fortsätter att öka liksom importen av varor. Dessutom är kunskapsnivån ofta bristfällig om ämnens hälso- och miljöfarliga egenskaper och om vilka risker människor utsätts för. Det gäller exempelvis nya ämnen som ersätter de som ansett så farliga att de förbjöds, men det finns även brister i kunskapen om gamla ämnen. Styrmedel (lagar, konventioner m.m.) och åtgärder utvecklas positivt men ytterligare åtgärder och nya styrmedel behövs.

Det finns fler miljö mål som berörs när man talar om miljögifter. Vattnets kvalitet och kemiska status ingår i miljö kvalitetsmålen *Grundvatten av god kvalitet*, *Levande sjöar och vattendrag*, och *Hav i balans samt levande kust och skärgård*. Luftföroreningar tas upp i miljö kvalitetsmålet *Frisk luft*. Användning av jordbrukskemikalier kan påverka *Ett rikt odlingslandskap*. I *God bebyggd miljö* lyfter man att människorna inte ska utsättas för skadliga ämnen och att avfallshanteringen ska vara hållbar för att minimera hälsorisker och miljöpåverkan.



Giffri miljö

Förekomsten av ämnen i miljön som har skapats i eller utvunnits av samhället ska inte hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden. Halterna av naturfrämmande ämnen är nära noll och deras påverkan på människors hälsa och ekosystemen är försumbar. Halterna av naturligt förekommande ämnen är nära bakgrunds nivåerna.

Riksdagens definition av miljö kvalitetsmålet

Andra temarapporter från miljöövervakningen



Havet berättar det senaste om miljö tillståndet i Sveriges havsområden. Den ges ut i samarbete mellan Havs- och vattenmyndigheten, Havsmiljöinstitutet och Naturvårdsverket.



Skog & Mark samlar resultaten från miljöövervakningsprogrammen av skog och mark. Rapporten 2017 har temat miljöövervakningen då, nu och i framtiden.

Resultaten från den svenska miljöövervakningen behövs för att kunna beskriva tillståndet, upptäcka förändringar och bedöma hotbilder i miljön. Resultaten från de systematiska undersökningarna ligger också till grund för beslut om åtgärder. I miljöövervakningens temarapporter presenteras ett urval resultat på ett överskådligt sätt.



Sötvatten berättar om den senaste forskningen i Sveriges sjöar och vattendrag. Den ges ut av Havs- och vattenmyndigheten. Nästa Sötvatten kommer vintern 2017.



Luft & miljö Arktis 2015 berättar om luftföroreningarnas väg till Arktis, om hur vi påverkar Arktis och hur Arktis påverkar oss. Nästa temarapport kommer hösten 2017.

naturvardsverket.se/publikationer

GIFTER & MILJÖ 2017



MILJÖÖVERVAKNING FÖR MILJÖMÅLEN

Resultaten från miljöövervakningen visar tillståndet i miljön och används för att bedöma om vi uppnår Sveriges miljö kvalitetsmål. De 16 målen är beslutade av Sveriges riksdag och beskriver önskade tillstånd i miljön.

Mer om miljöövervakningen
[naturvardsverket.se/
miljoovervakning](http://naturvardsverket.se/miljoovervakning)

Mer om miljö kvalitetsmålen
miljomal.se

GIFTER & MILJÖ samlar resultat från miljöövervakningsprogram som mäter halter och påverkan av miljöfarliga ämnen i Sverige.

Rapporten presenterar olika typer av ämnen och vilka risker de kan innebära för människa och miljö, exempelvis högfluorerade ämnen, bromerade ämnen och tungmetaller.

Årets Gifter och miljö berättar om kemikalier i vår vardag. Vi exponeras dagligen för ett stort antal kemikalier och många gånger saknas fullständig kunskap om hur de påverkar oss och miljön. Det gör riskerna svåra att bedöma och begränsa, särskilt som många okända kemikalier kommer in i Sverige via importerade varor, i exempelvis kläder, plastartiklar och byggnadsmaterial.

SVENSK MILJÖÖVERVAKNING

Resultaten från den svenska miljöövervakningen behövs för att kunna beskriva tillståndet, upptäcka förändringar och bedöma hotbilder i miljön. Resultaten från de systematiska undersökningarna ligger också till grund för beslut om åtgärder. Naturvårdsverket och Havs- och vattenmyndigheten samordnar och driver det nationella miljöövervakningsprogrammet.

