



Statlig program for forurensningsovervåking

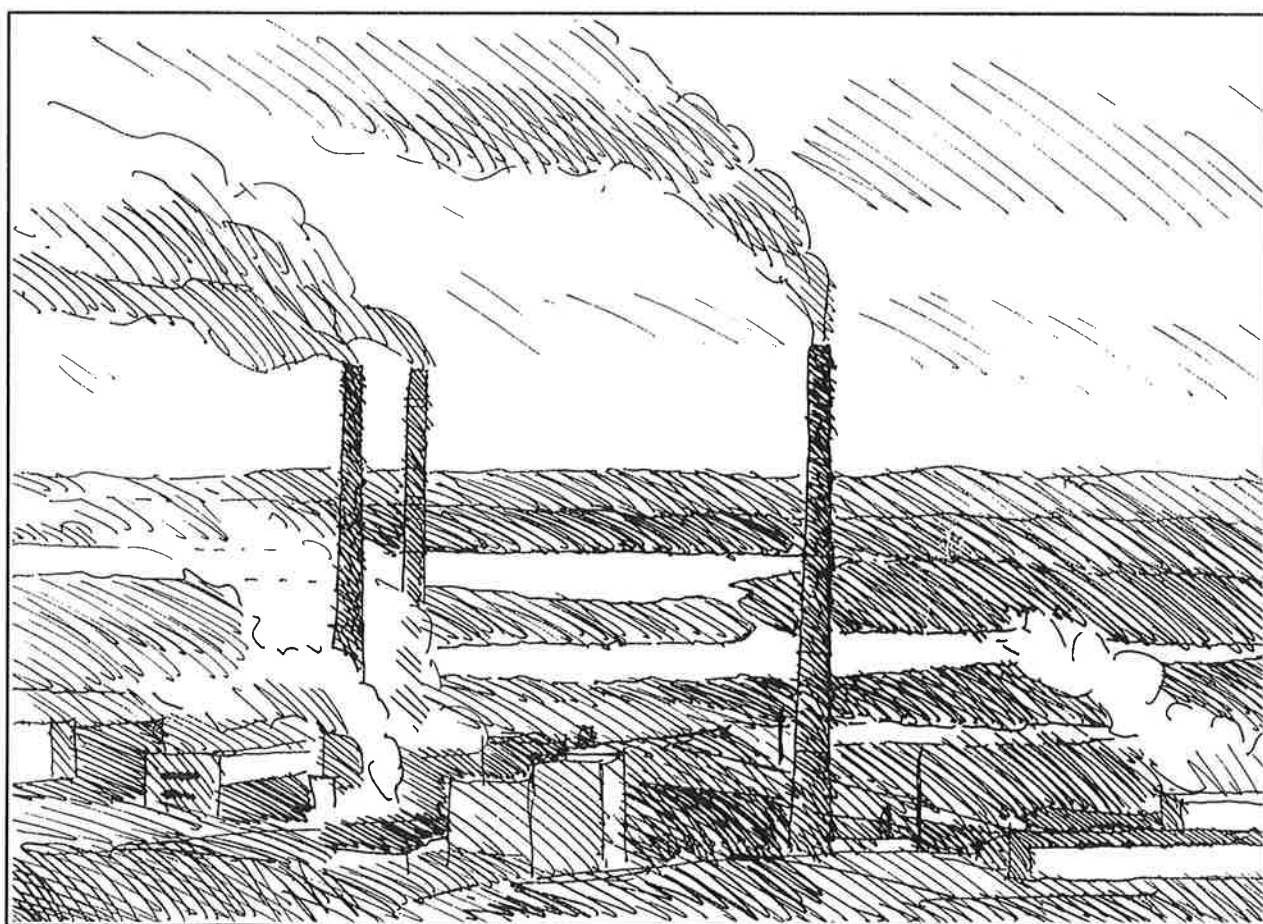
Rapport nr.: 473/91

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjon: NILU

Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1991

Framdriftsrapport nr. 5 pr. 1.9.1991



TA 797/1991



Norsk institutt for luftforskning

NILU OR : 67/91
REFERANSE: O-8976
DATO : NOVEMBER 1991
ISBN : 82-425-0305-2

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

FRAMDRIFTSRAPPORT NR. 5 PR. 1.9.1991

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 høgskolen (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.

INNHold

	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
3 MÅLERESULTATER OKTOBER 1990-MARS 1991	22
3.1 Meteorologiske forhold	22
3.1.1 Vindmålinger	23
3.1.2 Temperatur	27
3.1.3 Luftens relative fuktighet	28
3.2 Luftkvalitet	29
3.2.1 Svoveldioksid (SO ₂)	29
3.2.2 Svevestøv og tungmetaller	49
3.3 Nedbørkvalitet	62
3.4 Analyser av snøprøver	70
3.5 Undersøkelse av korrosjon	79
4 MILJØVERNSAMARBEIDET MED SOVJETUNIONEN I GRENSE- OMRÅDET	85
5 REFERANSER	88

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 for tiden svoveldioksid og svevestøv på seks 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 ble målt på fem stasjoner i perioden 1.10.1988-1.10.1990.

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 oktober 1990-mars 1991 viste at vinder fra sørlig og sørvestlig kant dominerte. Vindstyrken var langt høyere på Viksjøfjell (400 m o.h.) enn i Svanvik. Månedsmiddeltemperaturene i oktober, desember, januar og februar var høyere enn normalt, mens temperaturene i november og mars var lavere enn normalt.

SO₂ måles med kontinuerlig registrerende instrumenter på Viksjøfjell, Karpdalen og Svanvik 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 også tidligere har hatt SO₂-målinger, Kirkenes, Karpdalen, Holmfoss og Svanvik, viste målingene i perioden oktober 1990-mars 1991 middelveidier på samme nivå som tidligere vinterperioder og lavere enn vinteren 1989/90.

Også middelveidier av SO₂ på Viksjøfjell vinteren 1990/91 var lavere enn middelveidene vinteren 1989/90. Det ble målt korttidskonsentrasjoner (timemiddelveidier og døgnmiddelveidier) til dels langt over norske og internasjonale forslag til grenseverdier for luftkvalitet. På Viksjøfjell var halvårsmiddelveidien vinteren 1990/91 innenfor intervallet for det norske forslaget til grenseverdier (40-60 µg/m³).

De fleste overskridelsene av grenseverdier for SO₂ ble målt på Viksjøfjell. Vindforholdene i området er slik at områdene mellom Viksjøfjell og grensa mot Sovjetunionen antagelig er mest belastet. På Viksjøfjell var middelveidien 49 µg/m³, høyeste døgnmiddelveidi var 570 µg/m³, og høyeste timemiddelveidi var 1 975 µg/m³ i vinterhalvåret 1990/91. Tilsvarende grenseverdier 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.

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. I Kirkenes har imidlertid også utslippene fra A/S Sydvaranger betydning.

Målinger av svevestøv midlet over 2-3 døgn på Viksjøfjell viste konsentrasjoner godt under grenseverdier fra Verdens helseorganisasjon. Viktigere 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. Støvprøvene fra perioden 1.1.1990-31.3.1991 er analysert for mengden av tungmetallene Cr, Co, Ni, Cu, As, Fe, Cd, Zn, V, Mn og Pb. Konsentrasjonene av Cd og Mn lå så nær deteksjonsgrensen for måleinstrumentet at resultatene er usikre. De høyeste konsentrasjonene av Fe ble målt i og omkring

Kirkenes. Konsentrasjonene av Zn varierte mye i området. Konsentrasjonene av de øvrige elementene så ut til å følge det samme mønstret som SO₂-belastningen i området.

Nedbørkvalitet måles på tre stasjoner, Karpdalen (fra 1. kvartal 1991), Svanvik (ledd i NISKs skogovervåkingsprogram) og Noatun. Prøvene tas over en uke med skifte hver mandag, samt den første dagen i hver måned.

Målingene vinteren 1990/91 viste at Karpdalen hadde lavest pH i nedbøren og at Noatun hadde høyest. Nedbøren i området hadde omtrent samme surhetsgrad som tidligere år i Svanvik. Heller ikke konsentrasjonene av SO₄, NO₃, NH₄, 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 konsentrasjoner av tungmetallene Pb, Cd, Zn, Ni, Cu, As, Co og Cr. I tillegg til avsetning med nedbør kan støvpartiklene avsettes i prøvetakerne i perioder uten nedbør. Konsentrasjonene av Pb og Cd i Svanvik og på Noatun var på samme nivå som det en vanligvis finner på bakgrunnsstasjonene ellers i landet, mens Cd viste noe høyere verdier i Karpdalen. Konsentrasjonene av Zn synes å være høyere enn ellers i landet.

Ni, Cu og As regnes som sporelementer fra nikkilverkene. Tungmetaller er analysert i nedbøren i Svanvik siden mars 1987. Konsentrasjonene ved Svanvik var noe høyere vinteren 1990/91 enn i vinterhalvåret 1989/90. Ved Noatun var det noe høyere konsentrasjoner av Ni og Cu i 1. kvartal 1991 enn i 1990. Konsentrasjonen av Ni og Cu i 4. kvartal og av As i begge kvartaler var lavere vinteren 1990/91 enn vinteren 1989/90 på Noatun.

I mars/april 1991 ble det samlet inn snøprøver fra 20 steder i Sør-Varanger, 13 steder på Ifjordfjellet og 4 steder på

Varangerhalvøya for analyse av hovedkomponenter og tungmetaller. Resultatene viste at prøvene fra Sør-Varanger hadde lavere pH og høyere konsentrasjoner av Zn, Ni, As, Cu, Co og Cr enn prøvene fra de to andre områdene. Konsentrasjonene av Ni, As og Cu i snø i grenseområdene så ut til å følge det samme utbredningsmønsteret som SO₂-belastningen.

I 1991 var det noe lavere pH og høyere middelkonsentrasjoner av Pb, Ni, Cu, Co og Cr enn i 1990. For de øvrige komponentene var middelkonsentrasjonene i snøprøvene fra Sør-Varanger noe lavere i 1991 enn året før.

Korrosjonsundersøkelsen har som mål å kartlegge korrosjonsforholdene i området, finne sammenhengen mellom korrosjon og miljøbelastning og vurdere ulike materialer til bruk i rein-gjerder i området. Alle metallene viste samme tendens med størst korrosjon på Viksjøfjell og minst i Pasvik ved Kobbfoss og Noatun.

Med start i januar 1990 gjennomføres det et felles måleprogram av luftkvalitet og nedbørkvalitet på tre stasjoner både på sovjetisk og norsk side av grensa. 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 SO₂ og tungmetaller (Ni, Cu, Co, Cr og As). Norge har stilt til disposisjon nødvendig måleutstyr til de sovjetiske stasjonene. SO₂-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 SO₂ fra de tre sovjetiske stasjonene for perioden januar 1990-juni 1991. Måledata for SO₂ fra Viksjøfjell, Karpdalen og Svanvik for perioden januar 1990-juni 1991 er sendt til det sovjetiske sentret. På ekspertgruppens møte i Apatity i Sovjetunionen i juni 1990 ble

det foreslått å forlenge det felles måleprogrammet i sin opprinnelige form fram til 1.4.1991 for å få felles målinger gjennom en hel vintersesong. Ved møter i ekspertgruppen og i den norsk-sovjetiske miljøvernkommissjonen 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 ble redusert fra tre til to 1.4.1991. På den tredje norske målestasjonen (Karpdalen) er det imidlertid fortsatt døgnprøvetaking av SO_2 . En ny kontinuerlig registrerende SO_2 -monitor i byen Nikel vil bli satt i gang i september 1991. Denne stasjonen skal drives i samarbeid med lokalavdelingen av "Murmanskhydromet" i Nikel.

Et ett-årig fellesprogram for korrosjon ble gjennomført i perioden 1.6.1990-1.6.1991. Måleprogrammet, som var det samme på norsk og sovjetisk side av grensa, ble gjennomført på de samme tre sovjetiske målestasjonene som luft- og nedbørkvalitetmålingene. På norsk side ble de samme fem målestasjonene brukt 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 stiller nødvendige utslippdata og meteorologiske data til rådighet. Meteorologiske data fra Viksjøfjell og Svanvik for perioden 1.12.1988-30.6.1991 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 i Sovjetunionen (sør for Pasvik) mottatt. Målingene i Nikel og Janiskoski er utført hver tredje time.

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

PROGRESS REPORT, OCTOBER 1990-MARCH 1991

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 now collected at six locations, precipitation chemistry at three locations, meteorological parameters at two locations and atmospheric corrosion data are observed at five locations. All these data are presented in this report, which is status report no. 5 covering the period from October 1990 to March 1991.

SO₂ is measured continuously at Viksjøfjell, Karpdalen and Svanvik, while diurnal samples are collected at Kirkenes, Karpdalen, Holmfoss, Svanvik and Noatun. Continuous measurements of SO₂ are necessary to register the short term peak concentrations during episodes. The SO₂ concentrations at the monitoring stations are 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 winter season 1990/91 (October-March) the average SO₂ concentrations at the monitoring stations were lower than during the winter season 1989/90. The short term average concentrations were still 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 $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$, the highest 24-hour average was $570 \mu\text{g}/\text{m}^3$, and the highest 1-hour average value was $1\,975 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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). 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 the border river Grense-Jakobselv.

Measurements of suspended particles at Viksjøfjell also show concentrations well below the guideline values suggested by the 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 are analysed for concentrations of Cr, Co, Ni, Cu, As, Fe, Cd, Zn, V, Mn, and Pb. The results indicated that the concentrations of Cr, Co, Ni, Cu, As, V and Pb followed a similar pattern as the SO_2 concentrations in the area. The elements that differed most from typical background concentrations were Cr, Co, Ni, Cu and As. The highest concentrations of Fe were measured in Kirkenes.

Precipitation chemistry measurements indicated that the pH 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 uniformly distributed over the area. Concentrations of Pb and Cd at Svanvik and Noatun during the winter 1990/91 were at the same level as the concentrations usually found at background stations in other areas of Norway, while the concentrations of Cd at Karpdalen, as well as the concentrations of Zn at all three stations, 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 the reindeer fences in the region. The highest corrosion rates were found at Viksjøfjell, which is also the most polluted site in general.

37 samples of snow were collected in March/April 1991 to be analysed for the main components and heavy metals. 20 samples were collected in Sør-Varanger, 13 samples were collected at Ifjordfjellet and 4 samples were collected at the peninsula Varangerhalvøya. The results showed that the samples from Sør-Varanger had lower pH and higher concentrations of Zn, Ni, As, Cu, Co and Cr than the samples from the two other locations. The concentrations of Ni, As and Cu in snow at the different sampling sites in Sør-Varanger seemed to vary similarly compared to the variation of the SO₂ concentrations in the area.

During 1990 and the first three months of 1991, a joint programme was carried out for studying air quality and precipitation chemistry at three sites on each side of the Norwegian-Soviet border. 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 the SO₂ data for the whole period 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 new continuous SO₂ monitoring station in the town Nikel was put in operation in September 1991.

A joint one year atmospheric corrosion exposure study was started in June 1990. The measuring sites in the Soviet Union were the same three sites as in the joint air quality study. In Norway the measuring sites were the same five sites as in the previous study.

BASISUNDERSØKELSE AV LUFTFORURENSNINGER I SØR-VARANGER 1988-1991

FRAMDRIFTSRAPPORT NR. 5 PR. 1.9.1991

1 INNLEDNING

Luftforurensningene i Sør-Varanger har vært betydelige i flere 10-år. Store utslipp 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 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, 1990). 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 Bjørnevåtn nedstrøms Nikel-området enn i Vaggatemvåtnet oppstrøms Nikel (Rognerud, 1990). NIVAs undersøkelser av forurensning 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 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 høgskolen (AVH), Kjemisk institutt
- Norges veterinærhøgskole (NVH)

2.1 FORMÅL MED UNDERSØKELSEN

Formålet med de foreslåtte undersøkelser er:

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

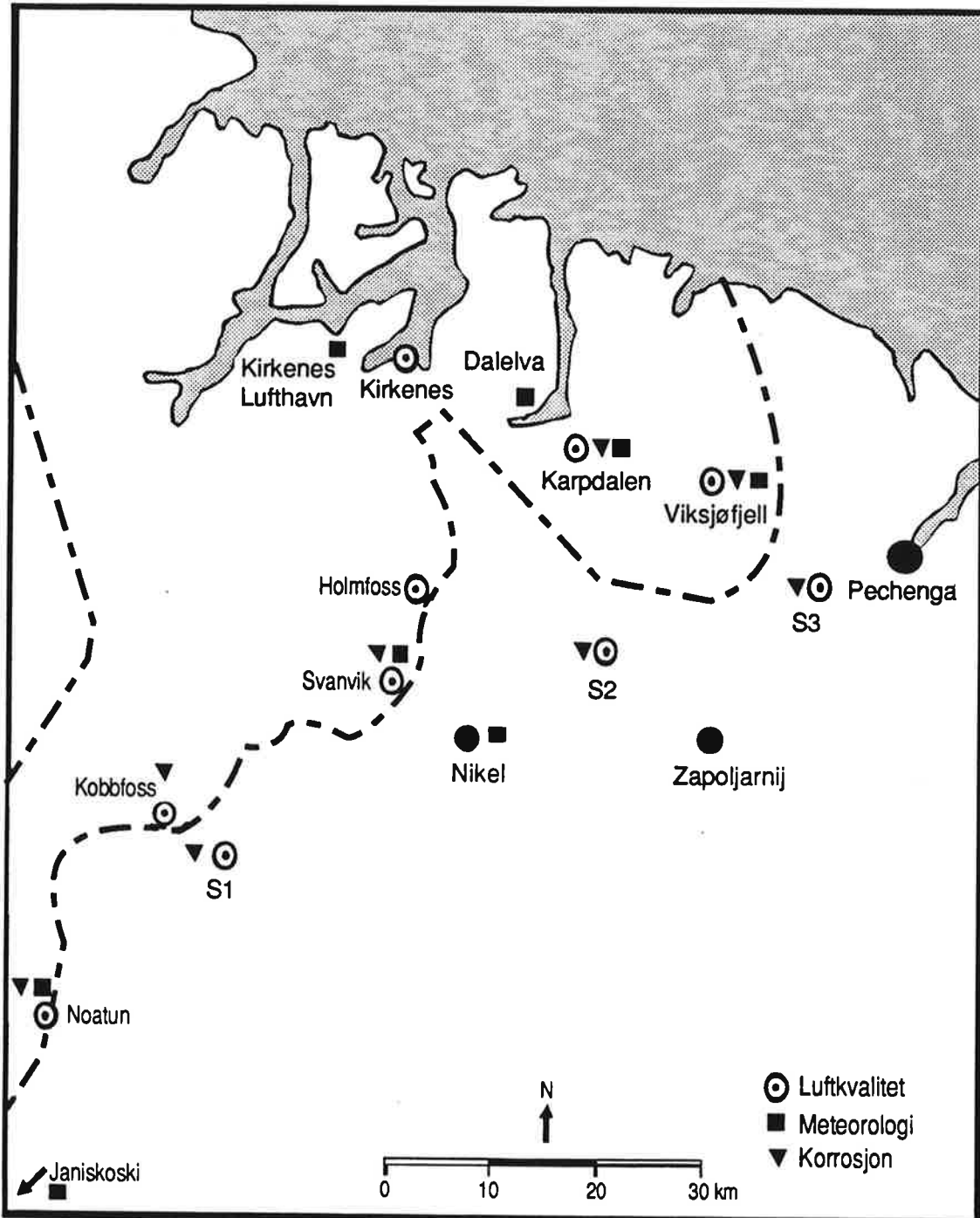
Punkt 1 ble foreslått gjennomført av NILU, punkt 2 av NIVA og punkt 3 av NISK, FORUT, AVH og NVH.

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).



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.

Tabell 1: Måleprogram for luftkvalitet i Sør-Varanger i perioden 1.10.1988-1.4.1991.

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 og Pb. Disse analysene er gjennomført på svevestøvprøver fra perioden 1.1.1990-31.3.1991. Svevestøvprøver fra de tre sovjetiske stasjonene fra samme periode analyseres på mengden av tungmetallene Cr, Co, Ni, Cu og As. Prøvene fra de sovjetiske stasjonene analyseres ved Kola Vitenskapssenter 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 (ukeverdier)	Meteorologiske forhold (timeverdier)					
		Vind- retning	Vind- styrke	Temperatur	Relativ fuktighet	Stabilitet	Turbulens
Viksjøfjell Dalelva ¹	x	x	x	x	x	x	x
Svanvik	x	x	x	x	x		
Noatun	x						

1 Flyttet til Karpdalen 1.1.1991.

Av nedbøren tas det ukeprøver. 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 ble 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 ble 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 temperaturdifferensen 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 (Høybuktkoen) og i Pasvik (som ligger på Noatun). Her fås data for vindretning, vindstyrke, temperatur, nedbør og luftfuktighet 3-4 ganger i døgnet. Data fra Høybuktkoen 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. Programmet 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, ble det 1.6.1990 satt i gang 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 var 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 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 er også én av 11 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, 1990).

3 MÅLERESULTATER OKTOBER 1990-MARS 1991

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 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 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.

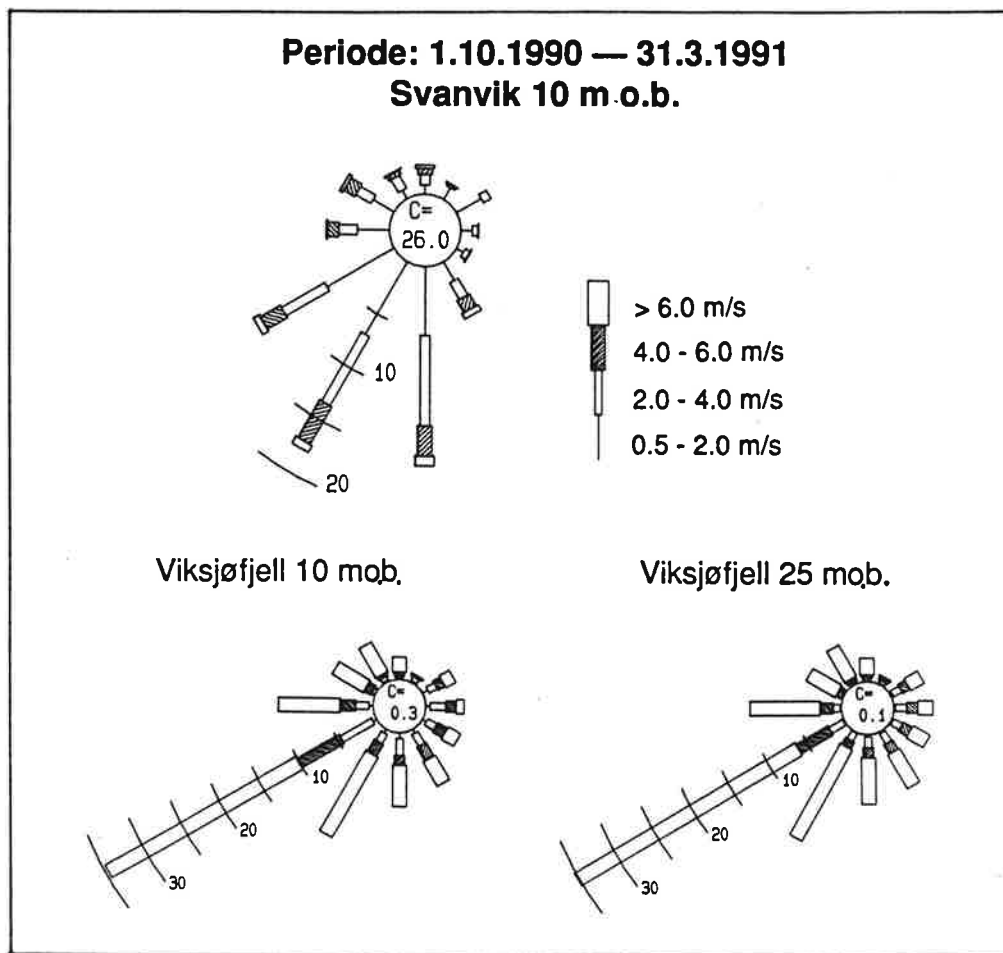
På grunn av en feil i loggeenheden i måleinstrumentet manglet data fra Viksjøfjell i deler av november, hele desember og deler av januar. I Svanvik var datatilgjengeligheten god i hele perioden, med 100% tilgjengelighet for vinddata og noe mindre tilgjengelighet for temperatur- og fuktighetsdata.

3.1.1 Vindmålinger

Figur 2 viser vindroser for perioden oktober 1990-mars 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.

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 vest-sørvest forekom hyppigst i perioden oktober 1990-mars 1991, ialt ca 35% av tiden. Vind fra nordlig, nordøstlig og østlig 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: Vindrosen for perioden oktober 1990-mars 1991 fra Viksjøfjell og Svanvik.

Sammenliknet med vinteren 1989/90 var det på Viksjøfjell vinteren 1990/91 noe lavere frekvens av vind fra sørlig kant og noe mer vind fra vest-sørvest.

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

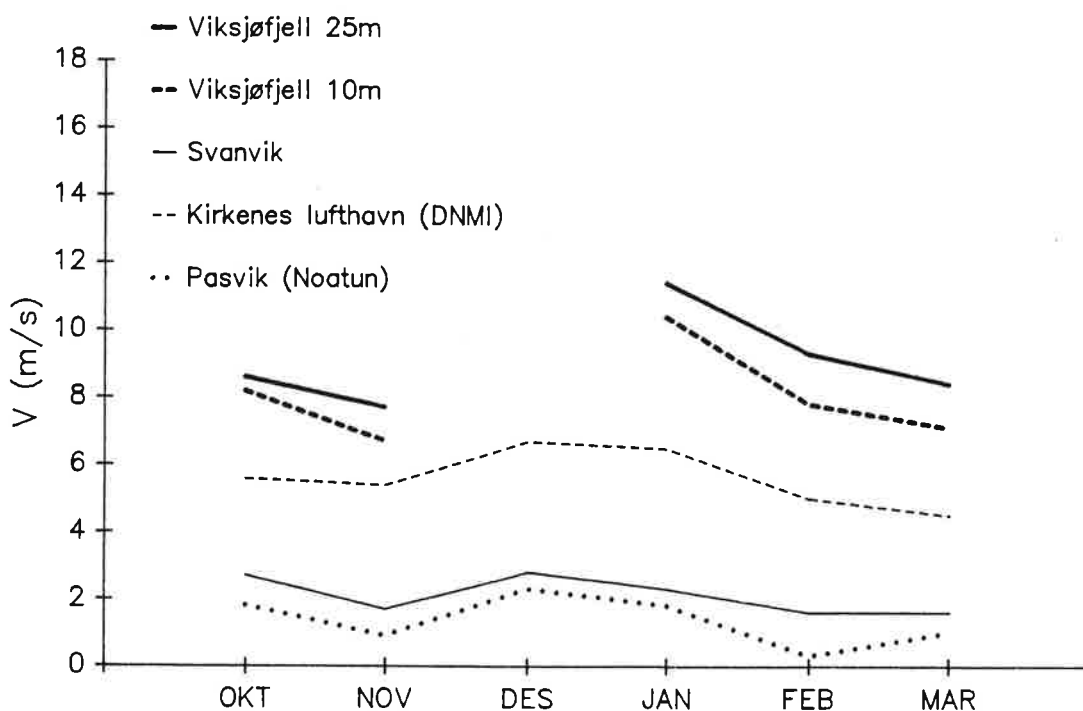
Både på Viksjøfjell og i Svanvik var det liten forekomst av vind fra nordlige og østlige retninger vinteren 1990/91.

Frekvensen av sterk vind var langt lavere i Svanvik, og frekvensen av vindstille var 26%, mens det på Viksjøfjell ble

registrert 0,3% vindstille i 10 m høyde og 0,1% i 25 m høyde vinteren 1990/91.

Vindretningsfordelingen i Svanvik vinteren 1990/91 skilte seg lite fra vindretningsfordelingen vinteren 1989/90, bortsett fra at det forekom noe mer vind fra sør vinteren 1990/91.

Figur 3 viser midlere vindstyrke for hver måned i perioden oktober 1990-mars 1991 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 mindre. Pasvik (Noatun) ligger lengst fra kysten og hadde svakest vind hele perioden.

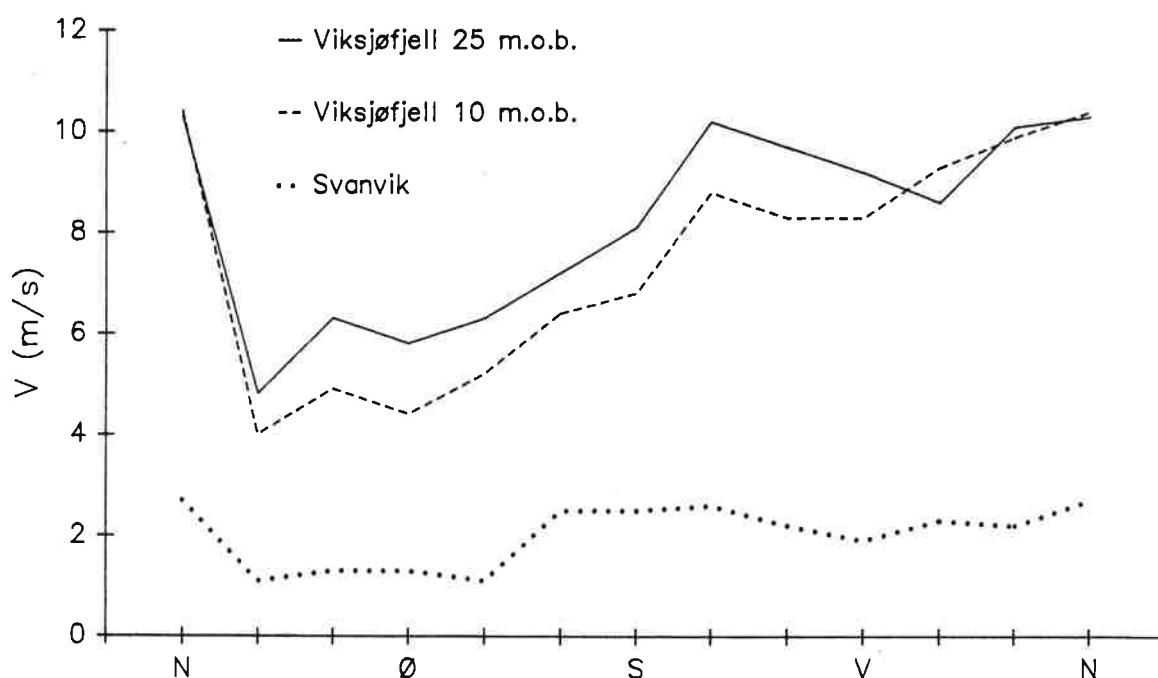


Figur 3: Midlere vindstyrke for hver måned i perioden oktober 1990-mars 1991 på Viksjøfjell, Kirkenes lufthavn, Svanvik og Pasvik (Noatun) (m/s).

På alle stasjonene var det litt høyere middelvindstyrke i oktober, november, desember og januar 1990/91 enn de samme månedene vinteren 1989/90. I februar og mars 1991 var

middelvindstyrken litt lavere eller omtrent den samme som i februar og mars 1990.

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



Figur 4: Midlere vindstyrke i perioden oktober 1990-mars 1991 fordelt på 12 vindsektorer på Viksjøfjell og Svanvik (m/s).

Tabell 4 viser frekvensen av vind i forskjellige vindstyrkeklasser. På Viksjøfjell 25 m over bakken var timemiddelvindstyrken over 6 m/s i 73,9% av tiden og under 2 m/s i bare 1,7% av tiden. 10 m over bakken på Viksjøfjell var middelvindstyrken over 6 m/s i 63,0% av tiden og under 2 m/s i 4,5% av tiden. I Svanvik blåste det over 6 m/s bare i 3,2% av tiden og under 2 m/s i 57,8% av tiden. Økende vindstyrke gir bedre spredning av luftforurensende stoffer. Vinterhalvåret 1989/90 hadde Viksjøfjell vindstyrke over 6 m/s i 50,7% av tiden (10 m o.b.), mens tilsvarende tall i Svanvik var 2,4% av tiden.

Tabell 4: Frekvens av vind i forskjellige vindstyrkeklasser på Viksjøfjell og Svanvik i perioden oktober 1990-mars 1991 (%).

	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.)	0,1	1,6	10,2	14,3	73,9
Viksjøfjell (10 m o.b.)	0,3	4,2	15,6	16,8	63,0
Svanvik (10 m o.b.)	26,0	31,8	26,7	12,3	3,2

3.1.2 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 middelveien for 30-årsperioden 1931-1960. Målingene viser at månedsmiddeltemperaturene i oktober, desember, januar og februar var litt høyere enn normalt, mens november og mars var litt kaldere enn normalt både på Kirkenes lufthavn og i Pasvik (Noatun).

Tabell 5: Oversikt over temperaturforholdene på Viksjøfjell, Svanvik, Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun) i perioden oktober 1990-mars 1991 (°C).

Stasjon	Viksjøfjell			Svanvik			Kirkenes lufthavn				Pasvik (Noatun)			
	Middel	Maks.	Min.	Middel	Maks.	Min.	Middel	Normal	Maks.	Min.	Middel	Normal	Maks.	Min.
Okt 1990	-1,6	6,1	-8,8	-0,1	7,1	-6,9	1,1	0,8	8,0	-3,9	0,8	0,4	8,9	-8,0
Nov 1990	-7,7	0,5	-17,8	-11,4	-0,7	-23,7	-5,8	-4,4	3,6	-19,0	-7,7	-5,3	2,4	-24,5
Des 1990	-	-	-	-8,1	2,1	-20,2	-3,7	-7,8	4,9	-14,5	-5,3	-9,6	5,4	-25,0
Jan 1991	-6,7*	1,9*	-18,2*	-14,2	0,8	-32,5	-9,4	-10,3	4,3	-26,1	-11,6	-13,4	4,7	-34,6
Feb 1991	-9,3	-1,1	-19,8	-13,4	-0,5	-28,6	-8,5	-11,1	2,1	-21,7	-13,0	-13,1	2,3	-34,0
Mar 1991	-9,6	1,4	-16,7	-12,8	0,2	-27,5	-8,4	-7,6	3,3	-20,5	-10,2	-8,6	4,8	-30,6

* Data fra 1.-15. januar mangler

Laveste målte temperatur var $-34,6^{\circ}\text{C}$ i Pasvik (Noatun) i januar 1991, mens det i Svanvik ble målt $-32,5^{\circ}\text{C}$. På Viksjøfjell var laveste temperatur $-19,8^{\circ}\text{C}$. Høyden over havet (ca. 400 m) og mye vind gjør at det ikke måles så lave temperaturer her som i Pasvik. Den høyeste temperaturen, $8,9^{\circ}\text{C}$, ble målt i Pasvik i oktober. På Viksjøfjell ble høyeste timemiddeltemperatur ($6,1^{\circ}\text{C}$) målt den 17. oktober kl 15. Den høyeste timemiddeltemperaturen i Svanvik ($7,1^{\circ}\text{C}$) ble målt den 17. oktober kl 11, 12 og 13.

På Kirkenes lufthavn og i Pasvik var det litt varmere i oktober i 1990 enn i oktober 1989. Desember og januar 1990/91 hadde høyere middeltemperaturer enn desember og januar 1989/90, mens november, februar og mars hadde lavere middeltemperaturer på alle stasjonene vinteren 1990/91 enn året før.

3.1.3 Luftens relative fuktighet

Tabell 6 viser månedsmiddelverdiene av luftens relative fuktighet for hver måned i perioden oktober 1990-mars 1991.

Tabell 6: Månedsmiddelverdier av relativ fuktighet i perioden oktober 1990-mars 1991 i Svanvik, Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun) (i prosent).

Stasjon Måned	Svanvik	Kirkenes lufthavn	Pasvik (Noatun)
Oktober 1990	81	86	84
November 1990	86	-	85
Desember 1990	85	86	84
Januar 1991	84	82	78
Februar 1991	83	86	86
Mars 1991	80	86	77

Pasvik (Noatun) hadde som ventet litt lavere relativ fuktighet enn Kirkenes lufthavn de fleste månedene. 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 seks stasjoner, Viksjøfjell, Karpdalen, Rådhuset i Kirkenes, Holmfoss, Svanvik 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 beregnete døgnmiddelverdier 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 oktober 1990-mars 1991 med monitorer og døgnprøvetakere er gitt i tabell 7 og 8. Målingene viser at Viksjøfjell var mest belastet i perioden. Vindrosen fra Viksjøfjell i figur 2 viser at vind fra 210° og 240° var mest hyppig.

Ved vindretning på 240° 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 1990-mars 1991 bekrefter at konsentrasjonene i dette området var 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 oktober 1990-mars 1991 (µg/m³).

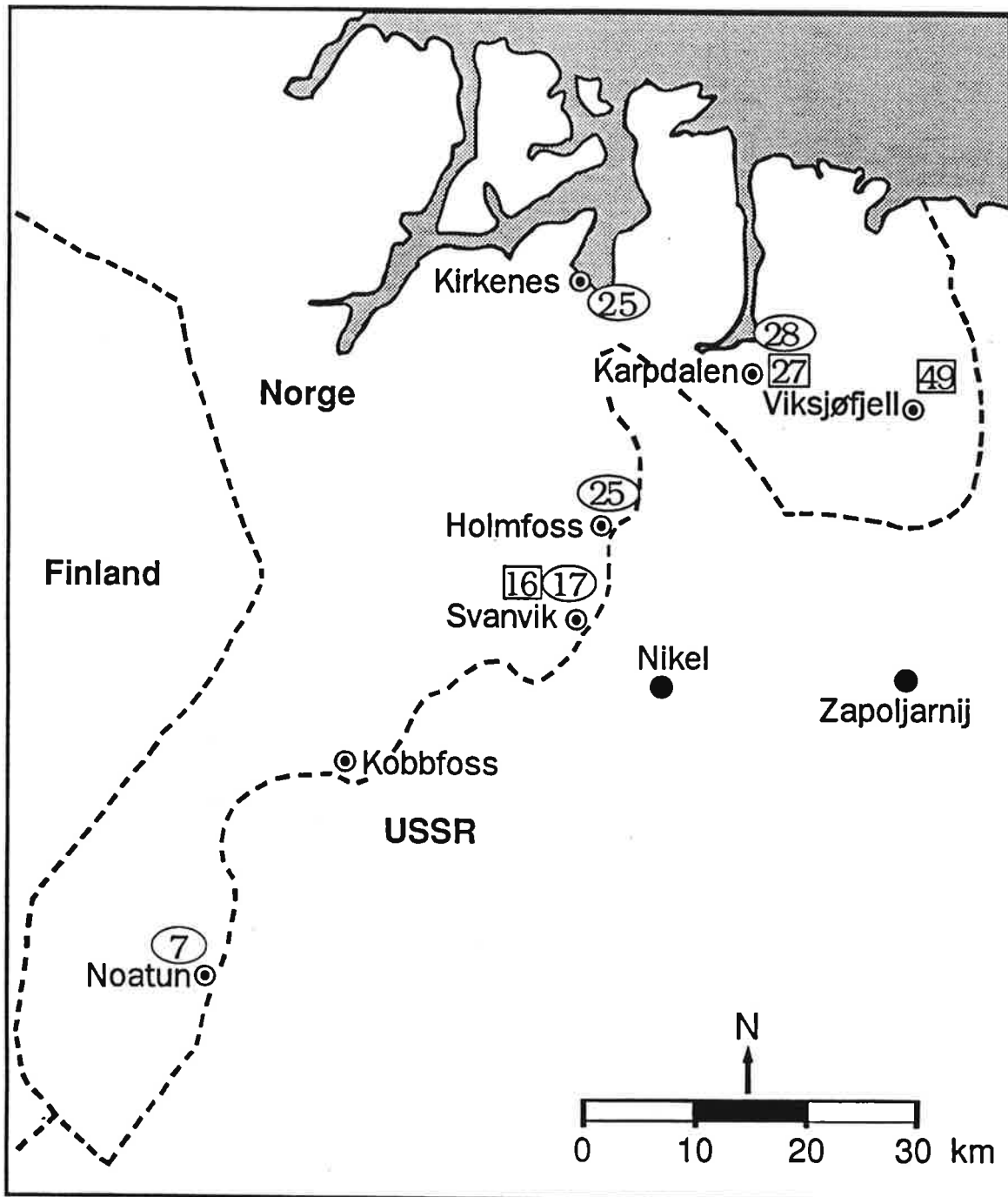
Stasjon	Måned	Måneds- middel	Høyeste døgn- middel	Ant. døgn- obs.	Ant. døgnmidler			Høyeste time- middel	Ant. time- obs.	Ant. timemidler			
					>50	>100	>300			>100	>300	>500	>1 000
Viksjø- fjell	Okt 1990	25	122	31	4	3	0	962	707	60	7	3	0
	Nov	26	186	30	7	2	0	926	681	42	18	7	0
	Des	47	231	31	9	4	0	1 038	707	86	24	12	1
	Jan 1991	66	406	31	10	7	2	1 697	708	77	36	28	11
	Feb	49	526	29	8	3	1	1 047	638	83	34	16	1
	Mars	82	570	31	12	6	2	1 975	698	108	49	33	9
	Okt-mars	49	570	182	50	24	5	1 975	4 139	456	168	99	22
Karp- dalen	Okt 1990	21	119	31	6	1	0	1 333	693	47	9	2	1
	Nov	12	75	30	4	0	0	388	677	26	3	0	0
	Des	27	115	31	7	1	0	940	705	56	14	3	0
	Jan 1991	44	293	31	9	3	0	532	704	93	29	4	0
	Feb	20	160	28	4	3	0	368	640	41	8	0	0
	Mars	45	356	17	3	3	1	756	382	47	13	10	0
	Okt-mars	27	356	168	33	11	1	1 133	3 801	310	76	19	1
Svanvik	Okt 1990	5	38	31	0	0	0	214	703	7	0	0	0
	Nov	11	125	30	2	1	0	805	678	24	2	1	0
	Des	11	84	31	2	0	0	434	690	14	2	0	0
	Jan 1991	18	92	31	5	0	0	251	705	34	0	0	0
	Feb	11	98	28	2	0	0	159	638	9	0	0	0
	Mars	40	608	31	6	2	1	1 060	702	62	28	17	3
	Okt-mars	16	608	182	17	3	1	1 060	4 116	150	32	18	3

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

Tabell 8: Sammendrag av døgnmålinger av SO₂ i perioden oktober 1990-mars 1991 (µg/m³).

Stasjon og måned	Middel	Maks	Min.	Ant.obs.	>50	>100
KIRKENES						
Oktober 1990	17	54	2	30	1	
November	14	47	5	25		
Desember	23	98	3	30	3	
Januar 1991	33	90	5	31	5	
Februar	23	68	1	27	2	
Mars	46	79	11	20	10	
Okt. 90-mars 91	25	98	1	163	21	
SVANVIK						
Oktober 1990	5	45	0	30		
November	12	122	0	30	2	1
Desember	10	86	0	30	2	
Januar 1991	19	101	0	31	5	1
Februar	11	95	0	24	2	
Mars	41	649	0	31	7	2
Okt. 90-mars 91	17	649	0	176	18	4
HOLMFOSS						
Oktober 1990	17	152	0	30	5	2
November	8	100	0	30	2	
Desember	29	270	0	30	6	3
Januar 1991	30	151	0	31	8	3
Februar	11	85	0	28	3	
Mars	54	469	0	29	7	5
Okt. 90-mars 91	25	469	0	178	31	13
KARPDALLEN						
Oktober 1990	20	104	0	31	5	1
November	11	73	0	30	2	
Desember	28	112	0	31	8	1
Januar 1991	43	255	0	31	9	3
Februar	19	154	0	27	4	2
Mars	45	372	0	31	7	2
Okt. 90-mars 91	28	372	0	181	35	9
NOATUN						
Oktober 1990	2	19	0	31		
November	2	23	0	22		
Desember	14	149	0	18	2	1
Januar 1991	11	58	0	30	1	
Februar	7	48	0	26		
Mars	9	46	0	31		
Okt. 90-mars 91	7	149	0	158	3	

Gjennomsnittsverdiene av SO₂ i perioden oktober 1990-mars 1991 er vist i figur 5. De nordlige og østlige delene av Sør-Varanger var mest belastet. Sammeliknet med gjennomsnittsverdiene fra vinteren 1989/90 var verdiene lavere vinteren 1990/91 på Viksjøfjell, Karpdalen, Holmfoss og Svanvik. Noatun viste samme verdi, mens Kirkenes hadde høyere gjennomsnittsverdi av SO₂ vinteren 1990/91 enn vinteren 1989/90.



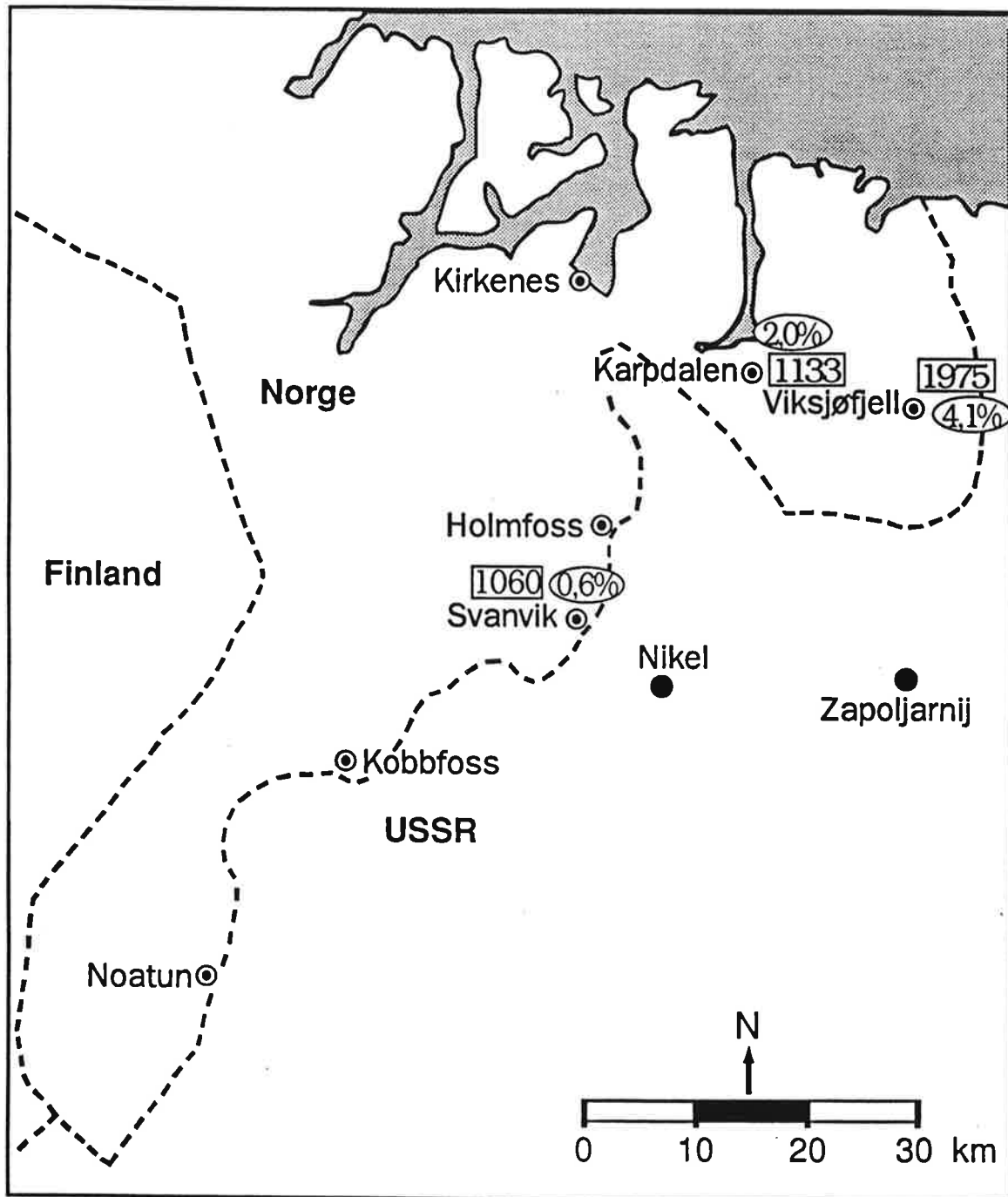
Figur 5: Middelerdier av SO₂ i perioden oktober 1990-mars 1991 målt med kontinuerlig registrerende prøvetakere □ og døgnpøvetakere ○ (µg/m³).

Figur 6 viser maksimale timemiddelverdier 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. Viksjøfjell hadde både den høyeste timemiddelverdien og den hyppigste forekomsten av høye konsentrasjoner. Både på Viksjøfjell og i Svanvik var de maksimale timemiddelverdiene og frekvensen av timemiddelverdier over $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lavere vinteren 1990/91 enn vinteren 1989/90. Karpdalen hadde høyere maksimal timemiddelverdi vinteren 1990/91, mens frekvensen av timemiddelverdier over $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ var lavere enn vinteren 1989/90.

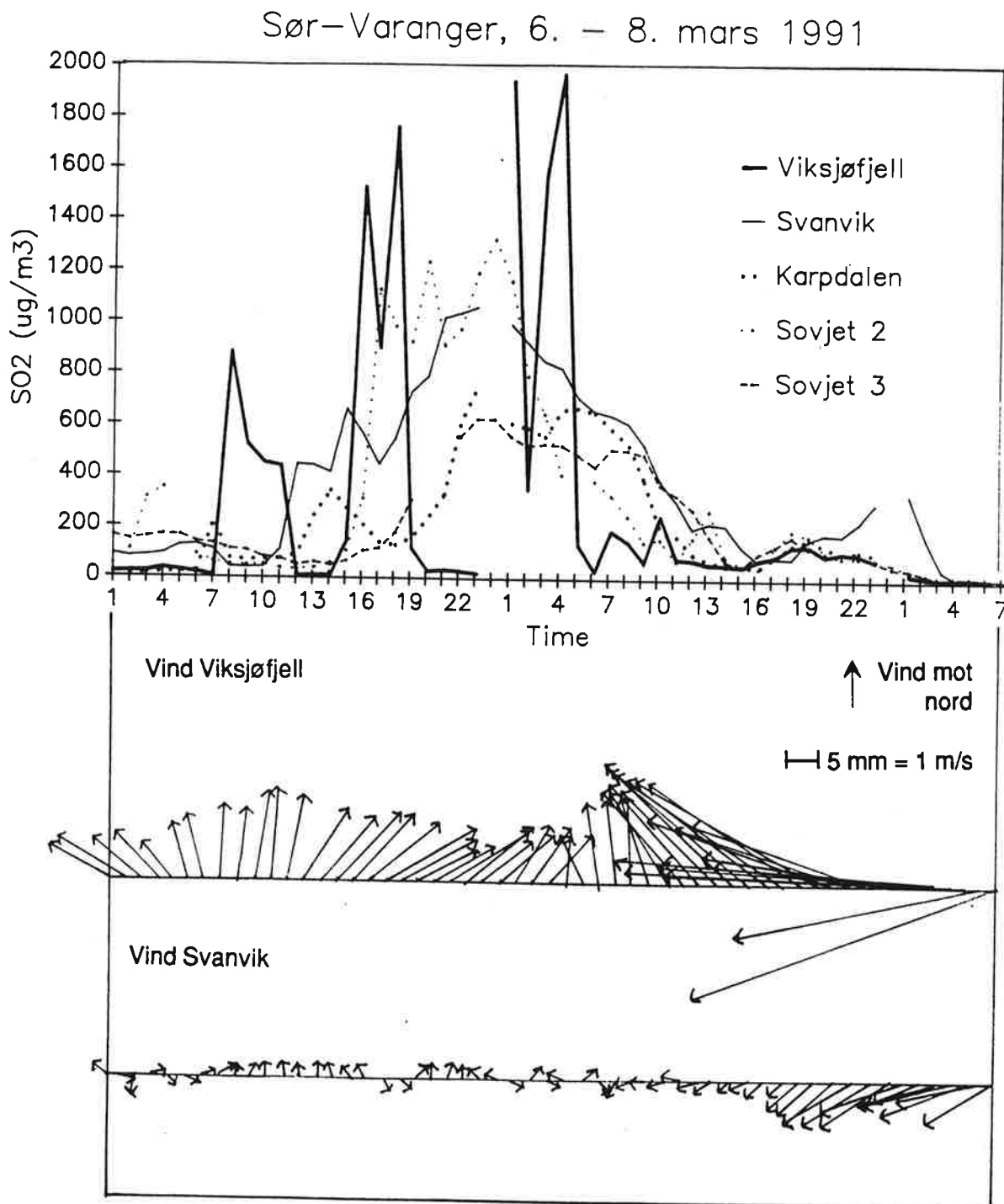
Den høyeste timemiddelverdien av SO_2 i perioden oktober 1990-mars 1991 ble målt på Viksjøfjell 7.3.1991 kl 04 til $1\ 975 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I Svanvik ble den høyeste timemiddelverdien, $1\ 060 \mu\text{g}/\text{m}^3$, målt 6.3.1991 kl 23. Figur 7 viser timemiddelkonsentrasjonene fra Svanvik, Karpdalen, Viksjøfjell og to av de sovjetiske stasjonene i perioden fra 6.3. kl 01 til 8.3. kl 07. Figuren viser også vindretning og vindstyrke på Viksjøfjell og i Svanvik. Da maksimumskonsentrasjonene inntraff på Viksjøfjell, var vindretningen fra sørvest (220°) med styrke omkring 3 m/s . Da den høyeste timemiddelverdien ble målt i Svanvik, var det tilnærmet vindstille.

I Karpdalen var den høyeste timemiddelverdien $1\ 133 \mu\text{g}/\text{m}^3$, som ble målt 2.10.1990 kl 12. På Viksjøfjell var det da sør-sørøstlig vind.

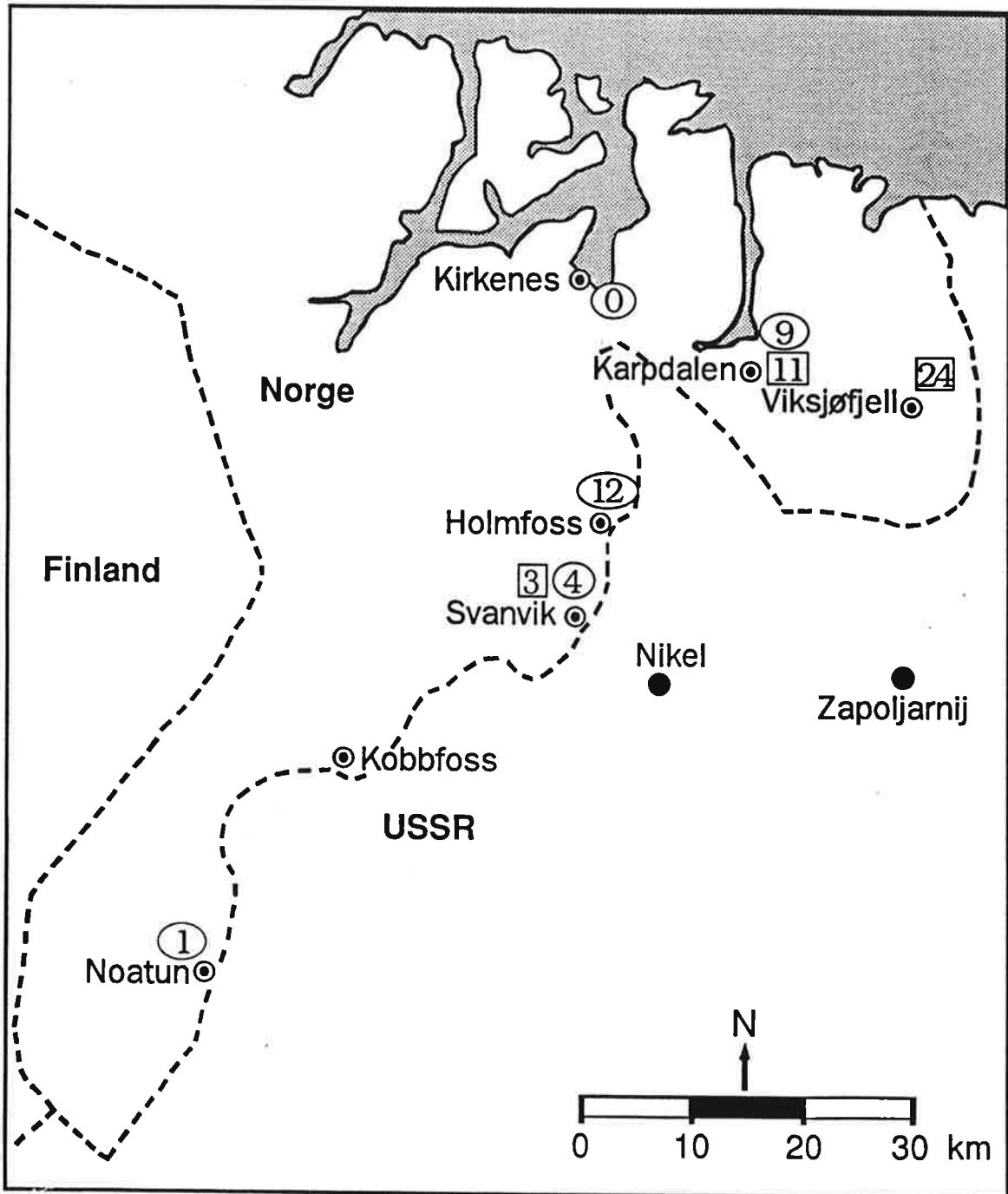
Figur 8 viser antall døgnmiddelkonsentrasjoner av SO_2 over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens figur 9 viser høyeste døgnmiddelkonsentrasjon på hver stasjon i perioden oktober 1990-mars 1991. Viksjøfjell hadde flest døgnmiddelverdier over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens Svanvik hadde den høyeste døgnmiddelverdien. Noatun hadde bare én døgnmiddelverdi over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vinteren 1990/91. I Kirkenes forekom det ingen døgnmiddelverdier over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vinteren 1990/91.



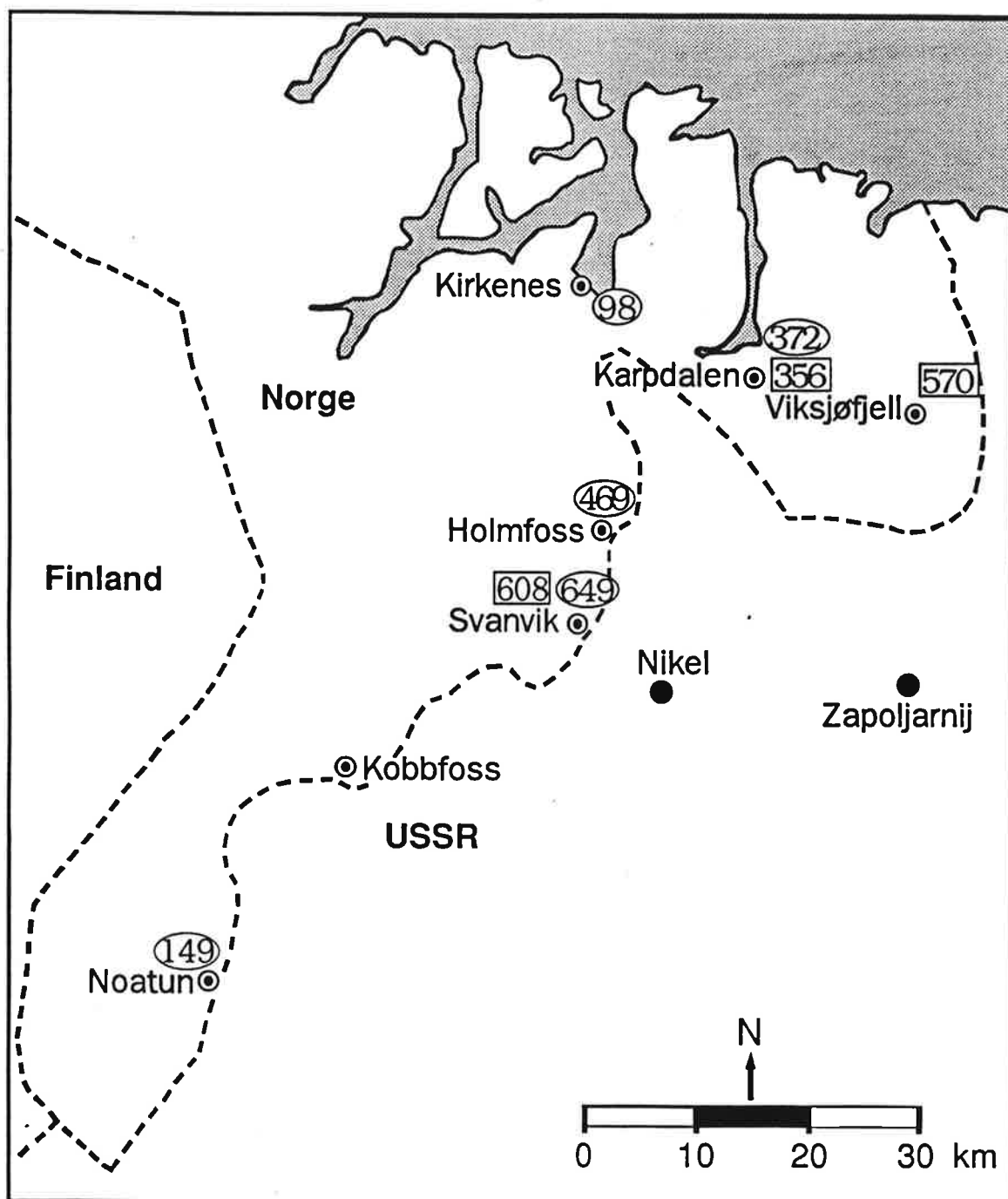
Figur 6: Maksimale timesmiddelverdier av SO₂ \square ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) og prosent av tiden med timesmiddelverdier over $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ \circ .



Figur 7: Middelkonsentrasjoner av SO_2 , vindretning og vindstyrke 6.-8. mars 1991.



Figur 8: Antall døgnmiddelverdier av SO₂ over 100 µg/m³ i perioden oktober 1990-mars 1991 målt med kontinuerlig registrerende prøvetakere □ og døgnsprøvetakere ○.

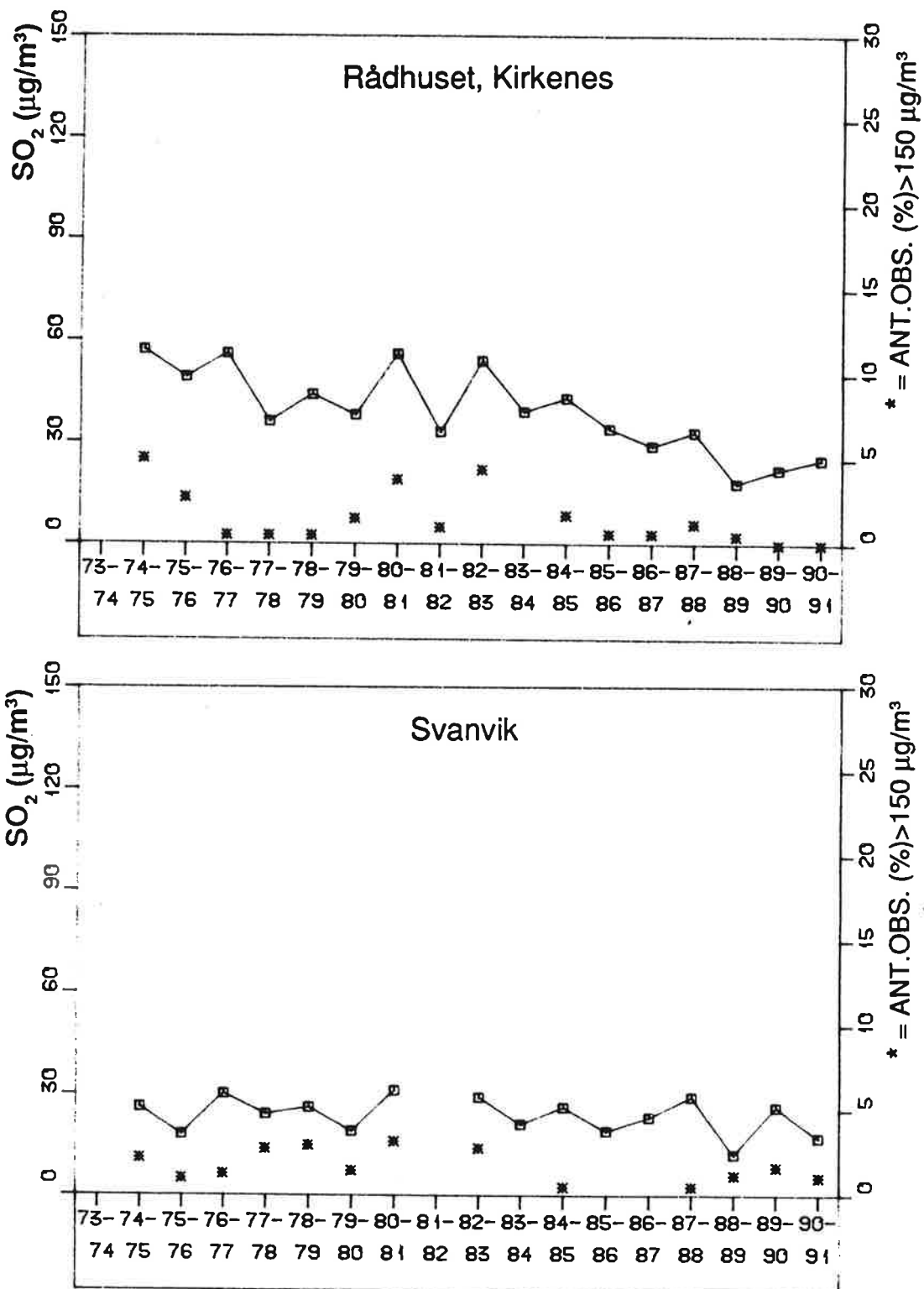


Figur 9: Maksimale døgnmiddelkonsentrasjoner av SO₂ i perioden oktober 1990-mars 1991 målt med kontinuerlig registrerende prøvetakere □ og døgnprøvetakere ○ (µg/m³).

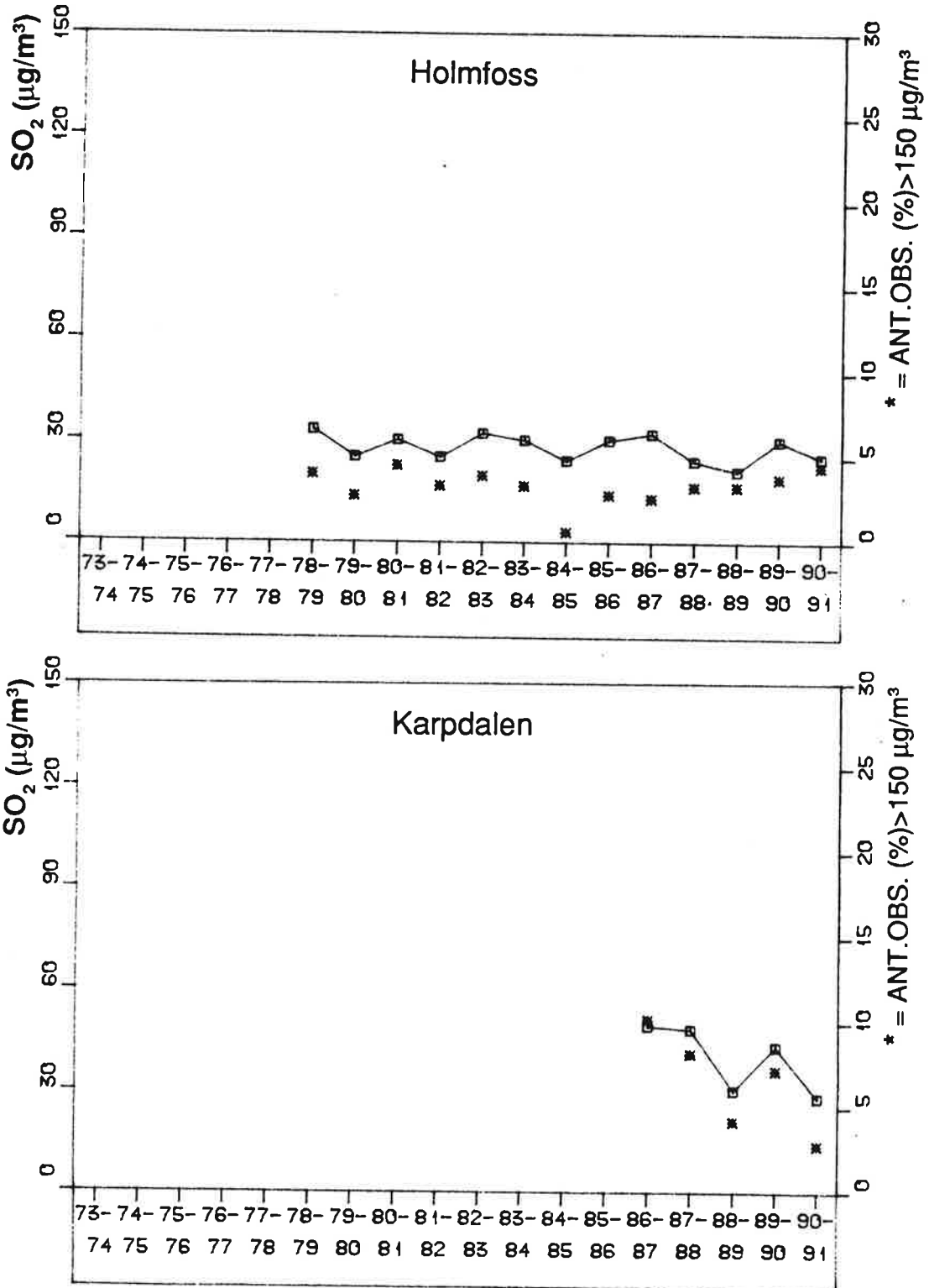
Døgnmålinger av SO₂ startet på Rådhuset i Kirkenes og i Svanvik allerede i 1974, mens Holmfoss har hatt målinger siden 1978 og Karpdalen siden 1986. Figur 10 og 11 viser hvordan middelverdiene i vinterhalvåret har variert fra år til år. Målingene vinteren 1990/91 viste lavere middelverdier enn vinteren 1989/90 på alle stasjonene bortsett fra Kirkenes hvor middelverdien i 1990/91 var litt 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 mest belastet av de sovjetiske utslippene.

Tabell 7 og 8 foran viser at konsentrasjonene av SO₂ i Sør-Varanger har variert fra nær null og til over 1 900 µg/m³ som timemiddelverdi vinteren 1990/91. På midlingstid 5 minutter er det registrert enda høyere verdier. For å gi et inntrykk av variasjonen i dataene er det i figur 12-17 vist plot av timemiddelverdiene fra Viksjøfjell, Karpdalen og Svanvik for hver måned i perioden oktober 1990-mars 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. 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 med bare noen få kilometers utstrekning selv så langt fra utslippet som på Viksjøfjell. Konsentrasjonen blir derfor høy når målestasjonen ligger 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 µg/m³.

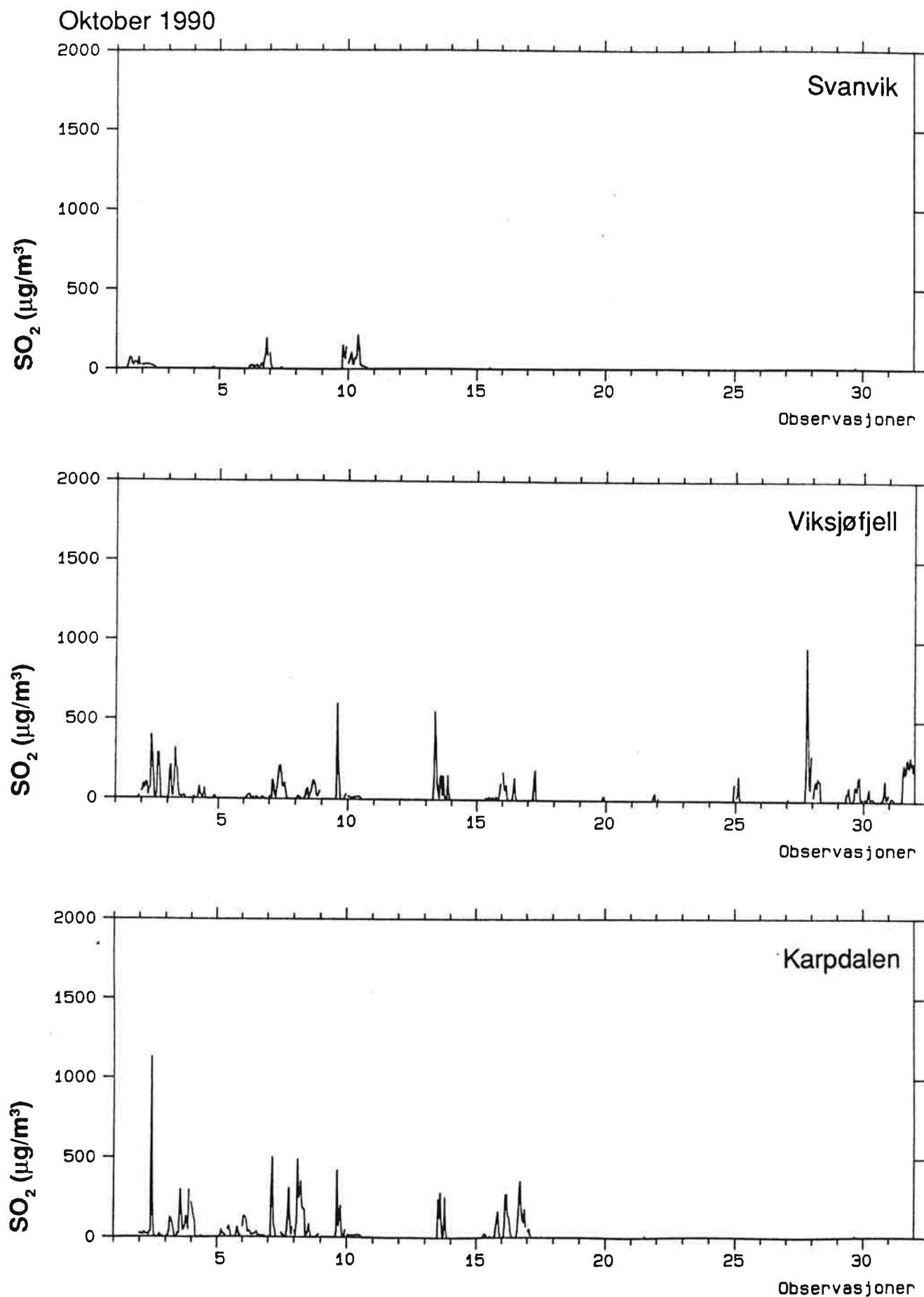
Timemiddelverdiene av SO₂ er sammenholdt med vindretning, vindstyrke og stabilitet. Ut fra dette er det beregnet forurensningsroser som vist i figur 18-20. Disse viser middelkonsentrasjoner for hver av 36 10°-vindsektorer og for vindstille.



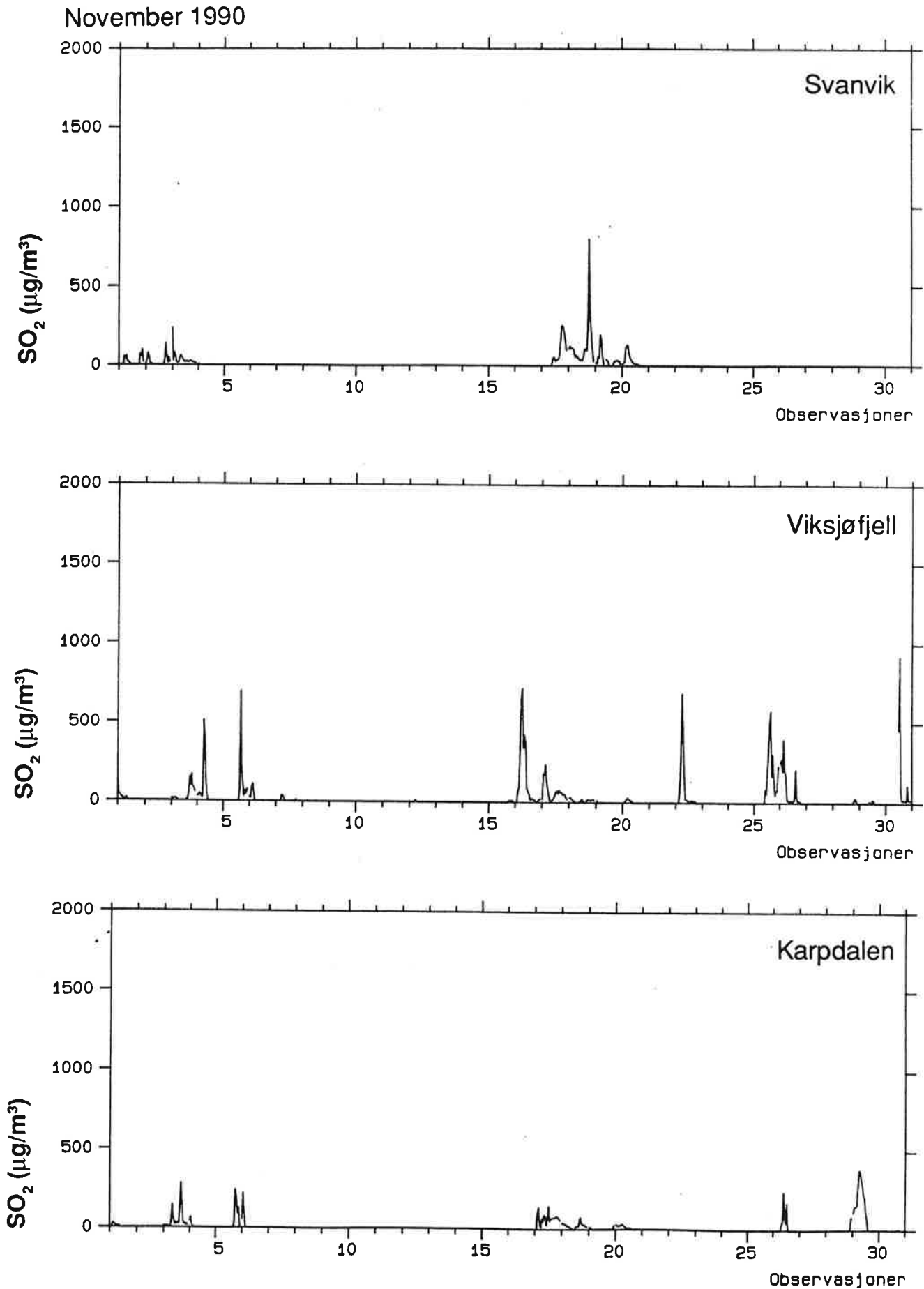
Figur 10: Vintermiddelkonsentrasjoner av SO₂ (µg/m³) og frekvens av døgnmiddelverdier over 150 µg/m³ på Rådhuset i Kirkenes og i Svanvik.



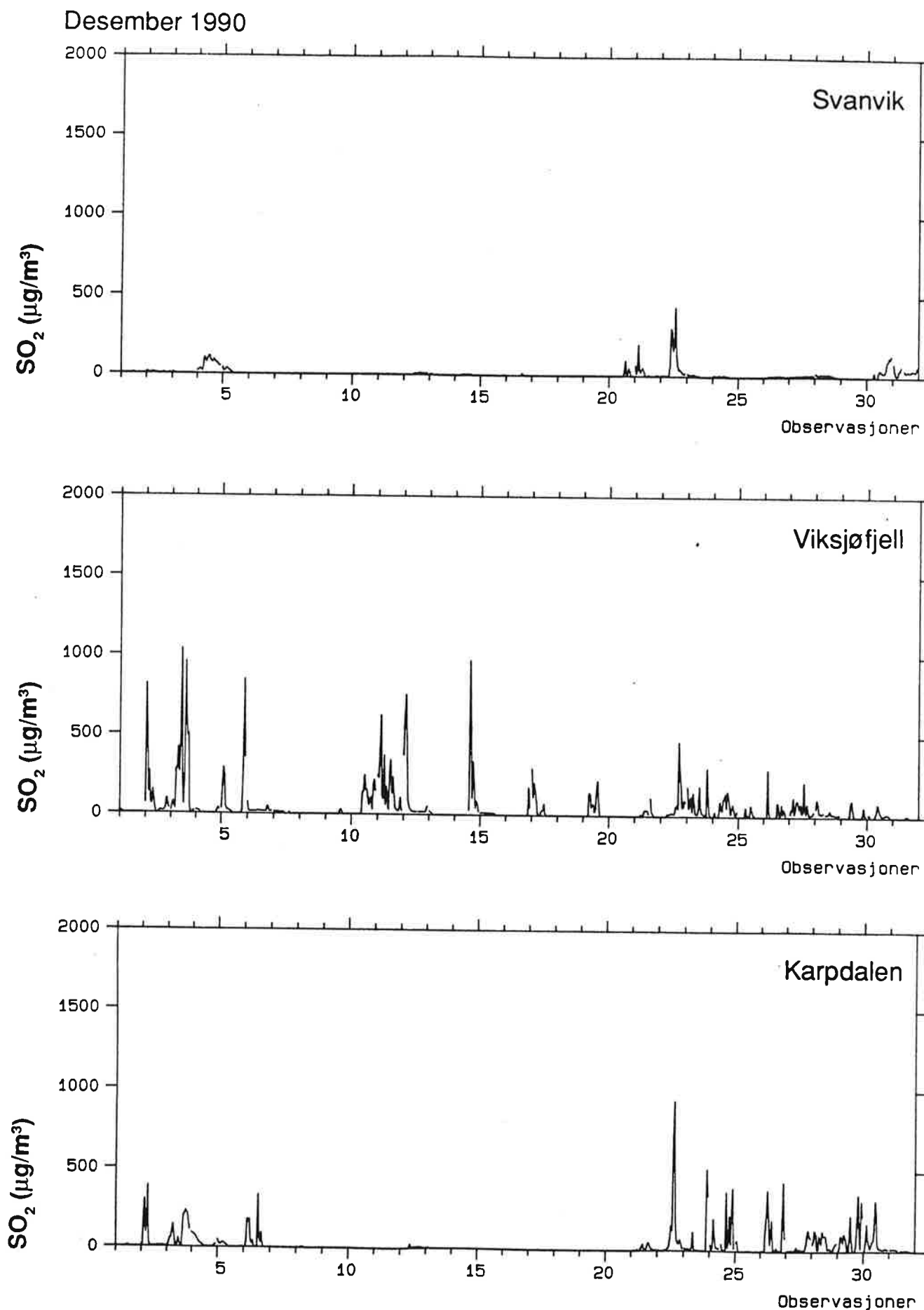
Figur 11: Vintermiddelkonsentrasjoner av SO₂ (µg/m³) og frekvens av døgnmiddelverdier over 150 µg/m³ i Holmfoss og Karpdalen.



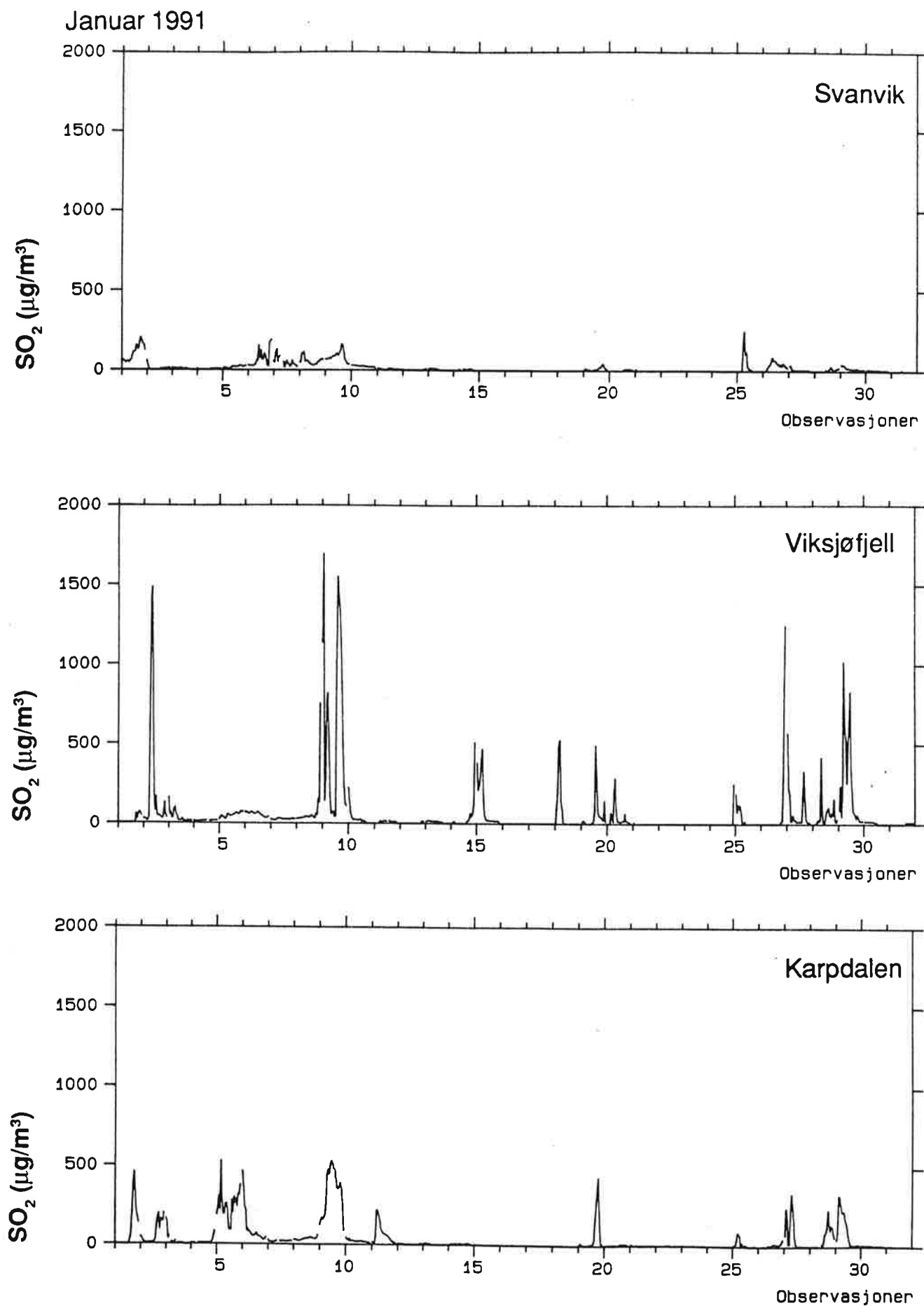
Figur 12: Timemiddelkonsentrasjoner av SO₂ i oktober 1990 i Svanvik, Karpdalen og på Viksjøfjell (µg/m³).



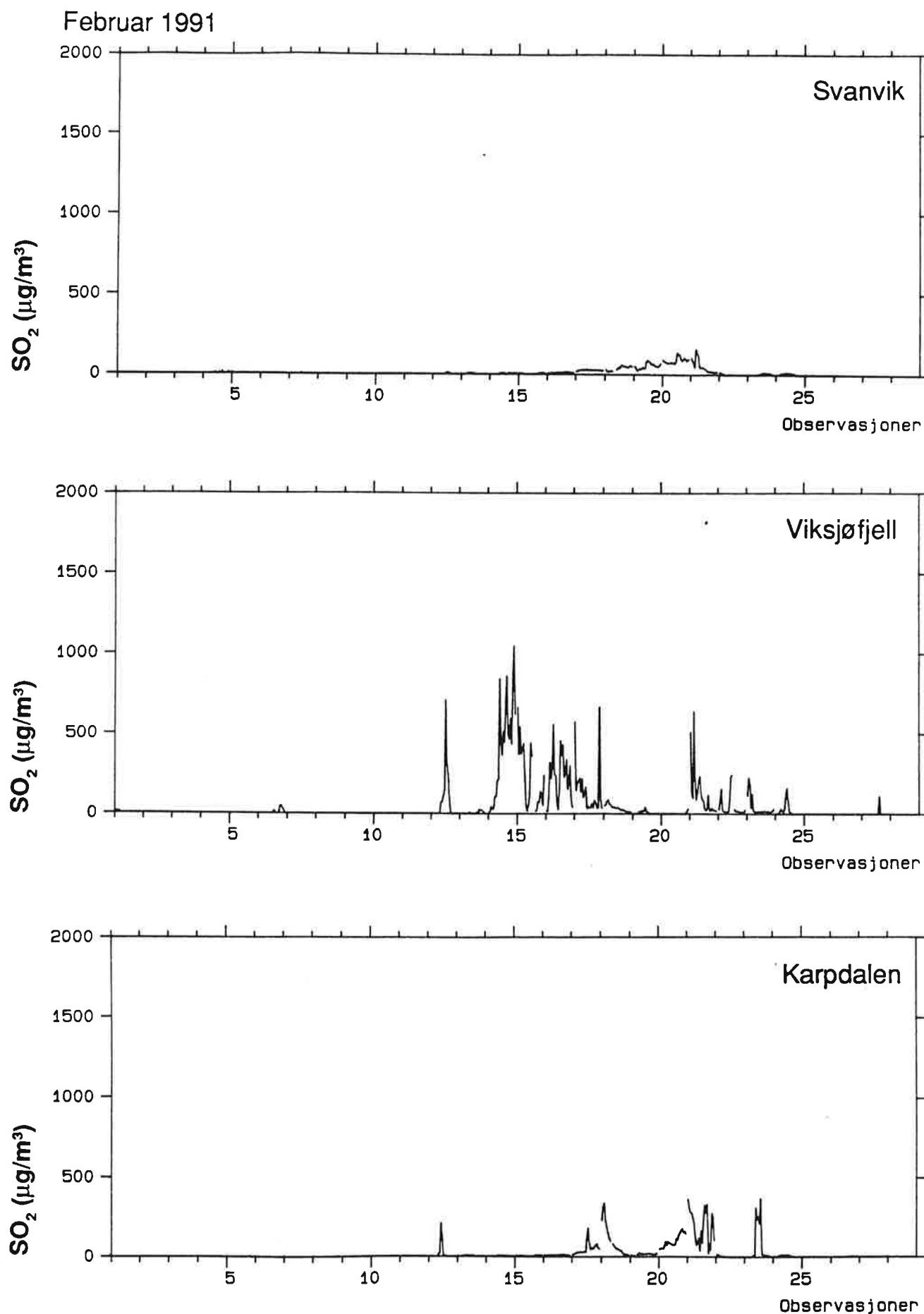
Figur 13: Timemiddelkonsentrasjoner av SO₂ november 1990 i Svanvik, Karpdalen og på Viksjøfjell (µg/m³).



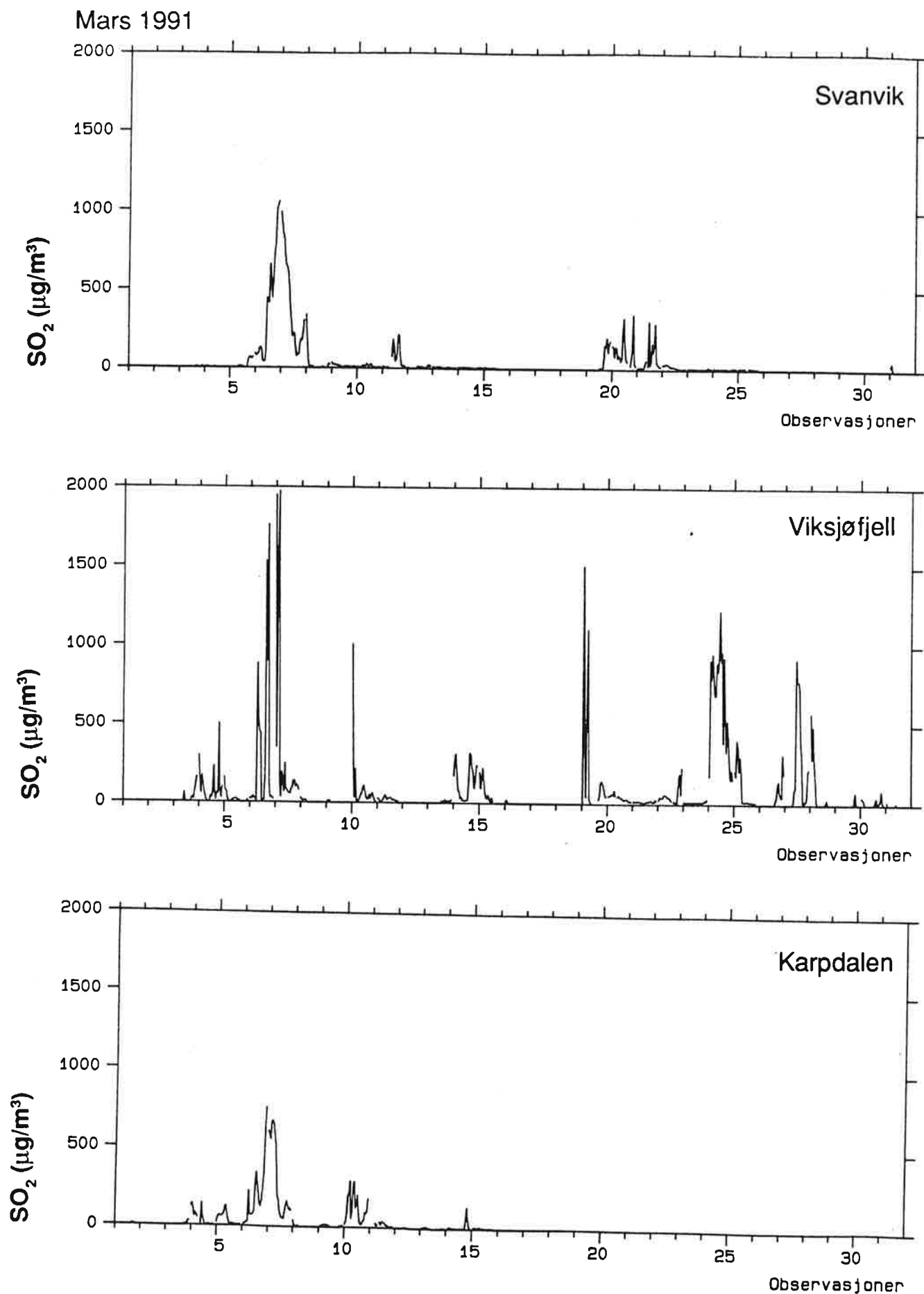
Figur 14: Timemiddelkonsentrasjoner av SO₂ i desember 1990 i Svanvik, Karpdalen og på Viksjøfjell (µg/m³).



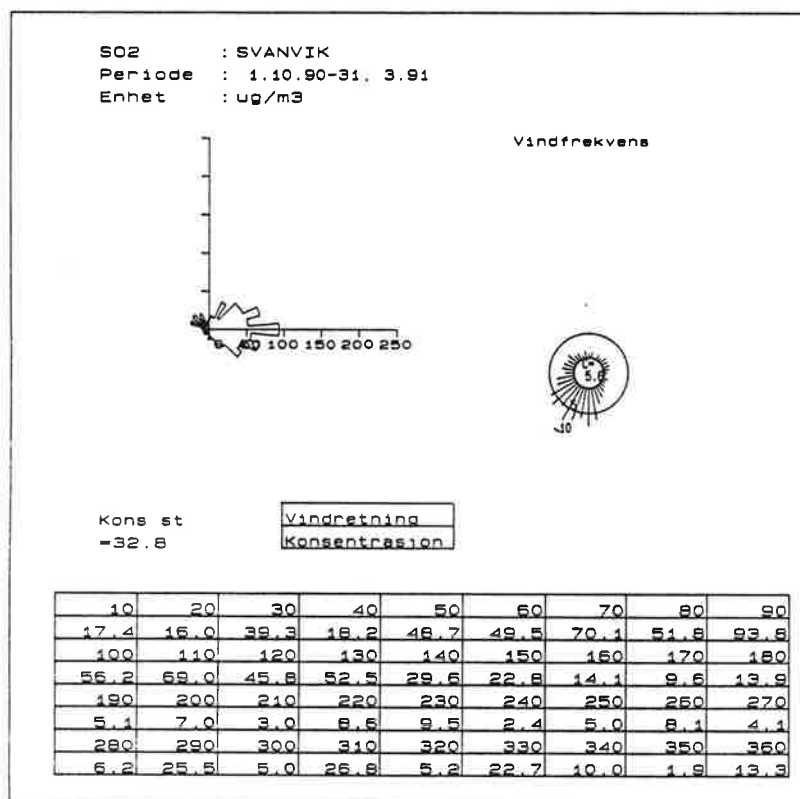
Figur 15: Timemiddelkonsentrasjoner av SO_2 i januar 1991 i Svanvik, Karpdalen og på Viksjøfjell ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



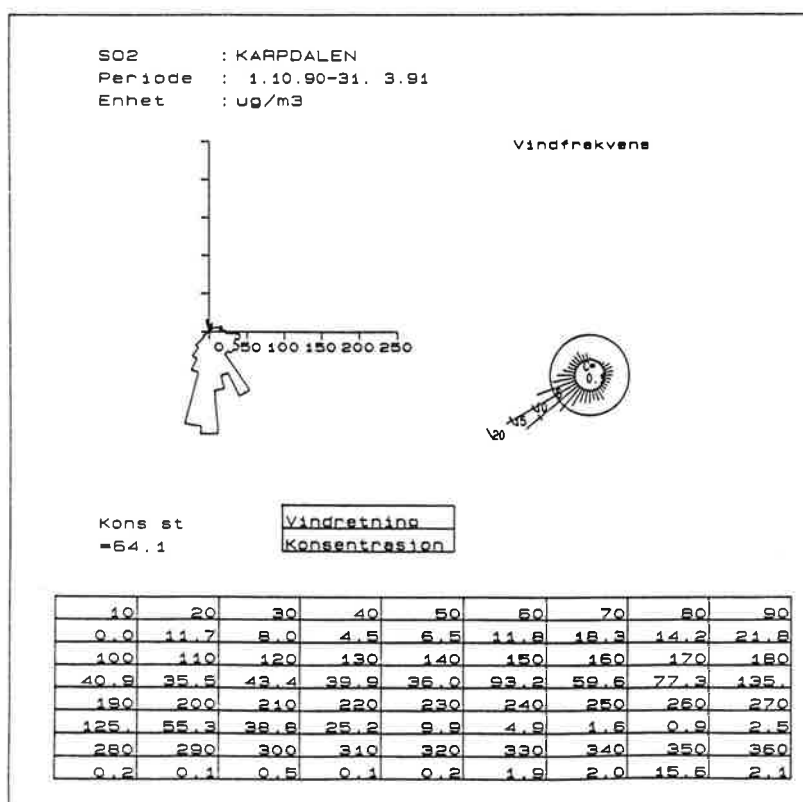
Figur 16: Timemiddelkonsentrasjoner av SO_2 i februar 1991 i Svanvik, Karpdalen og på Viksjøfjell ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



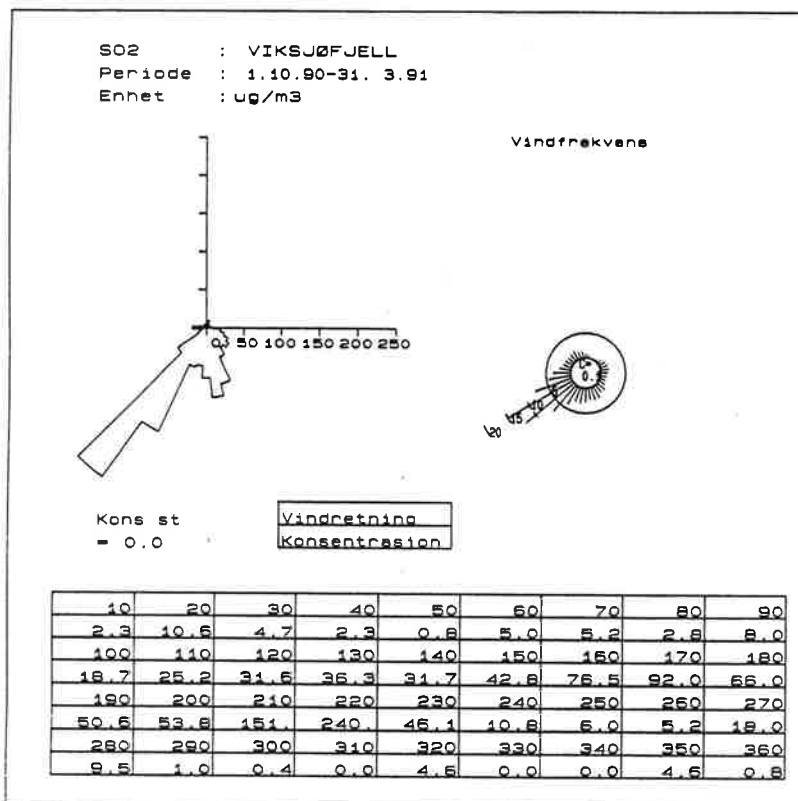
Figur 17: Timemiddelkonsentrasjoner av SO_2 i mars 1991 i Svanvik, Karpdalen og på Viksjøfjell ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Figur 18: Middelkonsentrasjoner av SO₂ i Svanvik i 36 10°-vindsektorer i perioden oktober 1990-mars 1991 (µg/m³).



Figur 19: Middelkonsentrasjoner av SO₂ i Karpdalen i 36 10°-vindsektorer i perioden oktober 1990-mars 1991. (µg/m³).



Figur 20: Middelkonsentrasjoner av SO₂ på Viksjøfjell i 36 10°-vindsektorer i perioden oktober 1990-mars 1991. (µg/m³).

I Svanvik var middelverdien for perioden oktober 1990-mars 1991 16 µg/m³. Ved vind fra øst var middelkonsentrasjonen 93,8 µg/m³, se figur 18. 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 SO₂ i Karpdalen er sammenholdt med meteorologiske data fra Viksjøfjell i figur 19. Figuren viser at vind fra sørlige retninger på Viksjøfjell gav de høyeste middelkonsentrasjonene i Karpdalen.

På Viksjøfjell var middelkonsentrasjonen 240 µg/m³ ved vind fra omkring 220° (Nikel), se figur 20. Også ved vind fra omkring 170° var det noe forhøyede konsentrasjoner på Viksjøfjell, som tyder på at også Zapoljarnij belaster stasjonen.

3.2.2 Svevestøv og tungmetaller

På Viksjøfjell er det tatt svevestøvprøver med en to-filter-prøvetaker, som deler støvet i grov- og finfraksjon. Støvmengden bestemmes ved veiing. Prøvene tas over 2+2+3 døgn, mandag-onsdag, onsdag-fredag og fredag-mandag. Resultatene er gitt i tabell 9. Middelerdien vinteren 1990/91 var $8,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, og høyeste enkeltprøve viste $24,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Middelerdien vinteren 1990/91 var noe høyere enn vinteren 1989/90, mens høyeste enkeltprøve var lavere. 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 $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for svevestøv med partikler med diameter under $10 \mu\text{m}$ (WHO, 1987).

Tabell 9: Sammendrag av svevestøvmålinger med to-filter-prøvetaker på Viksjøfjell i perioden oktober 1990-mars 1991 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

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.	
Oktober 1990	3,7	14,8	0,9	2,8	5,2	1,0	6,5	19,3	2,4	31
November	2,4	9,0	0,6	3,0	10,1	0,5	5,4	12,8	1,1	27
Desember	5,0	14,8	1,4	1,8	3,8	0,5	6,8	18,6	2,1	31
Januar 1991	5,8	13,8	2,1	2,5	7,5	0,7	8,3	16,8	3,0	31
Februar	6,8	21,0	1,8	2,4	7,1	0,6	9,2	24,5	2,5	28
Mars	8,5	18,4	1,4	2,9	5,9	1,6	11,4	23,3	3,5	31
Okt.90-mars 91	5,4	21,0	0,6	2,6	10,1	0,5	8,0	24,5	1,1	179

På de øvrige stasjonene, Karpdalen, Kirkenes, Holmfoss, Svanvik, Kobbfoss (nedlagt 1.10.1990) og Noatun tas det døgnprøver av svevestøv. Her er imidlertid luftvolumet så lite at prøvene ikke kan veies. Mer viktig enn svevestøvmengden er 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 ble det derfor bestemt at støvfiltrene for

perioden 1.1.1990-31.3.1991 fra alle stasjonene både på norsk og sovjetisk side skulle analyseres for mengden av tungmetallene Cr, Co, Ni, Cu og As. På de norske stasjonene omfattet analysene også Fe, Cd, Zn, V, Mn og Pb.

Ved analysen ble støvfiltrene inndelt i to grupper ut fra samtidig døgnmiddelkonsentrasjon av SO₂. Filtre fra døgn med døgnmiddelkonsentrasjon av SO₂ lavere enn 50 µg/m³ er analysert samlet for hver måned, mens filtre fra døgn med døgnmiddelkonsentrasjon over 50 µg/m³ er analysert hver for seg. Filtrene fra Viksjøfjell ble analysert samlet månedsvis for prøver med SO₂-konsentrasjon lavere enn 20 µg/m³ og hver for seg for prøver med SO₂-konsentrasjon høyere enn 20 µg/m³, bortsett fra mai og juni 1990 da filtrene fra Viksjøfjell ble behandlet som filtrene fra de andre stasjonene.

Filtrene fra mai og juni 1990 ble delt i to, og de to landenes laboratorier analyserte hver sin halvdel for å sammenligne resultatene.

Et sammendrag av analyseresultatene er gitt i tabell 10. Tabellen viser middelverdier av alle prøver, middel av samleprøver (SO₂-konsentrasjoner < 50 µg/m³), middel av enkeltprøver (SO₂-konsentrasjoner > 50 µg/m³) og maksimumskonsentrasjon av hvert element for hver stasjon. Tabellen viser også middel- og maksimumsverdier fra Birkenes for perioden februar 1985 - januar 1986. Birkenes er en bakgrunnstasjon for Sørlandet. Filtrene fra Kirkenes er kun analysert for døgn med SO₂-konsentrasjoner > 50 µg/m³. Unntatt for Viksjøfjell er det ikke beregnet middelverdier for mangan (Mn) og kadmium (Cd), fordi resultatene lå nær deteksjonsgrensen for måleinstrumentet og derfor er usikre.

Viksjøfjell hadde de høyeste middelkonsentrasjonene av V, Ni, Cu, As og bly. Den høyeste middelkonsentrasjonen av Zn ble målt ved Holmfoss. Bortsett fra Zn og Fe viste middelkonsentrasjonene av alle komponentene en avtakende tendens sørover i Pasvik, med laveste konsentrasjon ved Noatun.

Tabell 10: Sammendrag av resultater av analyser av metaller i svevestøv i perioden januar 1990-mars 1991. Konsentrasjonene av metaller er gitt i ng/m³, mens SO₂-konsentrasjonene er gitt i µg/m³. (Kobbfoss ble nedlagt 1.10.1990, og målingene på Birkenes gjelder februar 1985-januar 1986).

Stasjon		SO ₂	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb
Noatun	Middel av alle pr.	7,21	0,53	0,93	-	39,14	0,06	1,59	2,55	6,93	0,33	-	1,20
	Middel av samlepr.	5,70	0,46	0,78	0,55	37,02	0,04	1,31	2,09	6,11	0,23	0,09	1,03
	Middel av enkeltpr.	74,78	3,76	-	-	134,02	0,99	14,43	23,04	43,93	5,04	-	8,72
	Maksimum	149,0	8,60	<16	1,60	275,70	3,87	35,80	53,20	101,40	16,90	<6	14,50
Kobbfoss	Middel av alle pr.	9,75	0,62	1,04	-	36,62	0,08	2,08	3,24	10,39	0,43	-	2,03
	Middel av samlepr.	6,59	0,40	0,70	0,88	30,36	0,05	1,51	2,33	9,07	0,23	0,14	1,80
	Middel av enkeltpr.	90,44	6,10	-	-	175,68	0,87	16,70	24,07	44,12	5,40	-	8,02
	Maksimum	145,0	11,00	1,90	1,80	339,50	2,47	27,70	62,50	113,90	15,50	<7	13,80
Svanvik	Middel av alle pr.	16,77	1,01	1,80	-	39,49	0,11	3,26	4,20	8,81	0,90	-	2,65
	Middel av samlepr.	5,09	0,43	0,99	0,47	22,19	0,05	1,25	1,93	6,75	0,19	0,12	1,25
	Middel av enkeltpr.	114,98	5,93	-	-	184,87	0,63	20,22	23,30	26,10	6,85	-	14,39
	Maksimum	945,0	23,40	40,00	17,80	552,0	3,63	64,40	90,20	117,90	88,00	8,52	220,80
Holmfoss	Middel av alle pr.	22,05	1,40	3,16	-	52,18	0,15	4,47	5,24	17,65	1,35	-	3,75
	Middel av samlepr.	6,00	0,50	1,28	0,53	22,58	0,05	1,94	2,34	11,46	0,25	0,13	1,80
	Middel av enkeltpr.	118,88	6,87	-	-	230,72	0,75	19,72	22,73	60,29	7,94	-	15,53
	Maksimum	587,0	30,70	146,80	12,40	934,60	3,36	58,90	79,90	386,70	91,90	5,76	269,90
Karpdalen	Middel av alle pr.	26,01	1,50	3,58	-	55,91	0,21	4,95	6,06	12,70	1,24	-	3,47
	Middel av samlepr.	8,95	0,44	1,04	0,53	26,15	0,08	1,59	2,22	8,16	0,16	0,14	1,32
	Middel av enkeltpr.	102,77	6,23	-	-	189,83	0,82	20,06	23,33	33,13	6,11	-	13,15
	Maksimum	521,10	26,00	104,50	10,70	823,40	4,05	77,80	103,40	206,70	44,10	6,87	153,40
Viksjøfjell, finfr.	Middel av alle pr.	39,48	1,12	0,46	0,39	21,55	0,10	2,19	3,15	5,02	2,06	0,19	4,75
	Middel av samlepr.	5,48	0,25	0,33	0,14	6,19	0,02	0,46	0,63	2,12	0,17	0,04	0,68
	Middel av enkeltpr.	67,69	1,83	0,57	0,60	34,29	0,16	3,62	5,24	7,43	3,63	0,31	8,13
	Maksimum	324,0	12,30	3,40	4,30	188,50	0,88	23,20	29,90	34,20	26,10	2,74	96,90
Viksjøfjell, grovfr.	Middel av alle pr.	39,48	0,49	3,42	0,75	91,55	0,42	11,15	8,78	3,61	0,85	0,09	1,49
	Middel av samlepr.	5,48	0,26	3,51	0,52	45,65	0,12	3,42	2,75	2,09	0,17	0,04	0,43
	Middel av enkeltpr.	67,69	0,68	3,34	0,95	129,64	0,66	17,56	13,79	4,88	1,41	0,14	2,37
	Maksimum	324,0	2,50	7,40	5,90	775,50	3,43	98,40	70,90	25,30	6,20	0,60	22,70
Viksjøfjell, sum	Middel av alle pr.	39,48	1,61	3,88	1,15	113,10	0,51	13,34	11,93	8,64	2,91	0,28	6,24
	Middel av samlepr.	5,48	0,51	3,85	0,66	51,85	0,14	3,89	3,38	4,21	0,34	0,08	1,11
	Middel av enkeltpr.	67,69	2,51	3,91	1,55	163,93	0,82	21,19	19,03	12,31	5,04	0,45	10,50
	Maksimum	324,0	13,50	7,90	6,20	800,20	4,05	102,30	75,60	48,40	31,00	3,13	119,60
Kirkenes	Middel av enkeltpr.	70,12	6,90	-	-	1147,6	0,75	23,95	43,12	74,99	3,39	2,14	40,14
	Maksimum	126,0	26,40	<18	37,60	2658,4	3,82	74,00	119,80	159,90	9,50	16,70	220,70
Birkenes 85/86	Middel	1,2	1,9	0,68	4,6	61	0,10	1,1	1,6	15	0,63	0,14	11
	Maksimum	27,6	13	5,2	24	618	0,61	7,4	10	114	4,6	1,2	106

Figur 21-24 viser middelveidier og maksimumsverdiene av SO_2 , Ni, Cu og As fra de 8 stasjonene. Maksimumsverdiene fra Viksjøfjell er middelveidier over 2 og 3 døgn, mens maksimumskonsentrasjonene fra de andre stasjonene er døgnmiddelveidier. Døgnmiddelveidier fra Viksjøfjell ville gitt høyere maksimumskonsentrasjoner, og de presenterte maksimumsverdiene er derfor ikke direkte sammenlignbare mellom Viksjøfjell og de andre stasjonene.

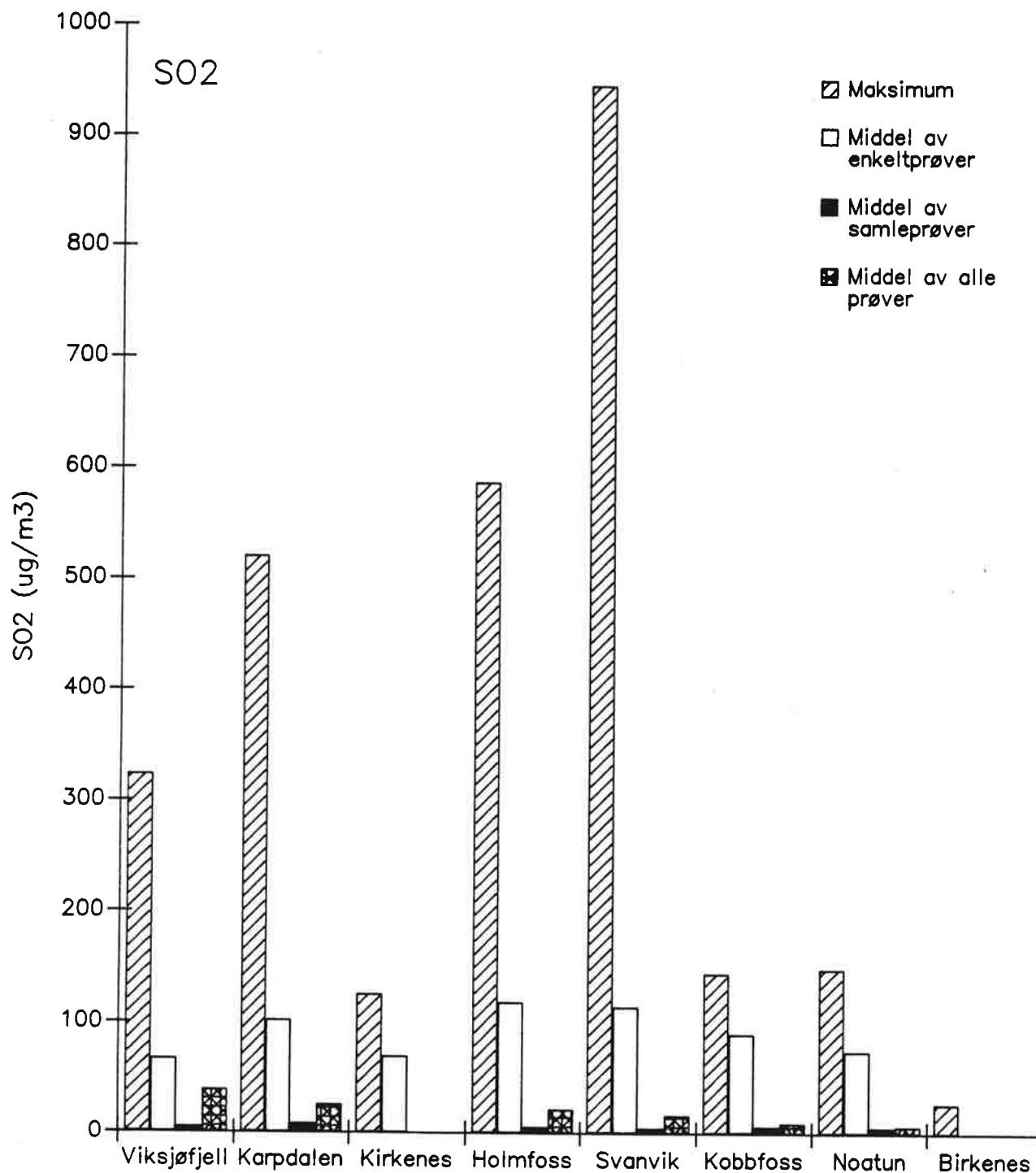
Søylene i figurene som viser middel av alle prøver illustrerer den avtakende tendensen sørover i Pasvik. For Ni og til dels Cu viser også maksimumsverdiene en liknende tendens, mens de maksimale As-konsentrasjonene i større grad ser ut til å følge de maksimale SO_2 -konsentrasjonene.

Maksimumsverdiene av V, Cr, Zn, As og Pb ble målt ved Holmfoss. Maksimumsverdien av Co ble målt til samme verdi i Karpdalen og på Viksjøfjell, mens Viksjøfjell hadde den høyeste maksimumskonsentrasjonen av Ni. Maksimumskonsentrasjonene av Mn, Fe, Cu og Cd ble målt i Kirkenes. Målestasjonen i Kirkenes antas imidlertid å være påvirket også av lokale utslipp.

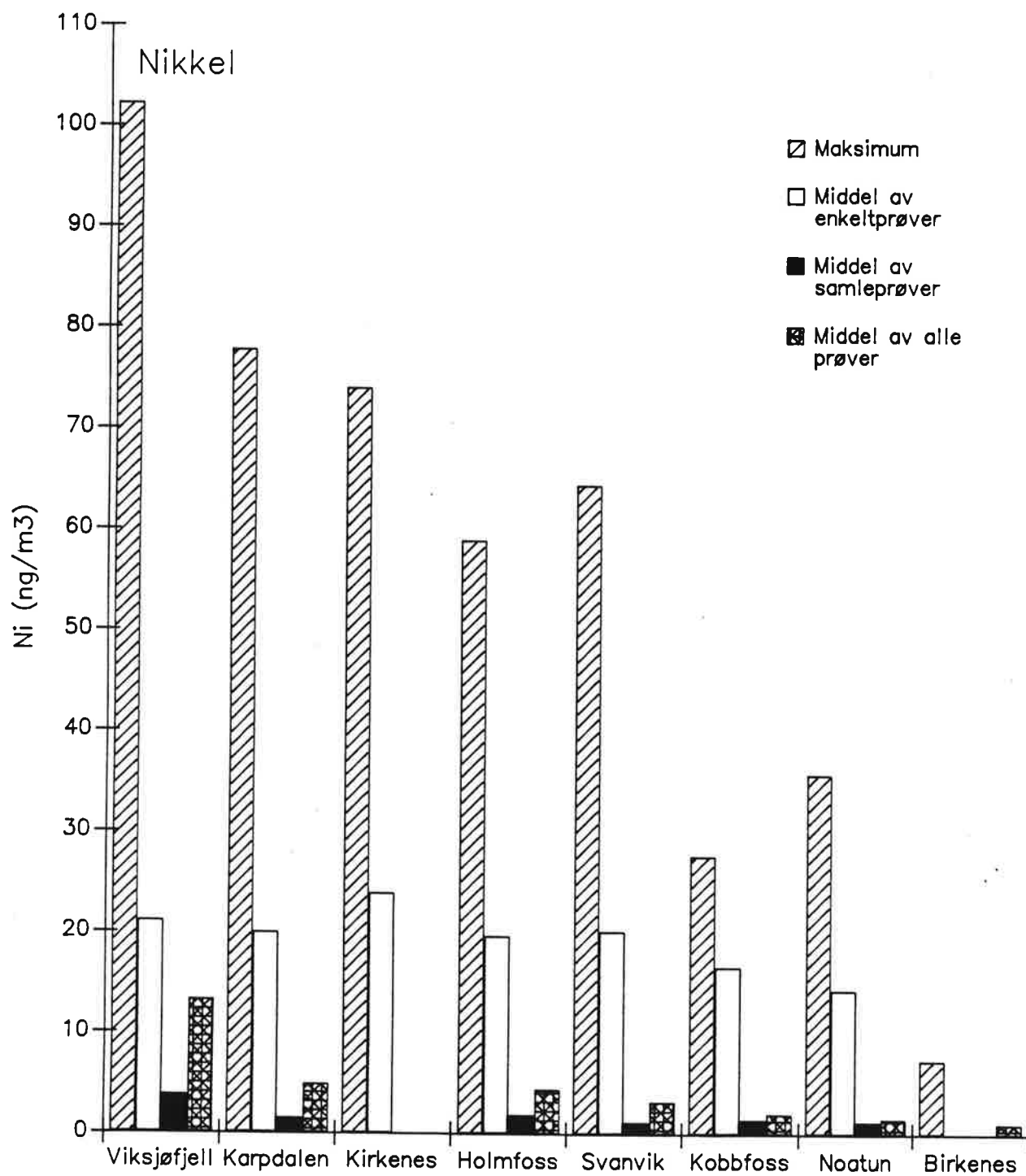
Figur 25 viser hvordan de ulike elementene fordelte seg i de to størrelsesfraksjonene av støvpartikler målt på Viksjøfjell. Verdiene representerer prosentandel i hver fraksjon ut fra den totale konsentrasjonen.

Av den totale svevestøvmengden var det mest støv i finfraksjonen ($<2,5 \mu\text{m}$), 63%, og mindre i grovfraksjonen ($2,5-10 \mu\text{m}$), 37%. De forskjellige metallene fordelte seg ulikt mellom de to fraksjonene. Det var mest av V, Zn, As, Cd og Pb i finfraksjonen, mens den største andelen av Cr, Mn, Fe, Co, Ni og Cu var i grovfraksjonen.

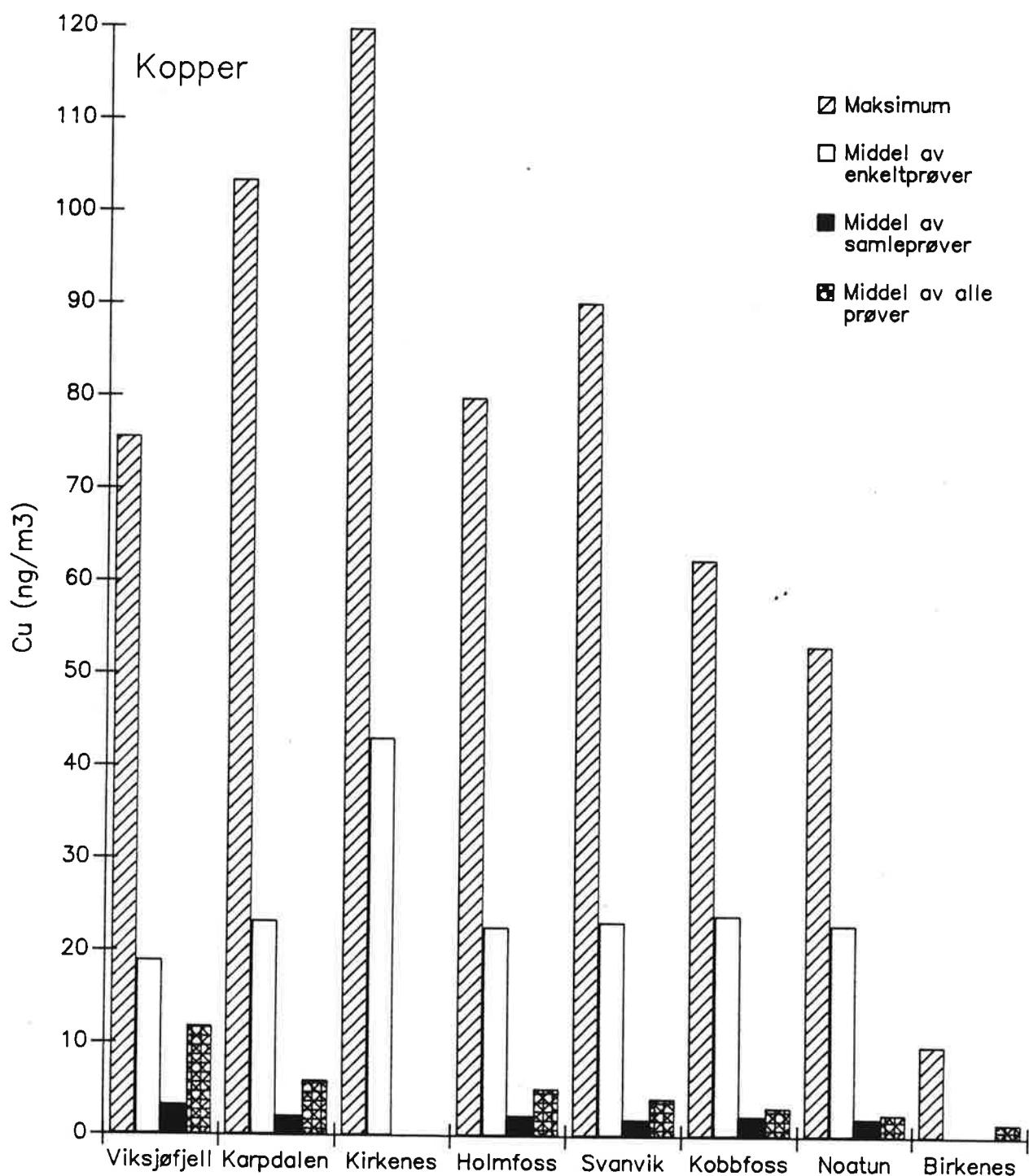
For å se på hvordan konsentrasjonene av de forskjellige komponentene i svevestøv i Sør-Varanger avviker fra konsentrasjonene i et område uten lokale kilder til metaller i svevestøv, er det



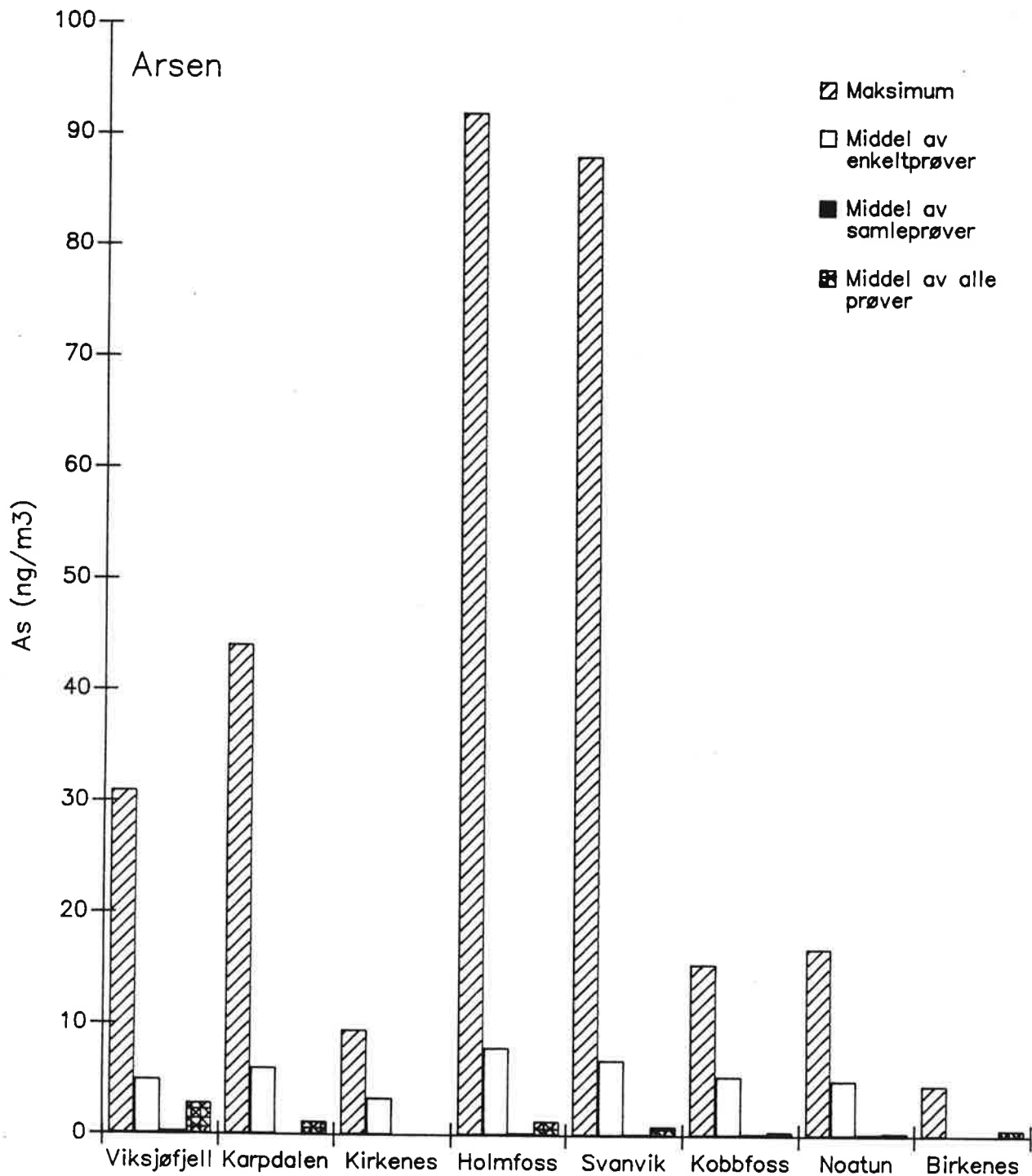
Figur 21: Middel- og maksimumsverdier av SO₂ (µg/m³) ut fra samtidige målinger av svevestøv i perioden januar 1990-mars 1991. (Kobbfoss ble nedlagt 1.10.1990, og målingene på Birkenes gjelder februar 1985-januar 1986).



Figur 22: Middel- og maksimumsverdier av Ni i svevestøv (ng/m³) i perioden januar 1990-mars 1991. (Kobbfoss ble nedlagt 1.10.1990, og målingene på Birkenes gjelder februar 1985-januar 1986)

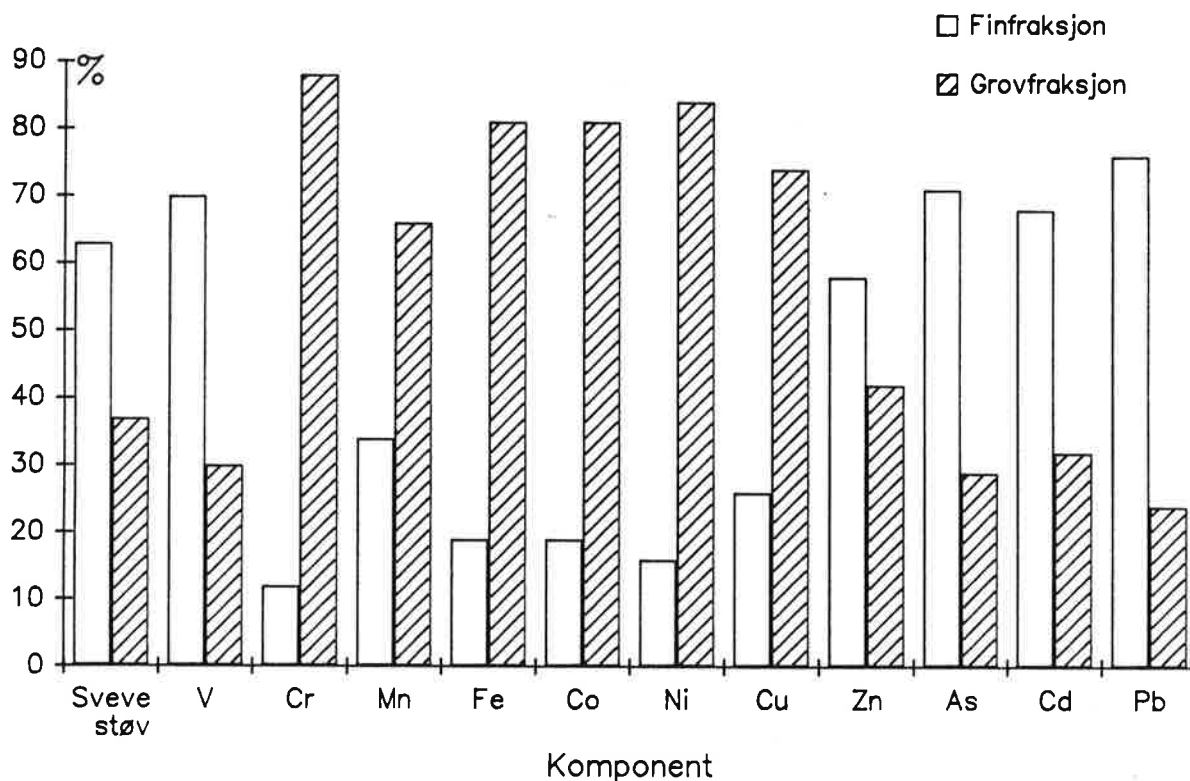


Figur 23: Middel- og maksimumsverdier av Cu i svevestøv (ng/m³) i perioden januar 1990-mars 1991. (Kobbfoss ble nedlagt 1.10.1990, og målingene på Birkenes gjelder februar 1985-januar 1986).



Figur 24: Middel- og maksimumsverdier av As i svevestøv (ng/m^3) i perioden januar 1990-mars 1991. (Kobbfoss ble nedlagt 1.10.1990, og målingene på Birkenes gjelder februar 1985-januar 1986).

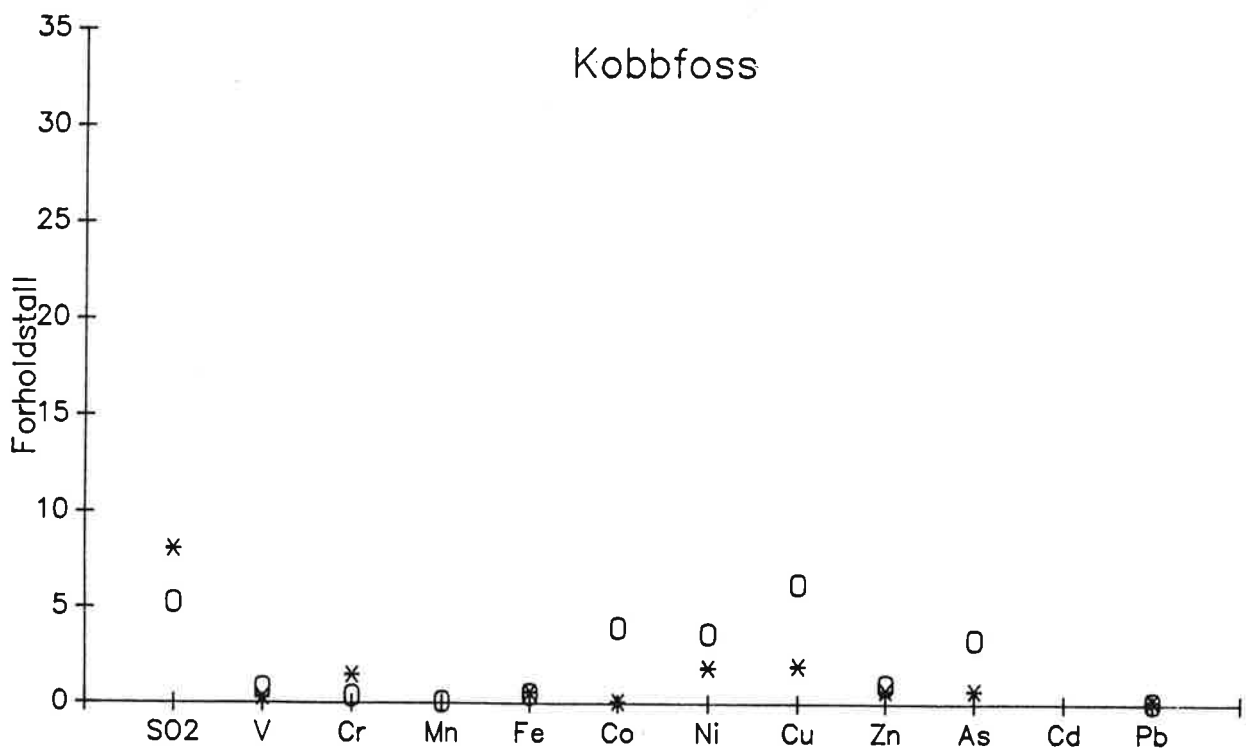
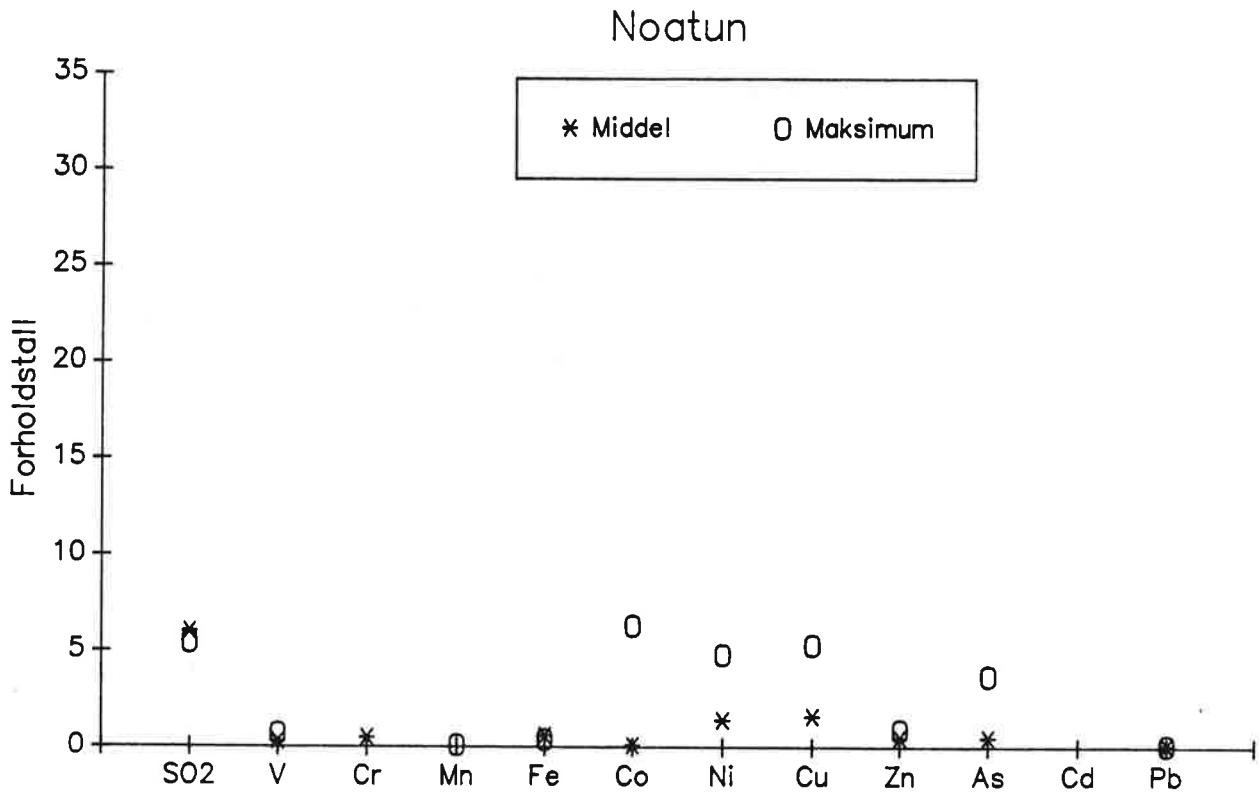
Viksjøfjell



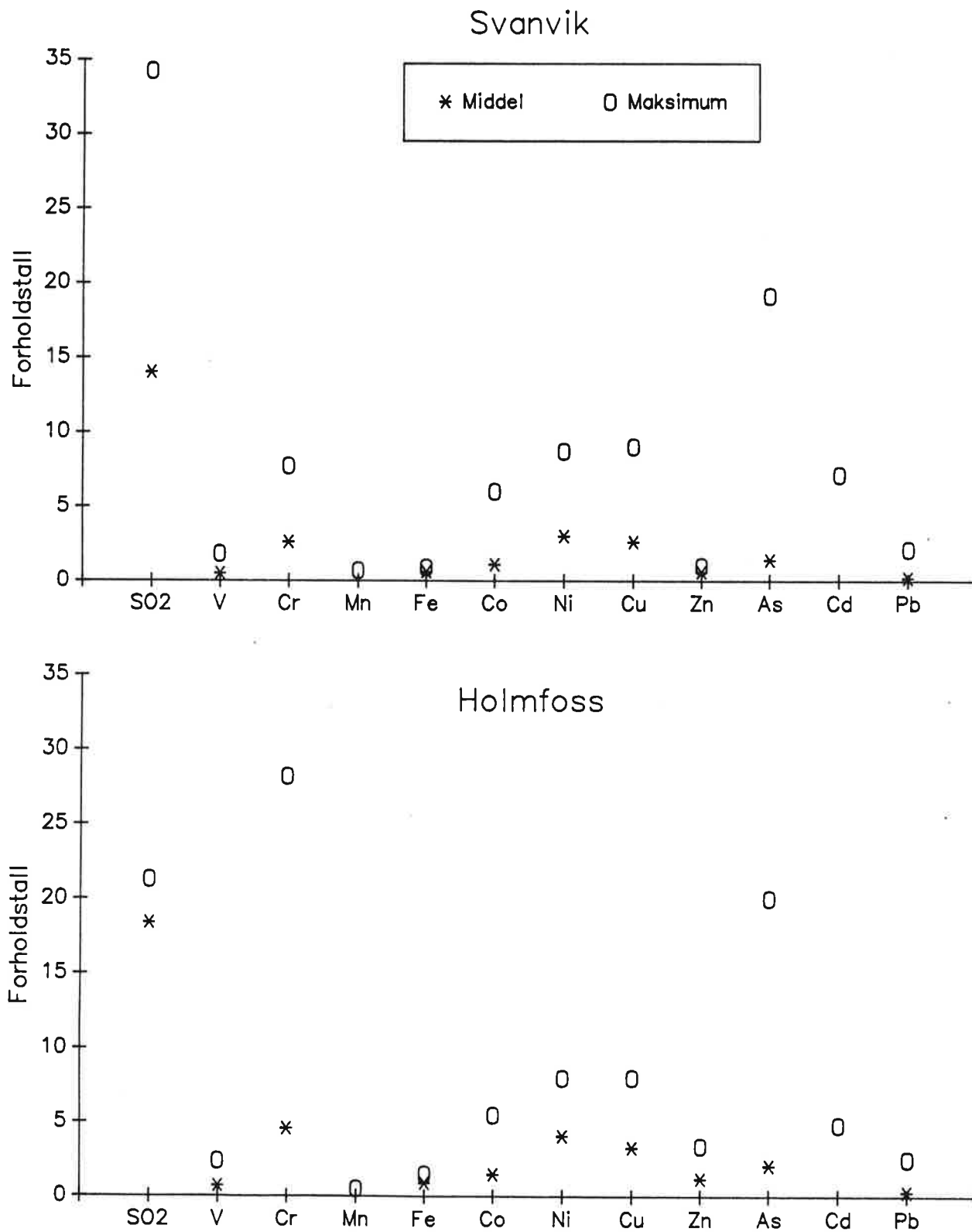
Figur 25: Andel av konsentrasjoner av metaller i to størrelsesfraksjoner av svevestøvpertikler på Viksjøfjell i januar 1990-mars 1991.

beregnet forholdstall mellom middelkonsentrasjoner på målestasjonene i Sør-Varanger og middelkonsentrasjoner på Birkenes. De samme forholdstallene er beregnet for maksimumskonsentrasjonene. De beregnede forholdstallene er vist i figur 26-29.

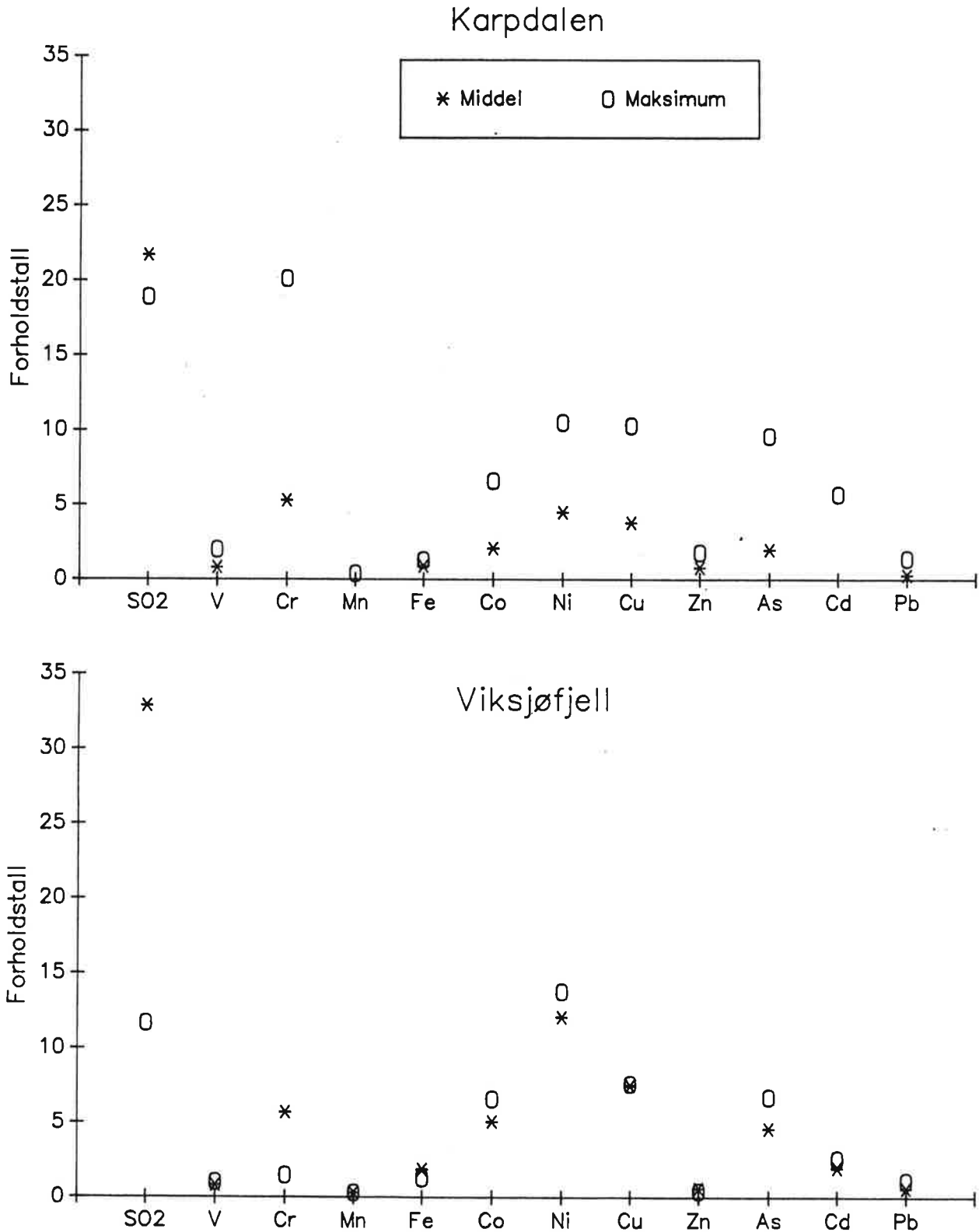
På stasjonene Viksjøfjell, Karpdalen, Holmfoss og Svanvik ble det målt flest og størst avvik fra bakgrunnskonsentrasjonene på Birkenes. De komponentene som avvek mest, var SO_2 , Cr, Co, Ni, Cu, As og Cd, men det var også litt forhøyede verdier av V, Fe, Zn og Pb på disse stasjonene. Fordi blytilsetningen i bensin er redusert de siste årene, er antagelig Pb-verdiene på Birkenes



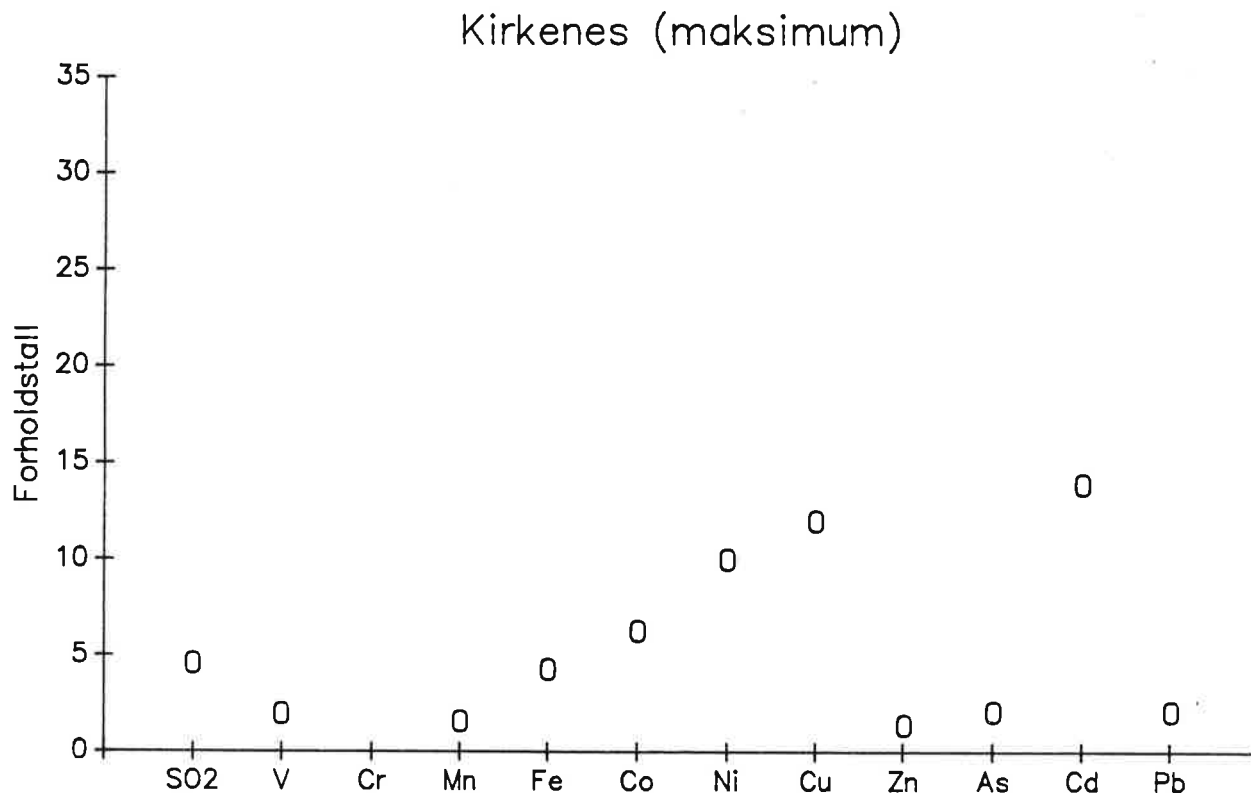
Figur 26: Forholdstall mellom middel- og maksimumskonsentrasjoner på Noatun januar 1990-mars 1991 og middel- og maksimumskonsentrasjoner på Birkenes 1985/86. Forholdstall mellom middel- og maksimumskonsentrasjoner på Kobbfoss januar 1990-september 1990 og middel- og maksimumskonsentrasjoner på Birkenes 1985/86.



Figur 27: Forholdstall mellom middel- og maksimumskonsentrasjoner i Svanvik og ved Holmfoss januar 1990-mars 1991 og middel- og maksimumskonsentrasjoner ved Birkenes 1985/86.



Figur 28: Forholdstall mellom middel- og maksimumskonsentrasjoner i Karpdalen og på Viksjøfjell januar 1990-mars 1991 og middel- og maksimumskonsentrasjoner på Birkenes 1985/86.



Figur 29: Forholdstall mellom maksimumskonsentrasjoner i Kirkenes januar 1990-mars 1991 og maksimumskonsentrasjoner på Birkenes 1985/86.

fra 1985/86 litt høyere enn dagens bakgrunnsnivå. Avviket fra bakgrunnsnivået for Pb kan derfor være litt større enn det de presenterte forholdstallene viser. Fra Kirkenes foreligger det ikke middelveier, men ut fra forholdstallene mellom maksimumskonsentrasjonene kan det se ut som Kirkenes har større avvik fra bakgrunnsnivået av Mn og Fe og noe mindre avvik av As enn de andre stasjonene. På stasjonene Kobbfoss og Noatun er det målt minst avvik fra bakgrunnsnivået, men også her er det forhøyede konsentrasjoner av SO₂, Co, Ni, Cu og As i forhold til Birkenes.

3.3 NEDBØRKVALITET

Nedbørkvalitet måles på tre stasjoner, Svanvik, Noatun og Karpdalen. Målingene i Karpdalen kom i gang 1. kvartal 1991. 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 4. kvartal 1990 og for Svanvik, Noatun og Karpdalen for 1. kvartal 1991 er vist i tabell 11-15.

Tabellene viser litt mer nedbør i Svanvik enn ved Noatun i begge kvartalene. Nedbørmengden i Karpdalen i 1. kvartal 1991 var omtrent som i Svanvik.

Både i 4. kvartal 1990 og i 1. kvartal 1991 var det noe lavere pH-verdi i nedbøren i Svanvik enn ved Noatun. Lavest pH-verdi i 1. kvartal 1991 ble imidlertid målt i Karpdalen. pH-verdiene var omtrent som ved tidligere vintermålinger i Svanvik.

Konsentrasjonene av Cl, Mg og Na var svært like på Noatun og i Svanvik i 4. kvartal 1990. 1. kvartal 1991 var konsentrasjonene av de tre komponentene høyest i Karpdalen og lavest på Noatun. På alle stasjonene var forholdet mellom komponentene i begge kvartalene omtrent slik det er i sjøsalt.

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 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 på 1,7-2,7 $\mu\text{g/l}$ i Sør-Varanger i 4. kvartal 1990 og 1. kvartal 1991 var noe lavere enn på Sørlandet (SFT, 1991), men på samme nivå eller noe høyere sammenliknet med stasjonene på Nordvestlandet og på Finnmarksvidda. Konsentrasjonene av Cd i Svanvik og på Noatun var lave og ned mot det en finner ellers

Tabell 11: Ukeverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 4. 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
01.- 08.10.	1,5	13	4,95									6,5	0,9	115	46	74	3,8	1,5	1,0
08.- 15.10.	2,8	30										3,3	0,2	5	17	29	3,4	0,4	<0,1
15.- 22.10.	4,5	148	4,65	1,9		0,12	0,7	0,2	0,1		0,7	3,1	0,9	14	22	25	2,6	0,7	0,5
22.- 29.10.	0,8	27										0,6	<0,1	4	12	7	1,8	0,3	0,3
29.10.- 01.11.	0,2	6																	
01.- 05.11.	2,2	18	4,50									4,3	0,2	5	22	42	1,5	0,7	0,2
05.- 12.11.	5,5	19	5,38	1,0	3,9	0,22	0,4	0,3	0,2	0,5	2,2	0,7	0,5	11	1	1	<0,1	<0,1	<0,1
12.- 19.11.	2,7	44	4,27	2,1	5,9	0,38	2,7	0,2	0,3	0,1	3,2	2,0	<0,1	4	23	24	3,1	0,6	0,4
19.- 26.11.	5,4	14	4,95	0,9	2,1	0,13	0,3	0,2	<0,1	<0,1	1,0	1,7	0,4	3	9	19	1,9	0,2	0,1
26.11.- 01.12.	5,4	18	4,98	0,9	3,7	0,23	0,4	<0,1	<0,1	<0,1	2,0	0,6	<0,1	2	11	11	0,7	0,3	0,1
01.- 03.12.	4,8	13	4,89	0,7	2,1	0,14	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	1,0	0,4	<0,1	1	3	4	0,6	<0,1	<0,1
3.- 10.12.	0,6	129	3,87									2,1	0,3	6	16	20	1,8	0,4	0,4
10.- 17.12.	0,6	82										0,8	<0,1	2	2	3	0,7	<0,1	0,3
17.- 24.12.	14,6	14	4,60	0,8	0,9	0,08	0,8	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	1,4	0,2	3	10	8	3,2	0,2	0,1
24.- 31.12.	0,4	129	3,88																
31.12- 1.1.	0,0																		
Midde/sum *	52,0 *	32	4,66	1,0	2,4	0,15	0,7	0,1	<0,1	<0,1	1,2	1,7	0,3	8,1	12	15	2,0	0,3	0,2

Tabell 12: Ukeverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 4. 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
01.-08.10.	1,6	27	4,39	3,1	1,1	0,14	1,3	0,3	0,1	0,1	0,9	3,1	0,1	6	10	11	1,4	0,3	0,3
08.-15.10.	9,2	9	4,86	0,8	0,2	0,03	0,5	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,6	0,1	2	2	2	0,6	<0,1	<0,1
15.-22.10.	1,9	33	4,39	3,5	2,0	0,18	1,5	0,4	0,2	<0,1	1,2	5,0	0,2	18	10	10	1,3	0,3	0,7
22.-29.10.	0,5	50	4,67																
29.10.-01.11.	0,3	55	4,05																
01.-05.11.	5,3	58	6,42	3,7	7,9	0,73	3,8	0,9	3,4	2,6	5,0	1,7	0,5	14	2	22	0,3	0,1	0,5
05.-12.11.	6,1	16	5,49	0,8	2,7	0,19	1,0	0,3	0,3	0,8	1,5	2,4	0,4	36	3	15	0,9	<0,1	0,6
12.-19.11.	1,6	54	4,98	3,8	10,0	0,50	3,2	1,1	1,0	2,1	5,2	1,5	0,3	20	3	13	0,6	<0,1	1,3
19.-26.11.	2,9	13	4,83	0,7	1,7	0,11	0,4	<0,1	0,1	<0,1	0,8	5,6	0,5	59	2	7	0,7	0,4	0,7
26.11.-01.12.	2,9	21	5,21	1,6	3,2	0,26	0,8	0,2	0,4	0,8	1,6	5,5	1,1	55	10	16	1,3	0,6	1,0
01.-03.12.	0,0																		
03.-10.12.	2,1	26	5,50	2,5	3,8	0,41	1,1	<0,1	1,0	1,3	1,8	6,9	0,3	74	3	9	0,6	0,7	1,0
10.-17.12.	0,8	49	5,03									4,4	1,7	56	6	19	2,3	0,7	2,0
17.-24.12.	11,5	6	4,76	0,4	0,2	0,02	0,7	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,9	<0,1	8	2	2	0,2	<0,1	1,0
24.-31.12.	0,6	105	3,98									20,8	2,6	199	9	44	3,1	1,7	2,8
31.12.-1.1.	0,0																		
Middel/sum *	47,3 *	22	4,84	1,5	2,4	0,20	1,2	0,2	0,6	0,6	1,4	2,6	0,3	24	4,3	9,3	0,7	0,2	0,7

Tabell 13: Ukeverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 1. 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.-07.01.	0,0																		
07.-14.01.	1,4	47	4,17	4,0	2,7	0,32	5,8	0,8	0,4	0,1	1,5								
14.-21.01.	0,2																		
21.-28.01.	15,0	10	4,94	0,8	1,3	0,11	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	0,7	0,7	0,1	3	2	4	1,1	0,7	<0,5
28.01.-01.02.	1,1	30	4,50	2,3	3,3	0,26	1,4	0,3	0,2	<0,1	1,8	1,9	<0,1	3	21	31	2,2	0,7	<0,5
01.-04.02.	0,0																		
04.-11.02.	0,0																		
11.-18.02.	0,3	46	4,36																
18.-25.02.	3,3	38	4,20	3,3	1,6	0,17	3,1	0,4	0,3	0,2	0,7	3,7	0,3	7	29	64	4,6	0,9	0,7
25.02.-01.03.	0,0																		
01.-04.03.	0,2	29																	
04.-11.03.	10,5	16	4,60	1,4	0,6	0,06	1,0	0,2	0,1	<0,1	0,3	4,6	0,4	5	12	30	1,9	0,4	<0,5
11.-18.03.	1,6	28	4,61	3,4	2,4	0,27	1,0	0,4	0,5	0,1	1,4	5,6	0,7	11	40	98	4,9	1,5	<0,5
18.-25.03.	0,0																		
25.03.-01.04.	8,9	25	4,91	1,1	4,8	0,40	0,4	0,1	0,2	0,1	2,9	0,7	<0,1	5	5	7	1,6	0,1	<0,5
Middel/sum *	42,5 *	20	4,75	1,5	2,0	0,18	1,0	0,2	0,1	<0,1	1,2	2,2	0,2	4,6	9,5	21	1,9	0,5	<0,5

Tabell 14: Ukeverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 1. 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.-07.01.	0,5	49	4,05									10,7	0,4	101	9	27	3,6	0,7	1,4
07.-14.01.	1,9	28	4,39	1,7	1,5	0,15	3,6	0,3	0,4	0,6	0,7	5,7	1,3	43	4	19	0,6	0,6	0,8
14.-21.01.	0,0																		
21.-28.01.	6,7	12	4,88	1,1	1,5	0,13	0,7	<0,1	0,2	0,3	0,8	2,0	0,4	24	2	8	0,6	0,3	<0,5
28.01.-01.02.	0,6	73	5,42	5,7	15,8		4,9			0,2	0,7	4,8	1,0	70	6	20	0,9	0,6	0,9
01.-04.02.	0,2	36	5,70																
04.-11.02.	0,0																		
11.-18.02.	0,3	64	4,28																
18.-25.02.	2,9	33	4,28	2,5	1,2	0,12	2,8	0,2	0,4	0,3	0,6	4,8	0,4	35	7	10	1,3	0,3	0,7
25.02.-01.03.	0,1	88																	
01.-04.03.	0,2	30																	
04.-11.03.	14,6	9	4,86	0,5	0,3	0,04	0,7	<0,1	0,1	<0,1	0,2	1,2	<0,1	8	1	3	<0,5	<0,1	<0,5
11.-18.03.	1,9	14	5,23	2,0	1,4	0,17	0,6	0,1	0,6	0,4	0,8	12,1	0,6	114	14	7	0,8	1,1	0,5
18.-25.03.	0,0																		
25.03.-01.04.	9,2	11	5,12	0,8	1,1	0,12	0,4	<0,1	0,2	0,2	0,6	1,6	0,3	22	2	1	<0,5	<0,1	<0,5
Middel/sum*	39,1 *	15	4,77	1,1	1,1	0,09	1,0	<0,1	0,2	0,2	0,5	2,7	0,3	25	2,8	5,5	0,5	0,2	<0,5

Tabell 15: Ukeverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 1. kvartal 1991 i Karpdalen.

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
01.-07.01.	0,0																		
07.-14.01.	1,0	99	4,08	5,5	15,4	1,17	4,5	0,3	0,5	0,4	8,6	5,3	0,8	8	43	99	6,1	1,3	1,1
14.-21.01.	0,9	150	3,87									3,4	0,6	18	23	22	3,9	0,9	0,9
21.-28.01.	12,9	21	4,72	1,4	3,7	0,26	0,2	<0,1	0,1	<0,1	2,0	1,6	1,8	8	8	11	3,9	0,2	1,0
28.01.-01.02.	0,4	37	4,98																
01.-04.02.	0,1																		
04.-11.02.	0,2	104																	
11.-18.02.	0,2	89																	
18.-25.02.	2,9	73	3,86	6,2	3,1	0,27	4,0	0,4	0,3	0,2	1,7	7,4	0,9	18	21	28	4,0	0,8	2,4
25.02.-01.03.	0,7	83	4,05	4,8	17,2	1,01	0,8		0,4	0,6	8,9	2,2	0,2	10	12	6	3,7	0,3	0,7
01.-04.03.	0,4	47	4,06																
04.-11.03.	3,8	38	4,28	3,1	3,2	0,28	1,3	0,2	0,2	0,2	1,8								
11.-18.03.	3,2	32	4,44	2,9	3,6	0,31	0,7	0,2	0,2	0,2	2,2	4,5	0,1	13	5	6	2,6	<0,1	0,8
18.-25.03.	0,0																		
23.03.-01.04.	15,6	42	4,39	3,3	7,0	0,56	0,3	<0,1	0,2	0,2	3,9	1,2	0,1	5	3	4	1,9	<0,1	0,6
Middel/sum*	42,3 *	41	4,34	2,9	5,4	0,42	0,8	<0,1	0,2	0,1	3,0	2,3	0,8	8,2	8,0	11	3,0	0,2	0,9

i landet. Konsentrasjonene av Cd i Karpdalen i 1. kvartal 1991 var høyere enn det som måles på norske bakgrunnsstasjoner. Konsentrasjonene av sink varierte en del, med de høyeste verdiene på Noatun. Laveste kvartalsmiddelverdi av Zn ble målt i Karpdalen 1. kvartal 1991. Konsentrasjonene av Zn synes å være høyere enn ellers i landet.

Ni, Cu og As regnes å komme fra de sovjetiske nikkerverkene. I tillegg til utvasking med nedbør må en regne med at noe kommer ned i prøvetakeren ved tørravsetning. Målingene viste at Noatun hadde lavere kvartalsmiddelkonsentrasjoner av både Ni, Cu og As enn Svanvik vinteren 1990/91. I Karpdalen ble det målt lavere konsentrasjoner av Ni og Cu enn i Svanvik, men det ble målt høyere konsentrasjoner av As. Nikkelkonsentrasjonene varierte fra 2,8 $\mu\text{g/l}$ til 12 $\mu\text{g/l}$, kopperkonsentrasjonene fra 5,5 $\mu\text{g/l}$ til 21 $\mu\text{g/l}$ og arsenkonsentrasjonene fra 0,5 $\mu\text{g/l}$ til 3,0 $\mu\text{g/l}$ i de to kvartalene. Sammenliknet med vinteren 1989/90 hadde Svanvik høyere konsentrasjoner av både Ni, Cu og As i begge kvartalene vinteren 1990/91. På Noatun var det noe høyere konsentrasjoner av Ni og Cu i 4. kvartal 1990 enn i 1989, men noe lavere konsentrasjoner i 1. kvartal 1991 enn i 1990. Konsentrasjonene av As på Noatun var lavere i begge kvartalene vinteren 1990/91 enn vinteren 1989/90.

Det er også beregnet avsetning med nedbøren av de forskjellige elementene i 4. kvartal 1990 og 1. kvartal 1991. Resultatene er vist i tabell 16. I 4. kvartal 1990 var det størst avsetning av SO_4 , NO_3 , Ca, K, Pb, Zn og Cr på Noatun og størst avsetning av Cd, Ni, Cu, As og Co i Svanvik. Avsetningen av NH_4 og av sjøsaltkomponentene Cl, Mg og Na var omtrent den samme på de to stasjonene i 4. kvartal 1990.

I 1. kvartal 1991 ble det avsatt mest SO_4 , Cl, Mg og Na i Karpdalen og minst ved Noatun. Karpdalen hadde også den største avsetningen av Cd, As og Cr. Svanvik hadde den største avsetningen av NO_3 , NH_4 , Ni, Cu og Co, mens Noatun hadde den største avsetningen av K, Pb og Zn som i 4. kvartal 1990. Sammenliknet med vinteren 1989/90 ble det avsatt mindre eller omtrent det

samme av de fleste komponentene vinteren 1990/91. I Svanvik ble det imidlertid avsatt mer Ni, Cu og Co, og på Noatun ble det avsatt mer Ca og Zn vinteren 1990/91 enn vinteren før.

For tungmetallene Ni, Cu og As, hvis hovedkilder antas å være de sovjetiske nikkerverkene, kan deler av nedfallet i nedbørprøvetakerne være avsetning i oppholdsvær når vinden står fra verkene mot målestedene, og deler av nedfallet kan skyldes støv som vaskes ut fra lufta med nedbøren. Regnet i konsentrasjon pr. mm nedbør var det en tendens til forhøydede verdier ved lite nedbør (<10-15 mm pr uke) og lavere konsentrasjoner ved mye nedbør.

Tabell 16: Avsetning av elementer med nedbør i 4. kvartal 1990 og 1. kvartal 1991 (mg/m²), samt totalt for vinterhalvårene 1988/89, 1989/90 og 1990/91.

Periode	4. kvartal 1990		1. kvartal 1991			1.10.1990-31.3.1991		1.10.1989-31.3.1990			1.10.1988-31.3.1989		
	Svanvik	Noatun	Karpdalen	Svanvik	Noatun	Svanvik	Noatun	Dal-elva	Svanvik	Noatun	Dal-elva	Svanvik	Noatun
SO ₄	52	71	120	64	43	116	114	530	201	161	410	168	126
Cl	120	110	230	85	43	205	153	930	360	265	1600	504	289
Mg	8	9	18	8	4	16	13	65	26	20	111	37	22
NO ₃	36	57	34	43	39	79	96	205	117	131	147	83	87
NH ₄	5	9	<4	9	<4	14	13	37	17	14	41	21	12
Ca	<5	28	8	4	8	9	35	45	17	21	65	33	23
K	<5	28	4	<4	8	<9	36	46	12	25	49	14	23
Na	62	66	130	51	20	113	86	529	156	146	880	294	164
Pb	0,09	0,12	0,10	0,09	0,11	0,18	0,23	0,63	0,14	0,21	0,61	0,38	0,22
Cd	0,02	0,01	0,03	<0,01	0,01	~0,02	0,02	0,06	~0,02	0,02	0,07	~0,02	0,03
Zn	0,42	1,14	0,35	0,20	0,98	0,62	2,12	3,00	0,61	1,72	3,70	1,05	1,82
Ni	0,62	0,20	0,34	0,40	0,11	1,02	0,31	2,97	0,64	0,36	1,62	1,13	0,21
Cu	0,78	0,44	0,47	0,89	0,22	1,67	0,66	2,88	1,43	0,87	1,50	1,32	0,68
As	0,10	0,03	0,13	0,08	0,02	0,18	0,05	0,39	0,16	0,07	0,18	0,14	0,10
Co	0,02	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,04	<0,02	0,11	0,02	0,03	-	-	-
Cr	0,01	0,03	0,04	<0,02	<0,02	~0,02	0,05	0,22	0,05	0,09	-	-	-

3.4 ANALYSER AV SNØPRØVER

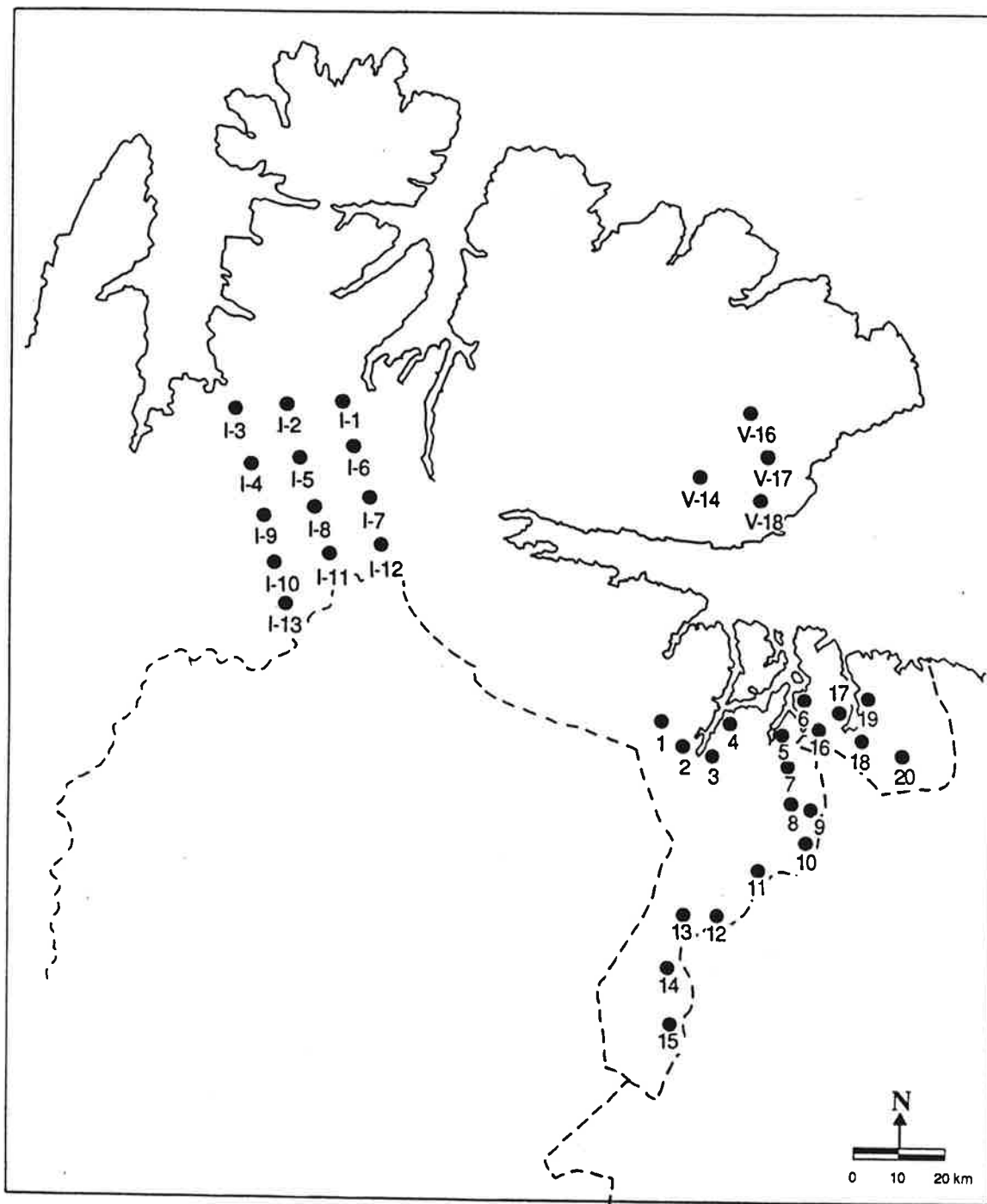
I mars/april 1991 ble det samlet inn til sammen 37 snøprøver for analyse. Prøvene er tatt med snøprofilrør med diameter 80 mm og høyde 600 mm. På hvert prøvested er det tatt 180 cm, tilsvarende 9 liter snø, uavhengig av snødybden på stedet. Lokaliseringen av de 37 prøvestedene er vist på kartet i figur 30. De 20 prøvene fra Sør-Varanger er tatt på de samme stedene som i april 1990. Det ble i tillegg tatt 13 prøver på Ifjordfjellet og 4 prøver på Varangerhalvøya. Resultater av de kjemiske analysene av de 20 snøprøvene fra Sør-Varanger er gitt i tabell 17, og resultatene av de kjemiske analysene av prøvene fra Ifjordfjellet og Varangerhalvøya er gitt i tabell 18.

De høyeste konsentrasjonene av sjøsaltkomponentene, Cl, Na og Mg, og av SO_4 , som også finnes i sjøsalt, ble målt i prøvene fra Varangerhalvøya. Som middeler verdi hadde prøvene fra Ifjordfjellet de laveste konsentrasjonene av sjøsaltkomponenter, men av de enkelte prøvene var det minst sjøsalt i prøven fra Noatun.

pH-verdiene var lavest i prøvene fra Sør-Varanger og høyest i prøvene fra Ifjordfjellet. pH-verdiene i snøen på de forskjellige stedene er vist i figur 31. Laveste pH, 4,36, ble målt sørvest for Kirkenes, og høyeste pH, 5,44, ble målt på Ifjordfjellet.

Prøvene fra Varangerhalvøya hadde den høyeste middeler verdien av bly, mens den høyeste konsentrasjonen i en enkeltprøve ble målt nordvest for Neiden i Sør-Varanger.

Flere av de høyeste konsentrasjonene av bly ble målt i nærheten av Kirkenes i retning vest. Den laveste konsentrasjonen av bly ble målt i snøen fra Noatun.



Figur 30: Lokalisering av prøvetakingssteder for snøprøver, mars/april 1991.

Tabell 17: Analyser av snøprøver fra Sør-Varanger, mars/april 1991.

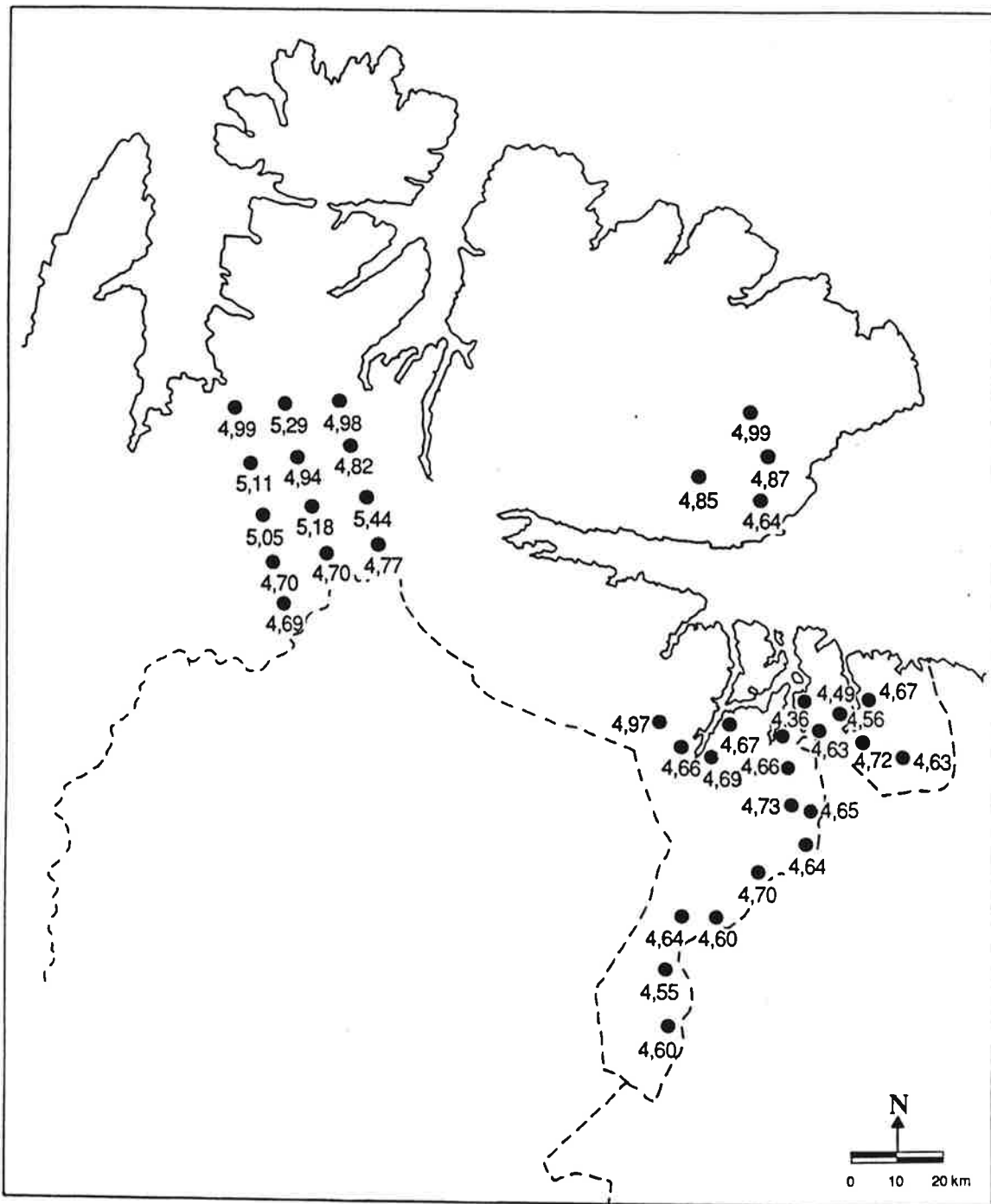
Prøve- sted	Snø- dybde	Merknad	Mengde som vann	pH	Ledn evne	Cl	NO ₃	SO ₄	Na	K	Ca	Mg	Pb	Cd	Zn	Ni	As	Cu	Co	Cr	
	cm		l		µs	mg/l	mgN/l	mgS/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
1	83	Grov løs snø	1,6	4,97	12,7	1,57	0,11	0,21	1,01	0,07	0,08	0,12	15,6	<0,5	10	1	<0,5	2	0,14	5,1	
2	40	Grov løs snø	2,3	4,66	13,9	1,59	0,17	0,26	0,78	0,04	0,05	0,10	5,5	<0,5	2	2	<0,5	3	0,10	2,6	
3	47	Grov løs snø	2,3	4,69	17,2	2,72	0,08	0,31	1,38	0,06	0,06	0,17	8,9	<0,5	3	3	0,7	3	0,18	5,7	
4	60	Grov løs snø	2,9	4,67	20,0	3,05	0,11	0,36	1,63	0,09	0,12	0,21	4,5	<0,5	7	2	<0,5	2	0,18	1,5	
5	43	Grov løs snø	1,9	4,36	27,4	1,86	0,56	0,39	1,00	0,07	0,12	0,14	5,6	<0,5	8	9	1,6	7	0,65	6,8	
6	40	Fin løs snø	1,7	4,49	23,2	2,32	0,27	0,50	1,08	0,10	0,37	0,14	5,0	<0,5	4	6	1,4	8	0,38	3,5	
7	65	Fin løs snø	2,7	4,66	15,9	1,74	0,14	0,33	0,96	0,06	0,12	0,12	1,3	<0,5	9	3	0,9	6	0,22	5,7	
8	70	Fin løs snø	2,1	4,73	16,8	1,84	0,12	0,41	1,10	0,10	0,16	0,14	2,7	<0,5	26	17	1,8	23	1,20	2,9	
9	60	Fin løs snø	1,8	4,65	18,7	1,79	0,21	0,39	1,84	0,25	0,21	0,17	3,6	<0,5	28	28	4,2	40	1,69	3,3	
10	50	Fin løs snø	2,4	4,64	16,7	1,94	0,15	0,35	0,92	0,04	0,10	0,14	2,2	<0,5	13	18	3,0	33	0,56	1,1	
11	55	Fin løs snø	2,1	4,70	12,7	1,16	<0,01	0,30	0,66	0,06	0,08	0,09	2,2	<0,5	6	7	2,0	13	0,15	<0,5	
12	50	Fin løs snø	1,8	4,60	13,7	0,83	0,20	0,27	0,47	0,04	0,03	0,05	1,3	<0,5	14	3	<0,5	4	0,07	1,1	
13	50	Fin løs snø	2,1	4,64	15,2	1,35	0,15	0,33	0,83	0,08	0,10	0,10	1,2	<0,5	9	4	0,9	4	0,06	<0,5	
14	50	Fin løs snø	2,0	4,55	13,6	0,73	0,23	0,25	0,42	0,05	0,08	0,05	1,3	<0,5	38	1	<0,5	3	0,06	<0,5	
15	50	Fin løs snø	2,4	4,60	11,6	0,53	0,21	0,17	0,29	0,01	0,02	0,03	0,6	<0,5	4	1	<0,5	1	<0,03	1,1	
16	69	Fin løs snø	2,2	4,63	21,2	2,94	0,17	0,43	1,59	0,08	0,17	0,22	3,5	<0,5	14	17	0,8	13	1,67	6,0	
17	65	Fin løs snø	2,0	4,56	22,3	3,11	0,16	0,46	1,68	0,07	0,11	0,21	3,3	<0,5	6	7	<0,5	8	0,30	4,0	
18	110	Fin løs snø	3,0	4,72	21,6	3,37	0,23	0,44	1,90	0,24	0,25	0,22	2,7	<0,5	41	8	0,9	10	0,57	1,1	
19	110	Fin løs snø	2,7	4,67	22,0	3,49	0,16	0,43	1,95	0,17	0,15	0,24	3,6	<0,5	17	4	0,8	5	0,15	0,5	
20	65	Fin løs snø	2,9	4,63	21,4	3,35	0,13	0,41	1,83	0,08	0,11	0,23	4,7	<0,5	3	8	1,4	8	0,28	3,7	
				Middel 1991	4,65*	17,9	2,06	0,18	0,35	1,17	0,09	0,12	0,14	4,0	<0,5	13,1	7,5	1,0	9,8	0,43	2,8
				Middel 1990	4,68*	24,2	3,71	0,24	0,39	2,05	0,14	0,18	0,25	1,1	0,10	18,9	6,0	1,0	8,1	0,22	0,8

*Median

Tabell 18: Analyser av snøprøver fra Ifjordfjellet (prøvested I1-I13) og Varangerhalvøya (prøvested V14 og V16-V18) i Finnmark, april 1991.

Prøvested	Mengde som vann	pH	Ledne evne	Cl	NO ₃	SO ₄	Na	K	Ca	Mg	Pb	Cd	Zn	Ni	As	Cu	Co	Cr
	l		µs	mg/l	mgN/l	mgS/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
I 1	2,9	4,98	12,3	2,24	<0,01	0,21	1,20	0,05	0,12	0,12	0,9	<0,5	3	<0,5	<0,5	<1	<0,10	<0,5
I 2	4,1	5,29	4,3	0,59	0,02	0,03	0,31	0,01	0,09	0,04	1,6	<0,5	3	<0,5	<0,5	<1	<0,10	<0,5
I 3	3,0	4,99	14,5	2,74	0,02	0,26	1,45	0,05	0,14	0,18	1,2	<0,5	10	<0,5	<0,5	9	<0,10	0,9
I 4	3,9	5,11	10,3	1,82	0,03	0,15	0,98	0,03	0,11	0,13	1,0	<0,5	5	<0,5	0,8	<1	<0,10	<0,5
I 5	2,8	4,94	14,4	2,53	0,06	0,23	1,34	0,05	0,07	0,18	3,3	<0,5	7	5	0,6	31	0,12	1,4
I 6	2,4	4,82	24,8	4,19	0,15	0,57	2,28	0,13	0,24	0,32	8,6	<0,5	5	<0,5	<0,5	3	<0,10	<0,5
I 7	3,1	5,44	9,1	1,63	0,01	0,09	0,91	0,05	0,27	0,14	0,7	1,0	10	<0,5	0,6	2	<0,10	0,6
I 8	>1,3	5,18	8,9	1,34	0,01	0,14	0,71	0,04	0,09	0,11	0,7	<0,5	4	1	1,0	2	<0,10	<0,5
I 9	3,2	5,05	9,9	1,56	<0,01	0,15	0,80	0,04	0,15	0,13	1,2	<0,5	1	<0,5	<0,5	<1	<0,10	<0,5
I10	3,3	4,70	10,5	0,84	0,20	0,18	0,43	0,03	0,07	0,06	0,8	<0,5	5	1	<0,5	2	<0,10	<0,5
I11	2,7	4,70	11,9	0,89	0,18	0,19	0,46	0,04	0,07	0,07	1,2	<0,5	12	2	<0,5	2	<0,10	1,0
I12	2,9	4,77	11,1	0,88	0,16	0,18	0,45	0,04	0,09	0,07	0,8	<0,5	5	<0,5	<0,5	1	<0,10	<0,5
I13	3,2	4,69	12,2	0,86	0,20	0,21	0,43	0,04	0,17	0,07	0,8	0,7	12	1	<0,5	2	<0,10	<0,5
V14		4,85	27,4	5,06	0,07	0,49	2,74	0,09	0,16	0,36	7,4	<0,5	5	1	1,9	3	0,11	<0,5
V16		4,99	32,3	7,36	0,03	0,43	4,00	0,11	0,21	0,48	2,3	<0,5	2	1	0,8	<1	<0,10	<0,5
V17		4,87	21,1	3,66	0,06	0,35	2,00	0,06	0,16	0,24	3,5	<0,5	4	1	0,5	3	<0,10	<0,5
V18		4,64	37,1	6,68	0,14	0,74	3,61	0,13	0,24	0,49	8,5	<0,5	5	1	0,8	2	0,13	<0,5
MiddeI Ifjordfjellet		4,98*	11,9	1,70	0,08	0,20	0,90	0,05	0,13	0,12	1,8	<0,5	6,3	0,9	<0,5	4,3	<0,10	0,5
MiddeI Varangerhalvøya		4,86*	29,5	5,69	0,08	0,50	3,09	0,10	0,19	0,39	5,4	<0,5	4,0	1,0	1,0	2,1	<0,10	<0,5
MiddeI 20 steder Sør-Varanger		4,65*	17,9	2,06	0,18	0,35	1,17	0,09	0,12	0,14	4,0	<0,5	13,1	7,5	1,0	9,8	0,43	2,8

*Median



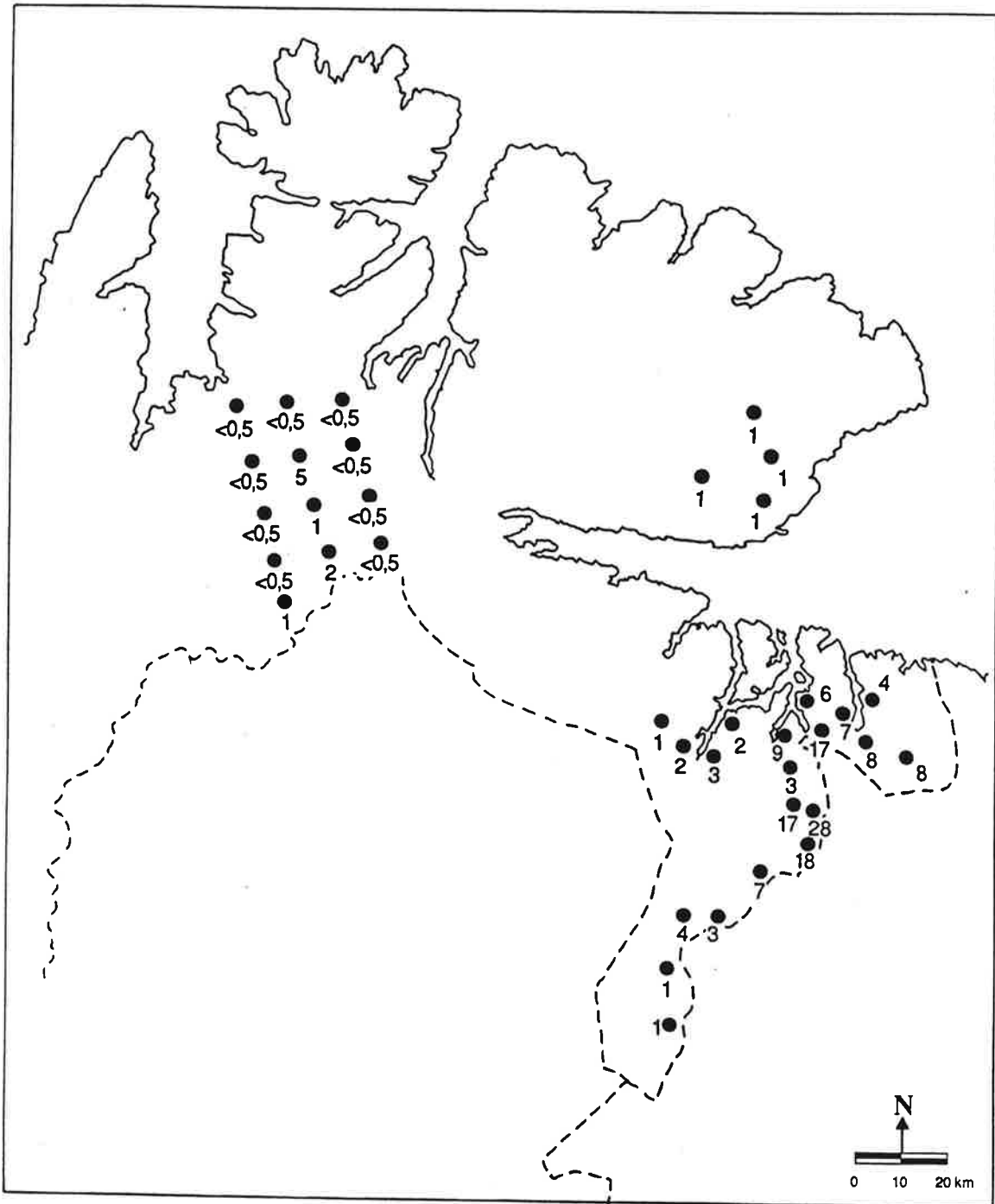
Figur 31: pH-verdier i snøprøver fra Øst-Finnmark, mars/april 1991.

Konsentrasjonene av Cd lå under deteksjonsgrensen for måleinstrumentet for alle prøvene bortsett fra to prøver fra Ifjordfjellet.

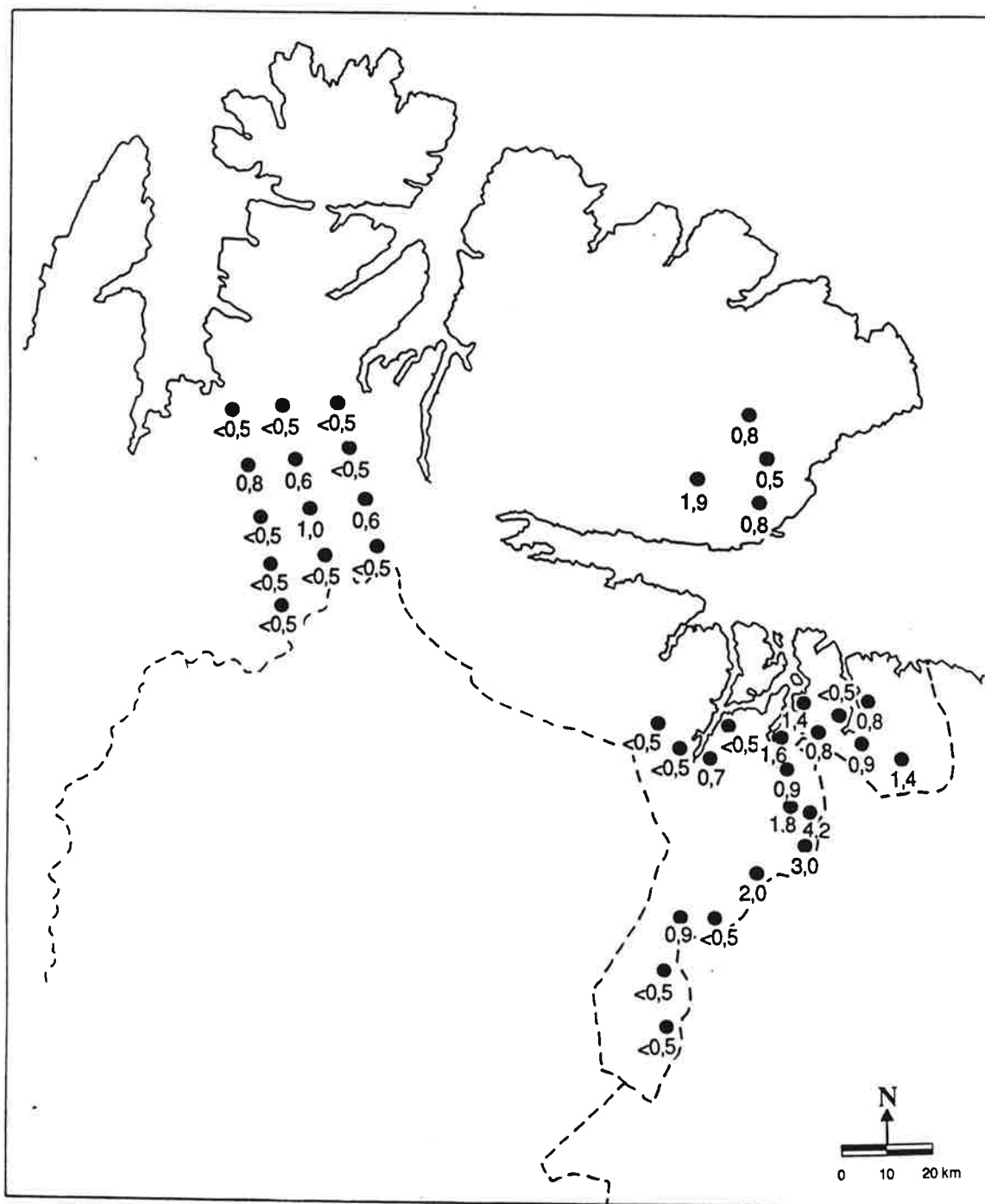
De høyeste konsentrasjonene av tungmetallene Zn, Ni, As, Cu, Co og Cr ble målt i prøvene fra Sør-Varanger, mens de laveste middelkonsentrasjonene ble målt i prøvene fra Ifjordfjellet. Prøven fra Holmfoss hadde høyest konsentrasjon av Ni, As, Cu og Co. Den høyeste konsentrasjonen av Zn ble målt i prøven fra Karpdalen og den høyeste konsentrasjonen av Cr ble målt sørvest for Kirkenes.

Konsentrasjonene av Ni, As og Cu er vist i figur 32-34. Figurene illustrerer at de tre komponentene stort sett varierer i takt. De høyeste verdiene ble målt i områdene omkring Svanvik og Holmfoss og i området mellom Kirkenes og Karpdalen og østover. Enkelte av prøvene fra Ifjordfjellet og Varangerhalvøya hadde imidlertid forhøyede konsentrasjoner, spesielt av Cu i en av prøvene fra Ifjordfjellet og As i prøvene fra Varangerhalvøya. I grenseområdene følger konsentrasjonene av Ni, As og Cu i snøprøvene omtrent det samme mønsteret som SO₂-belastningen.

I forhold til snøprøvene fra april 1990 var det i mars 1991 litt lavere pH og høyere middelkonsentrasjoner av Pb, Ni, Cu, Co og Cr. Middelkonsentrasjonen av As var den samme i 1991 som i 1990. Det var lavere konsentrasjoner av sjøsaltkomponentene Cl, Na og Mg, og det var lavere konsentrasjoner av NO₃, SO₄, K, Ca, Cd og Zn i 1991 enn i 1990.



Figur 32: Konsentrasjoner av Ni i snøprøver fra Øst-Finnmark, mars/april 1991 ($\mu\text{g/l}$).



Figur 33: Konsentrasjoner av As i snøprøver fra Øst-Finnmark, mars/april 1991 ($\mu\text{g}/\text{l}$).

3.5 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 det samme 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 benyttet 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 pågikk i to år fra 1.10.1988 til 1.10.1990. Eksponeringsprogrammet i det norsk-sovjetiske samarbeidet startet 1.6.1990

Resultatene i tabell 19-21 omfatter alle resultatene for juni 1990-mai 1991, som er den perioden hvor en har hatt felles eksponeringer i Sovjetunionen og i Norge. Enkelte av de norske resultatene er også presentert i foregående framdriftsrapport.

På sovjetisk side har Institutt for fysikalsk kjemi i Moskva hatt problemer med å komme fram til stasjonene i vinter- og vår-månedene. Foruten transportproblemer har instituttet i enkelte perioder hatt problemer med bistand fra lokale myndigheter siden prosjektet ikke er en offisiell del av det bilaterale samarbeidet mellom Sovjetunionen og Norge. En eventuell oppfølging av undersøkelsen må derfor bli integrert i det offisielle samarbeidet.

Tabell 19 viser måneds- og kvartals- resultatene av stålprøvene eksponert i perioden juni 1990-mai 1991 for de norske stasjonene. De sovjetiske stasjonene ble avsluttet rundt 1. mai. Tre-månedsprøvene på sovjetisk side er derfor som regel forskjellige fra de norske eksponeringsperiodene, og årsprøvene er eksponert i 11 måneder. I tabell 20 er resultatene normalisert til ett år ved å anta lineær økning av korrosjonen for den siste måneden.

Alle metallene viser samme tendens, med størst korrosjon på Viksjøfjell og minst i Pasvikdalen ved Kobbfoss og Noatun for de norske stasjonene. Stasjon nr. 2 er den mest korrosive av de sovjetiske stasjonene. Figur 35 viser ettårsresultatene for alle stasjonene for stål og sink.

Figur 36 og 37 viser korrosjonen for stål og sink for de norske og sovjetiske stasjonene. Alle resultatene viser økt korrosjon ved økt SO_2 -belastning. Korrosjonen på de norske stasjonene økte mer enn på de sovjetiske. Den mest sannsynlige forklaringen på denne forskjellen er at Viksjøfjell og Karpdalen ligger mer åpent til for belastning av sjøsalter ved vind fra nord.

Tabell 19: Resultatene av måneds- og kvartalseksporeringene av stål på målestasjonene i Norge (Sør-Varanger) og Sovjetunionen (vekttap i g/m²).

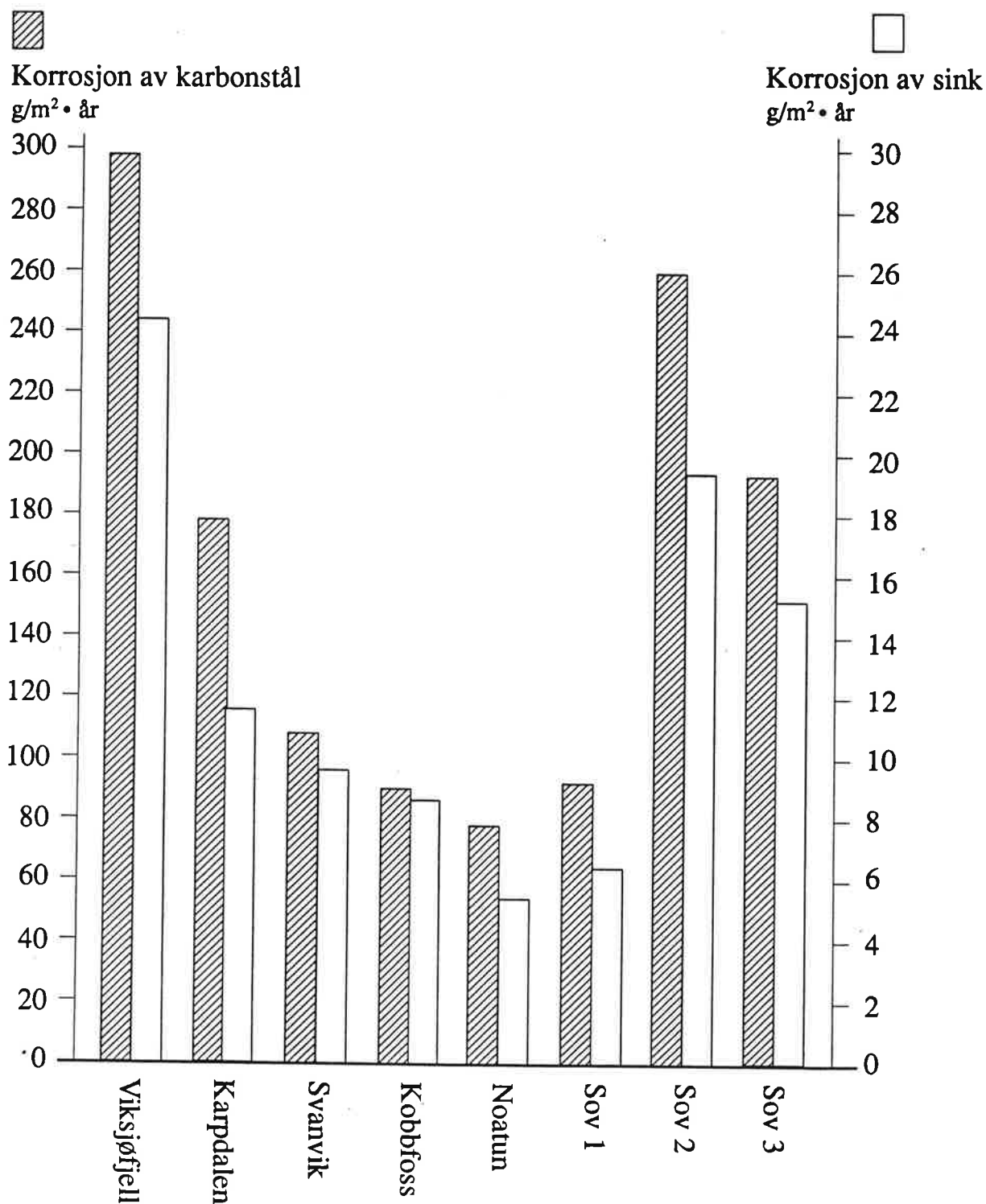
1 mnd. stål								
Periode	Viksjøfjell	Karpdalen	Svanvik	Kobbfoss	Noatun	Sov1	Sov2	Sov3
6/90	25	7,7	5,1	6,7	7,2	4,8	10	10
7/90	39	16	11	22	13	26	50	16
8/90	58	34	11	5,7	7,2	3,4	60	28
9/90	72	32	12	7,9	7,9	6,3	57	38
10/90	44	30	9,4	9,7	7,6	9,1	58	49
11/90	36	21	15	16	15	5,9	} 99	} 146
12/90	69	35	16	15	17	20		
1/91	26	12	4,7	3,9	6,4	} (2 mnd)	} (3 mnd)	} 146 (6 mnd)
2/91	17	8,6	3,0	2,1	7,2			
3/91	29	16	8,3	2,3	3,7	} 11	} 66	
4/91	27	8,9	5,0	5,3	4,0			
5/91	28	19	8,2	6,8	2,9			
3 mnd. stål								
6/90	} 108	66	40	44	37	29	90	63
7/90								
8/90								
9/90	} 143	21	42	36	32	19	} 154 (4 mnd)	} 175 (8 mnd)
10/90								
11/90								
12/90	} 98	46	19	16	21	38		
1/91								
2/91	} 97	54	39	31	20	13	} 92 (3 mnd)	
3/91								
4/91								
5/91								

Tabell 20: Resultatene av 1 års prøver for prøveplater av stål, sink, forsinket stål, og Aluzink (vekttap i $\text{g/m}^2 \cdot \text{a}$).

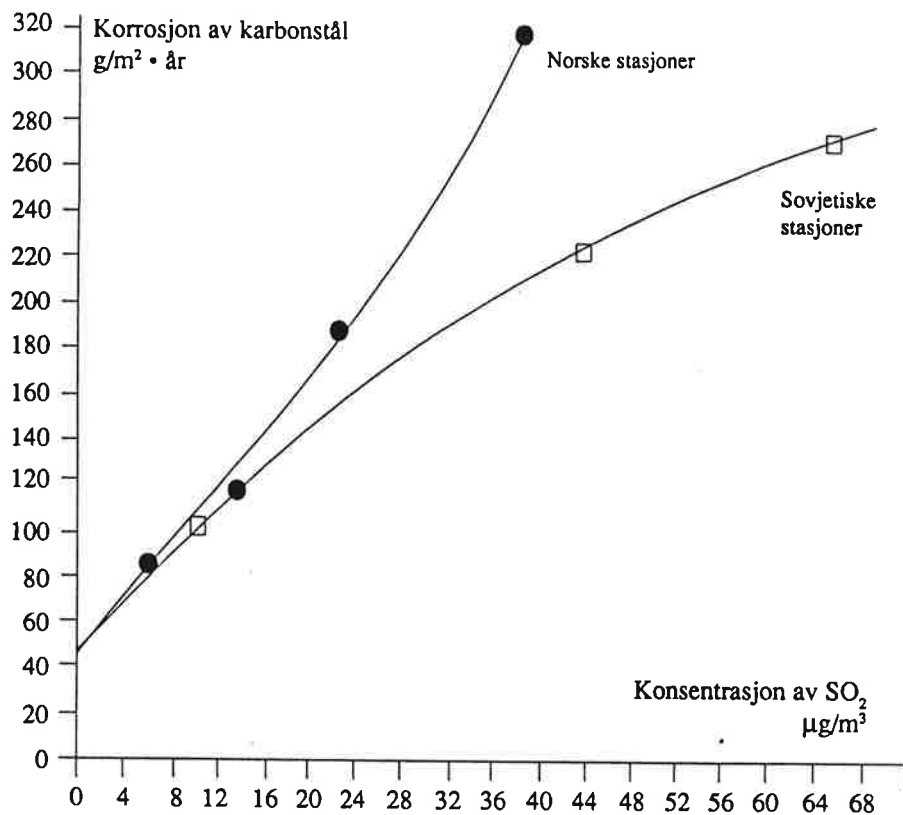
1 år stål								
Periode	Viksjøfjell	Karpdalen	Svanvik	Kobbfoss	Noatun	Sov1	Sov2	Sov3
6/90-6/91	308	180	108	91	78	93	261	214
1 år sink								
6/90-6/91	24	12	9,6	8,6	5,4	6,4	19	15
1 år forsinket stål (Dugal)								
6/90-6/91	17	7,8	4,3	4,2	3,3	4,8	16	11
1 år Aluzink								
6/90-6/91	10	5,3	2,4	1,8	1,5	2,8	9,6	6,9

Tabell 21: Tykkelsesreduksjonen for de ulike trådkvalitetene eksponert ett år. Materialene er aluminium, forsinket stål, Galfan tråd (materialtap i $\mu\text{m/a}$).

Helix aluminium								
Periode	Viksjøfjell	Karpdalen	Svanvik	Kobbfoss	Noatun	Sov1	Sov2	Sov3
6/90-6/91	1,8	0,5	0,4	0,2	0,1	0,2	2,6	1,2
Helix forsinket tråd								
6/90-6/91	4,0	1,6	1,2	0,9	0,7	1,2	3,2	2,2
Helix "Galfan-tråd"								
6/90-6/91	-	1,0	0,6	0,5	0,4	0,9	2,8	1,9

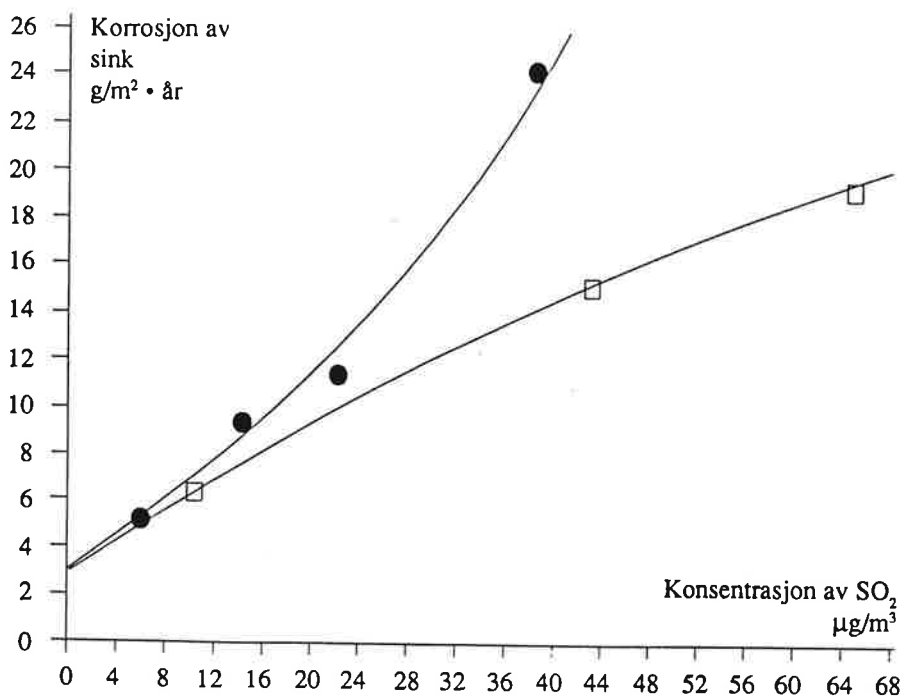


Figur 35: Årskorrosjon av karbonstål og sink på alle prøvesteder ($\text{g/m}^2 \cdot \text{a}$).



Figur 36: Årskorrosjon for karbonstål som funksjon av SO₂-konsentrasjonen (g/m² · a).

● norske stasjoner
□ sovjetiske stasjoner



Figur 37: Årskorrosjon for sink som funksjon av SO₂-konsentrasjonen (g/m² · a).

● norske stasjoner
□ sovjetiske stasjoner

4 MILJØVERN SAMARBEIDET 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 SO_2 og tungmetaller (Ni, Cu, Co, Cr og As) på tre steder på hver side av grensa med samme type måleutstyr. Måleutstyret stilles til disposisjon fra norsk side i den perioden samarbeidet pågår. Måleprogrammet skal også omfatte nedbørkvalitet. Hvert land skal ha ansvaret for analyse av luft- og nedbørprøver fra eget område. SO_2 -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 på 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-sentret) og Hydro-meteorologisk institutt i Murmansk. 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 juni 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-sentret 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 nikkerverkene.

1.6.1990 ble det også startet et felles norsk-sovjetisk måleprogram for korrosjon på fem norske og tre sovjetiske 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 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 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 målestasjonene S1, S2 og S3 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 S2 ble det også satt opp en vindmåler av typen Woelfle og en svevestøvmåler av samme type som på Viksjøfjell og i Svanvik.

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).

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

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).

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).

Statens forurensningstilsyn (1991) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1989. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 437/91).

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. Trømsø (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 67/91	ISBN-82-425-0305-2	
DATO NOVEMBER 1991	ANSV. SIGN. <i>Storland</i>	ANT. SIDER 89	PRIS NOK 135,-
TITTEL Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1991. Framdriftsrapport nr. 5 pr. 1.9.1991		PROSJEKTLEDER B. Sivertsen	
		NILU PROSJEKT NR. O-8976	
FORFATTER(E) L.O. Hagen, M.J. Aarnes, J.F. Henriksen og B. Sivertsen		TILGJENGELIGHET A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. T. Johannesen, SFT	
OPPDRAGSGIVER (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 nikkilverkene i Nikel og Zapoljarnij.			

TITLE Evaluation of Air Pollution in Sør-Varanger, Finnmark, 1988-1991. Progress Report, October 1990-March 1991.
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