



Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport nr.: 483/92

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn

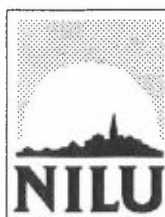
Deltakende institusjon: NILU

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

April — september 1991



TA-827/1992



Norsk institutt for luftforskning

NILU OR : 25/92
REFERANSE: O-8976
DATO : MARS 1992
ISBN : 82-425-0356-7

OVERVÅKING AV LUFT- OG NEDBØRKVALITET
I GRENSEOMRÅDENE I NORGE OG RUSSLAND

APRIL-SEPTEMBER 1991

L.O. Hagen og B. Sivertsen

Utført etter oppdrag fra
Statens forurensningstilsyn

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 64, 2001 LILLESTRØM
NORGE

FORORD

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

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

INNHOOLD

	Side
FORORD	1
SAMMENDRAG	5
SUMMARY	9
1 INNLEDNING	13
2 BASISUNDERSØKELSEN 1.10.1988-31.3.1991	14
3 MÅLEPROGRAM 1.4.-30.9.1991	17
4 MÅLERESULTATER APRIL-SEPTEMBER 1991	20
4.1 Meteorologiske forhold	20
4.1.1 Vindmålinger	21
4.1.2 Temperatur	25
4.1.3 Luftens relative fuktighet	26
4.2 Luftkvalitet	27
4.2.1 Svoveldioksid (SO ₂)	27
4.2.2 Svevestøv og tungmetaller	47
4.3 Nedbørkvalitet	48
5 MILJØVERN SAMARBEIDET MED RUSSLAND I GRENSEOMRÅDET .	58
6 REFERANSER	61

SAMMENDRAG

Målinger av luftforurensninger i Sør-Varanger har pågått siden 1974. For tiden måles Norges høyeste SO₂-konsentrasjoner i dette området. Det er funnet høye konsentrasjoner av tungmetallene krom, kobolt, kopper, nikkel, arsen og selen i mose og lav i undersøkelser i 1976, 1977, 1978, 1981 og 1990. En rekke innsjøer har mistet motstandskraften mot forsuring. Det er i lengre tid observert sviskader av SO₂ på blad og barnåler. Lavforekomsten er sterkt redusert i områder med høy SO₂-konsentrasjon.

Målingene inngår i Statlig program for forurensningsovervåking og har i sommerhalvåret 1991 omfattet luft- og nedbørkvalitet og meteorologiske forhold. Luftkvalitetsmålingene på norsk side av grensa omfattet svoveldioksid på seks stasjoner, samt svevestøv på én stasjon (Viksjøfjell). Nedbørkvalitet ble målt på tre stasjoner og meteorologiske forhold på to stasjoner. I tillegg har Det norske meteorologiske institutt to stasjoner i området. På russisk side er det målt konsentrasjoner av svoveldioksid, samt nedbørkvalitet på tre stasjoner. Hydrometeorologisk institutt i Murmansk har dessuten målinger av meteorologiske forhold i Nikel og Janiskoski.

De meteorologiske målingene i Sør-Varanger omfatter vindretning, vindstyrke, temperatur og relativ fuktighet i Svanvik og på Viksjøfjell, samt stabilitetsforhold og turbulens på Viksjøfjell. Vindmålingene i perioden april-september 1991 viste at vinder fra sørvestlig kant dominerte på Viksjøfjell, mens de hyppigste vindretningene i Svanvik var fra nordøst og sør-sørvest. Vindstyrken var langt høyere på Viksjøfjell (400 m o.h.) enn i Svanvik. Månedsmiddeltemperaturene i sommerhalvåret 1991 avvek lite fra normal sommertemperatur.

SO₂ måles med kontinuerlig registrerende instrumenter på Viksjøfjell, Svanvik og tre russiske stasjoner, og med NILUs døgnprøvetaker i Kirkenes, Karpdalen, Holmfoss, Svanvik og Noatun. 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.

På de målestasjonene som har hatt SO₂-målinger i mange år, Kirkenes, Karpdalen, Holmfoss og Svanvik, viste målingene i perioden april-september 1991 middelerverdier litt lavere eller på samme nivå sammenliknet med sommeren 1990. Sett over de siste årene er det en tendens til reduserte SO₂-konsentrasjoner i Sør-Varanger sommerstid.

Også på Viksjøfjell var middelerverdien av SO₂ litt lavere sommeren 1991 enn sommeren 1990, mens Noatun hadde uforandret nivå. Det ble målt korttidskonsentrasjoner (timemidler og døgnmidler) til dels langt over norske og internasjonale forslag til grenseverdier for luftkvalitet.

De fleste overskridelsene av grenseverdiene for SO₂ på norsk side ble målt på Viksjøfjell, mens den høyeste timemiddelerverdien, 1 528 µg/m³, ble målt i Svanvik. Vindforholdene i området er vanligvis slik at områdene mellom Viksjøfjell og grensa mot Russland er mest belastet. På Viksjøfjell var middelerverdien 19 µg/m³, høyeste døgnmiddelerverdi var 191 µg/m³, og høyeste timemiddelerverdi var 1 329 µg/m³ i sommerhalvåret 1991. Tilsvarende grenseverdier for luftkvalitet er satt til 40-60 µg/m³ som middelerverdi for seks måneder (norsk forslag), 100-150 µg/m³ som døgnmiddelerverdi (norsk forslag) og 350 µg/m³ som timemiddelerverdi (Verdens helseorganisasjon) for virkninger på helse. For virkninger på vegetasjon er grenseverdiene noe lavere.

På russisk side hadde både SOV 2 og SOV 3 høyere middelerverdi, høyere maksimal timemiddelerverdi og høyere frekvens av timemiddelerverdier over 350 µg/m³ enn de norske stasjonene.

Noatun og Kirkenes hadde ingen døgn med overskridelser av grenseverdien for døgnmiddel sommeren 1991. De kontinuerlige registreringene av SO₂ sammenholdt med vindretning viser klart at

nikkelverkene i Nikel og Zapoljarnij er hovedkildene til SO_2 i Sør-Varanger. Lokalt har imidlertid også utslippene fra A/S Sydvaranger i Kirkenes betydning. På russisk side var SOV 1 og SOV 2 mest belastet av utslippene i Nikel, mens SOV 3 synes å ha vært omtrent like mye belastet av utslippene i Nikel og Zapoljarnij sommeren 1991.

Målinger av svevestøv midlet over 2-3 døgn på Viksjøfjell viste konsentrasjoner godt under grenseverdien fra Verdens helseorganisasjon på $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som døgnmiddel. Middelerverdien sommeren 1991 var $5,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, og høyeste 2- eller 3-døgnsmiddelverdi var $17,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Analyser av tungmetaller i svevestøv for perioden 1.1.1990-31.3.1991 viste at konsentrasjonene av de fleste tungmetallene fulgte det samme mønstret som SO_2 -belastningen i området, og at konsentrasjonene var til dels betydelig høyere enn på bakgrunnsstasjonen Birkenes på Sørlandet.

Nedbørkvalitet ble målt på tre stasjoner på norsk side i sommerhalvåret 1991, Karpdalen, Svanvik (ledd i NISKS skogovervåkingsprogram) og Noatun. Prøvene ble tatt over en uke med skifte hver mandag, samt den første dagen i hver måned.

Målingene viste de laveste pH-verdiene i Karpdalen. I forhold til sommeren 1990 var det litt høyere pH-verdier i Svanvik og Noatun i 3. kvartal, mens det var liten forskjell i 2. kvartal.

Konsentrasjonene av NO_3 , NH_4 , Ca og K i nedbøren varierte ikke noe særlig mellom stasjonene. Ingen av stasjonene viste høye verdier sett i forhold til tidligere målinger i Svanvik og på bakgrunnsstasjoner ellers i landet. De målte konsentrasjonene av Cl, Mg og Na skyldes sjøsalt.

Nedbørprøvene analyseres også for konsentrasjonen av tungmetallene Pb, Cd, Zn, Ni, Cu, As, Co og Cr. I tillegg til avsetning med nedbør kan støvpartiklene sedimentere i prøvetakene i perioder uten nedbør. Konsentrasjonene av Pb, Cd og Zn var omtrent på samme nivå som det en vanligvis finner på bakgrunnsstasjonene på Østlandet og Sørlandet, men noe høyere enn

ellers i landet. Tungmetallene Ni, Cu og As slippes ut fra smelteverkene i Nikel og Zapoljarnij og er analysert i nedbøren i Svanvik siden mars 1987. I forhold til sommerhalvåret 1990 lå konsentrasjonene ved Svanvik sommeren 1991 noe høyere i 2. kvartal og noe lavere i 3. kvartal. Også ved Noatun var det noe høyere konsentrasjoner i 2. kvartal 1991 enn i 2. kvartal 1990, mens det var små forskjeller i 3. kvartal.

Det er gjennomført et felles måleprogram av luftkvalitet og nedbørkvalitet på tre stasjoner både på russisk og norsk side av grensa i perioden 1.1.1990-31.3.1991. Dette ble resultatet av drøftinger i 1989 i Arbeidsgruppen for luftforurensninger under Den blandete norsk-russiske kommisjon for samarbeid på miljøvernområdet. En ekspertgruppe har stått for planleggingen og gjennomføringen av måleprogrammet. Måleprogrammet omfattet nedbørkvalitet og konsentrasjoner av SO₂ og tungmetaller (Ni, Cu, Co, Cr og As). Norge har stilt til disposisjon nødvendig måleutstyr til de russiske stasjonene. SO₂-instrumentene er kontinuerlig registrerende og har utstyr for lagring av data. Svevestøvprøvene ble tatt som døgnmiddelverdier, mens nedbørkvalitet ble målt på ukebasis. Ved møter i ekspertgruppen og i den norsk-sovjetiske miljøvernkommisjonen i januar 1991 ble det vedtatt at måleprogrammet på de tre russiske stasjonene skal fortsette uforandret ut 1992, mens antall stasjoner på norsk side ble redusert fra tre til to fra 1.4.1991. På den tredje norske målestasjonen (Karpdalen) blir det imidlertid fortsatt døgnprøvetaking av SO₂. Innstallasjon av en ny kontinuerlig registrerende SO₂-monitor i byen Nikel ble gjennomført i september 1991.

Fellesprogrammet i grenseområdet omfatter også anvendelse av forskjellige typer modeller for lokal spredning av forurensninger over avstander inntil 100 km fra utslippskildene. Partene stiller nødvendige utslippsdata og meteorologiske data til rådighet.

AIR QUALITY MONITORING IN THE BORDER AREAS OF NORWAY AND RUSSIA

PROGRESS REPORT APRIL-SEPTEMBER 1991

SUMMARY

The Norwegian Institute for Air Research (NILU) has been measuring air pollutants close to the border between Norway and Russia since 1974. The Norwegian State Pollution Control Authority (SFT) asked NILU to plan and carry out a comprehensive investigation of air quality, precipitation chemistry, atmospheric corrosion and various environmental impacts starting from October 1988.

During the summer half year 1991 air quality data were collected at 6 locations, precipitation chemistry at 3 locations and meteorological parameters at 2 locations on the Norwegian side of the border. In Russia air quality and precipitation chemistry were measured at three locations and meteorological parameters at two locations.

SO₂ is measured continuously at Viksjøfjell, Svanvik, SOV 1, SOV 2 and SOV 3, while diurnal samples are collected at Kirkenes, Karpdalen, Holmfoss, Svanvik and Noatun. Continuous measurements of SO₂ are necessary to register the high short term peak concentrations during episodes. A typical feature of SO₂ concentrations at the monitoring stations is represented by low long term average concentrations whereas the peak values (less or equal to 24 hour averages) are well above air quality guidelines.

During the summer season 1991 (April-September) the general SO₂ concentrations at the Norwegian monitoring stations were somewhat lower or at the same level compared to the summer season 1990 and lower than during earlier summer seasons. The short

term average concentrations were far above the Norwegian and international guidelines. At Viksjøfjell, where the highest values were most often measured, the average value during the monitoring period was $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$, the highest 24-hour average was $191 \mu\text{g}/\text{m}^3$, and the highest 1-hour average value was $1\ 329 \mu\text{g}/\text{m}^3$. The guidelines for protection of human health are $40\text{--}60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Norway), $100\text{--}150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Norway) and $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (World Health Organization - WHO), respectively. The guidelines for protection of vegetation are even lower. At SOV 2 and SOV 3 the average value during the summer half year, the highest 1-hour average value and the frequency of 1-hour average values above $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ were higher than at the Norwegian stations.

The measurements show that SO_2 concentrations increase from southwest towards northeast in Sør-Varanger and that they are even higher on the Russian side of the border.

Measurements of suspended particles at Viksjøfjell also show concentrations well below the guideline values suggested by WHO. Analyses of metals in the air collected on filters from the period January 1990-March 1990 showed that the concentrations of most of the metals followed the same pattern as SO_2 in the area. The concentrations, however, were considerably higher than at background stations in the southern part of Norway.

Measurements of precipitation chemistry indicated that the pH-value in precipitation were lower in Karpdalen than in Svanvik and Noatun. The concentrations of NO_3 , NH_4 , Ca and K in precipitation were uniformly distributed over the area. Concentrations of Pb, Cd and Zn during the summer 1991 were at the same level as the concentrations usually found at background stations in the south-eastern part of Norway, but higher than in the western and northern part of the country.

From 1990 a joint programme for studying air quality and precipitation chemistry was carried out at three sites on each side of the Norwegian-Russian border. The Norwegian measuring sites were Viksjøfjell, Karpdalen and Svanvik. The measurements on

the Russian side of the border were started in January/February 1990, and SO₂ data for the whole period have been exchanged between the two countries.

In January 1991 it was decided that the continuous SO₂ measurements on the Russian side of the border should continue unchanged during 1991 and 1992, while one of the three Norwegian sites (Karpdalen) only should collect 24 hour samples of SO₂ from 1. April 1991.

After discussions with the Pechenganikel combine and the Murmansk hydromet a new SO₂ monitoring station was established inside the town of Nikel in September 1991.

OVERVÅKING AV LUFT- OG NEDBØRKVALITET I GRENSEOMRÅDENE I NORGE OG RUSSLAND

APRIL-SEPTEMBER 1991

1 INNLEDNING

Luftforurensningene i Sør-Varanger har vært betydelige i flere 10-år. Store utslipp av SO₂ og tungmetaller fra smelteverk i daværende Sovjetunionen (og tidligere Finland) har foregått siden før 2. verdenskrig.

I 1974 opprettet Norsk institutt for luftforskning (NILU) en målestasjon i Svanvik for døgnmålinger av SO₂. Samtidig ble det opprettet fem stasjoner i Kirkenes og en stasjon på Hesseng, ca. 5 km sør for Kirkenes. Stasjonene i Kirkenes og omegn ble valgt for å måle forurensningene fra A/S Sydvaranger i Kirkenes. En av disse stasjonene, Rådhuset i Kirkenes, er stadig i drift.

I 1978 ble to nye stasjoner, Holmfoss og Jarfjordbotn, satt i drift. I august 1986 ble stasjonen i Jarfjordbotn erstattet av Karpdalen. Etter at smeltehytta i Sulitjelma ble nedlagt, måles Norges høyeste SO₂-konsentrasjoner i Sør-Varanger (se f.eks. Hagen, 1991). Avsetning av tungmetaller på mose og lav ble undersøkt i 1976 og 1977 (Rambæk og Steinnes, 1980), i 1978 og 1981 (Schjoldager, 1979; Schjoldager et al., 1983) og i 1990. Det er funnet høye konsentrasjoner av krom, kobolt, kopper, nikkel, arsen og selen. Maksimumskonsentrasjonen av nikkel i etasjehusmose, 200 ppm, er den høyeste som er målt i Norden.

Virkninger av luftforurensningene er bl.a. undersøkt av NIVA, NISK og Botanisk institutt, AVH. Forsuringen av innsjøer i Sør-Varanger har stadig økt fra 1966 til 1986. SFT/NIVAs "1000-sjøers-undersøkelse" i 1986 konkluderer med at en rekke innsjøer nå har mistet motstandskraften mot forsuring, og det

er sannsynlig at utviklingen ikke har stoppet. Innsjøsedimenter viser forhøyede konsentrasjoner av tungmetaller (SFT, 1987).

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

AVHs rapport om lavforekomst viser sterkt reduserte mengder i de områdene der tungmetallkonsentrasjonen har vært størst, og der det er grunn til å anta at SO₂-konsentrasjonen er høyest (Bruteig, 1984). FORUT har rapportert at reinbeitekapasiteten om vinteren har blitt redusert fra ca. 1 800 til ca. 200 rein siden 1973 på grunn av forurensningen (Tømmervik et al., 1989).

2 BASISUNDERSØKELSEN 1.10.1988-31.3.1991

I juli 1988 fikk NILU i oppdrag fra Statens forurensningstilsyn å foreta en detaljert planlegging av en omfattende undersøkelse (basisundersøkelse) i grenseområdene mot Russland. Planleggingen ble gjennomført i samarbeid med følgende institusjoner, som hver utarbeidet forslag til egne delundersøkelser:

- Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
- Norsk institutt for skogforskning (NISK)
- Forskningsstiftelsen ved Universitetet i Tromsø (FORUT)
- Den allmennvitenskapelige høgskolen (AVH), Botanisk institutt
- Den allmennvitenskapelige høgskolen (AVH), Kjemisk institutt
- Norges veterinærhøgskole (NVH)

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.

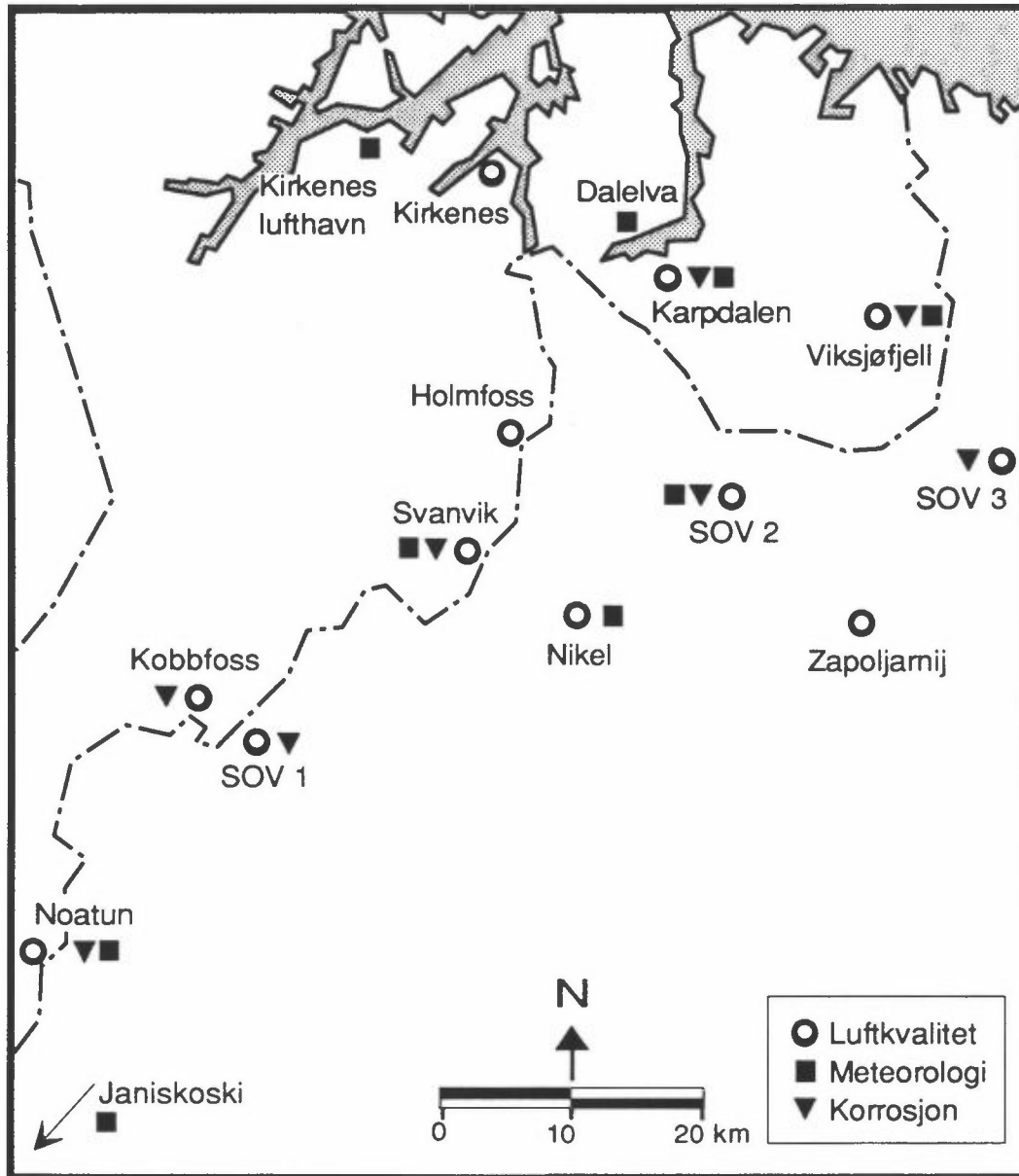
Punkt 1 ble foreslått gjennomført av NILU, punkt 2 av NIVA og punkt 3 av NISK, FORUT, AVH og NVH.

NILUs aktiviteter i basisundersøkelsen omfattet:

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

Figur 1 viser en oversikt over målestasjoner for luft- og nedbørkvalitet og meteorologiske forhold under basisundersøkelsen 1988-1991. Som følge av miljøvernavtalen mellom Norge og den daværende Sovjetunionen ble det i januar/februar 1990 satt igang målinger av luft- og nedbørkvalitet på tre stasjoner på russisk side. Måleutstyret ble stilt til disposisjon fra norsk side.

Resultatene fra basisundersøkelsen på norsk side i perioden 1.10.1988-31.3.1991 er presentert i fem halvårlige framdriftsrapporter (Hagen et al., 1989, 1990a, 1990b, 1991a, 1991b). Resultatene fra det felles norsk-russiske programmet i perioden 1.1.1990-31.3.1991 er presentert i en felles rapport på engelsk (Sivertsen et al., 1992) og en norsk vedleggsrapport (Sivertsen et al., 1991).



Figur 1: Målestasjoner for luftkvalitet, meteorologiske forhold (inkl. nedbørkvalitet) og korrosjon i Sør-Varanger og målestasjoner for luft- og nedbørkvalitet på russisk side. Målingene på SOV 1, SOV 2 og SOV 3 startet i januar/februar 1990, mens målingene i Nikel startet i september 1991.

I rapportene konkluderes det med at luftforurensningene i området hovedsakelig skyldes utslippene fra smelteverkene i Nikel og Zapoljarnij og at det største problemet er knyttet til svært høye konsentrasjoner av svoveldioksid (SO_2) i korte perioder ("episoder") under spesielle meteorologiske forhold. Analyser av tungmetaller i svevestøv viser konsentrasjoner av nikkell, kopper, arsen og kobolt som er 5-20 ganger høyere enn ved målesteder i Sør-Norge utsatt for langtransporterte luftforurensninger. Både SO_2 - og tungmetallbelastningen og korrosjonshastigheten var størst på Jarfjordfjellet i nordøst og avtok sørover i Pasvik.

Dersom Verdens helseorganisasjons grenseverdi for SO_2 skal overholdes i episoder i verkenes nærområder, der de diffuse utslippene i lav høyde dominerer, må utslippene reduseres til mindre enn 8% av dagens nivå og til 10-15% på større avstander, der utslippene fra høye skorsteiner dominerer. Med strengere krav til luftkvalitet, knyttet til skogskader, blir kravet til reduksjon av utslippene ytterligere skjerpet.

3 MÅLEPROGRAM 1.4-30.9.1991

Måleprogrammet i grenseområdene i Norge og Russland diskuteres jevnlig i Ekspertgruppen for studier av lokale luftforurensningsproblemer under Den blandete norsk-russiske kommisjon for samarbeid på miljøvernområdet. På norsk side er måleprogrammet for luftkvalitet noe redusert siden basisundersøkelsen, og korrosjonsprogrammet er avsluttet. På russisk side fortsetter målingene av luft- og nedbørkvalitet uforandret på de tre opprinnelige stedene. I tillegg er det startet SO_2 -målinger i byen Nikel og vind- og svevestøvmålinger på SOV 2.

Måleprogrammet for luft- og nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i Sør-Varanger i sommerhalvåret 1991 er vist i tabell 1 og 2.

Tabell 1: Måleprogram for luftkvalitet i Sør-Varanger i perioden 1.4.-30.9.1991.

Stasjon	SO ₂		Svevestøv
	Døgnverdier	Timeverdier	2+2+3 ¹ døgn
Viksjøfjell		x	x
Karpdalen	x		
Kirkenes	x		
Holmfoss	x		
Svanvik	x	x	
Noatun ²	x		

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

2 SO₂-målingene avsluttet 16.8.1991.

Tabell 2: Måleprogram for nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i Sør-Varanger i perioden 1.4.-30.9.1991.

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

På Viksjøfjell og i Svanvik måles SO₂ med kontinuerlig registrerende instrumenter. Stasjonene har oppringt samband, slik at stasjonene kan kontrolleres og data overføres til NILU til enhver tid. På fem av stasjonene er det også døgnprøvetakere av SO₂. Stasjonen i Kirkenes drives og analyseres av A/S Sydvaranger. Prøver fra de øvrige stasjonene analyseres på NILU. SO₂-målingene på Noatun ble avsluttet i august 1991.

På Viksjøfjell tas det prøver av svevestøv med en to-filterprøvetaker, som deler støvet i grov- og finfraksjon. Slike målinger er også startet i Svanvik (oktober 1991) og på SOV 2

(september 1991). I perioden 1.1.1990-31.3.1991 ble det også tatt svevestøvprøver på filtre i døgnprøvetakerne for SO_2 . Her var luftvolumet for lite til å bestemme svevestøvmengden, men analyser av tungmetaller ble gjennomført.

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

Målinger av vindretning og vindstyrke 10 m over bakken i Svanvik har siden 1978 inngått som en del av den rutinemessige overvåkingen av SO_2 -konsentrasjoner i luft. Temperatur og fuktighet er målt siden 1984 som en del av en landsomfattende overvåking av korrosjonsforhold. Fra slutten av mai 1991 har Statens forskningsstasjoner i landbruk (SFL) i Svanvik opprettet en kontinuerlig registrerende værstasjon med oppringt samband som bl.a. gir timeverdier av temperatur, relativ fuktighet vindstyrke og nedbør.

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

Det norske meteorologiske institutt (DNMI) har værstasjoner på Kirkenes lufthavn (Høybukthoen) og i Pasvik (som ligger på Noatun). Her fås data for vindretning, vindstyrke, temperatur, nedbør og luftfuktighet 3-4 ganger i døgnet.

Svanvik har en av seks stasjoner i et landsomfattende overvåkingsprogram for korrosjon, og stasjonen ble startet i august 1984 (Anda og Henriksen, 1988). Det totale eksponeringsprogrammet er noe mer omfattende enn det fellesprogrammet som ble gjennomført på fem stasjoner i Sør-Varanger i basisundersøkelsen. Blant annet inngår også plater av kopper og aluminium i programmet.

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

Svanvik har også én av 20 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, 1991).

4 MÅLERESULTATER APRIL-SEPTEMBER 1991

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

4.1 METEOROLOGISKE FORHOLD

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

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

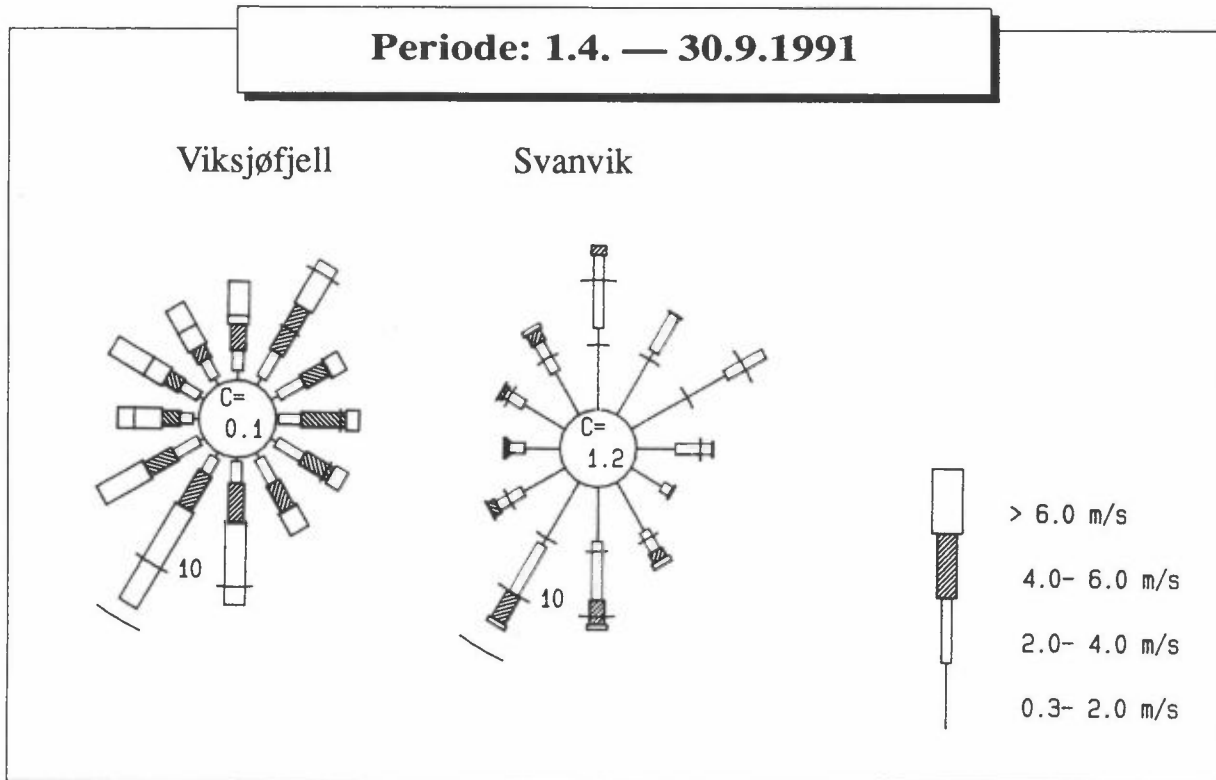
Målinger fra DNMI's stasjoner Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun) benyttes for å vurdere representativiteten av temperatur- og fuktighetsmålingene.

4.1.1 Vindmålinger

Figur 2 viser vindroser for perioden april-september 1991 fra Viksjøfjell og Svanvik. Vindrosene viser frekvensen av vind i tolv 30 graders sektorer, dvs. hvor ofte det blåser fra disse retningene. Frekvensene er gitt for følgende tolv 30°-sektorer: nord (360°, dvs. alle målinger i 10°-sektorene 350°, 360° og 10°), nord-nordøst (30°), øst-nordøst (60°), øst (90°), øst-sørøst (120°), sør-sørøst (150°), sør (180°), sør-sørvest (210°), vest-sørvest (240°), vest (270°), vest-nordvest (300°) og nord-nordvest (330°). Symbolet C i midten av vindrosene står for frekvensen av vindstille. Med vindstille menes her at time-middelvindstyrken har vært mindre enn 0,3 m/s.

Fra 20.8.1991 måles vindretningen på Viksjøfjell 10 m over bakken mot tidligere 25 m over bakken. I vindrosa fra Viksjøfjell i figur 2 for perioden 1.4.-30.9.1991 inngår derfor vindmålinger fra 25 m over bakken fram til 20.8. og deretter vindmålinger tatt 10 m over bakken. I Svanvik utføres vindmålingene 10 m over bakken.

Vindrosene fra Viksjøfjell viser at vind fra sør og sør-sørvest forekom hyppigst i perioden april-september 1991, ialt ca. 23% av tiden. Vind fra østlig og vestlig kant hadde lavest hyppighet. Figuren viser også at frekvensen av vindstyrker over 6 m/s var størst ved vind fra sørlige og sørvestlige retninger og lavest ved vind fra østlige retninger.



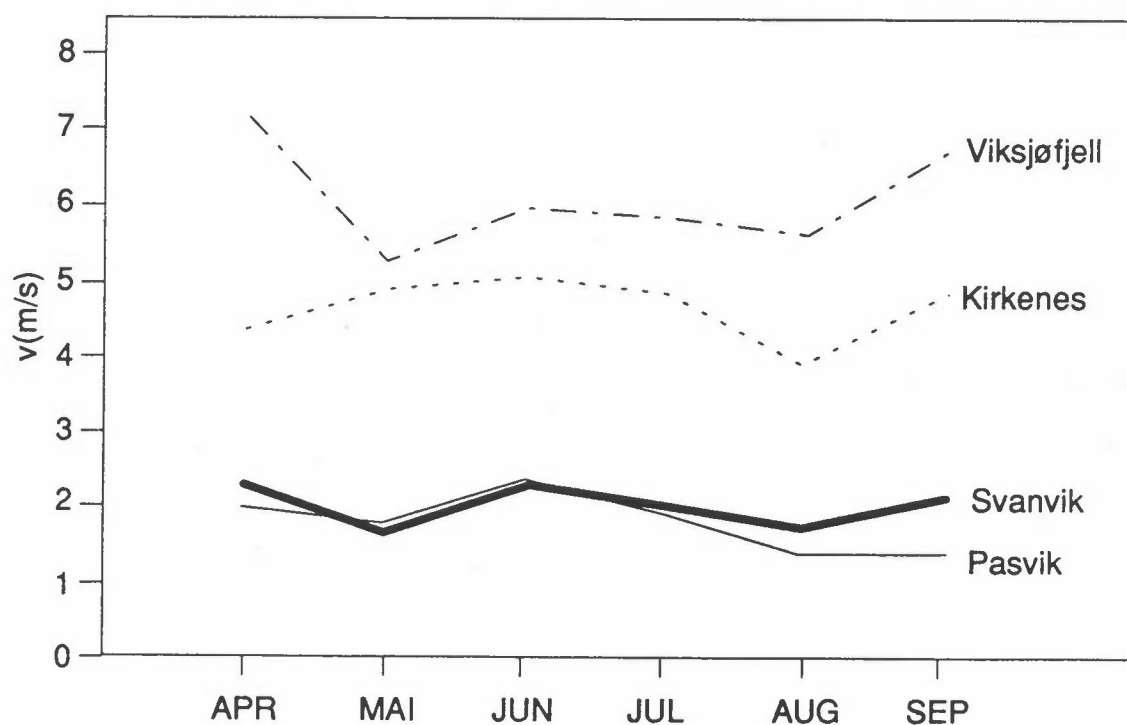
Figur 2: Vindroser for perioden april-september 1991 fra Viksjøfjell og Svanvik.

På Viksjøfjell var det liten forskjell mellom vindrosene fra sommeren 1990 og sommeren 1991 bortsett fra litt høyere frekvens fra nord-nordøst og sør og litt lavere frekvens fra vest-sørvest sommeren 1991.

I Svanvik var de hyppigste vindretningene fra nord, øst-nordøst og sør-sørvest sommeren 1991. Hovedvindretningene følger dalføret. I forhold til Viksjøfjell var det i Svanvik litt høyere frekvens fra nordlige og nordøstlige retninger og litt lavere frekvens fra østlige og vestlige retninger.

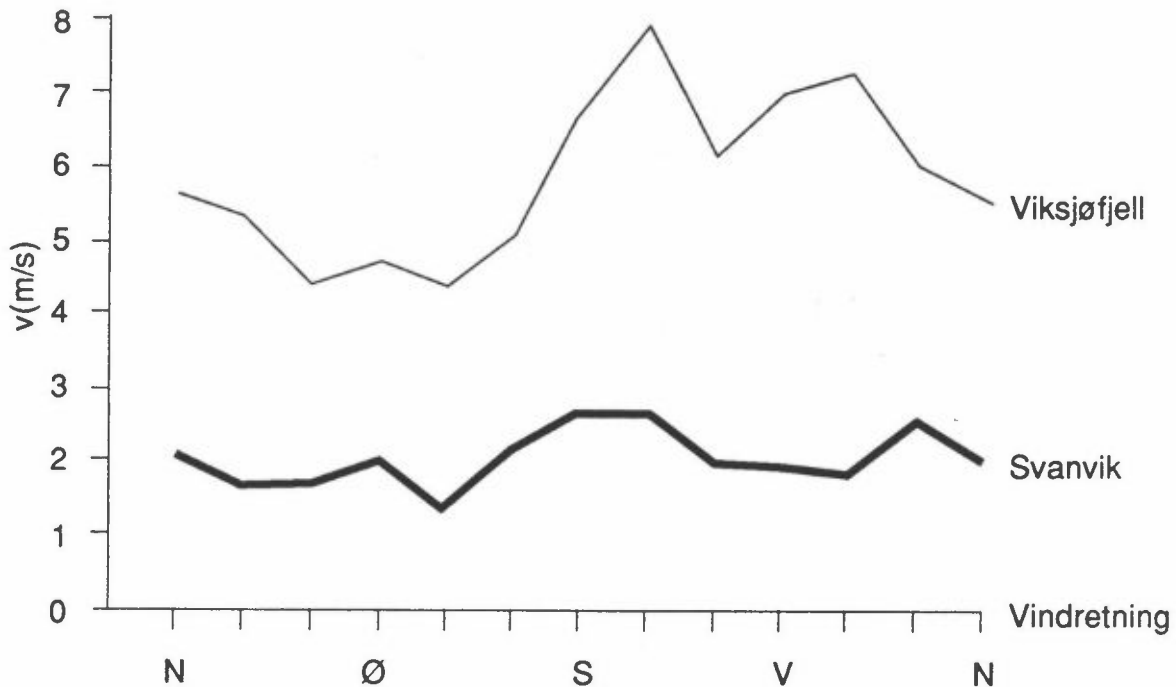
Frekvensen av sterk vind (over 6 m/s) var langt høyere på Viksjøfjell enn i Svanvik og forekom oftest ved vind fra sør, sør-sørvest og vest-nordvest. Vindstille var det bare i 0,1% av tiden på Viksjøfjell sommeren 1991, mens Svanvik hadde 1,2% vindstille.

Figur 3 viser midlere vindstyrke for hver måned i perioden april-september 1991 på Viksjøfjell, Svanvik og DNMI's stasjoner Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun). Figuren viser at det blåste sterkest på Viksjøfjell. I Svanvik og i Pasvik var vindstyrken vesentlig lavere. Pasvik (Noatun) ligger lengst fra kysten og hadde svakest vind i april, juli, august og september, mens Svanvik hadde svakest vind i mai og juni. I forhold til sommeren 1990 var det sommeren 1991 noe lavere vindstyrker i april og mai på alle stasjonene, mens det i de øvrige månedene var liten forskjell eller litt høyere vindstyrke.



Figur 3: Midlere vindstyrke for hver måned i perioden april-september 1991 på Viksjøfjell, Kirkenes lufthavn, Svanvik og Pasvik (Noatun) (m/s).

Figur 4 viser at vind fra sør-sørvest var sterkest på Viksjøfjell, mens vind fra østlig kant var svakest. I Svanvik var det liten forskjell i vindstyrken i de forskjellige retningene, men vind fra østlige retninger var noe svakere enn vind fra sør, sør-sørvest og nord-nordvest.



Figur 4: Midlere vindstyrke i perioden april-september 1991 fordelt på 12 vindsektorer på Viksjøfjell og i Svanvik (m/s).

Tabell 4 viser frekvensen av vind i forskjellige vindstyrkeklasser. På Viksjøfjell var timemiddelvindstyrken over 6 m/s i 43,4% av tiden og under 2 m/s i bare 5,9% av tiden. I Svanvik blåste det over 6 m/s bare i 1,9% av tiden og under 2 m/s i 55,5% av tiden. Økende vindstyrke gir bedre spredning av luftforurensende stoffer. Sommerhalvåret 1990 hadde Viksjøfjell vindstyrke over 6 m/s i 47% av tiden (10 m o.b.), mens tilsvarende tall i Svanvik var 2,0% av tiden.

Tabell 4: Frekvens av vind i forskjellige vindstyrkeklasser på Viksjøfjell og i Svanvik i perioden april-september 1991 (%).

	Stille	0,3-2,0 m/s	2,1-4,0 m/s	4,1-6,0 m/s	>6 m/s
Viksjøfjell (10 m o.b.)	0,1	5,8	21,6	29,1	43,4
Svanvik (10 m o.b.)	1,2	54,3	34,3	8,3	1,9

4.1.2 Temperatur

Tabell 5 gir en oversikt over temperaturmålingene på Viksjøfjell, Svanvik og DNMI's stasjoner Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun). På DNMI's stasjoner er det sammenliknet med normaltemperaturen, som er middelverdien for 30-årsperioden 1961-1990. Målingene viser at månedsmiddeltemperaturene sommeren 1991 var omtrent som normalene på de to stasjonene.

Tabell 5: Oversikt over temperaturforholdene på Viksjøfjell, Svanvik, Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun) i perioden april-september 1991(°C).

Stasjon	Viksjøfjell			Svanvik			Kirkenes lufthavn				Pasvik (Noatun)			
	Middel	Maks.	Min.	Middel	Maks.	Min.	Middel	Normal	Maks.	Min.	Middel	Normal	Maks.	Min.
Apr 1991	-1,9	5,5	-14,1	-2,7	5,4	-29,4	0,0	-2,2	9,3	-19,7	-0,2	-1,9	9,0	-31,5
Mai 1991	0,6	10,0	-10,3	2,9	14,7	-11,7	3,3	3,1	15,6	-7,2	3,9	4,2	14,8	-10,0
Jun 1991	6,8	18,9	-1,6	10,5	23,2	1,1	8,7	9,0	21,9	1,3	10,8	10,8	21,1	0,5
Jul 1991	8,9	19,3	2,8	11,7	26,5	2,4	11,1	12,6	22,7	5,1	12,9	14,4	22,5	3,5
Aug 1991	9,7	18,5	1,5	10,4	19,8	-1,5	11,6	11,2	20,9	4,0	12,4	12,3	22,5	2,2
Sep 1991	3,0	13,2	-1,3	3,2	13,8	-8,3	5,1	6,7	16,0	-3,0	5,1	6,7	16,5	-5,0

Laveste målte temperatur var $-31,5^{\circ}\text{C}$ i Pasvik (Noatun) i april 1991, mens det i Svanvik ble målt $-29,4^{\circ}\text{C}$. På Viksjøfjell var laveste temperatur $-14,1^{\circ}\text{C}$. Høyden over havet (ca. 400 m) og mye vind gjør at det vanligvis ikke måles så lave temperaturer her som i Pasvik. Den høyeste timemiddeltemperaturen hadde Svanvik den 15. juni kl. 16 med $26,5^{\circ}\text{C}$. På samme tidspunkt hadde også Viksjøfjell sin høyeste timemiddeltemperatur ($19,3^{\circ}\text{C}$) sommeren 1991.

4.1.3 Luftens relative fuktighet

Tabell 6 viser månedsmiddelverdiene av luftens relative fuktighet for hver måned i perioden april-september 1991.

Tabell 6: Månedsmiddelverdier av relativ fuktighet i perioden april-september 1991 på Viksjøfjell, i Svanvik, på Kirkenes lufthavn og i Pasvik (Noatun) (i prosent).

Måned	Stasjon	Viksjø- fjell	Svanvik	Kirkenes lufthavn	Pasvik (Noatun)
April	1991	70	71	71	67
Mai	1991	68	65	63	66
Juni	1991	69	81	73	69
Juli	1991	67	86	77	70
August	1991	76	77	78	80
September	1991	89	82	83	85

Bortsett fra Svanvik i juni og juli og Viksjøfjell i september, som hadde høyere relativ fuktighet enn de andre stasjonene, varierte månedsmiddelverdiene lite mellom stasjonene. Den relative fuktigheten var gjennomgående lavest i mai og høyest i september.

4.2 LUFTKVALITET

4.2.1 Svoveldioksid (SO₂)

SO₂-målinger er utført på i alt 6 stasjoner på norsk side i sommerhalvåret 1991, Viksjøfjell, Karpdalen, Rådhuset i Kirkenes, Holmfoss, Svanvik og Noatun. To av stasjonene, Viksjøfjell og Svanvik, har kontinuerlig registrerende instrumenter med oppringt samband. Dataene lagres som timemiddelverdier. Alle stasjonene, unntatt Viksjøfjell, har døgnprøvetakere. I Svanvik måles derfor SO₂ på to uavhengige måter, og døgnmiddelverdier beregnet ut fra målte timemiddelverdier kan sammenliknes med målte døgnmiddelverdier. Kontinuerlig registrerende instrumenter er nødvendige for å måle toppkonsentrasjoner i episoder, for å se hvor lenge episodene varer og hvor ofte de forekommer. Timemiddelverdiene kan også knyttes direkte til målte vindretninger for å bestemme kilde(r) eller kildeområde(r). De russiske stasjonene har også kontinuerlig registrerende instrumenter, men de har ikke oppringt samband.

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 $3\ 000 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Et sammendrag av SO₂-målingene i perioden april-september 1991 med monitorer og døgnprøvetakere er gitt i tabell 7 og 8. Målingene viser at Viksjøfjell var mest belastet i perioden på norsk side, men både SOV 1 og SOV 2 hadde enda høyere konsentrasjoner enn på de norske målestedene.

SO₂-konsentrasjonene avtok sørover i Pasvik, og de laveste verdiene ble målt på Noatun. Selv om Svanvik ligger nærmest utslippet, var ikke middelveidien av SO₂ spesielt høy, fordi det ikke blåste så ofte i denne retningen.

Tabell 7: Sammen drag av målinger av SO₂ med kontinuerlig registrerende instrumenter på Viksjøfjell, i Svanvik, SOV 1, SOV 2 og SOV 3 i perioden april-september 1991 (µg/m³).

Stasjon	Måned	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Ant. døgnsobs.	Ant. døgnmidler			Høyeste time-middel	Ant. time-obs.	Ant. timemidler			
					>50	>100	>300			>100	>350	>700	>1 000
Viksjøfjell	Apr 1991	40	128	30	11	2	0	748	682	73	14	2	0
	Mai	13	70	31	1	0	0	309	706	30	0	0	0
	Jun	7	43	30	0	0	0	460	686	9	1	0	0
	Jul	15	191	31	2	1	0	1 329	706	25	5	3	2
	Aug	26	114	31	6	1	0	714	705	58	8	2	0
	Sep	14	84	30	2	0	0	644	685	32	3	0	0
	Apr-sep	19	191	183	22	4	0	1 329	4 170	227	31	7	2
Svanvik	Apr 1991	8	144	30	1	1	0	718	678	15	2	1	0
	Mai	8	50	31	0	0	0	352	699	16	1	0	0
	Jun	18	111	30	5	1	0	543	682	45	2	0	0
	Jul	9	139	31	2	1	0	730	702	13	6	1	0
	Aug	12	103	26	2	1	0	1 578	589	12	3	1	1
	Sep	6	88	30	1	0	0	421	648	12	1	0	0
	Apr-sep	10	144	178	11	4	0	1 578	3 998	113	15	3	1
SOV 1	Apr 1991	8	77	30	1	0	0	425	654	10	1	0	0
	Mai	6	37	31	0	0	0	166	677	10	0	0	0
	Jun	26	131	30	6	1	0	560	661	55	4	0	0
	Jul	14	115	31	3	1	0	474	683	37	1	0	0
	Aug	13	84	29	3	0	0	518	664	27	2	0	0
	Sep	1	28	27	0	0	0	179	583	3	0	0	0
	Apr-sep	11	131	178	13	2	0	560	3 922	142	8	0	0
SOV 2	Apr 1991	68	320	30	13	6	1	1 911	672	107	40	13	5
	Mai	12	85	30	2	0	0	978	665	26	3	1	0
	Jun	20	120	30	5	2	0	675	646	32	12	0	0
	Jul	14	98	31	3	0	0	889	698	28	6	1	0
	Aug	33	143	31	9	2	0	1 246	694	66	17	4	1
	Sep	17	98	30	2	0	0	681	686	35	8	0	0
	Apr-sep	27	320	182	34	10	1	1 911	4 061	294	86	19	6
SOV 3	Apr 1991	69	466	30	13	6	1	1 905	666	107	31	8	4
	Mai	12	85	31	2	0	0	553	699	28	8	0	0
	Jun	8	40	30	0	0	0	278	668	12	0	0	0
	Jul	6	52	31	1	0	0	552	689	14	1	0	0
	Aug	18	91	31	5	0	0	471	677	40	5	0	0
	Sep	13	63	30	3	0	0	397	688	27	2	0	0
	Apr-sep	21	466	183	25	6	1	1 905	4 087	228	47	8	4

Tabell 8: Sammendrag av døgnmålinger av SO₂ i perioden april-september 1991 (µg/m³).

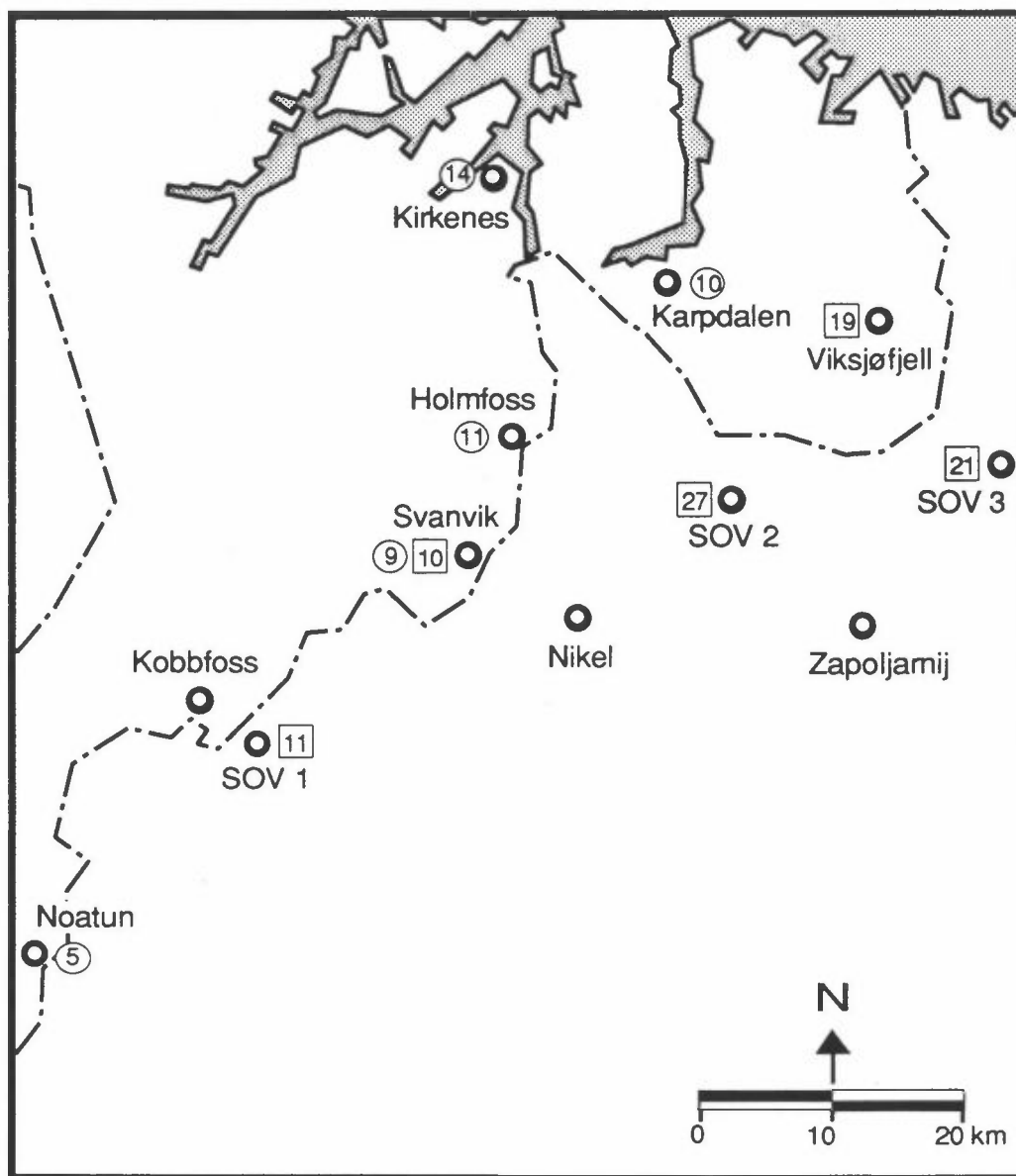
Stasjon og måned	Middel	Maks	Min.	Ant.obs.	>50	>100
KIRKENES						
April 1991	18	74	1	28	1	0
Mai	17	51	3	30	1	0
Juni	7	30	1	30	0	0
Juli	17	51	2	31	1	0
August	14	57	3	21	1	0
September	11	72	0	25	1	0
April-sept. 1991	14	74	0	165	5	0
SVANVIK						
April 1991	7	123	0	30	1	1
Mai	7	46	0	29	0	0
Juni	17	79	0	30	5	0
Juli	8	126	0	31	1	1
August	10	95	0	31	2	0
September	5	80	0	30	1	0
April-sept. 1991	9	126	0	181	10	2
HOLMFOSS						
April 1991	11	163	0	30	1	1
Mai	16	94	0	31	3	0
Juni	8	81	0	28	1	0
Juli	10	182	0	31	2	1
August	16	94	0	30	5	0
September	4	49	0	30	0	0
April-sept. 1991	11	182	0	180	12	2
KARPDALLEN						
April 1991	19	114	0	30	3	1
Mai	8	74	0	31	1	0
Juni	4	31	0	30	0	0
Juli	8	58	0	29	1	0
August	18	99	0	31	4	0
September	5	28	0	30	0	0
April-sept. 1991	10	114	0	181	9	1
NOATUN						
April 1991	2	19	0	25	0	0
Mai	3	20	0	31	0	0
Juni	7	70	0	29	2	0
Juli	6	48	0	26	0	0
August	10	53	0	15	1	0
April-aug. 1991	5	70	0	126	3	0

Gjennomsnittsverdiene av SO₂ i perioden april-september 1991 er vist i figur 5. De nordlige og østlige delene av Sør-Varanger var mest belastet på norsk side. Sammenliknet med gjennomsnittsverdiene fra sommeren 1990 var verdiene litt lavere sommeren 1991 på Viksjøfjell, i Karpdalen og i Holmfoss, mens det ikke var noen endring i Svanvik og på Noatun. De russiske stasjonene SOV 2 og SOV 3 hadde høyere middelveier enn på Viksjøfjell.

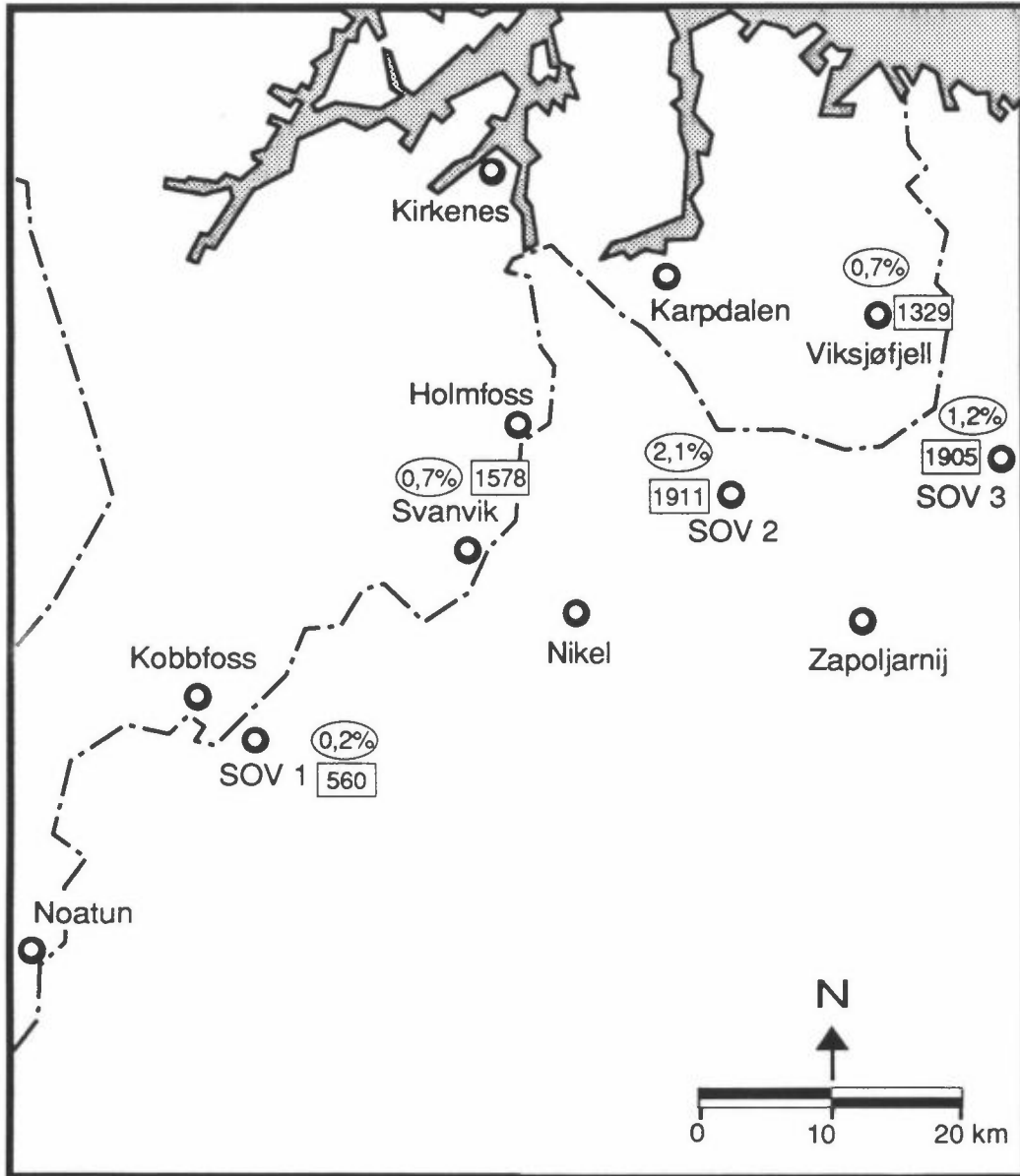
Figur 6 viser de maksimale timemiddelveier av SO₂ på Viksjøfjell, Svanvik, SOV 1, SOV 2 og SOV 3, og hvor stor del av tiden timemiddelveier var over 350 µg/m³ på de fem stasjonene. 350 µg/m³ er den grenseverdien Verdens helseorganisasjon har foreslått (WHO, 1987). På norsk side hadde Svanvik den høyeste timemiddelveien, mens Viksjøfjell hadde den hyppigste forekomsten av høye konsentrasjoner. Både på Viksjøfjell og i Svanvik var den maksimale timemiddelveien høyere sommeren 1991 enn sommeren 1990. På Viksjøfjell var det 31 timemiddelveier over 350 µg/m³ sommeren 1991, mens det var 45 i 1990. I Svanvik var det 15 timemiddelveier over 350 µg/m³ sommeren 1991 og 14 sommeren 1990. SOV 2 og SOV 3 hadde høyere maksimale timemiddelveier og høyere frekvens av timemiddelveier over 350 µg/m³ enn de norske stasjonene.

Den høyeste timemiddelveien av SO₂ i perioden april-september 1991 på norsk side ble målt i Svanvik 15.8. kl 09 til 1 578 µg/m³. De meteorologiske målingene viste svak vind i Svanvik fra kvelden før og utover formiddagen, da vinden dreiet fra nordlig over mot sør. Målingene på Viksjøfjell viste at vinddraget i høyden var fra sørøstlig kant i det aktuelle tidsrommet, dvs. fra Nikel mot Svanvik.

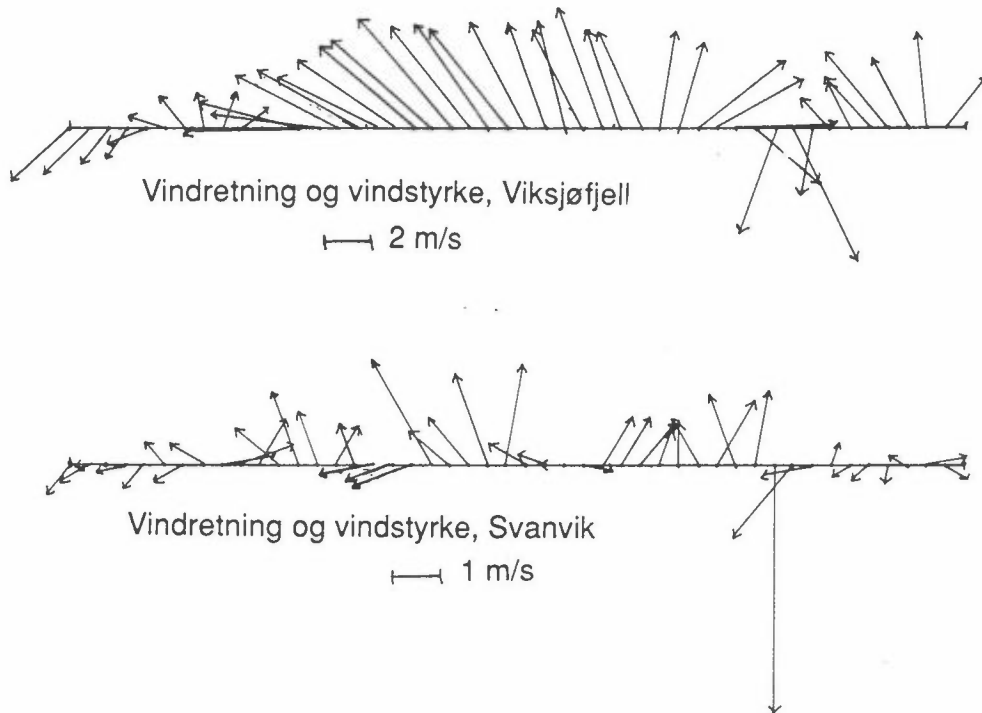
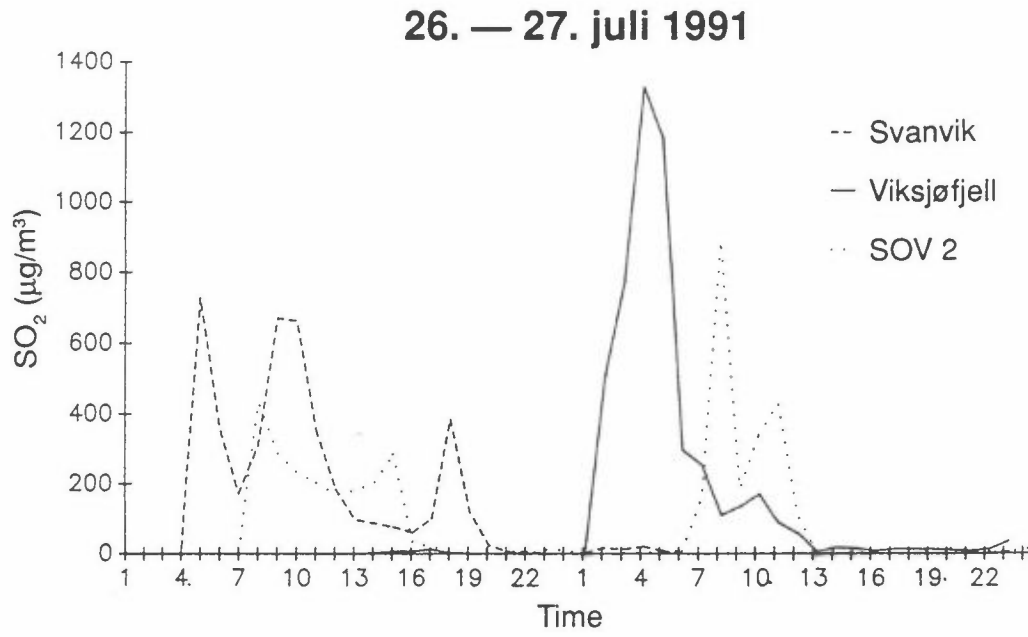
På Viksjøfjell ble den høyeste timemiddelveien, 1 329 µg/m³, målt 26.7. kl 04. Figur 7 viser timemiddelveikonsentrasjonene fra Svanvik, Viksjøfjell og en av de russiske stasjonene den 26. og 27. juli. Figuren viser også vindretning og vindstyrke på Viksjøfjell og i Svanvik. De høye verdiene 26.7. i Svanvik forekom



Figur 5: Middelerdier av SO_2 i perioden april-september 1991 målt med kontinuerlig registrerende prøvetakere □ og døgnsprøvetakere ○ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Figur 6: Maksimale timemiddelverdier av SO₂ (µg/m³) og prosent av tiden med timemiddelverdier over 350 µg/m³ .

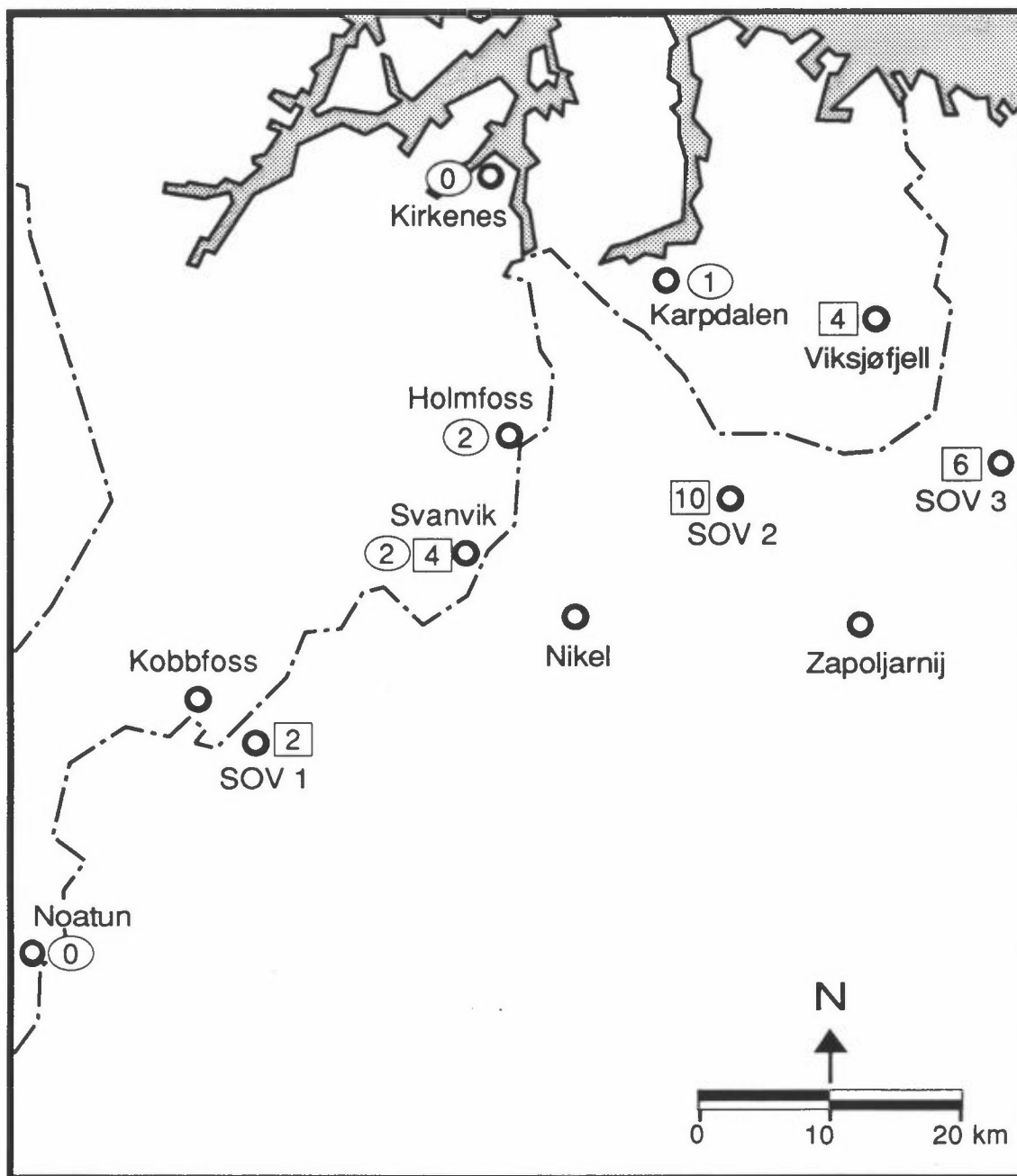


Figur 7: Timemiddelverdier av SO₂, vindretning og vindstyrke 26.-27. juli 1991.

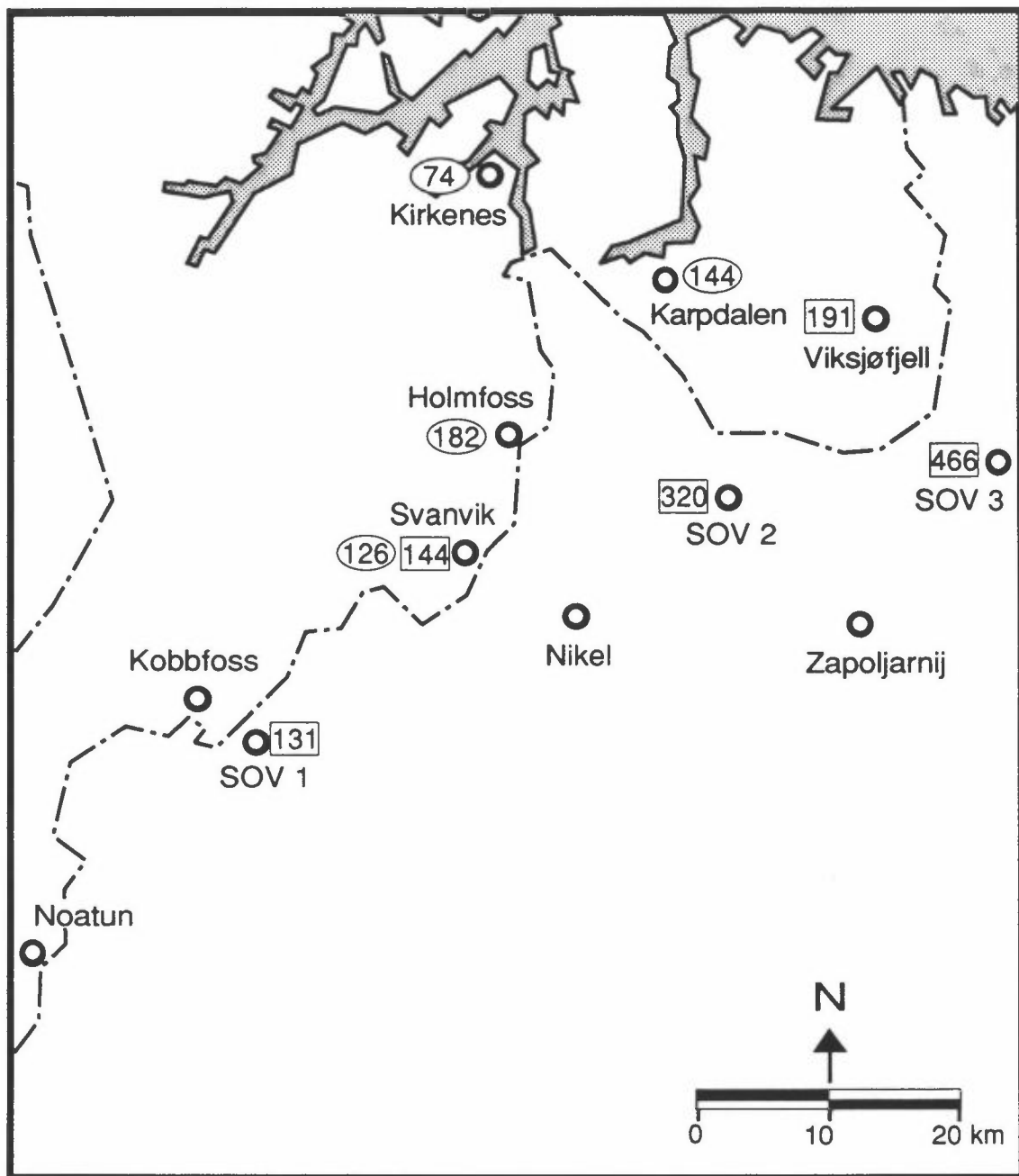
ved vind fra østlig og sørøstlig kant og skyldes utslippene i Nikel. Samtidige høye konsentrasjoner på den russiske stasjonen SOV 2 må skyldes utslippene i Zapoljarnij. De høye konsentrasjonene på Viksjøfjell 27.7. forekom ved sør-sørøstlig vind og må skyldes utslippene i Zapoljarnij. Forhøyede konsentrasjoner senere på dagen på SOV 2 må skyldes utslippene i Nikel, da vinden dreidde mot sørvest. Måleresultatene den 26. og 27. juli demonstrerer tydelig at både utslippene i Nikel og Zapoljarnij medfører sterkt forhøyede konsentrasjoner på målestasjonene i episoder.

Figur 8 viser antall døgnmiddelverdier av SO_2 over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i perioden april-september 1991. Av de norske stasjonene hadde Viksjøfjell og Svanvik flest døgnmiddelverdier over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens Viksjøfjell hadde den høyeste døgnmiddelverdien, se figur 9. Verken Kirkenes eller Noatun hadde døgnmiddelverdier over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sommeren 1991. $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er foreslått som retningslinje for luftkvalitet av en arbeidsgruppe oppnevnt av Statens forurensningstilsyn (SFT, 1982). SOV 2 og SOV 3 hadde flere døgnmiddelverdier over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ enn de norske stasjonene.

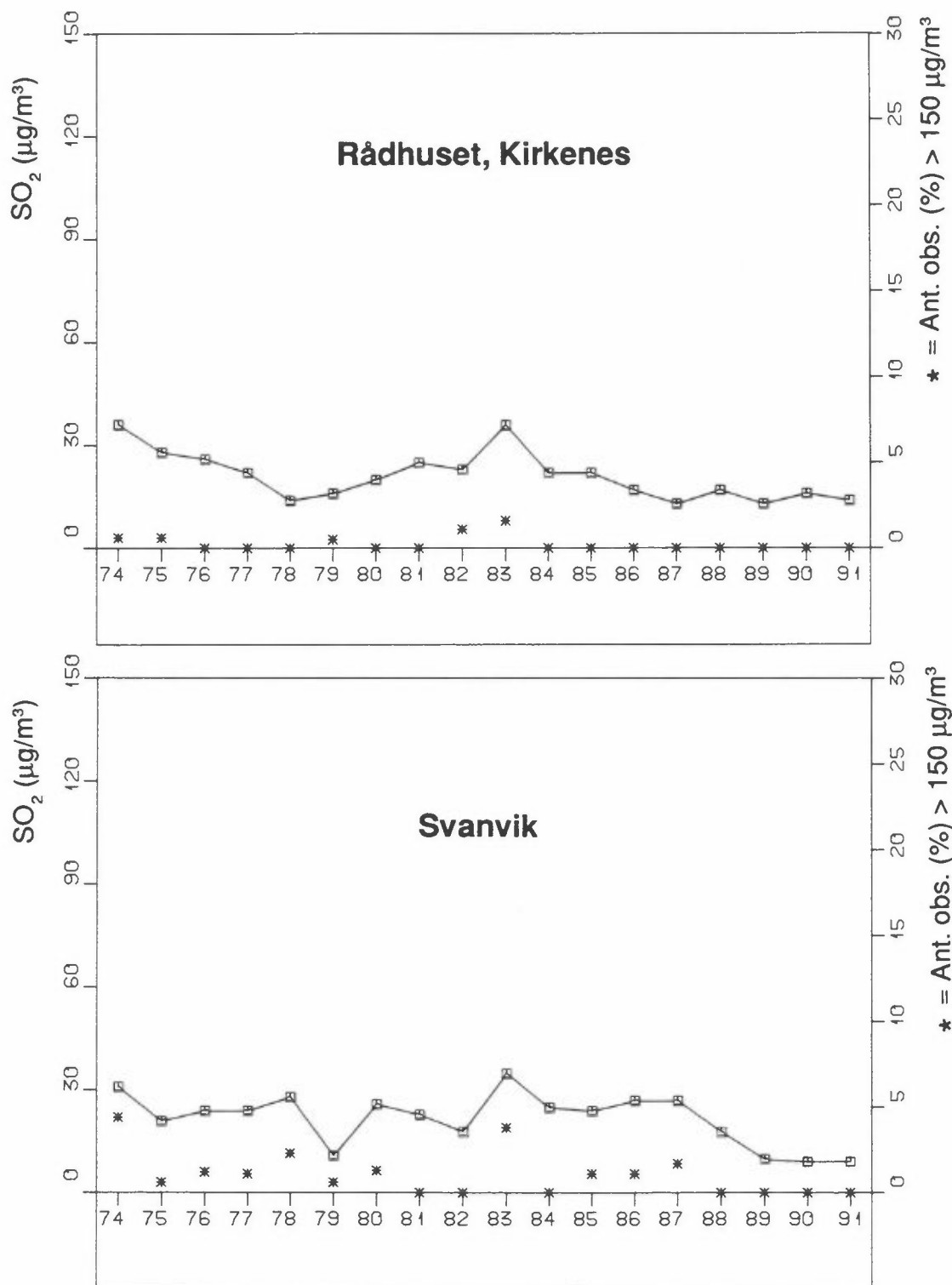
Døgnmålinger av SO_2 startet på Rådhuset i Kirkenes og i Svanvik allerede i 1974, mens Holmfoss har hatt målinger siden 1978 og Karpdalen siden 1986. Figur 10 og 11 viser hvordan middelverdiene i sommerhalvåret har variert fra år til år. Målingene sommeren 1991 viser omtrent de samme eller litt lavere middelverdier enn sommeren 1990 på alle stasjonene. Det synes å ha vært et forholdsvis stabilt nivå både i Svanvik, Holmfoss og Karpdalen, men med en svak tendens til nedgang de siste årene. Nivået i Kirkenes har variert en del siden 1974, men har generelt gått ned på samme måte som i andre norske byer og tettsteder. Nedgangen i Kirkenes må tilskrives reduserte lokale utslipp. Svanvik, Holmfoss og Karpdalen er belastet av de russiske utslippene.



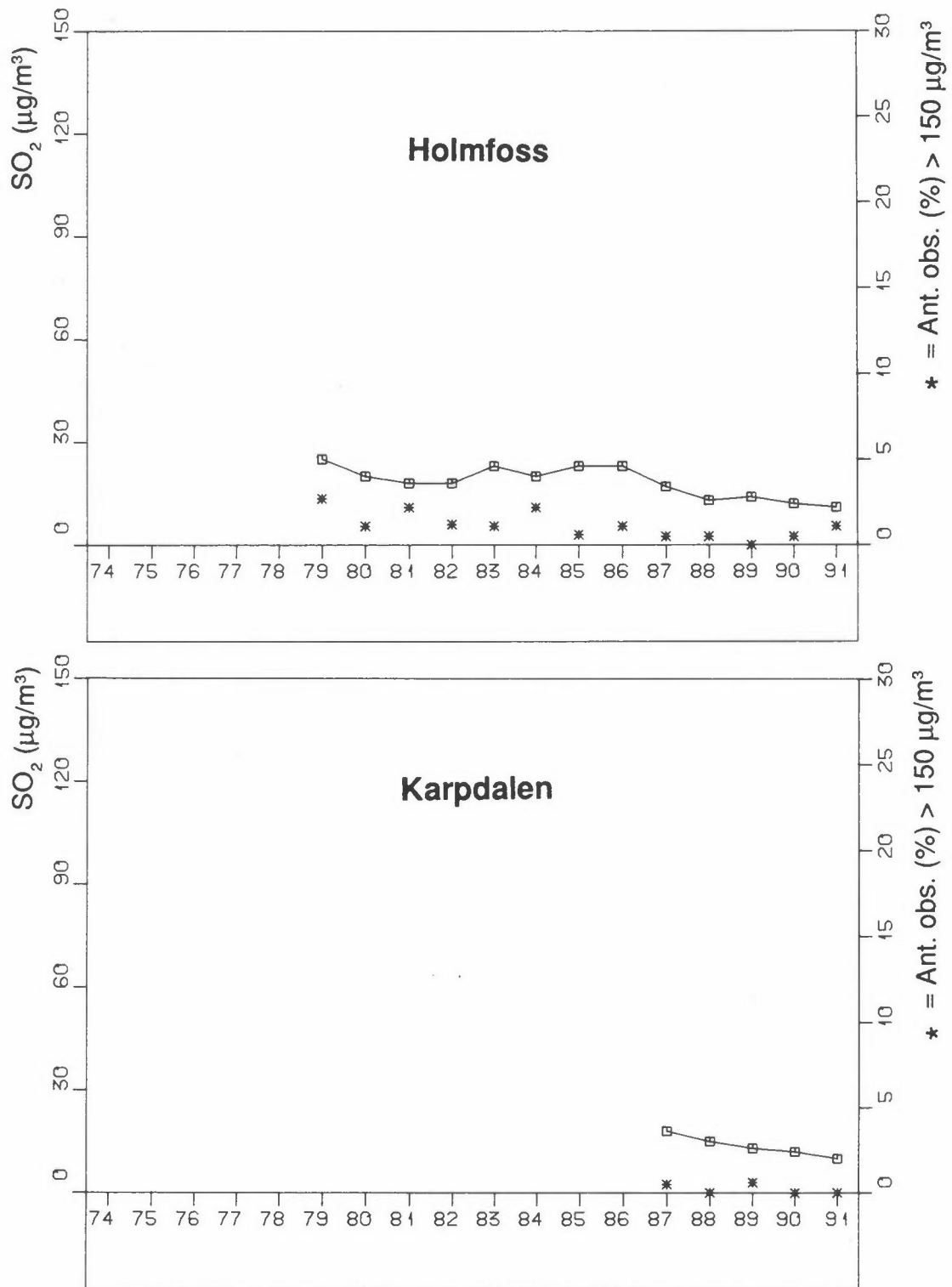
Figur 8: Antall døgnmiddelverdier av SO₂ over 100 µg/m³ i perioden april-september 1991 målt med kontinuerlig registrerende prøvetakere □ og døgnprøvetakere ○.



Figur 9: Maksimale døgnmiddelkonsentrasjoner av SO_2 i perioden april-september 1991 målt med kontinuerlig registrerende prøvetakere □ og døgnprøvetakere ○ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Figur 10: Sommermiddelkonsentrasjoner av SO₂ (µg/m³) og frekvens av døgnmiddelverdier over 150 µg/m³ i Kirkenes og Svanvik.



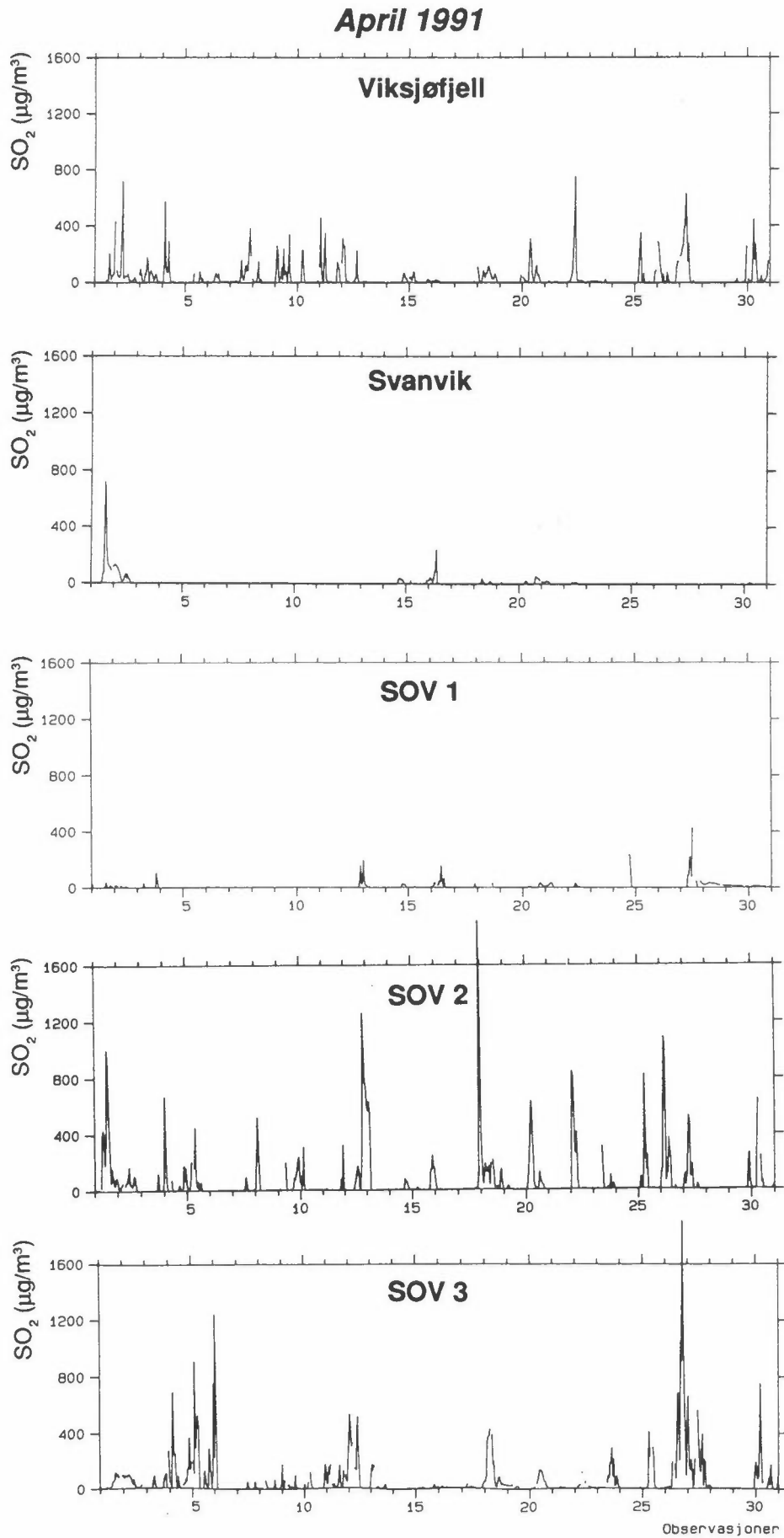
Figur 11: Sommermiddelkonsentrasjoner av SO₂ (µg/m³) og frekvens av døgnmiddelverdier over 150 µg/m³ i Holmfoss og Karpdalen.

Tabell 7 og 8 foran viser at konsentrasjonene av SO_2 i grenseområdene varierte fra nær null og til over $1\,900\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timemiddelverdi sommeren 1991. På midlingstid 5 minutter er det registrert enda høyere verdier. For å gi et inntrykk av variasjonen i dataene er det i figur 12-17 vist plott av timemiddelverdiene fra Viksjøfjell, Svanvik, SOV 1, SOV 2 og SOV 3 for hver måned i perioden april-september 1991. Episoder med høye konsentrasjoner forekom hyppigst på Viksjøfjell og minst hyppig i Svanvik. Episodene var som regel ganske kortvarige, fra noen få timer til ca. et døgn. 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 kilometers utstrekning, selv så langt fra utslippet som på Viksjøfjell. Konsentrasjonen blir derfor høy når målestasjonen ligger rett i røykfanen, mens bare noen graders endring i vindretningen kan føre til at stasjonen ikke blir eksponert. I lange perioder er stasjonene ikke eksponert, eller verdiene er lavere enn deteksjonsgrensen på $10\ \mu\text{g}/\text{m}^3$.

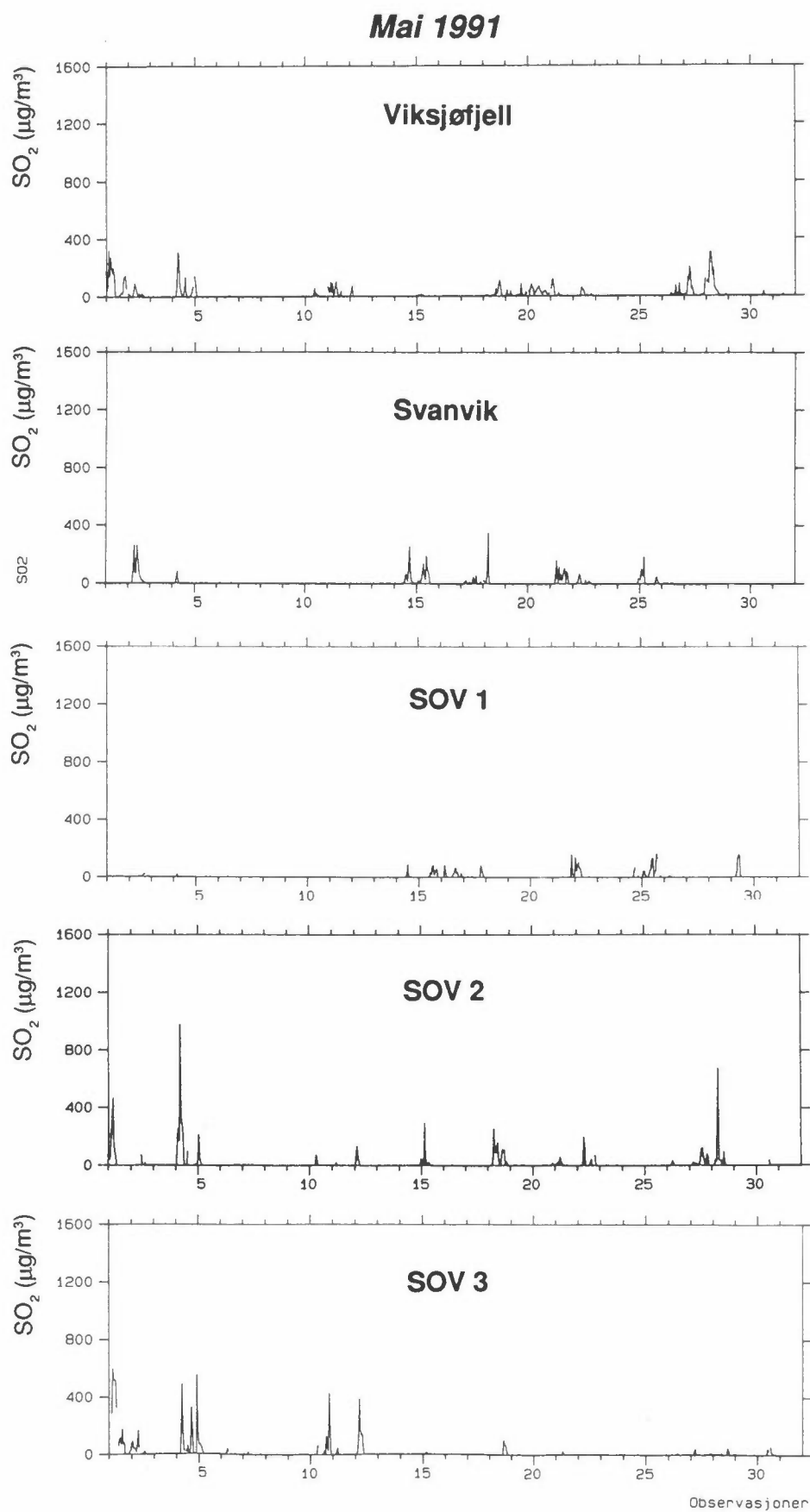
Timemiddelverdiene av SO_2 er sammenholdt med vindretning, vindstyrke og stabilitet. Ut fra dette er det beregnet forurensningsroser som vist i figur 18. Disse viser middelkonsentrasjonene for hver av $36\ 10^\circ$ -vindsektorer og for vindstille. Ved beregning av forurensningsrosene for de russiske stasjonene er det brukt vind fra Svanvik for SOV 1 og vind fra Viksjøfjell for SOV 2 og SOV 3.

I Svanvik var middelverdien for perioden april-september 1991 $10\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ved vind fra omkring 110° var middelkonsentrasjonen $73\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ved vind i en bred sektor fra sør over vest til nord var konsentrasjonene meget lave og på samme nivå som en ville vente på en bakgrunnsstasjon.

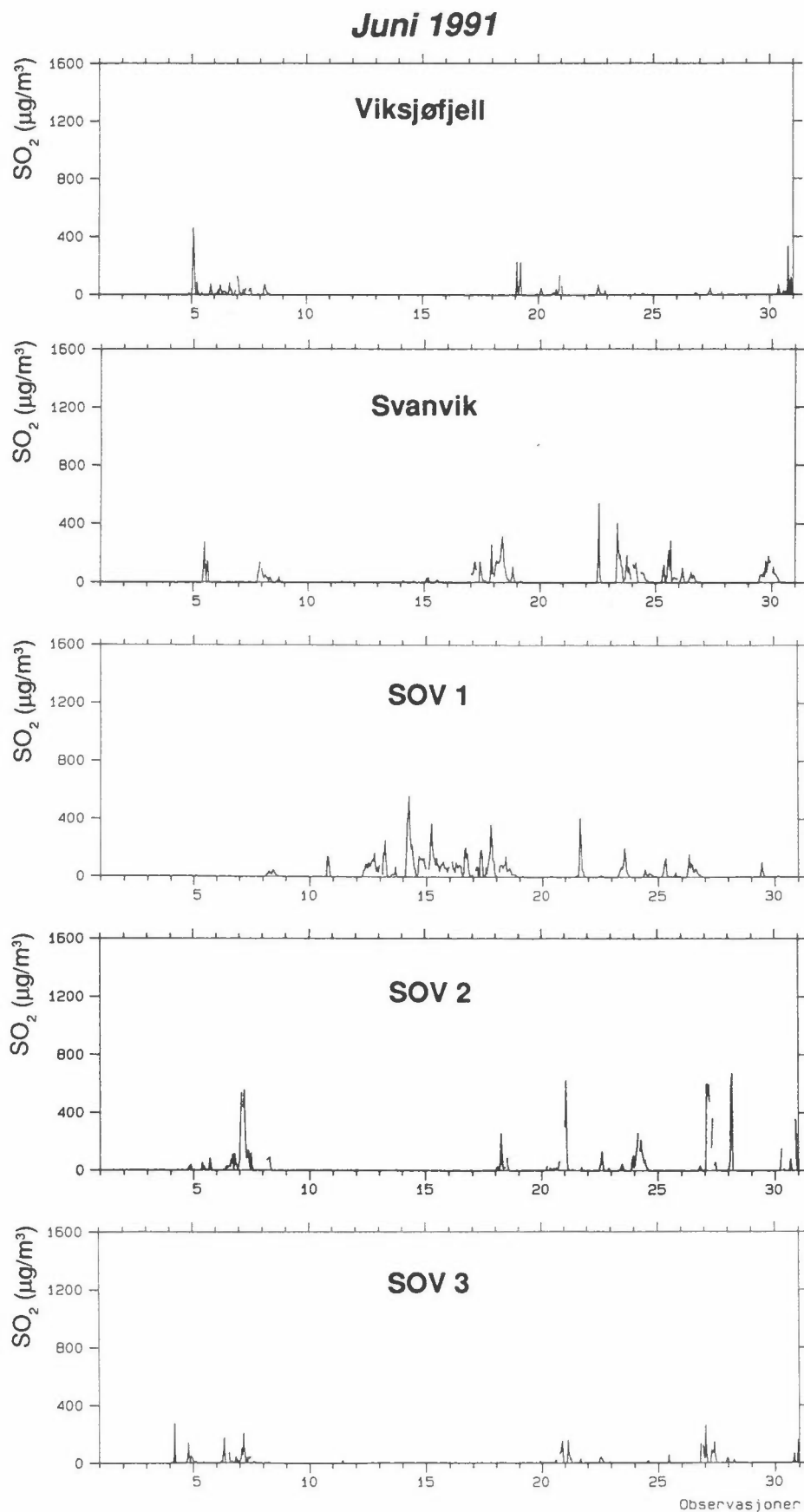
På Viksjøfjell var middelkonsentrasjonen over $80\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved vind fra omkring 210° og 220° (Nikel). Også ved vind fra omkring 160° og 170° var det forhøyede konsentrasjoner på Viksjøfjell, som tyder på at også Zapoljarnij belaster stasjonen.



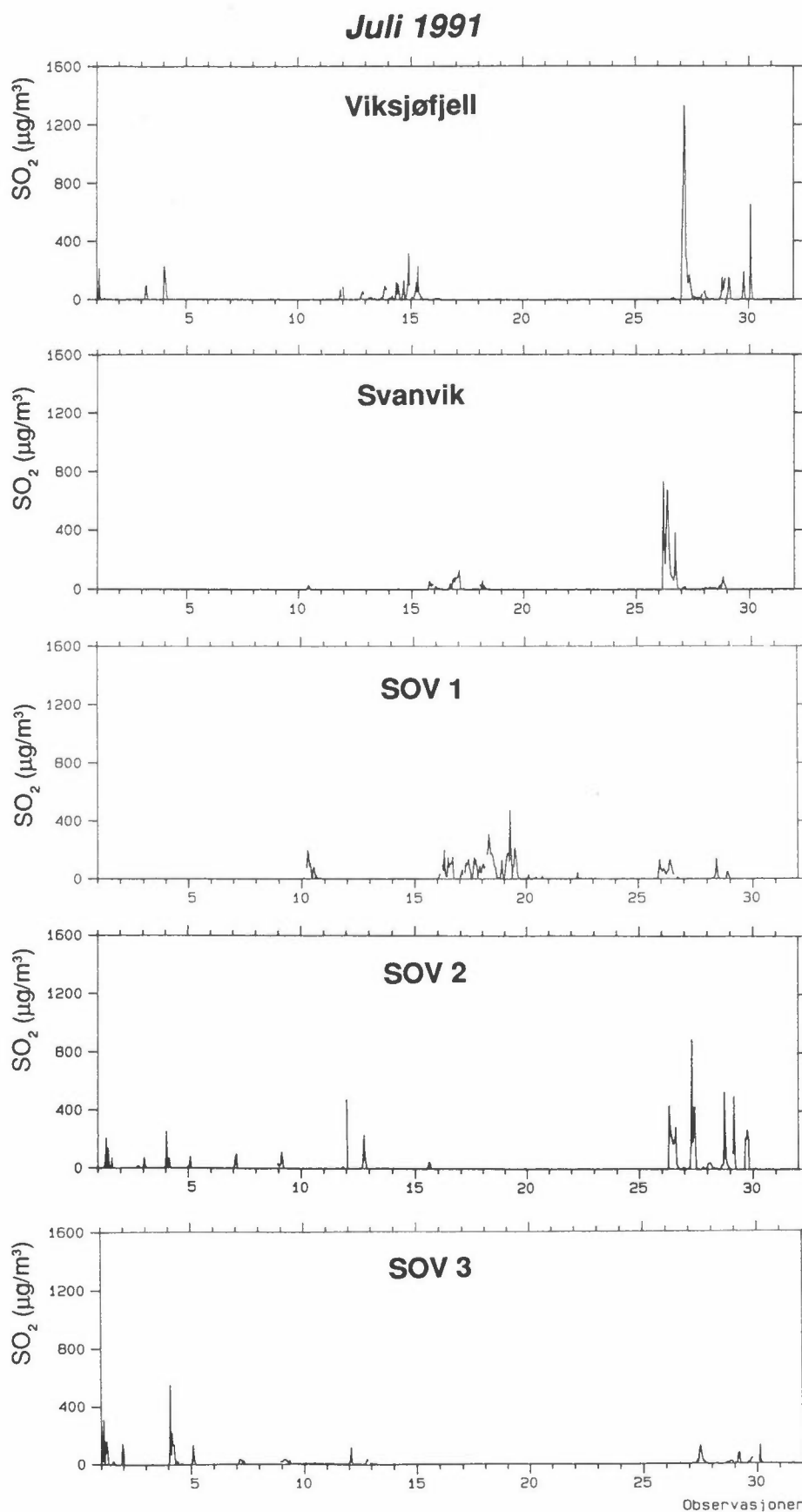
Figur 12: Timemiddelkonsentrasjoner av SO_2 i april 1991 på Viksjøfjell, Svanvik, SOV 1, SOV 2 og SOV 3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Figur 13: Timemiddelkonsentrasjoner av SO_2 i mai 1991 på Viksjøfjell, Svanvik, SOV 1, SOV 2 og SOV 3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

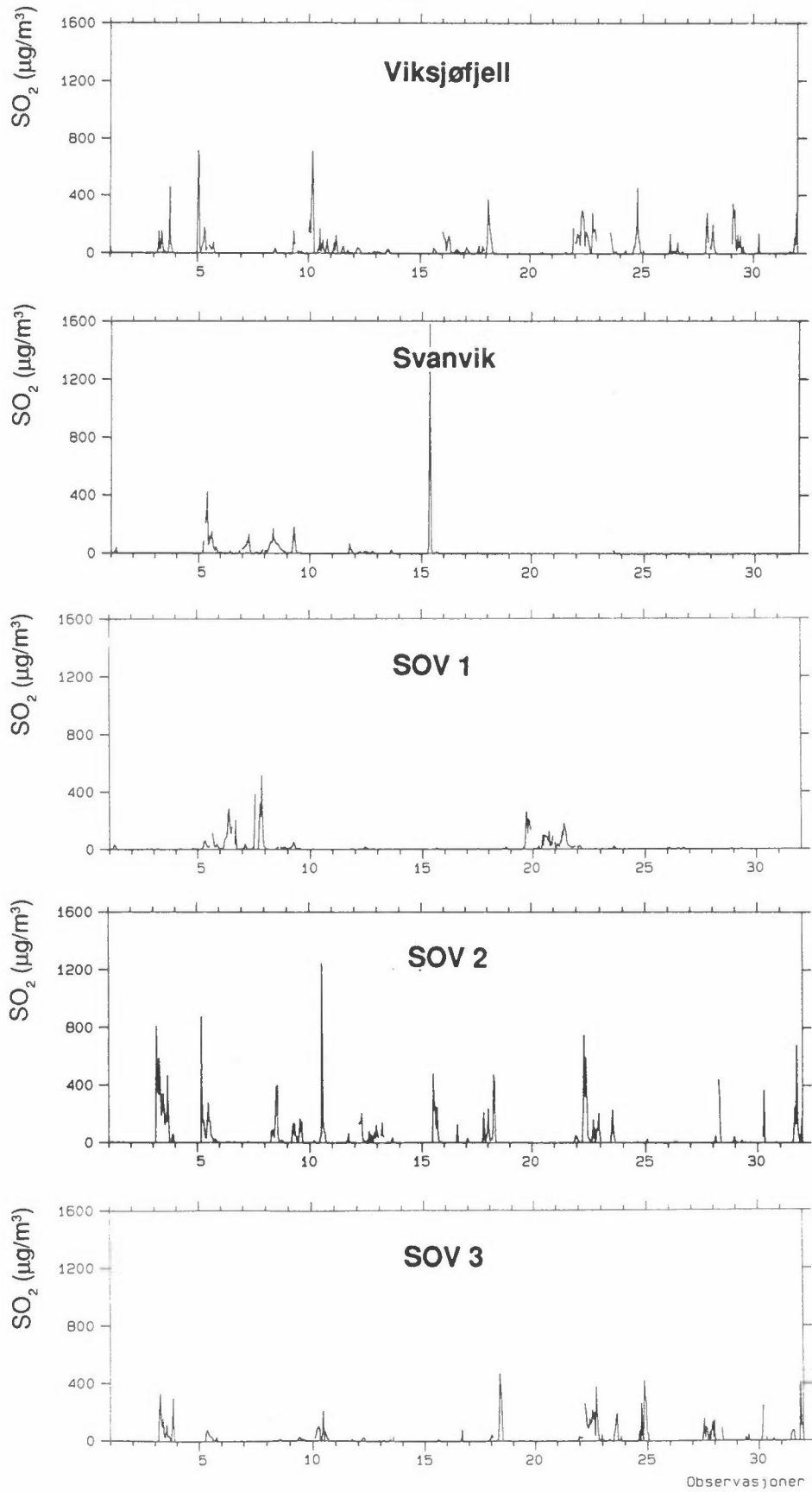


Figur 14: Timemiddelkonsentrasjoner av SO_2 i juni 1991 på Viksjøfjell, Svanvik, SOV 1, SOV 2 og SOV 3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

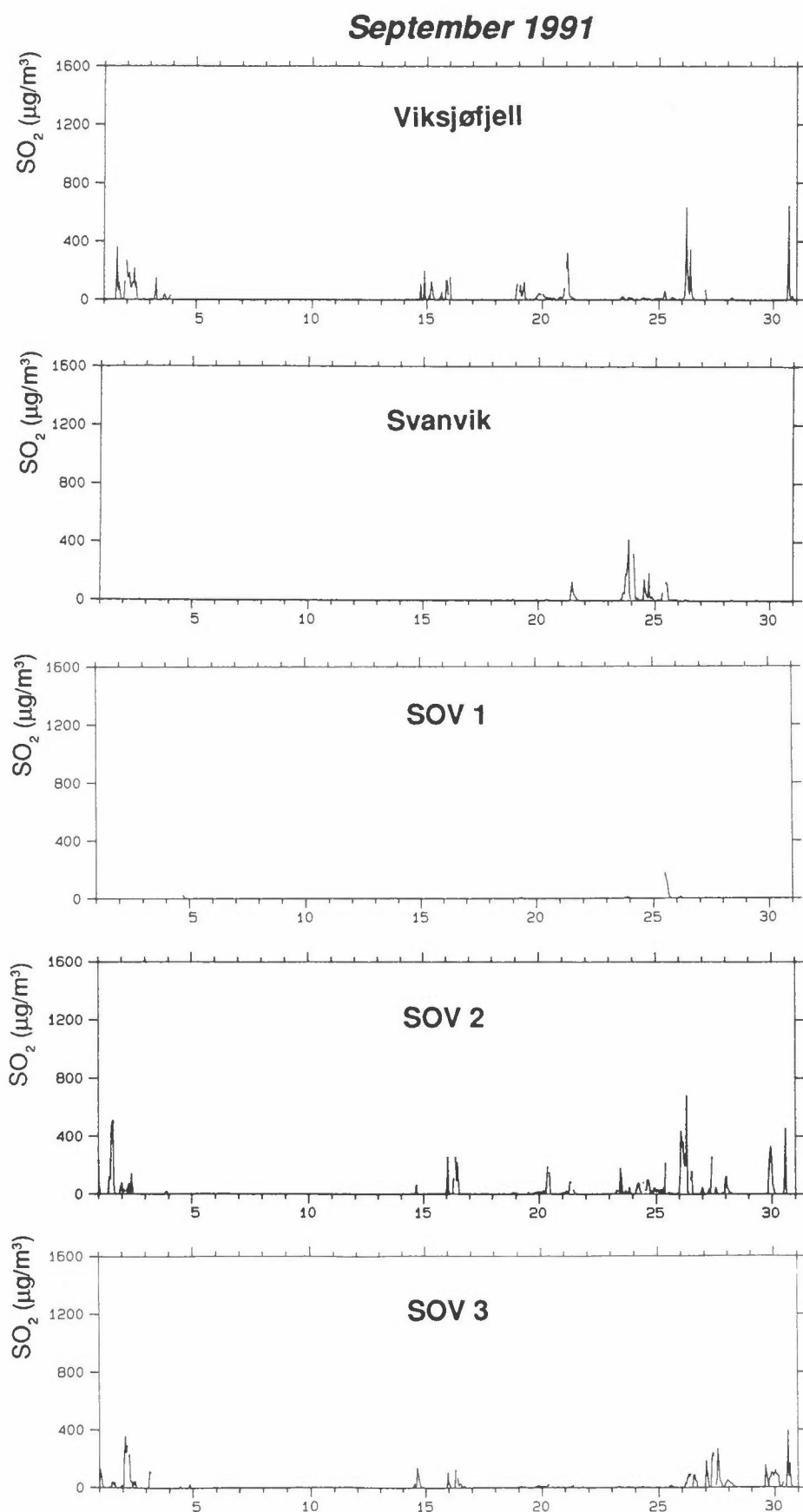


Figur 15: Timemiddelkonsentrasjoner av SO₂ i juli 1991 på Viksjøfjell, Svanvik, SOV 1, SOV 2 og SOV 3 (µg/m³).

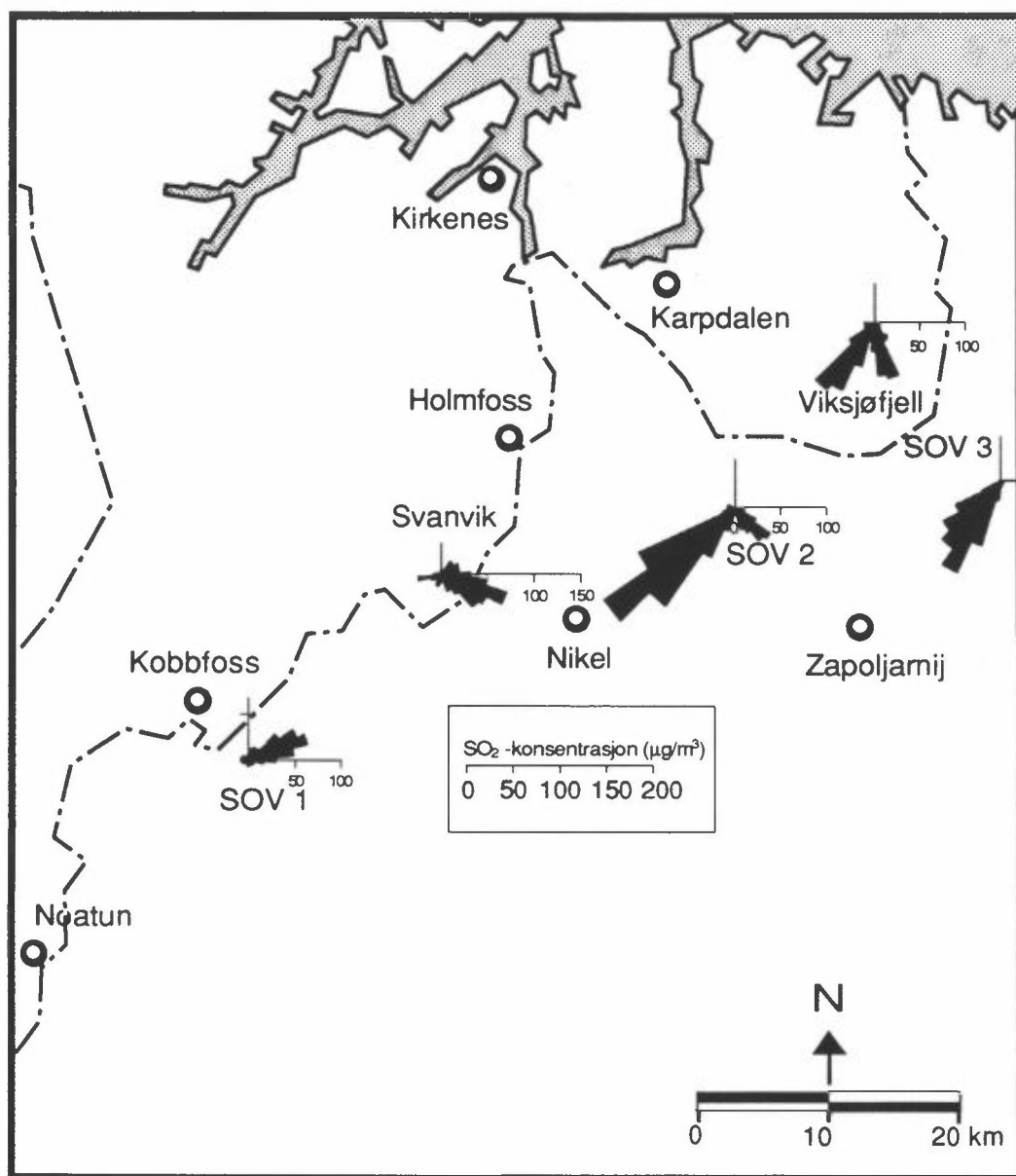
August 1991



Figur 16: Timemiddelkonsentrasjoner av SO₂ i august 1991 på Viksjøfjell, Svanvik, SOV 1, SOV 2 og SOV 3 (µg/m³).



Figur 17: Timemiddelkonsentrasjoner av SO_2 i september 1991 på Viksjøfjell, Svanvik, SOV 1, SOV 2 og SOV 3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Figur 18: Middelkonsentrasjoner av SO₂ for Viksjøfjell, Svanvik, SOV 1, SOV 2 og SOV 3 i 36 vindsektorer i perioden april-september 1991 (µg/m³).

På SOV 1 ble de høyeste middelkonsentrasjonene målt ved vind fra 60° og 70° (vind fra Nikel) med opp til 66 µg/m³.

SOV 2 hadde middelveier godt over 100 µg/m³ i sektorene 220°, 230° (175 µg/m³) og 240°. Dette tilsvarer vind fra Nikel. Ved vind fra Zapoljarnij var middelkonsentrasjonene opp mot 50 µg/m³. Ved nordvestlig vind var middelkonsentrasjonen under 1 µg/m³.

På SOV 3 ble det målt klart forhøyede konsentrasjoner når det på Viksjøfjell samtidig ble registrert vind i sektoren fra 200° til 240°. Det ser ut til at utslippene i Nikel og Zapoljarnij belaster stasjonen SOV 3 i omtrent like stor grad.

4.2.2 Svevestøv og tungmetaller

På Viksjøfjell er det tatt svevestøvprøver med en to-filterprøvetaker, som deler støvet i grov- og finfraksjon. Støvmengden bestemmes ved veiing. Prøvene tas over 2+2+3 døgn, mandag-onsdag, onsdag-fredag og fredag-mandag. Resultatene er gitt i tabell 9. Middelveier sommeren 1991 var 5,6 µg/m³, og høyeste enkeltprøve viste 17,5 µg/m³. Verdiene sommeren 1991 var litt lavere enn de som ble målt sommeren 1990, og målingene viser at støvbelastningen er liten i området og vesentlig mindre enn i byer og tettsteder. Verdens helseorganisasjon (WHO) har fastsatt en grenseverdi for ett døgn på 70 µg/m³ for svevestøv med partikler med diameter under 10 µm (WHO, 1987).

Tabell 9: Sammendrag av svevestøvmålinger med to-filter-prøvetaker på Viksjøfjell i perioden april-september 1991 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Prøvene er tatt over 2+2+3 døgn (mandag-onsdag, onsdag-fredag, fredag-mandag).

VIKSJØFJELL	Finfraksjon (<2,5 μm)			Grovfraksjon (2,5-10 μm)			Sum (<10 μm)			Antall døgn med målinger
	Måned	Midde	Maks.	Min.	Midde	Maks.	Min.	Midde	Maks.	
April 1991	5,5	10,1	2,1	3,5	5,7	1,1	9,0	13,5	4,3	30
Mai	4,7	13,1	0,3	2,7	4,4	0,6	7,4	17,5	0,9	31
Juni	2,5	17,0	0,5	2,3	7,6	0,8	4,8	14,6	1,6	30
Juli	1,5	4,3	0,3	1,9	4,9	0,3	3,4	9,2	0,6	17
August	3,3	7,8	1,0	3,0	6,4	1,0	6,3	14,2	2,1	25
September	1,3	3,5	0,3	1,7	4,2	0,8	3,0	7,4	1,6	30
Apr.-sept. 1991	3,1	13,1	0,3	2,5	7,6	0,3	5,6	17,5	0,6	163

Fra høsten 1991 er det startet svevestøvmålinger med to-filter-prøvetakere over 2+2+3 døgn også i Svanvik og på den russiske stasjonen SOV 2. Sammen med prøvene fra Viksjøfjell vil disse prøvene bli analysert for innholdet av tungmetallene V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd og Pb. Tilsvarende analyser er utført på prøver for perioden januar 1990-mars 1991 for to-filter-prøver fra Viksjøfjell og døgnprøver fra Kirkenes, Karpdalen, Holmfoss, Svanvik, Kobbfoss (stasjonen nedlagt 1.10.1990) og Noatun (stasjonen nedlagt 15.8.1991). Resultatene fra disse prøvene viste at konsentrasjonene av de fleste tungmetallene fulgte det samme mønstret som SO_2 -belastningen i området.

4.3 NEDBØRKVALITET

Nedbørkvalitet er målt på tre stasjoner sommeren 1991, Karpdalen, Svanvik og Noatun. Prøvene tas over en uke med skifte hver mandag. Dessuten skiftes det på den første i hver måned. Et sammendrag av resultatene fra Karpdalen, Svanvik og Noatun for 2. og 3. kvartal 1991 er vist i tabellene 10-15. I Svanvik

og på Noatun har nedbørmålingene pågått siden starten på måleprogrammet høsten 1988. Stasjonen i Karpdalen erstattet Dalelva ved Jarfjorden fra 1.1.1991.

I 2. kvartal 1991 var det mest nedbør på Noatun og minst i Karpdalen, mens det i 3. kvartal var mest nedbør i Karpdalen og minst på Noatun. pH-verdiene var lavest i Karpdalen i begge kvartalene. I forhold til sommeren 1990 var det litt høyere pH-verdier i Svanvik og på Noatun i 3. kvartal, mens det var liten forskjell i 2. kvartal.

Konsentrasjonene av Cl, Mg og Na var nokså like i Svanvik og på Noatun, men samtidig betydelig lavere enn i Karpdalen, som er tydelig mest påvirket av sjøsalt. Forholdet mellom komponentene var imidlertid omtrent slik en finner det i sjøsalt også i Svanvik og på Noatun.

Komponentene NO_3 , NH_4 , Ca og K viste små forskjeller i konsentrasjoner mellom stasjonene. Ingen av komponentene viste høye verdier i forhold til tidligere målinger.

Tungmetallene Pb, Cd og Zn analyseres rutinemessig på bakgrunnsstasjonene Birkenes, Nordmoen, Narbuvoll (Osen fra 1988), Kårvatn og Jergul, og i Svanvik fra 1987. Konsentrasjonene av Pb i området 0,6-2,6 $\mu\text{g/l}$ i Sør-Varanger i 2. og 3. kvartal 1991 var noe lavere enn det en vanligvis finner på Østlandet og Sørlandet (SFT, 1991). Konsentrasjonene av Cd var lave og ned mot det en finner ellers i landet unntatt i Karpdalen i 2. kvartal, som hadde litt høyere verdi. Konsentrasjonene av sink var mellom 2,4 $\mu\text{g/l}$ på Noatun i 2. kvartal og 7,9 $\mu\text{g/l}$ i Karpdalen i 2. kvartal. Konsentrasjonene er omtrent som på Østlandet og Sørlandet, men høyere enn ellers i landet.

Ni, Cu og As regnes som sporelementer fra de russiske nikkilverkene. I tillegg til utvasking med nedbør må en regne med at noe kommer ned i prøvetakeren ved tørravsetning. Målingene viste at de klart høyeste kvartalsmiddelkonsentrasjonene av

Tabell 10: Ukeverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 2. kvartal 1991 i Karpdalen.

Parameter	Nedbørmengde	Ledningsevne	pH	SO ₄	Cl	Mg	NO ₃	NH ₄	Ca	K	Na	Pb	Cd	Zn	Ni	Cu	As	Co	Cr	
Uke	mm	µS/cm		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
01.-08.04.	1,9											4,0	0,8	17	38	33	3,3	1,2	3,4	
08.-15.04.	0,0																			
15.-22.04.	1,8											2,3	2,2	6	8	11	1,3	0,2	1,2	
22.-29.04.	0,0																			
29.04.-01.05.	0,0																			
01.-06.05.	2,0	114	3,85	14,1	12,8	0,97	3,4	1,1	0,7	0,6	8,0	3,7	2,9	24	14	24	1,6	0,6	2,6	
06.-13.05.	0,4	148	3,11																	
13.-20.05.	0,0																			
20.-27.05.	5,8	79	3,73	10,1	0,9	0,12	1,3	0,3	0,2	<0,1	0,5	17,2	2,0	13	72	47	3,3	2,7	6,5	
27.05.-01.06.	3,0	249	3,92	20,0	49,6	3,60	3,9	0,7	1,9	1,4	28,1	2,3	1,3	40	14	21	0,7	0,7	1,6	
01.-03.06.	1,1																			
03.-10.06.	11,1	45	5,87	7,3	2,4	0,37	1,3	0,2	0,2	0,3	3,0	1,2	0,7	8	8	8	0,8	0,3	0,8	
10.-17.06.	2,8	63	3,99	7,7	2,9	0,29	2,3	0,5	0,3	0,3	2,1	1,9	6,2	8	5	7	0,9	0,1	1,3	
17.-24.06.	13,2	32	4,34	4,0	0,5	0,07	0,5	0,1	<0,1	<0,1	0,4	0,9	0,2	4	9	7	0,5	0,3	1,1	
24.06.-01.07.	31,6	34	4,13	4,3	0,3	0,03	0,8	0,3	<0,1	<0,1	0,2	1,1	0,5	4	1	3	<0,5	<0,1	0,6	
Middel/sum*	74,7*	49	4,12	6,3	3,3	0,29	1,1	0,3	0,2	0,1	2,2	2,6	1,0	7,9	11,3	10,4	0,7	0,4	1,4	

Tabell 11: Ukeverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 2. kvartal 1991 i Svanvik.

Parameter	Nedbørmengde	Ledningsevne	pH	SO ₄	Cl	Mg	NO ₃	NH ₄	Ca	K	Na	Pb	Cd	Zn	Ni	Cu	As	Co	Cr
Uke	mm	µS/cm		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
01.-08.04.	0,0																		
08.-15.04.	0,1																		
15.-22.04.	0,3																		
22.-29.04.	0,0																		
29.04.-01.05.	0,0																		
01.-06.05.	2,8	42	4,34	4,9	2,8	0,23	2,0	0,8	0,4	0,3	1,6	3,4	0,1	7	19	27	0,2	0,7	0,6
06.-13.05.	0,7	15	4,52	2,1	1,0	0,12	1,1	0,4	0,4	0,2	0,6	1,4	1,9	10	2	4	0,3	<0,1	<0,5
13.-20.05.	0,3	48	4,21																
20.-27.05.	9,2	18	4,38	2,9	0,2	0,06	0,4	0,1	0,1	<0,1	0,1	4,4	0,2	6	39	47	4,3	1,0	0,8
27.05.-01.06.	8,6	24	4,60	2,1	2,6	0,22	0,6	<0,1	0,2	<0,1	1,7	1,3	<0,1	3	6	9	1,6	0,1	<0,5
01.-03.06.	1,0	10	5,10	0,8	1,3	0,10	0,2	0,1	<0,1	<0,1	0,8	0,7	<0,1	2	4	4	2,2	<0,1	0,5
03.-10.06.	9,2	17	4,68	2,1	0,6	0,07	0,9	0,4	<0,1	<0,1	0,3	1,2	0,2	3	8	8	1,9	0,2	<0,5
10.-17.06.	3,0	61	3,94	7,9	0,9	0,21	1,2	0,3	0,4	0,2	0,5	4,0	0,3	18	36	40	7,3	1,4	1,6
17.-24.06.	22,6	16	4,23	2,1	0,1	0,05	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,5	<0,1	4	32	22	2,2	1,1	1,1
24.06.-01.07.	49,4	25	4,20	3,7	0,1	<0,01	0,4	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	1,8	<0,1	3	16	10	1,1	0,4	<0,5
Middel/sum*	107,2*	23	4,27	3,1	0,5	0,05	0,5	0,2	<0,1	<0,1	0,2	2,0	<0,1	4,0	20,3	16,7	1,9	0,6	<0,5

Tabell 12: Ukeverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 2. kvartal 1991 på Noatun.

Parameter	Nedbørmengde	Ledningsevne	pH	SO ₄	Cl	Mg	NO ₃	NH ₄	Ca	K	Na	Pb	Cd	Zn	Ni	Cu	As	Co	Cr
Uke	mm	µS/cm		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
01.-08.04.	0,0																		
08.-15.04.	0,0																		
15.-22.04.	0,0																		
22.-29.04.	0,0																		
29.04.-01.05.	0,0																		
01.-06.05.	2,6	28	4,37	5,1	0,6	0,07	1,4	0,3	0,3	0,1	0,3	1,9	0,1	7	3	5	0,7	0,1	<0,5
06.-13.05.	1,6	19	4,52	2,0	0,5	0,08	1,4	0,2	0,2	<0,1	0,4	1,2	<0,1	8	2	10	<0,5	0,1	<0,5
13.-20.05.	0,0																		
20.-27.05.	8,5	20	4,30	2,8	0,2	0,04	0,4	<0,1	0,1	<0,1	0,2	1,0	<0,1	3	6	5	0,6	0,3	<0,5
27.05.-01.06.	12,4	20	4,63	2,7	1,1	0,12	0,4	0,5	<0,1	0,2	0,6	0,9	0,1	2	4	3	1,2	0,1	<0,5
01.-03.06.	0,3	116	6,53																
03.-10.06.	7,3	18	5,60	3,1	0,4	0,33	0,7	2,5	0,2	0,9	0,4	1,7	<0,1	3	9	7	0,8	0,2	<0,5
10.-17.06.	5,2	46	4,07	6,8	0,5	0,18	0,8	0,8	0,2	0,3	0,3	1,8	<0,1	5	6	10	0,6	0,3	<0,5
17.-24.06.	21,0	26	4,29	3,6	0,1	0,04	0,3	0,3	<0,1	<0,1	0,1	2,0	0,1	4	4	5	0,7	0,2	<0,5
24.06.-01.07.	55,7	11	4,59	1,3	<0,1	<0,01	0,3	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	0,8	<0,1	1	<1	1	0,5	<0,1	<0,5
Middel/sum*	114,6*	18	4,49	2,4	0,2	0,06	0,4	0,4	<0,1	0,1	0,1	1,2	<0,1	2,4	2,6	3,3	0,6	0,1	<0,5

Tabell 13: Ukeverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 3. kvartal 1991 i Karpdalen.

Parameter	Nedbørmengde	Ledningsevne	pH	SO ₄	Cl	Mg	NO ₃	NH ₄	Ca	K	Na	Pb	Cd	Zn	Ni	Cu	As	Co	Cr
Uke	mm	µS/cm		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
01.-08.07.	13,2	21	4,49	0,5	0,1	0,12	<0,1	0,6	0,1	0,2	0,9	0,4	0,3	3	<1	<1	0,5	<0,1	<0,5
08.-15.07.	10,0											0,6	0,5	2	1	2	0,5	<0,1	<0,5
15.-22.07.	1,9	19	4,73	2,6	1,5	0,15	0,8	0,2	0,1	0,3	1,2	1,2	3,0	13	9	14	<0,5	0,4	1,3
22.-29.07.	3,8	7	3,87	1,8	2,0	0,17	0,9	0,6	0,1	0,1	1,1	0,7	0,7	6	4	9	0,9	0,2	<0,5
29.07.-01.08.	8,8	12	4,70	8,7	1,5	0,07	0,8	0,8	<0,1	0,2	0,5	0,3	0,4	5	4	4	<0,5	0,1	0,5
01.-05.08.	0,0																		
05.-12.08.	0,9											3,5	2,7	13	47	58	3,8	1,8	2,5
12.-19.08.	29,4	63	3,96	6,7	0,5	0,07	0,9	0,3	<0,1	0,1	0,3	1,2	0,5	3	10	8	1,5	0,4	0,6
19.-26.08.	4,8	136	3,70	24,7	3,1	0,69	2,9	2,5	0,9	0,7	3,4	1,8	1,5	9	16	17	1,1	0,6	1,3
26.08.-01.09.	0,1																		
01.-02.09.	0,1																		
02.-09.09.	32,3	44	4,74	2,3	9,0	0,68	0,3	<0,1	0,3	0,2	4,5	0,5	<0,1	3	2	2	<0,5	<0,1	0,6
09.-16.09.	19,1	21	4,66	1,8	2,3	0,18	0,3	<0,1	0,1	0,2	1,4								
16.-23.09.	23,3	19	4,57	1,9	1,8	0,14	0,2	<0,1	0,1	0,1	1,1	0,5	<0,1	4	2	3	<0,5	<0,1	1,0
23.-30.09.	7,4	21	4,53	1,9	1,6	0,12	0,7	0,1	0,1	0,2	0,9	1,2	0,2	22	8	12	<0,5	0,3	1,0
30.09.-01.10.	0,0																		
MiddeI/sum*	155,1*	37	4,30	4,0	3,1	0,26	0,5	0,3	0,1	0,2	1,8	0,8	0,3	4,8	4,9	5,2	0,5	0,2	0,6

Tabell 14: Ukeverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 3. kvartal 1991 i Svanvik.

Parameter	Nedbørmengde	Ledningsevne	pH	SO ₄	Cl	Mg	NO ₃	NH ₄	Ca	K	Na	Pb	Cd	Zn	Ni	Cu	As	Co	Cr	
Uke	mm	µS/cm		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
01.-08.07.	8,4	10	4,97	1,0	0,6	0,06	0,4	0,1	<0,1	<0,1	0,3	0,5	<0,1	4	6	6	0,4	0,1	<0,5	
08.-15.07.	12,1	19	4,51	1,8	0,4	0,04	0,4	0,1	<0,1	<0,1	0,3	0,8	<0,1	1	3	2	0,3	<0,1	<0,5	
15.-22.07.	9,7	8	4,86	0,9	0,2	0,04	0,4	<0,1	<0,1	0,1	0,2	1,7	<0,1	5	20	18	0,7	0,7	0,9	
22.-29.07.	4,1	19	4,57	2,7	0,3	0,09	0,5	0,2	0,2	0,2	0,3	1,6	<0,1	14	9	10	1,1	0,4	0,6	
29.07.-01.08.	8,3	10	5,46	1,5	0,5	<0,01	0,2	1,2	<0,1	0,6	0,2	0,2	<0,1	<1	1	<1	0,2	<0,1	<0,5	
01.-05.08.	0,0																			
05.-12.08.	0,6	106	7,20									2,3	0,4	27	120	97		4,9	2,2	
12.-19.08.	23,4	20	4,55	2,3	0,2	<0,01	0,7	0,5	<0,1	<0,1	0,1	1,0	<0,1	9	5	5	0,8	<0,1	<0,5	
19.-26.08.	0,0																			
26.08.-01.09.	0,3	46	5,03																	
01.-02.09.	0,0																			
02.-09.09.	26,6	15	5,15	0,8	2,5	0,19	0,2	0,1	<0,1	<0,1	1,4	0,4	<0,1	2	<1	1	0,2	<0,1	<0,5	
09.-16.09.	23,1	6	5,31	0,3	0,6	0,06	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	0,2	<0,1	<1	<1	<1	0,2	<0,1	<0,5	
16.-23.09.	14,7	4	5,26	0,3	0,3	0,04	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,2	<0,1	<1	<1	1	0,2	<0,1	<0,5	
23.-30.09.	5,7	11	4,73	1,0	0,3	0,04	0,5	0,1	<0,1	<0,1	0,1	1,1	<0,1	1	13	21	1,8	0,3	<0,5	
30.09.-01.10.	0,0																			
Middel/sum *	137,0*	13	4,86	1,1	0,8	0,07	0,3	0,2	<0,1	<0,1	0,4	0,6	<0,1	3,2	4,3	4,6	0,5	0,1	<0,5	

Tabell 15: Ukeverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 3. kvartal 1991 på Noatun.

Parameter	Nedbørmengde	Ledningsevne	pH	SO ₄	Cl	Mg	NO ₃	NH ₄	Ca	K	Na	Pb	Cd	Zn	Ni	Cu	As	Co	Cr
Uke	mm	µS/cm		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
01.-08.07.	3,5	12	4,90	1,3	0,4	0,06	1,0	1,0	<0,1	0,5	0,2	1,8	<0,1	4	11	8	0,5	0,4	0,7
08.-15.07.	11,5	29	4,26	3,2	0,5	0,06	1,3	0,3	<0,1	<0,1	0,4	2,1	<0,1	3	3	2	0,5	0,1	<0,5
15.-22.07.	14,0	20	4,41	2,6	<0,1	0,03	0,3	0,2	<0,1	0,3	0,1	1,9	0,1	2	4	5	1,7	0,2	<0,5
22.-29.07.	1,6	20	4,60	2,9	0,5	0,10	0,8	0,4	0,2	0,4	0,5	4,1	<0,1	15	13	15	2,2	0,6	0,6
29.07.-01.08.	0,2																		
01.-05.08.	0,0																		
05.-12.08.	4,6	11	4,97	1,8	0,2	0,09	0,8	0,6	0,1	0,3	0,2								
12.-19.08.	31,5	16	4,60	2,2	0,2	0,03	0,4	0,4	<0,1	0,2	<0,1	1,2	<0,1	2	2	3	1,7	0,1	<0,5
19.-26.08.	3,2	37	4,28	5,6	0,7	0,15	0,7	0,5	0,3	0,9	0,5	1,3	<0,1	7	8	8	1,5	0,3	<0,5
26.08.-01.09.	0,5	87	4,00																
01.-02.09.	0,0																		
02.-09.09.	20,7	19	5,02	1,5	2,2	0,17	0,3	0,3	0,1	0,3	1,3	0,6	<0,1	13	4	3	0,6	0,2	<0,5
09.-16.09.	18,2	5	5,28	0,3	0,2	0,03	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	1,7	<0,1	<1	1	1	<0,5	<0,1	<0,5
16.-23.09.	15,6	5	5,14	0,3	0,2	0,03	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,5	<0,1	7	2	1	<0,5	<0,1	<0,5
23.-30.09.	7,3	13	4,66	1,3	0,2	0,03	0,6	0,2	<0,1	<0,1	0,1	0,6	<0,1	<1	3	3	0,5	0,1	<0,5
30.09.-01.10.	0,0																		
Middel/sum*	132,4*	16	4,66	1,7	0,5	0,06	0,4	0,3	<0,1	0,2	0,3	1,3	<0,1	4,4	3,1	3,0	0,9	0,1	<0,5

både Ni, Cu og As ble målt i Svanvik i 2. kvartal. For alle tre stasjonene og begge kvartalene varierte nikkelkonsentrasjonene fra 2,6 µg/l til 20 µg/l, kopperkonsentrasjonene fra 3,0 µg/l til 17 µg/l og arsenkonsentrasjonene fra 0,5 µg/l til 1,9 µg/l i de to kvartalene. Sammenliknet med sommeren 1990 hadde Svanvik høyere konsentrasjoner av både Ni, Cu og As i 2. kvartal, men noe lavere konsentrasjoner av alle tre komponenter i 3. kvartal. Også på Noatun var det høyere konsentrasjoner i 2. kvartal i 1991 enn i 1990, mens det var små forskjeller i 3. kvartal.

Det er også beregnet avsetning med nedbøren av de forskjellige elementene for de to stasjonene i 2. og 3. kvartal 1991. Resultatene er vist i tabell 16. For sjøsaltkomponentene var våtavsetningen større i Karpdalen enn i Svanvik og ved Noatun. For tungmetallene Ni, Cu og As, hvis hovedkilder antas å være de russiske nikkelverkene, kan deler av nedfallet i nedbørprøvetakerne være deposisjon i oppholdsvær når vinden står fra verkene mot målesteden, og deler av nedfallet kan skyldes støv som vaskes ut av lufta med nedbøren. Regnet i konsentrasjon pr. mm nedbør var det en tendens til forhøyede verdier ved lite nedbør (<10-15 mm pr. uke) og lave konsentrasjoner ved mye nedbør. Sammenliknet med sommeren 1990 var våtavsetningen for de fleste komponentene omtrent den samme sommeren 1991 både i Svanvik og ved Noatun. Avsetningen av SO_4 var noe større i 1991.

Tabell 16: Avsetning av elementer med nedbør i 2. og 3. kvartal, samt totalt for sommerhalvårene 1991 og 1990 (mg/m²).

Periode	2. kvartal 1991			3. kvartal 1991		
	Karpdalen	Svanvik	Noatun	Karpdalen	Svanvik	Noatun
SO ₄	470	330	280	620	150	230
Cl	250	54	23	480	110	66
Mg	22	5	7	40	10	8
NO ₃	82	54	46	78	41	53
NH ₄	22	21	46	47	27	40
Ca	15	<11	<12	16	<14	<13
K	7	<11	11	31	<14	26
Na	160	21	11	280	55	40
Pb	0,19	0,21	0,14	0,12	0,08	0,17
Cd	0,07	<0,01	<0,01	0,05	<0,01	<0,01
Zn	0,59	0,43	0,28	0,74	0,44	0,58
Ni	0,84	2,2	0,30	0,76	0,59	0,41
Cu	0,78	1,8	0,38	0,81	0,63	0,40
As	0,05	0,20	0,07	0,08	0,07	0,12
Co	0,03	0,06	0,01	0,03	0,01	0,01
Cr	0,10	<0,06	<0,06	0,09	<0,07	<0,07

Periode	1.4-30.9.1991			1.4.-30.9.1990	
	Karpdalen	Svanvik	Noatun	Svanvik	Noatun
SO ₄	1 090	480	510	302	346
Cl	730	160	89	166	122
Mg	62	15	15	14	13
NO ₃	160	95	99	72	80
NH ₄	69	48	86	<16	33
Ca	31	<25	<25	<16	<19
K	38	<25	37	<16	<14
Na	440	76	51	86	80
Pb	0,31	0,29	0,31	0,28	0,25
Cd	0,12	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Zn	1,3	0,87	0,80	0,94	1,4
Ni	1,6	2,8	0,71	2,4	0,54
Cu	1,6	2,4	0,78	2,3	0,78
As	0,13	0,27	0,19	0,32	0,10
Co	0,06	0,07	0,02	0,08	0,03
Cr	0,19	<0,13	<0,13	0,12	0,08

5 MILJØVERNSAMARBEIDET MED RUSSLAND I GRENSEOMRÅDET

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

Det var enighet mellom partene om å samordne gjennomføringen av et felles måleprogram for luftforurensning og meteorologiske forhold langs den norsk-russiske grensa. Det ble videre opprettet en ekspertgruppe som skulle utarbeide de tekniske detaljene for måleprogrammet.

Fra norsk side består ekspertgruppen av fire medlemmer. Disse representerer NILU (2), SFT og Fylkesmannen i Finnmark. Ekspertgruppen hadde sitt første møte i Kirkenes i juni 1989. Det var da enighet om å måle konsentrasjoner av 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 skal også omfatte nedbørkvalitet. Hvert land skal ha ansvaret for analyse av luft- og nedbørprøver fra eget område. SO₂-instrumentene skal være kontinuerlig registrerende og ha utstyr for lagring av data.

Det felles program i det norsk-russiske grenseområdet skal også omfatte anvendelse av forskjellige typer modeller for 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-modeller for belastning på større avstander. Begge parter stiller til rådighet data som brukes i modellberegningene, først og fremst utslippsdata og meteorologiske data. Utslippsdata gis både for enkeltkilder og diffuse kilder.

Den 13. desember 1989 ble det gjennomført en befarings på to av de tre russiske målestasjonene for luft- og nedbørkvalitet. Med på befaringsen var representanter fra NILU, The Kola Science Centre of the USSR Academy of Sciences (Kola-senteret) og Hydrometeorologisk institutt i Murmansk. De to målestasjonene ble satt i drift 14.-15. desember 1989. Da NILU ikke fikk anledning til å besøke stasjon 3, ble det avtalt at Kola-senteret selv skulle sette denne stasjonen i drift.

De russiske stasjonene ble stoppet etter få dagers drift og først satt i gang igjen 10. januar 1990. Stasjon 3 ble satt i drift 9. februar 1990. Ved NILUs besøk på de tre stasjonene 12.-13. februar 1990 var alle stasjonene i normal drift. Måleresultatene blir sendt NILU en gang pr. måned. Foreløpig er data til og med desember 1991 mottatt fra de russiske stasjonene.

Plasseringen av de fire målestasjonene på russisk side er vist i figur 1.

I juni 1990 ble det andre ekspertmøtet holdt på Kola-senteret i Apatity. På møtet var det en gjennomgang av måleresultatene så langt fra begge sider av grensa. Resultater fra innledende spredningsberegninger ble også gjennomgått og diskutert.

På møtet var det enighet om å gjennomføre analyser av tungmetaller i svevestøv fra alle stasjonene for 1990 på begge sider av grensa. Hvert land er ansvarlig for egne analyser. Prøver fra mai og juni 1990 ble delt i to og utvekslet for sammenliknende analyser. Det ble også foreslått å forlenge det felles måleprogrammet fram til 1.4.1991, samtidig som det ble antydnet et redusert program til planlagte ombygginger og rensetiltak er gjennomført ved nikkelverkene.

1.6.1990 ble det også startet et felles norsk-russisk måleprogram for korrosjon på fem norske og tre russiske stasjoner. Dette ble avsluttet 1.6.1991. Programmet var det samme som på norsk side i basisundersøkelsen.

I august 1990 ble det holdt et fagmøte i Svanvik om miljøvern-samarbeidet mellom Norge og Russland. Blant møtedeltagerne var miljøvernministrene fra begge land. Både fra norsk og russisk side ble det presentert resultater fra det felles måleprogrammet.

I januar 1990 ble det tredje møtet i ekspertgruppen gjennomført på NILU, mens det tredje møtet i den norsk-russiske miljøvern-kommisjonen ble gjennomført uken etter i Oslo. Kommisjonen vedtok at måleprogrammet på de tre russiske stasjonene skal fortsette uforandret i 1991 og 1992. På norsk side ble antall stasjoner redusert fra tre til to fra 1.4.1991. Videre anbefalte kommisjonen at det startes et samarbeid mellom NILU og bedriften Pechenganikel. Hensikten er å skaffe bedre data om utslippene fra bedriften og å etablere en målestasjon for luftkvalitet i byen Nikel. Den norske parten vil stille det nødvendige måleutstyret til disposisjon.

I mai 1991 ble det holdt møter i Nikel og Zapoljarnij mellom representanter fra NILU, Fylkesmannen i Finnmark, bedriften Pechenganikel, Hydrometeorologisk institutt i Murmansk (Murmanskhydromet) og Murmansk fylkeskomitè for naturvern. På møtet ble det organisert befaring på Murmanskhydromets og Pechenganikels målestasjoner for luftkvalitet i Nikel og Zapoljarnij. Det ble bestemt å sette opp en kontinuerlig registrerende SO₂-monitor av samme type som på de tre andre målestasjonene på Hydromets laboratorium i byen Nikel. Det ble også diskutert mulighetene av å starte kontinuerlig måling av SO₂ i hovedutslippskilden i Nikel.

Den nye målestasjonen for luftkvalitet i Nikel ble satt i drift i september 1991. På målestasjonen SOV 2 ble det også satt opp en vindmåler av typen Woelfle og en svevestøvmåler av samme type som på Viksjøfjell og i Svanvik.

Det fjerde møtet i ekspertgruppen ble holdt i St. Petersburg i månedsskiftet september/oktober 1991. Ekspertgruppen ble enig om innholdet i en kortversjon av sluttrapporten på engelsk for

perioden 1.1.1990-31.3.1991. Rapporten vil også bli oversatt til norsk og russisk. Rapporten inneholder bl.a. en del premisser for reduksjoner av utslippene fra smelteverket i Nikel.

Ekspertgruppen planlegger å gjennomføre et internasjonalt seminar i Svanvik om luftforurensningsproblemer i nordområdene i Norge, Sverige og Finland, samt på Kolahalvøya.

6 REFERANSER

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

Berg, T. C. (1991) Måling av radioaktivitet i Norge. Årsrapport 1990. Lillestrøm (NILU OR 62/91).

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

Hagen, L.O. (1990) Rutineovervåking av luftforurensning. April 1990-mars 1991. Lillestrøm (NILU OR 65/91).

Hagen, L.O., Henriksen, J.F. og Johnsrud, M. (1989) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 1 pr. 1.7.1989. Lillestrøm (NILU OR 46/89).

Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Johnsrud, M. og Sivertsen, B. (1990a) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 2 pr. 1.3.1990. Lillestrøm (NILU OR 17/90).

Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Aarnes, M.J. og Sivertsen, B. (1990b) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 3 pr. 1.9.1990. Lillestrøm (NILU OR 79/90).

Hagen, L.O., Henriksen, J.F., Aarnes, M.J. og Sivertsen, B. (1991a) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 4 pr. 1.3.1991. Lillestrøm (NILU OR 32/91).

- Hagen, L.O., Aarnes, M.J., Henriksen, J.F. og Sivertsen, B. (1991b) Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1991. Framdriftsrapport nr. 5 pr. 1.9.1991. Lillestrøm (NILU OR 67/91).
- Rambæk, J.P. og Steinnes, E. (1980) Kartlegging av tungmetallnedfall i Norge ved analyse av mose. Kjeller (Institutt for atomenergi. Work report A7).
- Rognerud, S. (1990) Sedimentundersøkelser i Pasvikelva høsten 1989. Oslo (NIVA-rapport O-89187) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr. 401/90).
- 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., 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. og Baklanov, A.A. (1992) Air Pollution in the border areas of Norway and Russia. Summary report 1990-1991. Lillestrøm (NILU OR 8/92).
- Statens forurensningstilsyn (1982) Luftforurensning. Virkninger på helse og miljø. Oslo (SFT-rapport nr. 38).
- Statens forurensningstilsyn (1987) 1000 sjøers undersøkelsen 1986. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 282/87).
- Statens forurensningstilsyn (1991) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1989. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 437/91).
- Statens forurensningstilsyn (1991) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1990. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 466/91).

Traaen, T.S. et al. (1990) Forsuring og tungmetallforurensning i små vassdrag i Sør-Varanger. Undersøkelser i 1989. Oslo (NIVA-rapport O-89076) (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr. 402/90).

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

World Health Organization (1987) Air quality guidelines for Europe. Copenhagen (WHO regional publications. European series; No. 23).



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH
POSTBOKS 64, N-2001 LILLESTRØM

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 25/92	ISBN-82-425-0356-7	
DATO <i>Mar '92</i>	ANSV. SIGN. <i>P. Sivertsen</i>	ANT. SIDER 63	PRIS NOK 105,-
TITTEL Overvåking av luft- og nedbørkvalitet i grense- områdene i Norge og Russland. April-september 1991		PROSJEKTLEDER B. Sivertsen	
		NILU PROSJEKT NR. O-8976	
FORFATTER(E) L.O. Hagen og B. Sivertsen		TILGJENGELIGHET A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. T. Johannessen, SFT	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep 0032 Oslo 1			
3 STIKKORD Luftkvalitet Nedbørkvalitet Sør-Varanger			
REFERAT En omfattende kartlegging av forekomst og omfang av luftforurensninger langs grensa mot Russland i Sør-Varanger startet i oktober 1988. Fra april 1991 omfatter programmet luftkvalitet, meteorologiske forhold og nedbørkvalitet. I området måles de høyeste SO ₂ -konsentrasjonene i Norge. Utslippene kommer fra de russiske nikkerverkene i Nikel og Zapoljarnij.			

TITLE Air Quality Monitoring in the Border Areas of Norway and Russia. Progress Report April-September 1991.
ABSTRACT A comprehensive study of occurrence and extent of air pollution along the Russian border in Sør-Varanger started in 1988. From april 1991 the mea- surement programme includes air quality, meteorological conditions and precipitation chemistry. The highest SO ₂ -concentrations in Norway are measured in this area. The nickel works in Nikel and Zapoljarnij are the principal sources of SO ₂ in the area.

* Kategorier: Åpen - kan bestilles fra NILU A
 Må bestilles gjennom oppdragsgiver B
 Kan ikke utleveres C