



# Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport nr.: 702/97

---

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn

---

Deltakende institusjon: NILU

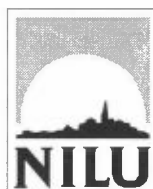
---

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

April - september 1996



TA 1457/1997



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 32/97  
REFERANSE : O-8976  
DATO : JUNI 1997  
ISBN : 82-425-0884-4

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

## **April-september 1996**

**Leif Otto Hagen, Bjarne Sivertsen, Kari Arnesen og Tone Bekkestad**

**Utført etter oppdrag  
fra Statens forurensningstilsyn**



Norsk institutt for luftforskning  
Postboks 100  
2007 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). Fra 1.4.1991 er omfanget av måleprogrammet på norsk side noe redusert, og har karakter av et mer langsiktig overvåkingsprogram som bør pågå fram til utslippene fra nikkelsmelteverkene på russisk side er vesentlig redusert.

*[Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page]*

# Innhold

	Side
<b>Forord .....</b>	<b>1</b>
<b>Sammendrag.....</b>	<b>5</b>
<b>Summary.....</b>	<b>9</b>
<b>1. Innledning.....</b>	<b>13</b>
<b>2. Basisundersøkelsen 1988-1991.....</b>	<b>13</b>
<b>3. Måleprogram april-september 1996 .....</b>	<b>14</b>
<b>4. Måleresultater .....</b>	<b>17</b>
4.1 Meteorologiske forhold.....	17
4.1.1 Vindmålinger.....	17
4.1.2 Temperatur .....	19
4.1.3 Luftens relative fuktighet .....	20
4.1.4 Atmosfærisk stabilitet.....	20
4.2 Luftkvalitet.....	21
4.2.1 Svoveldioksid (SO <sub>2</sub> ) .....	21
4.2.2 Trendanalyse for SO <sub>2</sub> .....	26
4.3 Nedbørkvalitet.....	34
<b>5. Modellberegninger av SO<sub>2</sub> .....</b>	<b>38</b>
5.1 Utslippsdata.....	38
5.2 Langtidsmiddelkonsentrasjoner .....	41
5.3 Vurdering av beregningsresultatene.....	43
<b>6. Miljøvernsamarbeidet med Russland i grenseområdene.....</b>	<b>44</b>
<b>7. Referanser og annen relevant litteratur.....</b>	<b>45</b>
<b>Vedlegg A Månedlige frekvensmatriser for vindretning, vindstyrke og stabilitet fra Viksjøfjell og Svanvik sommeren 1996 .....</b>	<b>51</b>
<b>Vedlegg B Plott av timemiddelverdier av SO<sub>2</sub>.....</b>	<b>59</b>

... ..

## 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 1996 ble det registrert overskridelser av anbefalte luftkvalitetskriterier og grenseverdier for SO<sub>2</sub> på de fire 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 sommerhalvåret 1996 omfattet målingene meteorologiske forhold og luft- og nedbørkvalitet. Luftkvalitetsmålingene på norsk side av grensa omfattet svoveldioksid og meteorologiske forhold på Viksjøfjell og i Svanvik. Tidligere døgnmålinger av SO<sub>2</sub> i Kirkenes og av svevestøv i Svanvik ble avsluttet 1.5.1996. Nedbørkvalitet ble målt i Svanvik og Karpdalen, men analyser av tungmetaller i Karpdalen ble avsluttet 1.1.1996. I tillegg har Det norske meteorologiske institutt målinger ved Kirkenes lufthavn (Høybukta). På russisk side ble det målt konsentrasjoner av svoveldioksid ved Maajavri og i Nikel. Målingene av svevestøv i Nikel ble også avsluttet 1.5.1996. 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. En ekspertgruppe står for planleggingen og gjennomføringen av måleprogrammet. Norge stiller til disposisjon nødvendig måleutstyr til de russiske stasjonene.

Fellesprogrammet 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 og stabilitetsforhold i Svanvik og på Viksjøfjell, samt relativ fuktighet på Viksjøfjell. Vindmålingene i perioden april-september 1996 viste at vind fra vest-sørvest, vest og nord-nordvest forekom hyppigst på Viksjøfjell, mens det blåste oftest fra sør og nord-nordøst i Svanvik. Vindstyrken var høyest på Viksjøfjell (400 m o.h.) og lavest i Svanvik. Månedsmiddeltemperaturen i august var noe høyere enn normalt, mens det var kaldere enn normalt i de øvrige månedene.



### *Luftkvalitet*

SO<sub>2</sub> måles med kontinuerlig registrerende instrumenter på Viksjøfjell og i Svanvik. Døgnprøvetakingen i Kirkenes ble avsluttet 1.5.1996. 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.

Både på Viksjøfjell og i Svanvik ble det målt korttidskonsentrasjoner (timemidler og døgnmidler) til dels langt over anbefalte norske luftkvalitetskriterier og internasjonale grenseverdier for luftkvalitet.

Overskridelser av det anbefalte luftkvalitetskriteriet for døgnmiddelverdi av SO<sub>2</sub> (90 µg/m<sup>3</sup>) på norsk side ble målt to ganger i Svanvik, mens Viksjøfjell hadde den høyeste timemiddelverdien. På Viksjøfjell var middelverdien i sommerhalvåret 1996 12,1 µg/m<sup>3</sup>, mens høyeste døgnmiddelverdi var 81 µg/m<sup>3</sup>, og høyeste time-middelverdi var 798 µg/m<sup>3</sup>. Tilsvarende anbefalte luftkvalitetskriterier er 40 µg/m<sup>3</sup> som middelverdi for seks måneder og 90 µg/m<sup>3</sup> som døgnmiddelverdi (SFT, 1992). Som timemiddelverdi har Verdens helscorganisasjon en grenseverdi på 350 µg/m<sup>3</sup> for virkninger på helse. For virkninger på vegetasjon er verdiene noe lavere.

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.

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> 694 µg/m<sup>3</sup> ved vind fra nikkilverket mot målestasjonen (vindretning 35-45°).

En samlet analyse av SO<sub>2</sub>-forurensningen i grenseområdene i sommerhalvårene i perioden 1977-1995 viser reduserte konsentrasjoner fra slutten av 1970-årene fram til 1993. Måleresultatene fra de norske stasjonene med lengst måleserie, Svanvik og Holmfoss, viser en nedgang i det gjennomsnittlige nivået i takt med reduksjonen i årsutslippene av SO<sub>2</sub> fra smelteverket i Nikel i årene 1980-1993.

De fleste stasjonene viste imidlertid økte nivåer igjen sommeren 1995. Økningen var mest markert på Viksjøfjell i Norge og Maajavri og Nikel i Russland, dvs. de stasjonene som er mest belastet av utslippene i Nikel. Sommeren 1996 økte SO<sub>2</sub>-nivået ytterligere ved Maajavri og i Nikel, mens det gikk ned på Viksjøfjell. I Svanvik var det ingen endring fra sommeren 1995 til sommeren 1996.

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. For 1996 foreligger det foreløpig ikke utslippsdata.

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

Det er beregnet langtidsmiddelkonsentrasjoner av svoveldioksid for sommerhalvåret 1996 (april-september). 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 av SO<sub>2</sub> for sommerhalvåret 1996 viser at bakkekonsentrasjonene av svoveldioksid i denne perioden var lavere enn ved tidligere beregninger i 1992.

De mest belastede områdene i Norge er som tidligere funnet å være mellom Svanvik og Holmfoss og i området nær den russiske grensen sør for Karpdalen og Viksjøfjell. Bakkekonsentrasjonene av SO<sub>2</sub> ble her beregnet å være 10-30 µg/m<sup>3</sup>. I 1992 var konsentrasjonene i det samme området 10-50 µg/m<sup>3</sup>.

I forhold til 1992 var maksimumsonene i 1996 litt lenger mot nordøst, noe som ga litt mindre belastning i Svanvik/Holmfoss-området og litt større belastning i området mot grensen mellom Karpdalen og Viksjøfjell.

Sammenligning av målte og beregnede verdier for hver enkelt måned viste at beregningene ga en relativt god beskrivelse av den månedlige variasjonen i konsentrasjonene på Viksjøfjell og i Svanvik. På Maajavri ga modellen lavere konsentrasjoner enn de målte.

### **Nedbørkvalitet**

Nedbørkvalitet ble målt på to stasjoner på norsk side i sommerhalvåret 1996, Karpdalen og Svanvik. Prøvene ble tatt over en uke med skifte hver mandag, samt den første dagen i hver måned. Analysene av tungmetaller i nedbør i Karpdalen ble avsluttet ved årsskiftet 1995/96.

Av de to stasjonene hadde Svanvik lavest pH og høyest sulfatkonsentrasjon. Sammenliknet med sommeren 1995 ble det målt lavere sulfatkonsentrasjoner og høyere pH sommeren 1996 på begge stasjonene.

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. Konsentrasjonen av Pb var omtrent på samme nivå som det en vanligvis finner på bakgrunnsstasjonene på Sørlandet om sommeren, men konsentrasjonen av Cd var høyere. Konsentrasjonen av Zn var på samme nivå eller litt lavere enn konsentrasjonen på Sørlandet sommerstid.

Tungmetallene Ni, Cu, Co og As slippes ut fra smelteverkene i Nikel og Zapoljarnij. I forhold til sommeren 1995 hadde Svanvik høyere konsentrasjoner av Ni og Cu i nedbøren sommeren 1996. Konsentrasjonen av As var lavere, mens det var liten endring for Co.

*[Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page]*

# Air Quality Monitoring in the Border Areas of Norway and Russia April-September 1996

## 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 summer season 1996 show that the Norwegian air quality guideline values for SO<sub>2</sub> were exceeded at four 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 summer season of 1996 air quality and precipitation chemistry data were collected at 2 locations and meteorological parameters at 3 locations on the Norwegian side of the border. On the Russian side air quality and meteorological parameters were measured at 2 locations.

### *Air quality*

SO<sub>2</sub> has been measured continuously at Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri and Nikel. At Kirkenes diurnal sampling of SO<sub>2</sub> was finished at the beginning of May 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 summer season of 1996 (April-September) the short term average concentrations on the Norwegian monitoring stations were far above the Norwegian and international guideline values. At Viksjøfjell, where the highest values on the Norwegian side were most often measured, the average value during the monitoring period was 12,1 µg/m<sup>3</sup>, the highest 24-hour average was 81,3 µg/m<sup>3</sup> (Svanvik 138 µg/m<sup>3</sup>) and the highest 1-hour average value was 798 µg/m<sup>3</sup>. The guideline values for protection of human health are 40 µg/m<sup>3</sup> (Norway), 90 µg/m<sup>3</sup> (Norway) and 350 µg/m<sup>3</sup> (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 higher than at the Norwegian stations.

The measurements showed that SO<sub>2</sub> concentrations increased from southwest towards northeast in Sør-Varanger and that they were even higher on the Russian side of the border.

A statistical evaluation of SO<sub>2</sub> data from the summer half years during 1977-1996 shows reduced concentrations from the late 1970's to 1993. The reduction in the summer 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.

Most stations showed increased SO<sub>2</sub> levels in 1995. In 1996 SO<sub>2</sub> levels were higher at Maajavri and in Nikel and lower at Viksjøfjell than in 1995. At Svanvik there was no change in the SO<sub>2</sub> summer level from 1995 to 1996. SO<sub>2</sub> emissions in Nikel were at the lowest in 1994 and increased in 1995. There are still no emission data available for 1996. Emission data for 1994 and 1995 are unofficial.

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

Calculations of long term mean concentrations of sulphur dioxide has been performed for the summer (April-September) 1996. 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.

The dispersion calculations of SO<sub>2</sub> for the summer 1996 show that the concentrations of sulphur dioxide were slightly lower than in 1992.

In Norway, the highest concentrations were estimated to occur between Svanvik and Holmfoss and close to the border between Karpdalen and Viksjøfjell. Concentrations of SO<sub>2</sub> were estimated to 10-30 µg/m<sup>3</sup>. The estimated values for the same area were 10-50 µg/m<sup>3</sup> in 1992.

Comparison between measured and calculated values for the respective months showed relatively good agreement between the two regarding the monthly variation at Viksjøfjell and Svanvik. At Maajavri the calculated values were lower than the measured values.

### *Precipitation chemistry*

Measurements of precipitation chemistry indicated that the pH values in precipitation in the summer season 1996 were higher than in 1995 in Svanvik and at Karpdalen. Concentration of Pb was at the same level as the concentrations usually found at background stations in the south-eastern part of Norway during summer time, while the concentration of Cd was higher and the concentration of Zn was at the same level or somewhat lower.

The metals Ni, Cu, Co and As are emitted from the smelters in Nikel and Zapoljarnij. The concentrations of Ni and Cu in precipitation were higher during the summer season 1996 than the previous summer season 1995 in Svanvik. The

concentration of Co was at the same level, and the concentration of As was lower than during the summer 1995.

*[Faint, illegible handwritten text]*

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

April-september 1996

## 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 (se f.eks. Hagen, 1994).

## 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. 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.

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, kopper, 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 nikkelverkens 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-september 1996

Måleprogrammet for luft- og nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene i sommerhalvåret 1996 er vist i Tabell 1 og Tabell 2. Plasseringen av målestasjonene er vist i Figur 1.

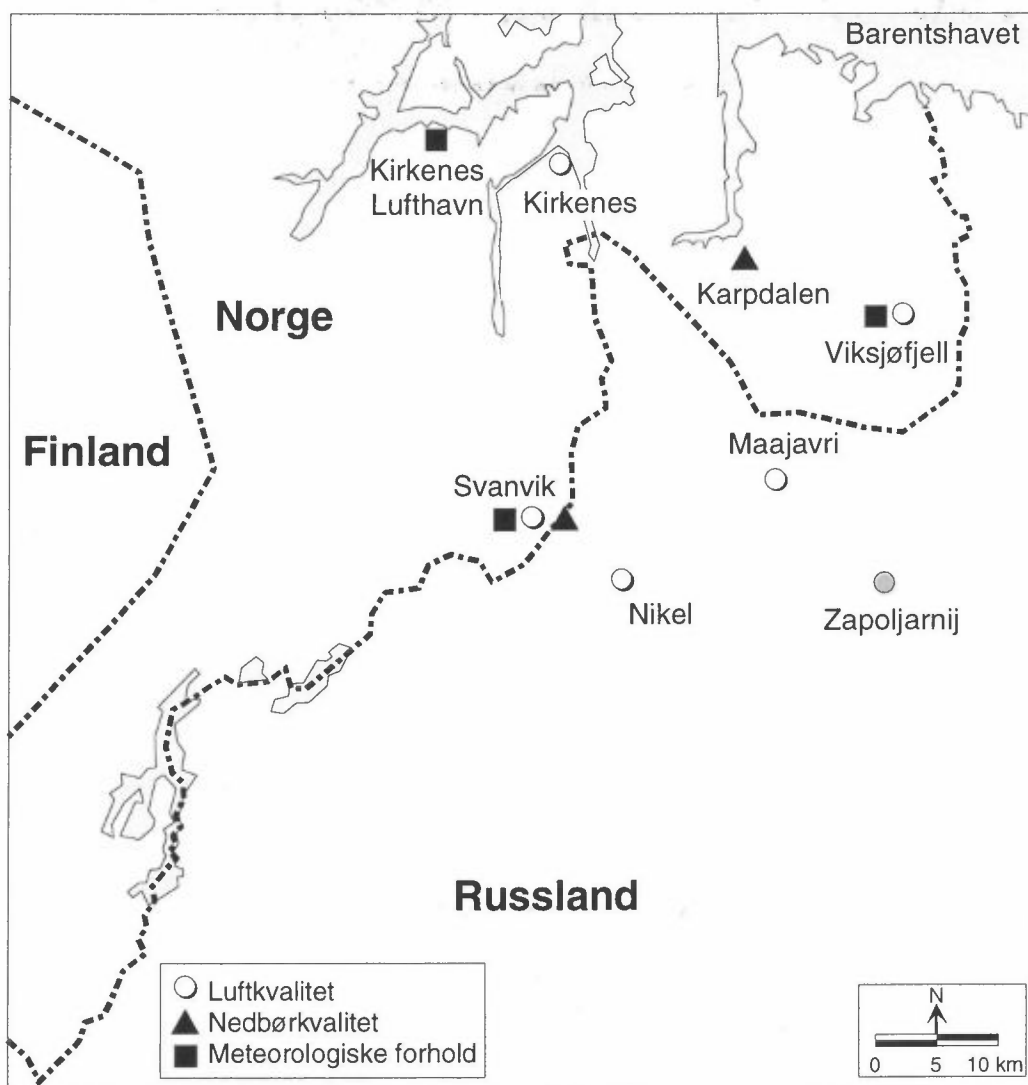
Tabell 1: Måleprogram for luftkvalitet i grenseområdene i perioden 1.4.-30.9.1996.

Stasjon	SO <sub>2</sub>		Svevestøv 2+2+3 døgn <sup>1)</sup>
	Timeverdier	Døgnverdier	
Viksjøfjell	x <sup>2)</sup>	x <sup>4)</sup>	x <sup>3)</sup>
Kirkenes			
Svanvik	x <sup>5)</sup>		
Maajavri	x		
Nikel	x		x <sup>3)</sup>

- 1 To-filter-prøvetaker. Prøvene tas over 2+2+3 døgn (mandag-onsdag, onsdag-fredag, fredag-mandag)
- 2 SO<sub>2</sub>-målingene på Viksjøfjell ble avsluttet 1.8.1996.
- 3 Svevestøvmålingene på Viksjøfjell og i Nikel ble avsluttet 1.5.1996.
- 4 SO<sub>2</sub>-målingene i Kirkenes ble avsluttet 1.5.1996.
- 5 Stans i SO<sub>2</sub>-målingene i Svanvik i perioden 12.8.-29.10.1996.

Tabell 2: Måleprogram for nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene i perioden 1.4.-30.9.1996.

Stasjon	Nedbørkvalitet (ukeverdier)	Meteorologiske forhold (timeverdier)				
		Vind- retning	Vind- styrke	Tempe- ratur	Relativ fuktighet	Stabilitet
Viksjøfjell		x	x	x	x	x
Karpdalen	x					
Svanvik	x	x	x	x		x



Figur 1: Målestasjoner for luftkvalitet, nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene i Norge og Russland i sommerhalvåret 1996.

På Viksjøfjell, i Svanvik, i Nickel 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. På fire av de norske stasjonene har det tidligere vært døgnprøvetakere for SO<sub>2</sub>. Fra 1. januar 1995 ble måleprogrammet for SO<sub>2</sub> redusert ved at døgnmålingene ble stoppet i Karpdalen, Svanvik og Holmfoss.

Fra sommeren 1996 ble luftkvalitetsmålingene ytterligere redusert. Målingene av SO<sub>2</sub> i Kirkenes og svevestøv i Nikel og på Viksjøfjell ble avsluttet 1.5.1996. SO<sub>2</sub>-målingene på Viksjøfjell ble avsluttet 1.8.1996, mens det var stans i SO<sub>2</sub>-målingene i Svanvik i perioden 12.8.-29.10.1996. Tidligere prøvetaking av svevestøv i Svanvik ble avsluttet ved årsskiftet 1994/95.

I Karpdalen og Svanvik tas det ukeprøver av nedbør. Prøvene analyseres på nedbørmengde, ledningsevne, pH, SO<sub>4</sub>, Cl, Mg, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, 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. Tungmetallanalysene i nedbørprøvene fra Karpdalen ble avsluttet ved årsskiftet 1995/96.

Både på Viksjøfjell og i Svanvik er det i toppen av en 10 m mast kontinuerlig registrering av vindstyrke, vindretning og temperatur, samt relativ fuktighet på Viksjøfjell. 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.

Det norske meteorologiske institutt (DNMI) har værstasjon på Kirkenes lufthavn (Høybuktmoen). 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 SO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub> +HNO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub> +NH<sub>3</sub>, timemiddelverdier av ozon og døgnmiddelverdier av NO<sub>2</sub>.

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, 1996). 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 gammaspespektrometer 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 sommerhalvåret 1996.

### 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.

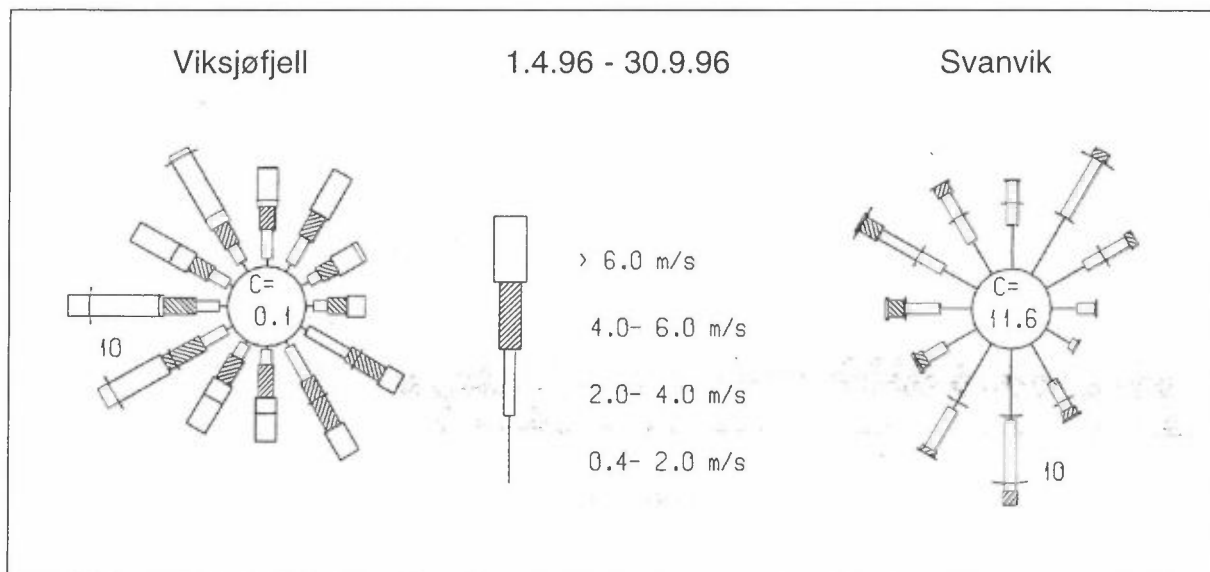
Tabell 3 viser at datadekningen for de meteorologiske målingene i Svanvik var god, men fra Viksjøfjell mangler en del data i perioder i august og september.

Tabell 3: *Datadekning i prosent av tiden for de meteorologiske målingene på Viksjøfjell og i Svanvik i perioden 1.4.-30.9.1996.*

Stasjon	Måned	Vindstyrke	Vindkast	Vindretning	Temperatur	Stabilitet	Rel.fuktighet
Viksjøfjell	April	100	100	100	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	76	76	76	76	76	56
	September	68	68	100	100	100	100
	Svanvik	April	100	100	100	100	100
Mai		100	100	100	100	100	
Juni		100	100	100	100	100	
Juli		98	98	98	98	98	
August		99	99	99	99	99	
September		98	98	98	98	98	

#### 4.1.1 Vindmålinger

Figur 2 viser vindrosener for perioden april-september 1996 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.



Figur 2: Vindroser for perioden april-september 1996 fra Viksjøfjell og Svanvik.

Vindrosa fra Viksjøfjell viser at vind fra vest-sørvest, vest og nord-nordvest forekom hyppigst i sommerhalvåret 1996. Vind fra øst-nordøst og øst hadde lavest hyppighet. Figuren viser også at frekvensen av vindstyrker over 6 m/s var størst ved vind fra mellom vest-sørvest og nord-nordvest og lavest ved vind fra østlige retninger. I Svanvik blåste det oftest fra sør og nord-nordøst.

Vindretningsfordelingene på de to stasjonene sommeren 1996 liknet i hovedtrekk på fordelingene fra sommeren 1995.

Tabell 4 gir andel vindstille, midlere vindstyrke, hyppigheten av vind over 6 m/s, maksimal timemidlet vindstyrke og sterkeste vindkast månedsvise og totalt for sommerhalvåret 1996 fra Viksjøfjell og Svanvik. Tabellen viser at det blåste betydelig sterkere på fjellet ved Viksjøfjell enn nede i dalen i Svanvik. De høyeste vindstyrkene i perioden ble målt 9. juni både i Svanvik og på Viksjøfjell. Timemiddelvindstyrkene var da henholdsvis 9,1 m/s i Svanvik og 21,8 m/s på Viksjøfjell.

Tabell 4: Statistikk over vindstyrker ved Svanvik og Viksjøfjell i perioden april-september 1996 (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	0,1	7,8	65,6	18,2	05.kl 18	24,8	04.kl 10
	Mai	0,1	6,7	53,3	19,8	10.kl 22	24,5	10.kl 21
	Juni	0,0	5,9	40,0	21,8	09.kl 19	30,7	09.kl 19
	Juli	0,0	4,8	22,7	17,0	15.kl 15	25,1	15.kl 17
	August	0,0	5,2	33,5	12,8	26.kl 10	18,8	21.kl 10
	September	0,0	6,3	52,0	13,8	05.kl 01	21,8	04.kl 17
	Apr.-sept.	0,1	6,1	44,4	21,8	09.06.kl 19	30,7	09.06.kl 19
Svanvik	April	11,9	2,5	1,1	6,5	30.kl 09	13,7	04.kl 05
	Mai	8,9	2,4	0,7	7,0	12.kl 13	14,9	12.kl 14 og 17
	Juni	4,5	2,5	2,6	9,1	09.kl 15	22,1	09.kl 17
	Juli	12,8	1,7	0,0	5,1	15.kl 21	13,1	15.kl 22
	August	20,9	1,5	0,0	6,0	16.kl 09	13,7	22.kl 10
	September	10,5	2,1	0,7	7,5	18.kl 01	15,5	18.kl 01
	Apr.-sept.	11,6	2,1	0,9	9,1	09.06.kl 15	22,1	09.06.kl 17

#### 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 viser at månedsmiddeltemperaturen i august 1996 var noe høyere enn normalen. I de øvrige månedene var det kaldere enn normalen på Kirkenes lufthavn.

Tabell 5: Temperaturer på Viksjøfjell, Svanvik og Kirkenes lufthavn i perioden april-september 1996 (°C).

Stasjon		April	Mai	Juni	Juli	August	September
Viksjøfjell	Middel	-5,7	-2,1	3,9	8,7	9,2	3,2
	Maks.	2,6	5,5	15,6	20,2	19,6	10,6
	Min.	-10,8	-9,6	-2,3	0,5	2,4	-2,3
Svanvik	Middel	-3,5	0,9	7,6	11,7	12,8	5,9
	Maks.	5,6	11,0	18,7	23,8	25,0	18,2
	Min.	-18,2	-11,4	0,9	2,6	0,0	-1,8
Kirkenes lufthavn	Middel	-3,3	0,9	7,1	11,4	13,1	5,7
	Normal	-2,4	3,0	8,5	12,1	10,5	6,2
	Maks.	5,1	9,5	19,4	24,5	26,5	13,8
	Min.	-13,3	-8,0	-0,3	3,5	1,9	-0,6

Høyeste målte temperatur, 26,5°C, ble registrert på Kirkenes lufthavn 8. august. Svanvik hadde 25,0°C 14. og 15. august, mens Viksjøfjell hadde 20,2°C 23. juli. Sannsynligvis hadde Viksjøfjell enda litt høyere temperatur midt i august, men i

denne perioden var måleutstyret ute av drift. Den laveste temperaturen,  $-18,2^{\circ}\text{C}$ , ble målt i Svanvik 17. april. Den laveste temperaturen på Viksjøfjell,  $-10,8^{\circ}\text{C}$ , ble målt 3. april. Kald luft som i inversjonsperioder samles i bunnen av Pasvikdalen, gjør at det måles lavere minimumstemperatur i Svanvik enn på Viksjøfjell.

Sammenliknet med sommeren 1995 var det sommeren 1996 kaldere i april, mai, juni og september og varmere i juli og august.

#### 4.1.3 Luftens relative fuktighet

Tabell 6 viser månedsmiddelverdiene av luftens relative fuktighet for hver måned i perioden april-september 1996. De høyeste middelverdiene av relativ fuktighet ble målt i juli og september.

Tabell 6: Månedsmiddelverdier av relativ fuktighet (%) i perioden april-september 1996 på Viksjøfjell.

Stasjon	April	Mai	Juni	Juli	August	September
Viksjøfjell	83	82	85	77	80	87

#### 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 fortynningen 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 fortynnet, 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 ved Viksjøfjell og Svanvik sommeren 1996.

Stasjon	Måned	Ustabil	Nøytral	Lett stabil	Stabil
Viksjøfjell	April	5,8	63,8	21,3	9,2
	Mai	4,4	67,9	22,3	5,4
	Juni	29,6	60,4	9,3	0,7
	Juli	28,4	62,0	7,8	1,9
	August	17,4	62,8	16,1	3,7
	September	8,2	74,9	16,4	0,6
Svanvik	April	6,9	68,8	8,9	15,4
	Mai	8,9	74,7	8,3	8,1
	Juni	24,2	71,8	1,9	2,1
	Juli	23,2	60,0	4,7	12,1
	August	19,5	45,5	9,2	25,8
	September	5,5	73,1	11,8	9,6

Tabellen viser at det i alle sommermånedene var størst forekomst av nøytral sjiktning på begge stasjonene. Ustabil sjiktning forekom oftere i de varmeste månedene enn i de kaldere, mens det omvendte var tilfellet med lett stabil og stabil sjiktning. På Viksjøfjell var det oftere lett stabil sjiktning enn i Svanvik i alle månedene, mens Svanvik i alle månedene hadde høyest frekvens av 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 to stasjoner både på norsk side og russisk side av grensen. Stasjonene er: Viksjøfjell og Svanvik i Norge og Maajavri og Nikel i Russland. Tidligere målinger av SO<sub>2</sub> med døgnprøvetakere ved Karpdalen, Holmfoss og Svanvik ble avsluttet 1. januar 1995. I Kirkenes ble SO<sub>2</sub>-målingene stoppet 1.5.1996, mens målingene på Viksjøfjell ble avsluttet 1.8.1996. Det var stans i målingene i Svanvik i perioden 12.8.-29.10.1996. Data fra Kirkenes i april 1996 er ikke tatt med i denne rapporten.

Tre av stasjonene, Viksjøfjell, 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. ±10 µg/m<sup>3</sup> ved det måleområdet som er valgt (opp til vel 3 000 µg/m<sup>3</sup>).



Tabell 8 viser at datadekningen fra Viksjøfjell og Svanvik var god i de månedene det var målinger. Fra Maajavri mangler data i hele april og mai og deler av juli. Datadekningen fra Nikel var god i hele perioden.

Tabell 8: *Datadekning i prosent av tiden for SO<sub>2</sub>-målingene fra Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri og Nikel i perioden 1.4.-30.9.1996.*

Måned	Viksjøfjell	Svanvik	Maajarvi	Nikel
April	98,3	98,3	0,0	93,1
Mai	99,1	99,3	0,0	94,8
Juni	98,2	99,0	83,5	91,4
Juli	97,8	99,1	25,8	93,3
August	0,0	36,3	73,3	94,6
September	0,0	0,0	94,9	94,2

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

Målingene viser at Viksjøfjell og Svanvik hadde omtrent samme middelerdi sommeren 1996. De russiske stasjonene hadde betydelig høyere middelerdier enn de norske. Selv om Svanvik ligger nærmest utslippet, var middelerdien av SO<sub>2</sub> litt lavere enn på Viksjøfjell, fordi det ikke blåste så ofte mot Svanvik.

Sammenliknet med gjennomsnittskonsentrasjonene sommeren 1995 var konsentrasjonene høyere sommeren 1996 ved Maajavri og Nikel. På Viksjøfjell var middelerkonsentrasjonen lavere sommeren 1996 enn sommeren 1995, mens det var liten forskjell i Svanvik.

Den høyeste døgnmiddelerdien på norsk side sommeren 1996 ble målt ved Svanvik (138 µg/m<sup>3</sup>), som også hadde to døgnmiddelerdier over 90 µg/m<sup>3</sup>, som er det anbefalte luftkvalitetskriteriet for døgnmiddelerdi av SO<sub>2</sub>. Stasjonene på russisk side hadde imidlertid flere verdier over 90 µg/m<sup>3</sup> enn de norske stasjonene, og de hadde også høyere maksimal døgnmiddelerdi enn Svanvik. Den høyeste døgnmiddelerdien i Nikel var hele 2 076 µg/m<sup>3</sup>, som er 23 ganger høyere enn det norske anbefalte luftkvalitetskriteriet på 90 µg/m<sup>3</sup>.

Tabell 9: Sammendrag av målinger av  $SO_2$  med kontinuerlig registrerende instrumenter på Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri og Nikel i perioden april-september 1996 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Stasjon og måned	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Antall døgnobs	Antall døgnmidler			Høyeste time-middel	Antall time-obs	Antall timeverdier			
				>50	>90	>300			>100	>350	>700	>1000
Viksjøfjell												
April	19,5	79	30	4	0	0	798	708	33	6	2	0
Mai	4,7	55	31	1	0	0	289	737	7	0	0	0
Juni	12,3	64	30	2	0	0	493	707	24	1	0	0
Juli	12,1	81	31	2	0	0	426	728	23	3	0	0
August												
September												
Apr. -sept. '96	12,1	81	122	9	0	0	798	2 880	87	10	2	0
Svanvik												
April	14,6	73	30	6	0	0	285	708	43	0	0	0
Mai	4,0	57	31	1	0	0	169	739	7	0	0	0
Juni	15,8	138	30	4	1	0	744	713	29	3	2	0
Juli	12,2	106	31	1	1	0	450	737	24	3	0	0
August	7,2	26	11	0	0	0	171	270	2	0	0	0
September												
Apr. -sept. '96	11,2	138	133	12	2	0	744	3 167	105	6	2	0
Maajavri												
April												
Mai												
Juni	32,8	178	25	5	3	0	1 553	601	45	16	5	1
Juli	52,1	161	8	3	2	0	1 124	192	28	5	2	1
August	108,8	343	22	13	12	1	1 809	545	131	57	19	8
September	37,3	192	29	7	4	0	987	683	64	18	7	0
Apr. -sept. '96	56,1	343	84	28	21	1	1 809	2 021	268	96	33	10
Nikel												
April	61,1	658	30	8	5	2	2 801	670	70	24	15	9
Mai	148,9	2 076	31	11	6	4	3 260	705	102	61	49	39
Juni	237,0	1 383	29	16	12	8	2 570	658	183	124	83	68
Juli	118,4	820	31	12	10	3	2 620	694	125	59	37	24
August	76,2	1 140	31	9	4	1	3 182	704	74	39	24	13
September	31,2	370	30	6	3	1	2 003	678	56	16	4	3
Apr. -sept. '96	111,5	2 076	182	62	40	19	3 260	4 109	610	323	212	156

Den høyeste timemiddelverdien på norsk side ble målt på Viksjøfjell 27. april kl 12 og var på  $798 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vindmålingene denne timen viste vind med styrke 3,6 m/s fra sør-sørvest på Viksjøfjell, som kan tyde på at utslipp fra Nikel belastet stasjonen.

Den høyeste timemiddelverdien i Svanvik,  $744 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ble målt 12. juni kl 13. Denne timen var det vind fra øst med styrke 2,1 m/s i Svanvik, som tyder på at utslipp fra Nikel belastet stasjonen.

På russisk side ble den høyeste timemiddelverdien registrert i Nikel 6. mai kl 11. Verdien var på  $3 260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vindmålingene i Svanvik denne timen viste vind fra nordøst med midlere styrke 4,3 m/s. Vindretningen var rett fra verket i Nikel mot målestasjonen. Den høyeste timemiddelverdien i Nikel ble målt i en meget sterk forurensningsepisode som varte fra ettermiddagen 5. mai til tidlig om morgenen

7. mai. Døgnmiddelverdien 6. mai var hele 2 076  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , som er 23 ganger høyere enn SFTs anbefalte norske luftkvalitetskriterium på 90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Ved Maajavri ble den høyeste timemiddelverdien, 1 809  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , registrert 14. august kl 07. Vindmåleren på Viksjøfjell var ikke i funksjon på dette tidspunktet. I Svanvik var det et svakt drag fra sør med styrke 0,1 m/s. De neste timene økte vindstyrken til vel 2 m/s og vinden kom fra sørvest. Det er mest sannsynlig at det allerede tidlig på morgenen var sørvestlig vind i høyde med de høye skorsteinene i Nikel, og at utslippene fra Nikel er kilden til den høye konsentrasjonen ved Maajavri.

Nikel hadde timemiddelverdier over Verdens helseorganisasjons foreslåtte grenseverdi på 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 7,9% av timene med målinger. Tilsvarende tall for Maajavri var 4,8%. På Viksjøfjell var det over 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 0,3% av tiden og i Svanvik i 0,2% av tiden.

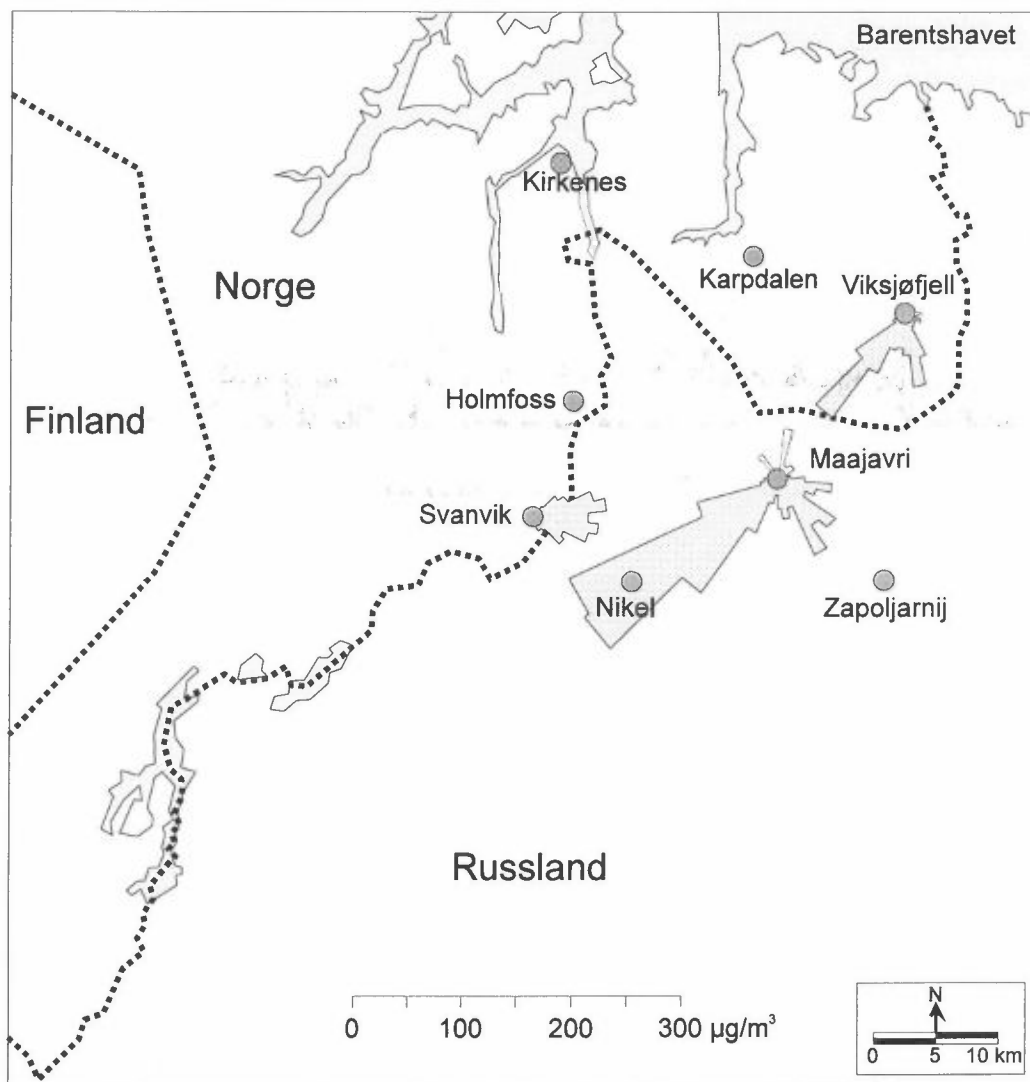
Sammenliknet med sommeren 1995 ble det målt lavere maksimale timemiddelverdier sommeren 1996 på Viksjøfjell, i Svanvik og ved Maajavri, men en betydelig høyere maksimal timemiddelverdi i Nikel. Andelen timemiddelverdier over 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  var høyere sommeren 1996 på de russiske stasjonene, men lavere på de norske stasjonene.

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 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 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 3-4, 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 11,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  for perioden april-august 1996. Ved vind fra østlig kant ( $70^\circ$ - $110^\circ$ ) var middelkonsentrasjonen rundt 55-60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , se Figur 3. Ved vind i en bred sektor fra sørøst over vest til nord-nordøst var konsentrasjonene betydelig lavere enn ved vind fra nordøstlig til øst-sørøstlig kant.

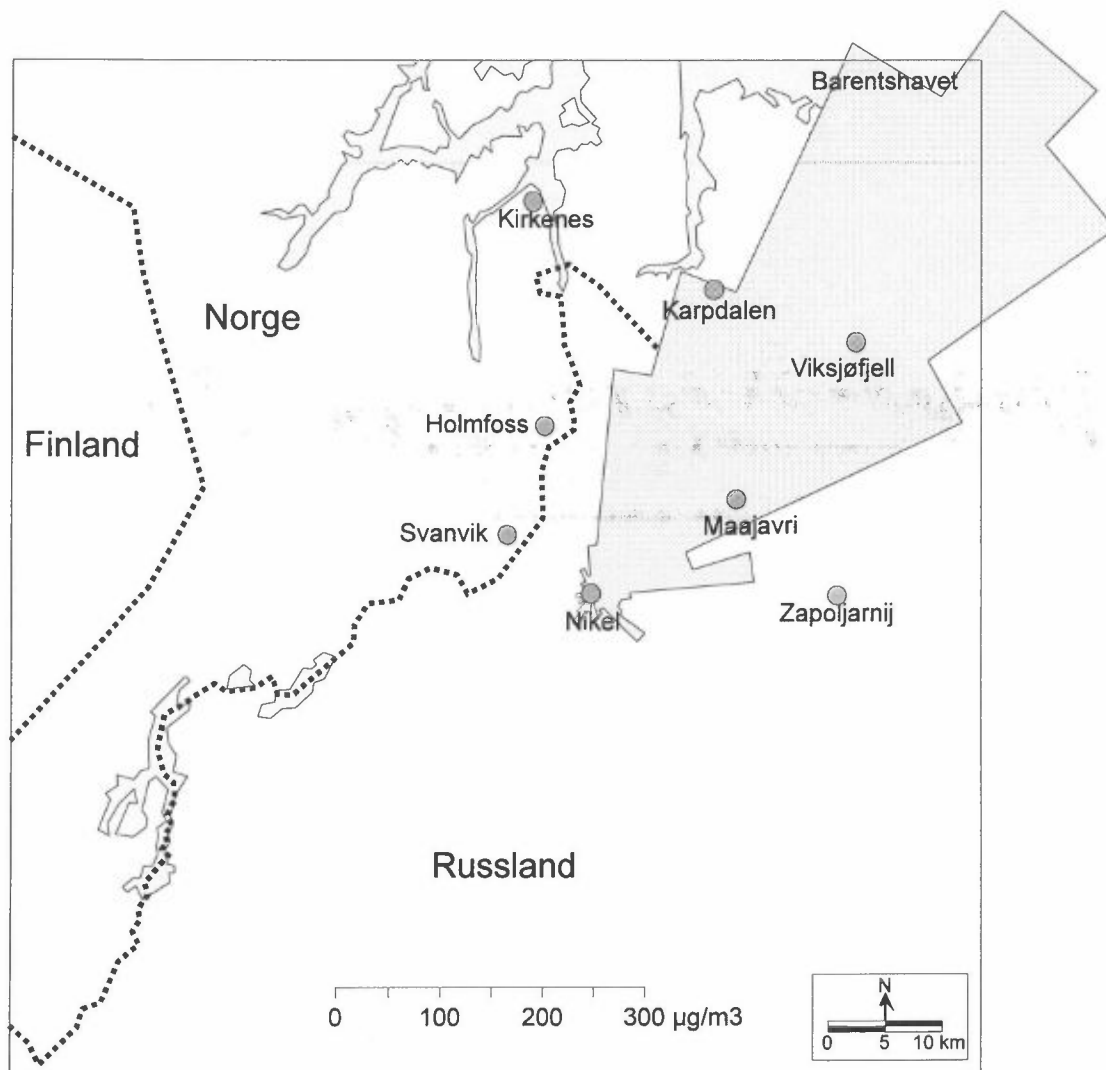
På Viksjøfjell var middelkonsentrasjonen 117  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ved vind fra omkring  $220^\circ$  (Nikel) (se Figur 3). Ved vind fra omkring  $170^\circ$  var middelkonsentrasjonen 67,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette viser at også Zapoljarnij belaster stasjonen.



Figur 3: Middelkonsentrasjoner av  $SO_2$  for Viksjøfjell, Svanvik og Maajavri i 36 vindsektorer i perioden april-september 1996 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Maajavri hadde en middelkonsentrasjon på 215-221  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ved vind fra Nikel (omkring  $230^\circ$  og  $240^\circ$ ). Det var også forhøyete konsentrasjoner ved vind fra Zapoljarnij (omkring  $130^\circ$ - $150^\circ$ ). Ved vind i en bred sektor fra vest over nord til øst ble det målt meget lave konsentrasjoner.

Stasjonen i Nikel (Figur 4) var sterkt belastet i en sektor fra nord til øst (vind målt i Svanvik) med den høyeste middelkonsentrasjonen ved  $40^\circ$  ( $694 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Konsentrasjonene i de mest belastede sektorene var mye høyere i Nikel enn på de andre stasjonene. De høye konsentrasjonene i Nikel skyldes sannsynligvis de mange og store utslippene fra de lave skorsteinene. Utslippene fra de tre høyeste skorsteinene (150-160 m) vil sjelden eller aldri slå ned ved målestasjonen, som bare ligger 1 km fra bedriften.



Figur 4: Middelkonsentrasjoner av  $SO_2$  i Nikel (samme skala som i Figur 3) i 36 vindsektorer i perioden april-september 1996 ( $\mu g/m^3$ ).

#### 4.2.2 Trendanalyse for $SO_2$

$SO_2$ -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.

Tabell 10: Oversikt over SO<sub>2</sub>-målinger i grenseområdene med døgnprøvetakere (døgnmiddelverdier) og med kontinuerlig registrerende monitorer (timemiddelverdier) i perioden 1974-1995. 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. For stasjoner merket med \* (stjerne) er det i det følgende gjort trendanalyser av SO<sub>2</sub>-nivået.

Målested	Prøvetakingstid	19-74	19-75	19-76	19-77	19-78	19-79	19-80	19-81	19-82	19-83	19-84	19-85	19-86	19-87	19-88	19-89	19-90	19-91	19-92	19-93	19-94	19-95	19-96	
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																								
Nikkel*	Time																								

Døgnprøvetaking ble avsluttet i Svanvik, Holmfoss og Karpdalen ved årsskiftet 1994/95 og i Kirkenes 1.5.1996. Det benyttes monitører (timemiddelverdier) i Svanvik, på Viksjøfjell, 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.

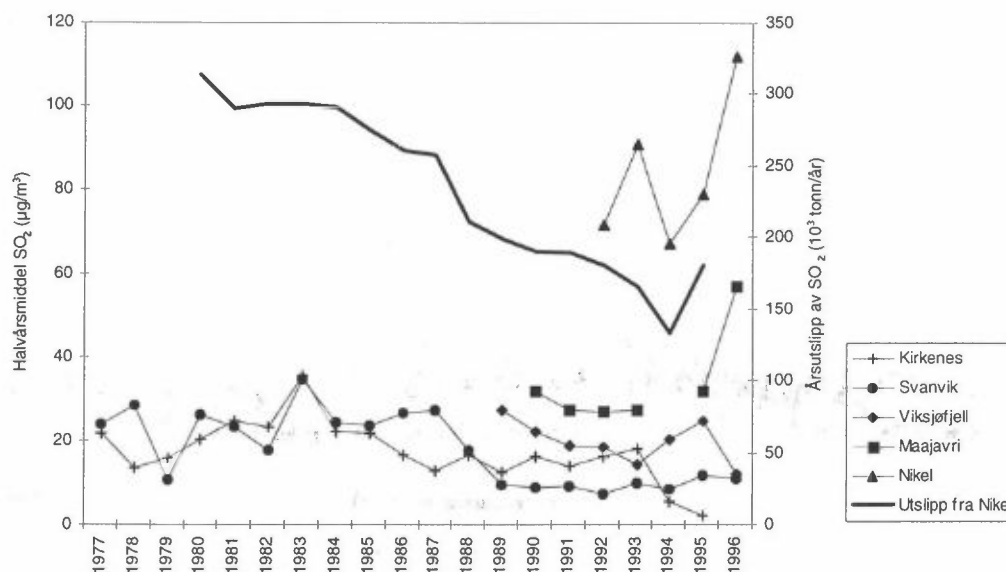
For stasjoner merket med \* (stjerne) i tabell 10 er det gjort en statistisk analyse av SO<sub>2</sub>-verdiene for sommerhalvåret (april-september) i de årene måledata foreligger fra 1989. Det er utarbeidet statistikk både på grunnlag av timemiddelverdier og på grunnlag av døgnmiddelverdier beregnet av 24 timemiddelverdier. For hvert sommerhalvår 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 9. Figur 5 viser aritmetiske middelverdier i sommerhalvåret for perioden 1977-1996. I denne figuren er også de tidligere stasjonene med døgnprøvetaking i Kirkenes og Svanvik tatt med. Figur 6-Figur 9 gir trend for de statistiske parametrene som er nevnt ovenfor på stasjoner med målte timemiddelverdier. For disse stasjonene er det også beregnet tilsvarende statistikk på grunnlag av beregnede døgnmiddelverdier fra timemiddelverdiene.

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 foreløpig uoffisielle tall. Figuren viser at de målte sommermiddelverdiene 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 målestedet, vindstyrken og den termiske turbulensen (stabiliteten i lufta).

De to russiske stasjonene som er mest påvirket av utslippene fra Nikel, viste høyere middelverdier sommeren 1996 enn sommeren 1995. Utslippstall fra Nikel for 1996 foreligger ennå ikke, og tallene for 1995 er ikke offisielt bekreftet. Det er derfor vanskelig å si om økningen skyldes økte utslipp. De meteorologiske spredningsforholdene synes imidlertid ikke å ha vært dårligere sommeren 1996 enn sommeren 1995. På den norske stasjonen Viksjøfjell ble det målt lavere middelverdier sommeren 1996 enn sommeren 1995, mens nedgangen i Svanvik var ubetydelig.

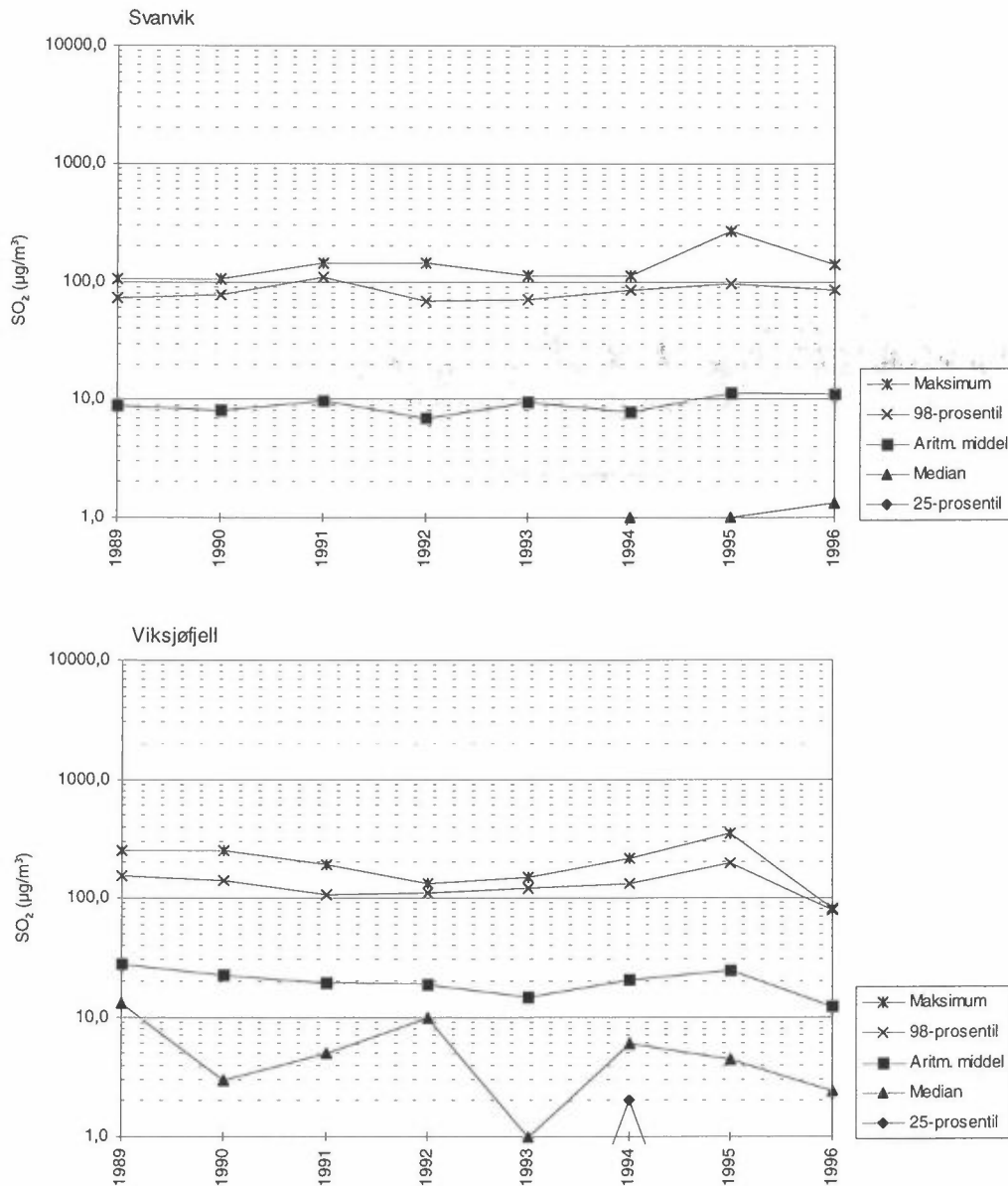


Figur 5: Sommermiddelkonsentrasjoner (april-september) av  $SO_2$  i perioden 1977-1996 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Figuren viser også årlige utslipp av  $SO_2$  fra smelteverket i Nikel i perioden 1980-1993 ( $10^3$  tonn/år).

Figur 6-Figur 9 gir trend for utvalgte statistiske parametre i  $SO_2$ -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  $SO_2$ -verdier. I figurer med vanlig lineær skala ville det blitt meget vanskelig å skille mellom aritmetisk middelvei, median og 25-prosentil-verdi, da disse verdiene ville bli nær hverandre.

På de følgende sidene er det gitt korte kommentarer til utviklingen i  $SO_2$ -nivået på de enkelte stasjonene:





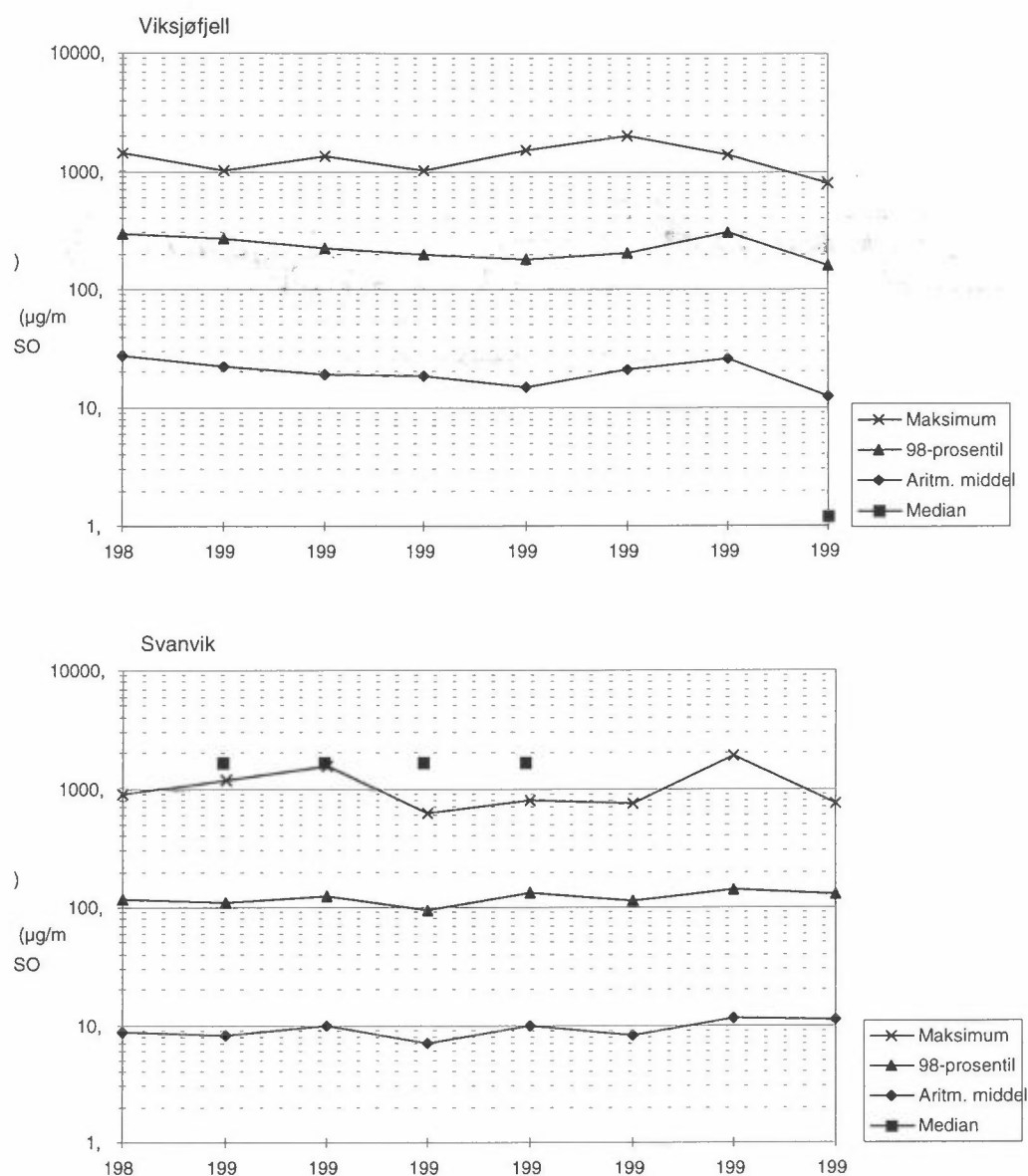
Figur 6: Døgnmiddelkonsentrasjoner av  $SO_2$  beregnet fra timemiddelkonsentrasjoner i sommerhalvåret (april-september) i Svanvik og på Viksjøfjell ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Trend for utvalgte statistiske parametre.

- **Svanvik** (Figur 6 og Figur 7)

Målingene i Svanvik har vist et relativt stabilt  $SO_2$ -nivå fram til slutten av 1980-årene, se Figur 5. Deretter har spesielt middel- og median-verdien vært lavere, mens maksimumsverdien har variert mye fra år til år. Halvparten av tiden har døgnmiddelverdiene vært lavere eller lik  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  siden 1989.

Målinger av timemiddelverdier siden 1989 (Figur 7) viser at maksimumsverdiene om sommeren har variert en del, med den høyeste ( $1\,906 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sommeren 1995. Sommeren 1995 hadde også høyeste maksimale døgnmiddelverdi og høyeste

middelverdi etter nedgangen i 1989. Det var ingen endring i det midlere  $\text{SO}_2$ -nivået i Svanvik fra sommeren 1995 til sommeren 1996.

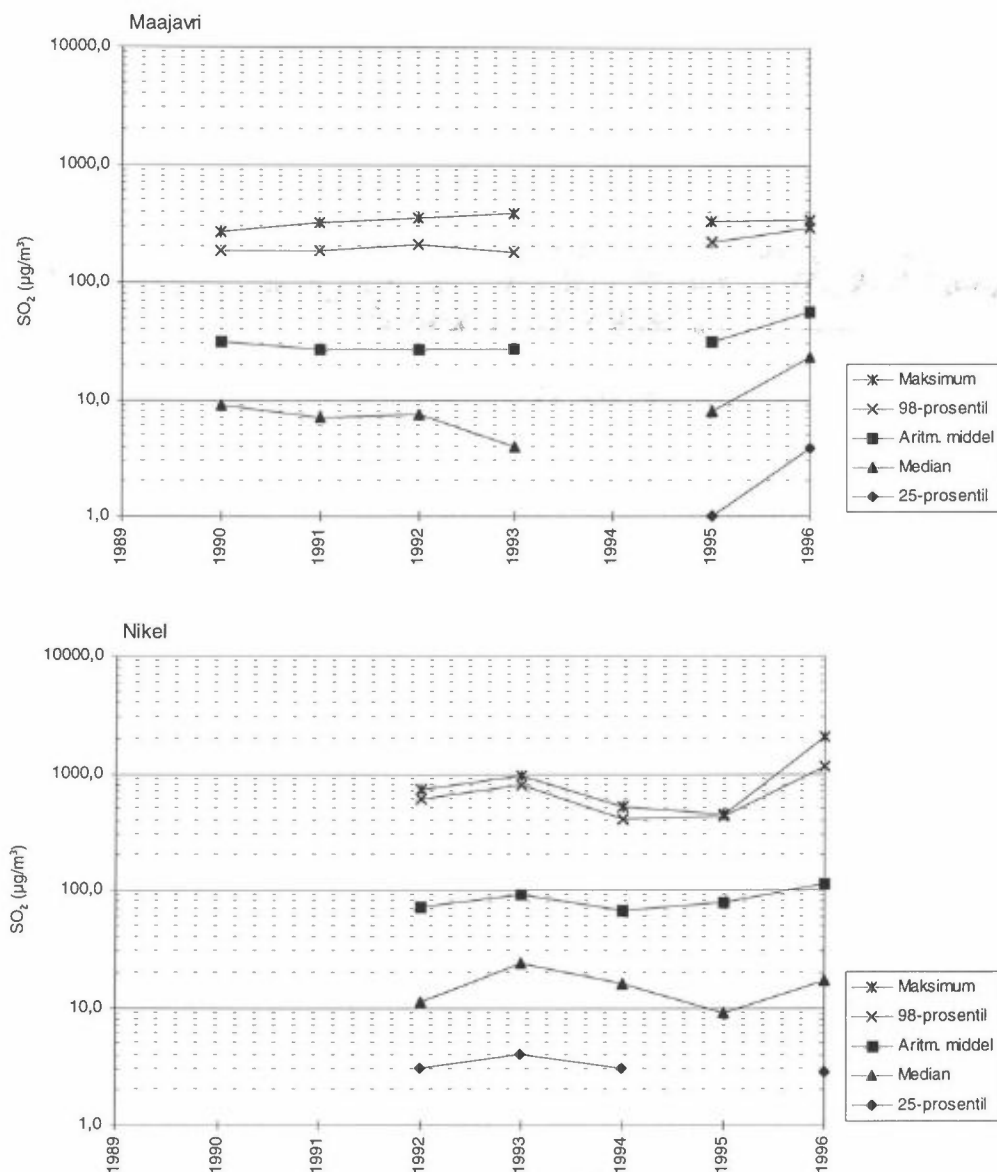


Figur 7: Timemiddelkonsentrasjoner av  $\text{SO}_2$  i sommerhalvåret (april-september) i Svanvik og på Viksjøfjell ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Trend for utvalgte statistiske parametre.

- **Viksjøfjell** (Figur 6 og Figur 7)

I perioden 1989-1993 viste målingene en nedgang både i maksimum-, 98-prosentil- og middelkonsentrasjonene. Somrene 1994 og 1995 ble det igjen målt høyere konsentrasjoner. Maksimum- og 98-prosentilverdiene på døgnbasis sommeren 1995 er de høyeste som er registrert siden målingene startet på Viksjøfjell. Den høyeste timemiddelverdien som er registrert sommerstid på Viksjøfjell ble målt sommeren 1994. Sommeren 1996 viste det laveste  $\text{SO}_2$ -nivået

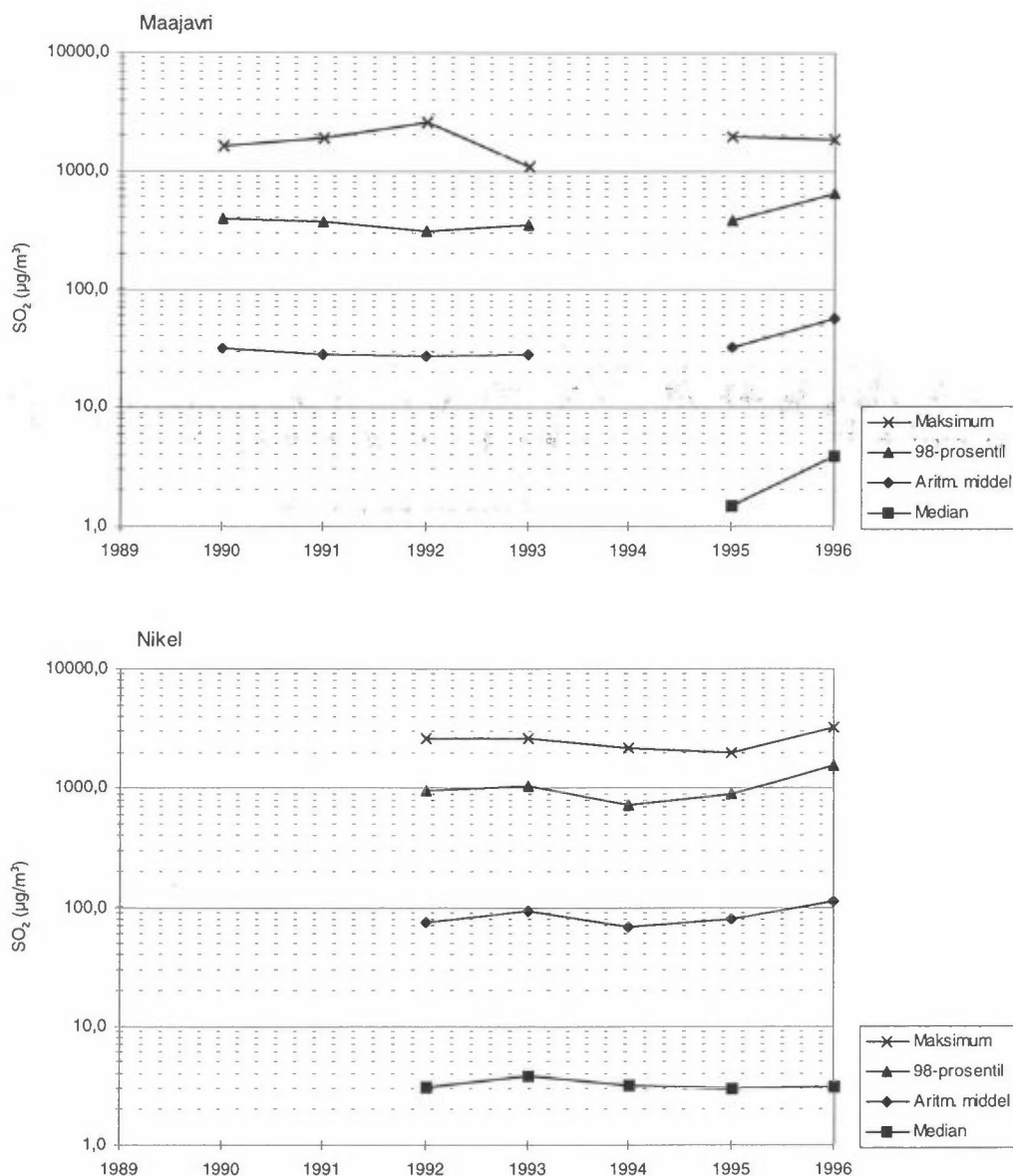
sommerstid i hele måleperioden. SO<sub>2</sub>-målingene på Viksjøfjell ble avsluttet 1.8.1996.



Figur 8: Døgnmiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> beregnet fra timemiddelkonsentrasjoner i sommerhalvåret (april-september) ved Maajavri og i Nikel (µg/m<sup>3</sup>). Trend for utvalgte statistiske parametre.

- **Maajavri** (Figur 8 og Figur 9)

Maajavri på russisk side ligger ca. 17 km nordøst for Nikel og ca. 11 km nordvest for Zapoljarnij. Som på Viksjøfjell viser middel- og medianverdiene tendens til fallende SO<sub>2</sub>-nivå fram til sommeren 1993, men med økte verdier igjen siden. Sommeren 1996 hadde den høyeste middelverdien siden målingene startet ved Maajavri. Maksimum- og 98-prosentilverdiene viser en litt varierende tidsutvikling med den høyeste døgnmiddelverdien (1 383 µg/m<sup>3</sup>) sommeren 1993 og den høyeste timemiddelverdien (2 610 µg/m<sup>3</sup>) sommeren 1992.



Figur 9: Timemiddelkonsentrasjoner av  $SO_2$  i sommerhalvåret (april-september) ved Maajavri og i Nikel ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Trend for utvalgte statistiske parametre.

- **Nikel** (Figur 8 og Figur 9)

Denne stasjonen er plassert i Nikel sentrum ca. 1 km sørvest for smelteverket. Det er de diffuse utslippene og utslippene fra de laveste skorsteinene som belaster denne stasjonen. Utslippene fra de tre høye skorsteinene på 150-160 m slår ikke ned her.

Sommermålingene startet først i 1992. Sommeren 1996 viste de høyeste time- og døgnmiddelkonsentrasjonene til nå (henholdsvis  $3\,260\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $2\,076\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Også middelverdien på  $111,5\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  sommeren 1996 er den høyeste som er målt til nå om sommeren.

Stasjonen i Nikel påvirkes ved nordøstlig vind, som vanligvis ikke forekommer så ofte om vinteren som om sommeren. Middelkonsentrasjonen av  $\text{SO}_2$  er derfor vanligvis høyere om sommeren enn om vinteren.

Samlet sett viser Figur 5-Figur 9 redusert  $\text{SO}_2$ -forurensning i Sør-Varanger fra slutten av 1970-årene fram til 1994. Nedgangen er i takt med reduksjonene i utslippene fra smelteverket i Nikel. Sommeren 1995 var det imidlertid økte  $\text{SO}_2$ -konsentrasjoner igjen, som var særlig markert på de mest belastede stasjonene Viksjøfjell, Maajavri og Nikel. Sommeren 1996 økte  $\text{SO}_2$ -nivået ytterligere på de russiske stasjonene, mens  $\text{SO}_2$ -nivået gikk ned på Viksjøfjell og var uforandret i Svanvik. Foreløpige data viser de laveste utslippene i Nikel i 1994, men med en økning igjen i 1995 til 1992/93-nivå. For 1996 foreligger foreløpig ikke noe utslippsdata.

### 4.3 Nedbørkvalitet

Nedbørkvalitet er målt på to stasjoner på norsk side i sommerhalvåret 1996, Karpdalen og Svanvik. Prøvene 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 erstattet Dalelva ved Jarfjord fra 1.1.1991. Et sammendrag av resultatene er vist i Tabell 11-Tabell 12. Konsentrasjonene av sulfat er korrigert for sjøsalt og gitt som mg svovel/l. Konsentrasjonene av nitrat og ammonium er gitt som mg nitrogen/l. Tungmetallanalysene fra nedbørprøvene i Karpdalen ble avsluttet ved årsskiftet 1995/96.

Stasjonen i Karpdalen fikk størst nedbørmengde av de to stasjonene. Svanvik hadde lavest pH og høyest middelkonsentrasjon av sulfat, ammonium og kalsium. Karpdalen hadde høyest konsentrasjon av sjøsaltkomponentene natrium, magnesium og klorid og av kalsium. Konsentrasjonen av nitrat var lik på de to stasjonene.

Sammenliknet med sommeren 1995 var det både høyere pH og høyere middelkonsentrasjoner av Na, Mg, Cl og Ca i nedbøren i Svanvik sommeren 1996. Middelkonsentrasjonene av  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4$  og K var lavere sommeren 1996 enn sommeren 1995.

Tabell 11: Måned- og halvårsmiddelverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i Svanvik sommeren 1996.

Måned	Nedbør- mengde mm	Lednings- evne µS/cm	pH	SO <sub>4</sub> mg S/l	NO <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	9,9	26,17	4,74	0,66	0,25	0,16	1,92	0,27	3,17	0,18	0,09	3,83	0,43	4,79	61,07	2,86	98,86	1,70	0,78
Mai	7,9	21,46	5,36	0,70	0,26	0,20	1,16	0,63	2,11	0,93	0,06	0,67	0,04	1,38	22,16	1,28	18,81	0,67	0,40
Juni	56,7	12,32	4,69	0,45	0,08	0,06	0,21	0,04	0,30	0,06	0,03	0,65	0,05	1,95	15,81	1,12	14,53	0,50	0,57
Juli	57,0	14,20	4,62	0,46	0,07	0,08	0,32	0,07	0,57	0,13	0,05	0,54	0,09	2,38	34,25	1,80	27,62	1,09	0,59
August	37,0	14,89	4,75	0,49	0,40	0,12	0,18	0,08	0,25	0,33	0,10	1,22	0,03	8,70	14,35	0,84	13,78	0,51	0,23
September	40,8	20,51	4,51	0,73	0,24	0,17	0,70	0,14	1,19	0,26	0,08	1,27	0,03	3,12	25,46	1,40	24,13	0,79	0,32
April - september 1996	209,3	15,88	4,65	0,53	0,18	0,11	0,44	0,11	0,73	0,21	0,06	0,93	0,06	3,44	23,85	1,36	22,39	0,75	0,47

Tabell 12: Måned- og halvårsmiddelverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i Karpdalen sommeren 1996.

Måned	Nedbør- mengde mm	Lednings- evne µS/cm	pH	SO <sub>4</sub> mg S/l	NO <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
April	12,9	43,06	4,57	1,11	0,38	0,39	3,61	0,46	5,26	0,32	0,32
Mai	10,4	44,81	4,42	1,27	0,64	0,34	2,75	0,37	4,23	0,31	0,27
Juni	109,1	18,31	4,78	0,36	0,12	0,06	0,98	0,11	1,56	0,06	0,11
Juli	48,6	16,56	4,82	0,36	0,13	0,10	1,16	0,13	1,80	0,09	0,17
August	59,2	14,83	4,62	0,51	0,13	0,08	0,38	0,06	0,56	0,07	0,05
September	53,5	21,06	4,62	0,54	0,13	0,14	1,09	0,15	1,86	0,53	0,07
April - september 1996	293,6	19,85	4,69	0,49	0,16	0,11	1,08	0,14	1,70	0,17	0,12

I Karpdalen var det høyere pH og høyere middelkonsentrasjoner av natrium, magnesium, klorid og kalium, mens konsentrasjonene av sulfat, ammonium, nitrat og kalsium var lavere sommeren 1996 enn sommeren 1995.

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 ved tørravsetning.

Sommeren 1996 var konsentrasjonene av Ni og Cu noe høyere enn sommeren før i Svanvik, mens konsentrasjonene av Pb, Cd, Zn og As var noe lavere. For Co og Cr var det liten endring fra sommeren 1995 til sommeren 1996.

Tungmetallene Pb, Cd og Zn analyseres rutinemessig i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner under Statlig program for forurensningsovervåking. Konsentrasjonene av bly i Sør-Varanger sommeren 1996 var omtrent som det en vanligvis finner på Sørlandet om sommeren (SFT, 1996). Konsentrasjonene av Cd var høyere sammenliknet med konsentrasjonene på Sørlandet sommerstid. Konsentrasjonene av Zn var på samme nivå eller litt lavere enn konsentrasjonene på Sørlandet om sommeren.

Det er også beregnet avsetning med nedbøren av de forskjellige elementene for sommerhalvåret 1996. Resultatene er vist i Tabell 13 sammen med avsetningstall fra tidligere sommerhalvår.

Tabellen viser at Karpdalen hadde størst avsetning av alle hovedkomponentene sommeren 1996.

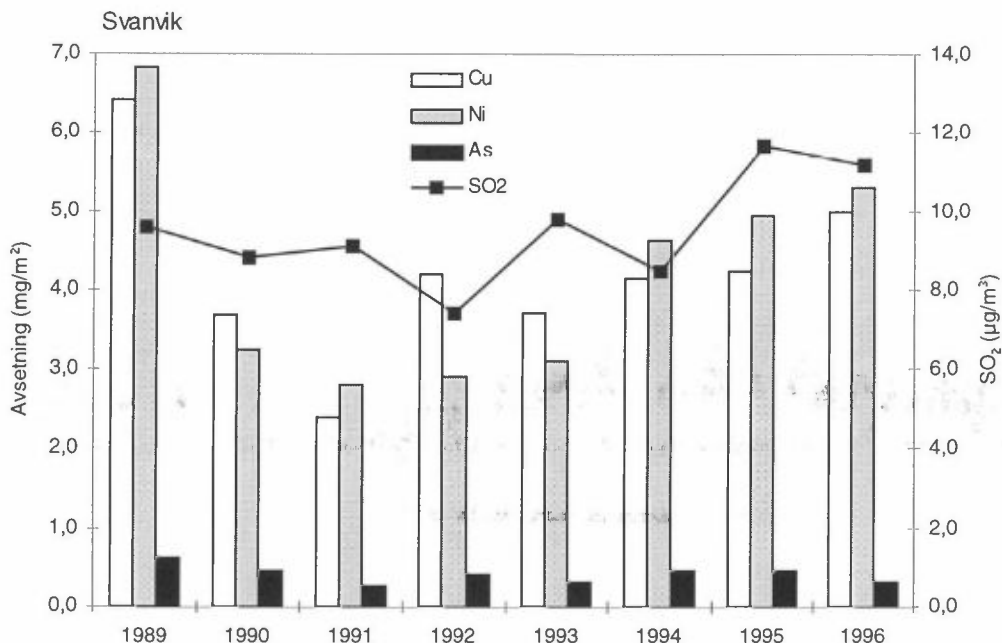
Avsetningen av Ni og Cu var større sommeren 1996 enn sommeren 1995 i Svanvik. Avsetningen av Pb, Cd, Zn og As var mindre sommeren 1996 enn sommeren 1995, mens det var liten endring for Co og Cr.

Avsetningen med nedbør av Cu, Ni og As i Svanvik for sommerhalvårene fra 1989 til 1996 er vist i Figur 10 sammen med halvårsmiddelkonsentrasjonene av SO<sub>2</sub>. Figuren indikerer at avsetningen av metallene og SO<sub>2</sub>-konsentrasjonen varierer i takt.

Tabell 13: Avsetning av elementer med nedbør i sommerhalvårene fra 1989 til 1996.  
(Tungmetaller i Karpdalen analysert siste gang i 1995)

Stasjon	År	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								
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	





Figur 10: Avsetning med nedbør av Cu, Ni og As (mg/m<sup>2</sup>) i sommerhalvårene fra 1989 til 1996 i Svanvik sammen med halvårsmiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>).

## 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 vurdering av forholdet mellom modellberegnete og målte konsentrasjoner av SO<sub>2</sub>. Dette håper vi 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.

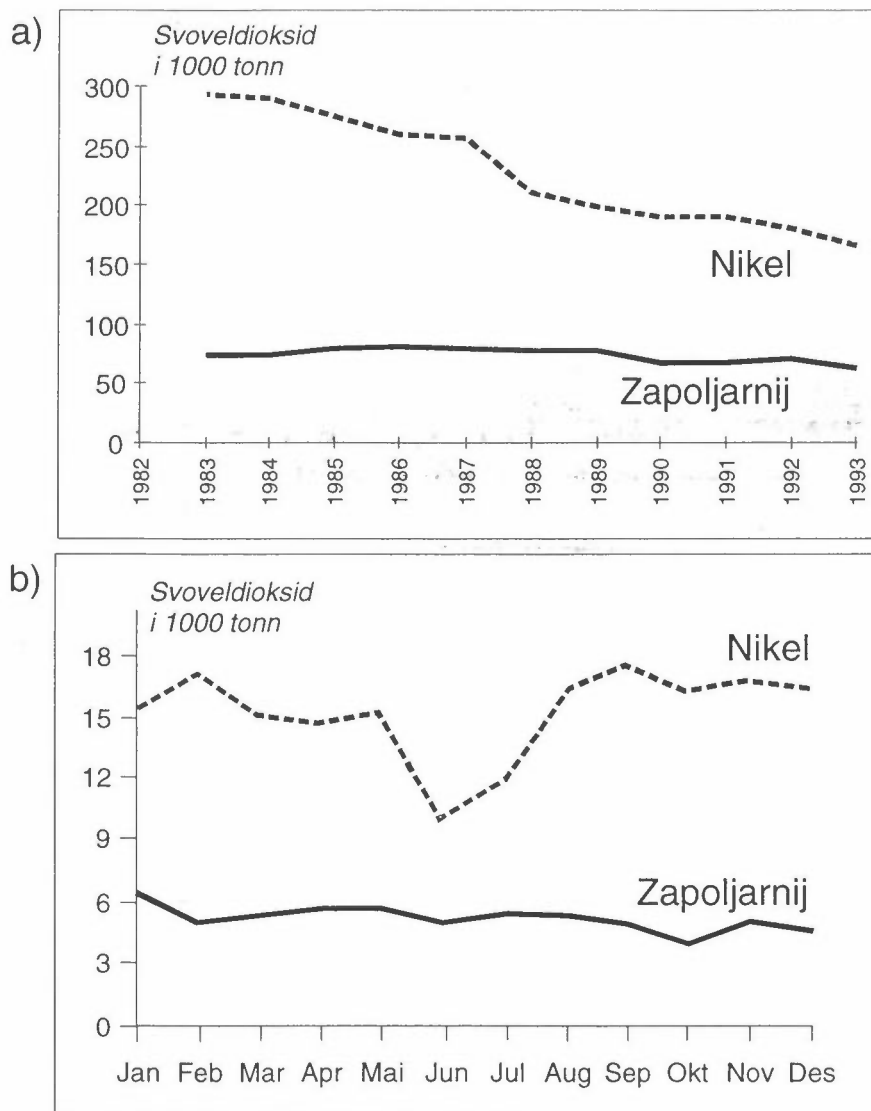
### 5.1 Utslippsdata

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, Zapoljarnij og Kirkenes, 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 1980-1993 er presentert i Figur 11a. Figuren viser at utslippene fra Nikel har avtatt de senere årene, mens utslippene fra Zapoljarnij har holdt seg forholdsvis konstant i perioden. Figuren viser også variasjonen over året for Nikel og Zapoljarnij i 1990.

Tabell 14: Maksimale utslipp av SO<sub>2</sub> fra industrielle kilder i Nikel, Zapoljarnij og Kirkenes i 1989.

Kilde nr.	Utslipp av SO <sub>2</sub> (g/s)	Skorsteins-høyde (m)	Tempera-tur (K)	Utslipps-hastighet (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
43	27	30	390	10,0	4,0	Kirkenes



For å fremskaffe utslippsdata for sommerhalvåret 1996 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 beregningshalvåret er basert på skalering i forhold til et gjennomsnitt av den månedsvise utslippsfordelingen for Nikel og Zapoljarnij for 1990 (Figur 11b).

Det er til dels store usikkerheter i utslippsdataene fra de russiske verkene. Utslippstallene for beregningsperioden er basert på estimater, og den månedsvise fordelingen gitt av Ryaboshapko i Figur 11b er basert på uoffisielle tall fra smelteverkene.

## 5.2 Langtidsmiddelkonsentrasjoner

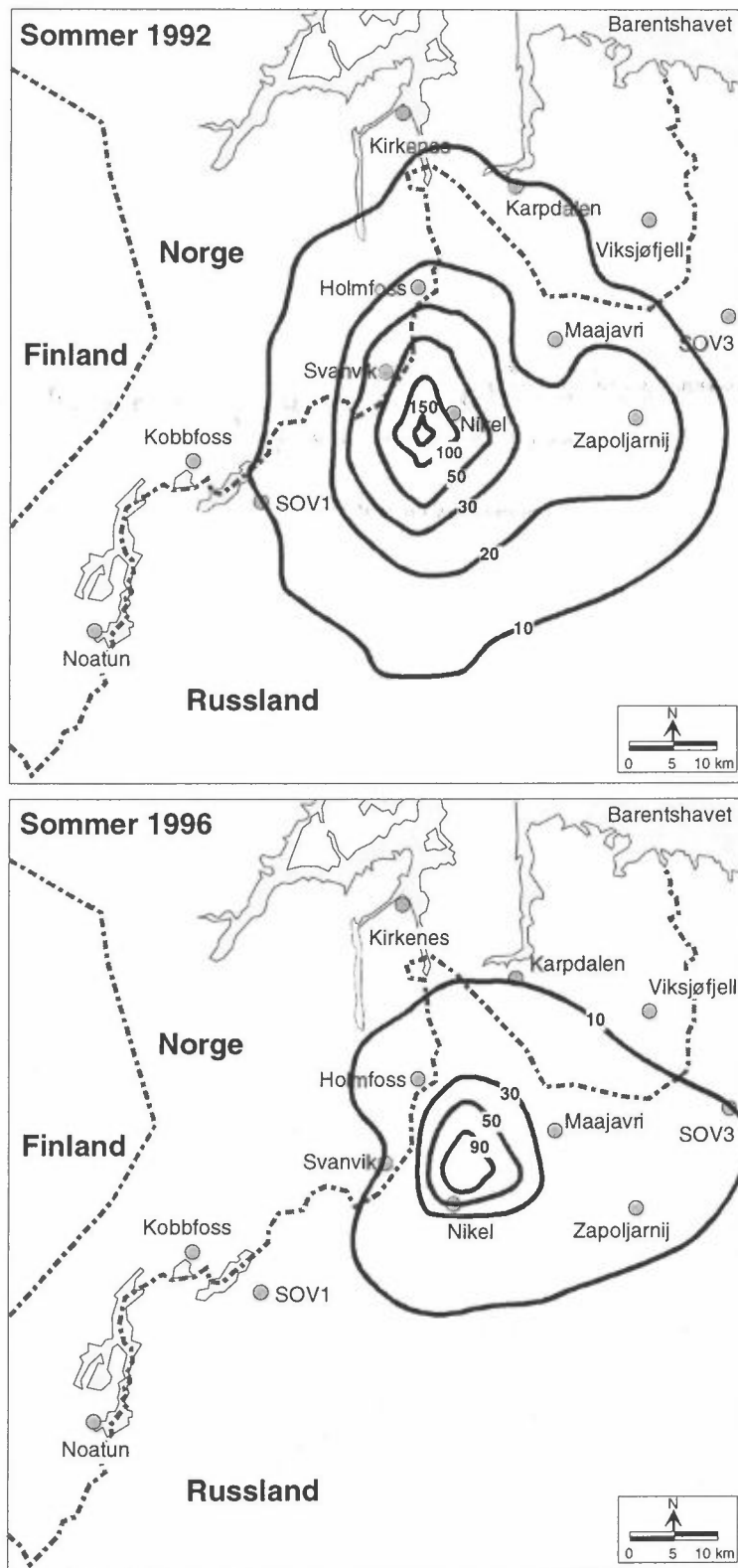
NILUs gaussiske spredningsmodell CONDEP (Bøhler, 1987) er benyttet for å beregne konsentrasjonsfordelinger av SO<sub>2</sub> midlet over måned og halvår som resultat av utslipp fra smelteverkene i grenseområdene. Modellen bruker middelutslipp for henholdsvis måned og halvår, fordelt på høye utslipp (11 kilder) og lave utslipp (32 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, og som en sammenligning av beregnede og observerte konsentrasjoner. 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 12 viser beregnede middelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> for sommerhalvåret 1996 (april-september), og tilsvarende beregninger for sommerhalvåret 1992 (Bekkestad et al. 1994). Konsentrasjonsfordelingen viser at de høyeste bakkekonsentrasjonene forekom på russisk side av grensen. Området med de høyeste konsentrasjonene ble beregnet å forekomme nordøst for Nikel. Halvårskonsentrasjoner over 90 µg/m<sup>3</sup> er beregnet å forekomme i et område på ca. 50 km<sup>2</sup> nordøst for Nikel. Sommeren 1992 ble de høyeste konsentrasjonene beregnet i overkant av 150 µg/m<sup>3</sup>. Området for maksimumskonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> ble i 1992 beregnet å forekomme sørvest for Nikel. Denne forskjellen gjenspeiler de meteorologiske forholdene (vindretning) som dominerte i de respektive periodene. De mest belastede områdene i Norge ble estimert å forekomme mellom Svanvik og Holmfoss og i området nær den russiske grensen mellom Karpdalen og Viksjøfjell. Bakkekonsentrasjonene av svoveldioksid ble her beregnet å være 10-30 µg/m<sup>3</sup>. I 1992 var konsentrasjonen i det samme området 10-50 µg/m<sup>3</sup>.

Dette gjenspeiler igjen dominerende vindretning. Sammenliknet med 1992 var maksimumssonene i 1996 litt lengre mot nordøst, som gjør at området omkring Svanvik og Holmfoss ble litt mindre belastet i 1996, mens området mellom Karpdalen og Viksjøfjell mot grensen ble litt mer belastet i 1996 sammenliknet med 1992.

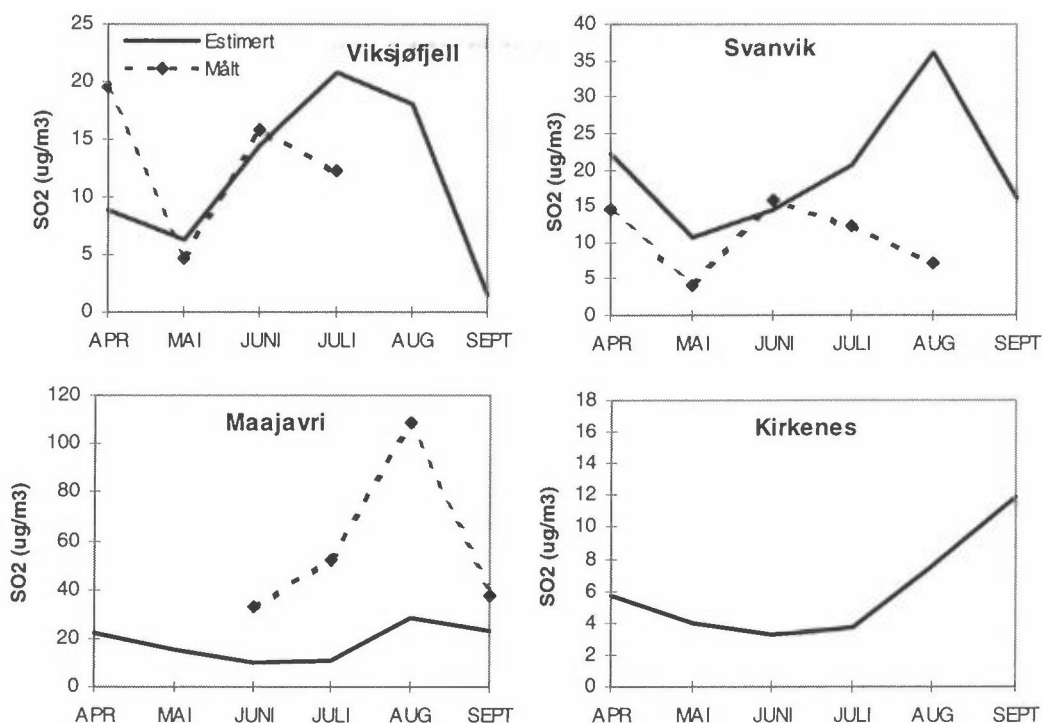


Figur 12: Beregnete halvårsmiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i grenseområdene for sommerhalvåret 1996 (µg/m<sup>3</sup>) sammenliknet med tilsvarende beregninger for sommerhalvåret 1992.

### 5.3 Vurdering av beregningsresultatene

Det er også utført beregninger av månedsmiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub>. Sammenligning av målte og beregnete 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 nikkerverkene er og hvordan utslippene faktisk har endret seg fra måned til måned.

Figur 13 viser månedsvise resultater fra modellberegningene, samt målte konsentrasjoner på stasjonene Viksjøfjell, Svanvik og Maajavri.



Figur 13: Målte og beregnete månedsmiddelkonsentrasjoner (april-september 1996) av svoveldioksid på de respektive stasjonene (µg/m<sup>3</sup>).

Datagrunnlaget for dette sommerhalvåret er imidlertid litt dårligere enn tidligere halvår, da det i år ikke er gjennomført målinger i Kirkenes. I tillegg er det både for Viksjøfjell, Svanvik og Maajavri måneder hvor det ikke er utført luftkvalitetsmålinger. I Maajavri er det ikke utført luftkvalitetsmålinger i april og mai. I tillegg er det kun 8 døgnsmålinger i juli.

På bakgrunn av dette er det vanskelig å trekke noen konkrete konklusjoner om variasjonen i månedsmiddelverdiene av SO<sub>2</sub> på de respektive stasjonene.

De sikreste resultatene er sannsynligvis i dominerende vindretning (mest belastede sektor) mot stasjonene Maajavri og Viksjøfjell. At det på begge disse stasjonene er målt høyere konsentrasjoner enn beregnet, kan tyde på at utslippene **ikke** er

reduisert i forhold til de utslippstallene som er brukt i modellberegningene; utslipp som refererer seg til 1993. Imidlertid er det en vesentlig lavere målt verdi, sammenliknet med beregnet, for juli måned på Viksjøfjell.

I Svanvik ser det ut til at de beregnete verdiene ligger noe høyere enn de målte. Igjen er datagrunnlaget noe lite til å kunne si noe konkret. Den lave målte SO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i Svanvik i august kan skyldes at måleinstrumentet kun har vært operativt i 30% av tiden.

Den lave beregnete verdien i august på Maajavri, sammenliknet med målt konsentrasjon, er trolig et resultat av at det mangler vinddata i 24% av tiden. Hvis det har vært mye vind fra sørvestlig retning i den perioden vinddata mangler, vil konsentrasjonene som registreres med måleinstrumentene ikke gjenspeiles i det beregnete materialet.

## 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 består ekspertgruppen av fire medlemmer. Disse representerer NILU (2), SFT og Fylkesmannen i Finnmark. Ekspertgruppen foreslo i 1989 å starte målinger av konsentrasjoner av SO<sub>2</sub> 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. Måleprogrammet omfatter også nedbørkvalitet. Hvert land har ansvaret for analyse av luft- og nedbørprøver fra eget område. SO<sub>2</sub>-instrumentene er kontinuerlig registrerende og har utstyr for lagring av data.

Fellesprogrammet 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 8. 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 Karp-

dalen, 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 miljøvernkommisjonen vedtok i sitt møte i Oslo i desember 1994 ekspertgruppens forslag til arbeidsprogram for 1995 og 1996. Imidlertid ble måleprogrammet i Norge likevel noe 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 også 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. (1996) Overvåking av radioaktivitet i Norge. Årsrapport 1995. Kjeller (NILU OR 46/96).

Bruteig, I.E. (1984) Epifyttisk lav som indikator på luftforureining i Aust-Finnmark. Hovudfagsoppgåve, 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).
- Henriksen, J.F., Mikhailov, A.A. and Mikhailovski, Y.N. (1992) Atmospheric Corrosion Tests Along the Norwegian-Russian Border. Lillestrøm (NILU OR 54/92).
- 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). (Nordkalott-kommitténs 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).
- Statens forurensningstilsyn (1996) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 1995. Kjeller (NILU-OR 38/96). (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 663/96).
- 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 forurensnings-skader 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, likely bleed-through from the reverse side of the page. The text is mostly illegible due to fading and blurring.

## **Vedlegg A**

### **Månedlige frekvensmatriser for vindretning, vindstyrke og stabilitet fra Viksjøfjell og Svanvik sommeren 1996**

The following table shows the results of the experiment. The first column shows the number of trials, the second column shows the number of correct responses, and the third column shows the percentage of correct responses.

Number of trials	Number of correct responses	Percentage of correct responses
10	7	70%
20	14	70%
30	21	70%
40	28	70%
50	35	70%

As can be seen from the table, the percentage of correct responses is constant at 70% for all numbers of trials.

Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.04.96 - 30.04.96  
 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	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	0.1
60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	1.7	0.1	0.0	2.2
90	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4	0.1	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	4.3
120	0.0	0.0	0.1	0.0	1.1	1.9	2.2	0.6	0.6	1.4	1.2	0.4	0.1	1.4	0.1	0.0	11.3
150	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	0.3	0.1	0.8	1.7	1.8	0.1	0.6	1.2	1.4	0.1	0.1	9.0
180	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.1	0.1	1.2	0.1	0.1	0.1	4.0	2.5	0.8	10.0
210	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	1.2	0.3	0.1	0.0	3.6	2.4	1.0	9.0
240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.4	0.0	0.6	0.7	1.7	0.0	4.9	3.6	1.7	14.0
270	0.0	0.4	0.1	0.0	0.0	0.8	1.5	0.1	0.0	0.4	0.3	0.1	0.0	7.8	2.2	0.1	14.0
300	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.6	0.7	0.0	0.0	0.8	0.3	0.0	0.0	6.9	0.7	0.0	10.3
330	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	9.4	0.1	0.0	10.4
360	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	5.1
Stille	0.1	0.0	0.0	0.0													0.1
Total	0.3	1.1	0.6	0.1	1.7	5.6	5.1	2.2	2.4	8.8	3.6	3.1	1.5	48.3	11.9	3.8	100.0
Forekomst		2.1 %				14.6 %				17.8 %				65.6 %			100.0 %
Vindstyrke		1.5 m/s				3.1 m/s				5.2 m/s				9.7 m/s			7.8 m/s

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	5.8 %	63.8 %	21.3 %	9.2 %	100.0 %

Antall obs. : 720  
 Manglende obs.: 0

Delta T : Swanvik  
 Vind : Swanvik  
 Periode : 01.04.96 - 30.04.96  
 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	0.1	0.0	2.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
60	0.0	1.6	0.0	0.9	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2
90	0.0	0.7	0.3	0.3	0.1	2.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9
120	0.1	1.0	0.1	0.7	0.7	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3
150	1.0	1.9	0.1	0.7	1.1	3.3	0.3	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0
180	0.7	2.3	0.4	0.7	0.0	6.7	0.4	0.1	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3
210	0.6	1.9	0.1	1.0	0.6	3.6	0.3	0.0	0.0	1.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9
240	0.3	1.1	1.0	0.6	1.0	1.6	0.9	0.0	0.3	2.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	9.2
270	0.0	0.4	0.6	0.7	0.1	1.4	0.3	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	7.3
300	0.0	1.1	0.7	0.4	0.0	7.9	1.1	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	14.6
330	0.1	1.9	0.4	0.1	0.0	4.4	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9
360	0.0	0.9	0.0	0.3	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
Stille	0.3	1.3	0.9	6.7													9.2
Total	3.2	16.5	4.7	13.3	3.7	37.8	3.7	0.1	0.3	15.2	0.3	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	100.0
Forekomst		37.7 %				45.4 %				15.8 %				1.1 %			100.0 %
Vindstyrke		1.0 m/s				3.1 m/s				4.8 m/s				6.2 m/s			2.6 m/s

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	7.2 %	70.6 %	8.7 %	13.5 %	100.0 %

Antall obs. : 698  
 Manglende obs.: 22



Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.05.96 - 31.05.96  
 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	0.7	0.1	0.0	0.4	1.7	0.0	0.0	0.1	1.8	0.0	0.0	0.6	4.3	0.0	0.0	9.7
60	0.0	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.1	0.7	0.0	0.0	0.0	4.7	0.0	0.0	6.8
90	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
120	0.3	0.0	0.1	0.1	0.1	1.1	0.6	0.3	0.0	0.7	0.0	0.1	0.0	0.8	0.0	0.0	4.3
150	0.3	0.4	0.4	0.0	0.4	0.6	0.1	0.0	1.0	1.0	0.4	0.0	1.0	0.3	1.5	0.3	7.6
180	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.7	0.4	0.0	0.0	0.1	3.1	0.6	5.6
210	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.6	1.0	0.0	2.6
240	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3	0.1	1.0	0.0	1.8	2.8	1.4	0.1	1.9	2.8	0.6	13.1
270	0.0	0.6	0.3	0.0	0.0	0.7	0.8	0.0	0.0	3.1	1.4	1.0	0.0	9.7	4.2	0.3	21.9
300	0.0	0.4	0.1	0.0	0.0	2.1	0.1	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	5.4	0.1	0.0	9.6
330	0.0	1.4	0.3	0.0	0.0	0.8	0.1	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	6.9	0.0	0.0	10.6
360	0.0	0.4	0.3	0.0	0.1	3.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	6.8
Stille	0.0	0.1	0.0	0.0													0.1
Total	0.6	5.6	2.5	0.1	1.1	11.0	2.5	1.2	1.2	13.1	5.3	2.5	1.7	37.4	12.6	1.7	100.0
Forekomst Vindstyrke		8.8 % 1.4 m/s				15.8 % 3.1 m/s				22.1 % 5.1 m/s				53.3 % 9.2 m/s			100.0 % 6.7 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	4.6 %	66.9 %	22.9 %	5.6 %	100.0 %

Antall obs. : 720  
 Manglende obs.: 24

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.05.96 - 31.05.96  
 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	2.7	0.1	0.1	0.0	7.4	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.6
60	0.0	1.5	0.0	0.1	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8
90	0.1	1.0	0.0	0.1	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
120	0.7	0.4	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
150	0.8	1.2	0.5	0.3	0.8	1.2	0.3	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	6.1
180	1.0	2.9	0.4	0.1	0.1	2.9	0.4	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3
210	0.4	3.6	0.8	0.8	0.3	0.7	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1
240	0.0	1.5	0.7	0.1	0.8	1.4	0.1	0.0	0.1	1.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1
270	0.1	1.8	0.8	0.7	0.8	6.3	0.4	0.0	0.1	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.4
300	0.4	2.7	0.1	0.0	1.1	6.4	0.5	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	13.0
330	0.0	2.0	0.1	0.1	0.4	6.6	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.1
360	0.4	2.9	0.0	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	6.4
Stille	0.1	1.4	1.6	4.2													7.4
Total	4.2	25.5	5.7	7.1	4.5	39.1	2.2	0.0	0.3	10.2	0.4	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	100.0
Forekomst Vindstyrke		42.6 % 1.1 m/s				45.8 % 3.0 m/s				10.9 % 4.7 m/s				0.7 % 6.5 m/s			100.0 % 2.4 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	9.0 %	75.5 %	8.3 %	7.1 %	100.0 %

Antall obs. : 732  
 Manglende obs.: 12

Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.06.96 - 30.06.96  
 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	0.7	0.0	0.0	1.4	0.6	0.0	0.0	0.7	2.8	0.0	0.0	1.8	3.6	0.0	0.0	11.7
60	0.0	0.6	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.0	4.2	0.0	0.0	2.5	2.9	0.0	0.0	11.4
90	0.3	0.6	0.0	0.0	0.7	0.4	0.1	0.0	3.3	0.8	0.1	0.0	3.8	0.6	0.0	0.0	10.7
120	0.4	0.0	0.0	0.0	1.0	1.5	0.0	0.0	1.0	2.9	0.0	0.0	0.1	2.1	0.0	0.0	9.0
150	0.7	0.0	0.1	0.0	0.7	0.6	0.4	0.0	1.7	1.7	1.1	0.7	1.0	1.8	1.4	0.0	11.8
180	0.0	0.1	0.1	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	1.1	0.1	0.8	0.0	0.6	0.8	0.3	0.0	4.4
210	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.3	1.4	0.6	0.0	1.1	0.7	0.7	0.0	5.6
240	0.1	0.4	0.0	0.0	0.7	1.1	0.3	0.0	0.1	0.6	0.1	0.0	0.3	1.9	0.6	0.0	6.3
270	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0	1.2	0.1	0.0	0.0	2.2	0.7	0.0	5.3
300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	0.4	0.0	0.0	1.9	0.4	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	8.3
330	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4	1.8	0.0	0.0	0.7	3.1	0.0	0.0	0.1	4.0	0.0	0.0	10.6
360	0.0	0.4	0.0	0.0	1.1	0.7	0.0	0.0	0.3	2.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	5.0
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0													0.0
Total	1.7	3.2	0.7	0.0	6.5	9.0	1.7	0.0	10.1	23.1	3.3	0.7	11.3	25.1	3.6	0.0	100.0
Forekomst		5.6 %				17.2 %				37.2 %				40.0 %			100.0 %
Vindstyrke		1.5 m/s				3.2 m/s				5.1 m/s				8.4 m/s			5.9 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	29.6 %	60.4 %	9.3 %	0.7 %	100.0 %

Antall obs. : 720  
 Manglende obs.: 0

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.06.96 - 30.06.96  
 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	7.4	0.3	0.0	1.0	7.6	0.0	0.0	0.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3
60	0.1	2.7	0.1	0.3	2.9	9.7	0.0	0.0	0.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.8
90	0.6	0.0	0.3	0.0	3.2	1.1	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6
120	0.8	0.4	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
150	1.0	0.6	0.0	0.3	1.5	0.3	0.0	0.0	0.1	1.7	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	5.7
180	2.2	3.4	0.1	0.0	1.7	2.8	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6
210	1.4	1.7	0.0	0.1	0.8	1.8	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	6.3
240	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	2.1
270	0.3	1.0	0.1	0.1	0.7	0.6	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	3.8
300	0.4	1.8	0.1	0.0	0.8	6.7	0.0	0.0	0.1	1.3	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	11.8
330	0.3	2.7	0.1	0.1	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6
360	0.3	4.1	0.1	0.1	0.6	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6
Stille	0.4	2.2	0.4	0.8													3.9
Total	8.5	28.3	1.8	2.0	13.6	35.3	0.0	0.0	2.1	5.7	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	100.0
Forekomst		40.6 %				48.9 %				7.8 %				2.7 %			100.0 %
Vindstyrke		1.3 m/s				2.9 m/s				4.6 m/s				7.7 m/s			2.5 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	24.2 %	72.0 %	1.8 %	2.0 %	100.0 %

Antall obs. : 714  
 Manglende obs.: 6

Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.07.96 - 31.07.96  
 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	0.1	0.0	3.2	2.0	0.1	0.0	1.9	0.9	0.0	0.0	0.5	4.4	0.0	0.0	14.1
60	0.1	1.2	0.0	0.0	1.6	1.1	0.3	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	4.7
90	0.3	0.9	0.0	0.0	0.5	2.0	0.3	0.0	0.5	0.8	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	5.9
120	0.3	0.9	0.0	0.0	1.7	4.0	0.8	0.1	1.3	3.1	0.3	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	13.3
150	0.1	0.0	0.3	0.0	2.8	1.5	0.8	0.4	0.3	1.7	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0
180	0.0	0.1	0.1	0.0	0.5	0.5	0.0	0.3	0.1	0.0	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6
210	0.0	0.1	0.0	0.0	0.5	0.5	0.8	0.4	0.9	0.3	0.4	0.3	0.5	0.0	0.3	0.0	5.1
240	0.0	0.5	0.0	0.0	0.1	0.7	0.3	0.0	1.5	0.9	0.3	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	4.7
270	0.3	0.3	0.1	0.0	0.5	0.8	0.0	0.0	0.5	0.4	0.0	0.0	0.1	1.2	0.0	0.0	4.3
300	0.0	0.1	0.1	0.0	0.8	0.5	0.0	0.0	0.5	2.2	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	4.6
330	0.0	1.5	0.1	0.0	0.1	2.4	0.0	0.0	1.1	3.0	0.0	0.0	2.0	6.0	0.0	0.0	16.3
360	0.0	1.1	0.3	0.0	0.8	3.5	0.1	0.0	1.2	2.7	0.0	0.0	0.1	5.6	0.0	0.0	15.5
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0													0.0
Total	1.1	7.7	1.2	0.0	13.4	19.6	3.5	1.3	9.9	16.1	2.8	0.5	3.9	18.5	0.3	0.0	100.0
Forekomst		9.9 %				37.9 %				29.4 %				22.7 %			100.0 %
Vindstyrke		1.6 m/s				3.1 m/s				4.9 m/s				9.0 m/s			4.8 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	28.4 %	62.0 %	7.8 %	1.9 %	100.0 %

Antall obs. : 744  
 Manglende obs.: 0

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.07.96 - 31.07.96  
 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	7.4	0.1	1.1	0.4	7.3	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.3
60	0.8	5.5	0.4	0.1	0.3	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1
90	1.8	2.7	0.4	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3
120	0.7	0.3	0.1	1.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5
150	1.8	0.3	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	0.0	2.2
180	2.0	2.1	0.1	0.7	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9
210	4.1	2.0	0.0	0.3	0.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9
240	0.8	0.4	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
270	0.4	0.7	0.1	0.1	0.8	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
300	1.1	1.7	0.0	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
330	0.8	4.2	0.1	0.3	1.8	4.9	0.0	0.0	0.1	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2
360	0.1	4.5	0.8	0.7	2.9	6.6	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.2
Stille	0.4	2.9	2.4	5.2													11.0
Total	15.3	34.7	4.8	10.4	8.1	23.7	0.0	0.0	0.1	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
Forekomst		65.2 %				31.9 %				2.9 %				0.0 %			100.0 %
Vindstyrke		1.0 m/s				2.9 m/s				4.5 m/s				0.0 m/s			1.7 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	23.6 %	61.2 %	4.8 %	10.4 %	100.0 %

Antall obs. : 712  
 Manglende obs.: 32

Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.08.96 - 31.08.96  
 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	0.2	0.7	0.4	0.0	0.4	0.7	1.1	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	8.5
60	0.2	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5	0.0	0.2	0.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	3.6
90	0.2	0.0	0.2	0.0	0.4	0.7	0.0	0.0	0.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7
120	0.2	0.9	0.0	0.0	0.4	0.9	0.0	0.0	0.9	2.1	0.0	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0	6.0
150	0.4	0.0	0.0	0.0	1.2	1.6	0.4	0.0	0.5	0.7	1.2	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	6.6
180	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	1.1	0.7	0.0	0.2	0.0	0.0	4.4
210	0.0	0.2	0.4	0.0	0.2	1.4	1.1	0.4	1.2	3.2	0.9	0.7	2.0	1.6	2.0	0.5	15.7
240	0.2	0.5	0.0	0.0	0.7	3.0	1.6	0.0	1.2	2.8	0.4	0.0	2.3	5.2	1.4	0.0	19.4
270	0.5	0.7	0.0	0.0	0.2	2.0	0.9	0.0	0.4	1.4	0.5	0.0	0.9	3.4	0.7	0.0	11.6
300	0.4	0.7	0.0	0.0	0.0	1.8	0.4	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.2	4.4	0.0	0.0	8.9
330	0.0	0.5	0.4	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.2	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	4.6
360	0.0	0.7	0.2	0.0	0.0	1.8	0.5	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	8.0
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0													0.0
Total	2.1	5.7	1.6	0.5	3.6	16.9	6.2	0.9	5.5	17.4	4.3	1.8	6.0	22.8	4.1	0.5	100.0
Forekomst	10.0 %				27.6 %				29.0 %				33.5 %				100.0 %
Vindstyrke	1.6 m/s				3.1 m/s				5.0 m/s				8.1 m/s				5.2 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	17.3 %	62.8 %	16.2 %	3.7 %	100.0 %

Antall obs. : 562  
 Manglende obs.: 182

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.08.96 - 31.08.96  
 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	5.3	0.4	1.5	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4
60	0.3	1.0	0.3	0.6	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1
90	0.8	0.1	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	2.0
120	0.8	2.2	0.6	1.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6
150	1.4	0.8	0.4	1.0	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8
180	3.1	3.1	0.8	0.6	0.4	3.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4
210	3.2	2.7	1.3	0.8	1.0	4.1	0.3	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.8
240	1.8	1.3	0.3	0.3	1.1	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5
270	0.8	0.8	0.4	1.8	0.4	0.4	0.0	0.0	1.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
300	0.3	1.5	0.8	0.7	0.4	1.4	0.6	0.3	0.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3
330	0.1	2.0	0.3	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	3.1
360	0.6	1.5	0.1	1.4	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5
Stille	0.3	2.4	2.2	13.9													18.8
Total	13.8	24.9	8.0	25.0	4.9	18.4	1.0	0.3	1.3	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
Forekomst	71.6 %				24.6 %				3.8 %				0.0 %				100.0 %
Vindstyrke	0.9 m/s				2.7 m/s				4.7 m/s				0.0 m/s				1.5 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	19.9 %	45.8 %	9.0 %	25.3 %	100.0 %

Antall obs. : 712  
 Manglende obs.: 32

Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.09.96 - 30.09.96  
 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	0.2	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	5.7	
60	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	1.8	
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	
120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.4	0.2	0.6	1.2	0.2	0.0	0.0	2.5	0.2	0.0	7.0	
150	0.0	0.0	0.2	0.0	1.4	2.3	0.0	0.0	3.5	3.5	1.4	0.0	0.8	2.0	1.0	0.0	16.2	
180	0.0	0.4	0.2	0.0	0.2	2.0	1.0	0.2	2.0	3.1	2.7	0.0	0.6	4.5	1.8	0.0	18.9	
210	0.0	0.4	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.2	4.9	2.7	0.0	9.6	
240	0.0	1.0	0.6	0.0	0.2	1.2	0.2	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	3.7	0.2	0.0	9.0	
270	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	2.9	0.8	0.0	0.0	7.8	0.4	0.0	13.1	
300	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	6.4	0.2	0.0	8.0	
330	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	7.2	0.0	0.0	7.6	
360	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	2.5	
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0													0.0	
Total	0.0	2.9	1.0	0.0	2.0	9.8	2.7	0.4	6.1	17.0	5.9	0.0	1.6	43.9	6.6	0.0	100.0	
Forekomst		3.9 %				15.0 %				29.1 %				52.0 %				100.0 %
Vindstyrke		1.5 m/s				3.3 m/s				5.1 m/s				8.2 m/s				6.3 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	9.8 %	73.6 %	16.2 %	0.4 %	100.0 %

Antall obs. : 488  
 Manglende obs.: 232

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.09.96 - 30.09.96  
 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	2.2	0.4	0.1	0.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	
60	0.0	4.2	0.6	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	6.2	
90	0.0	1.3	0.6	0.3	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	
120	0.1	0.6	0.3	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	
150	1.0	3.2	1.5	0.4	1.3	3.0	0.3	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3	
180	0.9	3.0	1.0	0.7	1.0	11.8	0.3	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.9	
210	0.1	6.4	1.0	0.3	0.0	5.7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.6	
240	0.1	3.2	1.3	0.1	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	
270	0.1	1.0	0.7	0.4	0.1	1.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	4.4	
300	0.0	1.9	0.6	1.0	0.3	5.2	0.1	0.1	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	12.2	
330	0.0	1.2	0.3	0.0	0.1	3.6	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	7.0	
360	0.0	1.2	0.0	0.1	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	
Stille	0.0	1.3	2.3	4.4													8.0	
Total	2.5	30.6	10.6	8.0	3.2	36.3	1.0	0.1	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	100.0	
Forekomst		51.7 %				40.6 %				7.0 %				0.7 %				100.0 %
Vindstyrke		1.2 m/s				2.9 m/s				4.4 m/s				6.4 m/s				2.2 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

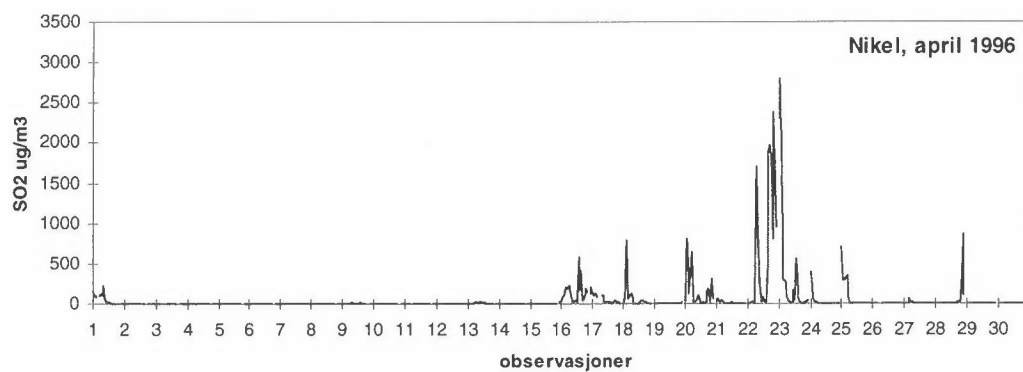
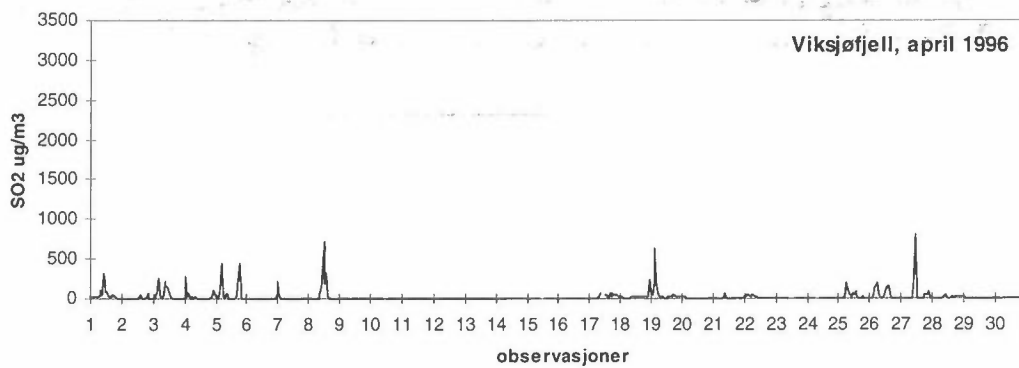
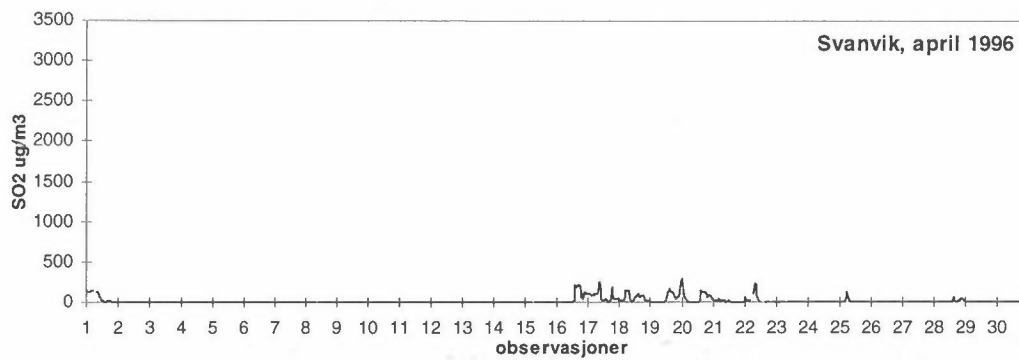
	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	5.7 %	74.6 %	11.6 %	8.1 %	100.0 %

Antall obs. : 689  
 Manglende obs.: 31

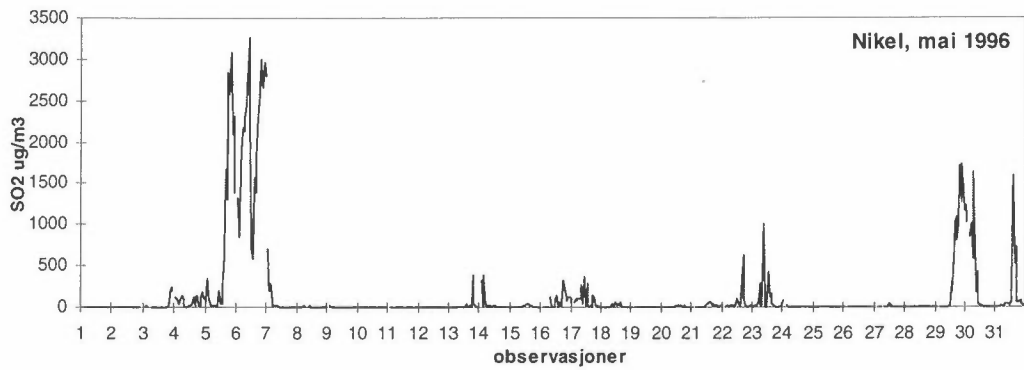
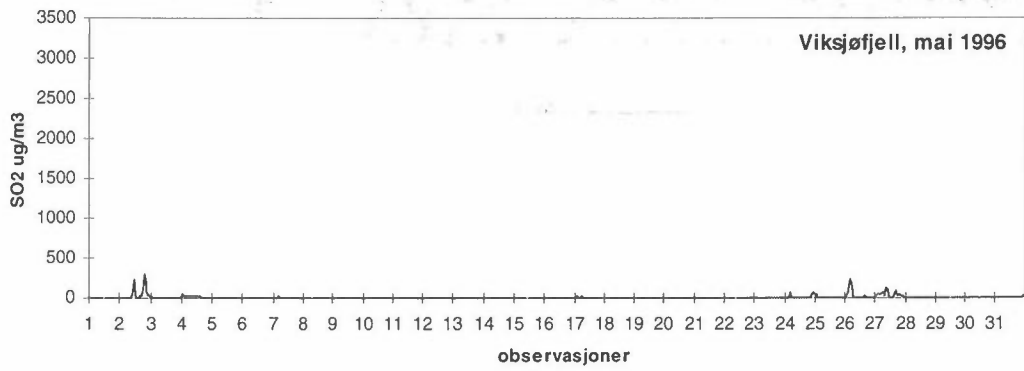
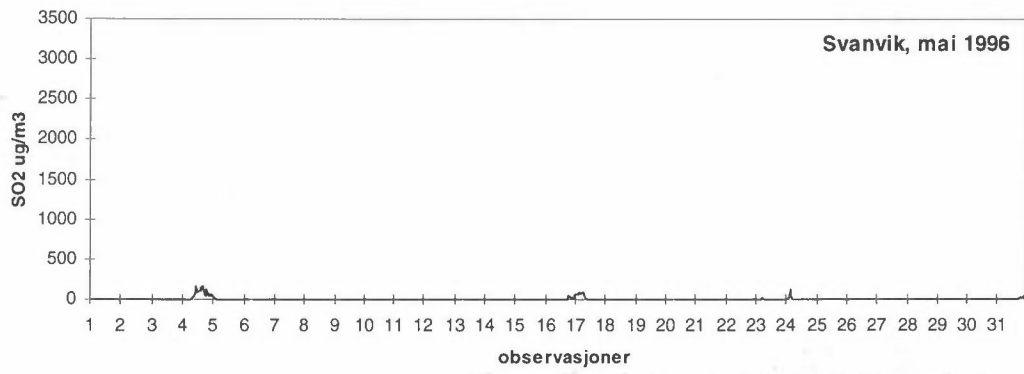
## **Vedlegg B**

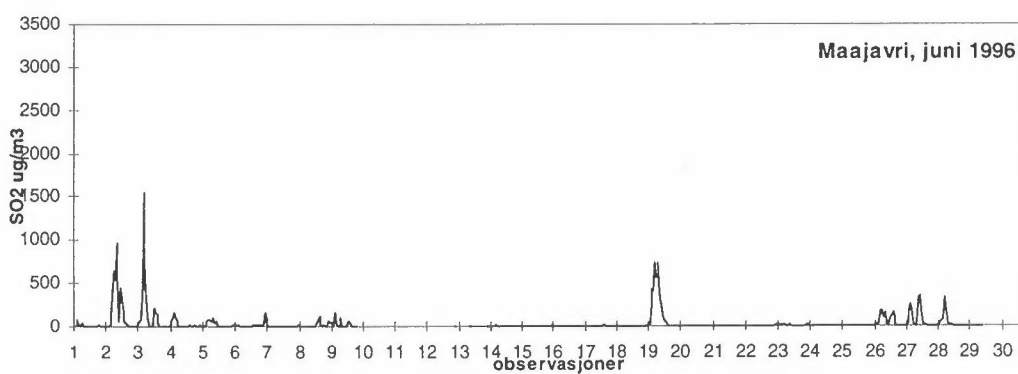
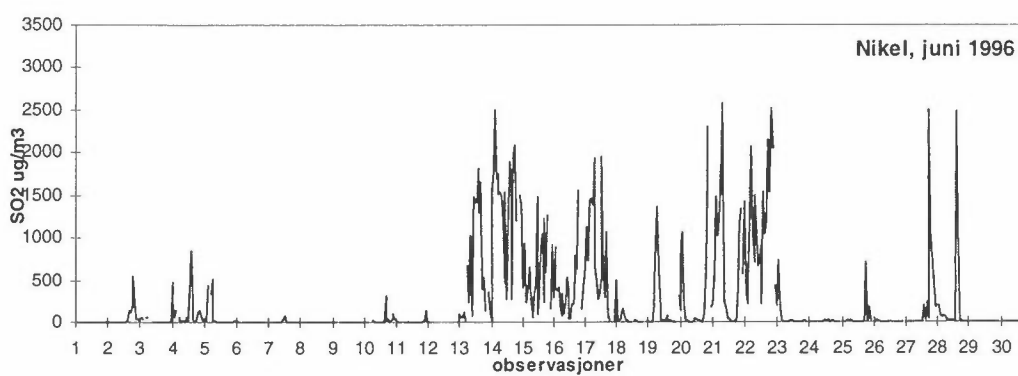
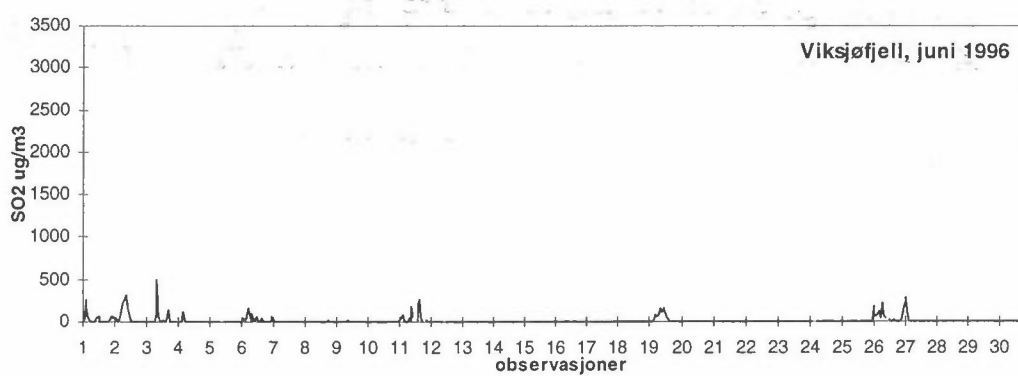
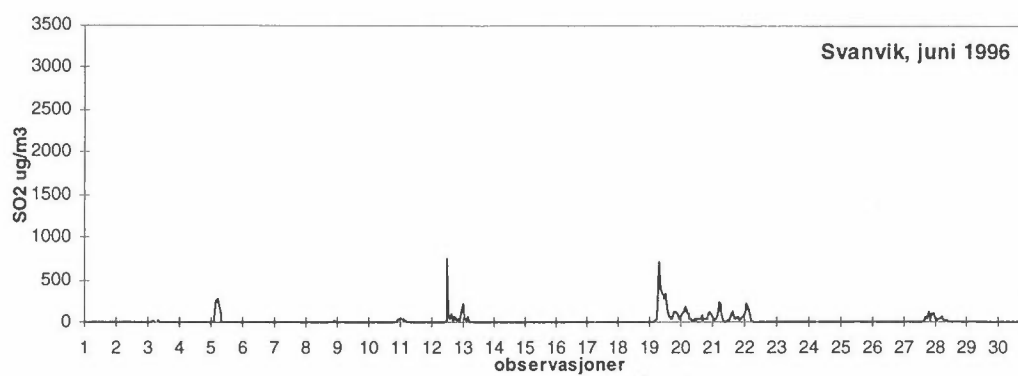
### **Plott av timemiddelverdier av SO<sub>2</sub>**

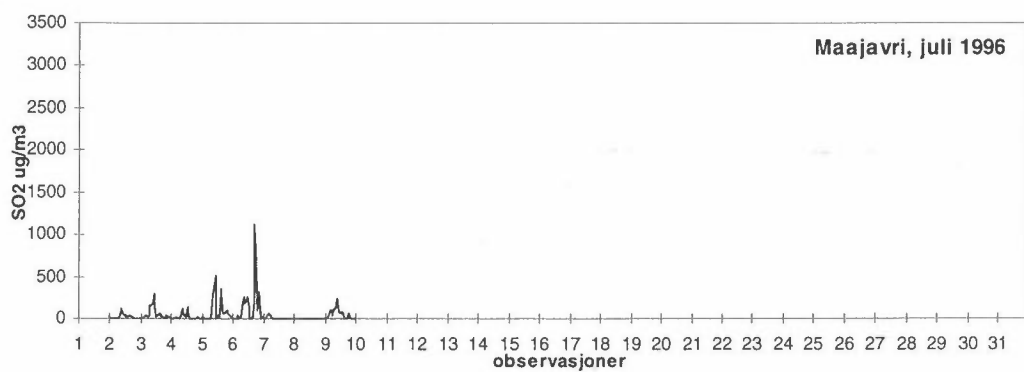
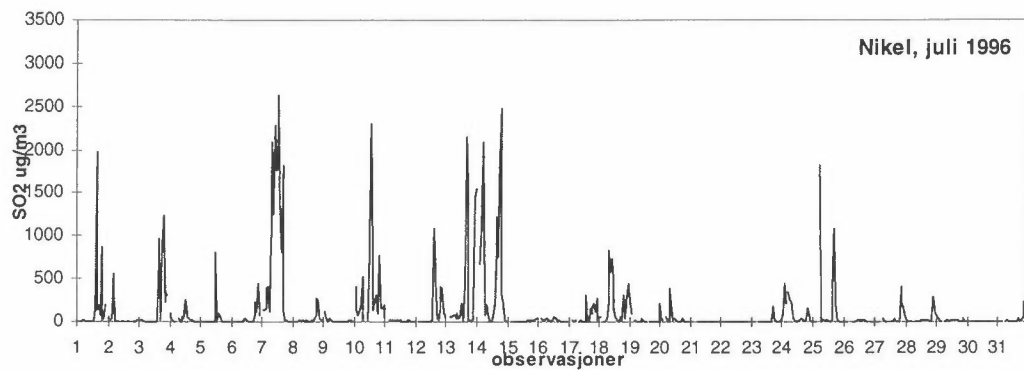
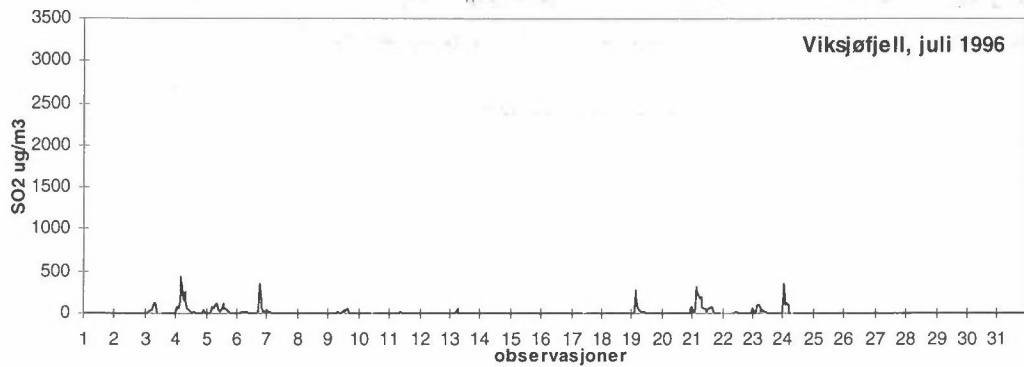
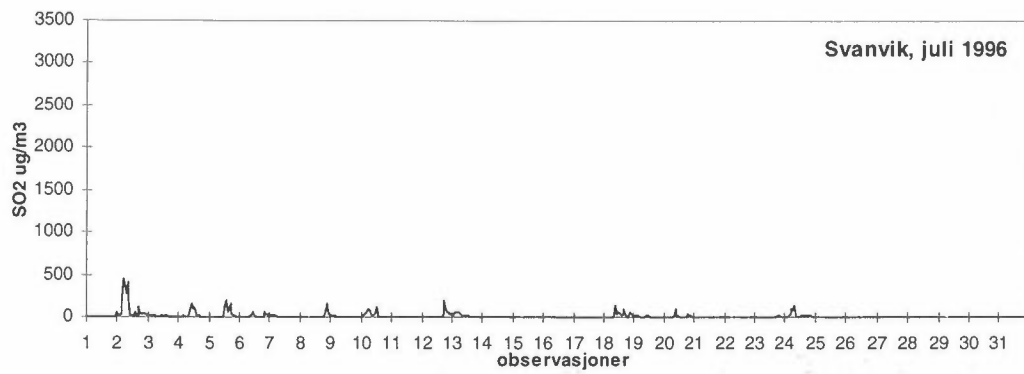


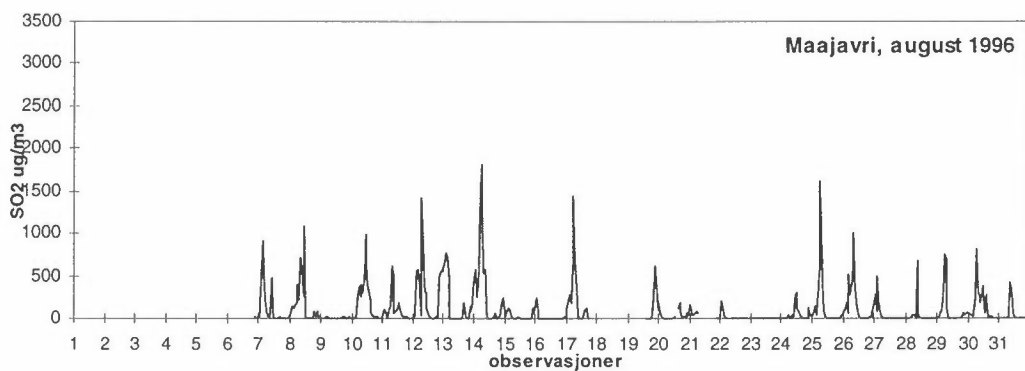
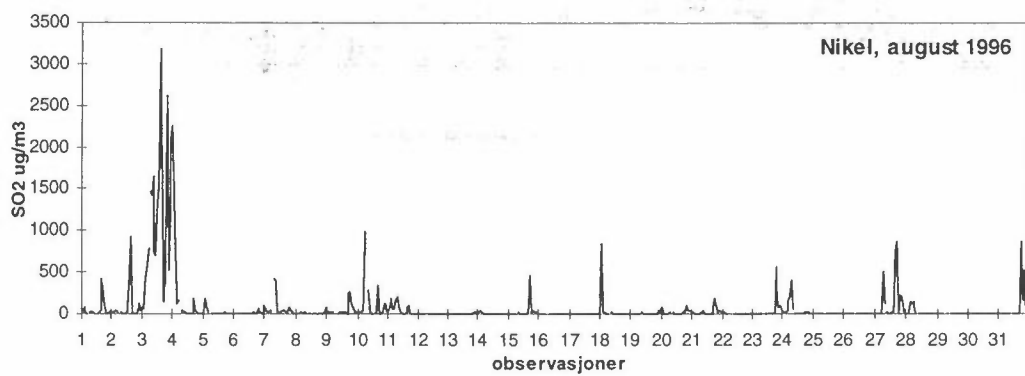
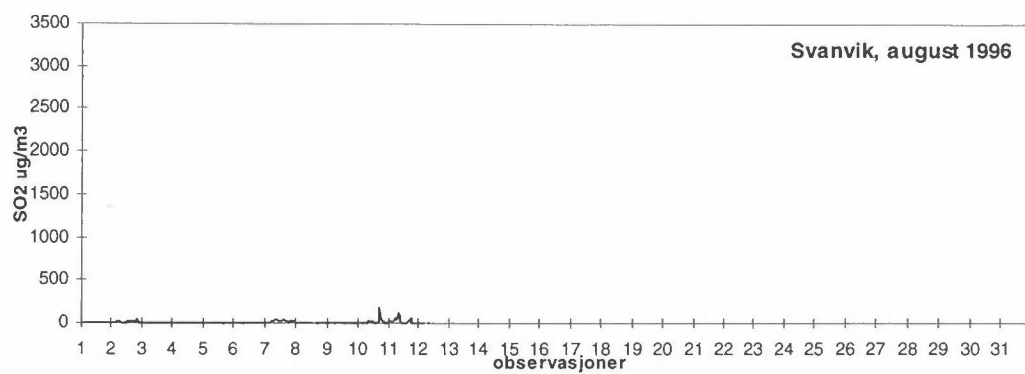


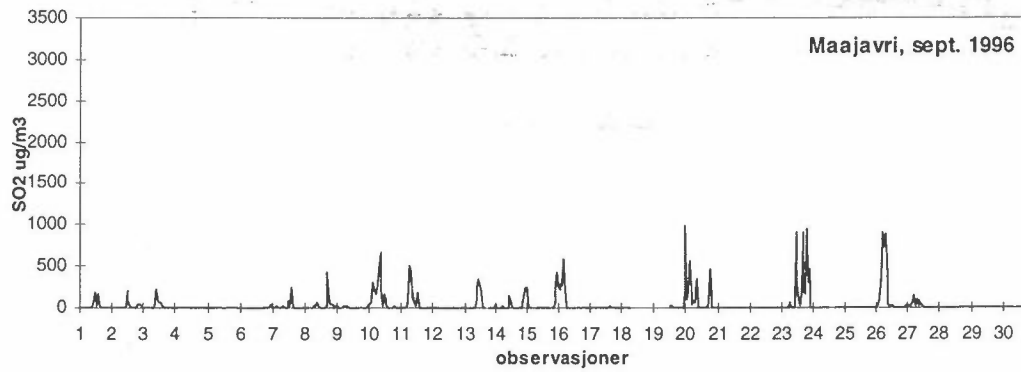
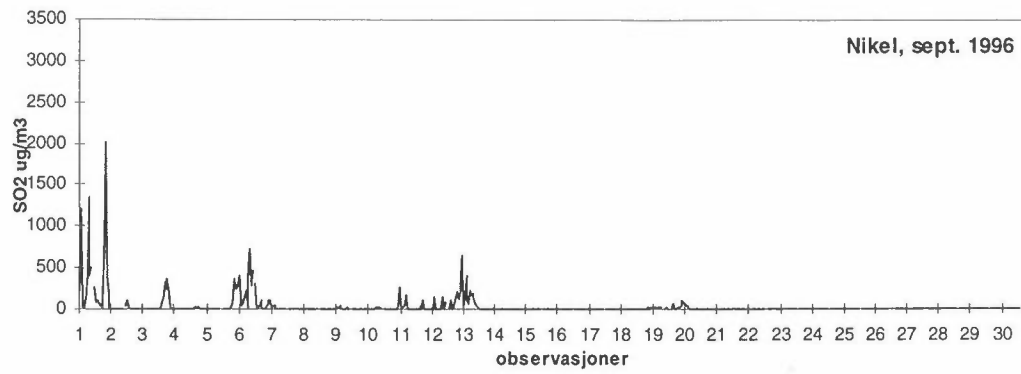


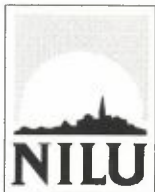












# Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAKS RAPPORT	RAPPORT NR. OR 32/97	ISBN 82-425-0884-4 ISSN 0807-7207	
DATO 10/6-97	ANSV. SIGN. <i>P. Sivertsen</i>	ANT. SIDER 66	PRIS NOK 105,-
TITTEL Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland April-september 1996		PROSJEKTLEDER Bjarne Sivertsen	
		NILU PROSJEKT NR. O-8976	
FORFATTER(E) Leif Otto Hagen, Bjarne Sivertsen, Kari Arnesen og Tone Bekkestad		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. T. Johannessen, 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 på norsk side i sommerhalvåret 1995 ble målt ved Svanvik til 1906 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-September 1996.			
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