

**Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør**  
Atmosfærisk tilførsel, 2006

Rapport: NILU OR 22/2007  
TA-nummer: TA-2268/2007  
ISBN-nummer: 978-82-425-1867-5 (trykt)  
978-82-425-1868-2 (elektronisk)  
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn  
Utførende institusjon: Norsk institutt for luftforskning (NILU)  
Forfattere: W. Aas, S. Solberg, S. Manø og K.E. Yttri

**Overvåking av langtransportert  
forurenset luft og nedbør**

Rapport  
985/2007

Atmosfærisk tilførsel, 2006



**s ft:**



Statlig program for forurensningsovervåking



## Forord

Rapporten presenterer resultater fra overvåkingen av luft- og nedbørkjemi i 2006. 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 2006. Det er også rapportert ozondata fra Porsgrunn/Skien/Bambles kontrollstasjon på Haukenes slik at totalt stasjonsantall er 21. 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 Statens forurensningstilsyn (SFT). Det siste programmet finansieres med midler fra Landbruksdepartementet og SFT, med Norsk institutt for skogforskning (Skogforsk) som programansvarlig. NILU utfører luft- og nedbørmålinger i programmet. Resultatene fra NILUs målinger rapporteres årlig i denne rapportserien. Også resultater fra NILUs nasjonale måleprogram (Løken og Vatnedalen) er 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).

Et separat datavedlegg (Manø og Aspmo, 2007) med følgende data er tilgjengelig: pesticider og tungmetaller i luft og nedbør på Birkenes (CAMP) og pesticider, PCB, PAH og tungmetaller i luft i Ny-Ålesund (AMAP). Enkeltdata fra alle målingene presentert i denne rapporten kan fås ved å henvende seg til NILU.

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.



## 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 .....	21
<b>2. Sporelementer i nedbør</b> .....	<b>28</b>
<b>3. Innholdet av svovel- og nitrogenforbindelser i luft</b> .....	<b>32</b>
3.1 Luftens innhold av forurensninger .....	32
<b>4. Bakkenært ozon</b> .....	<b>42</b>
4.1 Konsentrasjoner av ozon .....	43
4.2 Overskridelser av grenseverdier for beskyttelse av helse .....	48
4.3 Overskridelser av grenseverdier for beskyttelse av vegetasjon .....	49
4.4 Høye nivåer av bakkenært ozon i 2006.....	53
<b>5. Overvåking av sporelementer og organiske forbindelser ved Birkenes (CAMP) og Ny-Ålesund (AMAP)</b> .....	<b>55</b>
5.1 CAMP (Birkenes) .....	55
5.2 AMAP (Ny-Ålesund).....	56
5.3 Resultater fra Birkenes (CAMP).....	56
5.3.1 Sporelementer i luft.....	56
5.3.2 Sporelementer i nedbør .....	57
5.3.3 Organiske forbindelser i luft .....	57
5.3.4 Organiske forbindelser i nedbør.....	65
5.4 Resultater fra Ny-Ålesund, Zeppelinfjellet (AMAP).....	67
5.4.1 Sporelementer i luft.....	67
5.4.2 Organiske forbindelser luft .....	69
<b>6. Konsentrasjon av partikler (PM<sub>10</sub>, PM<sub>10-2,5</sub>, PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>1</sub>) i luft på Birkenes</b> .....	<b>81</b>
<b>7. Referanser</b> .....	<b>92</b>
<b>Tables, figures and appendices</b> .....	<b>97</b>
<b>Vedlegg A Resultater fra overvåking av luft- og nedbørkjemi</b> .....	<b>105</b>
<b>Vedlegg B Generelle opplysninger og måleprogram</b> .....	<b>149</b>
<b>Vedlegg C Prøvetaking, kjemiske analyser og kvalitetskontroll</b> .....	<b>153</b>



## Sammendrag

Måling av kjemiske hovedkomponenter i nedbør ble i 2006 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.

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 2006 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 29–37% om sommeren og 4–16% om vinteren i alle landsdeler unntatt Finnmark. I Finnmark er tørravsetningsbidraget meget høyt på grunn av høye luftkonsentrasjoner og lite nedbør. På Karasjøk er det hhv. 40% tørravsetning om sommeren og 53% om vinteren. Tørravsetningen for nitrogenkomponenter bidrar for det meste relativt mer til totalavsetningen enn hva som er tilfelle for svovelforbindelser, især om sommeren.

Konsentrasjonene av sterk syre, sulfat, nitrat og ammonium i nedbør i 2006 var noe lavere sammenlignet med 2005, men samme nivå eller lavere enn 2004. Våtavsetningen i Sør-Norge er stort sett lavere. Årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat i nedbør har avtatt signifikant siden 1980 på alle målesteder, på fastlands-Norge mellom 60% og 83%. Reduksjonene er for svoveldioksid med 1980 som referanseår beregnet til å være mellom 80% og 97%, og for sulfat mellom 63% og 71%. Endringen i svoveldioksid- og sulfatkonsentrasjonene ved Ny-Ålesund/Zeppeinfjellet har vært på hhv. 79% og 58%.

Årsmiddelkonsentrasjonene av nitrat i nedbør har en signifikant reduksjon siden 1980 på Haukeland og alle stasjonene sør for denne. For ammonium i nedbør har det vært en signifikant reduksjon ved nesten alle av de samme målestasjonene mens det har vært en økning ved Tustervatn. 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, sink og krom var størst på Birkenes, for de andre elementene er det høyest på Svanvik. Blyinnholdet i nedbør har avtatt med 60-80% siden 1978. På Svanvik var det en periode fra 2000-2003 med forhøyde

verdier, men ellers har nivået vært relativt konstant siden 1990 med årlige variasjoner avhengig av meteorologiske forhold. Innholdet av sink har avtatt med ca. 70% siden 1976. Kadmiuminnholdet har avtatt med 50-80% siden slutten av 1970-årene, og endringen har vært størst på Birkenes. I motsetning til nedbør, viser ikke konsentrasjonene av tungmetaller i luft noen spesiell trend foruten for Ni. Dette har sammenheng med at nedbørmålingene har vært utført mye lenger og de har fanget opp reduksjonene på 1970-80-tallet. Middelkonsentrasjonene av kvikksølv i luft viser heller ingen tydelig trend. Konsentrasjonsnivået av tungmetaller på Zeppelinfjellet er ca 5-50% av det som observeres på Birkenes, med unntak av kvikksølv hvor nivåene er sammenlignbare.

Den høyeste timemiddelverdien av bakkenært ozon i 2006 var  $186 \mu\text{g}/\text{m}^3$  målt på Hurdal. Timemiddelverdier over  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ble målt på alle målestasjonene. Grenseverdiene for helse med 8-timers middel på  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (SFTs grenseverdi) ble overskredet hyppig på alle stasjonene. Grenseverdien på  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (WHOs grenseverdi) ble overskredet på samtlige stasjoner. Hele 6 av de 8 stasjonene som var i drift registrerte timemiddelverdier over grenseverdien på  $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , og to av stasjonene hadde verdier over EUs grense for melding til befolkningen på  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Grenseverdien for vegetasjon på  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som 7-timers middel (kl. 09-16) i vekstsesongen april til september ble overskredet i hele landet i 2006. Middelverdien var størst på Birkenes med  $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . SFTs tålegrense på  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (8-timers middel) og EUs grenseverdi på  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (24-timers middel) ble også overskredet på samtlige stasjoner. Tålegrensene for akkumulert ozoneksponering av landbruksvekster (3 måneders AOT40) på 3000 ppb-timer ble overskredet på 4 stasjoner, og grenseverdien på 10.000 ppb-timer for skog (6 måneders AOT40) ble overskredet på en av stasjonene, Birkenes. Generelt var ozonnivået i landet usedvanlig høyt i 2006, og man må tilbake til begynnelsen av 1990-tallet for å finne lignende resultater. Årsaken er sannsynligvis spesielle meteorologiske forhold med hyppig transport av forurensete luftmasser til landet, men også episoder med uvanlige utslipp, bl.a. jordbruksbranner i Øst-Europa rundt månedsskiftet april/mai.

Resultatene for Birkenes (CAMP) hadde lavere årsmiddel i 2006 enn i 2005 for sum HCH i luft og nedbør mens HCB hadde en liten økning.

Resultatene for Zeppelinfjellet (AMAP) hadde lavere årsmiddel i 2006 enn i 2005 for følgende parametre: sum HCH sum PAH, mens sum klordaner og sum DDT, HCB og sum PCB hadde en noe høyere verdi enn i året før.

I 2006 var årsmidlet for  $\text{PM}_{10}$   $8,1 \mu\text{g m}^{-3}$ , mens det for  $\text{PM}_{10-2.5}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$  og  $\text{PM}_1$  var henholdsvis  $3,1 \mu\text{g m}^{-3}$ ,  $5,0 \mu\text{g m}^{-3}$  og  $3,7 \mu\text{g m}^{-3}$ . Det er tidligere ikke registrert høyere årsmidler for noen av størrelsesfraksjonene. Karakteristisk for 2006 er episoder med langtransportert forurensning som strekker seg over lengre perioder. Dette bidrar sterkt til at det er rapportert månedsmidler høyere enn  $10 \mu\text{g m}^{-3}$  for fire måneder for  $\text{PM}_{10}$ . På årsbasis utgjorde  $\text{PM}_{2.5}$  61% av  $\text{PM}_{10}$ , mens 75% av  $\text{PM}_{2.5}$  kunne tilskrives  $\text{PM}_1$ . Det er estimert at de uorganiske forbindelsene og de karbonholdige fraksjonene som er analysert til sammen utgjorde i overkant av 70% av  $\text{PM}_{10}$ . Under episoder med forhøyede konsentrasjoner av  $\text{PM}$  domineres den kjemiske sammensetningen av sekundære uorganiske forbindelser og organisk materiale. Det er også vist at grovfraksjonen av  $\text{PM}_{10}$  kan være den dominerende størrelsesfraksjonen under episoder med forhøyede konsentrasjoner av  $\text{PM}_{10}$ .



## Summary in English

This report presents the 2006 monitoring results from the rural air- and precipitation chemistry monitoring network in Norway. In 2006, 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 2006 was assessed to be 4–16% of the total deposition during winter and 29–37% during the growing season. In Finnmark county, the contribution of sulphur dry deposition to total deposition was calculated to be 53% in winter and 40% in summer. These high numbers are caused by high air concentrations and low precipitation amounts.

Since 1980 the content of sulphate in precipitation at the various sites decreased by 60-83%. Similar reductions in airborne concentrations were between 80%-97% and 63-71% for sulphur dioxide and sulphate, respectively. 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. 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 that 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 hourly mean value of ground level ozone (186 µg/m<sup>3</sup>) was observed at Hurdal. The air quality guidelines for protection of human health given by SFT of 80 µg/m<sup>3</sup> as 8-hourly mean were exceeded frequently at all the monitoring sites in Norway. The guideline set by WHO of 120 µg/m<sup>3</sup> (8-hourly mean) was exceeded at all sites in 2006. Totally 6 out of 8 stations in operation registered hourly mean concentrations above the threshold of 160 µg/m<sup>3</sup>, and two of the sites observed values above EU's threshold for information to the public of 180 µg/m<sup>3</sup>.

Regarding the effects on vegetation, the critical level of 50 µg/m<sup>3</sup> (7-hourly mean) during the growing season (April-Sept.) was exceeded at all sites. Furthermore, SFT's critical level of

60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (8-hourly mean) for protection of vegetation and EU's guideline of 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (daily mean) were exceeded throughout the country. ECE's critical level for accumulated ozone exposure above the threshold of 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (40 ppb) (termed AOT40) of 10.000 ppb hours for forests was exceeded at one station, Birkenes, in 2006. The threshold limit for accumulated ozone exposure of crops (3000 ppb hours) was exceeded at four of the sites. The general level of boundary layer ozone was unusually high in Norway in 2006. Similar levels have not been observed since the beginning of the 1990s. The reason for this is presumably unusual meteorological situations with frequent transport of polluted air masses into the country and also certain emission episodes including agricultural fires in the Baltic countries around the end of April and beginning of May.

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 heavy metal concentrations have generally decreased by about 60-80% from the late seventies, but after 1990 the concentration level has been relatively constant, except for Svanvik that had relatively high level between 2000-2003. In contrast to precipitation, the air concentrations of heavy metals don't show any trend, the same is true for the average concentrations of mercury in air and precipitation.

The annual averages of sum HCH in air and deposition at Birkenes (CAMP) had lower values than in year 2006 than in year 2005 while HCB had a slight increase.

The annual averages at Zeppelin Mountain (AMAP) had lower values than in year 2006 than in year 2005 for the following parameters: sum HCH and sum PAH, while sum chlordanes, sum DDT, HCB and sum PCB had a slightly higher value than in the previous year.

A separate data appendix (Manø and Aspmo, 2007) containing the following analytical data is available: pesticides, PCBs and heavy metals in air and precipitation at Birkenes (CAMP) and pesticides, PCB, PAH and heavy metals in air at the Zeppelin Mountain in Ny-Ålesund (AMAP).

In 2006, the annual mean concentration of  $\text{PM}_{10}$  was 8,1  $\mu\text{g m}^{-3}$ , while the corresponding figures for  $\text{PM}_{10-2.5}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ , and  $\text{PM}_1$ , was 3,1  $\mu\text{g m}^{-3}$ , 5,0  $\mu\text{g m}^{-3}$ , and 3.7  $\mu\text{g m}^{-3}$ , respectively. These are the highest annual mean concentrations reported for each of the size fractions since the measurements started. Characteristic for 2006, was long-lasting episodes of transboundary pollution, contributing significantly to elevated monthly mean concentrations of PM. On the annual basis 61% of  $\text{PM}_{10}$  could be attributed to  $\text{PM}_{2.5}$ , whereas 75% of  $\text{PM}_{2.5}$  could be accounted for by  $\text{PM}_1$ . Approximately 70% of  $\text{PM}_{10}$  could be explained by the chemical analysis performed. Secondary inorganic constituents and organic matter dominated the PM mass when experiencing episodes of high PM concentrations.

# Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør

## Atmosfærisk tilførsel, 2006

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 tilførsler 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). 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 SFTs øvrige overvåkingsprogram er tilknyttet skogovervåkingsflater (Birkenes, Brekkebygda (Langtjern), Vikedal (Nedstrand), Hurdal, Kårvatn og Tustervatn). I 2007 omfattet det totale overvåkingsprogrammet 21 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.

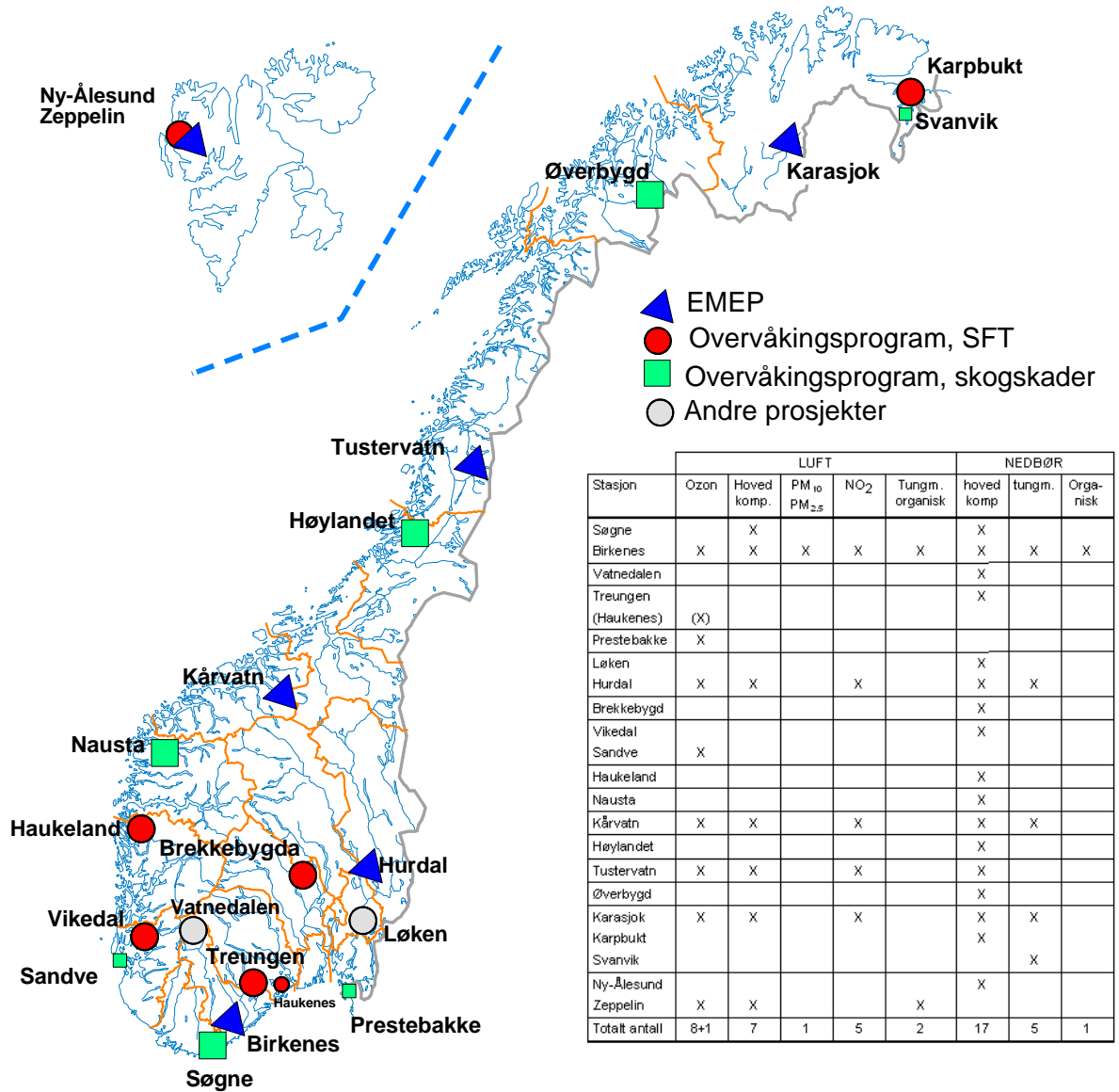
Arktisk måleprogram (SFT): Ny-Ålesund, Zeppelifjellet.

Porsgrunn, Skien og Bamble ozonmålestasjon på Haukenes.

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

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

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) og 2005 (SFT 955/06).



Figur 1: Norske bakgrunnsstasjoner i 2006.

## 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.

Det var ingen endringer i stasjonsnett i 2006.

### 1.1 Klima

#### 1.1.1 Temperatur

Årstemperaturen for 2006 var den varmeste registrert siden målingene startet i 1900, hele 1,8°C varmere enn klimanormalen for 1961-90 (met.no info, 13/2006). Dette er tangering av rekordårene 1934 og 1990. Størst avvik fra normalen var det på Vestlandet, Trøndelag og på Østlandet med middeltemperaturer over 2°C varmere enn normalen. Årsmiddeltemperaturene var høyest langs kysten fra Vest-Agder til Vestfold (9,3°C var høyeste årsmiddel), og de laveste var på Finnmarksvidda og fjellet i Sør-Norge (-1,4°C var laveste årsmiddel). For detaljer henvises til Meteorologisk Institutt.

#### 1.1.2 Nedbør

I 2006 var nedbørmengden 120% av normalen (met.no info, 13/2006). De største avvikene var i deler av Vest Finnmark som fikk 150-175% av normalen. I 2006 fikk værstasjonen på Takle i Sogn og Fjordane mest nedbør med 3236 mm. Det var generelt minst nedbør i Finnmark med ca 500 mm, selv om det i 2006 var en værstasjon i Nordland (Saltdal) som målte minst nedbør med 243 mm.

Det har vært store svingninger i månedsnedbørmengdene i forhold til normalen (met.no info, 13/2006). Vinteren var den mest snørike på over 30 år i deler av Telemark, Vest Agder og Østfold. I januar var det mer nedbør, opp mot dobbelt så mye, på deler av Sørlandet, Trøndelag og Troms, mens deler av Østlandet og Vestlandet kun fikk 30-50% av månedsnormalen. I februar og mars var månedsnedbøren opp mot 300% av normalen i deler av Finnmark, mens det i deler av Hordaland og Rogaland kun var 20-50% av normalen. I april fikk Vestlandet dobbelt så mye nedbør som normalen, mens det deler av Troms og Nordland fikk 10-30%. Nedbøren i mai var for Norge som helhet over normalen, mest avvik i Nord Norge. Også i juni var det betydelig mer nedbør i Nord Norge enn normalen. I juli var nedbørmengden generelt lavere enn normalen, størst avvik i indre deler av Østlandet og Sør Trøndelag. August var en av de tørreste siden 1985 i deler av Trøndelag og Helgelandskysten, mens det i Buskerud var 200% av normalen. I september var det også store regionale forskjeller med lite nedbør i forhold til normalen på Øst-, Sør- og Vestlandet, mens det i store deler av Trøndelag og Nord Norge kom mye nedbør. I oktober fikk Østlandet og nordlige Finnmark betydelig mer nedbør enn normalen. I November var månedsnedbøren som helhet 149% av normalen, det er den fjerde mest nedbørrike siden 1900. I desember var det enda mer

nedbørrikt, med 166% av normalen. Spesielt i Agder og store deler av Vestlandet og Nord-Norge var det mye nedbør, over 200% av normalen.

En oversikt over nedbørmengden målt på overvåkningsstasjonene 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.

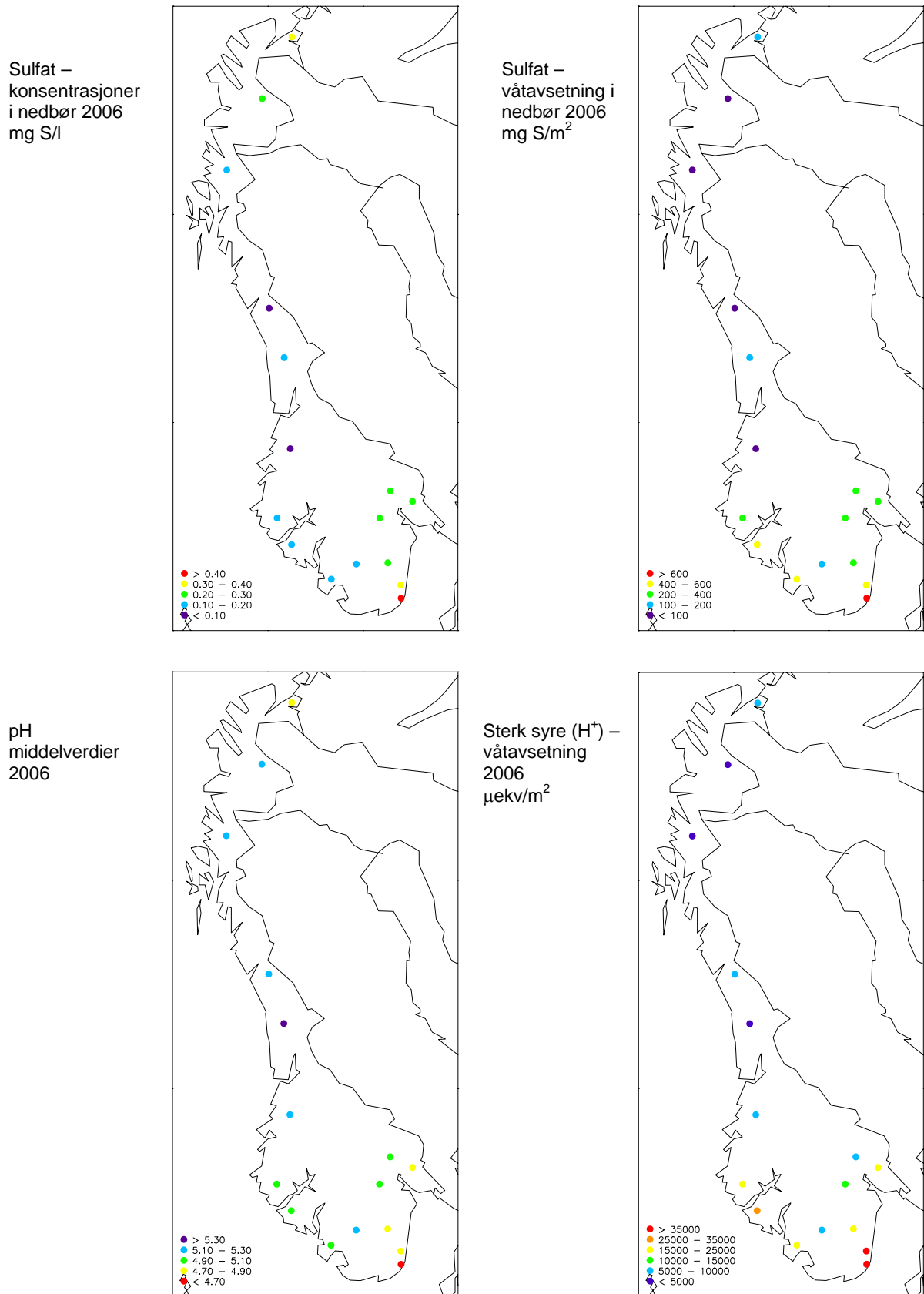
De høyeste årsmiddelkonsentrasjoner for de fleste hovedkomponentene ble i 2006 målt på Søgne (Tabell 1.1). For ammonium er, som tidligere, enkelte målestasjoner lokalt påvirket av landbruksaktivitet. Tabell 1.1 viser også våtavsetningene av de viktigste nedbørkomponentene. Våtavsetningen av sulfat, nitrat, 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 2006 var høyest i perioden april-juni. Avsetningen er også høy i september grunnet mye nedbør. Tabell A.1.20 viser at våtavsetningene av sulfat tilført i løpet av de 10 døgnene med størst avsetning utgjør minst 30% av den totale våtavsetningen. Den høyeste prosentandelen hadde Hurdal på 42%. Den største døgnlige våtavsetningen ble målt til 36,1 mg S/m<sup>2</sup> på Birkenes 16. februar. Våtavsetningen var gjennomgående høyest på våren og høsten.

Tabell 1.1: Veide årsmiddelkonsentrasjoner og våtavsetning av nedbørkomponenter på norske bakgrunnsstasjoner, 2006.

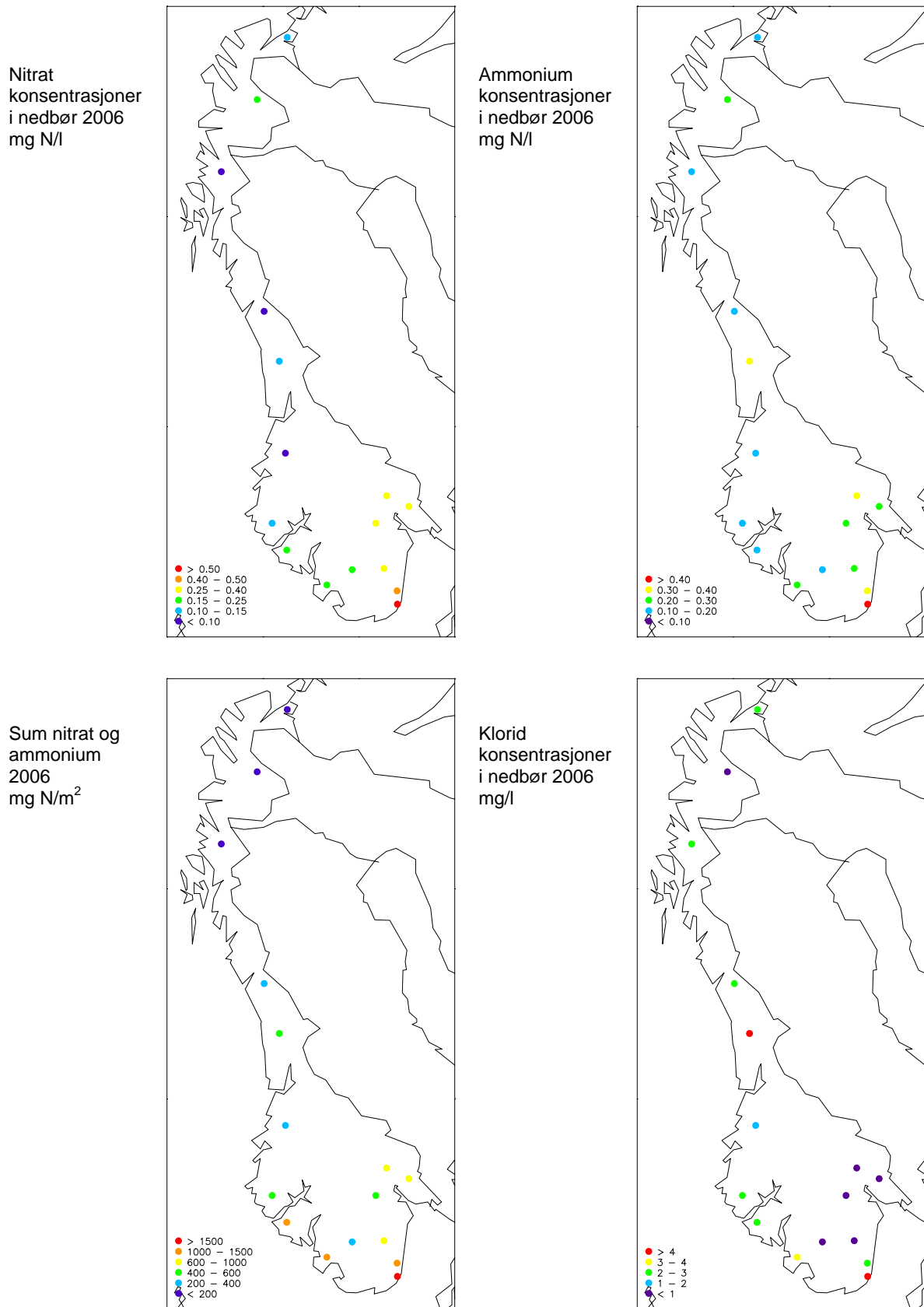
\*: Korrigert for bidraget fra sjøsalt.

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	4,68	0,41	0,52	0,41	0,23	0,22	0,37	2,69	4,86	1714	35451	707	884	707	389	371	631	4609	8329	21	26	40	37	29	11	6	30	117	137	1,00
Birkenes	4,70	0,32	0,42	0,34	0,10	0,08	0,15	1,18	2,10	1833	36337	582	775	624	179	139	277	2162	3856	20	20	26	30	24	5	2	12	51	59	1,00
Vatnedalen	5,17	0,12	0,16	0,12	0,12	0,10	0,06	0,47	0,72	1011	6836	119	163	116	126	98	58	475	725	7	7	10	11	9	6	3	5	20	20	1,18
Treungen	4,79	0,23	0,28	0,20	0,09	0,05	0,05	0,37	0,62	1522	24748	355	433	310	131	80	70	563	944	16	14	16	20	14	4	1	4	16	17	1,05
Løken	4,79	0,21	0,34	0,30	0,09	0,10	0,06	0,46	0,80	967	15542	205	324	287	91	93	60	446	774	16	13	16	24	21	4	3	5	20	23	1,11
Hurdal	5,06	0,23	0,33	0,35	0,15	0,20	0,05	0,45	0,78	1043	9100	245	348	370	155	207	49	472	808	9	14	17	24	25	7	5	4	20	22	1,12
Brekkebygda	4,92	0,26	0,26	0,29	0,12	0,10	0,04	0,23	0,35	935	11099	243	247	268	115	98	36	213	329	12	16	17	19	21	6	3	3	10	10	1,19
Vikedal	5,10	0,18	0,22	0,24	0,15	0,13	0,28	2,04	3,54	2771	22123	500	607	679	421	367	782	5647	9803	8	11	22	16	17	7	3	23	89	100	1,07
Haukeland	5,03	0,15	0,17	0,13	0,12	0,07	0,17	1,27	2,24	3454	32456	504	594	462	423	256	593	4384	7723	9	9	16	12	9	6	2	14	55	63	1,05
Nausta	5,09	0,11	0,13	0,11	0,07	0,06	0,17	1,22	2,20	2341	18984	264	309	261	169	139	385	2863	5159	8	7	13	9	8	3	2	14	53	62	1,04
Kårvatn	5,29	0,08	0,08	0,14	0,09	0,08	0,13	0,94	1,68	1218	6194	96	93	167	106	98	159	1151	2051	5	5	10	6	10	4	2	11	41	47	1,16
Høylandet	5,47	0,11	0,14	0,32	0,17	0,15	0,33	2,50	4,55	1182	3961	131	160	381	196	178	395	2958	5376	3	7	20	10	23	8	4	27	109	128	1,10
Tustervatn	5,30	0,08	0,10	0,13	0,12	0,11	0,20	1,60	2,74	1208	6097	97	119	153	147	128	245	1937	3314	5	5	13	7	9	6	3	16	70	77	1,12
Øverbygd	5,26	0,11	0,07	0,10	0,10	0,14	0,15	1,14	2,05	671	3669	76	47	68	70	94	99	766	1378	5	7	13	5	7	5	4	12	50	58	1,09
Karasjok	5,14	0,22	0,17	0,21	0,12	0,28	0,05	0,46	0,71	351	2531	77	59	74	41	98	18	161	249	7	14	16	12	15	6	7	4	20	20	1,23
Karpbukt	4,73	0,39	0,14	0,11	0,12	0,10	0,21	1,57	2,75	506	9426	195	71	54	62	50	106	797	1389	19	24	32	10	8	6	3	17	68	78	1,00
Ny-Ålesund	5,43	0,20	0,08	0,18	1,21	0,38	1,19	8,18	15,58	341	1277	70	27	61	413	130	406	2786	5308	4	12	58	6	13	60	10	98	356	440	1,07

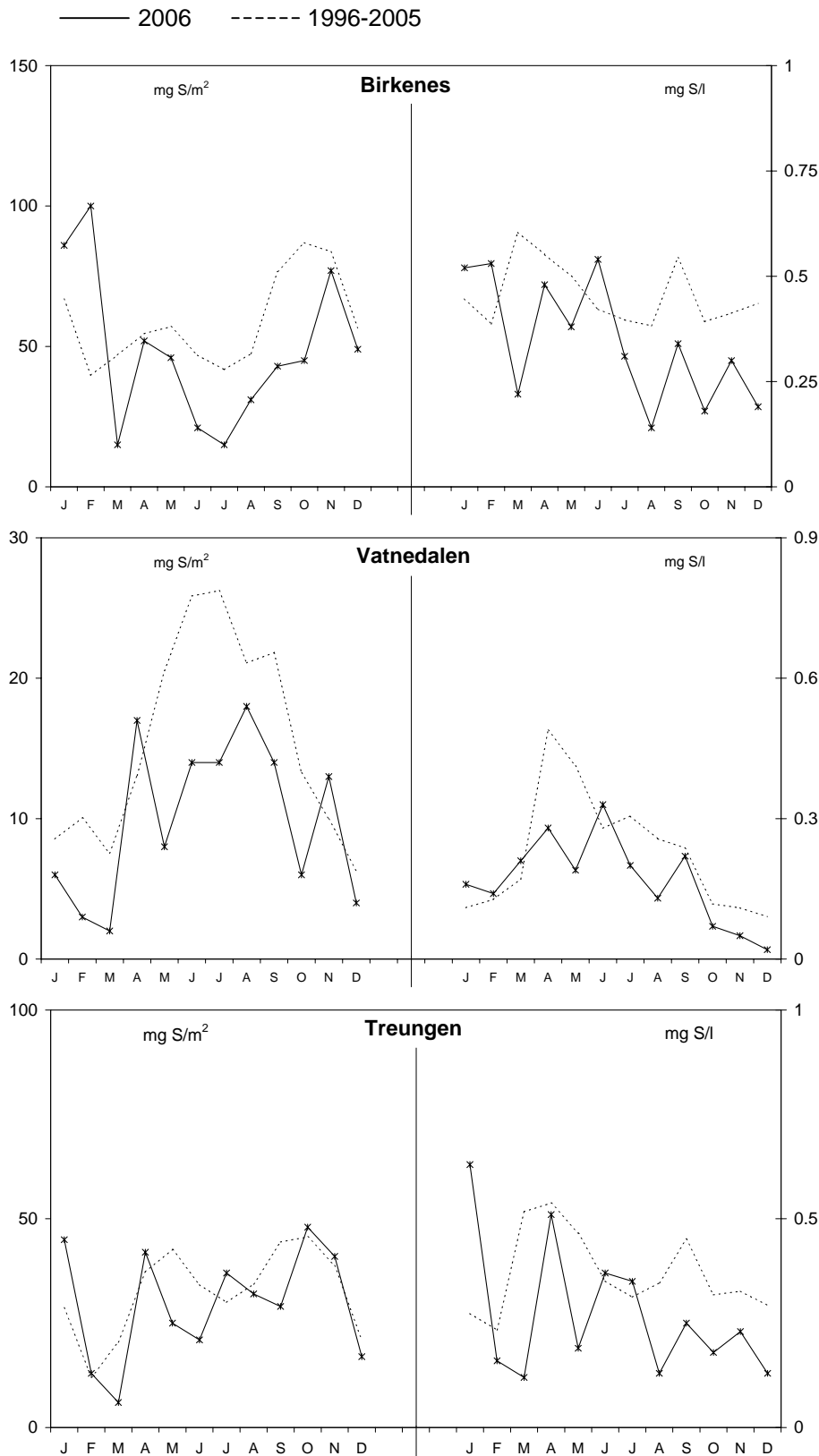


Figur 1.1: Middelkonsentrasjoner i nedbør og våtavsetning av sulfat (sjøsaltkorrigert) og sterk syre (pH) på norske bakgrunnsstasjoner i 2006.

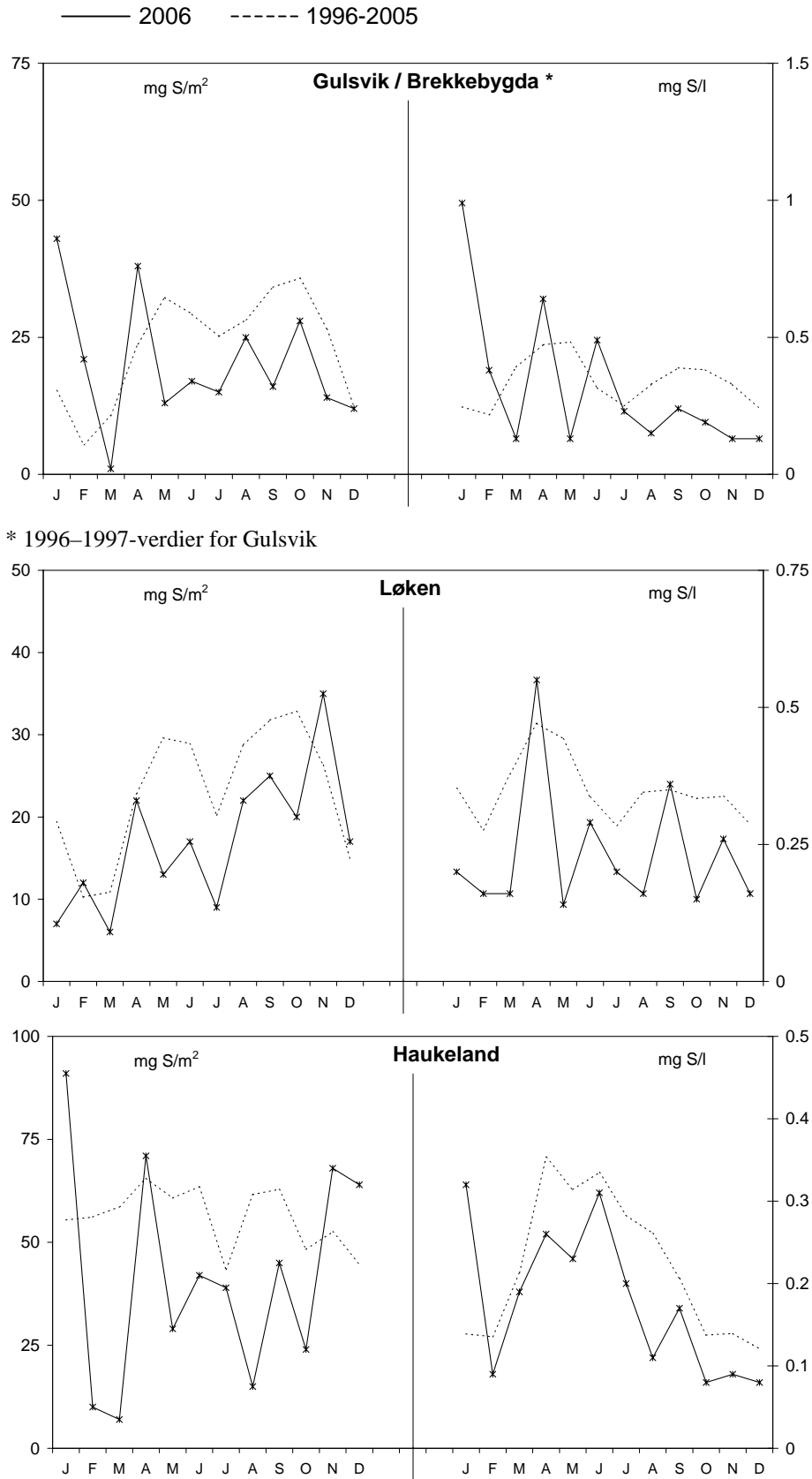




Figur 1.2: Middelskonsentrasjoner i nedbør av nitrat, ammonium og klorid, og våtavsetning av total nitrogen (nitrat + ammonium) på norske bakgrunnsstasjoner i 2006.

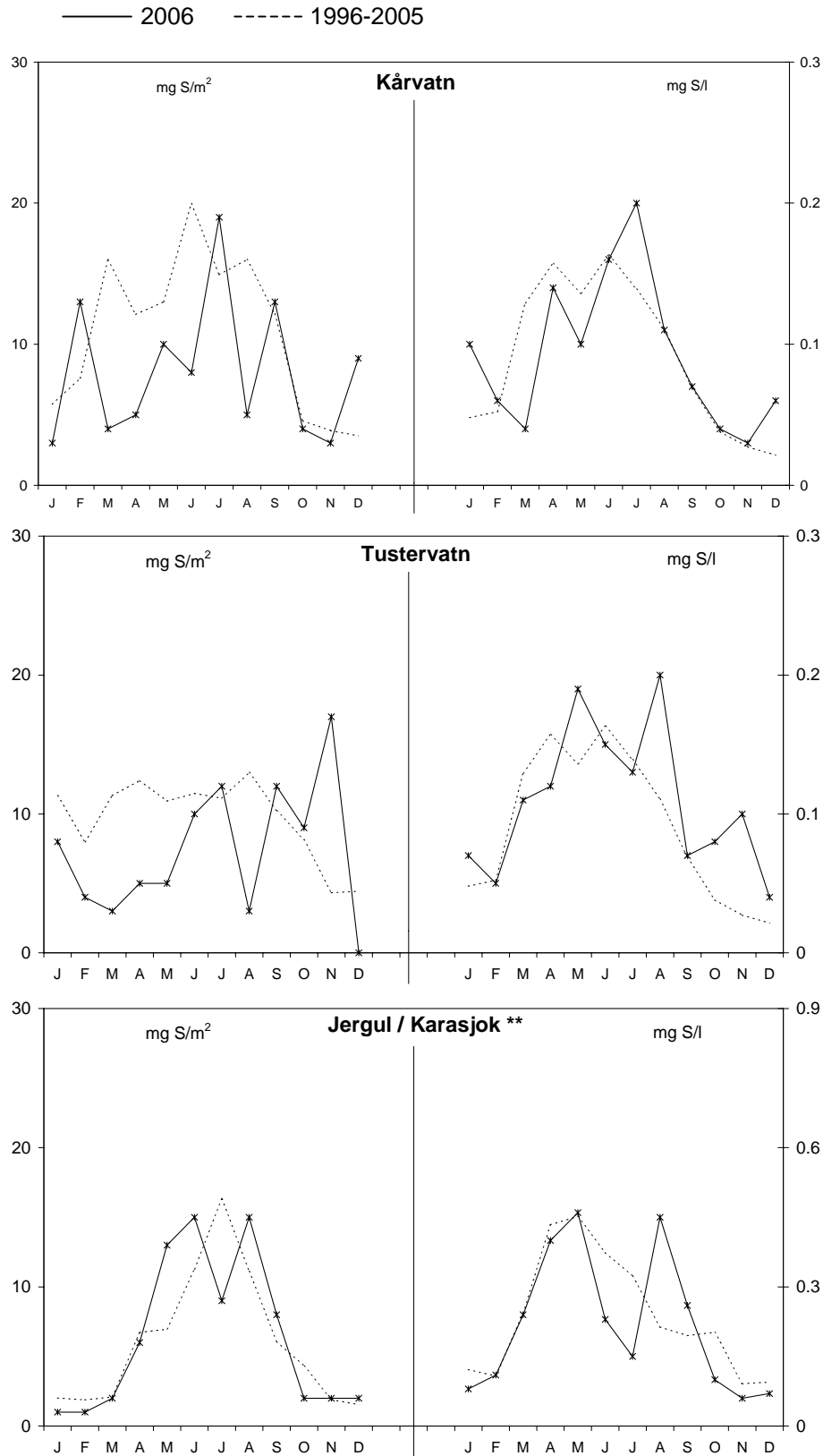


Figur 1.3: Månedlige våtavsetninger og middelkonsentrasjoner av sulfat (sjøsaltkorrigert) på norske bakgrunnsstasjoner i 2006 og de ti foregående årene (middelverdi).



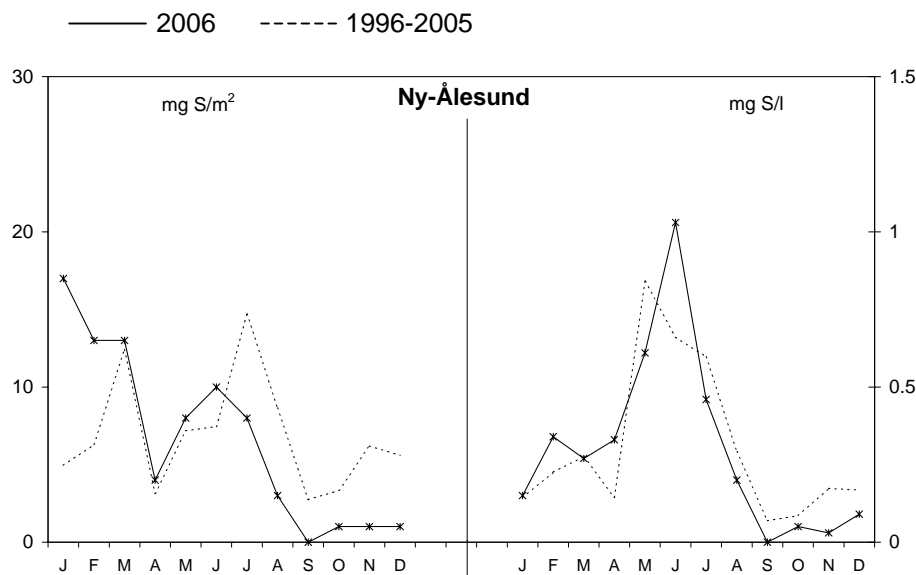
\* 1996–1997-verdier for Gulsvik

Figur 1.3, forts.



\*\* 1996-verdier for Jergul

Figur 1.3, forts.



Figur 1.3, forts.

### 1.3 Tidsutvikling

Konsentrasjonene av sterk syre, sulfat, nitrat og ammonium i 2006 var noe lavere enn det som ble observert i 2005, men tilsvarende som for 2004. Det varierer noe, i Karasjok og på Kårvatn observeres en viss økning, Figur 1.4. Våtavsetningen av sulfat er tilsvarende som for de siste årene, mens man ser noe økning i nitrogenavsetning i forhold til 2005 (Figur 1.5 og vedlegg A.1.21).

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 et noe lavere nivå, men ikke så tydelig trend som for sulfat. Disse observasjonene samsvarer godt med de rapporterte endringer i utslipp.

Årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat, nitrat, ammonium, kalsium og magnesium er testet med hensyn på eventuelle trender for 10 målesteder med lange dataserier (Tabell 1.2). 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).

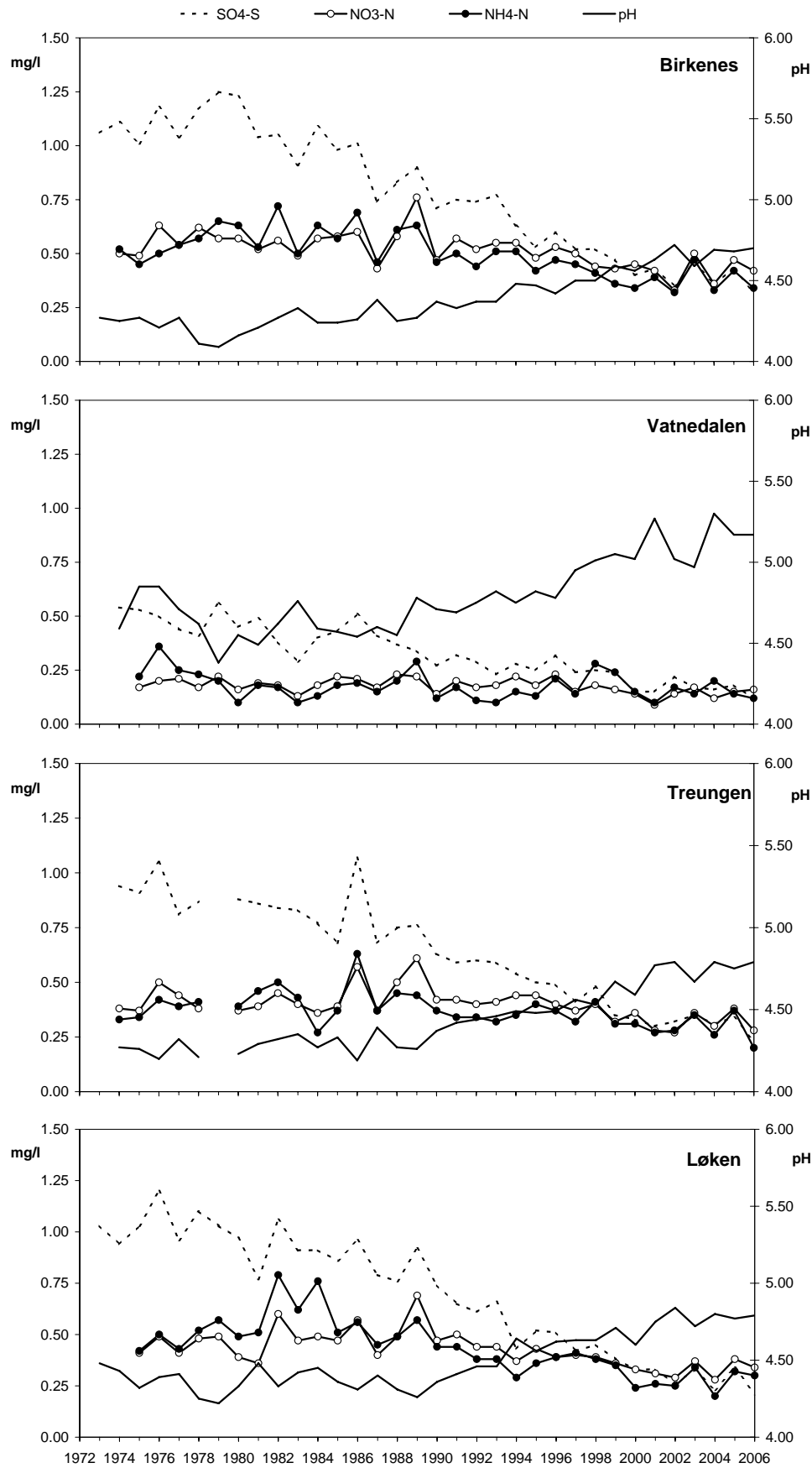
Årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat i nedbør har avtatt signifikant siden 1980 på alle målesteder innenfor 95%-konfidensnivået. Den midlere reduksjonen er mellom  $0,004 \text{ mg S}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{år}^{-1}$  og  $0,032 \text{ mg S}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{år}^{-1}$ . I perioden 1980–2006 var reduksjonen på fastlands-Norge i sulfat-konsentrasjoner mellom 60% og 83%. Årsmiddelkonsentrasjonene av nitrat har en signifikant reduksjon siden 1980 på Haukeland og alle stasjonene sør for denne. (Tabell 1.2, Figur 1.4, Figur 1.5), reduksjonene har vært på mellom 20 og 43%. De nordligste stasjonene har lavt nivå av nitrat og evt trender er vanskelig å observere. For ammonium har det vært en

signifikant reduksjon ved nesten alle av de samme målestasjonene utenom Vatnedalen, reduksjonen har vært større enn for nitrat, mellom 38 og 61%. Det har vært en økning av ammoniumkonsentrasjonen på Tustervatn. Endringer i konsentrasjonene av ammonium antas å være påvirket av endring i bidraget fra lokale kilder. Basekationer (representert ved kalsium) har også hatt en signifikant reduksjon på flere stasjoner.

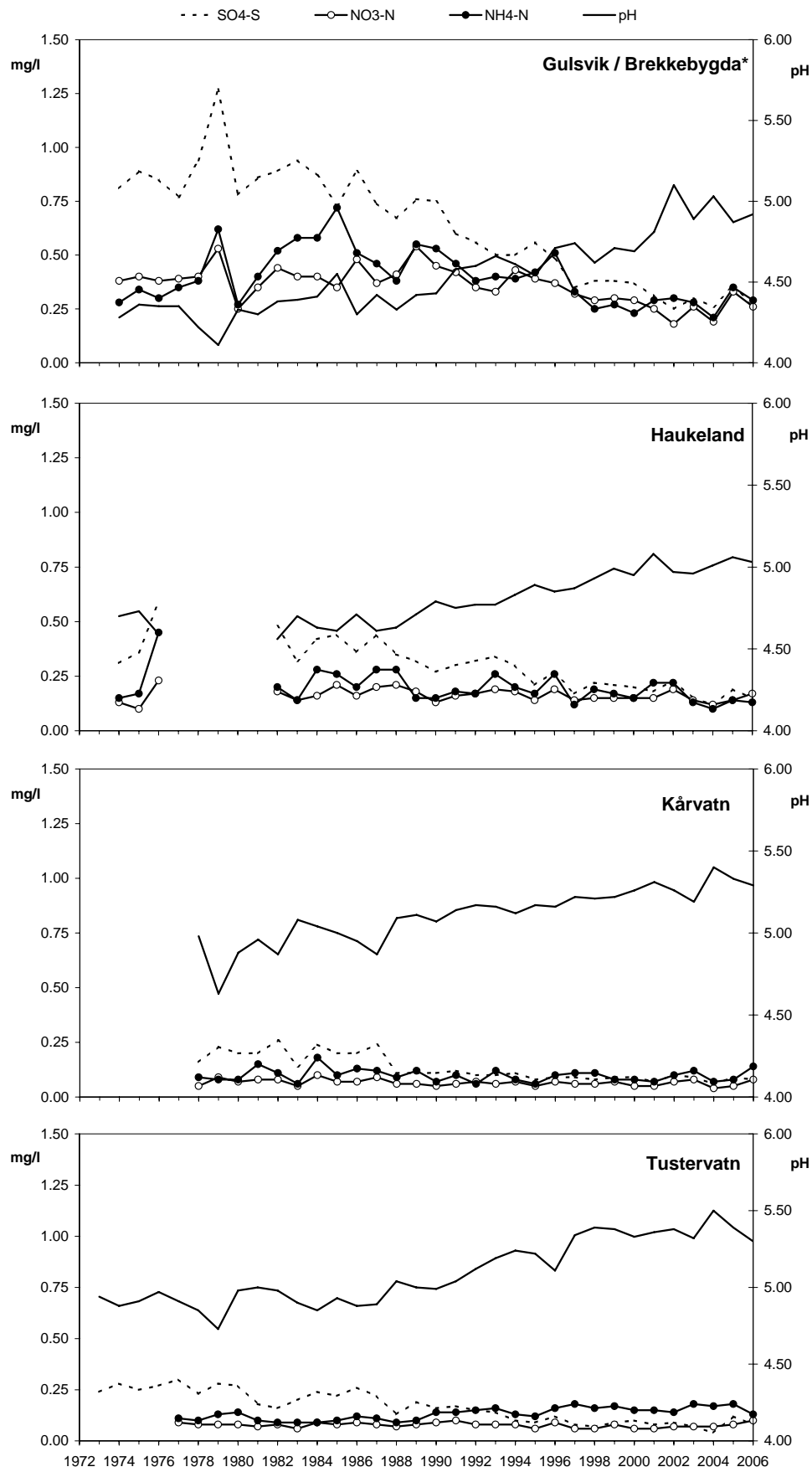
Innholdet av sjøsalter i nedbøren påvirkes sterkt av de meteorologiske forhold og varierer av den grunn mye fra år til år. Høyt sjøsaltinnhold i nedbøren skyldes som regel sterk pålandsvind. En signifikant reduksjon av sjøsalt (representert ved magnesium) kan ses på Løken og Treungen.

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. 56%, 23% og 20% fra 1990 til 2004 (EMEP, 2006). Utslippsreduksjonen spesielt for svovel er en del høyere om man ser fra 1980, men naturlig å sammenligne med 1990 da dette er sammenligningsåret man bruker i Gøteborgprotokollen (UN/ECE, 1999). Dette 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%.

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.



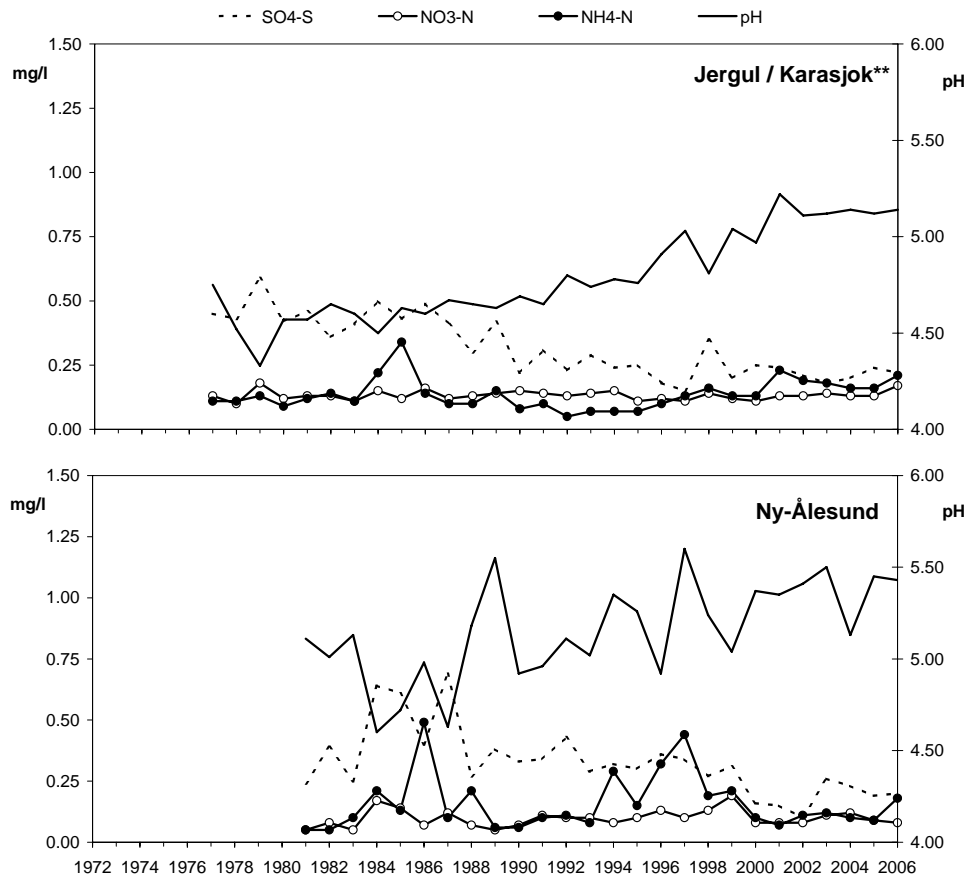
Figur 1.4: Veide årsmiddelkonsentrasjoner av sulfat (sjøsaltkorrigert), nitrat, ammonium og pH-middelverdier i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, 1973-2006.



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

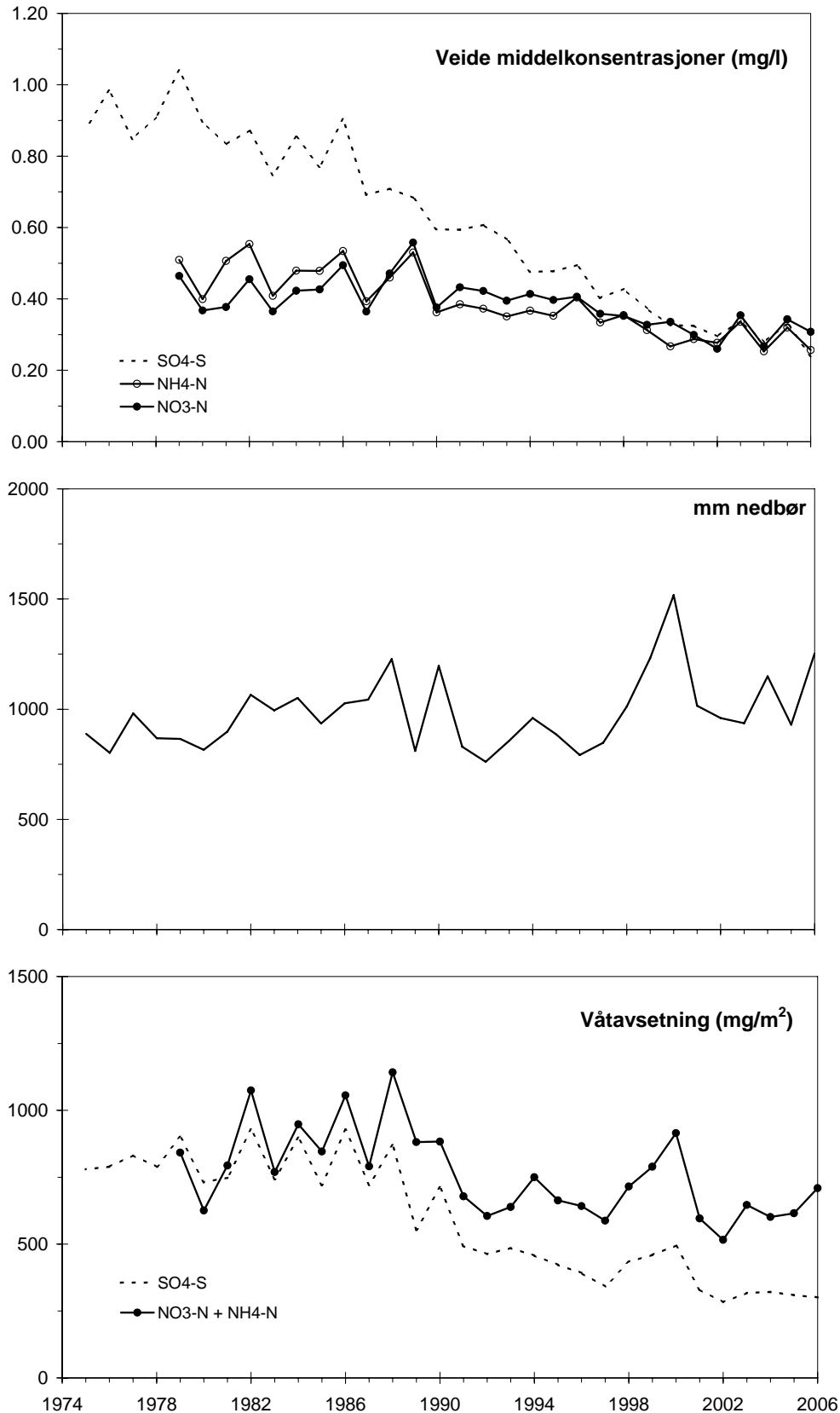
Figur 1.4, forts.





\*\* Data fra Jergul 1977-1996, Karasjok 1997-2006

Figur 1.4, forts.



Figur 1.5: Veide årsmiddelkonsentrasjoner av sulfat (sjøsaltkorrigert), nitrat og ammonium, gjennomsnittlige årlige nedbørmengder og våtavsetninger av sulfat og sum (nitrat+ammonium) 1974-2006 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 1980-2006.

Målested	Periode	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	1980-2006	-0,032	-0,036	-0,027	75%	***	28%	***	48%		***
Treungen	1980-2006	-0,025	-0,028	-0,023	73%	**	26%	***	38%	***	***
Vatnedalen	1980-2006	-0,012	-0,015	-0,010	70%	x	24%				
Løken	1980-2006	-0,032	-0,035	-0,029	83%	***	40%	***	61%	**	***
Gulsvik/Brekkebygda	1980-2006	-0,028	-0,032	-0,024	78%	**	43%	***	56%		
Haukeland <sup>1)</sup>	1982-2006	-0,013	-0,016	-0,010	71%	x	20%	*	38%		*
Kårvatn	1980-2006	-0,004	-0,007	-0,003	67%						***
Tustervatn	1980-2006	-0,007	-0,009	-0,005	79%			+,***	46%		
Jergul/Karasjok	1980-2006	-0,010	-0,014	-0,006	60%					x	
Ny-Ålesund <sup>2)</sup>	1980-2006	-0,010	-0,018	-0,005	56%						x

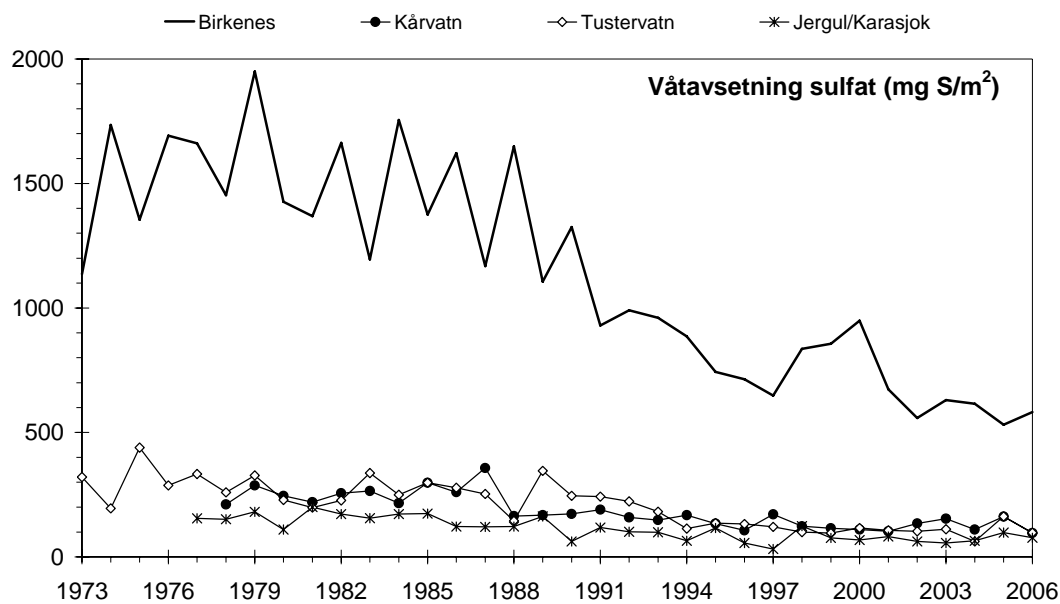
<sup>1)</sup> Fra 1982. <sup>2)</sup> Fra 1981.

Det er anvendt Mann-Kendall's test og Sen's estimater av trender ved 95% konfidensnivå (Gilbert, 1987).

Helningskoeffisienten og midlere endring er beregnet ved Sen's trend estimator.

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

+ økning i konsentrasjon, alt annet er reduksjoner.



Figur 1.6: Årlige våtavsetninger av sulfat på fire norske EMEP-stasjoner, 1973-2006.

## 2. Sporelementer i nedbør

Som et ledd i SFTs 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 Kommissjonens Comprehensive Atmospheric Monitoring Programme (OSPAR-CAMP) utføres et utvidet måleprogram på Birkenes. Nedbørprøvene analyseres også med hensyn på nikkel, arsen, kopper, kobolt og krom. Tilsvarende også på Svanvik.

Opplysninger om prøvetaking og analysemetoder er gitt i Vedlegg C. Årsverdiene er gitt i Tabell 2.1 og Tabell 2.2, 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 2.1 for 3 representative målestasjoner. Høyeste konsentrasjoner ble observert i februar, mars og oktober. På Birkenes var det veldig høye nivåer av bly og kadmium i februar.

Tabell 2.1 viser at de høyeste årsmiddelkonsentrasjoner av bly og kadmium ble målt på Svanvik med henholdsvis 1,15 og 0,13 µg/l. Svanvik i Sør-Varanger har også høyest nivå av de andre tungmetallene grunnet store industriutslipp på Kolahalvøya.

Tabell 2.2 viser at våtavsetningen av bly og krom var størst på Birkenes, Hurdal hadde høyest avsetning av kadmium og sink. For de andre elementene er det høyest på Svanvik.

I Figur 2.2 og Vedlegg A.2.20 er årsmiddelkonsentrasjonene fra 1980 til 2006 samt tidligere data fra 1976 (Semb, 1978) og fra 1978 (Hanssen et al., 1980) sammenstilt. Blyinnholdet i nedbør har avtatt med 60-80% siden 1978. På Svanvik var det en periode fra 2000-2003 med forhøyde verdier, men ellers er det nivået vært relativt konstant siden 1990 med årlige variasjoner avhengig av meteorologiske forhold.

Kadmiuminnholdet har avtatt med 50-80% siden slutten av 1970-årene, og endringen har vært størst på Birkenes. Også for kadmium var den største reduksjonen frem til nittitallet. Ellers utpeker enkelte høye årsverdier seg, f.eks. Birkenes 1982 og Svanvik 2001. Kadmiumnivået på Svanvik og Hurdal har steget noe de siste par årene

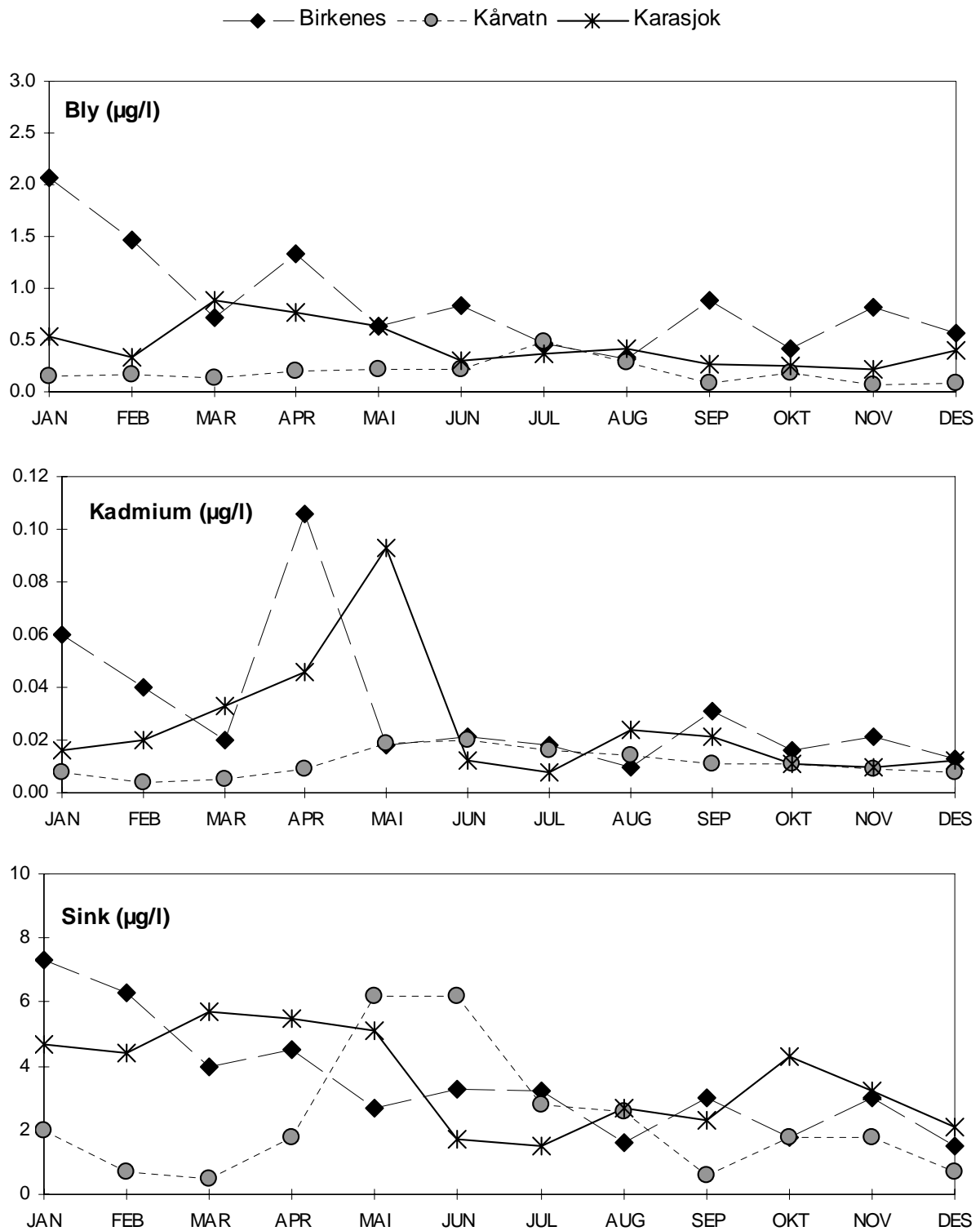
Innholdet av sink har avtatt med ca. 70% siden 1976. På Birkenes avtok årsmiddelkonsentrasjonene markert fra 1976 til 1981, men var deretter stort sett økende frem til 1988. Kårvatn og Jergul viser ingen markert tendens før 1988. Sinkinnholdet har avtatt gradvis på alle målestedene siden 1988 og frem til 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.

Tabell 2.1: Årlige veide middelkonsentrasjoner ( $\mu\text{g/l}$ ) av tungmetaller på norske bakgrunnsstasjoner, 2006.

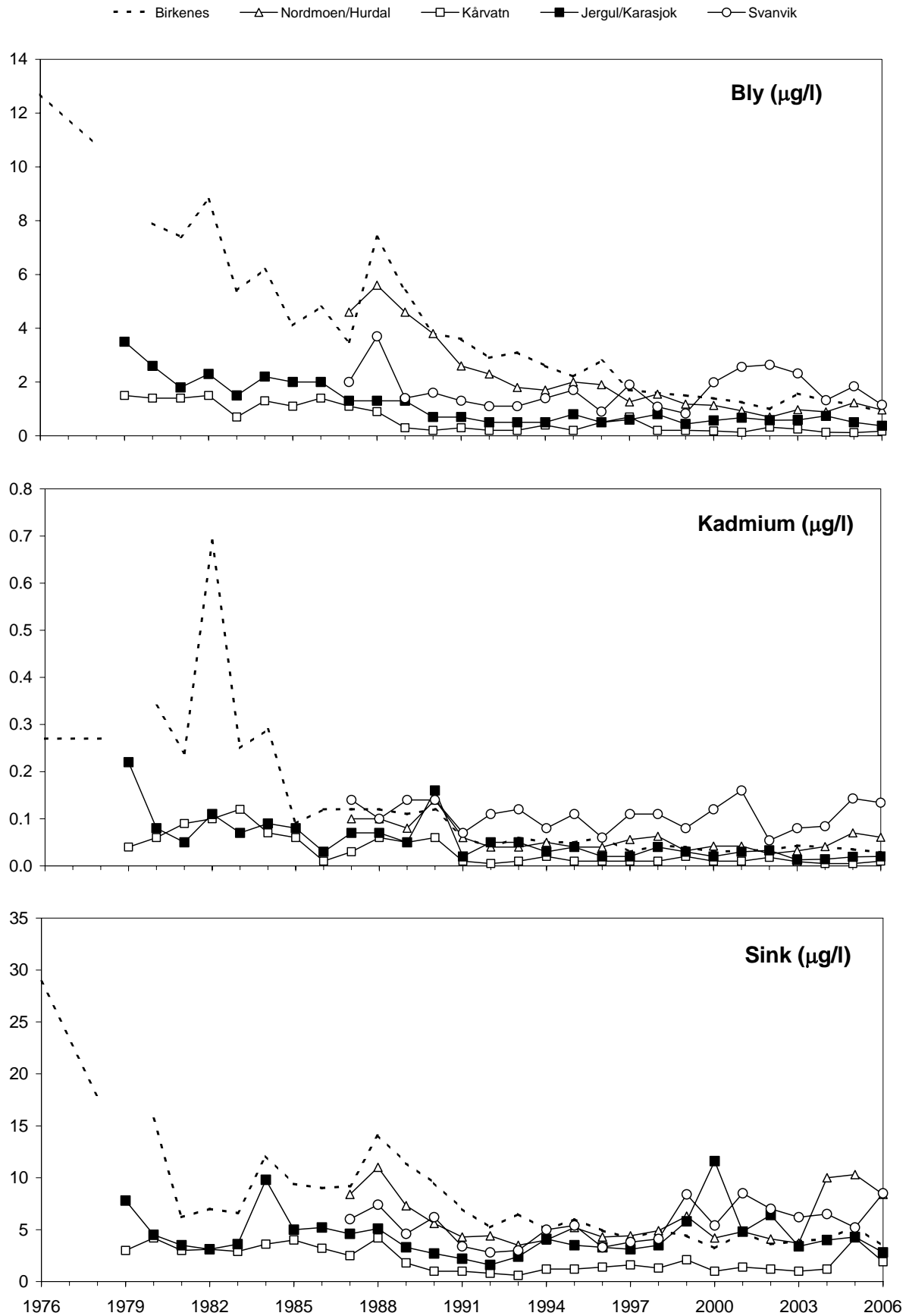
Stasjon	Pb	Cd	Zn	Ni	As	Cu	Co	Cr
Birkenes	0,88	0,029	3,4	0,2	0,20	0,51	0,01	0,15
Hurdal	0,96	0,061	8,4	-	-	-	-	-
Kårvatn	0,17	0,010	1,9	-	-	-	-	-
Karasjok	0,37	0,020	2,8	-	-	-	-	-
Svanvik	1,15	0,134	8,5	33,36	1,31	44,51	1,14	0,31

Tabell 2.2: Årlige våtavsetninger av tungmetaller ( $\mu\text{g/m}^2$ ) på norske bakgrunnsstasjoner, 2006.

Stasjon	Pb	Cd	Zn	Ni	As	Cu	Co	Cr
Birkenes	1600	53,4	6117	355	354	931	26	273
Hurdal	1022	64,4	8893	-	-	-	-	-
Kårvatn	209	12,4	2327	-	-	-	-	-
Karasjok	133	7,1	1005	-	-	-	-	-
Svanvik	486	56,7	3583	14109	556	18827	483	131



Figur 2.1: Månedlige veide middelkonsentrasjoner av bly, kadmium og sink i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, 2006.



Figur 2.2: Årlige middelkonsentrasjoner av bly, kadmium og sink i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner i 1976, august 1978–juni 1979, 1980 (februar–desember) og 1981–2006.

### 3. Innholdet av svovel- og nitrogenforbindelser i luft

Det ble utført luftprøvetaking av svovel og nitrogenforbindelser i bakgrunnsområder på 7 steder i 2006, Tabell 3.1. 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 døgnetlig, 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.

#### 3.1 Luftens innhold av forurensninger

Tabell 3.1 viser årsmiddel av luftkonsentrasjonene på hver stasjon. Maksimum- 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 døgnetlig prøvetaking er gitt i Tabell 3.2–Tabell 3.6. Søgne har ukesprøver og inkluderes derfor ikke i Tabell 3.2–Tabell 3.6 for episodestudier.

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  $0,41 \mu\text{g S}\cdot\text{m}^{-3}$  og Karasjok med  $0,29 \mu\text{g S}\cdot\text{m}^{-3}$ . Høyeste døgnmidlet ble målt i Karasjok med  $8,71 \mu\text{g S}\cdot\text{m}^{-3}$  2. februar 2006, og trajektoriene for denne dagen viser også at luftmassene kommer fra Kolahalvøya. Samme episode ble observert på Tustervatn dagen etter.

Høyeste årsmiddel av partikulært sulfat ble målt på Søgne ( $0,75 \mu\text{g S}/\text{m}^3$ ). Den høyeste episoden ble observert på Birkenes 14. september. Dette er en langtransportepisode fra Sentral-Europa. På Zepelin er det høyest  $\text{SO}_4$  nivå den 2 mai som har sammenheng med langtransport fra Øst-Europa hvor det var store branner i denne perioden. (Stohl et al., 2006). Dette gjenspeiles også i ozon-, tungmetaller, POP'er og PM-dataene. Se de respektive kapitlene som omtaler dette.

Høyest  $\text{NO}_2$ -nivå observeres på Hurdal med årsmiddel på  $0,78 \mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$ . Denne stasjonen påvirkes av den store biltrafikken i denne regionen. Den høyeste døgnmiddelverdien av  $\text{NO}_2$  ble også målt på Hurdal ( $6,19 \mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$ ) 21. desember. 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 med hhv. 0,48. Søgne hadde også høyest årsmiddel av "sum ammonium" ( $0,99 \mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$ ) av de stasjonene med minimal lokal påvirkning. Tustervatn som er påvirket av lokal gårdsdrift hadde et årsmiddel på  $1,11 \mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$ . Det ble målt enkelte høye døgnmiddelkonsentrasjoner ved de fleste andre stasjoner også. "Sum ammonium" ( $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ ) viste høyeste nivå i vår- og sommermånedene. Dette kan skyldes både påvirkning fra lokale ammoniakkslipp og langtransportert tilførsel.

Kalsiumnivået er veldig høyt i 2006 på alle stasjoner sammenlignet med tidligere år, ca. dobbelt så høy konsentrasjon. Dette kan delvis skyldes økt langtransportbidrag fra skogbranner o.a. fra Øst-Europa, men det har også vært et kontamineringsproblem av innkjøpte filtre. Dette har ført til unaturlig høye blindverdier av kalsium og magnesium. De



opplagte kontaminerte prøvene er luket ut, men man kan anta at en del av konsentrasjonsøkningen skyldes problemer med filterkontaminering.

I Tabell 3.7 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  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_2$ , sum nitrat ( $\text{NO}_3^- + \text{HNO}_3$ ) og sum ammonium ( $\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$ ) 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  $\text{HNO}_3$  å bidra med 25% og  $\text{NO}_3^-$  med 75%, og i "sum ammonium" antas  $\text{NH}_3$  å bidra med 8% og  $\text{NH}_4^+$  med 92% (Ferm, 1988). Avsetningshastighetene av gasser og partikler er sterkt variable og usikre størrelser. Avsetningen av partikler ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ) tiltar med vindhastigheten og med bakkens ruhet (skogdekning etc.). Avsetningen av gasser ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NH}_3$ ) 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 3.2 viser at våtavsetningen bidrar mest til den totale avsetningen i alle landsdeler. Tørravsetningsbidragene av nitrogenforbindelser på Tustervatn og Kårvatn skyldes delvis lokale ammoniakkutslipp. Tørravsetningsbidraget er kun beregnet for stasjonene med fullt måleprogram.

Av Tabell 3.7 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 29–37% om sommeren og 4–16% om vinteren i alle landsdeler unntatt Finnmark. I Finnmark er tørravsetningsbidraget meget høyt på grunn av høye luftkonsentrasjoner og lite nedbør. På Karasjok er det hhv. 40% tørravsetning om sommeren og 53% om vinteren. Tørravsetningen for nitrogenkomponenter bidrar for det meste relativt mer til totalavsetningen enn hva som er tilfelle for svovelforbindelser, især om sommeren.

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 estimater for helning (Gilbert, 1987). 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 3.8 viser at årsmiddelkonsentrasjonene på fastlandsstasjonene siden 1980 har hatt en signifikant midlere reduksjon mellom 0,015 og 0,040  $\mu\text{g S m}^{-3}\cdot\text{år}^{-1}$  for svoveldioksid og mellom 0,013 og 0,027  $\mu\text{g S m}^{-3}\cdot\text{år}^{-1}$  for sulfat. Reduksjonene er for svoveldioksid med 1980 som referanseår beregnet til å være mellom 80% og 97%, og for sulfat mellom 63% og 71%. Endringen i svoveldioksid- og sulfatkonsentrasjonene ved Ny-Ålesund/Zeppefjell har vært på -0,01 og -0,008  $\mu\text{g S m}^{-3}\cdot\text{år}^{-1}$  (hhv. 79% og 58% midlere reduksjon siden 1980).

Årsmiddelkonsentrasjonen av summen ammonium+ammoniakk i luft viser ingen entydig tendens siden målingene startet i mellom 1986 og 1989, Figur 3.7 og Tabell 3.8, det er både positive og negative trender. Imidlertid har det vært en tydelig og signifikant nedgang for  $\text{NO}_2$  på flere av stasjonene. Når det gjelder  $\text{NO}_2$  bør man være oppmerksom på at det var en

endring i målemetodikken i denne perioden (1993–94). For summen nitrat+salpetersyre var det også en klar nedgang fra 1990, men de siste årene har konsentrasjonsnivået steget en del, Figur 3.6, og ingen signifikante trender observeres, Tabell 3.8. Det gjøres oppmerksom på at siden høsten 2001 har det vært noe kontamineringsproblemer med  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . 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. På den annen side påvirker sulfattrenden også nitrogentrenden pga. relativt mer  $\text{NH}_4$  tilgjengelig for  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Økt temperatur og forandring i transportmønster påvirker også trendene.

Tabell 3.1: Årsmiddelkonsentrasjoner av luftkomponenter på norske bakgrunnsstasjoner, 2006.

STASJON	Årsmiddelkonsentrasjoner									
	$\text{SO}_2$ $\mu\text{g-S}/\text{m}^3$	$\text{NO}_2$ $\mu\text{g-N}/\text{m}^3$	$\text{SO}_4^{2-}$ $\mu\text{g-S}/\text{m}^3$	sum $\text{NO}_3$ $\mu\text{g-N}/\text{m}^3$	sum $\text{NH}_4$ $\mu\text{g-N}/\text{m}^3$	$\text{Ca}^{2+}$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\text{K}^+$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\text{Mg}^{2+}$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\text{Na}^+$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\text{Cl}^-$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Birkenes	0,18	0,48	0,53	0,40	0,77	0,13	0,05	0,09	0,44	0,44
Søgne	0,41		0,75	0,48	0,94	0,10	0,09	0,11	0,86	0,96
Hurdal	0,13	0,78	0,43	0,26	0,66	0,10	0,06	0,04	0,19	0,11
Kårvatn	0,06	0,24	0,24	0,14	0,88	0,08	0,06	0,04	0,16	0,16
Tustervatn	0,09	0,15	0,23	0,13	1,10	0,07	0,02	0,04	0,25	0,33
Karasjok*	0,29	0,14	0,28	0,16	0,12	0,07	0,02	0,04	0,23	0,30
Zeppelinfjellet	0,10		0,13	0,12	0,43	0,07	0,02	0,05	0,25	0,34

\* Kun  $\text{NH}_4$ -konsentrasjonen som er inkludert for sum  $\text{NH}_4$ .

Tabell 3.2: Antall observasjonsdøgn, 50-, 75-, 90-prosentilkonsentrasjoner, maksimum- og årsmiddelverdier for målte døgnmiddelkonsentrasjoner (se vedlegg C) av  $\text{SO}_2$  i luft på norske bakgrunnsstasjoner i 2006.

Eks.: På Birkenes var 75% av  $\text{SO}_2$ -konsentrasjonene lavere enn  $0,18 \mu\text{g S}/\text{m}^3$ .

Stasjon	Antall døgn	$\text{SO}_2$ ( $\mu\text{g S}/\text{m}^3$ )					
		Prosentilkons.			Maksimum-konsentrasjon	Dato	Årsmiddel-konsentrasjon
		50%	75%	90%			
Birkenes	363	0,08	0,23	0,46	1,87	18.02.2006	0,18
Kårvatn	352	0,04	0,05	0,09	1,15	16.02.2006	0,06
Tustervatn	363	0,03	0,06	0,16	3,22	03.02.2006	0,09
Karasjok	351	0,05	0,15	0,75	8,71	02.02.2006	0,29
Zeppelinfjellet	347	0,05	0,08	0,21	1,67	13.02.2006	0,10
Hurdal	365	0,06	0,14	0,33	1,41	08.05.2006	0,13

Tabell 3.3: Antall observasjonsdøgn, 50-, 75-, 90-prosentilkonsentrasjoner, maksimum- og årsmiddelverdier for målte døgnmiddelkonsentrasjoner (se vedlegg C) av sulfat i luft på norske bakgrunnsstasjoner i 2006.

Stasjon	Antall døgn	$\text{SO}_4$ ( $\mu\text{g S}/\text{m}^3$ )					
		Prosentilkons.			Maksimum-konsentrasjon	Dato	Årsmiddel-konsentrasjon
		50%	75%	90%			
Birkenes	363	0,35	0,74	1,31	2,95	14.09.2006	0,53
Kårvatn	352	0,14	0,33	0,64	1,63	07.05.2006	0,24
Tustervatn	364	0,12	0,26	0,55	2,11	06.05.2006	0,23
Karasjok	365	0,16	0,38	0,69	1,91	16.09.2006	0,28
Zeppelinfjellet	347	0,08	0,17	0,31	1,29	02.05.2006	0,13
Hurdal	365	0,26	0,55	1,12	2,88	26.09.2006	0,43

Tabell 3.4: 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 2006.

Stasjon	Antall døgn	NO <sub>2</sub> (µg N/m <sup>3</sup> )					
		Prosentilkons.			Maksimum-konsentrasjon	Dato	Årsmiddel-konsentrasjon
50%	75%	90%					
Birkenes	349	0,34	0,53	0,89	4,30	17.01.2006	0,48
Kårvatn	363	0,21	0,30	0,45	1,60	31.08.2006	0,24
Tustervatn	323	0,13	0,19	0,26	1,11	06.08.2006	0,15
Karasjok	361	0,12	0,18	0,28	0,68	11.01.2006, 11.12.2006	0,14
Hurdal	365	0,50	0,94	1,74	6,19	21.12.2006	0,78

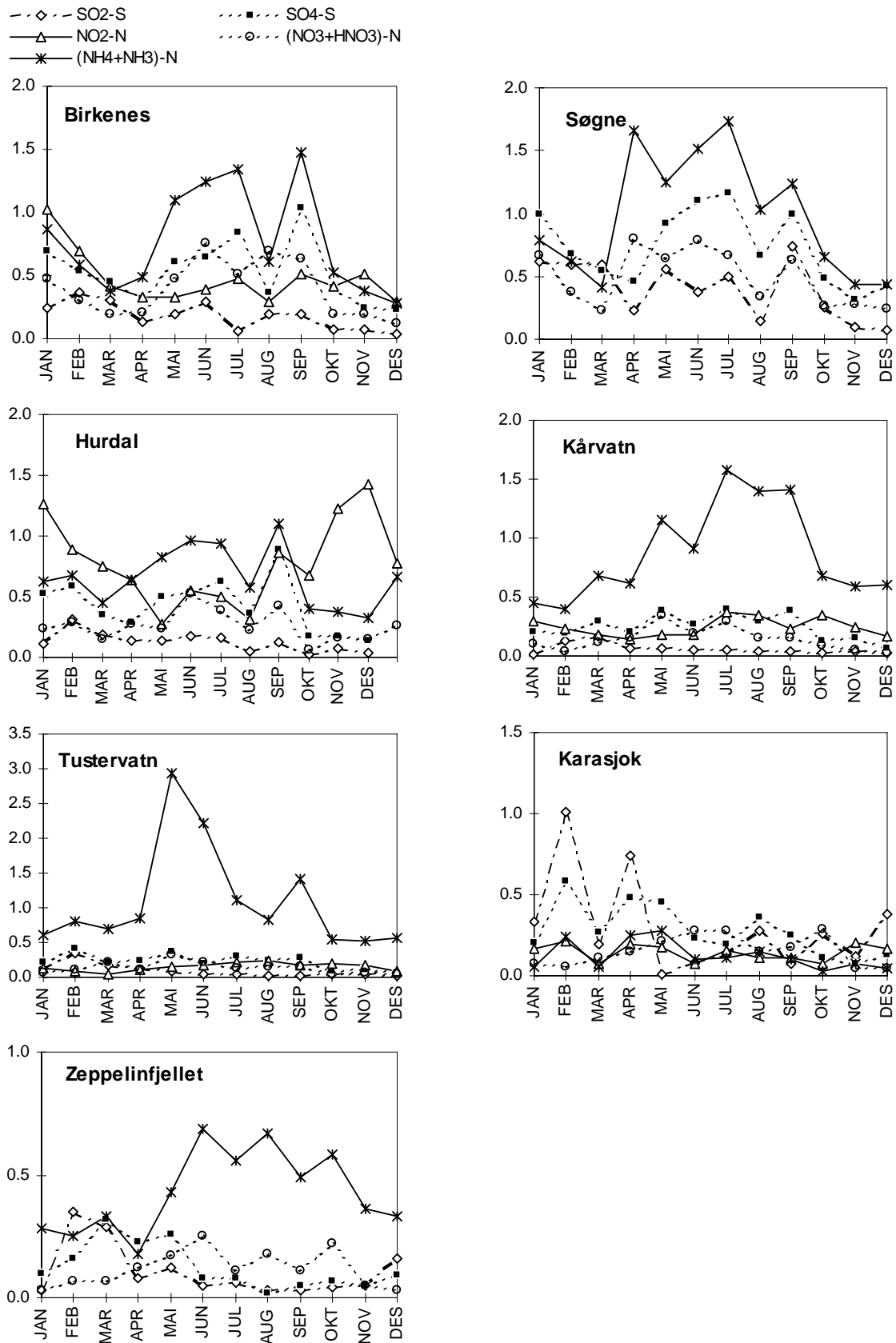
Tabell 3.5: Antall observasjonsdøgn, 50-, 75-, 90-prosentilkonsentrasjoner, maksimum- og årsmiddelverdier for målte døgnmiddelkonsentrasjoner (se vedlegg C) av sum nitrat og salpetersyre i luft på norske bakgrunnsstasjoner i 2006.

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	361	0,25	0,52	0,89	2,74	17.08.2006	0,40
Kårvatn	351	0,07	0,16	0,33	3,68	10.05.2006	0,14
Tustervatn	363	0,06	0,13	0,34	1,66	02.05.2006	0,13
Karasjok	351	0,06	0,18	0,39	1,75	12.06.2006	0,16
Zeppelinfjellet	347	0,05	0,12	0,29	3,92	25.10.2006	0,12
Hurdal	364	0,17	0,33	0,58	2,01	04.07.2006	0,26

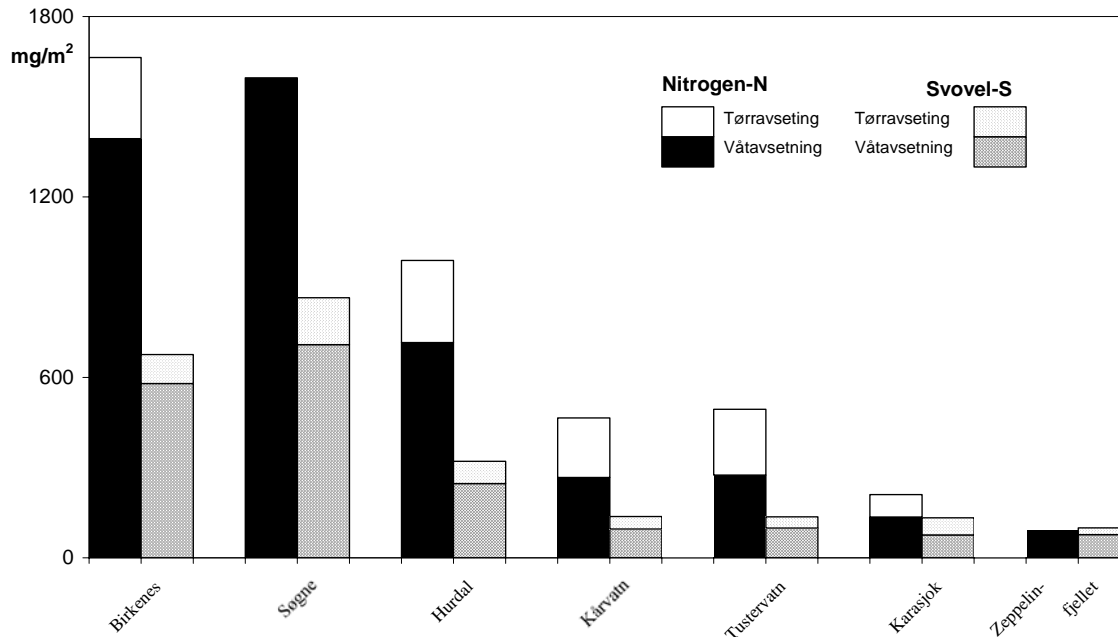
Tabell 3.6: Antall observasjonsdøgn, 50-, 75-, 90-prosentilkonsentrasjoner, maksimum- og årsmiddelverdier for målt døgnmiddelkonsentrasjoner (se vedlegg C) av sum ammonium og ammoniakk i luft på norske bakgrunnsstasjoner i 2006.

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	362	0,52	0,94	1,94	4,19	19.06.2006	0,77
Kårvatn	351	0,68	1,05	1,70	4,73	10.05.2006	0,88
Tustervatn	358	0,80	1,26	2,43	6,80	24.05.2006	1,10
Karasjok*	266	0,04	0,17	0,34	1,39	24.08.2006	0,12
Zeppelinfjellet	343	0,39	0,54	0,75	3,92	25.10.2006	0,43
Hurdal	364	0,52	0,74	1,37	2,86	13.09.2006	0,66

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



Figur 3.1: Månedlige middelkonsentrasjoner av svoveldioksid, partikulært sulfat, nitrogendioksid, (ammonium+ammoniakk) og (nitrat+salpetersyre) i luft på norske bakgrunnsstasjoner i 2006. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Figur 3.2: 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, 2006.

Tabell 3.7: Beregnet tørravsetning og målt våtavsetning av svovel- og nitrogenforbindelser på norske bakgrunnsstasjoner i 2006.

Tørravsetning = målt midlere luftkonsentrasjon · antatt tørravsetningshastighet.

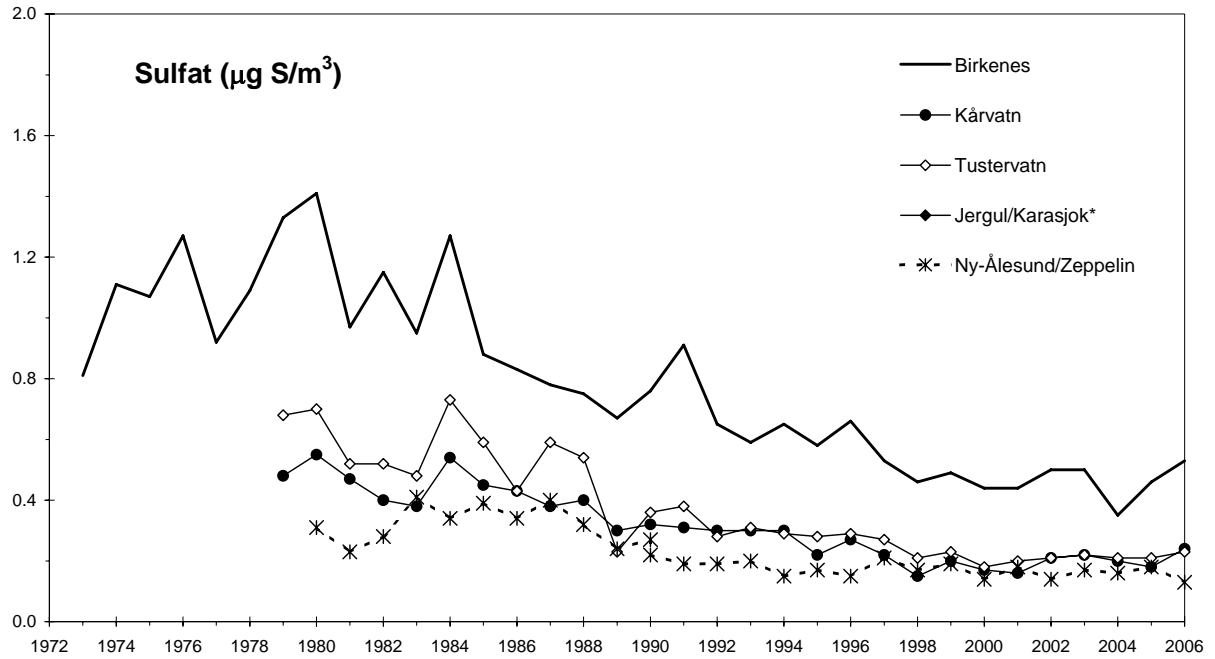
Tørravsetningshastigheter:  $SO_2$ : 0.1 cm/s (vinter) - 0.7 cm/s (sommer).  $SO_4$ : 0.2-0.6 cm/s,  $NO_2$ : 0.1-0.5 cm/s,  $HNO_3$ : 1.5-2.5 cm/s,  $NO_3$ : 0.2-0.6 cm/s,  $NH_4$ : 0.2-0.6 cm/s,  $NH_3$ : 0.1-0.7 cm/s. Sum nitrat = 25%  $HNO_3$  + 75%  $NO_3$ . Sum ammonium = 8%  $NH_3$  + 92%  $NH_4$ .

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

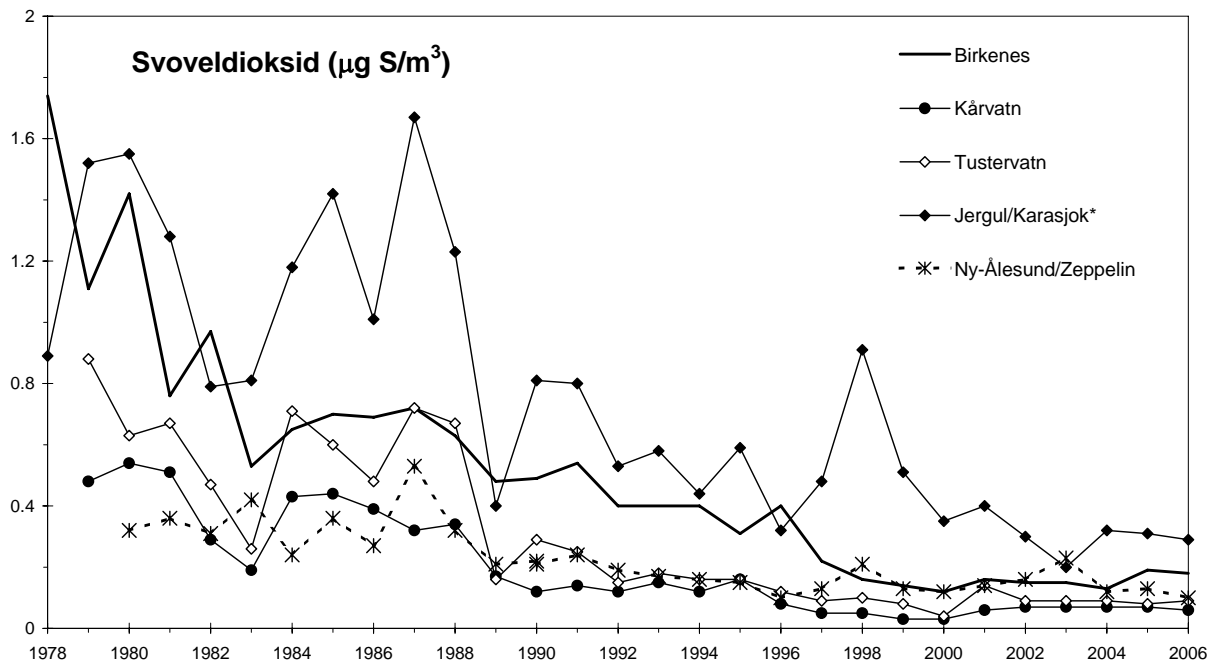
Sommer = mai - oktober, vinter = januar - april og november - desember.

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	16	80	379	201	4	29	48	221	906	488	5	31
Søgne	23	132	485	224	5	37	-	-	1011	585	-	-
Hurdal	13	61	133	114	9	35	34	239	403	313	8	43
Kårvatn	7	35	37	59	16	37	31	168	127	140	20	54
Tustervatn	9	29	48	51	15	36	32	187	142	133	18	58
Karasjok	16	41	14	62	53	40	13	61	44	92	23	40
Zeppelinfjellet	7	15	49	28	13	35	-	-	54	36	-	-

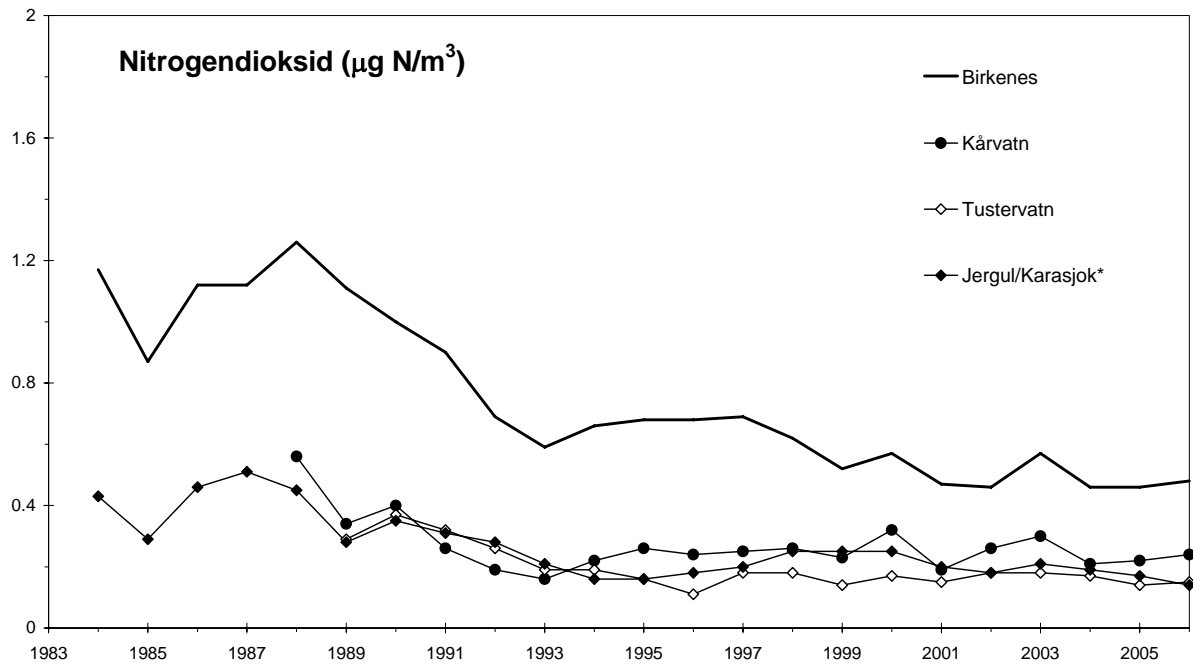
For Zeppelinfjellet er våtavsetningene på Ny-Ålesund anvendt. For tørravsetning av nitrogen på Karasjok er ikke  $NH_3$ -N-konsentrasjonen inkludert.



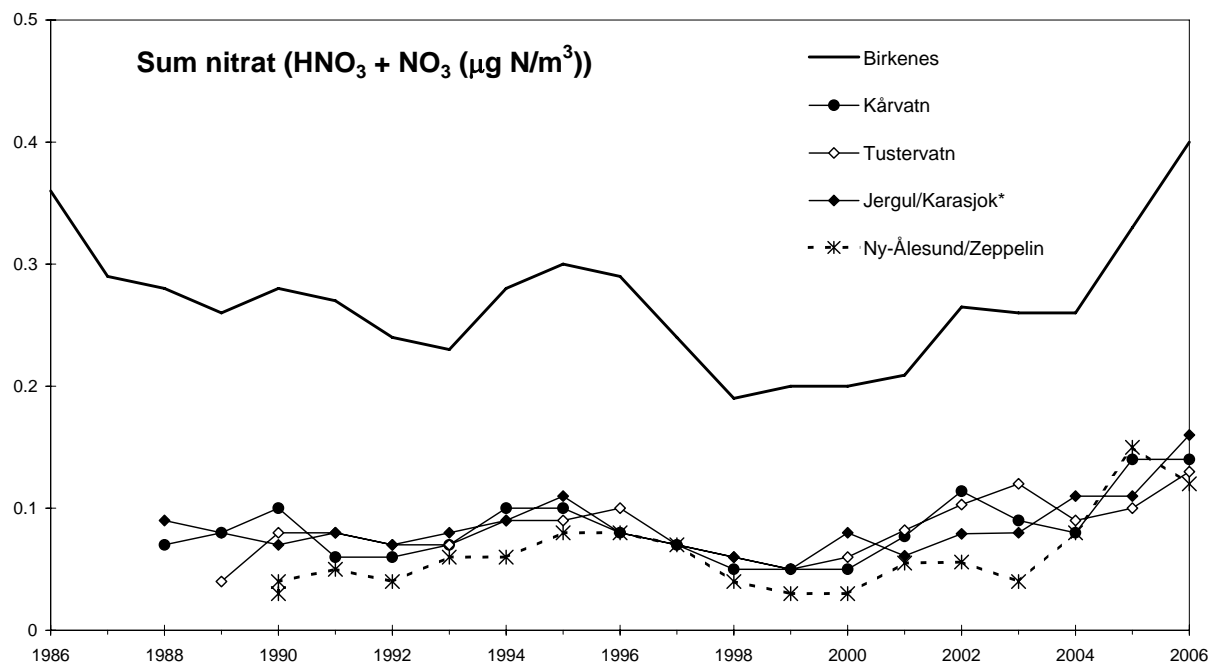
Figur 3.3: Årsmiddelkonsentrasjoner av partikulært sulfat i luft på norske EMEP-stasjoner i 1973-2006.



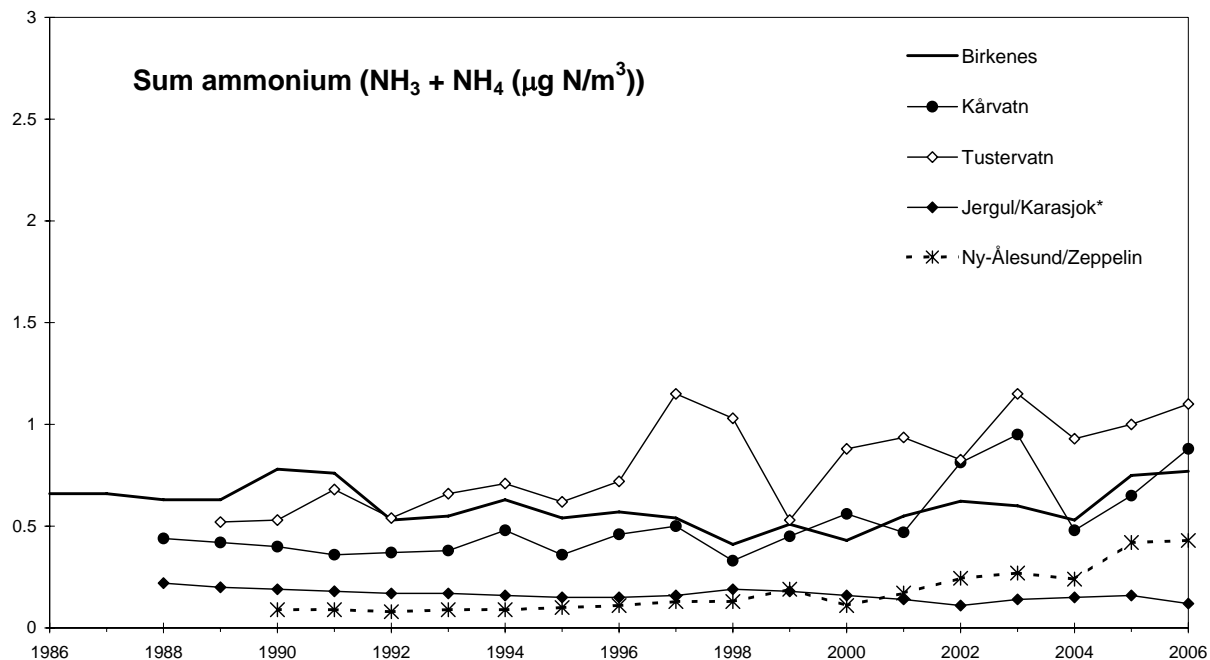
Figur 3.4: Årsmiddelkonsentrasjoner av svoveldioksid i luft på norske EMEP-stasjoner i 1978-2006.



Figur 3.5: Årsmiddelkonsentrasjoner av nitrogendioksid i luft på norske EMEP-stasjoner i 1984-2006.



Figur 3.6: Årsmiddelkonsentrasjoner av sum nitrat i luft på norske EMEP-stasjoner i 1986-2006.



\* Karasjok fra 1997 og kun benyttet NH<sub>4</sub>-N-konsentrasjonen.

Figur 3.7: Årsmiddelkonsentrasjoner av sum ammonium i luft på norske EMEP-stasjoner i 1986-2006.

Tabell 3.8: Midlere endringer av de årlige middelkonsentrasjoner av svoveldioksid og sulfat i luft på norske bakgrunnsstasjoner i perioden 1980-2006.

Målested	Svoveldioksid, endringer				Sulfat, endringer				Endringer i nitrogen 1984-89 til 2006		
	µg SO <sub>2</sub> -S/m <sup>3</sup> år			Midlere endring i perioden (%)	µg 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	-0,031	-0,037	-0,025	97%	-0,027	-0,032	-0,022	64%			***
Kårvatn	-0,015	-0,020	-0,009	88% <sup>1)</sup>	-0,013	-0,016	-0,010	68%		+,**	
Tustervatn	-0,021	-0,029	-0,011	80% <sup>1)</sup>	-0,016	-0,019	-0,012	71%	+,*	+,***	**
Jergul/Karasjok	-0,040	-0,053	-0,024	84%	-0,018	-0,024	-0,013	63%		***	***
Zeppelin	-0,010	-0,012	-0,007	79%	-0,008	-0,011	-0,005	58%		***	

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

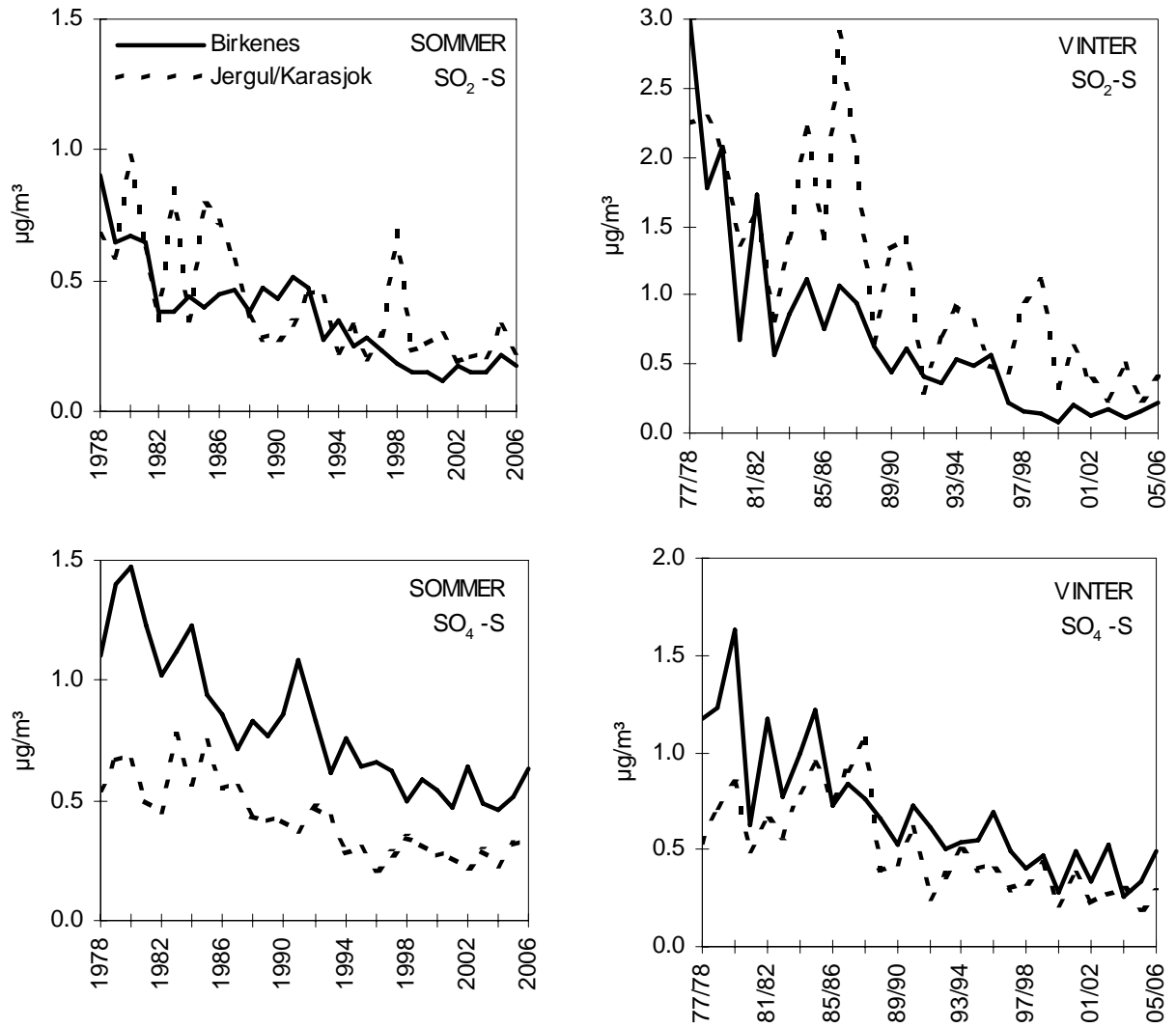
Helningskoeffisienten og midlere endring ligger innen Sen's trend estimator.

<sup>1)</sup> For SO<sub>2</sub> er den midlere endring beregnet utfra den øvre grensen for 95% konfidensnivå da Sen-estimatet gir mer enn 100% endring.

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

+ økning i konsentrasjon, alt annet er reduksjoner.





Figur 3.8: Middelskonsentrasjoner av partikulært sulfat og svoveldioksid i luft for vinterhalvårene 1978/1979 – 2005/2006 (oktober-mars) og sommerhalvårene 1978–2006 på Birkenes og Jergul/Karasjok.

## 4. 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 og 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. Ozonmålingene på Osen ble nedlagt 1. januar 2004. Det ble også SFTs ozonmålinger ved Langesund og Klyve, mens stasjonen Haukenes fortsatte. Det er dermed 9 gjenværende stasjoner med bakgrunnsmålinger av ozon i Norge (se Figur 1 og Tabell 4.1). Ozonmonitoren på Haukenes var imidlertid til service gjennom en lengre periode av 2006 og måleserien fra denne stasjonen er dermed ikke inkludert her. 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 underestimering av den regionale ozoneksponeringen (se f.eks. Tørseth et al., 1996).

Tabell 4.1 viser målesteder og datadekning for 2006. Målemetoden er omtalt i vedlegg C.

Tabell 4.1: Målesteder for ozon i 2006.

Stasjon	Måleperiode	Datadekning
Prestebakke	01.01.06 - 31.12.06	99,7%
Hurdal	01.01.06 - 31.12.06	99,7%
Birkenes	01.01.06 - 31.12.06	98,5%
Sandve	01.01.06 - 31.12.06	95,3%
Kårvatn	01.01.06 - 31.12.06	99,5%
Tustervatn	01.01.06 - 31.12.06	99,5%
Karasjok	01.01.06 - 31.12.06	99,6%
Zeppelinfjellet	01.01.06 - 31.12.06	97,6%

## 4.1 Konsentrasjoner av ozon

Prosentilverdier basert på timemidler av bakkenært ozon i 2006 er vist i Tabell 4.2. 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 samt stasjoner med mulig lokal ozonnedbrytning. På kyststasjonen Sandve og på de nordligste stasjonene, Tustervatn, Karasjok 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 2006 ble registrert på Hurdal (186  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) og Tustervatn (181  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Det har ikke vært registrert så høye ozonkonsentrasjoner i Norge siden 1994, og resultatene som presenteres nedenfor viser at nivået av bakkenært ozon var usedvanlig høyt i 2006 i hele landet sammenlignet med tidligere år. Forklaringen på dette tilskrives spesielle meteorologiske forhold og en episode med jordbruksbranner i Øst-Europa og diskuteres nærmere i slutten av dette kapittelet.

Månedsmiddelverdiene for ozon er vist i Tabell 4.3 og Figur 4.1-Figur 4.3. Høyeste månedsmiddelverdi ble observert på Karasjok med 99  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  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 4.4–Figur 4.6. 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 4.4, der antall episodedøgn og maksimal timemiddelverdi er gitt for 2006 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 4.4 er det også tatt med antall

datoer for hvert år siden 1996 med overskridelse av EU-direktivets grenseverdi på  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som 8-timers middelvei (jfr. Tabell 4.5). Verdiene viser at både antall datoer med overskridelser av EU-direktivet for 8-timers middel og maksimalverdien i 2006 var høyere i 2006 enn i hele den forutgående tiårsperioden, mens antall episodedøgn i 2006 var like høyt som i maksimalåret 1996. Antall datoer med overskridelse av grenseverdien på  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  var i 2006 imidlertid omtrent som gjennomsnittet. Det er viktig å merke seg at antall episode-døgn 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 4.4 er dermed ikke direkte sammenlignbare.

Tabell 4.2: Prosentilverdier av bakkenært ozon i 2006 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Målested	5%	25%	50%	75%	95%	Maks.
Prestebakke	22	45	61	75	98	174
Hurdal	15	39	57	76	101	186
Birkenes	18	42	64	80	101	164
Sandve	33	56	70	82	101	175
Kårvatn	5	35	59	78	101	158
Tustervatn	35	57	72	82	99	181
Karasjok	36	51	65	82	101	160
Zeppelinfjellet	47	61	72	82	101	165

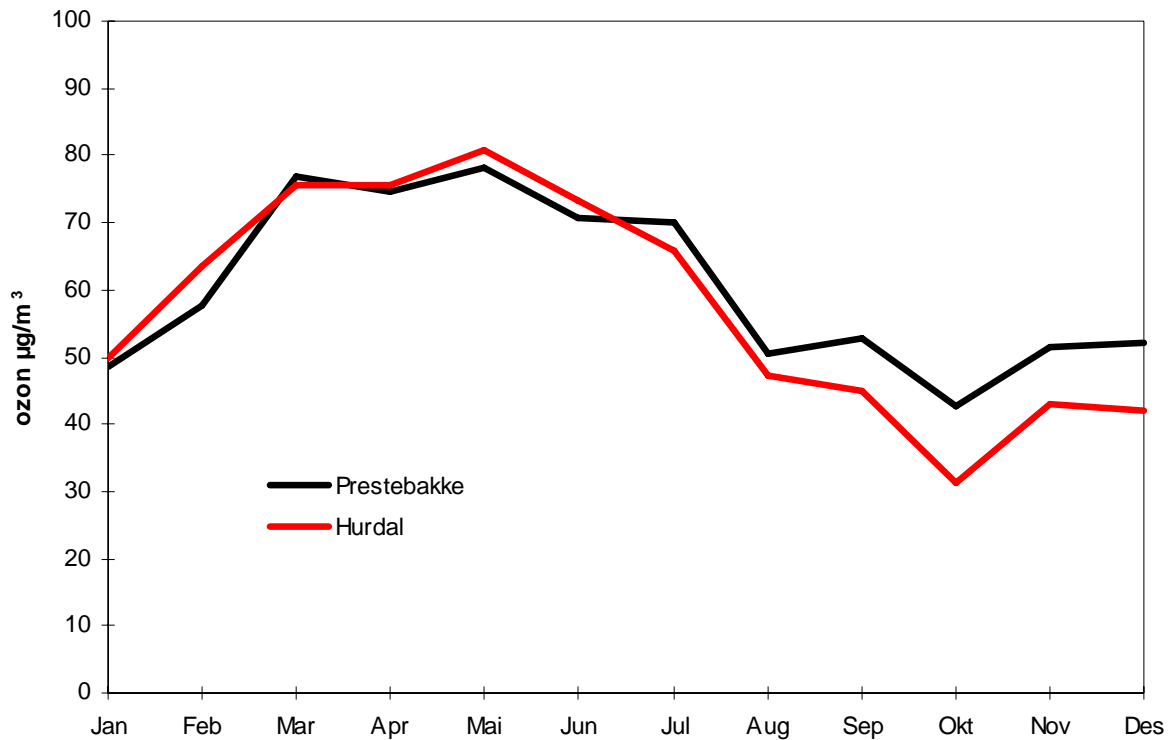
Tabell 4.3: Måned- og årsmiddelveidier av ozon i 2006 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Målested	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Årsmiddel
Prestebakke	48	58	77	75	78	71	70	51	53	43	51	52	60
Hurdal	50	64	76	76	81	73	66	47	45	31	43	42	58
Birkenes	49	59	78	76	78	71	72	56	57	44	51	54	62
Sandve	49	59	76	84	92	80	74	63	71	55	65	61	69
Kårvatn	65	67	84	89	83	52	42	39	29	28	55	50	57
Tustervatn	73	78	85	97	88	67	57	57	56	56	66	71	71
Karasjok	68	75	84	99	84	68	52	44	53	56	56	64	67
Zeppelinfjellet	80	80	84	97	82	70	53	54	63	68	73	68	73

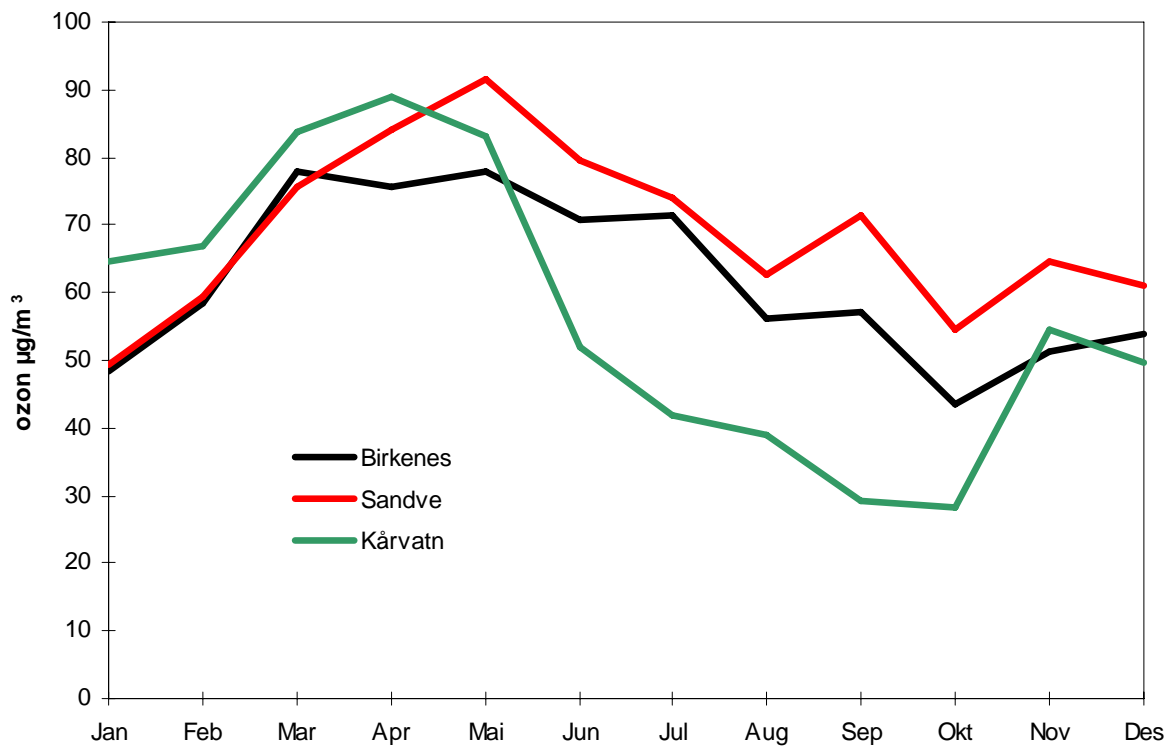
Tabell 4.4: Antall episodedøgn og høyeste timemiddelveidier 1996-2006.

År	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Antall episodedøgn	26	21	10	17	12	4	19	13	15	8	26
Høyeste timemiddelveidi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	172	162	140	154	172	144	151	162	150	144	186
Antall datoer med overskridelse av EU-grenseverdien på $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ <sup>a)</sup>	40	35	26	48	23	21	46	36	39	16	36

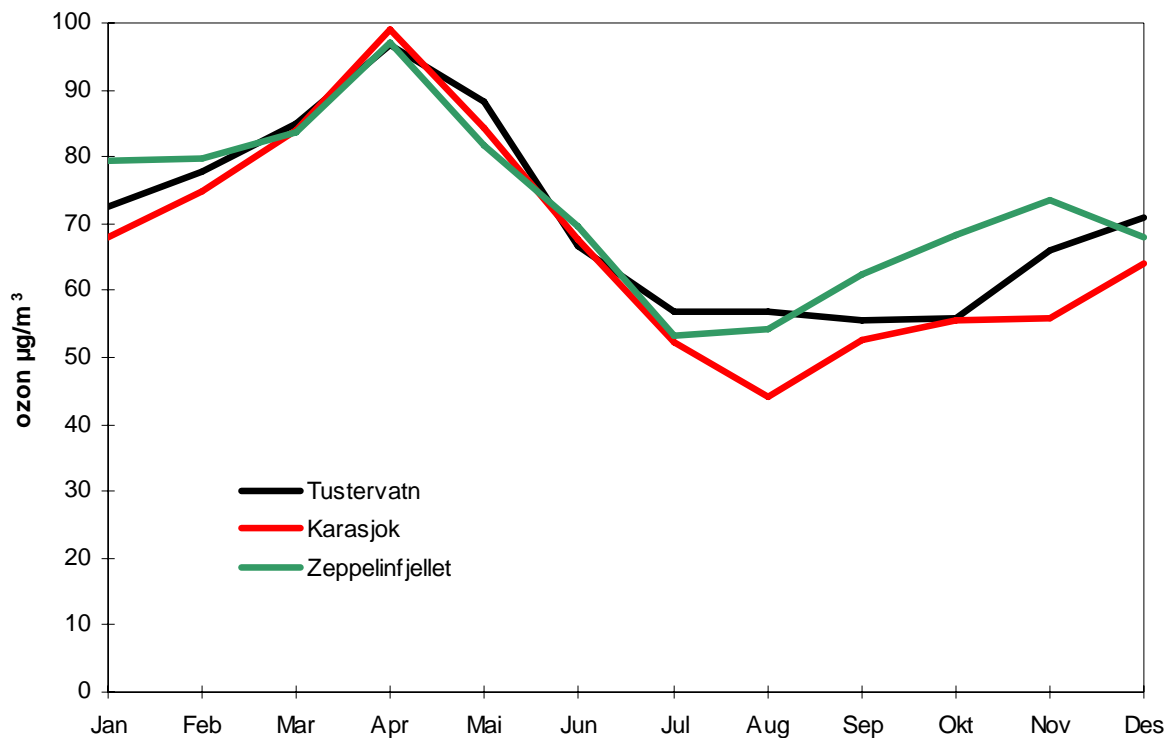
<sup>a)</sup> Løpende 8-timers middel



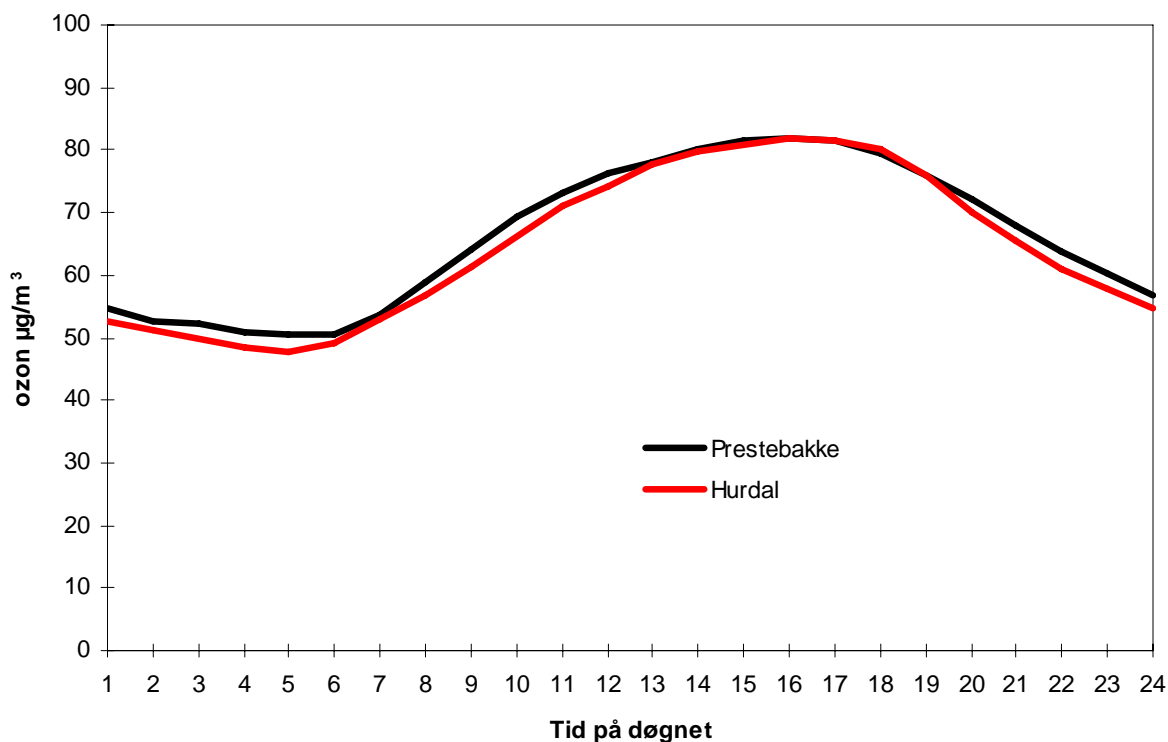
Figur 4.1: Månedsmiddeler av ozon 2006 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for Prestebakke og Hurdal.



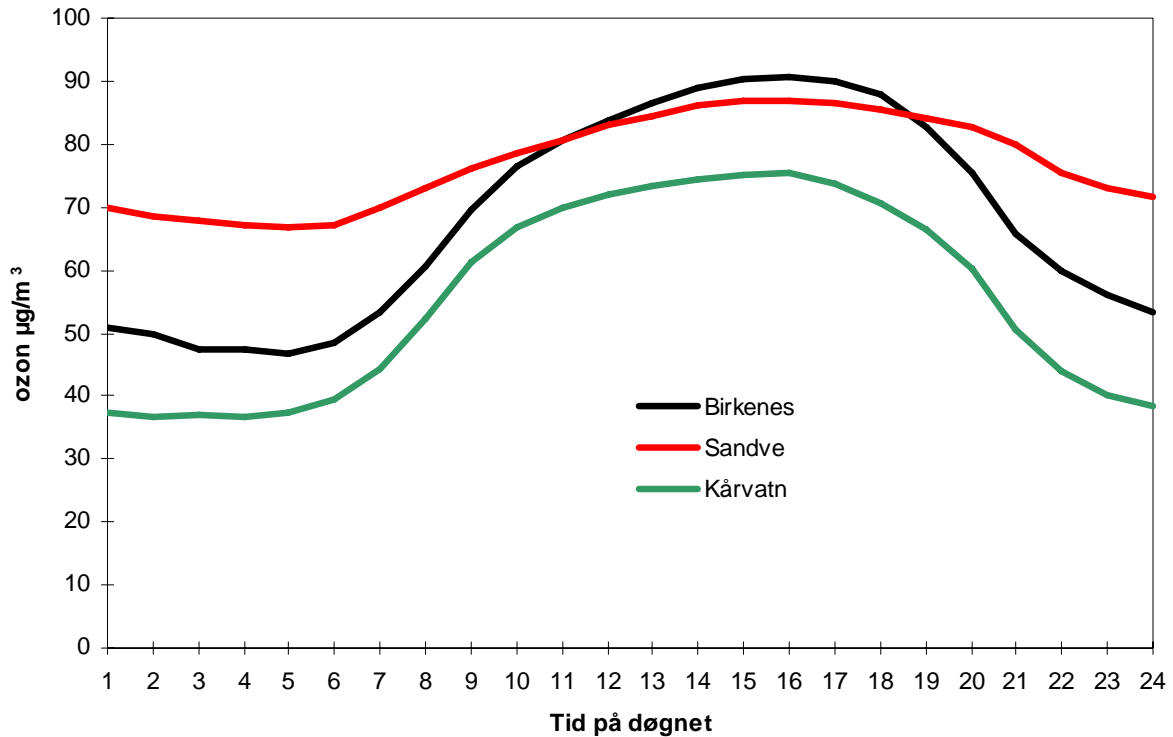
Figur 4.2: Månedsmiddeler av ozon 2006 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for Birkenes, Sandve og Kårvatn.



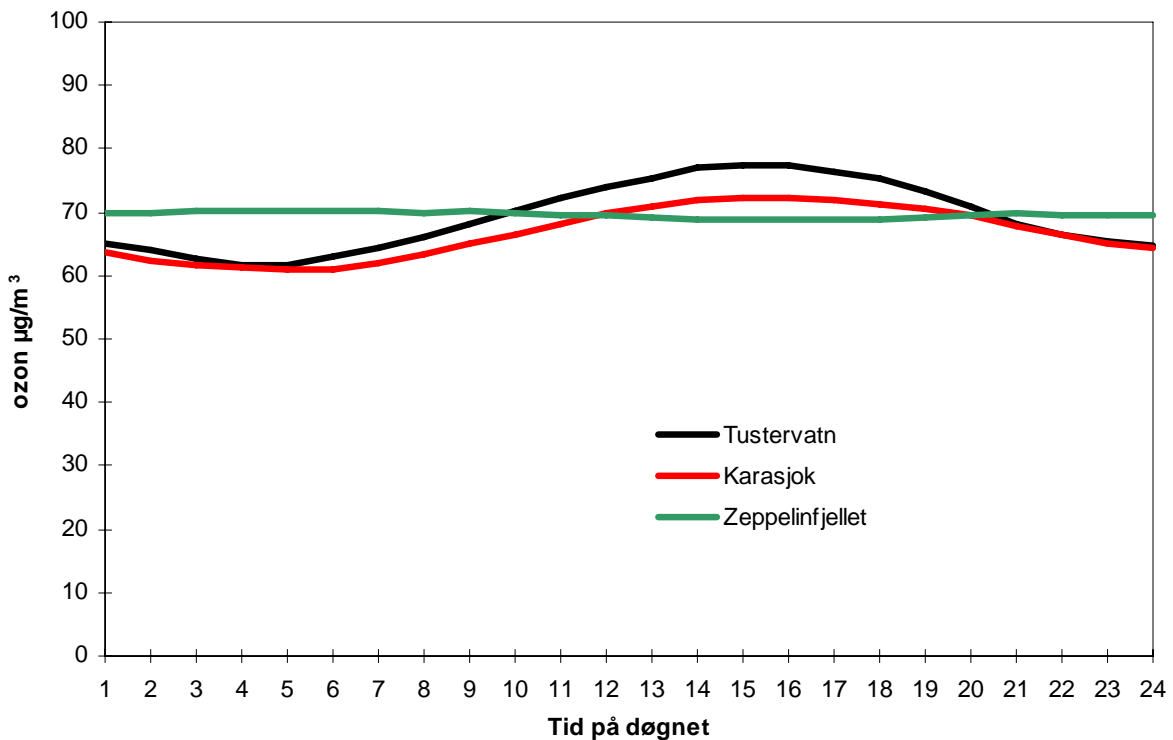
Figur 4.3: Månedsmiddelverdier av ozon 2006 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for Tustervatn, Karasjok og Zeppelinfjellet.



Figur 4.4: Midlere døgnavariasjon av ozon ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for Prestebakke og Hurdal, april-september 2006.



Figur 4.5: Midlere døgnavariasjon av ozon ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for Birkenes, Sandve og Kårvatn, april-september 2006.



Figur 4.6: Midlere døgnavariasjon av ozon ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for Tustervatn, Karasjok og Zeppelinfjellet, april-september 2006.

## 4.2 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 4.5. Enkelte av grenseverdiene er bare litt høyere enn det generelle bakgrunnsnivået. Norge har implementert EUs ozondirektiv (Miljøministeriet, 1994) og har en beredskap for melding og varsling av ozonepisoder til befolkningen ved overskridelser av grenseverdiene i dette direktivet. EU utarbeidet i 2002 et nytt ozondirektiv (EU, 2002) med delvis nye grenseverdier.

Tabell 4.5: Anbefalte luftkvalitetskriterier for beskyttelse av helse.

Kons. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Midlingstid (timer)	Referanse	Merknad
100	1	SFT (1992b)	
160	1	SFT <sup>a)</sup>	Melding
80	8	SFT (1992b)	
180	1	EU (2002)	Melding
240 <sup>b)</sup>	1	EU (2002)	Varsling
120 <sup>b)</sup>	8	EU (2002)	
120	8	WHO (1995)	

a) Norge har valgt å melde til befolkningen ved en noe lavere grenseverdi ( $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) enn det som EU krever ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

b) Nye grenseverdier i EUs nye ozondirektiv.

Overskridelsene av grenseverdiene (for helse) for timeverdier er vist i Tabell 4.6. 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 2006. Høyeste timemiddelverdi i 2006 var  $186 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og ble målt på Hurdal 13. juni.

Timemiddelverdier 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.

I 2006 ble SFTs grenseverdi på  $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$  overskredet på hele 6 av de 8 målestationene som var i drift, og EUs grenseverdi på  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for utsending av melding til befolkningen ble overskredet på to av stasjonene. Dette viser at 2006 var et år med usedvanlig høye konsentrasjoner av bakkenært ozon i Norge sammenlignet med tidligere år. Man må tilbake til 1994 for å finne lignende verdier for ozon som i 2006. I løpet av den samme tidsperioden er utslippene av kildene til ozon,  $\text{NO}_x$  og NMVOC (flyktige organiske forbindelser), innen EMEP-området redusert med henholdsvis ca 25% og 35% ifølge offisielle utslippstall (EMEP, 2006). Dette tyder på at det var spesielt gunstige meteorologiske forhold for ozondannelse og transport av forurensete luftmasser til Norge i 2006.



Tabell 4.6: Overskridelser av grenseverdier for helse. Antall timer (h) og døgn (d) med timemiddelverdier av ozon større enn 100, 160 og 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2006.

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	8731	365	394	42	2	1			174.2	2006-06-13
Hurdal	8736	365	476	47	8	1	1	1	185.8	2006-06-13
Birkenes	8626	365	472	65	5	3			164.0	2006-05-11
Sandve	8352	354	468	50	8	2			175.1	2006-06-12
Kårvatn	8720	365	467	47					157.9	2006-05-07
Tustervatn	8713	365	397	33	15	4	1	1	181.2	2006-06-12
Karasjøk	8725	365	463	37					160.0	2006-06-13
Zeppelinfjellet	8549	364	487	36	9	2			164.6	2006-05-04
Sum datoer		365		113		4		2		

Tabell 4.7: Antall døgn med 8-timers middelverdi av ozon større enn 80, 110 og 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2006.

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	365	119	18	12
Hurdal	365	122	19	16
Birkenes	365	167	24	18
Sandve	354	164	16	15
Kårvatn	365	128	13	11
Tustervatn	365	161	15	16
Karasjøk	365	133	11	4
Zeppelinfjellet	364	147	8	7

a) Løpende 8-timers midler

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

### 4.3 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 ppb (80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Accumulated exposure over the threshold of 40 ppb, betegnes AOT40). I EUs nye ozondirektiv (EU, 2002) benyttes også grenseverdier for vegetasjon basert på AOT40. AOT40 beregnes som summen av differansen mellom timemiddelkonsentrasjonen og 40 ppb for hver time der ozonkonsentrasjonen overskrider 40 ppb. Beregningsmåten viser gode statistiske sammenhenger for en rekke dose-responsforsøk. Tre tålegrenser er foreslått (ECE, 1996):

a) Eksposering 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 W/m<sup>2</sup>).

b) Korttidsverdi for synlige skader på landbruksvekster

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

(avhenger om atmosfærens vandamptrykk 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 nye ozondirektiv oppgis en "target value" som 9 000 ppb-timer midlet over 5 år og et "long-term objective" på 3 000 ppb-timer.

Tabell 4.8 viser de anbefalte luftkvalitetskriterier for beskyttelse av vegetasjon.

Tabell 4.8: Anbefalte luftkvalitetskriterier for beskyttelse av vegetasjon.

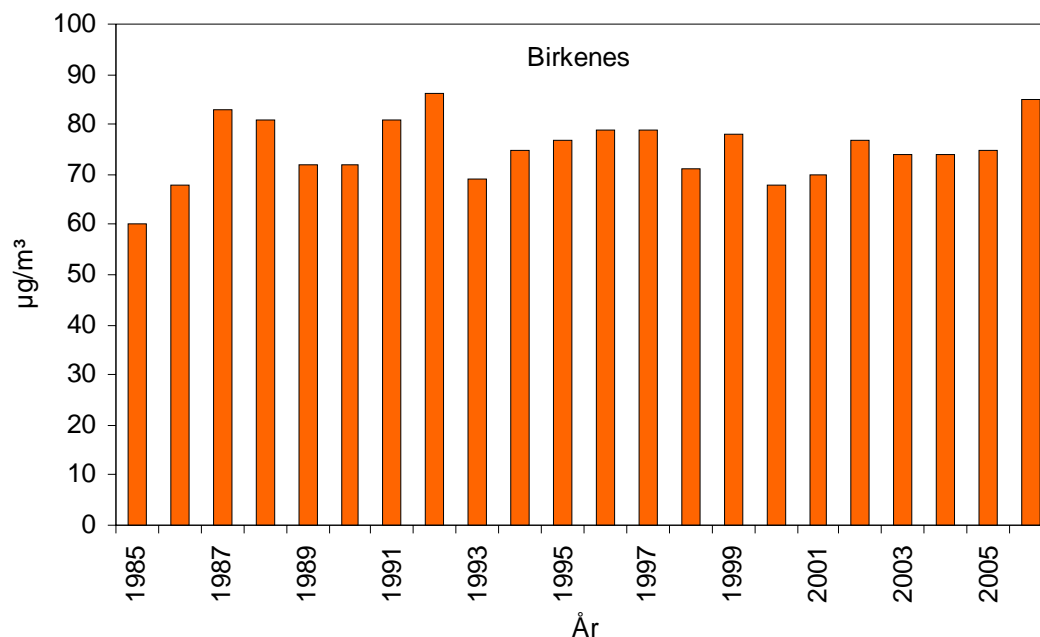
Kons. (µg/m <sup>3</sup> )	Midlingstid (timer)	Periode	Referanse	Merknad
150	1		SFT (1992b)	
60	8	(0-8,8-16,16-24)	SFT (1992b)	
50	7	(9-16, april-sept.)	SFT (1992b)	
200	1		Miljøministeriet (1994)	
65	24		Miljøministeriet (1994)	
AOT40 (ppb-timer)				
3000	3 mnd.	15. mai - 15. aug.	ECE (1996)	Vekstsesong tilpasset nordiske forhold Avh. av vandamptrykk
3000	3 mnd.	1. mai - 1. aug.	EU (2002)	
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)	

Det var ingen overskridelser av grenseverdien for vegetasjon på 200 µg/m<sup>3</sup> i 2006. Tabell 4.9 viser 7-timers middelveidien kl 09-16 av ozon i sommerhalvåret samt antall døgn med 8-timers middelveid over 60 µg/m<sup>3</sup> og 24-timers middelveid over 65 µg/m<sup>3</sup> (jfr. Tabell 4.8) på de ulike stasjonene.

Tabell 4.9: Indikatorer for effekter på vegetasjon fra ozoneksponering i 2006.

Målested	Middelkons. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) kl 09-16, april - sept.	Antall døgn med 8-timers middelkons. $> 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Antall døgn med døgn- middelkons. $> 65 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Prestebakke	77	161	85
Hurdal	76	149	80
Birkenes	85	175	103
Sandve	84	178	144
Kårvatn	72	121	64
Tustervatn	75	147	92
Karasjok	70	110	81
Zeppelinfjellet	69	128	90

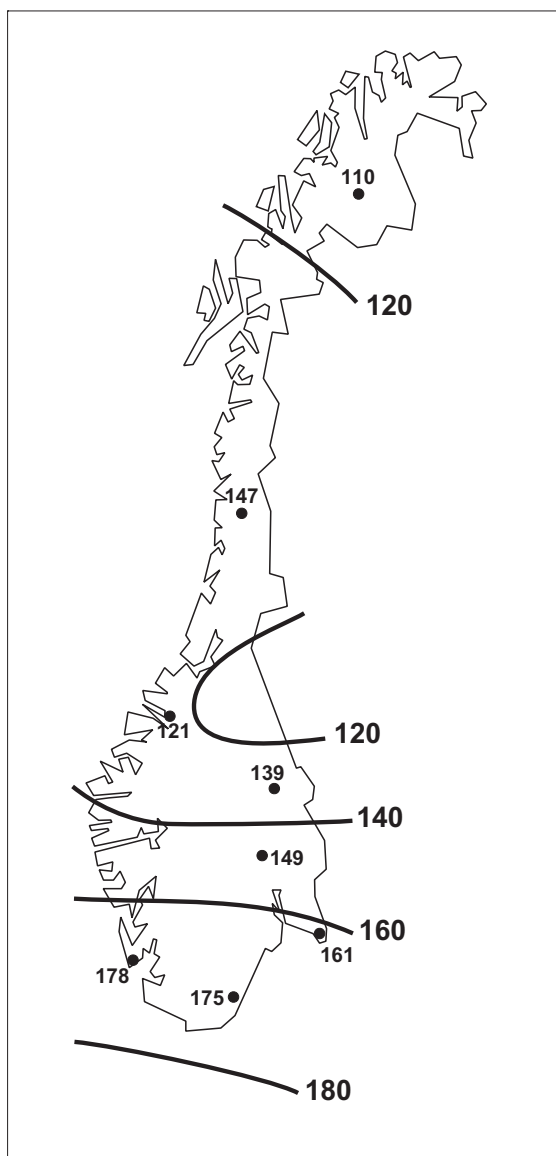
Grenseverdien på  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som 7-timers middel for kl. 09-16 i vekstsesongen (april-september) ble overskredet i hele landet i 2006. Middelverdien var størst på Birkenes ( $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Figur 4.7 viser 7-timers middelverdien for Birkenes i perioden 1985-2006. Figuren viser at det er en del variasjon fra år til år, og at det ikke er noen markert endring i denne parameteren over perioden. Verdien for 2006,  $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$  var den nest høyeste verdien av denne indikatoren som er registrert på Birkenes siden målingene startet. Høyest var verdien i 1992 med  $86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



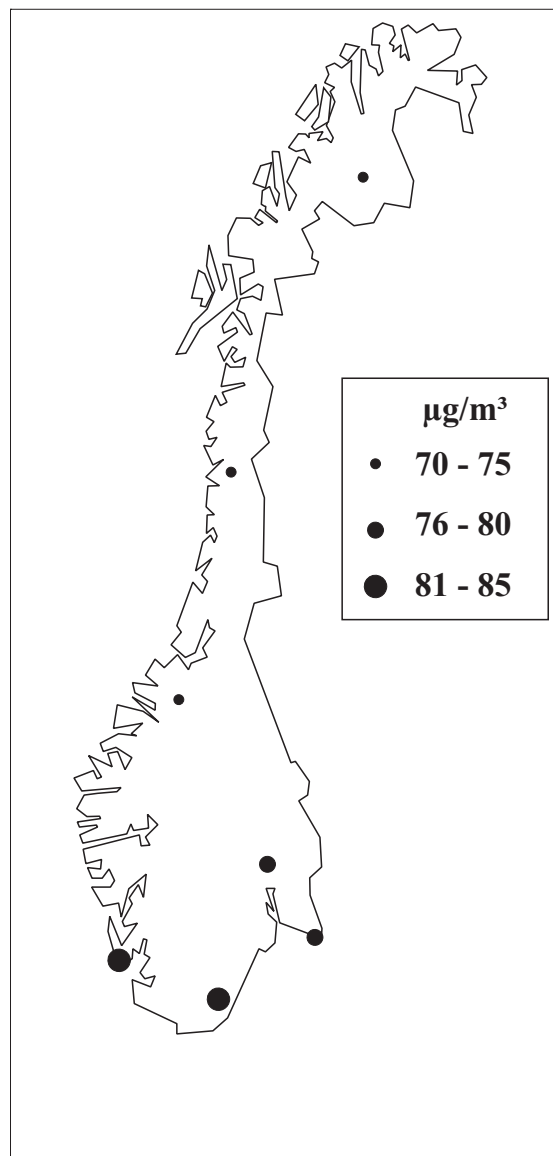
Figur 4.7: Middelkonsentrasjon av ozon for 7 timer (kl. 09-16) i vekstsesongen (april-september) ved Birkenes i perioden 1985-2006.

Grenseverdien på 8-timers middel over  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ble overskredet gjennom hele 6-månedersperioden april-september (Tabell 4.9). Sandve hadde flest døgn med overskridelse, 178, dvs at nesten samtlige dager i denne 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. Figur 4.8 viser regional fordeling av antall døgn med 8-timers middelerdi over  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Regional fordeling av 7-timers middelerdiene i 2006 er vist i Figur 4.9.



Figur 4.8: Antall døgn med 8-timers middelerdi av ozon over  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , april–september 2006.



Figur 4.9: Midlere 7-timers konsentrasjon av ozon ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) kl. 09-16, april-september 2006.

Tabell 4.10 viser 3-måneders AOT40-verdi for dagslystimer for perioden 15. mai–15. august (jfr. Tabell 4.8). Grenseverdien for landbruksvekster, 3000 ppb-timer, ble overskredet på 4 av de 8 målestasjonene i 2006. Høyest var verdien på Birkenes med 5851 ppb-timer. Tabell 4.11 viser 6-måneders AOT40-verdi for dagslystimer (april-september). Grenseverdien på 10.000 ppb-timer for skog ble overskredet på Birkenes med verdien 11194 ppb-timer i 2006. Også AOT-verdiene var svært høye i 2006 sammenlignet med tidligere år, og man må tilbake til begynnelsen av 1990-tallet for å finne lignende verdier.

Tabell 4.10: Datadekning og beregnede eksponeringsdoser for landbruksvekster for perioden 15. mai–15. august 2006 (enhet ppb-timer).

Stasjon	Datadekning (%)	AOT40 (korrigert for datadekning)
Prestebakke	100	3609
Hurdal	100	3824
Birkenes	98	5851
Sandve	99	3976
Kårvatn	99	1502
Tustervatn	99	1337
Karasjok	100	1599
Zeppelinfjellet	99	347

Tabell 4.11: Datadekning og beregnede eksponeringsdoser for skog for perioden 1. april–1. oktober 2006 (enhet ppb-timer).

Stasjon	Datadekning (%)	AOT40 (korrigert for datadekning)
Prestebakke	100	7386
Hurdal	100	7982
Birkenes	98	11194
Sandve	100	9382
Kårvatn	99	8109
Tustervatn	99	6699
Karasjok	99	5859
Zeppelinfjellet	99	4535

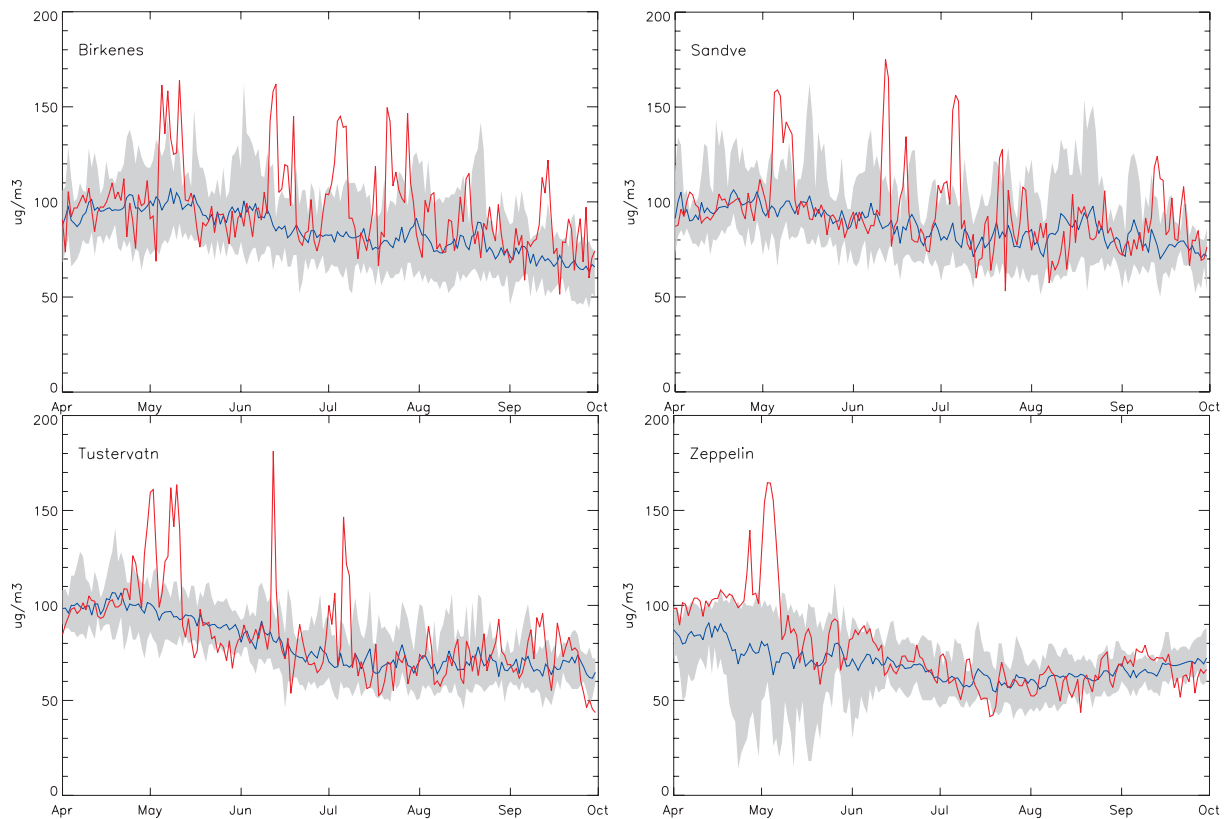
#### 4.4 Høye nivåer av bakkenært ozon i 2006

Det framgår av tallene og presentasjonen ovenfor at det var spesielt høye verdier av bakkenært ozon i landet i 2006, og at dette ga seg utslag i langt flere og mer ekstreme overskridelser av ulike grenseverdier i 2006 enn tidligere. Man må tilbake til årene 1992 og 1994 for å finne verdier som er sammenlignbare med tallene for 2006. I og med at de europeiske utslippene av NO<sub>x</sub> og NMVOC, de kjemiske forløperne til ozon, er redusert med 25-35% i denne tidsperioden i følge offisielle utslippstall, må situasjonen i 2006 skyldes meteorologiske forhold som var spesielt gunstige for fotokjemisk ozondannelse og langtransport inn til Norge, eller utslipp utover det vanlige.

Det ble sendt ut hele 7 pressemeldinger om høye ozonkonsentrasjoner i 2006: For Tustervatn 2. mai, Zeppelin 3. mai, Birkenes 5. mai, Tustervatn 8. mai, Tustervatn 12. juni og Hurdal 13. juni. Ellers kan det gå flere år mellom hver gang det sendes ut slike meldinger. Særlig var nivåene høye i nordområdene, og den norske grensen for melding til befolkningen på 160 µg/m<sup>3</sup> ble til og med overskredet i Arktis, på Zeppelinfjellet, i begynnelsen av mai. Den høyeste verdien som ble målt på Zeppelin, 165 µg/m<sup>3</sup>, er langt over det som har vært målt der siden målingene startet i 1989. Den tidligere maksimalverdien på Zeppelin var 122 µg/m<sup>3</sup> (i 1991 og 1999).

Figur 4.10 viser ozonkonsentrasjonene i perioden april – september for 2006 for fire stasjoner sammenlignet med middelet for årene fra 1990, eller året da målingene startet, og til 2005, og 10- og 90-prosentilen for disse årene er også angitt. Alle dataene refererer til døgnlig maksimumsverdi av ozon. Figurene viser både at målingene var karakterisert av flere ekstremepisoder i landet gjennom 2006, og at verdiene på Tustervatn og Zeppelinfjellet var spesielt mye høyere enn verdiene fra tidligere år.

Episoden i begynnelsen av mai som førte til overskridelser i Nord-Norge og på Svalbard er dokumentert i detalj av Stohl et al. (2007). Under denne episoden ble det målt rekordhøye verdier av mange forureringskomponenter i tillegg til ozon. En av hovedkonklusjonene i arbeidet til Stohl et al. (2007) var at brenning av jordbruksområder i Øst-Europa var en dominerende kilde til de høye verdiene som ble målt. Man ser den samme episoden gjenspeiles i de andre overvåkingsdataene også.



Figur 4.10: Døgnlige maks.-verdier av ozon i 2006 (rød linje) og middelet i årene 1990-2005 (blå linje). Det skraverte området viser 10- og 90-prosentielverdien av døgnlig maks.-verdi i den samme tidsperioden.

## **5. Overvåking av sporelementer og organiske forbindelser ved Birkenes (CAMP) og Ny-Ålesund (AMAP)**

Dette kapittelet inneholder en kortfattet beskrivelse av resultatene fra målekampanjene CAMP og AMAP. Måleresultatene fra målinger av organiske stoffer og sporelementer på Birkenes under CAMP og på Zeppelinfjellet i Ny-Ålesund under AMAP foreligger som et separat vedlegg til rapporten (Manø og Aspmo, 2007).

Sommeren 2006 skjedde to uavhengige hendelser på NILUs laboratorium for analyse av organiske miljøgifter, som beklageligvis fikk uheldige konsekvenser for resultatene både fra CAMP og AMAP.

Den første hendelsen var at leverandøren av såpe til vask av glassutstyr trakk såpen som laboratoriet har brukt siden 70-årene (RBS 25) fra markedet med begrunnelsen at den inneholdt et stoff som var mistenkt for å være karsinogent og det ble anbefalt å gå over til et annet produkt som het Extran nøytral, noe som ble gjort. Etter 9 ukers bruk var det klart at glassutstyret i flere tilfeller ikke ble rent nok og at man hadde hatt "carry-over" fra andre prøver. Ny kontakt ble tatt med leverandøren. Det fremkom at Extran nøytral var beregnet på maskinvask og ikke på vask for hånd slik rutinen er. Riktig produkt var Extran basisk som omgående ble anskaffet og tatt i bruk.

Den andre hendelsen var at en rekke polarmåkeleverprøver fra Bjørnøya, som ble antatt å inneholde lave nivåer av miljøgifter, ble opparbeidet på samme lav-nivå laboratorium som benyttes til luft og nedbørprøver fra CAMP og AMAP. Prøvene viste seg imidlertid senere å inneholde svært høye nivåer, og siden samme glassutstyr ble brukt til alle tre prøvetypene førte dette til at en del prøver fra begge overvåkningsprogrammene ble kontaminert og resultatene måtte utelates fra årsoversikten.

Prøver fra CAMP med urimelig høye konsentrasjoner av PCB 153 (som vanligvis er høy i biologiske prøver) OG som hadde vært i arbeid i laboratoriet i den "farlige" perioden ble utelatt fra datasettet. Dette traff for CAMP luftprøver samlet i uke 15 til og med 20 og CAMP nedbørprøver samlet i uke 9a til og med 20a. For AMAP ble også konsentrasjonsforholdet av PCB 99/PCB 101 i prøvene vurdert. Dette er høyt i biologiske prøver, men mindre enn 1 i luft. Fra årssettet er det utelatt PCB, DDT og pesticidprøver fra uke 6 samt ukene 19 til og med 23.

### **5.1 CAMP (Birkenes)**

Comprehensive Atmospheric Monitoring Programme (CAMP) er en av aktivitetene innen Oslo og Paris Kommisjonens (OSPAR) studier av transport av landbasert forurensning til havområdene rundt OSPAR-landene. Det er 17 forurensningskomponenter i måleprogrammet under CAMP og målingene utføres av 10 OSPAR-land. OSPARs overordnede mål er å redusere utslipp av de studerte forurensningsfaktorene med 50% i forhold til utslippene i 1985. CAMP-målingene utføres for å observere endring i tilførsler i samsvar med OSPAR-kommisjonens avtaler.

NILU utfører, etter oppdrag fra SFT, målinger av tungmetaller, heksaklorsykkloheksan (HCH, to isomerer), heksaklorbenzen (HCB) og syv PCB-isomerer (PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153 og PCB 180) i prøver av luft innsamlet 24 timer en gang pr. uke og nedbør innsamlet ukentlig på Birkenes. Prøvetaking- og analysemetoder er beskrevet i

vedlegg C. Følgende tungmetaller bestemmes: arsen (As), krom (Cr), kobber (Cu), nikkel (Ni), bly (Pb), sink (Zn), kadmium (Cd), Vanadium (V) og kvikksølv (Hg). Partikkelmålinger av tungmetaller tas kontinuerlig med 1+6 dagers prøver hver uke. I tillegg rapporterer NILU konsentrasjoner av forskjellige nitrogenforbindelser i luft og nedbør på Birkenes, Kårvatn, og Ny-Ålesund til CAMP. Konsentrasjoner av Cd, Pb og Zn i nedbør ved Kårvatn rapporteres også. Disse tilleggsdata er presentert i de foregående kapitler.

## 5.2 AMAP (Ny-Ålesund)

AMAP, Arctic Monitoring and Assessment Programme, startet i 1994. I AMAP deltar: Norge, Sverige, Danmark, Island, Finland, Canada, USA og Russland. Programmet omfatter både kartlegging, overvåking og utredning av miljøgiftbelastningen i nordområdet. Et viktig mål er å overvåke nivåene og trender i utviklingen av antropogene forurensninger i alle deler av det arktiske miljøet (luft, vann og terrestriske forhold) samt vurdering av virkningene av forurensningene. Overvåking av organiske miljøgifter, tungmetaller og radioaktivitet er et prioritert område.

NILU har målt organiske miljøgifter på ukesbasis 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). Det inngår i alt 10 tungmetaller: arsen (As), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), kopper (Cu), kvikksølv (Hg), bly (Pb), nikkel (Ni), vanadium (V) og sink (Zn).

Det rapporteres resultater på ukesbasis. Prøvetaking finner sted ukentlig over to døgn, unntatt for kvikksølv som måles kontinuerlig. Prøvetaking og analysemetodikk er beskrevet i vedlegg C. Et separat datavedlegg (Manø og Aspmo, 2007) med følgende data er tilgjengelig: pesticider, PCB og tungmetaller i luft og nedbør på Birkenes (CAMP) og pesticider, PCB, PAH og tungmetaller i luft i Ny-Ålesund (AMAP).

## 5.3 Resultater fra Birkenes (CAMP)

### 5.3.1 Sporelementer i luft

Konsentrasjonene av Pb, Cd, Cu, Zn, Cr, Ni, Co, V og As i PM<sub>10</sub> og Hg i gassfase er presentert i Tabell 5.1. Nivåene for alle metallene med unntak av kvikksølv er 2-3 ganger høyere enn det som er målt på Zeppelinfjell. Dette skyldes at Birkenes er nærmere kildene. Det høyeste nivået ble observert i januar og februar, men også relativt høyt i september.

Tungmetaller i luft er bestemt på Lista siden 1992, men stasjonen ble flyttet til Birkenes i 2004. En egen rapport om trender ble publisert i 2003 (Berg et al., 2003). En konklusjon fra denne var at bare Ni viste en signifikant nedadgående trend for de metallene som ble målt på Lista.



Tabell 5.1: Månedlige og årlig middelkonsentrasjon av tungmetaller i PM<sub>10</sub> på Birkenes, 2006. Enhet: ng/m<sup>3</sup>.

	As	Cd	Cr	Co	Cu	Pb	Ni	V	Zn	Hg(g)
Januar	0,47	0,106	2,63	0,04	3,88	4,18	1,13	1,31	11,5	1,67
Februar	0,29	0,099	3,15	0,04	3,36	2,74	1,44	1,36	9,8	1,67
Mars	0,23	0,064	0,96	0,03	0,82	1,37	0,75	0,99	7,3	1,50
April	0,22	0,069	0,56	0,04	0,86	1,18	0,67	1,51	5,0	1,64
Mai	0,31	0,087	0,54	0,05	0,80	1,94	0,52	1,34	5,5	1,86
Juni	0,26	0,031	1,12	0,07	2,30	1,61	0,73	1,85	4,0	1,82
Juli	0,27	0,037	1,37	0,17	1,05	1,64	1,19	1,79	3,5	1,93
August	0,30	0,038	0,76	0,04	0,84	1,17	0,56	0,81	3,3	1,81
September	0,78	0,120	1,41	0,08	2,61	4,99	0,92	1,75	10,0	1,78
Oktober	0,32	0,051	0,78	0,03	1,15	1,47	0,39	0,72	4,6	1,72
November	0,14	0,033	0,64	0,02	0,80	1,13	0,39	0,65	2,8	-
Desember	0,10	0,023	0,18	0,02	0,55	0,76	0,38	0,40	2,0	-
2006	0,31	0,063	1,16	0,05	1,56	2,01	0,75	1,20	5,8	1,76

### 5.3.2 Sporelementer i nedbør

Konsentrasjoner av andre tungmetaller enn Hg i nedbørprøver fra Birkenes er presentert tidligere i kapittel 2. Månedsmiddelkonsentrasjonene av Hg er vist i Tabell 5.2. Årsmiddelverdien for 2006 (8,0 ng/l) er på samme nivå som tidligere år. Trendanalysen fra 2003 viste at Hg i nedbør var redusert med 39% siden starten av målingene i 1990 (Berg et al., 2003).

Tabell 5.2: Månedlige middelkonsentrasjoner av Hg i nedbør på Birkenes, 2006. Enhet: ng/l.

Måned	Middelkonsentrasjon ng/l
Januar	7,0
Februar	8,7
Mars	6,3
April	10,5
Mai	12,7
Juni	13,8
Juli	6,3
August	9,3
September	6,8
Oktober	7,7
November	8,1
Desember	5,0
2006	8,0

### 5.3.3 Organiske forbindelser i luft

2006 er det andre året med målinger av organiske miljøgifter på Birkenes etter at prøve-takeren ble flyttet fra Lista. Den gjennomsnittlige luftkonsentrasjonen for summen av  $\alpha$ - og  $\gamma$ -heksaklorsykloheksan (HCH) i år 2006 var 17,7 pg/m<sup>3</sup>. Dette er, som det fremgår av Tabell 5.3, en noe lavere verdi enn den som ble observert året før. Månedlige middelkonsentrasjoner av  $\alpha$ - og  $\gamma$ - HCH og heksaklorbenzen (HCB) i luft på Birkenes er gjengitt i

Tabell 5.4. Den laveste konsentrasjon av sum HCH var  $4,7 \text{ pg/m}^3$  (uke 52). Trajektorieplott beregnet på grunnlag av meteorologiske data viser at luften som ble samlet i denne perioden var transportert fra Sør- og Sentral-Europa fra øst ut over Atlanteren vest for Irland og til Birkenes over Nordsjøen (Figur 5.1). Trajektoriene er beregnet på grunnlag av meteorologiske data fra ECMWF. Trajektoriene er beregnet med modellen FLEXTRA (Stohl og Koffi, 1998). Den høyeste konsentrasjonen var  $53,9 \text{ pg/m}^3$  (uke 37). Trajektorieplott viser at luft samlet i denne perioden kom fra både Vest- og Sentral- Øst-Europa (Figur 5.2). Det måles vanligvis høyere konsentrasjoner av HCH i sommerhalvåret enn om vinteren. 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 har vært avtagende. Økningen kan tilskrives en økning av konsentrasjonen av pesticidet lindan (som består av minst 99%  $\gamma$ -HCH), som fortsatt er i bruk i en del europeiske land (Voldner og Li, 1995). 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 5.3. På grunn av kontaminering av prøver, som forklart innledningsvis, fra uke 15 til 20 mangler data for denne perioden.

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 1,81. Laveste verdi (0,4) ble observert i uke 46, i midten av november, med transport av luft fra Atlanteren via den iberiske halvøy, Frankrike og Nordsjøen, mens høyeste verdi (3,98) ble observert uke 44 da transportmønsteret gikk fra Nord-Canada og Grønland til Birkenes over Norskehavet (Figur 5.4 og Figur 5.5). Dataene for luftkonsentrasjoner av HCH på Lista/Birkenes i perioden 1992 til 2006 viser stort sett en avtagende tendens. Ofte har man observert en tydelig økning av HCH-konsentrasjonen om våren, og en mindre økning igjen om høsten. I 2006 var HCH-konsentrasjonen høyest i perioden juli til september og avtok igjen i begynnelsen av november. I Nord- og Sentral-Europa er bruken av lindan sterkt begrenset. Bruk av HCH i den tredje verden kan tenkes, men det finnes ingen pålitelige data om dette.

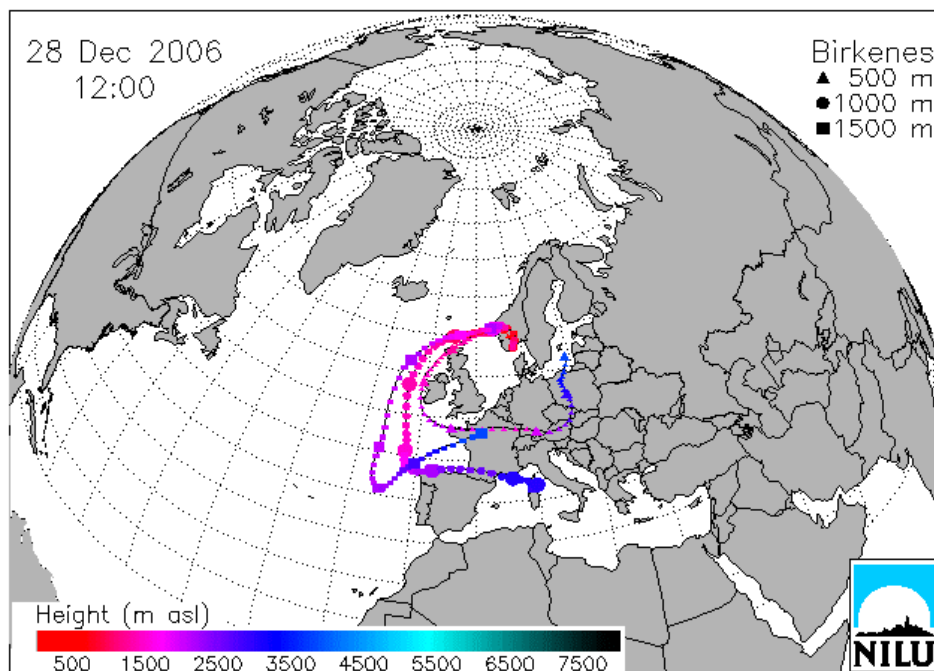
Middelkonsentrasjonen av HCB siden 1992 er gjengitt i Tabell 5.3 og månedlig middelkonsentrasjon er gjengitt i Tabell 5.4. Årsmiddelet for HCB i luft var  $64,8 \text{ pg/m}^3$  og nivået er nær verdien fra året før. Den høyeste konsentrasjon av HCB ble funnet i prøven som ble tatt i uke 42 ( $93,1 \text{ pg/m}^3$ ) og trajektorieberegninger viser at lufttilstrømningen kom fra store deler av Europa, fra Frankrike i vest til Ukraina i øst (Figur 5.6). Nesten like høy var verdien for uke 37 og trajektoriene var nesten like i begge tilfellene (Figur 5.2). Den laveste konsentrasjonen ble målt i uke 52 ( $34,2 \text{ pg/m}^3$ ). Som vist i Figur 5.7 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 5.3: 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:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

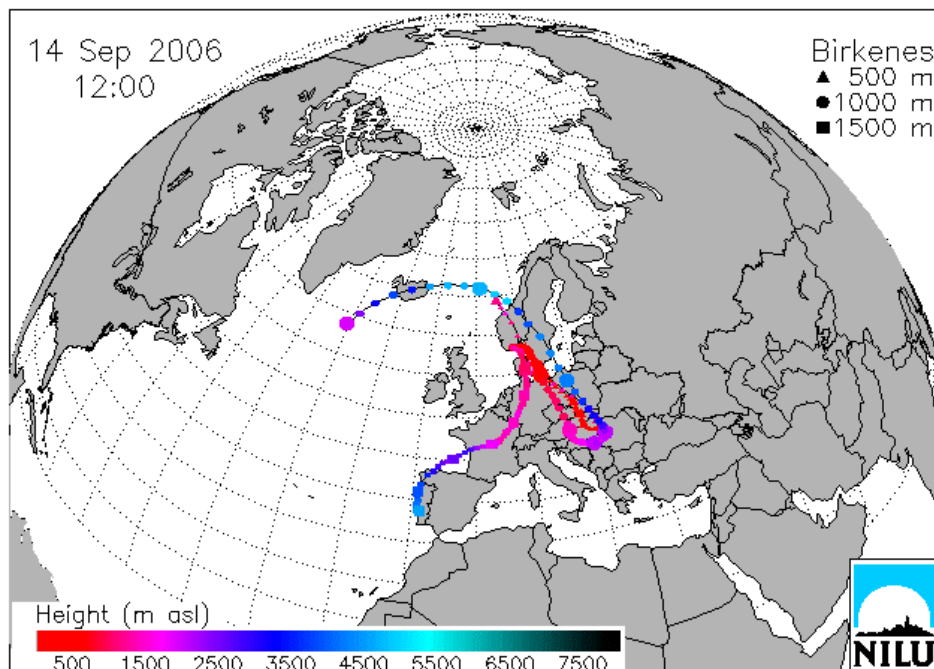
År	Middelkonsentrasjon sum HCH	Middelkonsentrasjon HCB
1992	179	121
1993	132	161
1994	188	95
1995	117	95
1996	120	86,1
1997	110	92,5
1998	90,8	92,6
1999	59,1	82,4
2000	41,7	54,5
2001	32,8	51,0
2002	29,1	57,3
2003	20,7	58,6
2004	26,1	63,2
2005	21,6	64,1
2006	17,7	64,8

Tabell 5.4: Månedlige middelkonsentrasjoner av HCH og HCB i luft på Birkenes, år 2006. Enhet:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

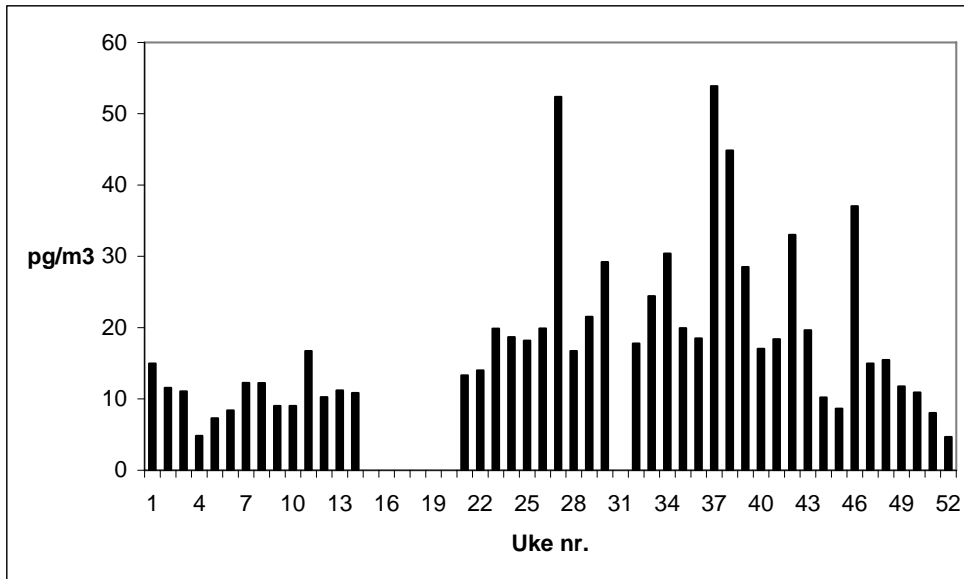
Måned	Middelkonsentrasjoner 2006			
	$\alpha$ -HCH	$\gamma$ -HCH	Sum HCH	HCB
Januar	7,0	3,6	10,6	61,1
Februar	6,2	3,8	10,0	65,1
Mars	7,7	3,5	11,2	59,8
April	7,2	3,7	10,9	62,5
Mai	9,5	3,9	13,3	67,7
Juni	10,7	7,4	18,1	60,4
Juli	16,9	13,1	30,0	62,4
August	14,5	8,6	23,1	66,9
September	18,8	17,7	36,4	72,8
Oktober	11,5	10,6	22,0	72,3
November	8,4	8,9	17,3	63,3
Desember	5,8	3,1	8,8	63,8
År 2006	10,4	7,3	17,7	64,8



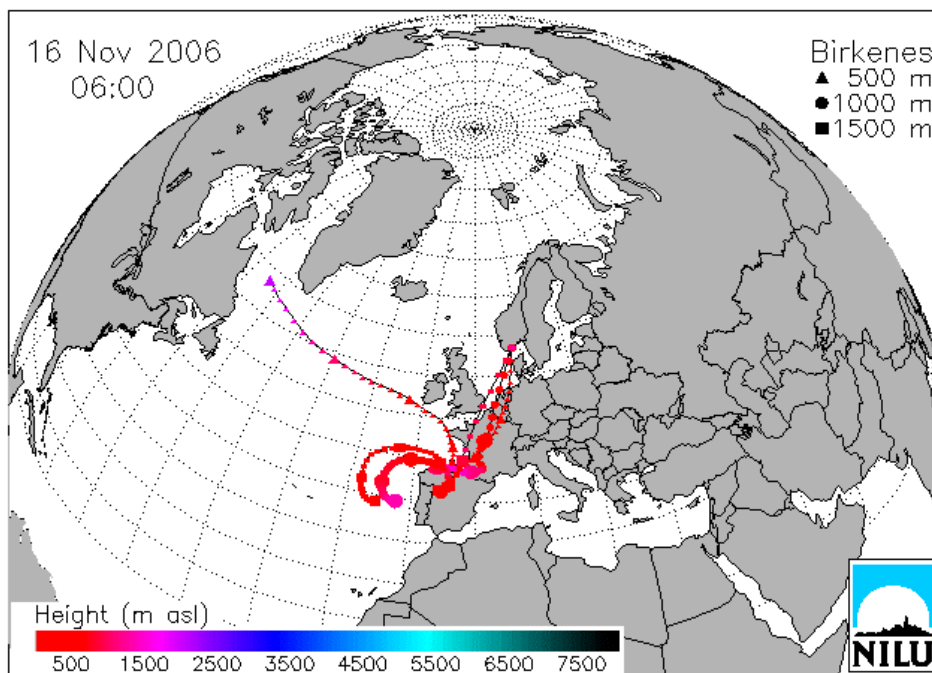
Figur 5.1: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst Birkenes den 28.12.06 klokken 12:00, da prøvetakingen av prøven for uke 46 pågikk. Trajektoriene er vist for syv dager. Det er vist trajektorier for 3 forskjellige høyder ved ankomst Birkenes i henhold til tegnforklaringen oppe til høyre i figuren. Høyden over havet (i meter) fremgår av fargeskalaen. Hver tredje time er indikert med et punkt. Hvert 24-timersintervall er indikert med fet trykk.



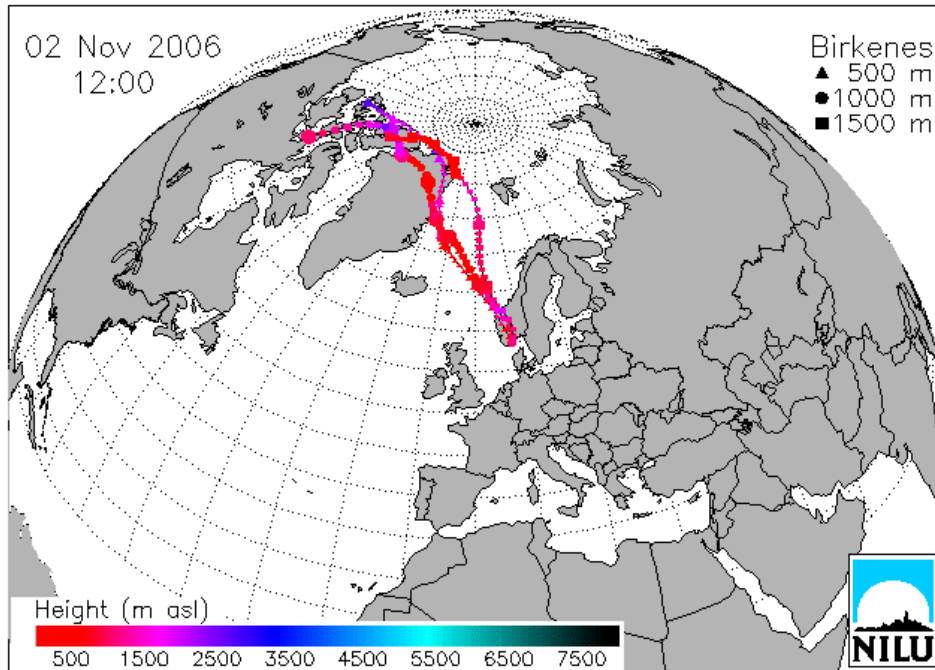
Figur 5.2: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst til Birkenes under prøvetaking av prøven i uke 37, med høyeste verdi av sum HCH for 2006.



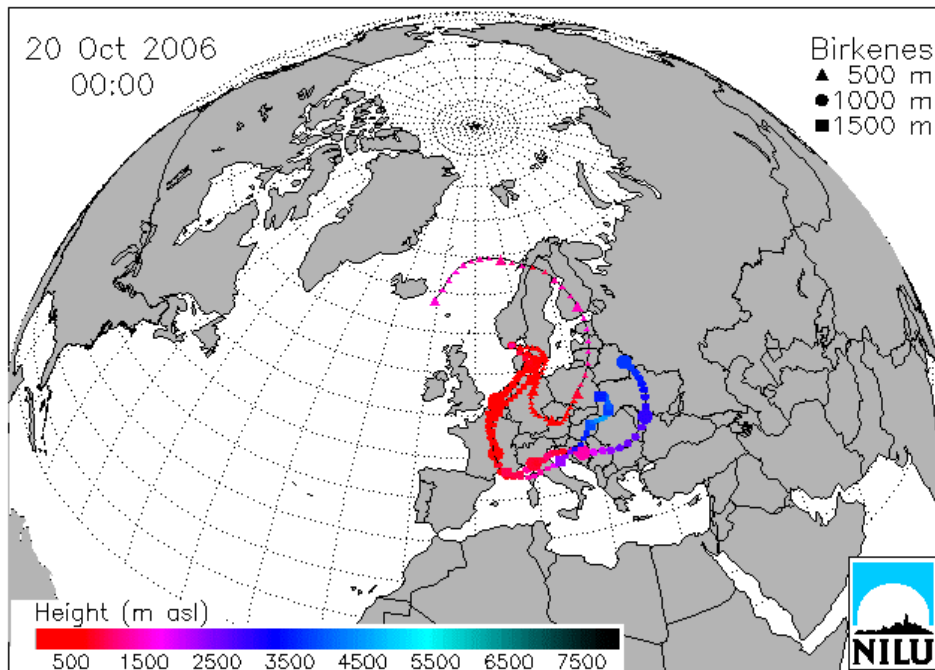
Figur 5.3: Ukentlig luftkonsentrasjon av HCH (sum  $\alpha$ - og  $\gamma$ -HCH) på Birkenes i år 2006.



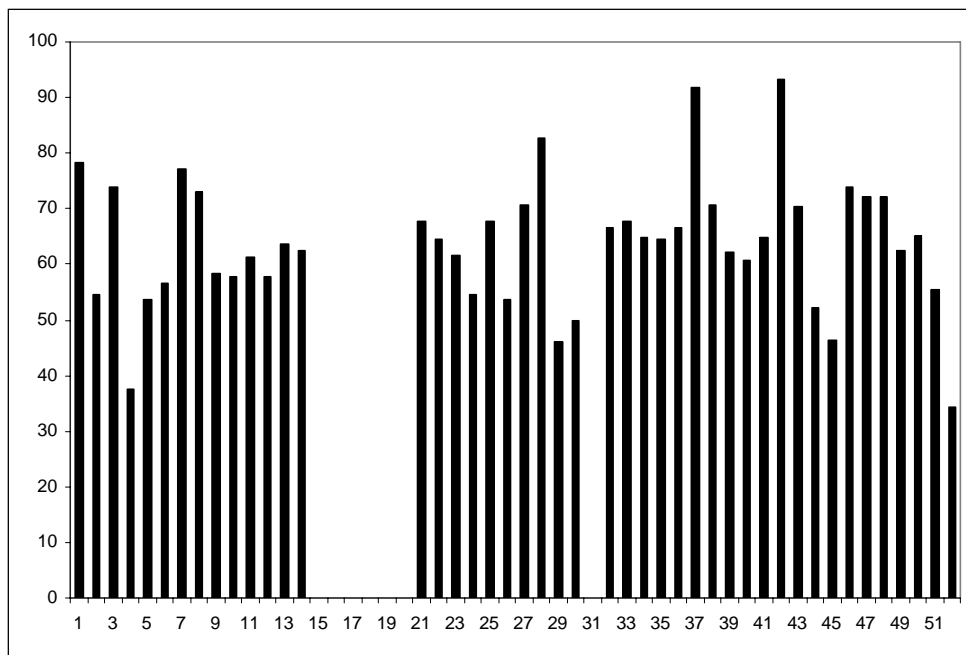
Figur 5.4: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst til Sør-Norge under prøvetaking av prøven for uke 46, med laveste verdi for parameteren  $\alpha$ -/ $\gamma$ -HCH for 2006 på Birkenes.



Figur 5.5: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst til Sør-Norge under prøvetaking av prøven for uke 44, med høyeste verdi for parameteren  $\alpha$ - $\gamma$ -HCH for 2006 på Birkenes.



Figur 5.6: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst til Sør-Norge under prøvetaking av prøven for uke 42, med høyeste verdi for HCB for 2006 på Birkenes.



Figur 5.7: Ukentlig luftkonsentrasjon av HCB på Birkenes i år 2006.

I 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 i denne gruppen har lavest konsentrasjon i luft. Tabell 5.5 viser månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av de enkelte PCB-kongenerene.

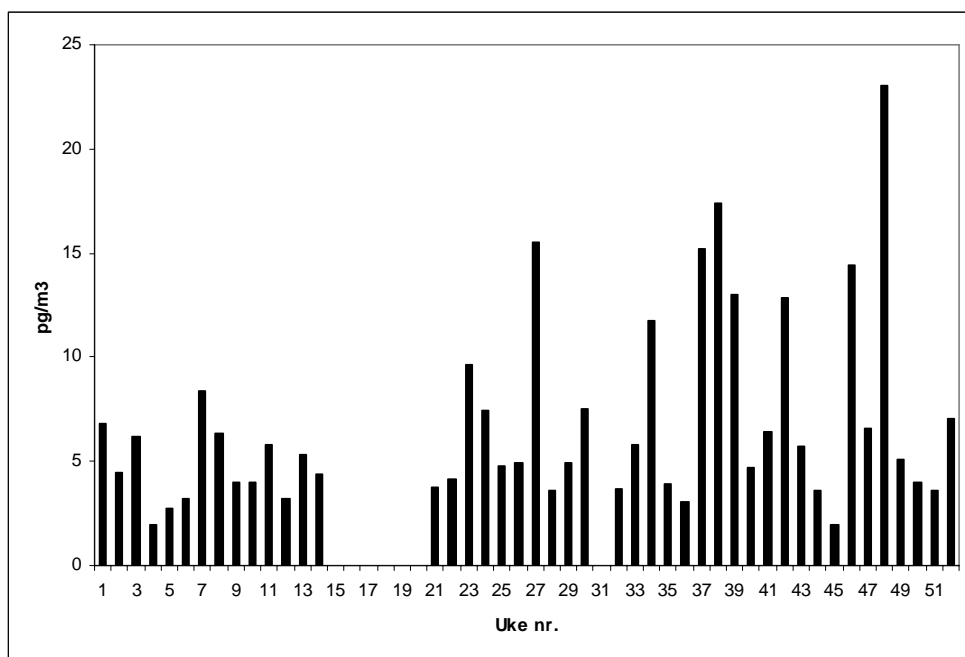
Tabell 5.5: Månedlige middelkonsentrasjoner av syv PCB i luft på Birkenes, år 2006 og årsmiddelverdier for 2004-2006.

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

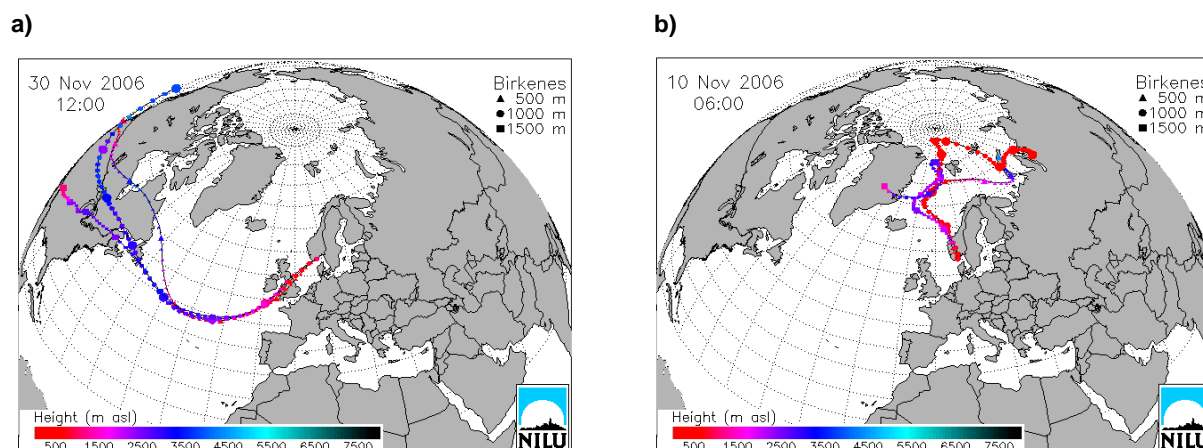
Måned	PCB28	PCB52	PCB101	PCB118	PCB138	PCB153	PCB180
Januar	1,69	1,30	0,74	0,25	0,30	0,44	0,15
Februar	1,71	1,44	0,81	0,24	0,31	0,50	0,15
Mars	1,56	1,32	0,67	0,23	0,23	0,36	0,10
April	1,42	1,25	0,73	0,25	0,25	0,41	0,10
Mai	0,87	0,73	0,41	0,27	0,38	0,92	0,16
Juni	1,41	1,26	1,01	0,39	0,62	1,12	0,38
Juli	1,96	1,91	1,32	0,47	0,69	1,21	0,35
August	1,58	1,36	0,88	0,35	0,56	0,99	0,58
September	2,86	2,90	1,91	0,72	1,07	2,07	0,61
Oktober	2,02	2,10	1,29	0,36	0,51	0,94	0,20
November	1,66	1,83	1,24	0,92	1,27	2,58	0,40
Desember	,87	0,95	0,66	0,49	0,60	1,21	0,16
2004	1,61	1,37	0,80	0,31	0,35	0,63	0,19
2005	1,55	1,47	1,06	0,58	0,75	1,29	0,27
2006	1,63	1,53	0,97	0,41	0,57	1,06	0,28

Middelverdien for sum PCB på Birkenes for 2006 var 6,80 pg/m<sup>3</sup> (2004: 5,26 pg/m<sup>3</sup>, 2005: 6,97 pg/m<sup>3</sup>). For de samme kongenerer var den tilsvarende sum PCB 5,26 pg/m<sup>3</sup> i Ny-Ålesund i år 2006.

Figur 5.8 viser ukentlige luftkonsentrasjoner av sum PCB på Birkenes i år 2006. Høyeste verdi målt for sum PCB ble påvist i prøven fra uke 48. Trajektorieplott viser at luft samlet i denne perioden passerte tvers over USA og Canada, krysset Atlanteren, England og Nordsjøen (Figur 5.9a), mens laveste verdi ble påvist i prøven fra uke 45, som hadde det nest høyeste  $\alpha/\gamma$ -HCH-forholdet i 2006, i luftmasser som hovedsakelig kom fra Arktis (Figur 5.9b).



Figur 5.8: Ukentlig luftkonsentrasjon av sum PCB på Birkenes i år 2006.



Figur 5.9 a og b: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst til Sør-Norge under prøvetaking av prøvene for uke 48 og 45, med henholdsvis høyeste og laveste verdi for parameteren sum PCB for 2006 på Birkenes.



### 5.3.4 Organiske forbindelser i nedbør

Den gjennomsnittlige nedbørkonsentrasjonen for summen av  $\alpha$ - og  $\gamma$ -HCH på Birkenes var 0,71 ng/l i år 2006. Dette er, som det fremgår av Tabell 5.6, laveste verdi observert siden målingene ble startet i 1992. Månedlige middelkonsentrasjoner for HCH og HCB i nedbør på Birkenes er gjengitt i Tabell 5.7, og konsentrasjoner for sum HCH i prøver samlet ukentlig er gjengitt i Figur 5.10. Den laveste HCH-konsentrasjon som ble målt i år 2006 var 0,18 ng/l (uke 5). Den høyeste konsentrasjonen var 2,3 ng/l og ble målt i en prøve fra uke 39. Økningen av HCH-nivået i nedbør som vanligvis observeres om våren er ikke dessverre ikke dekket i dette datasettet, men det observeres at nivået før uke 9a var lavere etter uke 20a. Tidligere år ble vanligvis de høyeste konsentrasjonene av HCH observert i perioden fra april til juni, og dette falt sammen med bruksperioden for lindan i Europa (Haugen et al., 1998). Lindan består hovedsakelig av isomeren  $\gamma$ -HCH (>99%). På basis av dataene er det kun mulig å si at en konsentrasjonsøkning av HCH skjedde våren år 2006 en gang mellom slutten av februar og midten av mai (Figur 5.10). 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).

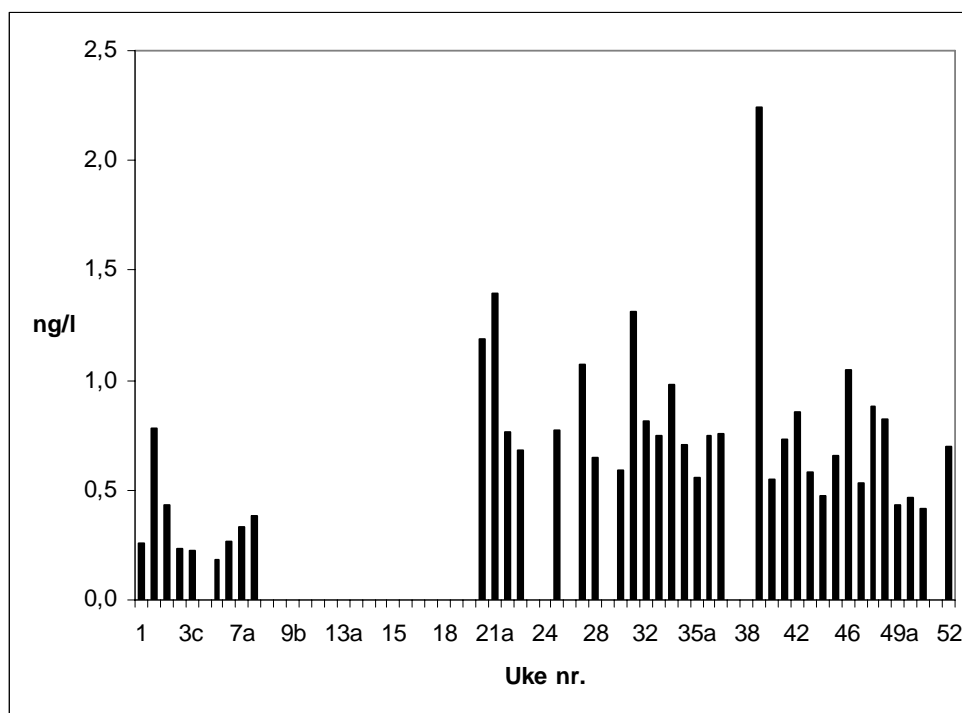
Konsentrasjonen av HCB i de individuelle nedbørprøver varierte fra 0,02 til 1,17 ng/l. Middelkonsentrasjonen for hele år 2006 var 0,20 ng/l, som er noe høyere enn verdien fra 2005.

Tabell 5.6: Veide årsmiddelkonsentrasjoner av sum  $\alpha$ - og  $\gamma$ -HCH samt HCB i nedbør på Birkenes og Lista (1992-2006). 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	11,90	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	0,34
2002	2,09	0,34
2003	1,29	0,39
2004	1,26	0,11
2005	0,99	0,12
2006	0,71	0,20

Tabell 5.7: Månedlige middelkonsentrasjoner av HCH og HCB i nedbør på Birkenes i år 2006. Enhet: ng/l.

Måned	Middelkonsentrasjoner år 2006			
	$\alpha$ -HCH	$\gamma$ -HCH	Sum HCH	HCB
Januar	0,10	0,25	0,35	0,04
Februar	0,11	0,22	0,33	0,05
Mars				
April				
Mai	0,27	0,84	1,11	0,31
Juni	0,28	0,45	0,73	0,32
Juli	0,26	0,51	0,77	0,53
August	0,32	0,32	0,64	0,32
September	0,30	0,95	1,25	0,20
Oktober	0,23	0,40	0,63	0,11
November	0,22	0,56	0,78	0,06
Desember	0,20	0,31	0,51	0,04



Figur 5.10: Nedbørkonsentrasjon av HCH (sum  $\alpha$ - og  $\gamma$ -HCH) i prøver samlet ukentlig på Birkenes i år 2006. Manglende data i tidsrommet uke 9a til 20a skyldes kontaminering av prøvene, som forklart innledningsvis. Øvrige huller i dataene representerer uker uten tilstrekkelig nedbør. I en del tilfeller ble flere målinger gjort i løpet av en uke og i slike tilfeller ble prøvene nummerert med ukenummer og en bokstav, f.eks. 7a og 7b.

Fra og med 2004 omfattet også nedbøranalysene de samme syv PCB som ble bestemt i luftprøver. Årsmiddel for sum PCB i år 2006 var 0,21 ng/l (2004: 0,20 ng/l, 2005: 0,21 ng/l). Resultatene er sammenfattet i Tabell 5.8.

Tabell 5.8: Årsmiddel og månedlige middelkonsentrasjoner av syv PCB i nedbør på Birkenes, år 2006. Enhet: ng/l. Til sammenligning er også nivåene i 2004 og 2005 oppgitt.

Måned	PCB28	PCB52	PCB101	PCB118	PCB138	PCB153	PCB180
Januar	0,017	0,019	0,027	0,019	0,029	0,037	0,024
Februar	0,010	0,010	0,014	0,009	0,017	0,023	0,017
Mars							
April							
Mai	0,068	0,116	0,135	0,078	0,095	0,139	0,062
Juni	0,036	0,049	0,043	0,028	0,037	0,057	0,027
Juli	0,024	0,023	0,022	0,023	0,025	0,039	0,015
August	0,061	0,071	0,044	0,026	0,018	0,029	0,009
September	0,010	0,009	0,009	0,008	0,007	0,012	0,005
Oktober	0,014	0,016	0,017	0,012	0,012	0,024	0,006
November	0,019	0,023	0,034	0,036	0,042	0,067	0,020
Desember	0,010	0,014	0,014	0,023	0,024	0,053	0,013
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	0,027	0,035	0,036	0,026	0,031	0,048	0,020

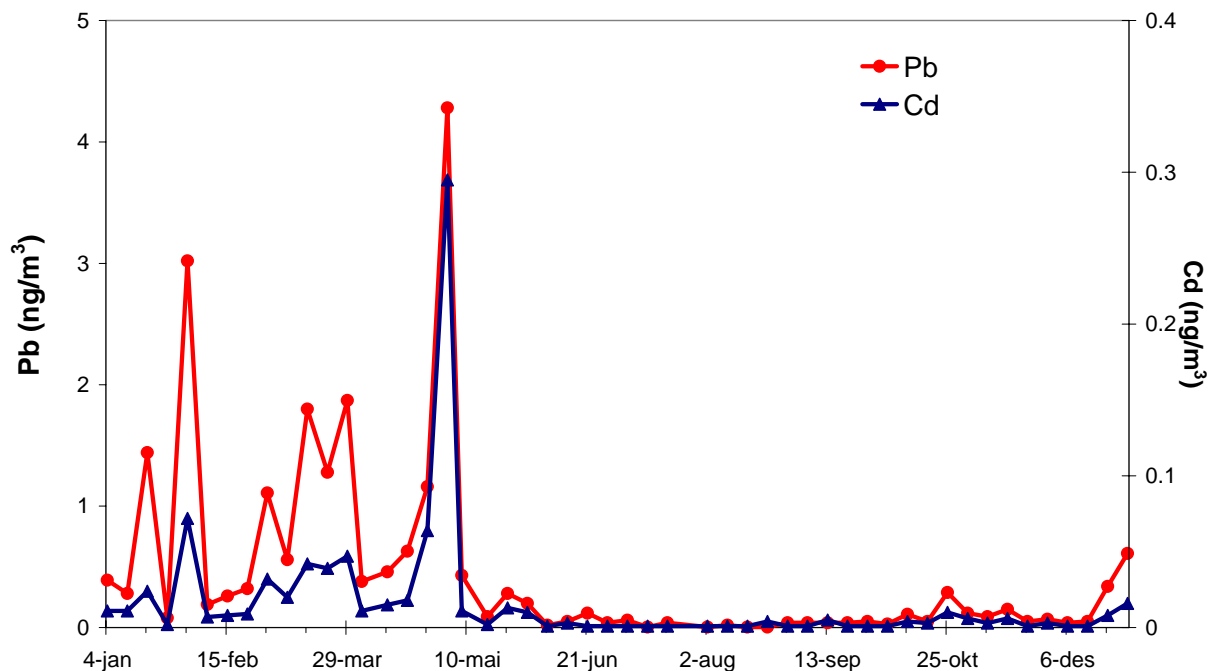
## 5.4 Resultater fra Ny-Ålesund, Zeppelinfjellet (AMAP)

### 5.4.1 Sporelementer i luft

Måned- og årsmiddelkonsentrasjoner av Pb, Cd, Cu, Zn, Cr, Ni, Co, Mn, V, As og Hg i luft på Zeppelinfjell er gjengitt i Tabell 5.9. Nivået er ca 5-50% av det som måles ved Birkenes, med unntak for Hg som viser omtrent samme konsentrasjoner på de to stasjonene. 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 5.11) som også er observert for PAH. 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. Det er mange episoder i perioden januar til mars, den høyeste var 3-5 mai. Dette var en periode med store branner i Øst-Europa og transport av forurensninger fra dette området ble ført helt til Arktis (Stohl et. al., 2006). Denne episoden observeres også av de andre overvåkningsdataene.

Tabell 5.9: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av tungmetaller i luft på Zeppelinfjellet, 2006. Enhet: ng/m<sup>3</sup>.

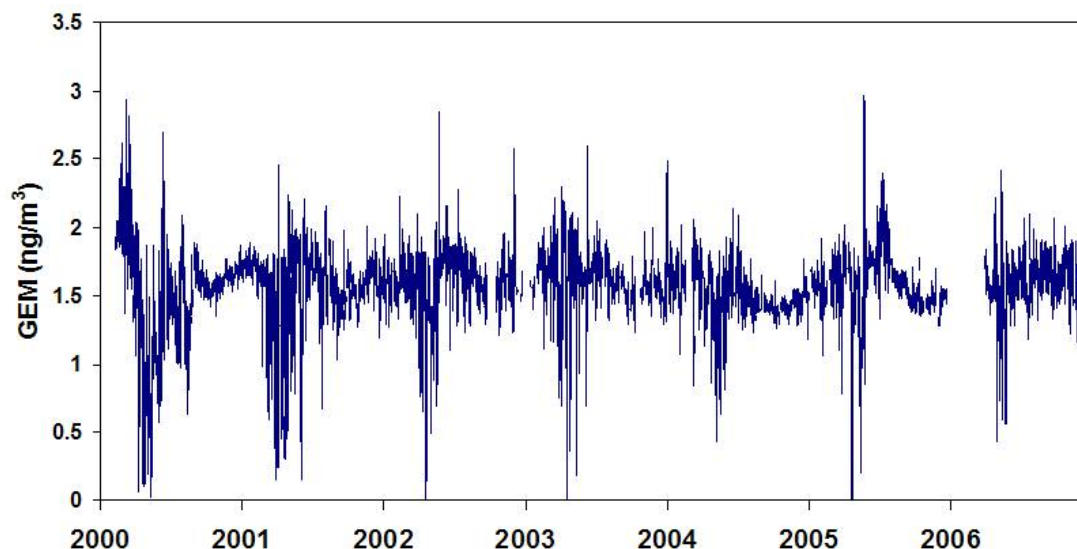
	As	Cd	Cr	Co	Cu	Pb	Mn	Ni	V	Zn	Hg(g)
Januar	0,03	0,012	0,14	0,019	0,38	0,52	0,25	0,07	0,10	2,3	
Februar	0,12	0,024	0,13	0,011	0,35	0,95	0,26	0,09	0,21	2,1	
Mars	0,19	0,036	0,12	0,026	0,36	1,32	1,28	0,09	0,22	2,8	
April	0,07	0,025	0,13	0,019	0,33	0,61	0,62	0,11	0,21	1,7	1,59
Mai	0,07	0,080	0,12	0,019	0,59	1,26	0,95	0,08	0,17	3,8	1,45
Juni	0,01	0,002	0,02	0,005	0,09	0,07	0,13	0,02	0,05	0,5	1,58
Juli	0,01	0,001	0,02	0,002	0,07	0,04	0,07	0,04	0,09	0,6	1,59
August	0,00	0,002	0,04	0,001	0,12	0,02	0,04	0,02	0,01	0,6	1,66
September	0,01	0,002	0,10	0,011	0,37	0,04	0,11	0,03	0,02	1,6	1,67
Oktober	0,02	0,005	0,06	0,004	0,25	0,12	0,11	0,02	0,02	1,1	1,63
November	0,01	0,004	0,07	0,010	0,15	0,10	0,08	0,03	0,03	0,7	1,63
Desember	0,04	0,007	0,05	0,004	0,58	0,26	0,10	0,02	0,03	2,2	1,67
2006	0,05	0,016	0,08	0,011	0,30	0,44	0,34	0,05	0,10	1,6	1,60



Figur 5.11: Ukentlige luftkonsentrasjoner av bly og kadmium på Zeppelinfjellet i 2006. Enhet:  $\text{ng/m}^3$ .

Tidsserier av elementært kvikksølv (gaseous elementary mercury, GEM) i gassfase for 2000-2006, er vist i Figur 5.12. Figuren viser at hver vår forekommer fortytningsepisoder av elementært kvikksølv i gassfase (GEM) ved Zeppelinstasjonen. Episodene korrelerer godt med nedbrytningen av bakkenær ozon i en tre-måneders periode etter polar soloppgang. Meget variable konsentrasjoner av elementært kvikksølv og ozon ble sett etter polar soloppgang, med en tendens til uvanlig lave konsentrasjoner. Dette fenomenet skyldes de helt spesielle kjemiske og fysiske forhold som oppstår i Arktis om våren. Tidligere undersøkelser har vist at nedbrytningen av bakkenær ozon skyldes dannelse av forhøyde konsentrasjoner av oksiderende radikaler i atmosfæren. Tilsynelatende blir elementært kvikksølv angrepet på en liknende måte. Elementært kvikksølv oksideres og overføres til mere reaktive former (reaktivt gassfasekvikksølv og partikulært kvikksølv), som har betydelig større avsetningshastighet enn den elementære formen, noe som fører til økt nedfall av kvikksølv. Fordi at de reaktive formene er betydelig mer tilgjengelige for planter og dyr enn elementært kvikksølv, blir tilgangen av kvikksølv betydelig større i en tid på året hvor flora og fauna er i rask vekst. Våren 2006 ble første episode observert 2. april og den siste 30. mai, som er den tida på året det observeres fortytningsepisoder på Zeppelinfjell. For at vi skal få lokalt dannede episoder trengs en temperatur lavere enn  $-10^{\circ}\text{C}$  –  $-20^{\circ}\text{C}$ . Langtransporterte episoder hvor kjemien har foregått andre steder i Arktis kan forekomme ved høyere temperaturer.

Bare Ni har vist en signifikant nedadgående trend siden analysene startet (Berg et al., 2003).



Figur 5.12: Tidsserier for elementært kvikksølv i gassfase (GEM) ved Zeppelinfjell, 2000-2006.

## 5.4.2 Organiske forbindelser luft

### HCH

Den gjennomsnittlige luftkonsentrasjonen av HCH (sum  $\alpha$ - og  $\gamma$ -HCH) i Ny-Ålesund i 2006 var 12,7 pg/m<sup>3</sup>. I løpet av året varierte konsentrasjonen fra 8,0 til 22,8 pg/m<sup>3</sup>, som vist i Figur 5.13. Sum HCH viste ingen klar sesongvariasjon. Høyeste verdi ble observert i uke 43. Årsmiddelkonsentrasjonen for stoffgruppen i tidsrommet 1996 til 2006 er gjengitt i Tabell 5.10 og verdien for 2006 var den laveste observert på Zeppelinfjell.

Tabell 5.10: Årlige middelkonsentrasjoner av sum  $\alpha$ - og  $\gamma$ -HCH i luft, Zeppelinfjell. Enhet: pg/m<sup>3</sup>.

År	Middelkonsentrasjon sum $\alpha$ - og $\gamma$ -HCH i luft, Zeppelinfjell
1996	73,0
1997	67,8
1998	47,5
1999	41,1
2000	27,1
2001	27,1
2002	34,2
2003	23,2
2004	19,8
2005	17,8
2006	12,7

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 (Figur 5.14). 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.

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, f.eks. på Birkenes. Årsmiddelet av  $\alpha/\gamma$ -HCH i Ny-Ålesund var 6,14 og forholdet varierte fra 2,52 til 11,0, mens de tilsvarende verdier for  $\alpha/\gamma$ -HCH-forholdet på Birkenes var henholdsvis 1,81, 0,40 og 3,98. Grunner til at forholdet som observeres i Ny-Ålesund er høyere enn på Birkenes kan være:

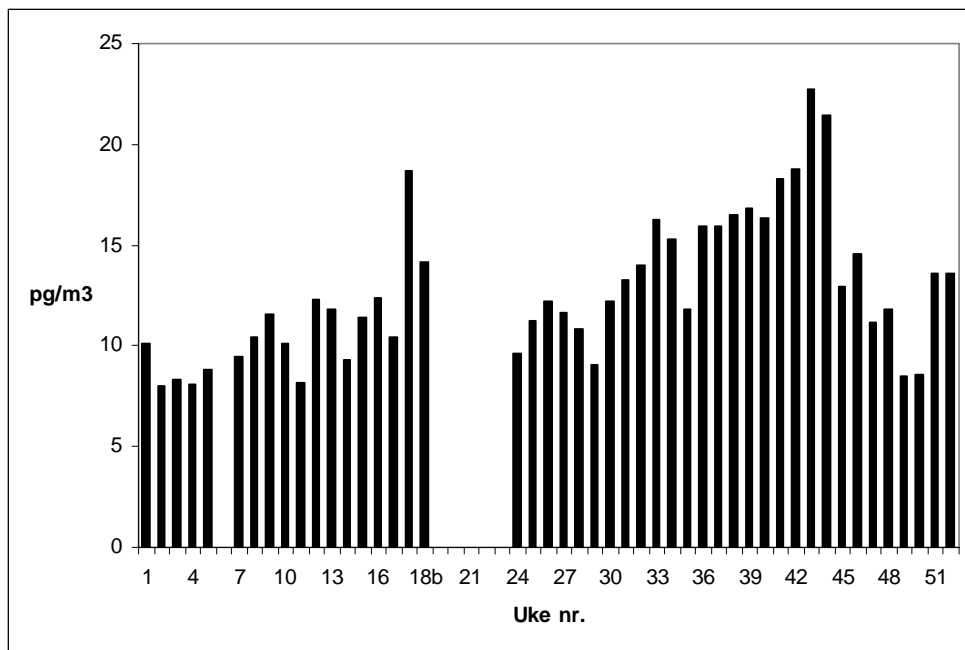
- et større bidrag av  $\alpha$ -HCH fra bruk av teknisk HCH
- fotokjemisk omdannelse av  $\gamma$ -HCH til  $\alpha$ -HCH (Benezet og Matsumura, 1973) under transporten til Arktis
- re-emisjon av  $\alpha$ -HCH fra havet

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).

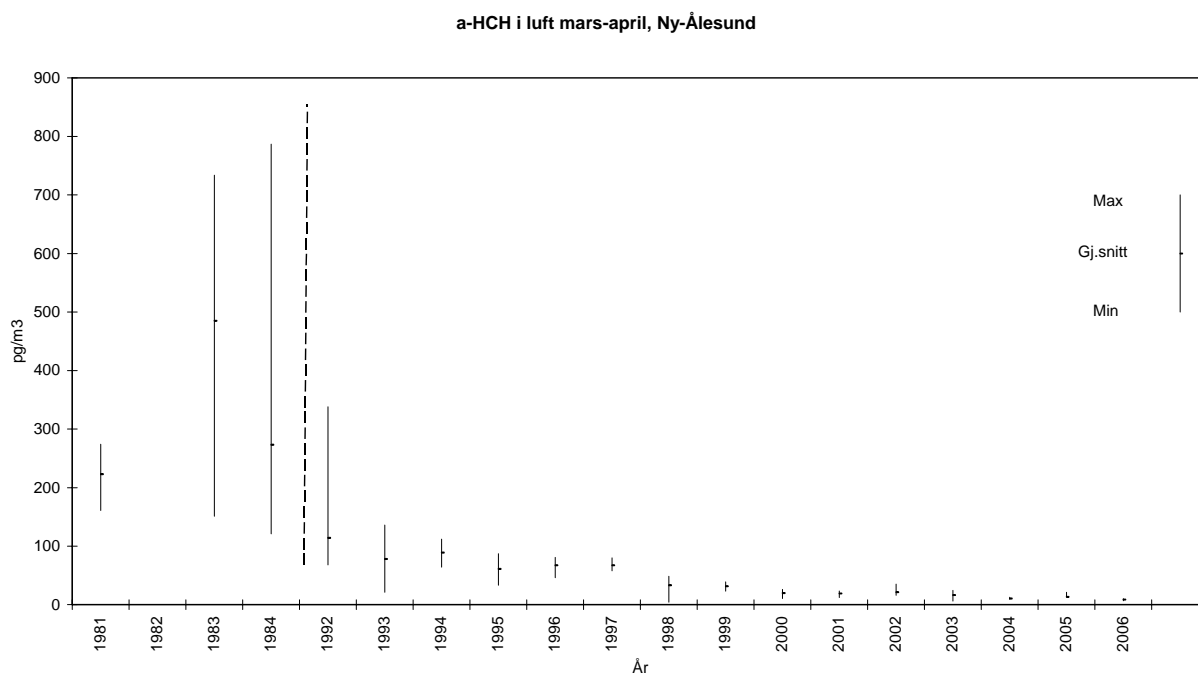
Årsmiddelet for  $\gamma$ -HCH var 1,9 pg/m<sup>3</sup>, som var lavere enn året før (Tabell 5.11).

Tabell 5.11: Årlige middelkonsentrasjoner av  $\gamma$ -HCH i luft på Zeppelinfjell. Enhet: pg/m<sup>3</sup>.

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

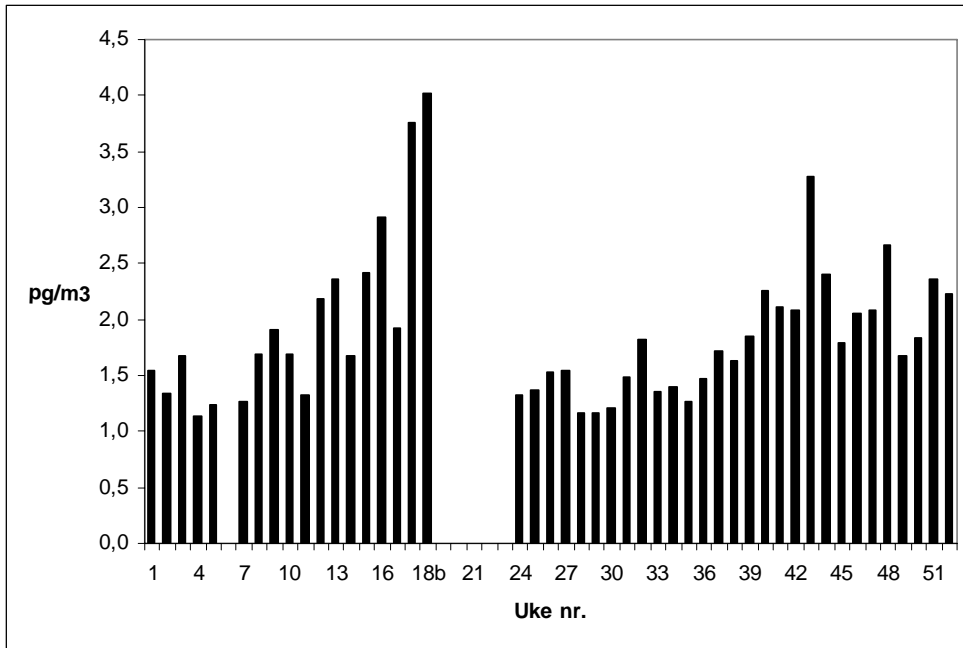


Figur 5.13: Ukentlig luftkonsentrasjon av HCH (sum  $\alpha$ - og  $\gamma$ -HCH) på Zeppelinfjellet i 2006. I uke 18 ble det tatt to prøver som ble nummerert 18a og 18b.

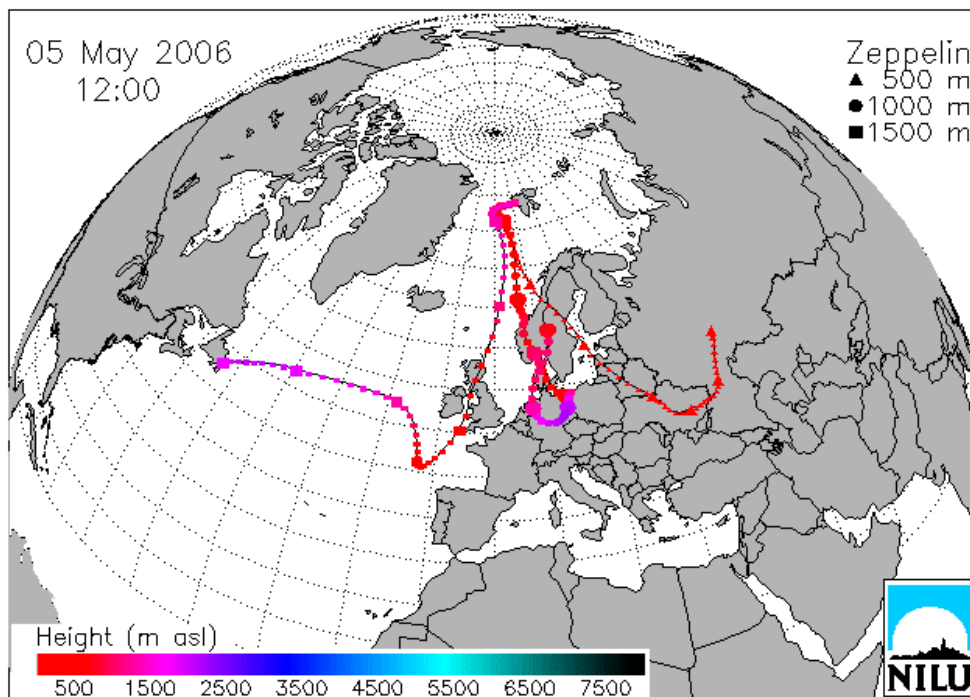


Figur 5.14:  $\alpha$ -HCH i luft i perioden mars-april i Ny-Ålesund og på Zeppelinfjellet.

Den høyeste  $\gamma$ -HCH-verdien (Figur 5.15) ble funnet i prøven som ble tatt i uke 18b. Trajektorieberegninger viser at luften som nådde stasjonen under prøvetakingen i uke 18b hadde bidrag både fra Canada/Grønland såvel som Sentral- og Øst-Europa (Figur 5.16).



Figur 5.15: Ukentlig luftkonsentrasjon av  $\gamma$ -HCH på Zeppelinfjellet i 2006. I uke 18 ble det tatt to prøver som ble nummerert 18a og 18b.



Figur 5.16: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst til Zeppelinstasjonen under prøvetaking av prøven for uke 18b med høyest  $\gamma$ -HCH-verdi for 2006.

### Klordaner

Konsentrasjonen av klordaner (sum trans- og cis-klordan samt trans- og cis-nonaklor) varierte fra 0,84 til 3,99 pg/m<sup>3</sup>. Den høyeste konsentrasjonen ble målt i uke 51 da det var tilførsel av luftmasser fra både USA/Canada/Grønland/Island og nordlige deler av Russland (Fig. 5.18).



Nest høyest verdi hadde uke 52. Luft som ankom stasjonen i prøvetakingsperioden hadde sirkulert i Arktis, men like før prøvetakingen ble det transportert luft inn til Arktis både fra Canada og Sør-Europa. Årsmiddelkonsentrasjonen for stoffgruppen i tidsrommet 1993 til 2006 er gjengitt i Tabell 5.12 og verdien for 2006 var blant de laveste i måleserien. Nivået er noe lavere enn det som er påvist i kanadisk Arktis 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 2006 var: 0,53, 0,18 og 0,18. Grunnen til at dette forholdet TC/CC avtar om sommeren er ikke kjent. Øket tap av trans-klordan på grunn av øket fotolyse om sommeren kan tenkes å forekomme (Oehme, 1991), men det finnes til nå ikke eksperimentelle data som underbygger dette.

Tabell 5.12: Årlige middelkonsentrasjoner av sum trans- og cis-klordan samt trans- og cis-nonaklor i luft, Zeppelinfjellet. Enhet:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

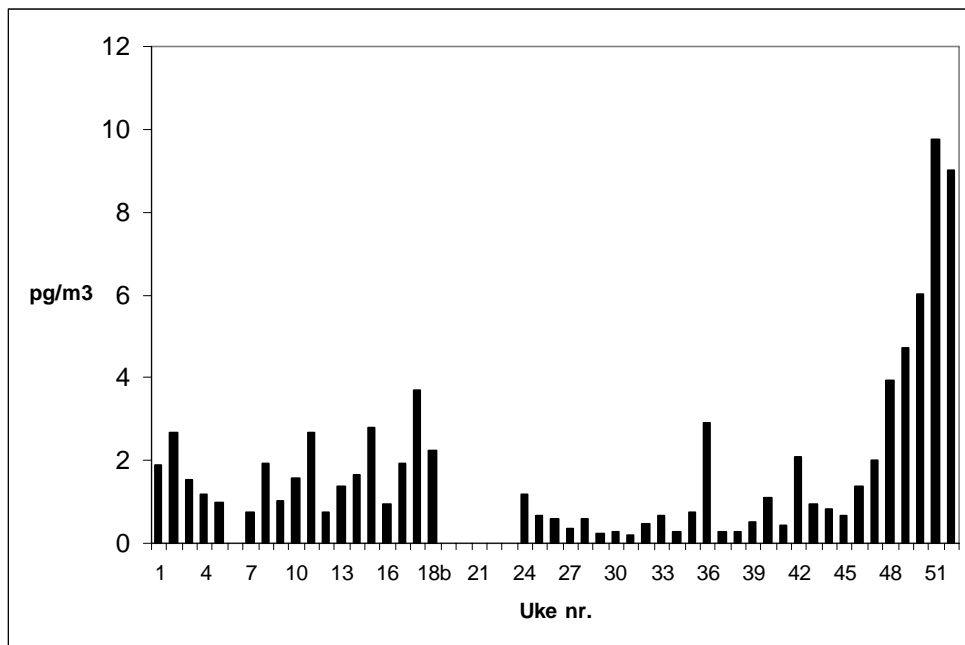
År	Middelkonsentrasjon sum klordaner
1993	2,64
1994	2,96
1995	2,20
1996	2,90
1997	1,79
1998	1,74
1999	1,90
2000	2,35
2001	1,93
2002	2,01
2003	1,69
2004	1,55
2005	1,47
2006	1,54

### DDT-gruppen

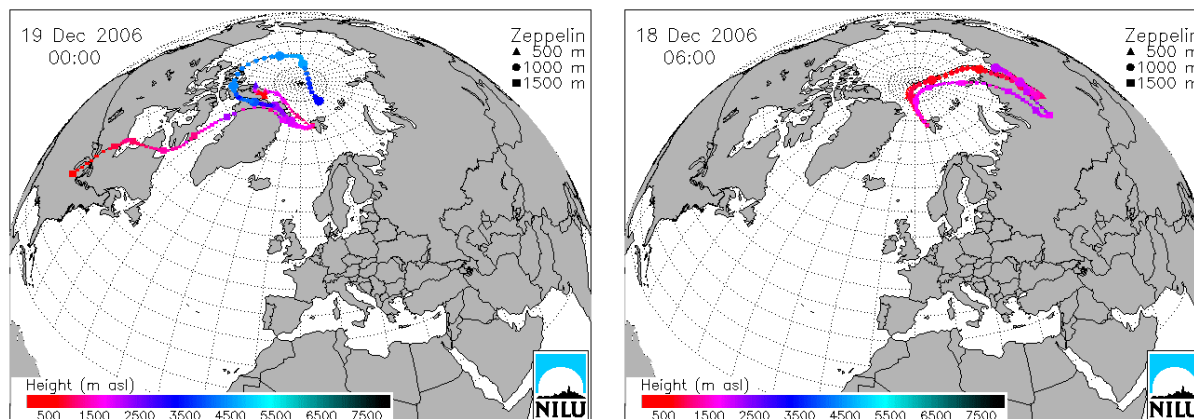
Middelkonsentrasjonen av sum DDT i 2006 var  $1,80 \text{ pg}/\text{m}^3$ , som var laveste verdi påvist for denne parameteren. Årsmiddelkonsentrasjonen for stoffgruppen i tidsrommet 1996 til 2006 er gjengitt i Tabell 5.13. Konsentrasjonen av månedsmidlene sum DDT varierte mellom  $0,21$  og  $9,75 \text{ pg}/\text{m}^3$ . Resultatene fra 2006 viser generelt et lavere nivå om sommeren enn om vinteren (Figur 5.17). I perioden år 2000 til 2006 var de høyeste sum DDT-verdiene gjerne tidlig og/eller sent på året. De høyeste verdiene i år 2006 ble, som for klordaner, påvist i prøver tatt i ukene 51 og 52. I uke 51 var det tilførsel av luftmasser fra både USA/Canada/Grønland/Island og nordlige deler av Russland. Nest høyest verdi hadde uke 52. Luft som ankom stasjonen i prøvetakingsperioden hadde sirkulert i Arktis, men like før prøvetakingen ble det transportert luft inn til Arktis både fra Canada og Sør-Europa. (se Figur 5.18). Det største bidraget til parameteren "sum DDT" kom fra enkeltforbindelsen p,p'-DDE (65% i 2006), som er et oksidasjonsprodukt av DDT.

Tabell 5.13: Årlige middelkonsentrasjoner av DDT-gruppen i luft, Zeppelinfjellet. Enhet:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

År	Middelkonsentrasjon sum DDT
1996	2,65
1997	1,83
1998	2,28
1999	2,01
2000	1,23
2001	1,44
2002	1,47
2003	1,46
2004	1,03
2005	1,01
2006	1,80



Figur 5.17: 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 Zeppelinfjellet i 2006. I uke 18 ble det tatt to prøver som ble nummerert 18a og 18b.



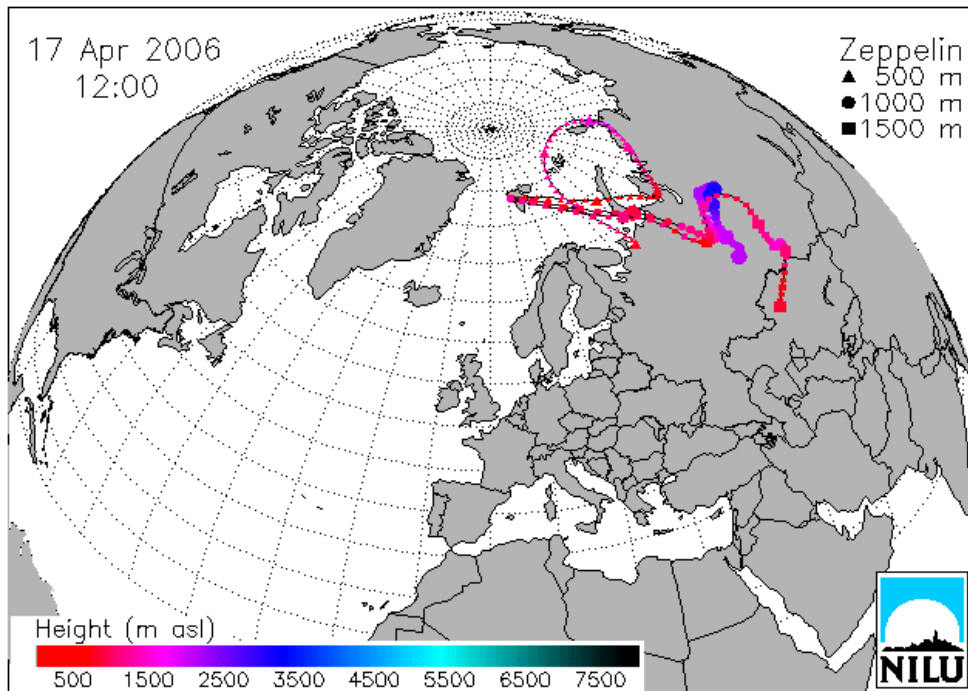
Figur 5.18: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst til Zeppelinstasjonen under prøvetaking av prøven for uke 51 med de høyeste sum DDT-verdier for 2006.

### HCB

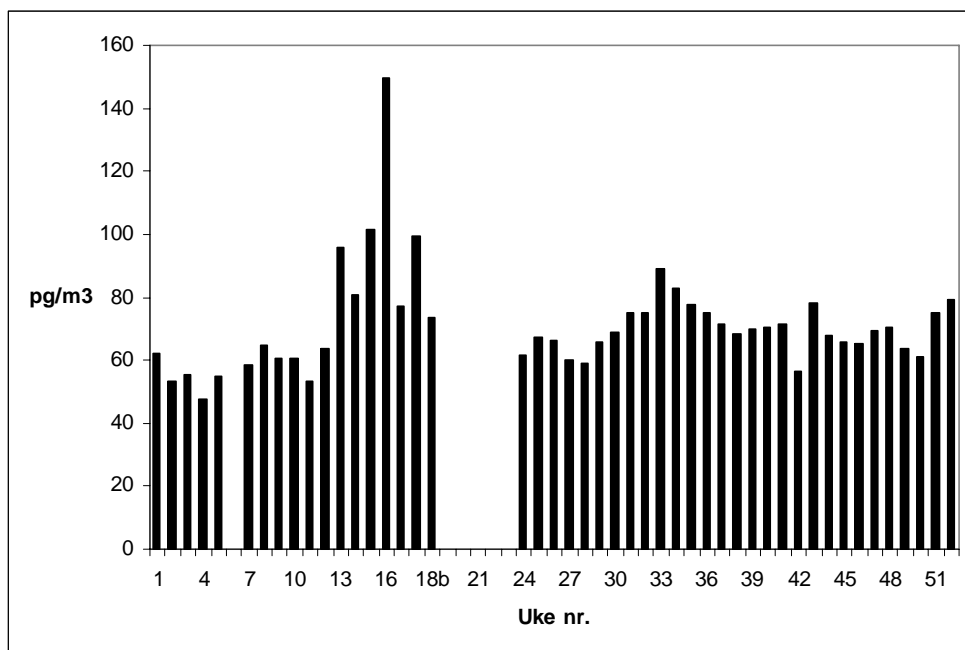
Den midlere luftkonsentrasjonen av HCB i år 2006 var noe høyere enn nivået fra de seks siste årene: 71,1 pg/m<sup>3</sup> (Tabell 5.14). Den laveste konsentrasjonen, 47,7 pg/m<sup>3</sup>, ble målt i uke 4. Den høyeste konsentrasjonen ble påvist i uke 16 (150 pg/m<sup>3</sup>). Trajektorieberegninger indikerer at luften som ankom stasjonen da denne prøven ble tatt var transportert fra Russland og delvis fra Kasakhstan (Figur 5.19). HCB dannes hovedsakelig i forbrenningsprosesser, som f.eks. søppelforbrenning, som ikke har noe sesongvist mønster og HCB-konsentrasjonen i Ny-Ålesund viser heller ikke noe utpreget sesongvist mønster (Figur 5.20). Det samme er også observert i Canada (Lane et al., 1992).

Tabell 5.14: Årlige middelkonsentrasjoner av HCB i luft, Zeppelifjellet. Enhet: pg/m<sup>3</sup>.

År	Middelkonsentrasjon
1993	92
1994	115
1995	99
1996	100
1997	82
1998	82
1999	86
2000	57
2001	55
2002	56
2003	54
2004	65
2005	67
2006	71



Figur 5.19: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst til Zeppelinstasjonen under prøvetaking av prøven for uke 16, med høyeste verdi for HCB for 2006.



Figur 5.20: Ukentlig luftkonsentrasjon av HCB på Zeppelinfjellet i 2006. I uke 18 ble det tatt to prøver som ble nummerert 18a og 18b.

### PCB

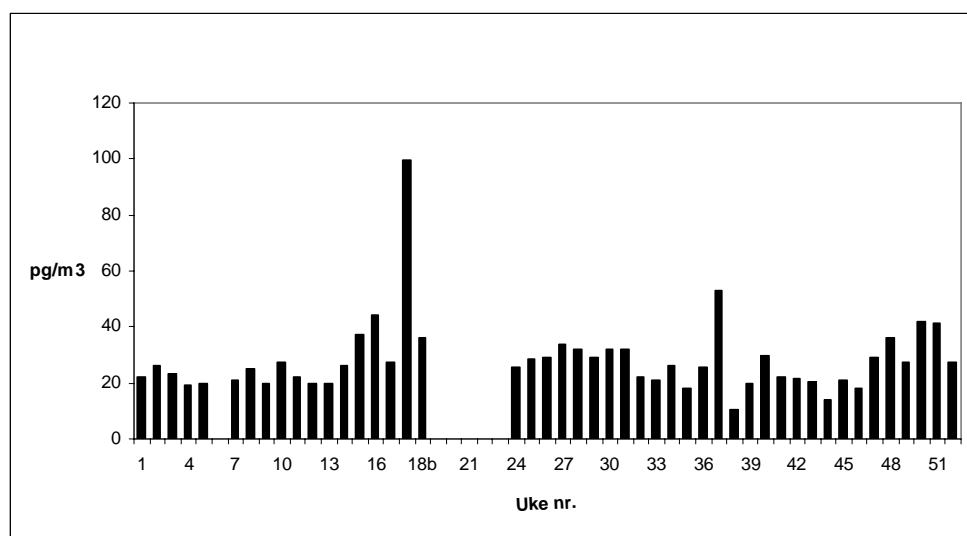
I 1997 ble det opprinnelige måleprogrammet, som omfattet 10 PCB-kongenerer, utvidet til å omfatte 29 kongenerer. For tiden omfatter måleprogrammet 32 PCB. I tillegg ble summen av

alle PCB med fra 3 til 10 kloratomer i molekylet bestemt. Årsmiddelkonsentrasjonen for totalsummen av alle PCB med 3 til 10 kloratomer ("sum PCB") i tidsrommet 1999 til 2006 er gjengitt i Tabell 5.15.

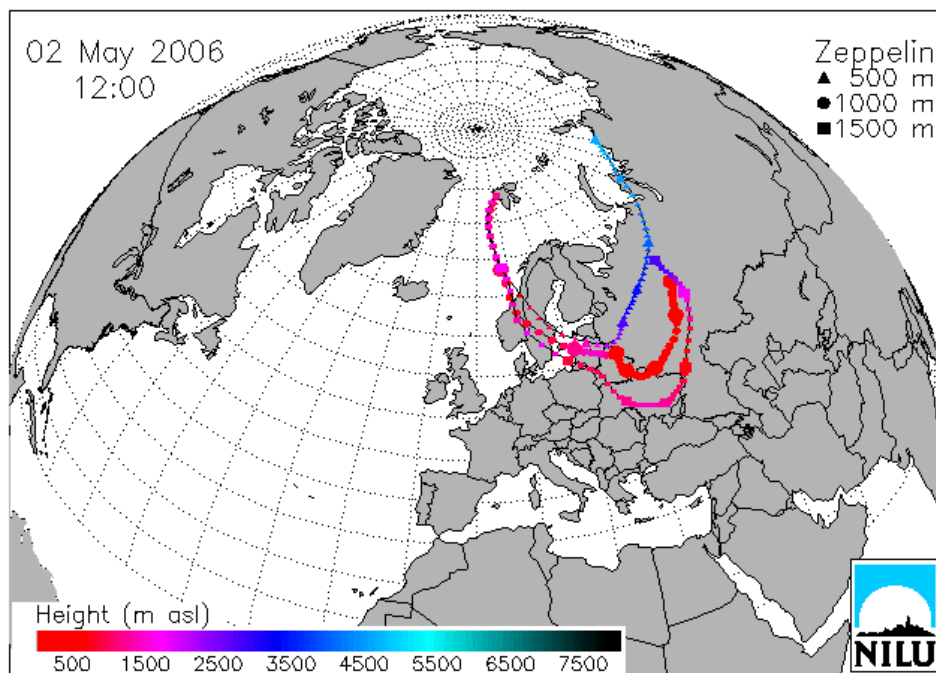
Tabell 5.15: Årlige middelkonsentrasjoner av sum PCB (alle PCB fra tri- til dekalor) i luft, Zeppelinfjellet. Enhet: pg/m<sup>3</sup>.

År	Middelkonsentrasjon
1999	73,8
2000	54,8
2001	36,8
2002	27,7
2003	19,8
2004	18,2
2005	25,7
2006	28,2

Figur 5.21 viser summen av alle tri- til dekalor PCB på ukebasis gjennom året. I gjennomsnitt utgjorde triklor- og tetraklor-PCB til sammen 87% av parameteren "sum PCB". Høyeste konsentrasjone av sum PCB var 99,7 pg/m<sup>3</sup> som ble målt i uke 18a. Den høye verdien ses i sammenheng med en episode av luftforurensning forårsaket av forbrenning av landbruksavfall og skogbranner i Øst-Europa som skjedde samtidig med at en kombinasjon av lav- og høytrykk i den nordlige hemisfæren forsterket transport av luftforurensning inn i Arktis (Stohl et al., 2007; Eckhardt et al., 2007). Trajektorieberegninger for luften, som ankom stasjonen da denne prøven ble tatt, indikerer at den kom fra Øst-Europa over Skandinavia (Figur 5.22). Den samme episoden er observert også av de andre overvåkingsdataene.



Figur 5.21: Ukentlig luftkonsentrasjon av sum tri- til dekalor PCB på Zeppelinfjellet i 2006. I uke 18 ble det tatt to prøver som ble nummerert 18a og 18b.



Figur 5.22: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst til Zeppelinstasjonen under prøvetaking av prøven for uke 18a med den høyeste verdien for sum PCB i 2006.

### PAH

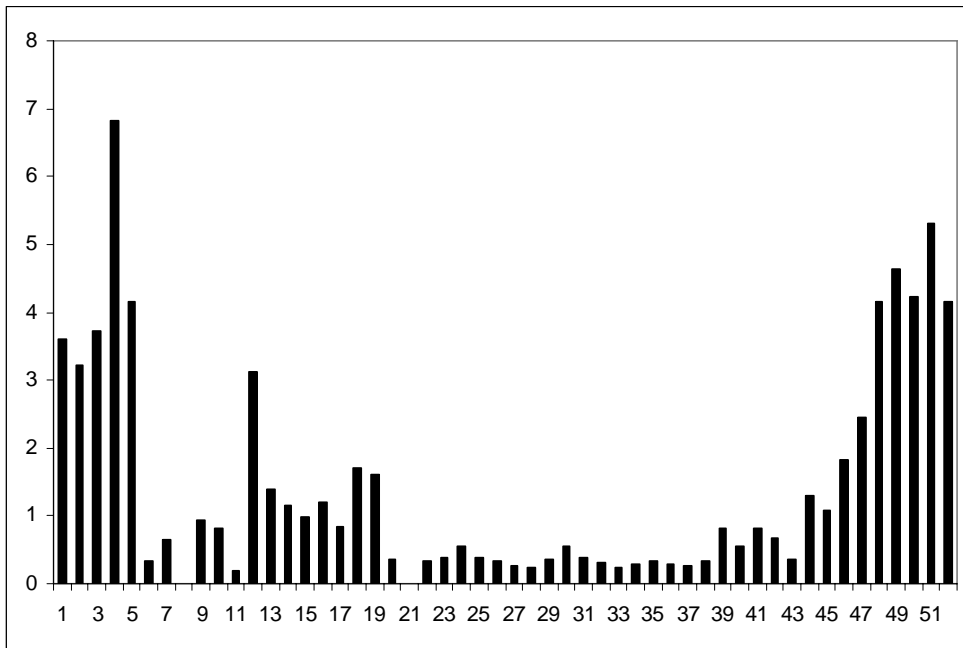
Ukentlige konsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i luft er gjengitt i Figur 5.23. Den sesongvise fordeling av PAH som vanligvis observeres i Ny-Ålesund gjenspeiler den årlige transport av luftmasser fra lavere breddegrader som finner sted i vinterhalvåret og tidlig om våren. Dette er i samsvar med hva som er observert i kanadisk 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 41% av sum PAH. På grunn av et analytisk problem er resultatet for disse stoffene tatt ut av datasettet for ukene 6, 7, 9, 10 og 11 og dette trekker bidraget fra bisykliske PAH noe ned i figur 5.23 og i årsmiddelet. Problemet bestod i svært lav gjenvinning av de internstandardene som disse stoffene beregnes mot. Prøven fra uke 8 ble ødelagt av snø i inntaket til prøvetakeren.

Sum av de mindre flyktige 3- til 7-ring PAH er gjengitt i Figur 5.24.

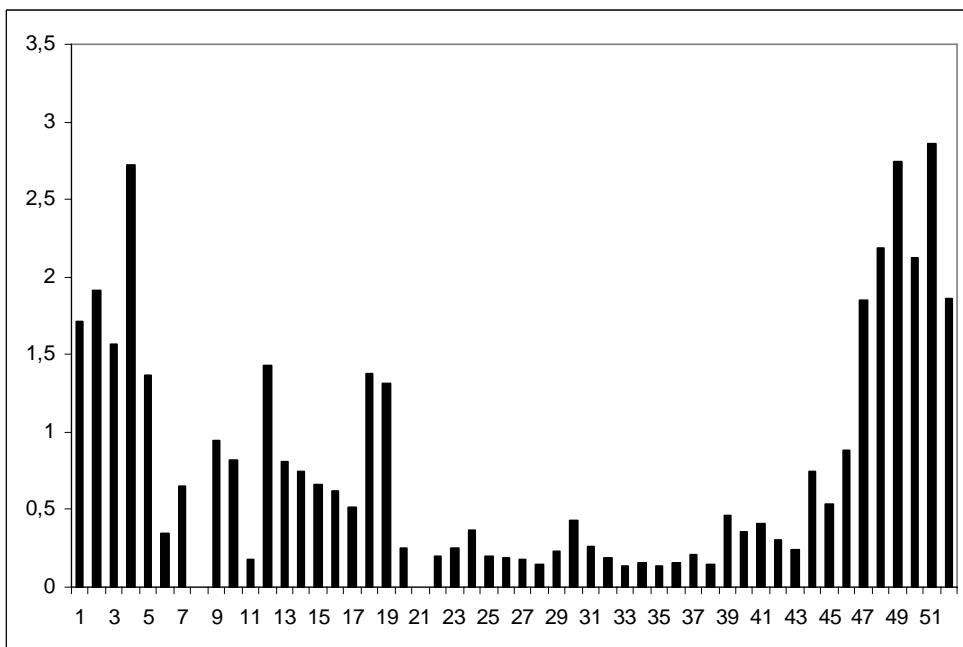
Middelverdien av parameteren "sum PAH" i år 2004 og 2005 var  $2,2 \text{ ng/m}^3$ , som er noe lavere enn verdiene fra de tidligere år (Tabell 5.16). Verdien for 2006 var  $1,5 \text{ ng/m}^3$ . Dette skyldes trolig at de siste vintrene var relativt milde og at forbruket av fossile brennstoffer og biomasse derfor var relativt lavt (unntatt desember 2002). Teknologiske forbedringer som fører til lavere utslipp av PAH vil også bidra til nedgang. Den høyeste verdien ble målt i uke 4 ( $6,8 \text{ ng/m}^3$ ). Prøven som ble tatt i uke 4 ble tatt under forhold som var gunstige for transport av luft fra Russland/Finland såvel som Grønland/Island (Figur 5.25).

Den markante episoden i begynnelsen av mai (Figur 5.22) som observeres med høye PCB-verdier er ikke så høy for PAH. Dette er litt underlig siden retene ofte brukes som markør for

skogbranner, men det er mulig pga. at levetiden til retene ikke er så lang som for PCB (Eckhardt et al., 2007; Mackey, 2001).



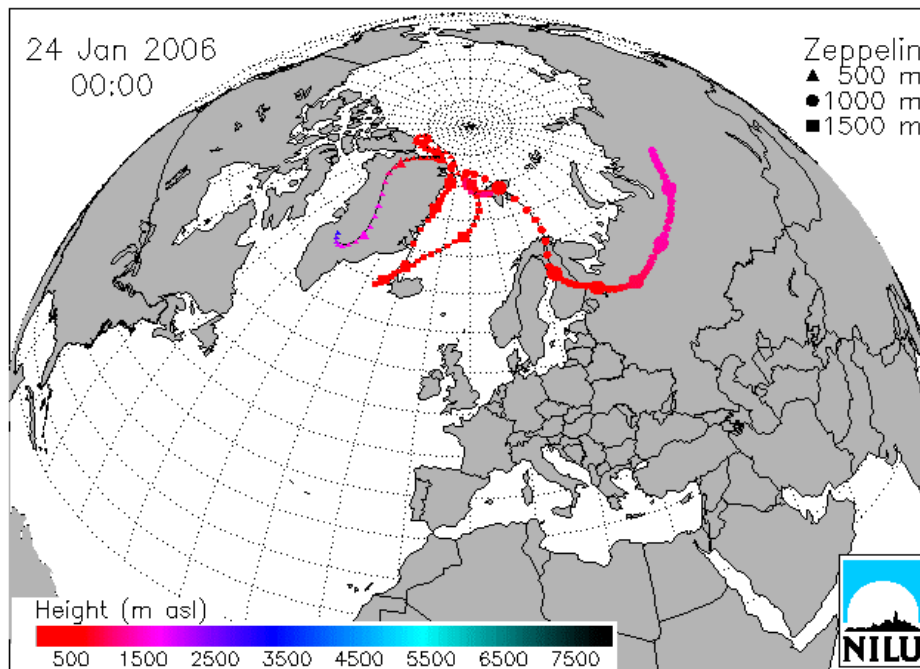
Figur 5.23: Ukentlig luftkonsentrasjon av sum PAH (38 PAH-komponenter) på Zeppelinfjellet i 2006.



Figur 5.24: Ukentlig luftkonsentrasjon av sum 3- til 7-ring PAH på Zeppelinfjellet i 2006.

Tabell 5.16: 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



Figur 5.25: Figurene viser beregnede trajektorier med ankomst til Zeppelin-stasjonen under prøvetaking av prøven fra uke 4 med de høyeste verdiene for sum PAH i år 2006.



## 6. Konsentrasjon av partikler (PM<sub>10</sub>, PM<sub>10-2,5</sub>, PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>1</sub>) i luft på Birkenes

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 solly og ved at de absorberer og sprer terrestrisk stråling. Uavhengig av hvorvidt spredning eller absorbans 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 forsuring av vann og vassdrag, fortrinnsvis på grunn av deres innhold av ammonium, nitrat og sulfat.

Månedsmidler og årsmidler for PM<sub>10</sub>, PM<sub>10-2,5</sub>, PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>1</sub> i 2006 er rapportert i Tabell 6.1. Årsmidler for PM<sub>10</sub>, PM<sub>10-2,5</sub> og PM<sub>2,5</sub> for perioden 2001 – 2006 er rapportert i Tabell 6.2. PM<sub>1</sub> har ikke vært rapportert tidligere.

For 2006 var årsmidlet av PM<sub>10</sub> 8,1 µg m<sup>-3</sup>. Dette er en betydelig økning i forhold til 2005 (6,8 µg m<sup>-3</sup>), samt at det er det høyeste årsmidlet som har vært rapportert siden målingene startet i 2000. Årsmidlet for 2006 er 1 µg m<sup>-3</sup> høyere sammenlignet med årsmidlet for 2002 (7,1 µg m<sup>-3</sup>), som var det høyeste for perioden 2000–2005. Årsmidlet for PM<sub>10</sub> ligger imidlertid langt 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 september (15,1 µg m<sup>-3</sup>) og det laveste for mars (4,7 µg m<sup>-3</sup>). Månedsmidlet for september er det høyeste som hittil har vært rapportert. For PM<sub>2,5</sub> var årsmidlet 5,0 µg m<sup>-3</sup>. Dette er betydelig høyere enn for 2005 (4,1 µg m<sup>-3</sup>), og det er det høyeste årsmidlet som har vært rapportert siden målingene av PM<sub>2,5</sub> startet i 2001. Årsmidlet for PM<sub>2,5</sub> ligger langt under den årlige grenseverdien satt av EU (25 µg m<sup>-3</sup>), og utgjør kun halvparten av årsmidlet i de reviderte retningslinjene fra WHO som er på 10 µg m<sup>-3</sup>. Det høyeste månedsmidlet for PM<sub>2,5</sub> ble observert for september (8,4 µg m<sup>-3</sup>), mens det laveste ble rapportert for desember (1,9 µg m<sup>-3</sup>).

Årsmidlet for PM<sub>10-2,5</sub> var 3,1 µg m<sup>-3</sup>. Dette er det høyeste årsmidlet som er registrert siden målingene av PM<sub>10-2,5</sub> startet i 2001. Tidligere er det ikke registrert årsmidler høyere enn 2,7 µg m<sup>-3</sup> (2005). Det høyeste månedsmidlet ble rapportert for september (6,8 µg m<sup>-3</sup>). Dette

er betydelig høyere enn hva som er registrert tidligere ( $4,6 \mu\text{g m}^{-3}$ , mai 2002). Det laveste månedsmidlet ble rapportert for februar ( $0,6 \mu\text{g m}^{-3}$ ). Årsmidlet for  $\text{PM}_{10}$  var  $3,7 \mu\text{g m}^{-3}$ . Det høyest månedsmidlet ble observert for juni ( $5,7 \mu\text{g m}^{-3}$ ), mens det laveste ble observert for november ( $1,3 \mu\text{g m}^{-3}$ ).

Tabell 6.1: Månedsmidler og årsmidler for  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{10-2,5}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_1$  for 2006. Enhet  $\mu\text{g m}^{-3}$ .

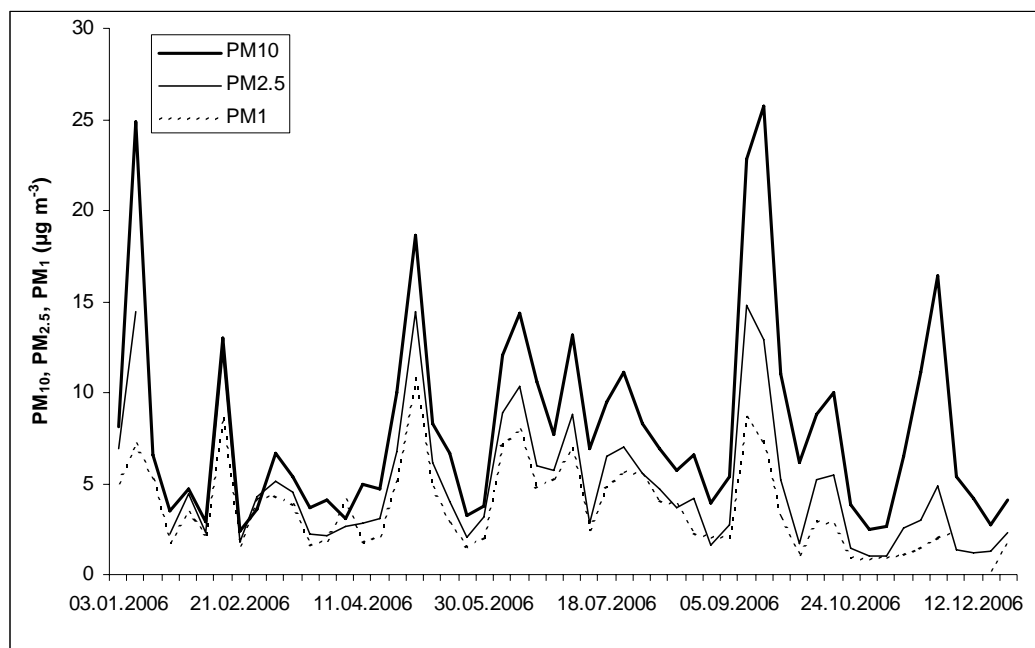
Måned	$\text{PM}_1$	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{PM}_{10-2,5}$	$\text{PM}_{10}$
Januar	4,7	7,7	2,9	10,5
Februar	4,0	5,2	0,6	5,8
Mars	3,3	3,8	0,9	4,7
April	3,1	3,6	1,9	5,4
Mai	4,8	6,4	2,4	8,9
Juni	5,7	7,1	3,0	10,2
Juli	5,0	6,3	3,8	10,1
August	3,9	4,2	2,4	6,6
September	4,9	8,3	6,8	15,1
Oktober	1,9	3,4	3,8	7,2
November	1,3	2,3	4,5	6,7
Desember	1,5	1,9	3,8	5,7
Årsmiddel	3,7	5,0	3,1	8,1

Tabell 6.2: Årsmidler for  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{10-2,5}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_1$ . Enhet  $\mu\text{g m}^{-3}$ .

År	$\text{PM}_1$	$\text{PM}_{2,5}$	$\text{PM}_{10-2,5}$	$\text{PM}_{10}$
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

På årsbasis utgjorde  $\text{PM}_{2,5}$  61% av  $\text{PM}_{10}$  i 2006, mens  $\text{PM}_{10-2,5}$  stod for 39%. Dette er de samme prosentandelene som ble rapportert for 2004 og 2005. Sammenlignet med perioden 2001–2003 (66-68%) er prosentandelen for  $\text{PM}_{2,5}$  noe lavere, mens den for  $\text{PM}_{10-2,5}$  er noe høyere (32-33%). Basert på månedsmidler utgjorde  $\text{PM}_{2,5}$  mellom 33% og 90% av  $\text{PM}_{10}$  i 2006, mens det for  $\text{PM}_{10-2,5}$  varierte mellom 10% og 67%.  $\text{PM}_{10-2,5}$  var den dominerende fraksjonen av  $\text{PM}_{10}$  for tre måneder (oktober, november, desember), hvilket er det høyeste antallet rapportert i løpet av et år. Månedsmidlet for  $\text{PM}_{10}$  er imidlertid relativt lavt for disse månedene og de ligger alle under årsmidlet.  $\text{PM}_1$  utgjorde 75% av  $\text{PM}_{2,5}$  på årsbasis, mens det på månedsbasis varierte mellom 55% og 92%. Det relative bidraget av  $\text{PM}_1$  til  $\text{PM}_{10}$  var 45% på årsbasis, men det på månedsbasis varierte mellom 19% og 71%.

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). I motsetning til tidligere år ble det ikke observert en gradvis økning av partikkelkonsentrasjon fra årsskiftet av og utover våren. Dette skyldes et høyt månedsmiddel for januar som følge av en episode med langtransportert forurensning (Figur 6.1). For  $PM_{10-2,5}$  stiger imidlertid konsentrasjonen jevnt fra februar av. Felles for alle størrelsesfraksjonene, og i samsvar med tidligere år, er at konsentrasjonene øker om sommeren. Dette er spesielt tydelig for  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  og  $PM_1$ . Alle størrelsesfraksjonene har et høyt månedsmiddel for september som følge av en episode med langtransportert forurensning. Utover høsten avtar månedsmidlene for  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  og  $PM_1$ , mens det holder seg høyt for  $PM_{10-2,5}$ .

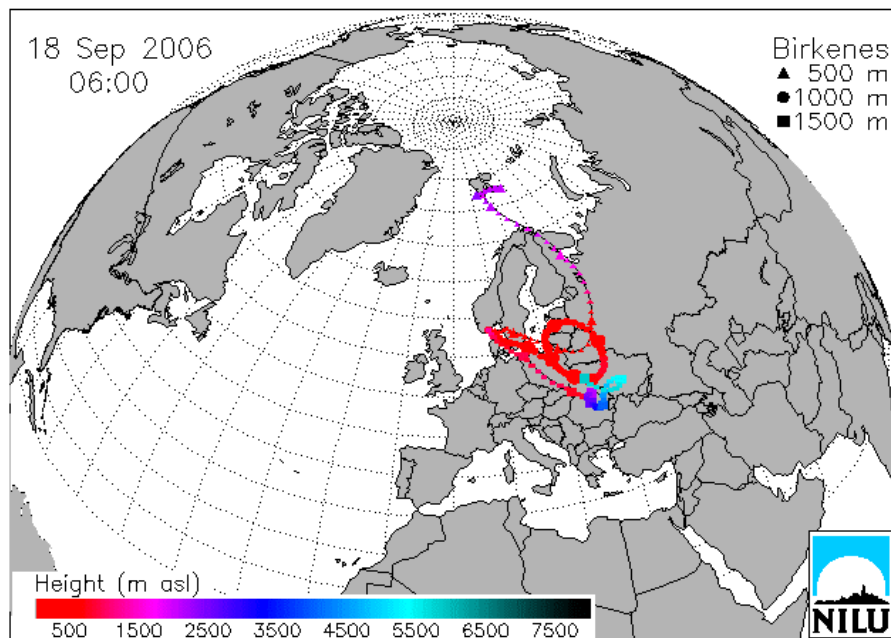


Figur 6.1: Tidsserie for  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  og  $PM_1$  på Birkenes for 2006.

For 2006 ble det kun foretatt døgnpøver av PM hver sjette dag, samt for juni måned. Dagene mellom hver døgnpøve ble samlet sammen til én seksdagersprøve. Denne prøvetakingsfrekvensen gjør at en kun har muligheten til å knytte døgnekonsentrasjoner av PM på Birkenes opp mot gjeldende grenseverdier for et begrenset antall dager (78 stk.). I 2006 oversteg døgnekonsentrasjonen av  $PM_{10}$   $25 \mu\text{g m}^{-3}$  på to av de 78 dagene det ble foretatt døgnmålinger. Disse ble registret 14.–15. januar ( $26,3 \mu\text{g m}^{-3}$ ) og 19.–20. juni ( $28,8 \mu\text{g m}^{-3}$ ). Ingen av verdiene overskrider SFTs luftkvalitetskriterium for  $PM_{10}$  på  $35 \mu\text{g m}^{-3}$  (midlet over 24 timer). Som forventet kunne det meste av  $PM_{10}$  konsentrasjonen tilskrives  $PM_{2,5}$  for disse to dagene ( $PM_{2,5}/PM_{10} > 0,75$ ). For 2006 ble SFTs luftkvalitetskriterium for  $PM_{2,5}$  å  $20 \mu\text{g m}^{-3}$  (midlet over 24 timer) overskredet på to av de 78 dagene det ble foretatt døgnmålinger. Dette var på de samme dagene som de høyeste konsentrasjonene av  $PM_{10}$  ble observert (14.–15. januar og 19.–20. juni).

Karakteristisk for 2006 er episoder med langtransportert forurensning som strekker seg over lengre perioder. Dette bidrar sterkt til at det er rapportert månedsmidler høyere enn  $10 \mu\text{g m}^{-3}$

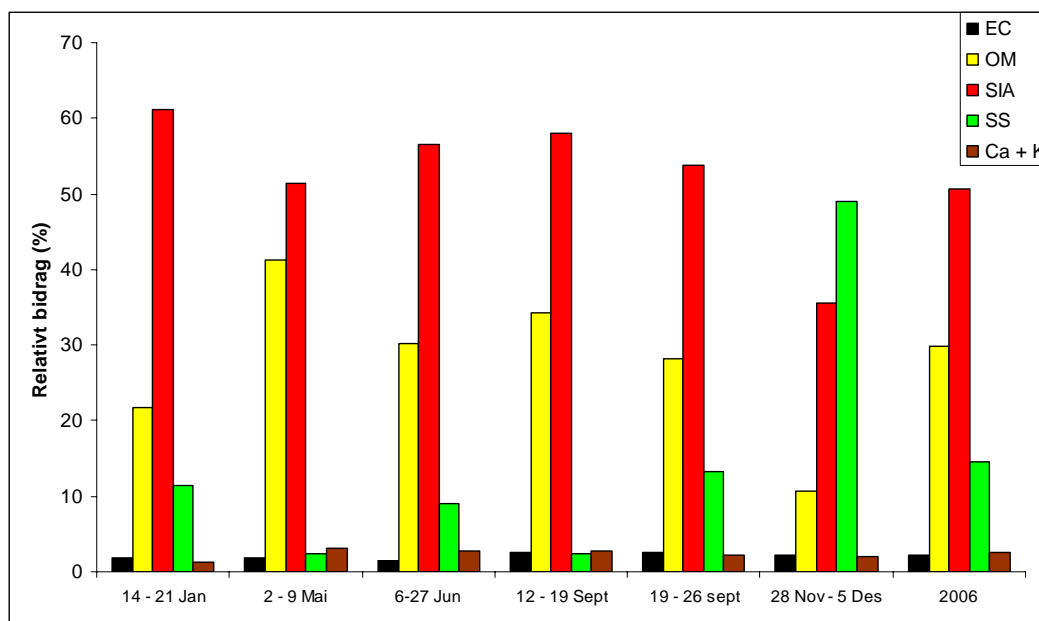
for fire måneder for  $PM_{10}$ . Blant annet ble det for september måned observert en 14 dagers periode med forhøyede PM konsentrasjoner der ukesmidlene for de to påfølgende uker var på henholdsvis  $23 \mu\text{g m}^{-3}$  og  $26 \mu\text{g m}^{-3}$ . Beregnede trajektorier for denne perioden viser at luftmassene for en stor del hadde passert i lav høyde over viktige kildeområder i Øst-Europa (eksemplifisert for 18. september). I alt ble det observert 5 uker der ukesmidlet overskred  $15 \mu\text{g m}^{-3}$ , mens det tilsvarende antallet uker som overskred  $10 \mu\text{g m}^{-3}$  var 15.



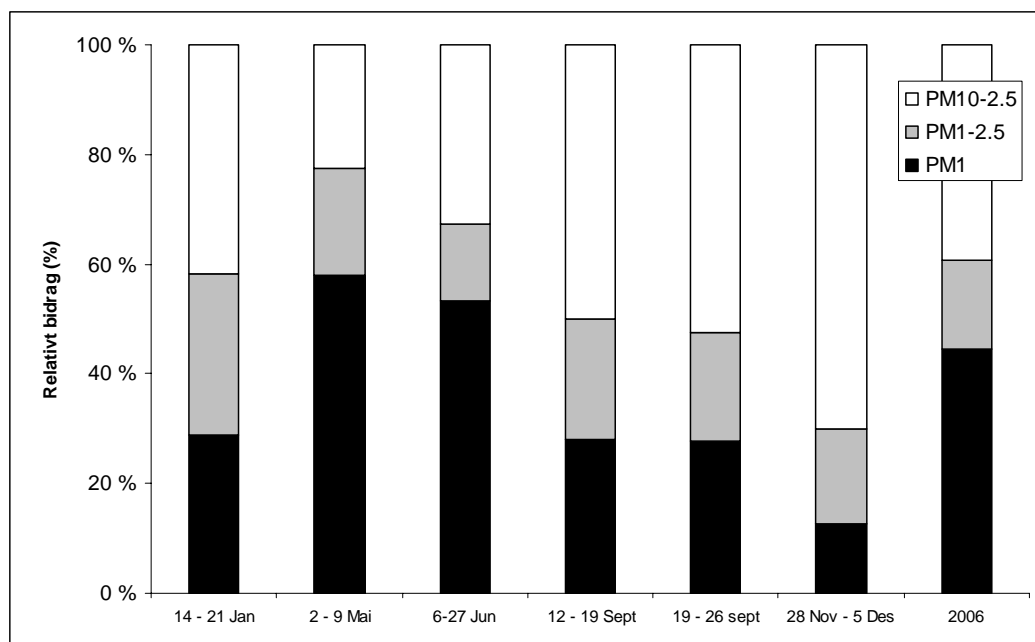
Figur 6.2: Figuren viser beregnede trajektorier med ankomst Birkenes 18. september kl 06.00. Denne dagen er karakteristisk for store deler av perioden 12.-26. september, da det ble observert høye ukesmidler ( $23\text{--}26 \mu\text{g m}^{-3}$ ) for  $PM_{10}$ .

Figur 6.3 viser den relative kjemiske sammensetning for de fem ukene da ukesmidlet av  $PM_{10}$  var over  $15 \mu\text{g m}^{-3}$  på Birkenes. I tillegg er perioden 6.–27. juni inkludert, da denne perioden er karakteristisk for de jevnt høye konsentrasjonene som sees på sommerstid, men som likevel ikke overskrider  $15 \mu\text{g m}^{-3}$ . Også den relative kjemiske sammensetningen på årsbasis er inkludert. Generelt sett var det ikke store forskjeller i den kjemiske sammensetningen året sett under ett sammenlignet med det som ble observert under episoder med forhøyede konsentrasjoner av  $PM_{10}$ . Typisk var bidraget av sekundære uorganiske forbindelser ( $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $NH_4^+$ ) noe høyere når konsentrasjonen av  $PM_{10}$  var høy, hvilket understreker betydningen av langtransportert forurensning. Organisk materiale var betydelig forhøyet under episoden 2.–9. mai, hvilket kan tilskrives at kilden var brenning av jordbruksavfall og skogbranner i Øst-Europa. Denne episoden, som påvirket Skandinavia i perioden ca. 20. april–10. mai, medførte rekordhøye konsentrasjoner av luftforurensning som PM,  $O_3$ , og CO over store deler av Skandinavia, samt i den europeiske delen av Arktis (Stohl et al., 2007). Noe forhøyede konsentrasjoner av  $K^+$  i forbindelse med de to episodene i september indikerer at forbrenning av biomasse kan være en medvirkende kilde også her. Episoden som ble registret i overgangen november/desember domineres av sjøsalter og viser at også naturlige kilder kan bidra til høye PM verdier på Birkenes. Fra 64–85% av  $PM_{10}$ -konsentrasjonen kunne forklares ved summen av den analyserte forbindelsene under de ulike episodene. Den største diskrepansen ble observert i de tilfeller der sjøsalter utgjorde en betydelig del av massen, hvilket kan indikere at noe av dette kan skyldes assosiert vann.

Størrelsesfordelingen varierer til dels betydelig mellom de forskjellige episodene (Figur 6.4). For sjøsaltepisoden i overgangen mellom november og desember utgjorde  $PM_1$  kun 10% av  $PM_{10}$ , mens  $PM_{10-2,5}$  stod for hele 70%. Dette er som forventet siden sjøsalter fortrinnsvis er å finne i grovfraksjonen av  $PM_{10}$ . For skogbrannepisoden i mai utgjorde  $PM_1$  hele 60% av  $PM_{10}$ , mens hele 80% var å finne i  $PM_{2,5}$  fraksjonen. Kun 20% kunne tilskrives  $PM_{10-2,5}$ . Siden det fortrinnsvis er fine partikler som dannes ved forbrenning er dette en forventet størrelsesfordeling. Det at kildeområdet var relativt langt borte (Øst-Europa) bidrar til at størrelsesfordelingen ble dominert av fine partikler, siden større partikler har en kortere residenstid i atmosfæren. De to episodene i september har en helt lik størrelsesfordeling som domineres av  $PM_{10-2,5}$ , som svarer for 50% av  $PM_{10}$ , mens  $PM_1$  står for 30%. Den identiske størrelsesfordelingen tyder på at det var én og samme episode som strakte seg over disse to ukene. Fra Figur 6.3 ser en imidlertid at den siste av disse to periodene i større grad er påvirket av sjøsalter enn den første. Størrelsesfordelingen for sommerperioden er den som i størst grad samsvarer med den gjennomsnittlige størrelsesfordelingen for 2006, hvilket er som forventet siden denne er plukket ut på det grunnlag at den skal være karakteristisk for en lengre periode av året 2006. For episoden i januar utgjorde  $PM_1$  30% av  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5-1}$  30% og  $PM_{10-2,5}$  40%. Karakteristisk for denne episoden er en betydelig grovfraksjon av  $PM_{10}$  som ikke kan forklares med tilstedeværelse av forbindelser som typisk befinner seg i grovfraksjonen f.eks. sjøsalter. En tilsvarende diskrepans ser en for episodene i september.



Figur 6.3: Relativ kjemisk sammensetning for uker med ukesmiddel høyere enn  $15 \mu g m^{-3}$  (14.-21. januar, 2.-9 mai, 12.-19. september, 19.-26 september, 28. november-5. desember), perioden 6.-27 juni og for året 2006.



Figur 6.4: Størrelsesfordeling av PM for uker med ukesmiddel høyere enn  $15 \mu\text{g m}^{-3}$  (14.-21. januar, 2.-9 mai, 12.-19. september, 19.-26 september, 28. november-5. desember), perioden 6.-27 juni og for året 2006.

Årsmidler og månedsmidler for uorganiske forbindelser i luft er gitt i Tabell 6.3. Mer utførlig rapportering av disse forbindelsen finnes i Kapittel 3, og omtales kun kort her.

Tabell 6.3: 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 2006. Enhet  $\mu\text{g m}^{-3}$ .

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	2,10	1,54	0,76	0,89	0,10
Februar	1,61	1,06	0,37	0,30	0,13
Mars	1,35	0,59	0,28	0,44	0,14
April	0,96	0,76	0,23	0,94	0,09
Mai	1,82	1,40	0,65	0,58	0,29
Juni	1,94	2,17	0,52	0,78	0,27
Juli	2,53	1,59	0,55	0,75	0,24
August	1,11	2,67	0,11	0,52	0,38
September	3,12	2,38	1,05	1,00	0,32
Oktober	1,19	0,66	0,27	1,01	0,10
November	0,72	0,80	0,13	1,83	0,09
Desember	0,69	0,47	0,09	2,52	0,09
Årsmiddel	1,59	1,34	0,42	0,97	0,18

Årsmidlene for  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  og  $\text{NH}_4^+$  for 2006 var henholdsvis  $1,59 \mu\text{g m}^{-3}$ ,  $1,34 \mu\text{g m}^{-3}$  og  $0,42 \mu\text{g m}^{-3}$ . For  $\text{SO}_4^{2-}$  er dette den høyeste konsentrasjonen som er observert siden PM-målingene startet i 2000. Det høyeste månedsmidlet ble rapportert for september måned ( $3,12 \mu\text{g m}^{-3}$ ), mens det laveste ble rapportert for desember ( $0,69 \mu\text{g m}^{-3}$ ). Årsmidlet for  $\text{NO}_3^-$

i 2006 var det høyeste som har vært rapportert siden målingene av partikler startet i 2000, og er betydelig høyere enn det nest høyeste årsmidlet ( $0,98 \mu\text{g m}^{-3}$  i 2002). Det høyeste månedsmidlet ble rapportert for august måned ( $2,67 \mu\text{g m}^{-3}$ ) og det laveste for desember ( $0,47 \mu\text{g m}^{-3}$ ). Årsmidlet for  $\text{NH}_4^+$  var betydelig lavere enn for 2005 ( $0,52 \mu\text{g m}^{-3}$ ). Det høyeste månedsmidlet ble rapportert for september ( $1,05 \mu\text{g m}^{-3}$ ) og det lavest for desember ( $0,09 \mu\text{g m}^{-3}$ ). Sesongvariasjonen for  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_4^+$  og  $\text{NO}_3^-$  i 2006 samsvarer, spesielt gjelder dette for  $\text{SO}_4^{2-}$  og  $\text{NH}_4^+$ . Imidlertid avviker den sammenlignet med den gjennomsnittlige sesongvariasjonen for perioden 2001–2005 ved at konsentrasjonene avtar fra årsskiftet av og til mars/april. En episode med langtransportert forurensning i september påvirker sesongvariasjonen i betydelig grad. Den gjennomsnittlige sesongvariasjonen for  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  og  $\text{NH}_4^+$  i 2006 samsvarer betydelig med den gjennomsnittlige sesongvariasjonen for  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_1$ .

Årsmidlet for summen av  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$  og  $\text{Mg}^{2+}$  for 2006 var  $0,97 \mu\text{g m}^{-3}$ . Dette er en økning i forhold til 2005 ( $0,91 \mu\text{g m}^{-3}$ ), samt at det er det høyeste årsmidlet som har vært rapportert siden 2001. Det høyeste månedsmidlet i 2006 var  $2,52 \mu\text{g m}^{-3}$  (desember). Dette er det høyeste månedsmidlet som er registrert siden overvåkning av partikler startet. Det laveste månedsmidlet ble rapportert for februar ( $0,30 \mu\text{g m}^{-3}$ ). Som forventet ble det observert høyere konsentrasjoner av sjøsalter om vinteren enn om sommeren også for 2006, selv om det ikke var så utpreget som for den gjennomsnittlige sesongvariasjonen for sjøsalter for årene 2001–2006.

Årsmidlet for summen av  $\text{K}^+$  og  $\text{Ca}^{2+}$  for 2006 var  $0,18 \mu\text{g m}^{-3}$ . Dette er betydelig høyere enn for 2005 ( $0,11 \mu\text{g m}^{-3}$ ) og er desidert det høyeste årsmidlet som har vært rapportert i den perioden man har målt partikler på Birkenes. Den økte konsentrasjonen skyldes  $\text{Ca}^{2+}$ , også egen kommentar om dette i kapittel 3.1. Konsentrasjonene av  $\text{K}^+$  ligger på nivå med tidligere årsmidler. Det høyeste månedsmidlet ble rapportert for oktober måned ( $0,38 \mu\text{g m}^{-3}$ ). Dette månedsmidlet er 1,5 ganger høyere enn for august 2002, da svært høye konsentrasjoner av  $\text{K}^+$  ble registrert som følge av innvirkning fra massive myr og skogbranner i Baltikum, Hviterussland, Russland og Ukraina. Det laveste månedsmidlet for 2005 ble rapportert for november måned ( $0,09 \mu\text{g m}^{-3}$ ).

I de fleste tilfellene er de uorganiske forbindelsene som er samlet inn med filter-pack og assosiert med partikler som er mindre en  $\text{PM}_{10}$ . 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  $\text{PM}_{2,5}$  i 2006 er rapportert i Tabell 6.4. Årsmidler for EC, OC og TC i  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2,5}$  for perioden 2001–2006 er rapportert i Tabell 6.5.

Tabell 6.4: Månedsmidler og årsmidler for OC, EC og TC i PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> på Birkenes for 2006. Enhet  $\mu\text{g m}^{-3}$ .

Måned	PM <sub>2,5</sub>			PM <sub>10</sub>		
	OC	EC	TC	OC	EC	TC
Januar	1,20	0,25	1,45	1,20	0,18	1,38
Februar	0,79	0,20	0,99	0,82	0,12	0,94
Mars	0,67	0,14	0,81	0,62	0,08	0,70
April	0,61	0,10	0,70	0,67	0,07	0,74
Mai	1,33	0,16	1,48	1,65	0,12	1,77
Juni	1,47	0,09	1,56	1,66	0,12	1,79
Juli	1,02	0,11	1,13	1,43	0,13	1,55
August	1,00	0,10	1,10	1,54	0,12	1,66
September	1,30	0,17	1,46	2,31	0,29	2,59
Oktober	0,55	0,10	0,65	1,10	0,16	1,26
November	0,31	0,10	0,41	0,49	0,12	0,61
Desember	0,25	0,07	0,32	0,40	0,08	0,48
Årsmiddel	0,89	0,13	1,01	1,16	0,13	1,29

Tabell 6.5: Årsmidler for OC, EC og TC i PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>. Enhet  $\mu\text{g m}^{-3}$ .

År	PM <sub>10</sub>			PM <sub>2,5</sub>		
	OC	EC	TC	OC	EC	TC
2001	1,13	0,13	1,26	1,00	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

For 2006 var årsmiddelkonsentrasjonen av TC i PM<sub>10</sub> 1,29  $\mu\text{g m}^{-3}$ . Dette er det høyeste årsmidlet som har vært rapportert, men det er kun minimalt høyere enn for årsmidlet for 2001 (1,26  $\mu\text{g m}^{-3}$ ). Det laveste månedsmidlet ble registrert for desember (0,48  $\mu\text{g m}^{-3}$ ) og det høyeste for september (2,59  $\mu\text{g m}^{-3}$ ). Et høyere månedsmiddel enn det som er rapportert for september 2006 har kun vært registrert én gang tidligere (august 2002; 3,55  $\mu\text{g m}^{-3}$ ), da som følge av påvirkning av massive myr og skogbranner i Baltikum, Hviterussland, Russland og Ukraina. På årsbasis utgjorde TC 16% av PM<sub>10</sub>. Desember og august var de månedene der bidraget fra TC til PM<sub>10</sub> var henholdsvis lavest (8,5%) og høyest (25%).

For 2006 kunne hele 90% av TC konsentrasjonen tilskrives OC, mens EC utgjorde de resterende 10%. Årsmiddelkonsentrasjonen av OC var 1,16  $\mu\text{g m}^{-3}$ , hvilket er det høyeste årsmidlet som har vært rapportert, men det er kun minimalt høyere enn for 2001 (1,13  $\mu\text{g m}^{-3}$ ). For EC var årsmiddelkonsentrasjonen 0,13  $\mu\text{g m}^{-3}$ , hvilket er lavere enn for 2005 (0,15  $\mu\text{g m}^{-3}$ ). Som for TC ble det laveste månedsmidlet for OC observert for henholdsvis desember (0,40  $\mu\text{g m}^{-3}$ ) og september (2,31  $\mu\text{g m}^{-3}$ ). Dette er det nest høyeste månedsmidlet som har vært rapportert for OC. Også for EC ble det høyeste månedsmidlet observert for september (0,29  $\mu\text{g m}^{-3}$ ), mens det laveste ble rapportert for april (0,07  $\mu\text{g m}^{-3}$ ). På årsbasis utgjorde OC 14% av PM<sub>10</sub> i 2006. Den tilsvarende prosentandelen for EC var 1,6%, hvilket er det nest lavest årsmidlet som har vært rapportert siden målingene startet i 2001. Den høyeste prosentandelen som har vært registrert for EC tidligere er 2,1% (2002).



For 2005 var årsmiddelkonsentrasjonen av TC i  $PM_{2,5}$   $1,01 \mu\text{g m}^{-3}$ , hvilket er betydelig høyere enn for 2005 ( $0,75 \mu\text{g m}^{-3}$ ). Det er imidlertid godt under årsmidlet for 2001 ( $1,15 \mu\text{g m}^{-3}$ ), hvilket innehar det høyeste årsmidlet for perioden 2001–2006. Månedsmidlene for TC varierte fra  $0,32 \mu\text{g m}^{-3}$  (desember) til  $1,56 \mu\text{g m}^{-3}$  (juni). På årsbasis utgjorde TC 20% av  $PM_{2,5}$ . På månedsbasis ble det høyeste og det lavest bidraget registrert for henholdsvis august (26%) og desember (17%).

For  $PM_{2,5}$  kunne 88% av TC tilskrives OC, mens 12% var EC. Årsmiddelkonsentrasjonen for OC var  $0,88 \mu\text{g m}^{-3}$ , hvilket er høyere enn for perioden 2003–2005, men lavere enn for årene 2001–2002. For EC var årsmiddelkonsentrasjonen  $0,13 \mu\text{g m}^{-3}$ . Dette er høyere enn for 2002–2005, men noe lavere enn for 2001. Det skal imidlertid påpekes at EC-konsentrasjonen for 2001 kan være influert av manglende målinger for månedene juli–september. Som for TC ble den laveste og den høyeste verdien for OC registrert for henholdsvis desember ( $0,32 \mu\text{g m}^{-3}$ ) og juni ( $1,47 \mu\text{g m}^{-3}$ ). Også for EC ble det laveste månedsmidlet observert for desember ( $0,07 \mu\text{g m}^{-3}$ ), mens det høyeste ble rapportert for januar ( $0,25 \mu\text{g m}^{-3}$ ). Månedsmidlet for EC for januar tangerte det høyeste som hittil har vært rapportert for  $PM_{2,5}$  (oktober 2005). For 2005 utgjorde OC 18% av  $PM_{2,5}$ . Den tilsvarende prosentandelen for EC var 2,6%.

78% av TC i  $PM_{10}$  var assosiert med fine partikler ( $PM_{2,5}$ ). For OC var prosentandelen 76%, mens den for EC var 97%. Karbonholdig materiale er fortrinnsvis assosiert med fine partikler siden forbrenning av fossilt brensel og biomasse er de dominerende kildene.

Sesongvariasjonen for EC og OC samsvarer både for  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$  og det er liten forskjell i sesongvariasjonen mellom de to størrelsesfraksjonene. Imidlertid avviker sesongvariasjonen sammenlignet med perioden 2002–2005 (Figur 6.1 i SFT, 2006), dette skyldes fortrinnsvis at konsentrasjonene avtar fra årsskiftet av og til mars/april. Dette er som observert for  $SO_4^{2-}$ ,  $NH_4^+$  og  $NO_3^-$ ,  $PM_1$ ,  $PM_{2,5}$  og  $PM_{10}$ . En episode med langtransportert forurensning i september påvirket sesongvariasjonen for både EC og OC betydelig, men mest for  $PM_{10}$ .

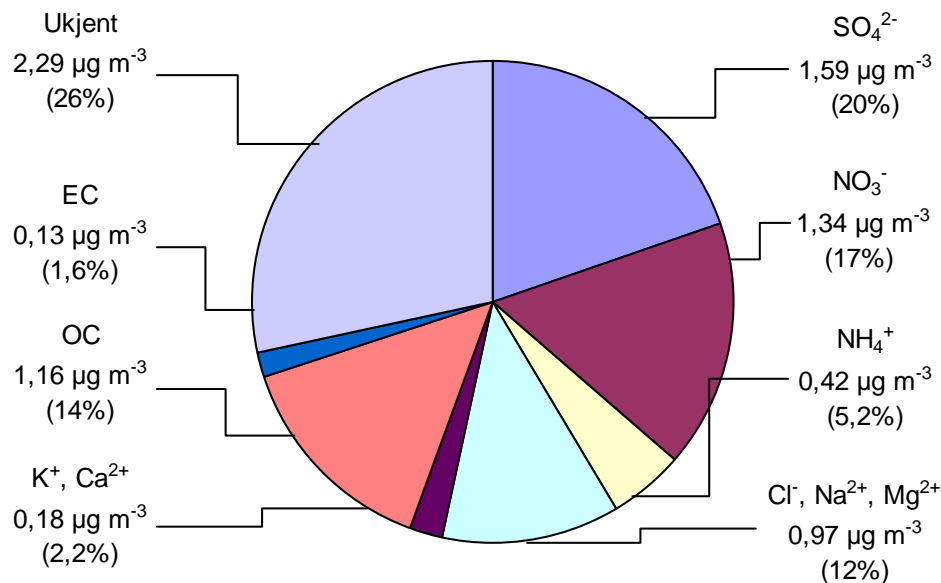
For EC var det omtrent ingen forskjell i konsentrasjonen mellom vinter (oktober - april) og sommer (mai–september), hverken for  $PM_{10}$  eller  $PM_{2,5}$ . For OC var konsentrasjonen nesten to ganger høyere om sommeren enn om vinteren for  $PM_{2,5}$ , mens forskjellen var mer enn dobbelt så stor for  $PM_{10}$ . Større forskjeller mellom sommer og vinter har ikke vært observert for  $PM_{10}$  tidligere, mens det for  $PM_{2,5}$  typisk ikke har vært noen forskjell.

Primære biologiske aerosol partikler (PBAP) og biogene sekundære organiske aerosoler (BSOA) kan bidra til økte konsentrasjoner av OC om sommeren. Det er svært vanskelig å kvantifisere bidraget fra disse to kildene, men økte konsentrasjoner av  $OC_{PM_{10-2,5}}$  ( $OC_{PM_{10}} - OC_{PM_{2,5}}$ ) kan indikere bidrag fra PBAP. For Birkenes er det i tillegg vist at prøvenes innhold av sukker og sukker alkoholer, hvilket er molekyler assosiert med PBAP (Yttri et al., 2007a), har en tilsvarende årssyklus og størrelsesfordeling som  $OC_{PM_{10-2,5}}$ , hvilket støtter denne antagelsen (Yttri et al., 2007b). Fra overvåkingen av OC startet i 2001 har  $OC_{PM_{10-2,5}}$  hatt en karakteristisk årssyklus 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. Fra 2001 til 2006 har konsentrasjonen av  $OC_{PM_{10-2,5}}$  økt fra  $0,13 \mu\text{g m}^{-3}$  til  $0,32 \mu\text{g m}^{-3}$ . Fra å utgjøre 15% av OC i  $PM_{10}$  i 2002, var den tilsvarende prosentandelen for 2006 på 28%. Det høyeste relative bidraget ble imidlertid registrert i 2005 (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.

Basert på årsmidler utgjorde forbindelsene som er analysert med enten termisk-optisk analyse eller ionekromatografi 72% av  $PM_{10}$ . Siden de uorganiske forbindelsene er samlet inn med en filterpack som ikke har en definert cut off på  $PM_{10}$  er det sannsynlig at denne prosentandelen er for høy. Dette gjelder fortrinnsvis sjøsaltpartikler. Basert på disse målingene er  $SO_4^{2-}$  den dominerende forbindelsen med 20% av massen (Tabell 6.4). Andre forbindelser/fraksjoner som utgjør over 10% er  $NO_3^-$  (17%) og OC (14%). Siden termisk optisk analyse kun kvantifiserer de organiske molekylenes innhold av karbon, brukes en konverteringsfaktor for å omgjøre OC til organisk materiale (OM) slik at molekylenes 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 residenstid 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 betydelig, samt at OM vil bli den dominerende fraksjonen. Ved å bruke en faktor på 1,7 for Birkenes (Yttri et al., 2007a) vil det relative bidraget av OM til  $PM_{10}$  være på 24%, mens det for EC øker til 1,8%. Ved å konvertere utgjør de analysert forbindelsene og fraksjonene til sammen 84% av  $PM_{10}$  konsentrasjonen. Mineral forbindelser og vann antas å være de viktigste bidragsyterne til den ikke kvantifiserte fraksjonen. Ved å benytte konverteringsfaktorer for OC og EC også i  $PM_{2,5}$ , finner en at OM og EC utgjør henholdsvis 30% og 2,8% av  $PM_{2,5}$ .

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 6.5: Gjennomsnittlig kjemisk sammensetning av (massebalanse)  $PM_{10}$  på Birkenes for 2006. Årsmiddel for  $PM_{10}$  i 2006 var  $6,8 \mu\text{g m}^{-3}$ .

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. For prøver som er basert på døgnmålinger og som har et lavt til moderat luftvolum, vil et større antall prøver ligge nært og under deteksjonsgrensen.

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 kvartfilter 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 kvartfilter kan ha en tilsvarende effekt i forhold til vann.

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 ( $HNO_3^-$ ), imidlertid er dette 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.

For juni måned ble den positive artefakten forsøkt kvantifisert for OC i  $PM_{10}$  ved såkalt tandem filter prøvetaking. Resultatene viste at for  $PM_{10}$  kunne  $40 \pm 9\%$  av OC tilskrives den positive artefakten. Ved å anta at den positive artefakten ikke er en funksjon av partikkelstørrelsen, ble det estimert at den positive artefakten utgjorde  $47 \pm 13\%$  av OC i  $PM_{2,5}$  og  $51 \pm 11\%$  av OC i  $PM_1$  for juni måned. Å estimere den positive artefakten på døgnbasis vil gi et høyere estimat enn om tilsvarende ble gjort for en prøve tatt over flere dager. Metoden som ble brukt for å estimere den positive artefakten tar ikke høyde for negative artefakter. Konsentrasjoner av partikulært OC oppnådd ved tandem filter prøvetaking er derfor et minimumsestimat.

## 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).
- 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.
- Breivik, K., Pacyna, J.M. og Münch, J. (1999) Use of  $\alpha$ -,  $\beta$ - and  $\gamma$ -hexachlorocyclohexane in Europe, 1970-1996. *Sci. Total Environ.*, 239, 151-163.
- 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.
- Eckhardt, S., Breivik, K., Manø, S. og Stohl, A. (2007) Record high peaks in PCB concentrations in the Arctic atmosphere due to long-range transport of biomass burning emissions. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 7, 6229-6254, 2007.
- EMEP (1996) Manual for sampling and chemical analysis. Kjeller (EMEP/CCC-Report 1/95) (revidert 2001).
- EMEP (2006) Transboundary acidification, eutrophication and ground level ozone in Europe since 1990 to 2004. EMEP status report 1/2006 to support the review of Gothenburg Protocol. Oslo, Norwegian Meteorological Institute (EMEP Report 1/2006).

- EU (2002) Directive 2002/3/EC of the European Parliament and of the Council of 12 February 2002 relation to ozone in ambient air. *Official Journal of the European Communities*, L 067, 09/03/2002, 14-30.
- 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.
- 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.
- 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.
- Kiss, G., Varga, B., Galambos, I. og Ganszky, I. (2002) Characterization of water-soluble organic matter isolated from atmospheric fine aerosol. *J. Geophys. Res.*, 107, 8339, doi: 10.1029/2001JD000603.
- 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.
- Mackay, D. (2001) Multimedia environmental models, the fugacity approach. Boca Raton, Lewis.
- Manø, S. og Aspmo, K. (2007) Måledata fra langtransportert forurenset luft og nedbør. Datarapport fra programmene CAMP '06 og AMAP '06 (sporstoffer og organiske komponenter). Kjeller (NILU OR 20/2007).

- 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 (2006-2007) Klimatologisk hurtigoversikt for januar 2006-desember 2006. Oslo, Meteorologisk institutt.
- Miljøministeriet (1994) Bekendtgørelse om overvågning af luftens indhold af ozon. København (Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 184, 1994).
- 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.
- Oehme, M. og Stray, H. (1982) Quantitative determination of ultra-traces of chlorinated compounds in high-volume air samples from the Arctic using polyurethane foam as collection medium. *Fresenius Z. Anal. Chem.*, 311, 665-673.
- Semb, A. (1978) Deposition of trace elements from the atmosphere in Norway. Oslo-Ås (SNSF FR 13/78).
- Solberg, S. (2003) Monitoring of boundary layer ozone in Norway from 1977 to 2002. Kjeller (NILU OR 85/2003).
- 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. Årsrapport 1995. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 663/96).
- Statens forurensningstilsyn (1997) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1996. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 703/97).
- Statens forurensningstilsyn (1998) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1997. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 736/98).
- Statens forurensningstilsyn (1999) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1998. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 768/99).
- Statens forurensningstilsyn (2000) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1999. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 797/00).
- Statens forurensningstilsyn (2001) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 2000. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 828/01).
- Statens forurensningstilsyn (2002) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 2001. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 847/02).
- Statens forurensningstilsyn (2003) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 2002. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 877/03).
- Statens forurensningstilsyn (2004) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 2003. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 903/04).
- Statens forurensningstilsyn (2005) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 2004. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 929/05).
- Statens forurensningstilsyn (2006) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 2005. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 955/06).
- Stohl, A., Andrews, E., Burkhardt, J.F., Forster, C., Herber, A., Hoch, S.W., Kowal, D., Lunder, C., Mefford, T., Ogren, J.A., Sharma, S., Spichtinger, N., Stebel, K., Stone, R., Strom, J., Tørseth, K., Wehrli, C. og Yttri (2006) Pan-Arctic enhancements of light absorbing aerosol concentrations due to North American boreal forest fires during summer 2004. *J. Geophys. Res.*, *111*, D22214. doi:10.1029/2006JD007216.

- Stohl, A., Berg, T., Burkhardt, J.F., Fjæraa, A.M., Forster, C., Herber, A., Hov, Ø., Lunder, C., McMillian, W.W., Oltmans, S., Shiobara, M., Simpson, D., Solberg, S., Stebel, K., Ström, J., Tørseth, K., Treffeisen, R., Virkkunen, K. og Yttri, K.E. (2007) Arctic smoke – record high air pollution levels in the European Arctic due to agricultural fires in Eastern Europe in spring 2006. *Atmos. Chem. Phys.*, 7, 511-534.
- 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.
- 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.
- 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. (2007a) 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. Discuss.*, 7, 3859-3899.
- Yttri, K.E., Dye, C. og Kiss, G. (2007b) Ambient aerosol concentrations of sugars and sugar alcohols at four different sites in Norway. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 7, 5795-5803.



## Tables, figures and appendices

Table 1.1 Weighted annual mean concentrations and wet deposition of chemical components in precipitation at Norwegian background stations in 2006.

Table 1.2 Average mean changes in the annual mean concentrations of seasalt corrected sulphate, nitrate, ammonium and magnesium in precipitation at Norwegian background measuring stations in the period 1980-2006.

Table 2.1 Annual weighted mean concentrations of heavy metals in precipitation ( $\mu\text{g/l}$ ) at Norwegian background stations in 2006.

Table 2.2 Annual wet deposition ( $\mu\text{g/m}^2$ ) of heavy metals at Norwegian background stations in 2006.

Table 3.1 Average annual mean concentrations of air components at Norwegian background stations in 2006.

Table 3.2 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 2006.

Table 3.3 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 2006.

Table 3.4 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 2006.

Table 3.5 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 2006.

Table 3.6 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 2006.

Table 3.7 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 2006.

Table 3.8 Average mean changes in the annual mean concentrations of sulphur dioxide and particulate sulphate in the air at Norwegian background stations during the period 1980-2006.

Table 4.1 Monitoring sites, sampling period and data coverage of ozone in 2006.

Table 4.2 Percentile values of ozone ( $\mu\text{g/m}^3$ ) in 2006.

Table 4.3 Monthly and yearly mean concentrations of ozone ( $\mu\text{g/m}^3$ ) in 2006.

- Table 4.4 Number of episode-days and the highest hourly mean concentrations, 1994-2006.
- Table 4.5 Air quality guidelines of ozone for the protection of human health.
- Table 4.6 Number of hours (h) and days (d) with hourly mean concentrations of ozone larger than  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , and the largest hourly mean concentrations in 2006.
- Table 4.7 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 2006.
- Table 4.8 Air quality guidelines of ozone for the protection of vegetation.
- Table 4.9 Indicators of effects on the vegetation due to ozone exposure in 2006.
- Table 4.10 Data coverage and calculated ozone exposure according to the AOT40 concept for crops 15 May - 15 August 2006 (unit ppb h).
- Table 4.11 Data coverage and calculated ozone exposure according to the AOT40 concept for forests 1 April - 1 October 2006 (unit ppb h).
- Table 5.1 Monthly and annual mean concentrations of heavy metals in  $\text{PM}_{10}$  at Birkenes measured in both coarse and fine fraction of particles in 2006 ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ).
- Table 5.2 Monthly mean concentrations of Hg in precipitation at Birkenes year 2006 ( $\text{ng}/\text{l}$ ).
- Table 5.3 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 5.4 Monthly mean concentrations of HCH and HCB in air at Birkenes year 2006. Unit:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .
- Table 5.5 Annual and monthly mean concentrations of seven PCBs in air at Birkenes year 2006. For reference annual mean for 2004 and 2005 are included. Unit:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .
- Table 5.6 Annual mean concentrations of sum  $\alpha$ - and  $\gamma$ -HCH as well as HCB in precipitation at Birkenes and Lista (1992-2006). Unit:  $\text{ng}/\text{l}$ .
- Table 5.7 Monthly mean concentrations of HCH and HCB in precipitation at Birkenes year 2006. Unit:  $\text{ng}/\text{l}$ .
- Table 5.8 Annual and monthly mean concentrations of seven PCBs in air at Birkenes year 2006. For reference annual mean for 2004 and 2005 are included. Unit:  $\text{ng}/\text{l}$ .
- Table 5.9 Monthly and annual mean concentrations of heavy metals in air at the Zeppelin Mountain, 2006. Unit:  $\text{ng}/\text{m}^3$ .
- Table 5.10 Annual mean concentrations of sum  $\alpha$ - and  $\gamma$ -HCH in air at the Zeppelin Mountain. Unit:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

Table 5.11 Annual mean concentrations of  $\gamma$ -HCH in air at the Zeppelin Mountain.  
Unit:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

Table 5.12 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 5.13 Annual mean concentrations of sum DDT group in air at the Zeppelin Mountain.  
Unit:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

Table 5.14 Annual mean concentrations of HCB in air at the Zeppelin Mountain.  
Unit:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

Table 5.15 Annual mean concentrations of sum PCB (all PCB tri- to dekachlor congeners) in air, Zeppelin Mountain. Unit:  $\text{pg}/\text{m}^3$ .

Table 5.16 Annual mean concentrations of sum PAH in air at the Zeppelin Mountain.  
Unit:  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

Table 6.1: Monthly means (min and max) and annual mean of  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{10-2.5}$  and  $\text{PM}_{2.5}$  in 2006. Unit:  $\mu\text{g m}^{-3}$ .

Table 6.2: Annual means of  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{10-2.5}$  and  $\text{PM}_{2.5}$  for the period 2000 – 2006.  
Unit:  $\mu\text{g m}^{-3}$ .

Table 6.3: 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 2006. Unit:  $\mu\text{g m}^{-3}$ .

Table 6.4: Monthly means and annual mean of OC, EC, and TC in  $\text{PM}_{10}$  and  $\text{PM}_{2.5}$  in 2006.  
Unit:  $\mu\text{g m}^{-3}$ .

Table 6.5: Annual mean of EC, OC, and TC in  $\text{PM}_{10}$  and  $\text{PM}_{2.5}$  for the period 2001 – 2006.  
Unit:  $\mu\text{g m}^{-3}$ .

Figure 1 Norwegian background stations, 2006.

Figure 1.1 Annual mean concentrations and wet deposition of non sea-salt sulphate and strong acid ( $H^+$ ) in Norway in 2006.

Figure 1.2 Annual mean concentrations of nitrate, ammonium, chloride and deposition of nitrogen compounds in precipitation in Norway in 2006.

Figure 1.3 Monthly mean concentrations and mean wet deposition of non seasalt sulphate in 2006 and in the 10 preceding years.

Figure 1.4 Annual mean concentrations of non seasalt sulphate, nitrate, ammonium and pH in precipitation at Norwegian background stations in the period 1973–2006.

Figure 1.5 Annual mean concentrations of non seasalt sulphate, nitrate and ammonium, averaged annual precipitation amounts and wet deposition of sulphate during the period 1974–2006, 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 1973–2006.

Figure 2.1 Monthly mean concentrations of lead, cadmium and zinc, in precipitation at Norwegian background stations in 2006.

Figure 2.2 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 1981–2006.

Figure 3.1 Monthly mean concentrations of sulphur dioxide, particulate sulphate, nitrogen dioxide, (ammonium + ammonia) and (nitrate + nitric acid) in air at Norwegian background stations in 2006.

Figure 3.2 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, 2006.

Figure 3.3 Annual mean concentrations of airborne particulate sulphate at Norwegian EMEP stations in the period 1973–2006.

Figure 3.4 Annual mean concentrations of sulphur dioxide in air at Norwegian EMEP stations in the period 1978–2006.

Figure 3.5 Annual mean concentrations of nitrogen dioxide in air at Norwegian EMEP stations in the period 1984–2006.

Figure 3.6 Annual mean concentrations of (nitrate + nitric acid) in air at Norwegian EMEP stations in the period 1986–2006.

Figure 3.7 Annual mean concentrations of (ammonium + ammonia) in air at Norwegian EMEP stations in the period 1986–2006.

Figure 3.8 Mean concentrations of sulphur dioxide and particulate sulphate for the summer months (April-September) and winter months (October-March) in the period 1978-2006 at Birkenes and Jergul/Karasjok.

Figure 4.1 Monthly mean concentrations of ozone in 2006 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) at Prestebakke and Hurdal.

Figure 4.2 Monthly mean concentrations of ozone in 2006 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) at Birkenes, Sandve and Kårvatn.

Figure 4.3 Monthly mean concentrations of ozone in 2006 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) at Tustervatn, Karasjok and Zeppelin Mountain.

Figure 4.4 Average diurnal variations of ozone ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) at Prestebakke and Hurdal, April-September 2006.

Figure 4.5 Average diurnal variations of ozone ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Birkenes, Sandve and Kårvatn, April-September 2006.

Figure 4.6 Average diurnal variations of ozone ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) at Tustervatn, Karasjok and Zeppelin-mountain, April-September 2006.

Figure 4.7 Average daytime 7h concentrations of ozone (09-16) for the growing season (in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) at Birkenes, 1985-2006.

Figure 4.8 Number of days with 8h mean concentrations of ozone higher than  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in the season April-September 2006.

Figure 4.9 Average daytime 7h concentrations of ozone (09-16) for April-September (in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for the monitoring sites in 2006.

Figure 4.10 Daily max values of ozone in 2006 (red line) and the average for the period between 1990-2005 (blue line). The grey area represent the 10- and 90-percentile of daily max. values in the same 15 year period.

Figure 5.1 The figure shows calculated air parcel trajectories with arrival at Birkenes, on the 28.12.06 at 12:00 hours, during sampling of the sample from week no. 46. 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 5.2 The figure shows calculated air parcel trajectories with arrival at Birkenes during sampling of the sample from week no. 37, with the highest value for sum HCH in 2006.

Figure 5.3 Weekly air concentration of HCH (sum  $\alpha$ - and  $\gamma$ -HCH) at Birkenes year 2006.

Figure 5.4 The figure shows calculated air parcel trajectories with arrival at Birkenes during sampling of the sample from week no. 46 with the lowest value for the parameter  $\alpha/\gamma$ -HCH in 2006.

Figure 5.5 The figure shows calculated air parcel trajectories with arrival at Birkenes during sampling of the sample from week no. 44, with the highest value for the parameter  $\alpha/\gamma$ -HCH in 2006.

Figure 5.6 The figure shows calculated air parcel trajectories with arrival at Birkenes during sampling of the sample from week no. 42, with the highest concentration of HCB in year 2006.

Figure 5.7 Weekly air concentration of HCB at Birkenes year 2006.

Figure 5.8 Weekly air concentration of sum PCB at Birkenes year 2006.

Figure 5.9 a and b The figure shows calculated air parcel trajectories with arrival at Birkenes during sampling of the samples from weeks no. 48 and 45, with the respective highest and lowest values for the parameter sum PCB in 2006.

Figure 5.10 Concentration of HCH (sum  $\alpha$ - and  $\gamma$ -HCH) in precipitation sampled weekly at Birkenes year 2006. Missing data in the period weeks 9a to 20a are caused by a contamination in the lab while other missing data represent weeks without sufficient deposition. In some cases, more than one sample was taken during the same week. In such cases the samples were labelled with the week number and a letter, e.g. 7a and 7b.

Figure 5.11 Weekly air concentration of Pb and Cd at the Zeppelin Mountain in 2006. Unit:  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

Figure 5.12 Time series of gaseous elemental mercury (GEM) at Zeppelin Mountain, 2000-2006.

Figure 5.13 Weekly air concentration of HCH (sum  $\alpha$ - and  $\gamma$ -HCH) at Zeppelin Mountain in year 2006. During week no. 18 two samples were taken and they were numbered 18a and 18b.

Figure 5.14  $\alpha$ -HCH in air during the period March-April in Ny-Ålesund and at Zeppelin Mountain.

Figure 5.15 Weekly air concentration of  $\gamma$ -HCH at Zeppelin Mountain in year 2006. During week no. 18 two samples were taken and they were numbered 18a and 18b.

Figure 5.16 The figure show calculated air parcel trajectories with arrival at the Zeppelin station during sampling in week no. 18b with the highest value for  $\gamma$ -HCH in 2006.

Figure 5.17 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 Zeppelin Mountain in year 2006. During week no. 18 two samples were taken and they were numbered 18a and 18b.

Figure 5.18 The figure shows calculated air parcel trajectories with arrival at the Zeppelin Mountain during the 48 hours sampling of the sample from week no. 51, with the highest values for "sum DDT" in 2006.

Figure 5.19 The figure shows calculated air parcel trajectories with arrival at the Zeppelin Mountain during sampling of the sample from week no. 16, with the highest value for HCB in 2006.

Figure 5.20 Weekly air concentration of HCB at Zeppelin Mountain in year 2006. During week no. 18 two samples were taken and they were numbered 18a and 18b.

Figure 5.21 Weekly air concentration of sum of trichloro-PCB to dekalchloro-PCB at Zeppelin Mountain in year 2006. During week no. 18 two samples were taken and they were numbered 18a and 18b.

Figure 5.22 The figure shows calculated air parcel trajectories with arrival at the Zeppelin Mountain during sampling of the samples from weeks no. 18a, with the highest value for sum PCB in 2006.

Figure 5.23 Weekly air concentration of PAH (38 PAH compounds) at Zeppelin Mountain during 2006.

Figure 5.24 Weekly air concentration of sum 3- to 7-ring PAH at Zeppelin Mountain during 2006.

Figure 5.25 The figure shows calculated air parcel trajectories with arrival at the Zeppelin Mountain during sampling of the samples from the week no. 4, with the highest values for sum PAH in 2006.

Figure 6.1 Time series of  $PM_{10}$  and correlation between  $PM_{10}$  and  $PM_{2.5}$  in 2006.

Figure 6.2 The Figure shows the calculated air parcel trajectories arriving Birkenes on the 18 September at 06:00 hours. This day is characteristic for larger periods between 12 and 26 September when large episodes were observed ( $23\text{--}26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for  $PM_{10}$ .

Figure 6.3 Relative chemical composition for weeks with average concentrations higher than  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Figure 6.4 Size segregation of PM for weeks with average concentrations higher than  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Figure 6.5 Mean chemical composition of  $PM_{10}$  in 2006. The annual mean concentration of  $PM_{10}$  in 2006 was  $6.8 \mu\text{g m}^{-3}$ .

Tables A.1.1-A.1.19 Monthly and annual mean concentrations and wet deposition of main compounds in precipitation, 2006.

Table A.1.20 The 10 largest daily wet depositions of non marine sulphate at Norwegian background stations in 2006.

Table A.1.21 Annual mean concentrations in precipitation, wet depositions and estimated dry deposition at Norwegian background stations during the period 1973-2006.

Tables A.2.1-A.2.17 Monthly and annual mean concentrations and wet deposition of trace elements in precipitation, 2006.

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 1981-2006.

Tables A.3.1-A.3.10 Monthly and annual mean concentrations of airborne compounds at Norwegian background stations in 2006.

Table A.3.11 Annual mean concentrations of sulphur and nitrogen compounds in air at Norwegian background stations during the period 1973-2006.

B.1 General information about the background stations in Norway in 2006.

B.2 Monitoring programme at the Norwegian background stations in 2006.

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 deteksjons-grensen. Disse tilfellene er behandlet på følgende måte:

Særtillfeller 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 middelveier av pH i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner, 2006.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	4,40	4,40	4,58	4,62	4,80	4,57	4,64	5,16	5,10	4,84	4,77	5,20	4,68
Birkenes	4,47	4,43	4,66	4,72	4,75	4,62	4,86	5,08	4,77	4,74	4,73	4,88	4,70
Vatnedalen	4,83	4,96	5,26	5,29	5,17	5,03	5,06	5,14	5,13	5,16	5,28	5,28	5,17
Treungen	4,35	4,70	4,84	4,90	4,96	4,70	4,71	5,01	4,72	4,79	4,77	4,92	4,79
Løken	4,68	4,58	4,50	4,68	5,00	5,02	4,85	4,98	4,80	4,82	4,68	4,90	4,79
Hurdal	4,63	4,88	4,68	5,58	5,18	5,34	5,20	5,48	5,67	5,02	4,90	5,21	5,06
Brekkebygda	4,27	4,57	5,34	5,62	5,08	5,51	4,91	5,07	5,10	4,85	5,00	5,10	4,92
Vikedal	4,53	5,35	5,35	5,21	5,51	5,21	5,07	5,17	5,05	5,03	5,11	5,29	5,10
Haukeland	4,63	5,08	4,96	4,97	5,05	4,79	4,86	5,01	4,98	5,03	5,26	5,29	5,03
Nausta	4,64	5,12	5,05	5,13	5,20	5,09	4,99	5,11	4,99	5,20	5,19	5,28	5,09
Kårvatn	5,14	5,21	5,35	5,16	5,51	5,17	5,19	5,42	5,22	5,35	5,62	5,30	5,29
Høylandet	5,64	5,62	5,56	5,96	5,25	5,51	5,37	5,20	5,17	5,12	6,03	5,88	5,47
Tustervatn	5,27	5,39	5,67	5,24	5,67	5,36	5,18	6,09	5,37	5,22	5,22	5,33	5,30
Øverbygd	5,33	5,11	5,13	5,01	5,16	5,38	5,12	5,13	5,29	5,57	5,30	5,41	5,26
Karasjok	4,67	5,64	5,27	4,96	4,95	5,30	5,22	4,91	5,26	5,33	5,28	5,22	5,14
Karpbukt	4,89	4,90	4,74	3,92	4,72	4,47	4,73	4,36	4,95	5,01	4,97	4,98	4,73
Ny-Ålesund	5,21	5,30	5,30	5,14	5,94	7,23	6,61	6,57	7,19	5,98	6,08	6,03	5,43

Tabell A.1.2: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av sulfat i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: mg S/l, korrigert for sjøsalt.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	0,80	0,69	0,45	0,62	0,53	0,77	0,36	0,17	0,19	0,25	0,29	0,17	0,41
Birkenes	0,52	0,53	0,22	0,48	0,38	0,54	0,31	0,14	0,34	0,18	0,30	0,19	0,32
Vatnedalen	0,16	0,14	0,21	0,28	0,19	0,33	0,20	0,13	0,22	0,07	0,05	0,02	0,12
Treungen	0,63	0,16	0,12	0,51	0,19	0,37	0,35	0,13	0,25	0,18	0,23	0,13	0,23
Løken	0,20	0,16	0,16	0,55	0,14	0,29	0,20	0,16	0,36	0,15	0,26	0,16	0,21
Hurdal	0,48	0,21	0,12	0,55	0,27	0,25	0,22	0,15	0,23	0,17	0,21	0,16	0,23
Brekkebygda	0,99	0,38	0,13	0,64	0,13	0,49	0,23	0,15	0,24	0,19	0,13	0,13	0,26
Vikedal	0,52	0,09	0,27	0,30	0,33	0,32	0,37	0,07	0,26	0,08	0,13	0,08	0,18
Haukeland	0,32	0,09	0,19	0,26	0,23	0,31	0,20	0,11	0,17	0,08	0,09	0,08	0,15
Nausta	0,28	0,06	0,10	0,20	0,27	0,22	0,18	0,10	0,19	0,05	0,07	0,04	0,11
Kårvatn	0,10	0,06	0,04	0,14	0,10	0,16	0,20	0,11	0,07	0,04	0,03	0,06	0,08
Høylandet	0,11	0,08	0,34	0,37	0,15	0,20	0,09	0,17	0,14	0,12	0,02	0,06	0,11
Tustervatn	0,07	0,05	0,11	0,12	0,19	0,15	0,13	0,20	0,07	0,08	0,10	0,04	0,08
Øverbygd	0,05	0,08	0,14	0,40	0,48	0,16	0,14	0,15	0,15	0,05	0,04	0,03	0,11
Karasjok	0,08	0,11	0,24	0,40	0,46	0,23	0,15	0,45	0,26	0,10	0,06	0,07	0,22
Karpbukt	0,14	0,19	0,30	2,05	0,53	0,89	0,32	1,27	0,32	0,12	0,28	0,14	0,39
Ny-Ålesund	0,15	0,34	0,27	0,33	0,61	1,03	0,46	0,20	-0,12	0,05	0,03	0,09	0,20

Tabell A.1.3: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av nitrat i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: mg N/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	0,73	0,70	0,64	0,81	0,67	0,92	0,42	0,17	0,23	0,49	0,54	0,23	0,52
Birkenes	0,69	0,71	0,38	0,53	0,41	0,63	0,36	0,19	0,56	0,29	0,43	0,23	0,42
Vatnedalen	0,36	0,29	0,34	0,32	0,22	0,39	0,24	0,10	0,26	0,13	0,09	0,07	0,16
Treungen	0,63	0,28	0,27	0,59	0,20	0,34	0,32	0,14	0,29	0,28	0,31	0,19	0,28
Løken	0,32	0,37	0,46	0,86	0,22	0,39	0,27	0,15	0,56	0,25	0,41	0,25	0,34
Hurdal	0,55	0,32	0,50	0,66	0,27	0,26	0,26	0,18	0,31	0,26	0,39	0,29	0,33
Brekkebygda	0,76	0,51	0,41	0,65	0,17	0,45	0,13	0,08	0,14	0,21	0,25	0,26	0,26
Vikedal	0,56	0,09	0,26	0,35	0,39	0,30	0,33	0,11	0,27	0,15	0,18	0,14	0,22
Haukeland	0,30	0,14	0,26	0,26	0,29	0,67	0,18	0,10	0,17	0,09	0,10	0,10	0,17
Nausta	0,35	0,10	0,12	0,14	0,26	0,19	0,20	0,11	0,23	0,09	0,09	0,06	0,13
Kårvatn	0,17	0,06	0,05	0,16	0,07	0,14	0,15	0,04	0,06	0,10	0,03	0,06	0,08
Høylandet	0,25	0,17	0,27	0,28	0,20	0,18	0,06	0,01	0,08	0,12	0,09	0,07	0,14
Tustervatn	0,20	0,06	0,05	0,17	0,10	0,12	0,14	0,25	0,07	0,10	0,11	0,05	0,10
Øverbygd	0,10	0,09	0,08	0,46	0,40	0,10	0,05	0,01	0,01	0,01	0,12	0,04	0,07
Karasjok	0,43	0,16	0,12	0,35	0,25	0,15	0,13	0,15	0,11	0,13	0,16	0,12	0,17
Karpbukt	0,19	0,32	0,14	0,71	0,14	0,21	0,12	0,21	0,17	0,06	0,12	0,09	0,14
Ny-Ålesund	0,06	0,06	0,01	0,16	0,60	0,23	0,08	0,10	0,10	0,02	0,05	0,04	0,08

Tabell A.1.4: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av ammonium i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: mg N/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	0,56	0,70	0,24	0,75	0,84	0,62	0,39	0,19	0,14	0,25	0,32	0,24	0,41
Birkenes	0,53	0,71	0,15	0,54	0,51	0,46	0,40	0,15	0,42	0,13	0,27	0,17	0,34
Vatnedalen	0,16	0,29	0,25	0,29	0,20	0,29	0,24	0,03	0,19	0,06	0,05	0,07	0,12
Treungen	0,47	0,23	0,15	0,67	0,16	0,23	0,34	0,04	0,13	0,18	0,18	0,15	0,20
Løken	0,17	0,23	0,15	0,98	0,24	0,38	0,21	0,43	0,45	0,15	0,27	0,17	0,30
Hurdal	0,49	0,34	0,17	0,91	0,43	0,32	0,35	0,25	0,46	0,23	0,28	0,31	0,35
Brekkebygda	0,76	0,57	0,35	0,80	0,13	0,71	0,24	0,10	0,14	0,24	0,14	0,24	0,29
Vikedal	0,47	0,25	0,22	0,38	0,47	0,39	0,48	0,04	0,29	0,13	0,19	0,19	0,24
Haukeland	0,17	0,17	0,14	0,21	0,29	0,35	0,31	0,06	0,13	0,03	0,07	0,11	0,13
Nausta	0,13	0,18	0,08	0,12	0,23	0,20	0,35	0,06	0,22	0,06	0,06	0,06	0,11
Kårvatn	0,14	0,17	0,08	0,16	0,19	0,14	0,31	0,14	0,08	0,12	0,10	0,12	0,14
Høylandet	0,30	0,38	0,62	0,76	0,30	0,47	0,25	0,18	0,12	0,17	0,41	0,33	0,32
Tustervatn	0,16	0,20	0,26	0,18	0,49	0,22	0,19	0,33	0,10	0,11	0,06	0,06	0,13
Øverbygd	0,06	0,16	0,07	0,41	0,45	0,12	0,18	0,02	0,03	0,04	0,06	0,07	0,10
Karasjok	0,15	0,24	0,16	0,30	0,28	0,22	0,18	0,24	0,32	0,20	0,14	0,10	0,21
Karpbukt	0,09	0,24	0,14	0,33	0,18	0,14	0,10	0,14	0,14	0,04	0,03	0,07	0,11
Ny-Ålesund	0,06	0,54	0,21	0,17	0,84	0,07	0,30	0,07	0,10	0,02	0,05	0,10	0,18

Tabell A.1.5: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av kalsium i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: mg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	0,16	0,10	0,22	0,24	0,13	0,44	0,12	0,22	0,16	0,23	0,29	0,44	0,23
Birkenes	0,09	0,06	0,04	0,13	0,05	0,22	0,07	0,05	0,17	0,08	0,12	0,14	0,10
Vatnedalen	0,11	0,09	0,11	0,26	0,13	0,16	0,07	0,12	0,49	0,08	0,07	0,07	0,12
Treungen	0,02	0,05	0,17	0,48	0,07	0,09	0,05	0,06	0,20	0,02	0,06	0,04	0,09
Løken	0,05	0,03	0,05	0,20	0,06	0,15	0,09	0,08	0,35	0,06	0,06	0,09	0,09
Hurdal	0,13	0,10	0,12	0,34	0,09	0,12	0,16	0,17	0,31	0,10	0,10	0,16	0,15
Brekkebygda	0,09	0,07	0,44	0,73	0,09	0,13	0,13	0,01	0,17	0,05	0,06	0,14	0,12
Vikedal	0,11	0,05	0,27	0,13	0,74	0,12	0,08	0,06	0,19	0,05	0,17	0,17	0,15
Haukeland	0,07	0,05	0,11	0,09	0,10	0,47	0,07	0,01	0,07	0,02	0,18	0,13	0,12
Nausta	0,15	0,04	0,03	0,06	0,10	0,05	0,06	0,01	0,11	0,01	0,06	0,10	0,07
Kårvatn	0,10	0,04	0,06	0,06	0,09	0,09	0,07	0,14	0,06	0,10	0,18	0,10	0,09
Høylandet	0,14	0,12	0,30	0,21	0,20	0,09	0,13	0,22	0,10	0,04	0,31	0,27	0,17
Tustervatn	0,15	0,07	0,16	0,07	0,26	0,06	0,08	0,34	0,13	0,06	0,12	0,15	0,12
Øverbygd	0,12	0,15	0,07	0,30	0,35	0,08	0,04	0,06	0,05	0,06	0,13	0,17	0,10
Karasjok	0,15	0,15	0,14	0,10	0,17	0,11	0,04	0,14	0,18	0,15	0,13	0,10	0,12
Karpbukt	0,07	0,19	0,19	0,22	0,20	0,15	0,02	0,26	0,22	0,13	0,10	0,13	0,12
Ny-Ålesund	0,37	0,30	0,45	0,79	1,54	5,08	3,50	1,79	9,62	0,32	0,58	0,92	1,21

Tabell A.1.6: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av kalium i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: mg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	0,16	0,12	0,10	0,16	0,25	0,25	0,12	0,15	0,25	0,21	0,32	0,41	0,22
Birkenes	0,06	0,07	0,04	0,08	0,13	0,12	0,07	0,02	0,03	0,05	0,11	0,13	0,08
Vatnedalen	0,10	0,07	0,14	0,10	0,12	0,17	0,15	0,04	0,15	0,07	0,08	0,11	0,10
Treungen	0,04	0,01	0,01	0,07	0,04	0,09	0,04	0,02	0,06	0,07	0,07	0,09	0,05
Løken	0,03	0,02	0,02	0,07	0,06	0,17	0,09	0,23	0,13	0,05	0,09	0,09	0,10
Hurdal	0,17	0,13	0,14	0,38	0,14	0,17	0,19	0,23	0,38	0,14	0,18	0,23	0,20
Brekkebygda	0,09	0,21	0,05	0,11	0,04	-	0,17	0,06	0,07	0,07	0,09	0,25	0,10
Vikedal	0,10	0,04	0,11	0,09	0,22	0,09	0,10	0,04	0,09	0,06	0,21	0,17	0,13
Haukeland	0,07	0,04	0,09	0,06	0,04	0,05	0,05	0,02	0,06	0,05	0,11	0,09	0,07
Nausta	0,11	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,04	0,02	0,04	0,02	0,06	0,08	0,06
Kårvatn	0,09	0,04	0,06	0,05	0,07	0,07	0,11	0,07	0,05	0,10	0,17	0,10	0,08
Høylandet	0,11	0,08	0,23	0,11	0,14	0,13	0,16	0,17	0,08	0,05	0,28	0,23	0,15
Tustervatn	0,13	0,07	0,12	0,05	0,15	0,10	0,08	0,36	0,12	0,05	0,09	0,14	0,11
Øverbygd	0,17	0,14	0,07	0,17	0,19	0,16	0,05	0,07	0,18	0,21	0,07	0,14	0,14
Karasjok	0,46	0,40	0,35	0,34	0,19	0,22	0,14	0,21	0,44	0,35	0,47	0,24	0,28
Karpbukt	0,07	0,11	0,16	0,04	0,10	0,07	0,03	0,28	0,26	0,12	0,03	0,10	0,10
Ny-Ålesund	0,31	0,95	0,33	0,55	0,69	0,22	0,14	0,08	0,37	0,10	0,34	0,49	0,38

Tabell A.1.7: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av magnesium i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: mg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	0,33	0,21	0,14	0,23	0,12	0,42	0,12	0,08	0,15	0,36	0,62	1,07	0,37
Birkenes	0,10	0,11	0,06	0,10	0,06	0,24	0,05	0,03	0,04	0,13	0,27	0,38	0,15
Vatnedalen	0,10	0,03	0,04	0,07	0,05	0,05	0,03	0,02	0,06	0,02	0,05	0,12	0,06
Treungen	0,03	0,01	0,02	0,07	0,03	0,06	0,02	0,01	0,02	0,03	0,12	0,12	0,05
Løken	0,03	0,01	0,02	0,06	0,02	0,05	0,03	0,03	0,05	0,04	0,08	0,23	0,06
Hurdal	0,03	0,01	0,02	0,07	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,05	0,14	0,05
Brekkebygda	0,02	0,03	0,04	0,13	0,02	0,11	0,03	0,01	0,03	0,01	0,05	0,09	0,04
Vikedal	0,24	0,05	0,12	0,20	0,12	0,08	0,11	0,04	0,12	0,12	0,44	0,53	0,28
Haukeland	0,17	0,07	0,16	0,17	0,07	0,06	0,09	0,02	0,10	0,09	0,29	0,21	0,17
Nausta	0,33	0,06	0,08	0,13	0,05	0,06	0,07	0,01	0,04	0,07	0,19	0,27	0,17
Kårvatn	0,22	0,08	0,13	0,05	0,10	0,08	0,07	0,03	0,05	0,13	0,40	0,19	0,13
Høylandet	0,28	0,19	0,55	0,22	0,10	0,14	0,18	0,04	0,04	0,09	0,78	0,72	0,33
Tustervatn	0,36	0,17	0,37	0,03	0,05	0,08	0,06	0,13	0,04	0,04	0,19	0,42	0,20
Øverbygd	0,24	0,35	0,12	0,06	0,11	0,05	0,02	0,01	0,05	0,04	0,07	0,38	0,15
Karasjok	0,10	0,12	0,16	0,05	0,06	0,03	0,02	0,06	0,07	0,07	0,04	0,06	0,05
Karpbukt	0,20	0,35	0,51	0,13	0,25	0,06	0,03	0,13	0,21	0,36	0,08	0,34	0,21
Ny-Ålesund	0,98	2,00	1,21	1,80	1,80	1,48	0,86	0,66	2,27	0,38	0,78	1,59	1,19

Tabell A.1.8: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av natrium i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: mg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	2,87	1,75	1,18	1,78	0,80	3,43	0,88	0,31	0,84	1,54	4,92	8,39	2,69
Birkenes	0,79	0,91	0,55	0,83	0,47	1,86	0,36	0,19	0,31	1,02	2,11	2,91	1,18
Vatnedalen	0,86	0,16	0,34	0,68	0,40	0,46	0,21	0,19	0,17	0,34	0,43	0,89	0,47
Treungen	0,24	0,10	0,12	0,30	0,22	0,49	0,20	0,09	0,14	0,34	1,03	0,89	0,37
Løken	0,22	0,06	0,12	0,38	0,12	0,28	0,26	0,09	0,27	0,32	0,72	1,89	0,46
Hurdal	0,52	0,23	0,40	0,73	0,23	0,26	0,22	0,23	0,42	0,24	0,61	1,26	0,45
Brekkebygda	0,13	0,21	0,17	0,23	0,17	0,33	0,13	0,06	0,10	0,14	0,39	0,74	0,23
Vikedal	1,87	0,33	0,76	1,43	0,77	0,56	0,81	0,26	0,89	0,85	3,01	3,93	2,04
Haukeland	1,40	0,66	1,71	1,29	0,54	0,47	0,66	0,14	0,73	0,70	2,05	1,49	1,27
Nausta	2,73	0,43	0,60	0,93	0,29	0,44	0,48	0,10	0,32	0,55	1,37	2,01	1,22
Kårvatn	1,74	0,57	1,06	0,37	0,68	0,53	0,30	0,15	0,37	0,97	2,77	1,43	0,94
Høylandet	2,36	1,43	4,41	1,51	0,71	0,92	1,39	0,14	0,37	0,66	5,60	5,36	2,50
Tustervatn	2,96	1,35	2,92	0,19	0,35	0,65	0,50	0,63	0,37	0,30	1,46	3,29	1,60
Øverbygd	1,94	2,77	0,90	0,23	0,57	0,36	0,15	0,08	0,37	0,61	0,35	2,89	1,14
Karasjok	1,05	1,08	1,30	0,58	0,41	0,31	0,17	0,36	0,49	0,52	0,64	0,51	0,46
Karpbukt	1,58	2,59	4,10	0,51	1,97	0,36	0,23	0,69	1,51	2,83	0,38	2,32	1,57
Ny-Ålesund	8,06	15,80	8,77	15,16	13,18	2,92	1,25	0,60	7,00	2,32	5,54	12,39	8,18

Tabell A.1.9: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av klorid i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: mg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	5,44	3,03	2,06	3,21	1,31	5,88	1,37	0,57	1,60	2,81	9,03	15,05	4,86
Birkenes	1,42	1,63	1,01	1,49	0,73	3,17	0,55	0,35	0,49	1,82	3,81	5,23	2,10
Vatnedalen	1,51	0,21	0,50	0,93	0,61	0,55	0,32	0,19	0,33	0,43	0,70	1,43	0,72
Treungen	0,51	0,20	0,24	0,54	0,36	0,82	0,30	0,13	0,23	0,51	1,80	1,46	0,62
Løken	0,46	0,12	0,29	0,70	0,20	0,49	0,41	0,13	0,41	0,48	1,27	3,34	0,80
Hurdal	0,89	0,37	0,70	1,26	0,38	0,42	0,35	0,42	0,66	0,42	1,06	2,19	0,78
Brekkebygda	0,30	0,29	0,34	0,42	0,25	0,55	0,21	0,09	0,16	0,22	0,59	1,07	0,35
Vikedal	3,70	0,56	1,41	2,63	1,34	0,96	1,44	0,44	1,58	1,43	5,28	6,60	3,54
Haukeland	2,80	1,11	2,95	2,42	0,89	0,79	1,28	0,20	1,31	1,30	3,63	2,40	2,24
Nausta	5,18	0,73	1,13	1,73	0,44	0,77	0,81	0,16	0,57	1,00	2,37	3,64	2,20
Kårvatn	3,15	0,98	1,98	0,66	1,17	0,91	0,45	0,22	0,66	1,70	5,08	2,55	1,68
Høylandet	4,50	2,48	8,33	2,72	1,25	1,67	2,21	0,25	0,69	1,18	10,37	9,62	4,55
Tustervatn	5,67	2,34	5,55	0,35	0,56	1,13	0,83	0,98	0,61	0,55	1,46	6,00	2,74
Øverbygd	3,74	4,79	1,72	0,42	0,92	0,56	0,23	0,14	0,69	1,03	0,61	5,24	2,05
Karasjok	1,85	1,85	2,48	0,94	0,51	0,37	0,24	0,42	0,78	0,91	1,04	0,90	0,71
Karpbukt	2,96	4,42	7,69	0,88	3,47	0,60	0,38	1,04	2,75	4,55	0,64	4,01	2,75
Ny-Ålesund	15,99	30,18	15,82	31,03	24,70	5,56	2,11	1,14	13,75	4,13	9,68	21,47	15,58

Tabell A.1.10: Månedlige og årlige nedbørmengder på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: mm, NILU-måler.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	216	170	100	93	130	25	85	169	65	270	191	201	1714
Birkenes	167	188	71	107	122	39	49	216	126	242	259	253	1833
Vatnedalen	39	18	12	59	41	44	68	144	65	84	246	192	1011
Treungen	72	80	49	81	136	58	106	248	116	266	179	132	1522
Løken	37	77	38	40	90	59	48	131	70	134	136	110	967
Hurdal	45	79	41	72	86	78	60	96	70	161	161	97	1043
Brekkebygda	43	55	11	59	102	35	64	160	68	144	107	88	934
Vikedal	136	104	67	229	75	150	130	164	180	296	654	589	2771
Haukeland	290	104	38	276	126	136	196	134	263	295	779	821	3454
Nausta	166	86	64	185	54	114	122	117	172	157	527	583	2341
Kårvatn	36	199	101	37	94	49	98	40	193	102	128	142	1218
Høylandet	179	81	12	16	48	153	103	11	109	121	141	208	1182
Tustervatn	114	66	25	40	26	68	90	15	182	117	180	288	1208
Øverbygd	72	61	33	6	24	58	92	26	108	64	28	100	671
Karasjok	14	11	7	16	28	65	61	33	33	20	34	31	351
Karpbukt	20	11	62	7	21	57	131	16	35	85	31	32	506
Ny-Ålesund	109	38	47	11	13	10	18	15	16	26	23	14	341



Tabell A.1.11: Månedlig og årlig våtavsetning av sterk syre ( $H^+$ ) på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet:  $\mu\text{ekv}/\text{m}^2$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	8624	6725	2608	2228	2057	668	1930	1165	520	3905	3228	1278	35451
Birkenes	5610	6918	1552	2032	2151	941	670	1799	2129	4380	4819	3377	36337
Vatnedalen	579	199	65	300	278	407	595	1050	476	581	1298	1014	6836
Treungen	3210	1603	704	1029	1481	1155	2066	2433	2218	4274	3028	1571	24748
Løken	767	2027	1173	827	900	563	673	1382	1090	2033	2818	1390	15542
Hurdal	1055	1025	857	190	568	353	383	321	149	1542	2048	601	9100
Brekkebygda	2334	1474	51	142	848	109	784	1365	540	2022	1070	697	11099
Vikedal	4029	463	300	1425	230	921	1118	1112	1611	2737	5109	3036	22123
Haukeland	6858	866	422	2950	1133	2175	2698	1315	2780	2758	4324	4225	32456
Nausta	3758	655	566	1361	339	931	1256	910	1769	1001	3427	3037	18984
Kårvatn	259	1228	451	252	288	329	633	154	1151	454	309	709	6194
Høylandet	413	193	34	17	269	472	442	72	728	920	133	272	3961
Tustervatn	618	268	53	232	56	299	594	12	782	702	1092	1353	6097
Øverbygd	338	472	246	57	166	245	703	189	558	171	140	387	3669
Karasjok	299	25	36	178	310	324	371	407	177	92	179	186	2531
Karpbukt	263	139	1130	833	406	1952	2427	701	384	820	325	333	9426
Ny-Ålesund	677	187	234	82	14	1	4	4	1	28	19	13	1277

Tabell A.1.12: Månedlig og årlig våtavsetning av sulfat på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. 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	174	117	45	58	68	19	30	28	12	67	56	35	707
Birkenes	86	100	15	52	46	21	15	31	43	45	77	49	582
Vatnedalen	6	3	2	17	8	14	14	18	14	6	13	4	119
Treungen	45	13	6	42	25	21	37	32	29	48	41	17	355
Løken	7	12	6	22	13	17	9	22	25	20	35	17	205
Hurdal	22	17	5	40	23	20	13	15	16	27	33	16	245
Brekkebygda	43	21	1	38	13	17	15	25	16	28	14	12	243
Vikedal	71	9	18	70	25	47	48	12	48	24	84	45	500
Haukeland	91	10	7	71	29	42	39	15	45	24	68	64	504
Nausta	46	5	6	37	14	25	22	12	33	8	35	21	264
Kårvatn	3	13	4	5	10	8	19	5	13	4	3	9	96
Høylandet	20	6	4	6	7	31	9	2	15	15	3	12	131
Tustervatn	8	4	3	5	5	10	12	3	12	9	17	11	97
Øverbygd	4	5	5	2	12	9	13	4	16	3	1	3	76
Karasjok	1	1	2	6	13	15	9	15	8	2	2	2	77
Karpbukt	3	2	18	14	11	51	42	20	11	10	9	4	195
Ny-Ålesund	17	13	13	4	8	10	8	3	-2	1	1	1	70

Tabell A.1.13: Månedlig og årlig våtavsetning av nitrat på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: mg N/m<sup>2</sup>.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	157	119	64	76	86	23	35	29	15	132	103	47	884
Birkenes	115	133	27	57	50	24	17	40	70	71	111	58	775
Vatnedalen	14	5	4	19	9	17	16	15	17	11	21	14	163
Treungen	45	22	13	48	27	19	34	34	34	75	56	25	433
Løken	12	29	17	34	19	23	13	20	39	34	56	28	324
Hurdal	25	25	20	47	23	20	15	17	21	42	62	29	348
Brekkebygda	33	28	5	38	17	16	8	12	9	30	27	23	247
Vikedal	76	9	18	80	29	45	42	18	49	44	117	80	607
Haukeland	88	14	10	72	37	90	36	13	44	28	78	84	594
Nausta	58	9	8	26	14	21	25	12	39	15	47	35	309
Kårvatn	6	13	5	6	7	7	15	2	11	10	4	9	93
Høylandet	45	14	3	4	10	27	6	0	9	14	12	14	160
Tustervatn	23	4	1	7	3	8	13	4	12	12	20	14	119
Øverbygd	7	5	3	3	10	6	5	0	1	1	3	4	47
Karasjok	6	2	1	6	7	10	8	5	4	3	6	4	59
Karpbukt	4	4	9	5	3	12	15	3	6	5	4	3	71
Ny-Ålesund	6	2	1	2	8	2	1	2	2	1	1	1	27

Tabell A.1.14: Månedlig og årlig våtavsetning av ammonium på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: mg N/m<sup>2</sup>.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	121	119	25	70	110	15	33	32	9	66	61	49	707
Birkenes	89	133	10	58	62	18	19	33	53	31	71	44	624
Vatnedalen	6	5	3	17	8	13	16	4	12	5	13	13	116
Treungen	34	19	7	54	22	13	36	11	15	47	32	20	310
Løken	6	17	6	39	22	22	10	56	31	20	37	19	287
Hurdal	22	27	7	65	37	25	21	24	32	36	44	30	370
Brekkebygda	33	31	4	47	13	25	15	16	9	35	14	21	268
Vikedal	65	26	15	86	35	58	62	7	52	39	123	111	679
Haukeland	48	17	5	57	36	47	61	9	35	8	51	88	462
Nausta	21	16	5	22	13	22	43	7	38	9	31	35	261
Kårvatn	5	34	8	6	18	7	30	6	15	12	14	17	167
Høylandet	54	31	8	12	14	73	25	2	14	21	58	69	381
Tustervatn	18	13	6	7	13	15	17	5	18	13	11	18	153
Øverbygd	4	10	2	2	11	7	16	1	4	2	2	7	68
Karasjok	2	3	1	5	8	14	11	8	10	4	5	3	74
Karpbukt	2	3	9	2	4	8	13	2	5	3	1	2	54
Ny-Ålesund	6	21	10	2	11	1	5	1	2	0	1	1	61

Tabell A.1.15: Månedlig og årlig våtavsetning av kalsium på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: mg/m<sup>2</sup>.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	35	17	22	22	17	11	10	37	11	63	56	88	389
Birkenes	15	11	3	14	6	8	3	11	21	20	32	34	179
Vatnedalen	4	2	1	15	5	7	5	18	32	6	18	13	126
Treungen	1	4	8	39	10	5	6	16	23	5	10	5	131
Løken	2	2	2	8	5	9	4	10	24	7	7	10	91
Hurdal	6	8	5	25	8	9	9	17	21	16	17	15	155
Brekkebygda	4	4	5	43	9	5	8	2	11	7	6	12	115
Vikedal	14	5	18	31	56	18	10	9	35	16	109	99	421
Haukeland	20	5	4	24	13	64	13	2	20	5	144	109	423
Nausta	25	3	2	11	5	6	7	1	19	2	34	56	169
Kårvatn	4	8	6	2	9	4	7	6	12	11	23	14	106
Høylandet	24	9	4	3	10	14	14	2	11	5	44	56	196
Tustervatn	17	5	4	3	7	4	7	5	24	7	21	44	147
Øverbygd	8	9	2	2	9	5	4	2	5	4	4	17	70
Karasjok	2	2	1	2	5	7	2	5	6	3	4	3	41
Karpbukt	1	2	12	2	4	9	3	4	8	11	3	4	62
Ny-Ålesund	40	11	21	9	19	51	63	27	158	8	13	13	413

 Tabell A.1.16: Månedlig og årlig våtavsetning av kalium på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: mg/m<sup>2</sup>.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	35	20	10	15	32	6	10	25	16	58	60	82	371
Birkenes	10	12	3	9	16	5	3	5	3	12	28	34	139
Vatnedalen	4	1	2	6	5	7	10	6	10	6	20	22	98
Treungen	3	1	0	6	6	5	4	6	7	19	12	12	80
Løken	1	2	1	3	6	10	4	31	9	6	13	10	93
Hurdal	8	10	6	27	12	13	11	22	27	23	28	22	207
Brekkebygda	4	12	1	7	5	-	10	9	5	10	10	22	98
Vikedal	14	5	7	21	16	13	12	6	15	18	139	101	367
Haukeland	19	4	4	16	5	7	9	3	17	14	84	73	256
Nausta	19	2	2	7	3	9	4	2	6	4	34	48	139
Kårvatn	3	8	6	2	7	3	10	3	9	10	22	15	98
Høylandet	20	7	3	2	7	20	16	2	8	6	39	49	178
Tustervatn	15	5	3	2	4	7	7	5	22	6	16	40	128
Øverbygd	12	9	2	1	5	9	4	2	20	13	2	14	94
Karasjok	6	4	2	5	5	14	9	7	14	7	16	7	98
Karpbukt	1	1	10	0	2	4	4	4	9	10	1	3	50
Ny-Ålesund	34	36	15	6	9	2	2	1	6	3	8	7	130

Tabell A.1.17: Månedlig og årlig våtavsetning av magnesium på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: mg/m<sup>2</sup>.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	72	36	15	21	15	10	10	13	10	96	117	216	631
Birkenes	16	21	5	11	8	9	3	6	5	30	69	97	277
Vatnedalen	4	0	0	4	2	2	2	2	4	2	13	23	58
Treungen	2	1	1	6	4	4	3	2	3	8	22	16	70
Løken	1	0	1	2	2	3	2	4	3	5	11	26	60
Hurdal	1	1	1	5	3	3	2	3	3	5	8	14	49
Brekkebygda	1	2	0	7	2	4	2	2	2	2	5	8	36
Vikedal	32	5	8	45	9	12	14	6	22	34	285	310	782
Haukeland	48	7	6	47	9	9	17	3	25	27	226	170	593
Nausta	54	5	5	24	3	7	8	1	8	11	101	159	385
Kårvatn	8	15	13	2	9	4	7	1	10	13	51	27	159
Høylandet	49	16	7	4	5	21	19	0	5	10	110	150	395
Tustervatn	42	12	9	1	1	5	6	2	7	5	33	121	245
Øverbygd	17	22	4	0	3	3	2	0	5	2	2	38	99
Karasjok	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	2	18
Karpbukt	4	4	32	1	5	3	4	2	7	31	3	11	106
Ny-Ålesund	107	75	57	20	23	15	16	10	37	10	18	22	406

Tabell A.1.18: Månedlig og årlig våtavsetning av natrium på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: mg/m<sup>2</sup>.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	620	299	118	166	104	85	75	53	55	416	938	1684	4609
Birkenes	131	171	39	89	57	72	18	41	39	248	546	736	2162
Vatnedalen	34	3	4	40	16	20	14	27	11	29	106	170	475
Treungen	17	8	6	24	30	28	21	22	17	89	185	117	563
Løken	8	5	5	15	10	17	12	11	19	43	99	207	446
Hurdal	23	18	16	53	20	20	13	22	29	38	99	123	472
Brekkebygda	6	12	2	14	17	12	9	10	7	20	42	65	213
Vikedal	255	34	51	328	58	85	105	43	160	253	1969	2314	5647
Haukeland	405	68	65	358	68	63	129	18	191	206	1599	1223	4384
Nausta	452	37	38	171	16	50	59	12	55	86	723	1170	2863
Kårvatn	62	114	108	14	64	26	29	6	72	99	356	202	1151
Høylandet	421	116	54	24	34	140	144	2	40	79	792	1114	2958
Tustervatn	338	89	74	8	9	45	45	9	68	35	261	946	1937
Øverbygd	140	169	30	1	14	21	14	2	40	39	10	289	766
Karasjok	15	12	9	9	11	20	11	12	16	10	22	15	161
Karpbukt	32	28	253	4	42	21	30	11	52	240	12	74	797
Ny-Ålesund	876	596	412	171	166	29	23	9	115	61	125	174	2786

Tabell A.1.19: Månedlig og årlig våtavsetning av klorid på norske bakgrunnsstasjoner, 2006.  
Enhet: mg/m<sup>2</sup>.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Søgne	1177	516	207	300	170	146	116	96	105	760	1720	3023	8329
Birkenes	238	306	72	160	88	123	27	75	62	441	987	1324	3856
Vatnedalen	59	4	6	55	25	24	22	27	22	36	173	275	725
Treungen	37	16	12	44	50	48	32	33	27	135	323	193	944
Løken	17	9	11	28	18	29	20	17	29	65	173	366	774
Hurdal	40	29	29	90	33	33	21	41	46	67	171	213	808
Brekkebygda	13	16	4	25	25	19	13	14	11	32	64	94	329
Vikedal	505	58	94	605	100	144	188	73	284	423	3454	3888	9803
Haukeland	811	115	112	668	112	107	251	27	346	383	2831	1973	7723
Nausta	857	62	72	320	24	88	99	18	99	158	1250	2123	5159
Kårvatn	113	194	200	24	109	44	44	9	128	173	651	361	2051
Høylandet	803	201	102	44	60	255	228	3	76	142	1466	2001	5376
Tustervatn	648	155	140	14	14	77	75	15	110	64	262	1725	3314
Øverbygd	269	293	57	2	22	32	21	3	74	66	17	523	1378
Karasjok	26	21	17	15	14	24	15	14	25	18	36	28	249
Karpbukt	60	49	475	6	73	35	49	17	95	386	20	128	1389
Ny-Ålesund	1739	1139	743	351	311	56	38	17	226	109	219	301	5308

Tabell A.1.20: De 10 største døgnlige våtavsetninger av sulfat på de norske bakgrunnsstasjoner, 2006.

Stasjon	Dato	SO <sub>4</sub> -nedfall mg S/m <sup>2</sup>	Nedbør mm	% av års- nedfall SO <sub>4</sub>	pH
Birkenes	16.02.2006	36,1	38,7	6,2	4,19
	15.02.2006	27,9	54,1	4,8	4,44
	17.01.2006	20,6	38,5	3,5	4,45
	16.11.2006	20,3	37,3	3,5	4,55
	17.02.2006	17,4	9,9	3,0	4,06
	19.01.2006	16,4	34,7	2,8	4,58
	29.12.2006	14,5	24,7	2,5	4,46
	26.09.2006	13,5	18,6	2,3	4,59
	25.11.2006	10,8	51,3	1,9	4,85
	22.05.2006	10,8	26,1	1,9	4,71
	sum				32,4
Løken	16.11.2006	11,1	23,9	5,4	4,62
	30.09.2006	7,7	16,6	3,7	4,54
	26.04.2006	6,3	3,5	3,1	5,90
	09.07.2006	6,1	31,8	3,0	4,91
	19.06.2006	5,6	9,6	2,8	5,76
	15.02.2006	5,2	14,3	2,6	4,30
	02.09.2006	4,7	20,9	2,3	5,43
	21.06.2006	4,7	4,5	2,3	4,71
	26.10.2006	4,7	34,2	2,3	4,83
	20.10.2006	4,6	8,0	2,3	4,41
	sum				29,6
Hurdal	30.04.2006	12,7	9,6	6,2	5,71
	17.01.2006	11,6	3,7	5,7	3,93
	21.06.2006	10,6	17,8	5,2	5,12
	01.05.2006	10,0	24,7	4,9	5,26
	18.10.2006	9,0	13,2	4,4	4,45
	15.02.2006	8,4	17,8	4,1	4,60
	08.04.2006	8,1	17,5	4,0	6,30
	16.11.2006	5,8	24,4	2,8	5,00
	22.11.2006	5,0	19,7	2,4	4,66
	16.02.2006	4,9	9,6	2,4	4,44
sum				42,0	
Kårvatn	01.02.2006	7,5	51,9	7,8	5,01
	27.12.2006	5,3	18,2	5,5	4,72
	27.07.2006	4,4	6,0	4,6	-
	03.07.2006	4,2	5,6	4,4	6,05
	16.10.2006	3,3	2,2	3,5	4,30
	07.07.2006	3,3	8,9	3,4	4,81
	04.09.2006	3,2	87,7	3,4	5,25
	31.07.2006	2,9	12,9	3,0	5,91
	13.05.2006	1,8	31,8	1,9	5,66
	14.05.2006	1,8	10,5	1,8	5,26
sum				39,2	

Table A.1.20, forts.

Stasjon	Dato	SO <sub>4</sub> -nedfall mg S/m <sup>2</sup>	Nedbør mm	% av års- nedfall SO <sub>4</sub>	pH
Tustervatn	16.11.2006	15,9	16,0	16,4	4,90
	19.09.2006	2,7	10,4	2,8	5,35
	14.10.2006	2,7	3,0	2,7	4,64
	07.07.2006	2,5	4,4	2,5	4,80
	26.12.2006	2,4	37,4	2,5	5,29
	15.10.2006	2,1	15,0	2,2	5,09
	03.07.2006	2,1	3,4	2,1	5,50
	19.06.2006	2,1	6,9	2,1	5,60
	11.01.2006	1,9	15,5	2,0	5,23
	18.09.2006	1,8	1,0	1,8	-
	sum				37,3
Karasjok	06.08.2006	6,1	8,6	7,9	-
	12.05.2006	4,1	15,0	5,3	4,95
	10.05.2006	3,2	4,6	4,2	4,79
	16.08.2006	3,1	1,8	4,0	4,19
	20.06.2006	2,8	19,7	3,6	5,99
	08.07.2006	2,5	11,3	3,2	5,06
	16.06.2006	2,4	5,9	3,1	5,38
	03.07.2006	2,4	16,9	3,1	5,15
	17.06.2006	2,3	8,6	3,0	4,97
	09.05.2006	2,0	2,3	2,5	5,28
	sum				40,0

Tabell A.1.21: Veide årsmiddelkonsentrasjoner og våtavsetninger av komponenter i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner i årene 1973-2006 og beregnede tørravsetninger av svovel- og nitrogenkomponenter i årene 1987-2006 (Tabell 3.7).

\* 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	1136			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	
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		
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		



Tabell A.1.21, 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>
Lista forts.	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	
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	
Vale	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			

Tabell A.1.21, 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				
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				
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				

Tabell A.1.21, 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.	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		
Solhornfjell	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		
	1987	0,78	0,42	0,37	0,16	0,08	4,37	830	650	349	307	35	212	343
	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		
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		

Tabell A.1.21, 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>
Løken forts.	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			
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
	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	
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			
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	

Tabell A.1.21, 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>
Gulsvik forts.	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	
	1998	0,38	0,29	0,25	0,08	0,02	4,62	886	336	256	224	21	36	
Brekkebygda	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		
	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			
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		
	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			

Tabell A.1.21, 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.	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		
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		
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			
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			

Tabell A.1.21, 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.	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		
	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		
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	144	
2006	0,08	0,08	0,14	0,09	0,13	5,29	1218	96	93	167	6	42	199	
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			
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			

Tabell A.1.21, 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>
Høylandet forts.	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		
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		
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		
	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	177	
2006	0,08	0,10	0,13	0,12	0,20	5,30	1208	97	119	153	6	37	219	
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			



Tabell A.1.21, 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>
Øverbygd forts.	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		
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
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			
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			

Tabell A.1.21, 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 (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		
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		

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

Tabell A.2.1: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av bly i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: µg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	2,07	1,46	0,71	1,34	0,63	0,83	0,46	0,31	0,89	0,41	0,82	0,56	0,88
Hurdal	2,72	0,83	1,89	1,35	0,87	0,44	1,85	0,52	1,52	0,79	0,55	0,80	0,96
Kårvatn	0,15	0,16	0,13	0,20	0,22	0,22	0,49	0,28	0,09	0,19	0,07	0,08	0,17
Karasjok	0,54	0,33	0,89	0,77	0,64	0,30	0,36	0,42	0,26	0,25	0,22	0,40	0,37
Svanvik	0,32	1,34	0,68	6,44	2,03	1,13	0,65	1,12	1,00	0,42	0,31	4,35	1,15

Tabell A.2.2: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av kadmium i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: µg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,060	0,040	0,020	0,106	0,018	0,021	0,018	0,010	0,031	0,016	0,021	0,013	0,029
Hurdal	0,155	0,062	0,122	0,095	0,076	0,043	0,079	0,038	0,050	0,079	0,026	0,023	0,061
Kårvatn	0,008	0,004	0,005	0,009	0,019	0,020	0,016	0,014	0,011	0,011	0,009	0,008	0,010
Karasjok	0,016	0,020	0,033	0,046	0,093	0,012	0,008	0,024	0,021	0,011	0,010	0,012	0,020
Svanvik	0,044	0,178	0,149	0,571	0,315	0,092	0,059	0,168	0,120	0,062	0,066	0,446	0,134

Tabell A.2.3: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av sink i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: µg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	7,3	6,3	4,0	4,5	2,7	3,3	3,2	1,6	3,0	1,8	3,0	1,5	3,4
Hurdal	22,4	10,4	28,7	14,2	5,1	3,2	6,4	3,7	10,3	6,5	5,3	7,4	8,4
Kårvatn	2,0	0,7	0,5	1,8	6,2	6,2	2,8	2,6	0,6	1,8	1,8	0,7	1,9
Karasjok	4,7	4,4	5,7	5,5	5,1	1,7	1,5	2,7	2,3	4,3	3,2	2,1	2,8
Svanvik	9,1	4,3	2,4	11,5	6,0	3,2	18,2	10,6	5,9	2,8	2,1	4,8	8,5

Tabell A.2.4: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av nikkel i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: µg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,33	0,17	0,18	0,37	0,33	0,10	0,18	0,11	0,21	0,11	0,24	0,12	0,20
Svanvik	2,42	8,60	8,84	149,54	59,41	47,25	9,57	47,79	49,74	6,86	9,72	153,66	33,36

Tabell A.2.5: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av arsen i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: µg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,28	0,19	0,09	0,20	0,10	0,15	0,16	-	-	-	-	-	0,20
Svanvik	0,12	0,43	0,45	7,05	3,48	1,54	0,41	1,93	1,56	0,35	0,30	4,49	1,31

Tabell A.2.6: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av kopper i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: µg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,82	0,58	0,80	0,59	0,57	0,71	0,67	0,24	0,59	0,53	0,48	0,30	0,51
Svanvik	4,14	26,79	23,30	232,44	89,77	44,51	9,55	55,28	55,21	13,41	18,04	224,52	44,51

Tabell A.2.7: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av kobolt i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: µg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,04	0,03	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01
Svanvik	0,09	0,31	0,28	4,64	1,82	1,23	0,29	1,94	2,14	0,28	0,34	5,86	1,14

Tabell A.2.8: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av krom i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: µg/l.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,11	0,20	0,29	0,31	0,13	0,10	0,23	0,12	0,24	0,10	0,11	0,10	0,15
Svanvik	0,12	0,89	0,17	1,03	0,44	0,23	0,19	0,56	0,46	0,10	0,19	0,96	0,31

Tabell A.2.9: Månedlig og årlig nedbørmengder på norske bakgrunnsstasjoner målt med tungmetallprøvetakeren, 2006. Enhet: mm.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	167	188	71	107	122	39	49	216	126	242	184	253	1763
Hurdal	35	74	47	77	85	84	47	99	75	168	165	107	1063
Kårvatn	38	186	102	52	103	56	103	39	176	98	123	135	1213
Karasjok	19	11	2	13	22	77	69	28	36	26	39	21	363
Svanvik	8	9	23	10	34	54	117	24	31	70	22	21	423

Tabell A.2.10: Månedlig og årlig våtavsetning av bly på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet: µg/m<sup>2</sup>.

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	374	261	49	140	62	31	22	74	128	70	230	146	1600
Hurdal	96	61	88	103	74	37	88	51	115	133	90	85	1022
Kårvatn	6	30	13	11	22	12	51	11	15	19	8	11	209
Karasjok	10	4	2	10	14	23	25	12	9	6	9	8	133
Svanvik	3	12	16	64	70	61	76	27	30	29	7	91	486

Tabell A.2.11: Månedlig og årlig våtavsetning av kadmium på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	10,8	7,1	1,4	11,2	1,8	0,8	0,9	2,5	4,4	2,8	5,9	3,3	53,4
Hurdal	5,5	4,6	5,7	7,3	6,4	3,7	3,7	3,8	3,8	13,3	4,2	2,5	64,4
Kårvatn	0,3	0,8	0,5	0,4	2,0	1,1	1,6	0,5	1,9	1,1	1,1	1,1	12,4
Karasjok	0,3	0,2	0,1	0,6	2,1	0,9	0,6	0,7	0,8	0,3	0,4	0,3	7,1
Svanvik	0,4	1,6	3,4	5,7	10,8	5,0	6,9	4,1	3,7	4,3	1,4	9,4	56,7

Tabell A.2.12: Månedlig og årlig våtavsetning av sink på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	1315	1129	279	473	270	126	154	369	437	306	832	403	6117
Hurdal	793	764	1335	1084	435	271	302	369	777	1097	873	795	8893
Kårvatn	75	123	47	96	640	347	287	101	114	178	228	92	2327
Karasjok	91	50	11	72	113	134	103	75	84	109	123	43	1005
Svanvik	75	38	55	115	208	172	2136	258	179	196	47	101	3583

Tabell A.2.13: Månedlig og årlig våtavsetning av nikkel på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	59	30	12	39	33	4	9	25	31	20	68	31	355
Svanvik	20	76	202	1495	2047	2542	1122	1158	1521	478	214	3230	14109

Tabell A.2.14: Månedlig og årlig våtavsetning av arsen på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	51	34	7	21	10	6	8	-	-	-	-	-	354
Svanvik	1	4	10	70	120	83	48	47	48	24	7	94	556

Tabell A.2.15: Månedlig og årlig våtavsetning av kopper på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	149	104	55	61	57	27	33	57	84	92	135	80	931
Svanvik	34	237	534	2324	3093	2395	1120	1340	1688	934	397	4719	18827

*Tabell A.2.16: Månedlig og årlig våtavsetning av kobolt på norske bakgrunnsstasjoner, 2006.  
Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ .*

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	4	1	1	3	1	2	1	2	4	2	5	2	26
Svanvik	1	3	6	46	63	66	34	47	66	20	8	123	483

*Tabell A.2.17: Månedlig og årlig våtavsetning av krom på norske bakgrunnsstasjoner, 2006.  
Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ .*

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	19	36	20	32	13	4	11	28	34	17	31	26	273
Svanvik	1	8	4	10	15	12	22	14	14	7	4	20	131

Tabell A.2.18: Middelmiddelkonsentrasjoner av tungmetaller i nedbør på norske bakgrunnsstasjoner i 1976, august 1978 – juni 1979, 1980 (februar–desember) og 1981–2006.

Stasjon	År	Årlige middelmiddelkonsentrasjoner								
		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	
Lista	1990									13,8
	1991									11,8
	1992									10,9
	1993									11,3
	1994	2,70	0,050	7,8	0,30	0,20	1,00		0,20	8,1
	1995	2,30	0,060	8,6	0,40	0,40	1,10		0,80	13,9
	1996	3,00	0,070	8,6	0,40	0,40			0,30	19,7
	1997	2,80	0,050	6,6	0,40	0,50	1,00	0,04	0,20	10,6
	1998	2,08	0,047	8,8	0,59	0,20	1,13	0,03	0,58	9,0
	1999	1,50	0,030	7,4	0,40	0,20	1,70	0,03	0,20	9,7
	2000	1,57	0,037	6,6	0,34	0,28	1,13	0,03	<0,2	7,3
	2001	1,52	0,056	7,4	0,37	0,18	1,28	0,02	0,31	7,3
	2002	2,15	0,033	6,8	0,30	0,29	1,30	0,02	0,16	12,8
2003	1,92	0,063	7,5	0,50	1,01	1,30	0,04	0,31	8,3	
Ualand	1994	2,00	0,040	4,0	0,20	0,10	0,50	0,02	0,10	
	1995	1,70	0,030	3,3	0,20	0,10	0,30	0,01	0,10	
	1996	1,30	0,030	2,5	0,20	0,10	0,90	0,01	0,20	
	1997	2,77	0,020	2,6	0,20	0,10	0,40	0,01	0,10	
	1998	1,24	0,024	2,7	0,19	0,10	0,30	0,02	0,17	
	1999	0,88	0,023	2,3	<0,2	<0,1	0,23	0,01	<0,2	
	2000	0,71	0,021	1,5	<0,2	<0,1	0,23	0,01	<0,2	
Solhomfjell	1994	2,40	0,060	6,0	0,20	0,10	0,70	0,02	0,10	
	1995	1,90	0,070	6,0	0,60	0,20	1,10	0,03	0,20	
	1996	2,30	0,050	5,7	0,30	0,20	0,90	0,02	<0,2	
Møsvatn	1994	1,00	0,040	2,9	0,60	0,10	0,50	0,03	<0,1	
	1995	0,90	0,030	2,8	0,30	0,10	0,90	0,01	0,10	
	1996	1,00	0,020	4,5	0,40	0,10	1,00	0,02	0,10	
	1997	1,00	0,020	4,5						
	1998	0,88	0,044			0,07		0,03	0,13	
	1999	1,05	0,042	5,7	0,29	<0,1	1,65	0,02	<0,2	
	2000	1,02	0,042	6,2	0,29	<0,1	1,72	0,01	<0,2	

Tabell A.2.18, 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
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					
Osen	1988	4,70	0,310	12,7					
	1989	2,70	0,080	5,4					
	1990	2,70	0,090	5,6					
	1991	2,00	0,030	4,2					
	1992	1,60	0,050	5,5					
	1993	1,20	0,060	3,5					
	1994	1,40	0,050	5,9					
	1995	2,10	0,070	8,8					
	1996	1,50	0,030	4,4					
	1997	0,90	0,020	4,0					
	1998	0,87	0,033	4,7					
	1999	1,05	0,042	7,1					
	2000	1,37	0,047	5,5					
	2001	0,59	0,019	3,3					
2002	0,87	0,029	4,3						
2003	0,61	0,031	5,1						
Valdalen	1994	1,00	0,030	4,2	0,10	0,10	0,60	0,01	0,10
	1995	1,40	0,030	4,6	0,40	0,10	0,80	0,02	0,20
	1996	1,10	0,030	4,1	0,30	0,10	1,00	0,03	0,20
	1997	1,10	0,050	6,2	0,40	0,10	0,10	0,02	0,20
	1998	0,76	0,030	4,8	0,17	0,09	0,57	0,02	0,16
	1999	0,69	0,100	9,6	0,47	<0,1	1,13	0,02	0,37
	2000	1,01	0,026	4,2	<0,2	<0,1	0,47	0,02	<0,2
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					



Tabell A.2.18, 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
Kårvatn forts.	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					
Namsvatn	1994	0,50	0,030	2,3	0,20	0,10	0,40	0,02	0,10
	1995	0,50	0,010	2,3	0,30	0,10	0,20	0,01	0,10
	1996	0,50	0,020	3,0	0,10	0,10	0,50	0,01	<0,2
Øverbygd	1995	0,40	0,010	2,3	0,40	0,10	0,50	0,02	0,10
	1996	0,50	0,030	3,5	0,40	0,10	1,30	0,02	0,30
	1997	0,50	0,010	2,7	0,10	0,10	0,30	0,01	0,10
	1998	0,40	0,010	3,8	0,20	0,10	0,60	0,02	0,10
	1999	0,54	0,010	5,0	<0,2	<0,1	0,33	0,01	<0,2
	2000	0,37	0,020	1,9	0,21	<0,1	0,38	0,01	<0,2
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					
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

Tabell A.2.18, 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
Svanvik forts.	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

\* Målingene startet 16. mars 1987

Tabell A.3.1: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av svoveldioksid i luft på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet:  $\mu\text{g S/m}^3$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,24	0,37	0,30	0,14	0,19	0,29	0,06	0,19	0,19	0,07	0,07	0,04	0,18
Søgne	0,62	0,59	0,59	0,23	0,56	0,38	0,50	0,14	0,74	0,26	0,10	0,07	0,41
Hurdal	0,11	0,31	0,19	0,14	0,14	0,17	0,16	0,05	0,13	0,03	0,07	0,04	0,13
Kårvatn	0,01	0,13	0,17	0,07	0,07	0,05	0,05	0,04	0,04	0,02	0,04	0,02	0,06
Tustervatn	0,13	0,34	0,18	0,13	0,09	0,05	0,05	0,02	0,02	0,04	0,04	0,03	0,09
Karasjok	0,33	1,01	0,19	0,74	0,01	0,08	0,13	0,28	0,07	0,26	0,12	0,38	0,29
Zeppelinfjellet	0,03	0,35	0,29	0,08	0,12	0,05	0,06	0,03	0,03	0,04	0,05	0,16	0,10

Tabell A.3.2: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av sulfat i luft på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet:  $\mu\text{g S/m}^3$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,70	0,54	0,45	0,32	0,61	0,65	0,84	0,37	1,04	0,40	0,24	0,23	0,53
Søgne	0,99	0,68	0,55	0,46	0,92	1,10	1,16	0,67	1,00	0,49	0,31	0,42	0,75
Hurdal	0,53	0,59	0,35	0,29	0,50	0,54	0,62	0,36	0,89	0,18	0,17	0,14	0,43
Kårvatn	0,20	0,19	0,30	0,20	0,39	0,27	0,40	0,29	0,39	0,13	0,15	0,06	0,24
Tustervatn	0,22	0,42	0,21	0,23	0,38	0,20	0,31	0,23	0,28	0,09	0,10	0,06	0,23
Karasjok	0,20	0,58	0,27	0,48	0,45	0,23	0,19	0,36	0,25	0,11	0,07	0,13	0,28
Zeppelinfjellet	0,10	0,16	0,32	0,23	0,26	0,08	0,08	0,02	0,05	0,07	0,05	0,09	0,13

Tabell A.3.3: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av nitrogendioksid i luft på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet:  $\mu\text{g N/m}^3$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	1,02	0,69	0,41	0,33	0,33	0,39	0,47	0,29	0,51	0,41	0,51	0,29	0,48
Hurdal	1,26	0,89	0,75	0,64	0,27	0,55	0,50	0,31	0,86	0,68	1,23	1,43	0,78
Kårvatn	0,30	0,23	0,18	0,14	0,18	0,18	0,37	0,34	0,23	0,34	0,25	0,17	0,24
Tustervatn	0,13	0,09	0,05	0,10	0,16	0,18	0,21	0,23	0,17	0,19	0,17	0,08	0,15
Karasjok	0,17	0,21	0,07	0,19	0,18	0,07	0,16	0,11	0,11	0,07	0,20	0,17	0,14

Tabell A.3.4: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av sum salpetersyre og nitrat i luft på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet:  $\mu\text{g N/m}^3$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,47	0,30	0,20	0,21	0,48	0,76	0,51	0,70	0,63	0,19	0,20	0,12	0,40
Søgne	0,67	0,37	0,23	0,80	0,64	0,79	0,67	0,34	0,63	0,27	0,28	0,24	0,48
Hurdal	0,24	0,29	0,15	0,27	0,24	0,52	0,39	0,22	0,42	0,06	0,16	0,15	0,26
Kårvatn	0,10	0,04	0,12	0,15	0,34	0,19	0,30	0,16	0,15	0,09	0,05	0,03	0,14
Tustervatn	0,07	0,10	0,22	0,10	0,32	0,22	0,13	0,15	0,16	0,05	0,06	0,04	0,13
Karasjok	0,07	0,06	0,11	0,15	0,21	0,28	0,28	0,15	0,18	0,29	0,05	0,05	0,16
Zeppelinfjellet	0,03	0,07	0,07	0,12	0,17	0,25	0,11	0,18	0,11	0,22	0,05	0,03	0,12

Tabell A.3.5: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av sum ammonium og ammoniakk i luft på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet:  $\mu\text{g N/m}^3$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,86	0,59	0,38	0,49	1,10	1,24	1,34	0,61	1,48	0,52	0,38	0,28	0,77
Søgne	0,79	0,62	0,41	1,66	1,25	1,52	1,73	1,03	1,24	0,65	0,44	0,44	0,94
Hurdal	0,63	0,67	0,45	0,64	0,83	0,96	0,94	0,58	1,10	0,40	0,37	0,32	0,66
Kårvatn	0,45	0,40	0,68	0,62	1,15	0,91	1,58	1,40	1,41	0,68	0,59	0,60	0,88
Tustervatn	0,60	0,80	0,70	0,85	2,93	2,21	1,10	0,83	1,41	0,54	0,53	0,57	1,10
Karasjok*	0,06	0,24	0,06	0,25	0,28	0,10	0,11	0,15	0,10	0,03	0,07	0,05	0,12
Zeppelinfjellet	0,28	0,25	0,33	0,18	0,43	0,69	0,56	0,67	0,49	0,58	0,36	0,33	0,43

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

Tabell A.3.6: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av magnesium i luft på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet:  $\mu\text{g/m}^3$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,06	0,04	0,04	0,07	0,08	0,11	0,10	0,14	0,10	0,06	0,09	0,12	0,09
Søgne	0,10	0,03	0,04	0,05	0,10	0,14	0,13	0,09	0,10	0,10	0,18	0,22	0,11
Hurdal	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,08	0,05	0,04	0,06	0,02	0,04	0,06	0,04
Kårvatn	0,03	0,02	0,03	0,05	0,06	0,06	0,06	0,03	0,05	0,02	0,03	0,02	0,04
Tustervatn	0,06	0,04	0,04	0,03	0,08	0,04	0,04	0,01	0,06	0,03	0,04	0,06	0,04
Karasjok	0,06	0,04	0,07	0,02	0,06	0,04	0,04	0,03	0,06	0,06	0,01	0,03	0,04
Zeppelinfjellet	0,07	0,09	0,06	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,05	0,02	0,04	0,04	0,05

Tabell A.3.7: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av kalsium i luft på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet:  $\mu\text{g/m}^3$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,04	0,10	0,11	0,06	0,23	0,21	0,19	0,35	0,22	0,05	0,04	0,04	0,13
Søgne	0,06	0,03	0,04	0,05	0,18	0,15	0,18	0,11	0,16	0,07	0,09	0,10	0,10
Hurdal	0,03	0,04	0,14	0,12	0,17	0,19	0,15	0,10	0,15	0,02	0,06	0,08	0,10
Kårvatn	0,02	0,04	0,04	0,19	0,22	0,10	0,11	0,08	0,17	0,04	0,04	0,01	0,08
Tustervatn	0,04	0,05	0,05	0,07	0,29	0,09	0,06	0,04	0,12	0,02	0,01	0,06	0,07
Karasjok	0,04	0,04	0,12	0,07	0,11	0,08	0,09	0,08	0,12	0,07	0,02	0,03	0,07
Zeppelinfjellet	0,04	0,10	0,11	0,06	0,13	0,10	0,07	0,12	0,08	0,04	0,04	0,03	0,07

Tabell A.3.8: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av kalium i luft på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,06	0,03	0,03	0,03	0,06	0,05	0,05	0,03	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05
Søgne	0,10	0,06	0,05	0,05	0,10	0,10	0,07	0,08	0,11	0,08	0,08	0,09	0,09
Hurdal	0,05	0,05	0,04	0,05	0,08	0,04	0,07	0,06	0,12	0,03	0,03	0,04	0,06
Kårvatn	0,01	0,01	0,02	0,02	0,05	0,03	0,05	0,13	0,27	0,02	0,02	0,03	0,06
Tustervatn	0,02	0,03	0,01	0,02	0,05	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
Karasjok	0,02	0,04	0,02	0,02	0,05	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
Zeppelinfjellet	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,02

Tabell A.3.9: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av klorid i luft på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,39	0,10	0,16	0,42	0,20	0,23	0,26	0,19	0,42	0,50	0,93	1,44	0,44
Søgne	1,00	0,07	0,18	0,23	0,42	0,55	0,43	0,16	0,57	1,04	2,72	3,36	0,96
Hurdal	0,09	0,11	0,05	0,10	0,07	0,08	0,07	0,05	0,10	0,09	0,20	0,32	0,11
Kårvatn	0,23	0,18	0,16	0,12	0,18	0,27	0,22	0,04	0,07	0,10	0,07	0,28	0,16
Tustervatn	0,76	0,42	0,30	0,14	0,18	0,30	0,26	0,03	0,21	0,27	0,41	0,73	0,33
Karasjok	0,61	0,41	0,53	0,04	0,39	0,13	0,15	0,04	0,40	0,38	0,26	0,28	0,30
Zeppelinfjellet	0,96	0,52	0,32	0,44	0,37	0,10	0,19	0,13	0,31	0,13	0,38	0,33	0,34

Tabell A.3.10: Månedlige og årlige middelkonsentrasjoner av natrium i luft på norske bakgrunnsstasjoner, 2006. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

STASJON	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
Birkenes	0,44	0,16	0,23	0,45	0,30	0,43	0,39	0,19	0,48	0,45	0,80	0,96	0,44
Søgne	0,90	0,28	0,37	0,40	0,68	1,07	0,80	0,49	0,68	0,80	1,54	1,90	0,86
Hurdal	0,17	0,14	0,12	0,15	0,12	0,24	0,22	0,13	0,27	0,10	0,26	0,32	0,19
Kårvatn	0,19	0,14	0,14	0,13	0,17	0,29	0,26	0,08	0,10	0,10	0,18	0,18	0,16
Tustervatn	0,51	0,29	0,25	0,14	0,16	0,24	0,22	0,05	0,21	0,22	0,26	0,43	0,25
Karasjok	0,38	0,30	0,38	0,09	0,35	0,14	0,15	0,10	0,27	0,28	0,08	0,21	0,23
Zeppelinfjellet	0,59	0,33	0,26	0,34	0,29	0,14	0,17	0,09	0,19	0,12	0,23	0,24	0,25

Tabell A.3.11: Årlige middelkonsentrasjoner av svovel- og nitrogenkomponenter i luft, 1973-2006 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	1,0	0,28	0,78
	1991	0,54	0,91	0,9	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	
Søgne	1989	1,0	1,0	3,1	0,5	1,5
	1990	0,9	1,0	2,7	0,5	1,8
	1991	1,1**	1,2**	2,8**	0,5**	1,7**
	1992	0,62*	0,87*	1,54*	0,42*	0,94*
	1993	0,68	0,81	1,8	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	

Tabell A.3.11, 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
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	
Nordmoen	1986	0,5**	0,9**	2,0**	0,3**	0,6**
	1987	0,6	0,8	3,3	0,4	0,7
	1988	0,7	0,9	3	0,3	0,6
	1989	0,4	0,8	2,6	0,3	0,7
	1990	0,4	0,7	2,5	0,3	0,7
	1991	0,3	0,8	2,6	0,2	0,6
	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

Tabell A.3.11, 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 forts.	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
Gulsvik	1988	0,5	0,7			
	1989	0,2	0,5			
	1990	0,2	0,5		0,2	
	1991	0,3	0,5			
	1992	0,19	0,42		0,15	
	1993	0,22	0,40		0,15	
	1994	0,19	0,42		0,20	
	1995	0,20	0,38		0,17	
	1996	0,13	0,44		0,19	
	1997	0,11	0,31		0,15	
Brekkebygda	1998	0,07	0,24		0,09	
	1999	0,04	0,28		0,08	
	2000	0,05	0,26*		0,07*	
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
	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	
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	



Tabell A.3.11, 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
Kårvatn forts.	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	
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	
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	

Tabell A.3.11, 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
Jergul forts.	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>2</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
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	
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

Tabell A.3.11, 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
Zeppelin forts.	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

<sup>1)</sup> kun målt fra 25. mai 2003.

<sup>2)</sup> pga. lokale ammoniakkilder benyttes kun NH<sub>4</sub>-N-konsentrasjonen.

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	0,060	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	0,050	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			
	2006	0,31	0,063	1,16	0,05	1,56	2,01		0,75	1,20	5,8			
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	0,010	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	
	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	5,99
	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	14,47
	2004	0,07	0,018	0,11	0,04	0,31	0,63	0,40	0,10	0,08	4,1	1,50		42,39
	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			

## **Vedlegg B**

### **Generelle opplysninger og måleprogram**



Tabell B.1: Generelle opplysninger om norske bakgrunnsstasjoner, 2006.

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
Langesund	Telemark	12	59° 01'	9° 45'	apr-79	SFT, Kontr.seksjon	3701 Skien
Klyve	Telemark	60	59° 09'	9° 35'	apr-79	SFT, Kontr.seksjon	3701 Skien
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
Øverbygd	Troms	90	69° 03'	19° 22'	feb-87	Olav Vårtun	9234 Øverbygd
Karasjok	Finnmark	333	69°28'	25°13'	jan-97	Edvin Kemi	9730 Karasjok
Svanvik	Finnmark	30	69° 27'	30° 02'	aug-86	Svanhovd miljøsester	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, 2006.

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 Vatnedalen	X	X	X	X	X		X <sup>b,d</sup>	X <sup>e</sup>	X	X	X <sup>b</sup>	X <sup>e</sup>
Treungen Haukenes		X								X		
Prestebakke Løken		X							X			
Hurdal	X	X	X		X				X		X <sup>a</sup>	
Brekkebygda										X		
Vikedal Sandve		X								X		
Haukeland										X		
Nausta										X		
Kårvatn		X	X		X				X		X <sup>a</sup>	
Høylandet										X		
Tustervatn		X	X		X				X			
Øverbygd										X		
Karasjok Karpbukt Svanvik		X	X		X				X	X	X <sup>a</sup>	
Ny-Ålesund Zeppelin		X	X				X <sup>c,d</sup>	X <sup>f</sup>		X		
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 og As

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

<sup>d</sup> = Hg (for luft: ett døgn per uke)

 organisk <sup>e</sup> = α- og γ-HCH, HCB, 7 PCB

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



## **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 glass og plassert 2 meter over bakken. Kvikksølv i nedbør blir redusert til Hg<sup>0</sup> og oppkonsentreres på gullfelle. Ved analyse varmedesorberes Hg<sup>0</sup> og 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/dietyleter 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  $\mu$ m), et alkalisk impregnert filter (Whatman 40 tilsatt kaliumhydroksid (KOH) og glycerol) og et surt impregnert filter (Whatman 40 tilsatt oksalsyre (COOH)<sub>2</sub>). For filterpakkene ble det ikke brukt PM<sub>10</sub> pre-impaktor, imidlertid er TSP- (total suspended particles) og PM<sub>10</sub> 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 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 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 vann. 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 lufta. Resultatene lagres som timemiddelverdier.

### *Tungmetaller*

#### Birkenes

Prøvetaking av luft for analyse av tungmetaller i partikler skjer ved hjelp av en Kleinfilergeråd med PM<sub>10</sub>-impaktor. Det benyttes Whatman quartzfilter med 1+6 dagers prøver. Dette er samme prøvetaker som EC/OC bestemmes fra. Luftgjennomstrømningen er 2,3 m<sup>3</sup>/time. Filtrene blir oppsluttet med salpetersyre/hydrogenperoksid i mikrobølgeovn.

Parameter	Nedre kvantifiseringsgrense (ng /m <sup>3</sup> )	
	Døgn	Uke
Pb	0,71	0,12
Cd	0,02	0,003
Zn	1,4	0,24
Cu	1,2	0,20
Ni	0,53	0,09
Cr	7,1	1,18
Co	0,05	0,009
As	0,24	0,04
V	0,34	0,06

### Ny-Ålesund

Prøvetaking av luft for analyse av tungmetaller i partikler skjer ved hjelp av Sierra høyvolum prøvetaker med for-impaktor som tar bort partikler større enn 2 µm. Luftgjennomstrømningshastigheten er 40 fot<sup>3</sup>/min (ca 70 m<sup>3</sup>/time). Partikler mindre enn 2 µm som samles på Whatman 41 papirfiltre, blir analysert. Filtrene blir oppsluttet med salpetersyre/hydrogenperoksid i mikrobølgeovn.

Parameter	Nedre kvantifiseringsgrense (enhet)
Pb	0,01 (ng/m <sup>3</sup> )
Cd	0,004 (ng/m <sup>3</sup> )
Zn	0,785 (ng/m <sup>3</sup> )
Cu	0,099 (ng/m <sup>3</sup> )
Ni	0,039 (ng/m <sup>3</sup> )
Cr	0,155 (ng/m <sup>3</sup> )
Co	0,003 (ng/m <sup>3</sup> )
As	0,008 (ng/m <sup>3</sup> )
Mn	0,014 (ng/m <sup>3</sup> )
V	0,002 (ng/m <sup>3</sup> )

Elementene analyseres med induktivt koplet plasma massespektrometri (ICP-MS). Ioneoptikken er optimalisert for 115 In. Alle prøvene er konserverte 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 og detekteres ved bruk av atomfluorescenspektrofotometri. Prøvetakingstida er fra 5 til 30 min. Deteksjonsgrense for metoden er 0,2 ng Hg i absolutt mengde.

Partikulært kvikksølv prøvetas på kvartfilter med høyvolumprøvetaker (samme som for POPer). Prøvetakingshastighet er ca 40 l/min. Prøvene oppsluttes med salpetersyre i teflonbomber og analyseres med kalddamp/atomfluorescenspektrometri.

Reaktivt gassfasekvikksølv prøvetas med annulære denudere belagt med KCl. Prøvene analyseres med Gardis Hg-monitor som har et innebygd atomabsorpsjonspektrofotometer.

*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)
$\alpha$ -Heksaklorsykloheksan	0,1 (pg/m <sup>3</sup> )
$\gamma$ -Heksaklorsykloheksan	0,3 (pg/m <sup>3</sup> )
tr-klordan	0,06 (pg/m <sup>3</sup> )
cis-klordan	0,08 (pg/m <sup>3</sup> )
tr-Nonaklor	0,04 (pg/m <sup>3</sup> )
cis-Nonaklor	0,02 (pg/m <sup>3</sup> )
HCB	0,8 (pg/m <sup>3</sup> )
PCB-28	0,7 (pg/m <sup>3</sup> )
PCB-31	0,5 (pg/m <sup>3</sup> )
PCB-52	0,2 (pg/m <sup>3</sup> )
PCB-101	0,06 (pg/m <sup>3</sup> )
PCB-105	0,01 (pg/m <sup>3</sup> )
PCB-118	0,05 (pg/m <sup>3</sup> )
PCB-138	0,05 (pg/m <sup>3</sup> )
PCB-153	0,05 (pg/m <sup>3</sup> )
PCB-156	0,01 (pg/m <sup>3</sup> )
PCB-180	0,02 (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%.

*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/væskekstraksjon 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 1 pg/m<sup>3</sup>.

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

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



### *Partikler*

Målinger av  $PM_{10}$  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 ( $PM_{10-2,5}$ ) og en fin fraksjon ( $PM_{2,5}$ ) samt  $PM_1$ .

I 2006 ble  $PM_{10}$ -,  $PM_{2,5}$ - og  $PM_1$ -masse bestemt ved bruk av tre KleinfILTERgerät, ukesprøver (6+1). Alle instrumentene bruker kvartsfiberfilter (Whatman QM-A, 47 mm) som har vært glødet ved 800 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  $PM_{10}$ - og  $PM_{2,5}$ -filtrene. Kvantifisering av EC, OC og TC ble gjort ved Thermal Optical Transmission EC/OC method (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 ionebalanse, samt at målt ledningsevne sammenlignes med beregnet ledningsevne. Dersom prøven ikke tilfredsstillende visse kriterier vurderes det om prøven kan være kontaminert eller om det kan være feil ved analysen, før resultatet eventuelt korrigeres eller forkastes.



## Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2027 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORT NR. NILU OR 22/2007	ISBN 978-82-425-1867-5 (trykt) 978-82-425-1868-2 (elektronisk) ISSN 0807-7207	
DATO	ANSV. SIGN.	ANT. SIDER 162	PRIS NOK 150,-
TITTEL Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør Atmosfærisk tilførsel, 2006		PROSJEKTLEDER W. Aas	
		NILU PROSJEKT NR. O-8118, O-8336, O-8460, O-8423, O-90006, O-93062	
FORFATTER(E) W. Aas, S. Solberg, S. Manø og K.E. Yttri		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. SFT rapport nr. 985/2007 (TA-2268/2007)	
OPPDRAGSGIVER Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep. 0032 OSLO			
STIKKORD Nedbørkvalitet	Bakgrunnsforurensning	Sporelementer	
REFERAT NILU utfører overvåking av luft- og nedbørkjemi under ulike overvåkingsprogrammer ved en rekke målesteder i Norge. Denne rapporten beskriver resultatene fra 2006, og disse er sammenlignet med tidligere år.			
TITLE Monitoring of long-range transported air pollutants, Annual report for 2006			
ABSTRACT 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 2006, and these are compared to the previous years.			

\* Kategorier:   A   Åpen - kan bestilles fra NILU  
                  B   Begrenset distribusjon  
                  C   Kan ikke utleveres

Statlig program for forurensningsovervåking omfatter overvåking av forurensningsforholdene i luft og nedbør, skog, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder.

Overvåkingsprogrammet dekker langsiktige undersøkelser av:

- overgjødning av ferskvann og kystområder
- forsuring (sur nedbør)
- ozon (ved bakken og i stratosfæren)
- klimagasser
- miljøgifter

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



**Statens forurensningstilsyn**  
Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo  
*Besøksadresse:* Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00  
Telefaks: 22 67 67 06  
E-post: [postmottak@sft.no](mailto:postmottak@sft.no)  
Internett: [www.sft.no](http://www.sft.no)  
Bestilling: <http://www.sft.no/skjema.html>



**Norsk institutt for luftforskning**  
Postboks 100, 2027 Kjeller  
*Besøksadresse:* Instituttveien 18

Telefon: 63 89 80 00  
Telefaks: 63 89 80 50  
E-post: [nilu@nilu.no](mailto:nilu@nilu.no)  
Internett: [www.nilu.no](http://www.nilu.no)