



# Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport nr.: 787/00

---

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn

---

Deltakende institusjon: NILU

---

## Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland

April 1998-mars 1999



TA-1699/2000



---

Norsk institutt for luftforskning



## Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør  
grunnvann  
vassdrag og fjorder  
havområder  
skog**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

**gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.**

**registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.**

**påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.**

**over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.**

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter publiseres i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo, tlf. 22 57 34 00.

NILU: OR 2/2000  
REFERANSE: O-8976  
DATO: JANUAR 2000  
ISBN: 82-425-1146-2

# **Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland**

**April 1998-mars 1999**

**Leif Otto Hagen, Bjarne Sivertsen, Kari Arnesen og Bodil Innset**

**Utført etter oppdrag  
fra Statens forurensningstilsyn**



Norsk institutt for luftforskning  
Postboks 100  
2027 Kjeller

## Forord

I 1988 fikk Norsk institutt for luftforskning (NILU) i oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) å planlegge en større undersøkelse av forurensningssituasjonen i Sør-Varanger. Hensikten var å kartlegge forekomst og omfang av luftforurensninger og virkninger på det akvatiske og terrestriske miljøet.

I perioden 1.10.1988-31.3.1991 gjennomførte NILU en omfattende undersøkelse av luftkvalitet, nedbørkvalitet, meteorologiske forhold og korrosjon i området (basisundersøkelse). Siden 1991 er omfanget av måleprogrammet på norsk side redusert flere ganger, og har nå karakter av et mer langsiktig overvåkingsprogram som bør pågå fram til utslippene fra nikkelsmelteverkene på russisk side er vesentlig redusert.

I perioden 1.10.1988-31.3.1997 er måledata rapportert i halvårsrapporter. Fra 1.4.1997 har SFT bestemt at rapporteringen skal foregå årlig. Denne andre årsrapporten dekker perioden 1.4.1998-31.3.1999.



## Innhold

	Side
<b>Forord .....</b>	<b>1</b>
<b>Sammendrag.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning.....</b>	<b>11</b>
<b>2. Basisundersøkelsen 1988-1991 .....</b>	<b>11</b>
<b>3. Måleprogram april 1998-mars 1999.....</b>	<b>12</b>
<b>4. Måleresultater .....</b>	<b>14</b>
4.1 Meteorologiske forhold .....	14
4.1.1 Vindmålinger .....	15
4.1.2 Temperatur .....	18
4.1.3 Luftens relative fuktighet .....	18
4.1.4 Atmosfærisk stabilitet .....	19
4.2 Luftkvalitet .....	21
4.2.1 Svoveldioksid (SO <sub>2</sub> ).....	21
4.2.2 Trendanalyse for SO <sub>2</sub> .....	28
4.3 Nedbørkvalitet .....	37
<b>5. Modellberegninger av SO<sub>2</sub>.....</b>	<b>44</b>
5.1 Utslippsdata .....	44
5.2 Langtidsmiddelkonsentrasjoner.....	46
5.3 Vurdering av beregningsresultatene .....	50
<b>6. Miljøvernsamarbeidet med Russland i grenseområdene .....</b>	<b>51</b>
<b>7. Referanser og annen relevant litteratur.....</b>	<b>52</b>
<b>Vedlegg A Månedlige frekvensmatriser for vindretning, vindstyrke og stabilitet fra Viksjøfjell og Svanvik, april 1998-mars 1999 .....</b>	<b>59</b>
<b>Vedlegg B Plott av timemiddelverdier av SO<sub>2</sub>, april 1998-mars 1999.....</b>	<b>73</b>

The following table shows the results of the experiment. The data indicates that the system is highly accurate and reliable, with a success rate of approximately 95%. The results are consistent across multiple trials, demonstrating the effectiveness of the proposed method.

The results of the experiment are summarized in the table below. The data shows that the system is highly accurate and reliable, with a success rate of approximately 95%. The results are consistent across multiple trials, demonstrating the effectiveness of the proposed method.

## Sammendrag

*Målinger av luftforurensninger i Sør-Varanger har pågått siden 1974. For tiden måles Norges høyeste SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner i dette området. På russisk side måles det enda høyere konsentrasjoner. I sommerhalvåret 1998 og i vinterhalvåret 1998/99 ble det registrert overskridelser av anbefalte luftkvalitetskriterier og grenseverdier for SO<sub>2</sub> på alle tre målestedene i grenseområdene. Norge stiller til disposisjon nødvendig måleutstyr til de to russiske stasjonene.*

### *Måleprogram*

Målingene inngår i Statlig program for forurensningsovervåking og er en del av det bilaterale miljøvernssamarbeidet mellom Norge og Russland. I perioden april 1998-mars 1999 omfattet målingene meteorologiske forhold og luft- og nedbørkvalitet. Luftkvalitetsmålingene på norsk side av grensa omfattet svoveldioksid i Svanvik og meteorologiske forhold på Viksjøfjell og i Svanvik. Tidligere målinger av SO<sub>2</sub> på Viksjøfjell ble avsluttet i 1996. Nedbørkvalitet ble målt i Svanvik og Karpbukt. Karpbukt ble opprettet 1.10.1998 og erstatter den tidligere stasjonen Karpdalen, som ble nedlagt 1.4.1998. Analyser av tungmetaller utføres bare for prøvene fra Svanvik. I tillegg har Det norske meteorologiske institutt målinger ved Kirkenes lufthavn (Høybuktkoen). På russisk side ble det målt konsentrasjoner av svoveldioksid ved Maajavri og i Nikel. Hydrometeorologisk institutt i Murmansk har dessuten målinger av meteorologiske forhold i Nikel og Jäniskoski.

Det felles norsk-russiske måleprogrammet i grenseområdene har pågått siden januar 1990.

Programmet i grenseområdene omfatter også spredningsberegninger med forskjellige typer modeller for beregning av forurensningskonsentrasjoner over avstander inntil 100 km fra utslippskildene. Partene stiller nødvendige utslippsdata og meteorologiske data til rådighet.

### *Meteorologi*

De meteorologiske målingene i Sør-Varanger omfatter vindretning, vindstyrke, temperatur, stabilitetsforhold og relativ fuktighet i Svanvik og på Viksjøfjell. Vindmålingene viste små endringer i forekomst av vind fra ulike retninger i forhold til tidligere år. Det var litt mer vind fra nordøstlig kant om sommeren og litt mindre om vinteren det siste året, som særlig har hatt betydning for SO<sub>2</sub>-belastningen lokalt i Nikel. Vindstyrken var høyest på Viksjøfjell (400 m o.h.) og lavest i Svanvik. Temperaturen var høyere enn normalt i oktober 1998, desember 1998 og mars 1999, mens den var normal i mai og oktober 1998. De øvrige månedene var kaldere enn normalt. Avviket var størst i november 1998, da det var 5° C kaldere enn normalt ved Kirkenes lufthavn Høybuktkoen.

### *Luftkvalitet*

Utslippene av SO<sub>2</sub> fra nikkelsmelteverket i Nikel på russisk side er 5-6 ganger høyere enn Norges totale utslipp. I tillegg er det betydelige utslipp i Zapoljarnij. Disse utslippene medfører periodevis meget høye konsentrasjoner i grenseområdene.



SO<sub>2</sub> måles med kontinuerlig registrerende instrument i Svanvik på norsk side. På russisk side blir det målt SO<sub>2</sub> med kontinuerlig registrerende instrumenter ved Maajavri og i Nikel. Kontinuerlig registrerende instrumenter er nødvendige for å måle kortvarige konsentrasjoner i episoder, for å se hvor lenge episodene varer, og hvor ofte de forekommer. Knyttet til samtidige vindmålinger kan SO<sub>2</sub>-målingene også benyttes til å forklare forskjellige kilders betydning for SO<sub>2</sub>-belastningen.

I Svanvik ble det målt maksimale korttidskonsentrasjoner (timemidler og døgnmidler) noe over anbefalte norske luftkvalitetskriterier og internasjonale grenseverdier for luftkvalitet.

Overskridelser av det anbefalte luftkvalitetskriteriet for virkning på helse og Nasjonalt mål for døgnmiddelverdi av SO<sub>2</sub> (90 µg/m<sup>3</sup>) på norsk side ble målt 7 ganger i sommerhalvåret 1998 og 4 ganger i vinterhalvåret 1998/99. Den høyeste døgnmiddelverdien var 152 µg/m<sup>3</sup>. Halvårsmiddelverdiene på 13,7 µg/m<sup>3</sup> i sommerhalvåret 1998 og 11,8 µg/m<sup>3</sup> i vinterhalvåret 1998/99 var godt under det anbefalte luftkvalitetskriteriet for halvårsmiddelverdi på 40 µg/m<sup>3</sup> (SFT, 1992).

Det finnes ikke noe norsk anbefalt luftkvalitetskriterium for timemiddelverdi av SO<sub>2</sub>. Verdens helseorganisasjons tidligere retningslinje for timemiddelverdi på 350 µg/m<sup>3</sup> er omtrent likeverdig med organisasjonens nåværende retningslinje på 500 µg/m<sup>3</sup> som gjennomsnitt over 10 minutter. I Svanvik var det 9 timemiddelverdier over 350 µg/m<sup>3</sup> i sommerhalvåret 1998 og 2 timemiddelverdier over 350 µg/m<sup>3</sup> i vinterhalvåret 1998/99. Den høyeste timemiddelverdien var 2 177 µg/m<sup>3</sup>. Dette er den høyeste timemiddelverdien som er målt i Svanvik siden vinteren 1989/90.

På russisk side ble det målt betydelig høyere middel- og maksimumskonsentrasjoner og høyere frekvens av timemiddelverdier over 350 µg/m<sup>3</sup> enn på de norske stasjonene, som det framgår av rapportens Tabell 9.

De kontinuerlige registreringene av SO<sub>2</sub> sammenholdt med vindretning viser klart at smelteverkene i Nikel og Zapoljarnij er hovedkildene til SO<sub>2</sub> i grenseområdene. Lokalt i Nikel var middelkonsentrasjonen av SO<sub>2</sub> 441 µg/m<sup>3</sup> ved vind fra nikkilverket mot målestasjonen (vindretning 45-55°) vinteren 1998/99.

En samlet analyse av SO<sub>2</sub>-forurensningen i grenseområdene i perioden 1974-1999 viser reduserte konsentrasjoner fra slutten av 1970-årene fram til 1994. Måleresultatene fra Svanvik viser en nedgang i det gjennomsnittlige nivået i takt med reduksjonen i årsutslippene av SO<sub>2</sub> fra smelteverket i Nikel.

Gjennom 1990-årene har det midlere SO<sub>2</sub>-nivået variert relativt lite i Svanvik og ved Maajavri. I Nikel har det vært noe økning de siste årene, hovedsakelig på grunn av høyere frekvens av vind fra nordøst, dvs. fra nikkilverket mot målestasjonen.

Foreløpige utslippstall for 1994 og 1995 viser at utslippet i Nikel var på sitt laveste nivå i 1994. I 1995 var det en økning opp til 1992/93-nivået igjen. Etter 1995 foreligger det ikke utslippsdata.

### **Modellberegninger av SO<sub>2</sub>**

Det er beregnet langtidsmiddelkonsentrasjoner av svoveldioksid for sommerhalvåret 1998 (april-september) og vinterhalvåret 1998/99 (oktober-mars). I tillegg er månedvis konsentrasjonsfordeling av SO<sub>2</sub> beregnet. Utslippsdata er estimert ut fra **offisielle** utslippstall for 1993 (totalutslipp for året) og typiske årsvariasjoner av utslippene.

Spredningsberegningene viste som tidligere at områdene med de høyeste bakkekonsentrasjonene var på russisk side, 5-10 km sørvest for Nikel i sommerhalvåret 1998 (>100 µg/m<sup>3</sup>) og rett nordøst for Nikel i vinterhalvåret 1998/99 (>100 µg/m<sup>3</sup>). De mest belastede områdene på norsk side var nær den russiske grensen sør for Karpdalen og Viksjøfjell (20-30 µg/m<sup>3</sup> i vinterhalvåret 1998/99). Områdene nær Svanvik hadde konsentrasjoner på rundt 30 µg/m<sup>3</sup> i vinterhalvåret 1998/99 og 10-20 µg/m<sup>3</sup> i sommerhalvåret 1998.

### **Nedbørkvalitet**

Nedbørkvalitet ble målt på en stasjon (Svanvik) på norsk side i sommerhalvåret 1998 og på to stasjoner i vinterhalvåret 1998/99, Karpbukt og Svanvik. Stasjonen i Karpdalen ble av praktiske årsaker flyttet til Karpbukt i 1998. Prøvene ble tatt over en uke med skifte hver mandag, samt den første dagen i hver måned. Bare prøvene fra Svanvik analyseres for tungmetaller.

Av de to stasjonene hadde Karpbukt lavest pH og høyest middelkonsentrasjon av sjøsaltkomponentene Na, Mg og Cl i vinterhalvåret 1998/99. Svanvik hadde høyest konsentrasjon av SO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub> og NO<sub>3</sub>, mens det var liten forskjell i middelkonsentrasjoner av Ca og K på de to stasjonene i vinterhalvåret 1998/99.

Målingene i Karpbukt viste gjennomgående bedre nedbørkvalitet i vinterhalvåret 1998/99 enn i Karpdalen i vinterhalvåret 1997/98. Verdien av pH var imidlertid lavere i Karpbukt i vinterhalvåret 1998/99.

I Svanvik var det høyere konsentrasjoner av Na, Mg og Cl i sommerhalvåret 1998 og av SO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub> og Cl i vinterhalvåret 1998/99 sammenliknet med tilsvarende halvår året før. For de øvrige komponentene var det lavere konsentrasjoner.

Nedbørprøvene fra Svanvik analyseres også for konsentrasjoner av tungmetallene Pb, Cd, Zn, Ni, Cu, As, Co og Cr. I tillegg til avsetning med nedbør kan støvpartiklene sedimentere i prøvetakerne i perioder uten nedbør. I 1998 hadde Svanvik konsentrasjoner av Pb omtrent som eller litt lavere enn stasjoner i Sør-Norge, mens konsentrasjonen av Cd var noe høyere. Konsentrasjonen av Zn var lavere enn i Sør-Norge og høyere enn i Nord-Norge. Konsentrasjonene av Ni, As, Cu, Co og Cr var betydelig høyere enn i resten av landet.

Tungmetallene Ni, Cu, Co og As slippes ut fra smelteverkene i Nikel og Zapoljarnij. I Svanvik var det høyere konsentrasjoner av disse elementene i nedbøren i vinterhalvåret 1998/99 enn i vinterhalvåret 1997/98. I sommerhalvåret 1998 gikk konsentrasjonene litt ned i forhold til sommerhalvåret 1997.

... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..

# Air Quality Monitoring in the Border Areas of Norway and Russia April 1998-March 1999

## Summary

*The Norwegian Institute for Air Research (NILU) has been measuring air pollutants close to the border between Norway and Russia since 1974. The Norwegian Pollution Control Authority (SFT) asked NILU to plan and carry out a comprehensive investigation of air quality, precipitation chemistry, and various environmental impacts starting from October 1988. Data from the period April 1998-March 1999 show that the Norwegian air quality guideline values for SO<sub>2</sub> were exceeded at the three monitoring stations in the border areas.*

### *Measurement programme*

From 1990 a joint programme for studying air quality and precipitation chemistry has been carried out on each side of the Norwegian-Russian border.

During the period April 1998-March 1999 air quality was measured at one station, precipitation chemistry data were collected at two locations and meteorological parameters were measured at three locations on the Norwegian side of the border. On the Russian side air quality and meteorological parameters were measured at two locations.

### *Air quality*

SO<sub>2</sub> has been measured continuously at Svanvik in Norway and at Maajavri and in Nikel in Russia. At Viksjøfjell in Norway sampling of SO<sub>2</sub> was stopped at the beginning of August 1996. To register the high short term peak concentrations during episodes continuous measurements of SO<sub>2</sub> are necessary. A typical feature of SO<sub>2</sub> concentrations at the monitoring stations is represented by low long term average concentrations whereas the peak values (24-hour averages or shorter) are well above air quality guideline values.

During the period April 1999-March 1999 the short term maximum concentrations were above the Norwegian and international guideline values. At Svanvik the average value during the monitoring period was 12,8 µg/m<sup>3</sup>, the highest 24-hour average was 152 µg/m<sup>3</sup> and the highest 1-hour average value was 2 177 µg/m<sup>3</sup>. The guideline values for protection of human health are 40 µg/m<sup>3</sup> (half year, Norway), 90 µg/m<sup>3</sup> (daily, Norway) and 350 µg/m<sup>3</sup> (hourly, World Health Organization, WHO), respectively. The guideline values for protection of vegetation are even lower. At Maajavri and Nikel the highest daily average value and the number of occurrences of 1-hour average values exceeding 350 µg/m<sup>3</sup> were much higher than at Svanvik. During the 12 month period nearly 9% of the hourly SO<sub>2</sub> values in Nikel exceeded 350 µg/m<sup>3</sup> (4% in Maajavri and 0,1% i Svanvik).

A statistical evaluation of SO<sub>2</sub> data for the years 1974-1999 shows reduced concentrations from the late 1970's to 1994. The reduction in the mean SO<sub>2</sub>

concentrations in ambient air seems to follow the reductions in the yearly total SO<sub>2</sub> emissions from the smelter in Nikel.

During the 1990's SO<sub>2</sub> concentrations in Svanvik and Maajavri have not changed significantly. In Nikel the concentration has increased, especially the last years, due to increased wind frequency from the smelter to the measuring station. SO<sub>2</sub> emissions in Nikel were at the lowest in 1994 and increased in 1995. There are still no emission data available later than 1995. Emission data for 1994 and 1995 are inofficial.

### *Model calculations of SO<sub>2</sub>*

Calculations of long term mean concentrations of sulphur dioxide has been performed for the summer half year 1998 (April-September) and the winter half year 1998/99 (October-March). In addition, concentration distribution of SO<sub>2</sub> for each month is estimated. Emission data are estimated based on official emission data for 1993 (total emission for the year) and typical seasonal variations (as of 1990).

The dispersion calculations for the period April 1997-March 1998 show the highest concentrations of SO<sub>2</sub> 5-10 km to the southwest of Nikel, in the summer half year (>100 µg/m<sup>3</sup>) and to the northeast in the winter half year (>100 µg/m<sup>3</sup>).

In Norway, the highest concentrations were estimated to occur in the Svanvik area (10-20 µg/m<sup>3</sup> during the summer half year 1998 and 30 µg/m<sup>3</sup> during the winter half year 1998/99) and close to the border south of Karpdalen and Viksjøfjell (<10 µg/m<sup>3</sup> during the summer half year 1997 and 20-30 µg/m<sup>3</sup> during the winter half year 1998/99).

Comparison between measured and calculated values for the respective months at Maajavri show that the calculated values were lower than the measured values, during some winter months. This could indicate that the SO<sub>2</sub> emissions have increased since 1993, the year with the latest **official** emission data.

### *Precipitation chemistry*

Measurements of precipitation chemistry at the new station Karpbukta indicated improved precipitation quality compared to Karpdalen for all main components. In Svanvik deposition of main components and heavy metals increased during the summer half year of 1998 compared to 1997. Deposition of heavy metals also increased during the winter half year 1998/99.

The concentration of Pb was about or a little bit lower than the concentrations usually found at background stations in the southern part of Norway. The concentration of Cd was higher and the concentration of Zn was lower than in the southern part of Norway and higher than in the northern part.

The metals Ni, Cu, Co and As are emitted from the smelters in Nikel and Zapoljarnij. The concentrations of these elements in precipitation were higher during the winter season 1998/99 than the previous winter season 1997/98 in Svanvik. During the summer season 1998 concentrations were slightly lower compared to the summer season 1997.

# Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland

## April 1998-mars 1999

### 1. Innledning

Luftforurensningene i Sør-Varanger har vært betydelige i flere 10-år. Store utslipp av SO<sub>2</sub> og tungmetaller fra smelteverk i daværende Sovjetunionen (og tidligere Finland) har foregått siden før 2. verdenskrig.

I 1974 opprettet Norsk institutt for luftforskning (NILU) en målestasjon i Svanvik for døgnmålinger av SO<sub>2</sub>. Samtidig ble det opprettet fem stasjoner i Kirkenes og en stasjon på Hesseng, ca. 5 km sør for Kirkenes. Stasjonene i Kirkenes og omegn ble valgt for å måle forurensningene fra A/S Sydvaranger i Kirkenes.

I 1978 ble to nye stasjoner, Holmfoss og Jarfjordbotn, satt i drift. I august 1986 ble stasjonen i Jarfjordbotn erstattet av Karpdalen. For tiden måles Norges høyeste SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner i Sør-Varanger.

### 2. Basisundersøkelsen 1988-1991

Fra oktober 1988 til mars 1991 ble det gjennomført en omfattende undersøkelse på norsk side (basisundersøkelse) i grenseområdene mot Russland. Undersøkelsen ble gjort på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn.

Formålet med basisundersøkelsen var:

1. Kartlegge forekomst og omfang av luftforurensninger.
2. Kartlegge virkninger på det akvatiske miljøet.
3. Kartlegge virkninger på det terrestriske miljøet.

NILUs aktiviteter i basisundersøkelsen omfattet:

- Målinger av luftkvalitet.
- Målinger av nedbørkvalitet.
- Målinger av meteorologiske forhold.
- Målinger av korrosjon.
- Beregninger av utslipp, spredning og avsetning av luftforurensninger.

Som følge av miljøvernavtalen mellom Norge og daværende Sovjetunionen ble det i januar/februar 1990 satt igang målinger av luft- og nedbørkvalitet på tre stasjoner på russisk side. Måleutstyret ble stilt til disposisjon fra norsk side.

Resultatene fra basisundersøkelsen og det felles norsk-russiske måleprogrammet er presentert i halvårlige framdriftsrapporter. Fra april 1997 presenteres resultatene i årsrapporter. Denne andre årsrapporten dekker perioden april 1998-mars 1999. Det er også i samarbeid med russerne utarbeidet to rapporter på

engelsk for periodene 1.1.1990-31.3.1991 og 1.4.1991-31.3.1993. (Sivertsen et al. 1992, 1994).

I rapportene konkluderes det med at luftforurensningene i området hovedsakelig skyldes utslippene fra smelteverkene i Nikel og Zapoljarnij, og at det største problemet er knyttet til svært høye konsentrasjoner av svoveldioksid (SO<sub>2</sub>) i korte perioder ("episoder") under spesielle meteorologiske forhold. Analyser av tungmetaller i svevestøv viser konsentrasjoner av nikkel, kobber, arsen og kobolt som er betydelig høyere enn ved målesteder i Sør-Norge utsatt for langtransporterte luftforurensninger. Både SO<sub>2</sub>- og tungmetallbelastningen og korrosjonshastigheten er størst på Jarfjordfjellet i nordøst og avtar sørover i Pasvik.

I nikkilverkenes nærområder, der de diffuse utslippene i lav høyde dominerer, kreves det en reduksjon av utslippene til mindre enn 8% av dagens nivå dersom Verdens Helseorganisasjons grenseverdier for SO<sub>2</sub> skal overholdes. På større avstander, der utslippene fra høye skorsteiner dominerer, kreves det en reduksjon til 10-15% av dagens nivå. Med strengere krav til luftkvalitet knyttet til skogskader blir kravet til reduksjon av utslippene ytterligere skjerpet.

### 3. Måleprogram april 1998-mars 1999

Måleprogrammet for luft- og nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene i perioden april 1998-mars 1999 er vist i Tabell 1 og Tabell 2. Plasseringen av målestasjonene er vist i Figur 1.

Tabell 1: Måleprogram for luftkvalitet i grenseområdene i perioden 1.4.1998-31.3.1999

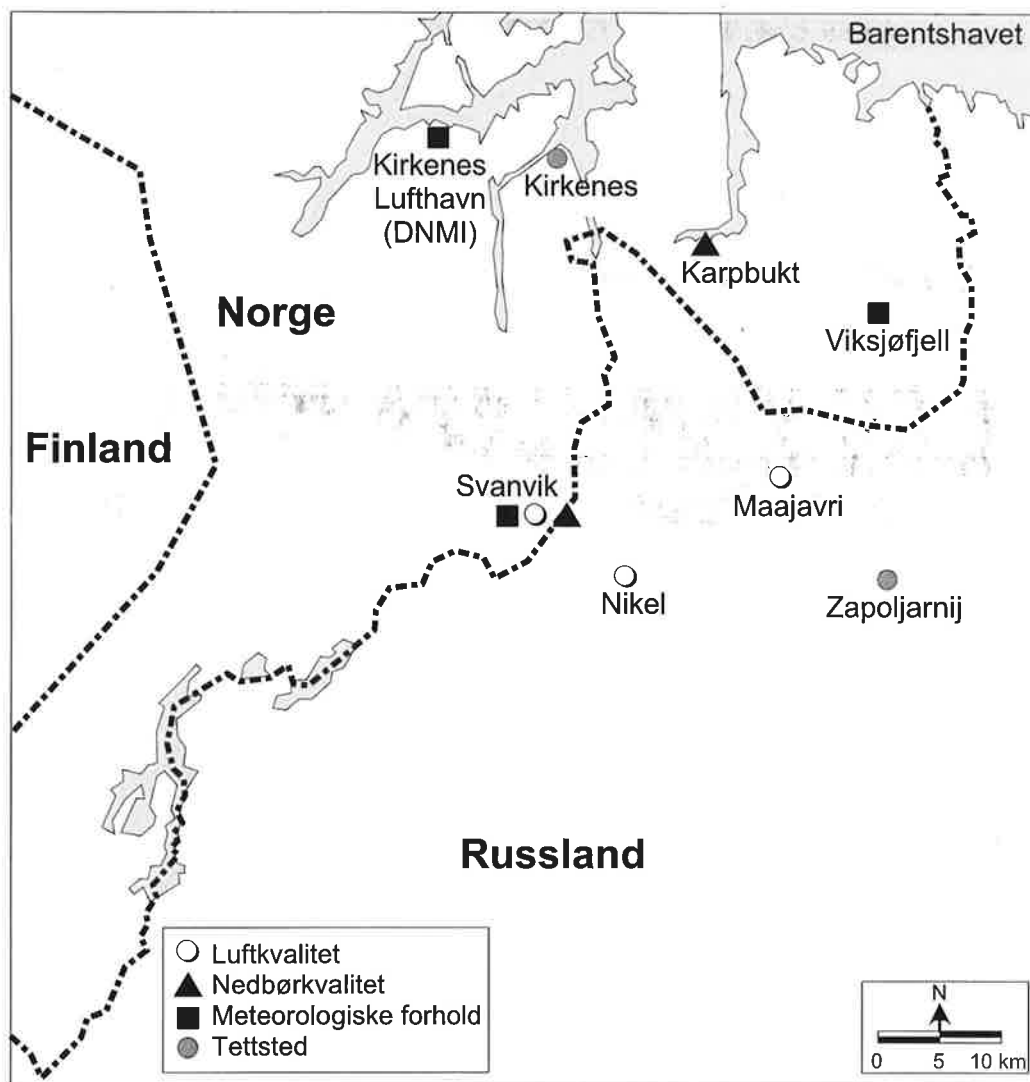
Stasjon	SO <sub>2</sub> Timeverdier
Svanvik	x
Maajavri	x
Nikel	x

Tabell 2: Måleprogram for nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene i perioden 1.4.1998-31.3.1999.

Stasjon	Nedbørkvalitet (ukeverdier)	Meteorologiske forhold (timeverdier)				
		Vind- retning	Vind- styrke	Tempe- ratur	Relativ fuktighet	Stabilitet
Viksøfjell		x	x	x	x	x
Karpbukt <sup>1)</sup>	x					
Svanvik	x	x	x	x	x <sup>2)</sup>	x

1) Den tidligere målestasjonen i Karpdalen ble nedlagt 1.4.1998. Ny stasjon ble opprettet i Karpbukt 1.10.1998.

2) Målinger av relativ fuktighet i Svanvik startet 15.9.1998



Figur 1: Målestasjoner for luftkvalitet, nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene i Norge og Russland i perioden april 1998-mars 1999.

I Svanvik, i Nikel og ved Maajavri måles  $\text{SO}_2$  med kontinuerlig registrerende instrumenter. Bortsett fra Maajavri har stasjonene oppringt samband, slik at de kan kontrolleres og data overføres til NILU til enhver tid. Tidligere målinger på Viksjøfjell ble avsluttet 1.8.1996.

I Karpbukt og Svanvik tas det ukeprøver av nedbør. Prøvene analyseres på nedbørmengde, ledningsevne, pH,  $\text{SO}_4$ , Cl, Mg,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ , Ca, K og Na, samt for Svanvik også på tungmetallene Pb, Cd, Zn, Ni, Cu, As, Co og Cr. Stasjonen i Svanvik inngår i det nasjonale skogovervåkingsprogrammet. Stasjonen i Karpbukt erstatter den tidligere stasjonen i Karpdalen.

Både på Viksjøfjell og i Svanvik er det i toppen av en 10 m mast kontinuerlig registrering av vindstyrke, vindretning, temperatur og relativ fuktighet. I tillegg måles temperaturdifferansen mellom 10 m og 2 m over bakken som et mål for atmosfærisk stabilitet (vertikal spredningsevne). Begge stasjonene har oppringt samband. Målingene av relativ fuktighet i Svanvik startet i september 1998.



Det norske meteorologiske institutt (DNMI) har værstasjon på Kirkenes lufthavn (Høybuktnoen). Her fås data for vindretning, vindstyrke, temperatur, nedbør og luftfuktighet 3-4 ganger i døgnet.

Svanvik er med i et overvåkingsprogram for skogskader. Målingene i Svanvik startet i september 1986. Programmet omfatter nedbørkvalitet, luftprøver over 2+2+3 døgn for bestemmelse av  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3 + \text{HNO}_3$ ,  $\text{NH}_3 + \text{NH}_4$ , timemiddelverdier av ozon og døgnmiddelverdier av  $\text{NO}_2$ .

Svanvik har også en av 29 stasjoner som er med i et beredskapsprogram mot radioaktivitet. Stasjonen ble satt i drift i 1986 og måler gammastråling. Stasjonen har oppringt samband, og det varsles automatisk hvis strålingen går over fastsatte grenser (Berg, 1998). Høsten 1993 ble dette målenettet utvidet med en stasjon i Verhnetulomski, ca. 80 km sørvest for Murmansk. Stasjonen ligger mellom kjernekraftverket i Poljarnij Zori på Kola og Finnmark. Stasjonen har et gammaspektrometer av samme type som ved 11 av de 28 stasjonene i Norge. Hydromet i Murmansk har det tekniske oppsynet med stasjonen. Instrumentet er koblet til det norske telenettet via Murmansk. Data overføres til NILU hver annen time. Miljøkomiteen i Murmansk kan med datamaskin og modem kontakte NILUs database for å hente strålingsdata fra Verhnetulomski og fra den nordre del av det norske nettet når de måtte ønske det.

## 4. Måleresultater

I dette kapitlet gis en kortfattet presentasjon av hovedresultatene av målingene av meteorologiske forhold, luftkvalitet og nedbørkvalitet for perioden april 1998-mars 1999.

### 4.1 Meteorologiske forhold

Det blir målt meteorologiske forhold på to stasjoner, Viksjøfjell, som ligger om lag 400 m over havet, og Svanvik, som ligger nede i Pasvikdalen. Stasjonsplasingen er vist i Figur 1. Måleresultatene lagres som timemiddelverdier. I tillegg lagres høyeste verdi av vindstyrke midlet over 2 sekunder for hver time (vindkast). Dataene overføres daglig ved oppringt samband.

Målinger fra DNMI's stasjon på Høybuktnoen (Kirkenes Lufthavn) benyttes for å vurdere representativiteten av temperatur- og fuktighetsmålingene.

Tabell 3 viser datadekningen for de meteorologiske målingene på Viksjøfjell og i Svanvik. Det mangler noe vinddata fra begge stasjonene vinterstid, hovedsakelig på grunn av ising.

Tabell 3: Datadekning i prosent av tiden for de meteorologiske målingene på Viksjøfjell og i Svanvik i periodene april-september 1998 og oktober 1998-mars 1999.

Stasjon	Måned	Vindstyrke	Vindkast	Vindretning	Temperatur	Stabilitet	Rel. fuktighet
Viksjøfjell	April 1998	100	100	95	100	100	100
	Mai	97	97	97	100	100	100
	Juni	100	100	100	100	100	100
	Juli	100	100	100	100	100	100
	August	97	97	97	97	97	97
	September	100	100	100	100	100	100
	Apr.-sept. 1998	99	99	98	100	100	100
	Oktober 1998	98	98	99	100	100	100
	November	77	77	66	100	100	100
	Desember	100	100	98	100	100	100
	Januar 1999	100	100	100	100	100	100
	Februar	93	93	100	100	100	100
	Mars	100	100	100	100	100	100
Svanvik	Okt. 1998-mar. 1999	95	95	94	100	100	100
	April 1998	100	100	96	100	100	
	Mai	100	100	98	100	100	
	Juni	100	100	100	100	100	
	Juli	100	100	100	100	100	
	August	100	100	100	100	100	
	September	100	100	100	100	100	52 *
	Apr.-sept. 1998	100	100	99	100	100	
	Oktober 1998	100	100	100	100	100	100
	November	53	53	73	100	100	100
	Desember	100	100	99	100	100	100
	Januar 1999	100	100	78	100	100	100
	Februar	98	98	71	100	100	100
Mars	99	99	98	100	100	100	
Okt. 1998-mar. 1999	92	92	87	100	100	100	

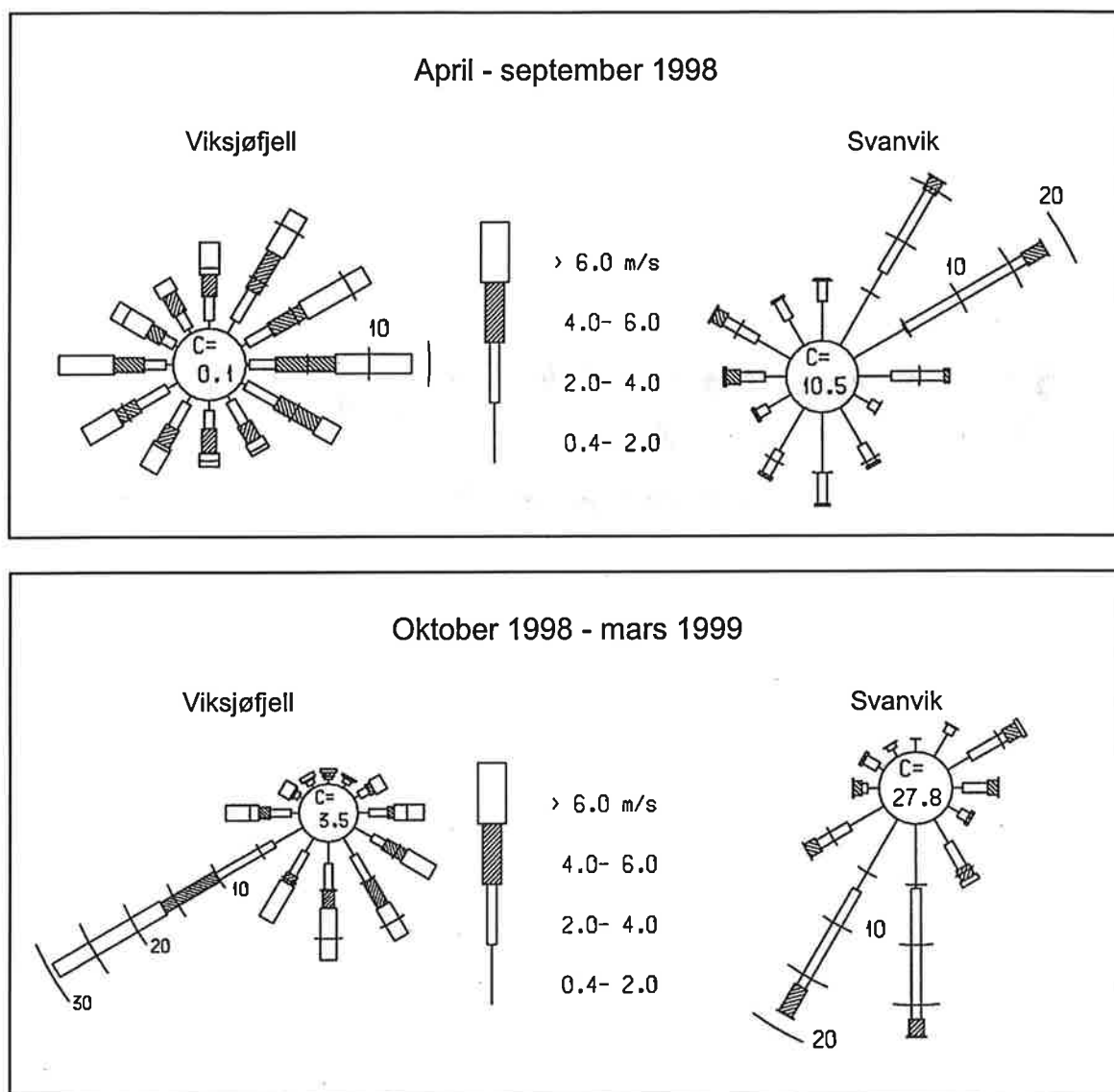
\* Ny parameter fra 15.9.1998

#### 4.1.1 Vindmålinger

Figur 2 viser vindroser for perioden april-september 1998 og oktober 1998-mars 1999 fra Viksjøfjell og Svanvik. Vindrosene viser frekvensen av vind i tolv 30-graders sektorer, dvs. hvor ofte det blåser fra disse retningene. Symbolet C i midten av vindrosene står for frekvensen av vindstille. Med vindstille menes her at timemiddelvindstyrken har vært mindre enn 0,4 m/s.

Vindretningsfordelingene på de to stasjonene sommeren 1998 liknet i hovedtrekk på fordelingene fra sommeren 1997. Begge stasjonene hadde imidlertid litt hyppigere vind fra nord og nordøst, og tilsvarende litt lavere frekvens fra sør og sørvest.

Også vinteren 1998/99 var det noen forskjeller i vindfrekvensfordelingen sammenliknet med vinteren 1997/98. Viksjøfjell hadde lavere frekvens i en bred sektor fra vest over nord til nordøst, og tilsvarende høyere frekvens fra øst, sørøst og sørvest vinteren 1998/99 enn vinteren 1997/98. I Svanvik blåste det mindre hyppig fra vest og nordvest, men hyppigere fra nordøst og sørøst vinteren 1998/99 enn vinteren 1997/98.



Figur 2: Vindroser fra Viksjøfjell og Svanvik for periodene april-september 1998 og oktober 1998-mars 1999.

Tabell 4 gir andel vindstille, midlere vindstyrke, hyppigheten av vind over 6 m/s, maksimal timemidlet vindstyrke og sterkeste vindkast månedvis og totalt for sommerhalvåret 1998 og vinterhalvåret 1998/99 fra Viksjøfjell og Svanvik. Tabellen viser at det blåste betydelig sterkere på fjellet ved Viksjøfjell enn nede i dalen i Svanvik. De høyeste timemiddelvindstyrkene ble målt 17. januar 1999 i Svanvik og 14. februar 1999 på Viksjøfjell. Timemiddelvindstyrkene var da henholdsvis 9,0 m/s i Svanvik og 22,0 m/s på Viksjøfjell. Det sterkeste vindkastet

på begge stasjonene ble målt 1. desember 1998, med henholdsvis 18,8 m/s i Svanvik og 28,6 m/s på Viksjøfjell.

Tabell 4: Statistikk over vindstyrker ved Viksjøfjell og Svanvik i periodene april-september 1998 og oktober 1998-mars 1999 (m/s).

Stasjon	Måned	Andel vindstille (%)	Midlere vindstyrke (m/s)	Andel > 6 m/s (%)	Maks. timemiddel (m/s)	Tid for maks.	Maks. vindkast (m/s)	Tid for maks. vindkast
Viksjøfjell	April 1998	0,2	5,7	41,6	15,0	10. kl 04	20,9	10. kl 04
	Mai	0,0	6,0	46,8	17,2	25. kl 07	24,8	25. kl 06
	Juni	0,1	5,5	32,8	13,7	09. kl 01 <sup>1</sup>	19,4	09. kl 01
	Juli	0,0	4,9	27,4	11,9	14. kl 12	17,0	10. kl 15
	August	0,0	4,6	21,8	11,0	01. kl 14	16,4	01. kl 13
	September	0,6	6,6	53,3	14,0	11. kl 15 <sup>2</sup>	21,8	22. kl 20
	Apr.-sept. 1998	0,1	5,5	37,9	17,2	25.05. kl 07	24,8	25.05. kl 06
	Oktober 1998	0,0	7,4	61,9	18,7	30.kl 02	26,6	30. kl 04
	November	9,9	2,8	12,7	13,5	30. kl 10 <sup>3</sup>	17,6	30. kl 16
	Desember	6,5	6,1	36,4	20,6	01. kl 17	28,6	01. kl 17
	Januar 1999	3,1	4,7	33,4	18,2	01. kl 23 <sup>4</sup>	24,8	01. kl 22
	Februar	2,4	5,4	36,9	22,0	14. kl 13	27,2	14. kl 13
	Mars	0,0	6,6	48,4	18,5	18. kl 05	23,9	17. kl 20
	Okt. 1998-mar 1999	3,5	5,7	39,4	22,0	14.02. kl 13	28,6	01.12. kl 17
Svanvik	April 1998	26,2	1,7	0,0	5,8	01. kl 11 <sup>5</sup>	13,4	01. kl 12
	Mai	9,7	2,3	0,8	6,3	17. kl 14 <sup>6</sup>	14,0	19. kl 21
	Juni	2,2	2,4	0,0	6,0	09. kl 13 <sup>7</sup>	15,2	07. kl 16
	Juli	4,4	2,2	0,0	5,3	13. kl 19	11,0	12. kl 16 <sup>8</sup>
	August	12,8	1,7	0,1	7,1	27. kl 15	13,7	24. kl 03
	September	7,9	2,2	1,0	7,4	22. kl 13	17,0	08. kl 12
	Apr.-sept. 1998	10,5	2,1	0,5	7,4	22.09. kl 13	17,0	08.09. kl 12
	Oktober 1998	5,8	2,5	1,9	7,4	30. kl 05	17,6	30. kl 05
	November	31,4	1,8	0,0	5,8	20. kl 21 <sup>9</sup>	12,2	29. kl 21
	Desember	31,3	1,9	0,4	7,6	01. kl 21 <sup>10</sup>	18,8	01. kl 21
	Januar 1999	42,3	1,4	1,9	9,0	17. kl 04	16,7	17. kl 03
	Februar	40,5	1,7	1,5	7,9	16. kl 02	14,3	16. kl 02
	Mars	18,9	2,2	0,8	6,8	18 kl. 12	14,6	18. kl 12
	Okt. 1998-mar 1999	27,8	1,9	1,2	9,0	17.01. kl 04	18,8	01.12. kl 21

- 1 Samme verdi 09.06. kl 22
- 2 Samme verdi 11.09. kl 17
- 3 Samme verdi 30.11. kl 14
- 4 Samme verdi 03.01. kl 06
- 5 Samme verdi 01.04. kl 12 og 09.04. kl 11
- 6 Samme verdi 25.05. kl 07
- 7 Samme verdi 09.06. kl 14
- 8 Samme verdi 13.07. kl 18 og 14.07. kl 12
- 9 Samme verdi 29.11. kl 22
- 10 Samme verdi 01.12. kl 22

#### 4.1.2 Temperatur

Tabell 5 gir en oversikt over temperaturmålingene på Viksjøfjell, Svanvik og DNMI's stasjon Kirkenes lufthavn. På Kirkenes lufthavn er det sammenliknet med normaltemperaturen, som er middelverdien for 30-årsperioden 1961-1990. Målingene viste at oktober 1998, desember 1998 og mars 1999 var varmere enn normalt, mens mai og august 1998 hadde omtrent normal temperatur. De øvrige månedene var kaldere enn normalt. Størst avvik fra normalen var det i november 1998 og januar 1999, som var henholdsvis 5°C og 4°C kaldere enn normalt. Månedsmiddeltemperaturene i januar 1999 var -13,8°C på Viksjøfjell, -15,8°C på Kirkenes lufthavn og -17,0°C i Svanvik.

Tabell 5: *Temperaturer på Viksjøfjell, i Svanvik og på Kirkenes lufthavn i perioden april 1998-mars 1999 (°C).*

Stasjon		April 1998	Mai 1998	Juni 1998	Juli 1998	August 1998	September 1998
Viksjøfjell	Middel	-5,6	0,0	3,1	10,0	7,9	3,0
	Maks.	6,2	7,5	13,6	19,7	15,0	11,3
	Min.	-17,3	-4,3	-3,5	3,0	0,8	-3,8
Svanvik	Middel	-4,1	3,2	7,2	13,4	10,6	5,7
	Maks.	10,6	12,2	19,1	24,6	18,9	16,2
	Min.	-24,5	-1,5	-0,8	6,2	-3,3	-6,6
Kirkenes lufthavn	Middel	-3,8	2,9	6,1	11,0	10,4	5,3
	Maks.	7,6	12,1	17,1	20,7	18,9	15,8
	Min.	-16,3	-1,8	-0,7	5,9	-4,0	-5,9
	Normal	-2,4	3,0	8,5	12,1	10,5	6,2
		Oktober 1998	November 1998	Desember 1998	Januar 1999	Februar 1999	Mars 1999
Viksjøfjell	Middel	-1,5	-8,7	-8,8	-13,8	-12,0	-7,6
	Maks.	5,9	-1,1	2,3	-2,2	-0,1	1,0
	Min.	-9,0	-19,0	-17,5	-31,9	-24,2	-17,0
Svanvik	Middel	1,2	-12,2	-10,2	-17,0	-14,1	-6,2
	Maks.	9,0	1,9	5,6	0,4	3,4	5,1
	Min.	-9,4	-30,0	-37,3	-43,4*	-36,1	-26,7
Kirkenes lufthavn	Middel	0,7	-10,5	-8,9	-15,8	-12,8	-5,7
	Maks.	8,7	1,9	4,7	0,0	2,2	3,0
	Min.	-10,3	-26,7	-30,3	-41,8	-30,9	-19,8
	Normal	0,4	-5,5	-9,7	-11,8	-11,3	-7,4

\* Den reelle minimumstemperaturen har antagelig vært flere grader lavere.

Alle stasjonene hadde også den laveste målte temperaturen i januar 1999 med -31,9°C på Viksjøfjell, -41,8°C på Kirkenes lufthavn og -43,4°C i Svanvik. Kald luft som i inversjonsperioder samles i bunnen av Pasvikdalen, gjør at det måles atskillig lavere minimumstemperatur i Svanvik enn på Viksjøfjell.

Derimot hadde Svanvik også den høyeste målte temperaturen med 24,6°C i juli 1998. I samme måned hadde Kirkenes lufthavn 20,7°C og Viksjøfjell 19,7°C.

#### 4.1.3 Luftens relative fuktighet

Tabell 6 viser månedsmiddelverdiene av luftens relative fuktighet for hver måned i periodene april-september 1998 og oktober 1998-mars 1999. De laveste middel-

verdiene av relativ fuktighet ble målt i sommermånedene på begge stasjonene. Den midlere relative fuktigheten var høyere på Viksjøfjell enn på Kirkenes lufthavn i de fleste månedene. I Svanvik startet målinger av relativ fuktighet 15.9.1998. Det var små forskjeller i månedsmiddelverdiene i Svanvik og på Kirkenes lufthavn i vinterhalvåret 1998/99.

Tabell 6: Månedsmiddelverdier av relativ fuktighet (%) på Viksjøfjell og Kirkenes lufthavn i perioden april 1998-mars 1999.

Stasjon	April 1998	Mai 1998	Juni 1998	Juli 1998	August 1998	September 1998
Viksjøfjell	88	86	80	83	82	91
Kirkenes lufthavn	80	75	72	87	76	83
	Oktober 1998	November 1998	Desember 1998	Januar 1999	Februar 1999	Mars 1999
Viksjøfjell	92	89	90	87	91	91
Svanvik	80	85	82	81	81	78
Kirkenes lufthavn	85	82	80	74	82	76

#### 4.1.4 Atmosfærisk stabilitet

Stabilitet målt ved temperaturdifferansen mellom 10 m og 2 m o.b. ( $\Delta T$ ) er et mål for termisk turbulens og er avgjørende for den vertikale spredningen og fortyningen av luftforurensninger. Fire stabilitetsklasser defineres på følgende måte:

Ustabil sjiktning	:	$\Delta T < -0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
Nøytral sjiktning	:	$-0,5 \leq \Delta T < 0 \text{ } ^\circ\text{C}$
Lett stabil sjiktning	:	$0 \leq \Delta T < 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
Stabil sjiktning	:	$0,5 \leq \Delta T \text{ } ^\circ\text{C}$

Nøytral sjiktning, det vil si når temperaturen avtar litt med høyden, forekommer oftest ved overskyet vær med eller uten nedbør og i perioder med sterk vind. Nøytral temperatursjiktning gir vanligvis gode spredningsforhold. Ustabil sjiktning, når temperaturen avtar raskt med høyden, forekommer ved sterk solinnstråling som gir oppvarming av bakken. Ustabil sjiktning gir god spredning av luftforurensende utslipp, men er ugunstig ved utslipp fra høye skorsteiner fordi utslippene vil nå bakken nær kilden før de er særlig fortynt, noe som vil gi høye konsentrasjoner.

Lett stabil og stabil sjiktning, det vil si at temperaturen øker med høyden, forekommer oftest om natta og om vinteren når det er sterk utstråling og avkjøling ved bakken. Ved slike forhold undertrykkes spredningen av luftforurensninger. Dette er mest ugunstig for utslipp fra kilder nær bakken. Ved stabil sjiktning vil ikke utslipp fra høye skorsteiner nå bakken før på store avstander.

Forekomst av de fire stabilitetsklassene er gitt månedsvis i Tabell 7.

Tabell 7: Forekomst (%) av fire stabilitetsklasser på Viksjøfjell og i Svanvik i periodene april-september 1998 og oktober 1998-mars 1999.

Stasjon	Måned	Ustabil	Nøytral	Lett stabil	Stabil
Viksjøfjell	April 1998	3,9	59,6	27,4	9,2
	Mai	4,0	73,8	17,7	4,4
	Juni	21,8	66,7	9,9	1,7
	Juli	28,4	59,3	10,6	1,7
	August	19,3	60,6	17,1	3,0
	September	1,0	82,5	12,9	3,6
	Apr.-sept. 1998	13,1	67,0	15,9	3,9
	Oktober 1998	0,4	69,4	25,3	5,0
	November	0,4	39,2	22,9	37,5
	Desember	0,0	44,2	32,1	23,7
	Januar 1999	0,0	32,3	36,6	31,2
	Februar	0,4	35,7	44,9	18,9
	Mars	2,6	62,0	29,8	5,6
	Okt. 1998-mar. 1999	0,6	47,3	31,8	20,2
Svanvik	April 1998	5,6	61,9	12,2	20,3
	Mai	13,7	68,5	10,2	7,5
	Juni	20,4	71,2	4,9	3,5
	Juli	15,1	74,7	5,2	5,0
	August	12,4	59,9	10,5	17,1
	September	3,8	76,9	8,6	10,7
	Apr.-sept. 1998	11,8	68,9	8,6	10,7
	Oktober 1998	0,4	84,7	10,1	4,8
	November	0,0	58,1	14,3	27,6
	Desember	0,0	61,7	10,2	28,1
	Januar 1999	0,1	48,8	12,8	38,3
	Februar	0,0	53,7	11,2	35,1
	Mars	1,2	74,9	6,9	17,1
	Okt. 1998-mar. 1999	0,3	63,8	10,9	25,0

Tabellen viser at ustabil sjiktning forekom hyppigere i sommermånedene enn i vintermånedene. Nøytral sjiktning forekom ofte hele året. Svanvik hadde den høyeste forekomsten av stabil sjiktning, mens Viksjøfjell hadde høyest forekomst av lett stabil sjiktning.

Månedlige frekvensmatriser for stabilitet, vindstyrke og vindretning fra Viksjøfjell og Svanvik er gitt i Vedlegg A.

## 4.2 Luftkvalitet

### 4.2.1 Svoveldioksid (SO<sub>2</sub>)

SO<sub>2</sub>-målinger er utført på en stasjon på norsk side og på to stasjoner på russisk side av grensen. Stasjonene er : Svanvik i Norge og Maajavri og Nikel i Russland. De tidligere målingene på Viksjøfjell ble avsluttet 1.8.1996.

To av stasjonene, Svanvik og Nikel har kontinuerlig registrerende instrumenter med oppringt samband. Den russiske stasjonen Maajavri har kontinuerlig registrerende instrument som logger data til filer. Dataene lagres som timemiddelverdier. Kontinuerlig registrerende instrumenter er nødvendige for å måle maksimalkonsentrasjoner i episoder, for å se hvor lenge episodene varer, og hvor ofte de forekommer. Timemiddelverdiene kan også knyttes direkte til målte vindretninger for å bestemme kilde(r) eller kildeområde(r).

De kontinuerlig registrerende instrumentene (monitorene) har en usikkerhet i timemiddelkonsentrasjonene på ca.  $\pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ved det måleområdet som er valgt (opp til vel  $3\ 000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Tabell 8 viser at datadekningen i Svanvik var meget god i hele perioden. Maajavri har god datadekning hele perioden, bortsett fra noe manglende data i april 1998 på grunn av instrumentfeil. Datadekningen i Nikel var meget god i hele måleperioden.

Tabell 8: *Datadekning i prosent av tiden for SO<sub>2</sub>-målingene fra Svanvik, Maajavri og Nikel i periodene april-september 1998 og oktober 1998-mars 1999.*

Måned	Svanvik	Maajavri	Nikel
April 1998	99	75	95
Mai	99	93	95
Juni	98	96	95
Juli	99	93	95
August	99	95	95
September	99	96	94
Apr.-sept. 1998	99	91	95
Oktober 1998	99	100	94
November	98	84	98
Desember	99	94	99
Januar 1999	99	93	99
Februar	98	95	100
Mars	99	98	99
Okt. 1998-mar. 1999	99	94	98

Et sammendrag av SO<sub>2</sub>-målingene i perioden oktober 1996-mars 1997 med monitorer er gitt i Tabell 9. Grafisk fremstilling av de timevise dataene er gitt i Vedlegg B.



Tabell 9: Sammenheng av målinger av SO<sub>2</sub> med kontinuerlig registrerende instrumenter i Svanvik, Maajavri og Nikel i periodene april-september 1998 og oktober 1998-mars 1999 (µg/m<sup>3</sup>).

Stasjon og måned	Måneds-middel	Høyeste døgn-middel	Antall døgn-obs	Antall døgnmidler			Høyeste time-middel	Antall time-obs	Antall timeverdier			
				>50	>90	>300			>100	>350	>700	>1000
<b>Svanvik</b>												
April 1998	10,6	60,8	30	1	0	0	205	715	22	0	0	0
Mai	5,2	57,3	31	1	0	0	337	738	14	0	0	0
Juni	35,4	152,0	30	8	6	0	2177	704	85	6	1	1
Juli	9,6	97,7	31	2	1	0	788	738	17	2	1	0
August	10,2	67,5	31	1	0	0	349	734	21	0	0	0
September	12,3	67,6	30	4	0	0	611	715	26	1	0	0
Apr.-sept. 1998	13,7	152,0	183	17	7	0	2177	4344	185	9	2	1
<b>Maajavri</b>												
April 1998	39,3	189,9	24	6	5	0	899	540	59	19	3	0
Mai	17,8	95,0	31	4	1	0	826	692	32	6	2	0
Juni	14,2	102,9	30	3	1	0	1317	688	24	8	1	1
Juli	12,2	123,0	31	3	1	0	953	690	20	4	2	0
August	22,5	95,0	31	4	1	0	590	708	54	4	0	0
September	25,8	219,8	29	5	4	0	1060	693	52	13	4	1
Apr.-sept. 1998	21,3	219,8	176	25	13	0	1317	4011	241	54	12	2
<b>Nikel</b>												
April 1998	56,6	345,1	30	11	6	1	1396	682	105	28	13	6
Mai	121,7	815,3	31	12	9	5	2203	707	140	85	43	24
Juni	204,0	722,0	30	19	18	17	3658	682	249	138	63	28
Juli	253,5	646,5	31	26	23	10	2321	704	321	171	80	45
August	144,8	1442,9	31	8	6	3	3372	707	116	64	50	40
September	100,4	876,9	30	9	5	4	3120	678	100	44	38	20
Apr.-sept. 1998	147,3	1442,9	183	85	67	30	3658	4160	1031	530	287	163
<b>Svanvik</b>												
Oktober 1998	11,2	93,4	31	2	1	0	324	740	26	0	0	0
November	10,6	51,1	30	1	0	0	136	704	4	0	0	0
Desember	3,0	25,4	31	0	0	0	166	739	2	0	0	0
Januar 1999	15,3	145,1	31	2	1	0	289	739	26	0	0	0
Februar	10,0	100,2	28	1	1	0	376	661	10	1	0	0
Mars	20,2	99,7	31	8	1	0	376	735	48	1	0	0
Okt. 1998-mar. 1999	11,8	145,1	182	14	4	0	376	4318	116	2	0	0
<b>Maajavri</b>												
Oktober 1998	29,8	176,8	31	5	3	0	627	743	72	11	0	0
November	148,6	1102,3	28	25	16	2	2268	602	218	62	21	12
Desember	97,4	653,9	31	14	9	2	2059	702	154	68	19	10
Januar 1999	125,5	582,4	30	20	14	3	1588	694	197	81	24	8
Februar	106,9	548,4	28	14	11	2	1156	640	166	63	22	3
Mars	27,6	145,1	31	5	1	0	527	730	57	10	0	0
Okt. 1998-mar. 1999	86,5	1102,3	179	83	54	9	2268	4111	864	295	86	33
<b>Nikel</b>												
Oktober 1998	98,6	1024,6	31	12	10	3	2004	700	132	58	31	16
November	135,6	633,8	30	15	13	5	2308	704	242	77	22	10
Desember	61,6	1102,5	31	5	4	1	2470	738	70	27	19	12
Januar 1999	53,2	389,5	31	8	6	1	1693	738	87	34	10	3
Februar	39,1	164,6	28	8	7	0	1445	668	86	10	2	2
Mars	24,9	181,2	31	5	3	0	1172	734	51	8	3	2
Okt. 1998-mar. 1999	68,6	1102,5	182	53	43	10	2470	4282	668	214	87	45

Målingene viser at Svanvik hadde litt høyere middelve­rdi sommeren 1998 (13,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) enn sommeren 1997 (11,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Maajavri hadde lavere middelve­rdi i 1998 (21,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) enn i 1996 (33,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mens Nikel hadde høyere middelve­rdi i 1998 (147,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) enn i 1997 (133,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Selv om Svanvik ligger nærmest utslippet, var middelve­rdien mye lavere enn ved Maajavri, fordi det ikke blåste så ofte mot Svanvik. Stasjonen i Nikel er først og fremst belastet av de diffuse utslippene i lav høyde og ikke av skorsteinsutslippene.

Også vinteren 1998/99 hadde Svanvik en middelve­rdi av  $\text{SO}_2$  (11,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) som ikke avvek så mye fra 1997/98 (13,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Maajavri hadde høyere middelve­rdi vinteren 1998/99 (86,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) enn vinteren 1997/98 (69,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Nikel hadde derimot lavere middelve­rdi vinteren 1998/99 (68,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) enn vinteren 1997/98 (95,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Middelve­rdien i Nikel sommeren 1998 var den høyeste som er målt siden målingene startet i 1991. Økningen har vært svært markert de tre siste årene i forhold til tidligere. Middelve­rdien de tre siste sommerhalvårene (1996-1998) har vært 70% høyere enn middelkonsentrasjonene i sommerhalvårene 1992-1995, og forskjellen er økende. Om vinteren har middelve­rdien for de tre siste årene vært den dobbelte av middelve­rdien for de fem tidligere vintrene i Nikel.

I Maajavri har middelve­rdiene vært mer konstante siden målingene startet i 1990, bortsett fra en relativt høy sommerverdi i 1996. I Svanvik har det vært små endringer i midlere  $\text{SO}_2$ -nivå gjennom 1990-årene. Sommermiddelve­rdiene er imidlertid klart stigende som i Nikel, men middelve­rdiene er likevel mye lavere enn i Nikel. Årsaken til økningen kan være økte utslipp fra de lave skorsteinene og/eller økt frekvens av nordøstlig vind. For øvrig vises det til figurer og kommentarer i kapittel 4.2.2 om trendanalyser for  $\text{SO}_2$ .

Den høyeste døgnmiddelve­rdien i Svanvik var 152  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sommeren 1998 og 145  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  vinteren 1998/99. Det var i de samme periodene henholdsvis sju og fire døgnmiddelve­rdier over 90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , som er det anbefalte luftkvalitetskriteriet og nasjonalt mål for døgnmiddelve­rdi av  $\text{SO}_2$ . Stasjonene på russisk side hadde imidlertid betydelig flere verdier over 90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  enn Svanvik, og de hadde også betydelig høyere maksimale døgnmiddelve­rdier. Den høyeste døgnmiddelve­rdien i Nikel var hele 1 443  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , som er 16 ganger høyere enn det norske anbefalte luftkvalitetskriteriet og nasjonalt målt på 90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Den høyeste timemiddelve­rdien i Svanvik, 2 177  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ble målt 7. juni 1998 kl 07 (normaltid). Nikel hadde den samme timen 2 670  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vindmålingene både i Svanvik og på Viksjøfjell viste vind fra nordvest dagen før og tidlig på natta. Deretter dreidde vinden slik at den kom fra sørøstlig kant fra kl 06, dvs. rett fra Nikel til Svanvik. Denne timemiddelve­rdien er den høyeste som er målt i Svanvik siden vinteren 1989/90. Episoden var imidlertid meget kortvarig.

På russisk side ble den høyeste timemiddelve­rdien målt i Nikel den 11. juni 1998 kl 07 (norsk normaltid) til hele 3 658  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ytterligere tre verdier over 2 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ble målt kl 12-14 denne dagen. I Svanvik var det vind fra nordøst med styrke 3 m/s disse timene. På Viksjøfjell var vinden mer østlig. Dataene viser at de diffuse  $\text{SO}_2$ -utslippene (fra de lave skorsteinene) i Nikel var hovedkilden til de høye konsentrasjonene.

Ved Maajavri ble den høyeste timemiddelverdien, 2 268  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , målt den 6. november 1998 kl 14 (norsk normaltid). Senere samme dag var det en rekke timemiddelverdier over 1 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , og flere var over 2 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . I Svanvik var det vindstille, svært kaldt ( $-15^\circ\text{C}$  -  $-20^\circ\text{C}$ ) og stabil atmosfærisk sjiktning. På Viksjøfjell var det stabilt, ca  $-5^\circ\text{C}$ , svak vind (0,5-2 m/s) og litt varierende vindretning (sørvest, sør, nordvest). Det er likevel overveiende sannsynlig at det er utslippene fra de høye skortsteinene i Nikel som er hovedkilden til disse høye  $\text{SO}_2$ -konsentrasjonene.

Verdens helseorganisasjons (WHO) korttidsgrenseverdi for  $\text{SO}_2$  er nå 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  som gjennomsnitt over 10 minutter. Dette tilsvarer i praksis WHO's tidligere grenseverdi på 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  som timemiddelverdi. Også den nye grenseverdien i EU/EØS-området for timemiddelverdi er 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Fremtidig varsling av høye  $\text{SO}_2$ -konsentrasjoner i EU/EØS-området skal imidlertid ta utgangspunkt i overskridelse av en timemiddelverdi på 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i tre påfølgende timer.

Nikel hadde timemiddelverdier over 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 12,7% av timene med målinger sommeren 1998 og i 5,0% av timene vinteren 1998/99. Tilsvarende tall for Maajavri var 1,3% sommeren 1998 og 7,2% vinteren 1998/99. I Svanvik var det over 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 0,2% av tiden sommeren 1998 og  $<0,1\%$  av tiden vinteren 1998/99.

Sammenliknet med sommeren 1997 hadde Nikel flere timemiddelverdier over 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sommeren 1998, mens Maajavri hadde færre og Svanvik hadde omtrent det samme antall overskridelser av denne verdien. Nikel hadde færre verdier over 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  vinteren 1998/99 enn vinteren 1997/98. Maajavri hadde flere høye verdier i 1998/99, mens det var bare to verdier over 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Svanvik vinteren 1998/99.

Tidligere målinger av standardavviket i vindretningen på Viksjøfjell tyder på at røykfanene fra de høye pipene i Nikel og Zapoljarnij er ganske smale, som oftest med bare noen få kilometers utstrekning selv så langt fra utslippet som på den tidligere målestasjonen Viksjøfjell. Konsentrasjonen blir derfor høy når målestasjonene ligger i røykfanen, mens bare noen graders endring i vindretningen kan føre til at målestasjonene ikke blir eksponert. I lange perioder er stasjonene ikke eksponert, eller verdiene er lavere enn deteksjonsgrensen på 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Denne variasjonen i dataene vises klart i figurene i Vedlegg B.

Timemiddelverdiene av  $\text{SO}_2$  er sammenholdt med vindretning, vindstyrke og stabilitet. Ut fra dette er det beregnet forurensningsroser som vist i Figur 3 og Figur 4, med middelkonsentrasjoner for hver av 36  $10^\circ$ -vindsektorer. Ved beregning av forurensningsrosen for Nikel er det brukt vindmålinger fra Svanvik, og ved beregning av rosen for Maajavri er det brukt vindmålinger fra Viksjøfjell.

I Svanvik var middelverdien 13,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sommeren 1998 (11,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sommeren 1997). Vind i  $10^\circ$ -sektoren  $140^\circ$  (sørøstlig vind) ga den høyeste middelkonsentrasjonen med 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , se Figur 3. Sommeren 1997 var middelkonsentrasjonen i den mest belastede  $10^\circ$ -sektoren 68  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . I vinterhalvåret 1998/99 var middelkonsentrasjonen 11,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (13,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  vinteren 1997/98). Middelkonsentrasjonen i den mest belastede  $10^\circ$ -sektoren var 77  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  vinteren 1998/99 (132  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  vinteren 1997/98), se Figur 4.

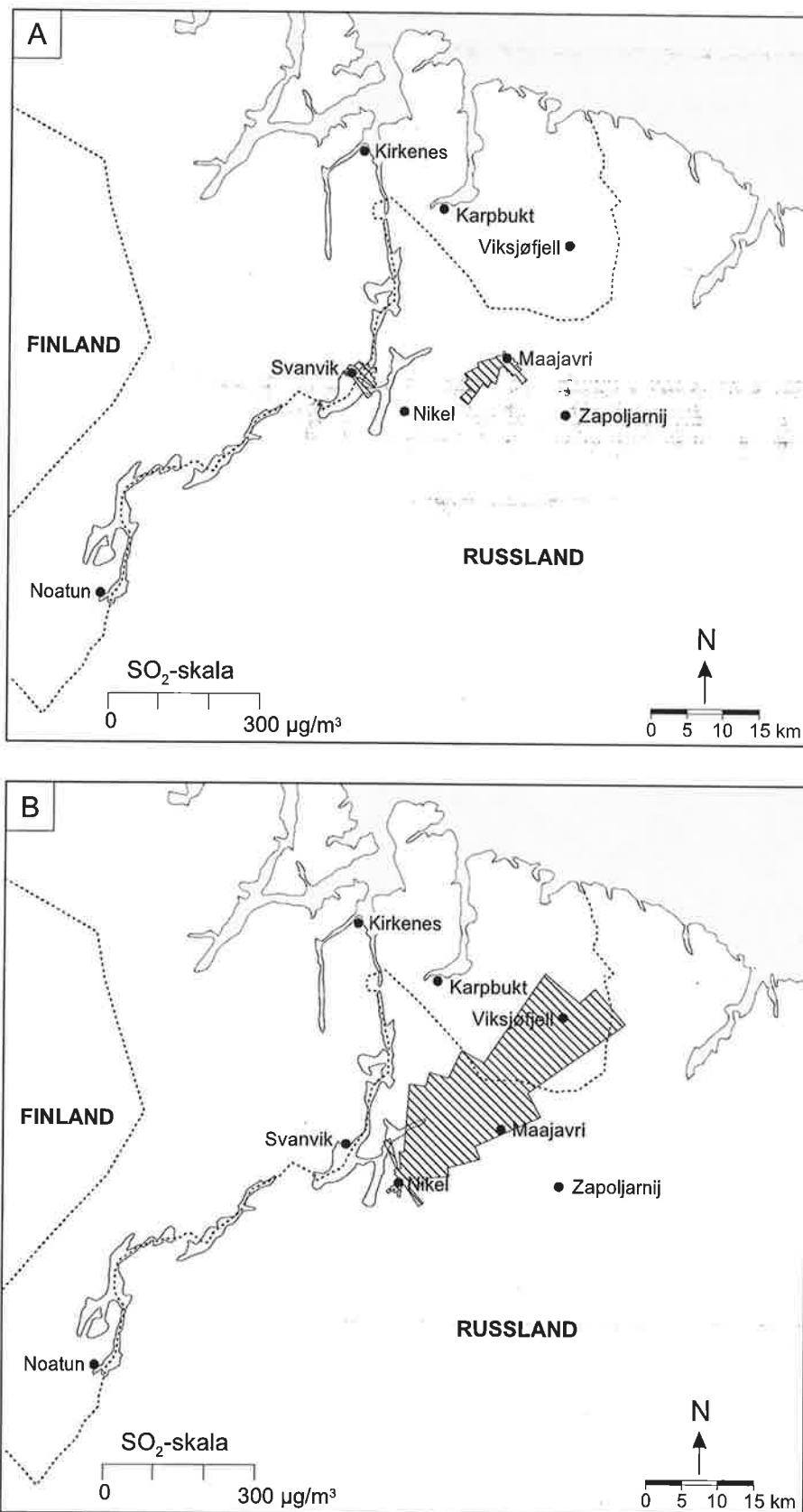
Maajavri hadde en middelvei på  $21,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i sommerhalvåret 1998 ( $33,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sommeren 1997). Middelkonsentrasjonene i de to mest belastede  $10^\circ$ -sektorene fra sørvest gikk ned fra  $110\text{-}136 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i 1997 til  $92\text{-}118 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i 1998. I vinterhalvåret 1998/99 var middelkonsentrasjonen  $86,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $69,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vinteren 1997/98). Middelkonsentrasjonene i de to mest belastede  $10^\circ$ -sektorene fra sørvest økte fra  $137\text{-}196 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i 1997/98 til  $191\text{-}206 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i 1998/99. Nedgang i  $\text{SO}_2$ -konsentrasjonen på Maajavri når det blåser rett fra smelteverket i Nikel mot målestasjonen kan tyde på at utslippet fra de høye skorsteinene i Nikel var høyere i 1998/99 enn året før.

Figur 3 og Figur 4 viser at Maajavri også var belastet ved sørøstlig vind, dvs. fra verket i Zapoljarnij. Konsentrasjonene i de to mest belastede  $10^\circ$ -sektorene var  $45\text{-}66 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sommeren 1998 ( $56\text{-}63 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sommeren 1997) og  $59\text{-}64 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vinteren 1998/99 ( $56\text{-}75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vinteren 1996/97), dvs. små endringer fra året før.

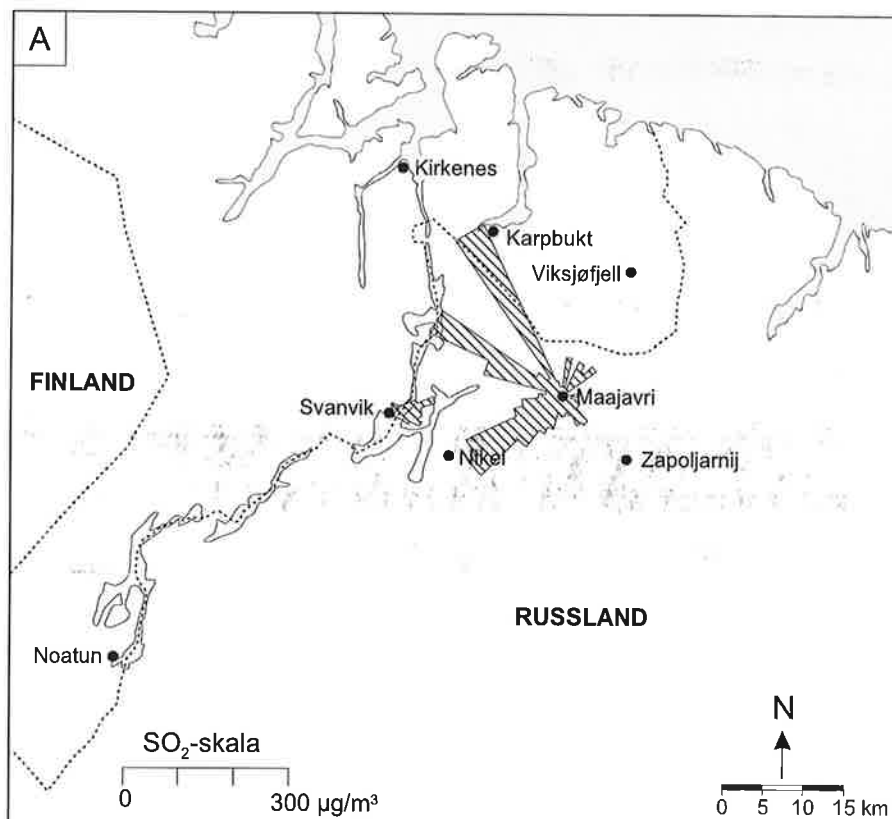
Figur 4 viser høye  $\text{SO}_2$ -konsentrasjoner ved Maajavri i vindretningene  $290^\circ$ ,  $300^\circ$  og  $330^\circ$ . Dette er ikke reelt. Fra midt på dagen 6.11.1998 til midt på dagen 7.11.1998 ble det målt meget høye  $\text{SO}_2$ -konsentrasjoner ved Maajavri. Flere av timemiddelveidene var over  $2\ 000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , og det var en rekke verdier over  $1\ 000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette var en periode med kaldt vær, stabil temperatursjiktning og svak vindstyrke. I Svanvik var det vindstille. Viksjøfjell hadde  $1\text{-}2$  m/s og vindretning overveiende fra nordvest. Det er disse timene med de svært høye  $\text{SO}_2$ -konsentrasjonene som har gitt nesten hele bidraget til de midlere konsentrasjonene i de nevnte vindretningene. I de nevnte timene har vindmålingene på Viksjøfjell ikke vært representative for spredningsforholdene mellom Nikel og Maajavri. Det er ikke tvil om at de meget høye  $\text{SO}_2$ -verdiene 6.-7.11.1998 skyldes utslippene i Nikel.

Figur 3 og Figur 4 viser at Nikel var sterkt belastet i en sektor fra nord-nordøst til øst-nordøst (vind målt i Svanvik). Konsentrasjonene i de mest belastede sektorene var mye høyere i Nikel enn på de andre målestasjonene. De høye konsentrasjonene i Nikel skyldes sannsynligvis de mange og store utslippene fra de lave skorsteinene. Utslippene fra de tre høyeste skorsteinene ( $150\text{-}160$  m) vil sjelden eller aldri slå ned ved målestasjonen, som bare ligger  $1$  km fra smelteverket.

Sammenholdt med vindmålinger i Svanvik viser  $\text{SO}_2$ -målingene i Nikel vanligvis sterkt forhøyede konsentrasjoner i  $4\text{-}6$   $10^\circ$ -sektorer omkring nordøst. Grunnen til at sektoren blir så bred er at det ofte er svak og noe variabel vind og at vindmålinger i Svanvik nødvendigvis ikke er helt representative for Nikel i alle tilfeller. For å gjøre en mer pålitelig vurdering av eventuelle endringer i de diffuse  $\text{SO}_2$ -utslippene i Nikel, er det derfor beregnet middelkonsentrasjoner av  $\text{SO}_2$  for de 5 mest belastede  $10^\circ$ -sektorene samlet. For å være noenlunde sikker på at vinddataene målt i Svanvik er representative også for Nikel, er det i analysen bare tatt med timer hvor middelvindstyrken var minst  $2$  m/s. I sektorene  $20^\circ\text{-}60^\circ$  var middelkonsentrasjonen av  $\text{SO}_2$   $505 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sommeren 1998 og  $564 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vinteren 1998/99. Tilsvarende konsentrasjoner var  $630 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sommeren 1997 og  $970 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vinteren 1997/98. Disse dataene tyder ikke på noen økning i utslippene fra de lave skorsteinene i Nikel. De økte halvårsmiddelkonsentrasjonene i Nikel skyldes at målestasjonen har vært belastet en større del av tiden og ikke økte utslipp.



Figur 3: Middelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> for A: Svanvik og Maajavri og B: Nikel i perioden april-september 1998 (µg/m<sup>3</sup>). Figurene viser middelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> for hver av 36 10°-vindsektorer. Svanvik og Maajavri er belastet fra Nikel og Zapoljarnij (mest fra Nikel). Nikel er kraftig belastet fra smelteverket ca 1 km nordøst for målestasjonen.



Figur 4: Middelkonsentrasjoner av  $\text{SO}_2$  for A: Svanvik og Maajavri og B: Nikel i perioden oktober 1998-mars 1999 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Figurene viser middelkonsentrasjoner av  $\text{SO}_2$  for hver av 36  $10^\circ$ -vindsektorer. Svanvik og Maajavri er belastet fra Nikel og Zapoljarnij (mest fra Nikel). Nikel er kraftig belastet fra smelteverket ca 1 km nordøst for målestasjonen.

#### 4.2.2 Trendanalyse for SO<sub>2</sub>

SO<sub>2</sub>-målinger startet i Kirkenes-området og i Svanvik allerede i 1974. Senere ble målingene utvidet til Holmfoss, Jarfjordbotn og Karpdalen. Da den såkalte basisundersøkelsen startet i 1988 ble nye stasjoner opprettet på Viksjøfjell, i Noatun og på Kobbfoss. I 1990 og 1991 startet også målinger på russisk side med norsk måleutstyr på SOV 1, Maajavri (SOV 2), SOV 3 og i Nikel.

Tabell 10 gir en oversikt over måleperiodene på de ulike stasjonene i grenseområdene fra starten i 1974. I tabellen er det skilt mellom døgnprøvetakere, som bare gir døgnmiddelverdier, og kontinuerlig registrerende instrumenter, monitører, hvor verdiene logges kontinuerlig og midles til timemiddelverdier. Noen stasjoner har i perioder hatt begge typer prøvetakere.

Døgnprøvetaking ble avsluttet i Svanvik, Holmfoss og Karpdalen ved årsskiftet 1994/95 og i Kirkenes 1.5.1996. Det benyttes nå monitører (timemiddelverdier) i Svanvik, på Maajavri og i Nikel. Bortsett fra Maajavri overføres SO<sub>2</sub>-dataene daglig til NILU på telenettet. Stasjonen på Viksjøfjell ble nedlagt 1.8.1996. Denne stasjonen hadde monitor.

For Svanvik, Maajavri og Nikel er det gjort en statistisk analyse av SO<sub>2</sub>-verdiene både for sommerhalvåret (april-september) og vinterhalvåret (oktober-mars) i de årene måledata foreligger fra høsten 1988. Det er utarbeidet statistikk både på grunnlag av timemiddelverdier og på grunnlag av døgnmiddelverdier beregnet av 24 timemiddelverdier. For hvert sommer- og vinterhalvår er følgende statistiske parametre bestemt:

- maksimum : høyeste time/døgnmiddelverdi.
- 98-prosentil : 98 prosent av time/døgnmiddelverdiene er lavere enn denne verdien.
- aritmetisk middelverdi : gjennomsnittsverdi.
- median : 50 prosent av time/døgnmiddelverdiene er lavere enn denne verdien. Medianen er vanligvis noe lavere enn den aritmetiske middelverdien.
- 25-prosentil : 25 prosent av time/døgnmiddelverdiene er lavere enn denne verdien.

Resultatene av de statistiske analysene for SO<sub>2</sub> er vist i Figur 5-Figur 7. Figur 5 viser aritmetiske middelverdier i sommer - og vinterhalvåret for perioden 1977-1999. I denne figuren er også Viksjøfjell og de tidligere stasjonene med døgnprøvetaking i Kirkenes og Svanvik tatt med. Figur 6 og Figur 7 gir trend for de statistiske parametrene som er nevnt ovenfor på de tre nåværende stasjonene med målte timemiddelverdier. For disse stasjonene er det også beregnet tilsvarende statistikk på grunnlag av beregnede døgnmiddelverdier fra de målte timemiddelverdiene.

Tabell 10: Oversikt over SO<sub>2</sub>-målinger i grenseområdene med døgnprøvetakere (døgnmiddelverdier) og med kontinuerlig registrerende monitører (timemiddelverdier) i perioden 1974-1998. Døgnprøvetaking i Svanvik, Holmfoss og Karpdalen ble avsluttet ved årsskiftet 1994/95. Døgnprøvetaking i Kirkenes ble avsluttet 1.5.1996, og timeprøvetaking på Viksjøfjell ble avsluttet 1.8.1996

Målested	Prøvetakingstid	'74	'75	'76	'77	'78	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99
Kirkenes	Døgn																										
Svanvik	Døgn																										
Svanvik	Time																										
Holmfoss	Døgn																										
Jarfjordbotn	Døgn																										
Karpdalen	Døgn																										
Karpdalen	Time																										
Viksjøfjell	Time																										
Noatun	Døgn																										
Noatun	Time																										
Kobbfoss	Døgn																										
SOV 1	Time																										
Maajavri	Time																										
SOV 3	Time																										
Nikel	Time																										



Figur 5 viser at SO<sub>2</sub>-utslippet fra smelteverket i Nikel er redusert fra mer enn 300 000 tonn i 1980 til ca. 165 000 tonn i 1993, dvs. omtrent en halvering. Utslippene er ikke målt, men beregnet ut fra massebalanse og er offisielle russiske tall (Ryaboshapko, 1993 og Baklanov, 1994). Tallene for 1994 og 1995 er uoffisielle tall. Figuren viser at de målte middelveidene av SO<sub>2</sub> også er redusert i samme periode. Verdiene varierer imidlertid en del fra år til år, som ikke bare skyldes endret utslipp, men også forskjeller i spredningsforholdene. Viktige parametre er hvor ofte vinden blåser fra Nikel mot målestedene, vindstyrken og den termiske turbulensen (stabiliteten i lufta). I Svanvik er det midlere SO<sub>2</sub>-nivået redusert i takt med utslippene fra Nikel. De siste årene har det vært en svak tendens til økte middelkonsentrasjoner i Svanvik. Dette skyldes økt vindfrekvens fra Nikel mot Svanvik. I Kirkenes er de lokale utslippene betydelig redusert i perioden 1977-1996. I Kirkenes er det nå ikke SO<sub>2</sub>-utslipp av betydning fra industriell virksomhet.

Halvårsmiddelveidene ved Maajavri har vært nokså jevne i sommerhalvåret, bortsett fra en topp i 1996 og nedgang i 1998. Vintermiddelveidene har i hovedsak vist en nedadgående tendens, men med litt variasjon fra år til år. Nivået økte noe vinteren 1998/99.

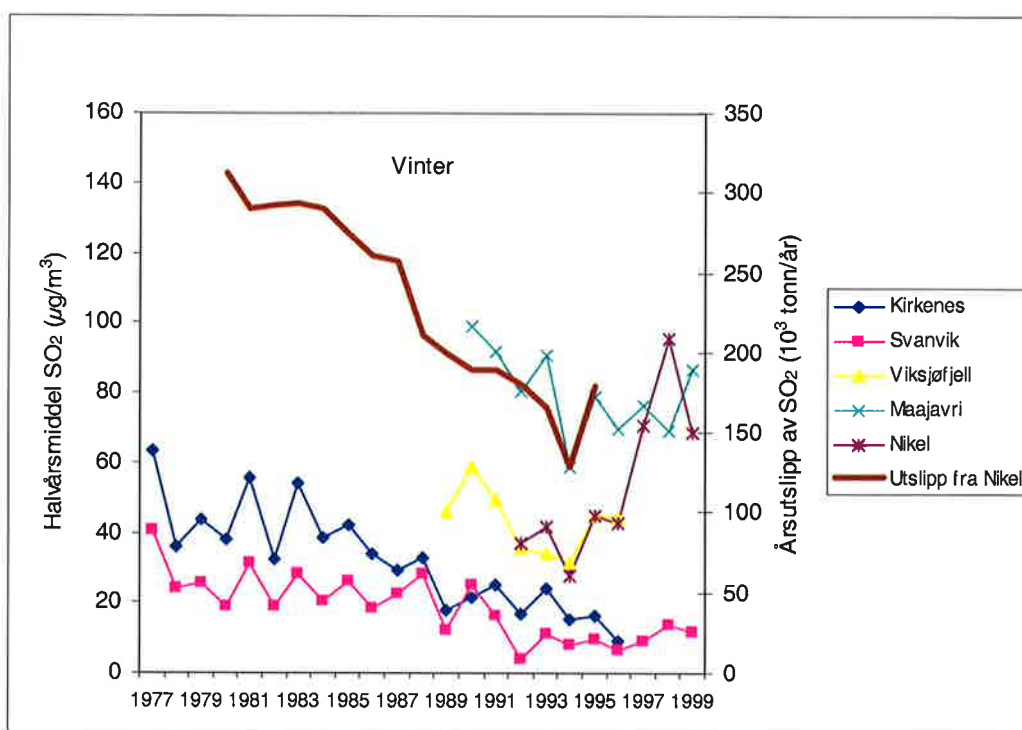
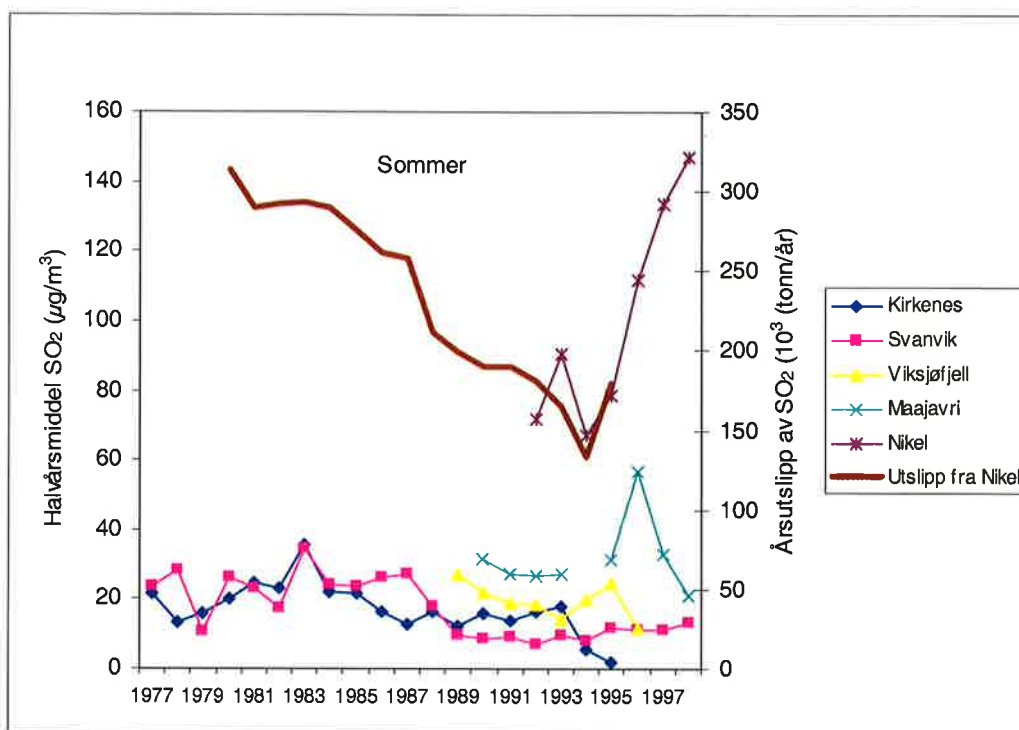
I Nikel har både sommer- og vintermiddelveidene av SO<sub>2</sub> vist økning de siste årene, bortsett fra nedgang vinteren 1998/99. Dette skyldes, som nevnt foran, økt frekvens av vind fra utslippet mot målestasjonen. I de tilfellene det blåser rett fra verket mot målestasjonen har konsentrasjonene ikke økt, og det er derfor heller ingen grunn til å anta at utslippene i lav høyde, som er hovedkilden lokalt i Nikel, har økt.

Figur 6 og Figur 7 gir trend for utvalgte statistiske parametre i SO<sub>2</sub>-fordelingen på de enkelte stasjonene. Ordinaten i disse figurene er gitt i logaritmisk skala fordi det er meget stor forskjell i konsentrasjon mellom høye og lave SO<sub>2</sub>-verdier. I figurer med vanlig lineær skala ville det blitt meget vanskelig å skille mellom aritmetisk middelveid, median og 25-prosentil-verdi, da disse verdiene ville bli nær hverandre. For hvert halvår er det vist to figurer, en for timevise data og en for døgndata beregnet på grunnlag av timevise data.

- Svanvik (Figur 6 og Figur 7).

Målingene i Svanvik har vist et relativt stabilt SO<sub>2</sub>-nivå helt fram til slutten av 1980-årene, sommer- og vintermiddelveidier sett samlet. Fra 1989 har målingene vist et lavere og ganske stabilt midlere nivå. Utslippene i Nikel gikk også en god del ned fra 1987 til 1990 (vel 25%).

Målingene av timemiddelveidier av SO<sub>2</sub> fra høsten 1988 til idag har vist at mer enn halvparten av verdiene har vært under 1 µg/m<sup>3</sup> både i sommer- og vinterhalvåret. Høyeste målte timemiddelveid siste året var 2 177 µg/m<sup>3</sup>, mens den høyeste målte verdien i Svanvik er over 2 400 µg/m<sup>3</sup> (vinteren 1989/90).



Figur 5: Middelkonsentrasjoner av  $\text{SO}_2$  i sommerhalvåret (1977-1998) og i vinterhalvåret (1976/77-1998/99) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Figuren viser også årlige utslipp av  $\text{SO}_2$  fra smelteverket i Nikel i perioden 1980-1995 ( $10^3$  tonn/år).

- Maajavri (Figur 6 og Figur 7).

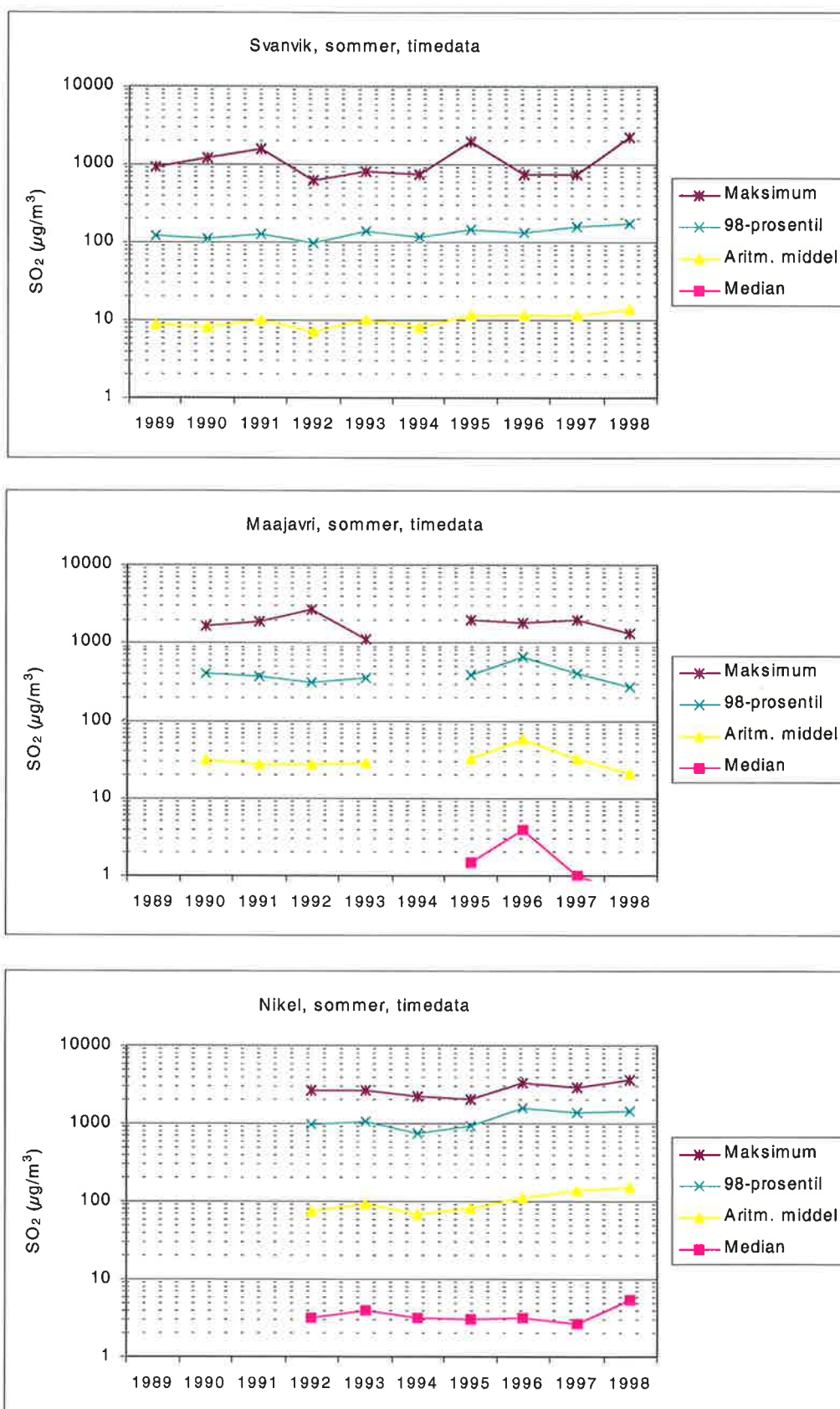
Maajavri på russisk side ligger ca. 17 km nordøst for Nikel og ca. 11 km nordvest for Zapoljarnij. På grunn av vindforholdene er stasjonen betydelig mer belastet i vinterhalvåret enn i sommerhalvåret. Vintermiddelverdiene de siste årene har vært lavere enn i de første årene på 1990-tallet. På sommerstid har nivået vært jevnt siden målingene startet, bortsett fra høyere konsentrasjon i 1996 og lavere konsentrasjon i 1998. De høyeste døgn- og timemiddelverdiene til nå ble målt i vinterhalvåret 1989/90 til henholdsvis 1 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  og knapt 3 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Høyeste døgn- og timemiddelverdi det siste året var henholdsvis 1 102  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  og 2 268  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

- Nikel (Figur 6 og Figur 7)

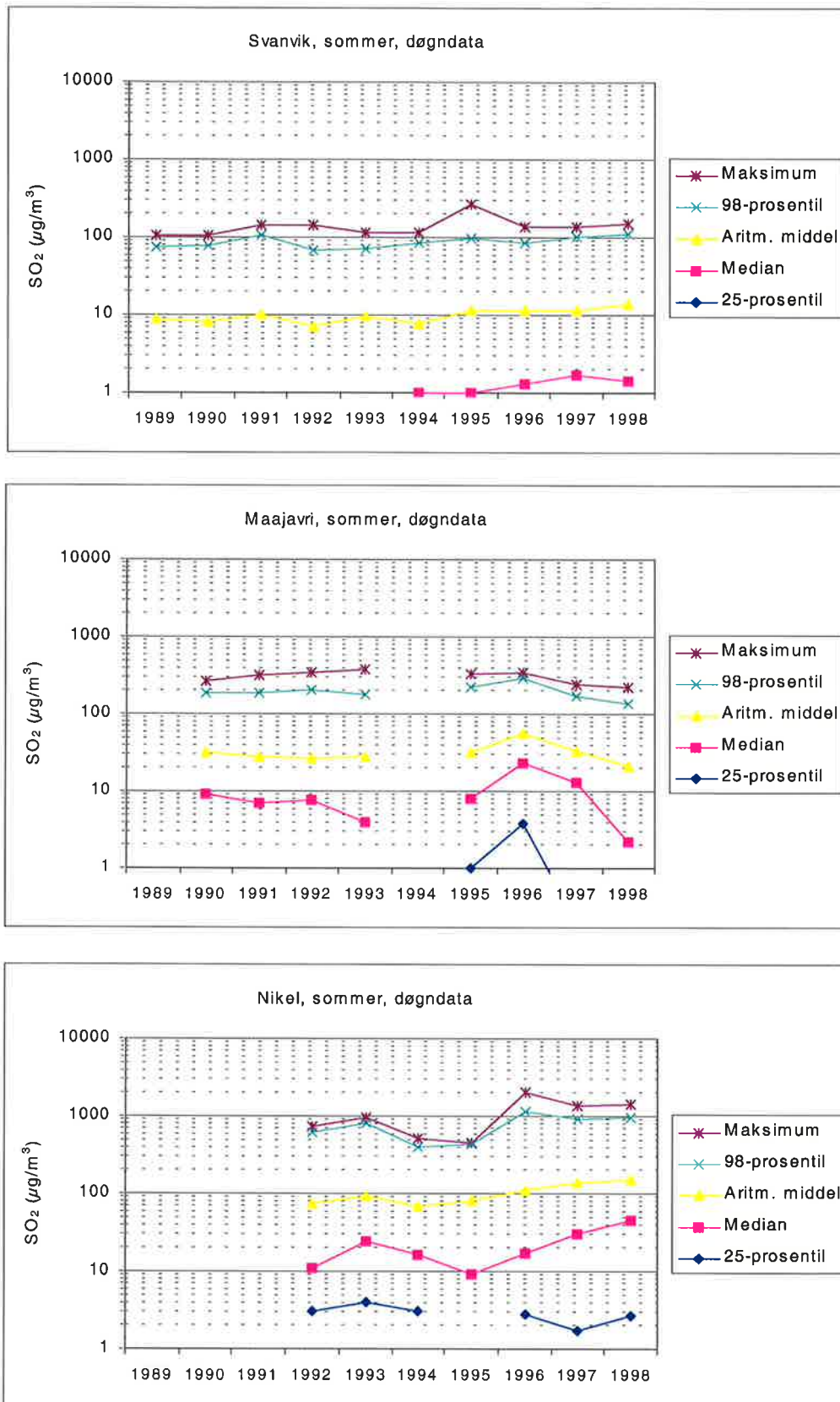
Denne stasjonen er plassert i Nikel sentrum bare ca. 1 km sørvest for smelteverket. Det er (de diffuse) utslippene fra de mange lave skorsteinene ved verket som belaster denne stasjonen. Utslippene fra de tre høye skorsteiene slår ikke ned her. På grunn av plasseringen i forhold til utslippet er stasjonen belastet i en større del av tiden i sommer- enn i vinterhalvåret, og dette medfører høyere middelkonsentrasjoner av  $\text{SO}_2$  om sommeren.

Målingene i Nikel startet høsten 1991. De første årene var  $\text{SO}_2$ -nivået nokså jevnt, men har vært klart høyere de siste årene. Dette skyldes i hovedsak høyere frekvens av vind fra verket mot målestasjonen. Målingene viser ikke høyere konsentrasjoner de siste årene i forhold til tidligere når det faktisk blåser fra verket. Utslippene synes derfor ikke å ha økt.

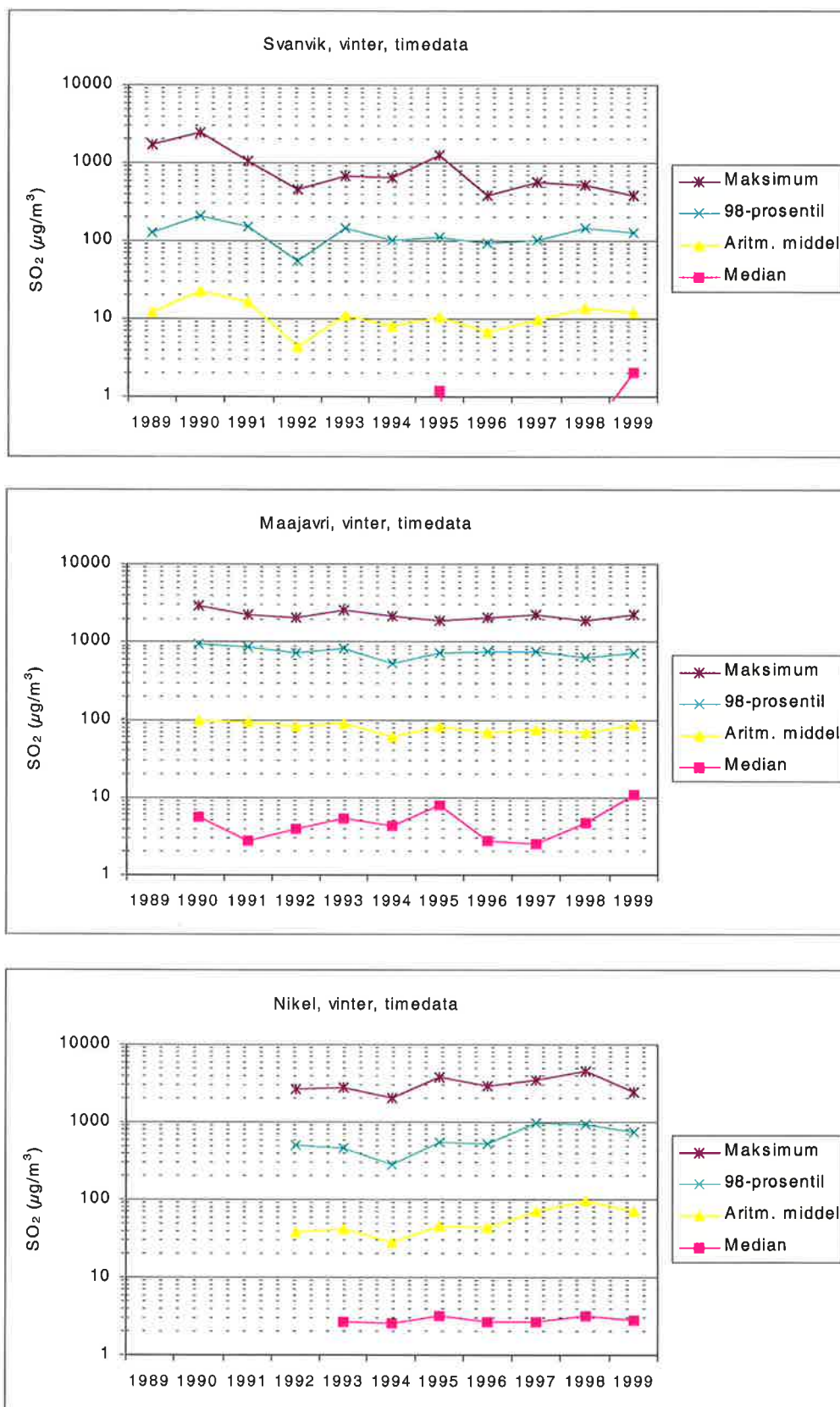
De høyeste målte døgn- og timemiddelverdiene i Nikel til nå er henholdsvis vel 2 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sommeren 1996 og knapt 4 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  vinteren 1997/98. Når det ikke blåser fra verket mot målestasjonen, er  $\text{SO}_2$ -konsentrasjonene meget lave også i Nikel. Målingene så langt viser at halvparten av timemiddelverdiene vanligvis er lavere enn 2-3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  både i sommer- og vinterhalvåret.



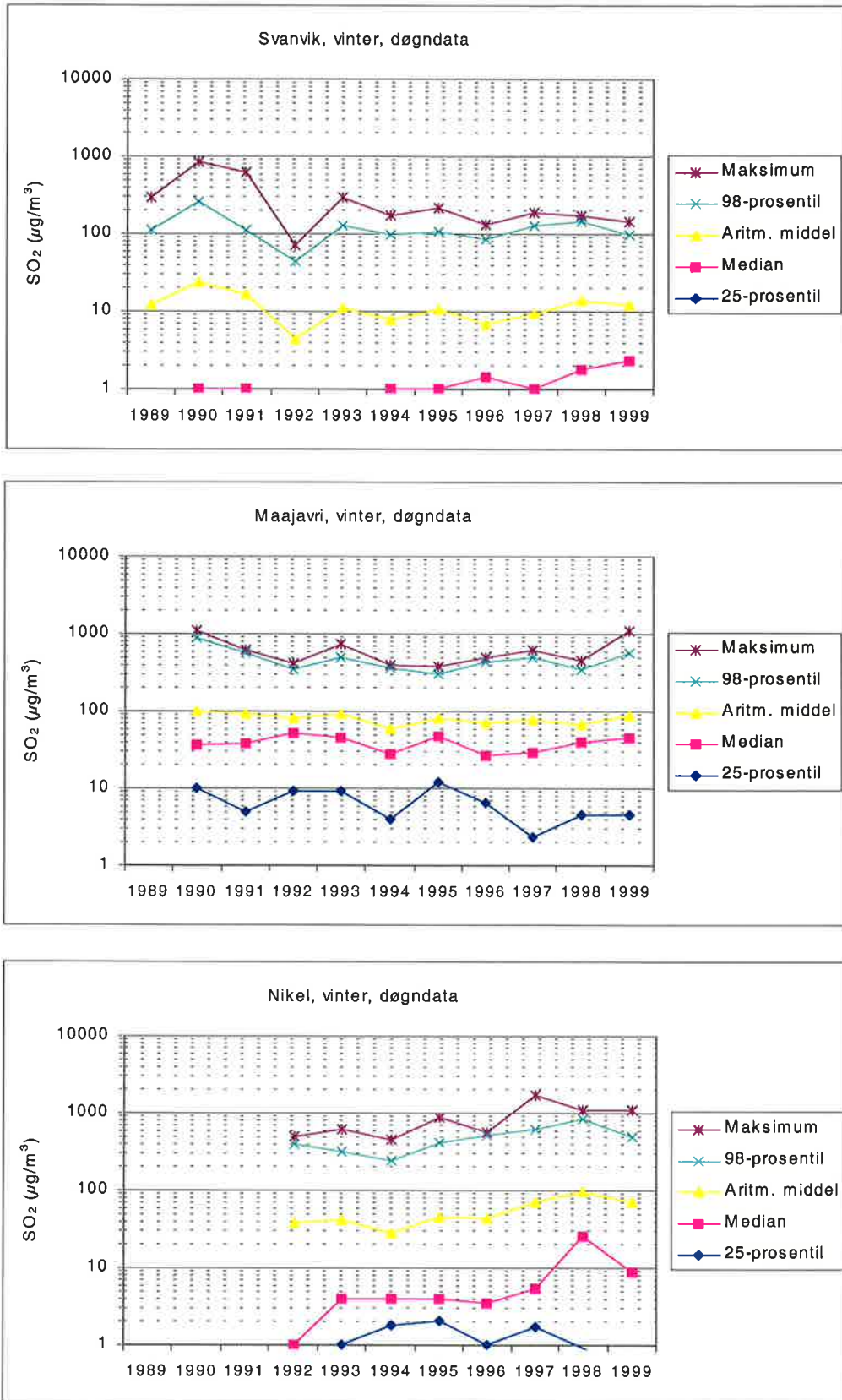
Figur 6a: Timemiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i sommerhalvåret (april-september) i Svanvik, Maajavri og Nikel ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Trend for utvalgte statistiske parametre.



Figur 6b: Døgnmiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> beregnet fra timemiddelkonsentrasjoner i sommerhalvåret (april-september) i Svanvik, Maajavri og Nikel (µg/m<sup>3</sup>). Trend for utvalgte statistiske parametre.



Figur 7a: Timemiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i vinterhalvåret (oktober-mars) i Svanvik, Maajavri og Nikel (µg/m<sup>3</sup>). Trend for utvalgte statistiske parametre.



Figur 7b: Døgnmiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> beregnet fra timemiddelkonsentrasjoner i vinterhalvåret (oktober-mars) i Svanvik, Maajavri og Nikel ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Trend for utvalgte statistiske parametre.

### 4.3 Nedbørkvalitet

Prøvene av nedbørkvalitet tas over en uke med skifte hver mandag. Dessuten skiftes det på første dato i hver måned. I Svanvik har nedbørmålingene pågått siden høsten 1988. Stasjonen i Karpdalen ble av praktiske årsaker flyttet til Karpbukt i 1998. Et sammendrag av resultatene er vist i Tabell 11 og Tabell 12. Konsentrasjonene av  $\text{SO}_4$  er korrigert for sjøsalt og gitt som mg svovel/l. Konsentrasjonene av  $\text{NO}_3$  og  $\text{NH}_4$  er gitt som mg nitrogen/l. Siden 1996 er tungmetallanalyser bare utført på nedbørprøvene fra Svanvik.

Den tidligere nedbørstasjonen i Karpdalen ble nedlagt 1.4.1998. Ny stasjon ble opprettet i Karpbukt 15.9.1998. Karpbukt hadde mer nedbør enn Svanvik i vinterhalvåret 1998/99. Karpbukt hadde også lavest pH og høyest middelkonsentrasjon av sjøsaltkomponentene Na, Mg og Cl. Svanvik hadde høyest konsentrasjon av  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4$  og  $\text{NO}_3$ , mens det ikke var så stor forskjell i middelkonsentrasjoner av Ca og K på de to stasjonene.

Sammenliknet med sommerhalvåret 1997 var det høyere konsentrasjoner av sjøsaltkomponentene Na, Mg og Cl i nedbøren sommeren 1998 i Svanvik (Hagen et al. 1998). Konsentrasjonene av alle øvrige hovedkomponenter gikk ned, mens det var liten endring i pH-verdien.

Sammenliknet med vinterhalvåret 1997/98 var det lavere pH-verdi både i Svanvik og Karpbukt vinteren 1998/99 (Hagen et al. 1998). I Svanvik var det høyere konsentrasjoner av  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4$  og  $\text{NO}_3$  enn i 1997/98, mens konsentrasjonene av de øvrige hovedkomponentene var lavere. I Karpbukt var konsentrasjonene av alle hovedkomponenter i nedbøren unntatt  $\text{NO}_3$  lavere i vinterhalvåret 1998/99 enn i Karpdalen i vinterhalvåret 1997/98.

Ni, Cu, Co og As regnes som sporelementer fra de russiske nikkilverkene. I tillegg til utvasking med nedbør må en regne med at noe kommer ned i prøvetakerne også ved tørravsetning.



Tabell 11: Måned- og halvårsmiddelverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i Svanvik i periodene april-september 1998 og oktober 1998-mars 1999.

Måned	Nedbør- mengde mm	Lednings- evne µS/cm	pH	SO <sub>4</sub> mg S/l	NH <sub>4</sub> mg N/l	NO <sub>3</sub> mg N/l	Na mg/l	Mg mg/l	Cl mg/l	Ca mg/l	K mg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	As µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l
April	18,6	48,59	4,38	1,16	0,50	0,23	3,74	0,48	7,53	0,25	0,22	1,55	0,07	2,90	5,09	0,00	6,32	0,16	0,15
Mai	8,0	94,77	4,68									1,01	0,06	4,86	14,96	0,48	12,26	0,51	0,33
Juni	70,3	18,63	4,44	0,77	0,17	0,09	0,23	0,05	0,41	0,08	0,04	1,50	0,15	3,39	22,79	2,26	24,35	0,70	0,25
Juli	44,4	6,51	5,03	0,29	0,15	0,08	0,12	0,06	0,17	0,23	0,09	1,46	0,11	5,59	34,84	2,45	34,59	1,06	0,58
August	21,4	60,01	5,17	0,71	0,58	0,17	0,18	0,23	0,23	0,46	0,19	1,52	0,17	10,41	58,98	4,07	73,11	1,87	1,37
September	60,5	10,13	4,96	0,23	0,12	0,08	0,42	0,06	0,77	0,05	0,04	0,54	0,03	2,93	6,52	1,09	8,52	0,20	0,16
April - sept. 1998	223,3	22,18	4,64	0,57	0,23	0,10	0,59	0,11	1,11	0,13	0,07	1,16	0,09	4,10	20,03	1,92	22,00	0,62	0,35
Oktober	16,6	22,86	4,50	0,85	0,31	0,11	0,33	0,07	0,67	0,08	0,06	1,11	0,15	5,36	56,01	4,70	65,26	1,64	0,87
November	14,7	11,74	5,11	0,49	0,46	0,19	0,31	0,08	0,60	0,10	0,12	1,18	0,19	5,01	34,94	3,27	54,72	1,1	0,51
Desember	23,7	20,02	5,08	0,28	0,58	0,28	1,75	0,21	3,25	0,11	0,13	0,53	0,11	3,57	13,57	1,51	19,23	0,39	0,27
Januar	10,3	21,47	4,77	0,55	0,38	0,28	1,21	0,18	2,38	0,13	0,09	1,49	0,14	11,71	7,97	2,47	22,59	0,28	0,14
Februar	10,7	13,61	4,83	0,41	0,40	0,30	0,27	0,05	0,56	0,06	0,04	1,54	0,17	20,76	21,93	2,62	32,71	0,69	0,59
Mars	11,1	21,66	4,83	0,91	0,58	0,35	0,69	0,16	1,21	0,21	0,09	4,18	0,37	12,74	100,95	6,34	126,30	3,24	3,82
Okt. 1998 - mars 1999	86,9	18,89	4,81	0,55	0,47	0,25	0,88	0,13	1,65	0,11	0,09	1,37	0,17	8,06	37,26	3,37	49,77	1,14	0,83

Tabell 12: Måned- og halvårsmiddelerverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i Karpbuk i perioden oktober 1998-mars 1999.

Måned	Nedbør- mengde mm	Lednings- evne µS/cm	pH	SO <sub>4</sub> mg S/l	NH <sub>4</sub> mg N/l	NO <sub>3</sub> mg N/l	Na mg/l	Mg mg/l	Cl mg/l	Ca mg/l	K mg/l
Oktober	41,3	24,71	4,64	0,38	0,03	0,09	1,86	0,23	3,27	0,13	0,12
November	32,1	13,98	4,72	0,17	0,04	0,13	0,68	0,09	1,36	0,04	0,03
Desember	38,2	30,02	4,75	0,24	0,11	0,06	3,20	0,40	5,98	0,14	0,12
Januar	16,5	20,75	4,61	0,32	0,07	0,19	1,32	0,19	2,51	0,09	0,05
Februar	16,1	14,66	4,57	0,28	0,03	0,18	0,21	0,05	0,43	0,05	0,02
Mars	19,9	26,87	4,44	0,63	0,23	0,29	1,03	0,16	1,85	0,11	0,11
Okt. 1998 - mars 1999	164,1	22,73	4,63	0,32	0,08	0,14	1,63	0,21	3,02	0,10	0,09

Sommeren 1998 var konsentrasjonene av alle tungmetallene unntatt Cr lavere enn sommeren 1997 i Svanvik. For alle tungmetallene var imidlertid endringene relativt små.

Svanvik hadde høyere konsentrasjoner av Zn, Ni, As, Cu, Co og Cr i nedbøren i vinterhalvåret 1998/99 enn i vinterhalvåret 1997/98, mens konsentrasjonen av Pb og Cd var lavere. For sporelementene fra nikkilverkene var det i konsentrasjonene i vinterhalvåret 1998/99 omtrent dobbelt så høye som i vinterhalvåret 1997/98.

Tungmetallene Pb, Cd og Zn analyseres rutinemessig i nedbøren på 11 norske bakgrunnsstasjoner under Statlig program for forurensningsovervåking. Tungmetallene Ni, As, Cu, Co og Cr analyseres på 5 av disse stasjonene. For året 1998 hadde Svanvik konsentrasjon av Pb omtrent somme eller litt lavere enn stasjoner i Sør-Norge (SFT, 1998), mens konsentrasjonen av Cd var noe høyere. Konsentrasjonen av Zn var litt lavere enn i Sør-Norge og litt høyere enn i Nord-Norge. Konsentrasjonene av Ni, As, Cu, Co og Cr var betydelig høyere enn i resten av landet.

Det er også beregnet avsetning med nedbøren av de forskjellige elementene både for sommerhalvåret 1998 og vinterhalvåret 1998/99. Resultatene er vist i Tabell 13 sammen med avsetningstall for tidligere år.

Tabell 13: Avsetning av elementer med nedbør i sommerhalvårene fra 1989 til 1998 og i vinterhalvårene fra 1988/89 til 1998/99. (Tungmetaller i Karpdalen ble analysert siste gang i 1995. Stasjonen i Karpdalen ble nedlagt 1.4.1998. Ny stasjon ble opprettet i Karpbukt 1.10.1998).

Stasjon	Sommer- halvår	H <sup>+</sup> µekv/m <sup>2</sup>	Total SO <sub>4</sub> mg S/m <sup>2</sup>	Sjøsaltkorr. SO <sub>4</sub> mg S/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> mg N/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> mg N/m <sup>2</sup>	Na mg/m <sup>2</sup>	Mg mg/m <sup>2</sup>	Cl mg/m <sup>2</sup>	Ca mg/m <sup>2</sup>	K mg/m <sup>2</sup>	Pb mg/m <sup>2</sup>	Cd mg/m <sup>2</sup>	Zn mg/m <sup>2</sup>	Ni mg/m <sup>2</sup>	As mg/m <sup>2</sup>	Cu mg/m <sup>2</sup>	Co mg/m <sup>2</sup>	Cr mg/m <sup>2</sup>	
Karpdalen	1991		363		54	36	440	62	730	31	38	0,31	0,12	1,30	1,60	0,13	1,60	0,06	0,19	
	1992		410		132	61	440	54	760	73	83	0,54	<0,03	1,50	1,30	0,24	1,50	<0,04		
	1993		333		64	48	759	85	1 233	65	58	0,29	0,01	0,91	0,92	0,13	1,01	0,04	0,27	
	1994		218	198	56	65	247	32	417	32	25	0,36	0,02	1,37	2,99	0,27	2,46	0,11	0,16	
	1995	7 568	177	167	47	34	124	23	192	40	12	0,37	0,01	0,78	3,10	0,22	1,75	0,12	0,11	
	1996	6 009	170	143	46	32	317	40	498	50	34									
	1997	5 320	114	106	23	18	105	15	169	21	11									
Svanvik	1989		315		40	48	261	48	405	74	22	0,64	0,06	1,86	6,82	0,62	6,43	0,19	0,23	
	1990		145		23	39	212	31	416	30	25	0,43	0,05	1,67	3,24	0,47	3,68	0,11	0,14	
	1991		160		37	21	76	15	160	<25	<25	0,29	<0,02	0,87	2,80	0,27	2,40	0,07		
	1992		210		61	36	110	16	180	<34	<34	0,35	<0,03	0,97	2,90	0,40	4,20	0,08	<0,17	
	1993		198		72	33	173	30	286	44	22	0,27	0,02	0,60	3,10	0,32	3,70	0,12	0,14	
	1994		213	202	119	49	107	28	162	40	42	0,46	0,02	1,66	4,63	0,47	4,14	0,14	0,11	
	1995	6 712	181	176	50	27	63	19	99	31	25	0,51	0,03	1,58	4,93	0,45	4,23	0,17	0,12	
	1996	4 649	120	112	38	22	93	23	154	43	13	0,21	0,01	0,77	5,31	0,30	4,98	0,17	0,11	
	1997	3 312	102	98	51	20	48	10	77	24	14	0,20	0,02	0,65	3,34	0,36	3,89	0,11	0,05	
	1998	5 170	137	126	50	23	131	25	248	28	16	0,27	0,02	0,96	4,67	0,45	5,13	0,14	0,08	

Tabell 13: forts.

Stasjon	Vinterhalvår	H <sup>+</sup> µekv/m <sup>2</sup>	Total SO <sub>4</sub> mg S/m <sup>2</sup>	Sjøsaltkorr. SO <sub>4</sub> mg S/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> mg N/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> mg N/m <sup>2</sup>	Na mg/m <sup>2</sup>	Mg mg/m <sup>2</sup>	Cl mg/m <sup>2</sup>	Ca mg/m <sup>2</sup>	K mg/m <sup>2</sup>	Pb mg/m <sup>2</sup>	Cd mg/m <sup>2</sup>	Zn mg/m <sup>2</sup>	Ni mg/m <sup>2</sup>	As mg/m <sup>2</sup>	Cu mg/m <sup>2</sup>	Co mg/m <sup>2</sup>	Cr mg/m <sup>2</sup>	
Karpdalen	1991/92		173		33	36	530	64	990	49	56	0,51	0,02	0,87	0,47	0,13	0,72	0,01	0,27	
	1992/93		143		31	34	814	95	1 370	58	81	0,29	0,01	1,27	0,62	0,09	1,29	0,02	0,27	
	1993/94	2 675	96	59	25	40	443	53	814	30	42	0,15	0,01	0,75	0,41	0,08	0,69	0,02	0,19	
	1994/95	3 298	88	62	18	37	321	42	578	26	25	0,19	0,01	0,66	0,78	0,08	1,06	0,03	0,04	
	1995/96	3 812	148	71	29	35	940	120	1 593	106	53									
	1996/97	5 061	136	88	24	28	578	71	1 184	35	35									
	1997/98	3 410	120	75	19	25	535	67	968	34	33									
Karpbukt	1998/99	3 810	75	53	13	22	268	35	495	17	14									
Svanvik	1988/89		56		16	19	294	37	504	33	14	0,38	0,02	1,05	1,13	0,14	1,32			
	1989/90		67		13	26	156	26	360	17	12	0,14	0,02	0,61	0,64	0,16	1,43	0,02	0,05	
	1990/91		39		11	18	113	16	205	9	9	0,18	0,02	0,62	1,02	0,18	1,67	0,04	0,02	
	1991/92		87		36	35	210	27	410	17	17	0,17	0,01	0,36	0,52	0,36	0,88	0,01	0,09	
	1992/93		49		23	19	208	26	374	19	11	0,09	0,03	0,53	0,78	0,11	1,51	0,03	0,80	
	1993/94	2 168	50	39	24	30	133	17	256	14	7	0,09	0,01	0,23	0,62	0,10	0,80	0,02	0,08	
	1994/95	1 603	46	37	22	21	109	15	195	12	9	0,14	0,01	0,32	0,80	0,10	1,21	0,02	0,02	
	1995/96	2 694	79	56	29	15	283	39	508	20	15	0,14	0,02	0,51	1,76	0,25	2,52	0,06	0,03	
	1996/97	2 093	66	48	38	36	212	39	438	39	15	0,12	0,02	0,48	1,21	0,11	1,82	0,04	0,02	
	1997/98	1 031	61	39	33	20	265	33	484	31	24	0,36	0,01	0,48	2,69	0,27	3,50	0,08	0,04	
	1998/99	1 332	54	48	41	22	76	12	144	10	8	0,12	0,02	0,72	3,33	0,30	4,45	0,10	0,07	

I Svanvik var avsetningen av alle hovedkomponenter unntatt  $\text{NH}_4$  høyere sommeren 1998 enn sommeren 1997.

I vinterhalvåret 1998/99 hadde Karpbukt større avsetning av alle hovedkomponentene unntatt  $\text{NH}_4$  og  $\text{NO}_3$  i nedbøren enn Svanvik. I forhold til Karpdalen i vinterhalvåret 1997/98 hadde Karpbukt redusert avsetning av alle hovedkomponentene. I Svanvik var avsetningen av  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4$  og  $\text{NO}_3$  høyere i vinterhalvåret 1998/99 enn i vinterhalvåret 1997/98, mens det var lavere avsetning for de andre komponentene.

Avsetningen av alle tungmetallene unntatt Cd var høyere sommeren 1998 enn sommeren 1997 i Svanvik, mens avsetningen av Cd var uforandret.

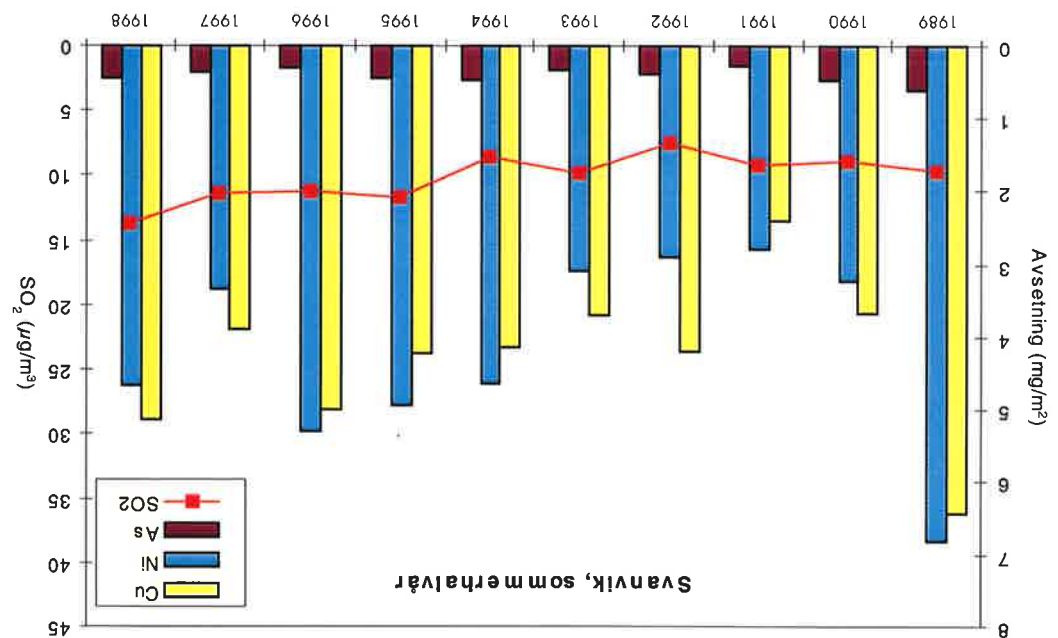
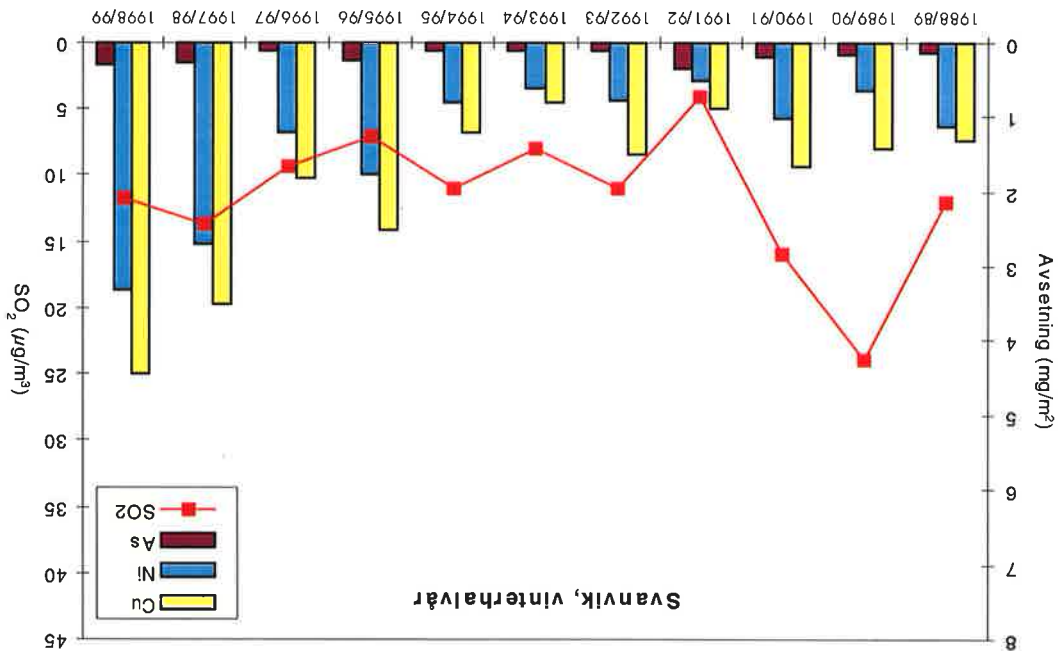
Svanvik hadde større avsetning av alle tungmetallene unntatt Pb i vinterhalvåret 1998/99 enn i vinterhalvåret 1997/98, mens avsetningen av Pb var lavere.

Avsetningen med nedbør av Cu, Ni og As i Svanvik for sommerhalvårene fra 1989 til 1998 og for vinterhalvårene fra 1988/89 til 1998/99 er vist i Figur 8 sammen med halvårsmiddelkonsentrasjoner av  $\text{SO}_2$ . Figuren viser at avsetningen av disse tungmetallene vanligvis er langt høyere om sommeren enn om vinteren. Dette skyldes at frekvensen av vind fra Nikel mot Svanvik er klart høyere om sommeren enn om vinteren. Avsetningen av Ni, Cu og Co vinteren 1998/99 var den største som er målt vinterstid til nå, men den var likevel i underkant av det som er vanlig sommerstid.

Utslippene av tungmetallene skjer hovedsakelig fra de tre høye skorsteinene på 150-160 m. Derimot kan høyere  $\text{SO}_2$ -konsentrasjoner i Svanvik om vinteren enn om sommeren i hovedsak skyldes utslipp fra de lave skorsteinene i Nikel som driver sakte mot Svanvik i kaldværsperioder. Fra disse kildene er det imidlertid lite utslipp av tungmetaller.

Resultatene av målinger av hovedkomponenter i nedbøren tyder på at Svanvik er mer påvirket av utslippene på russisk side. Karpbukt får imidlertid størst bidrag av sjøsaltkomponentene. Tungmetaller analyseres ikke for Karpbukt. Tidligere målinger i Karpdalen viser at tungmetallbidraget er klart størst i Svanvik, som ligger nærmest utslippet i Nikel.

Figur 8: Avsetning med nedbør av Cu, Ni og As (mg/m<sup>2</sup>) i sommerhalvårene fra 1989 til 1997 og i vinterhalvårene fra 1988/89 til 1997/98. Halvårs-middelkonsentrasjonene av SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) er også vist.



## 5. Modellberegninger av SO<sub>2</sub>

Som et bidrag til den rutinemessige overvåkingen av luftkvaliteten i grenseområdene mellom Norge og Russland er det foretatt en beregning av SO<sub>2</sub>-konsentrasjonene ut fra utslipp fra industrien og meteorologiske forhold, og resultatene er vurdert i forhold til målte konsentrasjoner. Dette skal gi en bedre mulighet for å vurdere om det skjer betydelige endringer i utslippene fra smelteverkene. Modellene baserer seg på et fast oppgitt utslipp for året 1993. Eventuelle endringer i utslippene vil avspeile seg som avvik mellom målte og beregnede konsentrasjoner i målepunktene. Det ligger naturligvis usikkerheter i modellberegningene, men disse tas det hensyn til i vurderingene.

### 5.1 Utslippsdata

Data for utslipp av svoveldioksid fra alle enkeltkildene ved smelteverket i Nikel og Zapoljarnij er mottatt fra russisk side i 1989. På ekspertmøtet i Apatity i mars 1993 mottok NILU oppdaterte data for totale årlige utslipp av SO<sub>2</sub> for perioden 1980-1992 (Ryaboshapko, 1993). Tabell 14 oppsummerer utslippene av svoveldioksid i 1989 fra høye og lave skorsteiner i Nikel og Zapoljarnij, samt skorsteinsdimensjoner og avgasstemperatur. Nye totalutslippstall for Nikel og Zapoljarnij for 1993 ble presentert av Murmansk Regional Committee for Nature Protection i 1993 (Baklanov, 1994).

Totalutslippene fra Nikel og Zapoljarnij i perioden 1980-1995 er presentert i Figur 9a. Figuren viser at utslippene fra Nikel har avtatt, mens utslippene fra Zapoljarnij har holdt seg forholdsvis konstant i perioden. Utslippstallene for 1994 og 1995 er ikke bekreftet offisielt. Etter 1995 foreligger det ingen opplysninger om utslippene. Figur 9b viser variasjonen over året for Nikel og Zapoljarnij i 1990.

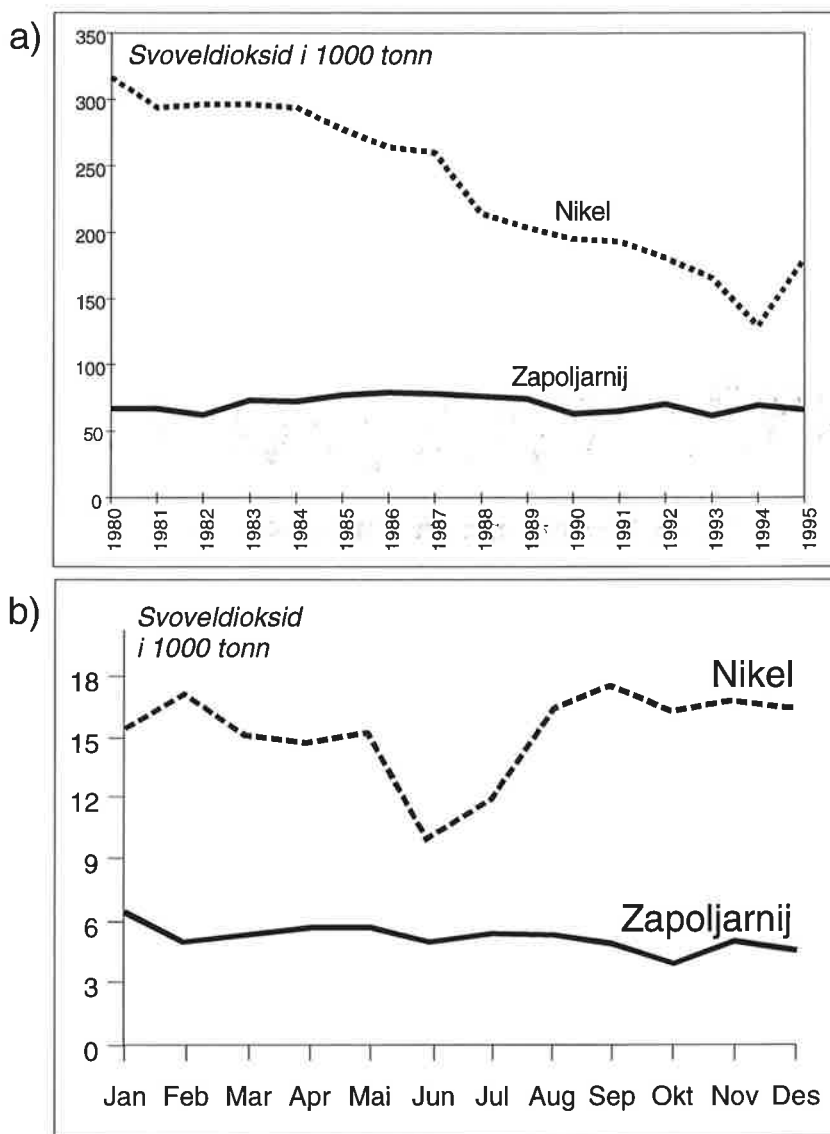
For å fremskaffe utslippsdata for perioden april 1998-mars 1999 er utslippene for de enkelte kildene (1989) i Tabell 14 skalert i forhold til totalutslippet fra 1993, som er det siste året med offisielle utslippstall. Den månedsvise fordelingen for beregningsperioden er basert på skalering i forhold til et gjennomsnitt av den månedsvise utslippsfordelingen for Nikel og Zapoljarnij for 1990 (Figur 9b).

Det er til dels store usikkerheter i utslippsdataene fra de russiske verkene. Utslippstallene for beregningsperioden er basert på estimer, og den månedsvise fordelingen gitt av Ryaboshapko i Figur 9b er basert på uoffisielle tall fra smelteverkene.

Tabell 14: *Utslipp av SO<sub>2</sub> fra industrielle kilder i Nikel og Zapoljarnij i 1989. Fra 1997 er industriutslippet i Kirkenes borte.*

Kilde nr.	Utslipp av SO <sub>2</sub> (g/s)	Skorsteins-høyde (m)	Temperatur (K)	Utslippshastighet (m/s)	Skorsteins-diameter (m)	Sted
1	364	35	292	3,0	6,5	Nikel
2	11	32	292	3,4	3,2	Nikel
3	69	30	292	6,9	1,4	Nikel
4	27	35	292	2,9	4,2	Nikel
5	71	30	292	3,6	1,8	Nikel
6	107	35	292	3,6	4,2	Nikel
7	71	35	292	2,2	11,4	Nikel
8	14	10	292	23,4	0,8	Nikel
9	27	35	292	2,3	3,0	Nikel
10	34	35	292	6,6	2,0	Nikel
11	7	30	292	7,9	1,2	Nikel
12	17	30	292	7,5	1,0	Nikel
13	5	30	292	8,9	0,6	Nikel
14	5	30	292	8,9	0,6	Nikel
15	5	40	292	1,0	3,8	Nikel
16	7	20	342	12,0	0,8	Nikel
17	7	20	292	0,4	4,0	Nikel
18	23	15	372	10,5	1,3	Nikel
19	21	15	372	10,5	1,3	Nikel
20	14	20	292	11,1	0,8	Nikel
21	11	20	292	18,7	0,9	Nikel
22	34	15	292	18,8	1,5	Nikel
23	139	10	292	1,7	1,8	Nikel
24	20	30	292	8,4	0,8	Nikel
25	243	32	292	10,6	2,6	Nikel
26	27	35	292	8,9	2,0	Nikel
27	17	30	292	9,8	1,2	Nikel
28	34	30	292	6,2	2,0	Nikel
29	30	23	292	12,1	1,7	Nikel
30	7	30	292	7,9	1,2	Nikel
31	3	30	292	11,7	0,8	Nikel
32	47	30	292	16,3	1,6	Nikel
33	1286	150	392	8,8	5,0	Nikel
34	3549	160	372	10,2	6,0	Nikel
35	1202	160	392	6,6	6,0	Nikel
36	14	40	292	13,8	0,6	Nikel
37	5	40	292	9,9	1,2	Nikel
38	7	40	292	23,1	0,8	Nikel
39	32	90	373	3,0	4,0	Nikel
40	5260	100	390	14,1	4,0	Zapoljarnij
41	171	80	453	14,2	3,1	Zapoljarnij
42	83	90	433	6,0	3,5	Zapoljarnij





Figur 9: a) Samlet årsutslipp av svoveldioksid fra Nikel og Zapoljarnij for perioden 1980-1995 (1000 tonn /år).  
b) Utslipp fordelt på måneder for Nikel og Zapoljarnij for 1990.

## 5.2 Langtidsmiddelkonsentrasjoner

NILUs gaussiske spredningsmodell CONDEP (Bøhler, 1987) er benyttet for å beregne konsentrasjonsfordelinger av  $\text{SO}_2$  midlet over måned og halvår som resultat av utslipp fra smelteverkene i grenseområdene. Modellen bruker middelutslipp for henholdsvis måned og halvår, fordelt på høye utslipp (11 kilder) og lave utslipp (31 kilder). Utslippene koples sammen med frekvensmatriser for vindretning (12 klasser), vindstyrke (4 klasser) og stabilitet (4 klasser) basert på data fra Viksjøfjell og Svanvik, for å fremskaffe konsentrasjonsfordelinger. For de høye skorsteinene er det brukt vinddata fra Viksjøfjell, for de lave skorsteinene vinddata fra Svanvik. Skillet mellom høye og lave kilder er satt til 40 m skorstein. De meteorologiske frekvensmatrisene er gjengitt i vedlegg A.

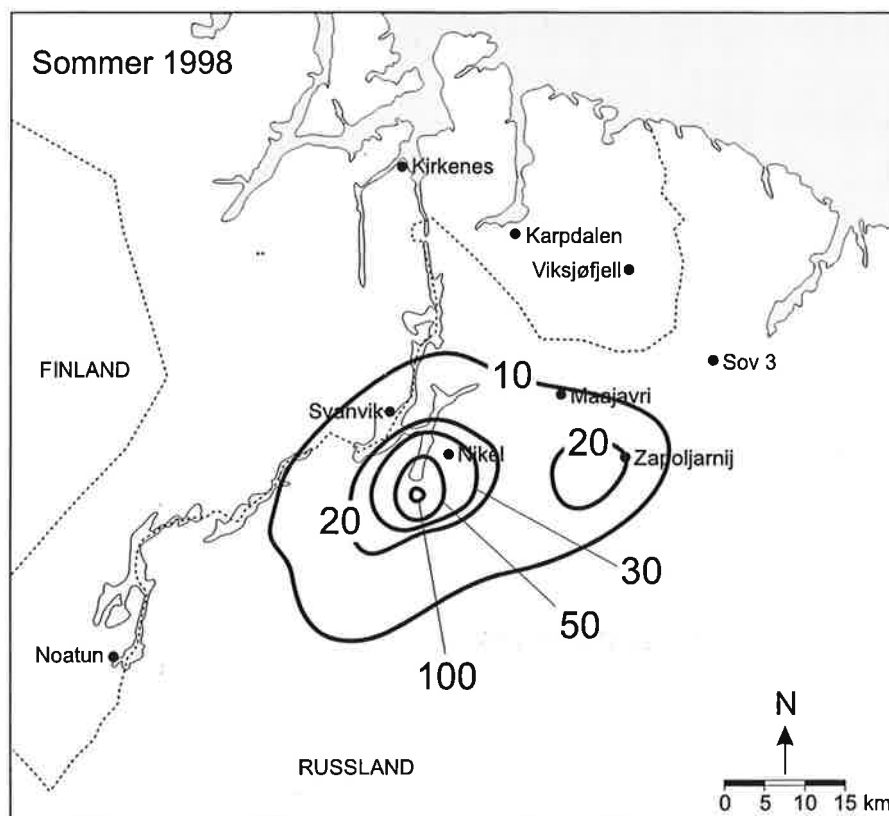
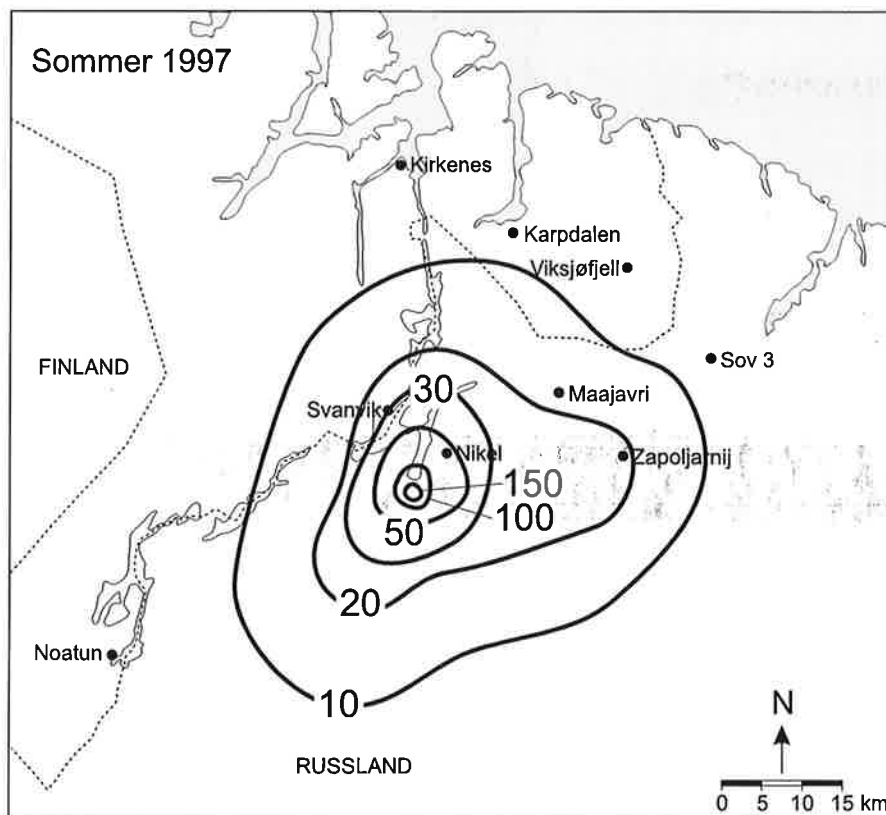
Resultatene er presentert som isolinjekart for SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner (Figur 10a og b), og som en sammenligning av beregnede og observerte konsentrasjoner (Figur 11). En slik sammenligning er nødvendig for å gi et mål på hvor gode modellberegningene er, og om de benyttede utslippstallene gir middelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i området som avviker i vesentlig grad fra målte verdier ved målestasjonene.

De beregnede langtidsmiddelkonsentrasjonene antas å gi et godt bilde av den generelle fordelingen av SO<sub>2</sub> i området, selv om det er usikkerheter knyttet til utslippsdataene og representativiteten i de meteorologiske dataene som bare er målt ved to punkter i området (Svanvik og Viksjøfjell).

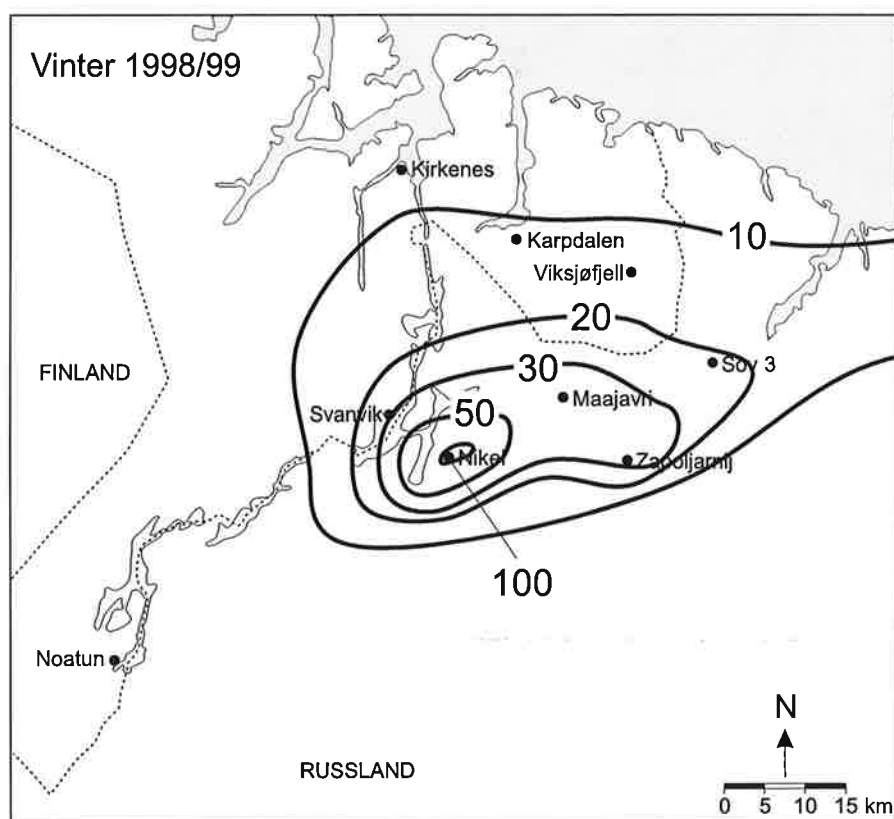
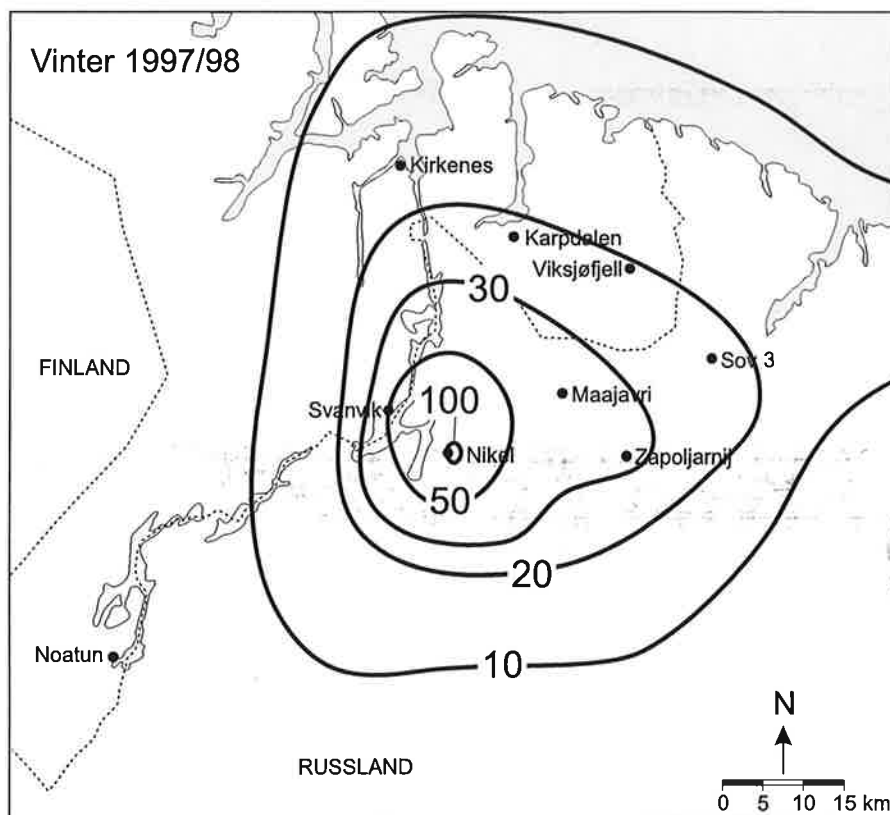
Figur 10a viser beregnede middelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> for sommerhalvåret 1998 (april-september), og tilsvarende beregninger for sommerhalvåret 1997. Konsentrasjonsfordelingen viser at de høyeste bakkekonsentrasjonene forekom på russisk side av grensen i begge periodene. Området med de høyeste konsentrasjonene ble beregnet å forekomme 5-10 km sørvest for Nikel. Halvårskonsentrasjoner over 100 µg/m<sup>3</sup> forekom i et område på ca. 40 km<sup>2</sup>. Sommeren 1997 ble de høyeste konsentrasjonene også beregnet å forekomme sørvest for Nikel. Dette gjenspeiler de meteorologiske forholdene (vindretning) i de respektive periodene. Frekvensen av vind fra nordøstlig kant var litt høyere sommeren 1998 enn sommeren 1997, som har medført at et større område var belastet med middelkonsentrasjon av SO<sub>2</sub> over 100 µg/m<sup>3</sup> sommeren 1998 enn sommeren 1997. De mest belastede områdene i Norge ble estimert å forekomme i områdene ved Svanvik. Bakkekonsentrasjonen av svoveldioksid ble her beregnet å være 10-20 µg/m<sup>3</sup>, dvs. litt lavere nivå enn sommeren 1997 (20-30 µg/m<sup>3</sup>).

Figur 10b viser beregnede middelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> for vinterhalvåret 1998/99 (oktober-mars), og tilsvarende beregninger for vinterhalvåret 1997/98. Konsentrasjonsfordelingen viser at de høyeste bakkekonsentrasjonene forekom på russisk side av grensen i begge periodene. Området med de høyeste konsentrasjonene ble for begge vinterhalvårene beregnet å forekomme nær Nikel. Halvårskonsentrasjoner over 100 µg/m<sup>3</sup> forekom i et område på vel 5 km<sup>2</sup> vinteren 1998/99. Vinteren 1997/98 ble de høyeste konsentrasjonene beregnet i overkant av 150 µg/m<sup>3</sup> og dekket ca. 1 km<sup>2</sup>. Målingene i Nikel sentrum viste også en nedgang i midlere SO<sub>2</sub>-konsentrasjon fra vinteren 1997/98 (96 µg/m<sup>3</sup>) til vinteren 1998/99 (69 µg/m<sup>3</sup>).

De mest belastede områdene i Norge vinteren 1998/99 ble estimert å forekomme i området nær den russiske grensen sør for Karpdalen og Viksjøfjell og i områdene omkring Svanvik. Bakkekonsentrasjonene av svoveldioksid i disse områdene var 20-30 µg/m<sup>3</sup>. I 1997/98 var konsentrasjonen nær Svanvik og Holmfoss beregnet til å være over 30 µg/m<sup>3</sup>. De mest belastede områdene nord for nikkilverkene på norsk side hadde da beregnede SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner på ca. 30 µg/m<sup>3</sup> (10-30 µg/m<sup>3</sup>) rett nord for den norsk-russiske grensen. Et begrenset område helt inntil grensen mot Russland, nordøst for Svanvik, hadde konsentrasjoner som i gjennomsnitt overskred 40 µg/m<sup>3</sup> vinteren 1997/98.



Figur 10a: Beregnede halvårsmiddelkonsentrasjoner av  $\text{SO}_2$  i grenseområdene for sommerhalvåret 1998 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sammenliknet med tilsvarende beregninger for sommerhalvåret 1997.



Figur 10b: Beregnede halvårsmiddelkonsentrasjoner av  $\text{SO}_2$  i grenseområdene for vinterhalvåret 1998/99 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sammenliknet med tilsvarende beregninger for vinterhalvåret 1997/98.

### 5.3 Vurdering av beregningsresultatene

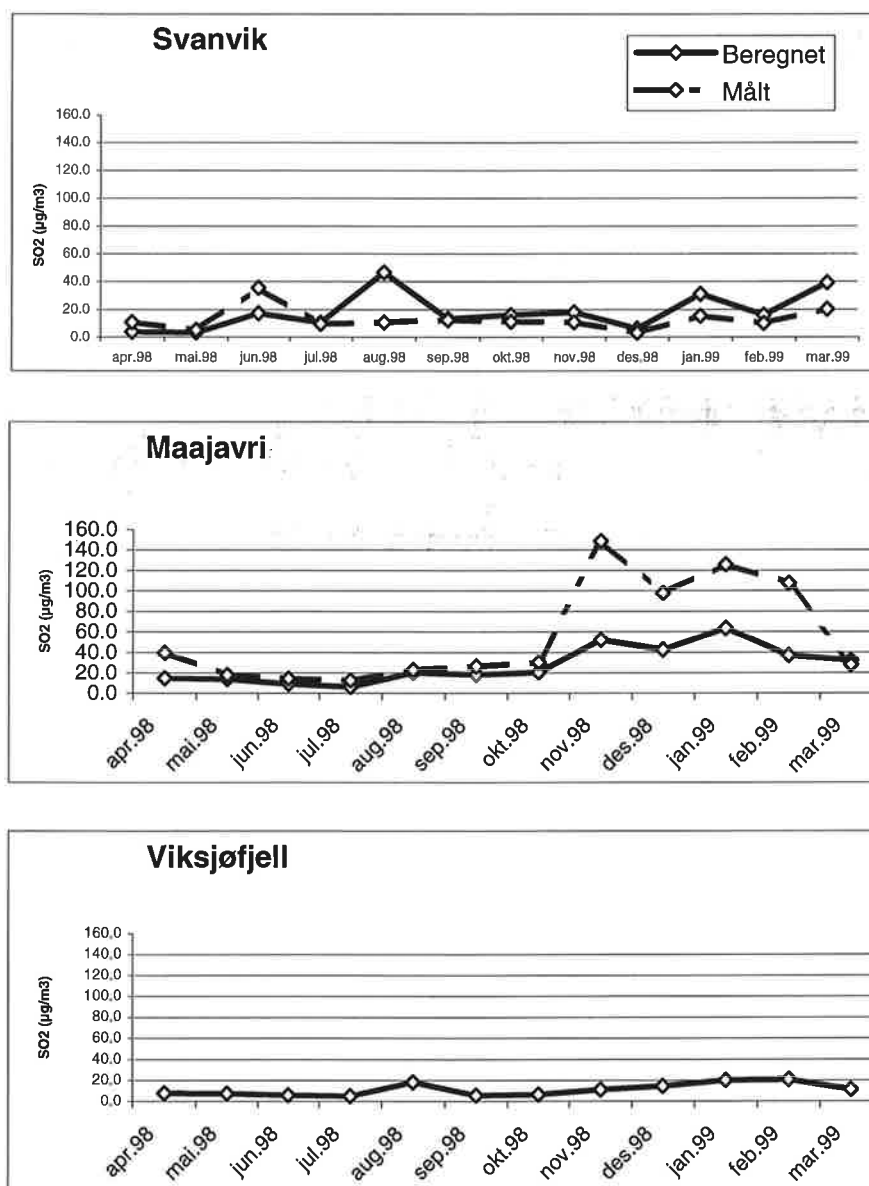
Det er også utført beregninger av månedsmiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub>. Sammenligning av målte og beregnede verdier kan gi en indikasjon på hvordan forholdet mellom de antatte utslippene og dermed de estimerte konsentrasjonene varierer i forhold til målte konsentrasjoner. En slik sammenligning kan også si noe om hvor "riktige" de estimerte utslippene fra nikkelverkene er og hvordan utslippene faktisk har endret seg fra måned til måned.

Figur 11 viser månedsvise resultater fra modellberegningene for perioden april 1998-mars 1999, samt målte konsentrasjoner på stasjonene Svanvik og Maajavri.

Det er ikke gjennomført målinger av SO<sub>2</sub> på Viksjøfjell siden sommeren 1996.

De sikreste måleresultatene er sannsynligvis i dominerende vindretning (mest belastede sektor) mot Maajavri. I månedene april-oktober 1998 og mars 1999 var det god overensstemmelse mellom beregninger og målinger. I månedene november 1998-februar 1999 var måleresultatene noe høyere enn beregningene, selv om beregningene også i disse månedene var høyere enn ellers i året. En årsak til avviket for enkelte måneder kan være at utslippene i perioder har vært høyere enn utslippstallene som er brukt i beregningene, som refererer seg til 1993.

De beregnede verdiene for Svanvik stemmer forholdsvis godt overens med de målte konsentrasjonene. Dette kan bety at utslippene fra de lave skorsteinene i Nikel som antas å være hovedkilden i Svanvik, er lite endret i forhold til 1993.



Figur 11: Målte og beregnede månedsmiddelkonsentrasjoner (april 1998-mars 1999) av svoveldioksid på de respektive stasjonene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## 6. Miljøvernssamarbeidet med Russland i grenseområdene

Arbeidsgruppen for luftforurensninger under Den blandede norsk-russiske kommisjon for samarbeid på miljøvernområdet begynte sitt arbeid i 1989. Det ble enighet mellom partene om å samordne gjennomføringen av et felles måleprogram for luftforurensninger og meteorologiske forhold langs den norsk-russiske grensa. Det ble videre opprettet en ekspertgruppe som skulle utarbeide de tekniske detaljene for måleprogrammet.

Fra norsk side besto ekspertgruppen av fire medlemmer. Disse representerer NILU (2), SFT og Fylkesmannen i Finnmark. Ekspertgruppen foreslo i 1989 å starte målinger av konsentrasjoner av  $\text{SO}_2$  og tungmetaller (Ni, Cu, Co, Cr og As) på tre steder på hver side av grensa med samme type måleutstyr. Måleutstyret stilles til disposisjon fra norsk side i den perioden samarbeidet pågår. Måle-

programmet omfatter også nedbørkvalitet. SO<sub>2</sub>-instrumentene er kontinuerlig registrerende og har utstyr for lagring av data. Fra flere av stasjonene overføres dataene på telenettet daglig.

Programmet i det norsk-russiske grenseområdet omfatter også anvendelse av forskjellige typer modeller for beregning av lokal spredning av forurensninger over avstander på inntil 100 km fra utslippskildene. På russisk side legges det særlig vekt på numeriske, tredimensjonale modeller. På norsk side arbeides det særlig med gaussiske modeller for nærbelastning og mesoskala-puff-trajektorie-modeller for belastning på større avstander. Begge parter stiller til rådighet data som brukes i modellberegningene, først og fremst utslippsdata og meteorologiske data. Utslippsdata gis både for enkeltkilder og diffuse kilder.

Ekspertgruppen arrangerte et internasjonalt seminar i juni 1993 i Svanvik om luftforurensningsproblemer i nordområdene i Norge, Sverige, Finland og på Kola-halvøya.

Ved ekspertgruppens møte i Kirkenes i oktober 1994 ble det foreslått noe redusert måleaktivitet på norsk side i 1995 og 1996. Døgnprøvetaking av SO<sub>2</sub> i Karpdalen, Holmfoss og Svanvik, samt døgnprøvetaking av svevestøv i Svanvik ble foreslått avsluttet. I tillegg ble det foreslått å avvente ytterligere snøprøvetaking på norsk side til etter ombygging av smelteverket i Nikel. På russisk side ble det foreslått å flytte svevestøvprøvetakeren fra Maajavri til Nikel. Nedbørprøvetaking på ukebasis ble foreslått gjenopptatt på Maajavri.

Den norsk-russiske miljøvernkommissjonen vedtok i sitt møte i Oslo i desember 1994 ekspertgruppens forslag til arbeidsprogram for 1995 og 1996. Imidlertid ble måleprogrammet i Norge likevel ytterligere redusert i 1996. Døgnprøvetaking av SO<sub>2</sub> i Kirkenes ble avsluttet 1.5.1996, mens kontinuerlig registrerende målinger av SO<sub>2</sub> på Viksjøfjell ble avsluttet 1.8.1996. Svevestøvprøvetaking på Viksjøfjell og i Nikel ble avsluttet 1.5.1996. Tungmetallanalyser i nedbøren i Karpdalen ble avsluttet 1.1.1996.

Målestasjonen i Nikel ble knyttet til telenettet i august 1995. Telelinje til Maajavri ble bestilt i januar 1996 fra Kola Telekom, men er ennå ikke opprettet.

## **7. Referanser og annen relevant litteratur**

Anda, O. og Henriksen, J.F. (1988) Overvåking av korrosjon 1981-1986.

Lillestrøm (NILU OR 32/88).

Baklanov, A. (1994) Monitoring and modelling of SO<sub>2</sub> and heavy metals in the atmosphere of the Kola peninsula in accordance with Russian-Norwegian programme on co-operation. Apatity. Russian Academy of Sciences. Kola Science Centre. Institute of Northern Ecological Problems.

Baklanov, A. and Rodyushkina, I.A. (1996) Investigation of local transport of pollutants in the atmosphere of the Kola Subarctic (in Russian). Russian Academy of Sciences. Kola Science Centre. Institute of Northern Ecological Problems.

- Bekkestad, T. og Berg, T. (1996) Tungmetallforurensning i grenseområdet Norge-Russland. Kjeller (NILU OR 70/96).
- Bekkestad, T., Johnsrud, M. og Walker, S.-E. (1996) Spredningsberegninger av SO<sub>2</sub> i Sør-Varanger 1. mai-25. oktober 1994. Kjeller (NILU OR 35/96).
- Bekkestad, T., Knudsen, S., Johnsrud, M. og Larsen, M. (1994) Modellberegninger av SO<sub>2</sub> og metallavsetning i grenseområdene Norge-Russland. Kjeller (NILU OR 66/94).
- Berg, T. C. (1998) Overvåking av radioaktivitet i Norge. Årsrapport 1997. Kjeller (NILU OR 57/98).
- Bruteig, I.E. (1984) Epifyttisk lav som indikator på luftforureining i Aust-Finnmark. Hovedfagsoppgåve, Universitetet i Trondheim.
- Bøhler, T. (1987) User's guide for the Gaussian type dispersion models CONCX and CONDEP. Lillestrøm (NILU TR 8/87)
- Hagen, L.O. (1994) Rutineovervåking av luftforurensning. April 1993-mars 1994. Kjeller (NILU OR 46/94).
- Hagen, L.O., Aarnes, M.J., Henriksen, J.F. og Sivertsen, B. (1991) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1991. Framdriftsrapport nr. 5 pr. 1.9.1991. Lillestrøm (NILU OR 67/91).
- Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Aarnes, M.J. og Sivertsen, B. (1990) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 3 pr. 1.9.1990. Lillestrøm (NILU OR 79/90).
- Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Aarnes, M.J. og Sivertsen, B. (1991) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1991. Framdriftsrapport nr. 4 pr. 1.3.1991. Lillestrøm (NILU OR 32/91).
- Hagen, L.O., Henriksen, J.F. og Johnsrud, M. (1989) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 1 pr. 1.7.1989. Lillestrøm (NILU OR 46/89).
- Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Johnsrud, M. og Sivertsen, B. (1990) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 2 pr. 1.3.1990. Lillestrøm (NILU OR 17/90).
- Hagen, L.O. og Sivertsen, B. (1992a) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April-september 1991. Lillestrøm (NILU OR 25/92).
- Hagen, L.O. og Sivertsen, B. (1992b) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1991-mars 1992. Lillestrøm (NILU OR 82/92).



- Hagen, L.O., Sivertsen, B. og Aarnes, M.J. (1993a) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April-september 1992. Lillestrøm (NILU OR 21/93).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B. og Aarnes, M.J. (1993b) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1992-mars 1993. Lillestrøm (NILU OR 55/93).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B. og Aarnes, M.J. (1994) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April-september 1993. Lillestrøm (NILU OR 19/94).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B. og Johnsrud, M. (1995a) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1993-mars 1994. Kjeller (NILU OR 1/95).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B. og Johnsrud, M. (1995b) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April-september 1994. Kjeller (NILU OR 36/95).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B. og Johnsrud, M. (1996) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Tungmetaller i luft 1990-1995. Kjeller (NILU OR 28/96).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B., Johnsrud, M. og Bekkestad, T. (1996a) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1994-mars 1995. Kjeller (NILU OR 1/96).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B., Johnsrud, M. og Bekkestad, T. (1996b) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April-september 1995. Kjeller (NILU OR 40/96).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B., Johnsrud, M. og Bekkestad, T. (1996c) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1995-mars 1996. Kjeller (NILU OR 68/96).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B., Arnesen, K. og Bekkestad, T. (1997a) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April-september 1996. Kjeller (NILU OR 32/97).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B., Arnesen, K. og Innset, B. (1997b) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1996-mars 1997. Kjeller (NILU OR 58/97).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B., Arnesen, K. og Innset, B. (1998) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April 1997-mars 1998. Kjeller (NILU OR 70/98).
- Henriksen, J.F., Mikhailov, A.A. and Mikhailovski, Y.N. (1992) Atmospheric corrosion tests along the Norwegian-Russian border. Lillestrøm (NILU OR 54/92).

- Henriksen, J.F. and Mikhailov, A.A. (1997) Atmospheric corrosion tests along the Norwegian-Russian border. Part II. Kjeller (NILU OR 37/97).
- Norton, S.A., Henriksen, A., Appelby, P.G., Ludwig, L.L., Vereault, D.V. and Traaen, T.S. (1992) Trace metal pollution in Eastern Finnmark, Norway, as evidenced by studies of lake sediments. Oslo, NIVA (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 487/92).
- Rambæk, J.P. og Steinnes, E. (1980) Kartlegging av tungmetallnedfall i Norge ved analyse av mose. Kjeller (Institutt for atomenergi. Work report A7).
- Rognerud, S. (1990) Sedimentundersøkelser i Pasvikelva høsten 1989. Oslo (NIVA-rapport O-89187) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 401/90).
- Rühling, Å., Brumelis, G., Goltsova, N., Kvietkus, K., Kubin, E., Liiv, S., Magnússon, S., Mäkinen, A., Pilegaard, K., Rasmussen, L., Sander, E., and Steinnes, E. (1992) Atmospheric heavy metal deposition in Northern Europe 1990. København, Nordisk Ministerråd (NORD 1992:12).
- Rühling, Å., Rasmussen, L., Pilegaard, K., Mäkinen, A., and Steinnes, E. (1987) Survey of atmospheric heavy metal deposition in the Nordic countries in 1985 - monitored by moss analyses. København, Nordisk Ministerråd (NORD 1987:21).
- Ryaboshapko (1993) Personlig kommunikasjon ved ekspertgruppemøte i Apatity i mars 1993. Ikke publisert.
- Schjoldager, J. (1979) Innhold av elementer i moltebær, mose og lav, Finnmark 1978. Lillestrøm (NILU OR 39/79).
- Schjoldager, J., Semb, A., Hanssen, J.E., Bruteig, I.E. og Rambæk, J.P. (1983) Innhold av elementer i mose og lav, Øst-Finnmark 1981. Lillestrøm (NILU OR 55/83).
- Sivertsen, B. (1995) Episodic impact of air pollution in Norway from nickel smelters emissions in Russia. Presented at the 10th World Clean Air Congress, 28 May-2 June 1995, Espoo, Finland. Kjeller (NILU F 9/95).
- Sivertsen, B. (1996) Air quality in the Barents region - Local and regional scale air pollution problems. Presented at the 3rd International Barents Symposium, 12-15 September 1996, Kirkenes, Norway. Kjeller (NILU F 17/96).
- Sivertsen, B., ed. (1994) Air pollution problems in the Northern region of Fennoscandia included Kola. Proceedings from the seminar at Svanvik, Norway, 1-3 June 1993. Kjeller (NILU TR 14/94).
- Sivertsen, B., Baklanov, A., Hagen, L.O. and Makarova, T. (1994) Air Pollution in the border areas of Norway and Russia. Summary Report 1991-1993. Kjeller (NILU OR 56/94).

- Sivertsen, B. og Hagen, L.O. (1992) Critical level used to estimate emission requirements. Air pollution in the border area of Norway and Russia. Presented at the 9th World Clean Air Congress and Exhibition. Montreal, Canada, August 30- September 4, 1992. Lillestrøm (NILU F 4/92).
- Sivertsen, B., Hagen, L.O., Hellevik, O. og Henriksen, J.F. (1991) Luftforurensninger i grenseområdene Norge/Sovjetunionen januar 1990-mars 1991. Lillestrøm (NILU OR 69/91).
- Sivertsen, B., Makarova, T., Hagen, L.O. and Baklanov, A.A. (1992) Air pollution in the border areas of Norway and Russia. Summary report 1990-1991. Lillestrøm (NILU OR 8/92).
- Sivertsen, B., Pedersen, U. og Schjoldager, J. (1993) Avsetning av svovelforbindelser på Nordkalotten. Lillestrøm (NILU OR 5/93). (Nordkalottkomiténs publikasjonsserie. Rapport 29).
- Sivertsen, B. og Schjoldager, J. (1991) Luftforurensninger i Finnmark fylke. Lillestrøm (NILU OR 75/91).
- Sivertsen, T. (1991) Opptak av tungmetaller i dyr i Sør-Varanger. Trondheim, Direktoratet for naturforvaltning. (Naturens tålegrenser. Fagrapport 22. DN-notat 1991-15).
- Statens forurensningstilsyn (1982) Luftforurensning. Virkninger på helse og miljø. Oslo (SFT-rapport 38).
- Statens forurensningstilsyn (1987) 1000 sjøers undersøkelsen 1986. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 282/87).
- Statens forurensningstilsyn (1992) Virkninger av luftforurensning på helse og miljø. Anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo (SFT-rapport 92:16).
- Tørseth, K. og Manø, S. (1997) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 1996. Kjeller (NILU OR 33/97) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 703/97).
- Traaen, T.S. et al. (1990) Forsuring og tungmetallforurensning i små vassdrag i Sør-Varanger. Undersøkelser i 1989. Oslo (NIVA-rapport O-89076) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 402/90).
- Traaen, T.S. (1991) Forsuring og tungmetallforurensning i Sør-Varanger. Fremdriftsrapport for 1990. Oslo, NIVA (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 481/92).
- Traaen, T.S. et al. (1993) Forsuring og tungmetallforurensning i grenseområdene Norge/Russland. Vannkjemiske undersøkelser 1986-1992. Oslo (NIVA-rapport O-89187) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 511/93).
- Tømmervik, H., Johansen, B. og Eira, A.N. (1989) Kartlegging av forurensningsskader på lavbeitene i østre Sør-Varanger reinbeitedistrikt ved hjelp av satelittbilder. Tromsø (FORUT Rapport R 0037).

World Health Organization (1987) Air quality guidelines for Europe. Copenhagen (WHO regional publications. European series; 23).

Wright, R.F. and Traaen, T.S. (1992) Dalelva, Finnmark, northernmost Norway: prediction of future acidification using the MAGIC model. Oslo, NIVA (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 486/92).

Handwritten text, possibly bleed-through from the reverse side of the page. The text is illegible due to fading and blurring.

## **Vedlegg A**

### **Månedlige frekvensmatriser for vindretning, vindstyrke og stabilitet fra Viksjøfjell og Svanvik, april 1998-mars 1999**



Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.04.98 - 30.04.98  
 Enhet : Prosent

## FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.3	0.5	0.2	0.5	0.5	0.9	0.3	0.0	0.2	0.9	0.2	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	6.6
60	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	1.4
90	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.8	0.0	2.6
120	0.2	0.3	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0	0.6	2.0	0.5	0.0	4.1
150	0.9	0.8	0.0	0.0	0.3	0.9	0.3	0.2	0.0	0.9	0.2	0.0	0.2	1.4	0.6	0.5	6.9
180	0.0	1.4	0.8	0.0	0.2	2.1	1.1	0.2	0.0	1.7	0.6	0.3	0.0	2.0	1.1	0.9	12.0
210	0.0	0.5	0.8	0.0	0.0	2.0	2.0	0.3	0.0	0.6	1.5	0.0	0.0	0.3	0.2	0.8	8.7
240	0.0	0.0	1.2	0.3	0.0	3.2	2.6	0.5	0.0	0.9	0.8	1.5	0.0	1.5	2.0	0.3	14.6
270	0.2	0.0	0.3	0.2	0.0	3.2	2.7	0.6	0.3	1.5	2.3	2.1	0.0	4.7	2.4	0.2	20.5
300	0.0	0.3	0.3	0.2	0.0	0.2	0.3	0.2	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	3.8	0.5	0.0	6.5
330	0.0	0.3	0.6	0.6	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	4.4
360	0.2	1.2	0.3	0.0	0.0	0.3	0.6	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	8.1	0.6	0.0	11.6
Stille	0.0	0.2	0.0	0.0													0.2
Total	1.7	5.9	4.5	1.7	1.1	13.6	10.2	1.8	0.8	7.4	6.0	3.9	0.8	29.8	8.4	2.6	100.0
Forekomst		13.7 %				26.7 %				18.1 %				41.6 %			
Vindstyrke		1.5 m/s				2.9 m/s				5.0 m/s				9.2 m/s			

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	4.2 %	56.6 %	29.2 %	9.9 %	100.0 %

Antall obs. : 664  
 Manglende obs.: 56

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.04.98 - 30.04.98  
 Enhet : Prosent

## FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	1.8	0.3	0.6	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0
60	0.0	1.2	0.4	0.4	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5
90	0.0	0.7	0.3	0.1	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2
120	0.0	0.6	0.1	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
150	1.0	3.6	0.4	0.9	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4
180	1.2	4.5	1.0	1.3	0.0	4.5	0.3	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5
210	0.7	3.6	0.9	0.7	0.1	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9
240	0.6	1.0	0.4	1.3	0.4	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1
270	0.1	0.1	0.3	0.9	0.9	2.2	0.4	0.1	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0
300	0.0	0.3	0.9	0.1	0.0	5.2	0.4	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5
330	0.0	1.5	0.4	0.3	0.1	4.2	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3
360	0.0	1.9	0.3	0.4	0.1	1.6	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5
Stille	0.3	4.9	3.6	11.8													20.6
Total	4.0	25.9	9.6	19.1	1.8	32.6	1.2	0.1	0.0	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
Forekomst		58.6 %				35.7 %				5.7 %				0.0 %			
Vindstyrke		0.8 m/s				3.1 m/s				4.7 m/s				0.0 m/s			

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	5.8 %	64.1 %	10.8 %	19.3 %	100.0 %

Antall obs. : 669  
 Manglende obs.: 51



Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.05.98 - 31.05.98  
 Enhet : Prosent

## FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	1.3	0.1	0.0	1.1	4.2	0.4	0.0	0.6	9.8	0.0	0.0	17.9
60	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	6.8	0.0	0.0	7.4
90	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	3.5
120	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	1.3	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	2.5
150	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.1	0.3	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	1.5
180	0.0	0.1	0.1	0.0	0.4	0.7	0.6	0.0	0.3	0.1	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.7	3.6
210	0.3	0.3	0.1	0.0	0.1	1.4	1.0	0.3	0.3	0.6	1.1	0.6	0.0	1.4	1.7	1.4	10.5
240	0.0	0.6	0.3	0.0	0.0	3.5	1.5	0.0	0.0	1.3	1.8	0.4	0.0	1.4	3.5	0.6	14.8
270	0.0	1.5	0.0	0.1	0.0	1.3	0.3	0.0	0.0	2.2	1.1	0.0	0.0	7.4	2.7	0.0	16.6
300	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.1	2.2	0.0	0.0	0.1	3.6	0.0	0.0	10.2
330	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	7.8
360	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	3.6
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0													0.0
Total	0.3	4.7	1.4	0.3	1.3	17.2	3.8	0.3	1.8	15.8	5.0	1.4	0.7	35.5	8.0	2.7	100.0

Forekomst 6.7 %  
 Vindstyrke 1.6 m/s

22.5 %  
 3.1 m/s

24.0 %  
 5.0 m/s

46.8 %  
 8.6 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	4.1 %	73.2 %	18.2 %	4.6 %	100.0 %

Antall obs. : 716  
 Manglende obs.: 28

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.05.98 - 31.05.98  
 Enhet : Prosent

## FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.1	5.1	0.7	0.5	0.8	7.0	0.0	0.0	0.4	4.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	19.0
60	0.1	2.1	0.4	0.4	0.7	5.1	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0
90	0.0	0.5	0.1	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5
120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
150	0.3	3.2	0.7	0.8	0.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2
180	0.8	5.4	1.5	0.1	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5
210	1.1	4.4	1.5	0.3	0.1	1.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1
240	0.7	1.2	1.0	0.5	0.5	1.1	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9
270	0.4	0.8	0.5	0.0	1.8	2.9	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	8.5
300	0.0	2.9	0.1	0.3	1.4	5.2	0.4	0.0	1.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	13.2
330	0.0	2.2	0.1	0.0	0.4	1.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8
360	0.3	2.1	0.1	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6
Stille	0.0	1.5	2.2	4.0													7.7
Total	3.8	31.3	9.1	7.0	6.2	27.9	0.5	0.0	3.7	9.6	0.0	0.0	0.3	0.5	0.0	0.0	100.0

Forekomst 51.2 %  
 Vindstyrke 1.1 m/s

34.6 %  
 3.1 m/s

13.3 %  
 4.7 m/s

0.8 %  
 6.2 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	14.0 %	69.4 %	9.6 %	7.0 %	100.0 %

Antall obs. : 728  
 Manglende obs.: 16

Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.06.98 - 30.06.98  
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	1.4	0.0	0.0	0.6	1.7	0.0	0.0	0.4	2.8	0.0	0.0	0.3	1.2	0.0	0.0	8.3
60	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	1.0	0.0	0.0	2.8	6.1	0.0	0.0	1.7	6.4	0.0	0.0	20.1
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.9	0.1	0.0	6.4	5.6	0.4	0.0	3.6	6.5	0.8	0.0	26.8
120	0.1	0.3	0.0	0.0	0.3	2.2	0.0	0.0	1.5	3.9	1.0	0.1	0.1	1.2	0.0	0.0	10.8
150	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
180	0.3	0.3	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	1.5	0.6	0.1	0.3	0.1	0.0	4.3
210	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4	1.8	0.3	0.3	0.0	0.6	0.6	0.1	0.0	0.6	1.0	0.0	6.0
240	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1	1.1	0.4	0.3	0.0	1.1	0.4	0.0	0.0	0.3	1.0	0.0	5.1
270	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	2.8	1.5	0.0	5.8
300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.8	0.1	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	4.0
330	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0
360	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	3.3
Stille	0.0	0.1	0.0	0.0													0.1
Total	0.4	4.0	0.0	0.0	4.2	16.0	1.1	0.8	11.4	24.2	4.3	0.8	5.8	22.5	4.4	0.0	100.0
Forekomst Vindstyrke		4.4 % 1.5 m/s				22.1 % 3.3 m/s				40.7 % 5.0 m/s				32.8 % 8.1 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	21.8 %	66.7 %	9.9 %	1.7 %	100.0 %

Antall obs. : 720  
 Manglende obs.: 0

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.06.98 - 30.06.98  
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	1.1	5.7	0.7	0.7	0.3	5.4	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2
60	1.2	4.7	0.4	0.1	2.6	22.9	1.1	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.9
90	0.7	1.7	0.1	0.0	2.9	7.6	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.8
120	0.7	0.4	0.3	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
150	1.0	1.2	0.6	0.1	1.1	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7
180	0.7	1.5	0.6	0.0	1.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4
210	0.8	1.9	0.3	0.1	0.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4
240	0.1	0.1	0.0	0.0	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
270	0.4	0.3	0.0	0.4	0.4	0.8	0.3	0.0	1.1	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3
300	0.4	0.8	0.1	0.3	0.3	1.2	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8
330	0.4	1.5	0.0	0.1	0.1	1.7	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2
360	0.3	2.1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6
Stille	0.1	0.4	0.4	1.2													2.2
Total	8.1	22.5	3.5	3.5	11.0	43.3	1.4	0.0	1.4	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
Forekomst Vindstyrke		37.5 % 1.3 m/s				55.7 % 2.9 m/s				6.8 % 4.7 m/s				0.0 % 0.0 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	20.4 %	71.2 %	4.9 %	3.5 %	100.0 %

Antall obs. : 720  
 Manglende obs.: 0

Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.07.98 - 31.07.98  
 Enhhet : Prosent

## FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	2.4	0.0	0.0	1.9	5.2	0.5	0.0	5.0	4.6	0.0	0.0	2.0	4.3	0.0	0.0	25.9
60	0.0	1.2	0.5	0.0	1.2	4.6	0.1	0.0	1.5	4.7	1.5	0.0	2.3	4.3	0.4	0.0	22.3
90	0.0	0.8	0.1	0.0	0.1	2.6	0.7	0.0	4.8	4.3	1.1	0.0	2.7	3.2	0.8	0.0	21.2
120	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	1.5	0.8	0.1	0.8	1.9	0.4	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	6.3
150	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.3	0.4	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
180	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.3	0.5	0.0	0.1	0.4	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	1.9
210	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.8	0.5	0.3	0.1	0.5	0.5	0.1	0.5	0.5	0.8	0.1	5.4
240	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.5	0.3	0.0	0.7	0.4	0.0	0.0	0.5	0.1	0.0	0.0	3.0
270	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
330	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
360	0.1	0.5	0.0	0.0	1.2	2.2	0.0	0.0	0.7	2.3	0.0	0.0	0.1	4.0	0.0	0.0	11.2
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0													0.0
Total	0.4	5.5	0.9	0.0	5.6	18.3	3.5	1.3	13.6	19.0	4.2	0.3	8.7	16.5	2.0	0.1	100.0
Forekomst Vindstyrke		6.9 % 1.5 m/s				28.8 % 3.1 m/s				37.0 % 5.0 m/s				27.4 % 7.5 m/s			

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	28.4 %	59.3 %	10.6 %	1.7 %	100.0 %

Antall obs. : 744  
 Manglende obs.: 0

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.07.98 - 31.07.98  
 Enhhet : Prosent

## FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.9	11.0	1.2	0.7	2.7	19.8	0.7	0.0	0.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.0
60	1.2	4.3	0.4	0.3	1.5	15.5	1.1	0.0	0.7	1.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.5
90	0.3	1.5	0.0	0.1	0.5	2.0	0.0	0.0	0.1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4
120	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
150	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
180	0.4	0.5	0.1	0.5	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
210	0.7	0.5	0.3	0.1	0.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6
240	0.8	0.3	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
270	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
300	0.7	1.3	0.1	0.0	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
330	0.1	1.5	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
360	0.4	5.8	0.7	0.1	0.7	3.9	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0
Stille	0.0	1.2	0.4	2.8													4.4
Total	7.1	28.6	3.2	5.0	6.7	42.9	1.9	0.0	1.2	3.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
Forekomst Vindstyrke		44.0 % 1.2 m/s				51.5 % 2.8 m/s				4.6 % 4.5 m/s				0.0 % 0.0 m/s			

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	15.1 %	74.7 %	5.2 %	5.0 %	100.0 %

Antall obs. : 744  
 Manglende obs.: 0

Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.08.98 - 31.08.98  
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	1.2	0.3	0.0	0.4	2.2	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	5.2
60	0.0	0.4	0.1	0.0	0.1	1.7	0.4	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3	5.9	0.0	0.0	9.2
90	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.7	0.0	0.0	1.8	1.9	0.1	0.0	0.1	5.4	0.0	0.0	12.0
120	0.1	0.6	0.1	0.0	2.9	4.1	3.6	0.1	2.1	6.1	1.7	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	22.2
150	0.1	0.1	0.0	0.4	2.1	1.5	1.8	0.8	1.7	1.1	1.9	0.4	1.1	1.5	0.8	0.0	15.4
180	0.7	0.4	0.1	0.1	1.1	0.3	0.1	0.7	1.2	1.0	1.7	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	7.9
210	0.1	0.1	0.3	0.0	0.1	0.7	0.6	0.0	0.7	0.1	1.4	0.0	0.8	0.8	0.0	0.0	5.8
240	0.0	0.6	0.3	0.0	0.0	0.3	0.7	0.3	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	2.9
270	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	1.0	0.3	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	4.0
330	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.3	0.0	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	6.2
360	0.0	0.7	0.0	0.0	0.3	3.6	0.0	0.0	0.4	2.9	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	8.1
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0													0.0
Total	1.1	4.6	1.2	0.6	8.0	17.9	7.4	2.1	7.9	19.6	7.4	0.4	2.3	18.5	1.0	0.0	100.0
Forekomst Vindstyrke		7.4 % 1.4 m/s			35.4 % 3.1 m/s				35.3 % 4.9 m/s				21.8 % 7.6 m/s				

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	19.3 %	60.6 %	17.1 %	3.0 %	100.0 %

Antall obs. : 725  
 Manglende obs.: 19

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.08.98 - 31.08.98  
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	4.7	0.3	1.2	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9
60	1.1	3.0	1.3	1.8	0.0	7.3	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	15.9
90	0.5	2.7	0.4	1.3	0.7	3.9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7
120	1.2	2.2	1.1	0.4	0.1	0.7	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1
150	0.7	2.7	1.6	0.9	0.5	2.4	0.4	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5
180	1.6	3.2	0.7	0.3	1.2	2.8	0.3	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5
210	2.6	0.5	0.0	0.1	0.3	1.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1
240	0.3	0.1	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
270	0.3	0.5	0.1	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
300	0.4	3.4	0.5	0.9	0.4	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0
330	0.0	2.6	0.5	0.5	0.3	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1
360	0.0	3.1	0.3	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9
Stille	0.3	1.6	2.4	8.5													12.8
Total	8.9	30.4	9.3	17.1	3.5	26.3	1.2	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	100.0
Forekomst Vindstyrke		65.7 % 1.0 m/s			31.0 % 2.8 m/s				3.1 % 4.7 m/s				0.1 % 7.1 m/s				

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	12.4 %	59.9 %	10.5 %	17.1 %	100.0 %

Antall obs. : 741  
 Manglende obs.: 3

Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.09.98 - 30.09.98  
 Enhet : Prosent

## FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	3.6
60	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	1.0	0.3	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	6.0	0.1	0.0	8.6
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.8	0.1	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	9.6	0.4	0.0	13.6
120	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	1.1	0.1	0.0	0.0	4.3	0.6	0.0	7.0
150	0.0	0.4	0.1	0.1	0.4	0.7	1.0	0.1	0.1	0.8	1.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	5.4
180	0.1	0.1	0.3	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.3	1.1	0.3	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	3.8
210	0.0	0.7	0.0	0.6	0.0	0.6	0.3	0.1	0.0	0.3	0.4	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	6.3
240	0.0	0.6	0.6	0.8	0.0	0.7	0.6	1.0	0.0	1.0	0.7	0.1	0.0	7.0	0.7	0.0	13.6
270	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	1.4	0.6	0.1	0.0	4.5	0.7	0.0	0.0	5.6	1.1	0.0	14.3
300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.3	0.0	0.0	2.4	0.1	0.0	0.0	7.2	0.1	0.0	12.1
330	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.1	0.0	0.0	3.2	0.3	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	6.1
360	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.4	0.1	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	5.1
Stille	0.0	0.0	0.1	0.3													0.4
Total	0.1	2.8	1.7	1.9	0.4	9.7	4.2	1.5	0.4	19.9	3.9	0.1	0.0	50.2	3.1	0.0	100.0
Forekomst		6.5 %				15.9 %				24.3 %				53.3 %			
Vindstyrke		1.5 m/s				3.1 m/s				5.2 m/s				9.0 m/s			

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	1.0 %	82.6 %	12.8 %	3.6 %	100.0 %

Antall obs. : 719  
 Manglende obs.: 1

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.09.98 - 30.09.98  
 Enhet : Prosent

## FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	2.9	0.3	1.4	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3
60	0.3	2.2	0.8	1.0	0.0	5.8	0.1	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3
90	0.3	3.8	0.3	0.6	0.1	3.9	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7
120	0.3	0.8	0.1	0.1	0.3	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2
150	0.4	0.8	0.0	0.1	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6
180	0.7	3.3	0.0	0.4	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6
210	0.4	3.3	0.3	0.0	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4
240	0.1	3.6	0.6	0.3	0.4	1.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4
270	0.1	2.5	1.5	0.3	0.0	2.2	0.1	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	10.0
300	0.0	2.4	2.1	1.2	0.0	2.4	0.1	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	10.3
330	0.1	1.8	0.8	0.3	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9
360	0.0	0.7	0.0	0.3	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3
Stille	0.1	1.7	1.4	4.7													7.9
Total	2.9	29.9	8.2	10.7	0.8	35.3	0.4	0.0	0.0	10.8	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	100.0
Forekomst		51.7 %				36.5 %				10.8 %				1.0 %			
Vindstyrke		1.1 m/s				2.9 m/s				4.6 m/s				6.6 m/s			

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	3.8 %	76.9 %	8.6 %	10.7 %	100.0 %

Antall obs. : 720  
 Manglende obs.: 0

Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.10.98 - 31.10.98  
 Enhet : Prosent

## FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
30	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
60	0.0	0.0	0.4	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	5.7	0.0	0.0	0.0	7.2
90	0.0	0.1	0.7	0.1	0.0	0.3	0.8	0.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	13.0	0.1	0.0	0.0	16.1
120	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.3	0.7	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	8.7	0.6	0.0	0.0	13.0
150	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.0	0.1	0.1	3.4	0.6	0.3	0.1	3.4	1.2	0.0	0.0	11.0
180	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	1.0	0.6	0.8	0.0	1.5	1.2	0.7	0.0	1.2	0.3	0.0	0.0	7.6
210	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.3	0.7	0.8	0.0	0.1	0.4	0.3	0.0	0.7	0.6	0.0	0.0	4.1
240	0.0	0.0	1.8	0.6	0.0	1.1	1.8	0.1	0.0	1.5	0.7	0.0	0.0	4.4	5.5	0.0	0.0	17.5
270	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.9	0.8	0.0	0.0	0.8	0.8	0.0	0.0	6.9	3.6	0.0	0.0	15.2
300	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	5.2
330	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	1.5
360	0.0	0.3	0.4	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0														0.0
Total	0.0	1.0	4.0	1.2	0.0	6.9	6.3	2.6	0.1	10.9	3.7	1.2	0.3	49.8	11.9	0.0	0.0	100.0
Forekomst		6.2 %				15.9 %				16.0 %				61.9 %				
Vindstyrke		1.6 m/s				3.2 m/s				5.0 m/s				9.7 m/s				

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.4 %	68.6 %	25.9 %	5.1 %	100.0 %

Antall obs. : 725  
 Manglende obs.: 19

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.10.98 - 31.10.98  
 Enhet : Prosent

## FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
30	0.0	4.0	0.9	0.5	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1
60	0.0	2.4	0.5	0.0	0.0	7.8	0.0	0.1	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0	1.6	0.1	0.0	0.0	18.4
90	0.0	1.7	0.3	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	9.7
120	0.0	2.3	0.3	0.1	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4
150	0.0	2.3	0.1	0.1	0.0	3.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2
180	0.0	3.9	0.3	0.1	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8
210	0.1	7.0	1.2	0.4	0.0	6.2	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5
240	0.1	4.2	0.5	0.4	0.0	4.7	0.4	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2
270	0.0	0.7	0.4	0.0	0.0	0.3	0.5	0.0	0.0	1.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2
300	0.0	1.2	0.1	0.0	0.0	1.9	0.9	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4
330	0.1	1.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
360	0.0	0.9	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6
Stille	0.0	1.1	1.9	2.7														5.7
Total	0.4	33.2	7.3	4.6	0.0	35.7	2.0	0.1	0.0	14.1	0.7	0.0	0.0	1.7	0.1	0.0	0.0	100.0
Forekomst		45.5 %				37.8 %				14.8 %				1.9 %				
Vindstyrke		1.2 m/s				2.9 m/s				4.8 m/s				6.5 m/s				

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.4 %	84.8 %	10.1 %	4.7 %	100.0 %

Antall obs. : 743  
 Manglende obs.: 1

Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.11.98 - 30.11.98  
 Enhet : Prosent

## FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
60	0.0	0.2	0.7	0.2	0.0	0.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
90	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.7	1.5	2.4	0.0	0.5	0.2	0.2	0.0	2.2	0.5	0.0	8.5
120	0.0	0.0	0.5	0.7	0.0	0.0	0.2	2.2	0.0	0.0	0.7	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5
150	0.0	0.2	0.5	0.7	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9
180	0.0	0.5	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7
210	0.0	0.0	0.5	1.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1
240	0.0	2.2	2.4	10.2	0.0	3.9	4.1	5.4	0.0	4.1	1.7	3.7	0.0	8.5	1.5	0.0	47.8
270	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	1.0	0.2	0.2	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7
300	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0	0.0	1.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7
330	0.0	0.2	1.5	0.5	0.0	0.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
360	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
Stille	0.0	0.2	1.2	3.2													4.6
Total	0.0	3.7	9.8	19.5	0.0	8.3	8.8	17.8	0.0	6.1	2.7	10.7	0.0	10.7	2.0	0.0	100.0
Forekomst		32.9 %				34.9 %				19.5 %				12.7 %			
Vindstyrke		1.2 m/s				2.9 m/s				4.8 m/s				9.0 m/s			

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.0 %	28.8 %	23.2 %	48.0 %	100.0 %

Antall obs. : 410  
 Manglende obs.: 310

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.11.98 - 30.11.98  
 Enhet : Prosent

## FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	1.4	0.3	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1
60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
90	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1
180	0.0	6.5	0.3	1.7	0.0	15.1	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.8
210	0.0	11.0	1.0	0.3	0.0	26.1	0.7	0.0	0.0	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.0
240	0.0	2.7	0.7	1.7	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
270	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
330	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
360	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
Stille	0.0	4.5	1.0	5.8													11.3
Total	0.0	28.5	3.8	10.7	0.0	46.7	0.7	0.0	0.0	9.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
Forekomst		43.0 %				47.4 %				9.6 %				0.0 %			
Vindstyrke		1.0 m/s				2.9 m/s				4.7 m/s				0.0 m/s			

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.0 %	84.9 %	4.5 %	10.7 %	100.0 %

Antall obs. : 291  
 Manglende obs.: 429

Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.12.98 - 31.12.98  
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.8
60	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	2.6	0.4	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	3.6
90	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.2
120	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
150	0.0	0.8	0.6	0.1	0.0	1.2	0.6	0.3	0.0	0.1	0.4	0.1	0.0	0.4	0.6	0.0	5.3
180	0.0	1.2	0.1	0.3	0.0	1.4	0.1	0.4	0.0	0.6	0.0	0.8	0.0	1.9	5.0	0.4	12.4
210	0.0	0.8	0.3	0.4	0.0	3.9	0.0	0.6	0.0	1.1	0.1	0.0	0.0	1.2	1.8	0.7	11.0
240	0.0	0.4	0.4	1.7	0.0	2.8	2.5	5.3	0.0	4.0	2.5	6.4	0.0	7.2	6.5	2.2	41.9
270	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.3	1.7	2.8	0.0	1.4	0.4	0.7	0.0	0.8	2.5	0.0	11.1
300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.1	0.4	0.1	0.0	1.0	0.0	0.0	2.2
330	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.4	0.6	0.0	0.0	0.1	0.6	0.0	0.0	0.4	0.8	0.0	3.3
360	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	1.1	0.3	0.3	2.6
Stille	0.0	2.9	0.3	0.1													3.3
Total	0.0	6.8	2.5	3.2	0.0	13.3	6.4	9.3	0.0	8.9	5.0	8.2	0.0	15.3	17.5	3.6	100.0
Forekomst Vindstyrke		12.5 % 1.0 m/s				29.0 % 3.0 m/s				22.1 % 4.9 m/s				36.4 % 11.4 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.0 %	44.3 %	31.4 %	24.3 %	100.0 %

Antall obs. : 720  
 Manglende obs.: 24

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.12.98 - 31.12.98  
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	1.3	0.1	0.1	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
60	0.0	0.7	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
90	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
120	0.0	0.4	0.0	0.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
150	0.0	0.4	0.3	1.7	0.0	1.0	0.1	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	4.4
180	0.0	3.5	1.3	0.9	0.0	10.2	0.1	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.1
210	0.0	4.9	1.0	1.7	0.0	13.8	0.1	0.0	0.0	5.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.6
240	0.0	0.6	1.0	1.2	0.0	1.9	0.1	0.0	0.0	1.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	6.8
270	0.0	0.3	0.1	0.1	0.0	0.3	0.6	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	2.3
300	0.0	0.3	0.3	0.3	0.0	3.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2
330	0.0	0.4	0.0	0.1	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
360	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
Stille	0.0	4.6	1.6	19.6													25.8
Total	0.0	19.4	6.0	26.6	0.0	33.5	1.5	0.0	0.0	11.6	1.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	100.0
Forekomst Vindstyrke		52.0 % 0.7 m/s				35.0 % 3.1 m/s				12.6 % 4.7 m/s				0.4 % 7.3 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.0 %	64.7 %	8.7 %	26.6 %	100.0 %

Antall obs. : 689  
 Manglende obs.: 55



Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.01.99 - 31.01.99  
 Enhet : Prosent

## FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
30	0.0	0.0	0.7	0.1	0.0	0.5	0.1	0.3	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	2.4
60	0.0	0.0	0.5	0.8	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	1.2	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	3.4
90	0.0	1.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
120	0.0	4.9	0.4	0.1	0.0	0.1	0.7	0.3	0.0	0.3	0.5	0.4	0.0	0.8	0.4	0.5	9.5	
150	0.0	0.8	3.5	0.5	0.0	1.8	1.2	0.5	0.0	0.4	0.4	0.3	0.0	1.4	1.2	1.2	13.2	
180	0.0	0.1	3.2	0.9	0.0	0.1	0.1	0.9	0.0	0.1	0.0	1.8	0.0	0.4	3.0	3.2	14.1	
210	0.0	0.5	1.4	0.3	0.0	1.4	0.5	0.7	0.0	0.8	0.1	0.8	0.0	3.8	0.0	0.0	10.3	
240	0.0	0.4	0.9	0.4	0.0	1.6	1.6	3.1	0.0	1.8	4.5	3.2	0.0	5.4	4.7	5.8	33.5	
270	0.0	0.3	1.1	1.4	0.0	0.0	0.8	0.4	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.4	0.0	4.9	
300	0.0	0.0	0.1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.8	0.0	2.6	
330	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	
360	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	
Stille	0.0	0.5	1.6	0.4													2.6	
Total	0.0	8.9	14.5	5.8	0.0	6.1	5.4	7.4	0.0	5.3	6.2	7.0	0.0	12.0	10.5	10.8	100.0	
Forekomst		29.2 %				18.9 %				18.5 %				33.4 %				
Vindstyrke		1.2 m/s				2.9 m/s				5.1 m/s				8.6 m/s				

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.0 %	32.3 %	36.6 %	31.1 %	100.0 %

Antall obs. : 740  
 Manglende obs.: 4

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.01.99 - 31.01.99  
 Enhet : Prosent

## FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
30	0.0	1.2	0.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5
60	0.0	3.0	0.2	0.5	0.0	5.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2
90	0.0	0.2	0.0	0.4	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2
120	0.0	0.2	0.0	0.4	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
150	0.0	1.2	0.2	1.6	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	7.4	
180	0.0	5.6	0.4	1.6	0.0	6.3	0.2	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	16.6	
210	0.0	5.6	2.1	0.9	0.0	6.3	0.5	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.9	
240	0.2	3.2	1.6	3.7	0.0	3.2	0.4	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	
270	0.0	0.0	0.4	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	
300	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	
330	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	
360	0.0	0.7	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	
Stille	0.0	5.5	2.8	17.1													25.4	
Total	0.2	26.8	8.5	30.3	0.0	25.6	1.4	0.0	0.0	5.1	0.2	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	100.0	
Forekomst		65.8 %				27.0 %				5.3 %				1.9 %				
Vindstyrke		0.8 m/s				3.0 m/s				5.0 m/s				7.0 m/s				

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.2 %	59.4 %	10.1 %	30.3 %	100.0 %

Antall obs. : 567  
 Manglende obs.: 177

Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.02.99 - 28.02.99  
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
60	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.0	1.3	0.0	0.0	2.1
90	0.0	0.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.5	0.8	0.0	0.0	0.8	0.3	0.0	2.1	0.0	0.0	6.1
120	0.0	0.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.3	0.0	1.9	1.0	0.0	6.0
150	0.2	0.6	2.3	0.6	0.0	2.6	1.8	0.5	0.0	2.9	1.4	0.3	0.2	3.4	0.2	0.0	16.9
180	0.2	1.4	1.1	0.2	0.0	1.9	4.3	0.0	0.0	1.3	1.6	0.0	0.0	4.5	1.6	0.6	18.8
210	0.0	0.2	2.1	1.8	0.0	1.1	1.3	0.3	0.0	0.0	0.5	0.3	0.0	2.4	6.1	0.8	16.9
240	0.0	1.0	1.1	1.6	0.0	0.5	2.6	5.8	0.0	0.5	1.6	0.8	0.0	4.5	3.9	0.8	24.6
270	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	1.4	1.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.0	0.3	1.0	0.0	4.8
300	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.6
330	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
360	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
Stille	0.0	0.0	0.6	1.0													1.6
Total	0.3	5.2	11.0	5.6	0.0	6.1	12.1	8.4	0.0	5.2	6.9	2.4	0.2	20.6	13.8	2.3	100.0
Forekomst Vindstyrke		22.1 % 1.4 m/s				26.6 % 2.8 m/s				14.5 % 5.0 m/s				36.9 % 10.0 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.5 %	37.0 %	43.8 %	18.7 %	100.0 %

Antall obs. : 621  
 Manglende obs.: 51

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.02.99 - 28.02.99  
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.4	0.0	0.9	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
60	0.0	0.4	0.4	0.4	0.0	2.6	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3
90	0.0	0.9	0.2	0.4	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5
120	0.0	0.4	0.2	0.4	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
150	0.0	0.9	0.4	0.9	0.0	5.5	0.6	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	11.1
180	0.0	4.3	0.9	1.1	0.0	25.8	1.1	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	35.8
210	0.0	3.0	1.9	0.6	0.0	7.5	0.9	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	18.3
240	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.9	0.4	0.0	0.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6
270	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9
300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
330	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
360	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
Stille	0.0	4.3	1.9	12.2													18.3
Total	0.0	15.1	6.2	17.5	0.0	45.4	3.2	0.2	0.0	10.7	0.2	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	100.0
Forekomst Vindstyrke		38.8 % 0.8 m/s				48.8 % 2.9 m/s				10.9 % 4.9 m/s				1.5 % 6.9 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.0 %	72.7 %	9.6 %	17.7 %	100.0 %

Antall obs. : 469  
 Manglende obs.: 203

Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.03.99 - 31.03.99  
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
30	0.0	0.4	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
60	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6
90	0.3	0.4	0.4	0.3	0.1	3.4	1.1	0.1	0.0	0.8	0.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	7.5
120	0.0	1.5	1.1	0.1	0.0	2.3	1.7	0.3	0.0	3.2	1.2	0.3	0.0	4.2	1.2	0.0	0.0	17.1
150	0.0	0.0	0.5	0.5	0.1	1.5	0.8	0.5	0.7	3.1	1.7	0.3	0.9	4.8	1.9	0.1	0.0	17.6
180	0.3	1.3	0.7	0.3	0.0	1.1	1.1	0.4	0.0	1.1	0.4	0.0	0.0	4.6	3.6	0.1	0.0	14.9
210	0.0	0.7	0.1	0.0	0.0	1.5	0.5	0.1	0.0	0.5	0.4	0.1	0.0	3.4	3.5	0.0	0.0	10.9
240	0.0	0.3	0.1	0.1	0.0	1.2	0.1	0.8	0.0	2.0	0.3	0.4	0.0	9.7	5.2	0.7	0.0	21.0
270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	1.6	1.5	0.0	0.0	3.6
300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	1.1
330	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.5
360	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	3.1
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0														0.0
Total	0.7	5.4	3.2	1.3	0.3	13.4	5.5	2.3	0.7	13.6	4.2	1.1	0.9	29.6	16.9	0.9	0.0	100.0
Forekomst Vindstyrke		10.6 % 1.4 m/s				21.5 % 3.0 m/s				19.5 % 5.0 m/s				48.4 % 10.0 m/s				

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	2.6 %	62.0 %	29.8 %	5.6 %	100.0 %

Antall obs. : 744  
 Manglende obs.: 0

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.03.99 - 31.03.99  
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
30	0.0	0.8	0.3	0.5	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
60	0.0	3.3	0.5	0.9	0.0	2.8	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2
90	0.0	0.9	0.0	0.3	0.0	3.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2
120	0.0	0.5	0.6	0.2	0.0	3.6	0.2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4
150	0.3	1.7	0.6	0.8	0.0	3.0	0.3	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	9.8
180	0.3	5.4	0.6	0.5	0.0	18.2	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.4
210	0.2	3.5	1.1	1.1	0.2	10.4	0.6	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.1
240	0.0	0.6	0.2	0.2	0.3	5.4	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3
270	0.0	0.5	0.0	0.2	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	3.3
300	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
330	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7
360	0.0	1.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
Stille	0.2	0.9	0.9	3.2														5.2
Total	0.9	20.9	5.1	7.9	0.5	49.8	1.9	0.2	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	100.0
Forekomst Vindstyrke		34.8 % 1.1 m/s				52.4 % 3.0 m/s				12.0 % 4.7 m/s				0.8 % 6.4 m/s				

Fordeling på stabilitetsklasser

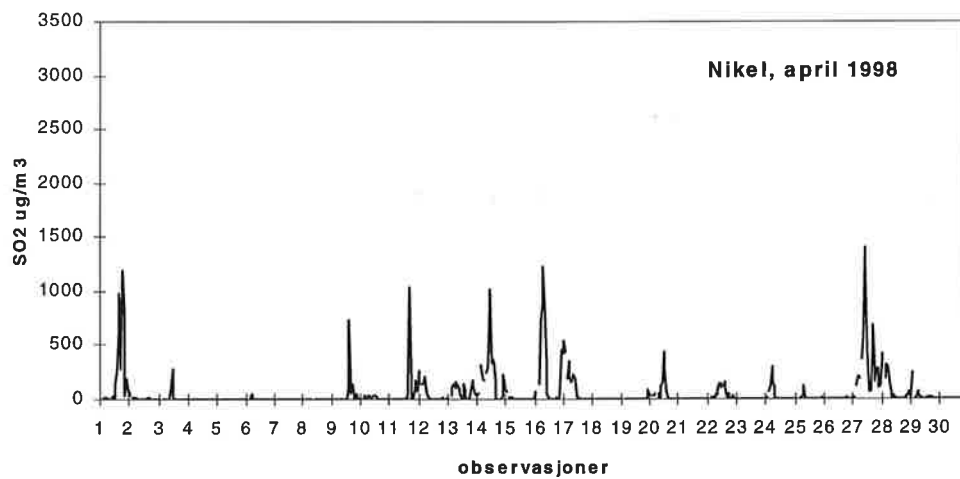
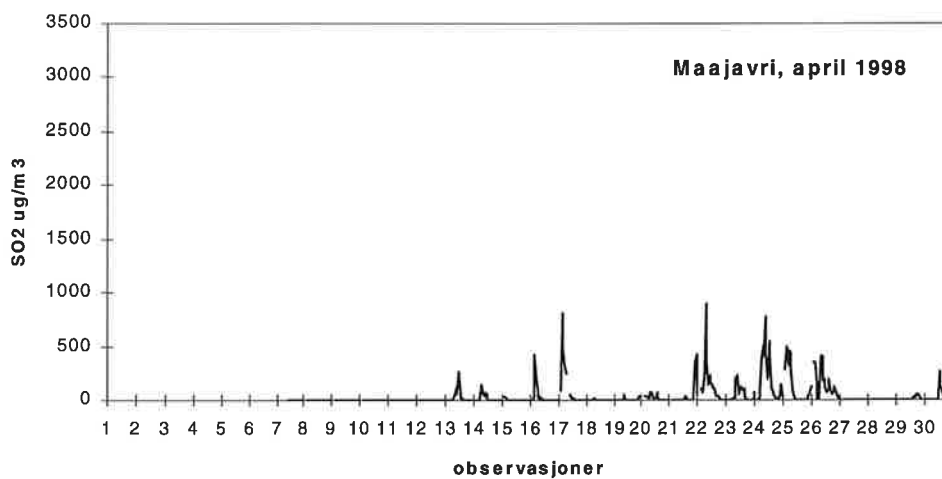
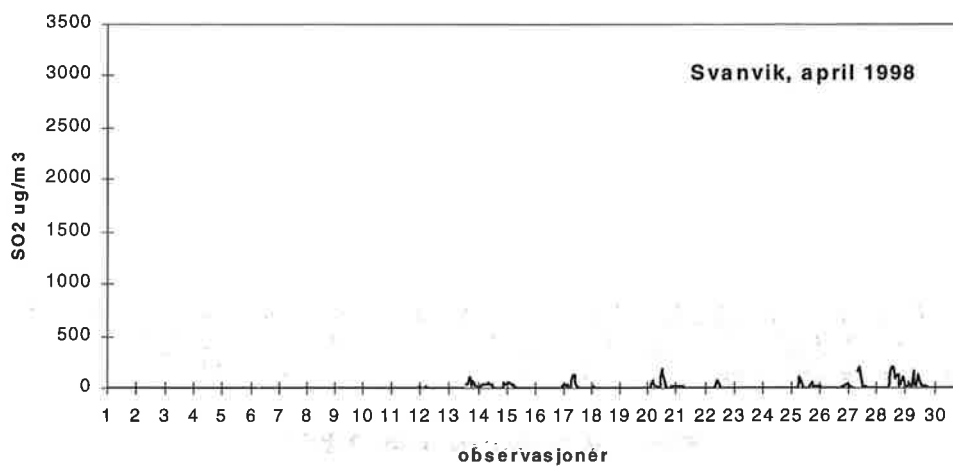
	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	1.4 %	83.5 %	7.0 %	8.1 %	100.0 %

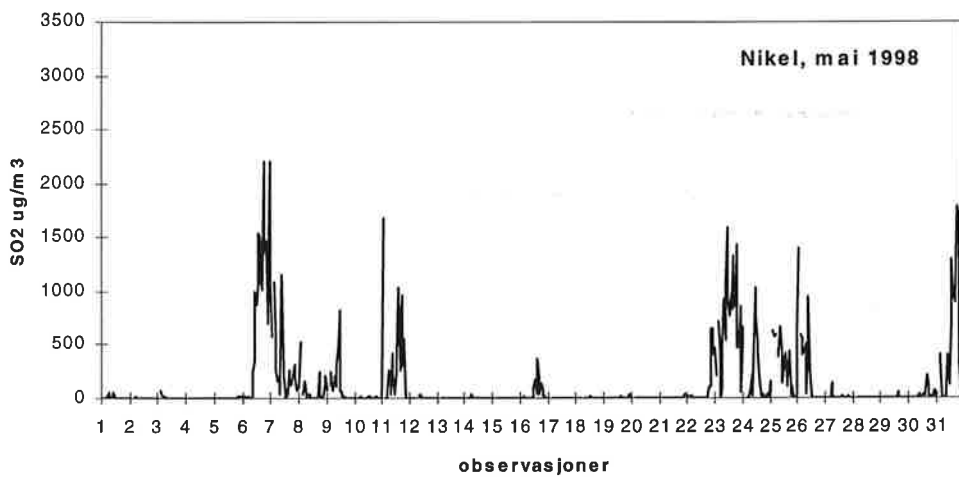
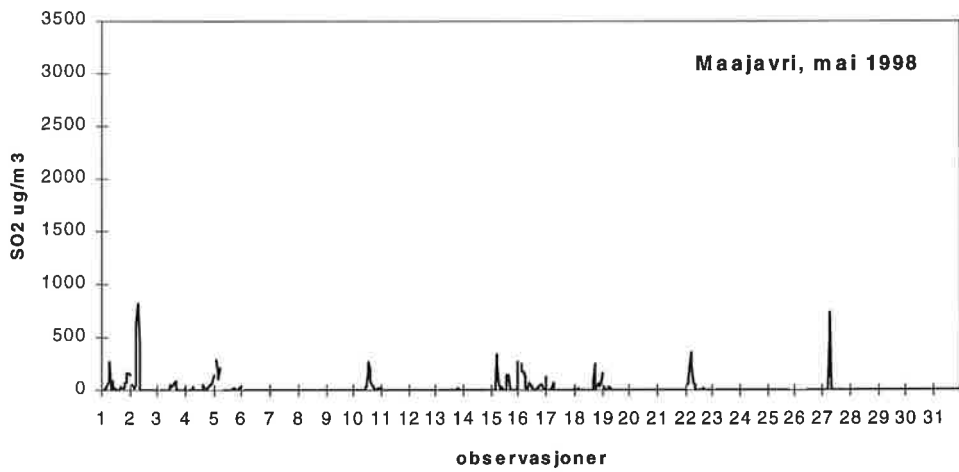
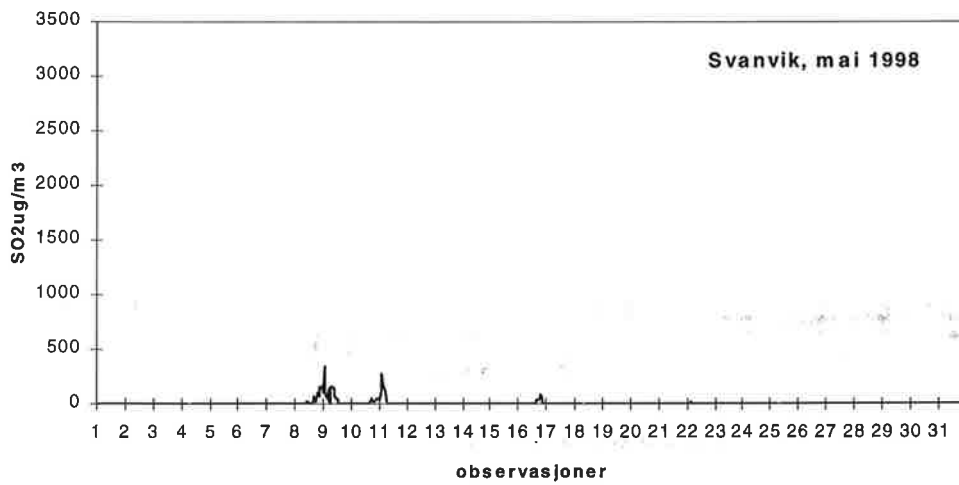
Antall obs. : 632  
 Manglende obs.: 112

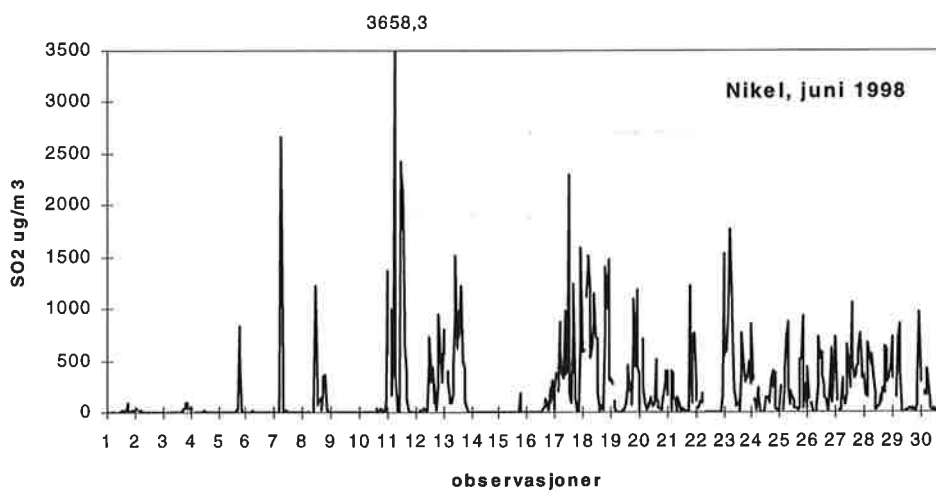
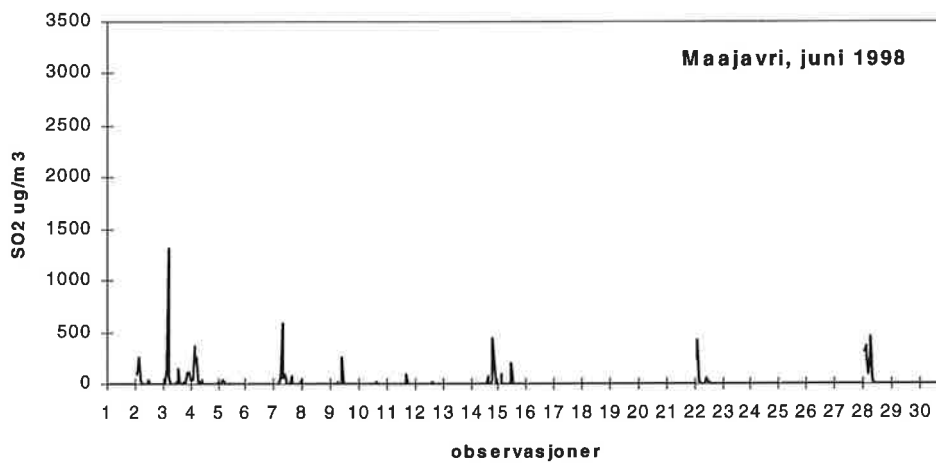
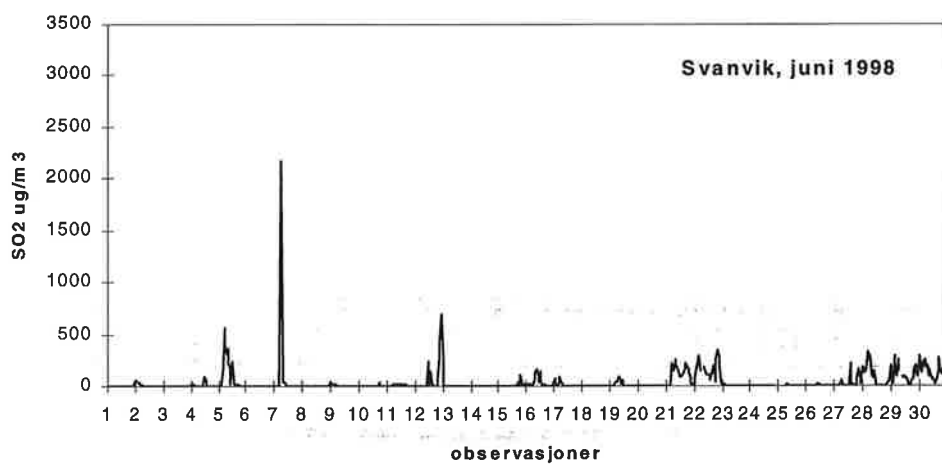
## **Vedlegg B**

### **Plott av timemiddelverdier av SO<sub>2</sub>, april 1998-mars 1999**

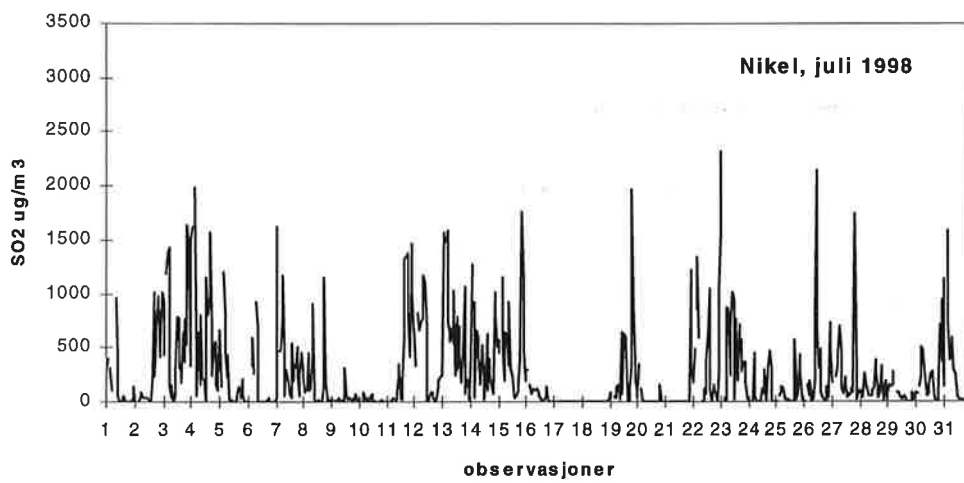
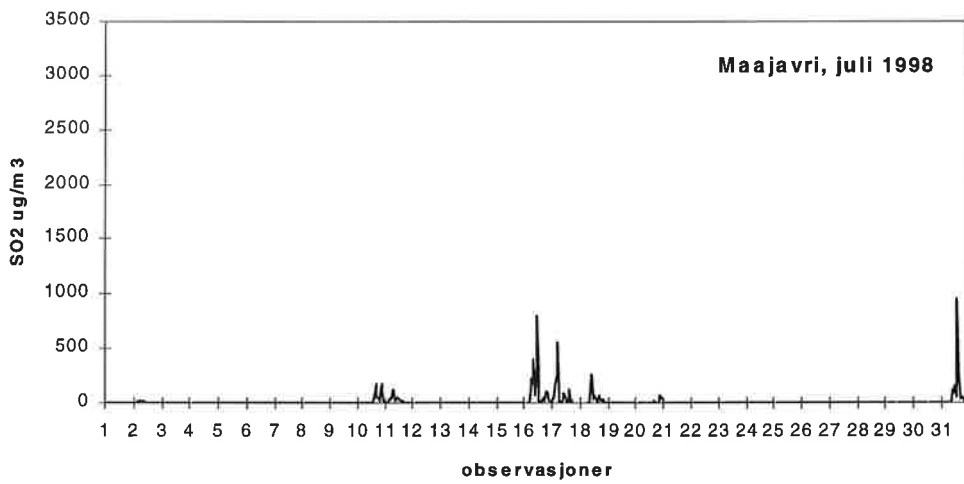
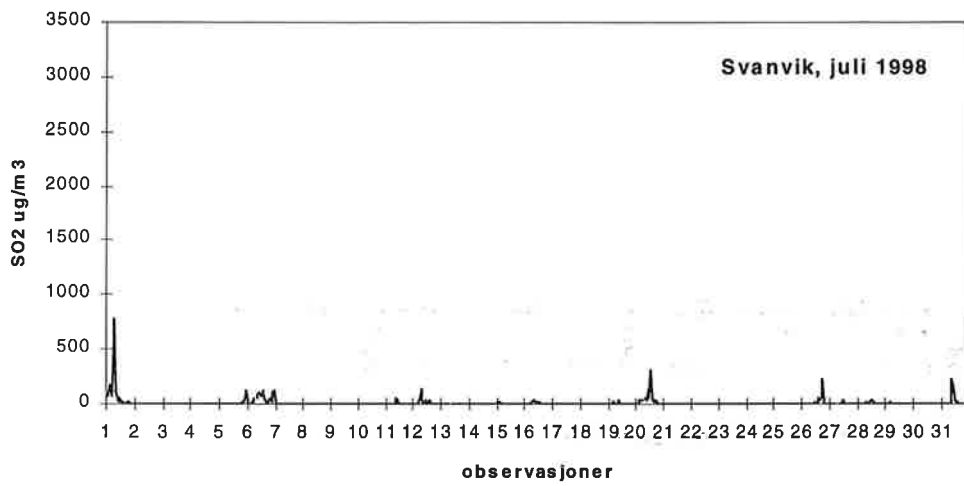


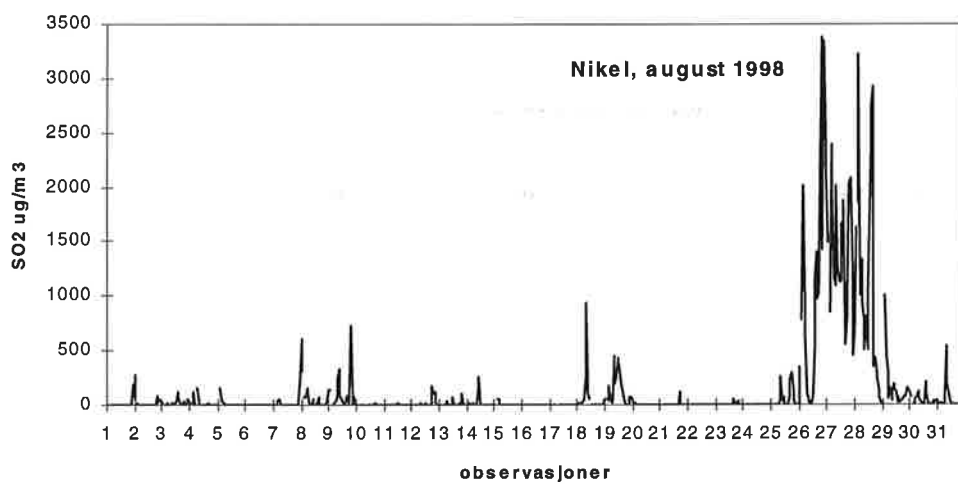
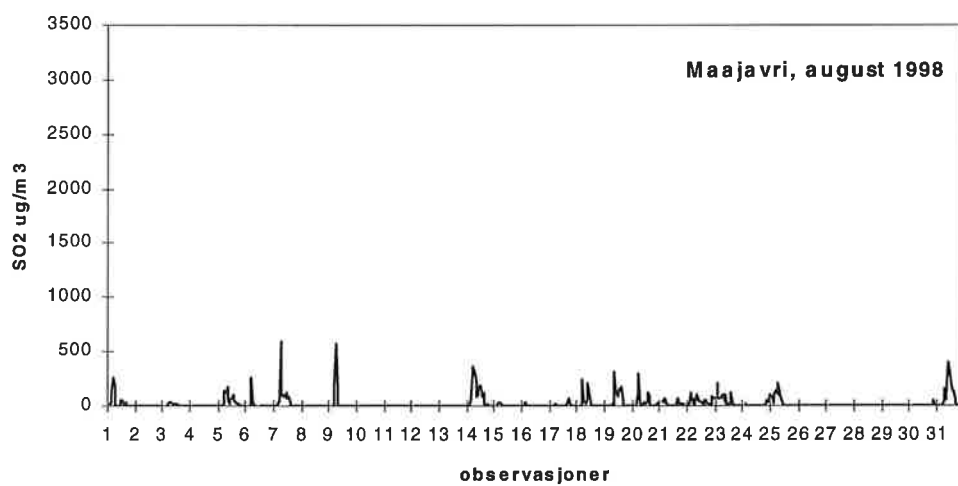
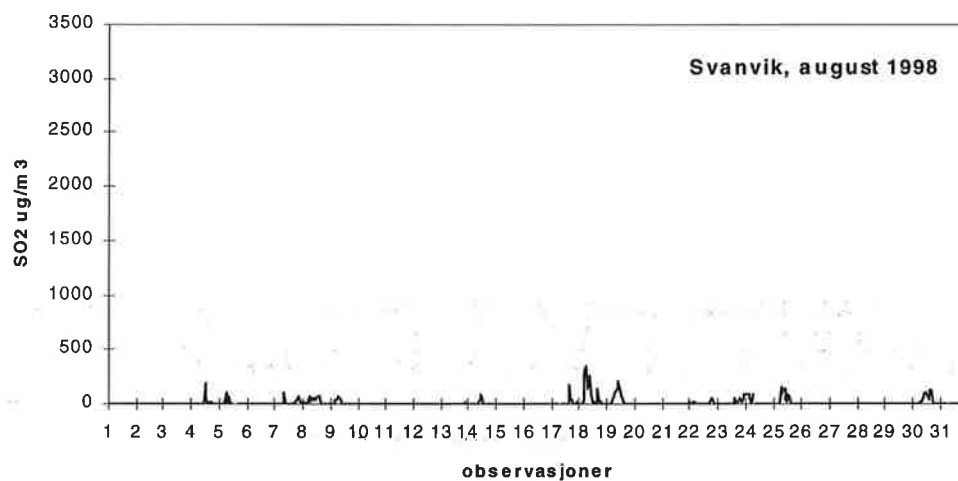


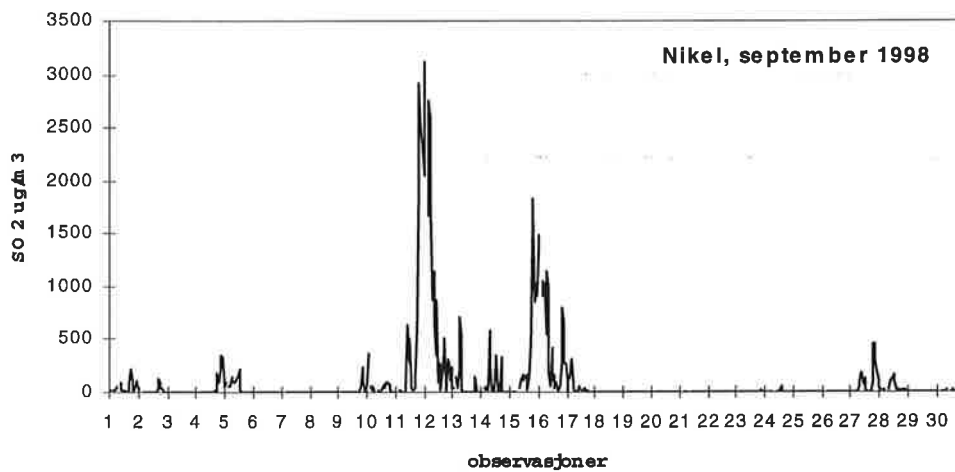
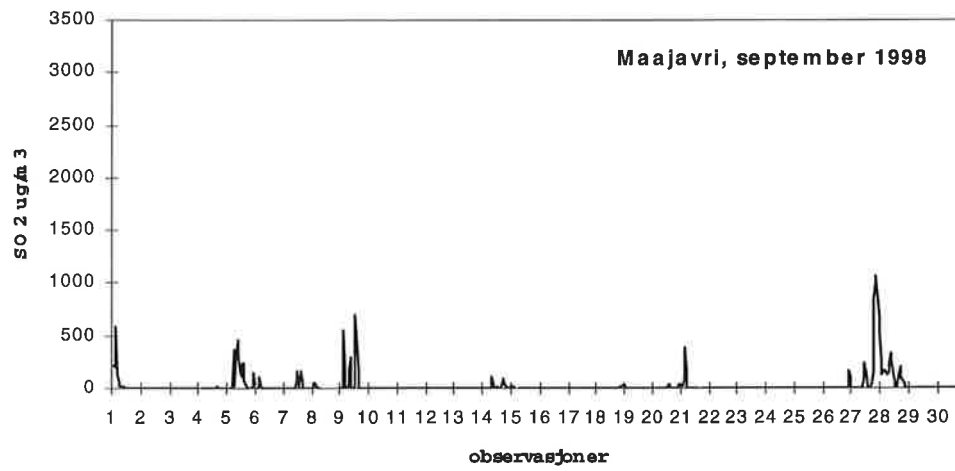
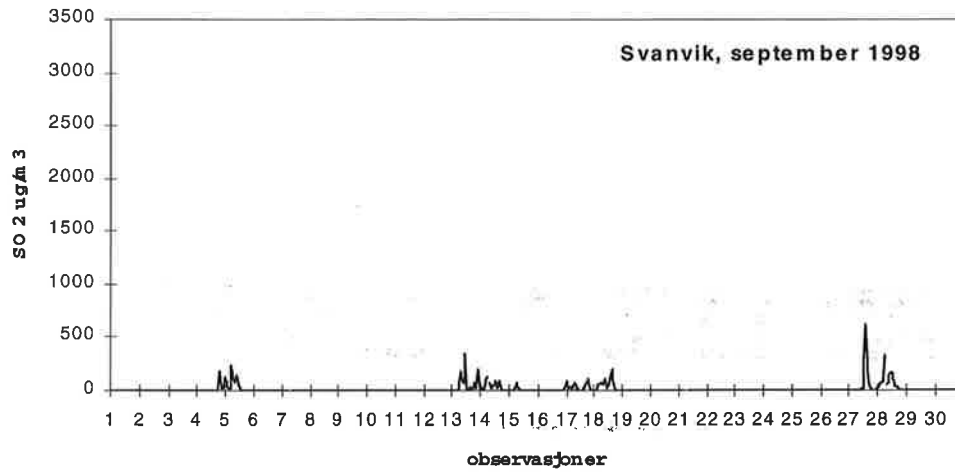


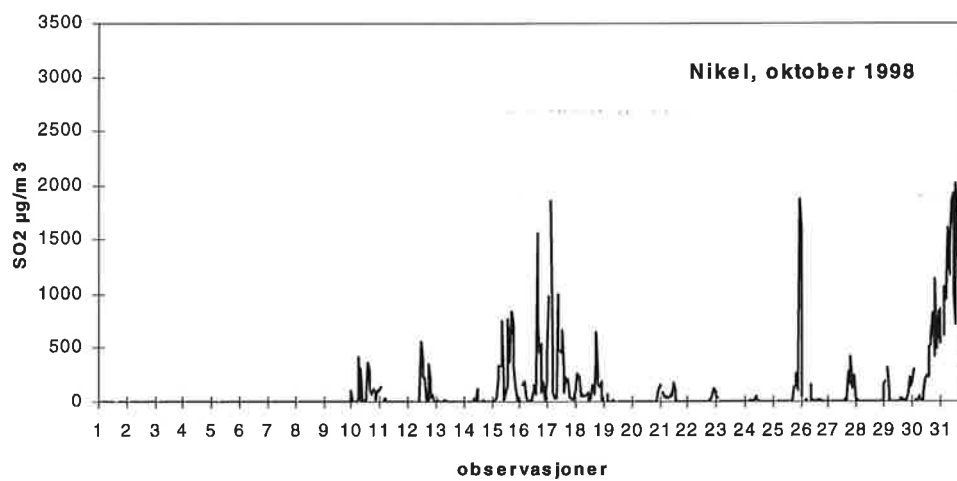
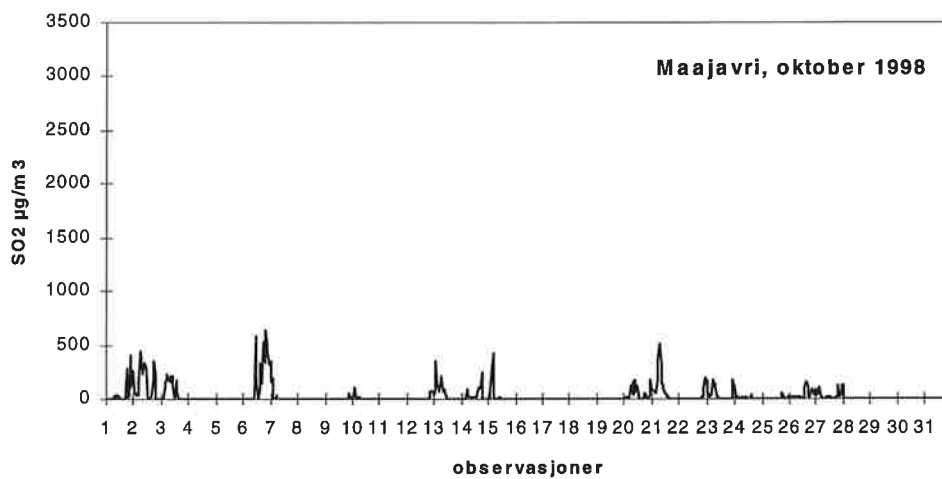
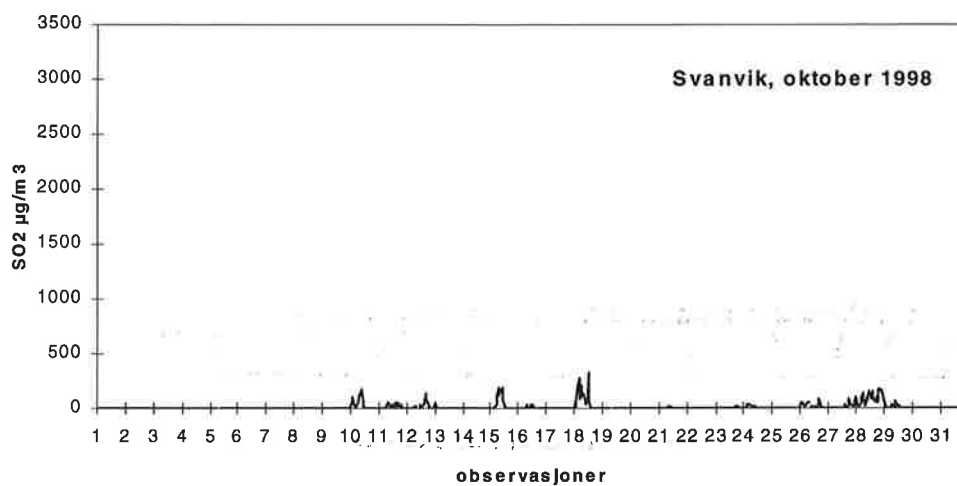


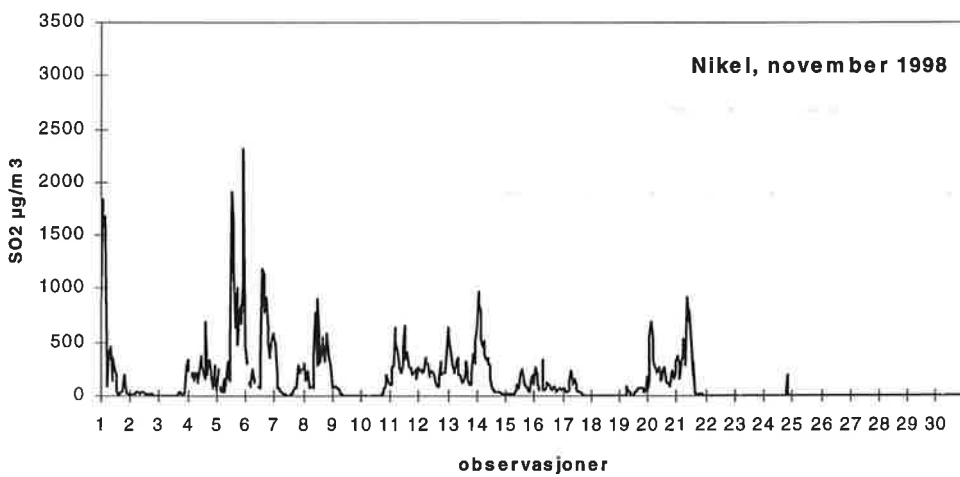
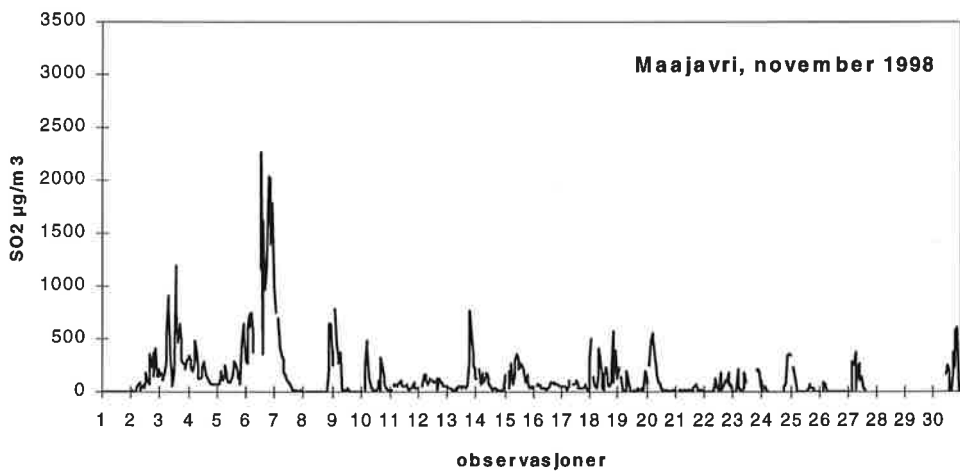
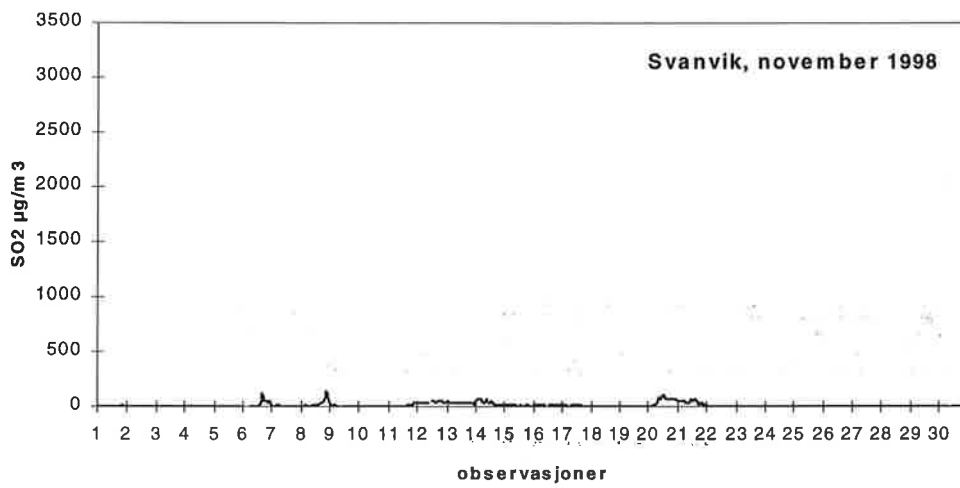


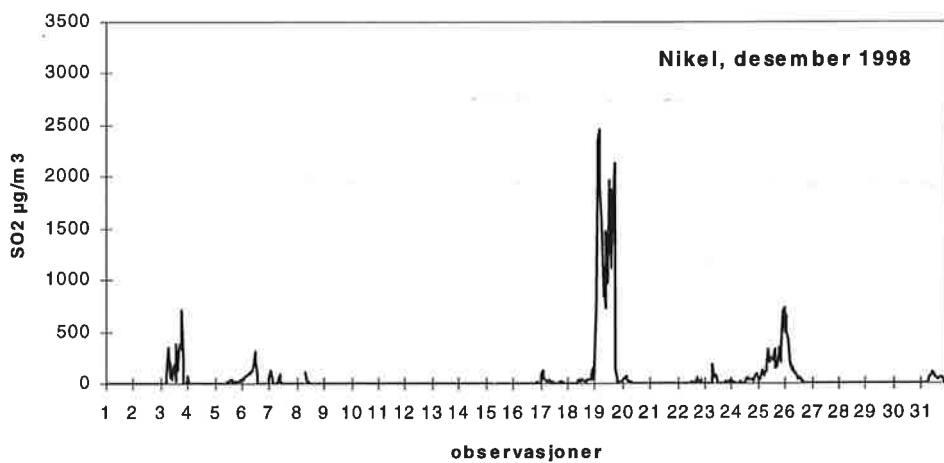
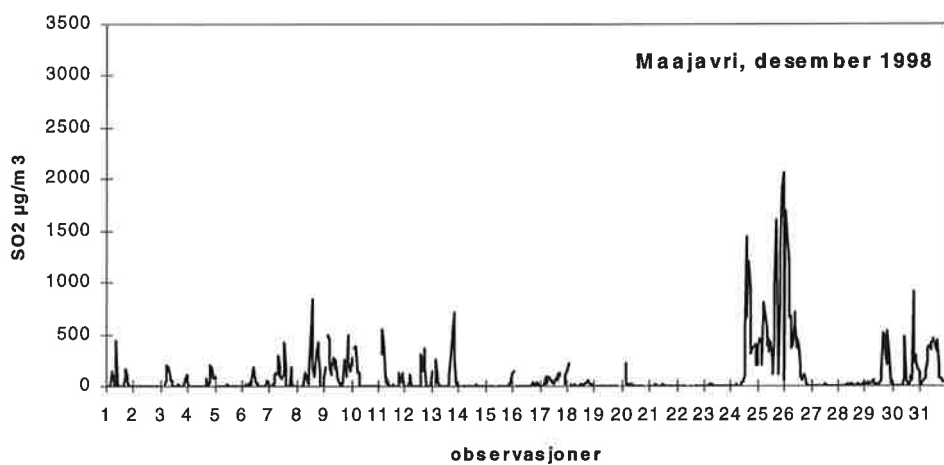
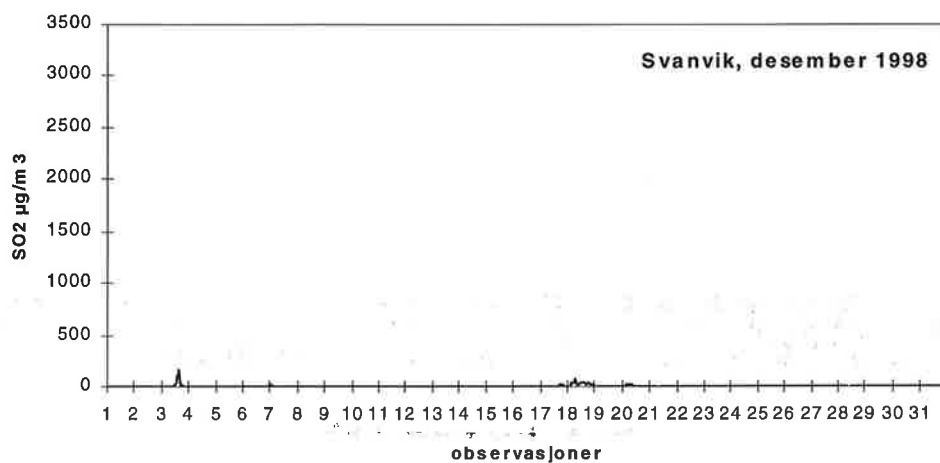


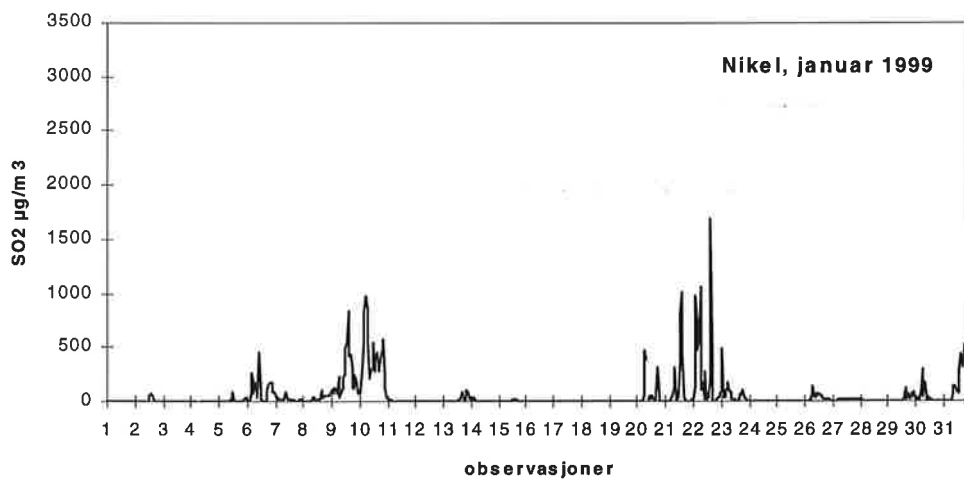
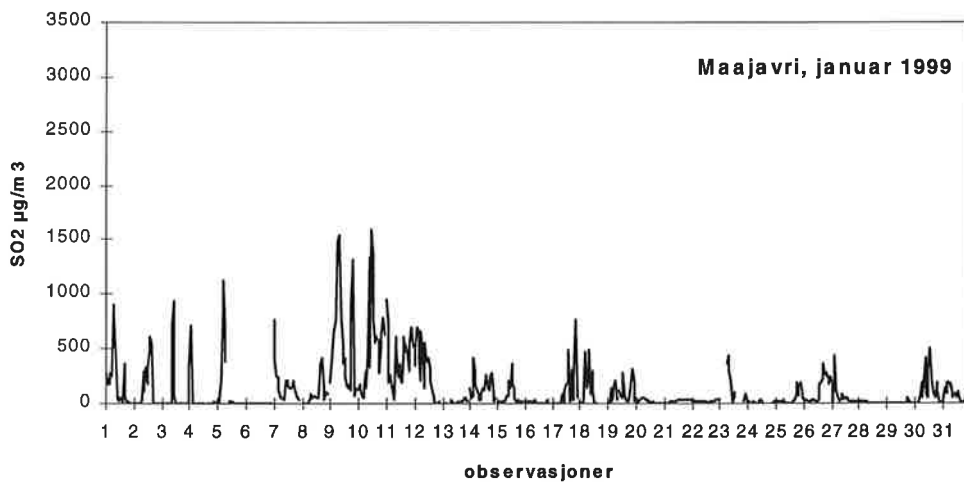
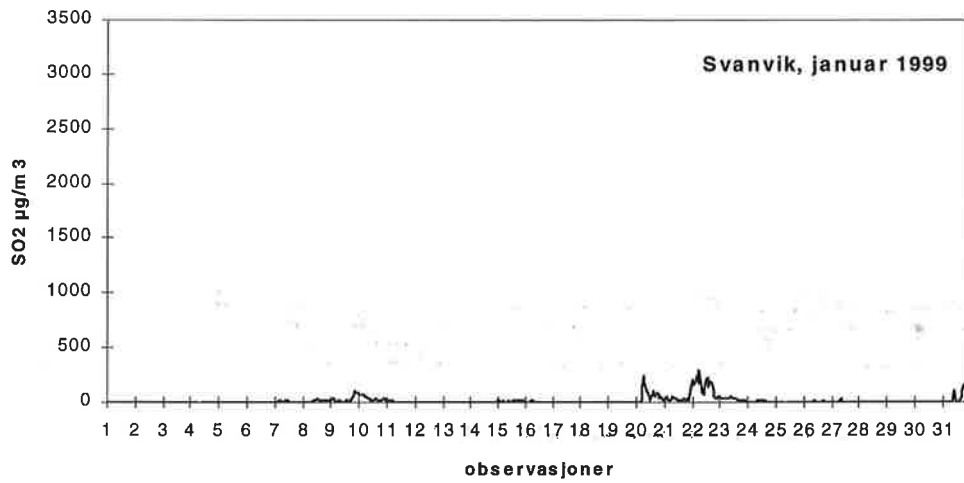


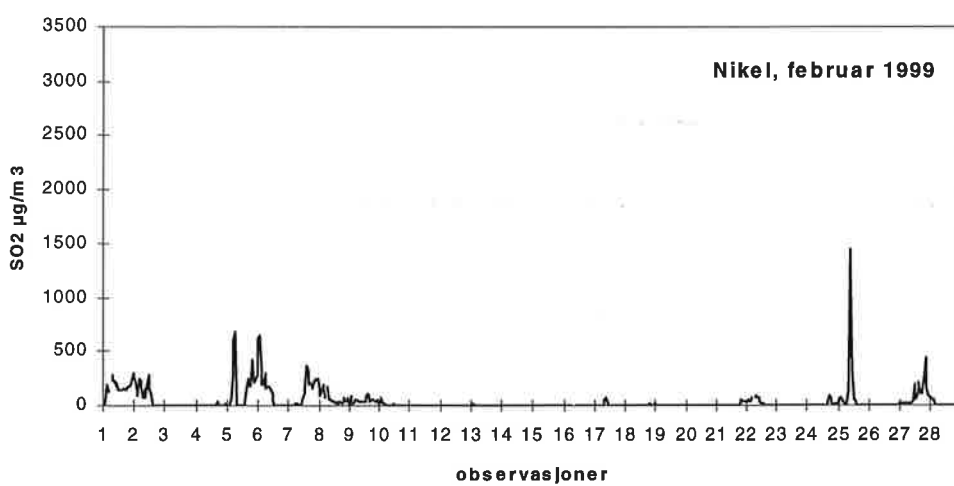
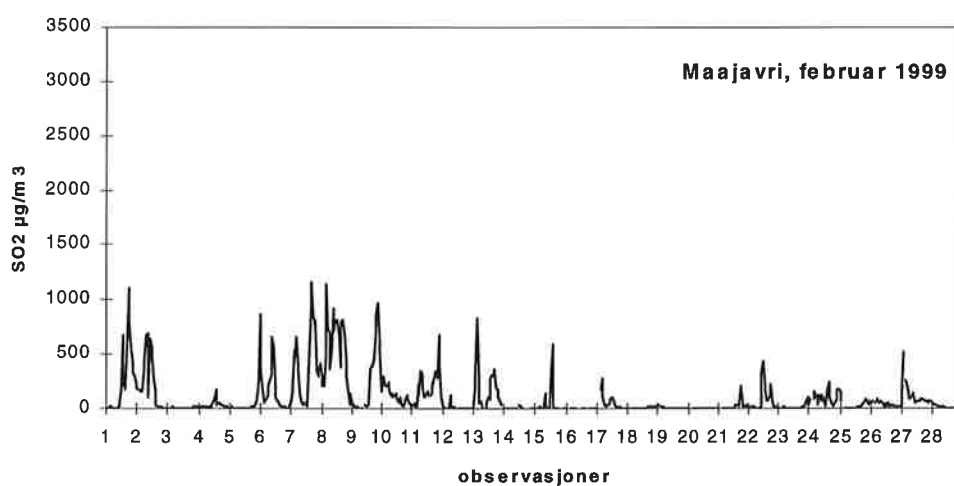
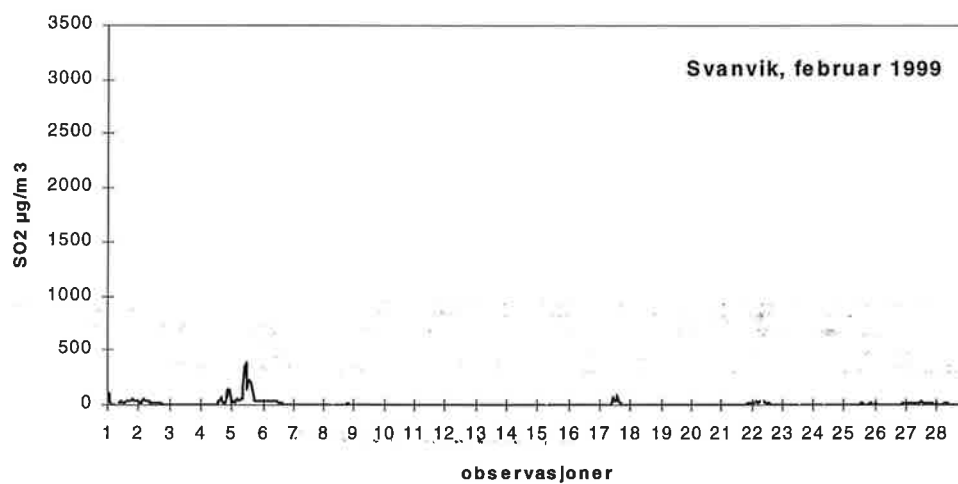




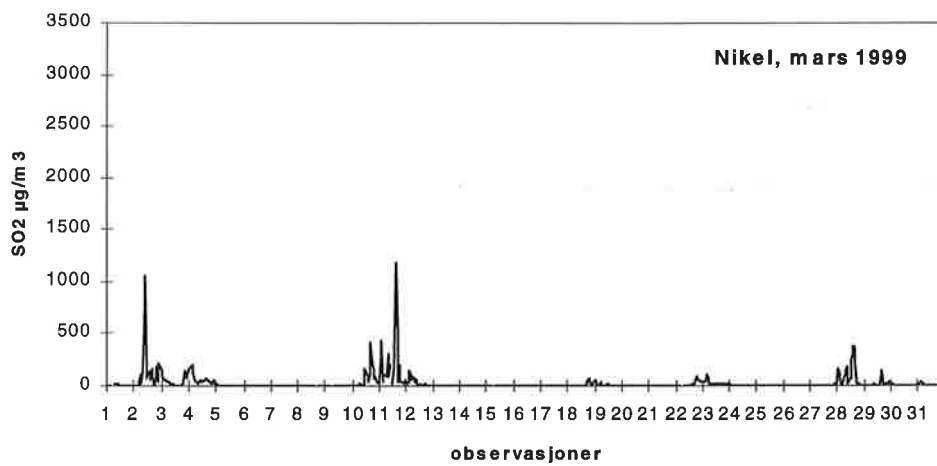
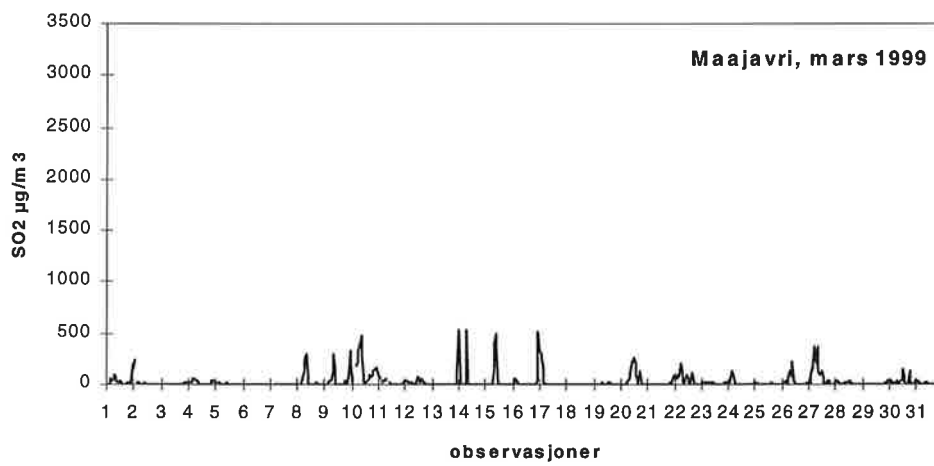
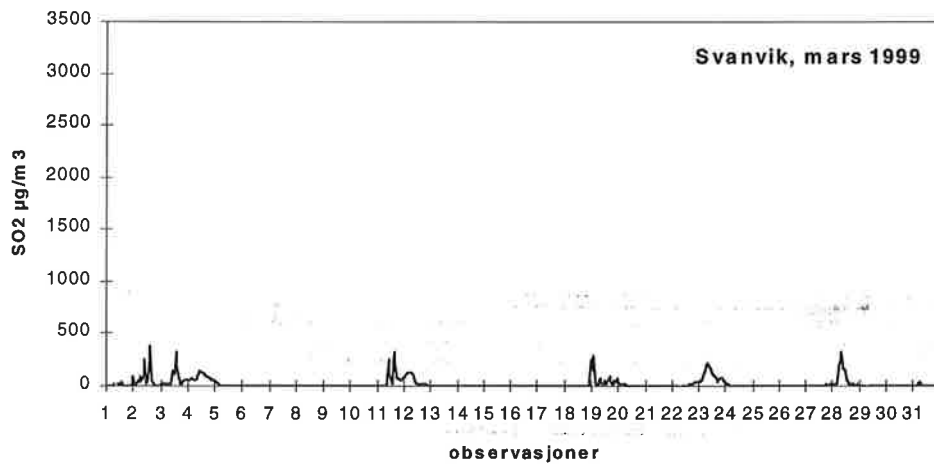














# Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2027 Kjeller

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORT NR. OR 2/2000	ISBN 82-425-1146-2 ISSN 0807-7207	
DATO 20.1.2000	ANSV. SIGN. Øystein Hov	ANT. SIDER 86	PRIS NOK 165,-
TITTEL Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland April 1998-mars 1999		PROSJEKTLEDER Bjarne Sivertsen	
		NILU PROSJEKT NR. O-8976	
FORFATTER(E) Leif Otto Hagen, Bjarne Sivertsen, Kari Arnesen og Bodil Innset		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. T. Johannesen, SFT	
OPPDRAKSGIVER Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep 0032 OSLO			
STIKKORD Luftkvalitet	Nedbørkvalitet	Sør-Varanger	
REFERAT En omfattende kartlegging av forekomst og omfang av luftforurensninger langs grensen mot Russland i Sør-Varanger startet i oktober 1988. Måleprogrammet omfatter luftkvalitet, meteorologiske forhold og nedbørkvalitet. I området måles de høyeste SO <sub>2</sub> -konsentrasjonene i Norge. Høyeste timemiddelkonsentrasjon i Svanvik i perioden var 2 177 µg/m <sup>3</sup> . Utslippene kommer fra de russiske smelteverkene i Nikel og Zapoljarnij.			
TITLE Air Quality Monitoring in the Border Areas of Norway and Russia- Progress Report April 1998-March 1999			
ABSTRACT A comprehensive study of the occurrence and extent of air pollution along the Russian border in Sør-Varanger county started in 1988. -The measurement programme includes air quality, meteorological conditions and precipitation chemistry. The highest SO <sub>2</sub> -concentrations in Norway are measured in this area. The smelters in Nikel and Zapoljarnij are the main sources of SO <sub>2</sub> in the area.			

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