



Bromerte flammehemmere i ee-avfall

Karakterisering av utlekkingssegenskaper

Forord

Bromerte flammehemmere (BHF) brukes i et stort antall produkter, herunder elektriske og elektroniske, for å gjøre produktene mindre brannfarlige. Det er kjent at mange av BFH-forbindelsene har alvorlige helse- og miljøskadelige egenskaper.

Det er et nasjonalt mål at utslipp av disse stoffene skal reduseres vesentlig innen 2010 (Stortingsmelding nr. 58, 1996-1997). Miljøvernmyndighetene har utarbeidet en handlingsplan for å nå dette målet. Hovedutfordringer i dette arbeidet er å få til en redusert bruk av de mest helse- og miljøskadelige BFH-forbindelsene, samt håndtere avfall fra produkter som inneholder disse stoffene på en forsvarlig måte. Dette kan oppnås med tiltak som forbud mot enkelte stoffer, kontroll med innsamling og avfallsbehandling.

For å kunne gjennomføre de riktige tiltakene, må beslutningene være kunnskapsbaserte, samtidig som det kan være nødvendig å gjøre tiltak ut fra et før-var-prinsipp. I den anledning har SFT engasjert Norges Geotekniske Institutt (NGI) til å gjennomføre en studie der utlekking av BFH-forbindelser fra ee-avfall kartlegges. En slik studie vil kvantifisere mobiliteten til disse stoffene, og kan derfor inngå i grunnlaget for å bestemme den potensielle miljørisiko som bromerte flammehemmere utgjør.

SFT Oslo, desember 2004

Hilde Therese Hamre
direktør for lokalmiljøavdelingen

Innhold:

1.	Sammendrag	4
2.	Innledning	5
3.	Navnsetting av polybromerte difenyletere (PBDE)	6
4.	Metode	7
4.1	Innhenting og tillaging av blandprøve med ee-avfall.....	7
4.2	Kjemisk analyse av ee-avfall.....	7
4.3	Utlekkingstest av ee-avfall	7
5.	Resultater	9
5.1	Kjemisk analyse av ee-avfall.....	9
5.2	Utlekkingstest av ee-avfall	9
6.	Diskusjon	11
6.1	Mobilitet	11
6.2	Konsentrasjoner av BFH i ee-avfall	12
6.3	Konsentrasjoner av BFH i sigevann fra norske deponier.....	12
7.	Referanser	14

Vedlegg A	Analyseresultater: BFH, klor, brom og antimon i ee-avfall.
Vedlegg B	Analyseresultater: BFH i blindprøver og eluater fra utlekkingstest.
Vedlegg C	Analyseresultater: Utlekkingstest etter prEN 14405

1. Sammendrag

Bromerte flammehemmere (BFH) er en gruppe bromholdige forbindelser som brukes som brannhemmende middel i en rekke produkter, inkludert elektroniske og elektriske produkter. I den senere tid har disse stoffene fått økt oppmerksomhet på grunn av sin utbredelse i miljøet. Noen av disse stoffene er kjent å være lite nedbrytbare i miljøet, og kan oppkonsentreres i næringskjeden. Kommunale og industrielle avløp, sigevann fra avfallsdeponier og håndtering av metallholdig skrap kan være kilder til utslipp av disse forbindelsene.

NGI har på oppdrag av SFT gjennomført en studie av utlekking av BFH fra kasserte elektroniske og elektriske produkter (ee-avfall). Målet med prosjektet er å finne hvilke effekter organisk materiale i elueringsvæske (sigevann) har på utlekkingen av BFH. Videre presenteres det en sammenstilling av relevante fysio-kjemiske data om BFH. Dataene fra dette prosjektet sammenstilles med andre funn av BFH i ee-avfall, og funn av BFH i sigevann fra noen norske deponier.

EE-avfallet benyttet i dette forsøket ble generert ved Stena Miljøs anlegg for demontering av ee-avfall, og hentet ved Klemetsrud avfallsforbrenningsanlegg. Avfallet besto av kabinetter, hovedsaklig fra fjernsyn og PC. NGI har utført utlekkings tester på dette avfallet etter prEN 14405.

Kjemisk analyse viser at ee-avfallet inneholder klart mest av hepta- til dekaBDE, med mindre mengder heksaBDE og TBBPA. Konsentrasjonene av de ulike BFH-forbindelser funnet i denne studien ligger stort sett innenfor intervallene rapportert av Norsk metallretur (2003).

Utlekkingstestene viser at TBBPA er den mest vannløselige av de målte BFH-forbindelsene.

Av de bromerte flammehemmerne ble det brukt mest TBBPA i Norge i 2001 (SFT, 2003). Denne studien viser at TBBPA har den høyeste utlekkingen til vannfase fra ee-avfall. Dette betyr at TBBPA i mindre grad enn PBDE immobiliseres ved sedimentasjon, men forblir i vannfasen. I henhold til NILU (2002) er TBBPA meget giftig for akvatiske organismer. Den har hormonhermende egenskaper, og er tungt nedbrytbar.

Tatt dette i betraktning, kan den negative miljøeffekten av TBBPA være svært betydelig.

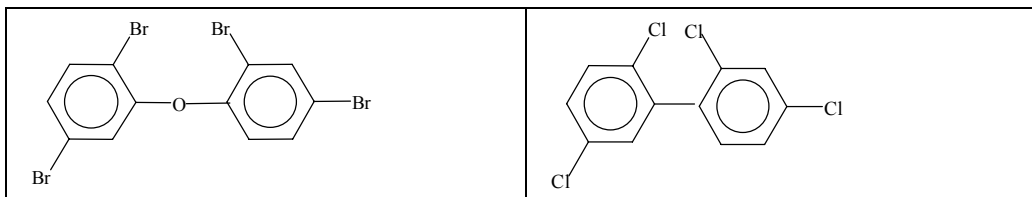
2. Innledning

Bromerte flammehemmere (BFH) er en gruppe bromholdige forbindelser som brukes som brannhemmende middel i en rekke produkter, inkludert elektroniske og elektriske produkter. I den senere tid har disse stoffene fått økt oppmerksomhet på grunn av sin utbredelse i miljøet (NIVA/NILU/Jordforsk 2004). Noen av disse stoffene er lite nedbrytbare i miljøet, og kan oppkonsentreres i næringskjeden. Kommunale og industrielle avløp, sigevann fra avfallsdeponier og håndtering av metallholdig skrap kan være kilder til utslipp av disse forbindelsene.

NGI har på oppdrag av SFT gjennomført en studie av utlekking av BFH fra kasserte elektroniske og elektriske produkter (ee-avfall). Målet med prosjektet er å finne hvilke effekter organisk materiale i elueringsvæske (sigevann) har på utlekkingen av BFH. Videre presenteres det en sammenstilling av relevante fysio-kjemiske data om BFH. Dataene fra dette prosjektet sammenstilles med andre funn av BFH i ee-avfall, og funn av BFH i sigevann fra noen norske deponier.

3. Navnsetting av polybromerte difenyletere (PBDE)

Polybromerte difenyletere (PBDE) er forbindelser som har en struktur som på mange måter er lik polyklorerte bifenyler (PCB). PCB består av to bensenringer bundet med en enkeltbinding. Det er bundet fra ett til ti kloratomer til de to bensenringene. PBDE består også av to bensenringer, men disse er bundet sammen via et oksygenatom. Hos PBDE er det fra ett til ti bromatomer bundet til bensenringene. Navnsettingen av PBDE er derfor analogt med navnsettingen for PCB, med kongenernummer fra 1 til 209. Figur 1 og figur 2 illustrerer likheten mellom to analoge kongenerer av PCB og PBDE.



Figur 1. PBDE-49 (2,2',4,5' tetrabromdifenyleter)

PCB-49 (2,2',4,5' tetraklordifenyl)

Ved kjemisk analyse hos Analytica av PBDE blir ikke alle enkeltkongenerene kvantifisert. Resultatene oppgis som sum av kongenerer med lik bromeringsgrad. Det vil si at f.eks. pentaBDE er summen av alle kongenerer med fem bromatomer. Noen av enkeltkongenerene (PBDE-47, PBDE-99, PBDE-100) er kvantifisert.

4. Metode

4.1 Innhenting og tillaging av blandprøve med ee-avfall

EE-avfallet i dette forsøket ble generert ved Stena Miljø sitt anlegg for demontering av ee-avfall, og grovkvernet ved Klemetsrud avfallsforbrenningsanlegg. Dette avfallet besto av kabinetter, hovedsaklig fra fjernsyn og PC. Større biter av metall og andre fremmedlegemer ble tatt ut av blandprøven, som deretter ble knust ned til < 4 mm. Det nedknuste materialet ble grundig homogenisert før det ble tatt ut delprøver til kjemisk analyse og utlekkingsstester.

4.2 Kjemisk analyse av ee-avfall

Ved Analytica er det gjennomført kjemisk analyse av BFH i blandprøven, sammen med analyse av totalinnholdet av brom, antimon og klor. BFH er analysert med GC-MSD etter ekstraksjon ved soxling med toluen. Bestemmelsen av BFH omfatter forbindelsene som er presentert i tabell 1.

Tabell 1 Analyserte BFH forbindelser

Analytica betegnelse	Kjemisk forbindelse/gruppe	IUPAC navn
TetraBDE*	Sum av kongenere med bromeringsgrad 4	-
BDE47	2,2',4,4'-tetrabromdifenyleter	PBDE-47
PentaBDE*	Sum av kongenere med bromeringsgrad 5	-
BDE99	2,2'4,4',5'-pentabromdifenyleter	PBDE-99
BDE100	2,2'4,4',6'-pentabromdifenyleter	PBDE-100
HeksaBDE*	Sum av kongenere med bromeringsgrad 6	-
HeptaBDE*	Sum av kongenere med bromeringsgrad 7	-
OktaBDE*	Sum av kongenere med bromeringsgrad 8	-
NonaBDE*	Sum av kongenere med bromeringsgrad 9	-
DekaBDE*	Dekabromdifenyleter	PBDE-209
TBBPA	Tetrabrombisfenol-A	-
DeBB	Dekabrombifenyl	-
HBCD	Heksabromsyklododekan	-

*BDE = bromdifenyleter

4.3 Utlekkingstest av ee-avfall

Utlekkingstestene ble utført etter kolonnetesten prEN 14405. Utlekkingsvæske blir pumpet opp gjennom en kolonne fylt med det nedknuste ee-avfallet. Det tas ut prøve av utlekkingsvæsken ved L/S forhold (væske-fast stoff forhold) 0,5, 2, og 10. Eluatene analyseres for konsentrasjon av BFH, pH og ledningsevne, og det beregnes utlekket mengde BFH pr. mengdeenhet tørrstoff fra ee-avfallet.

Utlekkingstesten er utført med tre forskjellige utlekkingsvæsker.

- Rent vann som beskrevet i standard metode
- Oksygenert og filtrert sigevann fra Grønmo avfallsdeponi
- Rent vann mettet med n-oktanol

Hensikten med dette testoppsettet er å kunne dokumentere effekten av høyt organisk innhold, som man gjerne observerer i et deponi, på utlekkingen av BFH.

NGI miljølaboratoriet er akkreditert for utlekkings tester etter NS-EN ISO/IEC 17025.

5. Resultater

5.1 Kjemisk analyse av ee-avfall

Resultatene fra kjemisk analyse av den nedknuste blandprøven med ee-avfall er presentert i tabell 2. Analyserapportene med detaljer om metode og deteksjonsgrenser er vedlagt i sin helhet i vedlegg A.

Tabell 2 Resultater BFH (mg/kg ts), klor, brom og antimon i ee-avfall

Stoff	Konsentrasjon (mg/kg ts)
TetraBDE	i.p
BDE47	<20
PentaBDE	i.p
BDE99	<20
BDE100	<20
HeksaBDE	140
HeptaBDE	1600
OktaBDE	8400
NonaBDE	1400
DekaBDE	8800
TBBPA	430
DeBB	<50
HBCD	<50
Total brom	2,13 %
Total klor	0,19 %
Antimon	132 mg/kg
Tørrestoffinnhold	100 %

i.p = ikke påvist

< = mindre enn

5.2 Utlekkingstest av ee-avfall

Analyserapporten fra utlekkings testen er presentert i sin helhet i vedlegg C. Analyserapporten fra analyse av de ulike eluatene og blindprøvene fra utlekkings testen er presentert i vedlegg B. Resultatene er sammenstilt i tabell 3.

Resultatene viser at konsentrasjonen av BFH-forbindelser i blindprøvene ikke er forskjellige fra metodens deteksjonsgrense.

I tabell 3 er konsentrasjoner av BFH i eluatene fra utlekkings testen som er over tre ganger høyere enn blindprøven, merket med uthevet skrift. Dette er forbindelsene hekso-, hepta-, okta-, nona-, og dekaBDE samt TBBPA. Disse anses å ha en signifikant utlekking fra ee-avfallet. Merk at TBBPA foreligger i konsentrasjoner 2-3 størrelsesordener over PBDE-forbindelsene. Årsaken til at det ikke er detektert utlekking av de andre forbindelsene er at ee-avfallet ikke inneholder detekterbare konsentrasjoner av dem (tabell 2).

Utlekkingen av BFH-forbindelser fra ee-avfallet blir generelt ikke påvirket av om utlekkingsvæsken er rent vann, sigevann eller vann mettet med n-oktanol. Et unntak er TBBPA, der sigevann øker utlekkingen med en faktor 5 i forhold til rent vann. Ved høye L/S forhold, tilsvarende infiltrasjon gjennom et deponi over lang tid, blir forskjellene mellom elueringsvæskene marginale.

Resultatene viser også at TBBPA er den mest vannløselige av de målte BFH-forbindelsene. Den relative utlekkingen av forbindelsene kan beregnes ved å dividere kumulativ utlekket mengde (vedlegg C) på totalinnhold (tabell 2) etter formelen:

$$\text{Relativ utlekking} = \text{Kumulativ utlekking (mg/kg TS)} / \text{totalinnhold (mg/kg TS)}$$

Med relativ utlekking forstås den andelen av totalinnholdet i ee-avfallet som mobiliseres over i løst form i vannfasen.

TBBPA har en relativ utlekking på 0,8-0,9 % uansett om det er rent vann, sigevann eller vann mettet med n-oktanol som brukes som utlekkingsvæske. For de øvrige BFH forbindelsene er den relative utlekkingen flere størrelsesordener lavere, rundt 0,00001 %.

Tabell 3 BFH i eluater fra utlekkingsstest ($\mu\text{g/l}$)

Stoff	Blindprøve		L/S = 0,5			L/S = 2			L/S = 10		
	Sige- vann	Vann- oktanol	Rent vann	Sige- vann	Vann- oktanol	Rent vann	Sige- vann	Vann- oktanol	Rent vann	Sige- vann	Vann- oktanol
Tetra BDE	<0,0010	n.d	0,0011	0,0018	0,0026	0,0018	<0,0010	0,0017	<0,0010	0,001	0,0011
BDE-47	0,00029	<0,0010	0,0008	0,0011	0,002	0,0011	0,0007	0,0011	0,0005	0,0008	0,0009
Penta BDE	<0,0010	n.d	0,001	0,0011	0,0037	0,0011	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	0,0016
BDE-99	0,00023	<0,0010	0,0009	0,0011	0,0036	0,0011	0,005	0,0008	0,0005	0,0005	0,0016
BDE-100	<0,0002	<0,0010	0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001
Heksa BDE	0,001	<0,0050	0,015	0,021	0,015	0,014	0,0047	0,01	0,0044	0,0052	0,008
Hepta BDE	0,0052	<0,010	0,083	0,23	0,12	0,1	0,024	0,073	0,023	0,027	0,07
Okta BDE	0,026	<0,050	0,97	2,4	2	0,12	0,6899	1,3	0,5	0,5	1,8
Nona BDE	<0,010	<0,050	0,27	0,25	0,49	0,22	0,14	0,25	0,1	0,09	0,36
Deka BDE	<0,010	<0,050	0,54	0,95	0,54	0,39	0,19	0,38	0,16	0,13	0,45
TBBPA	0,058	<0,020	71	330	63	68	340	180	440	410	370
DeBB	<0,010	<0,050	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
HBCD	<0,020	<0,20	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
TOC*	99	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*TOC er gitt i mg/l

< = mindre enn

n.d er ikke detektert på grunn av matriksinterferens

6. Diskusjon

6.1 Mobilitet

Det er flere faktorer som er bestemmende for mobiliteten av BFH-forbindelser til vannfase. Vannløseligheten uttrykkes ved konstanter som K_{ow} (vann-oktanol fordelingskoeffisient) og S_w (vannløselighet). Fordelingen mellom vann og luft uttrykkes ved H_{25} (Henrys lov konstant). Tabell 4 presenterer slike konstanter for noen BFH-forbindelser. Dataene er hentet fra Tittlemier et al. (2002), og viser at disse forbindelsene har en vannløselighet som generelt er lavere enn for PCB. Økende bromeringsgrad av PBDE gir en redusert vannløselighet og flyktighet. Det er også hentet fysiokjemiske data for TBBPA, dekaBDE og HBCD fra rapporter under arbeid for EU om risikovurdering av disse stoffene. Dataene viser at TBBPA har en betydelig høyere vannløselighet enn de tyngre kongenerene av PBDE.

Slike konstanter beskriver normalt løseligheten til enkeltforbindelser. Når det er flere forbindelser til stede, reduseres løseligheten for hver av enkeltforbindelsene. Dette er beskrevet av Raoult's lov.

Samtidig vil høye konsentrasjoner av organisk materiale i vannfasen kunne føre til fasilitert transport, det vil si at mobiliteten fra fast stoff til vannfase øker. Dette kan trolig forklare den økte utlekkingen som er observert med sigevann og tildels med vann mettet med oktanol ved lave L/S forhold (tilsvarer infiltrasjon av vann i deponi over en kort tidshorisont).

Tabell 4 Fysiske og kjemiske konstanter for noen BFH-forbindelser

Kjemisk navn	IUPAC navn	S_w µg/l	H_{25} Pa m ³ /mol	K_{ow}
4,4'-dibromdifenyleter	PBDE-15	130	21	5,55
2,4,4'-tribromdifenyleter	PBDE-28	70	5,1	5,98
2,2',4,4'-tetrabromdifenyleter	PBDE-47	15	1,5	6,55
2,3'4,4'-tetrabromdifenyleter	PBDE-66	18	0,50	6,73
3,3'4,4'-tetrabromdifenyleter	PBDE-77	6	1,2	6,96
2,2'4,4',5'-pentabromdifenyleter	PBDE-99	9,4	0,23	7,13
2,2'4,4',6-pentabromdifenyleter	PBDE-100	40	0,069	6,86
2,2'3,4,4-pentabromdifenyleter	PBDE-85	6	0,11	7,03
2,2',4,4',5,5'-heksabromdifenyleter	PBDE-153	0,87	0,067	7,62
2,2',4,4',5,6'-heksabromdifenyleter	PBDE-154	0,87	0,24	7,39
2,2',3',4,4',5',6'-heptabromdifenyleter	PBDE-183	1,5	0,0074	-
2,3,3',4,4',5,6'-heptabromdifenyleter	PBDE-190	n.a	n.a	8,36
Dekabromdifenyleter	PBDE-209	< 0,1*	n.a	6,27*
Tetrabrombisfenol-A	TBBPA	63-240*	n.a	5,90*
Dekabrombifenyl		n.a	n.a	n.a
Heksabromsyklododekan	HBCD	3,4*	n.a	5,63*

S_w er vannløselighet

H_{25} er Henrys konstant ved 25 C

K_{ow} er vann-oktanol koeffisienten

n.a er ikke tilgjengelig

< = mindre enn

* Data brukt i utkast til risikovurdering av TBBPA, DekabDE og HBCDD. Rapportene er under utarbeidelse for EU.

En annen viktig faktor for vannløseligheten til BFH-forbindelser er om de er brukt som et additiv i plastmaterialet, eller om de er kjemisk bundet til plastpolymerene. TBBPA er, i motsetning til de øvrige BFH-forbindelsene, i større grad benyttet som kjemisk bundet flammehemmer (NILU, 2002), noe som tilsier redusert vannløselighet. I denne studien er imidlertid TBBPA observert å ha den høyeste vannløseligheten av de studerte BFH-forbindelsene. Den kjemiske strukturen til TBBPA er forskjellig fra PBDE ved at det er en hydroksylgruppe på hver av de to bensenringene. Dette kan forklare den observerte høyere vannløseligheten.

Det er rapportert data for utlekking av BFH i shredderfluff, en restfraksjon som oppstår etter opphugging av sanert ee-avfall, bilvrak og annet metallholdig avfall. Den viser at det kun er signifikant utlekking av TBBPA (Hellik Teigen, 2004). Dette resultatet bygger opp under det som er observert i denne studien, selv om sikre tall for totalinnholdet av BFH i shredderfluff ennå ikke foreligger.

6.2 Konsentrasjoner av BFH i ee-avfall

Det er forskjeller i hvilke typer flammehemmere som er, og har vært i bruk i ulike elektriske og elektroniske produkter. I rapporter utgitt av Nemko (2002) og SFT (2003) gis oversikter over hvilke typer flammehemmere som har vært i bruk i produksjonen av ee-produkter, isolasjonsmaterialer og tekstiler. Disse rapportene viser at det må forventes store variasjoner i konsentrasjonen av BFH mellom ulike typer ee-avfall.

Dette forholdet gjenspeiles i analyser av BFH i ulike typer ee-avfall presentert i en rapport fra Norsk metallretur (2003). De konsentrasjonene av BFH-forbindelser som er funnet i materialet brukt i denne studien, ligger stort sett innenfor intervallene rapportert av Norsk metallretur (2003), med unntak av TBBPA. Norsk metallretur (2003) rapporterer opp til 800 000 mg/kg ts, tilsvarende 80 %. Disse resultatene omtales imidlertid i rapporten som usannsynlig høye.

6.3 Konsentrasjoner av BFH i sigevann fra norske deponier

NILU (2002) har kartlagt konsentrasjonen av BFH i sedimenter fra sedimenteringsbassenger fra avfallsdeponier og i ulike biologiske materialer. Resultatene viste at det var påvist PBDE i alle prøvene fra avfallsdeponiene, der PBDE-209 var mest framtrødende. Videre viser disse resultatene at også TBBPA er påvist i alle avfallsdeponier, og i konsentrasjoner av samme størrelsesorden som PBDE-209.

PBDE-209 har på grunn av den høye bromeringsgraden lavere vannløselighet enn de øvrige PBDE. Dette betyr at denne forbindelsen assosieres lettere til partikler, og anrikes ved sedimentasjon. Dette er trolig årsaken til at PBDE-209 er påvist i høyest konsentrasjon i sediment fra avfallsdeponier.

Av de bromerte flammehemmerne ble det brukt mest TBBPA i Norge i 2001 (SFT, 2003). Denne studien viser at TBBPA har den høyeste utlekkingen til vannfase fra ee-avfall. Dette betyr at TBBPA i mindre grad enn PBDE immobiliseres ved sedimentasjon, men forblir i

vannfasen. I henhold til NILU (2002) er TBBPA meget giftig for akvatiske organismer. Den har hormonhermende egenskaper, og er tungt nedbrytbar.

Tatt dette i betraktning, kan den negative miljøeffekten av TBBPA være svært betydelig.

7. Referanser

Hellik Teigen (2004)

Brev til Statens forurensningstilsyn, signert Ring Tore Teigen, datert 21. april 2004.

Nemko (2002)

Plastic material and flame-retardants for electrical and electronic equipment (EEE). Investigation report for overview of the most common used plastic types and their flame-retardant for four types of EE-products. Nemko AS, dated 2002-11-22.

NIVA/NILU/jordforsk (2004)

Kartlegging av utvalgte nye organiske miljøgifter-bromerte flammehemmere, klorerte parafiner, bisfenol A og triclosan.

NIVA rapport O-23338, ISBN 82-577-4488-3.

NILU (2002)

Kartlegging av bromerte flammehemmere og klorerte parafiner. TA-1924/2002, ISBN 82-425-1411-9, 2002.

Norsk metallretur (2003)

Rapport om innhold av bromerte Flammehemmere i EE-avfall. Norsk metallretur, datert 22/10-03.

SFT (2003)

Bruken av bromerte flammehemmere i produkter. Materialstrømsanalyse. TA-1947/2003.

Tittlemier et. al (2002)

A. Tittlemier, T. Halldorsen, G. Stern, G. Tomy. Vapor pressure, aqueous solubility, and Henry's law constants of some brominated flame retardants. Environmental Toxicology and Chemistry, no. 9, pp. 1804-1810, 2002.

Vedlegg A:

Analyseresultater:

BFH, klor, brom og antimon i ee-avfall

Registrert: 2004-02-12
Analysert : 2004-03-02
Utført : 2004-03-02

Norges Geotekniske Institutt, NGI
Arne Pettersen
Miljøgeologi
Boks 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

OJ-25GBA.R1

Prosjeknr :
Prosjektnavn : BFH i EE-plast

Faks :+4722 23 37 50

REVIDERT RAPPORT SOM I SIN HELHET ERSTATTER RAPPORT DATERT 2004-02-26.
(enhetene er rettet opp)

Analyse av bromerte flammehemmere (BFH) i jord (OJ-25).

Metode: Bromerte flammehemmere (BFH): GC/MSD
Tørrstoff (TS): DIN ISO 11465 (akkreditert)

Ekstraksjon: Soxling med toluen

Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD

Laboratorium: GBA

Akkrediteringsstatus: Analysen er ikke akkreditert.

Note: Heksabromsyklodekan (HBCD) kan kun påvises, dersom ekstraktet ikke må renses.

Analytica Prvnavn1 Prvnavn2		0010672 EE-PLAST
TS	%	100
tetraBDE	mg/kg TS	n.d.
PBDE 47	mg/kg TS	<20
pentaBDE	mg/kg TS	n.d.
PBDE 99	mg/kg TS	<20
PBDE 100	mg/kg TS	<20
heksaBDE	mg/kg TS	140
heptaBDE	mg/kg TS	1600
oktaBDE	mg/kg TS	8400
nonaBDE	mg/kg TS	1400
dekaBDE	mg/kg TS	8800
tetrabrombisfenol-A	mg/kg TS	430
dekabrombifenyl	mg/kg TS	<50
Heksaabromsyklododekan	mg/kg TS	<50

Analytica pr.nr N20010672-00: n.d.= ikke detektert

Registrert: 2004-02-12
Analysert : 2004-02-24
Utført : 2004-02-24

Norges Geotekniske Institutt, NGI
Arne Pettersen
Miljøgeologi
Boks 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

I-4A.R1

Prosjektnr :
Prosjektnavn : **Antimon i EE-plast**

Faks :+4722 23 37 50

ANALYSE AV TUNGMETALLER I PLAST.

Oppløsning: Salpetersyre og H₂O₂ i mikrobølgeovn.

Deteksjon og kvantifisering: Plasma-emisjonsspektrometri ICP-AES
Plasma-massespektrometri (Sektor field) ICP-SFMS
Atomfluorescens AFS

Laboratorium: Analytica Luleå

Akkrediteringsstatus: Analysen er akkreditert av Swedac (reg. nr 1087).

Noter: I rapporten anvendes følgende forkortelser:
E (A*) før analyseverdien betyr at sluttbestemmelsen er utført med ICP-AES.
H (S*) før analyseverdien betyr at sluttbestemmelsen er utført med ICP-SFMS.
F (G*) foran en analysverdi betyr at sluttbestemmelse er utført med Atomfluorescens
V før analyseverdien betyr vekt.
± foran en verdi angir måleusikkerheten. Dette er en utvidet usikkerhet (definert i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med dekningsfaktor lik 2, som gir et konfidensintervall på omlag 95%.
* ikke akkreditert analyse

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag se prislisen eller vår webside www.analytica-norge.no.

rev030623TGM

Analytica 0007354
Prvnavn1 EE-Plast
Prvnavn2

Sb mg/kg A 132

Registrerad: 2004-02-12
Analyserad : 2004-02-25
Utfärdad : 2004-02-25

CL-BR-B.R1

Prosjektnr :
Prosjektnavn : Tot-Cl og Tot-Br

Norges Geotekniske Institutt, NGI
Arne Pettersen
Miljøgeologi
Boks 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Faks :+4722 23 37 50

Analyse av Klor (Cl) og Brom (Br).

*Metode: Basert på SS 187185
Tørstoffbestemmelse ved 105 °C*

Oppslutning: Vann i lukket teflonbeholder i mikrobølgeovn

Deteksjon og kvantifisering: Ionekromatograf

Laboratorium: Belab AB

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag se prislisten.

**Analytica
Prvnavn1
Prvnavn2****0010673
EE-PLAST**

Cl-tot	% TS	0.19
Br-tot	% TS	2.13

Vedlegg B:

Analyseresultater:

BFH i blindprøver og eluater fra utlekkingsstest



Registrerad: 2004-02-13
Analyserad: 2004-02-26
Utfärdad: 2004-02-26

Norges Geotekniske Institutt, NGI
Arne Pettersen
Miljøgeologi
Boks 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

OV-25GBA.R1

Prosjektnr: 20031677
Prosjektnavn: BFF i EE-Avfall

Faks :+4722 23 37 50

BROMERTE FLAMMEHEMMERE I VANN.

Metode: GC/MSD
Ekstraksjon: Væske-ekstraksjon med n-hexsan
Bestemmelse og kvantifisering: GC-MSD
Kvant grenser:
tetraBDE, pentaBDE, heksaBDE: 0,001 ug/l
BDE 47, BDE 99, BDE 100: 0,0001 ug/l
heptaBDE, oktaBDE: 0,002 ug/l
nonaBDE, tetrabr.bisfenol-A: 0,005 ug/l
dekaBDE, decabr.bifenyl, heksabr.syklododekan: 0,01 ug/l

Laboratorium: GBA

Akkrediteringsstatus:
Bromerte flammehemmere: Ikke akkreditert

Note: Heksabromsyklodekan (HBCD) kan kun påvises, dersom ekstraktet ikke må renses.

rev030703TGM

Analytica		0010720	0010721
Prvnavn1		Sigevann blank	OCTANOL/vann blank
Prvnavn2			
tetraBDE	µg/l	<0,0010	n.d.
PBDE 47	µg/l	0.00029	<0.0010
pentaBDE	µg/l	<0,0010	n.d.
PBDE 99	µg/l	0.00023	<0.0010
PBDE 100	µg/l	<0.0002	<0.0010
heksaBDE	µg/l	0,001	<0,0050
heptaBDE	µg/l	0,0052	<0,010
oktaBDE	µg/l	0,026	<0,050
nonaBDE	µg/l	<0,010	<0,050
dekaBDE	µg/l	<0,010	<0,050
tetrabr.bisfenol-A	µg/l	0.058	<0.020
decabrombifenyl	µg/l	<0,010	<0,050
heksabromsyklododekan	µg/l	<0,050	<0,20
		-----	-----
TOC	mg/l	99	180

Registrerad: 2004-03-03
Analyserad : 2004-03-16
Utfärdad : 2004-03-16

Norges Geotekniske Institutt, NGI
Arne Pettersen
Miljøgeologi
Boks 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

OV-25GBA.R1

Prosjektnr : 20031677
Prosjektnavn : BFH I EE-AVFALL

Faks :+4722 23 37 50

BROMERTE FLAMMEHEMMERE I VANN.

Metode: GC/MSD

Ekstraksjon: Væske-ekstraksjon med n-heksan

Bestemmelse og kvantifisering: GC-MSD

Kvant grenser:

tetraBDE, pentaBDE, heksaBDE:	0,001 ug/l
BDE 47, BDE 99, BDE 100:	0,0001 ug/l
heptaBDE, oktaBDE:	0,002 ug/l
nonaBDE, tetrabr.bisfenol-A:	0,005 ug/l
dekaBDE, decabr.bifenyl, heksabr.syklododekan:	0,01 ug/l

Laboratorium: GBA

Akkrediteringsstatus:

Bromerte flammehemmere: Ikke akkreditert

Note: Heksabromsyklodekan (HBCD) kan kun påvises, dersom ekstraktet ikke må renses.

rev030703TGM

Analytica		0011136	0011137	0011138
Prvnavn1		Rent vann L/S=0,5	Rent vann L/S=2	Rent vann L/S=10
Prvnavn2		Eluat fra utlekkingsstes	Eluat fra utlekkingsstes	Eluat fra utlekkingsstest
tetraBDE	µg/l	0,0011	0,0018	<0,0010
PBDE 47	µg/l	0,0008	0,0011	0,0005
pentaBDE	µg/l	0,001	0,0011	<0,0010
PBDE 99	µg/l	0,0009	0,0011	0,0005
PBDE 100	µg/l	0,0001	<0,0001	0,0001
heksaBDE	µg/l	0,015	0,014	0,0044
heptaBDE	µg/l	0,083	0,1	0,023
oktaBDE	µg/l	0,97	0,12	0,5
nonaBDE	µg/l	0,27	0,22	0,1
dekaBDE	µg/l	0,54	0,39	0,16
TBBPA	µg/l	71	68	440
decabrombifenyl	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
heksabromsyklododekan	µg/l	n.d.	n.d.	n.d.

Analytica		0011139	0011140	0011141
Prvnavn1		Sige vann L/S=0,5	Sige vann L/S=2	Sige vann L/S=10
Prvnavn2		Eluat fra utlekkingsstes	Eluat fra utlekkingsstes	Eluat fra utlekkingsstest
tetraBDE	<i>µg/l</i>	0,0018	<0,0010	0,001
PBDE 47	<i>µg/l</i>	0,0011	0,0007	0,0008
pentaBDE	<i>µg/l</i>	0,0011	<0,0010	<0,0010
PBDE 99	<i>µg/l</i>	0,0011	0,0005	0,0005
PBDE 100	<i>µg/l</i>	<0,0001	<0,0001	<0,0001
heksaBDE	<i>µg/l</i>	0,021	0,0047	0,0052
heptaBDE	<i>µg/l</i>	0,23	0,024	0,027
oktaBDE	<i>µg/l</i>	2,4	0,6899	0,5
nonaBDE	<i>µg/l</i>	0,25	0,14	0,09
dekaBDE	<i>µg/l</i>	0,95	0,19	0,13
TBBPA	<i>µg/l</i>	330	340	410
decabrombifenyl	<i>µg/l</i>	<0,010	<0,010	<0,010
heksabromsyklododekan	<i>µg/l</i>	n.d.	n.d.	n.d.

Analytica		0011142	0011143	0011144
Prvnavn1		Octanol/vann L/S =0.5	Octanol/vann L/S =2	Octanol/vann L/S =10
Prvnavn2		Eluat fra utlek. mettet	Eluat fra utlek. mettet	Eluat fra utlek. mettet
tetraBDE	µg/l	0,0026	0,0017	0,0011
PBDE 47	µg/l	0,002	0,0011	0,0009
pentaBDE	µg/l	0,0037	<0,0010	0,0016
PBDE 99	µg/l	0,0036	0,0008	0,0016
PBDE 100	µg/l	0,0001	<0,0001	<0,0001
heksaBDE	µg/l	0,015	0,01	0,008
heptaBDE	µg/l	0,12	0,073	0,07
oktaBDE	µg/l	2	1,3	1,8
nonaBDE	µg/l	0,49	0,25	0,36
dekaBDE	µg/l	0,54	0,38	0,45
TBBPA	µg/l	63	180	370
decabrombifenyl	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
heksabromsyklododekan	µg/l	n.d.	n.d.	n.d.

Vedlegg C:

Analyseresultater:

Utlekkingstest etter prEN 14405

Statens forurensningstilsyn
v/ George Nicholas Nelson
Postboks 8100 Dep

0032 Oslo

Oslo, 2004.03.18



62003 Analyseresultater fra NGI miljølaboratorium

Prosjektnavn: Utlekking av bromerte flammehemmere fra ee-avfall
Prosjektnummer: 20031677 - 49
Prøvetype: EE-plast
Antall prøver: 1
Mottatt dato: 2004.02.05
Anmerkninger: EE-plast ble utlekket med tre forskjellige utlekkingsvæsker:
Ionebyttet vann, Sigevann og Octanol/vann

Følgende analyser har blitt utført:

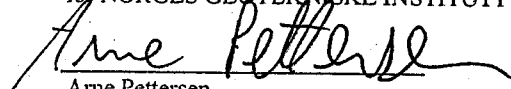
Parameter	Intern pros. MLP	MLP basert på	Akkreditert	Måleområde	Analysedato
Utv. kolonne	401	prEN 14405	Nei	Begrenset av det.gr	2004.02.09-2004.02.29
pH i vann	020	NS 4720	Ja	pH 3-11	2004.02.09-2004.02.29
Ledn.evn. i vann	030	NS-ISO 7888	Ja	15-13.000 µS/cm	2004.02.09-2004.02.29

Usikkerhet oppgis ved henvendelse til laboratoriet

Resultatene i vedleggene gjelder utelukkende den prøve som er oppgitt på arket.

Rapporten skal ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra laboratoriet. Resultatene kan derimot benyttes av NGIs prosjektleder i eventuell videre rapportering til NGIs eksterne kunder

Vennlig hilsen
for NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT


Arne Pettersen
Fagansvarlig miljølaboratorium

f:\62\miljo\62003\resultat\2004\20031677-bfh i ee-plast\20031677-mlp401-040213.xls\start

Postal address: P. O. Box 3930 Ullevaal Stadion, N-0806 OSLO, NORWAY
Street address: Sognsveien 72, OSLO
Internet: <http://www.ngi.no>

Telephone: (+47) 22 02 30 00
Telefax: (+47) 22 23 04 48
e-mail: ngi@ngi.no

Bank account: 5096 05 01281
Business No.: 958 254 318 MVA

Miljølaboratoriet - Kolonneforsøk - MLP 401

Prosjektnr.: 20031677

Prosjekttittel: Utlekking av BFH fra EE-avfall

Prøvenavn: EE-plast Rent vann

Dato/sign.: 2004.02.13 OyK

Dato/kontr.: 18/3-04 AP

Generell informasjon om forsøket

Det har blitt benyttet en kolonne med 10 cm indre diameter.

Tørrstoff innhold 97,2 %
 Mengde tørr prøve i kolonnen 1452 g
 Høyde i kolonnen 32 cm

Gjennomsnittlig flow 51,9 ml/t Tillatt område: 42,5-55,5

Det har blitt benyttet en kolonne med 10 cm indre diameter.
 Forsøket har blitt utført ved romtemperatur (20C +/- 5C)

Uttak av eluater (L/S forhold tatt ut og tillatt område for uttak)

Målinger i eluatene

Prøve navn	L/S	L/S forhold tatt ut	Uttak av L/S i området	Mengde vann tatt ut (ml)	pH	Ledn.evne (uS/cm)
Rent vann L/S=0,5	0,1	0,47	0,08 - 0,12	678	7,6	741
	0,2		0,16 - 0,24			
	0,5		0,43 - 0,57			
Rent vann L/S=2	1,0	2,03	0,88 - 1,12	2270	7,3	408
	2,0		1,78 - 2,22			
	5,0		4,68 - 5,32			
Rent vann L/S=10	10,0	10,25	9,58 - 10,42	11933	7,1	111

pH i første 15 ml: 8,1
 pH i resten av L/S=0,1: 7,6
 Forskjell i pH: 0,5

Likevekt er oppnådd når forskjellen er mindre enn 0,5 pH enheter

f:\62\miljo\62003\resultat\2004\20031677-bfh i ee-plast\20031677-mlp401-040213.xls\berregn_kolonne_octanol-vann

Norges Geotekniske Institutt
 Sognsveien 72

Postadresse:
 Postboks 3930 Ullevål Stadion
 0806 Oslo

Telefon:
 22 02 30 00

Telefaks:
 22 23 04 48

Miljølaboratoriet - Kolonneforsøk - MLP 401

Prosjektnr.: 20031677

Prosjekttittel: Utlekking av BFH fra EE-avfall

Prøvenavn: EE-plast Rent vann

Dato/sign.: 2004.02.13 OyK

Dato/kontr.:

18/3-04 AP

Konsentrasjon av miljøgifter (µg/l) i eluatene

	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0	kavnt.gr
tetraBDE			0,00110		0,00180		<0,001	<0,001
PBDE 47			0,000800		0,00110		0,000500	<0,0001
pentaBDE			0,001000		0,00110		<0,001	<0,001
PBDE 99			0,000900		0,00110		0,000500	<0,0001
PBDE 100			0,0001000		<0,0001		0,0001000	<0,0001
heksaBDE			0,0150		0,0140		0,00440	<0,001
heptaBDE			0,0830		0,1000		0,0230	<0,002
oktaBDE			0,970		0,120		0,500	<0,002
nonaBDE			0,270		0,220		0,1000	<0,002
dekaBDE			0,540		0,390		0,160	<0,01
TBBPA			71,0		68,0		440	<0,001
DeBB			<0,01		<0,01		<0,01	<0,01
HCBD			<0,001		<0,001		<0,001	<0,001

Kumulativ mengde utvasket (mg/kg ts)

	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0
tetraBDE			0,000000514		0,00000333		0,00000333-0,0000115
PBDE 47			0,000000374		0,00000209		0,00000620
pentaBDE			0,000000467		0,00000219		0,00000219-0,0000104
PBDE 99			0,000000420		0,00000214		0,00000625
PBDE 100			0,0000000467		0,000000467-0,000000203		0,000000869-0,00000103
heksaBDE			0,000000701		0,00000289		0,0000651
heptaBDE			0,00000388		0,000195		0,000384
oktaBDE			0,000453		0,000641		0,00475
nonaBDE			0,000126		0,000470		0,00129
dekaBDE			0,000252		0,000862		0,00218
TBBPA			0,0332		0,139		3,76
DeBB			0-0,00000467		0-0,0000203		0-0,000103
HCBD			0-0,000000467		0-0,00000203		0-0,0000103

E:\62milj\62003\resultat\2004\20031677-bfh i ee-plast\20031677-m\p01-040213.xls\beresn. kolonne oetanol-vann

Miljølaboratoriet - Kolonneforsøk - MLP 401

Prosjektnr.: 20031677

Prosjekttittel: Utlekking av BFH fra EE-avfall

Prøvenavn: EE-plast Sigevann

Dato/sign.: 2004.02.13 OyK

Dato/kontr.:

18/3-04 AP

Generell informasjon om forsøket

Det har blitt benyttet en kolonne med 10 cm indre diameter.

Tørrstoff innhold	97,2 %	
Mengde tørr prøve i kolonnen	1456 g	
Høyde i kolonnen	32 cm	
Gjennomsnittlig flow	50,6 ml/t	Tillatt område: 42,5-55,5

Det har blitt benyttet en kolonne med 10 cm indre diameter.

Forsøket har blitt utført ved romtemperatur (20C+/- 5C)

Uttak av eluater (L/S forhold tatt ut og tillatt område for uttak)

Målinger i eluatene

Prøve navn	L/S	L/S forhold tatt ut	Uttak av L/S i området	Mengde vann tatt ut (ml)	pH	Ledn.evne (µS/cm)
Sigevann L/S=0,5	0,1	0,53	0,08 - 0,12	779	8,3	4390
	0,2		0,16 - 0,24			
	0,5		0,43 - 0,57			
Sigevann L/S=2	1,0	2,01	0,88 - 1,12	2151	8,6	4220
	2,0		1,78 - 2,22			
	5,0		4,68 - 5,32			
Sigevann L/S=10	10,0	9,96	9,58 - 10,42	11582	8,5	4140

pH i første 15 ml: 8,3

pH i resten av L/S=0,1: 8,2

Forskjell i pH: 0,1

Likevekt er oppnådd når forskjellen er mindre enn 0,5 pH enheter

F:\62\miljo62\03\resultat\2004\20031677-bfh i ee-plast\20031677-mlp401-040213.xls|berogn. kolonne octanol-vann

Miljølaboratoriet - Kolonneforsøk - MLP 401

Prosjektnr.: 20031677

Prosjekttittel: Utlekking av BFH fra EE-avfall

Prøvenavn: EE-plast Sigevann

Dato/sign.: 2004.02.13 OyK

Dato/kontr.: 18/3-04 AP

Konsentrasjon av miljøgifter (µg/l) i eluatene

	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0	kavnt.gr
tetraBDE			0,00180		<0,001		0,001000	<0,001
PBDE 47			0,00110		0,000700		0,000800	<0,0001
pentaBDE			0,00110		<0,001		<0,001	<0,001
PBDE 99			0,00110		0,000500		0,000500	<0,0001
PBDE 100			<0,0001		<0,0001		<0,0001	<0,0001
heksaBDE			0,0210		0,00470		0,00520	<0,001
heptaBDE			0,230		0,0240		0,0270	<0,002
oktaBDE			2,40		0,690		0,500	<0,002
nonaBDE			0,250		0,140		0,0900	<0,002
dekaBDE			0,950		0,190		0,130	<0,01
TBBPA			330		340		410	<0,001
DeBB			<0,01		<0,01		<0,01	<0,01
HBCD			<0,001		<0,001		<0,001	<0,001

Kummulativ mengde utvasket (mg/kg ts)

	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0
tetraBDE			0,000000962		0,000000962-0,00000244		0,00000892-0,0000104
PBDE 47			0,000000588		0,00000162		0,00000798
pentaBDE			0,000000588		0,000000588-0,00000207		0,00000588-0,0000100
PBDE 99			0,000000588		0,00000133		0,00000530
PBDE 100			0-0,0000000535		0-0,000000201		0-0,000000996
heksaBDE			0,0000112		0,0000182		0,0000595
heptaBDE			0,000123		0,000158		0,000373
oktaBDE			0,00128		0,00230		0,00628
nonaBDE			0,000134		0,000340		0,00106
dekaBDE			0,000508		0,000789		0,00182
TBBPA			0,176		0,679		3,94
DeBB			0-0,00000535		0-0,0000201		0-0,0000996
HBCD			0-0,00000535		0-0,00000201		0-0,00000996

F:\V2\miljø\G2003\resultat\2003\20031677-bf\i-ee-plast\20031677-mlp401-140213.xls\herregn_kolonne\ee-plast-vann

Miljølaboratoriet - Kolonneforsøk - MLP 401

Prosjektnr.: 20031677

Prosjekttittel: Utlekking av BFH fra EE-avfall

Prøvenavn: EE-plast Octanol/vann

Dato/sign.: 2004.02.13 OyK

Dato/kontr.: 18/2-04 AP

Generell informasjon om forsøket

Det har blitt benyttet en kolonne med 10 cm indre diameter.

Tørrstoff innhold	97,2 %		
Mengde tørr prøve i kolonnen	1468 g		
Høyde i kolonnen	32 cm		
Gjennomsnittlig flow	51,1 ml/t	Tillatt område:	42,5-55,5

Det har blitt benyttet en kolonne med 10 cm indre diameter.
Forsøket har blitt utført ved romtemperatur (20C+/- 5C)

Uttak av eluater (L/S forhold tatt ut og tillatt område for uttak)

Målinger i eluatene

Prøve navn	L/S	L/S forhold tatt ut	Uttak av L/S i området	Mengde vann tatt ut (ml)	pH	Ledn.evne (µS/cm)
Octanol/vann L/S=0,5	0,1	0,51	0,08 - 0,12	752	7,6	659
	0,2		0,16 - 0,24			
	0,5		0,43 - 0,57			
Octanol/vann L/S=2	1,0	1,99	0,88 - 1,12	2174	7,2	365
	2,0		1,78 - 2,22			
	5,0		4,68 - 5,32			
Octanol/vann L/S=10	10,0	9,97	9,58 - 10,42	11713	6,9	96

pH i første 15 ml:	7,9
pH i resten av L/S=0,1:	7,5
Forskjell i pH:	<u>0,4</u>

Likevekt er oppnådd når forskjellen er mindre enn 0,5 pH enheter

f:\i62\miljov6\2003\resultat\2004\20031677-bfh i ee-plast\20031677-mlp401-040213.xls\berogn. kolonne octanol-vann



Miljølaboratoriet - Kolonneforsøk - MLP 401

Prosjektnr.: 20031677

Prosjekttittel: Utlekking av BFH fra EE-avfall

Prøvenavn: EE-plast Octanol/vann

Dato/sign.: 2004.02.13 OyK

Dato/kontr.:

18/5-04 AV

Konsentrasjon av miljøgifter (µg/l) i eluatene

	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0	kavnt.gr
tetraBDE			0,00260		0,00170		0,00110	<0,001
PBDE 47			0,00200		0,00110		0,000900	<0,0001
pentaBDE			0,00370		<0,001		0,00160	<0,001
PBDE 99			0,00360		0,000800		0,00160	<0,0001
PBDE 100			0,0001000		<0,0001		<0,0001	<0,0001
heksaBDE			0,0150		0,01000		0,00800	<0,001
heptaBDE			0,120		0,0730		0,0700	<0,002
oktaBDE			2,00		1,30		1,80	<0,002
nonaBDE			0,490		0,250		0,360	<0,002
dekaBDE			0,540		0,380		0,450	<0,01
TBBPA			63,0		180		370	<0,001
DeBB			<0,01		<0,01		<0,01	<0,01
HBCD			<0,001		<0,001		<0,001	<0,001

Kummulativ mengde utvasket (mg/kg ts)

	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0
tetraBDE			0,0000133		0,0000385		0,0000126
PBDE 47			0,0000102		0,0000265		0,00000983
pentaBDE			0,0000190		0,0000190-0,00000338		0,0000147-0,0000161
PBDE 99			0,0000184		0,0000303		0,0000158
PBDE 100			0,000000512		0,000000512-0,00000199		0,000000512-0,000000997
heksaBDE			0,00000768		0,0000225		0,0000863
heptaBDE			0,0000615		0,000170		0,000728
oktaBDE			0,00102		0,00295		0,0173
nonaBDE			0,000251		0,000621		0,00349
dekaBDE			0,000277		0,000839		0,00443
TBBPA			0,0323		0,299		3,25
DeBB			0-0,00000512		0-0,0000199		0-0,0000997
HBCD			0-0,000000512		0-0,00000199		0-0,00000997

F:\V62\milj\62903\resultat\2004\20031677-hf i ee-plast\20031677-mlp401-040213.xls\Beregning_kolonne octanol-vann



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 Norge Geotekniske Institutt (NGI)	Kontaktperson SFT George Nicholas Nelson	ISBN-nummer 82-7655-484-9
--	---	------------------------------

	Avdeling i SFT Lokalmiljøavdelingen	TA-nummer 2060/2004
--	--	------------------------

Oppdragstakers prosjektansvarlig Arne Pettersen	År 2004	Sidetall 13 + vedlegg	SFTs kontraktnummer 3003102
--	------------	--------------------------	--------------------------------

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

Forfatter(e) Arne Pettersen og Jan Erik Sørli – NGI
Tittel - norsk og engelsk Bromerte flammehemmere i ee-avfall. Karakterisering av utlekkingssegenskaper Brominated flame retardants in ee-waste. Characterisation of leaching properties.
Sammendrag – summary NGI har gjennomført en studie av utlekking av BFH fra kasserte elektroniske og elektriske produkter (ee-avfall). Utlekkingstestene viser at TBBPA er den mest vannløselige av de målte BFH-forbindelsene. Dette betyr at TBBPA i mindre grad enn PBDE immobiliseres ved sedimentasjon, men forblir i vannfasen. TBBPA meget giftig for akvatiske organismer. Den har hormonhermende egenskaper, og er tungt nedbrytbar. Tatt dette i betraktning, kan den negative miljøeffekten av TBBPA være svært betydelig. NGI has conducted a study to characterize the leaching properties of brominated flame retardants in waste from electric and electronic equipment. The leaching tests show that TBBPA is the most water soluble BFR specie. This means that TBBPA is less likely to be immobilized by sedimentation, but stay in the water face. TBBPA is toxic to aquatic organisms, and is not degradable. Considering this, the negative environmental impact of TBBPA is potentially significant.

4 emneord Bromerte flammehemmere ee-avfall Utlekkingstest Mobilitet	4 subject words Brominated flame retardants ee-waste Leaching test Mobility
---	---