

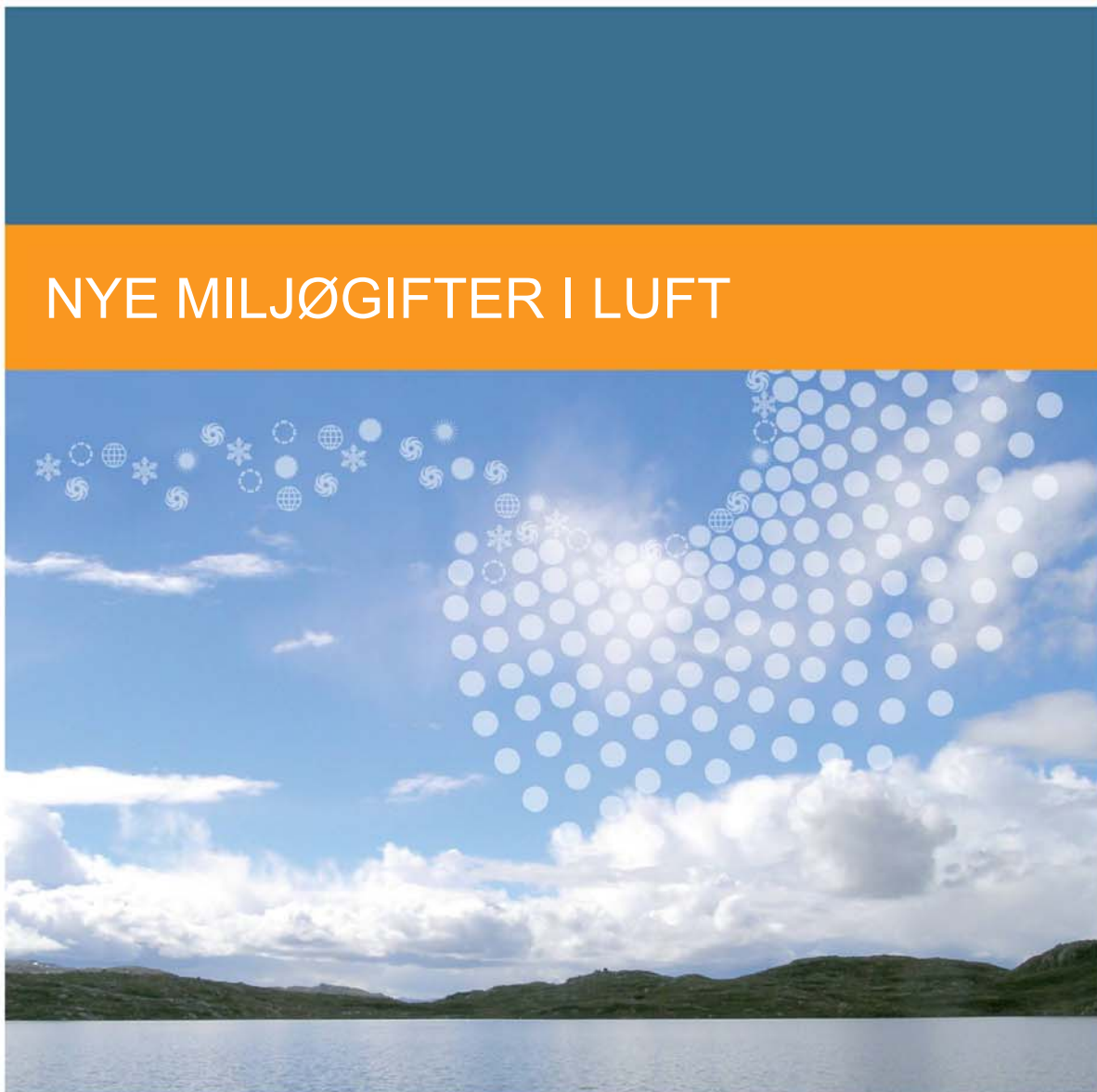


Statlig program for forurensningsovervåking

NYE MILJØGIFTER I LUFT

2408

2008





Statlig program for forurensningsovervåking:
Atmosfæriske tilførsler

SPFO-rapport: 1023/2008
TA-2408/2008
ISBN 978-82-425-1961-0 (trykt)
ISBN 978-82-425-1962-7 (elektronisk)

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT)
Utførende institusjon: Norsk institutt for luftforskning

Nye miljøgifter i luft

Rapport
1023/2008

Bromerte flammehemmere og perfluorerte stoffer i luft



Forfattere: Stein Manø, Dorte Herzke, Martin Schlabach

NILU prosjektnummer: O-105147
NILU rapportnummer: OR 16/2008

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 tålmodighet og forståelse under utviklingsdelen av prosjektet.

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, 24. april 2008

Stein Manø
Prosjektleder NILU

Innhold

1.	Sammendrag	7
2.	Prøvetaking	8
2.1	Bakgrunnsstasjoner	8
2.1.1	Birkenes	8
2.1.2	Zeppelinstasjonen, Ny-Ålesund	8
2.2	Prøvetakere.....	8
3.	Kjemisk analyse	9
3.1	Analyserte forbindelser	9
3.2	Ekstraksjon og opparbeidelse.....	10
3.3	Kvantifisering.....	10
4.	De analyserte forbindelsenes egenskaper	11
4.1	Bromerte flammehemmere	11
4.2	Polyfluorerte alkylstoffer	12
5.	Resultater	13
5.1	Bromerte forbindelser	13
5.2	Polyfluorerte alkylstoffer	21
6.	Trajektorieberegninger	23
7.	Diskusjon	34
7.1	Bromerte forbindelser	34
7.2	Polyfluorerte alkylstoffer	44
8.	Litteratur	47
	Vedlegg A Prøvetaker	51
	Vedlegg B Rådata	59

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 polyfluorete 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 de første måleresultater 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 ble 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 polyfluorete alkylstoffer som ble bestemt var kun de partikkelbundne komponentene.

Nivåene som ble målt var som ventet lavt og generelt lavere på Zeppelinfjellet enn på Birkenes. For gruppen PBDE var konsentrasjonen av enkeltkomponenter mindre enn 1 pg/m^3 og forholdet mellom sum av alle påviste PBDE på Birkenes i forhold til sum av alle PBDE på Zeppelinfjellet var ca en faktor 2.

PFOS og PFOA er de toksiske og persistente polyfluorete alkylstoffer som er mest undersøkt i litteraturen. PFOS kunne påvises i signifikante mengder i alle prøvene, men ikke PFOA.

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 en beskrivelse av den nyutviklede prøvetakeren til bromerte flammehemmere i luft samt 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° 90N, 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 Vedlegg A.

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. Da disse allerede var på plass kunne prøvetakingen av denne komponentgruppen starte tidligere enn tilfellet var for bromerte hvor det var påkrevet utvikling av prøvetakingsutstyr så vel som transport til og montering på de respektive stasjoner.

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'-Tribromdifenyyleter	GC-MS
PBDE-47	2,2',4,4'-Tetrabromdifenyyleter	GC-MS
PBDE-49+PBDE-71	2,2',4,5'- og 2,3',4',6-Tetrabromdifenyyleter	GC-MS
PBDE-66	2,3',4,4'-Tetrabromdifenyyleter	GC-MS
PBDE-77	3,3',4,4'- Tetrabromdifenyyleter	GC-MS
PBDE-85	2,2',3,4,4'-Pentabromdifenyyleter	GC-MS
PBDE-99	2,2',4,4',5- Pentabromdifenyyleter	GC-MS
PBDE-100	2,2',4,4',6- Pentabromdifenyyleter	GC-MS
PBDE-119	2,3',4,4',6- Pentabromdifenyyleter	GC-MS
PBDE-138	2,2',3,4,4',5'-Heksabromdifenyyleter	GC-MS
PBDE-153	2,2',4,4',5,5'- Heksabromdifenyyleter	GC-MS
PBDE-154	2,2',4,4',5,6'- Heksabromdifenyyleter	GC-MS
PBDE-183	2,2',3,4,4',5',6-Heptabromdifenyyleter	GC-MS
PBDE-196	2,2',3,3',4,4',5,6'-Oktabromdifenyyleter	GC-MS
PBDE-206	2,2',3,3',4,4',5,5',6-Nonabromdifenyyleter	GC-MS
PBDE-209	Dekabromdifenyyleter	GC-MS
α -HBCD	α -Heksabromsykododekan	HPLC-MS
β -HBCD	β -Heksabromsykododekan	HPLC-MS
γ -HBCD	γ -Heksabromsykododekan	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 høyoppløsende massespektrometri i elektronstøt modus (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 væskekromatografi kombinert med lavoppløsende massespektrometri i negativ elektronspray modus (LC/MS-ESI) med hensyn på komponentene α -, β - og γ -HBCD. Kvantifiseringen ble gjennomført mot de tilsatte isotopmerkede internstandardkomponentene α - og γ -HBCD.

PFAS ble analysert ved hjelp av omvendt fase væskekromatografi 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 (Birnbaum og Staskal 2004).

"Dekabromdifenyleter" (DPDE) 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: α , β og γ -HBCD og hovedkomponenten er γ -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 ³	Fra	Til	pg/m ³
04.10.2006	05.10.2006	18,59	01.11.2006	03.11.2006	6,07
05.10.2006	06.10.2006	11,48	10.11.2006	13.11.2006	7,84
12.10.2006	13.10.2006	13,97	13.11.2006	15.11.2006	8,25
19.10.2006	20.10.2006	15,69	15.11.2006	17.11.2006	8,82
26.10.2006	27.10.2006	17,41	20.11.2006	22.11.2006	3,87
02.11.2006	03.11.2006	4,31	22.11.2006	24.11.2006	6,95
09.11.2006	10.11.2006	9,65	24.11.2006	26.11.2006	9,51
16.11.2006	17.11.2006	12,42	27.11.2006	29.11.2006	8,71
23.11.2006	24.11.2006	11,89	29.11.2006	01.12.2006	6,26
24.11.2006	25.11.2006	11,93	04.12.2006	06.12.2006	6,53
27.11.2006	28.11.2006	17,56	06.12.2006	08.12.2006	8,34
28.11.2006	29.11.2006	8,05	08.12.2006	11.12.2006	9,58
30.11.2006	01.12.2006	13,00		Feltblind*	0,16
	Gjennomsnitt	12,77		Gjennomsnitt	7,56
	Minimum	4,31		Minimum	3,87
	Maksimum	18,59		Maksimum	9,58

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

PBB-153

Måleresultater av PBB153 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5-2.

Tabell 5-2. Konsentrasjon avPBB153 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m ³	Fra	Til	pg/m ³
04.10.2006	05.10.2006	<0,01	01.11.2006	03.11.2006	0,03
05.10.2006	06.10.2006	0,02	10.11.2006	13.11.2006	0,06
12.10.2006	13.10.2006	0,02	13.11.2006	15.11.2006	<0,01
19.10.2006	20.10.2006	0,05	15.11.2006	17.11.2006	<0,01
26.10.2006	27.10.2006	0,03	20.11.2006	22.11.2006	<0,02
02.11.2006	03.11.2006	<0,03	22.11.2006	24.11.2006	<0,01
09.11.2006	10.11.2006	<0,08	24.11.2006	26.11.2006	<0,01
16.11.2006	17.11.2006	0,09	27.11.2006	29.11.2006	<0,02
23.11.2006	24.11.2006	0,04	29.11.2006	01.12.2006	<0,01
24.11.2006	25.11.2006	0,05	04.12.2006	06.12.2006	<0,01
27.11.2006	28.11.2006	0,07	06.12.2006	08.12.2006	0,01
28.11.2006	29.11.2006	0,12	08.12.2006	11.12.2006	<0,01
30.11.2006	01.12.2006	0,10		Feltblind*	<0,01
	Gjennomsnitt	0,06		Gjennomsnitt	0,04
	Minimum	0,02		Minimum	0,01
	Maksimum	0,12		Maksimum	0,06

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

PBDE-28

Måleresultater av PBDE-28 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5-3.

Tabell 5-3. Konsentrasjon avPBDE-28 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m ³	Fra	Til	pg/m ³
04.10.2006	05.10.2006	0,10	01.11.2006	03.11.2006	0,04
05.10.2006	06.10.2006	0,04	10.11.2006	13.11.2006	0,04
12.10.2006	13.10.2006	0,05	13.11.2006	15.11.2006	0,02
19.10.2006	20.10.2006	0,06	15.11.2006	17.11.2006	0,04
26.10.2006	27.10.2006	0,05	20.11.2006	22.11.2006	0,05
02.11.2006	03.11.2006	0,03	22.11.2006	24.11.2006	0,02
09.11.2006	10.11.2006	0,04	24.11.2006	26.11.2006	0,01
16.11.2006	17.11.2006	0,07	27.11.2006	29.11.2006	0,05
23.11.2006	24.11.2006	0,03	29.11.2006	01.12.2006	0,02
24.11.2006	25.11.2006	0,04	04.12.2006	06.12.2006	0,02
27.11.2006	28.11.2006	0,08	06.12.2006	08.12.2006	0,01
28.11.2006	29.11.2006	0,05	08.12.2006	11.12.2006	0,01
30.11.2006	01.12.2006	0,06		Feltblind*	<0,01
	Gjennomsnitt	0,05		Gjennomsnitt	0,03
	Minimum	0,03		Minimum	0,01
	Maksimum	0,10		Maksimum	0,05

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

PBDE-47

Måleresultater av PBDE-47 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5-4.

Tabell 5-4. Konsentrasjon av PBDE-47 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m ³	Fra	Til	pg/m ³
04.10.2006	05.10.2006	0,76	01.11.2006	03.11.2006	0,51
05.10.2006	06.10.2006	0,56	10.11.2006	13.11.2006	0,37
12.10.2006	13.10.2006	0,49	13.11.2006	15.11.2006	0,27
19.10.2006	20.10.2006	0,56	15.11.2006	17.11.2006	0,39
26.10.2006	27.10.2006	0,53	20.11.2006	22.11.2006	0,61
02.11.2006	03.11.2006	0,23	22.11.2006	24.11.2006	0,24
09.11.2006	10.11.2006	0,18	24.11.2006	26.11.2006	0,19
16.11.2006	17.11.2006	0,55	27.11.2006	29.11.2006	0,59
23.11.2006	24.11.2006	0,35	29.11.2006	01.12.2006	0,17
24.11.2006	25.11.2006	0,43	04.12.2006	06.12.2006	0,23
27.11.2006	28.11.2006	0,74	06.12.2006	08.12.2006	0,16
28.11.2006	29.11.2006	0,67	08.12.2006	11.12.2006	0,12
30.11.2006	01.12.2006	0,60		Feltblind*	<0,01
	Gjennomsnitt	0,51		Gjennomsnitt	0,32
	Minimum	0,18		Minimum	0,12
	Maksimum	0,76		Maksimum	0,61

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

Sum av PBDE-49 og PBDE-71

Måleresultater av PBDE-49 og PBDE-71 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5-5.

Tabell 5-5. Konsentrasjon av PBDE-49 og PBDE-71 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m ³	Fra	Til	pg/m ³
04.10.2006	05.10.2006	0,06	01.11.2006	03.11.2006	0,06
05.10.2006	06.10.2006	0,04	10.11.2006	13.11.2006	0,03
12.10.2006	13.10.2006	0,05	13.11.2006	15.11.2006	0,03
19.10.2006	20.10.2006	0,06	15.11.2006	17.11.2006	0,04
26.10.2006	27.10.2006	0,04	20.11.2006	22.11.2006	0,06
02.11.2006	03.11.2006	0,02	22.11.2006	24.11.2006	0,02
09.11.2006	10.11.2006	<0,03	24.11.2006	26.11.2006	0,02
16.11.2006	17.11.2006	0,02	27.11.2006	29.11.2006	0,05
23.11.2006	24.11.2006	0,04	29.11.2006	01.12.2006	<0,01
24.11.2006	25.11.2006	0,02	04.12.2006	06.12.2006	0,02
27.11.2006	28.11.2006	0,09	06.12.2006	08.12.2006	<0,01
28.11.2006	29.11.2006	0,07	08.12.2006	11.12.2006	<0,01
30.11.2006	01.12.2006	0,10		Feltblind*	0,01
	Gjennomsnitt	0,05		Gjennomsnitt	0,04
	Minimum	0,02		Minimum	0,02
	Maksimum	0,10		Maksimum	0,06

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

PBDE-66

Måleresultater av PBDE-66 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5-6.

Tabell 5-6. Konsentrasjon av PBDE-66 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m ³	Fra	Til	pg/m ³
04.10.2006	05.10.2006	0,04	01.11.2006	03.11.2006	0,03
05.10.2006	06.10.2006	0,03	10.11.2006	13.11.2006	0,03
12.10.2006	13.10.2006	0,03	13.11.2006	15.11.2006	<0,01
19.10.2006	20.10.2006	0,03	15.11.2006	17.11.2006	<0,01
26.10.2006	27.10.2006	0,03	20.11.2006	22.11.2006	<0,01
02.11.2006	03.11.2006	0,01	22.11.2006	24.11.2006	0,01
09.11.2006	10.11.2006	<0,04	24.11.2006	26.11.2006	<0,01
16.11.2006	17.11.2006	0,04	27.11.2006	29.11.2006	<0,01
23.11.2006	24.11.2006	0,03	29.11.2006	01.12.2006	<0,01
24.11.2006	25.11.2006	0,04	04.12.2006	06.12.2006	<0,01
27.11.2006	28.11.2006	0,04	06.12.2006	08.12.2006	<0,01
28.11.2006	29.11.2006	0,05	08.12.2006	11.12.2006	0,28
30.11.2006	01.12.2006	0,07		Feltblind*	<0,01
	Gjennomsnitt	0,04		Gjennomsnitt	0,09
	Minimum	0,01		Minimum	0,01
	Maksimum	0,07		Maksimum	0,28

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

PBDE-85

Måleresultater av PBDE-85 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5-7.

Tabell 5-7. Konsentrasjon av PBDE-85 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m ³	Fra	Til	pg/m ³
04.10.2006	05.10.2006	<0,01	01.11.2006	03.11.2006	<0,01
05.10.2006	06.10.2006	<0,01	10.11.2006	13.11.2006	0,01
12.10.2006	13.10.2006	<0,01	13.11.2006	15.11.2006	<0,01
19.10.2006	20.10.2006	0,01	15.11.2006	17.11.2006	<0,01
26.10.2006	27.10.2006	<0,01	20.11.2006	22.11.2006	<0,01
02.11.2006	03.11.2006	<0,01	22.11.2006	24.11.2006	<0,01
09.11.2006	10.11.2006	<0,02	24.11.2006	26.11.2006	<0,01
16.11.2006	17.11.2006	0,02	27.11.2006	29.11.2006	<0,01
23.11.2006	24.11.2006	<0,01	29.11.2006	01.12.2006	<0,01
24.11.2006	25.11.2006	0,04	04.12.2006	06.12.2006	<0,01
27.11.2006	28.11.2006	0,04	06.12.2006	08.12.2006	<0,01
28.11.2006	29.11.2006	0,03	08.12.2006	11.12.2006	<0,01
30.11.2006	01.12.2006	0,03		Feltblind*	<0,01
	Gjennomsnitt	0,03		Gjennomsnitt	0,01
	Minimum	0,01		Minimum	0,01
	Maksimum	0,04		Maksimum	0,01

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

PBDE-99

Måleresultater av PBDE-99 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5-8.

Tabell 5-8. Konsentrasjon av PBDE-99 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m ³	Fra	Til	pg/m ³
04.10.2006	05.10.2006	0,22	01.11.2006	03.11.2006	0,24
05.10.2006	06.10.2006	0,17	10.11.2006	13.11.2006	0,40
12.10.2006	13.10.2006	0,18	13.11.2006	15.11.2006	0,17
19.10.2006	20.10.2006	0,26	15.11.2006	17.11.2006	0,16
26.10.2006	27.10.2006	0,21	20.11.2006	22.11.2006	0,19
02.11.2006	03.11.2006	0,13	22.11.2006	24.11.2006	0,08
09.11.2006	10.11.2006	0,12	24.11.2006	26.11.2006	0,09
16.11.2006	17.11.2006	0,33	27.11.2006	29.11.2006	0,15
23.11.2006	24.11.2006	0,23	29.11.2006	01.12.2006	0,07
24.11.2006	25.11.2006	0,34	04.12.2006	06.12.2006	0,11
27.11.2006	28.11.2006	0,49	06.12.2006	08.12.2006	0,10
28.11.2006	29.11.2006	0,68	08.12.2006	11.12.2006	0,08
30.11.2006	01.12.2006	0,44		Feltblind*	0,07
	Gjennomsnitt	0,29		Gjennomsnitt	0,15
	Minimum	0,12		Minimum	0,07
	Maksimum	0,68		Maksimum	0,40

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

PBDE-100

Måleresultater av PBDE-100 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5-9.

Tabell 5-9. Konsentrasjon av PBDE-100 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m ³	Fra	Til	pg/m ³
04.10.2006	05.10.2006	0,05	01.11.2006	03.11.2006	0,06
05.10.2006	06.10.2006	0,04	10.11.2006	13.11.2006	0,04
12.10.2006	13.10.2006	0,04	13.11.2006	15.11.2006	0,04
19.10.2006	20.10.2006	0,06	15.11.2006	17.11.2006	0,04
26.10.2006	27.10.2006	0,05	20.11.2006	22.11.2006	0,06
02.11.2006	03.11.2006	0,03	22.11.2006	24.11.2006	0,02
09.11.2006	10.11.2006	<0,01	24.11.2006	26.11.2006	0,02
16.11.2006	17.11.2006	0,07	27.11.2006	29.11.2006	0,04
23.11.2006	24.11.2006	0,05	29.11.2006	01.12.2006	0,01
24.11.2006	25.11.2006	0,07	04.12.2006	06.12.2006	0,02
27.11.2006	28.11.2006	0,10	06.12.2006	08.12.2006	0,02
28.11.2006	29.11.2006	0,12	08.12.2006	11.12.2006	0,01
30.11.2006	01.12.2006	0,08		Feltblind*	0,01
	Gjennomsnitt	0,06		Gjennomsnitt	0,03
	Minimum	0,03		Minimum	0,01
	Maksimum	0,12		Maksimum	0,06

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

PBDE-119

Måleresultater av PBDE-119 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5-10.

Tabell 5-10. Konsentrasjon av PBDE-119 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m ³	Fra	Til	pg/m ³
04.10.2006	05.10.2006	0,01	01.11.2006	03.11.2006	<0,01
05.10.2006	06.10.2006	<0,01	10.11.2006	13.11.2006	0,01
12.10.2006	13.10.2006	0,01	13.11.2006	15.11.2006	<0,01
19.10.2006	20.10.2006	0,01	15.11.2006	17.11.2006	<0,01
26.10.2006	27.10.2006	0,01	20.11.2006	22.11.2006	<0,01
02.11.2006	03.11.2006	<0,01	22.11.2006	24.11.2006	<0,01
09.11.2006	10.11.2006	<0,01	24.11.2006	26.11.2006	<0,01
16.11.2006	17.11.2006	0,03	27.11.2006	29.11.2006	<0,01
23.11.2006	24.11.2006	0,01	29.11.2006	01.12.2006	<0,01
24.11.2006	25.11.2006	0,01	04.12.2006	06.12.2006	<0,01
27.11.2006	28.11.2006	0,02	06.12.2006	08.12.2006	<0,01
28.11.2006	29.11.2006	0,02	08.12.2006	11.12.2006	<0,01
30.11.2006	01.12.2006	0,03		Feltblind*	<0,01
	Gjennomsnitt	0,02		Gjennomsnitt	0,01
	Minimum	0,01		Minimum	0,01
	Maksimum	0,03		Maksimum	0,01

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

PBDE-153

Måleresultater av PBDE-153 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5-11.

Tabell 5-11. Konsentrasjon av PBDE-153 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m ³	Fra	Til	pg/m ³
04.10.2006	05.10.2006	<0,01	01.11.2006	03.11.2006	0,03
05.10.2006	06.10.2006	0,02	10.11.2006	13.11.2006	0,06
12.10.2006	13.10.2006	0,02	13.11.2006	15.11.2006	<0,01
19.10.2006	20.10.2006	0,05	15.11.2006	17.11.2006	<0,01
26.10.2006	27.10.2006	0,03	20.11.2006	22.11.2006	<0,02
02.11.2006	03.11.2006	<0,03	22.11.2006	24.11.2006	0,01
09.11.2006	10.11.2006	<0,08	24.11.2006	26.11.2006	<0,01
16.11.2006	17.11.2006	0,09	27.11.2006	29.11.2006	<0,02
23.11.2006	24.11.2006	0,04	29.11.2006	01.12.2006	<0,01
24.11.2006	25.11.2006	0,05i	04.12.2006	06.12.2006	0,01
27.11.2006	28.11.2006	0,07	06.12.2006	08.12.2006	0,01
28.11.2006	29.11.2006	0,12	08.12.2006	11.12.2006	<0,01
30.11.2006	01.12.2006	0,10		Feltblind*	<0,01
	Gjennomsnitt	0,06		Gjennomsnitt	0,02
	Minimum	0,02		Minimum	0,01
	Maksimum	0,12		Maksimum	0,06

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

PBDE-154

Måleresultater av PBDE-154 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5-13.

Tabell 5-12. Konsentrasjon av PBDE-154 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m ³	Fra	Til	pg/m ³
04.10.2006	05.10.2006	0,01	01.11.2006	03.11.2006	0,02
05.10.2006	06.10.2006	0,02	10.11.2006	13.11.2006	0,02
12.10.2006	13.10.2006	0,02	13.11.2006	15.11.2006	<0,01
19.10.2006	20.10.2006	0,04	15.11.2006	17.11.2006	<0,01
26.10.2006	27.10.2006	0,02	20.11.2006	22.11.2006	0,03
02.11.2006	03.11.2006	0,02	22.11.2006	24.11.2006	<0,01
09.11.2006	10.11.2006	<0,05	24.11.2006	26.11.2006	<0,01
16.11.2006	17.11.2006	0,05	27.11.2006	29.11.2006	<0,02
23.11.2006	24.11.2006	0,02	29.11.2006	01.12.2006	<0,01
24.11.2006	25.11.2006	0,05	04.12.2006	06.12.2006	<0,01
27.11.2006	28.11.2006	0,05	06.12.2006	08.12.2006	<0,01
28.11.2006	29.11.2006	0,09	08.12.2006	11.12.2006	<0,01
30.11.2006	01.12.2006	0,05		Feltblind*	<0,01
	Gjennomsnitt	0,04		Gjennomsnitt	0,02
	Minimum	0,01		Minimum	0,02
	Maksimum	0,09		Maksimum	0,03

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

PBDE-183

Måleresultater av PBDE-183 i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5-13.

Tabell 5-13. Konsentrasjon av PBDE-183 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m ³	Fra	Til	pg/m ³
04.10.2006	05.10.2006	0,03	01.11.2006	03.11.2006	0,03
05.10.2006	06.10.2006	0,03	10.11.2006	13.11.2006	<0,01
12.10.2006	13.10.2006	0,03	13.11.2006	15.11.2006	<0,01
19.10.2006	20.10.2006	0,07	15.11.2006	17.11.2006	<0,01
26.10.2006	27.10.2006	0,04	20.11.2006	22.11.2006	<0,01
02.11.2006	03.11.2006	<0,02	22.11.2006	24.11.2006	0,01
09.11.2006	10.11.2006	<0,04	24.11.2006	26.11.2006	<0,01
16.11.2006	17.11.2006	0,15	27.11.2006	29.11.2006	<0,01
23.11.2006	24.11.2006	0,05	29.11.2006	01.12.2006	<0,01
24.11.2006	25.11.2006	0,05	04.12.2006	06.12.2006	0,01
27.11.2006	28.11.2006	0,05	06.12.2006	08.12.2006	<0,01
28.11.2006	29.11.2006	0,12	08.12.2006	11.12.2006	0,01
30.11.2006	01.12.2006	0,15		Feltblind*	0,01
	Gjennomsnitt	0,07		Gjennomsnitt	0,01
	Minimum	0,03		Minimum	0,01
	Maksimum	0,15		Maksimum	0,03

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

Sum PBDE-28, PBDE-47, PBDE-49+71, PBDE-66, PBDE-85, PBDE-99, PBDE-100, PBDE-119, PBDE-153, PBDE-154 og PBDE-183

Sum av følgende PBDE i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5-14 : 28, 47, 49, 66, 71, 85, 99, 100, 119, 153, 154 og 183.

Tabell 5-14. Konsentrasjon avsum PBDE 28, 47, 49, 66, 71, 85, 99, 100, 119, 153, 154 og 183 i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m ³	Fra	Til	pg/m ³
04.10.2006	05.10.2006	19,87	01.11.2006	03.11.2006	7,12
05.10.2006	06.10.2006	12,44	10.11.2006	13.11.2006	8,91
12.10.2006	13.10.2006	14,92	13.11.2006	15.11.2006	8,78
19.10.2006	20.10.2006	16,96	15.11.2006	17.11.2006	9,48
26.10.2006	27.10.2006	18,44	20.11.2006	22.11.2006	4,87
02.11.2006	03.11.2006	4,76	22.11.2006	24.11.2006	7,36
09.11.2006	10.11.2006	9,98	24.11.2006	26.11.2006	9,84
16.11.2006	17.11.2006	13,91	27.11.2006	29.11.2006	9,60
23.11.2006	24.11.2006	12,77	29.11.2006	01.12.2006	6,53
24.11.2006	25.11.2006	13,06	04.12.2006	06.12.2006	6,95
27.11.2006	28.11.2006	19,39	06.12.2006	08.12.2006	8,66
28.11.2006	29.11.2006	10,19	08.12.2006	11.12.2006	10,09
30.11.2006	01.12.2006	14,80		Feltblind*	0,27
	Gjennomsnitt	13,96		Gjennomsnitt	8,18
	Minimum	4,76		Minimum	4,87
	Maksimum	19,87		Maksimum	10,09

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

α -, β - og γ -HBCD

Måleresultater av α -, β - og γ -HBCD i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5-15 og Tabell 5-16.

Tabell 5-15. Konsentrasjon av α -, β - og γ -HBCD i luft på Birkenes.

Birkenes		α -HBCD	β -HBCD	γ -HBCD	Sum
Fra	Til	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³
04.10.2006	05.10.2006	<1,08	<1,63	1,58	1,58
05.10.2006	06.10.2006	<0,87	<1,07	1,37	1,37
12.10.2006	13.10.2006	3,2	<0,44	30,8	34,00
19.10.2006	20.10.2006	1,74	0,5	6,15	8,39
26.10.2006	27.10.2006	2,61	0,35	9,04	12,00
02.11.2006	03.11.2006	1,54	0,64	5,1	7,28
09.11.2006	10.11.2006	0,62	0,52i	0,41	1,03
16.11.2006	17.11.2006	0,49	<0,71	0,94	1,43
23.11.2006	24.11.2006	0,84	<0,65	1,09	1,93
24.11.2006	25.11.2006	1,78	<0,51	4,77	6,55
27.11.2006	28.11.2006	1,41	0,26	0,96	2,63
28.11.2006	29.11.2006	4,25	<0,47	10,4	14,65
30.11.2006	01.12.2006	1,6	<0,15	3,78	5,38
	Gjennomsnitt	1,83	0,44	5,88	7,56
	Minimum	0,49	0,26	0,41	1,03
	Maksimum	4,25	0,64	30,80	34,00

Tabell 5-16. Konsentrasjon av α -, β - og γ -HBCD i luft på Zeppelinstasjonen.

Zeppelinstasjonen		α -HBCD	β -HBCD	γ -HBCD	Sum
Fra	Til	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³
01.11.2006	03.11.2006	3,32	0,34	17,6	21,26
10.11.2006	13.11.2006	4,72	0,57	21,1	26,39
13.11.2006	15.11.2006	0,75	0,48	3,06	4,29
15.11.2006	17.11.2006	<2,63	<1,7	<2,44	
20.11.2006	22.11.2006	3,01	0,08i	13,4	16,41
22.11.2006	24.11.2006	0,23	<0,31	0,78	1,01
24.11.2006	26.11.2006	0,24	0,05i	0,52	0,76
27.11.2006	29.11.2006	0,32	0,19	1,31	1,82
29.11.2006	01.12.2006	0,14	<0,08	0,28	0,42
04.12.2006	06.12.2006	0,22g	<0,41	1,1	1,10
06.12.2006	08.12.2006	2,96	0,04	1,67	4,67
08.12.2006	11.12.2006	0,1	<0,08	0,16	0,26
	Feltblind*	<0,19	<0,31	0,60	0,60
	Gjennomsnitt	1,58	0,32	5,54	7,13
	Minimum	0,1	0,04	0,16	0,26
	Maksimum	4,72	0,57	21,1	26,39

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

5.2 Polyfluoreerte alkylstoffer

PFOSA

Måleresultater av PFOSA i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5-17.

Tabell 5-17. Konsentrasjon av PFOSA i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m ³	Fra	Til	pg/m ³
12.09.2006	13.09.2006	<0,03	27.09.2006	29.09.2006	0,02
19.09.2006	20.09.2006	0,09	04.10.2006	06.10.2006	0,03
26.09.2006	27.09.2006	<0,08	11.10.2006	13.10.2006	0,07
03.10.2006	04.10.2006	<0,11	18.10.2006	20.10.2006	0,04
10.10.2006	11.10.2006	0,05	25.10.2006	27.10.2006	0,03
17.10.2006	18.10.2006	<0,3	27.10.2006	29.10.2006	0,01
31.10.2006	01.11.2006	<0,04	01.11.2006	03.11.2006	0,22
07.11.2006	08.11.2006	0,04	08.11.2006	10.11.2006	0,08
14.11.2006	15.11.2006	0,79	10.11.2006	13.11.2006	0,14
21.11.2006	22.11.2006	3,52	15.11.2006	17.11.2006	<0,02
29.11.2006	30.11.2006	<0,05	22.11.2006	24.11.2006	<0,02
06.12.2006	07.12.2006	0,27	24.11.2006	26.11.2006	<0,01
13.12.2006	14.12.2006	<0,04	29.11.2006	01.12.2006	<0,03
	Gjennomsnitt	0,79		Gjennomsnitt	0,07
	Minimum	0,04		Minimum	0,01
	Maksimum	3,52		Maksimum	0,22
				Feltblind*	<0,02

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

PFOS

Måleresultater av PFOS i luft på begge stasjoner er oppstilt i Tabell 5-18.

Tabell 5-18. Konsentrasjon av PFOS i luft på begge stasjoner.

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Fra	Til	pg/m ³	Fra	Til	pg/m ³
12.09.2006	13.09.2006	0,40	27.09.2006	29.09.2006	0,04
19.09.2006	20.09.2006	0,87	04.10.2006	06.10.2006	0,03
26.09.2006	27.09.2006	0,68	11.10.2006	13.10.2006	0,05
03.10.2006	04.10.2006	0,48	18.10.2006	20.10.2006	0,10
10.10.2006	11.10.2006	0,21	25.10.2006	27.10.2006	0,05
17.10.2006	18.10.2006	2,95	27.10.2006	29.10.2006	0,03
31.10.2006	01.11.2006	0,25	01.11.2006	03.11.2006	0,08
07.11.2006	08.11.2006	0,21	08.11.2006	10.11.2006	0,10
14.11.2006	15.11.2006	1,03	10.11.2006	13.11.2006	0,11
21.11.2006	22.11.2006	1,01	15.11.2006	17.11.2006	0,09
29.11.2006	30.11.2006	1,03	22.11.2006	24.11.2006	0,50
06.12.2006	07.12.2006	0,43	24.11.2006	26.11.2006	0,14
13.12.2006	14.12.2006	0,40	29.11.2006	01.12.2006	0,12
	Gjennomsnitt	0,77		Gjennomsnitt	0,11
	Minimum	0,21		Minimum	0,03
	Maksimum	2,95		Maksimum	0,50
				Feltblind*	<0,05

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

Sum PFOSA og PFOS

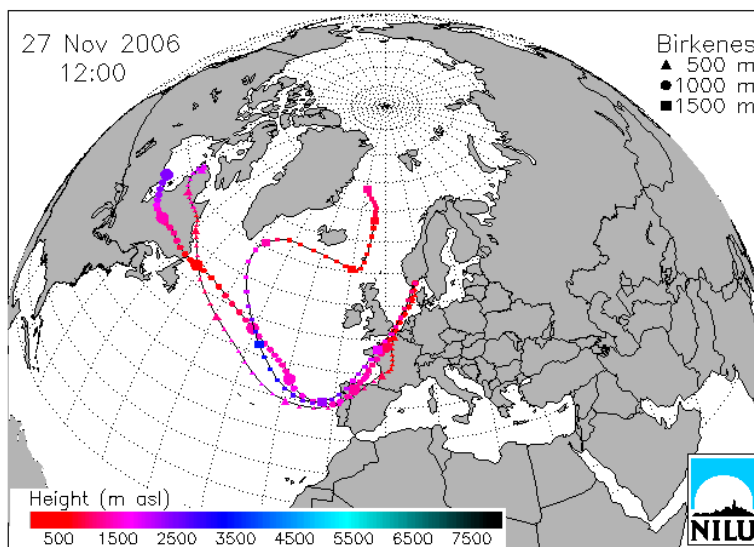
5-19. Konsentrasjon av sum PFOSA og PFOS i luft på begge stasjoner.

Birkenes		Sum	Zeppelinstasjonen		Sum
Fra	Til	pg/m ³	Fra	Til	pg/m ³
12.09.2006	13.09.2006	0,40	27.09.2006	29.09.2006	0,06
19.09.2006	20.09.2006	0,96	04.10.2006	06.10.2006	0,06
26.09.2006	27.09.2006	0,68	11.10.2006	13.10.2006	0,12
03.10.2006	04.10.2006	0,48	18.10.2006	20.10.2006	0,14
10.10.2006	11.10.2006	0,26	25.10.2006	27.10.2006	0,08
17.10.2006	18.10.2006	2,95	27.10.2006	29.10.2006	0,04
31.10.2006	01.11.2006	0,25	01.11.2006	03.11.2006	0,30
07.11.2006	08.11.2006	0,25	08.11.2006	10.11.2006	0,18
14.11.2006	15.11.2006	1,82	10.11.2006	13.11.2006	0,25
21.11.2006	22.11.2006	4,53	15.11.2006	17.11.2006	0,09
29.11.2006	30.11.2006	1,03	22.11.2006	24.11.2006	0,50
06.12.2006	07.12.2006	0,70	24.11.2006	26.11.2006	0,14
13.12.2006	14.12.2006	0,40	29.11.2006	01.12.2006	0,12

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 27.11.06 kl 12:00 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.

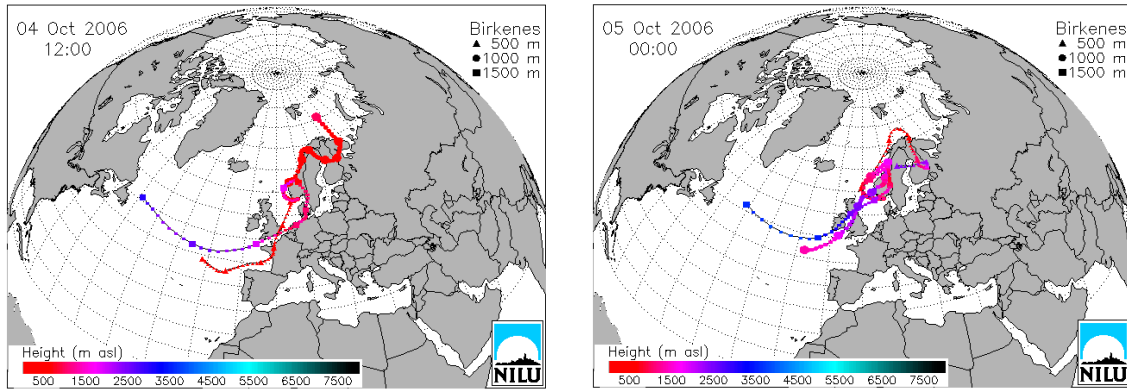


Figur 6-1. Eksempel på et trajektorieplott fra FLEXTRA.

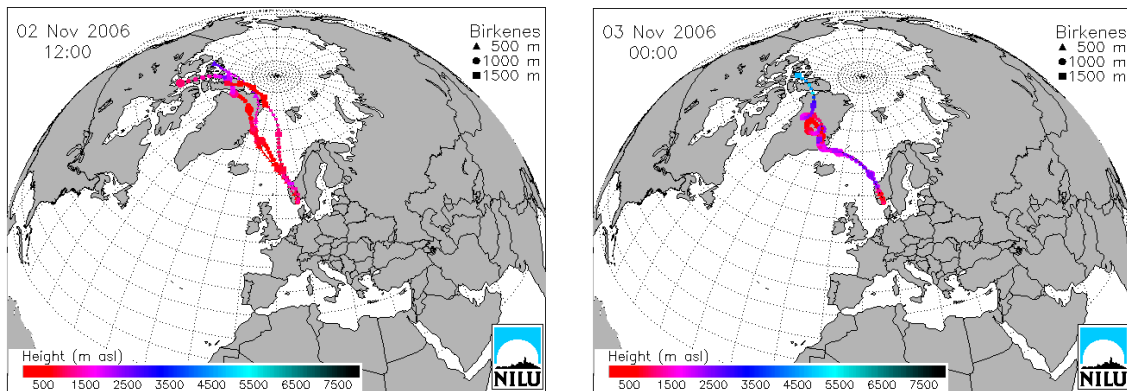
TBA

Figur 6-2 viser resultater av trajektorieberegninger for luft med ankomst Birkenes den 4.10.06 kl 12:00 og den 5.10.06 kl 00:00, da prøvetakingen av prøven med høyest TBA-konsentrasjon pågikk. Transporten gikk over Atlanteren, så vel som Irland, England og Skandinavia.

Figur 6-3 viser trajektorier for den prøven fra Birkenes som hadde lavest TBA-konsentrasjon med luft fra Nord-Canada og Grønland.



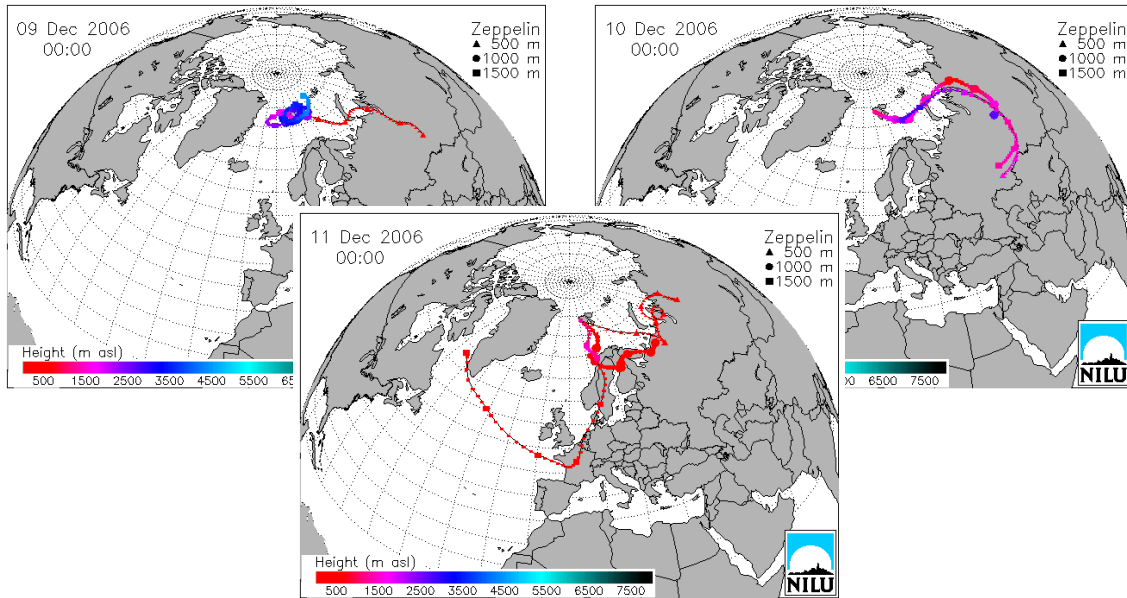
Figur 6-2. Trajektorier fra prøven tatt på Birkenes med høyest TBA-konsentrasjon.



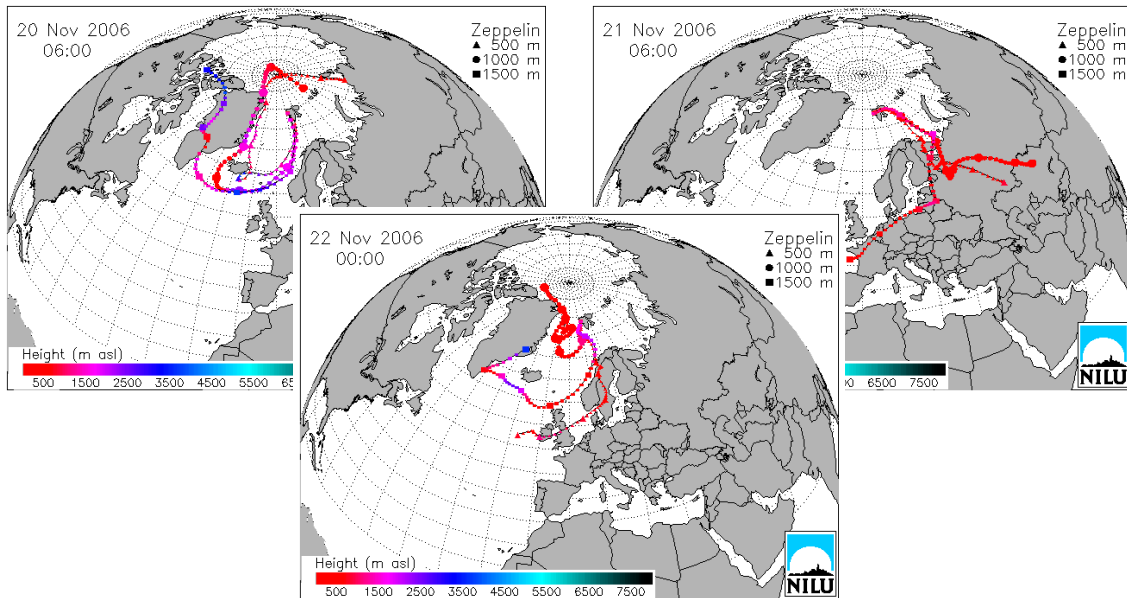
Figur 6-3. Trajektorier fra prøven tatt på Birkenes med lavest TBA-konsentrasjon.

Figur 6-4 viser resultater av trajektorieberegninger for luft med ankomst Zeppelinstasjonen da prøvetakingen av prøven med høyest TBA-konsentrasjon pågikk fra 8.-11.10.06. Luftmassene var transportert fra Polhavet nær Svalbard, Russland, Kasakhstan så vel som deler av Vest-Europa. Med tre døgns prøvetakingstid vil luftens opphav sjeldent være entydig fordi de meteorologiske forhold endrer seg i løpet av prøvetakingstiden.

Figur 6-5 viser trajektorier for den prøven fra Zeppelinstasjonen som hadde lavest TBA-konsentrasjon med et varierende strømningsmønster fra Nord-Atlanteren, Polhavet, Grønland, så vel som deler av Vest-Europa og Russland.



Figur 6-4. Trajektorier fra prøven tatt på Zepelinstasjonen med høyest TBA-konsentrasjon.

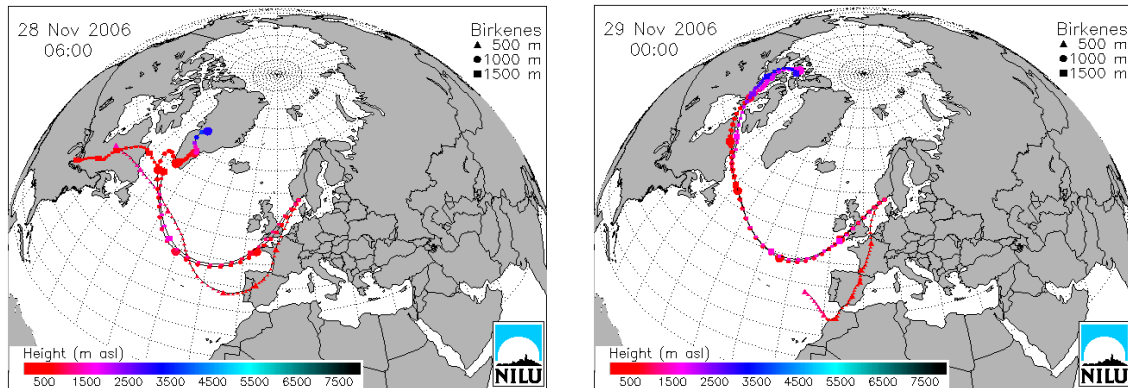


Figur 6-5. Trajektorier fra prøven tatt på Zepelinstasjonen med lavest TBA-konsentrasjon.

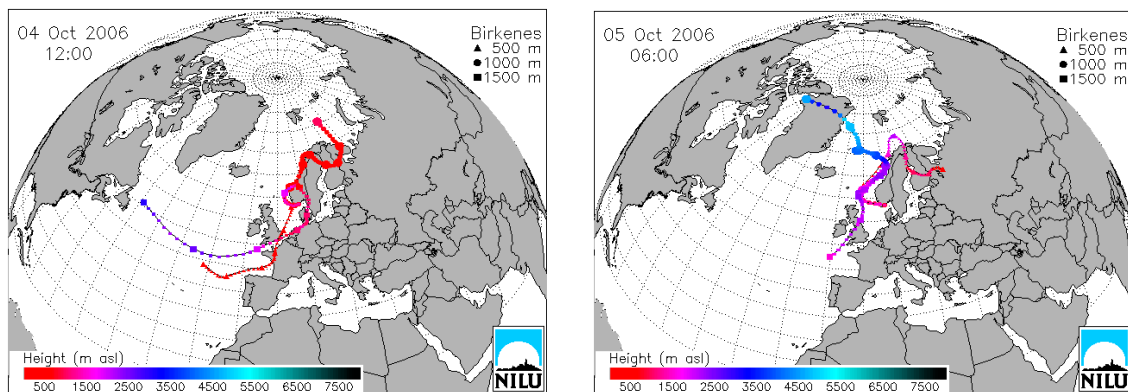
PBB-153

Figur 6-6 viser resultater av trajektorieberegninger for luft med ankomst Birkenes 28.-30.10.06, da prøvetakingen av prøven med høyest PBB-153-konsentrasjon pågikk. Transporten gikk overveiende fra Øst- og Nord-Canada over Atlanteren, så vel som den vestlige delen av Europa.

Figur 6-7 viser trajektorier for en av de tre prøvene tatt på Birkenes med PBB-153-konsentrasjon under deteksjonsgrensen med luft tilført fra Atlanteren, Vest-Europa med Skandinavia samt Grønland.



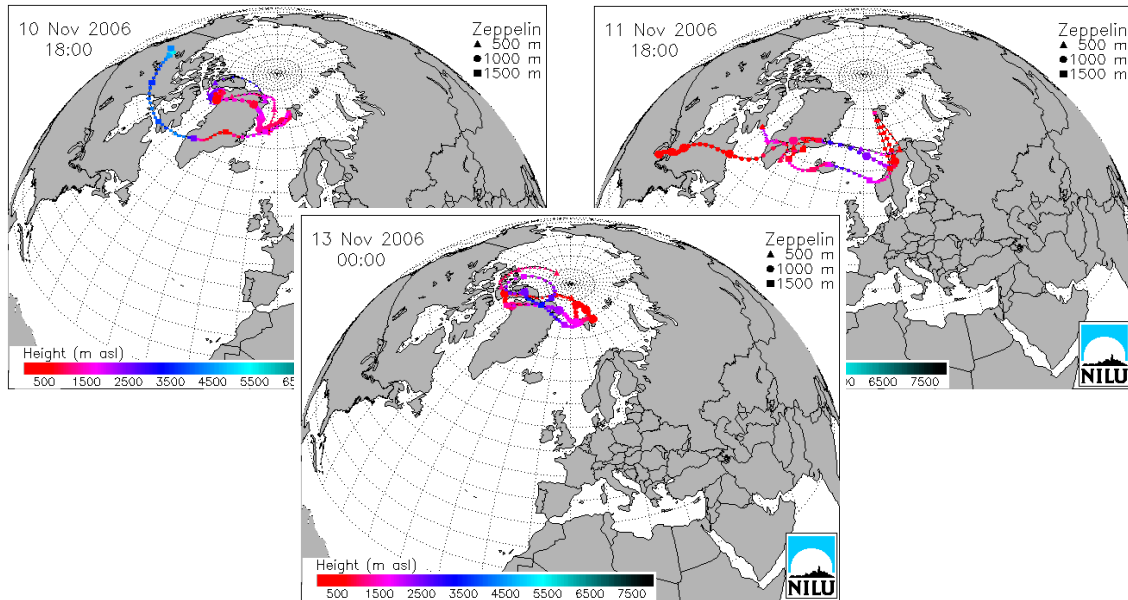
Figur 6-6. Trajektorier fra prøven tatt på Birkenes med høyest PBB-153-konsentrasjon.



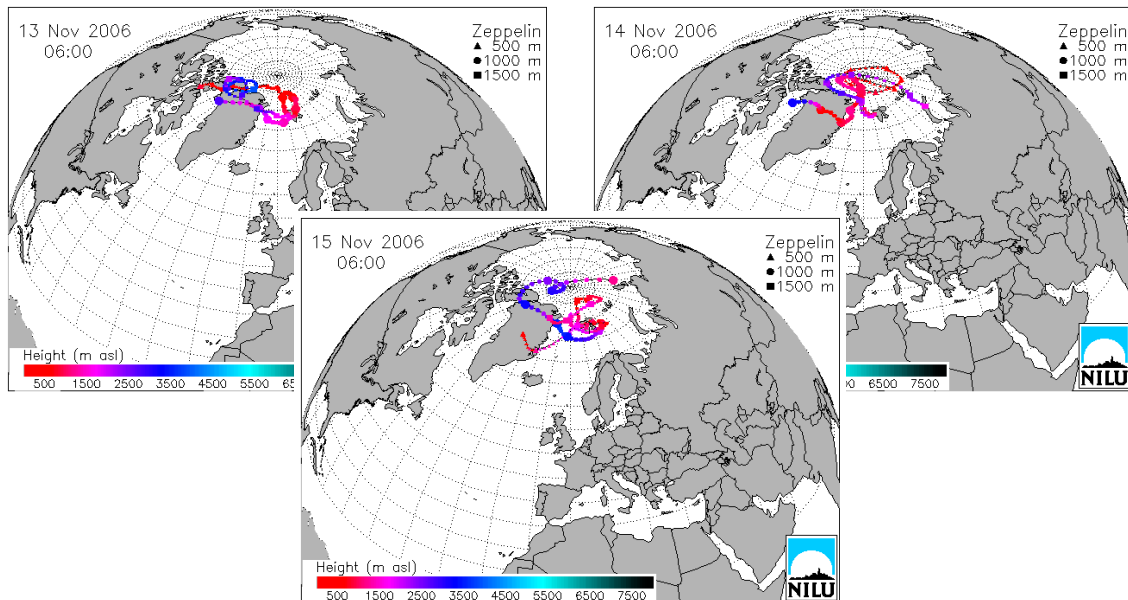
Figur 6-7. Trajektorier fra en av prøvene tatt på Birkenes med PBB-153-konsentrasjon under deteksjonsgrensen.

Figur 6-8 viser resultater av trajektorieberegninger for luft med ankomst Zeppelinstasjonen 10.-13.11.06, da prøvetakingen av prøven med høyest PBB-153-konsentrasjon pågikk. Transporten gikk overveiende fra Øst- og Nord-Canada over Grønland med et innslag fra Island, Norge og Sverige.

Figur 6-9 viser trajektorier for en av de 10 prøvene tatt på Zeppelinstasjonen med PBB-153-konsentrasjon under deteksjonsgrensen med luft tilført fra Nord-Canada, Grønland og Polhavet.



Figur 6-8. Trajektorier fra prøven tatt på Zeppelinstasjonen med høyest PBB-153-konsentrasjon.

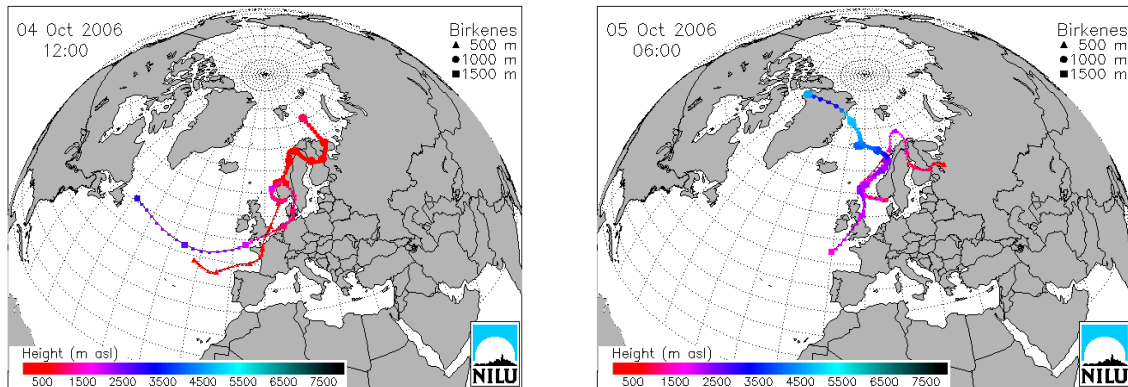


Figur 6-9. Trajektorier fra en prøve tatt på Zeppelinstasjonen med PBB-153-konsentrasjon under deteksjonsgrensen.

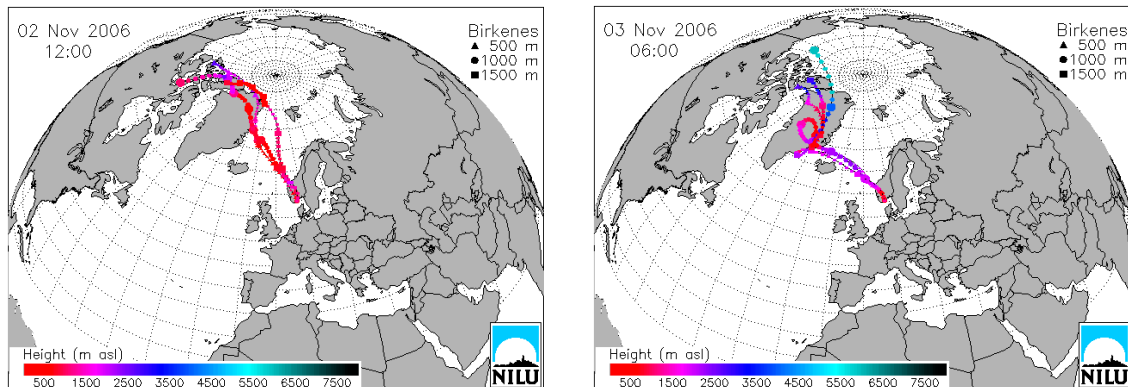
Sum PBDE: PBDE-28, PBDE-47, PBDE-49+71, PBDE-66, PBDE-85, PBDE-99, PBDE-100, PBDE-119, PBDE-153, PBDE-154 og PBDE-183

Figur 6-10 viser resultater av trajektorieberegninger for luft med ankomst Birkenes 28.-30.10.06, da prøvetakingen av prøven med høyeste Sum PBDE-konsentrasjon pågikk. Transporten gikk delvis østover fra Atlanteren over England, Frankrike, Benelux og delvis nordfra Grønland, Kolahalvøya og Skandinavia.

Figur 6-11 viser trajektorier for den prøven fra Birkenes som hadde lavest Sum PBDE-konsentrasjon med luft tilført fra Nord-Canada og Grønland fra nordvest over Vestlandet.



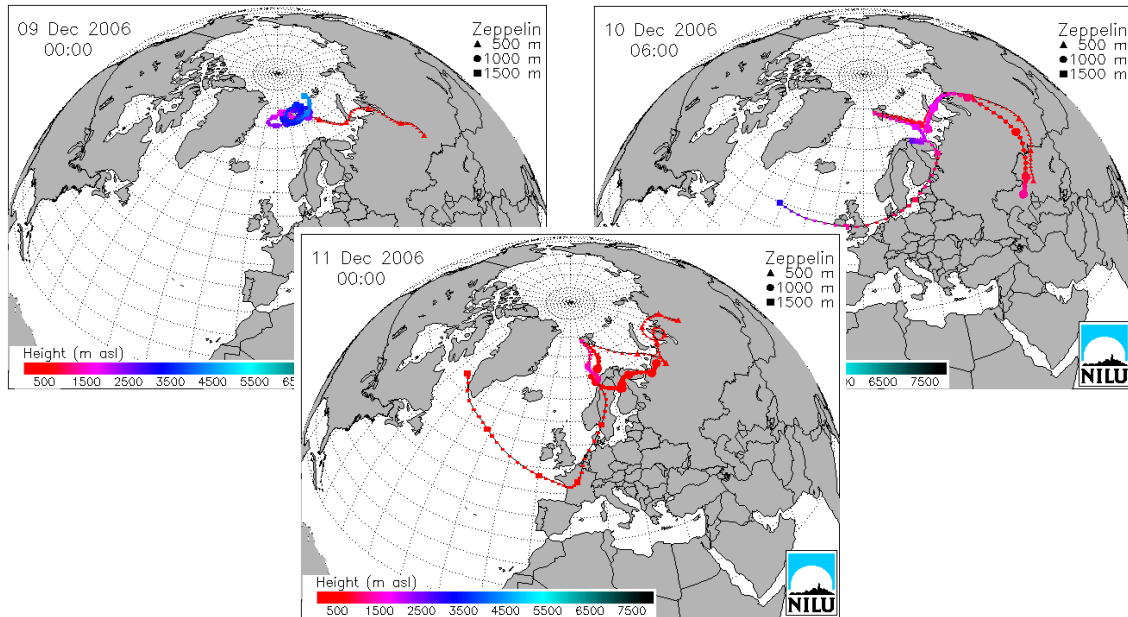
Figur 6-10. Trajektorier fra prøven tatt på Birkenes med høyest Sum PBDE-konsentrasjon.



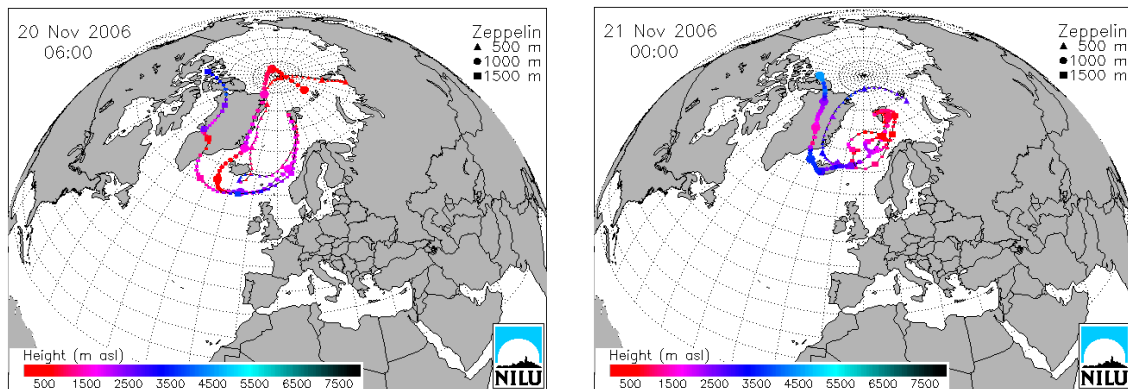
Figur 6-11. Trajektorier fra prøven tatt på Birkenes med lavest Sum PBDE-konsentrasjon.

Figur 6-12 viser resultater av trajektorieberegninger for luft med ankomst Zeppelinstasjonen 8.-11.12.06, da prøvetakingen av prøven med høyest Sum PBDE-konsentrasjon pågikk. Luftmassene som ankom stasjonen hadde passert Russland, Kasakhstan så vel som den vestligste delen av Vest-Europa og med et innslag fra Skandinavia og Kolahalvøya.

Figur 6-13 viser trajektorier for prøven tatt på Zeppelinstasjonen med den laveste Sum PBDE-konsentrasjon med luft tilført fra Nord-Canada, Grønland og Polhavet.



Figur 6-12. Trajektorier fra prøven tatt på Zeppelinstasjonen med høyest Sum PBDE-konsentrasjon.

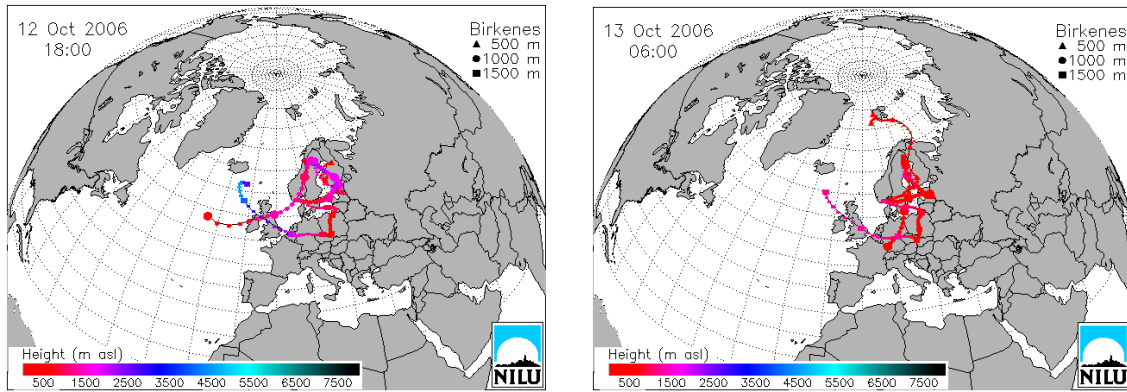


Figur 6-13. Trajektorier fra prøven tatt på Zeppelinstasjonen med lavest Sum PBDE-konsentrasjon.

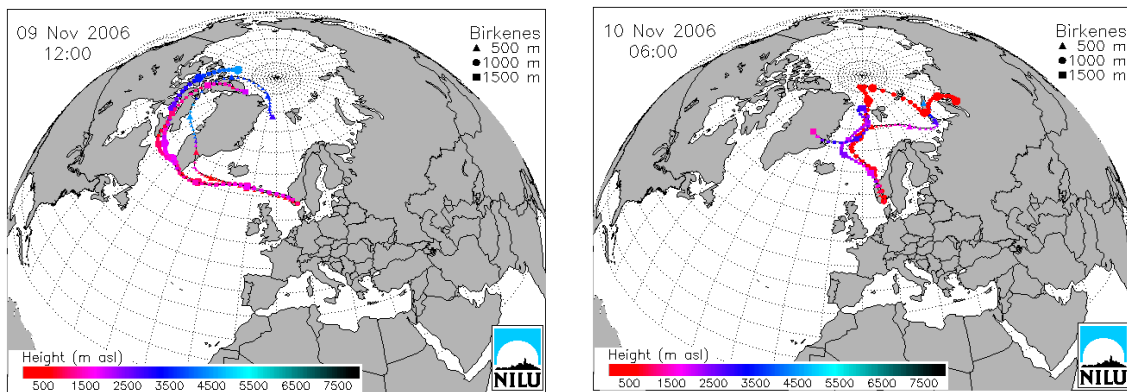
Sum HBCD

Figur 6-14 viser resultater av trajektorieberegninger for luft med ankomst Birkenes 12.-13.10.06, da prøvetakingen av prøven med høyeste Sum PBDE-konsentrasjon pågikk. Transporten gikk hovedsakelig fra Kontinentet.

Figur 6-15 viser trajektorier for den prøven fra Birkenes som hadde lavest Sum HBCD-konsentrasjon med luft tilført fra Nord-Canada og Grønland så vel som Nord-Atlanteren og Polhavet.



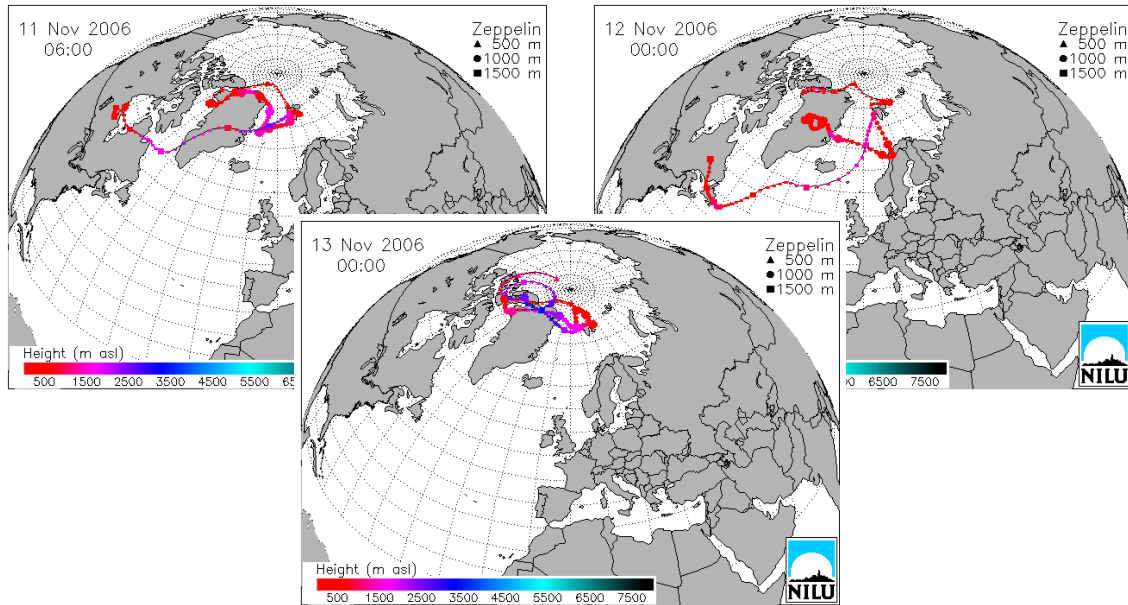
Figur 6-14. Trajektorier fra prøven tatt på Birkenes med høyest Sum HBCD-konsentrasjon.



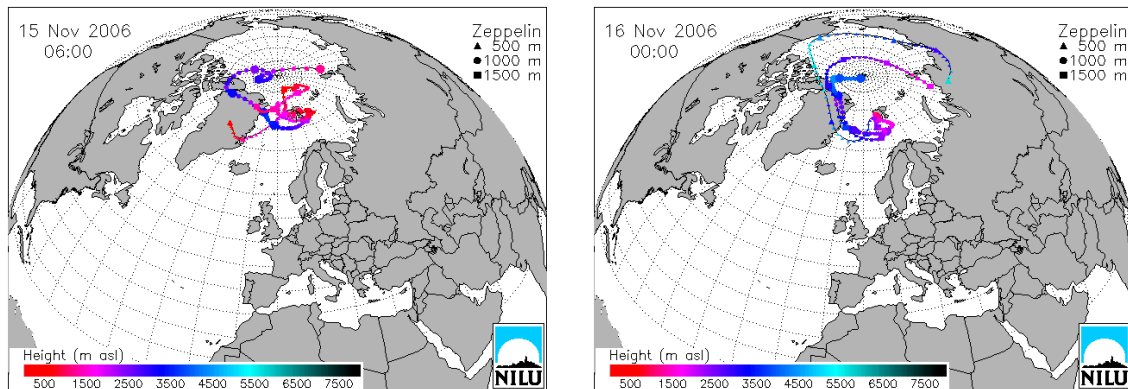
Figur 6-15. Trajektorier fra prøven tatt på Birkenes med lavest Sum HBCD-konsentrasjon.

Figur 6-16 viser resultater av trajektorieberegninger for luft med ankomst Zeppelinstasjonen 10.-13.11.06, da prøvetakingen av prøven med høyest Sum HBCD-konsentrasjon pågikk. Luft ankom stasjonen fra Nord-Canada, Grønland samt fra Nord-Norge og Polhavet.

Figur 6-17 viser trajektorier for den laveste prøven tatt på Zeppelinstasjonen med HBCD-konsentrasjon under deteksjonsgrensen med luft hovedsakelig tilført fra Grønland og Polhavet.



Figur 6-16. Trajektorier fra prøven tatt på Zeppelinstasjonen med høyest Sum PBDE-konsentrasjon.

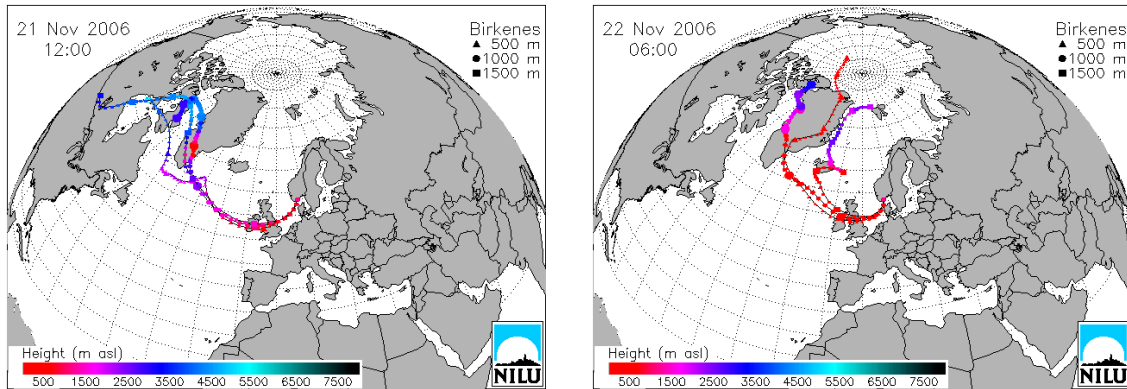


Figur 6-17. Trajektorier fra prøven tatt på Zeppelinstasjonen med lavest (ikke detektert) Sum HBCD-konsentrasjon.

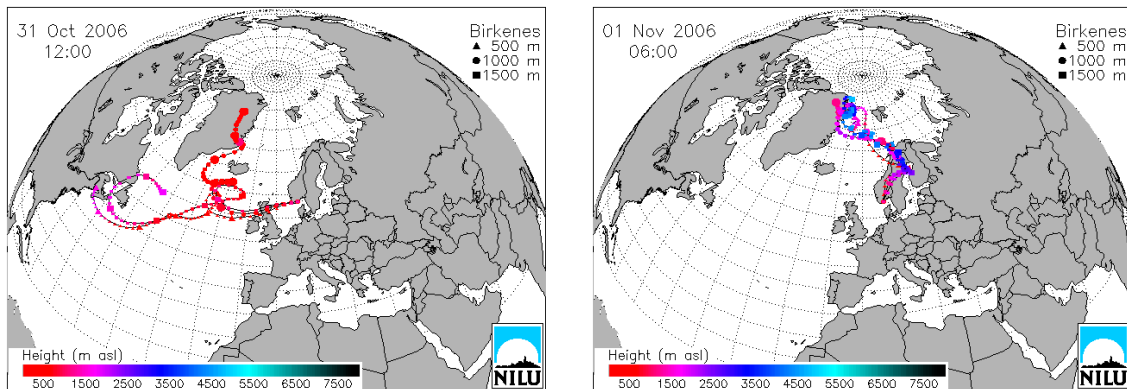
Sum PFOSA og PFOS

Figur 6-18 viser resultater av trajektorieberegninger for luft med ankomst Birkenes 21.-22.11.06, da prøvetakingen av prøven med høyeste Sum PFOSA og PFOS-konsentrasjon pågikk. Transporten gikk fra Canada, Grønland, Irland og England.

Figur 6-19 viser trajektorier for en av de to prøvene fra Birkenes som hadde lavest Sum PFOSA og PFOS -konsentrasjon med luft tilført fra Newfoundland, Grønland, Skottland så vel som Finland, Sverige og Norge.



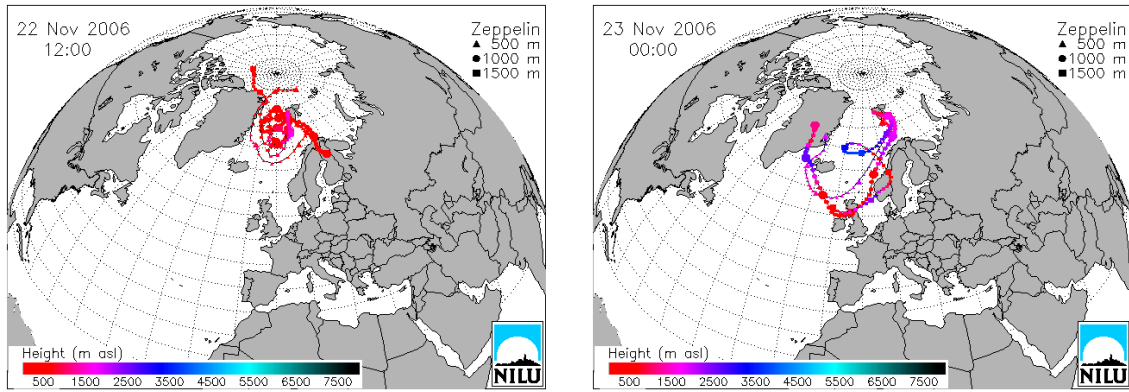
Figur 6-18. Trajektorier fra prøven tatt på Birkenes med høyest Sum PFOSA og PFOS-konsentrasjon.



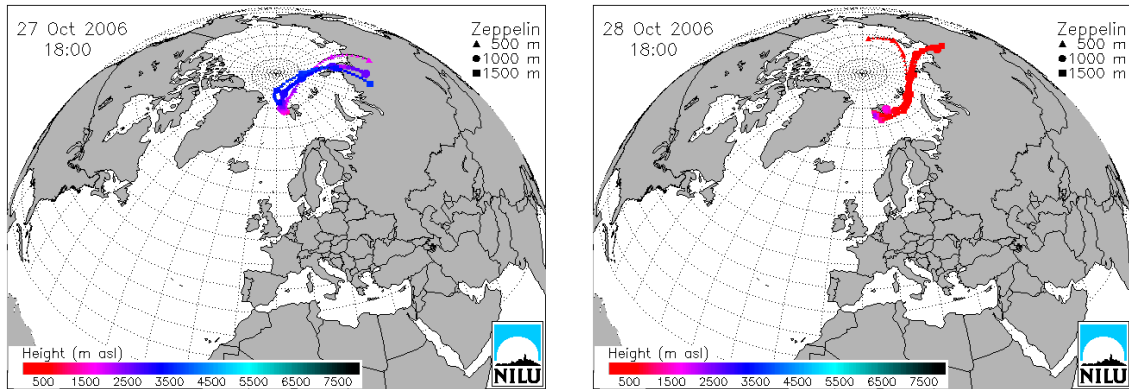
Figur 6-19. Trajektorier fra prøven tatt på Birkenes med lavest Sum PFOSA og PFOS-konsentrasjon.

Figur 6-20 viser resultater av trajektorieberegninger for luft med ankomst Zeppelinstasjonen 22.-23.11.06, da prøvetakingen av prøven med høyest Sum PFOSA og PFOS-konsentrasjon pågikk. Luft ankom stasjonen fra Grønland, Island, Irland, England samt fra Skandinavia.

Figur 6-21 viser trajektorier for den prøven fra Zeppelinstasjonen som hadde lavest Sum PFOSA og PFOS-konsentrasjon med luft tilført fra den nordligste delen av Russland og Polhavet.



Figur 6-20. Trajektorier fra prøven tatt på Zeppelinstasjonen med høyest Sum PFOSA og PFOS-konsentrasjon.



Figur 6-21. Trajektorier fra prøven tatt på Zeppelinstasjonen med lavest Sum PFOSA 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 [pg/m^3].

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Gj.snitt	Range	Ant. målinger	Gj.snitt	Range	Ant. målinger
12,8	18,6-4,31	13	7,56	9,58-3,87	12

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 pg/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 pg/m^3).

Prøvene fra både Birkenes og Zeppelinstasjonen hadde lavere nivå enn målingene til Führer og Ballschmiter, og verdiene fra Zeppelinstasjonen var lavere enn de fra Birkenes. TBA var over deteksjonsgrensen i alle prøvene i den foreliggende undersøkelsen.

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 lave konsentrasjoner i prøver fra begge stasjoner, men i de fleste prøvene fra Zeppelinstasjonen var nivået under deteksjonsgrensen. Tabell 7-2 oppsummerer dataene.

Tabell 7-2. Sentrale resultater for PBB-153 i luft [pg/m^3].

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Gj.snitt	Range	Ant. målinger	Gj.snitt	Range	Ant. målinger
0,06	0,12-0,02	10	0,04	0,06-0,01	3

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

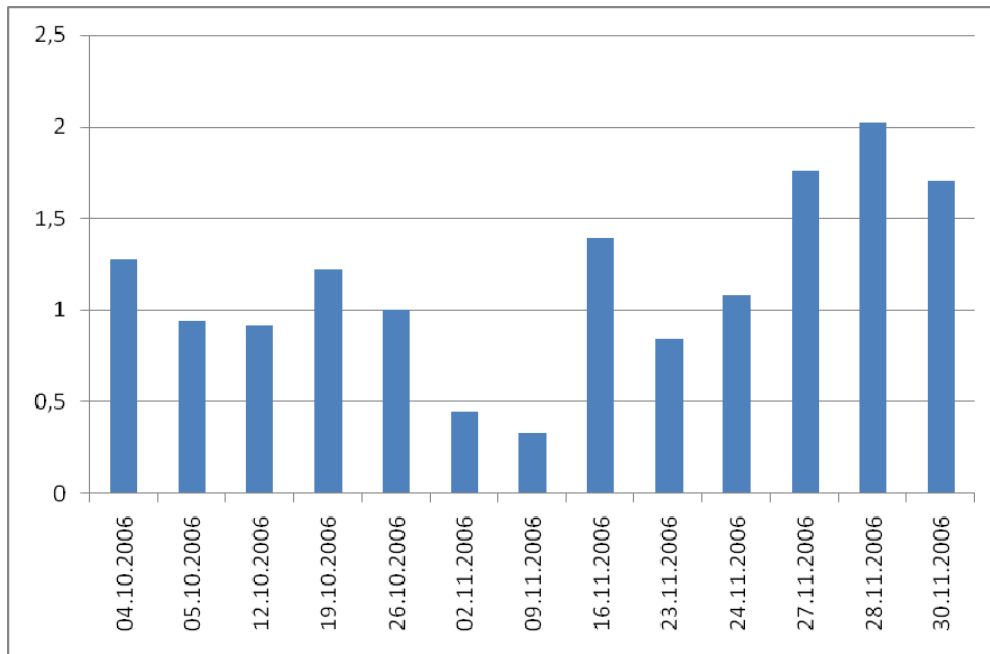
Av de 17 forskjellige polybromerte difenyleterne som ble forsøkt kvantifisert i alle prøver var det 12 komponenter som det var mulig å produsere resultater som var klart signifikante vurdert ut fra deteksjonsgrense og feltblindprøve. Tabell 7-3 oppsummerer disse resultatene.

Tabell 7-3. Sentrale resultater for PBDE i luft [pg/m^3].

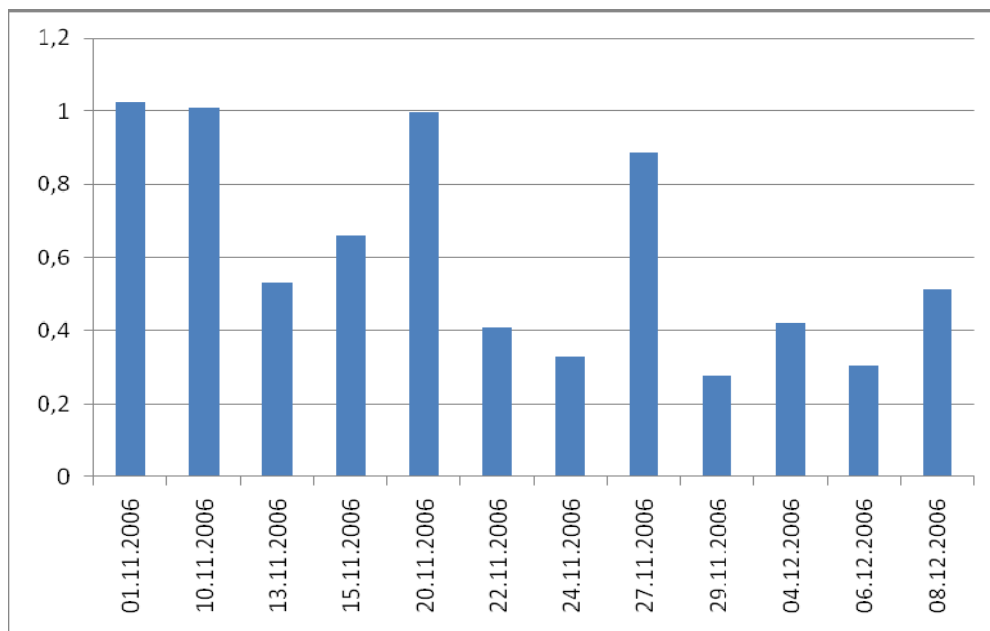
	Birkenes			Zeppelinstasjonen		
	Gj.snitt	Range	Ant. målinger	Gj.snitt	Range	Ant. målinger
BDE-28	0,05	0,05-0,10	13	0,03	0,01-0,05	12
BDE-47	0,51	0,18-0,76	13	0,32	0,12-0,61	12
BDE-49+71	0,05	0,02-0,10	12	0,04	0,02-0,06	9
BDE-66	0,04	0,01-0,07	12	0,09	0,01-0,28	4
BDE-85	0,03	0,01-0,04	6	0,01		1
BDE-99	0,29	0,12-0,68	13	0,15	0,07-0,40	12
BDE-100	0,06	0,03-0,12	12	0,03	0,01-0,06	12
BDE-119	0,02	0,01-0,03	10	0,01	0,01-0,01	1
BDE-153	0,06	0,02-0,12	9	0,02	0,01-0,06	5
BDE-154	0,04	0,01-0,09	12	0,02	0,02-0,03	3
BDE-183	0,07	0,03-0,15	11	0,01	0,01-0,03	4

Generelt var konsentrasjonene lave, mindre enn $1 \text{ pg}/\text{m}^3$ for enkeltkomponenter, og nivået på Zeppelinstasjonen var lavere enn nivået på Birkenes. Forholdet mellom sum av alle påviste PBDE på Birkenes relativt til samme parameter på Zeppelinstasjonen var ca en faktor 2 (1.9). 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.



Figur 7-1. Sum PBDE på Birkenes i alle prøver [pg/m^3].



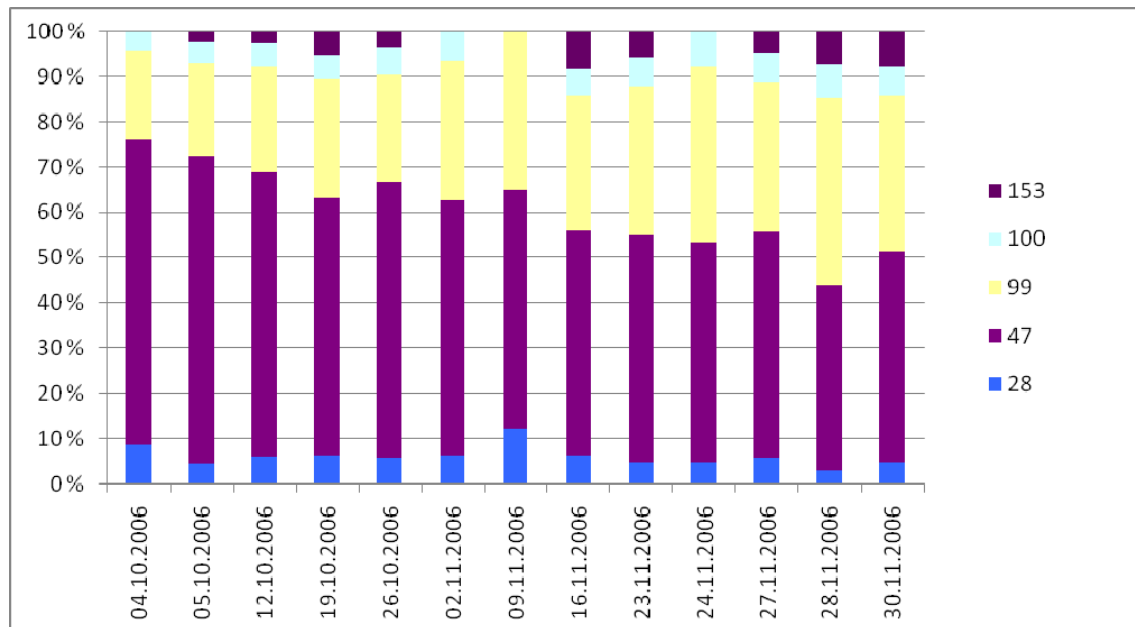
Figur 7-2. Sum PBDE på Zeppelinstasjonen i alle prøver [pg/m^3].

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. 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

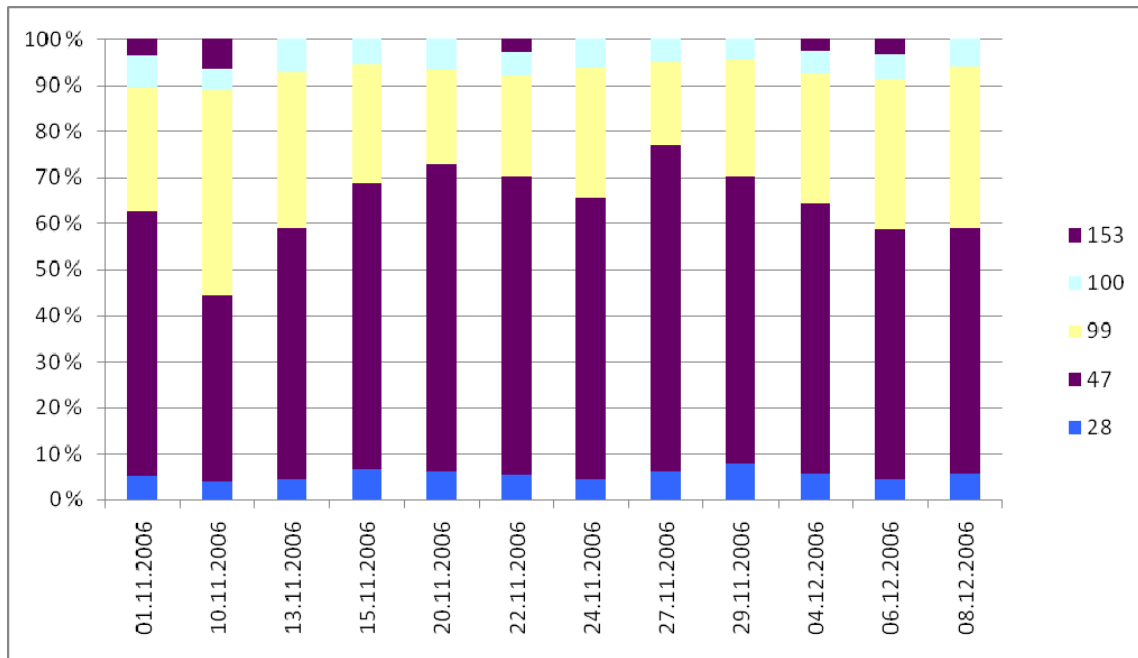
tyngre komponentene er mindre egnet for langtransport til steder så langt bort fra kildeområdene som Arktis. En annen mulig årsak eller bidragende faktor til denne fordelingen kan være at de tunge PBDE spalter av brom ved eksponering mot sollys (Söderström et al., 2004). På den måten reduseres nivået 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).

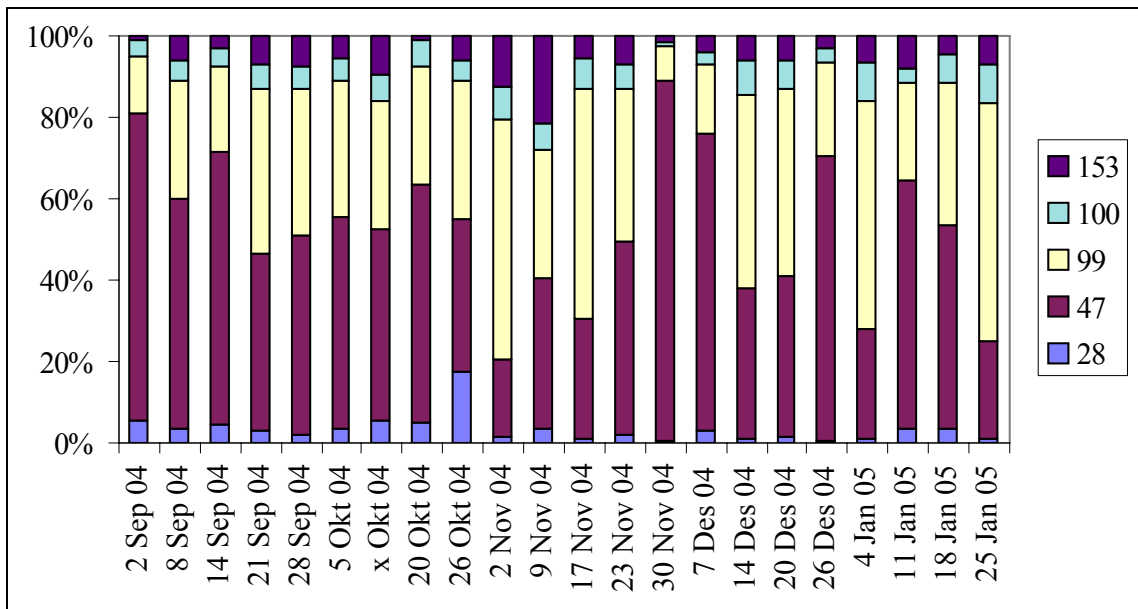
De mest brukte tekniske blandingene av bromerte difenyletere var Penta-, Okta- og Dekabromerte difenyletere. Dette var difenyletere som inneholdt henholdsvis 5, 8 og 10 brom. Som alle tekniske formuleringer var de ikke rene enkeltforbindelse, men blandinger. Penta-BDE inneholdt 24-38% av tetra-BDE, 50-60% penta-BDE og 4-8% hekso-BDE. PBDE-47 og PBDE-99 utgjorde ca 75% av total masse i Penta-BDE (Birnbbaum 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 7-4 oppsummerer resultatene for PBDE-47. Det er ikke stor forskjell på gjennomsnittsverdiene fra de to stasjonene, men maksimumsverdien fra Birkenes er en faktor to høyere enn den fra Zeppelinstasjonen.

Tabell 7-4. Sentrale resultater for PBDE-47 i luft [pg/m^3].

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Gj.snitt	Range	Ant. målinger	Gj.snitt	Range	Ant. målinger
0,06	0,12-0,02	13	0,04	0,06-0,01	12

Tabell 7-5 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 7-5. Måleresultater for PBDE-47 i luft.

Stasjon	Konsentrasjon PBDE-47 [pg/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	0,32	

PBDE-99

Tabell 7-6 oppsummerer resultatene for PBDE-99. Gjennomsnittsverdiene fra de to stasjonene er lave og av samme størrelsesorden, men det er en faktor to mellom gjennomsnittet fra Birkenes til gjennomsnittet fra Zeppelinstasjonen.

Tabell 7-6. Sentrale resultater for PBDE-99 i luft [pg/m^3].

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Gj.snitt	Range	Ant. målinger	Gj.snitt	Range	Ant. målinger
0,29	0,12-0,68	13	0,15	0,07-0,40	12

Tabell 7-7 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 Birkenes er meget nær konsentrasjonen som ble funnet ved Hoburgen på sørspissen av Gotland.

Tabell 7-7. Måleresultater for PBDE-99 i luft [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

Stasjon	Konsentrasjon PBDE-99 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	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	0,29	
Zeppelinstasjonen	0,15	

PBDE-100

Tabell 7-8 oppsummerer resultatene for PBDE-100. Gjennomsnittsverdiene fra de to stasjonene er lave og av samme størrelsesorden, men det er en faktor to mellom gjennomsnittet fra Birkenes til gjennomsnittet fra Zeppelinstasjonen.

Tabell 7-8. Sentrale resultater for PBDE-100 i luft [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Gj.snitt	Range	Ant. målinger	Gj.snitt	Range	Ant. målinger
0,06	0,03-0,12	12	0,03	0,01-0,06	12

Tabell 7-9 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 sørpissens av Gotland.

Tabell 7-9. Måleresultater for PBDE-100 i luft [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

Stasjon	Konsentrasjon PBDE-100 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	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	0,06	
Zeppelinstasjonen	0,03	

PBDE-153

Tabell 7-10 oppsummerer resultatene for PBDE-153. Gjennomsnittsverdiene fra de to stasjonene er lave og av samme størrelsesorden. Det er en faktor tre mellom gjennomsnittet fra Birkenes til gjennomsnittet fra Zeppelinstasjonen mens det er en faktor to mellom

maksimumsverdien og minimumsverdien fra Birkenes i forhold til de tilsvarende verdier fra Zeppelinstasjonen. I flere prøver fra begge stasjoner var nivået under deteksjonsgrensen.

Tabell 7-10. Sentrale resultater for PBDE-153 i luft [pg/m^3].

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Gj.snitt	Range	Ant. målinger	Gj.snitt	Range	Ant. målinger
0,06	0,02-0,12	9	0,02	0,01-0,06	5

Tabell 7-11 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 7-11. Måleresultater for PBDE-153 i luft [pg/m^3].

Stasjon	Konsentrasjon PBDE-153 [pg/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	0,03	

PBDE-154

Tabell 7-12 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 slik at det kun finnes tre resultater fra denne stasjonen.

Tabell 7-12. Sentrale resultater for PBDE-154 i luft [pg/m^3].

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Gj.snitt	Range	Ant. målinger	Gj.snitt	Range	Ant. målinger
0,04	0,01-0,09	12	0,02	0,02-0,03	3

Tabell 7-13 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 7-13. Måleresultater for PBDE-154 i luft [pg/m^3].

Stasjon	Konsentrasjon PBDE-154 [pg/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	0,03	

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.

Nivået Birkenes er gjennomgående høyere enn det som er påvist på Zeppelinstasjonen ofte med en faktor to i forskjell mellom de to målestedene.

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 at lokale kilder i Ny-Ålesund er noe problem for måling av PBDE på Zeppelinstasjonen (se figurene fra og med 5–10 til og med 5–13). Tvert imot indikerer måleresultatene og resultatene fra trajektorieberegninger at nivåene som observeres skyldes langtransport fra kildeområder. At PBDE har fysiske 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 7-14 oppsummerer resultatene for Sum HBCD i luft fra begge stasjoner. Det er liten forskjell på gjennomsnittet på Birkenes og gjennomsnittet på Zeppelinstasjonen.

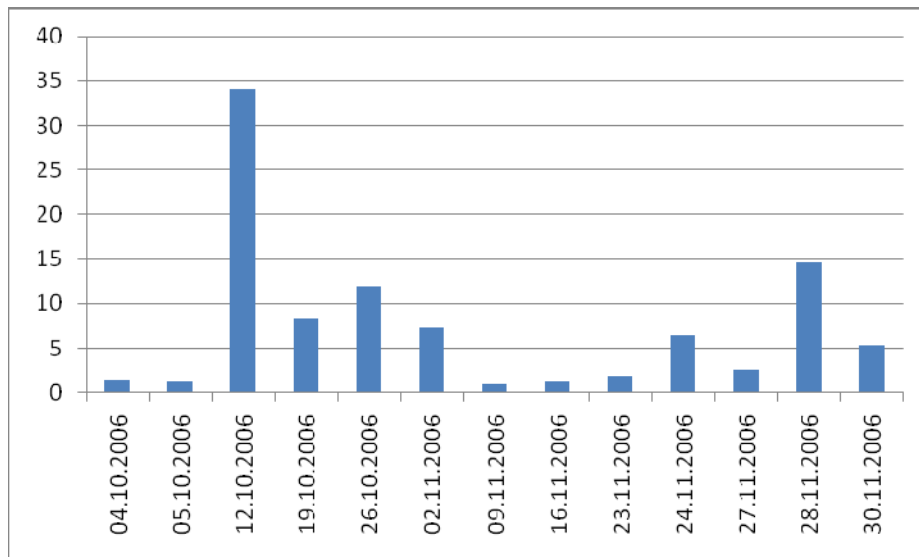
Maksimalkonsentrasjonen var noe høyere på Birkenes og minimumskonsentrasjonen på Zeppelinstasjonen var en fjerdedel av minimumskonsentrasjonen på Birkenes. HBCD har tilstrekkelig lang atmosfærisk levetid til at den kan transporteres i luft over lange avstander bort fra punktkilder for produksjon og bruk (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 γ -HBCD som bidrar med henholdsvis 71 og 72%.

Hovedkomponenten i teknisk HBCD er γ -HBCD. Hovedkomponenten i sedimenter er også γ -HBCD, mens α -HBCD vanligvis dominerer i biota (Birnbbaum 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

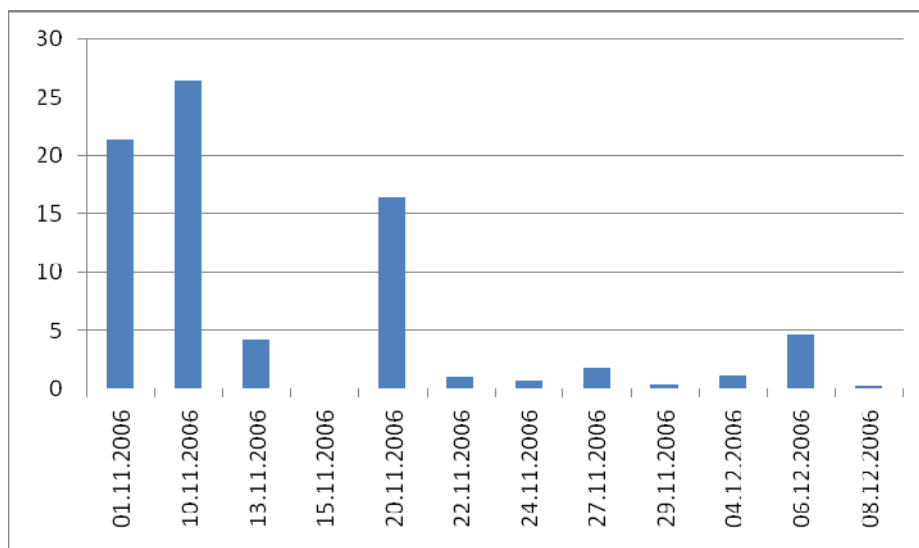
forekomme. Et annet usikkerhetsmoment som påvirker isomerfordelingen er at prøveopparbeidelsesmetoden som ble brukt her har vist seg å ha et negativt bias (tap) for β -HBCD. Etter at dette ble oppdaget ble metoden korrigert og undersøkelser er i gang for å anslå størrelsen på tapet.

Tabell 7-14. Sentrale resultater for Sum HBCD i luft [pg/m^3].

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Gj.snitt	Range	Ant. målinger	Gj.snitt	Range	Ant. Målinger
7,56	1,03-34,0	13	7,13	0,26-26,4	11



Figur 7-6. Sum HBCD på Birkenes i alle prøver [pg/m^3].



Figur 7-7. Sum HBCD på Zeppelinstasjonen i alle prøver [pg/m^3].

Tabell 7-15 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 7-15. Måleresultater for Sum HBCD i luft [pg/m^3].

Stasjon/sted	Konsentrasjon HBCD [pg/m^3]	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	7,56	
Zeppelinstasjonen	7,13	

* 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.

En undersøkelse av konsentrasjonen av FTOH og sulfonamider i den Nordamerikanske troposfæren (hhv $11\text{-}165 \text{ pg}/\text{m}^3$ og $22\text{-}403 \text{ pg}/\text{m}^3$) 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 $4\text{ m}/\text{s}$ ($14 \text{ km}/\text{h}$) 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.

PFOSA

Perfluoroalkylsulfonamider brukes i mange produkter til impregnering mot vann og olje. PFOSA er relativt lite flyktig, men det er påvist i bakgrunnsområder og det er foreslått at

PFOSA dannes in situ ved nedbrytning av mer flyktige komponenter som for eksempel perfluoroalkylsulfonamider, som kan transporteres i atmosfæren (Martin et al., 2002).

Perfluorooktansulfonamid er påvist i skandinavisk ferskvannsfisk (Berger et al., 2004). Stoffet er ikke-ionisk, lipofilt og kan forventes å bioakkumuleres i organismen.

Jahnke et al. (2007) undersøkte forekomsten av blant annet perfluorooktansulfonamid (PFOSA), N-metyl-perfluorooktansulfonamid (NMeFOSA) og N-etyl-perfluorooktansulfonamid (NEtPFOSA) i luft fra byen Hamburg og fra bakgrunnsstasjonen Waldhof i Niedersachsen. PFOSA ble detektert sporadisk, men ikke i konsentrasjoner tilstrekkelig høye nok for kvantifisering, mens NMeFOSA og NEtPFOSA ble påvist i alle prøvene. Gjennomsnitt, minimumsverdi og maksimumsverdi var for henholdsvis Hamburg: NMeFOSA 9,0 (3,4-20) og NEtPFOSA 3,1 (1,3-5,9) og for Waldhof: NMeFOSA 7,0 (3,8-11) og NEtPFOSA 2,6 (1,5-3,4). All substans ble funnet i gassfaseadsorbenten og intet ble funnet på filteret. Det er nevnt i publikasjonen at konsentrasjonene på partikkelfilteret kan være underestimert på grunn av at høyvolumprøvetaking kan føre til at stoffer adsorbert på partikler overføres til gassfaseadsorbenten i løpet av prøvetakingen. At prøvevolumet som ble brukt var 2 til 3 ganger så stort som i denne undersøkelsen (1000-1800 m³ mot 500 m³) kan ha bidratt til at mengden på filteret var minimal. Hverken NMeFOSA eller NEtPFOSA var med i dette måleprogrammet, men verdiene for PFOSA på Birkenes 0,79 (0,04-3,52) og Zeppelinstasjonen 0,07 (0,01-0,22) virker fornuftige tatt i betraktning av stasjonenes beliggenhet er utenfor Sentral-Europa og at det ikke ble brukt en gassfaseadsorbent i denne undersøkelsen. En opparbeidelsesmetode for PFAS adsorbert på polyuretanskum er fortsatt en forskningsoppgave, men fagområdet er i kontinuerlig utvikling (Jahnke et al., 2007b; Jahnke et al., 2007c). Barber et al. (2007) målte nivået av PFOSA i luft på Kjeller og på Hazelrigg ved den engelske vestkysten, sørvest for Lancaster. Deres middelvei for de to stasjonene er henholdsvis 0,78 og 0,2 pg/m³. Konsentrasjonen som ble funnet på Kjeller var nesten identisk med gjennomsnittsverdien funnet på Birkenes, mens Hazelrigg, som ikke er noen ekte bakgrunnsstasjon (semi-rural) hadde et gjennomsnitt som var ca en faktor 3 over gjennomsnittet på Zeppelinstasjonen. Tabell 7-16 oppsummerer resultatene for PFOSA i det foreliggende arbeid. Gjennomsnittsverdien for PFOSA på Birkenes i forhold til på Zeppelinstasjonen er ca en faktor 10.

Tabell 7-16. Sentrale resultater for PFOSA i luft [pg/m³].

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Gj.snitt	Range	Ant. Målinger	Gj.snitt	Range	Ant. målinger
0,79	0,04-3,52	6	0,07	0,01-0,22	9

PFOS

Perfluorooktansulfonat er ansett som den viktigste av de perfluoreerte alkylstoffene på grunn av at den ble produsert i store kvanta industrielt og på grunn av dens store globale utberedelse. På grunn av utfasing er produksjonen gått kraftig ned og dagens produksjonstill 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: 3.31×10^{-4} 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 en faktor 7.

Tabell 7-17. Sentrale resultater for PFOS i luft [pg/m^3].

Birkenes			Zeppelinstasjonen		
Gj.snitt	Range	Ant. målinger	Gj.snitt	Range	Ant. målinger
0,77	0,21-2,95	13	0,11	0,03-0,50	13

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 pg/m^3 . Konsentrasjonen som ble funnet på Birkenes var noe lavere enn middelveidien for Kjeller og lavere enn nivået på de andre to stasjonene. Maksimumsverdien på Zeppelinstasjonen var 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	0,21	2,95
Zeppelinstasjonen	0,03	0,5

Den høyeste verdien ble målt i den første prøven etter at skipet forlot Bremerhaven og resultatet er nær maksimumsverdien fra Birkenes, mens minimum verdien er av samme størrelsesorden som minimumsverdien på Zeppelinstasjonen. 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 substances in air samples from Northwest Europe. *J. Environ. Monit.*, 9, 530-541.
- 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 6th 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. Online news*, October 9, 2003. URL: http://pubs.acs.org/subscribe/journals/esthag-w/2003/oct/science/kb_fish.html
- 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, C₄F₉SO₂N(CH₃)CH₂CH₂OH: 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 organohalogens 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) *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.
- 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.
- 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

Prøvetaker

Da det var klart at det i dette prosjektet ville bli aktuelt å måle lave konsentrasjoner av bromerte stoffer som er i vanlig bruk overalt i dag (bekledning, elektrisk utstyr osv) ble det lagt vekt på å utvikle en prøvetaker som ville minimalisere håndteringen av filter og gassfase-adsorbenter både ute på stasjonen og i laboratoriet for å unngå kontaminering. Det sveitsiske firmaet DIGITEL Elektronik AG (CH 8604 Hegnau, Sveits) fikk oppdraget å bygge en høyvolum luftprøvetaker basert på glassfiber partikkelfilter og gassfasefilter av polyuretanskum (PUR) i stand til å samle et luftvolum av ca 500m³/døgn.

En utfordring var å finne en hensiktsmessig løsning på åpning og lukking av enheten med gassfaseadsorbenten. Da det er viktig å påse at PUR-proppene, som er vanlig skumgummi, tetter godt inntil veggen av enheten ble det valgt å bruke en sylinder av glass. Det er også dette som er brukt i den tradisjonelle NILU høyvolumprøvetakeren som har vært i bruk i mange år på Birkenes/Lista og på Zeppelinfjell. Etter noen forsøk med tradisjonell konisk glass-slip ble det klart at løsningen var mindre egnet fordi glassproppene satt så hardt fast i sylindere at det var vanskelig å få dem av igjen.

En enhet brukt av Alfred-Wegener-Institut (AWI) til høyvolumprøvetaking av POP har tilkobling til prøvetakeren via kuleslip, som har den fordelen at den er mer fleksibel enn konisk slip (Figur A-1). Da denne enheten passet dårlig med tilkoblingene i de vanlige Digitelprøvetakeren og at det ville være omstendelig å skifte ut PUR-proppene hvis dette skulle være nødvendig, ble denne løsningen ikke forsøkt videreutviklet.

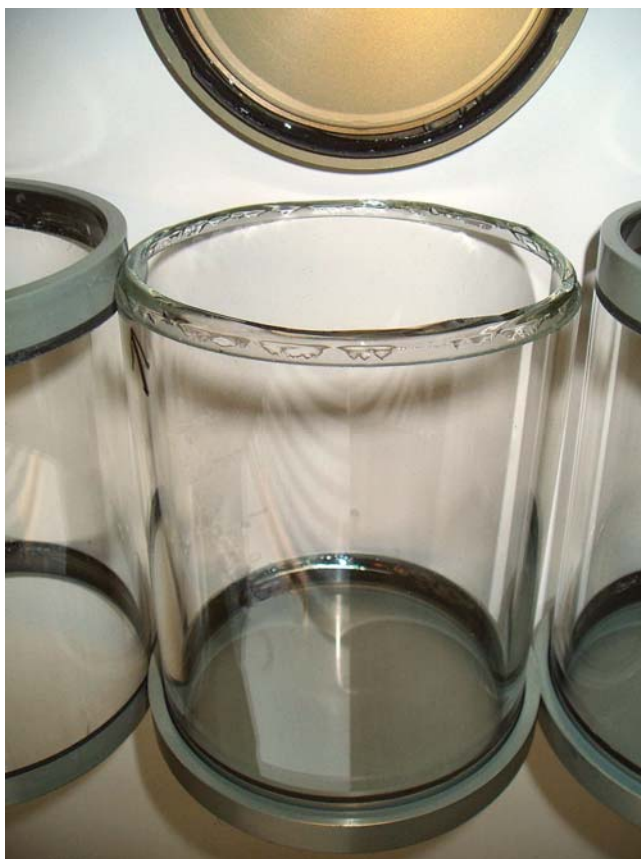


Figur A-1. Gassfaseadsorbent av AWI-typen med kuleslip.

Den løsningen som ble valgt tilslutt var en planslip, 100 mm i ytre diameter og med en bredde på slipen på 15 mm (Figur A-2). Slipen har et spor i midten til en pakning, O-ring, som det ble valgt å ikke benytte for å minimalisere bruken av kunststoff. Glassrøret med PUR-proppene kan lukkes med et glasslokk i hver ende. Løkkene holdes på plass av klemringer av metall. Filterholderen er laget av metall med et metallnett som backing for å støtte filteret. På oversiden av filteret ligger en pakning av Teflon og en klemring som spenner filteret fast i filterholderen. Denne er av samme type som brukt på en tidligere prøvetaker (DHA-80) fra samme firma. Gassfaseadsorbenten på denne typen var etter våre erfaringer omstendelig å bruke (Breivik et al., 2005) da løkkene som ble brukt til å lukke sylindere med PUR-propper satt så trangt at deler av sylindere ofte satt fast i løkkene da de ble tatt av (Figur A-3). Et komplett sett til samling av en luftprøve med den nye prøvetakeren er vist i Figur A-4. Figur A-5 viser prøvetakeren som den står montert ute på en stasjon. Bildet er fra Trollstasjonen.



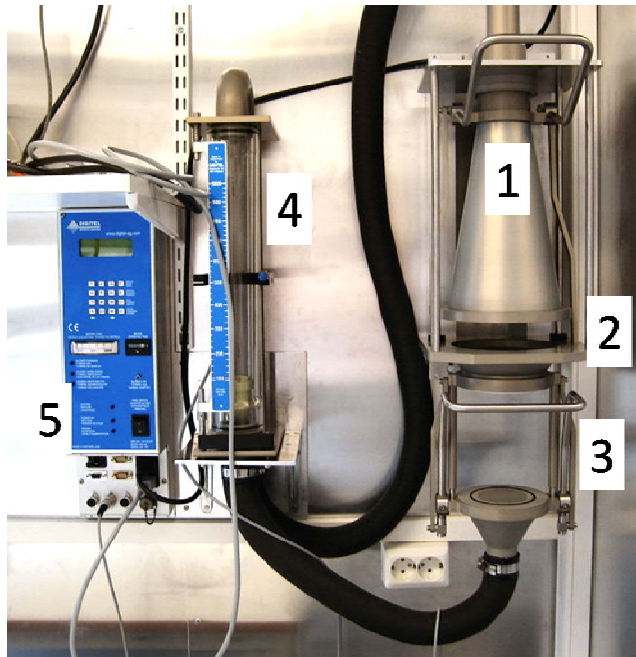
Figur A-2. Glassrør, lokk og klemring til prøvetaker av type Digital DH-77.



Figur A-3. Eksempel på vanlig skade, trangt lokk som har ført til brudd på glassylindere fra en type DHA-80 prøvetaker.



Figur A-4. Komplettest prøveenhet med glassfiberfilter og gassfaseadsorbent.



Figur A-5. Høyvolum prøvetaker til luftprøver av type DH-77. Delene er: 1 inntaksrør fra taket, 2 flens for partikkelfilter, 3 flens for glassrør med PUR-propper, 4 flowmeter og 5 styringselektronikk til styring av flow og måling av temperatur, trykk og prøvevolum.

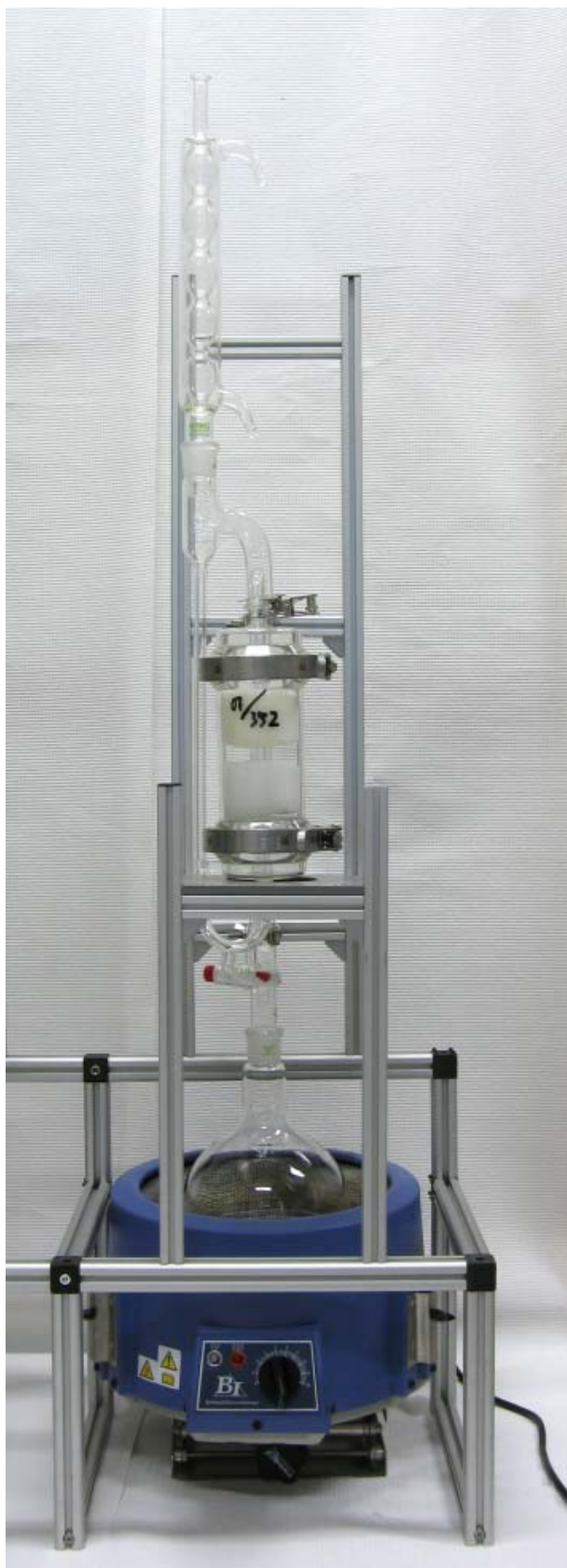
Til sammenligning er den vanlige NILU-PUR-prøvetakeren vist i Figur A-6. Her er filter og PUR-propper pakket i folie som åpnes på stasjonen og monteres i prøvetakeren. Etter prøvetaking tas de ut manuelt, pakkes i folie og sendes til laboratoriet for analyse.



Figur A-6. NILU-PUR-prøvetaker. I den øvre flensen er partikkelfilteret mens PUR-proppene er synlige i glassdelen under.

Da det også var ønskelig å minimalisere eksponeringen av prøven mot inneluften i laboratoriet ble det utviklet en ekstraksjonsoppsats som passet til glassrørene med PUR-propper. Den hadde to glassflenser som passet til glassrøret med proppene. På prøver som skulle ekstraheres ble de tette glasslokkene skiftet ut mot to lokk med en stuss av glass med kuleslip slik at ekstraksjonsmiddelet kunne renne gjennom adsorbentene og derved å ekstrahere stoffer fra prøven.

Figur A-7 viser hele oppsatsen med rundkolbe for løsningsmiddel, kjøler og sylindren med PUR-proppene, mens Figur A-8 viser glassylindren med PUR-proppene. En ulempe med oppsatsen er at den på grunn av sitt relativt store innvendige volum bruker forholdsvis mye løsningsmiddel per prøve. Dette er uheldig av flere grunner. Når løsningsmiddelvolumet øker vil gjerne også metodeblindverdien gjøre det samme. Store prøveekstrakter tar det lang tid å forkonsentrere før den videre opparbeidelsen og det medfører økonomiske aspekter både å bruke mye løsningsmiddel og å produsere store mengder løsningsmiddelavfall. Da utstyret er langt mer komplisert i bruk enn de vanlige ekstraktorene ble det nødvendig at prosjektleder gjennomførte samtlige ekstraksjoner av PUR-propper.



Figur A-7. Ekstraksjonsoppsats for adsorbenter eksponert med prøvetaker DH-77.



Figur A-8. Ekstraksjon av gassfaseadsorbent.

Utvikling og fremstilling av utstyret var ferdig sommeren 2006 og den første prøvetakeren ble montert på Birkenes i månedsskiftet september/oktober, mens prøvetakeren på Zeppelinstasjonen ble montert i slutten av oktober. Første prøve på Birkenes ble tatt den 4.10.06 mens den første prøven på Zeppelinstasjonen ble tatt den 1.11.06. Fordi en så stor del av året hadde gått med til utvikling av utstyr, samt transport til stasjonene og oppsetting av utstyret ble prøvetakingen utført som en målekampanje høsten 2006.

Analysene pågikk i 2007 til den 19.11.07. Den 7.12.07 var dataene overført til EMEPs database (EBAS) og rapporteringen kunne begynne.

Vedlegg B

Rådata

Nye miljøgifter i luft (TA-2408/2008)

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/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3
04.10.2006	05.10.2006	18,589	0,01	<0,01	0,095	0,761	0,058	0,035	<0,01	<0,01	0,219
05.10.2006	06.10.2006	11,48	<0,01	0,017	0,036	0,558	0,042	0,031	<0,01	<0,01	0,17
12.10.2006	13.10.2006	13,972	<0,01	0,021	0,047	0,492	0,053	0,031	<0,01	<0,01	0,182
19.10.2006	20.10.2006	15,69	<0,01	0,05	0,061	0,563	0,064	0,034	<0,01	0,01	0,261
26.10.2006	27.10.2006	17,411	<0,01	0,027	0,048	0,526	0,044	0,028	<0,01	<0,01	0,205
02.11.2006	03.11.2006	4,306	<0,01	<0,025	0,025	0,231	0,015	0,012	<0,01	<0,01	0,127
09.11.2006	10.11.2006	9,647	<0,01	<0,08	0,04	0,176	<0,03	<0,035	<0,02	<0,017	0,116
16.11.2006	17.11.2006	12,422	0,01	0,088	0,068	0,547	0,017	0,041	<0,01	0,02	0,329
23.11.2006	24.11.2006	11,887	<0,01	0,043	0,033	0,351	0,035	0,026	<0,01	<0,01	0,229
24.11.2006	25.11.2006	11,933	0,017	0,053	0,04	0,427	0,018	0,036	<0,01	0,035	0,343
27.11.2006	28.11.2006	17,556	0,014	0,073	0,083	0,739	0,089	0,038	<0,01	0,036	0,487
28.11.2006	29.11.2006	8,048	<0,01	0,119	0,046	0,669	0,071	0,054	<0,01	0,032	0,68
30.11.2006	01.12.2006	13,004	<0,01	0,099	0,058	0,602	0,1	0,065	<0,01	0,026	0,443

Nye miljøgifter i luft (TA-2408/2008)

Birkenes		BDE_100	BDE_119	BDE_138	BDE_153	BDE_154	BDE_183	BDE_196	BDE_206	BDE_209
		pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3
04.10.2006	05.10.2006	0,049	0,013	<0,01	<0,01	0,014	0,032	0,073	0,855	10,479
05.10.2006	06.10.2006	0,037	<0,01	<0,01	0,02	0,015	0,033	0,054	0,381	4,487
12.10.2006	13.10.2006	0,041	0,011	<0,01	0,02	0,018	0,027	0,026	0,19	3,117
19.10.2006	20.10.2006	0,055	0,014	<0,012	0,05	0,035	0,072	0,19	0,373	3,71
26.10.2006	27.10.2006	0,052	0,013	<0,01	0,03	0,02	0,038	<0,031	0,993	32,933
02.11.2006	03.11.2006	0,026	<0,01	<0,034	<0,03	0,015	<0,023	<0,159	0,48	2,377
09.11.2006	10.11.2006	<0,01	<0,013	<0,083	<0,08	<0,053	<0,035	<0,115	<0,161	<0,128
16.11.2006	17.11.2006	0,065	0,026	0,015	0,09	0,047	0,147	0,273	1,019	11,351
23.11.2006	24.11.2006	0,045	0,012	<0,011	0,04	0,024	0,047	<0,083	1,104	16,622
24.11.2006	25.11.2006	0,067	0,012	0,021	0,05i	0,047	0,052	0,213	0,397	3,433
27.11.2006	28.11.2006	0,099	0,016	<0,023	0,07	0,053	0,054	<0,202	1,183	18,256
28.11.2006	29.11.2006	0,121	0,023	<0,02	0,12	0,085	0,124	<0,096	1,161	11,023
30.11.2006	01.12.2006	0,082	0,025	<0,018	0,1	0,054	0,146	<0,072	0,6	5,661

Nye miljøgifter i luft (TA-2408/2008)

Zeppelin		TBA	BB_15	BB_153	BDE_28	BDE_47	BDE_49+71	BDE_66	BDE_77	BDE_85	BDE_99
		pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3
01.11.2006	03.11.2006	6,065	<0,01	0,031	0,044	0,506	0,061	0,034	<0,01	<0,01	0,235
10.11.2006	13.11.2006	7,841	<0,01	0,062	0,037	0,366	0,032	0,026	<0,01	0,013	0,404
13.11.2006	15.11.2006	8,246	<0,01	<0,013	0,022	0,27	0,034	<0,01	<0,01	<0,01	0,168
15.11.2006	17.11.2006	8,824	<0,01	<0,011	0,041	0,387	0,035	<0,01	<0,01	<0,01	0,16
20.11.2006	22.11.2006	3,871	<0,01	<0,016	0,054	0,608	0,057	<0,01	<0,01	<0,01	0,186
22.11.2006	24.11.2006	6,95	<0,01	<0,01	0,02	0,24	0,02	0,01	<0,01	<0,01	0,08
24.11.2006	26.11.2006	9,505	<0,01	<0,01	0,014	0,191	0,017	<0,01	<0,01	<0,01	0,088
27.11.2006	29.11.2006	8,711	<0,011	<0,024	0,051	0,594	0,047	<0,01	<0,01	<0,01	0,15
29.11.2006	01.12.2006	6,255	<0,01	<0,01	0,022	0,174	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,07
04.12.2006	06.12.2006	6,53	<0,01	<0,01	0,022	0,23	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,11
06.12.2006	08.12.2006	8,344	<0,01	0,013	0,014	0,164	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1
08.12.2006	11.12.2006	9,575	<0,01	<0,01	0,012	0,117	<0,01	0,282	<0,01	<0,01	0,077
02.12.2006	Feltblind	0,164553	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,012647	<0,01	<0,01	<0,01	0,065245

Nye miljøgifter i luft (TA-2408/2008)

Zeppelin		BDE_100	BDE_119	BDE_138	BDE_153	BDE_154	BDE_183	BDE_196	BDE_206	BDE_209
		pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3
01.11.2006	03.11.2006	0,064	<0,01	<0,01	0,03	0,024	0,025	<0,05	2,172	41,994
10.11.2006	13.11.2006	0,04	0,011	<0,01	0,06	0,02	<0,01	<0,012	0,216	5,35
13.11.2006	15.11.2006	0,036	<0,01	<0,014	<0,01	<0,01	<0,01	<0,042	0,486	8,255
15.11.2006	17.11.2006	0,035	<0,01	<0,012	<0,01	<0,01	<0,01	<0,014	0,248	3,059
20.11.2006	22.11.2006	0,061	<0,01	<0,018	<0,02	0,03	<0,01	<0,027	0,304	5,055
22.11.2006	24.11.2006	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,02	0,14	1,07
24.11.2006	26.11.2006	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,013	0,176	3,163
27.11.2006	29.11.2006	0,043	<0,01	<0,026	<0,02	<0,016	<0,01	<0,04	<0,055	3,508
29.11.2006	01.12.2006	0,013	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,052	0,298	2,255
04.12.2006	06.12.2006	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,15	0,79	3,05
06.12.2006	08.12.2006	0,016	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,02	0,195	1,551
08.12.2006	11.12.2006	0,013	<0,01	<0,011	<0,01	<0,01	0,011	<0,046	0,255	1,973
02.12.2006	Feltblind	0,011679	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,014952	0,145806	0,632051	3,921107

Nye miljøgifter i luft (TA-2408/2008)

HBCD

Birkenes		a_HBCD	b_HBCD	g_HBCD
		pg/m3	pg/m3	pg/m3
04.10.2006	05.10.2006	<1,08	<1,63	1,58
05.10.2006	06.10.2006	<0,87	<1,07	1,37
12.10.2006	13.10.2006	3,2	<0,44	30,8
19.10.2006	20.10.2006	1,74	0,5	6,15
26.10.2006	27.10.2006	2,61	0,35	9,04
02.11.2006	03.11.2006	1,54	0,64	5,1
09.11.2006	10.11.2006	0,62	0,52i	0,41
16.11.2006	17.11.2006	0,49	<0,71	0,94
23.11.2006	24.11.2006	0,84	<0,65	1,09
24.11.2006	25.11.2006	1,78	<0,51	4,77
27.11.2006	28.11.2006	1,41	0,26	0,96
28.11.2006	29.11.2006	4,25	<0,47	10,4
30.11.2006	01.12.2006	1,6	<0,15	3,78

Zeppelin		a_HBCD	b_HBCD	g_HBCD
		pg/m3	pg/m3	pg/m3
01.11.2006	03.11.2006	3,32	0,34	17,6
10.11.2006	13.11.2006	4,72	0,57	21,1
13.11.2006	15.11.2006	0,75	0,48	3,06
15.11.2006	17.11.2006	<2,63	<1,7	<2,44
20.11.2006	22.11.2006	3,01	0,08i	13,4
22.11.2006	24.11.2006	0,23	<0,31	0,78
24.11.2006	26.11.2006	0,24	0,05i	0,52
27.11.2006	29.11.2006	0,32	0,19	1,31
29.11.2006	01.12.2006	0,14	<0,08	0,28
01.12.2006	03.12.2006	0,17g	<0,32	<0,46
04.12.2006	06.12.2006	0,22g	<0,41	1,1
06.12.2006	08.12.2006	2,96	0,04	1,67
08.12.2006	11.12.2006	0,1	<0,08	0,16
02.12.2006	Feltblind	<0,186	<0,307	0,602

Nye miljøgifter i luft (TA-2408/2008)

Birkenes		FTS_6-2	PFOSA	PFBS	PFHxS	PFOS	PFDCs	PFBA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDCa	PFUnA
		pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3	pg/m3
12.09.2006	13.09.2006	<0,27	<0,03	<0,54	<0,03	0,4	<0,02	<1,22	<1,66	<2,62	<1,48	<2,39	<1,55	<0,94
19.09.2006	20.09.2006	<1,11	0,09	<2,21	0,06	0,87	<0,05	<1,89	<10,24	<9,43	<5,56	<9,46	<3,39	<2,57
26.09.2006	27.09.2006	<2,06	<0,08	<1,12	<0,05	0,68	<0,05	<1,76	<3,98	<4,17	<9,51	<8,07	<4,08	<4,06
03.10.2006	04.10.2006	<1,75	<0,11	<0,98	<0,04	0,48	<0,08	<2,11	<4,4	<3,14	<7,5	<7,77	<4,64	<4,59
10.10.2006	11.10.2006	<0,8	0,05	<1,61	<0,05	0,21	<0,03	7,79i	<14,1	<4,59	<3,14	2,19	<3,09	<1,95
17.10.2006	18.10.2006	<4,03	<0,3	<6,36	<0,37	2,95	<0,17	29,2i	<42,69	<35,29	<26,03	<35,55	<13,66	<15,81
31.10.2006	01.11.2006	<0,62	<0,04	<1,41	<0,05	0,25	<0,03	7,93i	<3,71	<4,41	<2,36	<3,66	<7,08	<1,15
07.11.2006	08.11.2006	<0,6	0,04	<1,2	<0,12	0,21	<0,03	<1,4	<7,28	<5,18	<2,48	<3,26	<5,63	<2,03
14.11.2006	15.11.2006	<1,02	0,79	<0,11	<0,16	1,03	<0,17	<1,67	<0,86	<1,03	<0,87	<1,15	<0,4	<0,4
21.11.2006	22.11.2006	<0,86	3,52	<0,11	<0,15	1,01	<0,05	<1,15	<0,49	<0,97	1,28	<0,75	<0,27	<0,25
29.11.2006	30.11.2006	<2,05	<0,05	<0,08	<0,09	1,03	<0,06	<1,42	<0,91	<1,16	1,68	<0,83	<0,69	<0,33
06.12.2006	07.12.2006	<0,57	0,27	<0,06	<0,04	0,43	<0,17	<0,99	<0,5	<0,92	<0,46	<0,44	<0,25	<0,25
13.12.2006	14.12.2006	<0,65	<0,04	<0,07	<0,07	0,4	<0,06	<1,53	<1,11	<1,18	1,11	<0,8	<0,69	<0,29

Nye miljøgifter i luft (TA-2408/2008)

Zeppelin		FTS_6-2	PFOSA	PFBS	PFHxS	PFOS	PFDCs	PFBA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDCa	PFUnA
		pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³
27.09.2006	29.09.2006	<0,13	0,02	<0,27	<0,04	0,04	<0,01	2,5i	<0,96	<1,39	<0,54	<0,71	<1,44	<0,65
04.10.2006	06.10.2006	<0,21	0,03	<0,4	<0,01	0,03	<0,01	5,07i	<1,16	<2,27	<0,75	<0,94	<2,24	<0,43
11.10.2006	13.10.2006	<0,14	0,07	<0,26	<0,05	0,05	0,02	3,54i	<1,55	<2,07	<0,92	<1,25	<0,87	<0,48
18.10.2006	20.10.2006	<0,14	0,04	<0,16	<0,01	0,1	<0,01	1,31i	<1,09	<2,28	<0,65	<0,89	<6,42	<0,41
25.10.2006	27.10.2006	<0,33	0,03	<1,87	<0,09	0,05	0,01	12,32i	<2,53	<4,58	<2,89	<2,73	<1,18	<1,35
27.10.2006	29.10.2006	<0,19	0,01	<0,2	<0,01	0,03	0,01	1,48i	<0,84	<1,07	0,52	<0,82	0,47	<0,34
01.11.2006	03.11.2006	<0,25	0,22	<0,03	<0,03	0,08	<0,04	<0,65	<0,44	<0,58	<0,27	<0,32	<0,16	<0,16
08.11.2006	10.11.2006	<0,27	0,08	<0,03	<0,06	0,1	<0,05	<0,78	<0,58	<0,56	<0,36	<0,48	<0,18	<0,13
10.11.2006	13.11.2006	<0,17	0,14	<0,02	<0,04	0,11	<0,03	<0,42	<0,49	<0,4	0,31	<0,31	<0,15	<0,08
15.11.2006	17.11.2006	<0,57	<0,02	<0,04	<0,1	0,09	<0,02	<0,86	<0,61	<0,94	<0,45	<0,51	<0,48	<0,18
22.11.2006	24.11.2006	<0,34	<0,02	<0,05	0,13	0,5	<0,04	<0,67	<0,36	<0,59	0,28	<0,29	<0,17	<0,12
24.11.2006	26.11.2006	<0,31	<0,01	<0,05	<0,04	0,14	<0,06	<0,85	<0,43	<0,46	<0,27	<0,33	<0,16	<0,15
29.11.2006	01.12.2006	<0,39	<0,03	<0,13	<0,09	0,12	<0,1	<1,6	<0,99	<0,81	<0,56	<0,65	<1,54	<0,27
05.11.2006	Feltblind	<0,35	<0,02	<0,1	<0,03	<0,05	<0,02	<0,9	<0,33	<0,6	<0,22	<0,33	<2,54	<0,16

i: mulig interferens



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 - Internett: www.sft.no

Utførende institusjon Norsk institutt for luftforskning	ISBN-nummer 978-82-425-1961-0 (trykt) 978-82-425-1962-7 (elektronisk)
--	--

Oppdragstakers prosjektansvarlig Stein Manø	Kontaktperson SFT Tor Johannessen	TA-nummer 2408/2008
--	--------------------------------------	------------------------

	År 2008	Sidetall 67	SFTs kontraktnummer 6006102
--	------------	----------------	--------------------------------

Utgiver Norsk institutt for luftforskning NILU OR 16/2008	Prosjektet er finansiert av SFT
---	------------------------------------

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

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

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

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
overvåkningsprogrammet.

TA-2408/2008

ISBN 978-82-425-1961-0 (trykt)

ISBN 978-82-425-1962-7 (elektronisk)