



rappport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Screening av triclosan och vissa bromerade fenoliska ämnen i Sverige

Mikael Remberger John Sternbeck Katarina Strömberg

B1477-2

Stockholm, november 2002



Organisation/Organization IVL Svenska Miljöinstitutet AB IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd.	RAPPORTSAMMANFATTNING Report Summary
Adress/address Box 21060 100 31 Stockholm	Projekttitel/Project title
Telefonnr/Telephone 08-598 563 00	Anslagsgivare för projektet/ Project sponsor Naturvårdsverket
Rapportförfattare/author Mikael Remberger John Sternbeck Katarina Strömberg	
Rapportens titel och undertitel/Title and subtitle of the report Screening av triclosan och vissa bromerade fenoliska ämnen i Sverige	
Sammanfattning/Summary Förekomsten av triclosan, tetrabrombisfenol A (TBBPA), och tre bromfenoler har studerats i den svenska miljön och i livsmedel. Dessutom beskrivs hur triclosan och TBBPA används i samhället. Triclosan och TBBPA används på helt olika sätt och har därmed olika tendens till spridning, vilket delvis återspeglas i de halter vi uppmätt i miljön. Båda ämnena har en allmän spridning i miljön och återfinns såväl i avlägsna bakgrundsmiljöer som i tätorter. Ämnena har återfunnits i luft, deposition, vatten, sediment, mark, biota, slam samt i ett antal livsmedel.	
Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område eller näringsgren /Keywords triclosan, flamskyddsmedel, luft, miljögifter, livsmedel, screening	
Bibliografiska uppgifter/Bibliographic data IVL Rapport/report B1477	
Beställningsadress för rapporten/Ordering address IVL, Publikationsservice, Box 21060, S-100 31 Stockholm fax: 08-598 563 90, e-mail: publicationservice@ivl.se	

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	2
Summary	2
1 Inledning	3
2 Metodik och lokaler	5
3 Förekomst i samhället och spridning till miljön	7
3.1 Triclosan.....	7
3.1.1 Kosmetik- och hygienprodukter.....	8
3.1.2 Disk- och rengöringsmedel	8
3.1.3 Textilier	8
3.1.4 Plastartiklar och plastförpackningar	9
3.1.5 Spridning av triclosan i miljön	9
3.2 TBBPA	10
3.2.1 Spridning av TBBPA i miljön	12
4 Förekomst i miljön - litteratursammanställning.....	13
4.1 Triclosan.....	13
4.2 TBBPA	13
4.3 Bromfenoler.....	14
5 Resultat – Halter i den svenska miljön	15
5.1 Luft	15
5.2 Deposition	15
5.3 Mark	16
5.4 Sediment.....	17
5.5 Vatten	17
5.6 Slam.....	18
5.7 Biota	19
5.8 Livsmedel.....	20
6 Diskussion.....	23
6.1 Triclosan.....	23
6.2 TBBPA	24
6.3 Bromfenoler.....	25
7 Slutsatser	26
8 Referenser	27
Appendix	30

Sammanfattning

Triclosan och tetrabrombisfenol A (TBBPA) är två halogenerade fenoliska ämnen som förekommer i vanliga konsumentprodukter. Trots att båda ämnena uppmärksammats i miljösammanhang är kunskapen om deras förekomst i miljön begränsad. Här presenteras en screening som illustrerar förekomsten i miljön (både i bakgrundsmiljöer och vid förmodade spridningskällor) och i livsmedel. Dessutom beskrivs ämnenas förekomst i det svenska samhället. De två ämnena har olika emissionsscenarier: triclosan sprids till stora delar direkt under användning medan TBBPA huvudsakligen är molekylärt bundet i polymerer. Triclosan förekommer i relativt höga halter i slam från kommunala reningsverk. Dessutom var triclosan markant förhöjt i luft och deposition från urban miljö, vilket visar att diffus spridning av detta ämne inte är begränsad till akvatisk miljö. TBBPA uppträdde ofta i något lägre halter än triclosan, trots en betydligt mer omfattande användning. Detta torde återspegla de två ämnenas skilda emissionsscenarier. Screeningen omfattar även 2,4-dibromfenol, 2,4,6-tribromfenol och pentabromfenol, föreningar som bl.a. används som flamskyddsmedel men även bildas naturligt samt kan utgöra nedbrytningsprodukter av syntetiska ämnen.

Summary

Triclosan and tetrabromobisphenol A (TBBPA) are two halogenated phenolic compounds that are present in common consumer products. Although concern has been raised for the environmental properties of these compounds, fairly little is known regarding their environmental fate. A screening is presented that illustrates the occurrence of triclosan and TBBPA in the environment (both in remote regions and close to suspected sources) and in foodstuff. Furthermore, their use in the Swedish society is described. The emission scenarios differ for triclosan and TBBPA: triclosan is mainly emitted during product use whereas TBBPA is covalently bound in polymers. Triclosan was fairly abundant in municipal sewage sludge. It was also elevated in urban air and deposition, showing that emissions and flows of triclosan are not only constrained to the aquatic environment. Concentrations of TBBPA were frequently somewhat lower than those of triclosan, although the societal use is much larger for TBBPA. This is likely a result of the fact that the compounds emission scenarios differ. The screening also provides data on 2,4-dibromophenol, 2,4,6-tribromophenol and pentabromophenol, substances that are used, e.g., as flame retardants, but which are also produced by certain organisms.

1 Inledning

Ett stort antal klorerade och bromerade organiska ämnen används i samhället. Flera av dessa har negativa miljöegenskaper, t.ex. genom att vara svårnedbrytbara och toxiska. Kunskapen om halogenerade organiska ämnens förekomst i miljön är dock begränsad till relativt få ämnen. Ett stort antal halogenerade fenoliska ämnen har nyligen identifierats i humanblod i Sverige, bl.a. triclosan och 2,4,6,-tribromfenol (Hovander et al., 2002) samt tetrabrombisfenol A (TBBPA, se DeWit, 2002). Detta visar att exponering för dessa ämnen sker i samhället.

TBBPA och tribromfenol används som flamskyddsmedel och till skillnad från många andra bromerade flamskyddsmedel är dessa huvudsakligen reaktiva, vilket innebär att de är hårdare bundna i de material där de används (DEPA, 1999). Trots att TBBPA f.n. är det globalt mest använda bromerade flamskyddsmedlet, är kunskapen om hur TBBPA påverkar miljön och i vilka halter det finns omkring oss fortfarande mycket begränsat. Sverige driver frågor om begränsning av bl.a. TBBPA inom OSPAR. TBBPA har inom OSPAR pekats ut som ett ämne med PBT egenskaper, dvs persistent, bioackumulerande och toxiskt (KemI, 2001).

Många bromfenoler har industriell användning men kan även bildas naturligt, särskilt av marina organismer (t.ex. Fielman et al., 2001). Dessutom kan vissa bromfenoler vara nedbrytningsprodukter, ett exempel är 2,4,6-tribromfenol som uppges vara huvudsaklig fotolytisk nedbrytningsprodukt av TBBPA (Eriksson and Jakobsson, 1998 i deWit, 2002). Även 2,4-dibromfenol och pentabromfenol används som flamskyddsmedel men det är inte känt i vilken utsträckning (DEPA, 1999). Pentabromfenol används även som synteskemikalie vid framställning av t.ex. pentabromfenoxysyror.

Både TBBPA och tribromfenol är toxiska för akvatiska organismer (Simonsen et al., 2000). TBBPA kan bl.a. påverka sköldkörtelns hormonsystem. I försök med gravida möss har det även visat sig att TBBPA kan lagras i fostrens hjärnor (TBBPA passerar genom blodbarriären till fostret genom att binda till ett transportprotein i blodet) (se de Wit, 2002). Tribromfenol anses kunna vara fosterskadande (Simonsen et al., 2000).

Triclosan är en klorerad fenolisk förening som används som biocid i många konsumentprodukter. Tillsats av antibakteriella medel i produkter är oftast onödigt och kan ge upphov till resistens hos bakterier (t.ex. Norberg et al., 2000). Särskilt problematiska är klor- och tennorganiska föreningar, varav triclosan uppmärksammats speciellt p.g.a. dess spridda förekomst i varor (KemI, 2001). I likhet med TBBPA är kunskapen om triclosan och dess påverkan och förekomst i naturen mycket begränsad. Triclosan är starkt toxisk för mikroorganismer men även för fisk, *Daphnia magna* samt alger (EC₅₀

= 1.5 µg/l) (Adolfsson et al., 2002). Vid förbränning av textilier som impregnerats med triclosan kan högklorerade dioxiner bildas. Vanligt solljus kan också bidra till att triclosan omvandlas till lågklorerade dioxiner (Kanetoshi et al., 1988) varför vanliga konsumentprodukter som innehåller triclosan även kan innehålla dioxiner.

I denna studie presenteras nya data över förekomsten av TBBPA, triclosan och tre bromfenoler (2,4-dibromfenol, 2,4,6-tribromfenol och pentabromfenol) i den svenska miljön (Tabell 1). Studien är upplagd som en screening, vilket innebär att både bakgrundsmiljöer och mer urbana/industriella områden undersökts avseende luft, deposition, sediment, mark, biota, livsmedel och röt slam.

Tabell 1. De i studien ingående ämnena.

Trivialnamn	Kemiskt namn	Primär funktion	CAS-nummer
Triclosan	2-Hydroxy-2'4,4'-triklordifenyleter	Biocid	3380-34-5
Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	3,3',5,5'-Tetrabromobisphenol A, 4,4'-Isopropylidenbis(2,6-dibromfenol)	Flamskyddsmedel	79-94-7
Dibromfenol	2,4-Dibromfenol		615-58-7
Tribromfenol	2,4,6-Tribromfenol	Flamskyddsmedel	118-79-6
Pentabromfenol	Pentabromfenol		608-71-9

2 Metodik och lokaler

Provvalet baseras delvis på information i kapitel 3 men är också beroende av att projektet är ett tilläggsprojekt till en studie om pentaklorfenol. Provtagning och analys beskrivs mer detaljerat i rapporten om pentaklorfenol (Palm et al., 2002). I Tabell 2 redovisas mätprogrammets omfattning.

Tabell 2. Provtagningsplan.

Kategori	Lokaltyp	Vald lokal	Matriser
Bakgrund	Sveriges västkust	Rörvik, västkusten	Luft och deposition
	Arktisk miljö	Pallas, N:a Finland	Luft och deposition
	Opåverkad skogsmiljö	Gårdsjön, västkusten	Mark
	Marin / brackvatten bakgrund	Bergöfjärden, Ängskärsklubb, Landsort, Utlängan, N Skagen & Fladen	Sill/strömning muskel
	Terrester biota, bakgrund	Norrbottnen, Kronoberg, Jönköping och Harbro	Älglever
Diffus spridning	Urban miljö	Vasastan, centrala Stockholm Uppsala	Luft och deposition Luft
	Reningsverk	Loudden, Bromma och Henriksdal, (Stockholm); Gässlösa (Borås)	Slam
	Vägdagvatten	Magasin för rening av dagvatten, Årstaviken (Stockholm)	Slam
Livsmedel			18 olika livsmedel
Punktkällor	Fd träimpregneringsanläggning	Boro, Vetlanda kommun, f d Landsbro Trä AB	sediment, mark
	Textilindustri	Guttasjön, Borås Gässlösa reningsverk, Borås	gädda, ål slam,
	Kemisk industri	Stenungsund	sediment, vatten, luft
	Plastproduktion	Draka Kabel, Ystad	mark

Som bakgrundsmiljöer har vi valt områden som ingår i det nationella miljöövervakningsprogrammet. För att kunna identifiera diffus spridning från varor i allmänt bruk krävs att prov tas i ett tätbefolkat område. För att få en uppfattning om huruvida diffus spridning är betydande har vi därför valt att studera luft och deposition i Stockholm, luft

i Uppsala, samt slam från fyra reningsverk. Man kan dock inte utesluta att industrier bidrar till belastningen av dessa ämnen i reningsverken.

Stenungsundsområdet är valt som representant för ett område med omfattande kemisk produktion och tung industri. Luftprov togs vid fyra tillfällen under hösten 2001 och sediment och vatten togs från kusten där E1 är en lokal referensstation (se Palm et al., 2002).

Vid en plastbearbetande industri i Ystad togs markprov inom ca 1 km radie. Dessa prov togs inom ett screeningprojekt om antimon (Sternbeck et al., 2002). Eftersom antimon vanligen används tillsammans med bromerade flamskyddsmedel har vi även studerat dessa prov, främst för eventuell förekomst av TBBPA och bromfenoler.

Textilindustrin är representad av Gässlösa reningsverk (Borås) till vilket flera stora textilindustrier är uppkopplade, samt av fisk från reningsverkets recipient. Dessutom studeras prov från en nedlagd träimpregneringsanläggning (Boro i Vetlanda kommun, Tabell 3). Proven från Boro togs inom ett screeningprojekt av pentaklorfenol och beskrivs utförligare i Palm et al. (2002).

Livsmedelsprov har erhållits från Livsmedelsverket. Proven är samlingsprov och har svenskt ursprung.

Tabell 3. Provtagna lokaler vid Boroområdet.

Beteckning	Provtyp	Beskrivning
M1	Mark	Virkesupplag
M7	Mark	Här utfördes själva dopningen
S1	Sediment	referensområde uppströms
S2	Sediment	nedströms
S3	Sediment	nedströms

3 Förekomst i samhället och spridning till miljön

3.1 Triclosan

Triclosan har tillverkats i ca 35 år av Ciba Speciality Chemicals och har använts som antiseptisk tillsats i t. ex. tvål sedan 1960-talet (www.ciba.com). Förutom Ciba finns det numera flera andra tillverkare av triclosan på världsmarknaden. Ämnet är också känt under många handelsnamn såsom IRGASAN DP300, IRGACARE MP, INGACIDE LP 10 och flera andra (Ochs, 2001). Under de senaste åren har antalet konsumentprodukter med antibakteriell verkan ökat markant. Ökningen har skett i såväl kemtekniska produkter som i andra konsumentprodukter, t. ex. textilier, skärbrädor och diskdukar.

Det sker ingen framställning av triclosan i Sverige men ämnet importeras som kemisk produkt och sannolikt även i varor. Import som kemisk produkt var 8.4 ton/år under år 1995, 9.7 ton under 1998 och 2000, samt 4 ton under 2001 (Produktregistret, Kemikalieinspektionen)¹. Under dessa år har ungefär hälften exporterats. Av de 2 ton som inte exporterades under 2001 gick största delen till kosmetik- och hygienprodukter och en mindre del till plastindustrin. Värdena för 2001 skulle eventuellt kunna tolkas som ett trendbrott. Triclosan debatterades intensivt i Sverige under år 2000 och en minskad import kan vara resultatet av frivilliga åtgärder.

Under åren 2000-2001 har det skett en markant förändring när det gäller branschfördelningen av registrerade produkter med triclosan. Fram till 2000 har det varit betydligt fler involverade branscher (se förteckningen nedan). Den relativa betydelsen av dessa branscher har inte offentliggjorts och kommer därför inte att behandlas vidare i denna rapport. Import av kemiska produkter med triclosan enligt produktregistret för år 2000:

- Exportinriktad verksamhet
- Parfym- och toalettartikelindustri
- Färgindustri
- Byggplast-, plastförpackningsindustri
- Städ- och saneringsföretag
- Tvätterier
- Partihandel
- Livsmedel- och dryckesvaruindustri
- Jordbruk, djurskötsel, odlare

¹ En tidigare version av denna rapport innehöll uppgifter från produktregistret som visat sig vara felaktiga. Skillnaderna är dock inte så stora att de påverkar slutsatserna av studien.

3.1.1 Kosmetik- och hygienprodukter

Triclosan används som konserveringsmedel och som bakteriedödande medel i kosmetik- och hygienprodukter i upp till 0,3 % (Norberg et al., 2000). 2001 innehöll var fjärde tub tandkräm som såldes i Sverige triclosan. Den nuvarande försäljningen ligger på mellan 16 till 25 % (beroende på marknadsföring, nylanseringar etc av triclosan tandkräm), vilket motsvarar ca 1,5 till 2,4 ton av den aktiva substansen (pers. komm. O Holmer, Kemisk - Tekniska Leverantörförbundet, KTF).

Handeln och tillverkarna har kommit överens om att triclosan bara ska finnas i särskild tandkräm för de som har problem med tandköttet (Råd & Rön nr 9, 2001). För närvarande finns det dock inga planer på att klassa tandkräm med triclosan som läkemedel eller att receptbelägga dessa produkter (pers. komm. M. Tammela, Läkemiddelsverket).

Enligt en enkätundersökning som KTF gjorde år 2000 användes det ca 300 kg triclosan i andra kosmetik och hygienartiklar än tandkräm. Exempel på dessa produkter är deodoranter, tvål, fotspray och munvatten. Enligt Olof Holmer på KTF bör denna siffra numera vara lägre, eftersom mängden produkter innehållande triclosan avtar på den svenska marknaden.

3.1.2 Disk- och rengöringsmedel

Under 1990-talet lanserades ett flertal disk- och rengöringsmedel som antibakteriella. Det visade sig, vad gäller diskmedel, att de traditionella medlen kunde ha lika bra eller bättre antibakteriell verkan än diskmedel som marknadsfördes som antibakteriella. Under 1998 meddelade KTF att triclosan inte längre ingick i disk- och rengöringsprodukter (KemI, 2001). Enligt Håkan Forsberg på Konsumentverket har dagligvaruhandeln varit väldigt effektiva vad gäller rensningen av produkter innehållande triclosan (pers. komm.). Inom livsmedelsindustrin råder höga hygienkrav. Vid Swedish Meats anläggningar för köttproduktion används inte triclosan i några rengöringsprodukter eller andra varor (Olov Osmark, pers. komm.).

3.1.3 Textilier

Triclosan används också i textilindustrin, där det tillsätts textilfibrer i produktionssteget. Sportkläder (t. ex. cykelbyxor), lösa skosulor och sportstrumpor kan vara impregnerade med triclosan. Dessa produkter lanseras och marknadsförs som antibakteriella.

I textilier kan antibakteriella tillsatser dölja sig under registrerade varumärken. Impregnerade fibrer kan ha namn som ULTRA-FRESH, AMICOR och SANITIZED (Adolfson-Erici et al., 2002). Detta försvårar avsevärt för inköpare och även konsumenter att få veta om en produkt innehåller ämnen som inte är önskvärda. Enligt

Håkan Forsberg på Konsumentverket kan detta vara förklaringen till att sportartiklar innehållande triclosan fortfarande finns på den svenska marknaden.

Textilimportörerna (en intresseförening) rekommenderar sina medlemmar att undvika produkter med triclosan. I de fall där antibakteriella medel i kläder anses vara nödvändiga rekommenderas mindre kraftfulla ämnen som t. ex. salicylsyra (www.textileimporters.se). Den tyska miljömärkningsstandarden för textilier, Öko-Tex Standard 100, tillåter inte triclosan. Organisationen Ökotest fanns trots detta triclosan i cykelbyxor från en tysk firma som följde denna standard. Även klädsel till barnvagnar och regnkläder för barn visade sig innehålla triclosan. I en studie gjord av Råd och Rön (2000) testades ett flertal olika konsumentartiklar med avseende på triclosan. Testet visade att sportartiklar som spiningbyxor, sportstrumpor och skosulor köpta i svenska sportaffärer innehöll triclosan. Detta illustrerar problemet med leverantörskedjor och behovet av att myndigheter och andra organisationer utövar tillsyn och kontroll.

3.1.4 Plastartiklar och plastförpackningar

Triclosan används som tillsats i plaster för att hålla ytorna bakteriefria, t. ex i skärbräddor. Triclosan har också föreslagits som tillsats i plastmaterial som kommer i kontakt med livsmedel och har utvärderats av EU:s vetenskapliga kommitté, SCF. Enligt SCF:s bedömning får triclosan användas i plastmaterial om den maximala migrationen (överföringen) av triclosan till livsmedlen inte överstiger 5 mg/kg livsmedel. Modellförsök visar att migrationen från olika plastmaterial till livsmedel ligger under denna gräns (Norberg et al., 2000).

Triclosan har provats som tillsats i bl. a. folie, lådor, brickor av plast samt i transportband inom livsmedelsindustrin. En halt om 0,1 till 0,2 % av triclosan på plastens yta har visat sig vara bakteriedödande för *E. coli* och *Staphylococcus aureus* bakterier (Norberg et al., 2000). Andra studier har dock visat att en halt om 0.1 % inte räcker för att hålla kyckling bakteriefri vid 7°C (Vermieren et al., 2002).

3.1.5 Spridning av triclosan i miljön

Triclosan förekommer i flertal olika konsumentprodukter och kan därför tänkas kunna nå miljön genom flera utsläppsvägar. Triclosan är relativt vattenlöslig vid högre pH-värden ($pK_a = 7.9$) och kan spridas genom vattendrag (t.ex. Kolpin et al., 2002). Hushållen är en betydande utsläppskälla, då triclosan från t.ex. tandkräm kan nå vattendragen via avloppssystemet och reningsverken. Även från textilvaror torde triclosan kunna lösas ut i samband med tvätt. I avfallsled kan triclosan spridas från plastförpackningar och textilier, t.ex. från deponier. Triclosan kan även tas upp genom huden (Chedgzoy et al., 2002) varför förekomst i textilier kan bidra till human exponering.

3.2 TBBPA

Tetrabrombisfenol A (TBBPA) är f.n. det mest använda bromerade flamskyddsmedlet i världen. År 1999 användes 21 600 ton TBBPA i USA, 13 800 ton i Europa och 85 000 ton i Asien, vilket ger en global konsumtion på 121 000 ton (Renner, 2000). Det sker ingen framställning av TBBPA i Sverige. Förutom den rena substansen förekommer även olika derivat (DEPA 1999), som dock inte diskuteras vidare här.

Av de 13 800 ton som användes i Europa under 1999 användes ca 400 ton TBBPA i kretskort till TV apparater. I andra plastkomponenter till kontorsmaskiner som t. ex. datorer, skrivare, faxapparater och kopiatorer användes det drygt 545 ton TBBPA som flamskyddsmedel (BSEF, 2000).

TBBPA importeras som ren substans, som flamskyddade råvaror i plast eller i färdiga varor. Den omfattande spridningen i varor gör det svårt att uppskatta vilka mängder TBBPA som Sverige tillförs med varuimport. Den stora importen av elektronikprodukter från Asien gör dock att man kan anta att import via varor är betydande för förekomsten av TBBPA i Sverige.

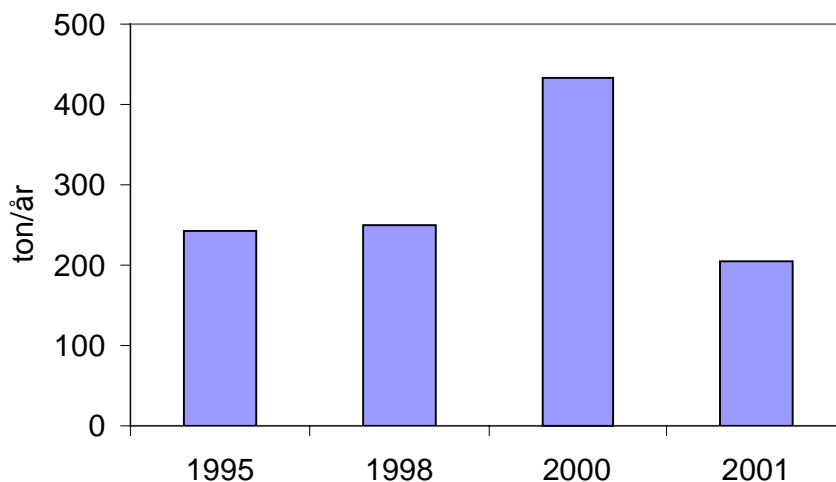
Figur 1 visar import av TBBPA som kemisk produkt till Sverige för år 1995, 1998, 2000 och 2001. Det huvudsakliga användningsområdet av den TBBPA som importeras som kemisk produkt i Sverige är basplastindustrin (Produktregistret, 2002 pers. komm.). Dessutom förekommer TBBPA i registrerade produkter inom följande branscher:

- Byggplast- och plastförpackningsindustrin
- Dator- och kontormaskinindustrin
- Båtbyggerier, cykel-, flygplansindustrin

Det primära användningsområdet för TBBPA är som reaktiv tillsats i produktionen av flamskyddade plaster. Under början av 1990-talet användes ca 90 % av den globala TBBPA konsumtionen till produktion av reaktiva tillsatser. När TBBPA tillsätts reaktivt binds den kovalent till plasten och anses inte kunna läcka ut i miljön. Det främsta användningsområdet för plaster där TBBPA tillsätts reaktivt är laminatskivor för tillverkning av kretskort (WHO/IPCS, 1995).

Till andra produkter som vägguttag, kontakter, kåpor och höljen används TBBPA additivt (KemI, 2000). Detta innebär att TBBPA inte binds kemiskt till plasten och därför lättare kan läcka ut i miljön. Den additiva användningen av TBBPA verkar numera öka då tillverkare söker ersättning för PBDE och istället går över till TBBPA (KemI, 2000).

I Tabell 4 visas en uppskattning av mängden TBBPA i elektronikprodukter i Sverige (Hedemalm et al., 1995). Data är för år 1991, varför fördelning och kvantiteter kan vara annorlunda idag. Som synes förekom merparten i datorer och liknande utrustning.



Figur 1. Import av TBBPA som kemisk produkt enligt Produktregistret.²

Tabell 4. Användning av TBBPA i elektronikartiklar i Sverige år 1991 (Hedemalm et al., 1995).

Tillförsel av TBBPA till Sverige	Antal ton
Hushållsmaskiner: mikrovågsugn	0.1
Övrig elektrisk utrustning	0.2
Leksaker och musikinstrument	1.9
Konsumentartiklar: TV apparater	9.3
Kontorsmaskiner: skrivare, datorer, kopiatorer, etc	219
Radio- och telekommunikationsutrustning: telefoner, telefax, transmittorer, etc	25
Processkontroll utrustning	44
Medicin- och laboratorieutrustning	28
Övrig utrustning	2.9
Summa:	331

² En tidigare version av denna rapport innehöll uppgifter från produktregistret som visat sig vara felaktiga. Skillnaderna är dock inte så stora att de påverkar slutsatserna av studien

3.2.1 Spridning av TBBPA i miljön

TBBPA kan nå miljön under hela dess livslängd, vid produktionen av själva substansen och olika produkter som innehåller TBBPA som additiv tillsats, under användningen av produkterna och slutligen vid hanteringen och återvinningen av avfallet. I Sverige sker dock ingen produktion av TBBPA.

I Danmark har emission av additivt TBBPA från produkter i bruk år 1997 beräknats till 0.1 ton (6.7 % av landets totala emission från bromerade flamskyddsmedel). Den additiva användningen av TBBPA står för 4 % av den totala marknadsandelen av flamskyddsmedel i landet (DEPA, 1999). Man saknade underlag för att kunna uppskatta emission av reaktivt TBBPA.

4 Förekomst i miljön - litteratursammanställning

Under de senaste åren har mycket uppmärksamhet riktats mot triclosan och TBBPA, men uppgifter om dessa ämnens förekomst i miljön är fortfarande mycket begränsade. I detta kapitel sammanfattar vi vad som är känt om dessa ämnens förekomst i miljön.

4.1 Triclosan

I Tabell 5 redovisas halter av triclosan som uppmätts i tidigare studier. I en studie av ett stort antal tätortspåverkade floder i USA identifierades triclosan (> 50 ng/l) i 58% av floderna (Kolpin et al., 2002). Halterna var i genomsnitt betydligt högre än i de två Schweiziska sjöar som undersöktes av Lindström et al (2002). Triclosan har dessutom nyligen påträffats i human bröstmjolk, där tre av fem slumpmässigt valda prover innehöll halter av triclosan som kan beskrivas som höga (60-300 µg/kg lipid vikt; Adolfsson-Erici et al., 2002). Samma studie visar att triclosan passerar flera olika steg av mikrobiell nedbrytning i vattenreningsverk och därefter är biotillgänglig för vattenorganismer.

Tabell 5. Rapporterade förekomster av Triclosan i naturen.

Matris	Typmiljö	Område	Halter	Referens
Flodvatten	nedströms tätorter	USA	medel 140 ng/l max 2 300 ng/l	Kolpin et al., 2002
Sjövatten	påverkade av reningsverk	Schweiz	1.4 – 74 ng/l medel 15 ng/l median 10 ng/l	Lindström et al., 2002
Sjö- / flodvatten	påverkan från kemisk industri	USA	600 – 40 000 ng/l	Lopez-Avila och Hites, 1980
Sjösediment	påverkan från kemisk industri	USA	< d.l. – 100 mg/kg	Lopez-Avila och Hites, 1980
Avloppsvatten ingående utgående	reningsverk	Schweiz	600 – 1 300 ng/l 100 – 650 ng/l	Lindström et al., 2002

4.2 TBBPA

I Tabell 6 presenteras halter av TBBPA som uppmätts i tidigare studier. Jämfört med de bromerade flamskyddsmedlen PBDE föreligger mycket få data över TBBPA i miljön.

Tabell 6. Halter av TBBPA i miljön. MeTA är en metylerad omvandlingsprodukt av TBBPA.

Matris	Typmiljö	Halter	Område	Referens
Flodsediment	bakgrund	50 µg/kg ign. loss 36 µg/kg ign. loss (MeTA)	uppströms plastindustri	Sellström och Jansson, 1995
Flodsediment	industriell påverkan	430 µg/kg ign. loss 2400 µg/kg ign. loss (MeTA)	nedströms plastindustri	Sellström och Jansson, 1995
Sedimente- rande partiklar	Urban	0.1- 36 µg/kg TS medel 13 ng/ TS (n=9)	Stockholm	Broman et al., 2001
Sediment	upp- och nedströms reningsverk	< 0.2- 1.8 µg/kg TS	Tyskland	Kuch et al., 2001
Röt slam	Kommunala reningsverk	medel 40 ± 33 µg/kg TS max-min <4 -180 µg/kg TS	50 verk i Sverige	Naturvårdsverket, 2002
Röt slam	Kommunala reningsverk	< 0.2- 34 µg/kg TS	Tyskland	Kuch et al., 2001
Luft	Arbetsmiljö elektronikåtervinning	7-150 ng/m ³	Sverige	Sjödén et al., 2001
Luft	andra arbetsmiljöer	0.03-0.15 ng/m ³	Sverige	Sjödén et al., 2001
Ytvatten	upp- och nedströms reningsverk	< 0.2 –20 ng/l	Tyskland	Kuch et al., 2001

4.3 Bromfenoler

Bromfenoler bildas naturligt av olika organismer, särskilt i marina bentiska miljöer. Vissa bromfenoler kan även användas som t.ex. flamskyddsmedel (DEPA, 1999) varför antropogen påverkan i princip är möjlig. Liksom för triclosan och TBBPA har vi funnit mycket få uppgifter om bromfenoler i naturen (Tabell 7). I de sediment som undersöktes av Fielman et al. (2001) var bromfenolerna bildade *in situ* av olika bentiska organismer.

Tabell 7. Förekomst av bromfenoler i naturen.

Matris	Miljö	Ämne ¹	Halter	kommentar	Referens
Flodvatten	Indien	dbf	540-40 000 (ng/l)	maxhalter	Nomani et al., 1996
Estuarina sediment	Utanför Rhone	tbf	26 – 3690 µg/kg TS		Tolosa et al., 1991
Marina sediment	"opåverkad" kust	dbf	ca 2 µg/kg TS	naturlig bildning	Fielman et al., 2001
Marina sediment	"opåverkad" kust	tbf	4-30 µg/kg TS (medelhalter)	naturlig bildning	Fielman et al., 2001

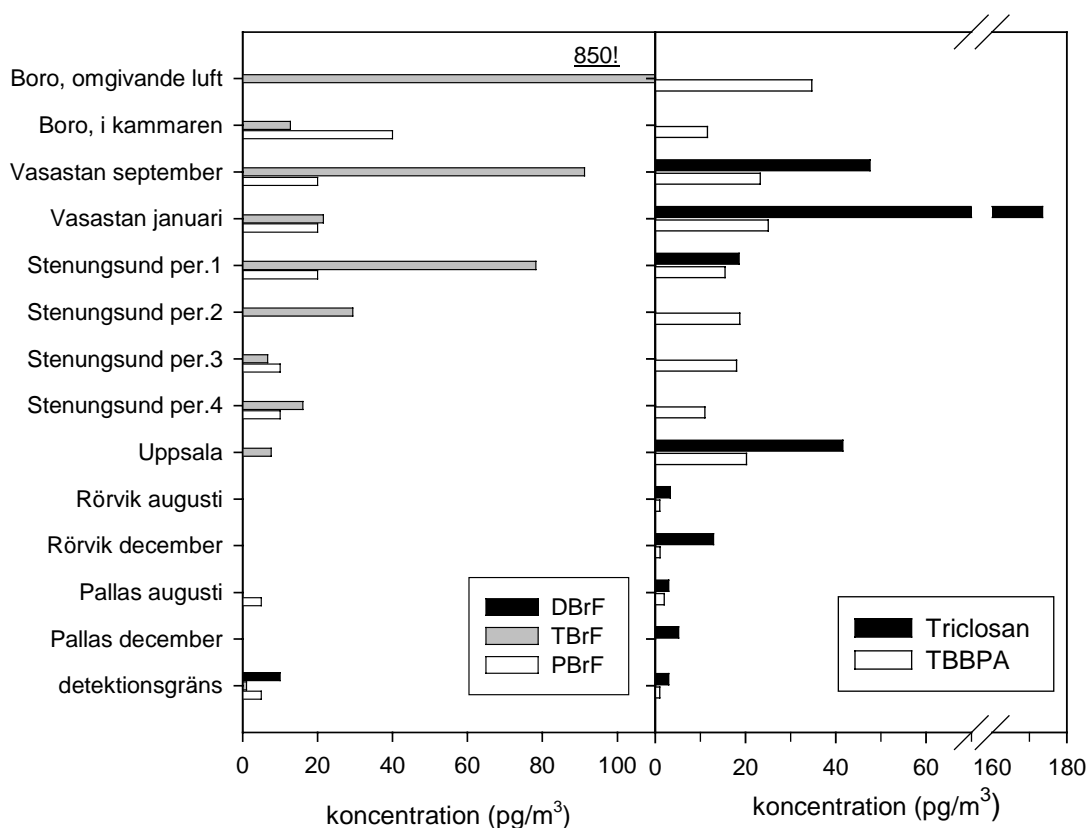
1. dbf – 2,4-dibromfenol; tbf, 2,4,6-tribromfenol; pbf pentabromfenol.

5 Resultat – Halter i den svenska miljön

I detta kapitel presenteras alla data grafiskt och i appendix återges alla mätvärden i tabellform. Resultaten diskuteras ämnesvis i kapitel 6.

5.1 Luft

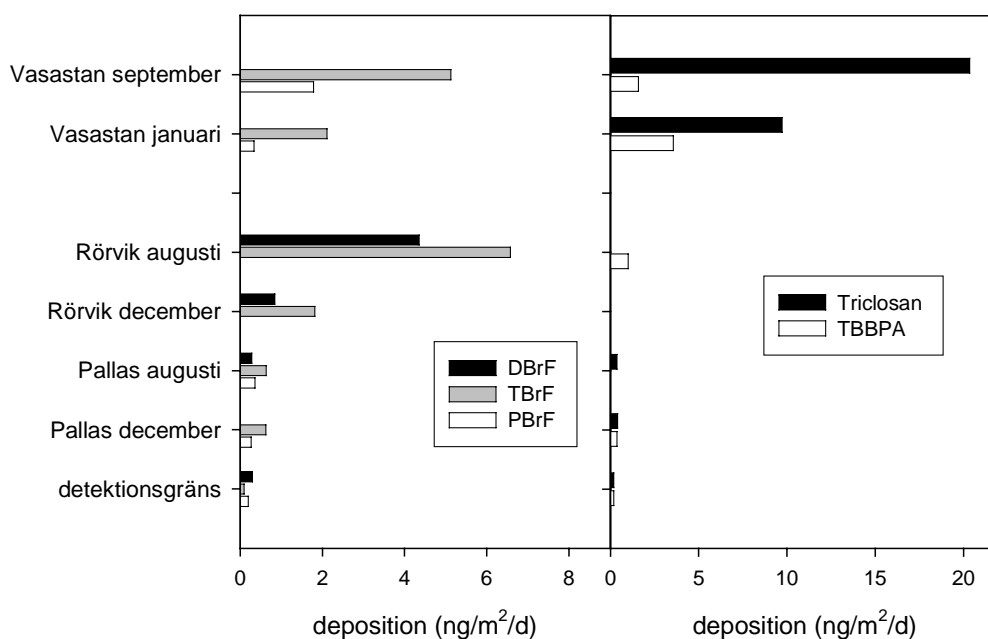
Uppmätta halter i luft presenteras i Figur 2. Ett mycket högt värde på tribromfenol noteras i Boroområdet. I Boro studerades även avgång från mark till luft genom s.k. kammarförsök (se Palm et al., 2002).



Figur 2. Halter i luft. Observera bruten koncentrationsskala i den högra figuren, samt att ett värde på tribromfenol är utanför skalan.

5.2 Deposition

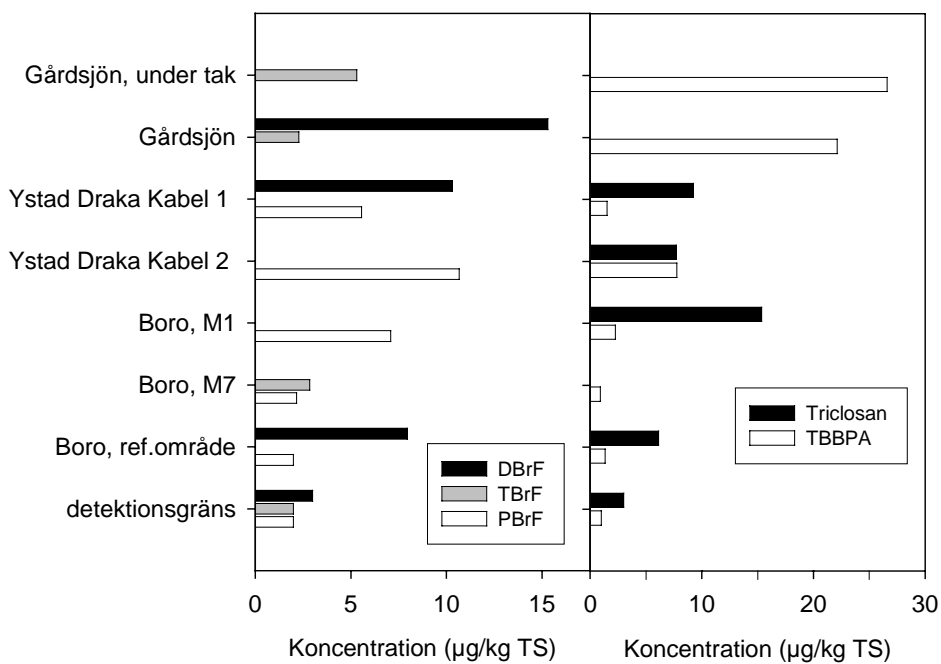
Deposition presenteras i Figur 3.



Figur 3. Atmosfärisk deposition.

5.3 Mark

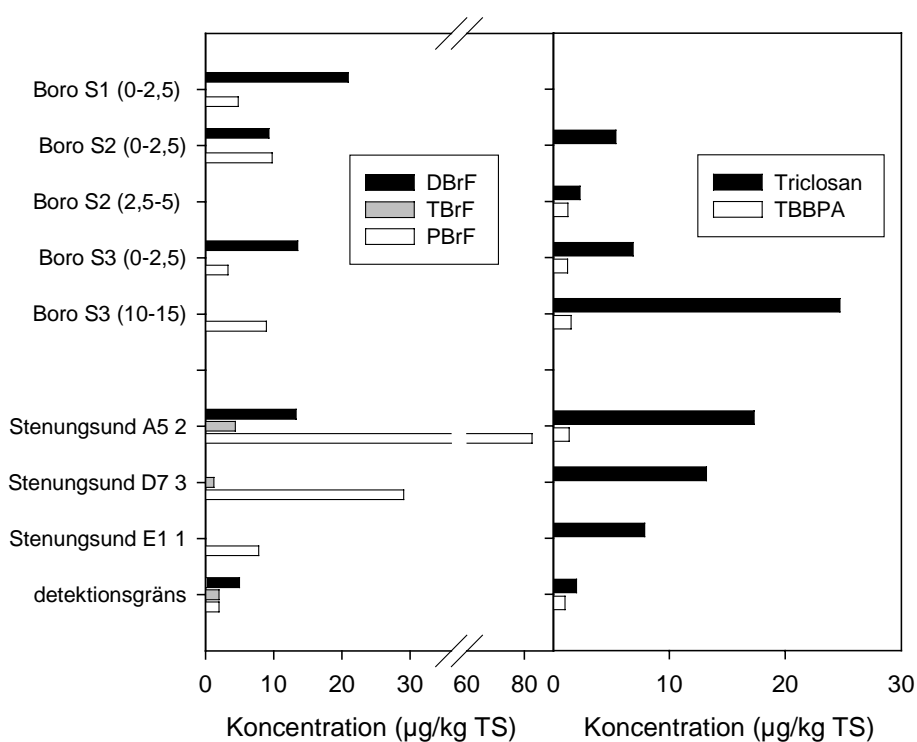
Halter i mark visas i Figur 4.



Figur 4. Koncentrationer i mark.

5.4 Sediment

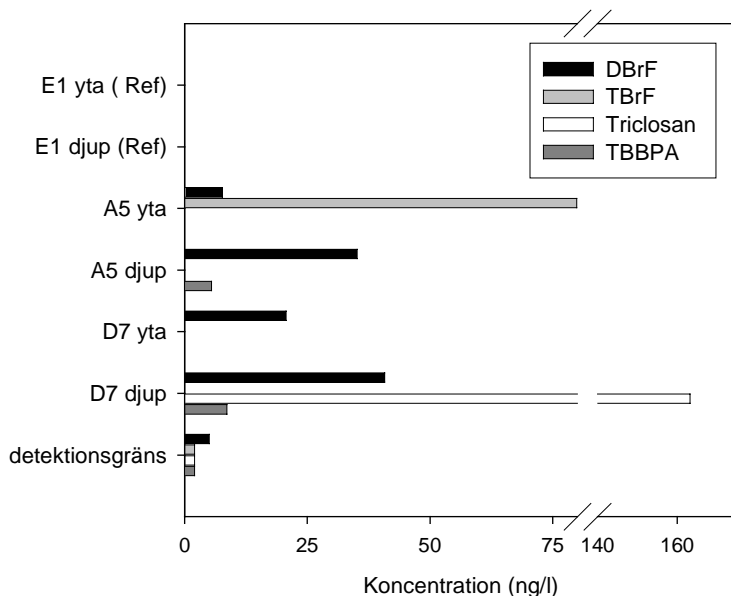
Halter i sediment presenteras i Figur 5. Triclosan var detekterbart i samtliga sediment som studerades, förutom referensstationen vid Boro. Bromfenoler anses ofta uppträda i högre halter i marin miljö än i sötvattensmiljö (Fielman et al., 2001), men ett sådant mönster är inte tydligt i dessa data. TBBPA uppträder i låga halter, mycket nära eller under detektionsgränsen.



Figur 5. Koncentrationer i sediment. OBS bruten skala för bromfenolerna.

5.5 Vatten

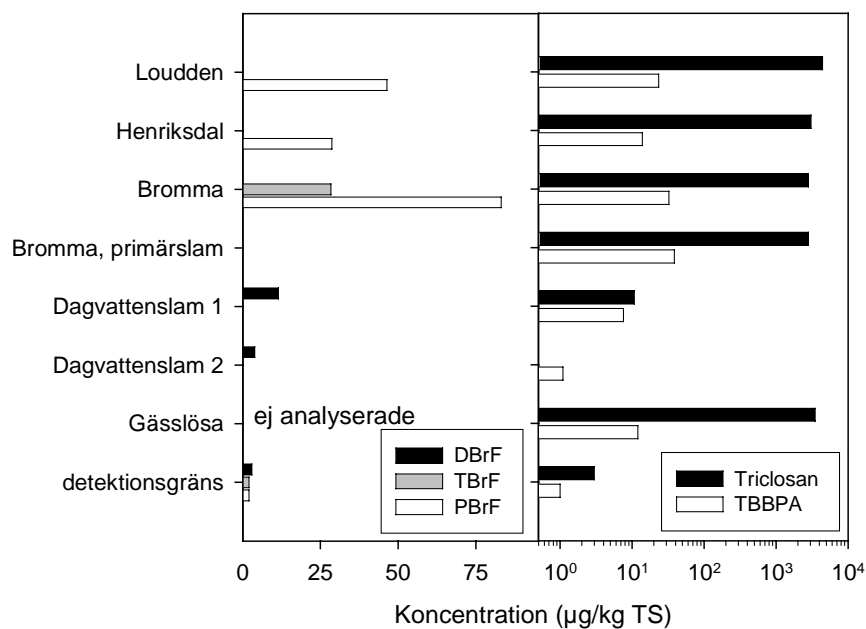
Halter i vatten har endast studerats vid Stenungsund (Figur 6). Inget av ämnena kunde detekteras vid referensstationen E1. Pentabromfenol var inte detekterbart (< 2 ng/l) vid någon station.



Figur 6. Koncentrationer i vatten i Stenungsundsområdet. OBS bruten koncentrationsskala.

5.6 Slam

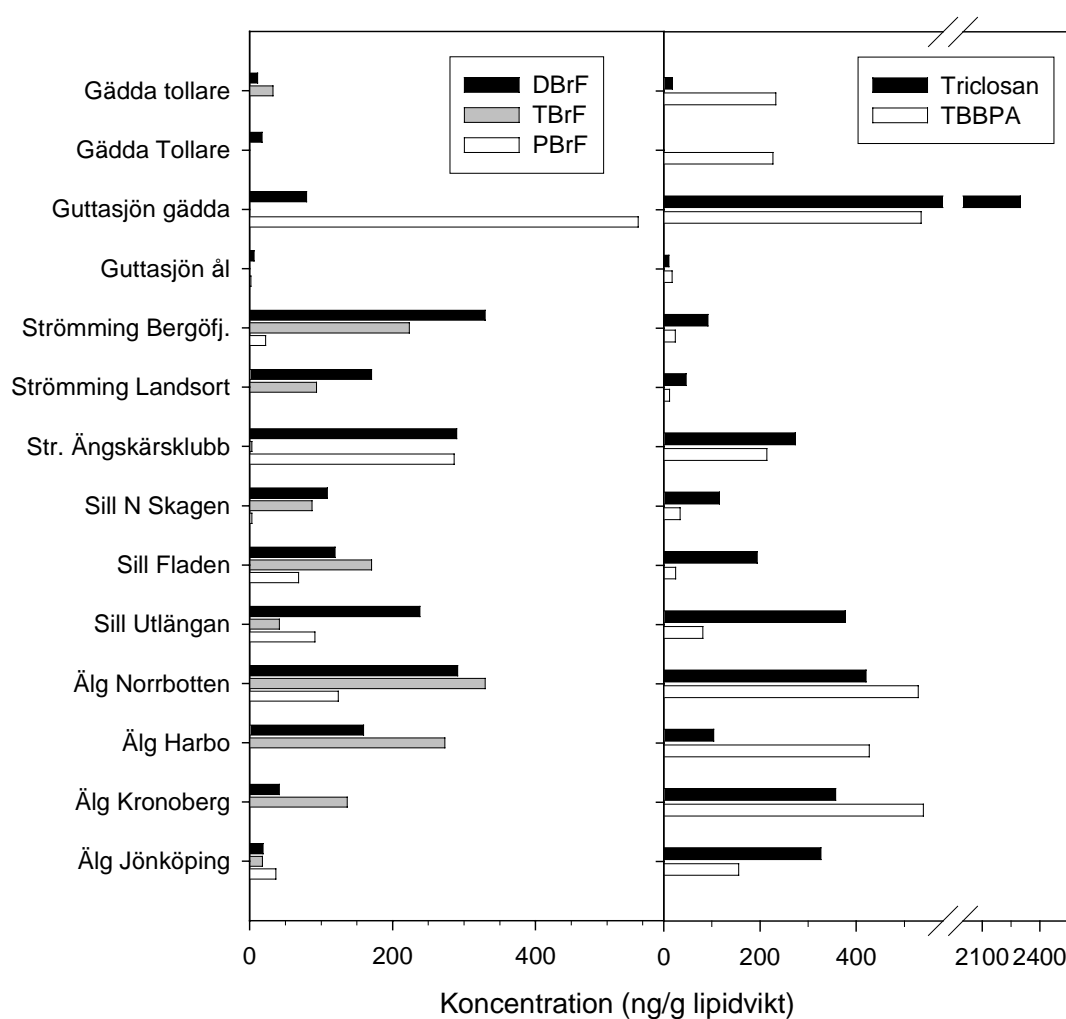
Halter i slam från kommunala reningsverk samt från dagvattenreningsmagasin visas i Figur 7.



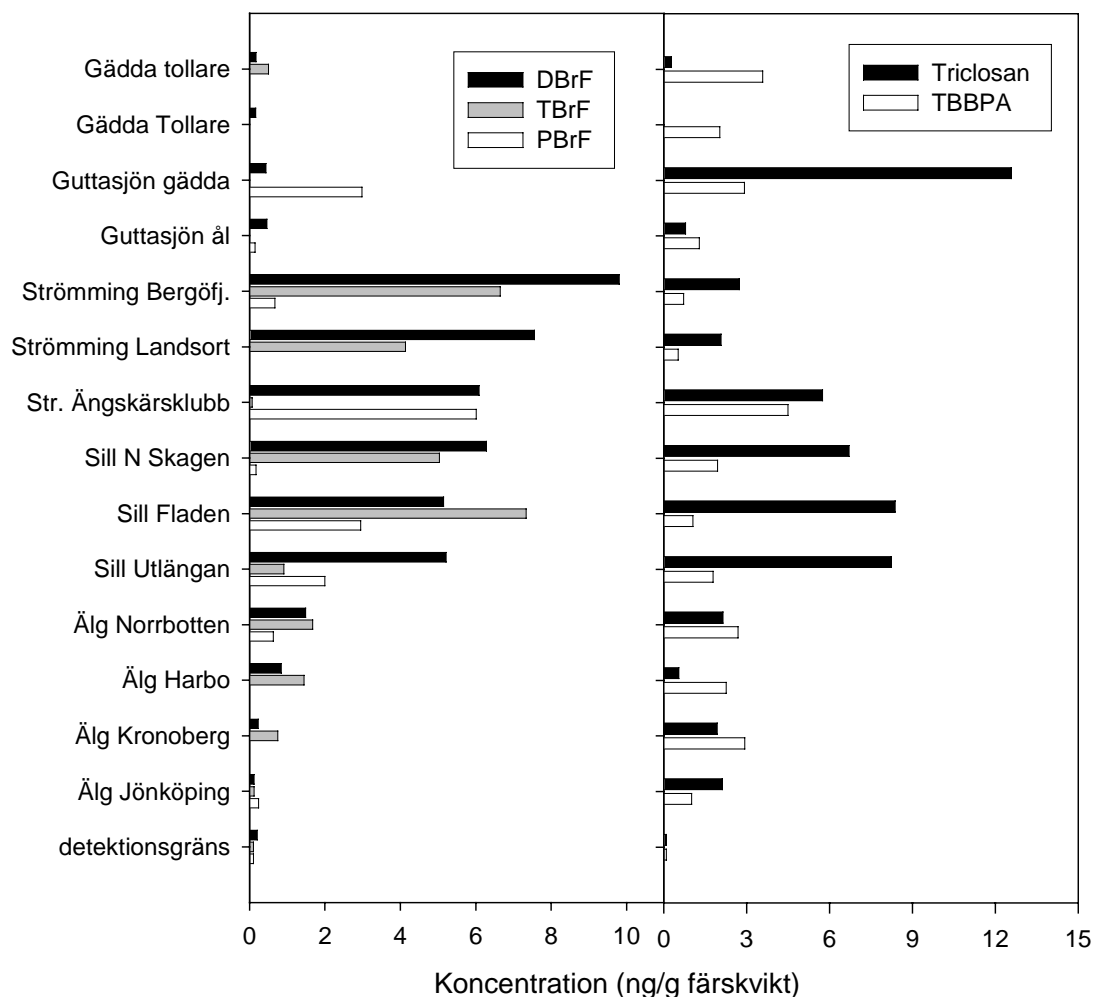
Figur 7. Koncentrationer i slam. Observera logaritmisk koncentrationsskala för triclosan och TBBPA.

5.7 Biota

Halterna återges per lipidvikt i Figur 8 och per färskvikt i Figur 9. Bromfenolerna, särskilt di- och tri-, är generellt högre i sill/strömning än i älg och sötvattensfisk. Detta mönster är tydligast i färskviktsbaserade halter, medan skillnaden minskar i lipidviktskorrigerade data. Anmärkningsvärd är den höga triclosanhalten i gädda från Guttasjön.



Figur 8. Koncentrationer i biota på lipidbasis. Obs att skalan för triclosan är bruten.



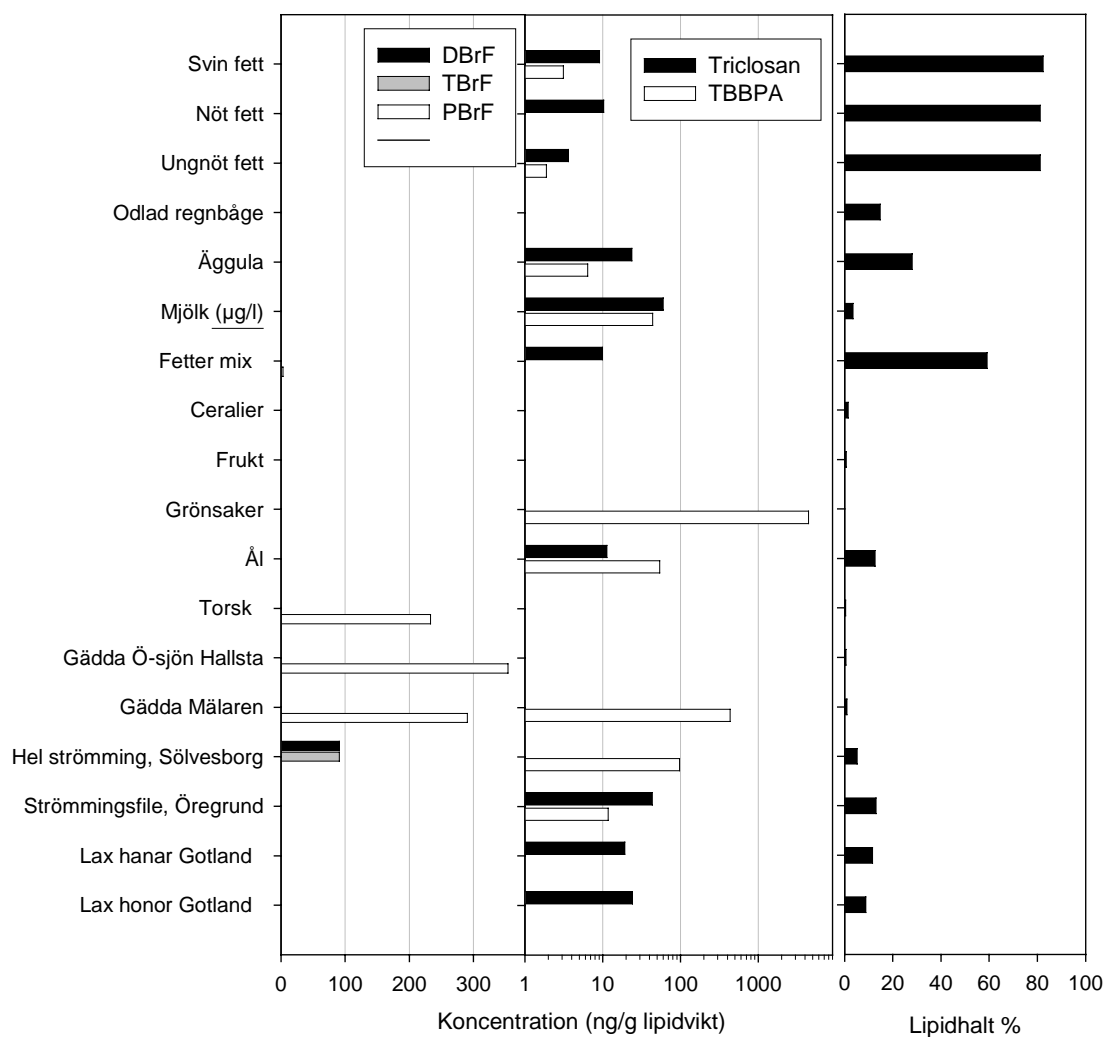
Figur 9. Koncentrationer i biota på färskviktsbasis.

5.8 Livsmedel

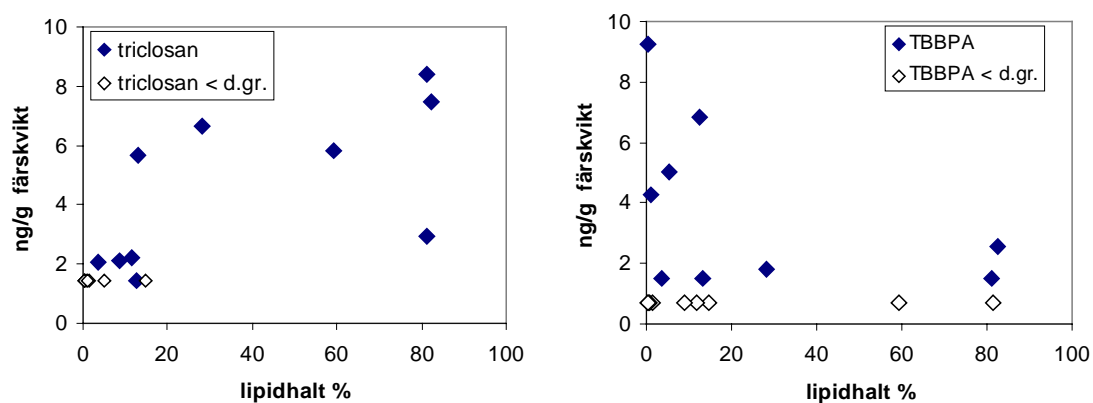
Halter i livsmedel återges på lipidviktsbasis (Figur 10) eftersom köttproven endast representerar fettfraktionen. Bromfenolerna är endast sporadiskt detekterbara och då enbart i fisk samt i ett fettprov av okänt ursprung. Triclosan och TBBPA var detekterbara i 61% resp. 50% av livsmedlen. De två högsta värdena av TBBPA (grönsaker och Mälargädda) orsakas delvis av mycket låga lipidhalter, dvs halterna per färskvikt är inte lika avvikande (se Appendix).

Om halterna presenteras på färskviktsbas uppvisar triclosan ett visst positivt samband med fetthalten ($r^2 = 0.60$, $p < 0.0005$), om man låter värden under detektionsgränsen representeras av densamma (Figur 11). Således är det högre halter av triclosan i fet fisk

som strömming och lax än i torsk och gädda. Inget samband mellan halten av TBBPA och fetthalt kan dock påvisas (Figur 11). Denna brist på korrelation visades nyligen även för nonylfenol i ett stort antal livsmedel i Tyskland (Guenther et al., 2002).



Figur 10. Koncentrationer i livsmedel. Eftersom köttproven är på fettfraktionen och inte på helt kött presenteras halterna på lipidviktsbas. OBS mjök i µg/l samt att data för triclosan och TBBPA presenteras med logaritmisk skala. Lipidhalten för respektive prov anges i den högra grafen.



Figur 11. Halten av triclosan och TBBPA i livsmedel som funktion av fetthalten i respektive livsmedel. Värden under detektionsgränsen är markerade som tomma rutor vid den koncentration som motsvarar detektionsgränsen.

6 Diskussion

6.1 Triclosan

Det mest slående är de höga halterna i slam, som uppgår till flera mg/kg TS (Figur 7), medan förekomst i slam från dagvattenmagasin är mer än en faktor 250 lägre. Den måttliga haltvariationen mellan de fyra reningsverken indikerar att påverkan från punktkällor är mindre betydelsefull. Detta tyder sammantaget på en stark påverkan från hushåll. Tidigare studier har också visat att spridning sker via reningsverk (t.ex. Lindström et al., 2002), vilket är att förvänta utifrån användningsområdena (kapitel 3.1). Total ackumulation i slam i Stockholm kan beräknas till ca 64 kg/år, men den totala belastningen är okänd då vi inte vet hur effektiv reningen är. Eftersom halterna i slam från fyra reningsverk uppvisar relativt liten variation kring medelvärdet 3.5 mg/kg TS gör vi en grov uppskattning att i storleksordningen 1 ton triclosan årligen fastläggs i kommunala reningsverk. Detta är i samma storleksordning som nettoimporten som kemisk produkt under år 2001 (kapitel 3.1).

Triclosan är förhöjt i luft från Stockholm och även i Uppsala, jämfört med bakgrundsmiljöerna Rörvik och Pallas samt Stenungsundsområdet och Boro (Figur 2). Deposition av triclosan är starkt förhöjd i Stockholm relativt Rörvik och Pallas. Detta är såvitt vi vet de första mätningarna av triclosan i luft och nederbörd. Resultaten visar att spridning av triclosan inte är begränsad till systemet – avloppsvatten - reningsverk, utan även sprids via luft. Total deposition i Stockholmsområdet uppskattas dock till några 100 g/år, dvs betydligt lägre än de flöden som förekommer med avloppsvatten.

Även i mark från Boro och Ystad kunde triclosan identifieras. Vi saknar förklaring till varför den inte kunde detekteras i mark från Gårdsjön, men konstaterar att triclosan inte heller detekterades i deposition i regionen (Rörvik). Undersökningar i vatten begränsades till tre stationer utanför Stenungsund och triclosan kunde endast detekteras vid en station, i bottenvattnet närmast industriområdet. Vid övriga stationer var uppenbarligen halten relativt låg (< 2 ng/l). Medelhalten i ett stort antal amerikanska floder är 140 ng/l (Kolpin et al., 2002). Sedimentstudier visade att triclosan förekom vid alla stationer i Stenungsund samt i Boroområdet.

Triclosanhalten i sill/strömning är i samma nivå som t.ex. PCB-153 (data från nationella miljöövervakningen) och PCP (Palm et al., 2002), men är något högre än TBBPA och HBCD (Sternbeck et al., 2001).

Med tanke på förekomsten i rötslam samt det faktum att triclosan är en mycket potent biocid väcks frågan om detta kan påverka mikroorganismer i åkermark som gödslats med slam.

Studien visar också att triclosan är tämligen allmänt förekommande i livsmedel (Figur 10). Detta torde vara en bidragande faktor till att triclosan uppmätts i modersmjölk (Adolfsson-Erici et al., 2002). En väsentlig fråga är om triclosan i livsmedel härrör från livsmedelshandling eller från livsmedlens ursprungsmiljö. Det faktum att triclosanhalten generellt ökar med ökande fetthalt stöder hypotesen om upptag i miljön, eftersom det inte är sannolikt att alla livsmedel skulle ha en likartad exponering för triclosan under handlingen. Kontakter med Swedish Meat (O. Osmark, pers. komm.) visar också att triclosan inte används vid köttbehandling, åtminstone inte vid deras anläggningar. Dessutom uppmättes relativt höga halter i älglever och strömming (Figur 8 och Figur 9), miljöövervakningsprov som inte genomgått konventionell livsmedelshandling. Ovanstående innebär dock inte att man helt kan utesluta att triclosan skulle kunna förekomma i vissa fall inom livsmedelshandling.

6.2 TBBPA

TBBPA detekterades i samtliga miljöer som undersöktes. Halterna i luft i bakgrundsmiljöer är ungefär 10 gånger lägre än i övriga miljöer (två urbana miljöer, ett nuvarande industriområde och en före detta träimpregneringsanläggning i ett mindre samhälle). Halterna i icke-bakgrundsmiljöer uppvisar relativt liten variation vilket kan tolkas som diffus spridning snarare än punktkällaetsläpp. Detta visar att TBBPA i luft i Sverige har en låg bakgrundsnivå (ca 1 pg/m³) som kan bero på långväga transport samt en tydlig förhöjning i samhällen. Som jämförelse var halterna av det additiva flamskyddsmedlet hexabromcyklododekan (HBCD) i samma nivå som TBBPA i bakgrundsmiljöer men mer förhöjd i tätorter (Sternbeck et al., 2001).

Även deposition av TBBPA var något högre i Stockholm än i bakgrundsmiljöerna, vilket stärker misstanken om spridning i urban miljö. Halterna i slam från kommunala reningsverk är något högre än andra mätningar i Stockholm (Naturvårdsverket, 2002), men i nivå med medelvärdet i svenska reningsverk (Tabell 6).

Halter i mark och sediment är generellt mycket låga. Mark från Gårdsjön uppvisar dock högre halter. Vi saknar förklaring till detta. Generellt var halterna i sedimentfällmaterial från Stockholm högre (Tabell 6) vilket visserligen är en annan miljö än vi studerat. De låga halterna i sediment kan eventuellt bero på anaerob debromering av TBBPA (Voordeckers et al., 2002). Liknande halter i sediment har nyligen uppmätts i Tyskland (Kuch et al., 2001).

I sill/strömning varierar halterna mellan 12 och 210 ng/g lipidvikt (medel 65), vilket är högre än för summa-BDE (se DeWit, 2002) men i samma storleksordning som HBCD (Sternbeck et al., 2001). Räknet per lipidvikt är halterna i älglever betydligt högre än i sill/strömningmuskel, medan halterna är ungefär desamma räknat per våtvikt.

6.3 Bromfenoler

Bromfenoler används både som kemikalier, bildas naturligt, samt kan utgöra nedbrytningsprodukter av naturliga och syntetiska ämnen. Möjligheten att dra slutsatser om eventuell antropogen påverkan utifrån en screeningstudie är därför begränsade. Vad gäller luft kan dock konstateras att tri- och pentabromfenol endast detekterats i industriella / urbana miljöer, förutom pentabromfenol i ett Pallasprov. I atmosfärisk deposition var skillnaden mellan bakgrundsmiljöer och urban miljö dock inte så markant. Pentabromfenol detekterades även i alla rötslam och tribromfenol i ett av tre rötslam, men dessa ämnen detekterades ej i dagvattenslammen. Ingen bromfenol kunde dock detekteras i primärslammet varför man kan spekulera i om föreningarna är nedbrytningsprodukter från andra bromerade ämnen, som bildas under rötning.

I sediment var pentabromfenol något högre i de marina proven medan det i övrigt inte kan utläsas någon markant skillnad mellan sediment från sötvatten och marin miljö. Halterna är i samma nivå eller lägre än i sediment där bromfenolerna hade naturligt ursprung (Fielman et al., 2001; Tabell 7).

Dibromfenol detekterades ej i luft och i deposition enbart vid bakgrundsstationerna. Dibromfenol återfanns inte i rötslammen men dock i låga halter i dagvattenslammen.

Halterna av samtliga bromfenoler var generellt högre i sill/strömning än i gädda och ål. Två av tre gäddor härrör från brackvatten (Stockholms skärgård, Tollare) varför skillnaden inte nödvändigtvis kan tillskrivas naturlig bromfenolproduktion i marin miljö. Räknet per lipidvikt så var halterna i älglever ungefär i samma storleksordning som i sill/strömning.

7 Slutsatser

- Triclosan och TBBPA är allmänt spridda i miljön och i livsmedel.
- Triclosan och TBBPA är förhöjda i urban luft relativt bakgrundsstationer, vilket indikerar diffus spridning.
- Triclosan är starkt förhöjt i urban deposition, vilket visar att spridning av triclosan även sker via atmosfären.
- Mätningarna bekräftar att triclosan har en starkt dissipativ användning.
- Triclosan och TBBPA förekom i luft från bakgrundsmiljöer, vilket indikerar att båda ämnena har potential för långväga atmosfärisk transport.
- I sill/strömning är halterna av triclosan och TBBPA ungefär lika höga som PCB-153.
- Studien ger vissa indikationer på att antropogen spridning av tri- och pentabromfenol förekommer.

Tack

Studien har finansierats av Naturvårdsverket inom miljöövervakningen. Författarna vill rikta ett tack till alla som bidragit med prov eller på annat sätt bidragit:

Anna Palm, Eva Brorström-Lundén och John Munthe, IVL; Per-Ola Darnerud, Livsmedelsverket; Torsten Mörner, SVA; Tjelvar Odsjö och Anders Bignert, Naturhistoriska Riksmuseet; Pernilla Edborg, Vetlanda Kommun; Håkan Andersson samt Leif Grufman på DecorPanel i Landsbro; Åke Granmo, Kristinebergs marina forskningscentrum; Jan Stenlycke och Stefan Remberger, Stockholm Vatten; Anette Ohlsson, Gässlösa reningsverk; och Tomas Österlund, Viskans vattenvårdsförbund.

8 Referenser

- Adolfsson-Erici M., Pettersson M., Parkkonen J. och Sturve J. (2001) Triclosan, a commonly used bactericide found in human milk and in aquatic environment in Sweden. *Chemosphere* 46, 1485-1489.
- Broman D., Balk L. och Zebühr Y. (2001) Miljöövervakning i Stockholms kommun Saltsjön och Mälaren – KEMI Slutrapport: provtagningsåren 96/97, 97/98 och 98/99.
- BSEF (2000) An Introduction to Brominated Flame Retardants. Bromine Science and Environmental Forum, Belgien.
- Chedgzoy P, Winckle G och Heard CM (2002) Triclosan: release from transdermal adhesive formulations and in vitro permeation across human epidermal membranes. *International Journal of Pharmaceutics* 235, 229-238.
- DEPA (1999) Brominated Flame Retardants - Substance Flow Analysis and Assessment of Alternatives. Danish Environmental Protection Agency.
- DeWit C.A. (2002) An overview of brominated flame retardants in the environment. *Chemosphere* 46, 583-624.
- Fielman K.T., Woodin S.A. och Lincoln D.E. (2001) Polychaete indicator species as a source of natural halogenated organic compounds in marine sediments. *Environ. Tox. Chem.* 20, 738-747.
- Guenther K. et al. (2002) Endocrine disrupting nonylphenols are ubiquitous in food. *Environ. Sci. Technol.* 36, 1676-1680.
- Hedemalm P., Carlsson P. och Palm V. (1995) Waste from electrical and electronic products – a survey of the contents of materials and hazardous substances in electric and electronic products. *TemaNord* 1995:554
- Hovander L., Malmberg T., Athansiadou M., Athanassiadis I, Rahm S., Bergman Å. och Klasson-Wehler E. (2002) Identification of hydroxylated PCB metabolites and other phenolic halogenated pollutants in human blood plasma. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 42, 105-117.
- Kanetoshi A. et al. (1988) Formation of polychlorinated dibenzo-p-dioxin from 2,4,4'-trichloro-2'-hydroxydiphenylether Irgasan DP300 and its chlorinated derivatives by exposure to sunlight. *J. Chromatogr.* 454, 145-155.
- KemI (2000) "Flamskyddsmedel- ett brännande problem". Faktablad, Kemikalieinspektionen.
- KemI (2001) Initiativ mot antibakteriella tillsatser i konsumentprodukter. Rapport om samverkan mellan Kemikalieinspektionen, Konsumentverket, Livsmedelsverket, Läkemedelsverket och Smittskyddsinstitutet.

- Kolpin, D. W.; Furlong, E. T.; Meyer, M. T.; Thurman, E. M.; Zaugg, S. D.; Barber, L. B.; Buxton, H. T. (2002) Pharmaceuticals, Hormones, and Other Organic Wastewater Contaminants in U.S. Streams, 1999-2000: A National Reconnaissance. *Environ. Sci. Technol.* 36, 1202-1211.
- Kuch B., Hagenmaier H. och Körner W. (2001) Determination of brominated flame retardants in sewage sludges and sediments in south-west Germany. Poster, 11th Annual Meeting of SETAC Europe, May 6-10 2001, Madrid.
- Lindström A., Buerge I.J., Poiger T., Bergqvist P.-A., Müller M.D. och Buser H.-R. (2002) Occurrence and environmental behavior of the bactericide triclosan and its methyl derivative in surface waters and waste water. *Environ. Sci. Technol.* 36, 2322-2329.
- Lopez-Avila V. och Hites R.A. (1980) Organic compounds in an industrial waste water. Their transport into sediments. *Environ. Sci. Technol.* 14, 1382-1390.
- Naturvårdsverket (2002) Bromerade flamskyddsmedel i avloppsslam. Rapport 5188.
- Nomani A.A., Ajmal M. och Ahmad S. (1996) Gas chromatography – mass spectrometric analysis of four polluted river waters for phenolic and organic compounds. *Environ. Monitor. Assess.* 40, 1-9.
- Norberg P., Lindgren S., Svensson B. och Svensson K. (2000): Antibakteriella medel. Förekomst, användning och effekter av antibakteriella medel i livsmedelshanteringen ur konsumentperspektiv. Livsmedelsverkets rapport nr. 16
- Ochs D. (2001) Antimicrobials. i *Plastic Additives Handbook*, Hanser.
- OECD (1994) Selected Brominated Flame Retardants. Risk Reduction Monograph no. 3, Organisation for Economic Co-operation and Development, Frankrike.
- Palm A., Sternbeck J., Remberger M., Kaj L. och Brorström-Lundén E. (2002) Screening av pentaklorfenol (PCP) i miljön. IVL rapport B1474.
- Renner R. (2000) Increasing levels of flame retardants found in north American environment. *Environ. Sci. Technol.* 34, 452A-453A.
- Råd & Rön (2000) nr 4. Konsumentverket.
- Råd & Rön (2001) nr 9. Konsumentverket.
- Sellström och Jansson (1995) Analysis of tetrabromobisphenol A in a product and environmental samples. *Chemosphere* 31, 3085-3092.
- Simonsen F.A., Stavnsbjerg M., Møller L.M. och Madsen T. (2000) Brominated flame retardants; toxicity and ecotoxicity. Miljøstyrelsen Danmark, projekt no 568.
- Sjödin A., Carlsson H., Thuresson K., Sjölin S., Bergman Å och Östman C. (2001) Flame Retardants in Indoor Air at an Electronics Recycling Plant and at Other Work Environments. *Environ. Sci. Technol.* 35, 448–454.
- Sternbeck J., Remberger M., Kaj L., Strömberg K., Palm A. och Brorström-Lundén E. (2001) HBCD i Sverige - screening av ett bromerat flamskyddsmedel. IVL B 1434.

- Sternbeck J., Palm A. and Kaj L. (2002) Antimon i Sverige - användning, spridning och miljöpåverkan. IVL B 1473.
- Thomsen C., Lundanes E., och Becher G. (2002) Brominated Flame Retardants in Archived Serum Samples from Norway: A Study on Temporal Trends and the Role of Age. Environ. Sci. Technol., 36, 1414 –1418.
- Tolosa I., Bayona J.M. och Albaiges J. (1991) Identification and occurrence of brominated and nitrated phenols in estuarine sediments. Marine Pollut Bull 22, 603-607.
- Vermeiren L., Devlieghere F, Debevere J. (2002) Effectiveness of some recent antimicrobial packaging concepts. Food Addit. Contam. 19 Suppl. 163-171.
- WHO/IPCS (1995) Tetrabromobisphenol A and Derivatives. Environmental Health Criteria 172.
- Voordeckers J.W., Fennell, D.E., Jones K. och häggblom M.M. (2002) Anaerobic Biotransformation of Tetrabromobisphenol A, Tetrachlorobisphenol A, and Bisphenol A in Estuarine Sediments. Environ. Sci. Technol. 36, 696-701.

Personlig kommunikation:

Holmer O., Kemisk- Tekniska Leverantörförbundet, KTF

Tammela M., Läkemedelsverket

Almkvist Å., Kemikalieinspektionen, produktregistret

Forsberg H., Konsumentverket

Norberg P., Livsmedelsverket

Osmark O., Swedish Meats

Internet:

www.textileimporters.se, Antibakteriella medel i textilier

www.belona.no, faktablad 130 Bromerte flammehemmere

www.ciba.com

Appendix. Halter i respektive prov. < innebär att halten var lägre än den angivna detektionsgränsen.

Provnr	Område	Detaljer	2,4-DBF ng/l	2,4,6-TBF ng/l	PBF ng/l	Triclosan ng/l	TBBPA ng/l
Vatten							
MR-2387	Stenungsund E1, referensstn	yta	<	<	<	<	<
MR-2388	Stenungsund E1, referensstn	djup	<	<	<	<	<
MR-2389	Stenungsund A5	yta	8	80	<	<	<
MR-2390	Stenungsund A5	djup	35	<	<	<	5
MR-2391	Stenungsund D7	yta	21	<	<	<	<
MR-2392	Stenungsund D7		41	<	<	160	9
DETEKTIONSGRÄNS							
Sediment							
MR-2337	Boro S1 (referens)	0-2.5 cm	21	<	5	<	<
MR-2340	Boro S2 nedströms	0-2.5 cm	9	1	10	5	<
MR-2341	Boro S2 nedströms	2.5-5 cm	1	<	1	2	1
MR-2342	Boro S3 nedströms	0-2.5 cm	14	<	3	7	1
MR-2343	Boro S3 nedströms	10-15 cm	<	<	9	25	2
MR-2407	Stenungsund A5 2		13	4	83	17	1
MR-2408	Stenungsund D7 3		<	1	29	13	1
MR-2409	Stenungsund E1 1 referens		<	<	8	8	<
DETEKTIONSGRÄNS							
			5	2	2	2	1

Provnr	Typ	Detaljer	2,4-DBF µg/kg vätvikt	2,4,6-TBF µg/kg vätvikt	PBF µg/kg vätvikt	Triclosan µg/kg vätvikt	TBBPA µg/kg vätvikt	Lipidinhåll %
MR-2099	Svin fett 1999		<	<	<	7.5	2.6	82
MR-2100	Nöt fett 1999		<	<	8.6	8.4	<	81
MR-2101	Ungnöt fett 1999		<	<	<	3.0	1.5	81
MR-2116	Laxkotlett 1999 odlad regnbåge		<	<	<	<	<	15
MR-2344	Ägg, gulan, Gävle		<	<	<	6.6	1.8	28
MR-2345	Mjök, 1999 Karlstad	µg/l	<	<	<	2.1	1.5	3.5
MR-2346	Fetter mix		<	1.7	<	5.8	<	59
MR-2347	ceralier		<	<	1.1	<	<	1.5
MR-2348	frukt		<	<	<	<	<	0.8
MR-2349	grönsaker		<	<	<	<	9.3	0.2
MR-2350	Ål mix		<	<	1.8	1.4	6.9	13
MR-2351	Torsk		<	1.1	0.4	<	<	0.5
MR-2352	Gädda Östersjön, Hallsta		<	1.9	<	<	<	0.5
MR-2353	Gädda Mälaren		<	2.9	1.6	<	4.3	1.0
MR-2354	Hel strömring Sölvesborg		4.7	<	<	<	5.0	5.2
MR-2355	Strömingsfile Öregrund		<	<	<	5.6	1.5	13
MR-2356	Lax hanar Gotland		<	<	7.1	2.2	<	12
MR-2357	Lax honor Gotland		<	<	<	2.1	<	8.8
DETEKTIONSGRÄNS			2	0.9	0.5	1.4	0.7	

Provnr	Typ	Detaljer	2,4-DBF µg/kg våtvikt	2,4,6-TBF µg/kg våtvikt	PBF µg/kg våtvikt	Triclosan µg/kg våtvikt	TBBPA µg/kg våtvikt	Lipidinhåll %
Biota								
MR-2107	Guttasjön Gädda		0.4	<	3.0	13	2.9	0.5
MR-2109	Guttasjön Ål		0.5	<	0.1	0.8	1.3	7.5
MR-2110	Strömning muskel Bergöfjärden	10 st 4-åriga hannar	9.8	6.7	0.7	2.7	0.7	3.0
MR-2111	Strömning muskel Landsort	10 st 5-åriga honor	7.6	4.1	<	2.1	0.5	4.4
MR-2112	Strömning muskel Ångskärsklubb	10 st 5-åriga honor	6.1	0.1	6.0	5.8	4.5	2.1
MR-2113	Sill muskel N Skagen	10 st 3-åriga honor	6.3	5.0	0.2	6.7	1.9	5.8
MR-2114	Sill muskel Fladen	10 st 3-åriga honor	5.1	7.3	2.9	8.4	1.1	4.3
MR-2115	Sill muskel Utiängen	4 st 2-åriga honor; 6 st 2-åriga hannar	5.2	0.9	2.0	8.2	1.8	2.2
MR-2497	Älg lever Norrbotten 2001	6 st kalvar	1.5	1.7	0.6	2.1	2.7	0.5
MR-2498	Älg lever Harbo 2001	3 st kalvar	0.8	1.4	<	0.5	2.3	0.5
MR-2499	Älg lever Kronoberg 2001	5 st kalvar	0.2	0.7	<	1.9	2.9	0.5
MR-2500	Älg lever Jönköping 2001	4 st kalvar	0.1	0.1	0.2	2.1	1.0	0.7
MR-2511	Gädda Tollare GB3		0.2	0.5	<	0.3	3.6	1.5
MR-2512	Gädda Tollare GB5		0.2	<	<	<	2.0	0.9
DETEKTIONSGRÄNS			0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	

Provnr	Område	Detaljer	2,4-DBF ng/m3.	2,4,6-TBF ng/m3.	PBF ng/m3.	Triclosan ng/m3.	TBBPA ng/m3.
<u>Luft</u>							
MR-2395/97	Boro	Utanför kammare	<	0.85	<	<	0.03
MR-2396/98	Boro	I kammare	<	0.01	0.040	<	0.01
MR-2399	Vasastan, Sthlm	31/08- 14/9 2001	<	0.09	0.020	0.05	0.02
MR-2501	Vasastan, Sthlm	8/1 – 4/2 2002	<	0.02	0.020	0.17	0.03
MR-2402	Stenungsund	1/10 -17/10 2001	<	0.08	0.020	0.02	0.02
MR-2470	Stenungsund	24/10 – 14/11 2001	<	0.03	<	<	0.02
MR-2471	Stenungsund	15/11 – 12/12 2001	<	0.007	0.010	<	0.02
MR-2472	Stenungsund	14/12 – 16/1 2002	<	0.02	0.010	<	0.01
	Uppsala, SO	5/12 – 4/1 2001/2002	<	0.008	<	0.04	0.020
MR-2474	Rörvik	30/7 – 27/8 2001	<	<	<	0.003	0.001
MR-2475	Rörvik	4/12 – 4/1 2001/2002	<	<	<	0.01	0.001
MR-2476	Pallas	27/8 – 31/8 2001	<	<	0.005	0.003	0.002
MR-2477	Pallas	10/12 – 17/12 2001	<	<	<	0.005	<
DETEKTIONSGRÄNS							
			0.01	0.001	0.005	0.003	0.001
<u>Deposition</u>							
MR-2405	Vasastan, Sthlm	31/08- 14/9 2001	<	5.1	1.8	20	1.6
MR-2502	Vasastan, Sthlm	8/1 – 4/2 2002	<	2.1	0.3	9.7	3.6
MR-2478	Rörvik	30/7 – 27/8 2001	4.4	6.6	<	<	1.0
MR-2479	Rörvik	26/11 – 3/1 2001/2002	0.8	1.8	<	<	<
MR-2480	Pallas	27/8 – 31/8 2001	0.3	0.64	0.4	0.38	<
MR-2481	Pallas	10/12 – 17/12 2001	0	0.62	0.3	0.41	0.38
DETEKTIONSGRÄNS							
			0.3	0.1	0.2	0.2	0.2

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

IVL är ett oberoende och fristående forskningsinstitut som ägs av staten och näringslivet. Vi erbjuder en helhetssyn, objektivitet och tvärvetenskap för sammansatta miljöfrågor och är en trovärdig partner i miljöarbetet.

IVLs mål är att ta fram vetenskapligt baserade beslutsunderlag åt näringsliv och myndigheter i deras arbetet för ett bärkraftigt samhälle.

IVLs affärsidé är att genom forskning och uppdrag snabbt förse samhället med ny kunskap i arbetet för en bättre miljö.

Forskning- och utvecklingsprojekt publiceras i

IVL Rapport: IVLs publikationsserie (B-serie)
IVL Nyheter: Nyheter om pågående projekt på den nationella och internationella marknaden
IVL Fakta: Referat av forskningsrapporter och projekt
IVLs hemsida: www.ivl.se

Forskning och utveckling som publiceras utanför IVLs publikationsservice registreras i IVLs A-serie. Resultat redovisas även vid seminarier, föreläsningar och konferenser.



IVL Svenska Miljöinstitutet AB

IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd

P.O.Box 210 60, SE-100 31 Stockholm
Hälsingegatan 43, Stockholm
Tel: +46 8 598 563 00
Fax: +46 8 598 563 90

P.O.Box 470 86, SE-402 58 Göteborg
Dagjämningsgatan 1, Göteborg
Tel: +46 31 725 62 00
Fax: +46 31 725 62 90

Aneboda, SE-360 30 Lammhult
Aneboda, Lammhult
Tel: +46 472 26 77 80
Fax: +46 472 26 77 90

www.ivl.se