



# **Emission, omvandling och bildning av bromerade ämnen vid olycksbränder.**

Staffan Lundstedt  
Kemiska institutionen  
Umeå Universitet  
901 87 Umeå

E-post: [staffan.lundstedt@chem.umu.se](mailto:staffan.lundstedt@chem.umu.se)  
Telefon: 090-786 6654

## Innehållsförteckning

<i>Sammanfattning</i> .....	2
<i>Inledning</i> .....	3
<i>Syfte</i> .....	3
<i>Bakgrund</i> .....	3
Bromerade flamskyddsmedel – BFR.....	4
Dioxiner.....	6
<i>Genomförande</i> .....	7
Brandbeskrivning.....	8
Provtagning.....	10
Kemisk analys.....	11
<i>Förkortningar och begrepp som används i rapporten</i> .....	14
<i>Resultatsammanfattning</i> .....	15
TV-bränningsexperiment.....	15
Bränder i bostäder.....	19
Brand i en butiksgalleria.....	21
Brand i en industrilokal för elektronikskrot.....	21
Deponibrand.....	23
<i>Slutsatser</i> .....	26
<i>Referenser</i> .....	27

Bilagor 1-24

## Sammanfattning

Många material vi har i vår omgivning är flamskyddade med bromerade organiska ämnen. Dessa gör att materialen blir mindre lättantändliga, och att de brinner långsammare om de ändå skulle börjar brinna. Bromerade flamskyddsmedel (BFR) kan läcka från material och produkter under deras normala livscykel, men vid en brand är risken ännu större att ämnena emitteras till omgivningen. Förutom detta kan bränder leda till att andra bromerade ämnen bildas genom omvandling av BFR. Tex kan bromerade dioxiner (PBDD/F) ganska lätt bildas från bromerade difenyletrar (PBDE), vilka har använts i stora mängder som flamskyddsmedel. BFR har i sig en negativ miljöpåverkan, och PBDD/F verkar ha samma giftighetsmönster som de mer studerade klorerade dioxinerna (PCDD/F). De är med andra ord extremt giftiga.

Denna rapport sammanfattar ett forskningsprojekt som har gått ut på att uppskatta emissionen av bromerade ämnen vid olycksbränder. Fokus har riktats mot PBDD/F, men även vissa flamskyddsmedel, som PBDE och tetrabrombisfenol-A (TBBPA) har studerats. Som jämförelse har också emissionen av PCDD/F undersökts. Prover har samlats in i anslutning till ett antal verkliga olycksbränder, där man har antagit att BFR funnits närvarande. Detta inkluderar två villabränder, en brand i en butiksgalleria, en brand i en industrilokal för elektronikskrotsåtervinning samt en deponibrand. Vid alla utom deponibranden har huvudsakligen sot och askprover samlats in. Som jämförelse har även prover samlats in vid en avsiktlig TV-brand. Proverna har analyserats med avseende på PBDD/F, PBDE, TBBP-A och PCDD/F.

Resultaten visar att olycksbränder kan leda till betydande utsläpp av bromerade ämnen. Samtliga studerade bränder gav höga emissioner av både BFR och PBDD/F. I många fall var utsläppen av PBDD/F mycket större än PCDD/F-utsläppen. Framförallt gällde detta de fall där en tydlig källa till BFR fanns närvarande. Vid TV-branden var tex PBDD/F utsläppen 10 000-100 000 ggr högre än PCDD/F-utsläppen. Det är framförallt PBDE-innehållande material som vid dåliga förbränningsbetingelser leder till stora PBDD/F-utsläpp, och det är då nästan uteslutande bromerade furaner (PBDF) som bildas. Vid bättre förbränningsbetingelser eller om materialet innehåller andra BFR, ökar andelen PBDD, liksom även dioxiner med både brom och klor (PBCDD/F). Men detta leder också till betydligt lägre totalhalter av ämnena.

Resultaten visar också att BFR finns överallt i samhället. Även om användningen av dessa ämnen har minskat radikalt under senare tid, så finns stora mängder kvar i produkter och byggnader i vår omgivning, och det kommer säkert också att förbli så en lång tid framöver. Man kan fråga sig vad detta betyder för folkhälsan och den allmänna föroreningen av miljön, och inte minst när det gäller bränder vid vilka emissionen av dessa ämnen bevisligen ökar. För PBDD/F vet man än så länge väldigt lite om deras bidrag till miljö- och hälsoriskerna i samhället. Dels är det osäkert hur giftiga de ämnena som framförallt släpps ut verkligen är (PBDD/F-gruppen består ju totalt av 209 olika ämnen), och dels är det osäkert hur stabila dessa ämnen är i miljön. Oavsett detta så utsätts i alla fall den närmaste omgivningen till många bränder för höga halter av PBDD/F, och inte minst gäller detta räddningstjänstens personal. Dessa ämnen kan tas upp och lagras i kroppens fettvävnad och orsaka skador längre fram i livet. Det är därför viktigt att vi dels försätter att studera riskerna med dessa ämnen, och dels fortsätter att minska användningen av BFR i samhället.

## Inledning

Att olycksbränder kan orsaka stora direkta skador på människor, djur och egendom är uppenbart. Men att bränder även kan orsaka problem på längre sikt är kanske inte lika självklart. Bränder kan dock ge upphov till att en mängd giftiga ämnen släpps ut till omgivningen. Dessa kan påverka människor och djur direkt, eller via upplagring i kroppen orsaka problem längre fram i livet [Räddningsverket 1996, Naturvårdsverket 2007].

Vad som emitteras under ett brandförlopp beror dels på vad det är som brinner och dels på förbränningsbetingelserna, tex temperatur, syretillförsel och omblandning. En dålig förbränningsprocess vid låg temperatur och ojämn syretillförsel orsakar generellt större utsläpp av farliga ämnen än en god förbränningsprocess vid hög temperatur, syretillförsel och omblandning [Cormier et al 2006]. Samtidigt måste de nödvändiga grundämnena finnas närvarande för att ett farligt ämne överhuvudtaget ska kunna bildas. För rena kolväten är detta aldrig en begränsning, men för tex klorerade och bromerade ämnen kan det vara det. Ett bränsle med hög klorhalt ger tex större utsläpp av klorerade ämnen än ett bränsle med lågt klorinnehåll. Bränslets sammansättning kan också påverka förbränningsbetingelserna, genom att olika material brinner olika lätt och vid olika temperaturer [Lemieux et al 2004]. Inte minst är detta aktuellt för flamskyddade material.

Olycksbränder kan generellt sägas ske under relativt dåliga eller i alla fall ojämna förbränningsbetingelser. Vissa delar av branden kan ha god syretillförsel och ske vid hög temperatur, medan andra delar mer kan beskrivas som pyrande. Detta förstärks av att det vanligtvis är en mängd olika material, med olika egenskaper, som brinner. Mångfalden av material ger dessutom grunden till den mängd ämnen som kan bildas och släppas ut vid dessa bränder, genom att många olika ämnen därmed finns närvarande och kan fungera som byggstenar i omvandlingsprocesserna. Förutom materialen i sig innehåller många produkter, som vi har i vår omgivning, ett flertal tillsatta kemikalier som tex ska öka produktens hållbarhet, smutsbeständighet eller brandbeständighet. Dessa kemikalier bidrar i allra högsta grad till den mångfald av giftiga ämnen som kan släppas ut vid olycksbränder [Cormier et al 2006].

## Syfte

Syftet med denna undersökning var att ta reda på i vilken utsträckning bromerade ämnen som kan härledas till bromerade flamskyddsmedel släpps ut vid olycksbränder. Fokus har riktats mot ämnesgruppen bromerade dioxiner som i tidigare studier har visat sig kunna bildas vid upphettning av flera bromerade flamskyddsmedel [Buser 1986, Ebert och Bahadır 2003, Weber och Kuch 2003]. Bromerade dioxiner och furaner visar dessutom tecken på att ha samma negativa hälso- och miljöpåverkan som de mer undersökta klorerade dioxinerna [Birnbaum et al 2003]. Vidare har framförallt mindre bränder, som tex TV-bränder och någorlunda begränsade bränder i bostäder och andra lokaler, studerats, men även en del större bränder har inkluderats i projektet.

## Bakgrund

Flamskyddsmedel sätts till material och produkter för att minska deras benägenhet att antändas samt för att, om de ändå antänds, minska deras brinnhastighet. Detta för att reducera de direkta skadorna på människor och egendom som bränder kan orsaka. Främst flamskyddas polymera material som ska användas i produkter som anses särskilt viktiga att skydda, eller för att de utgör en väsentlig brandrisk, tex plast till TV- och datorhöljen, gummi till elektriska kablar, laminat till kretskort, samt polyuretanstoppning till möbler och bil- och flygplansinredning. Ibland flamskyddas även trä till byggnadsmaterial och bomull till textilier [Räddningsverket 1997].

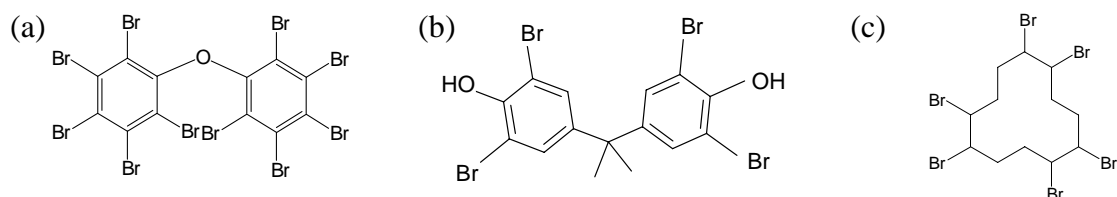
Det finns hundratals olika flamskyddsmedel som används, både oorganiska salter som aluminiumtrihydrat, magnesiumhydroxid och antimonoxid, och organiska föreningar som organiska fosforföreningar och organiska brom- och klorföreningar. Kombinationer används också, tex har antimonoxid i kombination med organiska klor- och bromföreningar visat sig vara effektivt [WHO 1997]. Flamskyddsmedel kan vara antingen reaktiva, dvs kemiskt bundna till materialet som ska flamskyddas, eller additiva, dvs blandade med materialet utan att vara kemiskt bundna. Additiva ämnen sitter lösare bundna till materialet och tenderar därför att läcka i större utsträckning. Flamskyddsmedlenas funktion kan bygga på både fysikaliska och kemiska processer [WHO 1997]. Dessa kan vara:

- Kemiska processer som kyler det flamskyddade materialet.
- Bildning av skyddande skikt som avskärmar det brinnande materialet från de heta brandgaserna, samt hindrar syre från att nå fram till reaktionszonen.
- Bildning av inerta gaser som späder ut pyrolysgaserna, och därmed förändrar brännbarheten.
- Direkt bromsning, och i bästa fall utsläckning, av förbränningsreaktionerna i gasfasen.
- Gasbildning som blåser ut flamman.

### ***Bromerade flamskyddsmedel - BFR***

Organiska bromföreningar är en av de vanligaste grupperna av flamskyddsmedel [Morf et al. 2005]. I början av 2000-talet var årsförbrukningen i världen drygt 200 000 ton, i Europa ca 30 000 ton och i Sverige ca 300 ton [Law et al 2006, KEMI 2003]. Användningen minskar dock i många delar av världen då man har upptäckt flera negativa miljö- och hälsoeffekter av bromerade flamskyddsmedel (BFR) [de Wit 2002]. BFR anses mycket effektiva jämfört med många andra flamskyddsmedel, men de tillförs ändå i stora mängder till materialen som ska flamskyddas. I plaster kan de utgöra upp till 30% av vikten [WHO 1994]. Det finns flera olika typer av BFR, men de mest använda är bromerade difenyletrar (PBDE), tetrabrombisfenol A (TBBPA) och hexabromcyklododekan (HBCD), Figur 1.

PBDE är dock inte bara ett ämnen utan en grupp av sammanlagt 209 olika ämnen som endast skiljer sig åt i bromeringsgrad, samt var på molekylen bromatomerna sitter. I figur 1 visas PBDE#209, vilket är den fullt bromerade PBDE:n som innehåller tio brom, dvs deka-BDE. PBDE-har används i olika tekniska blandningar, vilka har sitt ursprung i olika tillverkningsprocesser. Vanligast är penta-, okta- och deka-BDE mixarna, som framförallt innehåller PBDE med fyra-sex brom (penta), sju-nio brom (okta) respektive nästan uteslutande tio brom (deka) [de Wit 2002]. Penta- och okta-BDE-mixarna har dock förbjudits inom EU pga de negativa hälso- och miljöeffekterna de orsakar [Directive 2002/95/EC]. Även Dekab-BDE är på väg att förbjudas, men får fortfarande användas på dispens [KEMI 2009]. I takt med att PBDE-användningen har minskat har dock användningen av tex TBBPA och HBCD ökat, då dessa har ansetts mindre skadliga för hälsa och miljö.

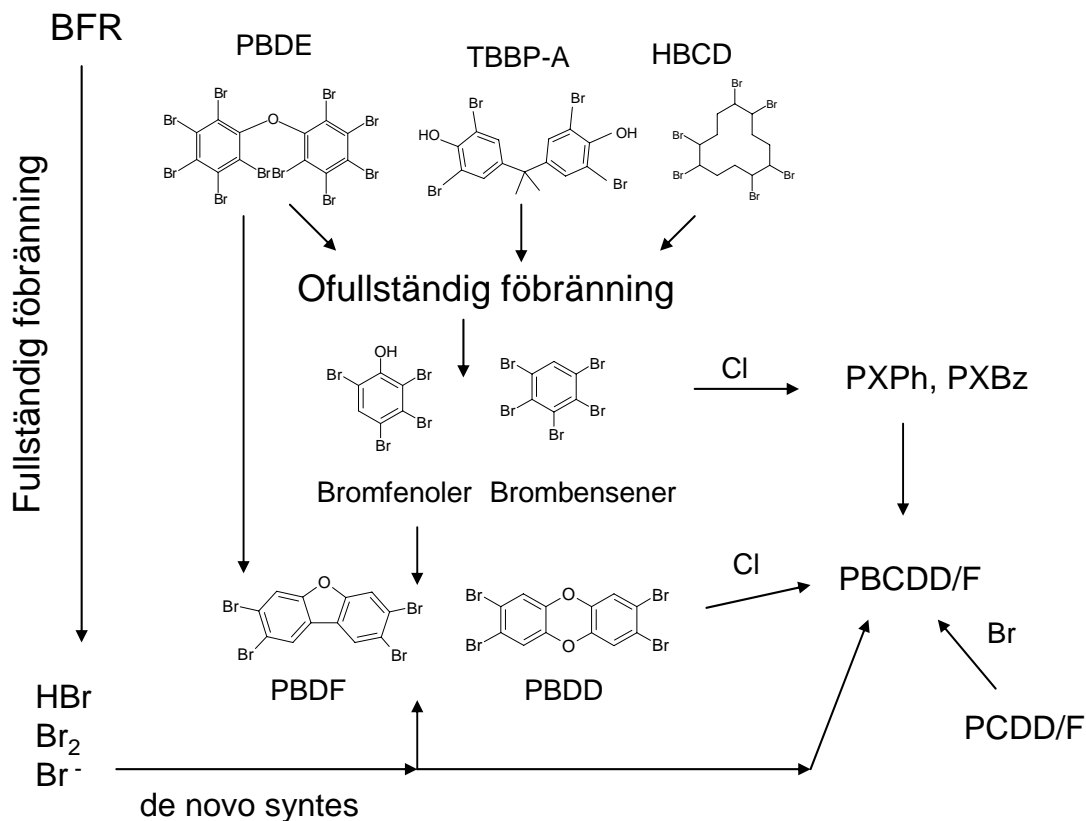


**Figur 1.** Molekylstrukturer för (a) den polybromerade difenyletrern (PBDE) dekaBDE (BDE#209), (b) tetrabrombisfenol A (TBBPA) och (c) hexabromocyklododekan (HBCD).

## BFRs flamskyddande funktion och dioxinbildning

BFR-ämnenas flamskyddande funktion bygger huvudsakligen på en avspjälkning av vätebromid (HBr), som går in och bromsar radikalreaktionerna i gasfasen, vilka annars driver på brandförloppet [Ebert och Bahadir 2003]. Den icke brännbara HBr-gasen späder även rent fysiskt ut brandgaserna, samt bildar ett skyddande skikt över materialytan. I denna process avges stora mängder HBr, som i sig kan vara ett problem eftersom det är en stark syra som är mycket korrosiv. HBr kan dock även reagera med andra ämnen och bilda nya bromerade ämnen, tex brombensener, bromfenoler och bromerade dioxiner (Figur 2). Men ett kanske större problem när det gäller emission av bromerade organiska ämnen i dessa sammanhang, är alla ”halvbrända” ämnen som kan emitteras från branden. Fragment av de ursprungliga BFR, som tex brombensener och bromfenoler, kan avgå direkt till omgivningen. Dessa kan även slå ihop igen och tex bilda bromerade dioxiner [Weber och Kuch 2003].

För PBDE finns det dock en ännu snabbare reaktionsväg till dioxiner. Efter att ha tappat några brom kan nämligen PBDE-molekylen bilda en ytterligare brygga mellan bensenringarna, vilket därmed resulterar i en dioxinmolekyl direkt (eller rättare sagt en furan, se nedan). Denna reaktionsväg har visat sig vara väldigt effektiv, och i labförsök har 30%-iga omvandlingsutbyten rapporterats [Weber och Kuch 2003]. I dessa försök har lågbromerade BDE (penta) resulterat i mer dioxiner än de högbromerade, vilket beror på de energimässiga fördelar det innebär att spjälka HBr jämfört med Br<sub>2</sub> från PBDE-molekylen i samband med ringslutningen, samt på de steriska hinder (trängsel) som bromatomerna utgör i de högbromerade molekylerna. Debromeringsprocesserna, som ju är basen i BFR-ämnenas funktion, utgör av denna anledning en viktig roll i dioxinbildningsreaktionerna. Debromeringsprocessen påskyndas av närvaron av polymer, vatten och katalyserande metalloxider som antimonoxyd [Weber och Kuch 2003].



**Figur 2.** Omvandlingsprocesser för bromerade flamskyddsmedel (BFR) till bromerade dioxiner (PBDF and PBDD).

Från andra BFR (tex TBBP-A och HBCD) bildas framförallt dioxiner från fragment av flamskyddsmedlena, som uppkommer genom ofullständiga förbränningsprocesser. TBBPA kan tex relativt lätt ”gå sönder” i bromfenoler, som senare kan slå ihop sig till dioxiner. Även om bromfenoler har ganska stor benägenhet att bilda dioxiner, så är denna reaktionsväg liten i jämförelse med dioxinbildningen från PBDE. Finns det ingen naturlig källa för vare sig PBDE, bromfenoler eller liknande ämnen så sker eventuell dioxinbildning från mindre fragment av BFR eller från rena grundämnen (via så kallad de novo syntes), vilket måste vara de huvudsakliga vägarna för tex HBCD. Eftersom denna väg är längre att gå, resulterar den i mindre mängder dioxiner [Weber och Kuch 2003].

## **Dioxiner**

När man i vanligt tal talar om dioxiner syftar man i regel underförstått på de klorerade dioxinerna, och i detta inkluderar man vanligtvis både de polyklorerade dibenso-p-dioxinerna (PCDD) och de polyklorerade dibensofuranerna (PCDF). Det är alltså två ganska stora grupper av ämnen som man egentligen syftar på. PCDD-gruppen består av 75 ämnen och PCDF-gruppen av 135 ämnen, som inbördes skiljer sig åt i antal och placering av kloratomer. Sammanlagt består alltså de klorerade ”dioxinerna” av 210 olika ämnen (kongener). Dioxiner anses mycket giftiga för människor och djur, men giftigheten skiljer sig kraftigt åt mellan de olika kongenerna. För att kunna beräkna den sammanlagda giftigheten för dioxinerna i ett prov brukar man därför räkna om koncentrationerna av varje enskild kongen till toxiska ekvivalenter (TEQ). För att göra detta multipliceras varje kongens koncentration med dess toxiska ekvivalentfaktor (TEF) som är relaterade till den mest toxiska kongenen 2,3,7,8-TCDD [Stanmore 2004, van den Berg et al 2006].

$$\text{TEQ} = \text{koncentration} \times \text{TEF}$$

Det finns ett antal olika TEF-skalar som använts genom åren. Idag är WHO-TEF-skalan den vedertagna, men resultaten kan omräknas enligt den skala som önskas (Tabell 1.).

**Tabell 1.** Skalar för beräkning av toxiska ekvivalenter (TEQ):

Kongen:	PCDD/ PCDF	Viktfaktor (TEF):				
		WHO 2005	WHO 1998	Internationell	Nordic	Eadon
2,3,7,8	-TeCDD	1	1	1	1	1
1,2,3,7,8	-PeCDD	1	1	0,5	0,5	1
1,2,3,4,7,8	-HxCDD	0,1	0,1	0,1	0,1	0,033
1,2,3,6,7,8	-HxCDD	0,1	0,1	0,1	0,1	0,033
1,2,3,7,8,9	-HxCDD	0,1	0,1	0,1	0,1	0,033
1,2,3,4,6,7,8	-HpCDD	0,01	0,01	0,01	0,01	
	OCDD	0,0003	0,0001	0,001	0,001	
2,3,7,8	-TeCDF	0,1	0,1	0,1	0,1	0,33
1,2,3,7,8	-PeCDF	0,03	0,05	0,05	0,01	0,33
2,3,4,7,8	-PeCDF	0,3	0,5	0,5	0,5	0,33
1,2,3,4,7,8	-HxCDF	0,1	0,1	0,1	0,1	0,01
1,2,3,6,7,8	-HxCDF	0,1	0,1	0,1	0,1	0,01
1,2,3,7,8,9	-HxCDF	0,1	0,1	0,1	0,1	0,01
2,3,4,6,7,8	-HxCDF	0,1	0,1	0,1	0,1	0,01
1,2,3,4,6,7,8	-HpCDF	0,01	0,01	0,01	0,01	
1,2,3,4,7,8,9	-HpCDF	0,01	0,01	0,01	0,01	
	OCDF	0,0003	0,0001	0,001	0,001	

## Bromerade dioxiner

När man syftar på de bromerade dioxinerna brukar man säga just bromerade dioxiner. Men på samma sätt som för de klorerade analogerna, så menar man vanligtvis både dioxiner och furaner (Figur 3), eller rättare sagt bromerade dibenso-*p*-dioxiner (PBDD) och bromerade dibensofuraner (PBDF). Det finns lika många möjliga kongener av de bromerade dioxinerna som de klorerade, dvs 210 st eller 75 PBDD och 135 PBDF. PBDD/F är långt ifrån lika grundligt studerade som PCDD/F, och det finns därför ingen TEF-skala tillgänglig för dessa. Men de studier som ändå är gjorda tyder på att PBDD/F har liknande giftighetsmönster som PCDD/F [Birnbaum et al 2003].



**Figur 3.** Molekylstrukturer för (a) den polybromerade dibenso-*p*-dioxinen (PBDD) 2,3,7,8-tetraBDD och (b) den polybromerade dibensofuranen (PBDF) 2,3,7,8-tetraBDF.

Förutom de rent klorerade och de rent bromerade dioxinerna så kan dioxiner med både brom och klor bildas (PBCDD/F). Detta pga klor- och bromatomens liknande egenskaper, vilket kan leda till att brom och klor byter ut varandra i de färdiga dioxinmolekylerna, eller att både brom och klor byggs in i molekylen från början. Räknar man samma alla möjliga kongener som då kan bildas landar man på 4600 st. Studier som är gjorda visar att brom och klor har ungefär lika stor benägenhet att inkorporeras i dioxinmolekyler, även om både temperatur och uppehållstid har stor betydelse i sammanhanget [Söderström och Marklund 2002, 2004], varför proportionerna brom och klor i PBCDD/F, liksom halterna av PCDD/F och PBDD/F borde vara ungefär lika i en förbränningsprocess om bränslet innehåller lika mycket brom som klor. I en vanlig förbränningsprocess är dock klorinnehållet betydligt högre än brominnehållet, varför PCDD/F liksom klorinlaget i PBCDD/F dominerar. I ett flamskyddat material kan dock bilden se helt annorlunda ut, dels pga av den allmänt högre brommängden och dels pga av närvaron av långt utvecklade förstadium till dioxinmolekyler, tex PBDE- och bromfenol-molekyler [Weber and Kuch 2003].

## Genomförande

I samarbete med ett antal kommunala brandförsvär samt Räddningsverket\* har prover samlats in i anslutning till ett antal verkliga olycksbränder i samhället, där man har antagit att bromerade flamskyddsmedel funnits närvarande. Detta inkluderar två villabränder, en brand i en butiksgalleria, en brand i en industrilokal för elektronikskrotsåtervinning samt en deponibrand (Tabell 2). Vid alla utom deponibranden har huvudsakligen sot och askprover samlats in. Sotproverna har tagits som avstryk på plana ytor, tex bänkar, väggar och glasrutor. Som jämförelse har även sot- och askprover samlats in vid en avsiktlig TV-brand som genomfördes vid Umeå brandförsvärs testanläggning i Umeå.

\*Nuvarande ”Myndigheten för samhällsskydd och beredskap”



**Tabell 2.** Bränder som provtagits inom projektet "Emission, omvandling och bildning av bromerade ämnen vid olycksbränder".

Brand	Vad har brunnit?	Tid för brand	Insamlade prover
Villa, Nynäshamn	Köksinredning (skåp, fläkt, spis, etc.)	6 mars 2008	2 askprover 2 avstryksprover
Villa, Sävestaholm	Köksinredning och el-central. (TV och dator delvis smälta men ej brända)	8 mars 2008	2 askprover 7 avstryksprover
Butiksgalleria, Södertälje	Kläderlager, butiksinredning, byggnadsmaterial	3-4 januari 2007	3 avstryksprover
Industri lokal, Norrköping	Elektronikskrot (plast, metall), industri lokalen	12 juni 2007	4 askprover 6 avstryksprover
Deponi, Eksjö	Avfall i form av rivningsvirke, lastpallar, mjuk- och hårdplast, begagnade möbler samt en viss del hushållsavfall	22-23 augusti 2005	15 markprover 3 släckvattenprover 3 teflonduksprover <sup>a</sup> 1 skyddsmaskfilter <sup>b</sup>
TV-bränning, Umeå	TV, TV-bänk samt del av golv	22 april 2008	1 rökgasprov före 2 rökgasprov 1 askprov 5 avstryksprover före 6 avstryksprover efter 1 prov av TV-hölje 1 prov av TV-kretskort

<sup>a</sup>Passiv provtagning av släckvattnet mha av teflondukar som adsorberar lösta föroreningar.

<sup>b</sup>Skyddsmaskfilter som använts av en traktorförare som jobbade med att bekämpa branden genom utgrävning av brandmassorna.

## **Brandbeskrivning**

### **Villa, Nynäshamn**

Här brann det, under en halvtimmes tid, i en sommarstuga på ca 40 m<sup>2</sup> som var ombyggd till åretruntbostad. Branden startade troligtvis i en kvarglömnd gryta på spisen och spred sig sedan upp via fläkten och överskåpen, och vidare upp på taket. Det blev stora skador på pentrydelen, men mindre i vardagsrummet. Ingen uppenbar källa för flamskyddsmedel kunde identifieras. Askprover togs på spisen och på fläkten. Avstryksprover togs på en yta i köket ca 1 m från härden, samt på en yta i vardagsrummet ca 3 m från härden. Proverna togs av Claes-Håkan Carlsson och Cecilia Alfredsson vid Räddningsverket.

### **Villa, Sävestaholm**

Här brann det i köket i ett mindre hus. Branden startade troligtvis i en el-central (runt vilken man senare kunde se att det hade brunnit mest intensivt), men den spred sig även till omkringliggande köksinredning. Branden var begränsad till köket, men av värmen hade tex dator och TV i angränsande rum smält till viss del. Brandgaser och sot hade spridit sig i hela huset. Sannolika källor för flamskyddsmedel var kablaget i el-centralen samt TV:n och datorn.

Två askprover togs i anslutning till brandens ursprung (el-centralen). Avstryksprover togs på flätkåpan i köket, på ett skrivbord och vid entredörren i hallen, på en byrå och vid TV:n i

vardagsrummet samt på en ytterdörren och en annan yta i källaren. Källaren hade direkt förbindelse med köket via en öppen trappa. Proverna togs av Roger Larsson vid Västra Sörmlands Räddningstjänst.

### **Butiksgalleria, Södertälje**

Här brann det i en butiksgalleria i Södertälje under ca ett dygns tid. Branden startade i en monter inne i en klädbutik och spred sig sedan till butikens lager. I lagret var branden som mest intensiv, även om hela gallerian och byggnaden brandpåverkades. Brandförloppet var våldsamt med stark värme- och rökutvecklingen. Röken upplevdes obehaglig (luktade plast) och påverkade andningen hos folk i omgivningen. Möjliga källor för flamskyddsmedel var plast och elektronik inne i butikerna, byggnadsmaterial och isolering samt eventuellt från textilier och kläder.

Avstryksprover togs på en metallställning ca 20 m från den primära brandhärden, på en bänkskiva ca 60 m från härden, samt på en glasruta vid entren till gallerian ca 80 m från härden. Proverna togs av Birger Andersson vid Södertörns Brandförsvarsförbund.

### **Industrilokal, Norrköping**

Här brann en industrilokal för återvinning av elektronikskrot. Företaget som drev verksamheten flisade sönder kasserade elatiklar som sedan sorterades. Av denna anledning fanns på platsen stora mängder elflis, både i produktionslokalen och ute på industriområdet. Både lokalerna och elfliset ute på gården brann och rökutvecklingen var mycket kraftig. Röken spred sig österut över Lindö kanal mot stadsdelen Lindö. Branden varade i ca 17 timmar, men det fortsatte att ryka begränsat under ett antal dagar. Produktionslokalen brann under vissa perioder mycket häftigt, och vid hög temperatur och resulterade i att lokalen blev mer eller mindre utbränd. Stålkonstruktionen och plåtfasaden fanns dock kvar efter branden.

”Askprover” togs av elflisresterna inne i produktionslokalen, det delvis brända elfliset ute på gården, det opåverkade elfliset på platsen samt riktig aska inne ifrån kontoret brevid produktionslokalen. Avstryksprover togs på plåtfasaden till produktionslokalen, på en container 20-25 m från produktionslokalen (ej i huvudsaklig vindriktning), på kajen ca 50 m från produktionslokalen (i vindriktningen), på ytor ca 1,8 km och 2,6 km bort i vindriktningen samt, som referens, på en yta 2,8 km bort som ej låg i vindriktningen. Proverna togs av Maria Cucas och Göran Olsson från Norrköpings Brandförsvär.

### **Deponi, Eksjö**

Här brann det vid två tillfällen i ett avfallsupplag där man under minst tre års tid lagt upp rivningsvirke, lastpallar, mjuk- och hårdplast från indutrin, begagnade möbler samt eventuellt en viss mängd hushållsavfall. Avfallshögen upptog en yta på ca 100x100 m, och var ca 7-8m hög. Avfallet hade kompakterats med maskin, och avsikten med lagringen var att senare flisa materialet och energiutvinna det i ortens kommunala fjärrvärmeanläggning. Upplaget började brinna mer eller mindre spontant genom djupbrand på på 3-4 meters djup. Vid det första tillfället var branden ganska begränsad, och man inriktade därför brandbekämpningsinsatserna mot att genom urschaktning och gatgrävning undvika spridning av branden. Under natten tog dock elden ny fart, med öppen lågor som följd, vilket ledde till att man försökte schakta ur och flytta de brinnande massorna till en närliggande plats, för att där med hjälp av sand och vatten kväva elden.

Sammanlagt 22 markprover, släckvattenprover och luftprover (i form av ett skyddsmaskfilter) togs på platsen. Från de urschaktade brandmassorna togs först 10 markprover som mest kan beskrivas som en blandning av jord och skräp. Senare togs även fem markprover som mer såg ut som ren sand. Dessa togs dels från avfallshögarna där brandmassor hade varvats med sand i brandbekämpningssyfte, och dels från en intilliggande sandtäckt varifrån sanden var hämtad. De

senare utgjorde referensprov. Från pölar av släckvatten togs tre vattenprover (två på ca 1 liter och ett på ca 0,5 l), vilka alla innehöll stora mängder sotpartiklar. I samma pölar exponerades även tre teflondukar som en alternativ provtagningsmetod. Tanken var att dessa skulle adsorbera fettlösliga ämnen (som PBDE och PBDD/F) från vattnet, och på så sätt bara provta den lösta andelen av ämnena (dvs ej partiklarna). Detta får dock ses som ett test då dukarnas upptagshastighet liksom den rådande temperaturen och exponeringstiden var okänd. Slutligen togs ett skyddsmaskfilter om hand för analys. Detta hade använts av en traktorförare som hade arbetat med att gräva ur de brinnande massorna på deponin. Även här saknades dock uppgifter om hur länge filtret var exponerat samt hur mycket luft som hade gått genom det. Provtagningen utfördes av Björn Almér, Christina Grahn och Christer Möller vid polisenmyndigheten i Jönköping, samt Mats Brodin vid polisenmyndigheten i Eksjö.

### **TV-bränning, Umeå**

Vid Umeå Brandförsvares testanläggning i Umeå utfördes en avsiktlig TV-bränning i en simulerad lägenhet. Denna utgjordes av en container som inrets med diverse lämpliga ytor; ett el-element, ett bord, en stående bordskiva, en stående gipsskiva, en altandörr med glas på övre delen och målat trä på nedre delen. TV:n var placerad på en TV-bänk i mitten av rummet. TV:n antändes med hjälp av träbitar från en lastpall, och började på ett par minuter brinna intensivt. Efter ytterligare ett par minuter implodrade bildröret. Rökutvecklingen från branden var mycket kraftig och svart, och läckte ut från flera ställen i containerna, men framförallt via luft- och provtagningshål intill altandörren. Den intensivaste branden varade ca en halvtimme, men det fortsatt sedan att pyra i flera timmar. Branden resulterade i att TV:n, TV-bänkens trädelar och ca 0,3 m<sup>2</sup> av golvet brann upp

Två rökgasprover togs under det intensivaste brandförloppet, genom pumpning av gaserna genom en kyld prob efter vilken partiklar och gasformiga ämnen fångades upp på ett glasfiberfilter, en polyuretanskumplugg (PUF) och en impingerflaska med glykol/vatten. Ask- och avstryksprover togs dagen efter när röken hade lagt sig. Aska togs från resterna av TV:n och TV-bänken, och avstryksprover på de ytorna som räknades upp ovan. Före branden hade också nollprover tagits på samma ytor (förutom gipsskivan), liksom ett luftprov (blankt rökgasprov). Vidare hade små bitar av höljet och kretskortet tagits för analys före bränningen. Försöket och provtagningen utfördes av Staffan Lundstedt, Lisa Lundin och Linda Hellqvist vid Umeå Universitet.

### ***Provtagning***

Tidsmässigt togs proverna i nära anslutning till bränderna. I många fall samma dag eller dagen efter, och i nästan alla resterande fall inom en vecka efter branden. Fem av de femton markproverna från deponin togs dock knappt två månadader efter branden.

Avstryksprover togs med hjälp av pappersduk (kleenex) på blanka ytor där sot fastnat. En yta på ungefär 1 m<sup>2</sup> torkades av för varje prov. Avstryksduken stoppades därefter omedelbart tillbaka i provtagningsburken vilken sedan förslöts. Askprover togs direkt i provburkar från platsen för respektive brandhärd.

På deponin togs de tio först markproverna på 0-30 cm djup i de separerade brandresterna. Dessa prover bestod av en blandning av jord och avfall. De fem senare markproverna togs på 0-20 cm djup, dels från åsen och grustakten (referensprover) vars sand använts som stabiliserings och brandbekämpningsmaterial på deponin och dels från de separerade brandmassorna inne på deponin. Dessa prover bestod i huvudsak av sand. Släckvattenprover togs från pölar inne på deponin, dels direkt i glasflaskor och dels genom passiv provtagning på teflondukar som exponerades för vattnet. Den senare tekniken provtar huvudsakligen ämnen som är lösta i vattenfasen och ej partikelbundna föroreningar. Slutligen togs en skyddsmaskfilter om hand,

vilket hade använts av en traktorförare på området som jobbat med att bekämpa de brinnande massorna genom urgrävning.

### ***Kemisk analys***

Samtliga prover analyserades med avseende på polybromerade difenyletrar (PBDE), och polybromerade dibenzo-p-dioxiner (PBDD) och dibenzofuraner (PBDF), samt för jämförelsens skull polyklorerade dibenzo-p-dioxiner (PCDD) och dibenzofuraner (PCDF). Dessutom analyserades dioxiner innehållande både brom och klor (PBCDD/F), samt i proverna från TV-bränningen och de två villorna, tetrabrombisfenol-A (TBPPA). Nedan följer en sammanfattning av metoderna som har använts för att analysera proverna.

### **Provberedning och extraktion**

Samtliga prover extraherades med syftet att lösa ut de fettlösliga ämnena (däribland ämnena ovan) i ett organiskt lösningsmedel som senare kan dunstas in och behandlas vidare. Extraktionsteknikerna som användes skilde sig dock åt något (se nedan). Före extraktionen sattes internstandard till proverna. Denna bestod av isotopinmärkta (<sup>13</sup>C) molekyler av de ämnena som senare skulle analyseras (dvs ämnen med samma egenskaper men annan molekylvikt), vilket gjorde det möjligt att kompensera för eventuella provförluster under uppberedningen. Vissa prover förbehandlades också inför extraktion med syftet att öka dess homogeniteten och de intressanta ämnenas extraktabilitet.

#### *Avstryksprover*

Avstryksdukarna extraherades med hjälp av trycksatt lösningsmedelsextraktion (PLE eller ASE) i två steg, först med toluen och sedan med metanol/toluen eller hexan/acetone för att kvantitativt lösa ut alla föroreningar. Extrakten dunstades in med hjälp av Turbovap, varvid lösningsmedlet byttes till *n*-hexan (1 ml).

#### *Ask och markprover*

Ask och markproverna torkades i dragskåp i mörker och rumstemperatur, i två-tre dygn. Små delprov (1-8 g) togs ut för bestämning av vatteninnehåll och halten organiskt material genom uppvärmning vid 130 °C i 12 h respektive 550 °C i 3 h. Av de torra proverna togs 1-15 g ut för extraktion som utfördes med PLE i två steg. Som lösningsmedel användes toluen följt av metanol/toluen eller hexan/acetone. Extrakten dunstades in med hjälp av Turbovap, varvid lösningsmedlet byttes till *n*-hexan (1 ml).

#### *Släckvattenprover*

Vattenproverna filtrerades genom glasfiberfilter (1 µm) och polyamidfilter (0,45 µm), och sedan genom en adsorbentdisk (ENVI-Disk, Supelco) som fångar upp fettlösliga ämnen från vattenfasen. Filter och adsorbentdiskar extraherades genom återloppskokning med toluen i Soxhlet-apparat med vattenavskiljare under 24 h. Extrakten dunstades in med hjälp av vakuuminströmning och Turbovap. Lösningsmedlet byttes till *n*-hexan (1 ml).

#### *Teflondukar*

Teflondukarna extraherades med hjälp av PLE och toluen. Extrakten dunstades in med hjälp av Turbovap, varvid lösningsmedlet byttes till *n*-hexan (1 ml).

#### *Skyddsmaskfilter.*

Filtrena sågades upp med bågfil. Pappersfilter och koladsorbenten (granulat) plockades ur filterbehållaren och extraherades genom återloppskokning med toluen i Soxhlet-apparat under 48 h. Extrakten dunstades in med hjälp av vakuuminströmning och Turbovap. Här fick dock ett extra reningssteg sättas in med svavelsyrabehandling av extraktet. Detta för att förstöra det polymera material som hade lösts ut i extraktet. Behandlingen fick upprepas några gånger. Slutligen dunstades dock extraktet in i 1 ml *n*-hexan.

### *TV-hölje och kretskort*

Små bitar av TV-hölje (ca 9 g) och kretskort (ca 3 g) maldes i kulkvarn. Kretskortet pulveriserades lätt, medan höljet var mer svårmalet. Små delprov av de malda materialen (0,15 g av höljet och 0,24 g av kretskortet) extraherades sedan med PLE i två steg. Först med toluen och sedan med toluen/metanol. Extrakten dunstades in med hjälp av Turbovap, varvid lösningsmedlet byttes till *n*-hexan (1 ml).

### *Rökgasprover*

Vatten-glykolblandningen filtrerades, efter spädning och pH-justering (pH <3), genom ett glasfiberfilter (1 µm) och ett polyamidfilter (0,45 µm), följt av en adsorbentdisk (ENVI-Disk, Supelco) och en halv PUF. De senare för att fånga upp ämnen som är lösta i vattenfasen. Filter, adsorbentdiskar och PUF:ar extraherades genom återloppskokning med toluen i Soxhlet-apparat med vattenavskiljare under 24 h. Extrakten dunstades in med hjälp av vakuuminstrument och Turbovap. Lösningsmedlet byttes till *n*-hexan (1 ml).

## Upprening

### *Vätske-vätske-extraktion*

Extrakten av villaproverna samt TV-bränningsproverna behandlades först med vätske-vätske extraktion (LLE) med syftet att separera fenolära ämnen (tex TBBPA) från övriga analyter (difenyletrar och dioxiner). Detta gjordes genom att skaka extrakten med en kaliumhydroxid/etanol-lösning vilken drar till sig ämnen som blir vattenlösliga vid höga pH (tex TBBPA), medan ämnen som PBDE och PBDD/F stannar kvar i den organiska hexanfasen. Efter pH-justering återextraheras de fenolära ämnena till en blandning av ren hexan/metyltertbutyleter vilken kan dunstas in.

### *Kolonnkromatografi (opolär, neutral fraktion)*

Den organiska fasen från LLE samt råextrakten från övriga prover (deponiprover, galleriprover, och industriprover) uppenades med hjälp av tre vätskekromatografikolonner; en flerskiktskolonn bestående av svavelsyraimpregnerad-, neutral samt kaliumhydroxidimpregnerad kiselgel, en aluminiumoxid kolonn samt en Florisil®-kolonn. På den sistnämnda separeras samtliga dioxiner från PBDE. Fraktionerna dunstades in till 100-200 µl toluen varefter ytterligare <sup>13</sup>C-inmärkt standarder tillsattes, sk. återfinningsstandarder.

### *Derivatisering (polär fraktion)*

Den fenol-innehållande fasen från LLE dunstades in i ca 500 µl toluen, varefter <sup>13</sup>C-inmärkt återfinningsstandard tillsattes. Ett delprov togs ut för analys. Före analysen derivatiserades dock delproven med silyleringsreagenset BSTFA/TMCS (N,O -Bis(trimethylsilyl)trifluoroacetamide/Trimethylchlorosilane). Detta för att minska fenolernas polaritet och därmed öka deras flyktighet, vilket är nödvändigt för en bra GC-analys.

## Analys

Isomerspecifik analys utfördes med hjälp av gaskromatografi (GC) i kombination med masspektrometri (MS). Separationen av ämnena sker i detta fall på GC:n och detektionen med masspektrometern. Vid MS-analysen detekteras ämnen med olika masstal selektivt vilket möjliggör utnyttjandet av syntetiska <sup>13</sup>C-isotopinmärkta ämnen (<sup>13</sup>C-kongener) som interna standarder genom så kallad isotoputspädningsmetodik. Härvidlag jämfördes responskvoten mellan naturliga kongener och <sup>13</sup>C-kongener i provet med motsvarande kvot i en kvantifieringsstandard innehållande kända mängder av naturliga kongener och tillsatta <sup>13</sup>C-kongener. Detta förfarande medförde att resultaten automatiskt blev kompenserade för uppberedningsförluster. En MS (VG Autospec/Waters Autospec Ultima) med hög

massupplösning (~10000) användes för dioxinanalyserna, medan en Agilent 5975 MSD med lägre massupplösning (~1000) användes för PBDE-analyserna.

## Beräkningar

De uppmätta koncentrationerna i jord-, ask- och TV-prover har räknats om till nanogram ( $\text{ng}=10^{-9}\text{g}$ ) per gram torrt provmaterial. För avstryksproverna har koncentrationerna räknats om till ng per  $\text{m}^2$  provtagen yta, då det var svårt att med någon säkerhet bestämma vikten på de provtagna sotpartiklarna. För vattenproverna har resultatet räknats om till ng per liter vatten, och för rökgasproverna per liter pumpad rökgas. För teflondukar och skyddsmaskfilter har endast en total mängd i ng beräknats.

## Icke detekterade ämnen

När en kongen ej kan detekteras beräknas detektionsgränsen (LOD – limit of detection), vilken anges som ett mindre än-värde. Detta är den lägsta nivå av ämnet som man med tillräcklig säkerhet kan detektera med den använda metoden, och motsvarar en signal från analysinstrumentet som är tre gånger högre än brusnivån. LOD beror av ett antal faktorer och varierar därför något från prov till prov, mellan olika kongener och från ett analystillfälle till ett annat. Man ska också vara medveten om att mätosäkerheten är högre när man rör sig i nivåer nära LOD. Sådana mätvärdena kan dock ändå ge värdefull information till det totala resultatet. När summakoncentrationer eller TEQ ska beräknas av LOD-värden kan detta göras i tre nivåer. En nedre koncentrationsgräns där LOD är ersatt med noll för alla icke detekterade kongener, en medelkoncentration där LOD är ersatt med  $\frac{1}{2}$  LOD och en övre koncentrationsgräns där LOD direkt är använd i beräkningen. I de fall när alla kongener är detekterade sammanfaller summa- och TEQ-värdet från de tre beräkningarna. I analysrapportens bilagor anges den nedre och den högre koncentrationsgränsen som ”min” respektive ”max”.

## Förkortningar och begrepp som används i rapporten

BFR	Bromerade flamskyddsmedel (Brominated Flame Retardants)
PBDE	Polybromerade difenyletrar
TBBPA	Tetrabrombisfenol-A
HBCD	Hexabromcyklododekan
PBDD	Polybromerade dibenzo-p-dioxiner
PBDF	Polybromerade furaner
PCDD	Polybromerade dibenzo-p-dioxiner
PCDF	Polybromerade furaner
PBCDD	Polybromerade dibenzo-p-dioxiner
PBCDF	Polybromerade furaner
Σ PBDD/F	Totalhalt (summa) tetra- till oktabrom
Σ PBDE	Totalhalt (summa) tri- till dekabrom
MoC-/B-	Monoklor/brom (1 klor/brom)
DiC-/B-	Diklor/brom (2 klor/brom)
TriC-/B-	Triklor/brom (3 klor/brom)
TeC-/B-	Tetraklor/brom (4 klor/brom)
PeC-/B-	Pentaklor/brom (5 klor/brom)
HxC-/B-	Hexaklor/brom (6 klor/brom)
HpC-/B-	Heptaklor/brom (7 klor/brom)
OC-/B-	Oktaklor/brom (8 klor/brom)
NoC-/B-	Nonaklor/brom (9 klor/brom)
DeC-/B-	Dekaklor/brom (10 klor/brom)
μg	mikrogram ( $10^{-6}$ gram)
ng	nanogram ( $10^{-9}$ gram)
pg	picogram ( $10^{-12}$ gram)
TEF	Toxisk ekvivalentfaktor
TEQ	Toxiska ekvivalenter
LLE	Vätse-vätske-extraktion (Liquid-Liquid-Extraction)
PUF	Poluretanskumsplugg (Polyuretane foam)
BSTFA	N,O -Bis(trimethylsilyl)trifluoroacetamide
TCMS	Trimethylchlorosilane
GC	Gaskromatograf/gaskromatografi
MS	Masspektrometer/masspektrometri
LOD	Detektionsgräns (Limit of Detection)

## Resultatsammanfattning

Nedan följer en sammanfattning och en tolkning av analysresultaten från de olika bränderna. Detaljerade analysresultat återfinns i bilagorna 1-24.

### *TV-bränningsexperiment (Bilaga 1-4)*

Före TV-bränningen togs prover av plasthöljet och kretskortet. Höljet visade sig innehålla mycket höga halter PBDE, totalt 18 mg/g, dvs nästa 2% av vikten. Detta motsvarar 61g ren PBDE, om man räknar på hela höljet som vägde 3,4 kg. Det var huvudsakligen fråga om BDE#209, dvs deka-BDE (Figur 4), vilken utgjorde 71 % av den totala BDE-mängden, men också en del nona- och okta-BDE (26 % resp. 2 %). Detta tyder på att TV:n var flamskyddad med en deka-BDE-produkt, vilket också har varit den vanligast använda PBDE-produkten på senare tid [La Guardia et al 2006].

Kretskortet innehöll betydligt lägre PBDE-halter (1000 ggr lägre), även om de absoluta halterna fortfarande måste anses som ganska höga (Tabell 3). Det är dock troligt att den PBDE som återfanns i kretskortet härstammar från höljet och har migrerat till kretskortet under TV:ns livscykel. Detta då kretskort oftast flamskyddas med andra ämnen än PBDE, tex tetrabrombisfenol-A (TBBPA) [de Wit 2002]. Mycket riktigt återfanns också stora mängder TBBPA i kretskortet (2,6 mg/g eller totalt ca 0,61 g), medan halterna av denna substans var lägre i plasthöljet (Tabell 3).

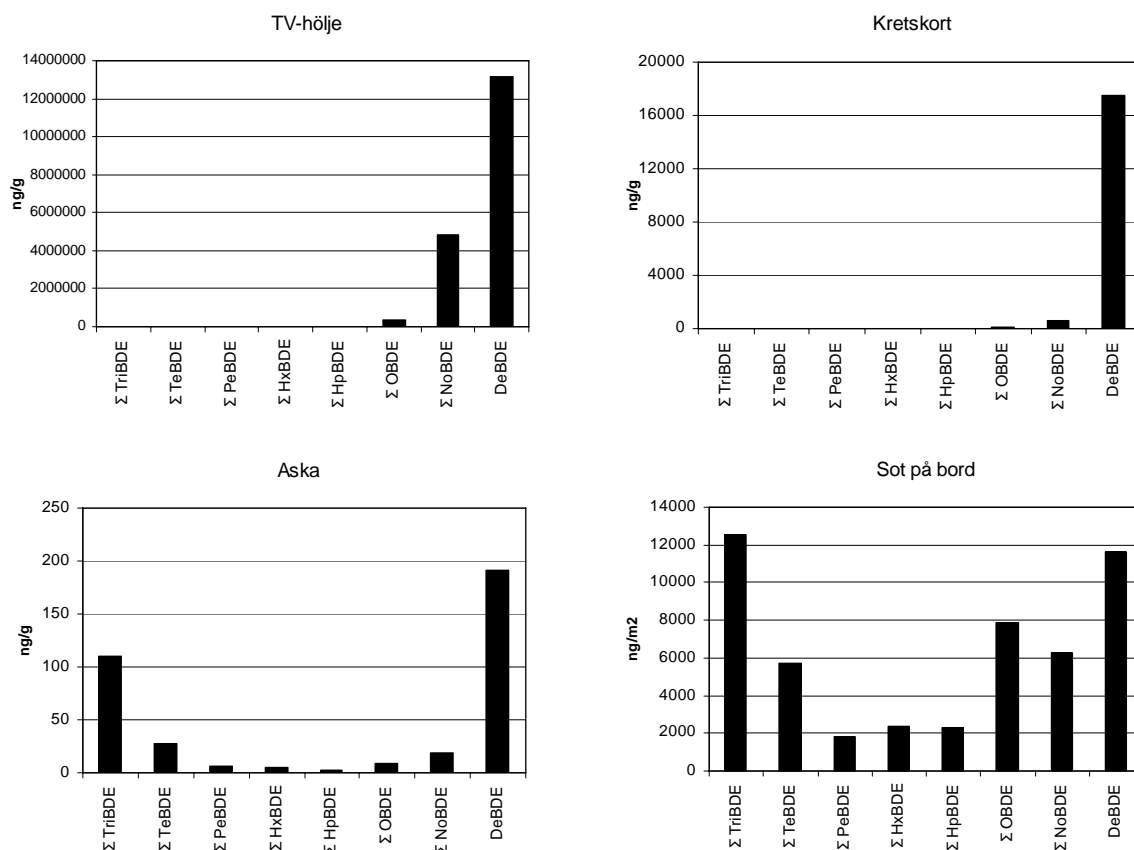
**Tabell 3.** Halter (ng/g) av polybromerade difenyletrar (PBDE), tetrabrombisfenol-A (TBBPA), polybromerade, polybromerade/ klorerade och polyklorerade dibenso-p-dioxiner och dibensofuraner (PBDD/F, PBCDD/F respektive PCDD/F) i plastprover från en TV, samt i askan efter att TV:n brunnit upp.

ng/g	TV-hölje	Kretskort	Aska
Σ PBDE	18 000 000	18 000	370
TBBPA	1900	2 600 000	3,4
Σ PBDD/F	590 000	400	740
Σ PBCDD/F	<0,05	<0,05	4,7
Σ PCDD/F	1,0	3,8	1,6

TV-höljet innehöll också mycket höga halter PBDD/F, 0,59 mg/g vilket motsvarar 3% av PBDE-koncentrationen, eller 2 g ren PBDD/F. Detta är anmärkningsvärt högt, även om liknande PBDD/F-halter har uppmätts tidigare i plast från TV-höljen [Tamade et al. 2002, Ebert och Bahadir 2003]. Det är känt att PBDE-blandningar kan innehålla PBDD/F som förorening, vilket delvis kan förklara de uppmätta halterna i TV-höljet [Hanari et al 2006]. Men troligen har den största mängden bildats genom omvandling av PBDE under produktens tillverkning och livscykel, vilket i tidigare studier har visat sig vara fullt möjligt [Luijk et al. 1992, Kajiwara et al 2008]. I likhet med PBDE var PBDD/F-halterna 1000 ggr lägre i kretskortet än i höljet. Detta är naturligt då dessa ämnesgrupper antas ha samma ursprung.

Kongenmönstret för PBDD/F i höljet och kretskortet dominerades helt av PBDF (Figur 5). I höljet var 99% PBDF och kretskortet 96%. I höljet var det dessutom nästan uteslutande fråga om hepta- och okta-BDF, medan det i kretskortet även fanns en del tetra-, penta- och hexa-BDF. I deka-BDE produkter (flamskyddsmedel) återfinns framförallt okta- och hepta-BDE som förorening [Hanari et al. 2006], vilket tyder på att de PBDF som återfanns i kretskortet har genomgått viss omvandling. Troligtvis i samband med att de har migrerat från höljet.



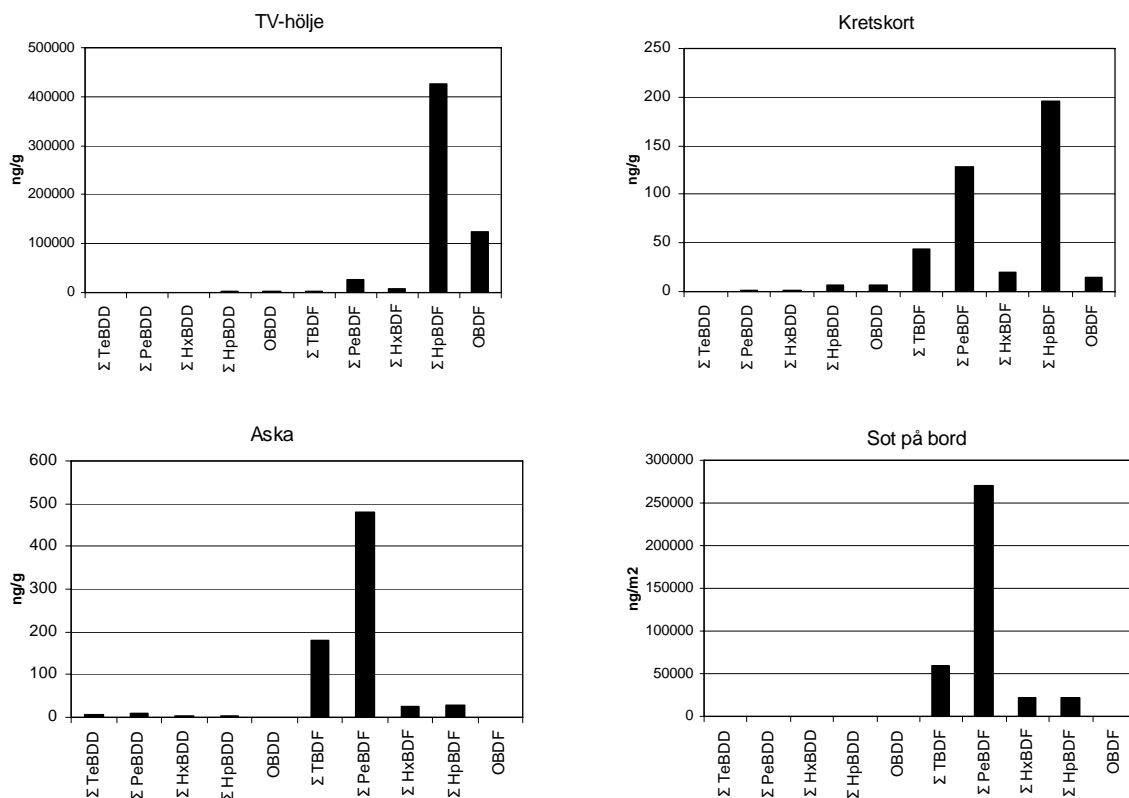


**Figur 4.** Halter av tri-, tetra-, penta-, hexa-, hepta-, okta-, nona- och dekabromerade difenyletrar (BDE) i plasthöljet och kretskortet från en TV, samt i askan och sotet efter att TV:n har brunnit.

Av PCDD/F och PBCDD/F var halterna i TV:n betydligt lägre. För PBCDD/F var halterna i många fall under detektionsgränsen. För PCDD/F var dessutom fördelningen mellan furaner och dioxiner mer jämn än den var för PBDD/F, vilket bara bekräftar att dessa ämnen har olika ursprung.

### Aska

I askan som fanns kvar av TV:n efter branden, var både halter och mönster förändrade. Totalhalten av PBDE hade minskat radikalt (Tabell 3), och dessutom utgjordes en större andel av lågbromerade difenyletrar (framförallt triBDE), även om deka-BDE fortfarande var den dominerande kongenen (Figur 4). Denna förändring är logisk då difenyletrarnas flamskyddande funktion till stor del bygger på avspjälkning av brom [Ebert och Bahadir 2003]. Halterna av TBBPA och PBDD/F var också avsevärt lägre i askan än i TV:n (Tabell 3), och mönstret av PBDF hade liksom PBDE förskjutits mot lägre bromerade kongener (Figur 5). Kongenmönstret dominerades nu av tetra- och penta-BDF, medan inslaget av okta-BDF i princip var borta. Av PBCDD/F hade halterna däremot ökat jämfört med i TV:n, och var nu på samma nivå som TBBPA, även om halterna fortfarande var betydligt lägre än PBDD/F-halterna. Detta tyder på en bildning av bromerade dioxiner i askan. Halten av PCDD/F låg på ungefär samma nivå i askan som i TV:n, och kongenmönstret var relativt oförändrat.



**Figur 5.** Halter av tetra-, penta-, hexa-, hepta- och oktabromerade dibenso-*p*-dioxiner (BDD) och dibenzofuraner (BDF) i plasthöljet och kretskortet från en TV, samt i aska och sot efter att TV:n har brunnit.

## Avstryksprover

Halten (eller egentligen mängden per ytenhet) av bromerade ämnen i avstryksproverna varierade kraftigt (Tabell 4), liksom även förändringen i och med branden. Halterna ökade med allt ifrån 3 ggr (TBBPA på dörrytan) till nästa 6000 ggr (PBDD/F på bordsytan) under branden. Denna variation kan till viss del förklaras av provtagningsmetodiken, och svårigheten att ta absolut representativa prover med detta förfarande. Det mesta av variationen beror dock sannolikt på ytans placering, dess avstånd från brandhärden, samt dess utformning och egenskaper. Bordet stod nära den brinnande TV:n med provtagningsytan (bordsskivan) uppåt. Mycket sot landade därför där, vilket kan förklara de höga halterna. Glasrutan var längre ifrån själva härden och var placerad vertikalt. Glasrutor är dock bra kondensationsytor för sot och den här typen av semi-flyktiga ämnen, då glasrutor kyls ganska effektivt från utsidan. Rutan var dessutom placerad relativt högt upp, där mycket av rökgaserna drog förbi innan de läckte ut ur containern. Detta kan jämföras med elementet och trädelen av dörrytan som båda var placerade nära golvet och inte har samma egenskaper som kondensationsytor. Här var halterna efter branden betydligt lägre. Särskilt tydligt är denna jämförelse för dörr- och glasytan, som alltså var delar av samma altandörr.

Resultaten visar, i alla fall, att stora mängder av flamskyddsmedlena PBDE och TBBPA spreds vid TV-branden. Mer PBDE än TBBPA, vilket var väntat då TV:n totalt innehöll mer av den förra. Skillnaden i sotet är dock större än i TV:n. Detta kan, i alla fall delvis, förklaras med att PBDE-halten är mätt som en summa, där högbromerade PBDE som debromeras till lågbromerade PBDE inkluderas i samma summa, medan några omvandlingsprodukter av TBBPA inte har mätts överhuvudtaget i denna studie. När det gäller kongenmönstret för PBDE så innehöll sotet mer lågbromerade ämnen än både TV:n och askan (Figur 4). Dekabromerade

många fall inte längre den dominerade kongenen (även om den fortfarande var viktig), utan mönstret hade jämnats ut ytterligare med betydande bidrag från alla bromeringsgrader.

**Tabell 4.** Halter (ng/m<sup>2</sup>) av polybromerade difenyletrar (PBDE), tetrabrombisfenol-A (TBBPA), polybromerade, polybromerade/polyklorerade och polyklorerade dibenso-p-dioxiner och dibensofuraner (PBDD/F, PBCDD/F respektive PCDD/F) i avstryksprover efter TV-bränning i simulerad lägenhet.

ng/m <sup>2</sup>	Bordsskiva, stående	Bord	Element	Gipsskiva	Dörr, trädel	Glasruta
Σ PBDE	14 000	51 000	1600	8700	730	480 000
TBBPA	440	1700	26	62	3,2	470
Σ PBDD/F	95 000	370 000	21 000	110 000	14 000	610 000
Σ PBCDD/F	220	660	26	140	15	2100
Σ PCDD/F	3,7	17	1,6	4,4	10	-

Stora mängder PBDD/F spreds också vid branden. Till viss del härstammar dessa säkert från TV:ns innehåll av PBDD/F. Men då PBDD/F-halterna i sotet i samtliga avstryksprover var högre (1,2-18 ggr) än PBDE-halterna (från att ha varit 30-40 ggr lägre i TV:n), tyder detta på att det även har skett en omfattande bildning av PBDD/F vid branden (Tabell 4). Detta stöds också av den kraftig ökningen av de relativa PBCDD/F-halterna som observerades. Från att ha utgjort mindre än en miljondel av PBDE-halterna i TV:n, var PBCDD/F-halterna i de flesta sotprover över en procent av PBDE-halten. PCDD/F-halterna ökade också i förhållande till PBDE-halterna, men inte i samma utsträckning som PBCDD/F, rimligen pga att det fanns mycket mer brom än klor närvarande vid branden.

Kongenmönstret för dioxinerna i sotet liknar mycket det i askan (Figur 5). För PBDD/F betyder detta att tetra- och penta-BDF dominerade starkt, men att även hexa- och hepta-BDF återfanns i höga halter. PBDD var i princip försumbara i sammanhanget. För PCDD/F sågs, liksom i askan, en viss dominans av PCDF, med tetra- och penta-CDF i spetsen, men fördelningen var betydligt mer jämn än för PBDD/F. Dominansen av PBDF förklaras med att PBDE betydligt lättare omvandlas till PBDF än PBDD (Weber och Kuch 2003), vilket i sin tur också förklarar varför TV:n nästan enbart innehöll PBDF. Omvänt tyder detta också på att den PBDD/F som återfanns i sotet framför allt har bildats genom en direkt ringslutning av PBDE-molekyler. Hade bildningen i större utsträckning skett från mindre byggstenar, som t.ex. bromfenoler, skulle vi troligen ha sett ett större inslag av PBDD (Weber och Kuch 2003). I askan kan vi ana ett sådant inslag av bildning från mindre byggstenar, då både de relativa halterna av PBDD och PBCDD/F är något högre än i sotproverna (Figur 5, Tabell 3 och 4). Detta är logiskt då temperaturen har varit högst där.

## Rökgasprover

Rökgasproverna gav dåliga resultat, förmodligen pga för stor ursprunglig provmängd, vilket medförde att ämnena som skulle analyseras separerades otillfredställande från övriga extraherade ämnen. I analysen drunknade sedan signalen från flera av de intressanta ämnena i signalen från störande ämnen. Av resultaten som ändå erhöles (bilaga 1-4) kunde man bla utläsa att de totala PBDE-och PBDD/F-halter låg på ungefär jämförbara nivåer i rökgaserna (ca 700 000 ng/m<sup>3</sup>), att de totala PCDD/F-halterna var ca 16 000 ggr lägre (43 ng/m<sup>3</sup>) och TBBPA-halten ca 250 ggr lägre (2800 ng/m<sup>3</sup>). Detta överensstämmer väl med mönstret i sotproverna. Rökgasproverna innehöll dock mer av de högbromerade PBDD/F, vars kongenmönster dominerades av hepta- och hexa-BDF, medan sotet ju innehöll mest tetra- och penta-BDF. Även för PBDE var mönstret i rökgaserna något mer förskjutet mot de högbromerade kongenerna jämfört med sotet. Detta skulle kunna förklaras med att rökgasproverna togs under den första halvtimmen av

branden då mycket av de ursprungliga flamskyddsmedlena (och dioxinerna) ångade av från TV:n i relativt intakt form. PBDE- och PBDD/F-innehållet i TV:n bestod ju mest av högbromerade kongener. Längre in i brandförloppet, när branden och värmen hade spridit sig mer, blev nybildningen av de mer debromerade ämnena mer framträdande, vilket avspeglar sig i sotet som senare togs på ytorna. PCDD/F-mönstret var relativt likt det i sotet och askan, med en dominans av tetra- och penta-CDF.

### **Bränder i bostäder – Bilaga 5-8**

Även om inga uppenbara källor för bromerade flamskyddsmedel (förutom ett elskåp och diverse plast) hade brunnit vid villabränderna, så är det ingen tvekan om att betydliga mängder bromerade flamskyddsmedel spreds vid dessa bränder. Mängderna i både askan och avstryksproverna var klart jämförbara med de som togs efter den avsiktliga TV-bränningen. Kanske inte i samma nivå som de allra högsta halterna som uppmättes vid TV-bränningen, men väl i nivå med de något lägre halterna (Tabell 5 och 6).

Även kongenmönstret för PBDE liknade i stora drag de som sågs efter TV-bränningen, med stor dominans av deka-BDE i askproverna och mer av de lågbromerade kongenerna i avstryksproverna (bilaga 5). I Sävstaholm-proverna sågs dock vissa avvikelser från detta, då fyra av avstryksproverna också uppvisade stark dominans av deka-BDE. Förklaringen till detta kan vara att de har blivit påverkade av en närliggande sekundär källa till PBDE. Tex den delvis nedsmälta datorn, intill vilken ett av dessa avvikande prover var taget.

Även dioxininnehållet i proverna bekräftar att bostäderna innehöll betydande mängder bromerade ämnen. Samtliga prover från Sävstaholm innehöll betydligt mer PBDD/F än PCDD/F (Tabell 5). Dessutom var PBCDD/F-halterna på ungefär samma nivå som PCDD/F-halterna. I avstryksproverna från Nynäshamn var visserligen PCDD/F-halterna högre än PBDD/F-halterna, men skillnaden var mindre än 10 ggr, och askan visade på det omvända (Tabell 6). Vid bränder utan närvaro av bromerade flamskyddsmedel är vanligtvis klorinnehållet betydligt större än brominnehållet, vilket leder till mycket större utsläpp av klorerade ämnen (inkl. PCDD/F) än bromerade ämnen (inkl. PBDD/F) (Watanabe och Sakai 2003).

Proverna från bostäderna uppvisar alla ett relativt sett större inslag av PBCDD/F jämfört med proverna från den avsiktliga TV-bränningen, framförallt gäller detta proverna från Nynäshamn. Detta går i linje med att även de relativa PCDD/F-halterna var högre i bostäderna, och bekräftar att materialet som har brunnit här har varit av mer varierande karaktär. Dessutom antyder detta att en något större andel av dioxinerna har bildats från mindre byggstenar än PBDE:er, än vad som skedde under TV-bränningen, och därmed att en något större andel av flamskyddsmedlena utgjordes av annat än PBDE.

**Tabell 5.** Halter av polybromerade difenyletrar (PBDE), tetrabrombisfenol-A (TBBP-A), polybromerade, polybromerade/polyklorerade och polyklorerade dibenso-p-dioxiner och dibensofuraner (PBDD/F, PBCDD/F respektive PCDD/F) i aska och sotprover efter en villabrand i Sävstaholm.

	Aska 0 m, (ng/g)	Aska 0,5 m, (ng/g)	Sot 2 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 4 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 5 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 6 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 8 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 5 m, k (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 8 m, k (ng/m <sup>2</sup> )
Σ PBDE	92	2100	1200	700	210	500	480	120	260
TBBPA	1,2	81	51	34	4,9	15	6,1	2,2	1,7
Σ PBDD/F	32	380	410	490	380	570	400	59	53
Σ PBCDD/F	0,026	0,85	2,3	2,6	4,1	5,5	12	0,28	0,059
Σ PCDD/F	0,29	0,52	1,4	1,8	1,6	2,8	4,7	0,16	0,38

Avståndsangivelsen anger avstånd från brandbärdens centrum, k=källare

**Tabell 6.** Halter av polybromerade difenyletrar (PBDE), tetrabrombisfenol-A (TBBP-A), polybromerade, polybromerade/polyklorerade och polyklorerade dibenso-p-dioxiner och dibensofuraner (PBDD/F, PBCDD/F respektive PCDD/F) i aska och sotprover efter en villabrand i Nynäshamn.

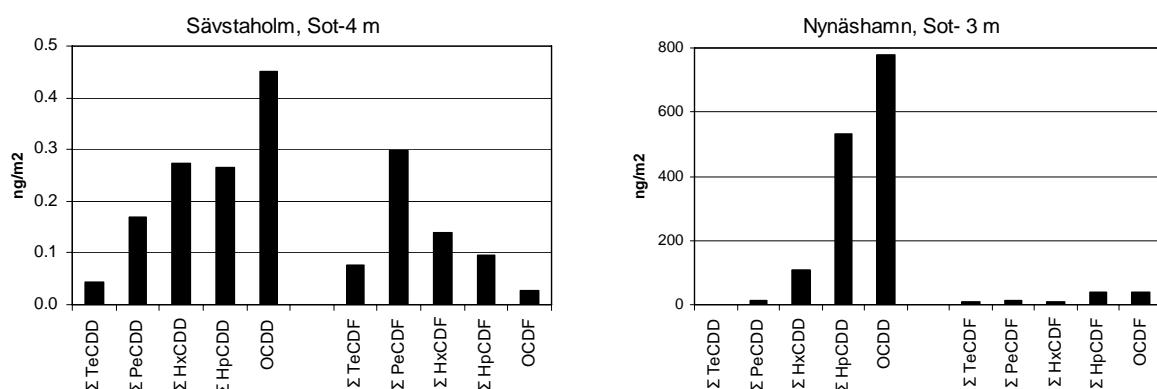
	Aska spis (ng/g)	Aska fläkt (ng/g)	Sot 1 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 3 m (ng/m <sup>2</sup> )
Σ PBDE	150	97	8600	1100
TBBPA	57	4,9	35	36
Σ PBDD/F	49	82	640	180
Σ PBCDD/F	1,6	12	72	12
Σ PCDD/F	9,2	10	3100	1500

Avståndsangivelsen anger avstånd från brandhårdens centrum

Eventuella inslag av andra flamskyddsmedel i bostäderna har dock inte påverkat kongenmönstret för PBDD/F nämnvärt. Liksom efter TV-bränningen (Figur 5) domineras mönstret helt av PBDF, med penta-, tetra- följt av hexa- och hepta-BDF som de mest betydelsefulla kongenerna (bilaga 6). Det mesta av PBDD/F har därför troligtvis, även i villorna, sitt ursprung i PBDE-produkter.

För PCDD/F var kongenmönstret förändrat jämfört med proverna från TV-bränningen. I bostadsproverna dominerades mönstret av högklorerade PCDD, och särskilt tydligt var detta i Nynäshamn-proverna (Figur 6). Förklaringen är sannolikt densamma som förklaringen till den allmänt högre PCDD/F-halterna i dessa prover. Dvs att ett mer varierat material med högre klorinnehåll har brunnit i bostäderna, vilket har lett till högre PCDD/F-utsläpp och relativt sett mer PCDD.

När det gäller jämförelsen mellan de olika proverna i respektive bostad, så kan man generellt säga att sotproverna innehöll högst halter av flamskyddsmedel närmast den egentliga brandhärden för att sedan klinga av med avståndet från denna (Tabell 5 och 6). Vissa mindre avvikelser från detta kunde ses, vilket kan förklaras med att det antagligen fanns andra källor till flamskyddsmedel i bostäderna. För Nynäshamn-proverna gäller detta generella mönster även för dioxinerna, som också klingar av med avståndet från härden. I Sävstaholmproverna såg det dock lite annorlunda ut (Tabell 5). Här låg PBDD/F, PCDD/F och PBCDD/F på en relativt jämn nivå i sotet på hela det våningsplan som det har brunnit på. En trappa ner var dock halterna lägre. Vad detta beror på är svårt att säga, men troligtvis är det en kombination av varierande förutsättningar för spridning och bildning av dioxiner i bostaden.



**Figur 6.** Halter av tetra-, penta-, hexa-, hepta- och oktaklorerade dibenso-p-dioxiner (PCDD) och dibensofuraner (PCDF) i sotprover efter villabränder i Sävstaholm (a) och Nynäshamn (b).

Skillnaden mellan de två askproverna i Sävstaholm är också anmärkningsvärd. Det ena askprovet innehöll mellan 2 och 200 ggr högre halter av samtliga ämnen (Tabell 5). Detta beror sannolikt på att provet med de lägre halterna togs från platsen där det hade brunnit som mest, medan det andra provet togs något på sidan om. Den förra askan var därför mer utbränd än den senare och innehöll därför lägre halter av organiska ämnen.

### ***Brand i en butiksgalleria – Bilaga 9-12***

Avstryksproverna från butiksgallerian i Södertälje visade i stora drag samma mönster som proverna från TV-bränningen och bostadshuset (Tabell 7). Höga halter av både PBDE och PBDD/F (TBBPA mättes aldrig) visar att betydande mängder bromerade flamskyddsmedel fanns på platsen. Detta tillsammans med den starka dominansen av högbromerade PBDF, liksom det obetydligt inslag av PBCDD/F tyder på att deka-BDE produkter var den huvudsakliga källan till bromdioxinerna. PCDD/F-halterna var ungefär lika höga som PBDD/F, vilket bekräftar att materialet som brunnit har varit av varierande karaktär. Man kan också anta att materialet sammantaget innehöll mer klor än brom, då man sannolikt skulle hittat mer av blanddioxinerna om klor och bromhalterna varit likvärdiga (Söderström och Marklund 2002). Dessutom borde man hittat ännu högre halter av PBDF eftersom dessa framförallt (som tidigare nämnts) har bildats från PBDE, och denna omvandling sker så pass mycket snabbare än nybildningen av PCDD/F. Att PCDD/F har bildats via andra mekanismer stöds av dess kongenmönster vilket var mer jämnt fördelat mellan olika kloreringsgrader.

En annan intressant observation var att halterna av samtliga ämnen var högst i provet som var taget längst ifrån den huvudsakliga brandhärden. Detta prov var taget på en glasruta vid entren, och bekräftar diskussionen runt resultaten från TV-bränningen, att glasrutor är effektiva kondensationsytor för sot och den här typen av ämnen. Detta är troligtvis den främsta förklaringen till dessa resultat. En annan förklaring är att det kan ha varit så varmt längre in i byggnaden, så att ämnena där har sönderdelats mer fullständigt.

**Tabell 7.** Halter av polybromerade difenyletrar (PBDE), samt polybromerade, polybromerade/polyklorerade och polyklorerade dibenso-p-dioxiner och dibensofuraner (PBDD/F, PBCDD/F respektive PCDD/F) i sotprover efter en brand i en butiksgalleria i Södertälje

	Sot 20 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 60 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 80 m (ng/m <sup>2</sup> )
Σ PBDE	720	1400	15 000
Σ PBDD/F	66	85	1800
Σ PBCDD/F	<0,05	<0,05	0,12
Σ PCDD/F	130	36	2400

### ***Brand i en industrilokal för elektronikskrot – Bilaga 13-16***

Prover togs av det flisade e-skrotet som fanns på området, både det opåverkade materialet, det delvis brända materialet samt det helt utbrända materialet. Dessutom togs aska från det närliggande kontoret som en jämförelse (Tabell 8). Elfliset som var opåverkat av branden innehöll 38 µg/g PBDE. Detta är ca 500 ggr lägre än vad som fanns i det tidigare diskuterade TV-höljet, men halterna måste ändå anses som höga. Avfallet var mer heterogent än höljet och innehöll förmodligen både flisbitar med halter i samma nivå som i höljet och bitar med betydligt lägre halter (tex kretskort). PBDD/F-halterna var, liksom i TV-höljet, på en nivå av ca 3% av PBDE-halterna. Både PBCDD/F och PCDD/F var högre än i TV-höljet.

**Tabell 8.** Halter av polybromerade difenyletrar (PBDE), samt polybromerade, polybromerade/polyklorerade och polyklorerade dibenso-*p*-dioxiner och dibensofuraner (PBDD/F, PBCDD/F respektive PCDD/F) i elflis, aska och sotprover efter en brand i en återvinningsanläggning för elektronikskrot i Norrköping.

	Elflis	Elflis	Aska	Aska	Sot	Sot	Sot	Sot	Sot	Sot
	brand	brand	prod.	kontor	0 m	25 m	50 m	1,8km	2,6km	2,8km
	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/m <sup>2</sup>	ng/m <sup>2</sup>	ng/m <sup>2</sup>	ng/m <sup>2</sup>	ng/m <sup>2</sup>	ng/m <sup>2</sup>
Σ PBDE	38000	2100	56	0,29	150	580	110	2,5	4,3	6,5
Σ PBDD/F	1300	11000	28	0,44	160	120	14	5,2	5,2	10
Σ PBCDD/F	33	15	110	0,47	100	2,1	1,9	<0,05	0,39	0,13
Σ PCDD/F	23	13	160	4,0	190	5,8	9,0	0,46	0,95	0,58

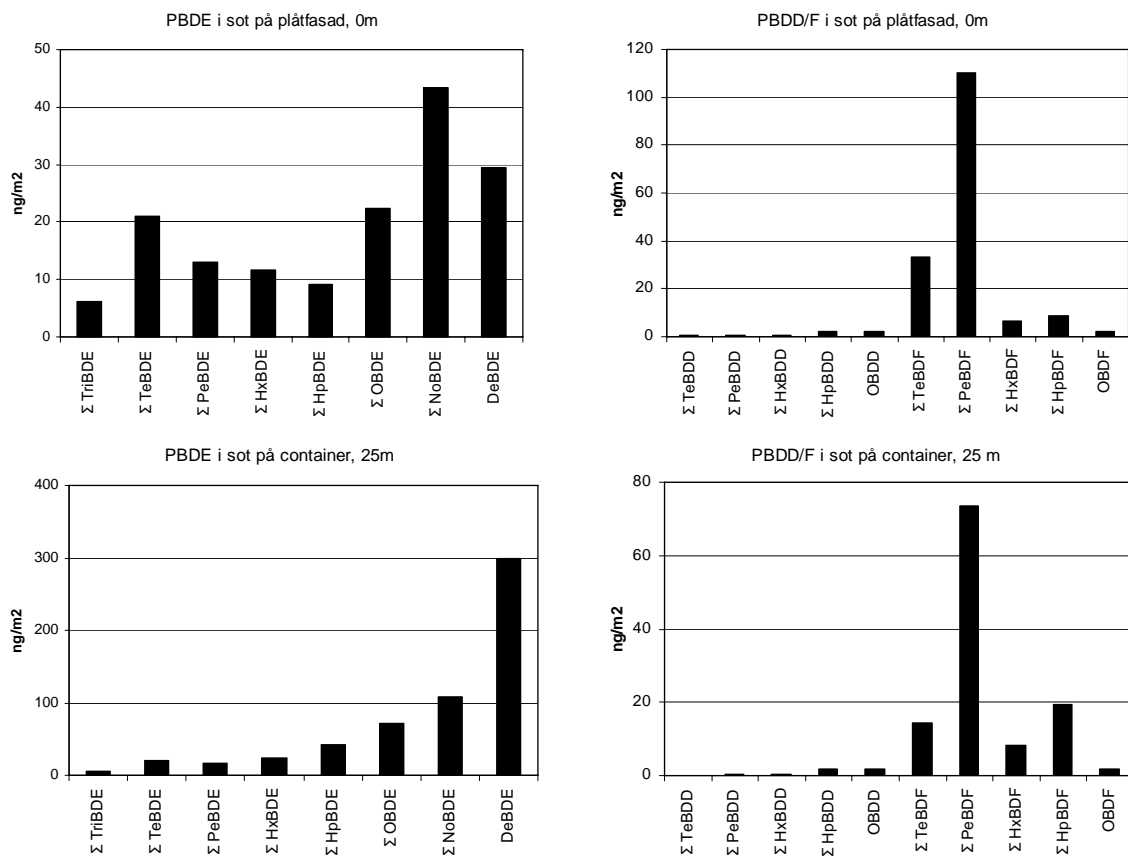
Det flisade materialet som hade brunnit till viss del, uppvisade stora förändringar i halterna jämfört med det obrända materialet. I det förra var PBDE-halterna 10 ggr lägre än i det senare, samtidigt som PBDD/F-halterna var ca 10 ggr högre i det brända materialet. Detta betyder att PBDD/F-halterna, i det brända materialet, var 5 ggr högre än PBDE-halterna. PBCDD/F- och PCDD/F-halterna var relativt oförändrade. Askans av samma material som hade brunnit kraftigt, uppvisade betydligt lägre halter av PBDE och PBDD/F. Däremot hade både PBCDD/F och PCDD/F ökat (3-12 ggr). Askans från kontoret uppvisade ännu lägre halter av samtliga ämnesgrupper, men här var det också annat material som hade brunnit. Av detta kan man dra slutsatsen att brand i PBDE-innehållande material initialt leder till stor bildning av PBDD/F, medan PBCDD/F och PCDD/F bildning är lägre. När temperaturen ökar sker dock en ökad nedbrytning och avdunstning av PBDE och PBDD/F, samtidigt som bildningen av dioxiner från mindre fragment ökar. Detta gynnar bildningen av PBCDD/F och PCDD/F (Weber och Kuch 2003).

När det gäller kongenmönstrena så ser man för PBDE, inte helt oväntat, ett skift från en dominans av deka-BDE i det opåverkade elavfallet till en dominans av tri- och tetra-BDE i det brandpåverkade avfallet och askan (bilaga 13). PBDD/F-mönstret landar också efter branden på ett mönster som är mycket likt de tidigare bränderna, dvs klar dominans av PBDF, och i synnerhet tetra- och penta-BDF (bilaga 14). Ursprungsmaterialet uppvisade dock ett något annorlunda mönster. Detta dominerades av hepta-BDD, samt i något lägre grad av tetra-, penta- och hepta-BDF. Detta kan bara förklaras med att el-fliset var mer heterogent än det tidigare studerade TV-höljet, men är ändå oväntat då PBDE-halterna var så pass höga, vilket mest borde leda till höga PBDF-halter (och inte så mycket PBDD). PCDD/F-mönstret förändrades från en ganska jämn fördelning av PCDD och PCDF i ursprungsmaterialet till en klar dominans av tetra- och penta-CDF i askan (bilaga 16). Det verkar alltså som att bildningen av dessa har gynnats mest.

### Avstryksprover

Avstryksproverna visar att halterna inne på industritomten var kraftigt förhöjda i förhållande till referensprovet (2,8 km därifrån). Framförallt gäller detta PBDE och PBDD/F, men också PBCDD/F och PCDD/F (Tabell 8). Även vid kajen, som låg i vindriktningen ca 50 m utanför området, var halterna tydligt förhöjda. På större avstånd i vindriktningen kunde man däremot inte se några förhöjda halter. Det hade dock varit intressant att se hur det såg ut där emellan, dvs några hundra meter bort, men några sådana prover fanns tyvärr inte tillgängliga.

Anmärkningsvärt är att avstryksprovet som var taget på plåtfasaden till industrilokalen uppvisade lägre halter av PBDE men betydligt högre halter av PBCDD/F och PCDD/F än provet som var tagit på en container 25 m därifrån. Analogt med diskussionen ovan, så har troligtvis temperaturen på plåtfasaden varit mycket hög, vilket har lett till en ökad bildning av dioxiner från mindre molekyler, samtidigt som nedbrytningen och avdunstningen av PBDE varit stor här.



**Figur 7.** Halter av tri-, tetra-, penta-, hexa-, hepta-, okta-, nona- och dekabromerade difenyletrar (PBDE) samt tetra-, penta-, hexa-, hepta- och oktabromerade dibenso-p-dioxiner (BDD) och dibensofuraner (BDF) i sotprover tagna efter en brand i en återvinningsanläggning för elektronikskrot. Proverna är tagna på plåtfasaden till den utbrända anläggningen, och på en container ute på gården.

Kongenmönstret i avstryksproverna bekräftar till stor del ovanstående diskussion (Figur 7). Provet från plåtfasaden liknar mycket det brända el-avfallet, med PBDE av alla bromeringsgrader närvarande, samt för PBDD/F en klar dominans av tetra- och penta-BDF. Provet från containerna på tomten liknar mer en blandning av bränt och oförbränt el-avfall. Dekabromerade PBDE dominerar här tydligt i PBDE-gruppen, och för PBDD/F fanns här något mer av de högbromerade PBDF än vad som fanns på plåtfasaden. Tetra- och penta-BDF dominerar dock även här. För PCDD/F liknar mönstret i båda fallen mest det brända el-avfallet (bilag 16).

### Deponibrand – Bilaga 17-24

Markproverna som togs efter deponibranden var mycket olika till karaktären. De tio första, som togs från de urschaktade avfallsmassorna, kan beskrivas som en blandning av jord och skräp. De fem senare, som dels var tagna från högarna inne på deponin, där avfall varvats med sand, och dels från den närliggande sandtäkt varifrån sanden ursprungligen var hämtad, utgjordes i princip av ren sand. Sandtäktsproverna får betraktas som lokala bakgrundsvärden, vilket också de låga halterna av miljögifter som återfanns i dessa prover visade. Förvånande nog innehöll även sandproverna som var tagna inne från deponin låga föroreningshalter.

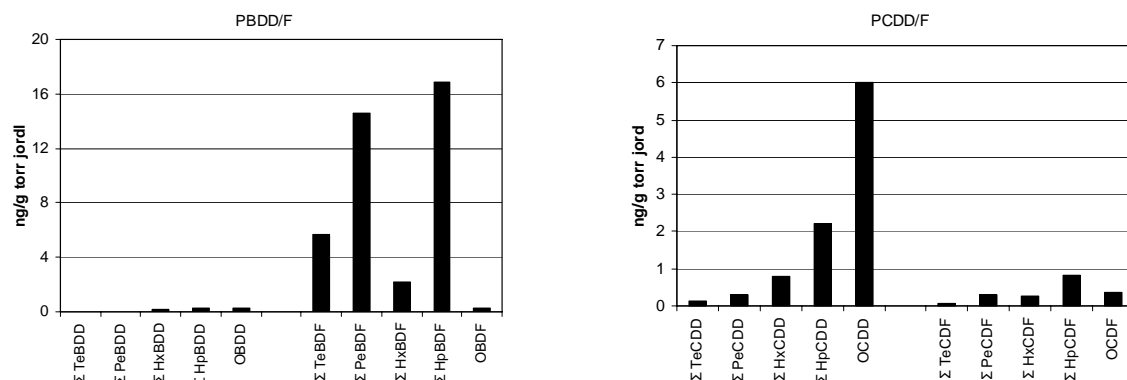


**Tabell 9.** Halter av polybromerade difenyletrar (PBDE), samt polybromerade, polybromerade/polyklorerade och polyklorerade dibenso-*p*-dioxiner och dibensofuraner (PBDD/F, PBCDD/F respektive PCDD/F) i markprover (blandning av jord och avfall) från en deponi som brunnit.

	Jord/ avfall	Jord/ avfall	Jord/ avfall	Jord/ avfall	Jord/ avfall	Jord/ avfall	Jord/ avfall	Jord/ avfall	Jord/ avfall	Jord/ avfall
	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
Σ PBDE	48	39	1200	1700	950	120	200	330	29000	850
Σ PBDD/F	13	5,7	23	36	40	22	23	67	41	17
Σ PBCDD/F	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Σ PCDD/F	2,0	1,9	17	15	9,3	71	9,1	9,2	13	11
Σ TEQ	0,011	0,075	0,096	0,14	0,021	0,10	0,038	0,031	0,11	0,12

De tio övriga markproverna innehöll dock alla höga halter av bromerade ämnen (Tabell 9). PBDE-halterna var minst 50-25000 ggr högre än i de lokala referensproverna (sandtäktsproverna), och 100-100 000 ggr högre än vad som tidigare har uppmätts som bakgrundsvärden i svenska jordar (Matscheko et al. 2002). PBDD/F-halterna låg på ungefär samma nivå som PCDD/F-halterna, vilket var mellan 200-10 000 ggr högre än de lokala bakgrundsvärdena för PCDD/F och 10-1000 ggr högre än tidigare uppmätta svenska bakgrundsvärden (Matscheko et al 2002). Det är dock svårt att säga hur kraftigt förhöjda PBDD/F-halterna var, då de lokala bakgrundsvärdena alla var under detektionsgränsen, som i det här fallet var relativt hög. Några generella bakgrundsvärden för PBDD/F i jord finns inte heller tillgängliga. Å andra sidan bör bakgrundsvärden för PCDD/F vara betydligt högre än de för PBDD/F (Watanabe och Sakai 2003), varför man med ganska stor säkerhet kan säga att PBDD/F-halterna på deponin var kraftigt förhöjda. Omräknat till TEQ låg värden för PCDD/F ca 10-100 ggr högre än lokala och nationella bakgrundsvärden (Tabell 8). Några PBCDD/F kunde inte detekteras.

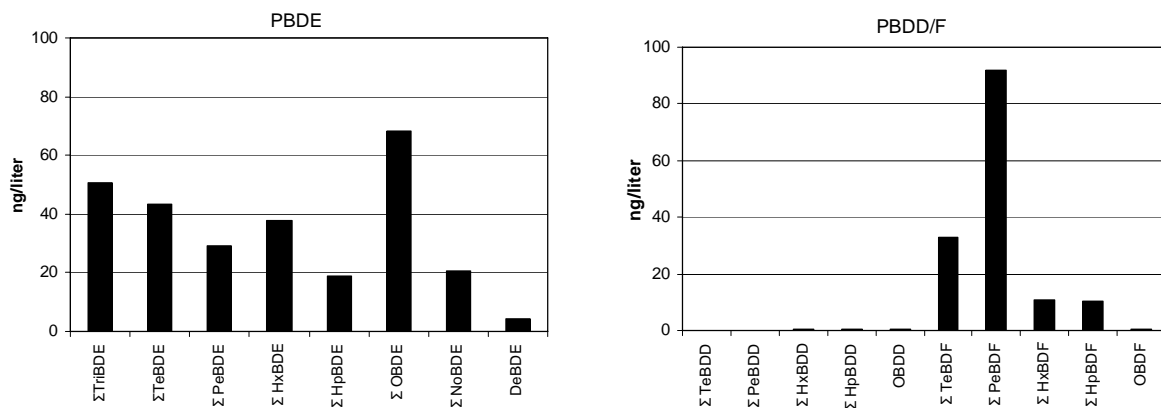
Kongenmönstret i markproverna liknade mycket det som setts vid de tidigare diskuterade bränderna. För PBDE dominerades mönstret av högbromerade kongener, och då framförallt deka-BDE. Detta tyder på att relativt mycket opåverkat flamskyddsmedel fanns kvar i avfallsmassorna. För PBDD/F dominerades mönstret av PBDF, men till skillnad från tidigare ask- och avstryksprover var det hepta-BDF som gav det största bidraget (Figur 8). Även detta tyder på ett relativt stort inslag av opåverkat flamskyddsmedel i avfallsmassorna. PCDD/F-mönstret dominerades av PCDD, och då framförallt okta- och hepta-CDD (Figur 7). Denna profil är ganska vanlig i jordprover, men är inte typisk för förbränningsprover. Detta kan förklaras med att materialet som brunnit på deponin var av mycket varierande karaktär, kanske till viss del klorfenolinnehållande (Baker and Hites 2000). Mönstret liknar det som sågs vid bostadsbränderna, där också ett varierande material hade brunnit.



**Figur 8.** Halter av tetra-, penta-, hexa-, hepta- och oktabromerade dibenso-*p*-dioxiner (PBDD) och dibensofuraner (PBDF), samt deras klorerade analoger (PCDD och PCDF), i markprover från en deponi som brunnit.

## Vattenprover

Vattenproverna på deponin var tagna från pölar av släckvatten, som alla innehöll stora mängder sotpartiklar. Det är därför svårt att relatera de uppmätta halterna till tidigare studiers resultat, eller ens till halterna i jordproverna från den här studien, och därmed säga så mycket om huruvida halterna i vattnet var höga eller låga. Föroreningsmönstrena kan man dock säga en del om. Vattenproverna innehöll förhållandevis mer dioxiner och mindre PBDE än vad jordproverna gjorde. Framförallt gällde detta PBDD/F vilka återfanns i liknande nivåer som PBDE i vattenproverna (Figur 9), men i ca 10-100 ggr lägre halter än PBDE i jordproverna (Tabell 9). Kongenmönstret för PBDE var i vattenproverna förskjutet mot lägre bromerade kongener jämfört med i jordproverna, vilket man också kunde se för PBDD/F (jämför Figur 8 och 9). PBDF-mönstret i vattenproverna dominerades, liksom i tidigare diskuterade sotprover, av tetra- och penta-BDF, medan jordproverna också innehöll stora mängder hepta-BDF. Förklaringen till detta är sannolikt att sotet i vattenproverna, mer visar resultatet av branden, medan markproverna även visar vad som fanns i ursprungsmaterialet (tex oförbrända flamskyddsmedel). Vid branden har PBDE-halterna sjunkit samtidigt som PBDD/F och PCDD/F-halterna har ökat. Kongenmönstret för de bromerade ämnen har förskjutits mot lägre bromerade ämnen, i analogi med tidigare studerade bränder.



**Figur 9.** Halter av tri-, tetra-, penta-, hexa-, hepta-, okta-, nona- och dekabromerade difenyletrar (PBDE) samt tetra-, penta-, hexa-, hepta- och oktaborerade dibenso-p-dioxiner (PBDD) och dibensofuraner (PBDF) i släckvattenprov taget från en deponi som brunnit.

## Teflondukar

Teflondukarna var i det här fallet ett alternativ till traditionella vattenprover. De hade exponerats i samma släckvattenpölar som vattenproverna togs, och tanken var att de skulle adsorbiera de fettlösliga ämnena i vattnet (tex PBDE och PBDD/F). Uppgifter saknas dock om hur länge dukarna låg i vattnet, vad det var för temperatur i vattnet vid provtagningen, hur dukarnas upptagshastighet är kalibrerade m.m. Det är därför svårt att översätta de återfunna föroreningsmängderna till koncentrationer i vattnet. Proverna får därför mest ses som en test av metoden. Denna verkar dock inte ha fungerat särskilt bra då väldigt få ämnen återfanns i proverna. Egentligen återfanns mest bara klorerade dioxiner, och då framförallt i ett av proverna (Teflonduk 1, bilaga 24). Kongenmönstret i detta prov överensstämde dock hyfsat med det i vattenproverna.

## Skyddsmaskfilter

De exponerade skyddsmaskfiltret hade använts av en traktorförare som under branden hade arbetat med att shakta ur de brinnande massorna på deponin. Även här saknades dock uppgifter om hur länge filtret var exponerat samt hur mycket luft som hade gått igenom det. Resultaten

från dessa analyser får därför ses som indikativa. Dessutom visade sig att filtermaterialet vara mycket svåranalyserat, pga att störande ämnen i extrakten (troligtvis polymer från ett support-filter i filterhållaren) som gjorde att upprepade svavelsyrabehandlingar fick användas. Detta ledde till stora förluster av de intressanta ämnena under upparbetningens gång och därmed låga återfinningsgrader av internstandarder. Resultaten är därför mer osäkra för detta prov. Filtret innehöll dock kraftigt förhöjda halter av samtliga ämnen (med undantag av PBCDD/F som inte kunde detekteras), om man jämför med ett oexponerat filter som analyserades samtidigt. Det är därför ingen tvekan om att luften/rökgaserna vid deponibranden innehöll stora mängder av både klorerade och bromerade ämnen. Föroreningsmönstret liknade det i vattenproverna, med PBDF-halter i samma nivå som PBDE-halterna, och förhållandevis mindre av högbromerade PBDE än i jordproverna. Även förhållandet mellan PBDD/F och PCDD/F var i filterprovet, liksom i vattenproverna, något högre än det var i jordproverna (Bilaga 21-24).

## Slutsatser

Provtagningarna och analyserna som har gjorts i dessa studier visar att brand i flamskyddat material kan leda till betydande utsläpp av bromerade ämnen, både av de ursprungliga flamskyddsmedlen (tex. PBDE och TBBPA) och av omvandlingsprodukter av dessa (tex. PBDD/F). Framförallt PBDE-innehållande material kan vid dåliga förbränningsbetingelser vara en källa till stora PBDF-utsläpp, då PBDE vid uppvärmning lätt omvandlas till PBDF. Denna process överskuggar andra bildningsmekanismer för PBDD/F, förutsatt att PBDE finns närvarande och förbränningsbetingelserna varierar, vilket ofta är fallet vid olycksbränder. Vid bättre förbränningsbetingelser, med högre temperatur och effektivare syretillförsel, kan man se resultatet av andra bildningsmekanismer, som leder till ett mer varierat mönster av PBDD/F-kongener, samt även en större andel dioxiner med både brom och klor (PBCDD/F). Detta beror på att dioxinerna då bildas från mindre byggstenar, som tex brom- och klorfenoler, samt från rena grundämnen.

Resultaten visar att BFR finns överallt i samhället, då samtliga bränder resulterade i stora utsläpp av både PBDE och PBDF, och även om utsläppen var störst vid bränderna där en tydlig BFR-källa fanns närvarande (som tex vid TV-branden och industribränden), så var utsläppen betydande även vid de andra bränderna. Visserligen ska användningen av BFR ha minskat på senare tid, men befintliga BFR i produkter och byggnader kommer att finnas kvar i samhället en lång tid framöver.

Normalt anser man att bildningen och utsläppen av PCDD/F är höga vid okontrollerade bränder, men resultaten i ovanstående studier visar att PBDD/F-utsläppen ofta är betydligt högre. Man kan fråga sig vad detta betyder för de direkta hälsoriskerna samt för den allmänna miljöföroreningen som dessa bränder orsakar. Av de studier som är gjorda ser det ju ut som att PBDD/F har samma gifighetsmönster som PCDD/F, varför PBDD/F skulle kunna ge ett mycket stort bidrag till den totala risken. Det är dock osäkert hur stabila PBDD/F är i miljön, och hur mycket man egentligen återfinner av dem i miljöprover. Detta är något som behöver studeras vidare. Kongenmönstret för PBDD/F som har återfunnits i ovanstående studier är också kraftigt skilt från kongenmönstret för PCDD/F, vilket ytterligare komplicerar bilden angående hur stort bidrag PBDD/F ger till den totala toxiciteten, då ju olika kongener har olika toxicitet. Detta är också något som behöver studeras vidare, men som dock kräver ytterligare förfinade analysmetoder, med vilka man med större säkerhet kan skilja de olika kongenerna åt.

Oavsett stabilitet och kongenmönster så utsätts i alla fall den närmaste omgivningen till bränder i flamskyddat material för höga halter av PBDD/F, och inte minst gäller detta räddningstjänstens personal. Dessa ämnen kan tas upp och lagras i kroppens fettvävnad och orsaka skador längre fram i livet. Det är därför viktigt att vi dels försätter att studera riskerna med dessa ämnen och dels fortsätter att minska användningen av BFR i samhället.

## Referenser

- Baker JI, Hites RA.** (2000). Is combustion the major source of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans to the environment? A mass balance investigation. *Environ. Sci. Technol.* 34, 2879-2886.
- Birnbaum L, Staskal DF, Diliberto JJ.** (2003) Health effects of polybrominated dibenzo-p-dioxins (PBDDs) and dibenzofurans (PBDFs). *Environ. Int.* 29, 855-860.
- Buser HR.** (1986) Polybrominated Dibenzofurans and Dibenzo-p-dioxins: Thermal Reaction Products of Polybrominated Diphenyl Ether Flame Retardants. *Environ. Sci. Technol.* 20, 404-408.
- Cormier SA, Lomnicki S, Backes W, Dellinger B.** (2006) Origin and health impacts of emissions of toxic by-products and fine particles from combustion and thermal treatments of hazardous waste and materials. *Environ. Health Perspec.* 114, 810-817.
- de Wit CA.** (2002) An overview of brominated flame retardants in the environment. *Chemosphere* 46, 583-624.
- Directive 2002/95/EC** of the European Parliament and of Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment. *Off. J. Eur. Union* L.2003, 37 (Feb 13), 19-23.
- Ebert J, Bahadir M.** (2003). Formation of PBDD/F from flame-retarded plastic materials under thermal stress. *Environ. Int.* 29, 711-716.
- Hanari N, Kannan K, Miyake Y, Okazawa T, Kodavanti PRS, Aldous KM, Yamashita N.** (2006) Occurrence of polybrominated biphenyls, polybrominated dibenzo-p-dioxins and polybrominated dibenzofurans as impurities in commercial polybrominated diphenyl ether mixtures. *Environ. Sci. Technol.* 40, 4400-4405.
- Kajiwara N, Noma Y, Takigami H.** (2008) Photolysis studies of technical decabromodiphenyl ether (decaBDE) and ethane (deBDethane) in plastics under natural sunlight. *Environ. Sci. Technol.* 42, 4404-4409.
- KEMI, Kemikalieinspektionen** (2003) Bromerade flamskyddsmedel – förutsättningar för ett nationellt förbud. KEMI, Rapport 4/03, Stockholm, Sverige
- KEMI, Kemikalieinspektionen** (2009) Bromerade flamskyddsmedel. <http://www.kemi.se>
- La Guardia MJ, Hale RC, Harvey E.** (2006) Detailed polybrominated diphenylether (PBDE) congener composition of the widely used penta-, octa-, and deca-PBDE technical flame-retardant mixtures. *Environ. Sci. Technol.* 40: 6247-6254.
- Law RJ, Allchin CR, de Boer J, Covaci A, Herzke D, Lepom P, Morris S, Tronczynski J, de Wit CA.** (2006) Levels and trends of brominated flame retardants in the European environment. *Chemosphere* 64, 187-208.
- Lemieux PM, Lutes CC, Santoianni DA.** (2004) Emissions of organic air toxics from open burning: a comprehensive review. *Progr. Energy. Combust. Sci.* 30, 1-32.
- Luijk R, Govers HAJ, Nelissen L.** (1992) Formation of polybrominated dibenzofurans during extrusion of high-impact polystyrene/decabromodiphenyl ether/antimony(III)oxide. *Environ. Sci. Technol.* 26:2191-2198.
- Matscheko N, Tysklind M, de Wit C, Bergek S, Andersson R, Sellström U.** (2002) Application of sewage sludge to arable land-soil concentrations of polybrominated diphenyl ethers and polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and biphenyls, and their accumulation in earthworms. *Environ. Toxicol. Chem.* 21, 2515-2525
- Morf L, Tremp J, Gloor R, Huber Y, Stengele M, Zennegg M.** (2005) Brominated flame retardants in waste electrical and electronic equipment: Substance flows in a recycling plant. *Environ. Sci. Technol.* 39, 8991-8699.

**Naturvårdsverket** (2007): de Wit C, Lundstedt S, Gustavsson N, Hakner S, Hanberg A, Stiernström S, Breitholtz M, Oavsiktligt bildade ämnens hälso- och miljörisker – en kunskapsöversikt, Rapport 5736, oktober 2007.

**Räddningsverket** (1996): Persson S. Brand och miljöeffekter: Kunskapsöversikt. Rapport P21-151, Karlstad, Sverige.

**Räddningsverket** (1997) Månsson M, Persson B. Bromerade flamskyddsmedel: miljöeffekter vid brand. Rapport P21-170, Karlstad, Sverige.

**Stanmore BR.** (2004) The formation of dioxins in combustion systems. *Combustion and Flame*, 136: 398-427

**Söderstrom G, Marklund S.** (2002) PBCDD and PBCDF from incineration of waste-containing brominated flame retardants. *Environ. Sci. Technol.* 36: 1959-1964.

**Söderstrom G, Marklund S.** (2004) Formation of PBCDD and PBCDF during flue gas cooling. *Environ. Sci. Technol.* 38: 825-830.

**Tamade Y, Shibukawa S, Osaki H, Kashimoto S, Yagi Y, Sakai S et al.** (2002) A study of brominated compounds release from appliance-recycling facility. *Organohal. Comp.* 56:189-192.

**van den Berg M, Birnbaum L, Denison M, De Vito M, Farland W, Feeley M, Fiedler H, Håkansson H, Hanberg A, Haws L, Rose M, Safe S, Schrenk D, Tohyama C, Tritscher A, Tuomisto J, Tysklind M, Walker N, Peterson RE** (2006) The 2005 World Health Organization re-evaluation of human and mammalian Toxic Equivalency Factors for dioxins and dioxin-like compounds. *Toxicol. Sci.* 93: 223-241.

**Watanabe I, Sakai S.** (2003) Environmental release and behavior of brominated flame retardants. *Environ. Internat.* 29:665-682.

**Weber R, Kuch B.** (2003) Relevance of BFRs and thermal conditions on the formation pathways of brominated and brominated-chlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans. *Environ. Int.* 29, 699-710.

**WHO, World Health Organization.** (1994) Polybrominated diphenylethers. *Environmental Health Criteria (EHC)* 162. WHO, Geneva, Switzerland.

**WHO, World Health Organization.** (1997) Flame retardants: A general introduction. *Environmental Health Criteria (EHC)* 192. WHO, Geneva, Switzerland.

**Bilaga 1.** Halter (ng/g, ng/m<sup>3</sup> och ng/m<sup>2</sup>) av bromerade difenyletrar (PBDE) och tetrabrombisfenol-A (TBBPA) i höljet och kretskortet i en TV, i askan efter att TV:n brunnit samt i avstryksprover på ytor i rummet före och efter att TV:n brunnit. TV-bränningen utfördes vid Umeå Brandförsvars testanläggning i Umeå.

	TV-hölje (ng/g)	Kretskort (ng/g)	Aska (ng/g)	Rökgas före (ng/m <sup>3</sup> )	Rökgas efter -1 (ng/m <sup>3</sup> )	Rökgas efter -2 (ng/m <sup>3</sup> )	B-skiva före (ng/m <sup>2</sup> )	B-skiva efter (ng/m <sup>2</sup> )	Bord före (ng/m <sup>2</sup> )	Bord efter (ng/m <sup>2</sup> )	Element före (ng/m <sup>2</sup> )	Element efter (ng/m <sup>2</sup> )	Gips efter (ng/m <sup>2</sup> )	Dörr före (ng/m <sup>2</sup> )	Dörr efter (ng/m <sup>2</sup> )	Glas före (ng/m <sup>2</sup> )	Glas efter (ng/m <sup>2</sup> )
<b>PBDE#28 (tri)</b>	98	4.5	15	0.060	27000	5200	1.7	380	0.26	1100	0.18	40	110	0.14	28	1.9	47000
<b>PBDE#47 (tetra)</b>	240	4.0	2.0	0.22	1200	1200	3.7	67	9.2	290	1.9	29	25	6.4	11	1.3	800
<b>PBDE#100 (penta)</b>	21	0.20	0.62	0.042	1000	950	0.76	37	1.7	150	0.33	8.5	19	0.77	3.3	0.28	430
<b>PBDE#99 (penta)</b>	120	3.5	1.3	0.16	1600	1600	2.5	67	5.6	280	1.7	25	36	2.9	9.9	0.73	650
<b>PBDE#153 (hexa)</b>	970	2.8	0.71	<0.05	1100	1200	0.67	29	3.8	150	0.53	5.0	16	0.58	3.6	0.19	380
<b>PBDE#183 (hepta)</b>	11000	5.7	1.1	<0.06	8400	8700	1.9	210	9.9	830	0.77	27	110	0.73	12	0.58	2300
<b>PBDE#205 (okta)</b>	3000	4.4	0.82	<0.3	280	240	1.2	8.1	0.98	19	3.4	0.91	2.1	3.7	1.4	0.67	55
<b>PBDE#209 (Deka)</b>	13000000	18000	190	<0.5	210000	190000	1200	3300	300	12000	130	370	3600	72	130	510	26000
<b>Σ TriBDE</b>	420	24	110	0.53	222000	58000	8.4	4000	0.26	13000	0.18	280	820	0.14	190	9.0	380000
<b>Σ TetraBDE</b>	720	13	27	0.22	25000	29000	7.7	1400	11	5700	2.5	180	520	6.4	68	4.1	17000
<b>Σ PentaBDE</b>	480	2.6	6.3	0.20	12000	12000	3.6	470	5.3	1800	1.6	72	220	2.9	32	1.5	4900
<b>Σ HexaBDE</b>	3100	2.8	5.0	<0.05	23000	25000	3.0	630	7.0	2400	0.53	89	300	0.58	38	1.5	8100
<b>Σ HeptaBDE</b>	18000	5.7	2.2	<0.06	2400	25000	1.9	550	9.9	2300	0.77	73	300	0.73	32	0.76	6300
<b>Σ OktaBDE</b>	340000	130	8.6	<0.3	98000	95000	17	2100	21	7800	24	230	1200	120	92	8.4	21000
<b>Σ NonaBDE</b>	4900000	590	19	<0.5	99000	100000	50	1700	98	6300	84	300	1700	57	160	30	16000
<b>DekaBDE</b>	13000000	17000	190	<0.5	210000	190000	1200	3300	300	12000	130	370	3600	72	130	510	26000
<b>Σ PBDE (max)</b>	18000000	18000	370	2.4	710000	510000	1300	14000	460	51000	240	1600	8700	260	740	570	480000
<b>Σ PBDE (min)</b>	18000000	18000	370	0.95	710000	510000	1300	14000	460	51000	220	1600	8700	240	730	570	480000
<b>TBBPA</b>	1900	2600000	3.4	0.070	37000	2800	69	440	240	1700	0.81	26	62	1.2	3.2	26	470

**Bilaga 2.** Halter (ng/g, ng/m<sup>3</sup> och ng/m<sup>2</sup>) av bromerade dioxiner (PBDD/F) i höljet och kretskortet i en TV, i askan efter att TV:n brunnit samt i avstryksprover på ytor i rummet före och efter att TV:n brunnit. TV-bränningen utfördes vid Umeå Brandförsvars testanläggning i Umeå.

	TV-hölje (ng/g)	Krets- kort (ng/g)	Aska (ng/g)	Rökgas före (ng/m <sup>3</sup> )	Rökgas efter-1 (ng/m <sup>3</sup> )	Rökgas efter-2 (ng/m <sup>3</sup> )	B-skiva före (ng/m <sup>2</sup> )	B-skiva efter (ng/m <sup>2</sup> )	Bord före (ng/m <sup>2</sup> )	Bord efter (ng/m <sup>2</sup> )	Element före (ng/m <sup>2</sup> )	Element efter (ng/m <sup>2</sup> )	Gips efter (ng/m <sup>2</sup> )	Dörr före (ng/m <sup>2</sup> )	Dörr efter (ng/m <sup>2</sup> )	Glas före (ng/m <sup>2</sup> )	Glas efter (ng/m <sup>2</sup> )
2,7/2,8-DiBDD	0.19	0.023	0.38	<0.001	<0.50	<0.50	<0.01	1.2	<0.01	1.3	<0.01	0.19	0.53	<0.01	0.20	<0.01	1.5
1,3,7TriBDD	1.2	<0.1	3.8	<0.002	7.0	8.5	<0.02	2.2	<0.02	9.8	<0.02	1.6	4.2	<0.02	0.57	<0.02	11
2,3,7,8-TeBDD	<0.1	<0.1	<0.01	<0.002	<1	<1	<0.02	<0.02	<0.02	2.9	<0.02	0.51	1.8	<0.02	0.26	<0.02	<0.02
1,2,3,7,8-PeBDD	10	<2	<0.2	<0.05	<20	<20	<0.5	7.7	<0.5	33	<0.5	2.5	<0.5	<0.5	1.4	<0.5	23
1,2,3,4,7,8-HxBDD	<2	<2	<0.2	<0.05	<20	<20	<0.5	4.3	<0.5	9.7	<0.5	0.92	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	5.4
1,2,3,6,7,8-HxBDD	<2	<2	<0.2	<0.05	<20	<20	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	3.1
OBDD	2500	<6	<1	<0.2	<80	<80	<2	6.8	<2	<2	<2	2.1	<2	<2	<2	<2	4.7
2,3,7,8-TeBDF	96	1.0	2.3	<0.001	-	-	1.1	230	0.16	1200.	<0.02	70	340	0.10	43	0.40	1700
1,2,3,7,8-PeBDF	950	<2	8.8	0.071	6200	18000	1.2	990	0.80	4400	<0.5	160	1200	<0.5	170	1.0	6300
2,3,4,7,8-PeBDF	470	<2	2.2	0.037	2000	4800	1.4	300	0.63	2100	<0.5	75	830	<0.5	82	0.40	3700
1,2,3,4,7,8-HxBDF	6800	15	20	0.25	15000	-	4.1	3200	3.9	1900	1.1	1200	6500	1.1	860	2.9	6500
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	430000	200	27	0.46	22000	-	10	7100	11	22000	5.1	1500	11000	4.1	980	8.0	9800
OBDF	120000	14	<1	<0.2	-	-	<2	160	<2	380	<2	18	190	<2	9.9	0.71	160
Σ TeBDD	16	0.20	6.7	<0.001	56	77	0.11	36	<0.02	36	<0.02	11	21	<0.02	2.3	0.048	27
Σ PeBDD	120	<2	11	0.053	250	-	<0.5	91	<0.5	340	<0.5	32	110	<0.5	13	<0.5	220
Σ HxBDD	190	<2	4.4	0.072	110	-	<0.5	49	<0.5	230	<0.5	21	70	<0.5	12	<0.5	85
Σ HpBDD	2200	<6	2.3	0.35	110	-	<2	54	<2	170	<2	23	110	<2	12	<2	54
OBDD	2500	<6	<1	<0.2	-	-	<2	6.8	<2	19	<2	2.1	59	<2	<2	<2	4.7
Σ PBDD	5000	<20	38	0.82	510	-	<5	250	<5	830	<5	94	380	<5	44	<5	430
Σ TBDF	1900	44	180	1.8	170000	-	53	18000	7.4	60 000	1.4	3700	19000	4.2	2100	30	58000
Σ PeBDF	28000	130	480	5.9	500000	1200000	130	66000	32	270000	6.6	14000	73000	12	10000	62	530000
Σ HxBDF	9000	20	24	0.25	17000	-	5.0	3800	3.9	21000	1.1	1300	7600	1.1	970	3.2	7300
Σ HpBDF	430000	200	27	0.46	22000	-	10	7100	11	22000	5.1	1500	11000	4.1	980	8.0	9800
OBDF	120000	14	<1	<0.2	-	-	<2	160	2.7	380	<2	18	190	<2	9.9	<2	160
Σ PBDF	590000	400	710	8.7	700000	-	200	95000	58	370000	16	21000	110000	23	14000	100	610000
Σ PBDD/F (max)	590000	420	750	9.3	700000	-	210	95000	64	370000	19	21000	110000	26	14000	110	610000
Σ PBDD/F (min)	590000	400	740	8.9	700000	-	200	95000	58	370000	14	21000	110000	21	14000	100	610000

**Bilaga 3.** Halter (ng/g, ng/m<sup>3</sup> och ng/m<sup>2</sup>) av tetra- och pentasubstituerade brom-klor-dioxiner (PBCDD/F) i höljet och kretskortet i en TV, i askan efter att TV:n brunnit samt i avstryksprover på ytor i rummet före och efter att TV:n brunnit. TV-bränningen utfördes vid Umeå Brandförsvares testanläggning i Umeå.

	TV-hölje (ng/g)	Kretskort (ng/g)	Aska (ng/g)	Rökgas före (ng/m <sup>3</sup> )	Rökgas efter-1 (ng/m <sup>3</sup> )	Rökgas efter-2 (ng/m <sup>3</sup> )	B-skiva före (ng/m <sup>2</sup> )	B-skiva efter (ng/m <sup>2</sup> )	Bord före (ng/m <sup>2</sup> )	Bord efter (ng/m <sup>2</sup> )	Element före (ng/m <sup>2</sup> )	Element efter (ng/m <sup>2</sup> )	Gips efter (ng/m <sup>2</sup> )	Dörr före (ng/m <sup>2</sup> )	Dörr efter (ng/m <sup>2</sup> )	Glas före (ng/m <sup>2</sup> )	Glas efter (ng/m <sup>2</sup> )
2-Br-3,7,8-CDD	<0,05	<0,05	<0,01	<0,002	<1	<1	<0,02	0,025	<0,02	0,115	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,089
2,3-Br-7,8-CDD	<0,05	<0,05	<0,01	<0,002	<1	<1	<0,02	<0,02	<0,02	0,091	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
1-Br-2,3,7,8-CDD	<0,05	<0,05	<0,01	<0,002	<1		<0,02	<0,02	0,021	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
3-Br-2,7,8-CDF	<0,05	<0,05	<0,01	<0,002	<1	<1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,39	<0,02	<0,02	<0,02	11
1-Br-2,3,7,8-CDF	0,075	<0,05	<0,01	<0,002	<1	<1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Σ MoBr-tri-CDD	<0,05	<0,05	<0,01	<0,002	<1	<1	<0,02	0,087	<0,02	0,501	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,4
Σ DiBr-diCDD	<0,05	<0,05	0,91	<0,002	<1	<1	<0,02	<0,02	<0,02	1,409	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Σ MoBr-teCDD	<0,05	<0,05	<0,01	<0,002	<1	<1	<0,02	<0,02	0,021	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Σ PBCDD	<0,05	<0,05	0,91	<0,002	<1	<1	<0,02	0,094	0,021	1,9	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,4
Σ MoBr-triCDF	<0,05	<0,05	0,32	<0,002	<100	<100	<0,02	5,4	<0,02	15	<0,02	0,56	2,3	<0,02	0,32	<0,02	77
Σ DiBr-diCDF	<0,05	<0,05	3,0	<0,002	<4000	<4000	0,78	210	<0,02	620	<0,02	24	130	<0,02	15	0,53	2000
Σ MoBr-teCDF	0,075	<0,05	0,42	<0,002	<200	<200	<0,02	5,7	<0,02	21	<0,02	1,2	4,5	<0,02	0,51	0,081	72
Σ PBCDF	0,075	<0,05	3,8	<0,002	-	-	0,78	220	<0,02	650	<0,02	26	140	<0,02	15	0,62	2100
Σ PBCDD/F (max)	0,38	0,30	4,7	0,004	4300	4300	0,80	220	0,041	650	0,04	26	140	0,04	15	0,64	2100
Σ PBCDD/F (min)	0,075	0	4,7	0	0	0	0,78	220	0,021	650	0	26	140	0	15	0,62	2100



**Bilaga 4.** Halter (ng/g, ng/m<sup>3</sup> och ng/m<sup>2</sup>) av klorerade dioxiner (PCDD/F) i höljet och kretskortet i en TV, i askan efter att TV:n brunnit samt i avstryksprover på ytor i rummet före och efter att TV:n brunnit. TV-bränningen utfördes vid Umeå Brandförsvares testanläggning i Umeå.

	TV-hölje (ng/g)	Krets- kort (ng/g)	Aska (ng/g)	Rökgas före (ng/m <sup>3</sup> )	Rökgas efter-1 (ng/m <sup>3</sup> )	Rökgas efter-2 (ng/m <sup>3</sup> )	B-skiva före (ng/m <sup>2</sup> )	B-skiva efter (ng/m <sup>2</sup> )	Bord före (ng/m <sup>2</sup> )	Bord efter (ng/m <sup>2</sup> )	Element före (ng/m <sup>2</sup> )	Element efter (ng/m <sup>2</sup> )	Gips efter (ng/m <sup>2</sup> )	Dörr före (ng/m <sup>2</sup> )	Dörr efter (ng/m <sup>2</sup> )	Glas före (ng/m <sup>2</sup> )	Glas efter (ng/m <sup>2</sup> )
2378 TeCDD	<0.010	<0.010	0.0046	<0.001	0.0068	-	<0.002	<0.002	<0.002	8.0	<0.002	<0.002	0.0089	<0.002	0.0042	<0.002	-
12378 PeCDD	<0.020	<0.020	0.0093	<0.001	0.035	-	<0.004	<0.004	0.0091	0.031	<0.004	0.0079	0.010	<0.004	0.039	<0.004	0.026
123478 HxCDD	<0.020	<0.020	<0.005	<0.001	0.034	-	0.0093	<0.004	0.018	0.026	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.0085	<0.004	0.019
123678 HxCDD	<0.020	<0.020	<0.005	<0.001	0.044	-	0.0074	0.0053	0.013	0.044	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.26	<0.004	0.029
123789 HxCDD	<0.020	<0.020	<0.005	<0.001	0.058	-	0.0097	<0.004	0.022	0.10	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.086	<0.004	0.055
1234678 HpCDD	0.087	<0.040	0.027	<0.002	0.077	0.045	0.022	0.030	0.029	0.24	0.015	0.055	0.065	0.029	0.17	0.018	-
OCDD	0.39	<0.040	0.033	<0.002	0.21	0.19	0.051	0.060	0.095	0.36	0.041	0.27	0.22	0.080	0.25	0.052	0.16
2378 TeCDF	0.021	<0.010	0.061	<0.001	0.99	0.88	0.0018	0.080	0.0036	0.37	<0.002	0.026	0.058	0.022	<0.002	0.0047	1.8
12378 PeCDF	<0.020	<0.020	0.085	<0.001	0.92	0.79	0.0071	0.076	0.010	0.30	<0.004	0.025	0.072	0.012	0.010	0.0070	-
23478 PeCDF	<0.020	<0.020	0.047	<0.001	1.0	1.0	0.0078	0.10	0.011	0.51	<0.004	0.033	0.077	0.025	0.0059	0.0062	-
123478 HxCDF	0.031	<0.020	0.064	<0.001	1.3	1.2	0.011	0.11	0.017	0.69	<0.004	0.066	0.10	0.020	0.11	0.011	1.3
123678 HxCDF	<0.020	<0.020	0.020	<0.001	0.87	1.1	0.0087	0.066	0.015	0.36	<0.004	0.028	0.064	0.012	0.11	0.0060	1.3
123789 HxCDF	<0.020	<0.020	<0.005	<0.001	0.60	1.2	0.0010	0.010	0.017	0.51	<0.004	0.040	0.061	0.015	0.049	<0.004	0.50
234678 HxCDF <sup>c</sup>	0.024	<0.020	<0.005	<0.001	0.26	0.23	0.013	0.013	0.016	0.057	0.0097	0.011	0.014	<0.004	0.0069	<0.004	0.15
1234678 HpCDF	<0.040	1.2	0.055	<0.002	1.0	0.82	<0.008	0.16	0.041	1.0	0.011	0.15	0.77	0.043	3.8	0.014	-
1234789 HpCDF	<0.040	<0.040	<0.010	<0.002	0.42	-	<0.008	<0.008	0.014	0.14	0.013	<0.008	<0.008	<0.008	0.041	<0.008	-
OCDF	<0.040	1.2	<0.010	<0.002	0.046	0.043	0.045	0.058	0.078	0.11	<0.008	<0.008	0.60	0.040	0.91	0.022	0.035
Σ TeCDD	0.068	0.033	0.23	<0.001	0.23	-	<0.002	0.15	<0.002	1.3	<0.002	0.10	0.13	0.058	0.0042	0.025	-
Σ PeCDD	<0.020	<0.020	0.13	<0.001	0.11	0.030	<0.004	<0.004	0.0091	0.58	<0.004	0.097	0.12	0.058	0.22	0.030	-
Σ HxCDD	0.054	<0.020	0.041	<0.001	0.28	0.30	0.025	0.040	0.051	0.51	<0.004	0.056	0.54	0.036	0.91	0.019	0.48
Σ HpCDD	0.087	<0.040	0.056	<0.002	0.077	0.045	0.032	0.056	0.073	0.44	0.025	0.11	0.12	0.059	0.28	0.036	-
OCDD	0.39	<0.040	0.033	<0.002	0.22	0.19	0.051	0.060	0.095	0.36	0.041	0.27	0.22	0.08	0.25	0.052	0.16
Σ PCDD	0.60	0.033	0.49	<0.002	0.91	0.57	0.11	0.31	0.23	3.2	0.066	0.64	0.65	0.29	1.7	0.16	-
Σ TeCDF	0.27	0.055	0.39	<0.001	17	13	0.010	1.2	0.012	4.5	<0.002	0.19	0.63	0.18	<0.002	0.068	47
Σ PeCDF	<0.020	<0.020	0.56	<0.001	18	18	0.028	1.4	0.046	5.2	<0.004	0.44	0.95	0.27	0.093	0.12	-
Σ HxCDF	0.14	<0.020	0.13	<0.001	3.0	9.1	0.051	0.48	0.073	2.7	0.024	0.20	0.39	0.081	0.28	0.031	2.9
Σ HpCDF	<0.040	2.6	0.059	<0.002	3.1	2.3	<0.008	0.28	0.12	1.5	0.027	0.16	1.2	0.068	7.1	0.039	-
OCDF	<0.040	1.2	<0.040	<0.002	0.046	0.043	0.045	0.058	0.078	0.11	<0.008	<0.008	0.60	0.040	0.91	0.022	0.035
Σ PCDF	0.41	3.8	1.1	<0.002	42	43	0.13	3.4	0.33	14	0.051	1.0	3.8	0.64	8.4	0.28	-
kvot PCDD/F	1.2	0.05	0.43	-	0.022	0.013	0.82	0.09	0.71	0.23	1.1	0.64	0.17	0.45	0.20	0.57	-
Σ PCDD/F (max)	1.2	4.0	1.6	0.0065	43	43	0.26	3.7	0.56	17	0.16	1.6	4.4	0.93	10	0.44	-
Σ PCDD/F (min)	1.0	3.8	1.6	0	43	43	0.24	3.7	0.55	17	0.12	1.6	4.4	0.93	10	0.44	-
Σ WHO-TEQ (max)	0.078	0.061	0.048	0.0026	0.81	0.88	0.019	0.068	0.030	0.43	0.020	0.047	0.086	0.032	0.15	0.011	-
Σ WHO-TEQ (min)	0.010	0.013	0.046	0	0.81	0.83	0.0091	0.064	0.026	0.43	0.0014	0.038	0.083	0.015	0.14	0.0050	-

**Bilaga 5.** Halter (ng/g och ng/m<sup>2</sup>) av bromerade difenyletrar (PBDE) och tetrabrombisfenol-A (TBBPA) i aska och sotprover efter villabränder i Sävstaholm och Nynäshamn.

	Sävsta Aska 0 m, (ng/g)	Sävsta Aska 0.5 m, (ng/g)	Sävsta Sot 2 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 4 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 5 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 6 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 8 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 5 m, k (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 8 m, k (ng/m <sup>2</sup> )	Nynäs Aska spis (ng/g)	Nynäs Aska fläkt (ng/g)	Nynäs Sot 1 m (ng/m <sup>2</sup> )	Nynäs Sot 3 m (ng/m <sup>2</sup> )
<b>PBDE#28 (tri)</b>	1.0	1.8	10	4.2	2.8	6.5	16	0.30	0.13	2.3	1.7	280	13
<b>PBDE#47 (tetra)</b>	10	6.4	140	61	36	120	120	1.8	1.6	17	13	2700	320
<b>PBDE#100 (penta)</b>	1.6	1.3	21	13	5.6	21	18	0.46	0.31	2.7	2.1	450	53
<b>PBDE#99 (penta)</b>	7.6	5.8	120	64	31	110	85	1.8	1.5	20	17	3700	450
<b>PBDE#153 (hexa)</b>	1.1	1.2	18	16	13	31	24	0.84	0.39	3.8	4.0	750	73
<b>PBDE#183 (hepta)</b>	1.2	1.9	17	29	26	49	35	2.1	1.2	0.44	1.7	9.5	4.5
<b>PBDE#205 (okta)</b>	<0.5	<0.5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0.5	<0.5	<1	<1
<b>PBDE#209 (Deka)</b>	62	2000	750	400	36	33	41	90	230	81	37	240	190
<b>Σ TriBDE</b>	3.0	8.8	30	16	8.1	21	46	1.6	0.13	9.8	5.7	750	35
<b>Σ TetraBDE</b>	12	12	160	71	41	130	150	2.9	1.6	22	18	3200	350
<b>Σ PentaBDE</b>	7.5	6.7	110	64	31	110	87	2.2	1.4	18	15	3100	380
<b>Σ HexaBDE</b>	2.2	5.0	42	40	32	74	56	1.6	0.88	7.3	9.2	1300	140
<b>Σ HeptaBDE</b>	1.2	3.0	20	31	27	51	38	2.1	1.2	0.44	1.7	11	4.5
<b>Σ OktaBDE</b>	<0.5	14	27	36	22	50	37	4.9	<1	<0.5	<0.5	<1	<1
<b>Σ NonaBDE</b>	4.3	49	37	42	12	27	30	11	25	17	11	23	15
<b>DekaBDE</b>	62	2000	750	400	36	33	41	90	230	81	37	240	190
<b>Σ PBDE (max)</b>	97	2100	1200	700	220	500	490	120	270	160	100	8600	1100
<b>Σ PBDE (min)</b>	92	2100	1200	700	210	500	480	120	260	150	97	8600	1100
<b>TBBPA</b>	1.2	82	51	34	4.9	15	6.1	2.2	1.7	57	4.9	35	36

**Bilaga 6.** Halter (ng/g och ng/m<sup>2</sup>) av bromerade dioxiner (PBDD/F) i aska och sotprover efter villabränder i Sävstaholm och Nynäshamn.

	Sävsta Aska 0 m, (ng/g)	Sävsta Aska 0.5 m, (ng/g)	Sävsta Sot 2 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 4 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 5 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 6 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 8 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 5 m, k (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 8 m, k (ng/m <sup>2</sup> )		Nynäs Aska spis (ng/g)	Nynäs Aska fläkt (ng/g)	Nynäs Sot 1 m (ng/m <sup>2</sup> )	Nynäs Sot 3 m (ng/m <sup>2</sup> )
2,7/2,8-DiBDD	<0.01	<0.01	0.015	0.011	<0.01	0.011	0.018	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01	0.16	0.044
1,3,7TriBDD	<0.01	<0.01	0.038	<0.01	0.042	0.025	0.030	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,3,7,8-TeBDD	<0.01	0.015	0.032	0.028	0.051	0.083	0.054	<0.01	<0.01		0.018	0.010	0.22	0.056
1,2,3,7,8-PeBDD	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.42	<0.2	<0.2	<0.2		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
1,2,3,4,7,8-HxBDD	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
1,2,3,6,7,8-HxBDD	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
OBDD	<1	<1	2.1	1.4	1.3	<1	<1	<1	<1		<1	<1	<1	<1
2,3,7,8-TeBDF	0.080	1.5	1.4	1.3	0.65	0.84	0.51	0.25	0.14		0.48	0.29	3.2	0.58
1,2,3,7,8-PeBDF	<0.2	4.1	3.1	3.0	3.5	3.5	2.4	0.34	0.67		<0.2	0.55	<0.2	0.35
2,3,4,7,8-PeBDF	<0.2	2.0	2.7	2.1	2.3	4.5	2.3	0.32	0.67		<0.2	0.35	2.0	1.0
1,2,3,4,7,8-HxBDF	1.5	17	15	33	17	40	27	1.8	3.1		1.3	2.2	4.9	7.0
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	2.3	26	13	20	4.5	18	18	1.6	5.7		2.5	1.3	8.6	15
OBDF	<1	<1	2.1	1.4	1.3	<1	<1	<1	<1		<1	<1	<1	<1
Σ TeBDD	<0.01	0.14	0.12	0.11	0.11	0.21	0.15	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01	0.48	0.17
Σ PeBDD	<0.2	0.49	<0.2	<0.2	<0.2	1.5	0.88	<0.2	<0.2		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Σ HxBDD	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.93	0.36	<0.2	<0.2		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Σ HpBDD	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1		<1	<1	<1	<1
OBDD	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1		<1	<1	<1	<1
Σ PBDD	<1	0.63	0.12	0.11	0.11	2.6	1.4	<1	<1		<1	<1	0.48	0.17
Σ TBDF	5.8	82	99	95	63	87	69	13	6.8		16	15	300	50
Σ PeBDF	21	260	280	340	290	410	280	40	37		29	64	330	110
Σ HxBDF	1.9	19	18	36	18	43	29	2.3	3.1		1.3	2.5	5.9	8.6
Σ HpBDF	2.3	26	13	20	4.5	18	18	1.6	5.7		2.5	1.3	8.6	15
OBDF	1.1	0.53	<1	<1	<1	<1	<1	2.0	<1		<1	<1	<1	<1
Σ PBDF	32	380	410	490	380	560	390	59	50		52	83	640	180
Σ PBDD/F (max)	34	380	410	490	380	570	400	64	61		59	86	650	180
Σ PBDD/F (min)	32	380	410	490	380	570	400	59	53		52	83	640	180

**Bilaga 7.** Halter (ng/g och ng/m<sup>2</sup>) av tetra- och pentasubstituerade brom-klor-dioxiner (PBCDD/F) i aska och sotprover efter villabränder i Sävstaholm och Nynäshamn.

	Sävsta Aska 0 m, (ng/g)	Sävsta Aska 0.5 m, (ng/g)	Sävsta Sot 2 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 4 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 5 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 6 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 8 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 5 m, k (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 8 m, k (ng/m <sup>2</sup> )		Nynäs Aska spis (ng/g)	Nynäs Aska fläkt (ng/g)	Nynäs Sot 1 m (ng/m <sup>2</sup> )	Nynäs Sot 3 m (ng/m <sup>2</sup> )
2-Br-3,7,8-CDD	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.022	<0.01	0.024		<0.01	<0.01	0.012	<0.01
2,3-Br-7,8-CDD	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.016	0.016	0.036	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01	0.024	<0.01
1-Br-2,3,7,8-CDD	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.019		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
3-Br-2,7,8-CDF	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.044	<0.01	<0.01	0.016		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
1-Br-2,3,7,8-CDF	<0.01	<0.01	0.36	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Σ MoBr-tri-CDD	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.057	<0.01	0.024		<0.01	<0.01	0.073	<0.01
Σ DiBr-diCDD	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.016	0.016	0.088	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01	0.067	<0.01
Σ MoBr-teCDD	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.019		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Σ PBCDD	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.016	0.016	0.15	<0.01	0.043		<0.01	<0.01	0.14	<0.01
Σ MoBr-triCDF	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.20	0.70	<0.01	0.016		<0.01	0.67	0.76	<0.01
Σ DiBr-diCDF	<0.01	0.82	2.0	2.1	2.7	3.5	7.6	0.22	<0.01		1.5	8.3	71	12
Σ MoBr-teCDF	0.026	0.024	0.36	0.58	1.4	1.8	3.5	0.057	<0.01		0.11	3.0	0.50	0.51
Σ PBCDF	0.026	0.85	2.4	2.7	4.1	5.5	12	0.28	0.016		1.6	12	72	13
Σ PBCDD/F (max)	0.08	0.9	2.4	2.7	4.2	5.5	12	0.32	0.089		1.6	12	72	13
Σ PBCDD/F (min)	0.026	0.85	2.4	2.7	4.1	5.5	12	0.28	0.059		1.6	12	72	13

**Bilaga 8.** Halter (ng/g och ng/m<sup>2</sup>) av klorerade dioxiner (PCDD/F) i aska och sotprover efter villabränder i Sävstaholm och Nynäshamn.

	Sävsta Aska 0 m, (ng/g)	Sävsta Aska 0.5 m, (ng/g)	Sävsta Sot 2 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 4 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 5 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 6 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 8 m, (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 5 m, k (ng/m <sup>2</sup> )	Sävsta Sot 8 m, k (ng/m <sup>2</sup> )		Nynäs Aska spis (ng/g)	Nynäs Aska fläkt (ng/g)	Nynäs Sot 1 m (ng/m <sup>2</sup> )	Nynäs Sot 3 m (ng/m <sup>2</sup> )
2378 TeCDD	<0.002	<0.002	0.0036	0.0026	0.004	0.0047	0.026	<0.002	<0.002		0.0029	0.0038	0.23	0.064
12378 PeCDD	0.0036	0.0022	0.0079	0.0078	0.012	0.016	0.025	<0.002	<0.002		0.029	0.025	2.6	1.3
123478 HxCDD	<0.004	<0.004	0.0072	<0.004	0.0069	0.0066	0.0064	<0.004	<0.004		0.048	0.039	6.1	3.1
123678 HxCDD	0.0068	0.0061	0.032	0.036	0.022	0.051	0.037	<0.004	<0.004		0.10	0.089	31	16
123789 HxCDD	<0.004	<0.004	0.050	0.021	0.020	0.052	0.045	<0.004	<0.004		0.16	0.13	27	14
1234678 HpCDD	0.024	0.081	0.10	0.13	0.056	0.12	0.11	0.013	0.060		1.7	1.6	630	316
OCDD	0.038	0.20	0.32	0.45	0.10	0.39	0.49	0.031	0.14		3.7	3.8	1600	780
2378 TeCDF	<0.002	<0.002	0.010	0.0091	0.014	0.017	0.079	<0.002	<0.002		0.056	0.068	2.4	1.6
12378 PeCDF	<0.002	0.0028	0.0092	0.0085	0.017	0.025	0.070	0.0026	0.0050		0.037	0.059	2.2	1.1
23478 PeCDF	<0.002	0.0028	0.020	0.028	0.078	0.11	0.20	0.0030	0.0047		0.084	0.13	4.6	2.7
123478 HxCDF	<0.004	<0.004	0.010	0.014	0.035	0.051	0.061	<0.004	0.0075		0.059	0.10	9.0	4.5
123678 HxCDF	<0.004	<0.004	0.0055	0.0091	0.025	0.037	0.048	<0.004	0.0052		0.021	0.056	2.7	1.4
123789 HxCDF	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.0069	54	<0.004	<0.004		0.017	0.040	1.1	0.56
234678 HxCDF <sup>e</sup>	<0.004	0.0041	<0.004	0.0065	0.0072	0.013	0.0094	<0.004	0.0082		0.011	0.018	0.094	0.047
1234678 HpCDF	0.0052	0.011	0.027	0.039	0.055	0.10	0.085	0.0063	0.014		0.079	0.12	30	15
1234789 HpCDF	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.0096	0.019	0.015	<0.005	<0.005		0.011	0.031	2.3	1.2
OCDF	<0.01	0.012	0.042	0.027	0.014	0.039	0.030	<0.01	0.022		0.13	0.12	93	41
Σ TeCDD	0.031	0.012	0.058	0.043	0.041	0.069	0.16	0.0026	<0.002		0.076	0.14	4.7	1.4
Σ PeCDD	0.046	0.025	0.22	0.17	0.15	0.27	0.28	0.010	<0.002		0.23	0.21	22	11
Σ HxCDD	0.051	0.042	0.23	0.27	0.18	0.31	0.26	0.0044	<0.004		0.92	0.75	220	110
Σ HpCDD	0.043	0.13	0.20	0.27	0.11	0.21	0.22	0.026	0.11		3.0	2.6	1100	530
OCDD	0.037	0.20	0.32	0.45	0.10	0.39	0.49	0.031	0.14		3.7	3.8	1600	780
Σ PCDD	0.21	0.41	1.0	1.2	0.58	1.2	1.4	0.074	0.27		7.9	7.5	2900	1400
Σ TeCDF	0.017	0.016	0.092	0.076	0.10	0.13	0.77	0.0086	0.0066		0.28	0.49	12	6.7
Σ PeCDF	0.024	0.030	0.15	0.30	0.55	0.66	1.8	0.035	0.029		0.60	1.2	32	15
Σ HxCDF	0.0048	0.024	0.062	0.14	0.18	0.46	0.48	0.021	0.032		0.17	0.40	21	11
Σ HpCDF	0.018	0.033	0.061	0.094	0.18	0.28	0.26	0.018	0.029		0.21	0.33	74	37
OCDF	<0.01	0.012	0.042	0.028	0.014	0.039	0.30	<0.01	0.022		0.13	0.12	93	41
Σ PCDF	0.077	0.12	0.41	0.63	1.0	1.6	3.3	0.091	0.12		1.4	2.6	230	110
kvot PCDD/F	2.75	3.52	2.5	1.9	0.57	0.80	0.42	0.82	2.3		5.7	2.9	12	13
Σ PCDD/F (max)	0.29	0.52	1.4	1.8	1.6	2.8	4.7	0.17	0.39		9.2	10	3100	1500
Σ PCDD/F (min)	0.27	0.52	1.4	1.8	1.6	2.8	4.7	0.16	0.38		9.2	10	3100	
Σ WHO-TEQ (max)	0.0093	0.0080	0.031	0.031	0.054	0.079	0.15	0.0061	0.014		0.13	0.14	19	9.8
Σ WHO-TEQ (min)	0.0048	0.0058	0.031	0.031	0.054	0.079	0.15	0.0034	0.0047		0.13	0.14	19	9.8

**Bilaga 9.** Halter (ng/m<sup>2</sup>) av bromerade difenyletrar (PBDE) i sotprover efter en brand i en butiksgalleria i Södertälje.

	Sot 20 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 60 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 80 m (ng/m <sup>2</sup> )
PBDE#28 (tri)	0.088	0.26	1.8
PBDE#47 (tetra)	0.37	0.44	2.7
PBDE#100 (penta)	0.075	0.056	0.42
PBDE#99 (penta)	0.32	0.24	1.9
PBDE#153 (hexa)	0.33	0.20	1.5
PBDE#183 (hepta)	1.3	0.88	11
PBDE#205 (okta)	<1	<1	<1
PBDE#209 (Deka)	<1	54	409
Σ TriBDE	0.51	1.3	27
Σ TetraBDE	0.76	0.82	5.9
Σ PentaBDE	1.1	0.63	6.7
Σ HexaBDE	2.6	1.5	19
Σ HeptaBDE	3.1	2.1	27
Σ OktaBDE	630	840	11000
Σ NonaBDE	81	490	4200
DekaBDE	<1	54	410
Σ PBDE (max)	720	1400	15000
Σ PBDE (min)	720	1400	15000

**Bilaga 10.** Koncentrationer (ng/m<sup>2</sup>) av bromerade dioxiner (PBDD/F) i sotprover efter en brand i en butiksgalleria i Södertälje.

	Sot 20 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 60 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 80 m (ng/m <sup>2</sup> )
2,7/2,8-DiBDD	<0.01	<0.01	0.045
1,3,7TriBDD	0.022	0.015	0.10
2,3,7,8-TeBDD	<0.01	<0.01	<0.01
1,2,3,7,8-PeBDD	<0.2	<0.2	0.13
1,2,3,4,7,8-HxBDD	<0.2	<0.2	0.63
1,2,3,6,7,8-HxBDD	<0.2	<0.2	0.64
OBDD	<1	<1	<1
2,3,7,8-TeBDF	0.21	0.097	<0.01
1,2,3,7,8-PeBDF	0.49	0.36	3.5
2,3,4,7,8-PeBDF	0.38	0.29	3.2
1,2,3,4,7,8-HxBDF	7.1	7.5	140
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	19	53	1300
OBDF	<1	<1	<1
Σ TeBDD	-	-	-
Σ PeBDD	0.33	<0.2	2.2
Σ HxBDD	<0.2	<0.2	9.3
Σ HpBDD	<1	<1	27
OBDD	<1	<1	<1
Σ PBDD	0.33	-	39
Σ TBDF	-	-	-
Σ PeBDF	39	24	320
Σ HxBDF	7.9	7.5	160
Σ HpBDF	19	53	1300
OBDF	<1	<1	<1
Σ PBDF	66	86	1800
Σ PBDD/F (max)	66	85	1800
Σ PBDD/F (min)	66	85	1800

**Bilaga 11.** Halter (ng/m<sup>2</sup>) av tetra- och pentasubstituerade brom-klor-dioxiner (PBCDD/F) i sotprover efter en brand i en butiksgalleria i Södertälje.

	Sot 20 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 60 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 80 m (ng/m <sup>2</sup> )
2-Br-3,7,8-CDD	<0.01	<0.01	0.12
2,3-Br-7,8-CDD	<0.01	<0.01	<0.01
1-Br-2,3,7,8-CDD	<0.01	<0.01	<0.01
3-Br-2,7,8-CDF	<0.01	0.01	<0.01
1-Br-2,3,7,8-CDF	<0.01	<0.01	<0.01
Σ MoBr-tri-CDD	-	-	-
Σ DiBr-diCDD	-	-	-
Σ MoBr-teCDD	-	-	-
Σ PBCDD	-	-	-
Σ MoBr-triCDF	-	-	-
Σ DiBr-diCDF	-	-	-
Σ MoBr-teCDF	-	-	-
Σ PBCDF	-	-	-
Σ PBCDD/F (max)	-	-	-
Σ PBCDD/F (min)	-	-	-



**Bilaga 12.** Halter (ng/m<sup>2</sup>) av klorerade dioxiner (PCDD/F) i sotprover efter en brand i en butiksgalleria i Södertälje.

	Sot 20 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 60 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 80 m (ng/m <sup>2</sup> )
2378 TeCDD	0.024	0.019	0.80
12378 PeCDD	0.38	0.16	11
123478 HxCDD	0.17	0.045	4.9
123678 HxCDD	0.43	0.16	11
123789 HxCDD	0.21	0.065	12
1234678 HpCDD	7.7	1.6	140
OCDD	57	7.2	660
2378 TeCDF	0.18	0.25	19
12378 PeCDF	0.37	0.27	19
23478 PeCDF	0.92	0.52	28
123478 HxCDF	0.36	0.16	13
123678 HxCDF	0.38	0.12	13
123789 HxCDF	0.18	0.065	2.9
234678 HxCDF <sup>c</sup>	0.65	0.19	14
1234678 HpCDF	0.74	0.18	12
1234789 HpCDF	0.74	0.18	12
OCDF	1.1	0.26	17
Σ TeCDD	9.7	3.9	150
Σ PeCDD	12	3.3	200
Σ HxCDD	5.2	1.4	110
Σ HpCDD	14	3.0	260
OCDD	57	7.2	660
Σ PCDD	98	19	1400
Σ TeCDF	3.1	4.0	160
Σ PeCDF	16	9.6	680
Σ HxCDF	6.7	2.5	160
Σ HpCDF	2.3	0.60	41
OCDF	1.1	0.26	17
Σ PCDF	29	17	1100
kvot PCDD/F	0.30	0.90	0.76
Σ PCDD/F (max)	130	36	2400
Σ PCDD/F (min)	130	36	2400
Σ WHO-TEQ (max)	1.1	0.47	31
Σ WHO-TEQ (min)	1.1	0.47	31

**Bilaga 13.** Halter (ng/g och ng/m<sup>2</sup>) av bromerade difenyletrar (PBDE) i elflis, aska och sotprover efter en brand i en återvinningsanläggning för elektronikskrot i Norrköping.

	Elfli (ng/g)	Elfli brand (ng/g)	Aska prod. (ng/g)	Aska kontor (ng/g)	Sot 0 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 25 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 50 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 1,8km (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 2,6km (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 2,8km (ng/m <sup>2</sup> )
PBDE#28 (tri)	900	120	4.8	0.016	1.3	2.4	0.70	0.079	0.054	0.30
PBDE#47 (tetra)	3200	37	1.7	0.061	15	13	11	0.78	1.4	2.5
PBDE#100 (penta)	390	20	0.53	0.010	1.4	2.3	2.7	0.14	0.27	0.4
PBDE#99 (penta)	3200	62	2.8	0.053	11	16	15	0.80	1.2	2.0
PBDE#153 (hexa)	880	63	1.9	0.027	4.4	12	3.4	0.24	0.18	0.59
PBDE#183 (hepta)	940	71	1.0	0.030	8.2	37	2.9	0.26	0.29	0.32
PBDE#205 (okta)	0.075	0.15	<0.1	<0.1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PBDE#209 (Deka)	15000	38	4.6	<1	29	300	32	<10	<10	<10
Σ TriBDE	1900	700	21	0.073	6.2	6.1	0.70	0.15	0.054	0.30
Σ TetraBDE	5100	460	13	0.088	21	20	13	0.78	1.4	2.6
Σ PentaBDE	3100	190	5.4	0.048	13	16	14	0.72	1.1	1.9
Σ HexaBDE	1400	270	5.7	0.048	12	24	9.4	0.57	1.4	1.3
Σ HeptaBDE	1100	120	1.6	0.030	9.1	42	2.9	0.29	0.41	0.32
Σ OktaBDE	4400	180	1.3	<0,1	18	68	8.2	<1	<1	<1
Σ NonaBDE	5800	140	3.4	<0,1	43	110	29	<1	<1	<1
DekaBDE	15000	38	4.6	<1	29	300	32	<10	<10	<10
Σ PBDE (max)	38000	2100	56	1.5	160	590	110	15	16	19
Σ PBDE (min)	38000	2100	56	0.29	150	580	110	2.5	4.4	6.5

**Bilaga 14.** Halter (ng/g och ng/m<sup>2</sup>) av bromerade dioxiner (PBDD/F) i elflis, aska och sotprover efter en brand i en återvinningsanläggning för elektronikskrot i Norrköping.

	Elflis (ng/g)	Elflis brand (ng/g)	Aska prod. (ng/g)	Aska kontor (ng/g)	Sot 0 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 25 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 50 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 1,8km (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 2,6km (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 2,8km (ng/m <sup>2</sup> )
2,7/2,8-DiBDD	0.021	0.055	0.012	<0.01	0.043	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
1,3,7TriBDD	0.20	0.42	0.024	<0.01	0.44	0.022	0.012	<0.01	<0.01	<0.01
2,3,7,8-TeBDD	0.018	0.21	<0.01	<0.01	0.020	0.013	<0.01	<0.1	<0.1	<0.1
1,2,3,7,8-PeBDD	0.11	0.34	<0.1	<0.1	0.27	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,2,3,4,7,8-HxBDD	2.7	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,2,3,6,7,8-HxBDD	2.8	0.11	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
OBDD	29	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
2,3,7,8-TeBDF	2.2	27	0.076	0.0024	0.37	0.19	0.034	0.043	0.026	0.034
1,2,3,7,8-PeBDF	7.9	78	0.11	0.037	1.4	0.65	0.16	0.72	0.43	0.35
2,3,4,7,8-PeBDF	1.7	19	0.089	0.029	0.69	0.44	0.12	0.57	0.34	0.28
1,2,3,4,7,8-HxBDF	22	302	0.40	0.024	5.6	7.2	0.83	0.25	0.19	0.25
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	184	326	0.84	<0.1	8.6	19	2.7	<0.1	<0.1	<0.1
OBDF	5.5	1.2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Σ TeBDD	19	0.26	0.034	<0.01	0.34	0.015	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Σ PeBDD	1.0	2.2	<0.1	<0.1	0.41	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Σ HxBDD	31	0.21	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Σ HpBDD	600	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
OBDD	29	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Σ PBDD	680	2.7	0.034	<1	0.75	0.015	<1	<1	<	<1
Σ TBDF	110	2500	8.7	0.093	33	14	2.3	0.55	0.87	2.3
Σ PeBDF	260	7900	18	0.32	110	74	8.2	4.4	4.1	7.7
Σ HxBDF	27	340	0.48	0.024	6.4	8.2	0.83	0.25	0.19	0.25
Σ HpBDF	180	330	0.84	<0.1	8.6	19	2.7	<0.1	<0.1	<0.1
OBDF	5.5	1.2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Σ PBDF	590	11000	28	0.44	160	120	14	5.2	5.2	10
Σ PBDD/F (max)	1300	11000	30	1.3	167	121	16	18	14	17
Σ PBDD/F (min)	1300	11000	28	0.44	160	120	14	5.2	5.2	10

**Bilaga 15.** Halter (ng/g och ng/m<sup>2</sup>) av tetra- och pentasubstituerade brom-klor-dioxiner (PBCDD/F) i elflis, aska och sotprover efter en brand i en återvinningsanläggning för elektronikskrot i Norrköping.

	Elflis (ng/g)	Elflis brand (ng/g)	Aska prod. (ng/g)	Aska kontor (ng/g)	Sot 0 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 25 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 50 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 1,8km (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 2,6km (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 2,8km (ng/m <sup>2</sup> )
2-Br-3,7,8-CDD	0.12	0.29	0.42	<0.01	2.5	0.054	0.042	<0.01	<0.01	<0.01
2,3-Br-7,8-CDD	0.014	0.15	<0.01	<0.01	0.21	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
1-Br-2,3,7,8-CDD	0.025	<0.01	0.057	<0.01	0.40	0.026	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
3-Br-2,7,8-CDF	0.54	0.067	2.8	<0.01	2.0	0.054	0.044	<0.01	<0.01	<0.01
1-Br-2,3,7,8-CDF	0.24	0.021	1.4	<0.01	0.80	<0.01	0.015	<0.01	<0.01	<0.01
Σ MoBr-tri-CDD	0.66	1.0	2.2	0.043	14	0.31	0.23	<0.01	0.033	<0.01
Σ DiBr-diCDD	0.47	2.0	0.71	0.056	13	0.30	0.22	<0.01	0.037	<0.01
Σ MoBr-teCDD	1.5	1.8	3.2	0.12	30	0.40	0.51	<0.01	0.074	0.032
Σ PBCDD	2.6	4.8	6.2	0.218	57	1.0	0.96	<0.01	0.14	0.036
Σ MoBr-triCDF	3.4	0.55	18	0.068	12	0.30	0.26	<0.01	0.043	<0.01
Σ DiBr-diCDF	19	8.6	38	0.073	13	0.36	0.31	<0.01	0.095	<0.01
Σ MoBr-teCDF	8.0	0.75	46	0.11	20	0.40	0.39	<0.01	0.11	0.10
Σ PBCDF	31	9.9	100	0.25	45	1.1	0.97	<0.01	0.25	0.11
Σ PBCDD/F (max)	33	15	110	0.47	100	2.1	1.9	0.031	0.39	0.14
Σ PBCDD/F (min)	33	15	110	0.47	100	2.1	1.9	0	0.39	0.13

**Bilaga 16.** Halter (ng/g och ng/m<sup>2</sup>) av klorerade dioxiner (PCDD/F) i elflis, aska och sotprover efter en brand i en återvinningsanläggning för elektronikskrot i Norrköping.

	Elfis (ng/g)	Elfis brand (ng/g)	Aska prod. (ng/g)	Aska kontor (ng/g)	Sot 0 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 25 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 50 m (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 1,8km (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 2,6km (ng/m <sup>2</sup> )	Sot 2,8km (ng/m <sup>2</sup> )
2378 TeCDD	0.18	0.17	1.3	0.029	2.2	0.083	0.088	<0.002	0.0094	<0.002
12378 PeCDD	0.068	0.13	0.63	0.011	0.61	0.018	0.020	<0.002	0.0060	<0.002
123478 HxCDD	0.053	0.029	0.33	0.0099	0.56	0.012	0.018	<0.004	0.0045	<0.004
123678 HxCDD	0.080	0.048	0.41	0.021	1.0	0.016	0.031	<0.004	0.0053	<0.004
123789 HxCDD	0.15	0.061	0.91	0.031	1.5	0.049	0.061	<0.004	0.038	<0.004
1234678 HpCDD	0.68	0.16	1.3	0.10	0.054	0.055	0.16	0.010	0.020	0.0095
OCDD	1.9	0.18	0.94	0.11	0.078	0.078	0.21	0.028	0.038	0.027
2378 TeCDF	0.26	0.063	3.2	0.052	1.5	0.071	0.073	0.0054	0.010	0.0074
12378 PeCDF	0.36	0.041	3.4	0.033	0.71	0.026	0.030	0.0081	0.0099	0.014
23478 PeCDF	0.27	0.089	3.2	0.052	1.4	0.041	0.054	0.0042	0.011	0.0078
123478 HxCDF	0.47	0.061	4.7	0.12	4.0	0.083	0.099	0.0090	0.019	0.010
123678 HxCDF	0.32	0.042	2.2	0.039	1.3	0.031	0.033	<0.004	0.0089	0.0056
123789 HxCDF	0.15	0.039	1.4	0.064	1.7	0.027	0.036	<0.004	0.0071	0.0041
234678 HxCDF <sup>e</sup>	0.035	0.016	0.11	0.0036	0.39	0.0045	0.0058	0.0056	0.0058	0.0051
1234678 HpCDF	0.48	0.093	2.7	0.15	0.091	0.091	0.13	0.0092	0.0277	0.015
1234789 HpCDF	0.077	0.030	0.17	0.021	0.014	0.015	0.014	<0.005	0.0057	<0.005
OCDF	0.15	0.083	0.27	0.085	0.071	0.075	0.11	<0.01	0.033	0.012
Σ TeCDD	3.6	4.3	17	0.76	58	2.2	2.7	0.093	0.14	0.072
Σ PeCDD	3.5	2.8	13	0.74	62	1.4	1.7	0.071	0.20	0.081
Σ HxCDD	2.1	1.6	8.3	0.51	31	0.46	0.87	0.074	0.14	0.076
Σ HpCDD	1.5	0.34	2.8	0.23	0.13	0.13	0.37	0.021	0.040	0.022
OCDD	1.9	0.18	0.94	0.11	0.078	0.078	0.21	0.028	0.038	0.027
Σ PCDD	13	9.2	43	2.3	150	4.2	5.8	0.28	0.56	0.28
Σ TeCDF	3.4	0.82	44	0.25	7.4	0.46	0.45	0.042	0.099	0.082
Σ PeCDF	4.1	1.7	61	0.69	24	0.71	0.89	0.083	0.16	0.13
Σ HxCDF	1.4	0.51	11	0.31	9.8	0.20	1.5	0.033	0.055	0.043
Σ HpCDF	1.4	0.29	4.4	0.31	0.15	0.16	0.22	0.012	0.041	0.032
OCDF	0.15	0.083	0.27	0.085	0.071	0.075	0.11	<0.01	0.033	0.012
Σ PCDF	11	3.4	120	1.6	41	1.6	3.2	0.18	0.39	0.30
kvot PCDD/F	1.2	2.7	0.35	1.4	3.7	2.6	1.8	1.6	1.4	0.93
Σ PCDD/F (max)	23	13	160	4.0	190	5.9	9.0	0.46	0.95	0.58
Σ PCDD/F (min)	23	13	160	4.0	190	5.9	9.0	0.46	0.95	0.58
Σ WHO-TEQ (max)	0.51	0.37	4.3	0.093	4.5	0.14	0.16	0.014	0.0294	0.0107
Σ WHO-TEQ (min)	0.51	0.37	4.3	0.093	4.5	0.14	0.16	0.0037	0.0290	0.0063

**Bilaga 17. Halter (ng/g) av bromerade difenyletrar (PBDE) i jordprover från en avfallsdeponi som brunnit utanför Eksjö.**

	Jord 1 (ng/g)	Jord 2 (ng/g)	Jord 3 (ng/g)	Jord 4 (ng/g)	Jord 5 (ng/g)	Jord 6 (ng/g)	Jord 7 (ng/g)	Jord 8 (ng/g)	Jord 9 (ng/g)	Jord 10 (ng/g)	Jord 11 (ng/g)	Jord 12 (ng/g)	Jord 13 (ng/g)	Jord 14 (ng/g)	Jord 15 (ng/g)
<b>PBDE#28 (tri)</b>	0.24	0.16	1.9	2.8	1.9	1.1	2.6	1.4	2.7	0.84	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
<b>PBDE#47 (tetra)</b>	4.4	2.1	170	57	3.3	2.7	13	15	11	12	<0.02	<0.02	<0.02	0.027	0.029
<b>PBDE#100 (penta)</b>	1.1	0.56	52	13	0.85	0.56	2.6	2.8	2.6	2.1	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
<b>PBDE#99 (penta)</b>	4.6	2.4	230	54	4.4	2.8	13	12	11	10	<0.02	<0.02	<0.02	0.026	0.026
<b>PBDE#153 (hexa)</b>	2.0	1.8	42	17	4.5	2.4	7.4	8.6	5.9	3.5	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
<b>PBDE#183 (hepta)</b>	0.69	0.70	4.6	9.6	4.8	1.4	3.2	6.8	4.5	1.5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
<b>PBDE#205 (okta)</b>	0.37	0.18	1.5	3.2	0.24	0.44	1.0	0.41	0.74	0.49	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
<b>PBDE#209 (Deka)</b>	13	6.0	430	960	710	56	51	77	28000	760	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
<b>Σ TriBDE</b>	1.2	0.79	7.8	15	13	7.3	14	8.8	9.5	4.3	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
<b>Σ TetraBDE</b>	5.6	3.2	180	67	10	8.5	22	24	18	16	<0.02	<0.02	<0.02	0.027	0.029
<b>Σ PentaBDE</b>	6.5	3.5	290	67	8.5	6.5	20	19	15	15	<0.02	<0.02	<0.02	0.026	0.026
<b>Σ HexaBDE</b>	5.0	5.6	100	39	11	8.1	20	20	16	9.7	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
<b>Σ HeptaBDE</b>	1.9	2.6	12	11	7.4	3.2	9.6	18	9.7	4.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
<b>Σ OktaBDE</b>	7.4	11	58	121	30	12	26	107	43	11	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
<b>Σ NonaBDE</b>	7.9	6.4	160	436	160	21	33	57	670	30	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
<b>DekaBDE</b>	13	6.0	430	960	710	56	51	77	28000	760	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
<b>Σ PBDE (max)</b>	48	39	1200	1700	950	120	200	330	29000	850	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
<b>Σ PBDE (min)</b>	48	39	1200	1700	950	120	200	330	29000	850	0	0	0	0	0

**Bilaga 18. Halter (ng/g) av bromerade dioxiner (PBDD/F) i jordprover från en avfallsdeponi som brunnit utanför Eksjö.**

	Jord 1 (ng/g)	Jord 2 (ng/g)	Jord 3 (ng/g)	Jord 4 (ng/g)	Jord 5 (ng/g)	Jord 6 (ng/g)	Jord 7 (ng/g)	Jord 8 (ng/g)	Jord 9 (ng/g)	Jord 10 (ng/g)	Jord 11 (ng/g)	Jord 12 (ng/g)	Jord 13 (ng/g)	Jord 14 (ng/g)	Jord 15 (ng/g)
2,7/2,8-DiBDD	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
1,3,7TriBDD	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.0021	0.0025	0.0021	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
2,3,7,8-TBDD	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
1,2,3,7,8-PeBDD	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.0044	<0.004	<0.004	0.0051	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
1,2,3,4,7,8-HxBDD	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
1,2,3,6,7,8-HxBDD	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
OBDD	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9
2,3,7,8-TBDF	<0.002	0.0044	<0.002	<0.002	0.022	0.018	0.019	<0.002	0.024	0.020	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
1,2,3,7,8-PeBDF	0.061	0.033	0.084	0.11	0.16	0.067	0.14	0.20	0.19	0.090	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
2,3,4,7,8-PeBDF	0.075	0.026	0.099	0.12	0.19	0.17	0.15	0.19	0.25	0.11	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
1,2,3,4,7,8-HxBDF	0.85	0.35	1.1	1.3	2.0	1.1	0.82	4.6	2.3	0.73	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	3.3	1.4	11	21	17	4.4	2.1	36	11	2.2	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9
OBDF	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9
Σ TeBDD	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Σ PeBDD	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.042	0.038	0.030	0.059	0.028	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Σ HxBDD	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	0.21	<0.04	<0.04	0.49	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Σ HpBDD	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9
OBDD	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9
Σ PBDD	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	0.25	0.038	0.030	0.059	0.028	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9
Σ TBDF	2.1	1.1	2.5	3.0	5.6	5.8	5.5	5.5	5.9	4.5	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Σ PeBDF	5.9	2.3	7.0	8.2	15	9.6	14	19	20	9.0	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Σ HxBDF	1.1	0.49	1.4	1.4	2.2	1.3	1.0	5.8	3.0	0.84	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Σ HpBDF	3.3	1.4	11	21	17	4.4	2.1	36	11	2.2	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9
OBDF	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9
Σ PBDF	13	5.7	23	36	40	22	23	67	41	17	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9
Σ PBDD/F (max)	16	8.4	26	39	43	25	26	70	44	20	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
Σ PBDD/F (min)	13	5.7	23	36	40	22	23	67	41	17	0	0	0	0	0

**Bilaga 19.** Halter (ng/g) av tetra- och pentasubstituerade brom-klor-dioxiner (PBCDD/F) i jordprover från en avfallsdeponi som brunnit utanför Eksjö.

	Jord 1 (ng/g)	Jord 2 (ng/g)	Jord 3 (ng/g)	Jord 4 (ng/g)	Jord 5 (ng/g)	Jord 6 (ng/g)	Jord 7 (ng/g)	Jord 8 (ng/g)	Jord 9 (ng/g)	Jord 10 (ng/g)	Jord 11 (ng/g)	Jord 12 (ng/g)	Jord 13 (ng/g)	Jord 14 (ng/g)	Jord 15 (ng/g)
2-Br-3,7,8-CDD	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
2,3-Br-7,8-CDD	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
1-Br-2,3,7,8-CDD	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
3-Br-2,7,8-CDF	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
1-Br-2,3,7,8-CDF	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Σ MoBr-tri-CDD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ DiBr-diCDD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ MoBr-teCDD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ PBCDD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ MoBr-triCDF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ DiBr-diCDF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ MoBr-teCDF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ PBCDF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ PBCDD/F (max)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ PBCDD/F (min)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



**Bilaga 20.** Halter (ng/g) av klorerade dioxiner (PCDD/F) i jordprover från en avfallsdeponi som brunnit utanför Eksjö.

	Jord 1 (ng/g)	Jord 2 (ng/g)	Jord 3 (ng/g)	Jord 4 (ng/g)	Jord 5 (ng/g)	Jord 6 (ng/g)	Jord 7 (ng/g)	Jord 8 (ng/g)	Jord 9 (ng/g)	Jord 10 (ng/g)	Jord 11 (ng/g)	Jord 12 (ng/g)	Jord 13 (ng/g)	Jord 14 (ng/g)	Jord 15 (ng/g)
2378 TeCDD	<0.001	<0.001	<0.001	0.0088	<0.001	<0.001	0.0013	0.0012	0.0031	0.0080	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
12378 PeCDD	0.0020	0.0015	0.022	0.034	0.0024	0.0040	0.0093	0.0063	0.017	0.045	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
123478 HxCDD	0.0032	0.0031	0.025	0.051	0.0033	0.017	0.011	0.0090	0.022	0.030	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
123678 HxCDD	0.010	0.0083	0.075	0.11	0.022	0.098	0.047	0.039	0.062	0.098	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
123789 HxCDD	0.011	0.0096	0.078	0.16	0.014	0.042	0.039	0.027	0.072	0.092	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
1234678 HpCDD	0.17	0.15	1.6	1.3	0.70	4.4	0.95	0.78	1.1	1.1	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
OCDD	1.1	1.2	9.4	7.5	6.6	56	6.1	6.3	7.3	6.0	<0.005	<0.005	<0.005	0.015	0.013
2378 TeCDF	0.0026	0.0014	0.034	0.045	0.0022	0.0038	0.0026	0.0035	0.018	0.013	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
12378 PeCDF	0.0045	0.0024	0.054	0.054	0.0050	0.0063	0.0032	0.0055	0.065	0.032	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
23478 PeCDF	0.0056	0.0030	0.054	0.050	0.0063	0.018	0.0071	0.0063	0.078	0.029	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
123478 HxCDF	0.0038	<0.003	0.025	0.046	0.0042	0.016	0.0048	0.0058	0.049	0.064	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
123678 HxCDF	0.0076	0.0043	0.067	0.11	0.0078	0.034	0.010	0.010	0.15	0.076	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
123789 HxCDF	0.0050	<0.003	0.030	0.052	0.0053	0.0070	0.0045	0.0049	0.080	0.034	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
234678 HxCDF <sup>e</sup>	<0.003	<0.003	0.0089	0.015	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.0045	0.0040	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
1234678 HpCDF	0.042	0.045	0.24	0.24	0.15	0.64	0.15	0.14	0.39	0.37	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
1234789 HpCDF	<0.004	<0.004	0.015	0.016	0.0081	0.059	0.0066	0.0072	0.022	0.015	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
OCDF	0.075	0.077	0.62	0.26	0.45	2.4	0.27	0.28	0.36	0.36	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Σ TeCDD	0.088	0.062	0.61	0.43	0.021	0.012	0.031	0.027	0.11	0.13	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Σ PeCDD	0.071	0.10	0.57	0.87	0.052	0.067	0.12	0.087	0.28	0.30	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Σ HxCDD	0.11	0.088	0.94	1.5	0.18	0.051	0.40	0.32	0.65	0.79	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Σ HpCDD	0.31	0.27	3.1	2.7	1.4	8.1	1.7	1.6	2.2	2.2	<0.004	<0.004	0.0046	0.0053	0.0040
OCDD	1.1	1.2	9.4	7.5	6.6	56	6.1	6.3	7.3	6.0	<0.005	<0.005	<0.005	0.015	0.013
Σ PCDD	1.7	1.7	15	13	8.2	65	8.3	8.3	11	9.4	<0.005	<0.005	0.0046	0.020	0.017
Σ TeCDF	0.022	0.013	0.21	0.23	0.021	0.024	0.016	0.032	0.099	0.074	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Σ PeCDF	0.069	0.042	0.73	0.79	0.048	0.13	0.052	0.059	0.79	0.28	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Σ HxCDF	0.028	0.023	0.25	0.30	0.066	0.53	0.074	0.078	0.39	0.26	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Σ HpCDF	0.11	0.11	0.78	0.50	0.46	3.1	0.36	0.43	0.80	0.83	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
OCDF	0.075	0.077	0.62	0.26	0.45	2.4	0.27	0.28	0.36	0.36	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Σ PCDF	0.31	0.26	2.6	2.1	1.1	6.2	0.77	0.88	2.4	1.8	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
kvot PCDD/F	5.7	6.3	5.7	6.2	7.9	10	11	9.5	4.3	5.2	2.5	2.0	1.9	7.4	5.6
Σ PCDD/F (max)	2.0	1.9	17	15	9.3	71	9.1	9.2	13	11	0.038	0.038	0.038	0.059	0.054
Σ PCDD/F (min)	2.0	1.9	17	15	9.3	71	9.1	9.2	13	11	0	0	0.0046	0.040	0.034
Σ WHO-TEQ (max)	0.012	0.0094	0.097	0.140	0.022	0.10	0.038	0.031	0.11	0.12	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047
Σ WHO-TEQ (min)	0.011	0.0075	0.096	0.14	0.021	0.10	0.038	0.031	0.11	0.12	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

**Bilaga 21.** Halter och mängder av bromerade difenyletrar (PBDE) i vattenprover (ng/L), teflundukar (passiva provtagare, ng) och skyddsmaskfiler (ng), från en avfallsdeponi som brunnit utanför Eksjö.

	Vatten -1 (ng/L)	Vatten -2 (ng/L)	Vatten -3 (ng/L)	Teflon- duk 1 (ng)	Teflon- duk 2 (ng)	Teflon- duk 3 (ng)	Filter Blank (ng)	Filter Expon (ng)
PBDE#28 (tri)	7.9	0.52	0.59	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	5.7
PBDE#47 (tetra)	0.98	8.0	18	0.27	<0.2	<0.2	0.45	110
PBDE#100 (penta)	3.4	2.3	4.8	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	15
PBDE#99 (penta)	17	9.3	24	<0.2	<0.2	<0.2	0.42	63
PBDE#153 (hexa)	11	2.2	4.0	<0.4	<0.4	<0.4	<0.2	11
PBDE#183 (hepta)	6.6	<1	2.2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	5.7
PBDE#205 (okta)	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
PBDE#209 (Deka)	4.1	<4	<4	<4	<4	<4	4.8	<4
Σ TriBDE	51	0.51	2.9	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	26
Σ TetraBDE	43	8.0	20	0.27	<0.2	<0.2	0.45	130
Σ PentaBDE	29	12	29	<0.2	<0.2	<0.2	0.42	72
Σ HexaBDE	38	4.9	7.8	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	35
Σ HeptaBDE	19	<1	2.2	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	11
Σ OktaBDE	68	<4	<4	<4	<4	<4	<4	30
Σ NonaBDE	21	<4	<4	<4	<4	<4	6.8	<4
DekaBDE								
Σ PBDE (max)	270	38	74	13	13	13	17	310
Σ PBDE (min)	270	25	62	0.27	0	0	12	300

**Bilaga 22.** Halter och mängder av bromerade dioxiner (PBDD/F) i vattenprover (ng/L), teflundukar (passiva provtagare, ng) och skyddsmaskfiler (ng), från en avfallsdeponi som brunnit utanför Eksjö.

	Vatten -1 (ng/L)	Vatten -2 (ng/L)	Vatten -3 (ng/L)	Teflunduk 1 (ng)	Teflunduk 2 (ng)	Teflunduk 3 (ng)	Filter Blank (ng)	Filter Expon (ng)
2,7/2,8-DiBDD	0.012	<0.02	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01
1,3,7TriBDD	0.013	<0.02	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01
2,3,7,8-TBDD	<0.01	0.025	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01
1,2,3,7,8-PeBDD	0.011	<0.02	<0.01	<0.01	0.020	<0.01	<0.01	<0.01
1,2,3,4,7,8-HxBDD	<0.05	<0.1	<0.05	<0.03	<0.03	<0.03	<0.05	<0.05
1,2,3,6,7,8-HxBDD	<0.05	<0.1	<0.05	<0.03	<0.03	<0.03	<0.05	<0.05
OBDD	<0.8	<2	<0.8	<0.4	<0.4	<0.4	<0.8	<0.8
2,3,7,8-TBDF	0.61	0.088	0.14	<0.001	<0.001	<0.001	7.2	0.51
1,2,3,7,8-PeBDF	1.6	<0.02	2.2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	1.1
2,3,4,7,8-PeBDF	1.2	0.084	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.84
1,2,3,4,7,8-HxBDF	9.8	0.64	0.61	<0.03	<0.03	<0.03	0.12	29
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	11	<2	<0.8	<0.4	<0.4	<0.4	<0.8	<0.8
OBDF	<0.8	<2	<0.8	<0.4	<0.4	<0.4	<0.8	<0.8
Σ TBDD	<0.01	0.025	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01
Σ PeBDD	0.22	0.50	0.18	0.018	0.020	0.017	0.27	<0.01
Σ HxBDD	0.31	<0.1	<0.05	<0.03	<0.03	<0.03	<0.05	<0.05
Σ HpBDD	<0.8	<2	<0.8	<0.4	<0.4	<0.4	<0.8	<0.8
OBDD	<0.8	<2	<0.8	<0.4	<0.4	<0.4	<0.8	<0.8
Σ PBDD	0.53	0.53	0.18	0.018	0.020	0.017	0.27	
Σ TBDF	33	2.1	3.7	0.0079	<0.001	<0.001	0.041	13
Σ PeBDF	92	4.7	9.4	<0.01	<0.01	<0.01	0.71	130
Σ HxBDF	11	0.64	0.61	<0.03	<0.03	<0.03	0.12	35
Σ HpBDF	11	<2	<0.8	<0.4	<0.4	<0.4	<0.8	<0.8
OBDF	<0.8	<2	<0.8	<0.4	<0.4	<0.4	<0.8	<0.8
Σ PBDF	150	7.4	14	0.0079	<0.4	<0.4	0.87	180
Σ PBDD/F (max)	150	20	17	1.7	2.0	2.1	4.4	180
Σ PBDD/F (min)	150	7.9	14	0.026	0.020	0.017	1.1	180

**Bilaga 23.** Halter och mängder av tetra- och pentasubstituerade brom-klor-dioxiner (PBCDD/F) i vattenprover (ng/L), teflondukar (passiva provtagare, ng) och skyddsmaskfiler (ng), från en avfallsdeponi som brunnit utanför Eksjö.

	Vatten -1 (ng/L)	Vatten -2 (ng/L)	Vatten -3 (ng/L)	Teflon- duk 1 (ng)	Teflon- duk 2 (ng)	Teflon- duk 3 (ng)	Filter Blank (ng)	Filter Expon (ng)
2-Br-3,7,8-CDD	<0.02	<0.04	<0.02	<0.002	<0.002	<0.002	<0.02	<0.02
2,3-Br-7,8-CDD	<0.02	<0.04	<0.02	<0.002	<0.002	<0.002	<0.02	<0.02
1-Br-2,3,7,8-CDD	<0.02	<0.04	<0.02	<0.002	<0.002	<0.002	<0.02	<0.02
3-Br-2,7,8-CDF	<0.02	<0.04	<0.02	<0.002	<0.002	<0.002	<0.02	<0.02
1-Br-2,3,7,8-CDF	<0.02	<0.04	<0.02	<0.002	<0.002	<0.002	<0.02	<0.02
Σ MoBr-tri-CDD	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ DiBr-diCDD	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ MoBr-teCDD	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ PBCDD	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ MoBr-triCDF	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ DiBr-diCDF	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ MoBr-teCDF	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ PBCDF	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ PBCDD/F (max)	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ PBCDD/F (min)	-	-	-	-	-	-	-	-

**Bilaga 24.** Halter och mängder av klorerade dioxiner (PCDD/F) i vattenprover (ng/L), teflondukar (passiva provtagare, ng) och skyddsmaskfiler (ng), från en avfallsdeponi som brunnit utanför Eksjö.

	Vatten -1 (ng/L)	Vatten -2 (ng/L)	Vatten -3 (ng/L)	Teflon- duk 1 (ng)	Teflon- duk 2 (ng)	Teflon- duk 3 (ng)	Filter Blank (ng)	Filter Expon (ng)
2378 TeCDD	0.0012	<0.002	<0.001	0.0063	0.0013	<0.001	<0.001	0.067
12378 PeCDD	<0.001	0.0056	0.0032	0.0028	<0.001	<0.001	<0.001	0.070
123478 HxCDD	0.0042	<0.01	0.0061	0.0044	<0.003	<0.003	<0.003	0.085
123678 HxCDD	0.011	<0.01	0.018	0.015	<0.003	<0.003	<0.003	0.23
123789 HxCDD	0.0065	<0.01	0.026	0.025	<0.003	<0.003	<0.003	0.64
1234678 HpCDD	0.23	0.10	0.35	0.091	0.022	0.0085	<0.006	4.5
OCDD	1.5	0.74	3.2	0.43	0.11	0.061	0.0072	17
2378 TeCDF	0.0035	0.0035	0.0056	0.0013	<0.001	<0.001	<0.001	0.048
12378 PeCDF	<0.001	0.0059	0.0069	0.0031	<0.001	<0.001	<0.001	0.099
23478 PeCDF	<0.001	0.0043	0.0087	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.10
123478 HxCDF	0.0055	<0.01	0.011	0.0088	<0.003	<0.003	<0.003	0.19
123678 HxCDF	0.0031	<0.01	0.0081	0.0034	<0.003	<0.003	<0.003	0.078
123789 HxCDF	0.0037	<0.01	0.0051	0.0026	<0.003	<0.003	<0.003	0.12
234678 HxCDF <sup>e</sup>	0.0048	0.016	0.0035	0.0034	0.0034	<0.003	<0.003	0.069
1234678 HpCDF	0.064	0.035	0.12	0.029	0.0075	<0.006	<0.006	0.49
1234789 HpCDF	<0.01	<0.02	<0.01	0.0032	<0.006	<0.006	<0.006	0.072
OCDF	0.12	0.061	0.19	0.10	0.025	0.011	0.0092	0.31
Σ TeCDD	0.034	0.045	0.063	0.014	0.0057	0.0031	<0.001	0.96
Σ PeCDD	<0.001	0.049	0.084	0.035	<0.001	<0.001	<0.001	0.070
Σ HxCDD	0.20	0.18	0.21	0.11	0.034	<0.003	<0.003	6.6
Σ HpCDD	0.52	0.21	0.62	0.15	0.038	0.019	<0.006	8.4
OCDD	1.5	0.74	3.2	0.43	0.11	0.061	0.0072	17
Σ PCDD	2.3	1.2	4.2	0.74	0.18	0.84	0.0072	33
Σ TeCDF	0.032	0.026	0.037	0.014	0.0027	0.0018	0.0012	0.29
Σ PeCDF	<0.001	0.064	0.097	0.027	<0.001	<0.001	0.0036	3.2
Σ HxCDF	0.026	0.044	0.069	0.028	0.0034	<0.003	<0.003	1.5
Σ HpCDF	0.14	0.06	0.23	0.049	0.014	0.0060	<0.006	1.2
OCDF	0.12	0.061	0.19	0.10	0.025	0.011	0.0092	0.31
Σ PCDF	0.32	0.26	0.62	0.22	0.045	0.018	0.014	6.5
kvot PCDD/F	7.1	4.8	6.8	3.3	4.1	0.62	0.51	5.1
Σ PCDD/F (max)	2.6	1.5	4.8	0.96	0.23	2.2	0.033	39
Σ PCDD/F (min)	2.6	1.5	4.8	0.96	0.23	0.10	0.014	39
Σ WHO-TEQ (max)	0.014	0.014	0.021	0.017	0.0047	0.62	0.00093	0.37
Σ WHO-TEQ (min)	0.0089	0.014	0.021	0.017	0.0040	0.00018	0.00016	0.37