



Statlig program for forurensningsovervåking

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn

Rapport nr.: 749/98

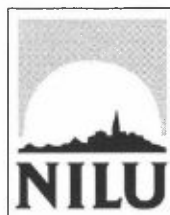
Deltakende institusjon: NILU

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

April 1997-mars 1998



TA-1599/1998



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 70/98
REFERANSE : O-8976
DATO : NOVEMBER 1998
ISBN : 82-425-1032-6

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

April 1997-mars 1998

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

**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). Siden 1991 er omfanget av måleprogrammet på norsk side redusert flere ganger, og har nå karakter av et mer langsiktig overvåkingsprogram som bør pågå fram til utslippene fra nikkelsmelteverkene på russisk side er vesentlig redusert.

I perioden 1.10.1988-31.3.1997 er måledata rapportert i halvårsrapporter. Fra 1.4.1997 har SFT bestemt at rapporteringen skal foregå årlig. Denne første årsrapporten dekker perioden 1.4.1997-31.3.1998.

Innhold

	Side
Forord	1
Sammendrag.....	5
Summary.....	9
1. Innledning.....	11
2. Basisundersøkelsen 1988-1991	11
3. Måleprogram april 1997-mars 1998.....	12
4. Måleresultater	14
4.1 Meteorologiske forhold	14
4.1.1 Vindmålinger	15
4.1.2 Temperatur.....	18
4.1.3 Luftens relative fuktighet.....	19
4.1.4 Atmosfærisk stabilitet.....	19
4.2 Luftkvalitet.....	21
4.2.1 Svoveldioksid (SO ₂).....	21
4.2.2 Trendanalyse for SO ₂	27
4.3 Nedbørkvalitet.....	36
5. Modellberegninger av SO₂.....	43
5.1 Utslippsdata.....	43
5.2 Langtidsmiddelkonsentrasjoner	45
5.3 Vurdering av beregningsresultatene.....	49
6. Miljøvernsamarbeidet med Russland i grenseområdene	51
7. Referanser og annen relevant litteratur	52
Vedlegg A Månedlige frekvensmatriser for vindretning, vindstyrke og stabilitet fra Viksjøfjell og Svanvik, april 1997-mars 1998	57
Vedlegg B Plott av timemiddelverdier av SO₂, april 1997-mars 1998.....	71

* $\int \frac{1}{x^2} dx = -\frac{1}{x} + C$
 $\int \frac{1}{x^3} dx = -\frac{1}{2x^2} + C$
 $\int \frac{1}{x^4} dx = -\frac{1}{3x^3} + C$
 $\int \frac{1}{x^5} dx = -\frac{1}{4x^4} + C$
 $\int \frac{1}{x^6} dx = -\frac{1}{5x^5} + C$
 $\int \frac{1}{x^7} dx = -\frac{1}{6x^6} + C$
 $\int \frac{1}{x^8} dx = -\frac{1}{7x^7} + C$
 $\int \frac{1}{x^9} dx = -\frac{1}{8x^8} + C$
 $\int \frac{1}{x^{10}} dx = -\frac{1}{9x^9} + C$
 $\int \frac{1}{x^{11}} dx = -\frac{1}{10x^{10}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{12}} dx = -\frac{1}{11x^{11}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{13}} dx = -\frac{1}{12x^{12}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{14}} dx = -\frac{1}{13x^{13}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{15}} dx = -\frac{1}{14x^{14}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{16}} dx = -\frac{1}{15x^{15}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{17}} dx = -\frac{1}{16x^{16}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{18}} dx = -\frac{1}{17x^{17}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{19}} dx = -\frac{1}{18x^{18}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{20}} dx = -\frac{1}{19x^{19}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{21}} dx = -\frac{1}{20x^{20}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{22}} dx = -\frac{1}{21x^{21}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{23}} dx = -\frac{1}{22x^{22}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{24}} dx = -\frac{1}{23x^{23}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{25}} dx = -\frac{1}{24x^{24}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{26}} dx = -\frac{1}{25x^{25}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{27}} dx = -\frac{1}{26x^{26}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{28}} dx = -\frac{1}{27x^{27}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{29}} dx = -\frac{1}{28x^{28}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{30}} dx = -\frac{1}{29x^{29}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{31}} dx = -\frac{1}{30x^{30}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{32}} dx = -\frac{1}{31x^{31}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{33}} dx = -\frac{1}{32x^{32}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{34}} dx = -\frac{1}{33x^{33}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{35}} dx = -\frac{1}{34x^{34}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{36}} dx = -\frac{1}{35x^{35}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{37}} dx = -\frac{1}{36x^{36}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{38}} dx = -\frac{1}{37x^{37}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{39}} dx = -\frac{1}{38x^{38}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{40}} dx = -\frac{1}{39x^{39}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{41}} dx = -\frac{1}{40x^{40}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{42}} dx = -\frac{1}{41x^{41}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{43}} dx = -\frac{1}{42x^{42}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{44}} dx = -\frac{1}{43x^{43}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{45}} dx = -\frac{1}{44x^{44}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{46}} dx = -\frac{1}{45x^{45}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{47}} dx = -\frac{1}{46x^{46}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{48}} dx = -\frac{1}{47x^{47}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{49}} dx = -\frac{1}{48x^{48}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{50}} dx = -\frac{1}{49x^{49}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{51}} dx = -\frac{1}{50x^{50}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{52}} dx = -\frac{1}{51x^{51}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{53}} dx = -\frac{1}{52x^{52}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{54}} dx = -\frac{1}{53x^{53}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{55}} dx = -\frac{1}{54x^{54}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{56}} dx = -\frac{1}{55x^{55}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{57}} dx = -\frac{1}{56x^{56}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{58}} dx = -\frac{1}{57x^{57}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{59}} dx = -\frac{1}{58x^{58}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{60}} dx = -\frac{1}{59x^{59}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{61}} dx = -\frac{1}{60x^{60}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{62}} dx = -\frac{1}{61x^{61}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{63}} dx = -\frac{1}{62x^{62}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{64}} dx = -\frac{1}{63x^{63}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{65}} dx = -\frac{1}{64x^{64}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{66}} dx = -\frac{1}{65x^{65}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{67}} dx = -\frac{1}{66x^{66}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{68}} dx = -\frac{1}{67x^{67}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{69}} dx = -\frac{1}{68x^{68}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{70}} dx = -\frac{1}{69x^{69}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{71}} dx = -\frac{1}{70x^{70}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{72}} dx = -\frac{1}{71x^{71}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{73}} dx = -\frac{1}{72x^{72}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{74}} dx = -\frac{1}{73x^{73}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{75}} dx = -\frac{1}{74x^{74}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{76}} dx = -\frac{1}{75x^{75}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{77}} dx = -\frac{1}{76x^{76}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{78}} dx = -\frac{1}{77x^{77}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{79}} dx = -\frac{1}{78x^{78}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{80}} dx = -\frac{1}{79x^{79}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{81}} dx = -\frac{1}{80x^{80}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{82}} dx = -\frac{1}{81x^{81}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{83}} dx = -\frac{1}{82x^{82}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{84}} dx = -\frac{1}{83x^{83}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{85}} dx = -\frac{1}{84x^{84}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{86}} dx = -\frac{1}{85x^{85}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{87}} dx = -\frac{1}{86x^{86}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{88}} dx = -\frac{1}{87x^{87}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{89}} dx = -\frac{1}{88x^{88}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{90}} dx = -\frac{1}{89x^{89}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{91}} dx = -\frac{1}{90x^{90}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{92}} dx = -\frac{1}{91x^{91}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{93}} dx = -\frac{1}{92x^{92}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{94}} dx = -\frac{1}{93x^{93}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{95}} dx = -\frac{1}{94x^{94}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{96}} dx = -\frac{1}{95x^{95}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{97}} dx = -\frac{1}{96x^{96}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{98}} dx = -\frac{1}{97x^{97}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{99}} dx = -\frac{1}{98x^{98}} + C$
 $\int \frac{1}{x^{100}} dx = -\frac{1}{99x^{99}} + C$

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 sommerhalvåret 1997 og i vinterhalvåret 1997/98 ble det registrert overskridelser av anbefalte luftkvalitetskriterier og grenseverdier for SO₂ på alle tre målestedene i grenseområdene. Norge stiller til disposisjon nødvendig måleutstyr til de to russiske stasjonene.

Måleprogram

Målingene inngår i Ståttlig program for forurensningsovervåking og er en del av det bilaterale miljøvernssamarbeidet mellom Norge og Russland. I perioden april 1997-mars 1998 omfattet målingene meteorologiske forhold og luft- og nedbørkvalitet. Luftkvalitetsmålingene på norsk side av grensa omfattet svoveldioksid i Svanvik og meteorologiske forhold på Viksjøfjell og i Svanvik. Tidligere målinger av SO₂ på Viksjøfjell ble avsluttet i 1996. Nedbørkvalitet ble målt i Svanvik og Karpdalen. Analyser av tungmetaller utføres bare for prøvene fra Svanvik. I tillegg har Det norske meteorologiske institutt målinger ved Kirkenes lufthavn (Høybuktmoen). På russisk side ble det målt konsentrasjoner av svoveldioksid ved Maajavri og i Nikel. Hydrometeorologisk institutt i Murmansk har dessuten målinger av meteorologiske forhold i Nikel og Jäniskoski.

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

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

Meteorologi

De meteorologiske målingene i Sør-Varanger omfatter vindretning, vindstyrke, temperatur og stabilitetsforhold i Svanvik og på Viksjøfjell, samt relativ fuktighet på Viksjøfjell. Vindmålingene viste små endringer i forekomst av vind fra ulike retninger i forhold til tidligere år. Det var likevel litt mer vind fra nordøstlig kant det siste året, som særlig har hatt betydning for SO₂-belastningen lokalt i Nikel. Vindstyrken var høyest på Viksjøfjell (400 m o.h.) og lavest i Svanvik. Temperaturen var høyere enn normalt i august 1997, september 1997, desember 1997 og januar 1998, mens det var kaldere enn normalt i april 1997, juni 1997, februar 1998 og mars 1998. Avviket var størst i februar 1998, da det var 6,9° C kaldere enn normalt ved Kirkenes lufthavn Høybuktmoen.

Luftkvalitet

SO₂ måles med kontinuerlig registrerende instrumenter i Svanvik på norsk side. 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.

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

Overskridelser av det anbefalte luftkvalitetskriteriet for døgnmiddelverdi av SO₂ (90 µg/m³) på norsk side ble målt 11 ganger i vinterhalvåret 1997/98. Den høyeste døgnmiddelverdien var 168 µg/m³. Halvårsmiddelverdiene på 11,4 µg/m³ i sommerhalvåret 1997 og 13,7 µg/m³ i vinterhalvåret 1997/98 var godt under det anbefalte luftkvalitetskriteriet for halvårsmiddelverdi på 40 µg/m³ (SFT, 1992).

Det finnes ikke noe norsk anbefalt luftkvalitetskriterium for timemiddelverdi av SO₂. Verdens helseorganisasjons tidligere retningslinje for timemiddelverdi på 350 µg/m³ er omtrent likeverdig med organisasjonens nåværende retningslinje på 500 µg/m³ som gjennomsnitt over 10 minutter. I Svanvik var det 14 timemiddelverdier over 350 µg/m³ i sommerhalvåret 1997 og 5 timemiddelverdier over 350 µg/m³ i vinterhalvåret 1997/98. Den høyeste timemiddelverdien var 732 µg/m³.

På russisk side ble det målt betydelig høyere middel- og maksimumskonsentrasjoner og høyere frekvens av timemiddelverdier over 350 µg/m³ enn på de norske stasjonene, som det framgår av rapportens Tabell 9.

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 822 µg/m³ ved vind fra nikkilverket mot målestasjonen (vindretning 45-55°) vinteren 1997/98.

En samlet analyse av SO₂-forurensningen i grenseområdene i perioden 1974-1998 viser reduserte konsentrasjoner fra slutten av 1970-årene fram til 1994. Måleresultatene fra Svanvik viser en nedgang i det gjennomsnittlige nivået i takt med reduksjonen i årsutslippene av SO₂ fra smelteverket i Nikel.

Gjennom 1990-årene har det midlere SO₂-nivået variert relativt lite i Svanvik og ved Maajavri. I Nikel har det vært noe økning de siste årene, hovedsakelig på grunn av høyere frekvens av vind fra nordøst, dvs. fra nikkilverket mot målestasjonen.

Foreløpige utslippstall for 1994 og 1995 viser at utslippet i Nikel var på sitt laveste nivå i 1994. I 1995 var det en økning opp til 1992/93-nivået igjen. For 1996 og 1997 foreligger det foreløpig ikke utslippsdata.

Modellberegninger av SO₂

Det er beregnet langtidsmiddelkonsentrasjoner av svoveldioksid for sommerhalvåret 1997 (april-september) og vinterhalvåret 1997/98 (oktober-mars). 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 viste som tidligere at områdene med de høyeste bakkekonsentrasjonene var på russisk side, 3 km sør for Nikel i sommerhalvåret 1997 (>150 µg/m³) og 4 km øst for Nikel i vinterhalvåret 1997/98 (>100 µg/m³). De mest belastede områdene på norsk side var nær den russiske grensen mellom Karpdalen og Viksjøfjell (20-40 µg/m³ i vinterhalvåret 1997/98 og 10-20 µg/m³ i sommerhalvåret 1997). Området mellom Svanvik og Holmfoss hadde konsentrasjoner på 10-20 µg/m³ i begge halvårene.

Nedbørkvalitet

Nedbørkvalitet ble målt på to stasjoner på norsk side i sommerhalvåret 1997 og i vinterhalvåret 1997/98, Karpdalen og Svanvik. Prøvene ble tatt over en uke med skifte hver mandag, samt den første dagen i hver måned. Bare prøvene fra Svanvik analyseres for tungmetaller.

Av de to stasjonene hadde Karpdalen lavest pH og høyest middelkonsentrasjon av SO₄ og sjøsaltkomponentene Na, Mg og Cl i begge halvårene. Svanvik hadde høyest konsentrasjon av NH₄, mens det var liten forskjell i middelkonsentrasjoner av NO₃, Ca og K på de to stasjonene i begge halvårene.

Målingene i Karpdalen viste gjennomgående bedre nedbørkvalitet i de to halvårene sammenliknet med de tilsvarende halvårene året før, med unntak av økte SO₄- og NO₃-konsentrasjoner i sommerhalvåret 1997 i forhold til sommerhalvåret 1996.

I Svanvik var det høyere konsentrasjoner av SO₄, NH₄, NO₃ og K i sommerhalvåret 1997 og av Na, Cl og K i vinterhalvåret 1997/98 sammenliknet med tilsvarende halvår året før. For de øvrige komponentene var det omtrent samme eller litt lavere konsentrasjoner.

Nedbørprøvene fra Svanvik analyseres også for konsentrasjoner av tungmetallene Pb, Cd, Zn, Ni, Cu, As, Co og Cr. I tillegg til avsetning med nedbør kan støvpartiklene sedimentere i prøvetakerne i perioder uten nedbør. I 1997 hadde Svanvik høyere konsentrasjoner av Pb og Cd enn stasjoner i Sør-Norge. Konsentrasjonen av Zn var lavere enn i Sør-Norge og høyere enn i Nord-Norge. Konsentrasjonene av Ni, As, Cu og Co var betydelig høyere enn i resten av landet, og konsentrasjonen av Cr var noe høyere.

Tungmetallene Ni, Cu, Co og As slippes ut fra smelteverkene i Nikel og Zapoljarnij. I Svanvik var det høyere konsentrasjoner av disse elementene i nedbøren i vinterhalvåret 1997/98 enn i vinterhalvåret 1996/97. I sommerhalvåret 1997 økte konsentrasjonene av As og Cu, mens de gikk ned for Ni og Co i forhold til sommerhalvåret 1996.

Air Quality Monitoring in the Border Areas of Norway and Russia April 1997-March 1998

Summary

The Norwegian Institute for Air Research (NILU) has been measuring air pollutants close to the border between Norway and Russia since 1974. The Norwegian Pollution Control Authority (SFT) asked NILU to plan and carry out a comprehensive investigation of air quality, precipitation chemistry, and various environmental impacts starting from October 1988. Data from the period April 1997-March 1998 show that the Norwegian air quality guideline values for SO₂ were exceeded at the three monitoring stations in the border areas.

Measurement programme

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

During the period April 1997-March 1998 air quality was measured at one station, precipitation chemistry data were collected at two locations and meteorological parameters were measured at three locations on the Norwegian side of the border. On the Russian side air quality and meteorological parameters were measured at two locations.

Air quality

SO₂ has been measured continuously at Svanvik in Norway and at Maajavri and in Nikel in Russia. At Viksjøfjell in Norway sampling of SO₂ was stopped at the beginning of August 1996. To register the high short term peak concentrations during episodes continuous measurements of SO₂ are necessary. 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 period April 1997-March 1998 the short term maximum concentrations were above the Norwegian and international guideline values. At Svanvik the average value during the monitoring period was 12,6 µg/m³, the highest 24-hour average was 168 µg/m³ and the highest 1-hour average value was 732 µg/m³. The guideline values for protection of human health are 40 µg/m³ (half year, Norway), 90 µg/m³ (daily, Norway) and 350 µg/m³ (hourly, World Health Organization, WHO), respectively. The guideline values for protection of vegetation are even lower. At Maajavri and Nikel the highest daily average value and the number of occurrences of 1-hour average values exceeding 350 µg/m³ were much higher than at the Norwegian stations. During the 12 month period more than 9% of the hourly SO₂ values in Nikel exceeded 350 µg/m³ (4% in Maajavri and 0,2% i Svanvik).

A statistical evaluation of SO₂ data for the years 1974-1998 shows reduced concentrations from the late 1970's to 1994. The reduction in the mean SO₂ concentrations in ambient air seems to follow the reductions in the yearly total SO₂ emissions from the smelter in Nikel.

During the 1990's SO₂ concentrations in Svanvik and Maajavri have not changed significantly. In Nikel the concentration has increased, especially the last years, due to increased wind frequency from the smelter to the measuring station. SO₂ emissions in Nikel were at the lowest in 1994 and increased in 1995. There are still no emission data available for 1996 and 1997. Emission data for 1994 and 1995 are unofficial.

Model calculations of SO₂

Calculations of long term mean concentrations of sulphur dioxide has been performed for the summer half year 1997 (April-September) and the winter half year 1997/98 (October-March). 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 (as of 1990).

The dispersion calculations for the period April 1997-March 1998 show the highest concentrations of SO₂ 3-4 km to the south of Nikel, in the summer half year (>150 µg/m³) and to the east in the winter half year (>100 µg/m³).

In Norway, the highest concentrations were estimated to occur between Svanvik and Holmfoss (10-20 µg/m³) and close to the border between Karpdalen and Viksjøfjell (10-20 µg/m³ during the summer half year 1997 and 20-40 µg/m³ during the winter half year 1997/98).

Comparison between measured and calculated values for the respective months at Maajavri show that the calculated values were lower than the measured values, especially during the winter months. This could indicate that the SO₂ emissions have increased since 1993, the year with the latest **official** emission data.

Precipitation chemistry

Measurements of precipitation chemistry indicated improved precipitation quality in Karpdalen for all main components. In Svanvik there were small changes in precipitation quality during the period.

The concentration of Pb was higher than the concentrations usually found at background stations in the southern part of Norway, while the concentration of Cd was higher and the concentration of Zn was lower than in the southern part of Norway and higher than in the northern part.

The metals Ni, Cu, Co and As are emitted from the smelters in Nikel and Zapoljarnij. The concentrations of these elements in precipitation were higher during the winter season 1997/98 than the previous winter season 1996/97 in Svanvik. During the summer season 1997 concentrations of As and Cu were higher while concentrations of Ni and Co were lower compared to the summer season 1996.

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

April 1997-mars 1998

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.

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 (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. Fra april 1997 presenteres resultatene

i årsrapporter. Denne første årsrapporten dekker perioden april 1997-mars 1998. Det er også i samarbeid med russerne utarbeidet to rapporter på engelsk for periodene 1.1.1990-31.3.1991 og 1.4.1991-31.3.1993. (Sivertsen et al. 1992, 1994).

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

I nikkerverkenes 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 april 1997-mars 1998

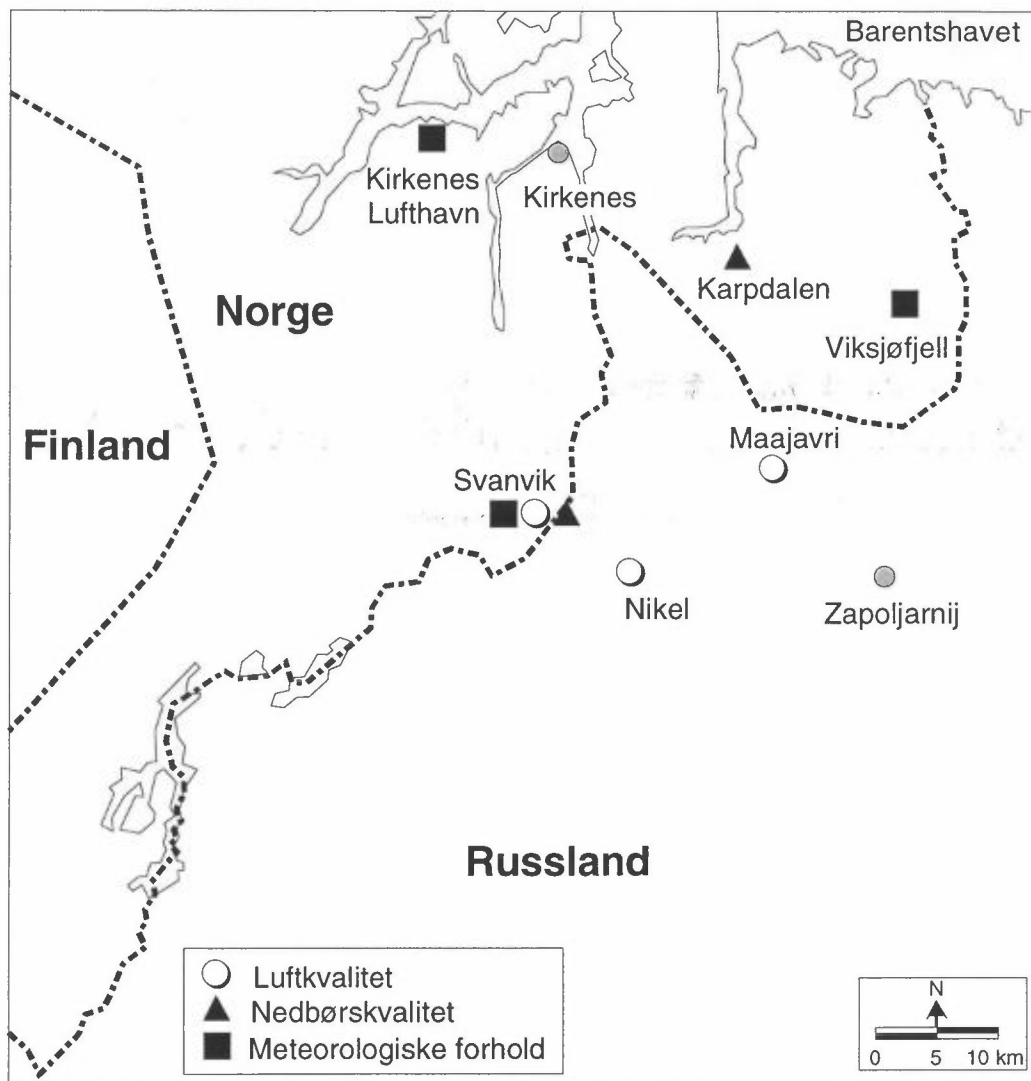
Måleprogrammet for luft- og nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene i perioden april 1997-mars 1998 er vist i Tabell 1 og Tabell 2. Plasseringen av målestasjonene er vist i Figur 1.

Tabell 1: Måleprogram for luftkvalitet i grenseområdene i perioden 1.4.1997-31.3.1998

Stasjon	SO ₂ Timeverdier
Svanvik	x
Maajavri	x
Nikel	x

Tabell 2: Måleprogram for nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene i perioden 1.4.1997-31.3.1998.

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



Figur 1: Målestasjoner for luftkvalitet, nedbørskvalitet og meteorologiske forhold i grenseområdene i Norge og Russland i perioden april 1997-mars 1998.

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. Tidligere målinger på Viksjøfjell ble avsluttet 1.8.1996.

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 for Svanvik også på 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 (Høybuktknoen). 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, 1997). Høsten 1993 ble dette målenettet utvidet med en stasjon i Verhnetulomski, ca. 80 km sørvest for Murmansk. Stasjonen ligger mellom kjernekraftverket i Poljarnij Zori på Kola og Finnmark. Stasjonen har et gammaspektrometer av samme type som ved 11 av de 28 stasjonene i Norge. Hydromet i Murmansk har det tekniske oppsynet med stasjonen. Instrumentet er koblet til det norske telenettet via Murmansk. Data overføres til NILU hver annen time. Miljøkomiteen i Murmansk kan med datamaskin og modem kontakte NILUs database for å hente strålingsdata fra Verhnetulomski og fra den nordre del av det norske nettet når de måtte ønske det.

4. Måleresultater

I dette kapitlet gis en kortfattet presentasjon av hovedresultatene av målingene av meteorologiske forhold, luftkvalitet og nedbørkvalitet for perioden april 1997-mars 1998.

4.1 Meteorologiske forhold

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

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

Tabell 3 viser datadekningen for de meteorologiske målingene på Viksjøfjell og i Svanvik. Det mangler en del vinddata fra begge stasjonene vinterstid, hovedsakelig på grunn av ising. Noe manglende data fra Svanvik i juli 1997 skyldes driftsavbrudd etter lynnedslag.

Tabell 3: Datadekning i prosent av tiden for de meteorologiske målingene på Viksjøfjell og i Svanvik i periodene april-september 1997 og oktober 1997-mars 1998.

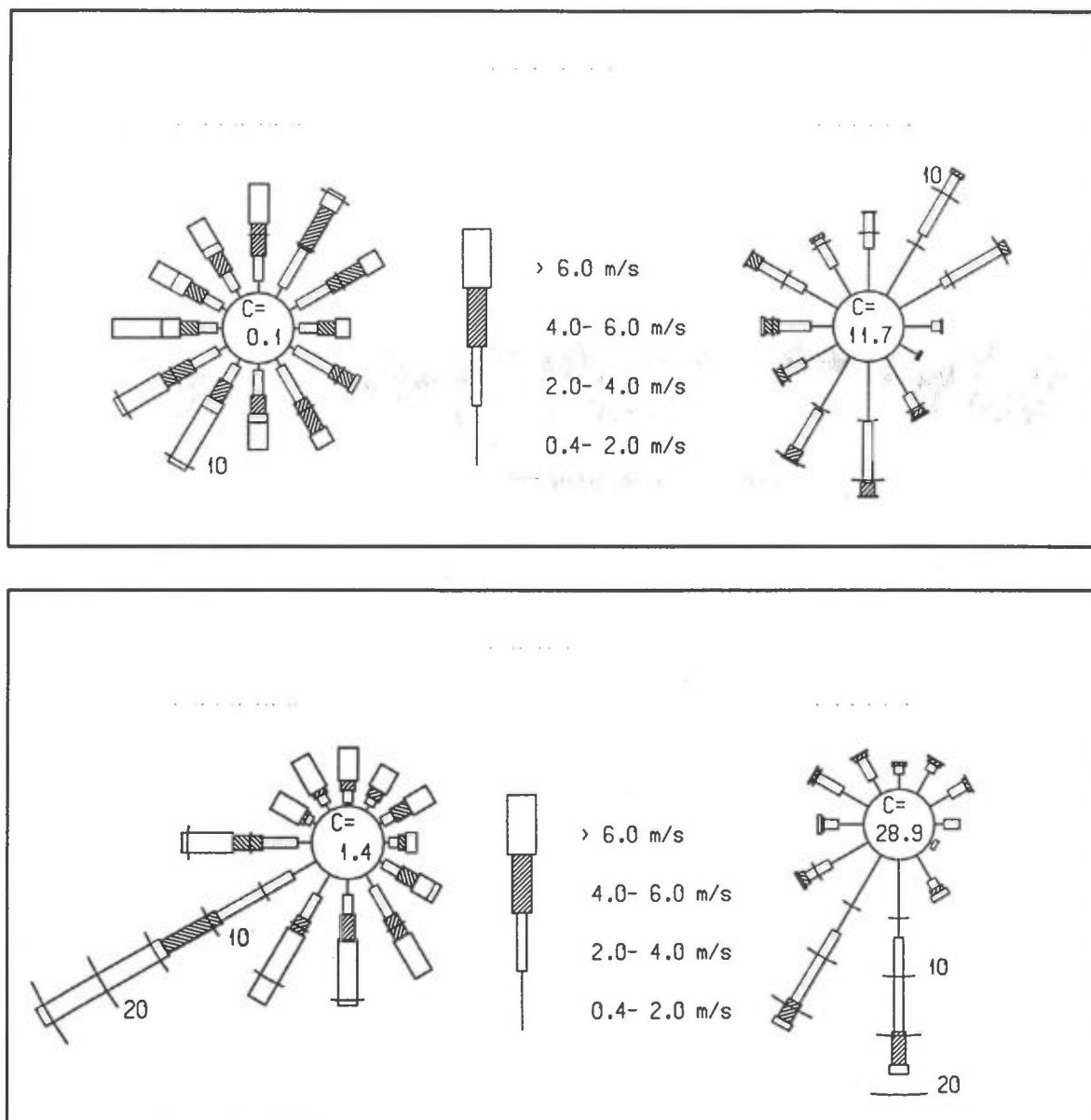
Stasjon	Måned	Vindstyrke	Vindkast	Vindretning	Temperatur	Stabilitet	Rel. fuktighet
Viksjøfjell	April 1997	100	100	100	100	100	100
	Mai	96	96	97	99	99	99
	Juni	100	100	100	100	100	100
	Juli	100	100	100	100	100	100
	August	100	100	100	100	100	100
	September	100	100	100	100	100	100
	Apr.-sept. 1997	99	99	100	100	100	100
	Oktober 1997	100	100	100	100	100	100
	November	54	54	60	100	100	100
	Desember	100	100	100	100	100	100
	Januar 1998	66	66	60	100	100	100
	Februar	99	99	100	100	100	100
	Mars	97	97	99	100	100	100
	Okt. 1997-mar. 1998	86	86	87	100	100	100
Svanvik	April 1997	100	100	99	100	100	
	Mai	100	100	95	100	100	
	Juni	100	100	89	100	100	
	Juli	71	71	77	77	77	
	August	100	100	100	100	100	
	September	99	99	100	100	100	
	Apr.-sept. 1997	95	95	93	96	96	
	Oktober 1997	100	100	100	100	100	
	November	69	69	90	100	100	
	Desember	100	100	88	100	100	
	Januar 1998	90	90	89	100	100	
	Februar	87	87	84	100	100	
	Mars	100	100	89	100	100	
	Okt. 1997-mar. 1998	91	91	90	100	100	

4.1.1 Vindmålinger

Figur 2 viser vindroser for perioden april-september 1997 og oktober 1997-mars 1998 fra Viksjøfjell og Svanvik. Vindrosene viser frekvensen av vind i tolv 30-graders sektorer, dvs. hvor ofte det blåser fra disse retningene. Symbolet C i midten av vindrosene står for frekvensen av vindstille. Med vindstille menes her at timemiddelvindstyrken har vært mindre enn 0,4 m/s.

Vindretningsfordelingene på de to stasjonene sommeren 1997 liknet i hovedtrekk på fordelingene fra sommeren 1996. Begge stasjonene hadde imidlertid litt hyppigere vind fra nord og nordøst, og tilsvarende litt lavere frekvens fra nordvest.

Også vinteren 1997/98 var det små forskjeller i vindfrekvensfordelingen sammenliknet med vinteren 1996/97. Svanvik hadde noe høyere vindstillefrekvens i 1997/98 og tilsvarende lavere frekvens av vind fra sørøst og sør.



Figur 2: Vindrosen fra Viksjøfjell og Svanvik for periodene april-september 1997 og oktober 1997-mars 1998.

Tabell 4 gir andel vindstille, midlere vindstyrke, hyppigheten av vind over 6 m/s, maksimal timemidlet vindstyrke og sterkeste vindkast månedvis og totalt for sommerhalvåret 1997 og vinterhalvåret 1997/98 fra Viksjøfjell og Svanvik. Tabellen viser at det blåste betydelig sterkere på fjellet ved Viksjøfjell enn nede i dalen i Svanvik. De høyeste vindstyrkene ble målt 16. desember 1997 både i Svanvik og på Viksjøfjell. Timemiddelvindstyrkene var da henholdsvis 10,1 m/s i Svanvik og 24,0 m/s på Viksjøfjell. Det sterkeste vindkastet på begge stasjonene

ble også målt 16. desember, med henholdsvis 24,5 m/s i Svanvik og 35,8 m/s på Viksjøfjell.

Tabell 4: Statistikk over vindstyrker ved Viksjøfjell og Svanvik i periodene april-september 1997 og oktober 1997-mars 1998 (m/s).

Stasjon	Måned	Andel vindstille (%)	Midlere vindstyrke (m/s)	Andel > 6 m/s (%)	Maks. timemiddel (m/s)	Tid for maks.	Maks. vindkast (m/s)	Tid for maks. vindkast
Viksjøfjell	April 1997	0,1	6,6	50,4	19,0	18. kl 01	23,6	18. kl 01 ¹
	Mai	0,3	4,9	32,0	12,6	01. kl 19	15,8	01. kl 19
	Juni	0,0	5,1	29,9	15,0	05. kl 20	22,1	06. kl 04
	Juli	0,0	4,3	14,8	12,0	09. kl 11 ²	17,9	24. kl 14
	August	0,0	5,3	32,7	17,2	09. kl 14	23,6	09. kl 14
	September	0,0	6,5	53,3	14,2	18. kl 09	21,2	18. kl 09
	Apr.-sept. 1997	0,1	5,5	35,4	19,0	18.04. kl 01	23,6	18.04. kl 01 ³
	Oktober 1997	0,1	6,2	43,0	20,9	31. kl 23	28,0	31. kl 17 og 23
	November	0,0	8,9	67,4	21,6	01. kl 02	27,2	01. kl 02
	Desember	1,7	6,6	41,9	24,0	16. kl 24	35,8	17. kl 10
	Januar 1998	8,0	5,3	36,4	23,9	21. kl 24	29,8	22. kl 01
	Februar	0,0	5,9	38,9	20,0	25. kl 02	26,0	25. kl 02
	Mars	0,3	7,3	55,6	19,0	17. kl 11	12,5	17. kl 12
Okt. 1997-mar 1998	1,4	6,6	46,2	24,0	16.12. kl 24	35,8	17.2. kl 10	
Svanvik	April 1997	19,6	2,2	3,1	8,1	13. kl 08	17,6	28. kl 16
	Mai	11,8	2,0	0,0	5,7	02. kl 17 ⁴	12,2	02. kl 10 ⁵
	Juni	5,3	2,5	0,9	8,7	05. kl 20	15,5	05. kl 20
	Juli	9,7	1,7	0,0	5,8	24. kl 13	11,9	24. kl 13
	August	12,9	1,7	0,7	7,1	09. kl 11	17,3	09. kl 19
	September	9,6	2,1	0,0	5,5	18. kl 14	12,5	18. kl 14
	Apr.-sept. 1997	11,7	2,0	0,8	8,7	05.06. kl 20	17,6	28.04. kl 16
	Oktober 1997	14,8	1,9	2,8	8,3	18. kl 16-18	16,1	18. kl 16 og 17 ⁶
	November	11,4	2,5	5,0	8,5	01. kl 10	17,3	01. kl 10
	Desember	29,9	1,8	1,9	10,1	16. kl 24	24,5	16. kl 24
	Januar 1998	37,0	1,3	1,6	8,0	22. kl 01	15,2	26. kl 14
	Februar	46,1	1,5	1,9	7,4	10. kl 05	14,3	10. kl 01 og 02 ⁷
	Mars	32,7	2,1	3,5	8,6	13. kl 01	15,5	13. kl 02
Okt. 1997-mar 1998	28,9	1,8	2,7	10,1	16.12. kl 24	24,5	16.12. kl 24	

- 1 Samme verdi 28.04. kl 15.
- 2 Samme verdi 24.07. kl 14.
- 3 Samme verdi 28.04. kl 15 og 09.08. kl 14.
- 4 Samme verdi 05.05. kl 15.
- 5 Samme verdi 05.05. kl 14.
- 6 Samme verdi 31.10. kl 17.
- 7 Samme verdi 28.02. kl 16.

4.1.2 Temperatur

Tabell 5 gir en oversikt over temperaturmålingene på Viksjøfjell, Svanvik og DNMI's stasjon Kirkenes lufthavn. På Kirkenes lufthavn er det sammenliknet med normaltemperaturen, som er middelverdien for 30-årsperioden 1961-1990. Målingene viste at august, september og desember 1997 og januar 1998 var noe varmere enn normalt, mens april og juni 1997 og februar og mars 1998 var noe kaldere enn normalt. Særlig kaldt var det i februar 1998. Da var månedsmiddeltemperaturene $-16,6^{\circ}\text{C}$ på Viksjøfjell, $-18,2^{\circ}\text{C}$ på Kirkenes lufthavn og $-20,8^{\circ}\text{C}$ i Svanvik. Denne måneden var det hele $6,9^{\circ}\text{C}$ kaldere enn normalt i Kirkenes.

Tabell 5: *Temperaturer på Viksjøfjell, i Svanvik og på Kirkenes lufthavn i perioden april 1997-mars 1998 ($^{\circ}\text{C}$).*

Stasjon		April 1997	Mai 1997	Juni 1997	Juli 1997	August 1997	September 1997
Viksjøfjell	Middel	-6,8	0,5	4,6	9,3	10,9	6,4
	Maks.	-0,4	10,4	21,9	24,1	23,3	15,2
	Min.	-13,7	-4,4	-2,0	2,1	2,8	-1,3
Svanvik	Middel	-5,0	3,5	8,6	13,7	13,5	8,9
	Maks.	3,5	13,2	26,6	27,9	26,0	18,1
	Min.	-21,9	-2,7	1,1	2,6	3,1	-1,4
Kirkenes lufthavn	Middel	-4,7	2,6	7,2	11,9	13,3	8,7
	Maks.	2,1	12,0	25,9	26,7	26,2	18,9
	Min.	-16,6	-3,3	0,1	4,4	5,3	-0,4
	Normal	-2,4	3,0	8,5	12,1	10,5	6,2
		Oktober 1997	November 1997	Desember 1997	Januar 1998	Februar 1998	Mars 1998
Viksjøfjell	Middel	-1,8	-6,9	-8,9	-10,6	-16,6	-9,0
	Maks.	5,5	0,3	4,1	-1,8	-5,2	0,4
	Min.	-10,4	-16,6	-17,6	-20,3	-25,0	-18,1
Svanvik	Middel	-0,1	-7,1	-9,1	-12,0	-20,8	-10,3
	Maks.	7,7	2,1	6,8	0,8	-0,9	4,7
	Min.	-11,3	-29,7	-30,5	-31,3	-39,5	-36,0
Kirkenes lufthavn	Middel	0,2	-6,2	-8,2	-9,8	-18,2	-8,8
	Maks.	7,7	2,2	6,4	0,8	-2,6	3,2
	Min.	-9,7	-24,6	-23,7	-27,4	-32,6	-26,7
	Normal	0,4	-5,5	-9,7	-11,8	-11,3	-7,4

Alle stasjonene hadde også den laveste målte temperaturen i februar med -25°C på Viksjøfjell, $-32,6^{\circ}\text{C}$ på Kirkenes lufthavn og $-39,5^{\circ}\text{C}$ i Svanvik. Kald luft som i inversjonsperioder samles i bunnen av Pasvikdalen, gjør at det måles atskillig lavere minimumstempertur i Svanvik enn på Viksjøfjell.

Derimot hadde Svanvik også den høyeste målte temperaturen med $27,9^{\circ}\text{C}$ i juli 1997. I samme måned hadde Kirkenes lufthavn $26,7^{\circ}\text{C}$ og Viksjøfjell $24,1^{\circ}\text{C}$.

4.1.3 Luftens relative fuktighet

Tabell 6 viser månedsmiddelverdiene av luftens relative fuktighet for hver måned i periodene april-september 1997 og oktober 1997-mars 1998. De laveste middelverdiene av relativ fuktighet ble målt i sommermånedene på begge stasjonene. Den midlere relative fuktigheten var like høy eller høyere på Viksjøfjell enn på Kirkenes lufthavn i alle månedene.

Tabell 6: Månedsmiddelverdier av relativ fuktighet (%) på Viksjøfjell og Kirkenes lufthavn i perioden april 1997-mars 1998.

Stasjon	April 1997	Mai 1997	Juni 1997	Juli 1997	August 1997	September 1997
Viksjøfjell	87	82	78	76	78	89
Kirkenes lufthavn	82	76	71	76	76	82
	Oktober 1997	November 1997	Desember 1997	Januar 1998	Februar 1998	Mars 1998
Viksjøfjell	92	92	90	91	88	87
Kirkenes lufthavn	89	89	85	91	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 fortynningen av luftforurensninger. Fire stabilitetsklasser defineres på følgende måte:

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

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

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

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

Tabell 7: Forekomst (%) av fire stabilitetsklasser på Viksjøfjell og i Svanvik i periodene april-september 1997 og oktober 1997-mars 1998.

Stasjon	Måned	Ustabil	Nøytral	Lett stabil	Stabil
Viksjøfjell	April 1997	2,2	56,4	31,5	9,9
	Mai	8,0	68,5	17,9	5,6
	Juni	26,7	58,3	12,5	2,5
	Juli	31,7	57,5	8,1	2,7
	August	16,7	67,1	13,7	2,6
	September	4,4	77,4	17,6	0,6
	Apr.-sept. 1997	15,0	64,2	16,8	3,9
	Oktober 1997	0,7	64,6	29,1	5,7
	November	0,0	55,8	33,9	10,3
	Desember	0,3	58,7	31,6	9,4
	Januar 1998	0,0	53,8	31,7	14,5
	Februar	0,3	40,0	28,0	31,7
	Mars	1,9	45,8	31,7	20,6
	Okt. 1997-mar. 1998	0,5	53,3	31,0	15,1
Svanvik	April 1997	8,2	62,4	10,7	18,8
	Mai	13,6	72,7	6,2	7,5
	Juni	29,9	60,8	4,6	4,7
	Juli	28,7	52,7	7,0	11,7
	August	18,5	57,7	9,4	14,4
	September	4,3	76,1	9,2	10,4
	Apr.-sept. 1997	16,8	64,1	7,9	11,2
	Oktober 1997	0,5	65,3	18,7	15,5
	November	0,0	72,9	13,1	14,0
	Desember	0,0	57,8	12,9	29,3
	Januar 1998	0,0	51,7	13,8	34,4
	Februar	0,3	45,1	12,1	42,6
	Mars	2,7	60,5	9,3	27,6
	Okt. 1997-mar. 1998	0,6	59,0	13,3	27,0

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

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

4.2 Luftkvalitet

4.2.1 Svoveldioksid (SO₂)

SO₂-målinger er utført på en stasjon på norsk side og på to stasjoner på russisk side av grensen. Stasjonene er: Svanvik i Norge og Maajavri og Nikel i Russland. De tidligere målingene på Viksjøfjell ble avsluttet 1.8.1996.

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

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

Tabell 8 viser at datadekningen i Svanvik var meget god, bortsett fra en periode i juli 1997, da målestasjonen var ute av drift etter et lynnedslag. Maajavri har god datadekning hele perioden, bortsett fra lite data i mars 1998 (og delvis i juni 1997) på grunn av instrumentfeil. Datadekningen i Nikel var meget god i hele måleperioden.

Tabell 8: *Datadekning i prosent av tiden for SO₂-målingene fra Svanvik, Maajavri og Nikel i periodene april-september 1997 og oktober 1997-mars 1998.*

Måned	Svanvik	Maajavri	Nikel
April 1997	99	92	95
Mai	98	91	96
Juni	93	67	94
Juli	74	95	95
August	99	93	92
September	99	96	95
Apr.-sept. 1997	94	89	95
Oktober 1997	99	94	95
November	99	95	94
Desember	97	95	92
Januar 1998	99	95	95
Februar	99	93	95
Mars	99	6	94
Okt. 1997-mar. 1998	99	79	94

Et sammendrag av SO₂-målingene i perioden oktober 1996-mars 1997 med monitorer er gitt i Tabell 9. Grafisk fremstilling av de timevise dataene er gitt i Vedlegg B.

Tabell 9: *Sammendrag av målinger av SO₂ med kontinuerlig registrerende instrumenter i Svanvik, Maajavri og Nikel i periodene april-september 1997 og oktober 1997-mars 1998 (µg/m³).*

Stasjon og måned	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Antall døgnobs	Antall døgnmidler			Høyeste time-middel	Antall time-obs	Antall timeverdier			
				>50	>90	>300			>100	>350	>700	>1000
Svanvik												
April 1997	12,2	137	30	1	1	0	322	713	27	0	0	0
Mai	14,5	89	31	2	0	0	495	732	29	3	0	0
Juni	8,5	99	28	2	1	0	439	672	23	2	0	0
Juli	23,0	135	23	3	2	0	732	554	40	4	1	0
August	8,1	55	31	1	0	0	588	737	14	3	0	0
September	4,9	67	30	1	0	0	499	714	6	2	0	0
Apr.-sept. 1997	11,4	137	173	10	4	0	732	4 122	139	14	1	0
Maajavri												
April 1997	23,7	138	29	5	4	0	2 002	662	35	9	3	2
Mai	17,8	72	30	3	0	0	495	679	32	4	0	0
Juni	31,4	175	21	5	3	0	1 208	479	36	13	3	2
Juli	31,2	169	31	9	4	0	1 168	707	65	16	5	3
August	47,4	243	31	11	5	0	1 245	694	89	24	6	2
September	45,6	168	30	11	7	0	1 335	689	91	28	5	3
Apr.-sept. 1997	33,0	243	172	44	23	0	2 002	3 910	348	94	22	12
Nikel												
April 1997	109,2	796	30	12	8	4	2 842	683	111	43	29	22
Mai	132,1	1 338	31	13	8	4	2 816	714	144	68	43	28
Juni	293,8	1 005	30	18	16	13	2 428	676	297	185	115	69
Juli	217,1	793	31	20	18	9	2 844	706	245	143	78	41
August	33,6	230	31	7	4	0	1 301	711	58	19	7	3
September	19,9	172	30	5	3	0	1 592	681	30	10	5	3
Apr.-sept. 1997	133,8	1 338	183	75	57	30	2 844	4 171	885	468	277	166
Svanvik												
Oktober 1997	3,8	30	31	0	0	0	211	733	6	0	0	0
November	7,8	94	30	1	1	0	291	712	11	0	0	0
Desember	4,7	48	31	0	0	0	335	722	7	0	0	0
Januar 1998	25,2	154	31	4	4	0	511	736	50	2	0	0
Februar	15,0	53	28	2	0	0	227	667	8	0	0	0
Mars	25,7	168	31	8	2	0	412	734	54	3	0	0
Okt. 1997-mar. 1998	13,7	168	182	15	7	0	511	4 304	136	5	0	0
Maajavri												
Oktober 1997	34,1	213	31	6	4	0	908	702	60	15	5	0
November	88,0	443	30	17	10	2	1 878	684	174	51	10	3
Desember	64,3	252	31	15	8	0	1 641	707	106	38	14	3
Januar 1998	81,9	417	31	15	12	1	931	708	153	53	10	0
Februar	81,2	350	27	12	7	2	1 680	622	133	36	10	4
Mars	(23,8)	(43)	(2)	0	0	0	195	44	3	0	0	0
Okt. 1997-mar. 1998	69,0	443	152	65	41	5	1 878	3 467	629	193	49	10
Nikel												
Oktober 1997	100,9	907	31	8	7	3	2 734	707	131	50	29	17
November	74,0	671	30	9	6	2	3 570	679	87	38	19	8
Desember	31,0	239	30	8	4	0	1 310	683	54	15	6	2
Januar 1998	118,2	515	31	16	11	6	2 833	707	175	65	33	19
Februar	158,6	812	28	15	10	6	3 477	636	202	75	31	18
Mars	94,1	1 112	31	11	7	4	4 446	698	154	50	14	7
Okt. 1997-mar. 1998	95,6	1 112	181	67	45	21	4 446	4 110	803	293	132	71

Målingene viser at Svanvik hadde omtrent samme middelværdi sommeren 1997 ($11,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) som sommeren 1996 ($11,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Maajavri hadde lavere middelværdi i 1997 ($33,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) enn i 1996 ($56,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mens Nikel hadde høyere middelværdi i 1997 ($133,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) enn i 1996 ($111,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Selv om Svanvik ligger nærmest utslippet, var middelværdien mye lavere enn ved Maajavri, fordi det ikke blåste så ofte mot Svanvik. Stasjonen i Nikel er først og fremst belastet av de diffuse utslippene i lav høyde og ikke av skorsteinsutslippene.

Også vinteren 1997/98 hadde Svanvik en middelværdi av SO_2 ($13,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) som ikke avvek så mye fra 1996/97 ($9,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). På samme måte som i sommerhalvåret hadde også Maajavri og Nikel henholdsvis lavere og høyere konsentrasjon enn vinteren 1996/97.

Middelværdien i Nikel både sommeren 1997 og vinteren 1997/98 var de høyeste som er målt siden målingene startet i 1991. Økningen har vært nokså markert de to siste årene i forhold til tidligere. Økning i frekvens av nordøstlig vind synes å være hovedårsaken til økningen i SO_2 -konsentrasjonen.

I Maajavri har middelværdiene vært nokså konstante de siste årene, bortsett fra en relativt høy sommerværdi i 1996. I Svanvik har det vært små endringer i midlere SO_2 -nivå gjennom 1990-årene. For øvrig vises det til figurer og kommentarer i kapittel 4.2.2 om trendanalyser for SO_2 .

Den høyeste døgnmiddelværdien i Svanvik var $137 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sommeren 1997 og $168 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vinteren 1997/98. Det var i de samme periodene henholdsvis fire og sju døgnmiddelværdier over $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$, som er det anbefalte luftkvalitetskriteriet for døgnmiddelværdi av SO_2 . Stasjonene på russisk side hadde imidlertid betydelig flere verdier over $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ enn Svanvik, og de hadde også betydelig høyere maksimale døgnmiddelværdier. Den høyeste døgnmiddelværdien i Nikel var hele $1\,338 \mu\text{g}/\text{m}^3$, som er 15 ganger høyere enn det norske anbefalte luftkvalitetskriteriet på $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Den høyeste timemiddelværdien i Svanvik, $732 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ble målt 15. juli 1997 kl 10 (normaltid). Selv om det på dette tidspunktet var sørvestlig vind i Svanvik, viser vindmålingene på Viksjøfjell at fra kvelden den 14. og hele den 15. var det vind fra sørøst, som har ført utslippene, i hvert fall fra de høye skorsteinene, mot Svanvik.

På russisk side ble den høyeste timemiddelværdien målt i Nikel den 10. mars 1998 kl 17 (norsk normaltid) til hele $4\,446 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Verdier over $1\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ble målt kl 15-21 denne dagen. I Svanvik var det vindstille og -20°C denne perioden. På Viksjøfjell var det svak vind fra nordøst, som viser at de diffuse SO_2 -utslippene (fra de lave skorsteinene) i Nikel var hovedkilden til de høye konsentrasjonene.

Ved Maajavri ble den høyeste timemiddelværdien, $2\,002 \mu\text{g}/\text{m}^3$, målt den 6. april 1997 kl 09 (norsk normaltid). Vindmålingene på Viksjøfjell viste sørvestlig vind med styrke $4,5 \text{ m/s}$ denne timen. Kilden til SO_2 var derfor de høye skorsteinsutslippene i Nikel.

Både EU-kommisjonens og Verdens helseorganisasjons (WHOs) foreslåtte kort-tidsgrenseverdi for SO₂ er nå 500 µg/m³ som gjennomsnitt over 10 minutter. Dette tilsvarer i praksis WHOs tidligere grenseverdi på 350 µg/m³ som timemiddelverdi. Vi har derfor valgt fortsatt å sammenlikne med denne grenseverdien. Eventuell fremtidig varsling av høye SO₂-konsentrasjoner i EU/EØS-området er også foreslått av EU-kommisjonen å ta utgangspunkt i en timemiddelverdi på 350 µg/m³.

Nikkel hadde timemiddelverdier over 350 µg/m³ i 11,2% av timene med målinger sommeren 1997 og i 7,1% av timene vinteren 1997/98. Tilsvarende tall for Maajavri var 2,4% sommeren 1997 og 5,6% vinteren 1997/98. I Svanvik var det over 350 µg/m³ i 0,3% av tiden sommeren 1997 og 0,1% av tiden vinteren 1997/98.

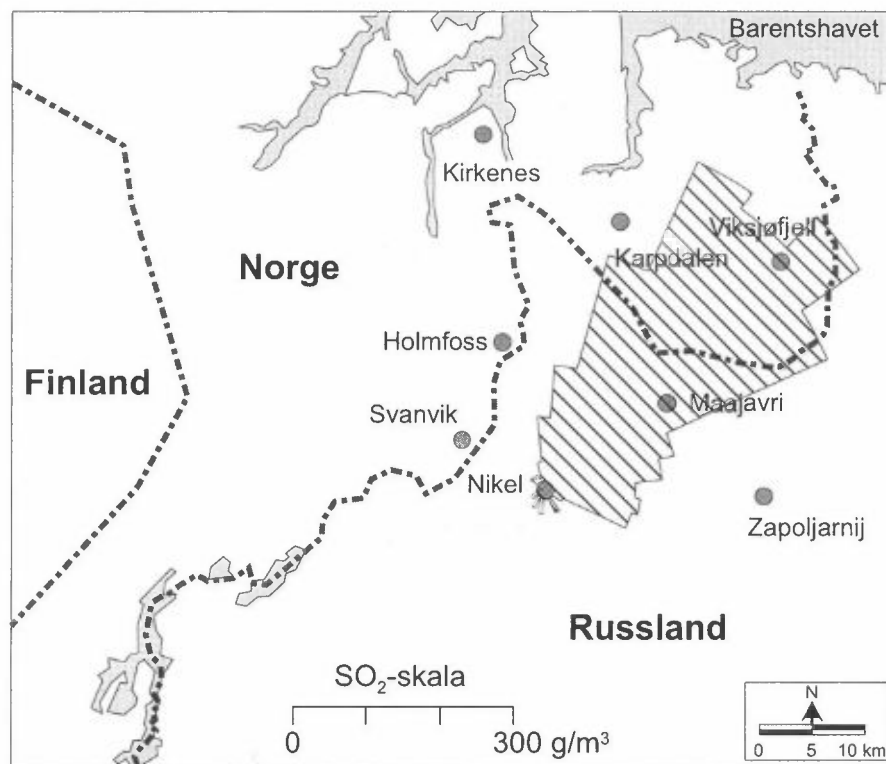
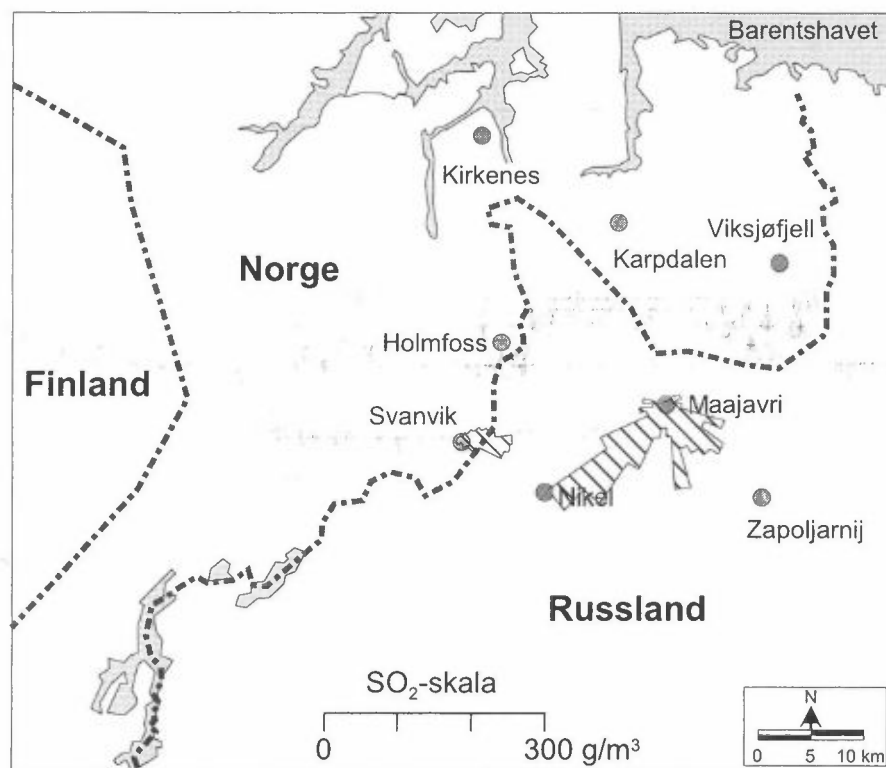
Sammenliknet med sommeren 1996 hadde Nikel flere timemiddelverdier over 350 µg/m³ sommeren 1997, mens Maajavri hadde færre og Svanvik hadde omtrent det samme antall overskridelser av denne verdien. Nikel hadde også flere verdier over 350 µg/m³ vinteren 1997/98 enn vinteren 1996/97. Maajavri hadde færre høye verdier i 1997/98, og det var noen færre i Svanvik.

Tidligere målinger av standardavviket i vindretningen på Viksjøfjell tyder på at røykfanene fra de høye pipene i Nikel og Zapoljarnij er ganske smale, som oftest med bare noen få kilometers utstrekning selv så langt fra utslippet som på den tidligere målestasjonen Viksjøfjell. Konsentrasjonen blir derfor høy når målestasjonene ligger i røykfanen, mens bare noen graders endring i vindretningen kan føre til at målestasjonene ikke blir eksponert. I lange perioder er stasjonene ikke eksponert, eller verdiene er lavere enn deteksjonsgrensen på 10 µg/m³. Denne variasjonen i dataene vises klart i figurene i Vedlegg B.

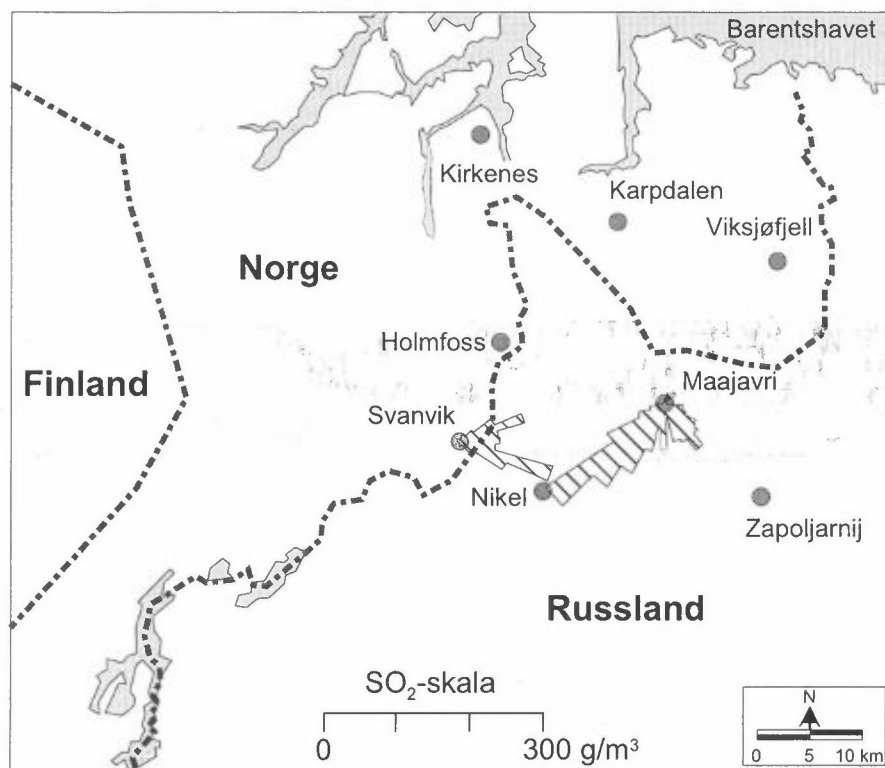
Timemiddelverdiene av SO₂ er sammenholdt med vindretning, vindstyrke og stabilitet. Ut fra dette er det beregnet forurensningsroser som vist i Figur 3 og Figur 4, med middelkonsentrasjoner for hver av 36 10°-vindsektorer. Ved beregning av forurensningsrosen for Nikel er det brukt vindmålinger fra Svanvik, og ved beregning av rosen for Maajavri er det brukt vindmålinger fra Viksjøfjell.

I Svanvik var middelverdien 11,4 µg/m³ sommeren 1997 (11,2 µg/m³ sommeren 1996). Vind i 10°-sektoren 90° (østlig vind) ga den høyeste middelkonsentrasjonen med 68 µg/m³, se Figur 3. Sommeren 1996 var middelkonsentrasjonen i den mest belastede 10°-sektoren 60 µg/m³. I vinterhalvåret 1997/98 var middelkonsentrasjonen 13,7 µg/m³ (9,4 µg/m³ vinteren 1996/97). Middelkonsentrasjonen i den mest belastede 10°-sektoren var 132 µg/m³ vinteren 1997/98 (120 µg/m³ vinteren 1996/97), se Figur 4.

Maajavri hadde en middelverdi på 33,0 µg/m³ i sommerhalvåret 1997 (56,1 µg/m³ sommeren 1996). Middelkonsentrasjonene i de to mest belastede 10°-sektorene fra sørvest gikk ned fra 215-221 µg/m³ i 1996 til 110-136 µg/m³ i 1997. I vinterhalvåret 1997/98 var middelkonsentrasjonen 69,0 µg/m³ (75,9 µg/m³ vinteren 1996/97). Middelkonsentrasjonene i de to mest belastede 10°-sektorene



Figur 3: Middelkonsentrasjoner av SO₂ for Svanvik, Maajavri og Nickel i perioden april-september 1997 (µg/m³).



Figur 4: Middelkonsentrasjoner av SO_2 for Svanvik, Maajavri og Nickel i perioden oktober 1997-mars 1998 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

gikk ned fra 207-289 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 1996/97 til 137-196 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 1997/98. Nedgang i SO_2 -konsentrasjonen på Maajavri når det blåser rett fra smelteverket i Nikel mot målestasjonen kan tyde på at utslippet fra de høye skorsteinene i Nikel var lavere i 1997/98 enn året før.

Figur 3 og Figur 4 viser at Maajavri også var belastet ved sørøstlig vind, dvs. fra verket i Zapoljarnij. Konsentrasjonene i de to mest belastede 10° -sektorene var 56-63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sommeren 1997 (52-77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sommeren 1996) og 56-75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vinteren 1997/98 (62-83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vinteren 1996/97).

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

Sammenholdt med vindmålinger i Svanvik viser SO_2 -målingene i Nikel vanligvis sterkt forhøyede konsentrasjoner i 4-6 10° -sektorer omkring nordøst. Grunnen til at sektoren blir så bred er at det ofte er svak og noe variabel vind og at vindmålinger i Svanvik nødvendigvis ikke er helt representative for Nikel i alle tilfeller. For å gjøre en mer pålitelig vurdering av eventuelle endringer i de diffuse SO_2 -utslippene i Nikel, er det derfor beregnet middelkonsentrasjoner av SO_2 for de 5 mest belastede 10° -sektorene samlet. For å være noenlunde sikker på at vinddataene målt i Svanvik er representative også for Nikel, er det i analysen bare tatt med timer hvor middelvindstyrken var minst 2 m/s. I sektorene 20° - 60° var middelkonsentrasjonen av SO_2 630 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sommeren 1997 og 970 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vinteren 1997/98. Tilsvarende konsentrasjoner var 800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sommeren 1996 og 1 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vinteren 1996/97. Disse dataene tyder ikke på noen økning i utslippene fra de lave skorsteinene i Nikel. De økte halvårsmiddelkonsentrasjonene i Nikel skyldes at målestasjonen har vært belastet en større del av tiden og ikke økte utslipp.

4.2.2 Trendanalyse for SO_2

SO_2 -målinger startet i Kirkenes-området og i Svanvik allerede i 1974. Senere ble målingene utvidet til Holmfoss, Jarfjordbotn og Karpdalen. Da den såkalte basisundersøkelsen startet i 1988 ble nye stasjoner opprettet på Viksjøfjell, i Noatun og på Kobbfoss. I 1990 og 1991 startet også målinger på russisk side med norsk måleutstyr på SOV 1, Maajavri (SOV 2), SOV 3 og i Nikel.

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

Tabell 10: Oversikt over SO₂-målinger i grenseområdene med døgnprøvetakere (døgnmiddelverdier) og med kontinuerlig registrerende monitorer (timemiddelverdier) i perioden 1974-1998. Døgnprøvetaking i Svanvik, Holmfoss og Karpdalen ble avsluttet ved årsskiftet 1994/95. Døgnprøvetaking i Kirkenes ble avsluttet 1.5.1996, og timeprøvetaking på Viksjøfjell ble avsluttet 1.8.1996

Målested	Prøvetakingstid	'74	'75	'76	'77	'78	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	
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																										
Maaivri	Time																										
SOV 3	Time																										
Nikel	Time																										

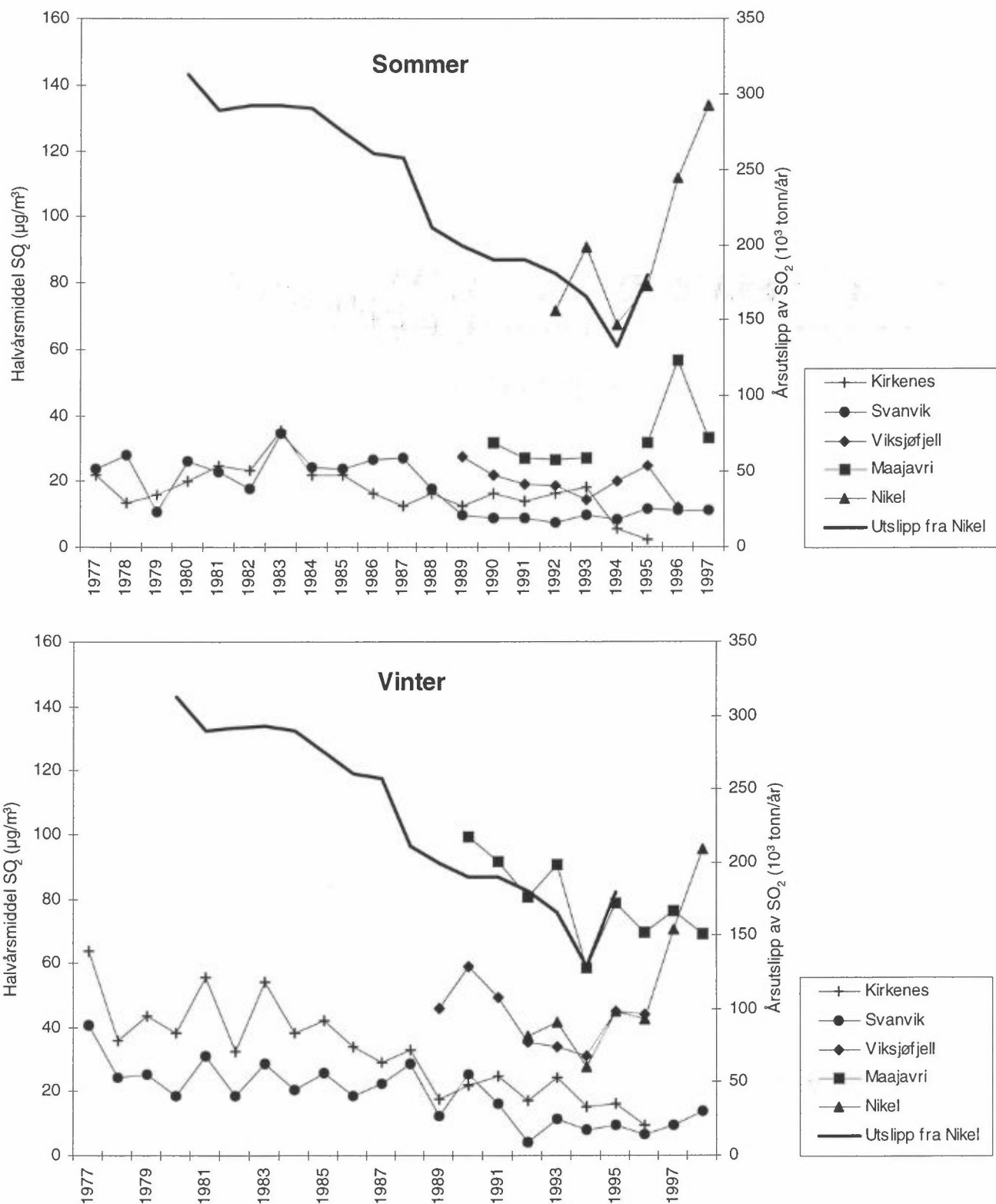
Døgnprøvetaking ble avsluttet i Svanvik, Holmfoss og Karpdalen ved årsskiftet 1994/95 og i Kirkenes 1.5.1996. Det benyttes nå monitører (timemiddelverdier) i Svanvik, på Maajavri og i Nikel. Bortsett fra Maajavri overføres SO₂-dataene daglig til NILU på telenettet. Stasjonen på Viksjøfjell ble nedlagt 1.8.1996. Denne stasjonen hadde monitor.

For Svanvik, Maajavri og Nikel er det gjort en statistisk analyse av SO₂-verdiene både for sommerhalvåret (april-september) og vinterhalvåret (oktober-mars) i de årene måledata foreligger fra høsten 1988. Det er utarbeidet statistikk både på grunnlag av timemiddelverdier og på grunnlag av døgnmiddelverdier beregnet av 24 timemiddelverdier. For hvert sommer- og vinterhalvår er følgende statistiske parametre bestemt:

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

Resultatene av de statistiske analysene for SO₂ er vist i Figur 5-Figur 7. Figur 5 viser aritmetiske middelverdier i sommer - og vinterhalvåret for perioden 1977-1998. I denne figuren er også Viksjøfjell og de tidligere stasjonene med døgnprøvetaking i Kirkenes og Svanvik tatt med. Figur 6 og Figur 7 gir trend for de statistiske parametrene som er nevnt ovenfor på de tre nåværende stasjonene med målte timemiddelverdier. For disse stasjonene er det også beregnet tilsvarende statistikk på grunnlag av beregnete døgnmiddelverdier fra de målte timemiddelverdiene.

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 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 også 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. I Kirkenes er det nå ikke SO₂-utslipp av betydning fra industriell virksomhet.



Figur 5: Middelkonsentrasjoner av SO_2 i sommerhalvåret (1977-1997) og i vinterhalvåret (1976/77-1997/98) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Figuren viser også årlige utslipp av SO_2 fra smelteverket i Nikel i perioden 1980-1995 (10^3 tonn/år).

Halvårsmiddelverdiene ved Maajavri har vært nokså jevne i sommerhalvåret (bortsett fra en topp i 1996). Vintermiddelverdiene har i hovedsak vist en nedadgående tendens, men med litt variasjon fra år til år.

I Nikel har både sommer- og vintermiddelverdiene av SO₂ vist økning de siste årene. Dette skyldes, som nevnt foran, økt frekvens av vind fra utslippet mot målestasjonen. I de tilfellene det blåser rett fra verket mot målestasjonen har konsentrasjonene ikke økt, og det er derfor heller ingen grunn til å anta at utslippene i lav høyde, som er hovedkilden lokalt i Nikel, har økt.

Figur 6 og Figur 7 gir trend for utvalgte statistiske parametre i SO₂-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 SO₂-verdier. I figurer med vanlig lineær skala ville det blitt meget vanskelig å skille mellom aritmetisk middelværdi, median og 25-prosentil-verdi, da disse verdiene ville bli nær hverandre. For hvert halvår er det vist to figurer, en for timevise data og en for døgndata beregnet på grunnlag av timevise data.

- Svanvik (Figur 6 og Figur 7).

Målingene i Svanvik har vist et relativt stabilt SO₂-nivå helt fram til slutten av 1980-årene, sommer- og vintermiddelverdier sett samlet. Fra 1989 har målingene vist et lavere og ganske stabilt midlere nivå. Utslippene i Nikel gikk også en god del ned fra 1987 til 1990 (vel 25%).

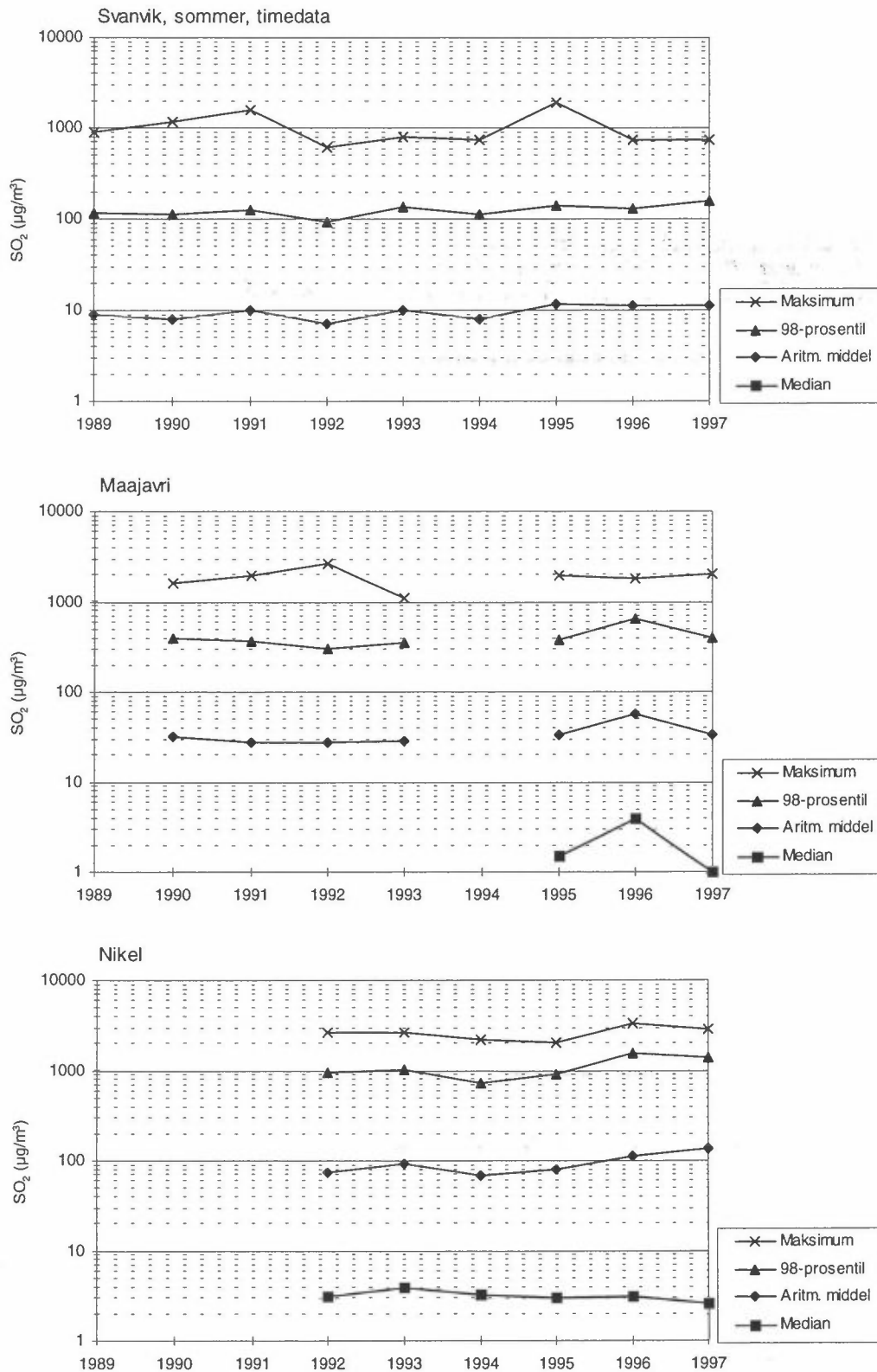
Målingene av timemiddelverdier av SO₂ fra høsten 1988 til idag har vist at mer enn halvparten av verdiene har vært under 1 µg/m³ både i sommer- og vinterhalvåret. Høyeste målte timemiddelverdi siste året var 732 µg/m³, mens den høyeste målte verdien i Svanvik er over 2 400 µg/m³ (vinteren 1989/90).

- Maajavri (Figur 6 og Figur 7).

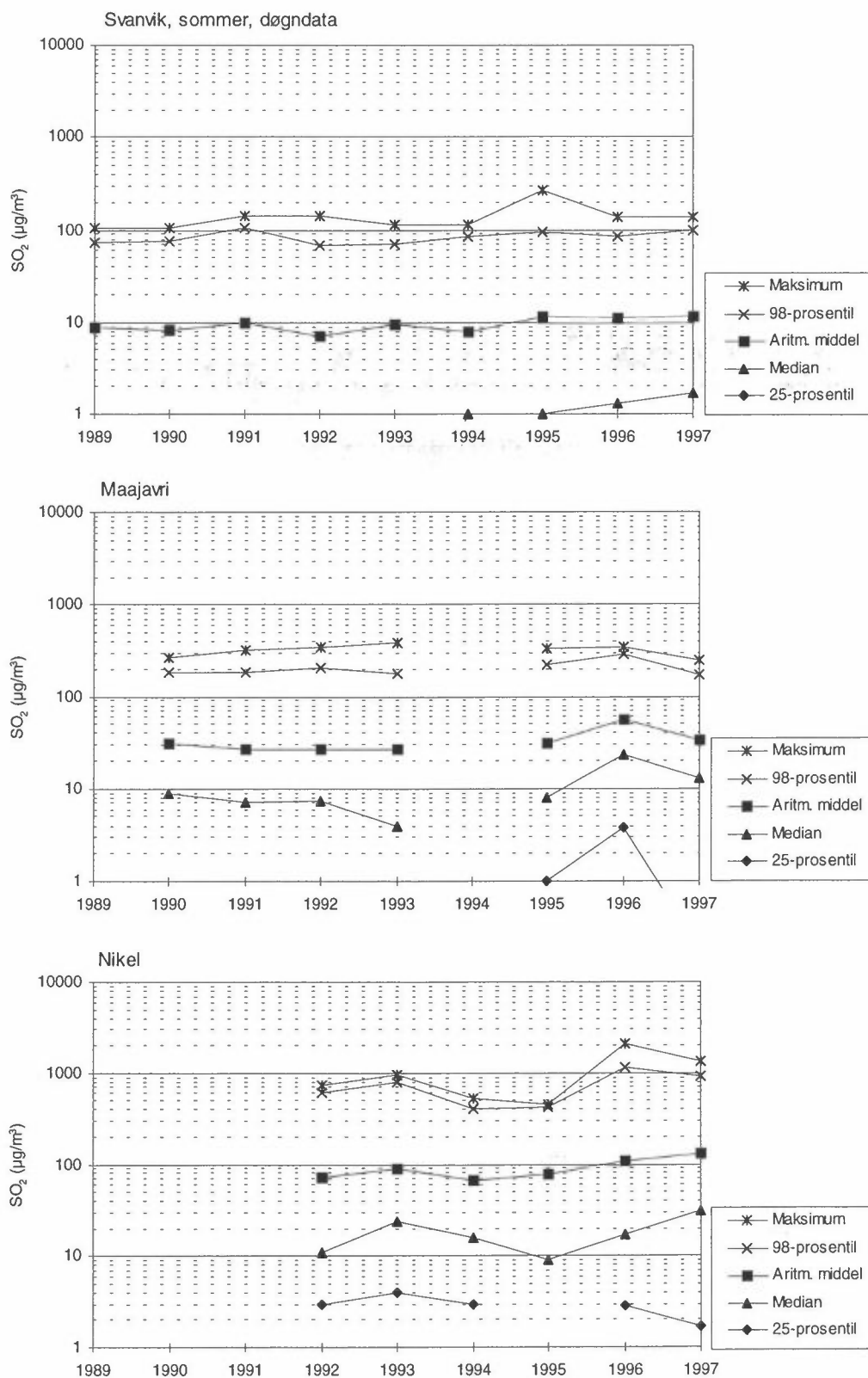
Maajavri på russisk side ligger ca. 17 km nordøst for Nikel og ca. 11 km nordvest for Zapoljarnij. På grunn av vindforholdene er stasjonen betydelig mer belastet i vinterhalvåret enn i sommerhalvåret. Vintermiddelverdiene de siste årene har vært lavere enn i de første årene på 1990-tallet. På sommerstid har nivået vært jevnt siden målingene startet, bortsett fra høyere konsentrasjon i 1996. De høyeste døgn- og timemiddelverdiene til nå ble målt i vinterhalvåret 1989/90 til henholdsvis 1 100 µg/m³ og knapt 3 000 µg/m³. Høyeste døgn- og timemiddelverdi det siste året var henholdsvis 443 µg/m³ og 2 002 µg/m³.

- Nikel (Figur 6 og Figur 7)

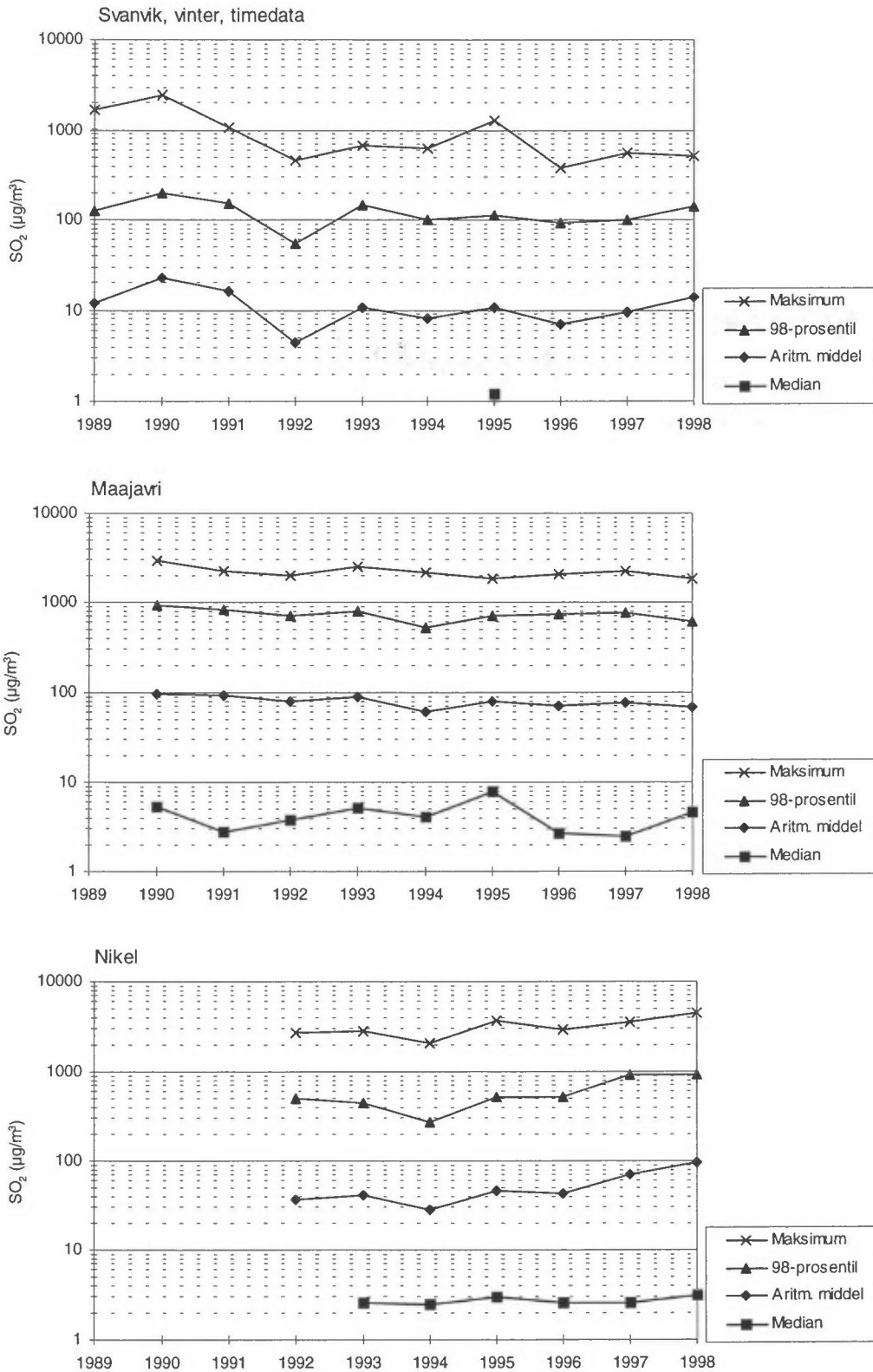
Denne stasjonen er plassert i Nikel sentrum bare ca. 1 km sørvest for smelteverket. Det er (de diffuse) utslippene fra de mange lave skorsteinene ved verket som belaster denne stasjonen. Utslippene fra de tre høye skorsteiene slår ikke ned her. På grunn av plasseringen i forhold til utslippet er stasjonen belastet i en større del av tiden i sommer- enn i vinterhalvåret, og dette medfører høyere middelkonsentrasjoner av SO₂ om sommeren.



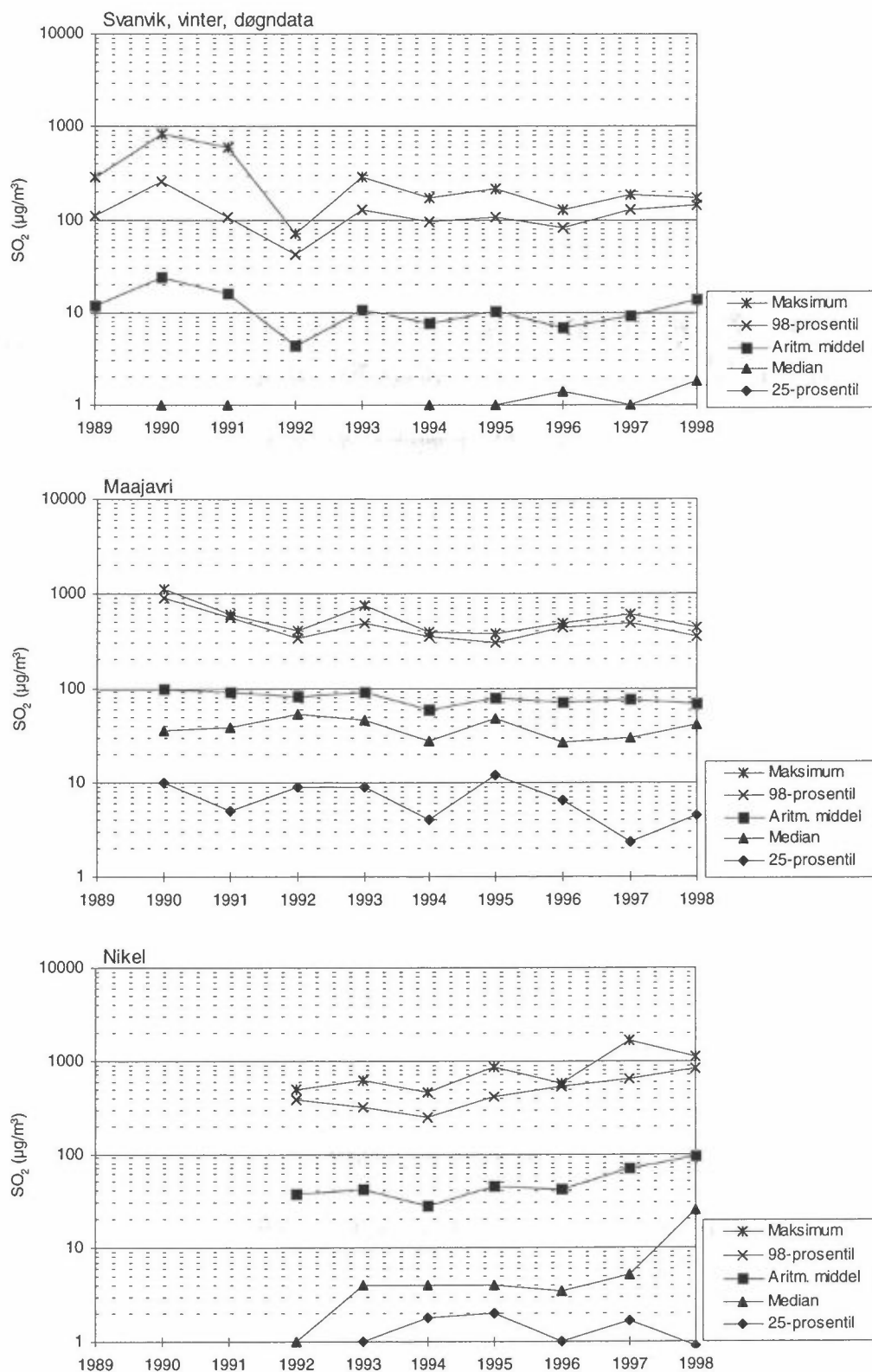
Figur 6a: Timemiddelkonsentrasjoner av SO_2 i sommerhalvåret (april-september) i Svanvik, Maajavri og Nikel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Trend for utvalgte statistiske parametre.



Figur 6b: Døgnmiddelkonsentrasjoner av SO_2 beregnet fra timemiddelkonsentrasjoner i sommerhalvåret (april-september) i Svanvik, Maajavri og Nikel ($\mu g/m^3$). Trend for utvalgte statistiske parametre.



Figur 7a: Timemiddelkonsentrasjoner av SO₂ i vinterhalvåret (oktober-mars) i Svanvik, Maajavri og Nikel (µg/m³). Trend for utvalgte statistiske parametre.



Figur 7b: Døgnmiddelkonsentrasjoner av SO₂ beregnet fra timemiddelkonsentrasjoner i vinterhalvåret (oktober-mars) i Svanvik, Maajavri og Nikel (µg/m³). Trend for utvalgte statistiske parametre.

Målingene i Nikel startet høsten 1991. De første årene var SO₂-nivået nokså jevnt, men har økt noe de 2-3 siste årene. Dette skyldes i hovedsak høyere frekvens av vind fra verket mot målestasjonen. Målingene viser ikke høyere konsentrasjoner de siste årene i forhold til tidligere når det faktisk blåser fra verket. Utslippene synes derfor ikke å ha økt.

De høyeste målte døgn- og timemiddelverdiene i Nikel til nå er henholdsvis vel 2 000 µg/m³ sommeren 1996 og knapt 4 500 µg/m³ vinteren 1997/98. Når det ikke blåser fra verket mot målestasjonen, er SO₂-konsentrasjonene meget lave også i Nikel. Målingene så langt viser at halvparten av timemiddelverdiene er lavere enn 2-3 µg/m³ både i sommer- og vinterhalvåret.

4.3 Nedbørkvalitet

Nedbørkvalitet er målt på to stasjoner på norsk side i perioden april 1997-mars 1998, Karpdalen og Svanvik. Prøvene tas over en uke med skifte hver mandag. Dessuten skiftes det på første dato i hver måned. I Svanvik har nedbørmålingene pågått siden høsten 1988. Stasjonen i Karpdalen erstattet Dalelva ved Jarfjord fra 1.1.1991. Et sammendrag av resultatene er vist i Tabell 11 og Tabell 12. Konsentrasjonene av SO₄ er korrigert for sjøsalt og gitt som mg svovel/l. Konsentrasjonene av NO₃ og NH₄ er gitt som mg nitrogen/l. Tungmetallanalysene fra nedbørprøvene i Karpdalen ble avsluttet ved årsskiftet 1995/96.

Stasjonen i Svanvik hadde størst nedbørmengde i sommerhalvåret 1997, mens Karpdalen hadde mest nedbør i vinterhalvåret 1997/98. Karpdalen hadde også lavest pH og høyest middelkonsentrasjon av SO₄ og av sjøsaltkomponentene Na, Mg og Cl i begge halvårene. Svanvik hadde høyest konsentrasjon av NH₄, mens det ikke var så stor forskjell i middelkonsentrasjoner av NO₃, Ca og K på de to stasjonene.

Sammenliknet med sommerhalvåret 1996 var det høyere konsentrasjoner av SO₄, NH₄, NO₃ og K i nedbøren sommeren 1997 i Svanvik (Hagen et al, 1997a). Konsentrasjonene av Na, Mg, Cl og Ca gikk ned, mens det ikke var noen endring i pH-verdien. I Karpdalen var det lavere pH sommeren 1997 og høyere konsentrasjoner av SO₄ og NO₃. De øvrige komponentene hadde lavere konsentrasjoner, unntatt NH₄, som var uforandret.

Sammenliknet med vinterhalvåret 1996/97 var det høyere pH-verdi både i Svanvik og Karpdalen vinteren 1997/98 (Hagen et al, 1997b). I Svanvik var det litt høyere konsentrasjoner av Na, Cl og K enn i 1996/97, mens konsentrasjonene av de øvrige hovedkomponentene var omtrent de samme eller litt lavere. I Karpdalen var konsentrasjonene av alle hovedkomponenter i nedbøren lavere i vinterhalvåret 1997/98 enn i vinterhalvåret 1996/97.

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

Tabell 11: Måned- og halvårsmiddelverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i Svanvik i periodene april-september 1997 og oktober 1997-mars 1998.

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
April	6,7	36,53	4,54	1,18	0,55	0,18	1,50	0,23	2,75	0,29	0,09	1,65	0,24	3,98	40,32	4,34	68,39	1,36	0,36
Mai	9,8	47,75	4,32	1,57	0,80	0,25	1,01	0,13	1,76	0,27	0,06	2,38	0,18	8,53	19,84	3,71	27,64	0,69	0,35
Juni	8,2	23,71	4,84	1,24	0,39	0,22	0,93	0,17	1,21	0,43	0,18	1,63	0,19	12,09	46,05	2,99	45,39	1,72	1,33
Juli	16,2	12,31	4,75	0,49	0,37	0,24	0,21	0,06	0,27	0,22	0,16	1,34	0,08	4,17	19,41	1,28	22,22	0,71	0,44
August	67,7	13,45	4,63	0,67	0,34	0,11	0,21	0,05	0,33	0,15	0,09	1,24	0,15	3,73	15,54	2,24	14,71	0,52	0,25
September	40,9	9,08	4,79	0,40	0,19	0,09	0,13	0,03	0,18	0,07	0,05	0,92	0,09	2,46	24,70	1,97	28,46	0,76	0,34
April - sept. 1997	149,5	15,96	4,65	0,68	0,34	0,14	0,32	0,06	0,51	0,16	0,09	1,31	0,14	4,24	21,84	2,38	25,40	0,73	0,35
Oktober	34,2	17,13	4,95	0,39	0,21	0,13	1,48	0,19	2,87	0,17	0,08	6,34	0,07	3,51	18,64	0,92	20,99	0,54	0,25
November	21,9	16,41	5,35	0,38	0,23	0,14	1,57	0,19	2,68	0,39	0,12	0,76	0,10	3,47	6,33	1,18	13,16	0,22	0,32
Desember	14,4	17,35	5,65	0,40	0,35	0,19	1,62	0,19	2,84	0,37	0,19	0,64	0,04	6,75	12,49	1,37	22,24	0,30	0,22
Januar	18,0	13,79	5,24	0,37	0,33	0,26	0,90	0,09	1,42	0,17	0,37	1,60	0,30	5,92	62,31	7,56	81,02	1,79	0,81
Februar	22,4	18,51	5,02	0,47	0,20	0,13	1,60	0,22	3,03	0,15	0,10	0,81	0,10	2,91	16,34	1,74	22,79	0,54	0,26
Mars	27,5	32,78	5,15	0,61	0,19	0,08	3,91	0,49	7,15	0,20	0,25	0,66	0,06	1,91	10,75	1,15	12,26	0,35	0,17
Okt. 1997 - mars 1998	138,3	19,93	5,13	0,44	0,24	0,15	1,92	0,24	3,5	0,23	0,17	2,56	0,10	3,49	19,42	1,94	25,30	0,58	0,31

Tabell 12: Måned- og halvårsmiddelverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i Karpdalen i periodene april-september 1997 og oktober 1997-mars 1998.

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
April	7,3	44,36	4,61	1,30	0,26	0,28	3,62	0,46	5,80	0,27	0,22
Mai	6,4	135,78	3,70	3,87	1,10	0,68	2,36	0,33	3,62	0,26	0,23
Juni	2,6	136,27	3,87	8,54	1,66	1,23	5,16	0,76	6,06	0,85	0,71
Juli	20,2	11,34	5,04	0,40	0,26	0,17	0,51	0,08	0,76	0,29	0,10
August	51,0	17,34	4,43	0,75	0,11	0,14	0,49	0,08	0,80	0,13	0,05
September	50,6	17,26	4,51	0,65	0,07	0,03	0,57	0,08	0,99	0,08	0,06
April - sept. 1997	138,1	24,76	4,41	0,83	0,16	0,13	0,76	0,11	1,22	0,15	0,08
Oktober	54,8	28,49	4,70	0,70	0,08	0,11	2,82	0,34	5,39	0,15	0,17
November	25,6	37,52	4,79	0,65	0,05	0,10	4,54	0,54	7,75	0,26	0,18
Desember	19,1	27,99	5,07	0,52	0,22	0,19	3,33	0,39	5,79	0,21	0,25
Januar	28,5	25,31	4,65	0,59	0,11	0,22	2,07	0,26	3,57	0,17	0,14
Februar	25,0	26,55	4,81	0,66	0,14	0,14	2,63	0,35	4,60	0,20	0,20
Mars	40,1	21,87	4,74	0,55	0,06	0,09	1,90	0,27	3,69	0,13	0,13
Okt. 1997 - mars 1998	193,1	27,54	4,75	0,62	0,10	0,13	2,77	0,35	5,01	0,18	0,17

Sommeren 1997 var konsentrasjonene av Pb, Cd, Zn, As og Cu høyere enn sommeren 1996 i Svanvik, mens konsentrasjonene av Ni, Co og Cr var lavere. For alle tungmetallene var imidlertid endringene relativt små.

Svanvik hadde høyere konsentrasjoner av Pb, Ni, As, Cu, Co og Cr i nedbøren i vinterhalvåret 1997/98 enn i vinterhalvåret 1996/97, mens konsentrasjonen av Cd var lavere og konsentrasjonen av Zn uforandret i 1997/98. For sporelementene fra nikkilverkene var det små forskjeller i konsentrasjonen fra sommerhalvåret 1997 til vinterhalvåret 1997/98.

Tungmetallene Pb, Cd og Zn analyseres rutinemessig i nedbøren på 10 norske bakgrunnsstasjoner under Statlig program for forurensningsovervåking. Tungmetallene Ni, As, Cu, Co og Cr analyseres på 5 av disse stasjonene. For året 1997 hadde Svanvik litt høyere konsentrasjon av Pb enn stasjoner i Sør-Norge (SFT, 1998), mens konsentrasjonen av Cd var noe høyere. Konsentrasjonen av Zn var litt lavere enn i Sør-Norge og litt høyere enn i Nord-Norge. Konsentrasjonene av Ni, As, Cu og Co var betydelig høyere enn i resten av landet, og konsentrasjonen av Cr var noe høyere.

Det er også beregnet avsetning med nedbøren av de forskjellige elementene både for sommerhalvåret 1997 og vinterhalvåret 1997/98. Resultatene er vist i Tabell 13 sammen med avsetningstall for tidligere år.

Tabell 13: Avsetning av elementer med nedbør i sommerhalvårene fra 1989 til 1997 og i vinterhalvårene fra 1988/89 til 1997/98. (Tungmetaller i Karpdalen ble analysert siste gang i 1995.)

Stasjon	Sommer- halvår	H ⁺ µekv/m ²	Total SO ₄ mg S/m ²	Sjøsaltkorr. 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		363		54	36	440	62	730	31	38	0,31	0,12	1,30	1,60	0,13	1,60	0,06	0,19	
	1992		410		132	61	440	54	760	73	83	0,54	<0,03	1,50	1,30	0,24	1,50	<0,04		
	1993		333		64	48	759	85	1 233	65	58	0,29	0,01	0,91	0,92	0,13	1,01	0,04	0,27	
	1994		218	198	56	65	247	32	417	32	25	0,36	0,02	1,37	2,99	0,27	2,46	0,11	0,16	
	1995	7 568	177	167	47	34	124	23	192	40	12	0,37	0,01	0,78	3,10	0,22	1,75	0,12	0,11	
	1996	6 009	170	143	46	32	317	40	498	50	34									
	1997	5 320	114	106	23	18	105	15	169	21	11									
Svanvik	1989		315		40	48	261	48	405	74	22	0,64	0,06	1,86	6,82	0,62	6,43	0,19	0,23	
	1990		145		23	39	212	31	416	30	25	0,43	0,05	1,67	3,24	0,47	3,68	0,11	0,14	
	1991		160		37	21	76	15	160	<25	<25	0,29	<0,02	0,87	2,80	0,27	2,40	0,07		
	1992		210		61	36	110	16	180	<34	<34	0,35	<0,03	0,97	2,90	0,40	4,20	0,08	<0,17	
	1993		198		72	33	173	30	286	44	22	0,27	0,02	0,60	3,10	0,32	3,70	0,12	0,14	
	1994		213	202	119	49	107	28	162	40	42	0,46	0,02	1,66	4,63	0,47	4,14	0,14	0,11	
	1995	6 712	181	176	50	27	63	19	99	31	25	0,51	0,03	1,58	4,93	0,45	4,23	0,17	0,12	
1996	4 649	120	112	38	22	93	23	154	43	13	0,21	0,01	0,77	5,31	0,30	4,98	0,17	0,11		
1997	3 312	102	98	51	20	48	10	77	24	14	0,20	0,02	0,65	3,34	0,36	3,89	0,11	0,05		

Tabell 13: *forts.*

Stasjon	Vinter- halvår	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	1 370	58	81	0,29	0,01	1,27	0,62	0,09	1,29	0,02	0,27	
	1993/94	2 675	96	59	25	40	443	53	814	30	42	0,15	0,01	0,75	0,41	0,08	0,69	0,02	0,19	
	1994/95	3 298	88	62	18	37	321	42	578	26	25	0,19	0,01	0,66	0,78	0,08	1,06	0,03	0,04	
	1995/96	3 812	148	71	29	35	940	120	1 593	106	53									
	1996/97	5 061	136	88	24	28	578	71	1 184	35	35									
	1997/98	3 410	120	75	19	25	535	67	968	34	33									
	1988/89		56		16	19	294	37	504	33	14	0,38	0,02	1,05	1,13	0,14	1,32		0,05	
Svanvik	1989/90		67		13	26	156	26	360	17	12	0,14	0,02	0,61	0,64	0,16	1,43	0,02	0,02	
	1990/91		39		11	18	113	16	205	9	9	0,18	0,02	0,62	1,02	0,18	1,67	0,04	0,09	
	1991/92		87		36	35	210	27	410	17	17	0,17	0,01	0,36	0,52	0,36	0,88	0,01	0,80	
	1992/93		49		23	19	208	26	374	19	11	0,09	0,03	0,53	0,78	0,11	1,51	0,03	0,08	
	1993/94	2 168	50	39	24	30	133	17	256	14	7	0,09	0,01	0,23	0,62	0,10	0,80	0,02	0,02	
	1994/95	1 603	46	37	22	21	109	15	195	12	9	0,14	0,01	0,32	0,80	0,10	1,21	0,02	0,03	
	1995/96	2 694	79	56	29	15	283	39	508	20	15	0,14	0,02	0,51	1,76	0,25	2,52	0,06	0,02	
	1996/97	2 093	66	48	38	36	212	39	438	39	15	0,12	0,02	0,48	1,21	0,11	1,82	0,04	0,04	
	1997/98	1 031	61	39	33	20	265	33	484	31	24	0,36	0,01	0,48	2,69	0,27	3,50	0,08		

Av de to stasjonene hadde Karpdalen størst avsetning av hovedkomponentene SO_4 , Na, Mg og Cl sommeren 1997, mens Svanvik hadde størst avsetning av NH_4 , NO_3 , Ca og K. I forhold til sommeren 1996 hadde Karpdalen redusert avsetning av alle hovedkomponentene. I Svanvik var avsetningen av NH_4 høyere sommeren 1997 enn sommeren 1996, mens det var liten endring for K og redusert avsetning for de øvrige komponentene.

I vinterhalvåret 1997/98 hadde Karpdalen større avsetning av alle hovedkomponentene i nedbøren enn Svanvik, unntatt NH_4 . I forhold til vinterhalvåret 1996/97 hadde Karpdalen redusert avsetning av alle hovedkomponentene. I Svanvik var avsetningen av Na, Cl og K høyere i vinterhalvåret 1997/98 enn i vinterhalvåret 1996/97, mens det var lavere avsetning for de andre komponentene.

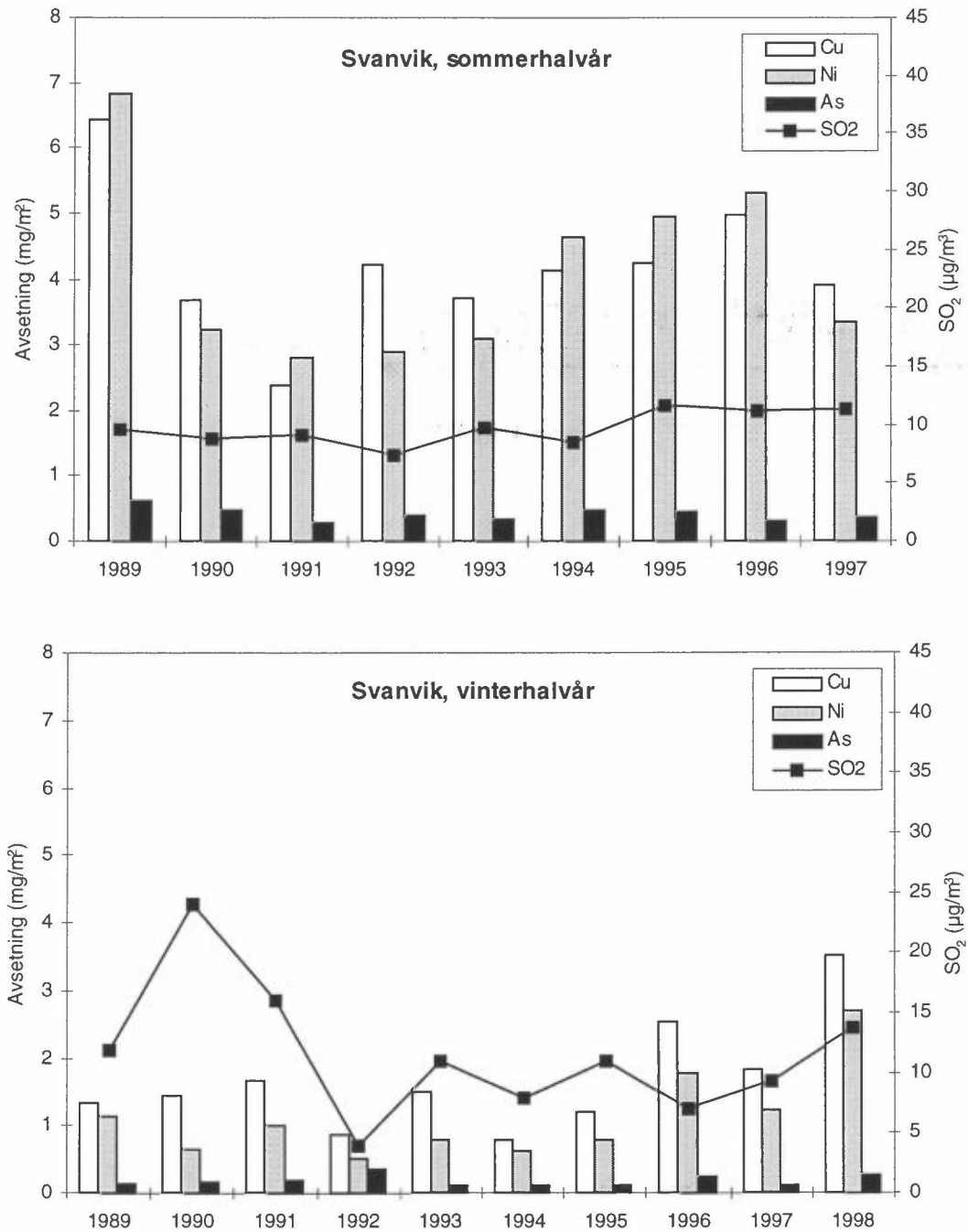
Avsetningen av tungmetallene Zn, Ni, Cu, Co og Cr var lavere sommeren 1997 enn sommeren 1996 i Svanvik, mens avsetningen av As var litt høyere. For Pb og Cd var det liten eller ingen endring.

Svanvik hadde større avsetning av Pb, Ni, As, Cu, Co og Cr i vinterhalvåret 1997/98 enn i vinterhalvåret 1996/97, mens det var liten eller ingen endring for Cd og Zn.

Avsetningen med nedbør av Cu, Ni og As i Svanvik for sommerhalvårene fra 1989 til 1997 og for vinterhalvårene fra 1988/89 til 1997/98 er vist i Figur 8 sammen med halvårsmiddelkonsentrasjoner av SO_2 . Figuren viser at avsetningen av disse tungmetallene vanligvis er langt høyere om sommeren enn om vinteren. Dette skyldes at frekvensen av vind fra Nikel mot Svanvik er klart høyere om sommeren enn om vinteren. Avsetningen av Ni, Cu og Co vinteren 1997/98 var den største som er målt vinterstid til nå, men den var likevel lavere enn det som er vanlig sommerstid.

Utslippene av tungmetallene skjer hovedsakelig fra de tre høye skorsteinene på 150-160 m. Derimot skyldes høyere SO_2 -konsentrasjoner i Svanvik om vinteren enn om sommeren i hovedsak utslipp fra de lave skorsteinene i Nikel som driver sakte mot Svanvik i kaldværsperioder. Fra disse kildene er det imidlertid lite utslipp av tungmetaller.

Resultatene viser at begge målestasjonene er påvirket av utslippene på russisk side. Karpdalen får mest av de sure komponentene, mens tungmetallbidraget er størst i Svanvik, som ligger nærmest utslippet i Nikel.



Figur 8: Avsetning med nedbør av Cu, Ni og As (mg/m²) i sommerhalvårene fra 1989 til 1997 og i vinterhalvårene fra 1988/89 til 1997/98. Halvårs-middelkonsentrasjonene av SO₂ (µg/m³) er også vist.

5. Modellberegninger av SO₂

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

5.1 Utslippsdata

Data for utslipp av svoveldioksid fra alle enkeltkildene ved smelteverket i Nikel og Zapoljarnij er mottatt fra russisk side i 1989. På ekspertmøtet i Apatity i mars 1993 mottok NILU oppdaterte data for totale årlige utslipp av SO₂ for perioden 1980-1992 (Ryaboshapko, 1993). Tabell 14 oppsummerer utslippene av svoveldioksid i 1989 fra høye og lave skorsteiner i Nikel og Zapoljarnij, samt skorsteinsdimensjoner og avgasstemperatur. Nye totalutslippstall for Nikel og Zapoljarnij for 1993 ble presentert av Murmansk Regional Committee for Nature Protection i 1993 (Baklanov, 1994).

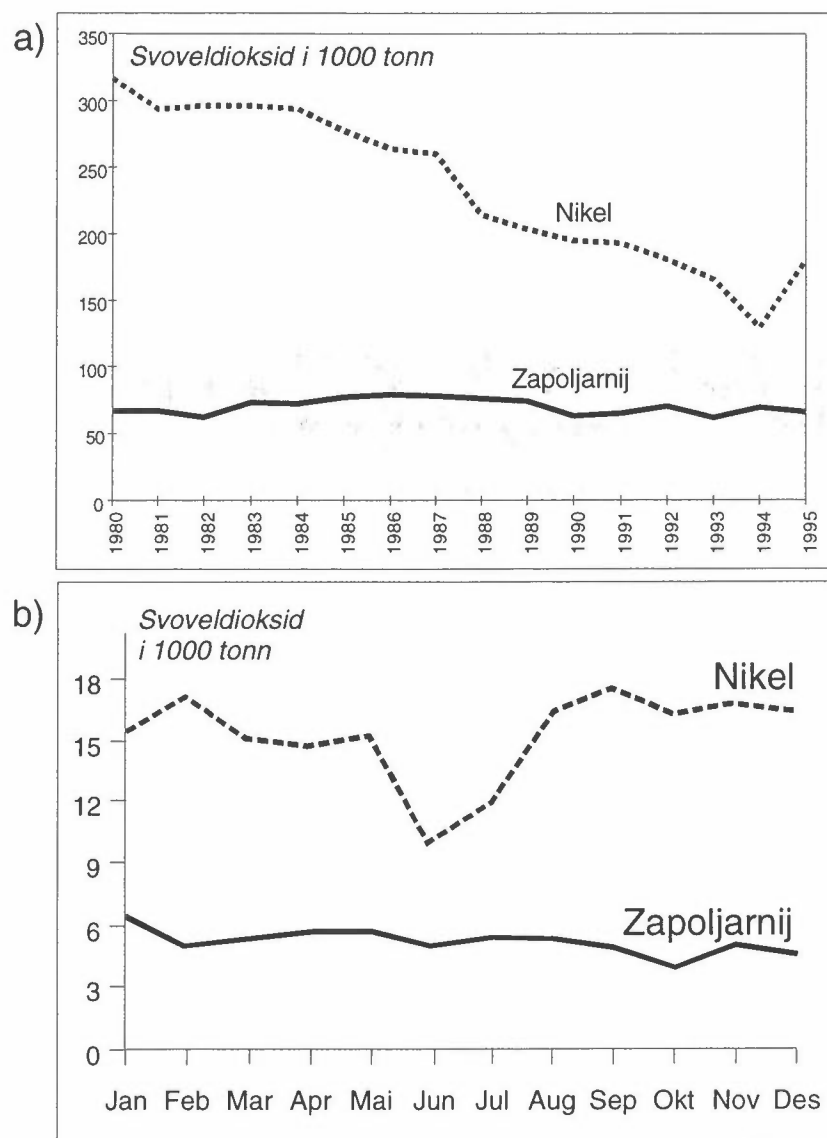
Totalutslippene fra Nikel og Zapoljarnij i perioden 1980-1995 er presentert i Figur 9a. Figuren viser at utslippene fra Nikel har avtatt, mens utslippene fra Zapoljarnij har holdt seg forholdsvis konstant i perioden. Utslippstallene for 1994 og 1995 er ikke bekreftet offisielt. Etter 1995 foreligger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

For å fremskaffe utslippsdata for perioden april 1997-mars 1998 er utslippene for de enkelte kildene (1989) i Tabell 14 skalert i forhold til totalutslippet fra 1993, som er det siste året med offisielle utslippstall. Den månedsvise fordelingen for beregningsperioden er basert på skalering i forhold til et gjennomsnitt av den månedsvise utslippsfordelingen for Nikel og Zapoljarnij for 1990 (Figur 9b).

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

Tabell 14: Utslipp av SO₂ fra industrielle kilder i Nikel og Zapoljarnij i 1989.
Fra 1997 er industriutslippet i Kirkenes borte.

Kilde nr.	Utslipp av SO ₂ (g/s)	Skorsteins-høyde (m)	Temperatur (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



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

5.2 Langtidsmiddelkonsentrasjoner

NILUs gaussiske spredningsmodell CONDEP (Bøhler, 1987) er benyttet for å beregne konsentrasjonsfordelinger av SO_2 midlet over måned og halvår som resultat av utslipp fra smelteverkene i grenseområdene. Modellen bruker middelutslipp for henholdsvis måned og halvår, fordelt på høye utslipp (11 kilder) og lave utslipp (31 kilder). Utslippene koples sammen med frekvensmatriser for vindretning (12 klasser), vindstyrke (4 klasser) og stabilitet (4 klasser) basert på data fra Viksjøfjell og Svanvik, for å fremskaffe konsentrasjonsfordelinger. For de høye skorsteinene er det brukt vinddata fra Viksjøfjell, for de lave skorsteinene vinddata fra Svanvik. Skillet mellom høye og lave kilder er satt til 40 m skorstein. De meteorologiske frekvensmatrisene er gjengitt i vedlegg A.

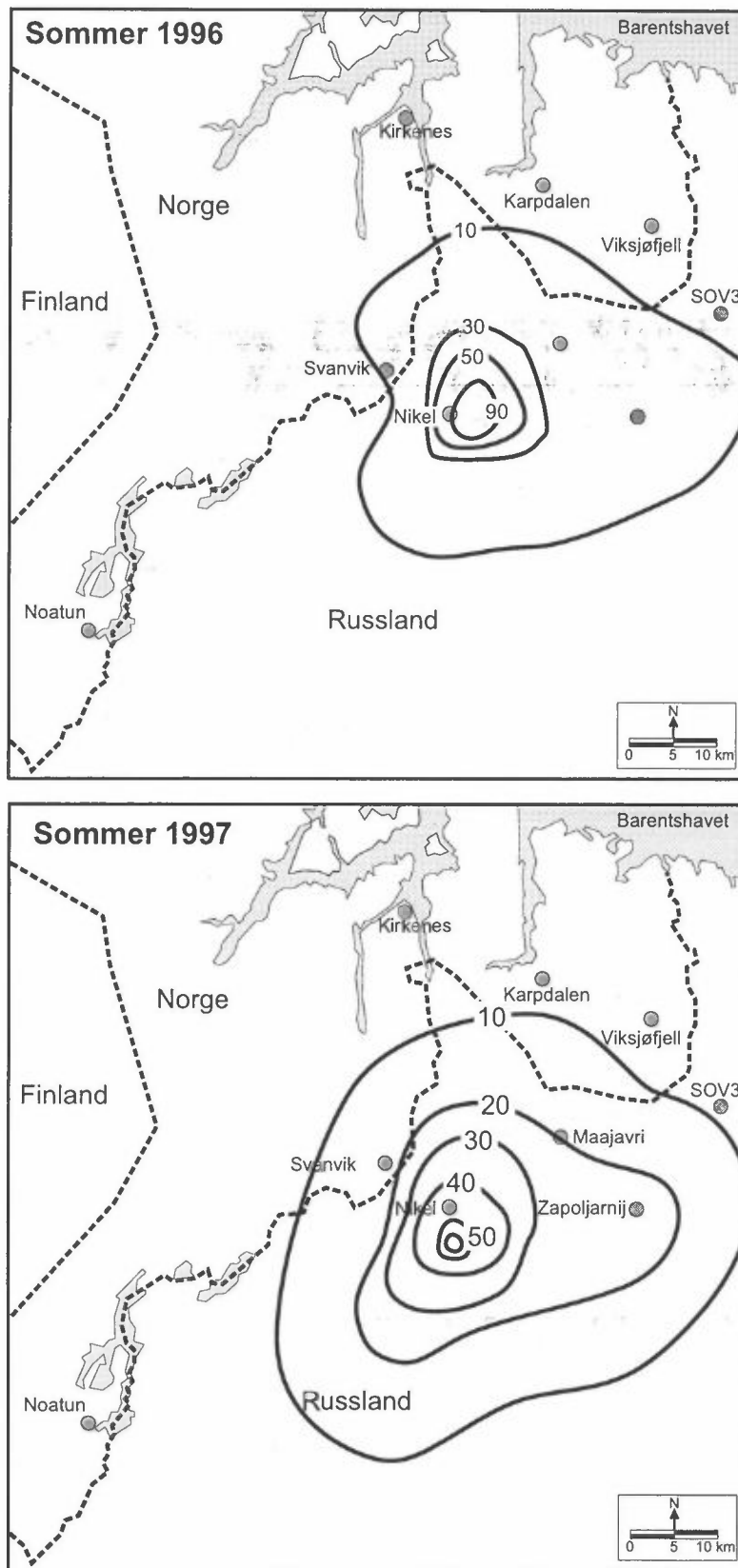
Resultatene er presentert som isolinjekart for SO₂-konsentrasjoner (Figur 10a og b), og som en sammenligning av beregnede og observerte konsentrasjoner (Figur 11). En slik sammenligning er nødvendig for å gi et mål på hvor gode modellberegningene er, og om de benyttede utslippstallene gir middelkonsentrasjoner av 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).

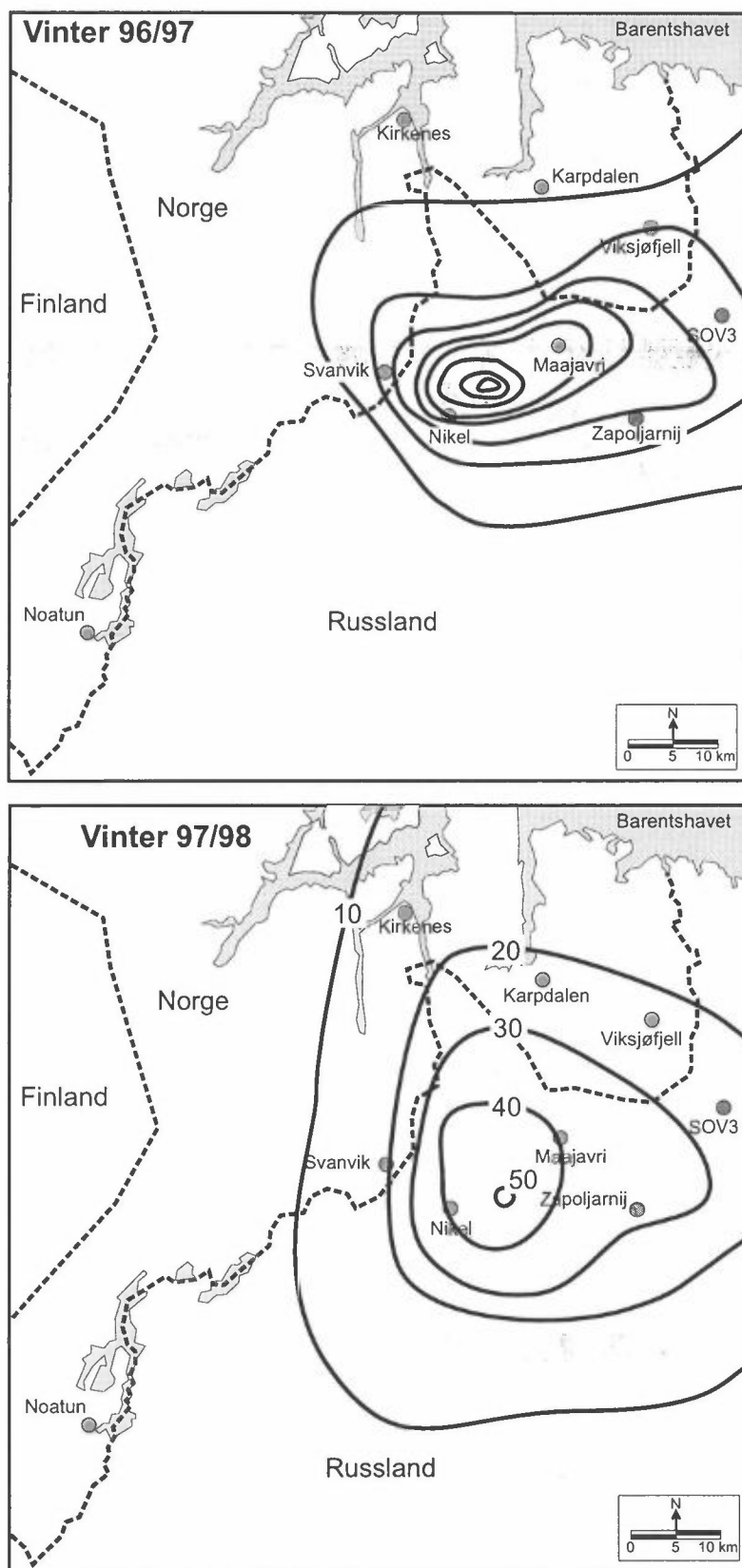
Figur 10a viser beregnede middelkonsentrasjoner av SO₂ for sommerhalvåret 1997 (april-september), og tilsvarende beregninger for sommerhalvåret 1996. Konsentrasjonsfordelingen viser at de høyeste bakkekonsentrasjonene forekom på russisk side av grensen i begge periodene. Området med de høyeste konsentrasjonene ble beregnet å forekomme ca. 3 km sør for Nikel. Halvårskonsentrasjoner over 150 µg/m³ forekom i et område på ca. 2 km² sør for Nikel. Sommeren 1996 ble de høyeste konsentrasjonene beregnet til ca. 150 µg/m³. Området for maksimumskonsentrasjoner av SO₂ ble i 1996 beregnet å forekomme nordøst for Nikel. Denne forskjellen gjenspeiler de meteorologiske forholdene (vindretning) i de respektive periodene. Frekvensen av vind fra nordøstlig kant var litt høyere sommeren 1997 enn sommeren 1996. De mest belastede områdene i Norge ble estimert å forekomme mellom Svanvik og Holmfoss og i området nær den russiske grensen mellom Karpdalen og Viksjøfjell. Bakkekonsentrasjonen av svoveldioksid ble her beregnet å være 10-20 µg/m³. I 1996 var konsentrasjonen i det samme området 10-30 µg/m³.

Figur 10b viser beregnede middelkonsentrasjoner av SO₂ for vinterhalvåret 1997/98 (oktober-mars), og tilsvarende beregninger for vinterhalvåret 1996/97. Konsentrasjonsfordelingen viser at de høyeste bakkekonsentrasjonene forekom på russisk side av grensen i begge periodene. Området med de høyeste konsentrasjonene ble for vinterhalvåret 1997/98 beregnet å forekomme ca. 4 km øst for Nikel. Halvårskonsentrasjoner over 100 µg/m³ forekom i et område på ca. 1 km² øst for Nikel. Vinteren 1996/97 ble de høyeste konsentrasjonene beregnet i overkant av 200 µg/m³ ca. 5 km nordøst for Nikel. Det var små forskjeller i frekvens av vind fra Nikel mot maksimalområdet de to vinterhalvårene, men litt lavere vindstyrke og litt høyere frekvens av stabile meteorologiske forhold kan ha medført større spredning på tvers av hovedvindretningen.

De mest belastede områdene i Norge ble estimert å forekomme i området nær den russiske grensen mellom Karpdalen og Viksjøfjell og mellom Svanvik og Holmfoss. Bakkekonsentrasjonene av svoveldioksid i disse områdene var henholdsvis 20-40 µg/m³ og 10-20 µg/m³. I 1996/97 var konsentrasjonen øst for Svanvik og Holmfoss beregnet til å være 10-30 µg/m³. De mest belastede områdene nord for nikkerverkene på norsk side hadde da beregnede SO₂-konsentrasjoner opp mot 30 µg/m³ (10-30 µg/m³) rett nord for den norsk-russiske grensen.



Figur 10a: Beregnede halvårsmiddelkonsentrasjoner av SO₂ i grenseområdene for sommerhalvåret 1997 (µg/m³) sammenliknet med tilsvarende beregninger for sommerhalvåret 1996.



Figur 10b: Beregnede halvårsmiddelkonsentrasjoner av SO_2 i grenseområdene for vinterhalvåret 1997/98 ($\mu g/m^3$) sammenliknet med tilsvarende beregninger for vinterhalvåret 1996/97.

5.3 Vurdering av beregningsresultatene

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

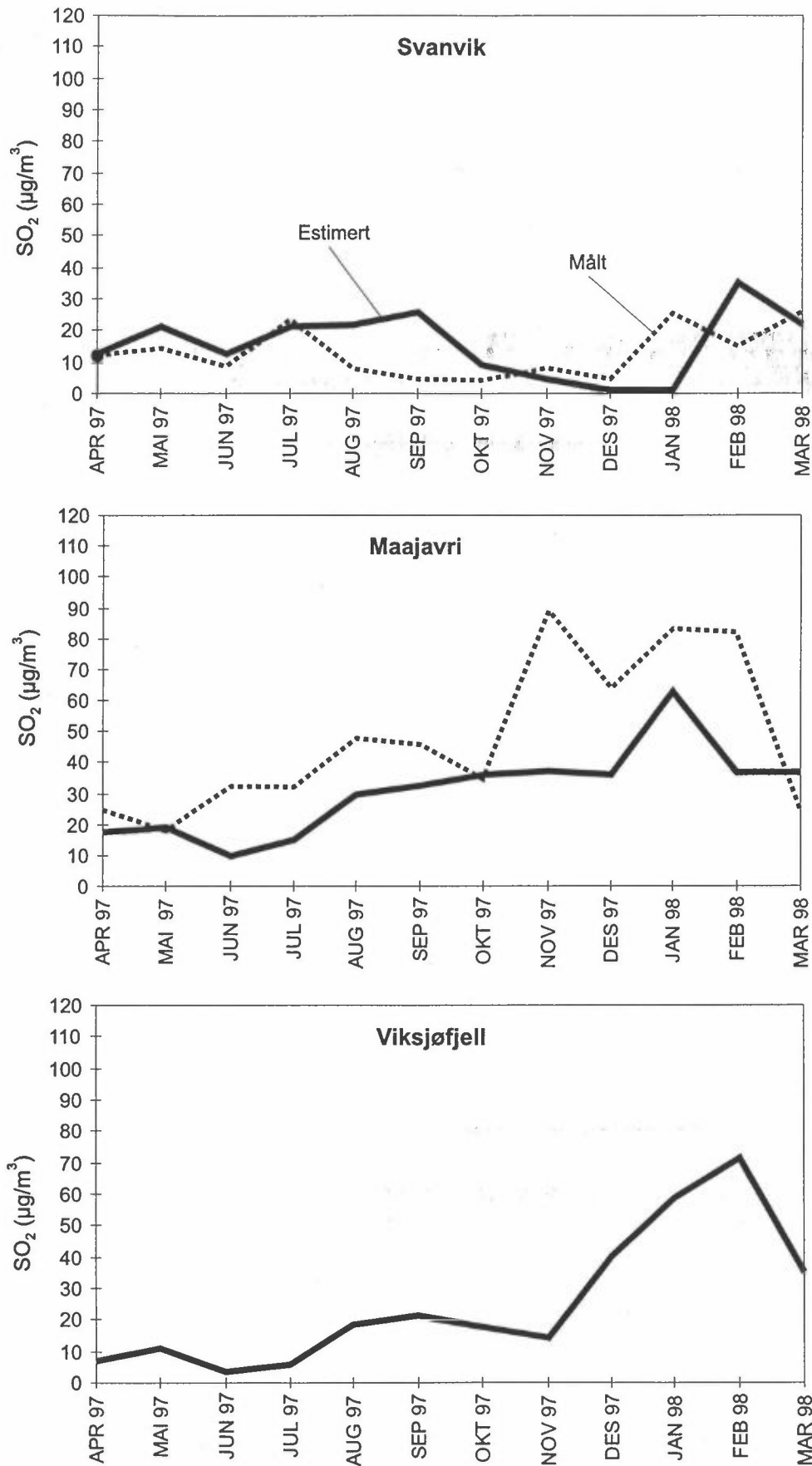
Figur 11 viser månedsvise resultater fra modellberegningene for perioden april 1997-mars 1998, samt målte konsentrasjoner på stasjonene Svanvik og Maajavri.

Det er ikke gjennomført målinger av SO₂ på Viksjøfjell siden sommeren 1996.

De sikreste måleresultatene er sannsynligvis i dominerende vindretning (mest belastede sektor) mot Maajavri. At det på Maajavri 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.

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

Modellbeskrivelsen av spredning av utslipp fra lave skorsteiner fra Nikel mot Svanvik er antagelig mer usikker enn spredningen fra de høye skorsteinene mot Maajavri. Denne vindretningen har relativt lav forekomst, og vindstyrken er vanligvis relativt lav. Det er derfor grunn til å legge mest vekt på beregningsresultatene for Maajavri, som kan tyde på høyere utslipp i 1997/98 enn de offisielle utslippstallene for 1993. Forskjellen mellom målte og beregnede SO₂-konsentrasjoner på Maajavri det siste året er imidlertid redusert. Dette antyder reduserte utslipp fra de høye skorsteinene i Nikel det siste året i forhold til året før.



Figur 11: Målte og beregnede månedsmiddelkonsentrasjoner (april 1997-mars 1998) 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 besto 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. SO₂-instrumentene er kontinuerlig registrerende og har utstyr for lagring av data. Fra flere av stasjonene overføres dataene på telenettet daglig.

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

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

Ved ekspertgruppens møte i Kirkenes i oktober 1994 ble det foreslått noe redusert måleaktivitet på norsk side i 1995 og 1996. Døgnprøvetaking av 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. Imidlertid ble måleprogrammet i Norge likevel ytterligere redusert i 1996. Døgnprøvetaking av SO₂ i Kirkenes ble avsluttet 1.5.1996, mens kontinuerlig registrerende målinger av SO₂ på Viksjøfjell ble avsluttet 1.8.1996. Svevestøvprøvetaking på Viksjøfjell og i Nikel ble avsluttet 1.5.1996. Tungmetallanalyser i nedbøren i Karpdalen ble avsluttet 1.1.1996.

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

7. Referanser og annen relevant litteratur

- Anda, O. og Henriksen, J.F. (1988) Overvåking av korrosjon 1981-1986. Lillestrøm (NILU OR 32/88).
- Baklanov, A. (1994) Monitoring and Modelling of 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. og Berg, T. (1996) Tungmetallforurensning i grenseområdet Norge-Russland. Kjeller (NILU OR 70/96).
- Bekkestad, T., Johnsrud, M. og Walker, S.-E. (1996) Spredningsberegninger av 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. (1997) Overvåking av radioaktivitet i Norge. Årsrapport 1996. Kjeller (NILU OR 48/97).
- Bruteig, I.E. (1984) Epifyttisk lav som indikator på luftforureining i Aust-Finnmark. Hovudfagsoppgåve, Universitetet i Trondheim.
- Bøhler, T. (1987) User's Guide for the Gaussian type dispersion models CONCX and CONDEP. Lillestrøm (NILU TR 8/87)
- Hagen, L.O. (1994) Rutineovervåking av luftforurensning. April 1993-mars 1994. Kjeller (NILU OR 46/94).
- Hagen, L.O., Aarnes, M.J., Henriksen, J.F. og Sivertsen, B. (1991) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1991. Framdriftsrapport nr. 5 pr. 1.9.1991. Lillestrøm (NILU OR 67/91).
- Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Aarnes, M.J. og Sivertsen, B. (1990) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 3 pr. 1.9.1990. Lillestrøm (NILU OR 79/90).
- Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Aarnes, M.J. og Sivertsen, B. (1991) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1991. Framdriftsrapport nr. 4 pr. 1.3.1991. Lillestrøm (NILU OR 32/91).

- Hagen, L.O., Henriksen, J.F. og Johnsrud, M. (1989) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 1 pr. 1.7.1989. Lillestrøm (NILU OR 46/89).
- Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Johnsrud, M. og Sivertsen, B. (1990) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 2 pr. 1.3.1990. Lillestrøm (NILU OR 17/90).
- Hagen, L.O. og Sivertsen, B. (1992a) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April-september 1991. Lillestrøm (NILU OR 25/92).
- Hagen, L.O. og Sivertsen, B. (1992b) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1991-mars 1992. Lillestrøm (NILU OR 82/92).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B. og Aarnes, M.J. (1993a) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April-september 1992. Lillestrøm (NILU OR 21/93).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B. og Aarnes, M.J. (1993b) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1992-mars 1993. Lillestrøm (NILU OR 55/93).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B. og Aarnes, M.J. (1994) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April-september 1993. Lillestrøm (NILU OR 19/94).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B. og Johnsrud, M. (1995a) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1993-mars 1994. Kjeller (NILU OR 1/95).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B. og Johnsrud, M. (1995b) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April-september 1994. Kjeller (NILU OR 36/95).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B. og Johnsrud, M. (1996) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Tungmetaller i luft 1990-1995. Kjeller (NILU OR 28/96).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B., Johnsrud, M. og Bekkestad, T. (1996a) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1994-mars 1995. Kjeller (NILU OR 1/96).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B., Johnsrud, M. og Bekkestad, T. (1996b) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April-september 1995. Kjeller (NILU OR 40/96).

- Hagen, L.O., Sivertsen, B., Johnsrud, M. og Bekkestad, T. (1996c) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1995-mars 1996. Kjeller (NILU OR 68/96).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B., Arnesen, K. og Bekkestad, T. (1997a) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. April-september 1996. Kjeller (NILU OR 32/97).
- Hagen, L.O., Sivertsen, B., Arnesen, K. og Innset, B. (1997b) Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland. Oktober 1996-mars 1997. Kjeller (NILU OR 58/97).
- Henriksen, J.F., Mikhailov, A.A. and Mikhailovski, Y.N. (1992) Atmospheric Corrosion Tests Along the Norwegian-Russian Border. Lillestrøm (NILU OR 54/92).
- Henriksen, J.F. and Mikhailov, A.A. (1997) Atmospheric corrosion tests along the Norwegian-Russian border. Part II. Kjeller (NILU OR 37/97).
- Norton, S.A., Henriksen, A., Appelby, P.G., Ludwig, L.L, Vereault, D.V. and Traaen, T.S. (1992) Trace metal pollution in Eastern Finnmark, Norway, as evidenced by studies of lake sediments. Oslo, NIVA (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 487/92).
- Rambæk, J.P. og Steinnes, E. (1980) Kartlegging av tungmetallnedfall i Norge ved analyse av mose. Kjeller (Institutt for atomenergi. Work report A7).
- Rognerud, S. (1990) Sedimentundersøkelser i Pasvikelva høsten 1989. Oslo (NIVA-rapport O-89187) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 401/90).
- Rühling, Å., Brumelis, G., Goltsova, N., Kvietkus, K., Kubin, E., Liiv, S., Magnússon, S., Mäkinen, A., Pilegaard, K., Rasmussen, L., Sander, E., and Steinnes, E. (1992) Atmospheric Heavy Metal Deposition in Northern Europe 1990. København, Nordisk Ministerråd (NORD 1992:12).
- Rühling, Å., Rasmussen, L., Pilegaard, K., Mäkinen, A., and Steinnes, E. (1987) Survey of Atmospheric Heavy Metal Deposition in the Nordic countries in 1985 - monitored by moss analyses. København, Nordisk Ministerråd (NORD 1987:21).
- Ryaboshapko (1993) Personlig kommunikasjon ved ekspertgruppemøte i Apatity i mars 1993. Ikke publisert.
- Schjoldager, J. (1979) Innhold av elementer i moltebær, mose og lav, Finnmark 1978. Lillestrøm (NILU OR 39/79).

- Schjoldager, J., Semb, A., Hanssen, J.E., Bruteig, I.E. og Rambæk, J.P. (1983) Innhold av elementer i mose og lav, Øst-Finnmark 1981. Lillestrøm (NILU OR 55/83).
- Sivertsen, B. (1995) Episodic impact of air pollution in Norway from nickel smelters emissions in Russia. Presented at the 10th World Clean Air Congress, 28 May-2 June 1995, Espoo, Finland. Kjeller (NILU F 9/95).
- Sivertsen, B. (1996) Air Quality in the Barents Region - Local and regional scale air pollution problems. Presented at the 3rd International Barents Symposium, 12-15 September 1996, Kirkenes, Norway. Kjeller (NILU F 17/96).
- Sivertsen, B., ed. (1994) Air Pollution Problems in the Northern Region of Fennoscandia included Kola. Proceedings from the seminar at Svanvik, Norway, 1-3 June 1993. Kjeller (NILU TR 14/94).
- Sivertsen, B., Baklanov, A., Hagen, L.O. and Makarova, T. (1994) Air Pollution in the Border Areas of Norway and Russia. Summary Report 1991-1993. Kjeller (NILU OR 56/94).
- Sivertsen, B. og Hagen, L.O. (1992) Critical Level Used to Estimate Emission Requirements. Air Pollution in the Border Area of Norway and Russia. Presented at the 9th World Clean Air Congress and Exhibition. Montreal, Canada, August 30- September 4, 1992. Lillestrøm (NILU F 4/92).
- Sivertsen, B., Hagen, L.O., Hellevik, O. og Henriksen, J.F. (1991) Luftforurensninger i grenseområdene Norge/Sovjetunionen januar 1990-mars 1991. Lillestrøm (NILU OR 69/91).
- Sivertsen, B., Makarova, T., Hagen, L.O. and Baklanov, A.A. (1992) Air Pollution in the border areas of Norway and Russia. Summary report 1990-1991. Lillestrøm (NILU OR 8/92).
- Sivertsen, B., Pedersen, U. og Schjoldager, J. (1993) Avsetning av svovelforbindelser på Nordkalotten. Lillestrøm (NILU OR 5/93). (Nordkalott-kommittéens publikasjonsserie. Rapport 29).
- Sivertsen, B. og Schjoldager, J. (1991) Luftforurensninger i Finnmark fylke. Lillestrøm (NILU OR 75/91).
- Sivertsen, T. (1991) Opptak av tungmetaller i dyr i Sør- Varanger. Trondheim Direktoratet for naturforvaltning. (Naturens tålegrenser. Fagrapport 22. DN-notat 1991-15).
- Statens forurensningstilsyn (1982) Luftforurensning. Virkninger på helse og miljø. Oslo (SFT-rapport 38).
- Statens forurensningstilsyn (1987) 1000 sjøers undersøkelsen 1986. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 282/87).

- Statens forurensningstilsyn (1992) Virkninger av luftforurensning på helse og miljø. Anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo (SFT-rapport 92:16).
- Tørseth, K. og Manø, S. (1997) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 1996. Kjeller (NILU OR 33/97) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 703/97).
- Traaen, T.S. et al. (1990) Forsuring og tungmetallforurensning i små vassdrag i Sør-Varanger. Undersøkelser i 1989. Oslo (NIVA-rapport O-89076) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 402/90).
- Traaen, T.S. (1991) Forsuring og tungmetallforurensning i Sør-Varanger. Fremdriftsrapport for 1990. Oslo, NIVA (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 481/92).
- Traaen, T.S. et al. (1993) Forsuring og tungmetallforurensning i grenseområdene Norge/Russland. Vannkjemiske undersøkelser 1986-1992. Oslo (NIVA-rapport O-89187) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 511/93).
- Tømmervik, H., Johansen, B. og Eira, A.N. (1989) Kartlegging av forurensningsskader på lavbeitene i østre Sør-Varanger reinbeitedistrikt ved hjelp av satelittbilder. Tromsø (FORUT Rapport R 0037).
- World Health Organization (1987) Air quality guidelines for Europe. Copenhagen (WHO regional publications. European series; 23).
- Wright, R.F. and Traaen, T.S. (1992) Dalelva, Finnmark, northernmost Norway: prediction of future acidification using the MAGIC model. Oslo, NIVA (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 486/92).

Vedlegg A

**Månedlige frekvensmatriser for vindretning,
vindstyrke og stabilitet fra Viksjøfjell og Svanvik,
april 1997-mars 1998**

Delta T : Viksjøfjell
 Vind : Viksjøfjell
 Periode : 01.04.97 - 30.04.97
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.1	1.0	0.1	0.1	0.0	0.7	0.6	0.0	0.0	0.4	0.4	0.1	0.0	1.8	0.4	0.0	5.8
60	0.0	0.6	0.1	0.0	0.0	0.7	1.0	0.4	0.0	0.4	1.1	0.7	0.0	4.6	0.0	0.0	9.6
90	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.6	1.0	0.0	0.0	0.8	0.6	0.4	0.0	1.2	0.4	0.4	5.8
120	0.1	0.1	0.1	0.0	0.6	1.2	1.4	0.3	0.0	0.3	0.3	0.1	0.0	0.7	0.0	0.0	5.3
150	0.1	0.0	0.1	0.4	0.4	0.4	0.6	0.8	0.6	0.1	0.1	0.7	0.0	0.4	0.0	0.0	4.9
180	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.7	0.0	0.0	0.6	0.0	0.4	0.0	1.7	0.8	0.8	5.6
210	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.6	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	1.5	0.7	0.3	4.9
240	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3	1.4	0.7	0.0	0.3	1.1	0.1	0.0	1.8	3.9	0.6	10.4
270	0.0	0.3	0.7	0.0	0.0	1.5	1.5	0.6	0.0	1.4	1.7	0.1	0.0	9.2	3.8	0.3	21.0
300	0.0	0.3	0.4	0.1	0.0	0.3	1.5	0.1	0.0	1.5	1.0	0.0	0.0	5.7	1.0	0.0	11.1
330	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.7	0.3	0.4	0.0	0.7	0.6	0.0	0.0	4.9	1.0	0.0	9.0
360	0.3	0.3	0.1	0.0	0.0	0.7	0.1	0.0	0.0	1.4	0.1	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	6.5
Stille	0.0	0.1	0.0	0.0													0.1
Total	0.7	3.3	2.8	0.7	1.0	8.2	10.7	3.6	0.6	7.9	6.9	3.2	0.0	36.9	11.1	2.4	100.0

Forekomst Vindstyrke 7.5 % 1.4 m/s 23.5 % 3.1 m/s 18.6 % 5.0 m/s 50.4 % 9.6 m/s

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	2.2 %	56.4 %	31.5 %	9.9 %	100.0 %

Antall obs. : 720
 Manglende obs.: 0

Delta T : Svanvik
 Vind : Svanvik
 Periode : 01.04.97 - 30.04.97
 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	0.4	1.6	0.0	2.7	0.4	0.1	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6
60	0.0	1.1	0.1	0.7	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6
90	0.3	2.6	0.0	0.4	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4
120	0.3	0.6	0.3	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6
150	0.9	1.4	0.4	0.7	0.1	0.7	0.1	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	6.0
180	0.9	3.1	1.0	0.7	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	9.0
210	0.4	3.0	0.4	0.1	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7
240	0.6	1.7	0.6	0.4	0.6	2.0	0.1	0.0	0.6	1.3	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	8.3
270	0.0	1.4	0.1	0.6	0.3	4.4	0.3	0.0	1.7	2.1	0.0	0.0	0.6	1.0	0.0	0.0	12.6
300	0.0	1.0	1.3	0.9	0.0	7.6	0.6	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9
330	0.0	0.6	0.1	0.1	0.1	3.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9
360	0.0	1.0	0.6	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	2.3
Stille	0.9	2.7	3.6	10.1													17.3
Total	4.1	22.0	9.0	16.6	1.4	28.3	1.7	0.1	2.3	11.3	0.0	0.0	0.6	2.6	0.0	0.0	100.0

Forekomst Vindstyrke 51.7 % 0.9 m/s 31.6 % 3.0 m/s 13.6 % 4.8 m/s 3.1 % 6.9 m/s

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	8.4 %	64.1 %	10.7 %	16.7 %	100.0 %

Antall obs. : 700
 Manglende obs.: 20

Delta T : Viksjøfjell
 Vind : Viksjøfjell
 Periode : 01.05.97 - 31.05.97
 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	1.1	0.0	0.0	0.3	0.9	0.3	0.0	0.6	0.9	0.0	0.0	0.4	1.0	0.0	0.0	5.5
60	0.0	0.9	0.4	0.0	0.4	2.4	0.0	0.1	0.0	2.6	0.1	0.1	0.0	0.6	0.0	0.0	7.8
90	0.0	0.4	0.1	0.0	0.0	1.9	0.0	0.1	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	5.5
120	0.4	0.3	0.0	0.0	0.4	3.0	0.9	0.0	0.7	1.0	0.6	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	7.9
150	0.6	0.3	0.0	0.0	1.7	1.4	0.4	1.4	0.6	1.1	0.4	1.3	0.0	1.6	0.0	0.0	10.9
180	0.3	0.7	0.1	0.0	0.1	2.6	0.6	0.4	0.3	1.0	0.6	0.3	0.0	1.1	0.9	0.0	9.1
210	0.1	1.3	0.3	0.1	0.0	0.7	0.9	0.3	0.0	0.4	1.1	0.3	1.1	0.9	3.9	0.7	12.2
240	0.0	2.3	0.4	0.0	0.0	2.4	0.7	0.0	0.0	0.7	1.6	0.0	0.0	1.3	1.3	0.0	10.8
270	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	2.7
300	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.9	0.1	0.0	0.0	0.4	0.1	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	3.2
330	0.0	0.9	0.1	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	6.3	0.0	0.0	12.9
360	0.0	0.9	0.1	0.0	0.0	1.1	0.3	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	6.6	0.0	0.0	11.4
Stille	0.0	0.3	0.0	0.0													0.3
Total	1.4	9.6	1.9	0.1	3.0	19.5	4.5	2.4	2.2	15.7	5.2	2.4	1.7	23.6	6.0	0.7	100.0
Forekomst		13.1 %				29.5 %				25.4 %				32.0 %			
Vindstyrke		1.5 m/s				3.1 m/s				5.0 m/s				8.0 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	8.3 %	68.4 %	17.5 %	5.7 %	100.0 %

Antall obs. : 696
 Manglende obs.: 48

Delta T : Svanvik
 Vind : Svanvik
 Periode : 01.05.97 - 31.05.97
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.1	4.1	0.7	0.4	0.4	5.2	0.0	0.0	0.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.3
60	0.1	3.0	0.3	0.4	0.4	4.5	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.1
90	0.3	1.4	0.1	0.0	0.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9
120	0.1	2.2	0.3	0.0	0.1	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2
150	1.4	4.1	0.0	0.3	0.1	2.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3
180	1.0	3.8	0.7	0.0	0.4	3.9	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.3
210	1.0	3.6	0.1	0.1	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2
240	1.0	2.2	0.1	0.0	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3
270	0.4	0.9	0.0	0.0	1.3	1.0	0.0	0.0	0.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3
300	0.3	2.6	0.1	0.3	2.2	2.9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5
330	0.0	2.3	0.1	0.3	0.3	4.9	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2
360	0.6	2.5	0.3	0.4	0.4	6.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4
Stille	0.0	2.9	2.6	4.3													9.8
Total	6.5	35.5	5.6	6.7	6.5	33.3	0.3	0.0	0.9	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
Forekomst		54.3 %				40.1 %				5.6 %				0.0 %			
Vindstyrke		1.1 m/s				2.8 m/s				4.5 m/s				0.0 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	13.9 %	73.5 %	5.9 %	6.7 %	100.0 %

Antall obs. : 691
 Manglende obs.: 53

Delta T : Viksjøfjell
 Vind : Viksjøfjell
 Periode : 01.06.97 - 30.06.97
 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	0.6	0.0	0.0	2.4	2.1	0.6	0.0	4.0	4.3	0.0	0.0	0.6	0.1	0.0	0.0	14.6
60	0.1	1.0	0.1	0.0	1.0	4.3	0.7	0.1	4.2	7.1	0.1	0.0	2.2	2.5	0.0	0.0	23.5
90	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.7	0.3	0.0	1.2	1.9	0.0	0.0	5.0
120	0.3	0.4	0.1	0.0	0.7	0.8	0.3	0.0	0.6	0.8	0.4	0.1	0.3	1.0	0.0	0.0	5.8
150	0.4	0.4	0.0	0.0	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.0	0.1	0.6	0.1	3.8
180	0.7	0.0	0.0	0.0	0.8	0.3	0.1	0.0	0.3	0.1	0.3	0.1	0.6	0.8	0.0	0.0	4.2
210	0.0	0.1	0.4	0.0	0.1	0.6	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	1.1	0.7	0.4	4.2
240	0.1	0.3	0.1	0.0	0.1	0.6	0.3	0.1	0.6	0.4	0.3	0.0	2.9	0.7	1.4	0.6	8.5
270	0.1	0.3	0.3	0.0	0.0	0.3	0.7	0.1	0.0	0.7	0.6	0.0	0.3	0.6	1.2	0.0	5.1
300	0.0	0.7	0.1	0.0	0.0	1.8	0.3	0.0	0.0	2.1	0.7	0.0	0.4	3.5	0.4	0.0	10.0
330	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4	0.4	0.0	0.0	1.5	0.1	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	6.3
360	0.0	1.4	0.0	0.0	0.1	2.5	0.1	0.0	0.1	3.6	0.0	0.0	0.1	1.1	0.0	0.0	9.2
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0													0.0
Total	1.8	6.0	1.2	0.0	6.0	15.1	3.8	0.7	10.0	21.7	3.2	0.7	8.9	15.6	4.3	1.1	100.0

Forekomst 9.0 % 25.6 % 35.6 % 29.9 %
 Vindstyrke 1.5 m/s 3.2 m/s 5.0 m/s 8.1 m/s

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	26.7 %	58.3 %	12.5 %	2.5 %	100.0 %

Antall obs. : 720
 Manglende obs.: 0

Delta T : Svanvik
 Vind : Svanvik
 Periode : 01.06.97 - 30.06.97
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	1.4	5.2	0.9	0.2	4.1	12.8	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0
60	0.0	4.3	0.8	0.0	3.2	14.7	0.0	0.0	1.4	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.4
90	0.2	0.6	0.0	0.2	0.3	0.6	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
120	0.6	0.3	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
150	0.8	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
180	1.1	0.6	0.3	0.3	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	4.3
210	0.6	1.7	0.3	0.0	1.6	1.7	0.0	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6
240	0.3	0.3	0.0	0.0	0.9	0.3	0.6	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2
270	0.2	0.6	0.3	0.0	1.4	0.3	0.0	0.0	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	3.9
300	0.3	0.9	0.0	0.2	2.7	2.2	0.0	0.0	0.5	1.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	8.2
330	0.0	3.2	0.2	0.5	0.5	2.4	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0
360	0.6	2.1	0.6	0.0	0.6	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1
Stille	0.2	0.6	0.3	2.5													3.6
Total	6.3	20.5	3.8	4.1	16.3	38.9	0.8	0.0	4.1	4.3	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	100.0

Forekomst 34.8 % 55.9 % 8.4 % 0.9 %
 Vindstyrke 1.3 m/s 2.9 m/s 4.6 m/s 7.1 m/s

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	26.7 %	64.6 %	4.6 %	4.1 %	100.0 %

Antall obs. : 633
 Manglende obs.: 87

Delta T : Viksjøfjell
 Vind : Viksjøfjell
 Periode : 01.07.97 - 31.07.97
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.3	1.1	0.0	0.0	4.2	7.8	0.1	0.0	2.8	6.5	0.0	0.0	0.8	1.5	0.0	0.0	25.1
60	0.0	0.8	0.0	0.3	2.0	4.3	0.0	0.0	2.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4
90	0.1	0.3	0.0	0.0	2.6	1.3	0.7	0.0	1.1	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8
120	0.3	0.1	0.1	0.3	2.4	2.3	1.9	0.7	1.8	1.2	0.3	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	11.7
150	0.9	0.3	0.3	0.0	3.1	0.4	0.9	0.8	1.1	0.8	0.9	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0	10.4
180	0.1	0.1	0.1	0.0	1.1	0.8	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	3.1
210	0.3	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	2.3
240	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.3	0.5	0.0	0.1	0.5	0.4	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	2.8
270	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.3	1.2	0.0	0.0	0.4	0.9	0.0	0.0	3.4
300	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.5	0.1	0.0	0.3	2.2	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	7.4
330	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	4.7
360	0.1	0.7	0.0	0.0	0.3	2.6	0.0	0.0	0.9	2.3	0.0	0.0	0.1	3.9	0.0	0.0	10.9
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0													0.0
Total	2.3	3.8	0.8	0.5	16.2	22.8	5.4	1.6	11.2	18.5	1.6	0.5	2.0	12.5	0.3	0.0	100.0
Forekomst		7.4 %				46.0 %				31.8 %				14.8 %			
Vindstyrke		1.6 m/s				3.1 m/s				4.9 m/s				8.1 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	31.7 %	57.5 %	8.1 %	2.7 %	100.0 %

Antall obs. : 742
 Manglende obs.: 2

Delta T : Svanvik
 Vind : Svanvik
 Periode : 01.07.97 - 31.07.97
 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	3.1	5.9	1.9	1.5	3.1	5.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.2
60	3.1	4.6	0.4	1.0	2.7	6.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.5
90	1.5	1.5	0.2	0.0	0.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2
120	0.6	0.4	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	1.3
150	0.8	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	1.7
180	2.5	3.2	0.2	0.0	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
210	2.9	1.9	0.4	0.4	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1
240	0.8	1.0	0.6	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7
270	0.6	0.6	0.2	0.0	0.8	1.1	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8
300	1.7	5.0	0.4	0.2	0.8	2.5	0.4	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3
330	0.4	2.7	0.4	0.2	0.4	1.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5
360	0.4	4.4	0.0	0.2	0.2	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4
Stille	0.2	2.1	1.0	6.1													9.4
Total	18.3	34.2	5.9	9.5	9.4	20.6	1.0	0.0	0.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
Forekomst		67.9 %				30.9 %				1.1 %				0.0 %			
Vindstyrke		1.1 m/s				2.7 m/s				4.7 m/s				0.0 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	27.9 %	55.7 %	6.9 %	9.5 %	100.0 %

Antall obs. : 524
 Manglende obs.: 220

Delta T : Viksjøfjell
 Vind : Viksjøfjell
 Periode : 01.08.97 - 31.08.97
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.1	0.8	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.4	2.3	0.1	0.0	0.1	1.5	0.0	0.0	6.7
60	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.9
90	0.0	0.5	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	1.1	0.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	2.7
120	0.1	0.3	0.1	0.0	0.5	1.6	0.4	0.0	0.0	1.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	4.4
150	0.1	0.3	0.1	0.0	0.9	1.9	1.3	0.4	0.7	3.8	0.5	0.1	0.1	2.0	0.4	0.0	12.8
180	0.1	0.1	0.0	0.1	0.5	0.9	0.8	0.7	0.3	0.7	1.2	0.7	0.7	0.7	0.5	0.0	8.1
210	0.0	0.3	0.1	0.0	0.9	1.1	0.1	0.1	2.0	0.8	0.8	0.3	2.2	2.3	2.0	0.1	13.2
240	0.0	0.7	0.0	0.0	1.2	2.6	1.3	0.0	2.8	3.9	1.1	0.0	1.3	2.7	0.9	0.0	18.5
270	0.1	0.1	0.0	0.0	0.5	2.0	0.0	0.0	0.3	1.3	0.0	0.0	0.1	7.8	0.3	0.0	12.6
300	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	3.5
330	0.0	0.8	0.1	0.0	0.0	1.3	0.1	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	6.0
360	0.0	1.1	0.3	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.3	2.6	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	9.5
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0													0.0
Total	0.7	5.6	0.9	0.1	4.7	16.7	4.3	1.2	6.7	21.0	4.3	1.1	4.6	23.8	4.2	0.1	100.0

Forekomst 7.4 %
 Vindstyrke 1.6 m/s

26.9 %
 3.1 m/s

33.1 %
 5.0 m/s

32.7 %
 8.2 m/s

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	16.7 %	67.1 %	13.7 %	2.6 %	100.0 %

Antall obs. : 744
 Manglende obs.: 0

Delta T : Svanvik
 Vind : Svanvik
 Periode : 01.08.97 - 31.08.97
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.3	4.8	0.7	0.4	0.1	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
60	0.3	2.4	0.5	0.8	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2
90	0.5	1.2	0.1	0.3	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7
120	0.5	1.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
150	1.0	2.2	0.7	0.8	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7
180	2.6	3.5	0.7	0.5	1.4	5.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.1
210	2.9	4.5	1.1	0.4	3.1	2.7	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	16.2
240	1.0	2.7	0.5	0.0	1.5	1.4	0.3	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
270	0.4	1.2	0.3	1.2	0.4	1.8	0.0	0.0	0.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2
300	1.0	1.6	0.8	0.4	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8
330	0.1	2.2	1.1	0.4	0.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6
360	0.1	3.4	1.1	0.0	0.3	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6
Stille	0.3	2.4	1.0	8.3													12.0
Total	10.9	33.2	8.7	13.9	6.9	21.7	0.4	0.0	1.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	100.0

Forekomst 66.6 %
 Vindstyrke 1.1 m/s

29.1 %
 2.7 m/s

3.7 %
 4.7 m/s

0.7 %
 6.5 m/s

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	18.8 %	58.3 %	9.1 %	13.9 %	100.0 %

Antall obs. : 736
 Manglende obs.: 8

Delta T : Viksjøfjell
 Vind : Viksjøfjell
 Periode : 01.09.97 - 30.09.97
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	3.6
60	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.8
90	0.0	0.4	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
120	0.1	0.0	0.1	0.0	0.3	1.5	0.1	0.0	0.3	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7
150	0.0	0.1	0.1	0.0	0.3	1.0	0.4	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	2.1	0.3	0.0	7.8
180	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	0.7	0.4	0.0	0.0	2.5	0.4	0.0	1.5	6.9	0.6	0.0	13.8
210	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.8	0.8	0.3	0.0	1.7	1.7	0.3	1.4	12.8	6.0	0.0	26.0
240	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	1.5	0.4	0.0	0.0	1.1	1.1	0.0	0.4	4.9	1.4	0.0	11.3
270	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.0	0.0	1.0	0.1	0.0	0.0	7.6	0.1	0.0	9.7
300	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	6.7
330	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	2.1	0.4	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	5.7
360	0.0	0.7	0.1	0.0	0.0	2.4	0.4	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	8.2
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0													0.0
Total	0.1	4.6	1.5	0.0	0.7	12.5	4.4	0.3	0.3	18.6	3.3	0.3	3.3	41.7	8.3	0.0	100.0
Forekomst Vindstyrke		6.3 % 1.6 m/s				17.9 % 3.0 m/s				22.5 % 5.0 m/s				53.3 % 8.9 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	4.4 %	77.4 %	17.6 %	0.6 %	100.0 %

Antall obs. : 720
 Manglende obs.: 0

Delta T : Svanvik
 Vind : Svanvik
 Periode : 01.09.97 - 30.09.97
 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	2.7	0.1	0.3	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0
60	0.0	2.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8
90	0.1	2.1	0.6	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	3.3
120	0.3	1.3	0.7	0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8
150	0.4	4.0	0.1	0.4	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5
180	0.0	2.7	0.4	0.9	0.6	15.0	0.1	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.7
210	0.6	3.0	1.0	1.0	0.7	8.9	0.1	0.0	0.7	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.9
240	0.6	2.1	0.9	1.3	0.0	1.4	0.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1
270	0.0	0.9	0.4	0.6	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7
300	0.0	1.3	0.1	0.0	0.3	3.3	0.1	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5
330	0.0	2.4	0.1	0.1	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4
360	0.0	3.5	0.4	0.1	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5
Stille	0.0	2.0	2.1	4.7													8.8
Total	2.0	30.2	7.4	9.9	1.6	38.7	1.0	0.0	0.9	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
Forekomst Vindstyrke		49.5 % 1.1 m/s				41.3 % 2.9 m/s				9.2 % 4.5 m/s				0.0 % 0.0 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	4.4 %	77.3 %	8.4 %	9.9 %	100.0 %

Antall obs. : 705
 Manglende obs.: 15

Delta T : Viksjøfjell
 Vind : Viksjøfjell
 Periode : 01.10.97 - 31.10.97
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.1	0.0	0.8	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.0	0.0	0.4	0.3	0.0	3.0
60	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	1.1	1.2	0.0	0.0	3.2	0.9	0.0	0.0	5.7	0.3	0.0	12.7
90	0.0	0.3	0.1	0.1	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
120	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5
150	0.0	0.1	0.1	0.4	0.0	3.2	0.9	1.1	0.3	0.7	0.1	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	8.1
180	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.3	0.7	0.8	0.1	1.3	1.1	0.5	0.0	4.7	2.8	0.1	12.9
210	0.0	0.7	1.1	0.0	0.0	0.4	0.1	0.1	0.1	0.8	0.8	0.0	0.0	1.3	1.9	0.0	7.4
240	0.0	0.4	0.5	0.0	0.0	2.0	2.8	0.0	0.0	1.6	1.9	0.4	0.0	5.9	2.4	0.0	18.1
270	0.0	0.8	0.5	0.0	0.0	2.6	0.4	0.0	0.0	3.5	0.5	0.0	0.0	4.9	2.0	0.0	15.2
300	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	2.0	0.7	0.0	4.0
330	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0	0.8	0.4	0.0	0.0	1.2	0.1	0.0	0.0	1.2	1.2	0.0	5.5
360	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	1.3	0.1	0.0	0.0	1.6	0.1	0.0	0.0	2.7	0.9	0.4	7.5
Stille	0.0	0.0	0.0	0.1													0.1
Total	0.1	3.4	2.8	2.0	0.0	15.4	7.0	2.0	0.5	15.9	6.7	1.1	0.0	29.9	12.5	0.5	100.0
Forekomst		8.4 %				24.4 %				24.3 %				43.0 %			
Vindstyrke		1.5 m/s				3.0 m/s				5.0 m/s				9.7 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.7 %	64.6 %	29.1 %	5.7 %	100.0 %

Antall obs. : 742
 Manglende obs.: 2

Delta T : Svanvik
 Vind : Svanvik
 Periode : 01.10.97 - 31.10.97
 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	2.3	1.1	1.6	0.0	1.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2
60	0.0	1.1	0.1	0.8	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7
90	0.0	0.3	0.5	0.3	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6
120	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
150	0.0	3.0	1.4	0.4	0.0	0.5	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	6.5
180	0.0	3.5	1.4	0.4	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	15.5
210	0.3	3.0	1.8	0.8	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5
240	0.3	3.5	1.9	1.0	0.0	2.3	0.5	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	11.5
270	0.0	2.2	1.1	0.5	0.0	2.0	0.5	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7
300	0.0	3.3	1.6	1.5	0.0	2.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9
330	0.0	3.3	0.5	0.4	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
360	0.0	2.0	0.8	0.4	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6
Stille	0.0	3.3	3.3	7.3													13.9
Total	0.5	30.8	15.6	15.6	0.0	26.8	2.9	0.0	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	100.0
Forekomst		62.6 %				29.6 %				4.9 %				2.9 %			
Vindstyrke		1.0 m/s				2.9 m/s				5.1 m/s				7.1 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.5 %	65.4 %	18.5 %	15.6 %	100.0 %

Antall obs. : 736
 Manglende obs.: 8

Delta T : Viksjøfjell
 Vind : Viksjøfjell
 Periode : 01.11.97 - 30.11.97
 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	0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.8	1.3	0.0	0.0	0.3	2.1	0.3	5.7
60	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	1.8	0.5	0.0	4.4
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	2.6
120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6
150	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.8	1.3	0.0	1.3	1.0	1.6	6.5
180	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	1.3	0.5	4.7
210	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	1.3	0.0	0.3	0.0	0.5	0.5	0.3	0.0	8.3	0.0	0.0	11.5
240	0.0	0.5	0.3	1.3	0.0	3.6	0.5	0.0	0.0	6.0	0.3	0.0	0.0	15.4	7.6	0.0	35.4
270	0.0	0.3	0.3	0.5	0.0	1.0	1.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	0.8	0.0	10.2
300	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	3.9	0.0	8.1
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	2.9	2.1	0.0	4.9
360	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	0.8	3.1	0.3	4.4
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0													0.0
Total	0.0	1.3	1.0	2.1	0.0	7.3	4.4	1.6	0.0	9.6	3.6	1.6	0.0	42.4	22.4	2.6	100.0
Forekomst		4.4 %				13.3 %				14.8 %				67.4 %			
Vindstyrke		1.6 m/s				3.1 m/s				4.9 m/s				11.4 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.0 %	60.7 %	31.5 %	7.8 %	100.0 %

Antall obs. : 384
 Manglende obs.: 336

Delta T : Svanvik
 Vind : Svanvik
 Periode : 01.11.97 - 30.11.97
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	1.2	0.6	0.2	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9
60	0.0	1.2	0.2	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7
90	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
120	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
150	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
180	0.0	4.3	0.4	0.0	0.0	6.4	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	15.6
210	0.0	6.6	0.6	0.0	0.0	15.6	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	28.1
240	0.0	5.7	0.6	0.0	0.0	5.5	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	13.5
270	0.0	3.3	0.8	0.6	0.0	0.8	0.4	0.2	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	8.4
300	0.0	0.6	2.0	1.4	0.0	1.8	2.3	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4
330	0.0	1.0	0.2	0.2	0.0	4.3	0.2	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6
360	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
Stille	0.0	3.7	2.3	3.7													9.6
Total	0.0	29.9	8.0	6.1	0.0	37.3	2.9	0.2	0.0	10.5	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0	100.0
Forekomst		44.1 %				40.4 %				10.5 %				5.1 %			
Vindstyrke		1.0 m/s				2.9 m/s				4.7 m/s				6.9 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.0 %	82.8 %	10.9 %	6.4 %	100.0 %

Antall obs. : 488
 Manglende obs.: 232

Delta T : Viksjøfjell
 Vind : Viksjøfjell
 Periode : 01.12.97 - 31.12.97
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.4	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	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.7	0.3	0.0	1.7
120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.9	0.3	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	3.4
150	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.2	0.4	0.0	0.1	2.6	1.2	0.0	0.0	0.3	0.0	6.7
180	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.8	0.9	0.3	0.3	2.3	1.2	0.1	0.0	4.7	1.1	0.3	12.2
210	0.0	1.2	0.1	0.0	0.0	3.2	1.7	0.9	0.0	0.8	0.3	0.1	0.0	5.0	0.4	0.1	14.0
240	0.0	0.5	2.3	0.9	0.0	3.4	5.1	3.1	0.0	4.7	1.1	0.3	0.0	10.5	2.6	0.4	34.9
270	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	0.8	0.7	0.4	0.0	2.3	0.7	0.1	0.0	2.3	1.3	0.0	9.3
300	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	1.1	0.0	5.5
330	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	4.3	0.5	0.0	5.9
360	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.5	0.4	0.4	0.0	0.4	0.7	0.0	3.0
Stille	0.0	0.4	1.2	0.0													1.6
Total	0.0	3.0	4.4	0.9	0.0	12.0	10.5	5.2	0.3	12.4	6.9	2.4	0.0	31.5	9.7	0.8	100.0
Forekomst		8.3 %				27.7 %				21.9 %				42.0 %			
Vindstyrke		1.2 m/s				3.1 m/s				5.0 m/s				10.8 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.3 %	58.8 %	31.5 %	9.4 %	100.0 %

Antall obs. : 743
 Manglende obs.: 1

Delta T : Svanvik
 Vind : Svanvik
 Periode : 01.12.97 - 31.12.97
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.3	0.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
60	0.0	0.5	0.3	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
90	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0	0.9	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
150	0.0	0.2	1.1	0.5	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
180	0.0	4.7	0.9	1.1	0.0	11.2	0.2	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	19.1
210	0.0	9.7	1.7	1.6	0.0	10.2	0.5	0.0	0.0	2.5	0.2	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	26.7
240	0.0	2.8	0.9	0.9	0.0	2.5	0.5	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	8.4
270	0.0	1.1	0.3	0.6	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	4.5
300	0.0	0.6	0.5	1.1	0.0	3.8	0.3	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	7.7
330	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	4.1
360	0.0	0.8	0.0	0.3	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5
Stille	0.0	0.5	2.8	15.3													18.6
Total	0.0	21.6	8.9	23.4	0.0	34.4	3.1	0.0	0.0	5.6	0.8	0.0	0.0	1.7	0.5	0.0	100.0
Forekomst		53.9 %				37.5 %				6.4 %				2.2 %			
Vindstyrke		0.9 m/s				2.9 m/s				4.9 m/s				7.1 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.0 %	63.3 %	13.3 %	23.4 %	100.0 %

Antall obs. : 640
 Manglende obs.: 104

Delta T : Viksjøfjell
 Vind : Viksjøfjell
 Periode : 01.01.98 - 31.01.98
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	2.2	2.5	1.1	7.4
60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150	0.0	1.6	0.0	0.7	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	4.5
180	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.2	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	9.4
210	0.0	3.1	0.9	0.4	0.0	0.9	1.1	0.4	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.9	4.0	1.1	14.4
240	0.0	0.4	2.5	0.2	0.0	2.7	3.1	1.1	0.0	2.2	2.5	0.2	0.0	4.5	1.1	2.2	22.9
270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.7	1.6	0.0	0.4	2.7	0.9	0.0	3.8	4.5	0.0	17.1
300	0.0	0.0	0.9	0.4	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.4	0.7	0.0	3.8
330	0.0	0.2	0.4	0.7	0.0	1.1	0.4	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	2.5	0.9	0.0	6.7
360	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	4.5
Stille	0.0	2.2	4.3	0.4													7.0
Total	0.0	12.6	9.7	2.9	0.0	10.6	9.0	3.6	0.0	7.6	6.1	1.1	0.0	18.7	13.7	4.5	100.0
Forekomst Vindstyrke		25.2 % 1.0 m/s				23.1 % 3.1 m/s				14.8 % 4.9 m/s				36.9 % 10.0 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.0 %	49.4 %	38.4 %	12.1 %	100.0 %

Antall obs. : 445
 Manglende obs.: 299

Delta T : Svanvik
 Vind : Svanvik
 Periode : 01.01.98 - 31.01.98
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	1.3	0.3	0.3	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9
60	0.0	2.6	0.7	0.7	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
90	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
120	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
150	0.0	1.5	0.3	1.8	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9
180	0.0	10.9	1.0	2.8	0.0	7.3	0.2	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	23.0
210	0.0	5.4	1.1	3.7	0.0	5.5	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	18.4
240	0.0	0.5	0.7	2.3	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
270	0.0	0.3	0.0	1.5	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.0	2.9
300	0.0	0.3	0.3	1.3	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	2.6
330	0.0	1.1	0.0	0.5	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
360	0.0	1.1	0.0	0.2	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
Stille	0.0	6.5	6.5	18.2													31.3
Total	0.0	32.1	10.9	33.6	0.0	18.4	0.7	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	1.6	0.2	0.0	100.0
Forekomst Vindstyrke		76.5 % 0.8 m/s				19.1 % 2.9 m/s				2.6 % 4.8 m/s				1.8 % 7.0 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.0 %	54.7 %	11.7 %	33.6 %	100.0 %

Antall obs. : 614
 Manglende obs.: 130

Delta T : Viksjøfjell
 Vind : Viksjøfjell
 Periode : 01.02.98 - 28.02.98
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.6	0.3	0.0	1.2	0.8	0.0	0.0	3.5	0.2	0.0	6.8
60	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	1.2	0.2	0.2	0.0	2.9	0.2	0.0	5.0
90	0.0	0.2	0.5	0.0	0.0	0.2	0.0	0.6	0.0	0.0	0.8	1.1	0.0	0.0	0.5	0.3	3.9
120	0.0	0.0	1.1	0.9	0.0	0.0	2.6	0.9	0.2	2.4	1.1	0.9	0.0	4.2	0.5	0.0	14.6
150	0.0	0.8	0.9	1.8	0.0	2.3	0.9	2.4	0.0	2.0	0.5	0.9	0.2	8.0	0.9	0.2	21.6
180	0.0	0.2	0.3	2.1	0.0	0.5	0.5	1.4	0.0	0.0	0.5	2.1	0.0	2.7	1.1	0.9	12.1
210	0.0	0.5	0.8	1.7	0.0	0.0	0.3	0.5	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0	1.4	0.9	0.3	6.6
240	0.0	0.2	0.2	1.7	0.0	0.5	1.4	5.9	0.0	0.3	1.1	0.6	0.0	3.2	5.0	1.1	20.8
270	0.0	0.0	0.9	1.7	0.0	0.3	0.9	1.2	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	5.9
300	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
330	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
360	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6	0.2	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	2.0
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0													0.0
Total	0.0	1.7	5.3	10.0	0.0	3.8	7.7	13.3	0.2	8.3	5.1	5.9	0.2	26.8	9.2	2.7	100.0
Forekomst		16.9 %				24.7 %				19.5 %				38.9 %			
Vindstyrke		1.5 m/s				2.9 m/s				5.0 m/s				10.1 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.3 %	40.6 %	27.3 %	31.8 %	100.0 %

Antall obs. : 663
 Manglende obs.: 9

Delta T : Svanvik
 Vind : Svanvik
 Periode : 01.02.98 - 28.02.98
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	1.7	0.6	1.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.2	0.0	7.3
60	0.0	1.5	0.6	1.0	0.0	1.3	0.4	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	7.4
90	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1
120	0.0	0.2	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
150	0.0	1.0	0.2	0.4	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	4.0
180	0.0	2.3	1.3	2.9	0.0	9.5	0.0	0.0	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	22.5
210	0.2	2.7	1.1	1.1	0.0	2.5	0.4	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	9.7
240	0.0	0.6	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
270	0.0	1.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
300	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
330	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	0.0	0.4
360	0.0	0.6	0.4	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	1.3
Stille	0.2	5.7	4.0	30.3													40.3
Total	0.4	19.1	8.4	38.4	0.0	18.5	0.8	0.0	0.0	12.4	0.0	0.0	0.0	1.9	0.2	0.0	100.0
Forekomst		66.2 %				19.3 %				12.4 %				2.1 %			
Vindstyrke		0.5 m/s				2.9 m/s				4.9 m/s				6.5 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	0.4 %	51.9 %	9.4 %	38.4 %	100.0 %

Antall obs. : 524
 Manglende obs.: 148

Delta T : Viksjøfjell
 Vind : Viksjøfjell
 Periode : 01.03.98 - 31.03.98
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.3	0.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	2.5
60	0.0	0.0	0.6	0.6	0.0	0.1	0.1	0.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	2.9
90	0.0	0.0	0.7	0.3	0.0	0.0	0.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	2.5	0.1	0.0	5.0
120	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.1	0.0	0.6	0.0	0.4	0.6	3.6	0.4	0.0	6.9
150	0.3	0.0	0.3	0.4	0.0	0.1	0.0	0.4	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	3.7	1.5	0.4	7.6
180	0.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.7	0.0	0.0	0.4	0.7	0.3	0.0	2.9	2.5	0.0	8.2
210	0.3	0.0	0.4	0.7	0.0	0.1	0.8	0.4	0.0	0.3	0.8	0.8	0.0	5.0	5.7	2.9	18.3
240	0.0	0.3	0.1	1.5	0.0	0.8	1.5	2.5	0.0	1.0	2.9	3.5	0.0	5.8	4.2	1.1	25.2
270	0.0	0.3	0.6	0.1	0.0	1.2	1.2	0.4	0.0	0.8	0.7	0.4	0.0	1.2	0.1	0.0	7.2
300	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.6	0.1	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	3.1
330	0.3	0.6	0.6	0.0	0.0	0.1	1.1	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	2.9	0.3	0.1	6.5
360	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.6	0.3	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	4.7	0.3	0.0	6.5
Stille	0.0	0.0	0.0	0.0													0.0
Total	1.2	1.9	4.0	3.7	0.0	3.5	7.1	7.2	0.0	4.6	5.3	5.7	0.6	35.5	15.1	4.6	100.0
Forekomst Vindstyrke		11.0 % 1.5 m/s				17.8 % 3.2 m/s				15.5 % 5.0 m/s				55.8 % 10.5 m/s			

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	1.8 %	45.5 %	31.5 %	21.2 %	100.0 %

Antall obs. : 721
 Manglende obs.: 23

Delta T : Svanvik
 Vind : Svanvik
 Periode : 01.03.98 - 31.03.98
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

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

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9
60	0.0	0.2	0.5	0.5	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9
90	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5
120	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
150	0.6	1.1	0.0	0.8	0.0	1.5	0.2	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	8.3
180	0.6	2.3	0.6	1.9	0.0	10.6	1.1	0.0	0.0	5.7	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	23.9
210	0.5	5.4	1.1	0.6	0.0	6.8	0.3	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	18.5
240	0.0	0.6	0.3	0.6	0.2	1.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2
270	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
300	0.0	0.0	0.6	0.5	0.0	2.3	0.3	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3
330	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2
360	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8
Stille	0.9	2.0	2.5	17.4													22.8
Total	2.6	13.9	5.7	22.5	0.2	34.3	2.0	0.0	0.0	14.8	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	100.0
Forekomst Vindstyrke		44.8 % 0.7 m/s				36.4 % 3.0 m/s				14.8 % 4.7 m/s				4.0 % 7.2 m/s			

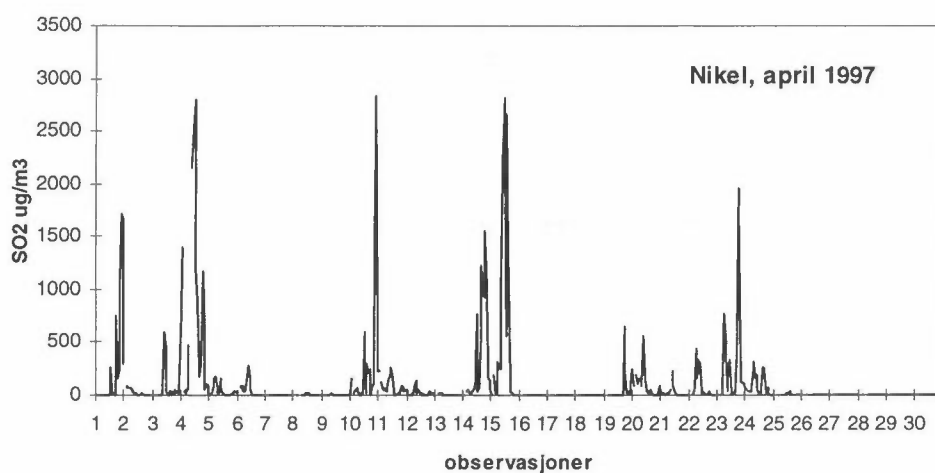
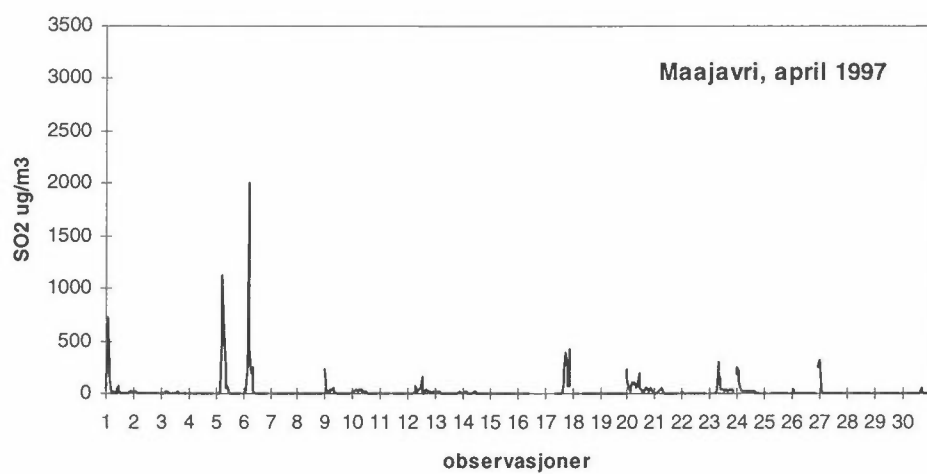
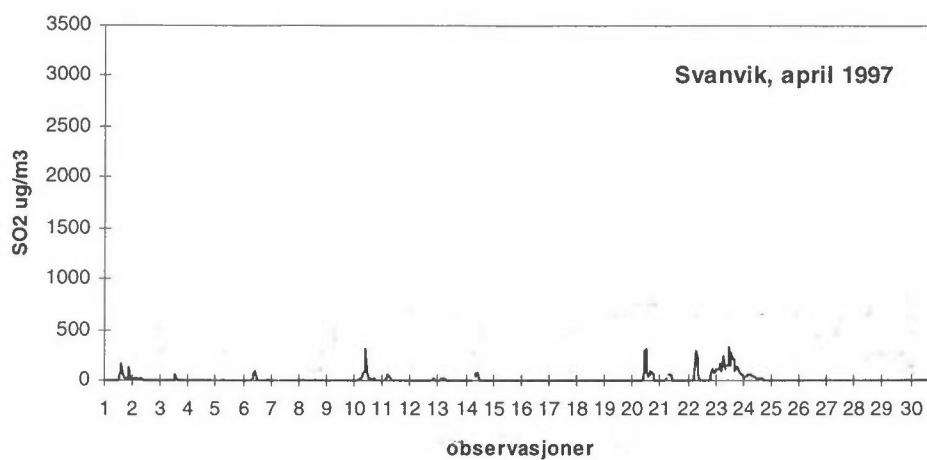
Fordeling på stabilitetsklasser

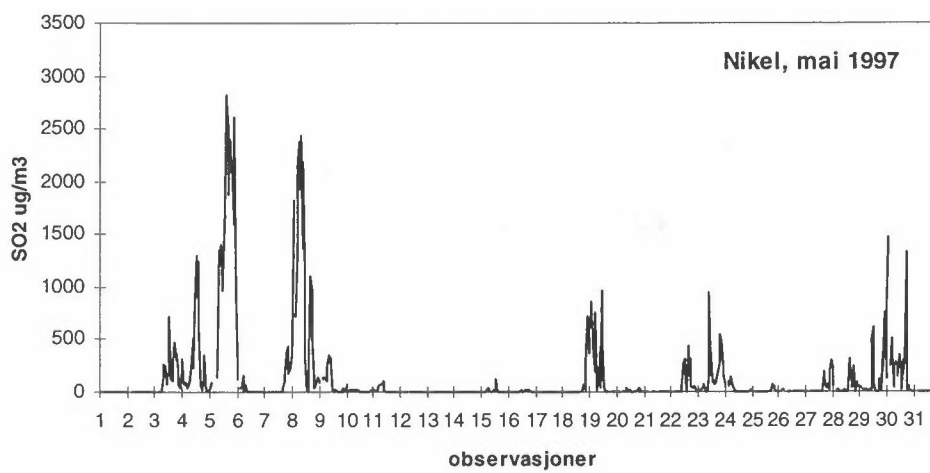
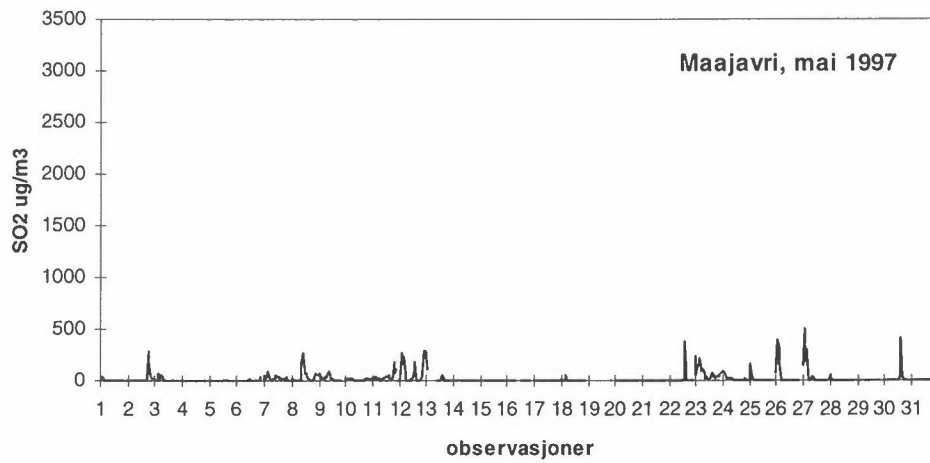
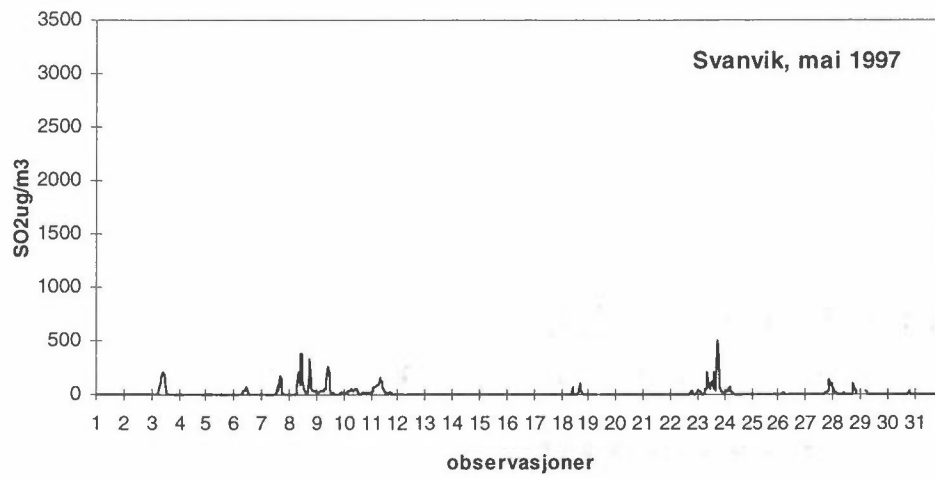
	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	2.8 %	67.0 %	7.7 %	22.5 %	100.0 %

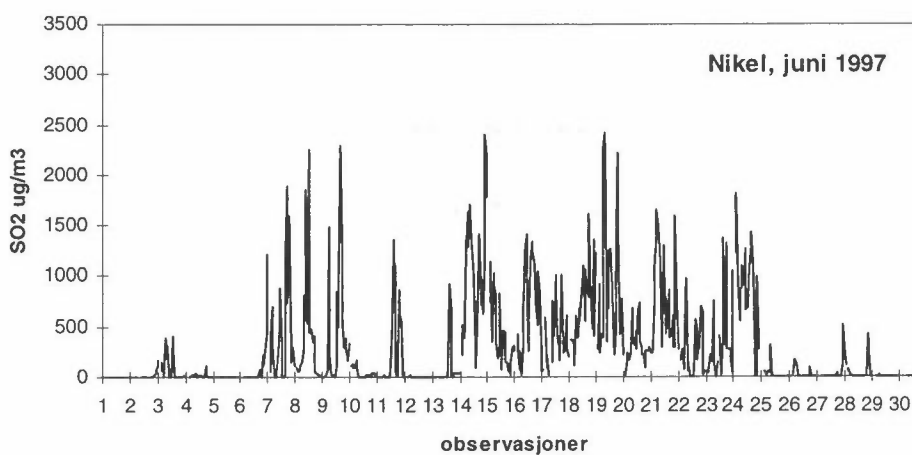
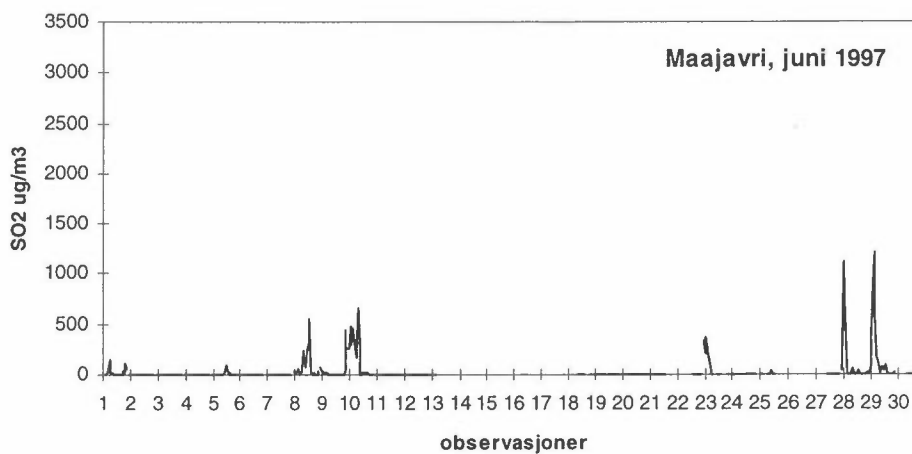
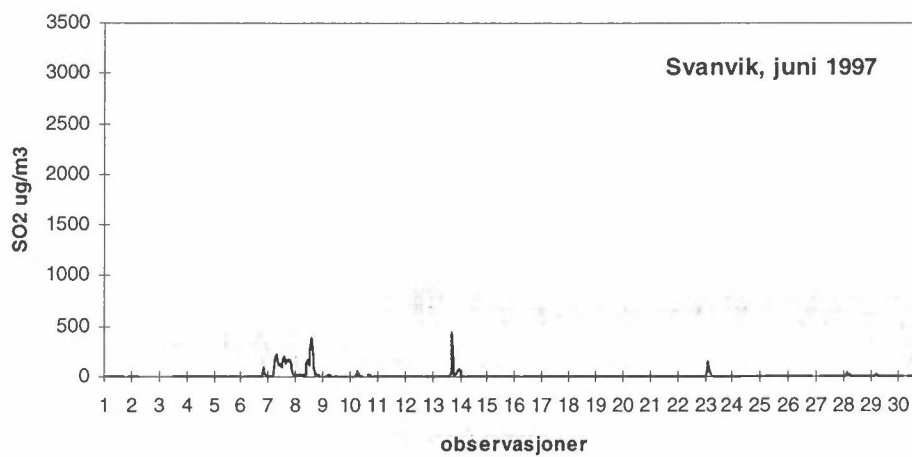
Antall obs. : 648

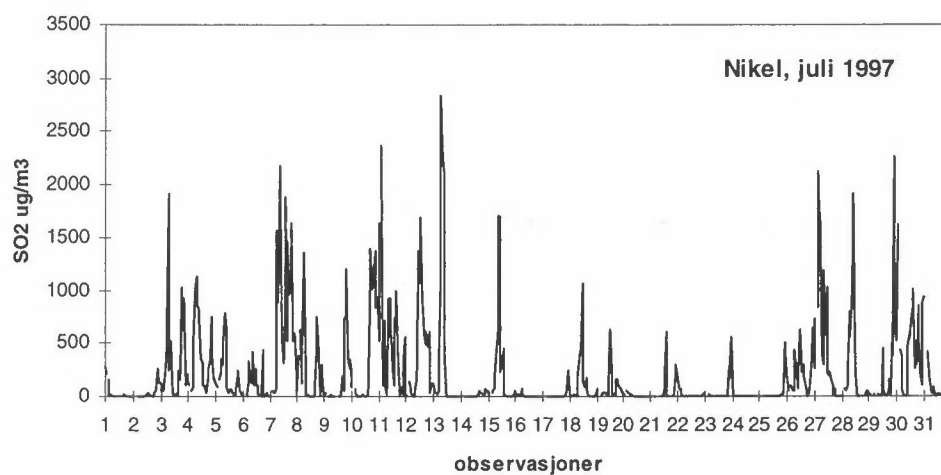
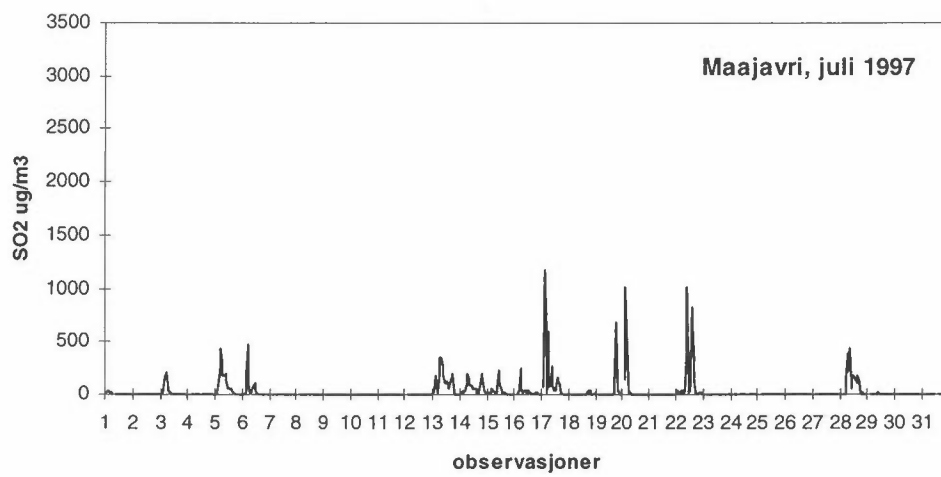
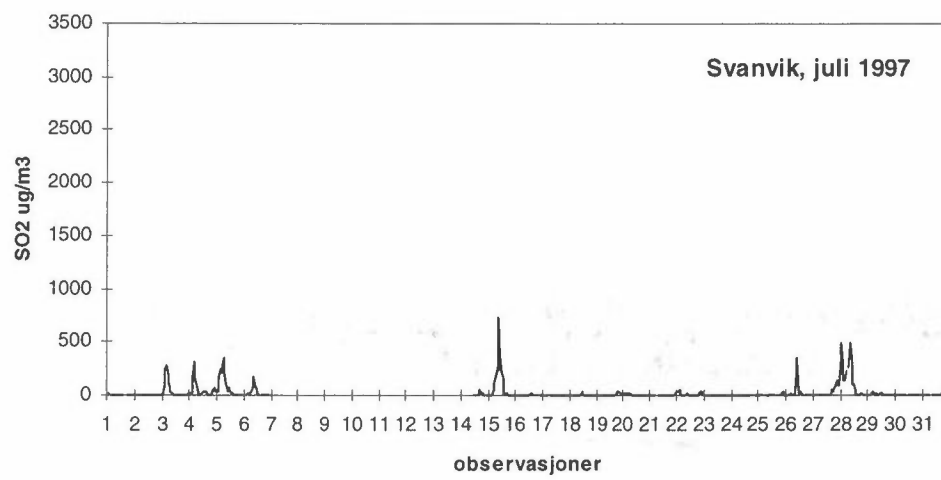
Vedlegg B

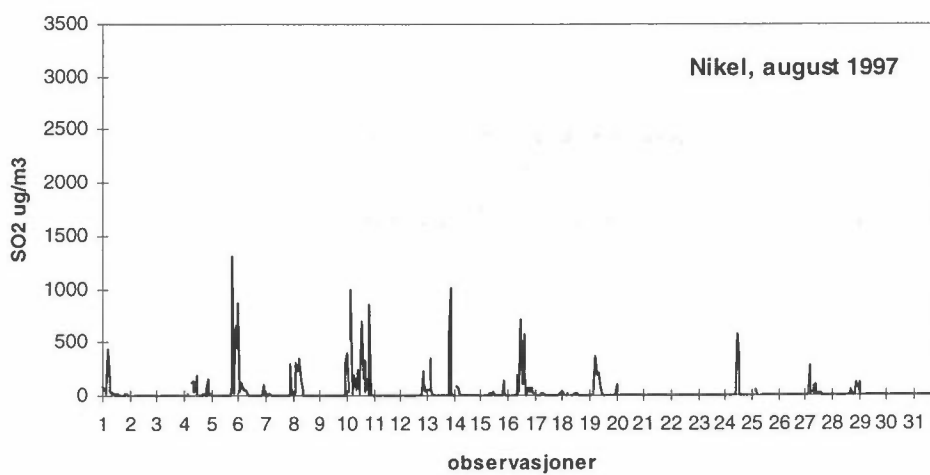
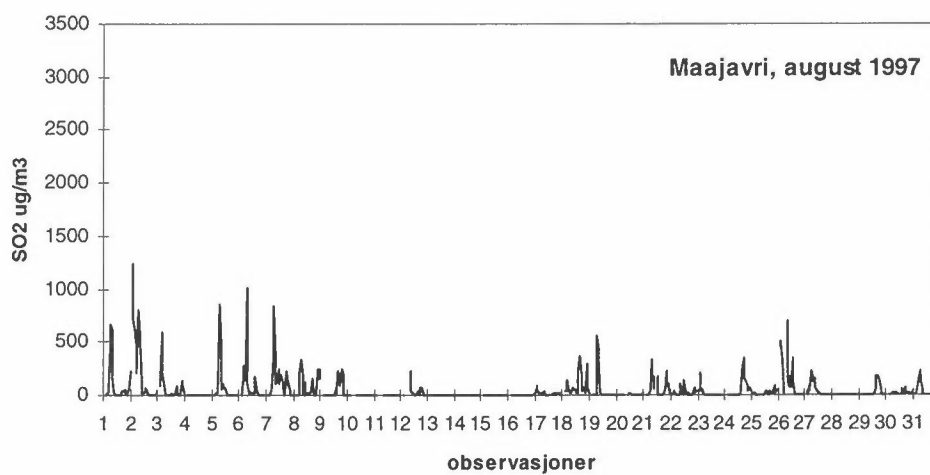
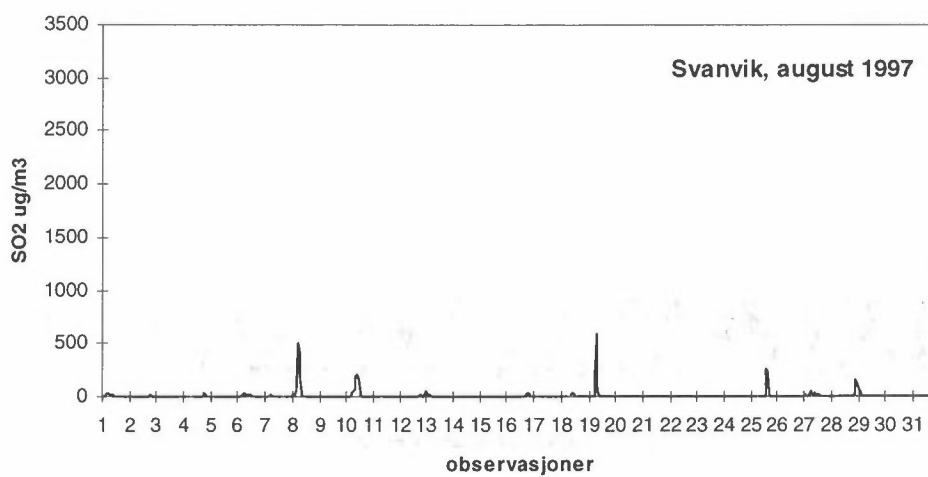
Plott av timemiddelerverdier av SO₂, april 1997-mars 1998

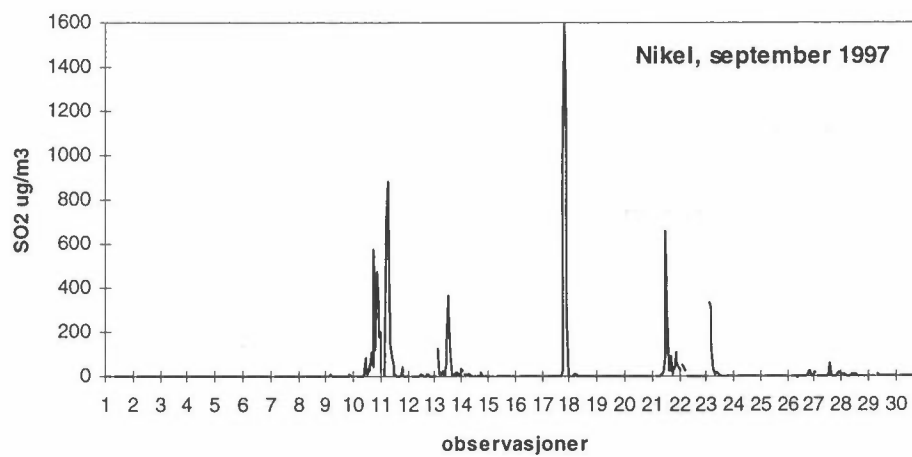
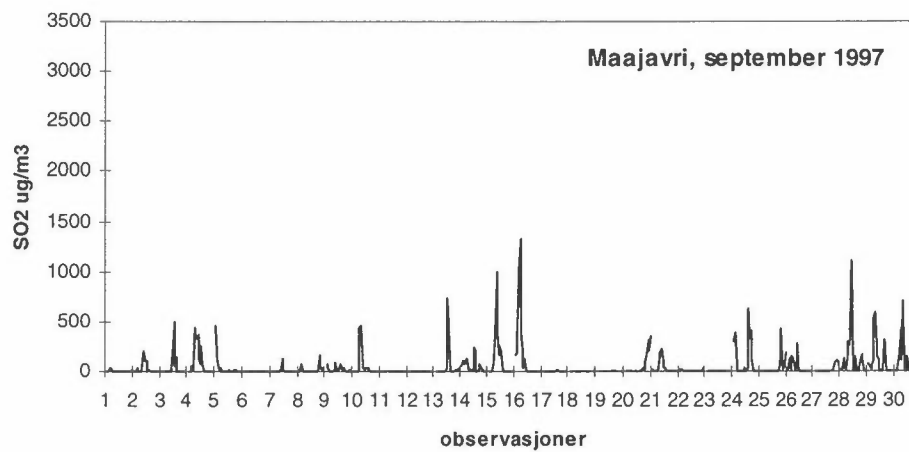
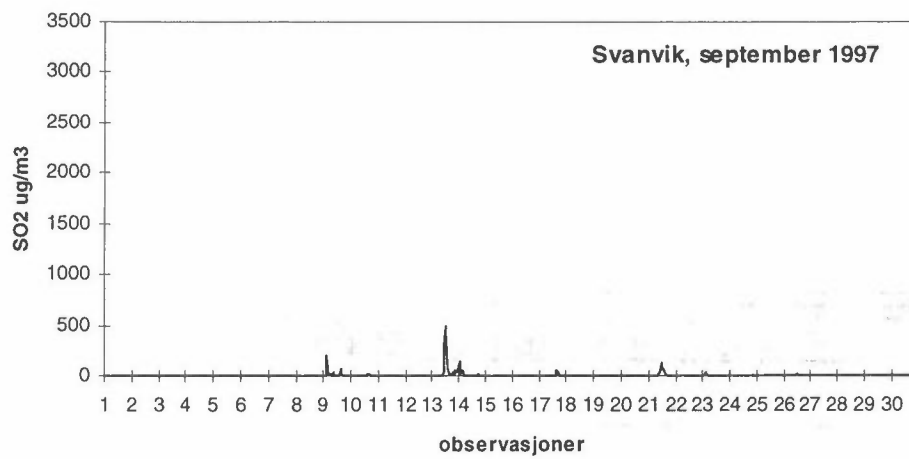


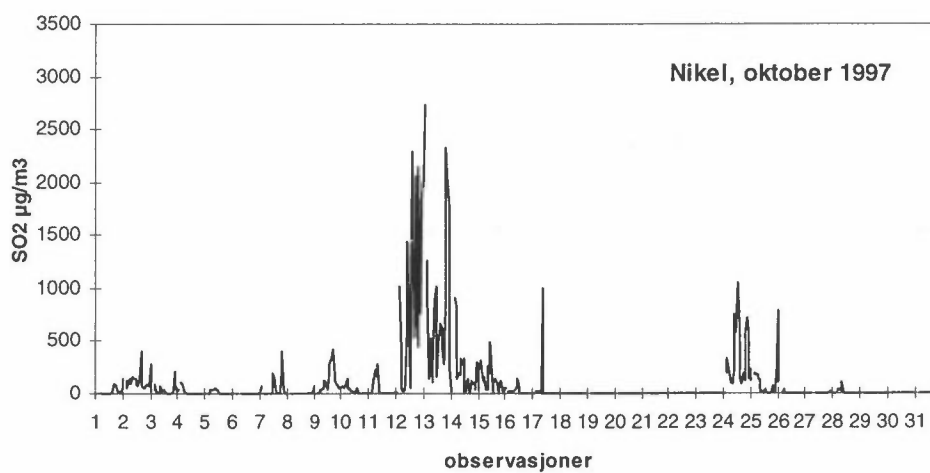
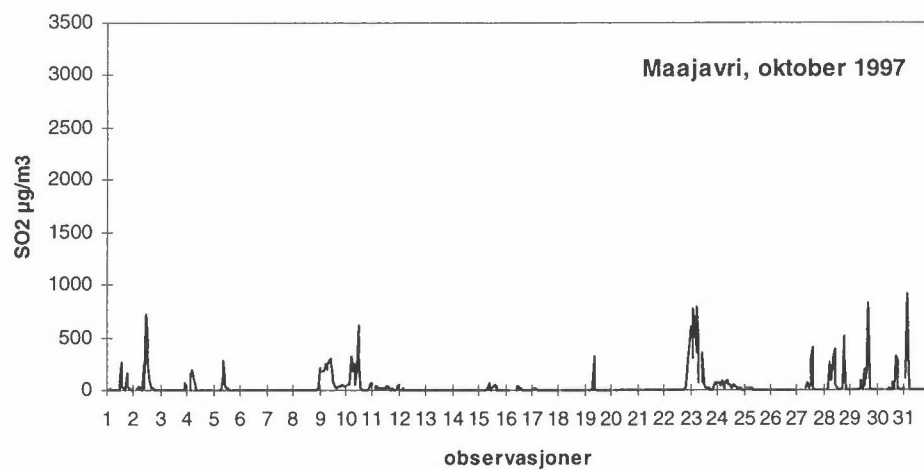
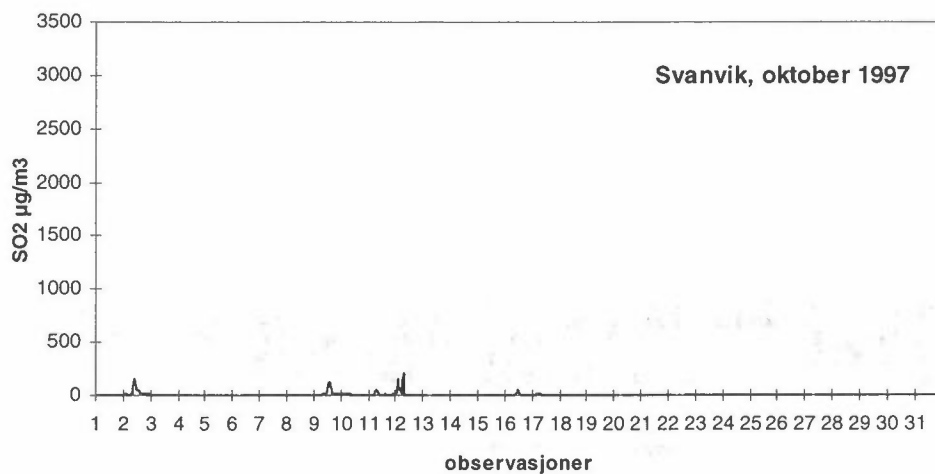


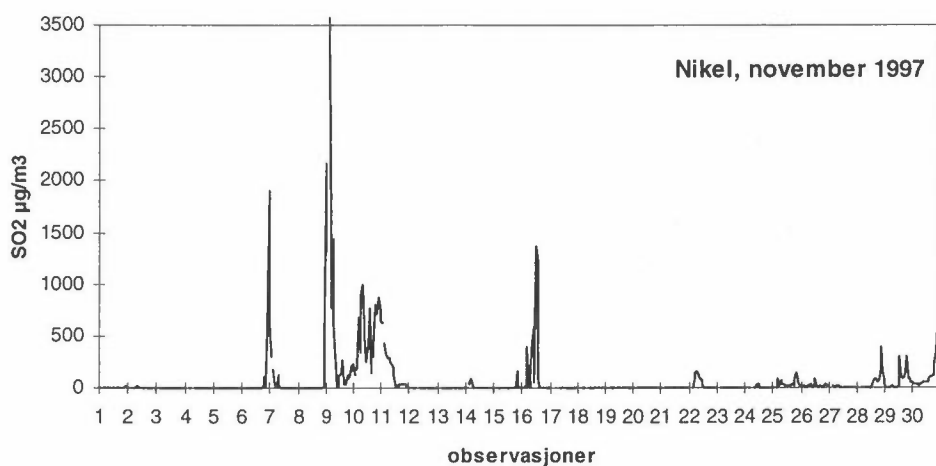
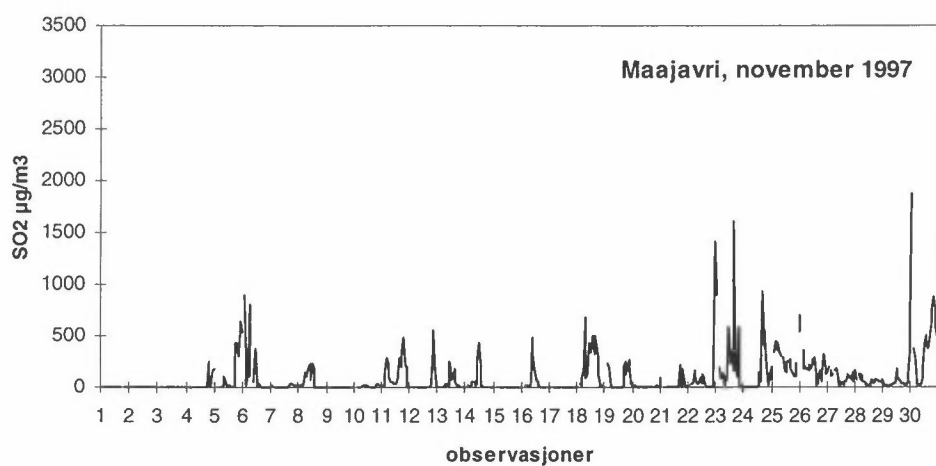
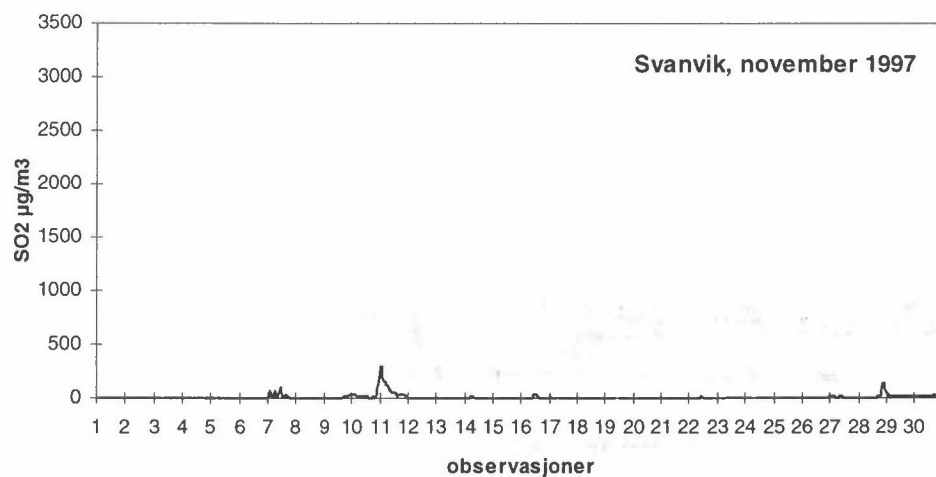


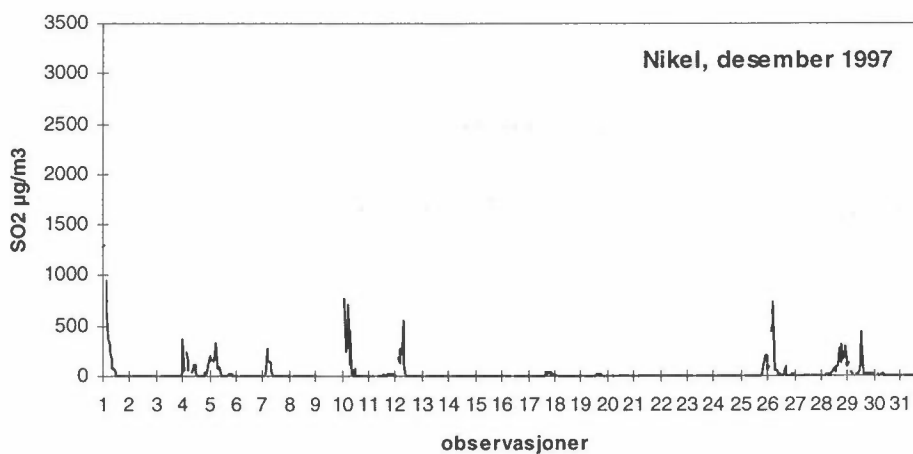
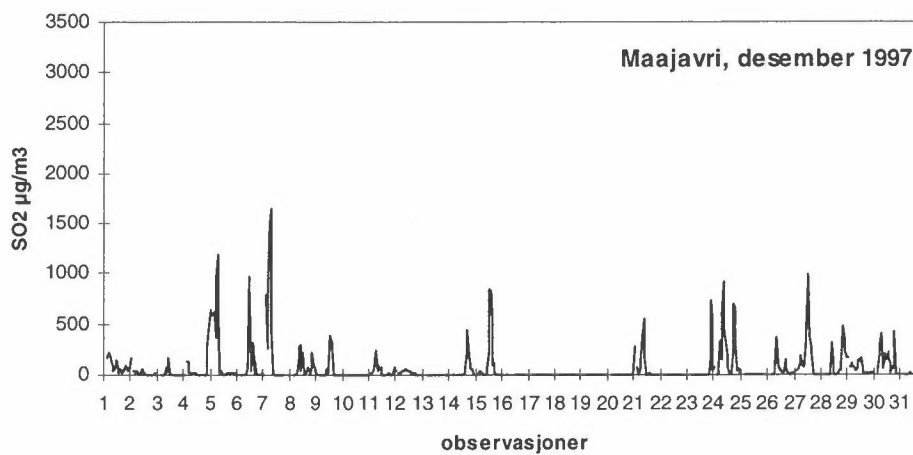
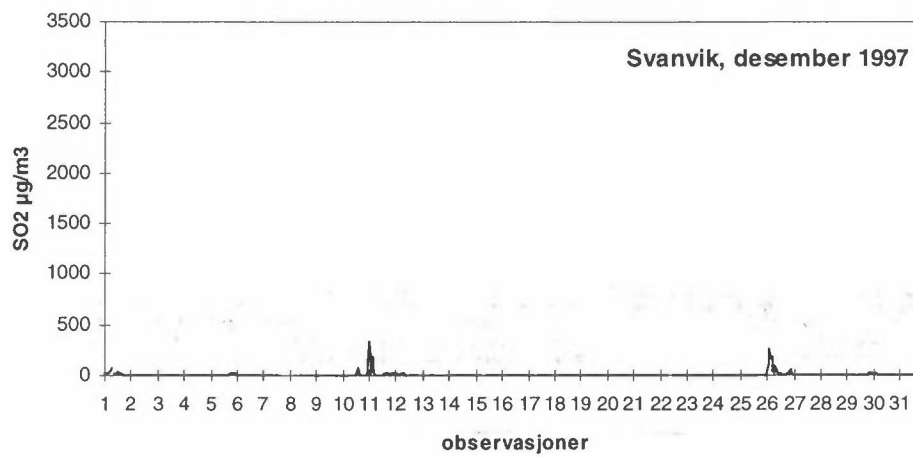


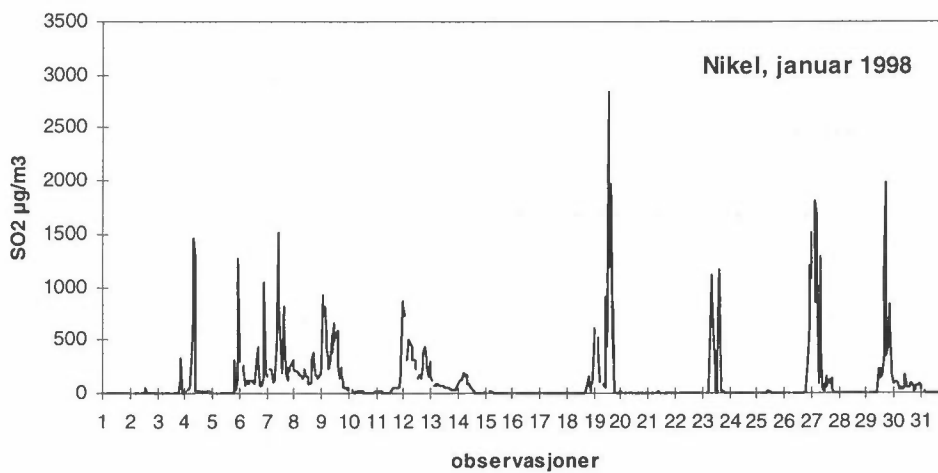
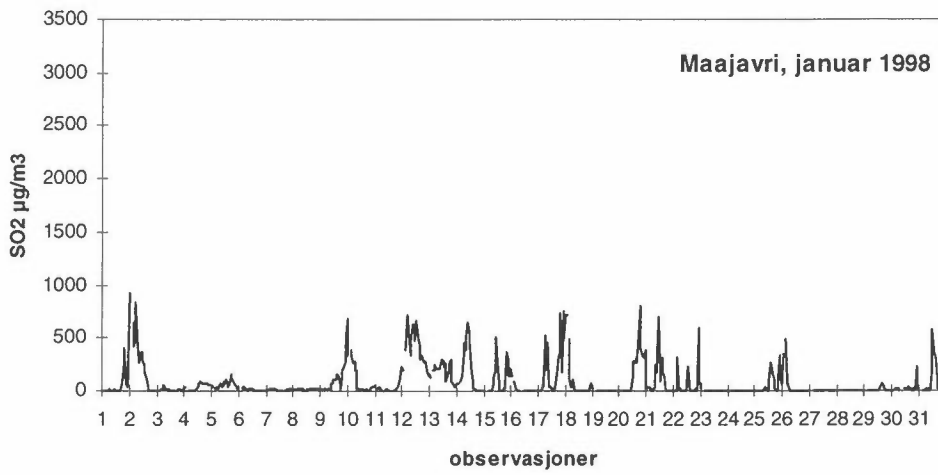
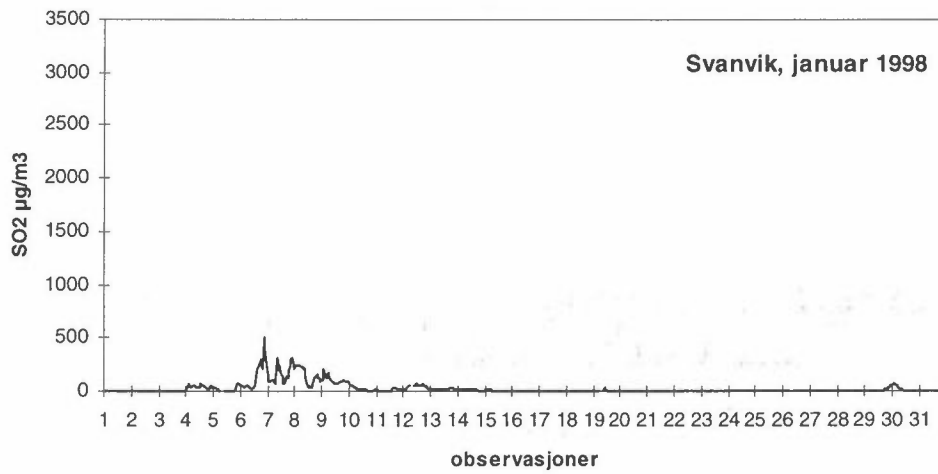


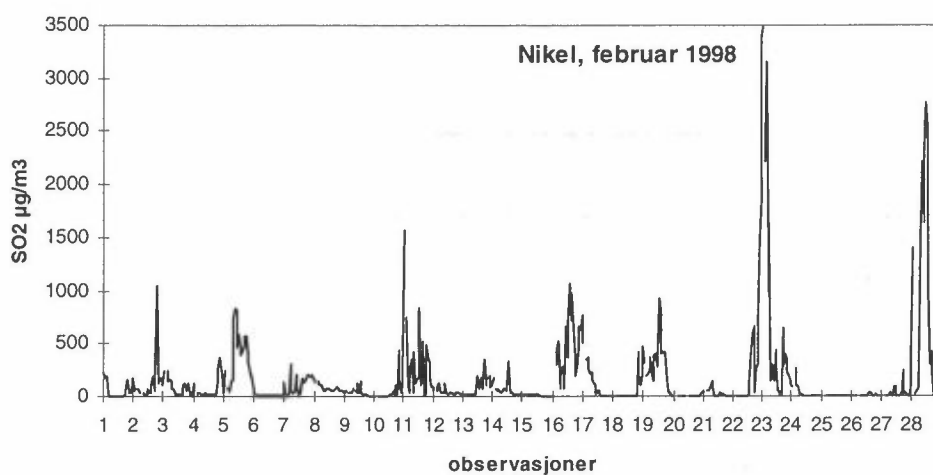
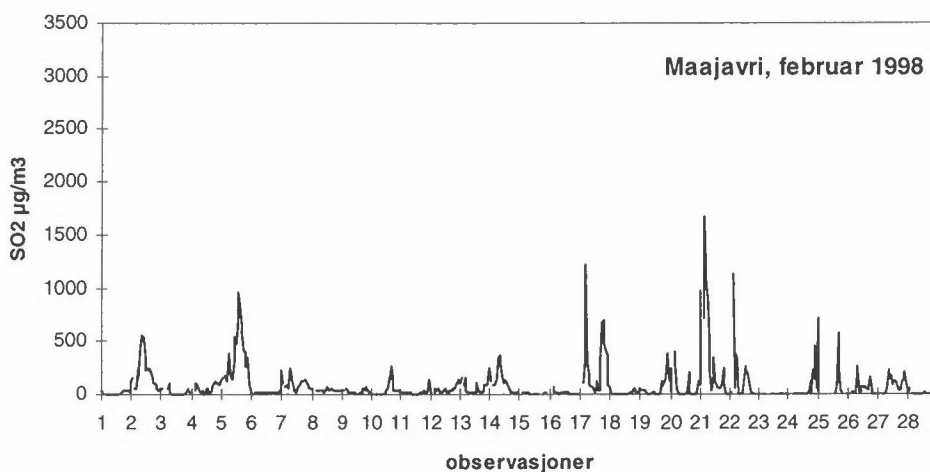
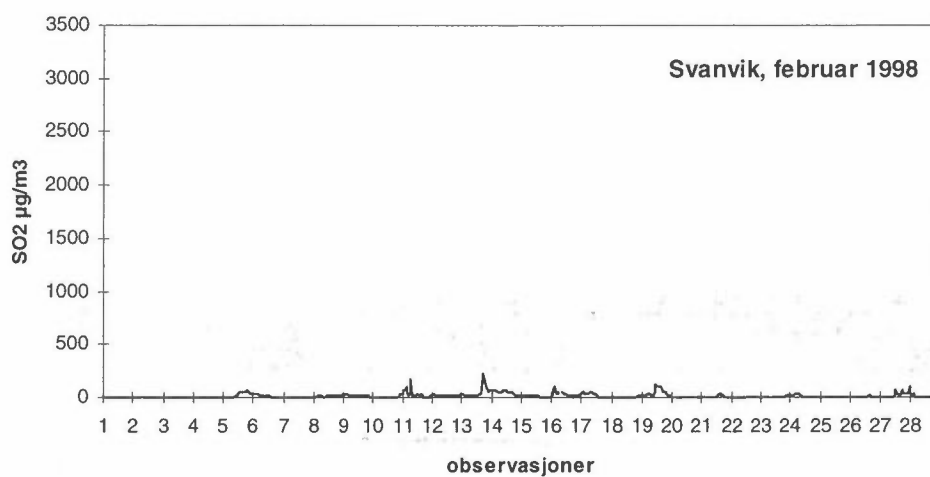


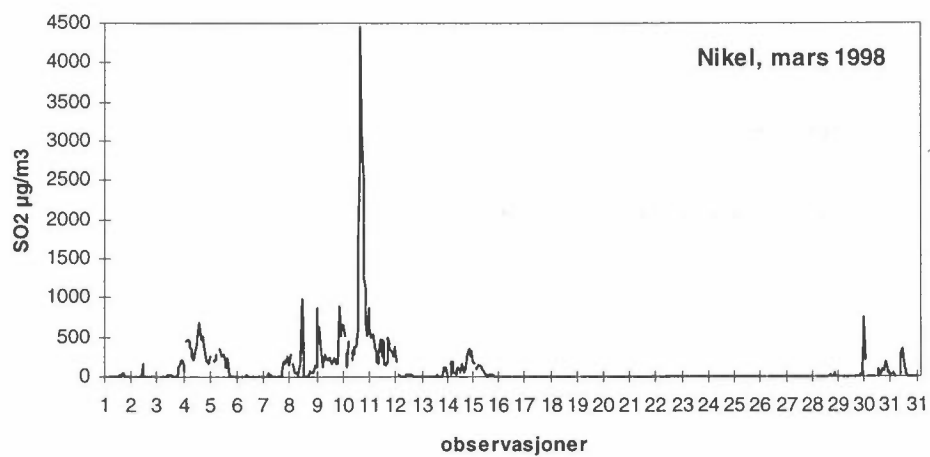
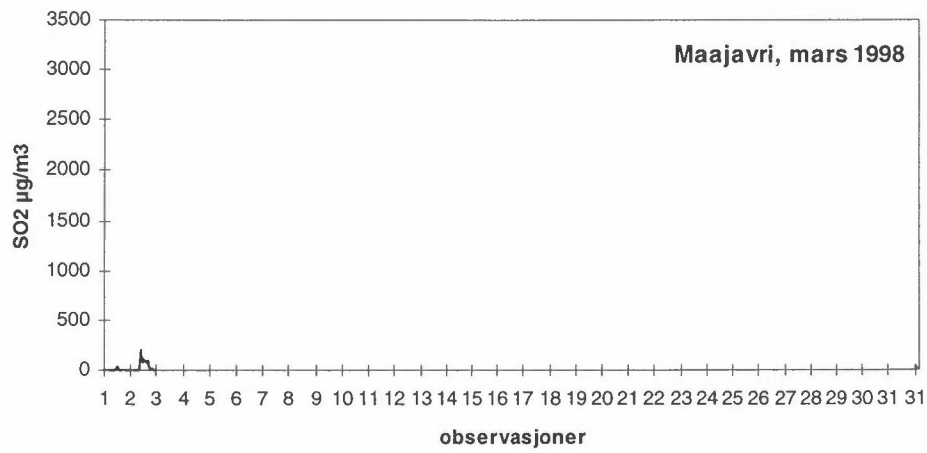
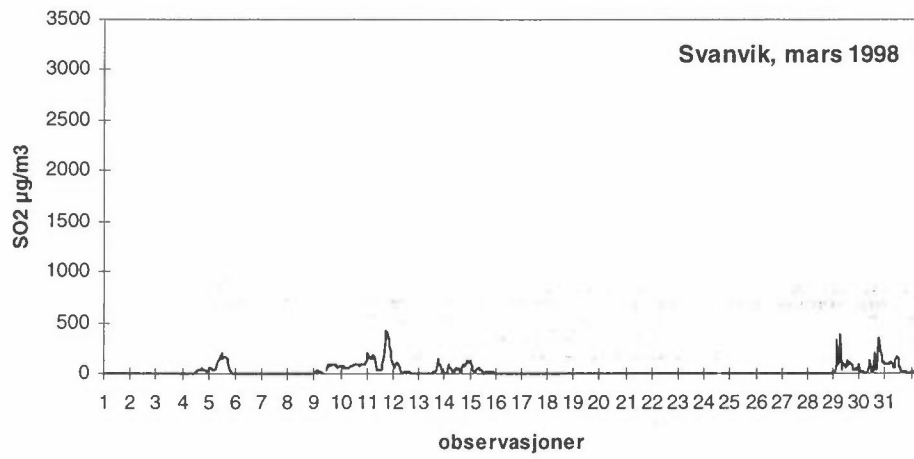














Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAKS RAPPORT	RAPPORT NR. OR 70/98	ISBN 82-425-1032-6 ISSN 0807-7207	
DATO 13.11.98	ANSV. SIGN. <i>Øystein Hor</i>	ANT. SIDER 84	PRIS NOK 135,-
TITTEL Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grenseområdene i Norge og Russland April 1997-mars 1998		PROSJEKTLEDER Bjarne Sivertsen	
		NILU PROSJEKT NR. O-8976	
FORFATTER(E) Leif Otto Hagen, Bjarne Sivertsen, Kari Arnesen og Bodil Innset		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. T. 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 i Svanvik i perioden var 732 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 April 1997-March 1998.			
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