



## Strategi for risikohåndtering af bromerede flammehæmmere

### 1. Resume

Denne strategi vedrører bromerede flammehæmmere. Kortlægningen, som ligger til baggrund for strategien, omhandler i et vist omfang alle bromerede flammehæmmere, men fokuserer på de tre mest anvendte af stofferne: decaBDE, TBBPA og HBCDD samt to af de mest anvendte bromerede alternativer til decaBDE, nemlig DBDPE og EBTEBPI. Som følge heraf indeholder denne strategi afsnit for hvert af stofferne samt afsnit, der går på tværs af alle bromerede flammehæmmere.

Nogle af de mest anvendte bromerede flammehæmmere er allerede reguleret enten globalt, under Stockholmkonventionen eller regionalt i EU. Desuden er der i EU restriktion mod brug af to grupper af bromerede flammehæmmere i elektronik og elektroniske produkter og et generelt krav om udtagning og særskilt behandling af bromerede flammehæmmere i forbindelse med affaldsbehandlingen. Resten af de bromerede flammehæmmere er ikke reguleret. For en bred vifte af produktgrupper udelukker de nordiske miljømærkekriterier brugen af nogle eller alle bromerede flammehæmmere i miljømærkede produkter.

De regulerede stoffer er alle reguleret pga. deres PBT egenskaber – dvs. de er persistente, bioakkumulerbare og giftige overfor organismer i vandmiljøet. Nogle af stofferne har desuden en række andre effekter bl.a. effekter på nervesystemet og reproduktionen. Der er dog en stor gruppe af bromerede flammehæmmere for hvilke, der enten er få eller ingen data på deres effekt.

Ved forbud mod brug af en bromeret flammehæmmer vil stoffet oftest blive udskiftet med en anden ikke reguleret bromeret flammehæmmer.

Hovedudfordringerne med de bromerede flammehæmmere er 1) mangel på data om miljø og sundhedseffekter, 2) brandsikring – kan sikring mod brand forebygges ad anden vej end brug af bromerede flammehæmmere? og 3) regulering af stof for stof fremfor regulering af stofgrupper indenfor specifikke produktgrupper.

Der er foreslået nationalt såvel som EU tiltag. I forhold til yderligere vurdering og regulering af enkelt stoffer foreslås dette initieret via REACH regulering. For at danne baggrund til yderligere vurderinger er der behov for gennemgang af

eksisterende registreringer og en mere uddybende kortlægning for at vurdere de bromerede flammehæmmers samlede farlighedsprofil. Der er desuden foreslået tiltag i forhold til alternativ brandsikring af materialer og produkter, og der skal laves en vurdering af om den samlede farlighedsprofil af gruppen af bromerede flammehæmmere, som eventuelt kan danne baggrund for en samlet regulering af gruppen i forhold til elektronik og elektroniske produkter.

## **2. Baggrund**

De bromerede flammehæmmere har det til fælles, at de indeholder brom og bruges til at forhindre, at plastmaterialer og tekstiler antændes. De virker alle ved den samme grundlæggende mekanisme: Frigivelse af brombrinte når materialet antændes, som blokerer den videre forbrændingsproces. Derudover er de bromerede flammehæmmere en kompleks gruppe af stoffer: Aromatiske, cycloalifatiske, alifatiske, polymere og uorganiske stoffer, der alle indeholder brom. Nogle af stofferne anvendes som additiver, hvor stofferne ikke er kemisk bundet i polymermaterialet, mens andre bruges som reaktive stoffer, som bygges ind i polymerstrukturen, og derfor ikke er til stede som det oprindelige stof i den færdige polymer med undtagelse af spormængder af ureageret stof. I kortlægningen af de bromerede flammehæmmere er der fundet 69 bromerede flammehæmmere, som er blevet prægeregistreret under REACH, og/eller produceres og markedsføres af store internationale producenter af bromerede flammehæmmere. Desuden er der fundet 14 stoffer beskrevet i litteraturen, som ikke er prægeregistrerede eller markedsføres af de store producenter.

## **3. Kortlægningsdata**

### **3.1. Anvendelser**

**Globalt** - Den samlede globale produktion af bromerede flammehæmmere er steget fra 150.000 tons/år i 1994 til ca. 360.000 tons/år i 2011. Stigningen i produktion og forbrug har først og fremmest fundet sted i Asien. På globalt plan udgør de bromerede flammehæmmere ca. 20% af det totale forbrug af flammehæmmere. Historisk set har PBDE og TBBPA (og dets derivater), været de vigtigste bromerede flammehæmmere, og de tegnede sig for næsten 2/3 af den globale produktion i 1994. Globalt fremstilles hovedparten af de bromerede flammehæmmere af fire store producenter, og stofferne fremstilles i EU kun af én virksomhed.

En detaljeret opgørelse af stoffer og anvendelsesområder på globalt plan er ikke tilgængelig. Det største anvendelsesområde er elektrisk og elektronisk udstyr, hvor bromerede flammehæmmere også er de dominerende flammehæmmere. Andre anvendelsesområder omfatter elinstallationer og eldistribution; tekstiler, tæpper og møbler; byggematerialer; transportmidler (køretøjer, tog, fly, skibe, osv.) samt maling og fugemasser.

**EU** – Der er detaljerede data til rådighed på EU-plan for tre af de mest brugte bromerede flammehæmmere: DecaBDE, HBCDD og TBBPA, som tegner sig for omkring 40% af det samlede forbrug. For andre ikke-polymere bromerede flammehæmmere, er der oplysninger om den samlede produktion i og import til EU i mængdeintervaller (f.eks. 100-1.000 tons/år), fra registreringsdatabasen på det Europæiske Kemikalieagentur (ECHA's) hjemmeside. Disse data er kun tilgængelige for bromerede flammehæmmere med en samlet import og produktion

i 2013 på over 100 tons/år, og der er ingen data for polymere bromerede flammehæmmere.

**Danmark** - En omfattende kortlægning af brugen af bromerede flammehæmmere i Danmark blev udført i 1999. Bromerede flammehæmmere i importerede artikler og blandinger tegnede sig for omkring 90% af mængderne af de samlede mængder af bromerede flammehæmmere i slutprodukter solgt i Danmark i 1999 . Af den samlede omsætning på 330-660 tons/år bromerede flammehæmmere i slutprodukter udgjorde elektrisk og elektronisk udstyr mere end 70%. Det er sandsynligvis stadig tilfældet. Bromerede flammehæmmere i artikler på det danske marked er en afspejling af det generelle brugsmønster i EU og globalt snarere end brugen af bromerede flammehæmmere i dansk industri.

I dansk industri var den vigtigste anvendelse af bromerede flammehæmmere i 1999 og 2012 reaktive bromerede polyoler, som anvendes til produktion af flammehæmmet polyuretanskum til bygningsisolering.

### 3.2 Eksisterende regulering

Det lovgivningsmæssige fokus i EU og Danmark har hidtil været på de to stofgrupper PBDE og PBB, mens HBCDD for ganske nylig er blevet autorisationspligtig i henhold til REACH, og reguleret, med enkelte undtagelser, under Stockholmkonventionen om persistente organiske miljøgifte (POP-stoffer). Stockholmkonventionens bestemmelser er i EU implementeret i EU's forordning om persistente organiske miljøgifte (POP-forordningen ((EF) nr. 850/2004)) Lovgivningen er yderligere beskrevet for hver enkelt stofgruppe nedenfor. På EU-plan er der et enkelt lovgivningsmæssigt instrument, som omhandler de bromerede flammehæmmere samlet: WEEE-direktivet om affald af elektrisk og elektronisk udstyr kræver selektiv behandling og korrekt bortskaffelse af materialer og komponenter indeholdende bromerede flammehæmmere. De nordiske miljømærkekriterier (Svanen) omhandler også de bromerede flammehæmmere samlet for visse produktgrupper, mens både nordiske og EU-miljømærkekriterier (EU blomsten) for mange produktgrupper udelukker anvendelsen af specifikke bromerede flammehæmmere eller bromerede flammehæmmere, som er tildelt specifikke risiko-sætninger.

### 3.3 PBDE og PBB

**Regulering** - PBDE og PBB har hidtil været betragtet som de mest problematiske af de bromerede flammehæmmere. Begge grupper er additive flammehæmmere. Den danske handlingsplan for bromerede flammehæmmere fra 2001 havde som et af sine vigtigste mål en international begrænsning af brugen af PBDE og PBB. Anvendelse af hexaBB, tetraBDE, pentaBDE, hexaBDE og heptaBDE (refererer til bestemte stoffer inden for grupperne) er i dag begrænset af Stockholmkonventionen. TetraBDE og pentaBDE er de vigtigste bestanddele af den kommercielle flammehæmmer c-pentaBDE, mens hexaBDE og heptaBDE er nogle af bestanddelene i den kommercielle flammehæmmer c-octaBDE, og begrænsning af stofferne er en *de facto* begrænsning af de kommercielle produkter. Stofferne er desuden omfattet af CLP-forordningen om klassificering og mærkning, af affaldslovgivningen, import/eksport restriktioner, samt lovgivning om emissionsbegrænsning og miljøovervågning.

Brug af decaBDE er i lighed med PBDE og PBB begrænset i elektrisk og elektronisk udstyr ved RoHS-direktivet (om begrænsning af anvendelse af visse farlige stoffer i elektrisk og elektronisk udstyr) med nogle undtagelser og nogle produktkategorier, som er uden for direktivets anvendelsesområde. Undtagelserne i RoHS direktivet for PBDE og PBB er ikke gældende i den danske RoHS bekendtgørelse. Der er ikke etableret en harmoniseret klassificering for decaBDE og stoffet er, med undtagelse af elektrisk og elektronisk udstyr og nogle miljømærkekriterier, ikke individuelt behandlet af EU-lovgivningen. Det er dog opført på kandidatlisten under REACH, og er på grundlag af et bilag XV-dossier blevet foreslået af ECHA til optagelse på listen over stoffer, som kræver autorisation. Stoffet er desuden blevet nomineret til optagelse på listen over begrænsede stoffer under Stockholmkonventionen, og er i øjeblikket under evaluering af Komitéen for Vurdering af Persistente Organiske Miljøgifte under konventionen. I USA og Canada er der blevet indgået frivillige aftaler om udfasning af decaBDE mellem flere af de store internationale producenter og de føderale myndigheder.

**Anvendelse** - Det globale forbrug af PBDE var i 2001 56.100 tons/år, hvoraf decaBDE tegnede sig for næsten 90%. Brugen af pentaBDE og octaBDE er mere eller mindre ophørt global, mens forbruget af decaBDE i de seneste år formentlig har været faldende på grund af lovgivningsmæssige tiltag (RoHS-direktivet), og den nævnte frivillige delvise udfasning af produktion og import i Nordamerika. I EU var det gennemsnitlige forbrug af decaBDE i perioden 2010-2011 5.000-7.500 tons/år. Ca. 1/3 blev anvendt til tekstiler, mens den resterende del blev brugt til plastdele til transportmidler og elektrisk og elektronisk udstyr undtaget eller uden for RoHS-direktivets anvendelsesområde. DecaBDE blev ikke brugt i produktionsprocesser i Danmark i væsentlige mængder, hverken i 1999 eller 2012, men decaBDE kan være til stede i forskellige importerede artikler f.eks. biler og andre transportmidler. I dansk produktion blev decaBDE i 1990'erne primært erstattet af TBBPA og dets derivater. Udfasningen i Danmark var primært en følge af en udfasning af decaBDE hos tyske producenter af plastmaterialer, fordi PBDE ikke kunne opfylde kravene i den tyske dioxin bekendtgørelse. På EU-plan er decaBDE i elektrisk og elektronisk udstyr tilsyneladende primært blevet erstattet af DBDPE og i mindre grad af EBTEBPI, TTBP-TAZ polymere bromerede flammehæmmere og af ikke-bromerede flammehæmmere (i nogle tilfælde ved en samtidig ændring af basispolymeren).

I 2012 blev omkring 60 tons octaBDE i polycarbonat importeret til brug i elektronikindustrien i Danmark. Brugen af octaBDE er overraskende, da produktionen af stoffet er udfaset i de fleste lande, og stoffet er forbudt til alle anvendelser i Danmark. Miljøstyrelsen vil undersøge denne import nærmere og følge op på den.

**Miljø og sundhed** - I relation til PBT-egenskaber <sup>1</sup> er hexaBB og fire PBDE'er opført som persistente organiske miljøgifte (POP-stoffer) i bilag A til Stockholmkonventionen. DecaBDE er foreslået som et særligt problematisk stof (Substance of Very High Concern, SVHC) under REACH på det grundlag, at det i miljøet kan omdannes til lavere-bromerede PBDE'er med PBT- eller vPvB-egenskaber.

Nogle PBDE'er og PBB'er kan påvirke nervesystemet og er blevet knyttet til reproduktive defekter, men epidemiologisk evidens og toksikokinetiske data er

---

<sup>1</sup> PBT = Persistente, bioakkumulerbare and toksiske over for organismer i miljøet. vPvB = meget bioakkumulerbare og meget persistente

stadig sparsomme. Der er undersøgelser, der viser, at ikke-nedfaldne testikler hos unge drenge er forbundet med udsættelse for PBDE og at PBB er knyttet til tidlig start på menstruation og tidlig udvikling af kønsbehåring.

**Alternativer** - Udskiftningen af decaBDE i elektrisk og elektronisk udstyr og den frivillige udfasning i USA viser klart, at der findes brugbare alternativer. Fordelen ved decaBDE er hovedsageligt at stoffet er billigere end alternativerne. "Drop-in" alternativer som DBDPE og EBTEBPI synes på nogle parametre at have en bedre miljø- og sundhedsmæssig profil end decaBDE, men der er blevet rejst en vis bekymring om deres miljøegenskaber. Polymere bromerede flammehæmmere og ikke-halogenerede alternativer markedsføres også til de væsentligste anvendelsesområder, men prisen er tilsyneladende højere end prisen på decaBDE. Nogle af de vigtigste alternativer til brugen af decaBDE i plasttyperne HIPS og ABS har været copolymere plasttyper, PPE/HIPS og PC/ABS med ikke-halogenerede flammehæmmere. Der er ikke en enkelt flammehæmmer, som kan erstatte decaBDE i alle anvendelser i tekstiler, men der er mange muligheder på markedet, herunder alternative flammehæmmere, fibre som i sig selv er flammehæmmende, fiberblandinger, barrierelag, fiberdug og andre metoder, som viser at brugbare alternativer eksisterer.

En begrænsning af decaBDE forventes ikke at have nogen negativ indvirkning på producenter af plastdele, tekstiler eller møbler i Danmark.

### 3.4 HBCDD

**Lovgivning** - HBCDD er for nylig blevet omfattet af kravene om autorisation under REACH (bilag XIV til REACH) med en solnedgangsdato ("sunset date") den 21. august 2015. HCBDD er desuden i maj 2013 blevet opført på listen over stoffer, som skal begrænses, under Stockholmkonventionen med en tidsbegrænset undtagelse for byggematerialer af ekspanderet polystyren (EPS), eller ekstruderet polystyren (XPS). Begrænsningen vil træde i kraft d. 26. november 2014.

**Anvendelse** - Det globale forbrug af HBCDD er steget fra 16.700 tons/år i 2001 til 31.000 tons/år i 2011. I EU var det gennemsnitlige forbrug af HBCDD i perioden 2010-2011 10.000-12.500 tons/år, og HBCDD er for øjeblikket den af de bromerede flammehæmmere, der anvendes i de største mængder i EU. Omkring 90 % af forbruget af HBCDD i EU er som additiv flammehæmmer i polystyren. Polystyren med HBCDD, i form af EPS eller XPS, anvendes hovedsageligt som isoleringsplader i bygninger og i vej- og jernbanekonstruktioner for at undgå frostskeer og fungerer som et let konstruktionsmateriale, der kan fordele trykket på konstruktionen. Den resterende del anvendes til at flammehæmme plasttypen HIPS og i tekstiler.

HBCDD er i Danmark anvendt som flammehæmmer til fremstilling af EPS-plader til byggeformål og til EPS-emballage til elektronik. Det samlede forbrug til produktion i Danmark var omkring 1 ton i 2012, hvilket er et markant fald i forhold til de 6-13 tons anvendt i 1999. I 1999 blev hovedparten af den fremstillede flammehæmmede EPS eksporteret. I 1999 var det væsentligste forbrug af HBCDD knyttet til importeret flammehæmmede XPS, som tegnede sig for 11-29 tons HBCDD, og det er det sandsynligvis stadig. XPS importeret fra andre lande end de nordiske lande indeholder i dag HBCDD. Til anvendelser i bygninger og anlæg i Danmark er flammehæmmede kvaliteter af EPS og XPS ikke påkrævet, da materialerne stadig er brændbare og under alle omstændigheder skal være dækket

af et ikke-brændbart materiale, som beskytter mod antændelse. Forbruget af flammehæmmet EPS i Danmark synes at være stigende i visse typer "nul-energi huse" af en ny konstruktion, hvor væggene er bygget af flammehæmmet EPS-blokke beklædt med et ikke-brændbart materiale. Det flammehæmmede EPS til dette formål importeres.

**Miljø og sundhed** – HBCDD er opført som persistente organiske miljøgift (POP-stof) i bilag A til Stockholmkonventionen. Stoffet er klassificeret som reproduktionstoksisk.

**Alternativer** - Polymere bromerede flammehæmmere er for nylig blevet indført som "drop-in" alternativer til HBCDD, og de største producenter af bromerede flammehæmmere i verden er i øjeblikket ved at øge produktionskapaciteten for de polymere bromerede flammehæmmere for at kunne imødekomme den forventede efterspørgsel. Der er ikke fundet uafhængige evalueringer af de sundheds- og miljømæssige egenskaber af de polymere alternativer. Ifølge information fra industrien, er de polymere bromerede flammehæmmere potentielt persistente (ikke bionedbrydelige), men har et lavt potentiale for bioakkumulation og et lavt potentiale for toksicitet. Der markedsføres ikke ikke-halogenerede alternativer til brug i EPS/XPS, men flammehæmmet EPS/XPS kan erstattes af andre isoleringsmaterialer. Alternativerne har forskellige fordele og ulemper i forhold til flammehæmmet EPS, men de har typisk bedre brandbeskyttelsesegenskaber og indeholder mindre problematiske kemiske stoffer. Prisen for de billigste alternativer spænder fra mere eller mindre den samme pris som for flammehæmmet EPS til omkring 30% mere. EPS med polymere bromerede flammehæmmere er endnu ikke blevet sammenlignet med de alternativer materialer.

Sammenlignet med andre EU-medlemsstater er forbruget af flammehæmmet EPS/XPS lille i Danmark, dels fordi ikke-brandbare isoleringsmaterialer har været den foretrukne løsning og dels fordi, der anvendes ikke-flammehæmmede kvaliteter af EPS/XPS. En begrænsning af HBCDD forventes ikke at have væsentlig negativ indvirkning på producenter af EPS/XPS eller brugere af materialerne i Danmark.

### 3.5 TBBPA

**Regulering** - TBBPA er tildelt en harmoniseret klassificering på grund af stoffets giftighed overfor organismer i vandmiljøet. Her ud over er stoffet ikke individuelt omfattet af nogen dansk eller EU-lovgivning.

**Anvendelse** - TBBPA er den mest brugte bromerede flammehæmmer globalt set og tegner sig for omkring 40% af den samlede globale produktion. TBBPA bruges primært som reaktiv flammehæmmer i printkort til elektronisk udstyr. I EU var det gennemsnitlige forbrug af TBBPA til produktion af artikler i 2010-2011 1.000-2.500 tons/år, hvilket afspejler, at hovedparten, af den elektronik, som TBBPA bruges i, produceres i Asien. Omkring 90 % af forbruget i EU er som reaktiv flammehæmmer til printkort, 5% som reaktiv flammehæmmer til andre formål, mens omkring 5% blev brugt som additiv flammehæmmer i plast. Hovedparten af TBBPA i slutprodukter, der sælges i EU, (hvor TBBPA hovedsageligt er bygget ind i polymerstrukturen) importeres til EU med færdige artikler og komponenter, først og fremmest fra Asien.

**Miljø og sundhed** - Kun additiv brug af TBBPA er nævnt som eksempel på bromerede flammehæmmere, der er omfattet af LOUS. Rationalet er, at TBBPA ved reaktiv anvendelse ikke som sådan er til stede i de endelige artikler, men er blevet indbygget i den polymere struktur, og materialet kan betragtes som en bromeret plast. EU-risikovurderingen for TBBPA anslår, at afgivelse af TBBPA til luft fra artikler, hvor stoffet er anvendt som additiv flammehæmmer, udgjorde ca. 15 % af de samlede emissioner af TBBPA til luft, mens tab fra reaktiv brug af TBBPA i artikler blev anslået at være ubetydelige. Ifølge EU-risikovurderingen er den direkte forbrugereksponering for TBBPA sandsynligvis ubetydelig, og den Europæiske Fødevarerautoritet, EFSA, konkluderer, at de foreliggende data indikerer, at den nuværende eksponering for TBBPA via kosten i EU ikke giver anledning til sundhedsmæssig bekymring. Stoffet er klassificeret som giftigt i vandmiljøet, men det opfylder baseret på de tilgængelige data ikke REACH PBT-kriterierne. Der er ingen planlagte tiltag for TBBPA under REACH. Under anaerobe forhold kan TBBPA omdannes, hvorved der dannes bisphenol-A (BPA), og TBBPA er således knyttet til diskussionen om den potentielle effekt af BPA. Den vigtigste kilde til udslip af TBBPA til miljøet blev i EU-risikovurderingen vurderet til at være fremstillingsprocesser. Som resultatet af et frivilligt program (VECAP) som omfatter producenter og brugere af TBBPA længere nede i produktkæden (downstream-users), er de samlede udslip blevet væsentligt reduceret i de seneste år.

**Alternativer** - Alternativer til den additive brug af TBBPA er i store træk de samme stoffer, som kan anvendes som alternativer til decaBDE. Alternativer til reaktiv anvendelse af TBBPA er primært ikke-halogenerede flammehæmmere. Den nuværende udvikling i retning af at erstatte TBBPA i printkort synes primært at være en del af en proces, hvor alle halogenholdige stoffer og plasttyper erstattes for at kunne markedsføre udstyret som halogenfrit.

### 3.6 DBDPE og EBTEBPI

**Regulering** - De to stoffer er ikke specifikt omfattet af gældende dansk og EU-lovgivning, men DBDPE indgår i den løbende handlingsplan for Fællesskabet (CORAP) under REACH.

**Anvendelse** -DBDPE synes at være det vigtigste erstatningsstof for decaBDE, og de tilgængelige data indikerer, at DBDPE er blandt de vigtigste additive bromerede flammehæmmere i EU, Kina og Japan. I EU er den registrerede produktion og import af DBDPE angivet som 1000+, uden en øvre grænse. EBTEBPI er i EU registreret med en produktion og import i 100-1.000 tons/år intervallet.

**Miljø og sundhed** - DBDPE er persistent, men opfylder ikke REACH PBT-kriterierne, baseret på de tilgængelige data. Der er dog i øjeblikket ikke tilstrækkeligt mange pålidelige data til at komme med en endelig vurdering. En britisk miljørisikoanalyse konkluderer, at der er et potentiale for, at DBDPE kan gennemgå reaktiv debromering analog med debromeringen af decaBDE, og det er for nylig vist, at DBDPE kan have potentiale for at gennemgå fotolytiske debromeringsreaktioner. Den miljømæssige betydning af sådanne reaktioner er dog i øjeblikket ukendt. Ifølge en EU-ekspertgruppe om identifikation og evaluering af PBT og vPvB-stoffer (PBT-ekspertgruppen) kan EBTEBPI ikke betragtes som et PBT-stof. Alternativer til DBDPE og EBTEBPI er enten polymere

bromerede flammehæmmere eller ikke-halogenerede flammehæmmere, hvoraf nogle har bedre miljø-og sundhedsmæssige profiler i screeningsvurderinger.

DEDPE er fundet i spildevandsslam i Norden i koncentrationerne af samme størrelsesorden som decaBDE. Undersøgelser viser, at forurening af det svenske miljø med DBDPE allerede har nået et niveau svarende til niveauet af decaBDE, og at denne forurening primært er et resultat af atmosfærisk nedfald. Yderligere overvågning af DBDPE i Arktis er blevet foreslået af DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. Der er meget begrænsede data vedrørende forekomsten af EBTEBPI i miljøet, da stoffet ikke har været omfattet af screeninger af bromerede flammehæmmere i de nordiske og arktiske miljøer.

**Alternativer** – De to stoffer er de almindeligste alternativer til decaBDE. Alternativer er de samme polymere bromerede flammehæmmere og ikke-halogenerede flammehæmmere, som kan anvendes som alternativer til decaBDE.

### 3.7 Andre bromerede flammehæmmere

**Regulering** - Bortset fra kravene i WEEE-direktivet, som vedrører alle bromerede flammehæmmere, og nogle miljømærker er de øvrige bromerede flammehæmmere ikke omfattet af nogen dansk eller EU-lovgivning. PBEB og PBB-Acr indgår i OSPAR-listen over kemikalier med prioriteret indsats.

**Anvendelse** -For de øvrige bromerede flammehæmmere er information om den globale produktion og produktion og forbrug i EU mere begrænset. Det globale forbrug ser ud til at være steget fra omkring 110.000 tons/år i 2001 til omkring 150.000 tons/år i 2011.

Data om forbruget af andre bromerede flammehæmmere i EU er få og usikre. For de ikke-polymere bromerede flammehæmmere, viser registreringerne på ECHAs hjemmeside den samlede import og produktion af hvert stof i mængdeintervaller (f.eks. 100-1.000 tons/år). For polymere bromerede flammehæmmere foreligger der ikke opgørelser, da polymerer er fritaget for registrering under REACH. De bromerede flammehæmmere, som er registreret i den højeste tonnage (bortset fra de stoffer, der er nævnt ovenfor), er de reaktive flammehæmmere halogeneret polyetherpolyol B og TBP samt den additive bromerede flammehæmmer TTBP-TAZ, som alle er registreret i 1.000-10.000 tons/år mængdeintervallet. TBNPA er registreret med fortrolig tonnage. Andre additive bromerede med en registreret samlet import og produktion i 100-1.000 tons/år intervallet er TTBNPP, PBB-ACR og BEH - TEBP. De væsentligste anvendelser af de forskellige bromerede flammehæmmere er kendt og beskrevet kortlægningen, men detaljerede opdelinger af forbruget af hvert stof på de forskellige anvendelsesområder er ikke tilgængelige.

**Miljø og sundhed** - En screening af 16 "nye" bromerede flammehæmmere i det nordiske miljø viste, at koncentrationerne af de "nye" bromerede flammehæmmere med få undtagelser var i samme størrelsesorden eller lavere end det niveau af PBDE, som er prioriterede stoffer under EU's vandrammedirektiv.

Af de additive bromerede flammehæmmere med en registreret import eller produktion i EU (dvs. produktion og import er over 100 tons/år) er følgende stoffer ikke medtaget i den seneste screening af bromerede flammehæmmere i de



nordiske miljø og ingen data om deres forekomst i de nordiske eller arktiske miljøer er blevet fundet: EBTEBPI, TTBP-TAZ, bis(pentabromphenoxy) benzen (4'-PeBPOBDE208) og TTBNPP. Screeningen af bromerede flammehæmmere i det nordiske miljø fandt også nogle reaktive bromerede flammehæmmere (DBP og TBP) i betydelige koncentrationer. Fire af de registrerede reaktive bromerede flammehæmmere er ikke medtaget i screeningen: DBNPG, HEEHP-TEBP og TEBP-Anh, halogeneret polyetherpolyol B og tetrabromphthalsyreanhydrid-baseret diol.

Flere af de "nye" bromerede flammehæmmere er ikke blevet undersøgt i detaljer, men de ikke-polymere bromerede flammehæmmere formodes at have nogle af de samme virkninger som de mere velundersøgte bromerede flammehæmmere. En af disse er HBB, som formentlig er mere persistent og giftigt end PBDE.

Da de toksikologiske mekanismer af de forskellige bromerede flammehæmmere synes at være relaterede, kan blandinger af bromerede flammehæmmere have additive og synergistiske virkninger.

**Alternativer** - Alternativerne til andre bromerede flammehæmmere er ikke-halogenerede flammehæmmere og alternative materialer uden flammehæmmere. De tilgængelige vurderinger af alternativer omfatter ikke en vurdering af nedbrydningsprodukter eller en vurdering af, hvorledes de flammehæmmede materialer opfører sig i forbindelse med brand eller ukontrolleret afbrænding. Tilstedeværelsen af bromerede flammehæmmere har vist sig at have en negativ indflydelse på f.eks. dannelsen af røg, og under termisk stress kan de resultere i dannelse af farlige stoffer. De fleste undersøgelser har dog behandlet PBDE og andre bromerede flammehæmmere med høj risiko for dannelse af farlige stoffer, men ikke eksempelvis de polymere bromerede flammehæmmere. Betydningen af dannelse af farlige stoffer og røg i et livscyklus-perspektiv synes at være det vigtigste spørgsmål, når man sammenligner virkningen af ikke-regulerede bromerede flammehæmmere med ikke-halogenerede flammehæmmere, men detaljerede vurderinger er endnu ikke tilgængelige. Data om virkningen af ikke-halogenerede flammehæmmere på dannelsen af røg og farlige stoffer er begrænset, og sammenlignende vurderinger af forskellige typer af bromerede flammehæmmere og ikke-halogenerede flammehæmmere på disse parametre mangler.

Forfatterne til en nylig sammenfatning om persistens, bioakkumulering og giftighed af ikke-halogenerede flammehæmmere konkluderer, at der var store datamangler for fysisk-kemiske egenskaber og PBT-egenskaber for de ikke-halogenerede flammehæmmere. For at kunne vurdere, om de ikke-halogenerede flammehæmmere er egnede alternativer, skal hvert stof undersøges enkeltvis ved at sammenligne stoffets PBT-egenskaber med egenskaberne af de tilsvarende halogenerede flammehæmmere. Indtil flere data foreligger, er det fortsat umuligt præcist at vurdere risikoen af hver af disse forbindelser, også de som allerede markedsføres intensivt.

### 3.8 Miljømærkekriterier

For en bred vifte af produktgrupper udelukker de nordiske miljømærkekriterier brugen af nogle eller alle bromerede flammehæmmere i miljømærkede produkter. De nøjagtige kriterier varierer fra produktgruppe til produktgruppe. I nogle produktgrupper er det kun bromerede flammehæmmere, der er tildelt særlige

risiko-sætninger (f.eks. sætninger der vedrørende CMR-egenskaber <sup>2</sup>), der ikke må anvendes. I andre er det angivet, at visse flammehæmmere ikke må være til stede: Enten alle flammehæmmere, alle halogenerede flammehæmmere eller alle halogenerede organiske flammehæmmere. I mange af kriterierne for elektrisk og elektronisk udstyr er der undtagelser for reaktivt anvendte bromerede flammehæmmere og flammehæmmere i plastdele på mindre end 25 g.

EU miljømærkekriterierne omfatter generelt ikke brugen af reaktive flammehæmmere. Kriterierne for forskelligt elektrisk og elektronisk udstyr udelukker brugen af additive flammehæmmere, der opfylder kriterierne for klassificering i bestemte fareklasser. I praksis vedrører restriktionerne i de fleste af kriterierne - ud over de generelle EU begrænsninger af PBDE og PBB - hovedsagelig additiv brug af TBBPA og brugen af HBCDD. Kriterierne for madrasser, gulvbelægning, tekstilvarer og møbler udelukker enhver brug af additive flammehæmmere i artiklerne.

### 3.9 Affaldshåndtering

#### **Bortskaffelse af affald indeholdende bromerede flammehæmmere -**

Affald af elektrisk og elektronisk udstyr (WEEE – waste electronic and electrical equipment) repræsenterer den største affaldsfraktion indeholdende bromerede flammehæmmere. Andre større affaldsfraktioner er isoleringsmaterialer fra byggeri (EPS/XPS og PU skum) og affald fra ophugning af køretøjer. Bromerede flammehæmmere i tekstiler, møbler, maling osv. vil udgøre en lille del i Danmark, men kan være mere betydelige i andre EU medlemsstater. WEEE-direktivet kræver, at plast, der indeholder bromerede flammehæmmere, bør fjernes fra det indsamlede WEEE til selektiv behandling. Den danske bekendtgørelse kræver endvidere, at det fjernede plast indeholdende bromerede flammehæmmere skal afleveres til virksomheder, der er godkendt til at håndtere brom-holdigt affald. I Danmark bliver plast indeholdende bromerede flammehæmmere fra WEEE bortskaffet til almindelig affaldsforbrænding. Det samme er situationen for plast indeholdende bromerede flammehæmmere fra byggesektoren og tekstiler og møbler. Plast fra fragmentering af køretøjer bortskaffes på kontrolleret losseplads.

I nogle EU lande synes en del udtjente elektriske og elektroniske produkter stadig at blive håndteret ukontrolleret, enten ved ulovlig eksport af WEEE, eller fordi det eksporteres som brugt udstyr til genbrug i udviklingslande. Den endelige bortskaffelse af plast indeholdende bromerede flammehæmmere (eventuelt efter genbrug) er i alle tilfælde uanset formålet med eksporten formentlig ukontrolleret afbrænding eller ukontrolleret deponering på fyldpladser.

**Bromerede flammehæmmere, som er POP-stoffer -** Særlige bestemmelser for affald, der indeholder POP-stoffer, er fastsat i Kommissionsforordning (EU) nr. 756/2010 om ændring af POP-forordningen. For hexaBB er der fastsat en grænseværdi for destruktion på 50 mg/kg, men det har ingen praktisk betydning for Danmark, da hexaBB sandsynligvis ikke er til stede i affaldet. Der er endnu ikke blevet fastsat koncentrationsgrænser for de fire PBDE'er. Afhængigt af hvilke grænser der fastsættes af EU-kommissionen, kan separat indsamling og behandling af visse affaldsfraktioner blive nødvendig.

---

<sup>2</sup> CMR = carcinogene, mutagene eller reproduktionstoksiske

**Forbrænding og ukontrolleret afbrænding** - En af de vigtigste bekymringer i relation til forbrænding af plast indeholdende bromerede flammehæmmere har været risikoen for dannelse af bromerede og blandede bromerede/chlorede dioxiner og furaner. De foreliggende data viser, at destruktions effektiviteten for bromerede flammehæmmere i forbrændingsanlæg til husholdningsaffald i nordiske lande generelt er bedre end 99,999%. Endvidere er det vist, at forbrænding af bromerede flammehæmmere kan bidrage med en mindre del af de samlede dannede dioxiner og furaner, og at filtre til kontrol af emissioner af chlorerede dioxiner og furaner også er effektive til at fange de bromerede og blandede bromerede/chlorede dioxiner og furaner.

Mens emissionen fra forbrændingsanlæg med moderne røggasrensning ser ud til at være lille, er der meget litteratur, der indikerer, at emissioner af dioxiner og furaner fra brande (herunder utilsigtede lossepladsbrande) og ukontrolleret afbrænding af plast indeholdende bromerede flammehæmmere kan være betydelig.

**Anvendelse af slam på landbrugsjord** - Størstedelen af bromerede flammehæmmere i spildevandet ender i slamfraktionen i rensningsanlæg. DecaBDE, HBCDD og DBDPE er de dominerende bromerede flammehæmmere i kommunalt spildevandsslam. De tilgængelige data viser, at niveauet af decaBDE og HCBDD i spildevandsslam i Storbritannien og Irland er ca. en faktor 10 højere end i andre EU-medlemsstater, hvilket indikerer en sammenhæng med den udbredte brug af disse stoffer i tekstiler og møbler i de to lande. Nylige analyser af 16 "nye" bromerede flammehæmmere i slam fra rensningsanlæg i de nordiske lande viser, at koncentrationen af DBDPE er i samme størrelsesorden som koncentrationerne af decaBDE og HBCDD fundet i andre undersøgelser, mens koncentrationerne af de resterende 15 bromerede flammehæmmere er betydeligt lavere. Resultaterne bekræfter, at DBDPE i vid udstrækning har erstattet decaBDE i anvendelser, der kan føre til udslip til spildevand.

En risikovurdering fra 2012 om anvendelsen af slam indeholdende bromerede flammehæmmere på landbrugsjord i Danmark, som indeholdt en detaljeret vurdering af decaBDE og TBBPA, konkluderede, at det var meget usandsynligt, at niveauet af bromerede flammehæmmere i dansk slam udgør en væsentlig risiko for de jordlevende organismer og jordens kvalitet i almindelighed, hvis de aktuelle retningslinjer for anvendelse af spildevandsslam følges.

### 3.10 Vigtigste datamangler

Detaljerede data om brugen af andre bromerede flammehæmmere end PBDE, HBCDD og TBBPA globalt og i EU er ikke tilgængelige i den offentlige litteratur. Den offentlige del af REACH registreringer giver som nævnt en vis indikation af produktion og import i EU i mængdeintervaller, men polymere bromerede flammehæmmere er ikke underlagt registrering, og der er ingen tilgængelige oplysninger om de markedsførte mængder af disse stoffer. Forbruget af nogle af de andre bromerede flammehæmmere end de gamle kendte forventes at være stigende, men manglen på data begrænser en vurdering af tendenserne i forbruget af bromerede flammehæmmere og overvågning af virkningerne af regulative indgreb. Manglen på detaljerede data om forbruget af de bromerede flammehæmmere på anvendelsesområder begrænser desuden en vurdering af de potentielle udslip og eksponering af mennesker og miljø.

Data om stoffernes skæbne, eksponering samt miljø-og sundhedsmæssige effekter for de fleste "endpoints" mangler for næsten alle bromerede flammehæmmere.

Viden om den faktiske skæbne af WEEE, som eksporteres til behandling uden for Danmark, er begrænset.

Der er ikke fundet data om den faktiske genanvendelse af affald indeholdende bromerede flammehæmmere i Danmark eller EU.

Betydningen af de forskellige bromerede flammehæmmere på dannelsen af bromerede og blandede bromerede/chlorerede dioxiner og furaner ved forskellige typer af termiske processer er ikke kendt for de fleste bromerede flammehæmmere.

## 4. Udfordringer, løsninger og effektmål

På baggrund af kortlægningsrapporten samt anden tilgængelig viden vurderes de primære udfordringer i relation til at nedbringe eksponering til et niveau, hvor det ikke udgør en risiko for mennesker og miljø for bromerede flammehæmmere i Danmark, EU og globalt at være:

- A. Mangel på data om miljø og sundhedseffekter for hovedparten af de bromerede flammehæmmere.
- B. Brandsikring – kan sikring mod brand forebygges ad anden vej end brug af bromerede flammehæmmere?
- C. Regulering af stof for stof fremfor stofgrupper indenfor specifik produktgruppe regulering.

### **A.Datamangel**

Da gruppen af kortlagte bromerede flammehæmmere omfatter 69 registrerede og præregistrerede stoffer og 14 yderligere stoffer omtalt i litteraturen, er udfordringerne beskrevet i forhold til grupper af bromerede flammehæmmere, for at skabe et overblik. Dog er grupperne forskellige fra de grupper, der er blevet beskrevet i kortlægningen. Det er fundet mest hensigtsmæssigt at lave en ny gruppestruktur baseret på registreringer og stofstrukturer.

En række af de bromerede flammehæmmere er allerede omfattet af REACH restriktioner, af POP forordningens restriktioner eller er ved at blive vurderet under REACH. Idet denne gruppe stoffer<sup>3</sup> allerede er reguleret, vil der ikke blive iværksat nogen yderligere initiativer i forhold til denne gruppe stoffer.

---

<sup>3</sup> TDBPP (CAS no. 126-72-7), PBBs (CAS no. 59536-65-1), OctaBDE all 3 of them subject to Annex XVII restrictions (entry 4, 8 and 45) and DecaBDE listed in the REACH candidate list and has been proposed by ECHA for restriction (Annex XVII) and Stockholm Convention candidate substance.

HexaBB, TetraBDE, PentaBDE, HexaBDE, HeptaBDE, HBCDD (HBCD) which are subject to Stockholm Convention restriction (POP regulation).

DBDPE (CAS no. 84852-53-9) which is included in the Community Rolling Action Plan (CORAP) under REACH

## **Udfordring 1**

”De 9”: Under REACH forordningen er der registreret 9 bromerede flammehæmmere, for hvilke det samtidig er oplyst, at stofferne er produceret og markedsført i en størrelsesorden på 1000-10.000 tons pr år for 3 af stofferne og i størrelsesordenen 100-1000 tons pr år for de resterende 6 stoffer. Ved registreringen er producenten eller importøren forpligtiget til at fremsende en række miljø- og sundhedsdata. Data kravene afhænger af hvor stor en mængde af stoffet, der årligt produceres i eller importeres til EU. De data, der er indsendt i forbindelse med registreringen, er ikke blevet gennemgået i forbindelse med kortlægningen. Der er behov for at gennemgå disse data for at vurdere, om der er tilstrækkelig viden om stofferne eller om der eksempelvis er behov for at foreslå en stofvurdering under REACH.

### *Tiltag*

- a. Der skal udføres en gennemgang og evaluering af de registrerede data for ”de 9” bromerede flammehæmmere.

### *Effektmål*

Gennemgangen skal munde ud i en vurdering af, om der er tilstrækkelige data til at vurdere de enkelte stoffers anvendelse og deres mulige effekt på miljø og sundhed, eller om der er nogle særlige bekymringer, som bør afklares. Et eventuelt behov for opfølgning skal håndteres ved at igangsætte stofevaluering(er) under REACH. Eventuelle yderligere nødvendige tiltag i forhold til regulering af stofferne, skal foretages via EU's regulering.

## **Udfordring 2**

TBBPA, TBBPS og deres derivater.

TBBPA står for 40% af den globale produktion af bromerede flammehæmmer, og hovedparten (ca. 95%) af anvendelsen i EU sker i form af reaktiv brug, dvs. at stoffet bygges ind i polymer materialet og derfor ikke er tilsted i dets oprindelige form. Det er den additive brug af TBBPA (de restende 5%), som udgør en udfordring.

Data indikerer, at der kan være en potentiel risiko for, at TBBPA har hormonforstyrrende effekter. En anden effekt, ved TBBPA som bør udredes, er effekten af bisphenol-A, som fraspaltes TBBPA ved anaerob nedbrydning. Effekten af små mængder/doser af bisphenol-A er ved at blive vurderet af EFSA (European Food Safety Authority), og udfaldet af denne vurdering kan få indflydelse på den samlede vurdering af TBBPA.

Der er desuden mangel på data på TBBPA's derivater TBBPS og TBBPS derivater. TBBPS antages ved nedbrydning at fraspalte Bisphenol-S, som formodes at have samme egenskaber som Bisphenol-A.

### *Tiltag*

Mulige tiltag for regulering af TBBPA, TBBPS og deres derivater bør gennemføres på EU niveau.

- a. Miljøstyrelsen foreslår, at TBBPA meldes ind til stofevalueringsprogrammet under REACH. Der foreslås, at evalueringen får særlig fokus på TBBPA's mulige hormonforstyrrende effekt. Tidsplanen for dette arbejde vil afhænge af øvrige prioriteringer indenfor REACH

arbejdet i Danmark og i EU.

- b. Afhængig af udfaldet af EFSA's vurdering af lavdosis effekter af Bisphenol-A, vil yderligere tiltag i forhold til at få klarlagt nedbrydningen af TBBPA til Bisphenol-A skulle vurderes. I den forbindelse skal også nedbrydningen af TBBPS til Bisphenol-S og den mulige hormonforstyrrende effekt af bisphenol-S vurderes. Desuden bør det overvejes at anvende QSAR til at etablere data om nedbrydning og akvatiske toksicitet af derivaterne for på den baggrund at vurdere muligheden for vurdering af disse stoffer.

#### *Effektmål*

Vurderingen af TBBPA og TBBPS kan danne grundlag for en eventuel EU regulering, der skal sikre beskyttelse af miljø og sundhed i forhold til risikoen ved brug af TBBPA. Vurderingen af derivaterne vil være med til at tydeliggøre, om der er et behov for yderligere data for disse stoffer for at sikre sikker anvendelse.

### **Udfordring 3**

"Alle de andre/resten". Kortlægningen har identificeret en lang række bromerede flammehæmmere, som der kun findes meget få data på, og som ikke benyttes i store mængder. Idet der er en mulighed for at substituere en bromeret flammehæmmer med en anden, må det formodes, at denne gruppe af bromerede flammehæmmere vil kunne komme i betragtning som alternativer til de bromerede flammehæmmere, som der er eller er ved at blive indført restriktioner på.

#### *Tiltag*

- a. Nationalt bør der igangsættes en yderligere kortlægning af de bromerede flammehæmmere, som ikke er omfattet af EU eller global regulering og tiltag, eller tiltag taget i forbindelse med denne strategi. Kortlægningen skal omfatte anvendelse og mulige effekt og den skal om muligt munde ud i en samlet farlighedsvurdering af de bromerede flammehæmmere som gruppe.

#### *Effektmål*

Kortlægningen vil kunne danne grundlag for en vurdering relevansen af og mulighederne for i EU at få reguleret stofferne samlet som gruppe – se også tiltaget under udfordring 5.

## **B. Brandsikring**

### **Udfordring 4**

Flammehæmmere tilsættes polymere materialer for at øge materialernes flammehæmmende egenskaber. Brugen af flammehæmmere er i vid udstrækning en konsekvens af regler og standarder for brandsikkerhed. Reglerne for brandsikkerhed indeholder ikke specifikke krav om at anvende bromerede flammehæmmere eller bestemte andre typer af flammehæmmere. Reglerne definerer typisk nogle flammetest, som materialer, artikler eller bygningskomponenter skal leve op til, men det er op til producenten af artikler eller bygherren at beslutte, hvordan kravene skal opfyldes.

Sammenholder man bromerede flammehæmmers miljø- og sundhedseffekter med formålet med deres virke, bør det overvejes, om det enten 1) er muligt at finde alternative stoffer, der både kan leve op til "brandsikringskravene" og samtidig kan

mindske mulig negativ effekt på miljø og sundhed, og/eller 2) om det er muligt at udvikle alternative løsninger, som betyder, at der ikke benyttes flammehæmmere, men hvor brandsikring foregår på en alternativ måde.

### *Tiltag*

Som basis for yderligere tiltag i forhold til de enkelte stoffer og i forhold til at finde alternative måder at beskytte mod brand, er der behov for en kortlægning af hvilke produktgrupper, der er opstillet brandstandarder for på nationalt, EU og internationalt plan. Herunder gennemgå kravene og vurdere bromerede flammehæmmers evne til at leve op til kravene, sammenholdt med stoffernes mulige negative effekt i forbindelse med brand.

- a. I forhold til at finde alternative stoffer bør der udarbejdes en udredning i forhold til muligheden for på stof niveau at finde ikke-bromerede flammehæmmere alternativer til de mest benyttede bromerede flammehæmmere.

I den sammenhæng skal der også ses på betydningen af dannelse af farlige stoffer og røg i et livscyklus-perspektiv, idet data om virkningen af ikke-halogenerede flammehæmmere på dannelsen af røg og farlige stoffer er begrænset, og sammenlignende vurderinger af forskellige typer af bromerede flammehæmmere og ikke-halogenerede flammehæmmere på disse parametre mangler.

- b. Med reglerne for brandsikring som basis udarbejdes et idekatalog til alternativ beskyttelse mod brand af udvalgte produktgrupper eksempelvis elektronik og tekstiler. Eksempelvis er der ikke en enkelt flammehæmmer, som kan erstatte decaBDE i alle anvendelser i tekstiler, men der er mange muligheder på markedet, herunder alternative flammehæmmere, fibre som i sig selv er flammehæmmende, fiberblandinger, barrierelag, fiberdug og andre metoder, som viser at brugbare alternativer eksisterer.

### *Effektmål*

En liste med alternativer og et idekatalog skal bruges til at begrænse brugen af bromerede flammehæmmere.

## **C. Regulering af produktgrupper.**

### **Udfordring 5**

Der er en tendens til, at restriktion mod brug af en bromeret flammehæmmer resulterer i brug af en anden bromeret flammehæmmer, idet stofferne har samme brandhæmmende egenskaber. På trods af at stoffer, der produceres i eller importeres til EU i større mængder, skal registreres under REACH, vil det kræve et omfattende arbejde at skulle vurdere hvert enkelt stof hver for sig. Udfordringen ligger i, at vi har en begrænset viden om effekten på miljø og sundhed for hovedparten af stofferne i gruppen af bromerede flammehæmmere. De bromerede flammehæmmers største anvendelsesområde er indenfor elektriske og elektroniske produkter, hvor de bromerede flammehæmmere også er den mest brugte type af flammehæmmere.

I EU reguleres farlige stoffer i elektriske og elektronisk udstyr gennem RoHS direktivet. Både når der er tale om restriktion af en gruppe af stoffer eller et enkelt

stof under RoHS, er der krav om, at effekten er videnskabeligt veldokumenteret og evalueret.

Det skal bemærkes, at WEEE direktivet (indsamling og behandling af elektriske og elektroniske produkter) har et krav om udtagning og separat behandling af alle elementer i elektronik, der indeholder bromerede flammehæmmere – og ikke blot de to grupper af bromerede flammehæmmere, der er omfattet af RoHS direktivet.

#### *Tiltag*

- a. Afhængig af udfaldet af en samlet farlighedsprofil af hele gruppen af bromerede flammehæmmere (se udfordring 3 ), bør der udarbejdes en vurdering af muligheden for at arbejde for et generelt forbud mod brug af bromerede flammehæmmere i elektriske og elektroniske produkter i EU's regulering (RoHS direktivet).

#### *Effektmål*

Et forbud mod brug af bromerede flammehæmmere i elektronik og elektroniske produkter i EU, vil højne beskyttelsesniveauet i forhold til miljø og sundhed.



## **Forkortelser**

TBBPA - Tetrabromobisphenol A  
HBCDD - Hexabromocyclododecane  
DBDPE - decabromodiphenylethan  
EBTEBPI - ethylenbis(tetrabromphthalimid).  
PBDE - polybromerede dipenylethere  
PBB - polybromerede biphenyler

hexaBB - Hexabromobiphenyl  
decaBDE - Decabromodiphenyl ether  
tetraBDE, - Tetrabromodiphenyl ether  
pentaBDE - Pentabromodiphenyl ether  
hexaBDE - Hexabromodiphenyl ether  
heptaBDE - Heptabromodiphenyl ether  
c-pentaBDE - TetraBDE og pentaBDE er de vigtigste bestanddele af den  
kommercielle c-pentaBDE c-octaBDE - hexaBDE og heptaBDE er nogle af  
bestanddelene i den kommercielle flammehæmmer c-octaBDE  
TTBP-TAZ - (1,3,5- triazin, 2,4,6- tris (2,4,6- tribromfenoxy)-)  
TBP - 2,4,6- tribromphenol  
TBNPA - Tribromneopentylalkohol  
TTBNPP - tris(tribrom-neopentyl)phosphat  
PBB-ARC - poly pentabrombenzylacrylat  
BEH-TEBP - tetrabromphthalatester