



Statlig program for forurensingsovervåking

Rapport nr.: 453/91

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn

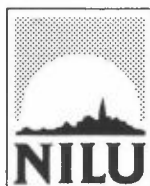
Deltakende institusjon: NILU

Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1991

Framdriftsrapport nr 4 pr.1.3.1991



TA 759/1991



Norsk institutt for luftforskning

NILU OR : 32/91
REFERANSE: O-8842
DATO : JULI 1991
ISBN : 82-425-0254-4

**BASISUNDERSØKELSE AV LUFTFORURENSNINGER
I SØR-VARANGER 1988-1991**

FRAMDRIFTSRAPPORT NR. 4 PR. 1.3.1991

L.O. Hagen, M.J. Aarnes,
J.F. Henriksen 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 virkningene på det akvatiske og terrestriske miljøet. Planleggingen ble utført i samarbeid med følgende institusjoner, som hver utarbeidet forslag til egne del-undersøkelser: Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Norsk institutt for skogforskning (NISK), Forskningsstiftelsen ved Universitetet i Tromsø (FORUT), Botanisk institutt og Kjemisk institutt ved Den allmennvitenskaplige høghskolen (AVH) og Norges veterinærhøgskole (NVH).

NILUs forslag til undersøkelser omfattet målinger av luftkvalitet, nedbørkvalitet, meteorologiske forhold og atmosfærisk korrosjon, feltundersøkelser av korrosjonsskader på reingjerder, organiske komponenter i luft, intensivstudie av transport av luftforurensninger over grensa fra Sovjetunionen til Norge, samt beregninger av konsentrasjoner og avsetning av luftforurensninger basert på informasjon om utslippsmengder og meteorologiske forhold.

INNHOOLD

	Side
FORORD	1
SAMMENDRAG	5
SUMMARY	11
1 INNLEDNING	15
2 PROGRAM FOR UNDERSØKELSEN	16
2.1 Formål med undersøkelsen	17
2.2 NILUs forslag til program	17
2.3 Andre institusjoners forslag til program ...	22
3 MÅLERESULTATER APRIL-SEPTEMBER 1990	24
3.1 Meteorologiske forhold	24
3.1.1 Vindmålinger	25
3.1.2 Temperatur	29
3.1.3 Luftens relative fuktighet	30
3.2 Luftkvalitet	31
3.2.1 Svoveldioksid (SO ₂)	31
3.2.2 Svevestøv og tungmetaller	52
3.3 Nedbørkvalitet	54
3.4 Undersøkelse av korrosjon	60
4 MILJØVERNSAMARBEIDET MED SOVJETUNIONEN I GRENSE- OMRÅDET	66
5 REFERANSER	68

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.

Det er utført målinger av luft- og nedbørkvalitet, meteorologiske forhold og korrosjon. Luftkvalitetsmålingene omfatter svoveldioksid og svevestøv på sju stasjoner på norsk side av grensa. Nedbørkvalitet måles på tre stasjoner og meteorologiske forhold på to stasjoner. I tillegg har Det norske meteorologiske institutt to stasjoner i området. Korrosjon måles på fem stasjoner.

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 1990 viste at vinder fra sørvestlig kant dominerte på Viksjøfjell, mens de hyppigste vindretningene i Svanvik var fra nord-nordøst og sør-sørvest. Vindstyrken var langt høyere på Viksjøfjell (400 m o.h.) enn i Svanvik. Månedsmiddeltemperaturene i sommerhalvåret 1990 avvek lite fra normal sommertemperatur.

SO₂ måles med kontinuerlig registrerende instrumenter på Viksjøfjell, Karpdalen og Svanvik og med NILUs døgnprøvetaker i Kirkenes, Karpdalen, Holmfoss, Svanvik, Kobbfoss 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 også tidligere har hatt SO₂-målinger, Kirkenes, Karpdalen, Holmfoss og Svanvik, viste målingene i perioden april-september 1990 middelveier på samme nivå som sommeren 1989 og noe lavere enn tidligere sommerperioder.

Også middelveier av SO₂ målt på Viksjøfjell og på Kobbfoss sommeren 1990 lå på samme nivå som middelveiene målt sommeren 1989. Det ble målt korttidskonsentrasjoner (timemidler og døgnmidler) til dels langt over norske og internasjonale forslag til grenseverdi for luftkvalitet.

De fleste overskridelsene av grenseverdiene for SO₂ ble målt på Viksjøfjell, mens den høyeste timemiddelveien, 1 170 µg/m³, ble målt i Svanvik. Vindforholdene i området er slik at områdene mellom Viksjøfjell og grensa mot Sovjetunionen antagelig er mest belastet. På Viksjøfjell var middelveien 22 µg/m³, høyeste døgnmiddelvei var 250 µg/m³, og høyeste timesmiddelvei var 1 020 µg/m³ i sommerhalvåret 1990. Tilsvarende grenseverdi for luftkvalitet er satt til henholdsvis 40-60 µg/m³ (norsk forslag), 100-150 µg/m³ (norsk forslag) og 350 µg/m³ (Verdens helseorganisasjon) for virkninger på helse. For virkninger på vegetasjon er grenseverdiene noe lavere.

Noatun og Kirkenes hadde ingen døgn med overskridelser av grenseverdi for døgnmiddel sommeren 1990. De kontinuerlige registreringene av SO₂ sammenholdt med vindretning viser klart at de sovjetiske nikkerverkene i Nikel og Zapoljarnij er hovedkildene til SO₂ i Sør-Varanger. Lokalt har imidlertid også utslippene fra A/S Sydvaranger i Kirkenes betydning.

Målinger av svevestøv midlet over 2-3 døgn på Viksjøfjell viste konsentrasjoner godt under grenseverdi fra Verdens helseorganisasjon. Mer interessant enn svevestøvmengden er imidlertid mengden av tungmetaller. Tidligere undersøkelser av tungmetaller i mose og lav har vist til dels sterkt forhøyet verdi langs grensa mot Sovjetunionen. Støvprøvene fra

perioden 1.1.1990 - 31.3.1991 skal analyseres for mengden av tungmetallene Cr, Co, Ni, Cu, As, Fe, Cd, Zn, V, Mn, Pb og Sb.

Nedbørkvalitet måles på tre stasjoner, Dalelva ved Jarfjorden (NIVAs overvåkingsfelt), Svanvik (ledd i NISKs skogovervåkingsprogram) og Noatun. Prøvene tas over en uke med skifte hver mandag, samt den første dagen i hver måned.

På grunn av usikkerhet ved prøveinnsamlingen foreligger det ikke nedbørdata fra Dalelva fra sommeren 1990. Målingene sommeren 1990 viste at Svanvik hadde lavere pH i nedbøren enn Noatun, men forskjellen var liten. Nedbøren i området hadde omtrent samme surhetsgrad som tidligere år i Svanvik. Heller ikke konsentrasjonene av SO_4 , NO_3 , NH_4 , Ca og K i nedbøren varierte 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 prøvetakerne i perioder uten nedbør. Konsentrasjonene av Pb og Cd var på samme nivå som det en vanligvis finner på bakgrunnsstasjonene ellers i landet, mens Zn viste noe høyere verdier. Ni, Cu og As regnes som sporelementer fra nikkilverkene. Tungmetaller er analysert i nedbøren i Svanvik siden mars 1987. I forhold til sommerhalvåret 1989 lå konsentrasjonene ved Svanvik sommeren 1990 noe lavere i 2. kvartal og noe høyere i 3. kvartal. Ved Noatun var det noe høyere konsentrasjoner i 1990 enn i 1989, bortsett fra Cu i 2. kvartal, som var betydelig lavere.

Korrosjonsundersøkelsen har som mål å kartlegge korrosjonsforholdene i området, finne sammenhengen mellom korrosjon og miljøbelastning og vurdere ulike materialer til bruk i reingjerder i området. Resultatene som er presentert i denne rapporten omfatter alle ikke tidligere rapporterte data fram

til 1.10.1990. Alle metallene viste samme tendens med størst korrosjon på Viksjøfjell og minst i Pasvik ved Kobbfoss og Noatun. De ulike sinkkvalitetene hadde størst korrosjon ved utsetting om våren, mens stål korroderte mest ved utsetting om høsten.

Det gjennomføres også et felles måleprogram av luftkvalitet og nedbørkvalitet på tre stasjoner både på sovjetisk og norsk side av grensa i 1990. Dette ble resultatet av drøftinger i 1989 i Arbeidsgruppen for luftforurensninger under Den blandete norsk-sovjetiske kommisjon for samarbeid på miljøvernområdet. En ekspertgruppe står for planleggingen og gjennomføringen av måleprogrammet. Måleprogrammet omfatter nedbørkvalitet og konsentrasjoner av SO_2 og tungmetaller (Ni, Cu, Co, Cr og As). Norge har stilt til disposisjon nødvendig måleutstyr til de sovjetiske stasjonene. SO_2 -instrumentene er kontinuerlig registrerende og har utstyr for lagring av data. Svevestøvprøvene tas som døgnmiddelverdier, mens nedbørkvalitet måles på ukebasis. Målingene på sovjetisk side kom i gang i januar/februar 1990. NILU har mottatt måledataene for SO_2 fra de tre sovjetiske stasjonene for perioden januar 1990-februar 1991. Måledata for SO_2 fra Viksjøfjell, Karpdalen og Svanvik for perioden januar 1990-mars 1991 er sendt til det sovjetiske sentret. På ekspertgruppens møte i Apatity i juni 1990 ble det foreslått å forlenge det felles måleprogrammet i sin nåværende form fram til 1.4.1991 for å få felles målinger gjennom en hel vinter-sesong. Ved møter i ekspertgruppen og i den norsk-sovjetiske miljøvernkommisjonen i januar 1991 ble det vedtatt at måleprogrammet på de tre sovjetiske stasjonene skal fortsette uforandret i 1991 og 1992, mens antall stasjoner på norsk side reduseres fra tre til to fra 1.4.1991. På den tredje norske målestasjonen (Karpdalen) blir det imidlertid fortsatt døgnprøvetaking av SO_2 . Innstallasjon av en ny kontinuerlig registrerende SO_2 -monitor i byen Nikel har dessuten vært diskutert med den sovjetiske parten.

Et ett-årig fellesprogram for korrosjon ble startet i juni 1990. Måleprogrammet, som er det samme på norsk og sovjetisk

side av grensa, foregår på de samme tre sovjetiske målestasjonene som luft- og nedbørkvalitetsmålingene. På norsk side brukes de samme fem målestasjonene som i basisundersøkelsen.

Fellesprogrammet i grenseområdet omfatter også anvendelse av forskjellige typer modeller for lokal spredning av forurensninger over avstander inntil 100 km fra utslippskildene. Partene skal stille nødvendige utslippdata og meteorologiske data til rådighet. Meteorologiske data fra Viksjøfjell for perioden 1.12.1988 - 31.12.1990 er sendt til det sovjetiske sentret. NILU har mottatt data for vindretning og vindstyrke fra en stasjon i Nikel for 1989 og 1990. For 1990 er også tilsvarende data for en stasjon i Janiskoski sør for Pasvik mottatt. Målingene i Nikel og Janiskoski er utført hver tredje time.

EVALUATION OF AIR POLLUTION OF SØR-VARANGER, FINNMARK 1988-1991

PROGRESS REPORT APRIL-SEPTEMBER 1990

SUMMARY

The Norwegian Institute for Air Research (NILU) has been measuring air pollutants close to the border between Norway and the Soviet Union 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.

Air quality data are collected at 7 locations, precipitation chemistry at 3 locations, meteorological parameters at 2 locations and atmospheric corrosion data are observed at 5 locations. All these data are presented in this report, which is a fourth status report covering the period from April to September 1990.

SO₂ is measured continuously at Viksjøfjell, Karpdalen and Svanvik, while diurnal samples are collected at Kirkenes, Karpdalen, Holmfoss, Svanvik, Kobbfoss 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 1990 (April - September) the general SO₂ concentrations at the monitoring stations were at the same level as during the summer season 1989 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 $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, the highest 24-hour average was $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$, and the highest 1-hour average value was $1\ 020 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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.

The measurements also indicate that SO_2 concentrations increase from southwest towards northeast, from the southern part of Pasvik to Grense-Jakobselv.

Measurements of suspended particles at Viksjøfjell also show concentrations well below the guideline values suggested by WHO. Analysis of metals in the air collected on filters in previous studies showed that some of the heavy metals are well above typical background values measured in the southern part of Norway. Exposed filters from the period January 1990 - March 1991 will be analyzed for concentrations of Cr, Co, Ni, Cu, As, Fe, Cd, Zn, V, Mn, Pb and Sb.

Precipitation chemistry indicated that the pH-value in precipitation did not vary substantially between the monitoring stations. Also concentrations of SO_4 , NO_3 , NH_4 , Ca and K in precipitation were homogeneously distributed over the area. Concentrations of Pb and Cd during the summer 1990 were on the same level as the concentrations usually found at background stations in other areas of Norway, while the concentrations of Zn were a little higher.

Investigations are carried out to establish relationships between atmospheric corrosion and air quality. Another reason for this is to find better materials for use in reindeer fences in the area. The highest corrosion rates were found at Viksjøfjell, which is also the most polluted area in general.

During 1990 a joint programme for studying air quality and precipitation chemistry at three sites on each side of the Norwegian-Soviet border was carried out. The Norwegian measuring sites were chosen to be Viksjøfjell, Karpdalen and Svanvik. The measurements on the Soviet side of the border were started in January/February 1990, and SO₂ data for the whole year have been exchanged.

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

A joint study of atmospheric corrosion was also started. The exposure study being started in June 1990, will go on for one year. The measuring sites in the Soviet Union are the same three as in the joint air quality study. In Norway the measuring sites are the same five as in the previous study.

BASISUNDERSØKELSE AV LUFTFORURENSNINGER I SØR-VARANGER 1988-1991

FRAMDRIFTSRAPPORT NR. 4 PR. 1.3.1991

1 INNLEDNING

Luftforurensningene i Sør-Varanger har vært betydelige i flere 10-år. Utslippene av SO₂ og tungmetaller fra smelteverk i 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 forurensningen 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 Jarfjordbotn erstattet av Karpdalen. Etter at smeltehytta i Sulitjelma ble nedlagt, måles Norges høyeste SO₂-konsentrasjoner i Sør-Varanger (se f.eks. Hagen, 1990). Avsetning av tungmetaller på mose og lav ble undersøkt i 1976 og 1977 (Rambæk og Steinnes, 1980), i 1978 og 1981 (Schjoldager, 1979 og 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.

Virksomheter 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).

NISK og andre har i lengre tid observert synlige skader (svi-skader av SO₂) på blad og barnåler.

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). Fra Reindriftsadministrasjonen i Finnmark er det meddelt at lavdekningen i Sør-Varanger er sterkt redusert til tross for at færre dyr beiter nå enn før.

2 PROGRAM FOR UNDERSØKELSEN

I brev 1.7.1988 fra Statens forurensningstilsyn (SFT) fikk NILU i oppdrag å foreta en detaljert planlegging av undersøkelsen. Planleggingen har foregått i samarbeid med følgende institusjoner, som hver har 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 høyskolen (AVH), Kjemisk institutt
- Norges veterinærhøgskole (NVH)

2.1 FORMÅL MED UNDERSØKELSEN

Formålet med de foreslåtte undersøkelsene er:

- 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.

2.2 NILUs FORSLAG TIL PROGRAM

NILUs forslag til undersøkelser omfattet:

- Målinger av luftkvalitet.
- Målinger av nedbørkvalitet.
- Målinger av meteorologiske forhold.
- Målinger av korrosjon.
- Feltundersøkelser av korrosjonsskader på reingjerder.
- Organiske komponenter i luft.
- Intensivstudie av transport av luftforurensning over grensa.
- Beregninger av spredning av utslipp, transport og avsetning av forurensninger.

Figur 1 viser hvor de forskjellige målestasjonene er plassert og hvilke målinger som foregår på hver stasjon. Måleprogrammet for luftkvalitet er vist i tabell 1. I figur 1 er også vist plasseringen av tre stasjoner for luft- og nedbørkvalitet på sovjetisk side. Disse inngår i det felles norsk-sovjetiske måleprogrammet (se kapittel 4).

Tabell 1: Måleprogram for luftkvalitet i Sør-Varanger i perioden 1.10.1988-1.10.1990. På stasjonene i det felles norsk-sovjetiske måleprogrammet (Viksjøfjell, Karpdalen og Svanvik) vil målingene fortsette fram til 1.4.1991.

Stasjon	SO ₂		NO, NO _x , NO ₂	Svevestøv
	Døgn-verdier	Time-verdier	Timesverdier	Døgn-verdier
Viksjøfjell		x	x ³	x ⁴
Karpdalen	x	x ¹		x
Kirkenes	x			x
Holmfoss	x			x
Svanvik	x	x		x
Kobbfoss	x			x
Noatun	x	x ²		x

1 Ikke perioden 1.4.-1.10.1989.

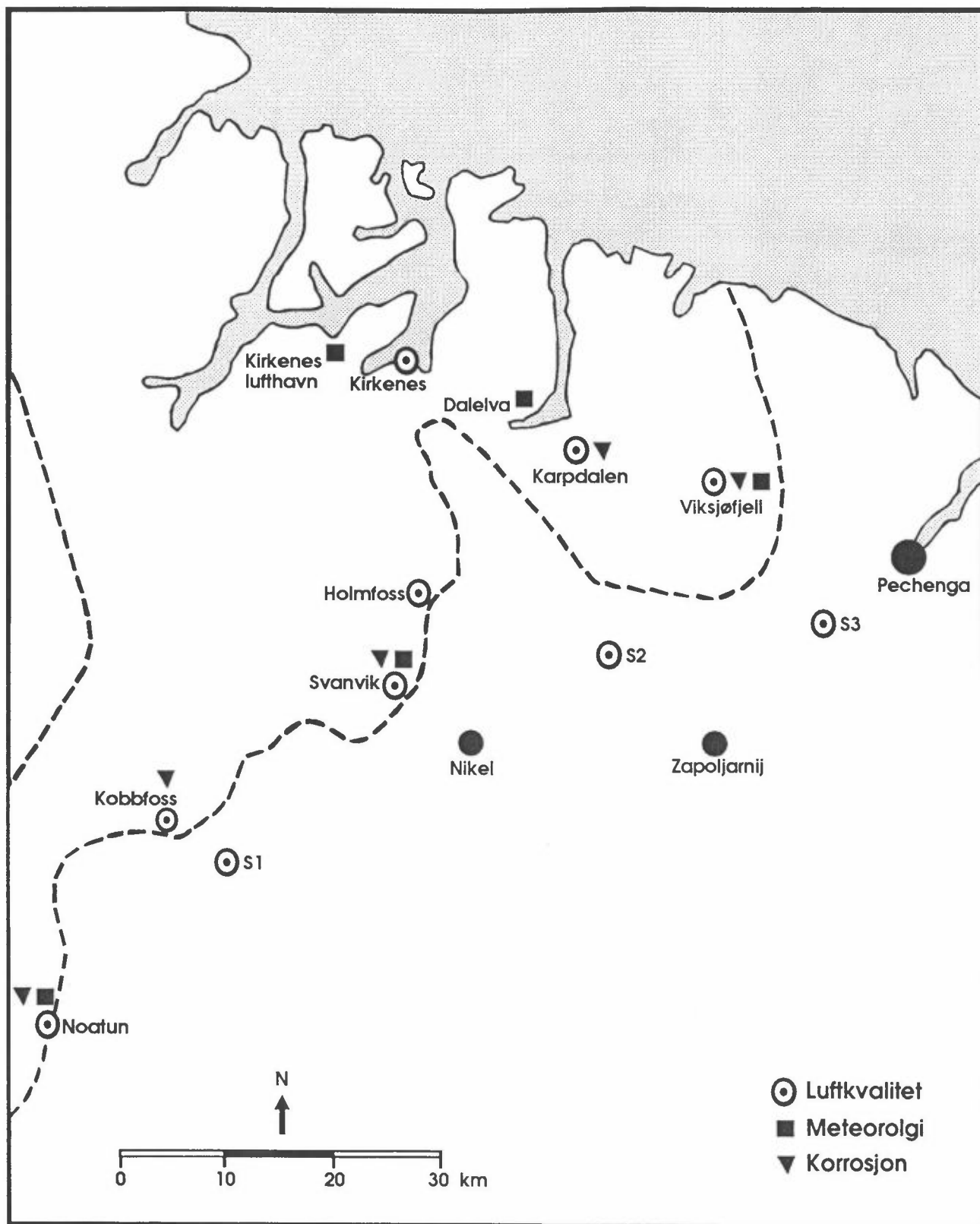
2 Bare perioden 1.4.-1.10.1989.

3 Bare perioden 1.10.1988-1.4.1989.

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

På Viksjøfjell, Karpdalen og 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 seks 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.

På Viksjøfjell tas det prøver av svevestøv med en to-filterprøvetaker, som deler støvet i grov- og finfraksjon. På disse prøvene bestemmes mengden av svevestøv gravimetrisk. På de øvrige stasjonene tas det også prøver av svevestøv, men luftvolumet er for lite til å bestemme svevestøvmengden. På alle sju stasjonene er det foreslått at svevestøvprøvene analyseres på mengden av tungmetallene Cr, Co, Ni, Cu, As, Fe, Cd, Zn, V, Mn, Pb og Sb. Disse analysene vil bli gjennomført på svevestøvprøver fra perioden 1.1.1990 - 31.3.1991. Svevestøvprøver fra de tre sovjetiske stasjonene fra 1990 vil bli analysert på mengden av tungmetallene Cr, Co, Ni, Cu og As. Prøvene fra de



Figur 1: Målestasjoner for luftkvalitet, meteorologiske forhold (inkl. nedbørkvalitet) og korrosjon i Sør-Varanger og målestasjoner for luft- og nedbørkvalitet på sovjetisk side. Målingene på sovjetisk side startet i januar/februar 1990.

sovjetiske stasjonene vil bli analysert ved Kola Science Centre i Apatity.

Programmet for målinger av meteorologi og nedbørkvalitet er vist i tabell 2.

Tabell 2: Måleprogram for nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i Sør-Varanger i perioden 1.10.1988-1.4.1991.

Stasjon	Nedbørkvalitet (ukesverdier)	Meteorologiske forhold (timeverdier)					
		Vind- retning	Vind- styrke	Temperatur	Relativ fuktighet	Stabilitet	Turbulens
Viksjøfjell		x	x	x	x	x	x
Dalelva ¹	x						
Svanvik	x	x	x	x	x		
Noatun	x						

1 Flyttet til Karpdalen 1.1.1991.

Av nedbøren tas det ukesprøver. Prøvene analyseres på nedbørmengde, ledningsevne, pH, SO₄, Cl, Mg, NO₃, NH₄, Ca, K og Na, samt tungmetallene Pb, Cd, Zn, Ni, Cu, As, Co og Cr. Stasjonen på Svanvik inngår i det nasjonale skogovervåkingsprogrammet. Stasjonen ved Dalelva er opprettet i tilknytning til en feltforsøksstasjon for vannkvalitet, der NIVA måler kontinuerlig pH, konduktivitet, lufttemperatur og vannføring. På grunn av usikkerhet ved prøveinnsamling ved Dalelva siden april 1990 er stasjonen flyttet til Karpdalen 1.1.1991.

Målinger av vindretning og vindstyrke 10 m over bakken i Svanvik inngår som en del av den rutinemessige overvåkingen av SO₂-konsentrasjoner i luft. Temperatur og fuktighet er målt siden 1984 som en del av en landsomfattende overvåking av korrosjonsforhold.

På Viksjøfjell er det plassert en 25 m høy mast. I toppen måles vindretning, vindstyrke og turbulens. 10 m over bakken måles temperatur og vindstyrke, mens stabilitet måles som temperatur-

differensen mellom 25 m og 10 m. På nivået 2 m over bakken måles temperatur og relativ fuktighet.

I tillegg har Det norske meteorologiske institutt (DNMI) værstasjoner på Kirkenes lufthavn (Høybuktknoen) og i Pasvik (som ligger på Noatun). Her fås data for vindretning, vindstyrke, temperatur, nedbør og luftfuktighet 3-4 ganger i døgnet. Data fra Høybuktknoen og Pasvik benyttes bl.a. til vurdering av data fra korrosjonsundersøkelsen.

I tabell 3 er vist måleprogrammet for korrosjon.

Tabell 3: Måleprogram for korrosjon i Sør-Varanger i perioden 1.10.1988-1.10.1990.

Stasjon	Platematerialer	Trådmaterialer (til reingjerder)	Aerosolfelle (kloridbelastning)
Viksjøfjell Karpdalen Svanvik Kobbfoss Noatun	<ul style="list-style-type: none"> - Årsprøver satt ut vår og høst av karbonstål, sink og galvanisert stål - Måned- og kvartalsprøver av karbonstål - 2-årsprøver av "Aluzink" 	<ul style="list-style-type: none"> - 2-årsprøver (fra 1.10.1988) og 1 1/2-årsprøver (fra 1.4.1989) av: galvanisert tråd, plastbelagt galvanisert tråd, aluminiumtråd, "Galfan"-tråd og plastbelagt galvanisert tråd med skader i plastbelegget. 	<ul style="list-style-type: none"> x x x

Korrosjonsprogrammet er felles på de fem stasjonene, bortsett fra aerosolfellene, og er utformet etter retningslinjer foreslått av den internasjonale standardiseringsorganisasjonen ISO, med prøveplater på 10 x 15 cm eksponert i 45° vinkel mot sør og åpen helix (spiral) for trådmaterialene. Til hver prøveperiode benyttes tre parallelle prøver.

I tillegg til måleprogrammet for korrosjon som er beskrevet foran, er det fra 1.6.1990 satt igang ett felles norsk-sovjetisk måleprogram av ett års varighet på de tre sovjetiske målestasjonene for luftkvalitet og de fem norske stasjonene for

korrosjon. Bortsett fra aerosolfeller er måleprogrammet det samme som er beskrevet i tabell 3.

Svanvik er en av seks stasjoner i et landsomfattende overvåkingsprogram for korrosjon og ble startet i august 1984 (Anda og Henriksen, 1988). Det totale eksponeringsprogrammet er noe mer omfattende enn fellesprogrammet for de fem stasjonene i basisundersøkelsen. Blant annet inngår også plater av kopper og aluminium i programmet.

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

Svanvik er også en av 11 stasjoner som er med i et beredskapsprogram for 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, 1990).

2.3 ANDRE INSTITUSJONERS FORSLAG TIL PROGRAM

NIVAs forslag omfatter undersøkelser av forekomst og virkninger av sure forbindelser og tungmetaller i elver, innsjøer, sedimenter og fisk. Disse undersøkelsene startet i 1989. Sommeren 1988 ble det opprettet en kontinuerlig målestasjon ved Dalelvas utløp i Jarfjorden. I tilknytning til stasjonen måler NILU nedbørkvalitet.

NISK har en av sine skogovervåkingsstasjoner i Svanvik. Denne aktiviteten inngår i det nasjonale skogovervåkingsprogrammet. Som et ledd i en hovedfagsoppgave ved NISK/NLH ble det sommeren 1988 samlet inn bjørkeblader, furunåler, etasjemose og kvitkrull i et rutenett på 4 x 4 km i Sør-Varanger kommune og deler

av Varangerhalvøya. Disse prøvene, ialt ca. 320, er analysert av NILU på hovedkomponenter og tungmetaller.

I forbindelse med samarbeidet om miljøproblemer i grenseområdene mellom Norge og Sovjetunionen, er det etablert en ekspertgruppe for studier av forurensningseffekter på det terrestriske miljø. I den norske ekspertgruppen deltar Statens forurensningstilsyn, Direktoratet for naturforvaltning, Forskningsstiftelsen for Universitetet i Tromsø (FORUT) og Norsk institutt for skogforskning (NISK). Ekspertgruppen har igangsatt ni prosjekter, hvorav åtte vil være ferdige rundt årsskiftet 1990/91. Det niende prosjektet, som omhandler fjernanalyse i Sovjet, er utsatt på ubestemt tid på grunn av manglende finansiering.

De ni prosjektene er:

- Overvåking av skogskader i østlige deler av Finnmark (NISK).
- Kartlegging og overvåking av naturmiljøet i Sør-Varanger ved hjelp av fjernanalyse (FORUT).
- Effekt på epifyttisk lav i Sør-Varanger (Botanisk institutt, AVH).
- Moser og luftforurensning (Botanisk institutt, AVH og Norsk institutt for naturforskning (NINA)).
- Opptak av tungmetaller i vegetasjon og studier av jordforurensning i Sør-Varanger (Kjemisk institutt ved AVH).
- Opptak av tungmetaller i dyr i Sør-Varanger (Norges Veterinærhøgskole).
- Vurdering av skogens økologiske system i grenseområdene mellom Norge og Sovjetunionen (Instituttet for problemer av industriell økologi i nord ved Det vitenskapelige senter på

Kolahalvøya i Apatity, Institutt for anvendt geofysikk og Institutt for naturvern og verneområder i Moskva).

- Undersøkelse av luftforurensningers innflytelse på terrestriske dyr i grenseområdene Norge/Sovjetunionen, og klarlegging av egnede parametre for luftforurensningers innvirkning på dyr (Lapland Statsverneområde, Statskomiteen for miljøvern, Det geografiske institutt ved Sovjets vitenskapsakademi og Institutt for naturvern).
- Kartlegging av tilstanden av økosystemer i grenseområdene Norge/Sovjetunionen ved hjelp av fjernanalyse (Institutt for dyrenes evolusjon, morfologi og økologi i Moskva og Den sovjetiske komiteen for "Man and the Biosphere"/UNESCO).

3 MÅLERESULTATER APRIL-SEPTEMBER 1990

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

3.1 METEOROLOGISKE FORHOLD

Den meteorologiske hovedstasjonen er plassert ved forsvarstasjon på Viksjøfjell, om lag 400 m over havet, se figur 1. Den automatiske værstasjonen foretar kontinuerlige registreringer av vindretning, vindstyrke, temperatur, luftfuktighet, stabilitet og turbulens. Måleresultatene lagres automatisk som timemiddelverdier.

I Svanvik måles vindretning, vindstyrke, temperatur og luftas relative fuktighet. Registreringene avleses og lagres som timemiddelverdier.

Målinger fra Det norske meteorologiske institutts (DNMIs) stasjoner Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun) er brukt for å

vurdere representativiteten av temperatur- og fuktighetsmålingene.

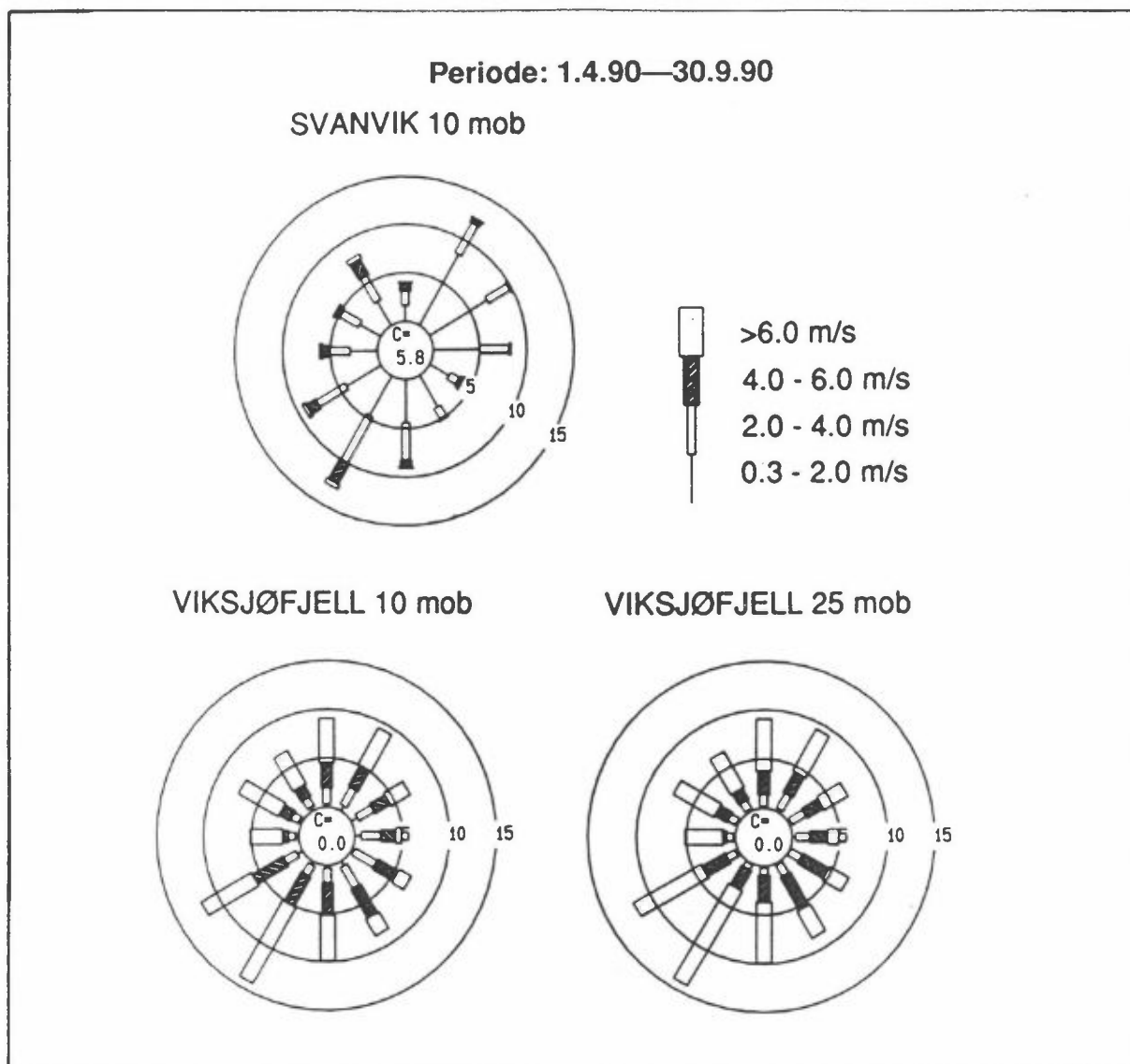
Datatilgjengeligheten på Viksjøfjell i perioden har i gjennomsnitt vært over 99%. Også i Svanvik var datatilgjengeligheten god med gjennomsnitt på ca. 98%.

3.1.1 Vindmålinger

Figur 2 viser vindroser for perioden april-september 1990 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 30⁰-sektorer: nord (360⁰, dvs. alle målinger i 10⁰-sektorene 350⁰, 360⁰ og 10⁰), nord-nordøst (30⁰), øst-nordøst (60⁰), øst (90⁰), øst-sørøst (120⁰), sør-sørøst (150⁰), sør (180⁰), sør-sørvest (210⁰), vest-sørvest (240⁰), vest (270⁰), vest-nordvest (300⁰) og nord-nordvest (330⁰). 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.

Vindroser for Viksjøfjell er gitt for vindstyrker 10 m over bakken og for vindstyrker 25 m over bakken. Vindretningen er målt 25 m over bakken. I Svanvik utføres vindmålingene 10 m over bakken.

Vindrosene fra Viksjøfjell viser at vind fra sør-sørvest og vest-sørvest forekom hyppigst i perioden april-september 1990, ialt vel 26% av tiden. Vind fra østlig og vestlig kant hadde lavest hyppighet. Figuren viser også at andelen av vindstyrker over 6 m/s var størst ved vind fra sørlige og sørvestlige retninger, mens det oftere forekom lavere vindstyrker ved vind fra østlig kant.



Figur 2: Vindroser for perioden april-september 1990 fra Viksjøfjell og Svanvik.

Sammenliknet med sommeren 1989 var det på Viksjøfjell sommeren 1990 noe lavere frekvens av vind fra vestlig og vest-sørvestlig kant og noe mer vind fra nordøstlige retninger. Forskjellene var imidlertid små.

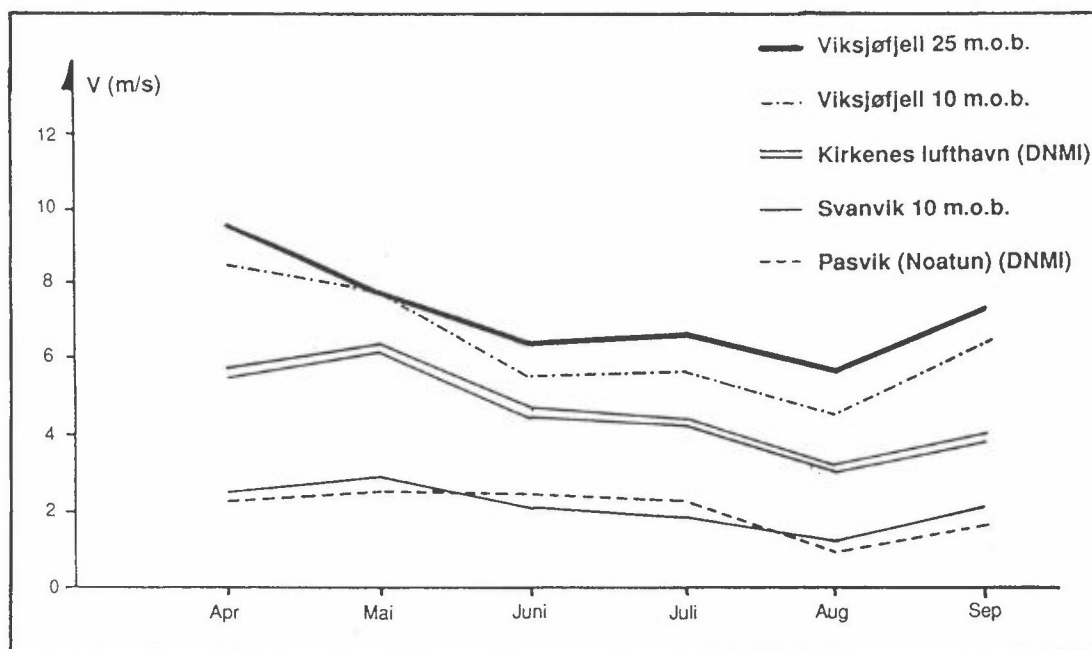
I Svanvik var de hyppigste vindretningene fra nord-nordøst og sør-sørvest. Her er vinden noe kanalisert, og hovedvindretningene følger dalføret.

I forhold til Viksjøfjell var det i Svanvik mer vind fra nordøst og øst og mindre vind fra nordlige og sørøstlige retninger. Dette tyder på en kanalisering langs Pasvikdalføret.

Frekvensen av sterk vind var langt lavere i Svanvik, og frekvensen av vindstille var 5,8%, mens det på Viksjøfjell ikke ble registrert vindstille sommeren 1990.

Vindretningensfordelingen i Svanvik sommeren 1990 skilte seg fra vindretningsfordelingen sommeren 1989 ved at det i 1990 forekom mer vind fra nordøstlige retninger og mindre fra nord og sør.

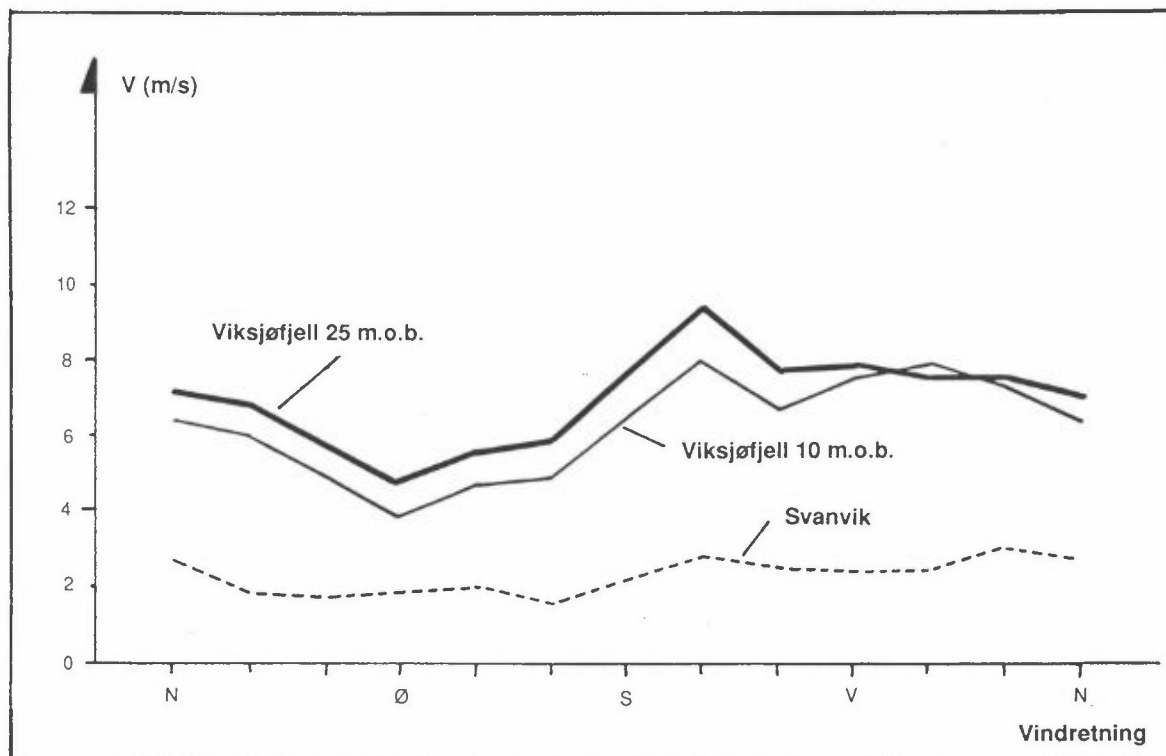
Figur 3 viser midlere vindstyrke for hver måned i perioden april-september 1990 på Viksjøfjell (både 10 og 25 m o.b.), Svanvik og DNMI's stasjoner Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun). Figuren viser at det blåste sterkest på Viksjøfjell og sterkere 25 m o.b. enn 10 m o.b. I Svanvik og i Pasvik var vindstyrken vesentlig lavere. Pasvik (Noatun) ligger lengst fra kysten og hadde svakest vind i april, mai, august og september, mens Svanvik hadde svakest vind i juni og juli. I forhold til sommeren 1989 var det sommeren 1990 noe høyere vindstyrker i april og mai på alle stasjonene, mens det i de øvrige månedene var liten forskjell.



Figur 3: Midlere vindstyrke for hver måned i perioden april-september 1990 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 øst 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 nord og fra vestlige retninger.

Tabell 4 viser frekvensen av vind i forskjellige vindstyrkeklasser. På Viksjøfjell 25 m over bakken var timemiddelvindstyrken over 6 m/s i 57,6% av tiden og under 2 m/s i bare 2,2% av tiden. 10 m over bakken på Viksjøfjell var middelvindstyrken over 6 m/s i 47,2% av tiden og under 2 m/s i 5,1% av tiden. I Svanvik blåste det over 6 m/s bare i 2,0% av tiden og under 2 m/s i 55,4% av tiden. Økende vindstyrke gir bedre spredning av luftforurensende stoffer. Sommerhalvåret 1989 hadde Viksjøfjell vindstyrke over 6 m/s i 49% av tiden (10 m o.b.), mens tilsvarende tall i Svanvik var 1,2% av tiden.



Figur 4: Midlere vindstyrke i perioden april-september 1990 fordelt på 12 vindsektorer på Viksjøfjell og Svanvik (m/s).

Tabell 4: Frekvens av vind i forskjellige vindstyrkeklasser på Viksjøfjell og Svanvik i perioden april-september 1990 (%).

	Stille	0,3-2,0 m/s	2,1-4,0 m/s	4,1-6,0 m/s	>6 m/s
Viksjøfjell (25 m o.b.)	0,0	2,2	13,8	26,4	57,6
Viksjøfjell (10 m o.b.)	0,0	5,1	19,5	28,3	47,2
Svanvik (10 m o.b.)	5,8	49,6	32,9	9,8	2,0

3.1.2 Temperatur

Tabell 5 gir en oversikt over temperaturmålingene på Viksjøfjell, Svanvik og Meteorologisk institutts stasjoner Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun). På DNMI's stasjoner er det sammenliknet med normaltemperaturen, som er middelveiden for 30-årsperioden 1931-1960. Målingene viser at månedsmiddeltemperaturene sommeren 1990 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 1990 ($^{\circ}\text{C}$).

Stasjon	Viksjøfjell			Svanvik			Kirkenes lufthavn				Pasvik (Noatun)			
	Middel	Maks.	Min.	Middel	Maks.	Min.	Middel	Normal	Maks.	Min.	Middel	Normal	Maks.	Min.
Apr 1990	-1,7	8,9	-13,8	0,9	14,2	-21,8	1,0	-0,8	14,4	-16,1	0,9	-1,9	13,8	-21,1
Mai 1990	-0,5	14,0	-6,4	3,3	20,0	-4,2	2,8	4,1	19,5	-2,5	3,8	4,2	18,8	-3,8
Jun 1990	6,0	24,5	-1,0	11,1	31,3	-1,5	8,6	9,0	27,9	1,7	10,3	10,8	27,3	2,0
Jul 1990	9,8	19,3	2,8	12,4	26,1	3,5	12,3	12,7	22,1	5,1	13,5	14,4	22,5	5,4
Aug 1990	9,6	21,2	2,3	11,2	22,5	-0,2	12,0	11,9	24,2	0,8	12,6	12,3	23,0	0,5
Sep 1990	4,1	14,4	-0,9	6,3	21,4	-2,8	6,6	7,4	16,4	-1,5	6,3	6,7	17,1	-2,4

Laveste målte temperatur var $-21,8^{\circ}\text{C}$ i Svanvik i april 1990,

mens det i Pasvik (Noatun) ble målt $-21,1^{\circ}\text{C}$. På Viksjøfjell var laveste temperatur $-13,8^{\circ}\text{C}$. Høyden over havet (ca. 400 m) og mye vind gjør at det ikke måles så lave temperaturer her som i Pasvik. Den høyeste timemiddeltemperaturen hadde Svanvik den 24. juni kl. 17 med $31,3^{\circ}\text{C}$. På Viksjøfjell ble høyeste timemiddeltemperatur ($24,5^{\circ}\text{C}$) målt den 25. juni kl. 13.

Felles for alle stasjonene var at middeltemperaturene for april, mai og juni var betydelig lavere enn middeltemperaturene for de samme månedene i 1989, mens juli, august og september hadde omtrent samme middeltemperaturer som i 1989.

3.1.3 Luftens relative fuktighet

Tabell 6 viser månedsmiddelverdiene av luftens relative fuktighet for hver måned i perioden april-september 1990.

Tabell 6: Månedsmiddelverdier av relativ fuktighet i perioden april-september 1990 i Svanvik, Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun) (i prosent).

Stasjon Måned	Svanvik	Kirkenes lufthavn	Pasvik (Noatun)
April	70	-	68
Mai	71	-	67
Juni	69	73	64
Juli	76	86	77
August	77	83	77
September	78	85	81

Pasvik (Noatun) hadde som ventet litt lavere relativ fuktighet enn Kirkenes lufthavn. På Svanvik var middelverdiene omtrent som i Pasvik (Noatun). På Viksjøfjell har fuktighetsføleren i perioder ikke virket tilfredsstillende, og data fra denne stasjonen er derfor ikke presentert.

3.2 LUFTKVALITET

3.2.1 Svoveldioksid (SO₂)

SO₂-målinger er utført på i alt 7 stasjoner, Viksjøfjell, Karpdalen, Rådhuset i Kirkenes, Holmfoss, Svanvik, Kobbfoss og Noatun. Tre av stasjonene, Viksjøfjell, Svanvik og Karpdalen, har kontinuerlig registrerende instrumenter med oppringt samband. Dataene lagres som timemiddelverdier. Alle stasjonene, unntatt Viksjøfjell, har døgnprøvetakere. Både i Svanvik og i Karpdalen 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 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 1990 med monitorer og døgnprøvetakere er gitt i tabellene 7 og 8. Målingene viser at Viksjøfjell var mest belastet i perioden. Vindrosen fra Viksjøfjell i figur 2 viser at vind fra 210⁰ og 240⁰ er mest hyppig.

Ved vindretning på 240⁰ vil røykskyen fra Nikel antagelig ofte gå sør og øst for stasjonen på Viksjøfjell. Det er derfor grunn til å tro at områdene sør og øst for Viksjøfjell er de mest belastede norske områdene og at konsentrasjonene på sovjetisk område er enda høyere. Målinger på de sovjetiske stasjonene 2 og 3 i perioden januar-oktober 1990 bekrefter at konsentrasjonene i dette området er til dels betydelig høyere enn på de norske stasjonene.

Tabell 7: Sammendrag av målinger av SO₂ med kontinuerlig registrerende instrumenter på Viksjøfjell, Svanvik og Karpdalen i perioden april-september 1990 (µg/m³).

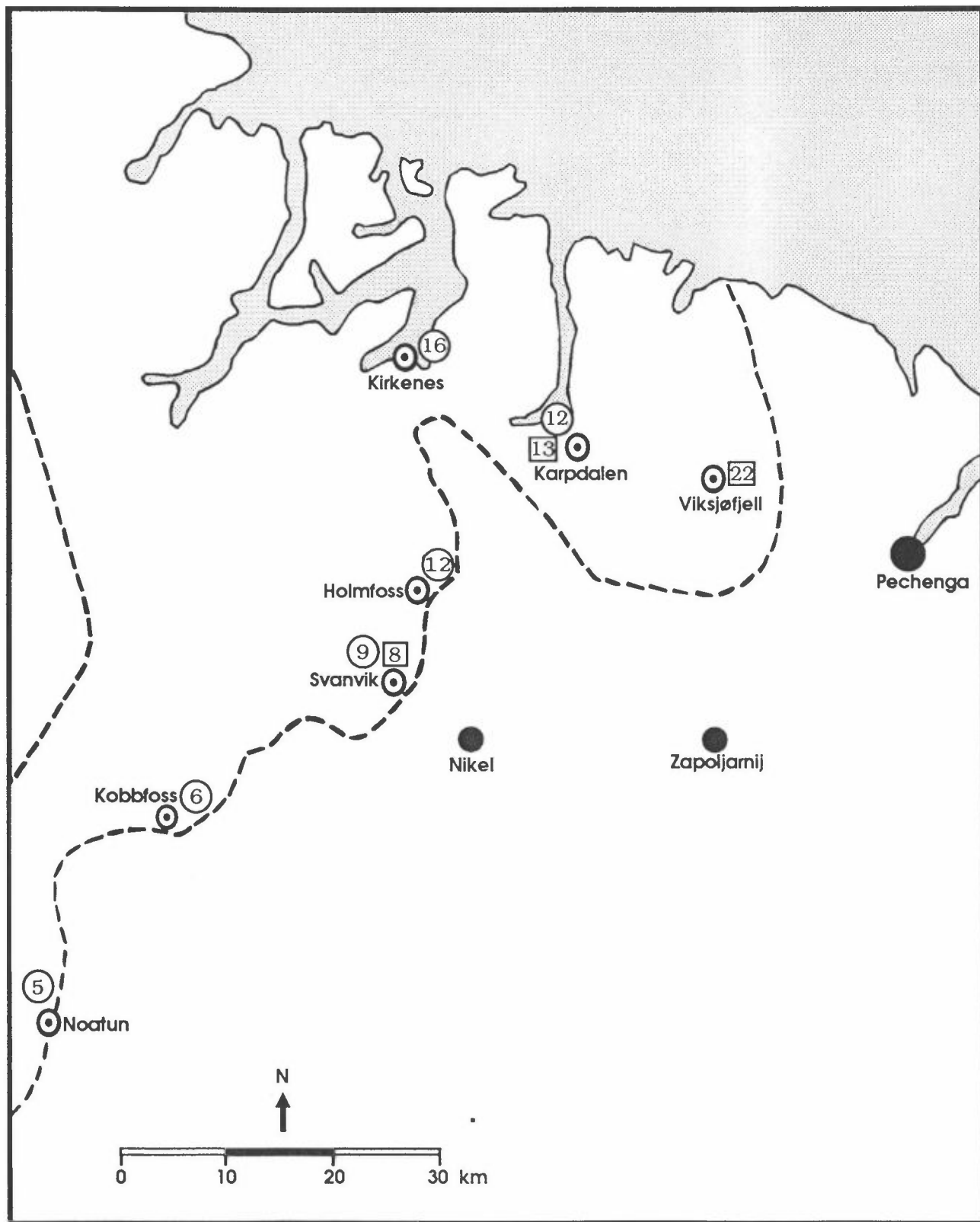
Stasjon	Måned	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Ant. døgno-obs.	Ant. døgnmidler			Høyeste time-middel	Ant. time-obs.	Ant. timemidler			
					>50	>100	>300			>100	>300	>500	>1 000
Viksjøfjell	Apr 1990	32	250	30	6	3	0	1 020	683	70	14	3	1
	Mai	5	61	31	1	0	0	226	705	7	0	0	0
	Jun	12	63	30	1	0	0	469	682	31	2	0	0
	Jul	11	68	31	1	0	0	281	708	21	0	0	0
	Aug	38	132	31	9	1	0	803	701	81	21	7	0
	Sep	37	188	30	9	4	0	899	679	74	25	11	0
	Apr-sep	22	250	183	27	8	0	1 020	4 158	284	62	21	1
Karpdalen	Apr 1990	19	118	30	6	1	0	562	684	43	6	1	0
	Mai	0,2	4	31	0	0	0	40	709	0	0	0	0
	Jun	5	41	30	0	0	0	250	683	8	0	0	0
	Jul	7	48	31	0	0	0	251	705	15	0	0	0
	Aug	25	133	31	6	1	0	1 057	700	51	10	5	1
	Sep	22	108	30	6	1	0	449	680	51	8	0	0
	Apr-sep	13	133	183	18	3	0	1 057	4 161	168	24	6	1
Svanvik	Apr 1990	2	25	30	0	0	0	262	682	2	0	0	0
	Mai	4	61	31	1	0	0	376	704	7	2	0	0
	Jun	12	68	30	4	0	0	777	681	23	6	1	0
	Jul	12	106	31	3	1	0	532	703	30	4	1	0
	Aug	11	68	31	3	0	0	1 170	702	15	3	1	1
	Sep	9	96	30	1	0	0	395	682	17	4	0	0
	Apr-sep	8	106	183	12	1	0	1 170	4 154	94	19	3	1

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

Gjennomsnittsverdiene av SO₂ i perioden april-september 1990 er vist i figur 5. De nordlige og østlige delene av Sør-Varanger var mest belastet. Sammeliknet med gjennomsnittsverdiene fra sommeren 1989 var verdiene omtrent de samme i 1990 på alle stasjonene.

Tabell 8: Sammendrag av døgnmålinger av SO₂ i perioden april-september 1990 (µg/m³).

Stasjon og måned	Middel	Maks	Min.	Ant.obs.	>50	>100
KIRKENES						
April 1990	10	32	0	27		
Mai	11	31	2	31		
Juni	11	38	2	30		
Juli						
August	26	49	3	23		
September	24	73	1	30	2	
April-sept. 1990	16	73	0	141	2	
SVANVIK						
April 1990	3	30	1	29		
Mai	4	61	1	30	1	
Juni	13	67	1	30	3	
Juli	13	104	1	31	4	1
August	10	71	1	29	2	
September	9	110	1	29	1	1
April-sept. 1990	9	110	1	178	11	2
HOLMFOSS						
April 1990	10	89	1	30	3	
Mai	2	16	1	31		
Juni	10	114	1	29	2	1
Juli	10	127	1	31	1	1
August	24	181	1	31	6	2
September	17	107	1	30	4	3
April-sept. 1990	12	181	1	182	16	7
KARPDALLEN						
April 1990	21	123	1	30	6	1
Mai	1	4	1	31		
Juni	6	38	1	30		
Juli	8	49	1	31		
August	23	108	1	31	5	1
September	17	107	1	16	3	1
April-sept. 1990	12	123	1	169	14	3
KOBBSFOSS						
April 1990	3	38	1	30		
Mai	5	48	1	31		
Juni	14	122	1	27	3	1
Juli	4	40	1	14		
August	5	63	1	27	1	
September	5	41	1	30		
April-sept. 1990	6	122	1	159	4	1
NOATUN						
April 1990	2	21	1	30		
Mai	6	79	1	31	1	
Juni	7	61	1	24	1	
Juli	7	51	1	31	1	
August	3	14	1	31		
September	4	35	1	30		
April-sept. 1990	5	79	1	177	3	

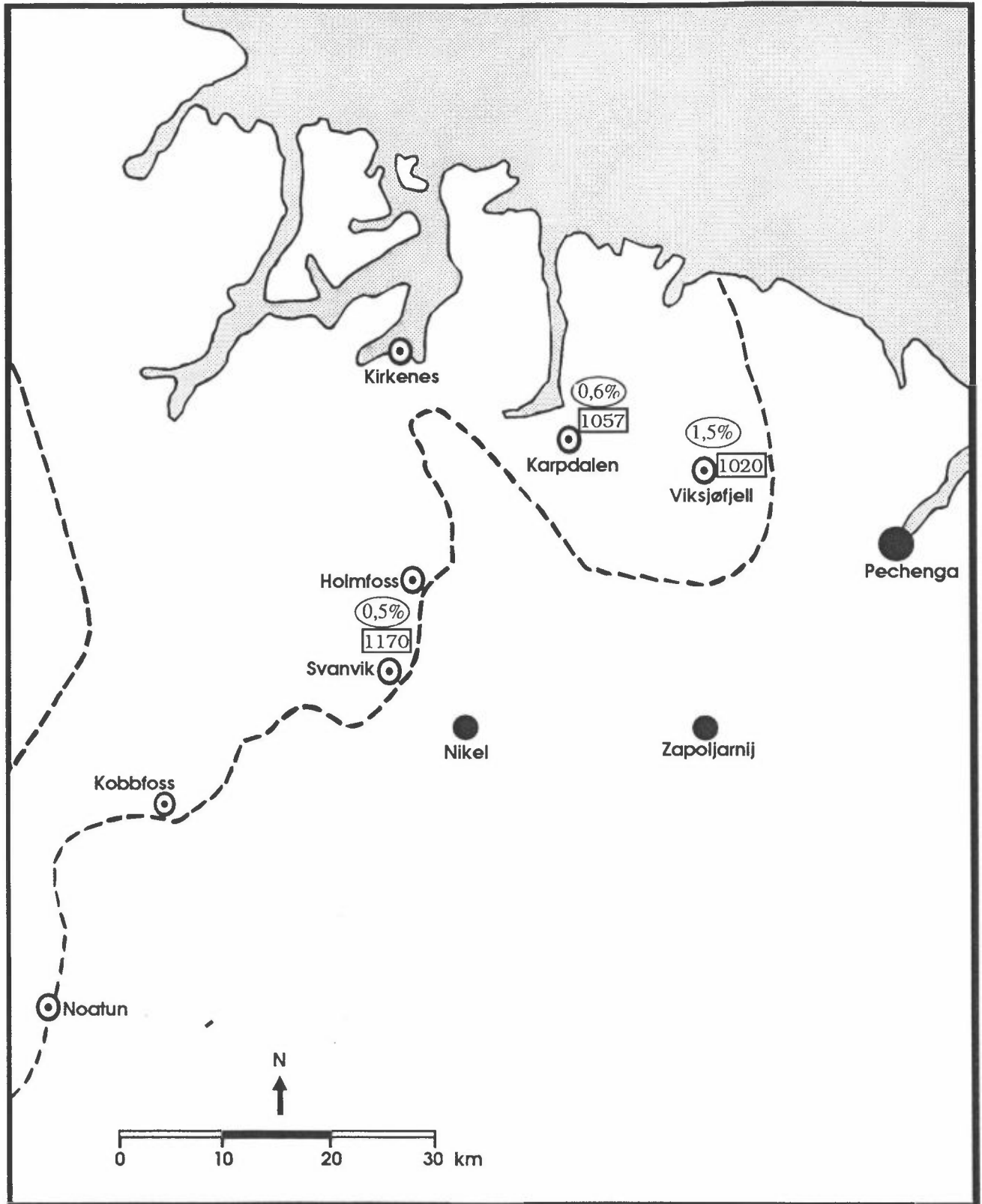


Figur 5: Middelerverdier av SO₂ i perioden april-september 1990 målt med kontinuerlig registrerende prøvetakere (□) og døgnprøvetakere (○) (µg/m³).

Figur 6 viser de maksimale timemiddelverdiene av SO_2 på Viksjøfjell, i Karpdalen og i Svanvik, og hvor stor del av tiden timemiddelverdiene var over $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på de tre stasjonene. Svanvik hadde den høyeste timemiddelverdien, mens Viksjøfjell hadde den hyppigste forekomsten av høye konsentrasjoner. På Viksjøfjell var den maksimale timemiddelverdien og frekvensen av timemiddelverdier over $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lavere sommeren 1990 enn sommeren 1989. I Svanvik var både den maksimale timemiddelverdien og frekvensen av timemiddelverdier over $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ høyere i 1990.

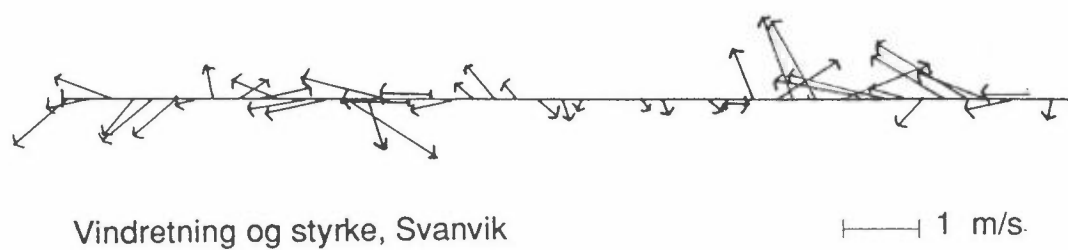
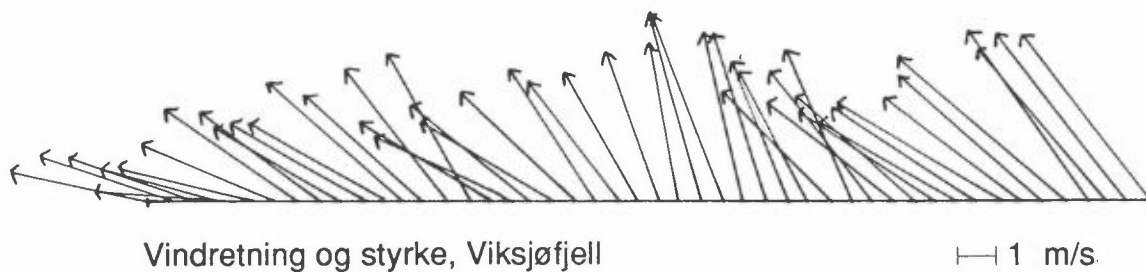
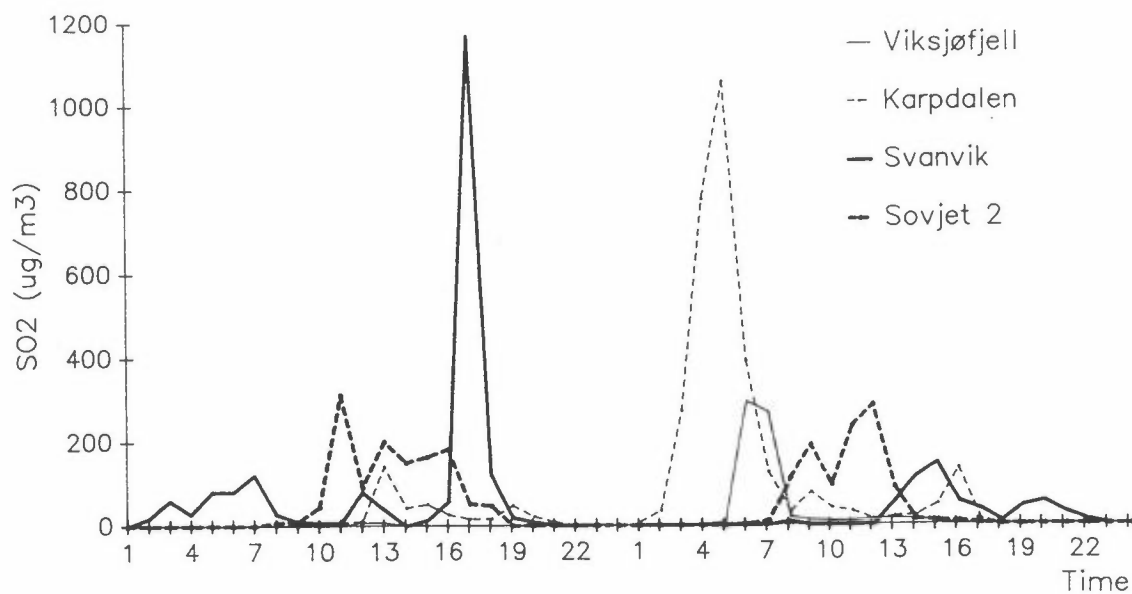
Den høyeste timemiddelverdien av SO_2 i perioden april-september 1990 ble målt i Svanvik 28.8. kl 17 til $1\,170 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I Karpdalen ble den høyeste timemiddelverdien, $1\,057 \mu\text{g}/\text{m}^3$, målt 29.8. kl 05. Figur 7 viser timemiddelkonsentrasjonene fra Svanvik, Karpdalen, Viksjøfjell og en av de sovjetiske stasjonene den 28. og 29. august. Figuren viser også vindretning og vindstyrke på Viksjøfjell og i Svanvik. Da maksimumskonsentrasjonene inntraff i Svanvik var vindretningen fra øst med styrke omkring 1 m/s . Da den høyeste timemiddelverdien ble målt i Karpdalen, blåste det fra sør-sørøst på Viksjøfjell.

Den høyeste timemiddelverdien av SO_2 på Viksjøfjell sommeren 1990, $1\,020 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ble målt 8.4 kl 09. Figur 8 viser timemiddelkonsentrasjonene fra Viksjøfjell, Karpdalen og to av de sovjetiske stasjonene for perioden fra 7.4. kl 21 til 8.4. kl 17. Figuren viser også samtidig vindretning og vindstyrke på Viksjøfjell og i Svanvik. Maksimumsverdien på Viksjøfjell inntraff i en periode med vind fra sørvest. Figuren illustrerer også at da vinden på Viksjøfjell dreide fra sørvest via sør mot sørøstlige retninger, var det noe forhøyede konsentrasjoner i Karpdalen og lavere konsentrasjoner på Viksjøfjell. De høye konsentrasjonene på den sovjetiske stasjonen (stasjon 2) fram til kl 04 den 7.4. lar seg vanskelig forklare ved å sammenholde med vindretningen på Viksjøfjell. I Svanvik var det i denne perioden nærmest vindstille, men med et svakt drag i retninger

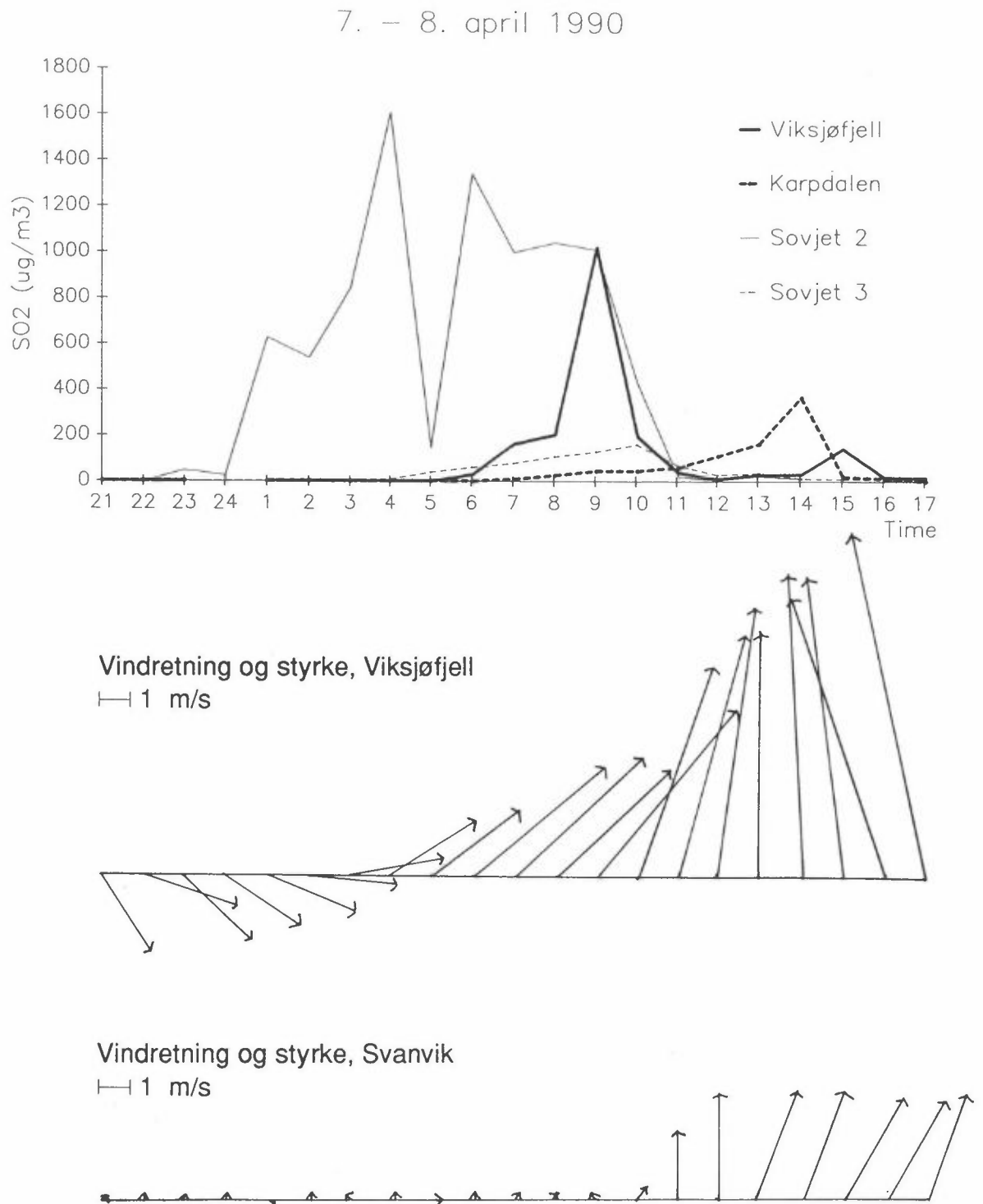


Figur 6: Maksimale timesmiddelverdier av SO₂ (□) (µg/m³) og prosent av tiden med timesmiddelverdier over 300 µg/m³ (○)

28. - 29. august 1990



Figur 7: Timesmiddelkonsentrasjoner av SO₂, vindretning og vindstyrke 28.-29. august 1990.



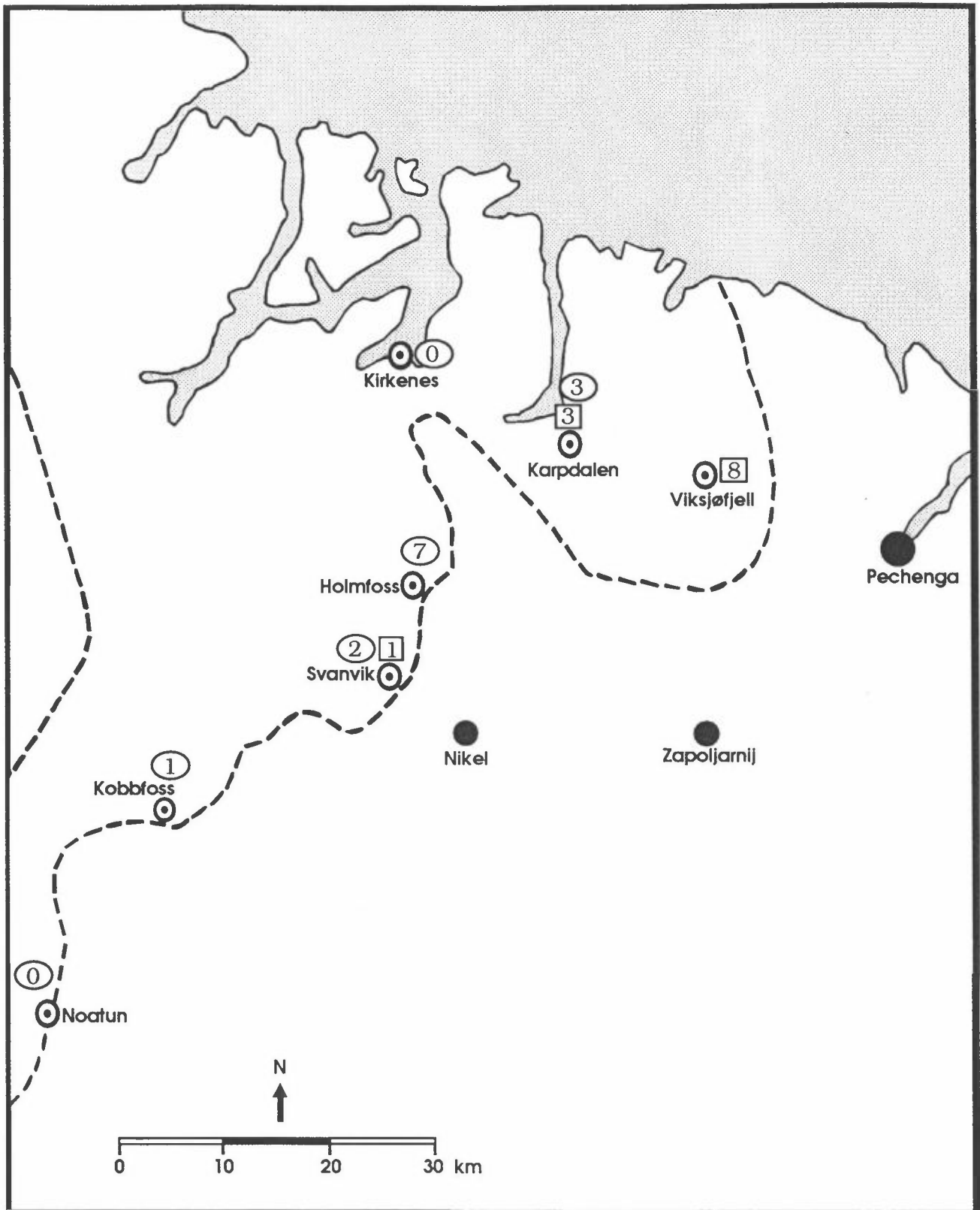
Figur 8: Timesmiddelkonsentrasjoner av SO₂, vindretning og vindstyrke 7.-8. april 1990.

fra sør og sørvest. Dette kan tyde på at vinddreiningen fra nordvest mot sørvest og sør som vises på Viksjøfjell, kan ha skjedd tidligere i området lenger sør, noe som kan være forklaringen på de høye konsentrasjonene på den sovjetiske stasjonen. De høye verdiene ved den sovjetiske stasjonen mellom kl 06 og kl 10 forekom ved sørvestlig vind og skyldes utslippene i Nikel.

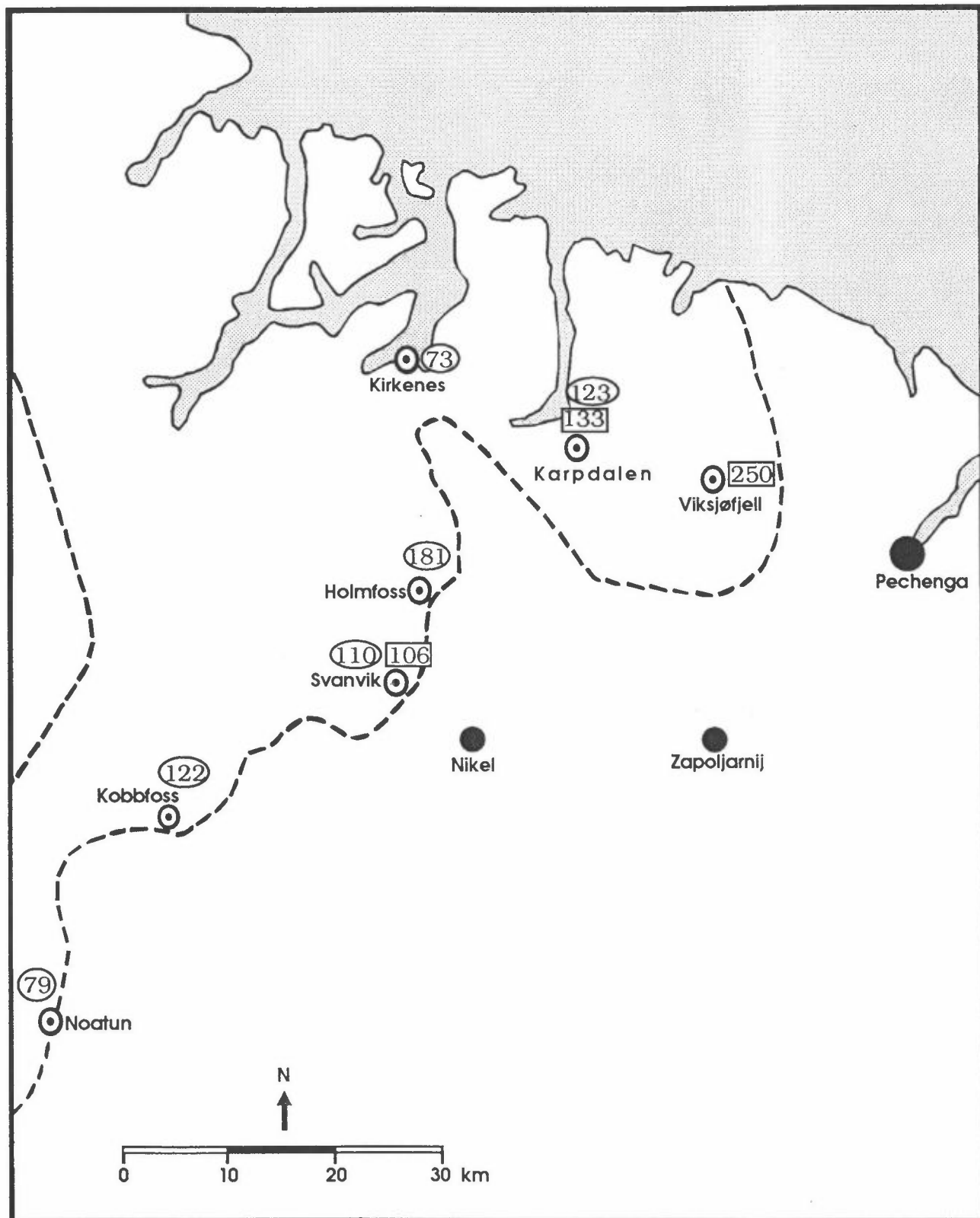
Figur 9 viser antall døgnmiddelverdier av SO_2 over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i perioden april-september 1990. Viksjøfjell hadde både flest døgnmiddelverdier over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og den høyeste døgnmiddelverdien, se figur 10. Verken Kirkenes eller Noatun hadde døgnmiddelverdier over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sommeren 1990. Kobbfoss hadde én døgnmiddelverdi over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Denne ble målt den 6. juni.

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 11 og 12 viser hvordan middelverdiene i sommerhalvåret har variert fra år til år. Målingene sommeren 1990 viser omtrent de samme middelverdiene som sommeren 1989 på alle stasjonene bortsett fra Kirkenes hvor middelverdien i 1990 var noe høyere. Det synes å ha vært et forholdsvis stabilt nivå både i Svanvik, Holmfoss og Karpdalen, men med en tendens til nedgang de siste årene. Nivået i Kirkenes har variert en del, men har generelt gått ned på samme måte som i andre byer og tettsteder. Nedgangen i Kirkenes må tilskrives reduserte lokale utslipp. Svanvik, Holmfoss og Karpdalen er belastet av de sovjetiske utslippene.

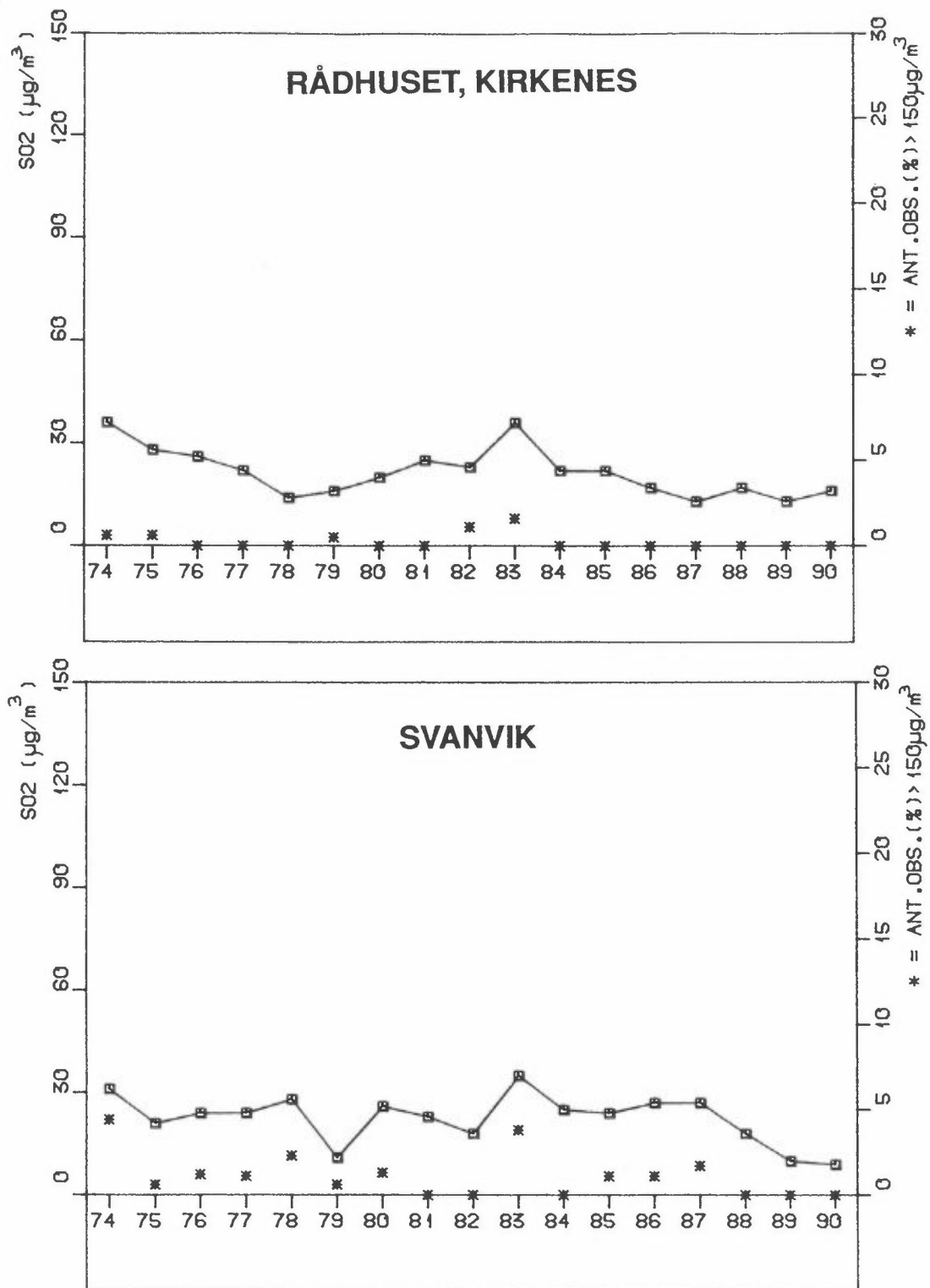
Tabell 7 og 8 foran viser at konsentrasjonene av SO_2 i Sør-Varanger har variert fra nær null og til over $1\ 000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timemiddelverdi sommeren 1990. På midlingstid 5 minutter er det registrert enda høyere verdier. For å gi et inntrykk av variasjonen i dataene er det i figur 13-18 vist plot av time-middelverdiene fra Viksjøfjell, Karpdalen og Svanvik for hver måned i perioden april-september 1990. Episoder med høye konsentrasjoner forekom hyppigst på Viksjøfjell og minst hyppig i Svanvik. Episodene var som regel ganske kortvarige, fra noen få



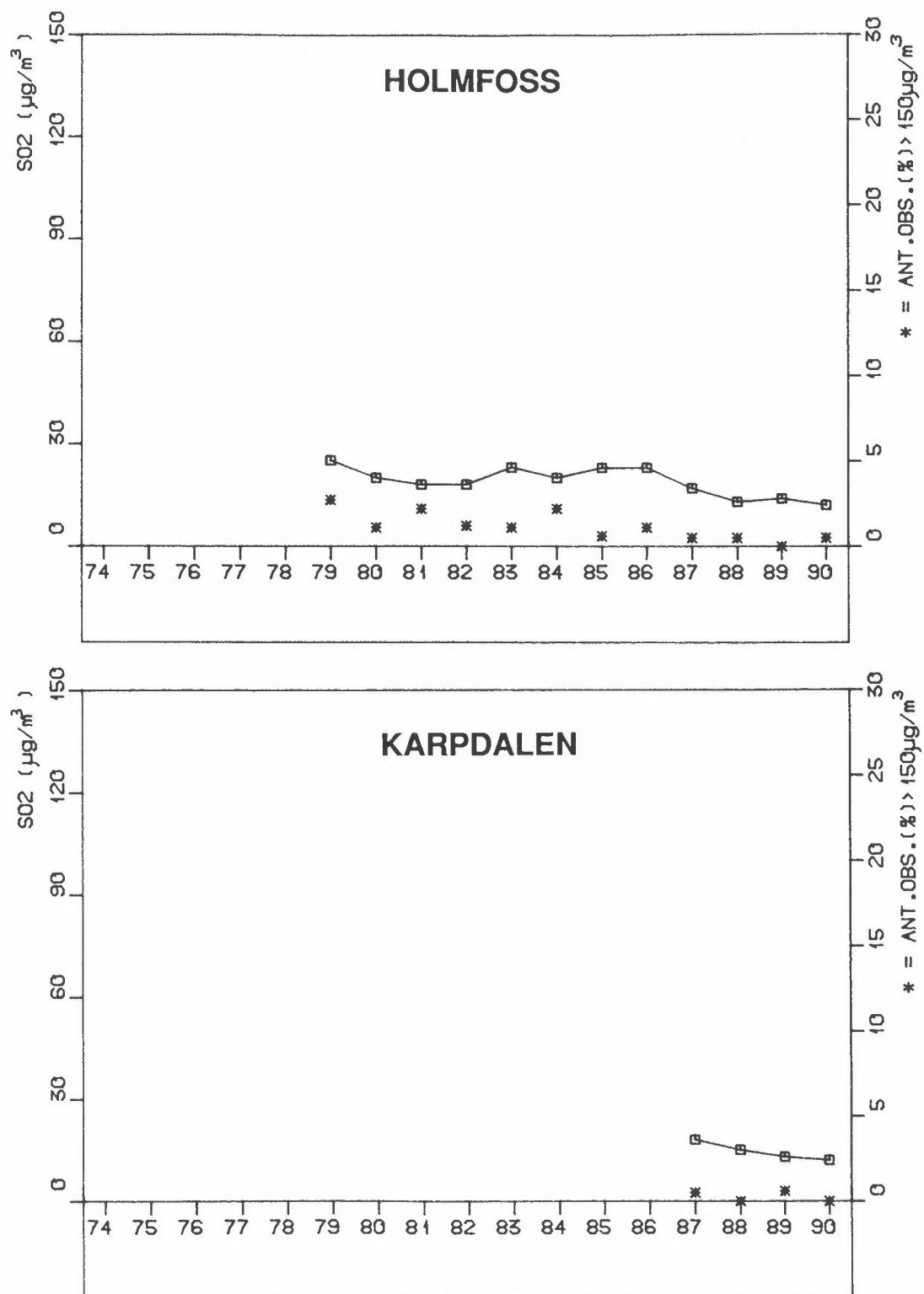
Figur 9: Antall døgnmiddelverdier av SO₂ over 100 µg/m³ i perioden april-september 1990 målt med kontinuerlig registrerende prøvetakere (□) og døgnprøvetakere (○).



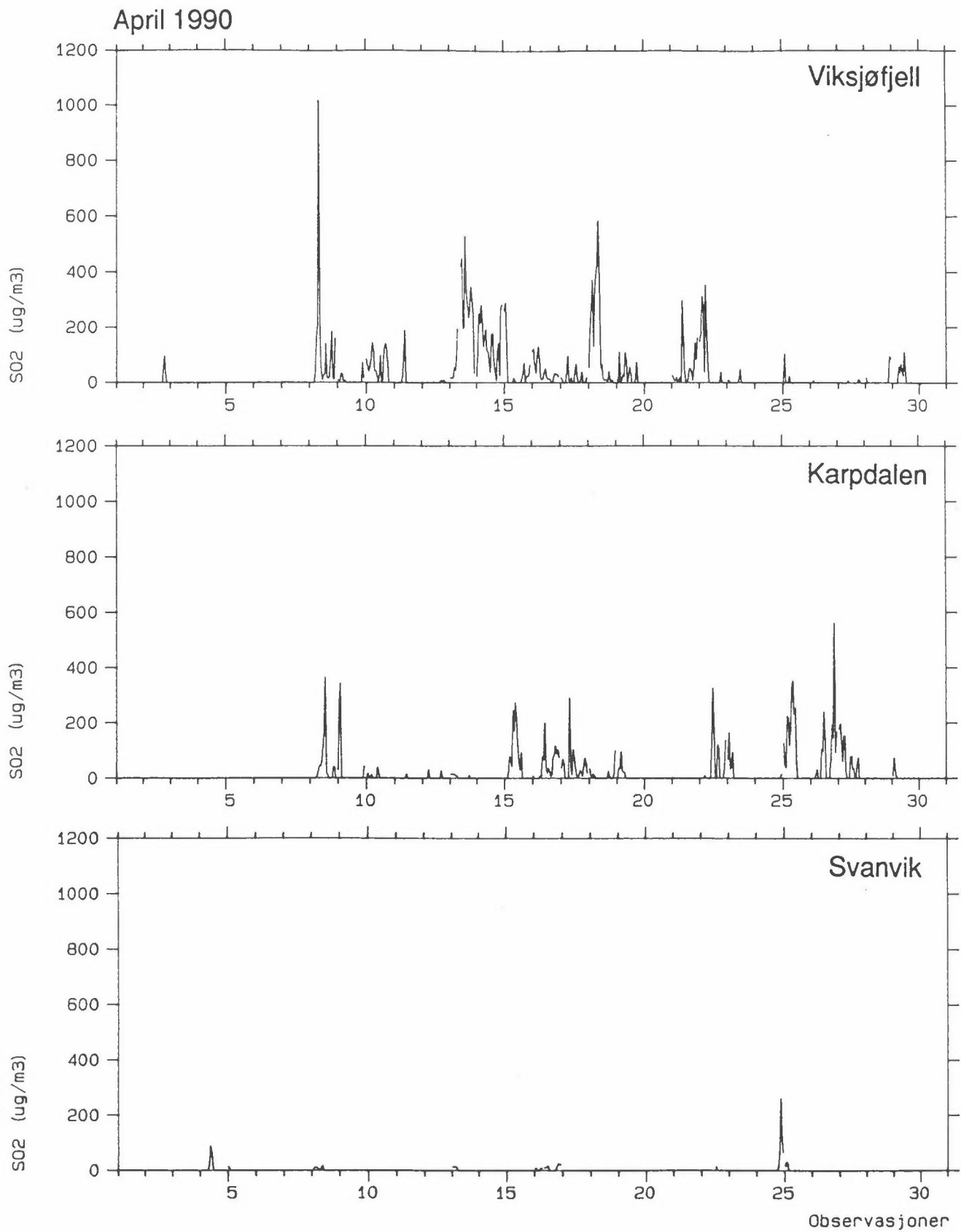
Figur 10: Maksimale døgnmiddelkonsentrasjoner av SO₂ i perioden april-september 1990 målt med kontinuerlig registrerende prøvetakere (□) og døgnprøvetakere (O) (µg/m³).



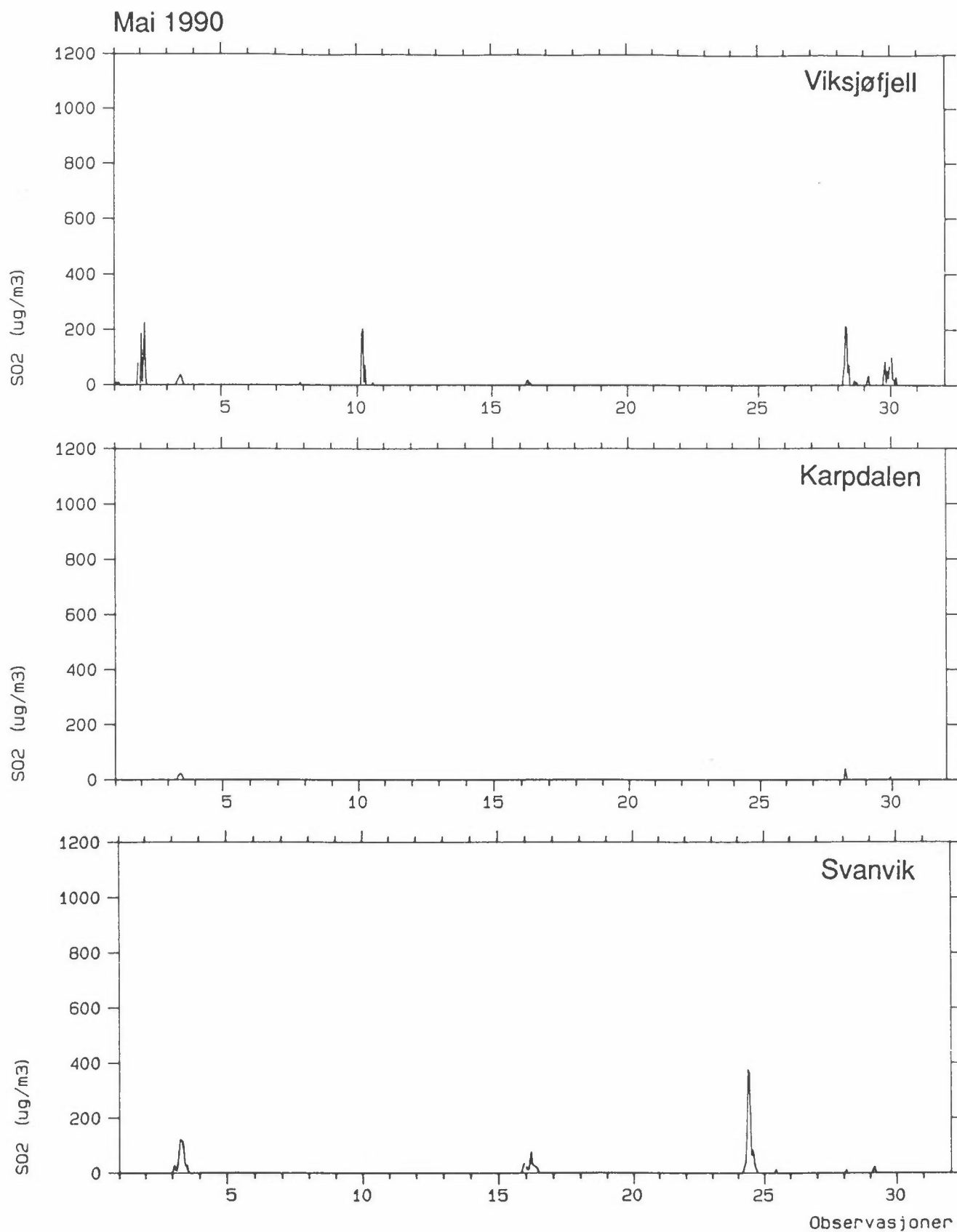
Figur 11: Sommermiddelkonsentrasjoner av SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) og frekvens av døgnmiddelverdier over $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på Rådhuset i Kirkenes og i Svanvik.



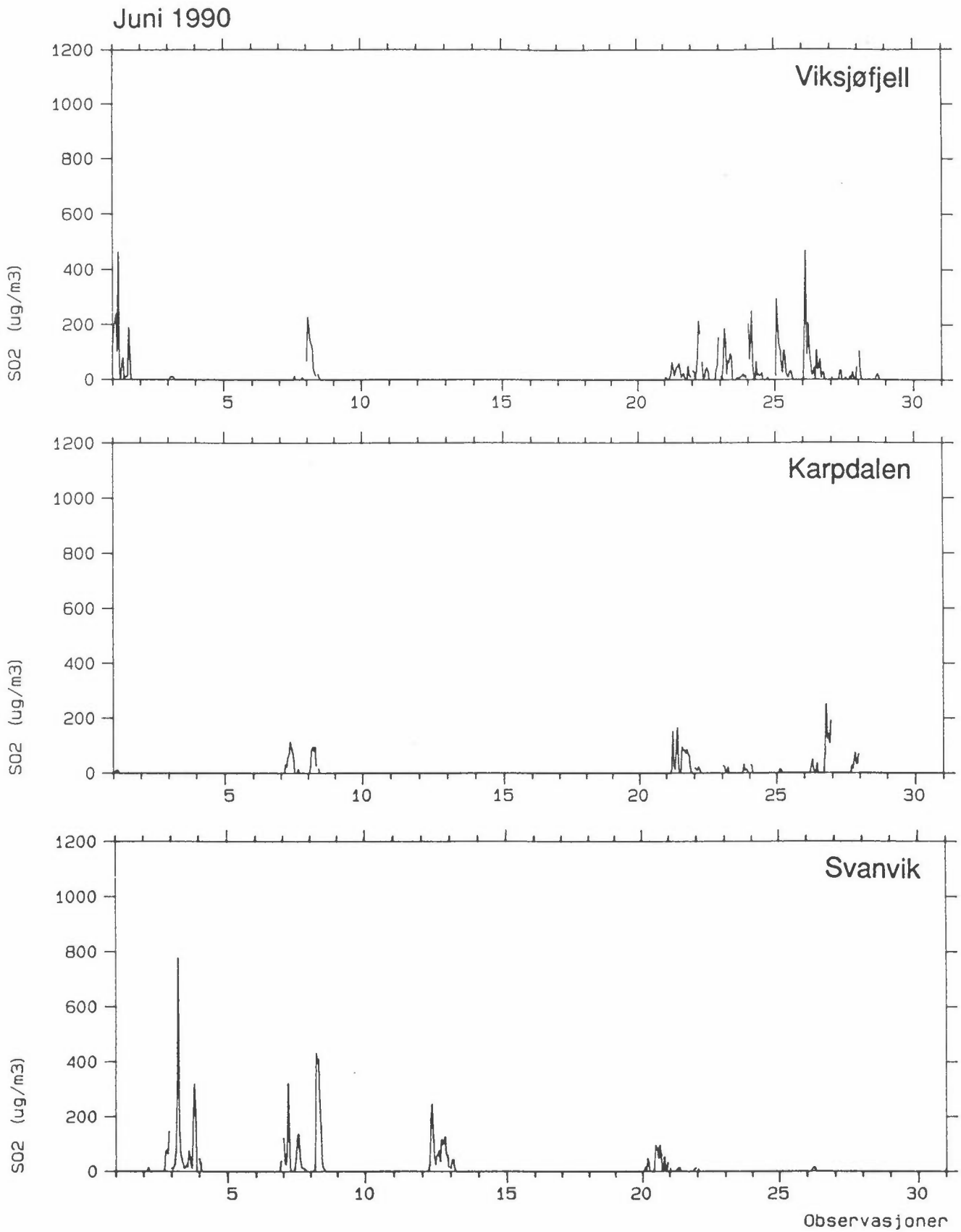
Figur 12: Sommermiddelkonsentrasjoner av SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) og frekvens av døgnmiddelverdier over $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i Holmfooss og Karpdalen.



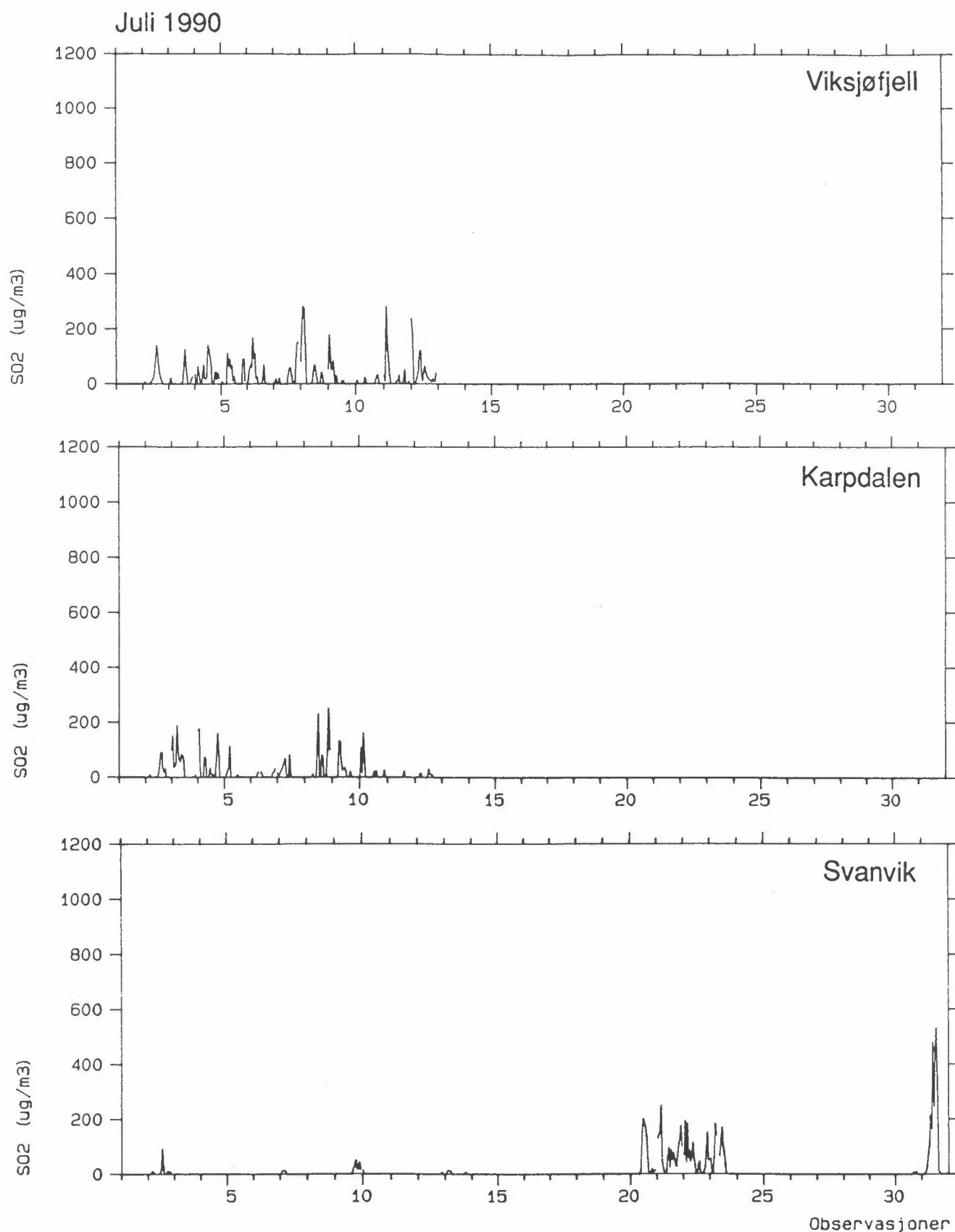
Figur 13: Timesmiddelkonsentrasjoner av SO₂ i april 1990 i Svanvik, Karpdalen og på Viksjøfjell ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



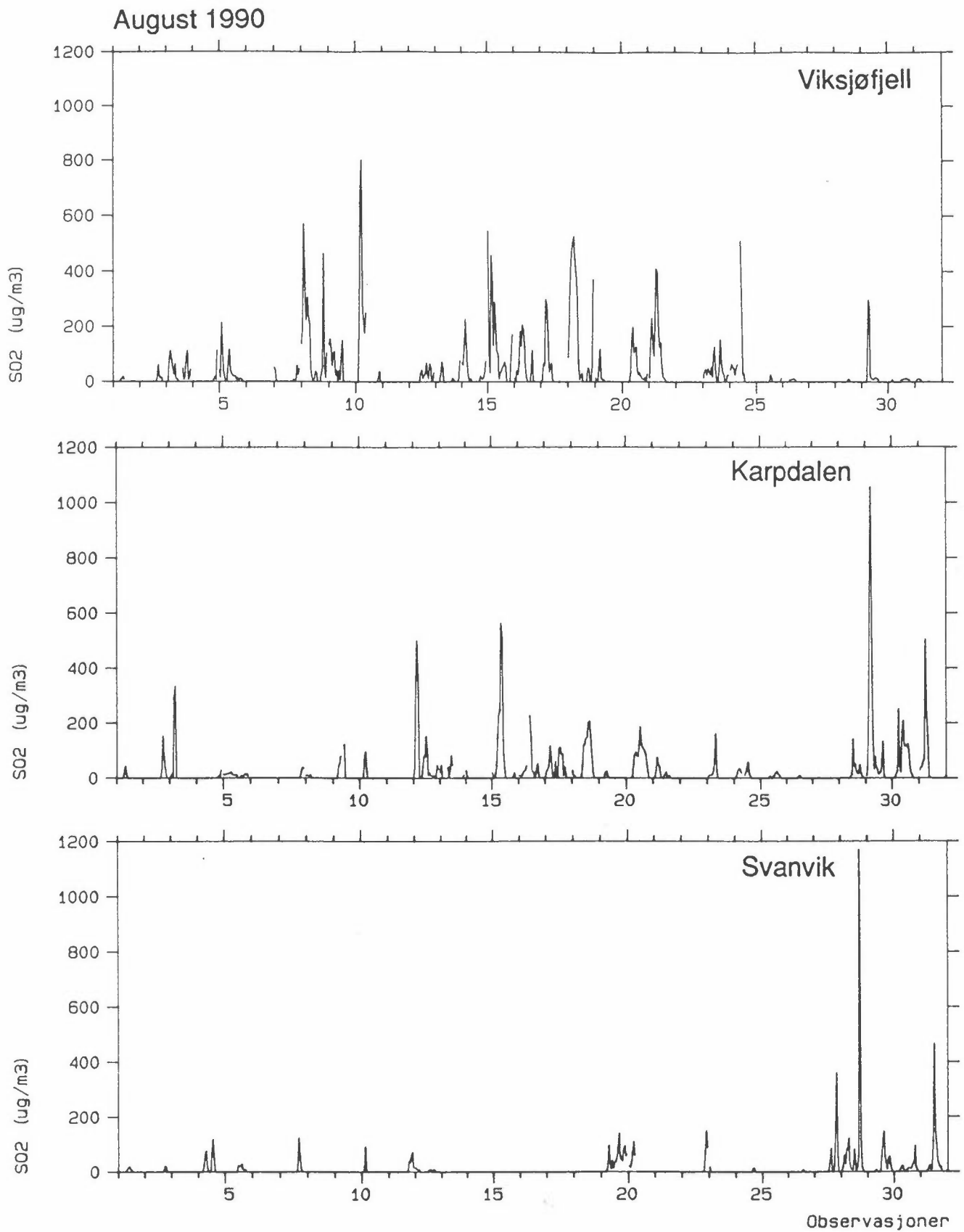
Figur 14: Timesmiddelkonsentrasjoner av SO₂ i mai 1990 i Svanvik, Karpdalen og på Viksjøfjell (µg/m³).



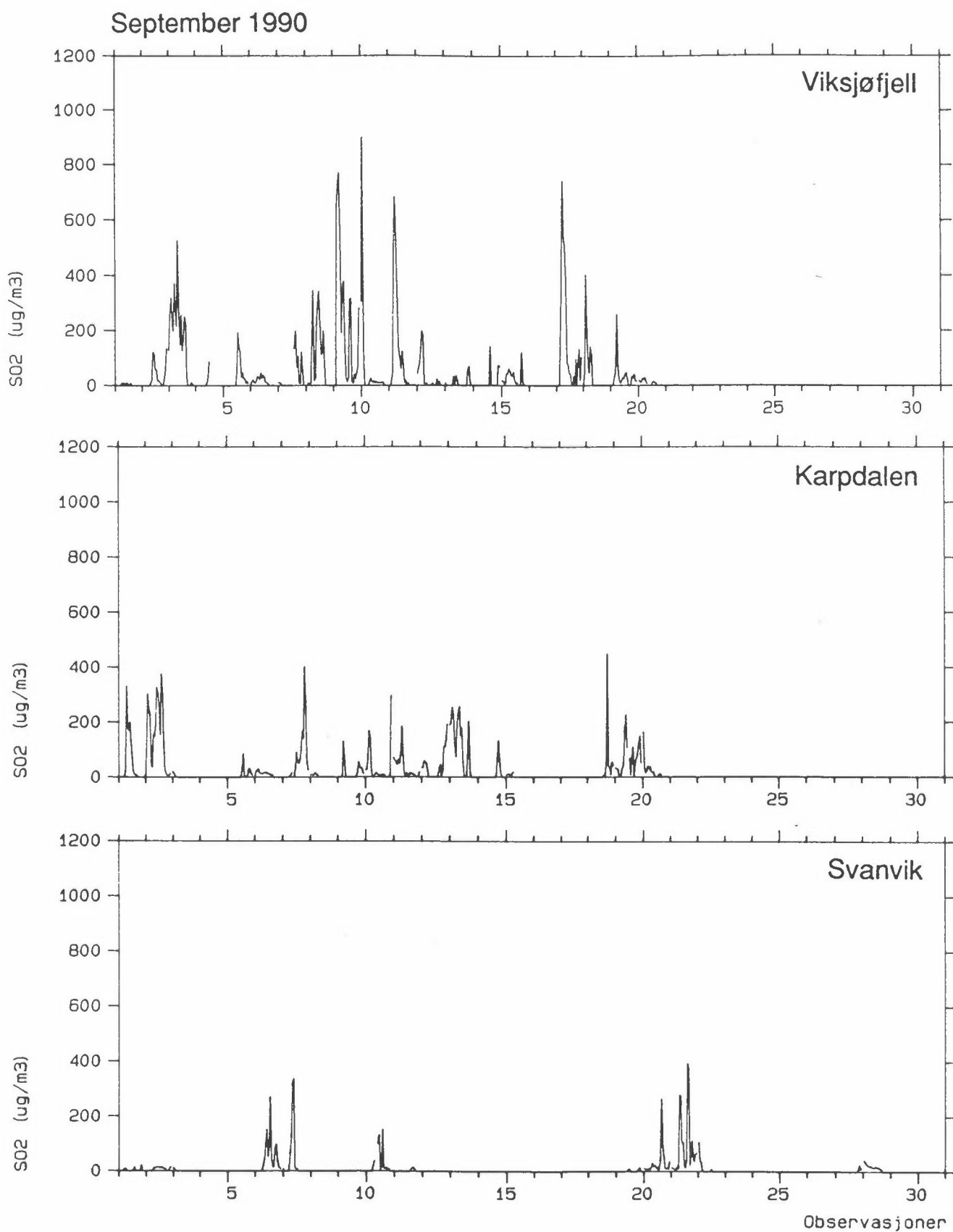
Figur 15: Timesmiddelkonsentrasjoner av SO₂ i juni 1990 i Svanvik, Karpdalen og på Viksjøfjell (µg/m³).



Figur 16: Timesmiddelkonsentrasjoner av SO₂ i juli 1990 i Svanvik, Karpdalen og på Viksjøfjell (µg/m³).



Figur 17: Timesmiddelkonsentrasjoner av SO₂ i august 1990 i Svanvik, Karpdalen og på Viksjøfjell (µg/m³).



Figur 18: Timesmiddelkonsentrasjoner av SO₂ i september 1990 i Svanvik, Karpdalen og på Viksjøfjell (µg/m³).

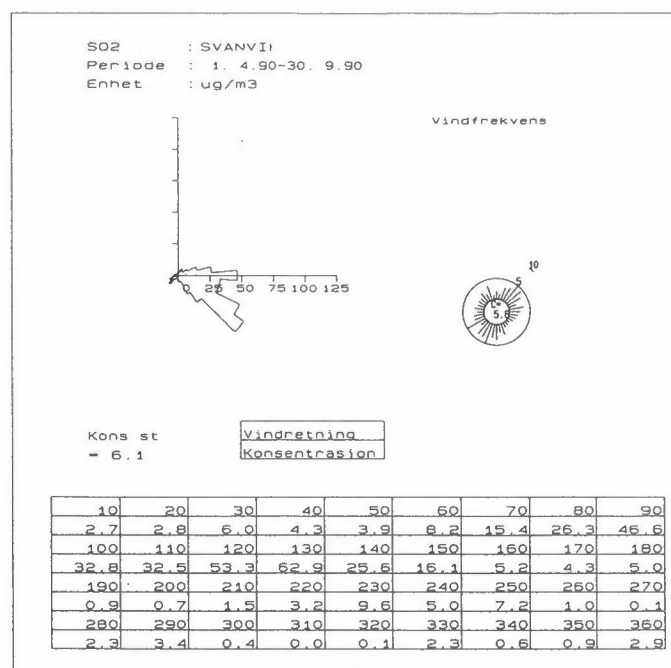
timer til ett døgn. Målinger av standardavviket i vindretningen på Viksjøfjell tyder på at røykfanene fra de høye pipene i Nikel og Zapoljarnij er ganske smale, som oftest bare noen kilometers utstrekning selv så langt fra utslippet som på Viksjøfjell. Konsentrasjonen blir derfor høy når målestasjonen ligger rett i røykfanen, mens bare noen graders endring i vindretningen kan føre til at stasjonen ikke er 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 forureningsroser som vist i figur 19-21. Disse viser middelkonsentrasjone for hver av 36 10^0 -vindsektorer og for vindstille.

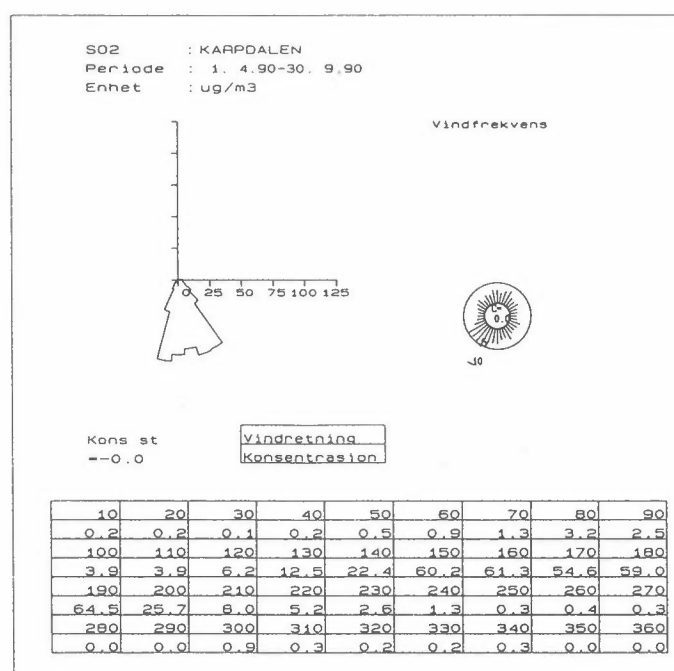
I Svanvik var middelverdien for perioden april-september 1990 $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ved vind fra omkring 130^0 var middelkonsentrasjonen $62,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se figur 19. Ved vind i en bred sektor fra sør over vest til nord var konsentrasjonene meget lave og på samme nivå som en ville vente på en bakgrunnsstasjon.

Timemiddelkonsentrasjonene av SO_2 i Karpdalen er sammenholdt med meteorologiske data fra Viksjøfjell i figur 20. Figuren viser at vind fra sør og sør-sørøst på Viksjøfjell gav de høyeste middelkonsentrasjonene i Karpdalen.

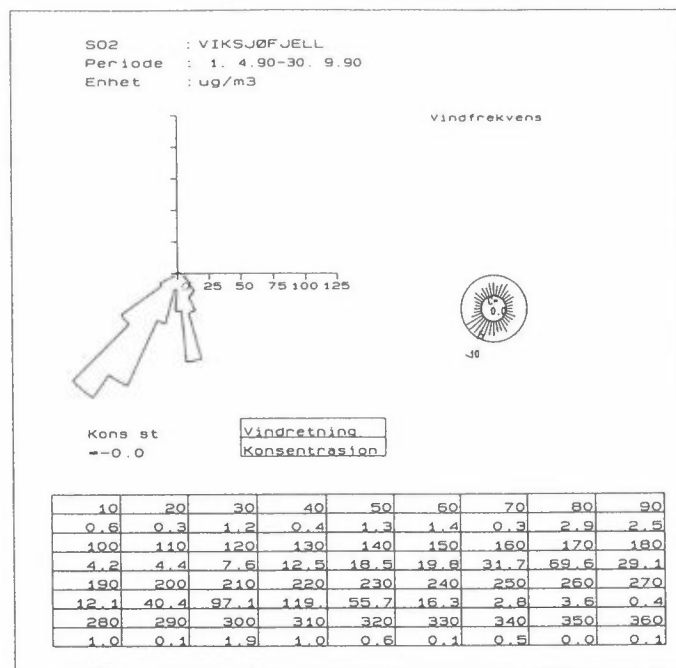
På Viksjøfjell var middelkonsentrasjonen $119 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved vind fra omkring 220^0 (Nikel), se figur 21. Også ved vind fra omkring 170^0 var det forhøyede konsentrasjoner på Viksjøfjell, som tyder på at også Zapoljarnij belaster stasjonen.



Figur 19: Middelkonsentrasjoner av SO₂ i Svanvik i 36 10⁰-vindsektorer i perioden april-september 1990 (µg/m³).



Figur 20: Middelkonsentrasjoner av SO₂ i Karpdalen i 36 10⁰-vindsektorer i perioden april-september 1990 (µg/m³).



Figur 21: Middelkonsentrasjoner av SO₂ på Viksjøfjell i 36 10⁰-vindsektorer i perioden april-september 1990 (µg/m³).

3.2.2 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. Middelerdien sommeren 1990 var 7,6 µg/m³, og høyeste enkeltprøve viste 32 µg/m³. Verdiene sommeren 1990 var litt lavere enn de som ble målt sommeren 1989, 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 1990 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

VIKSJØFJELL		Finfraksjon (<2,5 μm)			Grovfraksjon (2,5-10 μm)			Sum (<10 μm)			Antall døgn med målinger
		Middel	Maks.	Min.	Middel	Maks.	Min.	Middel	Maks.	Min.	
April	1990	5,9	13,5	1,5	2,9	5	1	8,8	18,5	2,5	30
Mai		1,6	3	1	1,9	3	1	3,5	5	2	27
Juni		3,4	12	0,7	3,0	8	1	6,4	20	1,7	25
Juli		3,5	8	1	2,9	6	1	6,4	14	2	31
August		5,5	11	1	5,6	26	0,5	11,1	32	1,5	31
September		5,1	12	1	3,9	7	0,5	9,0	19	2	30
Apr.-sept. 1990		4,2	13,5	0,7	3,4	26	0,5	7,6	32	1,5	174

På de øvrige stasjonene, Karpdalen, Kirkenes, Holmfoss, Svanvik, Kobbfoss og Noatun tas det døgnprøver av svevestøv. Her er imidlertid luftvolumet så lite at prøvene ikke kan veies. Mer interessant enn svevestøvmengden er imidlertid mengden av tungmetaller. Tidligere undersøkelser av tungmetaller i mose og lav har vist til dels sterkt forhøyede verdier langs grensa mot Sovjetunionen. Under det felles norsk-sovjetiske måleprogrammet er det derfor bestemt at støvfiltrene for 1990 fra alle stasjonene både på norsk og sovjetisk side skal analyseres for mengden av tungmetallene Cr, Co, Ni, Cu og As. På de norske stasjonene vil analysene også omfatte Fe, Cd, Zn, V, Mn, Pb og Sb. Ved analysen vil støvfiltrene bli inndelt i to grupper ut fra samtidig døgnmiddelkonsentrasjon av SO_2 . Filtre fra døgn med døgnmiddelkonsentrasjon av SO_2 lavere enn $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vil bli analysert samlet for hver måned. Filtre fra døgn med døgnmiddelkonsentrasjon over $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vil bli analysert hver for seg. Filtrene fra mai og juni 1990 vil bli delt i to, og de to landenes laboratorier skal analysere hver sin halvdel for å sammenligne resultatene.

3.3 NEDBØRKVALITET

Nedbørkvalitet måles på tre stasjoner, Dalelva ved Jarfjorden, Svanvik og Noatun. Prøvene tas over en uke med skifte hver mandag. Dessuten skiftes det den første i hver måned. Et sammendrag av resultatene fra Svanvik og Noatun for 2. og 3. kvartal 1990 er vist i tabellene 10-13. Nedbørdata fra Dalelva fra denne perioden foreligger ikke på grunn av usikkerhet ved prøveinnsamlingen.

Tabellene viser noe mer nedbør i Svanvik enn ved Noatun i begge kvartalene. Samtidig hadde nedbøren i Svanvik lavest pH-verdi, men forskjellen var ikke stor. pH-verdiene var omtrent som ved tidligere sommermålinger i Svanvik.

Konsentrasjonene av Cl, Mg og Na var svært like på de to stasjonene. Forholdet mellom komponentene på de to stasjonene var i begge kvartal omtrent slik en finner det i sjøsalt.

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

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 1,4 - 2,4 $\mu\text{g/l}$ i Sør-Varanger i 2. og 3. kvartal 1990 var noe lavere enn på Vestlandet (SFT, 1988, 1989). Konsentrasjonene av Cd var lave og ned mot det en finner ellers i landet. Konsentrasjonene av sink varierte en del, med de laveste verdiene i Svanvik. Konsentrasjonene synes å være høyere enn ellers i landet.

Ni, Cu og As regnes som sporelementer fra de sovjetiske nikkilverkene. I tillegg til utvasking med nedbør må en regne med at noe kommer ned i prøvetakeren ved tørravsetning. Målingene viste at Svanvik hadde høyere kvartalsmiddelkonsentrasjoner av

Tabell 10: Ukeverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 2. kvartal 1990 i Svanvik.

Parameter	Nedbørmengde	Ledningssevne	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
1.- 2.4.																			
2.- 9.4.	0,8	42	4,96																
9.- 16.4.	2,3	302	3,14									1,9	0,4	21	2	<1	<0,1	<0,1	0,4
16.- 23.4.	0,9	18	4,61									2,0	0,1	13	2	2	0,4	<0,1	0,7
23.- 30.4.	5,4	16	4,76	2,4	1,3	0,14	0,4	0,2	0,2	<0,1	0,8	0,8	0,3	4	8	6	0,7	0,2	0,4
30.4.- 1.5.	0,5	4,2	5,47									1,0	0,3	16	5	3	<0,1	0,2	0,4
1.- 7.5.	7,0	28	4,38	2,6	3,5	0,23	0,4	0,2	0,1	<0,1	1,8	1,2	<0,1	2	5	4	1,2	0,2	0,4
7.- 14.5.	6,6	13	4,75	1,1	2,1	0,18	0,4	<0,1	0,2	<0,1	1,1	0,4	0,2	2	1	<1	<0,1	<0,1	0,5
14.- 21.5.	5,7	25	4,25	2,4	2,4	0,16	0,5	0,2	0,1	<0,1	1,2	1,2	<0,1	6	8	11	1,9	0,3	0,4
21.- 28.5.	2,9	27	4,13	2,6	1,9	0,11	0,3	0,2	0,1	<0,1	0,8	2,1	<0,1	5	9	11	1,2	0,4	0,2
28.5.- 1.6.	1,8	12	4,88	1,8	0,5	0,08	0,5	0,2	<0,1	<0,1	0,5	0,5	<0,1	6	<1	2	<0,1	<0,1	0,2
1.- 4.6.	4,0	12	4,70	1,7	0,5	0,07	0,3	<0,1	0,1	<0,1	0,3	1,1	<0,1	6	44	38	2,0	1,3	0,8
4.- 11.6.	1,6	23	4,63	3,4	2,3	0,30	0,7	0,1	0,5	0,1	1,2	1,0	<0,1	15	30	25	1,7	0,9	1,0
11.- 18.6.	16,5	12	4,95	0,9	1,7	0,12	0,3	<0,1	0,1	<0,1	0,8	2,1	<0,1	11	30	14	1,0	1,2	1,5
18.- 25.6.																			
25.6.- 1.7.	0,5	43	4,25																
Middel/ sum*	56,5*	29	4,26	1,7	1,9	0,15	0,4	<0,1	0,1	<0,1	1,0	1,4	<0,1	7,4	16	11	1,0	0,6	0,8

Tabell 11: Ukeverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 2. kvartal 1990 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
1.- 2.4.																			
2.- 9.4.	0,2	76	5,85																
9.- 16.4.	0,6	218	3,52																
16.- 23.4.																			
23.- 30.4.	4,8	22	4,84	5,0	0,4	0,17	0,8	0,4	0,5	0,2	0,8	5,1	0,4	40	6	17	2,8	0,6	1,5
30.4.- 1.5.	0,2	56	5,29																
1.- 7.5.	5,4											6,1	0,5	61	6	20	0,3	0,2	1,5
7.- 14.5.	2,6	44	4,38	3,6	5,8	0,50	1,1	0,2	0,5	0,4	3,8	3,3	0,9	40	2	6	0,8	1,2	0,4
14.- 21.5.	9,9	20	4,50	1,7	2,5	0,17	0,3	<0,1	0,1	0,2	1,5	1,1	<0,1	3	1	1	0,4	<0,1	0,2
21.- 28.5.	4,1	15	4,48	1,5	0,8	0,08	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	0,5	0,8	<0,1	4	1	3	0,5	<0,1	0,3
28.5.- 1.6.	2,1	11	4,94	1,9	0,8	0,11	0,5	0,2	0,2	0,3	0,7	2,1	<0,1	6	7	6	0,5	0,3	0,7
1.- 4.6.	7,9	10	4,80	1,1	0,4	0,04	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,7	<0,1	2	3	2	0,3	<0,1	0,3
4.- 11.6.																			
11.- 18.6.	7,3	18	4,84	1,7	2,0	0,16	0,5	0,1	0,1	<0,1	1,1	0,8	<0,1	5	7	7	1,1	0,2	0,5
18.- 25.6.																			
25.6.- 1.7.	2,4	39	4,33	6,6	0,7	0,19	2,2	0,8	0,4	0,4	0,7	5,7	<0,1	42	32	29	0,5	1,1	1,9
Middel/ sum*	47,5*	23	4,55	2,4	1,6	0,15	0,5	0,1	0,2	0,1	1,1	2,4	0,1	18	5,3	8,1	0,8	0,3	0,7

Tabell 12: Ukeverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 3. kvartal 1990 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
1.- 2.7.	0,1																		
2.- 9.7.	3,2	18	4,64	2,1	0,2	0,12	0,8	<0,1	0,5	0,2	<0,1	1,5	0,3	18	13	14	0,6	0,4	0,8
9.- 16.7.	6,2	26	4,47	2,8	2,0	0,17	0,9	0,2	0,2	0,1	1,1	1,7	<0,1	9	11	14	1,3	0,5	0,7
16.- 23.7.	8,0	16	4,50	0,8	0,3	0,03	1,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2								
23.- 30.7.	4,8	16	4,69	1,9	0,7	0,09	0,9	0,4	0,2	<0,1	0,4	2,6	0,2	16	61	41	3,8	1,9	2,2
30.7.- 1.8.																			
1.- 6.8.	42,7	22	4,28	2,4	0,2	0,02	0,4	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	2,6	<0,1	4	9	9	3,6	0,4	0,6
6.- 13.8.	7,6	9	5,02	0,7	0,7	0,06	0,2	0,1	<0,1	<0,1	0,4	0,4	<0,1	1	5	4	0,7	0,1	0,2
13.- 20.8.	8,0	19	4,39	2,3	<0,1	0,03	0,8	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	1,1	0,2	3	10	7	0,5	0,4	0,5
20.- 27.8.	1,9	49	4,10	6,2	1,4	0,18	1,1	0,3	0,4	0,1	0,7	3,6	<0,1	12	34	50	3,2	1,1	1,0
27.8.- 1.9.	1,2	48	3,96	7,6	0,9	0,15	0,7	0,1	0,2	<0,1	0,5	4,3	0,4	8	67	87	6,1	1,6	1,2
1.- 3.9.																			
3.- 10.9.																			
10.- 17.9.	4,1	7	5,04	1,1	<0,1	0,03	0,2	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,9	<0,1	6	31	37	2,2	0,9	0,7
17.- 24.9.	3,6	20	4,67	2,5	1,9	0,18	0,4	0,3	0,2	<0,1	1,0	2,8	<0,1	7	52	93	2,9	1,6	1,4
24.9.- 1.10.	6,8	17	4,87	1,0	2,4	0,17	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	1,3	0,5	<0,1	1	4	5	0,9	<0,1	0,2
Middel/ sum*	98,2*	20	4,42	2,1	0,6	0,06	0,5	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	2,0	<0,1	5,3	15	17	2,6	0,5	0,7

Tabell 13: Ukeverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 3. kvartal 1990 på Noatun.

Parameter	Nedbør- mengde	Lednings- evne	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
1.- 2.7.																			
2.- 9.7.	7,3	19	4,55	2,6	0,2	0,08	0,9	0,2	0,2	0,3	0,2	2,0	0,2	17	8	7	1,2	0,3	1,0
9.- 16.7.	22,9	22	4,47	3,1	0,7	0,07	0,7	0,6	<0,1	0,2	0,5	1,2	<0,1	4	2	8	0,6	0,3	0,4
16.- 23.7.	5,1	33	4,15	3,7	0,6	0,09	0,7	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	2,9	0,1	7	5	8	1,6	0,4	0,6
23.- 30.7.	3,8	21	4,41	2,9	0,5	0,10	0,8	0,3	0,1	0,2	0,4								
30.7.- 1.8.																			
1.- 6.8.	30,3	21	4,39	2,6	0,1	0,02	0,7	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	1,7	<0,1	5	2	1	0,6	<0,1	0,4
6.- 13.8.	9,2	5	5,34	0,6	0,1	0,02	0,2	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	0,1	1	2	<1	<0,1	<0,1	0,3
13.- 20.8.	0,4	20	6,01																
20.- 27.8.	1,1	55	4,03	8,5	0,5	0,17	0,9	0,4	0,3	0,3	0,7	7,4	<0,1	20	19	18	5,1	0,7	0,9
27.8.- 1.9.																			
1.- 3.9.																			
3.- 10.9.																			
10.- 17.9.	4,8	9	5,16	1,4	0,2	0,05	0,4	0,3	<0,1	0,1	0,2	1,0	<0,1	5	4	5	0,5	0,3	0,5
17.- 24.9.	0,9	28	4,78																
24.9.- 1.10.	6,8	16	4,77	1,4	2,0	0,15	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	1,1	1,4	0,2	3	3	4	0,5	0,1	0,4
Middel/ sum*	92,6*	20	4,48	2,5	0,5	0,06	0,6	0,3	<0,1	<0,1	0,3	1,5	<0,1	5,5	3,1	4,3	0,7	0,2	0,5

både Ni, Cu og As enn Noatun sommeren 1990. Nikkelkonsentrasjonene varierte fra 3,1 µg/l til 16 µg/l, kopperkonsentrasjonene fra 4,3µg/l til 17 µg/l og arsenkonsentrasjonene fra 0,5 µg/l til 2,6 µg/l i de to kvartalene. Sammenliknet med sommeren 1989 hadde Svanvik lavere konsentrasjoner av både Ni, Cu og As i 2. kvartal, men noe høyere konsentrasjoner av alle tre komponenter i 3. kvartal. På Noatun var det noe høyere konsentrasjoner i 1990 enn i 1989, bortsett fra Cu i 2. kvartal, som var betydelig lavere i 1990 enn i 1989.

Det er også beregnet avsetning med nedbøren av de forskjellige elementene for de to stasjonene i 2. og 3. kvartal 1990. Resultatene er vist i tabell 14. For sjøsaltkomponentene og de fleste tungmetallene var våtavsetningen større i Svanvik enn ved Noatun. For tungmetallene Ni, Cu og As, hvis hovedkilder antas å være de sovjetiske nikkerverkene, kan deler av nedfallet i nedbørprøvetakerne være deponisjon i oppholdsvær når vinden står fra verkene mot målestedene, og deler av

Tabell 14: Avsetning av elementer med nedbør i 2. og 3. kvartal (mg/m²), samt totalt for sommerhalvårene 1990 og 1989.

Periode	2. kvartal 1989		3. kvartal 1990		1.4.-30.9.1990		1.4.-30.9.1989		
	Svanvik	Noatun	Svanvik	Noatun	Svanvik	Noatun	Dalelva	Svanvik	Noatun
SO ₄	96	114	206	232	302	346	830	750	570
Cl	107	76	59	46	166	122	690	101	86
Mg	8	7	6	6	14	13	47	25	14
NO ₃	23	24	49	56	72	80	137	111	188
NH ₄	<6	5	<10	28	~16	33	146	35	90
Ca	6	10	<10	<9	~16	~19	60	57	31
K	<6	5	<10	<9	~16	~14	48	12	14
Na	57	52	29	28	86	80	320	97	58
Pb	0,08	0,11	0,20	0,14	0,28	0,25	0,71	0,45	0,88
Cd	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	~0,02	~0,02	0,03	0,04	~0,03
Zn	0,42	0,86	0,52	0,51	0,94	1,4	2,8	1,3	1,8
Ni	0,90	0,25	1,5	0,29	2,4	0,54	3,1	5,9	4,7
Cu	0,62	0,38	1,7	0,40	2,3	0,78	2,0	3,7	3,6
As	0,06	0,04	0,26	0,06	0,32	0,10	0,34	0,46	0,12
Co	0,03	0,01	0,05	0,02	0,08	0,03	0,10	0,18	0,03
Cr	0,05	0,03	0,07	0,05	0,12	0,08	0,30	0,19	0,21

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.

3.4 UNDERSØKELSE AV KORROSJON

Programmet for korrosjonsundersøkelser har følgende mål:

- kartlegge korrosjonsforholdene i måleområdet
- finne sammenhenger mellom korrosjon og lokal miljøbelastning
- vurdere ulike materialer for reingjerde i området.

I tillegg til det måleprogrammet som ble startet på norsk side i oktober 1988, ble det tatt et initiativ for å starte korrosjonsmålinger på sovjetisk side av grensa på de stasjonene hvor den norsk-sovjetiske kommisjonen for samarbeid på miljøvernområdet hadde bestemt å måle forurensningsnivåene. Måleprogrammet skulle være identisk på norsk og sovjetisk side. Kontakt ble tatt med Institutt for fysikalsk kjemi i Moskva, og et ett-årig eksponeringsprogram ble startet i juni 1990 på tre stasjoner på sovjetisk side og fem stasjoner på norsk side.

Til den opprinnelige studien og til det nye samarbeidsprogrammet ble det benyttet plater (10x15 cm) av karbonstål, sink, forsinket stål og aluzink. Aktuelle trådtyper til reingjerde som blir undersøkt, er forsinket tråd, aluminiumstråd, plastbelagt forsinket tråd med og uten skader og "Galfan"-tråd (sink med 5% aluminium). For å finne sammenhengen mellom korrosjon og miljøbelastning benyttes resultatene fra det øvrige måleprogrammet i basisundersøkelsen. I tillegg har en på Svanvik, Karpdalen og Viksjøfjell målinger av kloridavsetning ved hjelp av aerosolfeller for å undersøke i hvor stor grad sjøsalt kan påvirke korrosjonen i området. Eksponeringsprogrammet i basisundersøkelsen

har gått i 2 år fra 1.10.1988 til 1.10.1990. Eksponeringsprogrammet i det norsk-sovjetiske samarbeidet skal gå fra 1.6.1990 til 1.6.1991.

Resultatene i tabell 15-17 omfatter alle ikke tidligere rapporterte verdier fram til 1.10.1990. Tabell 15 viser resultatene av stålprøvene eksponert i perioden fra 1.4.1990 til 1.10.1990 både for måneds- og kvartalseksponeringene. Tabell 16 viser resultatene for ett-årsprøvene for stål, sink og forsinket stål for prøvene som startet høsten 1988, våren 1989 og høsten 1989 i tillegg til 1 1/2 års eksponering av plater belagt med Aluzink (ca. 55% Al og 45% Zn). Tabell 17 viser tykkelsesreduksjonen i $\mu\text{m/a}$ for trådkvalitetene aluminium, forsinket stål og Galfan-tråd eksponert i 1 1/2 år.

Tabell 15: Resultatene av måneds- og kvartalseksponeringene av stål på målestasjonene i Sør-Varanger (vekttap i g/m^2).

1 mnd. stål					
Periode	Viksjøfjell	Karpdalen	Svanvik	Kobbfoss	Noatun
4/90	50	23	3,8	3,9	2,2
5/90	18	3,9	4,3	6,2	2,3
6/90	25	7,7	5,1	6,7	7,2
7/90	39	16	11	22	13
8/90	58	34	11	5,7	7,2
9/90	72	32	12	7,9	7,9
3 mndr. stål					
Periode	Viksjøfjell	Karpdalen	Svanvik	Kobbfoss	Noatun
1.04.90- 1.07.90	108	57	31	38	23
1.07.90- 1.10.90	111	82	59	50	34

Tabell 16: Resultatene av 1 års prøver for prøveplater av stål, sink og forsinket stål, og 1 1/2 års prøver av Aluzink (vekttap i g/m²).

1 år stål					
Periode	Viksjøfjell	Karpdalen	Svanvik	Kobbfoss	Noatun
1.10.88- 1.10.89	516	234	138	118	96
1.04.89- 1.04.90	367	195	134	112	80
1.10.89- 1.10.90	392	227	149	129	104
1 år sink					
1.10.88- 1.10.89	25	17	9,3	11	11
1.04.89- 1.04.90	34	18	15	15	11
1.10.89- 1.10.90	18	8,4	5,5	5,0	5,0
1 år forsinket stål (Dugal)					
Periode	Viksjøfjell	Karpdalen	Svanvik	Kobbfoss	Noatun
1.10.88- 1.10.89	17	6,8	4,2	3,6	2,8
1.4.89- 1.4.90	19	7,7	4,1	3,9	2,7
1.10.89- 1.10.90	15	6,7	4,2	3,6	3,5
1 1/2 år Aluzink					
Periode	Viksjøfjell	Karpdalen	Svanvik	Kobbfoss	Noatun
1.10.88- 1.4.90	11	5,5	3,0	1,9	1,9

Tabell 17: Tykkelsesreduksjonen for de ulike trådkvalitetene eksponert 1 1/2 år. Materialene er aluminium, forsinket stål, Galfan tråd (materialtap i $\mu\text{m/a}$).

Helix aluminium					
Periode	Viksjøfjell	Karpdalen	Svanvik	Kobbfoss	Noatun
10.88- 4.90	2,6	0,5	0,2	0,2	0,1
4.89- 10.90	1,0	0,2	0,1	0,1	0,1
Helix forsinket tråd					
10.88- 4.90	4,9	1,1	0,8	0,8	0,6
4.89- 10.90	3,1	0,9	0,6	0,6	0,5
Helix "Galfan-tråd"					
Periode	Viksjøfjell	Karpdalen	Svanvik	Kobbfoss	Noatun
10.88- 4.90	4,6	1,0	0,6	0,5	0,4
4.89- 10.90	3,1	0,8	0,5	0,5	0,4

Alle metallene viser samme tendens, med størst korrosjon på Viksjøfjell og minst i Pasvikdalen ved Kobbfoss og Noatun. De ulike sinkkvalitetene hadde størst korrosjon ved utsetting om våren, mens stål korroderte mest ved utsetting om høsten.

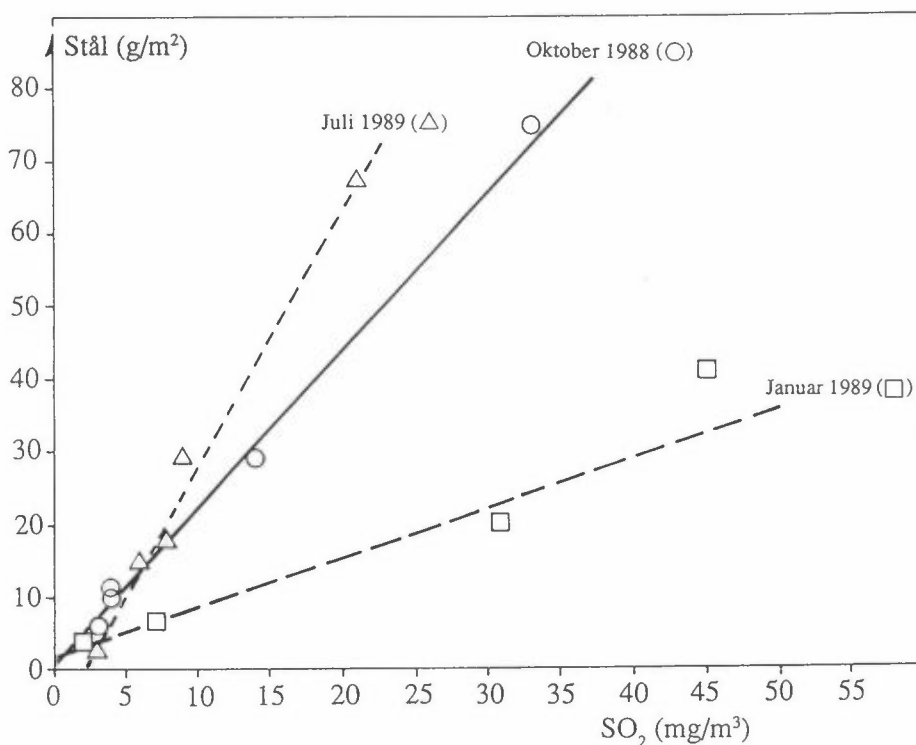
Ved visuell undersøkelse av de plastbelagte trådene kan en finne rustbelegg i skadene på alle helix-prøvene, men selv med lupe kan en neppe se store angrep. "Rusten", som sannsynligvis er blandingsoksider, tilter noe i følgende rekkefølge: Noatun og Kobbfoss (liten forskjell på disse), Svanvik og Karpdalen (liten forskjell også på disse). Viksjøfjell hadde mest "rust" med en noe mørkere farge (mer jern?).

Generelt er det slik at oksidasjonen fortsetter noe under belegget på skadestedene. Dette gjør at belegget lett slipper her og sitter således særlig løst på Viksjøfjell. Et gjennomgående trekk var at oksidasjonen alltid var størst på samme side av skadene, sannsynligvis i nedre kant i forhold til montasjestillingen til heliksen.

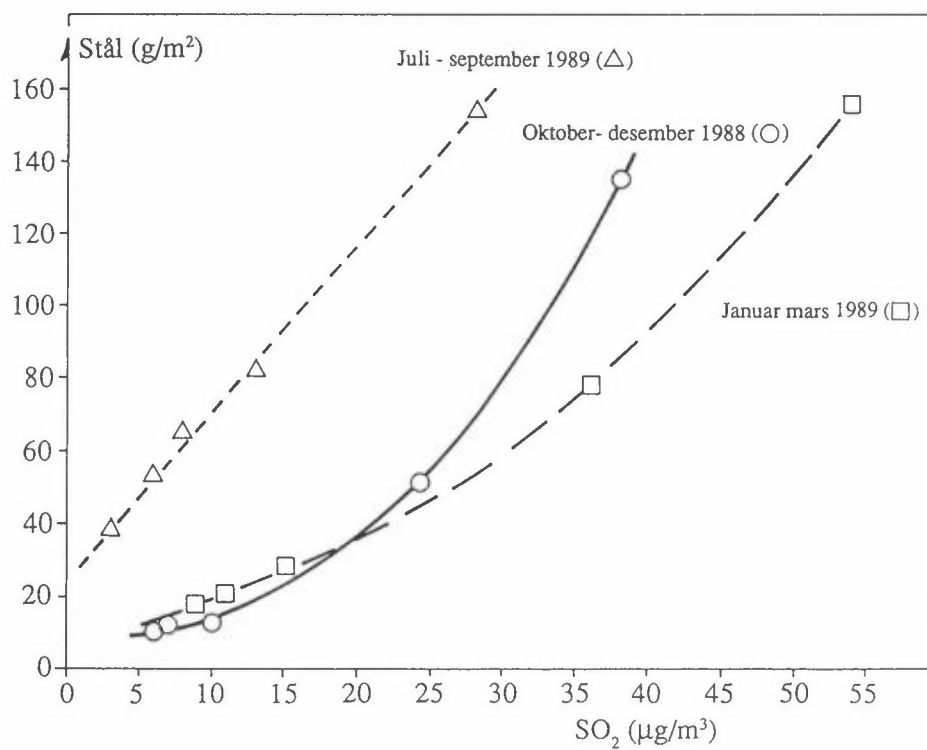
For Svanvik og Karpdalen kunne en i lupe se en løsere oksidsone mellom belegget og "rustkaka".

Viksjøfjell-prøvene hadde ofte tydelig glippe (mellomrom) mellom belegg og "rustkake" (begynnende gropdannelse).

Figur 22 og 23 viser sammenhengen mellom korrosjon og SO_2 -belastning for tre datasett. I figur 22 er resultatene for oktober 1988, januar 1989 og juli 1989 vist. Hvert datasett kan grupperes om rette linjer. Dette viser at når klimaet er tilnærmet konstant, er det en lineær sammenheng mellom SO_2 og korrosjon på stål. Det at en får tre ulike linjer viser effekten av at ulike måneder har ulikt klima. Tremånedsverdiene som er vist i figur 23, avviker fra en rett linje for to av periodene, mens den mest korrosive perioden juli-september 1989 gir en tilnærmet lineær sammenheng med SO_2 -konsentrasjonen. Også for tremånedresultatene skyldes sannsynligvis forskjellen klimavariasjoner mellom periodene.



Figur 22: Månedskorrosjon for stål for tre forskjellige perioder som funksjon av SO₂-konsentrasjoner.



Figur 23: Tremånedskorrosjon for stål for tre forskjellige perioder som funksjon av SO₂-konsentrasjon.

4 MILJØVERNSAMARBEIDET MED SOVJETUNIONEN I GRENSEOMRÅDET

Arbeidsgruppen for luftforurensninger under Den blandete norsk-sovjetiske 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-sovjetiske 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-sovjetiske grenseområdet skal også omfatte anvendelse av forskjellige typer modeller for lokal spredning av forurensninger over avstander på inntil 100 km fra utslippskildene. Fra sovjetisk side vil det bli lagt særlig vekt på numeriske, tredimensjonale modeller. Fra norsk side vil det særlig bli arbeidet med gaussiske modeller for nærbelastning og mesoskala-modeller for belastning på større avstander. Begge parter skal stille til rådighet data som brukes i modellberegningene, først og fremst utslippsdata og meteorologiske data. Utslippsdata skal gis både for enkeltkilder og diffuse kilder.

Den 13. desember 1989 ble det gjennomført en befaring av to av de tre sovjetiske målestedene for luft- og nedbørkvalitet. Med på befaringen var representanter fra NILU, The Kola Science Centre of the USSR Academy of Sciences (Kola-senteret) og Goskomgidrometas avdeling i Murmansk (hydrometeorologisk institutt). Disse to stasjonene 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 sovjetiske 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 februar 1991 mottatt fra de sovjetiske stasjonene.

Plasseringen av de tre målestasjonene på sovjetisk side, S1, S2 og S3 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 på begge sider av grensa for 1990. 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 fram til planlagte ombygginger og rensetiltak er gjennomført ved nikkerverkene.

1.6.1990 ble det også startet et felles norsk-sovjetisk måleprogram for korrosjon på fem norske og tre sovjetiske

stasjoner. Dette skal pågå fram til 1.6.1991. Programmet er det samme som på norsk side i basisundersøkelsen.

I august 1990 ble det holdt et fagmøte i Svanvik om miljøvern-samarbeidet mellom Norge og Sovjetunionen. Blant møtedeltagerne var miljøvernministrene fra begge land. Både fra norsk og sovjetisk 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-sovjetiske miljøvernkommissjonen ble gjennomført uken etter i Oslo. Kommisjonen vedtok at måleprogrammet på de tre sovjetiske 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 etableres 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.

5 REFERANSER

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

Berg, T. C. (1990) Måling av radioaktivitet i Norge. Årsrapport 1989. Lillestrøm (NILU OR 69/90).

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

Hagen, L.O. (1990) Rutineovervåking av luftforurensning. April 1989-mars 1990. Lillestrøm (NILU OR 75/90).

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., 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).
- 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).
- 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 (1988) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1987. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 333/88).
- Statens forurensningstilsyn (1989) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1988. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 375/89).
- 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).

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 OPPDRAKSRAFFORT	RAPPORTNR. OR 32/91	ISBN-82-425-0254-4	
DATO JULI 1991	ANSV. SIGN. <i>P. Berg</i>	ANT. SIDER 70	PRIS NOK 105.-
TITTEL Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1991. Framdriftsrapport nr. 4 pr. 1.3.1991		PROSJEKTLEDER L.O. Hagen	
		NILU PROSJEKT NR. O-8842	
FORFATTER(E) L.O. Hagen, J.F. Henriksen, M.J. Aarnes og B. Sivertsen		TILGJENGELIGHET A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. M.G. Svenningsen, SFT	
OPPDRAKSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep 0032 Oslo 1			
3 STIKKORD Basisundersøkelse Luftkvalitet Sør-Varanger			
REFERAT En omfattende kartlegging av forekomst og omfang av luftforurensninger langs grensa mot Sovjetunionen i Sør-Varanger startet i oktober 1988. Måleprogrammet omfatter luftkvalitet, meteorologiske forhold, nedbørkvalitet og korrosjon. I området måles de høyeste SO ₂ -konsentrasjonene i Norge. Utslippene kommer fra de sovjetiske nikkerverkene i Nikel og Zapoljarnij.			

TITLE	Evaluation of Air Pollution in Sør-Varanger, Finnmark 1988-1991. Progress Report April-September 1990.
ABSTRACT	A comprehensive study of occurrence and extent of air pollution along the Soviet border in Sør-Varanger started in 1988. The measurement programme includes air quality, meteorological conditions, precipitation chemistry and atmospheric corrosion. The highest SO ₂ -concentrations in Norway are measured in this area. The Soviet 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