



Statlig program for  
forurensningsovervåking

---

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn

---

Rapport nr.: 665/96

Deltakende institusjon: NILU

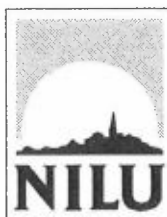
---

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

April-september 1995



TA-1351/1996



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 40/96  
REFERANSE : O-8976  
DATO : JULI 1996  
ISBN : 82-425-0792-9

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

## **April-september 1995**

**Leif Otto Hagen, Bjarne Sivertsen, Mona Johnsrud 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 forurensnings-situasjonen 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.



# 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 1995.....</b>	<b>14</b>
<b>4. Måleresultater .....</b>	<b>17</b>
4.1 Meteorologiske forhold.....	17
4.1.1 Vindmålinger .....	18
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
4.2.3 Svevestøv.....	36
4.3 Nedbørkvalitet.....	37
<b>5. Modellberegninger av SO<sub>2</sub>.....</b>	<b>42</b>
5.1 Utslippsdata.....	42
5.2 Langtidsmiddelkonsentrasjoner .....	45
5.3 Vurdering av beregningsresultatene.....	47
<b>6. Miljøvernsamarbeidet med Russland i grenseområdene .....</b>	<b>48</b>
<b>7. Referanser og annen relevant litteratur.....</b>	<b>49</b>
<b>Vedlegg A Månedlige frekvensmatriser for vindretning, vindstyrke og stabilitet fra Viksjøfjell og Svanvik sommeren 1995 .....</b>	<b>55</b>
<b>Vedlegg B Plott av målte timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> .....</b>	<b>63</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 1995 ble det registrert overskridelser av anbefalte luftkvalitetskriterier for SO<sub>2</sub> på fire av de fem 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 1995 omfattet målingene meteorologiske forhold og luft- og nedbørkvalitet. Luftkvalitetsmålingene på norsk side av grensa omfattet svoveldioksid på Viksjøfjell, i Svanvik og i Kirkenes, svevestøv på Viksjøfjell og meteorologiske forhold på Viksjøfjell og i Svanvik. Tidligere døgnmålinger av SO<sub>2</sub> i Karpdalen, Holmfoss og Svanvik og av svevestøv i Svanvik ble avsluttet ved årsskiftet 1994/95. Nedbørkvalitet ble målt i Svanvik og i Karpdalen. I tillegg har Det norske meteorologiske institutt målinger ved Kirkenes lufthavn (Høybuktmoen). På russisk side ble det målt konsentrasjoner av svoveldioksid ved Maajavri og i Nikel og svevestøv i Nikel. Hydrometeorologisk institutt i Murmansk har dessuten målinger av meteorologiske forhold i Nikel og Jäniskoski.

Det felles norsk-russiske måleprogrammet i grenseområdene har pågått siden januar 1990. En ekspertgruppe står for planleggingen og gjennomføringen av måleprogrammet, som omfatter nedbørkvalitet og konsentrasjoner av SO<sub>2</sub> og tungmetaller. 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 1995 viste at vind fra vest-sørvest forekom hyppigst på Viksjøfjell, mens det blåste oftest fra sør-sørvest og nord-nordøst i Svanvik. Vindstyrken var høyest på Viksjøfjell (400 m o.h.) og lavest i Svanvik. Månedsmiddeltemperaturene i april, mai og juni var høyere enn normalt, mens det var litt kaldere enn normalt i juli og august. I september var det omtrent som normalt.



### *Luftkvalitet*

SO<sub>2</sub> måles med kontinuerlig registrerende instrumenter på Viksjøfjell og i Svanvik, og med NILUs døgnprøvetaker i Kirkenes. Tidligere døgnmålinger i Kirkenes, Holmfoss og Karpdalen ble avsluttet ved årsskiftet 1994/95. 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.

De fleste overskridelsene av de anbefalte luftkvalitetskriteriene for SO<sub>2</sub> på norsk side ble målt på Viksjøfjell, mens Svanvik hadde den høyeste timemiddelverdien. På Viksjøfjell var middelverdien i sommerhalvåret 1995 25,3 µg/m<sup>3</sup>, mens høyeste døgnmiddelverdi var 353 µg/m<sup>3</sup>, og høyeste timemiddelverdi var 1 403 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 helseorganisasjon 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 både 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> 267 µg/m<sup>3</sup> ved vind fra nikkilverket mot målestasjonen.

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.

---

Om denne økningen skyldes økt produksjon og/eller økte utslipp ved smelteverket er vanskelig å si fordi det ikke foreligger utslippstall etter 1993. Det ser imidlertid ikke ut til at de meteorologiske forholdene kan forklare økningen.

Målinger av svevestøv midlet over 2-3 døgn på Viksjøfjell og i Nikel viste konsentrasjoner klart under det anbefalte norske luftkvalitetskriteriet på 40 µg/m<sup>3</sup>

som halvårsmiddelverdi. Middelerdien sommeren 1995 var 5,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  på Viksjøfjell og 23,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Nikel. Høyeste enkeltverdi på Viksjøfjell var 18,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette er lavere enn grenseverdien fra Verdens helseorganisasjon og det anbefalte norske luftkvalitetskriteriet på 70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  som døgnmiddelverdi. I Nikel var den høyeste enkeltverdien 71,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Middelskonsentrasjonen av svevestøv på Viksjøfjell sommeren 1995 var litt lavere enn sommeren 1994.

### **Modellberegninger av $\text{SO}_2$**

Det er beregnet langtidsmiddelkonsentrasjoner av svoveldioksid for sommerhalvåret 1995 (april-september). I tillegg er månedvis konsentrasjonsfordeling av  $\text{SO}_2$  beregnet. Utslippsdata er estimert ut fra offisielle utslippstall for 1993 (totalutslipp for året) og typiske årsvariasjoner av utslippene.

Spredningsberegningene av  $\text{SO}_2$  for sommerhalvåret 1995 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 mellom Karpdalen og Viksjøfjell. Bakkekonsentrasjonene av  $\text{SO}_2$  ble her beregnet å være 10-30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . I 1992 var konsentrasjonene i det samme området 10-50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

I forhold til 1992 var maksimumsonene i 1995 litt lenger mot nordøst, noe som ga litt mindre belastning i Svanvik/Holmfoss-området og litt større belastning i området mellom Karpdalen og Viksjøfjell og grensen.

Sammenligning av målte og beregnete verdier for hver enkelt måned viste at beregningene ga en god beskrivelse av den månedlige variasjonen i konsentrasjonene. På Viksjøfjell og Maajavri ga modellen lavere konsentrasjoner enn de målte, mens de beregnete konsentrasjonene i Kirkenes og Svanvik i perioden juli til september var høyere enn de målte.

### **Nedbørkvalitet**

Nedbørkvalitet ble målt på to stasjoner på norsk side i sommerhalvåret 1995, Karpdalen og Svanvik. Prøvene ble tatt over en uke med skifte hver mandag, samt den første dagen i hver måned.

Av de to stasjonene hadde Karpdalen lavest pH og høyest sulfatkonsentrasjon. Sammenliknet med sommeren 1994 ble det målt omtrent samme sulfatkonsentrasjoner sommeren 1995. Svanvik hadde lavere pH i 1995, mens det ikke var noen endring i Karpdalen.

Nedbørprøvene 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. Konsentrasjonene av Pb, Cd og Zn var omtrent på samme nivå som det en vanligvis finner på bakgrunnsstasjonene på Østlandet og Sørlandet, men noe høyere enn ellers i landet.

Tungmetallene Ni, Cu, Co og As slippes ut fra smelteverkene i Nikel og Zapoljarnij. I forhold til sommeren 1994 hadde Svanvik høyere konsentrasjoner av disse metallene i nedbøren sommeren 1995. Karpdalen hadde høyere konsentrasjoner av Ni og Co, uforandret konsentrasjon av As og lavere konsentrasjon av Cu sommeren 1995.

# Air Quality Monitoring in the Border Areas of Norway and Russia April-September 1995

## 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 1995 show that the Norwegian air quality guideline values for SO<sub>2</sub> were exceeded at four of the five 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 1995 air quality data were collected at 3 locations, precipitation chemistry 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, while diurnal samples were collected at Kirkenes. At Karpdalen, Holmfoss and Svanvik diurnal sampling of SO<sub>2</sub> was finished at the beginning of January 1995. Continuous measurements of SO<sub>2</sub> are necessary to register the high short term peak concentrations during episodes. 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 1995 (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 25.3 µg/m<sup>3</sup>, the highest 24-hour average was 353 µg/m<sup>3</sup>, and the highest 1-hour average value was 1 403 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 1977-1995 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. Meteorological conditions can not explain increased SO<sub>2</sub> concentrations. No information about SO<sub>2</sub> emissions from the nickel smelters are available since 1993.

Measurements of suspended particles at Viksjøfjell and Nikel show concentrations below the Norwegian recommended guideline value for 6-month average concentrations (40 µg/m<sup>3</sup>). The guideline value for diurnal average concentrations (70 µg/m<sup>3</sup>) was exceeded in Nikel. The highest value in Nikel was 71.4 µg/m<sup>3</sup> as a 48 hour mean value.

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

Calculations of long term mean concentrations of sulphur dioxide has been performed for the summer (April-September) 1995. 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 1995 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 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 good agreement between the two regarding the monthly variation. At Viksjøfjell and Maajavri the calculated values were lower than the measured values, while the results at Kirkenes and Svanvik from July to September showed the opposite.

### *Precipitation chemistry*

Measurements of precipitation chemistry indicated that the pH values in precipitation in the summer season 1995 were lower than in 1994 in Svanvik and at the same level at Karpdalen. Concentrations of Pb, Cd and Zn were at the same level as the concentrations usually found at background stations in the south-eastern part of Norway, but higher than in the western and northern parts of the country.

The metals Ni, Cu, Co and As are emitted from the smelters in Nikel and Zapoljarnij. The concentrations of these metals in precipitation were higher during the summer season 1995 than the previous summer season 1994 in Svanvik. In Karpdalen the concentrations of Ni and Co were higher, the concentration of As was unchanged, and the concentration of Cu was lower during the summer season 1995.

*[Faint, illegible text]*

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

April-september 1995

## 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. En av disse stasjonene, Rådhuset i Kirkenes, er stadig i drift.

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

### 3. Måleprogram april-september 1995

Måleprogrammet for luft- og nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene i sommerhalvåret 1995 er vist i tabell 1 og 2. Plasseringen av målestasjonene er vist i figur 1.

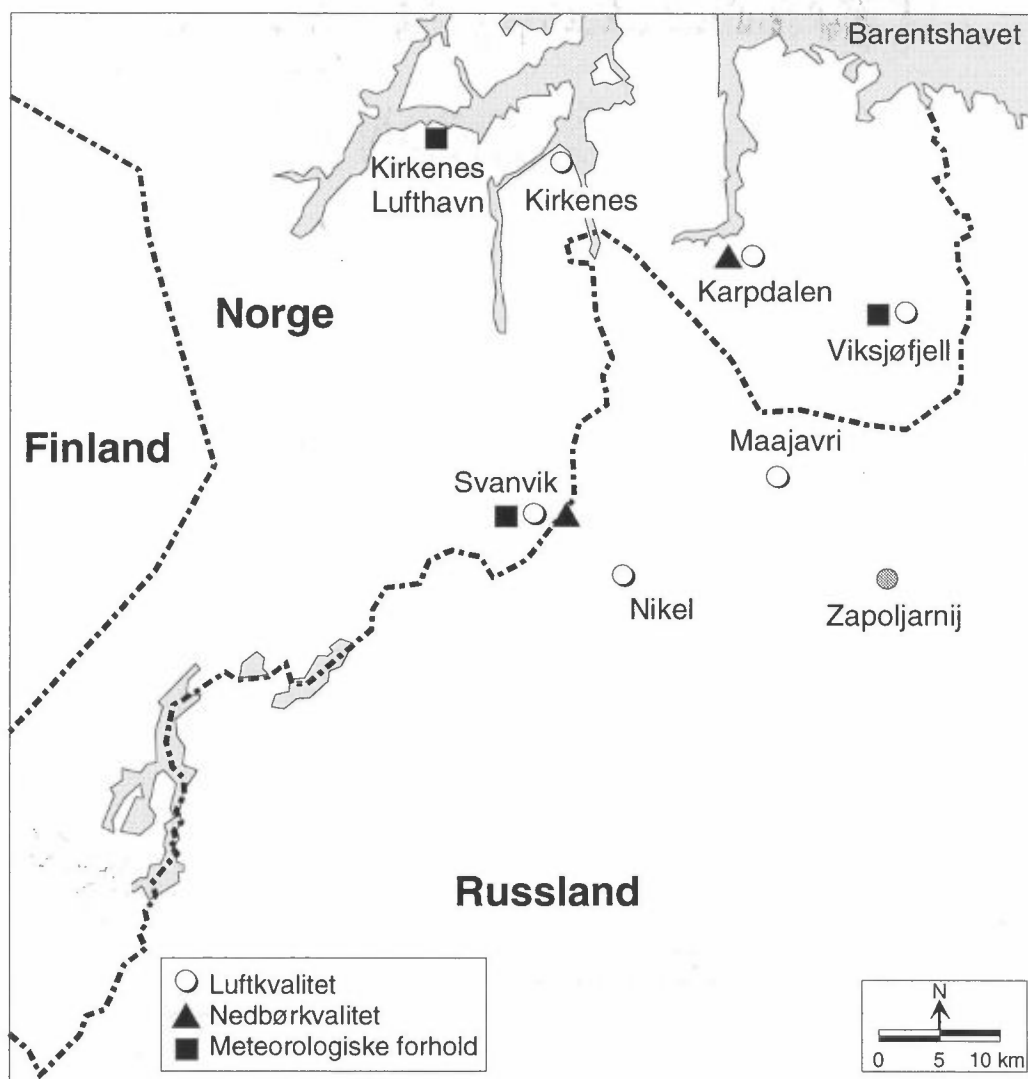
Tabell 1: Måleprogram for luftkvalitet i grenseområdene i perioden 1.4.-30.9.1995.

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

1 To-filter-prøvetaker. Prøvene tas over 2+2+3 døgn (mandag-onsdag, onsdag-fredag, fredag-mandag)

Tabell 2: Måleprogram for nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene i perioden 1.4.-30.9.1995.

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 1995.

På Viksjøfjell, i Svanvik, i Nikel og ved Maajavri måles SO<sub>2</sub> 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 vært døgnprøvetakere for SO<sub>2</sub>. Fra 1. januar 1995 ble måleprogrammet for SO<sub>2</sub> redusert ved at døgnmålingene er stoppet i Karpdalen, Svanvik og Holmfoss. Døgnmålingene i Kirkenes har hatt et opphold fra midten av januar til midten av juni 1995. Stasjonen i Kirkenes drives av Sør-Varanger kommune, men prøvene analyseres av NILU.

På Viksjøfjell og i Nikel tas det prøver av svevestøv med en to-filterprøvetaker, som deler støvet i grov- og finfraksjon. Utvalgte prøver fra de to stasjonene analyseres på mengden av en del tungmetaller. Også prøvene fra den russiske stasjonen analyseres av NILU. 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 tungmetallene Pb, Cd, Zn, Ni, Cu, As, Co og Cr. Stasjonen i Svanvik inngår i det nasjonale skogovervåkingsprogrammet.

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 (Høybuktnoen). Her fås data for vindretning, vindstyrke, temperatur, nedbør og luftfuktighet 3-4 ganger i døgnet.

Svanvik er med i et overvåkingsprogram for skogskader. Målingene i Svanvik startet i september 1986. Programmet omfatter nedbørkvalitet, luftprøver over 2+2+3 døgn for bestemmelse av 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, 1995). 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 gammaspesktrometer 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 1995.

### 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. Begge steder er det plassert en 10 m høy mast og en automatisk værstasjon. Det gjøres kontinuerlige registreringer av vindretning, vindstyrke og temperatur 10 m over bakken, og stabilitet uttrykt som temperaturdifferansen mellom 10 og 2 m over bakken. På Viksjøfjell registreres også luftens relative fuktighet. 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.

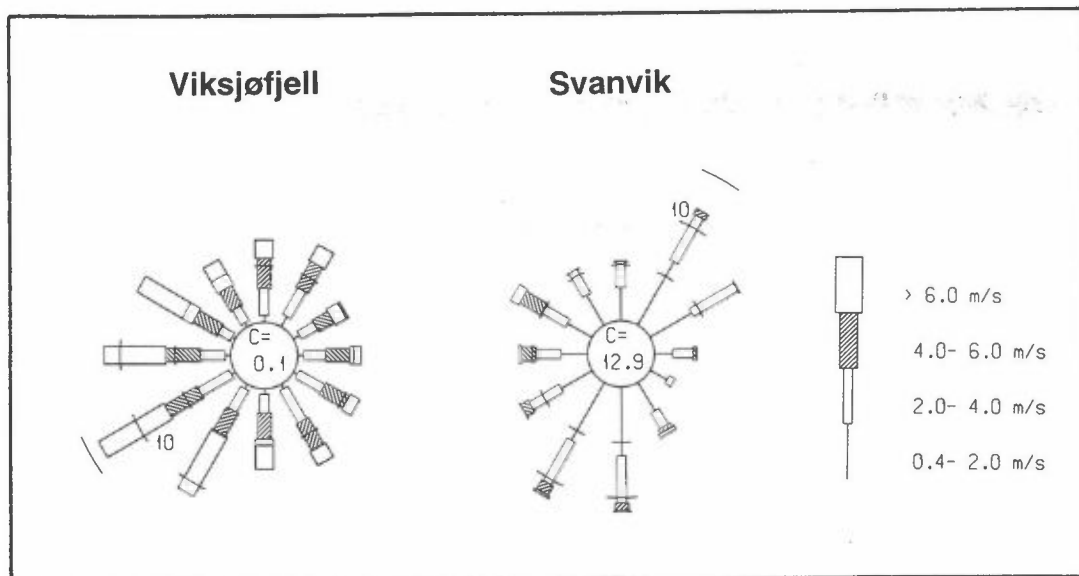
Tabell 3 viser at datadekningen for de meteorologiske målingene i Svanvik var god, men fra Viksjøfjell mangler en del data fra midten av april til slutten av mai. I deler av perioden med manglende data er det brukt vinddata registrert ved forsvarrets anlegg på samme sted.

Tabell 3: *Datadekning i prosent av tiden for de meteorologiske målingene på Viksjøfjell og i Svanvik i perioden 1.4.-30.9.1995.*

Stasjon	Måned	Vindstyrke	Vindkast	Vindretning	Temperatur	Stabilitet	Rel.fuktighet
Viksjøfjell	April	77,2	77,4	90,6	90,6	46,7	46,7
	Mai	23,3	23,4	27,0	92,3	73,0	73,0
	Juni	100,0	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0
	Juli	100,0	100,0	99,6	100,0	100,0	100,0
	August	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	September	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Svanvik	April	100,0	100,0	99,9	100,0	100,0	
	Mai	97,8	97,8	97,6	97,8	100,0	
	Juni	90,1	90,1	90,0	90,1	90,1	
	Juli	83,5	83,5	82,9	83,5	83,5	
	August	69,1	69,1	69,1	69,1	69,1	
	September	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

#### 4.1.1 Vindmålinger

Figur 2 viser vindroser for perioden april-september 1995 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 1995 fra Viksjøfjell og Svanvik.

Vindrosa fra Viksjøfjell viser at vind fra vest-sørvest forekom hyppigst i sommerhalvåret 1995. Vind fra øst-nordøst hadde lavest hyppighet. Figuren viser også at frekvensen av vindstyrker over 6 m/s var størst ved vind fra mellom sør-sørvest og vest-nordvest og lavest ved vind fra østlige retninger. I Svanvik blåste det oftest fra sør-sørvest og nord-nordøst.

Vindretningsfordelingene på de to stasjonene sommeren 1995 liknet i hovedtrekk på fordelingene fra sommeren 1994.

Tabell 4 gir andel vindstille, midlere vindstyrke, hyppigheten av vind over 6 m/s, maksimal timemidlet vindstyrke og sterkeste vindkast månedvis og totalt for sommerhalvåret 1995 fra Viksjøfjell og Svanvik. Tabellen viser at det blåste betydelig sterkere på fjellet ved Viksjøfjell enn nede i dalen ved Svanvik. De høyeste vindstyrkene i perioden ble målt 27. juni ved Svanvik og 20. august på Viksjøfjell. Timemiddelvindstyrkene var da henholdsvis 8,2 m/s i Svanvik og 19,1 m/s på Viksjøfjell.

Tabell 4: Statistikk over vindstyrker ved Svanvik og Viksjøfjell i perioden april-september 1995 (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	0,5	7,0	50,9	18,9	20. kl 17	20,3 <sup>1</sup>	01. kl 01
	Mai	0,0	5,1	36,0	9,4	06. kl 21	11,0	30. kl 09
	Juni	0,0	5,6	33,7	14,1	27. kl 17	23,0	27. kl 09
	Juli	0,0	6,0	39,8	14,3	12. kl 03	21,5	11. kl 24
	August	0,1	5,5	30,8	19,1	20. kl 14	27,8	20. kl 13
	September	0,0	5,5	35,3	17,1	25. kl 09	22,4	25. kl 09
	Apr.-sept.	0,1	5,8	37,4	19,1	20.08 kl 14	27,8	20.08 kl 13
Svanvik	April	19,7	2,2	2,9	8,0	22. kl 13	16,4	22. kl 13
	Mai	13,9	2,0	1,5	7,9	18. kl 24	14,0 <sup>2</sup>	18. kl 20
	Juni	2,9	2,4	1,9	8,2	27. kl 09	17,3	27. kl 12
	Juli	9,6	2,1	0,3	6,2 <sup>3</sup>	10. kl 12	13,4	10. kl 15
	August	12,5	2,0	2,5	7,4	20. kl 07	16,1 <sup>4</sup>	19. kl 16
	September	17,4	1,5	1,0	7,6 <sup>5</sup>	25. kl 04	14,6	25. kl 04
	Apr.-sept.	12,9	2,0	1,7	8,2	27.06 kl 09	17,3	27.06 kl 12

1. Samme verdi 20. kl 16

2. Samme verdi 18. kl 24

3. Samme verdi 10. kl 15

4. Samme verdi 20. kl 07 og kl 12

5. Samme verdi 25. kl 05

#### 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 juli og august 1995 var lavere enn normalen. I september var det omtrent som normalen, mens det april, mai og juni var varmere enn normalen på Kirkenes lufthavn.

Tabell 5: Temperaturer på Viksjøfjell, Svanvik og Kirkenes lufthavn i perioden april-september 1995 (°C).

Stasjon		April	Mai	Juni	Juli	August	September
Viksjøfjell	Middel	-4,0	0,8	6,9	7,9	7,4	4,4
	Maks.	1,3	14,4	19,2	18,8	19,9	15,8
	Min.	-9,1	-7,6	-0,7	1,7	2,3	-1,6
Svanvik	Middel	-1,4	3,7	10,6	11,1	10,7	6,4
	Maks.	6,2	18,3	22,1	22,9	23,1	18,6
	Min.	-16,1	-8,9	2,4	3,6	2,8	-2,3
Kirkenes lufthavn	Middel	-1,3	3,5	9,8	10,5	10,0	6,4
	Normal	-2,4	3,0	8,5	12,1	10,5	6,2
	Maks.	5,4	17,3	23,0	22,7	23,7	18,4
	Min.	-12,3	-6,6	2,0	4,3	4,1	-2,0

Høyeste målte temperatur, 23,7°C, ble registrert på Kirkenes lufthavn 2. august. Samme dag hadde også Svanvik og Viksjøfjell sommerens høyeste temperatur, med henholdsvis 23,1°C og 19,9°C som timemiddel kl 16. Den laveste temperaturen, -16,1°C, ble målt i Svanvik 9. april kl 03. Den laveste temperaturen på Viksjøfjell, -9,1 °C, ble målt 8. april kl 03. Kald luft som i inversjonsperioder samles i bunnen av Pasvikdalen, gjør at det måles lavere minimumstemperatur i Svanvik enn på Viksjøfjell.

Sammenliknet med sommeren 1994 var det sommeren 1995 kaldere i april, juli og august og varmere i mai, juni og september.

#### 4.1.3 Luftens relative fuktighet

Tabell 6 viser månedsmiddelverdiene av luftens relative fuktighet for hver måned i perioden april-september 1995. Viksjøfjell hadde de høyeste middelverdiene av relativ fuktighet i alle månedene.

Tabell 6: Månedsmiddelverdier av relativ fuktighet (%) i perioden april-september 1995 på Viksjøfjell og Kirkenes lufthavn.

Stasjon	April	Mai	Juni	Juli	August	September
Viksjøfjell	90	89	84	89	87	82
Kirkenes lufthavn	79	75	69	80	85	79

#### 4.1.4 Atmosfærisk stabilitet

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

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

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

Lett stabil og stabil sjiktning, det vil si at temperaturen øker med høyden, forekommer oftest om natta og om vinteren når det er sterk utstråling og avkjøling ved bakken. Ved slike forhold undertrykkes spredningen av luftforurensninger. Dette

er mest ugunstig for utslipp fra kilder nær bakken. Ved stabil sjiktning vil ikke utslipp fra høye skorsteiner nå bakken før på store avstander.

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

Tabell 7: Forekomst (%) av fire stabilitetsklasser ved Viksjøfjell og Svanvik sommeren 1995.

Stasjon	Måned	Ustabil	Nøytral	Lett stabil	Stabil
Viksjøfjell	April	5,1	46,4	26,8	21,7
	Mai	11,6	52,7	28,4	7,4
	Juni	25,4	65,7	7,8	1,1
	Juli	12,5	74,1	12,5	0,9
	August	8,1	77,8	11,8	2,3
	September	1,7	59,7	31,4	7,2
Svanvik	April	4,3	64,7	12,4	18,6
	Mai	15,9	66,5	10,5	7,1
	Juni	27,6	63,2	4,2	5,1
	Juli	18,2	68,4	4,5	8,9
	August	14,4	61,5	9,3	14,8
	September	8,9	51,5	14,3	25,3

Tabellen viser at det i alle sommeremånedene 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 de fleste 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 tre stasjoner på norsk side og to stasjoner på russisk side av grensen. Stasjonene er: Viksjøfjell, Rådhuset i Kirkenes 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. 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 toppkonsentrasjoner i episoder, for å se hvor lenge episodene varer, og hvor ofte de forekommer. Timemiddelverdiene kan også knyttes direkte til målte vindretninger for å bestemme kilde(r) eller kildeområde(r).



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

Tabell 8 viser at datadekningen fra Viksjøfjell, Svanvik og Maajarvi var god med data i 92-96% sett perioden under ett. Fra Nikel mangler data i hele juli og deler av april, juni og august. Fra Rådhuset i Kirkenes mangler data til midten av juni.

Tabell 8: *Datadekning i prosent av tiden for SO<sub>2</sub>-målingene fra Viksjøfjell, Svanvik, Maajarvi, Nikel og Kirkenes i perioden 1.4.-30.9.1995.*

Måned	Viksjøfjell	Svanvik	Maajarvi	Nikel	Kirkenes
April	99,3	98,3	94,3	32,8	0,0
Mai	98,5	97,8	93,3	91,8	0,0
Juni	99,2	98,8	83,9	67,2	53,3
Juli	99,2	70,8	93,0	0,0	96,8
August	80,0	97,3	91,8	44,6	100,0
September	99,0	98,9	98,6	93,1	100,0

Et sammendrag av SO<sub>2</sub>-målingene i perioden april-september 1995 med monitorer og døgnprøvetaker er gitt i tabell 9. Grafisk fremstilling av de timevise dataene er gitt i vedlegg B.

Målingene viser at Viksjøfjell var mest belastet i perioden på norsk side, mens de høyeste konsentrasjonene totalt sett ble målt i Nikel. Selv om Svanvik ligger nærmest utslippet, var middelverdien av SO<sub>2</sub> lavere enn på Viksjøfjell, fordi det ikke blåste så ofte mot Svanvik. De klart laveste SO<sub>2</sub>-konsentrasjonene ble målt ved stasjonen i Kirkenes.

Sammenliknet med gjennomsnittskonsentrasjonene sommeren 1994 var konsentrasjonene høyere sommeren 1995, unntatt i Kirkenes.

Den høyeste døgnmiddelverdien på norsk side sommeren 1995 ble målt ved Viksjøfjell ( $353 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), som også hadde flest døgnmiddelverdier over  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , som er det anbefalte luftkvalitetskriteriet for døgnmiddelverdi av SO<sub>2</sub>. Stasjonene på russisk side hadde imidlertid flere verdier over  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$  enn de norske stasjonene, og Nikel hadde også høyere maksimal døgnmiddelverdi enn Viksjøfjell. Den høyeste døgnmiddelverdien i Kirkenes var betydelig lavere enn ved de andre stasjonene.

Tabell 9: Sammendrag av målinger av SO<sub>2</sub> med kontinuerlig registrerende instrumenter på Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri og Nikel, og med døgnprøvetaker i Kirkenes i perioden april-september 1995 (µg/m<sup>3</sup>).

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	49,9	353	30	9	7	1	1 081	715	111	25	5	1
Mai	12,2	66	31	2	0	0	594	733	28	5	0	0
Juni	8,6	54	30	1	0	0	433	714	15	3	0	0
Juli	11,7	48	31	0	0	0	438	738	25	1	0	0
August	23,2	205	25	3	2	0	961	595	37	8	2	0
September	46,6	273	30	9	5	0	1 403	713	101	21	5	1
Apr. -sept. '95	25,3	353	177	24	14	1	1 403	4 208	317	63	12	2
Svanvik												
April	17,5	100	30	4	2	0	983	708	30	6	1	0
Mai	13,5	89	31	4	0	0	629	728	30	1	0	0
Juni	24,0	264	30	5	3	0	1 906	711	44	12	2	2
Juli	3,6	46	22	0	0	0	204	527	4	0	0	0
August	6,7	29	31	0	0	0	178	724	9	0	0	0
September	2,7	22	30	0	0	0	126	712	2	0	0	0
Apr. -sept. '95	11,7	264	174	13	5	0	1 906	4 110	119	19	3	2
Maajavri												
April	44,6	328	30	8	4	1	1 102	679	89	17	4	2
Mai	13,3	146	31	2	1	0	1 927	694	18	4	3	2
Juni	20,4	133	26	3	3	0	1 104	604	32	11	2	2
Juli	29,1	177	31	5	4	0	1 070	692	57	13	3	1
August	22,6	173	30	6	2	0	642	683	41	11	0	0
September	63,4	275	30	13	8	0	1 280	710	133	37	7	2
Apr. -sept. '95	32,6	328	178	37	22	1	1 927	4 062	370	93	19	9
Nikel												
April	43,9	159	10	4	1	0	952	236	25	8	2	0
Mai	117,0	439	31	15	12	6	1 850	683	156	75	35	18
Juni	138,1	448	21	14	13	4	2 004	484	140	53	26	16
Juli			0					0				
August	64,9	294	15	4	4	0	1 585	332	47	24	7	4
September	19,5	169	30	3	3	0	1 219	669	32	9	3	1
Apr. -sept. '95	79,8	439	107	40	33	10	2 004	2 404	400	169	73	39
Kirkenes												
April												
Mai												
Juni	4,0	20	16	0	0	0						
Juli	1,8	19	30	0	0	0						
August	1,3	7	31	0	0	0						
September	4,9	20	30	0	0	0						
Apr. -sept. '95	2,8	20	107	0	0	0						

Den høyeste timemiddelverdien på norsk side ble målt i Svanvik 3. juni kl 07 og var på 1 906 µg/m<sup>3</sup>. Vindmålingene denne timen viste vind med styrke 4,5 m/s fra øst-sørøst på Viksjøfjell, som kan tyde på at utslipp fra Nikel belastet Svanvik. Lokalt i Svanvik ble det målt svak vind av mer sørlig retning. Sannsynligvis var vindmålingene fra Viksjøfjell mer representative for utslippet fra skorsteinene i Nikel i denne episoden.

Den høyeste timemiddelverdien på Viksjøfjell, 1 403  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ble målt 24. september kl 09. Denne timen var det vind fra sørvest med styrke 3,8 m/s på Viksjøfjell, som tyder på at utslipp fra Nikel belastet stasjonen.

På russisk side ble den høyeste timemiddelverdien registrert i Nikel 18. juni kl 20. Verdien var på 2 004  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vindmålingene i Svanvik denne timen viste vind fra nordøst med midlere styrke 2,4 m/s. Vindretningen var rett fra verket i Nikel mot målestasjonen.

Ved Maajavri ble den høyeste timemiddelverdien, 1 927  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , registrert 26. mai kl 06. Vindmåleren på Viksjøfjell var ikke i funksjon på dette tidspunktet. I Svanvik var det sør-sørøstlig vind med styrke 1,4 m/s. Ut fra dette er det mest sannsynlig at  $\text{SO}_2$ -utslippene fra verket i Zapoljarnij var hovedkilden.

Nikel hadde timemiddelverdier over Verdens helseorganisasjons foreslåtte grenseverdi på 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 7,0% av timene med målinger. Tilsvarende tall for Maajavri var 2,3%. På Viksjøfjell var det over 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 1,5% av tiden og i Svanvik i 0,5% av tiden.

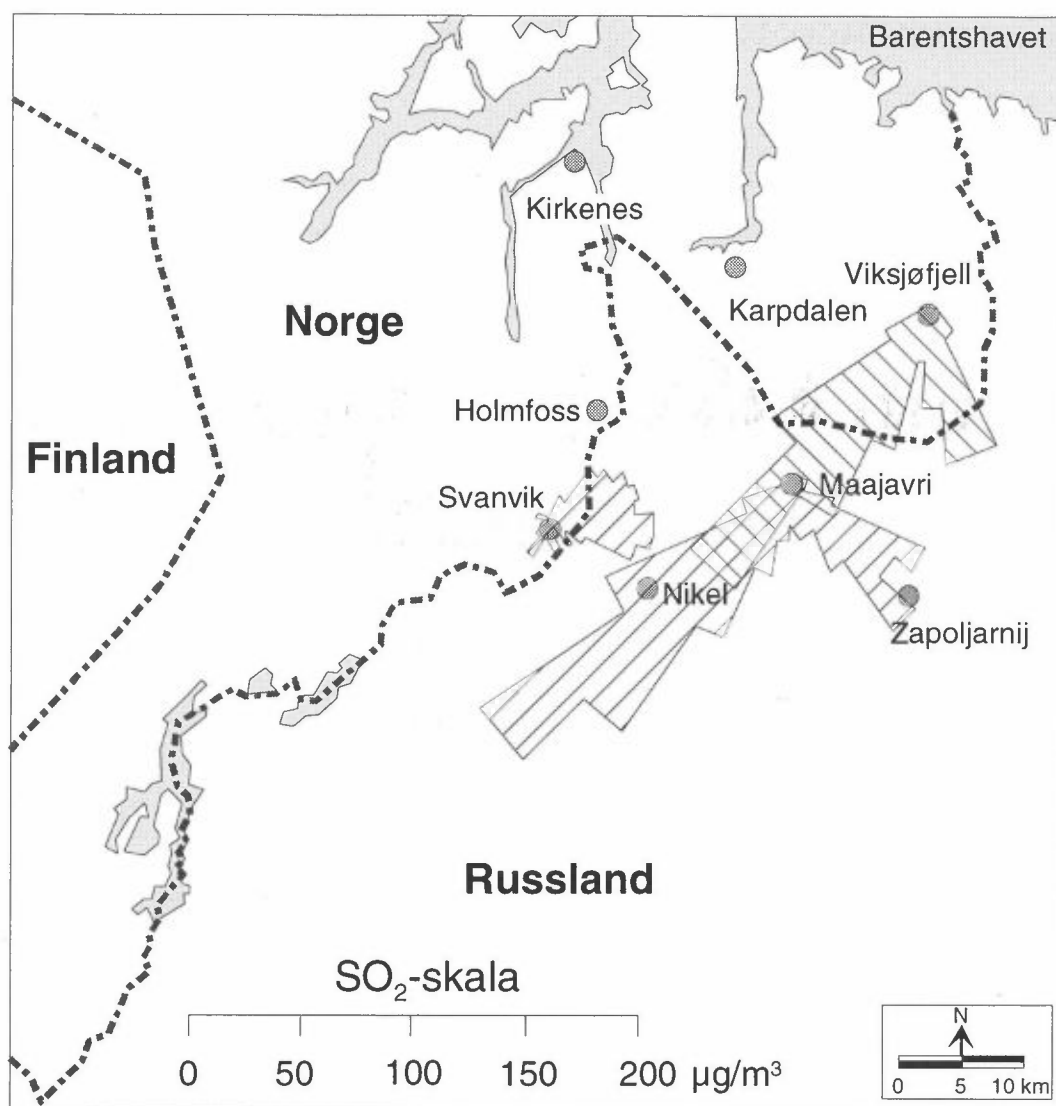
Sammenliknet med sommeren 1994 ble det målt høyere maksimale timemiddelverdier sommeren 1995 på Viksjøfjell, i Svanvik og ved Maajavri. Andelen timemiddelverdier over 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  var også høyere sommeren 1995 på alle fire stasjonene i grenseområdene.

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 de 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 11,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  for perioden april-september 1995. Ved vind fra østlig kant ( $90^\circ$ - $100^\circ$ ) var middelkonsentrasjonen rundt 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 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.

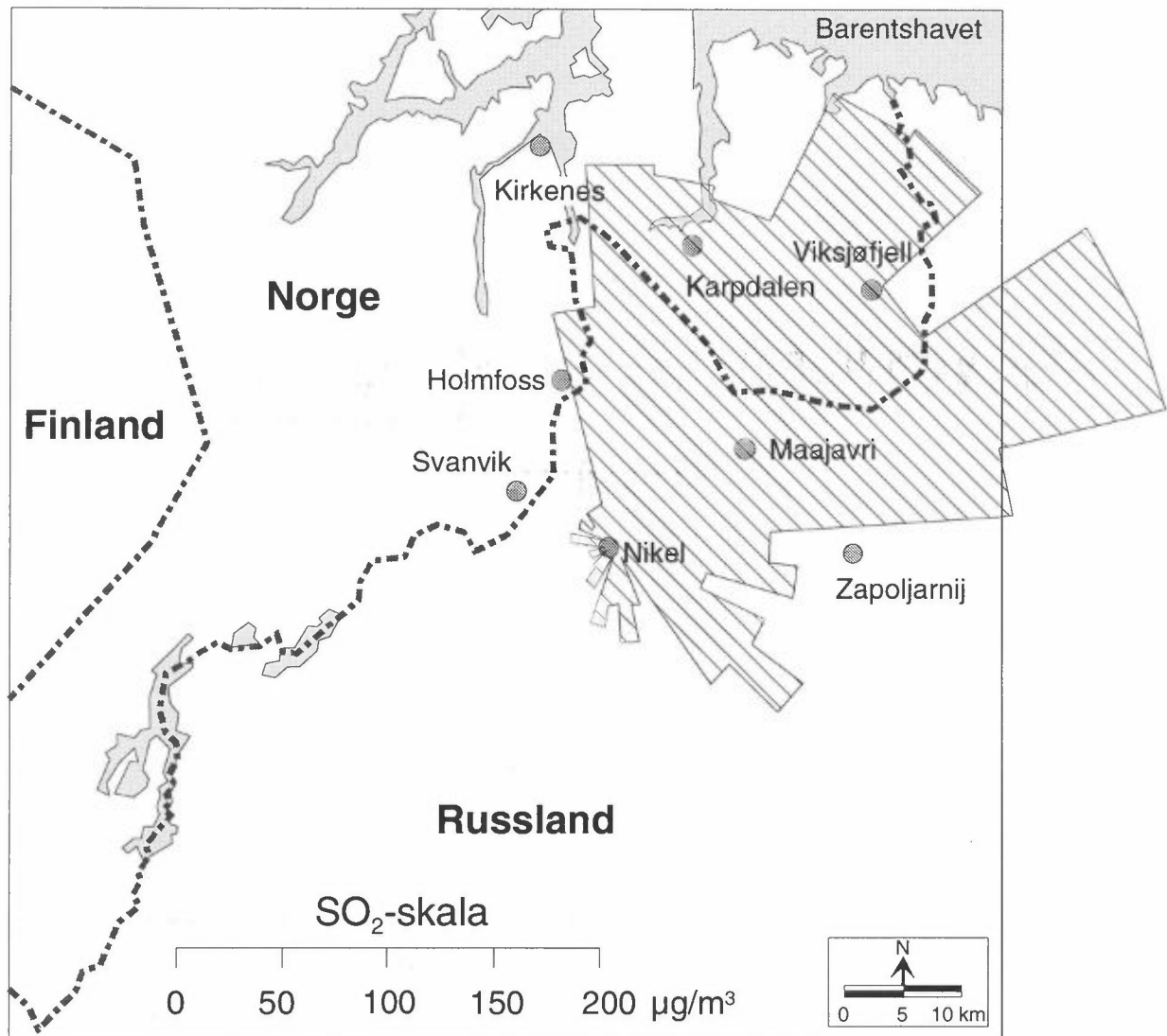
På Viksjøfjell var middelkonsentrasjonen 153  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ved vind fra omkring  $220^\circ$  (Nikel) (se figur 3). Ved vind fra omkring  $170^\circ$  var middelkonsentrasjonen 69,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette viser at også Zapoljarnij belaster stasjonen.



Figur 3: Middelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> for Viksjøfjell, Svanvik og Maajavri i 36 vindsektorer i perioden april-september 1995 (µg/m<sup>3</sup>).

Maajavri hadde en middelkonsentrasjon på 171 µg/m<sup>3</sup> ved vind fra Nickel (omkring 230°). Det var også forhøyete konsentrasjoner ved vind fra Zapoljarnij (omkring 140°). Ved vind i en bred sektor fra vest over nord til øst ble det målt meget lave konsentrasjoner.

Stasjonen i Nickel (figur 4) var sterkt belastet i en sektor fra nord til øst (vind målt i Svanvik) med den høyeste middelkonsentrasjonen ved 60° (267 µg/m<sup>3</sup>). Konsentrasjonene i de mest belastede sektorene var mye høyere i Nickel enn på de andre stasjonene. De høye konsentrasjonene i Nickel 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<sub>2</sub> i Nikel (samme skala som i figur 3) i 36 vindsektorer i perioden april-september 1995 (µg/m<sup>3</sup>).

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

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

Tabell 10 gir en oversikt over måleperiodene på de ulike stasjonene i grenseområdene fra starten i 1974. I tabellen er det skilt mellom døgnprøvetakere, som bare gir døgnmiddelverdier, og kontinuerlig registrerende instrumenter, monitorer,

Tabell 10: Oversikt over SO<sub>2</sub>-målinger i grenseområdene med døgnpåvåkningsverdier (døgnmiddelverdier) og med kontinuerlig registrerende monitorer (timemiddelverdier) i perioden 1974-1995. Døgnpåvåkning i Svanvik, Holmfoss og Karpdalen ble avsluttet ved årsskiftet 1994/95. 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	
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																							

hvor verdiene logges kontinuerlig og midles til timemiddelverdier. Noen stasjoner har i perioder hatt begge typer prøvetakere.

Døgnprøvetaking ble avsluttet i Svanvik, Holmfoss og Karpdalen ved årsskiftet 1994/95. For tiden er det døgnprøvetaking bare i Kirkenes, mens 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.

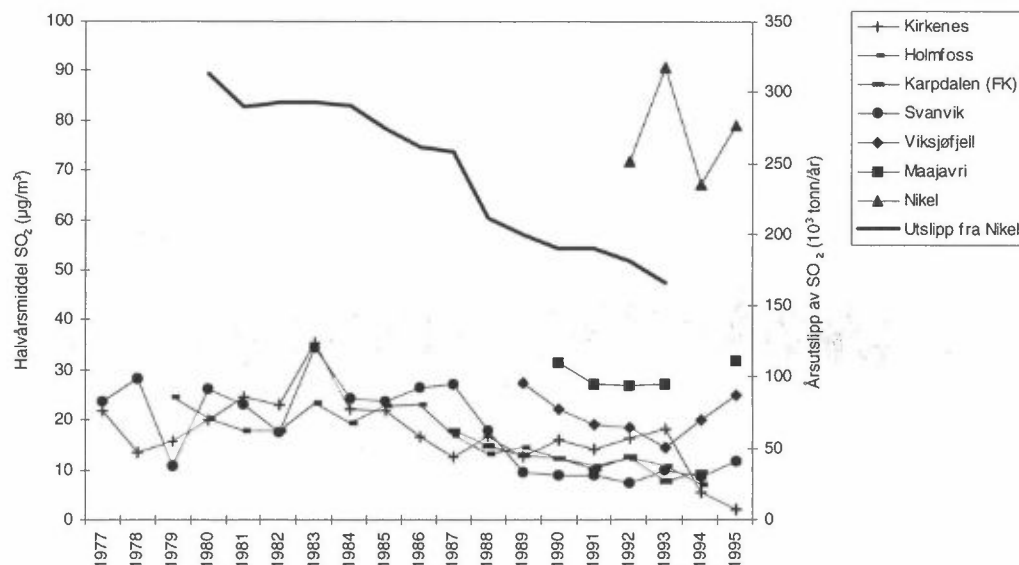
For stasjoner merket med \* (stjerne) i tabell 10 er det gjort en statistisk analyse av SO<sub>2</sub>-verdiene for sommerhalvåret (april-september) i de årene måledata foreligger fra 1977. For stasjoner med timedata er det utarbeidet statistikk både på grunnlag av timemiddelverdier og på grunnlag av døgnmiddelverdier beregnet av 24 time-middelverdier. 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 figurene 5-11. Figur 5 viser aritmetisk middelverdi for alle stasjoner for perioder med målinger (etter 1977) basert på målte døgnmiddelverdier eller beregnede døgnmiddelverdier ut fra målte timemiddelverdier. Figur 6-9 gir trend for de statistiske parametrene som er nevnt ovenfor på stasjoner med målte/beregnete døgnmiddelverdier, mens figur 10-11 gir tilsvarende statistikk for timemiddelverdier.

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). 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 forskjeller i spredningsforholdene. Viktige parametre er hvor ofte vinden blåser fra Nikel mot målestedet, vindstyrken og den termiske turbulensen (stabiliteten i lufta). På stasjonene Svanvik og Holmfoss er det midlere SO<sub>2</sub>-nivået redusert i takt med utslippene fra Nikel. Også stasjonene med kortere måleserier viser en liknende tendens.

De fleste stasjonene, og særlig de som er mest påvirket av utslippene fra Nikel, viste høyere middelverdier sommeren 1995 enn sommeren 1994. Utslippstall fra Nikel for 1994 og 1995 foreligger ennå ikke. Det er derfor vanskelig å si sikkert om økningen skyldes økte utslipp. De meteorologiske spredningsforholdene synes imidlertid ikke å ha vært dårligere sommeren 1995 enn sommeren 1994.

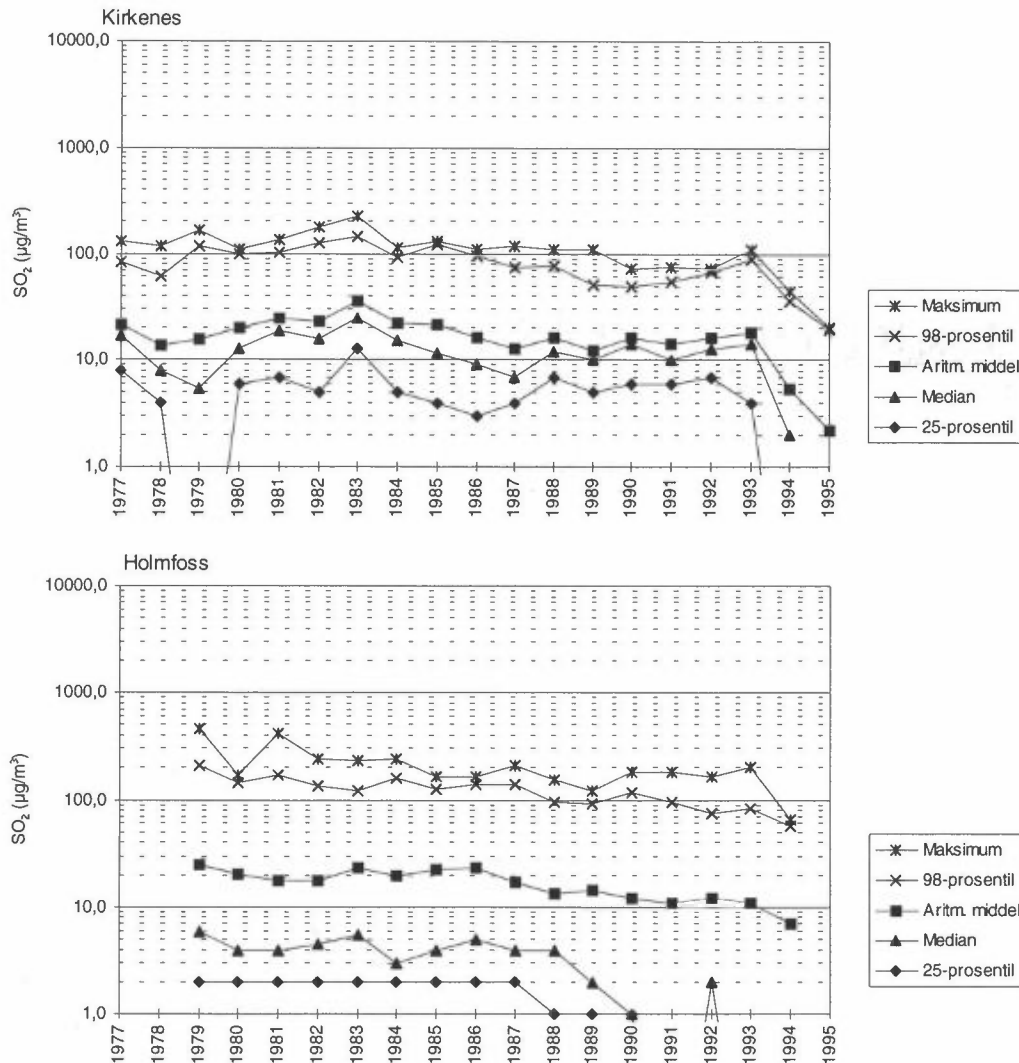


Figur 5: Sommermiddelkonsentrasjoner (april-september) av  $SO_2$  i perioden 1977-1995 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Figuren viser også årlige utslipp av  $SO_2$  fra smelteverket i Nikel i perioden 1980-1993 ( $10^3$  tonn/år).

Figurene 6-11 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:





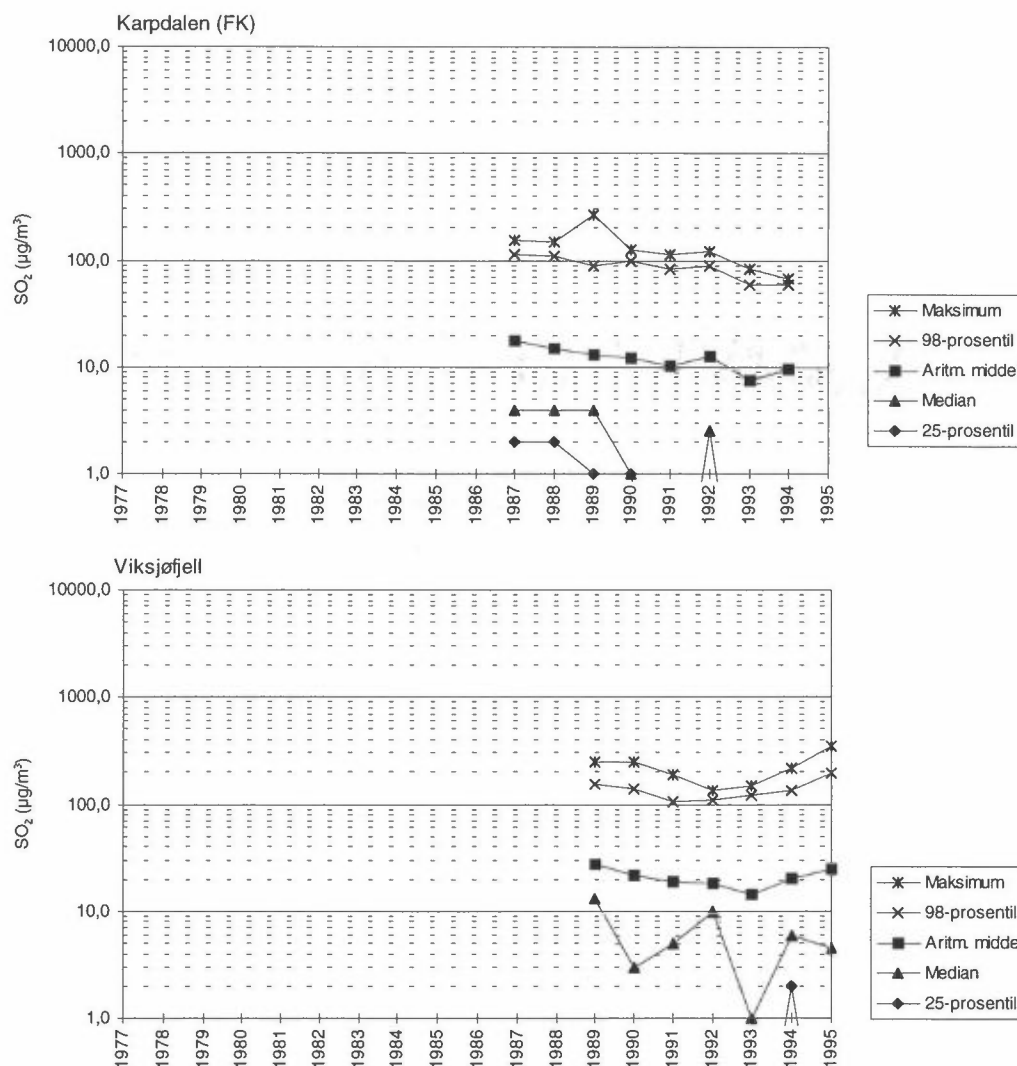
Figur 6: Døgnmiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i sommerhalvåret (april-september) i Kirkenes og Holmfoss (µg/m<sup>3</sup>). Trend for utvalgte statistiske parametre.

- **Kirkenes (figur 6)**

Middel- og median-verdien er betydelig redusert fra slutten av 1970-årene til 1995. Den største reduksjonen både for middel-, median-, maksimum- og 98-prosentilverdier har vært de siste årene (1994-1995).

- **Holmfoss (figur 6)**

Som i Kirkenes er middel- og medianverdien redusert. De maksimale døgnmiddelverdiene er redusert fra 400-500 µg/m<sup>3</sup> tidlig på 1980-tallet til 150-250 µg/m<sup>3</sup> de siste årene. De klart laveste konsentrasjonene ble målt sommeren 1994. Målingene ble avsluttet ved årsskiftet 1994/95.



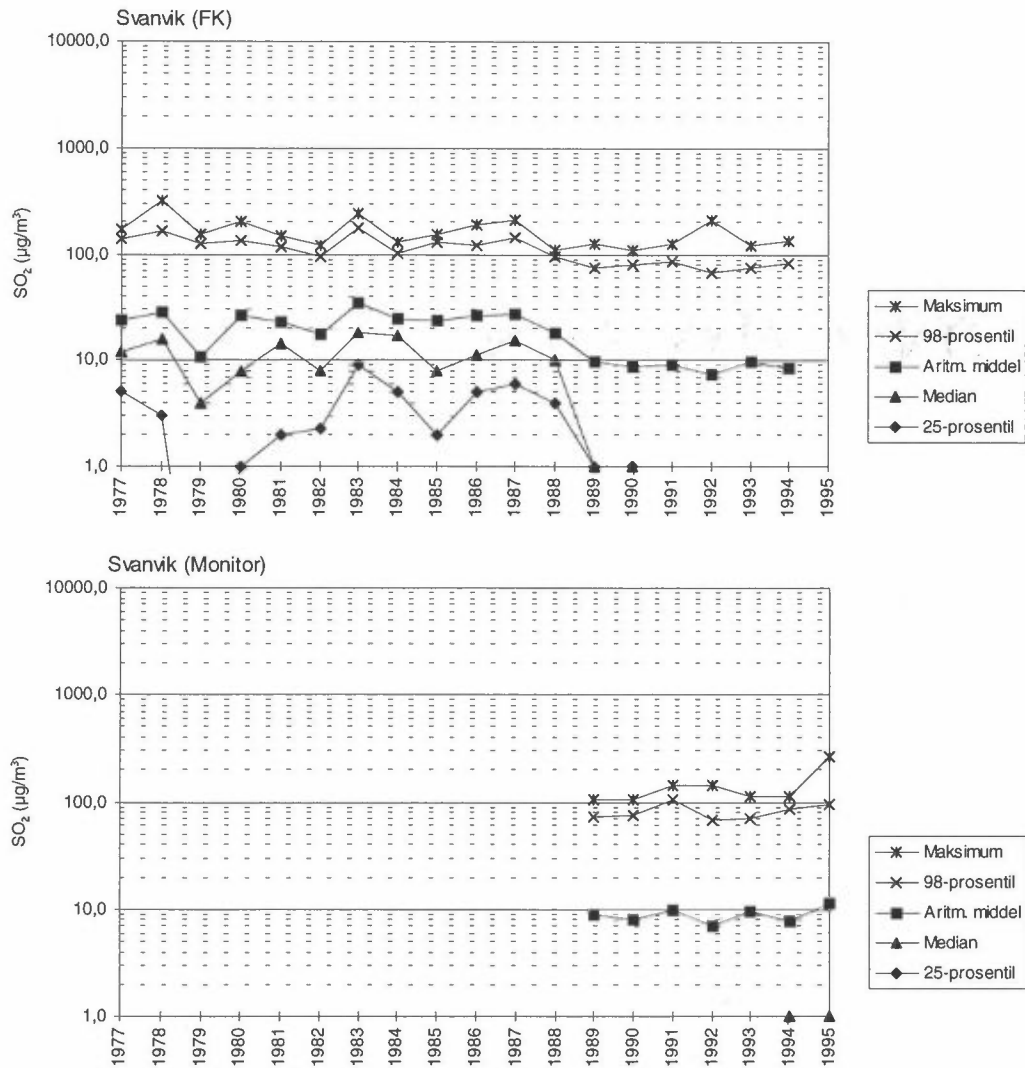
Figur 7: Døgnmiddelkonsentrasjoner av  $SO_2$  i sommerhalvåret (april-september) i Karpdalen og på Viksjøfjell ( $\mu g/m^3$ ). Trend for utvalgte statistiske parametre.

- **Karpdalen (figur 7)**

Fra 1987 til 1994 har middelverdien sommerstid vist en svak nedgang. Maksimumsverdiene og 98-prosentilverdiene har også gått klart ned. Målingene i Karpdalen ble avsluttet ved årsskiftet 1994/95.

- **Viksjøfjell (figur 7 og figur 10)**

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.

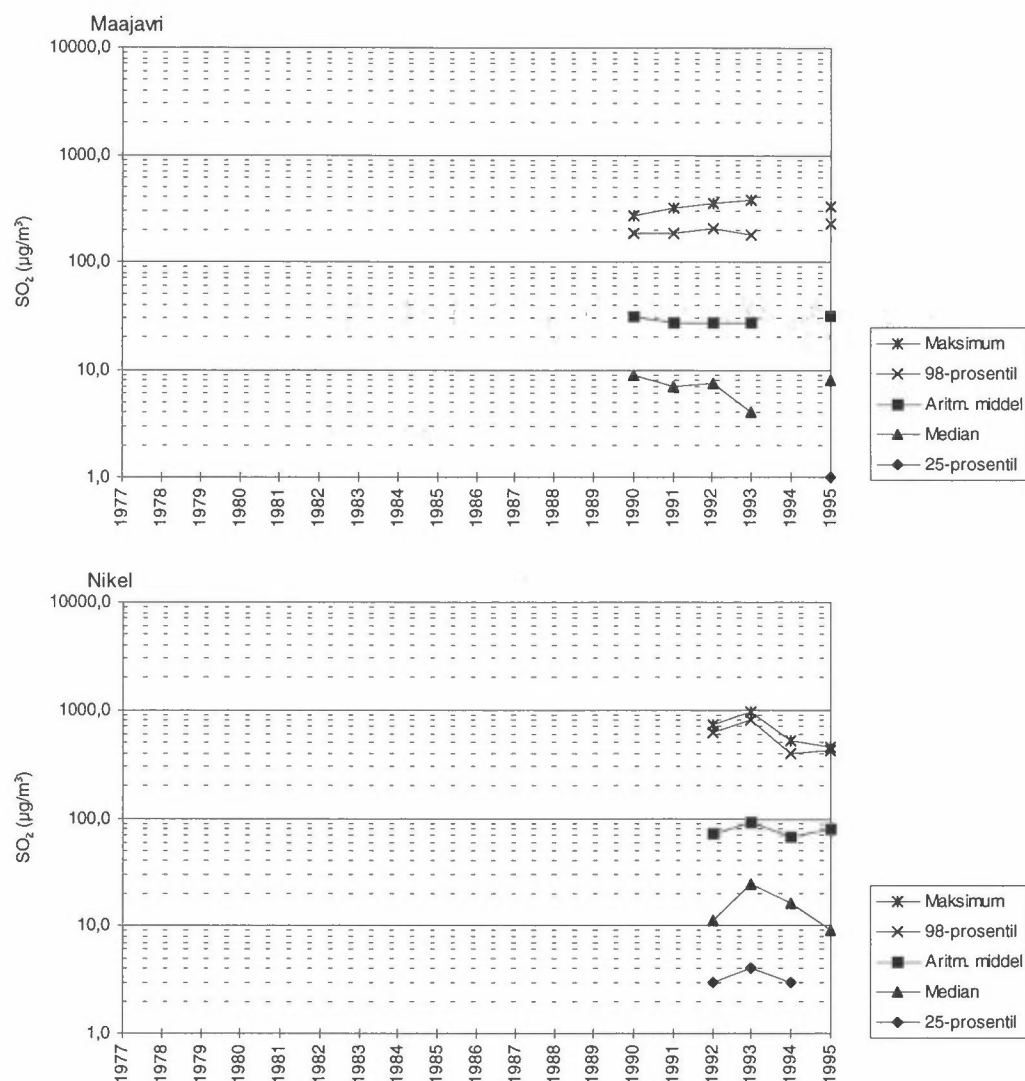


Figur 8: Døgnmiddelkonsentrasjoner av  $\text{SO}_2$  i sommerhalvåret (april-september) i Svanvik ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Trend for utvalgte statistiske parametre.

#### • Svanvik (figur 8 og figur 10)

Målingene i Svanvik har vist et relativt stabilt  $\text{SO}_2$ -nivå fram til slutten av 1980-årene. Deretter har spesielt middel- og median-verdien gått ned, 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 1990.

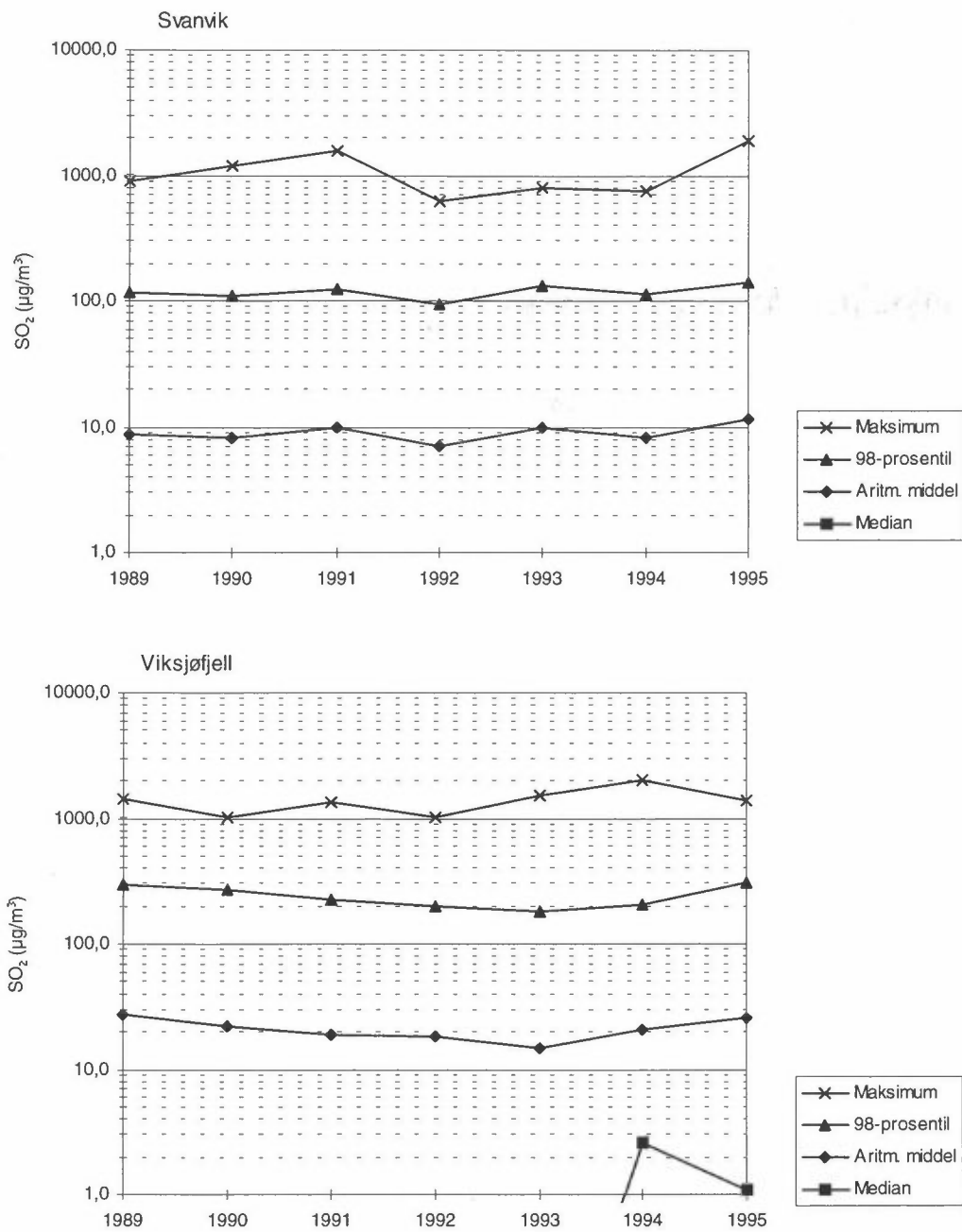
Målinger av timemiddelverdier siden 1989 (figur 10) viser at maksimumsverdiene om sommeren har variert en del, med den høyeste ( $1\,906 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sommeren 1995. Sommeren 1995 hadde også høyeste maksimale døgnmiddelverdi og høyeste middelverdi etter nedgangen i 1989.



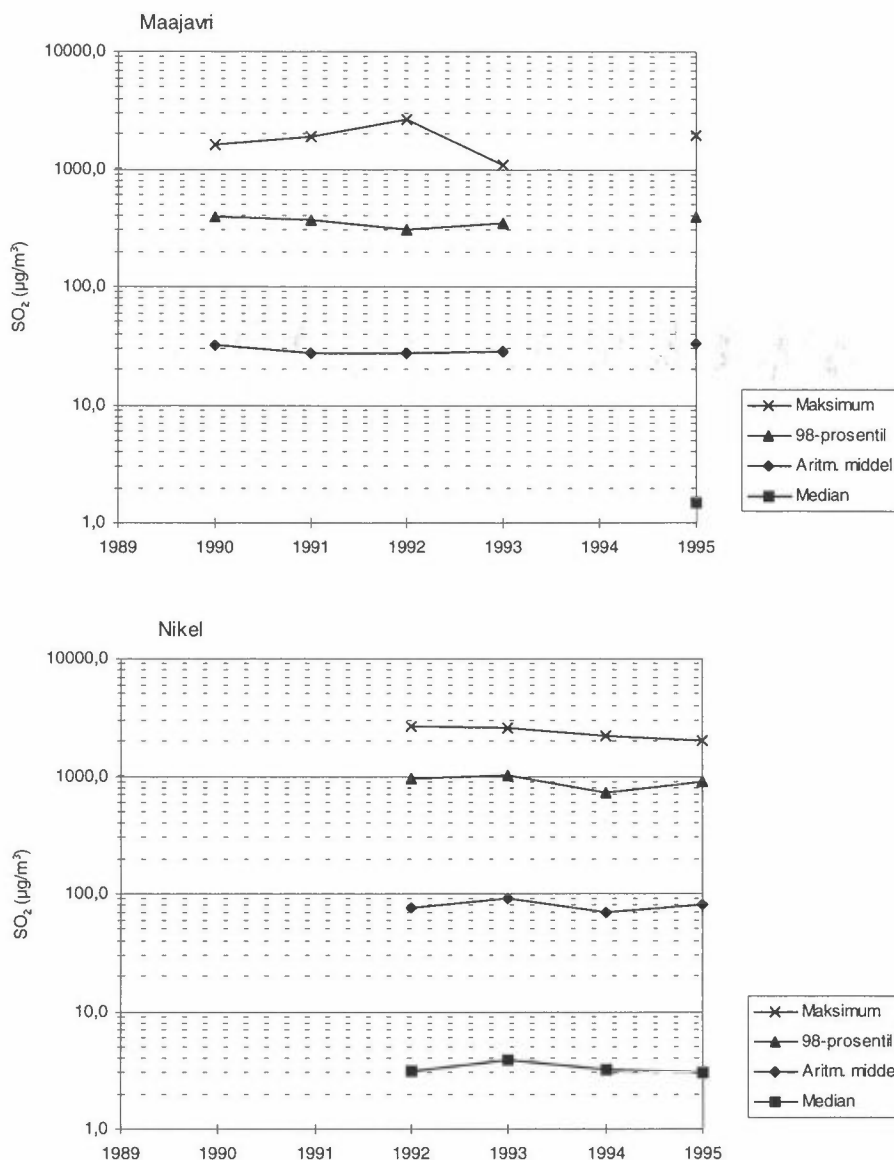
Figur 9: Døgnmiddelkonsentrasjoner av  $SO_2$  i sommerhalvåret (april-september) på Maajavri og i Nikel ( $\mu g/m^3$ ). Trend for utvalgte statistiske parametre.

- **Maajavri (figur 9 og figur 11)**

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  $SO_2$ -nivå fram til sommeren 1993, men med økte verdier igjen sommeren 1995. Maksimum- og 98-prosentilverdiene viste en litt varierende tidsutvikling med den høyeste døgnmiddelverdien sommeren 1993 og den høyeste timemiddelverdien sommeren 1992.



Figur 10: Timemiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i sommerhalvåret (april-september) i Svanvik og på Viksjøfjell (µg/m<sup>3</sup>). Trend for utvalgte statistiske parametre.



Figur 11: Timemiddelkonsentrasjoner av  $SO_2$  i sommerhalvåret (april-september) på Maajavri og i Nikel ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Trend for utvalgte statistiske parametre.

- **Nikel (figur 9 og figur 11)**

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. De høyeste konsentrasjonene ble målt sommeren 1993. I likhet med de andre målestasjonene hadde også Nikel litt høyere middelkonsentrasjon sommeren 1995 sammenliknet med sommeren 1994.

Stasjonen i Nikel påvirkes ved nordøstlig vind, som vanligvis ikke forekommer så ofte om vinteren som om sommeren. Middelkonsentrasjonen av SO<sub>2</sub> er derfor vanligvis høyere om sommeren enn om vinteren.

Samlet sett viser figurene 6-11 redusert SO<sub>2</sub>-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 SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner igjen, som var særlig markert på de mest belastede stasjonene Viksjøfjell, Maajavri og Nikel. Ut fra de meteorologiske forholdene ser det imidlertid ikke ut til at spredningsforholdene var dårligere. Hvorvidt økningen skyldes økt produksjon og/eller økte utslipp ved smelteverket er vanskelig å si fordi det ikke foreligger utslippstall etter 1993.

#### 4.2.3 Svevestøv

På Viksjøfjell og i Nikel er det tatt svevestøvprøver med en to-filter-prøvetaker, som deler støvet i grov- og finfraksjon. Støvmengden bestemmes ved veiing. Prøvene tas over 2+2+3 døgn, mandag-onsdag, onsdag-fredag og fredag-mandag.

Resultatene er gitt i tabell 11. Middelerdien sommeren 1995 var 5,4 µg/m<sup>3</sup> på Viksjøfjell og 23,0 µg/m<sup>3</sup> i Nikel, mens det norske anbefalte luftkvalitetskriteriet for 6 måneder er 40 µg/m<sup>3</sup> (SFT, 1992).

Den høyeste enkeltverdien på Viksjøfjell ble målt i august til 18,0 µg/m<sup>3</sup>. Dette er betydelig lavere enn det norske anbefalte luftkvalitetskriteriet og Verdens helseorganisasjons grenseverdi for døgnmiddelverdi, som begge er på 70 µg/m<sup>3</sup> for partikler med diameter under 10 µm (SFT, 1992; WHO, 1987).

I Nikel ble det målt en maksimalkonsentrasjon på 71,4 µg/m<sup>3</sup> i mai.

For partikler med diameter under 2,5 µm (finfraksjon) er det i Norge anbefalt et luftkvalitetskriterium på 30 µg/m<sup>3</sup> som middel over 6 måneder (SFT, 1992). Målingene i grenseområdene viste langt lavere verdier enn dette, 2,8 µg/m<sup>3</sup> på Viksjøfjell og 5,1 µg/m<sup>3</sup> i Nikel.

Middelkonsentrasjonen av svevestøv på Viksjøfjell sommeren 1995 på 5,4 µg/m<sup>3</sup> var litt lavere enn sommeren 1994 (6,2 µg/m<sup>3</sup>).

Tabell 11: Sammendrag av svevestøvmålinger med to-filter-prøvetaker på Viksjøfjell og i Nikel i perioden april-september 1995 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Stasjon og måned	Finfraksjon (<2,5 $\mu\text{m}$ )			Grovfraksjon (2,5 - 10 $\mu\text{m}$ )			Sum (<10 $\mu\text{m}$ )			Antall døgn med målinger
	Middel	Maks.	Min.	Middel	Maks.	Min.	Middel	Maks.	Min.	
<b>VIKSJØFJELL</b>										
April	3,80	12,93	0,58	2,21	4,31	0,97	6,01	17,24	1,86	26
Mai	3,40	6,85	1,16	2,47	4,00	0,65	5,86	9,26	1,81	31
Juni	2,76	8,81	1,02	3,47	7,45	1,01	6,23	14,85	2,32	30
Juli	2,08	5,16	0,04	1,86	3,73	0,28	3,94	7,40	0,75	31
August	1,95	9,66	0,76	2,56	8,38	1,05	4,52	18,04	2,00	31
September	2,90	10,00	0,35	3,06	8,41	0,81	5,96	16,60	1,51	30
April-september	2,79	12,93	0,04	2,61	8,41	0,28	5,40	18,04	0,75	179
<b>NIKEL</b>										
April	5,43	16,77	1,06	16,21	49,99	3,53	21,63	54,63	7,46	30
Mai	6,54	11,02	2,12	31,12	61,08	5,21	37,66	71,37	7,33	31
Juni	4,99	9,06	1,24	17,82	47,40	3,38	22,81	53,78	4,64	30
Juli	4,83	13,65	0,70	14,27	37,89	2,59	19,10	46,53	4,19	31
August	4,76	10,70	1,35	14,41	45,61	3,77	19,16	51,62	6,35	31
September	3,74	8,91	0,20	13,57	32,17	0,20	17,31	35,98	0,40	30
April-september	5,05	16,77	0,20	17,93	61,08	0,20	22,98	71,37	0,40	183

### 4.3 Nedbørkvalitet

Nedbørkvalitet er målt på to stasjoner på norsk side i sommerhalvåret 1995, 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 12-13. Konsentrasjonene av sulfat er korrigert for sjøsalt og gitt som mg svovel/l. Konsentrasjonene av nitrat og ammonium er gitt som mg nitrogen/l.

Stasjonen i Svanvik fikk størst nedbørmengde av de to stasjonene. Karpdalen hadde lavest pH og høyest middelkonsentrasjon av sulfat, ammonium, nitrat og kalsium, og av sjøsaltkomponentene natrium, magnesium og klorid. Den høyeste middelkonsentrasjonen av kalium ble målt i nedbøren i Svanvik.

Sammenliknet med sommeren 1994 var det både litt lavere pH og lavere middelkonsentrasjoner av de fleste hovedkomponentene i nedbøren i Svanvik sommeren 1995. Middelkonsentrasjonene av  $\text{SO}_4$ , Mg og Ca var omtrent den samme sommeren 1995 som sommeren 1994.



Tabell 12: Måned- og halvårsmiddelverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i Svanvik sommeren 1995.

Måned	Nedbør- mengde mm	Lednings- evne µS/cm	pH	SO <sub>4</sub> mg S/l	NH <sub>4</sub> mg N/l	NO <sub>3</sub> mg N/l	Na mg/l	Mg mg/l	Cl mg/l	Ca mg/l	K mg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	As µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l
April 1995	3,1	106,3	3,90	2,59	0,92	0,95	3,66	0,57	6,55	0,54	0,25	5,08	0,45	6,64	34,74	4,39	52,69	1,27	0,72
Mai 1995	14,0	59,4	4,42	3,07	0,69	0,45	3,35	0,53	4,42	1,17	0,44	10,22	0,37	24,28	70,94	5,72	76,01	2,66	1,83
Juni 1995	67,6	17,5	4,60	0,84	0,38	0,10	0,18	0,05	0,27	0,09	0,05	2,14	0,10	6,24	27,91	1,83	19,43	0,98	0,64
Juli 1995	67,0	10,1	4,76	0,34	0,05	0,06	0,16	0,04	0,27	0,05	0,04	1,15	0,07	4,55	3,77	1,16	2,99	0,14	0,13
August 1995	78,0	16,1	4,53	0,63	0,11	0,08	0,11	0,10	0,19	0,12	0,18	0,96	0,08	3,38	14,95	1,47	12,98	0,51	0,30
September 1995	16,6	26,1	4,36	1,11	0,26	0,21	0,21	0,07	0,39	0,22	0,06	2,94	0,13	13,00	26,68	2,36	24,42	0,87	0,77
April - september 1995	246,3	17,5	4,56	0,71	0,20	0,11	0,25	0,08	0,40	0,13	0,10	2,07	0,11	6,40	19,99	1,84	17,16	0,70	0,48

Tabell 13: Måned- og halvårsmiddelverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i Karpdalen sommeren 1995.

Måned	Nedbør- mengde mm	Lednings- evne µS/cm	pH	SO <sub>4</sub> mg S/l	NH <sub>4</sub> mg N/l	NO <sub>3</sub> mg N/l	Na mg/l	Mg mg/l	Cl mg/l	Ca mg/l	K mg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	As µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l
April 1995	6,4	552,0	3,57	7,21	1,09	0,58	5,42	0,83	7,84	0,85	0,75	2,26	0,13	11,39	27,84	1,74	21,96	0,91	1,49
Mai 1995	11,2	52,3	4,36	1,98	0,60	0,35	2,63	0,39	4,17	0,48	0,18	4,14	0,17	11,98	27,59	2,18	20,34	1,15	1,46
Juni 1995	69,1	24,0	4,36	0,88	0,16	0,11	0,35	0,05	0,57	0,10	0,04	2,29	0,06	3,55	13,84	1,32	6,64	0,54	0,39
Juli 1995	70,7	11,3	4,80	0,30	0,07	0,07	0,43	0,08	0,65	0,23	0,04	0,42	0,02	2,60	11,79	0,33	4,62	0,44	0,32
August 1995	60,2	18,3	4,48	0,65	0,22	0,24	0,30	0,05	0,47	0,06	0,04	1,79	0,06	2,73	13,79	1,04	8,84	0,50	0,54
September 1995	12,6	26,6	4,47	1,33	0,59	0,22	0,51	0,09	0,79	0,30	0,08	2,21	0,13	4,05	14,72	1,57	14,43	0,51	0,62
April - september 1995	230,2	36,5	4,47	0,76	0,21	0,15	0,54	0,10	0,83	0,19	0,06	1,61	0,06	3,62	14,07	0,98	7,77	0,53	0,48

I Karpdalen var det samme pH og omtrent samme middelkonsentrasjoner av sulfat og ammonium, mens konsentrasjonene av nitrat, kalium, natrium, magnesium og klorid var lavere sommeren 1995 enn sommeren 1994. Konsentrasjonen av kalsium var høyere sommeren 1995 enn sommeren 1994.

Halvårsmiddelkonsentrasjonene av tungmetallene Pb, Cd, Zn, Ni, As, Cu og Co var høyere i Svanvik enn i Karpdalen. Halvårsmiddelkonsentrasjonen av Cr var den samme på de to stasjonene.

Tungmetallene Pb, Cd og Zn analyseres rutinemessig i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner under Statlig program for forurensningsovervåking. Konsentrasjonene av bly i Sør-Varanger sommeren 1995 var lavere enn det en vanligvis finner på Sørlandet og omtrent på samme nivå som på Østlandet (SFT, 1995). Konsentrasjonene av Cd var på samme nivå eller litt høyere sammenliknet med konsentrasjonene på Sørlandet og Østlandet. Konsentrasjonene av Zn var på samme nivå som konsentrasjonene på Østlandet og lavere enn konsentrasjonene på Sørlandet.

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 1995 var konsentrasjonene av Ni, Cu, Co og As noe høyere enn sommeren før i Svanvik. I Karpdalen var konsentrasjonene av Ni og Co høyere sommeren 1995 enn sommeren 1994, mens det var omtrent samme konsentrasjon av As og lavere konsentrasjon av Cu sommeren 1995.

Det er også beregnet avsetning med nedbøren av de forskjellige elementene for de to stasjonene for sommerhalvåret 1995. Resultatene er vist i tabell 14 sammen med avsetningstall fra tidligere sommerhalvår.

Tabellen viser at Karpdalen hadde størst avsetning av hovedkomponentene bortsett fra nitrat og kalium.

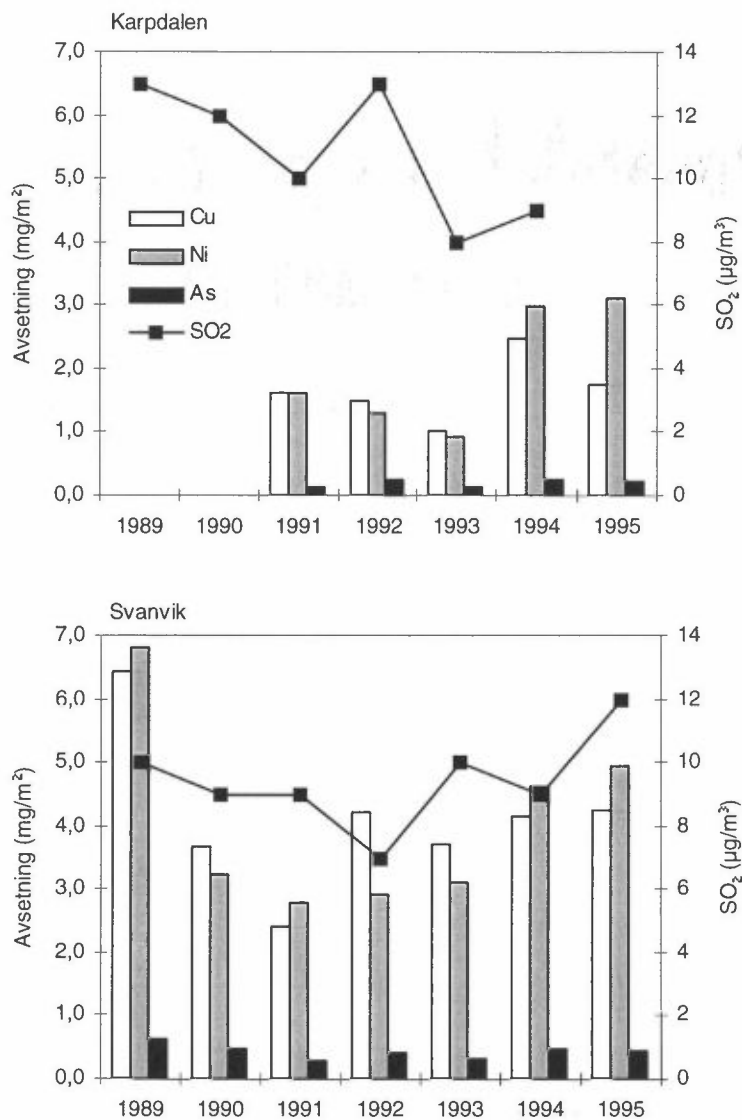
Svanvik hadde størst avsetning av alle tungmetallene sommeren 1995.

Avsetningen av Pb, Ni og Co var større sommeren 1995 enn sommeren 1994 på begge målestedene. Avsetningen av Zn og As var mindre sommeren 1995 enn sommeren 1994. Avsetningen av Cd, Cu og Cr var større i Svanvik og mindre i Karpdalen sommeren 1995 enn sommeren 1994. For alle de åtte analyserte elementene var imidlertid forskjellen i avsetning sommeren 1995 i forhold til sommeren 1994 relativt liten på begge målestedene.

Tabell 14: Avsetning av elementer med nedbør i sommerhalvårene fra 1989 til 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		36	54	440	62	31	730	38	0,31	0,12	1,30	1,60	0,13	1,60	0,06	0,19
	1992		410		61	132	440	54	73	760	83	0,54	<0,03	1,50	1,30	0,24	1,50	<0,04	
	1993		333		48	64	759	85	65	1 233	58	0,29	0,01	0,91	0,92	0,13	1,01	0,04	0,27
	1994		218	198	65	56	247	32	32	417	25	0,36	0,02	1,37	2,99	0,27	2,46	0,11	0,16
	1995	7 568	177	167	34	47	124	23	40	192	12	0,37	0,01	0,78	3,10	0,22	1,75	0,12	0,11
Svanvik	1989		315		48	40	261	48	74	405	22	0,64	0,06	1,86	6,82	0,62	6,43	0,19	0,23
	1990		145		39	23	212	31	30	416	25	0,43	0,05	1,67	3,24	0,47	3,68	0,11	0,14
	1991		160		21	37	76	15	<25	160	<25	0,29	<0,02	0,87	2,80	0,27	2,40	0,07	<0,13
	1992		210		36	61	110	16	<34	180	<34	0,35	<0,03	0,97	2,90	0,40	4,20	0,08	<0,17
	1993		198		33	72	173	30	44	286	22	0,27	0,02	0,60	3,10	0,32	3,70	0,12	0,14
1994		213	202	49	119	107	28	40	162	42	0,46	0,02	1,66	4,63	0,47	4,14	0,14	0,11	
1995	6 712	181	176	27	50	63	19	31	99	25	0,51	0,03	1,58	4,93	0,45	4,23	0,17	0,12	

Avsetningen med nedbør av Cu, Ni og As for sommerhalvårene fra 1989 til 1995 er vist i figur 12 sammen med halvårsmiddelkonsentrasjonene av SO<sub>2</sub>. Figuren viser at det er en viss sammenheng mellom avsetningen av metallene og SO<sub>2</sub>-konsentrasjonen. Avsetningen av de tre metallene er imidlertid større i Svanvik enn i Karpdalen, mens SO<sub>2</sub>-konsentrasjonen er lavere.



Figur 12: Avsetning med nedbør av Cu, Ni og As (mg/m<sup>2</sup>) i sommerhalvårene fra 1989 til 1995 i Karpdalen og 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 15 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).

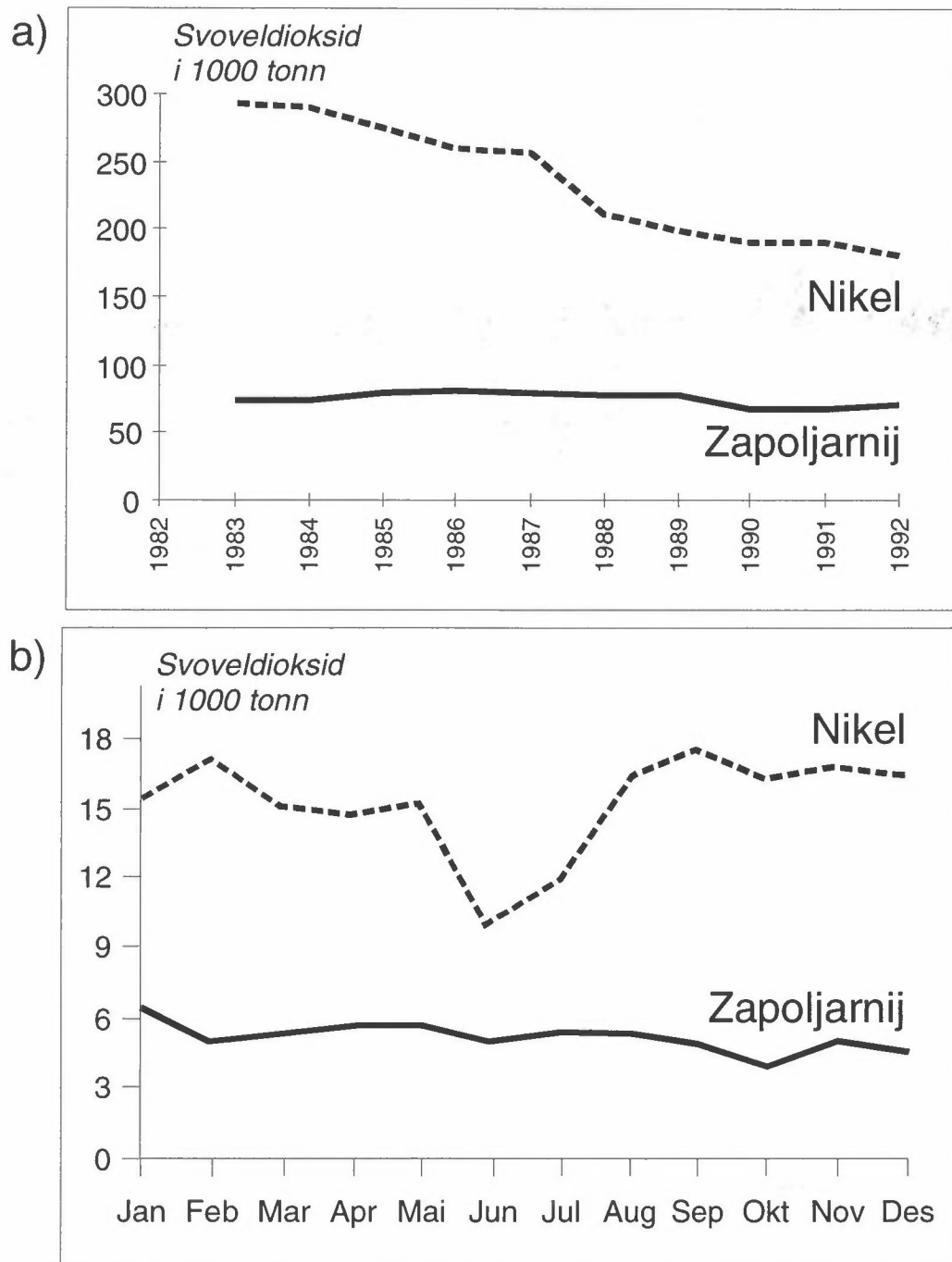
Totalutslippene fra Nikel og Zapoljarnij i perioden 1980-1992 er presentert i figur 13a. Figuren viser at utslippene fra Nikel har avtatt de senere årene, mens utslippene fra Zapoljarnij har holdt seg forholdsvis konstant i 12-års perioden. Figuren viser også variasjonen over året for Nikel og Zapoljarnij i 1990.

For å fremskaffe utslippsdata for sommerhalvåret 1995 er utslippene for de enkelte kildene (1989) i tabell 15 skalert i forhold til totalutslippet fra 1993, som er det siste året med tilgjengelige 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 og 1991 (figur 13b).

Det er til dels store usikkerheter i utslippsdataene fra de russiske verkene. Utslippstallene for beregningsperioden er basert på estimer, og den månedsvise fordelingen gitt av Ryaboshapko i figur 13b er basert på uoffisielle tall fra smelteverkene.

Tabell 15: Makismale 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



Figur 13: a) Samlet årsutslipp av svoveldioksid fra Nikel og Zapoljarnij for perioden 1980-1992 (1000 tonn /år) (Ryaboshapko, 1993).  
b) Utslipp fordelt på måneder for Nikel og Zapoljarnij for 1990 (Ryaboshapko, 1993).

## 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.

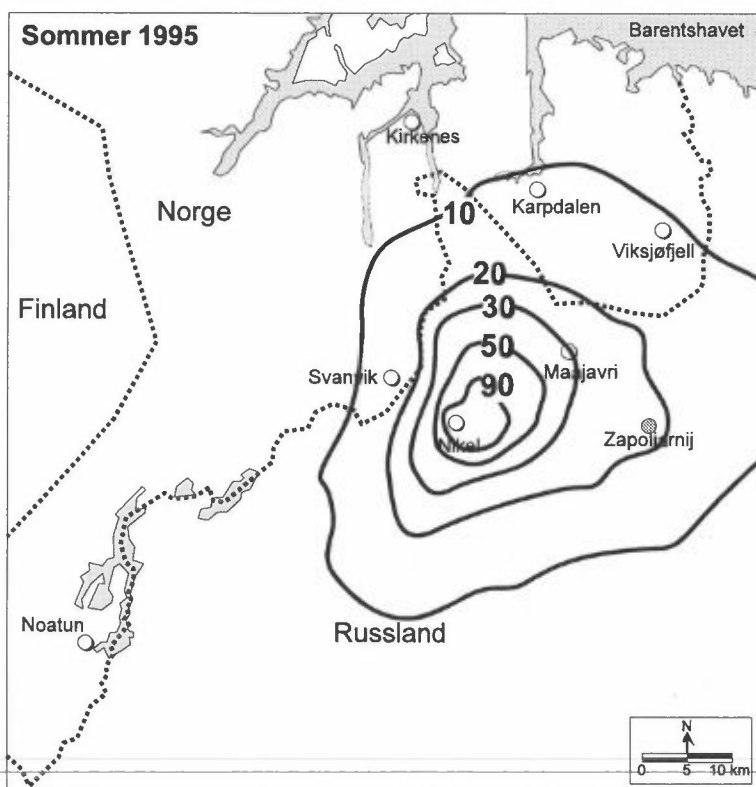
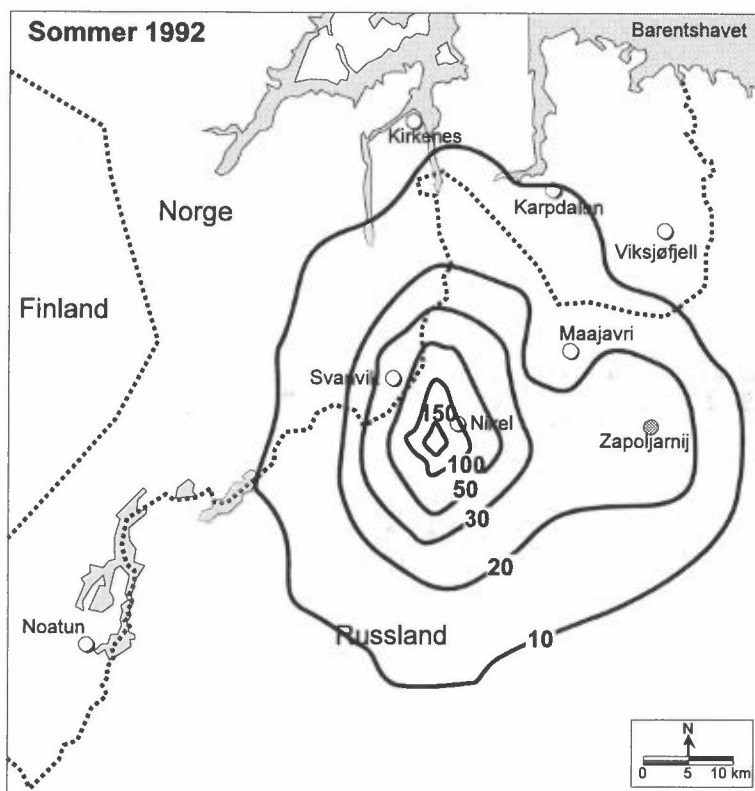
Resultatene er presentert som isolinjekart for SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner, og som en sammenligning av beregnede og observerte konsentrasjoner. En slik sammenligning er nødvendig for å gi et mål på hvor gode modellberegningene er, og om de benyttede utslippstallene gir middelkonsentrasjoner av SO<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 14 viser beregnede middelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> for sommerhalvåret 1995 (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 omkring Nikel, med en halvårskonsentrasjon i overkant av 90 µg/m<sup>3</sup>. 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 10-20 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 1995 litt lengre mot nordøst, som gjør at området omkring Svanvik og Holmfoss ble litt mindre belastet i 1995, mens området mellom Karpdalen og Viksjøfjell mot grensen ble litt mer belastet i 1995.





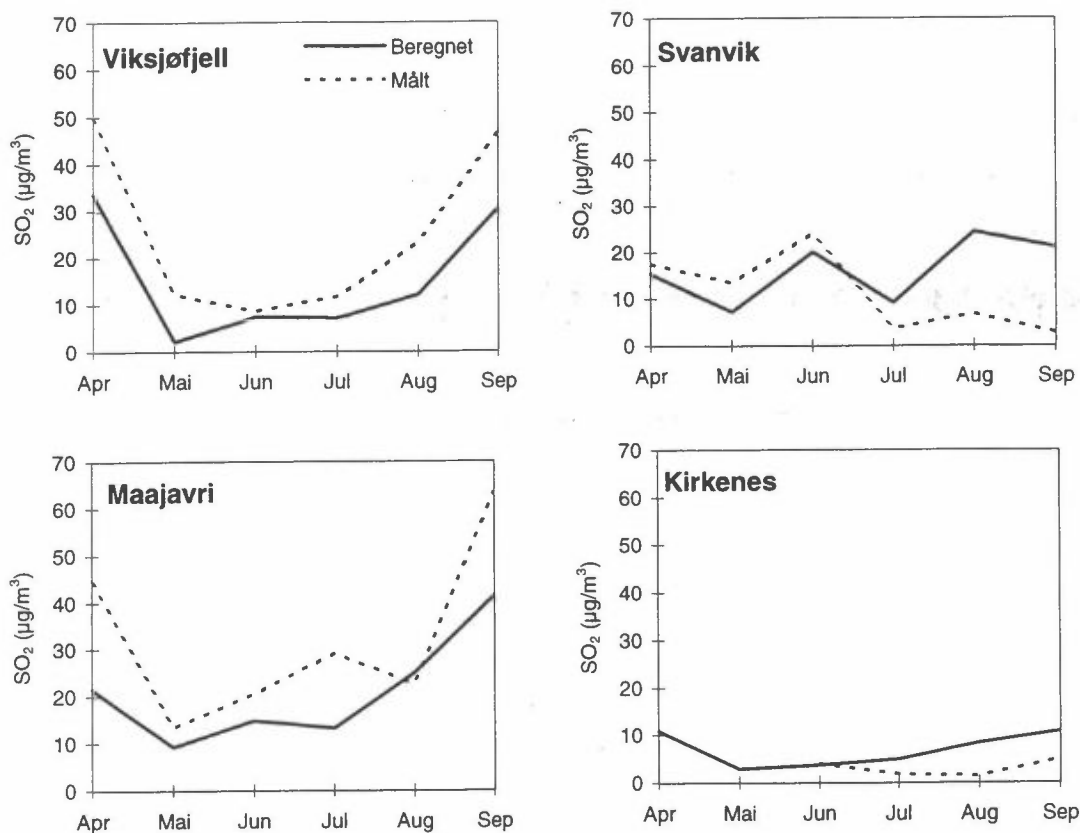
Figur 14: Beregnede halvårsmiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i grenseområdene for sommerhalvåret 1995 (µg/m<sup>3</sup>) sammenliknet med tilsvarende beregninger for sommerhalvåret 1992.

### 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 15 viser at modellberegningene gir en god beskrivelse av variasjonen i de månedlige middelveidene av SO<sub>2</sub> på de fire målestasjonene. På Viksjøfjell og Maajavri gir modellen gjennomgående lavere konsentrasjoner enn målingene, mens konsentrasjonene i Kirkenes og Svanvik i perioden juli-september overestimeres i modellen.

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 redusert i forhold til de utslippstallene som er brukt i modellberegningene; utslipp som refererer seg til 1993.



Figur 15: Målte og beregnede månedsmiddelkonsentrasjoner (april-september 1995) av svoveldioksid på de respektive stasjonene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## 6. Miljøvernssamarbeidet med Russland i grenseområdene

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

Fra norsk side 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 Karpdalen, Holmfoss og Svanvik, samt døgnprøvetaking av svevestøv i Svanvik ble foreslått avsluttet. I tillegg ble det foreslått å avvente ytterligere snøprøvetaking på norsk side til etter ombygging av smelteverket i Nikel. På russisk side ble det foreslått å flytte svevestøvprøvetakeren fra Maajavri til Nikel. Nedbørprøvetaking på ukebasis ble foreslått gjenopptatt på Maajavri.

Den norsk-russiske miljøvernkommisjonen vedtok i sitt møte i Oslo i desember 1994 ekspertgruppens forslag til arbeidsprogram for 1995 og 1996.

Målestasjonen i Nikel ble knyttet til telenettet i august 1995. Telelinje til Maajavri er bestilt i januar 1996 fra Kola Telekom.

## 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 Science. Institute of Northern Ecological Problems.

Bekkestad, T., Knudsen, S., Johnsrud, M. og Larsen, M. (1994) Modellberegninger av SO<sub>2</sub> og metallavsetning i grenseområdene Norge-Rusland. Kjeller (NILU OR 66/94).

---

Berg, T. C. (1995) Overvåking av radioaktivitet i Norge. Årsrapport 1994. Kjeller (NILU OR 37/95).

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., Johnsrud, M. og Bekkestad, T. (1996) 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. 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).
- 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., 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). (Nordkalottkommittéens 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 (1995) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1994. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 628/95).

- Traaen, T.S. et al. (1990) Forsuring og tungmetallforurensning i små vassdrag i Sør-Varanger. Undersøkelser i 1989. Oslo (NIVA-rapport O-89076) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 402/90).
- Traaen, T.S. (1991) Forsuring og tungmetallforurensning i Sør-Varanger. Fremdriftsrapport for 1990. Oslo NIVA (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 481/92).
- Traaen, T.S. et al. (1993) Forsuring og tungmetallforurensning i grenseområdene Norge/Russland. Vannkjemiske undersøkelser 1986-1992. Oslo (NIVA-rapport O-89187) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 511/93).
- Tømmervik, H., Johansen, B. og Eira, A.N. (1989) Kartlegging av forurensningsskader på lavbeitene i østre Sør-Varanger reinbeitedistrikt ved hjelp av satelittbilder. Tromsø (FORUT Rapport R 0037).
- World Health Organization (1987) Air quality guidelines for Europe. Copenhagen (WHO regional publications. European series; 23).
- Wright, R.F. and Traaen, T.S. (1992) Dalelva, Finnmark, northernmost Norway: prediction of future acidification using the MAGIC model. Oslo, NIVA (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 486/92).





## **Vedlegg A**

### **Månedlige frekvensmatriser for vindretning, vindstyrke og stabilitet fra Viksjøfjell og Svanvik sommeren 1995**

Handwritten text, likely bleed-through from the reverse side of the page. The text is faint and difficult to decipher but appears to contain several lines of script.

Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.04.95 - 30.04.95  
 Enhet : Prosent

## FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	4.5
60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.5	0.3	2.4
90	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
120	0.0	0.0	0.6	0.0	0.9	2.1	1.5	1.5	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
150	0.3	0.3	0.3	0.0	0.9	0.9	2.1	2.1	0.9	0.3	0.0	0.9	0.9	0.0	0.0	0.0	9.9
180	0.0	1.2	0.9	0.0	0.0	0.6	0.3	0.6	0.3	0.3	0.0	1.2	0.0	4.2	2.4	0.3	12.2
210	0.3	1.2	0.3	0.0	0.0	2.4	2.4	0.3	0.6	1.2	1.5	2.1	0.0	7.8	2.4	3.9	26.3
240	0.0	0.6	0.6	0.0	0.0	2.7	3.9	2.4	0.0	0.6	0.6	2.1	0.0	2.7	3.0	3.3	22.4
270	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	1.5	1.2	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	1.5	0.3	0.0	7.2
300	0.0	0.3	0.6	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
330	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
360	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	2.1
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0													0.0
Total	0.6	4.2	4.5	0.0	1.8	12.8	11.6	8.1	1.8	7.8	2.4	6.3	0.9	21.5	8.4	7.5	100.0
Forekomst		9.3 %				34.3 %				18.2 %				38.2 %			100.0 %
Vindstyrke		1.5 m/s				3.0 m/s				4.8 m/s				9.1 m/s			5.5 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	5.1 %	46.3 %	26.9 %	21.8 %	100.0 %
Antall obs. :	335				
Manglende obs.:	385				

Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.05.95 - 31.05.95  
 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	7.1	0.0	0.0	3.6	14.3	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.8
60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	19.6	0.0	30.4
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	3.6	0.0	0.0	1.8	3.6	0.0	16.1
120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
180	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
210	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
240	3.6	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4
270	3.6	1.8	0.0	0.0	1.8	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9
300	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
330	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
360	0.0	3.6	0.0	0.0	1.8	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0													0.0
Total	7.1	16.1	0.0	0.0	8.9	23.2	0.0	0.0	7.1	12.5	0.0	0.0	1.8	23.2	0.0	0.0	100.0
Forekomst		23.2 %				32.1 %				19.6 %				25.0 %			100.0 %
Vindstyrke		1.7 m/s				2.9 m/s				5.0 m/s				7.6 m/s			4.2 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	25.0 %	75.0 %	0.0 %	0.0 %	100.0 %
Antall obs. :	56				
Manglende obs.:	688				

Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.06.95 - 30.06.95  
 Enhet : Prosent

## FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.3	0.0	0.0	1.4	1.4	0.0	0.0	2.2	2.2	0.0	0.0	0.6	3.8	0.0	0.0	11.8
60	0.0	0.1	0.0	0.0	1.0	1.9	0.0	0.0	1.7	2.5	0.0	0.0	0.4	1.5	0.0	0.0	9.2
90	0.0	0.0	0.1	0.0	1.1	2.2	0.4	0.0	1.7	4.6	0.0	0.0	1.0	2.6	0.0	0.0	13.8
120	0.0	0.3	0.0	0.0	1.8	2.5	0.3	0.1	1.5	3.8	0.1	0.0	0.8	1.7	0.0	0.0	12.9
150	0.1	0.0	0.0	0.0	1.1	0.3	0.4	0.0	2.2	1.8	1.0	0.1	0.7	0.8	0.0	0.0	8.6
180	0.1	0.0	0.1	0.0	0.8	0.3	0.3	0.0	0.4	1.3	1.9	0.1	0.0	1.4	0.0	0.0	6.8
210	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.6	0.0	0.1	0.1	0.4	0.1	0.4	0.7	0.1	0.0	3.5
240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6	0.3	0.0	0.1	0.6	0.6	0.3	1.5	1.5	0.0	0.0	5.7
270	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.1	0.0	0.4	0.3	0.1	0.1	1.9	0.0	0.0	4.0
300	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.8	0.3	0.0	0.0	2.2	0.1	0.0	0.3	7.5	0.0	0.0	11.4
330	0.0	0.6	0.0	0.0	0.1	1.8	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.1	1.8	0.0	0.0	6.1
360	0.1	0.1	0.0	0.0	0.7	1.5	0.0	0.0	0.3	1.1	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	6.1
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0													0.0
Total	0.6	1.7	0.3	0.0	8.6	14.2	2.9	0.3	10.3	22.3	4.5	0.8	6.0	27.5	0.1	0.0	100.0
Forekomst		2.5 %				26.0 %				37.8 %				33.7 %			100.0 %
Vindstyrke		1.8 m/s				3.3 m/s				4.9 m/s				8.3 m/s			5.6 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	25.5 %	65.6 %	7.8 %	1.1 %	100.0 %
Antall obs. :	719				
Manglende obs.:	1				

Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.07.95 - 31.07.95  
 Enhet : Prosent

## FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	1.9	0.1	0.0	0.5	3.5	0.1	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	12.1
60	0.0	1.3	0.3	0.0	0.1	2.4	0.1	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	7.8
90	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	1.2	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	3.1
120	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.8	0.1	0.0	0.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	2.8
150	0.1	0.4	0.0	0.0	1.1	1.5	0.8	0.1	0.8	1.9	1.1	0.0	1.1	0.5	0.0	0.0	9.4
180	0.0	0.0	0.4	0.0	0.3	0.1	0.7	0.1	0.8	0.7	0.8	0.1	0.5	0.5	0.8	0.0	5.9
210	0.1	0.1	0.3	0.0	0.1	0.3	0.7	0.1	0.8	0.8	1.1	0.3	0.3	1.6	0.1	0.0	6.7
240	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	1.3	1.1	0.1	0.5	1.5	0.9	0.0	2.4	5.0	0.3	0.0	13.6
270	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.5	0.4	0.0	0.3	1.9	0.3	0.0	0.3	6.6	0.9	0.0	11.6
300	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.7	0.1	0.0	0.0	4.5	0.3	0.0	0.0	12.1	0.0	0.0	17.8
330	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	2.4
360	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	6.5
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0													0.0
Total	0.3	4.9	1.6	0.0	2.6	14.0	4.2	0.5	5.0	22.1	4.6	0.4	4.7	32.9	2.2	0.0	100.0
Forekomst		6.7 %				21.3 %				32.1 %				39.8 %			100.0 %
Vindstyrke		1.5 m/s				3.1 m/s				5.1 m/s				9.1 m/s			6.0 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	12.6 %	74.0 %	12.6 %	0.9 %	100.0 %
Antall obs. :	741				
Manglende obs.:	3				

Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.08.95 - 31.08.95  
 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	2.0	0.0	0.0	0.1	3.0	0.3	0.0	0.4	1.1	0.1	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	7.5
60	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.1	1.2	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	4.0
90	0.0	1.5	0.1	0.0	0.0	2.8	0.1	0.0	0.1	1.3	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	6.9
120	0.0	1.1	0.1	0.0	0.0	1.3	0.5	0.0	0.1	3.9	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	7.4
150	0.5	0.5	0.0	0.0	0.7	1.9	0.9	0.5	0.1	0.9	0.1	0.0	0.1	1.3	0.1	0.0	7.9
180	0.1	0.4	0.1	0.0	1.1	0.7	0.4	0.3	0.1	0.5	0.7	0.0	0.0	0.4	1.2	0.0	6.0
210	0.1	0.0	0.3	0.0	0.5	0.9	0.3	0.4	0.1	0.5	0.4	0.4	0.4	1.7	0.9	0.7	7.8
240	0.1	0.3	0.0	0.0	0.4	0.9	0.8	0.0	0.3	2.6	0.7	0.0	1.2	1.3	0.3	0.0	8.9
270	0.0	0.5	0.3	0.0	0.0	1.5	0.1	0.0	0.0	3.8	1.5	0.0	0.1	4.8	0.5	0.0	13.2
300	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	1.6	0.5	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	8.7
330	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.2	0.1	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	9.3
360	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	4.3	0.1	0.0	0.3	3.1	0.0	0.0	0.5	2.6	0.0	0.0	12.2
Stille	0.0	0.1	0.0	0.0													0.1
Total	0.9	9.9	0.9	0.0	2.8	20.6	3.8	1.2	1.7	22.8	4.0	0.4	2.6	24.5	3.1	0.7	100.0
Forekomst		11.8 %				28.4 %				29.0 %				30.8 %			100.0 %
Vindstyrke		1.4 m/s				3.0 m/s				5.1 m/s				9.6 m/s			5.5 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	8.1 %	77.8 %	11.8 %	2.3 %	100.0 %
Antall obs. :	744				
Manglende obs.:	0				

Delta T : Viksjøfjell  
 Vind : Viksjøfjell  
 Periode : 01.09.95 - 30.09.95  
 Enhet : Prosent

## FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	2.5
60	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.4	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
120	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.0	0.8	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	4.7
150	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.1	0.4	0.4	0.0	0.7	0.8	0.3	0.0	1.2	0.3	0.0	6.8
180	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	1.0	0.6	0.6	0.0	0.4	1.2	0.6	0.0	0.4	1.9	0.4	7.5
210	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	1.2	0.8	1.8	0.0	1.7	1.1	0.7	0.3	5.6	6.5	0.3	20.3
240	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	2.6	1.8	1.0	0.1	2.8	3.3	0.4	0.4	6.5	6.0	0.1	25.6
270	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	3.1	1.7	0.0	0.0	3.5	0.7	0.4	0.0	2.1	0.1	0.0	11.9
300	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.2	0.6	0.0	0.0	0.7	0.8	0.0	0.0	1.0	0.1	0.0	4.7
330	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	2.6	0.1	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	6.7
360	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0													0.0
Total	0.0	1.2	1.1	0.3	0.8	18.9	7.2	3.8	0.1	20.8	8.1	2.4	0.7	18.8	15.0	0.8	100.0
Forekomst		2.6 %				30.7 %				31.4 %				35.3 %			100.0 %
Vindstyrke		1.6 m/s				3.2 m/s				5.0 m/s				8.1 m/s			5.5 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	1.7 %	59.7 %	31.4 %	7.2 %	100.0 %
Antall obs. :	720				
Manglende obs.:	0				

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.04.95 - 30.04.95  
 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- 1.0 m/s				1.0- 2.5 m/s				2.5- 4.0 m/s				over 4.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.3	0.3	0.1	0.0	1.3	0.1	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	4.2
60	0.0	0.9	0.7	0.6	0.0	2.4	0.4	0.3	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6
90	0.0	0.3	0.0	0.1	0.1	1.7	0.3	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5
120	0.0	0.1	0.3	0.3	0.1	1.6	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9
150	0.1	0.7	0.3	0.7	0.0	2.2	0.1	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6
180	0.1	1.3	0.9	0.9	0.0	3.9	1.7	0.1	0.1	3.5	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	14.1
210	0.1	1.4	0.3	0.9	0.4	4.2	0.4	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	14.7
240	0.1	0.4	0.3	0.1	0.3	1.7	0.9	0.0	0.3	3.7	0.9	0.0	0.3	1.6	0.1	0.0	10.8
270	0.0	0.3	0.1	0.1	0.7	0.1	0.6	0.1	0.1	0.6	0.4	0.0	0.9	2.9	0.1	0.0	7.2
300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.6	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	6.5
330	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8
360	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
Stille	0.1	2.0	2.2	12.4													16.7
Total	0.7	7.8	5.3	16.3	1.9	24.8	4.8	0.6	0.7	20.7	1.3	0.0	1.2	13.7	0.3	0.0	100.0
Forekomst		30.1 %				32.0 %				22.8 %				15.1 %			100.0 %
Vindstyrke		0.5 m/s				1.8 m/s				3.2 m/s				5.2 m/s			2.2 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	4.5 %	67.0 %	11.7 %	16.9 %	100.0 %

Antall obs. : 694  
 Manglende obs.: 26

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.05.95 - 31.05.95  
 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- 1.0 m/s				1.0- 2.5 m/s				2.5- 4.0 m/s				over 4.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	1.8	0.7	0.8	0.7	7.3	0.4	0.0	0.0	3.7	0.0	0.0	0.3	1.1	0.0	0.0	16.9
60	0.0	0.4	0.3	0.0	0.6	3.8	0.0	0.0	0.7	3.2	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	9.3
90	0.1	0.3	0.0	0.0	0.4	0.7	0.0	0.0	1.1	2.0	0.0	0.0	0.7	0.8	0.0	0.0	6.2
120	0.0	0.1	0.3	0.0	0.6	0.8	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
150	0.0	1.0	0.1	0.0	1.1	1.3	0.3	0.0	0.1	0.6	0.0	0.0	0.3	1.7	0.1	0.0	6.6
180	0.4	1.6	0.0	0.1	2.5	3.0	0.4	0.0	0.3	3.8	0.1	0.0	0.3	1.6	0.0	0.0	14.1
210	0.0	1.0	0.3	0.0	0.7	4.1	0.3	0.0	0.1	1.1	0.3	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	8.6
240	0.1	1.0	0.1	0.3	0.3	2.0	0.0	0.0	0.6	0.4	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	5.2
270	0.0	0.3	0.0	0.1	0.1	1.1	0.1	0.1	1.4	1.4	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	5.4
300	0.0	0.3	0.3	0.1	0.1	0.3	0.6	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	3.2
330	0.0	1.0	0.8	0.0	0.0	1.3	0.0	0.1	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9
360	0.0	0.6	0.0	0.3	0.4	3.2	0.7	0.0	0.1	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5
Stille	0.1	5.8	3.5	2.3													11.7
Total	0.8	15.1	6.5	4.1	7.6	28.9	2.8	0.3	5.4	18.5	0.4	0.0	2.8	6.6	0.1	0.0	100.0
Forekomst		26.5 %				39.6 %				24.3 %				9.6 %			100.0 %
Vindstyrke		0.5 m/s				1.8 m/s				3.2 m/s				5.1 m/s			2.1 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	16.6 %	69.1 %	9.9 %	4.4 %	100.0 %

Antall obs. : 709  
 Manglende obs.: 35

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.06.95 - 30.06.95  
 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- 1.0 m/s				1.0- 2.5 m/s				2.5- 4.0 m/s				over 4.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.8	0.0	0.2	1.1	6.7	0.5	0.0	1.7	5.8	0.0	0.0	0.8	1.1	0.0	0.0	18.5
60	0.0	0.6	0.2	0.2	1.4	9.3	0.5	0.0	0.6	8.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	21.0
90	0.6	0.3	0.0	0.3	1.4	1.6	0.2	0.0	0.5	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2
120	0.2	0.0	0.2	0.3	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
150	0.0	0.3	0.0	0.0	0.9	0.8	0.2	0.0	1.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7
180	0.2	0.8	0.3	0.0	2.3	2.6	0.2	0.0	1.1	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2
210	0.2	1.1	0.3	0.0	3.9	1.2	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	7.5
240	0.2	0.2	0.2	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	2.6
270	0.0	0.2	0.0	0.5	0.2	0.5	0.2	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	2.2
300	0.2	0.8	0.3	0.2	0.3	0.2	0.0	0.0	1.1	1.7	0.2	0.0	1.7	3.0	0.0	0.0	9.5
330	0.2	0.5	0.3	0.3	0.8	1.4	0.2	0.5	0.3	1.7	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	6.2
360	0.0	0.5	0.2	0.5	0.8	3.0	0.2	0.0	0.6	2.6	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	8.6
Stille	0.0	0.9	0.2	1.6													2.6
Total	1.6	6.8	2.0	4.2	14.0	27.2	2.0	0.6	7.9	24.9	0.2	0.0	3.9	4.7	0.0	0.0	100.0
Forekomst		14.6 %				43.9 %				33.0 %				8.6 %			100.0 %
Vindstyrke		0.7 m/s				1.8 m/s				3.1 m/s				5.1 m/s			2.4 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	27.4 %	63.6 %	4.2 %	4.8 %	100.0 %
Antall obs. :	643				
Manglende obs.:	77				

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.07.95 - 31.07.95  
 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- 1.0 m/s				1.0- 2.5 m/s				2.5- 4.0 m/s				over 4.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.2	1.0	0.3	0.3	0.5	9.5	0.0	0.2	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0
60	0.2	1.2	0.0	0.0	0.7	1.6	0.2	0.0	0.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.2	0.0	0.0	0.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
120	0.3	0.2	0.0	0.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6
150	0.2	0.8	0.2	0.5	1.0	0.5	0.2	0.0	0.8	0.8	0.7	0.0	0.2	0.7	0.0	0.0	6.4
180	0.3	0.7	0.0	0.5	2.0	2.3	0.0	0.0	0.8	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7
210	1.0	0.2	0.3	0.3	0.8	3.8	0.0	0.0	2.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0
240	0.0	1.0	0.0	0.0	0.7	2.1	0.3	0.0	1.3	2.0	0.0	0.0	0.5	0.3	0.0	0.0	8.2
270	0.2	0.3	0.5	0.0	0.2	0.8	0.0	0.0	0.7	3.6	0.0	0.0	0.2	3.0	0.0	0.0	9.4
300	0.2	0.8	0.3	0.0	0.2	2.0	0.2	0.0	0.0	2.5	0.2	0.0	0.0	6.1	0.0	0.0	12.3
330	0.0	1.5	0.3	0.0	1.8	2.0	0.2	0.0	0.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7
360	0.0	1.8	0.2	0.3	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	9.2
Stille	0.3	2.0	0.7	5.4													8.4
Total	2.8	11.3	2.8	7.9	8.6	30.9	1.0	0.2	6.4	16.3	0.8	0.0	0.8	10.2	0.0	0.0	100.0
Forekomst		24.8 %				40.6 %				23.5 %				11.0 %			100.0 %
Vindstyrke		0.6 m/s				1.8 m/s				3.2 m/s				4.8 m/s			2.2 m/s

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	18.6 %	68.8 %	4.6 %	8.1 %	100.0 %
Antall obs. :	608				
Manglende obs.:	136				



Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.08.95 - 31.08.95  
 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- 1.0 m/s				1.0- 2.5 m/s				2.5- 4.0 m/s				over 4.0 m/s				Rose	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
30	0.2	2.9	1.2	0.6	0.2	5.5	0.2	0.2	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5
60	0.4	0.4	0.2	0.8	0.4	4.9	0.2	0.4	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2
90	0.2	0.4	0.0	0.2	0.4	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
120	0.0	0.0	0.2	0.6	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
150	0.6	0.4	0.6	0.4	0.6	0.2	0.8	0.4	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	5.9
180	0.6	0.2	0.6	0.8	1.2	4.3	0.2	0.2	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	9.8
210	0.8	1.0	0.2	0.4	1.4	3.3	0.2	0.0	1.2	1.4	0.0	0.0	0.4	0.6	0.0	0.0	0.0	10.8
240	0.2	0.4	0.4	0.2	0.4	3.3	0.4	0.2	0.6	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5
270	0.2	1.2	0.2	0.4	1.2	1.4	0.2	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	8.2
300	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	1.4	0.4	0.4	0.2	1.4	0.4	0.0	0.0	6.3	0.0	0.0	0.0	10.8
330	0.0	0.8	0.2	0.4	1.0	1.6	0.2	0.0	0.6	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	5.9
360	0.0	0.6	0.6	0.6	0.0	1.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3
Stille	1.0	2.2	1.8	7.4														12.3
Total	4.1	10.4	6.1	12.9	6.8	28.0	2.9	1.8	2.7	13.5	0.4	0.0	0.6	9.8	0.0	0.0	0.0	100.0
Forekomst	33.5 %				39.5 %				16.6 %				10.4 %				100.0 %	
Vindstyrke	0.6 m/s				1.8 m/s				3.2 m/s				5.3 m/s				2.0 m/s	

## Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	14.3 %	61.6 %	9.4 %	14.7 %	100.0 %
Antall obs. :	511				
Manglende obs.:	233				

Delta T : Svanvik  
 Vind : Svanvik  
 Periode : 01.09.95 - 30.09.95  
 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- 1.0 m/s				1.0- 2.5 m/s				2.5- 4.0 m/s				over 4.0 m/s				Rose	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
30	0.0	0.6	0.0	0.1	0.0	4.5	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0
60	0.1	0.3	0.0	0.3	0.3	1.7	0.3	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2
90	0.1	0.1	0.0	0.4	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
120	0.0	0.1	0.0	0.4	0.0	2.1	0.0	0.1	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
150	0.3	0.3	0.0	1.0	0.0	0.7	0.3	1.1	0.0	0.7	0.3	0.0	0.1	0.7	0.0	0.0	0.0	5.5
180	0.1	0.3	0.0	0.8	0.6	4.6	3.1	1.0	0.0	1.1	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	12.4
210	0.0	1.1	0.0	2.2	2.0	5.2	1.5	0.3	1.3	4.6	0.4	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	18.9
240	0.3	1.1	0.6	1.1	1.0	2.2	1.0	0.1	0.4	1.7	0.0	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	10.1
270	0.4	0.8	0.6	0.7	1.1	2.1	0.1	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3
300	0.0	1.5	1.0	0.7	0.0	2.9	1.3	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
330	0.0	0.6	0.4	0.1	0.3	2.1	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6
360	0.0	0.6	0.3	0.1	0.1	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6
Stille	0.0	1.5	1.4	13.8														16.8
Total	1.4	9.0	4.2	22.0	5.3	31.2	9.4	3.1	2.0	9.4	0.8	0.0	0.3	2.1	0.0	0.0	0.0	100.0
Forekomst	36.5 %				49.0 %				12.2 %				2.4 %				100.0 %	
Vindstyrke	0.6 m/s				1.7 m/s				3.2 m/s				5.7 m/s				1.6 m/s	

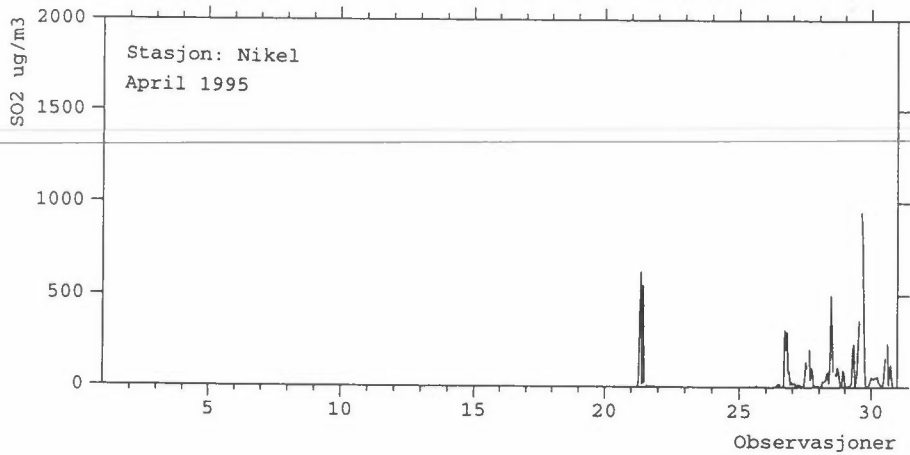
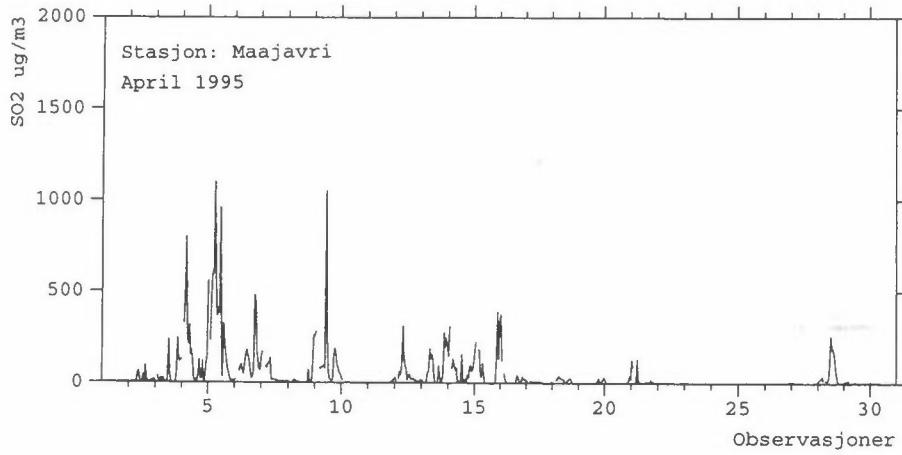
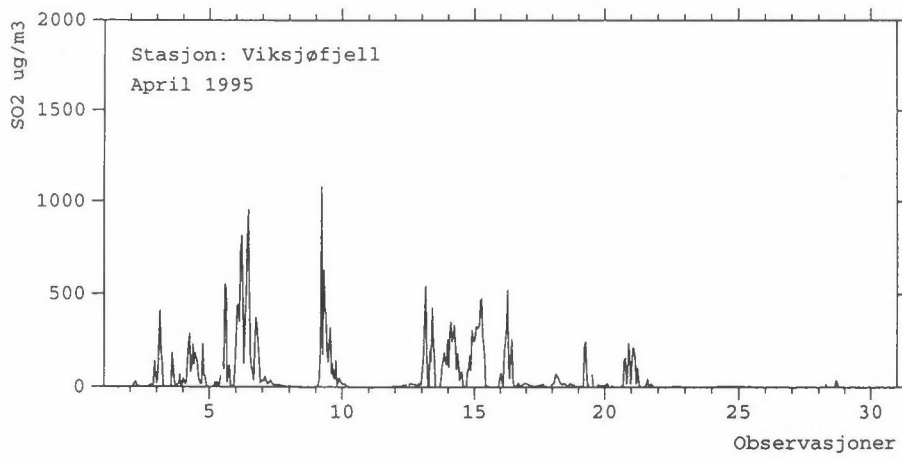
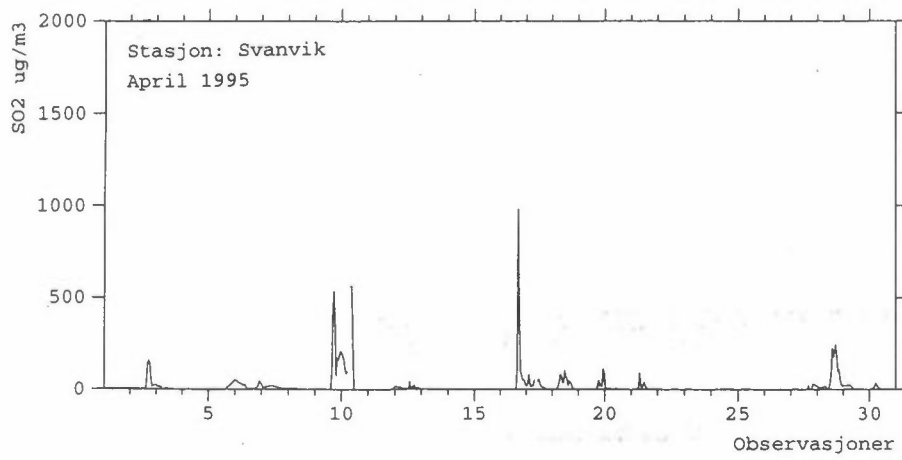
## Fordeling på stabilitetsklasser

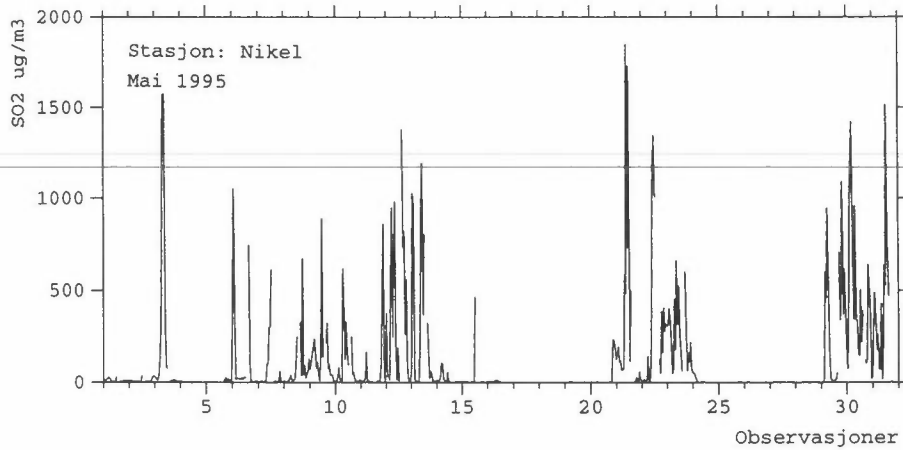
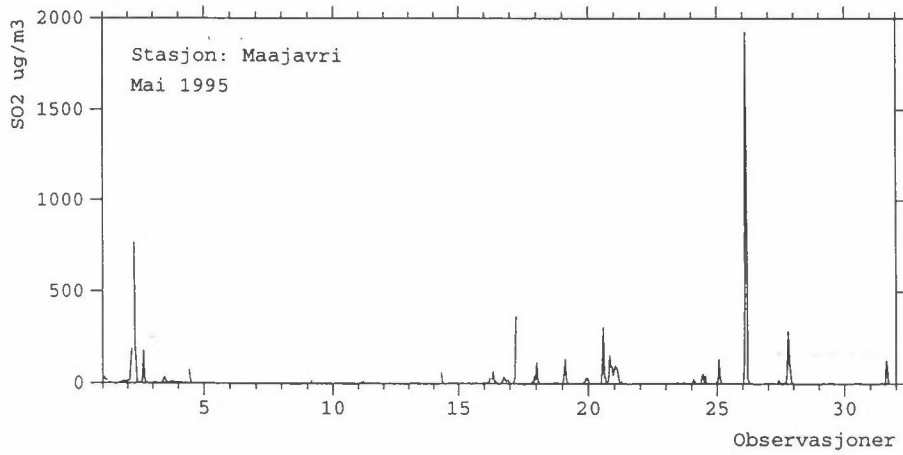
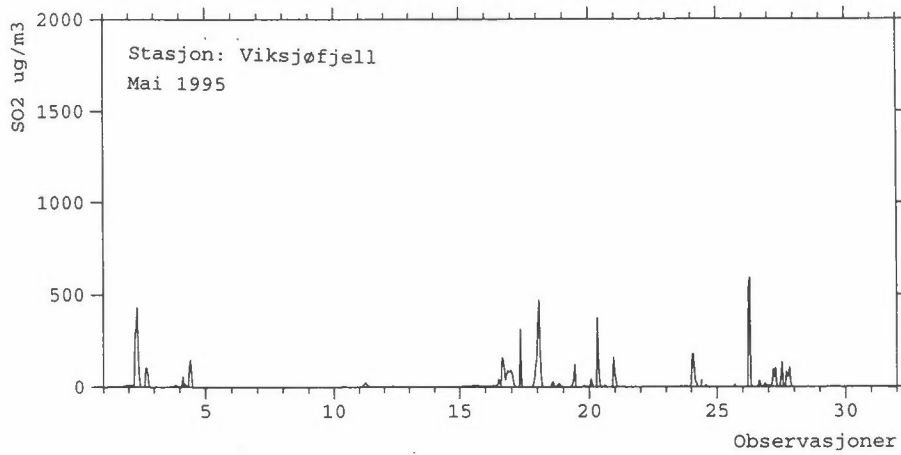
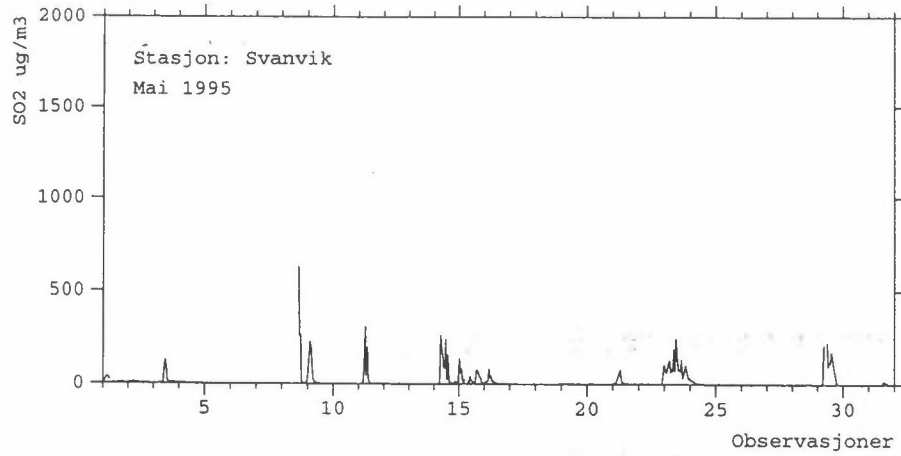
	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	9.0 %	51.6 %	14.4 %	25.0 %	100.0 %
Antall obs. :	715				
Manglende obs.:	5				

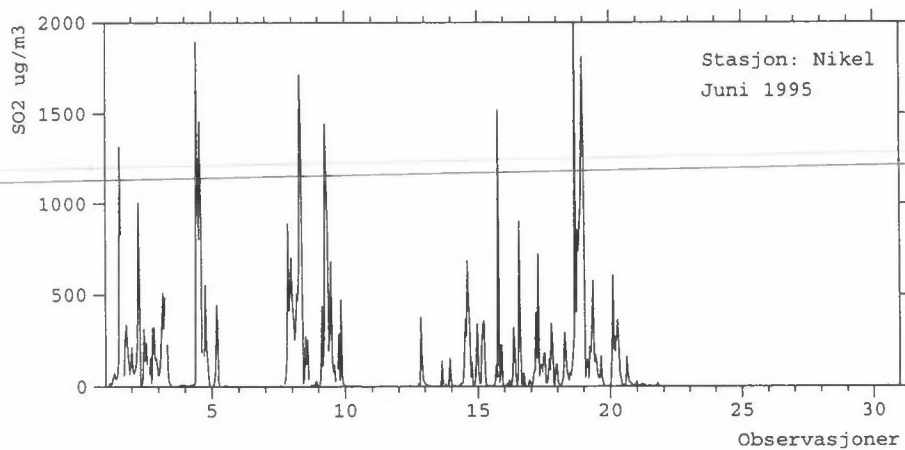
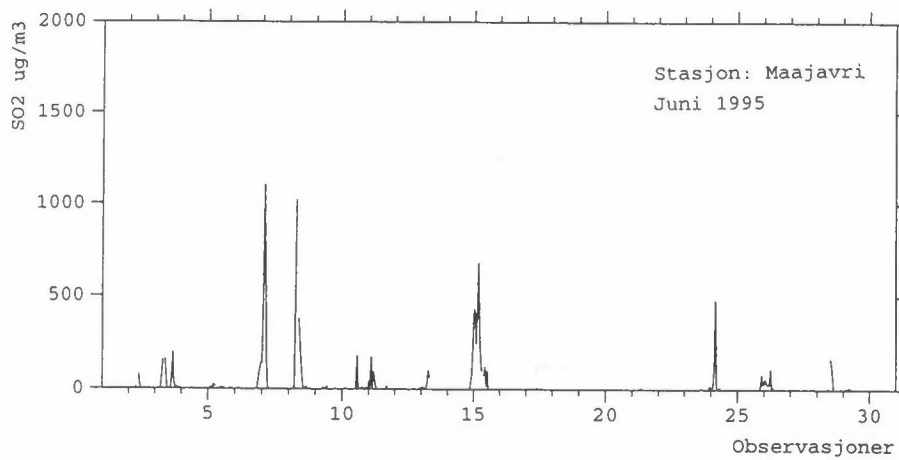
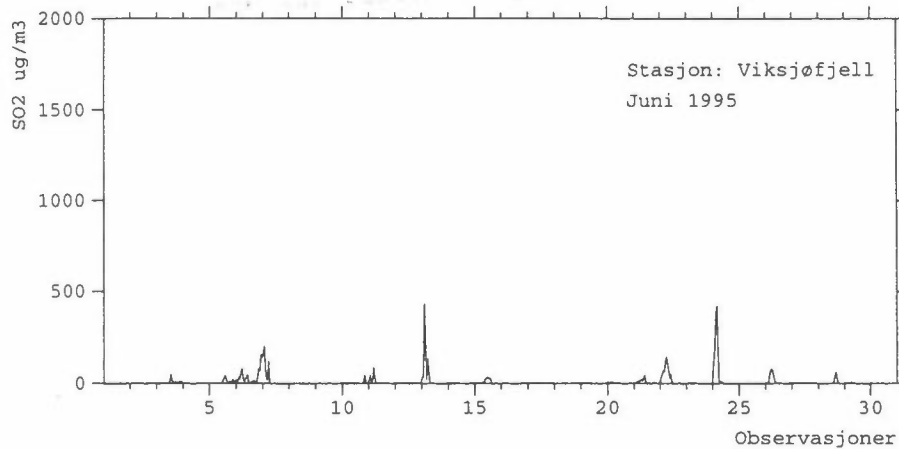
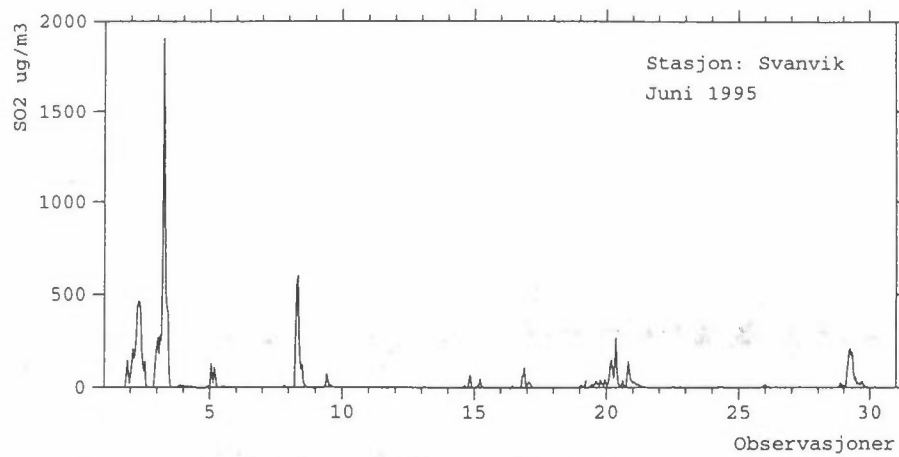
## **Vedlegg B**

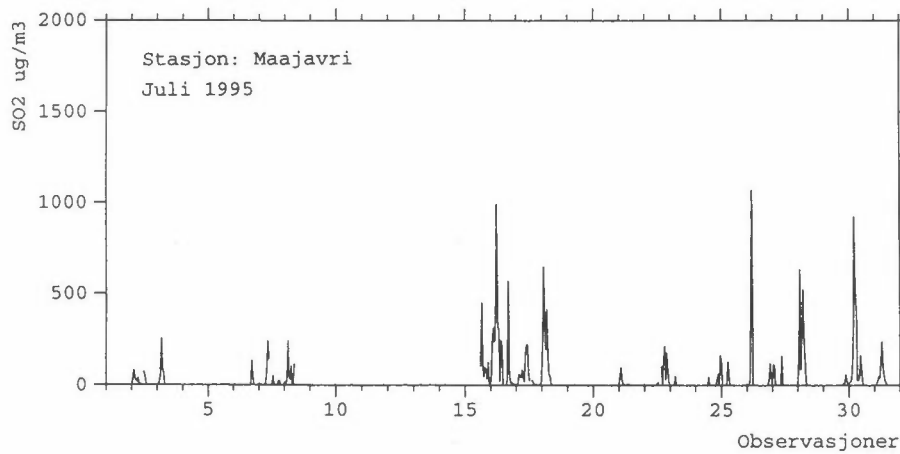
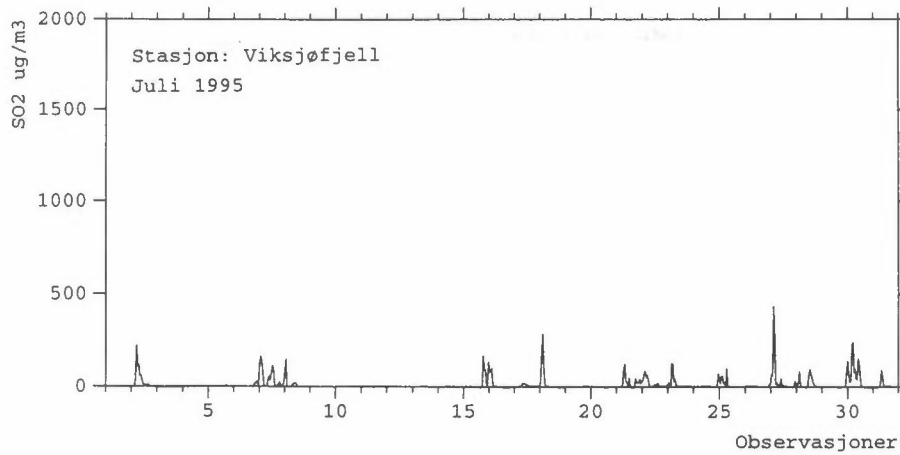
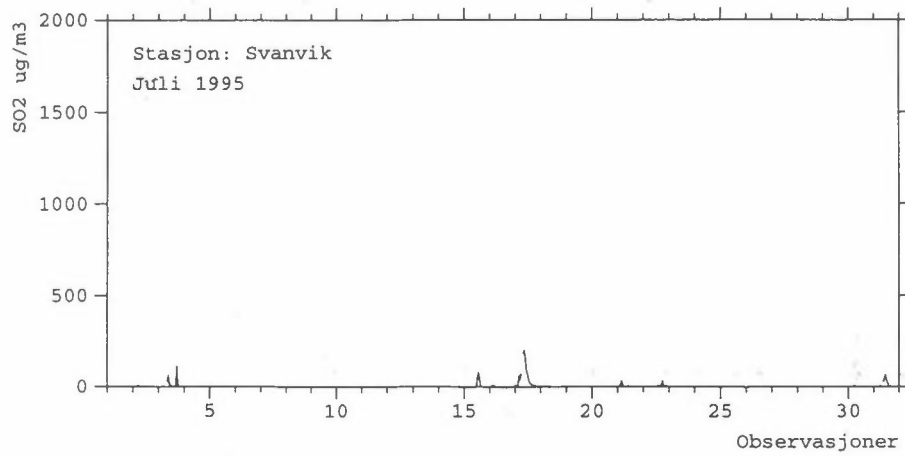
### **Plott av målte timemiddelerverdier av SO<sub>2</sub>**

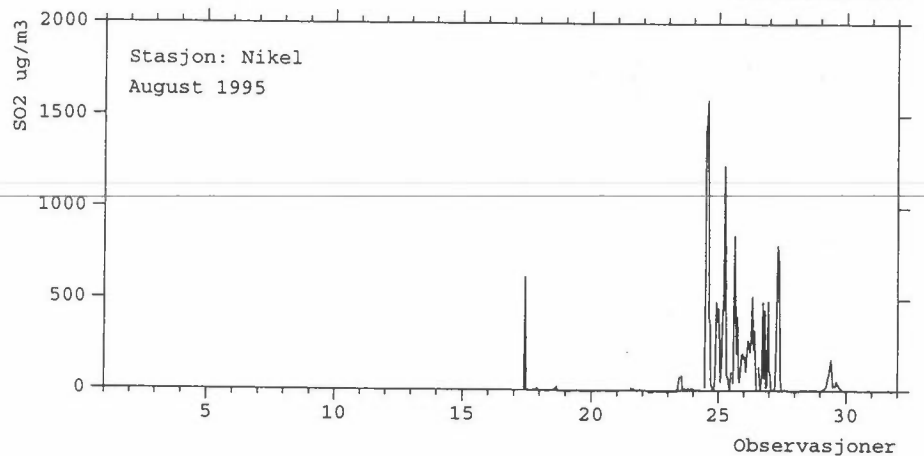
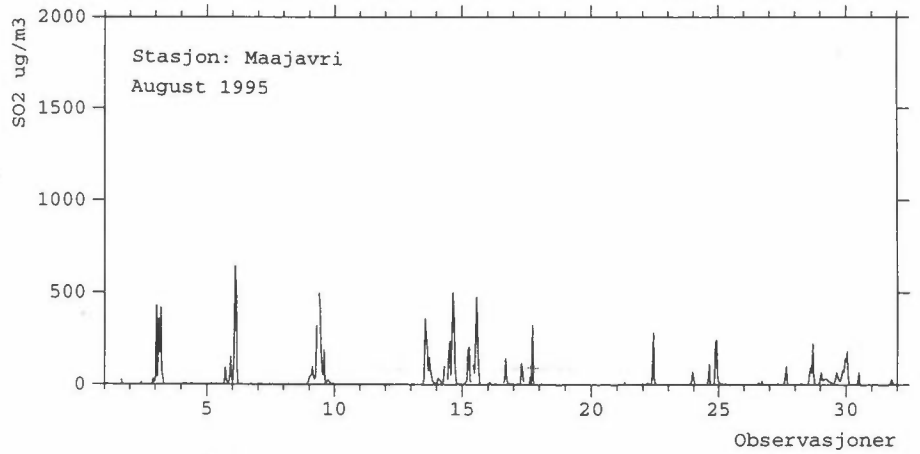
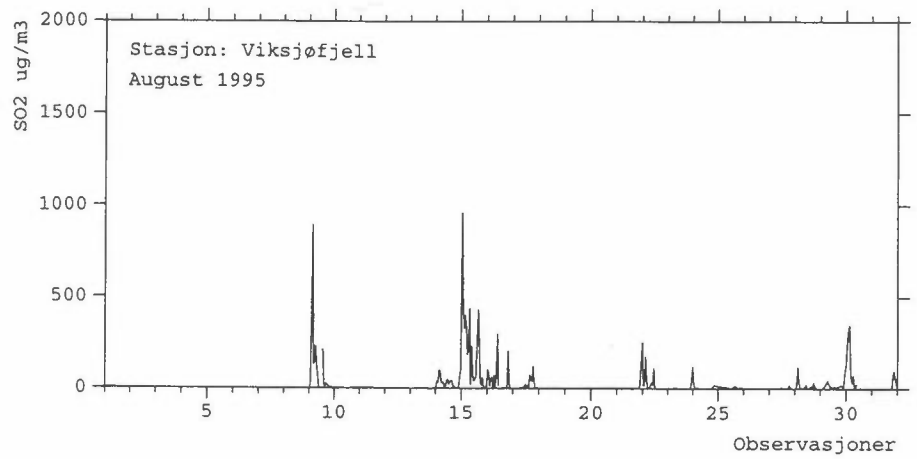
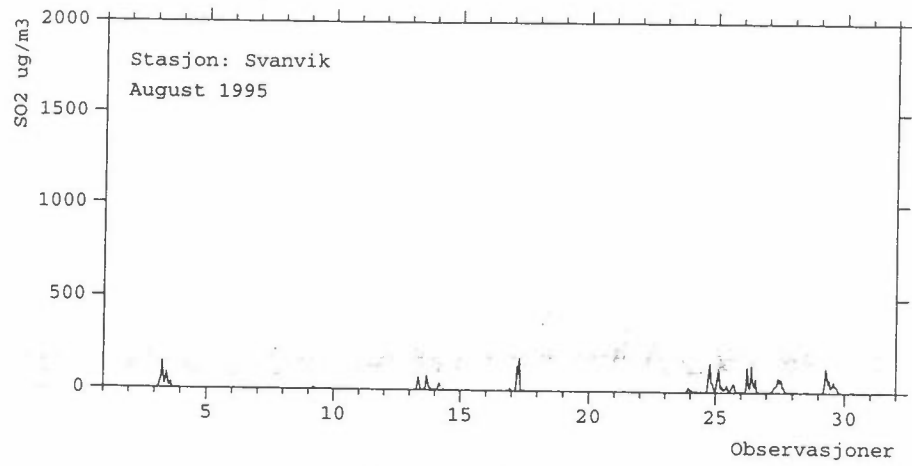




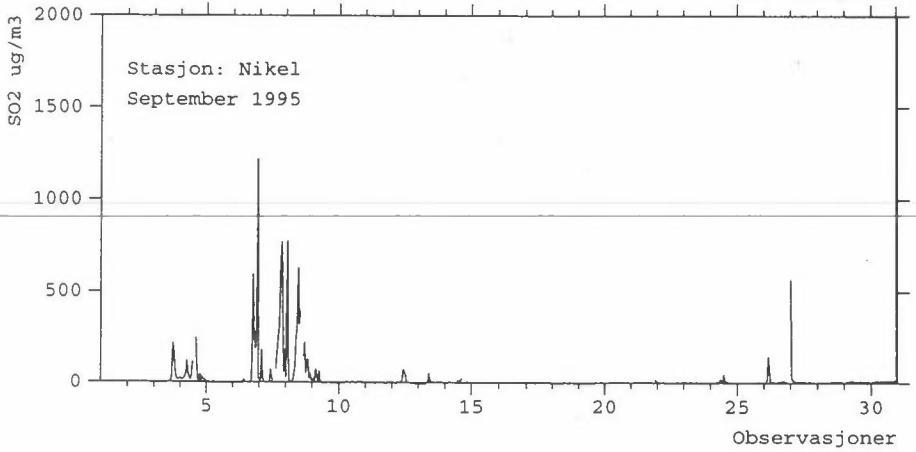
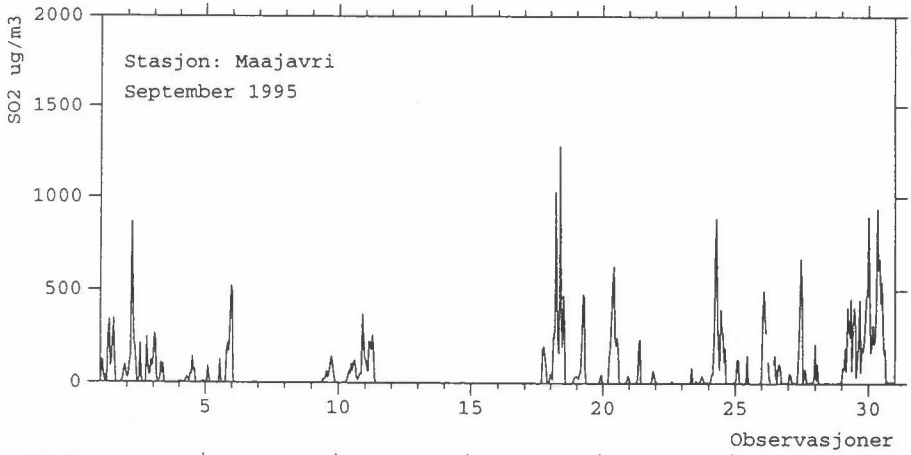
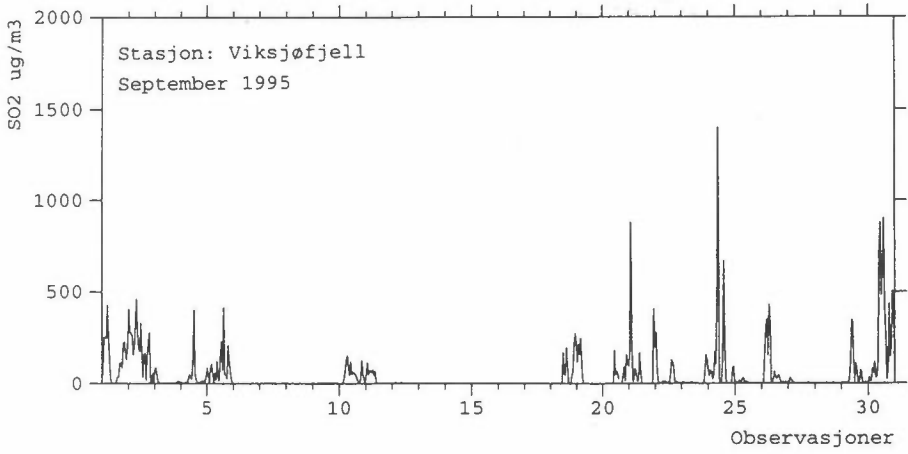
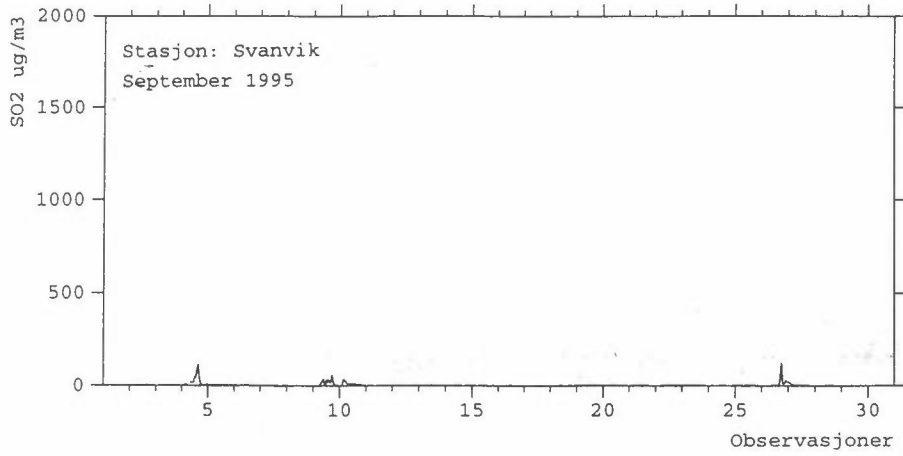


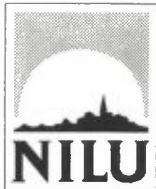












# Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAKS RAPPORT	RAPPORT NR. OR 40/96	ISBN-82-425-0792-9	
DATO 15/7-96	ANSV. SIGN. P.S.	ANT. SIDER 70	PRIS NOK 105,-
TITTEL Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland April-september 1995		PROSJEKTLEDER Bjarne Sivertsen	
		NILU PROSJEKT NR. O-8976	
FORFATTER(E) Leif Otto Hagen, Bjarne Sivertsen, Mona Johnsrud 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 1995.			
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