



**KLIMA- OG  
FORURENSNINGS-  
DIREKTORATET**

Statlig program for forurensningsovervåking  
Rapportnr. 1074/2010

# Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør

TA  
2664  
2010

Utført av Norsk institutt for luftforskning (NILU)





KLIMA- OG  
FORURENSNINGS-  
DIREKTORATET

**Statlig program for forurensningsovervåking:**  
Atmosfærisk tilførsel

SPFO-rapport: 1074/2010

TA-2664/2010

ISBN 978-82-425-2223-8 (trykt)

ISBN 978-82-425-2224-5 (elektronisk)

Oppdragsgiver: Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif)

Utførende institusjon: Norsk institutt for luftforskning (NILU)

**Overvåking av langtransportert  
forurenset luft og nedbør**

Rapport  
1074/2010

Atmosfærisk tilførsel, 2009



Forfattere: Wenche Aas, Sverre Solberg, Stein Manø, Karl Espen Yttri

NILU prosjektnr.: O-110009, O-110010, O-110035, O-8976

NILU rapportnr.: OR 33/2010



## Forord

Rapporten presenterer resultater fra overvåkingen av luft- og nedbørkjemi i 2009. Den atmosfæriske tilførselen av forurensende forbindelser overvåkes ved måling av kjemiske forbindelser i luft og nedbør. Forurensningene tilføres med nedbør, og ved tørravsetning av gasser og partikler. Virkninger av atmosfærisk tilførsel på vannkvalitet, jord, vegetasjon og fauna, følges gjennom overvåking av vassdrag, feltforskningsområder, grunnvann og skogfelt. Resultatene fra den integrerte overvåkingen presenteres samlet i en egen rapport.

I rapporten inngår måledata fra alle norske bakgrunnsstasjoner drevet av NILU i 2009. Det er også rapportert ozondata fra Porsgrunn/Skien/Bambles kontrollstasjon på Haukenes slik at totalt stasjonsantall er 20. Stasjonsnettet omfatter "Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør", inkludert stasjonene som inngår i EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) og "Overvåkingsprogram for skogskader", begge etter oppdrag fra Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif), tidligere Statens forurensningstilsyn (SFT). Nedbørmålinger på Svanvik finansieres gjennom overvåkingsprogrammet for grenseområdene Norge – Russland. Resultatene fra NILUs eget måleprogram (Løken og Vatnedalen) er også inkludert.

Rapporten presenterer også overvåkingsresultater fra 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/Zeppeinfjellet).

Enkeltdata fra alle målingene presentert i denne rapporten kan fås ved å henvende seg til NILU eller lastes ned fra <http://ebas.nilu.no/>.

ECMWF har bidratt med meteorologiske data benyttet i beregninger av FLEXTRA-trajektoriene.

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

Kjeller, mai 2010

Wenche Aas  
Seniorforsker



## Innhold

<b>Forord</b> .....	<b>3</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>7</b>
<b>Summary in English</b> .....	<b>9</b>
<b>1. Hovedkomponenter i nedbør</b> .....	<b>13</b>
1.1 Klima.....	13
1.1.1 Temperatur .....	13
1.1.2 Nedbør.....	13
1.2 Tilførsel av forurensninger med nedbøren.....	14
1.3 Tidsutvikling .....	19
<b>2. Innholdet av hovedkomponenter i luft</b> .....	<b>27</b>
2.1 Luftens innhold av forurensninger i 2009 .....	27
2.2 Trender i luftkonsentrasjoner .....	32
<b>3. Bakkenært ozon</b> .....	<b>38</b>
3.1 Konsentrasjoner av ozon .....	39
3.2 Overskridelser av grenseverdier for beskyttelse av helse .....	45
3.3 Overskridelser av grenseverdier for beskyttelse av vegetasjon .....	47
<b>4. Partikler</b> .....	<b>52</b>
4.1 Konsentrasjoner av partikkelmasse.....	52
4.2 Kjemisk sammensetning av partiklene .....	55
<b>5. Tungmetaller i luft og nedbør</b> .....	<b>63</b>
5.1 Tungmetaller i nedbør.....	63
5.2 Tungmetaller i luft .....	67
<b>6. Organiske miljøgifter i luft og nedbør</b> .....	<b>70</b>
6.1 CAMP (Birkenes) .....	70
6.2 AMAP (Ny-Ålesund).....	70
6.3 Resultater fra Birkenes (CAMP).....	71
6.3.1 Organiske forbindelser i luft .....	71
6.3.2 Organiske forbindelser i nedbør.....	85
6.4 Resultater fra Ny-Ålesund, Zeppelinfjellet (AMAP).....	88
6.4.1 Organiske forbindelser luft .....	88
<b>7. Referanser</b> .....	<b>105</b>
<b>Tables, figures and appendices</b> .....	<b>111</b>
<b>Vedlegg A Resultater fra overvåking av luft- og nedbørkjemi</b> .....	<b>121</b>
<b>Vedlegg B Generelle opplysninger og måleprogram</b> .....	<b>167</b>
<b>Vedlegg C Prøvetaking, kjemiske analyser og kvalitetskontroll</b> .....	<b>171</b>
<b>Vedlegg D Månedso- og månedsmiddelerverdier fra Birkenes, 2009</b> .....	<b>183</b>



## Sammendrag

Måling av kjemiske hovedkomponenter i nedbør ble i 2009 utført døgnlige ved 6 stasjoner og på ukebasis ved 11 stasjoner. Konsentrasjonene av tungmetaller i nedbør er bestemt på 5 stasjoner med ukentlig prøvetaking. De uorganiske hovedkomponentene i luft er bestemt på totalt 7 stasjoner med ulik prøvetakingsfrekvens. Kontinuerlige målinger av ozonkonsentrasjoner i luft er utført på 9 stasjoner inklusive en stasjon drevet av Telemark fylke. Partikkelmålinger av PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> er utført på Birkenes, der partikkelmasse og organisk og elementært karbon (OC og EC) er bestemt. Organiske miljøgifter og tungmetaller i luft er bestemt på to stasjoner, mens miljøgifter i nedbør på en stasjon.

Ioneinnholdet utenom sjøsalter i nedbør avtar nordover fra Sør-Norge og er minst i fylkene fra Møre og Romsdal til Troms. De høyeste årsmiddelkonsentrasjoner for de fleste hovedkomponentene ble i 2009 målt på Søgne. Våtavsetningen av sulfat, nitrat, ammonium og sterk syre var størst langs kysten fra Aust-Agder til Hordaland.

Årsmiddelkonsentrasjonene av svoveldioksid og sulfat i luft var høyest langs kysten i Sør-Norge og i Finnmark, mens Sør- og Øst-Norge har de høyeste nivåene av oksiderte nitrogenforbindelser. Årsmiddel- og prosentkonsentrasjonene viser at stasjonene i Sør- og Øst-Norge har de høyeste nitrogendioksidnivåene.

Bidraget av tørravsett svovel til den totale avsetning var 14–32% om sommeren og 3–25% om vinteren i alle landsdeler unntatt Finnmark. I Finnmark er tørravsetningsbidraget relativt høyt på grunn av høye luftkonsentrasjoner og lite nedbør. På Karasjok er det hhv. 29% tørravsetning om sommeren og 40% om vinteren. Tørravsetningen for nitrogenkomponenter bidrar for det meste relativt mer til totalavsetningen enn hva som er tilfelle for svovelforbindelser, især om sommeren.

Konsentrasjon og avsetning av sulfat i nedbør i 2009 er gjennomgående noe høyere eller likt foregående år. I et lengre tidsperspektiv har årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat i nedbør avtatt signifikant siden 1980 på alle målesteder, på fastlands-Norge mellom 61% og 88%. I luft er reduksjonene for svoveldioksid med 1980 som referanseår beregnet til å være mellom 88% og 94%, og for sulfat mellom 74% og 81%. Fra 1990 som referanseår har reduksjonen i sulfat i nedbør vært mellom 52% og 76% (Karasjok ikke signifikant reduksjon), mellom 72% og 95% for svoveldioksid og 50% og 62% for sulfat i luft. Endringen i svoveldioksid- og sulfatkonsentrasjonene ved Ny-Ålesund/Zeppefjell, har vært på hhv. 58% og 31% midlere reduksjon siden 1990.

Ammonium- og nitratnivået i 2008 er relativt likt med året før, men fra 1980 har årsmiddelkonsentrasjonene av nitrat i nedbør derimot blitt redusert mellom 25% og 45% på Kårvatn og alle stasjonene sør for denne. Fra 1990 har reduksjonen vært i samme størrelsesorden. For ammonium i nedbør har det også vært en signifikant reduksjon fra 1980, mellom 45% og 63%, ved nesten alle av de samme målestasjonene, mens det har vært en økning ved Tustervatn og Karasjok. Det samme observeres fra 1990, men noe mindre reduksjon. Årsmiddelkonsentrasjonene av ammonium og nitrat i luft viser derimot ingen entydig tendens siden målingene startet i 1986, det er både positive og negative trender. Imidlertid har det vært en tydelig og signifikant nedgang for NO<sub>2</sub> på de fleste stasjonene. Innholdet av basekationet kalsium er redusert ved flere stasjoner.

De høyeste årsmiddelkonsentrasjoner av bly og kadmium i nedbør ble målt på Svanvik i Sør-Varanger. Her observeres det også høyt konsentrasjonsnivå av de andre tungmetallene grunnet store industriutslipp på Kolahalvøya. Våtavsetningen av bly var størst på Birkenes, Hurdal høyest på kadmium og sink. Blyinnholdet i nedbør har avtatt med mer enn 70% siden 1980 utenom på Svanvik. Innholdet av sink i nedbør har avtatt med 75% siden 1980 på Birkenes og Kårvatn, mens kadmiuminnholdet har avtatt med 90% eller mer på stasjoner med observasjoner fra 1980. Kvikksølvkonsentrasjonen i nedbør på Lista/Birkenes har blitt redusert med 49% siden 1990. I



luft er det tydelig reduksjon av bly på tidsserien Lista/Birkenes på 65% siden 1991, det er også en reduksjon i luftkonsentrasjonene av krom og vanadium. På Zeppelin er det signifikant reduksjon i de observerte luftkonsentrasjonene for arsen, krom, nikkel og vanadium for perioden 1994-2009. Middelkonsentrasjonene av kvikksølv i luft viser ingen tydelig trend. Nivåene for alle metallene med unntak av kvikksølv er 2-3 ganger høyere på Birkenes enn det som er målt på Zeppelin. Noen elementer viser endog større forskjeller (Cr, V).

Målingene av bakkenært ozon i Norge i 2009 viste generelt lave verdier sammenlignet med tidligere år. Bortsett fra minimumsåret 2007 var ozonnivåene i 2009 blant de laveste som er målt. Årsaken til de lave nivåene er høyst sannsynlig meteorologiske forhold, blant annet den kjølige og regnfulle sommeren i Sør-Skandinavia. Det er ikke grunn til å tro at de lave ozonnivåene kan forklares med drastiske endringer i utslippene av NO<sub>x</sub> og VOC i Europa. Ozonnivåene fra år til år er i stor grad styrt av værforholdene, og i Norge skyldes forhøyede ozonkonsentrasjoner stort sett transport av forurensninger fra Storbritannia eller kontinentet. Ozonepisoder her til lands henger sammen med høytrykk i sør/sørøst med transport av varme luftmasser inn til landet.

Høyeste timemiddelkonsentrasjon var 142 µg/m<sup>3</sup>, målt på Sandve i Rogaland 20. august. Det var med andre ord ingen overskridelser av EUs grense for melding til befolkningen (180 µg/m<sup>3</sup>). EUs "target value" (maksimalt 25 dager med 8-timers middelverdi på 120 µg/m<sup>3</sup>) som skal være nådd før 2010, er oppfylt med god margin i Norge. EUs "long term objective" (ingen 8-timers middel over 120 µg/m<sup>3</sup>) var i 2009 oppfylt ved fire stasjoner, men brutt på fem stasjoner.

Det var heller ingen overskridelser av EUs grenseverdier eller UN-ECEs luftkvalitetskriterier for vegetasjon i 2009. Disse er basert på AOT40 (akkumulert ozoneksponering over 40 ppb (=80 µg/m<sup>3</sup>)). EU-direktivets "target value" på 9000 ppbtimer som skal være oppfylt før 2010 er i dag oppfylt på alle norske stasjoner. EUs "long-term objective" ble ikke brutt i 2009, men har blitt overskredet de fleste av de siste ti årene.

På Birkenes (CAMP) hadde sum HCH og sum 7 PCB den laveste årsmiddelverdi målt til nå, og middelverdien til HCB var også lav. Sum PAH var nær verdien fra 2008 og, som i 2008, var sum PAH på Birkenes ca en faktor 2 høyere enn det som ble målt på Zeppelinstasjonen.

Fra september ble luftprøvetakingen flyttet til det nye Birkenes-observatoriet for alle parametere unntatt PFAS. Nedbørprøvetakingen fortsatte på den gamle stasjonen. Parameterne HCB, sum HCH og sum 7 PCB i nedbør hadde laveste verdi målt til nå.

På Zeppelin-stasjonen (AMAP) ble det observert det laveste årsmiddel siden målingene startet for parameterne sum HCH, sum DDT, sum PBDE og sum HBDE, mens sum klordaner og HCB hadde nesten uendret verdi i forhold til i 2008. Sum PCB hadde et lavere årsmiddel enn i de fire foregående år og nest laveste siden år 1999.

I 2009 var årsmidlet for PM<sub>10</sub> 6,0 µg/m<sup>3</sup>, mens det var 2,4 µg/m<sup>3</sup> for PM<sub>10-2.5</sub> og 3,6 for PM<sub>2.5</sub>. Årsmidlene for 2009 er gjennomgående lave, og for PM<sub>10</sub> og PM<sub>2.5</sub> ligger de under gjennomsnittet for perioden 2001-2009. For PM<sub>2.5</sub> ble det likevel registrert en økning tilsvarende 20% i forhold til 2008, mens det for PM<sub>10-2.5</sub> var en nedgang på i underkant av 20% fra foregående år. I likhet med tidligere år ble de høyeste PM konsentrasjonene observert på våren. På årsbasis utgjorde PM<sub>2.5</sub> 60 % av PM<sub>10</sub>, hvilket er en økning fra foregående år. Økningen tilskrives økte konsentrasjoner av sekundære uorganiske forbindelser som typisk bidrar til PM<sub>2.5</sub>, samt en nedgang i sjøsaltkonsentrasjonen som fortrinnsvis bidrar til PM<sub>10-2.5</sub>. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> var den dominerende enkeltforbindelsen med 15% av massekonsentrasjonen av PM<sub>10</sub>, fulgt av OC-fraksjonen, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> og sjøsalter, alle med et 13% bidrag til PM<sub>10</sub>. Under episoder med forhøyede konsentrasjoner av PM<sub>10</sub> domineres den kjemiske sammensetningen enten av organisk materiale eller sekundære uorganiske forbindelser.

## Summary in English

This report presents the 2009 monitoring results from the rural air- and precipitation chemistry monitoring network in Norway. In 2009, main components in precipitation were measured at 17 sites. Trace elements were determined at 5 sites. Air concentrations of sulphur and nitrogen compounds were measured at 7 sites, and ozone concentrations at 9 sites. Persistent organic pollutants and heavy metals in air are determined at two sites. Particle measurements of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> are determined at Birkenes, where mass and organic and elemental carbon (OC and EC) is determined. An overview of the measurement programme is given in Appendix B2. English versions of the single table, figure and appendices captions are attached to the report.

The highest mean volume weighted concentrations of sulphate, nitrate, ammonium and strong acid (H<sup>+</sup>) in precipitation were found along the southern Norwegian coast. The highest wet deposition loads (weighted mean concentrations multiplied by the respective precipitation amounts) of sulphate, nitrogen components and strong acid occurred along the coast from Aust-Agder to Hordaland county. The annual mean concentrations of sulphur dioxide and sulphate in air are highest along the south west coast and in Finnmark. The high concentrations of SO<sub>2</sub> in Finnmark are partly due to emissions from nickel smelters in Russia. The highest values of oxidised nitrogen species are found in south of Norway.

In all counties except Finnmark dry deposition of sulphur compounds in 2009 was assessed to be 3–25% of the total deposition during winter and 14–32% during the growing season. In Finnmark County, the contribution of sulphur dry deposition to total deposition was calculated to be 40% in winter and 29% in summer. These high numbers are caused by relatively high air concentrations and low precipitation amounts.

Since 1980 the content of sulphate in precipitation at the various sites decreased by 61-88%. Similar reductions in airborne concentrations were between 88%-94% and 74-81% for sulphur dioxide and sulphate, respectively. Since 1990 the reductions have been between 52-76% (sulphate in precipitation, except at Karasjok), 72-95% (sulphur dioxide) and 50-62% (sulphate in air). The observed reductions in concentration levels are in agreement with reported downwards trends in pollutant emissions in Europe.

The nitrate and ammonium concentrations have significant decrease in concentration in precipitation at most sites in southern Norway, between 25% and 45% reduction for nitrate and 45% to 63% for ammonium since 1980. There are on the contrary not observed any significant trends for the nitrogen species in air except for a clear decrease in the NO<sub>2</sub> concentration the last 10 years. For ammonium one can observe both positive and negative trends at different sites, probably due to local influence of ammonia.

The highest annual mean concentrations of most of the heavy metals in precipitation were measured in Sør-Varanger (Svanvik) due to emissions in Russia. The wet deposition, however, is generally highest in Southern Norway. The concentration of lead in precipitation has decreased more than 70% since 1980, except at Svanvik. The concentration of zinc in precipitation has decreased with 75% at Birkenes and Kårvatn since 1980, while cadmium has decreased more than 90%. The air concentrations of lead show a decrease in Southern Norway of 65% since 1991, a decrease is also seen in the Cr and V air concentrations. At Zeppelin a decrease in the air concentrations of As, Cr, Ni og V for the period 1994-2009 is observed. There is no observed significant trend in the average concentrations of mercury in air and precipitation.

Measurements of ground-level ozone in Norway in 2009 showed generally low values compared to previous years. Except for the year 2007 the ozone levels in 2009 were among the lowest ever measured. The reason for the low levels is most likely meteorological conditions, including the cool and rainy summer in southern Scandinavia. There is no reason to believe that the low ozone levels can be explained by drastic changes in emissions of  $\text{NO}_x$  and VOCs in Europe. Ozone levels from year to year are largely governed by weather conditions, and in Norway elevated ozone concentrations mostly stem from transport of pollutants from the UK or the continent. Ozone episodes are mostly experienced with high pressure in the south / southeast with the transport of warm air masses into the country.

The maximum hourly average concentration was  $142 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , as measured on Sandve, Rogaland 20 August. It was thus no exceedances of the EU threshold value for informing the public ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). The EU target value (maximum 25 days with 8-hourly mean value of  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) to be reached before 2010, are met by a wide margin in Norway. EU's long term objective (no 8-hour average above  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) was met in 2009 at four stations, but exceeded at five stations.

There were no exceedances of the EU limit values or the UN-ECE air quality criteria for vegetation in 2009. These are based on AOT40 (accumulated ozone exposure above 40 ppb (=  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )). EU's target value of 9000 ppb hours that should be met before 2010 are satisfied on all Norwegian stations. EU's long-term objective was not exceeded in 2009, but has been exceeded in most of the last ten years.

At Birkenes (CAMP) the parameters sum HCH and sum 7 PCB had the lowest annual mean observed in the program till now, and the HCB value was low as well. The mean value for sum PAH was close to the value from the previous year and, as in 2008, the level at Birkenes was about a factor 2 higher than what was observed at the Zeppelin station at Svalbard. From September air sampling was moved to the new Birkenes observatory for all parameters except PFAS. Deposition sampling was continued at the old station. The parameters HCB, sum HCH and sum PCB in deposition had the lowest value observed till now.

At the Zeppelin station (AMAP) the parameters sum HCH, sum DDT, sum PBDE and sum HBCD had the lowest annual mean observed in the program till now. The value for sum chlordanes and HCB was almost unchanged since year 2008. Sum PCB had an annual mean lower than the four previous years and it had the second lowest value since year 1999.

In 2009, the annual mean concentration of  $\text{PM}_{10}$  at the rural background site Birkenes was  $6,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , while the corresponding figures for  $\text{PM}_{10-2.5}$  and  $\text{PM}_{2.5}$  was  $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and  $3,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectively. The annual mean levels of PM are considered low, and for  $\text{PM}_{10}$  and  $\text{PM}_{2.5}$  they were below the annual mean for the 2001 – 2009 period. Nevertheless, a 20% increase was observed for  $\text{PM}_{2.5}$  compared to the previous year, whereas a nearly 20% decrease was observed for  $\text{PM}_{10-2.5}$ . As observed for previous years, the highest levels of PM were observed during spring.  $\text{PM}_{2.5}$  was found to constitute 60 % of  $\text{PM}_{10}$  for 2009, which is an increase compared to the previous year. This change is attributed to increased levels of secondary inorganic constituents in 2009, which typically contributes to  $\text{PM}_{2.5}$ , as well as a decrease in the sea salt levels contributing to the  $\text{PM}_{10-2.5}$  fraction.  $\text{SO}_4^{2-}$  was the major species contributing to  $\text{PM}_{10}$ , constituting 15% to the annual mean concentration of  $\text{PM}_{10}$ . The OC fraction,  $\text{NO}_3^-$ , and the sea salts each contributed 13% to  $\text{PM}_{10}$ . Organic matter or secondary inorganic species are found to be the major contributor to  $\text{PM}_{10}$  when experiencing elevated concentrations of  $\text{PM}_{10}$ .

# Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør

## Atmosfærisk tilførsel, 2009

Målet for overvåking av luftens og nedbørens kjemiske sammensetning på norske bakgrunnsstasjoner er å registrere nivåer og eventuelle endringer i tilførselen av langtransporterte forurensninger. Bakgrunnsstasjonene er derfor plassert slik at de er minst mulig påvirket av nærliggende utslippskilder. NILU startet regelmessig prøvetaking av døgnlign nedbør i 1971, med de fleste stasjonene på Sørlandet. Senere er stasjonsnett og måleprogrammet utvidet for å gi bedret informasjon om atmosfærisk tilførsel i hele landet.

Etter avslutningen av SNSF-prosjektet ("Sur nedbørs virkning på skog og fisk") i 1979, ble det i 1980 startet et overvåkingsprogram i regi av Statens forurensningstilsyn (SFT), nå Klima- og forurensningsdepartementet (Klif). I 1985 ble det opprettet et eget "Overvåkingsprogram for skogskader", drevet med midler fra Landbruksdepartementet og SFT. Norsk institutt for skog og landskap er programansvarlig, og NILU utfører luft- og nedbørmålinger for prosjektet. Noen stasjoner i Klifs øvrige overvåkingsprogram er tilknyttet skogovervåkingsflater (Birkenes, Brekkebygda (Langtjern), Vikedal (Nedstrand), Hurdal, Kårvatn og Tustervatn). I 2009 omfattet det totale overvåkningsprogrammet 20 stasjoner, hvorav 17 måler hovedkomponenter i nedbør (Figur 1). Seks av disse stasjonene inklusive Zeppelinstasjonen inngår i EMEP-programmet (European Monitoring and Evaluation Programme) under FNs konvensjon for grenseoverskridende luftforurensninger.

En del stasjoner er tilknyttet andre prosjekter:

NILUs nasjonale måleprogram: Vatnedalen, Løken.

Arktisk måleprogram (Klif): Ny-Ålesund, Zeppelifjellet.

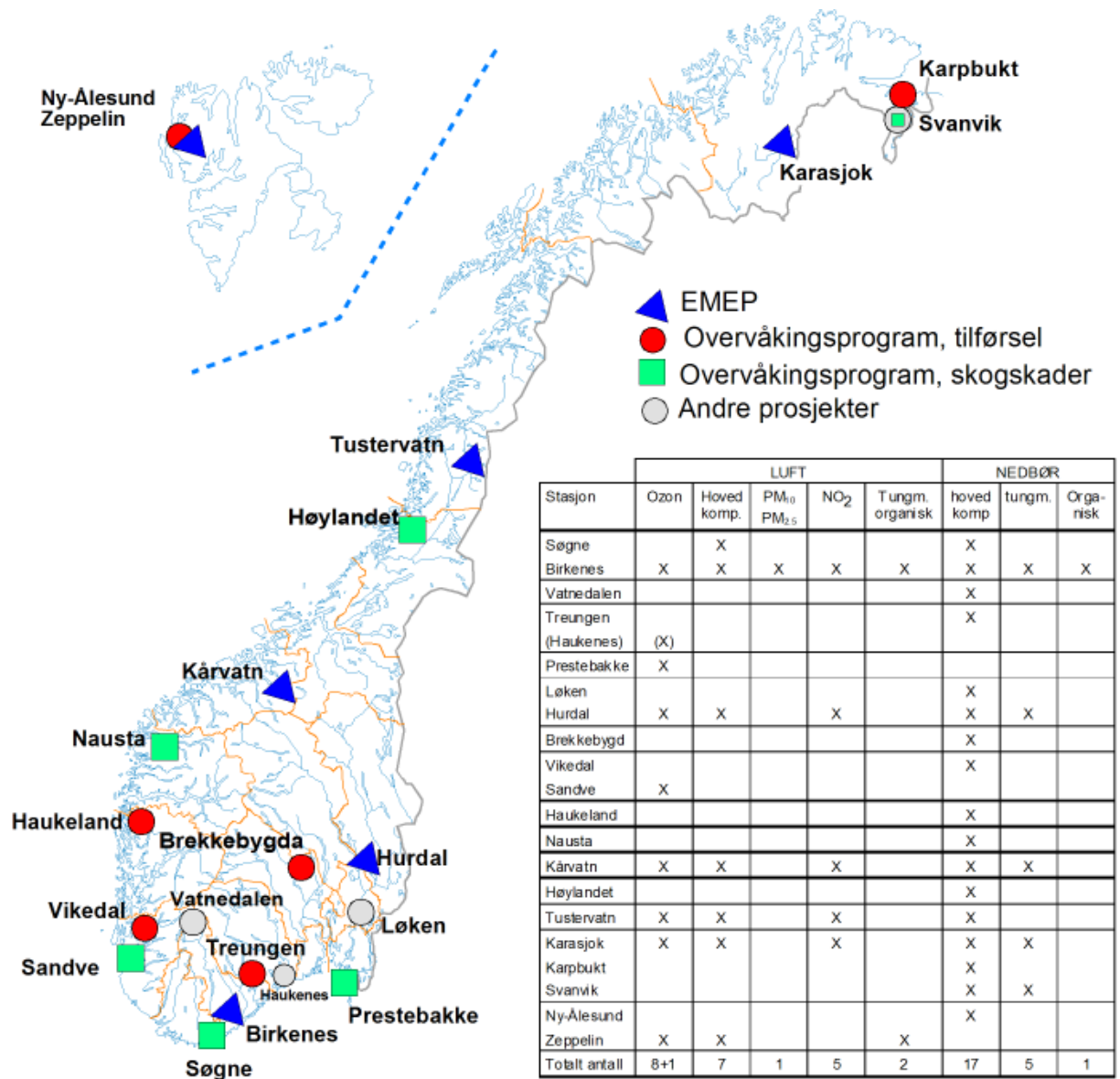
Porsgrunn, Skien og Bamble ozonmålestasjon på Haukenes.

Oslo/Paris kommisjonen (OSPAR) (finansiert av Klif): Sporelementer og organiske forbindelser på Birkenes.

AMAP (finansiert av Klif): Sporelementer og organiske forbindelser ved Ny-Ålesund/Zeppelifjellet.

Norge-Russland (finansiert av Klif og MD). Hovedkomponenter i nedbør Svanvik.

For nærmere opplysninger om stasjonene vises til SFT 416/90. Resultater fra overvåkingen er tidligere publisert i årsrapportene for 1980 (SFT 26/81), 1981 (SFT 64/82), 1982 (SFT 108/83), 1983 (SFT 162/84), 1984 (SFT 201/85), 1985 (SFT 256/86), 1986 (SFT 296/87), 1987 (SFT 333/88), 1988 (SFT 375/89), 1989 (SFT 437/91), 1990 (SFT 466/91), 1991 (SFT 506/92), 1992 (SFT 533/93), 1993 (SFT 583/94), 1994 (SFT 628/95), 1995 (SFT 663/96), 1996 (SFT 703/97), 1997 (SFT 736/98), 1998 (SFT 768/99), 1999 (SFT 797/00), 2000 (SFT 828/01), 2001 (SFT 847/02), 2002 (SFT 877/03), 2003 (SFT 903/04), 2004 (SFT 929/05), 2005 (SFT 955/06), 2006 (SFT 985/07), 2007 (SFT 1033/08) og 2008 (SFT 1051/2009).



Figur 1: Norske bakgrunnsstasjoner i 2009.

## 1. Hovedkomponenter i nedbør

Nedbørdata er presentert på måneds- og årsbasis som veide middelkonsentrasjoner og som våtavsetninger i vedlegg A.1.1-A.1.21. Stasjonsopplysninger, måleprogram og prøvetakingsfrekvens er gitt i vedlegg B.1 og B.2. Prøvetaking og kjemisk analysemetodikk er beskrevet i vedlegg C.

Veid middelkonsentrasjon er produktsummen av de døgnlige middelkonsentrasjoner og nedbørmengder (våtavsetning) dividert med den totale nedbørmengden i perioden. Alle sulfatverdier gitt i rapporten er korrigert for sjøsaltbidraget, som fortrinnsvis er beregnet på basis av forholdet mellom innholdet av natrium, eventuelt magnesium eller klorid, og sulfat i sjøvann i henhold til prosedyrer i EMEP.

### 1.1 Klima

#### 1.1.1 Temperatur

Middeltemperaturen for 2009, landet under ett, var 1,0°C varmere enn klimanormalen for 1961-90 (met.no info, 13/2009). Størst avvik var det i deler av Finnmark og Nord-Trøndelag med middeltemperaturer opp mot 2 °C varmere enn normalen. Årsmiddeltemperaturene var høyest langs kysten fra Hordaland til Rogaland (8,8°C var høyeste årsmiddel), og de laveste var på Finnmarksvidda og fjellet i Sør-Norge (-3.6°C var laveste årsmiddel). For detaljer henvises til Meteorologisk Institutt.

#### 1.1.2 Nedbør

I 2009 var nedbørmengden for Norge som helhet som normalen (met.no info, 13/2009). De største avvikene var i deler av Østlandet og Sørlandet (125-150% av normalen). Størstedelen av Sør-Norge fikk 100-125% av normalen, mens Nord-Norge (fra nordlige Nordland og nordover) fikk mindre nedbør enn normalen, 75-100%. De største nedbørmengdene kommer på Vestlandet, og i 2009 fikk værstasjonen på Haukeland (Hordaland) mest nedbør med 3380 mm. Det er generelt minst nedbør i Finnmark med 340-500 mm, men i 2009, som tidligere år, var det en værstasjon i Nordland (Saltdal) som målte minst nedbør med 200 mm.

Vinteren hadde relativt normal nedbørmengde, 98%. Relativt mest nedbør fikk Østlandet med 107%, mens Agder fikk minst med 92% (met.no info, 13/2009). I vårsesongen var nedbøren i Norge 115 % av normalen, hvor størst avvik fra det normale hadde Nord-Norge, med 135%. Sommeren var variert, med nedbørmengder gjennomsnittlig 110% av normalen, men hvor deler av Sør-Norge fikk over 150%-185% av normalen mens deler av Nordland fikk bare 45-50% av normalen. Sommeren i enkelte deler av Agder var den våteste på over 50 år. For høstsesongen var gjennomsnittet nær normalen med 94%. Sørlandet og sørlige deler av Nordland fikk mer nedbør enn normalen, fra 125 til 150%, men deler av Øst-Finnmark fikk ned mot 50 % av normalen.

For detaljer henvises til Meteorologisk Institutt. Men en oversikt over nedbørmengden målt på overvåkningsstasjonene tilknyttet overvåkingsprogrammet finnes i Tabell A.1.10.

## 1.2 Tilførsel av forurensninger med nedbøren

Tabell 1.1 viser at ioneinnholdet utenom sjøsalter avtar nordover fra Sør-Norge og er minst i fylkene fra Møre og Romsdal til Troms. Tabellen viser videre at alle landsdelene unntatt de indre delene av Østlandet og Finnmark tilføres betydelige mengder sjøsalter. Ved de fleste lokaliteter gav analysene overskudd av kationer, som trolig skyldes innhold av bikarbonat eller andre anioner av svake syrer som ikke bestemmes.

De høyeste årsmiddelkonsentrasjoner for de fleste hovedkomponentene ble i 2009 målt på Søgne (Tabell 1.1). For ammonium er, som tidligere, enkelte målestasjoner lokalt påvirket av landbruksaktivitet. Tabell 1.1 viser også våtavsetningene av de viktigste nedbørkomponentene. Våtavsetningen av sulfat, nitrat, ammonium og sterk syre var størst langs kysten fra Aust-Agder til Hordaland. Regionale fordelinger av middelkonsentrasjoner og våtavsetninger er vist på kart i Figur 1.1 og Figur 1.2.

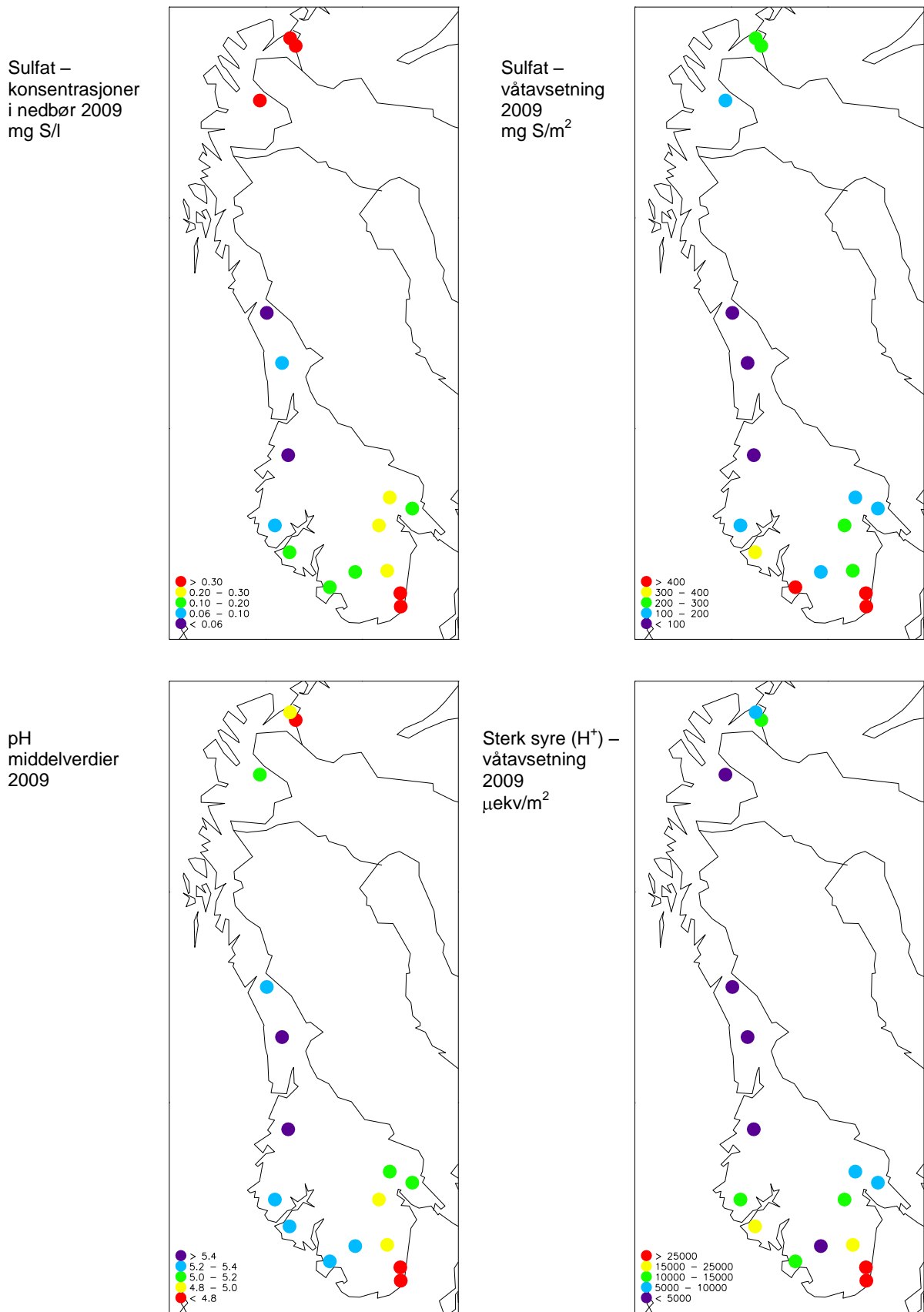
Av Figur 1.3 og Tabell A.1.2 framgår det at månedsmiddelkonsentrasjonene av sulfat i nedbør i 2009 ikke hadde noen klar generell sesongvariasjon, men de høyeste episodene tenderer å komme på vårparten. Avsetningen er også varierende fra stasjon til stasjon og gjenspeiler nedbørvariasjonen. Tabell A.1.20 viser at våtavsetningene av sulfat tilført i løpet av de 10 døgnene med størst avsetning utgjør minst 35% av den totale våtavsetningen. Den høyeste prosentandelen hadde Karasjok på 64%. Den største døgnlige våtavsetningen ble målt til 36,0 mg S/m<sup>2</sup> på Birkenes 3. november. Våtavsetningen var gjennomgående høyest på våren og høsten.

Tabell 1.1: Veide årsmiddelkonsentrasjoner og våtavsetning av nedbørkomponenter på norske bakgrunnsstasjoner, 2009.

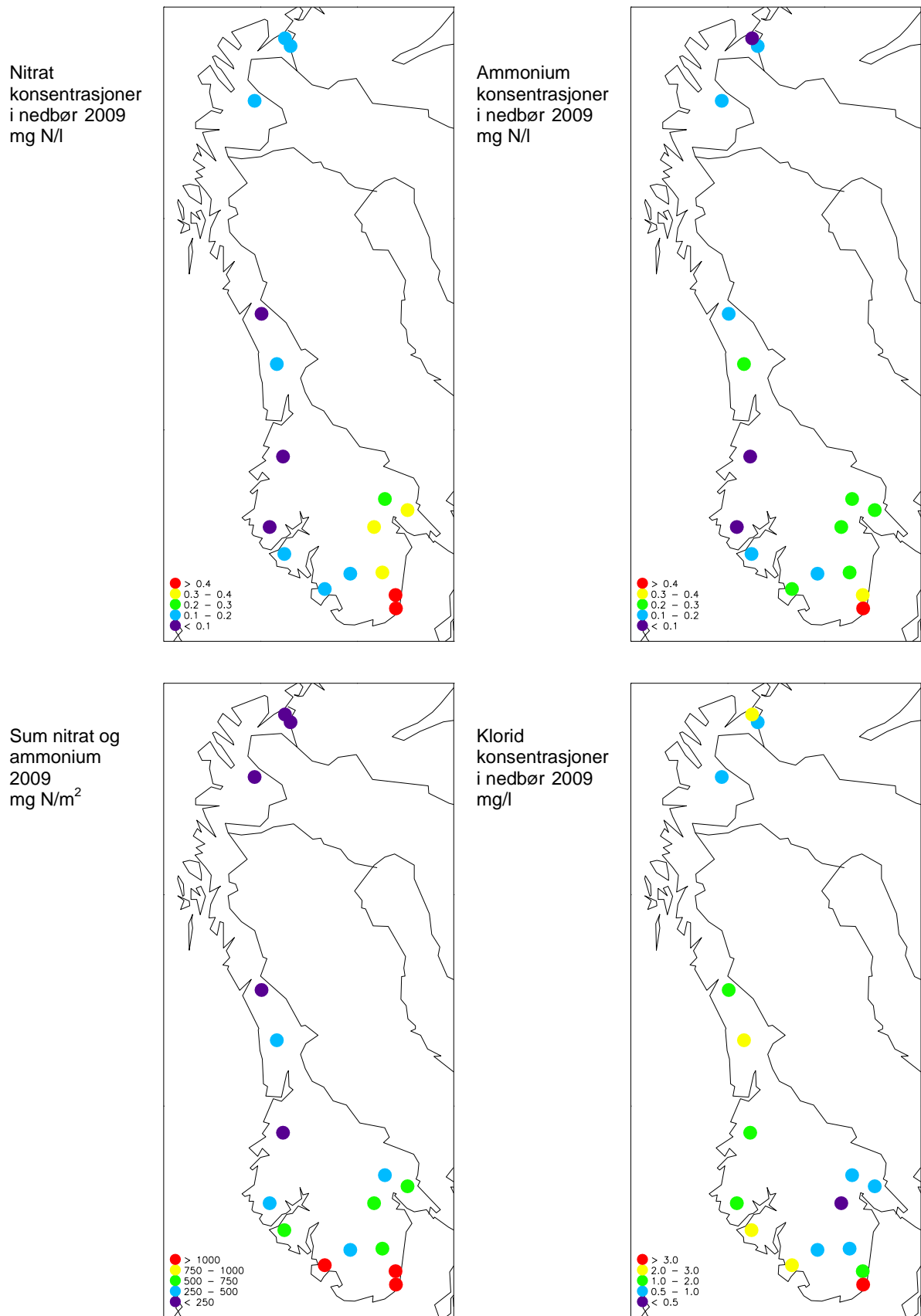
\*: Korrigert for bidraget fra sjøsalt.

STASJON	Veide årsmiddelkonsentrasjoner										Våtavsetning										Veide årsmiddelkonsentrasjoner på ekvivalentbasis										lonebal. kat./an.
	pH	SO <sub>4</sub> *	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Ca	K	Mg	Na	Cl	nedbør	H+	SO <sub>4</sub> *	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Ca	K	Mg	Na	Cl	H(+)	SO <sub>4</sub> (2-)	SO <sub>4</sub> (2-)	NO <sub>3</sub> (-)	NH <sub>4</sub> (+)	Ca(2+)	K(+)	Mg(2+)	Na(+)	Cl(-)		
	mg S/l	mg N/l	mg N/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mm	µekv/m <sup>2</sup>	mg S/m <sup>2</sup>	mg N/m <sup>2</sup>	mg N/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	µekv/l	µekv/l	µekv/l	µekv/l	µekv/l	µekv/l	µekv/l	µekv/l	µekv/l	µekv/l	µekv/l	
Søgne	4,77	0,36	0,47	0,43	0,25	0,25	0,38	2,95	5,55	1633	27459	592	763	699	402	402	617	4816	9067	17	22	38	34	31	12	6	31	128	157	0,99	
Birkenes	4,72	0,33	0,44	0,36	0,10	0,07	0,15	1,23	1,97	1807	34378	591	792	660	175	132	264	2213	3561	19	21	27	31	26	5	2	12	54	56	1,03	
Vatnedalen	5,35	0,17	0,18	0,15	0,20	0,16	0,04	0,42	0,68	815	3674	139	147	120	167	129	37	339	555	4	11	12	13	11	10	4	3	18	19	1,14	
Treungen	4,82	0,21	0,34	0,25	0,07	0,05	0,06	0,48	0,92	1213	18378	260	408	302	78	65	74	577	1111	15	13	16	24	18	3	1	5	21	26	0,97	
Løken	5,06	0,17	0,32	0,29	0,11	0,11	0,06	0,37	0,73	837	7283	140	267	247	96	89	47	309	614	9	11	12	23	21	5	3	5	16	21	1,05	
Hurdal	5,09	0,21	0,27	0,24	0,14	0,14	0,04	0,34	0,58	909	7373	188	249	222	124	124	32	308	527	8	13	14	19	17	7	4	3	15	16	1,08	
Brekkebygda	4,96	0,25	0,33	0,25	0,09	0,13	0,03	0,27	0,34	924	10229	233	308	228	87	116	32	250	311	11	16	17	24	18	4	3	2	12	10	1,00	
Vikedal	5,33	0,17	0,20	0,26	0,10	0,09	0,20	1,74	2,92	2545	12025	430	500	673	252	227	514	4424	7429	5	11	19	14	19	5	2	16	76	82	1,06	
Haukeland	5,20	0,11	0,12	0,11	0,07	0,08	0,15	1,22	2,21	3105	19395	335	362	328	233	246	466	3802	6877	6	7	13	9	8	3	2	12	53	62	1,01	
Nausta	5,27	0,09	0,09	0,10	0,06	0,05	0,13	1,06	1,79	2074	11210	183	181	208	115	103	269	2202	3716	5	6	11	6	7	3	1	11	46	50	1,09	
Kårvatn	5,46	0,05	0,05	0,08	0,06	0,08	0,09	0,79	1,40	1310	4503	69	68	102	77	101	121	1031	1829	3	3	7	4	6	3	2	7	34	39	1,11	
Høylandet	5,68	0,07	0,11	0,27	0,11	0,10	0,18	1,61	2,79	1152	2411	85	122	315	127	118	207	1860	3217	2	4	13	8	19	5	3	15	70	79	1,15	
Tustervatn	5,40	0,05	0,06	0,11	0,06	0,06	0,10	0,80	1,60	1155	4601	63	71	126	71	63	113	926	1853	4	3	7	4	8	3	2	8	35	45	1,04	
Karasjok	5,14	0,32	0,13	0,16	0,19	0,26	0,06	0,38	0,62	345	2485	111	45	56	66	89	19	131	214	7	20	22	9	11	9	7	5	17	17	1,16	
Karpbukt	4,88	0,41	0,12	0,09	0,12	0,13	0,20	1,63	2,88	526	6874	218	64	47	62	71	106	860	1516	13	26	34	9	6	6	3	16	71	81	0,94	
Svanvik	4,40	0,82	0,14	0,16	0,13	0,08	0,09	0,59	0,86	323	12563	257	44	51	40	25	28	184	270	40	51	54	10	11	6	2	7	26	24	1,05	
Ny-Ålesund	5,45	0,13	0,09	0,05	0,35	0,15	0,44	3,34	6,50	219	770	28	20	11	77	32	96	729	1420	4	8	26	6	4	17	4	36	145	183	0,97	

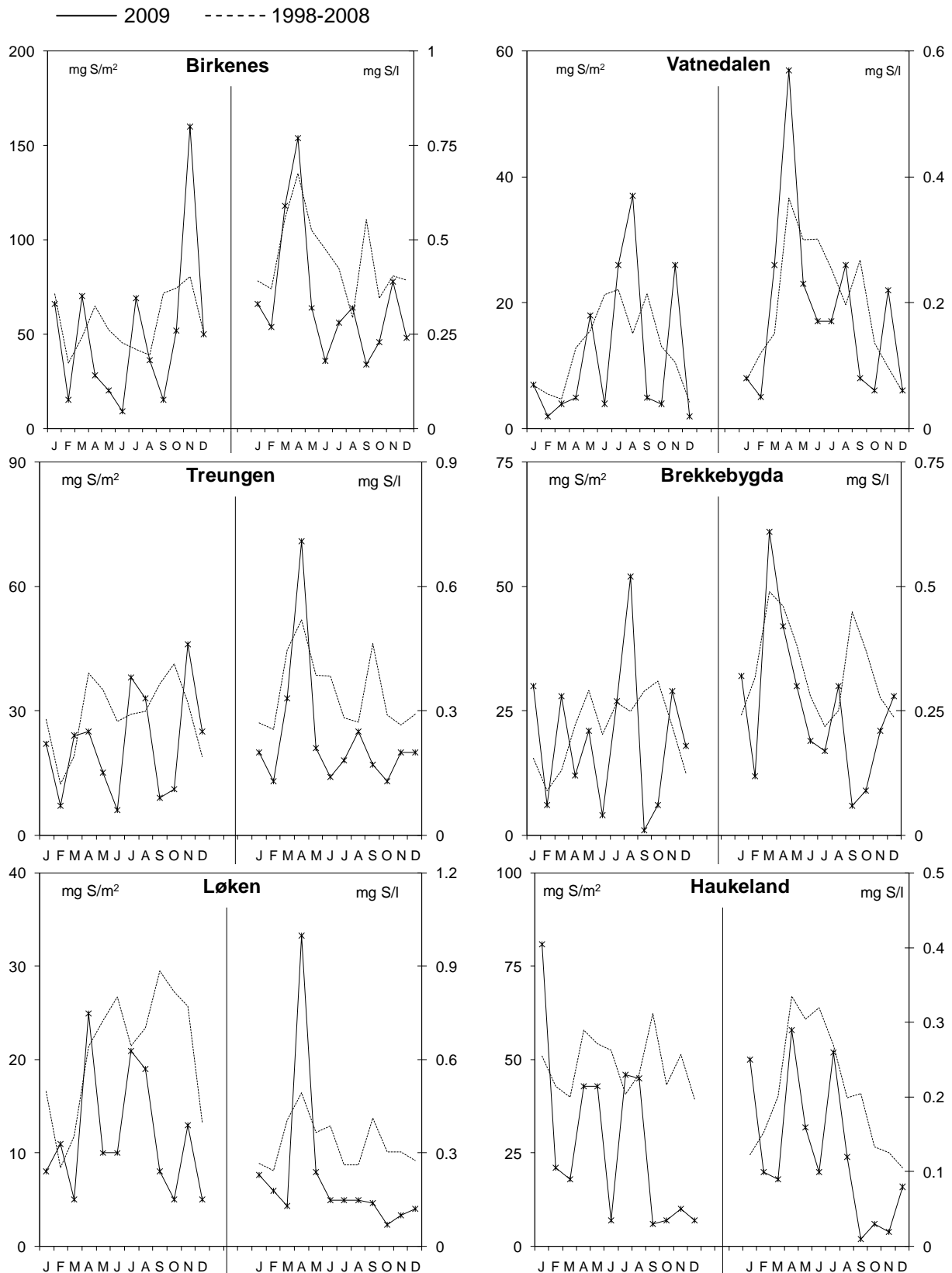




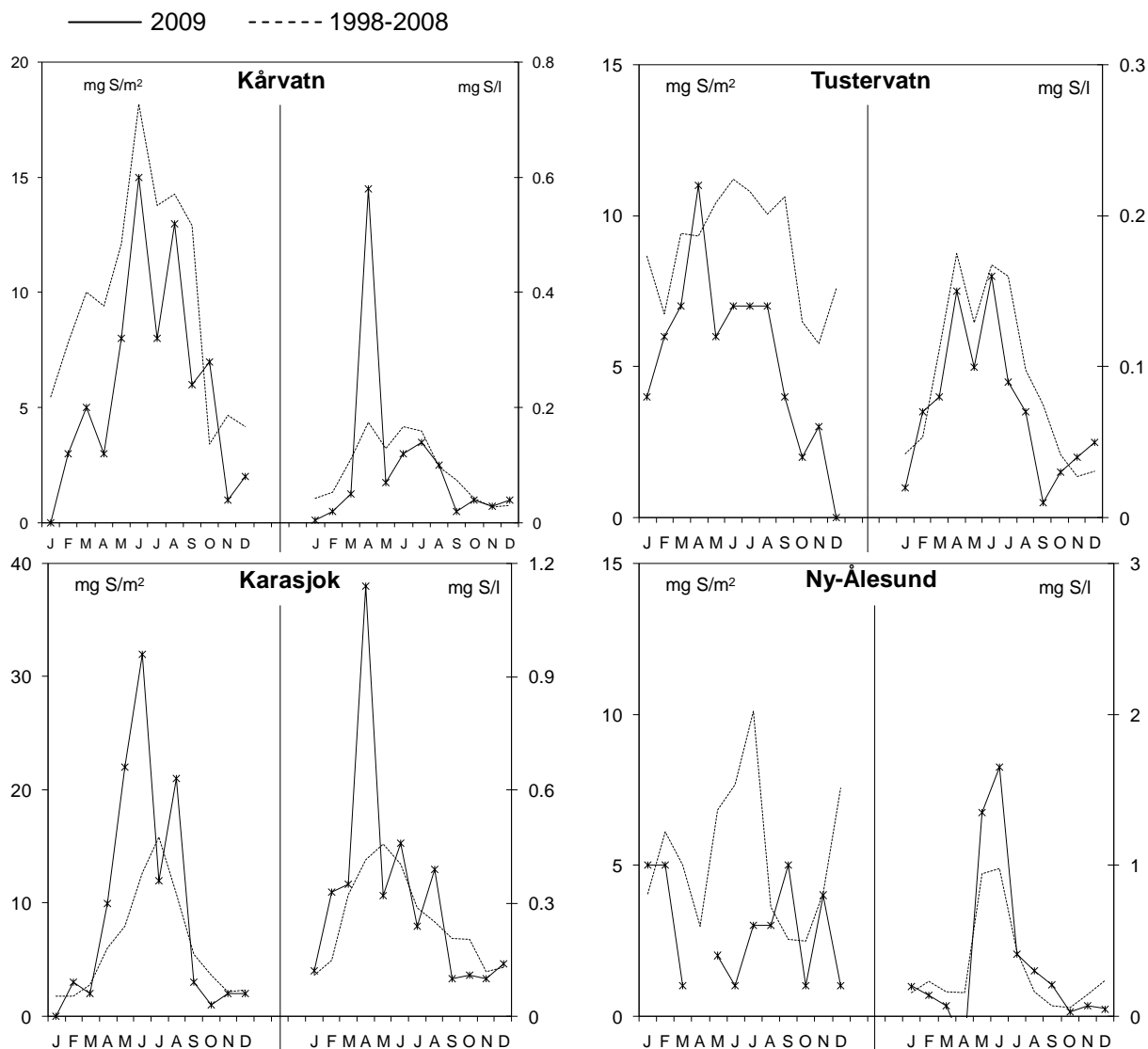
Figur 1.1: Middelskonsentrasjoner i nedbør og våtavsetning av sulfat (sjøsaltkorrigert) og sterk syre (pH) på norske bakgrunnsstasjoner i 2009.



Figur 1.2: Middelskonsentrasjoner i nedbør av nitrat, ammonium og klorid, og våtavsetning av total nitrogen (nitrat + ammonium) på norske bakgrunnsstasjoner i 2009.



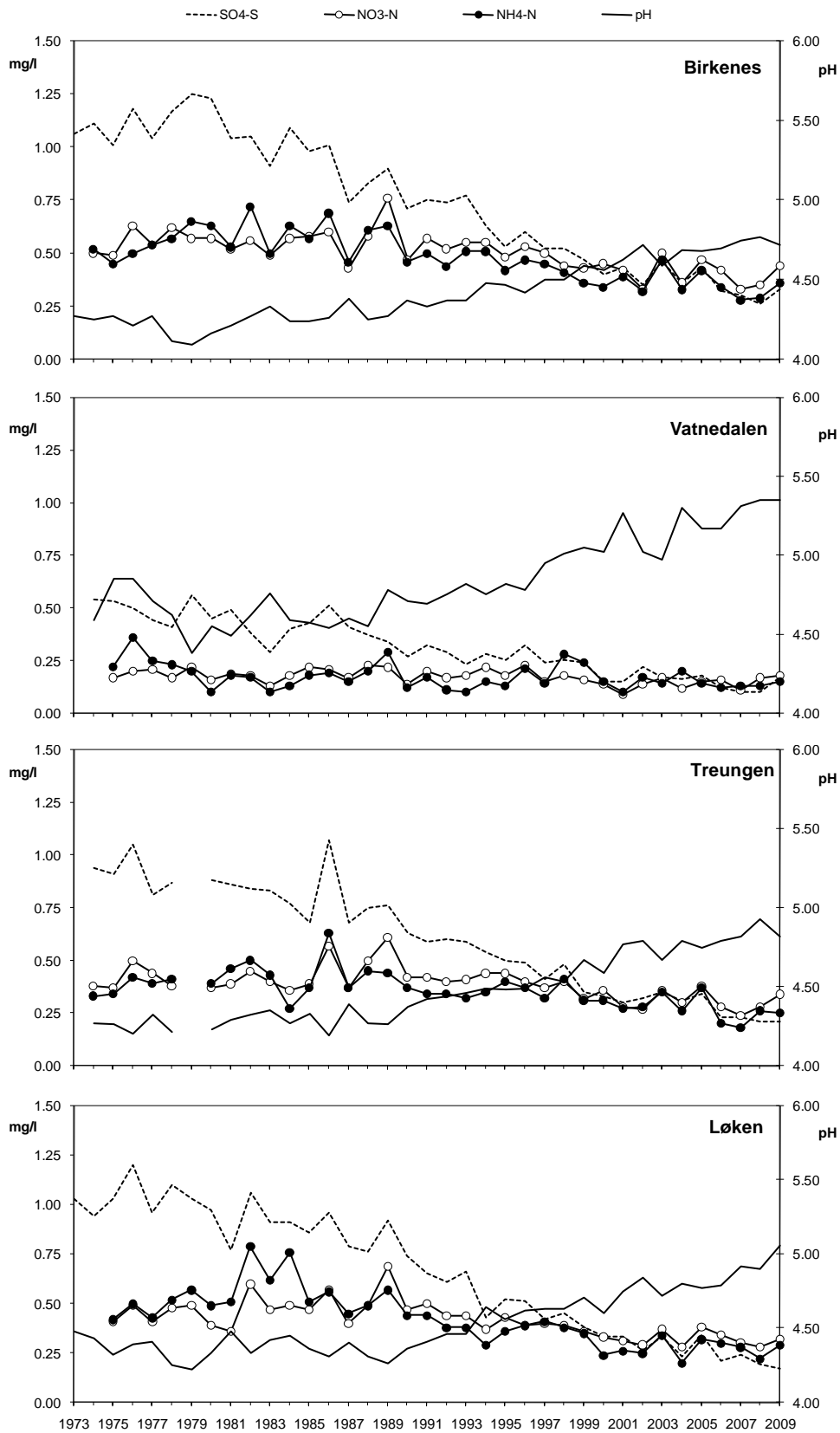
Figur 1.3: Månedlige våtavsetninger og middelkonsentrasjoner av sulfat (sjøsaltkorrigert) på norske bakgrunnsstasjoner i 2009 og de ti foregående årene (middelerdi).



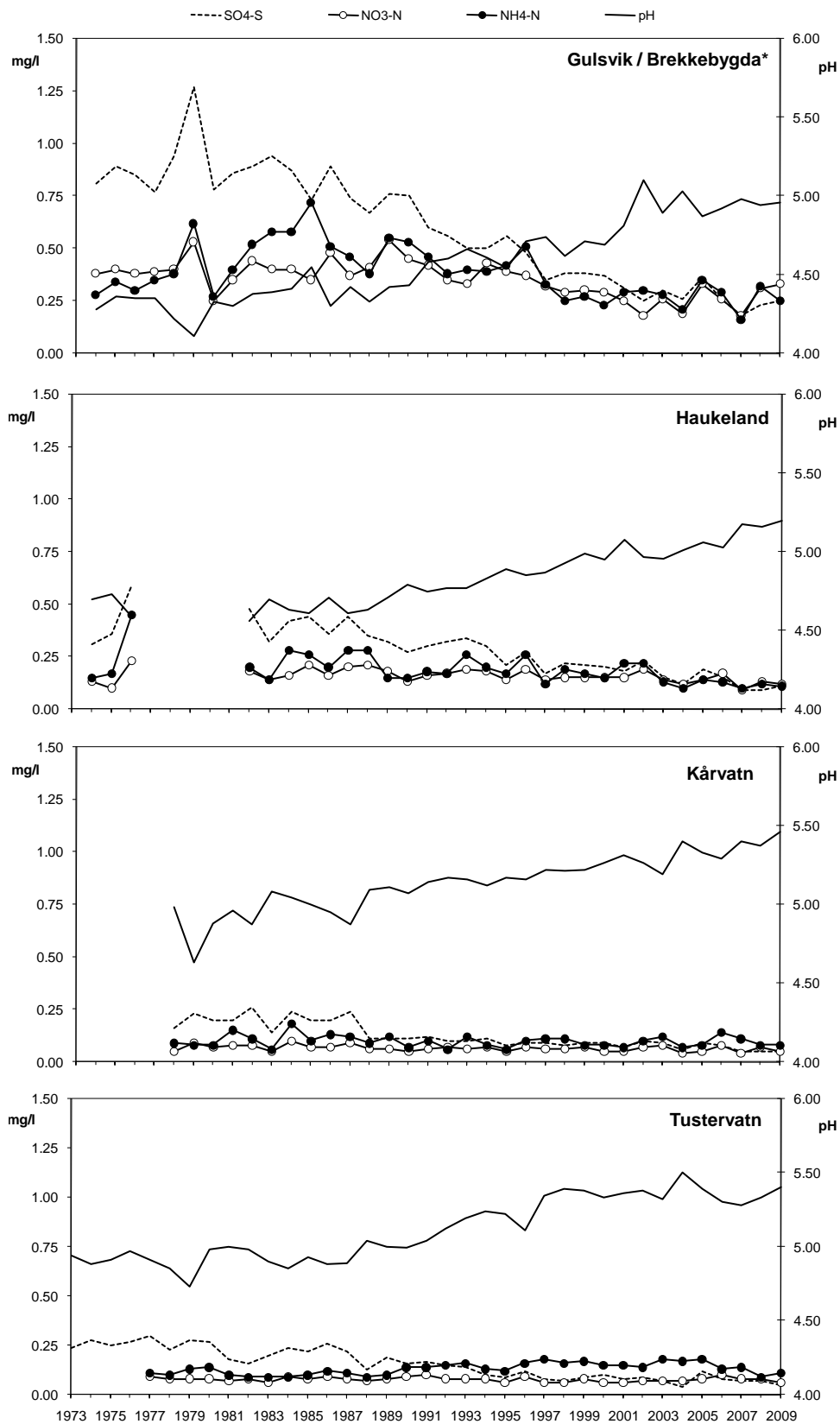
Figur 1.3, forts.

### 1.3 Tidsutvikling

Konsentrasjonene av sulfat, ammonium og nitrat, i 2009 var gjennomgående noe høyere eller på samme nivå som foregående år (Figur 1.4 og vedlegg A.1.21). Særlig på Karasjok var konsentrasjonen av sulfat markant høyere i 2009 enn i 2008. Våtavsetningen for de fleste komponenter er noe høyere særlig i Sør Norge i 2009 enn for 2008, mens resten av landet viser noe lavere avsetning, utenom Karasjok hvor det er en tydelig økning i 2009. Dette henger en del sammen med årlige variasjoner i nedbørmengde (vedlegg A.1.21) og for Karasjok sannsynligvis mer østlige vinder fra Kolahalvøya.

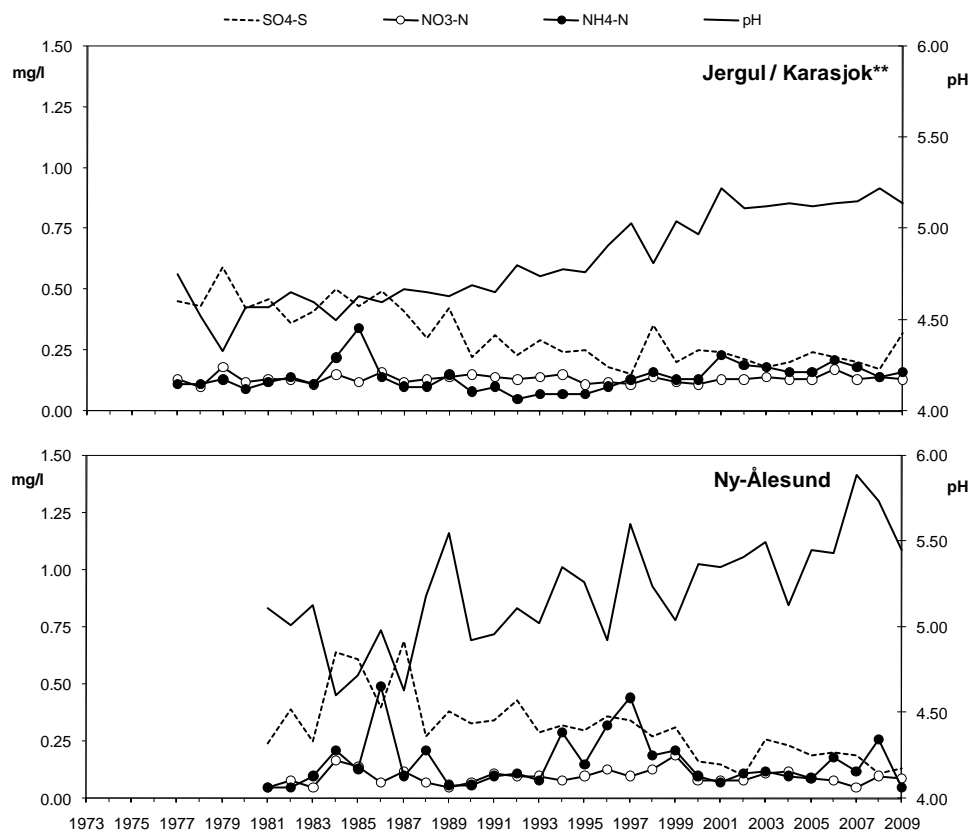


Figur 1.4: Veide årsmiddelkonsentrasjoner av sulfat (sjøsaltkorrigert), nitrat, ammonium og pH-middelverdier i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, 1973-2009.



\* Data fra Gulsvik 1974-1997, Brekkebygda fra 1998.

Figur 1.4, forts.



\*\* Data fra Jergul 1977-1996, Karasjok 1997-2009

Figur 1.4, forts.

Årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat og sterk syre økte stort sett fram til slutten av 1970-årene, og har deretter avtatt. Konsentrasjonene har avtatt mest i Sør-Norge, men de relative reduksjonene er sammenlignbare over hele landet. Figur 1.5, med veide gjennomsnittsverdier for 5 representative målesteder på Sørlandet og Østlandet, viser klart reduksjonen av nedbørens sulfatinnhold. Innholdet av nitrat og ammonium viser også en tydelig reduksjon om dog ikke like sterkt som for sulfat og noe økning siste par årene, men dette skyldes bl.a. rekordlavt nivå i Sør Norge i 2007.

Årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat, nitrat, ammonium, kalsium og magnesium er testet med hensyn på eventuelle trender fra 1980 og 1990 for 10 målesteder med lange dataserier (Tabell 1.2 og Tabell 1.3). Det er anvendt Mann-Kendall's test som er ikke-parametrisk og derfor uavhengig av fordelingen av data (Gilbert, 1987). Midlere endring og helningskoeffisientene er beregnet utfra Sen's ikke-parametriske trend estimator (Gilbert, 1987). Det er anvendt et program utviklet av det finske meteorologiske institutt (MAKESENS 1.0).

Årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat i nedbør har avtatt signifikant siden 1980 på alle målesteder innenfor 95%-konfidensnivået. Den midlere reduksjonen er mellom  $0,004 \text{ mg S}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{år}^{-1}$  og  $0,031 \text{ mg S}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{år}^{-1}$ . I perioden 1980–2009 var reduksjonen på fastlands-Norge i sulfat-konsentrasjoner mellom 61% og 88%. På Svalbard har reduksjonen vært på 68%. Årsmiddelkonsentrasjonene av nitrat har en signifikant reduksjon siden 1980 på Kårvatn og alle stasjonene sør for denne. (Tabell 1.2, Figur 1.4, Figur 1.5), reduksjonene har vært på mellom 25% og 45%. De nordligste stasjonene har lavt nivå av nitrat og eventuelle trender er vanskelig å observere. For ammonium har det vært en signifikant reduksjon ved nesten alle av

de samme målestasjonene utenom Vatnedalen og Kårvatn, reduksjonen har vært større enn for nitrat, mellom 45% og 63%. Det har vært en økning av ammoniumkonsentrasjonen på Tustervatn og Karasjok. Endringer i konsentrasjonene av ammonium antas å være påvirket også av endring i bidraget fra lokale kilder. Basekationer (representert ved kalsium) har også hatt en signifikant reduksjon på flere stasjoner. Disse reduksjonene skyldes reduksjon i antropogene utslipp og ikke fra naturlige kilder som også er en viktig kilde for basekationer.

Innholdet av sjøsalter i nedbøren påvirkes sterkt av de meteorologiske forhold og varierer av den grunn mye fra år til år. Høyt sjøsaltinnhold i nedbøren skyldes som regel sterk pålandsvind. En signifikant reduksjon av sjøsalt (representert ved magnesium) kan ses på Løken. En økning er observert på Karasjok.

For å sammenligne med utslippsreduksjoner og forpliktelser overfor Gøteborgprotokollen (UN/ECE, 1999), så er det også naturlig å studere trenden fra 1990. Gøteborgprotokollen er en multikomponent protokoll og målsetningen er å redusere svovelutslippene med 63% innen år 2010 sammenlignet med 1990. Utslippene av nitrogenoksider og ammoniakk skal reduseres med henholdsvis 41% og 17%.

Årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat i nedbør har avtatt signifikant siden 1990 på alle målesteder innenfor 95%-konfidensnivået. I perioden 1990–2009 var reduksjonen på fastlands-Norge i sulfatkonsentrasjoner mellom 52% og 76% (Tabell 1.3), men ikke signifikant trend på Karasjok pga relativt markant økning siste året. På Svalbard har reduksjonen vært på 66%. Årsmiddelkonsentrasjonene av nitrat har en signifikant reduksjon mellom 24 og 49% på stasjonene i Sør-Norge utenom Vatnedalen. For ammonium har det vært en signifikant reduksjon på de samme målestasjonene mellom 34 og 52%. Også for denne tidsperioden ser man en økning av ammonium på enkelte stasjoner (Karasjok) som sannsynligvis skyldes endringer i lokale utslipp.

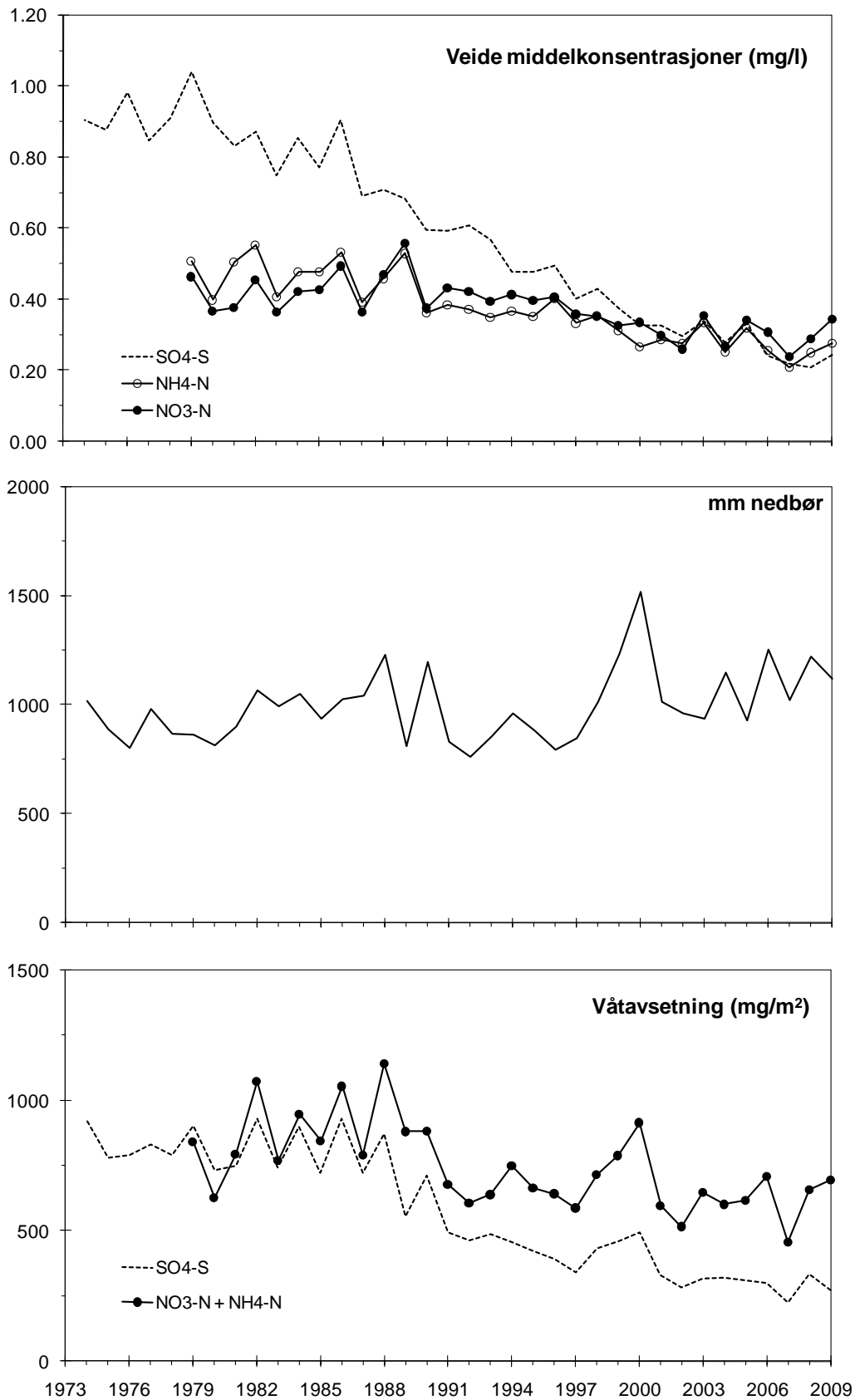
Selv om de største reduksjonene var på åtti- og nittitallet, er det en signifikant reduksjon også det siste tiåret på 20-25% på sulfat for de fleste stasjoner sør for Tustervatn. Det er kun på Haukeland man ser trend i nitrat og ammonium fra 2000.

Trender i luftkonsentrasjonene diskuteres i kapittel 3.1.

Endringene av nedbørens innhold av svovel- og nitrogenkomponenter er i rimelig samsvar med de rapporterte endringer i utslipp i Europa. Utslippene av svoveldioksid, nitrogenoksider og ammoniakk har blitt redusert med hhv. 58%, 25% og 24% fra 1990 til 2007 (EMEP, 2009).

Flere forhold gjør det vanskelig å korrelere reduksjoner i utslipp med målte konsentrasjoner og avsetninger. Av størst betydning er de meteorologiske forhold, som bestemmer spredning av forurensninger til atmosfæren, kjemiske transformasjoner, transport og avsetning av forurensninger. Store variasjoner i konsentrasjoner og avsetninger kan være forårsaket av luftmassenes opphav, vindstyrke, nedbørmengde og varierende topografi.





Figur 1.5: Veide årsmiddelkonsentrasjoner av sulfat (sjøsaltkorrigert), nitrat og ammonium, gjennomsnittlige årlige nedbørmengder og våtavsetninger av sulfat og sum (nitrat+ammonium) 1974-2009 for 5 representative stasjoner på Sørlandet og Østlandet: Birkenes, Vatnedalen, Treungen, Gulsvik/Brekkebygda og Løken.

Tabell 1.2: Midlere endringer av de årlige middelkonsentrasjoner av sulfat (sjøsaltkorrigert) i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, og målesteder med signifikante endringer for nitrat, ammonium og magnesium i perioden 1980-2009.

Målested	Endring, mg S/l pr. År			Midlere endring i perioden (%)	Signifikante endringer i perioden					
	Helning Median	Nedre grense	Øvre grense		NO <sub>3</sub>	% endring	NH <sub>4</sub>	% endring	Mg	Ca
Birkenes	-0,030	-0,034	-0,026	-81 %	***	-33 %	***	-54 %		***
Treungen	-0,024	-0,027	-0,023	-80 %	***	-32 %	***	-45 %		***
Vatnedalen	-0,012	-0,014	-0,010	-78 %	*	-25 %				
Løken	-0,031	-0,034	-0,027	-88 %	***	-45 %	***	-63 %	**	***
Gulsvik/Brekkebygda	-0,026	-0,029	-0,022	-85 %	***	-44 %	***	-60 %		+, X
Haukeland <sup>1)</sup>	-0,013	-0,015	-0,011	-80 %	**	-30 %	***	-48 %		*
Kårvatn	-0,004	-0,006	-0,003	-73 %	*	-26 %				**
Tustervatn	-0,006	-0,008	-0,005	-82 %			**	58 %		+, X
Jergul/Karasjok	-0,009	-0,012	-0,005	-61 %			X	62 %	+, **	
Ny-Ålesund <sup>2)</sup>	-0,011	-0,017	-0,007	-68 %						

<sup>1)</sup> Fra 1982 <sup>2)</sup> Fra 1981

Det er anvendt Mann-Kendalls test og Sen's estimater av trender ved 95% konfidensnivå (Gilbert, 1987). Helningskoeffisienten og midlere endring er beregnet ved Sen's trend estimator.

\*\*\* significance level 0.001; \*\* significance level 0.01; \* significance level 0.05, X signifikansnivå 0.1.

+ økning i konsentrasjon, alt annet er reduksjoner (gjelder Mg og Ca).

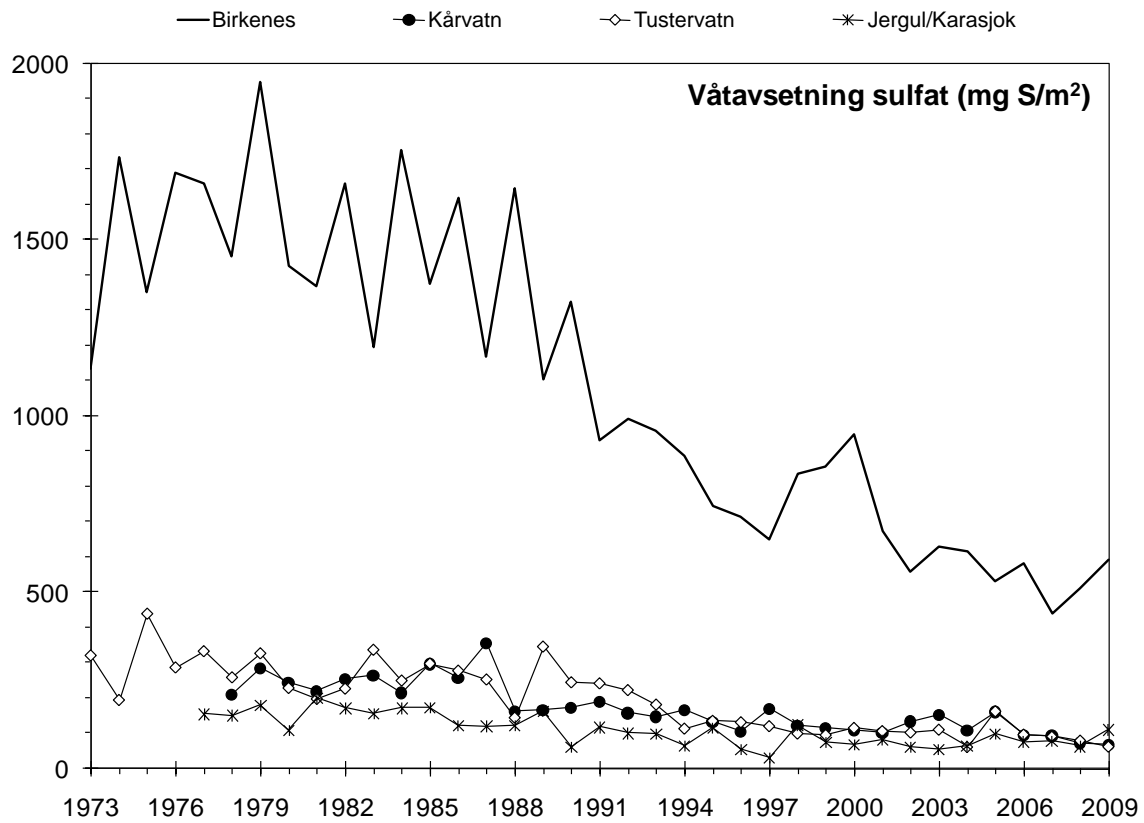
Tabell 1.3: Midlere endringer av de årlige middelkonsentrasjoner av sulfat (sjøsaltkorrigert) i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, og målesteder med signifikante endringer for nitrat, ammonium og magnesium i perioden 1990-2009.

Målested	SO <sub>4</sub>	% endring	NO <sub>3</sub>	% endring	NH <sub>4</sub>	% endring	Mg	Ca
Birkenes	***	-66 %	***	-35 %	***	-38 %		
Treungen	***	-70 %	***	-37 %	**	-34 %	**	
Vatnedalen	***	-62 %					*	
Løken	***	-76 %	***	-40 %	***	-38 %		
Gulsvik/Brekkebygda	***	-73 %	**	-49 %	**	-52 %		
Haukeland	***	-72 %	*	-24 %	**	-42 %		
Kårvatn	***	-52 %						
Tustervatn	***	-64 %						
Jergul/Karasjok					***	190 %	+, *	+, ***
Ny-Ålesund	***	-66 %						

Det er anvendt Mann-Kendalls test og Sen's estimater av trender ved 95% konfidensnivå (Gilbert, 1987). Helningskoeffisienten og midlere endring er beregnet ved Sen's trend estimator.

\*\*\* significance level 0.001; \*\* significance level 0.01; \* significance level 0.05, X signifikansnivå 0.1.

+ økning i konsentrasjon, alt annet er reduksjoner (gjelder Mg og Ca).



Figur 1.6: Årlige våtavsetninger av sulfat på fire norske EMEP-stasjoner, 1973-2009.

## 2. Innholdet av hovedkomponenter i luft

Det ble utført luftprøvetaking av svovel og nitrogenforbindelser i bakgrunnsområder på 7 steder i 2009, Tabell 2.1. Innholdet av kalsium, kalium, natrium, magnesium og klorid i luft bestemmes også. Stasjonene inngår i "Program for overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør", "Overvåkingsprogram for skogskader", samt "Arktisk måleprogram" ved Ny-Ålesund/Zepelinfjellet. Prøvetakingen utføres døgnlign, eller ukentlig (Søgne).

Måleprogrammet for de forskjellige stasjonene er presentert i Vedlegg B.2, prøvetakings- og analysemetoder i Vedlegg C, og måleresultater på måneds- og årsbasis i Vedlegg A.3.1-A.3.10.

### 2.1 Luftens innhold av forurensninger i 2009

Tabell 2.1 viser årsmiddel av luftkonsentrasjonene på hver stasjon. Maksimums- og prosentkonsentrasjoner for  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $(\text{NO}_3^- + \text{HNO}_3)$ ,  $(\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3)$  for stasjonene med døgnlign prøvetaking er gitt i Tabell 2.2–Tabell 2.6. Søgne har ukesprøver og inkluderes derfor ikke i Tabell 2.2–Tabell 2.6 for episodestudier. Nivået i 2009 er generelt likt 2008. Noen stasjoner viser noe økning for enkelte komponenter, til eksempel  $\text{NO}_2$  og  $\text{sumNO}_3$  på Birkenes, mens andre viser en nedgang som til eksempel  $\text{SO}_2$  på Birkenes

Årsmiddelkonsentrasjonene av svoveldioksid og sulfat i luft var høyest langs kysten i Sør-Norge og i Finnmark, representert med  $\text{SO}_2$ -konsentrasjon på Søgne på  $0,24 \mu\text{g S/m}^3$  og Karasjok med  $0,18 \mu\text{g S/m}^3$ . Høyeste døgnmidlet ble målt i Karasjok med  $5,81 \mu\text{g S/m}^3$  8. februar 2009, og trajektoriene for denne dagen viser også at luftmassene kommer fra Kolahalvøya. Zepelinfjellet observerer også en relativt høy episode 24. mars med  $2,35 \mu\text{g S/m}^3$ . Trajektorier viser at luften kommer fra Sibir. Videre viser Tustervatn en episode 25. desember på  $1,93 \mu\text{g S/m}^3$  hvor også luft kommer fra Russland, nærmere bestemt fra Kola og Nikel-området. Den samme episode observeres også helt til Kårvatn 26. desember, men da sterkt svekket,  $0,36 \mu\text{g S/m}^3$ .

Høyeste årsmiddel av partikulært sulfat ble målt på Søgne ( $0,36 \mu\text{g S/m}^3$ ). Den høyeste episoden ble observert på Birkenes 28. januar ( $1,74 \mu\text{g S/m}^3$ ) hvor trajektoriene viser at luften kommer fra Storbritannia og Nord Europa.

Høyest  $\text{NO}_2$ -nivå observeres på Hurdal med årsmiddel på  $0,71 \mu\text{g N/m}^3$ . Denne stasjonen påvirkes av den store biltrafikken i denne regionen. Den høyeste døgnmiddelverdien av  $\text{NO}_2$  ble også målt på Hurdal ( $11,8 \mu\text{g N/m}^3$ ) 24. februar. Årsmiddel- og prosentkonsentrasjonene viser at stasjonene i Sør- og Øst-Norge har de høyeste nitrogendioksidnivåene. Månedsverdiene for  $\text{NO}_2$  var høyest i vintermånedene.

Høyeste årsmiddelverdier for "sum nitrat" hadde Søgne og Birkenes med hhv.  $0,31$  og  $0,26 \mu\text{g N/m}^3$ . Tustervatn har høyest nivå av sum ammonium med  $1,06 \mu\text{g N/m}^3$ , men denne stasjonen er påvirket av lokal gårdsdrift. Det ble målt enkelte høye døgnmiddelkonsentrasjoner ved de fleste andre stasjoner også. Vanligvis observeres de høyeste episodene på sommerhalvåret, men på Hurdal er den høyeste episoden 25. desember etter langtransportert luft fra Sentral-Europa. Månedsmidler for "Sum ammonium" ( $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ ) viste høyeste nivå i vår- og sommermånedene (Figur 2.1). Dette kan skyldes både påvirkning fra lokale ammoniakkslipp og langtransportert tilførsel.

I Tabell 2.7 er det presentert estimater av de totale tørravsetningene av svovel- og nitrogenkomponenter og målte våtavsetninger, separat for vekstsesongen mai–oktober (sommer) og

for vintermånedene januar–april og november–desember. Tørravsetningen er kalkulert på basis av middelkonsentrasjonene i luft av SO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>2</sub>, sum nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>+HNO<sub>3</sub>) og sum ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + NH<sub>3</sub>) og avsetningshastigheter gitt i tabellteksten (Dovland og Eliassen, 1976; Dollard og Vitols, 1980; Fowler, 1980; Garland, 1978; Voldner og Sirois, 1986; Hicks et al., 1987). I "sum nitrat" antas HNO<sub>3</sub> å bidra med 25% og NO<sub>3</sub><sup>-</sup> med 75%, og i "sum ammonium" antas NH<sub>3</sub> å bidra med 8% og NH<sub>4</sub><sup>+</sup> med 92% (Ferm, 1988). Avsetningshastighetene av gasser og partikler er sterkt variable og usikre størrelser. Avsetningen av partikler (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) tiltar med vindhastigheten og med bakkens ruhet (skogdekning etc.). Avsetningen av gasser (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>) avhenger av den fotosyntetiske aktivitet i vegetasjonen, samt av overflatetype (vann, fjell, etc.). Avsetningen er for de fleste gasser langt større på våte overflater enn når flatene er tørre. Om vinteren er avsetningen liten på grunn av lav biologisk aktivitet i vegetasjonen, samtidig som bakken er dekket av snø og is. Det stabile luftlaget nær bakken om vinteren reduserer dessuten transporten av forurensninger ned mot bakken.

Figur 2.2 viser at våtavsetningen bidrar mest til den totale avsetningen i alle landsdeler. Tørravsetningsbidragene av nitrogenforbindelser på Tustervatn og Kårvatn skyldes delvis lokale ammoniakkslipp. Tørravsetningsbidraget er kun beregnet for stasjonene med fullt måleprogram.

Av Tabell 2.7 framgår det at tørravsetningen av svovel- og nitrogenkomponenter er beregnet til å være større om sommeren enn om vinteren i alle landsdelene utenom Finnmark. Bidraget av tørravsatt svovel til den totale avsetning var 14–32% om sommeren og 3–25% om vinteren i alle landsdeler unntatt Finnmark og Zeppelin. I Finnmark er det relative tørravsetningsbidraget meget høyt på grunn av relativt høye luftkonsentrasjoner og lite nedbør. På Karasjok er det hhv. 29% tørravsetning om sommeren og 40% om vinteren. Tørravsetningen for nitrogenkomponenter bidrar for det meste relativt mer til totalavsetningen enn hva som er tilfelle for svovelforbindelser, især om sommeren.

Tabell 2.1: Årsmiddelkonsentrasjoner av luftkomponenter på norske bakgrunnsstasjoner, 2009.

STASJON	Årsmiddelkonsentrasjoner									
	SO <sub>2</sub> µg-S/m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> µg-S/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> µg-N/m <sup>3</sup>	sum NO <sub>3</sub> µg-N/m <sup>3</sup>	sum NH <sub>4</sub> µg-N/m <sup>3</sup>	Mg µg/m <sup>3</sup>	Ca µg/m <sup>3</sup>	K µg/m <sup>3</sup>	Cl µg/m <sup>3</sup>	Na µg/m <sup>3</sup>
Birkenes	0,06	0,30	0,44	0,26	0,66	0,04	0,04	0,04	0,36	0,39
Søgne	0,24	0,36	-	0,31	0,52	0,06	0,04	0,05	0,72	0,53
Hurdal	0,04	0,21	0,71	0,17	0,55	0,02	0,03	0,04	0,07	0,14
Kårvatn	0,03	0,14	0,17	0,06	0,75	0,02	0,03	0,03	0,15	0,15
Tustervatn	0,05	0,15	0,11	0,07	1,06	0,03	0,04	0,02	0,27	0,21
Karasjok*	0,18	0,25	0,15	0,09	0,12	0,02	0,03	0,03	0,23	0,20
Zeppelifjellet	0,09	0,15	-	0,05	0,30	0,03	0,03	0,02	0,23	0,19

\* Kun NH<sub>4</sub>-konsentrasjonen som er inkludert for sum NH<sub>4</sub>.

Tabell 2.2: Antall observasjonsdøgn, 50-, 75-, 90-prosentilkonsentrasjoner, maksimum- og årsmiddelverdier for målte døgnmiddelkonsentrasjoner (se vedlegg C) av SO<sub>2</sub> i luft på norske bakgrunnsstasjoner i 2009.

Eks.: På Birkenes var 75% av SO<sub>2</sub>-konsentrasjonene lavere enn 0,07 µg S/m<sup>3</sup>.

Stasjon	Antall døgn	SO <sub>2</sub> (µg S/m <sup>3</sup> )					
		Prosentilkons.			Maksimum-konsentrasjon	Dato	Årsmiddel-konsentrasjon
		50%	75%	90%			
Birkenes	362	0,02	0,07	0,14	0,58	20.08.2009	0,06
Hurdal	364	0,02	0,05	0,11	0,57	26.04.2009	0,04
Kårvatn	365	0,01	0,03	0,05	0,36	26.12.2009	0,03
Tustervatn	364	0,01	0,03	0,05	1,93	25.12.2009	0,05
Karasjok	349	0,04	0,13	0,55	5,81	08.02.2009	0,18
Zeppelinfjellet	346	0,01	0,06	0,24	2,35	24.03.2009	0,09

Tabell 2.3: Antall observasjonsdøgn, 50-, 75-, 90-prosentilkonsentrasjoner, maksimum- og årsmiddelverdier for målte døgnmiddelkonsentrasjoner (se vedlegg C) av sulfat i luft på norske bakgrunnsstasjoner i 2009.

Stasjon	Antall døgn	SO <sub>4</sub> (µg S/m <sup>3</sup> )					
		Prosentilkons.			Maksimum-konsentrasjon	Dato	Årsmiddel-konsentrasjon
		50%	75%	90%			
Birkenes	362	0,23	0,42	0,69	1,74	28.01.2009	0,30
Hurdal	364	0,14	0,29	0,48	1,61	06.03.2009	0,21
Kårvatn	365	0,09	0,18	0,31	1,40	30.04.2009	0,14
Tustervatn	359	0,11	0,21	0,33	1,03	25.04.2009	0,15
Karasjok	348	0,18	0,34	0,58	1,31	22.02.2009	0,25
Zeppelinfjellet	347	0,09	0,2	0,40	1,13	27.04.2009	0,15

Tabell 2.4: Antall observasjonsdøgn, 50-, 75-, 90-prosentilkonsentrasjoner, maksimum- og årsmiddelverdier for målte døgnmiddelkonsentrasjoner (se vedlegg C) av NO<sub>2</sub> i luft på norske bakgrunnsstasjoner i 2009.

Stasjon	Antall døgn	NO <sub>2</sub> (µg N/m <sup>3</sup> )					
		Prosentilkons.			Maksimum-konsentrasjon	Dato	Årsmiddel-konsentrasjon
		50%	75%	90%			
Birkenes	358	0,31	0,52	0,96	3,97	03.12.2009	0,44
Hurdal	365	0,43	0,78	1,50	11,78	24.02.2009	0,71
Kårvatn	364	0,13	0,20	0,35	1,25	18.03.2009	0,17
Tustervatn	340	0,09	0,14	0,21	0,72	20.01.2009	0,11
Karasjok	330	0,11	0,18	0,30	1,06	19.03.2009	0,15

Tabell 2.5: Antall observasjonsdøgn, 50-, 75-, 90-prosentilkonsentrasjoner, maksimum- og årsmiddelverdier for målte døgnmiddelkonsentrasjoner (se vedlegg C) av sum nitrat og salpetersyre i luft på norske bakgrunnsstasjoner i 2009.

Stasjon	Antall døgn	NO <sub>3</sub> +HNO <sub>3</sub> (µg N/m <sup>3</sup> )					
		Prosentilkons.			Maksimum-konsentrasjon	Dato	Årsmiddel-konsentrasjon
		50%	75%	90%			
Birkenes	355	0,12	0,28	0,65	2,77	21.05.2009	0,26
Hurdal	352	0,10	0,20	0,37	1,35	26.10.2009	0,17
Kårvatn	365	0,03	0,06	0,12	0,62	02.09.2009	0,06
Tustervatn	358	0,04	0,07	0,15	1,28	25.04.2009	0,07
Karasjok	340	0,04	0,08	0,17	2,21	28.04.2009	0,09
Zeppelinfjellet	325	0,03	0,05	0,07	1,10	31.08.2009	0,05

Tabell 2.6: Antall observasjonsdøgn, 50-, 75-, 90-prosentilkonsentrasjoner, maksimum- og årsmiddelverdier for målt døgnmiddelkonsentrasjoner (se vedlegg C) av sum ammonium og ammoniakk i luft på norske bakgrunnsstasjoner i 2009.

Stasjon	Antall døgn	NH <sub>4</sub> +NH <sub>3</sub> (µg N/m <sup>3</sup> )					
		Prosentilkons.			Maksimum-konsentrasjon	Dato	Årsmiddel-konsentrasjon
		50%	75%	90%			
Birkenes	356	0,47	0,85	1,40	3,17	21.05.2009	0,66
Hurdal	352	0,46	0,68	0,97	3,67	24.12.2009	0,55
Kårvatn	364	0,69	1,01	1,27	2,10	23.05.2009, 30.05.2009	0,75
Tustervatn	362	0,77	1,40	2,15	6,37	31.05.2009	1,06
Karasjok*	340	0,04	0,15	0,30	1,91	28.04.2009	0,12
Zeppelinfjellet	325	0,26	0,35	0,47	1,73	31.08.2009	0,30

\* Kun NH<sub>4</sub>-konsentrasjonen som er inkludert.

Tabell 2.7: Beregnet tørravsetning og målt våtavsetning av svovel- og nitrogenforbindelser på norske bakgrunnsstasjoner i 2009.

Tørravsetning = målt midlere luftkonsentrasjon · antatt tørravsetningshastighet.

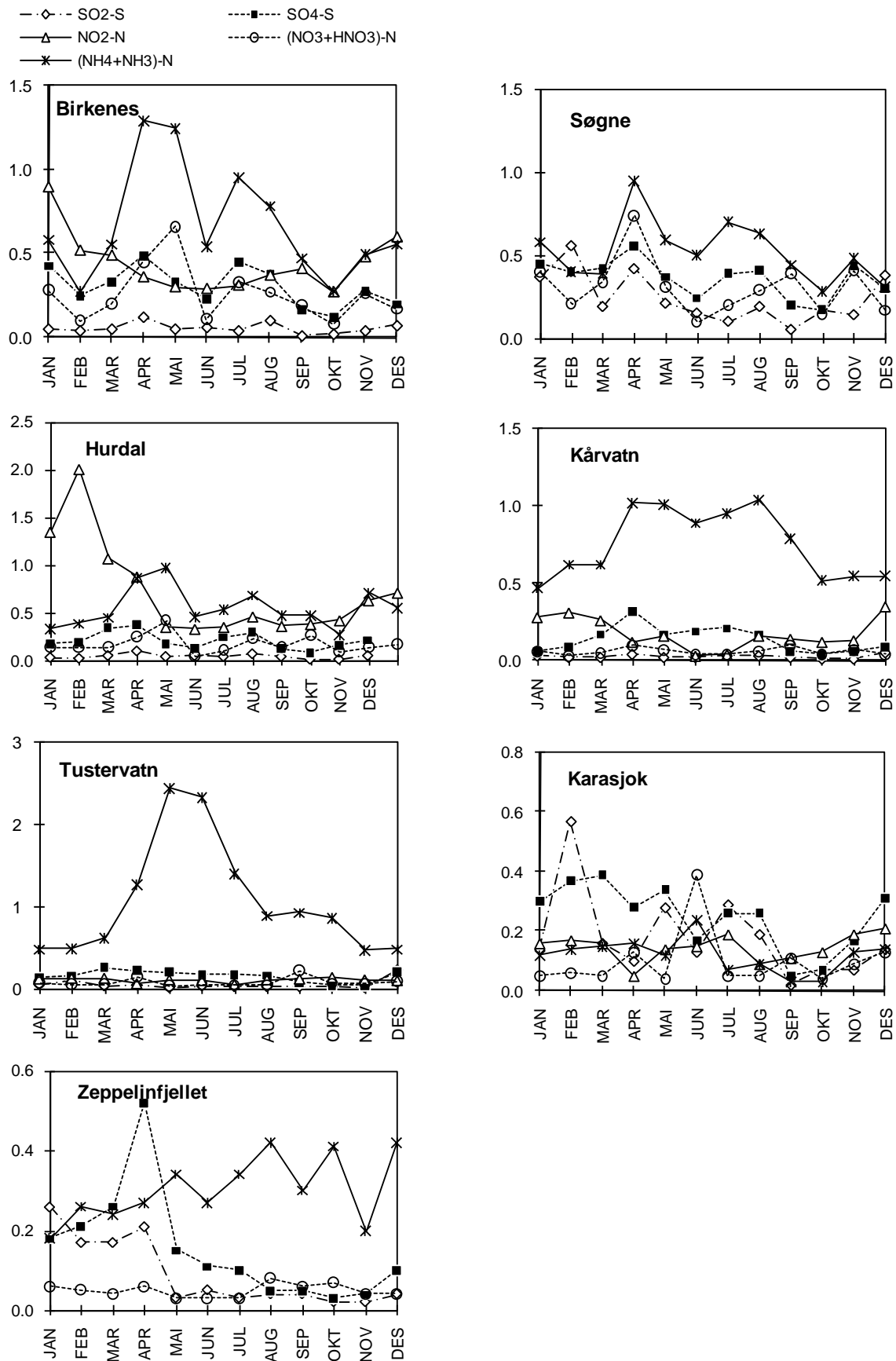
Tørravsetningshastigheter: SO<sub>2</sub>: 0.1 cm/s (vinter) - 0.7 cm/s (sommer). SO<sub>4</sub>: 0.2-0.6 cm/s, NO<sub>2</sub>: 0.1-0.5 cm/s, HNO<sub>3</sub>: 1.5-2.5 cm/s, NO<sub>3</sub>: 0.2-0.6 cm/s, NH<sub>4</sub>: 0.2-0.6 cm/s, NH<sub>3</sub>: 0.1-0.7 cm/s. Sum nitrat = 25% HNO<sub>3</sub> + 75% NO<sub>3</sub>. Sum ammonium = 8% NH<sub>3</sub> + 92% NH<sub>4</sub>.

%-verdiene angir tørravsetningens bidrag til den totale avsetning for vinter (V) og sommer (S).

Sommer = mai - oktober, vinter = januar - april og november - desember.

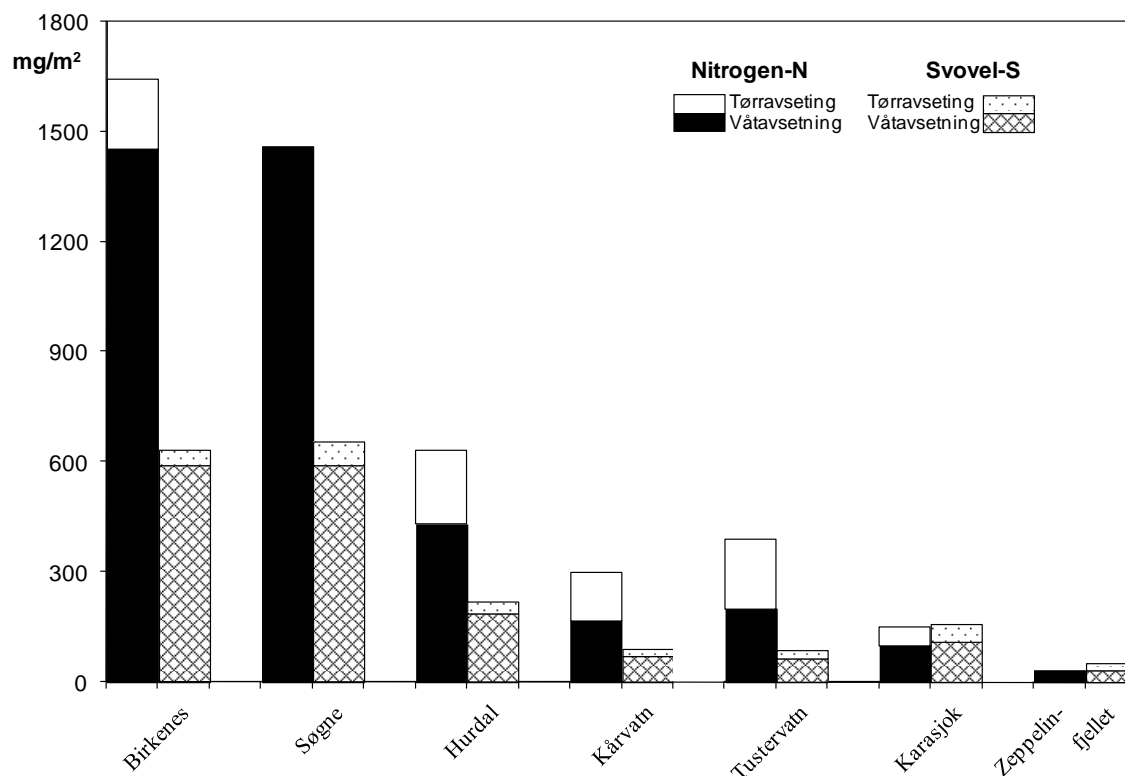
Stasjon	Svovel (mg S/m <sup>2</sup> )						Nitrogen (mg N/m <sup>2</sup> )					
	Tørravsetning		Våtavsetning		% tørravsetning		Tørravsetning		Våtavsetning		% tørravsetning	
	vinter	sommer	vinter	sommer	% V	% S	vinter	sommer	vinter	sommer	% V	% S
Birkenes	11	32	389	201	3	14	50	139	1011	442	5	24
Søgne	19	45	378	214	5	17	-	-	970	492	-	-
Hurdal	8	21	106	83	7	20	29	173	240	190	11	48
Kårvatn	5	16	14	57	25	22	29	101	66	102	31	50
Tustervatn	7	15	32	33	17	32	29	162	107	93	21	64
Karasjok	12	37	19	91	40	29	15	38	36	63	30	37
Zeppelinfjellet	9	12	16	15	36	44	-	-	20	13	-	-

For Zeppelinfjellet er våtavsetningene på Ny-Ålesund anvendt. For tørravsetning av nitrogen på Karasjok er ikke NH<sub>3</sub>-N-konsentrasjonen inkludert.



Figur 2.1: Månedlige middelkonsentrasjoner av svoveldioksid, partikulært sulfat, nitrogen-dioksid, (ammonium+ammoniakk) og (nitrat+salpetersyre) i luft på norske bakgrunnsstasjoner i 2009. Enhet: µg/m<sup>3</sup>.





Figur 2.2: Total avsetning (våt- og tørravsetning) av svovel-S ( $SO_2$ ,  $SO_4^{2-}$ ) og nitrogen-N ( $NO_2$ ,  $NH_4^+$ ,  $NH_3$ ,  $NO_3^-$ ,  $HNO_3$ ) på norske bakgrunnsstasjoner, 2009.

## 2.2 Trender i luftkonsentrasjoner

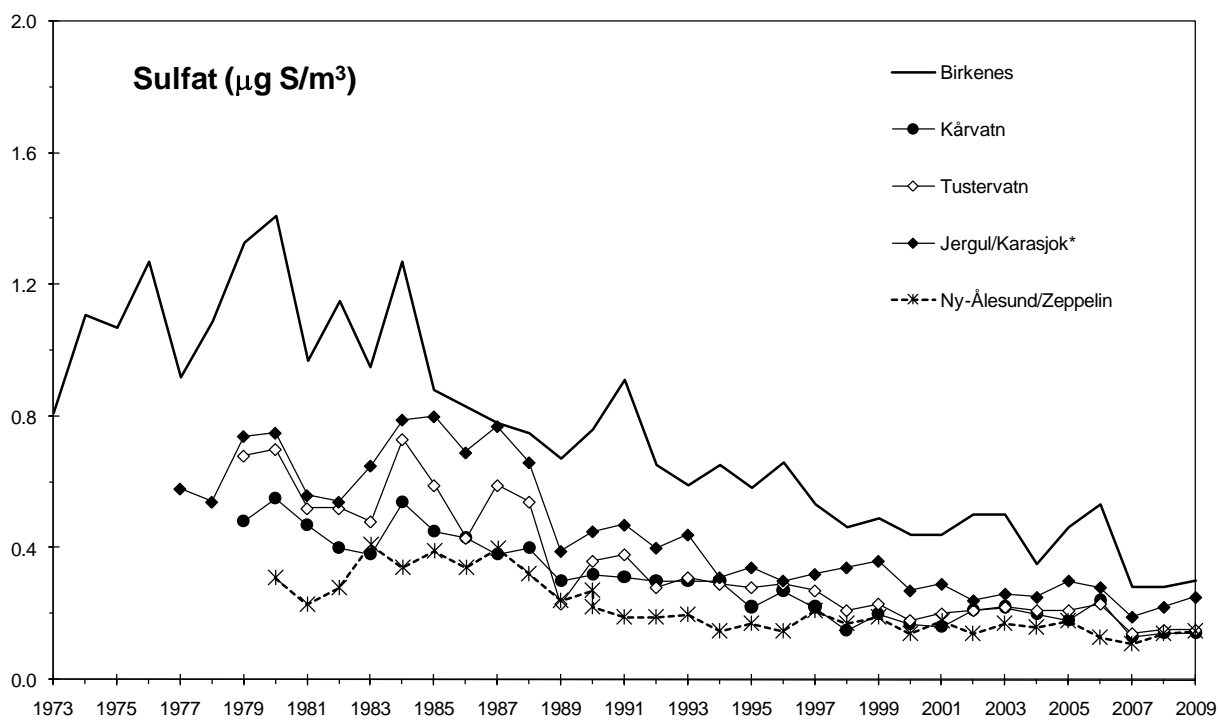
Det er, som for nedbør, utført en trendanalyse av årsmiddelkonsentrasjonene av svovelkomponenter i luft på seks stasjoner med lange måleserier ved hjelp av Mann-Kendall's test og Sen's estimator for helning (Gilbert, 1987). Det er beregnet trender fra 1980 (Tabell 2.8) og fra 1990 (Tabell 2.9) Sen's helningsestimat er lineær, og dette er ikke helt illustrerende for enkelte stasjoner da trendkurven har flatet ut noe de siste årene. Dette fører til en reduksjon i følge Sen's estimatet på mer enn 100% i noen tilfeller. I disse tilfellene er det isteden brukt helningskoeffisientene for den øvre 95% konfidensnivågrensen.

Tabell 2.8 viser at årsmiddelkonsentrasjonene på fastlandsstasjonene siden 1980 har hatt en signifikant midlere reduksjon mellom 0,013 og 0,036  $\mu\text{g S/m}^3\cdot\text{år}^{-1}$  for svoveldioksid og mellom 0,012 og 0,026  $\mu\text{g S/m}^3\cdot\text{år}^{-1}$  for sulfat. Reduksjonene er for svoveldioksid med 1980 som referanseår beregnet til å være mellom 88% og 94%, og for sulfat mellom 74% og 81%. Endringen i svoveldioksid- og sulfatkonsentrasjonene ved Ny-Ålesund/Zeppeinfjellet har 0,009 og 0,007  $\mu\text{g S/m}^3\cdot\text{år}^{-1}$  (hhv. 81% og 63% midlere reduksjon siden 1980).

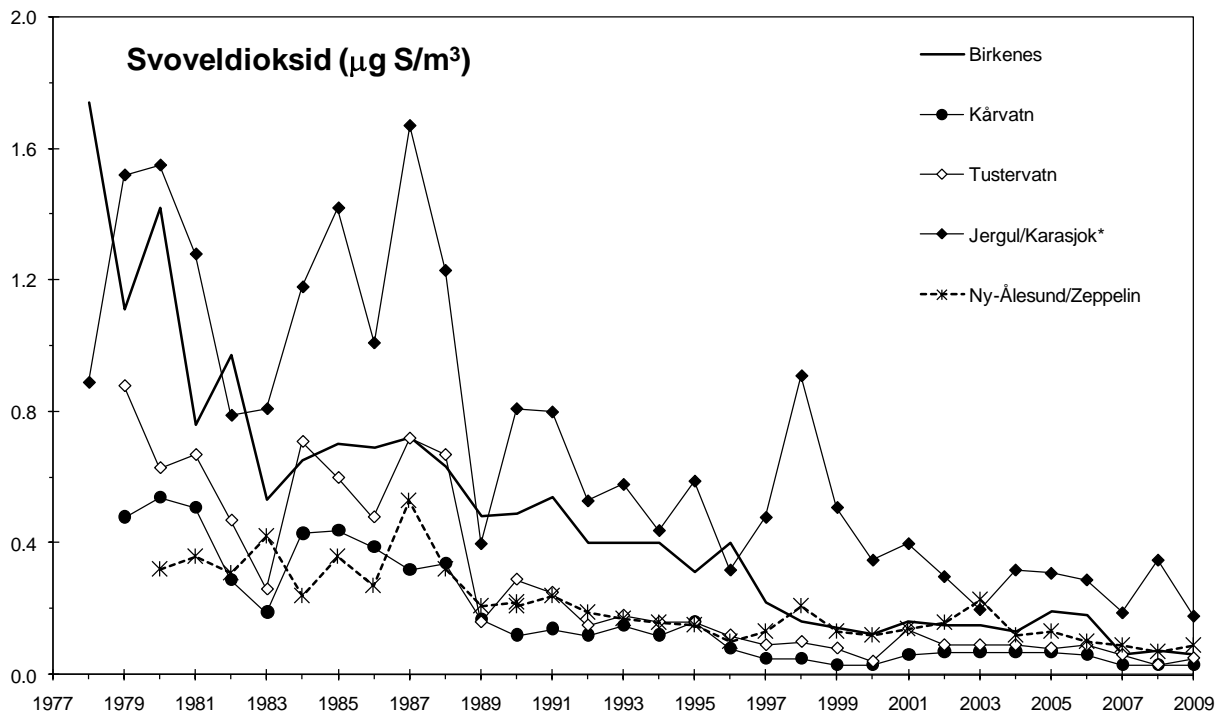
Ser man på trenden fra 1990 som er et mer relevant år for å sammenligne med utslippsreduksjoner i henholdt til Gøteborgprotokollen (CLTRAP, 1999) så gir dette også signifikante reduksjoner, Tabell 2.9. Reduksjonene er for svoveldioksid mellom 72% og 95%, og for sulfat mellom 50% og 62% på fastlands-Norge. Endringen i svoveldioksid- og sulfatkonsentrasjonene ved Ny-Ålesund/Zeppeinfjellet, hhv. 58% og 31% midlere reduksjon siden 1990. Fra 2000 er det signifikant reduksjon av  $SO_2$  på de fleste stasjonene på ca. 20%, men ingen trend for sulfat i luft.

Årsmiddelkonsentrasjonen av summen ammonium+ammoniakk i luft viser ingen entydig tendens siden målingene startet i mellom 1986 og 1989, Figur 2.7 og Tabell 2.8, det er både positive og negative trender. Imidlertid har det vært en tydelig og signifikant nedgang for NO<sub>2</sub> på flere av stasjonene. Når det gjelder NO<sub>2</sub> bør man være oppmerksom på at det var en endring i målemetodikken i denne perioden (1993–94) uten at det er årsak til de observerte nedgangene. Også fra 2000 er det signifikant reduksjon på ca. 20% på alle fastlandsstasjonene.

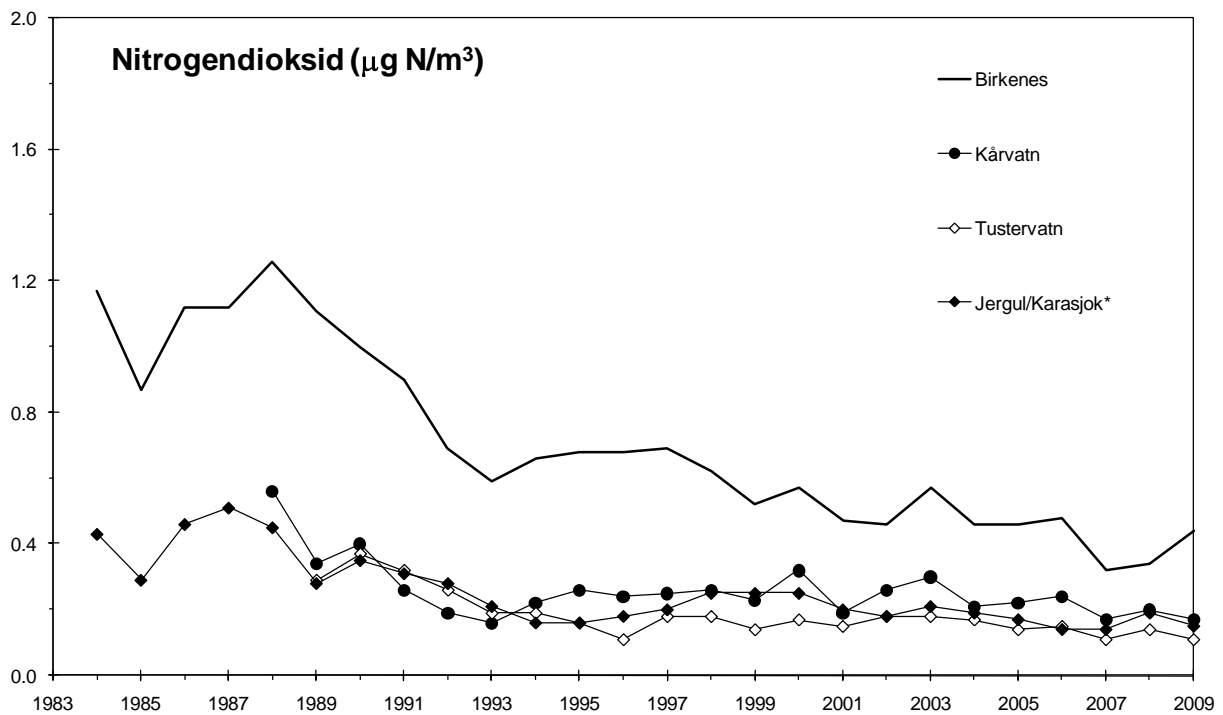
For summen nitrat+salpetersyre var det en ganske tydelig nedgang fra 1990, men de siste årene har konsentrasjonsnivået steget en del, Figur 2.6, og ingen gjennomgående signifikante trender observeres derfor, Tabell 2.8. Det gjøres oppmerksom på at siden 2001 har det vært en del kontamineringsproblemer med NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> på aerosolfiltrene levert av produsent. De opplagte kontamineringene er slettet og er ikke med i beregningene, men det er allikevel en viss usikkerhet i målingene av sum nitrat og sum ammonium og dette kan ha påvirket en eventuell nedadgående trend de siste årene.



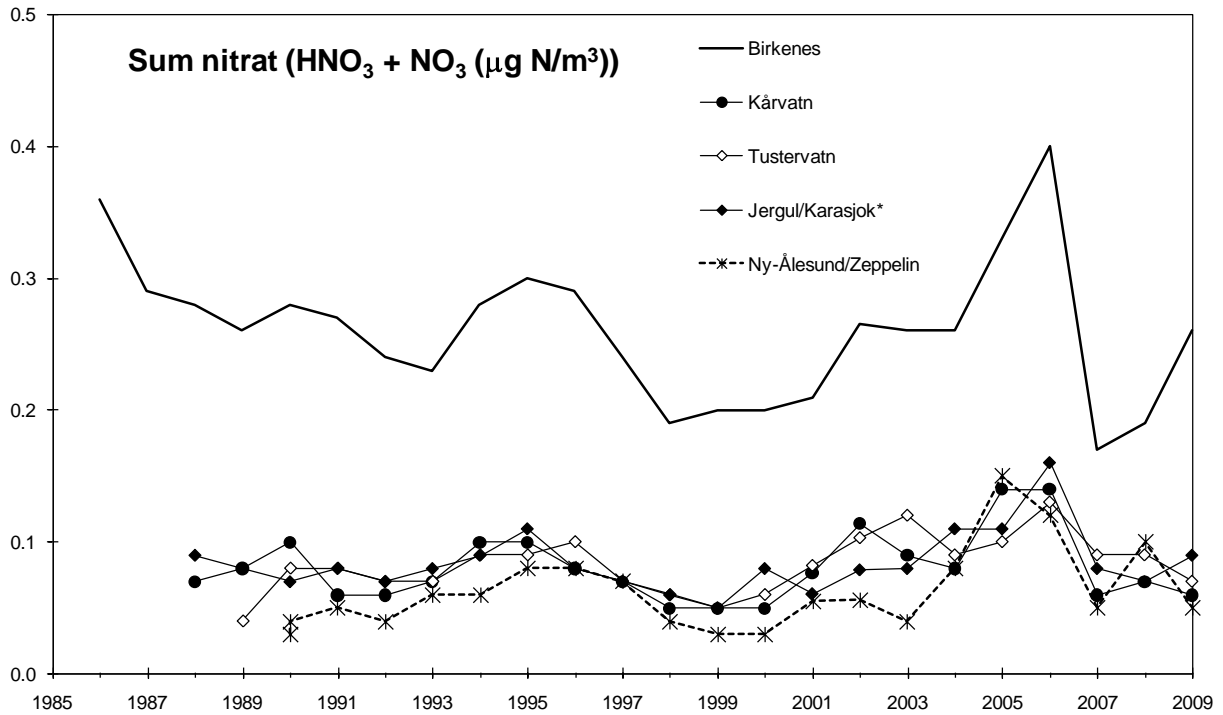
Figur 2.3: Årsmiddelkonsentrasjoner av partikulært sulfat i luft på norske EMEP-stasjoner i 1973-2009.



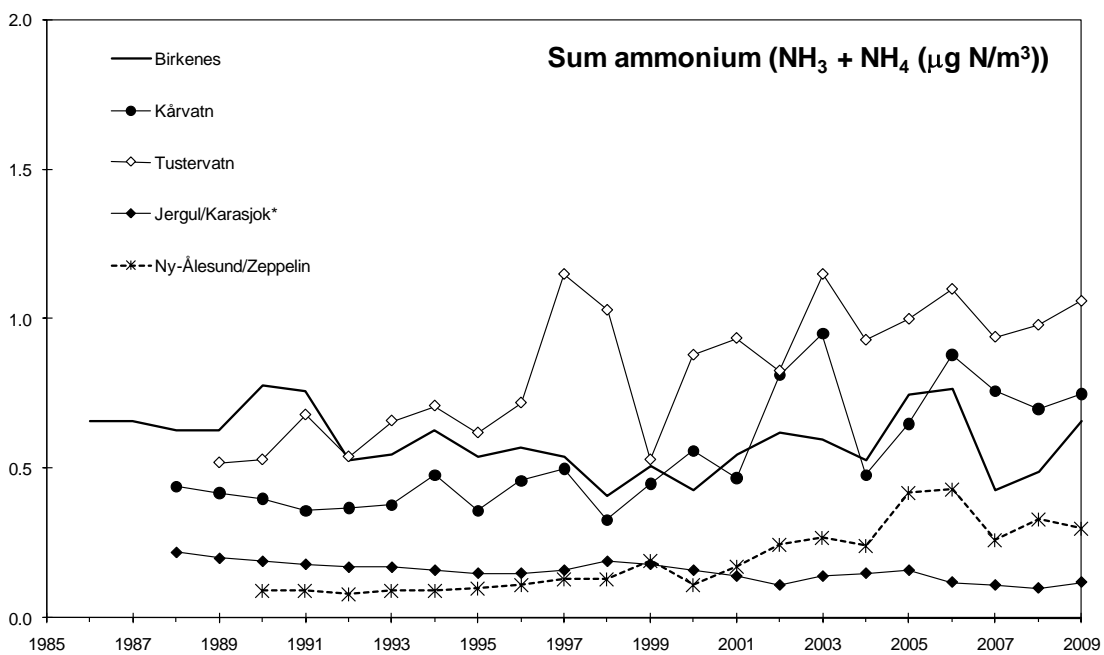
Figur 2.4: Årsmiddelkonsentrasjoner av svoveldioksid i luft på norske EMEP-stasjoner i 1978-2009.



Figur 2.5: Årsmiddelkonsentrasjoner av nitrogendioksid i luft på norske EMEP-stasjoner i 1984-2009.

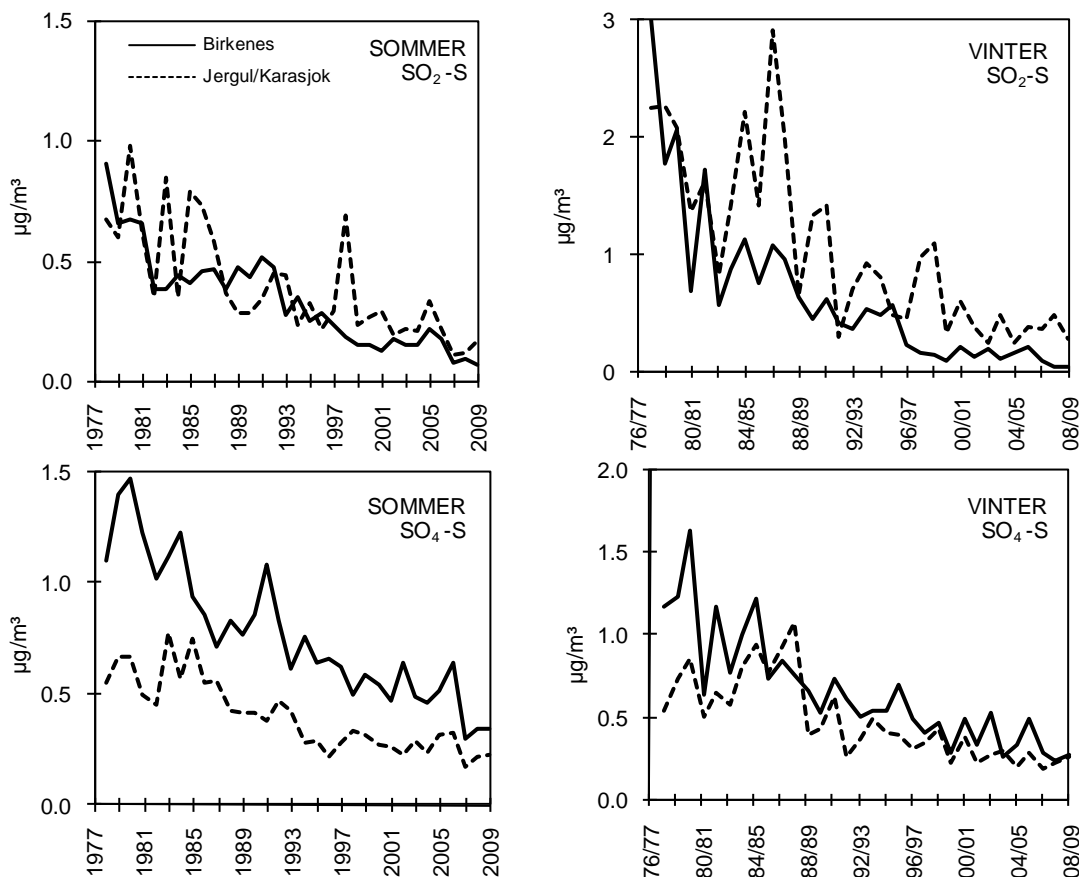


Figur 2.6: Årsmiddelkonsentrasjoner av sum nitrat i luft på norske EMEP-stasjoner i 1986-2009.



\* Karasjok fra 1997 og kun benyttet  $\text{NH}_4\text{-N}$ -konsentrasjonen.

Figur 2.7: Årsmiddelkonsentrasjoner av sum ammonium i luft på norske EMEP-stasjoner i 1986-2009.



Figur 2.8: Middelmiddelkonsentrasjoner av partikulært sulfat og svoveldioksid i luft for vinterhalvårene 1978/1979 – 2008/2009 (oktober-mars) og sommerhalvårene 1978–2009 på Birkenes og Jergul/Karasjok.

Tabell 2.8: Midlere endringer av de årlige middelmiddelkonsentrasjoner av svoveldioksid og sulfat i luft på norske bakgrunnsstasjoner i perioden 1980-2009.

Målested	Svoveldioksid, endringer				Sulfat, endringer				Endringer i nitrogen			
	mg SO <sub>2</sub> -S/m <sup>3</sup> år			Midlere endring i perioden (%)	mg SO <sub>4</sub> -S/m <sup>3</sup> år			Midlere endring i perioden (%)	1984-89 til 2009			
	Helning median	Nedre grense	Øvre grense		Helning median	Nedre grense	Øvre grense		sumNO <sub>3</sub>	sumNH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	
Birkenes	-0,028	-0,034	-0,024	-94% <sup>1)</sup>	-0,026	-0,030	-0,023	-79 %	x	-20%	***	-72%
Kårvatn	-0,013	-0,018	-0,008	-91% <sup>1)</sup>	-0,012	-0,015	-0,010	-76 %			***	131%
Tustervatn	-0,017	-0,025	-0,010	-88% <sup>1)</sup>	-0,015	-0,018	-0,012	-81 %	x	55%	***	100%
Jergul/Karasjok	-0,036	-0,048	-0,024	-89%	-0,016	-0,021	-0,012	-74 %			***	-45%
Zeppelin	-0,009	-0,012	-0,007	-81%	-0,007	-0,010	-0,005	-63 %			***	530%

Det er anvendt Mann-Kendall's test og Sen's estimator av trender (Gilbert, 1987).

Helningskoeffisienten og midlere endring ligger innen Sen's trend estimator.

<sup>1)</sup> Den midlere endring beregnet ut ifra den øvre grensen for 95% konfidensnivå da Sen-estimatet gir mer enn 100% endring.

\*\*\* signifikansnivå 0,001; \*\* signifikansnivå 0,01; \* signifikansnivå 0,05; x signifikansnivå 0,1.

Tabell 2.9: Midlere endringer av de årlige middelkonsentrasjoner av svoveldioksid og sulfat i luft på norske bakgrunnsstasjoner i perioden 1990-2009.

Målested	Svoveldioksid, endringer				Sulfat, endringer				Midlere endringer i nitrogen		
	mg SO <sub>2</sub> -S/m <sup>3</sup> år			Midlere endring i perioden (%)	mg SO <sub>4</sub> -S/m <sup>3</sup> år			Midlere endring i perioden (%)	sumNO <sub>3</sub>	sumNH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>
	Helning median	Nedre grense	Øvre grense		Helning median	Nedre grense	Øvre grense				
Birkenes	-0,022	-0,028	-0,014	-95%	-0,023	-0,028	-0,017	-62%			*** -57%
Kårvatn	-0,005	-0,008	-0,002	-76%	-0,009	-0,011	-0,005	-55%		*** 127%	
Tustervatn	-0,008	-0,013	-0,005	-79%	-0,010	-0,013	-0,007	-57%		** 86%	*** -49%
Jergul/Karasjok	-0,025	-0,035	-0,017	-72%	-0,011	-0,015	-0,007	-50%		*** -39%	** -46%
Zeppelin	-0,006	-0,009	-0,003	-58%	-0,003	-0,005	-0,001	-31%		*** 530%	

Det er anvendt Mann-Kendall's test og Sen's estimator av trender (Gilbert, 1987).

Helningskoeffisienten og midlere endring ligger innen Sen's trend estimator.

\*\*\* signifikansnivå 0,001; \*\* signifikansnivå 0,01; \* signifikansnivå 0,05.

### 3. Bakkenært ozon

Ozon i troposfæren stammer fra fotokjemiske reaksjoner mellom flyktige organiske forbindelser og nitrogenoksider under påvirkning av solstråling samt fra stratosfærisk ozon som transporteres nedover i atmosfæren. I Skandinavia varierer bakgrunnsnivået av bakkenært ozon mellom 40 og 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gjennom året og er vanligvis høyest om våren. Bakgrunnsnivået av ozon er adskillig nærmere grenseverdiene for effekter på helse og vegetasjon enn for de fleste andre luftforurensninger. Episoder med forhøyede ozonkonsentrasjoner i Norge er gjerne knyttet til høytrykkssituasjoner over kontinentet i sommerhalvåret med transport av forurensete luftmasser nordover mot Skandinavia.

Ozon har negative virkninger på helse, vegetasjon og materialer. Helsevirkningene gjelder særlig for astmatikere og andre med kroniske luftveislidelser. Virkninger på vegetasjon gjelder særlig for nyttevekster som grønnsaker og korn. Ved langvarig eksponering er det påvist negative virkninger på skog. Materialer som gummi og andre polymerforbindelser kan også skades av ozon.

Målinger av ozon i Norge har foregått siden 1975, først i nedre Telemark, og fra 1977 også i Oslofjord-området. Stasjonsnettet for bakgrunnsmålinger av bakkenært ozon har blitt endret og redusert med årene, og i 2009 var det 9 stasjoner i drift. NILU drev 8 av disse stasjonene, mens Porsgrunn kommune hadde ansvaret for stasjonen ved Haukenes (se Figur 1 og Tabell 3.1). Ozondata fra Haukenes ble rapportert inn til NILU og sjekket her.

Tabell 3.1: Målesteder for ozon i 2009.

St.nr.	Stasjon	Måleperiode	Datadekning
1	Prestebakke	01.01.09 - 31.12.09	98,0%
2	Hurdal *	01.01.09 - 31.12.09	99,4%
3	Haukenes	01.09.09 - 31.12.09	93,1%
4	Birkenes	01.01.09 - 31.12.09	96,0%
5	Sandve	01.01.09 - 31.12.09	99,8%
6	Kårvatn	01.01.09 - 31.12.09	99,6%
7	Tustervatn	01.01.09 - 31.12.09	99,6%
8	Karasjok	01.01.09 - 31.12.09	97,2%
9	Zeppelinfjellet	01.01.09 - 31.12.09	99,1%

\* Data fra 15 m høyde t.o.m. 12. mai kl 08 og data fra 25 m høyde etter dette.

Målestedene er bakgrunnsstasjoner og representerer den regionale ozonfordelingen. Lokal påvirkning, slik som avsetning til bakken eller kjemisk nedbrytning av ozon ved lokale  $\text{NO}_x$ -utslipp, kan imidlertid bidra i varierende grad på stasjonene. Avsetning av ozon til bakken er bestemt av lokal topografi og vegetasjonstype og har betydning for noen av målestedene, særlig innlandsstasjoner. Denne typen lokal påvirkning vil særlig manifestere seg som en reduksjon i ozonkonsentrasjonen om natta, mens dagverdiene vil være relativt lite påvirket på grunn av et dypere blandingslag i atmosfæren. Lokaliseringen av stasjonene tilsier at målingene er relativt lite influert av lokale  $\text{NO}_x$ -utslipp over tid, men kortvarige episoder med ozonnedbrytning på grunn av lokale  $\text{NO}_x$ -kilder kan ikke utelukkes. Lokal påvirkning vil medføre en reduksjon av ozonkonsentrasjonen og dermed en underestimert av den regionale ozoneksponeringen (se f.eks. Tørseth et al., 1996).

På stasjonen Hurdal har det vært foretatt målinger i to høyder, 15 m og 25 m, i flere år for å studere avsetning og opptak av ozon til vegetasjonen. Denne aktiviteten er avsluttet, og parallellmålingene ble derfor stoppet i 2009. Tidligere har de offisielle dataene fra Hurdal stammet fra inntaket i 15 m høyde, men etter at parallellmålingene ble avsluttet, ble det bestemt å fortsette målingene med inntaket i 25 m høyde. Dette innebærer et brudd i tidsserien, og ved f.eks. trendstudier (langtidstrender) er det viktig å ta hensyn til det og eventuelt korrigere for forskjellen i inntakshøyde. Bakgrunnen for å fortsette med inntak i 25 m høyde er at granskogen i området vokser til, og en inntakshøyde på 15 m ville blitt liggende under tretoppene og dermed mer påvirket av opptak og tørravsetning til skogen. Endringen ble foretatt 12. mai 2009, men i denne rapporten er dataene fra Hurdal før og etter endringen slått sammen til en tidsserie.

Tabell 3.1 viser målesteder og datadekning for 2009. Målemetoden er omtalt i vedlegg C. Datadekningen var over 95% på alle stasjoner med unntak av Haukenes hvor datadekningen var 93%.

### 3.1 Konsentrasjoner av ozon

Prosentilverdier basert på timemidler av bakkenært ozon i 2009 er vist i Tabell 3.2. Prosentilverdiene reflekterer både døgn- og årsvariasjonen av ozonkonsentrasjonene. De laveste 5- og 25-prosentilene observeres ved stasjoner der temperaturinversjoner på natta begrenser tilførselen av ozon fra høyere luftlag og gir stor døgnvariasjon i ozon, slik som på Kårvatn og Birkenes samt på stasjoner med mulig lokal ozonnedbrytning. På kyststasjonen Sandve og på de nordligste stasjonene, Tustervatn, Karasjøk og Zeppelinfjellet, er den midlere døgnvariasjonen mindre, og dermed blir de lave prosentilverdiene høyere.

Maksimumsverdien, og til dels 95-prosentilen, reflekterer i større grad fotokjemiske ozonepisoder fra forurensninger. De høyeste maksimumsverdiene i 2009 ble registrert på Sandve (142  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) og på Prestebakke, Haukenes og Kårvatn (136  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Dette er ganske lave verdier sammenlignet med EUs grenseverdier og sammenlignet med data fra de norske stasjonene i tidligere år. Verdiene var generelt enda lavere i minimumsåret 2007, men ellers var 2009-målingene lavere enn de fleste foregående år. Variasjonene fra år til år er i stor grad styrt av den dominerende meteorologien i de enkelte årene. Den kjølige sommeren i Sør-Norge 2009 bidro til de lave maksimalverdiene for ozon.

Månedsmiddelverdiene for ozon er vist i Tabell 3.3 og Figur 3.1-Figur 3.3. Høyeste månedsmiddelverdi ble observert på Tustervatn med 94  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i april.

I sommerhalvåret varierer ozonkonsentrasjonen på en del stasjoner systematisk over døgnet på dager uten sterk vind. Konsentrasjonen er lav om natta, den stiger raskt på formiddagen når oppvarmingen av bakken fører til nedblanding av ozonrik luft, og er gjerne høyest om ettermiddagen. Døgnvariasjonen er et resultat av ozonavsetning til bakken kombinert med den vertikale utvekslingen i atmosfæren. Ved svak vind vil avkjøling av bakken føre til at det dannes et stabilt sjikt (inversjon) om natten nær bakken, og ozonavsetningen vil gi en sterkt avtagende konsentrasjonsgradient ned mot bakken. På dager med vind eller nedbør som bryter opp det bakkenære sjiktet, eller i vinterhalvåret når bakkeavsetningen er liten, blir det ingen slik døgnvariasjon i ozon.

Det er verdt å merke seg at avsetningsraten er størst på dagtid siden planter og løvtrær da tar opp ozon, mens nedgangen i ozonkonsentrasjon på natta reflekterer reduksjonen i vertikal



blanding. Nattekonsentrasjonene er dermed mer bestemt av lokale forhold og i mindre grad regionalt representative, mens konsentrasjonene midt på dagen vanligvis regnes som mest representative for storskala ozonfordeling.

Den midlere døgnvariasjonen i ozon for månedene april-september er vist i Figur 3.4–Figur 3.6. I og med at tidspunktet for nedblanding av ozonrik luft (på formiddagen) varierer over året, samt at dager uten en klar døgnvariasjon i ozon er tatt med, blir den midlere variasjonen over en seks-måneders periode dempet. Det var en tydeligere gjennomsnittlig døgnvariasjon sør i landet enn på målestedene i nord. På Zeppelinfjellet var det ingen merkbar døgnvariasjon i ozonkonsentrasjonen.

Episoder med forhøyede ozonkonsentrasjoner forekommer i sommerhalvåret og varer gjerne ett eller flere døgn. Episodene har sammenheng med værforhold og storskala fordeling av lavtrykk og høytrykk i Europa. Fordi sommerværet i Nord-Europa er svært variabelt, vil antall ozonepisoder også variere atskillig fra år til år. Dette er illustrert i Tabell 3.4, der antall episodedøgn og maksimal timemiddelverdi er gitt for 2009 og de foregående 10 åra. Et episodedøgn er definert som et døgn med maksimal timemiddelverdi på minst  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på ett målested eller minst  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på flere målesteder. I Tabell 3.4 er det også tatt med antall datoer for hvert år siden 1999 med overskridelse av EU-direktivets grenseverdi på  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som 8-timers middelverdi (jfr. Tabell 3.5). Disse parameterne bekrefter at ozonnivået var generelt lavt i 2009 sammenlignet med tidligere år. Antall episodedøgn var det laveste i 2009 i forhold til disse årene, og også de andre indikatorene var lave sammenlignet med den forutgående tiårsperioden.

Det er imidlertid viktig å merke seg at antall episodedøgn og antall datoer med overskridelse av EU-direktivet er avhengig av antall målestasjoner. Stasjonsnettet for bakkenært ozon har blitt redusert de siste årene, og tallene for de ulike årene i Tabell 3.4 er dermed ikke direkte sammenlignbare.

Tabell 3.2: Prosentilverdier av bakkenært ozon i 2009 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Målested	5%	25%	50%	75%	95%	Maks.
Prestebakke	20	41	55	68	93	136
Hurdal *	21	39	52	66	86	126
Haukenes	16	36	52	67	90	136
Birkenes	10	31	46	60	83	119
Sandve	33	53	63	75	93	142
Kårvatn	9	37	57	73	95	136
Tustervatn	34	53	66	80	96	133
Karasjok	33	48	62	77	95	119
Zeppelinfjellet	39	57	66	77	90	110

\* Data fra 15 m høyde t.o.m. 12. mai kl 08 og data fra 25 m høyde etter dette.

Tabell 3.3: Månedss- og årsmiddelverdier av ozon i 2009 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Målested	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Årsmiddel
Prestebakke	49	49	71	78	75	62	55	54	49	38	47	41	56
Hurdal *	48	46	69	64	70	64	51	49	50	40	41	45	53
Haukenes	45	45	67	58	68	61	52	49	45	39	42	45	51
Birkenes	46	52	66	61	65	51	41	39	36	31	36	35	47
Sandve	58	61	75	78	80	68	65	64	56	52	55	52	64
Kårvatn	67	63	83	74	67	51	40	38	34	40	48	53	55
Tustervatn	67	73	88	94	81	63	52	50	56	54	51	61	66
Karasjok	65	73	88	91	77	60	43	49	50	50	43	59	62
Zeppelinfjellet	68	81	77	63	74	56	53	56	59	64	69	73	66

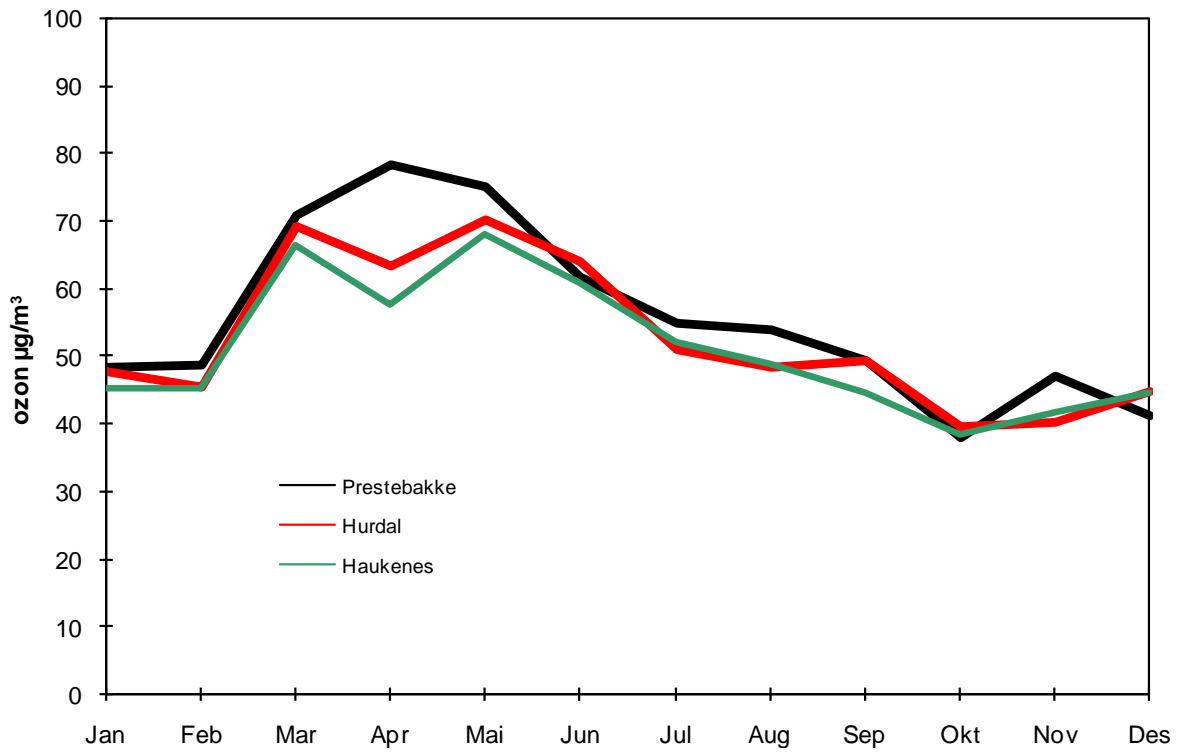
\* Data fra 15 m høyde t.o.m. 12. mai kl 08 og data fra 25 m høyde etter dette.

Tabell 3.4: Antall episodedøgn og høyeste timemiddelverdier 1999-2009.

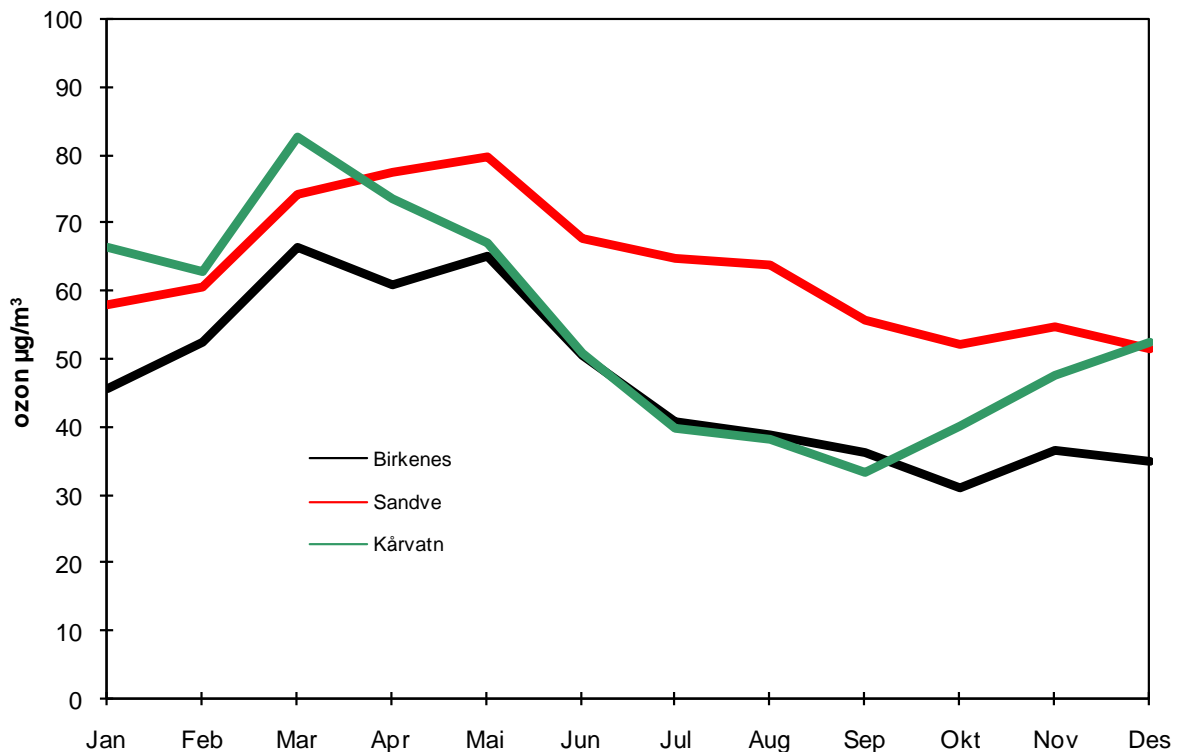
År	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Antall episodedøgn	17	12	4	19	13	15	8	26	8	14	3
Høyeste timemiddelverdi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	154	172	144	151	162	150	144	186	139	160	142
Antall datoer med overskridelse av EU-grenseverdien på $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ <sup>a)</sup>	48	23	21	46	36	39	16	36	16	27	16
Antall datoer med overskridelse av EU-grenseverdien på $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ <sup>b)</sup>	16	13	5	18	15	21	7	28	8	16	9

<sup>a)</sup> Faste midlingsperioder: kl 00-09, kl 08-17, kl 16-01, kl 12-21

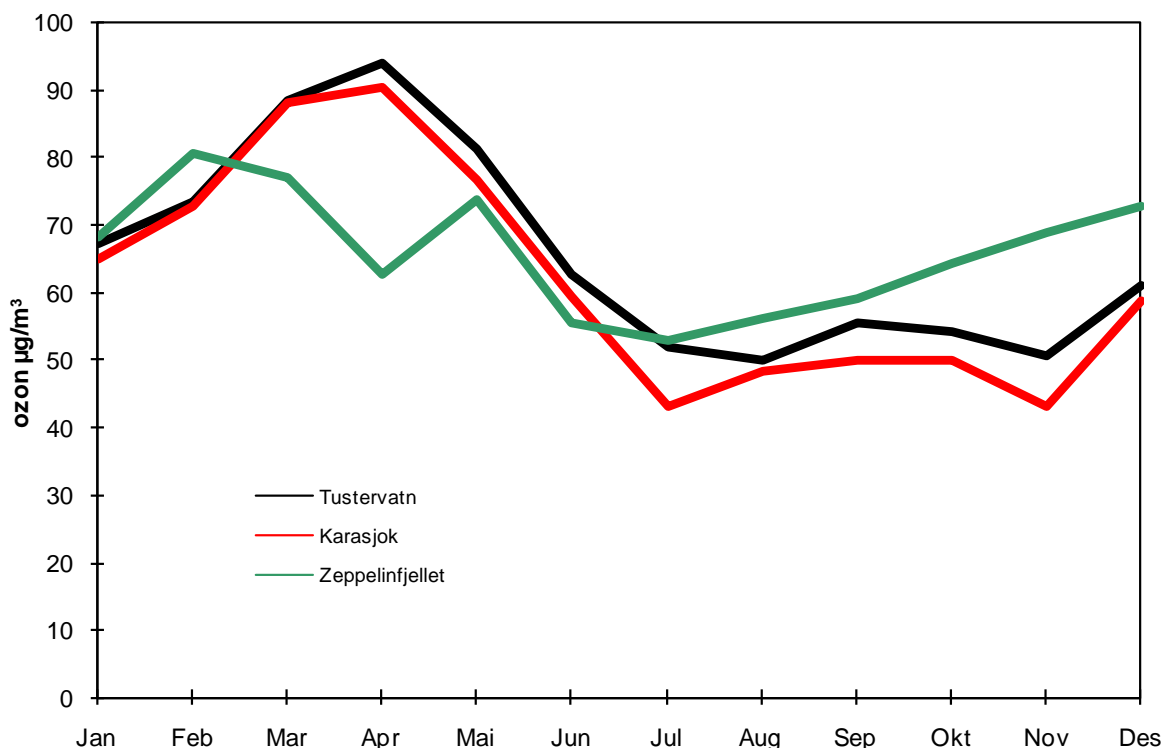
<sup>b)</sup> Løpende 8-timers middel



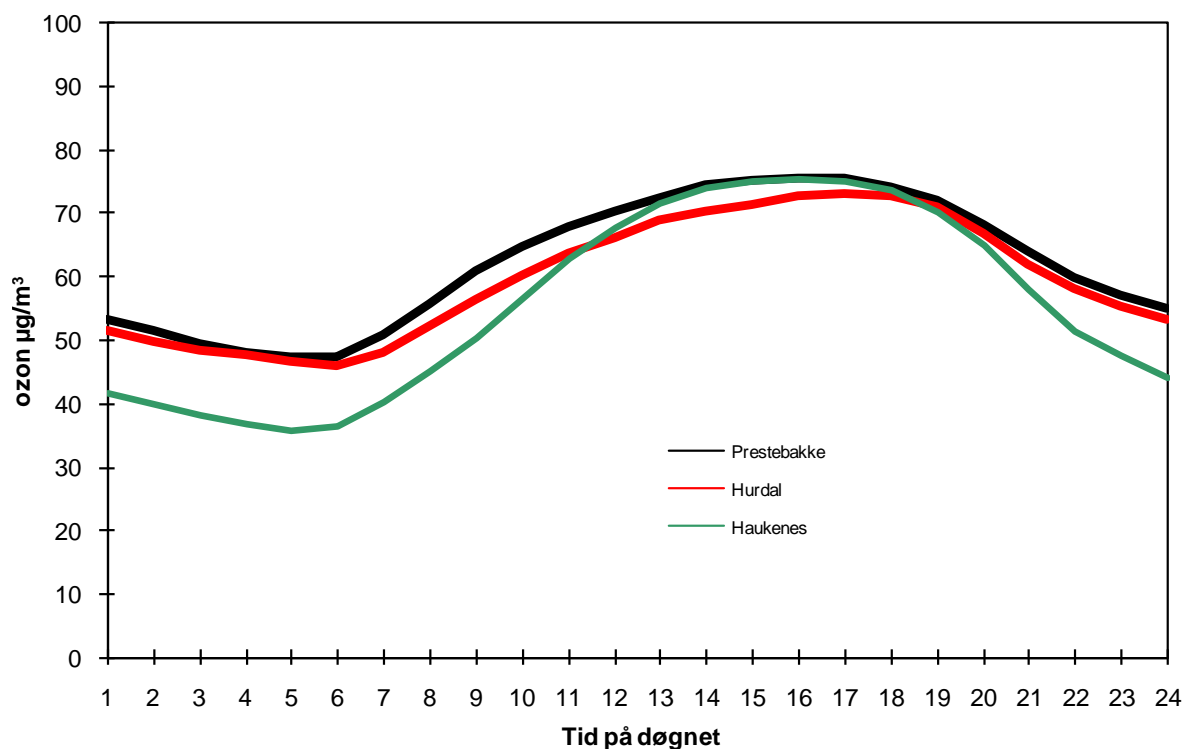
Figur 3.1: Månedsmiddeler av ozon 2009 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for Prestebakke, Hurdal og Haukenes.



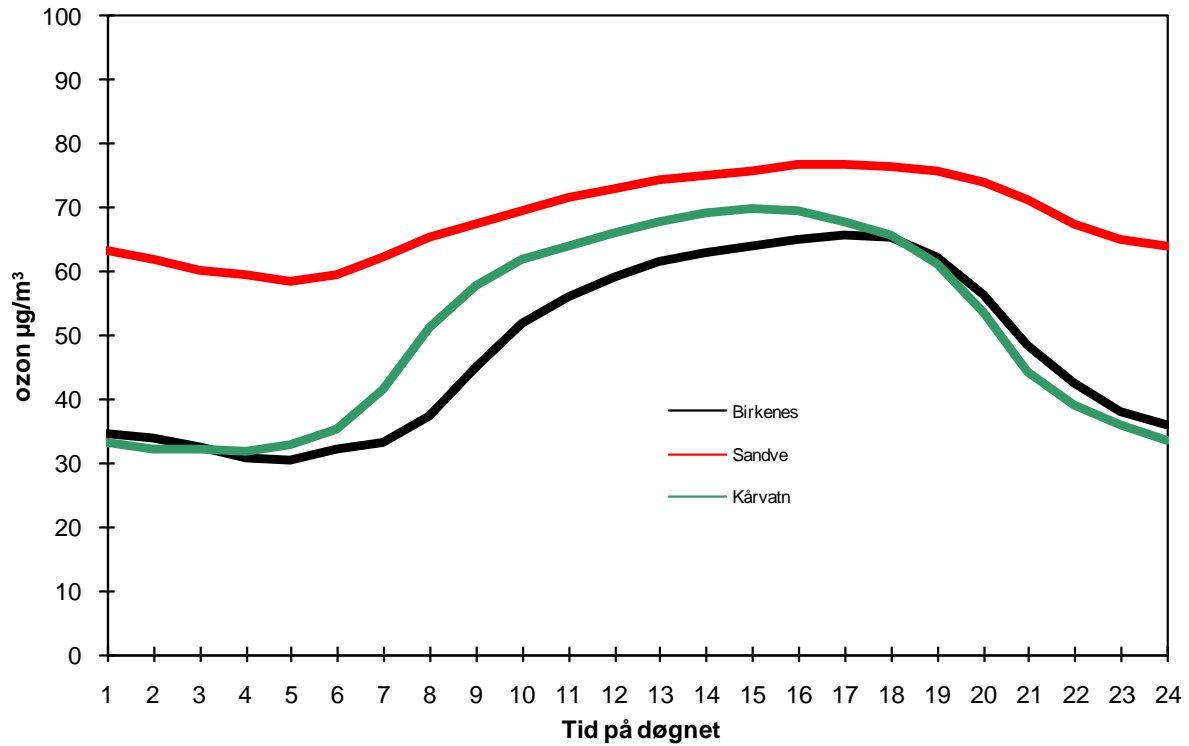
Figur 3.2: Månedsmiddeler av ozon 2009 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for Birkenes, Sandve og Kårvatn.



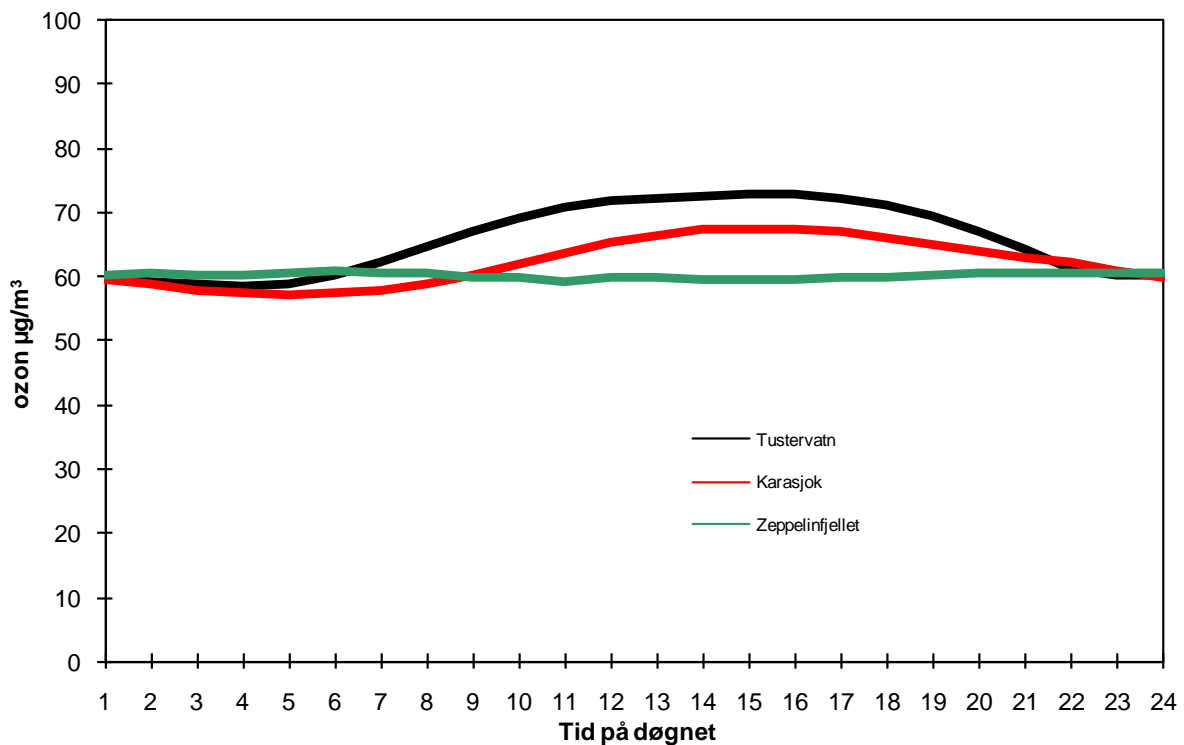
Figur 3.3: Månedsmiddelverdier av ozon 2009 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for Tustervatn, Karasjok og Zeppelinfjellet.



Figur 3.4: Midlere døgnavariasjon av ozon ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for Prestebakke, Hurdal og Haukenes, april-september 2009.



Figur 3.5: Midlere døgnavariasjon av ozon ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for Birkenes, Sandve og Kårvatn, april-september 2009.



Figur 3.6: Midlere døgnavariasjon av ozon ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for Tustervatn, Karasjok og Zeppelinfjellet, april-september 2009.

### 3.2 Overskridelser av grenseverdier for beskyttelse av helse

Bakkenært ozon kan forårsake helseskader, og konsentrasjonsnivået bør ikke overskride gitte grenseverdier. Anbefalte luftkvalitetskriterier for ozon for beskyttelse av helse er vist i Tabell 3.5. Enkelte av grenseverdiene er bare litt høyere enn det generelle bakgrunnsnivået. Norge har implementert EUs ozondirektiv og har en beredskap for melding og varsling av ozonepisoder til befolkningen ved overskridelser av grenseverdiene i dette direktivet. EUs 3. datterdirektiv ble utarbeidet i 2002 (EU, 2002), og i mai 2008 ble dette inkludert og oppdatert i et nytt luftkvalitetsdirektiv (EU, 2008).

Tabell 3.5: Anbefalte luftkvalitetskriterier for beskyttelse av helse.

Kons. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Midlingstid (timer)	Referanse	Merknad
100	1	SFT (1992b)	
80	8	SFT (1992b)	
180 <sup>a)</sup>	1	EU (2002, 2008)	Melding
240	1	EU (2002, 2008)	Varsling
120	8	EU (2002, 2008)	

a) Tidligere ble det sendt ut melding til befolkningen ved en noe lavere grenseverdi ( $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) enn det EU-direktivet krever.

Overskridelsene av grenseverdiene (for helse) for timeverdier er vist i Tabell 3.6. Tabellen viser antall timer og døgn med timemiddelverdier av ozon større enn henholdsvis 100, 160 og  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på de ulike målestedene og høyeste timemiddelverdier i 2009. Høyeste timemiddelverdi i 2009 var  $142 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og ble målt 20. august på Sandve. Verdiene var spesielt lave på Birkenes som hadde et årsmaksimum på bare  $119 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tabell 3.6: Antall timemiddelverdier av ozon større enn 100, 160 og  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2009.

Målested	Totalt antall		100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Høyeste timemiddelverdi	
	Timer	Døgn	h	d	h	d	h	d	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dato
Prestebakke	8584	360	223	30					136	2009-08-20
Hurdal *	8708	365	64	18					126	2009-04-25
Haukenes	8157	343	107	30					136	2009-04-25
Birkenes	8410	357	28	8					119	2009-04-26
Sandve	8742	365	144	23					142	2009-08-20
Kårvatn	8729	365	213	32					136	2009-05-01
Tustervatn	8727	365	216	26					133	2009-04-25
Karasjok	8518	357	210	21					119	2009-05-02
Zeppelinfjellet	8681	365	29	4					110	2009-05-08
Sum datoer		365		73						

\* Data fra 15 m høyde t.o.m. 12. mai kl 08 og data fra 25 m høyde etter dette.

Tabell 3.7: Antall døgn med 8-timers middelværdi av ozon større enn 80, 110 og 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2009.

Målested	Tot.ant. døgn	>80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ <sup>a)</sup> (antall døgn)	>110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ <sup>b)</sup> (antall døgn)	>120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ <sup>a)</sup> (antall døgn)
Prestebakke	360	93	15	2
Hurdal *	365	76	2	0
Haukenes	343	98	2	1
Birkenes	357	56	0	0
Sandve	365	121	7	2
Kårvatn	365	114	6	5
Tustervatn	365	116	5	3
Karasjok	357	92	2	0
Zeppelinfjellet	365	100	0	0

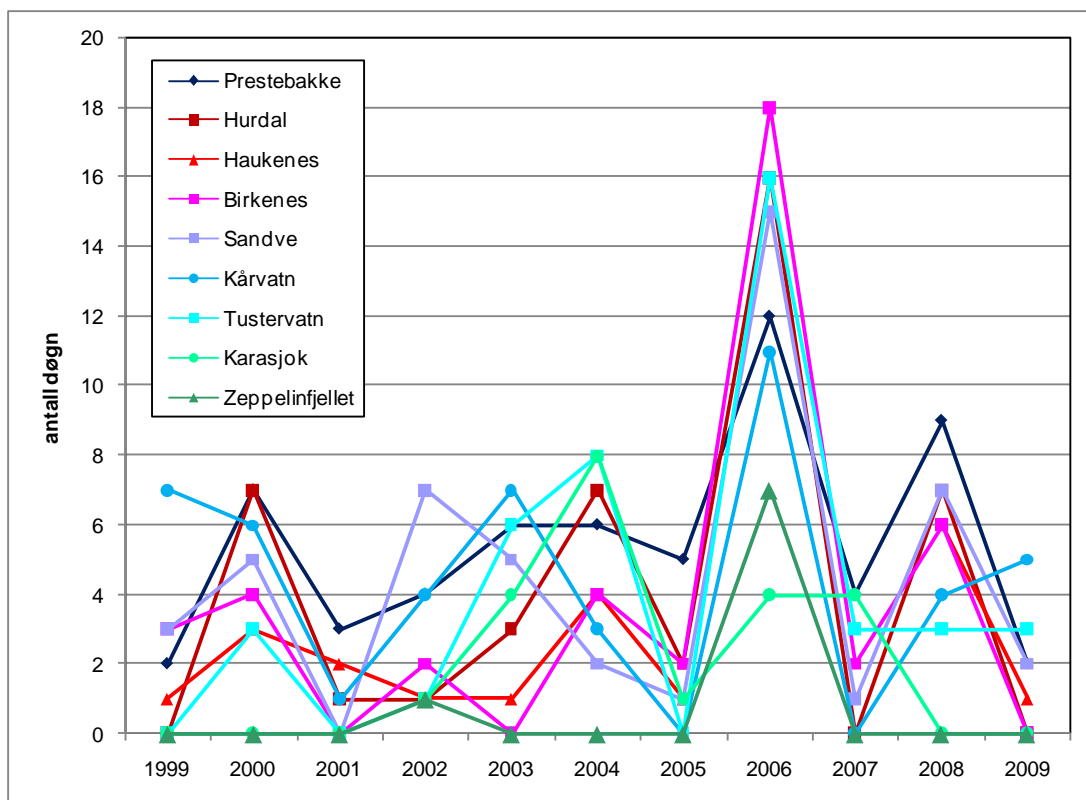
a) Løpende 8-timers midler

b) Faste midlingsperioder: kl 00–09, kl 08–17, kl 16–01, kl 12–21

\* Data fra 15 m høyde t.o.m. 12. mai kl 08 og data fra 25 m høyde etter dette.

Timemiddelværdier over 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ble målt på alle målestedene. Dette viser at terskelverdien på 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  er nær den storskala bakgrunnskonsentrasjonen i Nord-Europa, og små endringer i forhold til denne kan dermed gi store utslag i parametere som teller opp antall timer eller dager med overskridelser.

EU-direktivene angir en målverdi ("target value") som skal være oppfylt innen 01.01.2010, der antall dager med overskridelse av løpende 8-timers middel på 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  skal være 25 eller færre. Dette målet er oppfylt på de norske stasjonene med god margin (Figur 3.7). EUs langtidsmål ("long-term objective") er at 8-timers verdien på 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  skal være den maksimale verdien i løpet av året. Dette målet var i 2009 oppfylt ved Hurdal, Birkenes, Karasjok og Zeppelinfjellet, men tidsutviklingen (Figur 3.7) viser at det ikke er noen klar nedadgående trend i denne parameteren de siste 10 årene.



Figur 3.7: Antall dager med maksimal løpende 8-timers middelkonsentrasjon av ozon over  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for årene 1999-2009.

### 3.3 Overskridelser av grenseverdier for beskyttelse av vegetasjon

Norske anbefalte luftkvalitetskriterier for beskyttelse av plantevekst er de samme som tålegrensene fastsatt av ECE (1996). Tålegrensene skal reflektere vegetasjonens vekstsesong. Vekstsesongens lengde varierer med planteslag og breddegrad, og 6-månedersperioden april-september er valgt som vekstsesong. EUs ozondirektiv fastsetter også grenseverdier for beskyttelse av plantevekst. I tillegg er det under UN ECE utarbeidet kriterier basert på akkumulert eksponering over terskelverdien  $40 \text{ ppb}$  ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Accumulated exposure over the threshold of  $40 \text{ ppb}$ , betegnes AOT40). I EUs ozondirektiv (EU, 2002) og luftkvalitetsdirektiv (EU, 2008) benyttes også grenseverdier for vegetasjon basert på AOT40. AOT40 beregnes som summen av differansen mellom timemiddelkonsentrasjonen og  $40 \text{ ppb}$  for hver time der ozonkonsentrasjonen overskrider  $40 \text{ ppb}$ . Beregningsmåten viser gode statistiske sammenhenger for en rekke dose-responsforsøk. Tre tålegrenser er foreslått (ECE, 1996):

a) Eksponering over 3 mnd. for beskyttelse av landbruksvekster

Beregningsgrunnlag: 5% avlingsreduksjon for hvete:

AOT40 = 3000 ppb-timer beregnet for dagslystimer (definert som stråling på minst  $50 \text{ W}/\text{m}^2$ ).

b) Korttidsverdi for synlige skader på landbruksvekster

AOT40 = 500 ppb-timer evt. 200 ppb-timer over 5 påfølgende dager

(avhenger om atmosfærens vanddamptrykk er begrensende for opptak eller ikke), beregnet for dagslystimer.



c) 6-månedersverdi for skog

AOT40 = 10.000 ppb-timer, beregnet for dagslystimer, 1. april - 1. oktober.

I EUs ozondirektiv (EU, 2008) oppgis en "target value" som AOT40 = 9 000 ppb-timer (1. mai-1. august) midlet over 5 år og et "long-term objective" på 3 000 ppb-timer for beskyttelse av vegetasjon. Det er ikke spesifisert om dette er grenseverdi for beskyttelse av landbruksvekster eller skog.

Tabell 3.8 viser de anbefalte luftkvalitetskriterier for beskyttelse av vegetasjon.

Tabell 3.8: Anbefalte luftkvalitetskriterier for beskyttelse av vegetasjon.

Kons. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Midlingstid (timer)	Periode	Referanse	Merknad
150	1		SFT (1992b)	
60	8	(0-8,8-16,16-24)	SFT (1992b)	
50	7	(9-16, april-sept.)	SFT (1992b)	
AOT40 (ppb-timer)				
3000	3 mnd.	15. mai - 15. aug.	ECE (1996)	Vekstsesong tilpasset nordiske forhold Avh. av vanndamptrykk
3000	3 mnd.	1. mai - 1. aug.	EU (2002, 2008)	
500 (200)	5 dager	15. mai - 15. aug.	ECE (1996)	
10000	6 mnd.	1. april - 1. okt.	ECE (1996)	
9000	3 mnd.	1. mai - 1. aug.	EU (2002, 2008)	

Tabell 3.9 viser 7-timers middelverdien kl 09-16 av ozon i sommerhalvåret samt antall døgn med 8-timers middelverdi over  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (jfr. Tabell 3.8) på de ulike stasjonene.

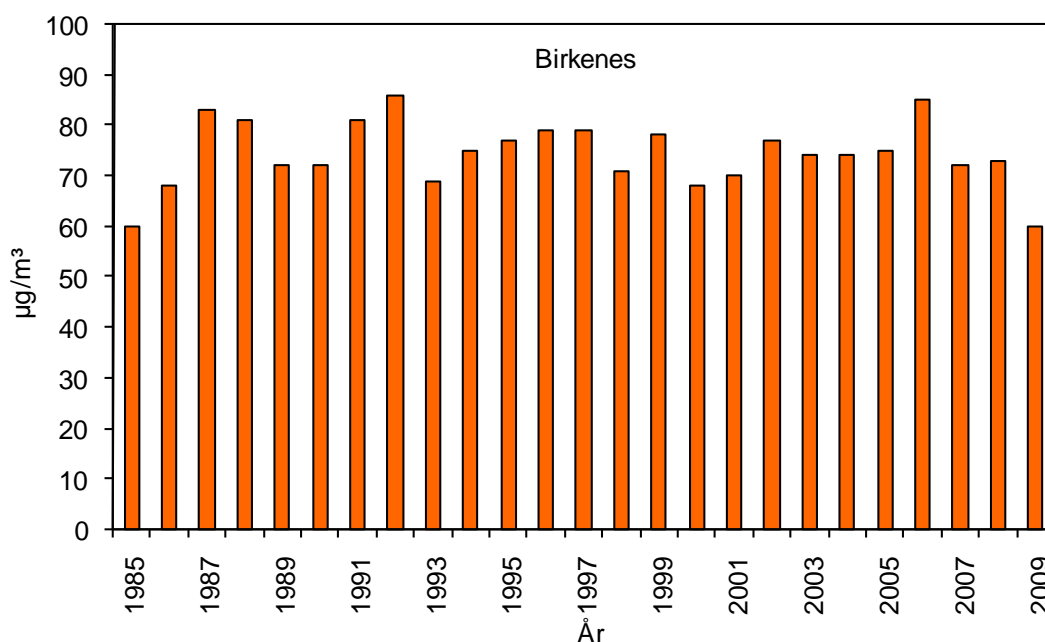
Tabell 3.9: Indikatorer for effekter på vegetasjon fra ozoneksponering i 2009.

Målested	Middelkons. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) kl 09-16, april - sept.	Antall døgn med 8-timers middelkons. $> 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Prestebakke	72	149
Hurdal	68	131
Haukenes	69	140
Birkenes	60	91
Sandve	74	162
Kårvatn	67	112
Tustervatn	72	140
Karasjok	66	104
Zeppelinfjellet	60	115

Grenseverdien på  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som 7-timers middel for kl. 09-16 i vekstsesongen (april-september) ble overskredet i hele landet i 2009. Middelverdien var størst på Sandve ( $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Figur 3.8 viser 7-timers middelverdien for Birkenes i perioden 1985-2009. Figuren viser at det er en del variasjon fra år til år, og at det ikke er noen markert endring i

denne parameteren over perioden, men verdien i 2009 var spesielt lav sammenlignet med tidligere år.

Ozonverdiene ved Birkenes var generelt svært lave i 2009, både sammenlignet med tidligere år og sammenlignet med andre stasjoner i Sør-Norge. Det er ingen åpenbar forklaring på dette. Det er ikke noen grunner som tilsier at det er tekniske problemer med disse dataene, men en egen vurdering vil bli foretatt.



Figur 3.8: Middelkonsentrasjon av ozon for 7 timer (kl. 09-16) i vekstsesongen (april-september) ved Birkenes i perioden 1985-2009.

Grenseverdien på 8-timers middel over  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ble overskredet gjennom hele 6-månedersperioden april-september (Tabell 3.9). Sandve hadde flest døgn med overskridelse, 162, dvs. at nesten samtlige dager i 6-måneders-perioden overskred denne grenseverdien. Grenseverdien på 24-timers middel over  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ble også overskredet på samtlige stasjoner. Sandve hadde flest dager med overskridelse av denne grenseverdien.

Tabell 3.10 viser 3-måneders AOT40-verdi for dagslystimer for perioden 15. mai–15. august (jfr. Tabell 3.8). Grenseverdien for landbruksvekster, 3000 ppb-timer, ble ikke overskredet på noen av stasjonene i 2009. Høyest var verdien på Sandve med 2011 ppb-timer.

Tabell 3.11 viser 6-måneders AOT40-verdi for dagslystimer (april-september). Grenseverdien på 10.000 ppb-timer for skog ble heller ikke overskredet på noen stasjoner i 2009. Den høyeste verdien var 4276 ppb-timer på Sandve.

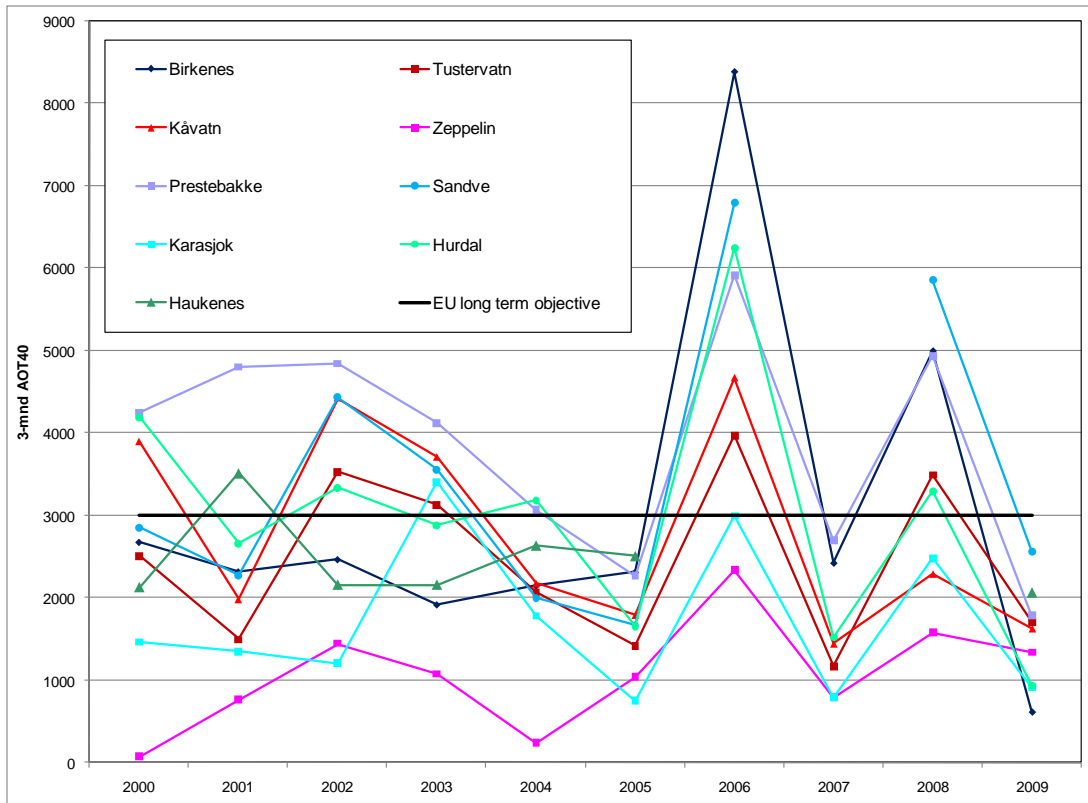
Tabell 3.10: Datadekning og beregnede eksponeringsdoser for landbruksvekster for perioden 15. mai–15. august 2009 (enhet ppb-timer).

Stasjon	Datadekning (%)	AOT40 (korrigert for datadekning)
Prestebakke	98	1226
Hurdal	98	648
Haukenes	99	1493
Birkenes	88	286
Sandve	100	2011
Kårvatn	99	647
Tustervatn	99	691
Karasjok	89	314
Zeppelinfjellet	98	634

Tabell 3.11: Datadekning og beregnede eksponeringsdoser for skog for perioden 1. april–1. oktober 2009 (enhet ppb-timer).

Stasjon	Datadekning (%)	AOT40 (korrigert for datadekning)
Prestebakke	98	3938
Hurdal	99	1964
Haukenes	99	3422
Birkenes	93	1444
Sandve	100	4276
Kårvatn	99	4077
Tustervatn	99	4145
Karasjok	93	2667
Zeppelinfjellet	98	1757

EU-direktivets målverdi ("target value") på 9000 ppb-timer, som skal være oppfylt innen 01.01.2010, er idag oppfylt ved alle de norske stasjonene (Figur 3.9). Verdier over langtids-målet ("long-term objective") på 3000 ppb-timer har imidlertid forekommet i de fleste av de siste ti årene. Vi gjør oppmerksom på at AOT-verdiene vist i Figur 3.9 refererer til tre-måneders perioden mai-juli (som er angitt i direktivet), uten noen "nordisk tilpasning". Med en såkalt nordisk tilpasning, dvs. med beregningsperioden 15. mai til 15. august, ville AOT-verdiene bli noe lavere, i og med at ozonivået generelt er lavere i august enn i mai i Norge.



Figur 3.9: 3-måneders AOT-verdi (1. mai – 1. august) for årene 2000-2009. EUs langtidsmål på 3000 pbb-timer er markert i figuren.

## 4. Partikler

Partikkelmasse i to eller tre størrelsesfraksjoner har blitt målt ukentlig (pluss noe døgn) på Birkenes siden 2000. Målingene er gjort gravimetrisk og filtrene er videre blitt analysert for organisk materiale (elementært og organisk karbon). Uorganiske analyser er gjort parallelt med filterpakke som beskrevet i kapittel 2. Vi antar at disse målingene er representative for størrelsesfraksjonen PM<sub>10</sub>.

Atmosfæriske partikler kan ha både naturlig og antropogent opphav og klassifiseres i forhold til hvorvidt de er primære eller sekundære; det vil si hvorvidt de slippes ut direkte til atmosfæren eller om de dannes som følge av gass til partikkelreaksjoner i atmosfæren. Partikler i luft har en kompleks sammensetning bestående av mange ulike kjemiske forbindelser fordelt på et stort antall forskjellige partikkelstørrelser. Det er i dag betydelige mangler i kunnskapen vedrørende partiklers fysiske og kjemiske egenskaper. Det er derfor viktig at det genereres pålitelige og kvalitetskontrollerte data som gjør det mulig å overvåke utslipp av partikler samt partiklenes forløpere. I overvåkningssammenheng er partiklenes kjemiske sammensetning spesielt viktig da denne gir informasjon om utslippskilder samt fysiske og kjemiske prosesser som finner sted i atmosfæren.

Partikler påvirker strålingsbalansen i atmosfæren direkte ved at de sprer og absorberer sollys og terrestrisk stråling. Uavhengig av hvorvidt spredning eller absorpsjon er den dominerende effekten, vil dette hindre sollyset fra å nå jordoverflaten, hvilket igjen fører til en avkjøling av jordoverflaten. Partikler påvirker også strålingsbalansen indirekte ved at de påvirker skyenes mikrofysiske egenskaper, utbredelse og levetid.

Det er i betydelig grad mangelfull kunnskap knyttet til hvordan, samt i hvilken grad atmosfæriske partiklers kjemiske sammensetning virker inn i forbindelse med de påviste negative helseeffektene som påføres mennesker ved eksponering for partikler. Det er derfor relevant å nevne kjemisk sammensetning også i denne sammenheng. I de senere år har stadig flere studier knyttet de negative helseeffektene til partiklenes størrelse, der fine og ultrafine partikler har en mer negativ effekt enn grove partikler. Den kjemiske sammensetningen av partikler er også av betydning i forbindelse med eutrofiering og forurensning av vann og vassdrag, fortrinnsvis på grunn av deres innhold av ammonium, nitrat og sulfat.

### 4.1 Konsentrasjoner av partikkelmasse

Månedsmidler og årsmidler for PM<sub>10</sub>, PM<sub>10-2,5</sub> og PM<sub>2,5</sub> i 2009 er rapportert i Tabell 4.1. Årsmidler for PM<sub>10</sub>, PM<sub>10-2,5</sub>, PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>1</sub> for perioden 2000 – 2009 er rapportert i Tabell 4.2.

For 2009 var årsmidlet for PM<sub>10</sub> 6,0 µg/m<sup>3</sup>, hvilket er 0,4 µg/m<sup>3</sup> lavere enn gjennomsnittsverdien for perioden 2000 – 2009. Årsmidlet for 2009 er omtrent uendret i forhold til det foregående året. Variasjonen i årsmidlet for PM<sub>10</sub> for perioden 2000 – 2009 er moderat (6,4 ± 0,8 µg/m<sup>3</sup>) (Gjennomsnitt ± standardavvik), men store variasjoner fra år til år har forekommet, f.eks. ble det rapportert en > 30% reduksjon fra år 2006 til 2007. Årsmidlet for PM<sub>10</sub> ligger lang under den årlige grenseverdien satt av EU (40 µg/m<sup>3</sup>), samt de reviderte retningslinjene fra WHO (20 µg/m<sup>3</sup>). Det høyeste månedsmidlet ble rapportert for april (12,8 µg/m<sup>3</sup>) og det laveste for februar (3,3 µg/m<sup>3</sup>). Det høye månedsmidlet for april skyldes flere episoder med langtransportert luftforurensning med relativt høye konsentrasjoner.

For  $PM_{2,5}$  var årsmidlet  $3,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , hvilket er  $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lavere enn gjennomsnittsverdien for perioden 2001 – 2009. Som for  $PM_{10}$  er årsmidlet for  $PM_{2,5}$  høyere enn for foregående år; ca 20% høyere. Årsmidlet for  $PM_{2,5}$  ligger langt under den årlige grenseverdien satt av EU ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), og det utgjør kun 30 – 40% av årsmidlet i de reviderte retningslinjene fra WHO som er på  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Som for  $PM_{10}$  ble det høyeste månedsmidlet for  $PM_{2,5}$  observert for april ( $8,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mens det laveste ble rapportert for september ( $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Årsmidlet for  $PM_{10-2,5}$  var  $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , hvilket tilsvarer det gjennomsnittlige årsmidlet for perioden 2001–2009. Det ble observert en reduksjon i konsentrasjonen tilsvarende 17% i forhold til foregående år. Det høyeste månedsmidlet ble rapportert for mai ( $4,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) og det laveste for februar ( $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Tabell 4.1: Månedsmidler og årsmidler for  $PM_{10}$ ,  $PM_{10-2,5}$ , og  $PM_{2,5}$  for 2009. Enhet  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

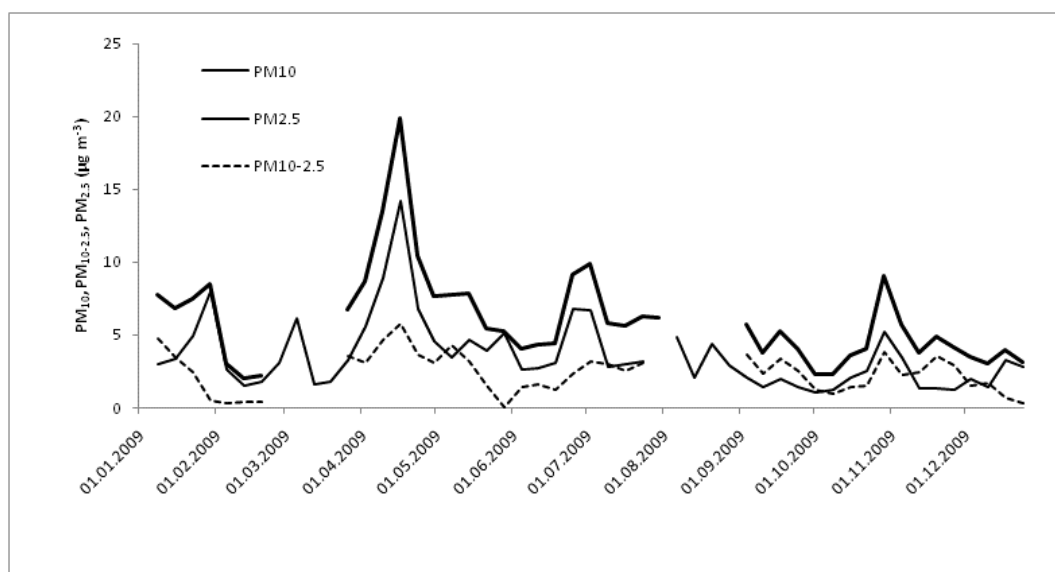
Måned	$PM_{2,5}$	$PM_{10-2,5}$	$PM_{10}$
Januar	4,3	3,2	7,6
Februar	2,8	0,4	3,3
Mars	3,2	3,5	6,5
April	8,6	4,2	12,8
Mai	4,3	2,6	6,9
Juni	3,8	1,5	5,2
Juli	4,1	2,9	6,9
August	3,7	-	6,2
September	1,8	3,0	4,7
Oktober	2,1	1,6	3,7
November	2,3	2,9	5,2
Desember	2,3	1,1	3,4
Årsmiddel	3,6	2,4	6,0

Tabell 4.2: Årsmidler for  $PM_{10}$ ,  $PM_{10-2,5}$ ,  $PM_{2,5}$  og  $PM_1$ . Enhet  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

År	$PM_1$	$PM_{2,5}$	$PM_{10-2,5}$	$PM_{10}$
2000				6,8
2001		4,0	2,0	6,1
2002		4,8	2,3	7,1
2003		4,4	2,2	6,7
2004		3,3	2,1	5,4
2005		4,1	2,7	6,8
2006	3,7	5,0	3,1	8,1
2007	2,7	3,3	2,3	5,6
2008	2,2	3,0	2,9	5,9
2009		3,6	2,4	6,0

På årsbasis utgjorde  $PM_{2,5}$  60% av  $PM_{10}$  i 2009, mens  $PM_{10-2,5}$  stod for 40%. Dette er en merkbar endring i forhold til foregående år og bryter med den stadig avtagende andelen av  $PM_{2,5}$  som har vært observert siden samtidige målinger av  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  startet på Birkenes i

2001. Forklaringen til dette kan være den observerte økningen av sekundære uorganiske forbindelser fra 2008 til 2009 som er forbundet  $PM_{2,5}$ , samt en nedgang i sjøsaltbidraget som fortrinnsvis bidrar til  $PM_{10-2,5}$ . Basert på månedsmidler utgjorde  $PM_{2,5}$  mellom 37% og 85% av  $PM_{10}$  i 2009, mens det for  $PM_{10-2,5}$  varierte mellom 12% og 63%.  $PM_{10-2,5}$  var den dominerende fraksjonen av  $PM_{10}$  for to av ti sammenlignbare måneder (september og november). Et høyt relativt bidrag av  $PM_{10-2,5}$  til  $PM_{10}$  på månedsbasis har typisk vært assosiert med lave månedsmidler av  $PM_{10}$ . Dette ble også observert i 2009. Typisk for høye månedsmidler på Birkenes er at de er influert av episoder med langtransportert luftforurensning som har sitt opphav i viktige kildeområder på det europeiske kontinentet. En økende hyppighet og omfang av slike episoder utover våren har vært brukt som forklaring på hvorfor sesongvariasjonen for PM ser ut som den gjør på Birkenes (se Figur 6.1 i SFT, 2006). Som for tidligere år ble det for 2009 observert en gradvis økning av partikkelkonsentrasjonen for  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  ifra årsskiftet og utover våren (Figur 4.1). Det høye månedsmidlet for april skyldes flere episoder med langtransportert luftforurensning med relativt høye konsentrasjoner. Fra juni og frem til årsskiftet jevner konsentrasjonene seg noe ut avbrutt av enkelte lokale maksima f.eks. i overgangene mellom juni/juli og oktober/november. Det er minimal forskjell mellom gjennomsnittskonsentrasjonen for sommer- (mai – september) og vinterhalvåret (oktober - april) for alle de tre størrelsesfraksjonene.

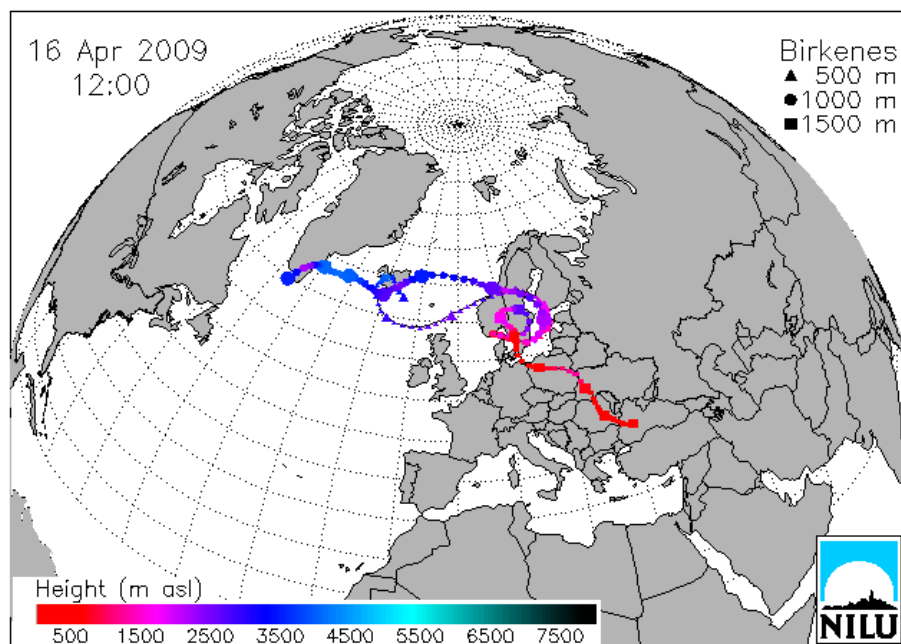


Figur 4.1: Tidsserie for  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  og  $PM_{10-2,5}$  på Birkenes for 2009.

For 2009 ble det kun tatt prøver med én ukes tidsopløsning av  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$ . Denne prøvetakingsfrekvensen gjør at en ikke har mulighet til å evaluere luftkvaliteten på Birkenes opp mot gjeldende grenseverdier for døgnkonsentrasjoner av PM. For tidligere år er det vist at døgnkonsentrasjonen av  $PM_{10}$  kan ligge mellom 30 og 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , samt mellom 20 og 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  for  $PM_{2,5}$  under episoder med langtransportert luftforurensning, hvilket overskrider SFTs luftkvalitetskriterier for  $PM_{10}$  på 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $PM_{2,5}$  på 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Årsmidlet og sesongvariasjonen av PM for Birkenes i 2009 samsvarer det som er rapportert for tidligere år. For 2009 ble det observert én langtransport-episode av én ukes varighet der  $PM_{10}$ -konsentrasjonen (19,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) oversteg 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Figur 4.2 viser at luftmassene for

denne perioden (16. – 23. april) hadde passert i lav høyde over viktige kildeområder i Øst-Europa (eksemplifisert for 16. april).



Figur 4.2: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst Birkenes 16. april kl 12.00. Denne dagen er karakteristisk for deler av perioden 16-23. april, da det høyeste ukesmippet for  $PM_{10}$  i 2009 ble observert.

## 4.2 Kjemisk sammensetning av partiklene

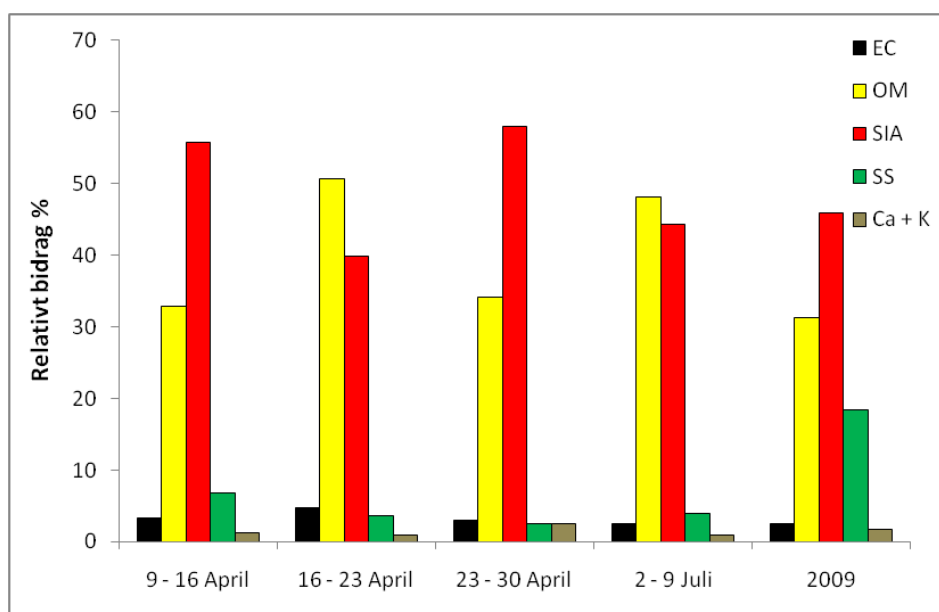
Figur 4.3 viser den relative kjemiske sammensetning av den spesierte massen for uken 16. – 23. april hvilket var uken med det høyeste ukesmippet ( $19,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for  $PM_{10}$  på Birkenes i 2009. I tillegg er ukene 9. – 16. april, 23. april – 30. april og 2. – 9. juli inkludert, da disse har en gjennomsnittskonsentrasjon av  $PM_{10}$  som overstiger eller er lik  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Også den relative kjemiske sammensetningen på årsbasis for 2009 er inkludert.

Sekundære uorganiske aerosoler (SIA) var den dominerende fraksjonen med ca. 55% av den spesierte massen for to av de fire ukene der konsentrasjonen av  $PM_{10}$  oversteg  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Det er verdt å bemerke at  $\text{NO}_3^-$  og  $\text{SO}_4^{2-}$  står for omtrent like store bidrag til SIA for tre av de fire ukene som er fremstilt i Figur 4.3. For uken 16. – 23. april, samt for uken 2. – 9. juli dominerer organisk materiale (OM) med ca. 50% av den totale massen. Figuren viser at sjøsaltbidraget typisk er to til tre ganger lavere under episoder med forhøyede konsentrasjoner av  $PM_{10}$  sammenlignet med årsgjennomsnittet. Unntak kan forekomme under spesielt kraftige sjøsaltepisoder. På årsbasis bidrar imidlertid sjøsaltene betydelig. Det relative bidraget av EC er typisk noe høyere under de utvalgte ukene sammenlignet med årsgjennomsnittet, spesielt gjelder dette for perioden 16. – 23. april, da EC utgjorde 4,7% av den spesierte massen mot 1,7% på årsbasis. Det relative bidraget fra summen av  $\text{Ca}^{2+}$  og  $\text{K}^+$  er typisk lavere for ukene som er fremstilt i Figur 4.3, selv om det er noe høyere for uken 23. – 30. april (2,4%) sammenlignet med årsmidlet (1,8%).

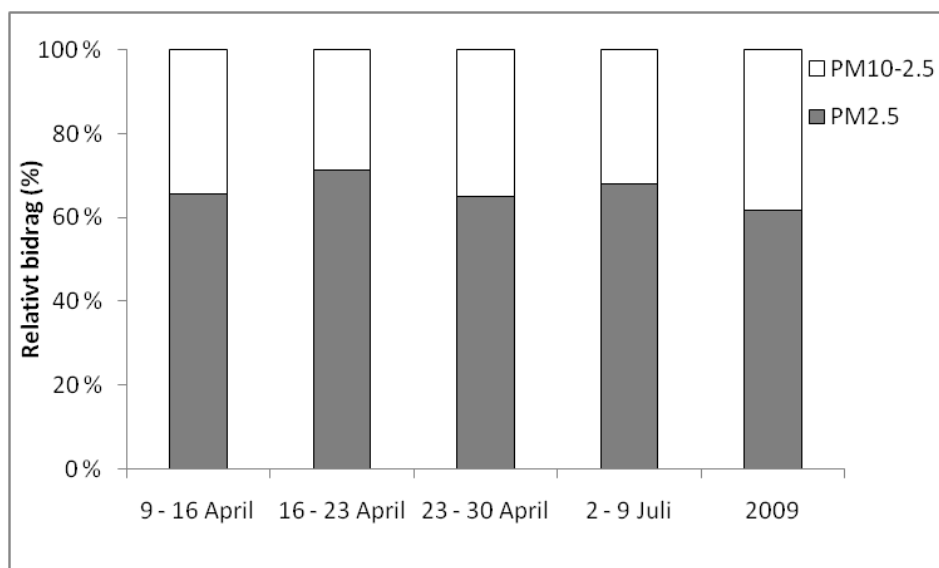


Fra 42–60% av  $PM_{10}$ -konsentrasjonen kunne forklares ved summen av de analyserte forbindelsene for de fire ukene der  $PM_{10}$ -konsentrasjonen oversteg  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette kan anses å være en relativt lav prosentandel, og er mindre enn for året sett under ett (62%). Estimer gjort for  $PM_{2,5}$  gir tilsvarende resultater. Den største og minste diskrepansen for  $PM_{10}$  ble observert for henholdsvis perioden 16.–23. april (42% forklart) og 23. april–30. april (60% forklart).

Størrelsesfordelingen varierer minimalt mellom de de fire ukene der  $PM_{10}$ -konsentrasjonen oversteg  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figur 4.4).  $PM_{2,5}$  utgjorde fra 65–71% av  $PM_{10}$  og ligger dermed 5–11% over årsmidlet på 60%. At  $PM_{2,5}$  utgjør en større del av  $PM_{10}$  disse ukene sammenfaller med et betydelig bidrag av SIA, at over 80% av det karbonholdige materialet i  $PM_{10}$  var finpartikulært ( $PM_{2,5}$ ), samt et minimalt bidrag fra sjøsalter som typisk bidrar til grovfraksjonen av  $PM_{10}$ .



Figur 4.3: Relativ kjemisk sammensetning for uker med ukesmiddel høyere enn  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (9. – 16. april, 16. – 23. april, 23. – 30. april, 2. juli – 9. juli) samt for året 2009. (EC – elementært karbon, OM – organisk materiale, SIA – sekundære organiske aerosoler, SS – sjøsalt.)



Figur 4.4: Størrelsesfordeling av PM for uker med ukesmiddel høyere enn  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (9. – 16. april, 16. – 23. april, 23. – 30. april, 2. juli – 9. juli) samt for året 2009.

Årsmidler og månedsmidler for uorganiske forbindelser i luft er gitt i Tabell 4.3. Mer utførlig rapportering av disse forbindelsene finnes i kapittel 3, og omtales kun kort her.

Tabell 4.3: Månedsmidler for  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\Sigma\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  og  $\Sigma\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  for 2009. Enhet  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Måned	$\text{SO}_4^{2-*}$	$\text{NO}_3^*$	$\text{NH}_4^{+*}$	$\Sigma\text{Cl}^-, \text{Na}^+, \text{Mg}^{2+}$	$\Sigma\text{K}^+, \text{Ca}^{2+}$
Januar	1,30	0,80	0,33	1,25	0,07
Februar	0,74	0,20	0,17	0,20	0,04
Mars	0,98	0,65	0,22	1,06	0,06
April	1,47	1,35	0,51	0,40	0,10
Mai	0,97	2,27	0,55	1,35	0,13
Juni	0,70	0,24	0,13	0,35	0,10
Juli	1,35	0,98	0,27	0,67	0,09
August	1,13	0,76	0,24	0,98	0,10
September	0,51	0,57	0,10	1,07	0,07
Oktober	0,35	0,27	0,09	0,48	0,04
November	0,83	0,91	0,30	1,38	0,07
Desember	0,59	0,52	0,24	0,19	0,04
Årsmiddel	0,91	0,79	0,26	0,79	0,08

\* Merk at enheten ikke er den samme som i Tabell 4.1.

Årsmidlene for  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  og  $\text{NH}_4^+$  for 2009 var henholdsvis  $0,91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $0,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $0,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , hvilket representerer en økning fra året før tilsvarende 8% for  $\text{SO}_4^{2-}$  og over 40% og 50% for henholdsvis  $\text{NO}_3^-$  og  $\text{NH}_4^+$ . Det skal understrekes at årsmidlene som ble rapportert for 2008 var de laveste siden målinger av  $\text{PM}_{10}$  startet på Birkenes i 2000.

For  $\text{SO}_4^{2-}$  ble det høyeste månedsmidlet i 2009 observert for april måned ( $1,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mens det laveste ble observert for oktober ( $0,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Det høyeste månedsmidlet for  $\text{NO}_3^-$  ble

registrert for mai ( $2,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) og det laveste for februar ( $0,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). For  $\text{NH}_4^+$  ble det høyeste månedsmidlet observert for mai ( $0,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) og det laveste for oktober ( $0,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Sesongvariasjonen for  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  og  $\text{NH}_4^+$  i 2009 samsvarer. Mest utpreget er dette for  $\text{SO}_4^{2-}$  og  $\text{NH}_4^+$ , hvilket indikerer at forbindelsene foreligger som ammoniumsulfat, hvilket er en forbindelse som er karakteristisk for langtransportert partikulær forurensning. Sesongvariasjonen for  $\text{SO}_4^{2-}$  og  $\text{NH}_4^+$  sammenfaller også med det som er observert for  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2,5}$ .

Årsmidlet for summen av  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$  og  $\text{Mg}^{2+}$  for 2009 var  $0,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette er en betydelig nedgang i forhold til 2008 ( $1,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), tilsvarende 25%. Det høyeste månedsmidlet i 2009 var  $1,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (november), mens det laveste var på  $0,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (desember). Sjøsaltbidraget har typisk en utpreget sesongvariasjon på Birkenes, med høyere konsentrasjoner om vinteren enn om sommeren. For 2009 var imidlertid dette omvendt, med høyere konsentrasjoner for sommerhalvåret enn for vinterhalvåret.

Årsmidlet for summen av  $\text{K}^+$  og  $\text{Ca}^{2+}$  for 2009 var  $0,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , hvilket er lavere enn middelverdien for perioden 2000 - 2009 ( $0,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Det høyeste månedsmidlet for 2008 ble rapportert for mai ( $0,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) og det laveste for februar, oktober og desember ( $0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

I de fleste tilfellene er de uorganiske forbindelsene som er samlet inn med filterpakke assosiert med partikler som er mindre enn  $\text{PM}_{10}$ . Unntaket er i første rekke sjøsaltene  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  og  $\text{Mg}^{2+}$ . Også sjøsalt  $\text{SO}_4^{2-}$  kan være større enn  $\text{PM}_{10}$ .  $\text{NO}_3^-$  kan være assosiert med partikler større enn  $\text{PM}_{10}$  i de tilfeller der  $\text{HNO}_3$  reagerer med  $\text{NaCl}$  som er større enn  $\text{PM}_{10}$  og danner  $\text{NaNO}_3$ .

Månedsmidler og årsmidler for elementært karbon (EC), organisk karbon (OC) og total karbon (TC) i  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2,5}$  for 2009 er rapportert i Tabell 4.4. Årsmidler for EC, OC og TC i  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2,5}$  for perioden 2001-2009 er rapportert i Tabell 4.5.

Tabell 4.4: Månedsmidler og årsmidler for OC, EC og TC i  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2,5}$  på Birkenes for 2009. Enhet  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Måned	$\text{PM}_{10}$			$\text{PM}_{2,5}$		
	OC	EC	TC	OC	EC	TC
Januar	0,46	0,05	0,52	0,38	0,05	0,42
Februar	0,95	0,23	1,18	0,81	0,23	1,04
Mars	1,37	0,31	1,69	1,27	0,23	1,50
April	0,87	0,13	1,00	0,69	0,14	0,84
Mai	0,78	0,09	0,87	0,52	0,07	0,60
Juni	1,28	0,14	1,41	0,90	0,12	1,02
Juli	0,96	0,09	1,05	0,50	0,06	0,56
August	1,07	0,16	1,22	0,73	0,13	0,86
September	0,65	0,08	0,73	0,46	0,05	0,51
Oktober	0,88	0,20	1,08	0,65	0,17	0,82
November	0,40	0,09	0,50	0,28	0,09	0,37
Desember	0,40	0,13	0,52	0,32	0,12	0,44
Årsmiddel	0,78	0,10	0,89	0,58	0,09	0,67

Tabell 4.5: Årsmidler for OC, EC og TC i PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>. Enhet µg/m<sup>3</sup>.

År	PM <sub>10</sub>			PM <sub>2,5</sub>		
	OC	EC	TC	OC	EC	TC
2001	1,13	0,13	1,26	1	0,16	1,15
2002	1,03	0,14	1,17	0,92	0,12	1,04
2003	1,06	0,11	1,17	0,86	0,12	0,98
2004	0,84	0,10	0,94	0,59	0,09	0,68
2005	0,93	0,15	1,08	0,64	0,12	0,75
2006	1,16	0,13	1,29	0,89	0,13	1,01
2007	0,84	0,14	0,98	0,63	0,12	0,75
2008	0,80	0,09	0,89	0,57	0,08	0,65
2009	0,79	0,10	0,89	0,58	0,09	0,67

For 2009 var årsmiddelkonsentrasjonen av TC i PM<sub>10</sub> 0,89 µg/m<sup>3</sup>. Dette er det laveste årsmidlet som har vært registrert siden målingene startet i 2001, og en tangering av årsmidlet for det foregående året, men det er kun minimalt lavere enn årsmidlet for 2004 (0,94 µg/m<sup>3</sup>). Det laveste månedsmidlet ble registrert for november (0,50 µg/m<sup>3</sup>) og det høyeste for mars (1,69 µg/m<sup>3</sup>). På årsbasis utgjorde TC 15% av PM<sub>10</sub>. Det laveste relative bidraget ble observert for januar (7%), mens det høyeste relative bidraget ble observert for februar (35%).

For 2009 kunne 89% av TC-konsentrasjonen tilskrives OC, mens EC utgjorde de resterende 10%. Årsmiddelkonsentrasjonen av OC var 0,79 µg/m<sup>3</sup>. Dette er det laveste årsmidlet som hittil har vært registrert for Birkenes, men kun marginalt lavere enn for 2008 (0,80 µg/m<sup>3</sup>) og for 2007 (0,80 µg/m<sup>3</sup>). For EC var årsmiddelkonsentrasjonen 0,10 µg/m<sup>3</sup>. Dette er det nest laveste årsmidlet som hittil har vært rapportert for Birkenes og er i overkant av 10% høyere enn årsmidlet for 2008. Som for TC ble det laveste månedsmidlet for OC observert i november (0,40 µg/m<sup>3</sup>) (og desember), mens det høyeste ble observert i mars (1,37 µg/m<sup>3</sup>). For EC ble det høyeste månedsmidlet observert for mars (0,31 µg/m<sup>3</sup>). Dette er en tangering av det tredje høyeste månedsmidlet som hittil har vært rapportert for Birkenes. Det laveste månedsmidlet ble observert for januar (0,06 µg/m<sup>3</sup>). På årsbasis utgjorde OC 13% av PM<sub>10</sub> i 2009. Den tilsvarende prosentandelen for EC var 1,7%.

For 2009 var årsmiddelkonsentrasjonen av TC i PM<sub>2,5</sub> 0,67 µg/m<sup>3</sup>, hvilket tilsvarer knappe 3% økning i forhold til foregående år. Årsmiddelkonsentrasjonen for TC i PM<sub>2,5</sub> i 2008 er den nest laveste som hittil har vært registrert. Månedsmidlene for TC varierte fra 0,37 µg/m<sup>3</sup> (november) til 1,50 µg/m<sup>3</sup> (mars). På årsbasis utgjorde TC 19% av PM<sub>2,5</sub>. På månedsbasis ble det høyeste og det laveste bidraget registrert for henholdsvis mars (47%) og januar og april (10%).

For PM<sub>2,5</sub> kunne 87% av TC tilskrives OC, mens 13% var EC. Årsmiddelkonsentrasjonen for OC var 0,58 µg/m<sup>3</sup>, hvilket er det nest laveste årsmidlet som har vært rapportert for perioden 2001 - 2009. For EC var årsmiddelkonsentrasjonen 0,09 µg/m<sup>3</sup>, hvilket er det nest laveste som har vært registrert siden målingene startet. Som for TC ble det laveste månedsmidlet for OC observert for november (0,28 µg/m<sup>3</sup>) og det høyeste for mars (1,27 µg/m<sup>3</sup>). For EC ble det laveste månedsmidlet observert for januar (0,05 µg/m<sup>3</sup>), mens det høyeste ble rapportert for februar og mars (0,23 µg/m<sup>3</sup>). For 2009 utgjorde OC 16% av PM<sub>2,5</sub>. Den tilsvarende prosentandelen for EC var 2,4%.

75% av TC i  $PM_{10}$  var assosiert med fine partikler ( $PM_{2,5}$ ). For OC var prosentandelen 74%, mens den for EC var 86%. Karbonholdig materiale er fortrinnsvis assosiert med fine partikler siden forbrenning av fossilt brensel og biomasse er de dominerende kildene.

EC er betydelig høyere (50–70%) i vinterhalvåret sammenlignet med sommerhalvåret uavhengig av størrelsesfraksjonen (her  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$ ), hvilket er forenlig med økte antropogene utslipp vinterstid. Også OC har en karakteristisk sesongvariasjon med en betydelig økning i konsentrasjonen under sommeren for  $PM_{10}$  tilsvarende 25%, mens dette ikke er så utpreget for  $PM_{2,5}$ . Det er svært nærliggende å forklare de økte OC-konsentrasjonene om sommeren med dannelse av sekundære organiske aerosoler (SOA), både fra naturlige og antropogene forløpere, men også primære biologiske aerosol partikler (PBAP) kan stå for et bidrag, og da fortrinnsvis til  $PM_{10}$ .

Det lar seg ikke gjøre å kvantifisere bidraget fra disse to kildene på noen enkel måte, men økte konsentrasjoner av  $OC_{PM_{10-2,5}}$  ( $OC_{PM_{10}} - OC_{PM_{2,5}}$ ) indikerer bidrag fra PBAP. For Birkenes er det i tillegg vist at prøvenes innhold av sukker og sukkeralkoholer, hvilket er molekyler assosiert med PBAP, har en tilsvarende sesongvariasjon og størrelsesfordeling som  $OC_{PM_{10-2,5}}$ , hvilket støtter denne antagelsen. Fra overvåkingen av OC startet i 2001 har  $OC_{PM_{10-2,5}}$  hatt en karakteristisk sesongvariasjon med forhøyede konsentrasjoner i sommerhalvåret. Denne årlige syklusen ser ut til å være regulert av vekstsesongen og snødekket, men også vind og nedbør kan være med på å influere konsentrasjon og varighet. Det kan ikke utelukkes at PBAP kan fungere som en kondensasjonsflate for BSOA og andre karbonholdige partikler. Økt kunnskap om dette vil være svært viktig sett i lys av at PBAP antas å utgjøre en betydelig andel av OC i  $PM_{10}$  samt at PBAP pr i dag er en kilde til karbonholdige partikler som ikke er inkludert i modeller. For perioden 2001 til 2009 har konsentrasjonen av  $OC_{PM_{10-2,5}}$  variert mellom  $0,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $0,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . For 2009 var konsentrasjonen av  $OC_{PM_{10-2,5}}$   $0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette tilsvarer en moderat økning på ikke fullt 10% i forhold til foregående år. I 2009 utgjorde  $OC_{PM_{10-2,5}}$  30% av  $OC_{PM_{10}}$ , mens den tilsvarende prosentandelen for 2008 var 29%. Det høyeste relative bidraget ble registret i 2005 og var på 31%.

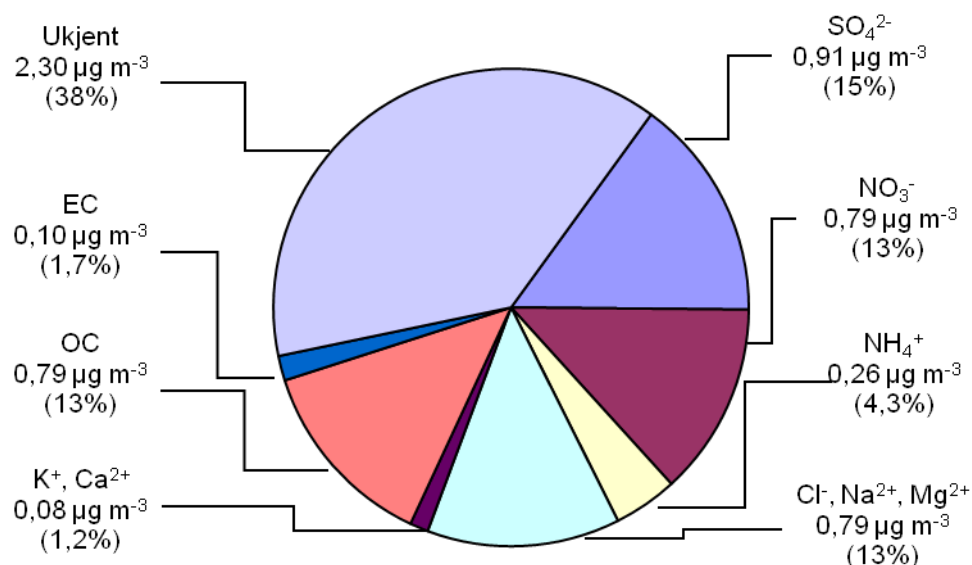
Det er i dag knyttet betydelig usikkerhet til hvor stort bidraget fra naturlige kilder er, i hvilken grad de bidrar til redusert luftkvalitet, samt i hvilken grad bidraget fra denne kilden vil endre seg over de neste 20 - 30 år, for eksempel som følge av klimaendringer. Videre overvåking av karbonholdig materiale i  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  er derfor svært viktig for å studere bidraget fra naturlige kilder. Det er i løpet av 2008 og 2009 gjort en rekke kjemiske analyser av prøver samlet inn på Birkenes som skal bidra til å øke kunnskapen om hvilke kilder som bidrar til EC og OC, samt i hvilket omfang.

Basert på årsmidler utgjorde forbindelsene som er analysert med enten termisk-optisk analyse eller ionekromatografi 62% av  $PM_{10}$ . Det relative bidraget av  $SO_4^{2-}$  til  $PM_{10}$  var i 2009 15%, hvilket er uforandret i forhold til de to foregående år. For  $NO_3^-$  ble det observert en økning fra 12% i 2008 til 13% i 2009, mens det for  $NH_4^+$  ble observert en oppgang fra rekordlave 3,1% i 2008 til 4,3% i 2009. Det relative bidraget av OC til  $PM_{10}$  i 2009 var på 13%, hvilket er det laveste nivået som er rapportert så langt. Også for sjøsaltene ble det rapportert en nedgang i 2009 (13%) sammenlignet med det rekordhøye nivået fra foregående år (18% i 2008). Siden de uorganiske forbindelsene er samlet inn med en filterpack som ikke har en definert cut off på  $PM_{10}$  er det sannsynlig at en prosentandel på 62% er noe for høy. Denne overestimeringen tilskrives fortrinnsvis sjøsaltpartiklene.

For 2009 var  $\text{SO}_4^{2-}$  fortsatt den dominerende enkeltforbindelsen med 15% av massekonsentrasjonen, tett fulgt av  $\text{NO}_3^-$ , sjøsalter og OC fraksjonen, som alle var på 13% (Figur 4.5). Siden termisk optisk analyse kun kvantifiserer de organiske molekylene innhold av karbon, brukes en konverteringsfaktor for å omgjøre OC til organisk materiale (OM) slik at molekylene innhold av oksygen, hydrogen, svovel og nitrogen blir inkludert. En konverteringsfaktor vil kunne variere betydelig med hensyn på hvilke kilder som bidrar til OC-fraksjonen. En faktor på  $2,1 \pm 0,2$  (Turpin and Lim, 2001) er foreslått for områder der aerosoler som har hatt en lang residensetid i atmosfæren dominerer. Likeledes er en faktor á 1,1 benyttet for EC for å ta høyde for hydrogen som er assosiert med EC. Omfattende analyser av den organiske fraksjonen på molekylnivå er imidlertid nødvendig for å etablere og anvende faktorer som er stedsspesifikke. Dersom man bruker disse faktorene for OC og EC vil den delen av aerosolen som ikke er spesifisert bli redusert, samt at OM vil bli den dominerende fraksjonen. Ved å bruke en faktor på 1,7 for Birkenes (Yttri et al., 2007), hvilket mest sannsynlig er et konservativt anslag, vil det relative bidraget av OM til  $\text{PM}_{10}$  være på 22%, mens det for EC øker fra 1,7% til 1,8%. Ved å konvertere utgjør de analyserte forbindelsene og fraksjonene til sammen 71% av  $\text{PM}_{10}$ -konsentrasjonen. Mineralforbindelser og vann antas å være de viktigste bidragsyterne til den ikke kvantifiserte fraksjonen. Ved å benytte konverteringsfaktorer for OC og EC også i  $\text{PM}_{2,5}$ , finner en at OM og EC utgjør henholdsvis 28% og 3% av  $\text{PM}_{2,5}$ .

Endringene i det relative bidraget av  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , sjøsalter, OC og EC til  $\text{PM}_{10}$  for perioden 2001-2009 er vist i Figur 4.5. De mest åpenbare endringene er den gradvise reduksjonen i det relative bidraget av  $\text{SO}_4^{2-}$ , samt en økning i det relative bidraget av sjøsalter. Det relative bidraget av karbonholdige materiale, OC og EC, varierer forholdsvis lite over det aktuelle tidsrommet. På grunn av korte tidsserier er det stor usikkerhet knyttet til hvorvidt dette er forhold som vil vedvare i kommende år.

Usikkerheten i massebalansen ville blitt betydelig redusert dersom alle kjemiske analyser hadde blitt gjort på ett og samme filter, ettersom bruk av ulike prøvetakere og forskjellige filterkvaliteter kan introdusere en betydelig grad av usikkerhet.

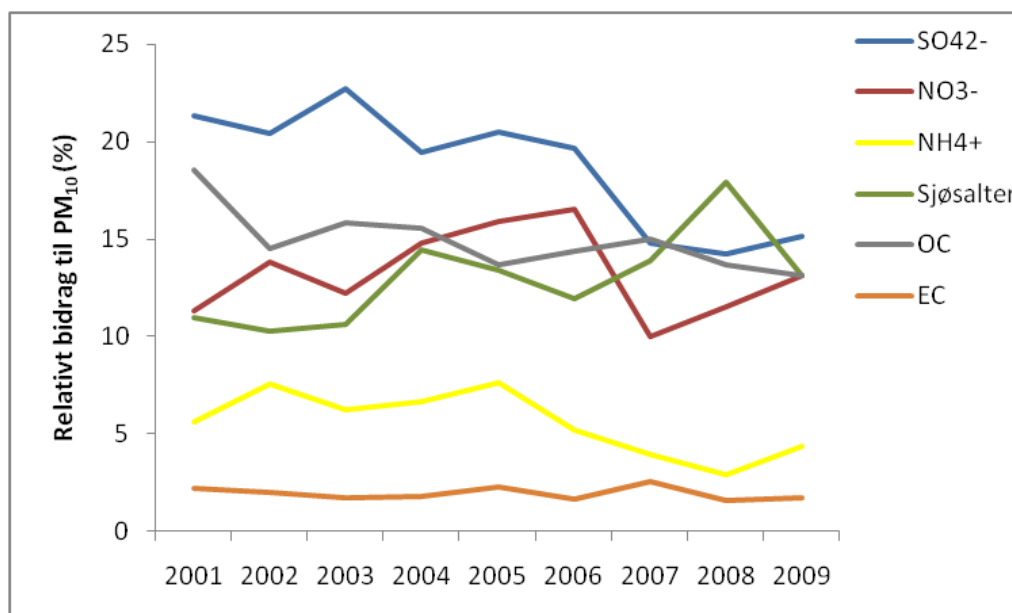


Figur 4.5: Gjennomsnittlig kjemisk sammensetning (massebalanse) av  $\text{PM}_{10}$  på Birkenes for 2009. Årsmiddel for  $\text{PM}_{10}$  i 2009 var  $6,0 \mu\text{g/m}^3$ .

For gravimetrisk bestemmelse av massen av  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  er det viktig å påpeke at i perioder med lav antropogen påvirkning vil konsentrasjonene kunne være svært lave og befinne seg i et område der gravimetrisk bestemmelse av massen er relativt usikker.

Prøvetaking av organisk karbon er ikke konvensjonelt. Mange forbindelser som faller inn under den operasjonelle definisjonen organisk karbon er flyktige og inngår således i en dynamisk likevekt mellom gass- og partikkelfase. Et slikt flerfasesystem styres av en rekke fysiske og kjemiske parametre som bringer usikkerhet inn i datamaterialet og vanskeliggjør tolkningen av dette. Organiske forbindelser i gassfase kan adsorberes til filtermaterialet, dette er kjent som en positiv artefakt ettersom massen på filteret øker uten at dette kan tilskrives tilført partikulært materiale. Gløding av kvartsfiler før bruk har vist seg å generere aktive overflater, hvilket øker risikoen for positive artefakter ved at adsorpsjon av organiske gasser gjøres lettere. Det er også vist at glødde kvartsfiler kan ha en tilsvarende effekt i forhold til vann. Under en intensiv målekampanje i regi av EMEP i februar 2009 ble det funnet at måleverdiene av OC var overestimert med  $24 \pm 13\%$ .

Tap av masse fra filteret kan finne sted som følge av avdamping av halvflyktige organiske forbindelser (SVOC) og ammoniumnitrat; dette kalles for en negativ artefakt ettersom massen på filteret reduseres uten at dette kan tilskrives fjerning av partikulært materiale. Tap av nitrat finner sted som følge av avdamping av salpetersyre ( $HNO_3$ ). Dette er estimert til å være lavere enn  $0,2 \mu g/m^3$  i gjennomsnitt. Tap av klorid kan også forekomme (som HCl), men er først og fremst viktig under episoder med marine luftmasser kombinert med sure partikler. Både positive og negative artefakter er viktige kilder til feil og må tas hensyn til på lik linje med feil som kan tilføres under transport, lagring og kondisjonering av filtrene.



Figur 4.6: Relativ kjemisk sammensetning av  $PM_{10}$  på Birkenes for perioden 2001–2009.

## 5. Tungmetaller i luft og nedbør

Som et ledd i det statlige overvåkingsprogram har det fra februar 1980 vært bestemt bly, sink og kadmium i ukentlige nedbørprøver fra Birkenes, Kårvatn og Jergul/Karasjok. Slike målinger er dessuten også utført på Nordmoen/Hurdal i Akershus fra oktober 1986 og på Svanvik i Sør-Varanger fra mars 1987 i tilknytning til "Overvåkingsprogram for skogskader". I forbindelse med Oslo og Paris Kommisjonens Comprehensive Atmospheric Monitoring Programme (OSPAR-CAMP) utføres et utvidet måleprogram på Birkenes. Nedbørprøvene her analyseres også med hensyn på nikkel, arsen, kopper, kobolt, krom, vanadium og kvikksølv. Tilsvarende også på Svanvik med unntak av kvikksølv. Opplysninger om prøvetaking og analysemetoder er gitt i Vedlegg C.

NILU har målt tungmetaller i luft på Zeppelin fra 1994 gjennom overvåkingsprogrammene til AMAP finansiert av Klif (tidligere SFT). Tungmetaller i luft har også blitt bestemt på Lista siden 1992 gjennom overvåkingsprogrammet CAMP. Stasjonen ble nedlagt i 2004, men målingene ble videreført på Birkenes i 2004. I 2009 var det også overvåking av tungmetaller i luft på Svanvik. Disse dataene er ikke inkludert i denne rapporten da det kun måles når vindretningen er gunstig for transport fra Kola-halvøya, dvs. at årsmiddel o.l. ikke vil være sammenlignbart med andre data; se evt diskusjon av disse målingene i Berglen et al. (2010).

### 5.1 Tungmetaller i nedbør

Årsverdiene er gitt i Tabell 5.1 og Tabell 5.2, og målingene er presentert som veide middelkonsentrasjoner og våtavsetninger på måneds- og årsbasis i Vedlegg A.2.1-A.2.23. Månedsmidler av sporelementer er vist i Figur 5.1 for 3 representative målestasjoner. Høyeste konsentrasjoner av bly, kadmium og zink ble observert i mars-april og november-desember.

Tabell 5.1 viser at de høyeste årsmiddelkonsentrasjoner av bly og kadmium ble målt på Svanvik med henholdsvis 1.63 og 0.15 µg/l. Svanvik i Sør-Varanger har også høyest nivå av de andre tungmetallene (utenom for Zn og V) grunnet store industriutslipp på Kolahalvøya. Se videre diskusjon om dette inkl tungmetalldata for luft i overvåkingsrapporten for Norge-Russland programmet (Berglen et al., 2010).

Tabell 5.2 viser at våtavsetningen av bly og kadmium var størst på Birkenes. Hurdal hadde høyest avsetning av sink. For de andre elementene er det høyest våtavsetning på Svanvik.

I Figur 5.2 og Vedlegg A.2.20 er årsmiddelkonsentrasjonene fra 1980 til 2009 samt tidligere data fra 1976 (Semb, 1978) og fra 1978 (Hanssen et al., 1980) sammenstilt. Blyinnholdet i nedbør har avtatt med ca. 90% eller mer på stasjoner med målinger fra 1980. Kårvatn med målinger fra 1987 viser en reduksjon på mer enn 70%, mens Svanvik ikke viser noen signifikant trend. Det er derimot sesongvariasjoner der trendanalyser viser en signifikant reduksjon i vintermånedene for bly i nedbør på Svanvik (Berg et al., 2008). På Svanvik var det en periode fra 2000-2003 med forhøyede verdier, men ellers har nivået vært relativt konstant siden 1990, med årlige variasjoner avhengig av meteorologiske forhold. Noe økning på Svanvik i 2009 sammenlignet med foregående år.

Kadmiuminnholdet har avtatt med 90% eller mer på Birkenes, Kårvatn og Karasjok siden 1980. Hurdal og Svanvik med observasjoner fra 1987 viser ingen signifikant trend. Også for kadmium var den største reduksjonen frem til nittitallet. Ellers utpeker enkelte høye årsverdier seg, f.eks. Birkenes 1982 og Svanvik 2001 og 2007.



Innholdet av sink har avtatt med ca. 75% siden 1980 på Birkenes og Kårvatn. Sinkinnholdet har avtatt gradvis på alle målestedene frem til ca. 1992, etter det har nivået variert noe og det observeres en økning i enkelte år på noen lokaliteter. Dette kan være forårsaket av at sink er spesielt utsatt for kontaminering og påvirkning fra lokale kilder.

For de andre metallene ser man en økning av Ni, Cu og Co på Svanvik siden 2000. For videre diskusjon om utslippene fra Nikel vises til Klif-rapport for dette overvåkingsprogrammet (Berglen et al., 2010).

Tabell 5.1: Årlige veide middelkonsentrasjoner ( $\mu\text{g/l}$ ) av tungmetaller på norske bakgrunnsstasjoner, 2009.

STASJON	Pb	Cd	Zn	Ni	As	Cu	Co	Cr	V
Birkenes	0,92	0,040	3,9	0,19	0,18	0,46	0,01	0,12	0,74
Hurdal	0,79	0,043	7,4	-	-	-	-	-	-
Kårvatn	0,09	0,010	1,3	-	-	-	-	-	-
Karasjok	0,28	0,024	4,7	-	-	-	-	-	-
Svanvik	1,63	0,146	3,8	42,02	2,21	32,59	1,13	0,85	0,56

Tabell 5.2: Årlige våtavsetninger av tungmetaller ( $\mu\text{g/m}^2$ ) på norske bakgrunnsstasjoner, 2009.

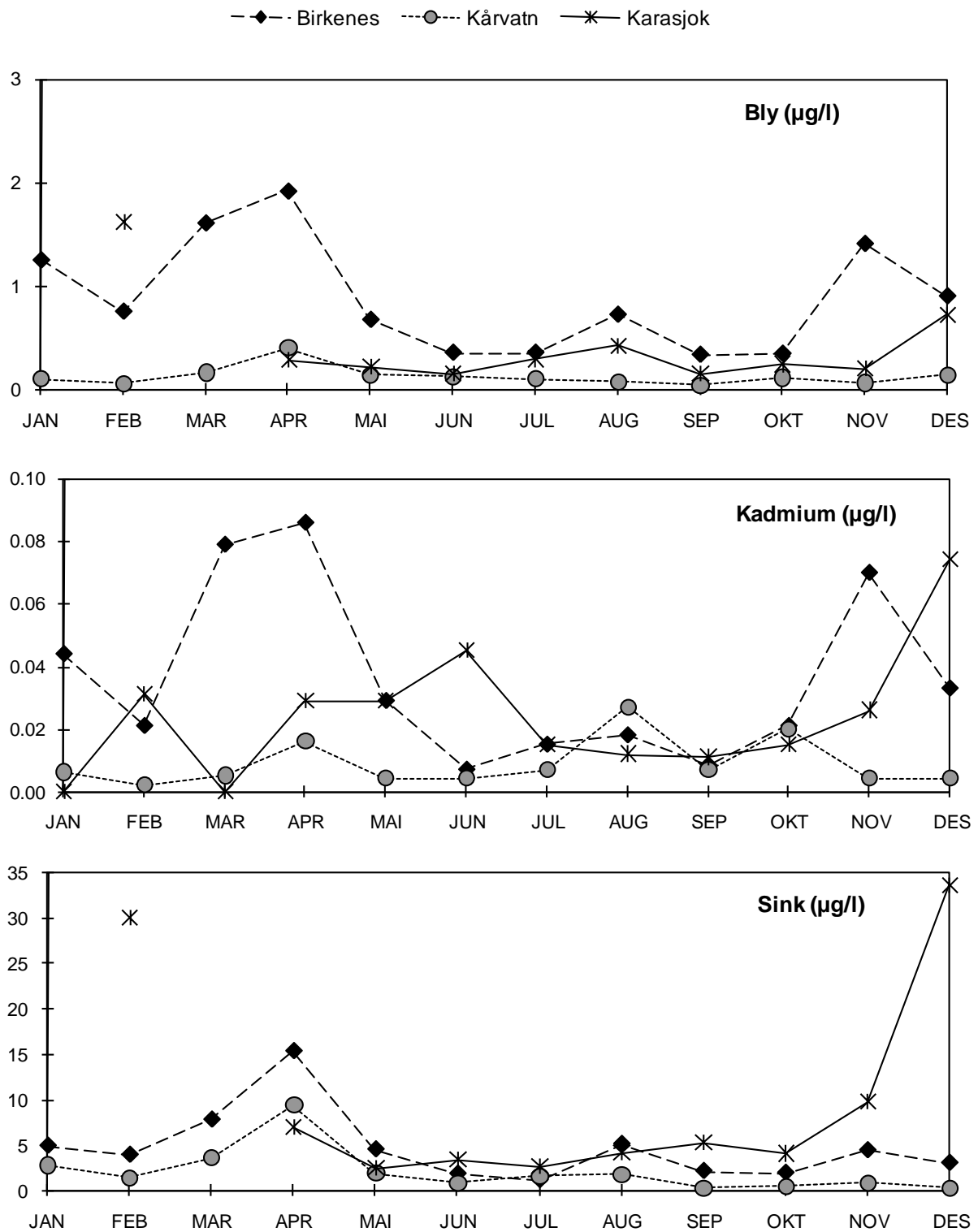
STASJON	Pb	Cd	Zn	Ni	As	Cu	Co	Cr	V
Birkenes	1651	71,1	7067	343	326	818	27	211	1341
Hurdal	778	42,3	7311	-	-	-	-	-	-
Kårvatn	123	13,2	1796	-	-	-	-	-	-
Karasjok	81	6,9	1334	-	-	-	-	-	-
Svanvik	525	47,0	1233	13559	713	10517	364	276	181

Månedsmiddelkonsentrasjonene av Hg på Birkenes er vist i Tabell 5.3. Årsmiddelverdien for 2009 (9,4 ng/l) er høyere enn de siste årene. Høyest nivå ble observert i april/mai.

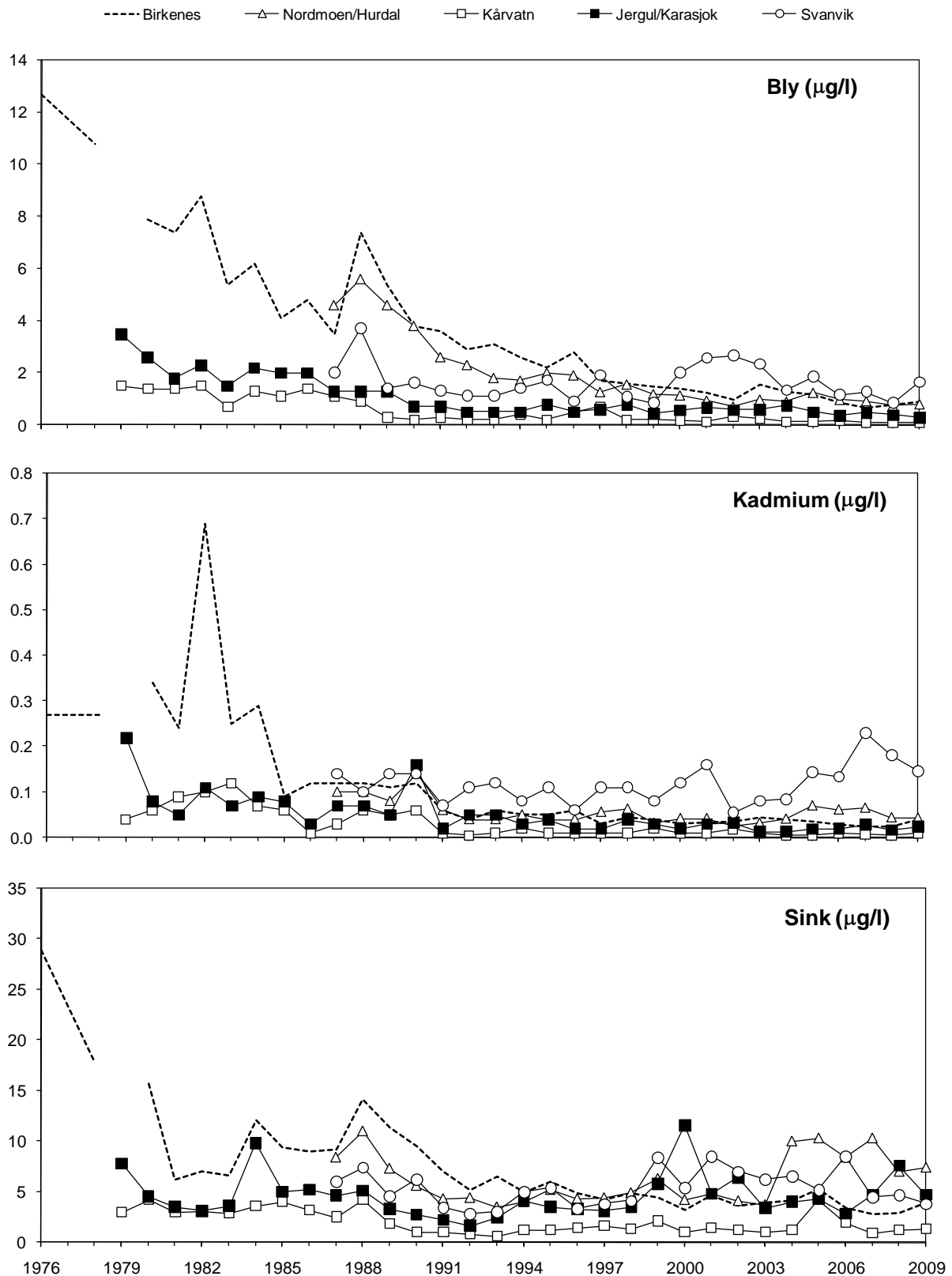
Trendanalysen fra 2003 viste at Hg i nedbør var redusert med 39% siden starten av målingene i 1990 (Berg et al., 2003) på målestasjonen Lista. I 2004 ble kvikksølv målingene overført til Birkenes og videre trendanalyser må gjøres ved å kombinere måleseriene fra disse to stasjonene. Selv om det er en økning i Hg-konsentrasjon i 2009 sammenlignet med 2008 på Birkenes, har reduksjonen vært på 49% for perioden 1990 til 2009, Figur 5.3.

Tabell 5.3: Månedlige middelkonsentrasjoner av Hg i nedbør på Birkenes, 2009. Enhet: ng/l.

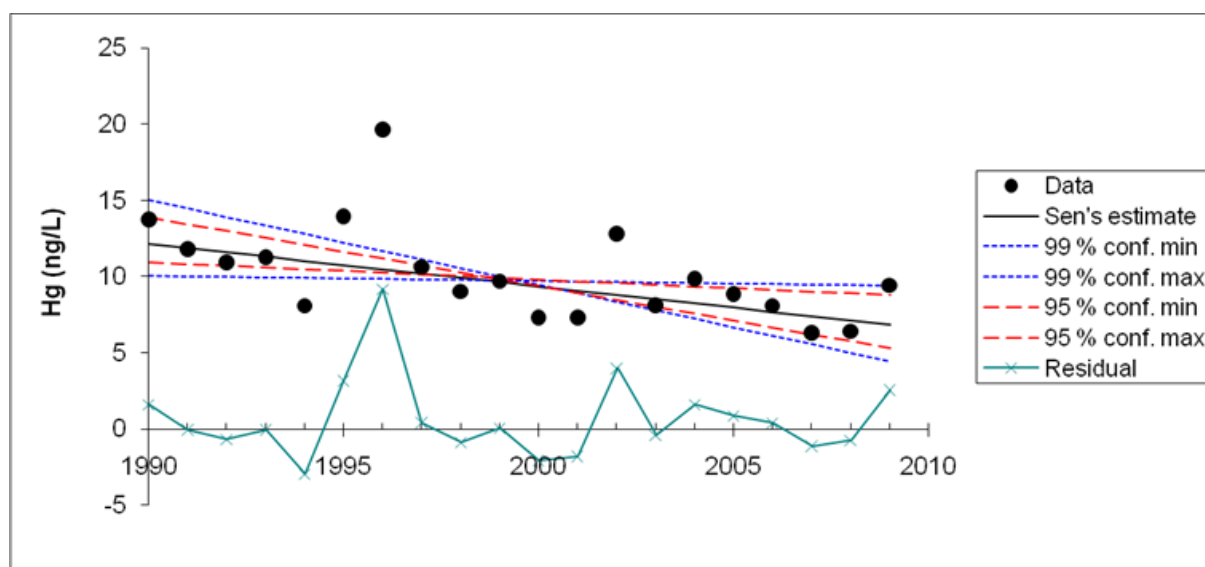
Måned	Middelkonsentrasjon ng/l
Januar	6,9
Februar	9,4
Mars	13,7
April	27,6
Mai	17,0
Juni	11,2
Juli	10,2
August	10,0
September	4,5
Oktober	6,4
November	10,9
Desember	4,8
2009	9,4



Figur 5.1: Månedlige veide middelkonsentrasjoner av bly, kadmium og sink i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, 2009.



Figur 5.2: Årlige middelkonsentrasjoner av bly, kadmium og sink i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner i 1976, august 1978–juni 1979, 1980 (februar–desember) og 1981–2009.



Figur 5.3: Trend for konsentrasjon av kvikksølv i nedbør på Lista (1990-2003) og Birkenes (2004-2009), trendestimat i henhold til Gilbert (1987).

## 5.2 Tungmetaller i luft

Måned- og årsmiddelkonsentrasjoner av de ulike tungmetallene på Birkenes og Zeppelin er gjengitt i Tabell 5.4 og Tabell 5.5. Nivåene for alle metallene med unntak av kvikksølv er 2-3 ganger høyere på Birkenes enn det som er målt på Zeppelin. Dette skyldes at Birkenes er nærmere kildene. Forskjellen mellom Hg og de andre tungmetallene skyldes at Hg eksisterer i atmosfæren hovedsakelig i elementær form, mens andre tungmetaller er knyttet til partikler. Kvikksølvet får dermed en bedre spredning enn andre tungmetaller. De fleste elementene har høyest konsentrasjon om vinteren og lavest konsentrasjon om sommeren (Figur 5.4 og Figur 5.5), spesielt tydelig for Zeppelin. Dette skyldes plasseringen av storskala værsystemer: Et høytrykkssystem over Sibir presser den arktiske front lenger sør vinter og vår, slik at viktige forurensningsområder kommer innenfor de arktiske luftmasser denne perioden.

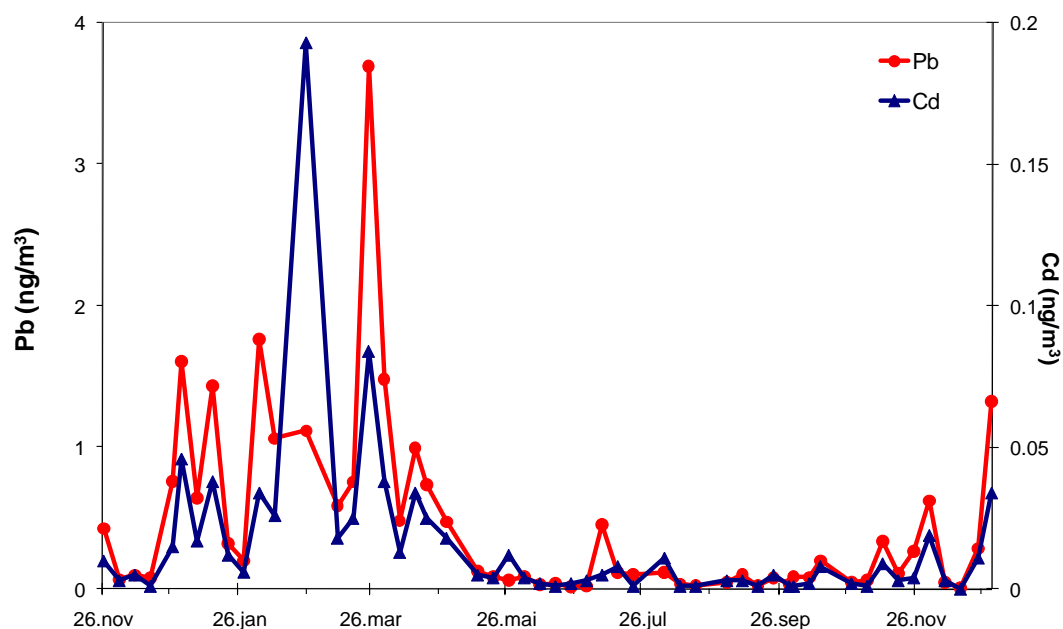
Tabell 5.4: Månedlige og årlig middelkonsentrasjon av tungmetaller i  $PM_{10}$  på Birkenes, kvikksølv i gassfase, 2009. Enhet:  $ng/m^3$ .

	As	Cd	Co	Cu	Pb	Ni	V	Zn	Hg(g)
Januar	0,24	0,054	6,42	0,03	0,94	1,78	0,90	0,96	1,81
Februar	0,09	0,026	4,99	0,01	0,63	0,65	0,41	0,52	1,65
Mars	0,13	0,031	4,58	0,02	0,34	0,91	0,37	0,58	1,85
April	0,53	0,094	3,13	0,07	2,04	2,19	1,40	2,30	1,94
Mai	0,21	0,021	0,24	0,04	0,61	0,70	0,65	0,94	1,40
Juni	0,15	0,020	0,30	0,03	0,35	0,54	0,38	0,50	1,76
Juli	0,19	0,025	0,52	0,03	0,57	0,73	0,66	1,07	1,70
August*	0,22	0,025	0,30	0,02	0,31	0,90	1,10	1,05	1,86
September*	0,16	0,018	0,24	0,02	0,28	0,40	0,32	0,42	1,47
Oktober	0,22	0,038	0,24	0,02	0,30	0,90	0,25	0,31	1,55
November	0,17	0,043	0,38	0,02	1,27	1,13	0,67	0,44	1,72
Desember	0,15	0,044	0,50	0,02	0,60	1,84	0,55	0,52	1,46
2009	0,21	0,037	1,45	0,03	0,71	1,07	0,66	0,82	1,69

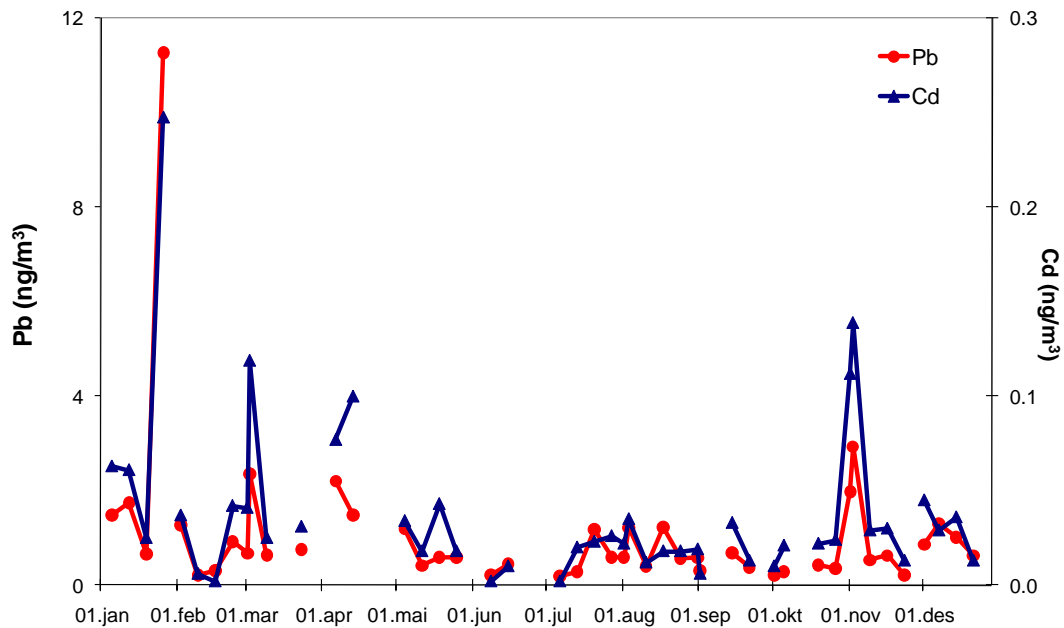
\* Mellom 5. august og 2. september var partikkelstørrelsen  $PM_{2,5}$  i motsetning til  $PM_{10}$  resten av året.

Tabell 5.5: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av tungmetaller i luft på Zeppelinfjellet, 2009. Enhet:  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

	As	Cd	Cr	Co	Cu	Pb	Mn	Ni	V	Zn	Hg(g)
Januar	0,097	0,018	0,13	0,009	0,24	0,65	0,26	0,12	0,19	2,5	1,66
Februar	0,125	0,100	0,12	0,009	0,51	1,29	0,49	0,12	0,14	5,2	1,68
Mars	0,233	0,042	0,11	0,018	0,43	1,68	0,67	0,24	0,29	3,1	1,63
April	0,132	0,026	0,10	0,014	0,30	0,84	0,54	0,13	0,16	1,6	1,26
Mai	0,017	0,007	0,06	0,009	0,13	0,09	0,14	0,02	0,04	0,3	1,48
Juni	0,009	0,002	0,06	0,009	0,25	0,05	0,13	0,02	0,03	0,4	1,45
Juli	0,010	0,004	0,06	0,009	0,54	0,17	0,23	0,18	0,23	1,5	1,53
August	0,013	0,004	0,05	0,008	0,35	0,06	0,05	0,10	0,11	0,5	1,61
September	0,018	0,003	0,09	0,012	0,18	0,06	0,29	0,10	0,10	0,3	1,54
Oktober	0,023	0,003	0,20	0,017	0,45	0,10	0,74	0,13	0,12	1,2	1,48
November	0,020	0,004	0,41	0,028	0,28	0,17	0,98	0,32	0,15	1,5	1,61
Desember	0,062	0,013	0,09	0,004	0,08	0,43	0,22	0,04	0,07	0,7	1,65
2009	0,060	0,017	0,14	0,013	0,30	0,43	0,43	0,13	0,13	1,5	1,55

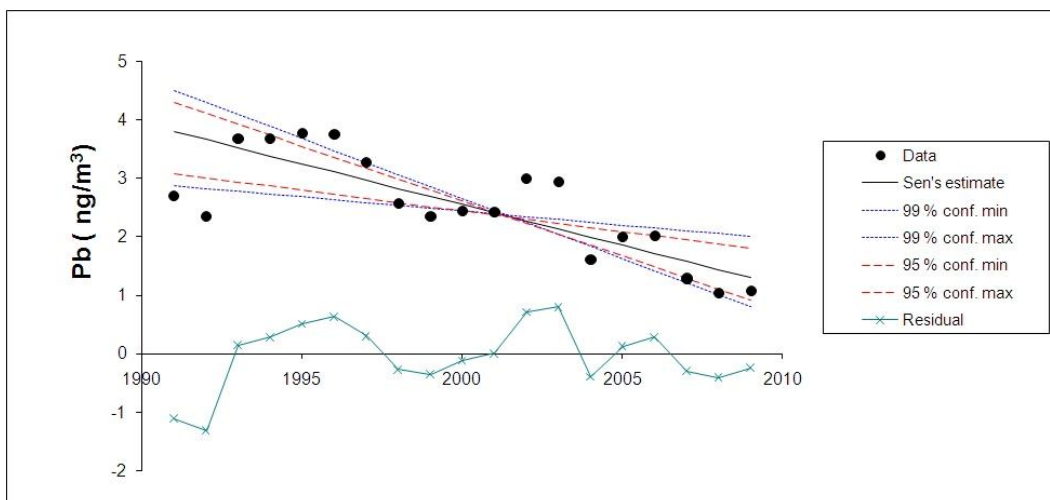


Figur 5.4: Ukentlige luftkonsentrasjoner av bly og kadmium på Zeppelinfjellet i 2009. Enhet:  $\text{ng}/\text{m}^3$ .



Figur 5.5: Ukentlige luftkonsentrasjoner av bly og kadmium på Birkenes i 2009. Enhet:  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

På Lista/Birkenes er det en signifikant reduksjon i luftkonsentrasjon for Cr, Pb og V. Mest markant er reduksjonen i Pb med 65% siden 1991 (Figur 5.6). På Zeppelin er det signifikant reduksjon i luftkonsentrasjonene for As, Cr, Ni og V for perioden 1994-2009.



Figur 5.6: Trend for konsentrasjon av bly i luft på Lista (1991-2004) og Birkenes (2004-2009), trend estimat i henhold til Gilbert(1987).

## 6. Organiske miljøgifter i luft og nedbør

Dette kapittelet inneholder en kortfattet beskrivelse av resultatene for organiske miljøgifter i overvåkingsprogrammene i CAMP og AMAP.

Figurene med måleresultater gjenspeiler innholdet i EMEP-databasen EBAS, hvor alle måledata er lagret. Manglende datapunkter kan skyldes at det ikke er tatt noen prøve for den aktuelle perioden, for eksempel er det for farlig å bruke taubanen fra Ny-Ålesund til Zeppelin-stasjonen i sterk vind. Andre grunner til at prøver mangler er at noe har gått galt under prøvetaking, for eksempel at pumpen til en luftprøvetaker har stoppet pga strømsstans eller at prøveinntaket har blitt tett av snø/is. Når det gjelder ukentlig prøvetaking av nedbør kan tørrvær forstyrre regulariteten av prøvetakingen. Andre grunner til "huller" i dataseriene er såkalt flagging av måleverdier som ugyldige. Grunner til at data flagges som ugyldige kan være: kontaminering (gir for høye resultater), at gjenvinningen av internstandarder som den aktuelle komponenten beregnes imot er utenfor tillatte grenseverdier (gir høyere måleusikkerhet), at målesignalet til komponenten er påvirket av en interfererende forbindelse (kan gi både for høye og for lave verdier) eller ved såkalte ekstremverdier med ukjent årsak.

### 6.1 CAMP (Birkenes)

Comprehensive Atmospheric Monitoring Programme (CAMP) er en av aktivitetene innen Oslo og Paris Kommissjonens (OSPAR) studier av transport av landbasert forurensning til havområdene rundt OSPAR-landene. OSPARs overordnede mål er å redusere utslipp av de studerte forurensningsfaktorene med 50% i forhold til utslippene i 1985.

NILU utførte etter oppdrag fra Klif målinger av følgende organiske forbindelser: heksaklorsykloheksan (HCH, to isomerer), heksaklorbenzen (HCB) og syv polyklorerte bifenyler (PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153 og PCB 180), 16 polybromerte difenyletere (PBDE), tre isomerer heksabrom syklodekan (HBCD), 13 polyfluorerte alkylstoffer (PFAS) og 38 komponenter fra gruppen polyaromatiske hydrokarboner (PAH) i prøver av luft samlet i ca 24 timer en gang pr. uke på Birkenes, mens HCH, HCB og 7 PCB ble målt i nedbør innsamlet ukentlig på Birkenes. PBDE, HBCD og PFAS ble også i år 2006 og 2007 bestemt i en del luftprøver samlet på Birkenes og rapportert separat (SFT, 2008a og 2008b) fra den årlige rapporteringen av overvåking. I år 2008 ble denne aktiviteten utvidet til ukentlig prøvetaking og lagt til CAMP. Prøvetakings- og analysemetoder er beskrevet i vedlegg C. Luftprøvetakingen av organiske stoffer (unntatt PFAS) ble flyttet fra Birkenes-stasjonen ("gamle Birkenes") til det nye Birkenes-observatoriet ("nye Birkenes") fra og med september 2009. Nedbør ble samlet på gamle Birkenes gjennom hele året.

### 6.2 AMAP (Ny-Ålesund)

AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme) startet i 1994 og i AMAP deltar: Norge, Sverige, Danmark, Island, Finland, Canada, USA og Russland. Programmet omfatter både kartlegging, overvåking og utredning av miljøgiftbelastningen i nordområdet.

NILU har målt organiske miljøgifter på ukebasis fra og med april 1993. Målet er å kartlegge nivåene og utviklingen over tid av organiske miljøgifter og tungmetaller i luft på målestasjonen på Zeppelinfjellet ved Ny-Ålesund på Svalbard (Berg et al., 2003).

Følgende organiske miljøgifter inngår i måleprogrammet: Heksaklorsykloheksan (HCH, 2 isomerer), klordaner (4 isomerer), heksaklorbenzen (HCB), DDT (6 isomerer), polyklorerte bifenyler (PCB, 32 kongenerer) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH, 38 komponenter), 16 polybromerte difenyletere (PBDE), tre isomerer heksabrom syklodekan (HBCD) og 13 polyfluoreerte alkylstoffer (PFAS). PBDE, HBCD og PFAS ble også i år 2006 og 2007 bestemt i en del luftprøver samlet på Zeppelinfjell og rapportert separat (SFT, 2008a og 2008b) fra den årlige rapporteringen av overvåking. I år 2008 ble denne aktiviteten utvidet til ukentlig prøvetaking og lagt til AMAP.

Det rapporteres resultater på ukebasis. Prøvetaking finner generelt sted ukentlig over to døgn, mens bromerte stoffer samles over tre døgn. Prøvetaking og analysemetodikk er beskrevet i vedlegg C.

### 6.3 Resultater fra Birkenes (CAMP)

#### 6.3.1 Organiske forbindelser i luft

##### *HCH og HCB*

2009 var det femte året med målinger av organiske miljøgifter på Birkenes etter at prøvetakeren ble flyttet fra Lista. Den gjennomsnittlige luftkonsentrasjonen for summen av  $\alpha$ - og  $\gamma$ -heksaklorsykloheksan (HCH) i år 2009 var 10,5 pg/m<sup>3</sup>. Dette er, som det fremgår av Tabell 6.1, den laveste verdien som er mål på Birkenes. Månedlige middelkonsentrasjoner av  $\alpha$ - og  $\gamma$ -HCH og heksaklorbenzen (HCB) i luft på Birkenes er gjengitt i Tabell 6.2. Den laveste konsentrasjon av sum HCH var 2,4 pg/m<sup>3</sup> (uke 7). Trajektorieplott beregnet på grunnlag av meteorologiske data viser at luften som ble samlet i denne perioden var transportert fra Nord-Russland over Barentshavet og Norskehavet via Vestlandet til Birkenes (Figur 6.1). Trajektoriene er beregnet på grunnlag av meteorologiske data fra ECMWF. Trajektoriene er beregnet med modellen FLEXTRA (Stohl og Koffi, 1998). Den høyeste konsentrasjonen var 31,4 pg/m<sup>3</sup> (uke 27). Trajektorieplott viser at luft samlet i denne perioden kom delvis fra Kasakhstan og Russland over Ukraina og Polen og delvis fra Nordøst-Russland og Finland over de baltiske stater (Figur 6.2).

Det har blitt observert en høyere konsentrasjon av HCH i sommerhalvåret enn om vinteren i mange år. En økning i HCH-konsentrasjoner i tilknytning til sprøyting av HCH på kontinentet ble vanligvis registrert ved økede luft- og nedbørkonsentrasjoner på Lista i perioden april til juni, men nivåene er avtagende. Økningen ble tilskrevet økning av konsentrasjonen av pesticidet Lindan (som består av minst 99%  $\gamma$ -HCH), som har vært brukt i en del europeiske land (Voldner og Li, 1995), men om det fortsatt brukes er usikkert. Bruk av HCH i den tredje verden kan tenkes, men det finnes ingen pålitelige data om dette. Den tilsvarende sesongpregede fordeling av HCH i luft er også dokumentert i Sverige (Brorström-Lundén, 1995). Ukentlig luftkonsentrasjon av HCH (sum  $\alpha$ - og  $\gamma$ -HCH) er vist i Figur 6.3.

Haugen et al. (1998) har vist at forholdet  $\alpha/\gamma$ -HCH vanligvis er større enn 2 om vinteren, mens det er lavere enn 2 om våren og sommeren. Et lavt  $\alpha/\gamma$ -HCH-forhold ble tidligere observert i bruksperioden for pesticidet Lindan. Årsmiddelet for denne parameteren var 2,3. Laveste verdi (0,9 pg/m<sup>3</sup>) ble observert i uke 18, i juni, med transport av luft i lav høyde fra Biscaya over Frankrike og Benelux (Figur 6.4). Høyeste verdi (7,9 pg/m<sup>3</sup>) ble observert uke 42 da Atlanterhavsluft ble transportert via Nord-Canada, Grønland og Island til Birkenes (Figur 6.5).



Middelkonsentrasjonen av HCB siden 1992 er gjengitt i Tabell 6.1 og månedlig middelkonsentrasjon er gjengitt i Tabell 6.2. Årsmiddelet for HCB i luft var 57,5 pg/m<sup>3</sup> og nivået er det laveste observert på Birkenes, men noe høyere enn de laveste verdiene observert på Lista i perioden år 2000 til 2002. Den høyeste konsentrasjon av HCB ble funnet i prøven som ble tatt i uke 10 (96,3 pg/m<sup>3</sup>) og trajektorieberegninger viser at luftmassene ble tilført fra store deler av både Øst- og Vest-Europa og ankom Birkenes fra sørøst (Figur 6.6). Den laveste konsentrasjonen ble målt i uke 7 (21,8 pg/m<sup>3</sup>). Som vist i Figur 6.7 har ikke HCB-konsentrasjonen i luft noen sesongmessig variasjon. HCB dannes hovedsakelig ved forbrenningsprosesser, som søppelforbrenning og metallgjenvinning, og disse har ingen årlig variasjon.

Tabell 6.1: Årlige middelkonsentrasjoner av sum  $\alpha$ - og  $\gamma$ -HCH samt HCB i luft på Lista i perioden år 1992–2003 og på Birkenes fra og med år 2004. Enhet: pg/m<sup>3</sup>.

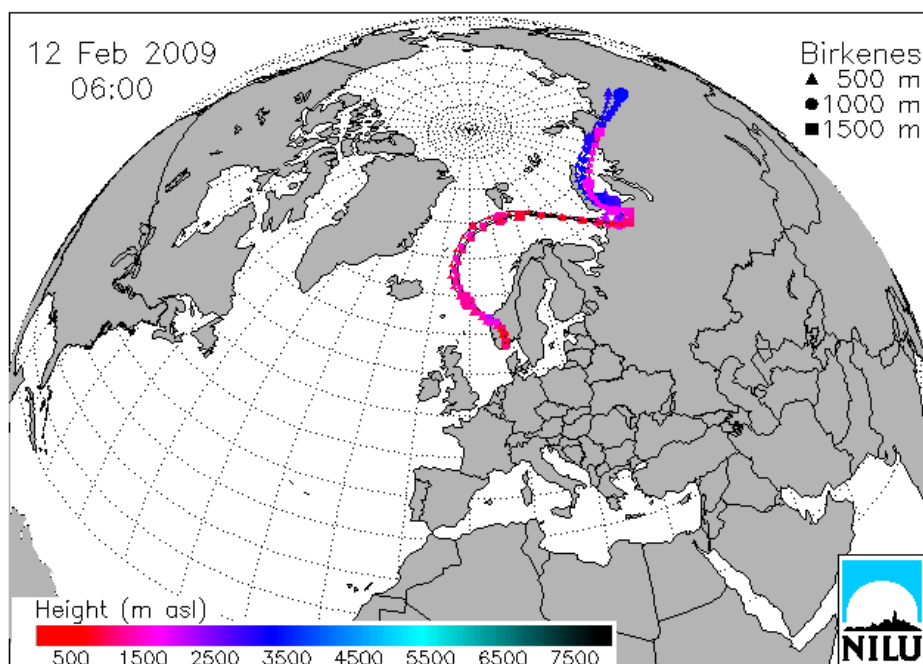
År	Middelkonsentrasjon sum HCH	Middelkonsentrasjon HCB
1992	179	121
1993	132	161
1994	188	95
1995	117	95
1996	120	86,1
1997	110	92,5
1998	90,8	92,6
1999	59,1	82,4
2000	41,7	54,5
2001	32,8	50,9
2002	29,1	57,3
2003	20,7	65,0
2004	26,1	63,9
2005	21,6	64,1
2006	17,7	63,6
2007	12,7	64,1
2008	14,1	85,5
2009	10,5	57,5

Tabell 6.2: Månedlige middelkonsentrasjoner av HCH og HCB i luft på Birkenes, år 2009. Enhet: pg/m<sup>3</sup>.

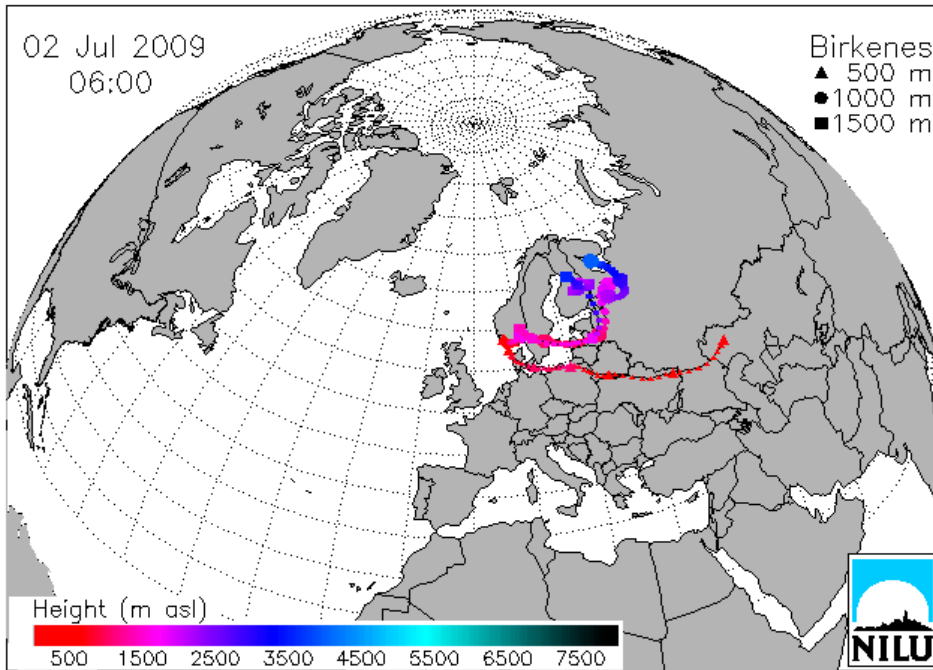
Måned	Middelkonsentrasjoner 2008			
	$\alpha$ -HCH	$\gamma$ -HCH	Sum HCH	HCB
Januar	4,2	2,5	6,7	68,8
Februar	3,6	2,1	5,7	55,8
Mars	4,7	2,8	7,5	70,0
April	5,6	4,8	10,4	67,3
Mai	6,6	4,1	10,7	67,4
Juni	8,3	4,6	12,9	64,2
Juli	12,8	7,1	19,9	62,8
August	9,4	6,2	15,6	52,3
September	9,8	4,2	14,0	30,6
Oktober	6,8	1,5	8,3	45,3
November	5,8	3,5	9,2	47,8
Desember	3,9	1,6	5,5	52,2
År 2009	6,8	3,7	10,5	57,5

Månedsmiddel er månedsmiddelverdier fra den gamle Birkenes-stasjonen for perioden januar til august og fra det nye Birkenes-observatoriet fra september og ut året. Årsmiddel er middelverdi av enkeltmålinger fra den gamle stasjonen og Birkenes-observatoriet for de samme tidsrom.

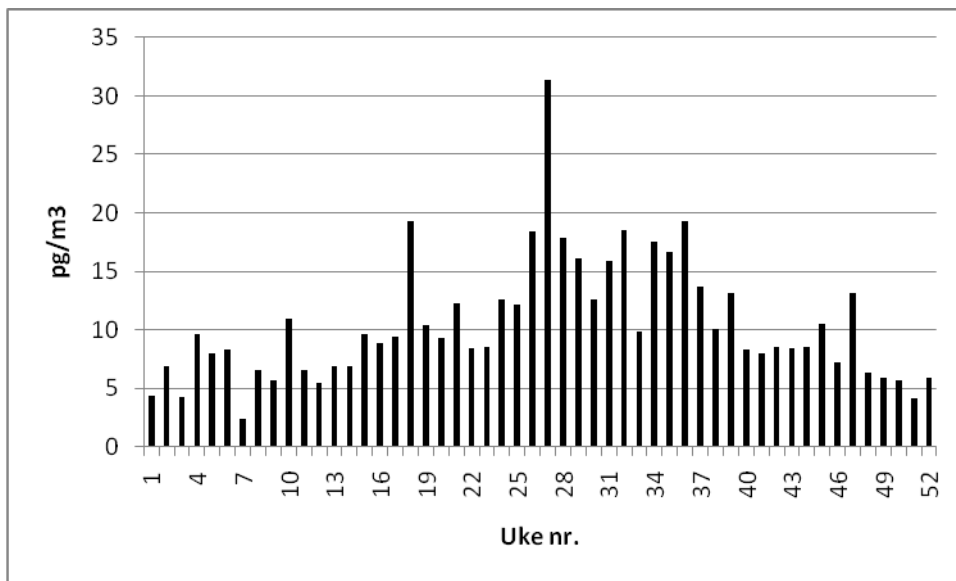
I en periode i tidsrommet juli til september ble det tatt prøver på både den gamle og den nye stasjonen i parallell. Ved sammenlikning av resultatene er nivået på den nye stasjonen gjennomgående noe lavere enn på den gamle. Om dette skyldes overgang til en annen type prøvetaker på den nye stasjonen, om det skyldes noe måleteknisk for eksempel ved volummålingen på den nye prøvetakeren eller om det skyldes skifte av prøvetakingssted blir undersøkt, men undersøkelsene er ikke avsluttet ennå. Foreløpige resultater kan tyde på at prøvetakeren på den nye stasjonen rapporterer et større luftvolum enn det reelle.



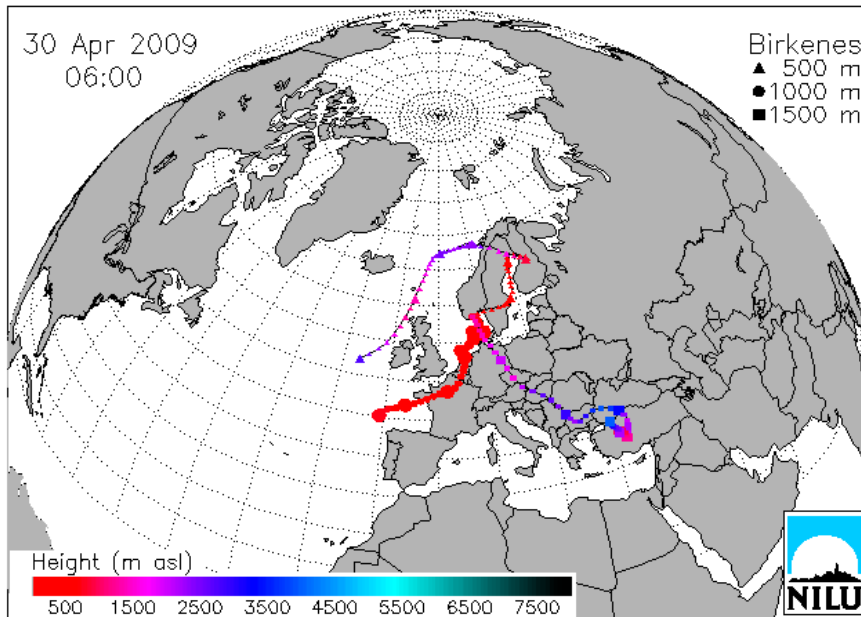
Figur 6.1: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst Birkenes den 12.2.09 kl 06:00, da prøvetakingen av prøven for uke 7 pågikk. Prøven hadde de laveste nivåer for sum HCH og HCB i år 2009. Trajektoriene er vist for syv dager. Det er vist trajektorier for 3 forskjellige høyder ved ankomst Birkenes 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.



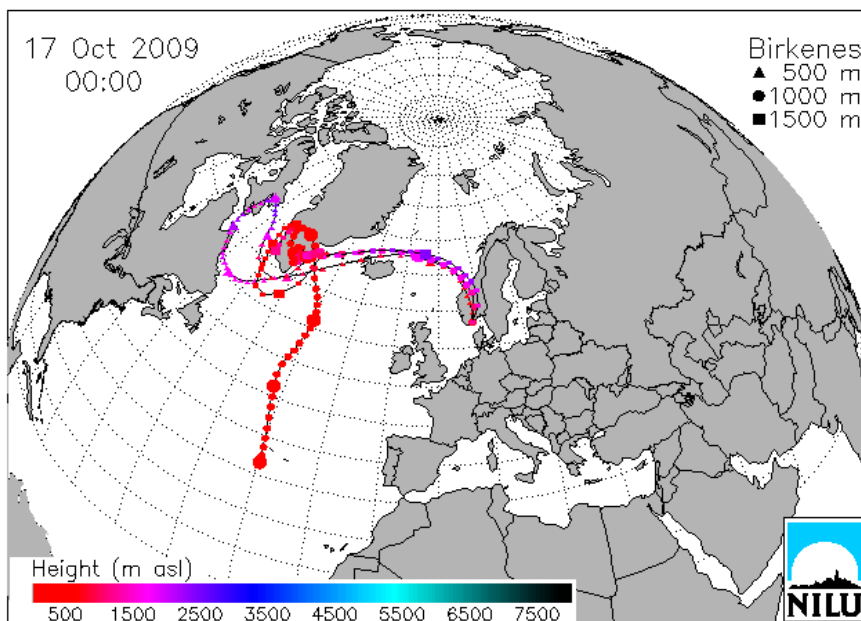
Figur 6.2: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst til Birkenes under prøvetaking av prøven i uke 27, med høyeste verdi av sum HCH for 2009.



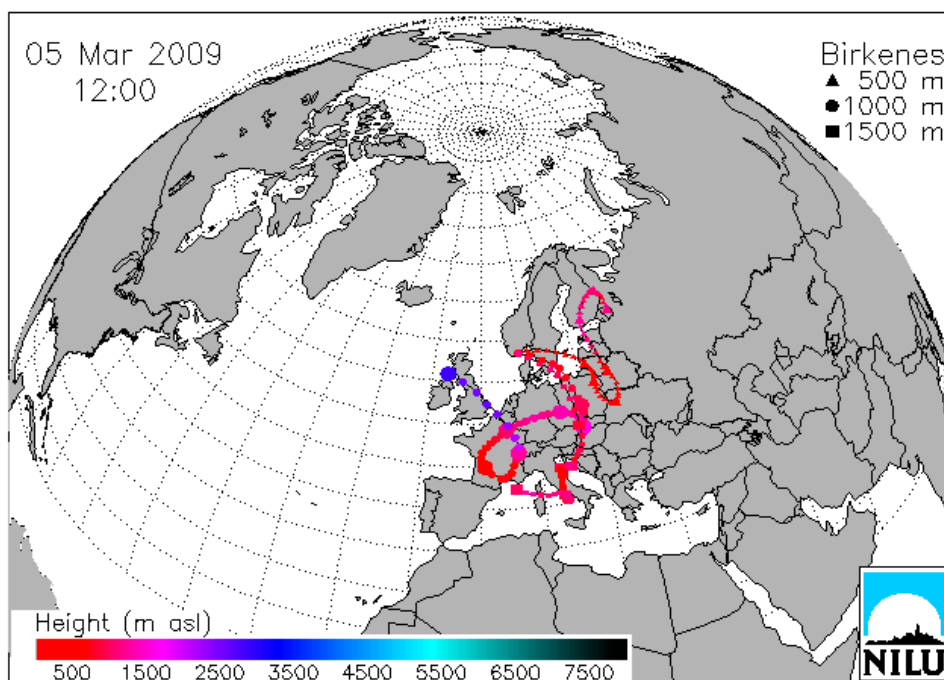
Figur 6.3: Ukentlig luftkonsentrasjon av HCH (sum  $\alpha$ - og  $\gamma$ -HCH) på Birkenes i år 2009.



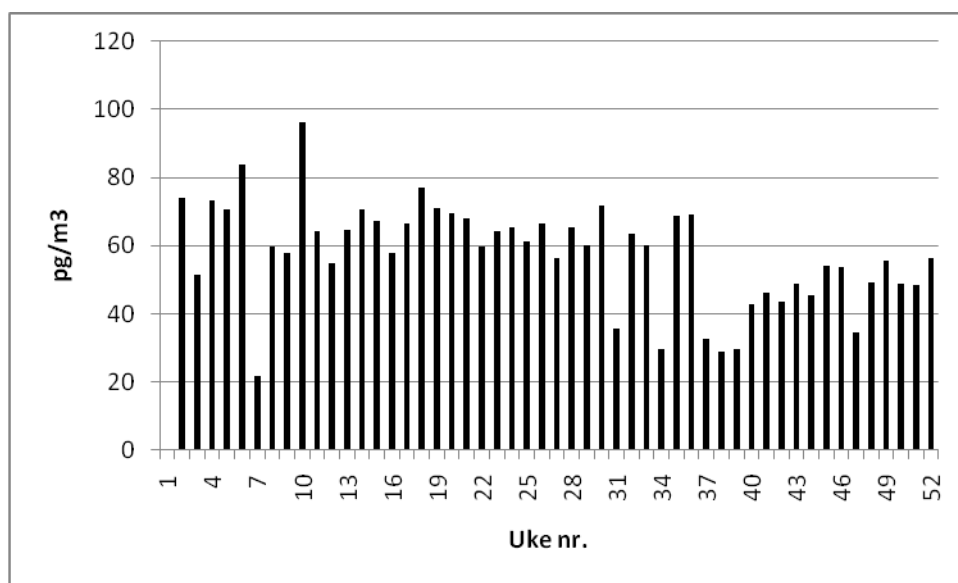
Figur 6.4: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst til Sør-Norge under prøvetaking av prøven for uke 18, med laveste verdi for parameteren  $\alpha/\gamma$ -HCH for 2009 på Birkenes.



Figur 6.5: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst til Sør-Norge under prøvetaking av prøven for uke 42, med høyeste verdi for parameteren  $\alpha/\gamma$ -HCH og laveste verdi for sum PCB for 2009 på Birkenes.



Figur 6.6: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst til Sør-Norge under prøvetaking av prøven for uke 10, med høyeste verdi for HCB og sum PCB for 2009 på Birkenes.



Figur 6.7: Ukentlig luftkonsentrasjon av HCB på Birkenes i år 2009.

### PCB

I år 2005 ble måleprogrammet utvidet til også å omfatte syv enkeltforbindelser (kongenerer) fra gruppen polyklorerte bifenyls (polychlorinated biphenyls, PCB). Disse inneholder fra tre til syv kloratomer: PCB 28 (3 klor), PCB 52 (4 klor), PCB 101 og PCB 118 (5 klor), PCB 138 og PCB 153 (6 klor) og PCB 180 (7 klor). De PCB som vanligvis har høyest luftkonsentrasjon er tri- og tetra-klor PCB, som er de flyktigste i denne gruppen, mens PCB 180, som er

minst flyktig har lavest konsentrasjon i luft. Tabell 6.3 viser månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av de enkelte PCB-kongenerene.

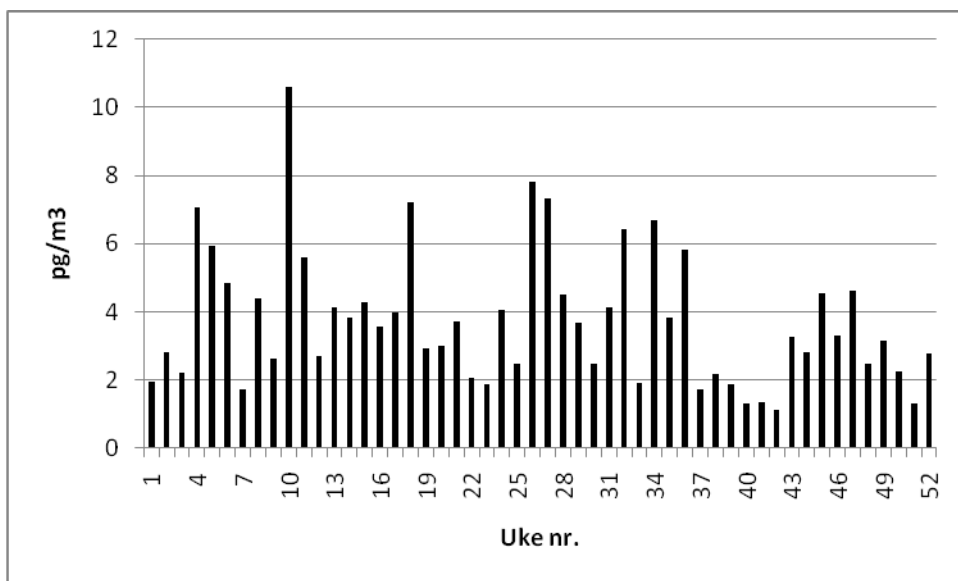
Tabell 6.3: Månedlige middelkonsentrasjoner av syv PCB i luft på Birkenes, år 2009 og årsmiddelverdier for 2004-2009.

Enhet: pg/m<sup>3</sup>.

Måned	PCB28	PCB52	PCB101	PCB118	PCB138	PCB153	PCB180	Sum PCB
Januar	1,37	1,18	0,60	0,17	0,22	0,36	0,11	
Februar	1,27	0,99	0,48	0,14	0,16	0,27	0,08	
Mars	1,78	1,37	0,88	0,23	0,47	0,73	0,30	
April	1,43	1,28	0,71	0,19	0,28	0,44	0,13	
Mai	1,05	0,94	0,50	0,14	0,18	0,28	0,07	
Juni	1,18	1,10	0,72	0,19	0,29	0,46	0,12	
Juli	1,37	1,27	0,80	0,22	0,32	0,50	0,13	
August	1,16	1,23	0,85	0,22	0,35	0,56	0,14	
September	0,65	0,81	0,56	0,14	0,21	0,34	0,08	
Oktober	0,64	0,63	0,31	0,09	0,10	0,16	0,04	
November	1,19	1,13	0,60	0,19	0,21	0,34	0,08	
Desember	0,79	0,77	0,37	0,09	0,11	0,19	0,04	
2004	1,63	1,40	0,82	0,32	0,36	0,65	0,20	5,26
2005	1,55	1,47	1,06	0,58	0,75	1,29	0,27	6,97
2006	1,69	1,60	1,03	0,44	0,61	1,14	0,30	6,80
2007	1,34	1,27	0,75	0,28	0,37	0,63	0,16	4,55
2008	1,91	1,71	0,96	0,32	0,41	0,63	0,17	6,12
2009	1,14	1,04	0,60	0,16	0,24	0,38	0,11	3,95

Figur 6.8 viser ukentlige luftkonsentrasjoner av sum PCB på Birkenes i år 2009. Nivået som ble observert er lavere enn tidligere for alle forbindelsene.

Som tidligere nevnt for parameterne HCB og HCH er det også for sum PCB observert et lavere nivå på den nye stasjonen sammenliknet med nivået på gamle Birkenes. Årsaken til dette blir undersøkt. Høyeste verdi målt for sum PCB (10,6 pg/m<sup>3</sup>) ble påvist i prøven fra uke 10 og trajektorieberegninger viser at luftmassene ble tilført fra store deler av både Øst- og Vest-Europa og ankom Birkenes fra sørøst (Figur 6.6). Laveste verdi (1,12 pg/m<sup>3</sup>) ble observert uke 42 da Atlanterhavsluft ble transportert via Nord-Canada, Grønland og Island til Birkenes (Figur 6.5).

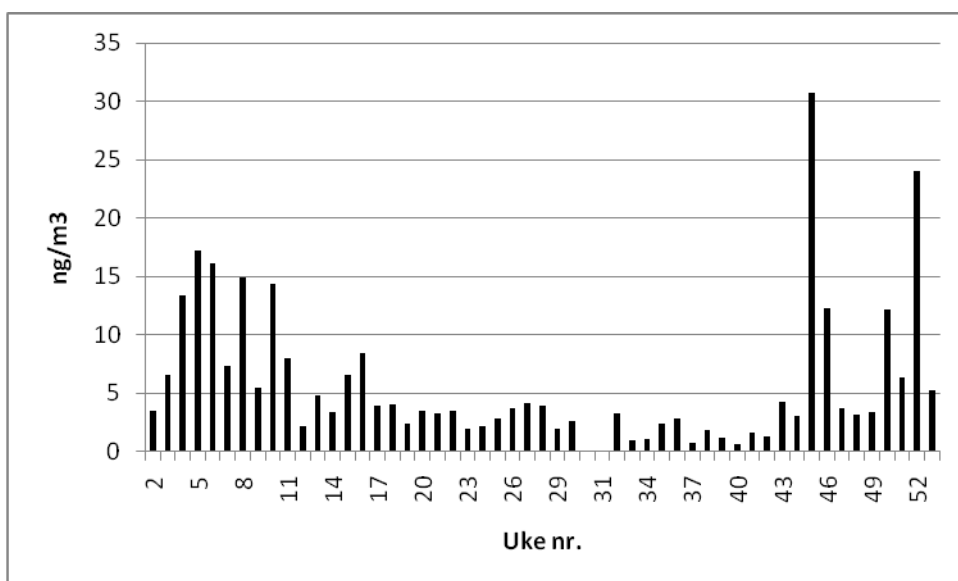


Figur 6.8: Ukentlig luftkonsentrasjon av sum PCB på Birkenes i år 2009.

### PAH

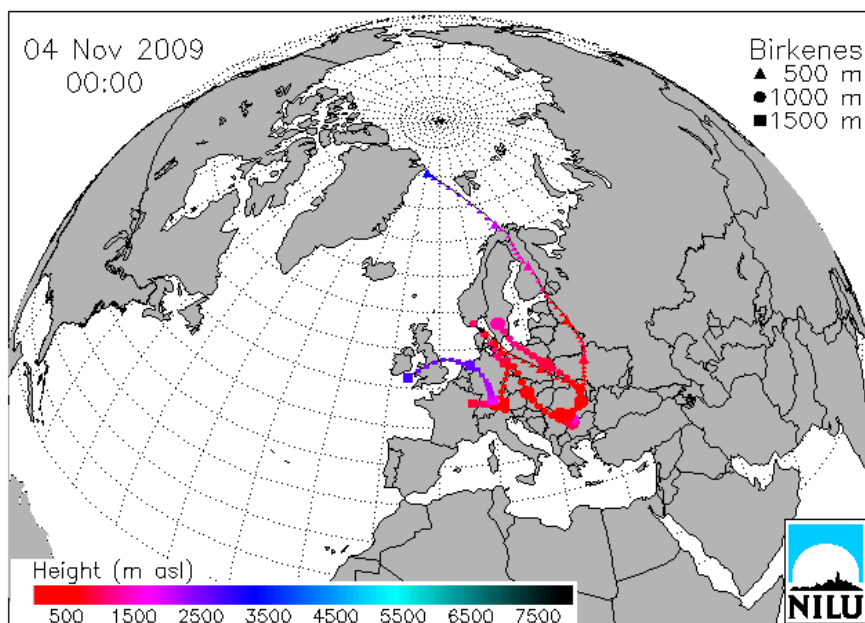
I år 2008 ble det satt i gang kontinuerlig overvåking av PAH på Birkenes og aktiviteten fortsatte i år 2009. Figur 6.9 viser konsentrasjonene for sum PAH i løpet av året. Middelverdien for sum PAH på Birkenes var 5,49 ng/m<sup>3</sup> i år 2009 (2008: 5,33 ng/m<sup>3</sup>). Samme parameter fra målestasjonen ved Ny-Ålesund på Svalbard hadde middelverdien 2,60 ng/m<sup>3</sup>. De flyktigste PAH-komponentene består av to benzen-ringer og disse er best egnet for langtransport i luft. De utgjorde størstedelen (61%) av sum PAH på Svalbard, mens på Birkenes bidro de 49%.

Månedsmiddelverdier for PAH står i Tabell D.1 (Vedlegg D).



Figur 6.9: Luftkonsentrasjon av sum PAH på Birkenes i år 2009.

Den høyeste prøven ( $30,7 \text{ ng/m}^3$ ) ble tatt i uke 45 og Figur 6.10 viser at luften som ankom da prøven ble tatt ble tilført fra sørvest og hadde vært transportert over store deler av Europa i lav høyde.



Figur 6.10: Trajektorieplott for PAH-prøven med høyest konsentrasjon på Birkenes i år 2009.

#### *Bromerte forbindelser*

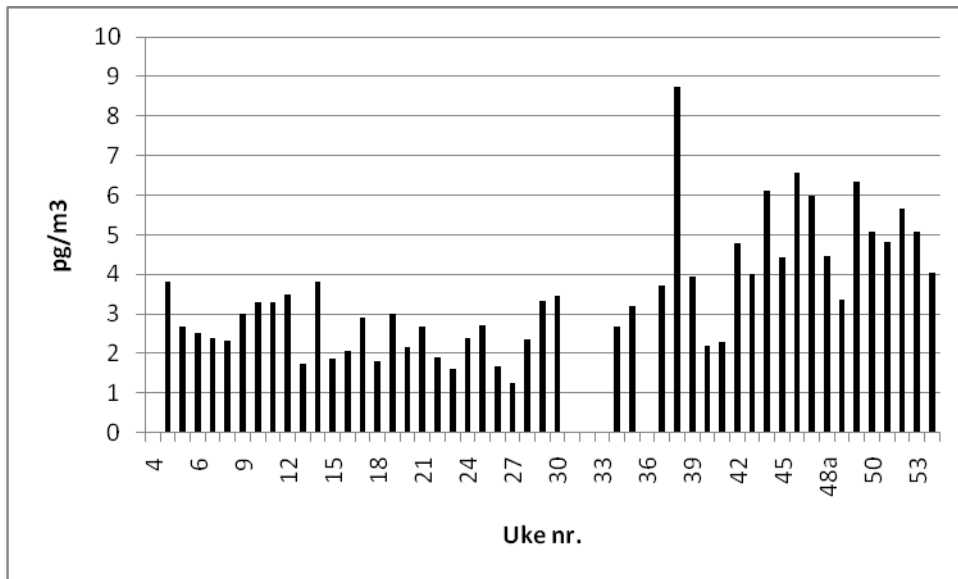
Fra og med uke 1 år 2008 ble det satt i gang ukentlig prøvetaking av bromerte flammehemmere i luft på Birkenes og denne aktiviteten fortsatte i år 2009. I hvert prøveekstrakt ble det bestemt tribromanisol (TBA), PBDE og HBCD. De samme parametre ble bestemt i to mindre måleprogrammer i henholdsvis årene 2006 (13 prøver) og 2007 (17 prøver).

#### *TBA*

Tribromanisol 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).

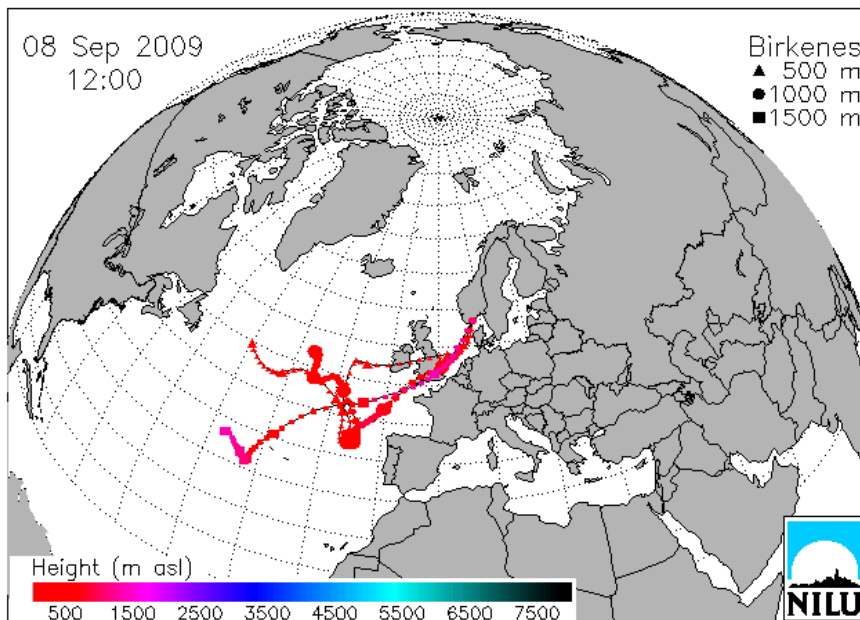
Figur 6.11 viser et plott av konsentrasjonen av TBA i prøver tatt ukentlig på Birkenes.





Figur 6.11: Luftkonsentrasjonen av TBA i luft på Birkenes år 2009.

Middelverdien i år 2009 var  $3,48 \text{ pg/m}^3$  (2008:  $3,33 \text{ pg/m}^3$ ) og stoffet ble påvist i 49 av alle 52 prøvene i datasettet. Middelverdiene fra det første reduserte måleprogrammet var henholdsvis  $18,6 \text{ pg/m}^3$  (2006) og  $4,95 \text{ pg/m}^3$  (2007). Høyeste konsentrasjon ( $8,74 \text{ pg/m}^3$ ) ble påvist i prøven som ble tatt i uke 37. Trajektorieplott (Figur 6.12) viser at luft ble tilført fra Atlanteren vest for Biscaya over England og Nordsjøen nordøstover mot Birkenes.



Figur 6.12: Trajektorieplott for prøvetaking av prøven med høyeste TBA-konsentrasjon på Birkenes i år 2009.

Månedsmiddelverdier for TBA står i Tabell D.2 (Vedlegg D).

### *PBDE*

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 antallet og posisjonen av bromatomene i molekylet. I praksis består kommersielle blandinger av langt færre kongenerer fordi mange kongenerer er ustabile og spalter av brom.

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

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

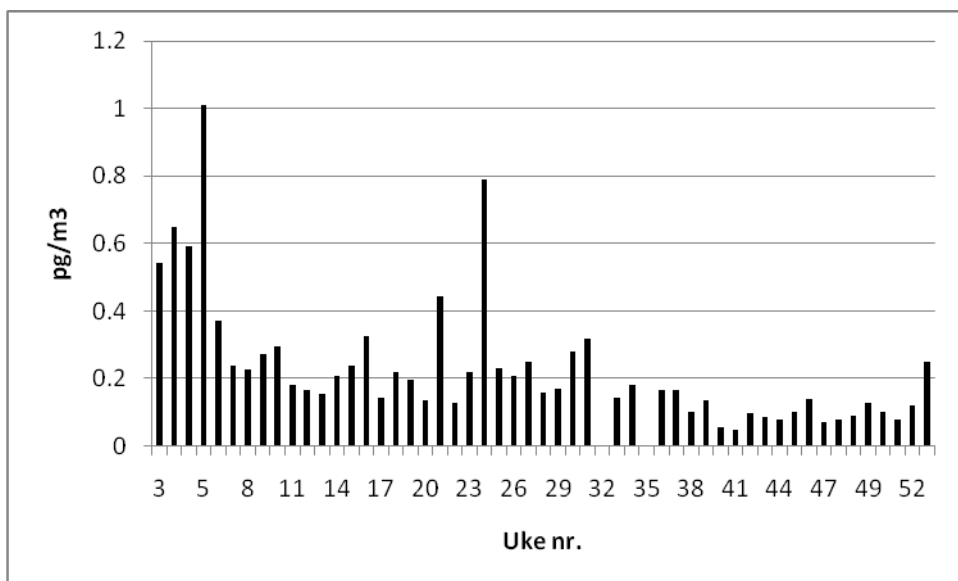
Den tredje kommersielle blandingen er "pentaBDE," eller "pentabrom," som er en viskøs væske, brukt i tekstiler og som tilsetning i skumplast hvor opptil 30% av vekten utgjøres av flammehemmeren (Hale, 2002). Kommersielle pentaBDE varierer noe i sammensetning, men generelt består den av 24-38% tetraBDE, 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.

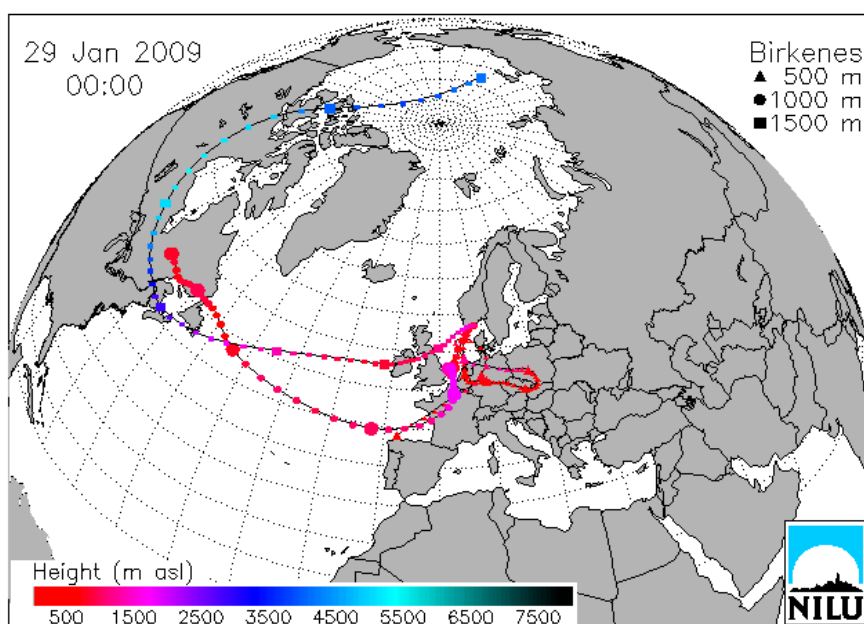
PBDE er svært stabile, men det er observert at PBDE kan spalte av brom under bestråling av UV-lys og reaksjonen går raskere for de høybromerte komponentene enn for de med færre bromatomer (Eriksson et al., 2001; Söderström et al., 2004). Som PCB akkumuleres PBDE i fettvev og det synes som om tetraBDE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

Figur 6.13 viser plott av konsentrasjonene til summen av tetraBDE-forbindelsene PBCD 47, 49, 66 og 71 som gir det største bidraget av PBDE.

Høyeste verdi målt var 1,01 pg/m<sup>3</sup> og den ble målt i uke 5. Trajektorieplottet for denne prøven (Figur 6.14) viser at luften delvis ankom stasjonen fra Arktis via Nord-Canada over Atlanteren til Birkenes over sentrale deler av Europa og Nordsjøen. Middelerdi for sum tetraBDE i år 2009 var 0,32 pg/m<sup>3</sup> (2006: 0,59 pg/m<sup>3</sup>, 2007: 0,58 pg/m<sup>3</sup>, 2008: 0,42 pg/m<sup>3</sup>).



Figur 6.13: Plott av konsentrasjonen av sum PBDE 47, 49, 66 og 71 i prøver samlet ukentlig på Birkenes i år 2009.



Figur 6.14: Trajektorieplott for prøven med høyest konsentrasjon av sum PBDE 47, 49, 66 og 71 på Birkenes i år 2009.

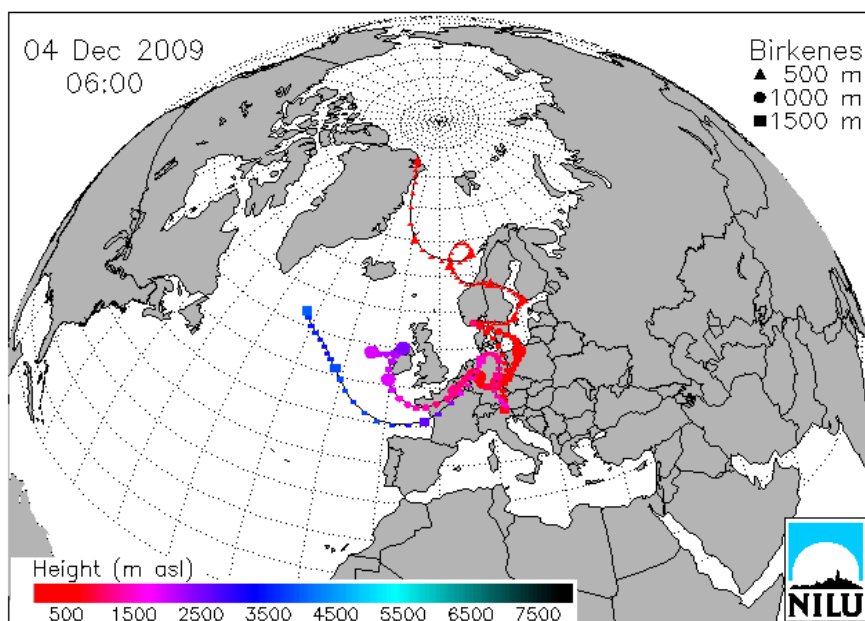
Månedsmiddelverdier for alle PBDE står i Tabell D.2 (Vedlegg D).

### HBCD

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

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

Middelverdien for sum HBCD i luft på Birkenes i år 2009 var  $0,59 \text{ pg/m}^3$  og som tidligere var det  $\alpha$ - og  $\gamma$ -HBCD som dominerte. HBCD ble påvist i 34 av 52 prøver og  $\beta$ -HBCD ble påvist i syv prøver. I årene 2006 og 2007 hadde rensemetoden for HBCD-ekstrakter et tap av  $\beta$ -HBCD, men dette ble rettet før analysene med 2008-prøver ble påbegynt. Verdiene fra år 2006 til 2008 for sum HBCD var henholdsvis  $7,56 \text{ pg/m}^3$ ,  $4,15 \text{ pg/m}^3$  og  $0,21 \text{ pg/m}^3$ . Høyeste enkeltprøve ( $5,30 \text{ pg/m}^3$ ) ble tatt uke 49 med tilførsel av luft fra ulike områder, men hovedsakelig fra sentrale deler av Vest-Europa og fra Norskehavet. Et trajektorieplott for denne prøven er vist i Figur 6.15.



Figur 6.15: Trajektorieplott for prøven med høyest sum HBCD på Birkenes i år 2009.

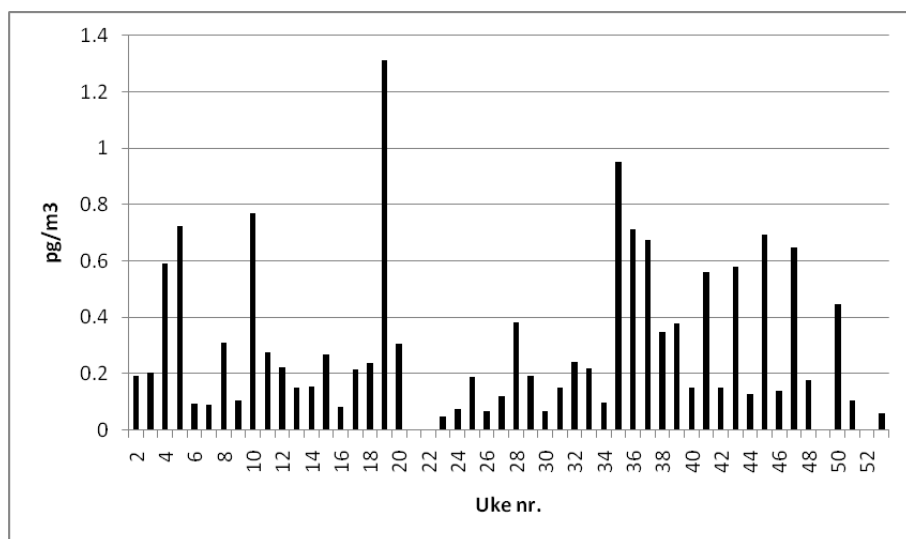
Månedsmiddelverdier for HBCD står i Tabell D.2 (Vedlegg D).

### PFAS

PFAS er en gruppe organiske kjemikalier som er brukt til overflatebehandling av tekstiler, i polymerer, i brannslukningsskum og i insekticider. Flere 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 vannavvisende. 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 perfluorerte karbonkjeder, for eksempel fluortelomer alkoholer (Jahnke et al., 2007).

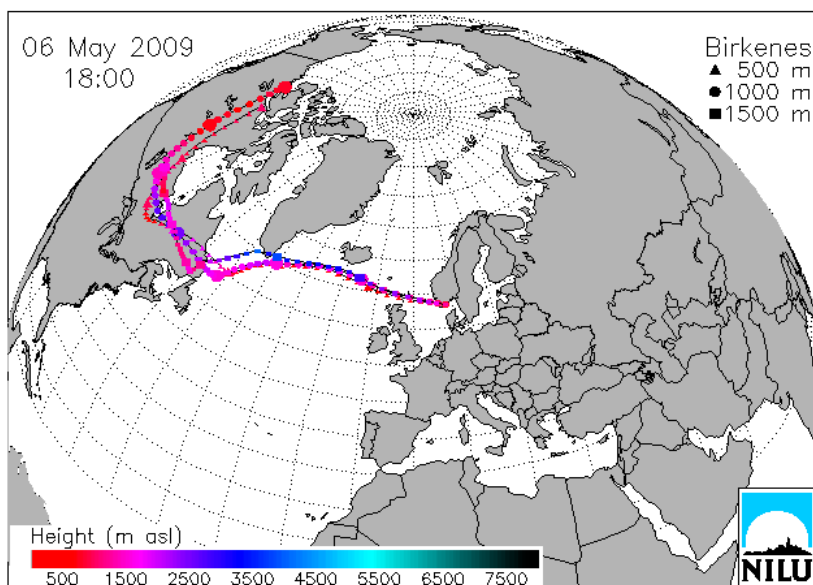
Fra og med år 2008 ble det tatt prøver for bestemmelse av polyfluorerte alkylstoffer i luft på Birkenes ukentlig og programmet fortsatte i år 2009. De samme parametere ble bestemt i to mindre måleprogrammer i henholdsvis år 2006 (13 prøver) og 2007 (16 prøver).

Figur 6.16 viser resultater av sum av komponentene PFOSA, PFOS og PFOA som i gjennomsnitt utgjorde 93 % av sum PFAS og som det finnes flest data for i dette datasettet. I rapporten for år 2008 var PFNA med i denne summen, men denne komponenten ble ikke påvist i prøvene fra år 2009.



Figur 6.16: Konsentrasjon av sum av komponentene PFOSA, PFOS og PFOA i luft på Birkenes i år 2009.

Middelkonsentrasjonen for sum av disse komponentene i år 2009 var 0,31 pg/m<sup>3</sup> (2006: 1,71 pg/m<sup>3</sup>, 2007: 0,88 pg/m<sup>3</sup>, 2008: 1,06 pg/m<sup>3</sup>). Figur 6.17 viser et trajektorieplott for prøven som ble tatt i uke 19 med den høyeste konsentrasjonen (1,31 pg/m<sup>3</sup>). Som det fremgår av figuren ble luften transportert fra Nord-Canada og Grønland over Atlanteren nord for Skottland til Birkenes fra vest.



Figur 6.17: Trajektorieplott for lufttransport til Birkenes under prøvetakingen av prøven med høyest sum av parameterne PFOSA, PFOS og PFOA i luft på Birkenes i år 2009.

Månedsmiddelverdier for alle PFAS står i Tabell D.3 (Vedlegg D).

### 6.3.2 Organiske forbindelser i nedbør

Den gjennomsnittlige nedbørkonsentrasjonen for summen av  $\alpha$ - og  $\gamma$ -HCH på Birkenes var 0,47 ng/l i år 2009. Dette er, som det fremgår av Tabell 6.4, den laveste verdien målt på Lista/Birkenes. Månedlige middelkonsentrasjoner for HCH og HCB i nedbør på Birkenes er gjengitt i Tabell 6.5, og konsentrasjoner for sum HCH i prøver samlet ukentlig er gjengitt i Figur 6.18. Den laveste HCH-konsentrasjon som ble målt i år 2009 var 0,13 ng/l (uke 6/7 og 52). Den høyeste konsentrasjonen var 1,7 ng/l og ble målt i en prøve fra uke 34a. Et par høye verdier ble funnet i prøver fra april, men en klar økning i nivået om våren ble ikke observert. De høyeste konsentrasjonene av HCH ble tidligere ofte observert i perioden mai til juni og dette stemte relativt bra overens med bruksperioden (april-juni) for Lindan i Europa (Haugen et al., 1998). Et eksempel fra 1998 er vist i Figur 6.19. Lindan består hovedsakelig av isomeren  $\gamma$ -HCH (>99%) Denne sesongpregede variasjon av HCH-konsentrasjonen i nedbør er også dokumentert fra Sverige, Danmark og Canada (Brorström-Lundén, 1995; Cleemann et al., 1995; Brun et al., 1991). På Birkenes har den blitt mindre utpreget med årene og det er sannsynlig at dette skyldes mindre bruk av dette sprøytemiddelet.

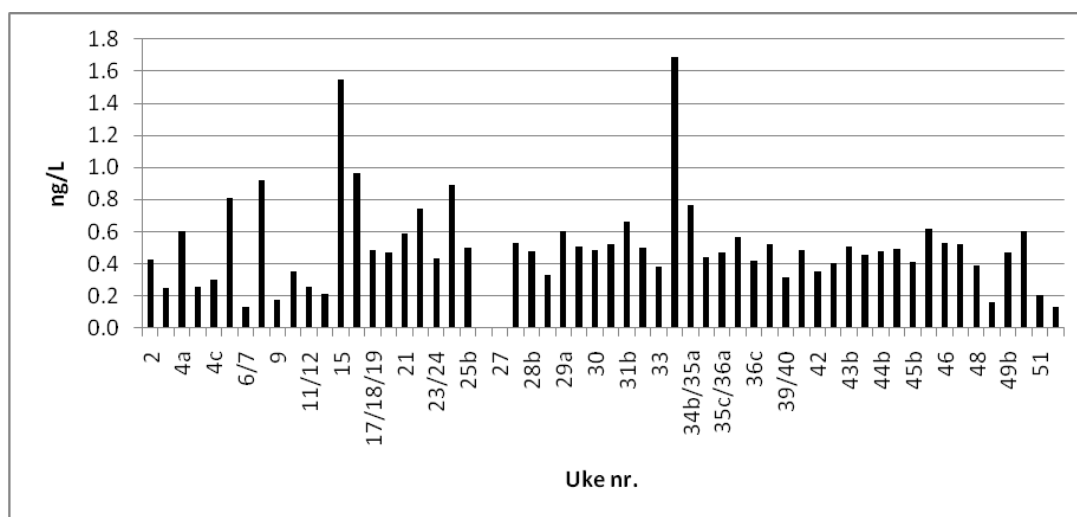
Konsentrasjonen av HCB i de individuelle nedbørprøver varierte fra 0,01 til 0,78 ng/l. Middelkonsentrasjonen for hele år 2009 var 0,06 ng/l, som er laveste verdi målt på Birkenes og Lista. Konsentrasjoner for HCB i nedbørprøver er gjengitt i Figur 6.20.

Tabell 6.4: Veide årsmiddelkonsentrasjoner av sum  $\alpha$ - og  $\gamma$ -HCH samt HCB i nedbør på Birkenes og Lista (1992-2009). Enhet: ng/l.

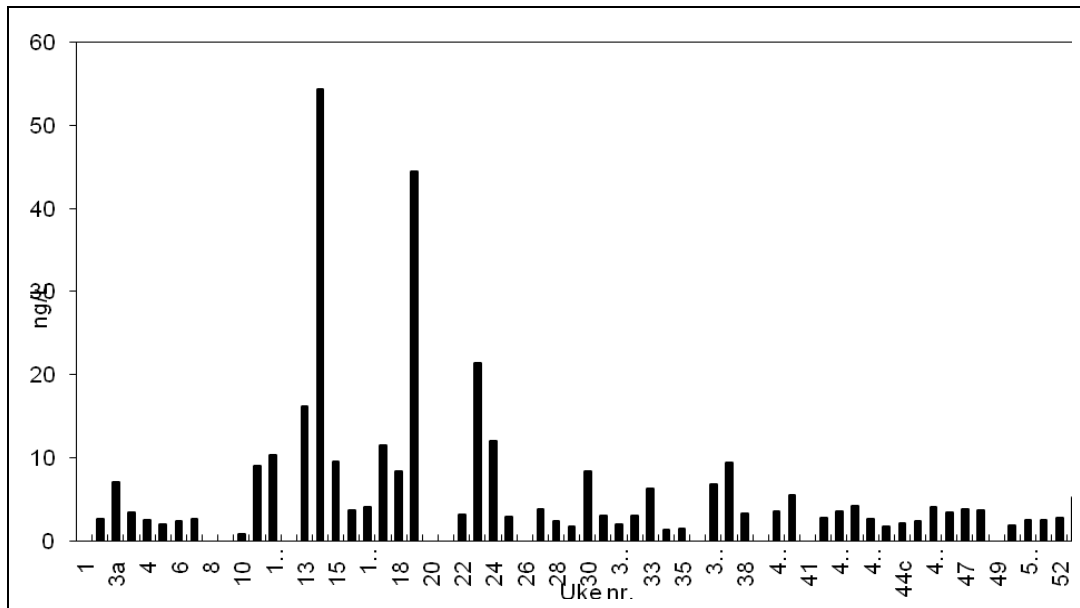
År	Middelkonsentrasjon sum HCH	Middelkonsentrasjon HCB
1992	11,7	0,12
1993	15,6	0,38
1994	12,7	0,59
1995	8,43	0,78
1996	11,9	1,54
1997	6,15	0,92
1998	5,64	0,68
1999	4,28	0,64
2000	3,28	0,63
2001	2,61	0,28
2002	2,09	0,34
2003	1,29	0,39
2004	1,26	0,12
2005	0,99	0,12
2006	0,71	0,14
2007	0,59	0,58
2008	0,63	0,09
2009	0,47	0,06

Tabell 6.5: Månedlige middelkonsentrasjoner av HCH og HCB i nedbør på Birkenes i år 2009. Enhet: ng/l.

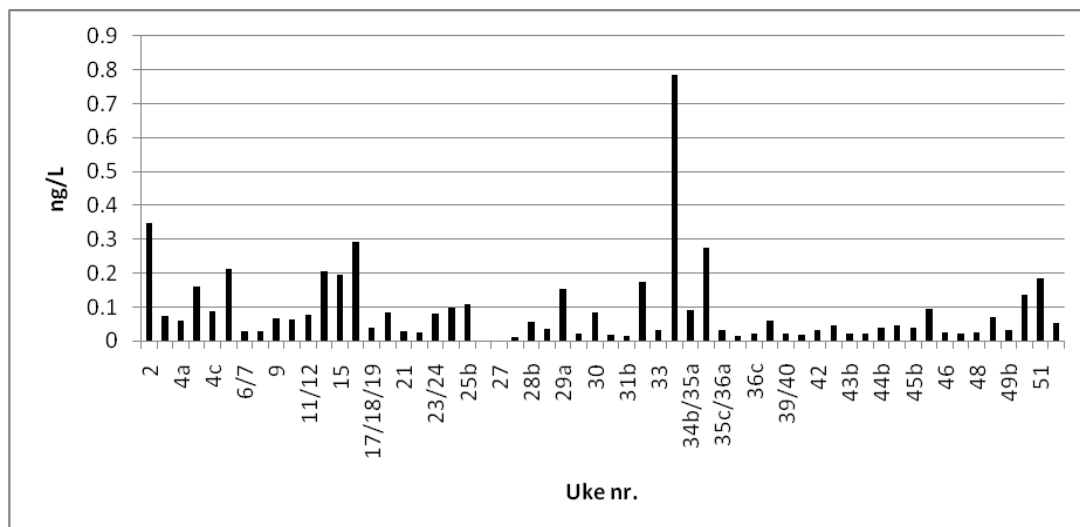
Måned	Middelkonsentrasjoner år 2009			
	$\alpha$ -HCH	$\gamma$ -HCH	Sum HCH	HCB
Januar	0,10	0,26	0,36	0,12
Februar	0,06	0,39	0,45	0,06
Mars	0,11	0,20	0,31	0,10
April	0,21	0,76	0,97	0,20
Mai	0,17	0,42	0,59	0,04
Juni	0,18	0,53	0,71	0,09
Juli	0,14	0,36	0,50	0,04
August	0,15	0,43	0,58	0,09
September	0,17	0,32	0,49	0,02
Oktober	0,20	0,25	0,45	0,02
November	0,16	0,31	0,47	0,04
Desember	0,11	0,21	0,32	0,07



Figur 6.18: Nedbørkonsentrasjon av HCH (sum  $\alpha$ - og  $\gamma$ -HCH) i prøver samlet ukentlig på Birkenes i år 2009. I tilfeller hvor flere prøver ble tatt i samme uke ble disse betegnet med ukenummer og en bokstav, for eksempel 4a, 4b og 4c. I tilfeller hvor prøver fra flere uker ble kombinert ble disse betegnet med de aktuelle ukenummer separert med skråstrek, f.eks. 6/7.



Figur 6.19: Nedbørkonsentrasjon av HCH (sum  $\alpha$ - og  $\gamma$ -HCH) i prøver samlet ukentlig på Lista i 1998. Vårmaksimumet i HCH, som skyldtes en økning i  $\gamma$ -HCH-konsentrasjonen, sees tydelig.



Figur 6.20: Nedbørkonsentrasjon av HCB i prøver samlet ukentlig på Birkenes i år 2009.

Fra og med år 2004 omfattet også nedbøranalysene de samme syv PCB som ble bestemt i luftprøver. Årsmiddel for sum PCB i år 2009 var 0,06 ng/l (2004: 0,20 ng/l, 2005: 0,21 ng/l, 2006: 0,21 ng/l, 2007: 0,22 ng/l), 2008: 0,22 ng/l).

Resultatene er sammenfattet i Tabell 6.6. Som det fremgår var det en nedgang fra år 2008 til 2009.



Tabell 6.6: Årsmiddel og månedlige middelkonsentrasjoner av syv PCB i nedbør på Birkenes, år 2009. Enhet: ng/l. Til sammenligning er også nivåene i 2004, 2005, 2006 og 2008 oppgitt.

Måned	PCB28	PCB52	PCB101	PCB118	PCB138	PCB153	PCB180
Januar	0,010	0,010	0,010	0,007	0,014	0,016	0,016
Februar	0,014	0,012	0,012	0,008	0,011	0,015	0,012
Mars	0,012	0,011	0,013	0,009	0,026	0,029	0,042
April	0,024	0,018	0,014	0,008	0,010	0,013	0,009
Mai	0,009	0,007	0,006	0,006	0,005	0,013	0,012
Juni	0,013	0,008	0,005	0,004	0,004	0,005	0,002
Juli	0,008	0,006	0,005	0,004	0,004	0,005	0,002
August	0,028	0,014	0,008	0,006	0,005	0,005	0,001
September	0,017	0,011	0,006	0,005	0,005	0,008	0,003
Oktober	0,014	0,009	0,004	0,003	0,004	0,005	0,002
November	0,009	0,008	0,006	0,007	0,010	0,009	0,010
Desember	0,010	0,009	0,008	0,006	0,010	0,011	0,011
2004	0,016	0,027	0,039	0,025	0,028	0,048	0,014
2005	0,015	0,021	0,035	0,028	0,035	0,055	0,018
2006	0,023	0,028	0,025	0,018	0,021	0,034	0,014
2007	0,027	0,025	0,031	0,035	0,057	0,109	0,029
2008	0,018	0,025	0,032	0,027	0,036	0,062	0,019
2009	0,012	0,009	0,007	0,006	0,009	0,010	0,010

## 6.4 Resultater fra Ny-Ålesund, Zeppelinfjellet (AMAP)

### 6.4.1 Organiske forbindelser luft

#### HCH

Den gjennomsnittlige luftkonsentrasjonen av HCH (sum  $\alpha$ - og  $\gamma$ -HCH) i Ny-Ålesund i år 2009 var 9,5 pg/m<sup>3</sup>. I løpet av året varierte konsentrasjonen fra 5,4 til 20,3 pg/m<sup>3</sup>, som vist i Figur 6.21. Sum HCH viste ingen klar sesongvariasjon, men hadde et noe høyere nivå på høsten enn ellers i året. Høyeste verdi ble observert i uke 36. Årsmiddelkonsentrasjonen for stoffgruppen i tidsrommet 1996 til 2009 er gjengitt i Tabell 6.7 og verdien for år 2009 var den laveste observert på Zeppelinstasjonen.

NILU har foretatt målinger av HCH i Ny-Ålesund og på Zeppelinfjellet fra begynnelsen av 80-årene i perioden mars–april (Oehme et al., 1995). Disse målingene viser at  $\alpha$ -HCH-konsentrasjonen har avtatt siden begynnelsen av 80-årene. Dette skyldes høyst sannsynlig redusert bruk av teknisk HCH (65-70%  $\alpha$ -HCH, ca. 15%  $\gamma$ -HCH samt andre stoffer), som er erstattet med Lindan (>99%  $\gamma$ -HCH). Eksempelvis forbrukte Kina i 1980 ca. 10 000 tonn  $\alpha$ -HCH, som kom fra teknisk HCH. Landet faset ut teknisk HCH i 1983 (Li et al., 1996).

Generelt er opplysninger om nåværende og tidligere bruk av pesticider vanskelige å finne og de angivelser som finnes er usikre. Mange land fører ingen oversikt over bruken av slike stoffer, mens informasjonen er konfidensiell i andre land.

Tabell 6.7: Årlige middelkonsentrasjoner av sum  $\alpha$ - og  $\gamma$ -HCH i luft, Zeppelinstasjonen. Enhet: pg/m<sup>3</sup>.

År	Middelkonsentrasjon sum $\alpha$ - og $\gamma$ -HCH i luft, Zeppelinfjell
1996	73,1
1997	66,0
1998	47,4
1999	42,8
2000	26,5
2001	27,1
2002	34,1
2003	23,2
2004	19,9
2005	17,8
2006	12,7
2007	11,1
2008	10,5
2009	9,5

Avsetning av HCH fra luft til hav er anslått til å være den viktigste transportmekanismen til Arktis (Cotham og Bidleman, 1991).  $\alpha/\gamma$ -HCH-forholdet er høyere i Arktis enn det som observeres nærmere bruksområdene for Lindan lenger sør. Årsmiddelet for 2009 av  $\alpha/\gamma$ -HCH i Ny-Ålesund var 6,5 og forholdet varierte fra 3,0 til 12,1, mens de tilsvarende verdier for  $\alpha/\gamma$ -HCH-forholdet på Birkenes var henholdsvis 2,3, 0,92 og 7,9. Grunner til at forholdet som observeres i Ny-Ålesund er høyere enn på Birkenes kan være:

- et større bidrag av  $\alpha$ -HCH fra bruk av teknisk HCH
- fotokjemisk omdannelse av  $\gamma$ -HCH til  $\alpha$ -HCH (Benezet og Matsumura, 1973) under transporten til Arktis
- re-emisjon av  $\alpha$ -HCH fra havet

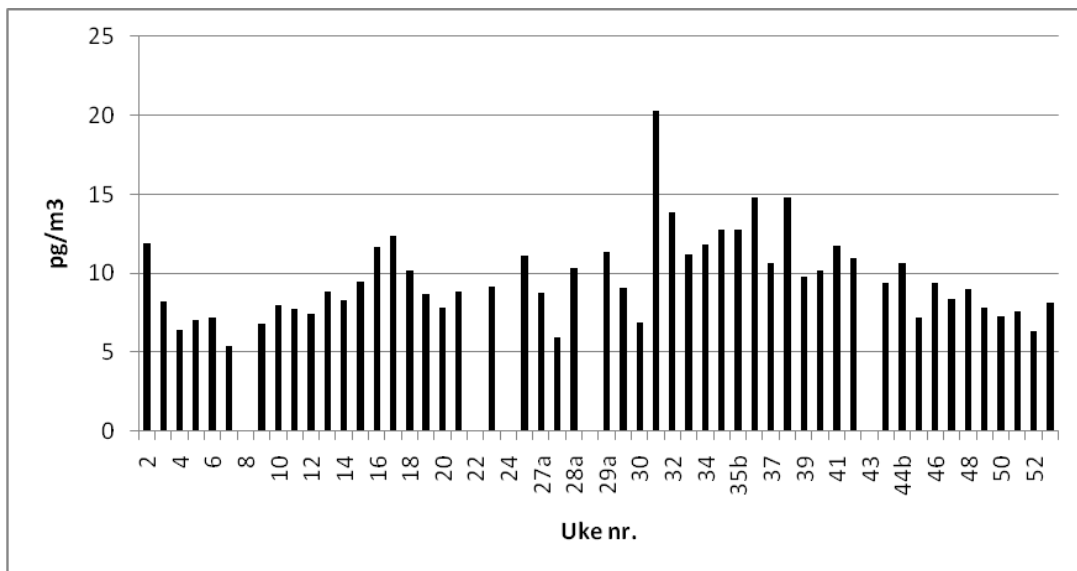
Undersøkelser av HCH i arktisk overflatevann tyder på at havet er overmettet med hensyn på HCH i de varmeste månedene i året. Det er en kombinasjon av lavere luftkonsentrasjon, som følge av redusert global bruk, og oppvarming av overflatevann som kan gi en fluks av  $\alpha$ -HCH fra hav til luft om sommeren, mens  $\gamma$ -HCH-nivået nærmer seg likevekt (McConnell et al., 1993; Jantunen og Bidleman, 1996; Willett et al., 1998).

Årsmiddelet for  $\gamma$ -HCH var 1,3 pg/m<sup>3</sup>, som var lavere enn året før (Tabell 6.8).

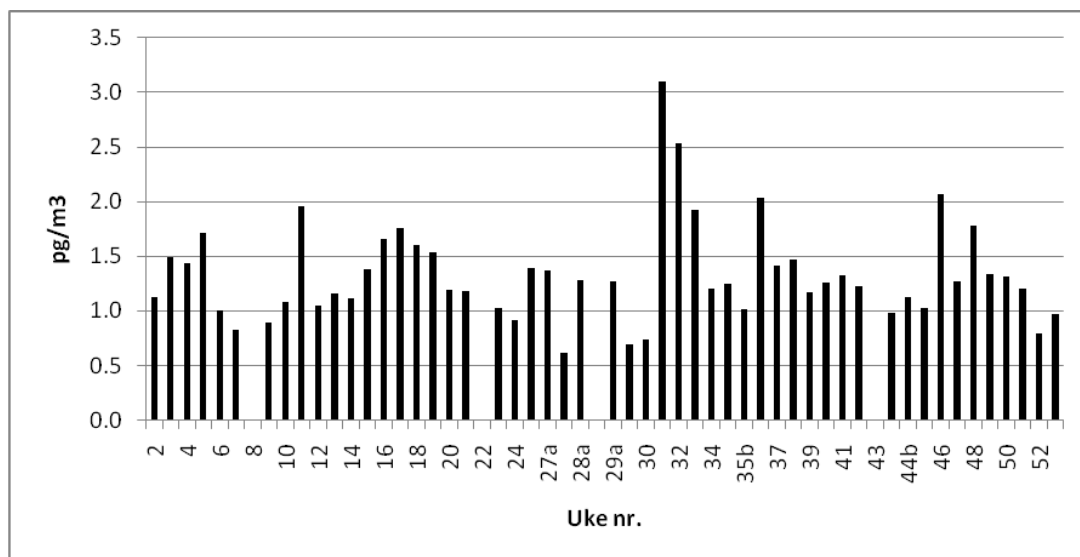
Den høyeste  $\gamma$ -HCH-verdien (Figur 6.22) ble funnet i prøven som ble tatt i uke 31. Trajektorieberegninger viser at luften som nådde stasjonen i prøvetaksperioden hadde tilførsel både fra Kasakhstan og Russland, men også fra deler av Vest-Europa (Figur 6.23).

Tabell 6.8: Årlige middelkonsentrasjoner av  $\gamma$ -HCH i luft på Zeppelinstasjonen. Enhet:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

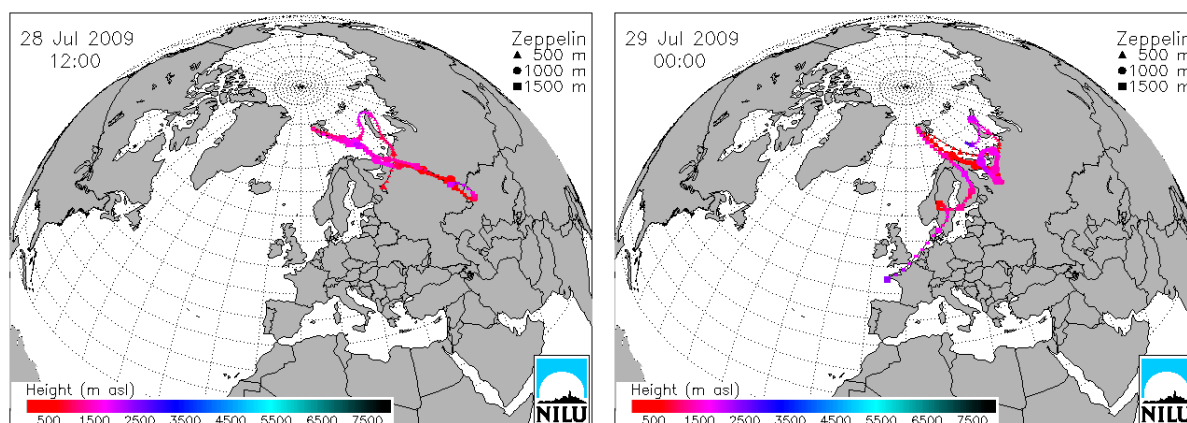
År	Middelkonsentrasjon $\gamma$ -HCH i luft, Zeppelifjell
1997	14,4
1998	9,4
1999	10,9
2000	5,9
2001	5,7
2002	7,6
2003	4,3
2004	2,8
2005	2,4
2006	1,9
2007	1,6
2008	1,5
2009	1,3



Figur 6.21: Ukentlig luftkonsentrasjon av HCH (sum  $\alpha$ - og  $\gamma$ -HCH) på Zeppelifjellet i år 2009. I tilfeller hvor flere prøver ble tatt i samme uke ble disse betegnet med ukenummer og en bokstav, for eksempel 28a og 28b.



Figur 6.22: Ukentlig luftkonsentrasjon av  $\gamma$ -HCH på Zeppelinstasjonen i år 2009.

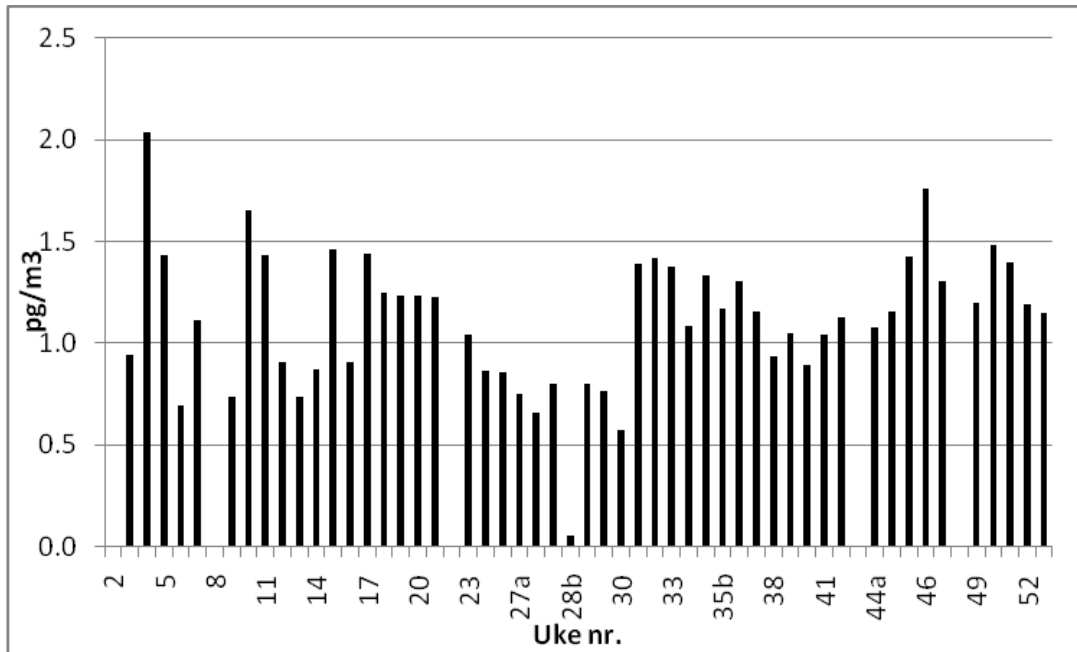


Figur 6.23: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst til Zeppelinstasjonen under prøvetaking av prøven for uke 31 med høyest  $\gamma$ -HCH-verdi for år 2009.

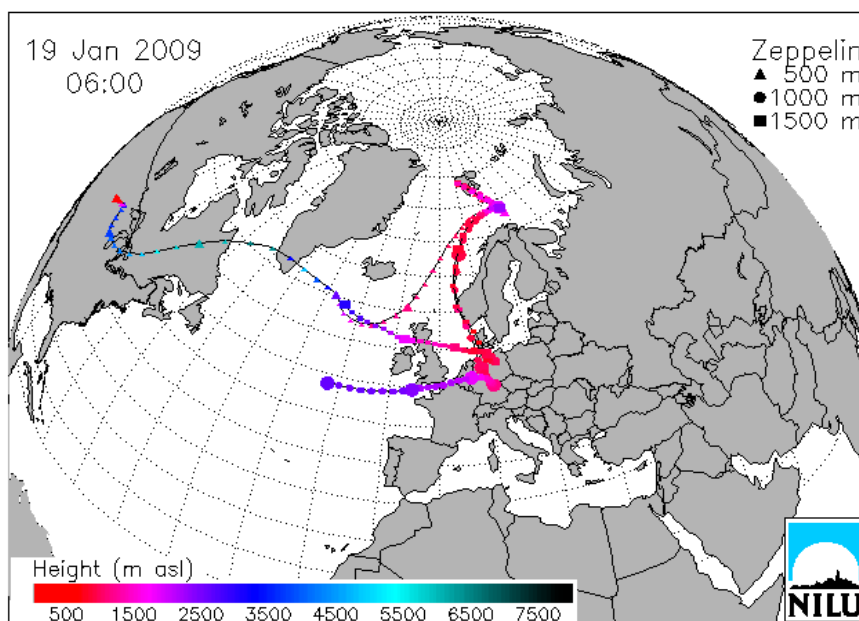
### Klordaner

Konsentrasjonen av klordaner (sum trans- og cis-klordan samt trans- og cis-nonaklor) varierte fra 0,57 til 2,04 pg/m<sup>3</sup>. Fra uke 28b finnes måleverdien 0,06 pg/m<sup>3</sup>, men denne er urealistisk lav fordi tre av de fire komponentene hadde lav gjenvinning av internstandard og derfor er flagget som ugyldige data slik at deres bidrag til summen ikke er synlig. 0,57 pg/m<sup>3</sup> i uke 30 er derfor et mer realistisk minimum for sum klordaner. Den høyeste konsentrasjonen ble målt i uke 4 (Figur 6.24). Luft som ankom stasjonen i prøvetakingsperioden ble transportert inn til Arktis fra USA og Canada via Nord-Atlanteren, men også fra Vest-Europa til Svalbard (Figur 6.25). Årsmiddelkonsentrasjonen for stoffgruppen i tidsrommet 1993 til 2009 er gjengitt i Tabell 6.9 og verdien for 2009 var den nest laveste i måleserien. Nivået er lavere enn det som ble påvist i canadisk Arktis i 1995 av Bidleman et al. (1995), som fant middelverdien  $2,80 \pm 1,47$ . Et fenomen, som er beskrevet av de samme forfatterne, er variasjonen av forholdet trans-klordan/cis-klordan med årstiden. I dataene til Bidleman et al. (1995) var forholdet tC/cC henholdsvis 0,9-1,1 i perioden februar til april, 0,4-0,6 i juni til juli og 0,4-0,5

i august til september, mens forholdet var 1,5 i en by hvor klordan ble brukt (Bidleman et al., 1995). Tilsvarende resultater for de samme perioder i Ny-Ålesund i 2009 var: 0,50, 0,18 og 0,15. Episoder med  $tC/cC > 1$  i Arktis indikerer nylig bruk av stoffet (Hung et al. 2005). Datasettet for år 2009 hadde ingen slike episoder. Gjennomsnittsforshold rapportert i de senere år for luft i Arktis har vært lavere enn 1, mens forholdet i teknisk klordan brukt i USA var større enn 1 (Jantunen et al., 2000). Trans-isomeren er mindre stabil enn cis og kan brytes ned av mikroorganismer i jord (Hung et al., 2005).



Figur 6.24: Konsentrasjonen av sum klordaner i luftprøver fra Zeppelinstasjonen i år 2009.



Figur 6.25: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst til Zeppelinstasjonen under prøvetaking av prøven for uke 4 med høyest sum klordan-verdi i år 2009.

Tabell 6.9: Årlige middelkonsentrasjoner av sum trans- og cis-klordan samt trans- og cis-nonaklor i luft, Zeppelinstasjonen. Enhet: pg/m<sup>3</sup>.

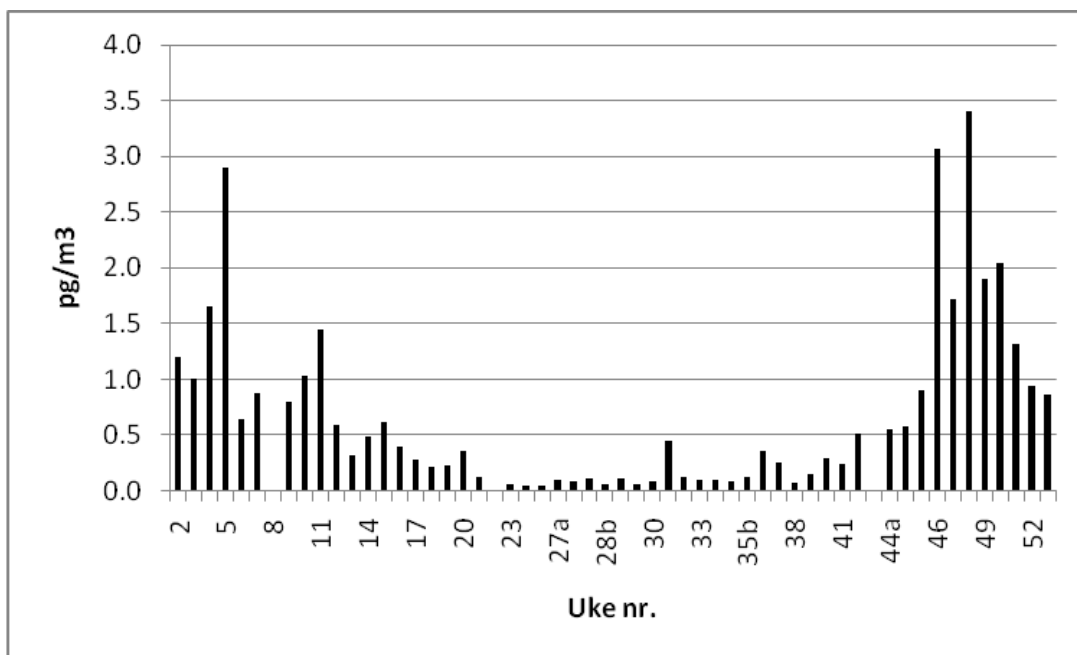
År	Middelkonsentrasjon sum klordaner
1993	2,64
1994	2,96
1995	2,20
1996	2,90
1997	1,79
1998	1,74
1999	1,90
2000	2,35
2001	1,93
2002	2,01
2003	1,69
2004	1,55
2005	1,47
2006	1,54
2007	1,36
2008	1,11
2009	1,12

#### DDT-gruppen

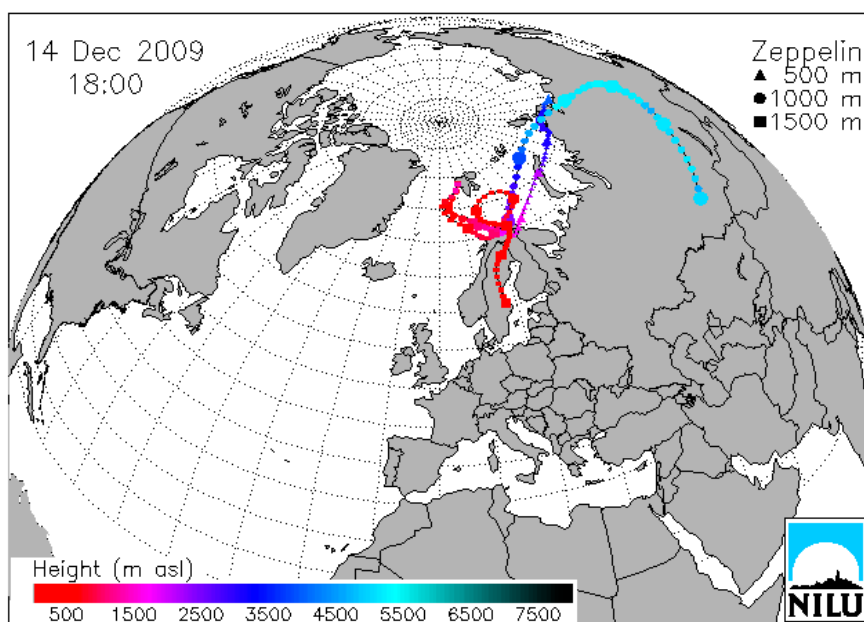
Middelkonsentrasjonen av sum DDT i 2009 var 0,67 pg/m<sup>3</sup>, som var laveste verdi målt for denne parameteren. Verdien er basert på enkeltverdier fra databasen EBAS uten å ta med måleverdier flagget som ugyldige, for eksempel verdier med lav gjenvinning av internstandard eller interferens. Årsmiddelkonsentrasjonen for stoffgruppen i tidsrommet 1996 til 2009 er gjengitt i Tabell 6.10. Konsentrasjonen av sum DDT varierte mellom 0,01 og 3,41 pg/m<sup>3</sup>. Resultatene fra 2009 er vist grafisk i Figur 6.26. I perioden år 2000 til 2009 var de høyeste sum DDT-verdiene gjerne tidlig og/eller sent på året. Den høyeste verdien i år 2009 ble påvist i prøven tatt i uke 51. I prøvetakingsperioden ble det transportert luft inn til Arktis fra Sør-Russland, øst for Baikalsjøen, via Norge, Sverige og Finland (Figur 6.27). Det største bidraget til parameteren "sum DDT" kom fra enkeltforbindelsen p,p'-DDE (47% i 2009), som er et oksidasjonsprodukt av DDT.

Tabell 6.10: Årlige middelkonsentrasjoner av DDT-gruppen i luft, Zeppelinstasjonen. Enhet: pg/m<sup>3</sup>.

År	Middelkonsentrasjon sum DDT
1996	2,67
1997	1,87
1998	2,23
1999	2,00
2000	1,22
2001	1,45
2002	1,47
2003	1,46
2004	1,03
2005	1,01
2006	1,87
2007	2,02
2008	0,80
2009	0,67



Figur 6.26: Ukentlig luftkonsentrasjon av "sum DDT" (sum o,p'-DDE, p,p'-DDE, o,p'-DDD, p,p'-DDD, o,p'-DDT og p,p'-DDT) på Zeppelinstasjonen i år 2009.



Figur 6.27: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst til Zeppelinstasjonen under prøvetaking av prøven for uke 51 med høyest sum-DDT-verdi i år 2009.

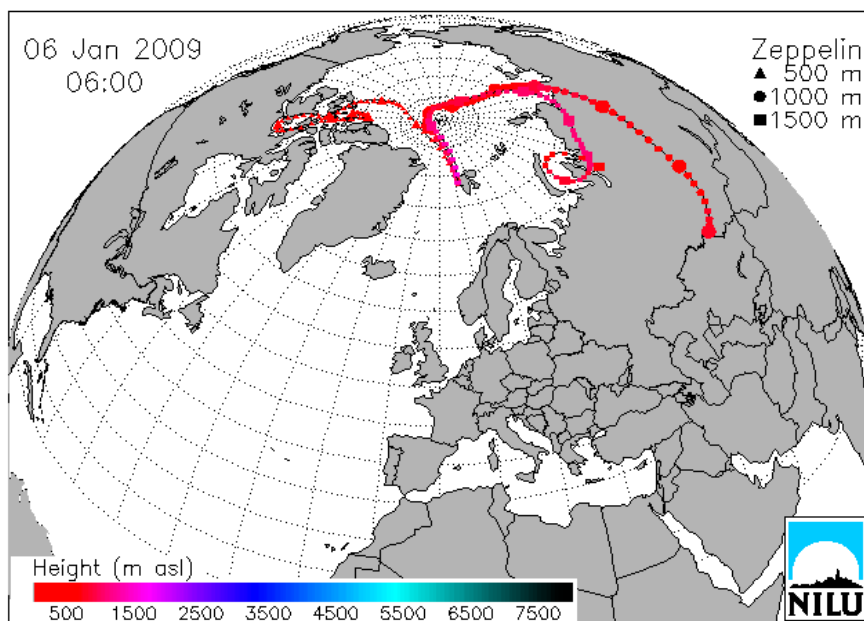
### HCB

Den midlere luftkonsentrasjonen av HCB i år 2009 var noe høyere enn i 2008: 75,8 pg/m<sup>3</sup> (Tabell 6.11). Den laveste konsentrasjonen, 63,1 pg/m<sup>3</sup>, ble målt i uke 29a. Den høyeste konsentrasjonen ble påvist i uke 35a (93,5 pg/m<sup>3</sup>). Trajektorieberegninger indikerer at luften ble transportert delvis fra Sør-Russland og fra Nord-Canada via Nordpolen og ned til Svalbard. (Figur 6.28). HCB dannes hovedsakelig i forbrenningsprosesser, som f.eks.

sjøppelforbrenning, som ikke har noe sesongvist mønster, og HCB-konsentrasjonen i Ny-Ålesund viser heller ikke noe utpreget sesongvist mønster (Figur 6.29). Det samme er også observert i Canada (Lane et al., 1992).

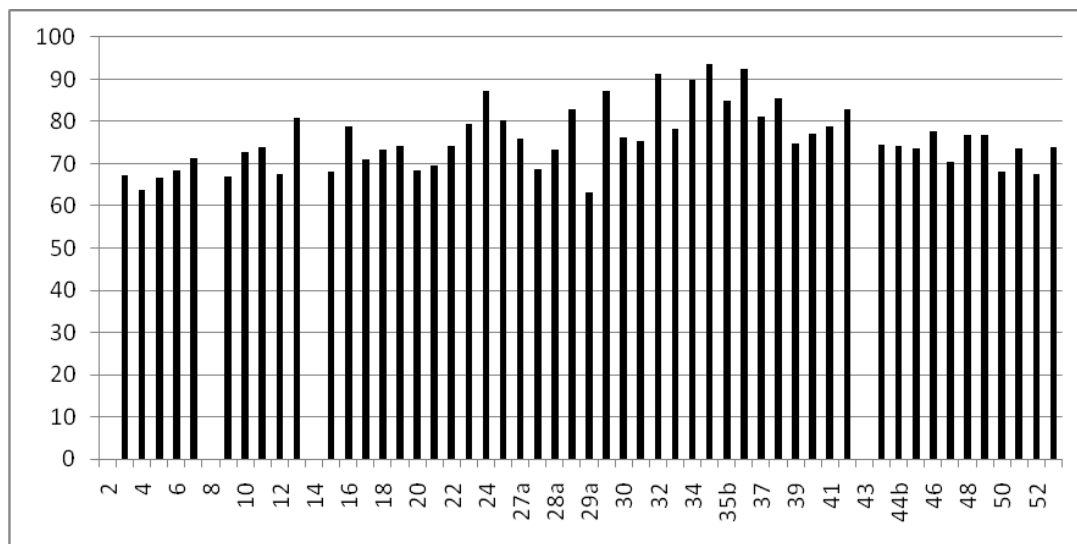
Tabell 6.11: Årlige middelkonsentrasjoner av HCB i luft, Zeppelinstasjonen. Enhet:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

År	Middelkonsentrasjon
1993	93
1994	116
1995	98
1996	92
1997	99
1998	82
1999	88
2000	56
2001	55
2002	56
2003	54
2004	65
2005	67
2006	71
2007	67
2008	73
2009	76



Figur 6.28: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst til Zeppelinstasjonen under prøvetaking av prøvene for uke 35a med høyeste verdier for HCB for år 2009.





Figur 6.29: Ukentlig luftkonsentrasjon av HCB på Zeppelinstasjonen i år 2009.

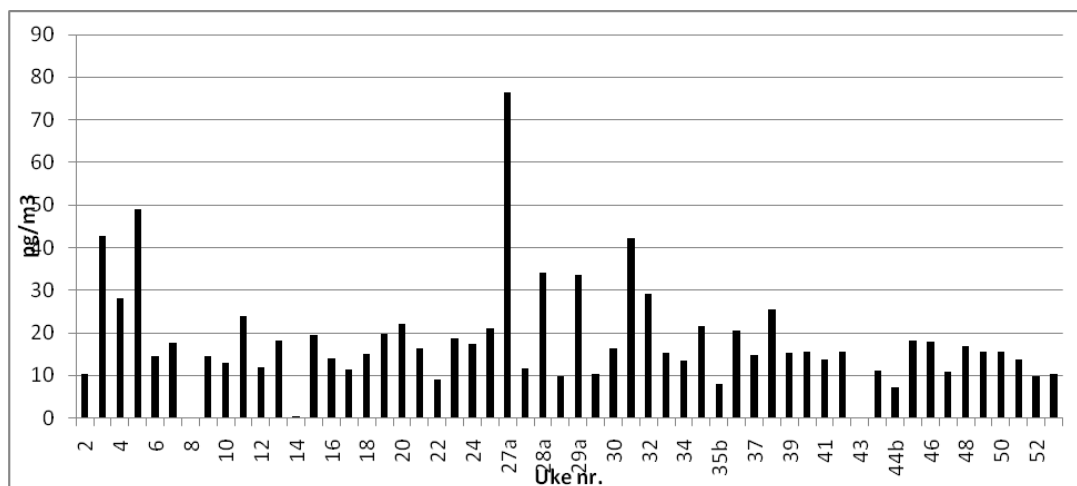
### PCB

I 1997 ble det opprinnelige måleprogrammet, som omfattet 10 PCB-kongenerer, utvidet til å omfatte 29 kongenerer. For tiden omfatter måleprogrammet 32 PCB. I tillegg ble summen av alle PCB med fra 3 til 10 klor-atomer i molekylet bestemt. Årsmiddelkonsentrasjonen for totalsummen av alle PCB med 3 til 10 kloratomer ("sum PCB") i tidsrommet 1999 til 2009 er gjengitt i Tabell 6.12.

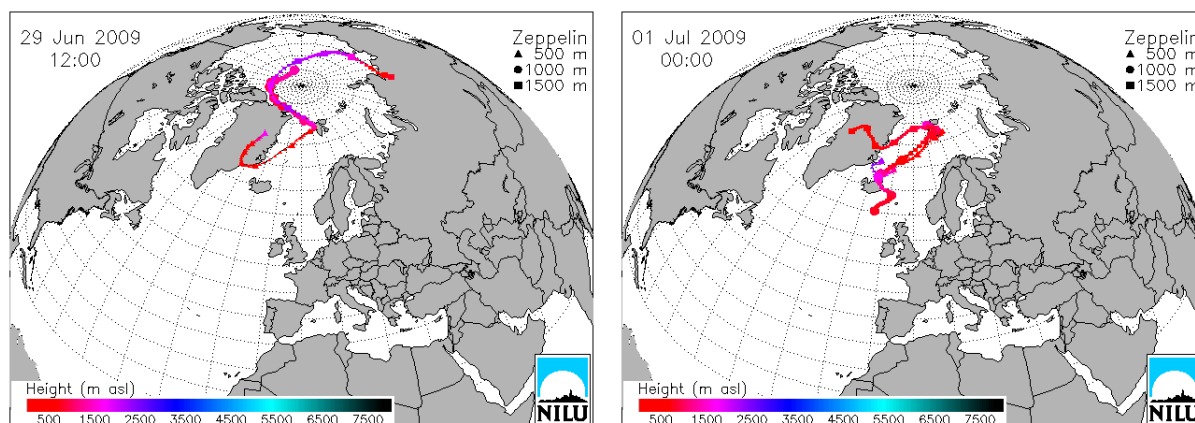
Tabell 6.12: Årlige middelkonsentrasjoner av sum PCB (alle PCB fra tri- til deka-klor) i luft, Zeppelinstasjonen. Enhet: pg/m<sup>3</sup>.

År	Middelkonsentrasjon
1999	73,8
2000	54,8
2001	37,1
2002	27,7
2003	19,8
2004	18,1
2005	25,7
2006	28,3
2007	30,9
2008	29,3
2009	19,3

Figur 6.30 viser summen av alle tri- til dekaklor PCB på ukebasis gjennom året. I gjennomsnitt utgjorde tri- og tetraklor-PCB til sammen 92% av parameteren "sum PCB". Høyeste konsentrasjon av sum PCB var 76,3 pg/m<sup>3</sup> som ble målt i uke 27a. Trajektorieberegninger for luften, som ankom stasjonen da denne prøven ble tatt, indikerer at den kom delvis fra Nord-Russland og fra Grønland og Island (Figur 6.31).



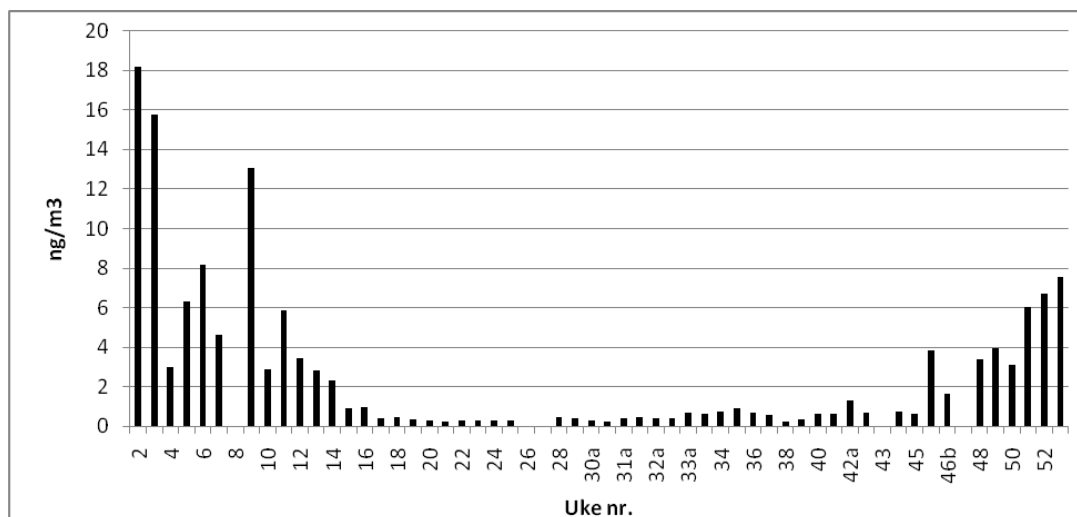
Figur 6.30: Luftkonsentrasjon i prøver samlet ukentlig av sum tri- til deka-klor PCB på Zeppelinstasjonen i år 2009.



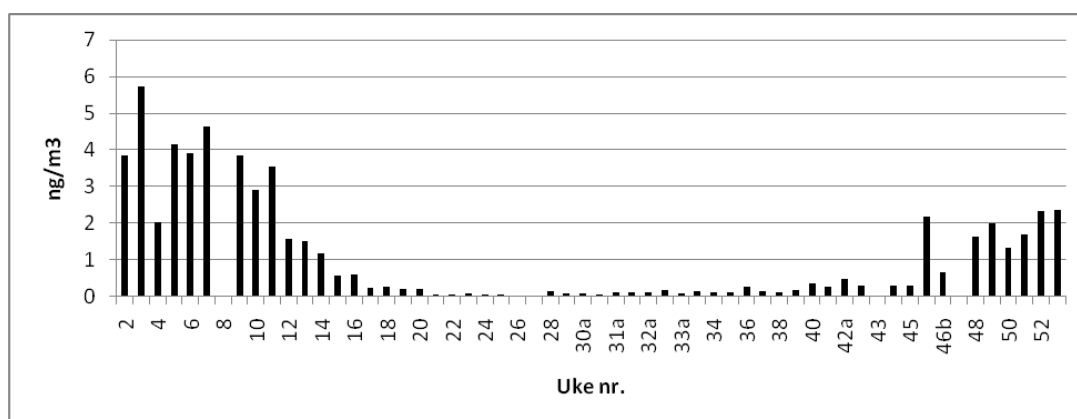
Figur 6.31: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst til Zeppelinstasjonen under prøvetaking av prøven for uke 27a med høyeste verdi for HCB i år 2009.

### PAH

Ukentlige konsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i luft er gjengitt i Figur 6.32. Den sesongvise fordeling av PAH som vanligvis observeres i Ny-Ålesund gjenspeiler den årlige transport av luftmasser fra lavere breddegrader som finner sted i vinterhalvåret og tidlig om våren. Dette er i samsvar med hva som er observert i canadisk del av Arktis (Fellin et al., 1996). I tillegg til at betingelsene for langtransport med luft er gunstigst om vinteren kommer at forbruket av fossilt brennstoff og biomasse er høyest i kildeområdene om vinteren. De fire mest flyktige PAH-forbindelsene i måleprogrammet, naftalen, 1-metylnaftalen, 2-metylnaftalen og bifenyl, utgjorde i gjennomsnitt 61% av sum PAH. Sum av de mindre flyktige 3- til 7-ring PAH er gjengitt i Figur 6.33.



Figur 6.32: Ukentlig luftkonsentrasjon av sum PAH (38 PAH-komponenter) på Zeppelinstasjonen i år 2009. I tilfeller hvor flere prøver ble tatt i samme uke ble disse betegnet med ukenummer og en bokstav, for eksempel 31a og 31b.

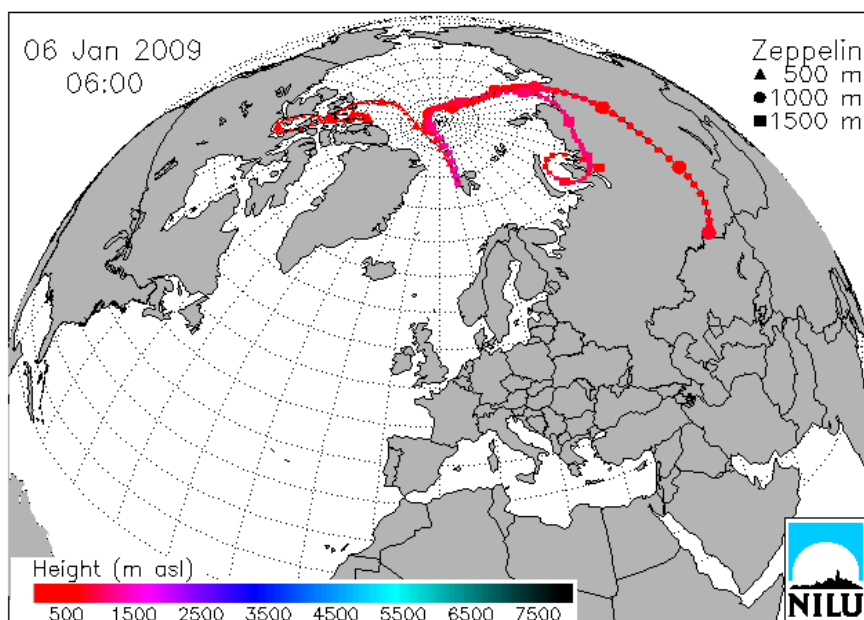


Figur 6.33: Ukentlig luftkonsentrasjon av sum 3- til 7-ring PAH på Zeppelinstasjonen i 2009.

Middelverdien av parameteren "sum PAH" i år 2009 var 2,6 ng/m<sup>3</sup>, som er noe høyere enn verdien fra 2008 (Tabell 6.13). Den gradvise nedgang i middelverdi i perioden 1998 – 2006 er antatt å skyldes at vintrene var relativt milde og at forbruket av fossile brennstoffer og biomasse derfor var relativt lavt (unntatt desember 2002). Teknologiske forbedringer som fører til lavere utslipp av PAH vil også bidra til nedgang. Til tross for at teknologien omkring forbrenningsprosesser er blitt bedre har verdens energibehov (og energiomsetning) øket betraktelig i de senere år. Om økningen i middelverdi fra år 2007 har sammenheng med dette vil kun være en spekulasjon inntil en ser om dette er en varig endring og slutt på den nedadgående trenden fra 1998 til 2006 (ang. 2006: se nedenfor). Den høyeste verdien ble målt i uke 2 (18,2 ng/m<sup>3</sup>). Prøven tatt under forhold som var gunstige for transport av luft både fra Nord-Canada og sentrale deler av Russland via Nordpolen inn mot Svalbard nordfra (Figur 6.34). Prøven fra uke 1, som ble tatt i perioden 29-31.12.08, ble rapportert i datasettet for 2008. Trajektoriene var nesten identiske med de som er vist i Figur 6.34 og måleverdien (21,4 ng/m<sup>3</sup>) var noe høyere enn den fra uke 2.

Tabell 6.13: Årlige middelkonsentrasjoner av sum PAH i luft på Zeppelinfjellet. Enhet: ng/m<sup>3</sup>.

År	Middelkonsentrasjon
1997	6,4
1998	6,6
1999	5,8
2000	3,9
2001	3,3
2002	3,0
2003	2,9
2004	2,2
2005	2,2
2006	1,5
2007	2,7
2008	2,5
2009	2,6

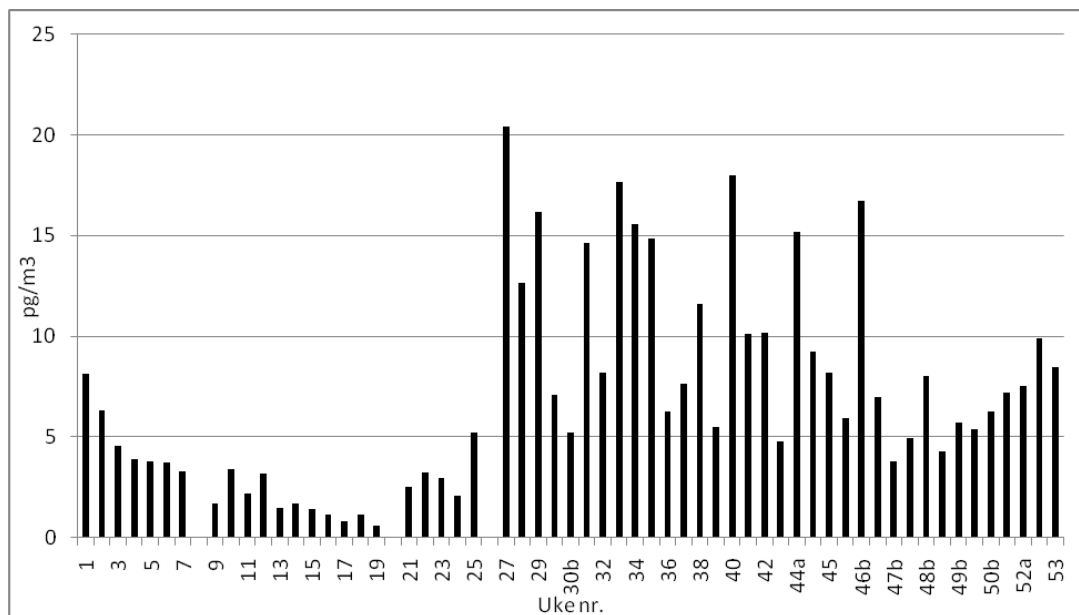


Figur 6.34: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst til Zeppelin-stasjonen under prøvetaking av prøven fra uke 2 med de høyeste verdiene for sum PAH i datasettet for år 2009.

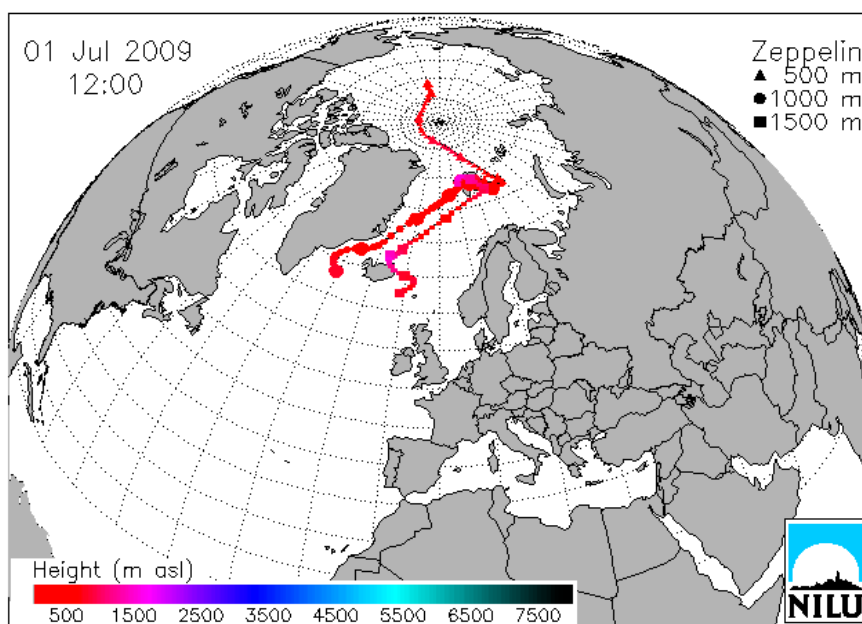
Om middelveiden fra år 2006 må det påpekes at det på grunn av et måleteknisk problem (lav gjenvinning av internstandarden som de bisykliske PAH beregnes mot) ikke ble rapportert resultater for de fire mest flyktige komponentene i uke 6, 7, 9, 10 og 11. Hvis en antar at disse komponentene utgjorde 51% av sum PAH, som i 2007, vil en få et årsmiddel for 2006 som er 1,6 ng/m<sup>3</sup>. Siden bidraget fra de bisykliske PAH oftest er høyere om vinteren enn årsgjennomsnittet (50-65%) vil trolig et realistisk overslag for 2006 være et sted mellom 1,6 og 1,7 ng/m<sup>3</sup>.

TBA

Figur 6.35 viser et plott av konsentrasjonen av TBA i prøver fra Zeppelinstasjonen tatt ukentlig. Som tidligere nevnt er det antatt at forbindelsen hovedsakelig er en naturlig bromert forbindelse med opprinnelse i marine mikroorganismer, men den har også antropogen opprinnelse. Middelverdien i år 2009 var  $6,96 \text{ pg/m}^3$  og stoffet ble påvist i alle prøvene i årssettet. Middelverdiene fra de tidligere måleprogrammene var  $7,56 \text{ pg/m}^3$  (2006),  $7,72 \text{ pg/m}^3$  (2007) og  $4,62 \text{ pg/m}^3$  (2008). Høyeste verdi ( $20,4 \text{ pg/m}^3$ ) ble målt i uke 27. Luft i prøvetakingsperioden ble tilført fra havområdet mellom Island og Svalbard (Figur 6.36).



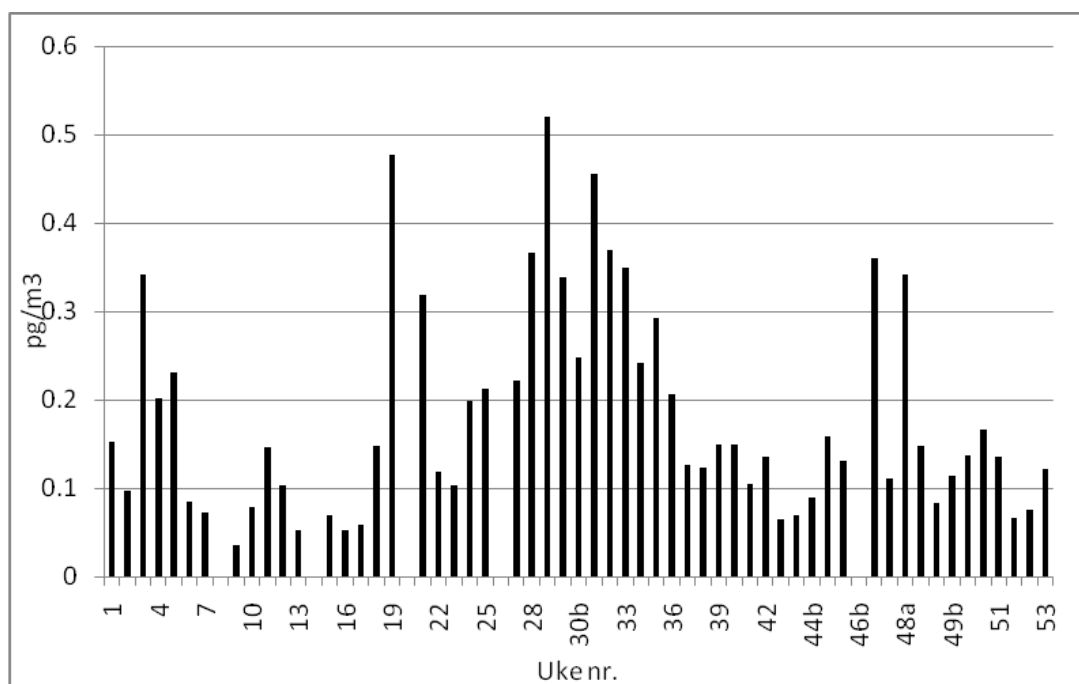
Figur 6.35: Luftkonsentrasjonen av TBA på Zeppelinstasjonen i år 2009.



Figur 6.36: Trajektorieplott for prøvetakingsperioden til prøven fra uke 27 med høyeste konsentrasjon TBA på Zeppelinstasjonen i år 2009.

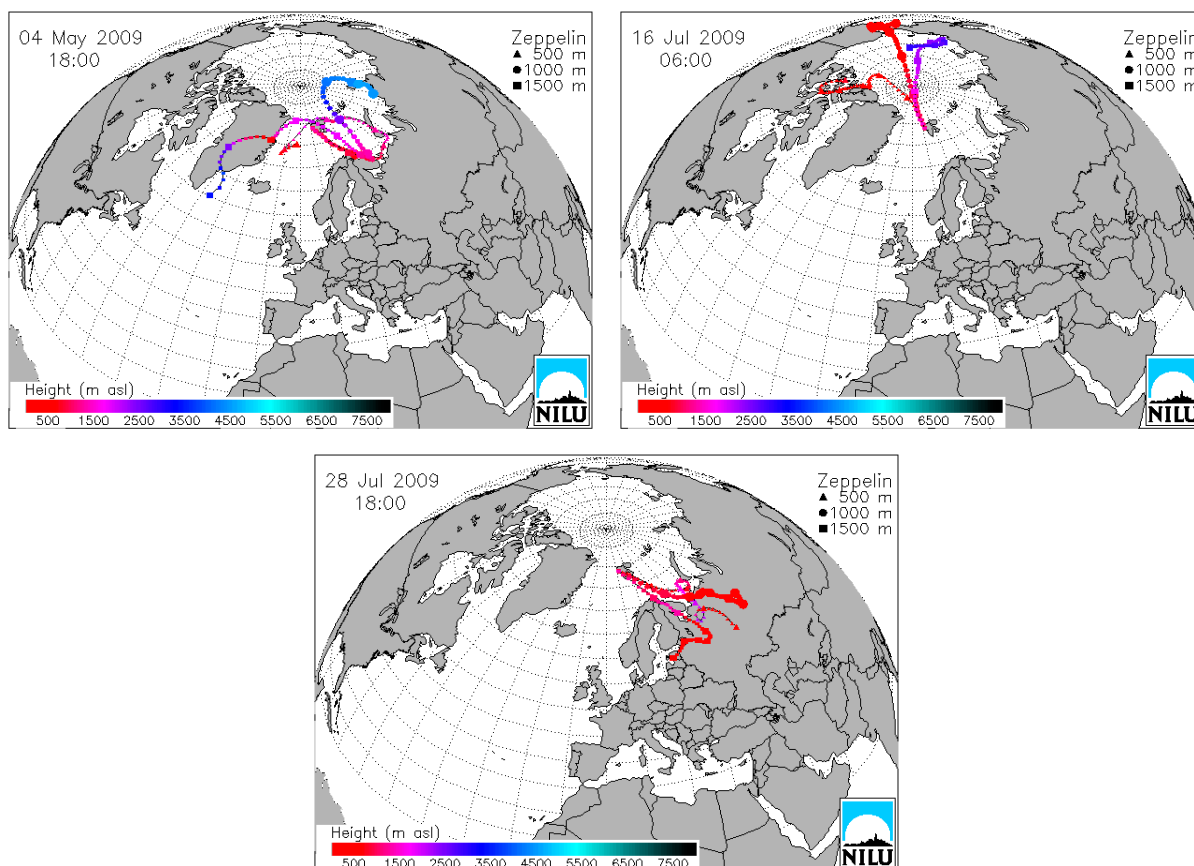
**PBDE**

Figur 6.37 viser plott av konsentrasjonene til summen av tetraBDE-forbindelsene PBCD 47, 49, 66 og 71 som gir det største bidraget av sum PBDE.



Figur 6.37: Plott av konsentrasjonen av sum tetraBDE 47, 49, 66 og 71 i prøver samlet ukentlig på Zeppelinstasjonen i år 2009.

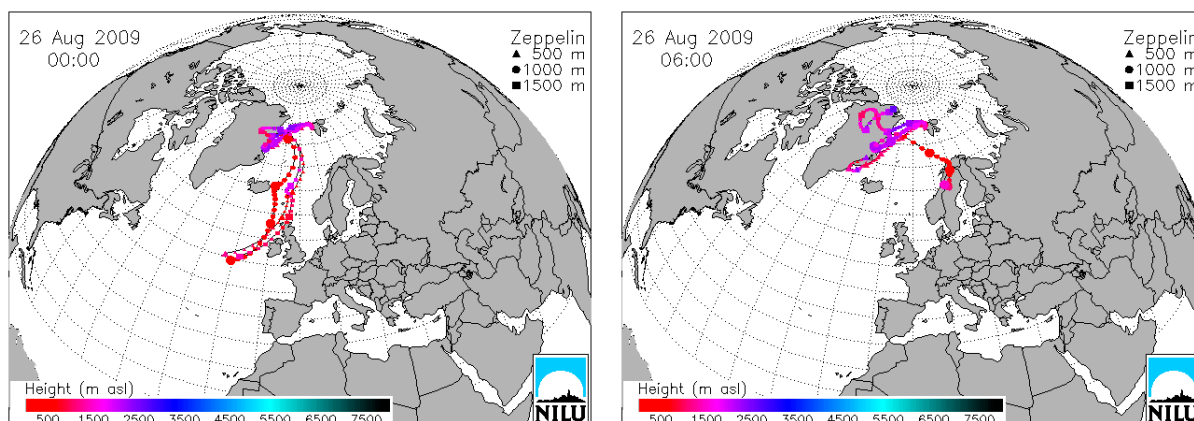
Høyeste verdi målt var  $0,52 \text{ pg/m}^3$  og den ble målt i uke 29, men også i uke 19 og uke 31 var det liknende episoder med henholdsvis  $0,48 \text{ pg/m}^3$  og  $0,46 \text{ pg/m}^3$ . Trajektorieplott for disse prøvene (Figur 6.38) viser at luften ankom stasjonen fra ulike områder. Under prøvetakingen i uke 19 ble luften tilført delvis fra Grønland og fra Nord-Russland over Barentshavet via Kolahalvøya. I uke 29 kom luften fra området ved Beringstredet samt Nord-Canada til stasjonen direkte over Nordpolen (ikke ulikt trajektoriene for nest høyeste prøve i år 2008), mens i det siste tilfellet ble luften ble tilført fra nordvestlige del av Russland i lav høyde. Middelerdi for sum tetraBDE i år 2009 var  $0,18 \text{ pg/m}^3$  (2006:  $0,38 \text{ pg/m}^3$ , 2007:  $1,07 \text{ pg/m}^3$ , 2008:  $0,49 \text{ pg/m}^3$ ).



Figur 6.38: Trajektorieplott for prøvene med høyest konsentrasjon av tetraBDE på Zeppelinstasjonen i år 2009.

### HBCD

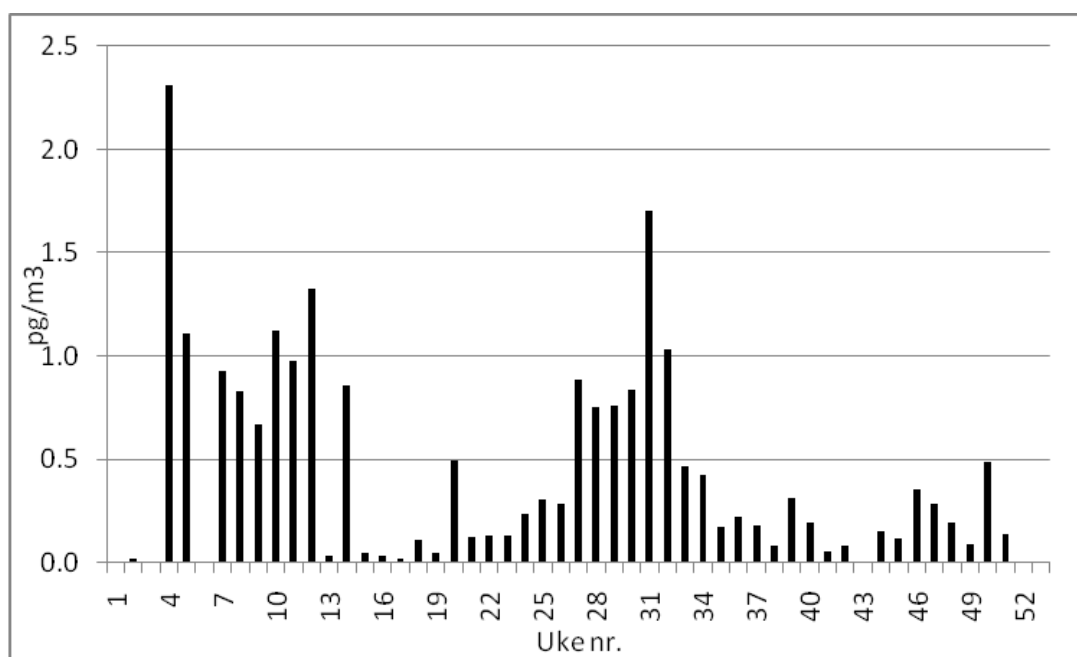
Middelverdien for sum HBCD i luft samlet i målestasjonen på Zeppelifjell i år 2009 var  $0,21 \text{ pg/m}^3$  og som i datasettene fra 2006 og 2007 var det  $\gamma$ -HBCD som hadde høyest konsentrasjon. HBCD ble påvist i 27 av 58 prøver og  $\beta$ -HBCD ble påvist i tre prøver. I 2006 og 2007 hadde rensemetoden for HBCD-ekstrakter et tap av  $\beta$ -HBCD, men dette ble rettet før analysene med 2008-prøver ble påbegynt. Verdiene fra 2006, 2007 og 2008 for sum HBCD var henholdsvis  $7,13 \text{ pg/m}^3$ ,  $6,54 \text{ pg/m}^3$  og  $3,12 \text{ pg/m}^3$  så parameteren viser en avtagende tendens. Høyeste enkeltprøve ( $1,39 \text{ pg/m}^3$ ) ble tatt i uke 35. Trajektorieplott for denne prøven er vist i Figur 6.39 og transportmønsteret viser bidrag fra Nord-Atlanteren med Irland, Skottland, Island, Grønland og Nord-Skandinavia.



Figur 6.39: Trajektorieplott for prøven med høyest sum HBCD på Zeppelinstasjonen i år 2009.

### PFAS

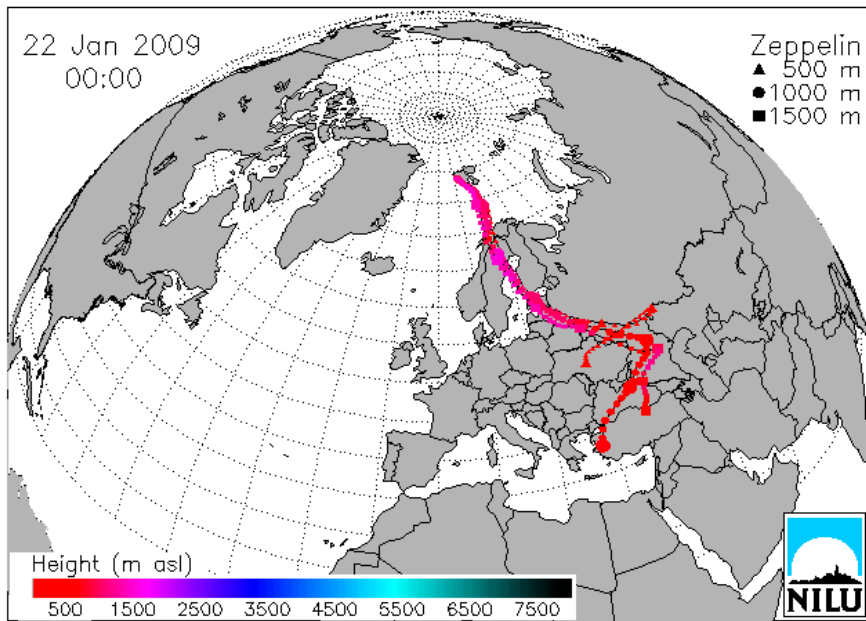
Figur 6.40 viser resultater av sum av komponentene PFOSA, PFOS og PFOA, som i gjennomsnitt utgjør 97% av sum PFAS og som det finnes flest måleverdier for i dette datasettet. I rapporten for år 2008 var også PFNA med i denne summen, men denne komponenten ble ikke påvist i prøvene fra år 2009.



Figur 6.40: Konsentrasjon av sum av komponentene PFOSA, PFOS og PFOA i luft på Zeppelinstasjonen i år 2009.

Middelkonsentrasjonen for sum av disse komponentene i år 2009 var 0,47 pg/m<sup>3</sup> (2006: 0,25 pg/m<sup>3</sup>, 2007: 0,47 pg/m<sup>3</sup> og 2008: 0,81 pg/m<sup>3</sup>). Figur 6.41 viser et trajektorieplott for prøven fra uke 4 med høyest konsentrasjon (2,31 pg/m<sup>3</sup>). Som det fremgår av figuren ble luften transportert fra områdene rundt Svartehavet og Det kaspiske hav i hovedsak nordvestover over Øst-Europa og Nord-Skandinavia til Zeppelifjell fra sørøst.





*Figur 6.41: Trajektorieplott for lufttransport til stasjonen under prøvetakingen av prøven med høyest sum av parameterne PFOSA, PFOS og PFOA i luft på Zeppelin fjell i år 2009.*

## 7. Referanser

- Benezet, J.H. og Matsumara, F. (1973) Isomerization of  $\gamma$ -BHC to  $\alpha$ -BHC in the environment. *Nature*, 243, 480-481.
- Berg, T., Kallenborn, R., Manø, S. og Uggerud, H.T. (2003) Tidstrender i atmosfæriske konsentrasjoner av tungmetaller og persistente organiske miljøgifter. Kjeller (NILU OR 67/2003).
- Berg, T., Aas, W., Pacyna, J., Uggerud, H.T. og Vadset, M. (2008) Atmospheric trace metal concentrations at Norwegian background sites during 25 years and its relation to European emissions. *Atmos. Environ.*, 42, 7494-7501.
- Berglen, T.F., Andresen, E., Arnesen, K., Kalvenes, Ø., Ofstad, T., Rode, A., Sivertsen, B., Uggerud, H.T. og Vadset, M. (2010) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2009-mars 2010. Kjeller (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr. xxx/10) (NILU OR 35/2010) *Under arbeid*.
- Betts, K.S. (2003) More flame-proofed fish. *Environ. Sci. Technol.*, 37, 380A-382A.
- Bidleman, T.F., Falconer, R.L. og Walla, M.D. (1995) Toxaphene and other organochlorine compounds in air and water at Resolute Bay, N.W.T., Canada. *Sci. Total Environ.*, 160/161, 55-63.
- Brorström-Lundén, E. (1995) Measurements of semivolatile organic compounds in air and deposition. Ph.D. Thesis. University of Göteborg, Department of Analytical and Marine Chemistry.
- Brun, G.L., Howell, G.D. og O'Neill, H.J. (1991) Spatial and temporal patterns of organic contaminants in wet precipitation in Atlantic Canada. *Environ. Sci. Technol.*, 25, 1249-1261.
- Cleemann, M., Poulsen, M.E. og Hilbert, G. (1995) Long distance transport deposition of lindane in Denmark. In: *Pesticides in precipitation and surface water. NMR seminar, Nov. 14-16, 1994*. Copenhagen, Nordic Council of Ministers (Tema Nord 1995:558), pp. 75-83.
- Cotham, W.E.Jr. og Bidleman, T.F. (1991) Estimating the atmospheric deposition of organochlorine contaminants to the Arctic. *Chemosphere*, 22, 165-188.
- Dollard, G.J. og Vitols, V. (1980) Wind tunnel studies of dry deposition of SO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> aerosols. In: *Internat. conf. on impact of acid precipitation. Sandefjord 1980*. Ed. by D. Drabløs and A. Tollan. Oslo-Ås (SNSF-prosjektet), s. 108-109.
- Dovland, H. og Eliassen, A. (1976) Dry deposition on snow surface. *Atmos. Environ.*, 10, 783-785.
- ECE (1996) Manual on methodologies and criteria for mapping critical levels/loads and geographical areas where they are exceeded. Geneva, Convention on long-range transboundary air pollution.
- EEA (2008) Air pollution by ozone across Europe during summer 2007. Overview of exceedances of EC ozone threshold values for April–September 2007. Copenhagen, European Environment Agency (EEA technical report 5/2008).

- EMEP (1996) Manual for sampling and chemical analysis. Kjeller (EMEP/CCC-Report 1/95) (revidert 2001).
- EMEP (2009) Transboundary acidification, eutrophication and ground level ozone in Europe in 2007. EMEP status report 1/2009 to support the review of Gothenburg Protocol. Oslo, Norwegian Meteorological Institute (EMEP Report 1/2009).
- 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.
- EU (2002) Directive 2002/3/EC of the European Parliament and of the Council of 12 February 2002 relation to ozone in ambient air. *Off. J.Eur. Com.*, L 067, 09/03/2002, 14-30.
- EU (2008) Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe. *Off. J.Eur. Com.*, L 141, 11/06/2008, 1-44.
- Fellin, P., Barrie, L.A., Dougherty, D., Toom, D., Muir, D., Grift, N., Lockhart, L. og Billeck, B. (1996) Air monitoring in the Arctic: results for selected persistent organic pollutants for 1992. *Environ. Toxic. Chem.*, 15, 253-261.
- Ferm, M. (1988) Measurements of gaseous and particulate NH<sub>3</sub> and HNO<sub>3</sub> at a background station: interpretation of the particle composition from the gas phase concentrations. Proceeding from Cost 611 Workshop Villefrance sur Mer, 3-4 May 1988.
- Fowler, D. (1980) Removal of sulphur and nitrogen compounds from the atmosphere in rain and by dry deposition. I: *Internat. conf. on impact of acid precipitation. Sandefjord 1980*. Ed. by D. Drabløs and A. Tollan. Oslo-Ås (SNSF-prosjektet), s. 22-32.
- Garland, J.A. (1978) Dry and wet removal of sulfur from the atmosphere. *Atmos. Environ.*, 12, 349-362.
- Gilbert, R.O. (1987) Statistical methods for environmental pollution monitoring. New York, Van Nostrand Reinhold Co.
- 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.
- Hanssen, J.E., Rambæk, J.P., Semb, A. og Steinnes, E. (1980) Atmospheric deposition of trace elements in Norway. I: *Internat. conf. on impact of acid precipitation. Sandefjord 1980*. Ed. by D. Drabløs and A. Tollan. Oslo-Ås (SNSF- prosjektet), s. 116-117.
- Haugen, J.-E., Wania, F., Ritter, N. og Schlabach, M. (1998) Hexachlorocyclohexanes in air in Southern Norway. Temporal variation, source allocation, and temperature dependence. *Environ. Sci. Technol.*, 31, 217-224.
- Hicks, B.B., Baldocchi, D.D., Meyers, T.P., Hosker Jr., R.P. og Matt, D.R. (1987) A preliminary multiple resistance routine for deriving dry deposition velocities from measured quantities. *Water, Air, Soil Poll.*, 36, 311-329.

- Hung, H., Blanchard, P., Halsall, C.J., Bidleman, T.F., Stern, G.A., Fellin, P., Muir, D.C.G., Barrie, L.A., Jantunen, L.M., Helm, P.A. Ma, J. og Konoplev, A. (2005) Temporal and spatial variabilities of atmospheric polychlorinated biphenyls (PCBs), organochlorine (OC) pesticides and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in the Canadian Arctic: Results from a decade of monitoring. *Sci. Total Environ.*, 342, 119-144.
- Jahnke, A., Berger, U., Ebinghaus, R. and Temme, C. (2007) Latitudinal gradient of airborne polyfluorinated alkyl substances in the marine atmosphere between Germany and South Africa (53° N-33° S). *Environ. Sci. Technol.*, 41, 3055-3061.
- Jantunen, L.M. og Bidleman, T.F. (1996) Air-water gas exchange of Hexachlorocyclohexanes (HCHs) and the enantiomers of  $\alpha$ -HCH in arctic regions. *J. Geophys. Res.*, 101, 28.837-28.846.
- Jantunen, L.M.M., Bidleman, T.F., Harner, T. og Parkhurst, W.J. (2000) Toxaphene and other organochlorine pesticides in Alabama air. *Environ. Sci. Technol.*, 34, 5097-5105.
- Lane, D.A., Schroeder og W.H., Johnson, N.D. (1992) On the spatial and temporal variations in atmospheric concentrations of hexachlorobenzene and hexachlorocyclohexane isomers at several locations in the province of Ontario, Canada. *Atmos. Environ.*, 26A, 31-42.
- Li, Y.-F., McMillan, A. og Scholtz, M.T. (1996) Global HCH usage with 1°X1° longitude/latitude resolution. *Environ. Sci. Technol.*, 30, 3525-3533.
- Manø, S., Herzke, D. og Schlabach, M. (2008a) Nye miljøgifter i luft. Bromerte flammehemmere og perfluorerte stoffer i luft. Kjeller (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1023/2008). (TA-2408). (NILU OR 16/2008).
- Manø, S., Herzke, D. og Schlabach, M. (2008b) Nye miljøgifter i luft - 2008. Bromerte flammehemmere og perfluorerte stoffer i luft. Kjeller (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1031/2008). (TA 2418/2008). (NILU OR 28/2008).
- McConnell, L.L., Cotham, W.E. og Bidleman, T.F. (1993) Gas exchange in the Great Lakes. *Environ. Sci. Technol.*, 27, 1304-1311.
- met.no (2007) Klimatologisk hurtigoversikt for januar 2007-desember 2007. Oslo, Meteorologisk institutt (met.no info 13/2007).
- Oehme, M. (1991) Further evidence for long range air transport of polychlorinated aromates and pesticides. North America and Eurasia to the Arctic. *Ambio*, 20, 293-297.
- Oehme, M., Haugen, J.-E. og Schlabach, M. (1995) Ambient air levels of persistent organochlorines in spring 1992 at Spitsbergen and the Norwegian mainland. Comparison with 1984 results and quality control measures. *Sci. Total Environ.*, 160/161, 139-152.
- 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).
- Semb, A. (1978) Deposition of trace elements from the atmosphere in Norway. Oslo-Ås (SNSF FR 13/78).
- 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.

- Statens forurensningstilsyn (1981) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1980. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 26/81).
- Statens forurensningstilsyn (1982) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1981. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 64/82).
- Statens forurensningstilsyn (1983) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1982. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 108/83).
- Statens forurensningstilsyn (1984) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1983. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 162/84).
- Statens forurensningstilsyn (1985) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1984. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 201/85).
- Statens forurensningstilsyn (1986) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1985. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 256/86).
- Statens forurensningstilsyn (1987) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1986. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 296/87).
- Statens forurensningstilsyn (1988) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1987. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 333/88).
- Statens forurensningstilsyn (1989) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1988. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 375/89).
- Statens forurensningstilsyn (1991a) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1989. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 437/91).
- Statens forurensningstilsyn (1991b) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1990. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 466/91).
- Statens forurensningstilsyn (1992a) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1991. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 506/92).
- Statens forurensningstilsyn (1992b) Virkninger av luftforurensning på helse og miljø: Anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo (SFT-rapport 92:16).
- Statens forurensningstilsyn (1993) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1992. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 533/93).
- Statens forurensningstilsyn (1994) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1993. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 583/94).
- Statens forurensningstilsyn (1995) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1994. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 628/95).
- Statens forurensningstilsyn (1996) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfæriske tilførsler, 1995. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 663/96).
- Statens forurensningstilsyn (1997) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfæriske tilførsler, 1996. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 703/97).

- Statens forurensningstilsyn (1998) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 1997. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 736/98).
- Statens forurensningstilsyn (1999) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 1998. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 768/99).
- Statens forurensningstilsyn (2000) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 1999. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 797/00).
- Statens forurensningstilsyn (2001) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 2000. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 828/01).
- Statens forurensningstilsyn (2002) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 2001. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 847/02).
- Statens forurensningstilsyn (2003) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 2002. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 877/03).
- Statens forurensningstilsyn (2004) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 2003. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 903/04).
- Statens forurensningstilsyn (2005) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 2004. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 929/05).
- Statens forurensningstilsyn (2006) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 2005. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 955/06).
- Statens forurensningstilsyn (2007) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 2006. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 985/07).
- Statens forurensningstilsyn (2008a) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 2007. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1033/08).
- Statens forurensningstilsyn (2008b) Grenseområdene i Norge og Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2007-mars 2008. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1037/08).
- Statens forurensningstilsyn (2009) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 2008. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1051/09).
- Stohl, A. og Koffi, N.E. (1998) Evaluation of trajectories calculated from ECMWF data against constant volume balloon flights during ETEX. *Atmos. Environ.*, 24, 4151-4156.

- Söderström, G., Sellström, U., de Wit, C. and Tysklind, M. (2004) Photolytic debromination of decabromdiphenyl ether (BDE-209). *Environ. Sci. Technol.*, 38, 127-132.
- Turpin, B.J. og Lim, H.-J. (2001) Species contributions to PM<sub>2.5</sub> mass concentrations: Revisiting common assumptions for estimating organic mass. *Aerosol Sci. Technol.*, 35, 602-610.
- Tørseth, K., Mortensen, L. og Hjellbrekke, A.G. (1996) Kartlegging av bakkenær ozon etter tålegrenser basert på akkumulert dose over 40 ppb. Kjeller (NILU OR 12/96).
- UN/ECE (1999) The 1999 Gothenburg Protocol to the 1979 convention on long-range transboundary air pollution to abate acidification, eutrophication and ground-level ozone.
- 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.
- Voldner, E.C. og Li, Y.F. (1995) Global usage of selected persistent organochlorines. *Sci. Total Environ.*, 160/161, 201-210.
- Voldner, E.C. og Sirois, A. (1986) Monthly mean spatial variations of dry deposition velocities of oxides of sulphur and nitrogen. *Water, Air, Soil Poll.*, 30, 179-186.
- WHO (1995) Update and revision of the air quality guidelines for Europe. Meeting of the working group "classical" air pollutants, Bilthoven, The Netherlands 11-14 October. København (EUR/HFA target, 21).
- Willett, K.L., Ulrich, E.M. og Hites, R.A. (1998) Differential toxicity and environmental fates of Hexachlorocyclohexane isomers. *Environ. Sci. Technol.*, 32, 2197-2207.
- Yttri, K.E., Aas, W., Bjerke, A., Ceburnis, D., Dye, C., Emblico, L., Facchini, M.C., Forster, C., Hanssen, J.E., Hansson, H.C., Jennings, S.G., Maenhaut, W., Putaud, J.P. og Tørseth, K. (2007) Elemental and organic carbon in PM<sub>10</sub>: a one year measurement campaign within the European Monitoring and Evaluation Programme EMEP. *Atmos. Chem. Phys.*, 7, 5711-5725.

## Tables, figures and appendices

Table 1.1 Weighted annual mean concentrations and wet deposition of chemical components in precipitation at Norwegian background stations in 2009.

Table 1.2 Average mean changes in the annual mean concentrations of sea-salt corrected sulphate, nitrate, ammonium and magnesium in precipitation at Norwegian background measuring stations in the period 1980-2009.

Table 1.3 Average mean changes in the annual mean concentrations of sea-salt corrected sulphate, nitrate, ammonium and magnesium in precipitation at Norwegian background measuring stations in the period 1990-2009.

Table 2.1 Average annual mean concentrations of air components at Norwegian background stations in 2009.

Table 2.2 The 50-, 75- and 90-percentile concentrations, maximum, mean values and dates with maxima of daily mean concentrations of sulphur dioxide in the air at Norwegian background stations in 2009.

Table 2.3 The 50-, 75- and 90-percentile concentrations, maximum, mean values and dates with maxima of daily mean concentrations of particulate sulphate in the air at Norwegian background stations in 2009.

Table 2.4 The 50-, 75- and 90-percentile concentrations, maximum, mean values and dates with maxima of daily mean concentrations of nitrogen dioxide in the air at Norwegian background stations in 2009.

Table 2.5 The 50-, 75- and 90-percentile concentrations, maximum, mean values and dates with maxima of daily mean concentrations of  $\text{NO}_3^- + \text{HNO}_3$  in the air at the Norwegian background stations in 2009.

Table 2.6 The 50-, 75- and 90-percentile concentrations, maximum, mean values and dates with maxima of daily mean concentrations of  $\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$  in the air at the Norwegian background stations in 2009.

Table 2.7 Dry deposition calculated from seasonal mean concentrations of sulphur and nitrogen components in air and empirically derived dry deposition velocities, and measured seasonal wet deposition at Norwegian background stations in 2009.

Table 2.8 Average mean changes in the annual mean concentrations of sulphur dioxide and particulate sulphate in the air at Norwegian background stations during the period 1980-2009.

Table 2.9 Average mean changes in the annual mean concentrations of sulphur dioxide and particulate sulphate in the air at Norwegian background stations during the period 1990-2009.

Table 3.1 Monitoring sites, sampling period and data coverage of ozone in 2009.

Table 3.2 Percentile values of ozone ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in 2009.

Table 3.3 Monthly and yearly mean concentrations of ozone ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in 2009.



Table 3.4 Number of episode-days and the highest hourly mean concentrations, 1999-2009.

Table 3.5 Air quality guidelines of ozone for the protection of human health.

Table 3.6 Number of hours (h) and days (d) with hourly mean concentrations of ozone larger than 100, 160 and 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , and the largest hourly mean concentrations in 2009.

Table 3.7 Number of days with one or more 8h-mean concentrations of ozone larger than 80, 110 and 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in 2009.

Table 3.8 Air quality guidelines of ozone for the protection of vegetation.

Table 3.9 Indicators of effects on the vegetation due to ozone exposure in 2009.

Table 3.10 Data coverage and calculated ozone exposure according to the AOT40 concept for crops 15 May - 15 August 2009 (unit ppb h).

Table 3.11 Data coverage and calculated ozone exposure according to the AOT40 concept for forests 1 April - 1 October 2009 (unit ppb h).

Table 4.1: Monthly means and annual mean of  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{10-2.5}$  and  $\text{PM}_{2.5}$  in 2009.  
Unit:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Table 4.2: Annual means of  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{10-2.5}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$  and  $\text{PM}_1$  for the period 2000–2009.  
Unit:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Table 4.3: Monthly mean concentrations of  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\Sigma\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  and  $\Sigma\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  in 2009. Unit:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Table 4.4: Monthly means and annual mean of OC, EC, and TC in  $\text{PM}_{10}$  and  $\text{PM}_{2.5}$  at Birkenes in 2009. Unit:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Table 4.5: Annual mean of EC, OC, and TC in  $\text{PM}_{10}$  and  $\text{PM}_{2.5}$  for the period 2001–2009.  
Unit:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Table 5.1 Annual weighted mean concentrations of heavy metals in precipitation ( $\mu\text{g}/\text{l}$ ) at Norwegian background stations in 2009.

Table 5.2 Annual wet deposition ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ ) of heavy metals at Norwegian background stations in 2009.

Table 5.3 Monthly mean concentrations of mercury in precipitation, 2009. Unit:  $\text{ng}/\text{l}$ .

Table 5.4 Monthly and annual mean concentrations of heavy metals in  $\text{PM}_{10}$  at Birkenes measured in both coarse and fine fraction of particles in 2009 ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

Table 5.5 Monthly and annual mean concentrations of heavy metals in air at the Zeppelin Mountain, 2009. Unit:  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

Table 6.1 Annual mean concentrations of sum  $\alpha$ - and  $\gamma$ -HCH as well as HCB in air at Lista during the period from 1992 through 2003 and Birkenes from 2004. Unit:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

Table 6.2 Monthly mean concentrations of HCH and HCB in air at Birkenes year 2009. Unit:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

Table 6.3 Monthly mean concentrations of seven PCBs in air at Birkenes year 2009 and annual mean for 2004-2009. Unit:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

Table 6.4 Weighted annual mean concentrations of sum  $\alpha$ - and  $\gamma$ -HCH as well as HCB in precipitation at Birkenes and Lista (1992-2009). Unit:  $\text{ng}/\text{l}$ .

Table 6.5 Monthly mean concentrations of HCH and HCB in precipitation at Birkenes year 2009. Unit:  $\text{ng}/\text{l}$ .

Table 6.6 Monthly mean concentrations of seven PCBs in air at Birkenes year 2009 and annual mean for 2004-2009. Unit:  $\text{ng}/\text{l}$ .

Table 6.7 Annual mean concentrations of sum  $\alpha$ - and  $\gamma$ -HCH in air at the Zeppelin Mountain. Unit:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

Table 6.8 Annual mean concentrations of  $\gamma$ -HCH in air at the Zeppelin Mountain. Unit:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

Table 6.9 Annual mean concentrations of sum trans- and cis-chlordane as well as trans- and cis-nonachlor in air at the Zeppelin Mountain. Unit:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

Table 6.10 Annual mean concentrations of sum DDT group in air at the Zeppelin Mountain. Unit:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

Table 6.11 Annual mean concentrations of HCB in air at the Zeppelin Mountain. Unit:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

Table 6.12 Annual mean concentrations of sum PCB (all PCB tri- to deca-chlor congeners) in air, Zeppelin Mountain. Unit:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

Table 6.13 Annual mean concentrations of sum PAH in air at the Zeppelin Mountain. Unit:  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

Figure 1 Norwegian background stations, 2009.

Figure 1.1 Annual mean concentrations and wet deposition of non sea-salt sulphate and strong acid ( $H^+$ ) in Norway in 2009.

Figure 1.2 Annual mean concentrations of nitrate, ammonium, chloride and deposition of nitrogen compounds in precipitation in Norway in 2009.

Figure 1.3 Monthly mean concentrations and mean wet deposition of non sea-salt sulphate in 2009 and in the 10 proceeding years.

Figure 1.4 Annual mean concentrations of non sea-salt sulphate, nitrate, ammonium and pH in precipitation at Norwegian background stations in the period 1973–2009.

Figure 1.5 Annual mean concentrations of non sea-salt sulphate, nitrate and ammonium, averaged annual precipitation amounts and wet deposition of sulphate during the period 1974–2009, based on 5 representative stations in Southern Norway (Birkesnes, Vatnedalen, Treungen, Gulsvik/Brekkebygda and Løken).

Figure 1.6 Annual wet deposition of sulphate at four Norwegian EMEP-stations in the period 1973–2009.

Figure 2.1 Monthly mean concentrations of sulphur dioxide, particulate sulphate, nitrogen dioxide, (ammonium + ammonia) and (nitrate + nitric acid) in air at Norwegian background stations in 2009.

Figure 2.2 Total deposition (wet and dry) of sulphur-S ( $SO_2$ ,  $SO_4^{2-}$ ) and nitrogen-N ( $NO_2$ ,  $NH_4^+$ ,  $NH_3$ ,  $NO_3^-$ ,  $HNO_3$ ) at Norwegian background stations, 2009.

Figure 2.3 Annual mean concentrations of airborne particulate sulphate at Norwegian EMEP stations in the period 1973-2009.

Figure 2.4 Annual mean concentrations of sulphur dioxide in air at Norwegian EMEP stations in the period 1978-2009.

Figure 2.5 Annual mean concentrations of nitrogen dioxide in air at Norwegian EMEP stations in the period 1984-2009.

Figure 2.6 Annual mean concentrations of (nitrate + nitric acid) in air at Norwegian EMEP stations in the period 1986-2009.

Figure 2.7 Annual mean concentrations of (ammonium + ammonia) in air at Norwegian EMEP stations in the period 1986-2009.

Figure 2.8 Mean concentrations of sulphur dioxide and particulate sulphate for the summer months (April-September) and winter months (October-March) in the period 1978-2009 at Birkesnes and Jergul/Karasjok.

Figure 3.1 Monthly mean concentrations of ozone in 2009 ( $\mu g/m^3$ ) at Prestebakke, Hurdal and Haukenes.

Figure 3.2 Monthly mean concentrations of ozone in 2009 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) at Birkenes, Sandve and Kårvatn.

Figure 3.3 Monthly mean concentrations of ozone in 2009 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) at Tustervatn, Karasjok and Zeppelin Mountain.

Figure 3.4 Average diurnal variations of ozone ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) at Prestebakke, Hurdal and Haukenes, April-September 2009.

Figure 3.5 Average diurnal variations of ozone ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Birkenes, Sandve and Kårvatn, April-September 2009.

Figure 3.6 Average diurnal variations of ozone ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) at Tustervatn, Karasjok and Zeppelin Mountain, April-September 2009.

Figure 3.7 Number of days with maximum daily running 8-hours mean ozone concentration exceeding  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for the years 1999-2009.

Figure 3.8 Average daytime 7h concentrations of ozone (09-16) for the growing season (in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) at Birkenes, 1985-2009.

Figure 3.9 3-months AOT (1 May – 1 August) for the years 2000-2009. EU's long term objective of 3000 ppb hours is marked in the figure.

Figure 4.1 Time series of  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$  and  $\text{PM}_{10-2.5}$  at Birkenes in 2009.

Figure 4.2 The figure shows the calculated air parcel trajectories arriving Birkenes on the 16 April at 12:00 hours. This day is characteristic for the period 16-23 April, during which the highest weekly mean  $\text{PM}_{10}$  concentration was observed in 2009.

Figure 4.3 Relative chemical composition for weeks with average concentrations higher than  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and for 2009.

Figure 4.4 Size segregation of PM for weeks with average concentrations higher than  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and for 2009.

Figure 4.5 Mean chemical composition of  $\text{PM}_{10}$  at Birkenes in 2008. The annual mean concentration of  $\text{PM}_{10}$  in 2009 was  $6.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Figure 4.6 Relative chemical composition of  $\text{PM}_{10}$  at Birkenes in the period 2001-2009.

Figure 5.1 Monthly mean concentrations of lead, cadmium and zinc, in precipitation at Norwegian background stations in 2009.

Figure 5.2 Mean concentrations in precipitation of lead, cadmium and zinc at Norwegian stations in 1976, August 1978-June 1979, in 1980 (February-December) and in the period 1981-2009.

Figure 5.3 Trend in mercury concentration at Lista (1990-2003) and Birkenes (2004-2009).

Figure 5.4 Weekly air concentration of Pb and Cd at the Zeppelin Mountain in 2009.  
Unit: ng/m<sup>3</sup>.

Figure 5.5 Weekly air concentration of Pb and Cd at Birkenes in 2009. Unit: ng/m<sup>3</sup>.

Figure 5.6 Trend in lead concentration in air at Lista (1991-2004) and Birkenes (2004-2009).

Figure 6.1 The figure shows calculated air parcel trajectories with arrival at Birkenes, on the 12.2.09 at 06:00 hours, during sampling of the sample from week no. 7. The trajectories spans 7 days. There are 3 trajectories in the plot with three different heights at arrival at the station as indicated by the legends in the upper right corner. Height along the trajectories is indicated by colour. Each 3-hour interval along the trajectory path is indicated by a small legend, each 24-hour interval by a big legend.

Figure 6.2 The figure shows calculated air parcel trajectories with arrival at Birkenes during sampling of the sample from week no. 27, with the highest value for sum HCH in 2009.

Figure 6.3 Weekly air concentration of HCH (sum  $\alpha$ - and  $\gamma$ -HCH) at Birkenes year 2009.

Figure 6.4 The figure shows calculated air parcel trajectories with arrival at Birkenes during sampling of the sample from week no. 18 with the lowest value for the parameter  $\alpha/\gamma$ -HCH in 2009.

Figure 6.5 The figure shows calculated air parcel trajectories with arrival at Birkenes during sampling of the sample from week no. 42, with the highest value for the parameter  $\alpha/\gamma$ -HCH and the lowest value for sum PCB in 2009.

Figure 6.6 The figure shows calculated air parcel trajectories with arrival at Birkenes during sampling of the sample from week no. 10, with the highest concentration of HCB and sum PCB in year 2009.

Figure 6.7 Weekly air concentration of HCB at Birkenes year 2009.

Figure 6.8 Weekly air concentration of sum PCB at Birkenes year 2009.

Figure 6.9 Air concentration of sum PAH at Birkenes in year 2009.

Figure 6.10 Trajectory plot of the PAH sample with the highest concentration at Birkenes in year 2009.

Figure 6.11 Air concentration of TBA at Birkenes in year 2009.

Figure 6.12 Trajectory plot during sampling of the sample with the highest TBA concentration at Birkenes in year 2009.

Figure 6.13 Plot of the concentration of sum PBDEs 47, 49, 66 and 71 in samples taken weekly at Birkenes in year 2009.

Figure 6.14 Trajectory plot during sampling of the sample with the highest sum PBDE's 47, 49, 66 and 71 concentration at Birkenes in year 2009.

Figure 6.15 Trajectory plot during sampling of the sample with the highest sum HBCD concentration at Birkenes in year 2009.

Figure 6.16 Concentration of sum of the compounds PFOSA, PFOS and PFOA in air sampled at Birkenes in year 2009.

Figure 6.17 Trajectory plot during sampling of the sample with the highest concentration of sum PFOSA, PFOS and PFOA in air at Birkenes in year 2009.

Figure 6.18 Concentration of HCH (sum  $\alpha$ - and  $\gamma$ -HCH) in precipitation sampled weekly at Birkenes year 2009. In cases where several samples were taken during the same week they were identified with week number and a letter e.g. 4a, 4b and 4c. In cases where deposition from several weeks was combined the week numbers were separated by “/”, e.g. 6/7.

Figure 6.19 Concentration of HCH (sum  $\alpha$ - and  $\gamma$ -HCH) in precipitation sampled weekly at Birkenes year 2009. The spring maximum, caused by an increase in  $\gamma$ -HCH concentration is easy to recognise.

Figure 6.20 Concentration of HCB in precipitation sampled weekly at Birkenes year 2009.

Figure 6.21 Weekly air concentration of HCH (sum  $\alpha$ - and  $\gamma$ -HCH) at the Zeppelin station in year 2009. In cases where several samples were taken during the same week they were identified with week number and a letter e.g. 28a and 28b.

Figure 6.22 Weekly air concentration of  $\gamma$ -HCH at the Zeppelin station in year 2009.

Figure 6.23 The figure show calculated air parcel trajectories with arrival at the Zeppelin station during sampling in week no. 31 with the highest value for  $\gamma$ -HCH in 2009.

Figure 6.24 Concentration of sum chlordanes in air samples from the Zeppelin station in year 2009.

Figure 6.25 The figure show calculated air parcel trajectories with arrival at the Zeppelin station during sampling in week no. 4 with the highest value for sum chlordanes in 2009.

Figure 6.26 Weekly air concentration of "sum DDT" (sum o,p'-DDE, p,p'-DDE, o,p'-DDD, p,p'-DDD, o,p'-DDT and p,p'-DDT) at the Zeppelin station in year 2009.

Figure 6.27 The figure shows calculated air parcel trajectories with arrival at the Zeppelin station during sampling of the sample from week no. 51, with the highest concentration of sum DDT in year 2009.

Figure 6.28 The figure shows calculated air parcel trajectories with arrival at the Zeppelin station during sampling week no. 35a with the highest value for HCB in 2009.

Figure 6.29 Weekly air concentration of HCB at the Zeppelin station in year 2009.

Figure 6.30 Air concentration in samples taken weekly of sum of trichloro-PCB to dekachloro-PCB at the Zeppelin station in year 2009.

Figure 6.31 The figure shows calculated air parcel trajectories with arrival at the Zeppelin station during sampling week no. 27a with the highest value for HCB in 2009.

Figure 6.32 Weekly air concentration of PAH (38 PAH compounds) at Zeppelin Mountain during 2009. In cases where several samples were taken during the same week they were identified with week number and a letter e.g. 31a and 32b.

Figure 6.33 Weekly air concentration of sum 3- to 7-ring PAH at Zeppelin Mountain during 2009.

Figure 6.34 The figure shows calculated air parcel trajectories with arrival at the Zeppelin Mountain during sampling of the samples from the week no. 2 with the highest values for sum PAH in the year 2009 data set.

Figure 6.35 Air concentration of TBA at the Zeppelin station in year 2009.

Figure 6.36 Trajectory plot for the sampling period from week 27 with the highest TBA concentration at the Zeppelin station in year 2009.

Figure 6.37 Plot of the concentration of sum tetraBDEs 47, 49, 66 and 71 in samples taken weekly at the Zeppelin station in year 2009.

Figure 6.38 Trajectory plot for the samples with the highest concentration of tetraBDEs at the Zeppelin station in year 2009.

Figure 6.39 Trajectory plot for the sample with the highest concentration of sum HBCD at the Zeppelin station in year 2009.

Figure 6.40 Concentration of sum of the compounds PFOSA, PFOS and PFOA in air samples at the Zeppelin station in year 2009.

Figure 6.41 Trajectory plot air transport to the station during sampling of the sample with the highest sum of the parameters PFOSA, PFOS and PFOA in air at Zeppelin mountain in year 2009.

Tables A.1.1-A.1.19 Monthly and annual mean concentrations and wet deposition of main compounds in precipitation, 2009.

Table A.1.20 The 10 largest daily wet depositions of non marine sulphate at Norwegian background stations in 2009.

Table A.1.21a Annual mean concentrations in precipitation, wet depositions and estimated dry deposition at Norwegian background stations during the period 1973-2009.

Table A.1.21b Annual mean concentrations in precipitation, wet depositions and estimated dry deposition at closed Norwegian background stations.

Tables A.2.1-A.2.17 Monthly and annual mean concentrations and wet deposition of trace elements in precipitation, 2009.

Table A.2.18 Mean concentrations of heavy metals in precipitation at Norwegian background stations in 1976, August 1978-June 1979, in 1980 (February-December), and in the period 1981-2009.

Tables A.3.1-A.3.10 Monthly and annual mean concentrations of airborne compounds at Norwegian background stations in 2009.

Table A.3.11a Annual mean concentrations of sulphur and nitrogen compounds in air at Norwegian background stations during the period 1973-2009.

Table A.3.11a Annual mean concentrations of sulphur and nitrogen compounds in air at closed Norwegian background stations.

B.1 General information about the background stations in Norway in 2009.

B.2 Monitoring programme at the Norwegian background stations in 2009.

C. Sampling, chemical analytical methods and quality control.





## **Vedlegg A**

### **Resultater fra overvåking av luft- og nedbørkjemi**



**Forklaring til A.1.1-A.2.22**

På en del av stasjonene har det enkelte måneder vært få eller ingen tilfeller med tilstrekkelige nedbørmengder for analyser, eller alle konsentrasjonene har vært lavere enn deteksjonsgrensen. Disse tilfellene er behandlet på følgende måte:

Særtilfeller Parametertype	Ikke nedbør- prøvetaking	Ingen nedbør- tilfeller	Målt nedbør, for lite til, eller mangler analyse	Konsentrasjonen under deteksjons-grensen
Konsentrasjon	Åpen	-	-	< (deteksjons-grense)
mm nedbør	Åpen	0	Tall	Tall
Våtavsetning	Åpen	0	-	Tall*

\* mm x 0,5 · deteksjonsgrensen.

Tabell A.1.1: Månedlige og årlige middelveidier av pH i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner, 2009.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	4,97	4,48	4,64	6,30	5,41	4,85	5,07	5,40	5,12	4,60	4,71	4,52	4,77
Birkenes	4,58	4,50	4,58	6,12	5,08	4,96	4,84	4,97	5,09	4,83	4,68	4,56	4,72
Vatnedalen	5,30	4,88	4,87	6,72	5,52	5,18	5,74	5,09	5,56	5,60	5,76	5,25	5,35
Treungen	4,62	4,66	4,66	6,33	5,02	5,30	4,81	4,89	5,06	4,85	4,88	4,68	4,82
Løken	4,77	4,67	4,88	6,27	5,81	5,22	5,56	5,05	5,24	4,98	5,05	4,83	5,06
Hurdal	4,76	5,01	4,70	6,07	6,27	5,58	5,47	5,21	5,67	5,18	5,10	4,81	5,09
Brekkebygda	5,22	4,86	4,52	5,92	5,30	5,07	4,94	5,06	5,31	5,04	4,95	4,73	4,96
Vikedal	5,23	5,32	5,35	6,47	5,70	5,22	5,01	5,46	5,21	5,22	5,73	5,31	5,33
Haukeland	5,24	5,23	5,13	5,52	5,24	5,04	4,85	5,14	5,24	5,24	5,42	5,17	5,20
Nausta	5,30	5,49	5,16	5,70	5,25	4,71	5,01	5,06	5,29	5,62	5,68	5,54	5,27
Kårvatn	5,63	5,75	5,61	6,03	5,47	5,20	5,61	5,48	5,44	5,39	5,67	5,58	5,46
Høylandet	6,17	5,91	6,21	5,98	6,10	5,74	5,70	5,53	5,47	5,27	6,13	6,25	5,68
Tustervatn	5,54	5,35	5,68	5,45	5,60	5,65	5,73	5,31	5,32	5,25	5,21	5,52	5,40
Karasjok	-	5,54	5,36	4,56	4,88	5,25	5,05	5,37	5,72	5,39	5,70	6,18	5,14
Karpbukt	5,18	4,70	4,98	4,68	4,59	4,75	4,82	4,92	4,99	5,28	4,78	5,20	4,88
Svanvik	4,73	4,78	4,88	4,33	3,98	3,99	4,37	4,37	4,80	5,17	5,00	5,06	4,40
Ny-Ålesund	5,24	5,54	5,41	5,20	5,23	6,89	5,22	5,28	5,55	5,92	5,42	5,54	5,45

Tabell A.1.2: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av sulfat i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: mg S/l, korrigert for sjøsalt.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	0,53	0,43	0,61	1,25	0,39	0,19	0,25	0,32	0,23	0,28	0,47	0,16	0,36
Birkenes	0,33	0,27	0,59	0,77	0,32	0,18	0,28	0,32	0,17	0,23	0,39	0,24	0,33
Vatnedalen	0,08	0,05	0,26	0,57	0,23	0,17	0,17	0,26	0,08	0,06	0,22	0,06	0,17
Treungen	0,20	0,13	0,33	0,71	0,21	0,14	0,18	0,25	0,17	0,13	0,20	0,20	0,21
Løken	0,23	0,18	0,13	1,00	0,24	0,15	0,15	0,15	0,14	0,07	0,10	0,12	0,17
Hurdal	0,20	0,09	0,46	0,53	0,33	0,18	0,15	0,22	0,08	0,10	0,17	0,22	0,21
Brekkebygda	0,32	0,12	0,61	0,42	0,30	0,19	0,17	0,30	0,06	0,09	0,21	0,28	0,25
Vikedal	0,20	0,12	0,06	0,62	0,22	0,18	0,25	0,27	0,12	0,16	0,06	0,06	0,17
Haukeland	0,25	0,10	0,09	0,29	0,16	0,10	0,26	0,12	0,01	0,03	0,02	0,08	0,11
Nausta	0,05	0,04	0,07	0,24	0,19	0,38	0,18	0,13	0,01	0,04	0,03	0,08	0,09
Kårvatn	-0,01	0,02	0,05	0,58	0,07	0,12	0,14	0,10	0,02	0,04	0,03	0,04	0,05
Høylandet	0,10	0,07	0,05	0,12	0,16	0,11	0,05	0,13	0,04	0,09	-0,05	0,07	0,07
Tustervatn	0,02	0,07	0,08	0,15	0,10	0,16	0,09	0,07	0,01	0,03	0,04	0,05	0,05
Karasjok	0,12	0,33	0,35	1,14	0,32	0,46	0,24	0,39	0,10	0,11	0,10	0,14	0,32
Karpbukt	0,22	0,24	0,25	0,52	0,67	0,39	0,76	0,61	0,29	0,14	0,33	0,18	0,41
Svanvik	0,15	0,47	0,35	1,15	2,80	1,48	1,03	0,90	0,22	0,27	0,55	0,15	0,82
Ny-Ålesund	0,20	0,14	0,07	-0,21	1,35	1,65	0,41	0,30	0,21	0,03	0,07	0,05	0,13

Tabell A.1.3: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av nitrat i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: mg N/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	0,88	0,65	0,68	1,67	0,46	0,27	0,30	0,44	0,37	0,25	0,49	0,33	0,47
Birkenes	0,59	0,46	0,67	1,20	0,41	0,28	0,33	0,47	0,33	0,21	0,44	0,45	0,44
Vatnedalen	0,07	0,27	0,39	0,96	0,26	0,13	0,04	0,20	0,18	0,07	0,32	0,12	0,18
Treungen	0,45	0,34	0,52	1,26	0,38	0,18	0,15	0,28	0,46	0,20	0,38	0,23	0,34
Løken	0,48	0,39	0,33	1,73	0,37	0,20	0,24	0,32	0,17	0,23	0,22	0,31	0,32
Hurdal	0,36	0,32	0,45	-	-	0,29	0,19	0,27	0,12	0,17	0,28	0,35	0,27
Brekkebygda	0,28	0,31	0,51	0,89	0,25	0,24	0,17	0,41	0,19	0,17	0,43	0,47	0,33
Vikedal	0,25	0,19	0,11	1,09	0,21	0,13	0,25	0,27	0,14	0,13	0,07	0,10	0,20
Haukeland	0,17	0,14	0,12	0,51	0,16	0,10	0,18	0,06	0,04	0,03	0,06	0,14	0,12
Nausta	0,07	0,04	0,14	0,31	0,13	0,65	0,10	0,09	0,03	0,05	0,05	0,14	0,09
Kårvatn	0,02	0,05	0,07	0,85	0,09	0,07	0,20	0,06	0,01	0,03	0,06	0,06	0,05
Høylandet	0,06	0,08	0,13	0,15	0,10	0,07	0,01	0,03	0,02	0,08	0,80	0,12	0,11
Tustervatn	0,02	0,05	0,06	0,24	0,07	0,11	0,12	0,08	0,02	0,07	0,09	0,06	0,06
Karajok	0,28	0,43	0,30	0,61	0,07	0,11	0,07	0,11	0,10	0,16	0,19	0,26	0,13
Karpbukt	0,04	0,29	0,10	0,04	0,20	0,10	0,23	0,17	0,05	0,07	0,17	0,07	0,12
Svanvik	0,18	0,34	0,21	0,27	0,36	0,14	0,08	0,14	0,09	0,16	0,29	0,18	0,14
Ny-Ålesund	0,12	0,04	0,07	0,05	1,75	1,62	0,20	0,17	0,08	0,03	0,10	0,07	0,09

Tabell A.1.4: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av ammonium i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: mg N/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	0,70	0,37	0,79	3,10	0,49	0,19	0,30	0,79	0,14	0,08	0,43	0,17	0,43
Birkenes	0,39	0,18	0,67	2,27	0,40	0,20	0,26	0,46	0,31	0,09	0,40	0,23	0,36
Vatnedalen	0,16	0,15	0,30	1,86	0,40	0,05	0,02	0,07	0,17	0,09	0,10	0,16	0,15
Treungen	0,20	0,09	0,34	2,06	0,45	0,25	0,16	0,12	0,40	0,07	0,23	0,07	0,25
Løken	0,46	0,24	0,26	2,62	0,48	0,16	0,25	0,29	0,11	0,10	0,14	0,14	0,29
Hurdal	0,29	0,17	0,45	-	-	0,29	0,25	0,28	0,16	0,09	0,21	0,23	0,24
Brekkebygda	0,18	0,17	0,38	1,32	0,46	0,16	0,18	0,16	0,15	0,06	0,26	0,37	0,25
Vikedal	0,31	0,25	0,22	2,06	0,39	0,18	0,25	0,31	0,14	0,08	0,10	0,15	0,26
Haukeland	0,09	0,16	0,12	0,81	0,16	0,07	0,13	0,06	0,02	0,03	0,02	0,04	0,11
Nausta	0,05	0,16	0,13	0,50	0,18	0,57	0,10	0,07	0,02	0,08	0,03	0,29	0,10
Kårvatn	0,12	0,10	0,12	1,10	0,10	0,07	0,23	0,10	0,02	0,03	0,06	0,04	0,08
Høylandet	0,27	0,31	0,42	0,54	0,29	0,20	0,11	0,23	0,04	0,39	0,76	0,58	0,27
Tustervatn	0,14	0,10	0,11	0,36	0,16	0,33	0,11	0,10	0,02	0,14	0,04	0,05	0,11
Karajok	0,46	0,46	0,34	0,60	0,06	0,15	0,16	0,22	0,07	0,10	0,17	0,27	0,16
Karpbukt	0,18	0,11	0,11	0,08	0,19	0,06	0,10	0,14	0,07	0,05	0,07	0,02	0,09
Svanvik	0,56	0,19	0,14	0,22	0,36	0,17	0,10	0,28	0,01	0,17	0,17	0,11	0,16
Ny-Ålesund	0,14	0,03	0,06	0,07	0,41	0,14	0,08	0,10	0,04	0,01	0,03	0,06	0,05

Tabell A.1.5: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av kalsium i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: mg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	0,36	0,09	0,15	0,33	0,27	0,12	0,13	0,40	0,22	0,49	0,17	0,20	0,25
Birkenes	0,07	0,04	0,08	0,18	0,13	0,04	0,06	0,27	0,09	0,06	0,13	0,07	0,10
Vatnedalen	0,05	0,04	0,18	0,34	0,45	0,23	0,34	0,21	0,12	0,14	0,10	0,19	0,20
Treungen	0,04	0,03	0,06	0,21	0,12	0,04	0,07	0,08	0,09	0,06	0,05	0,06	0,07
Løken	0,14	0,04	0,07	0,19	0,28	0,09	0,11	0,11	0,08	0,31	0,05	0,04	0,11
Hurdal	0,13	0,12	0,12	0,18	0,24	0,15	0,18	0,09	0,10	0,07	0,17	0,08	0,14
Brekkebygda	0,14	0,05	0,06	0,11	0,21	0,10	0,06	0,13	0,12	0,05	0,05	0,07	0,09
Vikedal	0,14	0,05	0,09	0,23	0,18	0,11	0,05	0,08	0,11	0,12	0,08	0,04	0,10
Haukeland	0,12	0,04	0,10	0,13	0,12	0,06	0,06	0,04	0,06	0,10	0,05	0,05	0,07
Nausta	0,08	0,03	0,06	0,09	0,08	0,14	0,03	0,05	0,05	0,10	0,03	0,03	0,06
Kårvatn	0,05	0,05	0,09	0,22	0,06	0,07	0,14	0,04	0,05	0,05	0,04	0,03	0,06
Høylandet	0,10	0,09	0,16	0,05	0,21	0,08	0,16	0,07	0,08	0,10	0,34	0,10	0,11
Tustervatn	0,05	0,05	0,14	0,07	0,13	0,08	0,11	0,06	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06
Karasjok	0,39	0,34	0,23	0,33	0,05	0,50	0,07	0,09	0,09	0,24	0,12	0,22	0,19
Karpbukt	0,28	0,09	0,17	0,23	0,20	0,14	0,06	0,11	0,10	0,11	0,10	0,05	0,12
Svanvik	0,31	0,27	0,19	0,21	0,27	0,16	0,11	0,08	0,05	0,48	0,26	0,08	0,13
Ny-Ålesund	0,56	0,18	0,30	0,79	0,99	6,54	0,28	0,48	0,58	0,36	0,12	0,28	0,35

Tabell A.1.6: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av kalium i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: mg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	0,33	0,13	0,12	0,20	0,29	0,10	0,18	0,23	0,33	0,54	0,15	0,23	0,25
Birkenes	0,08	0,03	0,06	0,04	0,10	0,03	0,04	0,08	0,07	0,04	0,12	0,08	0,07
Vatnedalen	0,06	0,14	0,14	0,12	0,10	0,14	0,25	0,21	0,27	0,08	0,10	0,15	0,16
Treungen	0,04	0,09	0,02	0,07	0,25	0,24	0,02	0,02	0,03	0,02	0,04	0,04	0,05
Løken	0,07	0,03	0,03	0,05	0,28	0,10	0,14	0,12	0,15	0,21	0,04	0,05	0,11
Hurdal	0,10	0,10	0,09	0,06	0,51	0,28	0,17	0,10	0,15	0,08	0,10	0,12	0,14
Brekkebygda	0,24	0,05	0,05	0,05	0,27	0,35	0,06	0,15	0,02	0,06	0,07	0,15	0,13
Vikedal	0,14	0,04	0,08	0,20	0,13	0,06	0,05	0,07	0,06	0,16	0,11	0,04	0,09
Haukeland	0,12	0,07	0,07	0,07	0,10	0,07	0,05	0,11	0,06	0,12	0,05	0,04	0,08
Nausta	0,07	0,03	0,05	0,05	0,08	0,30	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,01	0,05
Kårvatn	0,08	0,11	0,12	0,14	0,08	0,07	0,18	0,10	0,07	0,04	0,04	0,03	0,08
Høylandet	0,08	0,09	0,10	0,06	0,12	0,12	0,12	0,08	0,07	0,11	0,31	0,13	0,10
Tustervatn	0,07	0,06	0,06	0,03	0,07	0,08	0,13	0,06	0,04	0,03	0,03	0,07	0,06
Karasjok	0,96	1,14	0,34	0,52	0,06	0,13	0,15	0,26	0,33	0,12	0,48	1,07	0,26
Karpbukt	0,26	0,04	0,12	0,21	0,07	0,06	0,12	0,17	0,31	0,09	0,07	0,05	0,13
Svanvik	0,37	0,11	0,15	0,10	0,07	0,08	0,08	0,09	0,06	0,05	0,08	0,04	0,08
Ny-Ålesund	0,31	0,11	0,13	0,59	0,36	0,32	0,05	0,09	0,08	0,10	0,12	0,11	0,15

Tabell A.1.7: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av magnesium i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: mg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	0,78	0,08	0,21	0,12	0,17	0,12	0,20	0,28	0,38	0,49	0,37	0,59	0,38
Birkenes	0,16	0,03	0,07	0,04	0,09	0,04	0,07	0,12	0,08	0,08	0,29	0,17	0,15
Vatnedalen	0,04	0,01	0,09	0,04	0,08	0,04	0,05	0,03	0,05	0,05	0,04	0,07	0,04
Treungen	0,10	0,01	0,03	0,03	0,07	0,02	0,03	0,02	0,06	0,02	0,08	0,15	0,06
Løken	0,15	0,01	0,04	0,02	0,10	0,04	0,05	0,05	0,07	0,08	0,05	0,04	0,06
Hurdal	0,04	0,01	0,02	0,03	0,08	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,04	0,02	0,04
Brekkebygda	0,03	0,01	0,02	0,01	0,06	0,03	0,03	0,07	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03
Vikedal	0,36	0,11	0,24	0,08	0,27	0,08	0,06	0,06	0,20	0,29	0,33	0,09	0,20
Haukeland	0,32	0,09	0,19	0,14	0,19	0,05	0,05	0,04	0,15	0,26	0,11	0,09	0,15
Nausta	0,23	0,07	0,13	0,15	0,22	0,14	0,03	0,04	0,15	0,13	0,09	0,05	0,13
Kårvatn	0,13	0,07	0,21	0,22	0,05	0,09	0,04	0,02	0,11	0,10	0,04	0,05	0,09
Høylandet	0,24	0,18	0,22	0,06	0,14	0,05	0,03	0,07	0,24	0,16	0,37	0,17	0,18
Tustervatn	0,13	0,11	0,13	0,07	0,09	0,05	0,03	0,03	0,11	0,09	0,07	0,20	0,10
Karasjok	0,30	0,17	0,16	0,12	0,01	0,07	0,03	0,05	0,07	0,03	0,05	0,10	0,06
Karpbukt	0,81	0,10	0,38	0,69	0,06	0,15	0,06	0,10	0,12	0,16	0,16	0,18	0,20
Svanvik	0,24	0,16	0,45	0,34	0,19	0,12	0,07	0,03	0,06	0,10	0,23	0,12	0,09
Ny-Ålesund	0,90	0,35	0,46	2,00	1,36	1,53	0,11	0,26	0,14	0,37	0,30	0,44	0,44

Tabell A.1.8: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av natrium i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: mg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	7,38	0,80	1,89	0,74	1,18	1,05	1,50	1,80	2,19	3,13	2,82	4,76	2,95
Birkenes	1,54	0,24	0,64	0,36	0,69	0,30	0,55	1,02	0,68	0,66	2,45	1,35	1,23
Vatnedalen	0,31	0,21	0,79	0,30	0,72	0,32	0,55	0,34	0,35	0,47	0,28	0,36	0,42
Treungen	0,94	0,08	0,27	0,23	0,63	0,13	0,23	0,16	0,44	0,17	0,64	1,15	0,48
Løken	1,03	0,10	0,35	0,14	0,63	0,22	0,39	0,30	0,53	0,25	0,42	0,26	0,37
Hurdal	0,44	0,32	0,38	0,16	0,50	0,20	0,31	0,38	0,31	0,14	0,42	0,32	0,34
Brekkebygda	0,58	0,09	0,16	0,16	0,30	0,14	0,21	0,39	0,17	0,09	0,20	0,24	0,27
Vikedal	3,46	0,97	2,07	0,65	2,44	0,67	0,50	0,53	1,67	2,64	2,54	0,68	1,74
Haukeland	2,72	0,89	1,66	1,23	1,64	0,39	0,36	0,28	1,27	1,95	0,79	0,88	1,22
Nausta	1,97	0,53	1,15	1,34	1,78	1,01	0,19	0,26	1,27	1,04	0,73	0,38	1,06
Kårvatn	1,15	0,69	1,76	1,94	0,45	0,77	0,33	0,23	0,97	0,76	0,32	0,41	0,79
Høylandet	2,02	1,51	1,94	0,46	1,14	0,40	0,17	0,57	1,98	1,35	5,38	1,53	1,61
Tustervatn	1,17	0,96	1,02	0,58	0,78	0,40	0,13	0,15	0,94	0,66	0,52	1,62	0,80
Karasjok	3,39	2,10	1,31	1,37	0,20	0,22	0,17	0,11	0,23	0,26	0,78	1,53	0,38
Karpbukt	6,79	0,65	3,13	6,07	0,44	1,27	0,45	0,60	0,84	1,30	1,23	1,36	1,63
Svanvik	6,46	0,64	3,72	2,53	1,34	0,82	0,30	0,18	0,33	0,66	1,36	0,92	0,59
Ny-Ålesund	6,72	2,67	3,21	15,24	10,13	3,71	0,37	1,54	1,70	2,51	2,54	3,28	3,34



Tabell A.1.9: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av klorid i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: mg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	13,14	1,27	3,15	1,36	1,94	1,86	2,65	3,47	3,73	5,95	6,63	8,29	5,55
Birkenes	2,36	0,45	1,13	0,67	1,14	0,62	0,89	1,73	0,95	0,93	3,97	2,25	1,97
Vatnedalen	0,37	0,36	1,23	0,50	1,07	0,65	0,58	0,63	0,68	0,62	0,97	0,52	0,68
Treungen	1,46	0,20	0,51	0,37	1,16	0,14	0,51	0,16	0,68	0,35	1,48	2,21	0,92
Løken	1,75	0,21	0,64	0,28	1,31	0,34	0,69	0,68	1,01	1,06	0,74	0,46	0,73
Hurdal	0,58	0,46	0,61	0,24	0,81	0,36	0,61	0,70	0,42	0,34	0,67	0,59	0,58
Brekkebygda	0,59	0,11	0,28	0,27	0,60	0,21	0,23	0,32	0,26	0,18	0,31	0,49	0,34
Vikedal	6,09	1,79	3,52	1,17	4,40	1,06	0,86	0,51	2,77	5,24	3,90	1,19	2,92
Haukeland	5,34	1,50	2,71	1,94	2,95	0,51	0,52	0,79	2,08	4,02	1,34	1,47	2,21
Nausta	3,02	1,07	1,91	2,23	3,44	1,49	0,26	0,53	2,12	1,77	1,06	0,64	1,79
Kårvatn	2,05	1,15	2,93	3,03	0,74	1,53	0,59	0,44	1,63	1,52	0,56	0,81	1,40
Høylandet	4,88	2,60	3,33	0,69	1,80	0,63	0,25	1,18	3,49	2,48	6,80	1,93	2,79
Tustervatn	2,08	1,77	1,68	1,07	1,30	1,11	0,19	0,33	2,13	1,12	0,91	3,98	1,60
Karasjok	5,75	3,27	2,31	2,33	0,22	0,28	0,46	0,23	0,46	0,48	1,23	2,38	0,62
Karpbukt	10,89	1,18	5,34	10,15	0,71	2,44	1,04	0,71	1,77	2,20	2,65	2,47	2,88
Svanvik	8,41	0,98	6,59	4,31	1,10	1,32	0,40	0,13	0,50	1,08	2,65	1,50	0,86
Ny-Ålesund	11,14	4,87	5,96	34,77	20,80	7,99	0,78	4,21	3,18	4,65	5,12	6,79	6,50

Tabell A.1.10: Månedlige og årlige nedbørmengder på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: mm, NILU-måler.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	168	57	93	28	79	111	201	114	74	204	297	208	1633
Birkenes	201	57	120	37	62	52	242	112	84	221	409	213	1807
Vatnedalen	81	38	16	10	77	26	148	145	54	71	119	31	815
Treungen	105	55	73	35	72	47	210	130	51	79	235	122	1213
Løken	36	61	36	25	43	68	142	127	56	68	134	43	837
Hurdal	71	54	54	35	46	29	181	126	29	61	131	93	909
Brekkebygda	91	52	46	28	68	23	160	172	19	63	139	64	924
Vikedal	275	172	214	64	181	103	251	324	343	131	411	77	2545
Haukeland	328	213	214	149	265	72	178	371	595	194	443	83	3105
Nausta	299	155	114	84	230	6	189	252	393	97	223	31	2074
Kårvatn	83	125	89	6	106	129	53	125	331	182	38	44	1310
Høylandet	125	99	86	95	49	57	68	100	303	69	65	38	1152
Tustervatn	151	86	84	71	62	45	72	106	328	50	70	31	1155
Karasjok	2	10	5	9	67	70	51	56	33	13	18	13	345
Karpbukt	37	13	16	21	36	62	99	55	67	36	15	71	526
Svanvik	4	3	4	10	33	55	51	37	68	11	4	44	323
Ny-Ålesund	22	35	12	8	1	1	8	12	24	35	48	12	219

Tabell A.1.11: Månedlig og årlig våtavsetning av sterk syre ( $H^+$ ) på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet:  $\mu\text{ekv}/\text{m}^2$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	1800	1864	2119	14	311	1579	1719	454	560	5100	5725	6259	27459
Birkenes	5271	1786	3182	28	513	570	3511	1184	684	3285	8490	5840	34378
Vatnedalen	408	500	211	2	232	170	267	1170	149	177	207	175	3674
Treungen	2515	1181	1580	16	685	235	3260	1677	443	1112	3107	2550	18378
Løken	607	1282	478	13	67	409	393	1127	324	712	1201	635	7283
Hurdal	1232	532	1063	30	24	78	614	774	62	409	1050	1429	7373
Brekkebygda	547	715	1392	33	336	196	1848	1504	94	582	1577	1201	10229
Vikedal	1616	831	952	22	364	619	2429	1113	2141	794	763	378	12025
Haukeland	1882	1248	1589	450	1524	654	2523	2684	3462	1117	1702	560	19395
Nausta	1481	508	787	169	1278	125	1826	2181	2018	235	463	91	11210
Kårvatn	194	220	217	6	355	818	129	413	1198	746	81	114	4503
Høylandet	85	121	53	99	39	102	137	296	1026	369	48	21	2411
Tustervatn	437	385	176	253	153	102	134	522	1554	282	429	92	4601
Karasjok	-	29	20	235	877	400	450	237	63	54	37	8	2485
Karpbukt	242	251	169	431	930	1084	1500	664	689	189	246	445	6874
Svanvik	25	120	75	531	1031	2589	2001	3727	1538	82	56	40	12563
Ny-Ålesund	128	99	46	50	7	0	48	60	69	43	185	35	770

 Tabell A.1.12: Månedlig og årlig våtavsetning av sulfat på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet:  $\text{mg S}/\text{m}^2$ , korrigert for sjøsalt.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	89	24	57	35	31	21	50	37	17	58	141	32	592
Birkenes	66	15	70	28	20	9	69	36	15	52	160	50	591
Vatnedalen	7	2	4	5	18	4	26	37	5	4	26	2	139
Treungen	22	7	24	25	15	6	38	33	9	11	46	25	260
Løken	8	11	5	25	10	10	21	19	8	5	13	5	140
Hurdal	14	5	25	19	15	5	27	28	2	6	23	20	188
Brekkebygda	30	6	28	12	21	4	27	52	1	6	29	18	233
Vikedal	56	20	14	40	40	19	63	86	42	21	26	5	430
Haukeland	81	21	18	43	43	7	46	45	6	7	10	7	335
Nausta	15	7	8	20	44	2	35	33	6	4	7	3	183
Kårvatn	0	3	5	3	8	15	8	13	6	7	1	2	69
Høylandet	13	7	5	11	8	6	3	13	14	6	-3	3	85
Tustervatn	4	6	7	11	6	7	7	7	4	2	3	1	63
Karasjok	0	3	2	10	22	32	12	21	3	1	2	2	111
Karpbukt	8	3	4	11	24	24	75	34	20	5	5	13	218
Svanvik	0	3	2	13	28	38	48	78	21	3	3	1	257
Ny-Ålesund	5	5	1	-2	2	1	3	3	5	1	4	1	28

Tabell A.1.13: Månedlig og årlig våtavsetning av nitrat på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: mg N/m<sup>2</sup>.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	147	37	63	47	37	30	60	50	27	51	145	69	763
Birkenes	119	26	81	44	26	15	80	52	28	46	179	96	792
Vatnedalen	6	10	6	9	20	3	6	29	10	5	38	4	147
Treungen	48	18	38	44	28	8	32	36	23	16	89	27	408
Løken	17	24	12	43	16	13	34	41	9	15	30	13	267
Hurdal	25	17	24	-	-	8	35	33	3	10	37	33	249
Brekkebygda	26	16	23	25	17	5	27	70	4	10	60	30	308
Vikedal	69	33	24	70	38	14	63	87	48	17	30	8	500
Haukeland	57	29	25	76	42	8	32	23	26	6	28	12	362
Nausta	22	7	16	26	31	4	20	22	13	5	11	5	181
Kårvatn	1	6	6	5	9	8	11	8	3	5	2	3	68
Høylandet	7	8	11	15	5	4	0	3	7	5	51	5	122
Tustervatn	4	4	5	17	4	5	8	8	6	4	6	2	71
Karasjok	0	4	1	5	4	8	3	6	3	2	4	3	45
Karpbukt	2	4	2	1	7	6	22	9	3	3	2	5	64
Svanvik	0	2	1	3	4	4	4	12	9	2	2	1	44
Ny-Ålesund	3	1	1	0	2	1	2	2	2	1	5	1	20

Tabell A.1.14: Månedlig og årlig våtavsetning av ammonium på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: mg N/m<sup>2</sup>.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	118	21	73	87	39	22	59	90	10	17	127	36	699
Birkenes	79	10	80	84	25	10	62	51	26	21	165	48	660
Vatnedalen	13	6	5	18	31	1	4	10	9	7	12	5	120
Treungen	21	5	25	72	33	12	33	16	20	5	53	8	302
Løken	17	15	9	65	21	11	35	37	6	7	19	6	247
Hurdal	21	9	24	-	-	9	45	36	5	6	28	22	222
Brekkebygda	17	9	18	37	31	4	28	27	3	4	36	24	228
Vikedal	84	43	48	131	69	19	64	101	50	11	41	12	673
Haukeland	29	34	25	121	43	5	23	23	10	5	7	3	328
Nausta	14	25	15	42	41	4	19	18	6	8	6	9	208
Kårvatn	10	12	11	6	11	9	12	12	8	6	2	2	102
Høylandet	34	30	36	52	14	12	7	23	11	27	49	22	315
Tustervatn	21	9	9	26	10	15	8	11	7	7	3	1	126
Karasjok	1	5	2	5	4	10	8	12	2	1	3	3	56
Karpbukt	7	1	2	2	7	4	10	7	5	2	1	1	47
Svanvik	1	1	1	3	4	4	5	25	1	2	1	1	51
Ny-Ålesund	3	1	1	1	0	0	1	1	1	0	2	1	11

Tabell A.1.15: Månedlig og årlig våtavsetning av kalsium på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: mg/m<sup>2</sup>.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	60	5	14	9	21	14	26	46	16	99	51	41	402
Birkenes	14	3	10	7	8	2	15	30	7	13	53	15	175
Vatnedalen	4	2	3	3	35	6	50	30	6	10	13	6	167
Treungen	4	2	4	7	8	2	14	10	4	5	11	7	78
Løken	5	2	2	5	12	6	16	14	4	21	6	2	96
Hurdal	9	6	6	6	11	5	32	12	3	4	23	7	124
Brekkebygda	13	2	3	3	14	2	9	22	2	3	6	5	87
Vikedal	39	9	19	15	32	11	13	25	38	15	34	3	252
Haukeland	40	9	22	19	32	5	10	16	35	20	21	4	233
Nausta	24	4	6	8	18	1	6	12	19	10	6	1	115
Kårvatn	4	6	8	1	6	9	7	5	16	9	2	1	77
Høylandet	12	9	13	5	10	4	11	7	24	7	22	4	127
Tustervatn	7	4	11	5	8	4	8	6	13	2	3	2	71
Karasjok	1	3	1	3	4	35	3	5	3	3	2	3	66
Karpbukt	10	1	3	5	7	8	5	6	6	4	1	4	62
Svanvik	0	2	1	2	3	4	5	7	5	6	1	0	40
Ny-Ålesund	12	6	4	6	1	4	2	6	14	13	6	3	77

Tabell A.1.16: Månedlig og årlig våtavsetning av kalium på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: mg/m<sup>2</sup>.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	55	7	11	6	23	11	36	26	24	110	44	47	402
Birkenes	15	2	7	1	6	2	10	9	6	8	49	16	132
Vatnedalen	5	5	2	1	8	4	37	30	15	5	11	5	129
Treungen	4	5	1	2	18	11	4	2	1	2	9	5	65
Løken	3	2	1	1	12	7	19	15	9	14	5	2	89
Hurdal	7	5	5	2	23	8	31	12	4	5	13	11	124
Brekkebygda	22	2	2	1	18	8	9	26	0	4	10	10	116
Vikedal	38	7	18	13	23	6	12	21	22	21	44	3	227
Haukeland	41	15	16	11	27	5	9	39	35	24	21	4	246
Nausta	21	5	6	4	19	2	10	11	14	4	7	0	103
Kårvatn	7	14	10	1	8	8	10	12	22	6	1	1	101
Høylandet	10	9	9	6	6	7	8	8	23	7	20	5	118
Tustervatn	11	5	5	2	5	3	9	6	14	2	2	2	63
Karasjok	1	11	2	4	4	9	8	15	11	2	9	14	89
Karpbukt	10	1	2	4	3	4	11	10	21	3	1	3	71
Svanvik	0	1	1	1	1	2	4	8	5	1	0	0	25
Ny-Ålesund	7	4	2	5	0	0	0	1	2	4	6	1	32

Tabell A.1.17: Månedlig og årlig våtavsetning av magnesium på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: mg/m<sup>2</sup>.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	131	5	20	3	14	13	41	31	28	99	109	122	617
Birkenes	33	2	9	2	6	2	16	14	7	18	120	37	264
Vatnedalen	3	0	1	0	6	1	8	5	3	4	4	2	37
Treungen	11	1	2	1	5	1	7	3	3	2	20	18	74
Løken	6	1	1	1	4	3	7	6	4	6	7	2	47
Hurdal	3	1	1	1	4	1	6	6	1	1	6	2	32
Brekkebygda	2	1	1	0	4	1	4	12	1	1	3	1	32
Vikedal	99	19	51	5	49	8	16	20	68	38	134	7	514
Haukeland	106	18	41	21	51	4	9	15	92	51	49	8	466
Nausta	68	11	15	13	51	1	6	10	61	13	20	2	269
Kårvatn	11	9	19	1	6	12	2	3	36	18	2	2	121
Høylandet	30	17	19	5	7	3	2	7	74	11	24	7	207
Tustervatn	20	10	11	5	6	2	2	3	37	4	5	6	113
Karasjok	0	2	1	1	1	5	1	3	2	0	1	1	19
Karpbukt	30	1	6	14	2	9	6	5	8	6	2	13	106
Svanvik	0	1	3	4	2	3	3	3	6	1	1	1	28
Ny-Ålesund	20	12	5	16	2	1	1	3	3	13	14	5	96

Tabell A.1.18: Månedlig og årlig våtavsetning av natrium på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: mg/m<sup>2</sup>.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	1236	46	176	21	94	118	301	206	162	637	837	988	4816
Birkenes	310	14	76	13	43	16	133	114	57	146	1000	288	2213
Vatnedalen	25	8	12	3	55	8	81	49	19	33	33	11	339
Treungen	99	4	19	8	46	6	48	21	22	14	149	140	577
Løken	37	6	13	3	27	15	55	38	30	17	57	11	309
Hurdal	31	17	20	6	23	6	57	48	9	9	55	30	308
Brekkebygda	53	5	7	4	21	3	34	67	3	6	28	15	250
Vikedal	952	166	444	41	441	69	124	171	573	346	1046	53	4424
Haukeland	892	189	355	183	435	28	63	102	754	378	349	74	3802
Nausta	588	82	130	113	409	6	36	65	498	101	162	12	2202
Kårvatn	95	86	157	11	48	99	18	29	320	138	12	18	1031
Høylandet	252	150	166	44	56	23	12	58	601	94	348	58	1860
Tustervatn	176	83	86	41	48	18	9	16	307	33	36	50	926
Karasjok	5	21	6	12	13	16	8	6	8	3	14	20	131
Karpbukt	250	8	51	126	16	78	45	33	56	47	18	96	860
Svanvik	9	5	21	29	13	21	14	16	31	8	8	4	184
Ny-Ålesund	150	92	39	122	12	2	3	18	41	88	123	40	729

Tabell A.1.19: Månedlig og årlig våtavsetning av klorid på norske bakgrunnsstasjoner, 2009.  
Enhet: mg/m<sup>2</sup>.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	2201	72	294	38	154	208	531	396	276	1214	1968	1722	9067
Birkenes	475	26	135	25	70	32	216	193	79	205	1623	478	3561
Vatnedalen	30	14	19	5	82	17	85	91	37	44	116	16	555
Treungen	154	11	37	13	84	7	106	21	35	28	347	269	1111
Løken	63	13	23	7	56	23	97	87	56	73	99	19	614
Hurdal	41	25	33	9	37	11	110	89	12	21	88	55	527
Brekkebygda	53	6	13	7	40	5	37	55	5	12	43	32	311
Vikedal	1676	308	754	74	795	110	215	166	951	688	1604	92	7429
Haukeland	1750	319	581	288	783	37	92	294	1239	778	594	123	6877
Nausta	903	166	217	188	791	10	49	134	833	171	236	20	3716
Kårvatn	170	144	261	18	78	197	31	55	541	278	21	35	1829
Høylandet	608	257	285	65	88	36	17	118	1057	172	441	73	3217
Tustervatn	314	152	141	76	80	51	13	35	700	56	64	122	1853
Karasjok	9	33	11	20	14	20	23	13	15	6	22	30	214
Karpbukt	401	15	87	210	26	151	102	39	118	80	39	175	1516
Svanvik	11	7	37	49	11	33	19	11	48	13	15	7	270
Ny-Ålesund	249	169	72	278	25	5	6	48	77	164	248	83	1420

Tabell A.1.20: De 10 største døgnlige våtavsetninger av sulfat på de norske bakgrunnsstasjoner, 2009.

Stasjon	Dato	SO <sub>2</sub> -nedfall mg S/m <sup>2</sup>	Nedbør mm	% av års- nedfall SO <sub>4</sub>	pH
Birkenes	03.11.2009	36,0	38,5	6,1	4,23
	04.11.2009	34,8	36,9	5,9	4,59
	17.01.2009	21,8	34,6	3,7	4,36
	07.11.2009	19,2	28,3	3,3	4,38
	06.10.2009	19,1	47,0	3,2	4,75
	01.11.2009	17,6	36,0	3,0	4,77
	05.03.2009	17,0	7,2	2,9	4,03
	20.08.2009	14,3	27,4	2,4	6,11
	18.07.2009	13,4	62,4	2,3	5,09
	06.07.2009	12,2	40,8	2,1	4,85
	sum				34,8
Løken	07.04.2009	17,2	10,5	12,3	6,82
	09.08.2009	4,5	18,6	3,2	5,48
	26.05.2009	4,0	8,9	2,8	5,52
	07.02.2009	3,9	17,2	2,8	4,48
	20.09.2009	3,6	2,2	2,6	5,38
	07.06.2009	3,5	11,1	2,5	5,27
	18.07.2009	3,2	4,8	2,3	6,15
	12.04.2009	3,2	1,6	2,3	6,76
	02.08.2009	3,0	5,7	2,1	4,97
	23.01.2009	2,9	4,0	2,1	4,56
	sum				35,0
Hurdal	07.03.2009	15,8	14,6	11,3	4,39
	07.04.2009	8,2	13,1	5,9	6,13
	27.04.2009	7,4	9,6	5,3	6,36
	26.05.2009	7,1	22,3	5,0	6,26
	25.12.2009	6,7	35,0	4,8	4,99
	30.07.2009	6,6	31,1	4,7	5,48
	19.01.2009	6,2	23,9	4,4	4,69
	02.08.2009	6,2	8,0	4,4	4,90
	03.08.2009	4,5	15,9	3,2	5,47
	18.07.2009	4,4	18,8	3,1	5,20
	sum				52,2
Kårvatn	11.05.2009	3,8	14,1	5,5	5,08
	10.08.2009	3,2	16,1	4,6	5,25
	10.07.2009	3,1	16,1	4,6	5,87
	09.07.2009	2,7	7,4	3,9	5,73
	03.06.2009	2,4	23,3	3,5	5,40
	07.10.2009	2,1	24,7	3,0	5,42
	25.08.2009	1,9	9,3	2,8	5,38
	29.06.2009	1,7	5,2	2,5	5,19
	21.03.2009	1,6	3,7	2,3	4,90
	08.08.2009	1,6	3,6	2,3	5,69
	sum				35,0

Tabell A.1.20, forts.

Stasjon	Dato	SO <sub>2</sub> -nedfall mg S/m <sup>2</sup>	Nedbør mm	% av års- nedfall SO <sub>4</sub>	pH
Tustervatn	02.05.2009	4,8	3,6	7,6	4,93
	25.04.2009	4,1	3,0	6,5	4,59
	19.03.2009	2,7	36,5	4,3	6,04
	13.06.2009	2,3	8,7	3,6	5,27
	14.11.2009	1,9	4,1	3,0	4,67
	08.04.2009	1,6	5,5	2,6	5,99
	09.02.2009	1,6	15,5	2,6	-
	13.03.2009	1,4	4,4	2,3	5,20
	29.09.2009	1,3	33,1	2,1	5,47
	27.04.2009	1,3	2,5	2,0	5,74
	sum			36,6	
Karasjok	12.06.2009	19,7	29,6	17,7	6,15
	23.05.2009	12,5	24,2	11,3	4,63
	28.04.2009	7,5	2,8	6,7	4,13
	11.08.2009	6,1	8,0	5,5	4,94
	14.06.2009	5,1	6,8	4,6	4,66
	27.07.2009	4,6	20,7	4,1	5,04
	03.05.2009	4,4	3,4	3,9	4,66
	29.08.2009	3,9	9,6	3,5	5,63
	12.08.2009	3,7	15,1	3,4	5,67
	26.07.2009	3,4	6,0	3,1	4,45
	sum			63,9	



Tabell A.1.21a: Veide årsmiddelkonsentrasjoner og våtavsetninger av komponenter i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner i årene 1973-2008 og beregnede tørravsetninger av svovel- og nitrogenkomponenter i årene 1987-2008 (Tabell 2.7).

\* en måned mangler

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner						Års- nedbør mm	Årlig våtavsetning				Tørravsetning	
		SO <sub>4</sub> -S mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	pH		SO <sub>4</sub> -S mg/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	H+ mekv/m <sup>2</sup>	S mg/m <sup>2</sup>	N mg/m <sup>2</sup>
Birkenes	1973	1,06				0,11	4,27	1072				58		
	1974	1,11	0,50	0,52	0,23	0,19	4,25	1563	1735	782	813	88		
	1975	1,01	0,49	0,45	0,19	0,17	4,27	1341	1354	657	603	72		
	1976	1,18	0,63	0,50	0,17	0,12	4,21	1434	1692	903	717	88		
	1977	1,04	0,54	0,54	0,17	0,17	4,27	1597	1661	862	862	86		
	1978	1,17	0,62	0,57	0,17	0,12	4,11	1242	1453	770	708	96		
	1979	1,25	0,57	0,65	0,22	0,15	4,09	1560	1950	889	1014	127		
	1980	1,23	0,57	0,63	0,22	0,11	4,16	1160	1427	661	731	80		
	1981	1,04	0,52	0,53	0,20	0,13	4,21	1316	1369	684	697	81		
	1982	1,05	0,56	0,72	0,22	0,21	4,27	1592	1663	887	1140	86		
	1983	0,91	0,49	0,50	0,24	0,17	4,33	1313	1195	646	650	62		
	1984	1,09	0,57	0,63	0,21	0,19	4,24	1603	1755	905	1003	93		
	1985	0,98	0,58	0,57	0,16	0,09	4,24	1409	1375	810	805	80		
	1986	1,01	0,60	0,69	0,19	0,15	4,26	1613	1622	966	1108	88		
	1987	0,74	0,43	0,46	0,13	0,13	4,38	1576	1168	671	719	65	159	248
	1988	0,83	0,58	0,61	0,15	0,13	4,25	1986	1649	1159	1211	113	159	257
	1989	0,90	0,76	0,63	0,19	0,19	4,27	1228	1106	934	776	67	136	238
	1990	0,71	0,47	0,46	0,14	0,21	4,37	1861	1325	869	852	79	167	254
	1991	0,75	0,57	0,50	0,14	0,19	4,33	1247	930	710	618	59	170	232
	1992	0,74	0,52	0,44	0,12	0,13	4,37	1344	991	703	589	57	138	188
	1993	0,77	0,55	0,51	0,15	0,23	4,37	1245	960	683	634	54	96	158
	1994	0,63	0,55	0,51	0,15	0,12	4,48	1397	886	768	707	46	128	212
	1995	0,53	0,48	0,42	0,09	0,14	4,47	1411	743	684	589	47	115	213
	1996	0,60	0,53	0,47	0,12	0,15	4,42	1192	714	630	563	45	123	205
	1997	0,52	0,50	0,45	0,10	0,13	4,50	1244	648	618	559	40	100	207
	1998	0,52	0,44	0,41	0,10	0,12	4,50	1596	836	710	649	53	74	143
	1999	0,47	0,43	0,36	0,11	0,15	4,59	1843	856	794	659	48	83	171
	2000	0,40	0,45	0,34	0,10	0,19	4,56	2415	949	1083	823	67	78	164
2001	0,43	0,42	0,39	0,08	0,10	4,63	1604	673	680	629	38	75	177	
2002	0,35	0,33	0,32	0,10	0,12	4,72	1574	558	516	497	30	83	204	
2003	0,46	0,50	0,47	0,12	0,11	4,59	1375	630	693	644	35	74	171	
2004	0,36	0,36	0,33	0,12	0,14	4,69	1700	615	617	567	35	63	178	
2005	0,43	0,47	0,42	0,13	0,18	4,68	1241	531	586	522	26	86	226	
2006	0,32	0,42	0,34	0,10	0,15	4,70	1833	582	775	624	36	96	269	
2007	0,30	0,33	0,28	0,11	0,12	4,75	1441	439	471	400	26	45	122	
2008	0,26	0,35	0,29	0,13	0,20	4,77	1990	511	692	570	34	46	141	
2009	0,33	0,44	0,36	0,10	0,15	4,72	1807	591	792	660	34	43	189	
Søgne	1989	1,12	0,93	0,91	0,31	0,43	4,34	1151	1289	1067	1050	53	212	
	1990	0,79	0,60	0,48	0,25	0,52	4,33	1807	1425	1084	872	85	237	612
	1991	0,94	0,66	0,58	0,23	0,47	4,30	1133	1063	750	662	57	245	559
	1992	0,79	0,59	0,49	0,19	0,34	4,33	1280	1011	752	623	60	192	365
	1993	0,95	0,71	0,63	0,26	0,26	4,33	1112	1061	786	699	52	148	326
	1994	0,76	0,62	0,54	0,19	0,31	4,39	1441	1092	894	781	58	173	349
	1995	0,61	0,54	0,45	0,19	0,34	4,45	1213	735	651	552	43	151	350
	1996	0,87	0,75	0,69	0,31	0,36	4,32	1044	910	786	725	50	175	305
	1997	0,67	0,60	0,63	0,20	0,34	4,46	1215	809	733	760	42	123	304
	1998	0,70	0,60	0,55	0,24	0,39	4,45	1333	939	812	740	45	110	268
	1999	0,63	0,57	0,50	0,21	0,34	4,50	1667	1 053	947	840	53	112	249
	2000	0,47	0,54	0,48	0,21	0,38	4,53	2029	980	1100	975	60	96	245
	2001	0,48	0,52	0,47	0,14	0,21	4,61	1569	756	816	737	38	106	
	2002	0,44	0,42	0,34	0,20	0,28	4,64	1608	704	679	552	37	114	
	2003	0,59	0,68	0,68	0,29	0,28	4,59	1271	749	863	865	32	101	
	2004	0,43	0,47	0,45	0,24	0,36	4,72	1601	697	760	717	30	89	
	2005	0,46	0,59	0,55	0,28	0,44	4,64	1176	535	700	644	27	99	
2006	0,41	0,52	0,41	0,23	0,37	4,68	1714	707	884	707	35	156		
2007	0,31	0,43	0,29	0,23	0,40	4,80	1237	379	538	362	20	70		
2008	0,36	0,40	0,35	0,28	0,54	4,83	1697	610	676	601	25	62		
2009	0,36	0,47	0,43	0,25	0,38	4,77	1633	592	763	699	27	63		

Tabell A.1.21a, forts.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner						Års- nedbør mm	Årlig våtavsetning				Tørravsetning		
		SO <sub>4</sub> -S mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	pH		SO <sub>4</sub> -S mg/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	H+ mekv/m <sup>2</sup>	S mg/m <sup>2</sup>	N mg/m <sup>2</sup>	
Vatnedalen	1974	0,54				0,06	4,59	884	477			23			
	1975	0,53	0,17	0,22		0,09	4,85	994	527	169	219	14			
	1976	0,50	0,20	0,36	0,12	0,10	4,85	715	358	143	257	10			
	1977	0,44	0,21	0,25	0,13	0,06	4,71	761	335	160	190	15			
	1978	0,41	0,17	0,23	0,14	0,10	4,62	862	353	147	198	21			
	1979	0,56	0,22	0,20	0,20	0,06	4,38	948	531	209	190	40			
	1980	0,45	0,16	0,10	0,14	0,06	4,55	799	360	128	80	23			
	1981	0,49	0,19	0,18	0,14	0,09	4,49	900	441	171	162	29			
	1982	0,38	0,18	0,17	0,13	0,08	4,62	967	366	174	159	23			
	1983	0,29	0,13	0,10	0,14	0,08	4,76	1249	363	166	130	22			
	1984	0,40	0,18	0,13	0,16	0,08	4,59	762	306	138	102	20			
	1985	0,43	0,22	0,18	0,15	0,04	4,57	794	343	173	145	21			
	1986	0,51	0,21	0,19	0,13	0,07	4,54	987	506	212	183	29			
	1987	0,41	0,17	0,15	0,12	0,04	4,60	732	298	122	107	19			
	1988	0,37	0,23	0,20	0,13	0,08	4,55	898	334	207	182	25			
	1989	0,34	0,22	0,29	0,13	0,08	4,78	980	337	218	285	16			
	1990	0,27	0,14	0,12	0,14	0,11	4,71	1465	394	203	169	28			
	1991	0,32	0,20	0,17	0,29	0,12	4,69	865	280	172	147	18			
	1992	0,29	0,17	0,11	0,15	0,10	4,75	1055	301	175	112	19			
	1993	0,23	0,18	0,10	0,23	0,44	4,82	891	203	159	92	13			
	1994	0,28	0,22	0,15	0,08	0,08	4,75	1006	286	217	155	18			
	1995	0,25	0,18	0,13	0,11	0,10	4,82	823	206	147	108	12			
	1996	0,32	0,23	0,21	0,16	0,04	4,78	601	191	140	124	10			
	1997	0,24	0,15	0,14	0,22	0,10	4,95	858	204	130	121	10			
	1998	0,25	0,18	0,28	0,13	0,06	5,01	903	232	163	260	9			
	1999	0,24	0,16	0,24	0,12	0,08	5,05	1132	265	184	277	10			
	2000	0,15	0,14	0,15	0,11	0,08	5,02	1296	199	184	189	12			
	2001	0,15	0,09	0,10	0,12	0,05	5,27	709	103	65	73	4			
	2002	0,22	0,14	0,17	0,15	0,08	5,02	590	129	82	98	6			
	2003	0,17	0,17	0,14	0,16	0,06	4,97	802	140	132	117	9			
2004	0,16	0,12	0,20	0,19	0,06	5,30	970	158	122	192	5				
2005	0,18	0,15	0,14	0,16	0,05	5,17	1071	197	161	148	7				
2006	0,12	0,16	0,12	0,12	0,06	5,17	1011	119	163	116	7				
2007	0,10	0,11	0,13	0,17	0,10	5,31	845	84	89	110	4				
2008	0,10	0,17	0,13	0,24	0,14	5,35	1016	104	171	135	5				
2009	0,17	0,18	0,15	0,20	0,04	5,35	815	139	147	120	4				
Treungen	1974	0,94	0,38	0,33	0,14	0,07	4,27	1039	977	395	343	56			
	1975	0,91	0,37	0,34	0,15	0,06	4,26	894	814	331	304	49			
	1976	1,05	0,50	0,42	0,11	0,06	4,20	706	741	353	297	45			
	1977	0,81	0,44	0,39	0,11	0,05	4,32	1165	944	513	454	56			
	1978	0,87	0,38	0,41	0,14	0,04	4,21	945	822	359	387	58			
	1979														
	1980	0,88	0,37	0,39	0,14	0,04	4,23	759	668	281	296	45			
	1981	0,86	0,39	0,46	0,12	0,05	4,29	949	816	370	437	49			
	1982	0,84	0,45	0,50	0,14	0,07	4,32	1130	948	504	563	54			
	1983	0,83	0,40	0,43	0,18	0,05	4,35	1091	908	431	471	48			
	1984	0,77	0,36	0,27	0,15	0,05	4,27	1196	919	436	325	64			
	1985	0,68	0,39	0,37	0,13	0,04	4,33	892	608	350	333	41			
	1986	1,07	0,57	0,63	0,14	0,07	4,19	1030	1097	582	650	66			
	1987	0,68	0,37	0,37	0,13	0,07	4,39	1133	768	424	418	46			
	1988	0,75	0,50	0,45	0,10	0,05	4,27	1348	1006	670	612	73			
	1989	0,76	0,61	0,44	0,10	0,06	4,26	754	572	456	329	41			
	1990	0,63	0,42	0,37	0,06	0,07	4,37	1184	747	503	433	51			
	1991	0,59	0,42	0,34	0,13	0,06	4,42	811	480	343	278	31			
	1992	0,60	0,40	0,34	0,08	0,05	4,44	923	556	365	310	33			
	1993	0,59	0,41	0,32	0,11	0,09	4,46	803	472	329	258	28			
1994	0,54	0,44	0,35	0,08	0,05	4,49	1016	544	448	356	33				
1995	0,50	0,44	0,40	0,09	0,08	4,48	903	452	394	361	30				
1996	0,49	0,40	0,37	0,10	0,05	4,49	838	408	335	312	27				
1997	0,41	0,37	0,32	0,12	0,06	4,56	887	364	330	282	24				
1998	0,48	0,40	0,41	0,09	0,04	4,53	959	462	386	397	28				

Tabell A.1.21a, forts.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner						Års- nedbør mm	Årlig våtavsetning				Tørravsetning	
		SO <sub>4</sub> -S mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	pH		SO <sub>4</sub> -S mg/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	H+ mekv/m <sup>2</sup>	S mg/m <sup>2</sup>	N mg/m <sup>2</sup>
Treungen forts.	1999	0,35	0,32	0,31	0,06	0,06	4,67	1329	463	427	406	28		
	2000	0,33	0,36	0,31	0,08	0,07	4,59	1563	510	566	483	40		
	2001	0,30	0,28	0,27	0,05	0,04	4,77	1141	346	324	314	19		
	2002	0,32	0,27	0,28	0,08	0,04	4,79	933	295	251	262	15		
	2003	0,35	0,36	0,35	0,09	0,04	4,67	1002	349	366	350	22		
	2004	0,31	0,30	0,26	0,10	0,06	4,79	1271	393	379	336	21		
	2005	0,34	0,38	0,37	0,11	0,06	4,75	897	308	338	329	16		
	2006	0,23	0,28	0,20	0,09	0,05	4,79	1522	355	433	310	25		
	2007	0,23	0,24	0,18	0,08	0,04	4,82	1006	226	243	178	15		
	2008	0,21	0,28	0,26	0,11	0,08	4,93	1150	239	318	294	13		
2009	0,21	0,34	0,25	0,07	0,06	4,82	1213	260	408	302	18			
Løken	1973	1,03				0,06	4,48	569	586			19		
	1974	0,94				0,08	4,43	831	781			31		
	1975	1,03	0,41	0,42		0,08	4,32	657	677	269	276	31		
	1976	1,20	0,49	0,50	0,40	0,09	4,39	533	640	261	267	22		
	1977	0,96	0,41	0,43	0,22	0,07	4,41	699	671	287	301	27		
	1978	1,10	0,48	0,52	0,24	0,07	4,25	597	657	287	310	34		
	1979	1,03	0,49	0,57	0,30	0,07	4,22	784	808	384	447	47		
	1980	0,97	0,39	0,49	0,25	0,08	4,33	695	674	271	341	33		
	1981	0,77	0,36	0,51	0,20	0,06	4,48	700	539	252	357	23		
	1982	1,06	0,60	0,79	0,24	0,11	4,33	885	908	515	679	40		
	1983	0,91	0,47	0,62	0,28	0,10	4,42	656	595	311	404	25		
	1984	0,91	0,49	0,76	0,30	0,10	4,45	747	678	365	567	27		
	1985	0,86	0,47	0,51	0,30	0,09	4,36	894	768	421	459	39		
	1986	0,96	0,57	0,56	0,26	0,08	4,31	701	671	399	391	34		
	1987	0,79	0,40	0,45	0,17	0,06	4,40	861	679	348	387	35		
	1988	0,76	0,49	0,49	0,20	0,08	4,31	882	669	435	429	43		
	1989	0,92	0,69	0,57	0,18	0,10	4,26	421	389	292	239	55		
	1990	0,74	0,47	0,44	0,12	0,08	4,36	719	530	337	313	31		
	1991	0,65	0,50	0,44	0,18	0,09	4,41	722	467	359	320	28		
	1992	0,61	0,44	0,38	0,11	0,05	4,46	686	418	302	261	24		
	1993	0,66	0,44	0,38	0,18	0,05	4,46	714	468	316	270	25		
	1994	0,43	0,37	0,29	0,30	0,06	4,64	740	316	277	213	17		
	1995	0,52	0,43	0,36	0,24	0,09	4,56	656	340	282	235	18		
	1996	0,51	0,39	0,39	0,28	0,09	4,62	673	344	264	264	16		
	1997	0,42	0,40	0,41	0,16	0,06	4,63	549	229	220	223	13		
	1998	0,45	0,39	0,38	0,14	0,07	4,63	717	319	278	272	17		
1999	0,38	0,36	0,35	0,10	0,06	4,71	1011	383	362	353	20			
2000	0,33	0,33	0,24	0,07	0,06	4,60	1053	332	349	249	26			
2001	0,33	0,31	0,26	0,13	0,04	4,75	818	265	253	213	14			
2002	0,26	0,29	0,25	0,12	0,04	4,84	856	226	244	215	12			
2003	0,33	0,37	0,34	0,15	0,05	4,72	651	212	244	221	12			
2004	0,23	0,28	0,20	0,13	0,07	4,80	953	222	267	189	15			
2005	0,34	0,38	0,32	0,14	0,06	4,77	686	236	260	217	12			
2006	0,21	0,34	0,30	0,09	0,06	4,79	967	205	324	287	16			
2007	0,24	0,30	0,28	0,16	0,06	4,92	727	177	216	204	9			
2008	0,19	0,28	0,22	0,13	0,09	4,90	997	192	283	223	13			
2009	0,17	0,32	0,29	0,11	0,06	5,06	837	140	267	247	7			
Nordmoen	1987	0,72	0,37	0,33	0,14	0,03	4,34	1016	727	375	335	46	148	348
	1988	0,88	0,48	0,46	0,13	0,04	4,25	1085	960	519	500	61	171	357
	1989	0,88	0,57	0,40	0,14	0,05	4,26	816	719	463	328	44	144	356
	1990	0,77	0,44	0,35	0,10	0,05	4,31	822	636	366	286	40	137	332
	1991	0,59	0,40	0,31	0,09	0,04	4,43	781	459	312	240	29	117	284
	1992	0,58	0,40	0,27	0,10	0,03	4,42	821	473	327	218	31	99	276
	1993	0,56	0,37	0,25	0,08	0,03	4,45	927	517	340	236	33	84	246
	1994	0,45	0,39	0,29	0,07	0,03	4,55	828	373	326	242	23	97	280
	1995	0,53	0,37	0,33	0,12	0,06	4,49	791	415	292	257	25	88	279
	1996	0,43	0,34	0,23	0,14	0,04	4,52	837	358	286	195	25	91	303
	1997	0,33	0,31	0,26	0,07	0,02	4,63	775	254	240	202	18		
1998	0,36	0,28	0,21	0,11	0,03	4,64	817	293	224	173	19			
1999	0,37	0,31	0,26	0,08	0,03	4,65	1014	376	316	262	22			
Hurdal	1998	0,38	0,29	0,28	0,09	0,03	4,68	853	325	249	236	18	54	172

Tabell A.1.21a, forts.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner						Års- nedbør mm	Årlig våtavsetning				Tørravsetning	
		SO <sub>4</sub> -S mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	pH		SO <sub>4</sub> -S mg/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	H+ mekv/m <sup>2</sup>	S mg/m <sup>2</sup>	N mg/m <sup>2</sup>
Hurdal forts.	1999	0,39	0,33	0,31	0,08	0,03	4,67	1110	434	367	344	24	64	169
	2000	0,31	0,31	0,24	0,07	0,05	4,64	1336	418	408	314	30	57	170
	2001	0,33	0,36	0,29	0,08	0,03	4,69	961	318	347	275	20	52	
	2002	0,25	0,27	0,26	0,09	0,03	4,79	732	183	197	187	12	60	
	2003	0,32	0,35	0,32	0,09	0,04	4,66	830	263	289	268	18	63	
	2004	0,24	0,27	0,28	0,11	0,03	4,84	903	219	241	248	13	53	189
	2005	0,35	0,43	0,44	0,12	0,05	4,89	739	258	317	324	9	65	268
	2006	0,23	0,33	0,35	0,15	0,05	5,06	1043	245	348	370	9	74	273
	2007	0,26	0,28	0,36	0,23	0,05	5,13	809	208	228	295	6	37	195
	2008	0,20	0,32	0,31	0,19	0,06	5,10	1068	219	338	335	8	32	189
2009	0,21	0,27	0,24	0,14	0,04	5,09	909	188	249	222	7	29	202	
Gulsvik	1974	0,81	0,38	0,28	0,13	0,04	4,28	783	634	298	219	41		
	1975	0,89	0,40	0,34	0,21	0,05	4,36	560	498	224	190	24		
	1976	0,85	0,38	0,30	0,10	0,03	4,35	641	545	244	192	29		
	1977	0,77	0,39	0,35	0,13	0,03	4,35	683	526	266	239	31		
	1978	0,94	0,40	0,38	0,16	0,03	4,22	693	651	277	263	42		
	1979	1,27	0,53	0,62	0,23	0,04	4,11	790	1003	419	490	61		
	1980	0,78	0,25	0,27	0,13	0,03	4,33	667	520	167	180	31		
	1981	0,86	0,35	0,40	0,13	0,03	4,30	628	540	220	251	31		
	1982	0,89	0,44	0,52	0,22	0,05	4,38	778	696	346	408	33		
	1983	0,94	0,40	0,58	0,25	0,05	4,39	664	623	263	384	27		
	1984	0,87	0,40	0,58	0,25	0,04	4,41	946	819	382	547	37		
	1985	0,73	0,35	0,72	0,16	0,04	4,55	686	499	240	492	20		
	1986	0,89	0,48	0,51	0,15	0,04	4,30	804	711	382	409	40		
	1987	0,74	0,37	0,46	0,14	0,03	4,42	916	679	337	421	35		
	1988	0,67	0,41	0,38	0,09	0,03	4,33	1023	688	420	386	48	136	
	1989	0,76	0,54	0,55	0,15	0,06	4,42	668	507	360	369	25	88	
	1990	0,75	0,45	0,53	0,09	0,03	4,43	753	562	338	398	28	100	
	1991	0,60	0,42	0,46	0,13	0,04	4,58	506	302	212	235	13	97	
	1992	0,56	0,35	0,38	0,13	0,03	4,60	666	371	235	255	17	83	
1993	0,50	0,33	0,40	0,12	0,03	4,66	680	343	222	269	15	60		
1994	0,50	0,43	0,39	0,23	0,03	4,61	643	320	277	249	16	72		
1995	0,56	0,39	0,42	0,12	0,04	4,54	634	354	249	268	18	64		
1996	0,48	0,37	0,51	0,16	0,06	4,71	657	318	241	335	13	67		
1997	0,35	0,32	0,33	0,12	0,04	4,74	704	247	225	232	13	52		
Brekkebygda	1998	0,38	0,29	0,25	0,08	0,02	4,62	886	336	256	224	21	36	
	1999	0,38	0,30	0,27	0,09	0,02	4,71	845	318	254	227	16	41	
	2000	0,37	0,29	0,23	0,17	0,06	4,69	1261	451	363	285	26	40	
	2001	0,31	0,25	0,29	0,08	0,04	4,81	865	269	223	265	13		
	2002	0,25	0,18	0,30	0,15	0,04	5,10	839	208	155	255	7		
	2003	0,30	0,26	0,28	0,17	0,06	4,89	852	257	224	242	11		
	2004	0,26	0,19	0,21	0,22	0,07	5,03	851	218	159	180	8		
	2005	0,36	0,33	0,35	0,12	0,03	4,87	754	275	249	267	10		
	2006	0,26	0,26	0,29	0,12	0,04	4,92	934	243	247	268	11		
	2007	0,18	0,18	0,16	0,13	0,03	4,98	1093	201	196	175	11		
2008	0,23	0,31	0,32	0,12	0,03	4,94	950	220	298	299	11			
2009	0,25	0,33	0,25	0,09	0,03	4,96	924	233	308	228	10			
Vikedal	1984	0,51	0,24	0,27	0,24	0,25	4,57	1932	985	465	516	52		
	1985	0,63	0,30	0,33	0,21	0,20	4,45	2223	1390	672	734	79		
	1986	0,56	0,25	0,30	0,15	0,26	4,53	3017	1680	752	898	89		
	1987	0,54	0,27	0,34	0,13	0,18	4,51	1943	1059	519	663	60		
	1988	0,43	0,26	0,25	0,13	0,24	4,51	2694	1163	712	684	84		
	1989	0,53	0,32	0,23	0,14	0,26	4,46	2998	1582	949	704	104		
	1990	0,44	0,22	0,31	0,15	0,35	4,58	3341	1463	724	1036	88		
	1991	0,44	0,26	0,27	0,14	0,33	4,60	2962	1293	764	797	75		
	1992	0,40	0,22	0,24	0,12	0,22	4,70	3214	1281	710	771	64		
	1993	0,41	0,24	0,27	0,22	0,48	4,69	2009	818	484	545	41		
	1994	0,47	0,28	0,30	0,15	0,36	4,64	2744	1277	780	833	63		
	1995	0,35	0,23	0,23	0,13	0,24	4,72	2635	914	607	609	50		
	1996	0,31	0,23	0,28	0,16	0,16	4,78	1819	556	416	513	30		
	1997	0,35	0,20	0,28	0,24	0,39	4,75	2472	870	504	684	44		
	1998	0,32	0,24	0,25	0,11	0,21	4,77	2690	872	646	678	46		

Tabell A.1.21a, forts.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner						Års- nedbør mm	Årlig våtavsetning				Tørravsetning	
		SO <sub>4</sub> -S mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	pH		SO <sub>4</sub> -S mg/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	H+ mekv/m <sup>2</sup>	S mg/m <sup>2</sup>	N mg/m <sup>2</sup>
Vikedal forts.	1999	0,27	0,22	0,22	0,12	0,27	4,82	3108	840	689	675	47		
	2000	0,25	0,22	0,22	0,12	0,26	4,82	2918	734	645	631	45		
	2001	0,26	0,22	0,28	0,11	0,20	4,96	2353	616	529	652	26		
	2002	0,29	0,26	0,39	0,14	0,24	4,94	2239	658	574	878	26		
	2003	0,26	0,25	0,29	0,11	0,21	4,86	2792	714	708	805	38		
	2004	0,17	0,19	0,29	0,12	0,23	5,08	2816	488	532	819	23		
	2005	0,21	0,21	0,29	0,15	0,31	5,07	3033	639	646	888	26		
	2006	0,18	0,22	0,24	0,15	0,28	5,10	2771	500	607	679	22		
	2007	0,14	0,17	0,28	0,22	0,40	5,24	3147	435	532	865	18		
	2008	0,14	0,17	0,20	0,22	0,42	5,24	2986	434	506	612	17		
2009	0,17	0,20	0,26	0,10	0,20	5,33	2545	430	500	673	12			
Haukeland	1974	0,31	0,13	0,15	0,17	0,29	4,70	3901	1207	522	582	78		
	1975	0,36	0,10	0,17	0,17	0,37	4,73	4551	1636	431	753	85		
	1976	0,59	0,23	0,45	0,18	0,25	4,59	1808	1060	417	813	46		
	1982	0,48	0,18	0,20	0,14	0,24	4,56	3688	1756	674	722	101		
	1983	0,32	0,14	0,14	0,15	0,26	4,70	4769	1536	647	687	96		
	1984	0,42	0,16	0,28	0,20	0,22	4,63	2792	1157	454	783	65		
	1985	0,44	0,21	0,26	0,13	0,15	4,61	2930	1276	606	768	71		
	1986	0,36	0,16	0,20	0,12	0,20	4,71	4009	1459	621	796	77		
	1987	0,44	0,20	0,28	0,16	0,18	4,61	2493	1100	498	692	61		
	1988	0,35	0,21	0,28	0,14	0,24	4,63	3123	1096	642	872	74		
	1989	0,32	0,18	0,15	0,13	0,26	4,71	4525	1426	798	691	88		
	1990	0,27	0,13	0,15	0,11	0,29	4,79	5017	1364	665	744	82		
	1991	0,30	0,16	0,18	0,15	0,29	4,75	3744	1126	617	678	66		
	1992	0,32	0,17	0,17	0,14	0,22	4,77	4436	1421	768	771	76		
	1993	0,34	0,19	0,26	0,26	0,65	4,77	2891	974	556	760	50		
	1994	0,30	0,18	0,20	0,16	0,28	4,83	3670	1108	668	751	55		
	1995	0,21	0,14	0,17	0,11	0,22	4,89	3631	766	505	616	47		
	1996	0,27	0,19	0,26	0,11	0,14	4,85	2201	586	416	566	31		
	1997	0,17	0,14	0,12	0,08	0,14	4,87	3569	769	550	844	36		
	1998	0,22	0,15	0,19	0,09	0,17	4,93	3492	760	513	649	41		
	1999	0,21	0,15	0,17	0,11	0,23	4,99	4315	864	641	743	44		
	2000	0,20	0,15	0,15	0,13	0,28	4,95	3692	752	557	539	41		
	2001	0,18	0,15	0,22	0,09	0,18	5,08	2865	518	442	637	24		
	2002	0,23	0,19	0,22	0,16	0,25	4,97	2644	603	496	576	29		
	2003	0,15	0,14	0,13	0,11	0,18	4,96	3624	540	496	476	40		
	2004	0,12	0,12	0,10	0,09	0,19	5,01	3669	436	452	372	36		
2005	0,19	0,14	0,14	0,11	0,17	5,06	4394	818	624	610	39			
2006	0,15	0,17	0,13	0,12	0,17	5,03	3454	504	594	462	32			
2007	0,09	0,09	0,10	0,12	0,23	5,18	4124	367	374	424	27			
2008	0,09	0,13	0,12	0,15	0,31	5,16	3649	342	475	441	25			
2009	0,11	0,12	0,11	0,07	0,15	5,20	3105	335	362	328	19			
Nausta	1985	0,29	0,13	0,09	0,09	0,12	4,70	1943	561	246	177	39		
	1986	0,27	0,10	0,08	0,09	0,16	4,74	2314	614	227	176	42		
	1987	0,27	0,12	0,11	0,09	0,11	4,72	1969	523	236	213	37		
	1988	0,21	0,13	0,09	0,14	0,23	4,68	2253	476	302	193	47		
	1989	0,21	0,12	0,07	0,10	0,23	4,80	3330	708	407	227	53		91
	1990	0,23	0,11	0,07	0,09	0,23	4,78	3549	808	380	254	58		72
	1991	0,19	0,12	0,09	0,12	0,30	4,83	2411	470	291	219	35		80
	1992	0,21	0,13	0,07	0,09	0,15	4,80	2962	633	373	205	47		73
	1993	0,23	0,13	0,10	0,17	0,39	4,87	2215	509	277	211	30		78
	1994	0,20	0,12	0,15	0,10	0,19	4,96	2747	563	339	415	30		66
	1995	0,18	0,11	0,13	0,08	0,17	4,91	2510	451	283	321	31		64
	1996	0,20	0,15	0,14	0,07	0,10	4,87	1575	312	241	225	21		
	1997	0,15	0,12	0,13	0,11	0,23	5,01	2428	361	294	316	24		
	1998	0,13	0,12	0,12	0,07	0,15	5,00	2583	346	298	317	26		
	1999	0,14	0,10	0,08	0,07	0,16	4,99	2880	400	300	225	30		
	2000	0,14	0,10	0,08	0,11	0,26	4,98	2272	314	238	192	24		
	2001	0,13	0,10	0,09	0,06	0,14	5,01	2173	284	226	196	21		
	2002	0,16	0,13	0,13	0,09	0,16	5,00	1852	290	246	244	19		
	2003	0,12	0,12	0,14	0,11	0,21	5,01	2615	322	319	355	25		

Tabell A.1.21a, forts.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner						Års- nedbør mm	Årlig våtavsetning				Tørravsetning	
		SO <sub>4</sub> -S mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	pH		SO <sub>4</sub> -S mg/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	H+ mekv/m <sup>2</sup>	S mg/m <sup>2</sup>	N mg/m <sup>2</sup>
Nausta forts.	2004	0,10	0,10	0,08	0,07	0,13	5,12	2803	280	286	233	21		
	2005	0,19	0,12	0,14	0,07	0,15	5,10	3195	597	369	435	25		
	2006	0,11	0,13	0,11	0,07	0,17	5,09	2341	264	309	261	19		
	2007	0,07	0,08	0,10	0,10	0,20	5,26	3084	211	239	313	17		
	2008	0,06	0,10	0,13	0,18	0,45	5,24	2464	140	247	327	14		
	2009	0,09	0,09	0,10	0,06	0,13	5,27	2074	183	181	208	11		
Kårvatn	1978	0,16	0,05	0,09	0,11	0,13	4,98	1317	211	66	119	14		
	1979	0,23	0,09	0,08	0,10	0,10	4,63	1248	287	112	100	29		
	1980	0,20	0,07	0,08	0,11	0,13	4,88	1225	245	86	98	16		
	1981	0,20	0,08	0,15	0,17	0,25	4,96	1101	220	88	165	12		
	1982	0,26	0,08	0,11	0,15	0,16	4,87	995	256	78	112	13		
	1983	0,14	0,05	0,06	0,18	0,20	5,08	1918	265	100	106	16		
	1984	0,24	0,10	0,18	0,22	0,18	5,04	914	216	91	166	8		
	1985	0,20	0,07	0,10	0,15	0,11	5,00	1462	298	100	149	15		
	1986	0,20	0,07	0,13	0,10	0,11	4,95	1277	260	89	162	14		
	1987	0,24	0,09	0,12	0,15	0,17	4,87	1464	357	129	176	20	68	
	1988	0,11	0,06	0,09	0,13	0,19	5,09	1550	164	91	143	13	76	149
	1989	0,11	0,06	0,12	0,13	0,26	5,11	1539	168	97	187	12	55	116
	1990	0,11	0,05	0,07	0,07	0,14	5,07	1520	173	69	105	13	60	107
	1991	0,12	0,06	0,10	0,12	0,24	5,14	1619	190	102	170	12	52	89
	1992	0,10	0,07	0,06	0,11	0,18	5,17	1620	159	113	94	11	62	97
	1993	0,10	0,06	0,12	0,12	0,18	5,16	1423	148	87	169	10	45	88
	1994	0,11	0,07	0,08	0,12	0,15	5,12	1475	168	100	120	11	53	124
	1995	0,08	0,05	0,06	0,10	0,15	5,17	1661	134	80	106	11	39	107
	1996	0,09	0,07	0,10	0,10	0,13	5,16	1170	107	79	115	8	47	126
	1997	0,09	0,06	0,11	0,12	0,23	5,22	1842	171	109	208	11	38	129
1998	0,08	0,06	0,11	0,09	0,19	5,21	1451	123	86	164	9	25	90	
1999	0,09	0,07	0,08	0,07	0,13	5,22	1304	115	93	100	8	31	107	
2000	0,09	0,05	0,08	0,10	0,23	5,26	1243	110	63	104	7	27	135	
2001	0,07	0,05	0,07	0,07	0,21	5,31	1523	103	71	113	7	28	108	
2002	0,10	0,07	0,10	0,08	0,11	5,26	1295	135	88	132	7	37	185	
2003	0,09	0,08	0,12	0,12	0,23	5,19	1664	154	128	192	11	36	196	
2004	0,06	0,04	0,07	0,11	0,16	5,40	2001	110	75	129	8	37	105	
2005	0,09	0,05	0,08	0,12	0,19	5,33	1733	162	93	139	8	35	153	
2006	0,08	0,08	0,14	0,09	0,13	5,29	1218	96	93	167	6	42	199	
2007	0,05	0,04	0,11	0,11	0,22	5,40	1930	94	74	220	8	22	129	
2008	0,05	0,07	0,08	0,13	0,22	5,37	1426	74	106	115	6	23	127	
2009	0,05	0,05	0,08	0,06	0,09	5,46	1310	69	68	102	5	20	130	
Høylandet	1987*	0,34	0,15	0,36	0,14	0,18	4,98	803	269	124	292	9	97	
	1988	0,22	0,11	0,17	0,16	0,20	5,00	1311	283	147	224	13	95	
	1989	0,17	0,10	0,14	0,20	0,45	5,11	1590	270	162	220	12		
	1990	0,21	0,10	0,13	0,14	0,26	4,92	1605	337	162	214	19		
	1991	0,23	0,11	0,20	0,21	0,31	5,10	1312	302	146	257	10		
	1992	0,15	0,09	0,15	0,16	0,36	5,16	1415	214	122	215	10		
	1993	0,20	0,12	0,20	0,17	0,35	5,10	1145	230	138	234	9		
	1994	0,15	0,09	0,22	0,12	0,25	5,23	1182	175	107	265	7		
	1995	0,17	0,10	0,22	0,17	0,27	5,20	1509	259	153	332	9		
	1996	0,16	0,10	0,21	0,16	0,26	5,11	813	132	84	167	6		
	1997	0,14	0,10	0,22	0,17	0,32	5,25	1418	196	145	308	8		
	1998	0,12	0,08	0,22	0,13	0,19	5,46	1456	173	123	316	5		
	1999	0,14	0,10	0,27	0,13	0,19	5,41	1195	171	125	342	5		
	2000	0,12	0,08	0,21	0,18	0,35	5,36	1183	150	95	248	5		
	2001	0,14	0,08	0,24	0,17	0,38	5,37	1282	177	107	314	5		
2002	0,14	0,11	0,27	0,16	0,22	5,40	855	117	91	233	3			
2003	0,11	0,10	0,23	0,22	0,37	5,25	1536	170	154	359	9			
2004	0,06	0,08	0,21	0,21	0,35	5,57	1390	87	105	298	4			
2005	0,15	0,10	0,26	0,16	0,29	5,44	1786	263	180	470	7			
2006	0,11	0,14	0,32	0,17	0,33	5,47	1182	131	160	381	4			
2007	0,08	0,12	0,38	0,25	0,49	5,88	1070	85	126	407	1			
2008	0,11	0,11	0,33	0,32	0,51	5,78	1030	117	109	337	2			
2009	0,07	0,11	0,27	0,11	0,18	5,68	1152	85	122	315	2			
Tustervatn	1973	0,24				0,18	4,94	1336	321			15		
	1974	0,28				0,11	4,88	695	195			9		
	1975	0,25				0,33	4,91	1756	439			22		

Tabell A.1.21a, forts.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner						Års- nedbør mm	Årlig våtavsetning				Tørravsetning	
		SO <sub>4</sub> -S mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	pH		SO <sub>4</sub> -S mg/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	H+ mekv/m <sup>2</sup>	S mg/m <sup>2</sup>	N mg/m <sup>2</sup>
Tustervatn forts.	1976	0,27				0,16	4,97	1064	287			11		
	1977	0,30	0,09	0,11	0,17	0,16	4,91	1111	333	100	122	14		
	1978	0,23	0,08	0,10	0,16	0,16	4,85	1128	259	90	113	16		
	1979	0,28	0,08	0,13	0,15	0,11	4,73	1168	327	93	152	22		
	1980	0,27	0,08	0,14	0,47	0,16	4,98	858	229	71	122	9		
	1981	0,18	0,07	0,10	0,21	0,15	5,00	1099	198	77	110	11		
	1982	0,16	0,08	0,09	0,22	0,47	4,98	1385	227	109	121	15		
	1983	0,20	0,06	0,09	0,16	0,22	4,90	1665	337	101	142	21		
	1984	0,24	0,09	0,09	0,12	0,10	4,85	1056	250	94	89	15		
	1985	0,22	0,08	0,10	0,12	0,15	4,93	1344	298	107	132	16		
	1986	0,26	0,09	0,12	0,12	0,15	4,88	1060	278	94	131	14		
	1987	0,22	0,08	0,11	0,12	0,12	4,89	1163	253	98	133	15	96	
	1988	0,13	0,07	0,09	0,13	0,15	5,04	1159	145	83	106	10	88	131
	1989	0,19	0,08	0,10	0,18	0,40	5,00	1825	346	137	178	18	40	119
	1990	0,16	0,09	0,14	0,11	0,21	4,99	1508	245	133	214	16	65	125
	1991	0,17	0,10	0,14	0,14	0,21	5,04	1400	242	137	197	13	62	148
	1992	0,15	0,08	0,15	0,19	0,37	5,12	1507	223	126	221	11	49	123
	1993	0,14	0,08	0,16	0,24	0,50	5,19	1340	182	111	209	9	44	126
	1994	0,10	0,08	0,13	0,12	0,15	5,24	1117	114	87	144	6	48	147
	1995	0,09	0,06	0,12	0,13	0,21	5,22	1515	136	96	186	9	47	132
	1996	0,12	0,09	0,16	0,15	0,18	5,11	1084	132	97	176	8	44	139
	1997	0,08	0,06	0,18	0,17	0,30	5,34	1528	121	98	271	7	44	199
	1998	0,07	0,06	0,16	0,11	0,18	5,39	1407	100	90	230	6	30	178
	1999	0,09	0,08	0,17	0,07	0,08	5,38	1133	96	90	191	5	34	180
2000	0,10	0,06	0,15	0,11	0,20	5,33	1313	116	80	191	6	29	164	
2001	0,08	0,06	0,15	0,10	0,19	5,36	1449	107	94	223	6	31	182	
2002	0,09	0,07	0,14	0,11	0,17	5,38	1162	103	82	157	5	38	207	
2003	0,07	0,07	0,18	0,16	0,26	5,32	1513	111	112	274	7	35	196	
2004	0,04	0,07	0,17	0,20	0,23	5,50	1428	62	97	243	5	34	167	
2005	0,12	0,08	0,18	0,15	0,19	5,39	1302	163	109	241	5	39	185	
2006	0,08	0,10	0,13	0,12	0,20	5,30	1208	97	119	153	6	37	219	
2007	0,07	0,08	0,14	0,13	0,26	5,28	1293	91	106	174	7	24	163	
2008	0,07	0,08	0,09	0,16	0,22	5,33	1165	80	93	101	5	22	172	
2009	0,05	0,06	0,11	0,06	0,10	5,40	1155	63	71	126	5	22	191	
Jergul	1977	0,45	0,13	0,11	0,20	0,04	4,75	344	155	45	38	6		
	1978	0,43	0,10	0,11	0,13	0,02	4,52	351	151	35	39	11		
	1979	0,59	0,18	0,13	0,14	0,03	4,33	306	181	55	40	14		
	1980	0,42	0,12	0,09	0,12	0,03	4,57	262	110	31	24	7		
	1981	0,46	0,13	0,12	0,11	0,02	4,57	434	200	56	52	12		
	1982	0,36	0,13	0,14	0,10	0,03	4,65	473	172	62	65	11		
	1983	0,41	0,11	0,11	0,13	0,04	4,60	382	156	41	43	10		
	1984	0,50	0,15	0,22	0,14	0,03	4,50	342	172	50	76	11		
	1985	0,43	0,12	0,34	0,13	0,05	4,63	406	174	49	137	10		
	1986	0,49	0,16	0,14	0,12	0,04	4,60	250	122	40	34	6		
	1987	0,41	0,12	0,10	0,11	0,03	4,67	296	121	35	29	6	180	
	1988	0,30	0,13	0,10	0,09	0,03	4,65	406	122	54	40	9	134	81
	1989	0,42	0,14	0,15	0,09	0,03	4,63	385	163	54	59	9	77	66
	1990	0,22	0,15	0,08	0,04	0,03	4,69	276	62	41	23	6	114	68
	1991	0,31	0,14	0,10	0,05	0,03	4,65	377	118	51	37	8	108	100
	1992	0,23	0,13	0,05	0,08	0,03	4,80	449	101	60	22	7	92	66
1993	0,29	0,14	0,07	0,11	0,06	4,74	343	99	47	22	6	97	53	
1994	0,24	0,15	0,07	0,06	0,03	4,78	269	65	41	17	4	65	58	
1995	0,25	0,11	0,07	0,06	0,03	4,76	459	116	49	32	8	94	62	
1996	0,18	0,12	0,10	0,14	0,06	4,91	310	56	38	29	4	63	53	
Karasjok**	1997	0,15	0,11	0,13	0,10	0,06	5,03	212	32	23	27	9	81	45
	1998	0,35	0,14	0,16	0,09	0,03	4,81	354	124	50	59	6	131	61
	1999	0,20	0,12	0,13	0,07	0,02	5,04	410	76	50	56	4	75	53
	2000	0,25	0,11	0,13	0,07	0,03	4,97	303	68	34	40	3	70	67
	2001	0,24	0,13	0,23	0,11	0,04	5,22	366	82	49	83	2	60	57
	2002	0,21	0,13	0,19	0,12	0,06	5,11	297	62	38	57	2	49	40
	2003	0,18	0,14	0,18	0,12	0,07	5,12	307	56	43	55	2	55	53
	2004	0,20	0,13	0,16	0,11	0,04	5,14	332	65	43	54	2	54	62
	2005	0,24	0,13	0,16	0,08	0,03	5,12	410	98	54	64	3	66	63
2006	0,22	0,17	0,21	0,12	0,05	5,14	351	77	59	74	3	57	74	

Tabell A.1.21a, forts.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner						Års- nedbør mm	Årlig våtavsetning				Tørravsetning	
		SO <sub>4</sub> -S mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	pH		SO <sub>4</sub> -S mg/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	H+ mekv/m <sup>2</sup>	S mg/m <sup>2</sup>	N mg/m <sup>2</sup>
Karasjok forts.	2007	0,20	0,13	0,18	0,13	0,06	5,15	398	78	81	73	3	38	38
	2008	0,17	0,14	0,14	0,26	0,07	5,22	372	64	53	52	2	42	43
	2009	0,32	0,13	0,16	0,19	0,06	5,14	345	111	45	56	2	49	53
Karpdalen	1991	0,91	0,16	0,14	0,16	0,28	4,33	256	233	42	36	12		
	1992	0,96	0,20	0,31	0,26	0,35	4,43	315	302	62	98	12		
	1993	0,86	0,24	0,23	0,29	0,43	4,41	258	223	61	59	10		
	1994	0,60	0,23	0,18	0,15	0,21	4,58	414	250	96	73	11		
	1995	0,63	0,19	0,18	0,35	0,31	4,52	383	241	71	69	11		
	1996	0,49	0,15	0,17	0,20	0,24	4,62	458	224	69	76	24		
	1997	0,60	0,12	0,13	0,17	0,31	4,52	264	158	31	34	8		
Karpbukt	1999	0,36	0,13	0,13	0,11	0,13	4,74	551	198	72	73	10		
	2000	0,38	0,10	0,10	0,11	0,20	4,66	507	193	52	52	11		
	2001	0,40	0,09	0,11	0,14	0,21	4,79	612	241	58	67	10		
	2002	0,25	0,18	0,30	0,15	0,04	5,10	839	208	155	255	7		
	2003	0,27	0,09	0,11	0,18	0,29	4,88	582	158	54	66	8		
	2004	0,34	0,09	0,06	0,19	0,22	4,85	613	208	56	35	9		
	2005	0,42	0,11	0,19	0,16	0,26	4,84	633	264	68	120	9		
	2006	0,39	0,14	0,11	0,12	0,21	4,73	506	195	71	54	9		
	2007	0,39	0,10	0,14	0,15	0,21	5,00	678	265	65	94	7		
	2008	0,37	0,12	0,12	0,19	0,29	4,83	507	186	60	60	8		
	2009	0,41	0,12	0,09	0,12	0,20	4,88	526	218	64	47	7		
Svanvik	1987	0,68	0,12	0,21	0,13	0,10	4,49	365	247	42	76	12	711	173
	1988	0,57	0,13	0,13	0,18	0,14	4,49	390	221	52	50	13	602	160
	1989	0,72	0,12	0,10	0,19	0,12	4,47	424	306	50	42	14	571	130
	1990	0,48	0,13	0,08	0,11	0,13	4,50	266	127	36	22	8	691	123
	1991	0,56	0,14	0,16	0,08	0,09	4,55	389	218	55	61	11	652	139
	1992	0,51	0,12	0,22	0,10	0,10	4,71	432	220	53	93	8	422	165
	1993	0,62	0,16	0,23	0,16	0,14	4,66	331	207	52	78	7	530	135
	1994	0,58	0,17	0,35	0,12	0,12	4,71	379	219	66	132	7	541	111
	1995	0,59	0,11	0,19	0,13	0,13	4,62	395	233	45	74	9	642	133
	1996	0,44	0,16	0,22	0,22	0,17	4,73	352	154	57	76	7	471	125
	1997	0,48	0,14	0,29	0,20	0,14	4,79	278	134	39	82	4	637	145
	1998	0,50	0,13	0,27	0,13	0,15	4,74	346	168	44	89	6	947	157
	1999	0,36	0,13	0,18	0,08	0,07	4,86	463	164	59	84	6	444	175
	2000	0,52	0,15	0,24	0,11	0,10	4,69	436	222	64	106	9	388	159
	2001	0,65	0,13	0,30	0,15	0,14	4,90	374	239	50	114	5	461	
	2002	0,45	0,11	0,30	0,20	0,24	4,96	425	190	45	129	5	569	
2003	0,33	0,13	0,27	0,17	0,16	4,97	371	121	47	99	4			
2004-8														
2009	0,82	0,14	0,16	0,13	0,09	4,40	323	257	44	51	13			
Ny-Ålesund (tørravsetning fra Zeppelin)	1981	0,24	0,05	0,05	1,03	0,41	5,11	366	88	20	17	3		
	1982	0,39	0,08	0,05	0,92	2,01	5,01	206	80	16	10	2		
	1983	0,25	0,05	0,10	0,40	0,42	5,13	237	59	11	24	2		
	1984	0,64	0,17	0,21	0,71	0,93	4,60	366	233	62	76	9		
	1985	0,61	0,14	0,13	0,71	1,29	4,72	237	144	33	31	5		
	1986	0,40	0,07	0,49	0,55	0,58	4,98	306	122	20	150	3		
	1987	0,69	0,12	0,10	0,64	0,91	4,63	390	271	46	40	9		
	1988	0,27	0,07	0,21	0,54	0,58	5,18	307	84	21	64	2		
	1989	0,38	0,05	0,06	0,87	1,48	5,55	295	113	15	19	1	35	
	1990	0,33	0,07	0,06	0,52	0,79	4,92	410	137	30	26	5	41	20
	1991	0,34	0,11	0,10	0,80	1,13	4,96	424	145	47	44	5	35	27
	1992	0,43	0,10	0,11	0,80	1,03	5,11	272	116	27	29	2	31	21
	1993	0,29	0,10	0,08	0,51	0,91	5,02	489	140	47	41	5	32	29
	1994	0,32	0,08	0,29	0,59	0,63	5,35	280	90	22	80	1	24	30
	1995	0,30	0,10	0,15	0,89	0,79	5,26	238	71	23	36	1	25	
	1996	0,36	0,13	0,32	0,56	0,90	4,92	504	181	64	162	6	26	
	1997	0,34	0,10	0,44	1,46	2,98	5,60	320	109	32	139	8	27	
	1998	0,27	0,13	0,19	0,78	1,18	5,24	193	42	24	35	1	31	
1999	0,31	0,19	0,21	1,06	1,30	5,04	227	61	43	50	2	29		
2000	0,16	0,08	0,10	0,47	0,49	5,37	423	63	32	42	2	24		
2001	0,15	0,08	0,07	0,56	0,83	5,35	358	52	27	24	2	35		
2002	0,10	0,08	0,11	1,31	1,34	5,41	544	53	44	61	2	30		
2003	0,26	0,11	0,12	1,67	2,21	5,50	207	53	23	25	1	32		



Tabell A.1.21a, forts.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner						Års- nedbør mm	Årlig våtavsetning				Tørravsetning	
		SO <sub>4</sub> -S mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	pH		SO <sub>4</sub> -S mg/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	H+ mekv/m <sup>2</sup>	S mg/m <sup>2</sup>	N mg/m <sup>2</sup>
Ny-Ålesund forts. (tørravsetning fra Zeppelin)	2004	0,23	0,12	0,10	0,93	1,01	5,13	253	57	29	25	2	26	
	2005	0,19	0,09	0,09	1,28	0,89	5,45	212	40	19	18	1	32	
	2006	0,20	0,08	0,18	1,21	1,19	5,43	341	70	27	61	1	22	
	2007	0,19	0,05	0,12	0,79	1,11	5,89	304	59	14	37	1	19	
	2008	0,11	0,10	0,26	1,09	0,80	5,74	282	32	28	72	1	22	
	2009	0,13	0,09	0,05	0,35	0,44	5,45	219	28	20	11	1	21	

\*\* p.g.a lokale ammoniakkilder brukes ikke NH<sub>3</sub>-N-konsentrasjonen i beregning av tørravsetning for nitrogen på Karasjok.

Tabell A.1.21b: Veide årsmiddelkonsentrasjoner, våtavsetninger av komponenter i nedbøren og beregnede tørravsetninger av svovel- og nitrogenkomponenter på nedlagte norske bakgrunnsstasjoner.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner						Års- nedbør mm	Årlig våtavsetning				Tørravsetning	
		SO <sub>4</sub> -S mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	pH		SO <sub>4</sub> -S mg/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	H+ mekv/m <sup>2</sup>	S mg/m <sup>2</sup>	N mg/m <sup>2</sup>
Lista	1973	1.01				1.31	4.33	851	860			40		
	1974	1.06				1.00	4.28	1208	1280			63		
	1975	1.10				1.06	4.30	1109	1220			56		
	1976	1.37				1.21	4.23	922	1263			54		
	1977	0.95				1.09	4.34	1114	1058			51		
	1978	1.01	0.50	0.45	0.51	1.07	4.27	931	940	466	419	50		
	1979	1.27	0.63	0.57	0.53	1.04	4.09	1157	1469	729	659	94		
	1980	1.05	0.59	0.54	0.47	1.00	4.22	953	1001	562	515	57		
	1981	0.90	0.47	0.50	0.60	1.36	4.34	1037	933	487	519	47		
	1982	1.09	0.65	0.60	0.85	1.82	4.29	1070	1161	699	645	55		
	1983	0.88	0.49	0.40	0.77	1.69	4.36	1198	1051	584	480	53		
	1984	0.92	0.61	0.47	0.86	2.12	4.28	1002	923	613	474	53		
	1985	1.11	0.80	0.68	0.76	1.74	4.20	996	1110	793	681	63		
	1986	0.95	0.63	0.57	1.06	2.66	4.30	1293	1230	816	739	65		
	1987	0.86	0.55	0.55	0.65	1.48	4.35	1169	1004	647	638	52		
	1988	0.75	0.67	0.57	0.82	2.02	4.28	1585	1189	1054	895	84		
	1989	0.83	0.86	0.52	1.21	3.23	4.30	1053	877	904	552	53		
	1990	0.74	0.55	0.42	1.07	3.01	4.38	1565	1156	856	653	65		
	1991	0.75	0.83	0.60	1.36	3.76	4.32	1031	771	858	615	49		
	1992	0.72	0.60	0.41	1.02	2.54	4.38	1376	985	826	561	57		
	1993	0.81	0.80	0.68	2.10	1.79	4.39	845	686	673	579	34		
	1994	0.56	0.57	0.52	0.91	2.37	4.56	1180	659	678	615	33		
	1995	0.67	0.73	0.62	1.15	3.05	4.48	896	599	658	555	30		
1996	0.62	0.74	0.67	0.88	2.20	4.42	910	564	673	607	35			
1997	0.55	0.55	0.56	0.94	2.54	4.52	1219	666	666	682	37			
1998	0.59	0.62	0.53	0.97	2.44	4.46	1240	637	767	661	43			
1999	0.44	0.60	0.48	1.11	3.00	4.63	1273	547	762	614	30			
2000	0.45	0.64	0.49	1.28	3.45	4.54	1651	711	1064	808	47			
2001	0.45	0.59	0.55	0.63	1.55	4.77	1428	639	847	787	24			
2002	0.47	0.71	0.56	0.99	2.18	4.69	1132	534	808	628	23			
Skreådalen	1973	0.50				0.19	4.60	2185	1093			55		
	1974	0.55				0.18	4.47	2460	1350			83		
	1975	0.57	0.18	0.17		0.19	4.55	2436	1389	438	414	69		
	1976	0.60	0.24	0.23		0.17	4.55	1687	1012	405	388	48		
	1977	0.57	0.27	0.28	0.15	0.13	4.55	2057	1174	550	569	57		
	1978	0.49	0.20	0.26	0.20	0.29	4.52	1769	867	354	460	53		
	1979	0.61	0.26	0.28	0.16	0.14	4.33	2311	1410	601	647	108		
	1980	0.48	0.21	0.21	0.15	0.17	4.54	1949	936	409	409	56		
	1981	0.49	0.20	0.28	0.16	0.18	4.58	2260	1107	452	633	59		
	1982	0.57	0.28	0.37	0.17	0.22	4.52	2519	1436	709	933	76		
	1983	0.43	0.19	0.26	0.18	0.23	4.70	2843	1221	551	734	57		
	1984	0.46	0.24	0.23	0.16	0.21	4.59	1762	802	415	401	46		
	1985	0.59	0.32	0.33	0.15	0.12	4.48	1895	1117	610	616	63		
	1986	0.53	0.29	0.30	0.15	0.19	4.51	2439	1289	698	734	75		
	1987	0.47	0.28	0.29	0.14	0.16	4.54	1639	767	451	471	48	152	
	1988	0.41	0.28	0.28	0.12	0.14	4.55	2255	926	622	632	64	153	
	1989	0.43	0.28	0.28	0.15	0.20	4.56	2519	1087	704	696	70	143	355
	1990	0.39	0.23	0.22	0.13	0.26	4.61	3346	1293	775	732	82	170	415
	1991	0.41	0.27	0.25	0.15	0.24	4.61	2172	894	583	547	53	125	279
	1992	0.37	0.24	0.23	0.12	0.16	4.70	2728	1017	647	627	55	118	254
1993	0.29	0.22	0.25	0.30	0.56	4.81	2006	586	437	493	31	82	256	
1994	0.38	0.28	0.31	0.31	0.25	4.77	2214	842	619	695	37	104	330	
1995	0.30	0.24	0.24	0.16	0.21	4.75	2083	624	510	500	37	96	257	
1996	0.30	0.28	0.31	0.14	0.12	4.78	1463	438	404	455	25	91	329	
1997	0.25	0.23	0.29	0.21	0.33	4.92	2071	508	472	609	25	73	280	
1998	0.32	0.27	0.31	0.17	0.15	4.83	1961	636	525	621	29	53	254	
1999	0.25	0.23	0.24	0.14	0.23	4.93	2521	618	583	606	30	60	229	

Tabell A.1.21b, forts.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner						Års- nedbør mm	Årlig våtavsetning				Tørravsetning	
		SO <sub>4</sub> -S mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	pH		SO <sub>4</sub> -S mg/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	H+ mekv/m <sup>2</sup>	S mg/m <sup>2</sup>	N mg/m <sup>2</sup>
Skreådalen forts.	2000	0.23	0.24	0.25	0.14	0.21	4.90	2997	671	705	750	37	58	225
	2001	0.23	0.23	0.33	0.12	0.11	5.10	1887	424	435	619	15	56	260
	2002	0.22	0.23	0.35	0.19	0.20	5.17	1996	443	461	698	14	63	270
	2003	0.24	0.26	0.28	0.14	0.14	4.89	2115	501	545	600	27	48	165
	2004	0.16	0.19	0.21	0.14	0.15	5.07	2531	401	487	528	22	50	239
Valle	1990	0.40	0.27	0.20	0.07	0.11	4.51	1504	607	409	306	46		
	1991	0.47	0.32	0.25	0.14	0.10	4.52	912	432	287	227	28		
	1992	0.46	0.28	0.22	0.13	0.10	4.59	1120	519	318	242	29		
	1993	0.42	0.26	0.23	0.19	0.27	4.66	1052	445	276	243	23		
	1994	0.49	0.37	0.30	0.17	0.11	4.58	1230	608	461	373	32		
	1995	0.33	0.28	0.20	0.13	0.11	4.63	926	303	256	183	22		
	1996	0.38	0.33	0.25	0.17	0.07	4.60	836	316	273	206	21		
	1997	0.30	0.26	0.20	0.12	0.11	4.70	1085	323	280	220	22		
	1998	0.33	0.28	0.29	0.09	0.05	4.67	1179	393	330	336	25		
	1999	0.28	0.22	0.15	0.08	0.07	4.74	1284	335	281	192	23		
	2000	0.26	0.29	0.24	0.10	0.07	4.70	1618	422	467	395	32		
Solhomfjell	1991	0.63	0.44	0.40	0.14	0.08	4.44	878	552	389	355	32		
	1992	0.69	0.47	0.39	0.12	0.07	4.44	958	662	447	376	35		
	1993	0.66	0.45	0.38	0.15	0.08	4.47	920	611	412	347	31		
	1994	0.60	0.48	0.38	0.12	0.06	4.50	1150	686	550	442	36		
	1995	0.55	0.45	0.43	0.14	0.08	4.51	1073	590	484	464	33		
	1996	0.61	0.45	0.41	0.17	0.07	4.46	908	551	410	377	31		
Møsvatn	1993	0.28	0.22	0.14	0.07	0.07	4.69	699	194	155	99	14		
	1994	0.32	0.27	0.17	0.07	0.02	4.66	788	250	209	136	17		
	1995	0.28	0.22	0.14	0.06	0.02	4.65	660	186	147	92	15		
	1996	0.30	0.27	0.21	0.07	0.02	4.66	592	178	161	126	13		
	1997	0.21	0.22	0.18	0.08	0.03	4.77	705	150	155	129	12		
	1998	0.24	0.20	0.15	0.07	0.02	4.79	783	188	154	114	13		
	1999	0.22	0.21	0.16	0.08	0.03	4.89	777	171	169	125	10		
	2000	0.19	0.21	0.16	0.06	0.03	4.79	1000	189	212	159	16		
Lardal	1990	0.70	0.45	0.35	0.09	0.07	4.33	1340	938	599	469	62	99	199
	1991	0.72	0.47	0.36	0.12	0.08	4.38	847	609	401	306	35	144	231
	1992	0.68	0.47	0.38	0.13	0.07	4.42	892	610	421	338	34	91	154
	1993	0.65	0.42	0.32	0.09	0.05	4.45	967	625	402	313	35	66	134
	1994	0.52	0.45	0.35	0.08	0.05	4.53	1216	631	542	429	36	78	159
	1995	0.65	0.47	0.42	0.11	0.09	4.42	1179	764	556	497	45		
	1996	0.50	0.36	0.29	0.11	0.06	4.49	940	472	341	269	30		
	1997	0.58	0.45	0.43	0.31	0.17	4.61	640	373	288	276	16		
	1998	0.52	0.42	0.36	0.12	0.07	4.50	975	505	414	362	31		
	1999	0.43	0.36	0.31	0.08	0.05	4.61	1371	581	492	424	33		
	2000	0.39	0.38	0.30	0.09	0.09	4.54	1809	703	693	550	53		
	2001	0.36	0.33	0.31	0.09	0.05	4.71	1224	442	408	381	24		
	2002	0.34	0.25	0.25	0.10	0.04	4.82	1142	383	285	288	17		
Prestebakke	1986	1.08	0.54	0.47	0.23	0.19	4.20	699	753	380	328	44	212	343
	1987	0.78	0.42	0.37	0.16	0.08	4.37	830	650	349	307	35		
	1988	0.77	0.47	0.37	0.16	0.15	4.25	989	758	466	370	55	219	307
	1989	0.97	0.69	0.47	0.18	0.21	4.22	697	678	478	330	42	191	301
	1990	0.87	0.57	0.42	0.18	0.18	4.28	816	710	465	342	42	157	252
	1991	0.79	0.55	0.43	0.20	0.25	4.37	805	638	445	346	35	98	190
	1992	0.83	0.60	0.47	0.16	0.15	4.35	832	687	497	392	37	140	154
	1993	0.74	0.47	0.36	0.17	0.13	4.41	775	573	364	278	30	119	228
	1994	0.53	0.39	0.24	0.17	0.13	4.48	892	477	352	216	29	138	234
	1995	0.65	0.54	0.46	0.18	0.17	4.45	746	487	406	346	26	126	
	1996	0.64	0.56	0.43	0.27	0.18	4.42	656	419	368	283	25	126	
	1997	0.42	0.39	0.29	0.08	0.06	4.52	813	338	317	237	24	97	
	1998	0.53	0.45	0.38	0.32	0.20	4.66	842	449	377	328	18	77	
1999	0.50	0.48	0.34	0.15	0.17	4.52	1182	590	564	394	36	90		
2000	0.36	0.40	0.30	0.20	0.15	4.60	1181	449	474	351	30	84		

Tabell A.1.21b, forts.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner						Års- nedbør mm	Årlig våtavsetning				Tørravsetning	
		SO <sub>4</sub> -S mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	pH		SO <sub>4</sub> -S mg/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	H+ mekv/m <sup>2</sup>	S mg/m <sup>2</sup>	N mg/m <sup>2</sup>
Fagernes	1990	0.41	0.22	0.16	0.10	0.02	4.53	550	228	119	86	16		
	1991	0.38	0.21	0.24	0.22	0.04	4.75	395	150	84	94	7		
	1992	0.43	0.24	0.19	0.10	0.01	4.63	656	279	160	126	15		
	1993	0.26	0.15	0.12	0.08	0.02	4.77	619	162	95	74	10		
	1994	0.28	0.25	0.15	0.08	0.02	4.70	586	166	146	88	12		
	1995	0.32	0.22	0.29	0.14	0.07	4.81	465	151	101	134	7		
	1996	0.25	0.23	0.20	0.17	0.03	4.78	635	159	145	124	11		
	1997	0.21	0.15	0.16	0.09	0.02	4.89	565	116	83	92	6		
	1998	0.21	0.17	0.16	0.13	0.03	4.87	583	125	97	92	8		
	1999	0.20	0.18	0.12	0.08	0.01	4.86	633	125	113	75	9		
	2000	0.19	0.19	0.19	0.10	0.02	4.85	757	150	147	145	11		
	2001	0.16	0.16	0.14	0.12	0.02	5.01	649	103	104	92	6		
	2002	0.19	0.15	0.15	0.13	0.02	4.99	632	119	94	96	6		
Osen	1988	0.53	0.31	0.26	0.13	0.02	4.43	832	442	254	215	31	139	
	1989	0.52	0.27	0.15	0.14	0.03	4.47	786	410	214	122	27	95	145
	1990	0.55	0.28	0.27	0.23	0.03	4.48	711	393	198	192	23	90	123
	1991	0.34	0.26	0.20	0.08	0.02	4.58	647	222	168	129	17	77	107
	1992	0.44	0.37	0.18	0.13	0.02	4.55	725	318	207	133	20	68	103
	1993	0.37	0.26	0.18	0.10	0.02	4.62	764	283	195	140	18	53	94
	1994	0.30	0.27	0.19	0.08	0.02	4.69	636	192	172	120	13	69	112
	1995	0.44	0.27	0.26	0.12	0.03	4.59	612	271	167	157	16	62	108
	1996	0.32	0.26	0.26	0.14	0.03	4.71	574	183	147	151	11	64	112
	1997	0.22	0.20	0.18	0.10	0.02	4.83	708	158	139	126	11	48	108
	1998	0.30	0.23	0.24	0.09	0.02	4.77	655	198	152	155	11	35	97
	1999	0.26	0.24	0.20	0.08	0.02	4.83	750	191	182	149	11	46	114
	2000	0.22	0.20	0.17	0.06	0.03	4.72	971	229	198	165	18	38	118
2001	0.20	0.20	0.20	0.07	0.01	4.95	768	150	152	153	9	38	137	
2002	0.25	0.19	0.25	0.11	0.03	4.91	738	182	140	184	9	44	157	
2003	0.20	0.22	0.20	0.09	0.02	4.87	661	135	146	133	9	41	138	
Valdalen	1994	0.32	0.29	0.19	0.10	0.03	4.70	536	172	153	103	11		
	1995	0.43	0.30	0.37	0.13	0.04	4.68	518	221	153	194	11		
	1996	0.27	0.20	0.29	0.11	0.03	4.91	724	193	142	211	9		
	1997	0.26	0.21	0.22	0.13	0.03	4.89	710	185	152	154	9		
	1998	0.22	0.19	0.16	0.08	0.02	4.88	700	156	130	115	9		
	1999	0.21	0.22	0.19	0.12	0.02	5.05	692	147	150	131	8		
2000	0.20	0.19	0.20	0.07	0.03	4.92	817	165	154	165	10			
Ualand	1992	0.49	0.30	0.22	0.16	0.31	4.53	2404	1171	714	530	71		
	1993	0.49	0.32	0.24	0.22	0.56	4.53	1531	745	492	365	46		
	1994	0.52	0.38	0.30	0.15	0.33	4.51	2125	1106	802	630	65		
	1995	0.45	0.37	0.27	0.14	0.31	4.51	1838	824	682	499	57		
	1996	0.40	0.32	0.24	0.14	0.23	4.54	1561	631	496	375	45		
	1997	0.44	0.33	0.32	0.19	0.36	4.58	1948	855	648	622	51		
	1998	0.47	0.38	0.29	0.16	0.31	4.52	1992	928	761	584	59		
	1999	0.32	0.30	0.20	0.16	0.37	4.65	2487	798	736	509	55		
2000	0.31	0.31	0.21	0.19	0.41	4.65	2681	819	832	572	61			
Voss	1990	0.29	0.15	0.08	0.10	0.15	4.68	2053	595	300	169	43		
	1991	0.28	0.18	0.11	0.10	0.18	4.67	1214	342	213	130	26		
	1992	0.27	0.16	0.07	0.06	0.07	4.70	1627	436	255	110	32		
	1993	0.24	0.13	0.08	0.16	0.31	4.82	1162	282	148	96	17		
	1994	0.28	0.16	0.12	0.21	0.14	4.79	1473	408	234	178	24		
	1995	0.21	0.14	0.12	0.08	0.11	4.82	1439	303	208	168	22		
	1996	0.26	0.20	0.19	0.08	0.05	4.76	869	222	174	163	15		
	1997	0.22	0.15	0.24	0.16	0.34	5.00	1275	220	181	152	17		
	1998	0.18	0.14	0.11	0.06	0.10	4.87	1411	250	204	159	19		
	1999	0.18	0.13	0.09	0.06	0.11	4.88	1641	178	211	157	22		
	2000	0.16	0.14	0.12	0.08	0.13	4.91	1844	296	249	214	23		
	2001	0.15	0.13	0.11	0.06	0.07	5.02	1256	183	164	137	12		
2002	0.18	0.14	0.13	0.08	0.10	4.92	1078	191	149	140	13			

Tabell A.1.21b, forts.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner						Års- nedbør mm	Årlig våtavsetning				Tørravsetning	
		SO <sub>4</sub> -S mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	pH		SO <sub>4</sub> -S mg/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	H+ mekv/m <sup>2</sup>	S mg/m <sup>2</sup>	N mg/m <sup>2</sup>
Selbu	1990	0.16	0.06	0.02	0.06	0.10	4.84	1339	220	83	31	19		
	1991	0.18	0.09	0.06	0.11	0.22	4.94	1336	240	125	80	15		
	1992	0.14	0.07	0.03	0.11	0.20	4.95	1402	193	103	45	16		
	1993	0.15	0.09	0.06	0.11	0.17	5.01	1290	193	117	80	13		
	1994	0.16	0.09	0.11	0.07	0.12	5.02	1143	179	105	129	11		
	1995	0.15	0.08	0.12	0.08	0.13	5.01	1411	206	113	166	14		
	1996	0.13	0.08	0.13	0.19	0.18	5.15	1039	132	86	131	7		
	1997	0.11	0.06	0.10	0.16	0.20	5.26	1682	183	105	172	9		
	1998	0.10	0.06	0.10	0.09	0.13	5.20	1333	139	80	131	8		
	1999	0.10	0.07	0.06	0.09	0.10	5.17	1303	133	93	82	9		
	2000	0.14	0.08	0.09	0.15	0.26	5.11	1138	162	87	98	9		
2001	0.11	0.05	0.06	0.15	0.22	5.19	1540	166	84	86	10			
Namsvatn	1991	0.18	0.11	0.20	0.08	0.12	5.13	1014	181	115	198	8		
	1992	0.14	0.10	0.12	0.12	0.19	5.12	1081	155	105	129	8		
	1993	0.14	0.10	0.17	0.15	0.16	5.20	1004	144	98	172	6		
	1994	0.14	0.10	0.17	0.29	0.11	5.18	902	129	94	152	6		
	1995	0.16	0.10	0.20	0.11	0.15	5.18	1201	188	121	243	8		
	1996	0.17	0.12	0.20	0.11	0.11	5.10	697	117	86	139	6		
Øverbygd	1987*	0.23	0.05	0.08	0.12	0.14	4.92	424	100	23	35	5		
	1988	0.20	0.06	0.05	0.09	0.10	4.84	555	112	33	30	8		
	1989	0.16	0.06	0.06	0.09	0.18	4.98	794	125	45	51	8		
	1990	0.22	0.06	0.07	0.10	0.15	4.90	708	152	44	52	9		
	1991	0.25	0.09	0.07	0.11	0.18	4.90	706	176	60	49	9		
	1992	0.17	0.07	0.06	0.12	0.18	5.08	662	109	44	38	6		
	1993	0.17	0.07	0.07	0.26	0.43	5.06	680	117	48	45	6		
	1994	0.20	0.10	0.13	0.12	0.14	5.03	538	108	56	68	5		
	1995	0.11	0.06	0.11	0.14	0.11	5.13	659	73	42	74	5		
	1996	0.14	0.07	0.10	0.10	0.15	5.01	527	72	35	52	5		
	1997	0.10	0.06	0.11	0.16	0.28	5.13	603	59	37	69	4		
	1998	0.13	0.05	0.06	0.08	0.07	5.13	576	73	32	34	4		
	1999	0.13	0.05	0.07	0.06	0.07	5.13	811	103	44	53	6		
	2000	0.10	0.04	0.05	0.06	0.09	5.18	750	76	33	39	5		
	2001	0.11	0.04	0.05	0.09	0.15	5.24	721	75	30	38	4		
	2002	0.12	0.05	0.07	0.15	0.15	5.30	654	79	33	47	3		
	2003	0.07	0.04	0.08	0.14	0.16	5.25	907	65	40	72	5		
2004	0.10	0.04	0.05	0.08	0.10	5.23	818	82	35	44	5			
2005	0.16	0.06	0.14	0.08	0.06	5.26	745	118	43	105	4			
2006	0.11	0.07	0.10	0.10	0.15	5.26	671	76	47	68	4			

Tabell A.2.1: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av bly i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: µg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	1,25	0,75	1,61	1,92	0,67	0,35	0,35	0,72	0,33	0,34	1,41	0,90	0,92
Hurdal	0,95	2,50	2,03	1,13	0,50	1,16	0,21	0,69	0,27	0,49	0,58	0,98	0,79
Kårvatn	0,10	0,05	0,16	0,40	0,14	0,12	0,10	0,07	0,04	0,11	0,06	0,14	0,09
Karasjok	-	1,62	-	0,28	0,22	0,15	0,29	0,42	0,15	0,24	0,20	0,72	0,28
Svanvik	0,69	1,35	0,61	0,49	2,45	1,33	1,40	4,58	0,60	1,16	12,37	0,58	1,63

Tabell A.2.2: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av kadmium i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: µg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,044	0,021	0,079	0,086	0,029	0,007	0,015	0,018	0,008	0,021	0,070	0,033	0,040
Hurdal	0,040	0,051	0,067	0,056	0,036	0,200	0,016	0,026	0,031	0,046	0,038	0,052	0,043
Kårvatn	0,006	0,002	0,005	0,016	0,004	0,004	0,007	0,027	0,007	0,020	0,004	0,004	0,010
Karasjok	-	0,031	-	0,029	0,029	0,045	0,015	0,012	0,011	0,015	0,026	0,074	0,024
Svanvik	0,016	0,359	0,193	0,082	0,205	0,112	0,134	0,300	0,113	0,207	0,668	0,050	0,146

Tabell A.2.3: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av sink i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: µg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	4,9	3,9	7,8	15,4	4,5	1,8	1,1	5,1	2,1	1,9	4,4	3,0	3,9
Hurdal	9,1	8,3	15,1	12,5	9,4	18,9	3,2	4,7	3,7	7,9	6,5	7,8	7,4
Kårvatn	2,8	1,4	3,6	9,4	1,9	0,8	1,6	1,8	0,3	0,5	0,8	0,3	1,3
Karasjok	-	30,2	-	6,9	2,4	3,3	2,5	4,1	5,2	4,0	9,8	33,7	4,7
Svanvik	1,8	13,7	3,1	2,6	4,6	4,6	2,8	5,2	2,5	13,3	15,8	2,9	3,8

Tabell A.2.4: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av nikkel i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: µg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,23	0,19	0,41	0,30	0,39	0,10	0,11	0,28	0,14	0,11	0,16	0,16	0,19
Svanvik	0,27	45,06	3,23	21,27	79,34	34,09	39,98	123,58	14,46	4,08	116,20	8,90	42,02

Tabell A.2.5: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av arsen i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: µg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,33	0,16	0,24	0,29	0,12	0,05	0,13	0,17	0,06	0,05	0,25	0,17	0,18
Svanvik	0,22	1,15	0,33	0,72	3,05	2,46	2,50	5,89	0,65	0,34	8,10	0,72	2,21

Tabell A.2.6: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av kopper i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: µg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,49	0,41	0,83	1,52	0,70	0,25	0,29	0,71	0,45	0,19	0,42	0,33	0,46
Svanvik	0,35	53,42	4,64	20,59	53,88	25,76	32,81	96,13	8,65	3,82	154,50	9,09	32,59

Tabell A.2.7: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av kobolt i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: µg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,01	0,01	0,02	0,05	0,03	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Svanvik	0,03	1,33	0,10	0,56	2,13	0,95	1,03	3,21	0,39	0,18	4,43	0,25	1,13

Tabell A.2.8: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av krom i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: µg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,12	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,11	0,10	0,14	0,10	0,12
Svanvik	0,34	0,61	0,43	0,48	0,70	1,23	0,40	0,93	1,39	0,30	3,35	0,20	0,85

Tabell A.2.9: Månedlig og årlig nedbørmengder på norske bakgrunnsstasjoner målt med tungmetallprøvetakeren, 2009. Enhet: mm.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	202	55	126	43	75	55	234	113	94	211	400	190	1798
Hurdal	71	53	54	43	53	36	190	129	33	79	184	66	991
Kårvatn	83	137	95	9	84	126	133	124	299	208	38	35	1371
Karasjok	1	4	0	6	62	47	52	59	32	7	9	7	285

Tabell A.2.10: Månedlig og årlig våtavsetning av bly på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet: µg/m<sup>2</sup>.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	253	41	203	82	51	19	82	82	31	71	565	171	1651
Hurdal	68	134	109	48	27	42	39	90	9	39	107	64	778
Kårvatn	8	7	15	3	12	15	13	9	12	22	2	5	123
Karasjok	-	6	-	2	14	7	15	25	5	2	2	5	81
Svanvik	3	4	2	5	81	73	71	170	40	13	45	26	525

Tabell A.2.11: Månedlig og årlig våtavsetning av kadmium på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	8,8	1,1	10,0	3,7	2,2	0,4	3,5	2,0	0,8	4,3	27,9	6,4	71,1
Hurdal	2,8	2,7	3,6	2,4	1,9	7,2	3,0	3,3	1,0	3,6	7,0	3,4	42,3
Kårvatn	0,5	0,3	0,5	0,1	0,4	0,5	0,9	3,3	2,2	4,1	0,1	0,1	13,2
Karasjok	-	0,1	-	0,2	1,8	2,1	0,8	0,7	0,4	0,1	0,2	0,5	6,9
Svanvik	0,1	1,1	0,7	0,8	6,8	6,1	6,8	11,2	7,6	2,3	2,4	2,2	47,0

Tabell A.2.12: Månedlig og årlig våtavsetning av sink på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	993	212	987	657	341	100	268	579	200	396	1765	573	7067
Hurdal	645	443	810	535	498	683	612	613	125	622	1191	514	7311
Kårvatn	229	197	343	81	158	99	208	226	104	113	30	11	1796
Karasjok	-	115	-	42	148	154	130	237	165	28	91	243	1334
Svanvik	8	44	11	25	152	251	141	194	171	145	57	129	1233

Tabell A.2.13: Månedlig og årlig våtavsetning av nikkel på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	46	11	51	13	30	5	26	31	13	23	63	30	343
Svanvik	1	144	12	202	2634	1865	2019	4597	976	44	418	394	13559

Tabell A.2.14: Månedlig og årlig våtavsetning av arsen på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	66	9	31	12	9	3	31	19	5	11	100	32	326
Svanvik	1	4	1	7	101	134	126	219	44	4	29	32	713

Tabell A.2.15: Månedlig og årlig våtavsetning av kopper på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	99	22	105	65	53	14	69	81	42	39	168	62	818
Svanvik	2	171	17	196	1789	1409	1657	3576	584	42	556	403	10517



*Tabell A.2.16: Månedlig og årlig våtavsetning av kobolt på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ .*

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	3	1	3	2	3	1	2	4	1	1	6	1	27
Svanvik	0	4	0	5	71	52	52	120	26	2	16	11	364

*Tabell A.2.17: Månedlig og årlig våtavsetning av krom på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ .*

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	24	5	13	4	8	5	23	23	10	21	56	19	211
Svanvik	1	2	2	5	23	67	20	35	94	3	12	9	276

Tabell A.2.18a: Middelkonsentrasjoner av tungmetaller i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner i 1976, august 1978 – juni 1979, 1980 (februar–desember) og 1981–2009.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner								
		Pb µg/l	Cd µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	As µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Hg µg/l
Birkenes	1976	12,70	0,270	28,9						
	1978	10,80	0,270	17,9						
	1980	7,90	0,340	15,7						
	1981	7,40	0,240	6,2						
	1982	8,80	0,690	7,0						
	1983	5,40	0,250	6,6						
	1984	6,20	0,290	12,1						
	1985	4,10	0,090	9,4						
	1986	4,80	0,120	9,0						
	1987	3,50	0,120	9,2						
	1988	7,40	0,120	14,1						
	1989	5,40	0,110	11,4						
	1990	3,80	0,120	9,5						
	1991	3,60	0,060	7,0						
	1992	2,90	0,040	5,2						
	1993	3,10	0,060	6,5						
	1994	2,60	0,050	5,0						
	1995	2,20	0,050	6,0						
	1996	2,80	0,060	4,9						
	1997	1,70	0,030	4,2						
1998	1,59	0,043	4,9							
1999	1,50	0,040	4,4							
2000	1,39	0,030	3,2							
2001	1,25	0,032	4,7							
2002	0,99	0,034	3,6							
2003	1,57	0,043	3,9							
2004	1,30	0,040	4,1	0,21	0,12	0,35	0,01	0,11	9,8	
2005	1,17	0,035	5,3	0,47	0,26	0,76	0,01	0,30	8,9	
2006	0,88	0,029	3,4	0,20	0,20	0,51	0,01	0,15	8,0	
2007	0,67	0,024	2,8	0,23	0,10	0,37	0,02		6,3	
2008	0,78	0,025	2,9	0,13	0,16	0,39	0,01	0,12	6,4	
2009	0,92	0,040	3,9	0,19	0,18	0,46	0,01	0,12	9,4	
Nordmoen	1987	4,60	0,100	8,4						
	1988	5,60	0,100	11,0						
	1989	4,60	0,080	7,3						
	1990	3,80	0,140	5,6						
	1991	2,60	0,060	4,3						
	1992	2,30	0,040	4,4						
	1993	1,80	0,040	3,5						
	1994	1,70	0,050	4,0						
	1995	2,00	0,040	5,2						
1996	1,90	0,040	4,3							
Hurdal	1997	1,26	0,056	4,4						
	1998	1,55	0,063	4,9						
	1999	1,18	0,032	6,3						
	2000	1,13	0,042	4,2						
	2001	0,93	0,042	4,8						
	2002	0,70	0,026	4,1						
	2003	0,97	0,032	3,7						
	2004	0,89	0,041	10,0						
	2005	1,23	0,070	10,3						
	2006	0,96	0,061	8,4						
	2007	0,91	0,065	10,3						
	2008	0,74	0,044	7,0						
	2009	0,79	0,043	7,4						

Tabell A.2.18a, forts.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner								
		Pb µg/l	Cd µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	As µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Hg µg/l
Kårvatn	1979	1,50	0,040	3,0						
	1980	1,40	0,060	4,2						
	1981	1,40	0,090	3,0						
	1982	1,50	0,100	3,1						
	1983	0,70	0,120	2,9						
	1984	1,30	0,070	3,6						
	1985	1,10	0,060	4,0						
	1986	1,40	0,010	3,2						
	1987	1,10	0,030	2,5						
	1988	0,90	0,060	4,2						
	1989	0,30	0,050	1,8						
	1990	0,20	0,060	1,0						
	1991	0,30	0,010	1,0						
	1992	0,20	<0,01	0,8						
	1993	0,20	0,010	0,6						
	1994	0,40	0,020	1,2						
	1995	0,20	0,010	1,2						
	1996	0,50	0,010	1,4						
	1997	0,70	0,010	1,6						
	1998	0,20	0,010	1,3	0,10	0,10	0,10	0,01	0,30	
	1999	0,20	0,020	2,1						
	2000	0,18	0,010	1,0						
	2001	0,13	0,010	1,4						
2002	0,32	0,018	1,2							
2003	0,25	0,009	1,0							
2004	0,13	0,005	1,2							
2005	0,12	0,005	0,9							
2006	0,17	0,010	1,9							
2007	0,09	0,007	0,9							
2008	0,10	0,005	1,2							
2009	0,09	0,010	1,3							
Jergul	1979	3,50	0,220	7,8						
	1980	2,60	0,080	4,5						
	1981	1,80	0,050	3,5						
	1982	2,30	0,110	3,1						
	1983	1,50	0,070	3,6						
	1984	2,20	0,090	9,8						
	1985	2,00	0,080	5,0						
	1986	2,00	0,030	5,2						
	1987	1,30	0,070	4,6						
	1988	1,30	0,070	5,1						
	1989	1,30	0,050	3,3						
	1990	0,70	0,160	2,7						
	1991	0,70	0,020	2,2						
	1992	0,50	0,050	1,6						
1993	0,50	0,050	2,4							
1994	0,50	0,030	4,1							
1995	0,80	0,040	3,5							
1996	0,50	0,020	3,3							
Karasjok	1997	0,60	0,020	3,1						
	1998	0,80	0,040	3,5						
	1999	0,44	0,030	5,8						
	2000	0,57	0,020	11,6						
	2001	0,67	0,030	4,8						
	2002	0,58	0,033	6,4						
	2003	0,59	0,013	3,4						
	2004	0,74	0,014	4,0						
	2005	0,50	0,019	4,3						
	2006	0,37	0,020	2,8						
	2007	0,47	0,029	4,7						
	2008	0,38	0,017	7,6						
2009	0,28	0,024	4,7							

Tabell A.2.18a, forts.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner								
		Pb µg/l	Cd µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	As µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Hg µg/l
Svanvik	1987	2,00	0,140	6,0	19,9*	2,4*	21,8*			
	1988	3,70	0,100	7,4	12,80	1,60	14,60			
	1989	1,40	0,140	4,6	15,50	1,30	14,40			
	1990	1,60	0,140	6,2	11,40	1,80	13,60	0,40	0,50	
	1991	1,30	0,070	3,4	9,30	1,10	10,40	0,30	0,40	
	1992	1,10	0,110	2,8	8,00	1,10	11,90	0,30	0,50	
	1993	1,10	0,120	3,0	10,90	1,20	13,40	0,40	0,60	
	1994	1,40	0,080	5,0	13,40	1,40	12,50	0,40	0,40	
	1995	1,70	0,110	5,4	17,40	1,80	17,40	0,60	0,40	
	1996	0,90	0,060	3,3	17,50	1,10	18,70	0,60	0,40	
	1997	1,90	0,110	3,8	17,30	1,80	21,40	0,60	0,30	
	1998	1,08	0,110	4,1	23,68	2,34	28,10	0,72	0,39	
	1999	0,83	0,080	8,4	11,07	1,41	13,99	0,37	0,32	
	2000	1,99	0,120	5,4	17,81	1,85	20,33	0,53	0,25	
	2001	2,56	0,160	8,5	20,71	2,31	20,23	0,65	0,39	
	2002	2,64	0,054	7,0	11,10	1,26	12,00	0,32	0,21	
	2003	2,32	0,080	6,2	10,55	0,85	11,99	0,34	0,22	
	2004	1,32	0,084	6,5	36,93	0,91	31,02	0,95	0,39	
	2005	1,84	0,143	5,2	55,31	1,72	57,96	1,59	0,41	
	2006	1,15	0,134	8,5	33,36	1,31	44,51	1,14	0,31	
2007	1,25	0,231	4,5	45,22	1,83	41,61	1,14	0,61		
2008	0,84	0,181	4,7	29,80	1,30	25,36	0,90	0,48		
2009	1,63	0,146	3,8	42,02	2,21	32,59	1,13	0,85		

Tabell A.2.18b: Middelkonsentrasjoner av tungmetaller i nedbør på nedlagte bakgrunnsstasjoner.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner								
		Pb µg/l	Cd µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	As µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Hg µg/l
Lista	1990									13.8
	1991									11.8
	1992									10.9
	1993									11.3
	1994	kr 2,70	0,050	7,8	0,30	0,20	1,00		0,20	8.1
	1995	kr 2,30	0,060	8,6	0,40	0,40	1,10		0,80	13.9
	1996	kr 3,00	0,070	8,6	0,40	0,40			0,30	19.7
	1997	kr 2,80	0,050	6,6	0,40	0,50	1,00	0,04	0,20	10.6
	1998	kr 2,08	0,047	8,8	0,59	0,20	1,13	0,03	0,58	9.0
	1999	kr 1,50	0,030	7,4	0,40	0,20	1,70	0,03	0,20	9.7
	2000	kr 1,57	0,037	6,6	0,34	0,28	1,13	0,03	<0.2	7.3
	2001	kr 1,52	0,056	7,4	0,37	0,18	1,28	0,02	0,31	7.3
	2002	kr 2,15	0,033	6,8	0,30	0,29	1,30	0,02	0,16	12.8
2003	kr 1,92	0,063	7,5	0,50	1,01	1,30	0,04	0,31	8.3	
Ualand	1994	kr 2,00	0,040	4,0	0,20	0,10	0,50	0,02	0,10	
	1995	kr 1,70	0,030	3,3	0,20	0,10	0,30	0,01	0,10	
	1996	kr 1,30	0,030	2,5	0,20	0,10	0,90	0,01	0,20	
	1997	kr 2,77	0,020	2,6	0,20	0,10	0,40	0,01	0,10	
	1998	kr 1,24	0,024	2,7	0,19	0,10	0,30	0,02	0,17	
	1999	kr 0,88	0,023	2,3	<0,2	<0,1	0,23	0,01	<0.2	
	2000	kr 0,71	0,021	1,5	<0,2	<0,1	0,23	0,01	<0.2	
Solhomfjell	1994	kr 2,40	0,060	6,0	0,20	0,10	0,70	0,02	0,10	
	1995	kr 1,90	0,070	6,0	0,60	0,20	1,10	0,03	0,20	
	1996	kr 2,30	0,050	5,7	0,30	0,20	0,90	0,02	<0.2	
Møsvatn	1994	kr 1,00	0,040	2,9	0,60	0,10	0,50	0,03	<0.1	
	1995	kr 0,90	0,030	2,8	0,30	0,10	0,90	0,01	0,10	
	1996	kr 1,00	0,020	4,5	0,40	0,10	1,00	0,02	0,10	
	1997	kr 1,00	0,020	4,5						
	1998	kr 0,88	0,044			0,07		0,03	0,13	
	1999	kr 1,05	0,042	5,7	0,29	<0,1	1,65	0,02	<0.2	
	2000	kr 1,02	0,042	6,2	0,29	<0,1	1,72	0,01	<0.2	
Osen	1988	kr 4,70	0,310	12,7						
	1989	kr 2,70	0,080	5,4						
	1990	kr 2,70	0,090	5,6						
	1991	kr 2,00	0,030	4,2						
	1992	kr 1,60	0,050	5,5						
	1993	kr 1,20	0,060	3,5						
	1994	kr 1,40	0,050	5,9						
	1995	kr 2,10	0,070	8,8						
	1996	kr 1,50	0,030	4,4						
	1997	kr 0,90	0,020	4,0						
	1998	kr 0,87	0,033	4,7						
	1999	kr 1,05	0,042	7,1						
	2000	kr 1,37	0,047	5,5						
	2001	kr 0,59	0,019	3,3						
2002	kr 0,87	0,029	4,3							
2003	kr 0,61	0,031	5,1							
Valdalen	1994	kr 1,00	0,030	4,2	0,10	0,10	0,60	0,01	0,10	
	1995	kr 1,40	0,030	4,6	0,40	0,10	0,80	0,02	0,20	
	1996	kr 1,10	0,030	4,1	0,30	0,10	1,00	0,03	0,20	
	1997	kr 1,10	0,050	6,2	0,40	0,10	0,10	0,02	0,20	
	1998	kr 0,76	0,030	4,8	0,17	0,09	0,57	0,02	0,16	
	1999	kr 0,69	0,100	9,6	0,47	<0,1	1,13	0,02	0,37	
	2000	kr 1,01	0,026	4,2	<0,2	<0,1	0,47	0,02	<0.2	
Namsvatn	1994	kr 0,50	0,030	2,3	0,20	0,10	0,40	0,02	0,10	
	1995	kr 0,50	0,010	2,3	0,30	0,10	0,20	0,01	0,10	
	1996	kr 0,50	0,020	3,0	0,10	0,10	0,50	0,01	<0.2	
Øverbygd	1995	kr 0,40	0,010	2,3	0,40	0,10	0,50	0,02	0,10	
	1996	kr 0,50	0,030	3,5	0,40	0,10	1,30	0,02	0,30	
	1997	kr 0,50	0,010	2,7	0,10	0,10	0,30	0,01	0,10	
	1998	kr 0,40	0,010	3,8	0,20	0,10	0,60	0,02	0,10	
	1999	kr 0,54	0,010	5,0	<0,2	<0,1	0,33	0,01	<0.2	
	2000	kr 0,37	0,020	1,9	0,21	<0,1	0,38	0,01	<0.2	

Tabell A.3.1: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av svoveldioksid i luft på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet:  $\mu\text{g S/m}^3$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,05	0,04	0,05	0,12	0,05	0,06	0,04	0,10	0,01	0,02	0,04	0,07	0,06
Søgne	0,37	0,56	0,19	0,42	0,21	0,15	0,10	0,19	0,05	0,17	0,14	0,38	0,24
Hurdal	0,03	0,02	0,05	0,10	0,04	0,05	0,04	0,07	0,04	0,01	0,01	0,05	0,04
Kårvatn	0,03	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,05	0,03
Tustervatn	0,05	0,11	0,03	0,04	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,23	0,05
Karasjok	0,14	0,57	0,16	0,10	0,28	0,13	0,29	0,19	0,02	0,07	0,07	0,14	0,18
Zeppelinfjellet	0,26	0,17	0,17	0,21	0,03	0,05	0,03	0,04	0,04	0,02	0,02	0,04	0,09

Tabell A.3.2: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av sulfat i luft på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet:  $\mu\text{g S/m}^3$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,43	0,25	0,33	0,49	0,33	0,23	0,45	0,38	0,17	0,12	0,28	0,20	0,30
Søgne	0,45	0,40	0,42	0,56	0,37	0,24	0,39	0,41	0,20	0,17	0,44	0,30	0,36
Hurdal	0,17	0,19	0,34	0,37	0,17	0,13	0,24	0,29	0,12	0,08	0,16	0,21	0,21
Kårvatn	0,06	0,09	0,17	0,32	0,17	0,19	0,21	0,17	0,06	0,04	0,06	0,09	0,14
Tustervatn	0,14	0,16	0,26	0,22	0,20	0,17	0,17	0,16	0,08	0,04	0,04	0,20	0,15
Karasjok	0,30	0,37	0,39	0,28	0,34	0,17	0,26	0,26	0,05	0,07	0,17	0,31	0,25
Zeppelinfjellet	0,18	0,21	0,26	0,52	0,15	0,11	0,10	0,05	0,05	0,03	0,04	0,10	0,15

Tabell A.3.3: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av nitrogendioksid i luft på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet:  $\mu\text{g N/m}^3$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,90	0,52	0,49	0,36	0,30	0,29	0,31	0,37	0,41	0,27	0,48	0,60	0,44
Hurdal	1,35	2,01	1,07	0,88	0,35	0,33	0,35	0,46	0,36	0,38	0,42	0,63	0,71
Kårvatn	0,28	0,31	0,26	0,12	0,16	0,03	0,04	0,16	0,14	0,12	0,13	0,35	0,17
Tustervatn	0,12	0,13	0,13	0,06	0,11	0,10	0,05	0,11	0,12	0,14	0,11	0,10	0,11
Karasjok	0,16	0,17	0,16	0,05	0,14	0,15	0,19	0,09	0,11	0,13	0,19	0,21	0,15

Tabell A.3.4: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av sum salpetersyre og nitrat i luft på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet:  $\mu\text{g N/m}^3$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,28	0,10	0,20	0,45	0,66	0,11	0,33	0,27	0,19	0,08	0,26	0,17	0,26
Søgne	0,40	0,21	0,34	0,74	0,31	0,10	0,20	0,29	0,39	0,15	0,41	0,17	0,31
Hurdal	0,14	0,13	0,14	0,25	0,42	0,04	0,10	0,23	0,14	0,26	0,09	0,14	0,17
Kårvatn	0,06	0,03	0,05	0,10	0,07	0,04	0,04	0,06	0,10	0,04	0,07	0,04	0,06
Tustervatn	0,07	0,05	0,05	0,14	0,03	0,05	0,04	0,04	0,22	0,06	0,06	0,09	0,07
Karasjok	0,05	0,06	0,05	0,13	0,04	0,39	0,05	0,05	0,11	0,04	0,09	0,13	0,09
Zeppelinfjellet	0,06	0,05	0,04	0,06	0,03	0,03	0,03	0,08	0,06	0,07	0,04	0,04	0,05

Tabell A.3.5: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av sum ammonium og ammoniakk i luft på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet:  $\mu\text{g N/m}^3$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,58	0,27	0,55	1,29	1,24	0,54	0,95	0,78	0,47	0,27	0,49	0,55	0,66
Søgne	0,58	0,40	0,39	0,95	0,59	0,50	0,70	0,63	0,44	0,28	0,48	0,31	0,52
Hurdal	0,33	0,39	0,45	0,86	0,97	0,46	0,54	0,68	0,47	0,47	0,27	0,70	0,55
Kårvatn	0,47	0,62	0,62	1,02	1,01	0,89	0,95	1,04	0,79	0,52	0,55	0,55	0,75
Tustervatn	0,48	0,49	0,62	1,27	2,45	2,34	1,40	0,89	0,93	0,87	0,47	0,48	1,06
Karasjok*	0,12	0,14	0,15	0,16	0,12	0,24	0,07	0,09	0,03	0,03	0,13	0,14	0,12
Zeppelinfjellet	0,18	0,26	0,24	0,27	0,34	0,27	0,34	0,42	0,30	0,41	0,20	0,42	0,30

\* Kun  $\text{NH}_4$ -konsentrasjonen benyttet.

Tabell A.3.6: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av magnesium i luft på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet:  $\mu\text{g/m}^3$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,07	0,01	0,05	0,03	0,08	0,02	0,04	0,06	0,06	0,02	0,07	0,01	0,04
Søgne	0,10	0,03	0,08	0,06	0,13	0,04	0,01	0,03	0,07	0,04	0,16	0,04	0,06
Hurdal	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02
Kårvatn	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,05	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02
Tustervatn	0,04	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,03
Karasjok	0,03	0,04	0,04	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
Zeppelinfjellet	0,06	0,03	0,02	0,05	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03

Tabell A.3.7: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av kalsium i luft på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet:  $\mu\text{g/m}^3$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,03	0,02	0,03	0,06	0,06	0,06	0,04	0,05	0,03	0,02	0,04	0,01	0,04
Søgne	0,04	0,02	0,05	0,05	0,07	0,05	0,01	0,01	0,03	0,02	0,07	0,02	0,04
Hurdal	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,01	0,02	0,01	0,03
Kårvatn	0,01	0,02	0,02	0,04	0,05	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03
Tustervatn	0,10	0,02	0,02	0,03	0,05	0,06	0,06	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,04
Karasjok	0,03	0,03	0,03	0,02	0,05	0,04	0,06	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03
Zeppelinfjellet	0,03	0,01	0,02	0,03	0,06	0,04	0,04	0,02	0,07	0,03	0,02	0,02	0,03

Tabell A.3.8: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av kalium i luft på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,04	0,02	0,03	0,04	0,07	0,04	0,05	0,05	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04
Søgne	0,06	0,04	0,06	0,06	0,07	0,04	0,01	0,01	0,04	0,03	0,07	0,05	0,05
Hurdal	0,05	0,06	0,04	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
Kårvatn	0,01	0,05	0,01	0,01	0,03	0,03	0,08	0,02	0,03	0,02	0,01	0,03	0,03
Tustervatn	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,04	0,02	0,01	0,02	0,02
Karasjok	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,06	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
Zeppelinfjellet	0,04	0,03	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02

Tabell A.3.9: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av klorid i luft på norske bakgrunnsstasjoner, 2009. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,55	0,06	0,55	0,12	0,62	0,14	0,28	0,41	0,54	0,26	0,71	0,04	0,36
Søgne	0,90	0,16	1,08	0,47	0,41	0,19	0,36	0,85	1,03	0,44	2,44	0,26	0,72
Hurdal	0,13	0,05	0,08	0,02	0,07	0,02	0,07	0,06	0,12	0,05	0,17	0,02	0,07
Kårvatn	0,14	0,14	0,27	0,11	0,17	0,19	0,27	0,07	0,25	0,06	0,02	0,05	0,15
Tustervatn	0,27	0,32	0,30	0,35	0,54	0,34	0,07	0,13	0,51	0,21	0,06	0,09	0,27
Karasjok	0,43	0,39	0,31	0,49	0,21	0,18	0,08	0,05	0,15	0,11	0,10	0,17	0,23
Zeppelinfjellet	0,40	0,23	0,14	0,31	0,32	0,09	0,18	0,06	0,20	0,28	0,20	0,37	0,23

Tabell A.3.10: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av natrium i luft på norske bakgrunnsstasjoner, 2008. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,64	0,13	0,45	0,26	0,65	0,18	0,35	0,52	0,48	0,20	0,60	0,14	0,39
Søgne	0,83	0,26	0,72	0,50	1,05	0,33	0,03	0,01	0,53	0,34	1,40	0,34	0,53
Hurdal	0,23	0,08	0,14	0,10	0,22	0,04	0,18	0,19	0,18	0,06	0,17	0,05	0,14
Kårvatn	0,10	0,14	0,20	0,13	0,18	0,19	0,39	0,10	0,22	0,04	0,03	0,06	0,15
Tustervatn	0,20	0,23	0,17	0,25	0,39	0,25	0,21	0,11	0,47	0,12	0,07	0,11	0,21
Karasjok	0,30	0,34	0,21	0,31	0,24	0,20	0,13	0,07	0,16	0,10	0,09	0,20	0,20
Zeppelinfjellet	0,38	0,21	0,16	0,28	0,23	0,11	0,13	0,07	0,16	0,19	0,17	0,23	0,19



Tabell A.3.11a: Årlige middelkonsentrasjoner av svovel- og nitrogenkomponenter i luft, 1973-2008 på norske bakgrunnsstasjoner. Enheter:  $\mu\text{g S/m}^3$  og  $\mu\text{g N/m}^3$ .

\* 1 måned mangler

\*\* 2 eller flere måneder mangler

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner i luft ( $\mu\text{g/m}^3$ )				
		SO <sub>2</sub> -S	SO <sub>4</sub> -S	NO <sub>2</sub> -N	(HNO <sub>3</sub> +NO <sub>3</sub> )-N	(NH <sub>4</sub> +NH <sub>3</sub> )-N
Birkenes	1973		0,81			
	1974		1,11			
	1975		1,07			
	1976		1,27			
	1977		0,92			
	1978	1,74	1,09			
	1979	1,11	1,33			
	1980	1,42	1,41			
	1981	0,76	0,97			
	1982	0,97	1,15			
	1983	0,53	0,95			
	1984	0,65	1,27	1,17		
	1985	0,70	0,88	0,87		
	1986	0,69	0,83	1,12	0,36	0,66
	1987	0,72	0,78	1,12	0,29	0,66
	1988	0,63	0,75	1,26	0,28	0,63
	1989	0,48	0,67	1,11	0,26	0,63
	1990	0,49	0,76	1,00	0,28	0,78
	1991	0,54	0,91	0,90	0,27	0,76
	1992	0,40	0,65	0,69	0,24	0,53
	1993	0,40	0,59	0,59	0,23	0,55
	1994	0,40	0,65	0,66	0,28	0,63
	1995	0,31	0,58	0,68	0,30	0,54
	1996	0,40	0,66	0,68	0,29	0,57
	1997	0,22	0,53	0,69	0,24	0,54
	1998	0,16	0,46	0,62	0,19	0,41
	1999	0,14	0,49	0,52	0,20	0,51
	2000	0,12	0,44	0,57	0,20	0,43
	2001	0,16	0,44	0,47	0,21	0,55
2002	0,15	0,50	0,46	0,27	0,62	
2003	0,15	0,50	0,57	0,26	0,60	
2004	0,13	0,35	0,46	0,26	0,53	
2005	0,19	0,46	0,46	0,33	0,75	
2006	0,18	0,53	0,48	0,40	0,77	
2007	0,06	0,28	0,32	0,17	0,43	
2008	0,07	0,28	0,34	0,19	0,49	
2009	0,06	0,30	0,44	0,26	0,66	
Søgne	1989	1,00	1,00	3,10	0,50	1,50
	1990	0,90	1,00	2,70	0,50	1,80
	1991	1,10**	1,20**	2,80**	0,50**	1,70**
	1992	0,62*	0,87*	1,54*	0,42*	0,94*
	1993	0,68	0,81	1,80	0,40	0,88
	1994	0,77	0,77	1,62	0,44	0,89
	1995	0,51	0,72	1,19	0,43	0,98
	1996	0,83	0,85	1,33	0,46	0,95
	1997	0,47	0,63	1,11	0,38	0,94
	1998	0,40	0,55	1,04	0,32	0,87
	1999	0,30	0,57	0,96*	0,33	0,68
	2000	0,27	0,48	1,12	0,33	0,62
	2001	0,28	0,58		0,31	0,72
	2002	0,29	0,59		0,33	0,67
	2003	0,31	0,64		0,41	0,89
	2004	0,29	0,44		0,31	0,69
	2005	0,30	0,55		0,62	1,06
2006	0,41	0,75		0,48	0,94	
2007	0,21	0,37		0,23	0,61	
2008	0,15	0,32		0,26	0,42	
2009	0,24	0,36		0,31	0,52	

Tabell A.3.11a, forts.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner i luft ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				
		SO <sub>2</sub> -S	SO <sub>4</sub> -S	NO <sub>2</sub> -N	(HNO <sub>3</sub> +NO <sub>3</sub> )-N	(NH <sub>4</sub> +NH <sub>3</sub> )-N
Nordmoen	1986	0,50**	0,90**	2,00**	0,30**	0,60**
	1987	0,60	0,80	3,30	0,40	0,70
	1988	0,70	0,90	3,00	0,30	0,60
	1989	0,40	0,80	2,60	0,30	0,70
	1990	0,40	0,70	2,50	0,30	0,70
	1991	0,30	0,80	2,60	0,20	0,60
	1992	0,21	0,56	2,43	0,21	0,53
	1993	0,25	0,59	2,09	0,21	0,54
	1994	0,23	0,58	2,56	0,28	0,62*
	1995	0,19	0,54	2,25	0,27	0,54
	1996	0,16	0,58	2,48	0,28	0,60
	1997			2,00		
	1998			1,64		
1999			1,71			
Hurdal	1998	0,14	0,33	1,12	0,18	0,42
	1999	0,09	0,39	1,04	0,18	0,39
	2000	0,08	0,35	1,00	0,19	0,37
	2001	0,10	0,33		0,17	0,34
	2002	0,10	0,37		0,25	0,46
	2003	0,11	0,43		0,23	0,48
	2004	0,11	0,31	0,59	0,18	0,51
	2005	0,12	0,40	0,83	0,24	0,66
	2006	0,13	0,43	0,78	0,26	0,66
	2007	0,06	0,22	0,78	0,17	0,45
	2008	0,04	0,21	0,73	0,16	0,44
2009	0,04	0,21	0,71	0,17	0,55	
Kårvatn	1979	0,48	0,48			
	1980	0,54	0,55			
	1981	0,51	0,47			
	1982	0,29	0,40			
	1983	0,19	0,38			
	1984	0,43	0,54			
	1985	0,44	0,45			
	1986	0,39	0,43			
	1987	0,32	0,38			
	1988	0,34	0,40	0,56	0,07	0,44
	1989	0,17	0,30	0,34	0,08	0,42
	1990	0,12	0,32	0,40	0,10	0,40
	1991	0,14	0,31	0,26	0,06	0,36
	1992	0,12	0,30	0,19	0,06	0,37
	1993	0,15	0,30	0,16	0,07	0,38
	1994	0,12	0,30	0,22	0,10	0,48
	1995	0,16	0,22	0,26	0,10	0,36
	1996	0,08	0,27	0,24	0,08	0,46
	1997	0,05	0,22	0,25	0,07	0,50
	1998	0,05	0,15	0,26	0,05	0,33
	1999	0,03	0,20	0,23	0,05	0,45
2000	0,03	0,17	0,32	0,05	0,56	
2001	0,06	0,16	0,19	0,08	0,47	
2002	0,07	0,21	0,26	0,11	0,81	
2003	0,07	0,22	0,30	0,09	0,95	
2004	0,07	0,20	0,21	0,08	0,48	
2005	0,07	0,18	0,22	0,14	0,65	
2006	0,06	0,24	0,24	0,14	0,88	
2007	0,03	0,13	0,17	0,06	0,76	
2008	0,03	0,14	0,20	0,07	0,70	
2009	0,03	0,14	0,17	0,06	0,75	

Tabell A.3.11a, forts.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner i luft ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				
		SO <sub>2</sub> -S	SO <sub>4</sub> -S	NO <sub>2</sub> -N	(HNO <sub>3</sub> +NO <sub>3</sub> )-N	(NH <sub>4</sub> +NH <sub>3</sub> )-N
Tustervatn	1979	0,88	0,68			
	1980	0,63	0,70			
	1981	0,67	0,52			
	1982	0,47	0,52			
	1983	0,26	0,48			
	1984	0,71	0,73			
	1985	0,60	0,59			
	1986	0,48	0,43			
	1987	0,72	0,59			
	1988	0,67	0,54			
	1989	0,16	0,23	0,29	0,04	0,52
	1990	0,29	0,36	0,37	0,08	0,53
	1991	0,25	0,38	0,32	0,08	0,68
	1992	0,15	0,28	0,26	0,07	0,54
	1993	0,18	0,31	0,19	0,07	0,66
	1994	0,16	0,29	0,19	0,09	0,71
	1995	0,16	0,28	0,16	0,09	0,62
	1996	0,12	0,29	0,11	0,10	0,72
	1997	0,09	0,27	0,18	0,07	1,15
	1998	0,10	0,21	0,18	0,06	1,03
1999	0,08	0,23	0,14	0,05	0,53	
2000	0,04	0,18	0,17	0,06	0,88	
2001	0,14	0,20	0,15	0,08	0,94	
2002	0,09	0,21	0,18	0,10	0,83	
2003	0,09	0,22	0,18	0,12	1,15	
2004	0,09	0,21	0,17	0,09	0,93	
2005	0,08	0,21	0,14	0,10	1,00	
2006	0,09	0,23	0,15	0,13	1,10	
2007	0,06	0,14	0,11	0,09	0,94	
2008	0,03	0,15	0,14	0,09	0,98	
2009	0,05	0,15	0,11	0,07	1,06	
Jergul	1977		0,58			
	1978	0,89	0,54			
	1979	1,52	0,74			
	1980	1,55	0,75			
	1981	1,28	0,56			
	1982	0,79	0,54			
	1983	0,81	0,65			
	1984	1,18	0,79	0,43		
	1985	1,42	0,80	0,29		
	1986	1,01	0,69	0,46		
	1987	1,67	0,77	0,51		
	1988	1,23	0,66	0,45	0,09	0,22
	1989	0,40	0,39	0,28	0,08	0,20
	1990	0,81	0,45	0,35	0,07	0,19
	1991	0,80	0,47	0,31	0,08	0,18
	1992	0,53	0,40	0,28	0,07	0,17
1993	0,58	0,44	0,21	0,08	0,17	
1994	0,44	0,31	0,16	0,09	0,16	
1995	0,59	0,34	0,16	0,11	0,15	
1996	0,32	0,30	0,18	0,08	0,15	
Karasjok <sup>f</sup>	1997	0,48	0,32	0,20	0,07	0,16
	1998	0,91	0,34	0,25	0,06	0,19
	1999	0,51	0,36	0,25	0,05	0,18
	2000	0,35	0,27	0,25	0,08	0,16
	2001	0,40	0,29	0,20	0,06	0,14
	2002	0,30	0,24	0,18	0,08	0,11
	2003	0,20	0,26	0,21	0,08	0,14
	2004	0,32	0,25	0,19	0,11	0,15
	2005	0,31	0,30	0,17	0,11	0,16
2006	0,29	0,28	0,14	0,16	0,12	

Tabell A.3.11a, forts.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner i luft ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				
		SO <sub>2</sub> -S	SO <sub>4</sub> -S	NO <sub>2</sub> -N	(HNO <sub>3</sub> +NO <sub>3</sub> )-N	(NH <sub>4</sub> +NH <sub>3</sub> )-N
Karasjok, forts.	2007	0,19	0,19	0,14	0,08	0,11
	2008	0,35	0,22	0,19	0,07	0,10
	2009	0,18	0,25	0,15	0,09	0,12
Ny-Ålesund	1980	0,32	0,31			
	1981	0,36	0,23			
	1982	0,31	0,28			
	1983	0,42	0,41			
	1984	0,24	0,34			
	1985	0,36	0,39			
	1986	0,27	0,34			
	1987	0,53	0,40			
	1988	0,32	0,32			
	1989	0,21	0,24			
	1990	0,22	0,27		0,03	
Zeppelin	1990	0,21	0,22		0,04	0,09
	1991	0,24	0,19	0,02	0,05	0,09
	1992	0,19	0,19	0,02	0,04	0,08
	1993	0,17	0,20	0,03	0,06	0,09
	1994	0,16	0,15	0,05	0,06	0,09
	1995	0,15	0,17		0,08	0,10
	1996	0,10	0,15		0,08	0,11
	1997	0,13	0,21		0,07	0,13
	1998	0,21	0,17		0,04	0,13
	1999	0,13	0,19		0,03	0,19
	2000	0,12	0,14		0,03	0,11
	2001	0,14	0,18		0,06	0,17
	2002	0,16	0,14		0,06	0,24
	2003	0,23	0,17		0,04	0,27
	2004	0,12	0,16		0,08	0,24
	2005	0,13	0,18		0,15	0,42
	2006	0,10	0,13		0,12	0,43
2007	0,09	0,11		0,05	0,26	
2008	0,07	0,14		0,10	0,33	
2009	0,09	0,15		0,05	0,30	

1) P.g.a. lokale ammoniakklider benyttes kun NH<sub>4</sub>-N konsentrasjoner

Tabell A.3.11b: Årlige middelkonsentrasjoner av svovel og nitrogenkomponenter i lufta fra 1973 på nedlagte norske bakgrunnsstasjoner.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner i luft ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				
		SO <sub>2</sub> -S	SO <sub>4</sub> -S	NO <sub>2</sub> -N	(HNO <sub>3</sub> +NO <sub>3</sub> )-N	(NH <sub>4</sub> +NH <sub>3</sub> )-N
Skreådalen	1975		1,0			
	1976		1,09			
	1977		0,80			
	1978	1,62	0,96			
	1979	0,95	0,95			
	1980	1,32	1,18			
	1981	0,72	0,86			
	1982	0,82	0,90			
	1983	0,5	0,82			
	1984	0,8	1,04	0,73		
	1985	0,59	0,79	0,52		
	1986	0,82	0,83	0,70		
	1987	0,66	0,74	0,76		
	1988	0,71	0,67	0,80		
	1989	0,44	0,64	0,63	0,25	1,66
	1990	0,46	0,70	0,62	0,23	2,07
	1991	0,49	0,67	0,61	0,21	1,37
	1992	0,32	0,56	0,41	0,19	1,26
	1993	0,39	0,53	0,45	0,21	1,38
	1994	0,32	0,57	0,63	0,24	1,44
	1995	0,22	0,43	0,46	0,22	1,45
	1996	0,30	0,54	0,42	0,25	1,66
	1997	0,14	0,42	0,53	0,18	1,41
	1998	0,13	0,34	0,51	0,15	1,34
1999	0,09	0,37	0,40	0,15	1,17	
2000	0,09	0,35	0,38	0,15	1,13	
2001	0,11	0,34	0,29	0,23	1,38	
2002	0,11	0,39	0,39	0,26	1,21	
2003 <sup>1)</sup>	0,07	0,33	0,34	0,15	0,94	
2004	0,09	0,30	0,43	0,24	1,01	
Prestebakke	1986	1,1	1,2	1,5	0,4	0,8
	1987	1,3	1,1	1,8	0,4	0,9
	1988	1,0	1,1	1,7**	0,3**	0,7**
	1989	0,7	0,9	1,5	0,3	0,8
	1990	0,5	0,8	1,3	0,3	0,7
	1991	0,5	0,8	1,4	0,3	0,7
	1992	0,48	0,70	1,02	0,28	0,65
	1993	0,50	0,75	1,20	0,28	0,68
	1994	0,48	0,73	1,03	0,29	0,68
	1995	0,39	0,66		0,31	0,67
	1996	0,35	0,76		0,32	0,81
	1997	0,26	0,54		0,24	0,58
	1998	0,19	0,52		0,24	0,56
1999	0,17	0,55		0,27	0,39	
2000	0,16	0,46		0,27	0,57	
Osen	1988	0,67	0,72			
	1989	0,38	0,52	0,88	0,15	0,39
	1990	0,22	0,46	0,64	0,12	0,36
	1991	0,25	0,49	0,59	0,12	0,36
	1992	0,17	0,37	0,50	0,11	0,30
	1993	0,22	0,38	0,53	0,11	0,28
	1994	0,19	0,42	0,44	0,14	0,34
	1995	0,19	0,38	0,41	0,15	0,31
1996	0,13	0,40	0,40	0,14	0,37	
1997	0,09	0,30	0,48	0,10	0,35	

Tabell A.3.11b, forts.

Stasjon	År	Årlige middelkonsentrasjoner i luft ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				
		SO <sub>2</sub> -S	SO <sub>4</sub> -S	NO <sub>2</sub> -N	(HNO <sub>3</sub> +NO <sub>3</sub> )-N	(NH <sub>4</sub> +NH <sub>3</sub> )-N
Osen forts.	1998	0,08	0,26	0,45	0,10	0,37
	1999	0,06	0,20	0,38	0,08	0,31
	2000	0,04	0,24	0,38	0,08	0,29
	2001	0,08	0,24	0,33	0,12	0,38
	2002	0,07	0,28	0,38	0,11	0,51
	2003	0,08	0,29	0,45	0,13	0,46
Svanvik	1987	6,4	0,9	1	0,1	0,6
	1988	5,8	0,9	0,9**	0,1**	0,5**
	1989	5,4	0,6	0,7	0,1	0,4
	1990	7,2	0,7	0,8	0,1	0,4
	1991	5,9	0,7	0,8	0,1	0,5
	1992	3,25	0,57	0,76	0,07	0,67
	1993	4,32	0,53	0,57	0,07	0,51
	1994	4,15	0,37	0,56	0,07	0,42
	1995	5,07	0,48	0,58	0,10	0,49
	1996	3,30	0,47	0,54	0,07	0,55
	1997	4,85	0,49	0,59	0,07	0,63
	1998	6,83	0,54	0,70	0,07	0,78
	1999	3,92	0,53	0,53	0,06	0,91
	2000	3,15	0,45	0,51	0,05	0,84
	2001	4,07	0,52		0,08	0,90
	2002	4,31	0,43		0,10	0,75

Tabell A.4.1: Årlige middelkonsentrasjoner av tungmetaller i luft.

	År	As	Cd	Cr	Co	Cu	Pb	Mn	Ni	V	Zn	Hg (g)	Hg (part)	RGM apr-mai
Lista	1991	0,77	0,063	1,86		0,80	2,69		0,59		4,4			
	1992	0,19	0,046	1,79		0,47	2,35		1,33		3,9	2,06		
	1993	0,41	0,066	3,67		0,85	3,67		0,81		7,0	1,84		
	1994	0,36	0,067	2,80		0,90	3,67		0,88		4,5	1,84		
finfraksjon PM(2.5)	1995	0,34	0,06	0,28		0,41	2,74		0,56	1,10	4,2	1,63		
	1996	0,35	0,068	0,32		0,42	2,95		0,58	1,51	4,3	1,62		
	1997	0,24	0,063	0,57	0,02	0,50	2,55		0,68	1,29	5,0	1,40		
	1998	0,21	0,045	0,61	0,01	0,39	1,94		0,21	0,98	3,9	1,40		
	1999	0,19	0,05	0,18	0,02	0,27	1,82		0,30	0,66	3,9	1,86		
	2000	0,22	0,052	0,82	0,02	0,29	1,92		0,65	1,04	4,3	1,67		
	2001	0,49	0,055	0,37	0,02	0,32	1,98		0,62	6,40	5,4	1,65		
	2002	0,24	0,053	0,30	0,02	0,49	2,43		0,53	1,15	4,2	1,64		
	2003	0,40	0,073	0,28	0,02	0,48	2,47		0,94	1,98	7,5	1,77		
	grovfraksjon (PM <sub>10</sub> -PM <sub>2.5</sub> )	1995	0,13	0,018	1,54		0,64	1,02		0,25	0,38	1,9		
1996		0,10	0,015	0,77		0,46	0,79		0,26	0,33	1,5			
1997		0,08	0,016	0,50	0,03	0,73	0,72		0,23	0,36	2,2			
1998		0,06	0,148	0,93	0,02	0,40	0,62		0,41	0,25	3,1			
1999		0,08	0,012	1,36	0,04	0,47	0,52		0,27	0,38				
2000		0,07	0,014	0,69	0,01	0,37	0,52		0,10	0,35	1,8			
2001		0,17	0,011	0,64	0,01	0,32	0,44		0,13	1,69	1,6			
2002		0,06	0,009	0,74	0,01	0,44	0,56		0,11	0,33	1,6			
2003	0,10	0,009	0,47	0,02	0,37	0,47		0,18	0,58	1,9				
Birkenes	2004	0,20	0,044	<DL		0,83	1,61		0,57	0,70	3,9	1,70		
	2005	0,52	0,088	1,07	0,08	3,45	1,99		2,18	1,44	15,1	1,90		
	2006	0,31	0,063	1,16	0,05	1,56	2,01		0,75	1,20	5,8	1,76		
	2007	0,21	0,047	0,52	0,03	0,82	1,29		0,61	0,81	4,3	1,81		
	2008	0,20	0,035	-	0,03	0,83	1,04		0,55	0,66	3,6	1,73		
	2009	0,21	0,037	1,45	0,028	0,71	1,07		0,66	0,82	5,4			
Zeppelin	1994	0,23	0,034	0,20	0,01	0,32	0,83	0,37	0,19	0,17	1,9	1,79		
	1995	0,14	0,019	0,22	0,01	0,31	0,64	0,42	0,15	0,19	1,5	1,62		
	1996	0,05	0,01	0,23	0,02	0,28	0,48	0,57	0,14	0,12	1,5	1,59		
	1997	0,13	0,024		0,02	0,40	0,69	0,34	0,13	0,20	1,5	1,18		
	1998	0,12	0,027	0,16	0,14	0,35	0,71	0,34	0,12	0,11	1,4	1,55		
	1999	0,10	0,022	0,14	0,06	0,33	0,49	0,47	0,14	0,17	1,6	1,76		
	2000	0,30	0,018	0,06	0,01	0,41	0,62	0,34	0,09	0,07	1,5	1,50		
	2001	0,40	0,016	0,04	0,01	0,31	0,50	0,24	0,08	0,12	1,3	1,56	1,62	5,99
	2002	0,39	0,027	0,04	0,01	0,25	0,66	0,26	0,07	0,08	1,2	1,60	5,31	14,47
	2003	0,12	0,021	0,09	0,01	0,23	0,69	0,34	0,10	0,14	1,3	1,61	2,20	42,39
	2004	0,07	0,018	0,11	0,04	0,31	0,63	0,40	0,10	0,08	4,1	1,50		
	2005	0,11	0,118	0,13	0,03	0,92	1,04	0,40	0,13	0,13	3,2	1,58		
	2006	0,05	0,016	0,08	0,01	0,30	0,44	0,34	0,05	0,10	1,6	1,60		
	2007	0,05	0,012	0,08	0,01	0,32	0,40	0,20	0,08	0,06	1,2	1,68		
	2008	0,05	0,012	0,07	0,007	0,37	0,37	0,23	0,08	0,08	1,6	1,58		
	2009	0,06	0,017	0,14	0,013	0,30	0,43	0,43	0,13	0,13	1,5			

## **Vedlegg B**

### **Generelle opplysninger og måleprogram**





Tabell B.1: Generelle opplysninger om norske bakgrunnsstasjoner, 2009.

Stasjon	Fylke	m.o.h.	Bredde N	Lengde E	Start dato	Stasjonsholder	Adresse
Søgne	Vest-Agder	15	58° 05'	7° 51'	okt.88	Gordon. Myklebust	4640 Søgne
Birkenes	Aust-Agder	190	58° 23'	8° 15'	nov-71	Olav Lien	4760 Birkeland
Vatnedalen	Aust-Agder	800	59° 30'	7° 26'	nov-73	Lilly Vatnedalen	4694 Bykle
Treungen	Telemark	270	59° 01'	8° 32'	sep-74	Per Ø. Stokstad	4860 Treungen
Haukenes	Telemark	20	59° 12'	9° 31'	apr-79	SFT, Kontr.seksjon	3701 Skien
Prestebakke	Østfold	160	59° 00'	11° 32'	nov-85	NILU	2027 Kjeller
Løken	Akershus	135	59° 48'	11° 27'	mar-72	Anne Mørch	1960 Løken
Hurdal	Akerhus	300	60° 22'	11° 04'	jan-97	Kjell Nordli Martin Skjelstad	2090 Hurdal
Brekkebygda	Buskerud	390	60° 18'	9° 44'	des-97	Anton Brekka	3534 Sokna
Vikedal II	Rogaland	60	59° 32'	5° 58'	jan-84	Harald Leifsen	4210 Vikedal
Sandve	Rogaland	40	59° 12'	5° 12'	jun-96	Jan M. Jensen	4272 Sandve
Haukeland	Hordaland	204	60° 49'	5° 35'	aug-81	Henning Haukeland	5198 Matredal
Nausta	Sogn og Fjordane	230	61° 34'	5° 53'	des.84	Sverre Ullaland	6043 Naustdal
Kårvatn	Møre og Romsdal	210	62° 47'	8° 53'	feb-78	Erik Kårvatn	6645 Todalen
Høylandet	Nord-Trøndelag	60	64° 39'	12° 19'	feb-87	Jakob Olav Almås	7977 Høylandet
Tustervatn	Nordland	439	65° 50'	13° 55'	des.71	Are Tustervatn	8647 Bleikvassli
Karasjok	Finnmark	333	69°28'	25°13'	jan-97	Edvin Kemi	9730 Karasjok
Svanvik	Finnmark	30	69° 27'	30° 02'	aug-86	Svanhovd miljøsenter	9925 Svanvik
Karpbukt	Finnmark	20	69° 40'	30° 22'	okt-98	Roy Hallonen	9900 Kirkenes
Ny-Ålesund	Svalbard	8	78° 55'	11° 55'	1974	NP forskningsst.	9173 Ny-Ålesund
Zeppelin	Svalbard	474	78° 54'	11° 53'	sep-89	NP forskningsst.	9173 Ny-Ålesund

Tabell B.2: Måleprogram på norske bakgrunnsstasjoner, 2009.

Stasjon	LUFT								NEDBØR			
	kontinuerlig		døgn			uke		2d pr uke	døgn	uke		måned
	Metr.	Ozon	h.komp.	PM <sub>10</sub>	NO <sub>2</sub>	h.komp.	Tungm.	organisk	h.komp	h.komp	tungm.	organisk
Søgne						X				X		
Birkenes	X	X	X	X	X		X <sup>b</sup>	X <sup>d</sup>	X		X <sup>b</sup>	X <sup>E</sup>
Vatnedalen										X		
Treungen										X		
Haukenes		X										
Prestebakke		X										
Løken									X			
Hurdal	X	X	X		X				X		X <sup>a</sup>	
Brekkebygda										X		
Vikedal										X		
Sandve		X										
Haukeland										X		
Nausta										X		
Kårvatn		X	X		X				X		X <sup>a</sup>	
Høylandet										X		
Tustervatn		X	X		X				X			
Karasjok		X	X		X				X		X <sup>a</sup>	
Karpbukt										X		
Svanvik										X	X <sup>b</sup>	
Ny-Ålesund										X		
Zeppelin		X	X				X <sup>c</sup>	X <sup>f</sup>				
Totalt antall	2	8+1	6	1	5	1	2	2	6	11	5	1

Metr. = meteorologi

2d uke = to døgn prøvetaking per uke

 h.komp. nedbør = mengde (mm), pH, ledningsevne, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, Cl, NH<sub>4</sub>, Ca, K, Mg, Na

 h.komp. luft = SO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub> + NO<sub>3</sub>; NH<sub>4</sub>+ NH<sub>3</sub>, Ca, K, Mg, Na, Cl,

 tungm. <sup>a</sup> = Pb, Cd og Zn

<sup>b</sup> = Pb, Cd, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As og Hg

<sup>c</sup> = Pb, Cd, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As

 organisk <sup>d</sup> = α- og γ-HCH, HCB, PCB, PAH, BFH, PFC

<sup>e</sup> = α- og γ-HCH, HCB, PCB

<sup>f</sup> = α- og γ-HCH, HCB, PAH, PCB, DDT, klordaner, BFH, PHC

## **Vedlegg C**

### **Prøvetaking, kjemiske analyser og kvalitetskontroll**



## Nedbør

### Hovedkomponenter

Nedbørprøver innsamles ved bruk av prøvetakere som står åpne også i perioder uten nedbør (bulk-prøvetakere). Nedbørsamleren er produsert av polyetylen. Diameter i åpningen er 200 mm og denne er plassert 2 meter over bakken. Nedbørprøvetakeren for hovedkomponenter skylles med avionisert vann mellom hver prøvetakingsperiode. Nedbørmengde måles av lokale observatører, og en del av prøven sendes NILU for kjemisk analyse.

pH er bestemt ved potensiometri og ledningsevne ved konduktometri. Både anioner og kationer er bestemt ved ionekromatografi.

Parameter	Deteksjonsgrense (enhet)
pH	-
Ledningsevne	2 (µS/cm)(*)
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,01 (mg S/l)
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,01 (mg N/l)
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,01 (mg N/l)
Na <sup>+</sup>	0,01 (mg Na/l)
Cl <sup>-</sup>	0,01 (mg Cl/l)
K <sup>+</sup>	0,01 (mg K/l)
Ca <sup>++</sup>	0,01 (mg Ca/l)
Mg <sup>++</sup>	0,01 (mg Mg/l)

(\*, ved 25°C)

### Tungmetaller

Ved innsamling av prøver for sporelementanalyse benyttes syrevasket utstyr. Nedbørmengde bestemmes ved veiing etter innsending av hele prøven, og særlige krav til renslighet stilles ved behandling av utstyret.

Bly, kadmium, sink, kopper, nikkel, krom, kobolt og arsen er bestemt med induktivt koplet plasma massespektrometri (ICP-MS). Ioneoptikken er optimalisert for 115 In. Alle prøvene er konservert med 1% HNO<sub>3</sub>. 2 interne standarder er benyttet (indium og rhenium).

Parameter	Nedre kvantifiseringsgrense (enhet)
As	0,1 (µg As/l)
Zn	0,5 (µg Zn/l)
Pb	0,1 (µg Pb/l)
Ni	0,5 (µg Ni/l)
Cd	0,1 (µg Cd/l)
Cu	0,5 (µg Cu/l)
Cr	0,5 (µg Cr/l)
Co	0,1 (µg Co/l)
V	0,5 (µg V/l)

### *Kvikksølv*

Til nedbørprøvetaking anvendes IVLs (Svenska Miljöinstitutet AB, Sverige) prøvetaker for kvikksølv. Nedbørsamleren for kvikksølv er produsert av kvarts. Den beskyttes mot sollys og er plassert 2 meter over bakken. Kvikksølv i nedbør blir konservert med HCl. Et døgn før analyse tilsettes BrCL som oksiderer alt kvikksølv i nedbør til  $\text{Hg}^{2+}$ . Under analyse reduseres alt kvikksølv til  $\text{Hg}^0$  og oppkonsentreres på gullfelle. Gullfellen varmedesorberes, og  $\text{Hg}^0$  detekteres ved bruk av atomfluorescens-spektrofotometri. Deteksjonsgrense for metoden er 0.2 ng Hg i absolutt mengde.

### *Persistente organiske forbindelser*

Nedbørprøver for måling av heksaklorsyκλοheksan ( $\alpha$ - og  $\gamma$ -HCH), heksaklorbenzen (HCB) og PCB samles ved hjelp av "bulk-prøvetakere" som står åpne også i perioder uten nedbør. Dette medfører at en del av prøven også kan inkludere tørravsetninger. Til prøvetaking brukes en 60 mm høy glassylinder med 285 mm indre diameter som går over i en glasstrakt. Glasstrakten er montert direkte på en 1- eller 2-liter Pyrex glassflaske med slip. Glasstrakten henger i et metallstativ mens flaskene står på en høyderegulerbar stativplate 2 meter over bakkenivå. Det tas ukentlige prøver med prøvetakingsstart hver mandag morgen. Mellom hver ny prøvetaking rengjøres trakten med destillert vann. I perioder med mye nedbør skiftes prøveflaske oftere.

Nedbørprøven tilsettes isotopmerkete internstandarder og væskeekstraheres med sykloheksan under omrøring i målekolbe i 4 timer. Sykloheksanfasen oppkonsentreres og behandles med konsentrert svovelsyre. Den organiske fasen tørkes med natriumsulfat og overføres til en kolonne pakket med natriumsulfat og silika. Ekstraktet elueres med heksan/dietyler og oppkonsentreres. Det ferdige ekstraktet tilsettes gjenvinningsstandard og analyseres ved hjelp gasskromatografi/massespektrometri (GC/MS).

Parameter	Deteksjonsgrense (enhet)
$\alpha$ -HCH	0,05 (ng/l)
$\gamma$ -HCH	0,05 (ng/l)
HCB	0,05 (ng/l)
PCB	0.01 (ng/l)

Deteksjonsgrensene er overslag som er basert på en normal instrumentfølsomhet, 1 liter prøvevolum og en gjenvinning av intern standard på ca. 50%.

## **Luft**

### *Hovedkomponenter*

Alle uorganiske hovedkomponenter i luft unntatt nitrogendioksid, ozon og tungmetaller er bestemt ved at gasser og partikler er tatt opp i en filterpakke bestående av et partikkelfilter av teflon (Zeflour 2  $\mu\text{m}$ ), et alkalisk impregnert filter (Whatman 40 tilsatt kaliumhydroksid (KOH) og glycerol) og et surt impregnert filter (Whatman 40 tilsatt oksalsyre ( $\text{COOH}$ )<sub>2</sub>). For filterpakkene ble det ikke brukt  $\text{PM}_{10}$  pre-impaktor, imidlertid er TSP- (total suspended particles) og  $\text{PM}_{10}$  tilnærmet like på Birkenes dersom en ser bort i fra enkelte sjøsaltepisoder som kan inntreffe en sjelden gang.

Partikkelfilteret ekstraheres med avionisert vann i ultralydbad. KOH-filteret ekstraheres med vann tilsatt hydrogenperoksid ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) og oksalsyrefilteret ekstraheres med 0,01 M salpetersyre

(HNO<sub>3</sub>). Ekstraktene fra partikkelfilteret og KOH-filteret analyseres ved ionekromatografi som for nedbør. Ekstraktet fra oksalsyrefilteret analyseres spektrofotometrisk med indophenolmetoden.

Svoveldioksid (SO<sub>2</sub>) og sulfat finnes av sulfat fra KOH-filteret hhv. partikkelfilteret. Ved SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner større enn ca. 100 µg S/m<sup>3</sup>, som forekommer i Svanvik, nyttes data fra samtidige målinger med SO<sub>2</sub>-monitor.

"Sum ammonium" (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>+NH<sub>3</sub>) finnes ved å summere ammonium fra partikkelfilteret og oksalsyrefilteret.

"Sum nitrat" (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>+HNO<sub>3</sub>) finnes ved å summere nitrat fra partikkelfilteret og KOH-filteret.

Natrium, magnesium, kalsium, kalium og klorid bestemmes i filterekstraktet fra partikkelfilteret.

Parameter	Deteksjonsgrense (enhet)
SO <sub>2</sub>	0,01 (µg S/m <sup>3</sup> )
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,01 (µg S/m <sup>3</sup> )
Sum (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> +HNO <sub>3</sub> )	0,01 (µg N/m <sup>3</sup> )
Sum (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> +NH <sub>3</sub> )	0,05-0,1 (µg N/m <sup>3</sup> )
NO <sub>2</sub>	0,03 (µg N/m <sup>3</sup> )
Na <sup>+</sup>	0,02 (µg Na/m <sup>3</sup> )
Cl <sup>-</sup>	0,02 (µg Cl/m <sup>3</sup> )
K <sup>+</sup>	0,02 (µg K/m <sup>3</sup> )
Ca <sup>++</sup>	0,02 (µg Ca/m <sup>3</sup> )
Mg <sup>++</sup>	0,02 (µg Mg/m <sup>3</sup> )

For målinger av NO<sub>2</sub> brukes NaI-metoden. Denne er basert på at NO<sub>2</sub> blir absorbert på et glass-sinter filter tilsatt natriumiodid (NaI). Glass-sinteret ekstraheres med 1 mM trietanolamin (TEA). Det dannede nitritt (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) blir bestemt spektrofotometrisk ved 550 nm etter reaksjon med sulfanilamid og N-(1-naftyl)-etylendiamindihydroklorid (NEDA). Analysemetoden for nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) ble i løpet av 1993 og 1994 endret for alle stasjoner fra TGS-metoden til NaI-metoden.

Ozon (O<sub>3</sub>) blir bestemt ved kontinuerlig registrering av UV-absorpsjon, dvs. at ozonmengden i en luftprøve blir målt ved å måle absorpsjonen av UV-lys ved 254 nm i luften. Resultatene lagres som timemiddelverdier.

### *Tungmetaller*

#### Birkenes

Prøvetaking av luft for analyse av tungmetaller i partikler skjer ved hjelp av en Kleinfiltregerät med PM<sub>10</sub>-impaktor. Det benyttes Whatman quartzfilter og ukeprøver. Dette er samme prøvetaker som EC/OC bestemmes fra. Luftgjennomstrømmingen er 2,3 m<sup>3</sup>/time. Filtrene blir oppluttet med salpetersyre/hydrogenperoksid i mikrobølgeovn.



Parameter	Nedre kvantifiseringsgrense (ng/m <sup>3</sup> )	
	Uke	
Pb	0,12	
Cd	0,003	
Zn	0,24	
Cu	0,20	
Ni	0,09	
Cr	1,18	
Co	0,009	
As	0,04	
V	0,06	

### *Kvikksølv*

Totalt gassfasekvikksølv (TGM) i luft samles opp på manuelle gullfeller. Prøvetaking foregår over et døgn en gang pr uke. Det totale prøvevolum er 0.8 m<sup>3</sup>. Ved endt prøvetaking sendes prøvene tilbake til NILU, der gullfellene varmedesorberes og kvikksølv detekteres ved bruk av atmo fluorescens spektrofotometri. Deteksjonsgrense for metoden er 0,2 ng i absolutt mengde.

### *Ny-Ålesund*

Prøvetaking av luft for analyse av tungmetaller i partikler skjer ved hjelp av Digital high volume prøvetaker uten størrelsesspesifik impaktorer. Luftgjennomstrømningshastigheten er 20 m<sup>3</sup>/time. Filtrene (Whatman 41) blir oppsluttet med salpetersyre/hydrogenperoksid i mikrobølgeovn.

Parameter	Nedre kvantifiseringsgrense	
	(enhet)	
Pb	0,013	(ng/m <sup>3</sup> )
Cd	0,0006	(ng/m <sup>3</sup> )
Zn	0,006	(ng/m <sup>3</sup> )
Cu	0,15	(ng/m <sup>3</sup> )
Ni	0,014	(ng/m <sup>3</sup> )
Cr	0,18	(ng/m <sup>3</sup> )
Co	0,005	(ng/m <sup>3</sup> )
As	0,006	(ng/m <sup>3</sup> )
Mn	0,65	(ng/m <sup>3</sup> )
V	0,006	(ng/m <sup>3</sup> )

Elementene analyseres med induktivt koplet plasma massespektrometri (ICP-MS). Ioneoptikken er optimalisert for 115 In. Alle prøvene er konservert med 1% salpetersyre og 2 interne standarder er benyttet (indium og rhenium).

### *Kvikksølv*

Totalt gassfasekvikksølv (TGM) måles med Tekran Hg-monitor hvor kvikksølvet samles opp på gullfeller i tidsintervaller på 5 minutter med en prøvetakingshastighet på 1,5 lpm. Deretter varmedesorberes kvikksølv og detekteres ved bruk av atomfluorescenspektrofotometri. Deteksjonsgrense for metoden er 0,2 ng Hg i absolutt mengde.

*Persistente organiske forbindelser*

## Klororganiske forbindelser:

Luftprøver tas med NILUs høyvolum luftprøvetaker. Denne består av en pumpe tilkoblet en filterholder som er påmontert et åpent inntaksrør for luft. Luften blir sugd gjennom et filtersystem med et partikkelfilter (glassfiber Gelman Type AE) etterfulgt av to identiske polyuretanskumpropper (diameter 110 mm, lengde 50 mm og tetthet 25 kg/m<sup>3</sup>) for prøvetaking av gassfasekomponenter (Oehme og Stray, 1982).

Gjennomstrømningshastigheten er ca. 20 m<sup>3</sup>/time. Prøvevolumet er ca. 500 m<sup>3</sup> for prøve-stasjonen på Birkenes (svarer til et døgn prøvetaking), mens prøvevolumet for stasjonen ved Ny-Ålesund normalt er ca. 1000 m<sup>3</sup> (svarer til to døgn prøvetaking). Ved begge stasjoner er det tatt ukentlige prøver.

Glassfiberfiltre og polyuretanskumpropper tilsettes isotopmerkede internstandarder og ekstraheres med heksan/dietyl-eter (9:1) i 8 timer. Ekstraktet oppkonsentreres og behandles med konsentrert svovelsyre. Den organiske fasen tørkes med natriumsulfat og overføres til en kolonne pakket med natriumsulfat og silika. Ekstraktet elueres med heksan/dietyl-eter og oppkonsentreres. Det rensede ekstraktet tilsettes gjenvinningsstandard og analyseres ved hjelp av gasskromatografi-massespektrometri (GC/MS). Den massespektrometriske teknikk som benyttes er kjemisk ionisasjon med negative ioner (NCI) eller elektronstøtionisasjon (EI) med positive ioner med registrering av to ioner for hver komponent i "selected ion monitoring" (SIM) modus.

Parameter	Deteksjonsgrense (enhet)
α-Heksaklorsykloheksan	0,1 (pg/m <sup>3</sup> )
γ-Heksaklorsykloheksan	0,1 (pg/m <sup>3</sup> )
tr-klordan	0,01 (pg/m <sup>3</sup> )
cis-klordan	0,01 (pg/m <sup>3</sup> )
tr-Nonaklor	0,01 (pg/m <sup>3</sup> )
cis-Nonaklor	0,01 (pg/m <sup>3</sup> )
HCB	0,8 (pg/m <sup>3</sup> )
PCB-28	0,01 (pg/m <sup>3</sup> )
PCB-31	0,01 (pg/m <sup>3</sup> )
PCB-52	0,01 (pg/m <sup>3</sup> )
PCB-101	0,01 (pg/m <sup>3</sup> )
PCB-105	0,01 (pg/m <sup>3</sup> )
PCB-118	0,01 (pg/m <sup>3</sup> )
PCB-138	0,01 (pg/m <sup>3</sup> )
PCB-153	0,01 (pg/m <sup>3</sup> )
PCB-156	0,01 (pg/m <sup>3</sup> )
PCB-180	0,01 (pg/m <sup>3</sup> )

Deteksjonsgrensene er overslag som er basert på en normal instrumentfølsomhet, 1000 m<sup>3</sup> prøvevolum og en gjenvinning av intern standard på ca. 50%.

## Bromorganiske forbindelser:

Luftprøver tas med en DIGITEL høyvolum luftprøvetaker. Denne består av en pumpe tilkoblet en filterholder som er påmontert et åpent inntaksrør for luft. Luften blir sugd gjennom et filtersystem med et partikkelfilter (glassfiber Whatman Type GF/C) etterfulgt av to identiske polyuretanskumpropper (diameter 75 mm, lengde 40 mm og tetthet 25 kg/m<sup>3</sup>) for prøvetaking av gassfasekomponenter (Oehme og Stray, 1982).

Gjennomstrømningshastigheten er ca. 20 m<sup>3</sup>/time. Prøvevolumet er ca. 1000 m<sup>3</sup> for prøve-stasjonen på Birkenes (svarer til to døgnprøvetaking), mens prøvevolumet for stasjonen ved Ny-Ålesund normalt er ca. 1500 m<sup>3</sup> (svarer til tre døgnprøvetaking). Ved begge stasjoner er det tatt ukentlige prøver.

Glassfiberfiltre og polyuretanskumpropper tilsettes isotopmerkede internstandarder og ekstraheres med heksan/dietyl-eter (9:1) i 8 timer. Ekstraktet oppkonsentreres og behandles med konsentrert svovelsyre. Den organiske fasen tørkes med natriumsulfat og overføres til en kolonne pakket med natriumsulfat og silika. Ekstraktet elueres med heksan/dietyl-eter og oppkonsentreres. Det rensede ekstraktet tilsettes gjenvinningsstandard og analyseres på TBA og PBDE ved hjelp av gasskromatografi-massespektrometri (GC/MS). Den massespektrometriske teknikk som benyttes er elektronstøtionisasjon (EI) med positive ioner med registrering av to ioner for hver komponent i "selected ion monitoring" (SIM) modus.

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

Parameter	Deteksjonsgrense (enhet)
TBA	0,01 (pg/m <sup>3</sup> )
PBDE	0,01-0,08 (pg/m <sup>3</sup> )
HBCD	0,1-0,5 (pg/m <sup>3</sup> )

Deteksjonsgrensene er overslag som er basert på en normal instrumentfølsomhet, 1000 m<sup>3</sup> prøvevolum og en gjenvinning av intern standard på ca. 50%.

Fluororganiske forbindelser:

Prøvene tas med NILUs høyvolum luftprøvetaker som beskrevet for klororganiske forbindelser med det unntak at det kun brukes et glassfiberfilter Gelman Type AE.

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.

PFAS ble analysert ved hjelp av omvendt fase væskkromatografi kombinert med time-of-flight-massespektrometri.

Deteksjonsgrensen er avhengig av prøvevolum, gjenvinning av internstandard, renhet av prøveekstrakt og instrumentfølsomheten. Særlig de to siste parameterne har vist seg å være avgjørende.

*Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)*

Luftprøver tas med NILUs høyvolum luftprøvetaker som beskrevet for klororganiske forbindelser.

Filtrene blir tilsatt internstandarder og soxhlet-ekstrahert med sykloheksan i 8 timer. Ekstraktet dampes inn og opparbeides ved hjelp av væske/væskeekstraksjon med dimethyl-

formamid og sykloheksan. Sluttekstraktet (sykloheksan) som inneholder PAH-fraksjonen blir oppkonsentrert, tilsatt gjenvinningsstandard og analysert med GC/MS. Deteksjonsgrensen for de forskjellige stoffene er avhengig av instrumentrespons, tap av substans under opparbeidelsen og tilstedeværelse av interfererende substanser, og anslåes til å være av størrelsesorden 5-10 pg/m<sup>3</sup>.

Parameter	Deteksjonsgrense (enhet)	
Naftalen	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
2-metylnaftalen	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
1-metylnaftalen	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Bifenyl	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Acenaftalen	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Acenaften	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Dibenzofuran	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Fluoren	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Dibenzotiofen	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Fenantren	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Antracen	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
3-metylfenantren	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
2-metylfenantren	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
2-metylantracen	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
9-metylfenantren	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
5-metylfenantren	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Fluoranten	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Pyren	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Benzo(a)fluoren	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Reten	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Benzo(b)fluoren	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Benzo(ghi)fluranten	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Syklopenta(cd)pyren	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Benz(a)antracen	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Krysen/trifenylen	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Benzo(b/j/k)fluorantener	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Benzo(a)fluoranten	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Benzo(e)pyren	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Benzo(a)pyren	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Perylen	5,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Inden(5,2,3-cd)pyren	10,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Dibenzo(ac/ah)antracen	10,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Benzo(ghi)perylene	10,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Antantren	10,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Coronen	10,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Dibenz(ae)pyren	10,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Dibenz(ai)pyren	10,0	(pg/m <sup>3</sup> )
Dibenz(ah)pyren	10,0	(pg/m <sup>3</sup> )

Deteksjonsgrensene er overslag som er basert på en normal instrumentfølsomhet, 1000 m<sup>3</sup> prøvevolum og ca. 50% gjenvinning av intern standard. For de flyktigste forbindelsene (Naftalen, 1- og 2-metylnaftalen og bifenyl) kan adsorbenten overbelastes og gi tap av substans ved stort prøvetakingsvolum. Resultatene må derfor ansees som minimumsverdier.

Fullstendig beskrivelse av metoder for prøvetaking og kjemisk analyse er gitt i NILUs interne metodebeskrivelser.

### *Partikler*

Målinger av PM<sub>10</sub> på Birkenes ble satt i gang i 1999. Fra år 2000 til 2005 har innsamlingen blitt gjort med en Rupprecht & Patashnick Dichotomous Partisol-Plus model 2025 som deler partiklene i en grov- (PM<sub>10-2,5</sub>) og en finfraksjon (PM<sub>2,5</sub>).

Fra 2006 ble PM<sub>10</sub>-, PM<sub>2,5</sub>- og PM<sub>1</sub>-masse bestemt ved bruk av tre KleinfILTERgerät, ukesprøver. Alle instrumentene bruker kvartsfiberfilter (Whatman QM-A, 47 mm) som har vært glødet ved 850 grader. Kvartsfiltrene kondisjoneres ved 20°C og 50% RH i 48 timer før og etter at filtrene har blitt eksponert. Massen av partiklene bestemmes gravimetrisk.

Partiklenes innhold av elementært (EC), organisk (OC) og totalt karbon (TC) ble bestemt fra PM<sub>10</sub>- og PM<sub>2,5</sub>-filtrene. Kvantifisering av EC, OC og TC ble gjort ved Thermal Optical Transmission (Sunset laboratories Inc.).

## TIDLIGERE BENYTTETE ANALYSEMETODER

Før 1991 ble  $\text{NH}_4^+$  i nedbør bestemt spektrofotometrisk ved indophenolmetoden mens  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$  og  $\text{Na}^+$  ble bestemt ved atomabsorpsjonsspektrofotometri. Inntil 1987 ble sink bestemt ved atomabsorpsjonsspektrofotometri i flamme, og bly og kadmium ved atomabsorpsjon i grafittovn.

Den tidligere benyttede metoden TGS for analyse av  $\text{NO}_2$  (variant av Norsk Standard 4855) er basert på at  $\text{NO}_2$  absorberes i en oppløsning som inneholder trietanolamin, o-metoksyfenol (guajakol) og natrium-disulfitt. Det dannede nitritt ( $\text{NO}_2^-$ ) ble bestemt som for NaI metoden (se over). Benevnning:  $\mu\text{g NO}_2\text{-N/m}^3$ , deteksjonsgrense: 0,3-0,5  $\mu\text{g NO}_2\text{-N/m}^3$ .

Inntil 28.2.1989 ble Whatman 40 cellulosefilter benyttet som forfilter for prøvetaking av sulfat foran et KOH-impregnert filter for svoveldioksid.

Sum ammonium og ammoniakk ( $\text{NH}_4^++\text{NH}_3$ ) ble bestemt ved at gass og partikler ble tatt opp på et filter tilsatt oksalsyre.  $\text{NH}_4^+$  i ekstraktet fra dette filteret ble bestemt spektrofotometrisk ved indophenol metoden. Nitrat og saltpetersyre ( $\text{NO}_3^-+\text{HNO}_3$ ) ble bestemt ved at gass og partikler ble tatt opp på et filter tilsatt natriumhydroksid. Ekstraktet ble analysert ved ionekromatografi.

## Kvalitetskontroll

Alt prøvetakingsutstyr etterses og kontrolleres regelmessig. De kjemiske analyser kontrolleres fortløpende bl.a. ved analyse av kontroll- og referanseprøver, samt ved deltagelse i ulike nasjonale og internasjonale interkalibreringer. Alle metoder for prøvetaking og analyse er basert på standard metodikk (f.eks. EMEP, 1996). NILUs laboratorier ble i september 1993 akkreditert av Norsk Akkreditering i henhold til standarden NS-EN ISO/IEC 17025. I tillegg til den tekniske analysekontroll som utføres ved laboratoriet blir alle analyseresultater sammenstilt med resultater fra nærliggende stasjoner og annen tilgjengelig informasjon. For hver enkelt nedbørprøve beregnes det en ionebalance, samt at målt ledningsevne sammenlignes med beregnet ledningsevne. Dersom prøven ikke tilfredsstillt visse kriterier vurderes det om prøven kan være kontaminert eller om det kan være feil ved analysen, før resultatet eventuelt korrigeres eller forkastes.



## **Vedlegg D**

### **Månedss- og månedsmiddelerverdier fra Birkenes, 2009**





Tabell D.1: Månedsverdier for PAH i luft på Birkenes i år 2009.

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
Naftalen	1,07	1,48	0,61	0,43	0,19	0,23	0,19	0,15	0,04	0,52	0,90	0,99
2Metylnaftalen	0,54	0,62	0,43	0,28	0,20	0,19	0,11	0,13	0,03	0,32	0,54	0,46
1Metylnaftalen	0,38	0,45	0,28	0,18	0,11	0,11	0,07	0,08	0,02	0,22	0,37	0,34
Bifenyl	1,09	1,89	0,76	0,55	0,19	0,18	0,09	0,09	0,03	0,73	1,29	0,93
Acenaftalen	0,06	0,03	0,06	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	<0,01	0,03	0,04	0,04
Aacenaften	0,34	0,19	0,21	0,16	0,24	0,20	0,20	0,14	0,03	0,09	0,13	0,10
Dibenzofuran	2,41	2,52	1,58	1,65	0,67	0,62	0,52	0,39	0,16	1,69	2,76	2,15
Fluoren	1,50	1,24	1,10	0,71	0,45	0,51	0,47	0,31	0,14	1,15	1,88	1,30
Dibenzotiofen	0,06	0,04	0,07	0,04	0,05	0,05	0,05	0,03	0,04	0,07	0,10	0,05
Fenantren	1,27	1,02	0,88	0,74	0,57	0,56	0,67	0,38	0,35	1,05	1,61	1,37
Antracen	0,02	0,02	0,02	0,59	0,01	0,02	0,02	0,01	<0,01	0,03	0,03	0,02
3Metylfenantren	0,08	0,06	0,07	0,04	0,05	0,03	0,04	0,02	0,03	0,08	0,12	0,09
2Metylfenantren	0,11	0,09	0,10	0,05	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03	0,10	0,16	0,12
2Metylantracen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,04	0,02
9Metylfenantren	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,05	0,07	0,06
1Metylfenantren	0,07	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,07	0,10	0,10
Fluoranten	0,34	0,30	0,19	0,16	0,09	0,09	0,12	0,05	0,06	0,34	0,57	0,46
Pyren	0,18	0,17	0,12	0,09	0,07	0,05	0,06	0,03	0,04	0,21	0,35	0,29
Benzo(a)fluoren	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01
Reten	0,11	0,18	0,06	0,08	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,08	0,11	0,17
Benzo(b)fluoren	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01
Benzo(gh)fluoranten	0,03	0,04	0,02	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	0,05	0,06
Syklopenta(cd)pyren	0,02	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,11	<0,01	<0,01	0,15	0,15	0,03
Benzo(a)antracen	0,04	0,05	0,03	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,08	0,12	0,08
Krysen/Trifenylen	0,09	0,09	0,08	0,04	0,05	0,02	0,02	0,02	0,03	0,14	0,18	0,16
Benzo(b/j/k)fluorantener	0,13	0,13	0,10	0,05	0,05	0,02	0,04	0,03	0,03	0,19	0,33	0,31
Benzo(a)fluoranten	0,02	0,02	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,07	0,14	0,03
Benzo(e)pyren	0,06	0,06	0,07	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,11	0,13	0,11
Benzo(a)pyren	0,04	0,06	0,04	0,02	0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	0,12	0,15	0,09
Perylen	0,01	0,02	0,01	<0,02	0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	0,06	0,06	0,02
Indeno(123,cd)pyren	0,05	0,10	0,06	0,04	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	0,12	0,14	0,13
Dibenzo(ac/ah)antracener	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,04	0,04	0,03
Benzo(ghi)pyren	0,06	0,07	0,05	0,03	0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,02	0,19	0,19	0,08
Aantantren	<0,02	0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,18	0,18	0,04
Coronen	0,03	0,04	0,04	0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,14	0,25	0,07
Dibenzo(ae)pyren	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Dibenzo(ai)pyren	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,03
Dibenzo(ah)pyren	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Tabell D.2: Månedsmiddelverdier for TBA, PBDE og HBCD på Birkenes i år 2009.

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
TBA	3,00	2,75	3,09	2,34	2,09	2,01	3,04	2,94	4,65	4,33	5,35	4,94
PBDE28	0,10	0,03	0,03	0,03	0,02	0,10	0,03	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02
PBDE47	0,57	0,24	0,18	0,19	0,14	0,33	0,20	0,14	0,12	0,08	0,1	0,11
PBDE49+71	0,15	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	<0,01	0,02
PBDE66	0,04	0,02	0,02	0,02	0,14	0,02	0,02	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,03
PBDE77	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PBDE85	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
PBDE99	0,21	0,11	0,11	0,10	0,09	0,10	0,18	0,11	0,10	0,04	0,06	0,13
PBDE100	0,07	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
PBDE119	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PBDE138	<0,02	<0,02	0,02	0,01	<0,01	<0,02	<0,02	<0,01	<0,02	<0,02	<0,04	<0,03
PBDE153	0,02	0,02	0,05	0,02	0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,02	<0,01	0,01	0,02
PBDE154	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
PBDE183	0,06	0,02	0,06	0,03	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,04	0,03	0,03	0,02
PBDE196	<0,07	<0,12	<0,09	<0,02	<0,02	<0,06	<0,11	<0,21	<0,06	<0,17	0,11	<0,09
PBDE206	0,11	0,11	0,08	0,06	0,05	<0,07	<0,10	0,05	0,09	0,05	<0,16	<0,10
PBDE209	0,84	0,46	0,68	0,35	0,33	0,40	0,40	0,31	0,38	0,22	0,51	0,65
α-HBCD	0,71	0,25	0,60	0,34	<0,46	0,17	0,15	<0,77	0,15	0,34	0,07	0,93
β-HBCD	0,43	<0,47	<0,41	<0,41	<0,48	<0,22	<0,22	<0,39	<0,08	0,08	<0,07	0,23
γ-HBCD	0,38	0,19	0,19	0,23	<0,44	0,57	<0,20	0,15	0,21	1,09	0,07	0,26

Verdiene for perioden januar – september gjelder for den gamle Birkenes-stasjonen. Fra oktober og ut året ble prøvene tatt på det nye Birkenes-observatoriet.

Middelverdi er basert på reelle gyldige enkeltverdier på ukebasis. For parametere hvor alle enkeltverdier i samme måned var under deteksjonsgrensen gjenspeiler verdien i tabellen middelverdien av deteksjonsgrensene i enkeltprøvene fra den aktuelle måned.

Tabell D.3: Månedsmiddelverdier for alle PFAS i luft på Birkenes i år 2009.

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
PFOSA	<0,07	0,12	<0,05	0,06	0,10	0,07	0,15	0,18	0,12	0,25	0,14	<0,19
PFBS	<0,04	<0,03	<0,03	<0,07	<0,10	<0,08	0,06	<0,05	<0,06	<0,083	<0,12	<0,14
PFHxS	0,06	0,03	0,06	0,07	<0,04	0,05	0,04	<0,05	<0,05	<0,07	<0,10	<0,10
PFOS	0,43	0,12	0,35	0,17	0,17	0,09	0,19	0,37	0,30	0,29	0,41	0,20
PFBA	0,04	0,02	0,11	0,05	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,05	<0,06	<0,07
PFHxA	<0,29	<0,27	<0,34	<0,23	<0,17	<0,15	<0,18	<0,14	<0,22	<0,75	<0,85	<0,07
PFHpA	<0,68	<0,62	<0,74	<1,46	<0,82	<0,77	<0,72	<0,63	<0,92	<1,64	<2,41	<0,66
PFOA	<0,70	<0,85	<0,93	<1,40	<0,62	<1,51	<1,91	<1,92	<1,77	<2,63	<3,99	<2,77
PFNA	<1,00	<0,99	<0,99	<2,13	1,18	<1,08	<1,23	<1,51	<1,36	<1,95	<3,77	<4,10
PFDCa	<1,18	<0,84	<1,00	<3,25	<2,30	<2,89	<2,54	<2,37	<2,65	<1,99	<3,34	<3,77
PFUnA	<1,69	<1,59	<1,67	<1,62	<3,02	<2,82	<2,80	<2,65	<3,04	<1,77	<3,34	<3,90

Alle verdier gjelder for den gamle Birkenes-stasjonen.

Middelverdi er basert på reelle gyldige enkeltverdier på ukebasis. For parametere hvor alle enkeltverdier i samme måned var under deteksjonsgrensen gjenspeiler verdien i tabellen middelverdien av deteksjonsgrensene i enkeltprøvene fra den aktuelle måned.

Utførende institusjon Norsk institutt for luftforskning	ISBN-nummer 978-82-425-2223-8 (trykt) 978-82-425-2224-5 (elektronisk)
--	--

Oppdragstakers prosjektansvarlig Wenche Aas	Kontaktperson i Klif Tor Johannessen	TA-nummer 2664/2010
		SPFO-nummer 1074/2010

	År 2010	Sidetall 187	Klifs kontraktnummer 5010056, 5010055, 5010062, 5010057
--	------------	-----------------	---

Utgiver Norsk institutt for luftforskning NILU OR 33/2010	Prosjektet er finansiert av Klima- og forurensningsdirektoratet
---	--

Forfatter(e) Wenche Aas, Sverre Solberg, Stein Manø, Karl Espen Yttri
Tittel - norsk og engelsk Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 2009 Monitoring of long-range transported air pollutants. Annual report for 2009
Sammendrag – summary NILU utfører overvåking av luft- og nedbørkjemi under ulike overvåkingsprogrammer ved en rekke målesteder i Norge. Denne rapporten beskriver resultatene fra 2009, og disse er sammenlignet med tidligere år. Air and precipitation chemistry is determined through various monitoring programmes at several sites located in the rural areas of Norway. This report describes the results for 2009, and these are compared to the previous years.

4 emneord Luft- og nedbørkvalitet Bakgrunnsforurensning Miljøgifter Grenseoverskridende luftforurensninger	4 subject words Air and precipitation quality Background air pollution Environmental pollution Transboundary air pollution
--	--



**Klima- og forurensningsdirektoratet**

Postboks 8100 Dep,  
0032 Oslo

Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00

Telefaks: 22 67 67 06

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

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

## Om Statlig program for forurensningsovervåking

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. Klima- og forurensningsdirektoratet er ansvarlig for gjennomføringen av overvåkingsprogrammet.

SPFO-rapport 1074/2010

TA-2664/2010

ISBN 978-82-425-2223-8 (trykt)

ISBN 978-82-425-2224-5 (elektronisk)