

# **Handlingsplan for bromerede flammehæmmere**

**Miljøstyrelsen**

**Marts 2001**



# Indhold

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INDHOLD</b>  | <b>3</b>  |
| <b>FORORD</b>   | <b>5</b>  |
| PROBLEM   | 6         |
| MÅL   | 7         |
| MIDLER  | 7         |
| <b>1 MÅL OG STRATEGI</b>  | <b>10</b> |
| <b>2 FORBRUG OG FORURENING MED BROMEREDE<br/>FLAMMEHÆMMERE</b>  | <b>12</b> |
| 2.1 FORBRUG OG SPREDNING AF BROMEREDE FLAMMEHÆMMERE I DANMARK   | 12        |
| 2.1.1 Forbrug   | 12        |
| 2.1.2 Spredning   | 14        |
| 2.1.3 Fødevarer   | 15        |
| 2.1.4 Arbejds miljø   | 16        |
| 2.2 MILJØ- OG SUNDHEDSEFFEKTER AF NOGLE BROMEREDE FLAMMEHÆMMERE | 16        |
| 2.3 ALTERNATIVER  | 18        |
| <b>3 INDSATSOMRÅDER</b>   | <b>21</b> |
| 3.1 INTERNATIONAL REGULERING OG SAMARBEJDE                      | 21        |
| 3.1.1 Status  | 21        |
| 3.1.2 Fremtidige initiativer                                    | 23        |
| 3.2 INTERNATIONALT SAMARBEJDE                                   | 24        |
| 3.2.1 Fælles initiativer  | 24        |
| 3.2.2 Vidensformidling  | 25        |
| 3.3 NATIONALE REGULERINGER OG INITIATIVER                       | 25        |
| 3.3.1 Nuværende regler  | 25        |
| 3.3.2 Samarbejde med industrien                                 | 27        |
| 3.3.3 Mulighed for aftaler med importører og detailhandlen      | 27        |
| 3.4 VIDENSOPBYGNING   | 28        |
| 3.4.1 Ny viden  | 28        |
| 3.4.2 Behov for viden   | 29        |
| 3.5 STANDARDISERING   | 30        |
| 3.5.1 Danske krav   | 30        |
| BYGNINGSISOLERING   | 30        |
| VÆG- OG LOFTSBEKLÆDNING   | 30        |
| TAGDÆKNING  | 30        |
| GULVBELÆGNING   | 30        |
| 3.5.2 Standarder  | 31        |
| 3.5 INFORMATIONSAKTIVITETER                                     | 32        |
| 3.6   | 32        |
| 3.6.1 Miljømærker   | 32        |
| 3.6.2 Grøn indkøbspolitik                                       | 33        |
| 3.6.3 Informationsmateriale                                     | 33        |
| 3.7 TILSKUD TIL UDVIKLING AF RENERE PRODUKTER                   | 34        |
| <b>4 ØKONOMISKE KONSEKVENSER</b>                                | <b>36</b> |
| 4.1.1 Samfundsøkonomiske konsekvenser ved status quo            | 36        |
| 4.1.2 EU tiltag   | 36        |
| 4.1.3 Prissætning af alternativer                               | 37        |
| 4.1.4 Konklusion  | 39        |
| <b>5 EVALUERING/OPFØLGNING AF INDSATSEN</b>                     | <b>41</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>6 FORKORTELSER</b>                                 | <b>42</b> |
| <b>REFERENCER</b>                                     | <b>44</b> |
| <b>BILAG 1</b>  | <b>46</b> |
| MILJØ- OG SUNDHEDSEFFEKTER AF BROMEREDE FLAMMEHÆMMERE | 46        |
| <i>PBB (Polybromerede biphenyl)</i>                   | 46        |
| <i>PBDE (Polybromerede diphenylether)</i>             | 46        |
| <i>Tetrabrombisphenol A (TBBPA)</i>                   | 48        |
| <i>Hexabromocyclodecan (HBCD)</i>                     | 49        |
| <i>Andre bromerede flammehæmmere</i>                  | 49        |
| <b>BILAG 2</b>  | <b>52</b> |
| TABELOVERSIGT PÅ MILJØMÆRKEKRITERIER JUNI 2000        | 52        |

# Forord

Bromerede flammehæmmere er en gruppe organiske stoffer, der har det til fælles, at de indeholder brom. Stofferne tilsættes blandt andet plastmaterialer og skum til isolering m.v., således at produkterne kan opfylde krav og ønsker til brandsikkerhed. Stofferne findes således i en række elektriske og elektroniske produkter.

På baggrund af en kortlægning af forbruget i Danmark sendte Miljøstyrelsen i marts 2000 et udkast til en handlingsplan for bromerede flammehæmmere i høring.

I juni 2000 blev der afholdt en offentlig høring, hvor forskellige parter havde lejlighed til at give en præsentation af deres synspunkter.

Som opfølgning på denne høring og de indkomne høringssvar har Miljøstyrelsen revideret planen. Samtidig er planen ajourført med de nyeste initiativer både nationalt og internationalt.

Planen vil herefter danne ramme for den fremtidige indsats for bromerede flammehæmmere i Danmark.

# Sammenfatning og konklusioner

## Problem

“Bromerede flammehæmmere” dækker over en lang række forskellige organiske stoffer, der har det til fælles, at de indeholder brom, som virker hæmmende på udviklingen af brand. Stofferne tilsættes bl.a. plastmaterialer og skum til isolering m.v., således at produkterne kan opfylde krav og ønsker til brandsikkerhed. De mest problematiske stofgrupper er PolyBromerede BiphenylEther (PBB) og PolyBromerede DiphenylEther (PBDE). Den mest anvendte bromerede flammehæmmer i Danmark er TetraBromoBisPhenol A (TBBPA).

Bromerede flammehæmmere udgør cirka 15% af det europæiske marked af flammehæmmere.

En række undersøgelser har vist, at flere af de bromerede flammehæmmere findes i stigende mængder i naturen og i mennesker. Dette er bekymrende, fordi visse af de bromerede flammehæmmere mistænkes for at have uønskede effekter i miljøet og på sundheden. Stofferne er generelt meget stabile – det gælder især stofgrupperne PBB og PBDE. Disse stoffer kan spredes langt omkring i miljøet, kan opkoncentreres i fødekæderne og ophobes i sedimenter, hvor de kun nedbrydes langsomt. De minder således om Persistent Organic Pollutants (POP), som de også ofte sammenlignes med.

Fund af visse af de bromerede flammehæmmere (PBDE'er) i modermælk, fedtvæv og blodet hos mennesker samt i spæk hos hvaler viser, at denne type stoffer kan spredes til mange forskellige typer miljøer. Der er dog stadig langt fra de fundne koncentrationer i fødevarer og miljøet til de koncentrationer, hvor der er set sundhedsskader i dyreforsøg. Dette betyder, at der er en risiko på lang sigt, men det er muligt at mindske og muligvis helt fjerne risikoen, hvis vi handler nu.

Da flere af de bromerede flammehæmmere sandsynligvis frigøres fra de forskellige produkter under deres brug, er det ikke muligt at undgå spredning til miljøet ved alene at rense for stofferne ved punktkilder (f.eks. spildevand eller luftemission). Når de bromerede flammehæmmere frigøres ved brug af de forskellige produkter, spredes de til luft, jord og vand. Forureningen er altså både en diffus og en punktkilde forurening fra de steder, hvor produkterne håndteres.

For PBB og PBDE er den nuværende viden om stofferne og deres effekter så bekymrende, at målet er en afvikling i løbet af en kortere årrække. For TBBPA, HexaBromoCycloDecan (HBCD) og de øvrige stoffer er vores viden endnu for sparsom. Derfor er der behov for yderligere undersøgelser og vurderinger, før risikoen kan belyses.

Der er kun et beskedent forbrug af bromerede flammehæmmere i Danmark. Det største forbrug sker ved importerede produkter, som f.eks. computere, fjernsyn, biler. Det er derfor ikke tilstrækkeligt at stoppe anvendelsen af stofferne i Danmark. Hvis vi også ønsker at afvikle anvendelsen i færdigvarer, må vi løse problemet på internationalt niveau. Det kan ikke forventes, at udenlandske producenter af disse produkter vil omstille produktionen for at tilfredsstille et lille marked som Danmark.

## Mål

Målet med handlingsplanen er internationalt at afvikle brugen af de mest problematiske bromerede flammehæmmere.

På kort sigt drejer det sig om stofgrupperne PBB og PBDE, der skal afvikles indenfor en kortere årrække.

På længere sigt skal alle øvrige problematiske bromerede flammehæmmere identificeres og afvikles.

Målet er endvidere, at alternativer til bromerede flammehæmmere skal vurderes. Dermed kan substitution til egnede miljø- og sundhedsmæssige bedre alternativer medvirke til udvikling af renere produkter.

Alle flammehæmmere, der kan afgives fra produkter, bør ikke tages i anvendelse, hvis de er persistente, kan ophobes, og der er mistanke om skadelige virkninger på miljø og/eller sundhed.

## Midler

### *Initiativer:*

- *International re-gulering*
- *Internationalt samarbejde*
- *Nationale Initiativer*
- *Vidensopbygning*
- *Standardisering*
- *Informationsaktiviteter*
- *Tilskud til udvikling af renere produkter*

Målet for en afvikling af alle problematiske flammehæmmere, herunder bl.a. stofgrupperne PBB og PBDE, skal nås gennem regulering i EU og andre internationale fora.

Mere viden om øvrige bromerede flammehæmmere og alternativer skal opbygges i et internationalt samarbejde med andre lande for derved at udnytte ressourcerne bedst muligt.

Det første skridt er at stoppe anvendelsen af PBB og PBDE i den danske produktion i løbet af få år. Det skal derfor undersøges, om der er mulighed for at iværksætte et samarbejde og indgå aftaler med industri, importører og detailhandlen.

Spredning af de bromerede flammehæmmere til miljøet er overvejende diffus fra fordampning til luften. Punktkilder med et øget udslip kan ske fra steder, der reparerer og skrotter elektriske og elektroniske apparater. Dette vil blive nærmere undersøgt i et samarbejde med Arbejdstilsynet, og derefter vil behovet for tiltag over for disse punktkilder blive vurderet.

Spredning i havmiljøet af udvalgte bromerede flammehæmmere er ved at blive undersøgt i samarbejde med DMU.

Det langsigtede mål med at identificere og afvikle alle øvrige problematiske flammehæmmere skal nås ved at indsamle mere viden og derefter vurdere risikoen. Dette gælder især for den mest anvendte TBBPA, som anvendes reaktivt (indbygget i plastmaterialers polymerstruktur) og dermed muligvis giver en mindre risiko.

Alternativer bør udvikles og vurderes. De allerede kendte og anvendte alternativer indenfor halogenerede stoffer og uorganiske forbindelser bør ligeledes vurderes.

Der er igangsat en række projekter til at forbedre vidensgrundlaget, men der er stadig områder, hvor der er behov for ny og mere viden.

Flammehæmmere anvendes for at leve op til forskellige danske myndighedskrav til brandsikkerhed for produkterne. Disse krav overholdes ved afprøvning efter forskellige teststandarder, nationale og internationale. På en række områder er der desuden udenlandsk krav, som produkterne på det danske marked lever op til. Der er derfor behov for at vurdere alternativerne i forhold til de gældende krav til brandsikkerhed, samt for at vurdere om disse krav er fastsat ud fra, hvad de bedste flammehæmmere kan præstere.

Der vil i 2001 blive igangsat en informationskampagne primært rettet mod detailhandlen og til dels forbrugerne, hvor de bl.a. vil blive gjort opmærksom på, at bromerede flammehæmmere som hovedregel ikke er tilladt i miljømærkede produkter.

Der er i kriterierne for elektroniske produkter under miljømærkerne EU-Blomsten og Den Nordiske Svane som f.eks. computere, fjernsyn og tekstiler allerede stillet krav om, at forskellige dele af produkterne ikke må indeholde PBB og PBDE. Miljøstyrelsen vil fortsat arbejde for at flammehæmmere med uønskede miljø- og sundhedseffekter ikke indgår i de miljømærkede produkter. Endvidere anbefales det i miljøvejledninger til offentlige indkøbere så vidt muligt at undgå produkter, der indeholder chlor- og bromholdige materialer. Hensynet til brandsikkerhed og betydning af miljøpåvirkningen vil dog også indgå i arbejdet.

Med det mål at udvikle renere produkter uden bromerede flammehæmmere vil der fortsat under tilskudsprogrammet for renere produkter m.v. blive givet tilskud til bl.a. udvikling, afprøvning og vurdering af alternativer, samt spredning af viden til producenterne om mulighederne for alternativer.





# 1 Mål og strategi

## *Mål for indsatsen*

Det er målet at få begrænset anvendelsen af alle problematiske bromerede flammehæmmere. På kort sigt drejer det sig først og fremmest om de meget problematiske stofgrupper PBB og PBDE, der skal afvikles i løbet af en kort årrække. På længere sigt skal der igangsættes yderligere vidensindsamling om miljø- og sundhedsmæssige konsekvenser af brugen af andre bromerede flammehæmmere samt vurdere deres konkrete anvendelser. Brugen af miljø- og sundhedsmæssige bedre alternativer skal undersøges og udvikles.

Målet skal nås ved konkrete initiativer inden for syv skitserede områder, som findes beskrevet i de følgende afsnit.

Overordnet baserer handlingsplanen sig på følgende strategi:

## *International regulering*

En international regulering prioriteres højest, idet langt størstedelen af de bromerede flammehæmmere kommer til Danmark i importerede varer. Hovedvægten lægges i EU, idet risikovurderingerne allerede er godt i gang. For en af PBDE'erne (penta-BDE) er et direktivudkast allerede fremlagt, som lægger op til en begrænsning af anvendelsen. Brugen af PBB forventes hurtigt at kunne afvikles, eftersom stoffet ophørte med at blive produceret i OECD-området i efteråret 2000.

## *Internationalt samarbejde*

Regulering af de problematiske flammehæmmere skal fremmes ved hjælp af internationalt samarbejde gennem fælles initiativer og spredning af viden.

## *Nationale initiativer*

Det skal undersøges, om der er muligheder for aftaler med den danske industri herunder plastindustrien, om en hurtig afvikling af brugen af PBDE i Danmark. Også andre dele af industrien vil blive kontaktet.

Det skal endvidere undersøges, om der er muligheder for en aftale med importører af elektroniske og elektriske apparater om en afvikling af PBDE. Her er det desuden aktuelt med et samarbejde med brancherne omkring indsamling af viden om forekomsten i de importerede varer.

## *Vidensopbygning*

På en række felter skal der ske en indsamling af yderligere viden og dokumentation for de miljø- og sundhedsskadelige effekter af de bromerede flammehæmmere og deres alternativer, herunder også kilder og eksponering.

## *Informationsaktiviteter*

Der skal laves en informationskampagne primært målrettet mod detailhandelen og til dels forbrugerne, således at de kan være med til at presse udviklingen hen imod produkter, der ikke indeholder bromerede flammehæmmere. Dette inkluderer også en fortsættelse af arbejdet med at forhindre brugen af bromerede flammehæmmere i miljømærkede produkter.

### *Standardisering*

EU har givet CEN (European Standards Organizations) mandat til at udarbejde standarder for organiske kemikalier i legetøj, herunder bl.a. også for bromerede flammehæmmere. I dette arbejde er flammehæmmere blevet inddelt i flammehæmmere, der ikke vil blive tilladt, flammehæmmere, der kun må anvendes i legetøj på visse betingelser, og endelig er der flere flammehæmmere, hvor viden om de skadelige virkninger ikke er tilstrækkelige endnu.

Danmark deltager aktivt i dette arbejde, med det mål at begrænse brugen af bromerede flammehæmmere i legetøj mest muligt.

### *Tilskud til udvikling af renere produkter*

I forbindelse med "Program for renere produkter m.v." har der i 2000 været givet støtte til udvikling og formidling af viden om alternativer til de bromerede flammehæmmere. Dette område er også prioriteret i 2001.

## 2 Forbrug og forurening med bromerede flammehæmmere

### 2.1 Forbrug og spredning af bromerede flammehæmmere i Danmark

Miljøstyrelsen har fået udarbejdet en massestrømsanalyse for de bromerede flammehæmmere, der benyttes i Danmark /1/. Nedenfor er gengivet nogle vigtige resultater fra rapporten.

#### 2.1.1 Forbrug

Bromerede flammehæmmere dækker over en meget forskelligartet gruppe af kemikalier, der hver især har specifikke anvendelsesområder. Samtidig er de miljø- og sundhedsmæssige effekter forskellige for de forskellige stofgrupper. Det er derfor vigtigt at skelne mellem de forskellige grupper/stoffer og deres anvendelse, når eventuelle begrænsninger skal overvejes. Der findes omkring 40 kommercielt tilgængelige grupper af bromerede flammehæmmere, hvor af mindst 13 stofgrupper anvendes i Danmark.

Bromerede flammehæmmere produceres ikke i Danmark, men importeres som bestanddele af plastråvarer og laminater til videre produktion i Danmark samt som færdigvarer. De importerede varer tegner sig for ca. 90% af forbruget med færdigvarer.

*Det danske forbrug*

Det danske forbrug af bromerede flammehæmmere med færdigvarer var i 1997 på 320-660 tons. Heraf udgjorde PBDE 12% og PBB 1%, mens TBBPA udgjorde 54%. De resterende 33% består af HBCD, pentabromotoluen, bromeret polyetherpolyol, ethylenbis(tetrabromphthalimid) og bromeret styren homopolymer.

Bromerede flammehæmmere kan benyttes enten reaktivt eller additivt. Ved en reaktiv anvendelse - ofte TBBPA - indbygges bromerede flammehæmmere i plastmaterialernes polymerstruktur og er dermed ikke længere til stede som den oprindelige kemiske forbindelse. Ved en additiv anvendelse - bl.a. PBDE og PBB - findes selve stoffet i det færdige produkt på samme måde som blødgørere, og det vurderes, at der er en langt større tendens til spredning til omgivelserne i modsætning til den reaktive anvendelse. Cirka 44% af den samlede mængde af bromerede flammehæmmere var anvendt reaktivt. Epoxybaserede printkort og hårdt polyuretanskum tegner sig for den væsentligste del af forbruget med reaktive bromerede flammehæmmere.

De forskellige bromerede flammehæmmere bliver brugt i forskellige produkter. Bromerede flammehæmmere indgår i stort set alle produkter, der indeholder elektronik og i en meget stor del af de øvrige elektriske produkter.

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <i>Polybromerede biphenyl</i>      | PBB forbruget i Danmark er yderst beskedent (< 5 tons), og det importeres hovedsagelig i gummikabler.  |
| <i>Tetrabrombisphenol A</i>        | TBBPA – der i denne forbindelse også omfatter derivater heraf - er såvel i Danmark som resten af verden den mest anvendte bromerede flammehæmmer. Stoffet bruges hyppigst reaktivt, men bliver dog også anvendt additivt. TBBPA bruges til fremstilling af epoxy råvarer, hvor det helt eller delvis erstatter bisphenol A. Epoxy råvaren bruges bl.a. til fremstillingen af epoxybaserede printkort. TBBPA benyttes også som brandhæmmer i andre produkter som f.eks. hårdt polyuretanskum.   |
| <i>Polybromerede diphenylether</i> | <p>PBDE'er (polybromerede diphenylether) består af en række stofgrupper, hvor forskellen mellem stofgrupperne er bromeringsgraden af diphenylether. Antallet af bromatomer navngives i kemisk nomenklatur som f.eks. tetra (fire), penta (fem), hexa (seks), octa (otte) og deca (ti). De kommercielt anvendte PBDE stofgrupper er penta-, octa og decabromerede diphenylether. En stofgruppe omfatter stoffer med samme bromeringsgrad, men placeringen af brom-atomerne i molekylet er forskellig.</p> <p>De forskellige kommercielle produkter består af en blanding af stoffer. "Penta-BDE" består således af en blanding af tetra-BDE, penta-BDE og hexa-BDE.</p> <p>Dette har stor betydning, når de miljø- og sundhedsmæssige egenskaber skal vurderes.</p> <p>Forbruget i Danmark af PBDE'er ser ud til at være faldende igennem de senere år, bl.a. på grund af, at stofferne er under risikovurdering i EU og ikke mindst på grund af den debat om de miljø- og sundhedsmæssige aspekter, der har været.</p> |
| <i>Pentabromeret diphenylether</i> | Penta-BDE anvendes hovedsagelig til brandhæmning af blødt polyuretanskum (blødt PUR-skum), men har traditionelt også været anvendt til andre formål som brandhæmmer i tekstiler, epoxy råvare m.m. Ifølge Miljøstyrelsens oplysninger er der p.t. ingen anvendelse af penta-DBE i PUR produktion i Danmark. Men importeret PUR-skum og færdigvarer kan indeholde penta-BDE.  |
| <i>Octabromeret diphenylether</i>  | Octa-BDE anvendes sammen med antimontrioxid. Det bruges primært i ABS-polymerer (acrylonitril butadien styren-polymer), der typisk indeholder 12-18% octa-BDE. ABS-polymer benyttes til bl.a. kabinetter til elektroniske produkter, som f.eks. kontormaskiner.  |
| <i>Decabromeret diphenylether</i>  | Deca-BDE anvendes også altid sammen med antimontrioxid. Anvendelsesområdet er primært i plast og tekstiler. Traditionelt har deca-BDE været anvendt i HIPS (high impact polystyren) til bl.a. TV-bagplader, men også mange andre brandhæmmede plasttyper indeholder/har indeholdt deca-BDE.  |
| <i>Hexabromocyclo-dodecan</i>      | HBCD anvendes hovedsagelig som flammehæmmer i ekspanderet polystyren, der bruges til isolering i byggeri. I Danmark er der ikke brandtekniske  |

krav til ekspanderet polystyren, som kun må anvendes inddækket i ikke-brændbare materialer. Importerede produkter kan dog indeholde HBCD p.g.a. krav i de lande, der importeres fra.

Forbruget af bromerede flammehæmmere med færdigvarer i Danmark kan ses i nedenstående tabel.

**Tabel 2.1 Forbrug i Danmark**

| Produktgruppe                                  | Forbrug af bromerede flammehæmmere |     | Forbrug af enkelte stofgrupper (tons) <sup>1)</sup> |         |     |        |         |
|--|------------------------------------|-----|---|---------|-----|--------|---------|
|  | Tons                               | %   | PBDE  | TBBPA   | PBB | HBCD   | Andre   |
| Bestykkede printkort                           | 100-180                            | 29  | 0,3-5,2   | 100-180 |     |        | 0-2     |
| Kabinetter                                     | 80-130                             | 21  | 3-10  | 56-89   |     |        | 25-49   |
| Andre dele af elektriske apparater og maskiner | 20-50                              | 7   | 5-14  | 3-8     | 0-2 |        | 16-43   |
| Belysningsartikler                             | 4-14                               | 2   | 1-7   | 4-11    |     |        | 1-9     |
| Installationer og industriel automatik         | 30-80                              | 11  | 7-29  | 4-15    | 1-5 | 2-4    | 20-49   |
| Tekstiler, gulvtæpper og møbler                | 2-11                               | 1,3 | 0-5   |         |     | 2-9    | 0-5     |
| Byggematerialer                                | 50-100                             | 15  | 1-5   | 0-2     |     | 13-36  | 41-66   |
| Maling og fugemidler                           | 0,6-1,7                            | 0,2 | 0,1-0,5   |         |     |        | 0,5-1,2 |
| Transportmidler                                | 30-90                              | 12  | 13-46   | 14-52   |     | 9,4-30 | 19-71   |
| Andre anvendelser                              | 0-3                                | 0,3 | 0-2   | 0-2     |     | 0-1    | 0-2     |
| I alt (afrundet)                               | 320-660                            | 99  | 30-120  | 180-360 | 1-7 | 26-80  | 120-300 |

<sup>1)</sup> For nogle anvendelser er flammehæmmeren angivet som enten/eller. Det betyder, at den samlede sum er mindre end summen af de enkelte forbindelser.

### 2.1.2 Spredning

Modelberegninger samt enkeltstående konkrete målinger indikerer, at spredning af bromerede flammehæmmere til omgivelserne kan forekomme via fordampning fra produkterne, samt at der kan afgives mindre mængder fra produktionsprocesser f.eks. TBBPA, der ikke har reageret ved dannelsen af epoxyråvaren. Hvad angår fordampede mængder og deres videre skæbne i miljøet, eksisterer der i dag stort set ingen viden.

Det må antages, at det meste falder ned med regn og støvpartikler.

#### *Spildevand*

Tab til spildevand vurderes at være relativt beskedent i Danmark, da flammehæmmede tekstiler - i modsætning til flere andre lande - ikke er udbredt i Danmark. Men nedfald med regn og støvpartikler vil ende i spildevandet ved overfladeafstrømning eller ved rengøring af indendørs arealer.

## *Slam*

Resultater fra Sverige viser, at både PBDE'ere og TBBPA er fundet i slam fra renselanlæg. Analyser fra efteråret 1999 af slam fra Stockholm Kommune viser, at dette slam indeholder PBDE i mængder, der svarer til indholdet af PCB.

I lighed med de svenske myndigheder har den danske Miljøstyrelse fået målt for indholdet af udvalgte bromerede flammehæmmere i slam fra en række danske renselanlæg. Niveaue i Danmark findes på linie med det svenske. I såvel Sverige som Danmark er det vurderet, at dette niveau ikke giver anledning til fastsættelse af grænseværdier for stofferne, da det vurderes, at udspreddning af slam med de konstaterede indhold ikke giver sundheds- og miljømæssige problemer i landbrugsjorden.

## *Jord*

Der er blevet analyseret seks danske jordprøver for bromerede flammehæmmere (HBCD, TBBPA, PBB og PBDE). Der er kun fundet PBDE (deca-BDE) i disse. Niveaue er på ca. 0,6 µg/kg tørstof, uanset om der er tale om en skov eller dyrkede marker, der ikke er tilført slam.

## *Dioxinforurening*

Anvendelse af bromerede flammehæmmere kan bidrage til forurening og spredning af dioxin både ved brug og bortskaffelse. Bromerede flammehæmmere kan indeholde små mængder bromerede dioxiner som urenhed. Ved bortskaffelse er det specielt i forbindelse med skrotning af elektronisk udstyr og forbrænding, at de bromerede dioxiner kan være problematiske. Afvikling af visse bromerede flammehæmmere (PBB og PBDE) diskuteres for tiden i forbindelse med udkastet til et nyt elektronikdirektiv. I forbindelse med miljømærkning af visse elektroniske produkter er der krav til anvendelsen af flammehæmmere.

### **2.1.3 Fødevarer**

Et nordisk projekt har vurderet fødevarernes indhold af PBDE og risikoen for befolkningen /2/. Indtagelse af PBDE sker gennem fedtholdige madvarer som fisk samt mælk og mælkeprodukter.

Indtagelse af PBDE med mælk og mælkeprodukter er estimeret til 0,09 – 0,17 mikrogram per person per dag udfra tyske målinger af PDBE i mælk.

Fødevedirektoratet har i januar 2001 udarbejdet en kort redegørelse om forurening af fødevarer med bromerede flammehæmmere /21/. På baggrund af en gennemgang af den eksisterende litteratur lyder konklusionen, at der er grund til bekymring. Der er derfor behov for en nærmere kortlægning af bromerede flammehæmmere i fødevarer, så det bliver muligt, at vurdere deres indvirkning på fødevarsikkerheden.

## *Fisk*

Indtagelse af PBDE gennem fisk er estimeret til 0,1 – 0,36 mikrogram per person per dag. Denne er baseret på få målinger, men sammenligning med andre lignende stoffer viser, at intervallet formodentlig er dækkende, således at personer med en høj indtagelse af fisk i kosten er omfattet af den højeste værdi.

Fødevaredirektoratet har målt indhold af PBDE i 21 fiskeprøver fra 1996, det drejer sig om sild, laks, makrel, ål og torskelever samt i 40 sild fra 1998 /19/. Fiskene kom fra den vestlige Østersø, Øresund, Skagerrak, Kattegat og Nordsøen. Bortset fra torskelever var indholdet af PBDE ikke markant forskellige i de forskellige fiskeprøver. Dog havde de undersøgte sild fra Nordsøen det højeste indhold og noget tyder på, at mønstret kendt fra PCB og DDT, med Østersøen som det mest forurenede farvand og med aftagende koncentrationer ud til Nordsøen, ikke gælder for forureningen med PBDE. Det gennemsnitlige indhold er på 3,3 mikrogram per kg fisk, og det svarer til et gennemsnitlig indtag i Danmark fra fisk på 0,08 mikrogram per dag per person.

### *Modermælk*

Flere undersøgelser har vist, at PBDE findes i modermælk i meget lave koncentrationer. En svensk undersøgelse har vist, at koncentration af PBDE har været stigende over en periode på 25 år. I 1997 var det gennemsnitlige indhold af PBDE 4 mikrogram per kg mælkefedt. En tysk undersøgelse fra 1998 viste et indhold på 0,6 – 11 mikrogram per kg mælkefedt. Hos spædbørn med en indtagelse af 0,7 liter mælk om dagen giver dette en daglig indtagelse på 0,016 – 0,28 mikrogram per dag /3/. Omregnet til daglig indtagelse per kilo legemsvægt bliver dette 0,07 mikrogram /kg/dag.

Ud fra ovenstående er der foretaget et foreløbigt skøn over den samlede indtagelse for nordiske forbrugere på 0,2 – 0,7 mikrogram PBDE per dag fra fødevarer. For en person på 60 kg svarer dette til en indtagelse på 3 – 12 nanogram per kg legemsvægt per dag.

For PBDE er den laveste koncentration uden effekt (nuleffekt niveauet) vurderet til 2 milligram per kg legemsvægt per dag, (se bilag 1 for yderligere kommentarer). Dette svarer til en eksponeringsfaktor på mere end 100.000 i forhold til indtagelse gennem føden for voksne og 30.000 for spædbørn.

#### **2.1.4 Arbejdsmiljø**

En nyere svensk undersøgelse har påvist forhøjet blodkoncentrationer af PBDE i arbejdere fra en fabrik, der bearbejder elektronikskrot. I samme undersøgelse, kunne der til gengæld ikke måles højere PBDE koncentrationer i blodet fra kontorarbejdere der tilbragte arbejdsdagen foran en computer-skærm /18/.

I efteråret 1999 udsendte Arbejdstilsynet internt et notat til tilsynskredsene om de bromerede flammehæmmere. Her blev der kort fortalt om deres sundhedseffekter og givet en vurdering af, hvor arbejdsmiljøproblemer kan opstå ved håndtering af produkter, der indeholder disse stoffer.

## **2.2 Miljø- og sundhedseffekter af nogle bromerede flammehæmmere**

De forskellige stoffers miljø- og sundhedsmæssige effekter er kun påvist for enkelte stoffer. Især PBB og PBDE er undersøgt. Se eventuelt bilag 1 for uddybende oplysninger.



Generelt er de bromerede flammehæmmere meget stabile, og det gælder især stofgrupperne PBB og PBDE. Disse stoffer spredes langt omkring i miljøet, opkoncentreres i fødekæderne og ophobes i sedimenter, hvor de kun nedbrydes langsomt. De minder således om POP'erne (Persistent Organic Pollutants), som de også ofte sammenlignes med, herunder specielt andre halogenerede forbindelser som PCB.

PBB har samme sundhedsmæssige effekter som PCB, hvorfor der vil være mulighed for additive effekter af PBB og PCB.

Visse PBDE'er har i dyreforsøg vist skadelige effekter på lever, skjoldbruskkirtel og fostre ved lave niveauer. Visse PBDE'er kan ligesom PCB forstyrre hormonbalancen (fra skjoldbruskkirtlen), og er derfor under mistanke for at kunne forstyrre udviklingen af fostrets nervesystem /4, 5, 6/. På grund af lighederne i biokemiske og toksikologiske effekter af PCB, PBB og PBDE vil additive effekter være tænkelige.

Hollandske fund af PBDE i spæk fra spermacethval er bemærkelsesværdigt. Disse hvaler søger føde på dybt vand, hvilket viser, at stofferne har nået fødekæden ude på det åbne hav langt fra den primære kilde. Adskillige målinger i sæler fra Nordsøen og Østersøen bekræfter, at også kystnært sker der en kraftig eksponering af dyrelivet for PBDE. Også målinger fra Arktis og Færøerne i både fugle, sæler og hvaler bekræfter, at visse af de bromerede flammehæmmere spredes langt omkring /7/.

PBDE er påvist i fisk fra Østersøen /7/. En finsk undersøgelse viser en stigende koncentration med stigende alder, hvilket stemmer godt overens med stoffernes egenskaber /8/.

Den mest anvendte bromerede flammehæmmer i Danmark - TBBPA - har ved test i fisk vist sig ikke at have østrogenlignende effekt /9/.

Svenske undersøgelser har påvist TBBPA i blodprøver fra ansatte, der arbejdede med elektronisk skrot /17/.

QSAR-forudsigelser viser, at for gruppen af polybromerede diphenylethere (PBDE), sker der en bioakkumulering af stofferne indeholdende op til og med seks bromatomer. Med syv bromatomer vil der muligvis ske en bioakkumulering. Men for stofferne med otte til ti bromatomer (det maksimale antal) forudsiger modellerne, at der ikke vil ske bioakkumulering.

Modellernes svaghed ligger imidlertid i deres manglende evne til specifikt at forudsige både hastigheder og konsekvenserne af stoffernes eventuelle delvise nedbrydning (eksempelvis fraspaltning af brom) i miljøet eller deres udledning, da de ekstremt komplekse processer, der foregår i miljøet, er afhængig af skiftende lokale forhold.

En anden faktor af betydning er stoffernes renhedsgrad. QSAR-beregninger laves på de rene kemiske stoffer, mens de kommercielle forbindelser ofte er blandinger af flere stoffer.

## 2.3 Alternativer

Der findes i dag en lang række flammehæmmere, der kan anvendes i stedet for bromerede flammehæmmere. Til de fleste formål vil alternativerne udfra en umiddelbar betragtning have visse tekniske ulemper og kræver afprøvning i forhold til brandsikkerheden.

Blandt alternativerne findes en række chlorholdige produkter, men disse har den egenskab, som det også er tilfældet for andre halogenholdige produkter, at der ved brand kan dannes giftige og korrosive gasser. En del chlorede flammehæmmere har desuden skadelige effekter på miljø- og sundhed /10/.

I forbindelse med produktudvikling fokuseres der derfor oftest på alternativer uden såvel chlor som brom.

Alternativerne uden chlor og brom kan opdeles i tre hovedgrupper:

- Organiske fosforholdige flammehæmmere
- Kvælstofholdige flammehæmmere
- Uorganiske flammehæmmere.

Ofte anvendes kombinationer af flere flammehæmmere.

Miljøstyrelsen har fået udarbejdet en screening af de miljø- og sundhedsmæssige effekter af 12 alternative flammehæmmere: triphenylfosfat, tricresylfosfat, resorcinolbis(diphenylfosfat), fosfonsyre, aluminiumtrioxid, magnesiumhydroxid, ammoniumpolyfosfat, rød fosfor, zinkborat, melamin, antimontrioxid og quinidincarbonat. Denne screening viser, at alternativerne for de flestes vedkommende også har uheldige miljø- og/eller sundhedsmæssige egenskaber /16/.

Det er også klart, at datamængden ofte er meget begrænset. Det skal dog bemærkes i den sammenhæng, at der kun er tale om en screening baseret på oversigtslitteratur, håndbøger, databaser og anden lettilgængelig information.

Rapporten giver et overblik over alternativernes miljø- og sundhedsmæssige egenskaber, men rapporten viser ikke, om de vil være bedre end de bromerede flammehæmmere i den specifikke anvendelse. Ved en sådan vurdering skal der – udover effektivitet/teknisk mulighed - tages højde for en række andre faktorer som f.eks. mængde og frigivelse, før det kan afgøres, om stoffet er et bedre alternativ. Så selv om stoffet ikke umiddelbart ”ser bedre ud”, kan det godt vise sig at være et bedre valg. En af de mest afgørende egenskaber er nedbrydningen, og det ser ud til, at det desværre er her, hvor datamanglen er størst.

I massestrømsanalysen ”Brominated Flame Retardants” er det vist, i hvilket omfang der i dag findes kommercielt tilgængelige alternative materialer /1/. Herfra er taget tabel 2.2. Tabellen er, hvad angår alternativer, ikke dækkende, idet der kan være flere alternativer end de nævnte. Der er i tabellen medtaget materialer, hvor der i dag ikke bruges bromerede flammehæmmere i dansk produktion, men hvor bromerede flammehæmmere kan forekomme i importerede varer. Selv om der i princippet findes alternativer for det en-

kelte materiale, kan der godt være særlige anvendelser af materialet, hvor alternativerne ikke umiddelbart vil opfylde de tekniske krav.

Til materialer, hvor der findes halogenfrie kvaliteter, eller hvor der i praksis ses et skift til andre materialer i forbindelse med substitution, er der i tabellen angivet, hvilke halogenfrie materialer der kan anvendes i stedet.

**Table 2.2 Halogenfrie flammehæmmere i kommercielt tilgængelige materialer /1/.**

| <b>Materiale</b>       | <b>Anvendelse af materiale i flammehæmmet kvalitet</b>                   | <b>Halogenfrie flammehæmmere i kommercielt tilgængeligt materiale</b>               | <b>Alternativt materiale. Enten ikke brændbart eller med halogenfri flammehæmmer</b> |
|------------------------|--|---|--|
| Epoxy                  | Printplader. Indkapsling af elektroniske komponenter. Tekniske laminater | Reaktive kvælstof og fosfor bestanddele, Ammoniumpolyfosfat og aluminiumtrihydroxid | Polyphenylene sulfid   |
| Phenol resin           | Printplader til forbruger elektronik. Tekniske laminater.                | Kvælstof- og fosforforbindelser<br>Aluminiumtrihydroxid                             |  |
| Umættet polyester      | Tekniske laminater og plastdele i transportmidler                        | Ammoniumpolyfosfat og aluminiumtrihydroxid  |  |
| ABS                    | Kabinetter til elektroniske produkter                                    | Ingen   | PC/ABS blandinger eller PPE/PS blandinger med organiske fosforforbindelser           |
| Polystyren             | Kabinetter til elektronik. Dele til installationer                       | Organiske fosforforbindelser<br>Magnesiumhydroxid                                   |  |
| PBT/PET                | Kontakter. Fatninger. Dele af elektriske maskiner.                       | Ingen.<br>Alternativer på forsøgsstadiet  | Til visse formål polyamid, polyketone, keramik eller selvslukkende plasttyper        |
| Polyamid               | Dele af elektriske og elektroniske apparater                             | Magnesiumhydroxid, Rød fosfor<br>Melamincyanurat,<br>Melaminpolyfosfat              |  |
| Polycarbonat           | Dele af elektriske og elektroniske apparater                             | Organiske fosforforbindelser  |  |
| Polypropylen           | Tagfolier  | Ammoniumpolyfosfat  |  |
| Ekspanderet polystyren | Isolering af kældre, belægninger mm.                                     | Ingen   | Ingen krav om flammehæmmet kvalitet i Danmark  |
| Hård polyurethanskum   | Isolering af køle/fryse huse, rør mm.                                    | Ammoniumpolyfosfat og rød fosfor  | Til visse formål mineraluld eller andre tekniske løsninger                           |
| Blød polyurethanskum   | Møbler. Transportmidler.   | Ammoniumpolyfosfat, Melamin,<br>Organiske fosforforbindelser                        |  |
| Tekstiler af bomuld    | Møbler   | Ammoniumpolyfosfat<br>Diammoniumfosfat  |  |
| Tekstiler af kunststof | Møbler. Beskyttelsesdragter  | Reaktive fosforforbindelser   |  |

Væsentlige anvendelsesområder, hvor alternativer endnu er på udviklingsstadiet, er indkapsling af elektroniske komponenter samt plastdele af PBT/PET. Der har en årrække været gjort forsøg med halogenfri PBT/PET, men der er endnu ikke alternativer på markedet. Til flammehæmmet ekspanderet polystyren findes der i dag heller ingen alternativer. I Danmark an-

vendes der til de formål, hvor der i udlandet anvendes flammehæmmet ekspanderet polystyren, imidlertid andre tekniske løsninger.

Den bedste målestok for, om alternativerne umiddelbart kan anvendes, er om der findes produkter på markedet, hvor alternativerne er anvendt. Fra massestrømsanalysen er blev der lavet en oversigt over, i hvilket omfang der findes kommercielt tilgængelige materialer og produkter, der ikke indeholder halogenholdige flammehæmmere. Denne oversigt er angivet i tabel 4.1 og tabellen angiver desuden alternativernes pris sammenlignet med bromeret materialer /1/.

# 3 Indsatsområder

## 3.1 International regulering og samarbejde

### 3.1.1 Status

#### *OECD*

I OECD's risikoreduktionsprogram blev der i 1994 offentliggjort en risikovurdering af PBB, PBDE og TBBPA /11/. Dette førte til, at producenterne af PBB og PBDE i 1995 indgik en frivillig aftale med OECD om at minimere risikoen for udslip ved produktion, og at industrien ikke vil producere andre PBDE'er end dem, der allerede er på markedet. Desuden vil industrien ikke producere PBB'er med undtagelse af den europæisk producerede deca-BB /12/. Industrien forpligter sig derimod ikke til afvikling, anvendelsesbegrænsning eller substitution af de anvendte stoffer.

I begyndelsen af 2000 fremlagde producenterne en status over denne aftale. Af denne fremgår det bl.a., at produktionen af PBB vil ophøre i efteråret 2000. Dette blev bekræftet på et OECD-møde d. 8-9 februar 2000 (Joint Meeting of the Chemicals Committee and Working Party on Chemicals).

#### *Forbud (EU)*

I 1989 vedtog EU et direktiv med forbud mod anvendelsen af Tris(2,3-dibrompropyl)-phosphat og PBB i tekstiler, der er bestemt til at komme i kontakt med huden. Disse regler findes i Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 1042 af 17. december 1997.

#### *Risikovurdering (EU)*

I 1991 blev et direktivforslag til regulering af PBDE fremlagt af Kommissionen, men kunne ikke opnå flertal. Forslaget blev endelig trukket tilbage i 1995, da PBDE'erne kom under Kommissionens forordning om eksisterende stoffer (nr. 793/93). I 1995 blev der således igangsat risikovurderinger af pentabromeret diphenylether, octabromeret diphenylether, decabromeret diphenylether og hexabromocyclododecan. Risikovurderingerne udarbejdes af henholdsvis England, Frankrig og Sverige.

Derudover er tre stoffer, der kan anvendes som alternativer for de bromerede flammehæmmere, i 2000 udvalgt til risikovurdering. Det drejer sig om stofferne (tris(1-chlor-2-propyl) phosphat; tris(2-chlor-1-(chlormethyl)ethyl) phosphat og 2,2-bis(chlormethyl)trimethylen bis(bis(2-chlorethyl) phosphat)). England og Irland er i fællesskab ansvarlig for dette arbejde.

Danmark bidrager med alle relevante oplysninger undervejs. En miljøvurdering af pentabromeret diphenylether (penta-BDE) er blevet udarbejdet og blevet vurderet af EU's videnskabelige komité for toksikologi, økotoxikologi og miljø. Vurderingen viser, at der er et behov for risikoreduktion på grund af risiko for påvirkninger af vandmiljøet i forbindelse med produktion af PUR-skum med penta-BDE og på grund af risiko for påvirkninger af fødekæden på jorden stammende fra frigivelse i forbindelse med anvendelse af

blødt PUR-skum i bl.a. biler og møbler. Også risikoen for mennesker er vurderet at være så høj, at der skal ske begrænsninger i anvendelsen, bl.a. på grund af eksponeringen via føden. Da der tillige er målt øgede koncentrationer i modermælk, er det anset for rimeligt at anvende forsigtighedsprincippet i denne sammenhæng.

#### *Risikoreduktionsstrategi (EU)*

Der er nu udarbejdet en risikoreduktions-strategi for penta-BDE. Konklusionen for risikovurderingen og strategien blev vedtaget ved en afstemning den 12. december 2000. Risikoreduktions-strategien peger på at et forbud i EU mod markedsføring og brug af stoffet og varer der indeholder penta-BDE for at mindske risikoen for sekundær forgiftning som følge af produktion og brug af polyurethanskum.

Samtidig anføres det, at selvom risikovurderingen kun har identificeret den europæiske anvendelse i polyurethanskum<sup>1</sup>, så vil alle anvendelser, der giver udledning til omgivelserne, være et problem. Et udkast til et nyt Rådsk Direktiv med et fuldt forbud har været diskuteret under arbejdsgruppen under 76/767/EØF om markedsføring og anvendes af farlige stoffer. Direktivet er sendt til Rådet og Parlamentet i starten af 2001.

Udkast til vurderinger af de øvrige stoffer har været diskuteret i EU's tekniske arbejdsgruppe for risikovurderinger, og de færdige risikovurderinger forventes i 2001.

#### *Nordsøkonferencen*

I 1995 samledes miljøministrene til den fjerde Nordsøkonference i Esbjerg. Her vedtog miljøministrene en deklARATION, kaldet Esbjerg deklARATIONen. I deklARATIONen lover medlemslandene at arbejde for substitution af bromerede flammehæmmere til mindre farlige alternativer, hvor dette er muligt.

På samme møde vedtog ministrene generationsmålet, der indebærer, at staterne skal "forhindre forurening af havet ved kontinuerligt at reducere udledninger, emissioner og tab af miljøfarlige stoffer indenfor en generation, med det endelige mål at opnå koncentrationer i havmiljøet, der er i nærheden af baggrundsniveauet for naturligt forekommende stoffer eller tæt på nul for menneskeskabte syntetiske stoffer".

#### *OSPAR og HELCOM*

På OSPARs ministermøde i 1998, vedtog medlemslandene en ny OSPAR strategi vedrørende miljøfarlige stoffer. Strategien udbygger den generelle målsætning i OSPAR konventionen, som blev vedtaget i 1992, med generationsmålet som vi kender det fra Nordsøkonferencens Esbjerg-deklARATION. I strategien indgår de bromerede flammehæmmere på en første liste over 15 prioriterede stoffer, hvor handling er nødvendig for at beskytte havmiljøet.

Et større arbejde blev igangsat for at udarbejde en revideret liste over stoffer for en prioriteret indsats for opfyldelse af målet. Dette resulterede i at TBBPA i sommeren 2000 kom på OSPAR's liste over prioriterede stoffer sammen med gruppen bromerede flammehæmmere.

---

<sup>1</sup> Risikovurderingen og strategien for risikobegrænsning har kun omhandlet produktion og brug af stoffet i polyurethanskum; alle andre anvendelser, der medfører emission og udledning til miljøet, er uacceptabel.

I OSPAR's arbejdsgruppe til forebyggelse af diffus forurening af havmiljøet (OSPAR-DIFF) har Sverige været ansvarlig for igangsætning af initiativer til begrænsning af PBDE og PBB. Det har indtil nu ikke været enighed om at vedtage anbefalinger eller beslutninger om afvikling, idet der er blevet henvist til arbejdet i EU.

HELCOM vedtog i 1998 ligeledes en strategi vedrørende miljøfarlige stoffer, med generationsmålet som et væsentligt element. I strategien indgår hexabromobiphenyl (tilhører gruppen af PBB) på en første liste over prioriterede stoffer, hvor handling er nødvendig af hensyn til at beskytte havmiljøet.

#### *Andre lande*

Østrig og Schweiz har helt forbudt brugen af PBB.

I Tyskland og Holland er der indgået frivillige aftaler med kemi- og plastindustrien om ikke at producere samt bruge PBB og PBDE. Aftalen gælder ikke for importerede varer med PBB eller PBDE.

I Tyskland kræves det i øvrigt, at indholdet af en række dioxiner og furaner i produkter ikke må overskride visse værdier. Det har i praksis begrænset brugen af PBDE og PBB, idet stofferne er mistænkt for at kunne danne dioxiner og furaner allerede i produktionen af plasttyper med PBDE og PBB.

I Sverige har Kemikalieinspektionen (KemI) i marts 1999 indstillet til den svenske regering, at PBB og PBDE afvikles helt inden for en 5-årig periode fra reglernes ikrafttrædelsesdato /13/. Den nationale svenske høringsrunde sluttede i efteråret 1999. Oprindeligt var det hensigten at notificere en bekendtgørelse i EU, men hvorvidt dette vil ske er p.t. politisk uafklaret i Sverige. Sverige har sammen med Danmark rejst problemet med de bromerede flammehæmmere på miljørådsmødet i EU i december 1999, da Sverige på linie med Danmark mener, at afvikling bedst kan ske internationalt.

### **3.1.2 Fremtidige initiativer**

#### *FN (POP-konventionen)*

Den globale konvention mod forurening med visse persistente organiske stoffer (POP-konventionen – Persistent Organic Pollutants) blev der truffet beslutning om ved et møde i Sydafrika i slutningen af 2000. POP-konventionen sigter mod at forbyde produktion og brug af ti udpegede stoffer samt at eliminere udledninger af dioxiner og furaner.

Bromerede flammehæmmere er ikke omfattet af den nuværende POP-konvention, men PBB og PBDE vil være oplagte stofgrupper, som kan opfylde kriterierne for kommende POP-stoffer, der bør omfattes af konventionen i fremtiden.

#### *EU*

Danmark vil fortsætte og intensivere arbejdet med at forsøge at få afviklet først og fremmest PBDE og PBB i EU, jfr. det dansk/svenske initiativ på rådsmødet (miljø) i december 1999. Her blev Kommissionen bedt om at beskrive nuværende og kommende initiativer for de bromerede flammehæmmere, herunder i særdeleshed PBDE og PBB. Det fremgår af referatet fra mødet, at "Rådet noterede sig den danske og svenske delegations betænkeligheder, andre delegationers bemærkninger, der i hovedsagen støttede

Danmarks og Sveriges anmodning, samt Kommissionens oplysninger om arbejdet med de forskellige stoffer. Kommissionen erklærede sig rede til at udarbejde en rapport til Rådet om dette emne til den næste samling". Danmark vil følge Kommissionens arbejde nøje og henvise til forsigtighedsprincippet, som der også blev gjort på rådsmødet (miljø) i december 1999.

I EU-Kommissionens direktivforslag fra sommeren 2000 om begrænsning af anvendelsen af visse farlige stoffer i elektrisk og elektronisk udstyr fremgår det, at de bromerede flammehæmmere PBB (polybromerede biphenyler) og PBDE (polybromerede diphenylethere) skal være substitueret i elektrisk og elektronisk udstyr den 1. januar 2008. Danmark støtter Kommissionens forslag, men det er den danske holdning, at substitutionsterminen skal fremrykkes. Det langsigtede danske mål er, at alle øvrige problematiske bromerede flammehæmmere skal identificeres og afvikles. Danmark vil lægge denne målsætning til grund ved revisionen af direktivet, som er fastsat til at ske senest i 2003.

I forbindelse med vandrammedirektivet fra vinteren 2001 er penta-BDE udpeget til en liste over prioriterede farlige stoffer, hvor der indenfor fællesskabet skal ske vandpolitiske foranstaltninger

### ***Havkonventionerne***

I OSPAR og HELCOM vil Danmark fortsat arbejde på at få vedtaget forslag til begrænsning af anvendelsen af bromerede flammehæmmere i medlemsstaterne.

## **3.2 Internationalt samarbejde**

Det er vigtigt med et internationalt samarbejde for at fremme regulering af de problematiske flammehæmmere. Samarbejdet kan dels være fælles initiativer og dels at vidensindsamling kommer flere lande til gavn.

### **3.2.1 Fælles initiativer**

#### *EU*

Arbejdet med risikovurderinger i EU er et eksempel på europæisk samarbejde, hvor man derved får et fælles beslutningsgrundlag, samtidig med at arbejdet med vurdering af kemikalier bliver delt mellem flere lande.

Miljøstyrelsen har deltaget sammen med UK samt industrirepræsentanter og NGO'er i den arbejdsgruppe, der har udformet forslag til afvikling af brugen af penta-BDE. I efteråret 2000 har Kommissionen på baggrund af dette arbejde fremlagt et direktivforslag om et totalt forbud mod anvendelsen af penta-BDE, herunder også forbud i importerede varer fra den 1. juli 2003.

For PBBs vedkommende vurderes det ikke at volde problemer med en total afvikling på kort sigt, idet den eneste producent af stoffet er ophørt med produktionen i efteråret 2000.



### *Nordisk Ministerråd*

I forlængelse af det Nordiske samarbejde blev det i efteråret 1999 aftalt at skabe et netværk mellem de nordiske landes miljømyndigheder, således at disse løbende vil holde hinanden orienteret om igangsatte eller påtænkte undersøgelser. Det er hensigten, at der skal ske en øget koordination mellem de nordiske lande, således at ressourcerne anvendes mest hensigtsmæssigt. I Nordisk kemikaliegruppe sker der en løbende orientering om initiativer og nye projekter.

### **3.2.2 Vidensformidling**

Vidensformidling er et vigtigt element i internationalt samarbejde, derfor er massestrømsanalysen for det danske forbrug af bromerede flammehæmmere udgivet på engelsk med et dansk resumé. Det betyder, at den indsamlede viden om forbrug og alternativer kan bruges af andre lande. Rapporten er udover at være på Miljøstyrelsens hjemmeside sendt til andre landes myndigheder.

Rapporterne fra de igangsatte projekter om miljø- og sundhedsscreening af bromerede flammehæmmere og af udvalgte alternativer er ligeledes udgivet på engelsk med danske resumeer og videreformidlet til relevante udenlandske myndigheder.

### *Havkonventioner*

I forbindelse med havkonventionerne sker der en udveksling af viden om miljøfarlige kemiske stoffer og deres alternativer. Miljøstyrelsen vil herunder også bidrage med spredning af viden om alternativerne til bromerede flammehæmmere som led i opfyldelsen af generationsmålet.

### *Miljøbistand*

Nyttig viden om anvendelige alternativer til de bromerede flammehæmmere vil også på længere sigt indgå i miljøbistandsarbejdet på kemikalieområdet.

## **3.3 Nationale reguleringer og initiativer**

### **3.3.1 Nuværende regler**

#### *Klassificering*

Der findes ingen produktion af bromerede flammehæmmere i Danmark. Kun en meget lille del af stofferne importeres som rene kemikalier, mens resten importeres i varer til videreforarbejdning eller salg i Danmark. Anvendelsen i kemiske produkter omfattet af reglerne om klassificering og mærkning af farlige stoffer er meget begrænset, i det der anvendes under 2 tons i brandhæmmende malinger og fugemidler. Vurdering af klassificering og mærkning indgår i EU's risikovurderinger og behandles derefter i den tekniske ekspertgruppe for klassificering.

#### *Punktkilder*

Der vurderes ikke at være betydende punktkilder, men en øget belastning kan forekomme på steder, der reparerer eller skrotter elektriske og elektroniske apparater. Dette ville blive nærmere undersøgt i samarbejde med Arbejdstilsynet.

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <i>Luft</i>              | Der er ikke udarbejdet B-værdier for bromerede flammehæmmere, og det er således op til de kommunale myndigheder at sætte krav i forbindelse med udledning til luft.  |
| <i>Slam</i>              | <p>Bromerede flammehæmmere er ikke reguleret i Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 49 af 20. januar 2000 om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål, ligesom bromerede flammehæmmere ikke er omfattet i det gældende slamdirektiv i EU. Direktivet er under revision, men det forventes ikke, at bromerede flammehæmmere bliver omfattet i det kommende direktiv.</p> <p>I lighed med de svenske myndigheder har den danske Miljøstyrelse fået målt indholdet af udvalgte bromerede flammehæmmere i slam fra en række danske renseanlæg. Niveaueet i Danmark findes at ligge på linie med det svenske. I såvel Sverige som Danmark er det vurderet, at dette niveau ikke giver anledning til fastsættelse af grænseværdier for stofferne, da det vurderes at udspreddning af slam med de konstaterede indhold ikke giver sundheds- og miljømæssige problemer i landbrugsjorden.</p>   |
| <i>Vandmiljø</i>         | Når det drejer sig om beskyttelse af vandmiljøet, stilles der krav til indholdet i spildevand - både ved tilladelse til direkte udledning til vandmiljøet og ved tilslutning til kommunale spildevandsanlæg. I Miljøstyrelsens vejledning nr. 6 fra 1994 om "Tilslutning af industrispildevand til kommunale spildevandsanlæg" er de generelle krav ved tilslutning af industrispildevand beskrevet /14/. Kravene skal beskytte både spildevandssystemet, recipienten og slammet, og desuden afspejle virksomhedens eller branchens mulighed for at begrænse afledningen ved anvendelse af bedste tilgængelige teknologi, herunder primært renere teknologi, sekundært rensning. Ved tilladelse til direkte udledning af spildevand til vandmiljøet skal der ifølge Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 921 af 8. oktober 1996 om udledning af visse farlige stoffer til vandløb, søer eller havet ligeledes stilles krav, der beskytter recipienten og sikrer, at den bedste tilgængelige teknologi anvendes. |
| <i>Produktregulering</i> | <p>For nogle anvendelser af bromerede flammehæmmere er der regulering på produkter i Danmark som følge af EU direktiver.</p> <p>Brugen af PBB og tris(2,3-dibrompropyl)phosphat i beklædningsgenstande, der kan komme i forbindelse med huden, er forbudt jf. Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 1042 af 17. december 1997 om begrænsning af salg og anvendelse af visse farlige kemiske stoffer og produkter til specielt angivne formål.</p>  |
| <i>Emballage</i>         | Der tilsættes ikke bromerede flammehæmmere til plastemballage, ligesom dette heller ikke er tilfældet for FN godkendte emballager (emballage til farlige/brændbare stoffer).   |
| <i>Elektronik</i>        | I henhold til Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 1067 af 22. december 1998 om håndtering af affald fra elektriske og elektroniske produkter skal flammehæmmet plast udsorteres af affaldet. Affaldet skal genanvendes, forbrændes eller deponeres på godkendte anlæg. Ved genanvendelse   |

skal flammehæmmet plast anvendes til produkter, hvortil der af hensyn til brandbeskyttelse stilles særlige krav. Der er i Danmark ca. 25 virksomheder, der separerer elektronikaffald.

### **3.3.2 Samarbejde med industrien**

Af massestrømsanalysen fremgår det, at TBBPA og andre bromerede flammehæmmere kan erstatte PBB eller PBDE i alle anvendelser uden at ændre væsentligt ved materialernes egenskaber. For alle plastmaterialer er der produkter på markedet uden PBB eller PBDE. Prisen kan dog i visse tilfælde være dyrere, og der skal eventuelt bruges en større mængde flammehæmmer i produktet sammenlignet med produkter med PBB eller PBDE. For en del anvendelsesområder kan der være tale om muligheder for helt at undgå halogenerede flammehæmmere.

På baggrund af PBBs og PBDEs uønskede miljø- og/eller sundhedsmæssige egenskaber, den forholdsvis begrænsede brug, og da der eksisterer alternativer, synes der at være mulighed for, at den danske industri vil være villig til at ophøre med brugen af PBB og PBDE.

Miljøstyrelsen har derfor indledt et egentligt samarbejde med Plastindustrien i Danmark med en fælles målsætning om at afvikle PBB og PBDE over en årrække. Dette samarbejde har til formål at undersøge mulighederne for at undgå brug af PBB og PBDE i produktionen og fremme udviklingen af bromfrie alternativer. Det bemærkes dog, at Plastindustrien i Danmark kun repræsenterer 330 ud af i alt ca. 865 plastproducerende virksomheder /15/, så der vil derfor også blive undersøgt muligheder for samarbejde (aftaler) med andre organisationer og/eller virksomheder.

Mulighederne for en frivillig substitution af nogle af de andre bromerede flammehæmmere inden for visse anvendelsesområder vil ligeledes blive undersøgt i samarbejde med blandt andet Plastindustrien.

### **3.3.3 Mulighed for aftaler med importører og detailhandlen**

#### *Importører*

Massestrømsanalysen viser, at en stor del af de elektroniske eller elektriske produkter formodes at indeholde bromerede flammehæmmere. Det er ligeledes konstateret, at der er ringe viden om det reelle indhold af disse stoffer og navnlig hvilke stoffer, der er tale om. Da der findes alternativer for en lang række af anvendelserne, bør det undersøges, om der er muligheder for en aftale med importører af elektroniske og elektriske apparater om at undgå PBB eller PBDE. Det vil også være aktuelt med et samarbejde med brancherne om indsamling af viden om forekomsten af PBB eller PBDE i de importerede varer. Andre bromerede flammehæmmers forekomst i importerede varer og eventuelle substitution med produkter uden halogenerede flammehæmmere vil ligeledes blive inddraget i samarbejdet.

#### *Detailhandlen*

FDB er medlem af den europæiske brancheforening Euro Coop. For tiden diskuterer FDB og andre europæiske detailvirksomheder omfanget og problemet med de bromerede flammehæmmere – herunder om der skal

iværksættes eventuelle tiltag for at reducere brugen i forbrugerprodukter. Miljøstyrelsen vil derfor kontakte Euro Coop for et videre samarbejde.

### 3.4 Vidensopbygning

#### 3.4.1 Ny viden

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <i>Massestrømsanalyse</i>             | Miljøstyrelsen udgav i efteråret 1999 en massestrømsanalyse for de bromerede flammehæmmere. Denne viser, hvilke bromerede flammehæmmere der anvendes, og i hvilke produkter de indgår. Desuden giver rapporten et overblik over, hvilke alternativer der findes på markedet /1/.   |
| <i>Miljø- og sundhedseffekter</i>     | I efteråret 2000 udkom en rapport fra Miljøstyrelsen om de toksikologiske og økotoksikologiske effekter af i alt 19 bromerede flammehæmmere, som forekommer i Danmark. Der foreligger dog ingen eller kun yderst få oplysninger for otte af stofferne/stofgrupperne /3/.   |
| <i>Alternativer</i>                   | De fleste af alternativerne til de bromerede flammehæmmere er kun undersøgt i et begrænset omfang. Man har påvist, at nogle af stofferne har uønskede effekter på miljøet og/eller sundheden, men der er behov for at få et bedre overblik over alternativerne s effekter. Miljøstyrelsen har derfor fået foretaget en screening af de miljø- og sundhedsmæssige aspekter af en række af de alternativer, der bl.a. er beskrevet i massestrømsanalysen. Rapporten udkom i efteråret 2000 /16/.   |
| <i>Affaldsbortskaffelse</i>           | Den endelige bortskaffelse af bromeret flammehæmmet plast udgør et væsentligt problem, og i EU-Kommissionens udkast til direktiv om elektronikprodukter lægges der op til, at bortskaffelse af flammehæmmet plast skal ske ved forbrænding på anlæg til forbrænding af farligt affald. Der foregår for tiden en del undersøgelser af, hvordan bromeret flammehæmmet plast kan håndteres på en miljømæssigt forsvarlig måde, bl.a. i nordisk regi, hvor Danmark deltager i arbejdet.  |
| <i>Slam</i>                           | For at undersøge niveauet af bromerede flammehæmmere i dansk slam og jord er der gennemført et projekt, hvor der analyseres 14 slamprøver og 6 jordprøver. Slamprøverne er udtaget på 7 forskellige renseanlæg af forskellig størrelse og beliggenhed, mens jordprøverne er udtaget på forskellige lokaliteter såvel bynært som naturområder. Prøverne er analyseret for PBB, PBDE, TBBPA og HBCD. Niveauet i Danmark findes at ligge på linie med det svenske. I såvel Sverige som Danmark er det vurderet, at dette niveau ikke giver anledning til fastsættelse af grænseværdier for stofferne da det vurderes at udspredning af slam med de konstaterede indhold ikke giver sundheds- og miljømæssige problemer i landbrugsjorden. |
| <i>Spredning i det arktiske miljø</i> | Viden om bromerede flammehæmmere i Arktis er sporadisk, men visse bromerede flammehæmmere er konstateret i Arktis i bl.a. sæler og fugle. På Færøerne er visse bromerede flammehæmmere konstateret i relativt høje koncentrationer i prøver fra grindehvaler.  |

Da bromerede flammehæmmere er persistente forbindelser må det forventes at de i lighed med PCB og chlorerede pesticider vil være at finde overalt i Arktis, herunder også på Grønland. Spredningen af de bromerede flammehæmmere i miljøet må ligeledes forventes at ske via af de samme mekanismer, som har forårsaget miljøforurening med PCB i Arktis. Med henblik på at belyse dette spørgsmål igangsatte Danmark sidste år - under det fælles arktiske monitoringsprogram AMAP - en screening for bromerede flammehæmmere i traditionelle grønlandske fødeemner - sæler, hvalros og hvaler. Undersøgelsen planlægges afsluttet ved udgangen af 2001.

I år er der startet en udvikling af en analysemetode, som skal sætte Danmark (DMU) i stand til at analysere miljøprøver for bromerede flammehæmmere fra det arktiske område. Metoden forventes færdig udviklet medio 2001 og de egentlige miljøanalyser startes i 2001. Som et led i dette arbejde udgav DMU i slutningen af 2000 en rapport under AMAP-programmet, der kort gennemgår den eksisterende viden vedrørende koncentrationerne af bromerede flammehæmmere i det arktiske miljø i forhold til europæiske niveauer /22/.

#### *Det danske havmiljø*

DMU har igangsat en kortlægning af koncentrationerne af bromerede flammehæmmere i det danske havmiljø. Der analyseres for PBDE og PBB i muslinger, sedimenter og tejtæg. Projekterne færdiggøres i 2001, og er igangsat som et fælles projekt mellem DMU og Miljøstyrelsen.

De første resultater af undersøgelserne viser, at koncentrationen af PBDE i ferskvandssedimenter er højere end i saltvandssedimenter /20/. Koncentrationen af de PBDE i ferskvand- og saltvandssedimenter, ligger henholdsvis mellem 1,5 - 20 ng/g tørvægt og 0,1-0,9 ng/g tørvægt, hvilket minder om de koncentrationer, der er fundet i andre lande. Koncentrationen af PBDE i danske muslinger, viser sig at ligge i intervallet 7,9 – 47,1 ng/g fedtvæv, hvilket også svarer til fund i andre europæiske lande.

### **3.4.2 Behov for viden**

Den basale viden om en række bromerede flammehæmmere vil løbende blive opdateret på baggrund af bl.a. de risikovurderinger, der i øjeblikket finder sted i EU.

Der er behov for viden om eksponering med bromerede flammehæmmere af personer, der arbejder med adskillelse af elektroniske produkter. Svenske undersøgelser peger på, at disse personer har højere indhold af PBDE'er i blodet end kontrolgrupper, der dog stadig har et vist indhold i blodet. Arbejdstilsynet planlægger i 2003 at gennemføre en indsats inden for brancheområdet "Affaldshåndtering" (skrot- og genbrugsvirksomhed). Miljøstyrelsen vil desuden i samarbejde med Arbejdstilsynet afklare, om der er behov for fællesaktiviteter.

Der er behov for at få konkretiseret yderligere, hvorvidt den mest anvendte bromerede flammehæmmer TBBPA kan afgives fra plastpolymeren under normal brug. Stoffet har en uhyre bred anvendelse og forekommer derfor i mange produkter. Det bør derfor undersøges, i hvor stor udstrækning for-

dampning/frigivelse er mulig under normal brug, til trods for at stoffet anvendes reaktivt. Dette vil blive overvejet i forbindelse med prioritering af projekter i 2001.

Også viden om HBCDs frigivelse fra produkter er mangelfuld, og det bør undersøges, om der sker en væsentlig frigivelse. Denne viden forventes at blive opnået i forbindelse med den igangværende EU-risikovurdering af stoffet.

### 3.5 Standardisering

Anvendelsen af flammehæmmere sker for at hindre brand i at udvikle sig. Der findes i dag en række myndighedskrav til brandhæmmende egenskaber for en række produkter. Derudover stiller forskellige producenter krav til deres produkters egenskaber i forbindelse med brand /1/.

#### 3.5.1 Danske krav

##### *Byggematerialer*

For byggematerialer er krav til brandhæmmende egenskaber givet i Bygningsreglementet 1995 og i Bygningsreglementet for Småhuse 1998. Her er krav til isoleringsmaterialer, væg- og gulvbeklædninger og tagbeklædning.

##### *Bygningsisolering*

Isoleringsmaterialer skal i Danmark være ubrændbare, eller placeret bag brandbeskyttende bygningsdele. Flammehæmmere i isoleringsmateriale tjener intet formål i henhold til bygningslovgivningen, idet flammehæmmere ikke kan gøre materialet ubrændbart i henhold til prøvningsstandarder og heller ikke vil hjælpe i henhold til vurdering af brandbeskyttende bygningsdele.

##### *Væg- og loftsbeklædning*

Materialerne hertil inddeles i tre klasser i henhold til prøvningsstandarder.

Ubrændbar klasse. Tilsætning af flammehæmmer kan ikke bringe et materiale fra brændbar til ubrændbar klasse.

Brændbar klasse A. Kun ganske få materialer af plast (f.eks. plastlaminater) kan ved hjælp af flammehæmmere komme i klasse A.

Brændbar klasse B. Anvendelsen af klasse B materialer er begrænset til mindre kritiske områder, som f.eks. i enfamiliehuse. For visse plastmaterialer kan flammehæmmere være relevante for at bringe materialet i klasse B.

##### *Tagdækning*

Tagpap og tagfolie skal i de fleste tilfælde være klasse T. Flammehæmmere kan evt. anvendes for at opnå denne klasse.

##### *Gulvbelægning*

Kun i forsamlingslokaler og i flugtveje skal gulvbelægningen opfylde krav, som eventuelt kan være opnået med flammehæmmere.

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <i>Elektronik</i>        | I stærkstrømsbekendtgørelsen er der krav til brandsikkerhed af forbrugerprodukter. Det gælder elektroniske produkter (f.eks. fjernsyn og båndoptagere) samt elektriske apparater (f.eks. vaskemaskine og hårtørrer). Lyskilder og kabler er ligeledes reguleret i stærkstrømsbekendtgørelsen.  |
| <i>Motorkøretøjer</i>    | I udførlige retningslinier for motorkøretøjer er der krav til brandsikkerheden af interiøret i minibusser og busser. Der er europæiske krav til brændstoftanke. Der findes desuden internationale krav til brandsikkerhed i toge, skibe og fly.  |
| <i>Arbejdsbeklædning</i> | Der er kun krav til tekstiler, når det drejer sig om arbejdsbeklædninger til beskyttelse af industriarbejdere. I Danmark er der krav til opfyldelse af DS/EN 531 om beskyttelsesudstyr for arbejder udsat for varme, DS/EN 533 om beskyttelsestøj – beskyttelse mod varme og flammer, DS/EN 470-1 om beskyttelsestøj til brug ved svejsning og lignende processer samt DS/EN 469 om beskyttelsestøj for brandfolk. |
| <i>Tekstiler</i>         | Mange produkter fremstilles dog således, at de kan overholde enten tyske eller engelsk krav om brandsikkerhed. I disse lande er det blandt andet krav til nattøj til børn, til møbler, gardiner og telte.  |
| <i>Møbler</i>            | Der er ingen myndighedskrav til brandsikkerhed for polstrede møbler, madrasser og gardiner til danske husholdninger.   |
| <i>Legetøj</i>           | Forbrugerstyrelsens bekendtgørelse nr. 329 af 23 maj 1995 om sikkerhedskrav til legetøj og produkter, som på grund af deres ydre fremtræden kan forveksles med levnedsmidler, henviser til en standard DS/EN71-2 (brændbarhed), der stiller krav til brandsikkerheden af legetøj.  |

### **3.5.2 Standarder**

De forskellige myndighedskrav henviser ofte til, at produkterne skal overholde forskellige standarder for brandsikkerhed. Standarderne beskriver forskellige test og tekniske krav til produkterne.

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <i>CEN og CENELEC</i> | Der findes en lang række standardiseringsorganisationer både på nationalt og internationalt plan. De europæiske standarder udarbejdes af den Europæiske komite for standardisering (CEN) og den Europæiske komite for elektrotekniske standarder (CENELEC). Disse standarder bidrager til fjernelse af tekniske barrierer mellem medlemsstaterne i EU. Internationalt er de tilsvarende standarder henholdsvis International organisation for standardisering (ISO) og den Internationale elektrotekniske kommission (IEC). |
| <i>DS</i>             | I Danmark udarbejdes standarder af Dansk Standard (DS).<br><br>Anvendelsen af bromerede flammehæmmere er ikke direkte reguleret ved de forskellige standarder. Men de givne krav til brandhæmmende egenskaber kan være vanskelige at opfylde ved anvendelse af andre flammehæmmere eller andre materialer. Det er derfor nødvendigt ved substitution at få vur-   |

deret de færdige produkters mulighed for at overholde de eksisterende standarder.

#### *Vurdering af krav*

Det bør løbende vurderes ved udarbejdelse eller revision af standarder, om de stillede krav er nødvendige, eller om de er stillet efter, hvad de mest effektive flammehæmmere kan opfylde.

Selvom der ikke er danske krav til for eksempel nattøj til børn eller gardiner, vil der findes produkter på det danske marked, som kan indeholde bromerede flammehæmmere. Produkter, der henviser til britiske eller tyske standarder, kan indeholde bromerede flammehæmmere.

Der er endnu ingen regler om hvilke flammehæmmere, der må anvendes i legetøj. Danmark deltager i arbejdet med standarder på dette område, og arbejder for at legetøj ikke tilsættes bromerede flammehæmmere.

Miljøstyrelsen vil arbejde for, at der ikke markedsføres forbrugerprodukter på det danske marked med bromerede flammehæmmere, hvis dette ikke er strengt nødvendigt på grund af mangel på alternativer, der kan opfylde danske myndighedskrav.

### **3.6 Informationsaktiviteter**

#### **3.6.1 Miljømærker**

Formålet med miljømærkeordningerne er at give forbrugerne mulighed for at vælge de mest miljøvenlige produkter, og at give producenterne mulighed for at markere, at deres produkter er miljøvenlige. Det er således vigtigt, at ordningerne er på forkant med reguleringen af de miljøskadelige stoffer, og at forsigtighedsprincippet under alle omstændigheder tages i anvendelse. Kriterierne udvikles i et internationalt samarbejde og deltager i dette arbejde.

I det nordiske miljømærke Svanen og det europæiske miljømærke Blomsten er der kriterier for flere produktgrupper. En oversigt på produktgrupper om miljømærkekriterier om flammehæmmere findes i bilag 2.

#### *Blomsten og Svanen*

Miljøstyrelsen arbejder for, at der så vidt muligt ikke anvendes bromerede flammehæmmere i produkter mærket med miljømærkerne Blomsten eller Svanen.

Indsatsen lægges først og fremmest på de produktgrupper, hvor de bromerede flammehæmmere anvendes mest udbredt, eksempelvis tekstiler, fjernsyn og computere. Miljøstyrelsens mål for disse produktgrupper er en specifik udelukkelse af PBB og PBDE. Derudover arbejder Miljøstyrelsen for en udelukkelse af flammehæmmende stoffer, som er klassificeret som havende uønskede miljø- eller sundhedsmæssige egenskaber. Udelukkelsen bør gælde alle dele af produktet.



Miljøstyrelsen kan dog acceptere anvendelse af stofferne i de produktgrupper eller enkeltdele af produkterne, hvor hensynet til begrænsning af risikoen for brand er overvejende, og hvor der ikke findes udbredte alternativer til de bromerede eller klassificerede stoffer.

I de tilfælde, hvor brandrisikoen nødvendiggør anvendelse af de prioriterede bromerede flammehæmmere i større mængder, og hvor der ikke findes udbredte alternativer, vil Miljøstyrelsen overveje, om miljømærkning af produktgruppen kan støttes.

I produktgrupper, hvor flammehæmmerne ikke anvendes i større mængder (eksempelvis lyskilder og køle-/frysemøbler), vil Miljøstyrelsen fra gang til gang prioritere sin indsats afhængigt af, om de flammehæmmende stoffers miljøpåvirkning er væsentlig i forhold til andre miljøpåvirkninger.

### **3.6.2 Grøn indkøbspolitik**

I forbindelse med arbejdet for at fremme en offentlig grøn indkøbspolitik udgiver Miljøstyrelsen en serie af ”Miljøvejledninger”. Miljøvejledningerne giver anbefalinger, råd og vejledning om, hvordan der kan tages miljøhensyn i indkøbssituationen. En miljøvejledning omhandler de miljø- og sundhedsmæssige problemstillinger, der er mest relevante for den pågældende produktgruppe. Anbefalinger, råd og vejledning tilpasses i relation til, om de offentlige institutioner reelt har mulighed for at påvirke produktets miljøbelastning f.eks. ved at efterspørge produkter uden et indhold af miljøbelastende stoffer og materialer m.m.

#### *Miljøvejledninger*

En række af de miljøvejledninger, der allerede er udgivet, handler om produkter, der kunne tænkes at indeholde halogenerede flammehæmmere. Det er f.eks. computere, printere, elektriske kørestole, senge og linned. I de fleste af disse vejledninger anbefales det at undgå produkter med indhold af chlor- og bromholdige materialer eller komponenter.

I kommende miljøvejledninger om produkter, der kan indeholde brandhæmmere, vil mulighederne for at efterspørge produkter med alternative brandhæmmere eller andre løsninger blive inddraget på lige fod med andre relevante miljø- og sundhedsmæssige problemstillinger for produktgruppen. Eksempler på kommende miljøvejledninger er belysning og en opdatering af vejledningen om kopimaskiner.

### **3.6.3 Informationsmateriale**

#### *Forbrugere*

Information af forbrugerne – f.eks. som en informationskampagne - om de uønskede effekter af brugen af visse af de bromerede flammehæmmere er et vigtigt element i handlingsplanen. Forbrugerne skal oplyses om, at der findes produkter, der ikke indeholder visse bromerede flammehæmmere, og at man inden for visse produktgrupper er kommet langt med helt at afvikle brugen af bromerede flammehæmmere. I den forbindelse er det oplagt at henvise til de produkter, hvor der findes miljømærker, og hvor forudsætningen for at kunne opnå miljømærket er, at der ikke anvendes bromerede

flammehæmmere. Miljøstyrelsen vil derfor i 2001 starte en informationskampagne, der primært retter sig mod anvendelsen af PBDE og PBB, men også andre bromerede flammehæmmere vil blive inddraget i kampagnen.

#### *Detailhandelen*

Der skal ligeledes rettes en informationskampagne mod detailhandelen, da det i forbindelse med massestrømsanalysen og høringen af udkastet til denne handlingsplan blev erfaret, at mange importører eller detailhandlere ikke har kendskab til hvilke flammehæmmere, der er anvendt, eller om der i det hele taget er anvendt flammehæmmere i produkterne.

Arbejdet med at forberede informationskampagnerne er startet, og det er planen, at de skal finde sted ultimo 2001.

### **3.7 Tilskud til udvikling af renere produkter**

#### *Renere produkter*

Der er i forhold til den produktorienterede miljøindsats fortsat et behov for udvikling af renere produkter, hvor også brug af bromerede flammehæmmere medtages i vurderingen på lige fod med andre ressourcer. Dette vil ske i forlængelse af den samlede målsætning om, at produkterne skal vurderes og forbedres set i et livscyklusperspektiv.

Udvikling af alternativer kan ske ved substitution til andre mindre sundheds- og miljøbelastende materialer eller stoffer. Der er desuden et fortsat behov for bedre sundheds- og miljøvurderinger af nye brandhæmmende stoffer/materialer.

#### *Prioriteringsplan*

I overensstemmelse med prioriteringsplanen fra "Miljørådet for renere produkter" blev der i 2000 igangsat en række projekter med det formål at udvikle og/eller formidle viden om alternativer til de bromerede flammehæmmere. Dette område er også blevet prioriteret i 2001.



## 4 Økonomiske konsekvenser

Den brede karakter af de indsatsområder, der er beskrevet i handlingsplanen, gør det ikke muligt at lave en egentlig, kvantitativ økonomisk konsekvensanalyse af de konkrete indsatsområder. Først når indsatsområderne konkretiseres vil det være muligt at foretage nogle vurderinger af de økonomiske konsekvenser. Virksomhederne vil i den forbindelse blive opfordret til at medvirke til en sådan vurdering. På det foreliggende grundlag er det alene muligt, at give et overordnet fingerpeg af betragtningerne, som kan indgå i overvejelserne ved vurderingen af de økonomiske konsekvenser. Disse betragtninger vil dog ikke være udtømmende eller bindende ved en kommende vurdering, da indsatsområderne er beskrevet bredt, for at danne baggrund for en dialog.

### 4.1.1 Samfundsøkonomiske konsekvenser ved status quo

Flere af de bromerede flammehæmmere findes i stigende mængder i naturen og i mennesker, hvor forekomsten i mennesker bl.a. skal ses i lyset af indholdet af bromerede flammehæmmere i fødevarer. Det skønnede indtag for mennesker gennem fødevarer er stadig langt fra de koncentrationer, som vurderes at have sundhedsskadelige effekter. Fortsætter udviklingen for forekomsten af bromerede flammehæmmere i fødevarer, kan det på længere sigt betyde, at en lang række fødevarer ikke kan indtages. Den stigende opmærksomhed om fødevareresikkerhed, f.eks. i forbindelse med dioxiner i fødevarer, antyder at der kan være tale om en bekostelig øvelse, når skaden først er sket.

### 4.1.2 EU tiltag

Bromerede flammehæmmere har stadig større opmærksomhed i EU. Der er således forhandlinger om et direktiv, der fra 2008 forbyder anvendelsen af PBB og PBDE i elektrisk og elektronisk udstyr.

Den europæiske industri har ikke haft indvendinger mod reguleringen af PBB, idet de internationale producenter i forvejen har oplyst OECD om, at de vil ophøre med produktionen heraf i 2000.

I følge EU-kommissionen har den europæiske industri ikke haft indvendinger af økonomisk karakter mod reguleringen af PBDE i elektrisk og elektronisk udstyr.

Endvidere arbejdes der i EU på et direktivforslag, som forbyder anvendelsen af penta-BDE fra den 1. juli 2003.

Den stigende opmærksomhed på fællesskabsniveau om bromerede flammehæmmere vurderes således at resultere i konkrete reguleringer inden for en overskuelig årrække.

En dansk indsats på nuværende tidspunkt, som bidrager til, at danske virksomheder retter fokus på afvikling af brugen af bromerede flammehæmmere, vurderes derfor at kunne skabe konkurrencefordele i forhold til udenlandske virksomheder.

### *Afgifter*

Afgifter på de bromerede flammehæmmere har været diskuteret som en måde at forsøge at få producenter og/eller forbrugere til at vælge varer uden indhold af bromerede flammehæmmere. En afgift på disse stoffer anses dog for at være en uhensigtsmæssig løsning af flere årsager.

Langt størstedelen af de bromerede flammehæmmere kommer til Danmark via importerede varer i form af elektriske og elektroniske komponenter. Det vil derfor være naturligt at prioritere en international regulering af området.

Da et færdigt produkt kan indeholde et meget varierende antal komponenter, hvori der indgår bromerede flammehæmmere, vil afgiftsbelastning af de enkelte færdigprodukter ramme meget forskelligt. En eventuel afgift vil således skulle differentieres efter de enkelte produkttyper, hvilket administrativt og kontrolmæssigt ville være svært at håndtere.

Koncentrationen af bromerede flammehæmmere i de færdige produkter er meget lille, og afgiften skulle derfor være meget høj for at influere på prisen. Herudover betyder de små koncentrationer, at kontrolmyndighederne vil have svært ved at påvise indhold af bromerede flammehæmmere.

### **4.1.3 Prissætning af alternativer**

Af tabel 4.1. fremgår det, at der i dag eksisterer halogenfrie alternativer for de produkter, som indeholder den største andel bromerede flammehæmmere. Herudover fremgår det, at alternativerne for disse produkter generelt er dyrere.

I lyset af kommende EU-reguleringstiltag m.v., må det formodes, at anvendelsen af bl.a. PBDE vil blive afviklet og erstattet med alternativer. Den stigende efterspørgsel på alternativer, giver producenter af alternativer mulighed for stordriftsfordele, hvorved enhedsomkostningerne for alternativerne mindskes. På den baggrund formodes det, at alternativerne på sigt vil nå et prisniveau sammenligneligt med det nuværende prisniveau for bromerede flammehæmmere.

I den periode, hvor alternativerne endnu ikke er konkurrencedygtige, må det forventes, at de produkter, hvori alternativerne indgår bliver dyrere. Mængden af flammehæmmer der indgår i produkterne er ofte meget beskedne, og der kan således blive tale om en ubetydelig merpris, som ikke har betydning for efterspørgslen. Omvendt kan alternativerne nødvendiggøre – eller fremskynde - en kapitaltung investering i produktionsapparat, hvilket kan betyde en mere synlig merpris.

I den periode, hvor alternativerne er dyrere, og dette afspejler sig i en betydelig merpris på produkterne, kan eksportproducenter af produkter uden bromerede flammehæmmere på kort sigt miste markedsandele i såvel Danmark som på de udenlandske markeder. Men på længere sigt vil virksomhederne kunne opnå en konkurrencefordel ved at være på forkant med de tidligere nævnte reguleringstiltag. Herudover kan en grøn miljøprofil måske også fremme efterspørgslen af producentens varer, og modsvare en eventuel merpris for de miljørigtige produkter.

**Tabel 4.1 Relative priser og tilgængelighed af alternativer**

| Produkt                                  | Halogenfri materiale på markedet findes | Pris af materiale sammenlignet med bromeret materiale | Halogenfrit produkt på markedet |
|--|---|---|---------------------------------|
| Epoxybaserede printkort                  | Ja                                      | Mere end dobbelt så dyrt <sup>1)</sup>                | Ja                              |
| Phenol/papir baserede printkort          | Ja                                      | Omtrent den samme                                     | Ja                              |
| Kabinetter til elektronik                | Ja                                      | Dyrere  | Ja                              |
| Indkapsling til elektroniske komponenter | Findes til nogle anvendelser            | Dyrere  | Findes til nogle anvendelser    |
| Komponenter af PBT/PET                   | Nej                                     |   | Findes ikke                     |
| Komponenter af polyamid                  | Ja                                      | Omtrent den samme                                     | Findes til nogle anvendelser    |
| Stikkontakter og monteringsbokse         | Ja                                      | Dyrere  | Ja                              |
| Gummikabler                              | Findes til nogle anvendelser            | Dyrere  | Findes til nogle anvendelser    |
| Andre kabler                             | Ja                                      | Dyrere  | Ja                              |
| Fatninger til glødelamper og lysstofrør  | Ja                                      | Dyrere  | Ja                              |
| Isolering af kølerum mm.                 | Ja                                      | Omtrent den samme                                     | Findes til nogle anvendelser    |
| Isolering af kældre, belægninger mm      | Ja                                      | Omtrent den samme                                     | Ja                              |
| Beskyttelsesdragter                      | Ja                                      | Variierende   | Ja                              |
| Møbelstoffer                             | Ja                                      | Variierende   | Ja                              |
| Skum til møbler                          | Ja                                      | Omtrent den samme                                     | Ja                              |

1) Epoxybaserede printkort, som kun er ca. 30% dyrere, forventes snart på markedet.

### Tilskud

Økonomiske udgifter til udvikling af alternativer kan støttes via tilskud fra ”Program for renere produkter m.v.”. Støtte herfra vil kunne medvirke til at fremme udviklingen set fra et miljømæssigt synspunkt.

Visse varetyper kan måske bære en vis merpris eller vinde markedsandele i forhold til de varer, der indeholder bromerede flammehæmmere som følge af de miljø- og sundhedsmæssige fordele. Dette gælder især på vareområ-

der, hvor der er kommet fokus på anvendelsen og en evt. afgivelse fra produkterne.

#### *Grøn indkøbspolitik*

Grøn indkøbspolitik i offentlige virksomheder og miljømærkning vil understøtte udvikling og efterspørgsel af produkter uden bromerede flammehæmmere.

#### **4.1.4 Konklusion**

Gennemførelse af den samlede handlingsplan vil næppe få væsentlige langsigtede økonomiske konsekvenser for de berørte danske brancher. Der kan dog blive tale om udgifter til nyinvesteringer i produktionsudstyr - eller snarere fremrykning af investeringer.

Hvis danskproducerede produkter uden bromerede flammehæmmere vinder fremgang på bekostning af produkter med bromerede flammehæmmere kan det på kortere sigt forrykke på fordelingen af markedsandele mellem danske virksomheder indbyrdes og måske også i forhold til importen.

På lidt længere sigt - og især hvis der opnås international enighed om afvikling af bromerede flammehæmmere (herunder i særdeleshed PBDE'ere) - kan danske virksomheder, der tidligt (til hjemmemarkedet) anvender alternativer, opnå en fordel på det internationale marked jf. erfaringerne fra udviklingen af CFC-fri produkter.





## 5 Evaluering/opfølgning af indsatsen

På mange af områderne vil det tage noget tid inden effekten af et nedsat forbrug af bromerede flammehæmmere kan måles.

EU arbejder i øjeblikket med et direktivforslag til regulering af penta-BDE samtidigt med at andre af de bromerede flammehæmmere er under risikovurdering. Miljøstyrelsen støtter aktivt disse initiativer og forventer, at EU's kommende reguleringer af bromerede flammehæmmere vil nedsætte udledning og belastning af miljøet

Handlingsplanen vil derfor blive revideret, når risikovurderingerne foreligger, dog senest i år 2004. Det vil løbende blive vurderet, om der på baggrund af nye oplysninger, er behov for yderligere initiativer eller indsamling af mere viden.

Miljøstyrelsen vil opgøre forbruget af bromerede flammehæmmere i 2003. Dette vil sammen med de igangværende og løbende overvågningsaktiviteter, blive brugt til en evaluering og justering af indsatsen.

## 6 Forkortelser

|            |   |
|------------|---|
| ABS        | Acrylonitril butadien styren                              |
| AMAP       | Arktisk monitoringsprogram                                |
| CEN        | Europæisk komite for standardisering                      |
| CENELEC    | Europæisk komite for elektrotekniske standarder           |
| CFC        | Chlorerede flourcarboner (kulstof)                        |
| Deca-BDE   | Kommerciel decabromeret diphenylether                     |
| Deca-BB    | Kommerciel decabromeret biphenyl                          |
| DMU        | Danmarks Miljøundersøgelser                               |
| DS         | Dansk Standard  |
| HELCOM     | Baltic Marine Environment Protection Commission           |
| HBCD       | Hexabromocyclododecan                                     |
| IEC        | Internationale elektrotekniske kommission                 |
| ISO        | Internationale organisation for standardisering           |
| KemI       | Kemikalie Inspektionen (i Sverige)                        |
| Octa-BDE   | Kommerciel octabromo diphenylether                        |
| OSPAR      | Oslo-Paris Konventionen                                   |
| OSPAR-DIFF | Arbejdsgruppe under OSPAR (Diffuse kilder til havmiljøet) |
| NGO        | Non Governmental Organisation                             |
| PBDE       | Polychlorerede diphenylethere                             |
| PBB        | Polybromerede biphenyler                                  |
| PBT        | Polybutylen terephthalat                                  |
| PCB        | Polychlorerede biphenyler                                 |
| Penta-BDE  | Kommerciel pentabromo diphenylether                       |
| PET        | Polyethylen terephthalat                                  |
| POP        | Persistent Organic Pollutant                              |
| PUR        | Polyurethan   |
| PUR-skum   | Polyurethan skum  |
| TBBPA      | Tetrabromobisphenol A                                     |



# Referencer

- /1/ Miljøstyrelsen 1999: Brominated Flame Retardants. Environmental project no. 494.
- /2/ Nordic Council of Ministers 1998: Polybrominated Diphenyl Ethers. Food Contamination and Potential Risks. TemaNord 503.
- /3/ Miljøstyrelsen 2000: Brominated Flame Retardants. Toxicity and Ecotoxicity. Environmental project no. 568, 2000.
- /4/ Darnerud & Sinjari 1996: Effects of PBDEs and PCBs on thyroxin and TSH blood levels in rats and mice. Organohalogen Compounds 29, 316-319 (abstract Dioxin 96).
- /5/ Fowles et al. 1994: Immunologic and endocrine effects on the flame retardant penta-BDE (DE-71) in C57BL/6J mice. Toxicology 86, 49-61.
- /6/ Meerts et al. 1998: Organochlorine Compounds, vol 37, 309-312.
- /7/ de Witt et al. Brominated Flame Retardants in the Environment – An Overview. Indlæg på Dioxin 99 i Venedig, Italien 12.-17. sept. 1999.
- /8/ Strandman et al. 1999. Levels of some Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) in Fish and Human Adipose Tissue in Finland. Indlæg på Dioxin 99 i Venedig, Italien 12.-17.sept. 1999
- /9/ Det Strategiske Miljøforskningsprogram, december 1999. Miljøforskning 40
- /10/ Nordisk Ministerråd 1995: Chloro-organic phosphates used as flame retardants. Tema Nord 639
- /11/ OECD 1994: Selected Brominated Flame Retardants
- /12/ OECD 1995: Voluntary Industry Commitment by the US and European Producers of Selected Brominated Flame Retardants covered under OECD's Risk Reduction Programme
- /13/ KemI 1999: Avveckling av PBDE och PBB – Rapport från et regeringsoppdrag
- /14/ Miljøstyrelsen 1994: Tilslutning af industrispildevand til kommunale spildevandsanlæg. Vejledning nr. 6.
- /15/ Artikel i Ingeniøren 25.02.2000.

- /16/ Miljøstyrelsen 2000: Alternatives to brominated flame retardents – screening for environmental and health data. Arbejdsrapport nr. 17, 2000.
- /17/ Sjödin et al. Endnu ikke publiceret. Half-lives of Polybrominated Diphenyl Ethers and Tetrabromobisphenol A in Occupationally Exposed Workers.
- /18/ Sjödin et al. Flame Retardant Exposure: Polybrominated Diphenyl Ethers in Blood from Swedish Workers. Environmental Health Perspectives Volume 107, Number 8. August 1999.
- /19/ Cederberg et al. 2000: Bioaccumulation of persistent halogenated organic compounds in herring (*Clupea harengus*). Organohalogen Compounds 49S 17-20 (abstract Dioxin 2000).
- /20/ DMU: Brominated flame retardants in blue mussels, freshwater and seawater sediment in Denmark – an environmental screening, 2001.
- /21/ Fødevaredirektoratet: Kort redegørelse om bromerede flammehæmmere. 2001.
- /2/ DMU: Brominated flame retardants in the arctic environment – a review, 2000.

# Bilag 1

## **Miljø- og sundhedseffekter af bromerede flammehæmmere**

Oplysninger i bilaget er fra førnævnte referencer.

### **PBB (Polybromerede biphenyler)**

I efteråret 2000 stoppede produktionen af decabromerede biphenyler (DBB). Tidligere anvendelser betyder, at hexabromerede biphenyler (HBB) i dag kan måles i fisk og sedimentprøver. Det kan ikke udelukkes, at DBB kan nedbrydes til HBB ved debromering.

DBB kan optages ved indånding, hudkontakt og gennem føden. Leveren er det mest følsomme organ. Ved høje koncentrationer kan skjoldbruskkirtlen påvirkes. Langtidsforsøg med DBB mangler.

PBB har en lav akut giftighed. Effekten og optagelse er afhængig af bromeringsgraden. Jo højere bromeringsgrad, des dårligere optagelse. De lavest bromerede forbindelse med fire til syv bromatomer er mest giftige og ligner chlorerede biphenyler (PCB). Ligesom for PCB vil der blandt disse være nogle, som har dioxin-lignende egenskaber.

Dyreforsøg har vist vævsforandringer i lever og thymus, Der er set skader på immunforsvaret og forplantningsevnen samt hormonforstyrrende effekter.

Langtidsstudier af hexaBB og nonaBB på gnavere viser kræfttumorer i leveren.

DBB er svært nedbrydeligt (persistent), men der findes studier, der viser, at debromering kan ske ved udsættelse for ultraviolet bestråling (UV-lys). Mikrobiel nedbrydning kan ikke udelukkes.

En japansk undersøgelse opgiver den dødelige koncentration for 50 % af fiskene (LC50 værdien for fisk) til 250 mg/l og biokoncentrationsfaktoren til 0,6-5,4.

### **PBDE (Polybromerede diphenylether)**

Polybromerede diphenylether består af en række stofgrupper, hvor forskellen er bromeringsgraden af diphenylether. Antallet af bromatomer navngives i kemisk nomenklatur som f.eks. penta (fem), hexa (seks), octa (otte) og deca (ti).

De mest kommercielt anvendte PBDE grupper er penta-, octa- og decabromerede diphenylethere.

#### *Pentabromeret diphenylether (penta-BDE)*

Penta-BDE findes kommercielt kun i renhedsgrad på 50 – 70 %. Den mest fundne urenhed er tetrabromdiphenylether (24-38 %). Derudover findes mindre mængder af tri-, hexa-, og heptabromdiphenylether.

Penta-BDE har lav akut giftighed ved indånding, indtagelse og ved hudkontakt /3/.

Ved forsøg med gentagen indtagelse hos gnavere er den kritiske effekt fundet at være skader på leveren. Den maksimale dosis af penta-BDE uden effekt blev fundet til 1 mg/kg/dag /3/.

Ved forsøg på mus og rotter er fundet tegn på skader på hormonsystemet (skjoldbruskkirtlen) /3/.

Biokoncentreringsfaktoren i fisk varierer. Den er opgivet fra mindre end 3.4 til 11.700, og stoffet må derfor betragtes som bioakkumulerbart. Stoffet er desuden ikke let nedbrydeligt.

Penta-BDE er fundet i adskillige sedimenter både i fersk-, brak- og saltvand i koncentrationer op til 1,2 mg/kg tørstof. Stoffet er fundet i fisk; i torskelever fra Nordsøen er det fundet op til 0,022 mg/kg vådvægt, mens det i ferskvandsfisk i Sverige er fundet i koncentrationer på op til 0,064 mg/kg vådvægt. I fedtvævet alene er det fundet i 9,4 mg/kg fedtvæv.

Hollandske fund af penta-BDE i spæk fra spermacethval er bemærkelsesværdigt, da spermacethvaler søger føde på dybt vand, hvilket viser, at stofferne har nået fødekæden ude på det åbne hav langt fra den primære kilde.

Penta-BDE er påvist i sælers fedtvæv i Nordsøen og Østersøen i op til 40 mikrogram/kg fedtvæv.

En finsk undersøgelse viser en stigende koncentration i fisk (sild og brisling) i Østersøen med stigende alder.

#### *Octabromeret diphenylether (octa-BDE)*

Octa-BDE er en kommerciel blanding af 30 – 40 % octaBDE, 30 – 45 % heptaBDE, cirka 12 % nonaBDE og hexaBDE, med mindre end 1 % pentaBDE.

Octa-BDE har en meget lav akut giftighed. Ved gentagen indtagelse er den lavest koncentration med leverskade fundet til 100 ppm svarende til 7 mg/kg/dag.

Ved indånding af støvpartikler er der fundet leverskader ved en nominal koncentration på 0,0012 mg/l /3/.

Octa-BDE er fosterskadende med højeste koncentration uden effekt (NOEL) på 2 mg/kg/dag /3/.

Biokoncentreringsfaktoren (BCF) er opgivet til mindre end 4 (målt værdi), mens fordelingskoefficienten (logPow) er angivet til mellem 8,4-10,3. Der kunne ikke måles nogen bionedbrydelighed i en 28 dages OECD-test.

Der findes kun få målinger af octa-BDE i naturen. I ising er der i UK målt op til 0,325 mg/kg lever

### *Decabromeret diphenylether (deca-BDE)*

Stoffet er anvendt i to tekniske kvaliteter. Tidligere var den tekniske kvalitet cirka 77 % decabromeret diphenylether, med cirka 22 % nonabromeret diphenylether og mindre mængder af andre polybromerede forbindelser. I dag er renhedsgraden 97-98 % decabromeret diphenylether med urenheder af nonabromeret diphenylether.

Deca-BDE kan optages i kroppen og fordeles i blod og fedtvæv. Der findes ingen målinger i modermælk. Hos rotter er der fundet en lav optagelse gennem føden. Stoffet kan formodentlig optages gennem lungerne.

Stoffet har en lav akut giftighed i dyreforsøg.

Det internationale kræftforskningsinstitut (IARC) har vurderet, at der er et begrænset bevis for kræftfremkaldende effekt i dyreforsøg, men at stoffet ikke kan klassificeres som kræftfremkaldende hos mennesker.

Et dyreforsøg med 77 % ren deca-BDE har vist at give fosterskader hos rotter i koncentrationer, hvor der ikke ses påvirkning af moderdyret. Lavest observerede effekt niveau er fundet til 10 mg/kg/dag.

Dødelig koncentration for 50 % (LC50) er for alge (*Skeletonema*) >1 mg/l, mens den for fisk (*Killifish*) er >500 mg/l.

Deca-BDE opkoncentreres ikke eller kun lidt i fisk (karper) i forsøg. Fordelingskoefficienten ( $\text{LogP}_{o/w}$ ) er angivet til 5,2. Stoffet er ikke let nedbrydeligt.

### **Tetrabrombisphenol A (TBBPA)**

TBBPA har en lav akut giftighed efter indtagelse, hudkontakt og indånding. TBBPA er svagt irriterende for hud, øjne og slimhinder.

Der er ikke fundet undersøgelser af kræftfremkaldende egenskaber og skader på forplantningsevnen. I et forsøg med rotter blev der ikke fundet fosterskader.



TBBPA karakteriseres som meget giftig over for vandlevende organismer, idet den dødelige koncentration (LC50) for fisk er 0,4 mg/l, LC50 for dafnier er 0,96 mg/l, og for alger er den 0,09 mg/l. Nul effekt koncentrationen (NOEC) for fisk angives til mellem 0,1 og 0,26 mg/l for 3 arter.

Bioakkumulering (BCF) er målt til fra 20-3200. Bionedbrydeligheden i slam var 0% efter 14 dage, mens den i jord alt, afhængig af ler- og sandindhold, er rapporteret til mellem 36 og 82% for aerob og 44-91% for anaerob jord.

TBBPA er fundet i sedimenter i mikrogram/kg niveauer. TBBPA dimethyl ether er desuden fundet i muslinger.

### **Hexabromocyclodecan (HBCD)**

HBCD findes kommercielt i en renhedsgrad på 96 %. Men der findes flere isomere former.

HBCD har en meget lav akut giftighed. Stoffet er sensibiliserende.

Ved gentagen indtagelse i dyreforsøg er der fundet leverskader. Højest koncentration uden effekt er 80 mg/kg/dag.

Der er ingen undersøgelser af fosterskadende og kræftfremkaldende egenskaber.

Der er fundet effekt på 50 % (EC50) for visse algearter ved koncentrationer mindre end 1 mg/l, ned til ca. 0,001 mg/l for en enkelt art. Biokoncentrationsfaktoren (BCF) er for fisken "fathead minnow" angivet til 18.100, og fordelingskoefficienten ( $\log P_{o/w}$ ) angives til 5,8.

HBCD er fundet i svenske ferskvandsfisk i koncentrationer på op til 0,008 mg/kg (fedtvæv fra muskler) og op til 0,0076 mg/kg sediment.

### **Andre bromerede flammehæmmere**

Vinylbromid er klassificeret kræftfremkaldende i gruppe 2, og 2,2-bis(brommethyl)propan-1,3-diol (DBNPG) er fundet kræftfremkaldende i dyreforsøg. Der foreligger endnu ikke en klassificering i EU /3/.

For pentabromotoluen er der kun få data. Stoffet kan have langtidseffekter i vandmiljøet /3/.

2,4,6-tribromphenol er fundet fosterskadende hos rotter ved indtagelse og ved indånding. 2,4,6-Tribromphenol er giftig for vandlevende organismer og kan have langtidseffekter i vandmiljøet /3/.

Bromineret styren homopolymer er en blanding af flere stoffer. Ethylen-dichlorid findes som urenhed i blandingen. Ethylen-dichlorid er kræftfremkaldende /3/.

For følgende stoffer blev der ikke fundet tilstrækkelige data til at foretage en vurdering /3/:

Tetrabromphthalsyre anhydrid, 2,3-dibrom-2-buten-1,4-diol, ethylenbis(tetrabromphthalimid), TBBPA carbonat oligomer, 1,2-bis(tribromphenoxy)ethan, 1,2,4,5-tetrabrom-3,6-bis(pentabromphenoxy)benzen, bromeret polyetherpolyol.



# Bilag 2

## Tabeloversigt på miljømærkekriterier juni 2000

| Produktgruppe                          | Svanen  | Blomsten   |
|--|---|--|
| Stationære Pc'er og skærme             | I plastdele over 25 g i dække/chassi må ikke anvendes flammehæmmere baseret på polybromerede organiske forbindelser eller klorparaffiner.<br><br>Flammehæmmere som anvendes i plast i dække/chassi (over 25g) og kredskort skal angives med CAS-nr. | Ingen organiske forbindelser med brom i dele over 25 g   |
| Bærbare Pc'er og skærme                | Samme krav som for stationære Pc'er.  | Ingen PBB, PBDE, kortkædede klorparaffiner og brandhæmmende stoffer, der er eller kan klassificeres, i plastdele større end 25 g, ledninger og plast til indkapsling af periferiudstyr |
| Printere og fax-maskiner               | Ingen bromerede flammehæmmere i dele mere end 25 g i kabinetter/chassier  | Ingen kriterier  |
| Græsslåmaskiner                        | Ingen PBB og PBDE i plastmateriale. Printkort er undtaget. Behov for andre halogenerede flammehæmmere skal være begrundet med el- eller sikkerhedskrav og skal dokumenteres.  | Ingen kriterier  |
| Kopimaskiner                           | I plastdele over 25 g i dække/chassi må ikke anvendes flammehæmmere baseret på PBB og PBDE eller klorparaffiner.<br><br>Flammehæmmere som anvendes i plast i dække/chassi (over 25g) og kredskort skal angives med CAS-nr.                          | Ingen kriterier  |
| Køleskabe og fryser                    | Ingen bromerede paraffiner og PBDE i plastmaterialer  | Ingen krav om bromerede flammehæmmere  |
| Opvaskemaskiner                        | Ingen bromerede paraffiner og PBDE i plastmaterialer  | Ingen krav om bromerede flammehæmmere  |
| Vinduer                                | Må ikke tilsættes bromerede paraffiner og PBDE i plastmaterialer  | Ingen kriterier  |
| Gulvbelægninger                        | Må ikke tilsættes PBDE eller bromerede paraffiner i produktet   | Ingen kriterier  |
| Pladematerialer (Spån- og fiberplader) | Ingen halogenholdige organiske flammehæmmere tilladt  | Ingen kriterier  |

|           |  |   |
|-----------|--|---|
| Tekstiler | Ingen bromerede flammehæmmere i mængder over 1 %   | Ingen flammehæmmere der er eller kan klassificeres (reaktive flammehæmmere må dog anvendes) |
| Madrasser | Ingen kriterier  | Ingen flammehæmmere der er eller kan klassificeres som miljøfarlige                         |
| Møbler    | Når der er over 10% plast materiale i møblet, må der ikke tilsættes halogenerede organiske forbindelser til plasten. | Ingen kriterier   |