

Bromerade flamskyddsmedel



Centrum för arbets- och miljömedicin
STOCKHOLMS LÄNS LANDSTING

Bromerade flamskyddsmedel är en grupp ämnen varav flertalet är klassificerade som miljögifter. Ämnena är vitt spridda i världen, även i områden långt från lokala källor och fabriker. I detta faktablad tar vi upp var bromerade flamskyddsmedel förekommer, hur de sprids, exponering och hälsorisker samt vilken lagstiftning som gäller.

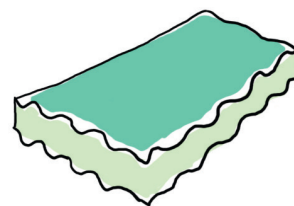
Vad är bromerade flamskyddsmedel?

Bromerade flamskyddsmedel (här förkortat BF) är en mycket stor grupp ämnen som alla innehåller grundämnet brom. De används för att förhindra uppkomsten av brand och för att fördröja brandförloppet. Många av dem har liknande kemiska och fysikaliska egenskaper.

För närvarande finns det ett 70-tal olika BF, men historiskt har främst tre grupper använts: Polybromerade difenyletrar (PBDE), Tetrabrombisfenol A (TBBPA) och Hexabromocyklododekan (HBCD). De senaste tio åren har även Bistribromofenoxyetan (BTBPE) och Dekabromodifenyletan (DeBDetan) börjat användas mer ofta. De ersätter framför allt vissa av ämnena inom gruppen PBDE.

Gruppen PBDE består av 209 varianter av samma ämne, och namnges efter hur många bromatomer som finns på molekyl. När man talar om PBDE används ofta begreppen låg- respektive högbromerade PBDE. Lågbromerade har 1–6 bromatomer på sin grundmolekyl och högbromerade har 7–10 bromatomer. Lågbromerade PBDE tas lättare upp av levande organismer, men forskningsresultat från bland annat Sverige visar att även högbromerade PBDE kan tas upp av levande organismer inklusive människor.

Alla BF är långlivade (persistenta) och svåra att bryta ned. De har även egenskaper som gör att de kan tas upp av levande organismer (biotillgänglighet) och lagras i levande vävnad. Det betyder att halten blir högre i vävnaden än i omgivningen (bioackumulering) och att halten ökar längs näringskedjorna, till exempel från bytesdjur



till rovdjur (biomagnifiering). Detta leder till att BF anrikas i djur (särskilt i fettrik vävnad) och i sediment i sjöar och hav.

Användning

BF tillverkas inte i Sverige utan importeras direkt eller som beståndsdel i plast, gummi och textilier. De förekommer i stor omfattning i bland annat bil-, tåg-, båt- och flygplansinredning och i elektrisk och elektronisk utrustning som datorer, tv-apparater, hushålls- och kontorsmaskiner, kretskort och kablar (se tabell).

BF kan tillsättas produkterna på två olika sätt. Reaktiv tillsats innebär att en kemisk bindning uppstår mellan plasten och BF. Det görs ofta för att flamskydda datorers plaströrelsen och skärmar. Vid additiv tillsats blandas BF med materialet utan att någon

Ämne	CAS-nr	Materialtyp	Användnings- område	Tillsats	Mängd (ton/år) ^a	Mängd (ton/år) ^b
TBBPA*	7994-7	Epoxi- och ABS-plaster	Kretskort, termoplast	Reaktiv/ additiv	160	21 600
PBDE					10	
pentaBDE	32534-81-9	Polyuretan- och poly- vinylkloridplaster, gummi, textilier	Skumgummi i möbler, golvmattor	Additiv	–	150
oktaBDE	32536-52-0	ABS- och polyamid- plast	TV-apparater, datorer, bilar	Additiv	–	610
dekaBDE	1163-19-5	Epoxi-, polystyren-, och ABS-plaster	Värmetåliga skydds- kläder, datorer, TV, bilar, kretskort	Additiv	–	7 600
HBCD	3194-55-6	Polystyrenplaster	Möbelstopning, byggmaterial, isoleringsmaterial	Additiv	10	9 700
BTBPE	37853-59-1	ABS- och polystyrenplaster	TV, datorer, mobiltele- foner, brandvarnare	Additiv	–	5 000 ^c
DeBDetan	61262-53-1	ABS-, polyamid-, poly- propen- och polystyren- plaster, textilier	TV, datorer, mattor, bilsäten	Additiv	–	4 500 ^d

*TBBPA används till 90 procent som ett reaktivt flamskyddsmedel. Mängder: a) mängd i Sverige, b) mängd i Europa, c) endast USA, d) världspåverkan.

De fem vanligaste bromerade flamskyddsmedlen i fallande ordning med avseende på produktionsanvändning i Sverige. Exempel ges även på olika användningsområden. Notera att tabellen inte är heltäckande för användningsområdet.

kemisk bindning uppstår, vilket kan leda till att det läcker ut ur produkten. Detta sätt att flamskydda förekommer ofta i olika typer av kretskort.

Spridning i miljön

I början av 1980-talet upptäckte svenska miljöforskare BF i fisk och sedan dess har man arbetat med att kartlägga spridningen i miljön. Man har upptäckt att BF kan spridas över stora avstånd genom luftburna partiklar och återfinnas i miljöer långt från punktkällor och produktion.

De vanligaste varianterna av PBDE som finns i miljön är tetra- och pentaBDE (PBDE med 4 respektive 5 bromatomer). Nivåerna av tetra- och pentaBDE i Östersjöns miljö har sjunkit sedan mitten av 1990-talet, men nivåerna hos sötvattenfisk (gädda) är oförändrade sedan början av 1980-talet.

Varierande halter av BF har uppmätts överallt i världen. De högsta halterna finns hos marina däggdjur och i sediment från havsbotten. Även i landlevande djur har man uppmätt relativt höga halter av BF.

Exponering

Allmänheten får i sig BF främst via födan. Fisk har varit den vanligaste källan och står för 50–60 procent av det totala intaget av PBDE. Enligt data från USA innehåller även mjölkprodukter och köttprodukter BF. Detta har medfört att nästan alla människor har mätbara nivåer av BF i kroppen.

Livsmedelsverket har gjort beräkningar på hur mycket BF som en normal människa får i sig från födan per dag. Dessa beräkningar är gjorda genom analyser av BF i olika typer av mat. Medelintaget av PBDE är 30–50 ng/dag (0,4–0,7 ng/kg kroppsvikt/

dag) och för HBCD är det 140–150 ng/dag (2 ng/kg kroppsvikt/dag). För övriga BF-grupper finns inga beräkningar gjorda.

Yrkesmässig exponering för BF sker främst via inandning av partiklar. BF, framförallt PBDE, har påvisats i höga halter (0,5–210 ng/m³) i inomhusluft från lokaler för elektronikdemontering och i mycket låga halter i hemmamiljö (0,01–0,2 ng/m³). De ämnen, BTBPE och DeBDetan, som används som ersättning till högbromerade PBDE har också uppmätts i luften i lokaler för elektronikdemontering: BTBPE = 39 ng/m³; DeBDetan = 1,2 ng/m³.

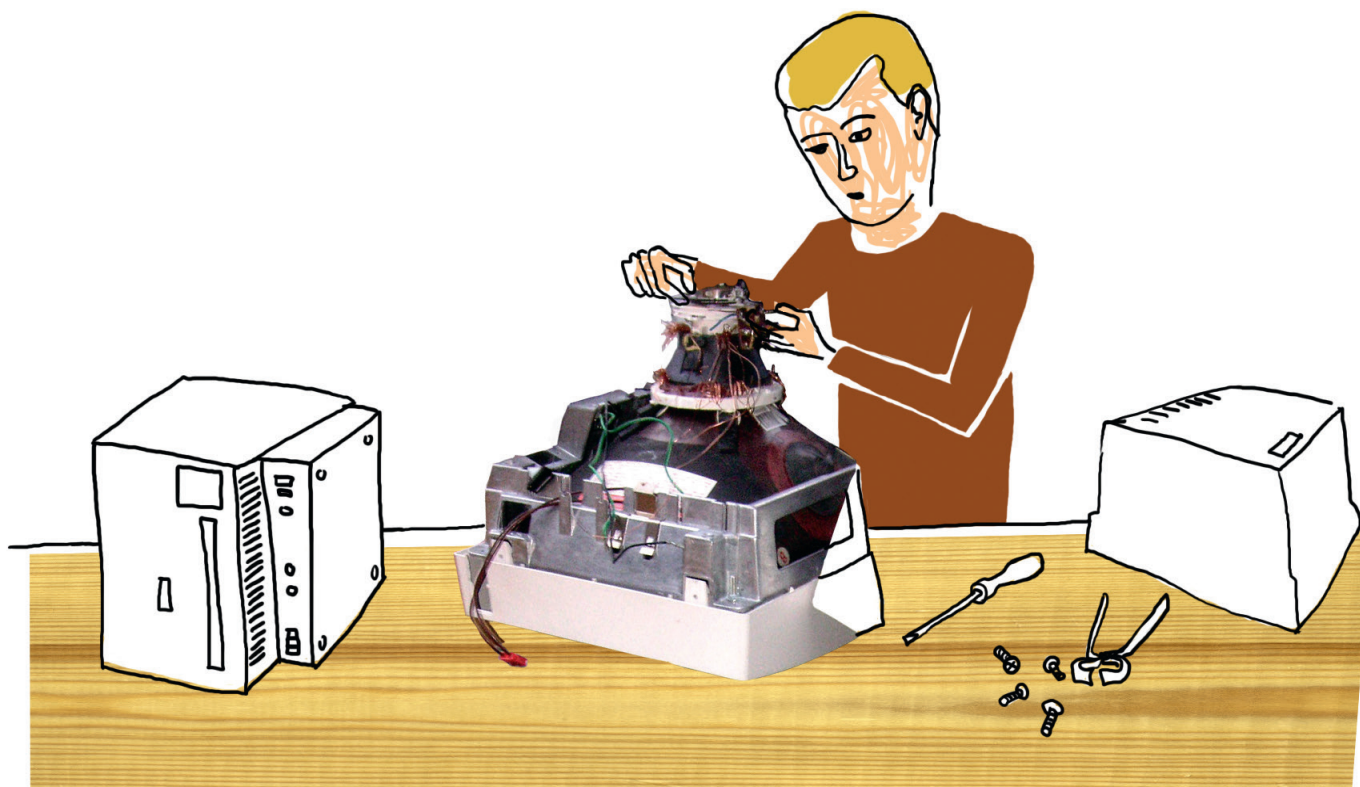
Halter av lågbromerade PBDE hos personer som dagligen arbetar med datorer har jämförts med kontrollpersoner som inte arbetar med datorer. Resultaten visade små skillnader mellan grupperna: 4,1 ng/g fett jämfört med 3,3 ng/g fett hos kontrollgruppen. Hos personer som arbetar med demontering av datorer har däremot förhöjda koncentrationer av högbromerade PBDE uppmätts i blodet: 4–26 ng/g fett. De högsta halterna av högbromerade PBDE hos yrkesverksamma i Sverige uppmättes 2000–2002 hos gummiarbetare: 280 ng/g fett.

För att minska risken för hög exponering av BF på arbetsplatser, till exempel vid demontering av elektronik och vid tillverkning av gummi-kablar, är god processventilation av stor vikt. Personalen bör bära partikel-skydd, gärna klass P2, och skyddshandskar. I dagsläget finns inga gränsvärden i Sverige eller inom EU för PBDE och andra BF som förekommer i yrkeslivet.

Analys

Att analysera BF är relativt svårt, och ställer stora krav på analyslaboratoriets kvalitet. Det beror bland annat på att BF finns som tillsats i många produkter som kan förorena laboratoriemiljön. Analyser av luft-, blod- och bröstmjolk är för närvarande inte tillgängliga för rutinkontroll, utan görs enbart i forskningssammanhang för att följa tidstrender på befolkningsnivå eller i olika arbetsgrupper.

Vissa studier har följt enskilda individer över en längre period för att ta reda på hur halterna av BF varierar, men det är inte något som görs rutinmässigt eftersom det är mycket svårt att tolka individuella värden av BF.



Effekter på hälsan

Man vet ganska lite om hur BF påverkar människan. Den kunskap som finns om hälsoeffekter bygger huvudsakligen på djurförsök. Dessa djurstudier och kemiska likheter med andra miljögifter som PCB, tyder på att det kan finnas en känslig period under foster- och spädbarnsperioden.

Flera studier har visat att BF tas upp av fisk, möss, råttor och andra djur. Lågbromerade flamskyddsmedel påverkar dioxinreceptorn (Ah-receptor) och det finns därför teorier om att de kan ha cancerogena egenskaper. Vissa föreningar (PBDE, TBBPA) kan påverka sköldkörtelns funktion eftersom de liknar sköldkörtelhormonet tyroxin.

Effekter på foster (utvecklingstoxicitet) har också undersökts i flera studier med möss. Behandling av möss med olika PBDE, tio dagar efter födseln, har orsakat förändringar i rörelsemönstret och inlärnings- samt minnesstörningar hos de vuxna djuren.

Det finns få studier av effekter på människan. En studie har mätt PBDE och olika typer av sköldkörtelhormon i samma blodprov från yrkesarbetande personer inom elektronikdemonteringsindustrin. Resultatet kunde inte visa några kliniskt relevanta samband mellan hormonhalterna och olika varianter av PBDE.

Hälsoeffekter

De hälsoeffekter som har setts hos försöksdjur är resultat av betydligt högre halter av bromerade flamskyddsmedel än vad som har uppmätts hos människor och vilda djur. I Norden finns fortfarande en god säkerhetsmarginal mellan de halter som uppmätts i människor och de halter som används i djurförsök.

Polybromerade difenyletrar (PBDE)

PBDE har traditionellt tillverkats i tre olika blandningar: pentaBDE, oktaBDE och dekaBDE. Namnen är baserade på hur många bromatomer som finns på molekylen. Världsproduktionen domineras av dekabromdifenyleter (dekaBDE), som är en fullständigt bromerad förening. I gruppen PBDE förekommer föreningar med låga bromeringstal som tetraBDE (4 bromatomer) och pentaBDE (5), så kallade lågbromerade flamskyddsmedel, och föreningar med höga bromeringstal som heptaBDE (7), oktaBDE (8) och nonaBDE (9), så kallade högbromerade flamskyddsmedel.

Lagstiftning inom EU och Sverige

Några av de bromerade flamskyddsmedlen som används idag har riskbedömts och klassificerats inom EU. Vid riskbedömningen har man utgått från data på djur om vilka effekter PBDE har.

PentaBDE (5 brom) är klassificerad som miljöfarlig och hälsoskadlig. OktaBDE (8 brom) är klassificerad som reproduktionsstörande och bedömd vara persistent, bioackumulerande och toxisk. För dekaBDE (10 brom) är bedömningen klar, men eftersom nya uppgifter tyder på att ämnet har negativa effekter på hälsan, behövs mer information och forskning för en fullständig bedömning.

Baserat på riskbedömningarna är penta- och oktaBDE över en halt på 0,1 viktprocent förbjudna i kemiska produkter och varor inom EU. Till exempel är det förbjudet att använda dem i elektriska och elektroniska produkter. DekabDE-blandningen förbjöds i elektriska och elektroniska produkter inom EU den 1 juli 2008, vilket kommer att minska användningen med 80 procent. Det är dock fortfarande tillåtet att använda dekaBDE i fordon (till exempel i bussar och tåg).

Mer information

Julander, A. m.fl. Polybrominated diphenyl ethers – plasma levels and thyroid status of workers at an electronic recycling facility. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 78: 584–592, 2005.

Karlsson, M. m.fl. Levels of brominated flame retardants in blood in relation to levels in household air and dust. *Environ. Int.*, 33: 62–69, 2007.

Kemikalieinspektionen. Förbud mot DekabDE i Sverige, 2007-07-18, http://www.kemi.se/templates/News____4635.aspx

Livsmedelsverket. Bromerade flamskyddsmedel 2008-10-01, http://www.slv.se/templates/SLV_Page.aspx?id=11490&epslanguage=SV

Meironyté, D. m.fl. Analysis of polybrominated diphenyl ethers in Swedish human milk. A time-related trend study, 1972–1997. *J Toxicol Environ Health*, 58: 329–341, 1999.

Meironyté Guvenius, D. m.fl. Polybrominated diphenyl ethers in Swedish human milk. The follow-up study. The Second International Workshop on Brominated Flame Retardants (BF 2001), p 303–305.

Pettersson-Julander, A. m.fl. Personal air sampling and analysis of polybrominated diphenyl ethers and other bromine containing compounds at an electronic recycling facility in Sweden. *J. Environ. Monit*, 6: 874–880, 2004.

Sjödin, A. m.fl. Flame retardant exposure: Polybrominated diphenyl ethers in blood from Swedish workers. *Environ Health Perspect*, 107: 643–648, 1999.

Thuresson, K. m.fl. Occupational exposure to commercial decabromodiphenyl ether in workers manufacturing or handling flame-retarded rubber. *Environ. Sci. Technol*, 29: 1980–1986, 2005.

Viberg, H. Neonatal Developmental Neurotoxicity of Brominated Flame Retardants, the Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs), Doktorsavhandling Uppsala universitet, 2004, ISBN 91-554-6053-4.

WHO/IPCS. Brominated biphenyls, *Environmental Health Criteria* 152, 1994.

WHO/IPCS. Brominated diphenyl ethers, *Environmental Health Criteria* 162, 1994.

WHO/IPCS. Flame retardants: a general introduction, *Environmental Health Criteria* 192, 1997.

Författare

Anneli Julander
Antonis Georgellis