



# Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport nr.: 367/89

---

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn

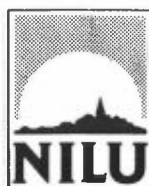
---

Deltakende institusjon: NILU

---

## Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990

Framdriftsrapport nr.1 pr. 1.7.1989



Norsk institutt for luftforskning

POSTBOKS 64 - N-2001 LILLESTRØM



## Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør  
grunnvann  
vassdrag og fjorder  
havområder  
skog**

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

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

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

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

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

**påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.**

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

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

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

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter publiseres i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo 1, tlf. 22 57 34 00.

NILU OR : 46/89  
REFERANSE: O-8842  
DATO : AUGUST 1989  
ISBN : 82-425-0054-1

BASISUNDERSØKELSE AV LUFTFORURENSNINGER  
I SØR-VARANGER 1988-1990

FRAMDRIFTSRAPPORT NR. 1 PR. 1.7.1989

L.O. Hagen, J.F. Henriksen og  
M. Johnsrud

Utført etter oppdrag fra  
Statens forurensningstilsyn

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING  
POSTBOKS 64, 2001 LILLESTRØM  
NORGE

## SAMMENDRAG

Målinger av luftforurensninger i Sør-Varanger har pågått siden 1974. Etter at smeltehytta i Sulitjelma ble nedlagt i 1987 måles Norges høyeste SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner i Sør-Varanger. Det er funnet høye konsentrasjoner av tungmetallene krom, kobolt, kopper, nikkel, arsen og selen i mose og lav i undersøkelser i 1976, 1977, 1978 og 1981. En rekke innsjøer har mistet motstandskraften mot forurensning. Det er i lengre tid observert sviskader av SO<sub>2</sub> på blad og barnåler. Lavforekomsten er sterkt redusert i områder med høy SO<sub>2</sub>-konsentrasjon.

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 er å kartlegge forekomst og omfang av luftforurensninger og virkningene på det akvatiske og terrestriske miljøet. Planleggingen er utført 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), Botanisk institutt og Kjemisk institutt ved Den allmennvitenskapelige 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.

Det er foreløpig utført målinger av luft- og nedbørkvalitet, meteorologiske forhold og korrosjon. De enkelte målestasjonene ble satt i drift i perioden 4.-18.10.1988. Luftkvalitetsmålingene omfatter svoveldioksid (sju stasjoner), nitrogenoksider (én stasjon) og svevestøv (sju stasjoner). Nedbørkvalitet måles på tre stasjoner og meteorologiske forhold på to stasjoner (i tillegg har Det norske meteorologiske institutt to stasjoner i området). Korrosjon måles på fem stasjoner.

De meteorologiske målingene omfatter vindretning, vindstyrke, temperatur og relativ fuktighet i Svanvik og på Viksjøfjell, samt stabilitetsforhold og turbulens på Viksjøfjell. Vindmålingene i perioden oktober 1988-mars 1989 viste at vinder fra sørlig og sørvestlig kant dominerte. Vindstyrken var langt høyere på Viksjøfjell (400 m o.h.) enn i Svanvik. Det var vesentlig kaldere enn normalt i november og desember 1988, mens både januar, februar og mars 1989 var svært milde.

SO<sub>2</sub> måles med kontinuerlig registrerende instrumenter på Viksjøfjell, Karpdalen (bare vinterhalvåret), Svanvik og Noatun (bare sommerhalvåret) og med døgnprøvetaker i Kirkenes, Karpdalen, Holmfoss, Svanvik, Kobbfoss og Noatun. Kontinuerlig registrerende instrumenter er nødvendige for å måle toppkonsentrasjoner i episoder, for å se hvor lenge episodene varer og hvor ofte de forekommer. Knyttet til samtidige vindmålinger kan SO<sub>2</sub>-målingene også benyttes til å forklare forskjellige kilders betydning for SO<sub>2</sub>-belastningen.

På de målestasjonene som også tidligere har hatt SO<sub>2</sub>-målinger, Kirkenes, Karpdalen, Holmfoss og Svanvik, viste målingene i perioden oktober 1988-mars 1989 den laveste vinterhalvårsverdien til nå. Det er uklart om nedgangen kan tilskrives det milde været med gode spredningsforhold i perioden eller om utslippene i de sovjetiske nikkilverkene i Nikel og Zapolyarni er redusert, slik det foreligger planer om. Små forskjeller i vindfrekvens fra utslippene mot målestedene fra år til år kan også påvirke middelverdiene vesentlig siden røykfanene er smale selv så langt fra utslippene.

Selv om SO<sub>2</sub>-nivået var lavere enn vanlig i vinterhalvåret 1988/89, ble det målt korttidskonsentrasjoner (timesmidler og døgnmidler) til dels langt over norske og internasjonale forslag til grenseverdier. De fleste og største overskridelsene er målt på Viksjøfjell. Vindforholdene i området er slik at områder fra Viksjøfjell og sør- og østover til grensa antagelig er enda mer belastet. På Viksjøfjell var middelverdien 46 µg/m<sup>3</sup>, høyeste døgnmiddelverdi var 571 µg/m<sup>3</sup> og høyeste timesmiddelverdi var 1 824 µg/m<sup>3</sup> i vinterhalvåret 1988/89. Tilsvarende grenseverdier er satt til henholdsvis 40-60 µg/m<sup>3</sup> (norsk forslag), 100-150 µg/m<sup>3</sup> (norsk forslag) og 350 µg/m<sup>3</sup> (Verdens helseorganisasjon) for virkninger på helse. For virkninger på vegetasjon er grenseverdiene noe lavere.

Målingene viser ellers at  $\text{SO}_2$ -belastningen avtar sørover i Pasvik, men grenseverdier er overskredet i hele området, unntatt i Kobbfoss. De kontinuerlige registreringene av  $\text{SO}_2$  sammenholdt med vindretning viser klart at de sovjetiske nikkilverkene i Nikel og Zapolyarni er hovedkildene til  $\text{SO}_2$  i Sør-Varanger. Lokalt har imidlertid også utslippene fra A/S Sydvaranger i Kirkenes betydning.

Kontinuerlige målinger av nitrogenoksider viser også at utslippene i Sovjetunionen dominerer, men de målte konsentrasjonene er svært lave og langt under grenseverdier og de nivåene en vanligvis måler i norske byer og tettsteder. Disse målingene ble derfor avsluttet i mars 1989.

Målinger av svevestøv midlet over 2-3 døgn på Viksjøfjell viser konsentrasjoner godt under grenseverdien fra Verdens helseorganisasjon. Mer interessant enn svevestøvmengden er imidlertid mengden av tungmetaller. Tidligere undersøkelser av tungmetaller i mose og lav har vist til dels sterkt forhøyede verdier langs grensa mot Sovjetunionen. Det er foreslått fra NILU å analysere et utvalg av støvprøvene for mengden av tungmetallene Cr, Co, Ni, Cu, As, Se, Cd, Zn, V, Mn, Hg, Pb og Sb.

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

Målingene viser at pH i nedbøren varierte lite mellom stasjonene og at nedbøren i området ikke er så sur som f.eks. på Sørlandet. Heller ikke konsentrasjonene av  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ , Ca og K i nedbøren varierte noe særlig mellom stasjonene. Ingen av stasjonene viste høye verdier sett i forhold til tidligere målinger i Svanvik og på bakgrunnsstasjoner ellers i landet. De målte konsentrasjonene av Cl, Mg og Na skyldes sjøsalt.

Nedbørprøvene analyseres også for konsentrasjonen av tungmetallene Pb, Cd, Zn, Ni, Cu og As. I tillegg til utfelling med nedbør kan støvpartiklene sedimenteres i prøvetakerne. Konsentrasjonene av Pb og Cd var på samme nivå som det som er vanlig på bakgrunnsstasjoner andre steder i landet, mens Zn viste noe høyere verdier. Ni, Cu og As regnes som

sporelementer fra nikkelverkene. Tungmetaller er analysert i nedbøren i Svanvik siden mars 1987. Prøvene fra vinterhalvåret 1988/89 viste lavere konsentrasjoner i nedbøren av Ni, Cu og As enn tilsvarende prøver fra 1987. Som tidligere nevnt viste også konsentrasjonen av SO<sub>2</sub> i luft samme tendens.

Korrosjonsundersøkelsen har som formål å kartlegge korrosjonsforholdene i området, finne sammenhengen mellom korrosjon og miljøbelastningen og å vurdere ulike materialer til bruk i reingjerder i området. Eksponeringen av stålplater i perioden oktober 1988-mars 1989 på Viksjøfjell, Karpdalen, Svanvik, Kobbfoss og Noatun viser stor variasjon i korrosjonshastigheten. Viksjøfjell ligger i det klart mest korrosive området. Deretter følger Karpdalen, Svanvik, Noatun og Kobbfoss. Dette er i rimelig godt samsvar med SO<sub>2</sub>-belastningen på stasjonene.

Det skal gjennomføres et felles måleprogram av luftkvalitet og nedbørkvalitet på tre stasjoner både på sovjetisk og norsk side av grensa i perioden 1.10.1989-1.10.1990. Dette ble resultatet av drøftinger i Arbeidsgruppen for luftforurensninger under Den blandete norsk-sovjetiske kommisjon for samarbeid på miljøvernområdet. En ekspertgruppe skal stå for planleggingen og gjennomføringen av måleprogrammet.

Måleprogrammet skal omfatte konsentrasjoner av SO<sub>2</sub> og tungmetaller (Ni, Cu, Co, Cr og As) og nedbørkvalitet. Norge skal stille nødvendig måleutstyr til de sovjetiske stasjonene til disposisjon. SO<sub>2</sub>-instrumentene skal være kontinuerlig registrerende og utstyrt med hukommelse.

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

## INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG .....	1
1 INNLEDNING .....	7
2 PROGRAM FOR UNDERSØKELSEN .....	8
2.1 Formål med undersøkelsen .....	8
2.2 NILUs forslag til program .....	9
2.3 Andre institusjoners forslag til program .....	13
3 MÅLERESULTATER OKTOBER 1988-MARS 1989 .....	15
3.1 Meteorologiske forhold .....	15
3.1.1 Vindmålinger .....	15
3.1.2 Temperatur .....	19
3.1.3 Luftens relative fuktighet .....	20
3.2 Luftkvalitet .....	20
3.2.1 Svoveldioksid (SO <sub>2</sub> ) .....	20
3.2.2 Nitrogenoksider (NO, NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> ) .....	42
3.2.3 Svevestøv og tungmetaller .....	50
3.3 Nedbørkvalitet .....	51
3.4 Korrosjonsundersøkelsen .....	59
4 MILJØVERNSAMARBEID MED SOVJETUNIONEN I GRENSEOMRÅDET .....	62
5 REFERANSER .....	63





# BASISUNDERSØKELSE AV LUFTFORURENSNINGER I SØR-VARANGER 1988-1990

FRAMDRIFTSRAPPORT NR. 1 PR. 1.7.1989

## 1 INNLEDNING

Luftforurensningene i Sør-Varanger har vært betydelige i flere 10-år. Utslippene av  $\text{SO}_2$  og tungmetaller fra 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  $\text{SO}_2$ . Samtidig ble det opprettet fem stasjoner i Kirkenes og en stasjon på Hesseng, ca. 5 km sør for Kirkenes. Stasjonene i Kirkenes og omegn ble valgt for å måle forurensningen fra A/S Sydvaranger i Kirkenes. En av disse stasjonene, Rådhuset i Kirkenes, er stadig i drift.

I 1978 ble to nye stasjoner, Holmfoss og Jarfjordbotn, satt i drift. I august 1986 ble Jarfjordbotn erstattet av Karpdalen. Etter at smeltehytta i Sulitjelma ble nedlagt, måles Norges høyeste  $\text{SO}_2$ -konsentrasjoner i Sør-Varanger (se f.eks. Hagen, 1988). Avsetning av tungmetaller på mose og lav ble undersøkt i 1976 og 1977 (Rambæk og Steinnes, 1980) og i 1978 og 1981 (Schjoldager, 1979 og Schjoldager, 1983). 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.

Virkingen 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).

NISK og andre har i lengre tid observert synlige skader (sviskader av SO<sub>2</sub>) på blad og barnåler.

AVHs rapport om lavforekomst viser sterkt reduserte mengder i de områdene der tungmetallkonsentrasjonen har vært størst, og der det er grunn til å anta at SO<sub>2</sub>-konsentrasjonen er høyest (Bruteig, 1984). Fra Reindriftsadministrasjonen i Finnmark blir det meddelt at lavdekningen i Sør-Varanger er sterkt redusert til tross for at færre dyr beiter nå enn før.

## 2 PROGRAM FOR UNDERSØKELSEN

I brev 1.7.1988 fra Statens forurensningstilsyn (SFT) fikk NILU i oppdrag å foreta en detaljert planlegging av undersøkelsen. Planleggingen har foregått i samarbeid med følgende institusjoner, som hver har utarbeidet forslag til egne delundersøkelser:

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

### 2.1 FORMÅL MED UNDERSØKELSEN

Formålet med de foreslåtte undersøkelsene er:

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

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

## 2.2 NILUs FORSLAG TIL PROGRAM

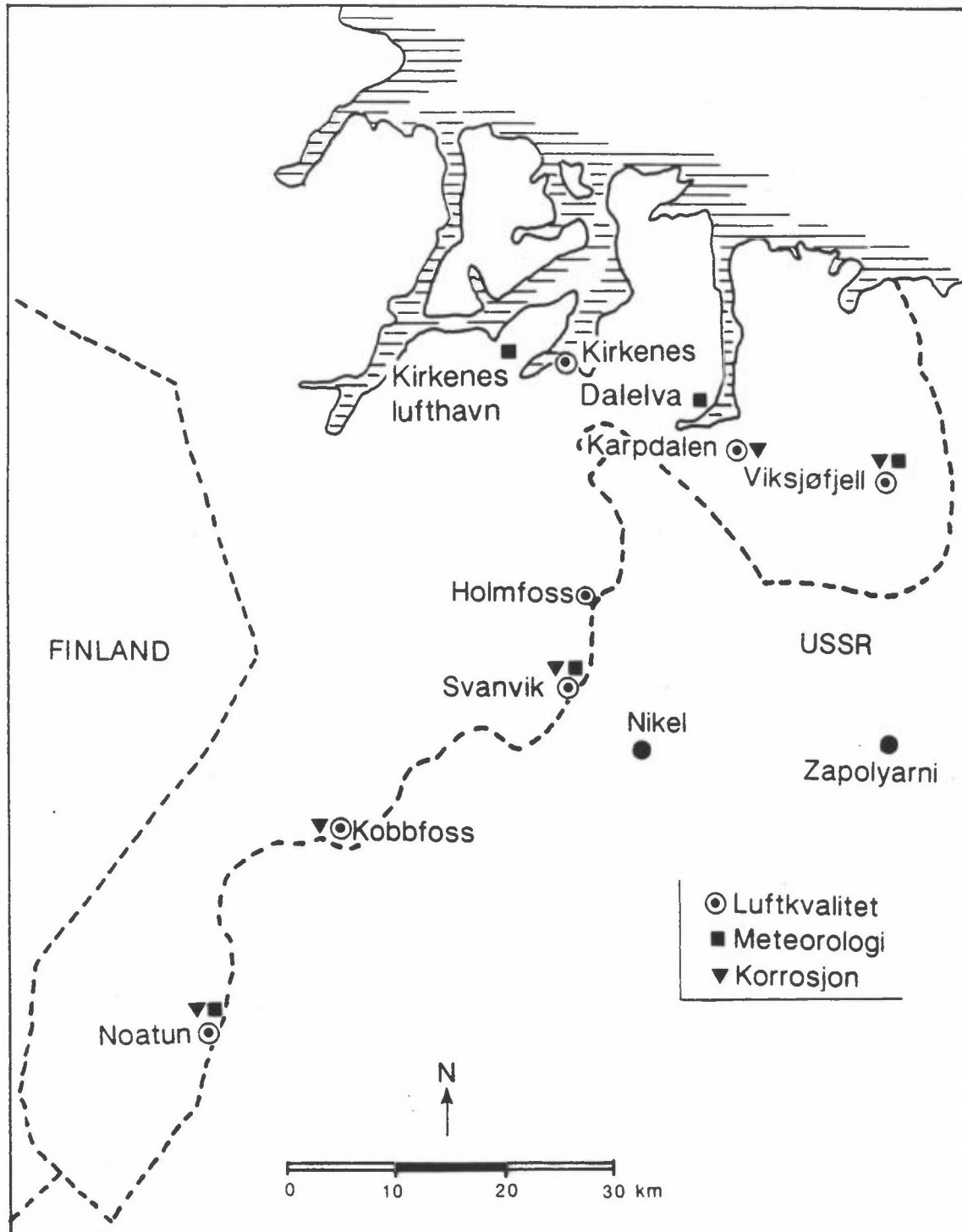
NILUs forslag til undersøkelser omfattet:

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

I perioden 13.-16.9.1988 ble det gjennomført en befaring i Sør-Varanger, hvor representanter fra NILU, SFT, Fylkesmannen i Finnmark, Sør-Varanger kommune, Forsvarets stasjon Kirkenes og Svanhovd Fagsenter deltok. Målesteder for luftkvalitet, nedbørkvalitet, meteorologiske forhold og korrosjon ble tatt ut. Deretter fulgte en intensiv periode med klargjøring av måleinstrumenter, etablering av stasjoner og igangsetting av alle målinger. De enkelte stasjonene ble satt i drift i perioden 4.-18.10.1988. På grunn av de lange avstandene og en del praktiske problemer på noen av stasjonene, tok arbeidet noe lengre tid enn antatt.

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.

På Viksjøfjell, Karpdalen, Svanvik og Noatun måles  $SO_2$  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  $SO_2$ . Stasjonen i Kirkenes drives og analyseres av A/S Sydvaranger. Prøver fra de øvrige stasjonene analyseres på NILU.



Figur 1: Målestasjoner for luftkvalitet, meteorologiske forhold (inkl. nedbørkvalitet) og korrosjon i Sør-Varanger.

Tabell 1: Måleprogram for luftkvalitet i Sør-Varanger i perioden 1.10.1988-1.4.1990.

Stasjon	SO <sub>2</sub>		NO, NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub>	Svevestøv
	Døgn- verdier	Times- verdier	Timesverdier	Døgn- verdier
Viksjøfjell		x <sup>1</sup>	x <sup>2</sup>	x <sup>3</sup>
Karpdalen	x	x <sup>1</sup>		x
Kirkenes	x			x
Holmfoss	x			x
Svanvik	x	x		x
Kobbfoss	x			x
Noatun	x	x <sup>1</sup>		x

- 1 Det kontinuerlig registrerende instrumentet flyttes mellom Karpdalen (prøvetaking 1.10.-1.4.) og Noatun (prøvetaking 1.4.-1.10).
- 2 Bare perioden 1.10.1988-1.4.1989.
- 3 To-filter prøvetaker. Prøvene tas over 2+2+3 døgn (mandag-onsdag, onsdag-fredag, fredag-mandag).

Målingene av nitrogenoksider (NO, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>) på Viksjøfjell ble avsluttet i begynnelsen av mars 1989 på grunn av meget lave verdier.

På Viksjøfjell tas det prøver av svevestøv med en to-filter prøvetaker, 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 så lite at mengden ikke kan bestemmes. På alle sju stasjonene er det foreslått at et utvalg av svevestøvprøvene bør analyseres på mengden av tungmetallene Cr, Co, Ni, Cu, As, Se, Cd, Zn, V, Mn, Hg, Pb og Sb.

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

Av nedbøren tas det ukesprøver. Prøvene analyseres på nedbørmengde, ledningsevne, pH, SO<sub>4</sub>, Cl, Mg, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, Ca, K og Na, samt tungmetallene Pb, Cd, Zn, Ni, Cu og As. Stasjonen på Svanvik inngår i det nasjonale skogovervåkingsprogrammet. Stasjonen ved Dalelva er opprettet i tilknytning til en feltforsøksstasjon for vannkvalitet, der NIVA måler kontinuerlig pH, konduktivitet, lufttemperatur og vannføring.

Tabell 2: Måleprogram for nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i Sør-Varanger i perioden 1.10.1988-1.4.1990.

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

Målinger av vindretning og vindstyrke 10 m over bakken i Svanvik, inngår som en del av den rutinemessige overvåkingen av SO<sub>2</sub>-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 (Høybukta) og i Pasvik (som ligger på Noatun). Her kan det fås data for vindretning, vindstyrke, temperatur, nedbør og luftfuktighet 3-4 ganger i døgnet. Data fra Høybukta og Pasvik kan benyttes bl.a. til vurdering av data fra korrosjonsundersøkelsen.

I tabell 3 er vist måleprogrammet for korrosjon.

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

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"> <li>- Årsprøver satt ut vår og høst av karbonstål, sink og galvanisert stål</li> <li>- Måned- og kvartalsprøver av karbonstål</li> <li>- 2-årsprøver av "Aluzink"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>x</li> <li>x</li> <li>x</li> </ul>

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

Svanvik er med i et overvåkingsprogram for Norges skoger. Dette programmet ledes av NISK. Målingene i Svanvik startet i september 1986. Programmet omfatter foruten nedbørkvalitet, luftprøver over 2+2+3 døgn for bestemmelse av  $SO_2$ ,  $SO_4$ ,  $NO_3 + NHO_3$ ,  $NH_4 + NH_3$ , samt timesverdier av ozon og døgnverdier av  $NO_2$ .

Svanvik er også en av 11 stasjoner som er med i et beredskapsprogram for radioaktivitet. Stasjonen ble satt i drift i 1986 og måler gammastråling. Stasjonen har oppringt samband, og det varsles automatisk hvis strålingen går over fastsatte grenser.

### 2.3 ANDRE INSTITUSJONERS FORSLAG TIL PROGRAM

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



NISK har en av sine skogovervåkingsstasjoner i Svanvik. Denne aktiviteten inngår i det nasjonale skogovervåkingsprogrammet. Som et ledd i en hovedfagsoppgave ved NISK/NLH ble det sommeren 1988 samlet inn bjørkeblader, furunåler, etasjemose og kvitkrull i et rutenett på 4 x 4 km i Sør-Varanger kommune og deler av Varangerhalvøya. Disse prøvene, ialt ca. 320, er analysert av NILU på hovedkomponenter og tungmetaller.

FORUT har i 1988 avsluttet et oppdrag fra Reindrifftsadministrasjonen i Alta om kartlegging av vegetasjon og lavdekning ved hjelp av satelittbilder. Det er foreslått å videreføre undersøkelsen i 1989.

Kommisjonen for miljøvernavtalen mellom Norge og Sovjetunionen avtalte i april 1989 opprettelsen av en ekspertgruppe for studier av virkninger av forurensning på vegetasjon og jordsmonn. Dette involverer også vurderinger av naturens tålegrenser. FORUT er en av institusjonene som vil bli invitert til å delta i ekspertgruppen. Ekspertgruppen skal etter planen møtes første gang i Kirkenes i november 1989 for å planlegge prosjekter for 1990.

AVH, botanisk institutt har tidligere arbeidet med lavforekomst i Sør-Varanger. Undersøkelsene i 1982-1983 viste store skadevirkninger i store deler av kommunen. Det er foreslått å gjenta denne undersøkelsen i 1990 for å se på utviklingen de siste årene.

AVH, kjemisk institutt har for 1989 foreslått å bestemme innholdet av tungmetaller i mose, jord og høyere vegetasjon.

NVH har tidligere deltatt i undersøkelser i Pasvik/Sør-Varanger av forekomst av tungmetaller i viktige organer i dyr. NVH har for 1989 foreslått å bestemme tungmetallinnholdet i lever og nyre i rein, elg, sau og skogsfugl.

Gjennomføringen av de foreslåtte virkningsstudiene er utsatt til 1990.

### 3 MÅLERESULTATER OKTOBER 1988-MARS 1989

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

#### 3.1 METEOROLOGISKE FORHOLD

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

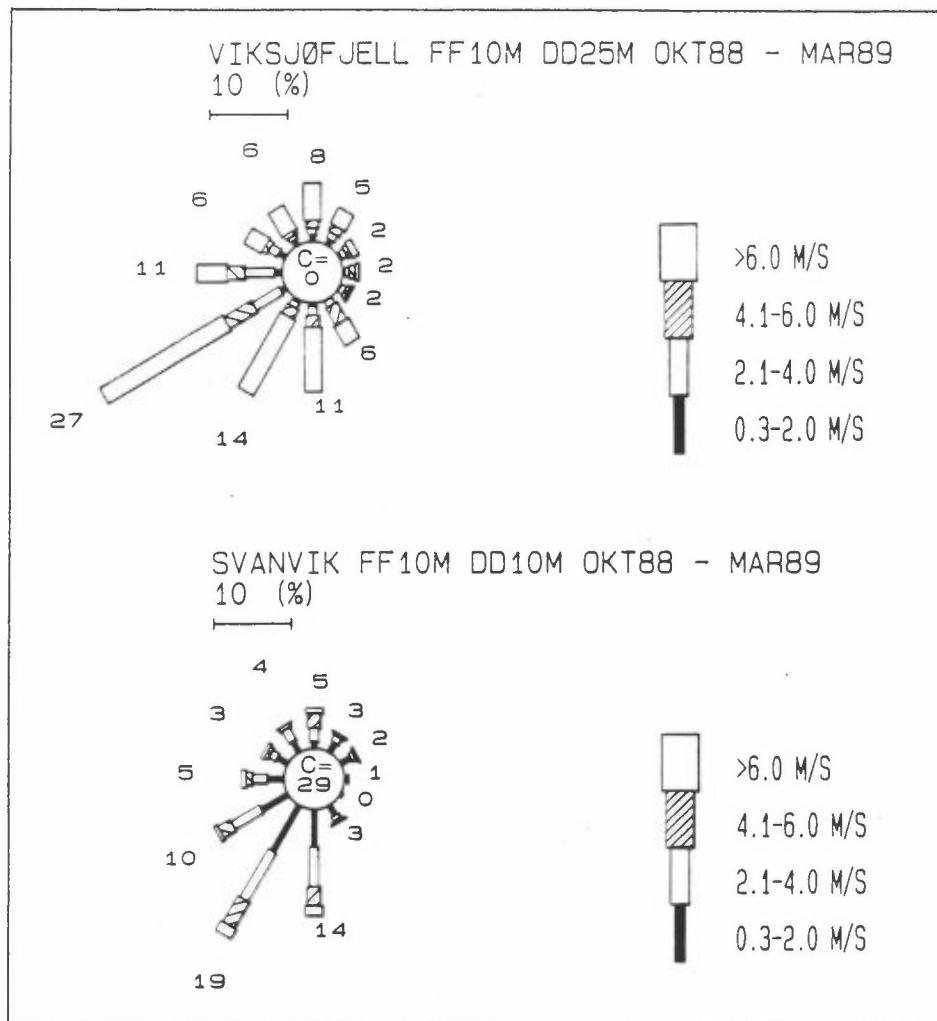
I Svanvik måles vindretning, vindstyrke, temperatur og luftas relative fuktighet. Registreringene avleses og lagres som timesmiddelverdier.

Målinger fra Meteorologisk institutts stasjoner Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun) er brukt for å vurdere representativiteten av temperatur- og fuktighetsmålingene.

Stasjonen på Viksjøfjell ble satt i drift 18.10.1988. Fram til 31.3.1989 har datatilgjengeligheten vært ca. 70%, varierende fra 42% i november til 86% i januar og februar. Det har vært en del elektroniske problemer, som antas å skyldes spenningsvariasjoner på stedet. Meget sterk vind har også i ett tilfelle ført til at en kabel opp i masta ble slitt av. I Svanvik er datatilgjengeligheten 100% i hele perioden.

##### 3.1.1 Vindmålinger

Figur 2 viser vindroser for perioden oktober 1988-mars 1989 fra Viksjøfjell og Svanvik. Vindrosene viser frekvensen av vind i bestemte retninger, 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°),



Figur 2: Vindroser for perioden oktober 1988-mars 1989 fra Viksjøfjell og Svanvik.

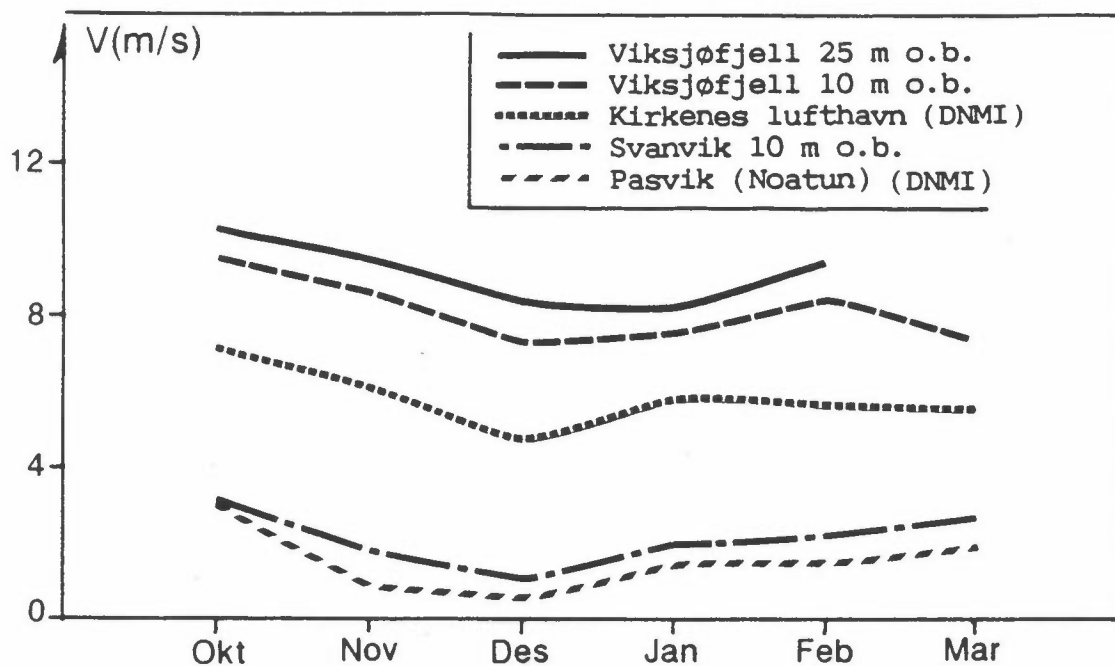
sør-sørvest ( $210^{\circ}$ ), vest-sørvest ( $240^{\circ}$ ), vest ( $270^{\circ}$ ), vest-nordvest ( $300^{\circ}$ ) og nord-nordvest ( $330^{\circ}$ ). Symbolet C i midten av vindrosene står for frekvensen av vindstille. Med vindstille menes her at timesmiddelvindstyrken er mindre enn 0,3 m/s.

På Viksjøfjell er vindretningen målt 25 m over bakken, mens det er brukt vindstyrke fra 10 m over bakken, fordi måleren 25 m over bakken falt ut på grunn av kabelbrudd i meget sterk vind 22.2.1989. Feilen lot seg ikke rette før under NILUs inspeksjon i begynnelsen av juni. I Svanvik utføres vindmålingene 10 m over bakken.

Vindrosa fra Viksjøfjell viser at vind fra vest-sørvest forekom hyppigst i perioden oktober 1988-mars 1989, 27% av tiden. Vind fra østlig kant hadde lavest hyppighet. Figuren viser også at vindstyrken som oftest var over 6 m/s i nesten alle retninger.

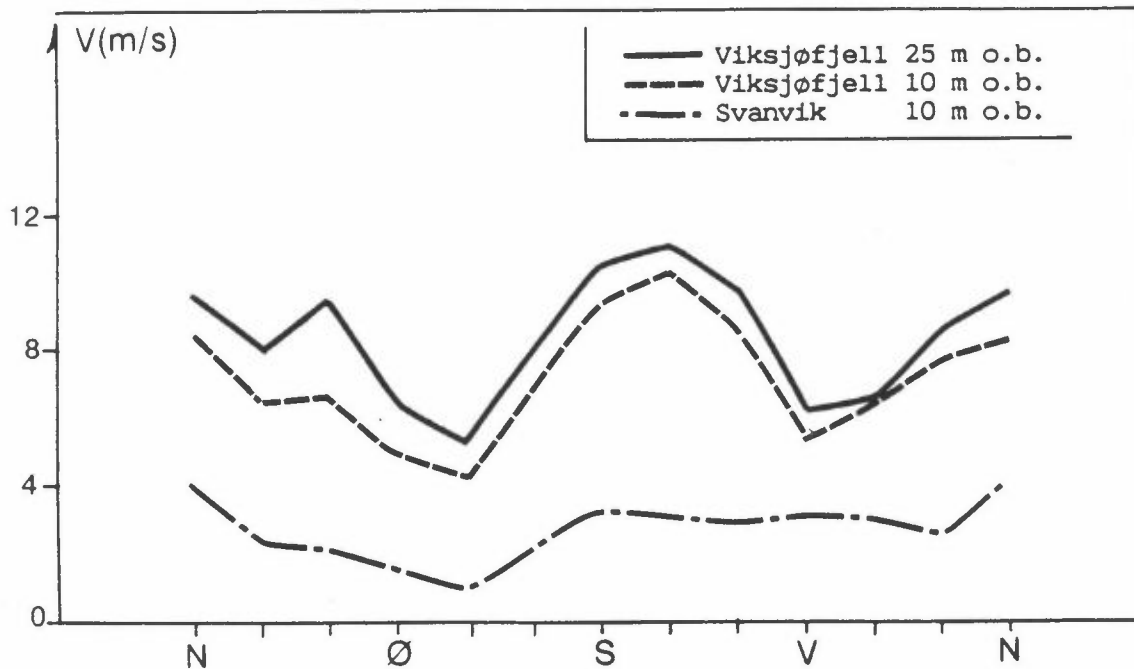
I Svanvik var hyppigste vindretning fra sør og sør-sørvest. Her er vinden noe kanalisert, og hovedvindretningene følger dalføret. I den brede sektoren fra vest over nord og øst mot sør er det liten forskjell fra vindrosa på Viksjøfjell. Frekvensen av sterk vind er imidlertid langt lavere i Svanvik, og frekvensen av vindstille var hele 29%, mot 0,1% på Viksjøfjell.

Figur 3 viser midlere vindstyrke for hver måned i perioden oktober 1988-mars 1989 på Viksjøfjell (både 10 og 25 m o.b.), Svanvik og Meteorologisk institutts stasjoner Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun). På Viksjøfjell var det ingen målinger 25 m o.b. i mars. Figuren viser at det blåste sterkest på Viksjøfjell og sterkere 25 m o.b. enn 10 m o.b. Inne i Pasvik var vindstyrken vesentlig lavere. Pasvik (Noatun) ligger lengst fra kysten og hadde svakest vind.



Figur 3: Midlere vindstyrke i hver måned i perioden oktober 1988-mars 1989 på Viksjøfjell, Kirkenes lufthavn, Svanvik og Pasvik (Noatun) (m/s).

Figur 4 viser at vind fra sørlig og sørvestlig kant var sterkest på Viksjøfjell, mens det i Svanvik blåste sterkest fra nord. På begge stasjoner var det svakest vind fra østlig og sørøstlig kant.



Figur 4: Midlere vindstyrke i perioden oktober 1988-mars 1989 fordelt på 12 vindsektorer på Viksjøfjell og Svanvik (m/s).

Tabell 4 viser frekvensen av vind i forskjellige vindstyrkeklasser. På Viksjøfjell var timesmiddelvindstyrken over 6 m/s i over 70% av tiden og under 2 m/s i bare 3% av tiden. I Svanvik blåste det over 6 m/s bare i 5% av tiden og under 3 m/s i 57% av tiden. Økende vindstyrke gir bedre spredning av luftforurensende stoffer.

Tabell 4: Frekvens av vind i forskjellige vindstyrkeklasser (%).

	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	2,8	11,5	14,0	71,6
Viksjøfjell (10 m o.b.)	0,5	6,4	16,3	17,2	59,6
Svanvik (10 m o.b.)	29,9	26,8	25,4	12,5	5,4

### 3.1.2 Temperatur

Tabell 5 gir en oversikt over temperaturmålingene på Viksjøfjell, Svanvik og Meteorologisk institutts stasjoner Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun). På DNMI's stasjoner er det sammenliknet med "normaltemperaturen", som er middelveidien for 30-årsperioden 1931-1960. Målingene viser at middeltemperaturen i oktober var omtrent som normalt, november og desember var kaldere enn normalt, særlig i Pasvik, mens både januar, februar og mars var til dels betydelig mildere enn normalt.

Tabell 5: Oversikt over temperaturforholdene på Viksjøfjell, Svanvik, Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun) i perioden oktober 1988-mars 1989 ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Stasjon	Viksjøfjell			Svanvik			Kirkenes lufthavn				Pasvik (Noatun)			
	Måned	Middel	Maks.	Min.	Middel	Maks.	Min.	Middel	Normal	Maks.	Min.	Middel	Normal	Maks.
Okt. 88	-5.9	2.2	-13.0	0.3	10.8	-16.4	1.2	0.8	10.4	-11.6	0.5	0.4	10.3	-18.8
Nov. 88	-8.3	1.4	-15.3	-11.4	2.6	-22.2	-6.9	-4.4	4.0	-15.3	-11.5	-5.3	5.0	-32.0
Des. 88	-9.6	1.7	-24.7	-17.6	1.8	-39.6	-12.0	-7.8	4.6	-29.8	-17.1	-9.6	3.0	-41.5
Jan. 89	-9.0	0.2	-18.4	-10.4	1.4	-34.4	-7.4	-10.3	3.1	-27.4	-10.1	-13.4	3.3	-38.0
Feb. 89	-9.0	-1.3	-14.9	-9.7	0.9	-30.0	-7.6	-11.1	2.3	-23.6	-9.2	-13.1	1.1	-30.0
Mars 89	-5.2	-0.3	-17.8	-3.2	4.4	-27.1	-2.5	-7.6	3.3	-19.9	-2.9	-8.6	3.7	-26.5

Den beregnede middeltemperaturen for Viksjøfjell i oktober er ikke representativ, fordi målingene startet først 18. oktober, og den siste halvdel av måneden var betydelig kaldere enn den første halvdel ifølge målingene på de andre stasjonene.

Laveste målte temperatur var  $-41,5^{\circ}\text{C}$  i Pasvik (Noatun) i desember 1988, mens det i Svanvik ble målt  $-39,6^{\circ}\text{C}$ . På Viksjøfjell var laveste temperatur  $-24,7^{\circ}\text{C}$ . Høyden over havet (ca. 400 m) og mye vind gjør at det ikke måles så lavt her som inne i Pasvik. På grunn av mer vind kan imidlertid kuldeeffekten mot huden være vel så stor på Viksjøfjell.

### 3.1.3 Luftens relative fuktighet

Tabell 6 viser månedsmiddelverdiene av luftens relative fuktighet for hver måned i perioden oktober 1988-mars 1989.

Tabell 6: Månedsmiddelverdier av relativ fuktighet i perioden oktober 1988-mars 1989 på Viksjøfjell, Svanvik, Kirkenes lufthavn og Pasvik (Noatun) (i prosent).

Stasjon Måned	Viksjøfjell	Svanvik	Kirkenes lufthavn	Pasvik (Noatun)
Oktober 1988	77	88	81	78
November 1988	82	91	84	85
Desember 1988	84	94	84	84
Januar 1989	87	91	89	84
Februar 1989	87	90	86	81
Mars 1989	90	88	86	81

Generelt er det som ventet rimelig god overensstemmelse mellom Viksjøfjell og Kirkenes, mens Pasvik (Noatun) også som ventet ligger litt lavere de fleste månedene. På Svanvik synes middelverdiene å være høyere enn en skulle forvente, særlig sett i forhold til Pasvik (Noatun).

## 3.2 LUFTKVALITET

### 3.2.1 Svoveldioksid (SO<sub>2</sub>)

SO<sub>2</sub>-målinger er utført på ialt 7 stasjoner, Viksjøfjell, Karpdalen, Rådhuset i Kirkenes, Holmfoss, Svanvik, Kobbfoss og Noatun. Tre av stasjonene, Viksjøfjell, Karpdalen og Svanvik har kontinuerlig registrerende instrumenter med oppringt samband. Dataene lagres som timesmiddelverdier. Alle stasjonene, unntatt Viksjøfjell, har døgnprøvetakere. Både i Karpdalen og Svanvik måles derfor SO<sub>2</sub> på to uavhengige måter, og døgnmiddelverdier beregnet ut fra målte timesmiddelverdier 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. Timesmiddelverdiene kan også knyttes direkte til målte vindretninger for å bestemme kilde(r) eller kildeområde(r).

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

Et sammendrag av  $\text{SO}_2$ -målingene i perioden oktober 1988-mars 1989 med monitorer og døgnprøvetakere er gitt i tabellene 7 og 8. Målingene viser at Viksjøfjell var klart mest belastet i perioden. Vindrosen fra Viksjøfjell i figur 2 viser at vind fra  $240^\circ$  er mest hyppig, dvs. røykskyen fra Nikel går antagelig ofte sør og øst for stasjonen. Det er derfor grunn til å tro at områdene sør og øst for Viksjøfjell er de mest belastede norske områdene og at konsentrasjonene på russisk område er enda høyere.

Tabell 7: Sammendrag av målinger av  $\text{SO}_2$  med kontinuerlig registrerende instrumenter på Viksjøfjell,<sup>2</sup> Karpdalen og Svanvik i perioden oktober 1988-mars 1989 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Stasjon	Måned	Måneds- middel	Høyeste døgn- middel	Ant. døgn- obs.	Ant. døgnmidler			Høyeste times- middel	Ant. times- obs.	Ant. timesmidler			
					>50	>100	>300			>100	>300	>500	>1 000
Viksjø- fjell	Okt 1988	33	189	26	7	4	0	1 174	560	55	14	4	1
	Nov	22	204	30	4	2	0	1 033	667	35	17	5	1
	Des	58	571	31	8	5	1	1 824	700	93	40	16	6
	Jan 1989	45	140	31	10	4	0	1 130	690	90	18	8	1
	Feb	54	192	28	10	8	0	1 398	626	91	32	9	2
	Mar	64	384	31	12	7	1	971	702	117	50	16	0
	Okt-mar	46	571	177	51	30	2	1 824	3 945	481	171	58	11
Karp- dalen	Okt 1988	14	211	24	3	1	0	491	534	25	5	0	0
	Nov	12	76	30	2	0	0	525	666	21	7	1	0
	Des	41	353	31	9	4	1	939	700	73	35	7	0
	Jan 1989	26	205	31	4	3	0	968	688	52	11	5	0
	Feb	43	163	28	10	2	0	529	623	92	23	2	0
	Mar	23	82	31	7	0	0	691	693	47	7	3	0
	Okt-mar	27	353	175	35	10	1	968	3 904	310	88	18	0
Svanvik	Okt 1988	3	40	25	0	0	0	207	553	7	0	0	0
	Nov	4	42	30	0	0	0	189	673	3	0	0	0
	Des	18	272	31	4	1	0	1 684	697	21	6	4	2
	Jan 1989	7	99	31	1	0	0	239	683	6	0	0	0
	Feb	14	108	28	3	1	0	355	626	23	4	0	0
	Mar	22	290	31	3	2	0	420	692	48	16	0	0
	Okt-mar	12	290	176	11	4	0	1 684	3 924	108	26	4	2



Tabell 8: Sammendrag av døgnmålinger av SO<sub>2</sub> i perioden oktober 1988-mars 1989 (µg/m<sup>3</sup>).

Stasjon og måned	Middel	Maks	Min.	Ant. obs.	>50	>100
<b>KIRKENES</b>						
Oktober 1988	9	29	1	31		
November	15	81	1	30	2	
Desember	22	61	1	31	2	
Januar 1989	18	187	1	31	2	1
Februar	20	61	2	28	3	
Mars	24	76	1	31	3	
Okt. 88-mars 89	18	187	1	182	12	1
<b>SVANVIK</b>						
Oktober 1988	4	54	1	31	1	
November	6	40	1	30		
Desember	20	274	1	31	3	1
Januar 1989	7	84	1	29	1	
Februar	18	90	1	19	2	
Mars	21	259	1	31	3	1
Okt. 88-mars 89	12	274	1	171	10	2
<b>KARPDALEN</b>						
Oktober 1988	14	189	1	31	2	1
November	14	78	1	30	4	
Desember	44	359	1	31	8	4
Januar 1989	31	229	1	31	4	3
Februar	46	168	2	28	11	3
Mars	30	94	2	17	5	
Okt. 88-mars 89	30	359	1	168	34	11
<b>HOLMFOSS</b>						
Oktober 1988	6	64	1	31	1	
November	9	45	1	30		
Desember	30	182	1	31	4	3
Januar 1989	17	154	1	31	2	2
Februar	26	184	2	28	4	2
Mars	37	217	2	31	5	3
Okt. 88-mars 89	21	217	1	182	16	10
<b>KOBBFOSS</b>						
Oktober 1988	4	41	1	28		
November	5	43	1	23		
Desember	9	95	1	31	2	
Januar 1989	2	15	1	31		
Februar	12	50	1	28		
Mars	14	67	1	31	1	
Okt. 88-mars 89	8	95	1	172	3	
<b>NOATUN</b>						
Oktober 1988	3	10	1	28		
November	3	18	1	22		
Desember	15	166	1	31	3	2
Januar 1989	6	33	1	22		
Februar	10	23	1	20		
Mars	18	89	1	27	2	
Okt. 88-mars 89	10	166	1	150	5	2

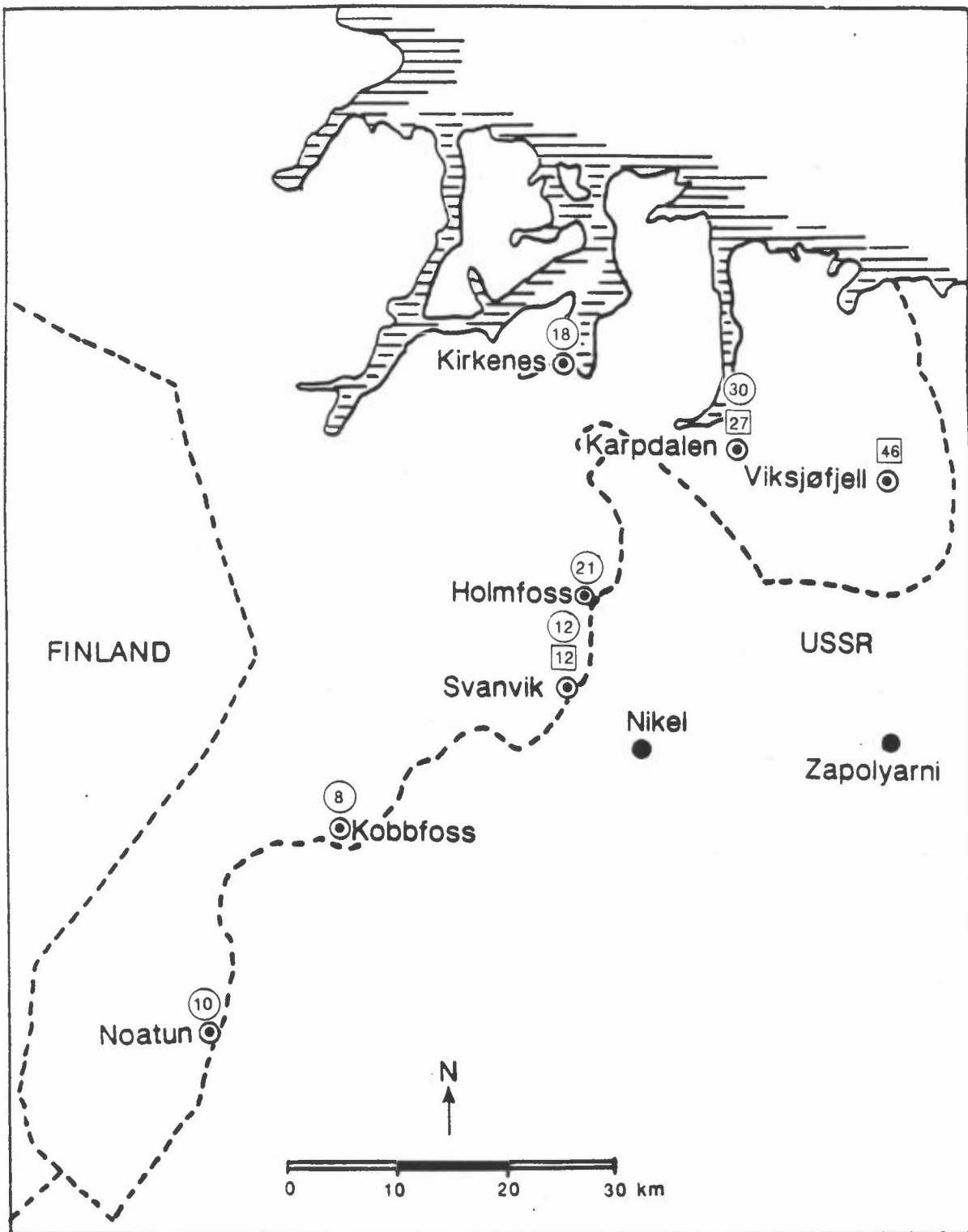
Konsentrasjonene avtar sørover i Pasvik. At Kobbfoss i middel har de laveste konsentrasjonene skyldes at stasjonen ligger litt utenfor hovedvindretningen. Selv om Svanvik ligger nærmest utslippet, er ikke middelverdien av  $\text{SO}_2$  spesielt høy, fordi det sjelden blåser i denne retningen.

Gjennomsnittsverdiene av  $\text{SO}_2$  i perioden oktober 1988-mars 1989 er vist i figur 5. De nordlige og østlige delene av Sør-Varanger var mest belastet. På Viksjøfjell var middelverdien over norsk forslag til nedre grenseverdi på  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (SFT, 1982). Antagelig er konsentrasjonene enda høyere i områdene sør og øst for Viksjøfjell.

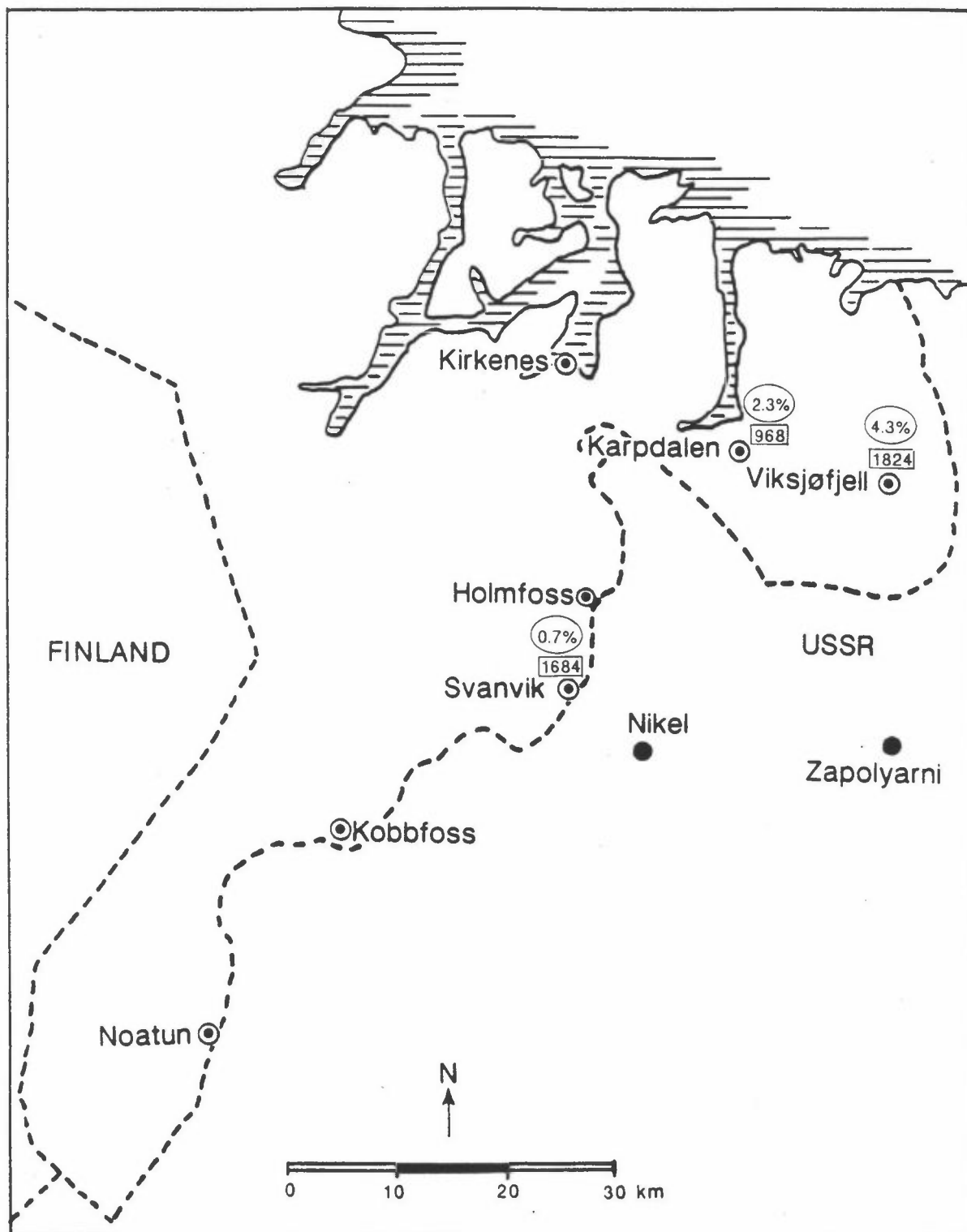
Figur 6 viser de maksimale timesmiddelverdiene av  $\text{SO}_2$  på Viksjøfjell, i Karpdalen og Svanvik og hvor stor del av tiden timesmiddelverdiene var over  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Viksjøfjell hadde både den høyeste timesmiddelverdien og hadde hyppigst høye konsentrasjoner.

Viksjøfjell hadde også flest døgnmiddelverdier over  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , se figur 7, og den aller høyeste døgnmiddelverdien, se figur 8. Fra Svanvik og sørover i Pasvik var det klart færre høye døgnmiddelverdier enn i de øvrige områdene. Kirkenes sentrum hadde bare én døgnmiddelverdi over  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Denne ble målt 9.-10.1.1989. Vindmålingene tyder på at utslippene på sovjetisk side kan være hovedkilden dette døgnet. De maksimale døgnmiddelverdiene på Kobbfoss og Noatun ble målt samme døgnet, 29.-30.12.1988. Vindmålingene i Svanvik viste stille vær med temperatur ned mot  $-30^\circ\text{C}$ . Vindmålinger fra Viksjøfjell mangler, men det er neppe noen tvil om at utslippene i Nikel er kilden.

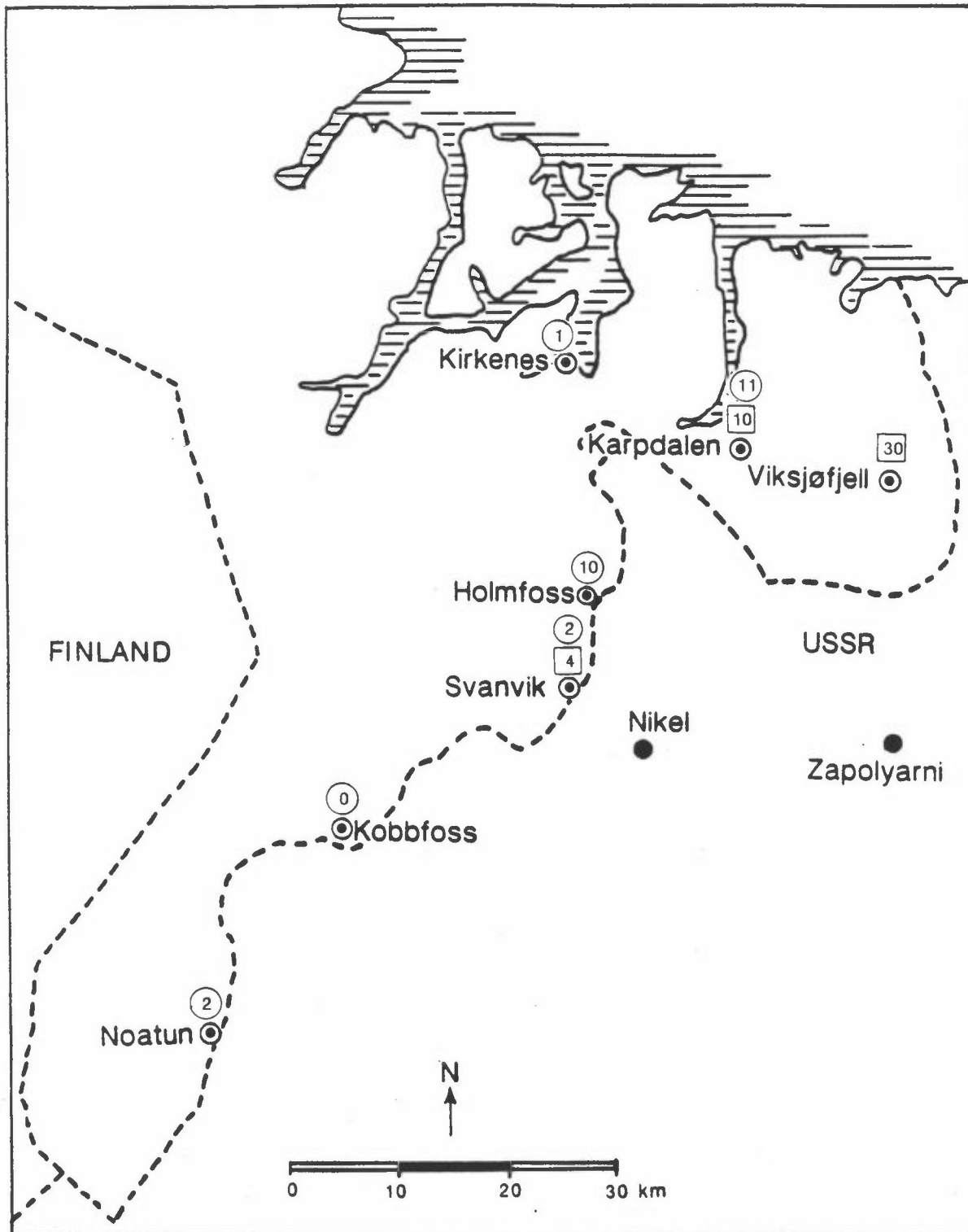
Figur 9 viser døgnmiddelverdiene av  $\text{SO}_2$  i døgnet 19.-20.12.1988. Både Svanvik, Holmfoss, Karpdalen og Viksjøfjell hadde meget høye konsentrasjoner dette døgnet. Både Svanvik og Viksjøfjell hadde også de maksimale timesmiddelverdiene i denne episoden, mens Karpdalen hadde nær opptil sin maksimale timesmiddelverdi. Denne episoden er nærmere illustrert i figur 10 som viser timesmiddelverdiene av  $\text{SO}_2$  fra Svanvik, Karpdalen og Viksjøfjell i perioden 18.12.1988 kl 12-20.12.1988 kl 18. I tillegg er det vist vindretning, vindstyrke og temperatur fra Svanvik og Viksjøfjell, samt termisk stabilitet fra Viksjøfjell definert ved temperaturforskjellen mellom 25 m o.b. og 10 m o.b.



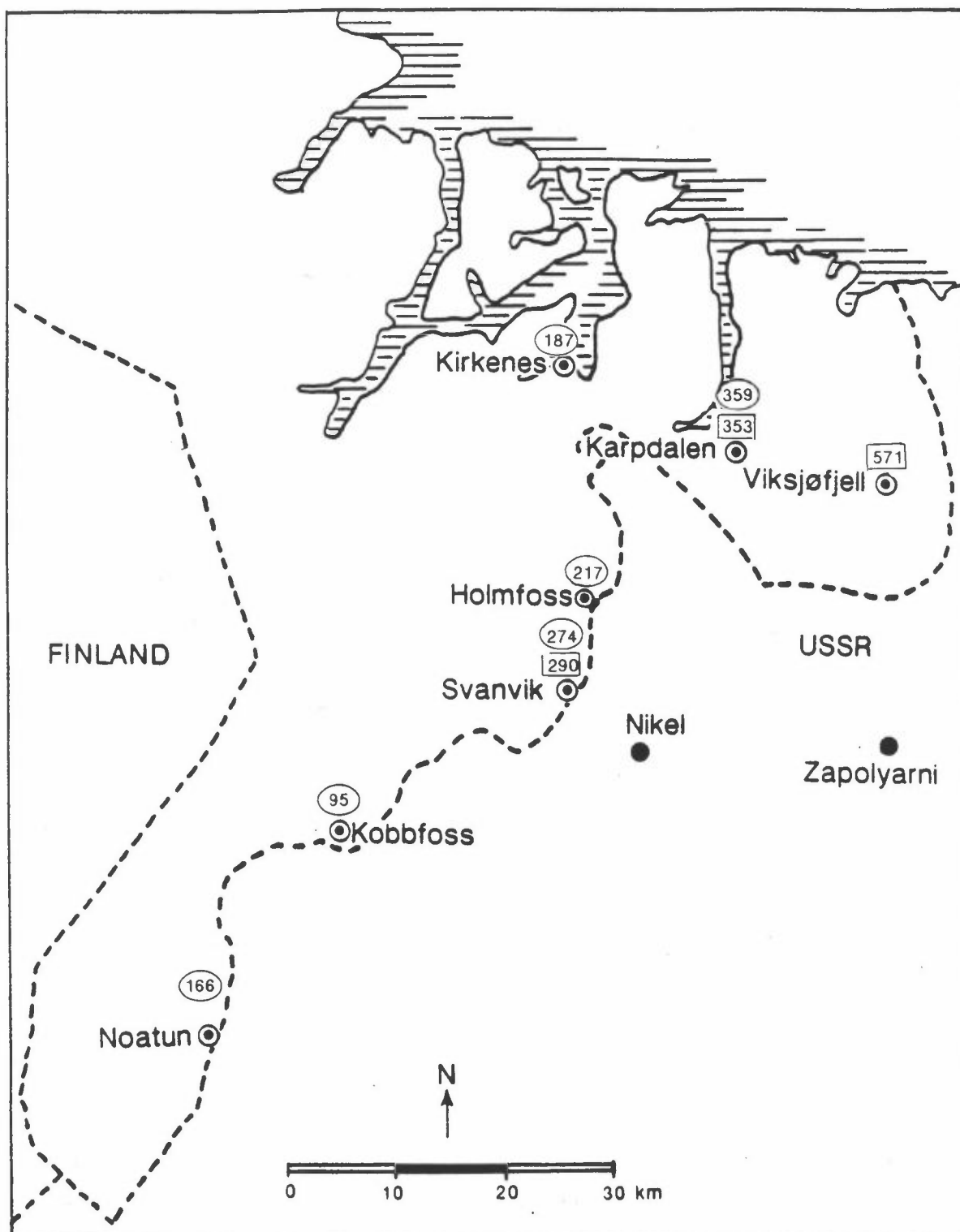
Figur 5: Middelerverdier av  $\text{SO}_2$  i perioden oktober 1988-mars 1989 målt med kontinuerlig registrerende prøvetakere (□) og døgnpøvetakere (○) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



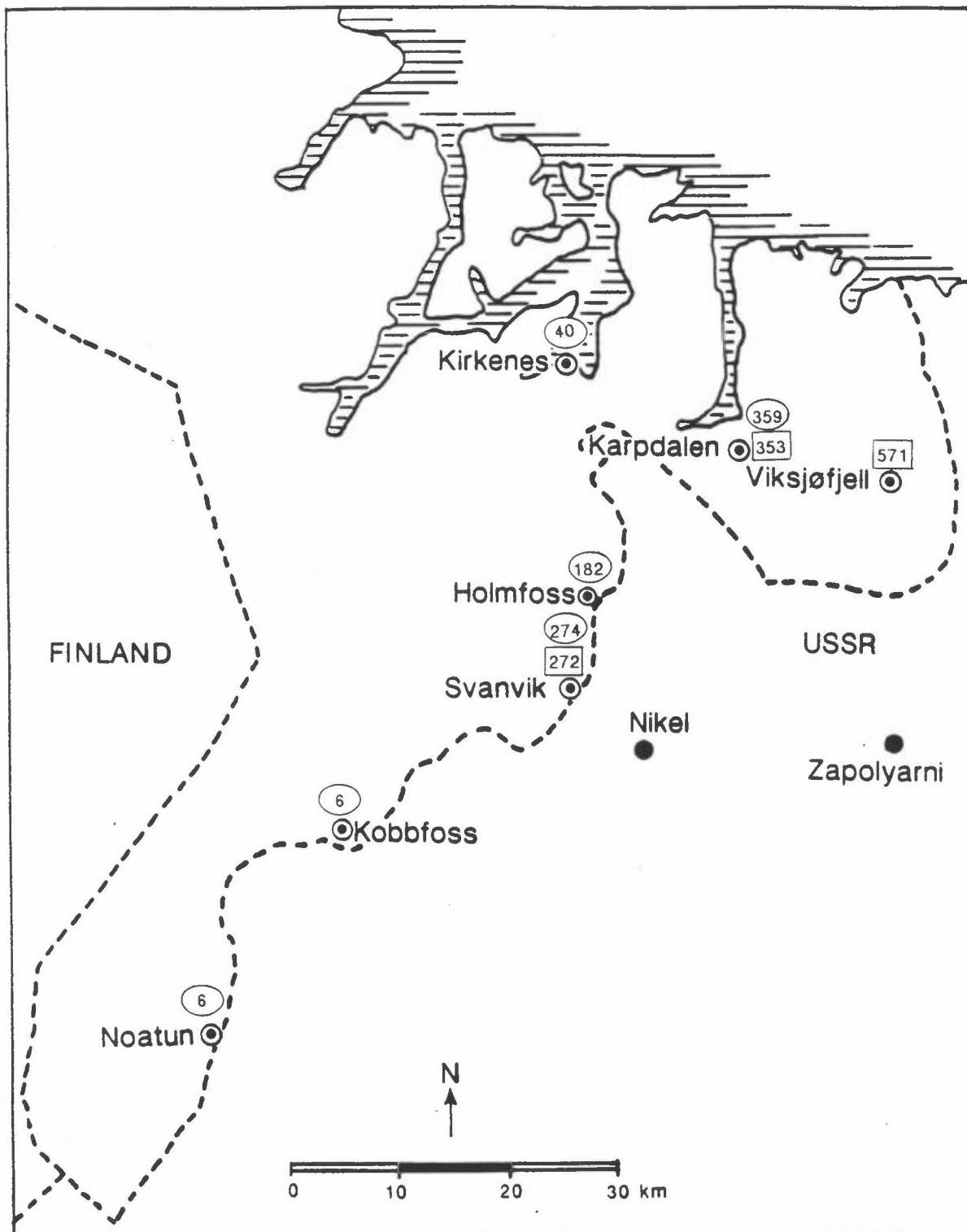
Figur 6: Maksimale timesmiddelverdier av SO<sub>2</sub> (□) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) og prosent av tiden med timesmiddelverdier over 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



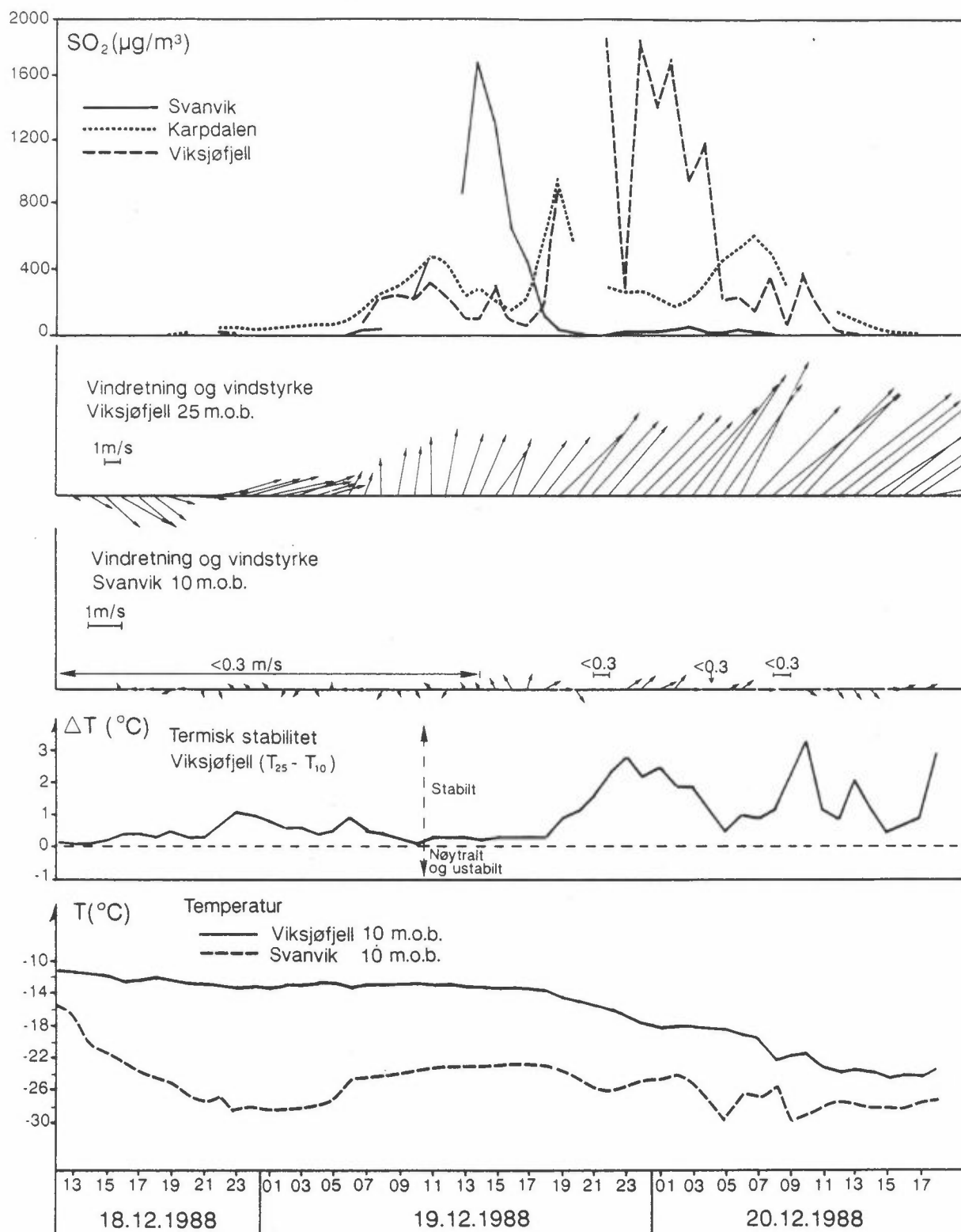
Figur 7: Antall døgnmiddelverdier av SO<sub>2</sub> over 100 µg/m<sup>3</sup> i perioden oktober 1988-mars 1989 målt med kontinuerlig registrerende prøvetakere (□) og døgnprøvetakere (○).



Figur 8: Maksimale døgnmiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i perioden oktober 1988-mars 1989 målt med kontinuerlig registrerende prøvetakere (□) og døgnprøvetakere (○) (µg/m<sup>3</sup>).



Figur 9: Døgnmiddelverdier av  $\text{SO}_2$  i "belastet dagn", 19.-20.12.1988 (kl 08-08) målt med kontinuerlig registrerende prøvetakere (□) og døgnsprøvetakere (○) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



Figur 10: Timesmiddelverdier av SO<sub>2</sub> (Viksjøfjell, Karpdalen, Svanvik) og meteorologiske forhold<sup>2</sup> (Viksjøfjell, Svanvik) i perioden 18.12.1988 kl 12-20.12.1988 kl 18.



Før episoden satte inn var det ingen  $\text{SO}_2$ -forurensning av betydning i hele Sør-Varanger. Døgnet 17.-18.12.1988 (kl 08-kl 08) var døgnmiddelkonsentrasjonene 0-2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  på samtlige stasjoner, og vindretningen varierte mellom vest og nord. Fra natt til 18.12.1988 stilnet vinden i Svanvik av, mens det fortsatt blåste fra vest og nordvest på Viksjøfjell. For Svanvik er det på figuren antydnet vindretning også i stilleperioden, men denne kan være variabel og usikker. Dataene antyder imidlertid perioder med østlig og sørøstlig drag, dvs. fra Nikel mot Svanvik. Utover dagen den 19.12.1988 økte konsentrasjonene kraftig på alle tre stasjonene Svanvik, Karpdalen og Viksjøfjell. Viksjøfjell hadde sørlig vind, som senere dreiet til sør-sørvest.

I Svanvik ble de høyeste  $\text{SO}_2$ -konsentrasjonene målt midt på dagen 19.12.1988 ved svak sørøstlig vind på denne målestasjonen. Kombinasjonen av svært stabil sjikting (inversjon) og forskjell i vindforholdene målt mellom Viksjøfjell og Svanvik tyder på at Svanvik kan ha vært belastet av lave diffuse utslipp av  $\text{SO}_2$  ved Nikel, mens stasjonene på Viksjøfjell og Karpdalen belastes av utslipp fra de høye skorsteinene i Nikel og Zapolyarni.

Høye konsentrasjoner opptrådte samtidig på Karpdalen og Viksjøfjell ved sørlig vind den 19.12.1988. Dette kan tyde på at stasjonene ble påvirket av utslippene fra henholdsvis Nikel og Zapolyarni. De høyeste konsentrasjonene på Viksjøfjell ble målt natt til 20.12.1988 ved sør-sørvestlig vind.

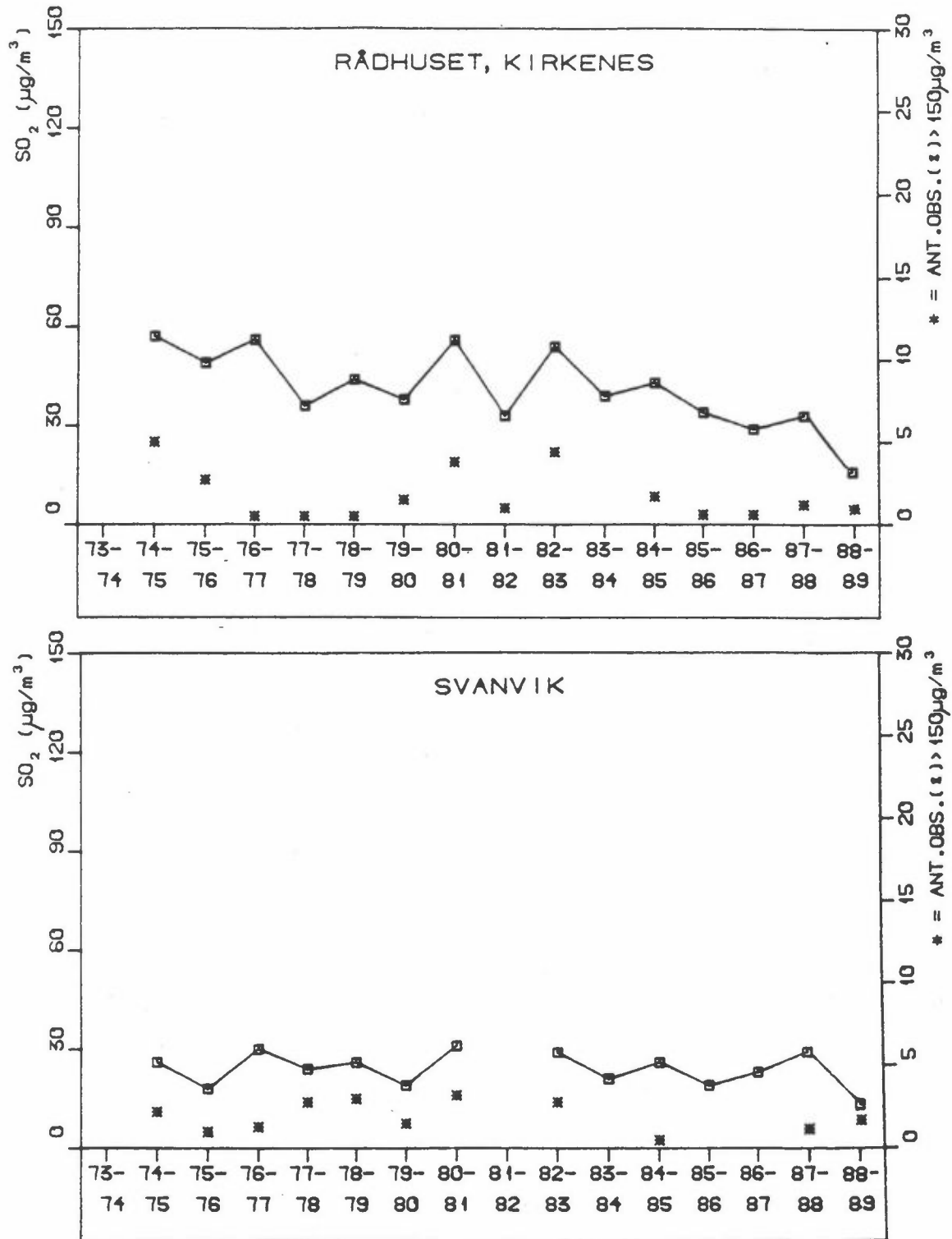
Hele episoden er karakterisert av meget kaldt vær med lite eller ingen vind i Svanvik, slik forholdene gjerne har vært tidligere også ved høy  $\text{SO}_2$ -forurensning. På Viksjøfjell var det betydelig høyere temperatur enn i Svanvik. Vinden var ganske retningsstabil med styrke ca. 5 m/s ved de høyeste  $\text{SO}_2$ -konsentrasjonene, og det var stabil temperatursjiktning i hele perioden. Utover dagen 20.12.1988 dreide vinden på Viksjøfjell litt til sørvest og vest-sørvest og økte til ca. 10 m/s. Dette medførte lave konsentrasjoner igjen på alle stasjonene.

Døgnmålinger av  $\text{SO}_2$  startet på Rådhuset i Kirkenes og i Svanvik allerede i 1974, mens Holmfoss har hatt målinger siden 1978 og Karpdalen

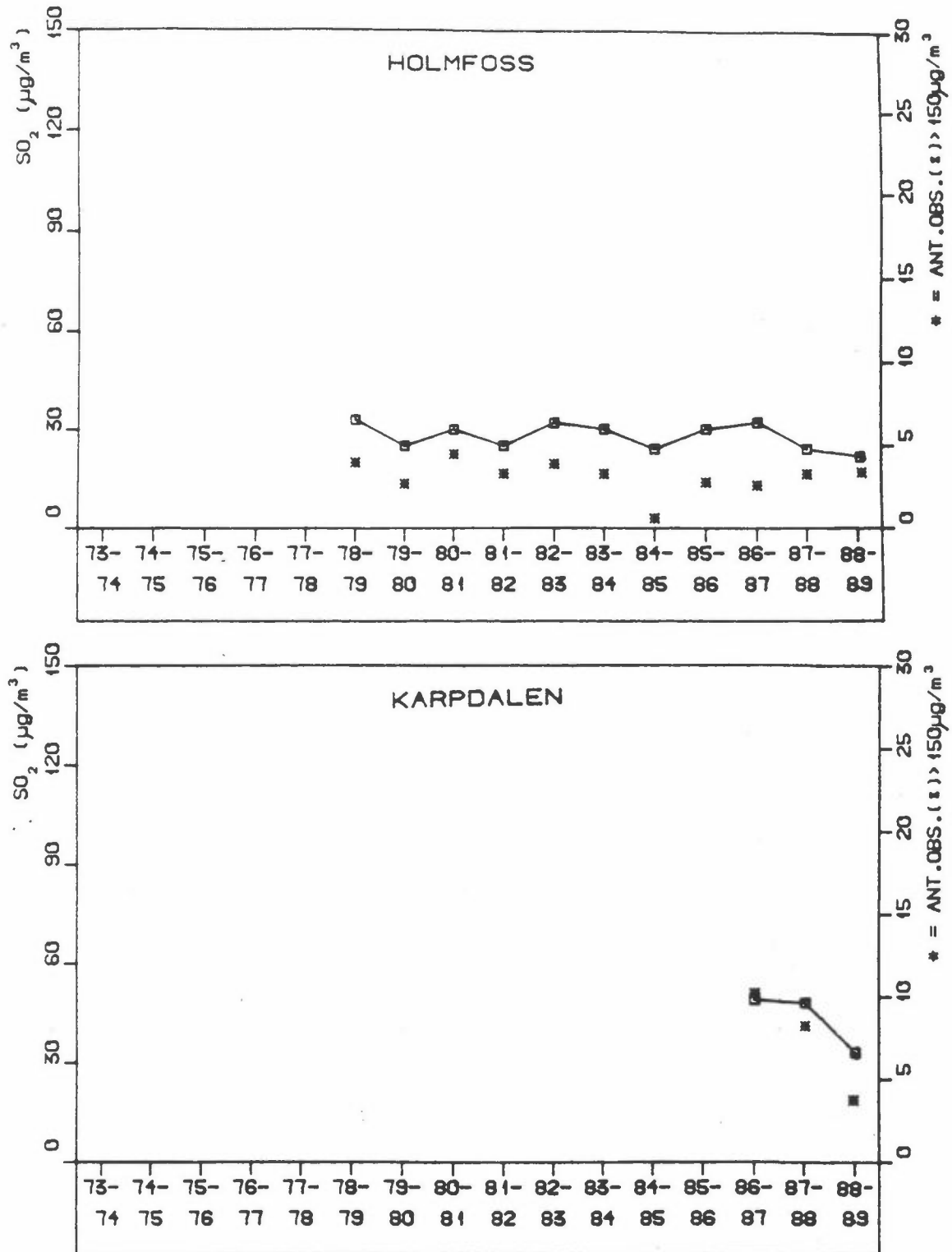
siden 1986. Figurene 11 og 12 viser hvordan middelveidene i vinterhalvåret har variert fra år til år. Ser vi bort fra vinteren 1988/89 synes det å ha vært et stabilt nivå både i Svanvik, Holmfoss og Karpdalen, mens nivået i Kirkenes har gått en del ned på samme måte som i andre byer og tettsteder. Nedgangen i Kirkenes må tilskrives reduserte lokale utslipp. Svanvik, Holmfoss og Karpdalen er belastet av de sovjetiske utslippene, som synes å ha vært stabile helt siden 1974.

Målingene vinteren 1988/89 viser de laveste middelveidene til nå både i Kirkenes, Svanvik, Holmfoss og Karpdalen. Årsaken til dette er ikke klarlagt. Både i januar, februar og mars var det vesentlig mildere enn normalt, se tabell 5. Spredningsforholdene kan derfor ha vært svært gunstige. Siden hovedkildene til  $\text{SO}_2$  er enkeltkilder og de meteorologiske målingene antyder at røykfanene har liten utstrekning selv så langt ute som ved målestasjonene, kan små forskjeller i vindfrekvens fra utslippene mot målestasjonene fra år til år, gi merkbare utslag på middelveidene av  $\text{SO}_2$ . Det kan også tenkes at utslippene på sovjetisk side er redusert, men dette har vi ingen sikker kunnskap om.

Tabellene 7 og 8 foran viser at konsentrasjonene av  $\text{SO}_2$  i Sør-Varanger kan variere fra null og til over  $1\ 800\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  som timesmiddelverdi. På midlingstid 5 minutter er det registrert godt over  $3\ 000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  (uoffisielle data). For å gi et inntrykk av variasjonen i dataene er det i figurene 13-18 vist plot av timesmiddelverdiene fra Svanvik, Karpdalen og Viksjøfjell for hver måned i perioden oktober 1988-mars 1989. Episoder med høye konsentrasjoner forekommer hyppigst på Viksjøfjell og minst hyppig i Svanvik. Episodene er som regel ganske kortvarige, fra noen få timer til ett døgn. Målinger av standardavviket i vindretningen på Viksjøfjell tyder på at røykfanene fra de høye pipene i Nikel og Zapolyarni er ganske smale, som oftest bare noen kilometers utstrekning selv så langt fra utslippet som på Viksjøfjell. Konsentrasjonen blir derfor høy når målestasjonen ligger rett i røykfanen, mens bare noen graders endring i vindretningen kan føre til at stasjonen ikke er eksponert. I lange perioder er stasjonene ikke eksponert, eller verdiene er lavere enn deteksjonsgrensen på  $10\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

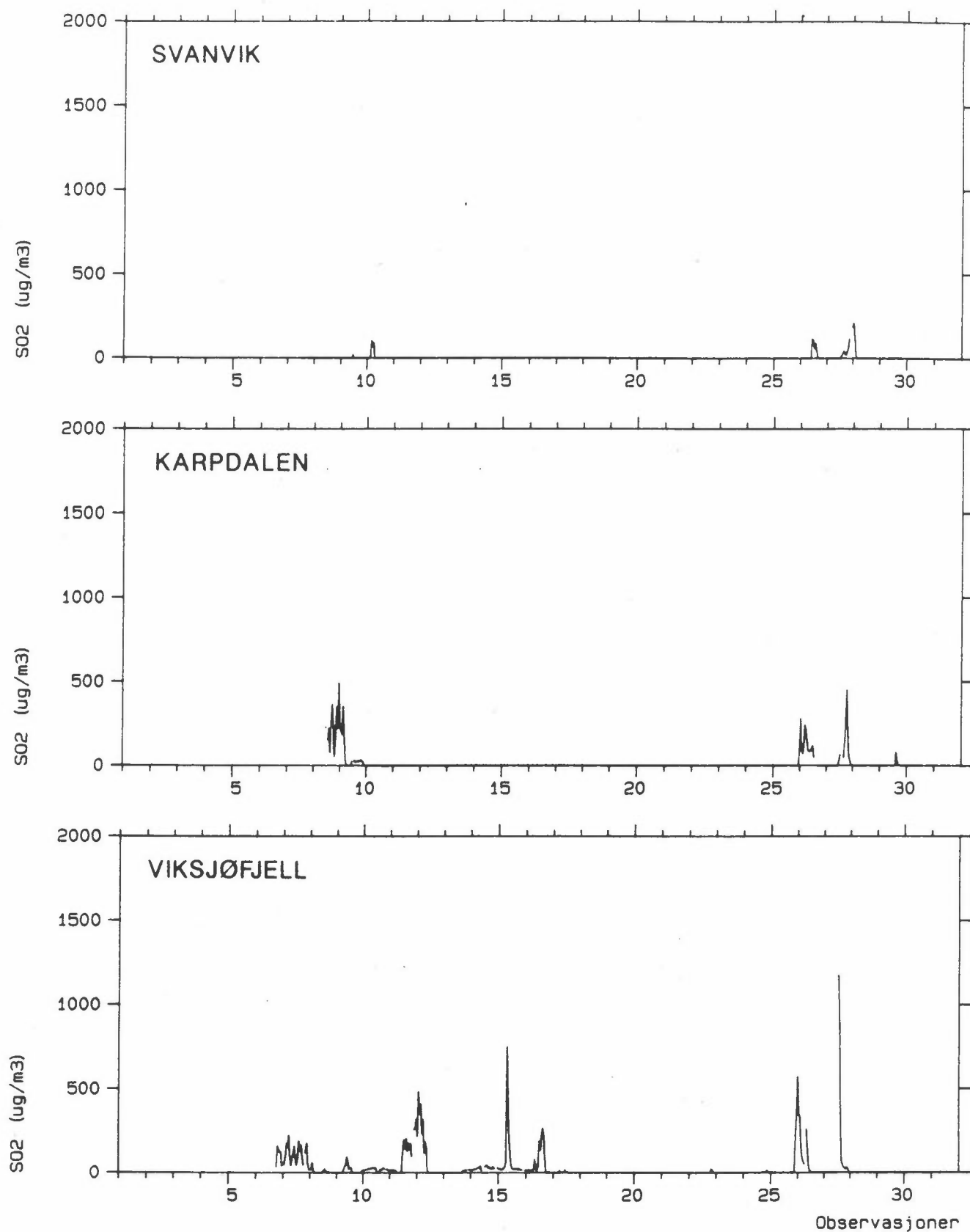


Figur 11: Vintermiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) og frekvens av døgnmiddelverdier over 150 µg/m<sup>3</sup> på Rådhuset i Kirkenes og i Svanvik.



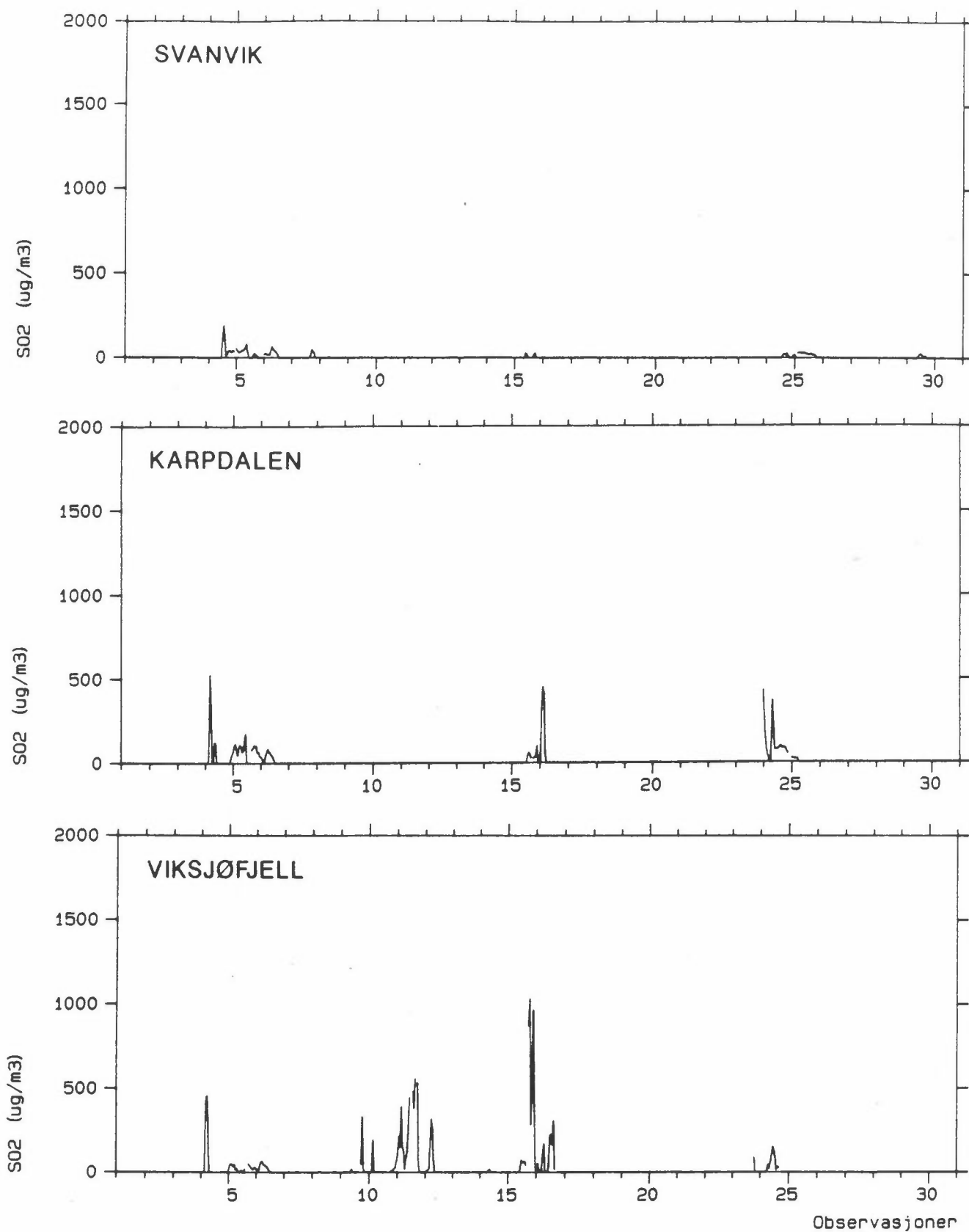
Figur 12: Vintermiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) og frekvens av døgnmiddelverdier over 150 µg/m<sup>3</sup> i Holmfoss og Karpdalen.

Oktober 1988



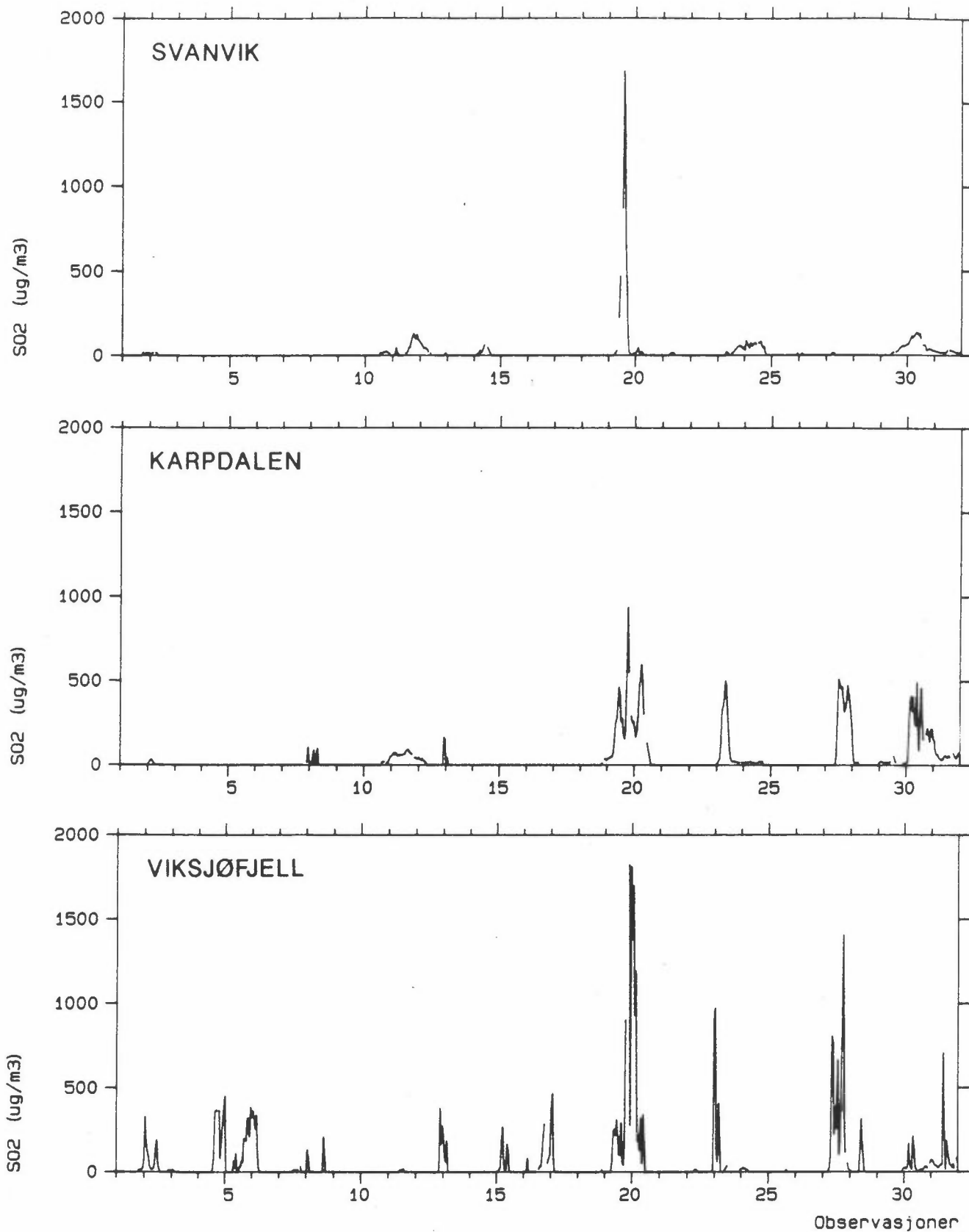
Figur 13: Timesmiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i oktober 1988 i Svanvik, Karpdalen og på Viksjøfjell ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). (Målingene startet 6.10.1988 på Viksjøfjell, 7.10.1988 i Svanvik og 8.10.1988 i Karpdalen).

November 1988



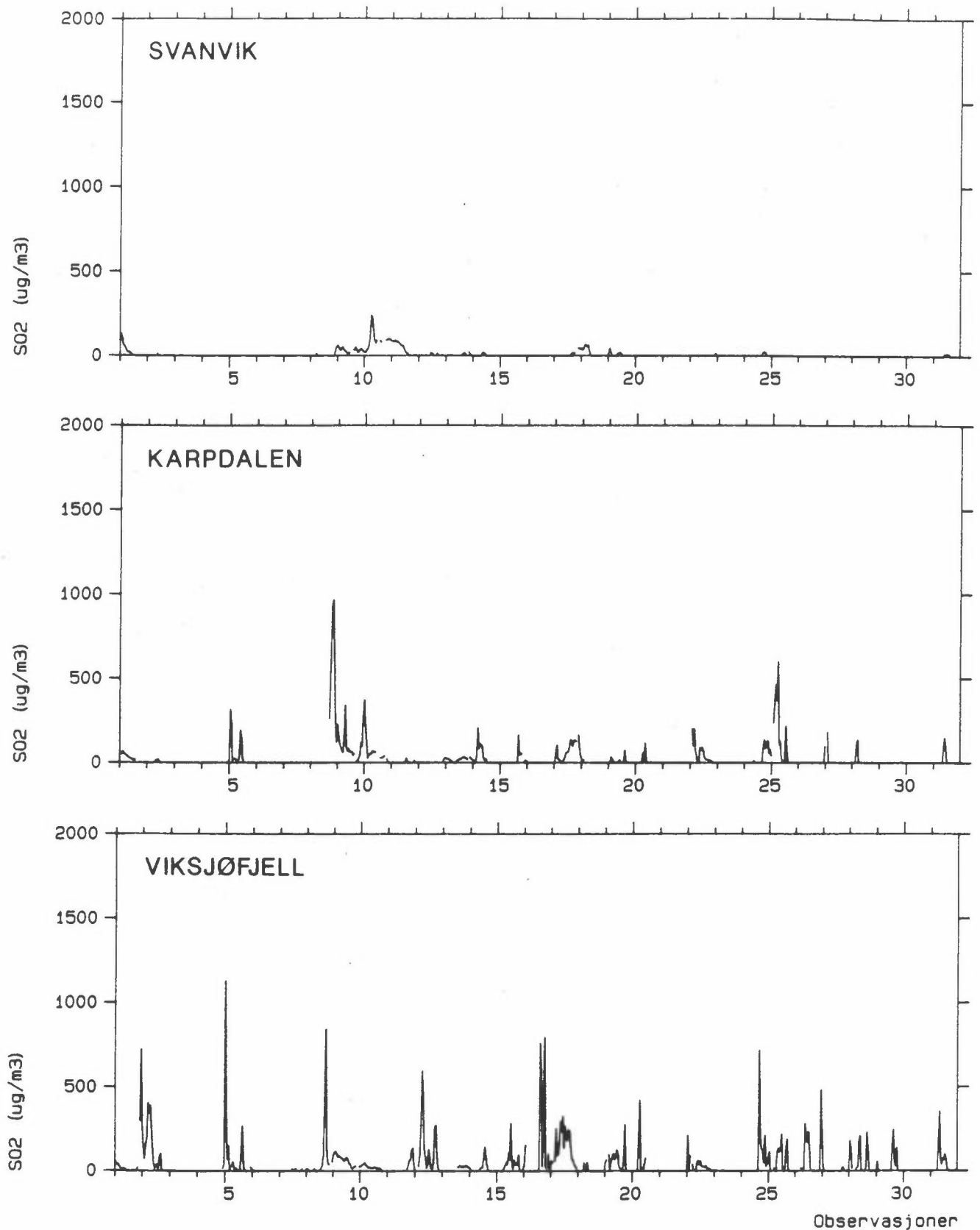
Figur 14: Timesmiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i november 1988 i Svanvik, Karpdalen og på Viksjøfjell ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Desember 1988



Figur 15: Timesmiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i desember 1988 i Svanvik, Karpdalen og på Viksjøfjell (µg/m<sup>3</sup>).

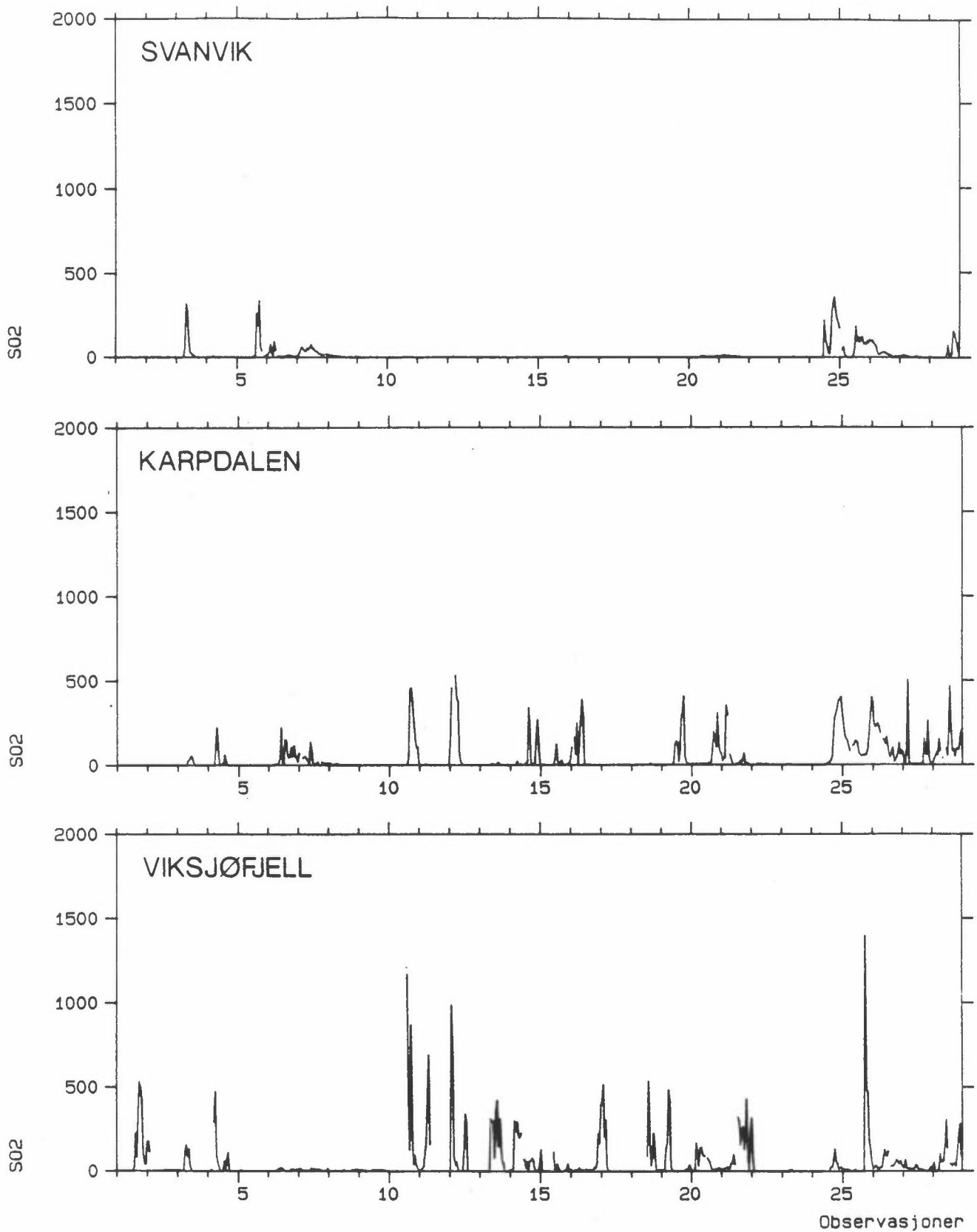
Januar 1989



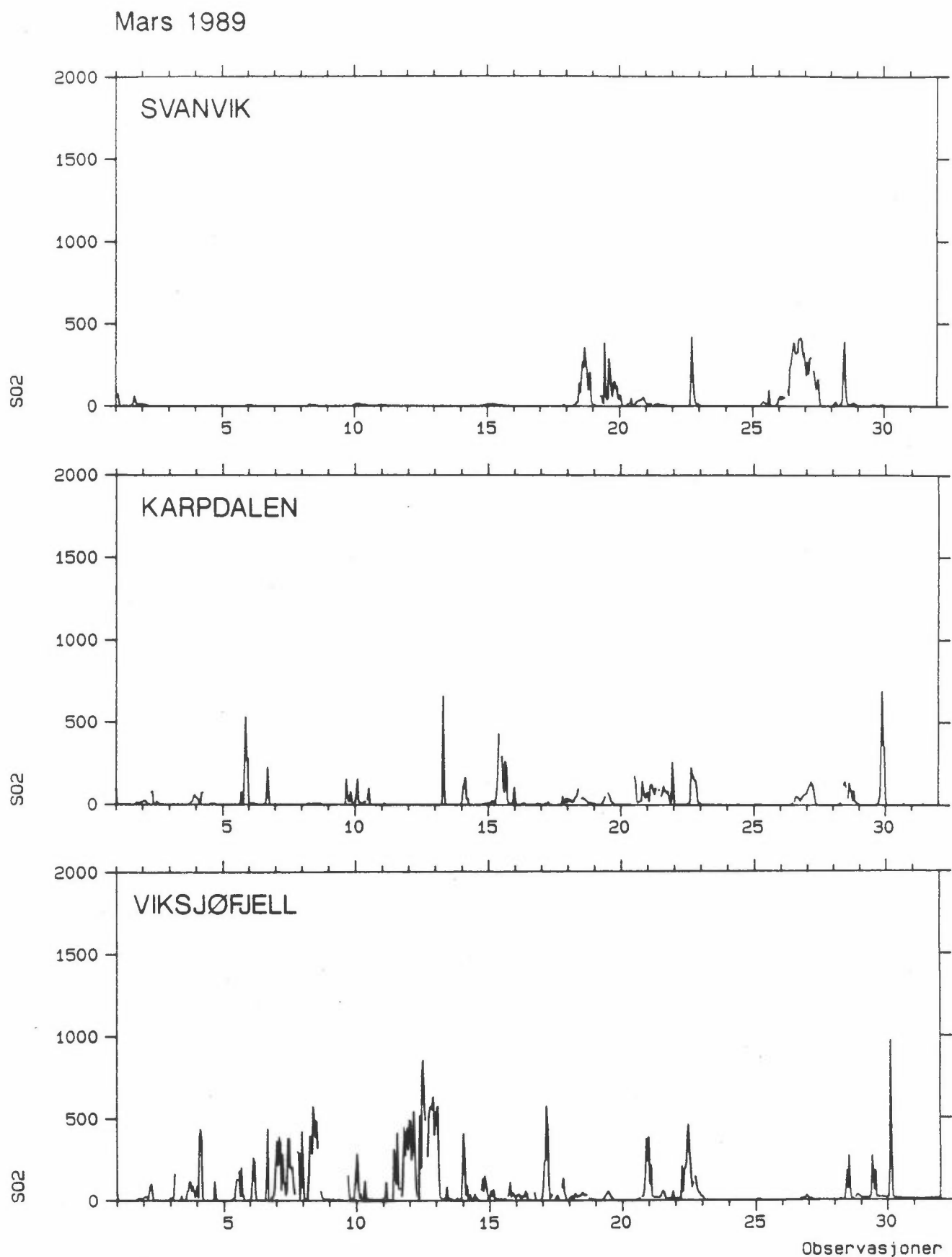
Figur 16: Timesmiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i januar 1989 i Svanvik, Karpdalen og på Viksjøfjell (µg/m<sup>3</sup>).



Februar 1989



Figur 17: Timesmiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i februar 1989 i Svanvik, Karpdalen og på Viksjøfjell ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

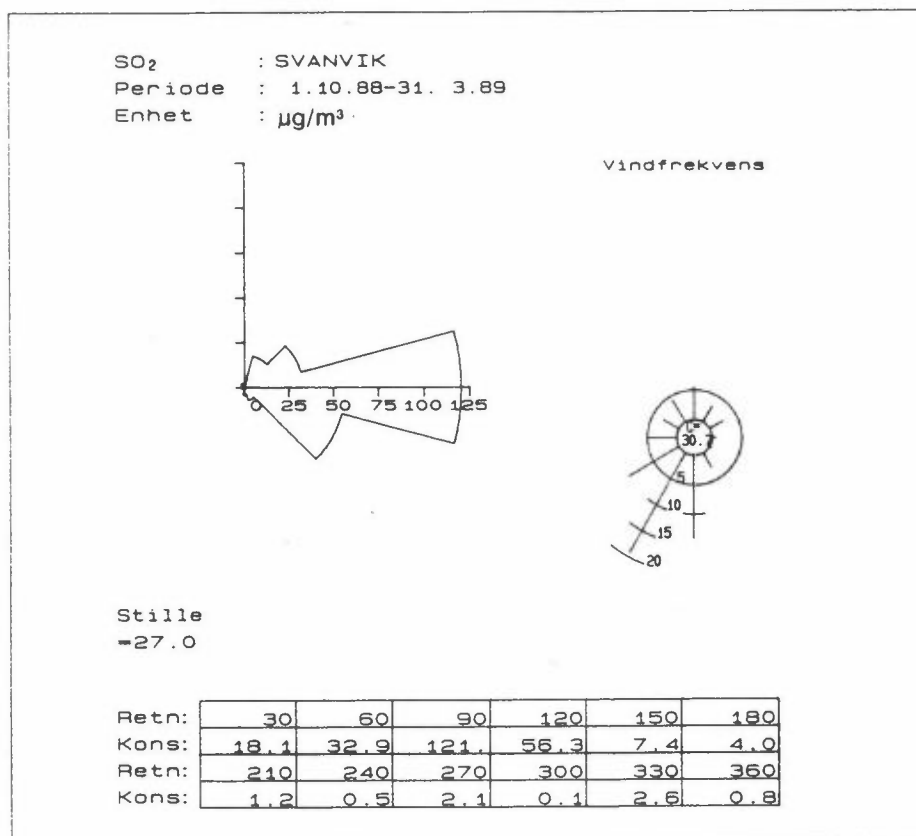


Figur 18: Timesmiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i mars 1989 i Svanvik, Karpdalen og på Viksjøfjell ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

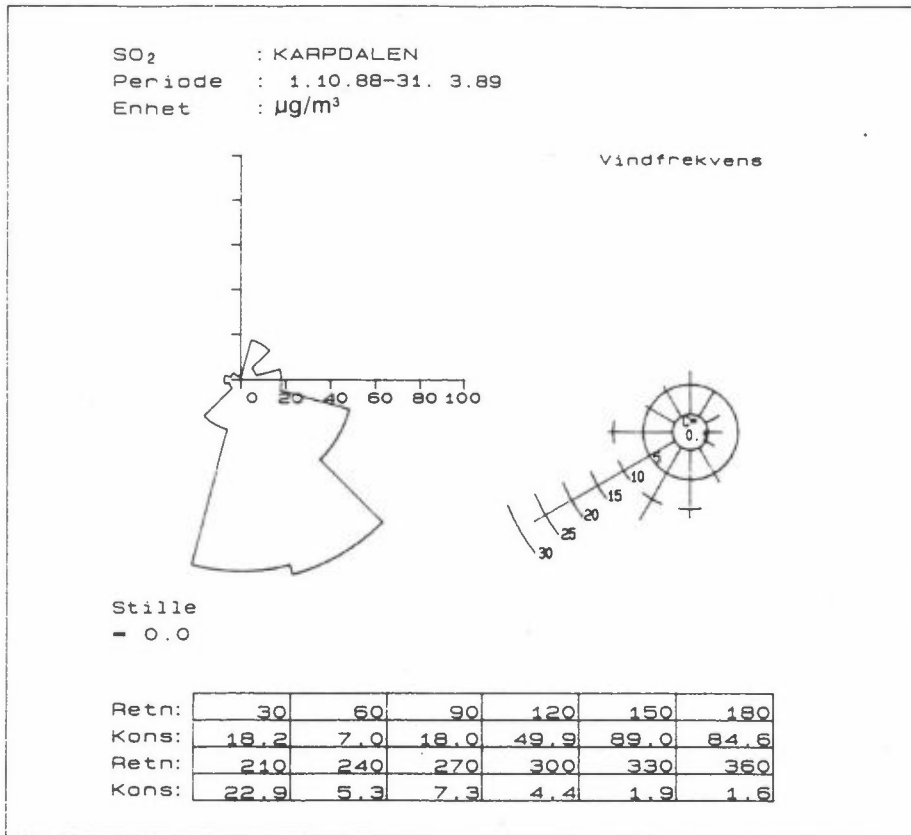
Timesmiddelverdiene av  $\text{SO}_2$  er sammenholdt med meteorologiske forhold, vindretning, vindstyrke og stabilitet. Ut fra dette er det beregnet forurensningsroser som vist i figurene 19-21. Disse viser middelkonsentrasjoner for hver av 12  $30^\circ$ -vindsektorer og for vindstille.

I Svanvik var middelveiden for perioden oktober 1988-mars 1989  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ved vind fra øst var middelkonsentrasjonen  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ved vind i en bred sektor fra sør over vest til nord var konsentrasjonene meget lave og på samme nivå en ville vente på en bakgrunnsstasjon.

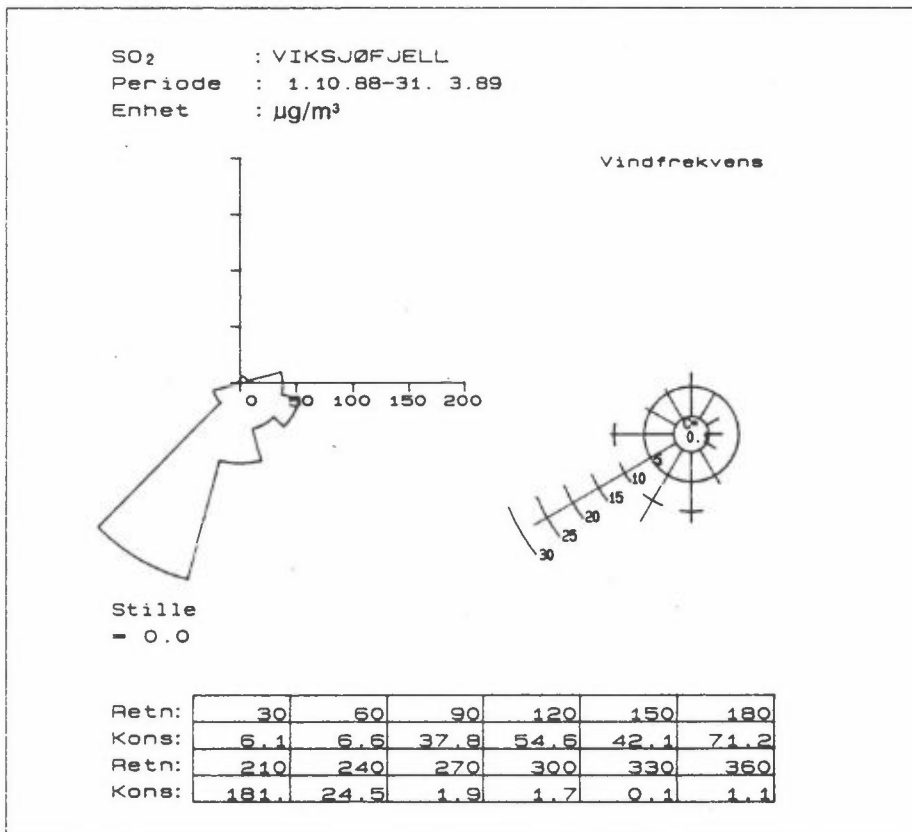
Karpdalen viser klart forhøyede konsentrasjoner i en bred sektor fra øst-sørøst til sør-sørvest, se figur 20. Det er benyttet vindmålinger fra Viksjøfjell. Forurensningsrosen tyder på at utslippene både fra Nikel og Zapolyarni belaster stasjonen. Statistikken viser at de høyeste konsentrasjonene i middel måles ved vindstyrke 4-6 m/s, stabil temperatursjiktning (temperaturen avtar med høyden) og vindretninger  $150^\circ$ ,  $180^\circ$  og  $210^\circ$ . Konsentrasjonene er da  $250-425 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i gjennomsnitt.



Figur 19: Middelkonsentrasjoner av  $\text{SO}_2$  i Svanvik i 12  $30^\circ$ -vindsektorer i perioden oktober 1988-mars 1989 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



Figur 20: Middelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i Karpdalen i 12 30<sup>0</sup>-vindsektorer i perioden oktober 1988<sup>2</sup>-mars 1989 (µg/m<sup>3</sup>). (Vindmålinger fra Viksjøfjell).



Figur 21: Middelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> på Viksjøfjell i 12 30<sup>0</sup>-vindsektorer i perioden oktober 1988<sup>2</sup>-mars 1989 (µg/m<sup>3</sup>).

På Viksjøfjell var middelkonsentrasjon  $181 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ved vind fra  $210^\circ$  (Nikel). Ved vindstyrke 4-6 m/s og stabil sjiktning var konsentrasjonen over  $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ved denne vindretningen. Også ved vind i en bred sektor fra øst til sør er det forhøyede konsentrasjoner på Viksjøfjell, som tyder på at Zapolyarni og kanskje andre kilder belastar stasjonen.

### 3.2.2 Nitrogenoksider (NO, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>)

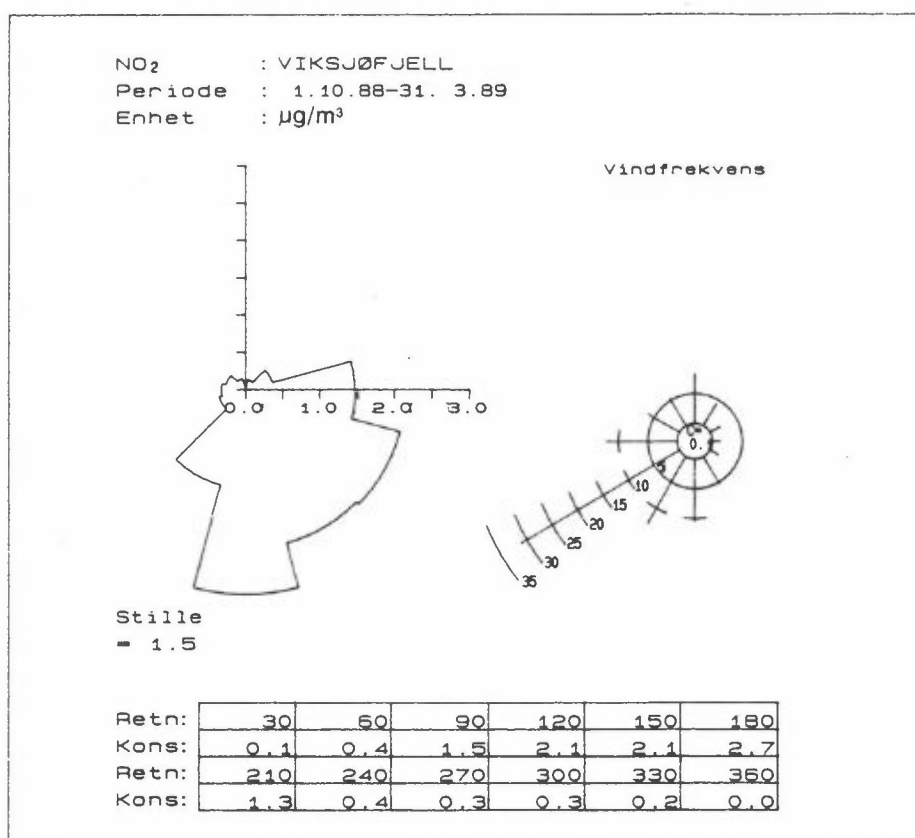
Målinger av nitrogenoksider er utført på Viksjøfjell med kontinuerlig registrerende instrument i perioden 14.10.1988-7.3.1989. Stasjonen hadde oppringt samband, og dataene ble lagret som timesmiddelverdier.

Et sammendrag av NO<sub>2</sub>-resultatene er vist i tabell 9. Middelerdien for perioden var  $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mens norsk forslag til grenseverdi for et halvt år er  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (SFT, 1982). Den høyeste døgnmiddelverdien var  $5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mens grenseverdien er 100-150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Den høyeste timesmiddelverdien var  $20,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , og tilsvarende grenseverdi er 200-300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . De målte verdiene er meget lave og av samme størrelse som på bakgrunnsstasjoner. Det ble derfor besluttet å avslutte disse målingene i mars 1989.

Tabell 9: Sammendrag av målinger av NO<sub>2</sub> med kontinuerlig registrerende instrument på Viksjøfjell i perioden oktober 1988-mars 1989 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Måned	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Ant. døgn obs.	Høyeste timesmiddel	Ant. times obs.
Okt. 1988	0,2	1,5	18	6,3	406
Nov.	0,3	2,8	30	6,8	712
Des.	0,6	2,5	24	9,4	567
Jan. 1989	1,1	3,7	31	13,6	734
Feb.	1,6	2,3	25	20,8	594
Mar.	(1,8)	2,3	6	8,4	153
Okt.-mar.	0,8	5,3	134	20,8	3 166

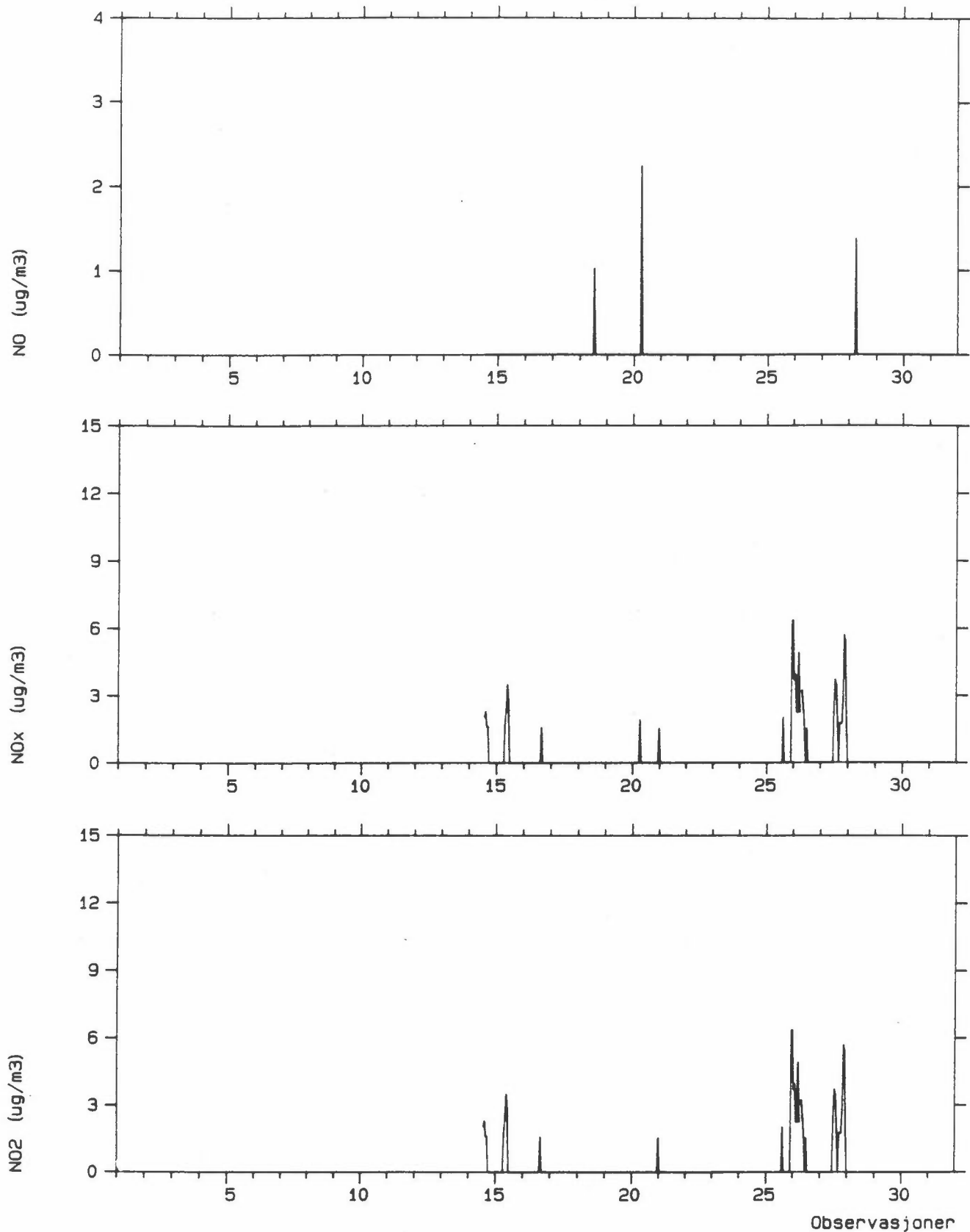
Selv om  $\text{NO}_2$ -verdiene er meget lave, viser belastningsrosen i figur 22 at utslipp på sovjetisk side gir forhøyede konsentrasjoner i en bred sektor fra øst til sør-sørvest. Denne sektoren dekker områder helt fra Pechenga til Nikel. Den høyeste timesmiddelverdien på  $20,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ble målt 28.2.1989 kl 18. Dessverre mangler vindmålinger på Viksjøfjell da, men Svanvik hadde svak østlig vind.



Figur 22: Middelskonsentrasjoner av  $\text{NO}_2$  på Viksjøfjell i 12  $30^\circ$ -vindsektorer i perioden oktober 1988-mars 1989 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

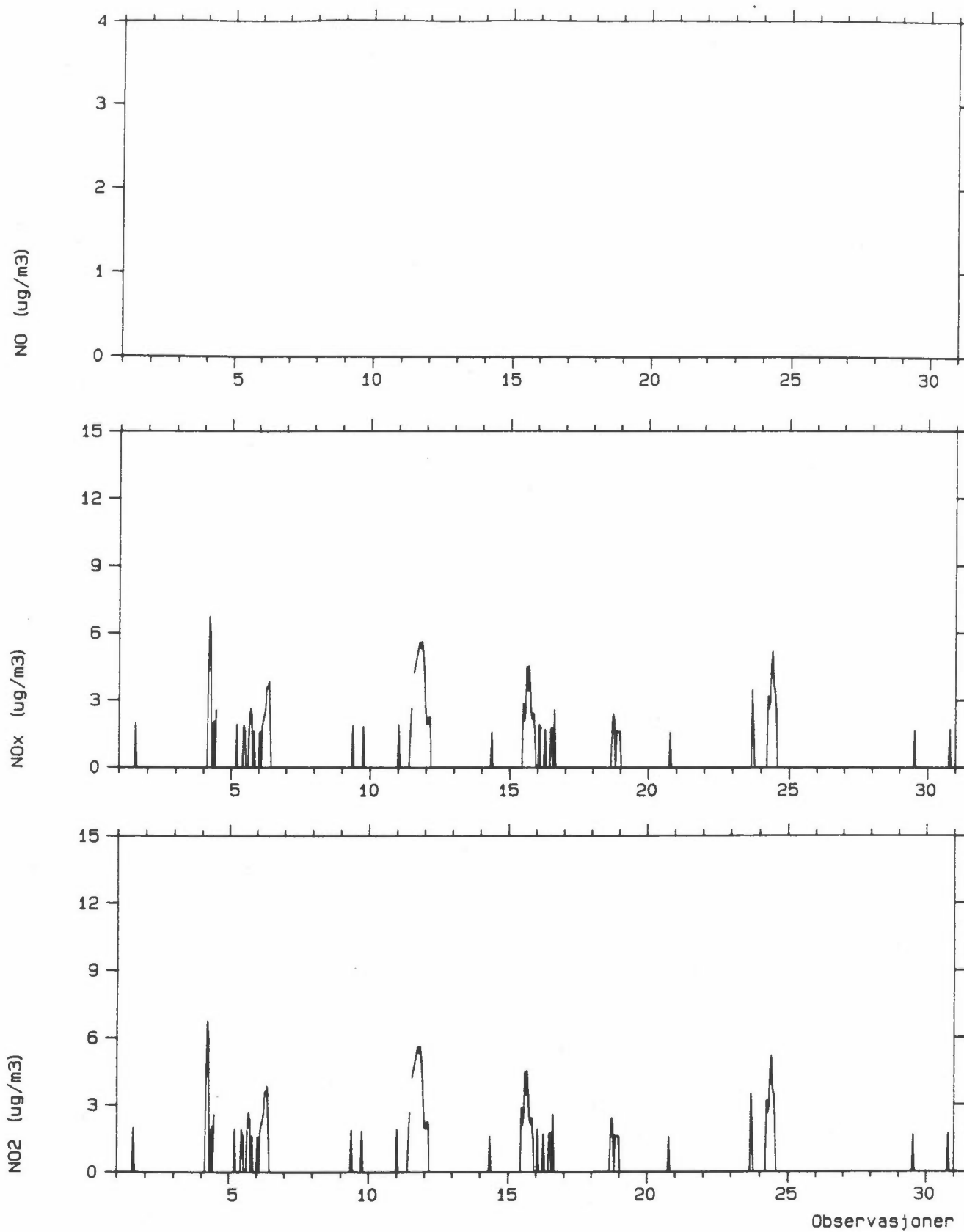
Figurene 23-28 viser det grafiske bildet av timesmiddelkonsentrasjoner av  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_x$  og  $\text{NO}_2$  for hver måned i perioden oktober 1988-mars 1989. Bare en liten del av nitrogenoksidene foreligger som  $\text{NO}$ . Dette betyr at primærutslippene av  $\text{NO}$  er oksidert til  $\text{NO}_2$  og at det ikke er lokale kilder ved målestasjonen. Som for  $\text{SO}_2$  viser også kurvene for  $\text{NO}_2$  som oftest kortvarige og spisse toppe. Det er imidlertid også enkelte perioder med forhøyede konsentrasjoner og mindre variasjon fra time til time, som kan tyde på transport av forurensninger fra kilder lengre fra grensen enn Nikel/Zapolyarni/Pechenga.

## VIKSJØFJELL, Oktober 1988



Figur 23: Timesmiddelmålinger av NO, NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> i oktober 1988 på Viksjøfjell ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). (Målingene startet 14.10.1988).

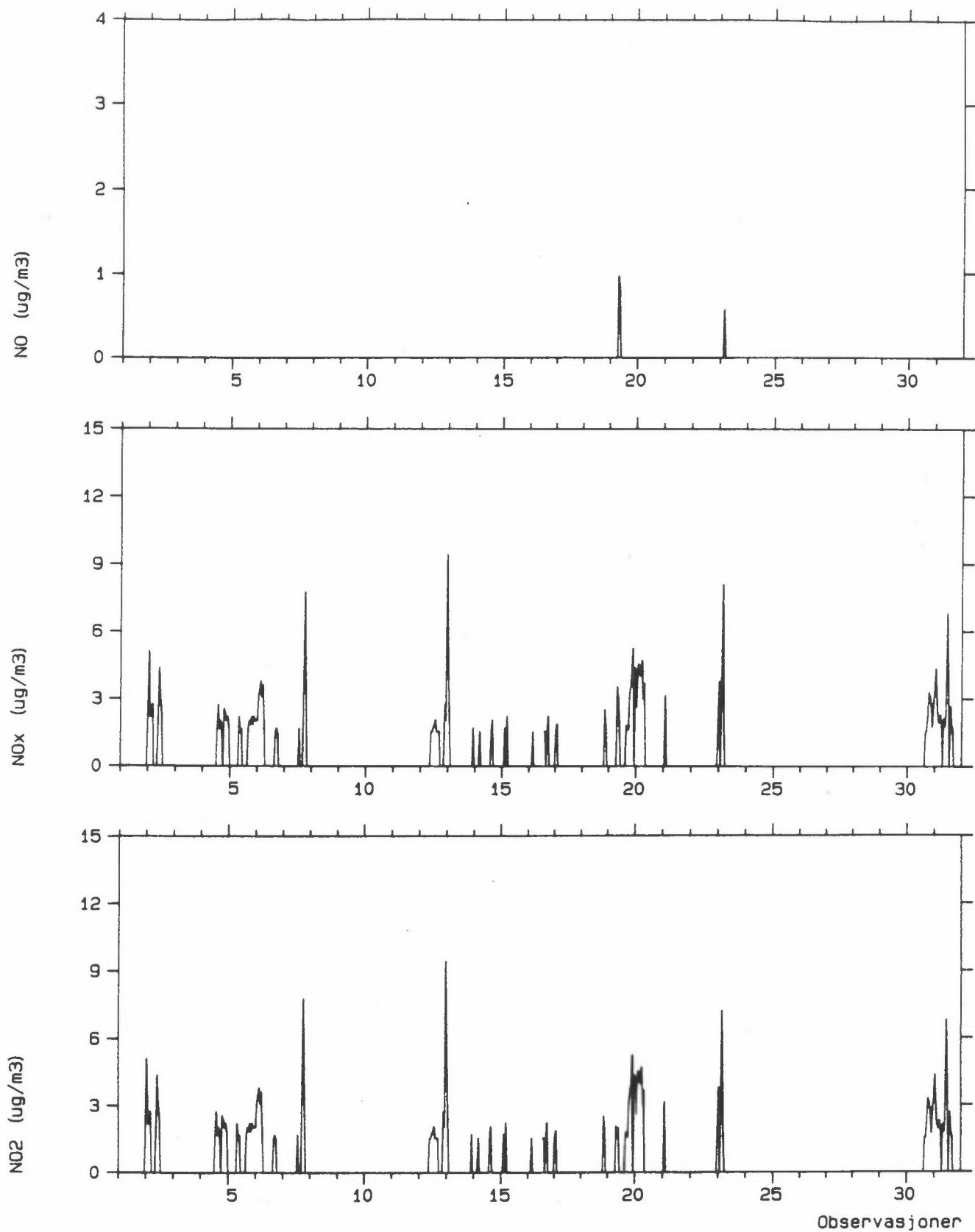
## VIKSJØFJELL, November 1988



Figur 24: Timesmiddelkonsentrasjoner av NO, NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> i november 1988 på Viksjøfjell ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

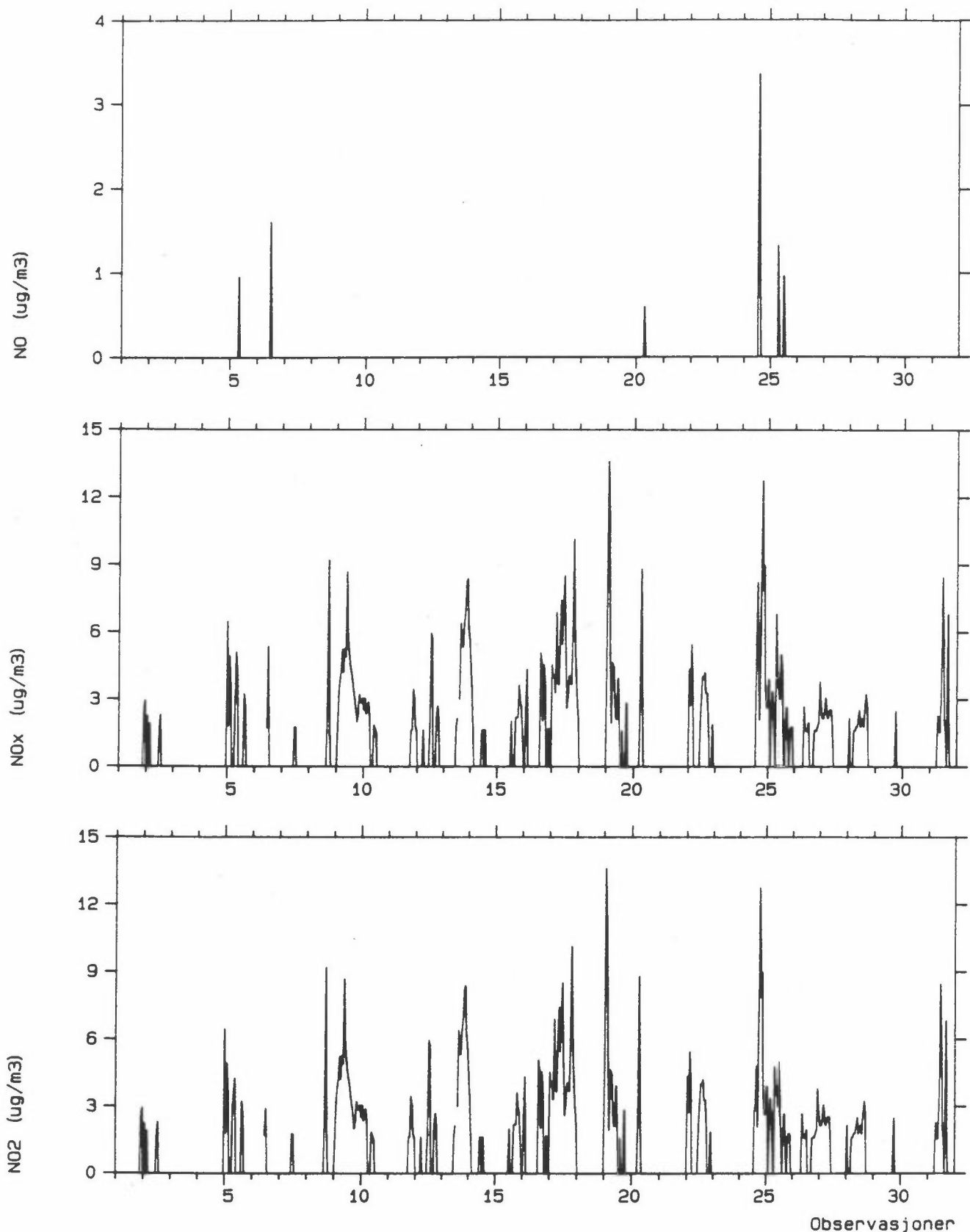


## VIKSJØFJELL, Desember 1988



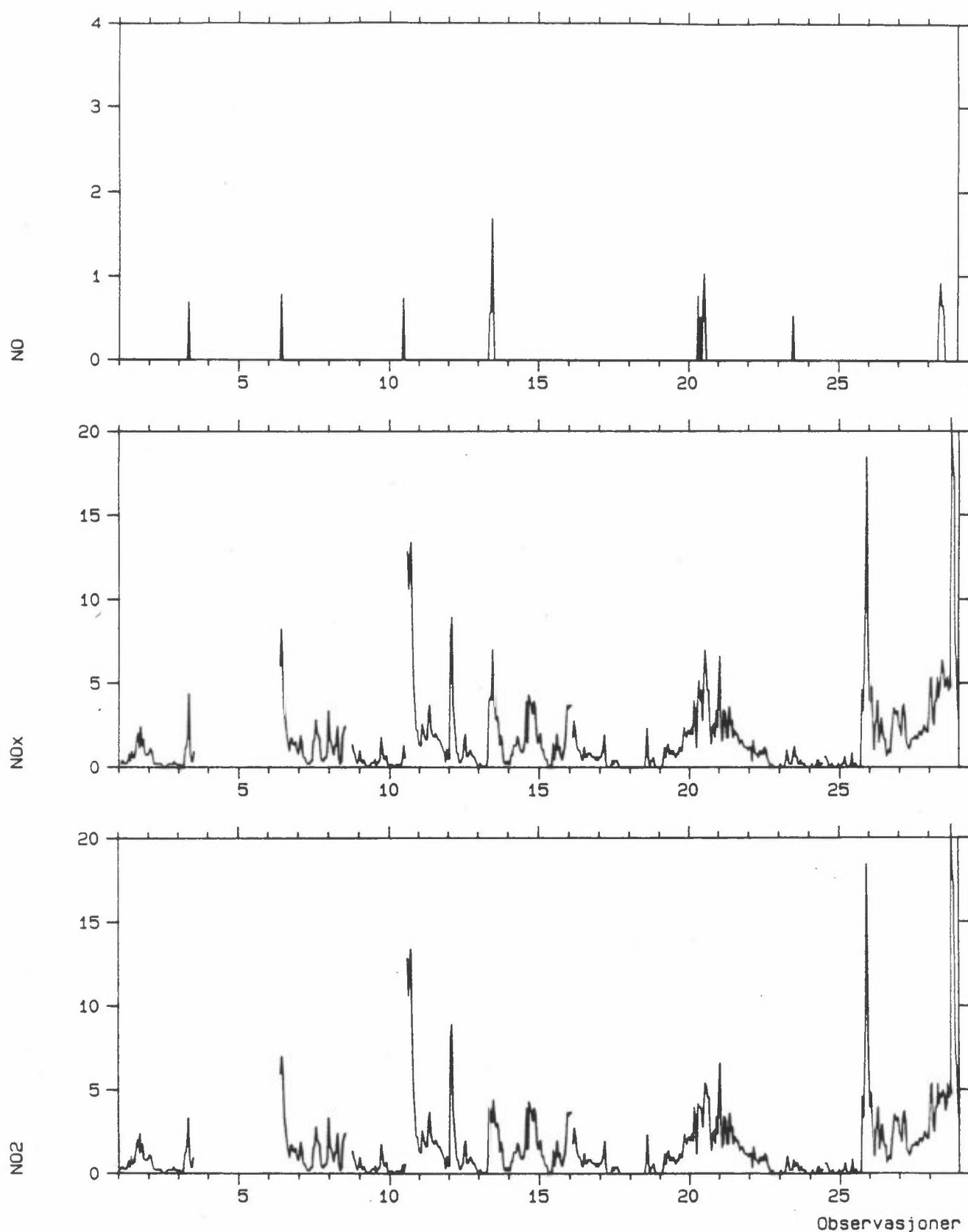
Figur 25: Timesmiddelmiddelkonsentrasjoner av NO, NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> i desember 1988 på Viksjøfjell ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## VIKSJØFJELL, Januar 1989



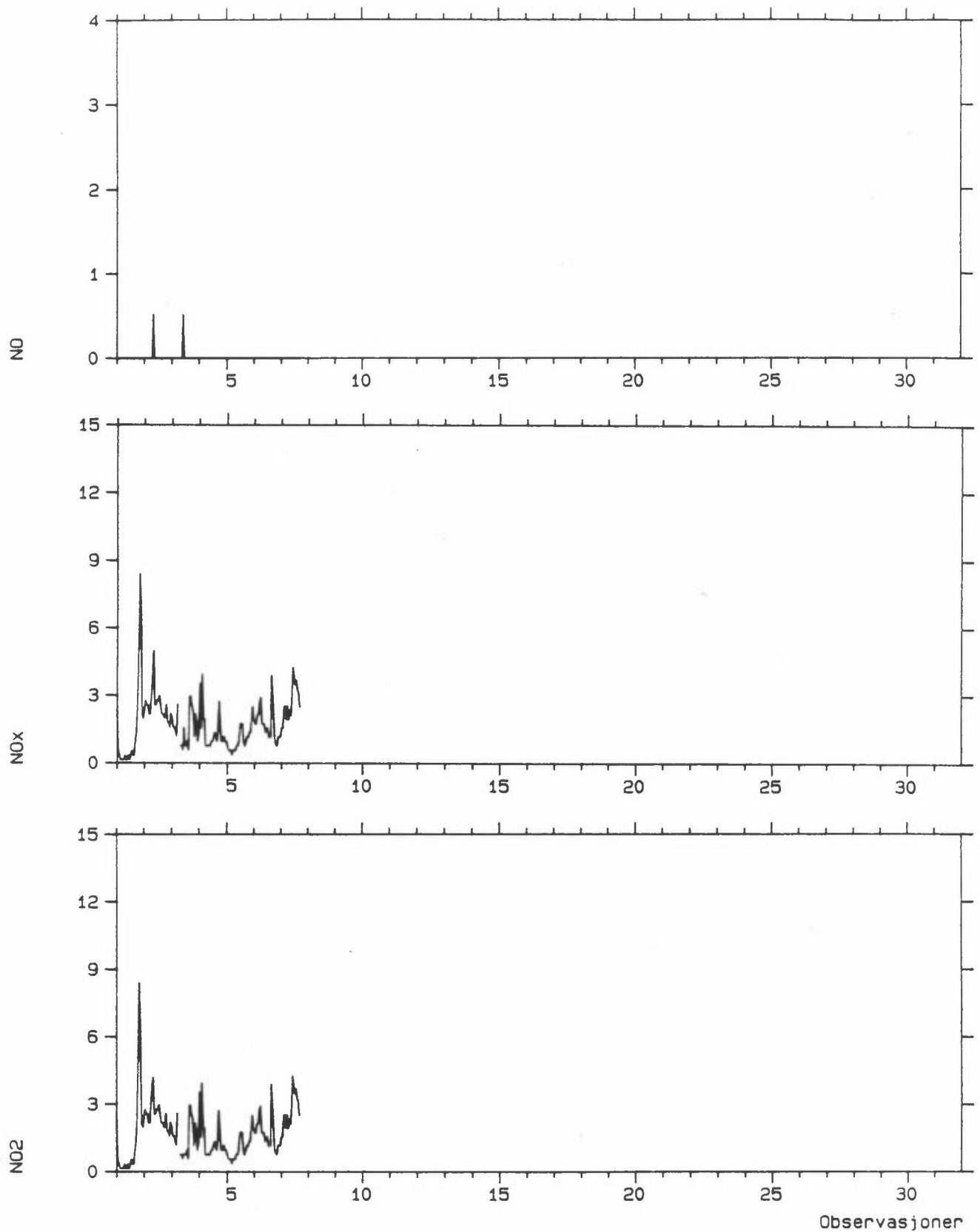
Figur 26: Timesmiddelmålinger av NO, NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> i januar 1989 på Viksjøfjell ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

VIKSJØFJELL, februar 1989



Figur 27: Timesmiddelkonsentrasjoner av NO, NOx og NO<sub>2</sub> i februar 1989 på Viksjøfjell ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## VIKSJØFJELL, mars 1989



Figur 28: Timesmiddelkonsentrasjoner av NO, NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> i mars 1989 på Viksjøfjell ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). (Målingene ble avsluttet 7.3.1989).

### 3.2.3 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 10. Middelerverdien var  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , og høyeste enkeltprøve viste  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette viser at støvbelastningen er lav i området og vesentlig lavere 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 på partikler med diameter under  $10 \mu\text{m}$  (WHO, 1987).

Tabell 10: Sammendrag av svevestøvmålinger med to-filter-prøvetaker på Viksjøfjell i perioden oktober 1988-mars 1989 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

VIKSJØFJELL	Finfraksjon ( $<2,5 \mu\text{m}$ )			Grovfraksjon ( $2,5-10 \mu\text{m}$ )			Sum ( $<10 \mu\text{m}$ )			Antall døgn med målinger
	Måned	Middel	Maks.	Min.	Middel	Maks.	Min.	Middel	Maks.	
Oktober 1988	1,4	2	1	3,1	4	2	4,5	6	3	14
November	2,8	5	1	1,9	5	0,5	4,7	10	1,5	30
Desember	4,1	7	2	1,7	6	0,7	5,8	13	2,7	23
Januar 1989	3,7	6	2	1,8	4	0,6	5,5	10	2,6	20
Februar	3,9	7	2	2,1	4	1	6,0	11	3	28
Mars	6,7	11	3	2,3	5	1	9,0	13	5	31
Okt. 1988-Mar. 1989	4,0	11	1	2,1	6	0,5	6,1	13	1,5	146

På de øvrige stasjonene, Karpdalen, Kirkenes, Holmfoss, Svanvik, Kobbfoss og Noatun tas det døgnprøver av svevestøv. Her er imidlertid luftvolumet så lite at prøvene ikke kan veies. Mer interessant enn svevestøvmengden er imidlertid mengden av tungmetaller. Tidligere undersøkelser av tungmetaller i mose og lav har vist til dels sterkt forhøyede verdier langs grensa mot Sovjetunionen. I dette prosjektet er det derfor foreslått at et utvalg av støvfiltrene fra alle stasjoner bør analyseres for mengden av tungmetallene Cr, Co, Ni, Cu, As, Se, Cd, Zn, V, Mn, Hg, Pb og Sb.

### 3.3 NEDBØRKVALITET

Nedbørkvalitet måles på tre stasjoner, Dalelva ved Jarfjorden, Svanvik og Noatun. Prøvene tas over en uke med skifte hver mandag. Dessuten skiftes det den første i hver måned. Et sammendrag av resultatene på de tre stasjonene for 4. kvartal 1988 og 1. kvartal 1989 er vist i tabellene 11-16.

Tabellene viser mer nedbør ved Jarfjorden enn inne i Pasvik i begge kvartalene. Samtidig har nedbøren ved Dalelva lavest pH-verdi, men forskjellen er ikke stor. pH-verdiene er omtrent som tidligere målinger i Svanvik og ikke så lave som det som er vanlig på Sørlandet (SFT, 1988).

Både Cl, Mg og Na viser de klart høyeste konsentrasjonene ved Dalelva og avtakende konsentrasjoner sørover i Pasvik. Forholdet mellom komponentene på de tre stasjonene er slik en finner det i sjøsalt.

Komponentene  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ , Ca og K viser små forskjeller i konsentrasjoner i nedbøren mellom de tre stasjonene, bortsett fra noe mer  $\text{SO}_4$  ved Dalelva i 1. kvartal 1989. Ingen av komponentene viser høye verdier sett i forhold til tidligere målinger på Svanvik og på bakgrunnsstasjoner ellers i landet (SFT, 1988).

Tungmetallene Pb, Cd og Zn analyseres rutinemessig på bakgrunnsstasjonene Birkenes, Nordmoen, Narbuvoll, Kårvatn og Jergul, og i Svanvik fra 1987. Konsentrasjoner av Pb i området 1,4  $\mu\text{g}/\text{l}$  til 3,6  $\mu\text{g}/\text{l}$  i Sør-Varanger i 4. kvartal 1988 og 1. kvartal 1989 er lavere enn det en vanligvis finner på Sørlandet og Østlandet, men litt høyere enn på Vestlandet (SFT, 1988). Konsentrasjonene av Cd er lave og ned mot det en finner ellers i landet. Konsentrasjonene av zink varierer en del, med de laveste verdiene i Svanvik. Konsentrasjonene synes å være høyere enn ellers i landet.

Tabell 11: Ukesverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 4. kvartal 1988 ved Dalelva.

Parameter	Ned- bør- mengde	Led- nings- evne	pH	SO <sub>4</sub>	Cl	Mg	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Ca	K	Na	Pb	Cd	Zn	Ni	Cu	As
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
03.-10.10.	12,9	19	4,67	2,1	1,3	0,13	1,0	0,4	0,4	0,1	0,7						
17.-24.10.	2,5											3,9	0,2	47	5	14	2,1
24.-31.10.	15,8	97	4,83	0,8	24,6	1,75	0,1	0,1	0,7	0,5	13,1	4,9	0,6	10	3	3	1,0
31.10.- 07.11.	31,5	28	4,89	0,6	6,5	0,39	<0,1	<0,1	0,2	0,1	3,5	0,6	<0,1	6	3	2	0,3
07.-14.11.	5,7	31	4,25	1,9	1,7	0,14	1,6	0,1	0,2	0,1	1,0	7,7	0,6	37	4	9	0,5
14.-21.11.	7,8	48	4,47	1,3	8,8	0,61	<0,1	0,1	0,3	0,2	5,3	3,0	0,2	13	5	4	0,5
21.-28.11.	19,1	70	4,43	1,9	14,4	1,08	0,2	0,1	0,4	0,3	8,3	4,1	<0,1	16	4	7	0,8
28.11.- 05.12.	28,0	23	4,55	1,2	2,8	0,22	0,4	<0,1	0,1	0,1	1,7	1,5	<0,1	8	1	2	0,2
05.-12.12.	8,0	26	4,62	0,8	5,3	0,37	0,4	<0,1	0,1	0,1	2,7						
12.-19.12.	22,6	16	4,78	0,6	2,7	0,19	0,1	<0,1	0,1	0,1	1,3	1,4	0,2	13	2	4	0,3
19.-26.12.	6,7	19	4,86	0,7	3,2	0,22	0,2	0,1	0,1	0,2	1,7	1,3	0,2	22	2	3	0,3
26.12.88- 01.01.89	1,2	44	4,32	2,3		0,42	1,6	0,2	0,3		3,0	12,2	1,0	125	40	34	2,1
Middel/ sum*	161,8*	37	4,63	1,1	7,4	0,52	0,3	0,1	0,3	0,2	4,1	2,5	0,2	14	3,0	4,0	0,5

Tabell 12: Ukesverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 4. kvartal 1988 i Svanvik.

Parameter	Ned- bør- mengde	Led- nings- evne	pH	SO <sub>4</sub>	Cl	Mg	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Ca	K	Na	Pb	Cd	Zn	Ni	Cu	As
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
03.-10.10.	15,3	19	4,44	1,8	0,2	0,03	1,0	0,2	0,2	<0,1	0,2	6,4	<0,1	11	4	5	2,1
10.-17.10.	11,1	4	5,09	0,2	0,1	<0,05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,5	<0,1	2	2	<1	0,3
17.-24.10.	5,6	44	4,76	0,4	10,8	0,69	0,2	<0,1	0,3	0,1	6,2	5,3	<0,1	2	2	<1	0,3
24.-31.10.	10,1	58	5,14	0,3	14,0	0,99	0,1	0,1	0,4	0,3	8,7	1,4	<0,1	10	10	12	1,6
31.10- 01.11.	8,6	15	5,10	0,1	3,2	0,21	<0,1	<0,1	0,1	0,1	1,8	0,7	<0,1	4	2	6	<0,2
01.-07.11.	11,0	12	5,05	0,5	1,9	0,13	0,3	0,1	0,1	<0,1	1,0	1,2	<0,1	8	19	12	1,6
07.-14.11.	7,3	27	4,29	1,0	1,0	0,12	0,6	0,2	0,1	<0,1	1,0	3,8	<0,1	9	<1	8	<0,2
14.-21.11.	3,1	12	5,22	0,8	1,4	0,10	0,2	0,4	0,2	0,1	0,8	2,1	<0,1	17	18	16	0,9
21.-28.11.	6,5	64	4,70	1,1	13,9	1,00	0,2	0,2	0,4	0,3	8,0	2,0	<0,1	6	<1	<1	0,4
28.11- 01.12.	19,3	12	4,70	0,5	1,2	0,08	0,3	<0,1	0,1	<0,1	0,6	1,0	<0,1	2	<1	<1	<0,2
01.-05.12.	1,8	16	4,86	0,6	2,5	0,19	0,4	<0,1	0,1	0,1	1,4	2,0	<0,1	6	2	3	<0,2
05.-12.12.	3,7	20	4,75	1,3	2,7	0,21	0,6	0,3	0,1	0,1	1,6	3,1	<0,1	10	4	6	0,5
12.-19.12.	8,3	12	4,94	0,5	1,6	0,13	0,2	0,1	0,1	0,1	1,0	1,0	<0,1	3	<1	<1	<0,2
19.-26.12.	4,4	21	4,91	1,7	3,1	0,24	0,3	0,5	0,1	0,1	1,7	2,0	<0,1	5	7	7	1,5
26.12.88- 01.01.89	2,0	27	4,54	3,0	2,4	0,26	1,1	0,5	0,2	0,1	1,4	4,6	0,4	14	47	85	4,8
Middel/ sum*	118,1*	23	4,73	0,8	3,6	0,26	0,3	0,1	0,2	0,1	2,1	2,3	<0,1	6,3	5,3	6,1	0,8



Tabell 13: Ukesverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 4. kvartal 1988 ved Noatun.

Parameter	Ned- bør- mengde	Led- nings- evne	pH	SO <sub>4</sub>	Cl	Mg	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Ca	K	Na	Pb	Cd	Zn	Ni	Cu	As
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
04.-10.10.	19.3	16	4.44	1.9	<0.1	0.04	0.5	0.2	0.2	<0.1	<0.1	1.8	<0.1	9	<1	2	3.4
17.-24.10.	5.4	49	5.18	0.7	11.0	0.82	0.2	0.1	0.5	0.4	6.6	2.4	<0.1	35	3	10	0.3
24.-31.10.	7.6	35	5.04	0.3	9.1	0.62	0.2	<0.1	0.3	0.2	4.8	1.0	0.2	35	<1	7	0.2
31.10.- 07.11.	20.7	7	5.23	0.2	0.9	0.10	0.2	0.1	0.1	0.1	0.5	0.4	0.3	5	<1	1	0.3
07.-14.11.	2.5	58	3.98	3.5	3.2	0.20	4.3	0.4	0.5	0.8	2.1	7.2	1.4	71	5	14	0.3
14.-21.11.	1.6	10	5.54	0.8	1.4	0.11	0.4	0.1	0.3	0.3	0.9						
21.-28.11.	8.0	32	4.95	0.5	8.0	0.46	0.1	<0.1	0.3	0.2	4.2	1.1	0.3	9	<1	3	0.2
28.11.- 01.12.	3.5	9	5.21	0.5	1.2	0.08	0.3	<0.1	0.2	0.2	0.7						
01-05.12.	0.5																
05.-12.12.	2.5	16	4.78	0.9	1.9	0.16	0.8	0.1	0.2	0.3	1.2	1.0	0.2	12	2	4	<0.1
12.-19.12.	2.9	15	4.68	0.8	1.5	0.13	0.3	<0.1	0.2	0.2	0.9	0.3	0.4	23	<1	4	0.3
19.-26.12.	0.6	29	4.51														
26.12.88- 01.01.89	2.5	21	4.55	0.8	0.6	0.06	1.2	<0.1	0.1	0.2	0.5	1.1	3.2	8	<1	4	<0.1
Middel/ sum*	77.6*	21	4.71	0.9	3.1	0.23	0.5	0.1	0.2	0.2	1.7	1.4	0.3	15	0.5	3.6	1.1

Tabell 14: Ukesverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 1. kvartal 1989 ved Dalelva.

Parameter	Ned- bør- mengde	Led- nings- evne	pH	SO <sub>4</sub>	Cl	Mg	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Ca	K	Na	Pb	Cd	Zn	Ni	Cu	As
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
01.-02.01.	0,0																
02.-09.01.	11,5	22	4,79	1,4	3,6	0,25	0,6	0,2	0,2	0,2	2,2	2,7	1,3	31	9	6	0,4
09.-16.01.	7,6	24	4,63	1,2	3,8	0,25	1,0	0,1	0,1	0,1	2,3	2,3	<0,1	26	13	10	0,8
16.-23.01.	7,6	40	5,32	2,5	7,9	0,53	0,7	0,6	0,3	0,8	5,2	2,4	<0,1	25	44	15	0,7
23.01.- 01.02.	23,9	34	4,63	1,6	6,9	0,42	0,8	0,1	0,2	0,1	3,8	2,0	0,4	20	4	5	0,7
01.-06.02.	0,0																
06.-13.02.	8,1	22	4,37	1,2	2,1	0,13	1,4	0,2	0,1	0,1	1,0	2,6	<0,1	15	8	7	0,5
13.-20.02.	0,0																
20.-27.02.	0,0																
27.02.- 01.03.	0,0																
01.-06.03.	0,0																
06.-13.03.	12,6	60	4,12	7,1	4,1	0,38	2,8	0,6	0,5	0,1	2,4	9,4	0,7	38	38	40	5,4
13.-20.03.	0,0																
20.-27.03.	11,3	47	4,16	4,4	3,9	0,28	1,1	0,3	0,2	0,1	2,0						
27.03.- 01.04.	0,0																
Middel/ sum*	82,6*	37	4,43	2,8	4,9	0,34	1,2	0,3	0,2	0,2	2,8	3,6	0,5	26	17	13	1,5

Tabell 15: Ukesverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 1. kvartal 1989 i Svanvik.

Parameter	Ned- bør- mengde	Led- nings- evne	pH	SO <sub>4</sub>	Cl	Mg	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Ca	K	Na	Pb	Cd	Zn	Ni	Cu	As
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
01.-02.01.	0.0																
02.-09.01.	7.3	22	4.49	1.6	1.9	0.13	1.1	0.3	0.1	<0.1	1.1	4.6	0.1	10	9	14	0.6
09.-16.01.	3.8	16	4.71	1.3	1.2	0.14	1.3	0.2	0.1	<0.1	0.8	3.5	0.1	11	49	53	2.0
16.-23.01.	6.5	12	4.78	0.7	1.3	0.10	0.6	0.1	<0.1	<0.1	0.8	1.1	<0.1	2	4	5	0.3
23.-30.01.	8.2	19	4.78	0.9	3.0	0.20	0.7	0.1	0.1	0.1	1.8	1.6	<0.1	5	11	7	0.9
30.01.- 01.02.	0.7	66	4.67														
01.-06.02.	0.0																
06.-13.02.	3.2	28	4.40	1.4	1.5	0.11	1.8	0.3	0.1	<0.1	0.8						
13.-20.02.	0.0																
20.-27.02.	3.4	21	4.48	1.9	1.2	0.10	1.1	0.3	0.1	0.1	0.6	3.2	<0.1	6	3	4	0.7
27.02.- 01.03.	4.6	26	4.33	3.2	0.7	0.12	1.8	0.3	0.7	0.1	0.4	1.8	<0.1	6	3	4	1.0
01-06.03.	2.2											2.6	0.4	23	13	18	0.7
06.-13.03.	0.4	64										2.2	0.2	6	1	2	0.4
13.-20.03.	1.3	50	4.10	5.6	1.1	0.17	2.7	0.5	0.4	0.3	0.4	4.9	0.3	13	39	75	8.8
20.-27.03.	5.2	31	4.37	2.7	2.0	0.14	0.7	0.3	0.1	<0.1	1.0	2.0	<0.1	5	5	6	1.4
27.03.- 01.04.	0.2																
Middel/ sum*	47.0*	22	4.52	1.7	1.7	0.14	1.1	0.2	0.2	0.1	1.0	2.6	<0.1	7.3	12	14	1.1

Tabell 16: Ukesverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør i 1. kvartal 1989 på Noatun.

Parameter	Ned- bør- mengde	Led- nings- evne	pH	SO <sub>4</sub>	Cl	Mg	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Ca	K	Na	Pb	Cd	Zn	Ni	Cu	As
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
01.-02.01.	0,0																
02.-09.01.	6,4	16	4,65	1,1	1,6	0,12	0,6	0,1	0,1	0,2	1,1	2,0	0,1	13	2	6	0,4
09.-16.01.	4,8	20	4,61	1,5	1,7	0,12	1,5	0,1	0,3	0,6	1,3						
16.-23.01.	6,7	12	4,69	0,7	0,8	0,08	0,7	<0,1	0,1	0,1	0,5	2,6	0,3	19	2	12	<0,1
23.-30.01.	6,4	8	4,94	0,4	0,7	0,07	0,5	<0,1	<0,1	0,1	0,5	1,3	0,2	7	4	3	<0,1
30.01.- 01.02.	0,5	100	4,71														
01.-06.02.	0,6																
06.-13.02.	2,2	29	4,55	1,8	3,3	0,24	1,5	0,3	0,2	0,2	1,8	2,4	0,3	20	7	6	0,4
13.-20.02.	0,0																
20.-27.02.	1,6	35	4,50	4,5	2,6	0,22	2,4	0,4	0,6	0,3	1,5	4,7	0,3	24	5	7	0,7
27.02.- 01.03.	2,1	30	5,12	1,2	1,4	0,17	3,0	0,6	1,3	0,4	0,8	4,0	0,3	35	5	10	0,6
01.-06.03.	7,0											3,6	<0,1	13	3	7	0,6
06.-13.03.	0,1																
13.-20.03.	4,8	35	4,18	3,0	0,4	0,04	3,1	0,1	0,2	0,1	0,3	3,7	0,4	14	4	10	0,7
20.-27.03.	2,7			2,7	1,9	0,16	<0,1	<0,1	0,4	0,2	1,2	5,1	1,2	56	15	53	1,8
27.03.- 01.04.	0,0																
Middel/ sum*	45,9*	19	4,58	1,5	1,3	0,11	1,3	0,1	0,2	0,2	0,9	2,9	0,3	18	4,2	11	0,5

Ni, Cu og As regnes som sporelementer fra de sovjetiske nikkilverkene. I tillegg til utvasking med nedbør må en regne med at noe kommer ned i prøvetakeren ved tørrdeposisjon. Målingene viste en del variasjon i konsentrasjonen av Ni (0,5-17 µg/l) og Cu (3,6-14 µg/l) de to kvartalene. I 1987 hadde Svanvik 20 µg Ni/l og 22 µg Cu/l, dvs. noe høyere enn i denne måleperioden (SFT, 1988). As-konsentrasjonene varierte mellom 0,5 og 1,5 µg/l på de tre stasjonene i de to kvartalene, mens Svanvik i 1987 hadde 2,4 µg/l, dvs. noe høyere.

Det er også beregnet avsetning med nedbøren av de forskjellige elementene for de tre stasjonene i 4. kvartal 1988 og 1. kvartal 1989. Resultatene er vist i tabell 17. For de fleste elementene er belastningen størst ved Dalelva og minst i Noatun. For tungmetallene Ni, Cu og As, hvis hovedkilder antas å være de sovjetiske nikkilverkene, er bildet mer komplisert. Deler av nedfallet i nedbørprøvetakerne kan være deposisjon i oppholdsvær når vinden står fra verkene mot målestedene, og deler av nedfallet kan skyldes støv som vaskes ut av lufta

Tabell 17: Avsetning med nedbør av elementer i 4. kvartal 1988 og 1. kvartal 1989 (mg/m<sup>2</sup>).

Periode	4. kvartal 1988			1. kvartal 1989		
	Dalelva	Svanvik	Noatun	Dalelva	Svanvik	Noatun
SO <sub>4</sub>	180	94	69	230	74	57
Cl <sup>4</sup>	1 200	430	240	400	74	49
Mg	83	31	18	28	6	4
NO <sub>3</sub>	48	35	38	99	48	49
NH <sub>3</sub>	16	12	8	25	9	4
Ca <sup>4</sup>	48	24	15	17	9	8
K	32	12	15	17	2	8
Na	650	250	130	230	44	34
-----						
Pb	0,35	0,27	0,10	0,26	0,11	0,12
Cd	0,03	<0,01	0,02	0,04	<0,01	0,01
Zn	1,9	0,74	1,1	1,8	0,31	0,72
Ni	0,42	0,63	0,04	1,2	0,50	0,17
Cu	0,56	0,72	0,26	0,94	0,60	0,42
As	0,07	0,09	0,08	0,11	0,05	0,02

med nedbøren. Regnet i konsentrasjon pr. mm nedbør er det en klar tendens til forhøyede verdier ved liten nedbør (<10-15 mm pr. uke) og lave konsentrasjoner ved høy nedbør.

### 3.4 KORROSJONSUNDERSØKELSEN

Programmet for korrosjonsundersøkelsen har følgende mål:

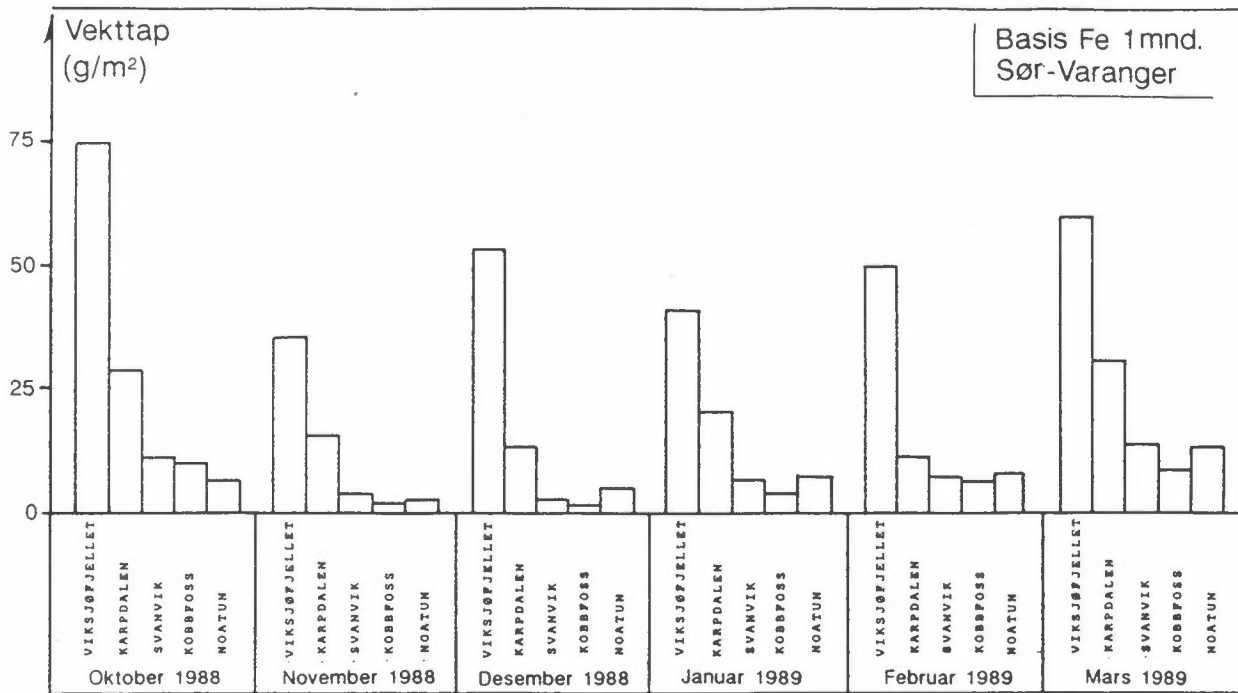
- Kartlegge korrosjonsforholdene i måleområdet.
- Finne sammenhengen mellom korrosjon og den lokale miljøbelastningen.
- Vurdere ulike materialer for reingjerdet i området.

Til studier av korrosjonsforholdene i området og sammenhengen mellom miljø og korrosjon blir det benyttet prøver av karbonstål, sink, galvanisert tråd og "Aluzink" (10 x 15 cm), og for reingjerdematerialer eksponeres aktuelle trådtyper av galvanisert tråd, aluminiumstråd, plastbelagt galvanisert tråd med og uten skader og "galfan"-tråd.

For å finne sammenhengen mellom korrosjon og miljøbelastning benyttes resultatene fra det øvrige måleprogrammet i basisundersøkelsen. I tillegg har en i Svanvik, Karpdalen og på Viksjøfjell målinger av kloridavsetning ved hjelp av aerosolfeller for å undersøke i hvor stor grad sjøsalter kan påvirke korrosjonen i området.

Eksponeringsprogrammet er planlagt å vare i 2 år fra 1.10.1988 til 1.10.1990.

Resultatene viser at det er stor variasjon i korrosjonsresultatene mellom feltstasjonene med Viksjøfjell som den mest korrosive og Kobbfoss som den minst korrosive (figur 29 og figur 30). Sjøsaltbelastningen er størst på stasjonene i nord, men saltavsetningene er lave (tabell 18).

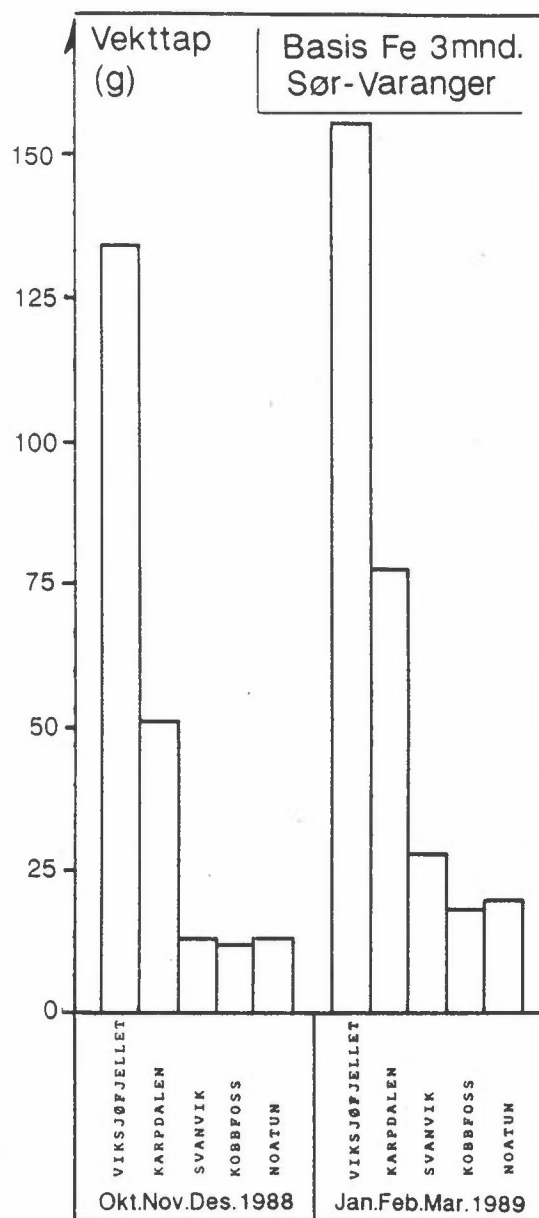


Figur 29: Månedskorrosjon for stål på alle feltstasjonene for perioden oktober 1988-mars 1989. Resultatene er midlet av tre paralleller.

Tabell 18: Saltbelastning (mg/m<sup>2</sup>d) for stasjonene Viksjøfjell, Karpdalen og Svanvik for perioden oktober 1988-mars 1989.

Stasjon	Viksjøfjell		Karpdalen		Svanvik	
	Cl <sup>-</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Mg <sup>2+</sup>
Oktober 1988	10,9	0,78	3,5	0,12	0,9	0,02
November	-	-	2,3	0,09	0,9	0,01
Desember	10,9	0,53	1,6	0,04	1,1	0,04
Januar 1989	6,0*	0,34*	1,4	0,06	0,7	0,06
Februar	4,2	0,34	0,8	0,04	0,5	0,08
Mars	2,7	0,15	0,9	0,04	0,6	0,02

\* 1.5 måned.



Figur 30: Kvartalskorrosjon for stål på alle feltstasjonene for perioden oktober 1988-mars 1989. Resultatene er midlet av tre paralleller.



#### 4 MILJØVERNSAMARBEIDET MED SOVJETUNIONEN I GRENSEOMRÅDET

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

Det er enighet mellom partene om å samordne gjennomføringen av et felles måleprogram for luftforurensning og meteorologiske forhold langs den norsk-sovjetiske grensen. 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 ble da enighet om å måle konsentrasjoner av SO<sub>2</sub> og tungmetaller (Ni, Cu, Co, Cr og As) på tre steder på hver side av grensen 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<sub>2</sub>-instrumentene skal være kontinuerlig registrerende og utstyrt med hukommelse.

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.

## 5 REFERANSER

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

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

Hagen, L.O. (1988) Rutineovervåking av luftforurensning. April 1987-mars 1988. Lillestrøm (NILU OR 72/88).

Rambæk, J.P. og Steinnes, E. (1980) Kartlegging av tungmetallnedfall i Norge ved analyse av mose. Kjeller (Institutt for atomenergi. Work report A7).

Schjoldager, J. (1979) Innhold av elementer i moltebær, mose og lav, Finnmark 1978. Lillestrøm (NILU OR 72/88).

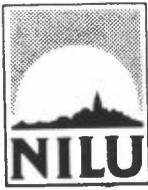
Schjoldager, J. (1983) Innhold av elementer i mose og lav, Øst-Finnmark 1981. Lillestrøm (NILU OR 55/83).

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).

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 46/89	ISBN-82-425-0054-1	
DATO AUGUST 1989	ANSV. SIGN <i>[Signature]</i>	ANT. SIDER 63	PRIS Kr 105,-
TITTEL Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. Framdriftsrapport nr. 1 pr. 1.7.1989		PROSJEKTLEDER L.O. Hagen	
		NILU PROSJEKT NR. O-8842	
FORFATTER(E) L.O. Hagen, J.F. Henriksen og M. Johnsrud		TILGJENGELIGHET A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. M. Steen, SFT	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep 0032 Oslo 1			
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Basisundersøkelse                      Luftkvalitet                      Sør-Varanger			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) 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 <sub>2</sub> -konsentrasjonene i Norge. Utslippene kommer fra de sovjetiske nikkilverkene i Nikel og Zapolyarni.			

TITLE Air Pollution Evaluation in Sør-Varanger, Finnmark 1988-1990.  
Progress Report October 1988-March 1989.

ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines)

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