

NILU  
OPPDRAKSRAFFORT NR: 6/82  
REFERANSE: EO 21281  
DATO: FEBRUAR 1982

METEOROLOGISK MÅLEPROGRAM I  
SUNDSVALL-TIMRÅ-REGIONEN

AV

BJARNE SIVERTSEN

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING  
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM  
NORGE

ISBN-82-7247-292-2

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1 INNLEDNING .....	3
2 HENSIKT MED MÅLEPROGRAMMET .....	4
3 BAKGRUNN FOR VALG AV STASJONER OG PARAMETRE .....	4
4 EKSISTERENDE METEOROLOGISKE MÅLESTASJONER .....	6
5 FORSLAG TIL MÅLEPROGRAM .....	6
6 BEARBEIDING AV DATA .....	11
7 FORSTUDIE .....	11
8 ALTERNATIVE MÅTER Å GJENNOMFØRE MÅLEPROGRAMMET .....	12
8.1 Rutineprogram .....	12
8.2 "Database" basert på ett års detaljert undersøkelse	12
9 KOMMENTARER .....	13
VEDLEGG A: Eksempler på presentasjon av kvartalsvise meteorologiske data .....	14

METEOROLOGISK MÅLEPROGRAM I SUNDSVALL - TIMRÅREGIONEN  
(En forstudie)

1 INNLEDNING

Norsk institutt for uutforskning (NILU) er av Sundsvall kommun bedt om å utarbeide en plan for samordnete meteorologiske målinger i Sundsvall-Timrå området. Planen er utarbeidet på grunnlag av følgende dokumenter:

- oppgaver over de eksisterende meteorologiske målingene gitt av Sundsvall kommun i brev av 19.mai 1981.
- NILUs spredningsundersøkelse med SF<sub>6</sub> fra Gränges Aluminium (NILU OR 36/80, 1980)
- studier av temperatur- og vindprofiler ved Härnösands flygplats (D.Jansson, SMHI, 1980)
- Sundsvalls miljøvårdsplanering, Rapport 1 (1975)
- oversikt over utslipp til luft i 1979
- analyse av vær-situasjoner (Geo Konsult, 1980)
- luftföroreningsberäkningar (C. Persson, SMHI, 1979)
- analys av mätresultat 1970-71 (B. Bringfelt, C. Persson, SMHI, 1971)
- klimatförutsättningar för energihushållning i Sundsvalls kommun (SMHI, 1980).

Nedenfor har en i grove trekk skissert et forslag til måleprogram. Før dette settes i operasjon bør de eksisterende stasjonene inspiseres og de nye stasjonene bør lokaliseres nøyaktig, basert på en befaring i områdene.

## 2 HENSIKT MED MÅLEPROGRAMMET

Formålene med et meteorologisk måleprogram kan være flere, men kan ikke ses adskilt fra et overvåkingsprogram for luftkvalitet i området. De meteorologiske målingene har bl.a. til hensikt å:

- skaffe tilveie klimatologiske data for området
- overvåke spredningsforholdene
- gi statistikk for mulige situasjoner med høy forurensning
- gi grunnlag for å forklare de luftkvalitetsdata som samles
- gi grunnlag for å utføre spredningsberegninger (prediktere framtidig luftkvalitet).

Det integrerte meteorologiske måleprogrammet vil også føre til at de meteorologiske dataene i området blir sammenstilt og presentert fortløpende på en enkel og lett tilgjengelig måte.

## 3 BAKGRUNN FOR VALG AV STASJONER OG PARAMETRE

Valget av hva, hvor og hvordan en skal samle meteorologiske data avhenger av områdets kompleksitet, problemstillingen, rom og tids-skala, ønskelig data-tilgjengelighet og tilgjengelig utstyr.

Rent meteorologisk skal en dekke forskjellige skalaer i tid (fra minutter for spredning fra biltrafikk i gater til måneder og år for klimatologiske data) og rom (mikroskala (m), lokalskala (km), mesoskala ( $\approx 10-100$  km)). Med tanke på spredning av luftforurensninger skal de meteorologiske dataene kunne forklare transport, diffusjon, transformasjon, utvasking og nedfall.

Topografien i området Sundsvall-Timrå er relativt komplisert, med høyder på opptil 260 m o.h. som gjennomskjæres av dalganger, elver, fjorder og sund. Dette kan medføre at de klimatologiske forholdene varierer sterkt mellom de forskjellige stedene i området. Utslipp av luftforurensninger fra høye skorsteiner (industri, varmekraftverk etc.) kan transporteres og spres forskjellig fra utslipp nær bakken (trafikk, husoppvarming etc.).

I det meteorologiske måleprogrammet bør en derfor sørge for at stasjonene er plassert slik at de er representative for:

- spredning i byområdene eller i områder der det oppholder seg flest mennesker
- spredning fra de største utslippspunktene
- spredning i de potensielt mest belastete områdene.

Målingene bør ikke være influert av helt lokale effekter, som ikke er representative for spredning av luftforurensninger. Vinddataene bør beskrive de gjennomgående luftstrømmene, slik at en på basis av punktmålinger kan estimere (i det minste) horisontale vindfelt. Tabell 1 gir en oversikt over parametre som bør måles.

Tabell 1: Variable som bør måles i et spredningsmeteorologisk program.

Prosess	Relevante variable	Målte element	Estimat
Transport	Vindstyrke og retning (nær bakken og profil)	$\bar{V}_0, \bar{\theta}_0$ $V_z$	$(V(x, y, t))$
Diffusjon	"eddy diffusivity" diffusjons koeffisi- enten  Stabilitet (temp. profil)  Blandingshøyde	Sporstoff ( $SF_6$ ) kons.fordeling  $T(z)$  $T(z)$	$V', \theta',$ $\sigma_y, \sigma_z$ $\frac{\Delta T}{\Delta Z}, \theta'_0,$
Transform.	Atm. fysiske tilstand  Transport tid  Ultrafiolett stråling	$RH, T(z)$    $UV(z, t)$	
Utfelling	Nedbør, mengde kjemisk sammensetn.  Tørravsetning	$M_w$ ( $SO_4$ ) ..etc.  $M_d$	$D_w$  $D_d$

Tidsoppløsningen på parametrene som beskriver transport, diffusjon og transformasjon bør være 1 time. Nedbørintensitet og mengde bør registreres kontinuerlig, mens kjemisk sammensetning og tørravsetning kan observeres ukentlig eller månedsvis.

For å studere representativiteten av en måleperiode bør en også samle data fra en stasjon hvor det finnes klimatologiske data over et stort antall år (> 30 år).

#### 4 EKSISTERENDE METEOROLOGISKE MÅLESTASJONER

På kartskissen i figur 1 har en angitt plasseringen av eksisterende meteorologiske stasjoner i området.

##### (1) Stadshuset

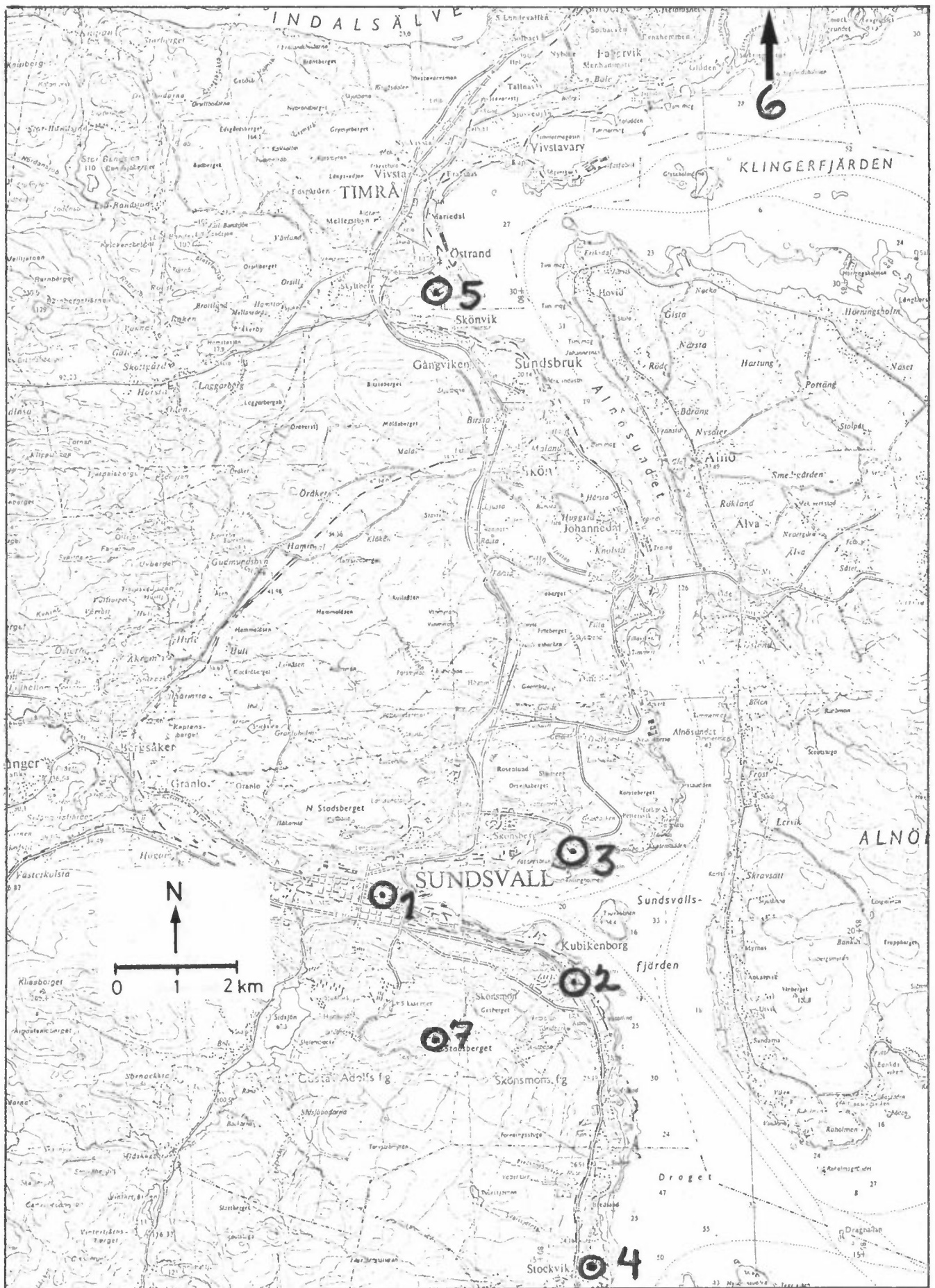
Ved Stadshuset i Sundsvall by måles vind og temperatur. Vindmåleren (type Windmaster) står ca 30 m over bakken, og ble satt i drift i 1980. Vindhastighet (m/s) og retning (grader med 3 grad oppløsning) kan registreres kontinuerlig på skriver. Stasjonen opereres av Sundsvall kommun.

##### (2) Gränges aluminium

I en 40 m mast ca 20 m nord for laboratoriebygningen ved Gränges aluminium måles:

- vindhastighet og vindretning i 40 m
- temperaturdifferans mellom 40 m og 10 m (stabilitet)
- temperatur i 10 m

Data registreres kontinuerlig på skriver plassert i laboratoriet. Registreringen avleses som timesmiddelverdier, punches, kontrolleres og lagres på magnetbånd ved NILU (se rapport NILU OR 10/81).



Figur 1: Forslag til meteorologisk måleprogram Sundsvall-Timrå.

Stasjon 1:  $V_{30}$ ,  $\theta_{30}$ ,  $T_{30}$ ,  $T_2$ ,  $RH_2$   
Stasjon 2:  $V_{40}$ ,  $\theta_{40}$ ,  $T_{40}$ ,  $\Delta T_{40-10}$   
Stasjon 3:  $V_{27}$ ,  $\theta_{27}$ ,  $T_{25}$ ,  $R$   
Stasjon 4:  $V_{25}$ ,  $\theta_{25}$

Stasjon 5:  $V_{50}$ ,  $\theta_{50}$ ,  $T_{50}$ ,  $T_2$   
Stasjon 7:  $V_{40}$ ,  $\theta_{40}$ ,  $T_2$ ,  $RH_2$ ,  $R$   
Stasjon 6: SMHI



(3) Ortviken

Vindhastighet, vindretning og temperatur måles kontinuerlig i en 24 m høy mast ved Ortviken. Vindmåleren (fabrikat Thies Clima) er plassert 27 m over bakken, temperaturgiveren 25.5 m over bakken. Data registreres kontinuerlig på skriver. Tabeller over 6 h-middelverdier sammenstilles fortløpende ved Ortviken.

(4) Kema Nord

Vindhastighet og vindretning måles kontinuerlig 25 m over bakken inne på Kema Nord's fabrikkområde.

(5) Östrands Fabriker

Vindhastighet, vindretning og temperatur måles kontinuerlig på taket av klor-alkalifabrikken, ca 50 m over bakken. Data avleses og noteres annenhver time.

(6) Sundsvall-Härnösands flygplats

Vind og temperatur registreres ved bakken hver time. Om vinteren registreres disse parametre hver time på en høyde 117 m o.h. Radiosonder slippes kl 01 og 13 og måler vertikale vind- og temperaturprofiler. Klokken 07 og 19 måles dessuten vertikale vindprofiler. Ved flyplassen finnes klimatologiske data for en rekke år tilbake.

5 FORSLAG TIL MÅLEPROGRAM

Det eksisterende meteorologiske måleprogrammet skissert i kapittel 4, forslås fortsatt i sin helhet. Det kan være spørsmål om representativiteten av vindmålingene ved Kema Nord og Östrands Fabriker, men dette bør studeres nærmere, før disse dataene eventuelt tas ut av programmet. En del nye stasjoner og/eller tilleggsparametre, som representerer data som ikke er tilgjengelige i de eksisterende målingene, forslås opprettet. Programmet blir da bestående av følgende stasjoner:

(1) Stadshuset

I tillegg til de nåværende dataene foreslår en å måle temperatur og relativ fuktighet 2 m over bakken nær Stads-  
huset. Vindmålingene antas representative for luftstrømmen  
over Sundsvall by langs Selånger elva. Dataene vil gi et  
mål for utluftingen over byen.

(2) Gränges aluminium

Målingene her fortsetter som tidligere. Det kunne vært  
ønskelig med vindhastighetsmålinger også i 10 m nivå, for  
å vurdere vertikalt vindprofil. Stasjonen antas representativ  
for spredning av utslippene fra Gränges, men sporstoff-forsøk  
utført sommeren 1980 viste at vinddata fra Stadshuset og Ort-  
viken må anvendes for å estimere vindfeltet på avstander  
over ca 2 km eller mer.

(3) Ortviken

I tillegg til de målingene som pågår ved Ortviken foreslår  
en å etablere en nedbørstasjon for kontinuerlig registrering  
av nedbør (pluviograf) og for månedsvis kjemisk analyse (pH,  
SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, Mg, Ca) og nedbørmengde. Vindmålingene antas  
representative for spredning av de lave utslippene fra  
Ortvikens pappersbruk. Dessuten vil de anvendes sammen med  
andre vinddata for å beregne vindfelt.

(4) Kema Nord

Målingene her fortsetter som nå. Stasjonen antas represen-  
tativ for lokal forurensning. Sammenhengen med andre stasjoner  
bør undersøkes.

(5) Östrands Fabriker

Det er ønskelig (men ikke et krav) med timevise data fra denne stasjonen. I tillegg til de parametrene som måles bør en også registrere temperaturen 2 m over bakken nær fabrikk.

Vindmåleren antas representativ for Timrå-området, men topografien er komplisert. En ser derfor ikke bort fra lokale kanaliseringer og føringer. Dette bør studeres nærmere på grunnlag av de data som nå samles.

(6) Midlanda

SMHIs målinger her vil gi grunnlag for å vurdere representativitet i tid. Dessuten kan radiosondedataene anvendes til å estimere blandingshøyde.

(7) Södra Stadsberget

På s. Stadsberget (240 m o.h.) foreslås kontinuerlige målinger av vindhastighet, vindretning og temperatur 40 m over bakken, samt temperatur og relativ fuktighet 2 m over bakken. Dessuten måles månedsvis nedbørmengde og nedbørkjemi (pH,  $SO_4$ ,  $NO_3$ ,  $NH_4$ , Mg, Ca) over ett eller to år for sammenlikning med data fra Ortvik. Dette gjennomføres for å etablere et mål for hvor lokalt influert dataene fra Ortvik er.

Vindmålingene på denne stasjonen antas representative for spredning av luftforurensning fra de høyeste skorsteinene i området. Dessuten vil dataene gi et mål for transporten av forurensninger på mesoskala (10-100 km). Temperaturdataene anvendes sammen med temperaturdata fra de øvrige stasjonene som et mål for stabiliteten i bakkesjiktet og i et dypere sjikt over Sundsvall og Timrå. Frekvensen av inversjonen over Sundsvall og over de største industriene kan estimeres på basis av disse data. Vertikale temperaturforskjeller kan dessuten sammenholdes med radiosondedata. Kanskje kan en i framtiden på basis av disse dataene etablere en metode for å estimere blandingshøyder som funksjon av tiden på døgnet.

## 6 BEARBEIDING AV DATA

De meteorologiske dataene bearbeides rutinemessig etter hvert kvartal. Data som registreres på skrivere tidsmerkes hver uke, avleses, punches, kontrolleres og lagres på magnetbånd. De kvartalsvise datarapportene består av en enkel presentasjon av

- datakvalitet
- vindforholdene (vindroser, vindstatistikk)
- stabilitetsforhold
- vind/stabilitets-frekvensmatrise
- temperatur statistikk
- fuktighet- statistikk
- nedbør.

Dessuten gis en synoptisk liste av timesvise data fra alle stasjonene. Eksempel på presentasjoner i kvartalsrapport er vist i vedlegg A.

## 7 FORSTUDIE

Det er behov for å gjennomføre en forstudie med formål å:

- undersøke kvaliteten av de meteorologiske dataene som idag samles av industrien og kommuner i området
- vurdere representativiteten av målestasjonene (lokal kanalisering, bygningsinnflytelse etc.)
- foreslå eventuelle forbedringer ved disse målestedene.

Forstudien vil inneholde en enhetlig avlesning og kontroll av timevise vinddata for august måned 1981 fra følgende stasjoner:

- Gränges Aluminium
- Stadshuset, Sundsvall
- Ortviken
- Kema Nord
- Östrand

Dessuten vil deta fra Midlanda bli brukt som en referanse.

## 8 ALTERNATIVE MÅTER Å GJENNOMFØRE MÅLEPROGRAMMET

Det skisserte måleprogrammet kan gjennomføres på prinsipielt to forskjellige måter, med noe forskjellig målsetning.

### 8.1 Rutineprogram

Et framtidig måleprogram basert på rutinemessig koordinert oppfølging og rapportering av de eksisterende stasjonene i området, vil på kort sikt være enklest å få istand. Det bør imidlertid vurderes om disse stasjonene er representative for utslipp fra høye skorsteiner, og det er aktuelt i et slikt program å inkludere de foreslåtte målingene på S. Stadsberget. Etter noen år med innsamling og bearbeiding av slike data kan en vurdere et noe forenklet opplegg for rutinemessig overvåking.

### 8.2 "Database" basert på ett års detaljert undersøkelse

En grundig undersøkelse over ca ett år vil ha til hovedformål å framskaffe en god meteorologisk databasis, som i framtiden kan anvendes i alle beregninger av konsekvensene ved planlagte utslipp til luft. Det eksisterende målenettet vil igjen anvendes som hovedstasjoner i et slikt datasett, men det vil i dette opplegget være behov for flere nye stasjoner i tillegg. Målingene på Sødra Stadsberget (kap. 5 (7)) vil også være viktige, sammen med vindmålinger over kortere perioder i dalganger og ute på Alnön. Representativiteten (i tid) av måleperioden må dessuten undersøkes ved hjelp av data på Midlanda (timevise data i måleperioden samt klimadata). Representativitet (i rom) av målestasjoners evne til å beskrive spredning kan om ønskelig i kortvarige spredningsundersøkelser studeres ved bruk av sporstoff. Et detaljert opplegg for et slikt program må etableres etter en befaring og et bedre kjennskap til forurensningskildene i området.

Etter at denne "database" er etablert kan den rutinemessige overvåkingen av spredningsmeteorologien sannsynligvis forenkles betydelig.

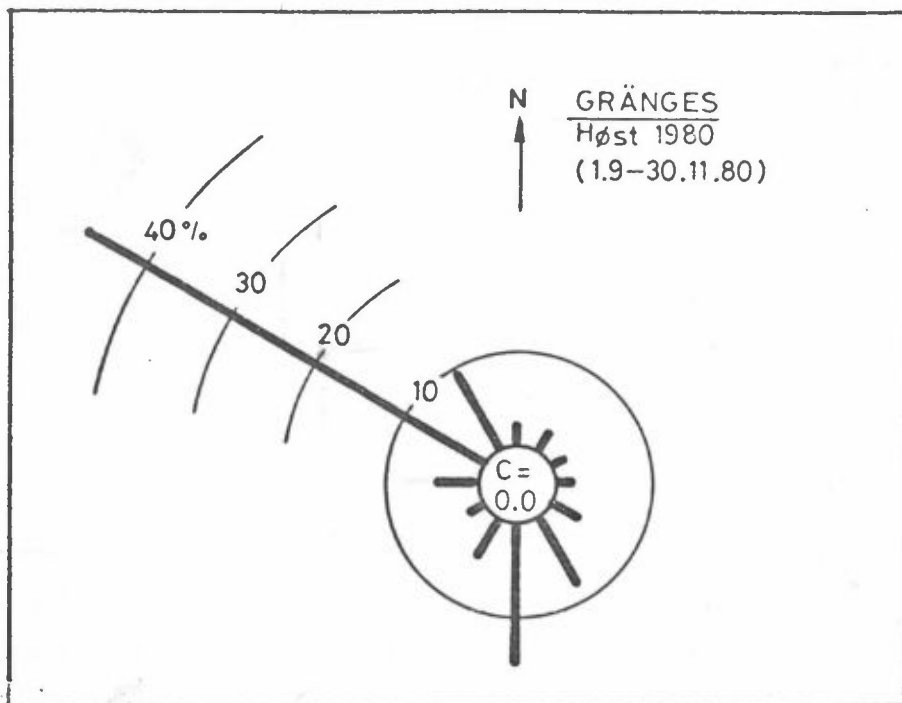
9 KOMMENTARER

Ovenstående forslag til måleprogram er utarbeidet på basis av rapporter og materiale oversendt fra Sundsvall kommun. En nærmere diskusjon av boligområder, spesielt interessante overvåkingsområder, utslippskilder og andre miljøfaktorer bør gjennomføres før et endelig program vedtas. Det kan fremdeles være områder innenfor Sundsvall-Timrå som er dårlig dekket av det foreslåtte program. For eksempel bør en diskutere enkle vindmålinger i følgende områder:

- Selånger/Bergåker
- Färsta eller langs E4 mellom Sundsvall og Timrå
- Alnön

Avgjørelsen må imidlertid ses i sammenheng med luftkvalitetsmålinger forøvrig. Den foreslåtte forstudien vil også kunne gi svar på hvilke stasjoner som bør endres, og sannsynligvis også gi et bedre grunnlag for å ta stilling til hvilken form måleprogrammet skal ha.

VEDLEGG A  
EKSEMPLER PÅ PRESENTASJON  
AV KVARTALSVISE METEOROLOGISKE DATA



Figur 2: Vindrose (frekvens av vind i % i 12 sektorer) fra Gränges for perioden 1.9.80-30.11.80.

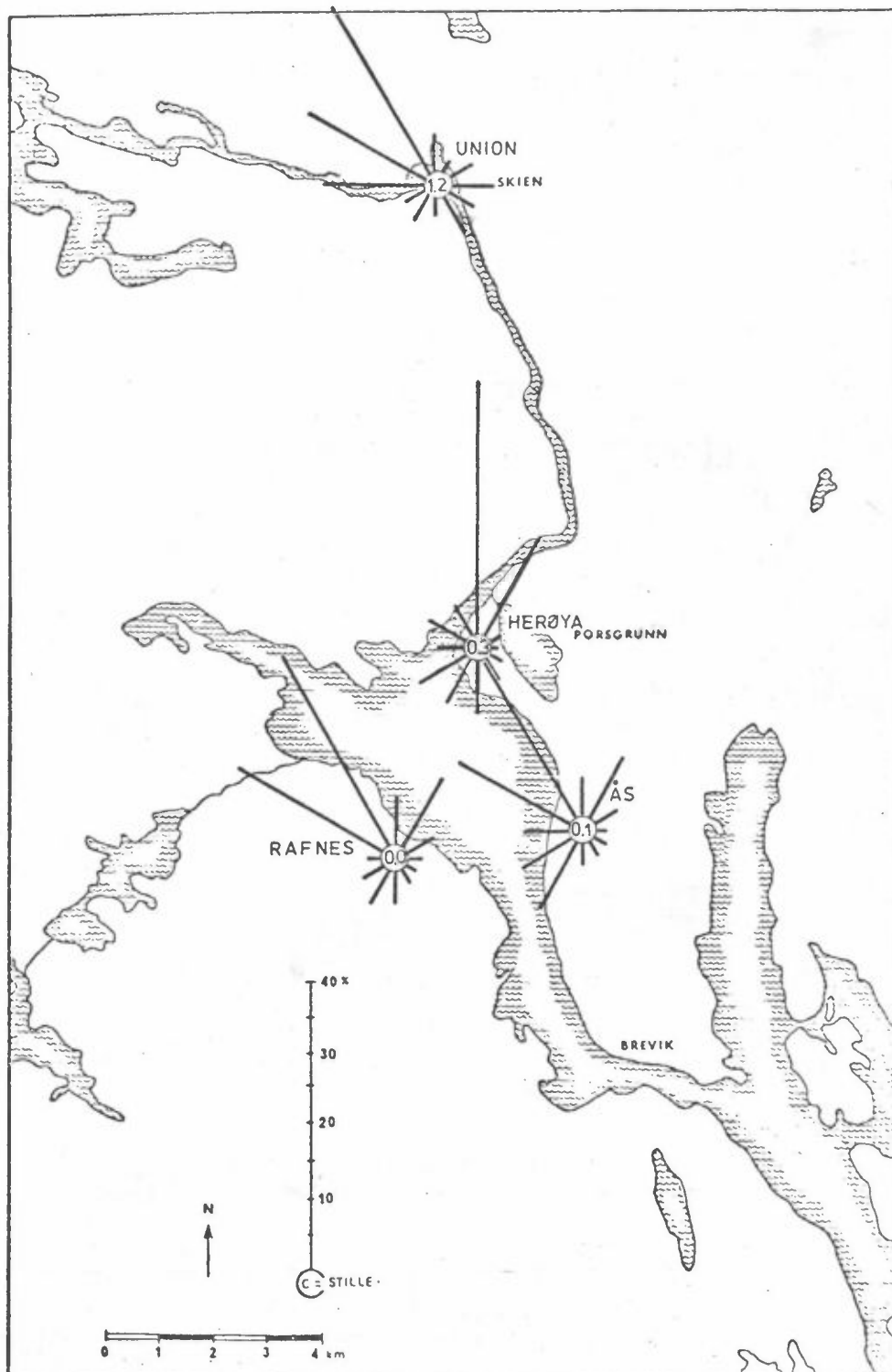
Kvartalvise vindfrekvenser er også vist i tabell 1, hvor døgnfordeling og vindstyrkefordeling også er gitt. Den vanligste vindretningen høsten 1980 var vind fra vest-nordvest. Disse vindretningene forekom i nesten 50% av tiden, oftest om natta (64% av tiden kl 04). Middelvindstyrken for perioden var 4.5 m/s. I ca. 24% av tiden var vindstyrken over 6 m/s, mens den var mindre enn 2 m/s i 11% av tiden.

De høyeste vindstyrkene forekom i gjennomsnitt når det blåste fra øst ( $\pm 15^\circ$ ). Middelvindstyrken var 7.6 m/s i de 32 timene (1.8%) det blåste fra øst (se figur 3). De svakeste vindene ble registrert ved vinder fra vest-sørvest (VSV  $\pm 15^\circ$ ). Det var i disse tilfellene 2.9 m/s vind.



VINDFORHOLDENE

Vindroser fra alle stasjonene for vinteren 1980/81 er vist i figur 2.



Figur 2: Vindroser (frekvens av vind i % i 12 sektorer) fra nedre Telemark for perioden 1.12.80-28.2.81.

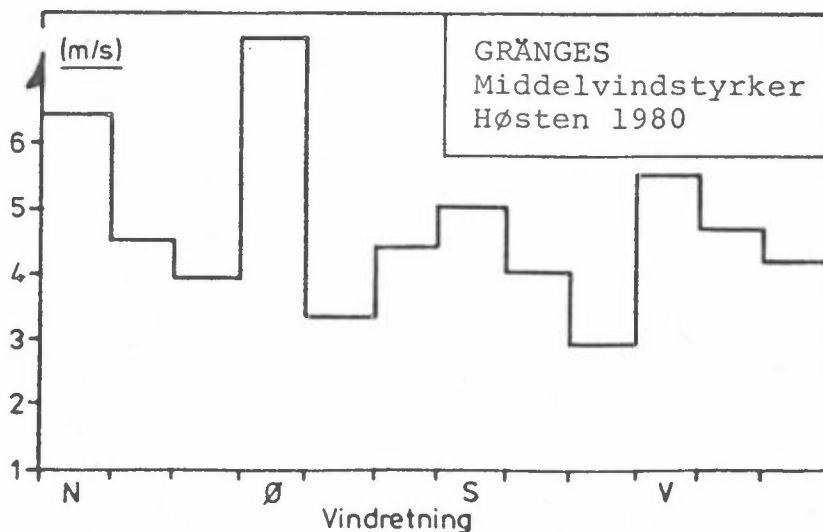
Tabell 1: Vindfrekvenser (vindrose) fra Granges 1.9.80-30.11.80.

VINDROSE FRA GRANGES									
1/ 9-80 - 30/11-80									
SEKTOR	VINDROSE KL.								DØGN
	1	4	7	10	13	16	19	22	
20- 40	4.1	1.4	0.0	4.2	2.6	1.4	2.8	2.6	2.9
50- 70	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	1.4	1.3	.7
80-100	1.4	1.4	2.9	6.9	1.3	2.7	1.4	0.0	1.8
110-130	0.0	1.4	1.4	2.8	9.0	4.1	5.6	2.5	3.2
140-160	5.5	4.1	4.3	8.3	15.4	16.2	2.3	2.6	8.2
170-190	15.1	12.3	11.4	9.7	10.3	18.9	22.5	22.4	14.8
200-220	4.1	2.7	4.3	0.0	2.6	1.4	4.2	2.6	3.0
230-250	0.0	2.7	0.0	1.4	1.3	2.7	1.4	0.0	1.2
260-280	1.4	2.7	7.1	3.3	5.1	5.4	2.8	5.3	4.4
290-310	58.9	64.4	58.6	45.8	35.9	31.1	45.1	46.1	47.5
320-340	6.8	4.1	2.9	12.5	14.1	12.2	5.6	11.8	9.4
350- 10	2.7	2.7	4.3	0.0	2.6	4.1	4.2	2.6	2.9
STILLE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ANT. OBS.	73	73	70	72	78	74	71	75	1768
MIDL. VIND	4.8	4.7	4.6	4.6	4.5	4.6	4.8	4.6	4.7

VINDANALYSE													
DØGNMIDDEL	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	TOTAL
STILLE													0.0
0.3- 2.0 M/S	1.0	.2	.3	.9	1.2	.9	.3	.6	.4	3.2	1.6	.2	10.9
2.1- 4.0 M/S	.3	.1	.1	1.3	2.5	3.2	1.0	.3	1.0	14.6	3.0	.4	27.8
4.1- 6.0 M/S	.7	.2	.2	.7	2.8	6.7	1.4	.3	1.1	19.3	3.2	.4	37.1
OVER 6.0 M/S	.9	.2	1.2	.3	1.6	4.0	.3	.1	1.9	10.3	1.6	1.9	24.2
TOTAL	2.9	.7	1.8	3.2	8.2	14.8	3.0	1.2	4.4	47.5	9.4	2.9	100.0
MIDL. VIND M/S	4.5	3.9	7.6	3.3	4.4	5.0	4.0	2.9	5.5	4.6	4.2	6.3	4.7
ANT. OBS.	52	12	32	56	145	261	53	22	78	839	167	51	1768

MIDLERE VINDSTYRKE FOR HELE DATASETET ER 4.5 M/S, BASERT PÅ 1874 OBSERVASJONER



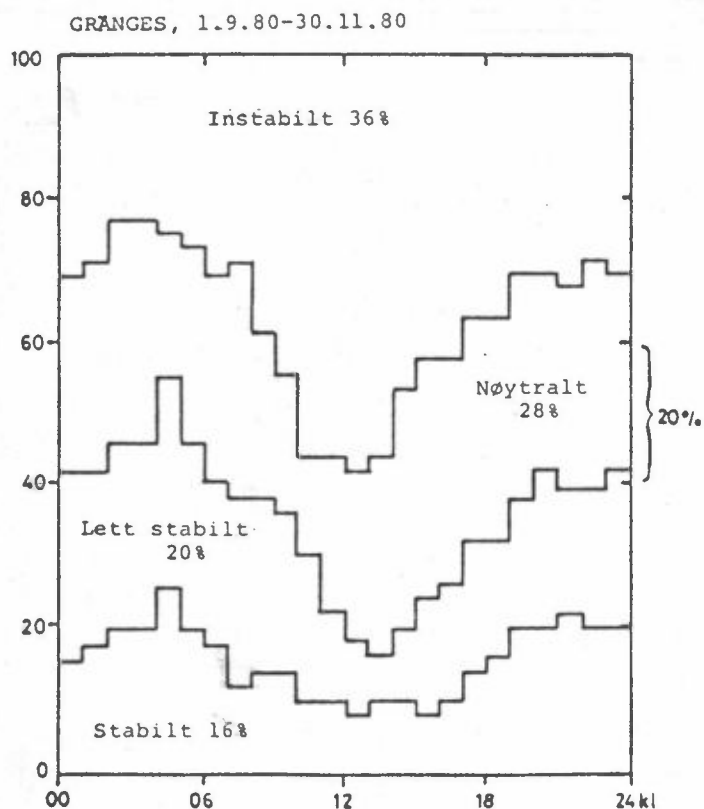
Figur 3: Middelvindstyrken som funksjon av vindretningen ved Granges, høsten 1980.

## 5 STABILITETSFORHOLDENE

Stabilitetsforholdene basert på måling av temperaturdifferensen mellom 40 og 10 m,  $\Delta T$ , ved Granges er fordelt på fire klasser etter følgende kriterier:

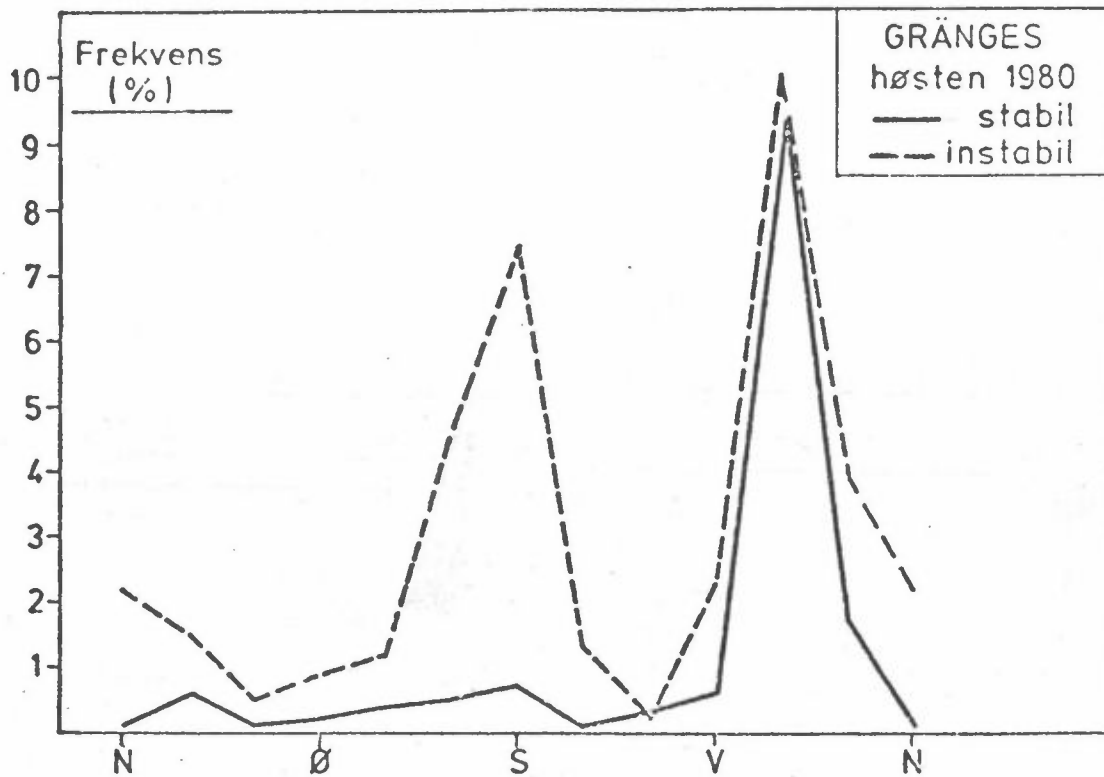
Instabilt	$\Delta T \leq - 0.5^{\circ}\text{C}$
Nøytralt	$-0.5 < \Delta T \leq 0^{\circ}\text{C}$
Lett stabilt	$0 < \Delta T \leq 0.5^{\circ}\text{C}$
Stabilt	$\Delta T > 0.5^{\circ}\text{C}$

Døgnfordelingen av de fire klassene er vist i figur 4, som viser at stabil sjikting (inversjoner) forekom oftest om natta, mens det midt på dagen vanligvis var instabil temperatursjikting og god vertikal spredning av forurensninger. Stabil sjikting forekom i 16% av tiden, lett stabil sjikting 20%, nøytral sjikting 28% og instabil sjikting i 36% av tiden.



Figur 4: Døgnvariasjon av 4 stabilitetsklasser ved Granges for høsten 1980.

Figur 5 viser frekvens av stabil sjikting (inversjoner) og instabil sjikting som funksjon av vindretningen.



Figur 5: Frekvens av stabil og instabil sjikting som funksjon av vindretningen ved Granges høsten 1980.

Figur 5 viser at de stabile tilfellene forekom oftest når det blåste fra vest-nordvest ved Granges. De instabile tilfellene ble oftest registrert når det blåste sterkere enn 4 m/s fra sør og sør-sørøst (9% av tiden) og fra vest-nordvest (9.8% av tiden).

FREKVENNS AV VIND OG STABILITET

Tabell 2 gir frekvens (i %) i 196 klasser av vind og stabilitet basert på vind- og stabilitetsdata fra 40 m-masta ved Gränges.

Tabell 2: Frekvens (i %) av vind og stabilitet fordelt på:

4 vindstyrkeklasser

4 stabilitetsklasser (1 = instabilt, 2 = nøytralt

3 = lett stabilt, 4 = stabilt)

vindstille (vind < 0.2 m/s)

basert på data fra Gränges i perioden 1.9.80-30.11.80.

VIND : GRÄNGES

STABILITET: DT(40-10M) GRÄNGES

PERIODE : 1.9.80-30.11.80

VINDSTYRKE	0.2- 2.0 M/S				2.0- 4.0 M/S				4.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S				ROSE
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
30	.0	.0	.4	.6	.0	.1	.2	.0	.5	.2	.0	.0	1.0	.0	.0	.0	3.0
60	.0	.0	.1	.1	.1	.0	.1	.0	.2	.0	.0	.0	.2	.0	.0	.0	.7
90	.0	.0	.1	.2	.0	.0	.0	.0	.3	.0	.0	.0	.6	.4	.2	.0	1.8
120	.0	.1	.3	.3	.2	.8	.3	.1	.7	.1	.0	.0	.3	.0	.0	.0	3.2
150	.0	.4	.6	.3	.7	1.3	.3	.2	2.3	.5	.1	.0	1.6	.1	.0	.0	8.2
180	.0	.1	.5	.2	.3	1.9	.6	.5	3.6	2.8	.2	.0	3.5	.3	.0	.0	14.5
210	.0	.0	.2	.1	.2	.6	.1	.0	.8	.6	.1	.0	.9	.1	.0	.0	3.0
240	.0	.1	.3	.2	.0	.2	.0	.1	.1	.2	.1	.0	.1	.0	.0	.0	1.3
270	.0	.0	.1	.3	.0	.2	.3	.2	.5	.7	.1	.1	1.8	.2	.0	.0	4.4
300	.0	.1	1.1	1.6	.2	2.5	7.2	4.3	3.5	9.3	3.9	2.4	6.3	3.2	1.0	1.0	47.6
330	.0	.0	.4	1.2	.2	1.7	.6	.4	1.9	1.0	.1	.1	1.9	.1	.0	.0	9.5
360	.0	.0	.1	.1	.0	.3	.0	.0	.2	.2	.0	.0	2.0	.0	.0	.0	2.9
STILLE	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
TOTAL	0.0	.8	4.1	5.3	2.0	9.6	9.6	5.7	14.5	15.5	4.4	2.6	19.5	4.3	1.2	1.0	100.0
FORDELING PÅ VINDHASTIGHET																	
0.0- 2.0 M/S				2.0- 4.0 M/S				4.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S					
10.2				26.9				36.9				25.9					
FORDELING AV STABILITETSKLASSENE																	
36.0				30.1				19.3				14.6					
ANTALL TIMER = 2124, ANTALL OBSERVASJØNER = 1759																	

7 TEMPERATUREN VED GRÅNGES

Tabell 3 viser månedsvise temperaturstatistikk for Grånges høsten 1980. Middelsestemperaturen for september var 12.7°C, for oktober 4.8°C og for november -1.9°C. Den høyeste temperaturen i måleperioden var 22.5°C, målt 8 september kl 14. Den laveste temperaturen, -16.8°C, ble målt 27. november kl 24.

Tabell 3: Månedsvise temperaturstatistikk fra Grånges for september, oktober og november 1980. Tabellen viser middel-, maksimum- og minimumstemperaturer, antall observasjoner og temperatur over angitte grenser, samt midlere døgnfordeling av temperatur.

517 GRÅNGES		1 9 80 30 11 80																
MANED	NDAG	TMIDL.	MAX				MIN				MIDLERE		T>-10.0		T> 0.0		T> 10.0	
			T	DAG	KL.	T	DAG	KL.	TMAX	TMIN	DØGN	TIMER	DØGN	TIMER	DØGN	TIMER		
SEP 1980	30	12.7	22.5	8	14	4.2	12	6	15.5	9.4	30	720	30	720	30	623		
OKT 1980	31	4.8	13.0	3	14	-8.7	31	5	7.1	2.2	31	737	29	629	10	95		
NOV 1980	30	-1.9	8.2	6	14	-16.8	*27	24	.6	-4.5	29	634	20	317	0	0		

MIDDELTEMPERATUR, STANDARDAVVIK OG ANTALL OBS.																
MANED	KL	1	4	7	10	13	16	19	22							
SEP 1980		11.3	10.6	11.4	13.9	15.0	14.7	13.0	11.9							
		2.0	2.5	2.3	2.0	2.5	2.4	1.8	2.2							
		30	30	30	30	30	30	30	30	720						
OKT 1980		4.4	3.7	3.8	5.3	6.5	5.9	4.9	4.4							
		4.6	4.8	5.1	4.8	4.3	4.4	4.5	4.8							
		31	31	31	30	30	31	31	31	737						
NOV 1980		-2.4	-2.4	-2.6	-2.1	-1.5	-1.0	-1.6	-2.0							
		5.4	5.5	5.6	5.6	5.0	5.0	5.1	5.1							
		30	30	30	30	29	30	30	30	716						

I november hadde 82 timer (11% av observasjonene) temperaturer lavere (eller lik) -10°C. Den gjennomsnittlige døgnlige variasjon i temperaturen var liten. I september svingte middelsestemperaturen fra 10.6°C kl 04 til 15.0°C kl 13, i november fra -2.6°C kl 07 til -0.5°C kl 13.

The percent of precipitation as a function of wind direction is presented in Figure 10.

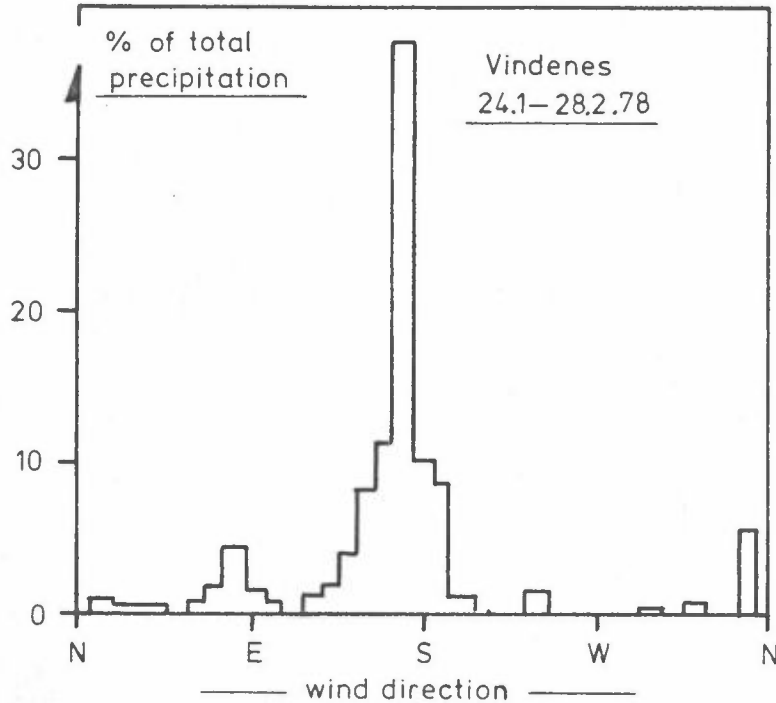


Figure 10: Amount of precipitation (in %) in each 10 degree-wind sector at Vindenes (Jan-Feb 1978).

Most of the precipitation ( $\approx 80\%$ ) during the 28 days of sampling in January and February occurred when the wind was blowing from S and SSE.

PRECIPITATION CHEMISTRY

The chemical composition of 24-hour samples of precipitation collected at Vindenes is shown in Table 12. Sulphate concentrations (SO<sub>4</sub>) are corrected for sea spray, when magnesium analysis are available.

Table 11 a: Daily values of precipitation amount and chemical composition, number of days with data (TOT), mean values (MEAN), standard deviation in observed concentrations (DIS), maximum and minimum values and amount of precipitation (in mm) or deposition (DEP) (in mg/m<sup>2</sup>)

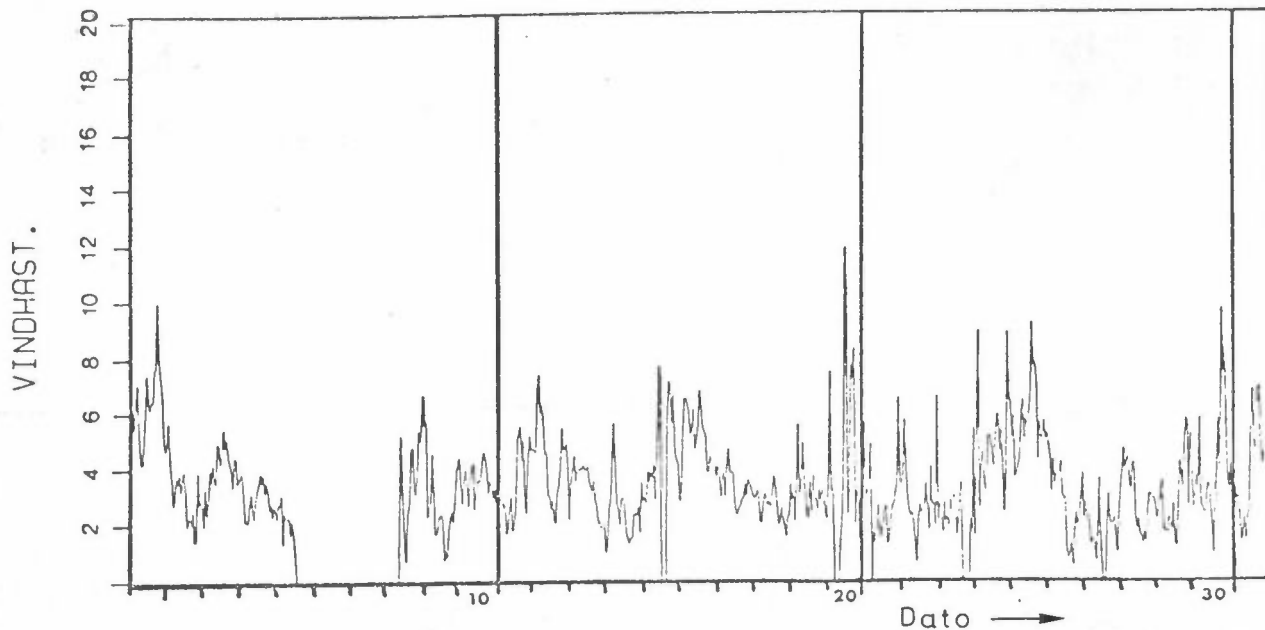
VINDENES NORWAY DECEMBER 1977									
DAY	PRECIPITATION								
	AMOUNT MM	H+ UE/L	PH	SO4-S MG/L	NO3-N MG/L	NH4-N MG/L	CA MG/L	NA MG/L	MG MG/L
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	.7	-	4.25	.91	.92	.25	1.1	4.1	.56
8	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	.1	-	-	-	-	-	-	-	-
12	4.2	-	4.75	.87	.49	.28	.3	5.3	.54
13	3.5	-	5.20	.16	.13	.15	.5	11.0	1.33
14	1.7	-	4.60	.38	.23	.17	.2	4.1	.46
15	.4	-	5.30	7.13	-	-	-	-	-
16	7.3	-	4.25	1.09	.81	.35	.2	2.7	.35
17	.1	-	-	-	-	-	-	-	-
18	2.7	-	4.65	.35	.13	.08	.3	6.0	.72
19	3.2	-	4.90	.29	.05	.19	.4	8.0	1.00
20	8.0	-	4.40	.51	.16	.10	.1	.4	.06
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	1.3	-	4.30	1.00	.62	.26	.2	2.4	.33
23	14.9	-	4.55	.43	.20	.03	.1	2.2	.29
24	2.7	-	4.10	1.03	.86	.34	.3	4.6	.58
25	18.1	-	5.25	.03	.07	.03	.1	1.8	.22
26	2.7	-	4.65	.17	.18	.06	.2	3.0	.37
27	5.1	-	4.85	.22	.12	.03	.1	.1	.04
28	4.6	-	5.00	.17	.06	.03	.2	3.1	.40
29	10.1	-	4.65	.31	.08	.08	.4	9.0	1.06
30	.1	-	-	-	-	-	-	-	-
31	10.6	-	5.25	.01	.03	.03	.1	1.9	.24
TOT.	22	0	18	18	17	17	17	17	17
MEAN	4.7	-	4.65	.38	.21	.10	.2	3.5	.42
DIS.	4.1	-	-	1.63	.31	.12	.3	3.0	.35
MAX.	18.1	-	5.30	7.13	.92	.35	1.1	11.0	1.33
MIN.	.1	-	4.10	.01	.03	.03	.1	.1	.04
DEP.	103.5	-	2314	40	22	10	20	357	44



Dato		kl.	Timevise data					Timevise data					
			TEMP	DEL.T	FF	DD				TEMP	DEL.T	FF	DD
12	1 81	1	3.3	-.3	2.2	15.	15	1 81	1	-1.3	1.0	.4	31.
12	1 81	2	2.5	-.1	3.1	18.	15	1 81	2	1.8	-.9	4.5	16.
12	1 81	3	2.5	.1	1.8	19.	15	1 81	3	1.9	-.9	5.7	13.
12	1 81	4	1.8	-.5	4.7	16.	15	1 81	4	1.8	-1.2	6.9	13.
12	1 81	5	2.0	.1	1.9	15.	15	1 81	5	1.3	-.9	5.0	13.
12	1 81	6	3.0	-.1	2.9	21.	15	1 81	6	2.0	-.9	4.3	14.
12	1 81	7	3.2	-.2	3.1	23.	15	1 81	7	2.0	-.7	4.2	16.
12	1 81	8	4.9	-.1	2.2	38.	15	1 81	8	2.1	-.9	4.6	15.
12	1 81	9	99.0	99.0	99.0	99.	15	1 81	9	2.2	-1.0	5.3	14.
12	1 81	10	4.6	-.8	99.0	99.	15	1 81	10	1.9	-1.0	6.4	14.
12	1 81	11	3.7	-.8	99.0	99.	15	1 81	11	2.0	-1.0	5.8	12.
12	1 81	12	2.1	-.1	4.2	29.	15	1 81	12	1.9	-1.2	6.7	13.
12	1 81	13	2.1	-.2	4.6	30.	15	1 81	13	2.1	-1.1	7.3	13.
12	1 81	14	2.4	-.1	4.8	30.	15	1 81	14	2.2	-1.1	6.7	13.
12	1 81	15	2.3	-.1	4.9	29.	15	1 81	15	2.1	-1.0	6.6	13.
12	1 81	16	1.9	0.0	4.9	29.	15	1 81	16	2.4	-.8	6.3	14.
12	1 81	17	1.2	.1	5.2	28.	15	1 81	17	2.9	-.6	4.3	13.
12	1 81	18	1.3	.1	4.9	28.	15	1 81	18	2.5	-.2	2.6	13.
12	1 81	19	1.2	.2	4.1	28.	15	1 81	19	2.4	-.4	2.5	16.
12	1 81	20	.6	-.6	6.2	27.	15	1 81	20	2.7	-.7	4.2	15.
12	1 81	21	.5	0.0	3.6	28.	15	1 81	21	2.0	-.7	3.8	15.
12	1 81	22	-.2	.2	3.3	28.	15	1 81	22	2.1	-.8	4.7	15.
12	1 81	23	-1.1	.5	3.8	30.	15	1 81	23	1.8	-.6	3.3	15.
12	1 81	24	-2.6	.4	4.0	31.	15	1 81	24	1.2	-.6	2.1	12.
13	1 81	1	-3.9	1.4	1.8	32.	16	1 81	1	1.4	-.6	3.7	10.
13	1 81	2	-4.8	1.5	1.6	36.	16	1 81	2	1.1	-.4	2.2	12.
13	1 81	3	-5.7	1.3	2.1	32.	16	1 81	3	.9	-.2	2.3	11.
13	1 81	4	-6.8	1.3	2.6	31.	16	1 81	4	0.0	-.8	99.0	38.
13	1 81	5	-7.5	.6	4.2	33.	16	1 81	5	-.8	-.8	99.0	29.
13	1 81	6	-8.8	.6	4.8	31.	16	1 81	6	-.9	-.8	99.0	30.
13	1 81	7	-9.2	1.3	5.3	32.	16	1 81	7	-1.0	-.9	99.0	30.
13	1 81	8	-8.1	1.3	5.2	30.	16	1 81	8	-1.1	-.9	99.0	30.
13	1 81	9	-6.8	.8	6.4	31.	16	1 81	9	-1.1	-.8	4.9	30.
13	1 81	10	-6.0	.9	6.3	31.	16	1 81	10	-1.1	-.8	4.7	30.
13	1 81	11	-4.4	0.0	6.2	31.	16	1 81	11	-1.2	-.8	5.3	30.
13	1 81	12	-4.8	-.2	5.4	30.	16	1 81	12	-1.2	-.8	4.8	31.
13	1 81	13	-2.6	-.3	5.3	30.	16	1 81	13	-1.3	-.6	4.5	30.
13	1 81	14	-3.1	.2	5.9	29.	16	1 81	14	-1.6	-.6	4.1	30.
13	1 81	15	-5.1	.9	5.2	31.	16	1 81	15	-1.8	-.4	3.9	30.
13	1 81	16	-5.3	1.2	4.4	31.	16	1 81	16	-1.8	-.4	3.8	30.
13	1 81	17	-5.8	1.3	3.8	30.	16	1 81	17	-1.4	-.5	4.1	29.
13	1 81	18	-5.4	.4	4.7	31.	16	1 81	18	-1.6	-.5	4.5	30.
13	1 81	19	-5.0	.3	2.9	32.	16	1 81	19	-1.7	-.5	4.4	30.
13	1 81	20	-5.6	.9	2.4	33.	16	1 81	20	-1.9	-.6	4.7	30.
13	1 81	21	-6.4	.9	2.6	36.	16	1 81	21	-1.9	-.5	4.8	30.
13	1 81	22	-7.5	2.0	2.3	32.	16	1 81	22	-2.0	-.5	5.2	30.
13	1 81	23	-8.0	1.6	3.2	31.	16	1 81	23	-2.2	-.4	5.0	30.
13	1 81	24	-6.6	1.2	4.6	30.	16	1 81	24	-2.1	-.7	5.2	30.
14	1 81	1	-8.1	1.5	4.8	30.	17	1 81	1	-2.2	-.4	4.3	30.
14	1 81	2	-8.1	1.5	1.6	31.	17	1 81	2	-2.5	-.5	5.1	30.
14	1 81	3	-8.5	1.5	1.7	31.	17	1 81	3	-2.8	-.6	5.3	30.
14	1 81	4	-8.6	1.3	1.2	38.	17	1 81	4	-2.8	-.2	4.3	31.
14	1 81	5	-9.5	2.2	1.1	38.	17	1 81	5	-2.9	-.3	4.6	30.
14	1 81	6	-10.1	2.0	1.0	31.	17	1 81	6	-3.1	-.5	4.9	30.
14	1 81	7	-11.2	2.2	.3	38.	17	1 81	7	-3.0	-.5	4.8	30.
14	1 81	8	-11.9	1.6	1.8	31.	17	1 81	8	-2.9	-.5	4.8	30.
14	1 81	9	-10.9	1.6	.6	32.	17	1 81	9	-3.0	-.4	4.5	30.
14	1 81	10	-9.8	1.5	.3	32.	17	1 81	10	-3.2	-.3	4.3	30.
14	1 81	11	-9.7	1.1	1.5	38.	17	1 81	11	-3.2	-.4	4.4	31.
14	1 81	12	-5.2	-.7	4.8	15.	17	1 81	12	-4.0	-.7	4.2	32.
14	1 81	13	-3.2	-.5	3.6	17.	17	1 81	13	-3.4	-.6	4.2	33.
14	1 81	14	-2.0	-.8	5.5	17.	17	1 81	14	-4.1	-.4	3.7	33.
14	1 81	15	-2.2	-1.2	7.3	18.	17	1 81	15	-5.0	-.4	4.2	32.
14	1 81	16	-2.7	-.9	5.1	18.	17	1 81	16	-5.1	-.5	4.2	33.
14	1 81	17	-1.8	.1	2.1	18.	17	1 81	17	-5.4	-.2	4.1	32.
14	1 81	18	-2.2	.7	1.3	18.	17	1 81	18	-6.3	-.1	3.7	30.
14	1 81	19	-2.6	.6	1.8	17.	17	1 81	19	-7.2	0.0	3.9	30.
14	1 81	20	-2.7	.8	.9	14.	17	1 81	20	-7.6	.1	3.2	30.
14	1 81	21	-1.9	.4	1.4	17.	17	1 81	21	-8.0	.1	4.1	30.
14	1 81	22	-1.5	.3	1.2	6.	17	1 81	22	-8.8	-.1	5.0	30.
14	1 81	23	-1.1	.6	.9	38.	17	1 81	23	-9.1	-.1	4.8	30.
14	1 81	24	-1.2	.5	1.2	31.	17	1 81	24	-9.9	-.1	4.6	30.

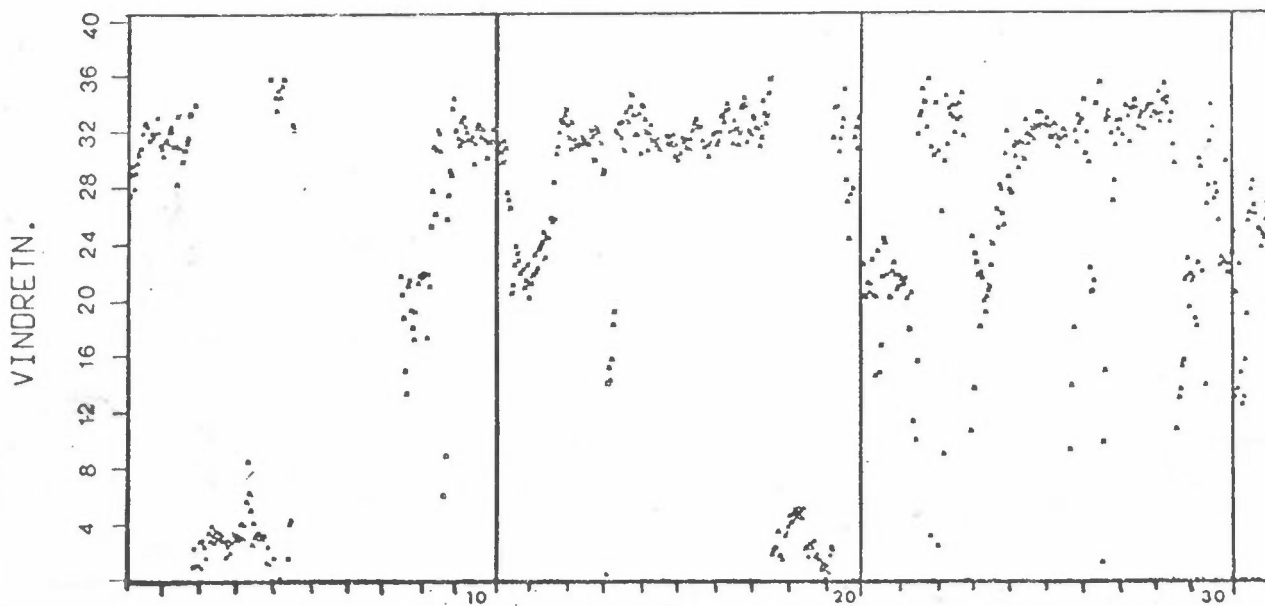
Timevise data (grafisk)  
STASJON. 336 ÅS

PERIODE: JAN. 1981



STASJON: 336 ÅS

PERIODE: JAN. 1981



**NILU**

TLF. (02) 71 41 70

**NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING**(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)  
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM  
ELVEGT. 52.

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTNR. OR 6/82	ISBN--82-7247- 292-2
DATO FEBRUAR 1982	ANSV.SIGN. B.Ottar	ANT.SIDER 25
TITTEL Meteorologisk måleprogram i Sundsvall-Timrå-regionen		PROSJEKTLEDER B.Sivertsen
		NILU PROSJEKT NR 21281
FORFATTER(E)  Bjarne Sivertsen		TILGJENGELIGHET ** A
		OPPDRAKSGIVERS REF.
OPPDRAKSGIVER Sundsvall kommune		
3 STIKKORD (å maks.20 anslag) Meteorologisk   måleprogram		
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) Rapporten skisserer et meteorologisk måleprogram for Sundsvall-Timrå-regionen som bl.a. skal ha til formål å etablere en database for klimadata, overvåke spredningsforholdene, forklare målte luftkvalitetsdata og gi grunnlag for spredningsberegninger i konsekvensanalyser.		
TITLE Program for meteorological measurements in the Sundsvall-Timr-area		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines) A meteorological programme is presented for establishing a climatological data base for surveying the dispersion conditions, to explain air quality data and enable future projections on air quality impact using dispersion models.		

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