



# Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport nr.: 600/95

---

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn

---

Deltakende institusjon: NILU

---

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

Oktober 1993 - mars 1994



TA 1193/1995



---

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 1/95  
REFERANSE : O-8976  
DATO : APRIL 1995  
ISBN : 82-425-0644-2

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

## **Oktober 1993-mars 1994**

**Leif Otto Hagen, Bjarne Sivertsen og Mona Johnsrud**

**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.

## **Rettelse til halvårsrapporten for april-september 1993 (SFT-rapport nr. 566/94, NILU OR 19/94)**

I den forrige halvårsrapporten (april-september 1993) for overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland har vi ved en feiltakelse uteglemt måleresultatene av SO<sub>2</sub> fra den russiske stasjonen Maajavri for mai og juni 1993.

Vi har derfor utarbeidet revidert tekst til kapittel 4.2.1 og 4.2.2 (side 21-41) i den nevnte rapporten. Den reviderte teksten er gitt i vedlegg A i denne rapporten.

Vi har også trykket SFT-rapport nr. 566/94 (NILU OR 19/94) i revidert utgave. Dersom De ønsker tilsendt den reviderte rapporten, ber vi Dem ta kontakt med NILU på telefon 63 89 80 00 eller fax 63 89 80 50.

# 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>11</b>
<b>2. Basisundersøkelsen 1988-1991 .....</b>	<b>12</b>
<b>3. Måleprogram oktober 1993-mars 1994.....</b>	<b>13</b>
<b>4. Måleresultater oktober 1993-mars 1994 .....</b>	<b>16</b>
4.1 Meteorologiske forhold .....	16
4.1.1 Vindmålinger.....	16
4.1.2 Temperatur .....	19
4.1.3 Luftens relative fuktighet .....	19
4.2 Luftkvalitet .....	21
4.2.1 Svoveldioksid (SO <sub>2</sub> ) .....	21
4.2.2 Forurensningsepisoder .....	31
4.2.3 Svevestøv .....	39
4.3 Nedbørkvalitet .....	40
4.4 Analyser av snøprøver.....	47
<b>5. Miljøvernsamarbeidet med Russland i grenseområdene .....</b>	<b>56</b>
<b>6. Referanser og annen relevant litteratur.....</b>	<b>57</b>
<b>Vedlegg A: Rettet tekst til kapittel 4.2.1 og 4.2.2 i     halvårsrapporten for april-september 1993 (SFT-rapport     nr. 566/94, NILU OR 19/94).....</b>	<b>61</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. Det er funnet høye konsentrasjoner av tungmetallene krom, kobolt, kopper, nikkel, arsen og selen i mose og lav i undersøkelser i 1976, 1977, 1978, 1981, 1985 og 1990. En rekke innsjøer har mistet motstandskraften mot forsurening. Det er i lengre tid observert sviskader av SO<sub>2</sub> på blad og barnåler. Lavforekomsten er sterkt redusert i områder med høy SO<sub>2</sub>-konsentrasjon.*

### Måleprogram

Målingene inngår i Statlig program for forurensningsovervåking og er en del av det bilaterale miljøvernssamarbeidet mellom Norge og Russland. I vinterhalvåret 1993/94 omfattet målingene meteorologiske forhold og luft- og nedbørkvalitet. Luftkvalitetsmålingene på norsk side av grensa omfattet svoveldioksid på fem stasjoner og svevestøv og meteorologiske forhold på to stasjoner (Viksjøfjell og Svanvik). Nedbørkvalitet ble også målt på to stasjoner (Svanvik og Karpdalen). I tillegg har Det norske meteorologiske institutt to stasjoner i området. På russisk side er det målt konsentrasjoner av svoveldioksid på to stasjoner (Maajavri og Nikel) og svevestøv på én stasjon (Maajavri). Hydrometeorologisk institutt i Murmansk har dessuten målinger av meteorologiske forhold i Nikel og Jäniskoski.

Det felles norsk-russiske måleprogrammet i grenseområdene startet i januar 1990, etter drøftinger i 1989 i Arbeidsgruppen for luftforurensninger under Den blandete norsk-russiske kommisjon for samarbeid på miljøvernområdet.

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. SO<sub>2</sub>-instrumentene er kontinuerlig registrerende og har utstyr for lagring av data. Svevestøvprøvene blir tatt som middelverdier over 2-3 døgn.

Ved møter i januar 1991 i ekspertgruppen og i den norsk-russiske miljøvernkommissjonen ble det vedtatt at måleprogrammet på de tre russiske stasjonene skulle fortsette uforandret ut 1992, mens antall stasjoner på norsk side ble redusert fra tre til to fra 1.4.1991. På den tredje norske målestasjonen (Karpdalen) er det imidlertid fortsatt døgnprøvetaking av SO<sub>2</sub>. Installasjon av en kontinuerlig registrerende SO<sub>2</sub>-monitor i byen Nikel ble gjennomført i september 1991, samtidig som det ble satt opp en vindmåler og en svevestøvprøvetaker på stasjonen ved Maajavri. Målingene på målestedet SOV 3 ble avsluttet i juni 1992, mens målingene på SOV 1 ble avsluttet i desember 1992.

Fellesprogrammet i grenseområdet omfatter også anvendelse av forskjellige typer modeller for beregning av lokal spredning av forurensninger 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 relativ fuktighet i Svanvik og på Viksjøfjell, samt stabilitetsforhold på Viksjøfjell. Vindmålingene i perioden oktober 1993-mars 1994 viste at vind fra vest-sørvest forekom hyppigst på Viksjøfjell, mens det blåste oftest fra sør og sør-sørvest i Svanvik. Vindstyrken var høyest på Viksjøfjell (400 m o.h.) og lavest i Svanvik. Månedsmiddeltemperaturene i oktober og januar var lavere enn normalt, mens november, desember, februar og mars hadde høyere månedsmiddeltemperaturer enn normalt.

### ***Luftkvalitet***

SO<sub>2</sub> måles med kontinuerlig registrerende instrumenter på Viksjøfjell og i Svanvik, og med NILUs døgnprøvetaker i Kirkenes, Karpdalen, Holmfoss og Svanvik. 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.

På de målestasjonene som har hatt SO<sub>2</sub>-målinger i mange år, Kirkenes, Karpdalen, Holmfoss og Svanvik, tyder målingene i perioden oktober 1993-mars 1994 på at det har vært en generell nedgang i middelkonsentrasjonene de siste årene.

Det ble likevel 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, som også hadde den høyeste timemiddelverdien. På Viksjøfjell var middelverdien i vinterhalvåret 1993/94 32 µg/m<sup>3</sup>, mens høyeste døgnmiddelverdi var 304 µg/m<sup>3</sup>, og høyeste timemiddelverdi var 1 662 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 hadde både Maajavri og Nikel høyere maksimale døgn- og timemiddelverdi og høyere frekvens av timemiddelverdier over 350 µg/m<sup>3</sup> enn de norske stasjonene.

Det ble registrert overskridelser av det anbefalte norske luftkvalitetskriteriet for døgnmiddelverdi av SO<sub>2</sub> på alle stasjonene unntatt Kirkenes vinteren 1993/94. 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 på norsk side har imidlertid også utslippene fra A/S Sydvaranger i Kirkenes betydning. Lokalt i Nikel var middelkonsentrasjonen av SO<sub>2</sub> over 350 µg/m<sup>3</sup> ved vind fra nikkilverket mot målestasjonen.

Målinger av svevestøv midlet over 2-3 døgn på Viksjøfjell, Svanvik og Maajavri viste konsentrasjoner under det anbefalte norske luftkvalitetskriteriet på 40 µg/m<sup>3</sup> som halvårsmiddelverdi. Middelerdien vinteren 1993/94 var 9,5 µg/m<sup>3</sup> ved Maajavri, 6,2 µg/m<sup>3</sup> i Svanvik og 6,0 µg/m<sup>3</sup> på Viksjøfjell. Høyeste enkeltverdi var 33,4 µg/m<sup>3</sup> i Svanvik. Dette er lavere enn grenseverdien fra Verdens helseorganisasjon og det anbefalte norske luftkvalitetskriteriet på 70 µg/m<sup>3</sup> som døgnmiddelverdi.

Sammenliknet med svevestøvkonsentrasjonene som ble målt vinteren 1992/93 var middelkonsentrasjonen vinteren 1993/94 litt høyere på Viksjøfjell og ved Maajavri, men omtrent den samme i Svanvik.

### ***Nedbørkvalitet***

Nedbørkvalitet ble målt på to stasjoner på norsk side i vinterhalvåret 1993/94, Karpdalen og Svanvik. Prøvene ble tatt over en uke med skifte hver mandag, samt den første dagen i hver måned.

De to stasjonene hadde omtrent de samme pH-verdiene i begge kvartalene. I 1. kvartal 1994 hadde Karpdalen mye høyere middelkonsentrasjon av sulfat enn Svanvik. Sammenliknet med vinteren 1992/93 hadde begge stasjonene høyere pH-verdier og lavere sulfatkonsentrasjoner vinteren 1993/94.

Sett i forhold til tidligere målinger i Svanvik og på bakgrunnsstasjoner ellers i landet viste ingen av stasjonene høye verdier av NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, Ca og K. De målte konsentrasjonene av Cl, Mg og Na skyldes sjøsalt.

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 og As slippes ut fra smelteverkene i Nikel og Zapoljarnij og er analysert i nedbøren i Svanvik siden mars 1987. I forhold til vinteren 1992/93 hadde både Svanvik og Karpdalen betydelig lavere konsentrasjoner av Ni, Cu og As vinteren 1993/94.



# Air Quality Monitoring in the Border Areas of Norway and Russia October 1993-March 1994

## 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 State Pollution Control Authority (SFT) asked NILU to plan and carry out a comprehensive investigation of air quality, precipitation chemistry, atmospheric corrosion and various environmental impacts starting from October 1988. Data from the winter season 1993/94 show that the Norwegian air quality guideline values for SO<sub>2</sub> were exceeded at 6 out of 7 monitoring stations in the border areas.*

### *Measurement programme*

During the winter season of 1993/94 air quality data were collected at 5 locations, precipitation chemistry at 2 locations and meteorological parameters at 4 locations on the Norwegian side of the border. On the Russian side air quality and meteorological parameters were measured at 2 locations.

From 1990 a joint programme for studying air quality and precipitation chemistry was carried out at three sites on each side of the Norwegian-Russian border. The Norwegian measuring sites were Viksjøfjell, Karpdalen and Svanvik. The measurements on the Russian side of the border were started in January/February 1990, and SO<sub>2</sub> data for the whole period have been exchanged between the two countries.

In January 1991 it was decided that the continuous SO<sub>2</sub> measurements on the Russian side of the border should continue unchanged during 1991 and 1992, while one of the three Norwegian sites (Karpdalen) only should collect 24-hour samples of SO<sub>2</sub> from April 1991.

After discussions with the Pechenganikel combine and the Murmansk hydrometeorological institute a new SO<sub>2</sub> monitoring station was established in the town of Nickel in September 1991. Also in September 1991 measurements of wind and suspended particles were started at Maajavri.

In May 1992 it was decided to reduce the SO<sub>2</sub> measurement programme on the Russian side of the border to two stations, Maajavri and Nickel. The measurements at the site SOV 3 stopped in June 1992 and at SOV 1 in December 1992.

### *Air quality*

SO<sub>2</sub> has been measured continuously at Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri and Nikel, while diurnal samples are collected at Kirkenes, Karpdalen, Holmfoss and Svanvik. 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 (equal to 24-hour averages or shorter) are well above air quality guidelines.

During the winter season of 1993/94 (October-March) the general SO<sub>2</sub> concentrations at the Norwegian monitoring stations show a small decline compared to earlier winter seasons. The short term average concentrations were nevertheless far above the Norwegian and international guidelines. At Viksjøfjell, where the highest values were most often measured at the Norwegian side, the average value during the monitoring period was 32 µg/m<sup>3</sup>, the highest 24-hour average was 304 µg/m<sup>3</sup>, and the highest 1-hour average value was 1 662 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 frequency of 1-hour average values above 350 µg/m<sup>3</sup> were higher than at the Norwegian stations.

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

Measurements of suspended particles at Viksjøfjell, Svanvik and Maajavri show concentrations below the guideline values for 6-month average concentrations recommended in Norway and the guideline value for diurnal average concentrations (70 µg/m<sup>3</sup>).

### *Precipitation chemistry*

Measurements of precipitation chemistry indicated that the pH value in precipitation in the winter season 1993/94 were higher than in 1992/93. Concentrations of Pb, Cd and Zn during the winter 1993/94 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.

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

Oktober 1993-mars 1994

## 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. Etter at smeltehytta i Sulitjelma ble nedlagt, måles Norges høyeste SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner i Sør-Varanger (se f.eks. Hagen, 1994). Avsetning av tungmetaller på mose og lav ble undersøkt i 1976 og 1977 (Rambæk og Steinnes, 1980), i 1978 og 1981 (Schjoldager, 1979; Schjoldager et al., 1983), i 1985 (Rühling et al., 1987) og i 1990 (Steinnes et al., 1993). Det er funnet høye konsentrasjoner av krom, kobolt, kopper, nikkel, arsen og selen. Maksimumskonsentrasjonen av nikkel i etasjemose i 1981, 200 ppm, er den høyeste som er målt i Norden.

Virkninger av luftforurensningene er bl.a. undersøkt av NIVA, NISK og Botanisk institutt, AVH. Forsuringen av innsjøer i Sør-Varanger har stadig økt fra 1966 til 1986. SFT/NIVAs "1000-sjøers-undersøkelse" i 1986 konkluderer med at en rekke innsjøer har mistet motstandskraften mot forsuring, og det er sannsynlig at utviklingen ikke har stoppet. Innsjøsedimenter viser forhøyede konsentrasjoner av tungmetaller (SFT, 1987).

NIVAs sedimentundersøkelser i Pasvikelva i 1989 viser høyere forurensningsgrad av tungmetaller i Bjørnevattn nedstrøms Nikel-området enn i Vaggatemvatnet oppstrøms Nikel (Rognerud, 1990). NIVAs undersøkelser av forsuring og tungmetallforurensning i små vassdrag i Sør-Varanger i 1989 viser at mange små fjellvann øverst i vassdragene øst for Kirkenes er sterkt forsuret (Traaen et al., 1990).

AVHs rapport om lavforekomst viser sterkt reduserte mengder i de områdene der tungmetallkonsentrasjonen har vært størst, og der det er grunn til å anta at SO<sub>2</sub>-konsentrasjonen er høyest (Bruteig, 1984). FORUT har rapportert at reinbeitekapasiteten om vinteren har blitt redusert fra ca. 1 800 til ca. 200 rein siden 1973 på grunn av forurensningen (Tømmervik et al., 1989).

## 2. Basisundersøkelsen 1988-1991

Fra oktober 1988 til mars 1991 ble det gjennomført en omfattende undersøkelse (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 på norsk side i perioden 1.10.1988-31.3.1991 er presentert i fem halvårslige framdriftsrapporter (Hagen et al., 1989, 1990a, 1990b, 1991a, 1991b). Resultatene fra det felles norsk-russiske programmet i perioden 1.1.1990-31.3.1991 er presentert i en felles rapport på engelsk (Sivertsen et al., 1992) og en norsk vedleggsrapport (Sivertsen et al., 1991). Dataene fra det fortsatte måleprogrammet etter 1.4.1991 er presentert i halvårslige framdriftsrapporter (Hagen et al., 1992a, 1992b, 1993a, 1993b, 1994). Resultatene fra perioden 1.4.1991-1.4.1993 er også presentert i en felles rapport på engelsk (Sivertsen et al., 1994).

I rapportene konkluderes det med at luftforurensningene i området hovedsakelig skyldes utslippene fra smelteverkene i Nikel og Zapoljarnij, og at det største problemet er knyttet til svært høye konsentrasjoner av svoveldioksid (SO<sub>2</sub>) i korte perioder ("episoder") under spesielle meteorologiske forhold. Analyser av tungmetaller i svevestøv viser konsentrasjoner av nikkel, kopper, arsen og kobolt som er 5-20 ganger høyere enn ved målesteder i Sør-Norge utsatt for langtransporterte luftforurensninger. Både SO<sub>2</sub>- og tungmetallbelastningen og korrosjonshastigheten er størst på Jarvfjordfjellet i nordøst og avtar sørover i Pasvik.

I nikkelverkens nærområder, der de diffuse utslippene i lav høyde dominerer, kreves det en reduksjon av utslippene til mindre enn 8% av dagens nivå dersom Verdens Helseorganisasjons grenseverdier for SO<sub>2</sub> skal overholdes. På større avstander, der utslippene fra høye skorsteiner dominerer, kreves det en reduksjon



til 10-15% av dagens nivå. Med strengere krav til luftkvalitet knyttet til skogskader blir kravet til reduksjon av utslippene ytterligere skjerpet.

### 3. Måleprogram oktober 1993-mars 1994

Måleprogrammet for luft- og nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene i vinterhalvåret 1993/94 er vist i tabell 1 og 2. Plasseringen av målestasjonene er vist i figur 1.

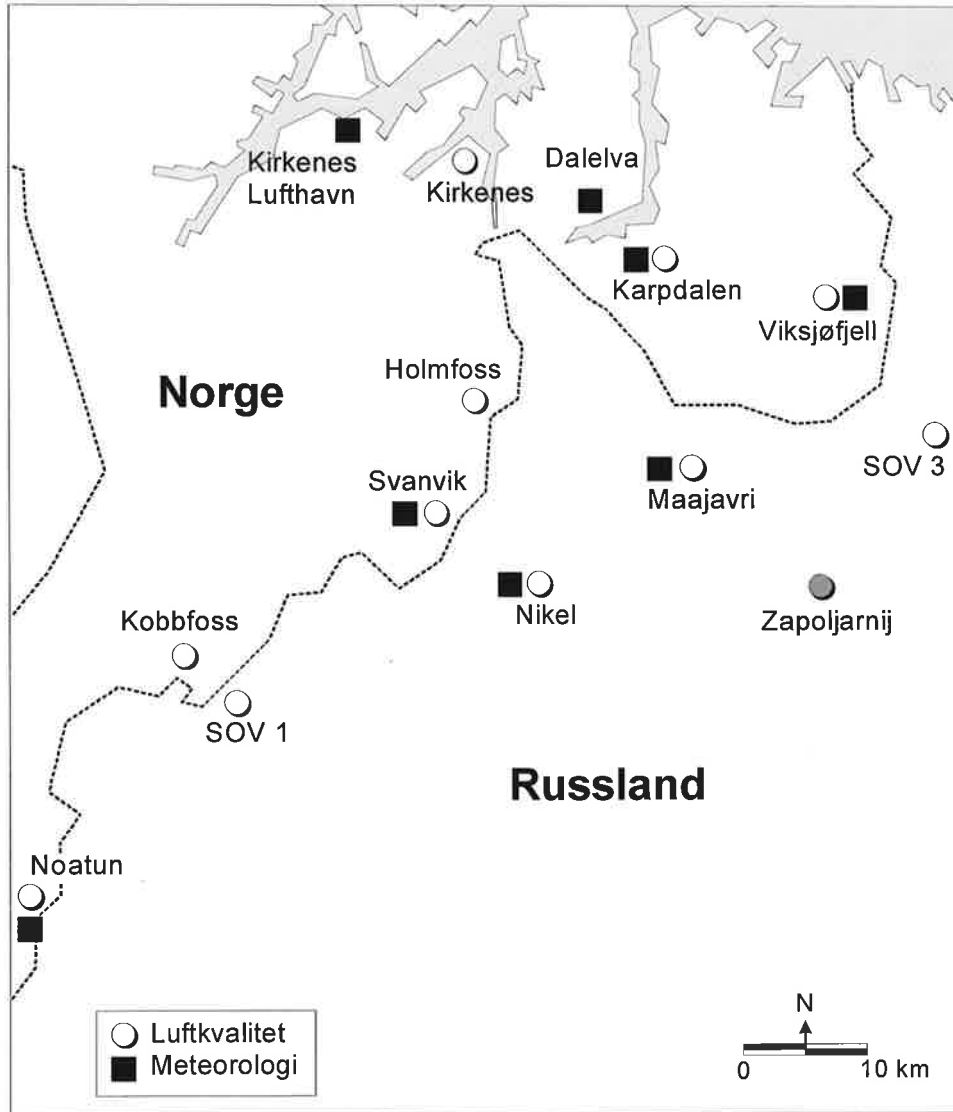
Tabell 1: Måleprogram for luftkvalitet i grenseområdene i perioden 1.10.1993-31.3.1994.

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

<sup>1</sup> 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 1.10.1993-31.3.1994.

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 og meteorologiske forhold (inkl. nedbørkvalitet) i grenseområdene i Norge og Russland. Nedlagte målestasjoner er også tatt med (Dalelva, Kobbfoss, Noatun, SOV1 og SOV3).

På Viksjøfjell, i Svanvik, i Nickel og ved Maajavri måles  $\text{SO}_2$  med kontinuerlig registrerende instrumenter. De norske stasjonene har oppringt samband, slik at stasjonene kan kontrolleres og data overføres til NILU til enhver tid. På fire av de norske stasjonene er det også døgnprøvetakere for  $\text{SO}_2$ . Stasjonen i Kirkenes har ut 1993 vært drevet og analysert av A/S Sydvaranger. Fra 1994 har Sør-Varanger kommune overtatt driften av målestasjonen. Alle døgnprøver av  $\text{SO}_2$  analyseres nå på NILU.

På Viksjøfjell, i Svanvik og ved Maajavri tas det prøver av svevestøv med en to-filterprøvetaker, som deler støvet i grov- og finfraksjon. Utvalgte prøver fra de tre

stasjonene analyseres på mengden av en del tungmetaller. Også prøvene fra den russiske stasjonen analyseres på NILU.

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 Karpdalen erstattet Dalelva ved Jarfjord fra 1.1.1991. Stasjonen i Svanvik inngår i det nasjonale skogovervåkingsprogrammet.

Målinger av vindretning og vindstyrke 10 m over bakken i Svanvik har siden 1978 inngått som en del av den rutinemessige overvåkingen av luftkvaliteten. Temperatur og fuktighet er målt siden 1984 som en del av en landsomfattende overvåking av korrosjonsforhold. Fra slutten av mai 1991 har Statens forskningsstasjoner i landbruk (SFL) i Svanvik opprettet en kontinuerlig registrerende værstasjon med oppringt samband som bl.a. gir timemiddelverdier av temperatur, relativ fuktighet, vindstyrke og nedbørmengde.

På Viksjøfjell var det inntil 20.8.1991 plassert en 25 m høy mast, der det i toppen ble målt vindretning, vindstyrke og turbulens. 10 m over bakken ble det målt temperatur og vindstyrke, mens stabilitet ble målt som temperaturdifferensen mellom 25 m og 10 m. På nivået 2 m over bakken ble det målt temperatur og relativ fuktighet. I august 1991 ble det i stedet satt opp en 10 m høy mast, hvor det i toppen er kontinuerlig registrering av vindstyrke, vindretning, temperatur og relativ fuktighet. I tillegg måles temperaturdifferansen mellom 10 m og 2 m over bakken som et mål for stabilitet. Stasjonen har oppringt samband.

Det norske meteorologiske institutt (DNMI) har værstasjoner på Kirkenes lufthavn (Høybuktoen) og i Pasvik (som ligger på Noatun). 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>4</sub>+NH<sub>3</sub>, timemiddelverdier av ozon og døgnverdier av NO<sub>2</sub>.

Svanvik har også én av 22 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, 1994). Høsten 1993 ble dette målenettet utvidet med en stasjon i Verhnetulomski, ca. 80 km sørvest for Murmansk. Stasjonen ligger mellom kjernekraftverket i Poljarnij Zori på Kola og Finnmark. Stasjonen har et gammaspektrometer av samme type som ved 9 av de 21 stasjonene i Norge. Det polare geofysiske institutt i Murmansk har det tekniske oppsynet med stasjonen. Instrumentet er koblet til det norske telenettet via Murmansk. Data overføres til NILU hver tredje 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 oktober 1993-mars 1994

I dette kapitlet gis en kortfattet presentasjon av hovedresultatene av målingene av meteorologiske forhold, luftkvalitet og nedbørkvalitet.

### 4.1 Meteorologiske forhold

Den meteorologiske hovedstasjonen er plassert på Viksjøfjell, om lag 400 m over havet, se figur 1. Ved den automatiske værstasjonen foretas kontinuerlige registreringer av vindretning, vindstyrke, temperatur, luftfuktighet og stabilitet. Måleresultatene lagres som timemiddelverdier. I tillegg lagres høyeste verdi av vindstyrke midlet over 2 sekunder for hver time.

I Svanvik måles vindretning, vindstyrke, temperatur, relativ fuktighet og nedbør. Registreringene avleses og lagres som timemiddelverdier.

Målinger fra DNMI's stasjoner Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun) benyttes for å vurdere representativiteten av temperatur- og fuktighetsmålingene.

Vinddata fra Viksjøfjell mangler for periodene 6.-23. oktober og 10.-15. desember fordi vindmåleren var frosset fast. Bortsett fra dette var datadekningen meget god for de meteorologiske målingene både på Viksjøfjell og i Svanvik.

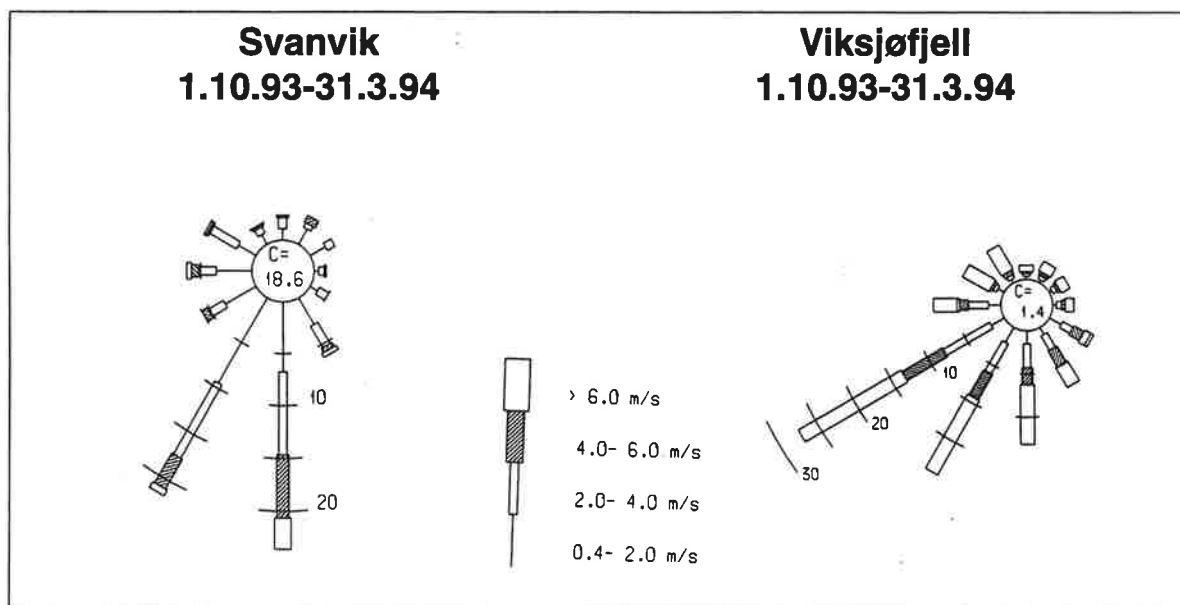
#### 4.1.1 Vindmålinger

Figur 2 viser vindrosen for perioden oktober 1993-mars 1994 fra Viksjøfjell og Svanvik. Vindrosene viser frekvensen av vind i tolv 30 graders sektorer, dvs. hvor ofte det blåser fra disse retningene. Frekvensene er gitt for følgende tolv 30°-sektorer: nord (360°, dvs. alle målinger i 10°-sektorene 350°, 360° og 10°), nord-nordøst (30°), øst-nordøst (60°), øst (90°), øst-sørøst (120°), sør-sørøst (150°), sør (180°), sør-sørvest (210°), vest-sørvest (240°), vest (270°), vest-nordvest (300°) og nord-nordvest (330°). 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. Vindmålingene utføres 10 m over bakken på begge stasjonene.

Vindrosa fra Viksjøfjell viser at vind fra vest-sørvest forekom hyppigst i perioden oktober 1993-mars 1994, i alt 27% av tiden. Vind fra nord hadde lavest hyppighet. Figuren viser også at frekvensen av vindstyrker over 6 m/s var størst ved vind fra mellom sør og nord-nordvest og lavest ved vind fra øst og nordøstlige retninger.

Vindretningsfordelingen på Viksjøfjell vinteren 1993/94 var i hovedtrekk svært lik fordelingen vinteren 1992/93.

I Svanvik blåste det oftest fra sør vinteren 1993/94. I forhold til Viksjøfjell var det i Svanvik høyere vindfrekvens fra sør og sør-sørvest og mindre fra vest-sørvest. Vindretningsfordelingen i Svanvik vinteren 1993/94 viste mer vind fra sør og mindre fra sørvestlige retninger enn vinteren 1992/93. Det var også mer vindstille vinteren 1993/94 enn vinteren før.



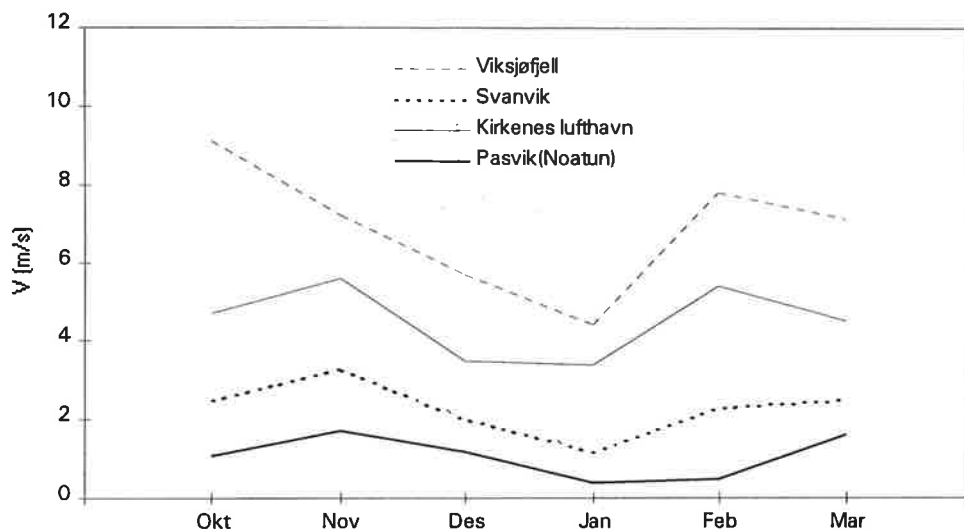
Figur 2: Vindroser for perioden oktober 1993-mars 1994 fra Viksjøfjell og Svanvik.

Tabell 3 viser frekvensen av vind i forskjellige vindstyrkeklasser. På Viksjøfjell var timemiddelvindstyrken over 6 m/s i 48,2% av tiden og under 2 m/s i bare 12,9% av tiden. I Svanvik blåste det over 6 m/s bare i 4,8% av tiden og under 2 m/s i 53,2% av tiden. Økende vindstyrke gir bedre spredning av luftforurensende stoffer. Fordelingen av vind i forskjellige vindstyrkeklasser vinteren 1993/94 avvok lite fra fordelingen vinteren 1992/93.

Tabell 3: Frekvens av vind i forskjellige vindstyrkeklasser på Viksjøfjell og i Svanvik i perioden oktober 1993-mars 1994 (%).

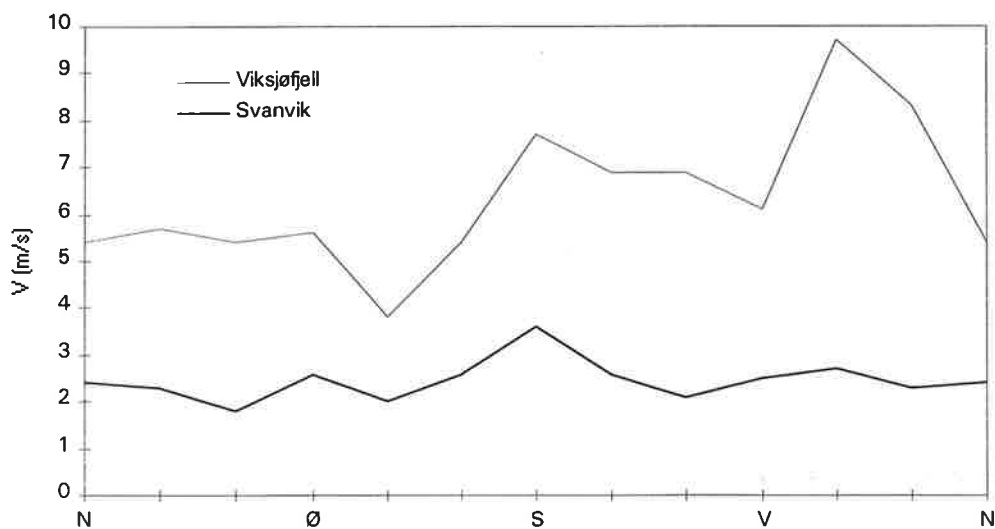
	Stille	0,3-2,0 m/s	2,1-4,0 m/s	4,1-6,0 m/s	>6 m/s
Viksjøfjell (10 m o.b.)	1,4	11,5	21,1	17,9	48,2
Svanvik (10 m o.b.)	18,6	34,6	29,3	12,7	4,8

Figur 3 viser midlere vindstyrke for hver måned i perioden oktober 1993-mars 1994 på Viksjøfjell, Svanvik og DNMI's stasjoner Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun). Figuren viser at det blåste sterkest på Viksjøfjell. I Svanvik og i Pasvik var vindstyrken vesentlig lavere. På alle stasjonene var det høyere middelvindstyrker i oktober, november og mars 1993/94 enn året før. I desember, januar og februar var det lavere middelvindstyrker enn året før.



Figur 3: Midlere vindstyrke for hver måned i perioden oktober 1993-mars 1994 på Viksjøfjell, Kirkenes lufthavn, Svanvik og Pasvik (Noatun) (m/s).

Figur 4 viser at det på Viksjøfjell var sterkest vind fra vest-nordvest, mens vind fra øst-sørøst var svakest. I Svanvik var det mindre forskjell i vindstyrken i de forskjellige retningene, men vind fra sør hadde den høyeste middelvindstyrken.



Figur 4: Midlere vindstyrke i perioden oktober 1993-mars 1994 fordelt på 12 vindsektorer på Viksjøfjell og i Svanvik (m/s).

#### **4.1.2 Temperatur**

Tabell 4 gir en oversikt over temperaturmålingene på Viksjøfjell, Svanvik og DNMI's stasjoner Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun). På DNMI's stasjoner er det sammenliknet med normaltemperaturen, som er middelverdien for 30-årsperioden 1961-1990. Målingene viser at månedsmiddeltemperaturene i oktober og januar var lavere enn normalt. I november, desember, februar og mars var temperaturene høyere enn normalt.

Laveste målte temperatur,  $-38,3^{\circ}\text{C}$ , ble registrert i Svanvik 31. januar kl 06. Laveste temperatur på Viksjøfjell,  $-26,0^{\circ}\text{C}$ , ble målt 3. februar kl 04. Kald luft som i inversjonsperioder samles i bunnen av Pasvikdalen, gjør at det måles lavere minimumstemperatur i Svanvik enn på Viksjøfjell. Den høyeste temperaturen,  $10,4^{\circ}\text{C}$ , ble målt ved Noatun 1. oktober. På Viksjøfjell ble høyeste timemiddeltemperatur ( $6,0^{\circ}\text{C}$ ) målt den 1. oktober kl 15, og den høyeste timemiddeltemperaturen i Svanvik ( $8,2^{\circ}\text{C}$ ) ble målt samme dag kl 13.

På alle stasjonene var oktober, november og mars i middel litt varmere vinteren 1993/94 enn vinteren 1992/93, mens de øvrige vintermånedene var kaldere enn året før.

#### **4.1.3 Luftens relative fuktighet**

Tabell 5 viser månedsmiddelverdiene av luftens relative fuktighet for hver måned i perioden oktober 1993-mars 1994.

Av de fire stasjonene hadde Viksjøfjell de høyeste middelverdiene av relativ fuktighet i alle månedene, mens Svanvik hadde de laveste.

Tabell 4: Temperaturer på Viksjøfjell, Svanvik, Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun) i perioden oktober 1993-mars 1994 (°C).

	Viksjøfjell			Svanvik			Kirkenes lufthavn			Pasvik (Noatun)			
	Middel	Maks.	Min.	Middel	Maks.	Min.	Middel	Normal	Maks.	Min.	Normal	Maks.	Min.
Oktober 1993	- 3,8	6,0	-10,2	- 3,2	8,2	-14,2	- 1,5	0,4	8,9	- 8,7	- 2,3	10,4	-13,0
November	- 6,3	0,1	-13,5	- 5,4	2,3	-14,2	- 4,2	- 5,5	3,1	-12,9	- 4,5	3,5	-15,0
Desember	-10,0	-3,3	-17,3	-11,2	-0,9	-27,1	- 8,9	- 9,7	-0,4	-20,0	-10,2	0,0	-30,0
Januar 1994	-11,3	-3,8	-21,2	-16,8	-3,9	-38,3	-13,5	-11,8	-1,9	-29,1	-18,0	-3,0	-37,0
Februar	-10,0	1,2	-26,0	-10,9	3,1	-29,0	- 8,7	-11,3	3,8	-23,8	-11,1	4,6	-37,5
Mars	- 7,0	0,0	-13,2	- 6,5	3,3	-24,6	- 5,3	- 7,4	2,2	-15,6	- 5,9	4,1	-28,0

Tabell 5: Månedsmiddelværdier av relativ fuktighet (%) i perioden oktober 1993-mars 1994 på Viksjøfjell, Svanvik, Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun).

	Viksjøfjell		Svanvik		Kirkenes lufthavn		Pasvik (Noatun)	
	Middel	Maks.	Middel	Maks.	Middel	Maks.	Middel	Maks.
Oktober 1993	94		83		-		89	
November	93		81		-		90	
Desember	94		80		91		91	
Januar 1994	94		80		90		91	
Februar	92		78		85		88	
Mars	92		75		88		84	



## 4.2 Luftkvalitet

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

SO<sub>2</sub>-målinger er utført på fem stasjoner på norsk side og to stasjoner på russisk side av grensen. Stasjonene er: Viksjøfjell, Karpdalen, Rådhuset i Kirkenes, Holmfoss og Svanvik i Norge og Maajavri og Nickel i Russland. To av stasjonene, Viksjøfjell og Svanvik, har kontinuerlig registrerende instrumenter med oppringt samband. De russiske stasjonene har kontinuerlig registrerende instrumenter som logger data til filer. Dataene lagres som timemiddelverdier. Alle de norske stasjonene unntatt Viksjøfjell har døgnprøvetakere. I Svanvik måles derfor SO<sub>2</sub> på to uavhengige måter, og døgnmiddelverdier beregnet ut fra målte timemiddelverdier kan sammenliknes med målte døgnmiddelverdier. 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. ±10 µg/m<sup>3</sup> ved det måleområdet som er valgt (opp til vel 3 000 µg/m<sup>3</sup>).

Datadekningen fra Viksjøfjell, Svanvik og Nickel var god med data i 93-99% av tiden. Fra Maajavri mangler data fra hele november og desember og det meste av januar, men fra de andre månedene var datadekningen god.

Et sammendrag av SO<sub>2</sub>-målingene i perioden oktober 1993-mars 1994 med monitører og døgnprøvetakere er gitt i tabell 6 og 7. Målingene viser at Viksjøfjell var mest belastet i perioden på norsk side. I de månedene det finnes data fra Maajavri, er det her de høyeste konsentrasjonene ble målt.

SO<sub>2</sub>-konsentrasjonene avtok sørover i Pasvikdalen, og de laveste verdiene ble målt i Svanvik. Selv om Svanvik ligger nærmest utslippet, var middelverdien av SO<sub>2</sub> lav, fordi det ikke blåste så ofte i den retningen.

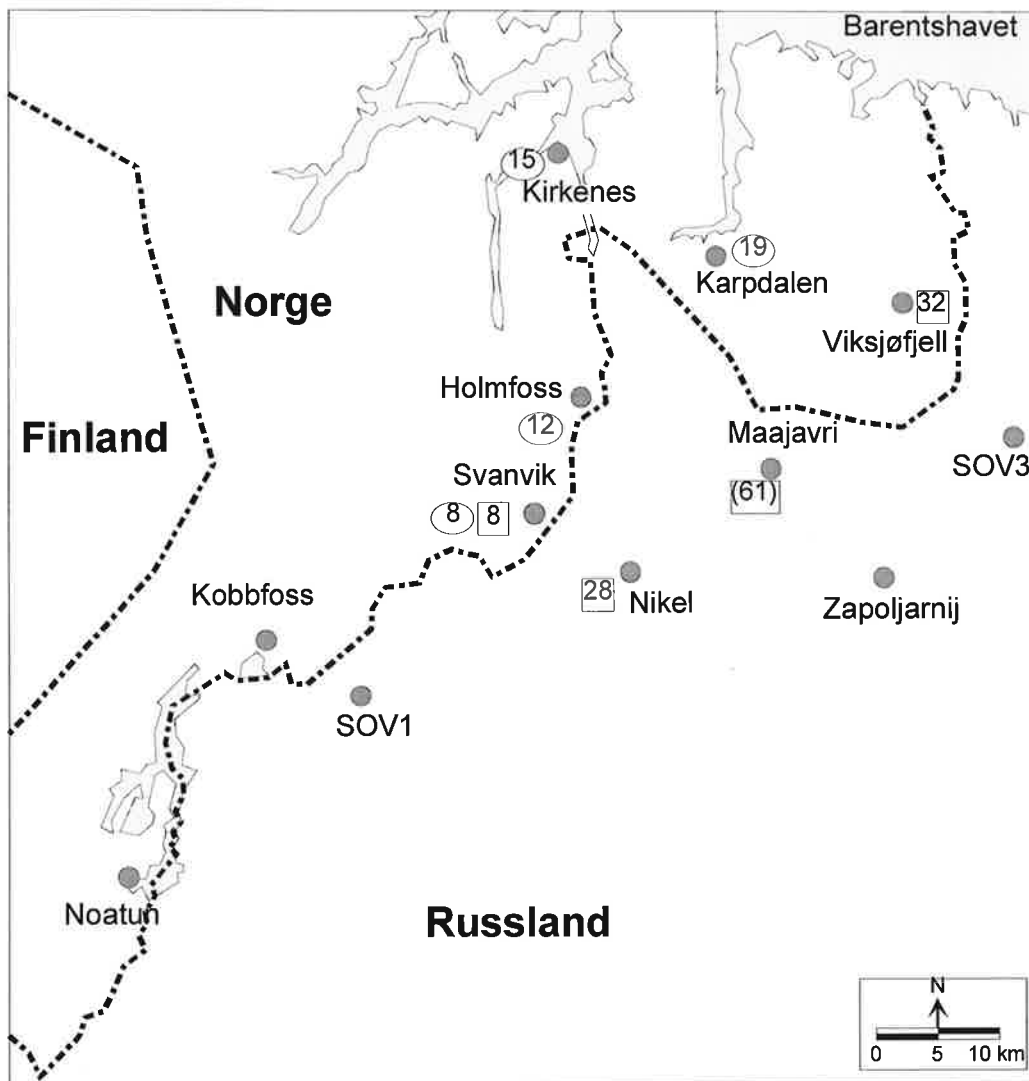
Tabell 6: Sammenheng av målinger av SO<sub>2</sub> med kontinuerlig registrerende instrumenter på Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri og Nikel i perioden oktober 1993-mars 1994 (µg/m<sup>3</sup>).



Stasjon og måned	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Ant. døgnobs.	Ant. døgnmidler		Høyeste time-middel	Ant. time-obs.	Ant. timeverdier				
				>50	>90			>100	>350	>700	>1000	
<b>VIKSJØFJELL</b>												
Oktober 1993	29	304	31	3	2	1	1 560	46	13	5	2	
November	42	141	30	11	4	0	763	103	11	1	0	
Desember	25	76	31	5	0	0	429	43	4	0	0	
Januar 1994	45	234	31	11	4	0	1 179	89	19	5	1	
Februar	13	96	28	1	1	0	309	26	0	0	0	
Mars	36	187	31	6	4	0	1 662	69	9	2	2	
Oktober 1993-mars 1994	32	304	182	37	15	1	1 662	376	56	13	5	
<b>SVANVIK</b>												
Oktober 1993	2	20	31	0	0	0	179	1	0	0	0	
November	3	37	30	0	0	0	109	1	0	0	0	
Desember	19	172	31	4	1	0	631	31	7	0	0	
Januar 1994	10	151	31	1	1	0	345	23	0	0	0	
Februar	2	21	27	0	0	0	31	0	0	0	0	
Mars	11	126	31	2	1	0	219	24	0	0	0	
Oktober 1993-mars 1994	8	172	181	7	3	0	631	80	7	0	0	
<b>MAAJAVRI</b>												
Oktober 1993	86	389	26	13	8	2	2 121	130	50	13	3	
November	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
Desember	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
Januar 1994	(201)	321	4	3	3	1	788	52	20	2	0	
Februar	25	111	28	5	2	0	534	46	8	0	0	
Mars	52	266	31	10	6	0	1 187	96	22	6	2	
Oktober 1993-mars 1994	( 61)	389	89	31	19	3	2 121	324	100	21	5	
<b>NIKEL</b>												
Oktober 1993	44	452	31	4	4	2	2 049	48	21	10	9	
November	9	81	30	2	0	0	709	13	1	1	0	
Desember	30	246	31	5	3	0	1 024	40	10	6	1	
Januar 1994	38	197	31	8	5	0	866	97	8	3	0	
Februar	23	243	28	4	2	0	1 288	34	12	3	2	
Mars	24	162	31	5	4	0	816	46	7	2	0	
Oktober 1993-mars 1994	28	452	182	28	18	2	2 049	278	59	25	12	

Tabell 7: Sammendrag av døgnmålinger av SO<sub>2</sub> i perioden oktober 1993-mars 1994 (µg/m<sup>3</sup>).

Stasjon og måned	Middel	Maksimum	Minimum	Ant.obs	>50	>90
<b>KIRKENES</b>						
Oktober 1993	13	25	0	21	0	0
November	12	23	3	30	0	0
Desember	21	82	3	30	2	0
Januar 1994	-	-	-	0	-	-
Februar	-	-	-	0	-	-
Mars	15	66	0	22	2	0
Oktober 1993-mars 1994	15	82	0	103	4	0
<b>SVANVIK</b>						
Oktober 1993	2	22	0	31	0	0
November	4	24	0	30	0	0
Desember	20	196	0	31	3	2
Januar 1994	9	86	0	31	2	0
Februar	2	15	0	28	0	0
Mars	12	126	0	31	2	1
Oktober 1993-mars 1994	8	196	0	182	7	3
<b>HOLMFOSS</b>						
Oktober 1993	2	23	0	31	0	0
November	6	67	0	30	1	0
Desember	30	226	0	31	5	2
Januar 1994	16	103	0	31	3	1
Februar	3	30	0	27	0	0
Mars	15	101	0	20	1	0
Oktober 1993-mars 1994	12	226	0	170	10	3
<b>KARPDALLEN</b>						
Oktober 1993	6	54	0	31	1	0
November	14	89	0	30	5	0
Desember	33	149	0	31	6	3
Januar 1994	22	108	0	27	3	1
Februar	9	119	0	28	1	1
Mars	32	137	0	31	9	1
Oktober 1993-mars 1994	19	149	0	178	25	6

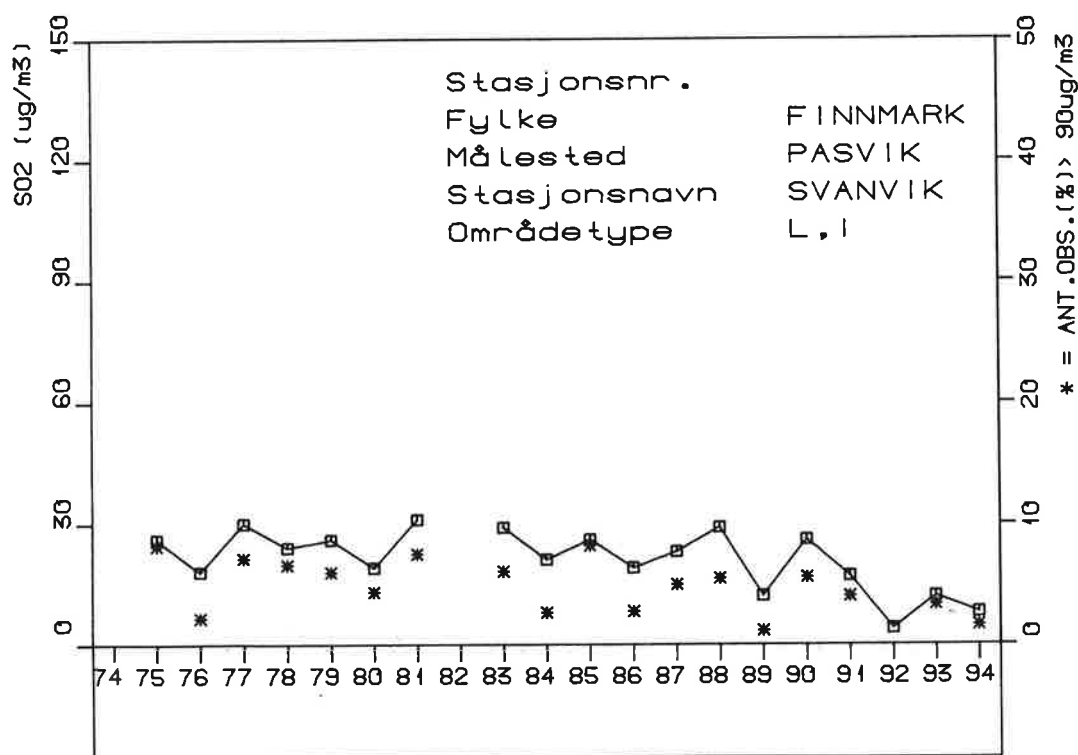
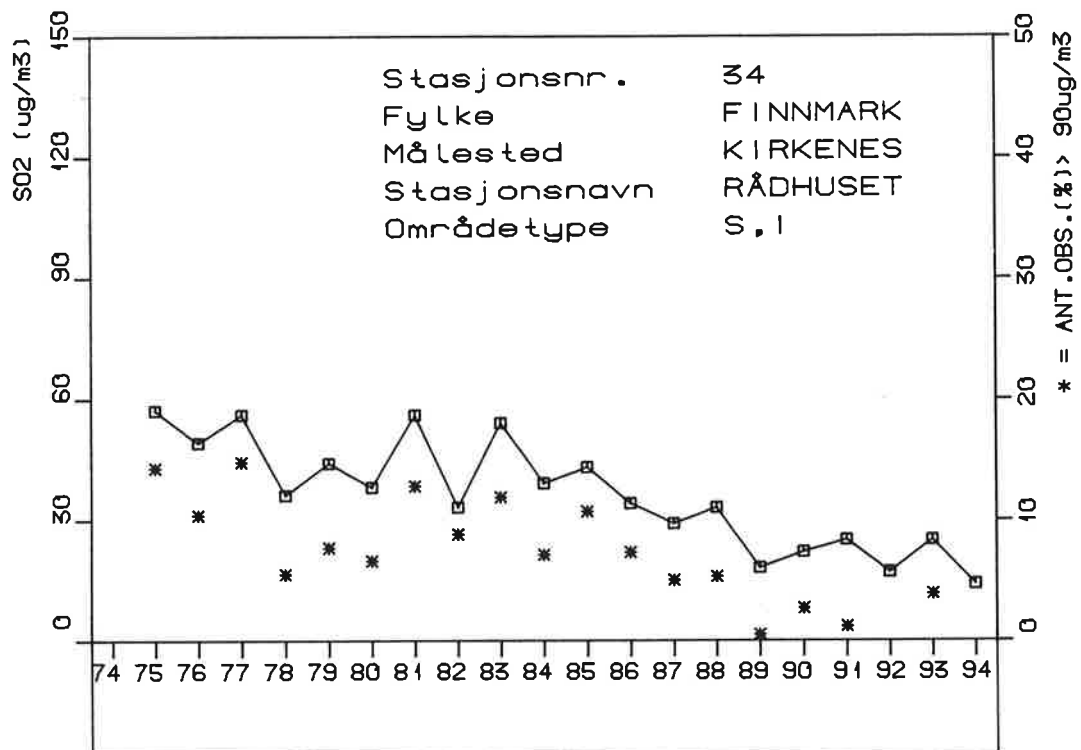
Gjennomsnittsverdiene av SO<sub>2</sub> i perioden oktober 1993-mars 1994 er vist i figur 5. På norsk side var de nordlige og østlige delene av Sør-Varanger mest belastet. Sammenliknet med gjennomsnittskonsentrasjonene vinteren 1992/93 var gjennomsnittskonsentrasjonene vinteren 1993/94 lavere på alle målestasjonene.



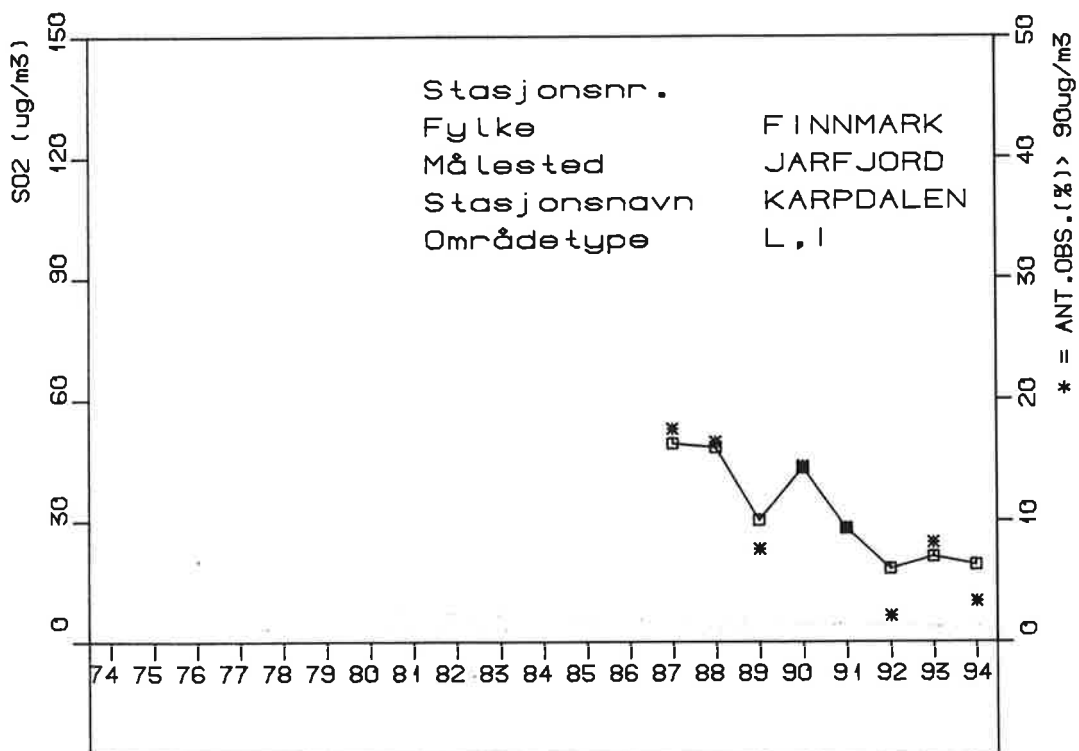
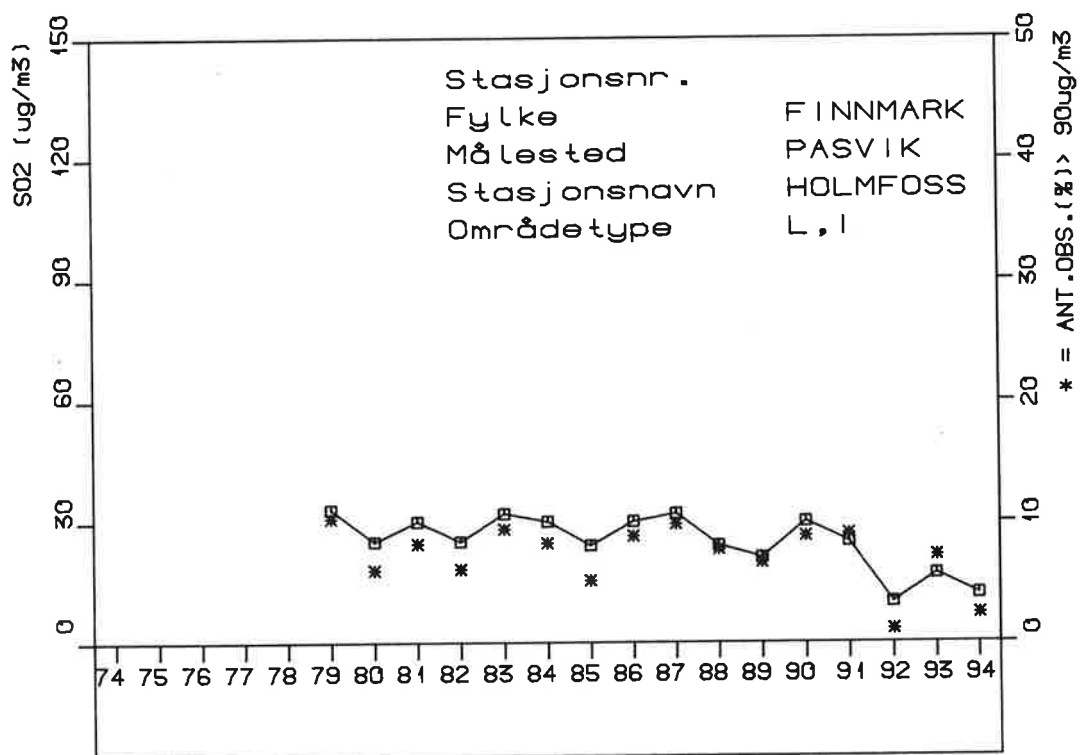
Figur 5: Middelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i perioden oktober 1993-mars 1994 målt med kontinuerlig registrerende prøvetakere  og døgnprøvetakere  (µg/m<sup>3</sup>).

Døgnmålinger av SO<sub>2</sub> startet på Rådhuset i Kirkenes og i Svanvik allerede i 1974, mens Holmfoss har hatt målinger siden 1978 og Karpdalen siden 1986. Figur 6 og 7 viser hvordan middelveiene i vinterhalvåret har variert fra år til år. Målingene vinteren 1993/94 viser lavere middelveier enn vinteren 1992/93 på alle fire stasjonene.

I Svanvik, Holmfoss og Karpdalen, har det vært en svak tendens til nedgang de siste årene. Nivået i Kirkenes har variert en del siden 1974, men har generelt gått ned på samme måte som i andre norske byer og tettsteder. Nedgangen i Kirkenes må tilskrives reduserte lokale utslipp. Svanvik, Holmfoss og Karpdalen er belastet av de russiske utslippene.

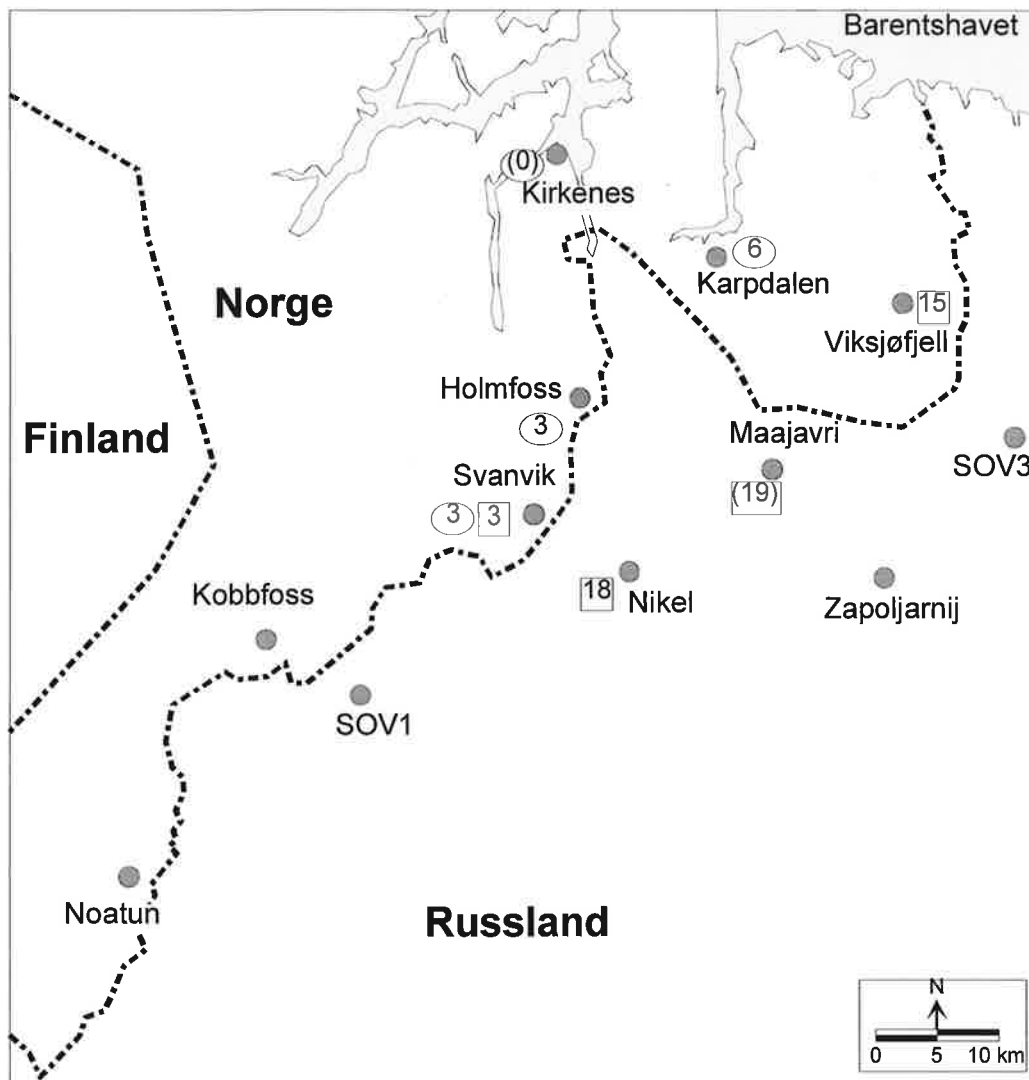


Figur 6: Vintermiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) og frekvens av døgnmiddelverdier over 90 µg/m<sup>3</sup> i Kirkenes og Svanvik.

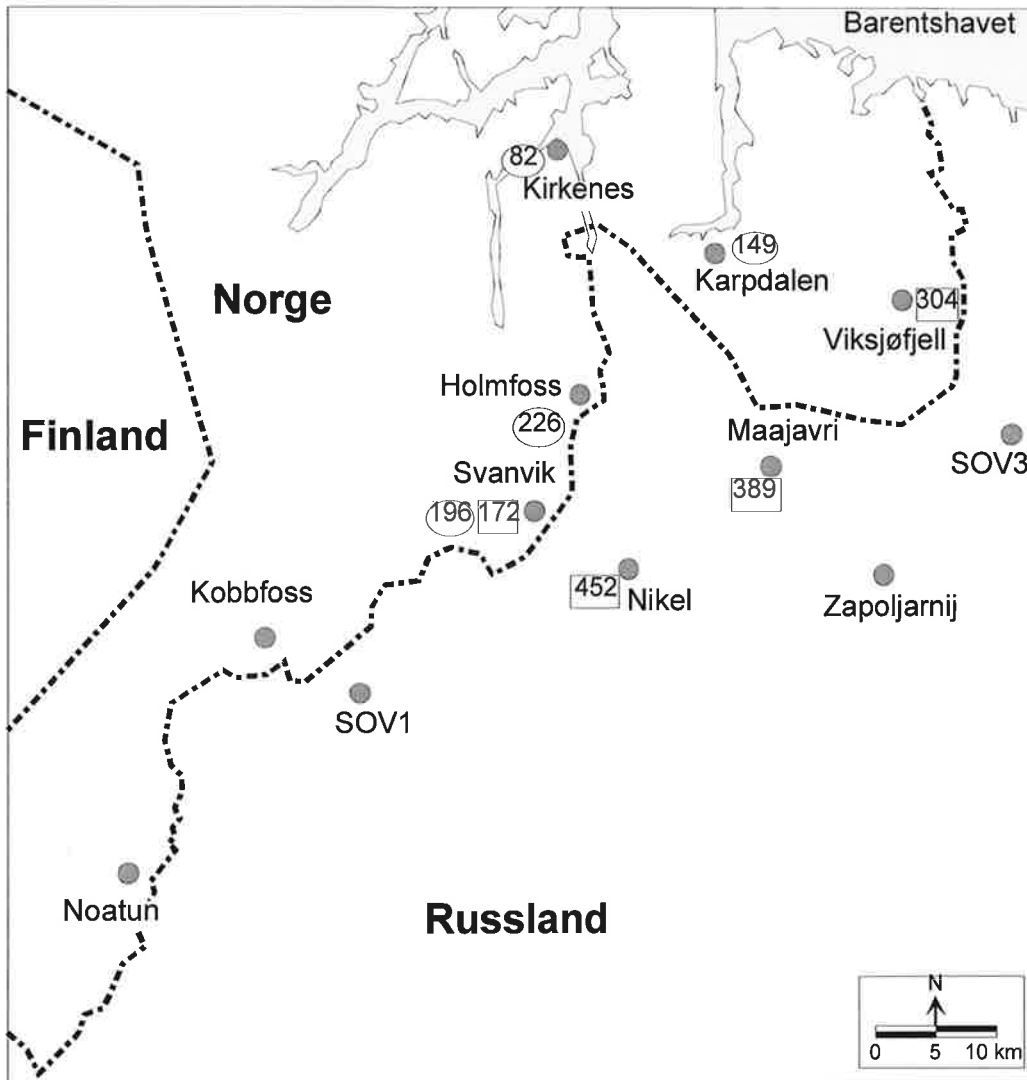


Figur 7: Vintermiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) og frekvens av døgnmiddelverdier over 90 µg/m<sup>3</sup> i Holmfooss og Karpdalen.

Figur 8 viser antall døgnmiddelverdier av  $\text{SO}_2$  over  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i perioden oktober 1993-mars 1994. Av de norske stasjonene hadde Viksjøfjell flest døgnmiddelverdier over  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Den høyeste døgnmiddelverdien på norsk side,  $304 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ble målt på Viksjøfjell, se figur 9. Både Maajavri og Nikel hadde flere døgnmiddelverdier over  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$  enn Viksjøfjell, og de maksimale døgnmiddelverdiene på disse stasjonene var høyere enn på stasjonene på norsk side.



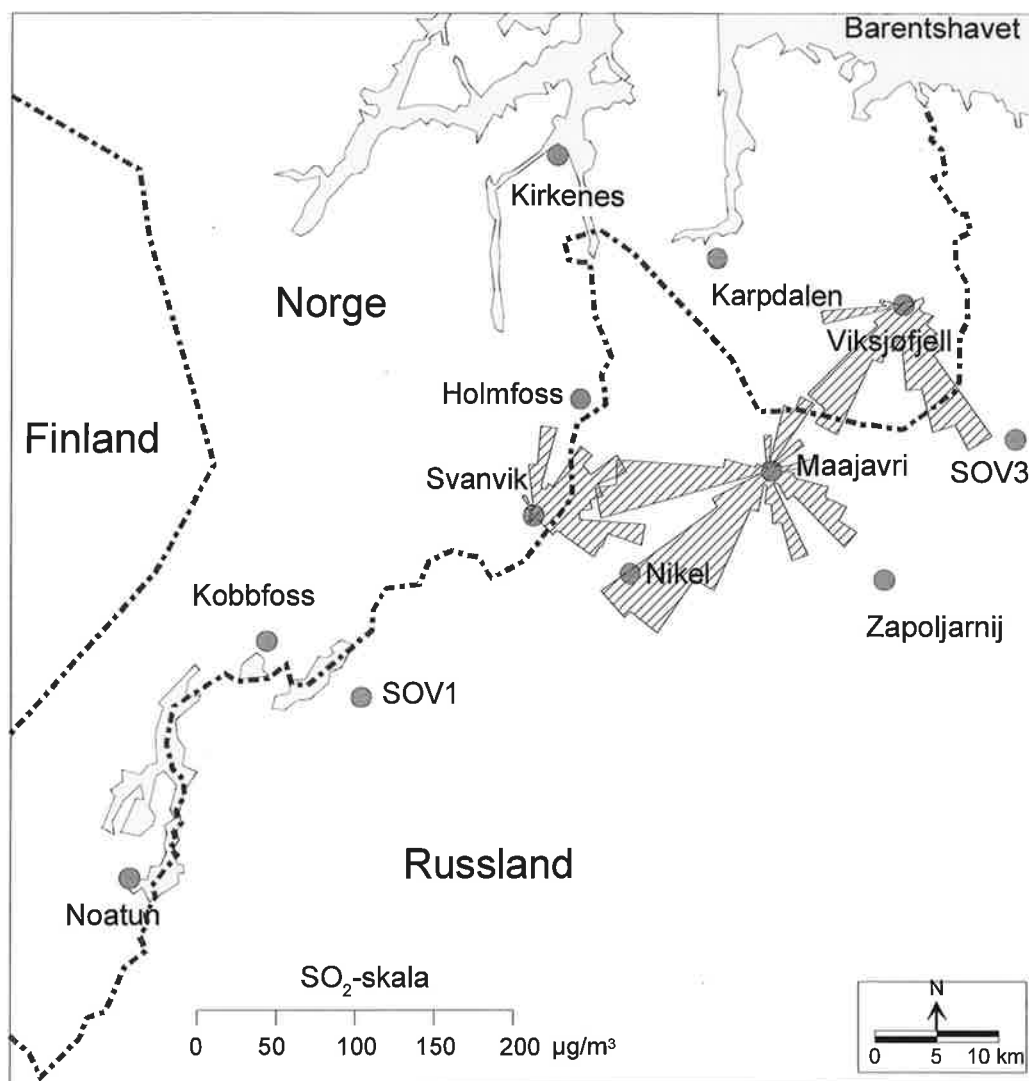
Figur 8: Antall døgnmiddelverdier av  $\text{SO}_2$  over  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i perioden oktober 1993-mars 1994 målt med kontinuerlig registrerende prøvetakere  og døgnprøvetakere .



Figur 9: Maksimale døgnmiddelkonsentrasjoner av  $SO_2$  i perioden oktober 1993-mars 1994 målt med kontinuerlig registrerende prøvetakere  $\square$  og døgnprøvetakere  $\circ$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Timemiddelverdiene av  $SO_2$  er sammenholdt med vindretning, vindstyrke og stabilitet. Ut fra dette er det beregnet forurensningsroser som vist i figur 10-11, med middelkonsentrasjoner for hver av 36  $10^\circ$ -vindsektorer. Ved beregning av forurensningsrosene for de russiske stasjonene er det brukt vind fra Svanvik for Nikel og vind fra Viksjøfjell for Maajavri.

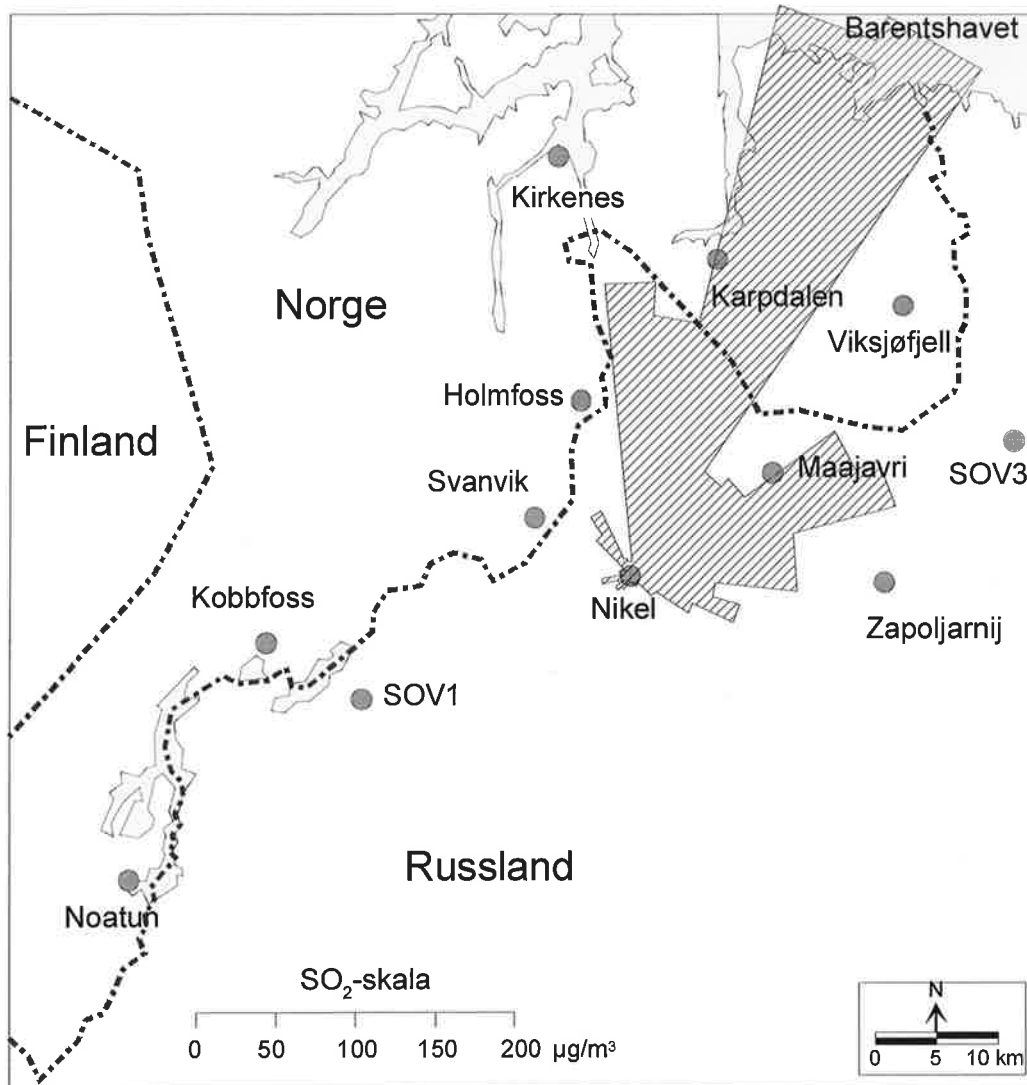




Figur 10: Middelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> for Viksjøfjell, Svanvik, og Maajavri i 36 vindsektorer i perioden oktober 1993-mars 1994 (µg/m<sup>3</sup>).

I Svanvik var middelveiden 8 µg/m<sup>3</sup> for perioden oktober 1993-mars 1994. Ved vind fra 100° (øst-sørøst) var middelkonsentrasjonen 68 µg/m<sup>3</sup>, se figur 10. Ved vind i en bred sektor fra sør over vest til nord-nordøst var konsentrasjonene betydelig lavere enn ved vind fra nordøstlig til sørøstlig kant.

På Viksjøfjell var middelkonsentrasjonen 88 µg/m<sup>3</sup> ved vind fra omkring 210° (Nikel) (se figur 10). Også ved vind fra omkring 150-160° var det forhøyede konsentrasjoner på Viksjøfjell, som tyder på at også Zapoljarnij belaster stasjonen.



Figur 11: Middelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i Nikel (samme skala som i figur 10) i 36 vindsektorer i perioden oktober 1993-mars 1994 (µg/m<sup>3</sup>).

Maajavri hadde en middelkonsentrasjon på 120 µg/m<sup>3</sup> ved vind fra 220° og 125 µg/m<sup>3</sup> ved vind fra 230°. Ved disse retningene belastes stasjonen av utslip-pene fra Nikel.

De forhøyede middelkonsentrasjonene fra vestlige retninger ved Maajavri er for-årsaket av en enkelt episode 29.-31. januar med maksimale timemiddelverdier om-kring 600-700 µg/m<sup>3</sup>. I denne perioden var det vindstille i Svanvik og svak vind, 2-3 m/s, fra 260-280° på Viksjøfjell. Det var svært kaldt i denne perioden, ned til -38° C i Svanvik og -19° C på Viksjøfjell. Målingene av temperaturdifferansen mellom 10 og 2 m o.b. på Viksjøfjell viste at det var stabil sjiktning hele perioden og svært dårlige spredningsforhold. Også i Nikel og på Viksjøfjell ble det målt forhøyete verdier av SO<sub>2</sub> i denne perioden. For disse stasjonene gir det imidlertid ikke så store utslag på den samlede statistikken for vinterhalvåret fordi den er

basert på flere data enn statistikken fra Maajavri hvor nesten tre måneder med SO<sub>2</sub>-data mangler. I perioden 29.-31. januar med kaldt vær og svak vind i området er det grunn til å anta at vindmålingene på Viksjøfjell 400 m o.h. ikke er representative for den reelle spredningsretningen for utslippene ved nikkerverkene.

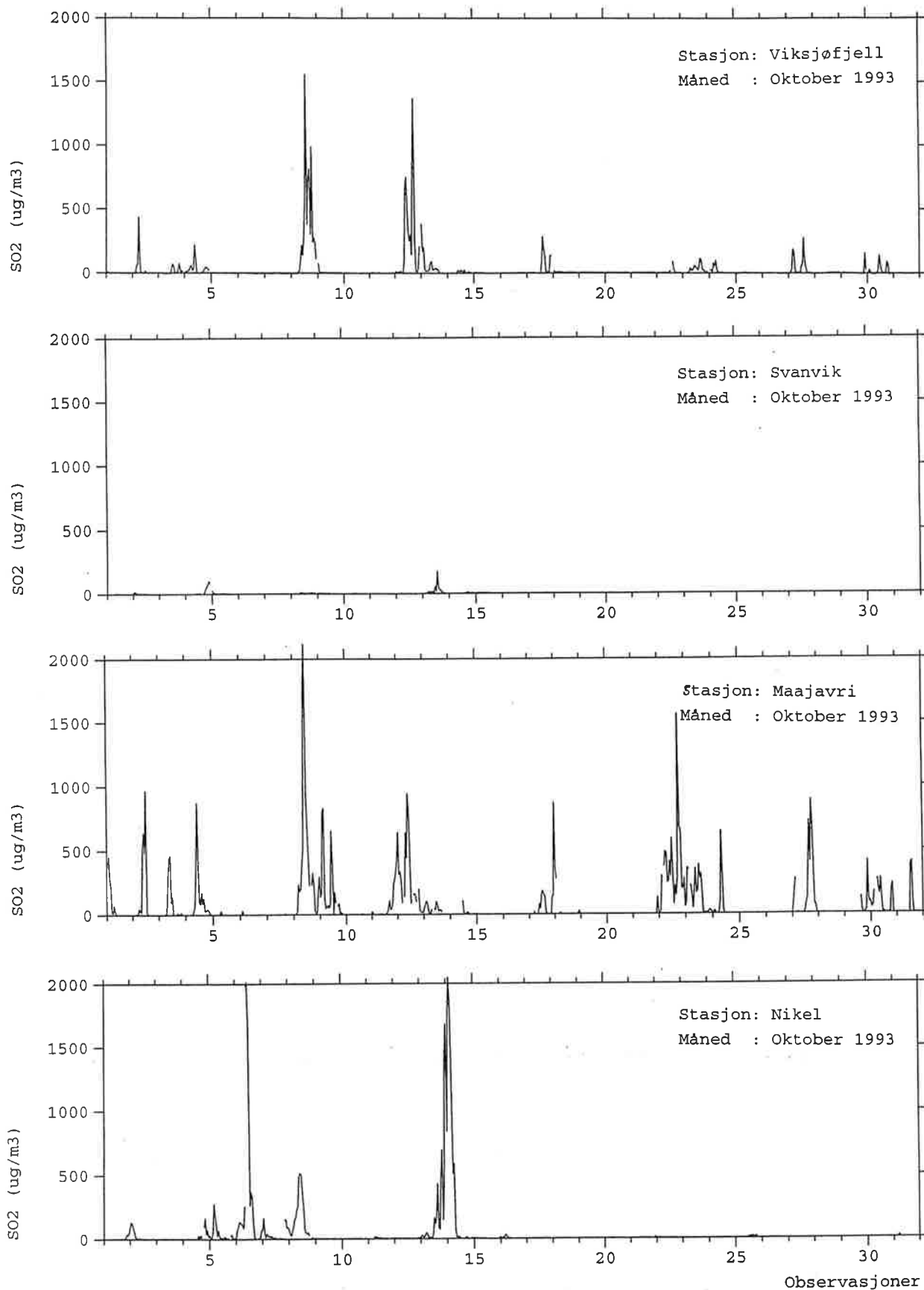
Stasjonen i Nikel var sterkt belastet i en sektor fra nord til øst (vind målt i Svanvik) med den høyeste middelkonsentrasjonen ved 30° (376 µg/m<sup>3</sup>). Konsentrasjonene i den mest belastede sektoren var mye høyere i Nikel enn på de andre stasjonene. De høye konsentrasjonene i Nikel skyldes sannsynligvis de mange og store utslippene fra de lave skorsteinene. Utslippene fra de tre høyeste skorsteinene (150-160 m) vil sjelden eller aldri slå ned ved målestasjonen, som bare ligger 1 km fra bedriften.

#### **4.2.2 Forurensningsepisoder**

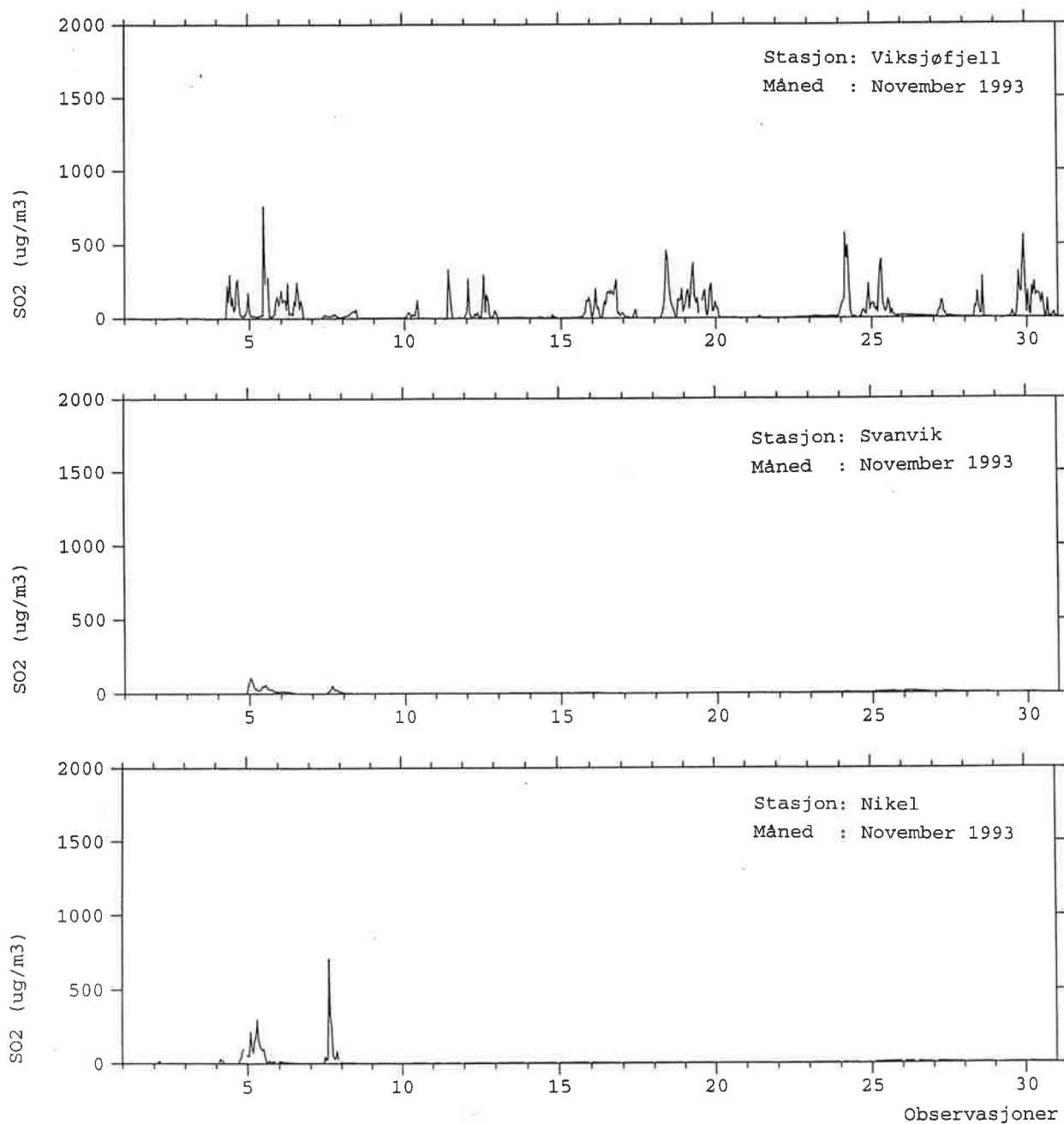
Tabell 6 og 7 foran viser at konsentrasjonene av SO<sub>2</sub> i grenseområdene har variert fra nær null til over 2 000 µg/m<sup>3</sup> som timemiddelverdi vinteren 1993/94. På midlingstid 5 minutter er det registrert enda høyere verdier. For å gi et inntrykk av variasjonen i dataene er det i figur 12-17 vist plot av timemiddelverdiene fra Viksjøfjell, Svanvik, Nikel og Maajavri for hver måned i perioden oktober 1993-mars 1994.

Episoder med høye konsentrasjoner forekom hyppigst på Viksjøfjell, Maajavri og Nikel og minst hyppig i Svanvik. Episodene var som regel ganske kortvarige, fra noen få timer til ca. ett døgn. 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 µg/m<sup>3</sup>.

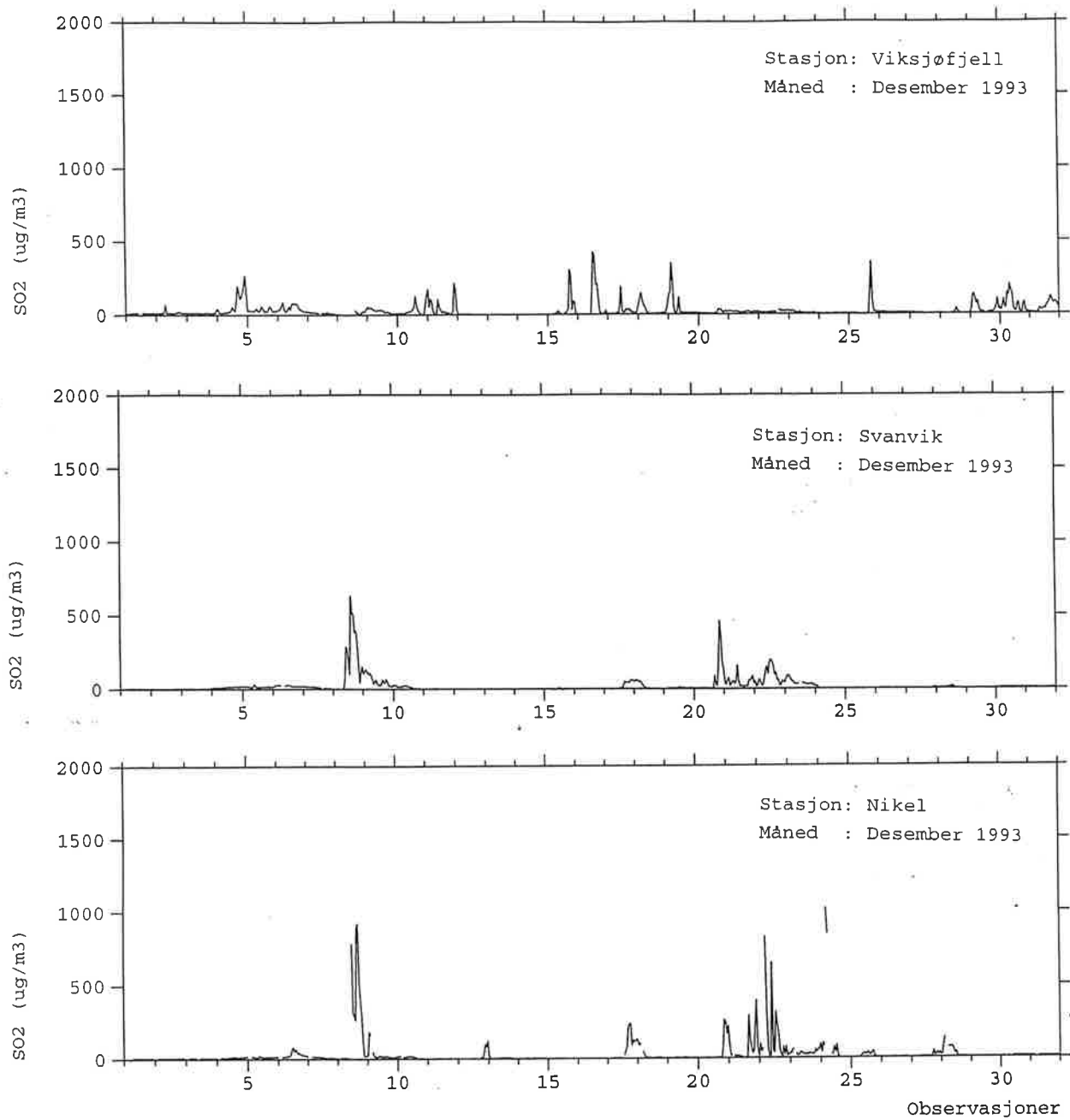
Figur 18 viser maksimale timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> på Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri og Nikel og hvor stor del av tiden timemiddelverdiene var over 350 µg/m<sup>3</sup> på de fire stasjonene. Verdens helseorganisasjon har foreslått 350 µg/m<sup>3</sup> som grenseverdi (WHO, 1987). På norsk side hadde Viksjøfjell både den høyeste timemiddelverdien og den hyppigste forekomsten av høye konsentrasjoner. Både på Viksjøfjell og i Svanvik var den maksimale timemiddelverdien lavere vinteren 1993/94 enn vinteren 1992/93. Frekvensen av timemiddelverdier over 350 µg/m<sup>3</sup> var i forhold til vinteren 1992/93 den samme i Svanvik og litt lavere på Viksjøfjell vinteren 1993/94.



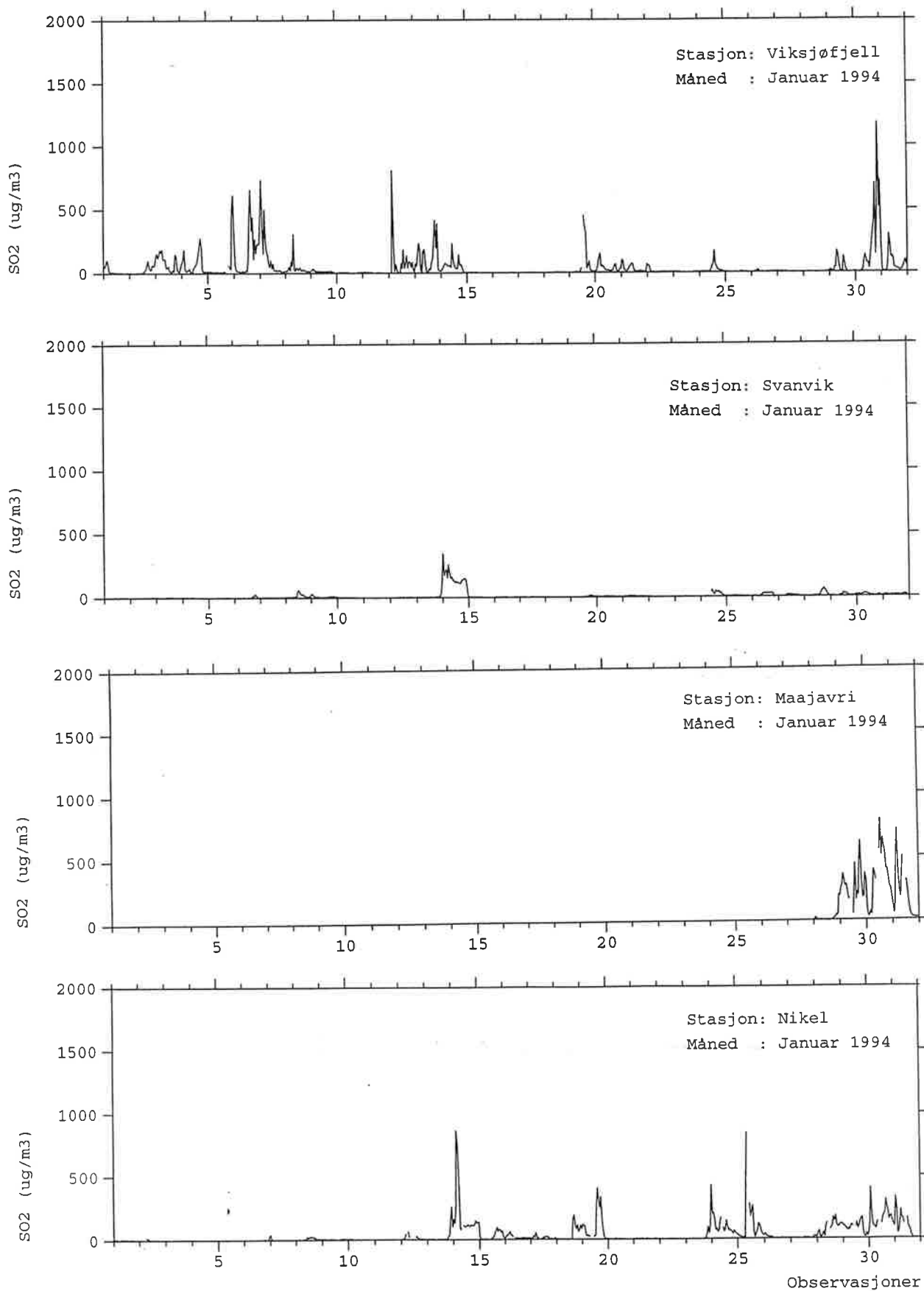
Figur 12: Timemiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i oktober 1993 fra Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri og Nikel (µg/m<sup>3</sup>).



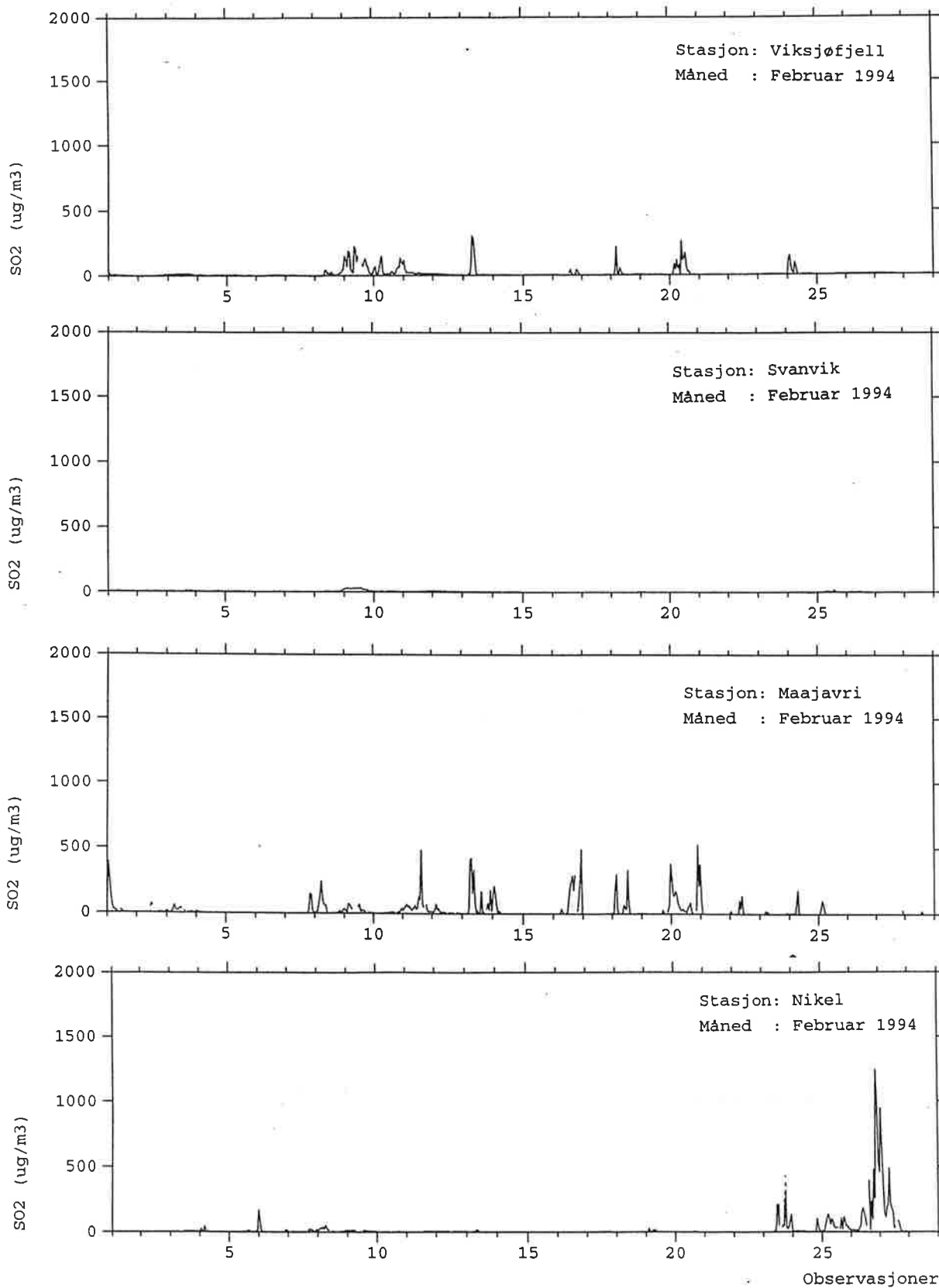
Figur 13: Timemiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i november 1993 fra Viksjøfjell, Svanvik og Nikel (µg/m<sup>3</sup>).



Figur 14: Timemiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i desember 1993 fra Viksjøfjell, Svanvik og Nikel ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

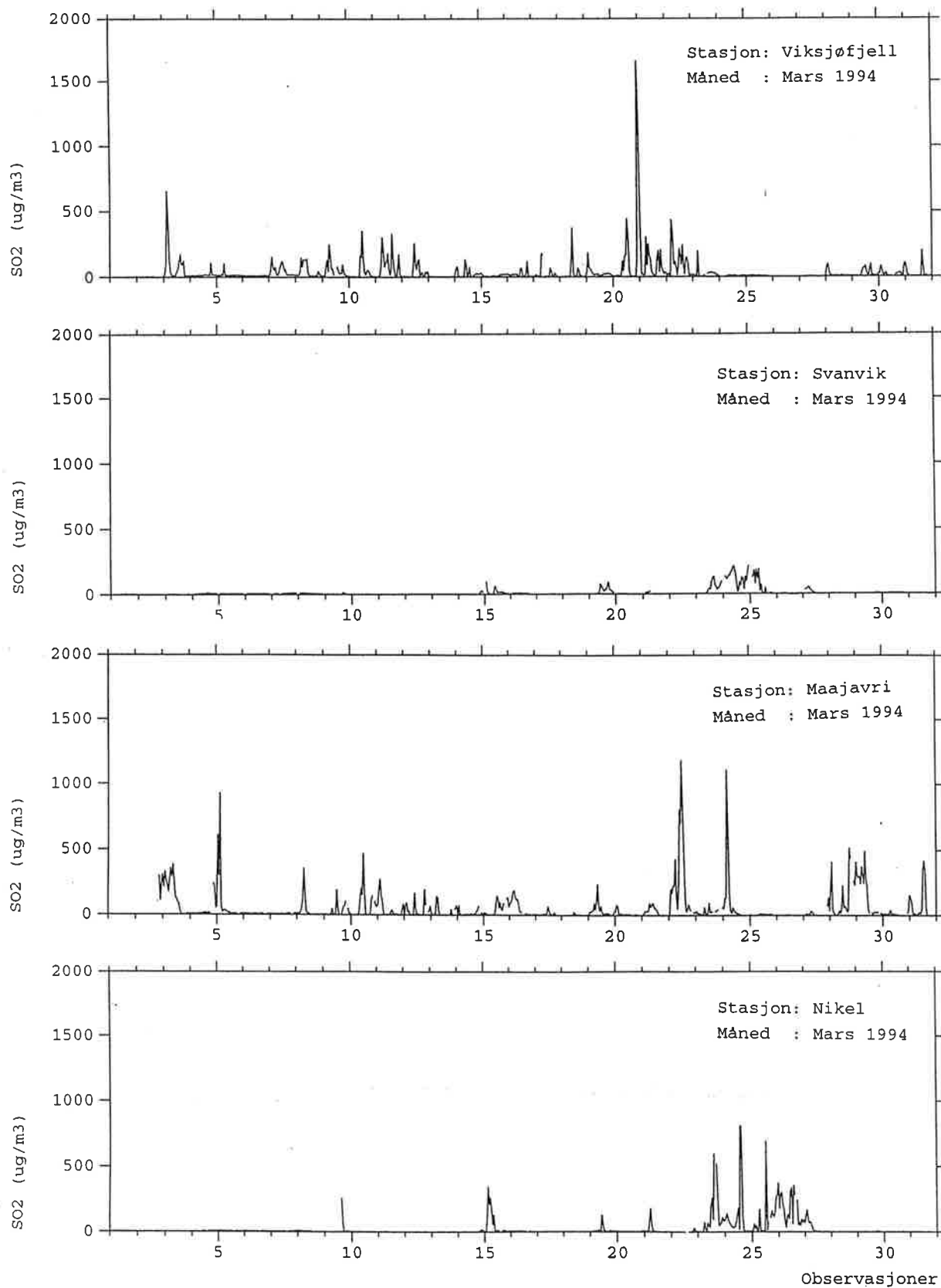


Figur 15: Timemiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i januar 1994 fra Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri og Nikel ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

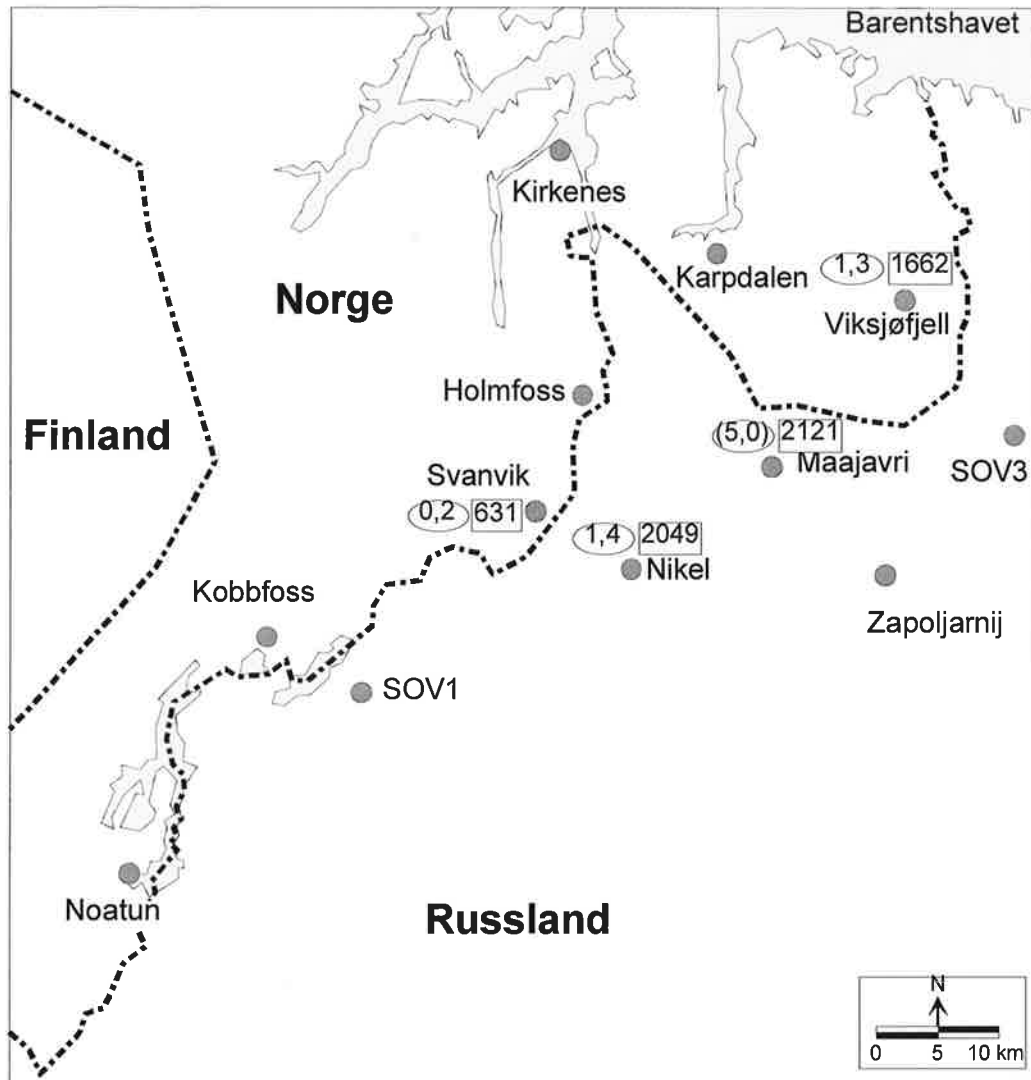


Figur 16: Timemiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i februar 1994 fra Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri og Nikel (µg/m<sup>3</sup>).





Figur 17: Timemiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i mars 1994 fra Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri og Nikel ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



Figur 18: Maksimale timemiddelverdier av SO<sub>2</sub>  (µg/m<sup>3</sup>) og prosent av tiden med timemiddelverdier over 350 µg/m<sup>3</sup>  i perioden oktober 1993-mars 1994.

De russiske stasjonene Maajavri og Nickel hadde høyere frekvens av timemiddelverdier over 350 µg/m<sup>3</sup> enn Viksjøfjell. Totalt for månedene oktober, februar og mars, da det finnes komplette data fra Maajavri, var frekvensen av timeverdier over 350 µg/m<sup>3</sup> 4,2% ved Maajavri og 1,0% på Viksjøfjell.

Den høyeste timemiddelverdien av SO<sub>2</sub> i perioden oktober 1993-mars 1994 på norsk side ble målt på Viksjøfjell 20.3. kl 23 til 1 662 µg/m<sup>3</sup>. Vindmålingene i denne episoden viste 3,0 m/s fra sør-sørøstlig kant, som kan tyde på at utslipp fra Zapoljarni belaster stasjonen.

Den høyeste timemiddelverdien i Svanvik, 631 µg/m<sup>3</sup>, ble målt 8.12. kl 15. Denne timen var det nesten vindstille med 0,5 m/s fra nord. Timene før og etter viser vindstille eller svak vind fra varierende retninger.

På russisk side ble den høyeste timemiddelverdien på 2 121  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  målt ved Maajavri 8.10. kl 11 norsk tid. Denne dagen finnes ikke vind-data fra Viksjøfjell, men målingene i Svanvik viste svak vind (0,8 m/s) fra vest-sørvest.

I Nikel ble den høyeste timemiddelverdien målt den 14.10. kl 03 norsk tid til 2 049  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Heller ikke denne dagen har vi vindmålinger fra Viksjøfjell. Vindmålingene i Svanvik viste 5,4 m/s fra nord-nordøst denne timen.

#### **4.2.3 Svevestøv**

På Viksjøfjell, i Svanvik og ved Maajavri 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. Prøvetakerne på Viksjøfjell og ved Maajavri var ute av drift i oktober 1993.

Resultatene er gitt i tabell 8. Middelerdien vinteren 1993/94 var 6,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  på Viksjøfjell, 6,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Svanvik og 9,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ved Maajavri, mens det norske anbefalte luftkvalitetskriteriet for 6 måneder er 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (SFT, 1992). På Viksjøfjell og ved Maajavri var middelerdien litt høyere enn vinteren 1992/93. Ved Svanvik var middelerdien omtrent den samme som vinteren før.

Den høyeste døgnmiddelerdien ble målt i desember ved Svanvik til 33,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette er betydelig lavere enn det norske anbefalte luftkvalitetskriteriet og Verdens helseorganisasjons grenseverdi for døgnmiddelerdi, som begge er på 70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  for partikler med diameter under 10  $\mu\text{m}$  (SFT, 1992; WHO, 1987).

For partikler med diameter under 2,5  $\mu\text{m}$  (finfraksjon) er det i Norge anbefalt et luftkvalitetskriterium på 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  som middel over 6 måneder (SFT, 1992). Målingene i grenseområdene viste lavere verdier enn dette.

Tabell 8: Sammenheng av svevestøvmålinger med to-filter-prøvetaker på Viksjøfjell, i Svanvik og ved Maajavri i perioden oktober 1993-mars 1994 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Stasjon og måned	Finfraksjon (<2,5 $\mu\text{m}$ )			Grovfraksjon (2,5-10 $\mu\text{m}$ )			Sum (<10 $\mu\text{m}$ )			Ant. døgn med målinger
	Midd.	Maks	Min.	Midd.	Maks	Min.	Midd.	Maks	Min.	
<b>VIKSJØFJELL</b>										
Oktober 1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
November	6,1	11,4	2,2	1,9	3,2	1,0	7,6	14,6	3,5	18
Desember	4,8	10,0	1,9	1,7	3,9	0,7	6,6	13,9	2,8	29
Januar 1994	3,3	6,9	1,2	1,7	3,8	0,3	5,0	9,7	2,0	31
Februar	2,2	5,9	0,7	1,7	3,5	0,7	3,8	7,3	1,4	26
Mars	5,2	8,2	2,2	2,1	3,5	0,9	7,2	11,6	3,7	31
Oktober 1993-mars 1994	4,2	11,4	0,7	1,8	3,9	0,3	6,0	14,6	1,4	135
<b>SVANVIK</b>										
Oktober 1993	1,9	4,6	0,7	2,1	4,0	1,1	4,0	6,0	2,1	31
November	4,8	10,6	0,6	1,5	3,8	0,5	6,3	13,0	1,1	30
Desember	6,4	11,8	2,3	3,0	22,0	0,3	9,4	33,4	3,1	31
Januar 1994	3,6	7,4	0,1	1,8	2,9	0,8	5,4	9,9	1,1	31
Februar	2,9	7,0	0,5	2,4	4,9	0,6	5,3	7,6	1,5	28
Mars	5,0	15,3	0,6	1,9	6,2	0,5	6,9	21,5	1,7	29
Oktober 1993-mars 1994	4,1	15,3	0,1	2,1	22,0	0,3	6,2	33,4	1,1	180
<b>MAAJAVRI</b>										
Oktober 1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
November	10,6	22,0	1,1	3,0	6,0	1,0	13,6	28,0	2,1	25
Desember	7,0	11,5	4,5	2,7	4,8	1,4	9,7	13,8	6,1	22
Januar 1994	5,2	10,4	2,0	2,4	3,8	0,9	7,6	13,9	3,5	31
Februar	3,3	6,2	2,0	3,3	6,0	1,6	6,6	9,7	3,9	17
Mars	6,3	8,4	3,0	3,5	6,0	2,0	9,8	14,1	5,0	12
Oktober 1993-mars 1994	6,7	22,0	1,1	2,9	6,0	0,9	9,5	28,0	2,1	107

### 4.3 Nedbørkvalitet

Nedbørkvalitet er målt på to stasjoner på norsk side i 4. kvartal 1993 og 1. kvartal 1994, Karpdalen og Svanvik. Prøvene tas over en uke med skifte hver mandag. Dessuten skiftes det på første dato i hver måned. Et sammendrag av resultatene er vist i tabell 9-12. I Svanvik har nedbørmålingene pågått siden starten på måleprogrammet høsten 1988. Stasjonen i Karpdalen erstattet Dalelva ved Jarfjord fra 1.1.1991.

Både i 4. kvartal 1993 og i 1. kvartal 1994 kom det mest nedbør i Karpdalen. pH-verdiene var omtrent de samme på de to stasjonene i begge kvartalene. I 4. kvartal 1993 var også sulfatkonsentrasjonene de samme på de to stasjonene, mens Karpdalen hadde mye høyere middelkonsentrasjon av sulfat enn Svanvik i 1. kvartal 1994.

Sammenliknet med vinteren 1992/93 var pH-verdiene høyere og sulfatkonsentrasjonene lavere vinteren 1993/94 på begge målestasjonene.

Tabell 9: Ukeverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i 4. kvartal 1993 i Karpdalen.

Parameter	Nedbørmengde mm	Lednings- evne µS/cm	pH	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Mg mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	K mg/l	Na mg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	Cu µg/l	As µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	
Uke																				
01.-04.10	0,8	63,3	4,09									5,35	0,18	21,05	3,45	9,18	1,70	-0,10	0,64	
04.-11.10	35,8	15,8	5,00	0,54	1,57	0,11	0,84	0,15	0,06	0,10	0,88	0,26	0,03	3,53	0,53	2,23	-0,20	-0,10	-0,50	
11.-18.10	22,1	27,0	4,94	1,50	5,15	0,35	0,53	0,14	0,16	0,18	2,83	0,27	-0,01	2,68	1,16	1,90	-0,20	-0,10	1,06	
18.-25.10	5,3	32,8	4,73	1,53	6,88	0,44	0,44	0,13	0,18	0,14	3,48	1,42	0,01	7,07	0,78	4,88	0,40	-0,10	2,09	
25.10-01.11	1,2	187,0	4,36	9,93	42,19	2,77	3,28	0,45	2,61	1,28	25,30	0,54	0,01	3,92	2,72	3,55	0,33	0,10	1,09	
01.-08.11	6,8	28,0	4,59	1,38	3,62	0,26	1,64	0,10	0,16	0,09	1,98	0,87	0,03	2,45	4,19	7,36	0,33	0,16	0,99	
08.-15.11	0,0													74,67	13,21	24,54	0,97	0,44	2,87	
15.-22.11	0,7																			
22.-29.11	0,0																			
29.11-01.12	0,0																			
01.-06.12	0,4	82,1	4,34									6,60	0,40	26,22	30,93	53,83	16,54	1,19	1,73	
06.-13.12	0,6	101,0	4,64									5,14	0,21	18,64	12,47	21,18	14,42	0,54	1,67	
13.-20.12	0,8	28,7	4,42	2,43	0,72	0,12	3,41	0,41	0,25	0,14	0,53	3,25	0,20	12,06	13,76	14,81	1,60	0,63	1,25	
20.-27.12	7,5	36,8	4,66	2,31	6,91	0,43	0,93	0,17	0,18	0,20	3,53	0,83	0,02	2,82	2,11	2,56	0,35	-0,10	0,94	
27.12-01.01	1,6	34,9	4,35	1,74	1,60	0,16	4,96	0,44	0,15	0,19	1,10	1,76	0,09	7,45	4,92	8,69	0,90	0,20	0,66	
Middel/sum*	83,6*	27,1	4,80	1,28	4,15	0,28	0,95	0,16	0,16	0,15	2,28	0,63	0,03	4,52	1,76	3,66	0,40	-0,10	0,77	

Tabell 10: Ukeverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 4. kvartal 1993 i Svanvik.

Parameter	Nedbør- mengde mm	Lednings- evne µS/cm	pH	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Mg mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	K mg/l	Na mg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	Cu µg/l	As µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	
Uke																				
01.-04.10	2,1	22,8	4,49	2,58	0,60	0,03	1,55	0,55	0,05	0,09	0,33	2,32	0,29	5,08	13,28	21,00	4,28	0,36	-0,50	
04.-11.10	29,6	12,0	4,66	1,32	0,14	-0,01	0,49	0,09	-0,01	-0,01	0,05	0,54	0,01	0,98	6,46	5,30	0,92	0,21	-0,50	
11.-18.10	27,1	14,3	5,10	0,84	2,16	0,16	0,53	0,04	0,21	0,03	1,25	0,10	-0,01	0,55	0,68	0,72	-0,20	-0,10	-0,50	
18.-25.10	0,2	56,0																		
25.10-01.11	1,6	57,2	5,73	2,70	12,59	0,88	0,97	1,09	0,49	0,54	6,78	0,23	0,01	3,76	0,79	2,65	-0,20	-0,10	1,12	
01.-08.11	7,6	14,5	4,95	0,93	1,25	0,09	1,33	0,31	0,18	0,03	0,66	0,41	0,06	1,26	1,57	2,20	0,22	-0,10	-0,50	
08.-15.11	0,0																			
15.-22.11	0,2																			
22.-29.11	0,0																			
29.11-01.12	0,0																			
01.-06.12	1,2	28,3	4,35	1,05	0,52	0,06	8,72	1,76	0,15	0,05	0,21	1,15	0,05	2,62	3,71	8,10	1,00	0,15	-0,50	
06.-13.12	2,4	28,4	4,50	2,10	0,73	0,11	4,61	0,94	0,24	0,06	0,28	6,45	0,42	10,73	32,45	72,25	4,98	1,02	0,91	
13.-20.12	1,2	24,5	4,69	1,35	0,44	0,05	5,36	1,35	0,13	0,04	0,25	1,01	0,04	2,84	6,61	9,60	0,53	0,20	0,55	
20.-27.12	4,8	32,0	4,78	2,73	5,01	0,37	1,11	0,49	0,23	0,10	2,33									
27.12-01.01	1,6	23,4	4,58	1,11	0,53	0,04	4,56	1,04	0,07	0,28	0,24	4,29	0,29	3,57	23,85	40,63	2,26	0,70	1,00	
Middell/sum*	79,6*	16,7	4,79	1,28	1,53	0,11	1,06	0,24	0,12	0,04	0,82	0,70	0,04	1,45	5,10	6,74	0,78	0,17	-0,50	

Tabell 11: Ukeverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 1. kvartal 1994 i Karpdalen.

Parameter	Nedbør- mengde mm	Lednings- evne µS/cm	pH	SO <sub>4</sub>	Cl	Mg	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Ca	K	Na	Pb	Cd	Zn	Ni	Cu	As	Co	Cr	
Uke				mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
01. -03.01	0,4	228,5	6,97																	
03. -10.01	5,6	42,5	4,50	2,31	7,03	0,46	1,73	0,23	0,26	0,22	3,64	1,27	0,08	5,40	6,49	11,10	0,96	0,28	1,65	
10. -17.01	17,5	24,7	5,12	1,44	4,09	0,23	1,64	0,23	0,17	0,65	2,29	0,38	-0,01	1,80	2,75	3,73	0,27	0,11	0,93	
17. -24.01	7,3	50,6	4,77	2,85	9,83	0,66	1,15	0,21	0,29	0,44	5,53	1,05	0,05	1,53	2,25	3,50	0,68	0,13	2,09	
24. -31.01	8,1	31,8	4,69	2,61	4,09	0,20	1,90	0,35	0,28	0,65	2,18	1,36	0,06	2,09	1,38	2,35	0,47	-0,10	0,92	
31.01 -01.02	0,0																			
01.07.02	7,8	45,4	4,85	2,52	9,45	0,64	0,84	0,22	0,25	0,28	5,24	1,48	0,05	3,38	2,13	1,59	0,29	-0,10	2,01	
07. -14.02	1,3	51,9	4,47	4,23	6,82	0,56	3,41	0,50	0,35	0,56	4,02									
14. -21.02	4,5	65,1	4,73	3,00	14,57	0,97	1,02	0,13	0,41	0,40	7,94	3,27	0,17	30,22	9,75	9,20	0,47	0,30	4,42	
21. -28.02	20,9	22,5	4,76	1,65	3,32	0,22	0,40	0,18	0,11	0,09	1,77	1,00	0,14	1,67	2,03	3,10	0,69	-0,10	1,21	
28.02 -01.03	1,8	30,6	5,56	1,98	6,02	0,36	1,28	0,72	0,32	0,30	3,36	0,90	-0,01	2,30	3,37	3,15	0,42	0,13	1,99	
01. -07.03	0,0																			
07. -14.03	0,0																			
14. -21.03	0,0																			
21. -28.03	7,6	32,6	4,67	3,00	5,09	0,34	1,06	0,30	0,26	0,17	2,48	1,59	0,02	10,52	4,35	10,65	0,89	0,22	1,54	
28.03 -01.04	0,0																			
Middel/sum*	82,8*	34,7	4,78	2,17	5,83	0,37	1,17	0,24	0,22	0,36	3,17	1,14	0,07	4,55	3,12	4,63	0,55	0,12	1,53	

Tabell 12: Ukeverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 1. kvartal 1994 i Svanvik.

Parameter	Nedbør- mengde mm	Lednings- evne µS/cm	pH	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	Mg mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	K mg/l	Na mg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	Cu µg/l	As µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	
Uke																				
01.-03.01	0,3	40,7		0,84	0,96	0,06	2,13	0,44	0,06	0,04	0,44	1,47	0,07	2,05	19,79	18,84	1,51	0,62	0,55	
03.-10.01	4,3	17,9	4,65	0,57	1,47	0,09	1,02	0,08	0,05	0,05	0,69	0,37	0,19	1,72	2,41	3,57	0,33	-0,10	0,75	
10.-17.01	22,3	16,6	4,68	1,29	5,47	0,35	0,71	0,33	0,14	0,11	2,87	0,40	0,04	1,47	3,86	4,19	0,47	-0,10	0,78	
17.-24.01	7,8	28,0	5,05	2,01	1,95	0,12	1,11	0,69	0,11	0,08	1,05	1,35	0,46	19,56	5,65	10,81	0,85	0,16	0,95	
24.-31.01	1,4	20,0	4,87																	
31.01-01.02	0,0																			
01.07.02	3,3	38,1	4,85	2,10	7,86	0,49	0,97	0,60	0,19	0,20	4,06	0,67	0,08	1,65	3,20	3,62	0,31	-0,10	1,16	
07.-14.02	0,2	62,4																		
14.-21.02	0,5	79,5	5,32																	
21.-28.02	9,6	16,2	4,84	1,17	2,27	0,15	0,49	0,22	0,07	0,05	1,15	1,11	0,19	2,35	2,19	3,67	1,80	-0,10	0,59	
28.02-01.03	0,1	86,6																		
01.-07.03	0,0																			
07.-14.03	0,0																			
14.-21.03	0,2	51,9																		
21.-28.03	0,8	40,2	4,72																	
28.03-01.04	0,0																			
Middell/sum*	50,8*	21,5	4,77	0,97	2,67	0,17	0,96	0,23	0,08	0,07	1,35	0,67	0,16	2,34	4,28	5,25	0,76	-0,10	0,74	



Konsentrasjonene av Cl, Mg og Na var betydelig høyere i Karpdalen enn i Svanvik. Karpdalen er tydelig mest påvirket av sjøsalt. Sjøsaltet medvirker også til SO<sub>4</sub>-konsentrasjonene på stasjonen. Forholdet mellom komponentene Cl, Mg og Na var imidlertid omtrent slik en finner det i sjøsalt også i Svanvik.

Karpdalen hadde også de høyeste konsentrasjonene av Ca og K i begge kvartaler. Svanvik hadde de høyeste konsentrasjonene av nitrat og ammonium i 4. kvartal 1993. I 1. kvartal 1994 hadde Karpdalen litt høyere nitratkonsentrasjon enn Svanvik, mens ammoniumkonsentrasjonene var omtrent like på de to stasjonene.

Tungmetallene Pb, Cd og Zn analyseres rutinemessig i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner under Statlig program for forurensningsovervåking. Konsentrasjonene av Pb i området 0,6-1,1 µg/l i Sør-Varanger i 4. kvartal 1993 og 1. kvartal 1994 var noe lavere enn det en vanligvis finner på Østlandet og Sørlandet (SFT, 1994). Konsentrasjonene av Cd var lave og ned mot det en finner ellers i landet. Konsentrasjonene av sink var mellom 1,5 µg/l på Svanvik i 4. kvartal 1993 og 4,6 µg/l i Karpdalen i 1. kvartal 1994. Konsentrasjonene er omtrent som på Østlandet og Sørlandet, men høyere enn ellers i landet.

For tungmetallene Ni, Cu og As, hvis hovedkilder antas å være de russiske nikkilverkene, kan deler av nedfallet i nedbørprøvetakerne være deponisjon i oppholdsvær når vinden står fra verkene mot målestedene, og deler av nedfallet kan skyldes støv som vaskes ut av luften med nedbøren. De høyeste kvartalsmiddelkonsentrasjonene av både Ni, Cu og As ble målt i Svanvik i 4. kvartal 1993.

Sammenliknet med konsentrasjonene vinteren 1992/93 var konsentrasjonene av Ni, Cu og As betydelig lavere vinteren 1993/94 på begge stasjonene.

Regnet i konsentrasjon pr. mm nedbør var det en tendens til forhøyede verdier ved lite nedbør (<10-15 mm pr. uke) og lave konsentrasjoner ved mye nedbør.

Det er også beregnet avsetning med nedbøren av de forskjellige elementene for de to stasjonene i 4. kvartal 1993 og 1. kvartal 1994 og totalt for vinteren 1993/94. Resultatene er vist i tabell 13 sammen med avsetningstall fra tidligere vinterhalvår. Totalt for vinteren 1994 hadde Karpdalen større avsetning av hovedkomponentene SO<sub>4</sub>, Cl, Mg, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, Ca, K og Na enn Svanvik.

Karpdalen hadde den største avsetningen av Pb, Zn og Cr, mens Svanvik hadde den største avsetningen av Ni, Cu og As. Avsetningen av Cd og Co var like stor på de to stasjonene.

Totalt for vinterhalvåret ble det registrert mer nedbør vinteren 1993/94 enn vinteren 1992/93 både ved Karpdalen og i Svanvik. Avsetningen av de fleste komponentene var likevel mindre eller omtrent den samme i 1993/94. Avsetningen av sulfat i Svanvik var litt større vinteren 1993/94 enn vinteren 1992/93, mens avsetningen av nitrat var større på begge stasjonene.

Tabell 13: Avsetning av elementer med nedbør i 4. kvartal 1993 og 1. kvartal 1994, samt totalt for vinterhalvårene fra 1989 til 1993 (mg/m<sup>2</sup>).

Stasjon	Periode	SO <sub>4</sub>	Cl	Mg	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Ca	K	Na	Pb	Cd	Zn	Ni	Cu	As	Co	Cr
Karpdalen	4. kvartal 93	107	347	23	79	13	13	13	191	0,05	0,002	0,38	0,15	0,31	0,03	<0,01	0,06
	1. kvartal 94	180	483	31	96	20	18	30	262	0,09	0,01	0,38	0,26	0,38	0,05	0,01	0,13
Svanvik	4. kvartal 93	102	122	8	85	19	10	3	65	0,06	0,003	0,12	0,41	0,54	0,06	0,01	<0,04
	1. kvartal 94	49	136	9	49	12	4	4	68	0,03	0,01	0,12	0,22	0,27	0,04	<0,01	0,04
Karpdalen	1993/94	287	830	54	176	33	31	42	453	0,15	0,01	0,75	0,41	0,69	0,08	~0,02	0,19
	1992/93	430	1 370	95	152	40	58	81	814	0,29	0,01	1,27	0,62	1,29	0,09	0,02	0,27
	1991/92	520	990	64	161	43	49	56	530	0,51	~0,02	0,87	0,47	0,72	0,13	~0,01	~0,27
Dalelva	1989/90	530	930	65	205	37	45	46	529	0,63	0,06	3,00	2,97	2,88	0,39	0,11	0,22
	1988/89	410	1 600	111	147	41	65	49	880	0,61	0,07	3,70	1,62	1,50	0,18		
Svanvik	1993/94	151	258	17	134	31	14	7	133	0,09	0,01	0,23	0,62	0,80	0,10	~0,02	~0,08
	1992/93	147	374	26	85	29	19	11	208	0,09	0,03	0,53	0,78	1,51	0,11	0,03	0,08
	1991/92	262	410	27	153	46	~17	~17	210	0,17	~0,01	0,36	0,52	0,88	0,36	~0,01	~0,09
	1990/91	116	205	16	79	14	9	~9	113	0,18	~0,02	0,62	1,02	1,67	0,18	0,04	~0,02
	1989/90	201	360	26	117	17	17	12	156	0,14	~0,02	0,61	0,64	1,43	0,16	0,02	0,05
	1988/89	168	504	37	83	21	33	14	294	0,38	~0,02	1,05	1,13	1,32	0,14		
Noatun	1991/92	250	171	15	149	27	27	68	92	0,13	~0,01	1,07	0,12	0,82	0,03	~0,01	~0,06
	1990/91	114	153	13	96	13	35	36	86	0,23	0,02	2,12	0,31	0,66	0,05	~0,02	0,05
	1989/90	161	265	20	131	14	21	25	146	0,21	0,02	1,72	0,36	0,87	0,07	0,03	0,09
	1988/89	126	289	22	87	12	23	23	164	0,22	0,03	1,82	0,21	0,68	0,10		

#### 4.4 Analyser av snøprøver

I mars 1994 ble det samlet inn til sammen 38 snøprøver for analyse. Prøvene er tatt med snøprofilrør med diameter 80 mm og høyde 600 mm. På hvert prøvested er det tatt 180 cm, tilsvarende 9 liter snø, uavhengig av snødybden på stedet. Lokaliseringen av de 38 prøvestedene er vist på kartet i figur 19. Resultater av de kjemiske analysene av de 38 snøprøvene er gitt i tabell 14.

De høyeste middelkonsentrasjonene av sjøsaltkomponentene, Cl, Na og Mg ble målt i prøvene fra Ifjordfjellet, mens prøvene fra Sør-Varanger hadde de laveste middelkonsentrasjonene av sjøsaltkomponentene. Middelkonsentrasjonen av SO<sub>4</sub> var høyest i prøvene fra Varangerhalvøya og lavest i prøvene fra Sør-Varanger.

pH-verdiene var lavest i prøvene fra Varangerhalvøya og høyest i prøvene fra Ifjordfjellet. pH-verdiene i snøen på de forskjellige stedene er vist i figur 20. Laveste pH, 4,56, ble målt ved V-14, det vestligste prøvetakingsstedet på Varangerhalvøya, og høyeste pH, 5,77, ble målt i Svanvik.

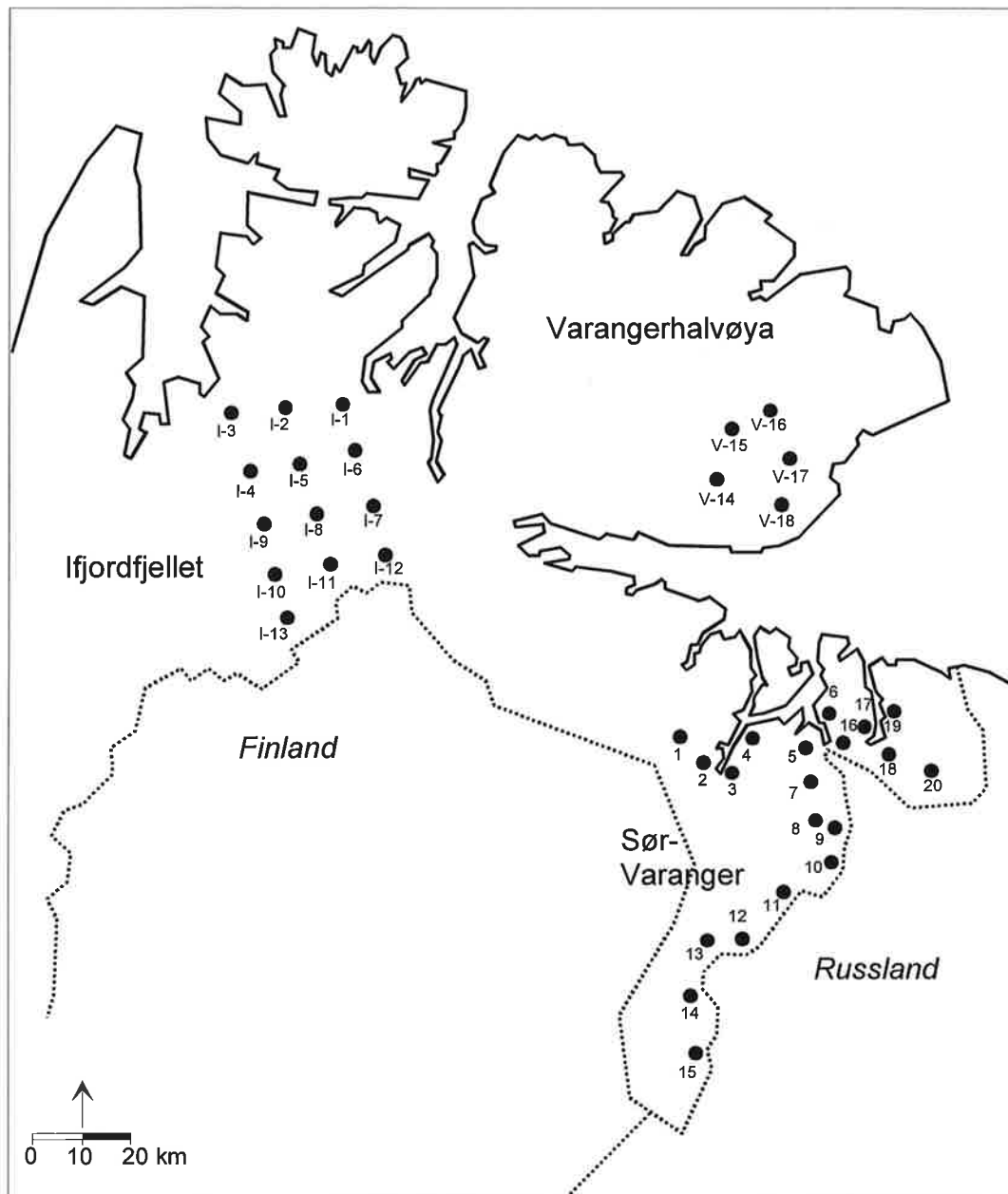
Sør-Varanger hadde både de høyeste middelverdiene og de høyeste enkeltverdiene av Pb, Zn, Ni, As, Cu, Co og Cr. Den høyeste middelverdien av Cd ble beregnet ut fra prøvene fra Varangerhalvøya. Konsentrasjonene av Ni og Co lå under deteksjonsgrensen for målemetoden for de fleste prøvene fra Ifjordfjellet.

De høyeste enkeltverdiene av Pb og Zn ble målt ved Vintervollen, nord for Karpdalen. De høyeste konsentrasjonene av Ni, Co og Cr ble målt ved Hornholvann, i nærheten av Viksjøfjell. Målestedet Dale, rett nord for Svanvik, hadde de høyeste konsentrasjonene av As og Cu, mens den høyeste Cd-konsentrasjonen ble målt ved Hesseng, sørøst for Kirkenes.

Konsentrasjonene av Ni, Cu og As er vist i figur 21-23. Figurene illustrerer at de tre komponentene stort sett varierer i takt. De høyeste verdiene ble stort sett målt i områdene omkring Svanvik/Holmfoss og i området mellom Kirkenes og Karpdalen og østover. I grenseområdene følger konsentrasjonene av Ni, Cu og As i snøprøvene omtrent det samme mønsteret som SO<sub>2</sub>-belastningen.

Middelverdiene fra mars 1994 er gitt sammen med middelverdiene i snøprøver fra 1991, 1992 og 1993 i tabell 15.

Sammenliknet med middelverdiene fra snøprøvene fra mars 1993 hadde prøvene fra mars 1994 lavere pH, men også lavere middelkonsentrasjoner av SO<sub>4</sub>, K, Ca og Co. Middelkonsentrasjonene av NO<sub>3</sub>, Pb, As, Cu og Cr var høyere i 1994 enn året før. Middelkonsentrasjonene av Cl, Na og Mg var høyere enn året før på Ifjordfjellet, men lavere i de to andre prøveområdene. Middelkonsentrasjonene av Cd, Zn og Ni var litt lavere i 1994 enn i 1993 i Sør-Varanger, men litt høyere på Varangerhalvøya og Ifjordfjellet.



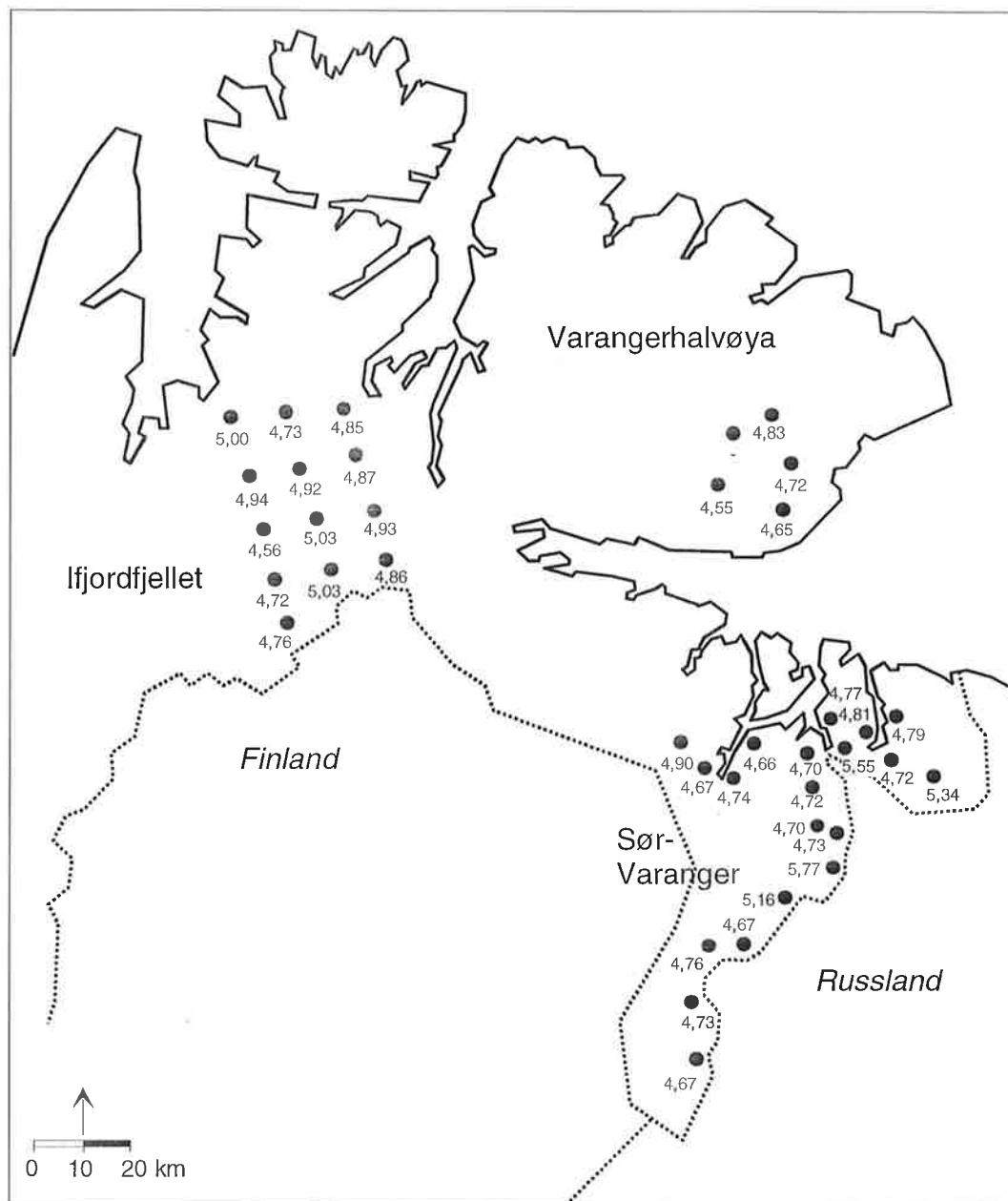
Figur 19: Lokalisering av prøvetakingssteder for snøprøver i Øst-Finnmark i mars 1994.

Tabell 14: Analyser av snøprøver fra Sør-Varanger (S), Ifjordfjellet (I) og Varangerhalvøya (V), mars 1994.  
 (- betyr konsentrasjoner under deteksjonsgrensen for analysemetoden.)

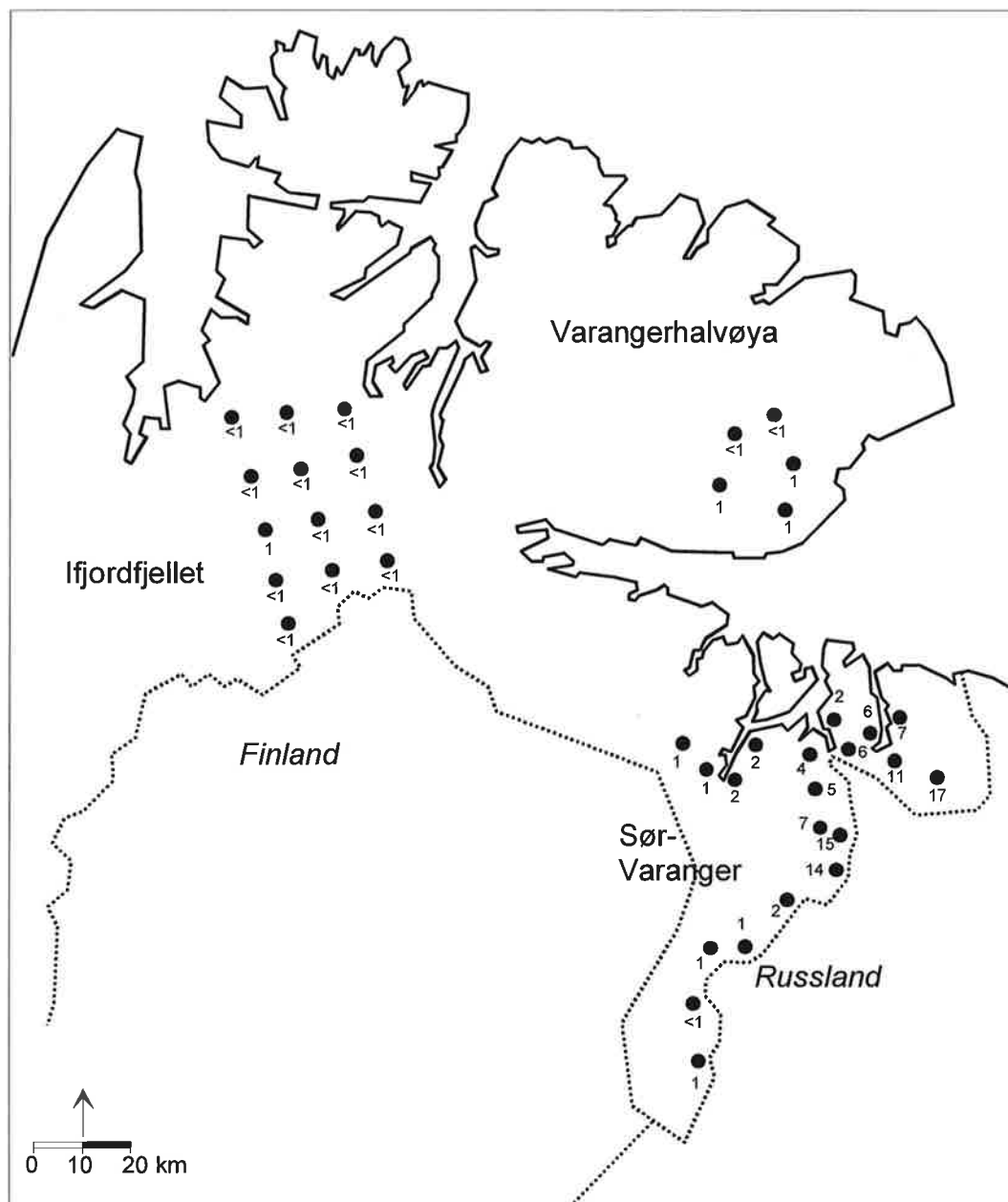
Prøvested	Snø- dybde cm	Vann- mengde l vann	pH	Ledn.- evne uS/cm	Cl mg/l	NO <sub>3</sub> mg N/l	NH <sub>4</sub> mg N/l	SO <sub>4</sub> mg S/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	As µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l
S 1	Ferdesbekken	65	4,90	22,7	4,15	0,16	-0,01	0,35	2,08	0,10	0,23	0,29	1,34	-0,01	3,32	0,69	-0,10	0,73	0,04	0,76
S 2	Bordevarre	40	4,67	21,4	2,70	0,25	-0,01	0,34	1,40	0,17	0,17	0,19	0,48	0,02	3,11	1,02	0,31	0,74	0,06	0,50
S 3	Saddunjarvarri	50	4,74	22,6	3,58	0,19	-0,01	0,33	1,77	0,11	0,14	0,24	0,41	0,04	2,42	1,56	0,23	1,47	0,08	-0,50
S 4	Tusenvika	45	4,66	29,0	5,05	0,16	-0,01	0,47	2,52	0,09	0,13	0,32	0,69	0,03	1,84	1,73	0,49	1,74	0,08	0,81
S 5	Hesseng	45	4,77	17,1	1,76	0,21	-0,01	0,28	0,92	-0,01	0,10	0,12	0,70	0,09	2,04	4,21	0,69	4,34	0,15	-0,50
S 6	1. Vann	65	4,72	25,0	4,68	0,12	-0,01	0,41	1,99	0,14	0,33	0,28	1,35	0,05	7,08	2,39	0,30	4,25	0,18	1,25
S 7	Bjørnevann	55	4,72	19,7	2,73	0,18	0,05	0,33	1,31	-0,01	0,10	0,17	0,97	0,03	2,17	5,36	0,68	6,02	0,21	0,60
S 8	Skrukkebukta	50	4,70	23,1	3,60	0,16	0,04	0,39	1,73	0,04	0,10	0,23	0,57	0,03	2,59	7,06	0,86	7,01	0,22	0,71
S 9	Dale	45	4,73	21,9	3,32	0,17	-0,01	0,39	1,57	0,06	0,03	0,22	0,96	0,03	2,49	15,41	1,75	18,24	0,41	0,73
S 10	Svanhovd	45	5,77	15,2	2,00	0,23	0,64	0,35	0,97	0,10	0,05	0,15	1,34	0,08	4,41	13,82	1,43	10,45	0,36	0,70
S 11	Melkefosskryss	60	5,16	14,8	2,47	-0,01	-0,01	0,30	1,24	0,31	0,23	0,20	0,32	-0,01	1,15	2,20	0,41	1,31	0,07	-0,50
S 12	Kobbfossbekken	60	4,67	13,8	0,99	0,21	0,04	0,21	0,53	-0,01	0,06	0,08	0,29	-0,01	1,43	0,88	0,11	0,90	0,05	-0,50
S 13	Eigrøygen	65	4,76	14,3	1,42	0,19	-0,01	0,22	0,76	0,03	0,07	0,10	0,41	0,03	1,27	1,02	0,22	0,90	0,07	-0,50
S 14	Lyngbukta	55	4,73	13,5	0,92	0,19	-0,01	0,22	0,53	0,13	-0,01	0,09	0,22	0,04	0,97	-0,50	-0,10	0,51	0,04	-0,50
S 15	Noatun	55	4,67	13,8	0,85	0,23	0,03	0,21	0,47	0,04	-0,01	0,06	0,35	0,03	1,61	0,75	0,22	0,64	-0,01	-0,50
S 16	Pikevann	60	5,55	18,4	3,73	0,03	-0,01	0,42	1,81	0,23	0,45	0,29	1,50	-0,01	10,60	6,44	0,76	5,10	0,23	0,98
S 17	Daleiv	65	4,81	27,7	5,51	0,12	0,09	0,50	2,64	0,10	0,16	0,34	1,03	-0,01	7,29	5,78	0,65	5,57	0,24	1,29
S 18	Karpdal	60	4,72	30,2	5,39	0,17	0,05	0,56	2,71	0,03	0,17	0,34	1,11	0,03	6,66	11,14	0,87	10,73	0,39	1,54
S 19	Vintervollen	60	4,79	28,1	5,02	0,14	0,05	0,58	2,56	0,16	0,24	0,33	2,21	0,06	20,26	6,51	0,99	7,48	0,22	1,23
S 20	Hornholvann	65	5,34	26,2	5,46	0,14	0,03	0,54	2,76	0,11	1,14	0,37	0,87	0,06	3,66	17,48	1,16	16,59	0,60	1,63

Tabell 14: forts.

Prøvested	Snø- dybde cm	Vann- mengde l vann	pH	Ledn.- evne uS/cm	Cl mg/l	NO <sub>3</sub> mg N/l	NH <sub>4</sub> mg N/l	SO <sub>4</sub> mg S/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg 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
I 1	Nissujavre	30	4,85	20,9	3,52	0,13	0,04	0,33	1,80	0,06	0,11	0,22	0,33	0,02	2,18	-0,50	0,22	0,47	0,01	-0,50
I 2	Stuorajäkka	60	4,73	19,4	2,75	0,17	0,04	0,28	1,45	0,05	-0,01	0,17	0,41	0,02	1,53	-0,50	0,37	0,63	0,03	-0,50
I 3	Gaissazat	50	5,00	21,7	4,44	0,06	0,04	0,31	2,33	0,06	0,04	0,24	0,30	-0,01	1,03	-0,50	-0,10	0,24	-0,01	0,60
I 4	Guorgajavre	50	4,94	22,7	4,47	0,09	0,06	0,31	2,35	-0,01	0,10	0,27	0,21	-0,01	1,29	-0,50	0,19	0,29	-0,01	0,58
I 5	Njuckajavre	40	4,92	17,2	3,16	0,11	0,04	0,23	1,94	0,04	-0,01	0,16	0,16	0,02	0,60	-0,50	0,11	0,20	-0,01	0,70
I 6	L. Sommervn.	110	4,87	41,8	9,94	0,12	-0,01	0,62	4,84	0,18	0,23	0,61	0,94	0,05	7,57	-0,50	0,25	0,85	0,03	1,29
I 7	Hanaskaidi	100	4,93	16,5	2,84	0,10	-0,01	0,25	1,44	0,03	0,02	0,18	0,44	0,05	4,68	-0,50	-0,10	0,34	-0,01	0,55
I 8	Asajavri	60	5,03	28,3	6,35	0,07	-0,01	0,38	3,33	0,11	0,12	0,41	0,15	0,03	0,97	-0,50	-0,10	0,45	-0,01	0,94
I 9	Ladnajavri	50	4,56	16,5	0,90	0,26	0,06	0,27	0,48	-0,01	-0,01	0,04	0,56	0,03	1,35	0,81	0,21	0,80	0,04	-0,50
I 10	Dævkehánjåkk	40	4,72	18,5	2,45	0,15	0,02	0,31	1,27	-0,01	0,02	0,14	0,27	0,06	1,33	-0,50	0,20	0,56	0,01	0,53
I 11	Jæggasjarluob	70	5,03	54,2	13,65	0,06	-0,01	0,74	6,85	0,24	0,27	0,84	0,09	-0,01	0,88	-0,50	0,14	0,13	-0,01	1,56
I 12	Skaidliaddut	40	4,86	198,1	57,36	0,14	-0,01	2,63	30,06	0,97	1,07	3,40	0,35	0,06	1,41	-0,50	0,44	0,32	0,02	-0,50
I 13	Rappesoavi	50	4,76	21,5	3,17	0,16	0,03	0,29	1,62	-0,01	-0,01	0,20	0,42	0,03	0,68	-0,50	0,13	0,24	0,02	0,71
V 14		2,70	4,55	25,3	2,87	0,24	0,12	0,55	1,49	0,04	0,03	0,18	1,28	0,07	4,91	1,25	0,67	2,20	0,09	-0,50
V 15		3,25											0,71	-0,01	1,82	-0,50	0,31	0,83	0,03	0,67
V 16		3,75	4,83	25,5	5,76	0,11	0,05	0,38	2,81	0,04	0,14	0,31	0,38	0,04	2,05	-0,50	0,14	0,80	0,02	1,08
V 17		3,00	4,72	24,9	4,58	0,15	0,06	0,43	2,31	0,07	0,06	0,26	0,96	0,08	2,54	0,96	0,36	1,56	0,06	0,70
V 18		3,05	4,65	26,5	4,61	0,19	0,04	0,44	2,28	0,08	0,02	0,25	0,63	0,04	1,75	1,10	0,50	1,63	0,04	0,79
	Middel for Sør-Varanger		4,80	20,9	3,27	0,16	0,05	0,37	1,61	0,10	0,20	0,22	0,86	0,03	4,32	5,29	0,61	5,24	0,19	0,72
	Middel for Ifjordfjellet		4,84	38,3	8,85	0,12	0,03	0,53	4,57	0,14	0,15	0,53	0,36	0,03	1,96	-0,50	0,19	0,42	-0,01	0,65
	Middel for Varangerhalvøya		4,68	25,6	4,46	0,17	0,07	0,45	2,22	0,06	0,06	0,25	0,79	0,05	2,61	0,76	0,40	1,40	0,05	0,70

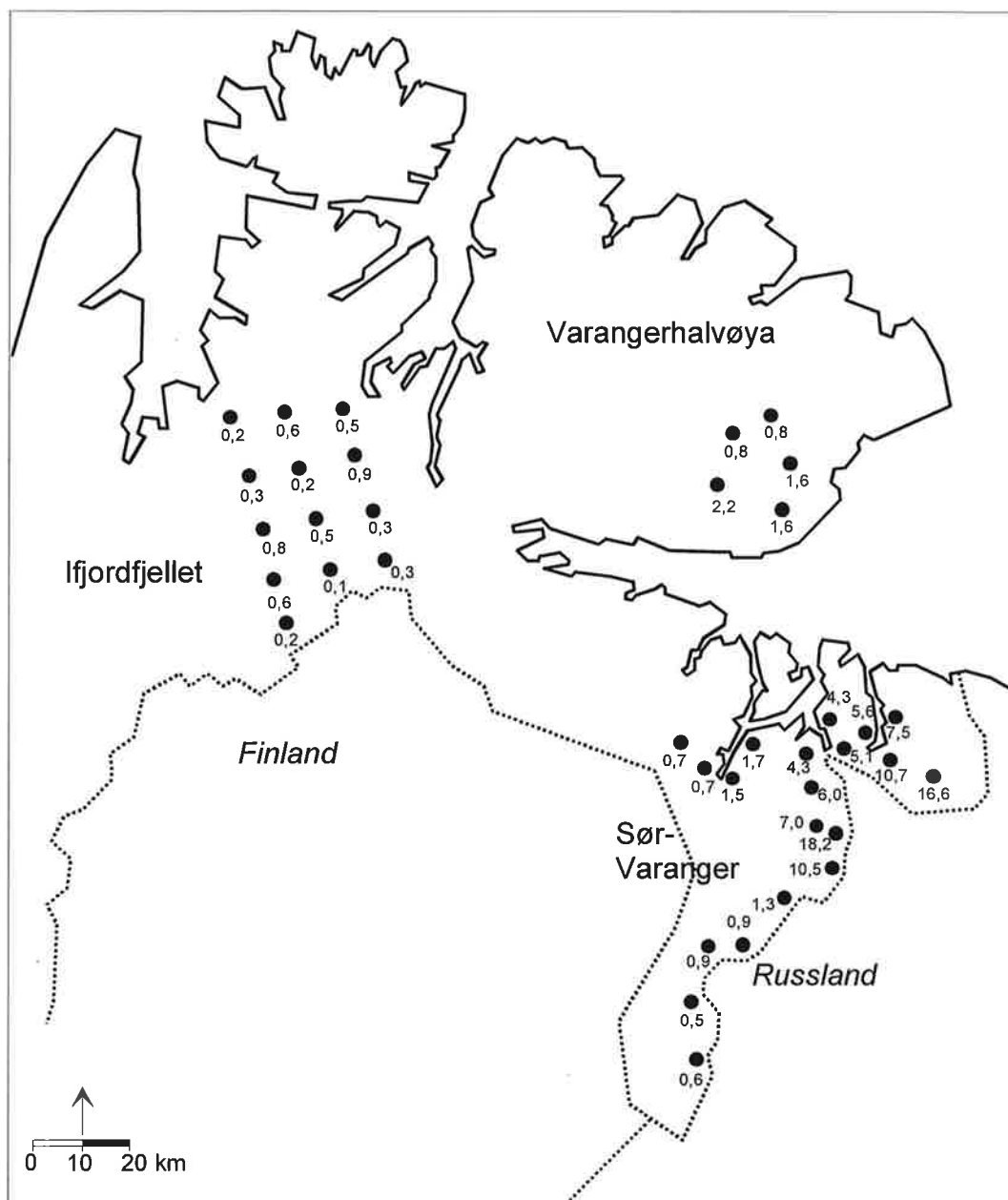


Figur 20: pH-verdier i snøprøver fra Øst-Finnmark i mars 1994.

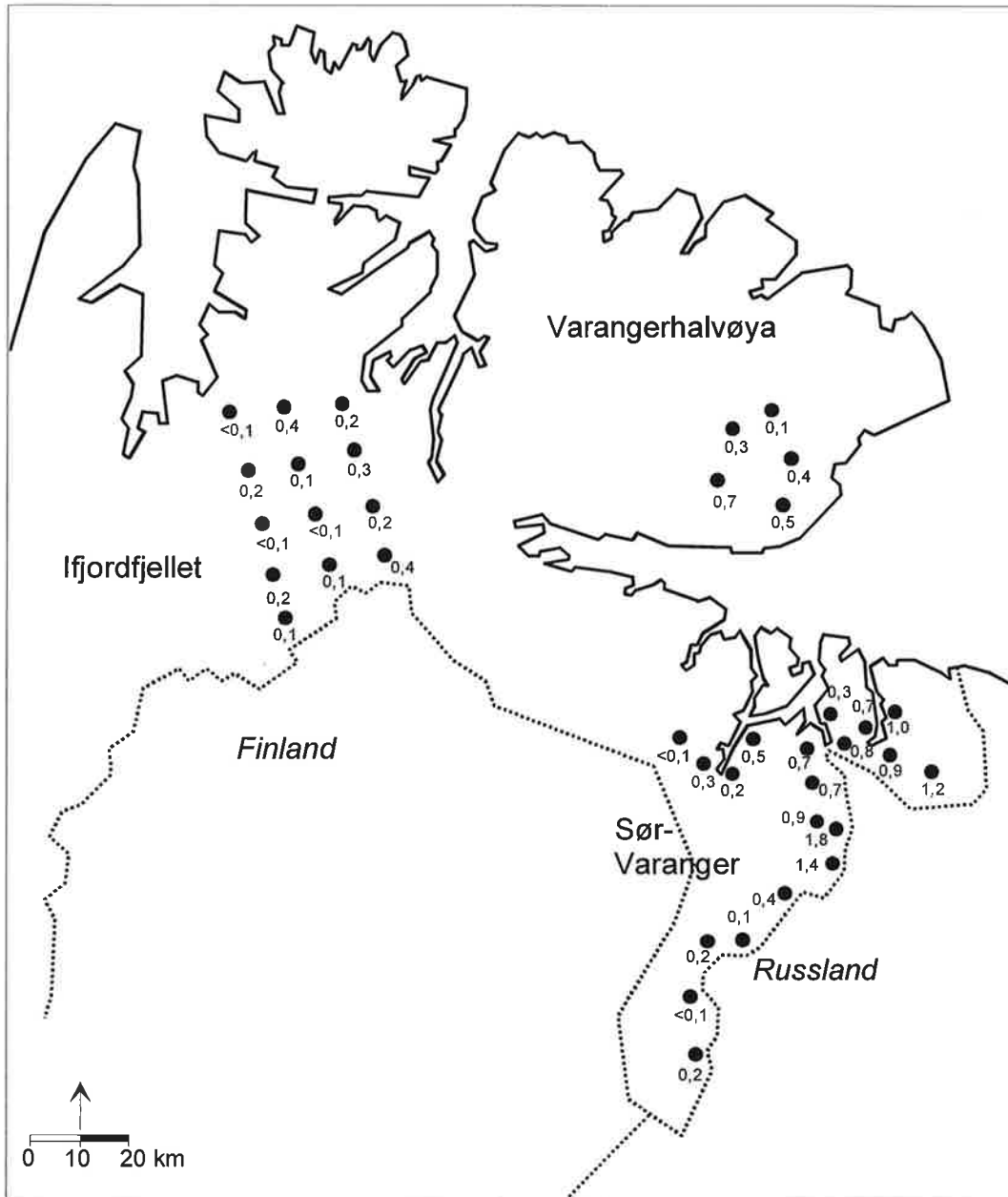


Figur 21: Konsentrasjoner av nikkel (Ni) i snøprøver fra Øst-Finnmark, mars 1994 ( $\mu\text{g/l}$ ).





Figur 22: Konsentrasjoner av kopper (Cu) i snøprøver fra Øst-Finnmark, mars 1994 ( $\mu\text{g/l}$ ).



Figur 23: Konsentrasjoner av arsen (*As*) i snøprøver fra Øst-Finnmark, mars 1994 ( $\mu\text{g/l}$ ).

Tabell 15: Middelveier av hovedkomponenter og tungmetaller i snøprøver fra Øst-Finnmark i mars/april 1991, mars/april 1992, mars 1993 og mars 1994.

Prøvested	År	pH	Ledn.- evne uS/cm	Cl mg/l	NO <sub>3</sub> mg N/l	SO <sub>4</sub> mg S/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg 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
Sør-Varanger	1991	4,65	17,9	2,06	0,18	0,35	1,17	0,09	0,12	0,14	4,00	-0,50	13,1	7,5	1,0	9,8	0,43	2,8
	1992	4,80	17,8	2,90	0,09	0,31	1,56	0,08	0,11	0,20	0,52	0,03	1,8	3,3	0,6	2,5	0,08	-0,5
	1993	4,84	27,9	5,30	0,15	0,49	2,85	0,21	0,24	0,36	0,84	0,04	4,4	6,0	0,5	4,9	0,32	0,6
	1994	4,80	20,9	3,27	0,16	0,37	1,61	0,10	0,20	0,22	0,86	0,03	4,3	5,3	0,6	5,2	0,19	0,7
Ifjordfjellet	1991	4,98	11,9	1,70	0,08	0,20	0,90	0,05	0,13	0,12	1,80	-0,50	6,3	0,9	-0,5	4,3	-0,10	0,5
	1992	5,02	15,9	2,99	0,06	0,24	1,62	0,07	0,10	0,21	0,62	0,09	1,3	-1,0	-0,5	0,5	0,01	-0,5
	1993	4,98	34,5	7,97	0,08	0,48	4,24	0,17	0,19	0,51	0,17	-0,01	1,8	-0,5	-0,1	0,2	-0,01	-0,5
	1994	4,84	38,3	8,85	0,12	0,53	4,57	0,14	0,15	0,53	0,36	0,03	2,0	-0,5	0,2	0,4	-0,01	0,7
Varangerhalvøya	1991	4,86	29,5	5,69	0,08	0,50	3,09	0,10	0,19	0,39	5,40	-0,50	4,0	1,0	1,0	2,1	-0,10	-0,5
	1992	4,88	22,6	4,53	0,06	0,40	2,43	0,13	0,14	0,28	0,97	-0,01	6,4	-1,0	1,0	3,1	0,03	0,6
	1993	4,77	33,5	6,66	0,12	0,56	3,63	0,14	0,17	0,43	0,48	0,02	1,6	0,6	0,3	2,0	0,06	0,5
	1994	4,68	25,6	4,46	0,17	0,45	2,22	0,06	0,06	0,25	0,79	0,05	2,6	0,8	0,4	1,4	0,05	0,7

## 5. Miljøvernssamarbeidet med Russland i grenseområdene

Arbeidsgruppen for luftforurensninger under Den blandede norsk-russiske kommisjon for samarbeid på miljøvernområdet hadde sitt første møte i Moskva 14.-16.3.1989. Formålet med møtet var å utarbeide et felles forslag til arbeidsprogram på luftforurensningsområdet for 1989-1990. Dette forslaget ble vedtatt på det neste møtet i kommisjonen i Moskva 10.-14.4.1989.

Det var 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 hadde sitt første møte i Kirkenes i juni 1989. Det var da enighet om å måle 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 skal også omfatte nedbørkvalitet. Hvert land skal ha ansvaret for analyse av luft- og nedbørprøver fra eget område. SO<sub>2</sub>-instrumentene skal være kontinuerlig registrerende og ha 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.

Den norsk-russiske miljøvernkommisjonen vedtok i sitt møte i desember 1992 arbeidsprogrammet for 1993 og 1994. Det ble ikke gjort noen endringer i ekspertgruppens forslag fra møtet i Vadsø i mai 1992.

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

Det 7. møtet i ekspertgruppen ble holdt i Kirkenes i desember 1993. Ekspertgruppen bearbeidet teksten til en statusrapport "Air pollution in the border areas of Norway and Russia. Summary report 1991-1993". Denne rapporten ble ferdigstilt i september 1994 (Sivertsen et al., 1994).

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.

Ekspertgruppen ønsker å knytte målingene i Maajavri og Nikel til det norske tele-nettet. Søknad om dette datert 6.5.1993 fra Fylkesmannen i Finnmark til Fylkesmannen i Murmansk er ennå ikke besvart (april 1995) når det gjelder Maajavri.

## 6. Referanser og annen relevant litteratur

Anda, O. og Henriksen, J.F. (1988) Overvåking av korrosjon 1981-1986. Lillestrøm (NILU OR 32/88).

Berg, T. C. (1995) Måling av radioaktivitet i Norge. Årsrapport 1993. Lillestrøm (NILU OR 7/95).

Bruteig, I.E. (1984) Epifyttisk lav som indikator på luftforureining i Aust-Finnmark. Hovudfagsoppgåve, Universitetet i Trondheim.

Hagen, L.O. (1994) Rutineovervåking av luftforurensning. April 1993-mars 1994. Lillestrøm (NILU OR 46/94).

Hagen, L.O., Aarnes, M.J., Henriksen, J.F. og Sivertsen, B. (1991b) 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. (1990b) 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. (1991a) 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. (1990a) 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).
- 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. og 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 nr. 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).
- 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., ed. (1994) Air Pollution Problems in the Northern Region of Fennoscandia included Kola. Proceedings from the seminar at Svanvik, Norway, 1-3 June 1993. Kjeller (NILU TR 14/94).
- Sivertsen, B., Baklanov, A., Hagen, L.O. and Makarova, T. (1994) Air Pollution in the Border Areas of Norway and Russia. Summary Report 1991-1993. Kjeller (NILU OR 56/94).
- Sivertsen, B. og Hagen, L.O. (1992) Critical Level Used to Estimate Emission Requirements. Air Pollution in the Border Area of Norway and Russia. Presented at the 9th World Clean Air Congress and Exhibition. Montreal, Canada, August 30- September 4, 1992. Lillestrøm (NILU F 4/92).
- Sivertsen, B., Hagen, L.O., Hellevik, O. og Henriksen, J.F. (1991) Luftforurensninger i grenseområdene Norge/Sovjetunionen januar 1990-mars 1991. Lillestrøm (NILU OR 69/91).
- Sivertsen, B., Makarova, T., Hagen, L.O. and Baklanov, A.A. (1992) Air Pollution in the border areas of Norway and Russia. Summary report 1990-1991. Lillestrøm (NILU OR 8/92).
- Sivertsen, B., Pedersen, U. og Schjoldager, J. (1993) Avsetning av svovelforbindelser på Nordkalotten. Lillestrøm (NILU OR 5/93). (Nordkalott-kommittéens publikasjonsserie. Rapport nr. 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 nr. 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 (1994) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1993. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 583/94).
- 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 nr. 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 nr. 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; No. 23).
- Wright, R.F. og 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**

**Rettet tekst til kapittel 4.2.1 og 4.2.2 i  
halvårsrapporten for april-september 1993  
(SFT-rapport nr. 566/94, NILU OR 19/94)**



## 4.2. Luftkvalitet

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

SO<sub>2</sub>-målinger er utført på fem stasjoner på norsk side og to stasjoner på russisk side av grensen. Stasjonene er: Viksjøfjell, Karpdalen, Rådhuset i Kirkenes, Holmfoss og Svanvik i Norge og Maajavri (tidligere SOV 2) og Nikel i Russland. To av stasjonene, Viksjøfjell og Svanvik, har kontinuerlig registrerende instrumenter med oppringt samband. De russiske stasjonene har kontinuerlig registrerende instrumenter som logger data til filer. Dataene lagres som timemiddeldverdier. Alle de norske stasjonene unntatt Viksjøfjell har døgnprøvetakere. I Svanvik måles derfor SO<sub>2</sub> på to uavhengige måter, og døgnmiddeldverdier beregnet ut fra målte timemiddeldverdier kan sammenliknes med målte døgnmiddeldverdier. Kontinuerlig registrerende instrumenter er nødvendige for å måle toppkonsentrasjoner i episoder, for å se hvor lenge episodene varer, og hvor ofte de forekommer. Timemiddeldverdiene kan også knyttes direkte til målte vindretninger for å bestemme kilde(r) eller kildeområde(r).

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

Datadekningen fra for SO<sub>2</sub>-målingene var god for alle stasjonene.

Et sammendrag av SO<sub>2</sub>-målingene i perioden april-september 1993 med monitorer og døgnprøvetakere er gitt i tabell 6 og 7. Målingene viser at Viksjøfjell var mest belastet i perioden på norsk side, men både Maajavri og Nikel hadde høyere sommermiddeldkonsentrasjoner enn på de norske målestedene.

SO<sub>2</sub>-konsentrasjonene avtok sørover i Pasvikdalen, og de laveste verdiene ble målt i Svanvik. Selv om Svanvik ligger nærmest utslippet, var middeldverdien av SO<sub>2</sub> lav, fordi det ikke blåste så ofte i den retningen.

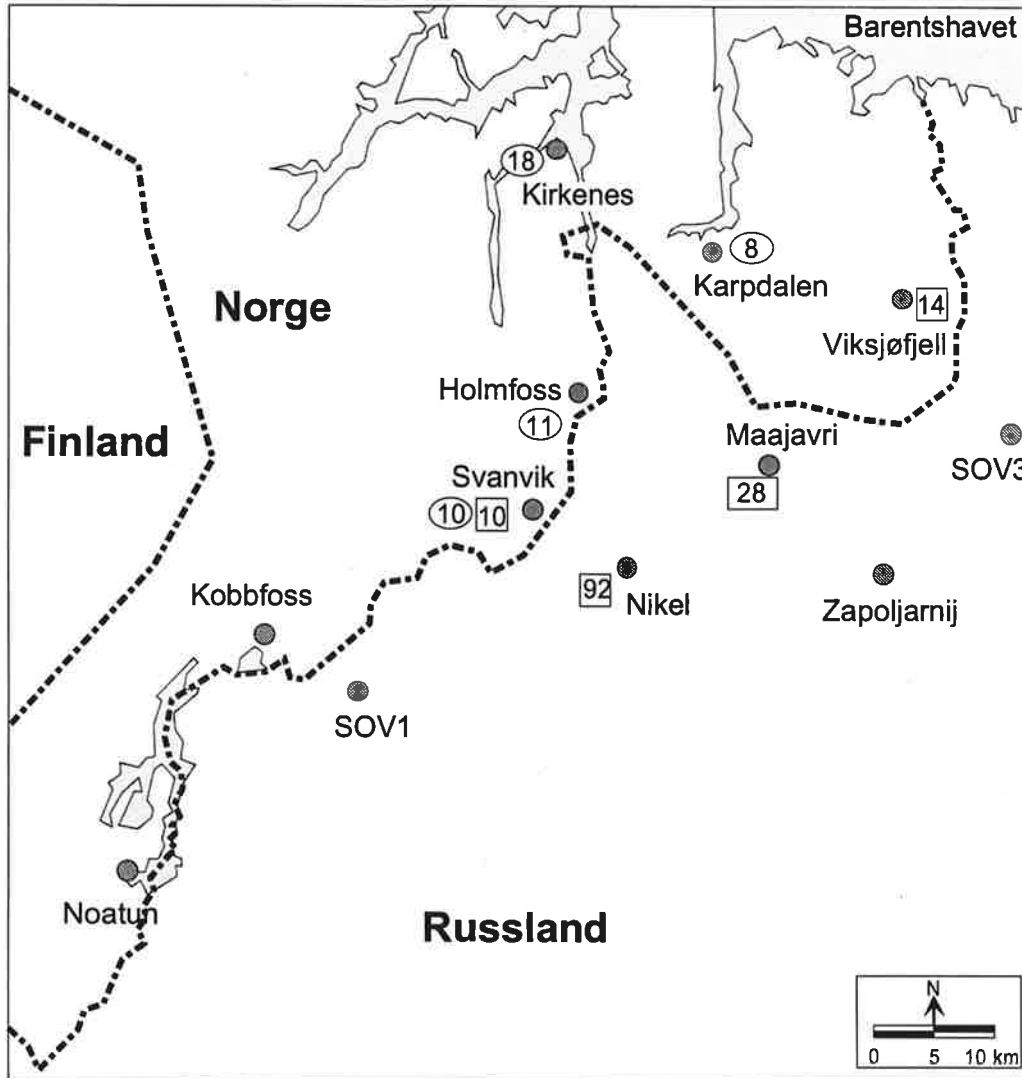
Tabell 6: Sammen drag av målinger av SO<sub>2</sub> med kontinuerlig registrerende instrumenter på Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri og Nikel i perioden april-september 1993 (µg/m<sup>3</sup>).

Stasjon og måned	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Ant. døgnsobs.	Ant. døgnmidler			Høyeste time-middel	Ant. time-obs.	Ant. timeverdier			
				>50	>90	>300			>100	>350	>700	>1000
<b>VIKSJØFJELL</b>												
April	24	133	30	5	2	0	1 324	682	37	7	2	2
Mai	16	117	31	3	1	0	416	706	40	4	0	0
Juni	4	47	30	0	0	0	433	664	5	1	0	0
Juli	9	60	31	1	0	0	530	691	16	2	0	0
August	18	121	31	4	2	0	1 515	707	25	5	2	2
September	15	83	30	4	0	0	748	675	30	4	1	0
April-september 1993	14	133	183	17	5	0	1 515	4 125	153	23	5	4
<b>SVANVIK</b>												
April	14	113	30	4	1	0	471	680	23	3	0	0
Mai	7	64	31	2	0	0	795	715	18	1	1	0
Juni	10	54	30	1	0	0	390	686	22	2	0	0
Juli	17	103	31	3	1	0	411	708	41	3	0	0
August	8	59	31	1	0	0	283	705	15	0	0	0
September	3	27	30	0	0	0	302	672	5	0	0	0
April-september 1993	10	113	183	11	2	0	795	4 166	124	9	1	0
<b>MAAJAVRI</b>												
April	32	134	30	7	3	0	1 084	674	71	11	1	1
Mai	17	126	31	3	1	0	543	691	38	6	0	0
Juni	4	21	30	0	0	0	187	623	7	0	0	0
Juli	22	181	31	3	1	0	482	700	52	5	0	0
August	41	188	31	9	4	0	1 019	700	84	20	3	1
September	51	256	30	9	8	0	815	664	87	37	5	0
April-september 1993	28	256	183	31	17	0	1 084	4 052	339	79	9	2
<b>NIKEL</b>												
April	40	609	30	5	2	1	2 600	681	45	17	7	7
Mai	58	665	31	6	4	2	2 348	704	64	30	18	13
Juni	148	656	30	16	12	7	2 361	678	195	92	46	25
Juli	136	652	31	15	14	5	2 468	700	201	95	37	17
August	139	1 127	31	16	13	4	2 427	703	161	77	46	28
September	27	127	30	6	3	0	984	665	39	10	6	0
April-september 1993	92	1 127	183	64	48	19	2 600	4 131	705	321	160	90

Tabell 7: Sammendrag av døgnmålinger av SO<sub>2</sub> i perioden april-september 1993 (µg/m<sup>3</sup>).

Stasjon og måned	Middel	Maksimum	Minimum	Ant.obs	>50	>90
<b>KIRKENES</b>						
April	25	78	2	30	4	0
Mai	21	45	0	31	0	0
Juni	5	48	0	30	0	0
Juli	7	23	0	31	0	0
August	34	109	5	31	8	3
September	15	50	1	30	1	0
April-september	18	109	0	183	13	3
<b>SVANVIK</b>						
April	15	121	0	30	4	2
Mai	7	66	0	31	2	0
Juni	10	53	0	30	1	0
Juli	16	89	0	31	3	0
August	8	55	0	31	1	0
September	3	25	0	30	0	0
April-september	10	121	0	183	11	2
<b>HOLMFOSS</b>						
April	19	204	0	30	4	1
Mai	6	41	0	31	0	0
Juni	5	39	0	30	0	0
Juli	15	113	0	31	1	1
August	15	80	0	31	4	0
September	5	86	0	30	1	0
April-september	11	204	0	183	10	2
<b>KARPDALEN</b>						
April	12	84	0	29	2	0
Mai	8	51	0	31	1	0
Juni	5	44	0	30	0	0
Juli	5	20	0	31	0	0
August	11	56	0	30	2	0
September	5	62	0	30	1	0
April-september	8	84	0	181	6	0

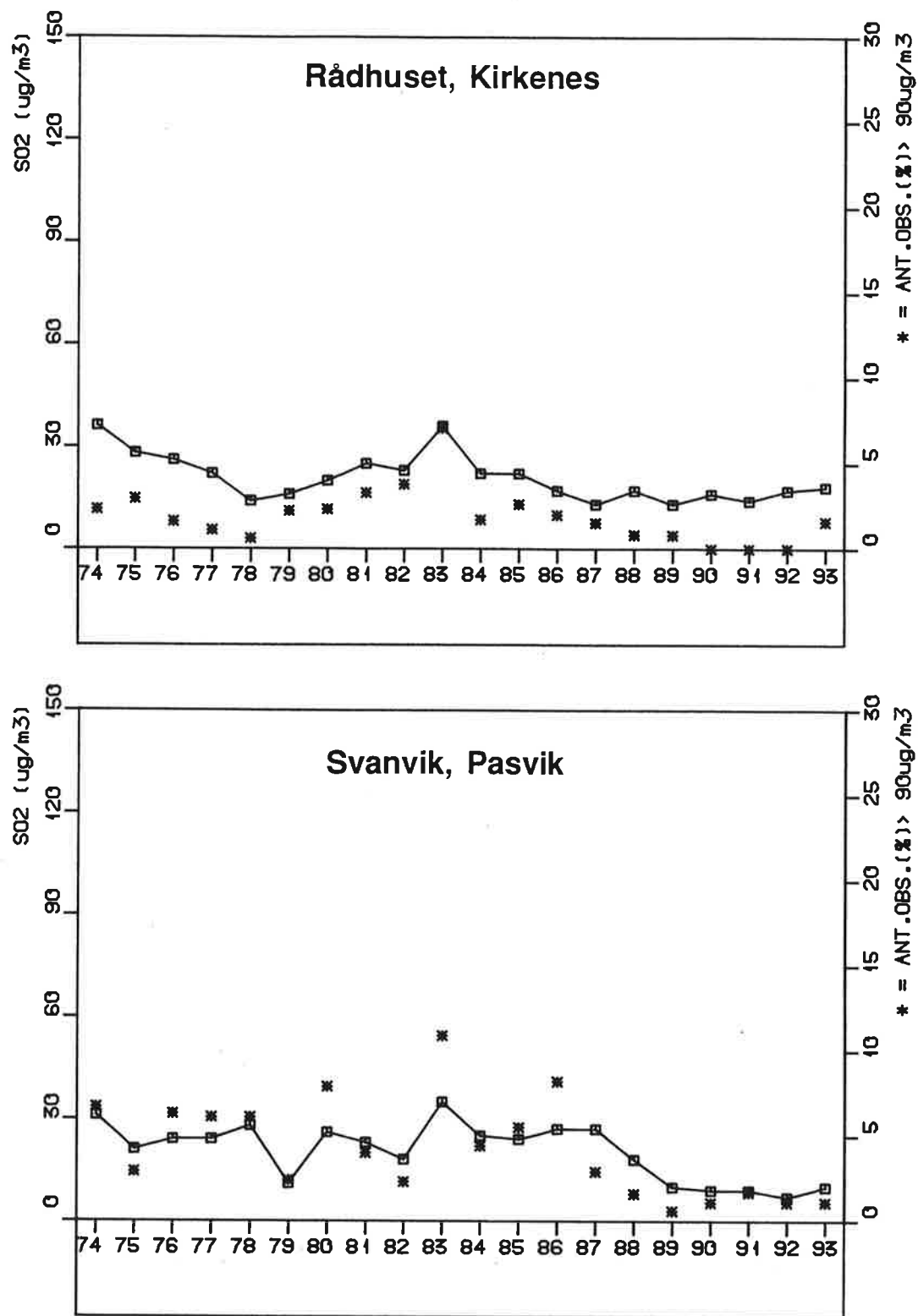
Gjennomsnittsverdiene av SO<sub>2</sub> i perioden april-september 1993 er vist i figur 5. På norsk side var de nordlige og østlige delene av Sør-Varanger mest belastet. Kirkenes og Holmfoss hadde omtrent samme gjennomsnittsverdi sommeren 1993 som sommeren 1992. Karpdalen og Viksjøfjell hadde litt lavere gjennomsnittskonsentrasjoner sommeren 1993 enn sommeren 1992. Svanvik, Nikel og Maajavri hadde høyere gjennomsnittskonsentrasjoner sommeren 1993 enn sommeren før.



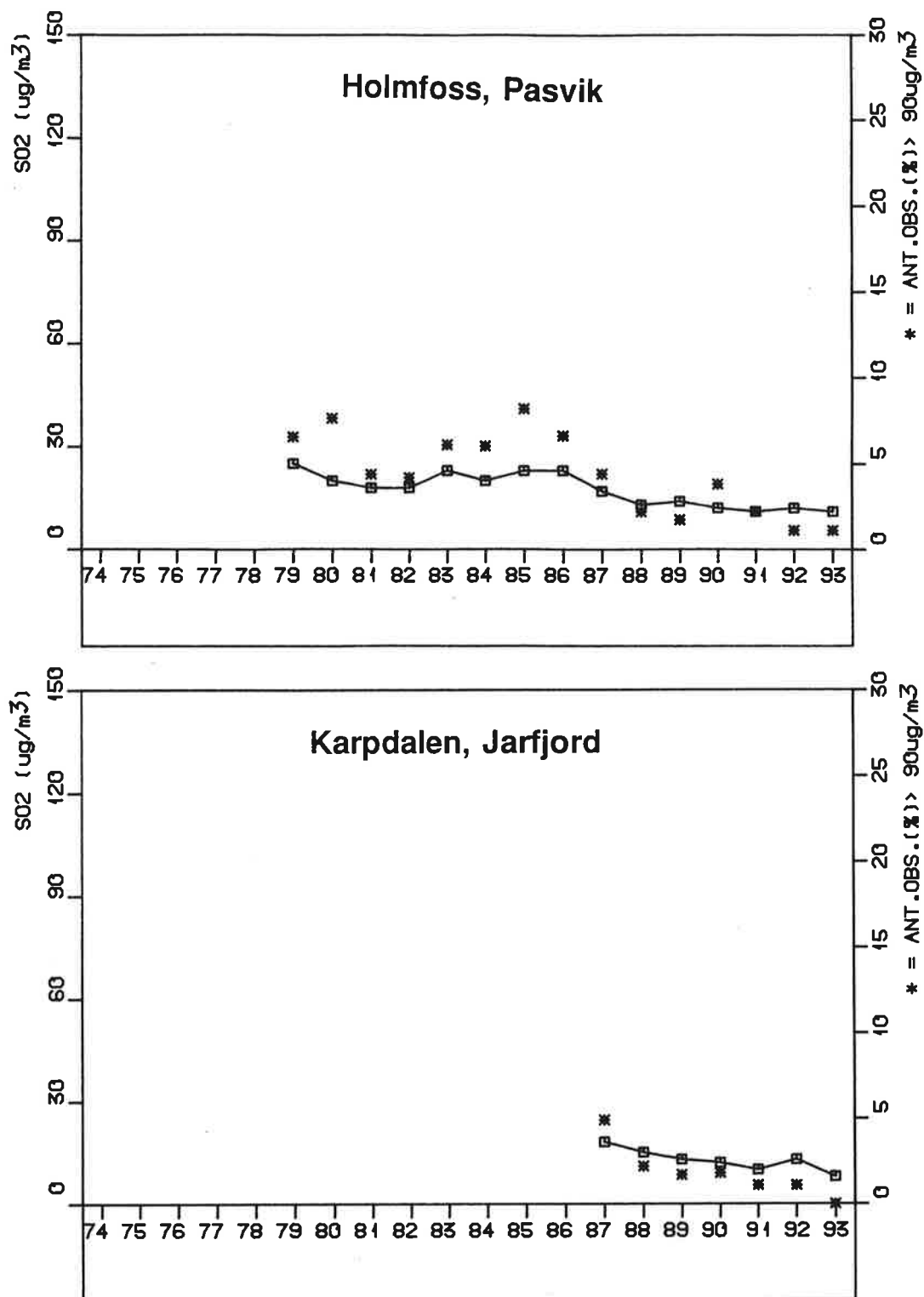
Figur 5: Middelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i perioden april-september 1993 målt med kontinuerlig registrerende prøvetakere □ og døgnsprøvetakere ○ (µg/m<sup>3</sup>).

Døgnmålinger av SO<sub>2</sub> startet på Rådhuset i Kirkenes og i Svanvik allerede i 1974, mens Holmfoss har hatt målinger siden 1978 og Karpdalen siden 1986. Figur 6 og 7 viser hvordan middelveidene i sommerhalvåret har variert fra år til år. Målingene sommeren 1993 viser omtrent samme middelveidier som sommeren 1992 på Holmfoss og Kirkenes, lavere i Karpdalen og høyere i Svanvik.

I Svanvik, Holmfoss og Karpdalen, har det vært en svak tendens til nedgang de siste årene. Nivået i Kirkenes har variert en del siden 1974, men har generelt gått ned på samme måte som i andre norske byer og tettsteder. Nedgangen i Kirkenes må tilskrives reduserte lokale utslipp. Svanvik, Holmfoss og Karpdalen er belastet av de russiske utslippene.



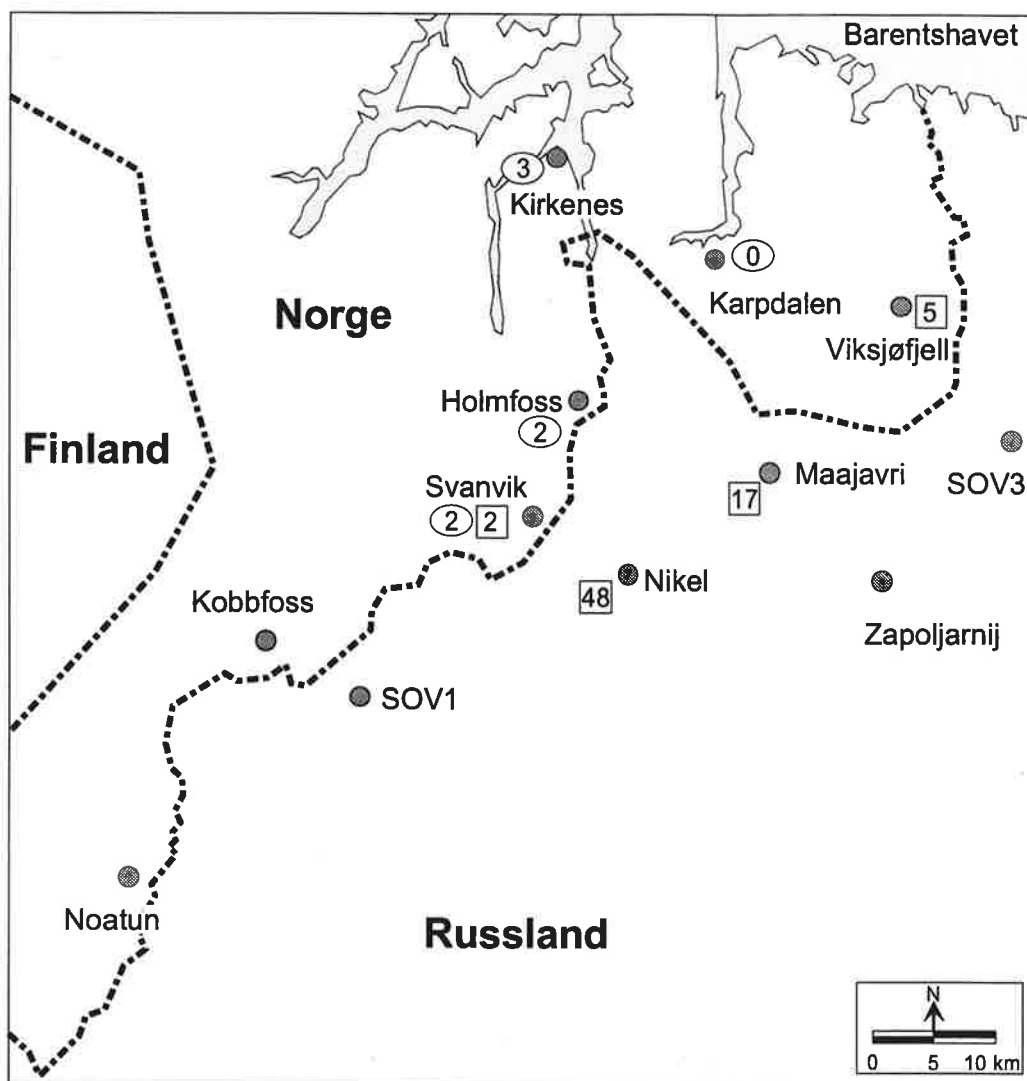
Figur 6: Sommermiddelskonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) og frekvens av døgnmiddelverdier over 90 µg/m<sup>3</sup> i Kirkenes og Svanvik.



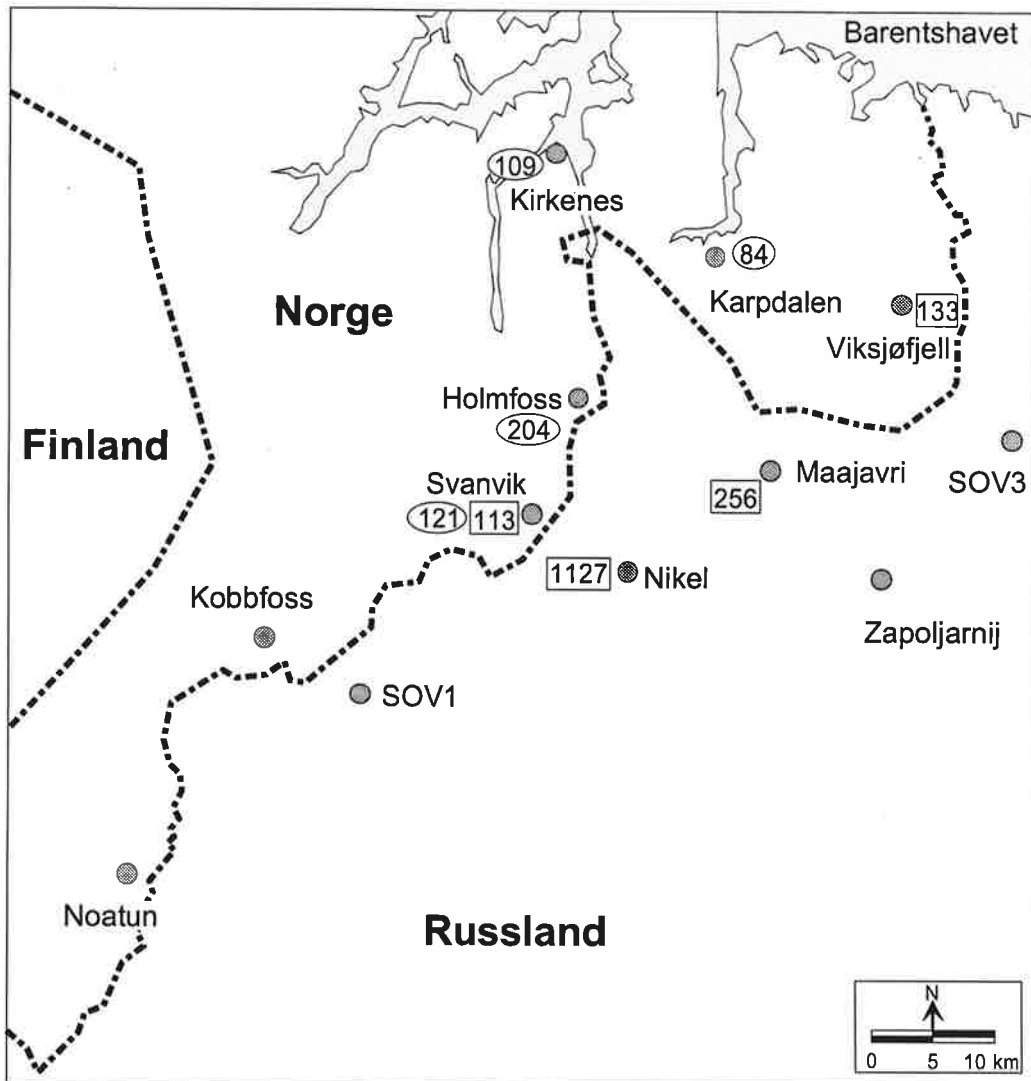
Figur 7: Sommermiddelkonsentrasjoner av  $\text{SO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) og frekvens av døgnmiddelverdier over  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i Holmfoss og Karpdalen.



Figur 8 viser antall døgnmiddelverdier av  $\text{SO}_2$  over  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i perioden april-september 1993. Av de norske stasjonene hadde Viksjøfjell flest døgnmiddelverdier over  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Den høyeste døgnmiddelverdien på norsk side,  $204 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ble målt ved Holmfoss, se figur 9. Både Maajavri og Nikel hadde flere døgnmiddelverdier over  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$  enn Viksjøfjell, og de maksimale døgnmiddelverdiene på disse stasjonene var høyere enn på stasjonene på norsk side.

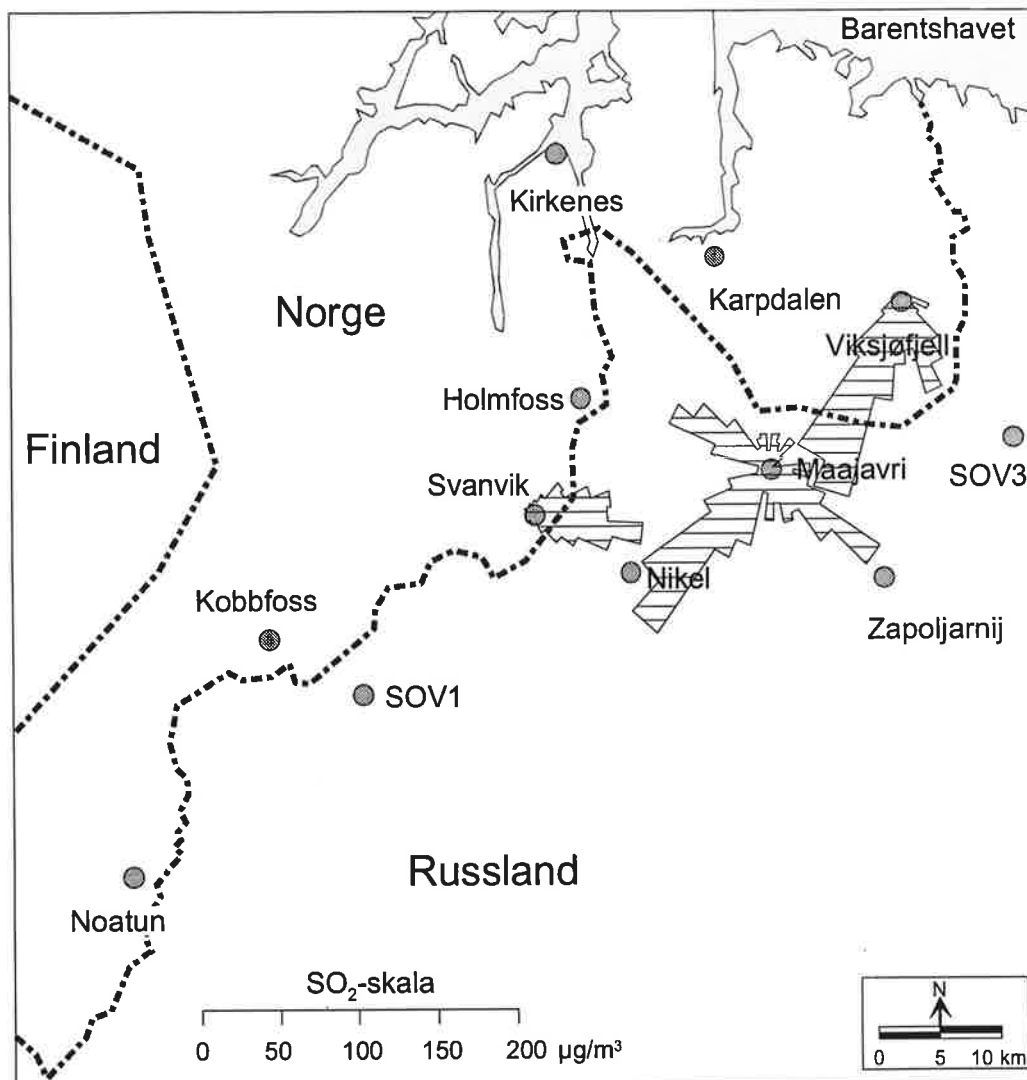


Figur 8: Antall døgnmiddelverdier av  $\text{SO}_2$  over  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i perioden april-september 1993 målt med kontinuerlig registrerende prøvetakere  og døgnpåmåling .



Figur 9: Maksimale døgnmiddelkonsentrasjoner av  $\text{SO}_2$  i perioden april-september 1993 målt med kontinuerlig registrerende prøvetakere  og døgnprøvetakere  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

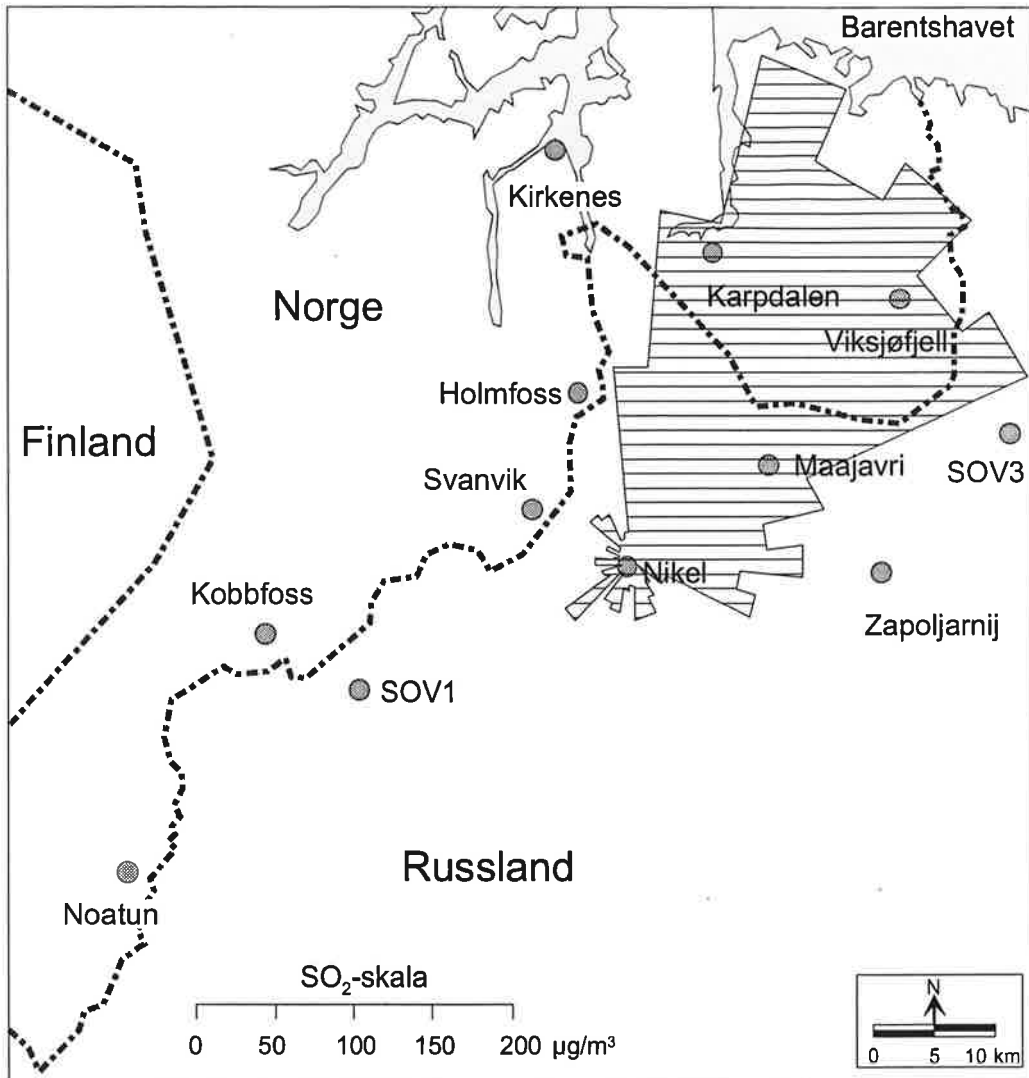
Timemiddelverdiene av  $\text{SO}_2$  er sammenholdt med vindretning, vindstyrke og stabilitet. Ut fra dette er det beregnet forurensningsroser som vist i figur 10-11, med middelkonsentrasjoner for hver av  $36\ 10^\circ$ -vindsektorer. Ved beregning av forurensningsrosene for de russiske stasjonene er det brukt vind fra Svanvik for Nikel og vind fra Viksjøfjell for Maajavri.



Figur 10: Middelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> for Viksjøfjell, Svanvik, og Maajavri i 36 vindsektorer i perioden april-september 1993 (µg/m<sup>3</sup>).

I Svanvik var middelverdien 10 µg/m<sup>3</sup> for perioden april-september 1993. Ved vind fra 100° (øst-sørøst) var middelkonsentrasjonen 72 µg/m<sup>3</sup>, se figur 10. Ved vind i en bred sektor fra sør over vest til nord-nordøst var konsentrasjonene betydelig lavere enn ved vind fra nordøstlig til sørøstlig kant.

På Viksjøfjell var middelkonsentrasjonen 130 µg/m<sup>3</sup> ved vind fra omkring 200° (Nikel) (se figur 10). Også ved vind fra omkring 150-160° var det forhøyede konsentrasjoner på Viksjøfjell, som tyder på at også Zapoljarnij belaster stasjonen.



Figur 11: Middelskonsentrasjoner av  $SO_2$  i Nikel (samme skala som i figur 10) i 36 vindsektorer i perioden april-september 1993 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Maajavri hadde en middelskonsentrasjon på  $129 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ved vind fra  $220^\circ$  og  $93,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ved vind fra  $230^\circ$ . Ved disse retningene belastet stasjonen av utslippene fra Nikel. Også ved vind fra omkring  $130^\circ$  (Zapoljarnij) var det forhøyede konsentrasjoner ved Maajavri.

De forhøyede middelskonsentrasjonene fra nordvestlige retninger ved Maajavri er forårsaket av en enkelt episode 2.-4. september med maksimale timemiddelverdier omkring  $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vindmålinger både på Viksjøfjell, i Svanvik og ved Maajavri gir det samme bildet, og de høye konsentrasjonene kan dermed ikke forklares ved at vindmålingene ikke er representative. Vi kjenner ikke til andre kilder i området

som kan gi så høye konsentrasjoner på Maajavri fra disse vindretningene. Sommeren 1993 ble det observert en rekke langvarige skogbranner på russisk side av grensen. Det er mulig at en brann i nærheten av målestasjonen kan ha gitt forhøyede konsentrasjoner, men dette kan vi ikke dokumentere.

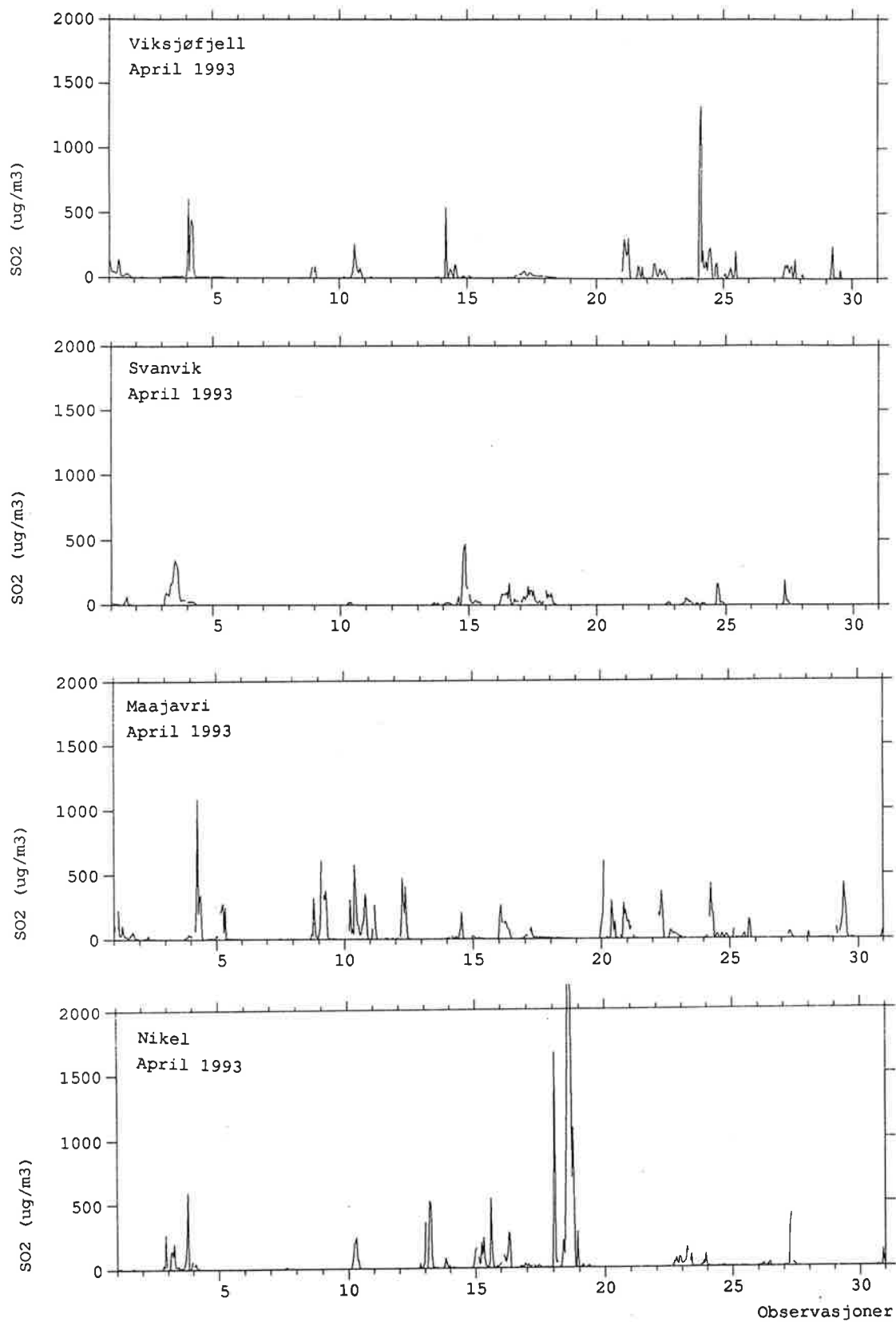
Stasjonen i Nikel var sterkt belastet i en sektor fra nord til øst (vind målt i Svanvik) med den høyeste middelkonsentrasjonen ved 20° (330 µg/m<sup>3</sup>). Konsentrasjonene i den mest belastede sektoren var mye høyere i Nikel enn på de andre stasjonene. De høye konsentrasjonene i Nikel skyldes sannsynligvis de mange og store utslippene fra de lave skorsteinene. Utslippene fra de tre høyeste skorsteinene (150-160 m) vil sjelden eller aldri slå ned ved målestasjonen, som bare ligger 1 km fra bedriften.

#### 4.2.2. *Forurensningsepisoder*

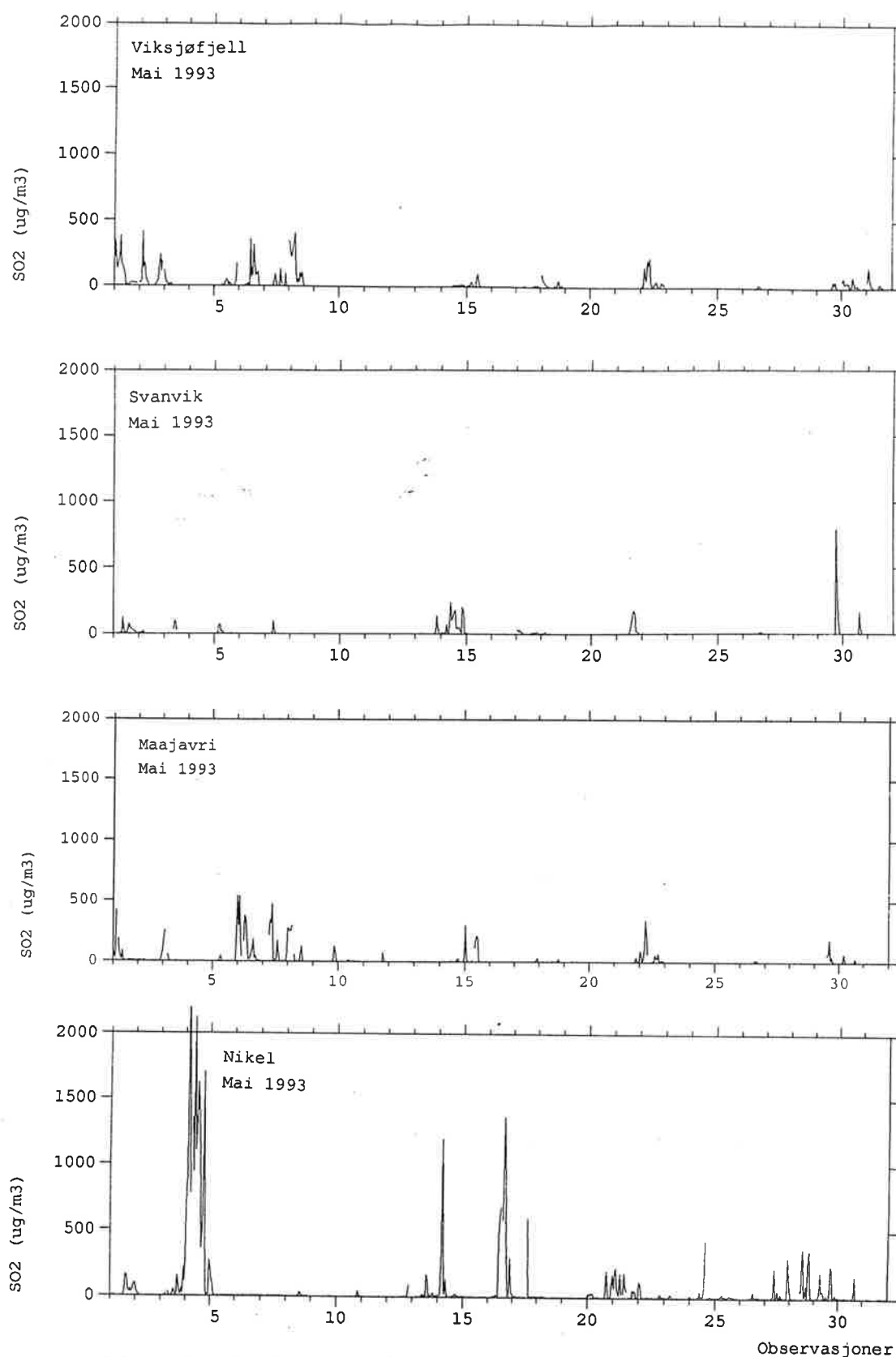
Tabell 6 og 7 foran viser at konsentrasjonene av SO<sub>2</sub> i grenseområdene har variert fra nær null til 2 600 µg/m<sup>3</sup> som timemiddelverdi sommeren 1993. På midlingstid 5 minutter er det registrert enda høyere verdier. For å gi et inntrykk av variasjonen i dataene er det i figur 12-17 vist plot av timemiddelverdiene fra Viksjøfjell, Svanvik, Nikel og Maajavri for hver måned i perioden april-september 1993.

Episoder med høye konsentrasjoner forekom hyppigst på Viksjøfjell, Maajavri og Nikel og minst hyppig i Svanvik. Episodene var som regel ganske kortvarige, fra noen få timer til ca. ett døgn. 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 µg/m<sup>3</sup>.

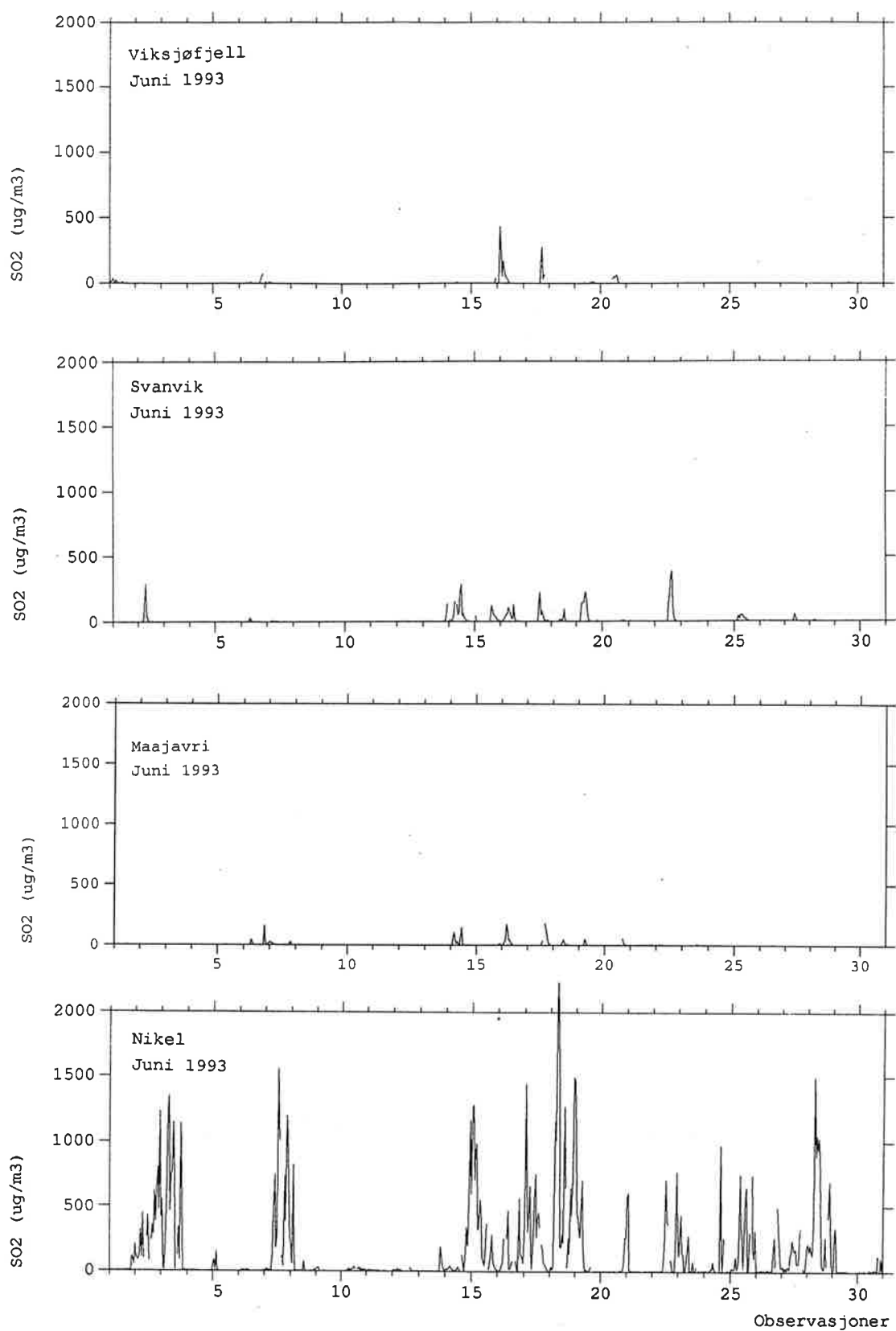
Figur 18 viser maksimale timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> på Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri og Nikel og hvor stor del av tiden timemiddelverdiene var over 350 µg/m<sup>3</sup> på de fire stasjonene. Verdens helseorganisasjon har foreslått 350 µg/m<sup>3</sup> som grenseverdi (WHO, 1987). På norsk side hadde Viksjøfjell både den høyeste timemiddelverdien og den hyppigste forekomsten av høye konsentrasjoner. Både på Viksjøfjell og i Svanvik var den maksimale timemiddelverdien høyere sommeren 1993 enn sommeren 1992. Frekvensen av timemiddelverdier over 350 µg/m<sup>3</sup> var i forhold til sommeren 1992 den samme i Svanvik og litt høyere på Viksjøfjell sommeren 1993.



Figur 12: Timemiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i april 1993 fra Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri og Nikel ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

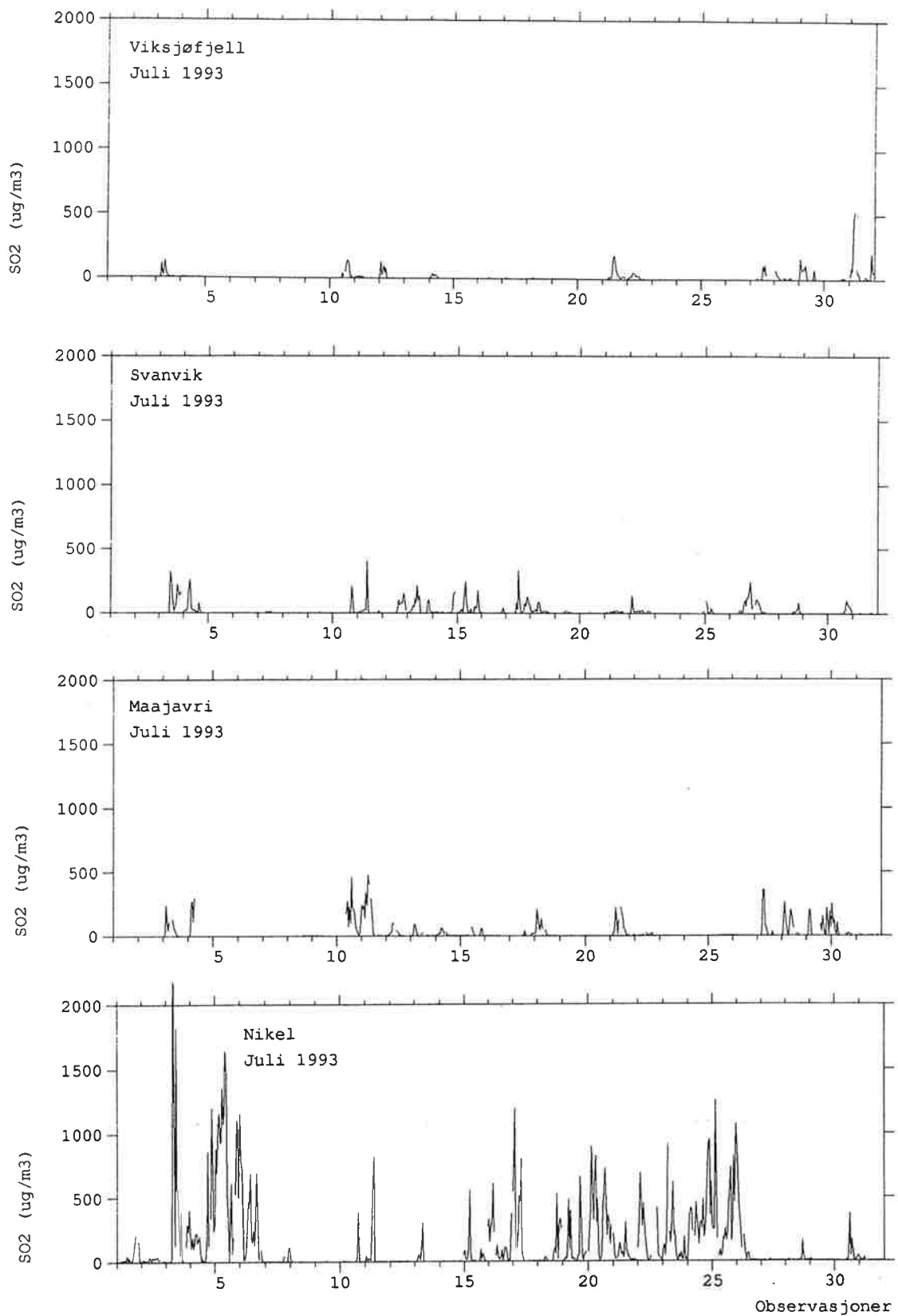


Figur 13: Timemiddelkonsentrasjoner av  $SO_2$  i mai 1993 fra Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri og Nikel ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

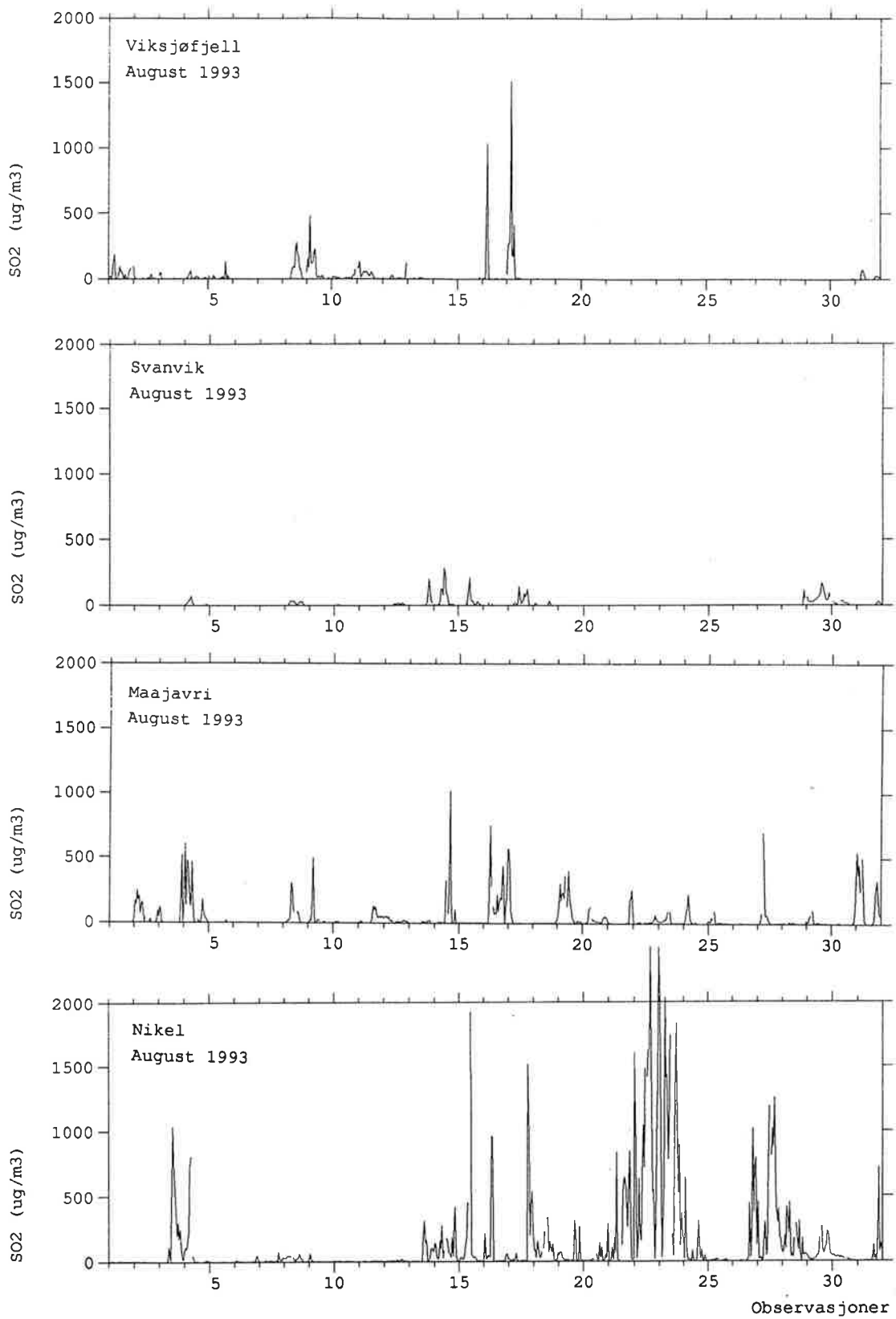


Figur 14: Timemiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i juni 1993 fra Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri og Nikel ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

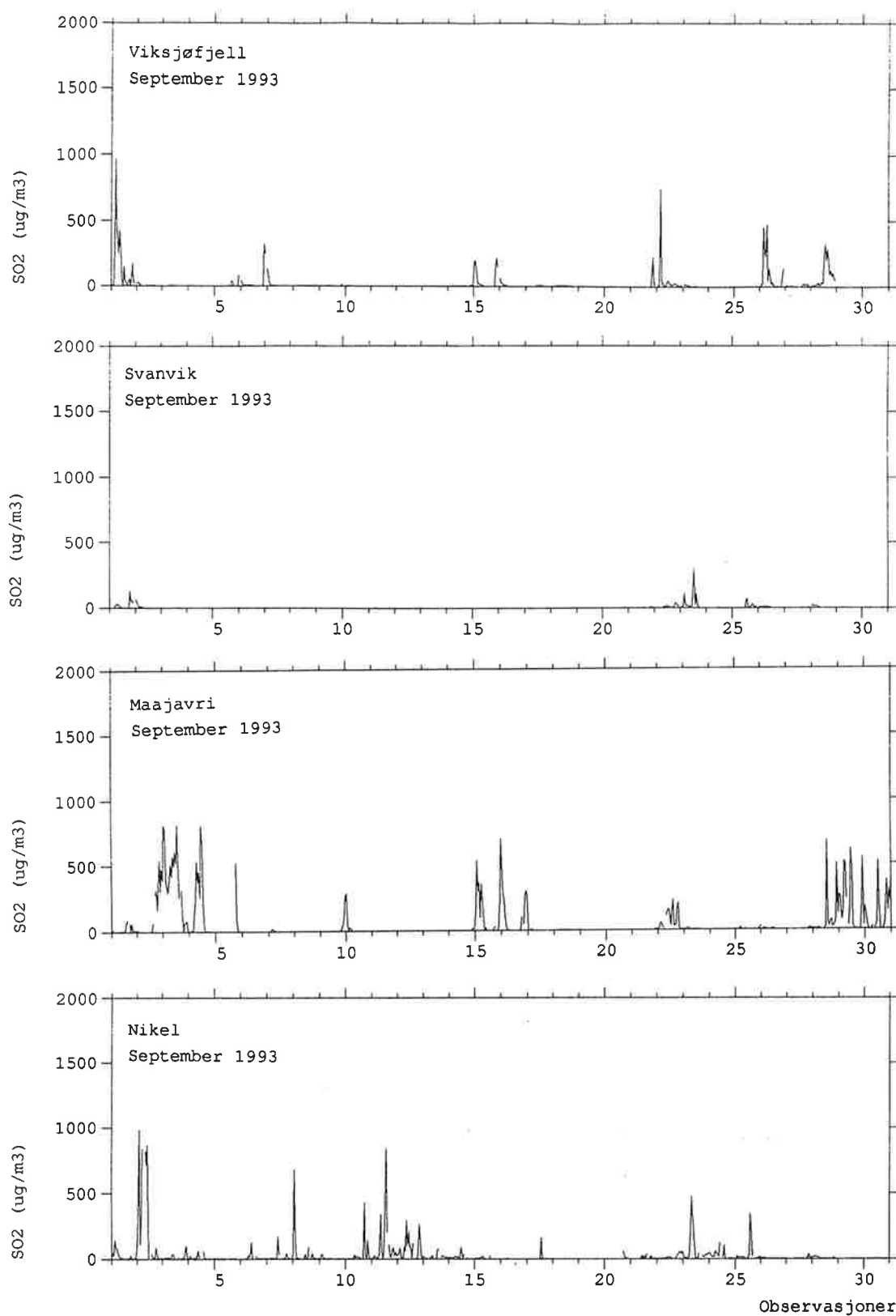




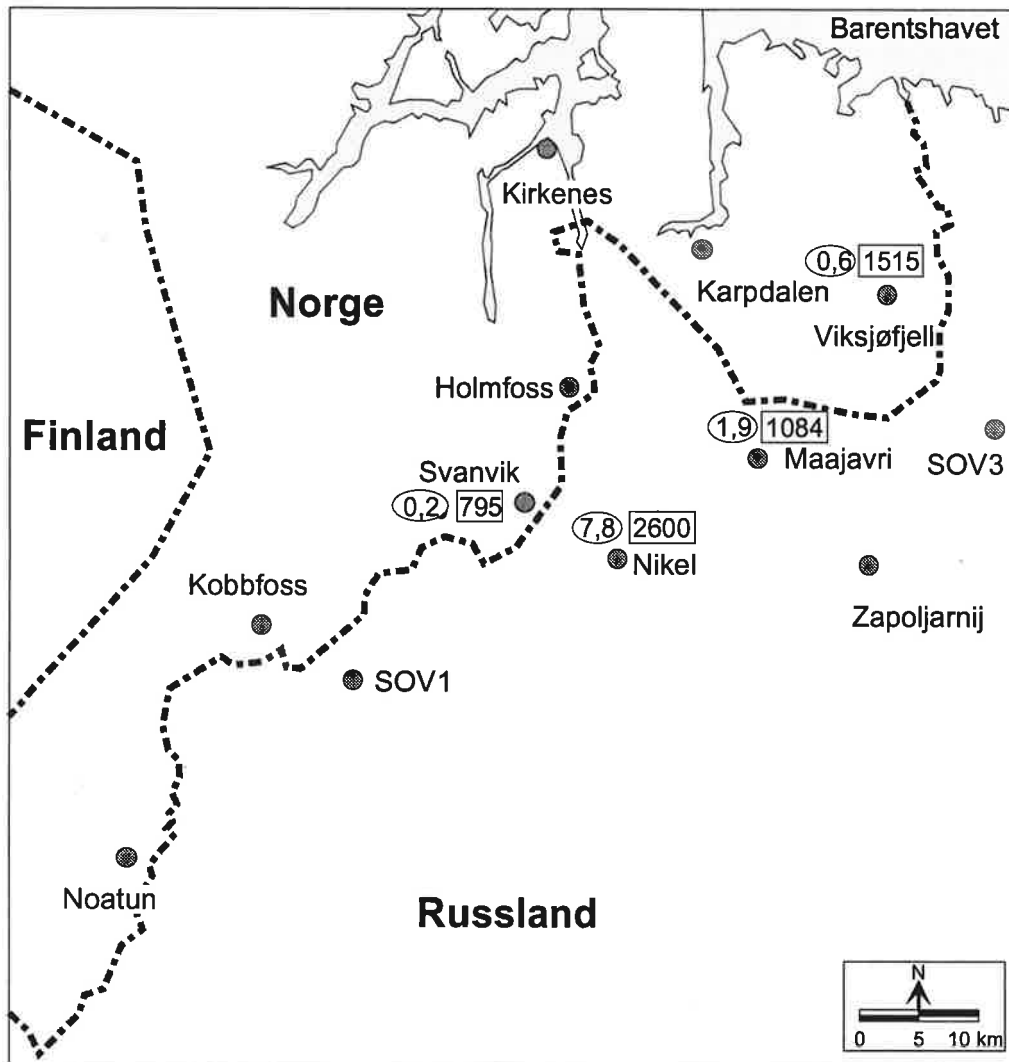
Figur 15: Timemiddelkonsentrasjoner av  $SO_2$  i juli 1993 fra Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri og Nikel ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



Figur 16: Timemiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i august 1993 fra Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri og Nikel ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



Figur 17: Timemiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i september 1993 fra Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri og Nikel ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



Figur 18: Maksimale timemiddelverdier av  $\text{SO}_2$  (µg/m<sup>3</sup>) og prosent av tiden med timemiddelverdier over 350 µg/m<sup>3</sup> i perioden april-september 1993.

De russiske stasjonene Maajavri og Nikel hadde høyere frekvens av timemiddelverdier over 350 µg/m<sup>3</sup> enn Viksjøfjell. På Maajavri var 1,9% av de målte timeverdiene over 350 µg/m<sup>3</sup>, mens tilsvarende frekvens på Viksjøfjell var 0,6%.

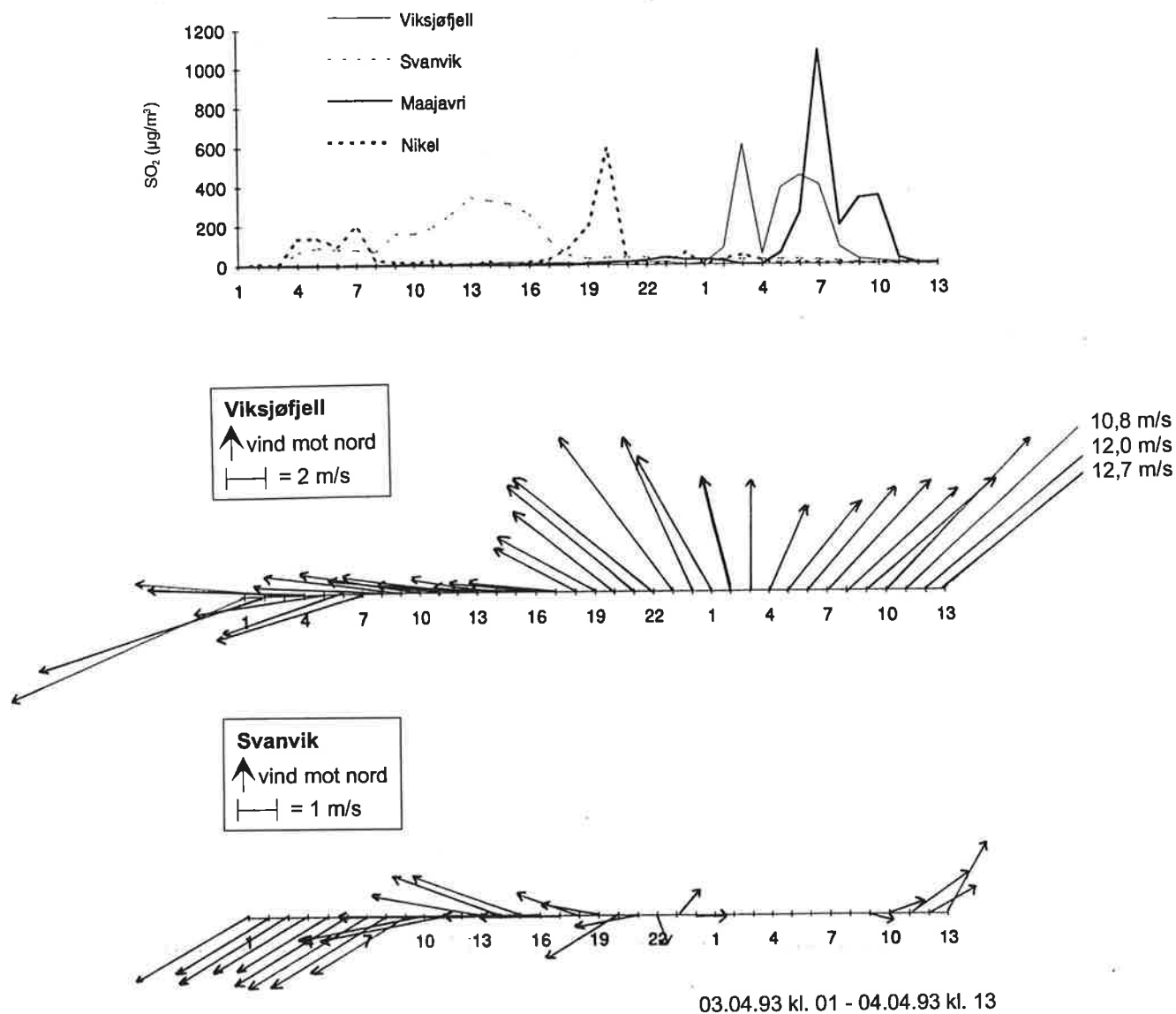
Den høyeste timemiddelverdien av  $\text{SO}_2$  i perioden april-september 1993 på norsk side ble målt på Viksjøfjell 17.8. kl 05 til 1 515 µg/m<sup>3</sup>. Vindmålingene i denne episoden viste svak vind fra sør-sørvestlig kant, dvs. fra Nikel.

Den høyeste timemiddelverdien i Svanvik, 795 µg/m<sup>3</sup>, ble målt 29.5. kl 18. Vindmålingene denne timen viste svak vind fra sør, mens timene før og etter viste varierende retning.

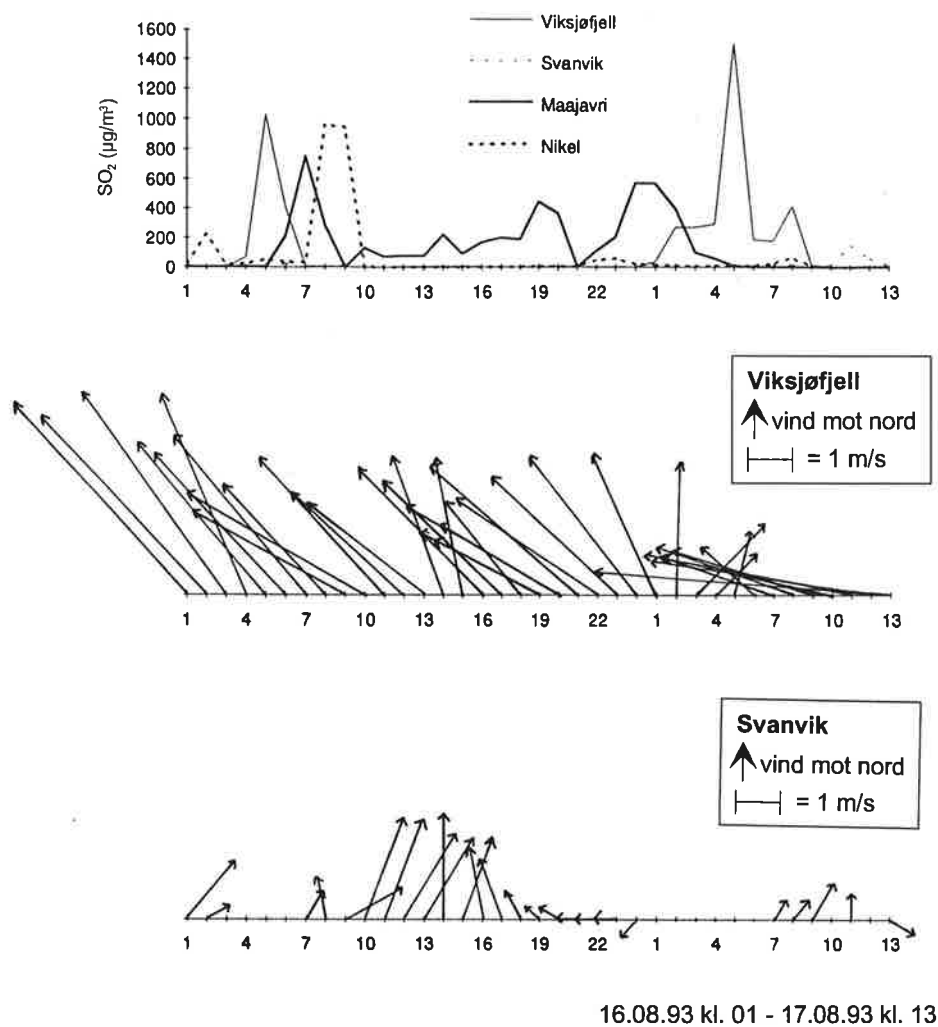
På russisk side ble den høyeste timemiddelverdien på 2 600 µg/m<sup>3</sup> målt i Nikel 18.4. kl 16 norsk tid. Vindmålingene på Viksjøfjell viste en vindstyrke på 18 m/s fra nordøst og målingene i Svanvik viste 6,5 m/s fra øst-nordøst.

Ved Maajavri ble den høyeste timemiddelverdien målt den 4.4. kl 07 norsk tid til 1 084  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Samtidige vindmålinger på Viksjøfjell viste vind fra sør-sørvest, mens det var vindstille i Svanvik.

I figur 19 og 20 er det vist hvordan timemiddelverdiene av  $\text{SO}_2$  varierte i to perioder med forhøyede konsentrasjoner på flere målestasjoner. Datene vist i figurene er gitt i tabeller i vedlegg A.



Figur 19: Timemiddelverdier av  $\text{SO}_2$  fra Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri og Nikel og vindretning og vindstyrke fra Viksjøfjell og Svanvik i perioden fra 3. april kl 01 til 4. april kl 13.



16.08.93 kl. 01 - 17.08.93 kl. 13

Figur 20: Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> fra Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri og Nikel og vindretning og vindstyrke fra Viksjøfjell og Svanvik i perioden fra 16. august kl 01 til 17. august kl 13.

Vindretninger fra østlige retninger på begge stasjoner utover dagen den 3.4. gav forhøyede SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner ved Svanvik, som kan skyldes utlipp både fra Zapoljarnij og Nikel, se figur 19. I enkelte timer med nordøstlige retninger forekom også forhøyede SO<sub>2</sub>-verdier på målestasjonen i Nikel, mens de øvrige målestasjonene ikke var belastet. Om kvelden begynte vinden å dreie, og om natten ble det målt forhøyede konsentrasjoner på Viksjøfjell, først ved sørøstlig vind der utlippene fra Zapoljarnij kan belaste stasjonen, siden ved sørvestlig vind

der utslippene fra Nikel kan belaste stasjonen. Om morgenen og formiddagen den 4.4., da vinden hadde dreiet til omkring  $225^\circ$ , ble det målt forhøyede konsentrasjoner ved Maajavri, sannsynligvis på grunn av utslipp fra Nikel.

Figur 20 illustrerer hvordan små endringer i vindretningen målt på Viksjøfjell kan gjøre utslag i  $\text{SO}_2$ -konsentrasjonene målt på de to stasjonene Viksjøfjell og Maajavri. Om morgenen den 16.8. varierte vinden på Viksjøfjell fra sørøstlige retninger, og Viksjøfjell og Maajavri ble belastet av utslippene fra Zapoljarnij. Ved vindretninger omkring  $130^\circ$  hele dagen og utover kvelden, var det et jevnt forhøyet  $\text{SO}_2$ -nivå ved Maajavri på grunn av utslippene fra Zapoljarnij, mens  $\text{SO}_2$ -konsentrasjonene på Viksjøfjell var nær null. Om natten var vinden vekselvis fra sørvestlige, sørlige og sørøstlige retninger, og Viksjøfjell ble belastet av utslippene både fra Zapoljarnij og Nikel, mens konsentrasjonene ved Maajavri gikk ned til omkring null. De forhøyede konsentrasjonene i Nikel om morgenen den 16.8. skyldes antagelig et svakt lokalt vinddrag fra nordøstlig kant.







# Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAKS RAPPORT	RAPPORT NR. OR 1/95	ISBN-82-425-0644-2	
DATO 8.5.95	ANSV. SIGN. <i>Alvretland</i>	ANT. SIDER 83	PRIS NOK 135,-
TITTEL Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland Oktober 1993-mars 1994		PROSJEKTLEDER Bjarne Sivertsen	
		NILU PROSJEKT NR. O-8976	
FORFATTER(E) Leif Otto Hagen, Bjarne Sivertsen og Mona Johnsrud		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 ble målt ved Viksjøfjell til 1662 µg/m <sup>3</sup> 20.3.1994. Utslippene kommer fra de russiske smelteverkene i Nikel og Zapoljarnij.			
TITLE Air Quality Monitoring in the Border Areas of Norway and Russia. Progress Report October 1993-March 1994.			
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