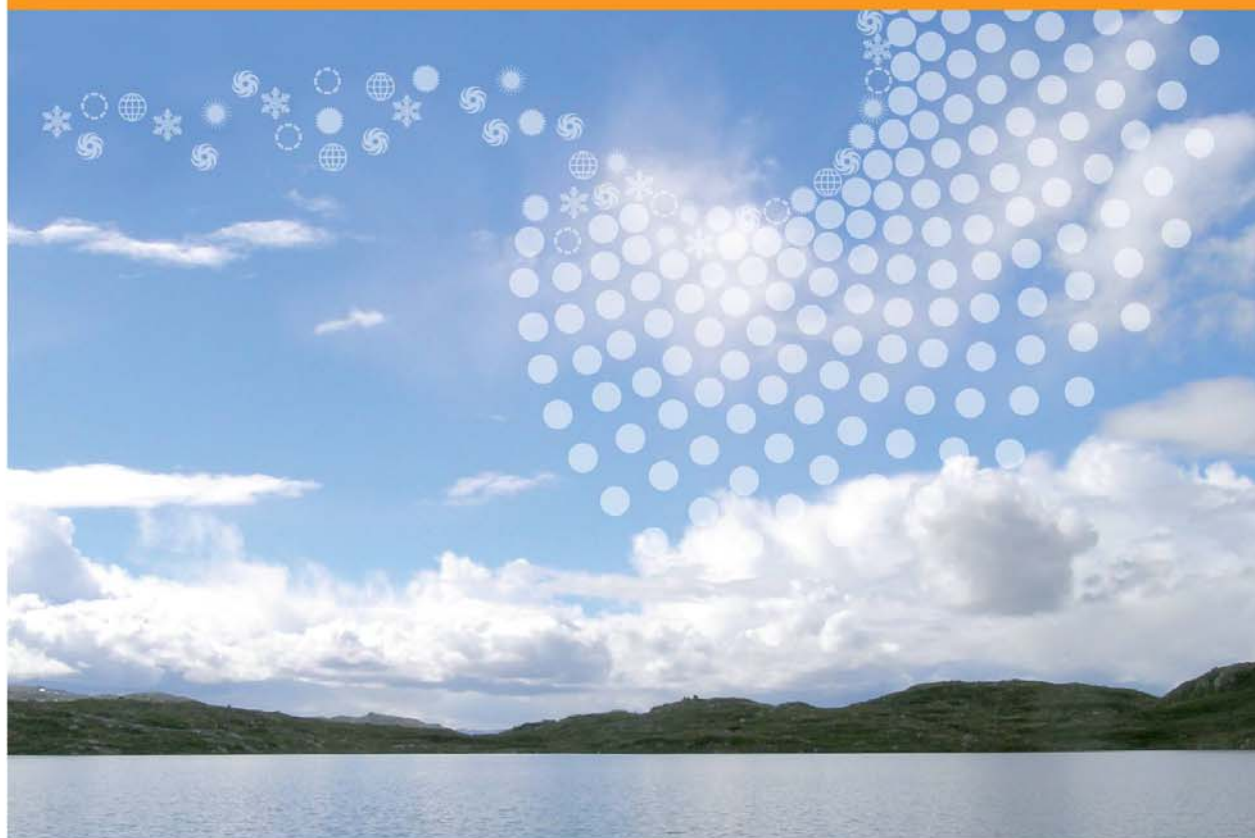




Statlig program for forurensningsovervåking

# NYE MILJØGIFTER I LUFT – 2007

1031  
2008







**Statlig program for forurensningsovervåking:**  
Atmosfæriske tilførsler

SPFO-rapport: 1031/2008

TA-2418/2008

ISBN 978-82-425-1983-2 (trykt)

ISBN 978-82-425-1984-9 (elektronisk)

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)

Utførende institusjon: Norsk institutt for luftforskning

**Nye miljøgifter i luft – 2007**

Rapport  
1031/2008

Bromerte flammehemmere og perfluorerte stoffer i luft



Forfattere: Stein Manø, Dorte Herzke, Martin Schlabach

NILU prosjektnummer: O-105147

NILU rapportnummer: OR 28/2008



## Forord

Rapporten presenterer resultater fra måling av de nye miljøgiftene bromerte flammehemmere og polyfluorerte alkylstoffer i luft ved målestasjonene på Birkenes og Zeppelinfjellet, Ny-Ålesund. Stoffenes egenskaper gjør at de kan tenkes å transporteres med luftmasser over lange avstander og det er derfor interessant å undersøke deres konsentrasjonsnivå i luft både på det norske fastland og i norsk del av Arktis.

Undersøkelsen har vært utført som et tillegg til den overvåkingen av organiske miljøgifter som NILU gjør på oppdrag fra SFT for måleprogrammene CAMP (Comprehensive Atmospheric Monitoring Programme) under Oslo-Paris-kommisjonen, (OSPAR, sporelementer og organiske forbindelser ved Birkenes) og AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme, organiske forbindelser og sporelementer ved Ny-Ålesund/Zeppelinfjellet).

Vi ønsker å takke SFT for finansiering av dette prosjektet og Tor Johannessen, som har vært saksbehandler for SFT, for hans interesse for denne nye delen av overvåking av organiske luftforurensning.

Et stort antall personer har bidratt til rapporten, fra prøvetaking, teknisk vedlikehold, kjemiske analyser, kvalitetskontroll, bearbeidelse av data, bibliotektenester o.a. Kristine Aasarød bør spesielt nevnes for sammenstilling av rapporten.

Kjeller, 14. mai 2008

Stein Manø  
Prosjektleder NILU



## Innhold

<b>1.</b>	<b>Sammendrag</b> .....	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>Prøvetaking</b> .....	<b>8</b>
2.1	Bakgrunnsstasjoner .....	8
2.1.1	Birkenes .....	8
2.1.2	Zeppelinstasjonen, Ny-Ålesund .....	8
2.2	Prøvetakere.....	8
<b>3.</b>	<b>Kjemisk analyse</b> .....	<b>9</b>
3.1	Analyserte forbindelser .....	9
3.2	Ekstraksjon og opparbeidelse.....	10
3.3	Kvantifisering.....	10
<b>4.</b>	<b>De analyserte forbindelsenes egenskaper</b> .....	<b>11</b>
4.1	Bromerte flammehemmere .....	11
4.2	Polyfluorerte alkylstoffer .....	12
<b>5.</b>	<b>Resultater</b> .....	<b>13</b>
5.1	Bromerte forbindelser .....	13
5.2	Polyfluorerte alkylstoffer .....	26
<b>6.</b>	<b>Trajektorieberegninger</b> .....	<b>29</b>
<b>7.</b>	<b>Diskusjon</b> .....	<b>38</b>
7.1	Bromerte forbindelser .....	38
7.2	Polyfluorerte alkylstoffer .....	48
<b>8.</b>	<b>Litteratur</b> .....	<b>52</b>
	<b>Vedlegg A Rådata</b> .....	<b>55</b>





## 1. Sammendrag

I tillegg til de kjente ”klassiske” miljøgiftene fra 60- og 70-tallet, som f.eks. klorerte plantevernmidler som DDT og heksaklorosykloheksaner (HCH) og stoffer fremstilt for teknisk bruk som polyklorerte bifenyler (PCB) har det i den senere tid i miljøprøver blitt påvist stoffer som har liknende egenskaper hva persistens og giftighet angår. Disse har kommet i bruk etter at de ”klassiske” organiske miljøgiftene ble forbudt eller faset ut. Mange av dem er i bruk og en del av dem er fortsatt i produksjon. Disse kalles ofte for nye miljøgifter. Stoffgruppene bromerte flammehemmere og polyfluoreerte alkylstoffer tilhører denne gruppen. I litteraturen finnes en rekke publikasjoner som viser at stoffene akkumuleres i organismer, også i prøver fra Arktis. Det finnes også en del publiserte data på nye miljøgifter i luft, men her er utvalget atskillig mer begrenset. Det er av stor interesse å undersøke bakgrunnsnivået av disse stoffene i luft i Norge, både på fastlandet og i norsk del av Arktis.

Rapporten gir den andre måleserien av bromerte flammehemmere og fluor-alkyl-stoffer fra målestasjonene Birkenes og Zeppelinfjellet (Ny-Ålesund), hvor den rutinemessige overvåkingen av bakgrunnsverdier av organiske forurensninger i luft i Norge foregår. Til prøvetaking av bromerte flammehemmere er det utviklet en ny høyvolum prøvetaker. Etter prøvetaking ble prøvene analysert i NILUs laboratorier på Kjeller og i Tromsø. De bromerte stoffene som ble undersøkt i gass og partikkelfase var polybromerte bifenyler (PBB), polybromerte difenyletere (PBDE) og heksabrom sykloodekan (HBCD). De polyfluoreerte alkylstoffer som ble bestemt var kun de partikkelbundne komponentene.

Nivåene som ble målt var som ventet lavt og det var generelt ingen klar forskjell i nivået på de to målestedene.

PFOS og PFOA er de toksiske og persistente polyfluoreerte alkylstoffer som er mest undersøkt i litteraturen. Både PFOA og PFOS kunne påvises i signifikante mengder i nesten alle prøver.

Rapporten inneholder måleresultater for alle komponenter påvist, trajektorieplott for prøver med høye og lave målerverdier for de enkelte stoffgruppene samt sammenlikninger med måledata fra litteraturen. I vedleggene finnes rådata fra alle prøver.

## **2. Prøvetaking**

### **2.1 Bakgrunnsstasjoner**

#### **2.1.1 Birkenes**

Stasjonen på Birkenes inngår i det norske nettet av målestasjoner for bakgrunnsverdier av luftforurensninger. Den har vært i drift i siden 1971 og i 2004 ble den utrustet med prøvetakingsutstyr for organiske komponenter som pesticider og PCB i forbindelse med at stasjonen ved Lista fyr ble lagt ned. Den organiske del av overvåkingen som skjer på Birkenes gjøres på oppdrag fra SFT og rapporteres til Comprehensive Atmospheric Monitoring Programme (CAMP) som er en av aktivitetene innen Oslo og Paris Kommisjonens (OSPAR) studier av transport av landbasert forurensning til havområdene rundt OSPAR-landene. Stasjonen ligger i Aust-Agder i et skogområde fjernt fra lokale forurensningskilder ca 30 km nordøst for Kristiansand (190 m.o.h. 58° 23' N, 8° 15' Ø) og er godt egnet til overvåking av bakgrunnsverdier.

#### **2.1.2 Zeppelinstasjonen, Ny-Ålesund**

Noen kilometer utenfor Ny-Ålesund, på Svalbards vestkyst, er stasjonen bygd på Zeppelifjellet i en høyde av 474 m.o.h. (78° 90'N, 11° 88' Ø). Kontinuerlig overvåking av organiske miljøgifter der har pågått siden 1993, som en del av Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). Lokale kilder har kun i spesielle tilfeller betydning for resultatene da stasjonen er over inversjonslaget og den er meget godt egnet til atmosfærisk overvåking.

### **2.2 Prøvetakere**

Til prøvetaking av bromerte forbindelser ble det brukt en høyvolum-prøvetaker utviklet for dette prosjektet av firmaet Digital i Sveits. Da det i stasjonene og i laboratoriet finnes elektrisk utstyr som kan tenkes å inneholde relativt flyktige bromerte forbindelser ble det lagt vekt på en utforming av utstyret som skulle minimalisere risikoen for kontaminering av prøvene siden det var klart at det var lave nivåer som skulle måles. Dette gjaldt også glassutstyret som ble brukt i laboratoriet til å ekstrahere prøvene. Prøvetakeren og ekstraksjonsutstyret er nærmere beskrevet i Manø et al. 2008.

Da prøvetaking av polyfluorerte alkylstoffer var begrenset til partikkelbundne komponenter var kontamineringsrisikoen mindre så det ble besluttet å bruke de tradisjonelle NILU-PUR-prøvetakere som har blitt brukt på Lista/Birkenes og Zeppelinstasjonen i årevis.

### 3. Kjemisk analyse

TBA samt stoffer fra gruppene PBB, PBDE, HBCD samt PFAS ble forsøkt detektert i prøvene ved bruk av deteksjonsteknikkene LC-MS og GC-MS.

#### 3.1 Analyserte forbindelser

En oversikt over forbindelsene som ble analysert i denne undersøkelsen står i Tabell 3.1.

Tabell 3.1. Analyserte forbindelser med forkortelse, fullt navn og deteksjonsteknikk.

Forkortelse	Fullt navn	Deteksjonsteknikk
TBA	2,4,6-Tribromanisol	GC-MS
PBB-15	4,4'-Dibrombifenyyl	GC-MS
PBB-153	2,2',4,4',5,5'-Heksabrombifenyyl	GC-MS
PBDE-28	2,4,4'-Tribromdifenyleter	GC-MS
PBDE-47	2,2',4,4'-Tetrabromdifenyleter	GC-MS
PBDE-49+PBDE-71	2,2',4,5'- og 2,3',4',6-Tetrabromdifenyleter	GC-MS
PBDE-66	2,3',4,4'-Tetrabromdifenyleter	GC-MS
PBDE-77	3,3',4,4'-Tetrabromdifenyleter	GC-MS
PBDE-85	2,2',3,4,4'-Pentabromdifenyleter	GC-MS
PBDE-99	2,2',4,4',5-Pentabromdifenyleter	GC-MS
PBDE-100	2,2',4,4',6-Pentabromdifenyleter	GC-MS
PBDE-119	2,3',4,4',6-Pentabromdifenyleter	GC-MS
PBDE-138	2,2',3,4,4',5'-Heksabromdifenyleter	GC-MS
PBDE-153	2,2',4,4',5,5'-Heksabromdifenyleter	GC-MS
PBDE-154	2,2',4,4',5,6'-Heksabromdifenyleter	GC-MS
PBDE-183	2,2',3,4,4',5',6-Heptabromdifenyleter	GC-MS
PBDE-196	2,2',3,3',4,4',5,6'-Oktabromdifenyleter	GC-MS
PBDE-206	2,2',3,3',4,4',5,5',6-Nonabromdifenyleter	GC-MS
PBDE-209	Dekabromdifenyleter	GC-MS
$\alpha$ -HBCD	$\alpha$ -Heksabromsyklododekan	HPLC-MS
$\beta$ -HBCD	$\beta$ -Heksabromsyklododekan	HPLC-MS
$\gamma$ -HBCD	$\gamma$ -Heksabromsyklododekan	HPLC-MS
6:2 FTS	1H,1H,2H,2H-Perfluorooktansulfonat	HPLC-MS
PFOSA	Perfluorooktansulfonamid	HPLC-MS
PFBS	Perfluorobutansulfonat	HPLC-MS
PFHxS	Perfluoroheksansulfonat	HPLC-MS
PFOS	Perfluorooktansulfonat	HPLC-MS
PFDCs	Perfluorodekansulfonat	HPLC-MS
PFBA	Perfluorobutanoat	HPLC-MS
PFHxA	Perfluoroheksanoat	HPLC-MS
PFHpA	Perfluoroheptanoat	HPLC-MS
PFOA	Perfluorooktanoat	HPLC-MS
PFNA	Perfluorononanoat	HPLC-MS
PFDCa	Perfluorodecanoat	HPLC-MS
PFUnA	Perfluoroundekanoat	HPLC-MS

### 3.2 Ekstraksjon og opparbeidelse

Prøvene (glassfiberfilter og gassfaseadsorbent) som skulle analyseres på bromerte forbindelser ble lagret ved +4°C inntil analysen ble påbegynt. Gassfaseadsorbenten, som var to propper av polyuretanskum plassert i et glassrør med planslip i hver ende, ble tilsatt en isotopmerket internstandardblanding før den ble montert i en ekstraksjonsoppsats som var spesiallaget for dette prosjektet og ekstrahert i fire timer med 10% dietyler i heksan. Glassfiberfilteret ble ekstrahert separat i 8 timer med 10% dietyler i heksan. Ekstraktene ble kombinert og oppkonsentrert før svovelsyrebehandling og opprensning på 4 g aktivert silica. Ekstraktet ble oppkonsentrert til 100 µl og tilsatt en gjenvinningsstandard.

Prøvene (glassfiberfilter) som skulle analyseres på fluorerte forbindelser ble lagret ved -18°C inntil analysen ble påbegynt. Filteret ble tilsatt en internstandard før ekstraksjon to ganger med ammoniumacetat i metanol ved hjelp av ultralyd. Etter oppkonsentrering, et rensetrinn med kull og sentrifugering ble prøven tilsatt gjenvinningsstandard før den var klar til analyse.

### 3.3 Kvantifisering

Analyse av TBA, PBB og PBDE ble gjort ved hjelp av gasskromatografi kombinert med høyopløsende massespektrometri i elektronstøtmodus (GC/HRMS). Hvilke PBB og PBDE som ble bestemt er oppført i Tabell 3.1. Kvantifiseringen ble gjennomført mot de tilsatte isotopmerkede internstandardkomponentene BDE-28, -47, -99, -153, -183 og -209.

En alikvot av prøveekstraktet ble tatt ut og løsningsmiddelet ble skiftet til metanol. Denne prøven ble analysert ved hjelp av væskrokromatografi kombinert med lavopløsende massespektrometri i negativ elektronspray modus (LC/MS-ESI) med hensyn på komponentene  $\alpha$ -,  $\beta$ - og  $\gamma$ -HBCD. Kvantifiseringen ble gjennomført mot de tilsatte isotopmerkede internstandardkomponentene  $\alpha$ - og  $\gamma$ -HBCD.

PFAS ble analysert ved hjelp av omvendt fase væskrokromatografi kombinert med time-of-flight-massespektrometri med hensyn på komponentene som er oppført i Tabell 3.1.

## 4. De analyserte forbindelsenes egenskaper

### 4.1 Bromerte flammehemmere

Det finnes fem hovedtyper av bromerte flammehemmere: Bromerte bisfenoler, difenyletere, cyclododekaner, fenoler og ftalsyrederivater og det største produksjonsvolumet utgjøres av de første tre.

PBDEs molekylstruktur likner på PCB og analogt med disse nummereres de i IUPAC-systemet (Union of Pure and Applied Chemistry). På samme måte som PCB kan PBDE utgjøres av inntil 209 forskjellige kongenerer avhengig av entallet og posisjonen av bromatomene i molekylet. I praksis består kommersielle blandinger av langt færre kongenerer fordi mange kongenerer er ustabile og spalter av brom. Dette er også observert for PBB (Birbaum og Staskal 2004).

"Dekabromdifenyleter" (DBDE) er en av tre kommersielle PBCD-formuleringer og den består av >97 % BDE 209, < 3% nonaBDE og små mengder av oktaBDE. Den er brukt som flammehemmer i elektrisk utstyr og i tekstiler.

Kommersiell "OktaBDE" er mer komplisert sammensatt og består av flere kongenerer: 10-12% heksaBDE, 44% heptaBDE, 31-35% oktaBDE, 10-11% nonaBDE og < 1% dekaBDE. OBDE utgjør en liten del av PBDE og er brukt som tilsetning til plast.

Den tredje kommersielle blandingen er "pentaBDE," eller "pentabrom," som er en viskøs væske, brukt i tekstiler og som tilsetning i skumplast hvor opptil 30% av vekten utgjøres av flammehemmeren (Hale 2002). Kommersiell pentaBDE varierer noe i sammensetning, men generelt består den av 24-38% tetraBDE, 50-60% pentaBDE og 4-8% heksaBDE. Hovedkomponentene er IUPAC-nummer 47 (tetraBDE), 99 og 100 (pentaBDE) og 153 og 154 (heksaBDE). BDE 47 og 99 utgjør ca 75% av total masse og det er ca dobbelt så mye 99 som 47.

PBDE som flammehemmere er ikke kjemisk bundet til produktene de er tilsatt og de kan derfor avgis gradvis til omgivelsene.

PBDE er svært stabile, men det er observert at PBDE kan spalte av brom under bestråling av UV-lys og reaksjonen går raskere for de høybromerte komponentene enn for de med færre bromatomer (Eriksson et al., 2001; Söderström et al., 2004). Penta-formuleringen er den eneste som synes å være persistent og ha tendens til bioakkumulering i miljøet (Betts, 2002). Som PCB akkumuleres PBDE i fettvev og det synes som om tetraBDE og pentaBDE er de komponentene som er mest toksisk og har størst tendens til å bioakkumuleres (Siddiqi, 2003).

HBCD er et ikke-aromatisk bromert syklisk alkan som primært tilsettes plast på styrenbasis. I mindre grad har den blitt brukt til belegg på tekstiler, kabler, lateks bindemidler og umettede polyestere. Teknisk HBCD består av tre isomerer:  $\alpha$ ,  $\beta$  og  $\gamma$ -HBCD og hovedkomponenten er  $\gamma$ -HBCD.

HBCD er persistent, giftig, den bioakkumuleres og kan utgjøre en trussel mot miljøet (Betts, 2003).

## **4.2 Polyfluorerte alkylstoffer**

PFAS er en gruppe organiske kjemikalier som er brukt til overflatebehandling av tekstiler, i polymerer, i brannslukningsskum og i insektisider. Flere av komponentene av komponentene har potensial for bioakkumulering, toksiske effekter og persistens. Et stort volum har blitt fremstilt i flere tiår og stoffene har funnet utstrakt anvendelse til impregnering for å gjøre forskjellige produkter skitt- og vann-avvisende. PFOS og PFOA er de forbindelsene som er best undersøkt til nå. Til tross for at den største produsenten frivillig har faset ut produksjonen av PFOS-baserte kjemikalier brukes fortsatt stoffer med poly- eller per-fluorerte karbonkjeder, for eksempel fluortelomer alkoholer (Jahnke et al. 2007).

## 5. Resultater

Av de analyserte forbindelsene er det kun presentert resultater fra de stoffene som ble påvist i signifikante nivåer i forhold til feltblindverdien. Særlig var mange av de fluorerte forbindelsene under deteksjonsgrensen i mange av prøvene.

### 5.1 Bromerte forbindelser

#### TBA

Måleresultater av TBA i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5.1.

Tabell 5.1. Konsentrasjon av TBA i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>	Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>
25.07.2007	27.07.2007	4,64	25.07.2007	27.07.2007	4,64
01.08.2007	03.08.2007	4,29	30.07.2007	01.08.2007	4,02
08.08.2007	10.08.2007	2,84	01.08.2007	03.08.2007	4,29
15.08.2007	17.08.2007	3,97	13.08.2007	15.08.2007	15,65
22.08.2007	24.08.2007	3,55	20.08.2007	22.08.2007	10,2
29.08.2007	31.08.2007	5,45	22.08.2007	26.08.2007	9,62
05.09.2007	07.09.2007	2,33	27.08.2007	29.08.2007	8,53
12.09.2007	14.09.2007	4,44	24.09.2007	27.09.2007	11,55
26.09.2007	28.09.2007	4,76	01.10.2007	04.10.2007	8,22
10.10.2007	12.10.2007	5,75	08.10.2007	11.10.2007	8,43
24.10.2007	26.10.2007	3,56	15.10.2007	19.10.2007	6,52
21.11.2007	23.11.2007	9,78	29.10.2007	31.10.2007	8,00
28.11.2007	30.11.2007	7,32	09.11.2007	12.11.2007	5,74
05.12.2007	07.12.2007	5,73	12.11.2007	14.11.2007	0,25g
12.12.2007	14.12.2007	5,67	16.11.2007	19.11.2007	8,85
19.12.2007	21.12.2007	3,55	17.12.2007	18.12.2007	4,25
26.12.2007	28.12.2007	6,47	24.12.2007	27.12.2007	4,97
	Feltblind	0,01		Feltblind	0,12
	Gjennomsnitt	4,95		Gjennomsnitt	7,72
	Minimum	2,33		Minimum	4,02
	Maksimum	9,78		Maksimum	15,65

\*Feltblindprøve, inngår ikke i beregningen av gjennomsnitt, minimums- og maksimumsverdi.

g: Lav gjenvinning av internstandard

**PBDE-28**

Måleresultater av PBDE-28 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5.2.

Tabell 5.2. Konsentrasjon av PBDE-28 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>	Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>
25.07.2007	27.07.2007	0,07	25.07.2007	27.07.2007	0,07
01.08.2007	03.08.2007	0,04	30.07.2007	01.08.2007	0,05
08.08.2007	10.08.2007	0,05	01.08.2007	03.08.2007	0,04
15.08.2007	17.08.2007	0,04	13.08.2007	15.08.2007	0,03
22.08.2007	24.08.2007	0,06	20.08.2007	22.08.2007	0,07
29.08.2007	31.08.2007	0,04	22.08.2007	26.08.2007	0,04
05.09.2007	07.09.2007	0,03	27.08.2007	29.08.2007	2,82i
12.09.2007	14.09.2007	0,07	24.09.2007	27.09.2007	0,02
26.09.2007	28.09.2007	0,04	01.10.2007	04.10.2007	0,01
10.10.2007	12.10.2007	0,02	08.10.2007	11.10.2007	0,02i
24.10.2007	26.10.2007	0,02	15.10.2007	19.10.2007	0,01
21.11.2007	23.11.2007	0,05	29.10.2007	31.10.2007	0,05
28.11.2007	30.11.2007	0,1	09.11.2007	12.11.2007	0,01
05.12.2007	07.12.2007	0,03	12.11.2007	14.11.2007	0,03
12.12.2007	14.12.2007	0,09	16.11.2007	19.11.2007	0,02
19.12.2007	21.12.2007	0,02	17.12.2007	18.12.2007	0,03
26.12.2007	28.12.2007	0,04	24.12.2007	27.12.2007	0,02
	Feltblind	0,02		Feltblind	<0,01
	Gjennomsnitt	0,05		Gjennomsnitt	0,03
	Minimum	0,02		Minimum	0,01
	Maksimum	0,10		Maksimum	0,07

\*Feltblindprøve, inngår ikke i beregningen av gjennomsnitt, minimums- og maksimumsverdi.  
i: Interferens



**PBDE-47**

Måleresultater av PBDE-47 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5.3.

Tabell 5.3. Konsentrasjon av PBDE-47 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>	Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>
25.07.2007	27.07.2007	0,39	25.07.2007	27.07.2007	0,39
01.08.2007	03.08.2007	0,41	30.07.2007	01.08.2007	2,40
08.08.2007	10.08.2007	0,71	01.08.2007	03.08.2007	0,41
15.08.2007	17.08.2007	0,27	13.08.2007	15.08.2007	2,26
22.08.2007	24.08.2007	0,42	20.08.2007	22.08.2007	0,89
29.08.2007	31.08.2007	0,47	22.08.2007	26.08.2007	0,93
05.09.2007	07.09.2007	0,27	27.08.2007	29.08.2007	51,82i
12.09.2007	14.09.2007	0,40	24.09.2007	27.09.2007	0,46
26.09.2007	28.09.2007	1,35	01.10.2007	04.10.2007	0,42
10.10.2007	12.10.2007	0,16	08.10.2007	11.10.2007	0,41
24.10.2007	26.10.2007	0,54	15.10.2007	19.10.2007	0,2
21.11.2007	23.11.2007	0,35	29.10.2007	31.10.2007	0,68
28.11.2007	30.11.2007	1,23	09.11.2007	12.11.2007	0,88
05.12.2007	07.12.2007	0,27	12.11.2007	14.11.2007	0,43
12.12.2007	14.12.2007	0,57	16.11.2007	19.11.2007	0,34
19.12.2007	21.12.2007	0,28	17.12.2007	18.12.2007	0,70
26.12.2007	28.12.2007	0,66	24.12.2007	27.12.2007	0,20
	Feltblind	0,69		Feltblind	0,10
	Gjennomsnitt	0,51		Gjennomsnitt	0,75
	Minimum	0,16		Minimum	0,20
	Maksimum	1,35		Maksimum	2,40

\*Feltblindprøve, inngår ikke i beregningen av gjennomsnitt, minimums- og maksimumsverdi.  
i: Interferens

**Sum av PBDE-49 og PBDE-71**

Måleresultater av PBDE-49 og PBDE-71 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5.4.

Tabell 5.4. Konsentrasjon av PBDE-49 og PBDE-71 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>	Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>
25.07.2007	27.07.2007	0,02	25.07.2007	27.07.2007	0,02
01.08.2007	03.08.2007	0,02	30.07.2007	01.08.2007	0,14
08.08.2007	10.08.2007	0,02	01.08.2007	03.08.2007	0,02
15.08.2007	17.08.2007	0,03	13.08.2007	15.08.2007	0,09
22.08.2007	24.08.2007	0,01	20.08.2007	22.08.2007	0,06
29.08.2007	31.08.2007	0,05	22.08.2007	26.08.2007	0,05
05.09.2007	07.09.2007	0,07	27.08.2007	29.08.2007	2,92i
12.09.2007	14.09.2007	<0,01	24.09.2007	27.09.2007	0,03
26.09.2007	28.09.2007	0,02	01.10.2007	04.10.2007	0,02
10.10.2007	12.10.2007	0,03	08.10.2007	11.10.2007	0,02
24.10.2007	26.10.2007	0,08	15.10.2007	19.10.2007	0,01
21.11.2007	23.11.2007	0,03	29.10.2007	31.10.2007	0,04
28.11.2007	30.11.2007	0,06	09.11.2007	12.11.2007	0,04
05.12.2007	07.12.2007	0,04	12.11.2007	14.11.2007	0,03i
12.12.2007	14.12.2007	0,06	16.11.2007	19.11.2007	0,02
19.12.2007	21.12.2007	<0,01	17.12.2007	18.12.2007	0,05
26.12.2007	28.12.2007	0,04	24.12.2007	27.12.2007	0,01
	Feltblind	<0,01		Feltblind	<0,01
	Gjennomsnitt	0,04		Gjennomsnitt	0,04
	Minimum	0,01		Minimum	0,01
	Maksimum	0,08		Maksimum	0,14

\*Feltblindprøve, inngår ikke i beregningen av gjennomsnitt, minimums- og maksimumsverdi.  
i: Interferens

**PBDE-66**

Måleresultater av PBDE-66 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5.5.

Tabell 5.5. Konsentrasjon av PBDE-66 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>	Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>
25.07.2007	27.07.2007	0,02	25.07.2007	27.07.2007	0,02i
01.08.2007	03.08.2007	0,02	30.07.2007	01.08.2007	0,05
08.08.2007	10.08.2007	0,03	01.08.2007	03.08.2007	0,02
15.08.2007	17.08.2007	0,03	13.08.2007	15.08.2007	0,04
22.08.2007	24.08.2007	0,02	20.08.2007	22.08.2007	0,02
29.08.2007	31.08.2007	0,02	22.08.2007	26.08.2007	0,02
05.09.2007	07.09.2007	0,01	27.08.2007	29.08.2007	1,25i
12.09.2007	14.09.2007	<0,01	24.09.2007	27.09.2007	<0,01
26.09.2007	28.09.2007	0,08	01.10.2007	04.10.2007	0,01
10.10.2007	12.10.2007	<0,01	08.10.2007	11.10.2007	0,01i
24.10.2007	26.10.2007	<0,01	15.10.2007	19.10.2007	<0,01
21.11.2007	23.11.2007	<0,01	29.10.2007	31.10.2007	0,02
28.11.2007	30.11.2007	0,05	09.11.2007	12.11.2007	0,05
05.12.2007	07.12.2007	0,02i	12.11.2007	14.11.2007	<0,01
12.12.2007	14.12.2007	0,02i	16.11.2007	19.11.2007	0,01i
19.12.2007	21.12.2007	0,01	17.12.2007	18.12.2007	0,03
26.12.2007	28.12.2007	0,03	24.12.2007	27.12.2007	<0,01
	Feltblind	<0,01		Feltblind	<0,01
	Gjennomsnitt	0,03		Gjennomsnitt	0,03
	Minimum	0,01		Minimum	0,01
	Maksimum	0,08		Maksimum	0,05

\*Feltblindprøve, inngår ikke i beregningen av gjennomsnitt, minimums- og maksimumsverdi.  
i: Interferens

**PBDE-85**

Måleresultater av PBDE-85 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5.6.

Tabell 5.6. Konsentrasjon av PBDE-85 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>	Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>
25.07.2007	27.07.2007	<0,01	25.07.2007	27.07.2007	<0,01
01.08.2007	03.08.2007	0,01	30.07.2007	01.08.2007	<0,01
08.08.2007	10.08.2007	0,02	01.08.2007	03.08.2007	0,01
15.08.2007	17.08.2007	<0,01	13.08.2007	15.08.2007	0,05
22.08.2007	24.08.2007	<0,01	20.08.2007	22.08.2007	<0,01
29.08.2007	31.08.2007	<0,01	22.08.2007	26.08.2007	<0,01
05.09.2007	07.09.2007	<0,01	27.08.2007	29.08.2007	0,16
12.09.2007	14.09.2007	<0,01	24.09.2007	27.09.2007	<0,01
26.09.2007	28.09.2007	0,03	01.10.2007	04.10.2007	<0,01
10.10.2007	12.10.2007	<0,01	08.10.2007	11.10.2007	<0,01
24.10.2007	26.10.2007	0,02i	15.10.2007	19.10.2007	<0,01
21.11.2007	23.11.2007	<0,01	29.10.2007	31.10.2007	<0,01
28.11.2007	30.11.2007	<0,01	09.11.2007	12.11.2007	0,02
05.12.2007	07.12.2007	<0,01	12.11.2007	14.11.2007	0,01i
12.12.2007	14.12.2007	<0,01	16.11.2007	19.11.2007	0,01
19.12.2007	21.12.2007	<0,01	17.12.2007	18.12.2007	0,02i
26.12.2007	28.12.2007	<0,01	24.12.2007	27.12.2007	<0,01
	Feltblind	<0,01		Feltblind	<0,01
	Gjennomsnitt	0,02		Gjennomsnitt	0,02
	Minimum	0,01		Minimum	0,01
	Maksimum	0,03		Maksimum	0,05

\*Feltblindprøve, inngår ikke i beregningen av gjennomsnitt, minimums- og maksimumsverdi.

i: Interferens

**PBDE-99**

Måleresultater av PBDE-99 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5.7.

Tabell 5.7. Konsentrasjon av PBDE-99 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>	Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>
25.07.2007	27.07.2007	0,15g	25.07.2007	27.07.2007	0,15g
01.08.2007	03.08.2007	0,28g	30.07.2007	01.08.2007	0,31
08.08.2007	10.08.2007	0,55	01.08.2007	03.08.2007	0,28g
15.08.2007	17.08.2007	0,15g	13.08.2007	15.08.2007	1,60
22.08.2007	24.08.2007	0,21g	20.08.2007	22.08.2007	0,07
29.08.2007	31.08.2007	0,31	22.08.2007	26.08.2007	0,12
05.09.2007	07.09.2007	0,14g	27.08.2007	29.08.2007	9,25g
12.09.2007	14.09.2007	0,15	24.09.2007	27.09.2007	0,06
26.09.2007	28.09.2007	1,38	01.10.2007	04.10.2007	0,09
10.10.2007	12.10.2007	0,15	08.10.2007	11.10.2007	0,13g
24.10.2007	26.10.2007	0,28g	15.10.2007	19.10.2007	0,09
21.11.2007	23.11.2007	0,28	29.10.2007	31.10.2007	0,16
28.11.2007	30.11.2007	0,48	09.11.2007	12.11.2007	0,51
05.12.2007	07.12.2007	0,18	12.11.2007	14.11.2007	0,23
12.12.2007	14.12.2007	0,27	16.11.2007	19.11.2007	0,20
19.12.2007	21.12.2007	0,15	17.12.2007	18.12.2007	0,57
26.12.2007	28.12.2007	0,24	24.12.2007	27.12.2007	0,10
	Feltblind	0,18		Feltblind	0,06
	Gjennomsnitt	0,38		Gjennomsnitt	0,32
	Minimum	0,15		Minimum	0,06
	Maksimum	1,38		Maksimum	1,60

\*Feltblindprøve, inngår ikke i beregningen av gjennomsnitt, minimums- og maksimumsverdi.  
g: Lav gjenvinning av internstandard

**PBDE-100**

Måleresultater av PBDE-100 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5.8.

Tabell 5.8. Konsentrasjon av PBDE-100 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>	Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>
25.07.2007	27.07.2007	0,04	25.07.2007	27.07.2007	0,04
01.08.2007	03.08.2007	0,06	30.07.2007	01.08.2007	0,15
08.08.2007	10.08.2007	0,10	01.08.2007	03.08.2007	0,06
15.08.2007	17.08.2007	0,03	13.08.2007	15.08.2007	0,39
22.08.2007	24.08.2007	0,04	20.08.2007	22.08.2007	0,04
29.08.2007	31.08.2007	0,10	22.08.2007	26.08.2007	0,05
05.09.2007	07.09.2007	0,04	27.08.2007	29.08.2007	4,25g
12.09.2007	14.09.2007	0,04	24.09.2007	27.09.2007	0,03
26.09.2007	28.09.2007	0,33	01.10.2007	04.10.2007	0,03
10.10.2007	12.10.2007	0,03	08.10.2007	11.10.2007	0,04
24.10.2007	26.10.2007	0,16	15.10.2007	19.10.2007	0,02
21.11.2007	23.11.2007	0,07	29.10.2007	31.10.2007	0,06
28.11.2007	30.11.2007	0,23	09.11.2007	12.11.2007	0,13
05.12.2007	07.12.2007	0,04	12.11.2007	14.11.2007	0,06
12.12.2007	14.12.2007	0,07	16.11.2007	19.11.2007	0,05
19.12.2007	21.12.2007	0,05	17.12.2007	18.12.2007	0,14
26.12.2007	28.12.2007	0,07	24.12.2007	27.12.2007	0,03
	Feltblind	0,19		Feltblind	0,02
	Gjennomsnitt	0,09		Gjennomsnitt	0,08
	Minimum	0,03		Minimum	0,02
	Maksimum	0,33		Maksimum	0,39

\*Feltblindprøve, inngår ikke i beregningen av gjennomsnitt, minimums- og maksimumsverdi.  
g: Lav gjenvinning av internstandard

**PBDE-153**

Måleresultater av PBDE-153 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5.9.

Tabell 5.9. Konsentrasjon av PBDE-153 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>	Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>
25.07.2007	27.07.2007	0,02i	25.07.2007	27.07.2007	0,02i
01.08.2007	03.08.2007	0,03g	30.07.2007	01.08.2007	0,02
08.08.2007	10.08.2007	0,05g	01.08.2007	03.08.2007	0,03g
15.08.2007	17.08.2007	0,02g	13.08.2007	15.08.2007	0,12
22.08.2007	24.08.2007	0,01g	20.08.2007	22.08.2007	<0,01
29.08.2007	31.08.2007	0,02	22.08.2007	26.08.2007	<0,01
05.09.2007	07.09.2007	0,01g	27.08.2007	29.08.2007	0,18g
12.09.2007	14.09.2007	<0,02	24.09.2007	27.09.2007	<0,01
26.09.2007	28.09.2007	0,07	01.10.2007	04.10.2007	<0,01
10.10.2007	12.10.2007	0,01g	08.10.2007	11.10.2007	0,01g
24.10.2007	26.10.2007	0,03g	15.10.2007	19.10.2007	<0,01
21.11.2007	23.11.2007	<0,01	29.10.2007	31.10.2007	<0,01
28.11.2007	30.11.2007	0,19	09.11.2007	12.11.2007	0,02
05.12.2007	07.12.2007	0,02	12.11.2007	14.11.2007	<0,01
12.12.2007	14.12.2007	0,02	16.11.2007	19.11.2007	0,02i
19.12.2007	21.12.2007	0,01	17.12.2007	18.12.2007	0,03
26.12.2007	28.12.2007	0,02i	24.12.2007	27.12.2007	0,02
	Feltblind	0,04		Feltblind	<0,01
	Gjennomsnitt	0,06		Gjennomsnitt	0,04
	Minimum	0,01		Minimum	0,02
	Maksimum	0,19		Maksimum	0,12

\*Feltblindprøve, inngår ikke i beregningen av gjennomsnitt, minimums- og maksimumsverdi.

i: Interferens

g: Lav gjenvinning av internstandard

**PBDE-154**

Måleresultater av PBDE-154 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5.11.

Tabell 5.10. Konsentrasjon av PBDE-154 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>	Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>
25.07.2007	27.07.2007	0,02	25.07.2007	27.07.2007	0,02
01.08.2007	03.08.2007	0,02	30.07.2007	01.08.2007	0,02
08.08.2007	10.08.2007	0,03	01.08.2007	03.08.2007	0,02
15.08.2007	17.08.2007	0,02	13.08.2007	15.08.2007	0,12
22.08.2007	24.08.2007	0,02	20.08.2007	22.08.2007	<0,01
29.08.2007	31.08.2007	0,02	22.08.2007	26.08.2007	<0,01
05.09.2007	07.09.2007	0,02	27.08.2007	29.08.2007	0,29g
12.09.2007	14.09.2007	0,02	24.09.2007	27.09.2007	<0,01
26.09.2007	28.09.2007	0,06	01.10.2007	04.10.2007	<0,01
10.10.2007	12.10.2007	<0,01	08.10.2007	11.10.2007	0,01i
24.10.2007	26.10.2007	0,04	15.10.2007	19.10.2007	<0,01
21.11.2007	23.11.2007	0,03	29.10.2007	31.10.2007	<0,01
28.11.2007	30.11.2007	0,13	09.11.2007	12.11.2007	0,02
05.12.2007	07.12.2007	0,02	12.11.2007	14.11.2007	0,01
12.12.2007	14.12.2007	0,02	16.11.2007	19.11.2007	0,02i
19.12.2007	21.12.2007	0,01	17.12.2007	18.12.2007	0,04
26.12.2007	28.12.2007	0,02i	24.12.2007	27.12.2007	<0,01
	Feltblind	0,05		Feltblind	<0,01
	Gjennomsnitt	0,03		Gjennomsnitt	0,04
	Minimum	0,01		Minimum	0,01
	Maksimum	0,13		Maksimum	0,12

\*Feltblindprøve, inngår ikke i beregningen av gjennomsnitt, minimums- og maksimumsverdi.

i: Interferens

g: Lav gjenvinning av internstandard



**PBDE-183**

Måleresultater av PBDE-183 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5.11.

Tabell 5.11. Konsentrasjon av PBDE-183 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>	Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>
25.07.2007	27.07.2007	0,02	25.07.2007	27.07.2007	0,02
01.08.2007	03.08.2007	0,02	30.07.2007	01.08.2007	<0,01
08.08.2007	10.08.2007	0,02i	01.08.2007	03.08.2007	0,02
15.08.2007	17.08.2007	<0,01	13.08.2007	15.08.2007	0,01g
22.08.2007	24.08.2007	<0,01	20.08.2007	22.08.2007	<0,01
29.08.2007	31.08.2007	0,01g	22.08.2007	26.08.2007	0,02g
05.09.2007	07.09.2007	0,01g	27.08.2007	29.08.2007	0,08g
12.09.2007	14.09.2007	0,02	24.09.2007	27.09.2007	<0,01
26.09.2007	28.09.2007	0,03g	01.10.2007	04.10.2007	0,01g
10.10.2007	12.10.2007	0,01g	08.10.2007	11.10.2007	0,02g
24.10.2007	26.10.2007	0,03g	15.10.2007	19.10.2007	<0,01
21.11.2007	23.11.2007	0,02g	29.10.2007	31.10.2007	<0,01
28.11.2007	30.11.2007	0,26g	09.11.2007	12.11.2007	0,01g
05.12.2007	07.12.2007	0,03	12.11.2007	14.11.2007	0,01i
12.12.2007	14.12.2007	0,02g	16.11.2007	19.11.2007	0,01g
19.12.2007	21.12.2007	<0,01	17.12.2007	18.12.2007	<0,01
26.12.2007	28.12.2007	0,03	24.12.2007	27.12.2007	<0,01
	Feltblind	<0,01		Feltblind	<0,01
	Gjennomsnitt	0,02		Gjennomsnitt	0,02
	Minimum	0,02		Minimum	0,02
	Maksimum	0,03		Maksimum	0,02

\*Feltblindprøve, inngår ikke i beregningen av gjennomsnitt, minimums- og maksimumsverdi.

i: Interferens

g: Lav gjenvinning av internstandard

**Sum PBDE-28, PBDE-47, PBDE-49+71, PBDE-66, PBDE-85, PBDE-99, PBDE-100, PBDE-153, PBDE-154 og PBDE-183**

Sum av følgende PBDE i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5.12 : 28, 47, 49, 66, 71, 85, 99, 100, 119, 153, 154 og 183.

*Tabell 5.12. Konsentrasjon avsum PBDE 28, 47, 49, 66, 71, 85, 99, 100, 153, 154 og 183 i luft på begge stasjoner.*

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	Sum PBDE	Fra	Til	Sum PBDE
25.07.2007	27.07.2007	0,58	25.07.2007	27.07.2007	0,56
01.08.2007	03.08.2007	0,60	30.07.2007	01.08.2007	3,14
08.08.2007	10.08.2007	1,51	01.08.2007	03.08.2007	0,60
15.08.2007	17.08.2007	0,42	13.08.2007	15.08.2007	4,70
22.08.2007	24.08.2007	0,57	20.08.2007	22.08.2007	1,15
29.08.2007	31.08.2007	1,03	22.08.2007	26.08.2007	1,21
05.09.2007	07.09.2007	0,44	27.08.2007	29.08.2007	7,15i/g
12.09.2007	14.09.2007	0,70	24.09.2007	27.09.2007	0,60
26.09.2007	28.09.2007	3,36	01.10.2007	04.10.2007	0,58
10.10.2007	12.10.2007	0,39	08.10.2007	11.10.2007	0,47
24.10.2007	26.10.2007	0,84	15.10.2007	19.10.2007	0,33
21.11.2007	23.11.2007	0,81	29.10.2007	31.10.2007	1,01
28.11.2007	30.11.2007	2,47	09.11.2007	12.11.2007	1,68
05.12.2007	07.12.2007	0,63	12.11.2007	14.11.2007	0,76
12.12.2007	14.12.2007	1,10	16.11.2007	19.11.2007	0,64
19.12.2007	21.12.2007	0,53	19.12.2007	21.12.2007	1,59
26.12.2007	28.12.2007	1,11	26.12.2007	28.12.2007	0,38
	Gjennomsnitt	1,01		Gjennomsnitt	1,21
	Minimum	0,39		Minimum	0,33
	Maksimum	3,36		Maksimum	4,70

i: Interferens

g: Lav gjenvinning av internstandard

**$\alpha$ -,  $\beta$ - og  $\gamma$ -HBCD**

Måleresultater av  $\alpha$ -,  $\beta$ - og  $\gamma$ -HBCD i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5.13 og Tabell 5.14.

Tabell 5.13. Konsentrasjon av  $\alpha$ -,  $\beta$ - og  $\gamma$ -HBCD i luft på Birkenes.

Birkenes		a-HBCD	b-HBCD	g-HBCD	Sum HBCD
Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>
25.07.07	27.07.07	0,45	<0,19	2,71	3,15
01.08.07	03.08.07	3,51	<0,18	16,75	20,26
08.08.07	10.08.07	22,45i	<2,24	378g	22,45i
15.08.07	07.08.07	<0,26	<0,13	0,41	0,41
22.08.07	24.08.07	<0,33	0,36	<0,31	0,36
29.08.07	31.08.07	0,45	<0,08	0,27	0,73
05.09.07	07.09.07	<0,25	<0,11	0,10i	0,10i
12.09.07	14.09.07	0,26	<0,23	0,05	0,31
26.09.07	28.09.07	0,14	<0,15	<0,17	0,14
10.10.07	12.10.07	0,29	<0,08	<0,09	0,29
28.11.07	30.11.07	0,47	<0,07	0,10	0,57
12.12.07	14.12.07	0,58	<0,09	0,76	1,34
19.12.07	21.12.07	0,64	<0,09	2,61	3,25
26.12.07	28.12.07	0,36	0,13i	0,31	0,67
	Feltblind	0,49	<0,08	0,15	0,64
	Gjennomsnitt	2,69	0,36	2,66	4,15
	Minimum	0,14	0,36	0,05	0,14
	Maksimum	22,45	0,36	16,75	20,26

\*Feltblindprøve, inngår ikke i beregningen av gjennomsnitt, minimums- og maksimumsverdi.

i: Interferens

g: Lav gjenvinning av internstandard

Tabell 5.14. Konsentrasjon av  $\alpha$ -,  $\beta$ - og  $\gamma$ -HBCD i luft på Zeppelinstasjonen.

Zeppelin		a-HBCD	b-HBCD	g-HBCD	Sum HBCD
Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>
30.07.07	01.08.07	0,50	<0,05	0,65	1,15
13.08.07	15.08.07	0,18	0,01i	0,18i	0,18
20.08.07	22.08.07	2,23	<0,13	7,07	9,30
22.08.07	26.08.07	2,86	<0,05	9,40	12,26
27.08.07	29.08.07	3,16	<0,05	4,89	8,05
24.09.07	27.09.07	4,94	<0,08	5,59	10,53
01.10.07	04.10.07	0,14	<0,05	0,33	0,47
08.10.07	11.10.07	1,81	<0,14	4,81	6,62
15.10.07	19.10.07	0,29	<0,06	1,15	1,44
29.10.07	31.10.07	0,93	<0,18	1,67	2,60
09.11.07	12.11.07	3,08	<0,06	8,71	11,79
12.11.07	14.11.07	4,85	<0,19	18,17	23,02
16.11.07	19.11.07	0,86	<0,07	3,08	3,95
17.12.07	18.12.07	0,27	0,03i	0,07i	0,27
24.12.07	27.12.07	<0,11	<0,07	<0,17	<0,34
	Feltblind	0,25	<0,06	0,54	0,79
	Gjennomsnitt	1,86	nd	5,46	6,54
	Minimum	0,14	nd	0,33	0,18
	Maksimum	4,94	nd	18,17	23,02

\*Feltblindprøve, inngår ikke i beregningen av gjennomsnitt, minimums- og maksimumsverdi.

ND: ikke påvist.

i: Interferens

g: Lav gjenvinning av internstandard

## 5.2 Polyfluorerte alkylstoffer

### PFOA

Måleresultater av PFOA i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5.15.

Tabell 5.15. Konsentrasjon av PFOA i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>	Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>
25.07.07	26.07.07	0,51	01.08.07	03.08.07	0,59
01.08.07	02.08.07	0,54	15.08.07	17.08.07	0,21
08.08.07	09.08.07	1,01	29.08.07	31.08.07	0,16
22.08.07	23.08.07	0,68	12.09.07	14.09.07	0,15
05.09.07	06.09.07	<0,27	26.09.07	28.09.07	1,38g
19.09.07	20.09.07	0,68	03.10.07	05.10.07	0,39
26.09.07	29.09.07	<0,61	17.10.07	19.10.07	0,19
10.10.07	11.10.07	0,87	31.10.07	02.11.07	0,63
24.10.07	25.10.07	<0,76	14.11.07	16.11.07	0,48
07.11.07	08.11.07	<0,16	12.12.07	14.12.07	1,51
14.11.07	15.11.07	<0,13	19.12.07	21.12.07	0,29
21.11.07	22.11.07	<0,44	26.12.07	28.12.07	0,25
19.12.07	20.12.07	<0,29		Feltblind	<0,01
26.12.08	27.12.07	3,02		Gjennomsnitt	0,44
05.12.07	06.12.07	1,55		Minimum	0,15
12.12.07	13.12.07	0,52		Maksimum	1,51
	Feltblind	<0,16			
	Gjennomsnitt	1,04			
	Minimum	0,51			
	Maksimum	3,02			

\*Feltblindprøve, inngår ikke i beregningen av gjennomsnitt, minimums- og maksimumsverdi.  
g: Lav gjenvinning av internstandard

**PFOS**

Måleresultater av PFOS i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5.16.

*Tabell 5.16. Konsentrasjon av PFOS i luft på begge stasjoner.*

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>	Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>
25.07.07	26.07.07	0,28	01.08.07	03.08.07	0,13
01.08.07	02.08.07	0,41	15.08.07	17.08.07	0,04
08.08.07	09.08.07	0,43	29.08.07	31.08.07	0,02
22.08.07	23.08.07	<0,06	12.09.07	14.09.07	0,05
05.09.07	06.09.07	0,04	26.09.07	28.09.07	0,53g
19.09.07	20.09.07	<0,06	03.10.07	05.10.07	0,06
26.09.07	29.09.07	<0,10	17.10.07	19.10.07	0,08
10.10.07	11.10.07	0,28	31.10.07	02.11.07	0,38
24.10.07	25.10.07	0,52	14.11.07	16.11.07	0,11
07.11.07	08.11.07	0,16	12.12.07	14.12.07	0,97
14.11.07	15.11.07	0,08	19.12.07	21.12.07	0,12
21.11.07	22.11.07	0,14	26.12.07	28.12.07	0,06
19.12.07	20.12.07	0,09		Feltblind	0,01
26.12.08	27.12.07	0,81		Gjennomsnitt	0,18
05.12.07	06.12.07	0,54		Minimum	0,02
12.12.07	13.12.07	0,40		Maksimum	0,97
	Feltblind	0,09			
	Gjennomsnitt	0,32			
	Minimum	0,04			
	Maksimum	0,81			

\*Feltblindprøve, inngår ikke i beregningen av gjennomsnitt, minimums- og maksimumsverdi.  
g: Lav gjenvinning av internstandard

**Sum PFOA og PFOS***Tabell 5.17. Konsentrasjon av sum PFOA og PFOS i luft på begge stasjoner.*

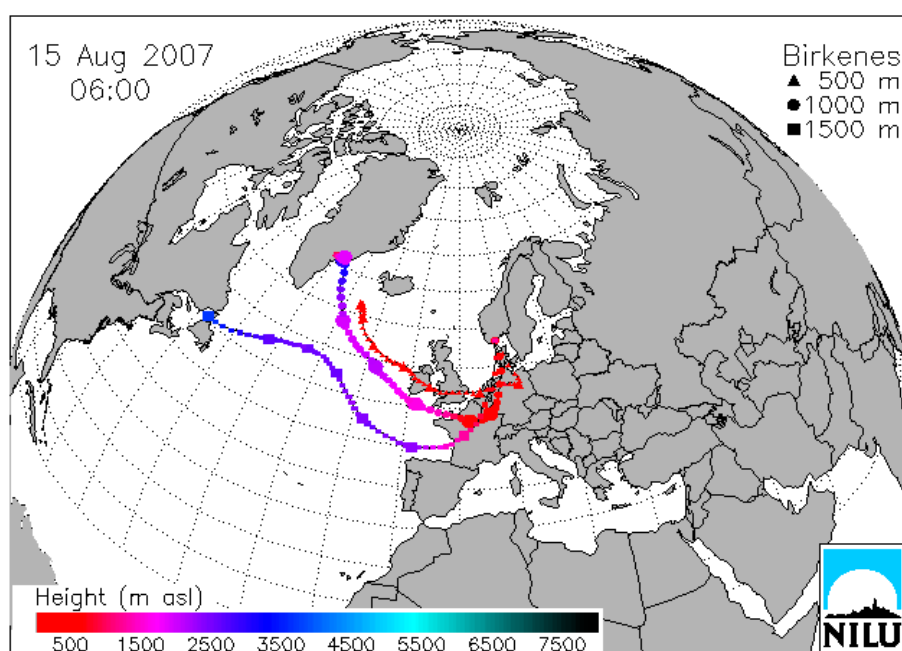
Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>	Fra	Til	pg/m <sup>3</sup>
25.07.07	26.07.07	0,79	01.08.07	03.08.07	0,73
01.08.07	02.08.07	0,95	15.08.07	17.08.07	0,25
08.08.07	09.08.07	1,45	29.08.07	31.08.07	0,18
22.08.07	23.08.07	0,68	12.09.07	14.09.07	0,20
05.09.07	06.09.07	0,04	26.09.07	28.09.07	1,19g
19.09.07	20.09.07	0,68	03.10.07	05.10.07	0,45
26.09.07	29.09.07	<0,71	17.10.07	19.10.07	0,27
10.10.07	11.10.07	1,15	31.10.07	02.11.07	1,00
24.10.07	25.10.07	0,52	14.11.07	16.11.07	0,59
07.11.07	08.11.07	0,16	12.12.07	14.12.07	0,97
14.11.07	15.11.07	0,08	19.12.07	21.12.07	0,12
21.11.07	22.11.07	0,14	26.12.07	28.12.07	0,06
19.12.07	20.12.07	0,09		Gjennomsnitt	0,44
26.12.08	27.12.07	3,83		Minimum	0,06
05.12.07	06.12.07	2,09		Maksimum	1,00
12.12.07	13.12.07	0,92			
	Gjennomsnitt	0,91			
	Minimum	0,04			
	Maksimum	3,83			

g: Lav gjenvinning av internstandard

## 6. Trajektorieberegninger

Atmosfæriske trajektoriemodeller gir informasjon om luftmassers opprinnelse. I denne rapporten er det brukt modellen FLEXTRA (Stohl et al., 1995; Stohl og Seibert, 1998) basert på meteorologiske data fra European Centre for Medium Range Weather Forecasts (ECMWF). Et eksempel på et trajektorieplott for luft med ankomst Birkenes den 15.08.07 kl 06:00 er vist i Figur 6.1. Trajektoriene er vist for syv dager. Det er vist trajektorier for 3 forskjellige høyder ved ankomst Birkenes i henhold til tegnforklaringen oppe til høyre i figuren. Høyden over havet (i meter) fremgår av fargeskalaen. Hver tredje time er indikert med et punkt. Hvert 24-timersintervall er indikert med fet trykk.

Modellens nøyaktighet er anslått til ca 20% av transportdistansen, men den kan i visse tilfeller være større. FLEXTRA er utelukkende en transportmodell og tar ikke hensyn til atmosfæriske prosesser som for eksempel nedbrytning eller tørr- og våtavsetning.

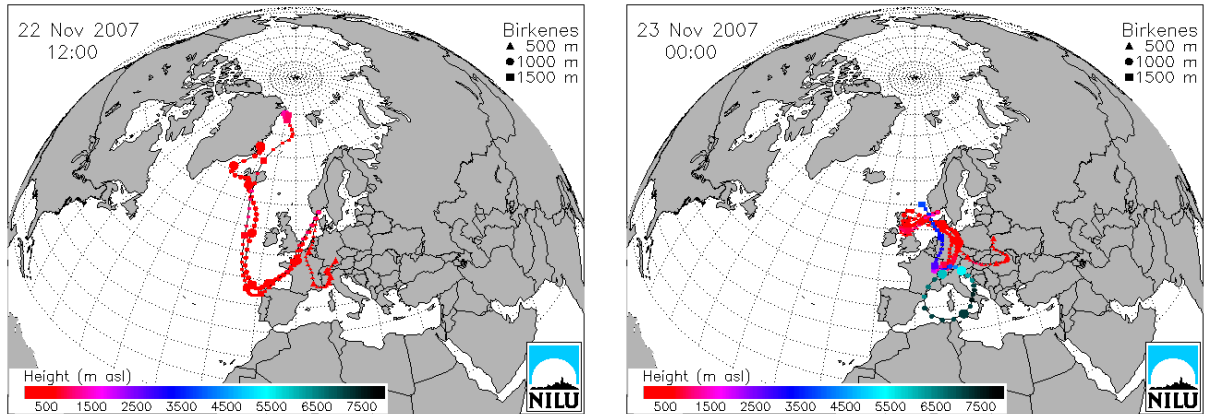


Figur 6.1. Eksempel på et trajektorieplott fra FLEXTRA.

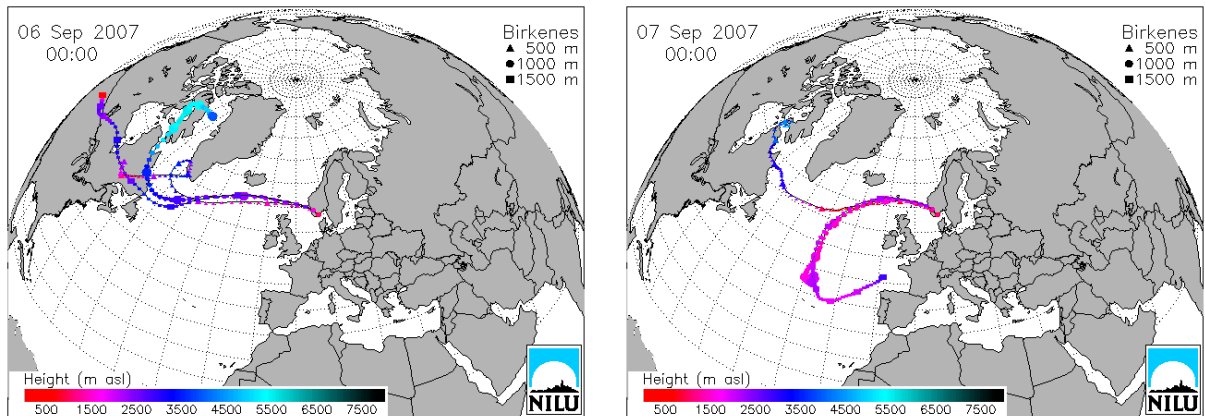
### TBA

Figur 6.2 viser resultater av trajektorieberegninger for luft med ankomst Birkenes den 22.11.07 kl 12:00 og den 23.11.07 kl 00:00, da prøvetakingen av prøven med høyest TBA-konsentrasjon pågikk. Transporten gikk fra Grønland/Island over Atlanteren og Vest-Europa, så vel Sørvest-Europa, England over Skagerrak til Birkenes.

Figur 6.3 viser trajektorier for den prøven fra Birkenes som hadde lavest TBA-konsentrasjon med luft fra Nord- og Vest-Canada over Atlanteren inn mot Birkenes over Vest- og Sørlandet.



Figur 6.2. Trajektorier fra prøven tatt på Birkenes med høyest TBA-konsentrasjon.

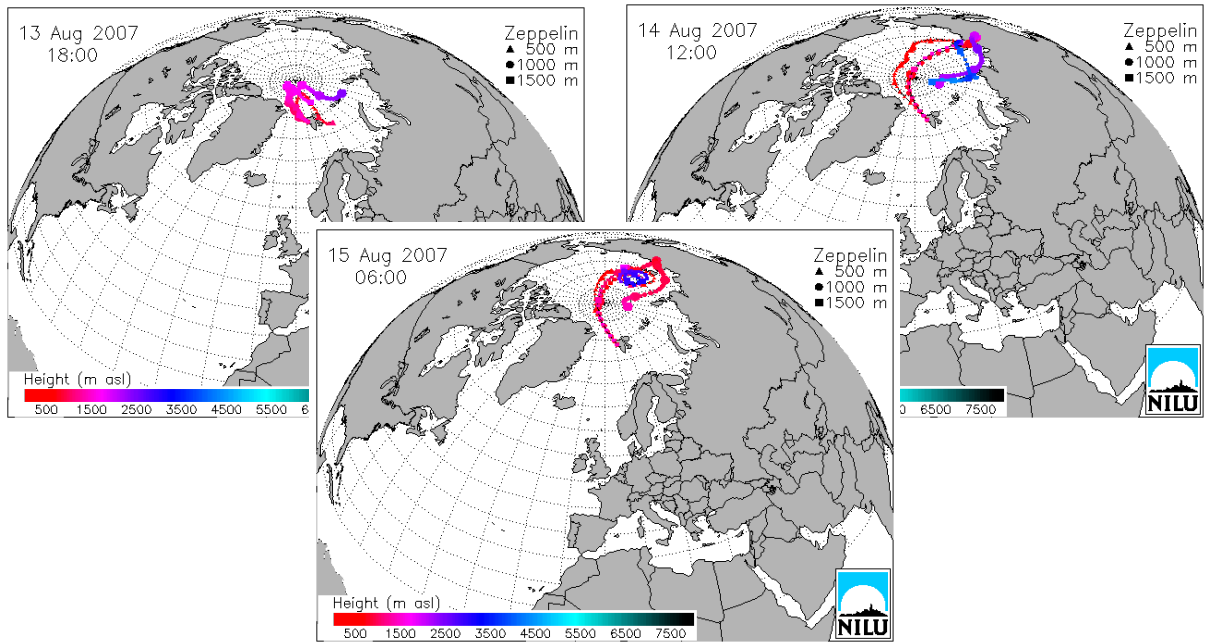


Figur 6.3. Trajektorier fra prøven tatt på Birkenes med lavest TBA-konsentrasjon.

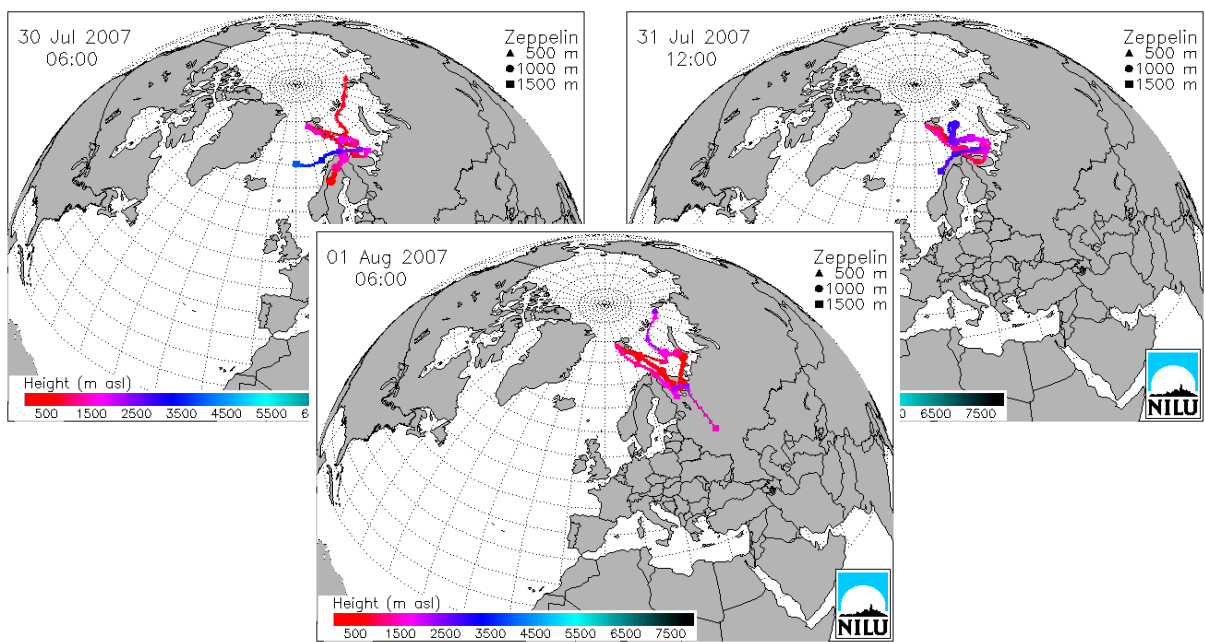
Figur 6.4 viser resultater av trajektorieberegninger for luft med ankomst Zeppelinstasjonen da prøvetakingen av prøven med høyest TBA-konsentrasjon pågikk fra 13.-15.08.07. Luftmassene var transportert fra Nord-Russland og Polhavet.

Figur 6.5 viser trajektorier for den prøven fra Zeppelinstasjonen som hadde lavest TBA-konsentrasjon med tilførsel fra fra nordlige deler av Norge, Finland og Russland.





Figur 6.4. Trajektorier fra prøven tatt på Zepplinstasjonen med høyest TBA-konsentrasjon.

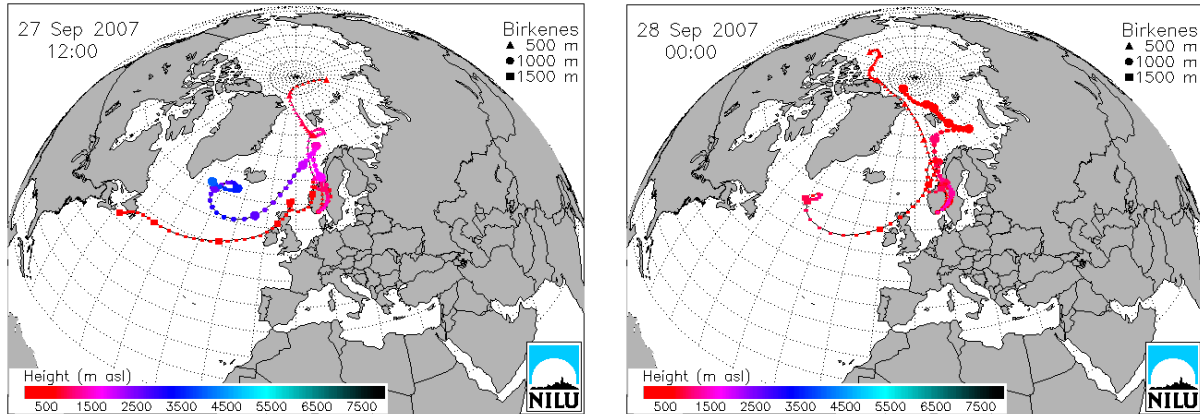


Figur 6.5. Trajektorier fra prøven tatt på Zepplinstasjonen med lavest TBA-konsentrasjon.

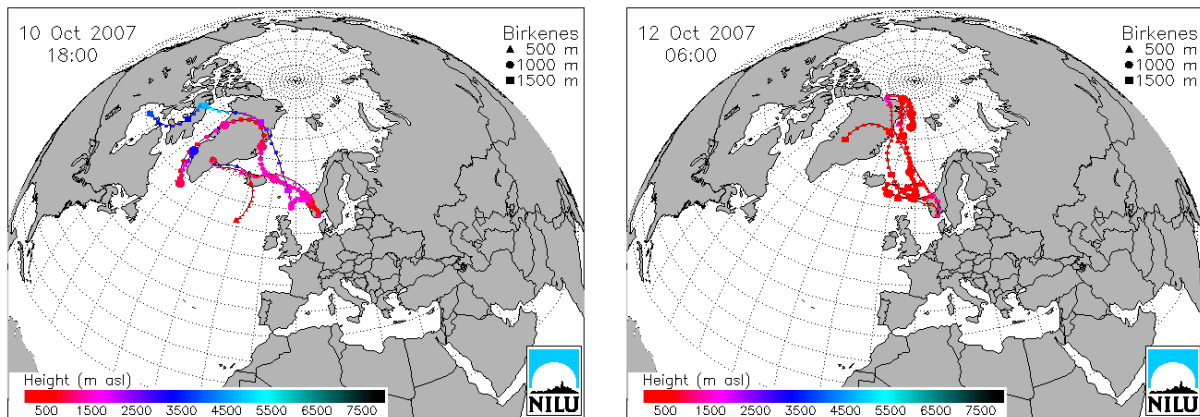
**Sum PBDE: PBDE-28, PBDE-47, PBDE-49+71, PBDE-66, PBDE-85, PBDE-99, PBDE-100, PBDE-153, PBDE-154 og PBDE-183**

Figur 6.6 viser resultater av trajektorieberegninger for luft med ankomst Birkenes 26.-28.09.07, da prøvetakingen av prøven med høyeste Sum PBDE-konsentrasjon pågikk. Transporten gikk delvis delvis fra Canadas vestkyst over Atlanteren via Irland Storbritannia og delvis fra Grønland og Nordishavet over midtre og sørlige delen av Norge.

Figur 6.7 viser trajektorier for den prøven fra Birkenes som hadde lavest Sum PBDE-konsentrasjon med luft tilført fra Grønland, Island over den sørlige delen av Norge.



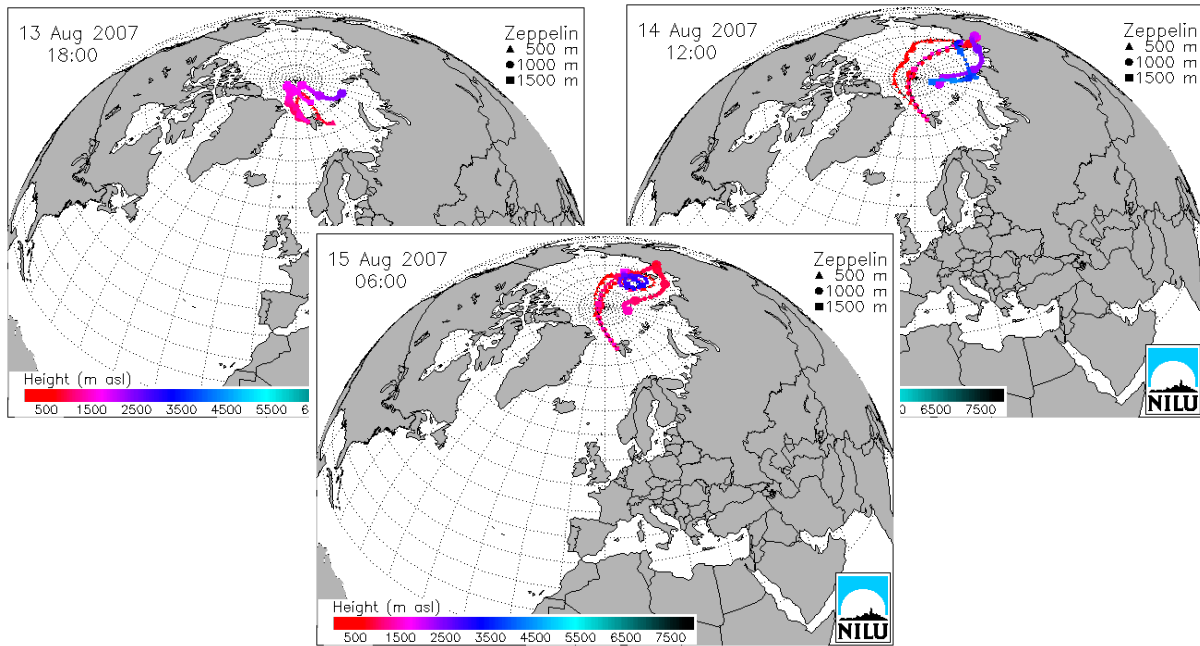
Figur 6.6. Trajektorier fra prøven tatt på Birkenes med høyest Sum PBDE-konsentrasjon.



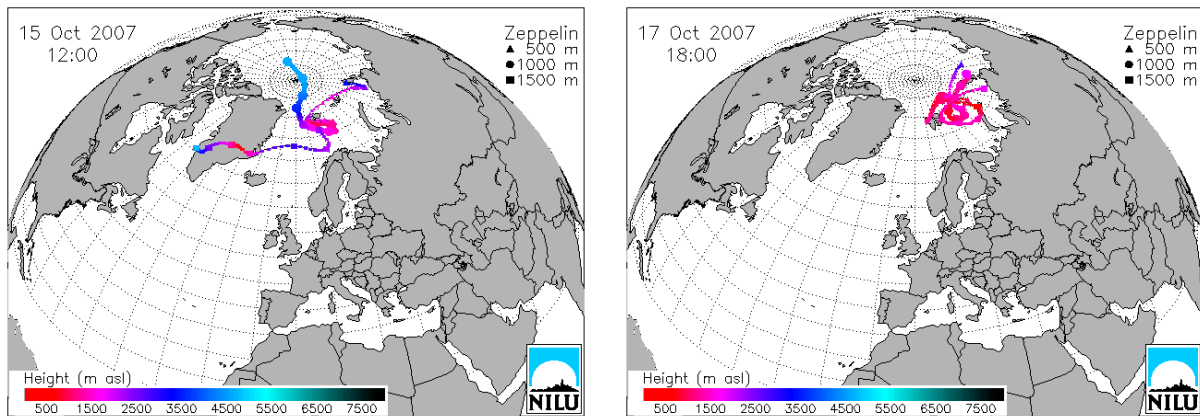
Figur 6.7. Trajektorier fra prøven tatt på Birkenes med lavest Sum PBDE-konsentrasjon.

Figur 6.8 viser resultater av trajektorieberegninger for luft med ankomst Zeppelinstasjonen 13.-15.08.07, da prøvetakingen av prøven med høyest Sum PBDE-konsentrasjon pågikk. Luftmassene var transportert fra Nord-Russland og Polhavet.

Figur 6.9 viser trajektorier for prøven tatt på Zeppelinstasjonen med den laveste Sum PBDE-konsentrasjon med luft tilført fra Grønland og Polhavet.



Figur 6.8. Trajektorier fra prøven tatt på Zeppelinstasjonen med høyest Sum PBDE-konsentrasjon.

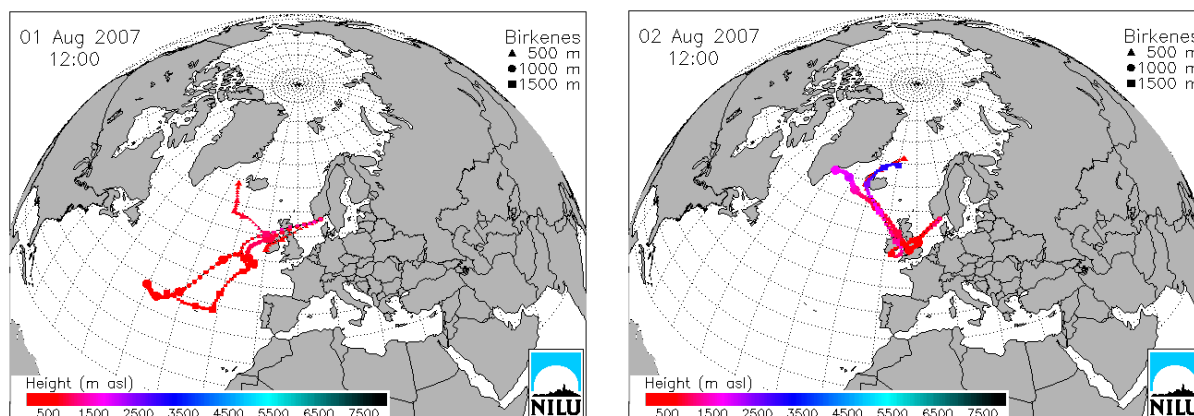


Figur 6.9. Trajektorier fra prøven tatt på Zeppelinstasjonen med lavest Sum PBDE-konsentrasjon.

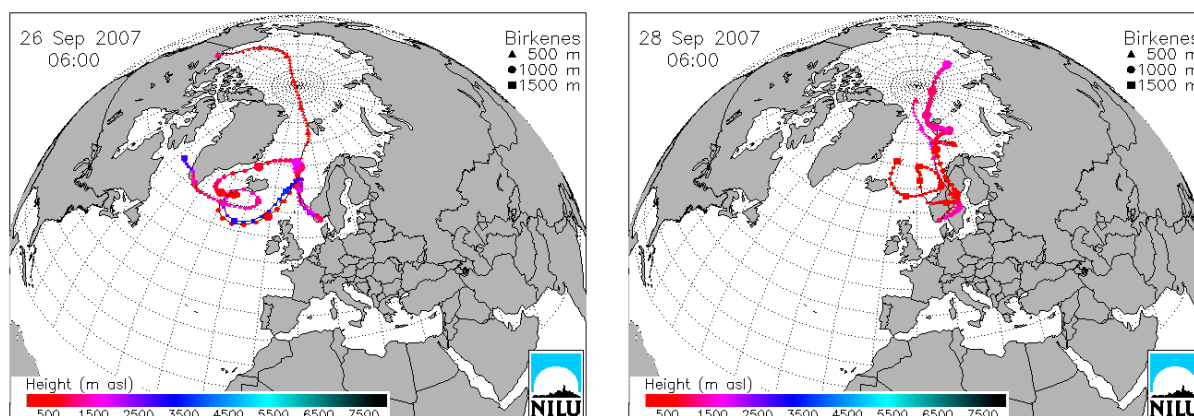
### Sum HBCD

Figur 6.10 viser resultater av trajektorieberegninger for luft med ankomst Birkenes 1.-3.08.07, da prøvetakingen av prøven med høyeste Sum PBDE-konsentrasjon pågikk. Transporten gikk hovedsakelig fra Øst-Atlanteren over Irland og Storbritannia over Nordsjøen.

Figur 6.11 viser trajektorier for den prøven fra Birkenes som hadde lavest Sum HBCD-konsentrasjon med luft tilført fra Nord-Atlanteren og Polhavet over Norge og Sverige.



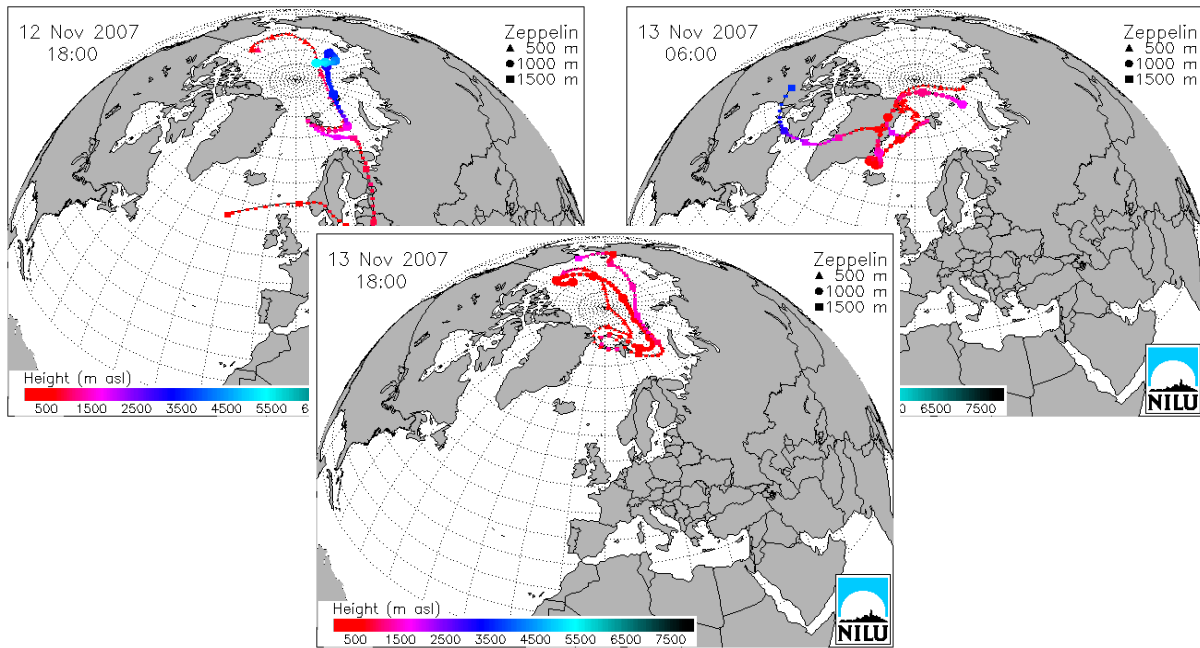
Figur 6.10. Trajektorier fra prøven tatt på Birkenes med høyest Sum HBCD-konsentrasjon.



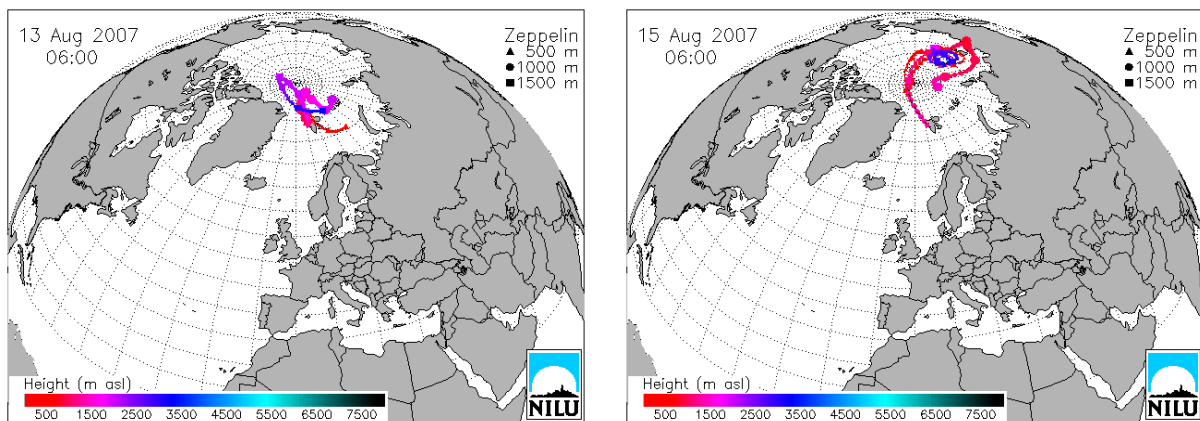
Figur 6.11. Trajektorier fra prøven tatt på Birkenes med lavest Sum HBCD-konsentrasjon.

Figur 6.12 viser resultater av trajektorieberegninger for luft med ankomst Zeppelinstasjonen 12.-14.11.07, da prøvetakingen av prøven med høyest Sum HBCD-konsentrasjon pågikk. Luft ankom stasjonen fra Nord-Canada, Grønland og Polhavet samt fra Nordøst-Europa.

Figur 6.13 viser trajektorier for den laveste prøven tatt på Zeppelinstasjonen med lavest Sum HBCD-konsentrasjon med luft hovedsakelig tilført fra Polhavet.



Figur 6.12. Trajektorier fra prøven tatt på Zeppelinstasjonen med høyest Sum PBDE-konsentrasjon.

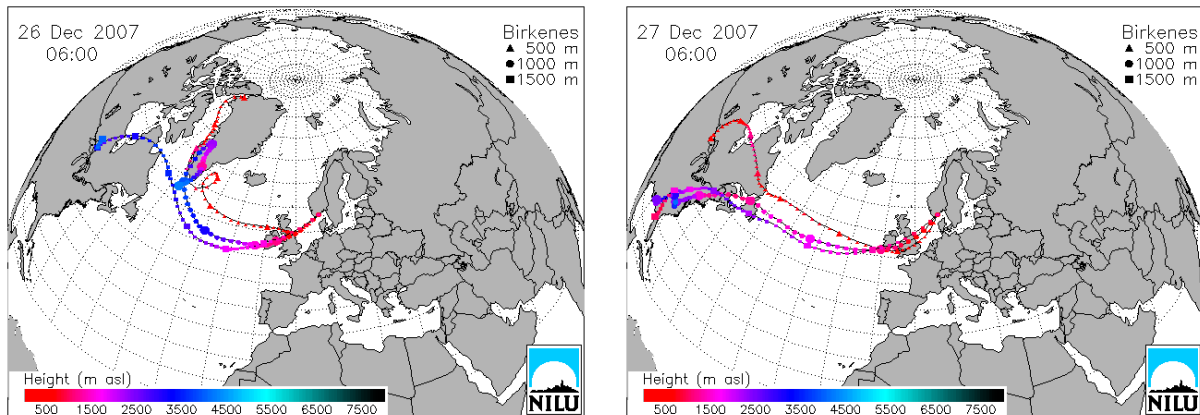


Figur 6.13. Trajektorier fra prøven tatt på Zeppelinstasjonen med lavest Sum HBCD-konsentrasjon.

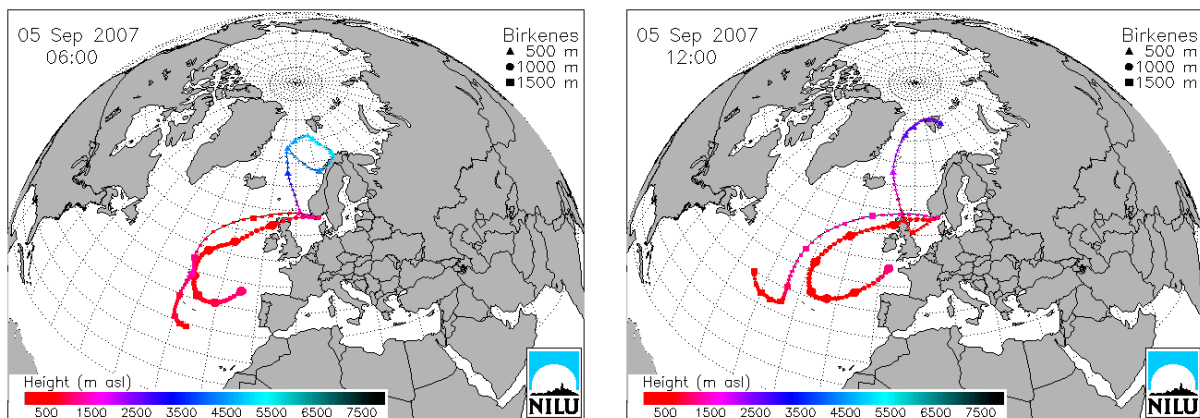
### Sum PFOA og PFOS

Figur 6.14 viser resultater av trajektorieberegninger for luft med ankomst Birkenes 26.-27.12.07, da prøvetakingen av prøven med høyest Sum PFOA og PFOS-konsentrasjon pågikk. Transporten gikk fra USA, Canada, Grønland, Irland og Storbritannia.

Figur 6.15 viser trajektorier for en av de to prøvene fra Birkenes som hadde lavest Sum PFOA og PFOS -konsentrasjon med luft tilført fra Øst- og Nord-Atlanteren, Skottland og Nordsjøen.



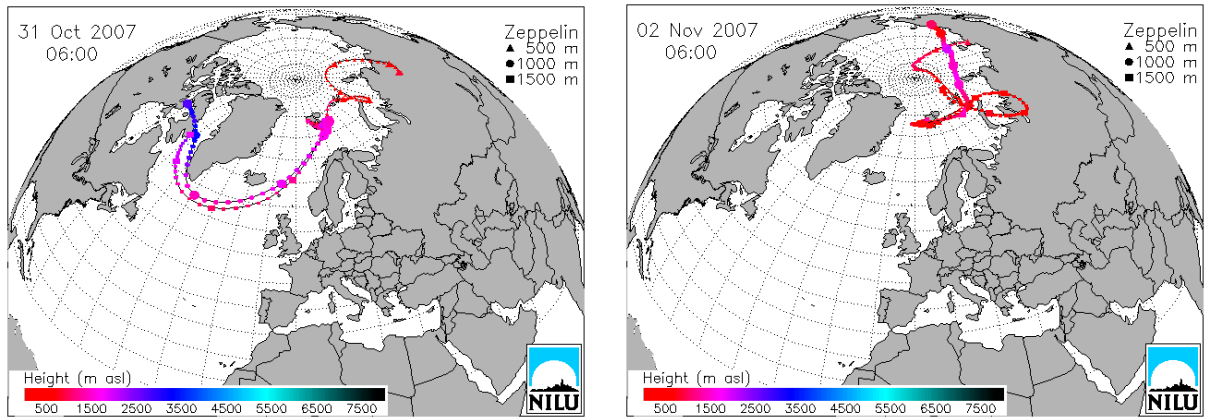
Figur 6.14. Trajektorier fra prøven tatt på Birkenes med høyest Sum PFOA og PFOS-konsentrasjon.



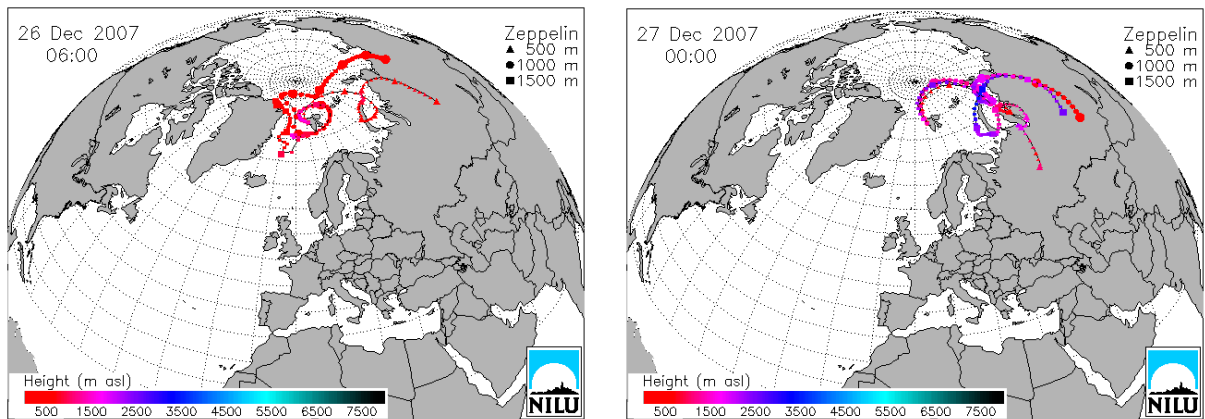
Figur 6.15. Trajektorier fra prøven tatt på Birkenes med lavest Sum PFOA og PFOS -konsentrasjon.

Figur 6.16 viser resultater av trajektorieberegninger for luft med ankomst Zeppelinstasjonen 31.10-2.11.07, da prøvetakingen av prøven med høyest Sum PFOA- og PFOS-konsentrasjon pågikk. Luft ankom stasjonen fra Nord-Canada, Grønland og Nord-Russlan.

Figur 6.17 viser trajektorier for den prøven fra Zeppelinstasjonen som hadde lavest Sum PFOA- og PFOS-konsentrasjon med luft hovedsakelig tilført fra Russland via Nordpolen.



Figur 6.16. Trajektorier fra prøven tatt på Zeppelinstasjonen med høyest Sum PFOA og PFOS-konsentrasjon.



Figur 6.17. Trajektorier fra prøven tatt på Zeppelinstasjonen med lavest Sum PFOA og PFOS-konsentrasjon.

## 7. Diskusjon

### 7.1 Bromerte forbindelser

#### TBA

Tribromanisol ble funnet i luft fra begge stasjoner og Tabell 7.1. oppsummerer dataene.

Tabell 7.1. Sentrale resultater for TBA i luft [ $\text{pg}/\text{m}^3$ ].

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Gj.snitt	Range	Ant. målinger	Gj.snitt	Range	Ant. målinger
4,95	9,78-2,33	17	7,72	15,7-4,02	17

Gj.snitt 2006: 12,8 og 7,56  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

TBA er tidligere blitt påvist i marine prøver (Schlabach et al., 2002; Wetter og Stoll, 2002) og det er antatt at forbindelsen hovedsakelig er en naturlig bromert forbindelse med opprinnelse i marine mikroorganismer, men den har også antropogen opprinnelse (Wetter og Stoll, 2002). Det finnes få data for TBA i miljøprøver og siden stoffet oppfører seg som en persistent organisk forbindelse og har strukturelle likhetstrekk med andre bromerte forbindelser er det anbefalt å holde øye med nivåene av forbindelsen (Schlabach et al., 2002). Führer og Ballschmiter (1998) målte TBA under et cruise fra Bremerhaven til Cape Town og fant konsentrasjoner i området 0,5 – 42  $\text{pg}/\text{m}^3$  og de høyeste målingene ble funnet i den nordlige hemisfære. Høyeste verdi ble funnet 13°N vest for Senegal. Vest for Portugal var også nivået relativt høyt (30  $\text{pg}/\text{m}^3$ ).

Prøvene fra både Birkenes og Zeppelinstasjonen hadde lavere nivå enn målingene til Führer og Ballschmiter, og verdiene fra Birkenes var lavere enn de fra Zeppelinstasjonen. TBA var over deteksjonsgrensen i alle prøvene i den foreliggende undersøkelsen. Det var liten endring i nivået på Zeppelinstasjonen i forhold til 2006, mens nivået var lavere på Birkenes i 2007 enn det var året før.

Trajektorieberegningene for både den høyeste og laveste TBA-konsentrasjonen fra begge stasjoner viste transport av luft over både havområder og tett befolkede områder. Det er intet motstridene i dataene fra Führer og Ballschmiter og dataene i denne undersøkelsen og det er sannsynlig at TBA hovedsakelig har et naturlig opphav. Det er ikke mulig å konkludere noe om en eventuell trend ut i fra det foreliggende datamaterialet.

#### PBB-153

2,2',4,4',5,5'-Heksabrombifenyl ble funnet i meget lave konsentrasjoner i prøver fra begge stasjoner i 2006, men komponenten ble ikke påvist i prøvene fra 2007.

Produksjon teknisk blanding av HeksaBB ble forbudt i USA og i Europa i 1973 og produksjonen av DekaBB opphørte i år 2000. I en tidligere kartlegging av bromerte flammehemmere og klorerte parafiner (Schlabach et al. 2002) ble det blant annet undersøkt nivået av PBB-15, PBB-49 og PBB-52 i etasjemose, som brukes til å se på avsetning av POP fra luft. Kun sporadiske funn ble gjort. Siden stoffgruppen er utfaset og det ikke blir påvist høye konsentrasjoner er det trolig mindre relevant å ha veldig stor fokus på denne stoffgruppen.



Siden gruppen med letthet kan analyseres sammen med PBDE uten særlige ekstrakostnader kan det imidlertid vurderes å ha den med fremtidige målinger.

### PBDE

Av de 17 forskjellige polybromerte difenyleterne som ble forsøkt kvantifisert i alle prøver var det 11 komponenter som det var mulig å produsere resultater som var klart signifikante vurdert ut fra deteksjonsgrense og feltblindprøve. Tabell 7.2 oppsummerer disse resultatene.

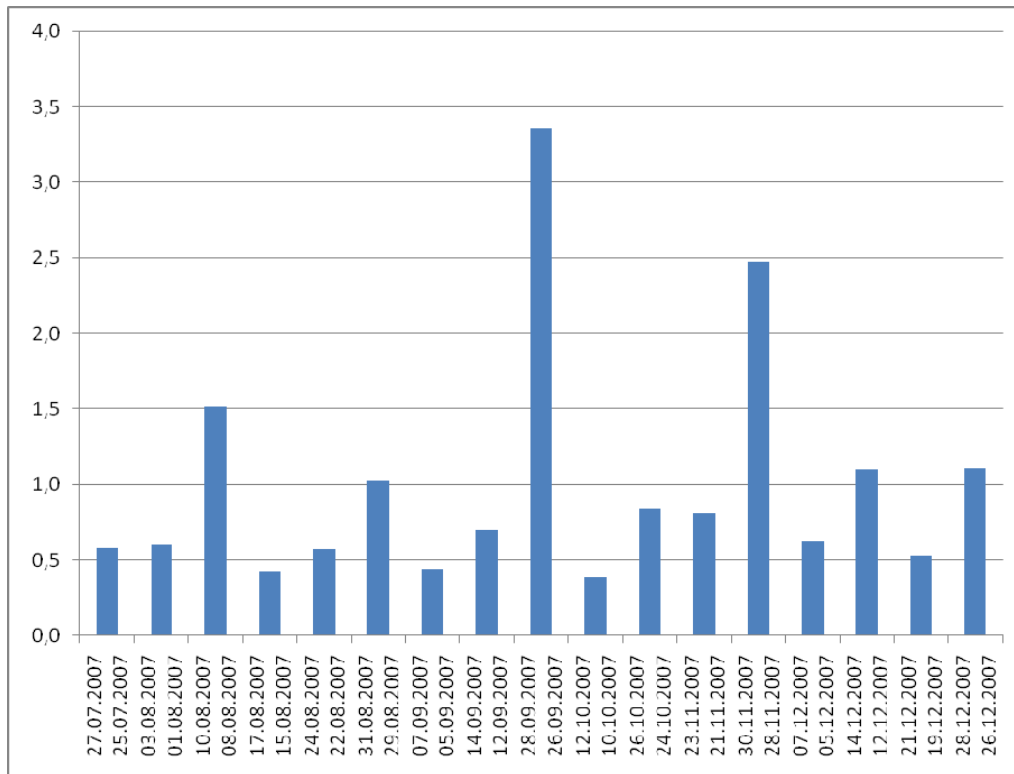
Tabell 7.2. Sentrale resultater for PBDE i luft [ $\text{pg}/\text{m}^3$ ].

	Birkenes			Zeppelinstasjonen		
	Gj.snitt	Range	Ant. målinger	Gj.snitt	Range	Ant. målinger
BDE-28	0,05	0,02-0,10	17	0,03	0,01-0,07	15
BDE-47	0,51	0,16-1,35	17	0,75	0,20-2,40	16
BDE-49+71	0,04	0,01-0,08	15	0,04	0,01-0,14	15
BDE-66	0,03	0,01-0,08	11	0,03	0,01-0,05	9
BDE-85	0,02	0,01-0,03	3	0,02	0,01-0,05	4
BDE-99	0,38	0,15-1,38	11	0,32	0,06-1,60	13
BDE-100	0,09	0,03-0,33	17	0,03	0,02-0,39	16
BDE-153	0,06	0,01-0,19	6	0,04	0,02-0,12	5
BDE-154	0,03	0,01-0,13	15	0,04	0,01-0,12	7
BDE-183	0,02	0,02-0,03	5	0,02	0,02-0,02	2

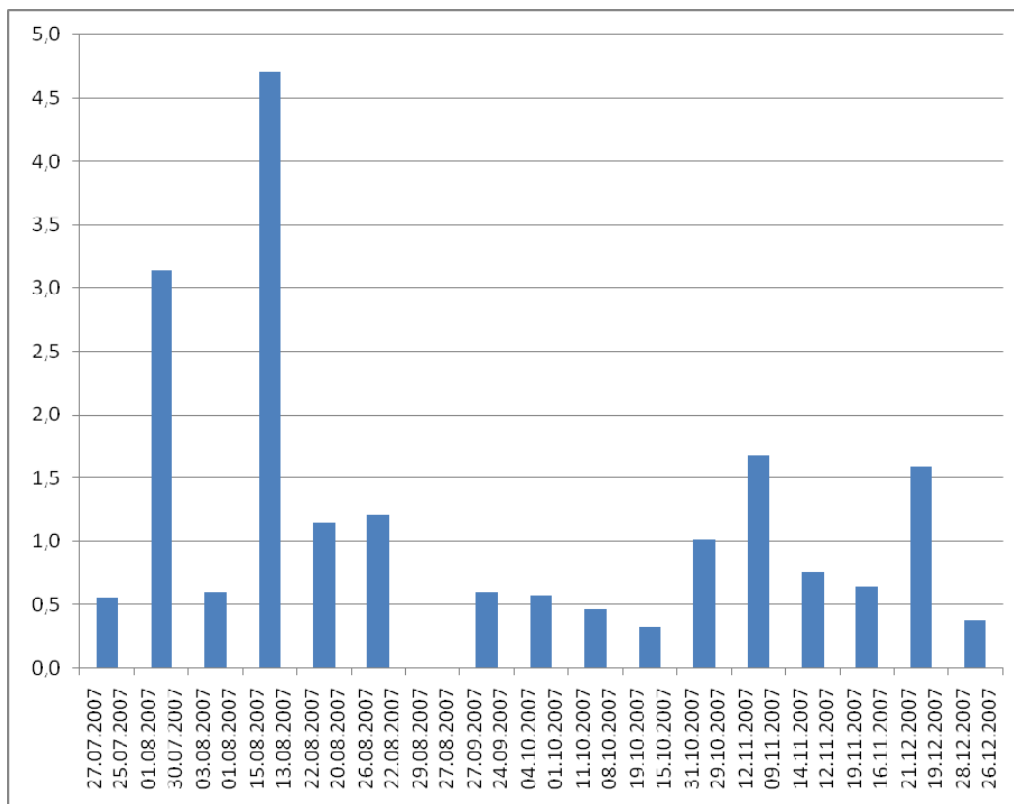
Generelt var konsentrasjonene lave, mindre enn  $1 \text{ pg}/\text{m}^3$  for enkeltkomponenter, og nivået på de to stasjonene var relativt like lavt. Sum av alle påviste PBDE i samtlige prøver er vist grafisk i Figur 7.1 for Birkenes og i Figur 7.2 for Zeppelinstasjonen.

De tyngste komponentene i gruppen, PBDE-196 (okta-BDE), 206 (nona-BDE) og 209 (deka-BDE) kunne ikke påvises i signifikante mengder vurdert i forhold til deteksjonsgrense og feltblindverdien. PBDE-119 ble ikke påvist i prøvene fra år 2007.

Nye miljøgifter i luft – 2007 (TA-1031/2008)



Figur 7.1. Sum PBDE på Birkenes i alle prøver [pg/m³].

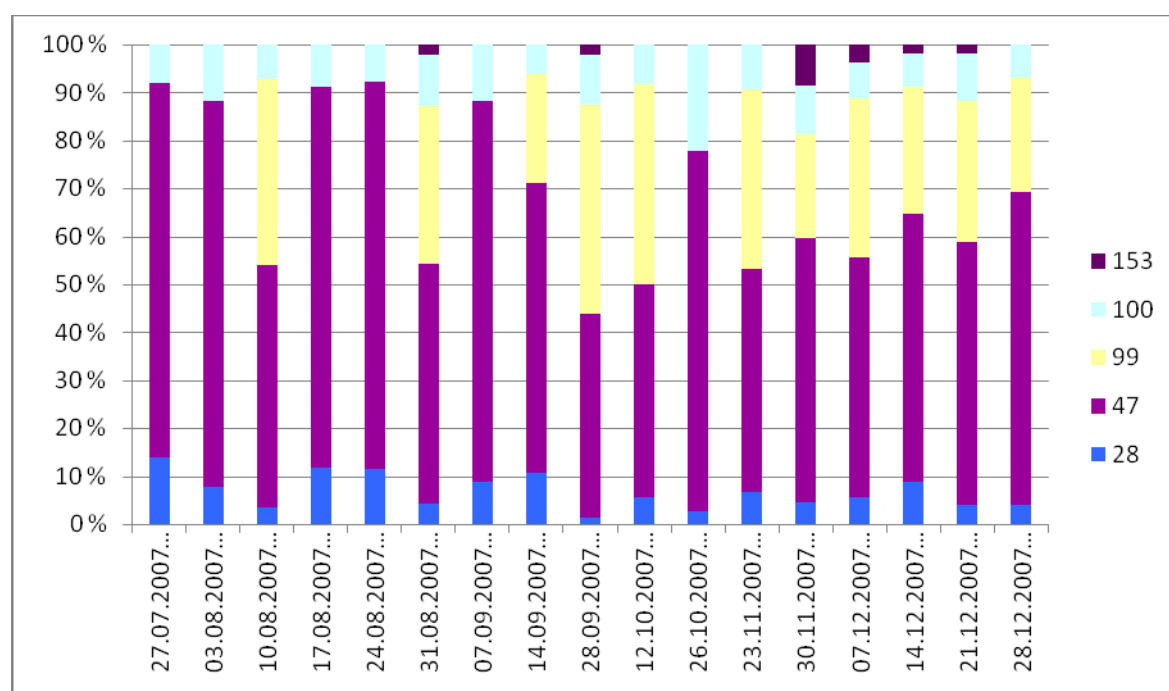


Figur 7.2. Sum PBDE på Zeppelinstasjonen i alle prøver [pg/m³].

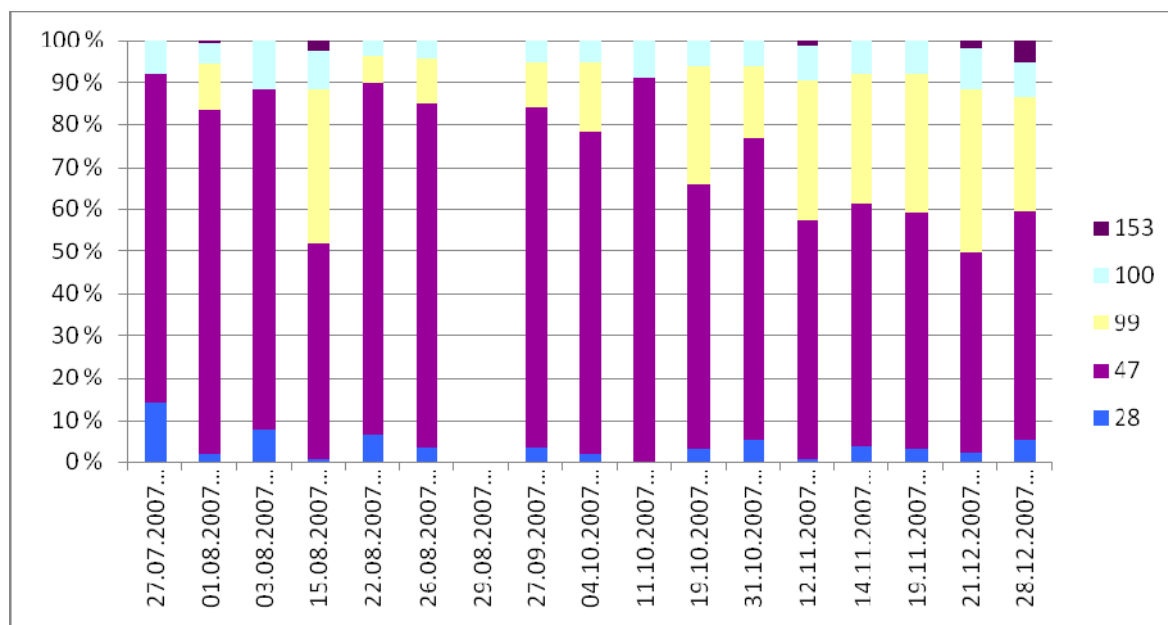
I Figur 7.3 og Figur 7.4 er det vist den relative sammensetningen av sum PBDE-28, 47, 99, 100 og 153 i alle prøver fra Birkenes og Zeppelinstasjonen og figurene er svært lik de som ble laget for 2006-datasettet fra de samme stasjonene (Manø et al. 2008). Mest prominente enkeltforbindelse er PBDE-47 (en tetrabromdifenyleter) og den største del av summen utgjøres av PBDE-47 og PBDE-99 (en pentabromdifenyleter). Av de to tyngste forbindelsene i gruppen er bidraget noe mindre på Zeppelinstasjonen enn på Birkenes. Dette kan forklares ut i fra at de tyngre komponentene er mindre egnet for langtransport til steder så langt bort fra kildeområdene som Arktis. En annen mulig årsak eller bidragende faktor til denne fordelingen kan være at de tunge PBDE spalter av brom ved eksponering mot sollys (Söderström et al., 2004). På den måten reduseres nivået av tunge PBDE, for eksempel deka (PBDE-209), og nivået av de lavere PBDE øker. De lavere PBDE, som er flyktigere, vil lettere kunne forflytte seg til fjerne regioner enn den opprinnelige forbindelsen.

I Figur 7.5 er det vist en tilsvarende fremstilling som viser sammensetningen av de samme enkeltforbindelser i prøver som ble tatt på Kise (Breivik et al., 2005). Også her var PBDE-47 og PBDE-99 som utgjorde hoveddelen av summen. Særlig hvis en sammenligner deres verdier med resultatene fra Zeppelinstasjonen er det klart at nivået av de høye PBDE er lavere i Arktis enn i områder nære kilder eller i områder med en høyere bakgrunn. De samme forbindelsene var de dominerende også i en undersøkelse av luft ved Great Lakes i USA (Dodder et al., 2000).

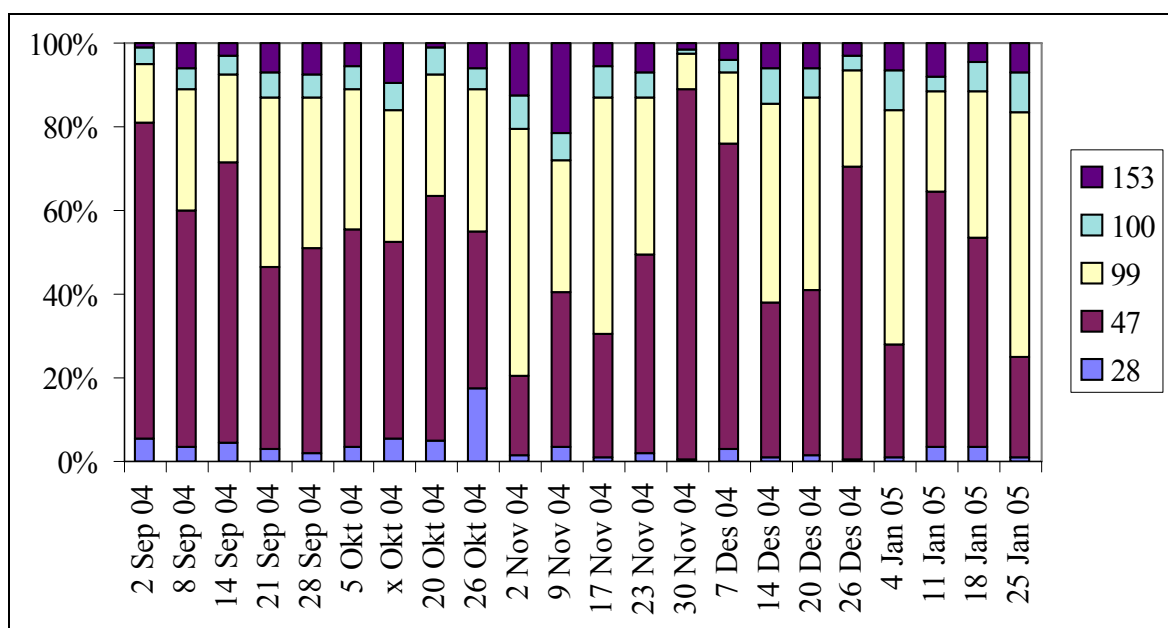
De mest brukte tekniske blandingene av bromerte difenyletere var Penta-, Okta- og Dekabromerte difenyletere. Dette var difenyletere som inneholdt henholdsvis 5, 8 og 10 brom. Som alle tekniske formuleringer var de ikke rene enkeltforbindelse, men blandinger. Penta-BDE inneholdt 24-38% av tetra-BDE, 50-60% penta-BDE og 4-8% hekso-BDE. PBDE-47 og PBDE-99 utgjorde ca 75% av total masse i Penta-BDE (Birnbäum og Staskal, 2004). En del av det påviste PBDE-47 kan som tidligere nevnt ha oppstått ved nedbrytning av høyere PBDE.



Figur 7.3. Sum PBDE 28,47, 99, 100, 153 på Birkenes.



Figur 7.4. Sum PBDE 28, 47, 99, 100, 153 på Zeppelinstasjonen.



Figur 7.5. Relativ fordeling av PBDE 28, 47, 99, 100 og 153 i luft på Kise i % (Breivik et al., 2005).

#### PBDE-47

Tabell 7.3 oppsummerer resultatene for PBDE-47. Det er ikke særlig forskjell på gjennomsnittsverdiene fra de to stasjonene, men verdien på Zeppelinstasjonen er høyere enn på Birkenes og maksimumsverdien fra Zeppelinstasjonen er ca en faktor to høyere enn den fra Birkenes. Gjennomsnittsverdien på Birkenes var uendret, mens verdien fra Zeppelinstasjonen var høyere i år 2007.

Tabell 7.3. Sentrale resultater for PBDE-47 i luft [ $\text{pg}/\text{m}^3$ ].

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Gj.snitt	Range	Ant. målinger	Gj.snitt	Range	Ant. målinger
0,51	0,16-1,33	17	0,75	0,20-2,40	16

Gj.snitt 2006: 0,51 og 0,32 $\text{pg}/\text{m}^3$ .

Tabell 7.4 viser en del måleresultater for PBDE-47 i luft. Resultatene for Birkenes og Zeppelinstasjonen er lave sammenliknet med de øvrige verdier. Imidlertid skyldes trolig forskjellen at de amerikanske målingene er mer påvirket av lokale kilder. Ved de store sjøene finnes det også storbyer som Chicago, Detroit og Toronto noe som kan forklare forskjellen i nivåene. Det finnes også målinger fra Kanadisk Arktis med langt høyere verdier (Alaee et al., 2003). Gjennomsnittskonsentrasjonen funnet i prøver fra Alert og Tagish var høyere enn den luftkonsentrasjonen Strandberg et al. (2001) rapporterte for byen Chicago og det er foreslått at de høye konsentrasjonene kan tilskrives et ikke uvanlig fenomen i arktiske og subarktiske bosettinger i Canada: åpen, ukontrollert forbrenning av avfall. Resultater fra disse målingene er utelatt fra tabellen. Et slikt lokalt bidrag kan utelukkes i prøvene rapportert i denne undersøkelsen.

Tabell 7.4. Måleresultater for PBDE-47 i luft.

Stasjon	Konsentrasjon PBDE-47 [ $\text{pg}/\text{m}^3$ ]	Referanse
Landlig (rural) South Ontario	2,97	Gouin et al. 2006
Great Lakes Eagle Harbor	2,90	Strandberg et al. 2001
Great Lakes Sturgeon Point	3,80	Strandberg et al. 2001
Great Lakes Sleeping Bear Dunes	8,40	Strandberg et al. 2001
Great Lakes	3,70	Dodder et al. 2000
Ammarnäs (Lappland)	6,30	Bergander et al. 1995
Hoburgen (Gotland)	0,70	Bergander et al. 1995
Birkenes	0,51	
Zeppelinstasjonen	0,75	

### PBDE-99

Tabell 7.5 oppsummerer resultatene for PBDE-99. Gjennomsnittsverdiene fra de to stasjonene er lave og nivået er temmelig likt. Minimumverdien på Zeppelinfjell er lavere enn på Birkenes. Middelverdiene hadde steget noe på begge stasjonen i forhold til året før.

Tabell 7.5. Sentrale resultater for PBDE-99 i luft [ $\text{pg}/\text{m}^3$ ].

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Gj.snitt	Range	Ant. målinger	Gj.snitt	Range	Ant. målinger
0,38	0,15-1,38	11	0,32	0,06-1,60	13

Gj.snitt 2006: 0,29 og 0,15  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

Tabell 7.6 viser måleresultater for PBDE-99 i luft. De amerikanske resultatene er som tidligere nevnt trolig så vidt høye fordi de er påvirket av urbane områder i området nær de

store sjøene. Resultatene fra den foreliggende undersøkelsen er lave i sammenligning. Verdien fra begge målestasjonene er meget nær konsentrasjonen som ble funnet ved Hoburgen på sørspissen av Gotland.

Tabell 7.6. Måleresultater for PBDE-99 i luft [ $\text{pg}/\text{m}^3$ ].

Stasjon	Konsentrasjon PBDE-99 [ $\text{pg}/\text{m}^3$ ]	Referanse
Landlig (rural) South Ontario	7,23	Gouin et al. 2006
Great Lakes Eagle Harbor	2,1	Strandberg et al. 2001
Great Lakes Sturgeon Point	3,8	Strandberg et al. 2001
Great Lakes Sleeping Bear Dunes	5,3	Strandberg et al. 2001
Great Lakes	3,6	Dodder et al. 2000
Ammarnäs (Lappland)	1,6	Bergander et al. 1995
Hoburgen (Gotland)	0,35	Bergander et al. 1995
Birkenes	0,38	
Zeppelinstasjonen	0,32	

### PBDE-100

Tabell 7.7 oppsummerer resultatene for PBDE-100. Gjennomsnittsverdiene fra de to stasjonene er lave og av samme størrelsesorden, men det er en faktor tre mellom gjennomsnittet fra Birkenes til gjennomsnittet fra Zeppelinstasjonen. Gjennomsnittskonsentrasjonen på Birkenes hadde øket noe i forhold til året før mens verdien på Birkenes var uendret.

Tabell 7.7. Sentrale resultater for PBDE-100 i luft [ $\text{pg}/\text{m}^3$ ].

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Gj.snitt	Range	Ant. målinger	Gj.snitt	Range	Ant. målinger
0,09	0,03-0,33	17	0,03	0,02-0,39	16

Gj.snitt 2006: 0,06 og 0,03  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

Tabell 7.8 viser en del måleresultater hentet fra litteraturen for PBDE-100 i luft. De amerikanske resultatene er som tidligere nevnt trolig så vidt høye fordi de er påvirket av urbane områder i området nær de store sjøene. Resultatene fra den foreliggende undersøkelsen er lave i sammenligning. Som for PBDE-99 er verdien fra Birkenes meget nær konsentrasjonen som ble funnet på stasjonen Hoburgen på sørspissen av Gotland.

Tabell 7.8. Måleresultater for PBDE-100 i luft [ $\text{pg}/\text{m}^3$ ].

Stasjon	Konsentrasjon PBDE-100 [ $\text{pg}/\text{m}^3$ ]	Referanse
Landlig (rural) South Ontario	1,9	Gouin et al. 2006
Great Lakes Eagle Harbor	0,29	Strandberg et al. 2001
Great Lakes Sturgeon Point	0,39	Strandberg et al. 2001
Great Lakes Sleeping Bear Dunes	0,80	Strandberg et al. 2001
Great Lakes	0,33	Dodder et al. 2000
Ammarnäs (Lappland)	0,40	Bergander et al. 1995
Hoburgen (Gotland)	0,07	Bergander et al. 1995
Birkenes	0,09	
Zeppelinstasjonen	0,03	

**PBDE-153**

Tabell 7.9 oppsummerer resultatene for PBDE-153. Gjennomsnittsverdiene fra de to stasjonene er lave og verdien på Birkenes var uforandret. Verdien på Zeppelinfjell hadde øket, men gjennomsnittsverdien for både 2006 og 2007 er basert på et lavt antall målinger med en viss spredning i måleverdi i tallmaterialet så økningen er ikke alarmerende. I de fleste prøvene fra begge stasjoner var nivået under deteksjonsgrensen.

Tabell 7.9. Sentrale resultater for PBDE-153 i luft [ $\text{pg}/\text{m}^3$ ].

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Gj.snitt	Range	Ant. målinger	Gj.snitt	Range	Ant. målinger
0,06	0,01-0,19	6	0,04	0,02-0,12	5

Gj.snitt 2006: 0,06 og 0,02  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

Tabell 7.10 viser en del måleresultater hentet fra litteraturen for PBDE-153 i luft. De amerikanske resultatene er som tidligere nevnt trolig så vidt høye fordi de er påvirket av urbane områder i området nær de store sjøene. Resultatene fra den foreliggende undersøkelsen er lave i sammenligning. For de høyere PBDE finnes det få verdier fra luftmålinger å sammenligne med. Resultatene fra den foreliggende undersøkelsen er tydelig lavere enn resultatene fra de store sjøene i USA/Canada noe som ikke er overraskende.

Tabell 7.10. Måleresultater for PBDE-153 i luft [ $\text{pg}/\text{m}^3$ ].

Stasjon	Konsentrasjon PBDE-153 [ $\text{pg}/\text{m}^3$ ]	Referanse
Great Lakes Eagle Harbor	0,13	Strandberg et al. 2001
Great Lakes Sturgeon Point	0,19	Strandberg et al. 2001
Great Lakes Sleeping Bear Dunes	0,25	Strandberg et al. 2001
Birkenes	0,06	
Zeppelinstasjonen	0,04	

**PBDE-154**

Tabell 7.11 oppsummerer resultatene for PBDE-154. Det er en faktor to mellom gjennomsnittet fra Birkenes til gjennomsnittet fra Zeppelinstasjonen. Nivået på begge stasjoner var svært lavt og i de fleste prøvene fra Zeppelinstasjonen var konsentrasjonen under deteksjonsgrensen.

Tabell 7.11. Sentrale resultater for PBDE-154 i luft [ $\text{pg}/\text{m}^3$ ].

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Gj.snitt	Range	Ant. målinger	Gj.snitt	Range	Ant. målinger
0,03	0,01-0,13	15	0,04	0,01-0,12	7

Gj.snitt 2006: 0,04 og 0,02  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

Tabell 7.12 viser en del måleresultater hentet fra litteraturen for PBDE-154 i luft. De amerikanske resultatene er som tidligere nevnt trolig så vidt høye fordi de er påvirket av

urbane områder i området nær de store sjøene. Resultatene fra den foreliggende undersøkelsen er lave i sammenligning. For de høyere PBDE finnes det få verdier fra luftmålinger å sammenligne med. Resultatene fra den foreliggende undersøkelsen er tydelig lavere enn resultatene fra de store sjøene i USA/Canada noe som ikke er overraskende.

Tabell 7.12. Måleresultater for PBDE-154 i luft [ $\text{pg}/\text{m}^3$ ].

Stasjon	Konsentrasjon PBDE-154 [ $\text{pg}/\text{m}^3$ ]	Referanse
Great Lakes Eagle Harbor	0,13	Strandberg et al. 2001
Great Lakes Sturgeon Point	0,19	Strandberg et al. 2001
Great Lakes Sleeping Bear Dunes	0,25	Strandberg et al. 2001
Birkenes	0,03	
Zeppelinstasjonen	0,04	

### Oppsummering PBDE

Nivået påvist var lavt sammenlignet med det som er påvist i nærheten av de store sjøene i USA, men det var til dels godt sammenlignbart med det som er påvist på svenske bakgrunnsstasjoner.

Det er liten forskjell på nivået ved de to målestedene og nivået på Zeppelinstasjonen er generelt høyere enn i 2006.

Luftkonsentrasjonen avtar når man ser etter tyngre representanter av stoffgruppen og PBDE-209 ble ikke påvist i signifikante mengder.

Det største bidraget til Sum PBDE kom fra PBDE-47 og PBDE-99, et forhold som også er observert av andre.

Stoffene kan spalte av brom under eksponering for sollys og produktet er flyktigere enn moderforbindelsen og mer egnet for langtransport med luft. Måleresultater tyder på at PBDE fra åpen forbrenning av avfall i Arktis, i tillegg til langtransport fra tettere befolkede regioner, såkalte kildeområder, kan være en mulig kilde til de nivåer som observeres (Alaee et al., 2003; de Wit et al., 2004). I resultatene fra denne undersøkelsen er det ikke noe som tyder på av lokale kilder i Ny-Ålesund er noe problem for måling av PBDE på Zeppelinstasjonen. Tvert imot indikerer måleresultatene og resultatene fra trajektorieberegninger at nivåene som observeres skyldes langtransport fra kildeområder. At PBDE har fysikalske egenskaper som gjør at de kan transporteres over store avstander med luft er vist av Gouin et al. (2002) og andre studier viser at atmosfærisk langtransport er sannsynlig (Hale et al., 2003; Hale et al., 2006).

### HBCD

Tabell 7.13 oppsummerer resultatene for Sum HBCD i luft fra begge stasjoner. Det var liten forskjell på gjennomsnittet på Birkenes og gjennomsnittet på Zeppelinstasjonen i 2006, mens nivået på Birkenes er betraktelig lavere i datasettet fra 2007, mens maksimumkonsentrasjonen og minimumskonsentrasjonen på de to stasjonene var tilnærmet like.

HBCD har tilstrekkelig lang atmosfærisk levetid til at den kan transporteres i luft over lange avstander bort fra punktkilder for produksjon og bruk (Law et al., 2006) og den må forventes å fordele seg i miljøet som andre delvis flyktige organiske miljøgifter som PCB og PCDD/

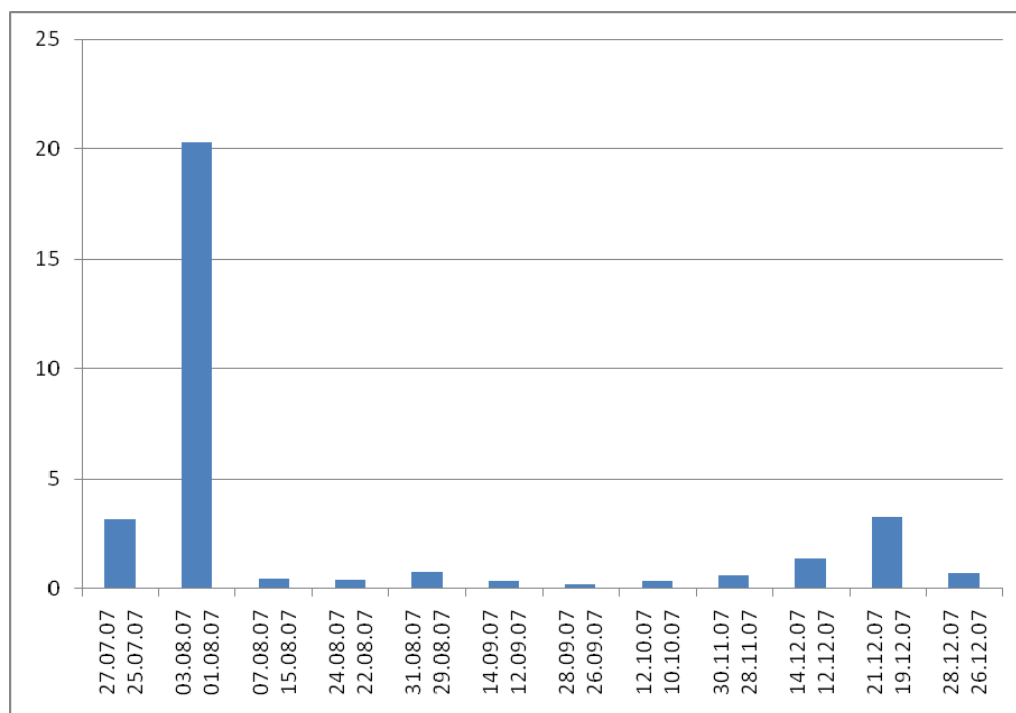


PCDF. I Figur 7.6 og Figur 7.7 er Sum PBDE i alle enkeltprøver fra begge stasjoner vist grafisk. Den dominerende isomeren i Sum HBCD er  $\gamma$ -HBCD som bidrar med henholdsvis 71% og 72%. Hovedkomponenten i teknisk HBCD er  $\gamma$ -HBCD. Hovedkomponenten i sedimenter er også  $\gamma$ -HBCD, mens  $\alpha$ -HBCD vanligvis dominerer i biota (Birnbauer og Staskal, 2004). Analysen av HBCD kan imidlertid påvirke sammensetningen av stoffet fordi ved temperaturer over 160°C (GC-injektorer er vanligvis varmere enn dette) kan endringer i isomerfordelingen forekomme. Et annet usikkerhetsmoment som påvirker isomerfordelingen er at prøveopparbeidelsesmetoden som ble brukt her har vist seg å ha et negativt bias (tap) for  $\beta$ -HBCD. Etter at dette ble oppdaget ble metoden korrigert og undersøkelser er i gang for å anslå størrelsen på tapet.

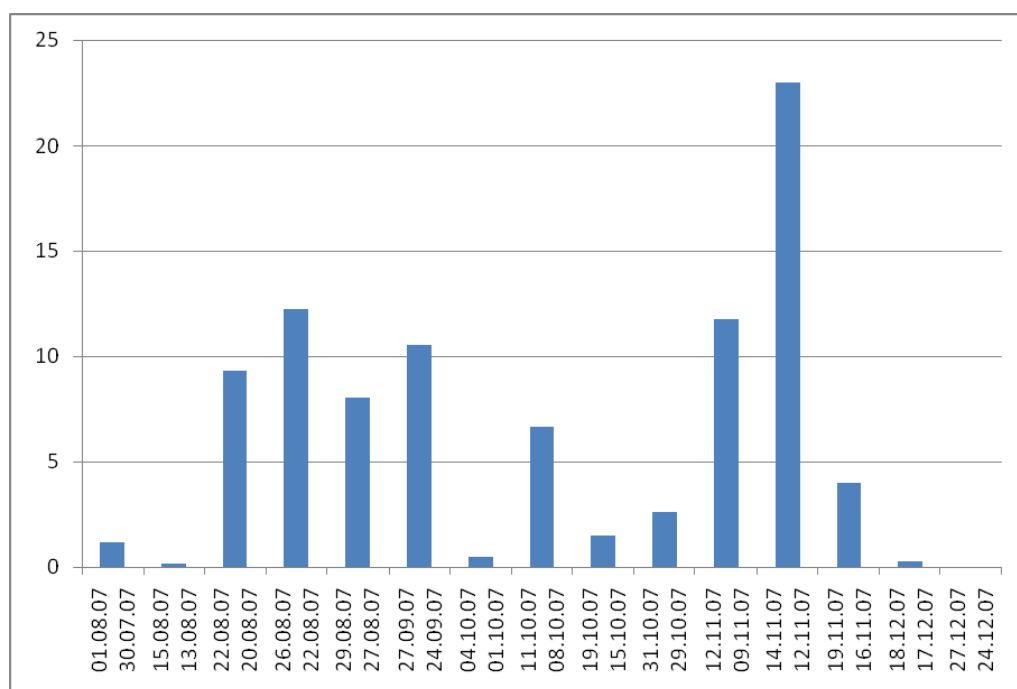
Tabell 7.13. Sentrale resultater for Sum HBCD i luft [ $\text{pg}/\text{m}^3$ ].

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Gj.snitt	Range	Ant. målinger	Gj.snitt	Range	Ant. Målinger
4,15	0,14-20,3	12	6,54	0,18-23,0	14

Gj.snitt 2006: 7,56 og 7,03  $\text{pg}/\text{m}^3$ .



Figur 7.6. Sum HBCD på Birkenes i alle prøver [ $\text{pg}/\text{m}^3$ ].



Figur 7.7. Sum HBCD på Zeppelinstasjonen i alle prøver [pg/m<sup>3</sup>].

Tabell 7.14 viser en del resultater fra svenske HBCD-målinger i luft både nær antatte kilder (by) og bakgrunnstasjoner og resultatene fra den forliggende undersøkelsen er av samme størrelsesorden som de fra svenske bakgrunnstasjoner. Fra den samme undersøkelsen er det også tatt med målinger gjort nær punktkilder som hadde langt høyere verdier.

Tabell 7.14. Måleresultater for Sum HBCD i luft [pg/m<sup>3</sup>].

Stasjon/sted	Konsentrasjon HBCD [pg/m <sup>3</sup> ]	Referanse
Stockholm, skolegård	78	Remberger et al. 2004
Stockholm, gate	610	Remberger et al. 2004
350m fra tekstilindustri, Borås	740	Remberger et al. 2004
XPC*-fabrikk, Sverige (10m fra utløpet til ventilasjonssystemet)	1070 000	Remberger et al. 2004
Aspvreten sør for Stockholm	25	Remberger et al. 2004
Rørvik, svenske vestkysten	5	Remberger et al. 2004
Ammarnäs, Lappland	6,1	Bergander et al. 1995
Hoburgen, Gotland	5,3	Bergander et al. 1995
Pallas, N. Finland	3	Remberger et al. 2004
Birkenes	4,15	
Zeppelinstasjonen	6,54	

\* Extruded Polystyrene

## 7.2 Polyfluorerte alkylstoffer

Det finner flere hypoteser om hvordan PFAS transporteres fra tett befolkede områder til bakgrunnsområder. En hypotese (Ellis, 2004) er basert på at PFOS og perfluoroalkylkarboksylater (PFCAs) er nedbrytningsprodukter av nøytrale PFAS. Disse utgangsstoffene er

flyktigere (Lei, 2004) enn PFOS/PFCA og vil lettere kunne undergå langtransport i atmosfæren til bakgrunnsområder hvor de kan brytes ned. Mulige utgangsstoffer for dannelse av PFCA og PFOS er fluortelomeralkoholer (FTOH) (Ellis, 2004) og fluoroktan-sulfonamider og –etanoler (FOSAs/FOSEs) (Martin, 2006; D'eon, 2006). Det er også foreslått at fluorerte telomer olefiner (FTtolefiner) kan brytes ned til PFCAs (Prevedouros, 2006). En annen hypotese fra samme forfatter er at direkte transport av PFAS med havstrømmer er langt viktigere enn lufttransport, mens en tredje er at PFAS fra havvann kan overføres til luft under dannelse av marine aerosoler og derved transporteres med luftmasser på partikler. Simcik (2005) har foreslått at PFOS og PFCA kan emitteres fra primærkilder bundet til partikler og på tilsvarende måte transporteres med luftmasser til fjerne områder. Barton et al. (2006) studerte fordelingen av PFOA på partikler nær en fabrikk som fremstilte perfluorpolymerer og fant at størstedelen av stoffet befant seg på de fineste partiklene som kan transporteres med luft.

En undersøkelse av konsentrasjonen av FTOH og sulfonamider i den Nordamerikanske troposfæren (hhv 11-165 pg/m<sup>3</sup> og 22-403 pg/m<sup>3</sup>) indikerer at den romlige fordeling av disse stoffene er inhomogen og noe som kan skyldes at punktkilder er viktige. Ellis et al. (2003) konkluderte med at den atmosfæriske levetiden til FTOH, uavhengig av antall fluorerte karbon i den rette kjeden i molekylet, er ca 20 døgn. FTOH kan dermed transporteres lange avstander fra utslippspunktet. En luftmasse som beveger seg med 4m/s (14 km/h) beveger seg 7000 km i løpet av 20 døgn og det er derfor mulig at FTOH fra en punktkilde kan forflytte seg til fjerne områder.

### PFOA

PFOA er et overflateaktivt stoff som har utbredt bruk innen kjemisk produksjon. PFOA emitteres direkte til atmosfæren ved fremstilling av fluoropolymerer (Barton et al., 2006). Stoffet er klassifisert som toksisk og carcinogent (Posner et al., 2007). En del luftmålinger av PFOA er sammenstilt i Tabell 7.15.

Tabell 7.15. Luftmålinger av PFOA.

Ref.	Målested	pg/m <sup>3</sup>
Barber et al.	Inneluft Tromsø	4,4
Barber et al.	Kjeller	1,54
Barber et al.	Hazelrigg *	101
Barber et al.	Manchester	15,7
Barber et al.	Mace Head	8,9
Jahnke et al	Den Engelske Kanal	1,75
Jahnke et al	Biscaya	1,0
Jahnke et al	Vest for Gibraltar	0,5
Jahnke et al	Vest for Vest-Sahara	0,6
Jahnke et al	Vest for Guinea	0,7
Jahnke et al	Sør for Elfenbenskysten	0,3
	Birkenes	1,04
	Zeppelinstasjonen	0,44

Barber et al. (2007) bestemte nivået av PFOA ved luftmålestasjoner i Manchester, Hazelrigg ved den engelske vestkysten, sørvest for Lancaster, Mace Head på den irske vestkysten, på Kjeller og i fire inneluftprøver fra Tromsø. Alle målingene var høyere enn verdien fra

Zeppelinstasjonen, mens verdien fra Kjeller var av samme størrelsesorden som nivået på Birkenes.

Jahnke et al. (2007b) målte PFOA-konsentrasjoner i luft på et cruise fra Bremerhaven til Cape Town (Tabell 7.15). Deres høyeste verdi ( $1,75 \text{ pg/m}^3$ ) ble funnet under passasjen gjennom den engelske kanal. Derfra finner de lavere og lavere verdier på turen sørover, vest for Afrika. I Biscayabukta var konsentrasjonen nesten identisk med den som ble funnet på Birkenes. Deres laveste måling før nivået forsvant under deteksjonsgrensen er fra området sør for Elfenbenskysten, dvs. luft som er fri for nære kilder, er meget nær middelverdien fra Zeppelinstasjonen.

Tabell 7.16. Sentrale resultater for PFOA i luft [ $\text{pg/m}^3$ ].

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Gj.snitt	Range	Ant. Målinger	Gj.snitt	Range	Ant. målinger
1,04	0,51-3,02	9	0,44	0,15-1,51	11

## PFOS

Perfluorooktansulfonat er ansett som den viktigste av de perfluorerte alkylstoffene på grunn av at den ble produsert i store kvanta industrielt og på grunn av dens store globale utbredelse. På grunn av utfasing er produksjonen gått kraftig ned og dagens produksjonstall er ukjent (Herzke et al., 2007). Flere PFAS-forbindelser kan brytes ned til PFOS, som er svært stabil i naturen. Den er klassifisert som persistent, toksisk og den kan bioakkumuleres. PFOS har lav flyktighet (damptrykk ved 20 grader:  $3,31 \times 10^{-4} \text{ Pa}$  (Herzke et al., 2007) og luft er neppe noe viktig sluk for PFOS, men dens tendens til å adsorberes til partikler kan føre til forhøyede konsentrasjoner på svevestøv. Tabell 7.17 oppsummerer resultatene for PFOS. Gjennomsnittsverdien for PFOS på Birkenes i forhold til på Zeppelinstasjonen er ca 1,8.

Tabell 7.17. Sentrale resultater for PFOS i luft [ $\text{pg/m}^3$ ].

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Gj.snitt	Range	Ant. målinger	Gj.snitt	Range	Ant. målinger
0,32	004-0,81	13	0,18	0,02-0,97	11

Gj.snitt 2006: 0,77 og 0,11  $\text{pg/m}^3$ .

Resultater fra Barber et al. (2007) PFOS i luft på de tre stasjonene Kjeller, Hazelrigg og Manchester er henholdsvis 1,0, 1,6 og  $7,1 \text{ pg/m}^3$ . Konsentrasjonen som ble funnet på Birkenes var noe lavere enn middelverdien for Kjeller og lavere enn nivået på de andre to stasjonene. Maksimumsverdien på Zeppelinstasjonen var ca halvparten av verdien for Kjeller og lavere enn det som ble funnet på Hazelrigg og i Manchester.

Martin et al. (2002) fant at nivået i inneluft var ca 100 ganger høyere enn nivået i uteluft. Inneluften kan derfor være en kilde til PFOS i luft ute.

Jahnke et al. (2007b) målte PFOS-konsentrasjoner i luft på et cruise fra Bremerhaven til Cape Town. Deres minimums- og maksimumsverdier er sammenliknet med verdiene fra Birkenes og Zeppelinstasjonen i Tabell 7.18.

*Tabell 7.18. Måleverdier fra Birkenes, Zeppelinstasjonen og data fra Jahnke et al. (2007b).*

	Minimum	Maksimum
Bremerhaven-Cape Town	0,05	2,5
Birkenes	0,04	0,81
Zeppelinstasjonen	0,02	0,97

Den høyeste verdien ble målt i den første prøven etter at skipet forlot Bremerhaven og resultatet er klart høyere enn maksimumsverdiene fra denne undersøkelsen, mens minimumsverdien er av samme størrelsesorden som minimumsverdiene i denne undersøkelsen. Deres laveste verdier ble funnet i luft samlet godt vestlig for Angola og Namibia, dvs. luft som ikke er under innflytelse fra nære kilder.

## 8. Litteratur

- Alaee, M., Muir, D., Cannon, C., Helm, P., Harner, T. and Bidleman, T. (2003) New persistent chemicals in air. I: *Sources, occurrence, trends and pathways in the physical environment*. Bidleman T, Macdonald R, Stow J (Eds.). Canadian Arctic Contaminants Assessment Report II, Indian and Northern Affairs Canada, Ottawa, ON, Canada, pp. 116-124.
- Barber, J.L., Berger, U., Chaemfa, C., Huber, S., Jahnke, A., Temme, C. and Jones, K.C. (2007) Nanalysis of per- and polyfluorinated alkyl sunstances in air samples from Northwest Europe. *J. Environ. Monit.*, *9*, 530-541.
- Barton, C.A., Butler, L.E., Zarzecki, J., Flaherty, J. and Kaiser, M. (2006) Characterizing perfluorooctanoate in ambient air near the fence line of a manufacturing faculty: Comparing modeled and monitored values. *J. Air & Waste Manage. Assoc.*, *56*, 48-55.
- Berger, U., Järnberg, U. and Kallenborn, R. (2004) Perfluorinated alkylated substances (PFAS) in the European Nordic environment. *Organohal. Comp.*, *66*, 4046-4052.
- Bergander, L., Kierkegaard, A., Sellström, U., Wideqvist, U. and de Wit, C. (1995) Are brominated flame retardants present in ambient air? Poster presented at the 6<sup>th</sup> Nordic Symposium on Organic Pollutants, Smygehuk, September 17-20, 1995.
- Betts, K.S. (2002) Flame-proofing the Arctic? *Environ. Sci. Technol.*, *36*, 188A-192A.
- Betts, K.S. (2003) More flame-proofed fish. *Environ. Sci. Technol.*, *37*, 380A-382A.
- Birnbaum, L.S. and Staskal, D.F. (2004) Brominated flame retardants: Cause for concern? *Environ. Health Perspect.*, *112*, 9-17.
- Breivik, K., Schlabach, M. og Berg, T. (2005) Tilførsler av miljøgifter til Mjøsa. Kjeller (Statlig program for forurensningsovervåkning. TA-2106/2005). (NILU OR 44/2005).
- de Wit, C., Alaee, M. and Muir, D. (2004) Brominated flame retardants in the Arctic – an overview of spatial and temporal trends. *Organohal. Comp.*, *66*, 3811-3816.
- D'eon, J.C., Hurley, M.D., Wallington, T.J. and Mabury, S.A. (2006) Atmospheric chemistry of N-methyl perfluorobutane sulfonamidoethanol, C<sub>4</sub>F<sub>9</sub>SO<sub>2</sub>N(CH<sub>3</sub>)CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH: Kinetics and mechanism of reaction with OH. *Environ. Sci. Technol.*, *40*, 1862-1868.
- Dodder, N.G., Strandberg, B. and Hites, R.A. (2000) Concentration and spatial variations of polybrominated diphenyl ethers in fish and air from the northeastern United States. *Organohal. Comp.*, *47*, 69-72.
- Ellis, D.A., Martin, J.W., De Silva, A.O., Mabury, S.A., Hurley, M.D., Andersen, M.P.S. and Wallington, T.J. (2004) Degradation of fluorotelomer alcohols: A likely atmospheric source of perfluorinated carboxylic acids. *Environ. Sci. Technol.*, *38*, 3316-3321.
- Eriksson, J., Jakobsson, E., Marsh, G. and Bergman, A. (2001) Photo decomposition of brominated diphenylethers in methanol/water [Abstract]. Presented at the Second International Workshop on Brominated Flame Retardants, 14-16 May 2001 Stockholm, Sweden.

- Führer, U. and Ballschmiter, K. (1998) Bromochloromethoxybenzenes in the marine troposphere of the Atlantic Ocean: A group of organohalogenes with mixed biogenic and anthropogenic origin. *Environ. Sci. Technol.*, 32, 2208-2215.
- Gouin, T., Thomas, G.O., Chaemfa, C., Harner, T., Macay, D. and Jones, K.C. (2006) Concentrations of decabromdiphenyl ether in air from Southern Ontario: Implications for particle-bound transport. *Chemosphere*, 64, 256-261.
- Hale, R.C., Alaei, M., Manchester-Neesvig, J.B., Stapleton, H.M. and Ikononou, M.G. (2003) Polybrominated diphenyl ether flame retardants in the North American environment. *Environ. Internat.*, 29, 771-779.
- Hale, R.C., La Guardia, M.J., Harvey, E., Gayor, M.O. and Mainor, T.M. (2002) Potential role of fire retardant-treated polyurethane foam as a source of brominated diphenyl ethers to the US environment. *Chemosphere*, 46, 729-735.
- Hale, R.C., La Guardia, M.J., Harvey, E., Gayor, M.O. and Mainor, T.M. (2006) Brominated flame retardant concentrations and trends in abiotic media. *Chemosphere*, 64, 181-186.
- Herzke, D., Schlabach, M., Mariussen, E., Uggerud, H., Heimstad, E. (2007) A literature survey on selected chemical compounds. Oslo, Statens forurensningstilsyn (Statlig program for forurensningsovervåking) (TA-2238/2007).
- Jahnke, A., Ahrens, L., Ebinghaus, R. and Temme, C. (2007a) Urban versus remote air concentrations of fluorotelomer alcohols and other polyfluorinated alkyl substances in Germany. *Environ. Sci. Technol.*, 41, 745-752.
- Jahnke, A., Ahrens, L., Ebinghaus, R., Berger, U., Barber, J.L. and Temme, C. (2007b) An improved method for the analysis of volatile polyfluorinated alkyl substances in environmental air samples. *Anal. Bioanal. Chem.*, 387, 965-975.
- Jahnke, A., Huber, S., Temme, C., Kylin, H. and Berger, U. (2007c) Development and application of a simplified sampling method for volatile polyfluorinated alkyl substances in indoor and environmental air. *J. Chromatogr. A*, 1164, 1-9.
- Kaiser, M.A., Larsen, B.S., Kao, C.P.C. and Buck, R.C. (2005) Vapor pressures of perfluorooctanoic, -nonanoic, -decanoic, -undecanoic, -dodecanoic acids. *J. Chem. Eng. Data*, 50, 1841-1843.
- Law, R.J., Allchin, C.R., de Boer, J., Covaci, A., Herzke, D., Lepom, P., Morris, S., Tronczynski, J. and de Wit, C.A. (2006) Levels and trends of brominated flame retardants in the European environment. *Chemosphere*, 64, 187-208.
- Lei, Y.D., Wania, F., Mathers, D. and Mabury, S.A. (2004) Determination of vapor pressures, octanol-air, and water-air partition coefficients for polyfluorinated sulfonamide, sulfonamido-ethanols, and telomer alcohols. *J. Chem. Eng. Data*, 49, 1013-1022.
- Manø, S., Herzke, D. og Schlabach, M. (2008) Nye miljøgifter i luft. Kjeller (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1023/2008) (TA-2408/2008). (NILU OR 16/2008).

- Martin, J.W., Muir, D.C.G., Moody, C.A., Ellis, D.A., Kwan, W.C., Solomon, K.R. and Mabury, S.A. (2002) Collection of airborne fluorinated organics and analysis by gas chromatography-chemical ionization-mass spectrometry. *Anal. Chem.*, 74, 584-590.
- Posner, S., Herzke, D., Brunn Poulsen, P. og Astrup Jensen, A. (2007) PFOA in Norway – survey of national sources, 2007. Oslo, Statens forurensningstilsyn (TA-2354/2007).
- Prevedouros, K., Cousins, I.T., Buck, R.C. and Korzeniowski, S.H. (2006) Sources, fate and transport of perfluorocarboxylates. *Environ. Sci. Technol.*, 40, 32-44.
- Remberger, M., Sternbeck, J., Palm, A., Kaj, L., Strömberg, K. and Brorström-Lunden, E. (2004) The environmental occurrence of hexabromcyclododecane in Sweden. *Chemosphere*, 54, 9-21.
- Schlabach, M., Mariussen, E., Borgen, A., Dye, C., Enge, E.K., Steinnes, E., Green, N. og Mohn, H. (2002) Kartlegging av bromerte flammehemmere og klorerte parafiner. Kjeller (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 866/02) (TA-1924/2002). (NILU OR 62/2002).
- Scott, B.F., Spencer, C., Mabury, S.A. and Muir, D.C. (2006) Poly- and perfluorinated carboxylates in North American precipitation. *Environ. Sci. Technol.*, 40, 7167-7174.
- Siddiqi, M.A., Laessing, R.H. and Reed, K.D. (2003) Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs): New pollutants - old diseases. *Clin. Med. Res.*, 1, 281-290.
- Simcik, M. (2005) Global transport and fate of perfluorochemicals. *J. Environ. Monit.*, 7, 759-763.
- Stohl, A., Wotawa, G., Seibert, P. and Kromp-Kolb, H. (1995) Interpolation errors in wind fields as a function of spatial and temporal resolution and their impact on different types of kinematic trajectories. *J. Appl. Meteor.*, 34, 2149-2165.
- Stohl, A. and Seibert, P. (1998) Accuracy of trajectories as determined from the conservation of meteorological tracers. *Quart. J. Roy. Meteorol. Soc.*, 124, 1465-1484.
- Stohl, A. (1998) Computation, accuracy and applications of trajectories - a review and bibliography. *Atmos. Environ.*, 32, 947-966.
- Söderström, G., Sellström, U., de Wit, C. and Tysklind, M. (2004) Photolytic debromination of decabromdiphenyl ether (BDE-209). *Environ. Sci. Technol.*, 38, 127-132.
- Vetter, W. and Stoll, E. (2002) Quantitative determination of bioaccumulative halogenated natural products in food and novel food. *Eur. Foods Res. Technol.*, 215, 523-528.



## **Vedlegg A**

### **Rådata**



**TBA, PBB og PBDE**

		Birkenes									
		TBA	BB_15	BB_153	BDE_28	BDE_47	BDE_49+71	BDE_66	BDE_77	BDE_85	BDE_99
		pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>
25.07.2007	27.07.2007	4,64	<0,01	<0,01	0,07	0,39	0,02	0,02i	<0,01	<0,01	0,15
01.08.2007	03.08.2007	4,29	<0,01	<0,01	0,04	0,41	0,02	0,02	<0,01	0,01	0,28g
08.08.2007	10.08.2007	2,84	<0,01	<0,01	0,05	0,71	0,02	0,03	<0,01	0,02	0,55
15.08.2007	17.08.2007	3,97	<0,01	<0,01	0,04	0,27	0,01	0,03	<0,01	<0,01	0,15g
22.08.2007	24.08.2007	3,55	<0,01	<0,01	0,06	0,42	0,02	0,02	<0,01	<0,01	0,21g
29.08.2007	31.08.2007	5,45	<0,01	<0,01	0,04	0,47	0,03	0,02	<0,01	<0,01	0,31
05.09.2007	07.09.2007	2,33	<0,01	<0,01	0,03	0,27	0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,14g
12.09.2007	14.09.2007	4,44	<0,01	<0,01	0,07	0,39	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	0,15
26.09.2007	28.09.2007	4,76	<0,01	0,07	0,04	1,35	0,07	0,08	<0,01	0,03	1,38
10.10.2007	12.10.2007	5,75	<0,01	<0,01	0,02	0,16	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,11
24.10.2007	26.10.2007	3,55	<0,01	0,01	0,02	0,54	0,02	<0,01	<0,01	0,012	0,28g
21.11.2007	23.11.2007	9,78	<0,01	0,01	0,05	0,35	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,28
28.11.2007	30.11.2007	7,32	<0,01	0,04	0,10	1,23	0,08	0,05	<0,01	<0,01	0,44
05.12.2007	07.12.2007	5,73	<0,01	<0,01	0,03	0,27	0,03	0,02	<0,01	<0,01	0,18
12.12.2007	14.12.2007	5,67	<0,01	<0,01	0,09	0,57	0,06	0,02	<0,01	<0,01	0,27
19.12.2007	21.12.2007	3,55	<0,01	<0,01	0,09	0,28	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	0,15
26.12.2007	28.12.2007	6,47	<0,01	<0,01	0,04	0,65	0,06	0,03	<0,01	<0,01	0,24
Feltblind		0,01	0,01i	0,01	0,02	0,69	0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,18

		Birkenes								
		BDE_100	BDE_119	BDE_138	BDE_153	BDE_154	BDE_183	BDE_196	BDE_206	BDE_209
		pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>
25.07.2007	27.07.2007	0,04	<0,01	<0,01	0,02i,g	0,02	0,02	0,04i	0,17	1,64
01.08.2007	03.08.2007	0,06	<0,01	<0,01	0,03g	0,02	0,02	<0,03	0,30	4,19
08.08.2007	10.08.2007	0,10	<0,01	<0,01	0,05g	0,03	0,02i	<0,14	<0,51	12,08
15.08.2007	17.08.2007	0,03	<0,01	<0,01	0,02g	0,02	<0,01	<0,02	<0,04	0,93
22.08.2007	24.08.2007	0,04	0,07	<0,01	0,02g	0,02	<0,01	<0,02	<0,04	0,28
29.08.2007	31.08.2007	0,10	<0,01	<0,02	0,02	0,02	0,01g	<0,02	0,13	1,25
05.09.2007	07.09.2007	0,04	<0,01	<0,01	0,01g	0,02	0,01g	<0,02	0,11	1,00
12.09.2007	14.09.2007	0,04	<0,01	<0,03	<0,02	0,02	0,02	0,13	0,22	0,69
26.09.2007	28.09.2007	0,33	0,02	<0,01	0,07	0,06	0,029g	<0,02	0,12	1,82g
10.10.2007	12.10.2007	0,03	<0,01	<0,01	0,01g	<0,01	0,01g	0,02	0,07	0,89g
24.10.2007	26.10.2007	0,16	<0,01	<0,02	0,03g	0,04	0,03g	0,09	0,20	0,80g
21.11.2007	23.11.2007	0,07	<0,01	<0,02	<0,01	0,06	0,02g	<0,01	0,10	1,11g
28.11.2007	30.11.2007	0,23	0,02	<0,02	0,19	0,13	0,26g	0,14	0,15	0,48g
05.12.2007	07.12.2007	0,04	<0,01	<0,01	0,02	0,02	0,032	<0,03	0,17	2,65
12.12.2007	14.12.2007	0,07	<0,01	<0,01	0,02	0,02	0,02g	<0,02	0,23	5,67
19.12.2007	21.12.2007	0,05	<0,01	<0,02	0,01	0,01	<0,010	0,05i	0,06	0,22
26.12.2007	28.12.2007	0,07	<0,01	<0,01	0,02i	0,02i	0,027	<0,07	0,28i	5,50
Feltblind		0,19	<0,01	<0,02	0,043	0,05	<0,01	<0,03	0,19	1,91

Nye miljøgifter i luft – 2007 (TA-1031/2008)

Zeppelin		TBA	BB_15	BB_153	BDE_28	BDE_47	BDE_49+71	BDE_66	BDE_77	BDE_85	BDE_99
		pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>
25.07.2007	27.07.2007	4,64	<0,01	<0,01	0,07	0,39	0,02	0,02i	<0,01	<0,01	0,15g
30.07.2007	01.08.2007	4,02	<0,01	<0,01	0,05	2,40	0,14	0,05	<0,01	<0,01	0,31
01.08.2007	03.08.2007	4,29	<0,01	<0,01	0,04	0,41	0,02	0,02	<0,01	0,01	0,28g
13.08.2007	15.08.2007	15,65	<0,01	<0,01	0,03	2,26	0,10	0,04	<0,01	0,05	1,60
20.08.2007	22.08.2007	10,22	<0,01	<0,01	0,07	0,89	0,06	0,02	<0,01	<0,01	0,07
22.08.2007	26.08.2007	9,62	<0,01	<0,01	0,04	0,99	0,05	0,02	<0,01	<0,01	0,13
27.08.2007	29.08.2007	8,53	0,02	<0,01	2,82	51,82i	2,92	1,25	0,03	0,16	9,25g
24.09.2007	27.09.2007	11,55	<0,01	<0,01	0,02	0,46	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,07
01.10.2007	04.10.2007	8,22	<0,01	<0,01	0,01	0,42	0,02	0,01	<0,01	<0,01	0,09
08.10.2007	11.10.2007	8,43	<0,01	<0,01	0,02i	0,41	0,02	0,01i	<0,01	<0,01	0,13g
15.10.2007	19.10.2007	6,52	<0,01	<0,01	0,01	0,20	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,09
29.10.2007	31.10.2007	8,00	<0,01	<0,01	0,05	0,68	0,04	0,02	<0,01	<0,01	0,16
09.11.2007	12.11.2007	5,74	<0,01	<0,01	0,01	0,88	0,04	0,05	<0,01	0,02	0,51
12.11.2007	14.11.2007	0,25g	<0,01	<0,01	0,03	0,43	0,03i	<0,010	<0,01	0,01i	0,23
16.11.2007	19.11.2007	8,85	<0,01	<0,01	0,02	0,34	0,02	0,01i	<0,01	0,01	0,20
17.12.2007	18.12.2007	4,25	<0,01	<0,01	0,03	0,70	0,05	0,03	<0,01	0,02i	0,57
24.12.2007	27.12.2007	4,97	<0,01	<0,01	0,02	0,20	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,10
Feltblind		0,12	<0,01	<0,01	<0,01	0,10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,06

i: Interferens

g: Lav gjenvinning av internstandard

Zeppelin		BDE_100	BDE_119	BDE_138	BDE_153	BDE_154	BDE_183	BDE_196	BDE_206	BDE_209
		pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>
25.07.2007	27.07.2007	0,04	<0,01	<0,01	0,02i	0,02	0,02	0,04i	0,17	1,64
30.07.2007	01.08.2007	0,15	<0,01	<0,01	0,02	0,02	<0,01	<0,01	0,06	0,80
01.08.2007	03.08.2007	0,06	<0,01	<0,01	0,03g	0,02	0,02	<0,03	0,30	4,19
13.08.2007	15.08.2007	0,39	<0,01	<0,01	0,12	0,12	0,01g	<0,01	0,08	0,64
20.08.2007	22.08.2007	0,04	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,09	0,17	0,34
22.08.2007	26.08.2007	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02g	<0,02	0,15	1,43
27.08.2007	29.08.2007	4,25g	<0,01	<0,03	0,18g	0,29g	0,08g	<0,04	0,28g	4,22g
24.09.2007	27.09.2007	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03	0,12	1,81
01.10.2007	04.10.2007	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01g	<0,02	0,05	0,55
08.10.2007	11.10.2007	0,04	<0,01	<0,01	0,01	0,01i	0,02g	0,04i	0,25	2,29g
15.10.2007	19.10.2007	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,03	0,28
29.10.2007	31.10.2007	0,06	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,04	<0,06	0,42
09.11.2007	12.11.2007	0,13	<0,01	<0,01	0,02	0,02	0,01g	0,01i	0,05i	0,39
12.11.2007	14.11.2007	0,06	<0,01	<0,02	0,01	0,01	0,01i	0,03i	0,11i	1,31
16.11.2007	19.11.2007	0,05	<0,01	<0,02	0,02i	0,02i	0,01g	0,09	0,09i	0,17
17.12.2007	18.12.2007	0,14	<0,01	<0,02	0,03	0,04	<0,01	<0,07	0,15	0,73g
24.12.2007	27.12.2007	0,03	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,76
Feltblind		<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,06	0,72

i: Interferens

g: Lav gjenvinning av internstandard

## HBCD

Birkenes		α-HBCD	β-HBCD	γ-HBCD	Zeppelin		α-HBCD	β-HBCD	γ-HBCD
		pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>			pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>
25.07.07	27.07.07	0,45	<0,19	2,71	30.07.07	01.08.07	0,50	<0,05	0,65
01.08.07	03.08.07	3,51	<0,18	16,75	13.08.07	15.08.07	0,18	0,01i	0,18i
08.08.07	10.08.07	22,45i	<2,24	378g	20.08.07	22.08.07	2,23	<0,127	7,07
15.08.07	07.08.07	<0,26	<0,13	0,41	22.08.07	26.08.07	2,86	<0,05	9,40
22.08.07	24.08.07	<0,33	0,36	<0,31	27.08.07	29.08.07	3,16	<0,05	4,89
29.08.07	31.08.07	0,45	<0,08	0,27	24.09.07	27.09.07	4,94	<0,08	5,59
05.09.07	07.09.07	<0,25	<0,11	0,10i	01.10.07	04.10.07	0,14	<0,05	0,33
12.09.07	14.09.07	0,26	<0,23	0,05	08.10.07	11.10.07	1,81	<0,14	4,81
26.09.07	28.09.07	0,14	<0,15	<0,17	15.10.07	19.10.07	0,29	<0,06	1,15
10.10.07	12.10.07	0,29	<0,08	<0,09	29.10.07	31.10.07	0,93	<0,18	1,67
28.11.07	30.11.07	0,47	<0,07	0,10	09.11.07	12.11.07	3,08	<0,06	8,71
12.12.07	14.12.07	0,58	<0,09	0,76	12.11.07	14.11.07	4,85	<0,19	18,17
19.12.07	21.12.07	0,64	<0,09	2,61	16.11.07	19.11.07	0,86	<0,07	3,08
26.12.07	28.12.07	0,36	0,13i	0,31	17.12.07	18.12.07	0,27	0,03i	0,07i
Feltblind		0,49	<0,08	0,15	24.12.07	27.12.07	<0,11g	<0,07	<0,17
					Feltblind		0,25	<0,06	0,54

i: Interferens

Birkenes		6:2 FTS	PFOSA	PFBS	PFHxS	PFOS	PFDcS	PFBA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDcA	PFUnA
		pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>
25.07.07	26.07.07	<0,54	<0,07	<0,07	<0,04	0,28	<0,03	3,50	<0,30	<0,28	0,51	<0,24	<0,29	<0,33
01.08.07	02.08.07	<0,46	<0,06	<0,06	<0,05	0,41	<0,02	1,92	<0,59	<0,45	0,54	<0,55	<0,44	<0,45
08.08.07	09.08.07	<1,15	<0,12	<0,10	<0,06	0,43	<0,05	1,05	<0,44	<0,38	1,01	<0,51	<0,38	<0,67
22.08.07	23.08.07	<0,84	<0,12	0,63	<0,06	<0,06	<0,04	2,05	<0,38	<0,37	0,68	<0,43	<0,36	<0,49
05.09.07	06.09.07	<0,38	<0,05	<0,06	<0,02	0,04	<0,02	2,81	<0,23	<0,21	<0,27	<0,20	<0,24	<0,28
19.09.07	20.09.07	<0,84	<0,12	0,63	<0,06	<0,06	<0,04	2,05	<0,38	<0,37	0,68	<0,43	<0,36	<0,49
26.09.07	29.09.07	<2,0	<0,20	<0,27	<0,12	<0,10	<0,09	3,13	2,73	<0,64	<0,61	<0,59	<0,56	<0,62
10.10.07	11.10.07	<0,67	<0,07	<0,05	<0,04	0,28	<0,03	1,22	<0,44	<0,35	0,87	<0,47	<0,55	<0,45
24.10.07	25.10.07	<1,67	<0,22	<0,14	<0,13	0,52	<0,07	<0,25	<0,68	<0,58	<0,76	<0,79	<0,53	<0,71
07.11.07	08.11.07	0,38	<0,04	<0,04	<0,03	0,16	<0,03	2,68	<0,18	<0,18	<0,16	<0,27	<0,22	<0,26
14.11.07	15.11.07	<0,20	<0,02	<0,08	<0,02	0,08	<0,02	1,03	<0,18	<0,23	<0,13	<0,24	<0,26	<0,24
21.11.07	22.11.07	<0,85	<0,08	<0,06	<0,06	0,14	<0,03	0,63	<0,41	<0,41	<0,44	<0,52	<0,45	<0,45
19.12.07	20.12.07	<0,64	<0,06	<0,04	<0,04	0,09	0,04	0,75	<0,39	<0,32	<0,29	<0,38	<0,34	<0,47
26.12.08	27.12.07	<0,71	<0,07	<0,06	<0,07	0,81	<0,02	0,84	<0,44	<0,53	3,02	0,43	<0,51	<0,34
05.12.07	06.12.07	<0,73	<0,06	<0,06	<0,03	0,54	<0,02	0,73	<0,40	<0,39	1,55	<0,53	<1,23	<0,45
12.12.07	13.12.07	<0,65	<0,08	<0,06	<0,05	0,40	<0,03	0,80	<0,40	<0,33	0,52	<0,49	<0,41	<0,37
Feltblind		<0,34	<0,03	<0,03	<0,02	0,09	<0,01	<0,12	<0,18	<0,15	<0,16	<0,22	<0,42	<0,19

Nye miljøgifter i luft – 2007 (TA-1031/2008)

Zeppelin		6:2	PFOSA	PFBS	PFHxS	PFOS	PFDcS	PFBA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDcA	PFUnA
		FTS	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>
01.08.07	03.08.07	<0,42	<0,04	<0,04	<0,02	0,13	<0,02	3,66	<0,19	0,20	0,59	0,35	<0,20	<0,23
15.08.07	17.08.07	<0,17	<0,02	<0,03	<0,01	0,04	<0,01	1,39	<0,11	<0,13	0,21	<0,19	<0,19	<0,17
29.08.07	31.08.07	<0,14	<0,02	<0,02	<0,01	0,02	<0,03	3,44	<0,13	<0,15	0,16	<0,20	<0,19	<0,12
12.09.07	14.09.07	<0,19	<0,02	<0,02	<0,01	0,05	<0,03	3,59	<0,14	<0,11	0,15	<0,24	<0,28	<0,13
26.09.07	28.09.07	<0,50	<0,06	<0,06	<0,05	0,53g	<0,03	3,35g	<0,44	<0,45	1,38g	<0,57	<0,50	<0,49
03.10.07	05.10.07	<0,16	<0,02	<0,03	<0,03	0,06	<0,01	1,81	<0,15	<0,23	0,39	<0,41	<0,30	<0,16
17.10.07	19.10.07	<0,16	<0,02	<0,03	0,01	0,08	<0,01	2,85	<0,10	<0,12	0,19	<0,15	<0,24	0,14
31.10.07	02.11.07	<0,44	<0,03	<0,04	<0,03	0,38	<0,02	0,92	<0,13	<0,15	0,63	<0,29	<0,25	0,27
14.11.07	16.11.07	<0,20	<0,02	<0,08	<0,02	0,11	<0,02	0,63	<0,18	<0,23	0,48	0,22	<0,26	0,24
12.12.07	14.12.07	<0,29	0,28	<0,06	0,03	0,97	0,05	1,76	<0,11	<0,16	1,51	0,27	0,78	<0,04
19.12.07	21.12.07	<0,83	<0,01	<0,24	<0,07	0,12	<0,04	1,48	<0,10	<0,21	0,29	<0,15	<0,36	<0,03
26.12.07	28.12.07	<0,97	<0,04	<0,06	<0,04	0,06	<0,21	<0,08	<0,32	<0,32	0,25	<0,24	<0,31	<0,14
Feltblind		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

g: Lav gjenvinning av internstandard



**Statlig program for forurensningsovervåking:**  
Atmosfæriske tilførsler



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](mailto:postmottak@sft.no) - Internett: [www.sft.no](http://www.sft.no)

Utførende institusjon Norsk institutt for luftforskning	ISBN-nummer 978-82-425-1983-2 (trykt) 978-82-425-1984-9 (elektronisk)
--	--

Oppdragstakers prosjektansvarlig Stein Manø	Kontaktperson SFT Tor Johannessen	TA-nummer 2418/2008
--	--------------------------------------	------------------------

	År 2008	Sidetall 60	SFTs kontraktnummer 6006102
--	------------	----------------	--------------------------------

Utgiver Norsk institutt for luftforskning NILU OR 28/2008	Prosjektet er finansiert av SFT
---	------------------------------------

Forfatter(e) Stein Manø, Dorte Herzke, Martin Schlabach
--

Tittel - norsk og engelsk Nye miljøgifter i luft – 2007 New emerging pollutants in air – 2007
---

Sammendrag – summary Denne undersøkelsen rapporterer konsentrasjonsnivåer av de nye organiske miljøgiftene bromerte flammehemmere og polyfluorerte alkylstoffer i luft på bakgrunnsmålestasjonene Birkenes og Zeppelinfjell, Ny-Ålesund.  The investigation reports air levels of the "new organic pollutants" brominated flame retardants and poly fluorinated alkyl substances at the background monitoring stations Birkenes and Zeppelinfjell, Ny-Ålesund.
---

4 emneord BFH PFAS Bakgrunnskonsentrasjoner Luft	4 subject words BFR PFAS Background concentrations Air
--	--

## Statens forurensningstilsyn

Postboks 8100 Dep,  
0032 Oslo

Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00

Telefaks: 22 67 67 06

E-post: [postmottak@sft.no](mailto:postmottak@sft.no)

[www.sft.no](http://www.sft.no)

Statlig program for forurensningsovervåking omfatter overvåking av forurensningsforholdene i luft og nedbør, skog, vassdrag, fjorder og havområder. Overvåkingsprogrammet dekker langsiktige undersøkelser av:

- overgjødsling
- forsuring (sur nedbør)
- ozon (ved bakken og i stratosfæren)
- klimagasser
- miljøgifter

Overvåkingsprogrammet skal gi informasjon om tilstanden og utviklingen av forurensningssituasjonen, og påvise eventuell uheldig utvikling på et tidlig tidspunkt. Programmet skal dekke myndighetenes informasjonsbehov om forurensningsforholdene, registrere virkningen av iverksatte tiltak for å redusere forurensningen, og danne grunnlag for vurdering av nye tiltak. SFT er ansvarlig for gjennomføringen av overvåkingsprogrammet.

TA-2418/2008

ISBN 978-82-425-1983-2 (trykt)

ISBN 978-82-425-1984-9 (elektronisk)