



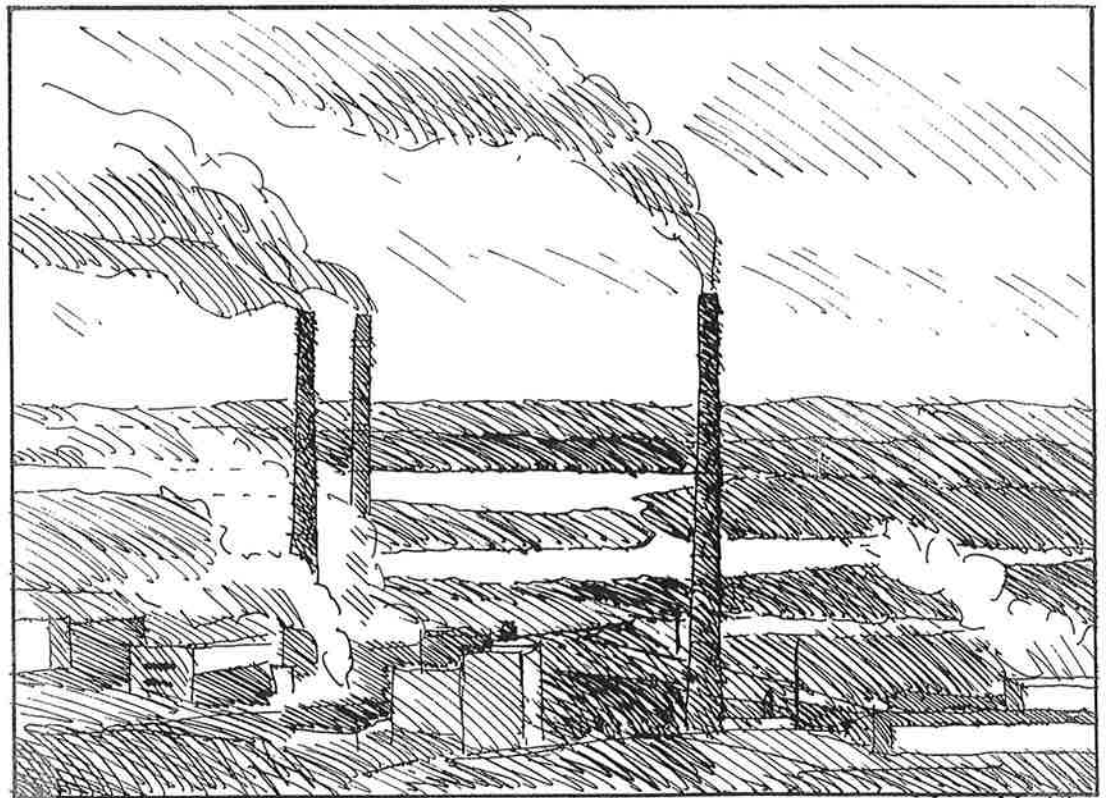
Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport nr.: 683/97

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjon: NILU

Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland Oktober 1995-mars 1996



TA-1401/1997



Norsk institutt for luftforskning



Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

luft og nedbør
grunnvann
vassdrag og fjorder
havområder
skog

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

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

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

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

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

påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.

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

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

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

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter publiseres i årlige rapporter.

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

NILU : OR 68/96
REFERANSE : O-8976
DATO : JANUAR 1997
ISBN : 82-425-0830-5

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

Oktober 1995-mars 1996

Leif Otto Hagen, Bjarne Sivertsen, Mona Johnsrud og Tone Bekkestad

**Utført etter oppdrag
fra Statens forurensningstilsyn**



Norsk institutt for luftforskning
Postboks 100
2007 Kjeller

Forord

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

I perioden 1.10.1988-31.3.1991 gjennomførte NILU en omfattende undersøkelse av luftkvalitet, nedbørkvalitet, meteorologiske forhold og korrosjon i området (basisundersøkelse). Fra 1.4.1991 er omfanget av måleprogrammet på norsk side noe redusert, og har karakter av et mer langsiktig overvåkingsprogram som bør pågå fram til utslippene fra nikkelsmelteverkene på russisk side er vesentlig redusert.

Innhold

	Side
Forord	1
Sammendrag.....	5
Summary.....	9
1. Innledning.....	13
2. Basisundersøkelsen 1988-1991.....	13
3. Måleprogram oktober 1995-mars 1996.....	14
4. Måleresultater	17
4.1 Meteorologiske forhold.....	17
4.1.1 Vindmålinger.....	18
4.1.2 Temperatur.....	19
4.1.3 Luftens relative fuktighet.....	20
4.1.4 Atmosfærisk stabilitet.....	20
4.2 Luftkvalitet.....	21
4.2.1 Svoveldioksid (SO ₂)	21
4.2.2 Trendanalyse for SO ₂	26
4.2.3 Svevestøv.....	35
4.3 Nedbørkvalitet.....	36
5. Modellberegninger av SO₂.....	41
5.1 Utslippsdata.....	41
5.2 Langtidsmiddelkonsentrasjoner	44
5.3 Vurdering av beregningsresultatene.....	46
6. Miljøvernsamarbeidet med Russland i grenseområdene	47
7. Referanser og annen relevant litteratur.....	48
Vedlegg A Månedlige frekvensmatriser for vindretning, vindstyrke og stabilitet fra Viksjøfjell og Svanvik vinteren 1995/96.....	53
Vedlegg B Plott av målte timemiddelverdier av SO₂	61

Sammendrag

Målinger av luftforurensninger i Sør-Varanger har pågått siden 1974. For tiden måles Norges høyeste SO₂-konsentrasjoner i dette området. På russisk side måles det enda høyere konsentrasjoner. I vinterhalvåret 1995/96 ble det registrert overskridelser av anbefalte luftkvalitetskriterier for SO₂ på alle de fem målestedene i grenseområdene. Norge stiller til disposisjon nødvendig måleutstyr til de to russiske stasjonene.

Måleprogram

Målingene inngår i Statlig program for forurensningsovervåking og er en del av det bilaterale miljøvernssamarbeidet mellom Norge og Russland. I vinterhalvåret 1995/96 omfattet målingene meteorologiske forhold og luft- og nedbørkvalitet. Luftkvalitetsmålingene på norsk side av grensa omfattet svoveldioksid på Viksjøfjell, i Svanvik og i Kirkenes, svevestøv på Viksjøfjell og meteorologiske forhold på Viksjøfjell og i Svanvik. Nedbørkvalitet ble målt i Svanvik og i Karpdalen. Nedbørprøvene ble analysert både på hovedkomponenter og tungmetaller, bortsett fra tungmetaller i Karpdalen i 1. kvartal 1996 på grunn av reduserte midler til prosjektet. I tillegg har Det norske meteorologiske institutt målinger ved Kirkenes lufthavn (Høybuktkmoen). På russisk side ble det målt konsentrasjoner av svoveldioksid ved Maajavri og i Nikel og svevestøv i Nikel. Hydrometeorologisk institutt i Murmansk har dessuten målinger av meteorologiske forhold i Nikel og Jäniskoski.

Det felles norsk-russiske måleprogrammet i grenseområdene har pågått siden januar 1990. En ekspertgruppe står for planleggingen og gjennomføringen av måleprogrammet, som omfatter nedbørkvalitet og konsentrasjoner av SO₂ og tungmetaller. Norge stiller til disposisjon nødvendig måleutstyr til de russiske stasjonene.

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

Meteorologi

De meteorologiske målingene i Sør-Varanger omfatter vindretning, vindstyrke, temperatur og stabilitetsforhold i Svanvik og på Viksjøfjell, samt relativ fuktighet på Viksjøfjell. Vindmålingene i perioden oktober 1995-mars 1996 viste at vind fra vest-sørvest forekom hyppigst på Viksjøfjell, mens det blåste oftest fra sør-sørvest i Svanvik. Vindstyrken var høyest på Viksjøfjell (400 m o.h.) og lavest i Svanvik. Månedsmiddeltemperaturene i oktober, november og desember var lavere enn normalt, mens det var varmere enn normalt i januar, februar og mars.

Luftkvalitet

På norsk side måles SO₂ med kontinuerlig registrerende instrumenter på Viksjøfjell og i Svanvik, og med NILUs døgnprøvetaker i Kirkenes. På russisk side blir det målt SO₂ 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 SO₂-målingene også benyttes til å forklare forskjellige kilders betydning for SO₂-belastningen.

De fleste overskridelsene av de anbefalte luftkvalitetskriteriene for SO₂ på norsk side ble målt på Viksjøfjell. Her var middelveiden i vinterhalvåret 1995/96 44,2 µg/m³, mens høyeste døgnmiddelverdi var 471 µg/m³, og høyeste timemiddelverdi var 2 352 µg/m³. Tilsvarende anbefalte luftkvalitetskriterier er 40 µg/m³ som middelveidi for seks måneder og 90 µg/m³ som døgnmiddelverdi (SFT, 1992). Som timemiddelverdi har Verdens helseorganisasjon en grenseverdi på 350 µg/m³ for virkninger på helse. For virkninger på vegetasjon er verdiene noe lavere.

På russisk side ble det målt både høyere middel- og maksimumskonsentrasjoner og høyere frekvens av timemiddelverdier over 350 µg/m³ enn på de norske stasjonene.

De kontinuerlige registreringene av SO₂ sammenholdt med vindretning viser klart at smelteverkene i Nikel og Zapoljarnij er hovedkildene til SO₂ i grenseområdene. Lokalt i Nikel var middelkonsentrasjonen av SO₂ 769 µg/m³ i den mest belastede 10°-vindsektoren fra nikkelverket mot målestasjonen.

En samlet analyse av SO₂-forurensningen i grenseområdene i vinterhalvårene i perioden 1977-1996 viser reduserte konsentrasjoner fra slutten av 1970-årene fram til 1994. Måleresultatene fra Svanvik, som har lengst måleserie på norsk side, viser en nedgang i det gjennomsnittlige nivået i takt med reduksjonen i årsutslippene av SO₂ fra smelteverket i Nikel i årene 1980-1994.

Vinteren 1994/95 var det imidlertid økte konsentrasjoner igjen, som var særlig markert på de mest belastede stasjonene, Viksjøfjell, Maajavri og Nikel. Foreløpige utslippstall viser at også utslippene økte fra 1994 til 1995. Vinteren 1995/96 ble SO₂-konsentrasjonen litt redusert igjen. Utslippstall for 1996 foreligger ikke ennå.

Målinger av svevestøv midlet over 2-3 døgn på Viksjøfjell og i Nikel viste konsentrasjoner klart under det anbefalte norske luftkvalitetskriteriet på 40 µg/m³ som halvårsmiddelverdi. Middelveiden vinteren 1995/96 var 5,4 µg/m³ på Viksjøfjell og 14,6 µg/m³ i Nikel. Høyeste enkeltverdi på Viksjøfjell var 20,9 µg/m³ og 60,0 µg/m³ i Nikel. Dette er lavere enn grenseverdien fra Verdens helseorganisasjon og det anbefalte norske luftkvalitetskriteriet på 70 µg/m³ som døgnmiddelverdi. Middelskonsentrasjonen av svevestøv på Viksjøfjell vinteren 1995/96 var på samme nivå som vinteren 1994/95.

Modellberegninger av SO₂

Det er beregnet langtidsmiddelkonsentrasjoner av svoveldioksid for vinterhalvåret 1995/96 (oktober 1995-mars 1996). I tillegg er månedvis konsentrasjonsfordeling av SO₂ beregnet. Utslippsdata er estimert ut fra offisielle utslippstall for 1993 (totalutslipp for året) og typiske årsvariasjoner av utslippene.

Spredningsberegningene av SO₂ for vinterhalvåret 1995/96 viste at bakkekonsentrasjonene av svoveldioksid i denne perioden var lavere enn for vinterhalvåret 1992/93, mens forskjellen fra vinterhalvåret 1994/95 var liten.

De mest belastede områdene i Norge ble som tidligere funnet å være mellom Svanvik og Holmfoss og mellom Karpdalen og Viksjøfjell. Bakkekonsentrasjonene av SO₂ ble her beregnet til å være 10-30 µg/m³. I 1992/93 var konsentrasjonene i det samme området 20-55 µg/m³.

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

Nedbørkvalitet

Nedbørkvalitet ble målt på to stasjoner på norsk side i vinterhalvåret 1995/96, Karpdalen og Svanvik. Prøvene ble tatt over en uke med skifte hver mandag, samt den første dagen i hver måned.

Av de to stasjonene hadde Karpdalen lavest pH og høyest sulfatkonsentrasjon. Sammenliknet med vinteren 1994/95 ble det målt høyere pH og lavere sulfatkonsentrasjoner vinteren 1995/96.

Nedbørprøvene analyseres også for konsentrasjoner av tungmetallene Pb, Cd, Zn, Ni, Cu, As, Co og Cr. Prøvene fra Karpdalen ble analysert for tungmetaller bare for 4. kvartal 1995 på grunn av reduserte midler. I tillegg til avsetning med nedbør kan støvpartiklene sedimentere i prøvetakerne i perioder uten nedbør. Konsentrasjonene av Pb, Cd og Zn var omtrent på samme nivå som det en vanligvis finner på bakgrunnsstasjonene på Østlandet og Sørlandet, men noe høyere enn ellers i landet.

Tungmetallene Ni, Cu, Co og As slippes ut fra smelteverkene i Nikel og Zapoljarnij. I forhold til vinteren 1994/95 hadde Svanvik litt høyere konsentrasjoner av disse metallene i nedbøren vinteren 1995/96. Karpdalen hadde høyere konsentrasjoner av Ni og As, uforandret konsentrasjon av Co og lavere konsentrasjon av Cu vinteren 1995/96.

Air Quality Monitoring in the Border Areas of Norway and Russia October 1995-March 1996

Summary

The Norwegian Institute for Air Research (NILU) has been measuring air pollutants close to the border between Norway and Russia since 1974. The Norwegian Pollution Control Authority (SFT) asked NILU to plan and carry out a comprehensive investigation of air quality, precipitation chemistry, and various environmental impacts starting from October 1988. Data from the winter season 1995/96 show that the Norwegian air quality guideline values for SO₂ were exceeded at all the five monitoring stations in the border areas.

Measurement programme

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

During the winter season of 1995/96 air quality data were collected at 3 locations, precipitation chemistry at 2 locations and meteorological parameters at 3 locations on the Norwegian side of the border. On the Russian side air quality and meteorological parameters were measured at 2 locations.

Air quality

SO₂ has been measured continuously at Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri and Nikel, while diurnal samples were collected at Kirkenes. Continuous measurements of SO₂ are necessary to register the high short term peak concentrations during episodes. A typical feature of SO₂ concentrations at the monitoring stations is represented by low long term average concentrations whereas the peak values (24-hour averages or shorter) are well above air quality guideline values.

During the winter season of 1995/96 (October-March) the short term average concentrations at the monitoring stations were far above the Norwegian and international guideline values. At Viksjøfjell, where the highest values on the Norwegian side were most often measured, the average value during the monitoring period was 44.2 µg/m³, the highest 24-hour average was 471 µg/m³, and the highest 1-hour average value was 2 352 µg/m³. The guideline values for protection of human health are 40 µg/m³ (Norway), 90 µg/m³ (Norway) and 350 µg/m³ (World Health Organization, WHO), respectively. The guideline values for protection of vegetation are even lower. At Maajavri and Nikel the highest daily average value and the number of occurrences of 1-hour average values exceeding 350 µg/m³ were higher than at the Norwegian stations.

The measurements showed that SO₂ concentrations increased from southwest towards northeast in Sør-Varanger and that they were even higher on the Russian side of the border.

A statistical evaluation of SO₂ data from the winter half years during 1977-1996 shows reduced concentrations from the late 1970's to 1994. The reduction in the winter mean SO₂ concentrations in ambient air seems to follow the reductions in the yearly total SO₂ emissions from the smelter in Nikel.

Most stations showed increased SO₂ levels in 1994/95. SO₂ emissions also increased from 1994 to 1995. SO₂ levels slowly decreased from 1994/95 to 1995/96. No information about SO₂ emissions from the nickel smelters are available for 1996.

Measurements of suspended particles at Viksjøfjell and Nikel show concentrations below the Norwegian recommended guideline value both for daily and 6-month average concentrations. The highest value in Nikel was 60.0 µg/m³ as a 48 hour mean value.

Model calculations of SO₂

Calculations of long term mean concentrations of sulphur dioxide has been performed for the winter half year (October 1995-March 1996). In addition, concentration distribution of SO₂ for each month is estimated. Emission data are estimated based on official emission data for 1993 (total emission for the year) and typical seasonal variations.

The dispersion calculations of SO₂ for the winter 1995/96 show that the concentrations of sulphur dioxide were slightly lower than in 1992/93, but very close to the 1994/95 calculations.

In Norway, the highest concentrations were estimated to occur between Svanvik and Holmfoss and between Karpdalen and Viksjøfjell. Concentrations of SO₂ were estimated to 10-30 µg/m³. The estimated values for the same area were 20-55 µg/m³ in 1992/93.

Comparison between measured and calculated values for the respective months showed good agreement between the two regarding the monthly variation. At Viksjøfjell and Maajavri the calculated values were lower than the measured values, while the results at Kirkenes and Svanvik for some months showed the opposite.

Precipitation chemistry

Measurements of precipitation chemistry indicated that the pH values in precipitation in the winter season 1995/96 were higher than in 1994/95 both in Svanvik and at Karpdalen. Concentrations of Pb, Cd and Zn were at the same level as the concentrations usually found at background stations in the south-eastern part of Norway, but higher than in the western and northern parts of the country.

The metals Ni, Cu, Co and As are emitted from the smelters in Nikel and Zapoljarnij. The concentrations of these metals in precipitation were higher during the winter season 1995/96 than the previous winter season 1994/95 in Svanvik. In Karpdalen the concentrations of Ni and Co were higher, the concentration of Co was unchanged, and the concentration of Cu was lower during the winter season 1995/96.

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

Oktober 1995-mars 1996

1. Innledning

Luftforurensningene i Sør-Varanger har vært betydelige i flere 10-år. Store utslipp av SO₂ 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 SO₂. Samtidig ble det opprettet fem stasjoner i Kirkenes og en stasjon på Hesseng, ca. 5 km sør for Kirkenes. Stasjonene i Kirkenes og omegn ble valgt for å måle forurensningene fra A/S Sydvaranger i Kirkenes. En av disse stasjonene, Rådhuset i Kirkenes, er stadig i drift.

I 1978 ble to nye stasjoner, Holmfoss og Jarfjordbotn, satt i drift. I august 1986 ble stasjonen i Jarfjordbotn erstattet av Karpdalen. For tiden måles Norges høyeste SO₂-konsentrasjoner i Sør-Varanger (se f.eks. Hagen, 1994).

2. Basisundersøkelsen 1988-1991

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

Formålet med basisundersøkelsen var:

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

NILUs aktiviteter i basisundersøkelsen omfattet:

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

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

Resultatene fra basisundersøkelsen og det felles norsk-russiske måleprogrammet er presentert i halvårlige framdriftsrapporter. Det er også i samarbeid med russerne utarbeidet to rapporter på engelsk for periodene 1.1.1990-31.3.1991 og 1.4.1991-31.3.1993.

I rapportene konkluderes det med at luftforurensningene i området hovedsakelig skyldes utslippene fra smelteverkene i Nikel og Zapoljarnij, og at det største problemet er knyttet til svært høye konsentrasjoner av svoveldioksid (SO₂) i korte perioder ("episoder") under spesielle meteorologiske forhold. Analyser av tungmetaller i svevestøv viser konsentrasjoner av nikkel, kobber, arsen og kobolt som er betydelig høyere enn ved målesteder i Sør-Norge utsatt for langtransporterte luftforurensninger. Både SO₂- og tungmetallbelastningen og korrosjonshastigheten er størst på Jarfjordfjellet i nordøst og avtar sørover i Pasvik.

I nikkilverkenes nærområder, der de diffuse utslippene i lav høyde dominerer, kreves det en reduksjon av utslippene til mindre enn 8% av dagens nivå dersom Verdens Helseorganisasjons grenseverdier for SO₂ 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 1995-mars 1996

Måleprogrammet for luft- og nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene i vinterhalvåret 1995/96 er vist i tabell 1 og 2. Plasseringen av målestasjonene er vist i figur 1.

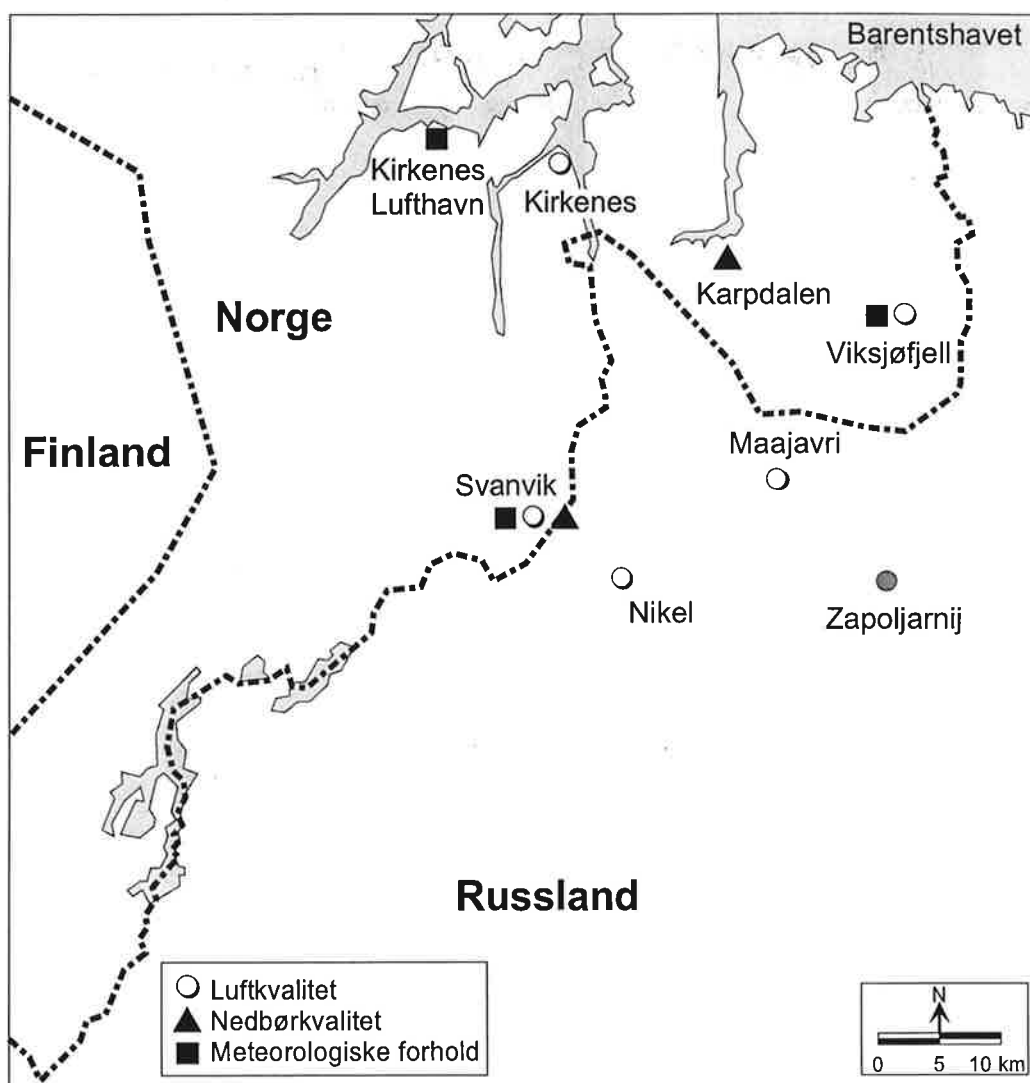
Tabell 1: Måleprogram for luftkvalitet i grenseområdene i perioden 1.10.1995-31.3.1996.

Stasjon	SO ₂		Svevestøv
	Timeverdier	Døgnverdier	2+2+3 døgn ¹⁾
Viksjøfjell	x		x
Kirkenes		x	
Svanvik	x		
Maajavri	x		
Nikel	x		x

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

Tabell 2: Måleprogram for nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene i perioden 1.10.1995-31.3.1996.

Stasjon	Nedbørkvalitet (ukeverdier)	Meteorologiske forhold (timeverdier)				
		Vindretning	Vindstyrke	Temperatur	Relativ fuktighet	Stabilitet
Viksjøfjell		x	x	x	x	x
Karpdalen	x					
Svanvik	x	x	x	x		x



Figur 1: Målestasjoner for luftkvalitet, nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene i Norge og Russland i vinterhalvåret 1995/96.

På Viksjøfjell, i Svanvik, i Nikel og ved Maajavri måles SO_2 med kontinuerlig registrerende instrumenter. Bortsett fra Maajavri har stasjonene oppringt samband, slik at de kan kontrolleres og data overføres til NILU til enhver tid. På fire av de norske stasjonene har det vært døgnprøvetakere for SO_2 . Fra 1. januar 1995 ble måleprogrammet for SO_2 redusert ved at døgnmålingene ble stoppet i Karpdalen, Svanvik og Holmfoss. Døgnmålingene i Kirkenes hadde et opphold fra midten av januar til midten av juni 1995. Stasjonen i Kirkenes drives av Sør-Varanger kommune, men prøvene analyseres av NILU.

På Viksjøfjell og i Nikel tas det prøver av svevestøv med en to-filterprøvetaker, som deler støvet i grov- og finfraksjon. Utvalgte prøver fra de to stasjonene analyseres på mengden av en del tungmetaller. Også prøvene fra den russiske stasjonen analyseres av NILU. Tidligere prøvetaking av svevestøv i Svanvik ble avsluttet ved årsskiftet 1994/95.

I Karpdalen og Svanvik tas det ukeprøver av nedbør. Prøvene analyseres på nedbørmengde, ledningsevne, pH, SO_4 , Cl, Mg, NO_3 , NH_4 , Ca, K og Na, samt tungmetallene Pb, Cd, Zn, Ni, Cu, As, Co og Cr. Stasjonen i Svanvik inngår i det nasjonale skogovervåkingsprogrammet.

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

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

Svanvik er med i et overvåkingsprogram for skogskader. Målingene i Svanvik startet i september 1986. Programmet omfatter nedbørkvalitet, luftprøver over 2+2+3 døgn for bestemmelse av SO_2 , SO_4 , $\text{NO}_3 + \text{HNO}_3$, $\text{NH}_3 + \text{NH}_4$, timemiddelverdier av ozon og døgnmiddelverdier av NO_2 .

Svanvik har også en av 29 stasjoner som er med i et beredskapsprogram mot radioaktivitet. Stasjonen ble satt i drift i 1986 og måler gammastråling. Stasjonen har oppringt samband, og det varsles automatisk hvis strålingen går over fastsatte grenser (Berg, 1995). Høsten 1993 ble dette målenettet utvidet med en stasjon i Verhnetulomski, ca. 80 km sørvest for Murmansk. Stasjonen ligger mellom kjernekraftverket i Poljarnij Zori på Kola og Finnmark. Stasjonen har et gamma-spektrometer av samme type som ved 11 av de 28 stasjonene i Norge. Hydromet i Murmansk har det tekniske oppsynet med stasjonen. Instrumentet er koblet til det norske telenettet via Murmansk. Data overføres til NILU hver annen time. Miljøkomiteen i Murmansk kan med datamaskin og modem kontakte NILUs database for å hente strålingsdata fra Verhnetulomski og fra den nordre del av det norske nettet når de måtte ønske det.

4. Måleresultater

I dette kapitlet gis en kortfattet presentasjon av hovedresultatene av målingene av meteorologiske forhold, luftkvalitet og nedbørkvalitet for vinterhalvåret 1995/96.

4.1 Meteorologiske forhold

Det blir målt meteorologiske forhold på to stasjoner, Viksjøfjell, som ligger om lag 400 m over havet, og Svanvik, som ligger nede i Pasvikdalen. Stasjonsplasingen er vist i figur 1. Begge steder er det plassert en 10 m høy mast og en automatisk værstasjon. Det gjøres kontinuerlige registreringer av vindretning, vindstyrke og temperatur 10 m over bakken, og stabilitet uttrykt som temperaturdifferansen mellom 10 og 2 m over bakken. På Viksjøfjell registreres også luftens relative fuktighet. Måleresultatene lagres som timemiddelverdier. I tillegg lagres høyeste verdi av vindstyrke midlet over 2 sekunder for hver time (vindkast). Dataene overføres daglig ved oppringt samband.

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

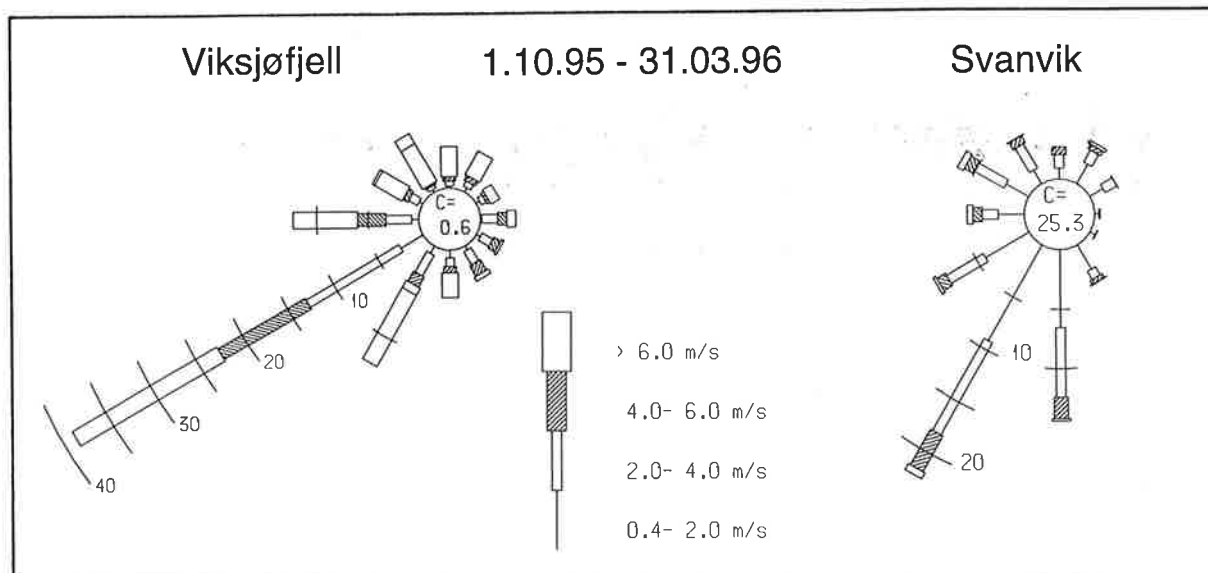
Tabell 3 viser at datadekningen for de meteorologiske målingene både i Svanvik og på Viksjøfjell var god, men fra Viksjøfjell mangler noe stabilitetsdata fra mars 1996. Svanvik mangler noe vindretningsdata i november og desember 1995.

Tabell 3: *Datadekning i prosent av tiden for de meteorologiske målingene på Viksjøfjell og i Svanvik i perioden 1.10.1995-31.3.1996.*

Stasjon	Måned	Vindstyrke	Vindkast	Vindretning	Temperatur	Stabilitet	Rel.fuktighet
Viksjøfjell	Oktober	99	99	99	100	100	100
	November	94	94	100	100	100	100
	Desember	96	96	100	100	100	100
	Januar	100	100	100	100	100	100
	Februar	100	100	100	100	100	100
	Mars	100	100	100	100	74	100
Svanvik	Oktober	97	97	97	100	100	-
	November	100	100	84	100	100	-
	Desember	97	97	89	100	100	-
	Januar	100	100	99	100	100	-
	Februar	99	99	99	100	100	-
	Mars	100	100	99	100	100	-

4.1.1 Vindmålinger

Figur 2 viser vindroser for perioden oktober 1995-mars 1996 fra Viksjøfjell og Svanvik. Vindrosene viser frekvensen av vind i tolv 30 graders sektorer, dvs. hvor ofte det blåser fra disse retningene. Symbolet C i midten av vindrosene står for frekvensen av vindstille. Med vindstille menes her at timemiddelvindstyrken har vært mindre enn 0,4 m/s.



Figur 2: Vindroser for perioden oktober 1995-mars 1996 fra Viksjøfjell og Svanvik.

Vindrosa fra Viksjøfjell viser at vind fra vest-sørvest forekom hyppigst i vinterhalvåret 1995/96. Vind fra øst-nordøst hadde lavest hyppighet. Figuren viser også at frekvensen av vindstyrker over 6 m/s var størst ved vind fra mellom sør-sørvest og vest og lavest ved vind fra østlige retninger. I Svanvik blåste det oftest fra sør og sør-sørvest. Vind fra øst og øst-sørøst (retning fra Nikel) hadde lavest forekomst.

Vindretningsfordelingene på de to stasjonene vinteren 1995/96 likner i hovedtrekk på fordelingene fra vinteren 1994/95, men Viksjøfjell hadde hyppigere vind fra vest-sørvest og Svanvik hadde høyere vindstillefrekvens vinteren 1995/96.

Tabell 4 gir andel vindstille, midlere vindstyrke, hyppigheten av vind over 6 m/s, maksimal timemidlet vindstyrke og sterkeste vindkast månedsvis og totalt for vinterhalvåret 1995/96 fra Viksjøfjell og Svanvik. Tabellen viser at det blåste betydelig sterkere på fjellet ved Viksjøfjell enn nede i dalen ved Svanvik. De høyeste vindstyrkene i perioden ble målt 12. desember ved Svanvik og 31. januar på Viksjøfjell. Timemiddelvindstyrkene var da henholdsvis 11,4 m/s i Svanvik og 29,0 m/s på Viksjøfjell. På Viksjøfjell ble det denne timen registrert et sterkeste vindkast på 41,5 m/s, som er godt over grensen for orkan.

Tabell 4: Statistikk over vindstyrker ved Svanvik og Viksjøfjell i perioden oktober 1995-mars 1996 (m/s).

Stasjon	Måned	Andel vindstille (%)	Midlere vindstyrke (m/s)	Andel > 6 m/s (%)	Maks. timemiddel (m/s)	Tid for maks.	Maks. vindkast (m/s)	Tid for maks. vindkast
Viksjøfjell	Oktober	0,0	5,7	38,2	16,6	06. kl 22	22,1	06. kl 22
	November	0,4	6,6	40,1	23,5	29. kl 07	31,6	30. kl 15
	Desember	2,4	6,7	45,0	24,8	12. kl 24	35,5	12. kl 24
	Januar	0,0	7,5	48,0	29,0	31. kl 02	41,5	31. kl 02
	Februar	0,0	9,7	75,0	20,5	22. kl 12	25,7	26. kl 13
	Mars	0,5	7,4	54,4	20,3	07. kl 06	26,0	07. kl 12
	Okt. 95-mars 96	0,6	7,3	50,0	29,0	31.01. kl 02	41,5	31.01. kl 02
Svanvik	Oktober	19,7	1,8	1,7	7,1	28. kl 13	17,6	28. kl 13
	November	48,5	1,3	0,7	7,7	30. kl 15	16,1	30. kl 14 ¹
	Desember	33,2	1,6	1,4	11,4	12. kl 24	22,1	12. kl 24
	Januar	15,2	2,3	4,7	10,9	01. kl 12	23,0	01. kl 12
	Februar	12,2	2,7	4,4	7,9	26. kl 17	15,5	26. kl 12 ²
	Mars	23,1	2,0	1,7	7,6	07. kl 13	17,0	07. kl 12
	Okt. 95-mars 96	25,3	1,9	2,4	11,4	12.12. kl 24	23,0	01.01. kl 12

1. Samme verdi kl 15. samme dag.

2. Samme verdi kl 17 samme dag.

4.1.2 Temperatur

Tabell 5 gir en oversikt over temperaturmålingene på Viksjøfjell, Svanvik og DNMI's stasjon Kirkenes lufthavn. På Kirkenes lufthavn er det sammenliknet med normaltemperaturen, som er middelverdien for 30-årsperioden 1961-1990. Målingene viser at månedsmiddeltemperaturen i oktober, november og desember 1995 var lavere enn normalen. Januar, februar og mars 1996 varmere enn normalen på Kirkenes lufthavn.

Tabell 5: Temperaturer på Viksjøfjell, Svanvik og Kirkenes lufthavn i perioden oktober 1995-mars 1996 (°C).

Stasjon		Oktober	November	Desember	Januar	Februar	Mars
Viksjøfjell	Middel	-2,4	-7,8	-11,5	-7,6	-11,1	-5,7
	Maks.	7,3	-0,1	0,7	-0,5	-1,6	0,6
	Min.	-12,3	-15,1	-24,4	-19,1	-21,0	-13,2
Svanvik	Middel	-1,0	-10,9	-14,4	-6,8	-10,6	-5,5
	Maks.	9,6	3,7	3,6	2,0	1,7	2,9
	Min.	-14,9	-27,3	-39,5	-30,6	-25,6	-28,0
Kirkenes lufthavn	Middel	-0,5	-7,5	-12,4	-6,3	-9,4	-5,0
	Normal	0,4	-5,5	-9,7	-11,8	-11,3	-7,4
	Maks.	9,4	3,9	4,0	3,0	1,0	2,6
	Min.	-12,1	-21,1	-33,7	-24,4	-21,4	-21,7

Høyeste målte temperatur, 9,6°C, ble registrert i Svanvik 6. oktober. Samme dag hadde også Kirkenes lufthavn og Viksjøfjell vinterens høyeste temperatur, med henholdsvis 9,4°C og 7,3°C. Den laveste temperaturen, -39,5°C, ble målt i Svanvik 30. desember. Den laveste temperaturen på Viksjøfjell, -24,4 °C, ble målt 24. desember. Kald luft som i inversjonsperioder samles i bunnen av Pasvikdalen, gjør at det måles lavere minimumstemperatur i Svanvik enn på Viksjøfjell.

Sammenliknet med vinteren 1994/95 var det vinteren 1995/96 kaldere i alle månedene unntatt januar.

4.1.3 Luftens relative fuktighet

Tabell 6 viser månedsmiddelverdiene av luftens relative fuktighet for hver måned i perioden oktober 1995-mars 1996. Den relative luftfuktigheten var høyest i oktober og lavest i mars.

Tabell 6: Månedsmiddelverdier av relativ fuktighet (%) i oktober 1995-mars 1996 på Viksjøfjell.

Stasjon	Oktober	November	Desember	Januar	Februar	Mars
Viksjøfjell	91	90	87	90	87	83

4.1.4 Atmosfærisk stabilitet

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

Ustabil sjiktning	:	$\Delta T < -0,5$	°C
Nøytral sjiktning	:	$-0,5 \leq \Delta T < 0$	°C
Lett stabil sjiktning	:	$0 \leq \Delta T < 0,5$	°C
Stabil sjiktning	:	$0,5 \leq \Delta T$	°C

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

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

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

Tabell 7: Forekomst (%) av fire stabilitetsklasser ved Viksjøfjell og Svanvik vinteren 1995/96.

Stasjon	Måned	Ustabil	Nøytral	Lett stabil	Stabil
Viksjøfjell	Oktober	0,1	56,0	34,1	9,7
	November	0,0	28,8	41,4	29,9
	Desember	0,0	34,3	38,6	27,2
	Januar	0,0	57,1	35,1	7,8
	Februar	0,0	57,8	32,0	10,2
	Mars	2,2	60,0	26,3	11,6
Svanvik	Oktober	0,7	56,6	19,8	23,0
	November	0,0	34,7	22,9	42,4
	Desember	0,0	42,2	15,7	42,1
	Januar	0,0	62,1	13,4	24,5
	Februar	0,1	66,9	14,7	18,3
	Mars	2,6	54,2	15,1	28,2

Tabellen viser at det svært sjelden var ustabil sjiktning på de to målestasjonene i vinterhalvåret. Svanvik hadde større forekomst både av nøytral og stabil sjiktning enn Viksjøfjell, mens Viksjøfjell hadde den største forekomsten av lett stabil sjiktning.

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

4.2 Luftkvalitet

4.2.1 Svoveldioksid (SO₂)

SO₂-målinger er utført på tre stasjoner på norsk side og to stasjoner på russisk side av grensen. Stasjonene er: Viksjøfjell, Rådhuset i Kirkenes og Svanvik i Norge og Maajavri og Nikel i Russland. Tidligere målinger av SO₂ med døgnprøvetakere ved Karpdalen, Holmfoss og Svanvik ble avsluttet 1. januar 1995. Tre av stasjonene, Viksjøfjell, Svanvik og Nikel har kontinuerlig registrerende instrumenter med oppringt samband. Den russiske stasjonen Maajavri har kontinuerlig registrerende instrument som logger data til filer. Dataene lagres som timemiddelverdier. Kontinuerlig registrerende instrumenter er nødvendige for å måle toppkonsentrasjoner i episoder, for å se hvor lenge episodene varer, og hvor ofte de forekommer. Timemiddelverdiene kan også knyttes direkte til målte vindretninger for å bestemme kilde(r) eller kildeområde(r).

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

Tabell 8 viser at datadekningen fra Viksjøfjell og Svanvik var meget god med data i ca. 99% sett perioden under ett. Fra Nikel mangler data i hele november og deler av oktober, desember og februar. Fra Maajavri mangler data fra 22. desember og ut mars. Fra Rådhuset i Kirkenes mangler data fra 10. januar til 8. mars.

Tabell 8: *Datadekning i prosent av tiden for SO₂-målingene fra Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri, Nikel og Kirkenes i perioden 1.10.1995-31.3.1996.*

Måned	Viksjøfjell	Svanvik	Maajavri	Nikel	Kirkenes
Oktober	99,1	99,1	99,3	18,5	93,5
November	98,2	98,8	99,2	0,0	96,7
Desember	99,3	99,3	68,7	75,7	93,5
Januar	98,7	99,1	0,0	93,3	29,0
Februar	99,1	98,9	0,0	53,3	0,0
Mars	98,7	99,1	0,0	93,8	76,0

Et sammendrag av SO₂-målingene i perioden oktober 1995-mars 1996 med monitorer og døgnprøvetaker er gitt i tabell 9. Grafisk fremstilling av de timevise dataene er gitt i vedlegg B.

Målingene viser at Viksjøfjell var mest belastet i perioden på norsk side, mens de høyeste konsentrasjonene totalt sett ble målt ved Maajavri. Selv om Svanvik ligger nærmest utslippet, var middelverdien av SO₂ mye lavere enn på Viksjøfjell, fordi det ikke blåste så ofte mot Svanvik.

Sammenliknet med gjennomsnittskonsentrasjonene vinteren 1994/95 var konsentrasjonene litt lavere vinteren 1995/96 ved alle stasjonene.

Den høyeste døgnmiddelverdien på norsk side vinteren 1995/96 ble målt ved Viksjøfjell ($471 \mu\text{g}/\text{m}^3$), som også hadde flest døgnmiddelverdier over $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$, som er det anbefalte luftkvalitetskriteriet for døgnmiddelverdi av SO₂. Stasjonene på russisk side hadde imidlertid relativt flere verdier over $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ enn de norske stasjonene og også høyere maksimale døgnmiddelverdier enn Viksjøfjell. Den høyeste døgnmiddelverdien i Kirkenes og Svanvik var betydelig lavere enn ved de andre stasjonene, selv om den var over $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ også ved disse stasjonene.

Tabell 9: Sammendrag av målinger av SO₂ med kontinuerlig registrerende instrumenter på Viksjøfjell, Svanvik, Maajavri og Nikel, og med døgnpøvetaker i Kirkenes i perioden oktober 1995-mars 1996 (µg/m³).

Stasjon og måned	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Antall døgno- bs	Antall døgnmidler			Høyeste time- middel	Antall time- obs	Antall timeverdier			
				>50	>90	>300			>100	>350	>700	>1000
Viksjøfjell												
Oktober 1995	19,1	76	31	3	0	0	1 036	737	33	6	1	1
November	47,5	404	30	9	4	1	2 232	707	61	23	14	10
Desember	62,8	348	31	10	7	3	1 618	739	95	44	18	9
Januar 1996	31,2	247	31	7	3	0	1 239	734	57	19	1	1
Februar	28,7	94	29	7	3	0	728	690	58	3	1	0
Mars	75,1	471	31	18	10	1	2 352	734	166	33	6	4
Okt. 95-mars 96	44,2	471	183	54	25	5	2 352	4 341	470	128	41	25
Svanvik												
Oktober 1995	9,0	52	31	1	0	0	347	737	16	0	0	0
November	16,7	83	30	4	0	0	357	711	28	1	0	0
Desember	0,7	8	31	0	0	0	27	739	0	0	0	0
Januar 1996	<0,5	1	31	0	0	0	5	737	0	0	0	0
Februar	4,2	18	29	0	0	0	167	688	1	0	0	0
Mars	11,6	128	31	2	2	0	377	737	29	2	0	0
Okt. 95-mars 96	7,1	128	183	7	2	0	377	4 349	74	3	0	0
Maajavri												
Oktober 1995	38,4	231	31	8	4	0	1 188	739	72	18	4	2
November	94,1	483	30	15	8	4	2 075	714	150	66	21	11
Desember	82,3	408	21	9	7	1	1 395	510	99	48	17	6
Januar 1996												
Februar												
Mars												
Okt. 95-mars 96	70,0	483	82	32	19	5	2 075	1 963	321	132	42	19
Nikel												
Oktober 1995	(55,9)	(142)	6	2	2	0	918	138	15	4	3	0
November												
Desember	50,9	527	25	5	3	2	1 548	563	56	22	12	7
Januar 1996	3,7	27	31	0	0	0	451	694	2	1	0	0
Februar	86,7	569	16	4	3	2	2 914	371	38	18	11	10
Mars	48,2	273	31	9	7	0	1 414	698	75	29	9	4
Okt. 95-mars 96	42,2	569	109	20	15	4	2 914	2 464	186	74	35	21
Kirkenes												
Oktober 1995	6,7	38	29	0	0	0						
November	10,7	56	29	1	0	0						
Desember	7,3	43	29	0	0	0						
Januar 1996	(7,1)	(16)	9	0	0	0						
Februar												
Mars	16,0	134	22	2	1	0						
Okt. 95-mars 96	10,0	134	118	3	1	0						

Den høyeste timemiddelverdien på norsk side ble målt på Viksjøfjell 17. mars kl 15 og var på 2 352 µg/m³. Vindmålingene denne timen viste vind med styrke 2 m/s fra sørvest, som viser at utslipp fra Nikel belastet stasjonen.

Den høyeste timemiddelverdien i Svanvik, 377 µg/m³, ble målt 30. mars kl 14. Denne timen var det svak vind (0,7 m/s) og vindskift fra sørlig til øst-nordøstlig kant. Utslippene fra Nikel kan ha belastet stasjonen i deler av denne timen.

På russisk side ble den høyeste timemiddelverdien registrert i Nikel 18. februar kl 04. Verdien var på 2 914 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vindmålingene i Svanvik denne timen viste vind fra nordøst med midlere styrke 2,4 m/s. Vindretningen var rett fra verket i Nikel mot målestasjonen.

Ved Maajavri ble den høyeste timemiddelverdien, 2 075 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, registrert 4. november kl 10. Vinden på Viksjøfjell var fra sørvest og hadde midlere styrke 5,7 m/s denne timen. Stasjonen var derfor belastet av utslippene i Nikel.

Maajavri hadde timemiddelverdier over Verdens helseorganisasjons foreslåtte grenseverdi på 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 6,7% av timene med målinger. Tilsvarende tall for Nikel var 3,0%. På Viksjøfjell var det over 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 2,9% av tiden og i Svanvik i knapt 0,1% av tiden.

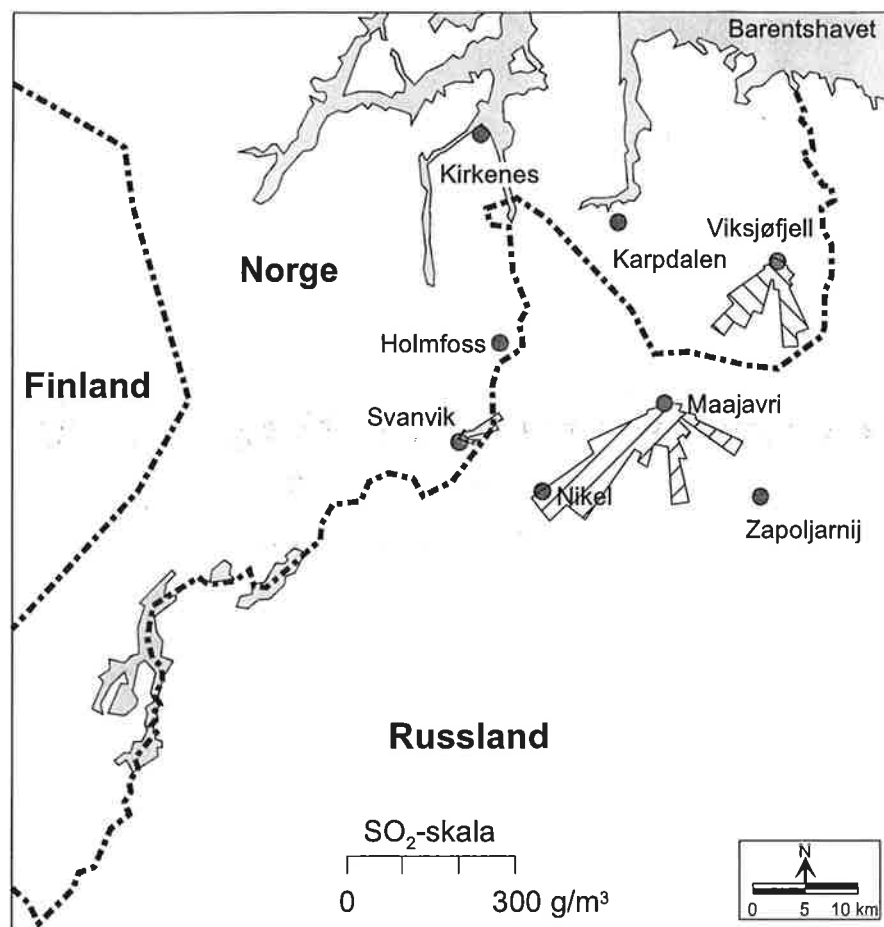
Sammenliknet med vinteren 1994/95 ble det målt litt lavere middelverdier vinteren 1995/96 på alle stasjonene. De fleste stasjonene hadde også lavere maksimale time- og døgnmiddelverdier vinteren 1995/96 enn vinteren 1994/95. Andelen timemiddelverdier over 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ var omtrent den samme vinteren 1995/96 som vinteren 1994/95 på alle fire stasjonene i grenseområdene.

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

Timemiddelverdiene av SO_2 er sammenholdt med vindretning, vindstyrke og stabilitet. Ut fra dette er det beregnet forurensningsroser som vist i figur 3-4, med middelkonsentrasjoner for hver av 36 10° -vindsektorer. Ved beregning av forurensningsrosen for Nikel er det brukt vindmålinger fra Svanvik, og ved beregning av rosen for Maajavri er det brukt vindmålinger fra Viksjøfjell.

I Svanvik var middelverdien 7,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for perioden oktober 1995-mars 1996. Ved vind fra øst-nordøstlig kant (60° - 70°) var middelkonsentrasjonen 70-85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se figur 3. Ved vind i en bred sektor fra sørøst over vest til nord-nordøst var konsentrasjonene betydelig lavere.

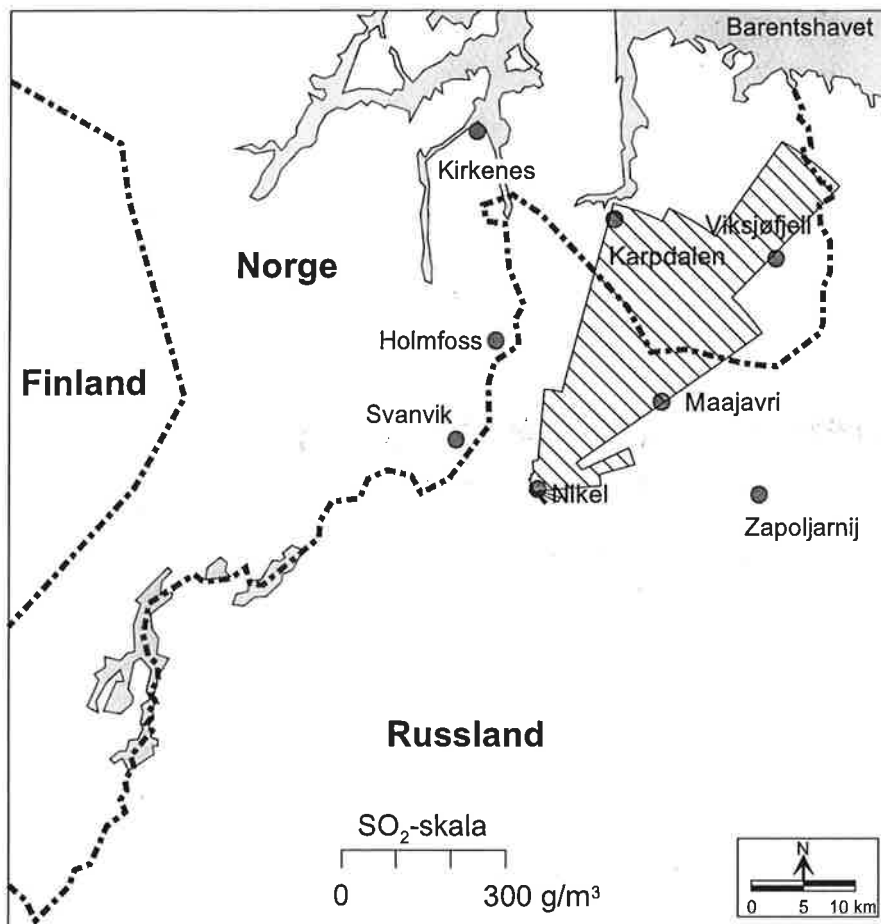
På Viksjøfjell var middelkonsentrasjonen 164 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ved vind fra omkring 220° (Nikel) (se figur 3). Ved vind fra omkring 170° var middelkonsentrasjonen 157 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette viser at også Zapoljarnij belaster stasjonen, men vind fra Zapoljarnij forekommer ikke på langt nær så ofte som vind fra Nikel.



Figur 3: Middelkonsentrasjoner av SO₂ for Viksjøfjell, Svanvik og Maajavri i 36 vindsektorer i perioden oktober 1995-mars 1996 (µg/m³).

Maajavri hadde en middelkonsentrasjon på 289 µg/m³ ved vind fra Nikel (omkring 230°). Det var også forhøyete konsentrasjoner ved vind fra Zapoljarnij. Ved vind i en bred sektor fra vest over nord til øst ble det målt meget lave konsentrasjoner.

Stasjonen i Nikel (figur 4) var sterkt belastet i en sektor fra nord til øst (vind målt i Svanvik) med den høyeste middelkonsentrasjonen ved 40° (769 µg/m³). Konsentrasjonene i de mest belastede sektorene var mye høyere i Nikel enn på de andre stasjonene. De høye konsentrasjonene i Nikel skyldes sannsynligvis de mange og store utslippene fra de lave skorsteinene. Utslippene fra de tre høyeste skorsteinene (150-160 m) vil sjelden eller aldri slå ned ved målestasjonen, som bare ligger 1 km fra bedriften.



Figur 4: Middelkonsentrasjoner av SO₂ i Nikel (samme skala som i figur 3) i 36 vindsektorer i perioden oktober 1995-mars 1996 (µg/m³).

4.2.2 Trendanalyse for SO₂

SO₂-målinger startet i Kirkenes-området og i Svanvik allerede i 1974. Senere ble målingene utvidet til Holmfoss, Jarfjordbotn og Karpdalen. Da den såkalte basisundersøkelsen startet i 1988 ble nye stasjoner opprettet på Viksjøfjell, i Noatun og på Kobbfoss. I 1990 og 1991 startet også målinger på russisk side med norsk måleutstyr på SOV 1, Maajavri (SOV 2), SOV 3 og i Nikel.

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

Tabell 10: Oversikt over SO₂-målinger i grenseområdene med døgnprøvetakere (døgnmiddelverdier) og med kontinuerlig registrerende monitorer (timemiddelverdier) i perioden 1974-1996. Døgnprøvetaking i Svanvik, Holmfoss og Karpdalen ble avsluttet ved årsskiftet 1994/95. For stasjoner merket med * (stjerne) er det i det følgende vist trendanalyser av SO₂-nivået.

Målested	Prøvetakingstid	19-74	19-75	19-76	19-77	19-78	19-79	19-80	19-81	19-82	19-83	19-84	19-85	19-86	19-87	19-88	19-89	19-90	19-91	19-92	19-93	19-94	19-95	19-96	
Kirkenes*	Døgn																								
Svanvik*	Døgn																								
Svanvik*	Time																								
Holmfoss	Døgn																								
Jarfjordbotn	Døgn																								
Karpdalen	Døgn																								
Karpdalen	Time																								
Viksjøfjell*	Time																								
Noatun	Døgn																								
Noatun	Time																								
Kobbfoss	Døgn																								
SOV 1	Time																								
Maajavri*	Time																								
SOV 3	Time																								
Nikel*	Time																								

Døgnprøvetaking ble avsluttet i Svanvik, Holmfoss og Karpdalen ved årsskiftet 1994/95. For tiden er det døgnprøvetaking bare i Kirkenes, mens det benyttes monitører (timemiddelverdier) i Svanvik, på Viksjøfjell, på Maajavri og i Nikel. Bortsett fra Maajavri overføres SO₂-dataene daglig til NILU på telenettet.

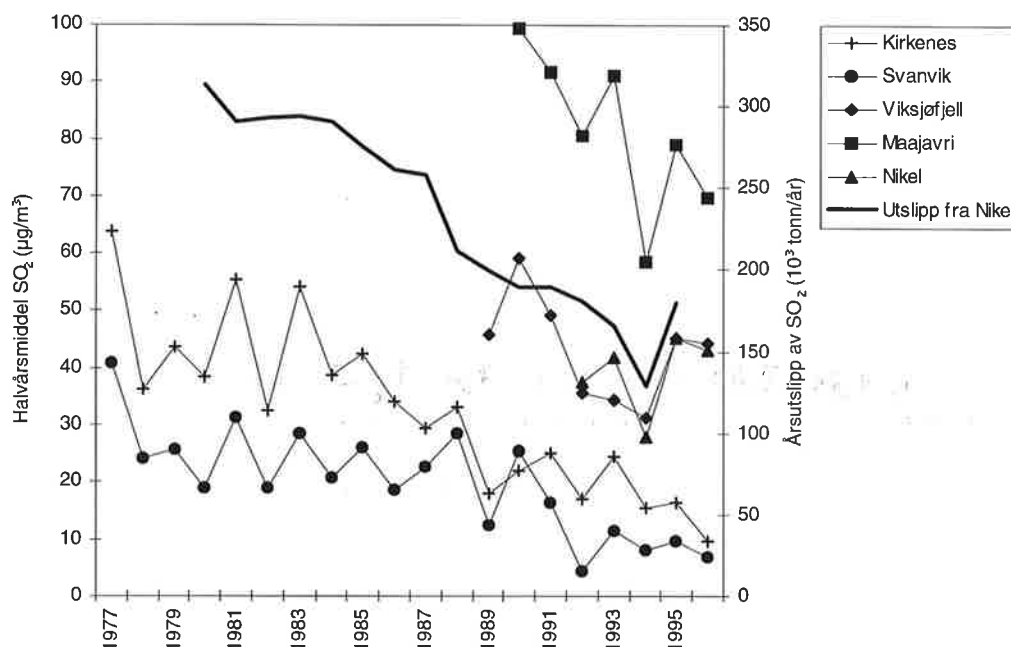
For stasjoner merket med * (stjerne) i tabell 10 er det vist en statistisk analyse av SO₂-verdiene for vinterhalvåret (oktober-mars) i de årene måledata foreligger fra 1977. For stasjoner med timedata er det utarbeidet statistikk både på grunnlag av timemiddelverdier og på grunnlag av døgnmiddelverdier beregnet av 24 time-middelverdier. For hvert vinterhalvår er følgende statistiske parametre bestemt:

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

Resultatene av de statistiske analysene for SO₂ er vist i figurene 5-10. Figur 5 viser aritmetisk middelverdi for de stasjonene som nå er i drift for perioder med målinger (etter 1977) basert på målte døgnmiddelverdier eller beregnede døgnmiddelverdier ut fra målte timemiddelverdier. Figur 6-8 gir trend for de statistiske parametrene som er nevnt ovenfor på stasjoner med målte/beregnete døgnmiddelverdier, mens figur 9-10 gir tilsvarende statistikk for timemiddelverdier.

Figur 5 viser at SO₂-utslippet fra smelteverket i Nikel er redusert fra mer enn 300 000 tonn i 1980 til ca. 165 000 tonn i 1993, dvs. omtrent en halvering. Utslippene er ikke målt, men beregnet ut fra massebalanse og er offisielle russiske tall (Ryaboshapko, 1993 og Baklanov, 1994). Tallene for 1994 og 1995 er foreløpig uoffisielle tall. Figuren viser at de målte vintermiddelverdiene av SO₂ også er redusert i samme periode. Verdiene varierer imidlertid en del fra år til år, som ikke bare skyldes endret utslipp, men forskjeller i spredningsforholdene. Viktige parametre er hvor ofte vinden blåser fra Nikel mot målestedet, vindstyrken og den termiske turbulensen (stabiliteten i lufta). I Svanvik er det midlere SO₂-nivået redusert i takt med utslippene fra Nikel. Også stasjonene med kortere måleserier viser en liknende tendens. I Kirkenes er også de lokale utslippene betydelig redusert i perioden 1977-1996.

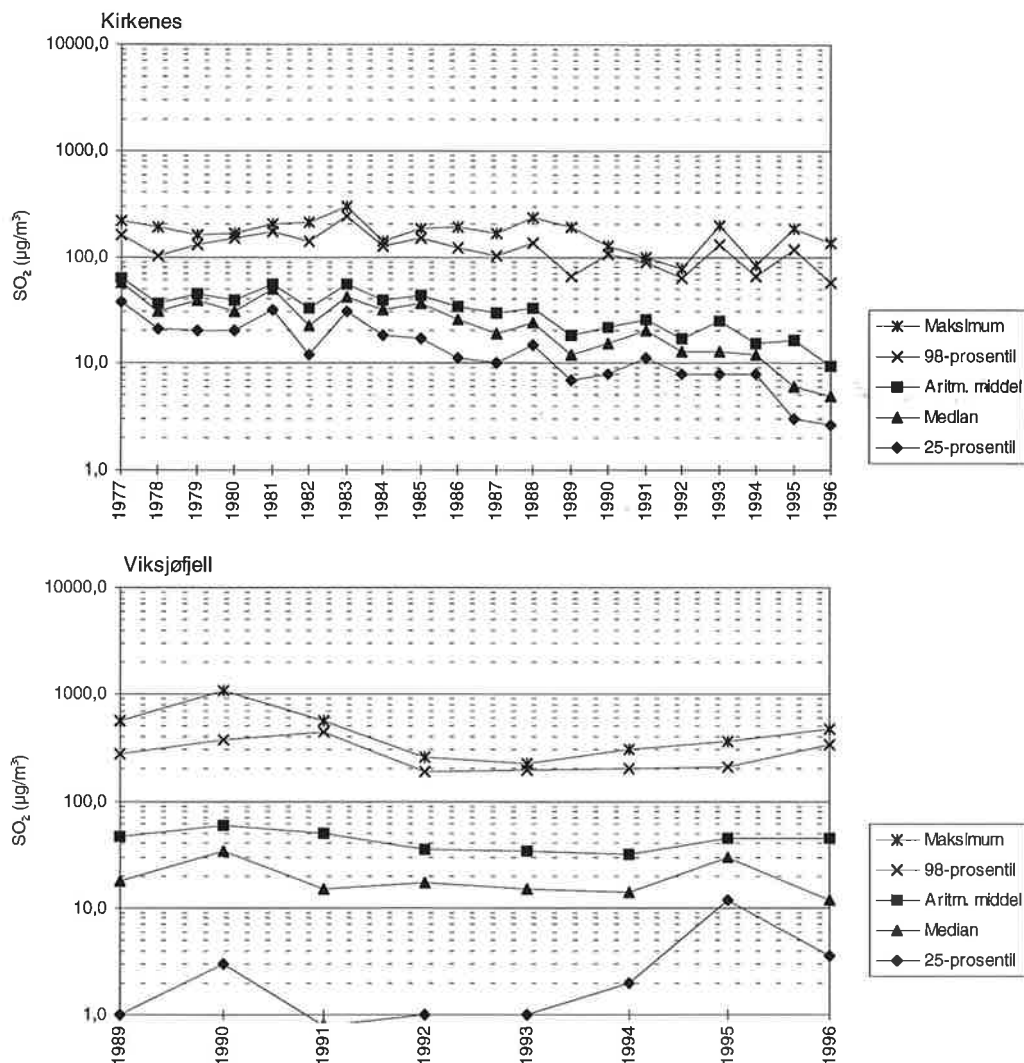
Alle målestasjonene viste litt lavere middelverdier vinteren 1995/96 enn vinteren 1994/95. Utslippstall fra Nikel for 1996 foreligger ennå ikke. Det er derfor vanskelig å si sikkert om nedgangen skyldes reduserte utslipp. Økningen i vintermiddelverdiene fra 1993/94 til 1994/95 er imidlertid bekreftet av de foreløpige utslippstallene for 1994 og 1995 som viste økning i SO₂-utslippet i Nikel fra 1994 til 1995.



Figur 5: Vintermiddelkonsentrasjoner (oktober-mars) av SO_2 i perioden 1977-1996 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Figuren viser også årlige utslipp av SO_2 fra smelteverket i Nikel i perioden 1980-1995 (10^3 tonn/år).

Figurene 6-10 gir trend for utvalgte statistiske parametre i SO_2 -fordelingen på de enkelte stasjonene. Ordinaten i disse figurene er gitt i logaritmisk skala fordi det er meget stor forskjell i konsentrasjon mellom høye og lave SO_2 -verdier. I figurer med vanlig lineær skala ville det blitt meget vanskelig å skille mellom aritmetisk middelvei, median og 25-prosentil-verdi, da disse verdiene ville bli nær hverandre.

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



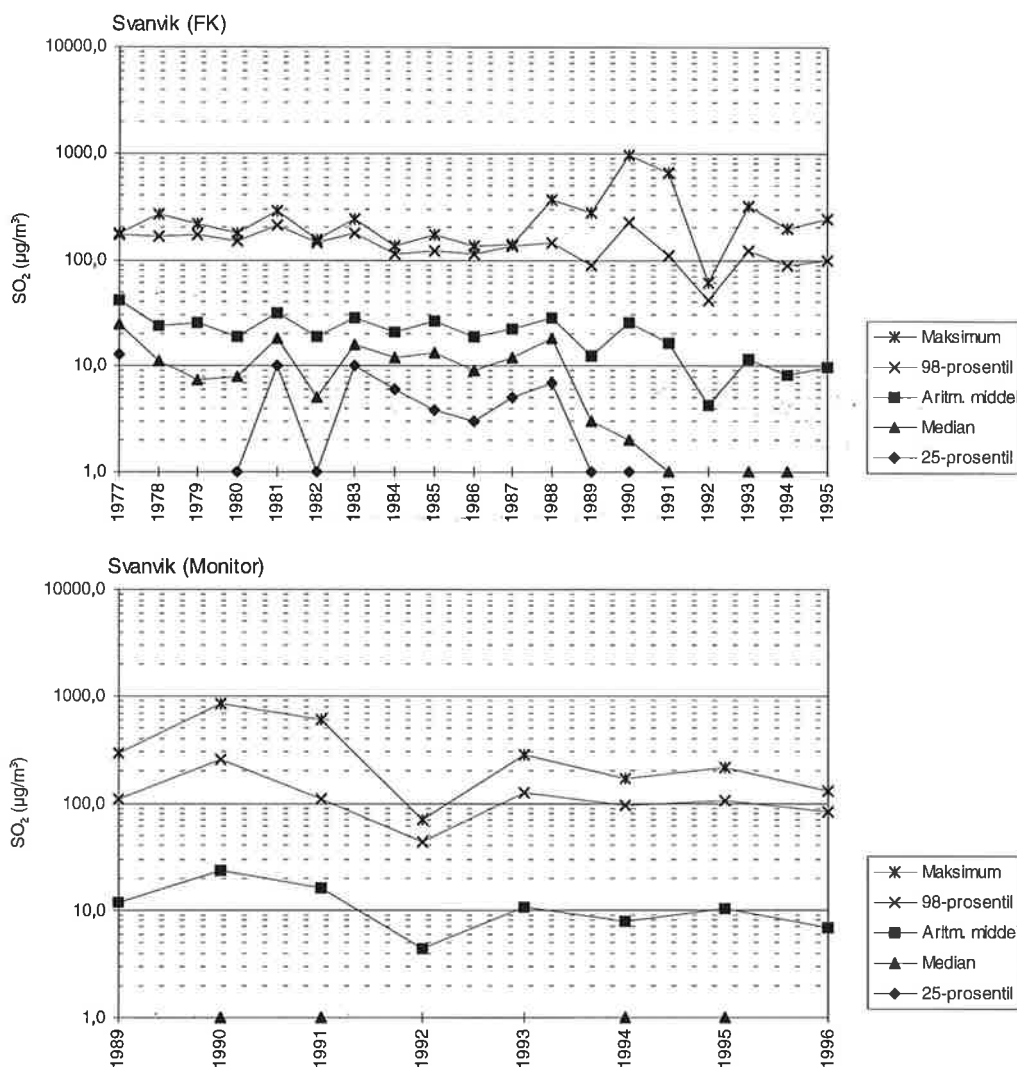
Figur 6: Døgnmiddelkonsentrasjoner av SO_2 i vinterhalvåret (oktober-mars) i Kirkenes og på Viksjøfjell ($\mu g/m^3$). Trend for utvalgte statistiske parametre.

- **Kirkenes (figur 6)**

Middel- og median-verdien er betydelig redusert fra slutten av 1970-årene til 1996. Den største reduksjonen for middel-, median- og 25-prosentilverdiene har vært de siste årene (1994-1996).

- **Viksjøfjell (figur 6 og figur 9)**

Målingene viste noe nedgang i middel- og medianverdiene fra vinteren 1989/90 til vinteren 1993/94, men økte igjen vinteren 1994/95. Vinteren 1995/96 viste litt lavere middelverdi og noe lavere medianverdi enn vinteren 1994/95. De maksimale døgn- og timemiddelverdiene ble målt vinteren 1989/90 til henholdsvis vel $1\ 000\ \mu g/m^3$ og vel $3\ 100\ \mu g/m^3$. Den høyeste timemiddelverdien vinteren 1995/96 var $2\ 352\ \mu g/m^3$.

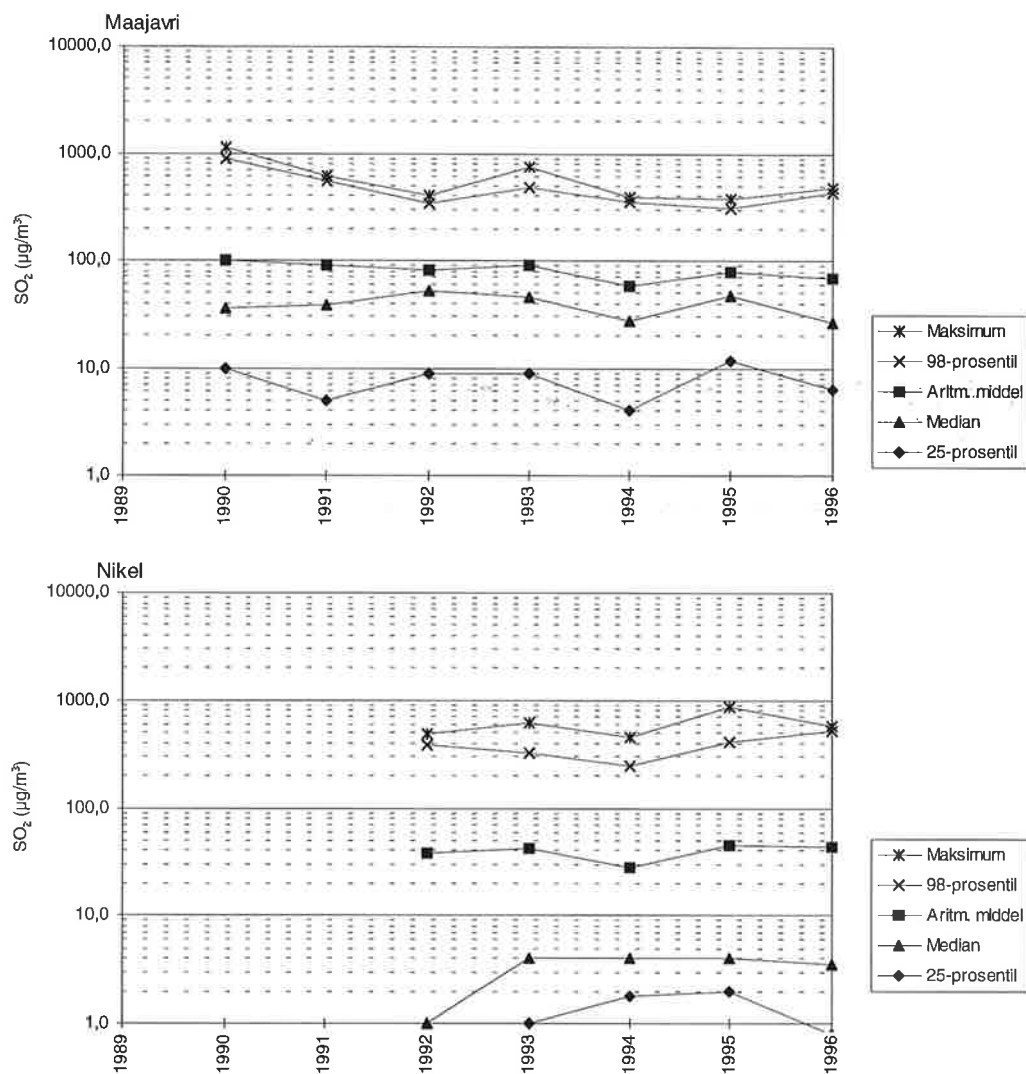


Figur 7: Døgnmiddelkonsentrasjoner av SO_2 i vinterhalvåret (oktober-mars) i Svanvik ($\mu g/m^3$). Trend for utvalgte statistiske parametre.

- **Svanvik (figur 7 og figur 9)**

Målingene i Svanvik har vist et relativt stabilt SO_2 -nivå fram til slutten av 1980-årene. Deretter har spesielt middel- og median-verdien gått ned, mens maksimumsverdien har variert mye fra år til år. Halvparten av tiden har døgnmiddelverdiene vært lavere eller lik $1 \mu g/m^3$ siden 1990/91.

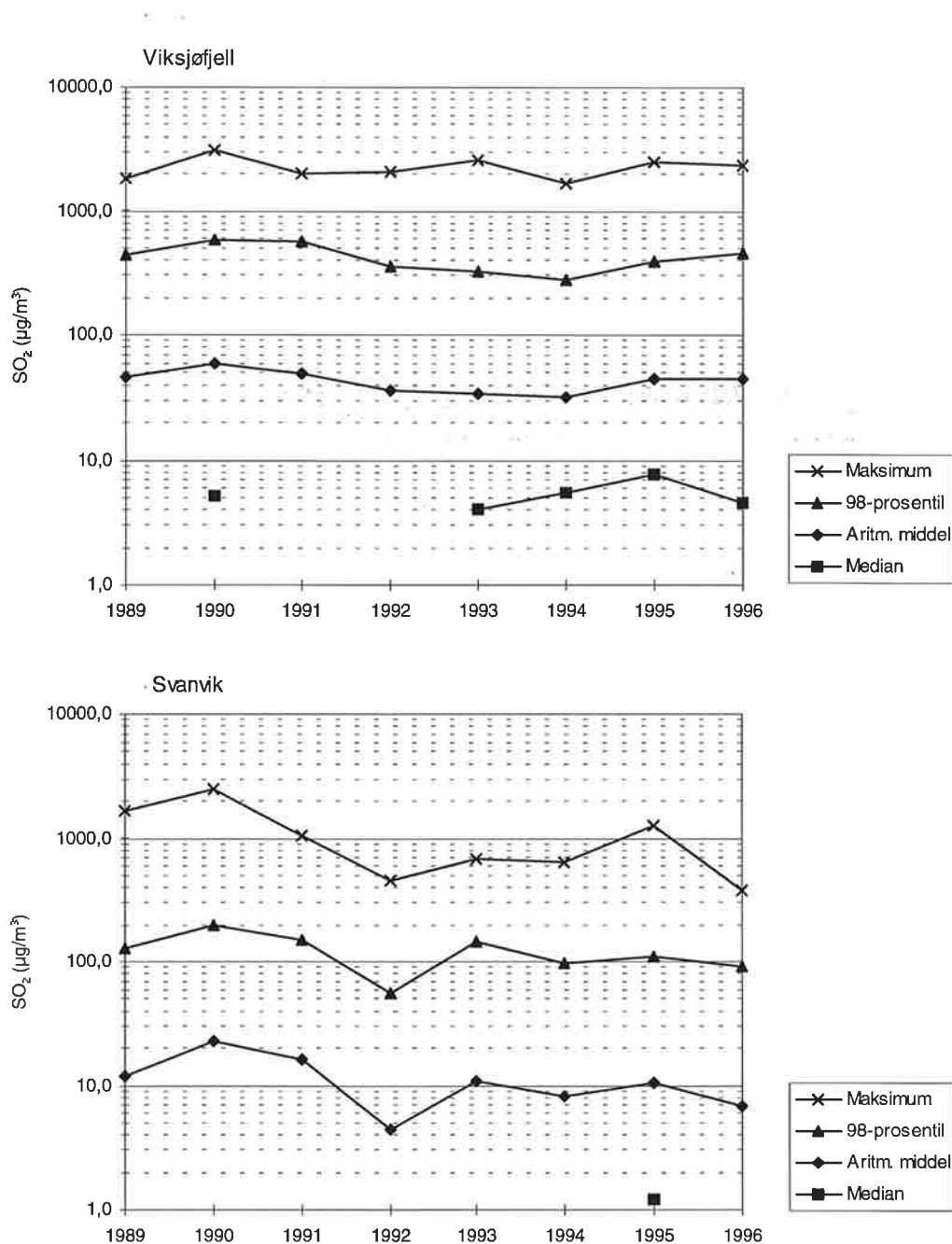
Målinger av timemiddelverdier siden 1988/89 (figur 9) viser maksimale verdier opp til $2\,400 \mu g/m^3$ (1989/90). Vinteren 1995/96 var den høyeste timemiddelverdien $377 \mu g/m^3$. Verdens helseorganisasjons grenseverdi er $350 \mu g/m^3$. Middelerdien har variert relativt lite de fire siste vintrene og var $7 \mu g/m^3$ vinteren 1995/96.



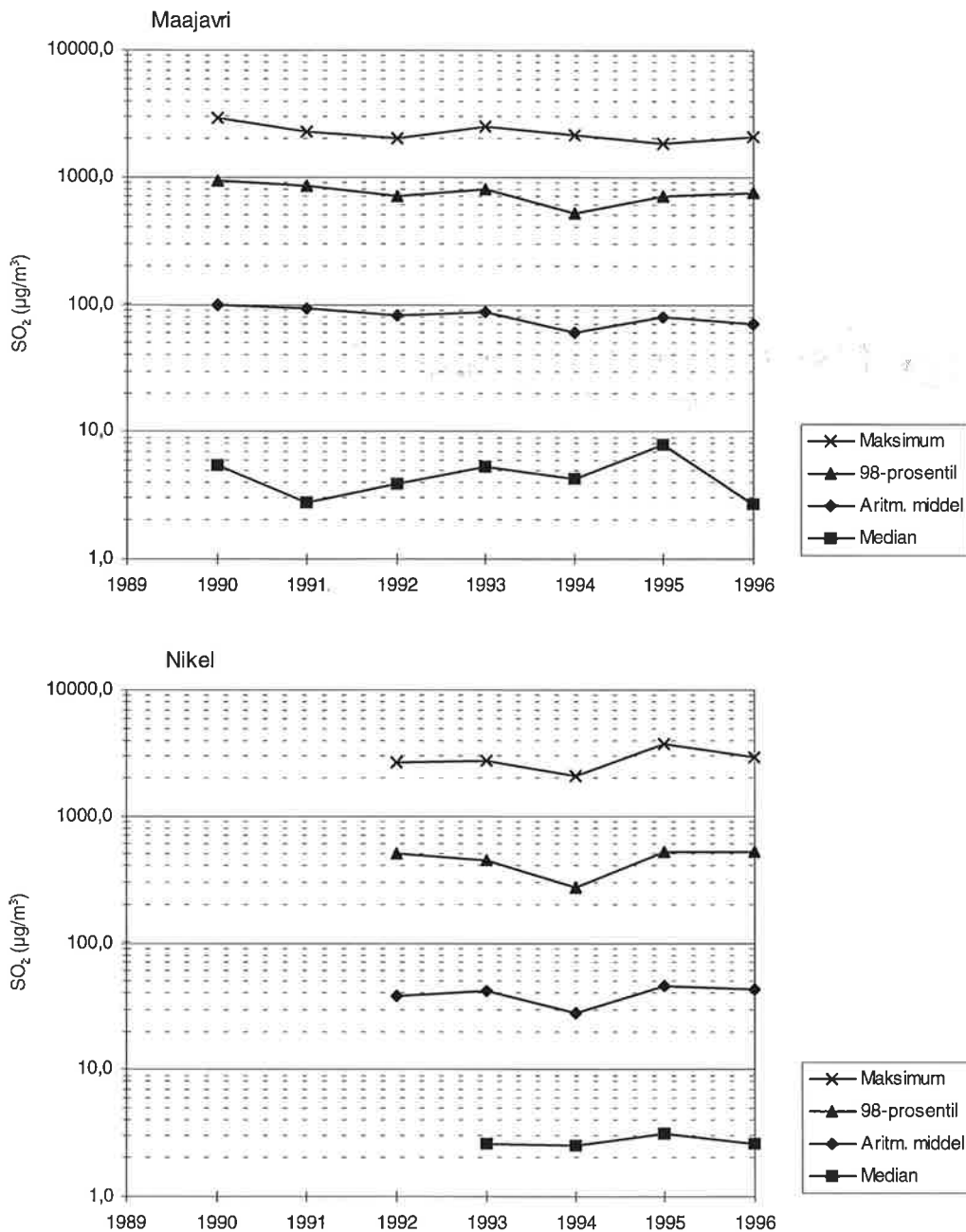
Figur 8: Døgnmiddelkonsentrasjoner av SO_2 i vinterhalvåret (oktober-mars) på Maajavri og i Nikel ($\mu g/m^3$). Trend for utvalgte statistiske parametre.

- **Maajavri (figur 8 og figur 10)**

Maajavri på russisk side ligger ca. 17 km nordøst for Nikel og ca. 11 km nordvest for Zapoljarnij. Som på Viksjøfjell viser målingene tendens til fallende SO_2 -nivå fram til vinteren 1993/94, men med økte verdier igjen vinteren 1994/95. Vinteren 1995/96 gikk middel- og medianverdiene litt ned igjen. Som på Viksjøfjell ble også de høyeste døgn- og timemiddelverdiene målt vinteren 1989/90 til henholdsvis vel 1 100 $\mu g/m^3$ og knapt 3 000 $\mu g/m^3$.



Figur 9: Timemiddelkonsentrasjoner av SO₂ i vinterhalvåret (oktober-mars) på Viksjøfjell og i Svanvik (µg/m³). Trend for utvalgte statistiske parametre.



Figur 10: Timemiddelkonsentrasjoner av SO_2 i vinterhalvåret (oktober-mars) på Maajavri og i Nikel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Trend for utvalgte statistiske parametre.

- **Nikel (figur 8 og figur 10)**

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

Målingene i Nikel startet først i 1991. Dataene viser imidlertid omtrent samme trend som på Viksjøfjell og Maajavri. Økningen vinteren 1994/95 var relativt

markert. Vinteren 1995/96 ble nivået litt redusert igjen. Maksimale døgn- og timemiddelverdier ble målt vinteren 1994/95 til henholdsvis 870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og 3 700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Stasjonen i Nikel påvirkes ved nordøstlig vind, som vanligvis ikke forekommer så ofte om vinteren som om sommeren. Middelkonsentrasjonen av SO_2 er derfor vanligvis høyere om sommeren enn om vinteren.

Samlet sett viser figurene 6-10 redusert SO_2 -forurensning i Sør-Varanger fra slutten av 1970-årene fram til 1994. Nedgangen er i takt med reduksjonene i utslippene fra smelteverket i Nikel. Vinteren 1994/95 var det imidlertid økte SO_2 -konsentrasjoner igjen, som var særlig markert på de mest belastede stasjonene Viksjøfjell, Maajavri og Nikel. Foreløpige utslippstall viser at også utslippene økte fra 1994 til 1995. Vinteren 1995/96 ble SO_2 -konsentrasjonene litt redusert igjen. Utslippstall for 1996 foreligger ikke ennå.

4.2.3 Svevestøv

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

Resultatene er gitt i tabell 11. Middelveiden vinteren 1995/96 var 5,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ på Viksjøfjell og 14,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i Nikel, mens det norske anbefalte luftkvalitetskriteriet for 6 måneder er 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (SFT, 1992).

Den høyeste enkeltverdien på Viksjøfjell ble målt i mars til 20,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette er betydelig lavere enn det norske anbefalte luftkvalitetskriteriet og Verdens helseorganisasjons grenseverdi for døgnmiddelverdi, som begge er på 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for partikler med diameter under 10 μm (SFT, 1992; WHO, 1987).

I Nikel ble det målt en maksimalkonsentrasjon på 60,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, også i mars.

For partikler med diameter under 2,5 μm (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 langt lavere verdier enn dette, 3,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ på Viksjøfjell og 6,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i Nikel.

Middelkonsentrasjonen av svevestøv på Viksjøfjell vinteren 1995/96 på 5,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ var den samme som vinteren 1994/95. I Nikel var middelveiden 14,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vinteren 1995/96 og 14,1 vinteren 1994/95.

Tabell 11: Sammendrag av svevestøvmålinger med to-filter-prøvetaker på Viksjøfjell og i Nikel i perioden oktober 1995-mars 1996 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Stasjon og måned	Finfraksjon (<2,5 μm)			Grovfraksjon (2,5 - 10 μm)			Sum (<10 μm)			Antall døgn med målinger
	Midde l	Maks.	Min.	Middel	Maks.	Min.	Middel	Maks.	Min.	
VIKSJØFJELL										
Oktober 1995	1,2	1,9	0,5	1,9	6,5	0,5	3,1	7,5	1,2	31
November	1,9	4,9	0,7	1,7	5,0	0,3	3,7	9,9	1,0	30
Desember	2,5	7,4	0,7	2,0	6,7	0,5	4,6	14,1	1,5	31
Januar 1996	2,7	8,6	0,1	1,6	5,2	0,1	4,3	10,4	0,8	31
Februar	4,3	8,7	1,1	2,1	3,8	0,7	6,4	10,4	2,8	29
Mars	6,4	13,6	1,5	4,0	7,3	1,2	10,3	20,9	3,0	31
Okt. 95-mars 96	3,2	13,6	0,1	2,2	7,3	0,1	5,4	20,9	0,8	183
NIKEL										
Oktober 1995	5,2	15,2	0,1	6,1	15,4	0,1	11,4	30,6	0,3	31
November	10,4	22,8	2,3	11,0	19,9	2,1	21,3	39,7	5,1	30
Desember	7,3	19,6	2,4	5,6	12,1	1,3	12,8	31,7	5,3	31
Januar 1996	4,0	9,4	0,4	3,5	13,3	0,8	7,5	22,2	1,2	31
Februar	8,3	14,1	2,5	9,5	28,5	2,1	17,8	42,6	4,6	16
Mars	7,2	16,1	2,4	11,4	52,6	3,0	18,6	60,0	6,1	31
Okt. 95-mars 96	6,9	22,8	0,1	7,7	52,6	0,1	14,6	60,0	0,3	170

4.3 Nedbørkvalitet

Nedbørkvalitet ble målt på to stasjoner på norsk side i vinterhalvåret 1995/96, Karpdalen og Svanvik. Prøvene tas over en uke med skifte hver mandag. Dessuten skiftes det på første dato i hver måned. I Svanvik har nedbørmålingene pågått siden høsten 1988. Stasjonen i Karpdalen erstattet Dalelva ved Jarfjord fra 1.1.1991. Et sammendrag av resultatene er vist i tabell 12-13. Konsentrasjonene av sulfat er korrigert for sjøsalt og gitt som mg svovel/l. Konsentrasjonene av nitrat og ammonium er gitt som mg nitrogen/l.

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

Sammenliknet med vinteren 1994/95 var det både litt høyere pH og høyere middelkonsentrasjoner av Na, Mg og Cl i nedbøren i Svanvik vinteren 1995/96. Middelkonsentrasjonene av Ca og K var omtrent den samme vinteren 1995/96 som vinteren 1994/95, mens middelkonsentrasjonene av sulfat, ammonium og nitrat gikk ned.

Tabell 12: Måned- og halvårsmiddelverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i Svanvik vinteren 1995/96.

Måned	Nedbør- mengde mm	Lednings- evne µS/cm	pH	SO ₄ mg S/l	NH ₄ mg N/l	NO ₃ mg N/l	Na mg/l	Mg mg/l	Cl mg/l	Ca mg/l	K mg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	As µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l
Oktober 1995	63,60	22,27	4,54	0,57	0,11	0,09	1,07	0,14	1,95	0,11	0,10	1,16	0,14	4,38	18,74	2,26	21,43	0,60	0,26
November	44,24	21,19	5,13	0,16	0,12	0,05	2,15	0,29	3,91	0,14	0,09	0,52	0,07	1,94	8,61	1,55	13,30	0,27	< 0,20
Desember	9,33	20,76	5,39	0,18	0,24	0,08	2,48	0,33	4,41	0,17	0,11	0,68	0,03	6,77	1,58	0,15	1,49	0,06	< 0,20
Januar 1996	8,41	36,12	5,44	0,14	0,46	0,20	4,64	0,56	7,79	0,23	0,18	0,35	0,01	1,81	0,9	< 0,10	0,89	0,03	< 0,20
Februar	37,48	15,73	5,01	0,14	0,18	0,10	1,40	0,20	2,45	0,08	0,05	0,58	0,03	1,44	0,61	0,34	1,19	0,03	0,27
Mars	5,64	41,51	4,80	0,70	0,56	0,26	1,58	0,28	3,05	0,24	0,06	2,14	0,37	6,16	28,89	4,43	102,6	1,14	0,43
Oktober 1995 - desember 1995	117,17	21,41	5,02	0,30	0,16	0,07	1,90	0,25	3,42	0,14	0,10	0,79	0,08	4,36	9,64	1,32	12,07	0,31	< 0,2
Oktober 1995 - mars 1996	168,69	21,78	4,80	0,33	0,17	0,09	1,68	0,23	3,01	0,12	0,09	0,85	0,09	3,18	10,99	1,54	15,73	0,36	0,21

Tabell 13: Måned- og halvårsmiddelverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i Karpdalen vinteren 1995/96.
(Tungmetallene er ikke analysert i I. kvartal 1996.)

Måned	Nedbør- mengde mm	Lednings- evne µS/cm	pH	SO ₄ mg S/l	NH ₄ mg N/l	NO ₃ mg N/l	Na mg/l	Mg mg/l	Cl mg/l	Ca mg/l	K mg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	As µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l
Oktober	63,73	28,78	4,62	0,45	0,11	0,09	2,45	0,29	4,06	0,14	0,15	1,08	0,08	4,11	11,84	1,28	8,08	0,38	0,36
November	44,27	61,09	4,92	0,23	0,07	0,06	7,31	0,94	13,06	1,41	0,34	2,41	0,04	3,01	6,70	0,56	4,34	0,22	0,32
Desember	23,09	63,25	4,62	0,40	0,15	0,41	7,39	0,97	13,14	0,56	0,44	0,69	0,06	3,18	4,24	1,18	6,08	0,14	0,22
Januar	10,19	30,18	5,24	0,32	0,33	0,36	2,81	0,41	5,28	0,74	0,47								
Februar	49,52	40,37	4,69	0,33	0,25	0,22	4,86	0,60	7,39	0,24	0,26								
Mars	5,41	73,86	4,65	0,37	0,15	0,61	3,19	0,46	4,84	0,46	0,20								
Oktober 1995 - desember 1995	131,09	51,04	4,72	0,36	0,11	0,19	5,72	0,73	10,09	0,70	0,31	1,39	0,06	3,43	7,59	1,01	6,17	0,25	0,30
Oktober 1995 - mars 1996	196,21	44,37	4,71	0,36	0,15	0,18	4,79	0,61	8,12	0,54	0,27								

I Karpdalen var det høyere pH og høyere middelkonsentrasjoner av de fleste hovedkomponentene i nedbøren, mens konsentrasjonene av sulfat og nitrat var lavere vinteren 1995/96 enn vinteren 1994/95.

Analysen av tungmetaller i nedbøren i Karpdalen ble avsluttet ved årsskiftet 1995/96, mens Svanvik ble analysert i hele vinterhalvåret. Middelkonsentrasjonene av tungmetallene Cd, Zn, Ni, As, Cu og Co var høyere i Svanvik enn i Karpdalen vinteren 1995/96. Middelkonsentrasjonen av Pb og Cr var høyest i Karpdalen.

Tungmetallene Pb, Cd og Zn analyseres rutinemessig i nedbøren på norske bakgrunnsstasjoner under Statlig program for forurensningsovervåking. Konsentrasjonene av bly i Sør-Varanger vinteren 1995/96 var lavere enn det en vanligvis finner på Sørlandet og Østlandet (SFT, 1996). Konsentrasjonene av Cd var på samme nivå eller litt høyere sammenliknet med konsentrasjonene på Sørlandet og Østlandet. Konsentrasjonene av Zn var på samme nivå som konsentrasjonene på Østlandet og lavere enn konsentrasjonene på Sørlandet.

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

Vinteren 1995/96 var konsentrasjonene av Ni, Cu, Co og As litt høyere enn vinteren før i Svanvik. I Karpdalen var konsentrasjonene av Ni og As høyere vinteren 1995/96 enn vinteren 1994/95, mens det var omtrent samme konsentrasjon av Co og lavere konsentrasjon av Cu vinteren 1995/96.

Det er også beregnet avsetning med nedbøren av de forskjellige elementene for Svanvik for hele vinterhalvåret og for Karpdalen for 4. kvartal 1995. Resultatene er vist i tabell 14 sammen med avsetningstall fra tidligere vinterhalvår.

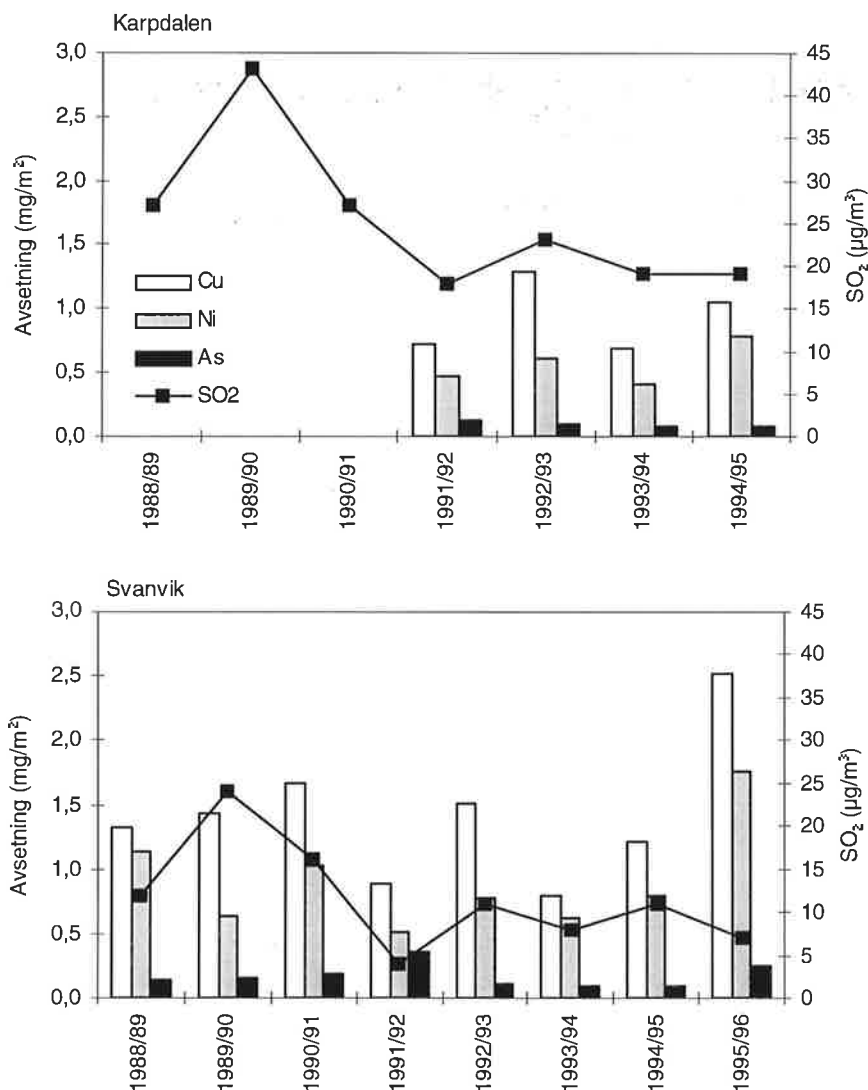
Tabellen viser at Karpdalen hadde størst avsetning av hovedkomponentene bortsett fra ammonium hvor avsetningen var lik på de to stasjonene. Bortsett fra nitrat var avsetningen av hovedkomponentene større vinteren 1995/96 enn vinteren 1994/95.

Avsetningen av alle tungmetallene unntatt Pb var større vinteren 1995/96 enn vinteren 1994/95 i Svanvik. Avsetningen av Pb var den samme de to vintrene.

Tabell 14: Avsetning av elementer med nedbør i vinterhalvårene fra 1988/89 til 1995/96.
(Tungmetallene er ikke analysert i 1. kvartal 1996 for Karpdalen. Vintermiddelverdi er derfor ikke gitt i tabellen for 1995/96.)

Stasjon	År	H ⁺ µekv/m ²	Total SO ₄ mg S/m ²	Sjøsalikkorr. SO ₄ mg S/m ²	NH ₄ mg N/m ²	NO ₃ mg N/m ²	Na mg/m ²	Mg mg/m ²	Cl mg/m ²	Ca mg/m ²	K mg/m ²	Pb mg/m ²	Cd mg/m ²	Zn mg/m ²	Ni mg/m ²	As mg/m ²	Cu mg/m ²	Co mg/m ²	Cr mg/m ²
Karpdalen	1991/92		173		33	36	530	64	990	49	56	0,51	0,02	0,87	0,47	0,13	0,72	0,01	0,27
	1992/93		143		31	34	814	95	1370	58	81	0,29	0,01	1,27	0,62	0,09	1,29	0,02	0,27
	1993/94	2675	96	59	25	40	443	53	814	30	42	0,15	0,01	0,75	0,41	0,08	0,69	0,02	0,19
	1994/95	3298	88	62	18	37	321	42	578	26	25	0,19	0,01	0,66	0,78	0,08	1,06	0,03	0,04
	1995/96	3812	148	71	29	35	940	120	1593	106	53								
Svanvik	1988/89		56		16	19	294	37	504	33	14	0,38	0,02	1,05	1,13	0,14	1,32		
	1989/90		67		13	26	156	26	360	17	12	0,14	0,02	0,61	0,64	0,16	1,43	0,02	0,05
	1990/91		39		11	18	113	16	205	9	9	0,18	0,02	0,62	1,02	0,18	1,67	0,04	0,02
	1991/92		87		36	35	210	27	410	17	17	0,17	0,01	0,36	0,52	0,36	0,88	0,01	0,09
	1992/93		49		23	19	208	26	374	19	11	0,09	0,03	0,53	0,78	0,11	1,51	0,03	0,80
1993/94	2168	50	39	24	30	133	17	256	14	7	0,09	0,01	0,23	0,62	0,10	0,80	0,02	0,08	
1994/95	1603	46	37	22	21	109	15	195	12	9	0,14	0,01	0,32	0,80	0,10	1,21	0,02	0,02	
1995/96	2694	79	56	29	15	15	283	39	508	20	15	0,14	0,02	0,51	1,76	0,25	2,52	0,06	0,03

Avsetningen med nedbør av Cu, Ni og As for vinterhalvårene fra 1988/89 til 1995/96 er vist i figur 11 sammen med halvårsmiddelkonsentrasjonene av SO₂. Figuren viser at det er en viss sammenheng mellom avsetningen av metallene og SO₂-konsentrasjonen. Avsetningen av de tre metallene er imidlertid større i Svanvik enn i Karpdalen, mens SO₂-konsentrasjonen er lavere. Avsetningen av Cu og Ni i Svanvik vinteren 1995/96 var den største siden målingene startet i 1988/89.



Figur 11: Avsetning med nedbør av Cu, Ni og As (mg/m²) i vinterhalvårene fra 1988/89 til 1995/96 i Karpdalen og Svanvik sammen med halvårsmiddelkonsentrasjoner av SO₂ (µg/m³). Da tungmetaller i nedbør ikke ble analysert for 1. kvartal 1996 for Karpdalen, er det ikke gitt avsetningstall for vinterhalvåret 1995/96 for denne stasjonen.

5. Modellberegninger av SO₂

Som et bidrag til den rutinemessige overvåkingen av luftkvaliteten i grenseområdene mellom Norge og Russland er det foretatt en vurdering av forholdet mellom modellberegnete og målte konsentrasjoner av SO₂. Dette håper vi skal gi en bedre mulighet for å vurdere om det skjer betydelige endringer i utslippene fra smelteverkene. Modellene baserer seg på et fast oppgitt utslipp for året 1993. Eventuelle endringer i utslippene vil avspeile seg som avvik mellom målte og beregnede konsentrasjoner i målepunktene. Det ligger naturligvis usikkerheter i modellberegningene, men disse tas det hensyn til i vurderingene.

5.1 Utslippsdata

Data for utslipp av svoveldioksid fra alle enkeltkildene ved smelteverket i Nikel og Zapoljarnij er mottatt fra russisk side for 1989. På ekspertmøtet i Apatity i mars 1993 mottok NILU oppdaterte data for totale årlige utslipp av SO₂ for perioden 1980-1992 (Ryaboshapko, 1993). Tabell 15 oppsummerer utslippene av svoveldioksid i 1989 fra høye og lave skorsteiner i Nikel, Zapoljarnij og Kirkenes, samt skorsteinsdimensjoner og avgasstemperatur. Nye totalutslipp for Nikel og Zapoljarnij for 1993 ble presentert av Murmansk Regional Committee for Nature Protection i 1993 (Baklanov, 1994).

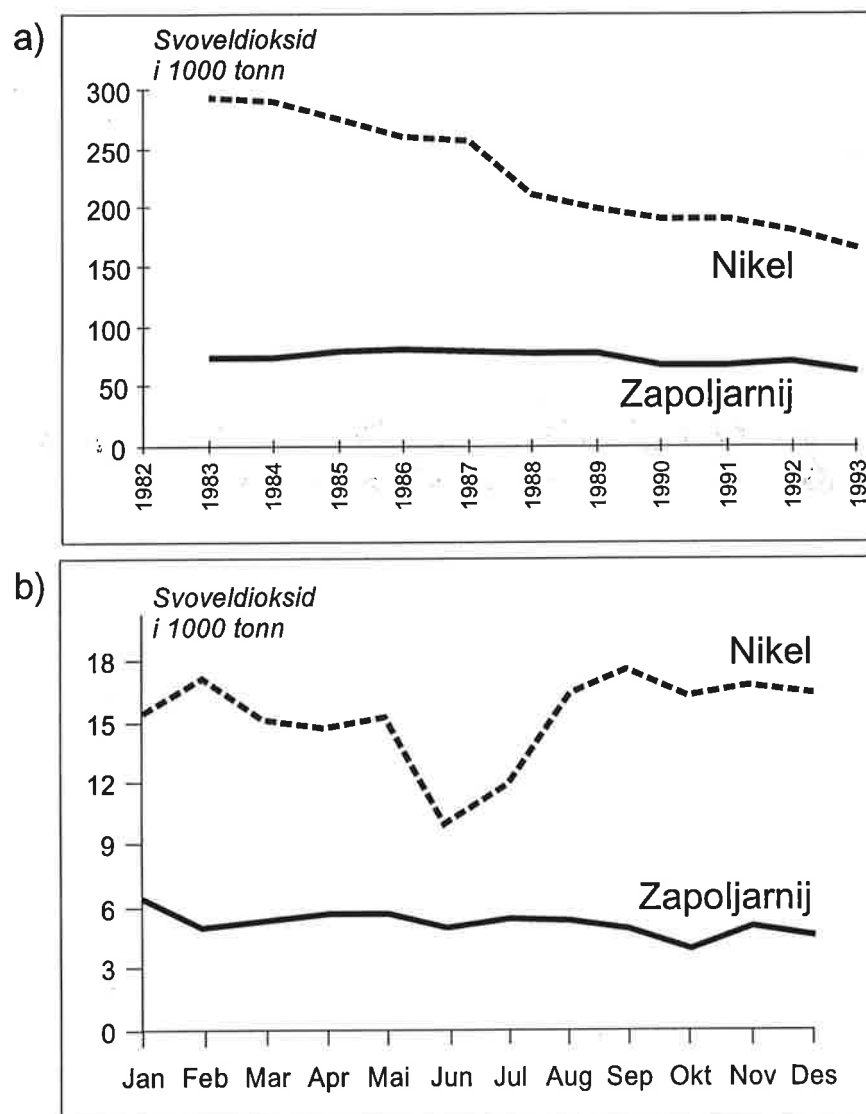
Totalutslippene fra Nikel og Zapoljarnij i perioden 1983-1993 er presentert i figur 12a. Figuren viser at utslippene fra Nikel har avtatt de senere årene, mens utslippene fra Zapoljarnij har holdt seg forholdsvis konstant i perioden. Figuren viser også variasjonen over året for Nikel og Zapoljarnij i 1990.

For å fremskaffe utslippsdata for vinterhalvåret 1995/96 er utslippene for de enkelte kildene (1989) i tabell 15 skalert i forhold til totalutslippet fra 1993, som er det siste året med tilgjengelige offisielle utslippstall. Den månedsvise fordelingen for beregningshalvåret er basert på skalering i forhold til den månedsvise utslippsfordelingen for Nikel og Zapoljarnij for 1990 (figur 12b).

Det er til dels store usikkerheter i utslippsdataene fra de russiske verkene. Utslippstallene for beregningsperioden er basert på estimer, og den månedsvise fordelingen gitt av Ryaboshapko i figur 12b er basert på uoffisielle tall fra smelteverkene.

Tabell 15: Maksimale utslipp av SO_2 fra industrielle kilder i Nikel, Zapoljarnij og Kirkenes i 1989.

Kilde nr.	Utslipp av SO_2 (g/s)	Skorsteins-høyde (m)	Tempera-tur (K)	Utslipps-hastighet (m/s)	Skorsteins-diameter (m)	Sted
1	364	35	292	3,0	6,5	Nikel
2	11	32	292	3,4	3,2	Nikel
3	69	30	292	6,9	1,4	Nikel
4	27	35	292	2,9	4,2	Nikel
5	71	30	292	3,6	1,8	Nikel
6	107	35	292	3,6	4,2	Nikel
7	71	35	292	2,2	11,4	Nikel
8	14	10	292	23,4	0,8	Nikel
9	27	35	292	2,3	3,0	Nikel
10	34	35	292	6,6	2,0	Nikel
11	7	30	292	7,9	1,2	Nikel
12	17	30	292	7,5	1,0	Nikel
13	5	30	292	8,9	0,6	Nikel
14	5	30	292	8,9	0,6	Nikel
15	5	40	292	1,0	3,8	Nikel
16	7	20	342	12,0	0,8	Nikel
17	7	20	292	0,4	4,0	Nikel
18	23	15	372	10,5	1,3	Nikel
19	21	15	372	10,5	1,3	Nikel
20	14	20	292	11,1	0,8	Nikel
21	11	20	292	18,7	0,9	Nikel
22	34	15	292	18,8	1,5	Nikel
23	139	10	292	1,7	1,8	Nikel
24	20	30	292	8,4	0,8	Nikel
25	243	32	292	10,6	2,6	Nikel
26	27	35	292	8,9	2,0	Nikel
27	17	30	292	9,8	1,2	Nikel
28	34	30	292	6,2	2,0	Nikel
29	30	23	292	12,1	1,7	Nikel
30	7	30	292	7,9	1,2	Nikel
31	3	30	292	11,7	0,8	Nikel
32	47	30	292	16,3	1,6	Nikel
33	1286	150	392	8,8	5,0	Nikel
34	3549	160	372	10,2	6,0	Nikel
35	1202	160	392	6,6	6,0	Nikel
36	14	40	292	13,8	0,6	Nikel
37	5	40	292	9,9	1,2	Nikel
38	7	40	292	23,1	0,8	Nikel
39	32	90	373	3,0	4,0	Nikel
40	5260	100	390	14,1	4,0	Zapoljarnij
41	171	80	453	14,2	3,1	Zapoljarnij
42	83	90	433	6,0	3,5	Zapoljarnij
43	27	30	390	10,0	4,0	Kirkenes



Figur 12: a) Samlet årsutslipp av svoveldioksid fra Nikel og Zapoljarnij for perioden 1983-1993 (1000 tonn /år).
 b) Utslipp fordelt på måneder for Nikel og Zapoljarnij for 1990.

5.2 Langtidsmiddelkonsentrasjoner

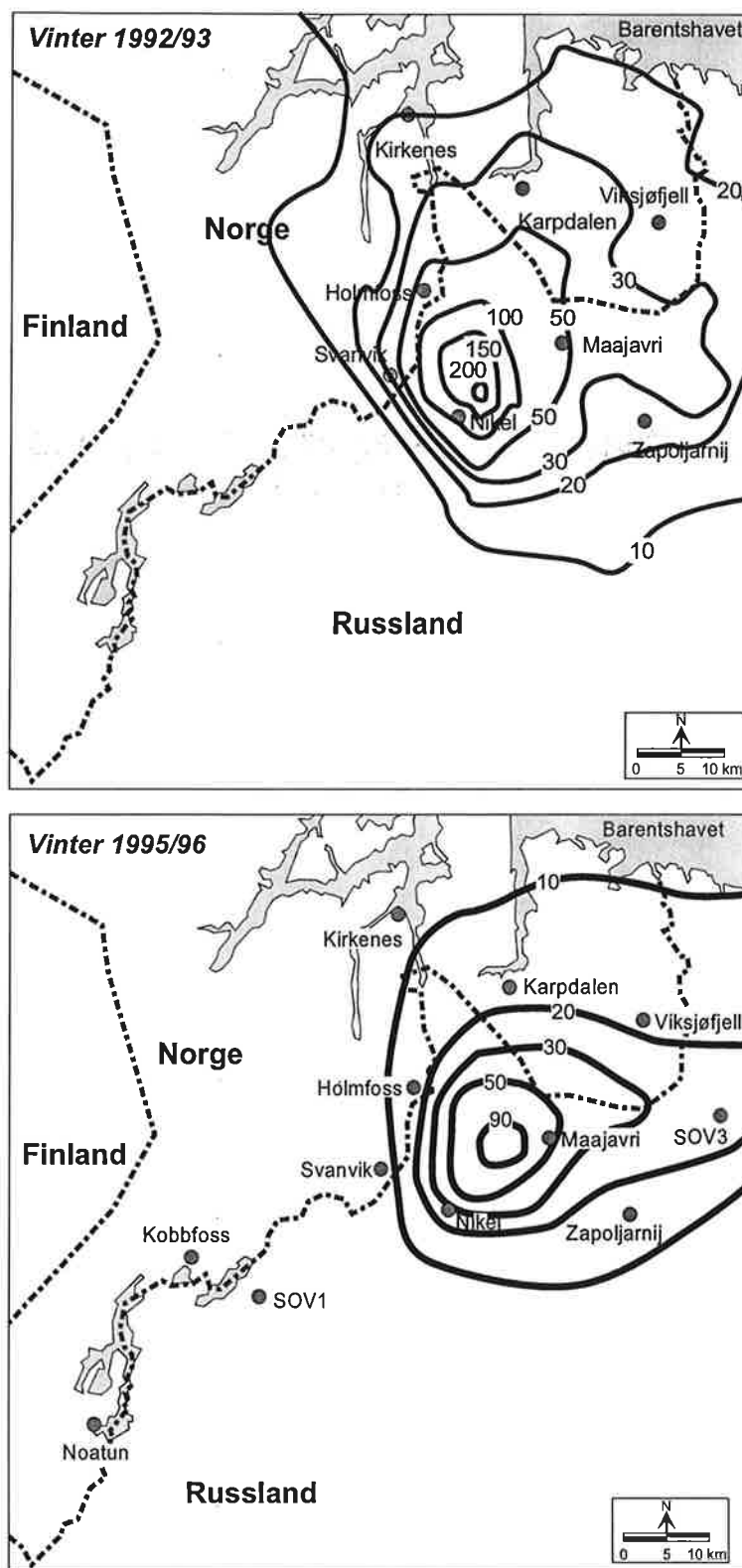
NILUs gaussiske spredningsmodell CONDEP (Bøhler, 1987) er benyttet for å beregne konsentrasjonsfordelinger av SO₂ midlet over måned og halvår som resultat av utslipp fra smelteverkene i grenseområdene. Modellen bruker middelutslipp for henholdsvis måned og halvår, fordelt på høye utslipp (11 kilder) og lave utslipp (32 kilder). Utslippene koples sammen med frekvensmatriser for vindretning (12 klasser), vindstyrke (4 klasser) og stabilitet (4 klasser) basert på data fra Viksjøfjell og Svanvik, for å fremskaffe konsentrasjonsfordelinger. For de høye skorsteinene er det brukt vinddata fra Viksjøfjell, for de lave skorsteinene vinddata fra Svanvik. Skillet mellom høye og lave kilder er satt til 40 m skorstein. De meteorologiske frekvensmatrisene er gjengitt i vedlegg A.

Resultatene er presentert som isolinjekart for SO₂-konsentrasjoner, og som en sammenligning av beregnede og observerte konsentrasjoner. En slik sammenligning er nødvendig for å gi et mål på hvor gode modellberegningene er, og om de benyttede utslippstallene gir middelkonsentrasjoner av SO₂ i området som avviker i vesentlig grad fra målte verdier ved målestasjonene.

De beregnede langtidsmiddelkonsentrasjonene antas å gi et godt bilde av den generelle fordelingen av SO₂ i området, selv om det er usikkerheter knyttet til utslippsdataene og representativiteten i de meteorologiske dataene som bare er målt ved to punkter i området (Svanvik og Viksjøfjell).

Figur 13 viser beregnede middelkonsentrasjoner av SO₂ for vintererhalvåret 1995/96 (oktober-mars) og tilsvarende beregninger for vinterhalvåret 1992/93 (Bekkestad et al., 1994). Konsentrasjonsfordelingen viser at de høyeste bakkekonsentrasjonene forekom på russisk side av grensen i begge periodene. Området med de høyeste SO₂-konsentrasjonene ble beregnet å forekomme ca. 11 km nordøst for Nikel, med en halvårsmiddelkonsentrasjon i overkant av 100 µg/m³. Vinteren 1992/93 ble de høyeste konsentrasjonene beregnet til i overkant av 200 µg/m³. Området for maksimumskonsentrasjoner av SO₂ ble i 1992/93 beregnet å forekomme 3 km nordøst for Nikel. Denne forskjellen gjenspeiler de meteorologiske forholdene (vindretning) som dominerte i de respektive periodene. De mest belastede områdene i Norge vinteren 1995/96 ble estimert å forekomme øst for Svanvik og Holmfoss nær den russiske grensen, samt et stykke nord for Karpdalen og Viksjøfjell. Bakkekonsentrasjonene av svoveldioksid ble beregnet til å være 10-20 µg/m³ øst for Svanvik og Holmfoss. De mest belastede områdene nord for Nikelverkene på norsk side har beregnede SO₂-konsentrasjoner opp mot 35 µg/m³ (10-35 µg/m³) rett nord for den norsk-russiske grensen. I 1992/93 var konsentrasjonen i de samme områdene 20-55 µg/m³.

Dette gjenspeiler igjen den dominerende vindretningen. Sammenliknet med 1992/93 var maksimumssonene i 1995/96 litt lengre fra utslippspunktene mot nordøst, som gjør at området omkring Svanvik og Holmfoss ble litt mindre belastet i 1995/96, mens området mellom Karpdalen og Viksjøfjell mot grensen ble omtrent likt belastet i 1995/96 som i 1992/93.



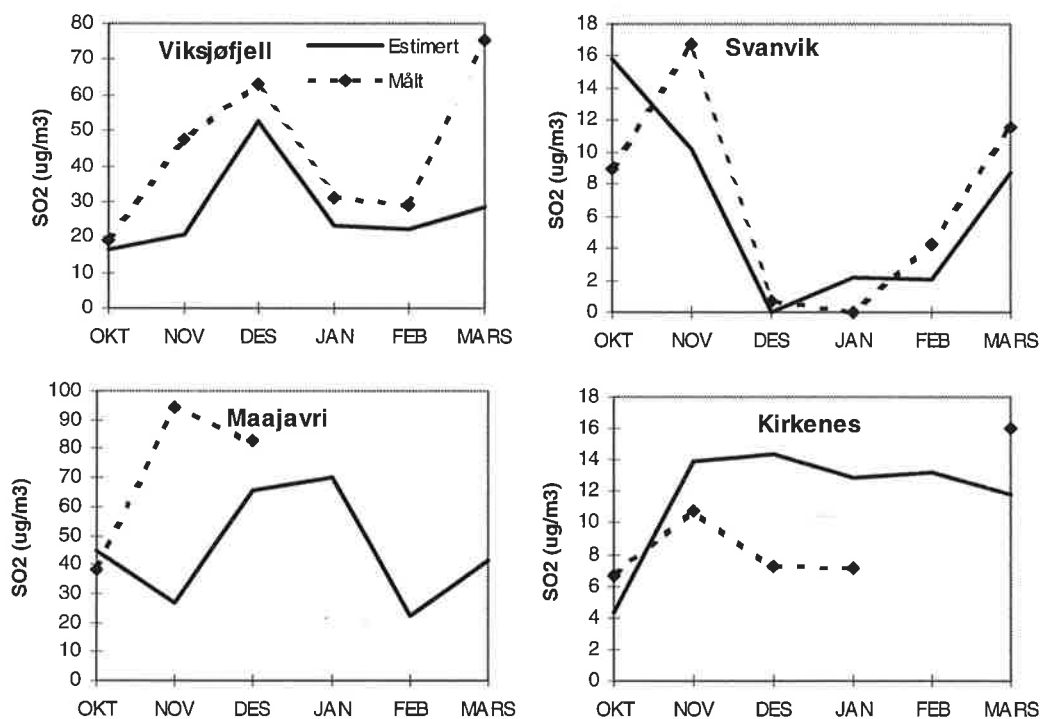
Figur 13: Beregnede halvårsmiddelkonsentrasjoner av SO_2 i grenseområdene for vinterhalvåret 1995/96 ($\mu g/m^3$) sammenliknet med tilsvarende beregninger for vinterhalvåret 1992/93.

5.3 Vurdering av beregningsresultatene

Det er også utført beregninger av månedsmiddelkonsentrasjoner av SO₂. Sammenligning av målte og beregnete verdier kan gi en indikasjon på hvordan forholdet mellom de antatte utslippene og dermed de estimerte konsentrasjonene varierer i forhold til målte konsentrasjoner. En slik sammenligning kan også si noe om hvor "riktige" de estimerte utslippene fra nikkerverkene er og hvordan utslippene faktisk har endret seg fra måned til måned.

Figur 14 viser at modellberegningene gir en god beskrivelse av variasjonen i de månedlige middelveidene av SO₂ på de tre målestasjonene. På Viksjøfjell og Maajavri gir modellen gjennomgående lavere konsentrasjoner enn målingene, mens konsentrasjonene i Kirkenes og Svanvik i enkelte måneder overestimeres i modellen.

De sikreste resultatene er sannsynligvis i dominerende vindretning (mest belastede sektor) mot stasjonene Maajavri og Viksjøfjell. At det på begge disse stasjonene er målt høyere konsentrasjoner enn beregnet, kan tyde på at utslippene **ikke** er redusert i forhold til de utslippstallene som er brukt i modellberegningene; utslipp som refererer seg til 1993.



Figur 14: Målte og beregnete månedsmiddelkonsentrasjoner (oktober 1995-mars 1996) av svoveldioksid på de respektive stasjonene (µg/m³).

6. Miljøvernssamarbeidet med Russland i grenseområdene

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

Fra norsk side består ekspertgruppen av fire medlemmer. Disse representerer NILU (2), SFT og Fylkesmannen i Finnmark. Ekspertgruppen foreslo i 1989 å starte målinger av konsentrasjoner av SO₂ og tungmetaller (Ni, Cu, Co, Cr og As) på tre steder på hver side av grensa med samme type måleutstyr. Måleutstyret stilles til disposisjon fra norsk side i den perioden samarbeidet pågår. Måleprogrammet omfatter også nedbørkvalitet. Hvert land har ansvaret for analyse av luft- og nedbørprøver fra eget område. SO₂-instrumentene er kontinuerlig registrerende og har utstyr for lagring av data.

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

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

Ved ekspertgruppens 8. møte i Kirkenes i oktober 1994 ble det foreslått noe redusert måleaktivitet på norsk side i 1995 og 1996. Døgnprøvetaking av SO₂ i Karpdalen, Holmfoss og Svanvik, samt døgnprøvetaking av svevestøv i Svanvik ble foreslått avsluttet. I tillegg ble det foreslått å avvente ytterligere snøprøvetaking på norsk side til etter ombygging av smelteverket i Nikel. På russisk side ble det foreslått å flytte svevestøvprøvetakeren fra Maajavri til Nikel. Nedbørprøvetaking på ukebasis ble foreslått gjenopptatt på Maajavri.

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

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

7. Referanser og annen relevant litteratur

- Anda, O. og Henriksen, J.F. (1988) Overvåking av korrosjon 1981-1986. Lillestrøm (NILU OR 32/88).
- Baklanov, A. (1994) Monitoring and Modelling of SO₂ and Heavy Metals in the Atmosphere of the Kola Peninsula in Accordance with Russian-Norwegian Programme on Co-Operation. Apatity. Russian Academy of Sciences. Kola Science Centre. Institute of Northern Ecological Problems.
- Baklanov, A. and Rodyushkina, I.A. (1996) Investigation of local transport of pollutants in the atmosphere of the Kola Subarctic (in Russian). Russian Academy of Sciences. Kola Science Centre. Institute of Northern Ecological Problems.
- Bekkestad, T., Johnsrud, M. og Walker, S.-E. (1996) Spredningsberegninger av SO₂ i Sør-Varanger 1. mai-25. oktober 1994. Kjeller (NILU OR 35/96).
- Bekkestad, T., Knudsen, S., Johnsrud, M. og Larsen, M. (1994) Modellberegninger av SO₂ og metallavsetning i grenseområdene Norge-Russland. Kjeller (NILU OR 66/94).
- Berg, T. C. (1996) Overvåking av radioaktivitet i Norge. Årsrapport 1995. Kjeller (NILU OR 46/96).
- Bruteig, I.E. (1984) Epifyttisk lav som indikator på luftforureining i Aust-Finnmark. Hovedfagsoppgåve, Universitetet i Trondheim.
- Bøhler, T. (1987) User's Guide for the Gaussian type dispersion models CONCX and CONDEP. Lillestrøm (NILU TR 8/87)
- Hagen, L.O. (1994) Rutineovervåking av luftforurensning. April 1993-mars 1994. Kjeller (NILU OR 46/94).
- Hagen, L.O., Aarnes, M.J., Henriksen, J.F. og Sivertsen, B. (1991) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1991. Framdriftsrapport nr. 5 pr. 1.9.1991. Lillestrøm (NILU OR 67/91).
- Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Aarnes, M.J. og Sivertsen, B. (1990) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 3 pr. 1.9.1990. Lillestrøm (NILU OR 79/90).
- Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Aarnes, M.J. og Sivertsen, B. (1991) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1991. Framdriftsrapport nr. 4 pr. 1.3.1991. Lillestrøm (NILU OR 32/91).
- Hagen, L.O., Henriksen, J.F. og Johnsrud, M. (1989) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 1 pr. 1.7.1989. Lillestrøm (NILU OR 46/89).

- Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Johnsrud, M. og Sivertsen, B. (1990) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 2 pr. 1.3.1990. Lillestrøm (NILU OR 17/90).
- Hagen, L.O. og Sivertsen, B. (1992a) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April-september 1991. Lillestrøm (NILU OR 25/92).
- Hagen, L.O. og Sivertsen, B. (1992b) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1991-mars 1992. Lillestrøm (NILU OR 82/92).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B. og Aarnes, M.J. (1993a) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April-september 1992. Lillestrøm (NILU OR 21/93).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B. og Aarnes, M.J. (1993b) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1992-mars 1993. Lillestrøm (NILU OR 55/93).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B. og Aarnes, M.J. (1994) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April-september 1993. Lillestrøm (NILU OR 19/94).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B. og Johnsrud, M. (1995a) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1993-mars 1994. Kjeller (NILU OR 1/95).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B. og Johnsrud, M. (1995b) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April-september 1994. Kjeller (NILU OR 36/95).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B. og Johnsrud, M. (1996) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Tungmetaller i luft 1990-1995. Kjeller (NILU OR 28/96).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B., Johnsrud, M. og Bekkestad, T. (1996a) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1994-mars 1995. Kjeller (NILU OR 1/96).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B., Johnsrud, M. og Bekkestad, T. (1996b) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April-september 1995. Kjeller (NILU OR 40/96).
- Henriksen, J.F., Mikhailov, A.A. and Mikhailovski, Y.N. (1992) Atmospheric Corrosion Tests Along the Norwegian-Russian Border. Lillestrøm (NILU OR 54/92).

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

- Sivertsen, B. og Hagen, L.O. (1992) Critical Level Used to Estimate Emission Requirements. Air Pollution in the Border Area of Norway and Russia. Presented at the 9th World Clean Air Congress and Exhibition. Montreal, Canada, August 30- September 4, 1992. Lillestrøm (NILU F 4/92).
- Sivertsen, B., Hagen, L.O., Hellevik, O. og Henriksen, J.F. (1991) Luftforurensninger i grenseområdene Norge/Sovjetunionen januar 1990-mars 1991. Lillestrøm (NILU OR 69/91).
- Sivertsen, B., Makarova, T., Hagen, L.O. and Baklanov, A.A. (1992) Air Pollution in the border areas of Norway and Russia. Summary report 1990-1991. Lillestrøm (NILU OR 8/92).
- Sivertsen, B., Pedersen, U. og Schjoldager, J. (1993) Avsetning av svovelforbindelser på Nordkalotten. Lillestrøm (NILU OR 5/93). (Nordkalott-komiténs publikasjonsserie. Rapport 29).
- Sivertsen, B. og Schjoldager, J. (1991) Luftforurensninger i Finnmark fylke. Lillestrøm (NILU OR 75/91).
- Sivertsen, T. (1991) Opptak av tungmetaller i dyr i Sør- Varanger. Trondheim Direktoratet for naturforvaltning. (Naturens tålegrenser. Fagrapport 22. DN-notat 1991-15).
- Statens forurensningstilsyn (1982) Luftforurensning. Virkninger på helse og miljø. Oslo (SFT-rapport 38).
- Statens forurensningstilsyn (1987) 1000 sjøers undersøkelsen 1986. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 282/87).
- Statens forurensningstilsyn (1992) Virkninger av luftforurensning på helse og miljø. Anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo (SFT-rapport 92:16).
- Statens forurensningstilsyn (1996) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 1995. Kjeller (NILU OR 38/96) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 663/96).
- Traaen, T.S. et al. (1990) Forsuring og tungmetallforurensning i små vassdrag i Sør-Varanger. Undersøkelser i 1989. Oslo (NIVA-rapport O-89076) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 402/90).
- Traaen, T.S. (1991) Forsuring og tungmetallforurensning i Sør- Varanger. Fremdriftsrapport for 1990. Oslo, NIVA (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 481/92).
- Traaen, T.S. et al. (1993) Forsuring og tungmetallforurensning i grenseområdene Norge/Russland. Vannkjemiske undersøkelser 1986-1992. Oslo (NIVA-rapport O-89187) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 511/93).

Tømmervik, H., Johansen, B. og Eira, A.N. (1989) Kartlegging av forurensnings-skader på lavbeitene i østre Sør-Varanger reinbeitedistrikt ved hjelp av satelittbilder. Tromsø (FORUT Rapport R 0037).

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

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

Vedlegg A

**Månedlige frekvensmatriser for vindretning,
vindstyrke og stabilitet fra Viksjøfjell og Svanvik
vinteren 1995/96**

Delta T : Viksjøfjell
 Vind : Viksjøfjell
 Periode : 01.10.95 - 31.10.95
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	1.1	0.7	0.0	0.0	2.7	0.5	0.0	7.4
60	0.0	0.4	0.1	0.1	0.0	0.4	0.5	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	2.8
90	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	2.4	0.1	1.2	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	9.7
120	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	1.2	0.4	1.4	0.0	2.0	0.1	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	6.8
150	0.1	0.0	0.4	0.1	0.0	2.6	0.3	0.7	0.0	1.8	0.0	0.4	0.0	0.7	0.5	0.3	7.8
180	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.8	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	0.5	0.0	1.1	0.4	0.1	3.9
210	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.7	0.0	0.0	1.2	0.3	0.0	0.0	1.9	1.6	0.0	8.5
240	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.8	3.4	1.1	0.0	1.9	2.8	1.1	0.0	2.7	4.6	0.5	20.2
270	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	1.8	1.8	0.1	0.0	1.1	1.6	0.5	0.0	2.6	5.7	0.0	15.4
300	0.0	0.3	0.4	0.0	0.0	3.1	1.1	0.7	0.0	0.9	0.7	0.1	0.0	1.2	1.4	0.0	9.9
330	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.8	0.3	0.1	3.5
360	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.8	0.0	0.0	0.0	0.5	0.1	0.0	1.1	0.7	0.1	3.9
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	0.1	1.8	1.9	0.3	0.0	19.8	9.7	5.4	0.0	13.0	7.0	2.8	0.0	21.2	15.7	1.2	100.0
Forekomst		4.1 %				34.9 %				22.9 %				38.2 %			100.0 %
Vindstyrke		1.5 m/s				3.1 m/s				5.0 m/s				8.8 m/s			5.7 m/s

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.1 %	55.8 %	34.4 %	9.7 %	100.0 %

Antall obs. : 739
 Manglende obs.: 5

Delta T : Metsvanvik
 Vind : Metsvanvik
 Periode : 01.10.95 - 31.10.95
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	1.7	0.7	0.1	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	5.7
60	0.0	2.3	1.0	0.1	0.0	4.5	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4
90	0.0	0.7	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6
120	0.0	0.7	0.0	0.4	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
150	0.0	0.7	0.1	0.3	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	3.7
180	0.0	2.4	0.3	0.3	0.0	5.0	0.4	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8
210	0.0	3.0	2.3	2.4	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7
240	0.4	3.6	1.7	2.3	0.3	3.1	3.8	0.0	0.0	0.9	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.6
270	0.0	2.3	1.0	2.3	0.0	1.4	0.1	0.1	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8
300	0.0	2.7	1.3	0.9	0.0	1.4	0.3	0.6	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4
330	0.0	1.8	0.7	0.4	0.0	1.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
360	0.0	1.7	1.0	0.6	0.0	0.7	0.1	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4
Stille	0.0	3.4	3.1	11.1													17.6
Total	0.4	27.0	13.4	21.2	0.3	24.7	5.3	0.7	0.0	4.8	0.6	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	100.0
Forekomst		61.9 %				31.0 %				5.4 %				1.7 %			100.0 %
Vindstyrke		0.9 m/s				2.9 m/s				4.8 m/s				6.7 m/s			1.8 m/s

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.7 %	58.2 %	19.2 %	21.9 %	100.0 %

Antall obs. : 704
 Manglende obs.: 40

Delta T : Viksjøfjell
 Vind : Viksjøfjell
 Periode : 01.11.95 - 30.11.95
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vindretning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.0	0.7	0.4	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.4	0.1	0.0	1.8	2.2	0.7	6.8
60	0.0	0.0	0.7	0.1	0.0	0.0	0.6	0.9	0.0	0.1	0.4	1.0	0.0	1.2	1.8	0.4	7.4
90	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	1.2	1.5	0.0	0.1	0.3	1.8	0.0	0.1	0.3	0.1	5.8
120	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.6	1.0	1.0	0.0	0.1	0.4	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8
150	0.0	0.1	0.0	0.7	0.0	0.4	0.7	0.4	0.0	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
180	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3	0.7	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.9	0.1	0.0	2.5
210	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	1.8	1.3	1.2	6.1
240	0.0	0.3	2.4	0.9	0.0	0.4	2.8	5.2	0.0	1.3	3.6	3.6	0.0	7.2	2.4	0.0	30.0
270	0.0	0.1	0.7	0.9	0.0	0.9	1.9	1.6	0.0	0.3	2.4	0.7	0.0	1.8	2.1	0.0	13.5
300	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.0	0.0	0.7	1.5	1.3	4.7
330	0.0	0.0	1.0	0.4	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	1.2	4.7	0.1	8.6
360	0.0	0.0	0.7	0.3	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.4	0.1	0.0	0.0	1.0	1.9	0.0	5.0
Stille	0.0	0.0	0.1	0.3													0.4
Total	0.0	0.6	6.8	6.5	0.0	3.0	9.5	12.4	0.0	3.7	8.7	8.7	0.0	17.8	18.3	4.0	100.0
Forekomst		13.9 %				24.9 %				21.2 %				40.1 %			100.0 %
Vindstyrke		1.4 m/s				3.1 m/s				5.0 m/s				11.5 m/s			6.6 m/s

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.0 %	25.0 %	43.3 %	31.7 %	100.0 %

Antall obs. : 676
 Manglende obs.: 44

Delta T : Metsvanvik
 Vind : Metsvanvik
 Periode : 01.11.95 - 30.11.95
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vindretning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	1.8	1.2	1.0	0.0	3.8	0.8	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5
60	0.0	1.0	0.0	1.8	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6
90	0.0	0.4	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
120	0.0	0.4	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
150	0.0	0.4	1.2	2.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0
180	0.0	3.8	1.8	3.2	0.0	3.2	0.6	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5
210	0.0	2.4	2.2	1.4	0.0	5.7	0.0	0.0	0.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.3
240	0.0	0.2	0.6	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8
270	0.0	0.2	1.0	0.4	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.8	0.2	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	3.4
300	0.0	0.0	1.0	1.6	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.8	0.4	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	7.9
330	0.0	0.8	0.8	0.6	0.0	1.6	1.2	0.0	0.0	1.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
360	0.0	0.4	0.4	0.8	0.0	2.6	0.4	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7
Stille	0.0	3.0	3.4	20.2													26.5
Total	0.0	14.7	13.5	34.3	0.0	20.2	6.7	0.0	0.0	8.3	1.4	0.0	0.0	0.8	0.2	0.0	100.0
Forekomst		62.4 %				26.9 %				9.7 %				1.0 %			100.0 %
Vindstyrke		0.7 m/s				3.0 m/s				5.0 m/s				6.7 m/s			1.8 m/s

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.0 %	44.0 %	21.8 %	34.3 %	100.0 %

Antall obs. : 505
 Manglende obs.: 215

Delta T : Viksjøfjell
 Vind : Viksjøfjell
 Periode : 01.12.95 - 31.12.95
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.6
60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
180	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.6	0.8	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	4.6
210	0.0	0.4	0.1	2.7	0.0	0.4	0.8	1.5	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.1	8.1	
240	0.0	1.8	3.2	2.2	0.0	3.8	4.9	7.4	0.0	6.2	3.5	2.9	0.0	6.4	9.5	1.4	53.4	
270	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	1.0	0.0	0.4	1.5	0.4	0.0	3.6	5.9	0.4	14.7	
300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	3.8	1.7	0.0	5.7	
330	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	3.6	0.0	9.5	
360	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	
Stille	0.0	0.0	1.0	0.8													1.8	
Total	0.0	2.2	4.3	9.5	0.0	4.2	7.0	10.8	0.0	6.9	6.4	3.4	0.0	22.1	21.1	2.0	100.0	
Forekomst		16.1 %				22.0 %				16.7 %				45.2 %			100.0 %	
Vindstyrke		1.4 m/s				3.2 m/s				4.9 m/s				11.1 m/s			6.8 m/s	

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.0 %	35.4 %	38.9 %	25.6 %	100.0 %

Antall obs. : 714
 Manglende obs.: 30

Delta T : Metsvanvik
 Vind : Metsvanvik
 Periode : 01.12.95 - 31.12.95
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
30	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
60	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150	0.0	0.5	0.2	2.7	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5
180	0.0	2.7	3.3	3.8	0.0	3.3	0.2	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9
210	0.0	4.8	5.5	3.8	0.0	8.7	0.2	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.8
240	0.0	3.7	0.8	2.8	0.0	5.4	1.0	0.2	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.2	0.0	15.2
270	0.0	1.0	0.3	1.0	0.0	1.3	1.2	0.2	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	6.7
300	0.0	0.3	0.2	1.2	0.0	3.5	2.7	0.0	0.0	2.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	10.5
330	0.0	0.2	0.2	0.3	0.0	2.0	0.3	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7
360	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
Stille	0.0	1.5	1.3	16.7														19.6
Total	0.0	14.7	12.0	32.6	0.0	24.6	5.5	0.3	0.0	8.4	0.2	0.0	0.0	1.5	0.2	0.0	0.0	100.0
Forekomst		59.4 %				30.4 %				8.5 %				1.7 %			100.0 %	
Vindstyrke		0.8 m/s				2.9 m/s				4.9 m/s				8.1 m/s			1.9 m/s	

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.0 %	49.2 %	17.9 %	32.9 %	100.0 %

Antall obs. : 598
 Manglende obs.: 146

Delta T : Viksjøfjell
 Vind : Viksjøfjell
 Periode : 01.01.96 - 31.01.96
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5
60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
180	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	1.3
210	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	3.1	0.4	0.3	0.0	0.4	0.5	0.3	0.0	3.1	0.9	0.0	0.0	9.3
240	0.0	1.1	0.1	0.1	0.0	13.2	6.5	2.6	0.0	11.2	5.6	1.1	0.0	13.8	9.3	2.6	67.1	67.1
270	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	1.1	0.3	0.0	0.3	0.9	0.0	0.0	3.8	3.5	0.0	10.2	10.2
300	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.2	0.0	5.9	5.9
330	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	2.8	1.5	0.4	5.0	5.0
360	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.7	0.7
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	0.0	2.0	0.5	0.1	0.0	16.5	8.6	3.4	0.0	12.1	7.4	1.3	0.0	26.5	18.5	3.0	100.0	100.0
Forekomst		2.7 %				28.5 %				20.8 %				48.0 %			100.0 %	100.0 %
Vindstyrke		1.8 m/s				3.2 m/s				5.0 m/s				11.4 m/s			7.5 m/s	7.5 m/s

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.0 %	57.1 %	35.1 %	7.8 %	100.0 %

Antall obs. : 744
 Manglende obs.: 0

Delta T : Metsvanvik
 Vind : Metsvanvik
 Periode : 01.01.96 - 31.01.96
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
90	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
120	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
150	0.0	0.1	0.4	1.8	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6
180	0.0	5.2	1.5	3.2	0.0	6.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.3
210	0.0	9.8	2.6	2.5	0.0	21.8	0.7	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	42.2
240	0.0	2.6	1.1	1.8	0.0	3.2	0.5	0.0	0.0	1.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	10.7
270	0.0	0.1	0.3	0.7	0.0	0.1	1.1	0.5	0.0	0.7	0.5	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0	5.6	5.6
300	0.0	0.0	0.1	0.7	0.0	0.7	1.1	0.5	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	6.2	6.2
330	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.4	1.4
360	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5
Stille	0.0	1.0	1.8	10.6														13.3
Total	0.0	19.0	8.1	21.8	0.0	32.6	4.0	1.1	0.0	7.7	1.0	0.0	0.0	4.3	0.5	0.0	100.0	100.0
Forekomst		48.9 %				37.6 %				8.7 %				4.8 %			100.0 %	100.0 %
Vindstyrke		1.0 m/s				2.9 m/s				4.8 m/s				7.2 m/s			2.3 m/s	2.3 m/s

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.0 %	63.5 %	13.6 %	22.9 %	100.0 %

Antall obs. : 728
 Manglende obs.: 16

Delta T : Viksjøfjell
 Vind : Viksjøfjell
 Periode : 01.02.96 - 29.02.96
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
30	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	4.0	2.0	0.1	6.9	
60	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	1.1	0.6	0.0	2.2	
90	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.3	0.3	0.1	0.0	0.9	0.0	0.1	2.3	
120	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.9	
150	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.1	0.0	0.0	1.3	0.3	0.1	0.0	0.7	0.3	0.0	3.4	
180	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	3.0	2.2	0.1	6.2	
210	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.6	0.0	8.3	7.3	2.9	20.1	
240	0.0	0.1	0.4	0.1	0.0	0.7	0.9	1.0	0.0	2.9	0.6	1.1	0.0	13.6	5.6	1.1	28.3	
270	0.0	0.1	0.0	0.7	0.0	0.4	1.3	0.0	0.0	2.2	1.0	0.3	0.0	2.6	0.7	0.0	9.3	
300	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.4	1.0	0.1	3.0	
330	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	4.7	2.3	0.0	7.5	
360	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	6.0	2.6	0.1	9.9	
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0													0.0	
Total	0.0	1.1	1.0	1.4	0.0	3.4	3.0	1.6	0.0	7.6	3.3	2.4	0.0	45.5	24.7	4.7	100.0	
Forekomst		3.6 %				8.0 %				13.4 %				75.0 %				100.0 %
Vindstyrke		1.4 m/s				3.2 m/s				5.0 m/s				11.6 m/s				9.7 m/s

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.0 %	57.8 %	32.0 %	10.2 %	100.0 %

Antall obs. : 696
 Manglende obs.: 0

Delta T : Metsvanvik
 Vind : Metsvanvik
 Periode : 01.02.96 - 29.02.96
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
30	0.0	1.5	1.5	0.3	0.0	1.6	0.4	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	
60	0.0	0.4	0.3	0.1	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	
90	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	
120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	
150	0.0	0.9	0.7	1.2	0.0	0.7	0.3	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	5.8	
180	0.0	2.4	0.6	3.1	0.0	7.1	1.5	0.0	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	21.7	
210	0.0	5.0	0.9	1.5	0.0	5.5	2.2	0.0	0.0	9.6	0.4	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	27.7	
240	0.1	1.0	0.3	0.4	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	3.1	
270	0.0	0.1	0.3	0.6	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	
300	0.0	1.0	0.6	1.2	0.0	1.8	2.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	
330	0.0	1.3	0.1	0.3	0.0	6.7	0.3	0.3	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	
360	0.0	0.4	0.3	0.4	0.0	2.4	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	
Stille	0.0	0.7	1.2	8.7													10.7	
Total	0.1	14.9	6.8	18.0	0.0	26.6	7.5	0.3	0.0	20.7	0.4	0.0	0.0	4.3	0.1	0.0	100.0	
Forekomst		39.9 %				34.5 %				21.2 %				4.4 %				100.0 %
Vindstyrke		0.9 m/s				3.0 m/s				4.9 m/s				6.7 m/s				2.7 m/s

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.1 %	66.6 %	14.9 %	18.3 %	100.0 %

Antall obs. : 676
 Manglende obs.: 20

Delta T : Viksjøfjell
 Vind : Viksjøfjell
 Periode : 01.03.96 - 31.03.96
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	1.1	0.2	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.4	0.2	3.4
60	0.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.4	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
120	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.5	1.1	0.0	0.0	0.2	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1
150	0.4	0.0	0.2	0.2	0.9	0.4	0.4	2.0	0.0	0.7	0.5	1.8	0.0	0.0	0.0	0.2	7.6
180	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0	0.5	0.2	0.2	0.0	1.3	2.0	0.4	6.0
210	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0	1.6	0.5	0.2	0.0	0.7	0.4	0.4	0.2	6.9	4.5	0.4	16.5
240	0.0	1.6	0.7	0.4	0.0	5.6	1.6	1.6	0.0	2.9	1.4	1.4	0.0	9.6	5.1	0.0	32.1
270	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	1.8	0.9	0.4	0.0	3.6	0.4	0.4	0.0	5.8	0.4	0.0	14.1
300	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	1.6	0.5	0.0	2.7
330	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.5	0.0	4.2
360	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	3.1	0.5	0.2	5.1
Stille	0.2	0.2	0.4	0.0													0.7
Total	1.1	3.6	2.7	0.9	0.9	13.6	6.5	4.7	0.0	10.7	3.1	4.7	0.2	32.1	13.9	1.3	100.0
Forekomst		8.3 %				25.7 %				18.5 %				47.5 %			100.0 %
Vindstyrke		1.3 m/s				3.1 m/s				4.9 m/s				10.7 m/s			6.9 m/s

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	2.2 %	60.0 %	26.3 %	11.6 %	100.0 %

Antall obs. : 552
 Manglende obs.: 192

Delta T : Metsvanvik
 Vind : Metsvanvik
 Periode : 01.03.96 - 31.03.96
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	2.1	0.3	0.6	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7
60	0.1	0.9	0.0	0.6	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
90	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
120	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
150	0.4	0.9	0.7	0.7	0.3	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2
180	0.6	3.9	0.9	1.1	0.0	8.0	2.3	0.1	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.9
210	0.4	4.7	2.4	2.9	0.0	7.9	2.0	0.1	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	25.4
240	0.3	1.0	0.4	2.1	0.3	3.3	0.6	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	9.6
270	0.0	0.9	1.0	0.9	0.0	1.6	0.3	0.0	0.0	1.0	0.1	0.0	0.0	0.6	0.1	0.0	6.4
300	0.0	0.4	0.6	0.7	0.0	1.6	0.3	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	4.7
330	0.0	0.4	0.6	0.0	0.0	1.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6
360	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
Stille	0.3	1.3	2.6	13.9													18.1
Total	2.1	16.6	9.5	24.1	0.6	27.2	5.7	0.3	0.0	11.9	0.1	0.0	0.0	1.7	0.1	0.0	100.0
Forekomst		52.3 %				33.8 %				12.0 %				1.9 %			100.0 %
Vindstyrke		0.9 m/s				2.9 m/s				4.9 m/s				6.6 m/s			2.2 m/s

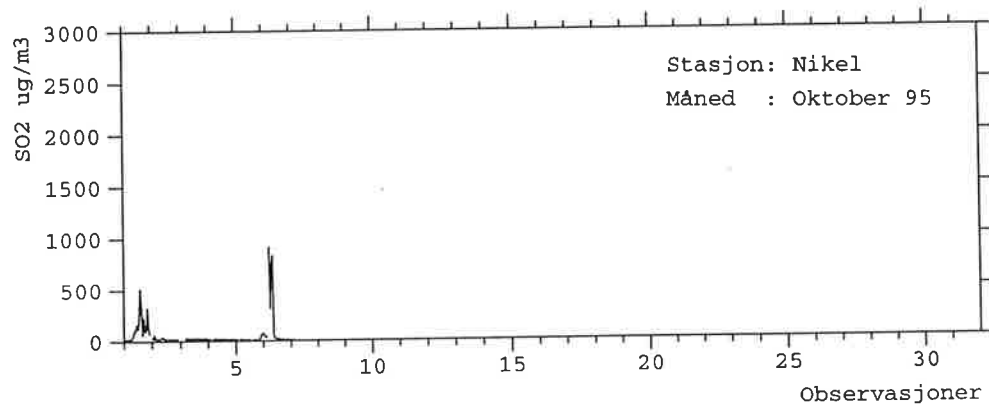
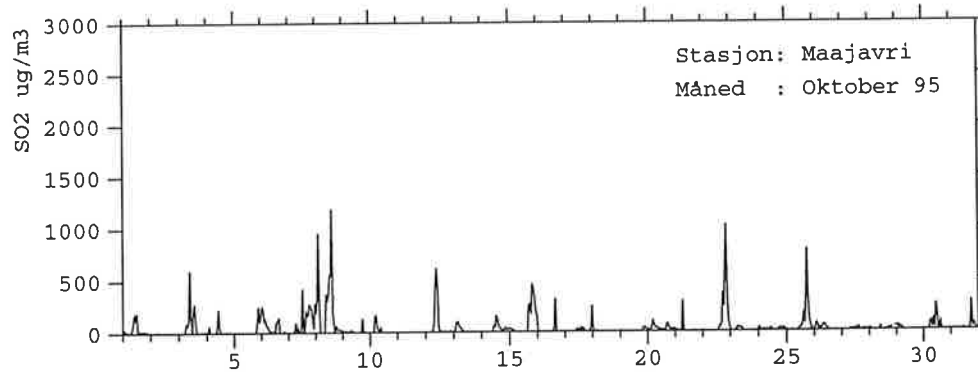
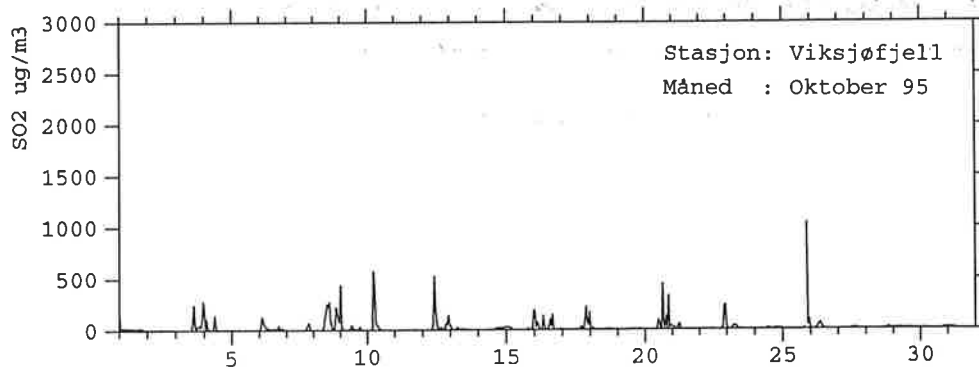
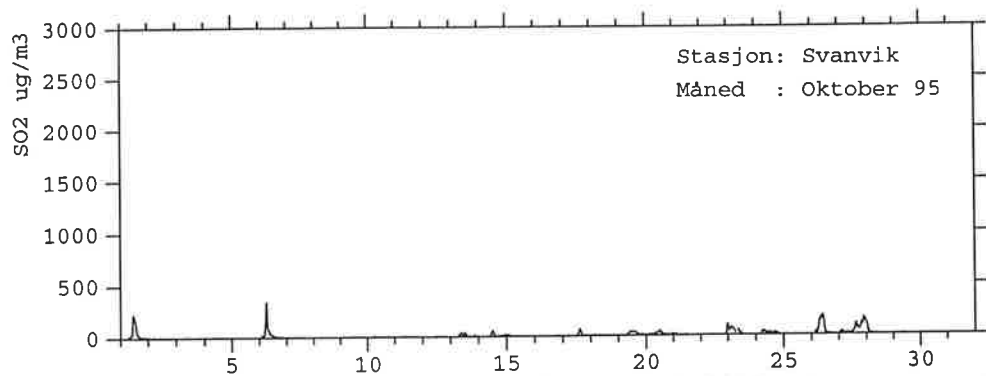
Fordeling på stabilitetsklasser

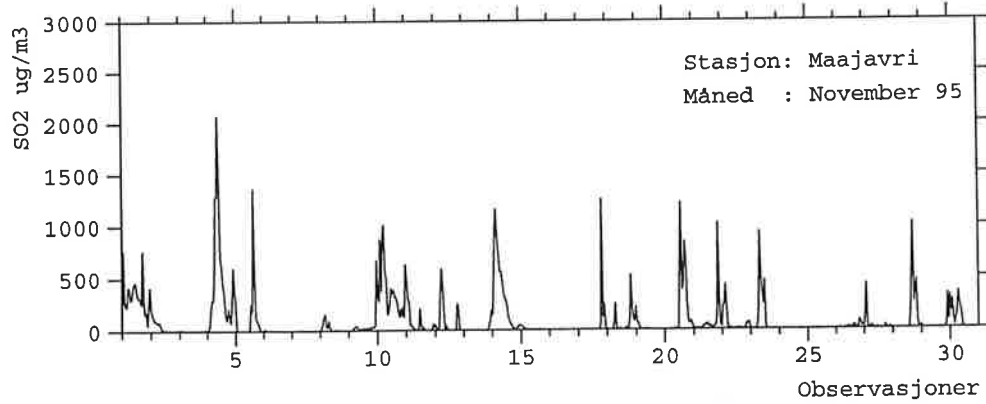
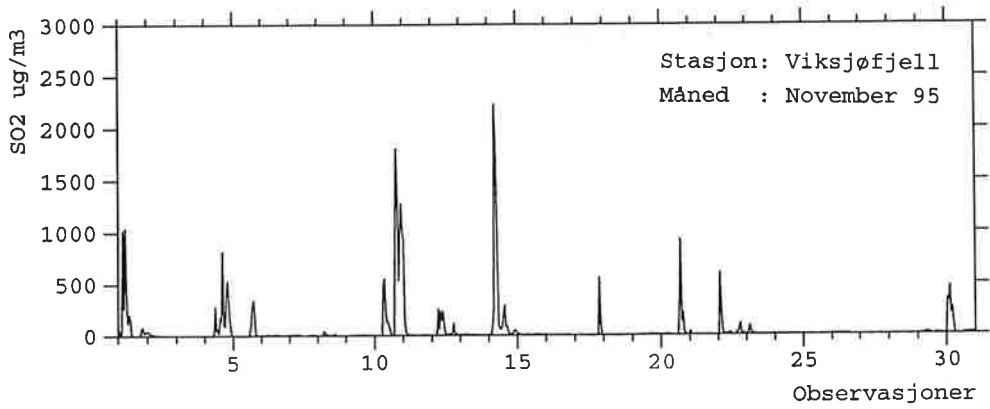
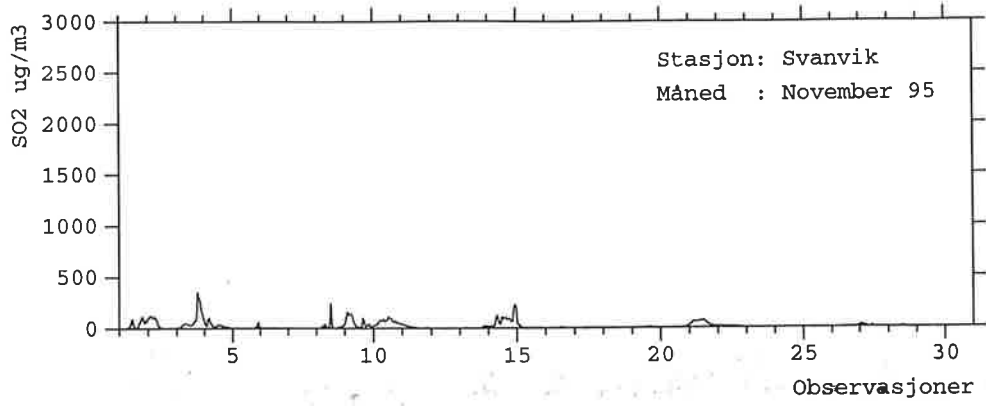
	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	2.7 %	57.4 %	15.5 %	24.4 %	100.0 %

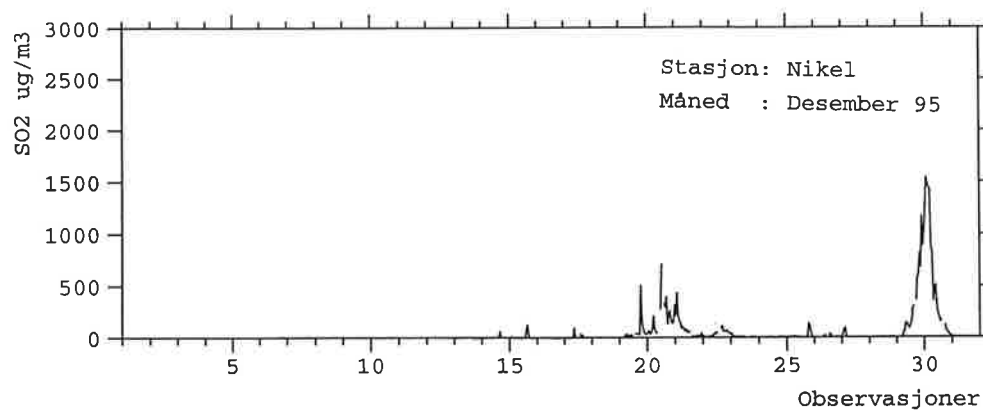
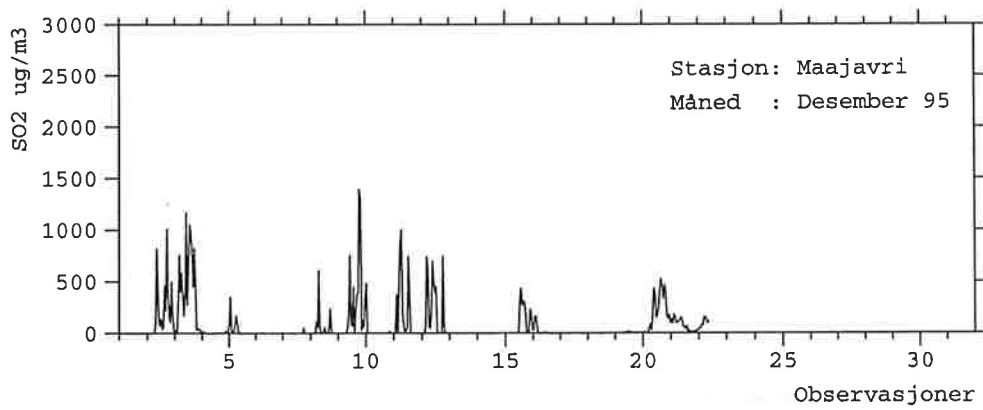
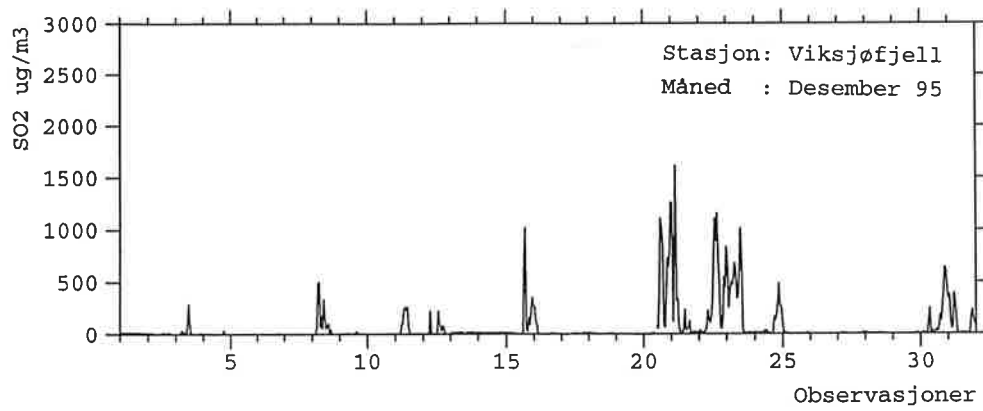
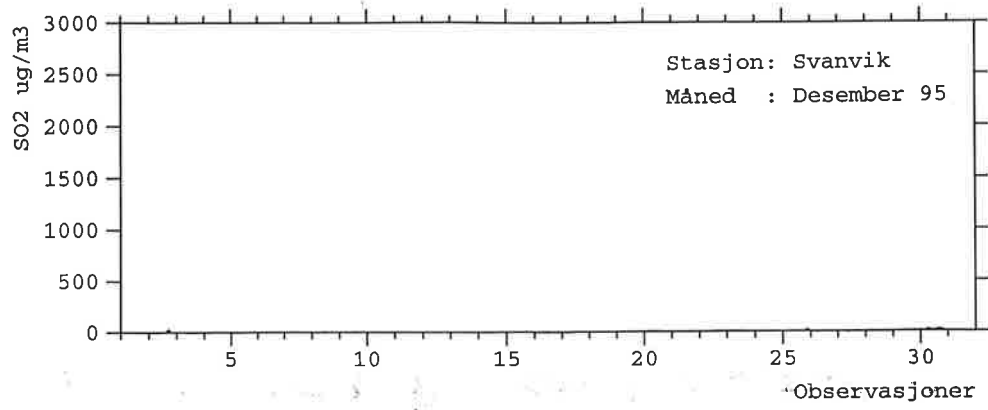
Antall obs. : 698
 Manglende obs.: 46

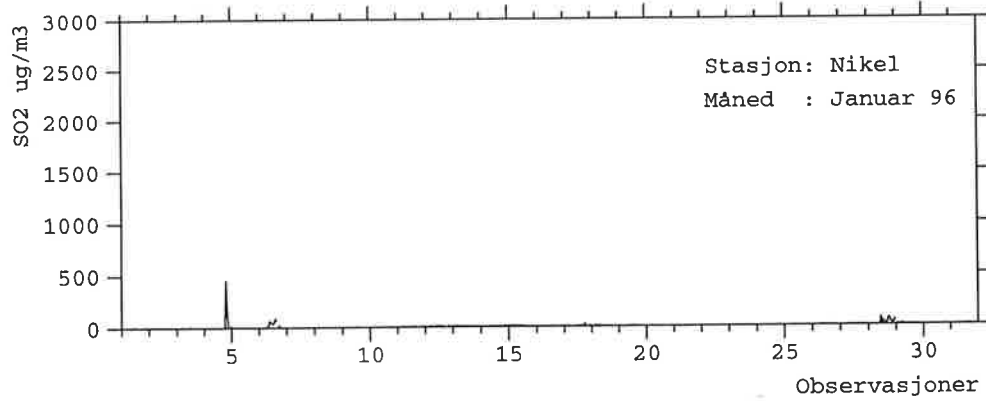
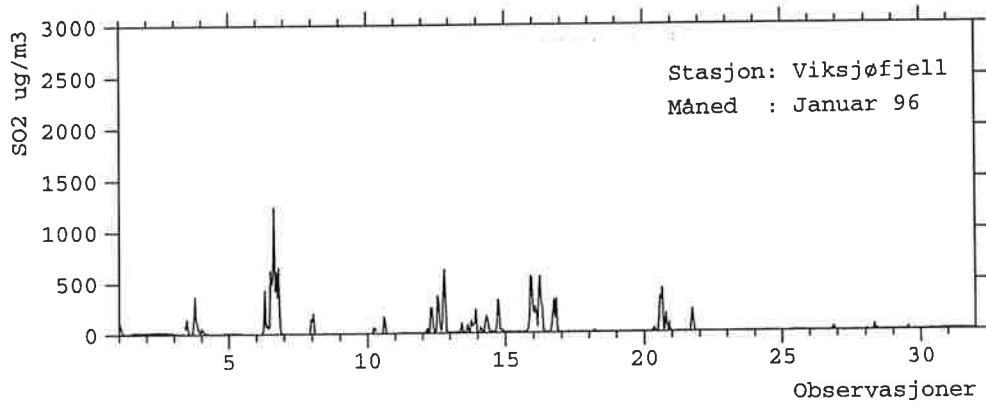
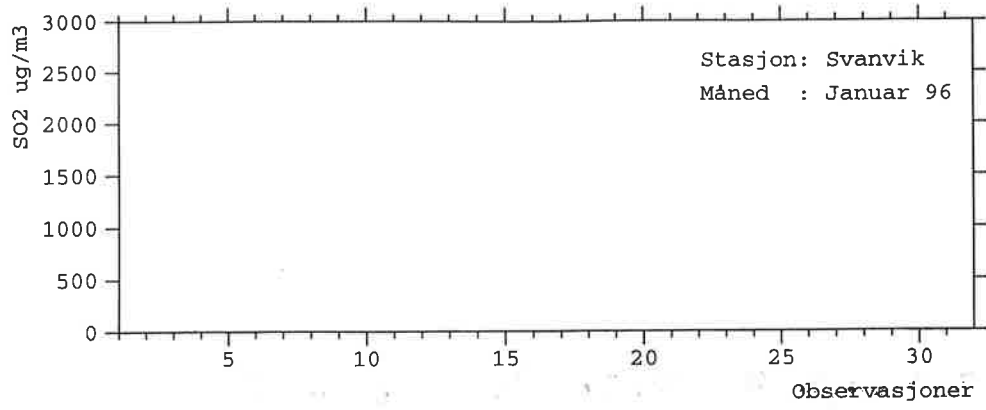
Vedlegg B

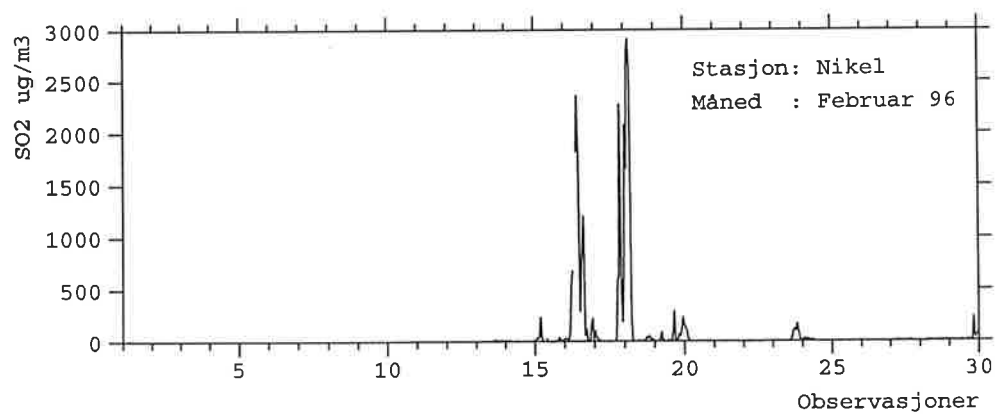
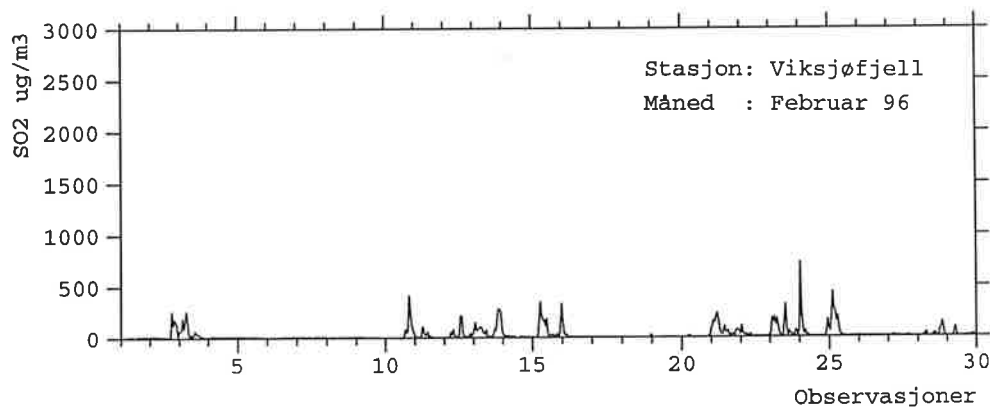
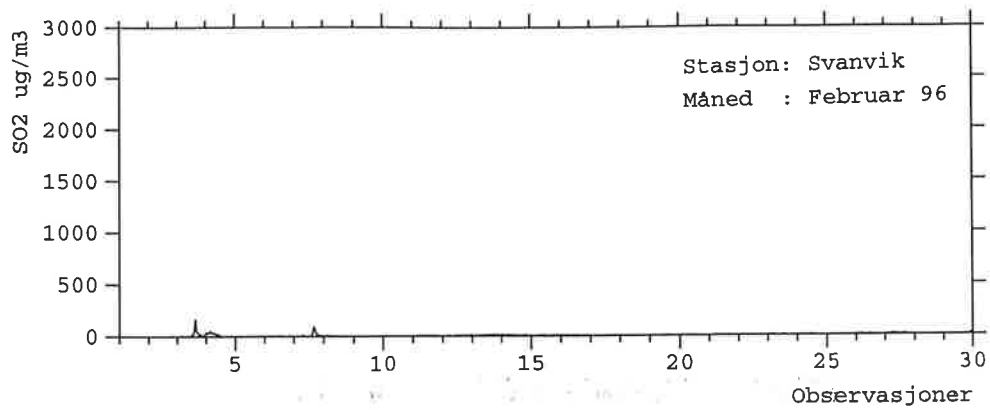
Plott av målte timemiddelverdier av SO₂

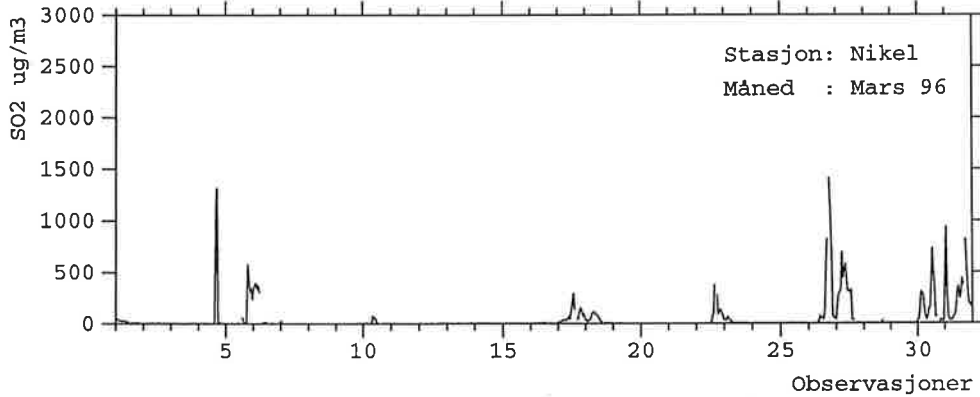
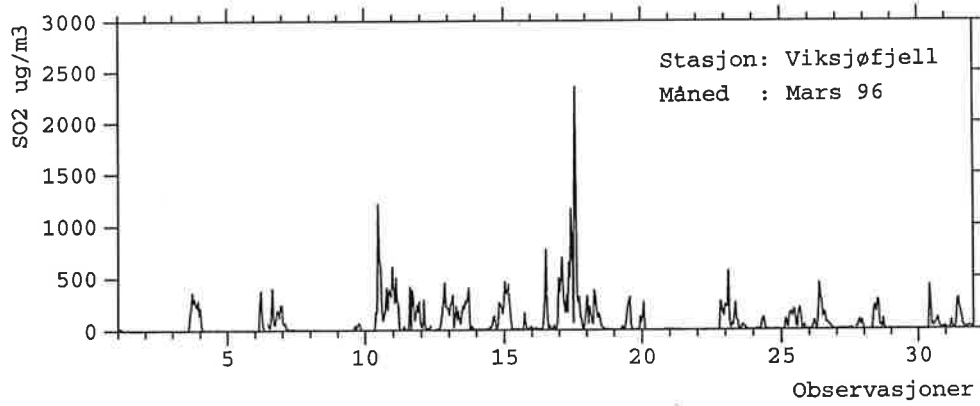
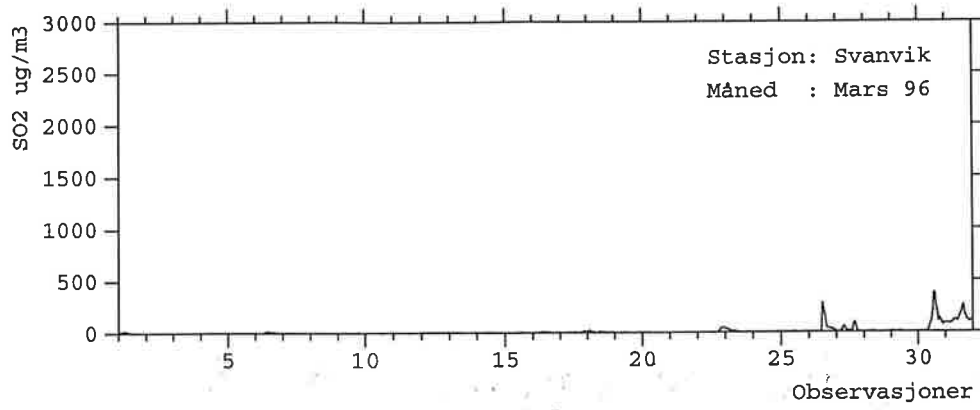














Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAKS RAPPORT	RAPPORT NR. OR 68/96	ISBN 82-425-0830-5 ISSN 0807-7207	
DATO 31.1.97	ANSV. SIGN. Øystein Hov	ANT. SIDER 68	PRIS NOK 105,-
TITTEL Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland Oktober 1995-mars 1996		PROSJEKTLEDER Bjarne Sivertsen	
		NILU PROSJEKT NR. O-8976	
FORFATTER(E) Leif Otto Hagen, Bjarne Sivertsen, Mona Johnsrud og Tone Bekkestad		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. T. Johannessen, SFT	
OPPDRAKSGIVER Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep 0032 OSLO			
STIKKORD Luftkvalitet	Nedbørkvalitet	Sør-Varanger	
REFERAT En omfattende kartlegging av forekomst og omfang av luftforurensninger langs grensen mot Russland i Sør-Varanger startet i oktober 1988. Måleprogrammet omfatter luftkvalitet, meteorologiske forhold og nedbørkvalitet. I området måles de høyeste SO ₂ -konsentrasjonene i Norge. Høyeste timemiddelkonsentrasjon på norsk side i vinterhalvåret 1995/96 ble målt på Viksjøfjell til 2352 µg/m ³ . 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 1995-March 1996			
ABSTRACT A comprehensive study of the occurrence and extent of air pollution along the Russian border in Sør-Varanger county started in 1988. The measurement programme includes air quality, meteorological conditions and precipitation chemistry. The highest SO ₂ concentrations in Norway are measured in this area. The smelters in Nikel and Zapoljarnij are the main sources of SO ₂ in the area.			

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