



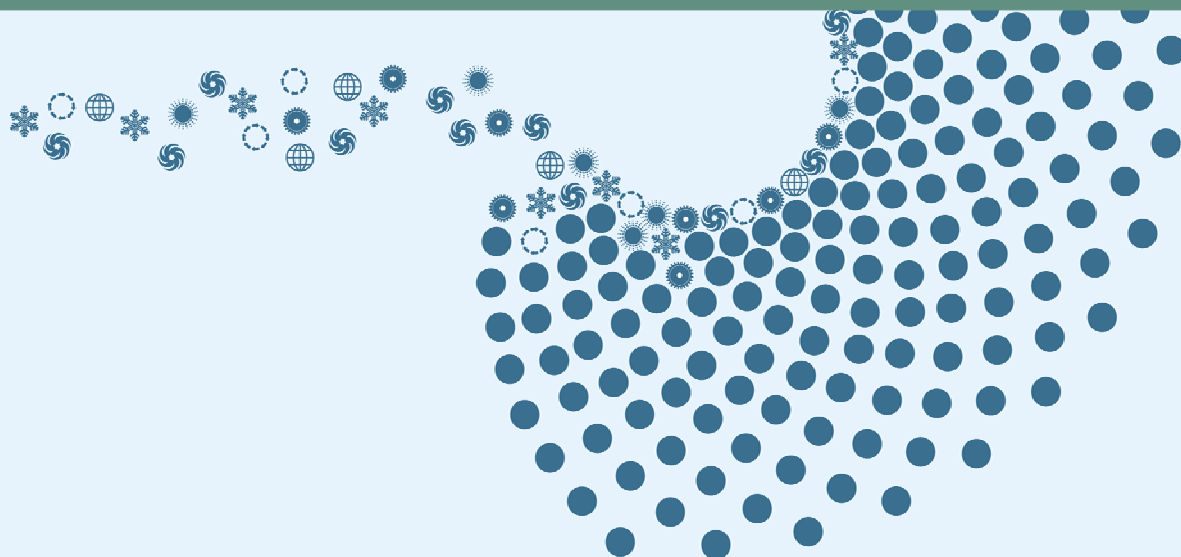
Statens forurensningstilsyn
Norwegian Pollution Control Authority

Kartlegging

BROMERTE FLAMMEHEMMERE I AVFALLSSTRØMMEN

2380

2008



Forord

Norge har en målsetning om at utslippene av bromerte flammehemmere skal reduseres vesentlig, senest innen 2010. Bromerte flammehemmere er oppført på miljøvernmyndighetenes prioritetsliste og Obs-lista. En av kildene til tilførsel av bromerte flammehemmere til miljøet er utslipp knyttet til avfallsbehandling.

For å kunne sette inn effektive tiltak for å redusere utslipp av bromerte flammehemmere, og for å sikre riktig håndtering og disponering av avfall med bromerte flammehemmere, ønsket SFT å foreta en kartlegging av disse avfallsstrømmene. SFT ønsket også en oversikt over hvor mye avfall med bromerte flammehemmere som eksporteres til utlandet og hvilken disponering avfallet får i andre land.

COWI AS har sammen med Norsas AS gjennomført kartleggingen, og er ansvarlig for rapportens innhold. Arbeidet er utført i perioden september – november 2007.

Resultatet av kartleggingen er presentert i denne rapporten og viser blant annet at det var mellom 520-540 tonn bromerte flammehemmere i avfallstrømmen i Norge i 2006, hvorav mer enn 90 % fantes i EE-avfall.

Rapporten anslår at mellom 80-100 tonn bromerte flammehemmere ble unndratt fra kontrollert innsamling eller var ikke underlagt spesifikke krav til utsortering av komponenter med bromerte flammehemmere. Det meste stammer fra EE-avfall på avveie. Andre årsaker er at komponenter med bromerte flammehemmere ikke blir fjernet ved miljøsanering av biler og at en del isolasjonsavfall havner i restfraksjoner fra bygg- og anleggsaktiviteter. En god del av dette avfallet får trolig forsvarlig behandling selv om det ikke har en kontrollert innsamling.

Det er heftet betydelig usikkerhet til anslagene.

SFT, Oslo, mai 2008

Sigurd Tremoen
Avdelingsdirektør i avdeling for kjemikalier og lokalmiljø

Innhold

1.	Sammendrag	5
2.	Summary	8
3.	Innledning	11
3.1	Bakgrunn	11
3.2	Mål	11
3.3	Bromerte flammehemmere og regelverk	11
4.	Bruk av bromerte flammehemmere	13
4.1	Generelt om flammehemmere og bruksområder.....	13
4.1.1	Bruk av flammehemmere	13
4.1.2	Bruksområder for bromerte flammehemmere.....	13
4.2	EE-produkter	14
4.2.1	Kretskort.....	14
4.2.2	Kabinetter til datamaskiner, kontormaskiner m.v.	15
4.2.3	Andre EE-produkter	15
4.3	Isolasjon	15
4.4	Transportmidler.....	16
4.5	Møbler, tekstiler	16
4.6	Andre produkter	17
4.7	Oppsummering over antatte mengder bromerte flammehemmere i produkter.....	17
5.	Kartlegging av avfallsstrømmen	19
5.1	Beskrivelse av avfallsstrømmer	19
5.2	Gjennomføring	19
5.3	Presentasjon av resultater	20
6.	EE-avfall	22
6.1	Generelt om EE-avfall, system og aktører	22
6.2	Avfallsmenger, -strømmer og -disponering	22
6.3	Oppsummering og diskusjon	27
7.	Isolasjonsavfall	29
7.1	Generelt om isolasjonsavfall, system og aktører	29
7.2	Avfallsmenger, -strømmer og -disponering	29
7.3	Oppsummering og diskusjon	32
7.4	Innspill vedrørende returordning for isolasjonsmaterialer	33
8.	Bilvrak og avfall fra transportmidler	34
8.1	Generelt om bilvrak m.v., system og aktører	34
8.2	Avfallsmengder, -strømmer og -disponering	34
8.3	Diskusjon, usikkerhet, kunnskapshull.....	37
9.	Avfall fra møbler, tekstiler og lignende	38
9.1	Generelt om avfall fra møbler, tekstiler m.v., system og aktører.....	38
9.2	Avfallsmenger, -strømmer og -disponering	38
9.3	Oppsummering og diskusjon	40

10.	Utslipp til miljø fra ulike disponeringsløsninger.....	41
10.1	Tap/utslipp under produktets brukstid	41
10.2	Utslipp fra avfallshåndteringen	42
10.3	Utslipp fra håndtering av produktet ved innsamling, demontering og sortering	42
10.4	Utslipp fra nedmaling/fragmentering	43
10.5	Utslipp fra termisk behandling.....	44
10.6	Utslipp ved deponering	45
10.7	Andre kilder til utslipp av bromerte flammehemmere	46
10.8	Oppsummering av stipulerte utslipp til miljø	47
11.	Oppsummering.....	48

1. Sammendrag

På oppdrag fra Statens forurensningstilsyn har COWI AS i samarbeid med Norsas AS gjennomført en kartlegging av bromerte flammehemmere i avfallsstrømmen. Målet med arbeidet har vært:

- å skaffe en oversikt over hvilke avfallsstrømmer som inneholder bromerte flammehemmere
- å oppdatere mengdene av bromerte flammehemmere i ulike avfallstrømmer, samt kartlegge disponeringen
- å skaffe til veie en oversikt over hvor stor andel av avfall med bromerte flammehemmere som eksporteres og hvilke disponeringsmåter avfallet får i andre land
- å kartlegge hvilke typer avfall med bromerte flammehemmere som er farlig avfall, og gi et anslag på mengde i ulike avfallsfraksjoner
- å anslå mengde bromerte flammehemmere i farlig avfall som behandles forsvarlig (destrueres), ikke forsvarlig og er på avveie

Informasjonen skal kunne brukes for å vurdere ulike tiltak for å redusere utslipp av bromerte flammehemmere vesentlig innen 2010 og sikre riktig håndtering og disponering.

Kartleggingen har primært vært innrettet mot de fem bromerte flammehemmerne som er regulert i avfallsforskriften. Dersom avfallet inneholder mer enn 0,25 % av disse forbindelsene, klassifiseres avfallet som farlig avfall.

Arbeidet har tatt utgangspunkt i tidligere kartlegginger og undersøkelser vedrørende bruk og disponering av produkter med bromerte flammehemmere. Det er hentet ut informasjon fra Norbas og registeret for eksport av farlig avfall hos SFT. Det er også tatt kontakt med en rekke aktører i avfallssystemet for å innhente informasjon om avfallsmengder og disponeringsmetoder.

Avfall med bromerte flammehemmere oppstår i hovedsak ved kassering av tre typer produkter:

- EE-produkter
- Bygningsisolasjon
- Kjøretøyer og andre transportmidler

Bromerte flammehemmere kan også finnes i tekstilavfall og kasserte møbler, men mengden i disse avfallsstrømmene antas å være liten.

Det er anslått at den totale mengden bromerte flammehemmere i avfallsstrømmer i Norge i 2006 var 520 – 540 tonn. Mer enn 90 % av dette fantes i EE-avfall. Av den totale mengden vurderes at minimum 439 tonn ble samlet inn til kontrollerte innsamlings- og mottaksordninger. Ca. 401 tonn ble eksportert til destruksjon i utlandet. Ca. 1,5 tonn i fluff fra norske fragmenteringsanlegg ble sendt til deponi i Norge.

Anslaget på 520 – 540 tonn bromerte flammehemmere i avfallsstrømmen i 2006 er vesentlig mer enn det som tidligere er anslått i materialstrømsanalysen fra 2003, som tilsa en årlig tilførsel av bromerte flammehemmere i produkter på 260-325 tonn/år. En tillemping av beregnede tall på årlig bruk av bromerte flammehemmere i EU til norske forhold, skulle tilsi en årlig tilførsel i produkter på 821 tonn. Det anslag en nå har kommet fram til i de produkter som kasseres ligger med andre omtrent midt mellom de to anslagene og viser at det er betydelig usikkerhet mht. det totale forbruket i nye produkter og i innholdet av bromerte flammehemmere i avfallet.

En del avfall med bromerte flammehemmere unndras fra kontrollert innsamling eller det foreligger ikke spesifikke krav til utsortering av komponenter med bromerte flammehemmere. Mengden bromerte flammehemmere i dette avfallet er anslått til 80 – 100 tonn. Knappt 70 % av dette antas å finnes i EE-avfall på avveie, ca 15 % finnes i biler hvor disse komponenter ikke blir fjernet i miljøsaneringen, ca. 15 % finnes i isolasjonsavfall som leveres i restfraksjonen fra bygge- og anleggsaktiviteter og litt finnes i tekstiler. Det kan ligge en betydelig miljøgevinst i å få økt innsamlingsgraden og utsorteringen av bromerte flammehemmere i denne typen avfall. En del av dette avfallet får sannsynligvis en forsvarlig sluttbehandling ved at det forbrennes i avfallsforbrenningsanlegg med tilfredsstillende rensing av utslipp. Men det må antas at en del vil havne på deponi eller disponeres på andre måter som kan føre til at bromerte flammehemmere slippes ut til omgivelsene.

Det er usikkert om kasserte tekstiler og EPS/XPS-avfall med bromerte flammehemmere er farlig avfall. Innholdet i disse produktene er i utgangspunktet lavt, og tekstiler inneholder ofte andre bromerte forbindelser enn de som er regulert i avfallsforskriften. I tillegg er det sannsynlig at en del av flammehemmeren migrerer ut av produktene i løpet av brukstiden. Det er behov for mer kunnskap om innholdet av bromerte flammehemmere i disse avfallstypene for å kunne gjøre en sikker vurdering av behovet for mer kontrollert innsamling og disponering.

Cellegummi kan inneholde 5-10 % av de bromerte forbindelsene som er regulert i avfallsforskriften, og er dermed farlig avfall. En økning i kontrollert innsamling og disponering av dette avfallet vil gi en miljøgevinst. Dette legges det til rette for gjennom det nye kapittelet om byggeavfall i avfallsforskriften, som vil innebære at flere bygg blir miljøsanert før riving. En egen retur-/innsamlingsordning for dette avfallet kan trolig også bidra til at mer sorteres ut og leveres til forsvarlig behandling. De bransjeaktørene som er spurt er enige i at en egen returordning vil gi en miljøgevinst, men hevder at en slik ordning vil bli kostbar på grunn av store volumer og lav vekt.

Innholdet av bromerte flammehemmere i kasserte kjøretøyer er svært usikkert. Basert på antatt innhold av bromerte flammehemmere i kjøretøyenes komponenter, kan det anslås en mengde i avfallet på 15-20 tonn. Denne mengden kan imidlertid ikke gjenfinnes i analyser av avfallet fra fragmenteringsanleggene, hvor mer enn 90 % av kasserte kjøretøyer håndteres. Basert på analyser av fluff fra disse anleggene kan mengden bromerte flammehemmere i avfallet anslås til 0,3 – 0,5 tonn. Dette er et betydelig sprik, og det er usikkert hvorfor de to tilnærmingmåtene gir så ulike resultater. En mulig forklaring kan være at de bromerte flammehemmerne migrerer ut av komponentene under bruk, slik at innholdet er vesentlig redusert i de kasserte kjøretøyene i forhold til produksjonstidspunktet. En annen forklaring kan være at analysemetodene som benyttes til å bestemme innholdet av bromerte flammehemmere i avfall bare fanger opp de frie forbindelsene. De bromerte forbindelsene som er bundet i plastpolymeren (for eksempel reaktiv tilsatt TBBPA som i stor grad er brukt i kretskort) vil ikke registreres i analysene. Det er derfor av betydning å få mer pålitelig informasjon om hvor mye av ulike bromerte flammehemmere som faktisk finnes i bilene når de avhendes som avfall. Med slik informasjon tilgjengelig kan det gjøres en vesentlig mer nøyaktig vurdering av mengder av bromerte forbindelser, og dermed en mer pålitelig vurdering av eventuelt behov for en mer omfattende miljøsanering av bilene før fragmentering.

De utslippsvurderingene som er gjort i denne rapporten er dels basert på bl.a. tilgjengelig informasjon fra EU og hvor mye av ulike bromerte flammehemmere som typisk brukes i ulike

produkter, og på målinger og analyser som er utført ved norske behandlingsanlegg. En stor usikkerhetsfaktor både i utslippsvurderingene og i de andre vurderingene som er gjort i denne rapporten, er knyttet til det faktiske innholdet av bromerte flammehemmere i produktene som kasseres. En del analyser indikerer at avfallet inneholder vesentlig mindre mengder bromerte flammehemmere enn det som kan forventes ut fra de mengder som er brukt i produktet. Ettersom den bromerte flammehemmeren kan være reaktivt tilsatt, vil ikke nødvendigvis denne foreligge i samme form i avfallet som ved tilsats i produktet. Dette kan dermed være en årsak til det avvik en finner mellom antatt forbruk og mengde målt i avfallet.

Ut fra litteratur og annen informasjon som er gjennomgått, kan det se ut til at migrering ut fra produktene under bruksfasen er den største kilden til utslipp, og at andre utslippsveier bidrar lite i forhold til denne kilden.

Av utslipp fra ulike avfallsbehandling kan det synes som mengden bromerte flammehemmere er størst i slam fra avløpsrensaneanlegg. Sige vann fra deponier synes å være en begrenset kilde til innholdet av bromerte forbindelser i innløpsvannet, og kan indikere at utslipp fra produkter under bruk også bidrar vesentlig til innholdet av bromerte forbindelser inn til avløpsanleggene.

Utslipp fra anlegg for nedmaling av ulike typer metallholdig avfall er trolig den nest største kilden til spredning av bromerte flammehemmere fra avfallssystemet. Komponenter med bromerte flammehemmere som ikke er sanert ut før fragmentering, vil kunne medføre spredning til luft ved nedmaling. Selv om utslippene er lave i forhold til antatt spredning av bromerte forbindelser fra produkter i bruk, så vil en bedre miljøsanering og/eller en bedre rensing av avkastlufta fra slike anlegg kunne være et tiltak for å redusere bidraget fra slike anlegg. En sortering av avfallsfraksjonen fra anleggene der en brennbar grovfraksjon blir sendt til forbrenning fremfor deponi, vil både destruere de bromerte forbindelsene og redusere mengden bromerte forbindelser som blir deponert. Selv om utlekking av bromerte forbindelser fra deponier er lav, så reduserer dette det langsiktige utlekkingspotensialet som deponier representerer.

Det ligger trolig betydelige mengder med avfall med bromerte flammehemmere i både aktive og nedlagte deponier. Analyser av sige vann tyder imidlertid på at utlekkingen av bromerte forbindelser er liten. Rensing av sige vannet fra aktive deponier vil redusere potensialet for utslipp til resipient eller kommunalt nett.

2. Summary

COWI AS and Norsas AS were commissioned by the Norwegian State Pollution Control Authority to perform a study regarding occurrence of brominated flame retardants in waste fractions. The objectives of the study were to:

- identify waste fractions that may contain brominated flame retardants
- estimate the amounts of brominated flame retardants in various waste fractions, and identify treatment methods
- identify the amount of waste with brominated flame retardants that is exported, and how this waste is treated
- identify which types of waste with brominated flame retardants that are hazardous waste, and estimate amounts in these waste types
- estimate the amounts of hazardous waste that undergo safe treatment, unsatisfactory treatment or follow wrong paths

The information from this study will be used in assessments of measures to obtain substantial reduction of emissions of brominated flame retardants within 2010 and ensure proper handling and treatment.

The study has focused on the five brominated compounds that are included in the Norwegian waste regulations. Waste that contains more than 0,25 % of these compounds is classified as hazardous waste.

The study is based on previous studies regarding use and disposal of products that contain brominated flame retardants. Information has also been extracted from Norbas and the SFT registry on export of hazardous waste. Waste collectors and treatment plants were contacted to obtain information about waste amounts and disposal methods.

There are three main sources for waste with brominated flame retardants:

- Electric and electronic products (EE-products)
- Building insulation
- Vehicles etc.

Brominated flame retardants may also occur in textile waste and cast-off furniture, but the amount in these waste types is expected to be small.

The total amount of brominated flame retardants in waste in Norway in 2006 is estimated to 520 – 540 tons. More than 90% of this was present in WEEE. At least 438 tons were collected by authorised collectors. Approx. 401 tons of were exported for treatment. Approx. 1,5 tons contained in shredder light fraction, was deposited in land fills in Norway.

In a material flow analysis performed in 2003, the annual consumption of brominated flame retardants in products was estimated to 260 – 325 tons. An estimate based on consumption in the EU gives an annual consumption in Norway of approx. 820 tons. The estimate resulting from the present study lies between the former estimates, which indicate that there is considerable uncertainty regarding total consumption and content of brominated flame retardants in wastes.

Waste containing 80 – 100 tons of brominated flame retardants is not collected according to regulations. Close to 70 % of this is WEEE that is not collected in the authorised EE-waste

system. Approximately 15 % is in end of life vehicles, 15 % is insulation waste that is collected together with other construction and demolition waste and a smaller amount can be found in textile waste. Some of this waste is probably undergoing safe treatment as it is incinerated in incinerators with flue gas cleaning. However, some of this waste will be deposited in land fills or disposed of in other ways that may lead to emissions. An increased collection of these waste fractions may contribute to reduced emissions of brominated flame retardants.

It is not clear whether cast-off textiles and polystyrene with brominated flame retardants should be classified as hazardous waste. The content of brominated substances in these products is low, and most textiles contain other brominated substances than those included in the waste regulation. Also, it is expected that some flame retardant escape from the product during its useful life. More knowledge is needed regarding the content of brominated flame retardants in these waste fractions.

Cellular rubber insulation may contain 5 – 10 % of the restricted brominated flame retardants, and hence will be hazardous waste. Increased collection and safe treatment of this waste fraction will reduce the emission of brominated flame retardants. The new chapter 15 in the waste regulation will result in better separation of demolition waste. A separate collection system for insulation waste could also contribute to an increase in safe collection and treatment. The collectors and treatment plants that have been contacted agree that a separate collection system for this waste is environmentally favourable, but that the costs will be high due to the large volumes and low weight of this type of waste.

The amount of brominated flame retardants in end of life vehicles (ELV) is estimated to 15 – 20 tons. However, the amount that is retrieved in waste from shredder plants, where more than 90% of the ELVs are treated, is much lower. Based on analyses of shredder light fraction, the content of brominated flame retardants in the waste is estimated to 0,3 – 0,5 tons. The difference between the two estimates is considerable. The reason for this difference is uncertain. A possible explanation is that brominated substances may migrate out of the components during use, so that the content is substantially reduced in the waste compared to new vehicles. Another explanation may be that the analytical methods used to determine brominated substances in the waste only measure the free substance, and not the substances that are chemically combined in the plastic polymer. It would be of importance to obtain more reliable information about the actual content of brominated flame retardants in the ELVs. It would then be possible to make more accurate estimates of the amount of brominated substances in this waste fraction, and hence a better assessment of the need for a more thorough removal of components with brominated flame retardants before shredding.

Assessments of emissions in this study are based on information from the EU, the amount of brominated flame retardants typically used in different products, analyses of different types of waste and measurements of emissions from Norwegian treatment plants. An important element of uncertainty in the assessments is related to the insufficient knowledge of the actual content of brominated flame retardants in the products when they become waste. Some analyses indicate that the waste contains less brominated substances than what could be expected based on the products' original composition. This might be because the brominated flame retardants that are reactively combined into the polymer, not can be found as the same compound in the waste product, and/or that the total amount of the compound not will be totally dissolved and not detected due to insufficient analysing methods. Based on the literature that is reviewed, it seems to appear that migration during the products' useful life is the largest source of emission.

In the waste treatment system, the highest content of brominated flame retardants is found in sludge from sewage treatment plants. The content in leachate from land fills is low and does not contribute significantly to the contents in the inlet water to the sewage treatment plants. This indicates that emissions from products in use also contribute substantially to the flow of brominated flame retardants to sewage treatment plants.

Shredder plants seem to be the second most significant source of emissions of brominated flame retardants from waste treatment. Components with brominated flame retardants that are not removed before shredding may cause air pollution during grinding. Though the emissions are low compared to other sources, a more thorough removal of such components before shredding, or better air treatment equipment could reduce the emissions from the shredder plants. Another possible measure is to improve sorting of the waste fractions from the shredding process. If the combustible coarse fraction is sent to incineration instead of land fill, the brominated substances will be destructed, and the amount of brominated flame retardants to land fills will be reduced. Though the emissions from land fills are seemingly low, the potential for future emissions will be reduced.

It is likely that considerable amounts waste containing brominated flame retardants are present both in operating and closed down land fills. Analyses of leachate from land fills indicate that only small amounts of brominated flame retardants escape with the leachate. Purification of the leachate from operating land fills will reduce the risk of emissions to the environment.

3. Innledning

3.1 Bakgrunn

Norge har en målsetning om at utslippene av bromerte flammehemmere skal reduseres vesentlig, senest innen 2010. Bromerte flammehemmere er oppført på miljøvernmyndighetenes prioritetsliste og Obs-lista. En av kildene til tilførsel av bromerte flammehemmere til miljøet er utslipp knyttet til avfallsbehandling.

For å kunne sette inn effektive tiltak for å redusere utslipp av bromerte flammehemmere, og for å sikre riktig håndtering og disponering av avfall med bromerte flammehemmere, ønsker SFT å foreta en kartlegging av disse avfallsstrømmene over et år for å få en oversikt over hvor avfallet havner. SFT ønsker også en oversikt over hvor mye avfall med bromerte flammehemmere som eksporteres til utlandet og hvilken disponering avfallet får i andre land.

COWI AS sammen med Norsas AS er engasjert for å gjennomføre kartleggingen. Arbeidet er utført i perioden september – november 2007.

3.2 Mål

Målet med prosjektet har vært:

- å skaffe en oversikt over hvilke avfallsstrømmer som inneholder bromerte flammehemmere
- å oppdatere mengdene av bromerte flammehemmere i ulike avfallstrømmer, samt kartlegge disponeringen
- å skaffe til veie en oversikt over hvor stor andel av avfall med bromerte flammehemmere som eksporteres og hvilke disponeringsmåter avfallet får i andre land
- å kartlegge hvilke typer avfall med bromerte flammehemmere som er farlig avfall, og gi et anslag på mengde i ulike avfallsfraksjoner
- å anslå mengde bromerte flammehemmere i farlig avfall som behandles forsvarlig (destrueres), ikke forsvarlig og er på avveie

Informasjonen skal kunne brukes for å vurdere ulike tiltak for å redusere utslipp av bromerte flammehemmere vesentlig innen 2010 og sikre riktig håndtering og disponering.

3.3 Bromerte flammehemmere og regelverk

En rekke undersøkelser har vist at flere av de bromerte forbindelsene finnes i stigende mengder i naturen og i mennesker. Dette er bekymringsfullt fordi flere av disse forbindelsene har negative miljø- og helseeffekter. Forbindelser som polybromerte bifenylter (PBB) og polybromerte difenyletere (PBDE) er veldig stabile og minner derfor om Persistent Organic Pollutants (POPs) ettersom de spres over store avstander, oppkonsentreres i næringskjeden og brytes svært sakte ned i sedimenter.

Av denne grunn ble produksjonen av PBB stoppet høsten 2000. På bakgrunn av risikovurderinger er det også satt begrensninger for bruken (maks innhold på 0,1 %) av penta- og oktabromdifenylyter fra august 2004 (produktforskriftens § 2-20). Fra 1.4.2008 vil dette også omfatte bruken av dekaPBDE. Produktforskriftens §§ 3-17 til 3-19, som er den norske implementeringen av RoHS-direktivet (2002/95/EF), setter en grense på 0,1 % som maks tillatt

innhold av PBB og PBDE i elektriske og elektroniske produkter (EE-produkter) fra 1.1.2006. I EU pågår det risikovurdering av andre bromerte flammehemmere som tetrabrombisfenol A (TBBPA) og heksabromsyklododekan (HBCDD), men det er foreløpig ikke innført noen begrensninger i bruken av disse forbindelsene.

Fra 1.1. 2004 er det også tatt inn fem ulike bromerte flammehemmere i kapittel 11 om farlig avfall i avfallsforskriften. Produkter som inneholder mer enn 0,25 % av forbindelsene penta-, okta- og dekaBDE, TBBPA og HBCDD er å regne som farlig avfall. Norge er foreløpig alene om disse grenseverdiene.

Norge har også foreslått å innføre forbud mot bruk av HBCDD (maks innhold 0,1 %) og TBBPA (maks innhold 1 %) i forbrukerprodukter. Et slikt forbud vil eventuelt bli tatt inn i produktforskriften.

Når det gjelder å avgjøre om et produkt er å regne som farlig avfall eller ikke når det kasseres, er det flere kriterier som er avgjørende:

1. Den europeiske avfallslisten (EAL) inneholder en rekke typer avfall som er å anse som farlig avfall. Disse er merket med stjerne i EAL.
2. Avfallet kan, selv om det ikke er merket med stjerne i EAL, ha farlige egenskaper. Innholdet av farlige stoffer som overskrider visse grenseverdier som fastsatt i vedlegg 3 til kapittel 11 i avfallsforskriften innebærer at avfallet skal anses som farlig avfall.
3. I tillegg er det i Norge satt spesifikke grenseverdier for enkelte utvalgte stoffer

Et avfall kan derfor være å regne som farlig avfall så lenge det inneholder farlige komponenter, men vil hvis de farlige komponentene fjernes, være å regne som ikke-farlig avfall.

Eksempelvis vil EE-avfall som inneholder farlige komponenter være farlig avfall (16 02 13*). Etter at de farlige komponentene er fjernet, vil en dermed få en fraksjon som består av farlige komponenter (16 02 15*) som er farlig avfall, mens den miljøsanerte EE-avfallet (16 02 14) ikke lenger er å anse som farlig avfall. I avfallsforskriften kapittel 1 om EE-avfall, vedlegg 2 del C, står det noe om hvilke materialer og produkter som skal fjernes fra EE-avfallet, herunder komponenter med bromerte flammehemmere. De særnorske grenseverdiene på 0,25 % for fem bromerte flammehemmere, medfører at en komponent med innhold av BFH >0,25 % kan være å anse som farlig avfall og må fjernes ved miljøsaneringen av EE-avfall i Norge, mens tilsvarende komponent ikke er å anse som farlig avfall i andre land, som for eksempel Sverige.

Tilsvarende gjelder for kjøretøyer. Usanerte kjøretøy er å anse som farlig avfall, mens kjøretøy hvor farlige komponenter er fjernet (ref. avfallsforskriftens kapittel 4 vedlegg 1) ikke lenger er å anse som farlig avfall. Komponenter med bromerte flammehemmere er imidlertid ikke spesifikt nevnt som en komponent som skal fjernes fra kjøretøy.

4. Bruk av bromerte flammehemmere

4.1 Generelt om flammehemmere og bruksområder

4.1.1 Bruk av flammehemmere

Flammehemmere brukes i et stort antall produkter for å gjøre dem mindre brannfarlige. De tilsettes i materialer og produkter for å redusere faren for antennelse, og for å hindre at antennelse utvikler seg til en brann.

3 hovedtyper av flammehemmere dominerer. Tabellen nedenfor viser bruksmengder på verdensbasis i 1992 og 1996. Nyere opplysninger om mengder har ikke vært tilgjengelig. Markedsanalyser forutser en økning i det totale forbruket på 4,4 % per år, og at forbruket i 2009 vil ligge på ca. 2 millioner tonn. På verdensbasis antas veksten å være størst for bromerte forbindelser og metallforbindelser (antimontrioksid). Også for de halogenfrie fosforforbindelsene antas det en betydelig økning. Det vil være regionale forskjeller i utviklingen av forbruksmønsteret, blant annet på grunn av lovregulering for enkelte forbindelser.

Type flammehemmer	Bruksvolum 1992 tonn	Bruksvolum 1996 tonn
Bromerte forbindelser	150 000	202 000
Fosforforbindelser	100 000	137 000
Uorganiske forbindelser (metallforb.)	220 000	480 000
Klorerte forbindelser	60 000	50 000
Andre typer	50 000	55 000
Totalt	Ca. 600 000	Ca. 950 000

Tabell 1: Markedsandeler for de dominerende typene av flammehemmere

Bruken av flammehemmere er ofte bestemt av offentlige regler og forskrifter knyttet til brannsikkerhet, og til internasjonale standarder for produktkvalitet (ISO-standarder). Bruken kan også være bestemt av kravspesifikasjoner som er utarbeidet av produsenter og brukere av ulike produkter.

Hvilken type flammehemmer som velges, avhenger av flere faktorer. Blant de viktigste er krav til brannsikkerhet, kjemiske egenskaper i forhold til materialet som skal flammehemmes, tekniske egenskaper, og pris.

Flammehemmere kan brukes additivt eller reaktivt. En reaktiv flammehemmer reagerer med det materialet som skal brannhemmes, og er dermed fast bundet i materialet. Faren for utlekking/migrering ut av materialet under brukstiden er svært liten. En additiv flammehemmer tilsettes til materialet uten å reagere med det, og kan dermed migrere eller vaskes ut i løpet av brukstiden.

4.1.2 Bruksområder for bromerte flammehemmere

Eksempler på produkttyper som kan inneholde bromerte flammehemmere er:

- Plastvarer
- Tekstiler (møbelstoffer, interiørtekstiler)
- Trevarer
- Brannbeskyttende maling

- Elektriske og elektroniske produkter
- Byggevarer (isolasjon m.v.)
- Transportmidler (biler, tog, fly osv)
- Møbler

SFT har tidligere fått utført en materialstrømsanalyse for å få oversikt over bruksområder og bruksomfang av bromerte flammehemmere /24). Kartleggingen var særlig fokusert mot bruken av de fem bromerte flammehemmerne penta-, okta-, og dekaBDE, TBBPA og HBCDD. Omtalen i de følgende avsnittene er basert på denne kartleggingen. Siden dagens avfall i stor grad er produkter som ble omsatt for 5 – 10 år siden er produktinformasjonen fra materialstrømsanalysen relevant for dette kartleggingsarbeidet.

4.2 EE-produkter

Plastdeler i elektriske og elektroniske produkter, som for eksempel kretskort, kontakter og kabinetter, kan utsettes for sterk oppvarming gjennom kontakt med varmeelementer, strømførende komponenter m.v.. De fleste plasttyper er brennbare, og for å redusere faren for brann tilsettes flammehemmere til plasten. Bromerte flammehemmere er mye brukt på grunn av gode tekniske og brannhemmende egenskaper og lav pris. Plast utgjør ca. 20 % av alt elektrisk og elektronisk utstyr, men bare en del av plasten er tilsatt flammehemmere.

4.2.1 Kretskort

Kretskort brukes i de aller fleste elektroniske produkter, både forbrukerelektronikk, brunevarer og utstyr til industri og næringsliv. Kretskort består av et laminat som det er montert små, innkapslede elektroniske komponenter på. Både laminatet og plasten som brukes til innkapsling er tilsatt flammehemmere.

Laminatet er vanligvis forsterket med glassfiberarmert epoksy (FR4) eller cellulose-papirarmert fenolharpiks (FR2). FR4 er mest brukt. Dette inneholder typisk ca. 15 % TBBPA som reaktiv flammehemmer. Anslått mengde TBBPA for det mest brukte 1,6 mm FR4-laminatet er ca. 0,42 kg/m². FR4-baserte kretskort brukes i datamaskiner og telekommunikasjonsutstyr.

FR2 inneholder også TBBPA, men den brukes her som additiv flammehemmer. Tidligere inneholdt FR2-laminater som var produsert i Asia penta-BDE, men også asiatiske produsenter har i stor grad gått over til TBBPA. Mengden flammehemmer i laminatet er anslått til 0,036 kg/m². FR2-laminater brukes i kretskort til TV-apparater og forbrukerelektronikk.

Komponenter som kondensatorer, mikroprosessorer, bipolare transistorer og metalloksydvariatorer monteres på kretskortet. Plastkapslingen rundt komponentene er i hovedsak laget av epoksyharpiks med TBBPA. Innholdet av TBBPA i plastinnkapslingen er relativt lavt. Mengden er anslått til gjennomsnittlig ca. 0,09 kg/m².

I tillegg til dette kan det finnes små mengder av andre bromerte flammehemmere både i plastkapslingene og i andre komponenter på kretskortet. Mengden antas å være svært liten.

Årlig mengde bromerte flammehemmere i kretskort ble i 2003 anslått til ca. 153 tonn, i hovedsak TBBPA.

4.2.2 Kabinetter til datamaskiner, kontormaskiner m.v.

Bakvegg og kabinett i TV-apparater har tidligere vært produsert i flammehemmet plast. Status i 2002 var at bromerte flammehemmere var helt ute av bruk i TV-apparater som ble produsert i Europa, mens de fortsatt ble brukt i apparater som er produsert i USA og Asia. Litteratur som er gjennomgått indikerer at bromerte flammehemmere fortsatt brukes i TV-apparater produsert i USA.

I 2003 ble det importert ca. 336 000 TV-apparater til Norge. Av disse var ca. 10 % produsert i ikke-europeiske land. Dersom det antas at 50 % av disse inneholder bromerte flammehemmere, en gjennomsnittlig kabinettvekt på ca. 1,5 kg, og at plasten inneholder ca. 12 % bromert flammehemmer, tilsvarer dette en import på ca. 6 tonn bromerte flammehemmere. Det er ikke grunnlag for å fordele mengden på ulike bromerte forbindelser, men en kartlegging gjennomført av Nordisk Ministerråd i 2003 indikerer at TBBPA er den mest vanlige forbindelsen.

Bruken av bromerte flammehemmere i kabinetter til PC'er, dataskjermer og printere er også sterkt redusert de senere år, spesielt i Europa og Asia. Poly-BDE ble tidligere brukt, men disse forbindelsene er i stor grad erstattet med TBBPA og andre bromerte forbindelser. En rekke PC'er og printere er miljømerket med ett eller flere av de nordiske og europeiske miljømerkene (Svanen, EU-blomsten, Den blå engel, TCO), som innebærer at større komponenter ikke inneholder halogener. Dette gjelder både stasjonære og bærbare maskiner, monitører og skrivere. Det foreligger ikke grunnlag for å fordele mengden på ulike bromforbindelser, men også her indikerer den nevnte kartlegging fra Nordisk Ministerråd at det TBBPA er den dominerende forbindelsen (>80 %).

4.2.3 Andre EE-produkter

Bromerte flammehemmere kan finnes i bl.a. brytere, paneler, motordeler, belysningsarmaturer, små husholdningsapparater og enkelte kabler. Det er svært vanskelig å fremskaffe informasjon om bruken av bromerte flammehemmere i produkter som finnes på det norske markedet. I følge en dansk materialstrømsanalyse fra 1999 /6/ er det i hovedsak andre forbindelser enn de fem prioriterte som brukes i slike produkter. Det danske forbruket i slike produkter var anslått til 18 – 50 tonn i 1997. Omsetningen av bromerte flammehemmere i slike produkter i Norge ble anslått til 10 – 20 tonn i 2001. Anslaget er svært usikkert.

4.3 Isolasjon

Bromerte flammehemmere kan brukes i ekspandert og ekstrudert polystyren (EPS og XPS), i cellegummi og i polyetylenmatter og skum som brukes til tunnelisolasjon.

Flammehemmet EPS blir benyttet til bygningsisolasjon og emballasje, samt i isolasjon mot tele i bakken, på tak, i rør og i lette veifyllinger. I 2001 ble det produsert mellom 6000-12000 tonn i selvslukkende kvalitet (med bromert flammehemmer). Denne EPS inneholdt 0,5-1 % HBCDD, dvs. fra 30-120 tonn HBCDD. XPS benyttes som isolasjon mot tele i bakken, på tak, i rør og i lette veifyllinger. XPS tåler mer fukt og en hardere tin-/frys-påkjenning enn EPS. I XPS med selvslukkende kvalitet ble det brukt HBCDD i konsentrasjonsnivå 0,6-1 %. EPS og XPS med bromerte flammehemmere produseres ikke lenger i Norge. Selvslukkende kvalitet kan skaffes på bestilling, og blir da importert.

Cellegummi blir brukt som isolasjon rundt kjøleinstallasjoner i bygg, på skip og offshore. Innholdet av dekaBDE i cellegummi som ble produsert i 2001 lå på 5-10 %. Norsk produksjon av

cellegummi opphørte i 2003. Importert cellegummi inneholder ikke dekaBDE, men andre bromerte flammehemmere. Det er ikke mottatt informasjon fra produsenter eller leverandører om hvilke forbindelser som brukes. I en analyse av cellegummi i forbindelse med riving av et bygg ble det påvist små mengder heksabrombenzen.

PE-skummatter, som brukes til tunnelisolasjon, ble brukt over en 11 årsperiode fra 1987-98. Mattene ble boltet fast til tunnelveggene og er ca 50mm tykke. I denne perioden ble det brukt ca 200 000 kvm matter per år. Mattene har en egenvekt på ca 1 ½ kg/m², som gir en total på 3300-4000 tonn brukt i perioden. Som flammehemmer ble hovedsakelig brukt TBBPA som var tilsatt additivt. Analyser av matter fra Ålesundstunnelen og fra Haugesund viser at konsentrasjonen av bromerte flammehemmere ligger mellom 140 og 20000 ppm (0,01 – 2 %). Dersom det antas et gjennomsnittlig innhold på 1 %, vil det totalt være brukt 30 – 40 tonn bromerte flammehemmere i slike matter i norske tunneler. Det understrekes at dette anslaget er svært usikkert på grunn av den store spredningen i målt innhold at flammehemmer.

4.4 Transportmidler

Bromerte flammehemmere vil i hovedsak forekomme i interiørdeler i transportmidler:

- I tekstiler i sete, tepper, nakkestøtter osv.
- I stoppingen i nakkestøtter
- I plastdeler i interiøret (dashbord, ratt, paneler osv.)
- I elektriske og elektroniske deler

Det har ellers vært svært vanskelig å fremskaffe informasjon om forbruket av bromerte flammehemmere i transportmidler. I Danmark var mengden anslått til 30 – 90 tonn i 1997 /5/. Forbruket var fordelt på mange typer bromerte forbindelser, men med størst mengde på andre forbindelser enn de prioriterte. Det største bruksområdet ble antatt å være interiørdeler i biler.

Det ble importert ca. 130 000 personbiler til Norge i 2001. Gjennomsnittlig plastinnhold i en personbil er ca. 105 kg /20/. Dersom det antas at ca. 15 % av plasten inneholder bromerte flammehemmere (interiørdeler i plast, stopping, EE-deler), med et innhold på gjennomsnittlig 1 %, tilsvarer dette ca. 20 tonn bromerte flammehemmere.

I den danske undersøkelsen fra 1999 /6/ er mengden bromerte flammehemmere i tog anslått til ca. 95 kg pr. togsett. Det kjøpes inn et begrenset antall nye togsett pr. år i Norge. Den årlige mengden som tilføres Norge med nye togsett er derfor svært begrenset. Det samme gjelder for fly. I skip er det antatt at bruken av bromerte flammehemmere er svært begrenset. Noe brukes i kjøleinstallasjoner på skip, men det er ikke kjent hvor stor mengde dette representerer. Den årlige importen til Norge av bromerte flammehemmere i transportmidler ble anslått til 30 – 50 tonn i 2003. Anslaget er meget usikkert.

4.5 Møbler, tekstiler

I følge tidligere undersøkelser kan bromerte flammehemmere finnes i følgende tekstilprodukter:

- Gardiner, tepper
- Møbelstoffer
- Telt, presenninger
- Tekstiler i transportmidler

Det brukes også flammehemmere i skumplast til stoppede møbler, madrasser og bilseter. Bromerte flammehemmere brukes ikke i tekstiler til bekledning.

Bruken av flammehemmere i møbler og tekstiler er i stor grad styrt av krav i nasjonalt regelverk vedrørende brannbeskyttelse. I USA og Storbritannia er kravene til brannbeskyttelse i møbler, interiørtekstiler, bilinteriører m.v. vesentlig strengere enn i Europa for øvrig. Storbritannia står for en vesentlig del av det europeiske forbruket av bromerte flammehemmere til møbler og tekstiler. I Norge er det ikke nødvendig å bruke flammehemmere for å oppfylle brannsikkerhetskrav til møbler og tekstiler.

Tidligere ble det brukt mye penta- og deka-BDE i polyuretan skumplast til møbler og bilseter. Nå benyttes i hovedsak andre typer flammehemmere, bl.a. melaminer og fosforforbindelser. Andre bromforbindelser enn poly-BDE blir også benyttet, for eksempel HBCDD. Mengde flammehemmer i skummet ligger i området 5 – 10 %.

Bromerte flammehemmere, vesentlig dekaBDE, ble tidligere brukt i norsk produksjon av møbelstoffer, men bruken har opphørt. Innholdet av bromforbindelser i tekstilene var ca. 0,45 %. Det kan finnes bromerte flammehemmere i importerte møbler og møbelstoffer, bl.a. i møbler som er produsert i USA og Storbritannia. Importen av stoppede møbler fra USA og Storbritannia er svært beskjedent, under 0,5 % av den totale importmengden. Det antas derfor at det finnes lite bromerte flammehemmere i møbler og tekstiler som omsettes i dag. Men siden dette er produkter med lang levetid kan bromerte flammehemmere finnes i denne typen avfall i flere år framover.

4.6 Andre produkter

Ved kartleggingen i 2003 ble det ikke funnet opplysninger om at bromerte flammehemmere brukes i maling, lakk, lim og lignende. Det ble ikke registrert bruk i andre produkttyper utover det som er beskrevet i avsnittene over.

4.7 Oppsummering over antatte mengder bromerte flammehemmere i produkter

Det er som tidligere nevnte stor usikkerhet knyttet til det årlige forbruket av ulike bromerte flammehemmere. Fra materialstrømsanalysen fra 2003 (36) kan følgende oppsummeres:

Produkt:	Årlig bruk tonn
EE-produkter	200-220
Isolasjon	30-50
Transportmidler	30-50
Møbler/tekstiler	<5
Sum BFH	260-325

Tabell 2: Årlig forbruk av bromerte flammehemmere i Norge

I ulike risikoanalyser utarbeidet av EU (7-15) fremkommer det også tall for årlig forbruk av ulike bromerte flammehemmere. Basert på disse tallene og en antakelse om at fordelingen på ulike flammehemmere er lik i produkter i Norge, skulle det årlige forbruket i Norge bli som det fremgår av tabell 3.

BFH-forbindelse	Mengde i bruk i EU13 tonn/år	Mengde i Norge basert på EU-fordeling tonn/år	%-fordeling
PentaBDE	1 100	16	2
OktaBDE	1 350	20	2
DekaBDE	7 100	103	13
TBBPA	40 000	581	71
HBCDD	7 000	102	12
Sum 5 BFH i bruk	56 550	821	100

Tabell 3: Fordeling og årlig bruk av bromerte flammehemmere i EU og Norge

Som tabellen viser blir det antatte årlige norske forbruket basert på tallene fra EU vesentlig høyere enn anslaget i tabell 2. Det kan være flere grunner til dette, men en vet at det er andre og strengere brannregler i EU. Dette har trolig først og fremst påvirket bruken av bromerte flammehemmere i isolasjon til byggeindustrien og i tekstiler/møbler, som har vært lavere i Norge.

5. Kartlegging av avfallsstrømmen

5.1 Beskrivelse av avfallsstrømmer

Kasserte produkter vil gå ulike veier før de får en endelig sluttbehandling. De ulike veiene produktene tar fra første avfallsledd til sluttbehandling kaller vi en avfallstrøm. Avfallstrømmen kan ta ulike veier i et nettverk av aktører som håndterer avfallet på forskjellige stadier. Pris og avsetningsmuligheter på avfallet er faktorer som ofte bestemmer hvilke veier avfallsstrømmene tar.

Aktørene i avfallssystemet kalles ofte første, andre og tredjehåndsaktører. Som eksempel kan brukes avfallstyper som vil oppstå når privatpersoner leverer avfallet til et kommunalt mottak. Det kommunale mottak vil da være en førstehåndsaktør. Mottaket vil kunne sende avfallet til en annenhåndsaktør for videre behandling, f.eks. en miljøsanerer som tar ut de farlige komponenter fra elektronisk avfall. Deretter vil de farlige komponentene ta en vei videre til sluttbehandling (destruering) og de ufarlige komponentene gå til material- og/eller energigjenvinning (tredjehåndsaktører).

Håndtering av farlig avfall eller avfall med helse- og miljøskadelige stoffer vil ofte være styrt av et regelverk som skal påse at de ulike avfallsstrømmene blir håndtert riktig og ikke havner på avveie. Produkter med visse bromerte flammehemmere er farlig avfall hvis konsentrasjonen i produktet overskrider 0,25 vektprosent (se kap. 3.3). Avfallet skal da deklarereres og blir registrert i databasen Norbas. Farlig avfall som blir eksportert blir registrert i eksportdatabasen, hvor det bl.a. registreres opplysninger om mottakerland og sluttbehandling.

Et av problemene med kartlegging av bromerte flammehemmere i avfallstrømmene er at det ofte bare er deler av avfallet som er klassifisert som farlig avfall. Dette gjelder i særlig grad EE-avfall og kasserte biler. Dette avfallet inneholder komponenter som blir tatt ut og håndtert som farlig avfall. Avfallstrømmen vil dele seg i ulike mindre fraksjoner som vil ta forskjellige veier mot en sluttbehandling.

5.2 Gjennomføring

For at resultatene av prosjektet skulle være så aktuelt som mulig er det tatt utgangspunkt i avfallsstrømmene for 2006. Informasjonsinnsamling er gjennomført i tre faser:

- Oppsummering av eksisterende kunnskap
- Innsamling av informasjon fra databaser og registre
- Innsamling av informasjon fra mottakere, behandlingsanlegg og andre aktører.

Oversikt over litteratur, rapporter etc. som er gjennomgått finnes i referanselista sist i rapporten.

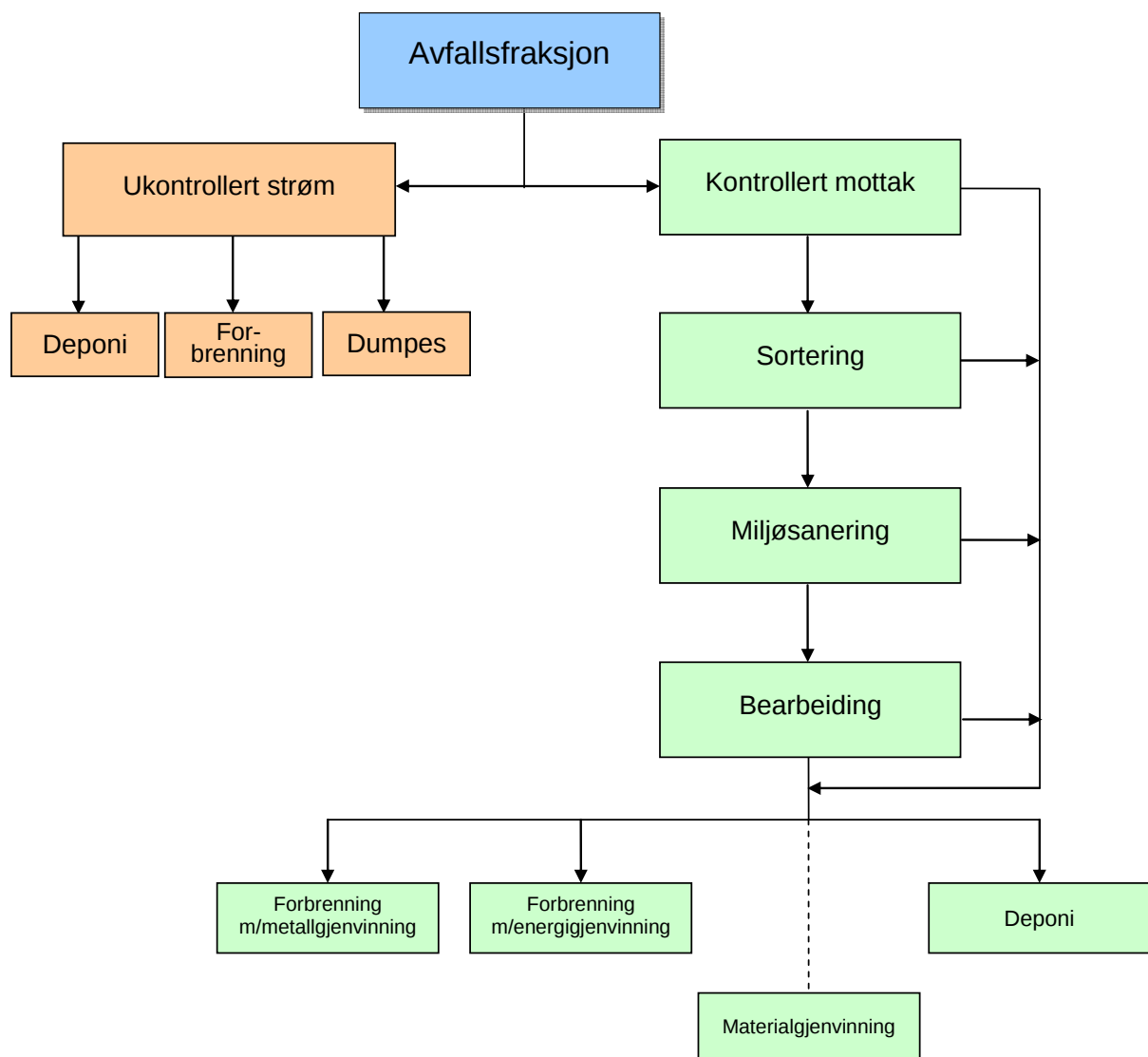
Det er hentet informasjon om mengder, aktører, eksport og import m.v. fra Norbas og SFTs database for import/eksport av avfall. Det må bemerkes at avfallsstrømmene kan endre seg mye fra et år til neste. Eksempelvis ble ca. 35 % av innsamlede bilvrak eksportert i 2006 mens disse

blir behandlet innenlands i 2007. Der det er kjent at det vil være store variasjoner så er dette kommentert i teksten ved gjennomgang av de ulike avfallsfraksjoner.

Forøvrig er det innhentet informasjon fra en rekke aktører innen avfallshåndtering, bl.a. returselskapene for EE-avfall, saneringsvirksomheter, større innsamlere og behandlingsvirksomheter, bl.a. fragmenteringsverkene.

5.3 Presentasjon av resultater

For å beskrive avfallsstrømmen for de ulike produkter/avfallsfraksjoner med bromerte flammehemmere, har vi benyttet et felles flytskjema. I skjemaet har vi splittet håndteringen i to hovedstrømmer. Den ene representerer de avfallsfraksjoner som leveres til kontrollert mottak, hvor det i større eller mindre grad skjer en bearbeiding av fraksjonen før en rest går til endelig sluttdisponering. Den andre representerer det avfall som skulle ha gått via en kontrollert håndtering først, men hvor det feilaktig kastes for eksempel i restavfallet, legges i en container som leveres usortert til behandling, hensettes eller dumpes i naturen og dermed blir utsatt for mulige ukontrollerte utslipp.



I den kontrollerte avfallstrømmen er det ikke gitt at avfallsfraksjonen går via alle de nevnte ledd. Eksempelvis vil kretskort og noe flammehemmet plast i EE-avfall sorteres ut i miljøsaneringen. Plast uten bromerte flammehemmere kan eventuelt sendes til gjenvinning (ev. eksport), flammehemmet plast eksporteres til forbrenning med energigjenvinning, mens kretskort eksporteres til anlegg for gjenvinning og som innebærer at det går til forbrenning med metallgjenvinning. En metallholdig restfraksjon som også kan inneholde mindre mengder bromerte flammehemmere vil imidlertid kunne gå videre til bearbeiding og der ulike restfraksjoner fra bearbeidingen vil gå til neste ledd. Dette innebærer at det vil være vanskelig å sette entydige mengder i de ulike boksene i flytskjemaet. Der en har rimelig sikre tall er dette satt inn, mens der mengden er usikker er det ikke satt inn tall.

Det er lagt inn kommentar i enkelte av boksene med hensyn til om løsningen er aktuell for den avfallsfraksjon som beskrives eller ikke.

6. EE-avfall

6.1 Generelt om EE-avfall, system og aktører

Det finnes i dag fire godkjente returselskaper for mottak og håndtering av EE-avfall (kassert elektrisk og elektronisk utstyr). Krav till returselskaper på EE-avfall er nedfelt i avfallsforskriftens kapittel 1 om EE-avfall. De ulike returselskapene tar imot forskjellige EE-avfallstyper; næringsselektro, husholdningselektro, kassert datautstyr osv. Avfallstrømmene og sluttbehandlingen vil derfor variere mellom de ulike selskapene.

De fleste returselskapene har inngått avtaler med aktører som driver med innsamling, miljøsanering, transport, eksport og sluttbehandling. De ulike aktørene skal rapportere de ulike prosesser de gjennomfører til sitt returselskap, som igjen rapporterer årlig til EE-registeret. Det er per i dag ingen krav til årlig rapportering på avfall inneholdende bromerte flammehemmere til EE-registeret, men aktørene plikter i henhold til avfallsforskriftens kapittel 1 å ha oversikt over ulike avfallsstrømmer.

I EE-avfall finnes bromerte flammehemmere primært i plastkomponenter og kretskort. Disse komponentene skal fjernes i miljøsaneringen, og skal i henhold til avfallsforskriftens kapittel 1 om EE-avfall være en sporbar enhet til sluttbehandlingen er gjennomført.

Nesten alt registrert avfall med bromerte flammehemmere fra saneringen blir eksportert for sluttbehandling. Det er to hovedaktører som tar i mot dette avfallet. Den ene aktøren holder til i Sverige, tar hovedsakelig i mot plast med bromerte flammehemmere og destruerer dette ved forbrenning. Den andre har behandlingsanlegg i flere land og tar også i mot kretskort og miksfraksjoner med metaller, plast og kretskort for energi- og materialgjenvinning samt destruering.

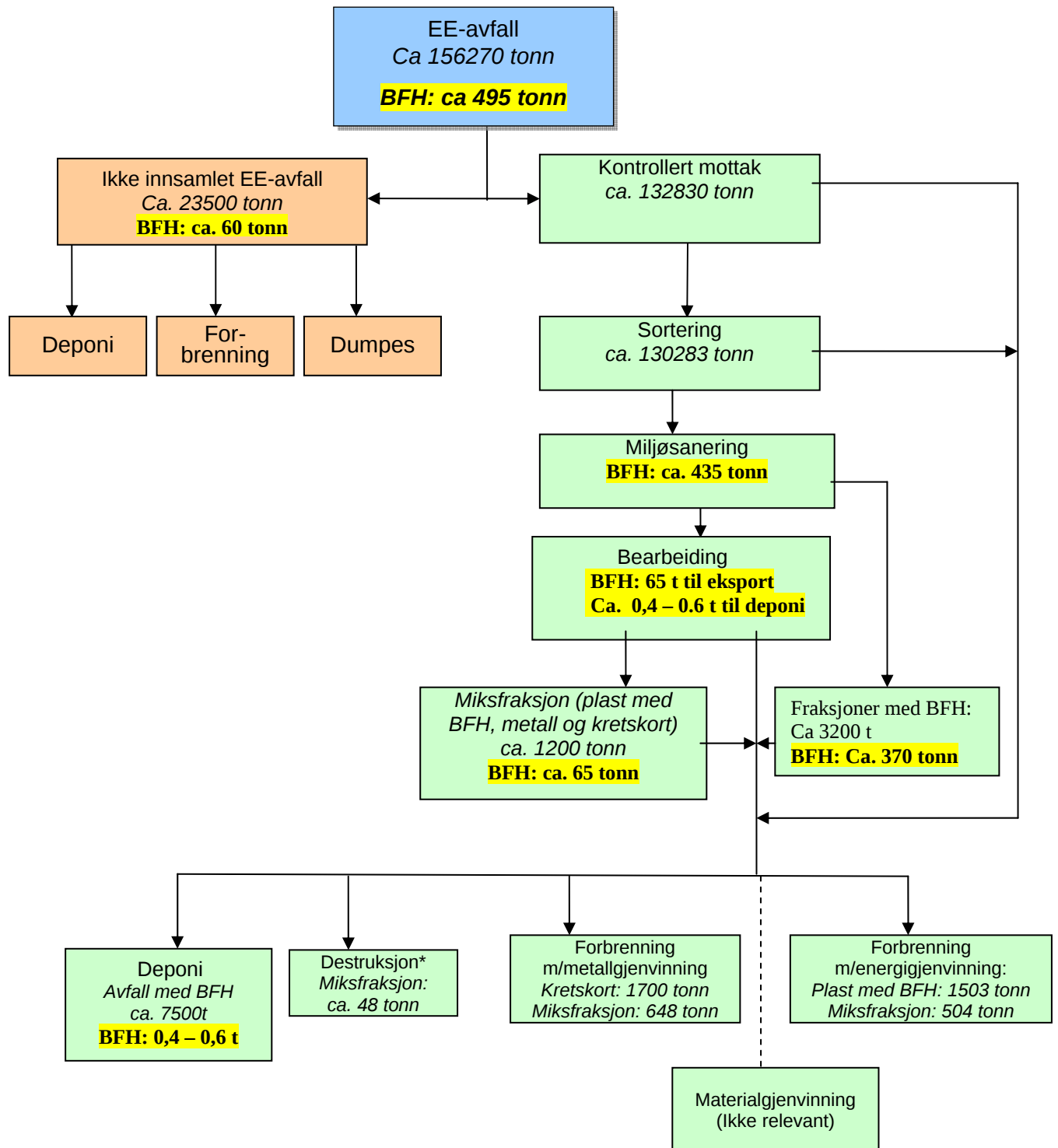
6.2 Avfallsmenger, -strømmer og -disponering

De fire returselskapene rapporterte en total mengde innsamlet EE-avfall på 132 830 tonn i 2006. Av dette ble 130 283,51 tonn behandlet i 2006. Disse mengdene er fordelt på 14 ulike hovedkategorier. Tabell 4 viser de 14 hovedkategoriene og hvilke komponenter med bromerte flammehemmere de kan inneholde. De fleste produktkategoriene inneholder kretskort. Plast med bromerte flammehemmere finnes i størst mengde i data- og kontorutstyr og lyd- og bildeutstyr. Mindre mengder kan finnes i små husholdningsapparater, verktøy og annet teknisk utstyr.

Produktgruppe/behandlingsmetode	Behandlet totalt, tonn	Komponenter med BFH i produktet
Alle produktgrupper totalt	130 283,51	
1. Store husholdningsapparater	44 972,74	Kretskort
2. Små husholdningsapparater	5 979,44	Kretskort/plast
3. Databehandlings-, telekommunikasjons- og kontorutstyr	17 117,43	Kretskort/plast
4. Lyd- og bildeutstyr	10 851,49	Kretskort/plast
5. Belysningsutstyr	5 927,90	Kretskort/plast
6. Lysstoffrør og andre gassutladningslamper	748,74	
7. Elektrisk og elektronisk verktøy	11 431,28	Kretskort/plast
8. Leker, fritids- og sportsutstyr	222,28	Kretskort
9. Medisinsk utstyr	404,53	Kretskort/plast
10. Overvåknings- og kontrollinstrumenter	2 221,40	Kretskort/plast
11. Salgsautomater	142,01	Kretskort/plast
12. Kabler og ledninger	12 992,66	Noe plast
13. Elektroteknisk utstyr	11 432,88	Kretskort/plast
14. Fastmontert utstyr for oppvarming, aircondition og ventilasjon	5 838,73	Kretskort/plast

Tabell 4: Produktgrupper for EE-avfall som skal registreres i henhold til avfallsforskriften kapittel 1.

Av den totale mengden EE-avfall ble det i 2006 sortert ut 3203 tonn avfall med bromerte flammehemmere, fordelt på kretskort og plast med bromerte flammehemmere. Andelen og type bromert flammehemmer varierer men det er antatt et snitt på 11,6 % i de aktuelle komponenter. Flytskjema 1 illustrerer hvordan bromerte flammehemmere fordeles i de ulike avfallsstrømmene. Oransje strøm representerer det avfallet som unndras fra kontrollert innsamling, mens den grønne strømmen illustrerer den delen som leveres til kontrollert mottak. I flytskjemaet er det angitt totale mengder avfall og mengde bromerte flammehemmere i avfall der dette er kjent. Uthevede tall viser mengden bromerte flammehemmere.



* Destruksjon innebærer at det skjer uten energi- eller materialgjenvinning

Flytskjema 1: Fordeling av bromerte flammehemmere i avfallsstrømmer med EE-avfall

Kretskort:

Det ble sortert ut ca. 1700 tonn av fraksjonen kretskort fra EE-avfall i 2006. Så godt som alt ble eksportert til Sverige eller Finland for sluttbehandling. Metallene i kretskortene ble gjenvunnet og de bromerte forbindelsene forsvarlig destruert (tabell 5). Eksportert mengde kretskort inneholder bl.a. en del metaller og en antar at ca. 40 % av vekta er metaller og at det resterende er vekt av selve kretskortet og ev. komponenter på kretskortet som inneholder bromerte flammehemmere. Legger vi til grunn at disse inneholder ca 15 % bromerte flammehemmere, var det i 2006 153 tonn bromerte flammehemmere fra kretskort som gikk til forbrenning med metallgjenvinning. Materialestrømsanalysen fra 2003 antok at mengden bromerte flammehemmere i kretskort totalt sett var 153 tonn. Etter dette har omsetningen av EE-produkter økt og mengden kretskort antas derfor også å ha økt. Vi anslår derfor at den totale mengden bromerte flammehemmere i kretskort i 2006 var ca. 190 tonn. Mobiltelefoner som inneholder kretskort, og som dermed utgjør noe av den antatte mengde med bromerte flammehemmere i kretskort, ble sendt til forsvarlig destruksjon i Finland. En av aktørene sendte disse hele, men uten batteri, til metallgjenvinning og destruksjon.

Basert på vurderingene ovenfor antar en derfor at det kan være brukt så mye som 35 tonn bromerte flammehemmere i de kretskort som ikke har gått til forbrenning og materialgjenvinning. Noe av dette forligger i den mengden som ikke går til kontrollert håndtering og noe følger trolig med delstrømmen etter miljøsanering som havner til fragmentering. Det bør bemerkes at TBBPA er den flammehemmer som primært benyttes og at denne i hovedsak er reaktivt tilsatt. Dette gjør at utlekkingen av den bromerte flammehemmeren trolig er lav i forhold til totalt forbruk og at en heller ikke nødvendigvis finner igjen denne som forbindelsen TBBPA ved analyser av kretskortet.

Plast med Bromerte flammehemmere

Ikke alle returselskapene kunne fremskaffe tall på mengde plast med bromerte flammehemmere som hadde blitt sortert ut. Flere av selskapene oppga enten at de ikke hadde plast med bromerte flammehemmere i sitt avfall, eller at all plast ble levert sammen med metall og kretskort i en miksfraksjon som gikk til videre behandling. En av miljøsanererne oppga at denne miksfraksjonen ble eksportert som farlig avfall og forsortert for metall, plast og kretskort ved behandlingsanlegget. Det ble eksportert ca 1200 tonn av denne miksfraksjonen i 2006. Metallet ble materialgjenvunnet, platen destruert og kretskortene behandlet ved kobbersmelteverk. Det er oppgitt at ca 54 % ble materialgjenvunnet, 42 % energigjenvunnet og 4 % destruert.

Siden sammensetningen av denne miksfraksjonen ikke er kjent er det vanskelig å anslå mengden av bromerte flammehemmere i avfallet. De 54 % (ca. 650 tonn) som ble materialgjenvunnet er mest sannsynlig metall. Dersom det antas at de resterende 46 % er plast med bromerte flammehemmere, med et gjennomsnittlig innhold på 12 %, vil mengden bromerte flammehemmere i fraksjonen være ca. 65 tonn. Anslaget er usikkert.

Eksport av utsortert ren plast med bromerte flammehemmere utgjorde ca 1503 tonn i 2006. Platen ble sendt til forbrenning med energigjenvinning (tabell 3). Antas et gjennomsnittlig innhold på ca 12 % bromerte flammehemmere i platen gir dette ca. 180 tonn bromerte flammehemmere til forbrenning i 2006. Før 2004, da de fem bromerte forbindelsene ble tatt inn i

avfallsforskriftens kapittel 11 om farlig avfall, ble mye av denne plasten eksportert til materialgjenvinning bl.a. til Kina. Hvilke produkter denne plasten ble benyttet i er imidlertid vanskelig å si. Det kan derfor hende at plast i importerte plastprodukter kan inneholde mindre mengder bromerte forbindelser, selv om dette ikke er naturlig ut fra bruksområde for plasten.

Produkt med BFH	Eksportert	Materialgjenvinning	Energi-gjenvinning	Destruksjon	Forsvarlig håndtering
Kretskort	X	1700 tonn			Ja
Plast	X		1503 tonn		Ja
Miksfraksjon	X	648 tonn	504 tonn	48 tonn	Ja

Tabell 5: Samlet mengde og håndtering av kretskort og plast med bromerte flammehemmere

Bromerte flammehemmere i gjenværende EE-avfallsmengde

I 2006 ble det sendt ca 51.000 tonn EE-avfall til ulike fragmenteringsanlegg i Norge. I dette avfallet havner både kretskort og plast med bromerte flammehemmere som eventuelt ikke har blitt fjernet i miljøsaneringen. Avfallet kommer fra de ulike aktørene som gjennomfører miljøsaneringen, og nøyaktigheten i saneringen som blir utført her vil være avgjørende for mengden bromerte flammehemmere som blir igjen i avfallet. En av grunnene til at komponenter med bromerte flammehemmere ikke blir sortert ut er at de sitter vanskelig til i produktet og/eller at man ikke vet at de er der. I tillegg er det meget ressurskrevende å demontere produktet helt for å få ut alle komponentene.

Et annet problem er at mye av avfallet er vanskelig å spore etter saneringen. Avfallstrømmene vil forandre seg etter som pris og etterspørsel styrer videre håndtering, men det sanerte avfallet, minus det som blir eksportert, vil tilslutt havne i et av fragmenteringsanleggene i Norge.

Fragmenteringsanleggene har tatt flere analyser av avfallsfraksjonen ved nedmaling av EE-avfall. Disse indikerer at innholdet av bromerte flammehemmere i denne typen avfall er noe høyere enn i avfallsfraksjonen når en behandler en miks av ulike råvarer. Ut fra de analyser som foreligger, har en anslått at mengden bromerte flammehemmere (målt som sum av de fem bromerte flammehemmerne som er definert som farlig avfall i Norge) i avfallsfraksjonen fra nedmaling av vel 50.000 tonn miljøsanert EE-avfall, er i størrelsesorden 0,4 – 0,6 tonn. Dette kan dels være bundet i plastbiter eller vil foreligge som finmalt støv i avfallsfraksjonen. DekabDE og TBBPA er de mest dominerende forbindelsene. Mye av bruken av TBBPA er som reaktivt tilsatt flammehemmer. Det er derfor sannsynlig at denne foreligger i en form som gjør at den ikke gjenfinnes som TBBPA i analysen av avfallet.

EE-avfall på avveie

Noe EE-avfall vil aldri bli samlet inn til returselskapene. For eksempel kan små elektroniske produkter som mobiltelefoner, leker som går på strøm, barbermaskiner og lignende havne i restavfallsdunken i husholdningen. Disse mengdene vil mest sannsynlig havne i et forbrenningsanlegg i inn- eller utland med resten av husholdningsavfallet. En del større hvitevarer og husholdningsprodukter vil også kunne havne på villfyllinger eller blir eksportert til gjenbruk. Noe er en også kjent med havner i metallinnsamlingen og vil dermed gå til fragmentering usanert.

Det finnes ingen sikre opplysninger om hvor mye EE-avfall som unndras fra kontrollert innsamling. Ved å basere seg på informasjon om den andelen som samles inn er det imidlertid mulig å gjøre et grovt anslag for hvor store mengder av bromerte flammehemmere som er på avveie i denne fraksjonen.

Returselskapene for EE-avfall regner med at ca. 85 % av alt EE-avfall som oppstår blir levert inn og tatt hånd om av godkjente returselskap. Det ble samlet inn ca. 132.830 tonn EE-avfall i 2006. Med en innsamlingsgrad på 85 % gir dette ca. 23500 tonn EE-avfall som ikke ble samlet inn, og som dermed havnet utenfor de godkjente innsamlingsordningene. Dersom det antas at innholdet av bromerte flammehemmere er det samme i begge avfallsstrømmene, gir det ca. 75 tonn bromerte flammehemmere i EE-avfall på avveie i 2006. Anslaget er svært usikkert, både fordi mengden avfall på avveie er usikker, og fordi dette avfallet trolig har et lavere gjennomsnittlig innhold av bromerte flammehemmere enn det som blir samlet inn. Anslått mengde bør trolig justeres ned til ca. 60 tonn.

6.3 Oppsummering og diskusjon

Basert på informasjon som er innsamlet i kartleggingen er det anslått at årlig mengde bromerte flammehemmere i EE-avfall er ca. 545 tonn. Tabell 6 viser fordelingen på ulike fraksjoner og behandlingsmåter.

Fraksjon	Mengde BFH tonn	Farlig avfall	Disponering	Forsvarlig håndtering
Kretskort	153	Ja	Destruksjon i utlandet	Ja
Kretskort	37	Ja	Fragment./forbr./dep.	Nei
Flammehemmet plast	180	Ja	Destruksjon i utlandet	Ja
Miksfraksjon	65	Ja	Destruksjon i utlandet	Ja
Restfraksjon etter sanering	0,4 – 0,6	Usikkert	Fragmentering og deponering i Norge	Usikkert
Ikke innsamlet	60	Ja	Forbrenning/deponering	Nei
SUM	Ca. 495			

Tabell 6: Oppsummeringstabell- bromerte flammehemmere i ulike avfallsstrømmer for EE-avfall.

Totalmengden er anslått på grunnlag kunnskap om mengde bromerte flammehemmer brukt i ulike produkter og den informasjonen som er mottatt om innsamlede fraksjoner, og er derfor usikker. Til sammenligning ble forbruket av bromerte flammehemmer i EE-produkter anslått til ca. 220 tonn i 2001 /36/. Det har pågått en betydelig utskifting av EE-utstyr hos norske forbrukere og bedrifter de senere årene, bl.a. fordi det skjer en stor nyutvikling av produkter innen lyd og bilde (flatskjermer, hjemmekinoanlegg m.v.), telefoni og data. Det er derfor ikke urimelig at mengden bromerte flammehemmere i dagens avfallsstrømmer er større enn årlig omsetningsmengde for 5 – 7 år siden, og det er derfor sannsynlig at anslaget er i riktig størrelsesorden.

Det er et relativt godt system for innsamling og håndtering av komponenter med bromerte flammehemmere fra EE-avfall gjennom de reguleringer som er nedfelt i avfallsforskriften kapittel 1. Alle returselskapene for EE-avfall plikter å ta ut farlig avfallskomponenter og sørge

for at disse får korrekt sluttbehandling. Returselskapene og deres underaktører hadde alle registrerte mengder kretskort i 2006, men det er uvisst hvor stor prosentandel som ikke blir sanert ut på grunn av manglende kunnskap og/eller ressurser. Regelverket i Norge er også strengere enn i andre land i Europa med hensyn på hva som klassifiseres som farlig avfall i EE-avfall. Dette kan fremme eksport av avfallet. Noen av aktørene eksporterte også plast, metall og kretskort som en miksfaksjon av farlig avfall dels etter en forutgående sortering og dels etter at det har gått igjennom en nedmaling.

Noen av returselskapene sa at de ikke hadde registrerte mengder med plast med bromerte flammehemmere i 2006, men flere av deres underaktører leverte denne plasten som miksfaksjon for sortering og behandling i utlandet. Dette medførte at vi ikke kunne få noe eksakt tall på mengde plast med bromerte flammehemmere som har blitt destruert fra alle returselskapene.

Som påpekt over vil enkelte komponenter med bromerte flammehemmere med stor sannsynlighet ikke bli sortert ut under miljøsaneringen. Dette innebærer at bromerte flammehemmere vil følge restfraksjonen til fragmenteringsanleggene. Den vil da gjenfinnes i avfallsfraksjonen fra disse som går til deponi. Mengdeanslaget som er gjort for denne fraksjonen viser at mesteparten av det farlige avfallet blir sanert ut, og at mengden av bromerte flammehemmere i restfraksjonen er liten i forhold til totalmengden. Konsentrasjonen av bromerte flammehemmere i avfallsfraksjonen er lav ($< 0,01\%$), og avfallsfraksjonen er dermed ikke å klassifisere som farlig avfall. Det er likevel en viss usikkerhet knyttet til dette, dersom opphavet til den registrerte mengden med bromerte flammehemmere skyldes manglende utsortering av en komponent som skulle vært sortert ut og håndtert som farlig avfall. I kapittel 1 i avfallsforskriften heter det at dersom farlige komponenter ikke er sanert ut før fragmentering, så skal hele avfallsfraksjonen håndteres som farlig avfall, selv om konsentrasjonen av farlige stoffer er lavere enn gjeldene grenseverdier.

7. Isolasjonsavfall

7.1 Generelt om isolasjonsavfall, system og aktører

De vanligste isolasjonstypene som inneholder bromerte flammehemmere er ekspandert og ekstrudert polystyren (EPS og XPS), cellegummi og polyetylenmatter og skum som brukes til tunnelisolasjon. EPS brukes under gulvstøp og i tak og er ofte nedstøpt eller limt på mur. XPS er en mer hardfør isolasjonstype som tåler fukt og frys/tin påkjenninger bedre, ofte brukt som telesikring rundt grunnmur, isolering i parkeringsdekker osv. Både EPS og XPS finnes i en selvslukkende kvalitet (med flammehemmer) og en uten. Tidligere inneholdt ca. 70 % av all EPS flammehemmer. I dag produseres ikke flammehemmet EPS i Norge.

Cellegummi blir blant annet brukt som kondensisolering rundt kulde- og klimaanlegg og som termisk isolering rundt sanitæranlegg. PE-skummatter blir brukt i tunneler som kuldeisolasjon. Mattene er lange, ca 50mm tykke og de blir boltet fast i tunnelveggen.

Avfall av disse fraksjonene oppstår ved riving og rehabilitering av bygg og anlegg. Mange av produktene vil ha lang levetid før de ender som avfall. Førsteleddsaktører vil hovedsaklig være ulike rive- og byggeentreprenører og håndverkere. Inneholder avfallet mer enn 0,25 % av en av de fem bromforbindelsene som er regulert i avfallsforskriften, skal avfallet sorteres ut, deklarerer som farlig avfall og leveres til et godkjent mottak.

Det meste av cellegummi, EPS og XPS blir ikke sortert på byggeplasser og vil mest sannsynlig gå med restavfallet til forbrenning eller deponi. Statistisk Sentralbyrå sine tall fra 2004 viser at ca 11557 tonn med restavfall fra bygg- og anlegg går til forbrenning og at 223316 tonn av restavfallet går til deponering. Noe cellegummi blir sortert ut som farlig avfall og levert til mottak. Dette blir sendt til destruksjon i Sverige.

Mange gjenvinningstasjoner har plastemballasje som egen fraksjon, hvor fiskekasser og polystyren fra tv-bokser og lignende også blir sortert ut. Her vil også noe isolasjonsavfall fra bygg-/rivefirmaer havne. EPS som er sortert ut og blandet med denne plastemballasjefraksjonen vil gå inn i et retursystem for EPS-emballasje. Fraksjonen blir presset sammen og sendt til nedsmelting. Sluttproduktet blir eksportert til Italia og går inn i produksjon av ny bygningsisolasjon

7.2 Avfallsmenger, -strømmer og -disponering

Det er tatt kontakt med en rekke aktører innen avfall, entreprenørselskaper og andre for å innhente informasjon om hvor mye isolasjonsavfall som genereres årlig i Norge. Det er imidlertid ikke mottatt informasjon som gjør det mulig å anslå totale avfallsmengder av EPS/XPS og cellegummi. For tunnelisolasjon finnes det relativt nøyaktig informasjon om mengder.

Ut fra den informasjonen som er innhentet anses det sannsynlig at hoveddelen av EPS/XPS- og cellegummiavfallet som inneholder bromerte flammehemmere leveres sammen med restavfallet fra bygge- og anleggsplasser. Ny EPS og XPS inneholdt tidligere 0,5 til 1 % bromert flammehemmer, og er derfor i utgangspunktet farlig avfall. Det samme gjelder cellegummi, hvor innholdet tidligere (fram til 2003) lå på 5 – 10 %. Innholdet i dagens produkter er ikke kjent.

Det ble registrert ca 29 tonn farlig avfall i Norbas i 2006 på avfallstoffnummer 7155 (Bromerte flammehemmere) og EAL-kode 170204 (Fra bygg og anlegg) og 191204 (Plast generelt) (tabell 7). Noe isolasjonsavfall med bromerte flammehemmere kan også ha blitt deklartert på andre EAL-koder enn de to nevnte, men dette framgår ikke av registreringene i Norbas. Alle mengdene som ble levert inn kom fra ulike entreprenører og produsenter av isolasjonsmaterialer. Nesten alt ble levert til en av avfallsaktørene som mottar EPS/XPS.

Den største aktøren som hadde mottatt ca 27 tonn inneholdende bromerte flammehemmere (plast generelt), eksporterte dette til forbrenning i Sverige. Hovedfraksjonen som kom inn var cellegummi. De mengdene de fikk inn av EPS/XPS kom som rester fra produsenter.

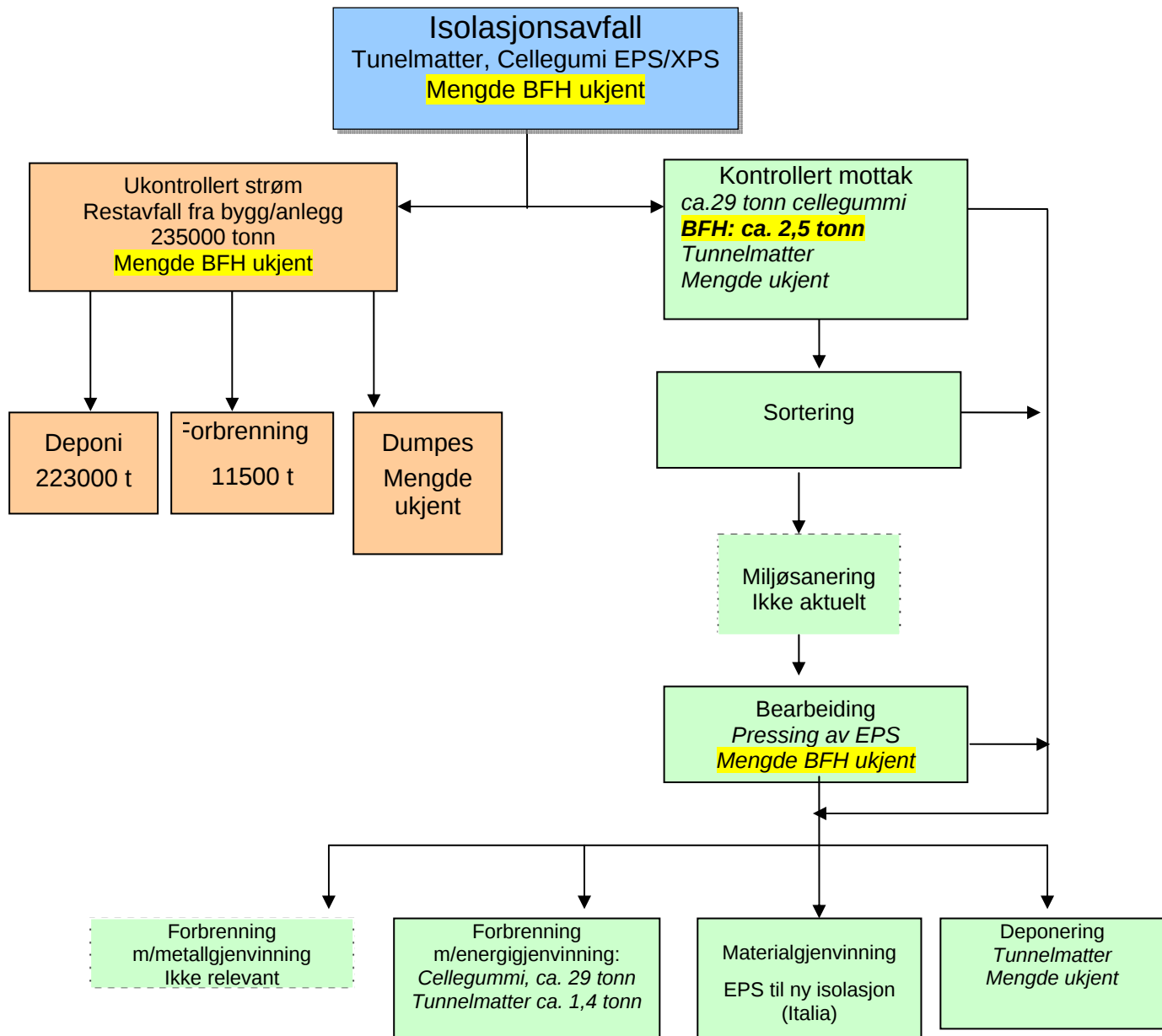
Isolasjon med BFH registrert i Norbas på avfallsstoffnr: 7155	EAL-kode	Mengde	Eksportert til forbrenning
29 tonn	170204 (Fra bygg og anlegg)	3,6 tonn	3,6 tonn
	191204 (Plast generelt)	25,4 tonn	25,4 tonn

Tabell 7: Rapporterte mengder isolasjonsmateriale med bromerte flammehemmere

Fra 1987-98 ble det brukt PE-skummatter inneholdende bromerte flammehemmere i norske tunneler. Det ble brukt ca. 200 000 kvm pr. år. Mattene har en egenvekt på ca. 1 ½ kg pr kvm. Svært få av disse er foreløpig fjernet, noe som tilsier at det skal være ca 3300-4000 tonn PE-skum matter gjenværende i norske tunneler. Flammehemmeren som hovedsakelig har vært brukt i disse mattene er TBBPA. Analyser fra Ålesundstunnelen og Haugesund viser konsentrasjoner av TBBPA på 140-20 000ppm (0,014 % - 2,0 %). Avfallsmengdene som vil oppstå årlig vil variere med mengden tunneler som blir renoveret.

Det er finns ingen god avfallsløsning for tunnelmattene ennå. Ca 1400 kg ble forbrent i 2006/2007 på Senja i et testprosjekt, ellers har det meste gått til deponi hvor man avventer resultater fra forbrenningstesten. Store mengder matter fra Ålesundstunnelen er deponert på et deponi i Ålesund og deponiet avventer videre behandling av disse. Et av forbrenningsanleggene avventer også en søknad om tillatelse til forbrenning av mattene fra Ålesundstunnelen. I årene fremover kan vente en stor økning av avfall fra tunneler grunnet vedlikehold og nye sikkerhetsregler for tunneler.

Flytskjema 2 illustrerer hvordan bromerte flammehemmere i isolasjon fordeles i de ulike avfallsstrømmene. Mengden av bromerte flammehemmere i den ukontrollerte strømmen er ikke kjent og er heller ikke mulig å anslå, da den totale mengden av isolasjonsavfall ikke er kjent.



Flytskjema 2: Fordeling av bromerte flammehemmere i avfallsstrømmer med isolasjonsavfall

7.3 Oppsummering og diskusjon

Det er ikke funnet informasjon om totale mengder av isolasjonsavfall, og det er ikke grunnlag for å anslå totale årlige mengder av bromerte flammehemmere i slikt avfall.

En årsak til at isolasjonsmaterialer ikke blir samlet inn og håndtert riktig er at det er kostbart å håndtere disse fraksjonene på grunn av store volum og liten vekt. Trolig mangler det også kunnskap hos de ulike aktørene, og det finnes ikke et godt system for innsamling.

En del cellegummi blir samlet inn som separat fraksjon og forsvarlig håndtert. Fraksjonen blir sortert ut og sluttbehandlet ved forbrenning i utlandet. Men de fleste aktørene og mottaksanleggene har ikke opparbeidet rutiner for riktig håndtering, og nesten alt havner på deponi eller går til forbrenning med restavfallet. Ingen av de kontaktede mottakene har en ordning for håndtering av EPS og XPS fra bygge- og anleggsvirksomhet.

EPS/XPS og cellegummi som ble produsert tidligere inneholdt bromerte flammehemmere i mengder over 0,25 %, og tilfredsstiller dermed kriteriene for klassifisering som farlig avfall. Det er imidlertid usikkert hvor mye bromerte flammehemmere som er igjen i materialet etter lang tids bruk. Flammehemmeren tilsettes additivt, og det kan tenkes at noe migrerer ut av materialet i løpet av brukstiden. Enkelte analyser som er gjennomført av gammel cellegummi indikerer at dette kan skje. Det er derfor usikkert om all isolasjon av denne typen skal klassifiseres som farlig avfall. Det er behov for mer kunnskap om disse materialenes utlekkingssegenskaper for å kunne vurdere omfanget av den fraksjonen som er farlig avfall.

En oppsummering med fordeling på ulike fraksjoner og disponeringsmåter er vist i tabell 8.

Fraksjon	Mengde BFH tonn	Farlig avfall	Disponering	Forsvarlig håndtering
Utsortert cellegummi	2,5	Ja	Destruksjon i utlandet	Ja
Tunnelmatter	0,01	Ja	Forbrenning i Norge	Ja
Tunnelmatter	Ukjent	Ja	Lagret i deponi i Norge	Ja*
EPS fra gjenbruksstasjoner	Ukjent	Usikkert	Presses, eksporteres for gjenbruk i ny isolasjon	Usikkert
Restfraksjon fra bygge- og anleggsaktivitet	Ukjent	Ja, delvis	Deponeres eller forbrennes	Nei
SUM	Ukjent			

* Forutsatt forsvarlig lagring

Tabell 8: Oppsummeringstabell- bromerte flammehemmere i ulike avfallsstrømmer med isolasjon (2006).

Oversikten i tabell 8 viser at det er svært lite isolasjonsavfall som samles inn og disponeres på en kontrollert måte. I 2003 ble det anslått at 30 – 50 tonn bromerte flammehemmere ble omsatt årlig i isolasjonsmaterialer. Levetiden for denne typen materialer er lang, særlig for EPS/XPS. Det er derfor ikke sannsynlig at en tilsvarende mengde leveres inn som avfall hvert år. Mengden kan ligge i størrelsesorden 10 – 20 tonn, men det understrekes at dette er et meget usikkert anslag. Avfallsmengden vil avhenge av aktiviteten i bygge- og anleggsmarkedet med hensyn på riving og rehabilitering.

Disponeringen av kassert tunnelisolasjon er ikke avklart. Det er kjent at det er ca. 4000 tonn PE matter med bromerte flammehemmere i bruk i norske tunneler, og at disse vil bli skiftet ut i løpet av de kommende årene. Dette innebærer at avfall med ca. 40 tonn bromerte flammehemmere må tas hånd om. Det er behov for å avklare hvordan disse mattene kan tas hånd om på en forsvarlig måte.

7.4 Innspill vedrørende returordning for isolasjonsmaterialer

Nytt kapittel i avfallsforskriften om byggeavfall trer i kraft 1.1.2008. Her stilles det bl.a. krav om at farlig avfall skal fjernes fra bygninger før de rives. Dette kan bidra til en større grad av utsortering av isolasjon med bromerte flammehemmere, og dermed et økt behov for et bedre mottaks- og behandlingstilbud.

I forbindelse med kartleggingen ble de kontaktede aktørene bedt om å vurdere behovet for en retur-/innsamlingsordning for isolasjonsmaterialer. Nesten alle aktørene som ble kontaktet stilte seg positive til en returordning for de ulike isolasjonsmaterialene med hensyn på miljøgevinsten. De største problemet med en returordning slik bransjen ser det er hvem som skal dekke kostnadene for den krevende håndteringen. Kostnadene med transport og oppbevaring vil være høye grunnet det store volumet i forhold til vekten.

Produsentene av EPS/XPS ville ikke ha inn fraksjoner med bromerte flammehemmere til sine fabrikker siden de ikke produserer plater med bromerte flammehemmere i Norge. Innblanding av brukt isolasjon vil kunne forurense de "rene" platene. Plater uten bromerte flammehemmere kan føres tilbake i produksjonen hvis de er rene og uten forurensing (maling, treverk, betong osv.). Produsentene mener også at en eventuell returordning vil bli en kostnad for dem og deres kunder. En slik ordning vil kunne sammenlignes med returordningen for isolerglass med PCB. EPS/XPS med bromerte flammehammere må gå til destruering og vil ikke kunne benyttes i ny produksjon. For å finansiere en slik ordning må man eventuelt legge på et gebyr pr. plate eller solgte tonn EPS/XPS som vil gå til innsamling og sluttbehandling.

Mange mottaksanlegg er skeptiske til hvordan de eventuelt skal greie å skille på EPS/XPS med og uten bromerte flammehemmere hvis dette kommer inn usortert. Man må i så fall ha klare avgrensinger på hvilke plater som skal sorteres ut, eksempelvis årstall eller ulike produsenter som har benyttet bromerte flammehemmere i sine plater. Anleggene er også skeptiske til hvor stor plass dette ville ta på deres anlegg. Platene veier lite men har et stort volum som gjør dem vanskelig å oppbevare. En oppbevaring over lengre tid vil også kunne medføre at noe av de bromerte flammehemmere i platene vil lekke ut, og for å hindre dette måtte man eventuelt ha dem under tak, som igjen vil medføre en ekstra kostnad i form av byggeutgifter.

Mange av de samme problemstillingene som de ulike aktørene tok opp for EPS/XPS ble også nevnt for cellegummi, særlig vedrørende transport og oppbevaring. Liten vekt og stort volum vil gjøre håndteringen kostbar. Selve innsamlingen av cellegummi ved en eventuell returordning ville vært enklere enn for EPS/XPS. Cellegummien sitter rundt rør og kanaler og kan forholdsvis enkelt sorteres fra, i motsetning til EPS/XPS som ofte er støpt inn eller ned i bygningen. Cellegummien kan som EPS/XPS kjøres tilbake i produksjonslinjen. Det er imidlertid et problem at det ikke finnes norske produsenter av cellegummi, og den innsamlede fraksjonen måtte i så fall eksporteres. I tillegg inneholder eldre cellegummi andre bromerte flammehemmerne enn de som benyttes i dagens produksjon.

8. Bilvrak og avfall fra transportmidler

8.1 Generelt om bilvrak m.v., system og aktører

Fram til 1.1.2007 ble biloppsamlingssystemet organisert av staten ved SFT. Fra 1.1.2007 ble ansvaret for retursystemet for biler overtatt av bilbransjen ved bilimportørene/produsentene. To returselskaper, Autoretur og Bilretur er godkjent av SFT for å følge opp ansvaret. Det er et krav at produsentene innen 1. januar 2006 sørget for at 85 %, målt etter vekt gjenvinnes. Minst 80 prosent skal materialgjenvinnes og resten energiutnyttes. Innen 1. januar 2015 skal produsentene sørge for at totalt 95 %, målt etter vekt gjenvinnes, hvorav minst 85 prosent materialgjenvinnes og resten energiutnyttes.

Som ansvarlig for biloppsamlingssystemet fram til 1.1.2007 sørget SFT for avtaler bl.a. på sluttbehandling av bilvrakene. For perioden 2005 og 2006 ble ca. 35 % av bilvrakene eksportert til England mens ca. 65 % av disse ble behandlet innenlands.

Vi er ikke kjent med om det også fra 2007 foregår eksport av biler til fragmentering i andre land, men så langt vi kjenner til vil det aller meste av innsamlede bilvrak i 2007 bli behandlet i Norge. Med den økte prisen på metaller de seneste åra så har verdien på bilskrap økt og det er en viss konkurranse om mottak av disse i dag. Hvordan den fremtidige avviklingen av vrakpantavgiften ev. vil slå ut for ulike aktører i dagens håndtering av bilvrak, er foreløpig usikkert.

8.2 Avfallsmengder, -strømmer og -disponering

ELV-direktivet (2000/53/EF med diverse endringer) er grunnlaget for kapittel 4 i avfallsforskriften om Kasserte kjøretøy. Kapittelet setter krav til hvilke komponenter som skal demonteres, før den miljøsanerte bilen kan sendes til fragmentering. Dette innebærer bl.a. at dekk/felg, som tidligere fulgte med bilen til fragmentering, nå fjernes. Dette har medført at mengden avfall fra nedmaling av biler er noe redusert i forhold til tidligere. Avfallsmengden vil kunne variere noe etter ulike biltyper og alder på bilene. En rapport utarbeidet for EU/DG Environment i mai 2006 /20/ viser at avfallsmengden i snitt er på 23-24 % av vekt på bilen inn til shredder.

Gjennomsnittsvekten på biler har gradvis økt i de senere år og fra samme rapport som nevnt ovenfor /20/ finner en følgende vekt og sammensetning på nye biler produsert i Tyskland i perioden 1981-2000.

Produksjonsår	Enhet	1981-85	1986-90	1991-95	1996-2000
Vekt (tom)	Kg	910	933	955	1000
FE-metall	%	83	67,5	62,4	57,5
NF-metall	%	4,3	6,1	8	10
Plast	%	3,6	4,9	6,2	7,5
Tekstiler/mixed	%	4	5,1	6,2	7,3
Dekk/gummi	%	3,8	3,8	3,9	3,9
Glass	%	3,1	3,8	4,5	5,2
Væsker	%	2,9	2,8	2,7	2,6
Annet	%	5,3	6	6,1	6

Tabell 9: Oversikt over vekt og sammensetning på biler. Kilde /20/

Som en ser av tabellen øker vekten på bilene, mengden magnetiske metaller synker mens mengden ikke-magnetiske metaller, plast, glass og tekstiler øker. Mens gjennomsnittsalderen på biler som vrakes i Norge er 19 år, er en typisk ELV i England ca. 14 år gammel og hadde i 2003 følgende sammensetning.

Komponent	%
Magnetisk metall	68
Ikke magnetisk metall	8
Plast og prosess polymerer	10
Dekk	3
Glass	3
Batterier	1
Væsker	2
Tekstiler	1
Gummi	2
Annet	2

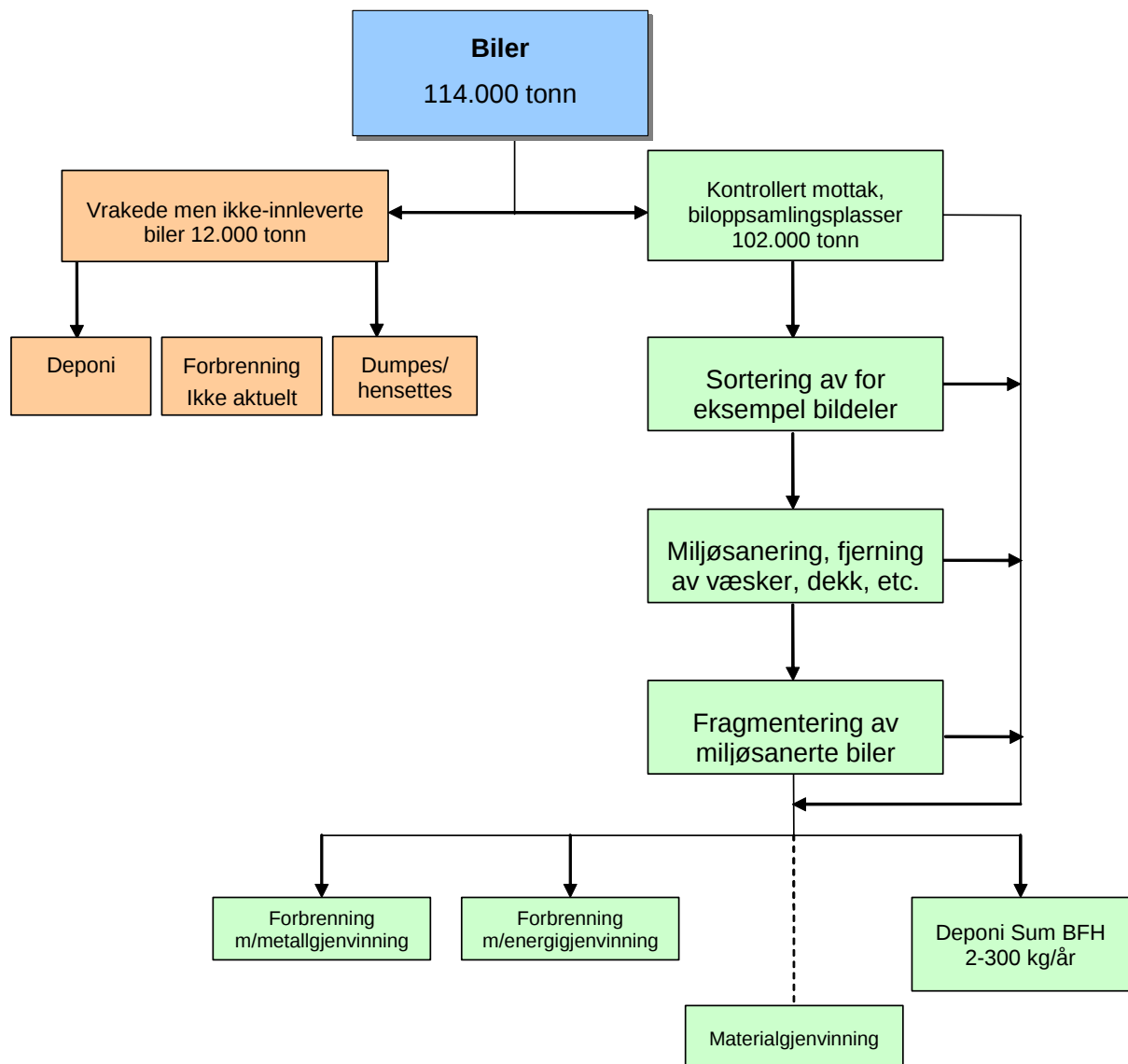
Tabell 10: Typisk sammensetning (vekt %) av ELV, England 2003. Kilde /25/

En større studie finansiert av EU i perioden 2004-2006 /20/ viste at knapt 9 % av bilens vekt ble sanert ved en miljøsanering i tråd med ELV-direktivet/kjøretøysforskriften. Studien viste at EE-systemet i de biler som inngikk (ca. 86-94 modeller) veide ca. 14 kilo, noe som utgjorde 1,5 % av vekten per bil. Med økende andel elektronikk i nyere biler forventes denne mengden å øke. Dette medfører trolig også at flere kretskort vil inngå i nyere biler. Det er imidlertid ikke noe krav i kapittel 4 i avfallsforskriften (kasserte kjøretøy), om at miljøsanering av kjøretøy skal omfatte fjerning av EE-systemet, kretskort eller andre komponenter som inneholder BFH.

Mengden plast antas å øke ytterligere bl.a. for å holde vekten på bilene lavere enn ved bruk av metaller. Tabellene ovenfor viser at andelen plast i de biler som vrakes (90 modeller) er i størrelsesorden 6-10 %. I en rapport fra The Institution of Electrical Engineers fra 2003 /25/ er mengden plast i en 1985-modell anslått til 9,7 % noe som er vesentlig høyere enn i sammensetning på Tyske biler fra denne perioden. I rapporten er det også foretatt en oppsplitting i hvilke typer plast dette var. Ut fra dette er det anslått at 20 % av plasten kan inneholde bromerte

forbindelser. Basert på en andel plast i biler på 8 %, vil det si at ca. 1,6 % av bilens vekt kan inneholde plast med bromerte flammehemmere. Mengden bromerte flammehemmere vil igjen kunne variere betydelig, men det anslås et gjennomsnittlig innhold på 1 % som sum bromerte forbindelser. Ut i fra mengden biler som vrakes i Norge på ca. 110 000 årlig og en snittvekt på 930 kg per bil, skulle det tilsi en total mengde bromerte flammehemmere fra biler som vrakes på ca 16 tonn, dvs. noe lavere enn det estimat på 20 tonn som framgår av pkt. 4.4.

Etter miljøsanering går som tidligere nevnt bilene til nedmaling i fragmenteringsanlegg. I 2006 ble ca. 65 % av bilvrakene behandlet i Norge mens resten ble eksportert til England. Med utgangspunkt i dette og en vekt på 930 kg ble vel 60 000 tonn bilvrak behandlet i Norge i 2006. Avfallsmengden fra disse utgjorde ca. 15 000 tonn. Anleggene har tatt en rekke analyser av bromerte forbindelser i avfallsfraksjonen (fluff) fra sine anlegg. Det er imidlertid begrenset med analyser av fluff utelukkende fra nedmaling av biler som råvare. Ut fra de analyser en har, skulle imidlertid nedmaling av de biler som ble fragmentert i Norge i 2006, tilsi en total mengde sum bromerte forbindelser i avfallsfraksjonen fra disse på 2-300 kg.



Flytskjema 3: Avfallsmengder og avfallsstrømmer for kjøretøy

8.3 Diskusjon, usikkerhet, kunnskapshull

Som det fremgår av teksten ovenfor så er det et betydelig sprik mellom de anslag på mengder bromerte flammehemmere som finnes i transportmidler som importeres på 30-50 tonn, anslaget i biler som kasseres på ca. 15-20 tonn og de mengder som analyser av fluff fra nedmaling av biler viser. Disse tyder på at mengden i biler som kasseres årlig utgjør i størrelsesorden 0,3-0,5 tonn per år. Flytskjema 3 tar utgangspunkt i håndteringen i 2006 og at det da var en betydelig eksport av biler og følgelig at mengden BFH i avfallsfraksjonen deponert i Norge var lavere. Anslaget på totale mengder i transportmidler er imidlertid svært usikkert, selv om Danmark også har antydning i størrelsesorden 30-90 tonn/år /6/. Antall analyser av mengden bromerte flammehemmere i fluff fra nedmaling av biler som eneste råvare er begrenset, men det er etter hvert et betydelig antall analyser av fluff fra nedmaling av en miks av ulike råvarer som tyder på at mengden bromerte flammehemmere på 0,3-0,5 tonn i fluff fra biler er i riktig størrelsesorden.

En årsak til at det er et betydelig sprik kan være at en har hatt en utvasking/utlekking av bromerte flammehemmere fra de komponenter som inneholder slike forbindelser i et kjøretøy. Dette kan både være fra tekstiler, skum og fra plastkomponenter, ettersom de biler som vrakes i Norge i snitt er ca. 18-19 år gamle. Det kan også være at noen av de ulike bromerte forbindelsene er nedbrutt eller omdannet til andre forbindelser i løpet av brukstiden og/eller i forbindelse med fragmenteringen av bilene.

En betydelig feilkilde kan også ligge i de analysemetodene som benyttes. I følge NILU (pers. medd. Martin Sclabach) er det mengden av frie, ubundne bromerte forbindelsene i avfallet som fremkommer i analyseresultatene. Forbindelser som er kjemisk bundet i plastpolymeren, for eksempel TBBPA brukt som reaktiv flammehemmer, vil ikke inngå i resultatene. Det kan også være feil knyttet til analyse av ubundne bromerte forbindelser i plastpartikler, fordi ekstraksjonsmiddelet ikke vil trenge langt nok inn i plastmaterialet. Siden reaktivt tilsatt TBBPA utgjør en betydelig del av de bromerte forbindelsene i fluff, er det sannsynlig at den mengden som fremkommer på grunnlag av analyseresultatene er for lav i forhold til den mengde som opprinnelig ble tilsatt i de komponenter hvor det er benyttet bromerte flammehemmere.

For å få et mer korrekt bilde av forholdene bør det foretas analyser av ulike komponenter i en bil som vrakes. Vi vil også anbefale at det tas flere analyser av avfallsfraksjonen (fluff) fra nedmaling av biler og at det vurderes brukt ulike analysemetoder.

9. Avfall fra møbler, tekstiler og lignende

9.1 Generelt om avfall fra møbler, tekstiler m.v., system og aktører

Møbler og tekstiler ender som avfall når de er utslitt eller avhendes av andre årsaker. Både privatpersoner, institusjoner (sykehus, aldershjem, skoler m.v.) og næringsvirksomheter genererer denne typen avfall.

Det finnes ingen spesielle innsamlings- eller returordninger for møbel- og tekstilavfall. Avfallet leveres til kommunale avfallsmottak, gjenvinningsstasjoner eller andre avfallsmottakere, eller deponeres ukontrollert. En vesentlig del av denne typen avfall går også til ulike gjenbruksvirksomheter, som for eksempel Fretex, eller omsettes på ulike bruktmarkeder.

Det er ikke kjent hvor stor andel av denne avfallstypen som inneholder bromerte flammehemmere. Ut fra den informasjonen som er tilgjengelig kan det antas at mengden er relativt liten. Det er ikke nødvendig med bruk av flammehemmere for å overholde norske forskrifter om antennelighet av møbler og tekstiler, men det er kjent at også flere norske produsenter har benyttet bromerte flammehemmere. Importen fra land med utstrakt bruk av flammehemmere i møbelstopp og tekstiler er svært beskjedne,

9.2 Avfallsmenger, -strømmer og -disponering

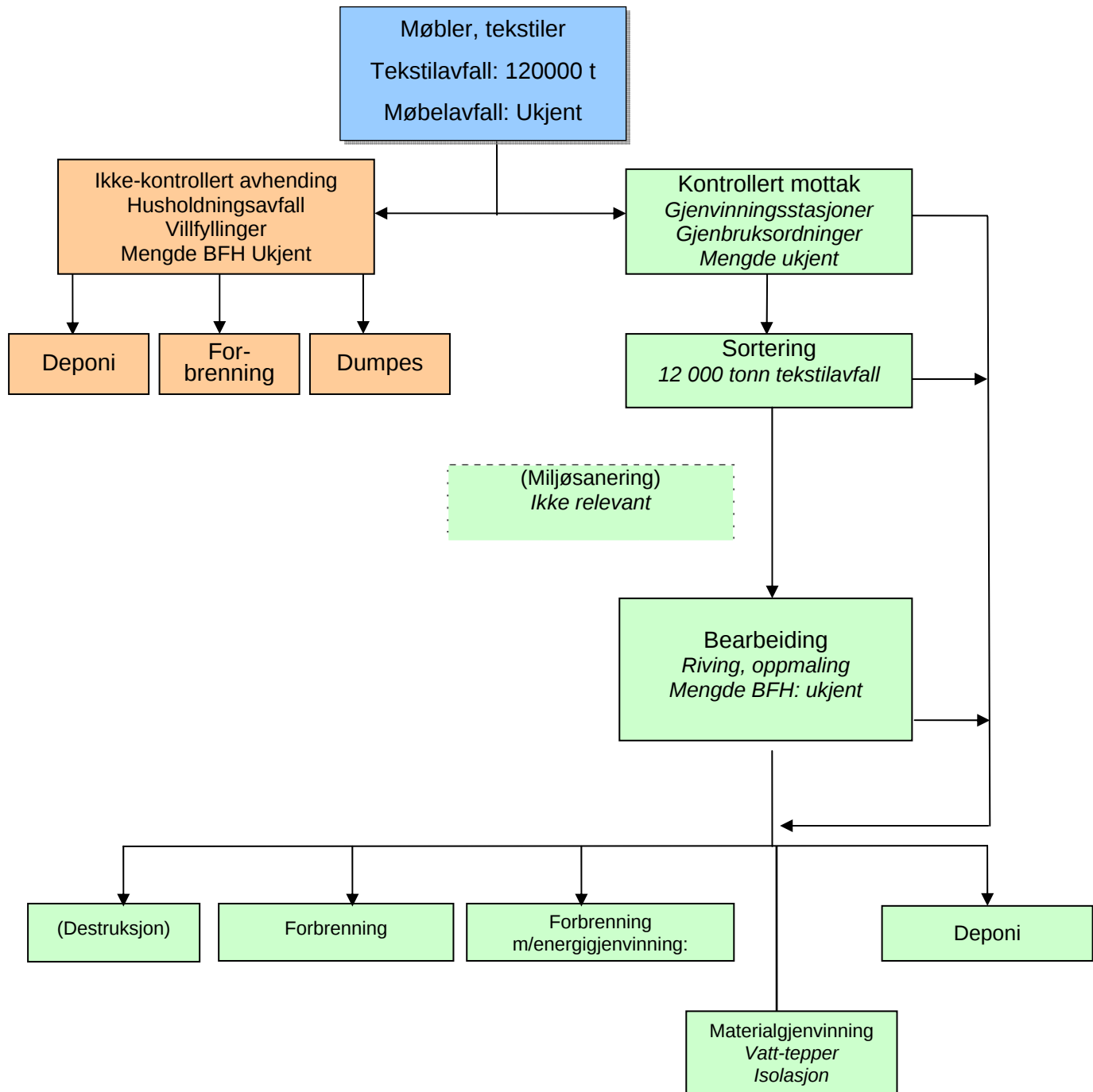
I 2006 var mengden tekstilavfall 120 000 tonn. Av dette kom 98 000 tonn fra husholdninger. Ca. 12 000 tonn sorteres ut til gjenvinning. Dette brukes bl.a. til produksjon av vattepper, og til produksjon av isolasjon. Resten forbrennes eller deponeres.

Den totale mengden av bromerte flammehemmere i tekstilavfall er trolig lav. I tidligere undersøkelser ble det anslått at årlig omsetning av bromerte flammehemmere i tekstiler, inkludert møbelstoffer, var under 5 tonn. Innholdet av bromforbindelser i flammehemmede tekstiler var oppgitt til ca. 0,45 %, hvorav bare en del var forbindelser som er regulert i avfallsforskriften. Det er ut fra dette lite sannsynlig at tekstilavfall vil inneholde bromerte flammehemmere i mengder som tilsier at det skal klassifiseres som farlig avfall.

Det er ikke funnet informasjon om totale årlige mengder av avfall fra møbler, eller mengder som håndteres av de ulike avfallsaktørene. Det som leveres til gjenvinningsstasjoner eller sorteringsanlegg for næringsavfall blir sortert i ulike materialfraksjoner (treverk, metall, glass, restavfall) og behandlet sammen med disse fraksjonene.

Den totale mengden av bromerte flammehemmere i møbler er trolig lav. Det er ikke regelverk i Norge som tilsier at det skal brukes flammehemmere i møbler, og importen fra land som har slikt regelverk er svært liten. I de tilfellene hvor møbelstopp inneholder bromerte flammehemmere, vil mengden i skummet trolig være over 0,25 %, det vil si at skummet i seg selv klassifiseres som farlig avfall.

Flytskjema 4 illustrerer avfallsstrømmene for møbler og tekstiler. Det må antas at bromerte flammehemmere som finnes i avfallet fordeles mellom alle avfallsstrømmene, og at noe også kan følge den strømmen som går til materialgjenvinning. Mengden som vil havne i denne fraksjonen antas å være svært liten.



Flytskjema 4: Avfallsstrømmer for møbler og tekstiler

9.3 Oppsummering og diskusjon

Det er funnet svært lite informasjon både om avfallsmenger, fordeling av mengder på ulike avfallsstrømmer, og innhold av bromerte flammehemmere i disse avfallstypene.

I møbler kan bromerte flammehemmere inngå i stoppingen (skummet) i puter, seter, armlener og lignende. Mengden i skummet er typisk 5 – 10 % i nytt skum. Dette innebærer at hele eller deler av produktene i utgangspunktet vil være farlig avfall. Det er imidlertid usikkert om innholdet kan endre seg i løpet av produktets levetid. Flammehemmeren tilsettes additivt. Dette innebærer at forbindelsene kan migrere ut av produktene i løpet av bruksfasen.

Tekstilavfall med bromerte flammehemmere vil trolig ikke fylle kriteriene for farlig avfall, da innholdet i utgangspunktet er lavt, og det er brukt andre forbindelser enn de som er regulert i avfallsforskriften. En liten mengde vil kunne følge de kasserte tekstilene til materialgjenvinning, men det er lite sannsynlig at dette utgjør noe forurensningsproblem av betydning.

Ut fra den informasjonen som er funnet om bruk av bromerte flammehemmere i tekstiler og møbler er det grunn til å tro at mengdene som følger denne avfallsstrømmen er vesentlig mindre enn for de andre avfallstypene som er omtalt i denne rapporten. For å få et korrekt bilde av situasjonen vil det være nødvendig å foreta reelle analyser av innholdet av bromerte flammehemmere i kasserte møbler og tekstiler.

Tabell 11 gir en oppsummering av bromerte flammehemmere i ulike avfallsstrømmer med kasserte tekstiler og møbler.

Fraksjon	Mengde BFH tonn	Farlig avfall	Disponering	Forsvarlig håndtering
Kasserte tekstiler	Ukjent	Nei	Materialgjenvinning	Ja
Kasserte tekstiler	Ukjent	Nei	Deponering/forbrenning	Ja
Kasserte møbler	Ukjent	Usikkert*	Deponering/forbrenning	Usikkert
SUM	Trolig liten			

* møbelstopp med bromerte flammehemmere kan være farlig avfall

Tabell 11: Oppsummeringstabell- bromerte flammehemmere i ulike avfallsstrømmer med kasserte møbler og tekstiler

10. Utslipp til miljø fra ulike disponeringsløsninger

10.1 Tap/utslipp under produktets brukstid

Ved produksjon av produkter som inneholder bromerte flammehemmere tilsettes en kjent mengde og type flammehemmer ut fra bl.a. krav til brannhemming, materiale i produktet og bruksområde for produktet. Det er kjent at det vil kunne foregå en viss migrering og/eller utlekking av tilsatt flammehemmer ut av produktet i løpet av dets levetid. Hvor mye dette er, vil kunne variere etter type bromerte flammehemmer, hvordan denne er tilsatt produktet og hvor utsatt produktet har vært for varme og/eller fysisk påvirkning over tid. I en rapport fra Miljøstyrelsen i Danmark /6/ er det gjort noen vurderinger av hvor mye bromerte flammehemmere som antas å migrere ut av enkelte produkter over tid. Utslipper fra et bakstykket på en TV hvor det antas totalt benyttet 180 g PBDE (12 vekt % av plasten), ble anslått til 0,2g totalt over en levetid på 10 år. Det vil si et tap på 0,1 %. Tilsvarende er det beregnet et tap på 0,4 % av totalt innhold fra en PC-monitor i løpet av en 10 års levetid.

Lekkasjer av TBBPA og eventuelt andre bromerte flammehemmere som er reaktivt tilsatt ulike produkter, antas i samme rapport å være tilnærmet lik 0. Lekkasjer fra additivt tilsatt bromerte flammehemmer vil variere etter type bromert flammehemmer, men et gjennomsnittlig tap på anslagsvis 0,05 % av mengde bromert flammehemmer i produkter er anslått som et maksimum. For danske forhold tilsier det et maksimalt tap på ca. 1,2 tonn bromert flammehemmer/år. Legger en til grunn en tilsvarende mengde bromert flammehemmer/innbygger skulle dette tilsi et årlig lekkasje på maksimalt 1 tonn fra produkter i bruk i Norge.

I risikovurderinger som er foretatt av ulike bromerte flammehemmere i EU /7/, /9/, /11/, /13/ er det gjort vurderinger av hvor mye av den aktuelle flammehemmeren som unnslipper ved produksjon, hvor mye som lekker ut årlig mens produktet er i bruk eller som ev. lekker ut fra den avfallshåndtering som er aktuell når produktet ender som avfall. Tallene gjelder totale mengder i EU. Det foreligger ikke vurderinger for utslipp til miljø fra de to bromerte flammehemmerne TBBPA og HBCDD.

For å gi et estimat på hvor mye som lekker ut av produktet under bruk har tallene fra risikovurderingene blitt lagt til grunn for en beregning av utslipp per million og deretter er dette multiplisert med ant. million innbyggere i Norge. Dette skulle tilsi et årlig utslipp til miljøet fra produkter med penta-, okta-, og dekaBDE som er i bruk, på i størrelsesorden 9 tonn/år. Den største kilden antas å være utslippet av dekaBDE. I en oppdatert risikoanalyse av dekaBDE/13/, er lekkasjer særlig fra vask av tekstiler, redusert vesentlig. Legges dette tallet til grunn reduseres anslaget på årlig tap fra produkter med PBDE til vel 1,5 tonn/år. Dette er mer i samsvar med den årlige lekkasjen på 1,0 tonn/år som er estimert på grunnlag av danske beregninger slik det framgår av 2. avsnitt i 10.1.

Ettersom de to bromerte flammehemmerne TBBPA og HBCDD ikke inngår i disse vurderingene og særlig TBBPA benyttes i stor utstrekning, så ligger trolig det årlige tapet ut av produkter i bruk noe høyere enn de 1-1,5 tonn som anslaget ovenfor tilsier. TBBPA er den desidert mest vannløselige bromerte forbindelsen og har en relativ utlekking på 0,8-0,9% mens den relative utlekkingen for de øvrige bromerte flammehemmerene ligger i størrelsesorden 0,00001 % /37/. Et tap av additivt tilsatt TBBPA må derfor forventes noe som også underbygges av gjennomførte utlekkingstester /37/. Hvordan utslippene fordeler seg til henholdsvis luft, jord og vann er usikkert, men for pentaBDE som i stor grad har vært benyttet i skum antas det aller meste av

tapet under bruk å være fordamping til luft, mens det for okta- og dekaBDE antas å fordele seg på 75 % til jord og 25 % til vann.

Det vil derfor trolig være betydelig forskjell på innholdet av bromerte flammehemmere i nye og gamle produkter når de ender som avfall. Eksempelvis er biler i gjennomsnitt 18-19 år gamle. Tog vil trolig være vesentlig eldre, mens EE-produkter vil kunne være fra 1 til 20 år gamle. Dette vil selvsagt også påvirke hvor stort tapet av bromerte flammehemmere i produktet har vært.

10.2 Utslipp fra avfallshåndteringen

Som nevnt ovenfor anslås tapet av de bromerte forbindelser som er reaktivt tilsatt, å være svært begrenset i bruksperioden. For de additivt tilsatte bromerte flammehemmerne må en imidlertid forvente et større tap. Det vil dermed være en viss differanse mellom mengden flammehemmer tilsatt et produkt og mengden som finnes i produktet på det tidspunkt dette blir avfall. Etter at produktet går over til å være ansett som en avfallsfraksjon, kan en tenke seg at utslipp kan skje ved følgende ulike prosesser:

1. Utslipp fra håndtering av produktet ved innsamling, demontering og sortering
2. Utslipp fra nedmaling/fragmentering
3. Utslipp fra termisk behandling
4. Utslipp ved deponering

10.3 Utslipp fra håndtering av produktet ved innsamling, demontering og sortering

I den håndtering som skjer etter produktet er kastet, vil produktet dels kunne bli knust og utsatt for vær og vind som medfører at bromerte flammehemmere kan spres i miljøet. Dette kan være i form av migrering ut av produktet, i form av biter eller støv fra plast eller andre komponenter som inneholder bromerte flammehemmere eller ved en utvasking av bromert flammehemmer. Med unntak av TBBPA er bromerte flammehemmere generelt lite vannløselige. Ettersom det meste av bruken av TBBPA er reaktivt tilsatt er det derfor mindre sannsynlig å finne store mengder bromerte flammehemmere løst i vannprøver. Det er foretatt flere analyser av prøver av vann fra avfallsanlegg hvor det foregår mottak av EE-avfall. Disse har vist at det er den bromerte flammehemmeren TBBPA som er den som hyppigst forekommer i vannprøver, men at også penta- og deka-BDE kan detekteres i noen prøver. Dette stemmer bra med de målinger som er foretatt på utlekking av ulike bromerte flammehemmere i EE-produkter /37/. Nivået av TBBPA har ligget i området 10-100 ng/liter, mens penta- og dekaBDE har ligget i området 0,1-5 ng/l. Utslippene er lave men kvantifiserbare. Dersom en antar 300 mottak av en viss størrelse med en avrenning på 5000 m³/år, innebærer verdiene totale utslipp i området 3 til 30 gram per år.

Det er også foretatt enkelte analyser av sedimenter i utslippsresipienten for anlegg som mottar EE-avfall. Dette er gjort fordi de fleste bromerte flammehemmere som nevnt er lite vannløselige, men vil kunne følge med partikler som vaskes vekk fra overflaten på mottaksanlegg. Analysene vil ikke kunne si noe direkte om hvor store utslipp det er fra avfallsmottaket, men kan være en indikasjon på om det foregår en partikkeltransport der bromerte flammehemmere er en bestanddel. Analysene viser at det er en viss partikkeltransport av bromerte flammehemmere og at dekaBDE er den forbindelsen som normalt foreligger med høyest konsentrasjoner, men at også penta- og oktaBDE samt TBBPA kan finnes. Konsentrasjoner som er registrert er i

størrelsesorden 0,05-2 mg/kg tørrstoff (TS), men det er som nevnt vanskelig å bruke analysene til å konkludere med hvor store utslippene er.

10.4 Utslipp fra nedmaling/fragmentering

Mange av de produkter som inneholder bromerte flammehemmere, males ned i et fragmenteringsanlegg for å skille ut metallene. Dette gjelder bl.a. store deler av EE-avfallet, som males ned i etterkant av en miljøsanering. Kravene til miljøsanering av EE-avfall innebærer imidlertid at det aller meste av plast og komponenter med høyt innhold av bromerte flammehemmere er fjernet før fragmentering.

Biler er en annen avfallsstrøm med innhold av bromerte flammehemmere som fragmenteres. Det er også et krav til miljøsanering av biler før fragmentering, men i disse kravene ligger det ikke noe spesifikt krav om utsortering av komponenter med bromerte flammehemmere.

Fragmenteringsanleggene mottar også en kompleks metallfraksjon. Dette kan for eksempel være sams metallholdig metallskrap fra kommunale gjenvinningsstasjoner. Da denne fraksjonen normalt ikke sorteres ytterligere før fragmentering, vil det også her kunne foreligge komponenter som kan inneholde bromerte flammehemmere. Dette kan eksempelvis være ulike typer EE-avfall som er feilsortert ved levering.

Avfallsmengden inn til de ulike fragmenteringsanlegg vil variere etter hvilke avtaler de har på mottak. Andelen EE-avfall, biler, etc. vil derfor kunne variere fra år til år. Ettersom sammensetning på avfallsfraksjonen vil gjenspeile råvarene som fragmenteres, vil denne kunne variere betydelig. Analysene av fluff fra ulike blandinger av råvarer, vil imidlertid gi en pekepinn på hvor mye bromerte flammehemmere som totalt sett havner i avfallsfraksjonen fra fragmenteringsanleggene. I 2006 ble i størrelsesorden 350 000 tonn metallholdig avfall fragmentert og avfallsmengden (fluff) etter utsortering av metaller var ca. 70.000 tonn. Målt som sum av de fem bromerte flammehemmere som omfattes av avfallsforskriften, viser analysene at den totale mengden i denne avfallsfraksjonen trolig var i størrelsesorden 1,4 til 1,8 tonn.

Av den totale mengden antas at nedmaling av EE-avfall bidrar med 400-600 kg. I 2006 antas at anslagsvis 200-300 kg kom fra nedmaling av biler. Som følge av at innsamlede biler ikke vil bli sendt til eksport i 2007, vil mengden bromerte flammehemmere fra biler trolig stige til 3-500 kg/år. Dette er nærmere omtalt i kapittel 6 og 8. I komplekst materiale som fragmenteres vil det som tidligere nevnt også inngå produkter med bromerte flammehemmere. Mengden målt som sum av de fem aktuelle bromerte flammehemmere herfra er anslått til 500-700 kg/år.

En stor andel av de bromerte flammehemmerne finnes i grovfraksjonene av fluffen. Flere av fragmenteringsanleggene sorterer avfallsfraksjonen i en grov og en fin fraksjon. Grovfraksjonen er egnet til forbrenning, men lite blir brent i dag. En forbrenning av grovfraksjonen er imidlertid en svært sannsynlig løsning på relativt kort sikt. En slik løsning vil sørge for en destruksjon av de bromerte forbindelsene som følger denne strømmen og dermed redusere mengden av bromerte flammehemmere til deponi, noe som igjen vil redusere potensialet for en fremtidig utlekking av bromerte flammehemmere fra dette avfallet.

Fragmenteringsanleggene måler utslippene til luft to ganger årlig, men ettersom bromerte flammehemmere ikke er omfattet av de komponenter det er satt utslippskrav til, har analyser av disse normalt ikke vært tatt. Det foreligger imidlertid enkelte analyser av utslipp av bromerte flammehemmere i luftstrømmen. Utslippene vil preges av hvilke råvarer som fragmenteres og hvor god miljøsaneringen av EE-avfall med bromerte flammehemmere har vært. Ut fra tre ulike måleserier med noe ulik fordeling på råvarer viser imidlertid målingene at utslippene av bromerte flammehemmere med luftstrømmen er lavt og i området 0,2 – 5,0 µg/Nm³/år. For et anlegg som behandler 50.000 tonn råvarer årlig vil dette tilsi et utslipp av sum av de fem omtalte bromerte flammehemmere i området 20 til 500 gram per år. Omregnet til mengde i behandlet råvare tilsvarer dette 0,4 til 10 mg/tonn. Fordelingen på ulike forbindelser med bromerte flammehemmere har vist at TBBPA og dekaBDE er de dominerende forbindelsene i utslippet. Tar en utgangspunkt i at 350.000 tonn råvarer blir fragmentert årlig og legger til grunn de målinger av utslippsluft en har, skulle målingene tilsi et totalt utslipp til luft fra fragmenteringsanleggene på 0,14 til 3,5 kg/år.

Støv som dannes ved nedmaling i et fragmenteringsanlegg suges av og ledes normalt via en totrinns støvutskilling hvor første trinn består av en sykklon hvor de tyngre støvpartiklene fjernes. Deretter passerer luftstrømmen en våtvasker hvor mindre partikler og ev. noe metaller i gassform fjernes. Finstoffet fra første trinn av støvutskilling følger med den andelen som normalt blir deponert. Partikler som vaskes ut i våtvaskeren bunnfeller i en sedimenteringstank og tas ut som et slam. Dette har tidligere inngått i deponifraksjonen, men i nyere utslippstillatelser er det stilt krav til at dette skal håndteres som farlig avfall, hvis det ikke kan dokumenteres gjennom representative analyser at denne ikke er farlig avfall.

Det er foretatt noen analyser av innholdet av bromerte flammehemmer i slamfraksjonen. Foruten å gi en indikasjon på hvor mye bromerte flammehemmere som dermed tas ut i slamfraksjonen, vil analyser av denne fraksjonen også gi en indikasjon på om analysene av bromerte flammehemmere i luftstrømmen er i riktig størrelsesorden. Analysene av slammet har vist en mengde målt som sum av de fem omtalte bromerte flammehemmere, er i området 0,5 til 1,5 kg per år for et anlegg som har behandlet ca. 50.000 tonn råvarer. Mao ord en mengde i området 10 – 30 mg/tonn råvare. TBBPA har i de siste analyser vært den dominerende bromerte flammehemmer og utgjort ca. 2/3-deler av mengden. Slammet gikk tidligere til deponi men blir som nevnt nå håndtert som farlig avfall.

Hvilke utslipp avfallsfraksjonen (fluff) fra nedmalingen vil kunne medføre når det forbrennes eller deponeres, blir nærmere omtalt i punkt 10.5 og 10.6 nedenfor.

10.5 Utslipp fra termisk behandling

BFH-holdige komponenter/fraksjoner som fjernes fra EE-avfall, går til termisk behandling. Plast med bromerte flammehemmere eksporteres i store grad til Sverige til forbrenning i spesialavfallsanlegg med avansert røkgassrensing og energiutnyttelse. Vi er ikke kjent med om det er foretatt utslippsmålinger som dokumenterer restverdier av ev. bromerte forbindelser i utslippene, men analyser av utslippet av ulike dioksinforbindelser, som totalt utgjorde 0,043 gram ved forbrenning av 183 000 tonn av ulike avfallsfraksjoner i 2006, indikerer at ev. utslipp av bromerte forbindelser også er svært lavt.

I 2003/2004 ble det i regi av Avfall Norge gjennomført et forsøk med forbrenning av plast med bromerte flammehemmere i to norske forbrenningsanlegg, mens analyser fra et tredje anlegg uten

innblanding av bromholdig plast ble benyttet som referanse, Ref. /4/. Ved det ene anlegget ble det tatt analyser ved henholdsvis 0 %, 5 % og 10 % innblanding av plast med bromerte flammehemmere og ved det andre ved henholdsvis 0 og 20 % bromholdig plast. Andelen brom i plasten ble anslått til 1 %, dvs. at andelen brom i avfallet utgjorde fra 0,05 % til 0,2 %. Rapporten konkluderte bl.a. med:

- BFH i avfallet brytes ned i forbrenningsprosessen og total mengde i alle utgående strømmen (luft, vann, bunnaske, flyveaske) utgjør under 0,001 vekt % av inngående mengde.
- økende innhold av BFH i avfallet ga ingen signifikant økning i utslippet
- måleresultatene tyder på at forbrenningseffektivitet og driftsforhold ved renseanlegg for utslipp til luft er av større betydning for dioksindannelse enn brominnholdet
- rensegraden ved Klemetsrudanlegget var > 99 %

Konklusjonene fra forsøkene underbygges i stor grad av lignende forsøk fra andre land og forbrenningsanlegg. En rapport fra Danmark fra 1999 /6/, anslår det totale utslippet fra danske forbrenningsanlegg i verste fall kan være opp mot 40 kg/år. De forsøk og analyser som ble foretatt ved de norske anleggene i 2003/2004 skulle tilsi at utslippet til luft er vesentlig lavere enn dette og mindre enn 0,5 kg/år. Dette skulle dermed tilsi at de produkter med BFH som kastes i restavfall som går til forbrenning ikke medfører noe vesentlig utslipp av BFH til luft.

Kretskort som inneholder betydelige mengder bromerte flammehemmere, først og fremst i form av TBBPA blir eksportert for gjenvinning av metallene på kortene. Som et første ledd i denne gjenvinningsprosessen går kretskortene til en forbrenningsprosess. Vi kjenner ikke til om det foreligger analyser av bromholdige komponenter fra denne prosessen, men ut i fra de krav som stilles til denne type anlegg og erfaringer som foreligger fra forbrenning av BFH-holdig plast, skulle en anta at ev. utslipp er lave.

10.6 Utslipp ved deponering

Store mengder EE-avfall, isolasjonsmaterialer, tekstiler og avfallsfraksjoner fra fragmenteringsanlegg er deponert. Mengden EE-avfall har imidlertid avtatt betydelig som følge av produsentansvaret og den organiserte innsamling av EE-avfall, mens enkelte av de andre fraksjonene med bromerte flammehemmere, som isolasjon, skum, og fluff, fortsatt deponeres. Både ferske og eldre avfallsfraksjoner med bromerte flammehemmere vil dermed bidra til en årlig utlekking av slike forbindelser fra deponier.

I en rapport fra SFT fra 2004 /37/ er det gjort vurderinger av utlekkingssegenskaper av bromerte flammehemmere i EE-avfall. Disse viser at TBBPA er den bromerte flammehemmer som er mest vannløselig og at denne forbindelsen i mindre grad enn PBDE, immobiliseres ved sedimentasjon, men forblir i vannfasen. Det er foretatt analyser av bromerte flammehemmere i sigevannet fra flere deponier og resultater fra disse er samlet i ulike rapporter, ref. /17/, /18/, /21/, /22/, /23/, /39/. Ettersom de fleste av de bromerte flammehemmere er svært lite vannløselige vil konsentrasjonene i sigevannet normalt være lave. Analyser av sedimenter i sigevannsresipienten vil gi indikasjoner på om det foregår en utlekking av partikkelbundne bromerte forbindelser eller ikke. Et flertall av aktive deponier har enten en separat (for-)rensing av sigevannet og/eller leder sigevannet til kommunalt renseanlegg. Analyser av inn- og utløpsvann og slam fra renseanleggene gir dermed også en indikasjon på bidragene fra deponier og ev. andre kilder.

I en samlet vurdering av kilder til utslipp til Mjøsa /39/ ble det anslått et totalt utslipp av sum bromerte flammehemmere på vel 1000 gram/år. Av dette stammet ca. 25 % fra renseanleggene og det øvrige fra tilførsels elver. Aktive deponier sender sitt sigevann via renseanlegg hvor rensingen av partikkelbundne bromerte flammehemmere er effektiv (> 90 %), og det skjer dermed en overføring av bromerte flammehemmere løst eller bundet til partikler i vann over til slam. Nedlagte deponier som ikke leder sitt sigevann til renseanlegg vil imidlertid bidra med direkte utslipp via tilførsels elver. Basert på analyser av sigevann fra tre aktive deponier i Mjøsregionen, med en samlet sigevannsmengde på vel 300.000 m³, ble det årlige utslippet av sum bromerte flammehemmere fra deponiene og inn på renseanleggene beregnet til 68,7 gram. Dette skulle gi en mengde angitt som sum bromerte flammehemmere, på 200 ng/l vann. Ettersom det er store forskjeller på mengden bromerte flammehemmere fra de ulike deponiene er dette tallet usikkert, men ligger noe høyere enn snittet i en rapport fra SFT fra 2005 /19/ hvor det registrert verdier målt i sigevann fra 9 deponier av PBDE i området 7-70 ng/l.

Det er gjort en vurdering av bidraget fra sigevann til den samlede innholdet av bromerte flammehemmere i innløpsvannet til et større renseanlegg. Vurderingen konkluderte med at bidraget var i størrelsesorden 1-2 % av renseanleggets samlede mottak av bromerte flammehemmere.

Det foreligger ikke analyser for utslipp av bromerte flammehemmere fra alle deponier i Norge. For å gjøre et grovt anslag på hvor store mengder bromerte flammehemmere deponier kan bidra med årlig, kan det tas utgangspunkt i 200 deponier (hvorav ca 50 % er nedlagt) med en årlig sigevannsmengde på 100 000 m³/år. Legges et snitt på 50ng BFH/l sigevann til grunn, gir dette et årlig bidrag ut fra deponiene på ca. 1 kg/år. Dette er selvsagt et svært grovt anslag, men basert på de analyser som foreligger og en skjønsmessig vurdering av deponisituasjonen i Norge skulle det gi en indikasjon på størrelsesorden på utslippene.

Ettersom mange av de ca. 100 aktive deponier som er i drift har en forbehandling av sitt sigevann eller leder dette til kommunalt avløpsnett med etterfølgende rensing, vil det reelle utslipp til vassdrag eller fjorder trolig være noe lavere enn dette. Det er svært sannsynlig at flere av de gjenværende aktive deponier vil starte med en rensing av sitt sigevann. Dette vil på litt sikt redusere tilførselen av bromerte flammehemmere fra deponiene.

10.7 Andre kilder til utslipp av bromerte flammehemmere

Det foreligger noen analyser av innløps- og avløpsvann fra renseanlegg som sier noe om hvor store mengder disse tilføres og slipper ut årlig. Analyser av innholdet av bromerte flammehemmere i slam fra renseanlegg har vært i området 3-800 ng/g tørrvekt. Analyser av slam i Sverige /24/ har vist verdier i området 120 ng/g tørrvekt. Legges 500 ng/g tørrvekt til grunn og en mengde slam fra kloakkrenseanleggene i Norge på ca. 25 000 tonn tørrvekt, blir innholdet av PBDE i slammet ca. 12,5 kg/år. Antas ca. 90 % rensegrad på BFH som følger med i innløpsvannet, gir det utslipp til resipient fra renseanleggene på i størrelsesorden 1,5 kg BFH, dvs. et totalt utslipp på ca. 14 kg/år. DekabDE har vært den dominerende bromerte flammehemmer i slamprøver fra avløpsrenseanlegg.

10.8 Oppsummering av stipulerte utslipp til miljø

Ut fra de betraktninger som er foretatt i punktene 10.1 til 10.5 kan de stipulerte utslipp av bromerte flammehemmere oppsummeres i følgende tabell.

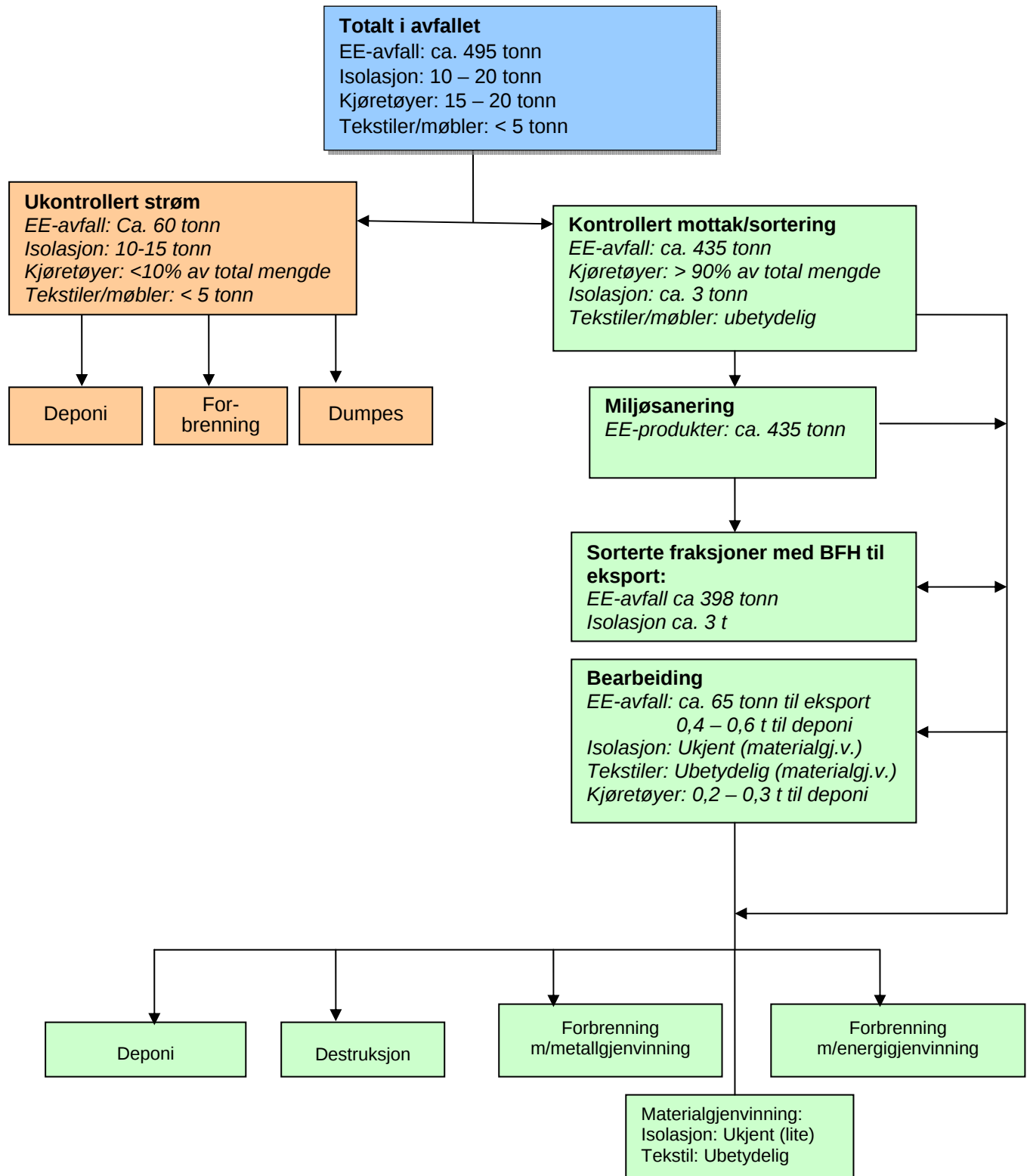
Utslippskilde	kg/år
Lekkasjer av produkter i bruk	~1 500,00
Håndtering/sortering	0,003-0,03
Nedmaling av BFH-holdig avfall	0,14 - 3,50
Termisk behandling	0,10 - 0,40
Deponering	~1,00
Renseanlegg	14

Tabell 12: Anslag på årlige utslipp av BFH fra ulike kilder

Som en ser av tabellen utgjør trolig det årlige tapet/lekkasjer fra produkter med BFH som er i bruk den desidert største kilden til utslipp av BFH til miljøet.

11. Oppsummering

Flytskjema 5 gir en samlet oversikt over bromerte flammehemmere i ulike avfallsstrømmer i Norge.



Flytskjema 5: Oppsummering av avfallsstrømmer med bromerte flammehemmere

Årlige mengder med bromerte flammehemmere i produkter/avfallsfraksjoner

Av oversikten i flytskjema 5 fremgår det at den årlige mengden med bromerte flammehemmere i avfallet anslås til 520-540 tonn. Dette er vesentlig mer enn det som tidligere er anslått i materialstrømsanalysen fra 2003, som tilsa en årlig tilførsel av bromerte flammehemmere i produkter på 260-325 tonn/år. En tillemping av beregnede tall på årlig bruk av bromerte flammehemmere i EU til norske forhold, skulle tilsa en årlig tilførsel i produkter på 821 tonn. Det anslag en nå har kommet fram til i de produkter som kasseres ligger omtrent midt mellom de to anslagene og viser at det er betydelig usikkerhet mht. det totale forbruket i nye produkter og i innholdet av bromerte flammehemmere i avfallet.

EE-avfall

Av oversikten framgår det at EE-avfall er den avfallstypen som inneholder størst mengder av bromerte flammehemmere, vel 90 % av den totale mengden. Dette er som forventet, da EE-produkter er den produktkategorien hvor bruken av bromerte flammehemmere er størst.

Den organiserte returordningen for EE-avfall fungerer godt, og det er anslått at innsamlingsgraden er ca. 85 %. Likevel representerer det EE-avfallet som unndras fra kontrollert innsamling en betydelig mengde bromerte flammehemmere som er utenfor kontroll. Den anslåtte mengden er usikker, men viser likevel at mengden kan være betydelig i forhold til de øvrige avfallstypene. Både de utsorterte fraksjonene og det avfallet som unndras fra kontrollert innsamling er å karakterisere som farlig avfall.

Komponenter med bromerte flammehemmere som saneres ut fra avfallet, destrueres ved forbrenning. Dette gjelder både kretskort og plast. Det er ikke mottatt informasjon som tilsier at plast med kjent innhold av bromerte flammehemmere går til materialgjenvinning. En del slik plast ble tidligere eksportert til Asia før fem bromerte forbindelser ble tatt inn i kapittel 11 om farlig avfall i avfallsforskriften fra 1.1.2004. Denne eksporten skal være opphørt, men det kan likevel ikke utelukkes at flammehemmet plast blir eksportert til materialgjenvinning. Eksport til Asia av plast med bromerte flammehemmere skjer trolig fortsatt i stor grad fra andre land som ikke har definert bromerte flammehemmere som farlig avfall og/eller har en lempeligere praksis mht. eksport av farlig avfall. Dette kan også medføre at ulike plastprodukter som importeres til Norge kan inneholde mindre mengder bromerte forbindelser.

Den store mengden bromerte flammehemmere som unndras fra det kontrollerte behandlingssystemet tilsier at det kan være en betydelig miljøgevinst i å få økt innsamlingsgraden av denne typen avfall. En del av det avfallet som er på avveie får sannsynligvis en forsvarlig sluttbehandling ved at det forbrennes i avfallsforbrenningsanlegg med tilfredsstillende rensing av utslipp. Men det må antas at en del vil havne på deponi eller disponeres på andre måter som kan føre til at bromerte flammehemmere slippes ut til omgivelsene.

En del bromerte flammehemmere i restfraksjonen etter miljøsaneringen havner i deponi. Dette skyldes at saneringen av komponenter med bromerte flammehemmere ikke er fullstendig, slik at noe vil være igjen i restfraksjonen som sendes til fragmenteringsanleggene. De analyser som er gjort av avfallsfraksjon fra disse anleggene, indikerer at denne mengden er liten. Siden kostnadene ved en mer fullstendig sanering er relativt store, bør krav om endring veies opp mot den miljøgevinsten som det er mulig å oppnå, og som trolig er relativt beskjeden.

Kasserte kjøretøyer

Innholdet av bromerte flammehemmere i kasserte kjøretøyer er svært usikkert. Basert på antatt innhold av bromerte flammehemmere i kjøretøyenes komponenter, kan det anslås en mengde i avfallet på 15-20 tonn. Denne mengden kan imidlertid ikke gjenfinnes i avfallet fra fragmenteringsanleggene, hvor hovedmengden av kasserte kjøretøyer håndteres. Basert på analyser av fluff fra disse anleggene kan mengden bromerte flammehemmere i avfallet anslås til 0,3 – 0,5 tonn. Dette er et betydelig sprik, og det er usikkert hvorfor de to tilnærmingmåtene gir så ulike resultater. En mulig forklaring kan være at de bromerte flammehemmerne migrerer ut av komponentene under bruk, slik at innholdet er vesentlig redusert i de kasserte kjøretøyene i forhold til produksjonstidspunktet. En annen mulig forklaring er dels at reaktivt tilsatt flammehemmer ikke lenger foreligger som i den opprinnelige form og dels at en ved analyse heller ikke får løst ut flammehemmeren slik at hele den reelle mengden i den fraksjon som analyseres inngår i analyseverdien.

Komponenter med bromerte flammehemmere blir ikke sanert ut av kasserte kjøretøyer før de males opp, da det ikke er krav om slik sanering i avfallsforskriftens kapittel 4 om kjøretøy. De bromerte flammehemmerne som finnes i bilene ved kasseringstidspunktet havner i fluffen som går til deponi. Analyser som er utført av fluffen indikerer at mengden som går til deponi er under 0,5 tonn i året. Utlekking fra deponiene synes å være svært lav. Miljøgevinsten ved en mer omfattende sanering kan dermed synes å bli relativt beskjeden. Det er imidlertid et stort sprik mellom mengdeanslaget som er basert på analyser, og de mengdene som kan beregnes på grunnlag av antatte mengder av bromerte flammehemmere i nye biler. Det er derfor av betydning for miljøvurderingen å få mer pålitelig informasjon om hvor mye bromerte flammehemmere som faktisk finnes i bilene når de avhendes som avfall. Dette kan gjøres ved å analysere innholdet av bromerte flammehemmere i tekstiler, setestopp og andre plastdeler, samt skaffe en oversikt over mengde kretskort og lignende i bilens elektroniske komponenter. Med slik informasjon tilgjengelig kan det gjøres en vesentlig mer nøyaktig vurdering av mengder av bromerte forbindelser, og dermed en mer pålitelig vurdering av behovet for mer omfattende sanering.

Isolasjon

For isolasjonsmaterialer finnes det ingen organiserte lovpålagte eller frivillige returordninger. Informasjon om avfallsmengder og behandlingsmåter er derfor vanskeligere tilgjengelig.

Ut fra de opplysningene som finnes om mengder bromerte flammehemmere i isolasjonsmaterialer er avfallet å anse som farlig avfall. Dette er bekreftet gjennom analyser av bl.a. tunnelmatten og cellegummi. I Norbas er det registrert innsamling og forsvarlig destruering av ca. 29 tonn cellegummi, tilsvarende ca. 2,5 tonn bromerte flammehemmere. Mesteparten av kassert cellegummi og EPS/XPS blir levert sammen med restfraksjonen fra bygge- og anleggsaktiviteter. Den totale mengden bromerte flammehemmere i dette avfallet er anslått til 10 – 20 tonn. Det betyr at en betydelig mengde unndras fra kontrollert behandling.

En del av det avfallet som er på avveie får sannsynligvis en forsvarlig sluttbehandling ved at det forbrennes i avfallsforbrenningsanlegg med tilfredsstillende rensing av utslipp. Men det må antas at en del vil havne på deponi eller disponeres på andre måter som kan føre til at bromerte flammehemmere slippes ut til omgivelsene. Det må bemerkes at isolasjonsmaterialer i byggsektoren vil kunne ha lang levetid før de ender opp som en avfallsfraksjon. Det kan derfor være begrensede mengder som ender som avfall i forhold til den årlige bruk av bromerte flammehemmere i slike produkter slik som skissert i materialstrømsanalysen /36/ og som det fremgår av tabell 2 i pkt 4.7.

Cellegummi kan inneholde 5-10 % av de bromerte forbindelsene som er regulert i avfallsforskriften, og er dermed farlig avfall. En økning i kontrollert innsamling og disponering av dette avfallet vil gi en miljøgevinst. Dette legges det til rette for gjennom det nye kapittelet om byggeavfall i avfallsforskriften, som vil innebære at flere bygg blir miljøsanert før riving. En egen retur-/innsamlingsordning for dette avfallet kan trolig også bidra til at mer sorteres ut og leveres til forsvarlig behandling. De bransjeaktørene som er spurt er enige i at en egen returordning vil gi en miljøgevinst, men hevder at en slik ordning vil bli kostbar på grunn av store volumer og lav vekt.

EPS/XPS-avfall har vesentlig lavere innhold av bromerte flammehemmere, og det er usikkert om konsentrasjonen er så høy at avfallet fyller kriteriene for klassifisering som farlig avfall. Det har ikke vært mulig å framskaffe informasjon om årlig mengde av slikt avfall, så miljøgevinsten ved en økt innsamling er vanskelig å vurdere. Det er behov for mer kunnskap om avfallsmengder og innhold av bromerte flammehemmere i avfallet som grunnlag for en vurdering av behov for og hensiktsmessigheten av en egen innsamlingsordning.

Av de flammehemmede tunnelmattene som ble fjernet fra tunneler i 2006 er en mindre del (ca. 1,4 tonn) destruert ved forbrenning. Resten er deponert i påvente av avklaring om videre behandling. Det forventes at mengden av slikt avfall vil øke de kommende årene på grunn av oppgradering av andre tunneler. Gjenværende mengde matter med bromerte flammehemmere i norske tunneler er anslått til ca. 4000 tonn. Dette representerer ca. 40 tonn bromerte flammehemmere som må tas hånd om på en forsvarlig måte.

Tekstiler/møbler

Forekomst og innhold av bromerte flammehemmere i møbler og tekstiler er svært usikkert. Det antas imidlertid at mengden bromerte flammehemmere i avfall fra slike produkter er vesentlig mindre enn for de andre aktuelle avfallstypene. Mengden er anslått til under 5 tonn.

Det finnes ingen organisert innsamlings- eller returordning for kasserte tekstiler og møbler. Avfallet blir levert til kommunale avfallsmottak, gjenbruksstasjoner eller andre mottaksanlegg, og blir håndtert sammen med annet husholdnings- og næringsavfall. En liten del blir materialgjenvunnet i vatt-tepper og isolasjon. Det kan ikke utelukkes at noe tekstilmateriale med bromerte flammehemmere blir gjenbrukt i slike produkter, men mengden antas å være så liten at den ikke har noen forurensningsmessig betydning.

Utslipp

De utslippsvurderingene som er gjort i denne rapporten er basert på bl.a. tilgjengelig informasjon fra EU, og på målinger og analyser som er utført ved norske behandlingsanlegg og i ulike resipienter. En stor usikkerhetsfaktor både i utslippsvurderingene og i de andre vurderingene som er gjort i denne rapporten, er knyttet til det faktiske innholdet av bromerte flammehemmere i produktene som kasseres. En del analyser indikerer at avfallet inneholder mindre bromerte flammehemmere enn det som kan forventes ut informasjon om mengde tilsatt i produktene.

Ut fra den litteraturen og annen informasjon som er gjennomgått, kan det se ut til at migrering/lekkasje ut av produktene under bruksfasen er den største kilden til utslipp, og at andre utslippsveier bidrar lite i forhold til denne kilden.

Av utslipp fra ulike avfallsbehandling kan det synes som mengden bromerte flammehemmere er størst i slam fra avløpsrenseanlegg. Sivevann fra deponier synes å være en begrenset kilde til innholdet av bromerte forbindelser i innløpsvannet, og kan indikere at utslipp fra produkter under bruk også bidrar vesentlig til innholdet av bromerte forbindelser inn til avløpsanleggene.

Utslipp fra anlegg for nedmaling av ulike typer metallholdig avfall er trolig den nest største kilden til spredning av bromerte flammehemmere fra avfallssystemet. Komponenter med bromerte flammehemmere som ikke er sanert ut før fragmentering, vil kunne medføre spredning til luft ved nedmaling. Selv om utslippene er lave i forhold til antatt spredning av bromerte forbindelser fra produkter i bruk, så vil en bedre miljøsanering og/eller en bedre rensing av avkastluften fra slike anlegg være et tiltak for å redusere bidraget fra slike anlegg. En sortering av avfallsfraksjonen fra anleggene der en brennbar grovfraksjon blir sendt til forbrenning fremfor til deponi, vil både destruere de bromerte forbindelsene og redusere mengden bromerte forbindelser som blir deponert. Selv om utlekking av bromerte forbindelser fra deponier er lav, så reduserer dette det langsiktige utlekkingspotensialet som deponiene representerer.

Det ligger trolig betydelige mengder med avfall med bromerte flammehemmere i både aktive og nedlagte deponier. Analyser av sivevann tyder imidlertid på at utlekkingen av bromerte forbindelser er liten. Rensing av sivevannet fra aktive deponier vil redusere potensialet for utslipp til resipient eller kommunalt nett.

Referanser

1.	Bjartnes, J. Lindahl, H. 2001. ”Bromerte flammehemmere: Langvarige miljøgifter i mange hverdagsprodukter”. Miljøheimevernet 2001.
2.	Berge, J.A. Schlabach, M. Fagerhaug, A. Rønneberg, J.E. 2006. ”Kartlegging av utvalgte miljøgifter I Åsefjorden og omkringliggende områder” NIVA, NILU, Multiconsult, Møreforskning. TA-2146/2006
3.	Bioforsk Jord og miljø, TA- 2186/2006.
4.	Borgnes, D. Rikheim, B. 2004. ”Målinger ved forbrenning av bromholdigavfall”. NRF, Rapport nr. 3/2004.
5.	Cynthia A. de Wit 2000. ”Brominated Flame Retardant” Swedish Environmental Protection Agency Report 5065 2000
6.	Danish Environmental Protection Agency June 1999. ”Brominated Flame Retardants Substance Flow Analysis and Assessment of Alternatives”
7.	European Commission, ”PentaPBD - Risk Assessment Report”, Join Research Centre, Institute of Health and Consumer Protection, 2001 CAS No: 32534-81-9
8.	European Commission, ”PentaPBD - Summary Risk Assessment Report”, Join Research Centre, Institute of Health and Consumer Protection, 2001 CAS No: 32534-81-9
9.	European Commission, ”OktaPBDE - Risk Assessment Report”, Join Research Centre, Institute of Health and Consumer Protection, 2003. CAS No: 32536-52-0
10.	European Commission, ”OktaPBDE - Summary Risk Assessment Report”, Join Research Centre, Institute of Health and Consumer Protection, 2003. CAS No: 32536-52-0
11.	European Commission, ”DekaPBDE – Risk Assessment”, Join Research Centre, Institute of Health and Consumer Protection, 2002. CAS No: 1163-19-5
12.	European Commission, ”DekaPBDE - Summary Risk Assessment Report”, Join Research Centre, Institute of Health and Consumer Protection, 2003. CAS No: 1163-19-5
13.	European Commission, ”DekaPBDE – Update of the Risk Assessment”, Join Research Centre, Institute of Health and Consumer Protection, 2004. CAS No: 1163-19-5
14.	European Commission, ”TBBPA - Risk Assessment Report”, Join Research Centre, Institute of Health and Consumer Protection, 2006. CAS No:79-94-7
15.	European Commission, ”TBBPA - Summary Risk Assessment Report”, Join Research Centre, Institute of Health and Consumer Protection, 2006 CAS No: 79-94-7
16.	Fahre, Y. 2003. ”Rapport om innhold av bromerte flammehemmere i EE-avfall” Norsk Metallretur 2003
17.	Fjeld, E. Schlabach, M. mfl. 2004. ”Kartlegging av utvalgte nye organiske miljøgifter – bromerte flammehemmere, klorerte parafiner, bisfenol A og triclosan”, NIVA, NILU og Jordforsk, nr: 4809-2004 (TA2006/2004)
18.	Fjeld, E. Schlabach, M. mfl. 2004. ”Miljøgifter I sediment og fisk i Mjøsa, Drammensvassdraget og Drammensfjorden, oppfølgende undersøkelser i 2004”, NIVA og NILU, nr: 4896-2004. (TA 2051/2004)
19.	Fjeld, E. Schlabach, M. mfl. 2005. ”Kartlegging av nye organiske miljøgifter 2004. Bromerte flammehemmere , perflouralkylstoffer, irgarol, diuron, BHT og dicofol”, NIVA, NILU og Jordforsk, TA- 2096/2005.
20.	GHK/BIO Intelligence Service 2006. ”A study to examine the benefits of the ELV Directive and the costs and benefits of a revision of the 2015 targets for recycling, re-use and recovery under the ELV Directive.”
21.	Haarstad, K. Borch, H.2004. ”Organiske miljøgifter i fisk nedstrøms avfallsdeponier.” Jordforsk rapport 41/04.

22.	Haarstad, K. Borch, H. 2006. "Overvåkning av miljøgifter i resipient for sigevann fra avfallsdeponier",
23.	Haarstad, K. 2007. "Overvåkning av miljøgifter i resipient for avfallsystemer", Bioforsk Jord og Miljø, SFT TA-nr: 2186/2006.
24.	Hellström, T. 2000. <i>Brominated Flame Retardants (PBDE and PBB) in sludge – a Problem?</i> The Swedish Water and Wastewater Association. Report no M113. 2000
25.	Institution of Electrical Engineers 2003. "Waste: The Auto Industry Context"
26.	Janssen, S. 2005. "Brominated Flame Retardants – Rising Levels of Concern". Health Care Without Harm 2005
27.	Johansson, T. 2003. "Kvantifisering av enkelte typer farlig avfall på avveie", SFT TA-1981/2003
28.	Juhl, B. 1999. "Bromerte flammehemmere. Materialstrømsanalyse", Hjellens COWI AS, SFT TA-1688/99.
29.	Modahl, I. S. 2002. "Kartlegging av farlege kjemikalier i utvalgte bygg- og anleggsmateriale, Materialstrømsanalyse", Siftelsen Østfoldforskning, SFT TA-1992/2003.
30.	Nedland, K. T. Paulsrud, B. 2006. "Screeningundersøkelse av metaller og organiske forurensinger i slam fra fire norske renseanlegg", Aquateam rapport nr: 06-031.
31.	Remberger, M. Sternbeck, J. Strömber, K. 2002. <i>Screening av Triclosan och vissa bromerade fenoliske ämnen i Sverige</i> IVL 2002
32.	Sustainable Electrical & Electronic System for the Automotive Sector, (SEES), "Car Shredding Manuals" 2006.
33.	Schlabach, M. Mariussen, E. mfl. 2002. "Kartlegging av bromerte flammehemmere og klorerte parafiner", NILU, TA-1924/2002.
34.	Schlabach, M. Gjerstad, K. I. 2005. "Utslipp av bromerte flammehemmere til luft I Ålesund", NILU
35.	TA-2136/2005.
36.	SFT 2003. <i>Bruken av bromerte flammehemmere i produkter - Materialstrømsanalyse</i> TA-1947/2003.
37.	SFT. 2004. "Bromerte flammehemmere i ee-avfall", NGI/SFT TA-2060/2004.
38.	SFT, 2006. "Hvem - hva – hvor om bromerte flammehemmere". SFT TA2-2159/2006
39.	Snilsberg, P. Eggen, T. mfl. 2005. "Vurdering av bromerte flammehemmere til Mjøsa fra deponier, kommunale renseanlegg og elver", Jordforsk, NIVA og NILU, TA-2104/2005.
40.	Thoka, A. Zevenhoven, R. 2001. "Processing wastes and waste derived fuels containing brominated flame retardants" Helsinki University of Technology Department of Mechanical Engineering. 2001
41.	Umwelt Bundes Amt 2001. "Texte 40/01, Substituting Environmentally Relevant Flame Retardants: Assessments Fundamentals. Results and summary overview"
42.	Vehlow, J. M.fl. 2002. "Recycling of bromine from plastics containing brominated flame retardants in state-of-art combustion facilities" APME, Forschungszentrum Karlsruhe, EBFRIIP 2002.



Statens forurensningstilsyn (SFT)
Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo
Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00
Telefaks: 22 67 67 06
E-post: postmottak@sft.no
Internett: www.sft.no

Utførende institusjon COWI AS	Kontaktperson SFT Heidis Holstad Frantzen	ISBN-nummer 978-82-7655-542-4
----------------------------------	--	----------------------------------

	Avdeling i SFT Avdeling for kjemikalier og lokalmiljø	TA-nummer 2380/2008
--	---	------------------------

Oppdragstakers prosjektansvarlig Astri Huse	År 2008	Sidetall 55	SFTs kontraktnummer 300748
--	------------	----------------	-------------------------------

Utgiver SFT	Prosjektet er finansiert av SFT
----------------	------------------------------------

Forfatter(e) Eivind Bøe, Tore Methlie Hagen, Astri Huse
Tittel - norsk og engelsk Bromerte flammehemmere i avfallsstrømmen Brominated flame retardants in waste flows
Sammendrag – summary Det er gjort en kartlegging av forekomst av bromerte flammehememre i ulike avfallsstrømmer, og en vurdering av utslipp fra avfallshåndtering A study has been performed regarding the occurrence of brominated flame retardants in various waste fractions. An assessment of emissions from waste handling has been performed.

4 emneord Bromerte flammehemmere Avfall Farlig avfall Utslipp	4 subject words Brominated flame retardants Waste Hazardous waste Emission
---	--

Statens forurensningstilsyn

Postboks 8100 Dep,

NO 0032 Oslo

Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00

Telefaks: 22 67 67 06

E-post: postmottak@sft.no

Bestilling: www.sft.no/skjema.html

