



# Statlig program for forurensningsovervåking

RAPPORT NR 198/85

Oppdragsgiver

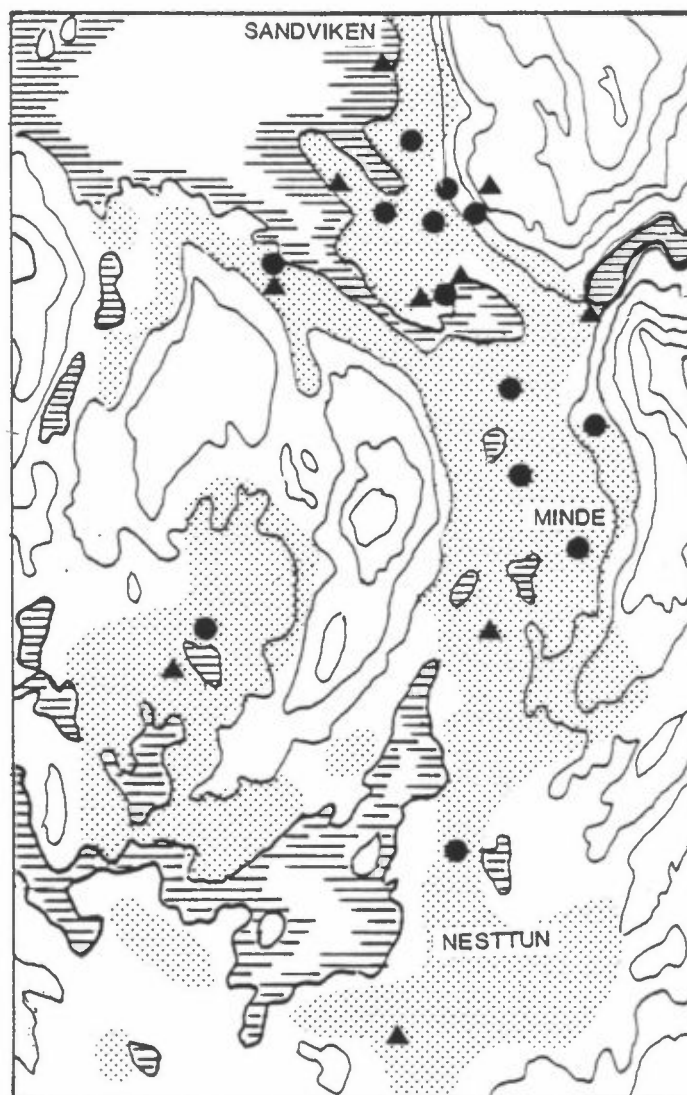
Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjon

NILU

## BASISUNDERSØKELSE AV LUFTKVALITETEN I BERGEN 1983–1985

DATARAPPORT I  
MÅLERESULTATER  
JANUAR–AUGUST 1983



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

Postboks 130 - 2001 Lillestrøm



## Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

luft og nedbør  
grunnvann  
vassdrag og fjorder  
havområder

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.

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)  
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)  
Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)  
Norsk institutt for luftforskning (NILU)  
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)  
Statens forurensningstilsyn (SFT)

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

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter vil bli publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1, tlf. 02 - 22 98 10.

NILU OR : 55/85  
REFERANSE: 0-8249  
DATO : OKTOBER 1985

**BASISUNDERSØKELSE AV LUFTKVALITETEN  
I BERGEN 1983-1985**

**DATARAPPORT 1983**

av

S. Larssen, K.E. Grønskei,  
K. Hoem, S.E. Haagenrud

Utført etter oppdrag fra Statens Forurensningstilsyn

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING  
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM  
NORGE

ISBN-82-7247-621-5



## FORORD

Basisundersøkelsen av luftforurensningsforhold i Bergen startet i januar 1983, etter en planleggingsfase høsten 1982.

Den foreliggende "Rapport 1983" omhandler resultater av målinger av luftkvalitet og meteorologi i perioden januar-august 1983, samt resultater av arbeidet i 1983 med kartlegging av utslipp og spredningsmodeller.

En senere rapport vil omhandle målinger i perioden november 1983 - februar 1984, samt utslippskartlegging i 1984. Konklusjoner vedrørende forurensningstilstanden i Bergen, og årsak-virkningsforhold, vil bli trukket i sluttrapporten for prosjektet.

Vi vil fremheve det gode samarbeidet og den betydelige assistanse vi har fått i dette prosjektet fra følgende institusjoner i Bergen (i alfabetisk rekkefølge):

- Bergen Ingeniørhøgskole v/lektor E. Meisingset, ing. Johansen og ing. Bjorheim, som stod for lokal drift av måleprogrammet for luftkvalitet.
- Feiervesenet, Brannseksjonen i Bergen v/feiermester Reigstad, som skaffet viktig materiale til veie vedrørende større fyrkjeler i Bergen.
- Geofysisk institutt, Universitetet i Bergen v/aman. I. Dukstad, rådgiver for det meteorologiske måleprogram, og v/cand.real. I. Hanssen-Bauer, prosjektansatt ved NILU i tiden desember 1983 - mai 1984, som utførte sondeoppstigninger under forurensningsepisoder, og stod for lokal drift av det meteorologiske måleprogrammet.
- Helseseksjonen i Bergen, v/overing. J.A. Brinkmann og ing. P. Tveiten som stod for praktisk assistanse vedrørende tillatelser til plassering av stasjoner, oppretting av måleprogram, opplysninger om utslippskilder, etc.
- Vervarslinga på Vestlandet v/stasjonssjef M. Berg, som skaffet til veie data fra klimastasjonene i området, og utførte spesielle temperatur-målinger på stasjon Florida.



## SAMMENDRAG

Basisundersøkelsen av luftforurensningsforholdene i Bergen bestod i 1983 av følgende deler:

- kartlegging av forurensende utslipp
- måling av luftkvalitet, meteorologiske forhold, og korrosjon,
- utvikling og anvendelse av spredningsmodeller for beregning av forurensningskonsentrasjoner.

Kartlegging av forurensende utslipp er utført ved innsamling av opplysninger om salg av oljeprodukter, ved opplysninger fra Feiervesenet i Bergen om større fyringsanlegg, ved en spørreskjemaundersøkelse til ca 1500 bedrifter og institusjoner i Bergen, og ved tilleggsopplysninger fra Bergen lysverker om oljeforbruk. Videre er innhentet opplysninger fra kommunen om biltrafikken i Bergen. Disse opplysninger har gitt grunnlag for utarbeidelse av kart for 1982 over forbruk av oljetyper, bensin og diesel i undersøkelsesområdet, inndelt i  $500 \times 500 \text{ m}^2$  ruter (se figur 2). Samlet salg av oljeprodukter i prosjektområdet ble for 1982 funnet å være ca  $72.000 \text{ m}^3$ , hvorav ca  $50.000 \text{ m}^3$  lettolje, ca  $5.000 \text{ m}^3$  tungdestillat, ca  $8.000 \text{ m}^3$  tungolje og ca  $9.000 \text{ m}^3$  parafin. I tillegg kommer ca  $62.000 \text{ m}^3$  bensin og ca  $20.000 \text{ m}^3$  autodiesel. 8 forbrukere hadde et fyringsoljeforbruk større enn  $1.000 \text{ m}^3/\text{år}$ . Opplysningene fra spørreskjemaene har gitt grunnlag for å antyde fyringsoljeforbrukets funksjon av lufttemperaturen på månedsbasis.

Oljeforbruket i Hordaland har gått betydelig ned de siste år. Det samme gjelder sannsynligvis også for prosjektområdet i Bergen. Salg av lettolje og tungdestillat i Hordaland er redusert jevnt fra ca  $134.000 \text{ m}^3$  i 1978 til ca  $91.000 \text{ m}^3$  i 1983. Tungoljeforbruket har imidlertid økt fra 1981. Salget av bensin og autodiesel har også økt jevnt de siste årene med ca 3-5% pr år.

Målinger av luftkvalitet, meteorologiske forhold og korrosjon har fulgt det oppsatte program. Det er innhentet data fra 15 luftkvalitetsstasjoner, 9 meteorologiske stasjoner og 10 korrosjonsstasjoner. 3 av luftkvalitetsstasjonene er klimastasjoner drevet av Vervarslinga på Vestlandet.

Januar 1983 var svært mild i forhold til normalt,  $4.1^{\circ}\text{C}$  mot normalt  $1.6^{\circ}\text{C}$ ,

med sterk vind, middelværdi 3.0 Beaufort (4.4 m/s) mot normalt 2.3 Beaufort (3.1 m/s). Februar avvæk lite fra normalen når det gjældt temperatur og vind hhv 1.1<sup>0</sup>C og 2.1 Beaufort. (Tallene gjælder klimastasjonen Florida i Bergen sentrum.)

Disse forhold ga svært lav forurensning i Bergen i januar spesielt, men også i februar. Et unntak var perioden 15-18 februar, da spredningsforholdene var såpass ugunstige at en kan snakke om en forurensningsepisode. Den perioden ble dekket med intensivmålinger av forurensning, samt hyppige sondeoppstigninger med registrering av vertikal temperatur- og vindprofil. Normalt opptrer slike episoder hyppigere i Bergen enn de gjorde vinteren 1983.

Forurensningsnivået var for alle stoffer (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, CO partikler, bly) 50-100% høyere i februar enn i januar. De viktigste forklaringsvariable er vindstyrken som ble redusert fra 4.4 m/s i januar til 3.1 m/s i februar (Florida), og temperaturen som ble redusert fra 4.1<sup>0</sup>C i januar og 1.1<sup>0</sup>C i februar.

De høyeste forurensningsverdier ble målt i periodene 6-8 februar og 15-18 februar, som var perioder med svak vind og relativt dårlige spredningsforhold. Høyeste målte døgnmiddelværdier var 65 µg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> (foreslått grenseverdi 100-150 µg/m<sup>3</sup>), 109 µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> (foreslått grenseverdi 100-150 µg/m<sup>3</sup>), 113 µg sot/m<sup>3</sup> (foreslått grenseverdi 100-150 µg/m<sup>3</sup>), og 1.55 µg Pb/m<sup>3</sup>. NO<sub>2</sub>- og sot-nivået i luften i Bergen sentrum var altså til tider høyt nok til at nedre grenseverdi for stoffene ble overskredet på enkeltdager. SO<sub>2</sub>-nivået derimot var vinteren 1983 ikke høyt nok til å komme opp mot grenseverdiene.

Ingen av målestasjonene var plassert nær veier. Soner nær hovedtrafikkårene (innenfor 20-50 m fra vei) kan oppleve vesentlig høyere sot- og NO<sub>2</sub>-nivåer enn det en hadde på målestasjonene.

Korrosjonsmålingene har pågått gjennom hele 1983. Korrosjonshastigheten i Bergen viste liten variasjon fra stasjon til stasjon, og var omtrent så stor som hastigheten målt på stasjonen Alvim ved Borregaard i Sarpsborg. Utvikling av dose-effekt-sammenhenger avventer et større datamateriale.

Arbeidet med spredningsmodeller har hovedsakelig vært konsentrert om utvikling av en mesoskala vind- og turbulensmodell som skal anvendes på forurensningsepisoder i Bergen. Forøvrig er det arbeidet med tilpasning av NILU's eksisterende modeller til bruk i Bergen med sine utpregede topografiske føringer.

I tillegg er det i 1983 utført spesielle målinger og analyser av vind- og strålingsforhold i Bergen. Sonde-oppstigninger under spesielle meteorologiske forhold er allerede nevnt. Videre er strålingsdata fra Bergen fra 1972-80 bearbeidet med tanke på anvendelse ved valg av spredningsparametre i spredningsmodeller (Hanssen-Bauer, 1983).



## INNHold

	Side
FORORD .....	3
SAMMENDRAG .....	5
1 INNLEDNING .....	11
2 GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSEN I 1983 .....	12
2.1 Plan for undersøkelsen .....	12
2.2 Gjennomføring av undersøkelsen .....	12
2.2.1 Måleprogrammet .....	12
2.2.2 Øvrige deler av undersøkelsen .....	21
3 KARTLEGGING AV UTSLIPPENE .....	22
3.1 Grunnmateriale .....	22
3.1.1 Opplysninger fra Feiervesenet, Brannseksjonen i Bergen kommune .....	22
3.1.2 Spørreskjema-undersøkelse .....	22
3.1.3 Opplysninger fra Bergen Lysverker .....	23
3.1.4 Salgstall fra Norsk Petroleumsinstitutt og oljeselskapene .....	23
3.1.5 Trafikktall .....	24
3.1.6 Befolkningsfordeling .....	24
3.2 Salg og forbruk av fyringsolje .....	26
3.2.1 Salg av fyringsolje i Hordaland 1978-83 .....	26
3.2.2 Salg og forbruk i prosjektområdet .....	26
3.2.3 Salg og forbruk som funksjon av temperaturen .....	39
3.3 Salg og forbruk av bensin og diesel .....	46
3.3.1 Salg i Hordaland 1978-83 .....	46
3.3.2 Salg og forbruk i prosjektområdet .....	46
3.4 Industriutslipp .....	47
3.5 Søppelforbrenning .....	48
4 UTVIKLING AV METODER FOR SPREDNINGSBEREGNINGER I BERGEN .....	48
5 MÅLERESULTATER, METEOROLOGI .....	51
5.1 Vind- og temperaturforhold i 1983 i forhold til normalene .....	51
5.2 Vindforhold i Bergen i 1983 .....	55
5.2.1 Vindhastighet .....	55
5.2.2 Vindroser .....	55
5.2.3 Betinget vind .....	63
5.3 Temperaturforhold i Bergen i 1983 .....	67

6	MÅLERESULTATER, LUFTKVALITET .....	69
6.1	Svoveldioksid .....	69
6.2	Nitrogenoksider .....	75
6.3	Sot .....	80
6.4	Karbonmonoksid .....	85
6.5	Bly .....	85
6.6	Svevestøv .....	87
6.7	CO, NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> og SO <sub>2</sub> på hovedstasjonen som funksjon av tid og vindretning .....	93
6.8	"Vertikalsnitt" av SO <sub>2</sub> , sot, NO <sub>2</sub> og bly .....	98
6.9	Korrelasjonsanalyse, <sup>2</sup> døgnverdier .....	99
6.10	Manuelle og kontinuerlige målinger av SO <sub>2</sub> og NO <sub>2</sub> .....	103
7	FORURENSNINGSEPISEDER .....	105
8	MÅLERESULTATER - KORROSJON .....	121
8.1	Innledning .....	121
8.2	Resultater .....	121
8.3	Diskusjon .....	122
9	REFERANSER .....	132
	VEDLEGG 1: Detaljkart over målestasjonsplasseringer .....	133
	VEDLEGG 2: Spørreskjema over forurensende utslipp .....	151
	VEDLEGG 3: Døgn- og 6-timers middelerverdier av SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , sot, bly og svevestøv .....	161



*BASISUNDERSØKELSE AV LUFTKVALITETEN I BERGEN  
1983-85*

*DATARAPPORT 1983*

**1 INNLEDNING**

Norsk Institutt for luftforskning (NILU) fikk i 1982 i oppdrag fra Statens forurensningstilsyn å utføre en større undersøkelse av luftforurensningsforholdene i Bergen. Planen for undersøkelsen er beskrevet i (1).

Hovedmålene for basisundersøkelsen av luftforurensningsforhold i Bergen er følgende:

1. Basisundersøkelsen skal gi informasjon om den eksponering til luftforurensning som befolkningen i Bergen utsettes for.
2. Basisundersøkelsen skal gi grunnlag for å vurdere behovet for og virkningen av eventuelle tiltak mot forurensninger, for å begrense eventuelle skadelige virkninger.
3. Basisundersøkelsen skal klargjøre behovet for rutinemessig overvåking av luftkvaliteten, og gi grunnlaget for utformingen av denne.
4. Ved utarbeidelse av metoder og modeller legges vekt på generell metodikk som kan anvendes i senere basisundersøkelser.

Den første basisundersøkelsen ble startet i Sarpsborg - Fredrikstad høsten 1981. Bergen ble valgt som område for den neste basisundersøkelse hovedsakelig fordi det er Norges nest største by-område med biltrafikk og oljefyring som de viktigste forurensningskilder, og fordi det ligger i et område med komplisert topografi.

Undersøkelsen startet i november/desember 1982 med forberedelser til måleprogrammet. Dette kom i gang i løpet av januar 1983.

Den foreliggende statusrapport omhandler resultater av målinger i perioden januar - august 1983, og forøvrig arbeidet i hele 1983 på feltene utslippskartlegging og spredningsmodeller.

## 2 GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSEN I 1983

### 2.1 PLAN FOR UNDERSØKELSEN

Planen er detaljert beskrevet i (1), Framdriftsplanen er gjengitt i figur 1.

Undersøkelsesområdet er vist i figur 2, med UTM - koordinater angitt. Området er inndelt i 0,5 km x 0,5 km ruter.

Det planlagte måleprogrammet er gjengitt i figur 3 og tabell 1. Innenfor perioden januar - august 1983 var det planlagt å holde 14 målestasjoner for luftkvalitet og 8 måle- stasjoner for meteorologi i drift i området. Av disse var noen stasjoner allerede i drift (Det norske meteorologiske institutts (DNMI) klimastasjoner og 3 luftkvalitetsstasjoner som drives av Bergen kommune).

På nyoprettede stasjoner var målingene planlagt konsentrert i januar - februar. Hovedstasjonen for luftkvalitet (plassert i Teaterparken, foran Den nasjonale scene) skulle i tillegg være i drift i mai - juni.

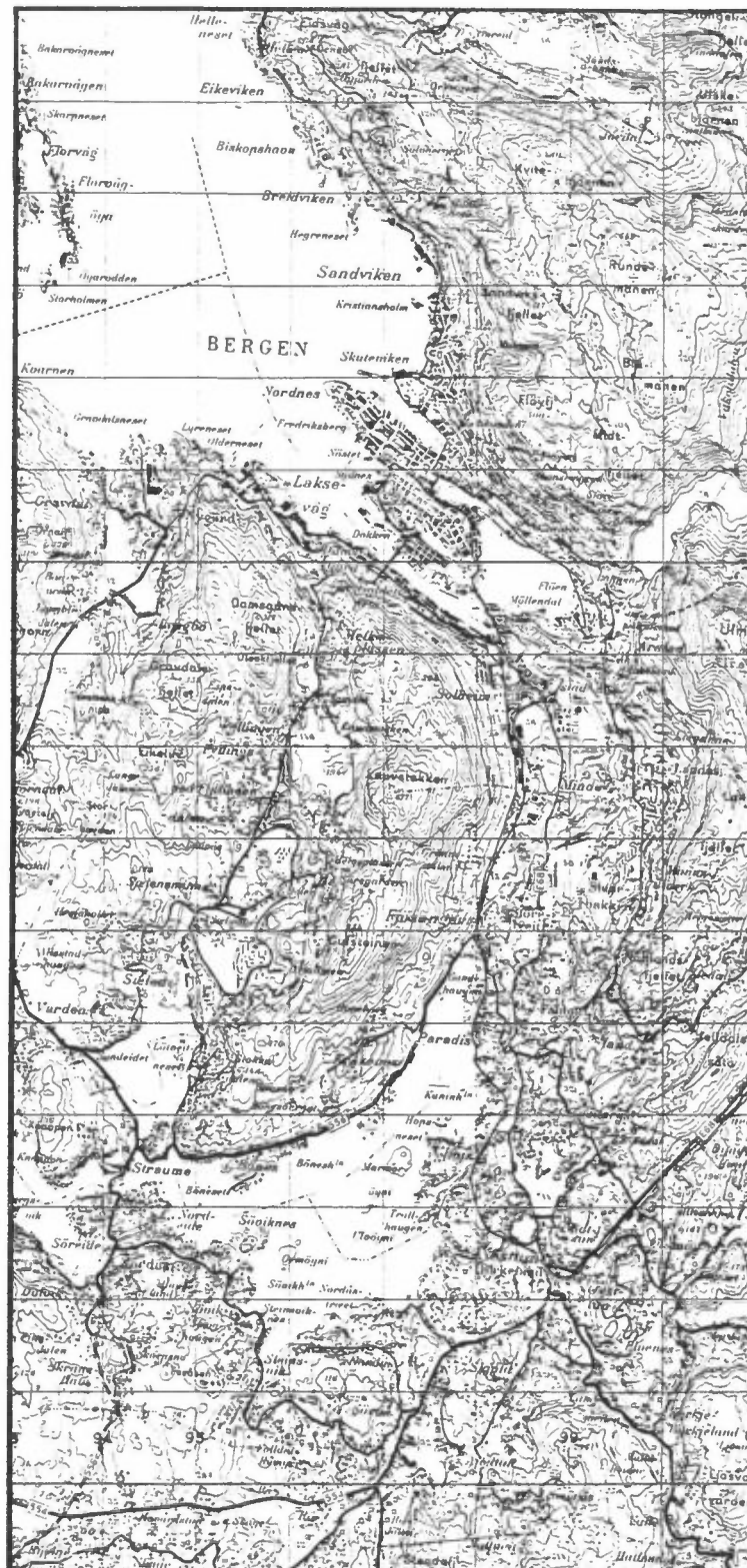
### 2.2 GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSEN

#### 2.2.1 Måleprogrammet

Målestasjonene ble opprettet i løpet av desember 1982 - januar 1983. Ekstreme meteorologiske forhold samt forsinkelser på grunn av innhenting av nødvendige tillatelser for plassering av utstyr, førte til at endel av stasjonene kom igang senere enn det fastsatte start-tidspunktet, som var 1. januar. Stasjonene kom i drift innenfor tidsrommet 1. januar - 2 februar (se figur 4 og 5).

	1982	1983	1984	1985
Forprosjekt, prosjektplanlegging	[Activity bar spanning 1982-1985]			
Utslippsoversikter	[Activity bar spanning 1982-1985]			
Utvikling og anvendelse av spredningsmodeller	[Activity bar spanning 1982-1985]			
Måleprogram, luftkvalitet og meteorologi	[Activity bar spanning 1982-1985]			
Eksponeringsberegninger	[Activity bar spanning 1982-1985]			
Virkningsstudier - korrosjon	[Activity bar spanning 1982-1985]			
Avsluttende rapportering	[Activity bar spanning 1982-1985]			
Status/framdriftsrapporter	△	△	△	

Figur 1: Framdriftsplan



Figur 2: Undersøkellesområdet

LUFTKVALITET	1983												1984		
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
1 Hovedstasjon															
2 CMI															
3 Sandviken															
4 Laksevåg															
5 Minde															
6 Landås															
7 Nesttun															
8 Fyllingsdalen															
9 Vertikalsnitt															
10 Bakgrunnsstasjon															
2 CMI (nåv. stasjon)															
11 Kronstad (nåv. stasjon)															
12 Ravneberget (nåv. stasjon)															
<u>METEOROLOGI</u>															
A Nygårdstangen															
B Sandviken															
C Laksevåg															
D Storetveit															
E Nesttun															
F Svartediket															
G Fyllingsdalen															
H Fløyen															
I Fredriksberg (nåv. klima- stasjon)															
J Florida (nåv. klimastasjon)															

Figur 3: Planlagt måleprogram

Tabell 1: Oversikt over måleprogrammer for luftkvalitet og korrosjon på de enkelte stasjoner.

1) vinter 1983

2) vinter 1983/84

	Kontinuerlig registrering				Døgnmiddelverdier, hvert døgn			Døgnmiddelverdier hvert 3. + eller 6. døgn			Korrosjon	
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	sot	svevestøv	bly	svevestøv		PAH
1. HOVEDSTASJON	x	x	x	x	x	x	x	x	x	# <sup>1</sup>	# <sup>1</sup>	x
2. CMI					x							x
3. SANDVIKEN					x	x	x	x	x	# <sup>1</sup>		x
4. LAKSEVÅG					x	x	x	x	x			x
5. MINDE					x	x	x	x	x		+	x
6. LANDÅS					x	x	x	x	x			x
7. NESTTUN					x	x	x	x	x		+	x
8. FYLLINGSDALEN					x <sup>2</sup>	x	x <sup>2</sup>	x	x <sup>2</sup>		+	x
9. VERTIKALSNITT					x							
5 m					x	x	x	x	x			
25 m					x							
50 m					x				x <sup>1</sup>			
100 m					x	x	x	x	x			
150 m					x							
10. BAKGRUNNSSTASJON					x	x	x	x	x			x

Følgende målestasjoner ble satt i drift:

<u>Nr.</u>	<u>Stasjonsnavn</u>	<u>Parametere</u>
<u>Luftkvalitet</u>		
1.	Den nasjonale scene (DNS)	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, Pb, sot, svévestøv.
2.	CMI	NO <sub>2</sub> .
3.	Sandviken	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , sot, Pb, svévestøv
4.	Laksevåg	SO <sub>2</sub> , sot, Pb
5.	Minde	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , sot, Pb, svévestøv
6.	Landås	SO <sub>2</sub> , sot, Pb
7.	Hop skole	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , sot, Pb
9.	"Vertikalsnitt"	
	91 Rådhuset 5 m	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , sot, Pb
	92 Rådhuset 25 m	SO <sub>2</sub> , sot, Pb
	93 Rådhuset 50 m	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , sot Pb
	94 Fjellien	SO <sub>2</sub> , sot, Pb
	95 Skansemyren	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , sot, Pb

Faste overvåkningsstasjoner som lenge har vært i drift

2.	CMI	SO <sub>2</sub> , sot, Pb
11.	Kronstad	SO <sub>2</sub> , sot, Pb
12.	Ravneberget	SO <sub>2</sub> , sot, Pb

Meteorologi (høyde over bakken i parantes)

(VH, VR, T, RH: vindhastighet, vindretning, temperatur, relativ fuktighet).

A. Nygårdstangen	VH og VR (10), T (2)
B. Sjøflyhavna	VH og VR (10)
D. Storetveit	VH og VR (10)
E. Skjold	VH (36,10), VR (36), Gust (36) T (10,2), ΔT (36-10), Turbulens (36), RH (2)
F. Svartediket	VH og VR (10), T (2)
H. Fløyen	T (2)

Klimastasjoner (DNMI)

I. Fredriksberg	bl.a. VH (19,12), VR (19,12), Gust (19), T(12,2), RH (2), Nedbør.
J. Florida	bl.a. VH og VR (41), T (2,30,41)
K. Flesland	bl.a. VH og VR (10)

På stasjonene 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12 og I ble også utført korrosjonsmålinger som forutsatt i planen. En allerede eksisterende korrosjonsstasjon på Sotra benyttes som referansestasjon.

Luftkvalitets-stasjonene var søkt plassert slik at de ikke ble dominert av noen nærliggende forurensningskilde, med tanke på at de skulle representere luftkvaliteten i et noe større område rundt stasjonen (diameter fra 50 til noen hundre meter, avhengig av områdets karakter). Stasjonene vil da både gi et representativt bilde av luftkvaliteten i de områder de er plassert, og egne seg til kontroll av beregninger av luftkvaliteten ved hjelp av spredningsmodeller.

I vedlegg 1 er gitt detaljerte kart av stasjonsplasseringene.

Figur 4 og 5 viser tilgjengeligheten av data fra målingene av henholdsvis luftkvalitet og meteorologi fram til og med august.

Det gjennomførte måleprogrammet fulgte den oppsatte plan, med følgende avvik:

1. Blyanalyser ble ikke utført for januar 1983, hovedsakelig fordi forurensningsnivået i januar var lavt. Det opptrådte ingen forurensningsperioder av betydning i januar.
2. I sommerperioden var to luftkvalitetstasjoner i drift, DNS og Hop skole. (Bare DNS var planlagt). Målingene av svevestøv og SO<sub>2</sub> på Hop skole ble utført for å få data for belastningen fra disse stoffer i et boligområde om sommeren.



	JAN	FEB	MAR	MAI	JUN
<u>Kont. målinger</u>					
<u>DNS</u> CO	5		5	9 13	
NO <sub>x</sub> NO <sub>2</sub>	22 27				
SO <sub>2</sub>					
<u>24h middelverdier</u>					
<u>SO<sub>2</sub></u> 1 DNS	8		5		
2 CHI					
3 Sandviken	13		3		
<u>Sot</u> 4 Laksevåg	8				
5 Hinde	15		2		
6 Landås	10				
7 Høy		26			
91 Rådhuset 5m	8		5		
92 " 25m					
93 " 50m					
94 Fjellien					
95 Skansemyr					
11 Kronstad	6				
12 Ravneberget					
<u>Pb</u> 1					
2					
3					
4					
5		26			
6					
7		26			
91					
92					
93					
94					
95					
<u>NO<sub>2</sub></u> 1	8		5		
2		10			
3	13				
5	15				
7		27			
91	8				
93					
95		26			
<u>Sveve-</u> 1	7		6		
<u>støv</u> 3	14				
5		28 8 15			
7					
93		28			

Figur 4: Datatilgjengelighet, luftkvalitetsmålinger

		JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG
A. Hygárdstangen	F.O	4			21		25		
	T	10		17					
B. Sjøflyhavna	F.O	6	22 28	23					
C. Laksevåg									
D. Støretveit	F.O		4	15	5 8	29	25		
E. Skjold	F.O		28						
	T								
	ΔT								
	Turb.								
F. Svartediket	F.O								
	T	11					8		
H. Floyen	T		2	17					
I. Fredriksberg	F.O		4		10	4 14			
	T								
J. Florida	F.O								
	T								
K. Flesland	F.O								
Måleprogram									
	- luftkvalitet								
	- korrosjon								

<sup>1)</sup> Lengre perioder med manglende data for enkelte parametre.

Figur 5: Datatilgjengelighet, meteorologiske målinger.

### 2.2.2 Øvrige deler av undersøkelsen

Kartleggingen av utslippene ble påbegynt allerede høsten 1982, ved at Feiervesenet ved brannstasjonen i Bergen kommune på vår forespørsel utførte en begynnende kartlegging av oljefyringsanlegg i Bergen med lagertanker større enn 10m<sup>3</sup>. Høsten 1982 startet man også innhenting av oljesalg - opplysninger fra oljeselskapene. Trafikkoversikt for veinettet i Bergen ble også innhentet fra kommunen høsten 1982.

Bearbeiding av dette materialet pågikk kontinuerlig gjennom hele 1983.

Arbeidet vedrørende spredningsmodeller ble påbegynt vinteren 1983, bl.a. med sondeoppstigninger under forurensningsepisoder og parameterisering av strålingsbalansen på grunnlag av strålingsdata fra Bergen.

Arbeidet med en mesoskala vind- og turbulensmodell (internt NILU-prosjekt) for anvendelse på forurensningsepisoder i Bergen pågikk i hele 1983. Noen av NILUs eksisterende spredningsmodeller er blitt modifisert til å kunne benyttes i Bergen, med de vindføringer som de topografiske forhold skaper.

Beregninger av forurensningsnivået langs veinettet i Bergen er utført. Resultatene vil bli presentert sammen med spredningsberegnings-resultater i datarapporten for 1984.

### 3 KARTLEGGING AV UTSLIPPENE

#### 3.1. GRUNNMATERIALE

##### 3.1.1 Opplysninger fra Feiervesenet, Brannseksjonen i Bergen kommune.

Feiervesenet har fra sine branntilsynskort plukket ut alle fyringsanlegg som har en tankstørrelse på 10 m<sup>3</sup> eller mer innenfor et område som stort sett tilsvare prosjektområdet. Avviket fra prosjektområdet gjelder strekningen fra Straume og ned til Birkeland, som først kom med i prosjektet ved et senere tidspunkt. For hvert anlegg har de skaffet følgende opplysninger:

1. Fyringsanleggets adresse og eier/operatør.
2. Antall forbrenningsdøgn i året.
3. Oljeforbruk for fyringssesongen 1981/82 (m<sup>3</sup>/år)
4. Oljetype (1,2,3 etc)

Det ble i alt samlet inn opplysninger for 161 fyringsanlegg. Feiervesenet har også gitt opplysninger på kart om hvor det forekommer de største sotmengder ved feiing.

##### 3.1.2 Spørreskjemaundersøkelse.

Våren 1983 ble det sendt ut ca 1420 spørreskjemaer til bedrifter og institusjoner i Bergensområdet. Skjemaene ble for de fleste næringsgrupper sendt til bedrifter og institusjoner med over 50 ansatte. For enkelte næringsgrupper som var av spesiell interesse, ble grensen satt til 0 ansatte (eks: renserier, idrettsanlegg og eiendomsdrift). I skjemaene ble det spurt etter brenselforbruk, drivstofforbruk og prosessutslipp i 1982. 730 skjemaer ble returnert, derav ca 200 med en eller annen form for forurensede utslipp til luft. Det ble ut fra spørreundersøkelsen kartlagt ialt 202 oljefyringsanlegg. Spørreskjemaet er gjengitt i vedlegg 2.

### 3.1.3 Opplysninger fra Bergen Lysverker

Bergen Lysverker foretok i 1983 en spørreundersøkelse angående energiforbruket i Bergen vinteren 82/83. Undersøkelsen gjaldt alle bygg med boligareal på over 1000 m<sup>2</sup>. Fra de innkomne svar, har Bergen Lysverker laget en liste over alle oljeforbrukerne med adresse og forbrukstall.

### 3.1.4 Salgstall fra Norsk Petroleumsinstitutt og oljeselskapene.

Fra Norsk Petroleumsinstitutt er det innhentet salgstall for alle oljeselskapene samlet. Disse tallene gjelder for hele Hordaland fylke, fordelt på hvert produkt. Salgsstatistikken fra Norsk Petroleumsinstitutt er på månedsbasis. Ved henvendelse til de antatt største oljeselskapene i 1981 og 1982 var det fire som svarte (Esso, Norol, Mobil og Texaco). De oppga salgstall for følgende oljeprodukter:

- Fyringsparafin
- Fyringsolje nr 1
- Fyringsolje nr 2
- Tungdestillat/spesialdestillat (3A/4A)
- Tungolje, lav-svovlig (6LS)
- Tungolje, normal-svovlig (6NS)
- Bilbensin
- Autodiesel

For 1983 ble det tatt kontakt med alle oljeleverandørene i Bergen. Det kom da frem at de på forhånd antatte små leverandørene hadde en stor andel av totalsalget.

Salgstallene gjelder for et område som i hovedsak dekker prosjektområdet. Noen av oljeselskapene har på forespørsel også oppgitt den geografiske fordelingen av salget innenfor området (fordelt etter postnr. områder).

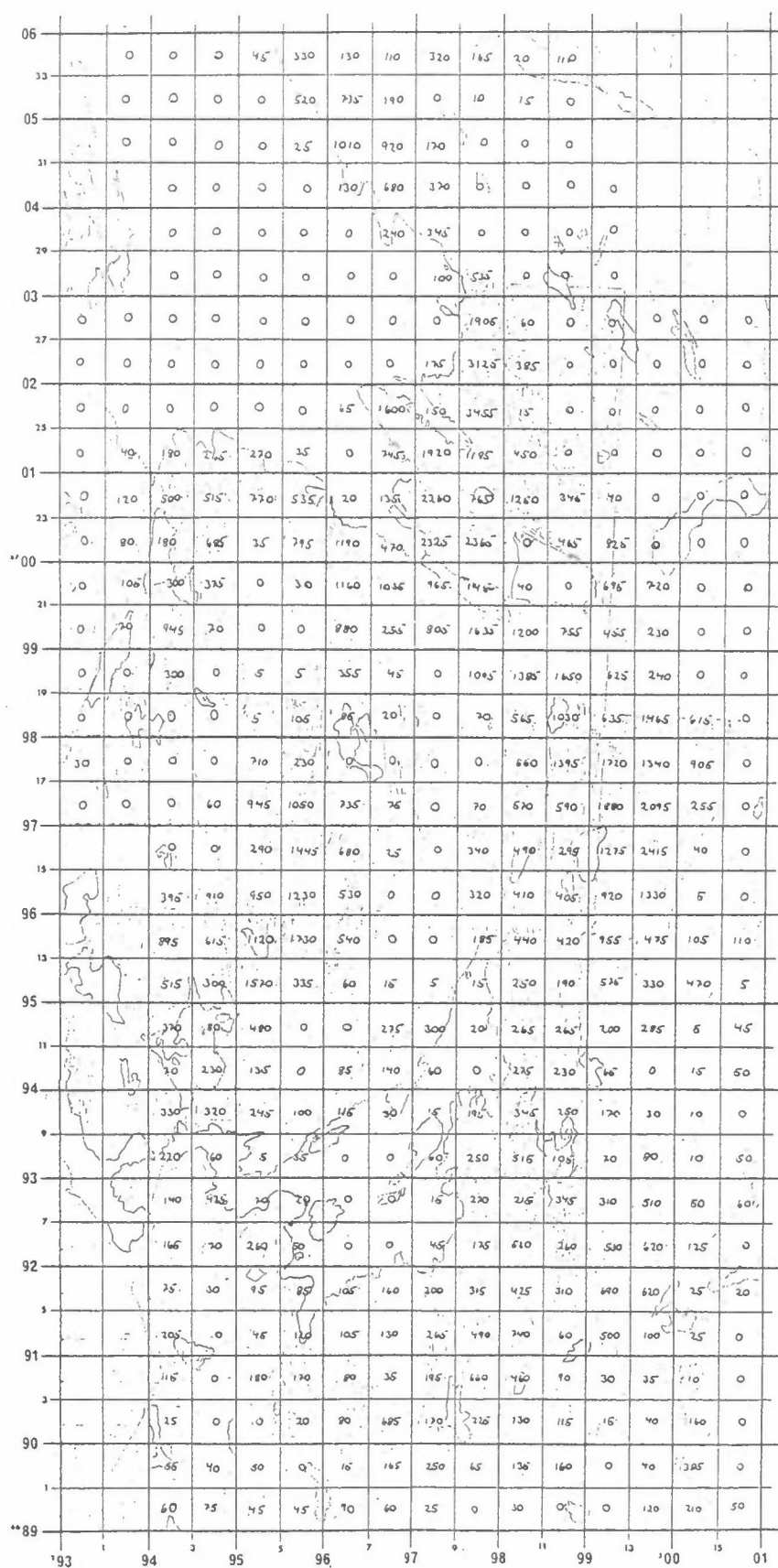
### 3.1.5 Trafikktall

Trafikktall for alle riks- og fylkesveier med årsdøgntrafikk større enn 3000 kjøretøy/døgn er innhentet fra Hordaland vegkontor, mens Bergen kommune har skaffet tall for kommunale veier (11 veiparseller). Tallene representerer trafikksituasjonen i 1982/1983. Med utgangspunkt i disse dataene er det tegnet to trafikkstrømkart over Bergen, et kart (1:10000) for tettbebyggelsen fra Helleneset og sørover Bergensdalen til Storetveit, og et kart (1:ca 13000) for resten av prosjektområdet. Kartene ble inndelt i  $0,5 \times 0,5$  km<sup>2</sup> ruter, og innen hver rute ble hvert gateelement med trafikktall tillagt verdier for lengde og årsdøgntrafikk. Lengden av de øvrige gateelementene uten trafikktall ble summert opp som "øvrige gater og veier".

### 3.1.6 Befolkningsfordeling

Bergen kommune foretok i 1980 folketellinger innenfor hver grunnkrets i Bergen. Ved hjelp av disse tellingene og et kartverk med inntegnet grunnkretser og vårt rutenett ( $0,5 \times 0,5$  km<sup>2</sup>), har en anslått folketallet innenfor hver rute. For hver grunnkrets ble gjennomsnittlig antall mennesker pr. hus beregnet. Denne faktoren ble så ganget opp med antall hus innenfor hver  $0,5 \times 0,5$  km<sup>2</sup> - rute i grunnkretsen. Tilslutt ble bidraget fra hver grunnkrets lagt sammen innen hver rute, og en fikk befolkningsfordelingen i figur 6.

Ulempen ved denne beregningsmetoden er at en ikke skiller mellom industribygg og vanlige bolighus. I og med at de fleste grunnkretsene er forholdsvis små i omfang (spenner ikke over mange ruter) regner en imidlertid ikke med store feil. En annen feilkilde er at kartverket er fra 1973 og tellingene fra 1980. Dette fører til at det beregnete folketallet blir alt for lite i de områder hvor det i de senere årene har oppstått nye boligfelt. Spesielt gjelder dette i områdene ved Bønes. Slike skjevheter vil bli justert opp.



Figur 6: Befolkingstettheten i prosjektområdet, 0,5 x 0,5 km<sup>2</sup> - ruter

### 3.2 SALG OG FORBRUK AV FYRINGSOLJE

#### 3.2.1 Salg av fyringsolje i Hordaland, 1978-83

Ved hjelp av Norsk Petroleumsinstitutt's salgsstatistikk for mineraloljeprodukter har en kunnet se på hvordan fyringsoljesalget varierer fra år til år (tabell 2).

Salgstallene på fylkesbasis viser en klart synkende tendens. Dette kan sannsynligvis forklares med overgang fra oljebasert til el-basert oppvarming. Fra tabell 2 kan en antyde noe om temperaturavhengigheten av salget av fyringsolje nr 1 og 2, som for det meste blir benyttet til kontor- og boligoppvarming. Vintermiddeltemperaturen steg med 2<sup>0</sup>C fra 1981 til 1982, noe som klart gjorde utslag på salget av fyringsolje nr. 1 og 2. Her har en sett på salgets temperaturavhengighet, mens det som egentlig er av interesse er hvordan forbruket varierer med temperaturen. Ved å sette likhetstegn mellom salg og forbruk kan en få en systematisk feil, i og med at forbruket skjer en stund etter salget. Ved å se på salget for et helt år, vil imidlertid denne forskyvningen ikke gjøre så stort utslag.

#### 3.2.2 Salg og forbruk i prosjektområdet.

Tabell 3 gir en oversikt over olje- og kull/kokssalget i prosjektområdet (se figur 2) i 1981 og 1982. I tabellen er også gitt forbruket i 1982, samt differansen mellom oppgitt salg og forbruk.

For 1983 ble det innhentet opplysninger fra flere oljeselskaper enn tidligere. Disse tilleggstillene er en stor andel av totalsalget, og blir derfor tatt med i salgstallene for 1982. I tabell 2 kommer det frem at salget har minsket fra 1982 til 1983, så ved å la tall for 1983 gjelde for 1982, foretar en et lite underestimert av salget.



Tabell 2: Salgstall for Hordaland fylke 1978-83 (m<sup>3</sup>/år) og vintermiddeltemperatur i Bergen (jan, feb, mars, okt, nov, des) 1978-83. (°C).

AR	OLJETYPE**				VINTERMIDDEL- TEMPERATUR
	1 + 2	TUNGDESTILLAT 3A + 4A	TUNGOLJE* 6LS + 6NS	TOTALT	
1978	107.700	17.600	77.500	202.800	3,3
1979	115.700	18.600	75.200	209.500	2,5
1980	103.800	18.700	65.500	188.000	2,8
1981	100.100	14.800	60.100	178.000	2,5
1982	89.500	13.600	71.700	174.800	4,6
1983	81.700	9.700	74.200	165.600	4,4

\* inkludert innenriks sjøtransport.

Tabell 3: Salg av fyringsoljer og kull/koks i prosjektområdet i 1982 (m<sup>3</sup>/år) (tilleggstallene fra 1983 blir satt til å gjelde også for 1982). Forbruk av fyringsoljer i prosjektområdet oppdelt i areal- og punktkilder (forbrukene  $\geq 500$  m<sup>3</sup>/år) i 1982 (m<sup>3</sup>/år).

FYRINGSOLJETYPE**	1 + 2	3A+4A	6LS	6NS	PARAFIN	KULL/KOKS
<u>SALG</u> 1982 Texaco Esso Norol Mobil	31.004	1.542	6.736	1.020	3.702	ca 5.000 tonn
1983 Shell Fina Lie Brensel Varmeservice NOR A/S	18.556	3.690	-	160	5.161	
TOTAL	49.560	5.232	6.736	1.180	8.863	
<u>FORBRUK</u> Arealkilder	29.873	348	100	-	10	1,2 tonn
Punktkilder	8.847	4.371	7.168*	1.050	-	
TOTAL	38.720	4.719	7.268*	1.050	10	1,2 tonn
DIFFERANSE (SALG-FORBRUK)	10.840	513	-532	130	8.853	ca 5.000 tonn

\*Inkluderer 550 m<sup>3</sup> spillolje (Blikkvalseverket).

\*\* Fyringsolje 1 og 2 : lettoljer

3A og 4A: tungdestillat

6LS : lavsvovlig tungolje

6NS : normalsvovlig tungolje

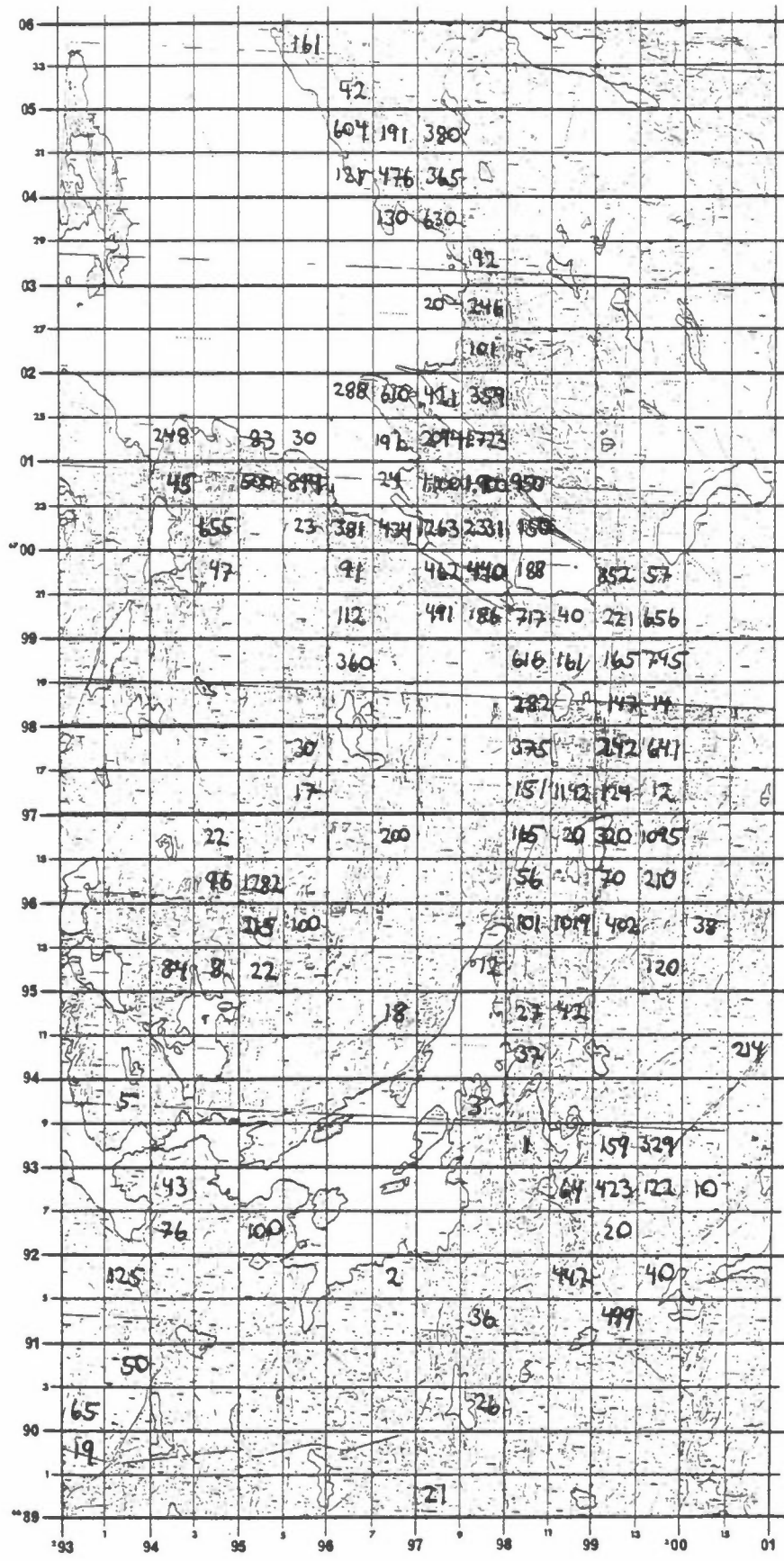
Ved hjelp av spørreundersøkelsen og opplysninger fra Bergen Lysverker og Feiervesenet er oljeforbruket kartlagt. Tillegget i oljeforbruket som følge av Bergen Lysverkers og Feiervesenets lister er på ca 11.500 m<sup>3</sup> lett fyringsolje. I figurene 7-10 er forbruket av olje fordelt på 0,5 x 0,5 km<sup>2</sup> ruter.

I tabell 3 er differansen mellom salg og forbruk oppført. For de lette fyringsoljene (1 og 2) er salget en del større enn forbruket. Dette skyldes de mange små forbrukerne som ikke er blitt fanget opp av spørreundersøkelsen, Bergen Lysverker's og Feiervesenet's undersøkelser. Størsteparten av det forbruket som mangler går til oppvarming av eneboliger. For fyringsolje 3A og 4A (tungdestillat) er det god overensstemmelse mellom salg og forbruk.

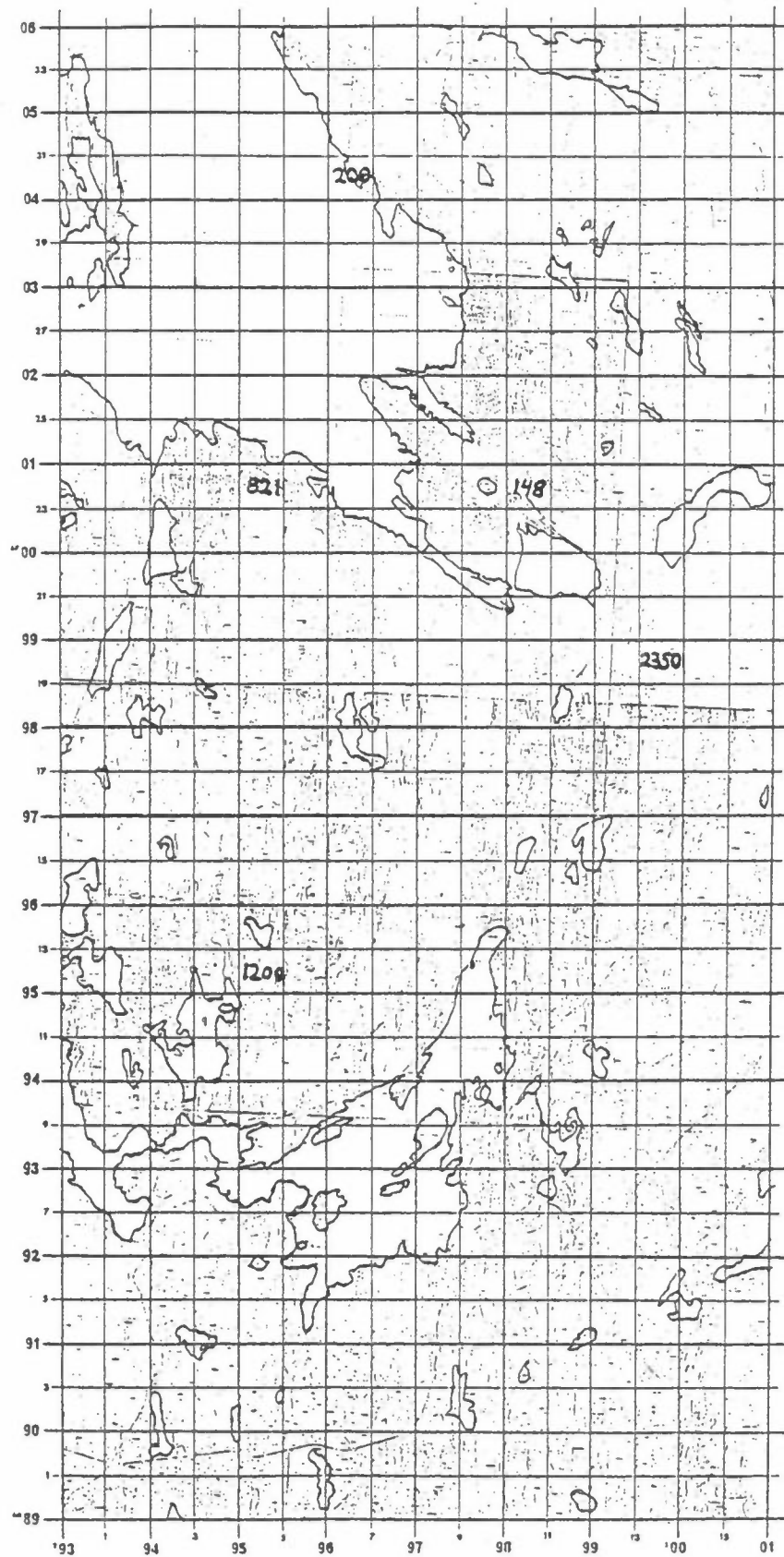
For den lav-svovlige tungoljen skyldes den negative differansen at en av storforbrukerne også bruker spillolje. Denne spilloljen har omtrent samme svovelinnhold som lavsvovlig tungolje, og blir derfor registrert som forbruk av denne oljetypen. På denne måten kan det forekomme at forbruket blir større enn salget. For fyringsolje 6 NS er det god overensstemmelse mellom salg og forbruk.

For fyringsparafin, kull og koks er de innkomne opplysningene minimale. Dette skyldes at forbrukere av disse brenseltypene er små, men mange. Differansen mellom salg og forbruk for lette fyringsoljer, parafin, kull og koks vil bli fordelt geografisk. Dette gjøres blant annet ved hjelp av befolkningsfordelingen og et kart fra Feiervesenet med avmerkede områder der det er store sotmengder ved feiling.

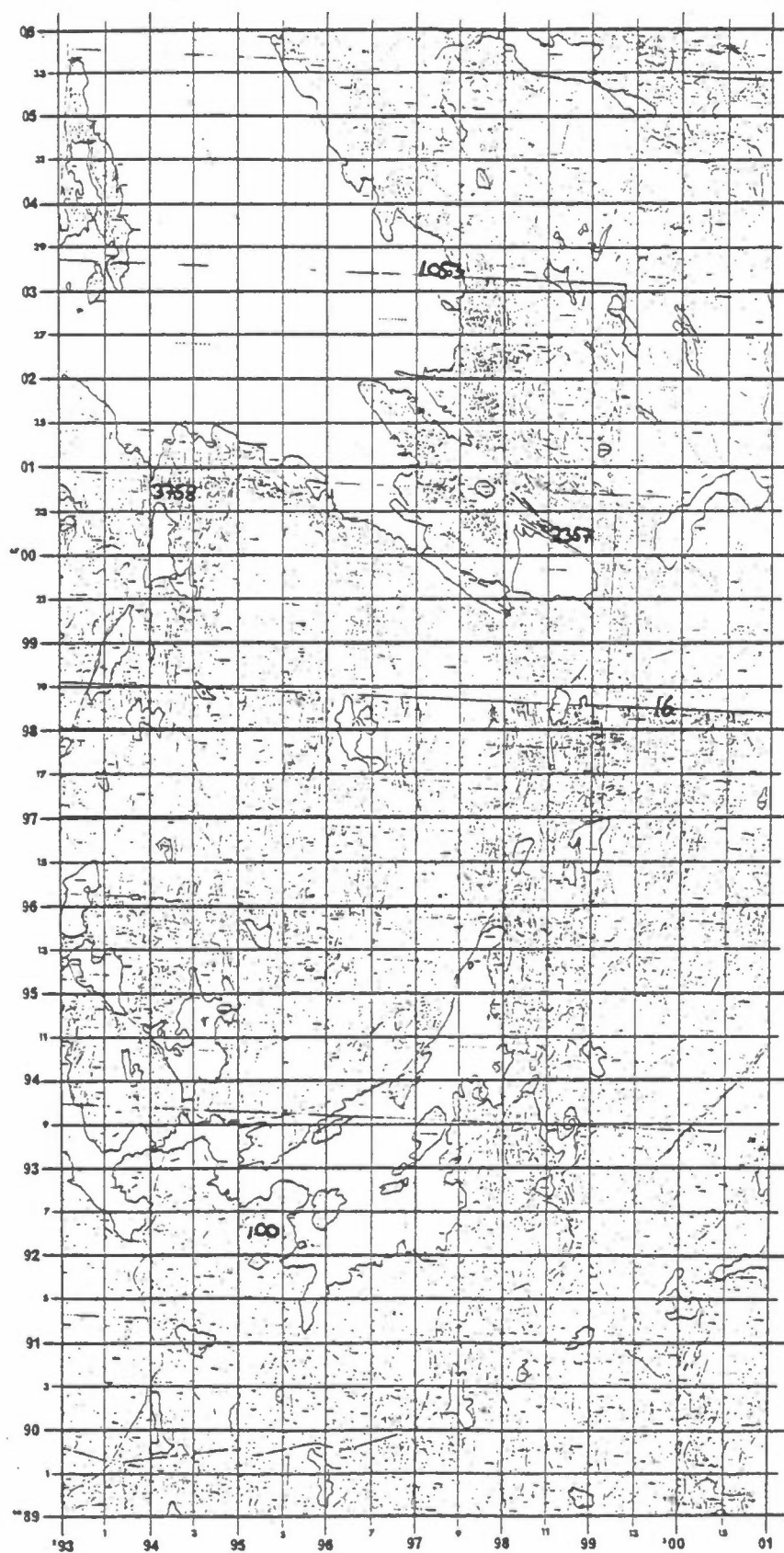
I tabell 3 er det også vist storforbrukernes (årsforbruk > ca 500 m<sup>3</sup>) samlede forbruk av hver oljetype. Storforbrukerne står for så og si all tungdestillat- og tungoljeforbruk. I alt er det 19 store forbrukere, og 8 av disse har et årsforbruk på over 1000 m<sup>3</sup>/år.



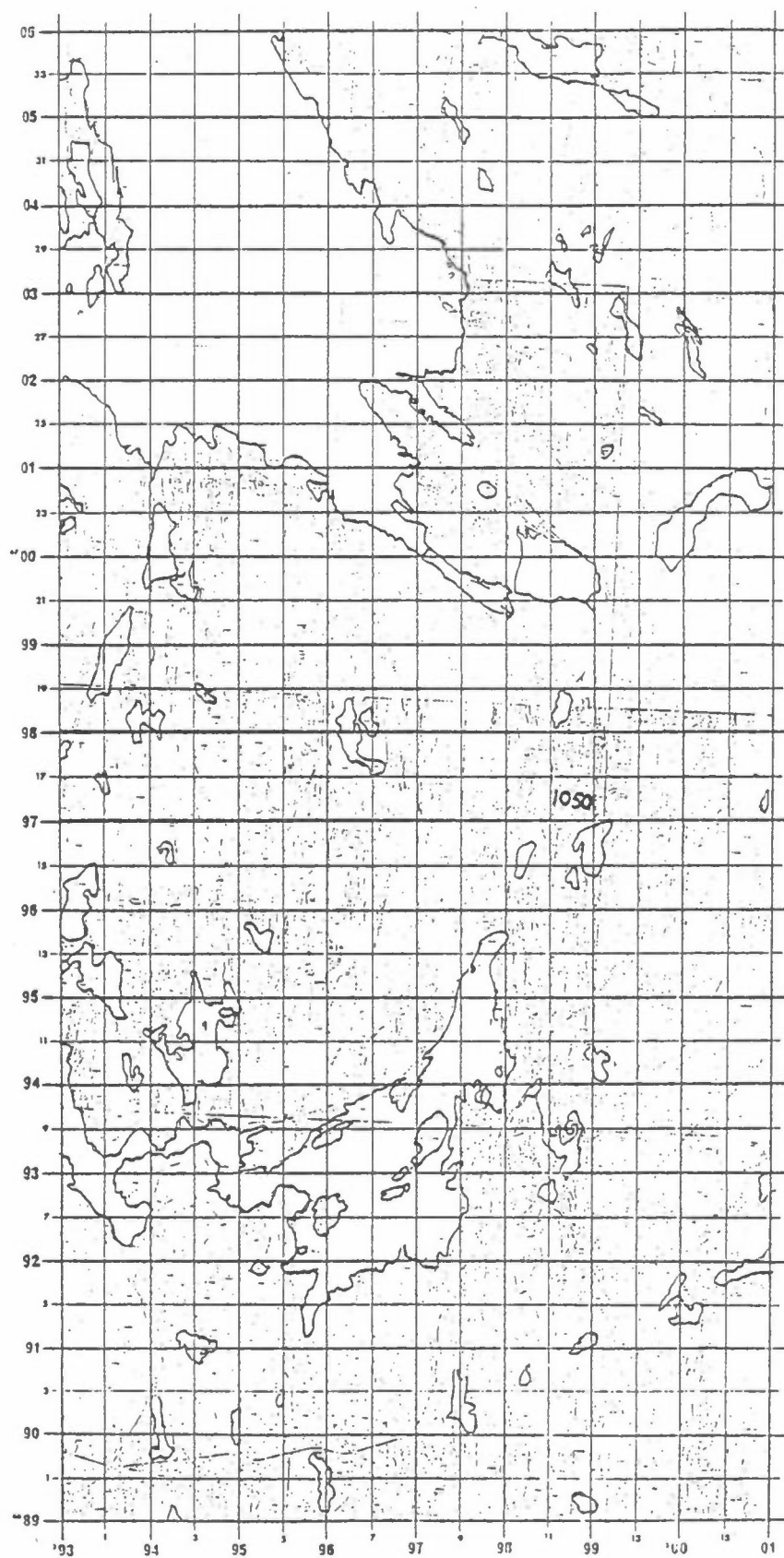
Figur 7: Forbruk av fyringsolje nr. 1 og 2 i prosjektområdet 1982 fordelt på 0,5 x 0,5 km<sup>2</sup>-ruter. Enhet: m<sup>3</sup>/år.



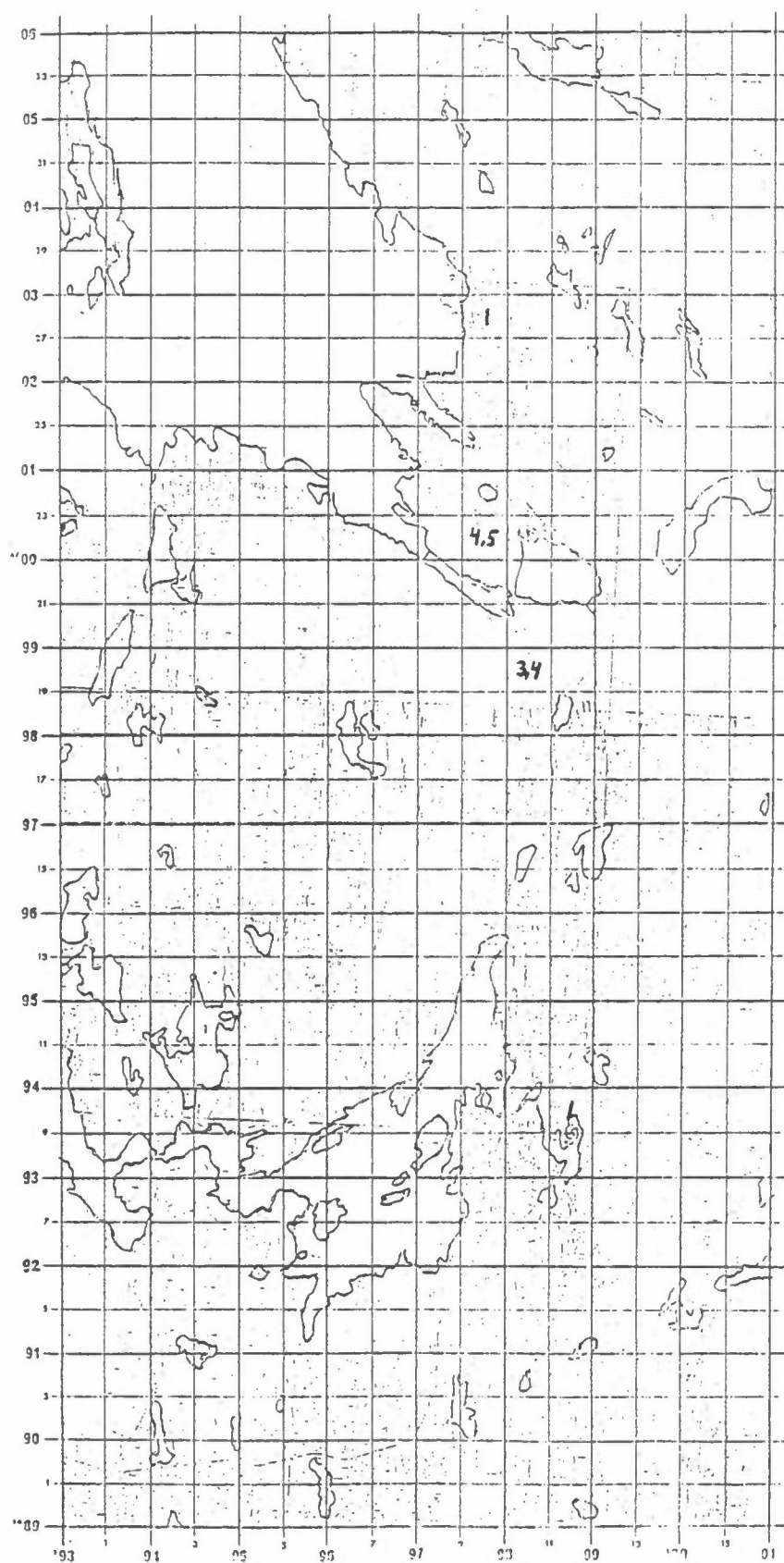
Figur 8: Forbruk av fyringsolje 3A og 4A (tungdestillat) i prosjektområdet 1982 fordelt på  $0,5 \times 0,5 \text{ km}^2$  ruter. Enhet:  $m^3/\text{år}$ .



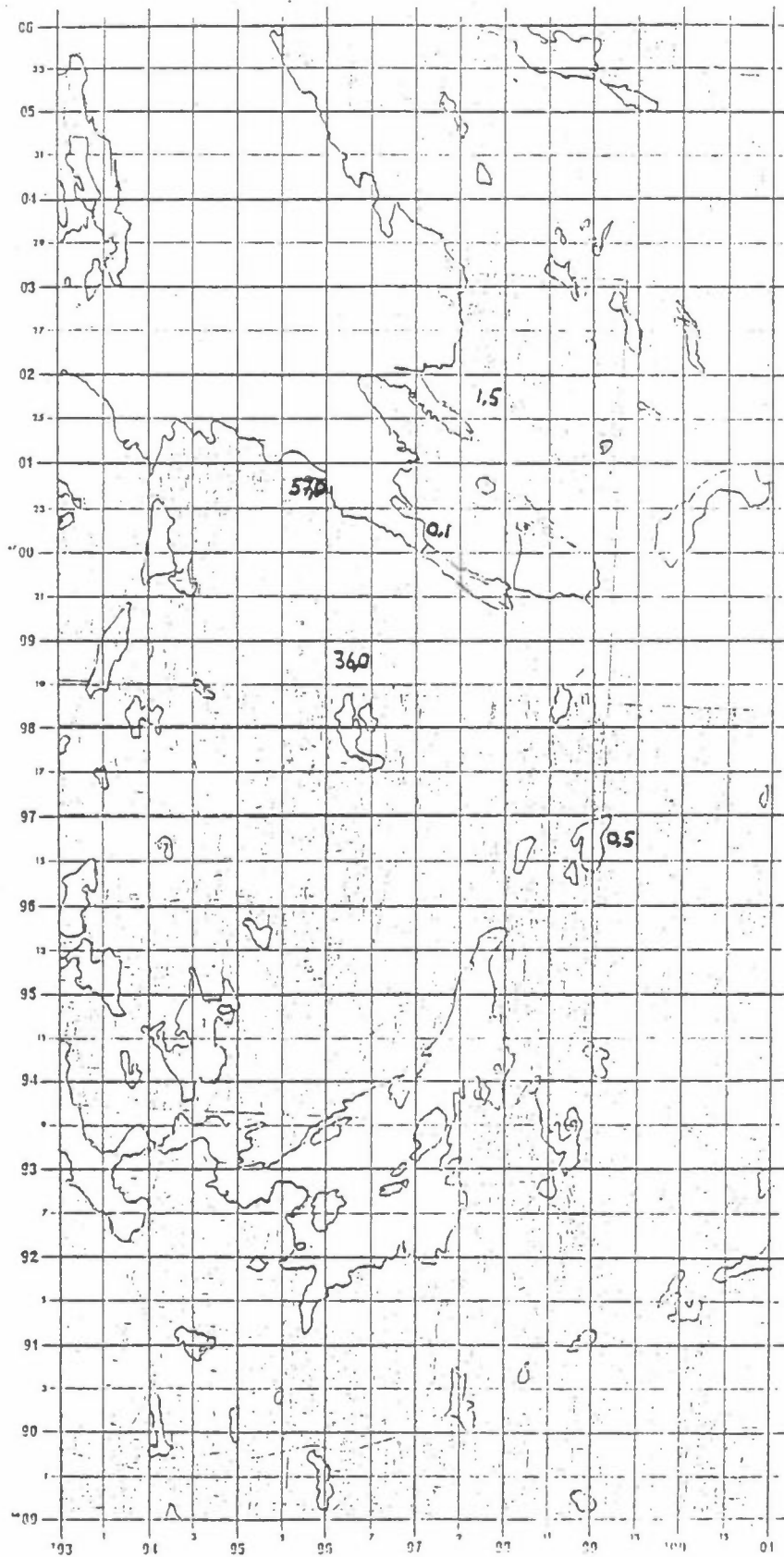
Figur 9: Forbruk av lav-svovlig tungolje (6LS) i prosjektområdet 1982 fordelt på 0,5 x 0,5 km<sup>2</sup>-ruter. Enhet: m<sup>3</sup>/år.



Figur 10: Forbruk av normal-svovlig tungolje (6NS) i prosjektområdet 1982 fordelt på 0,5 x 0,5 km<sup>2</sup>-ruter. Enhet: m<sup>3</sup>/år.

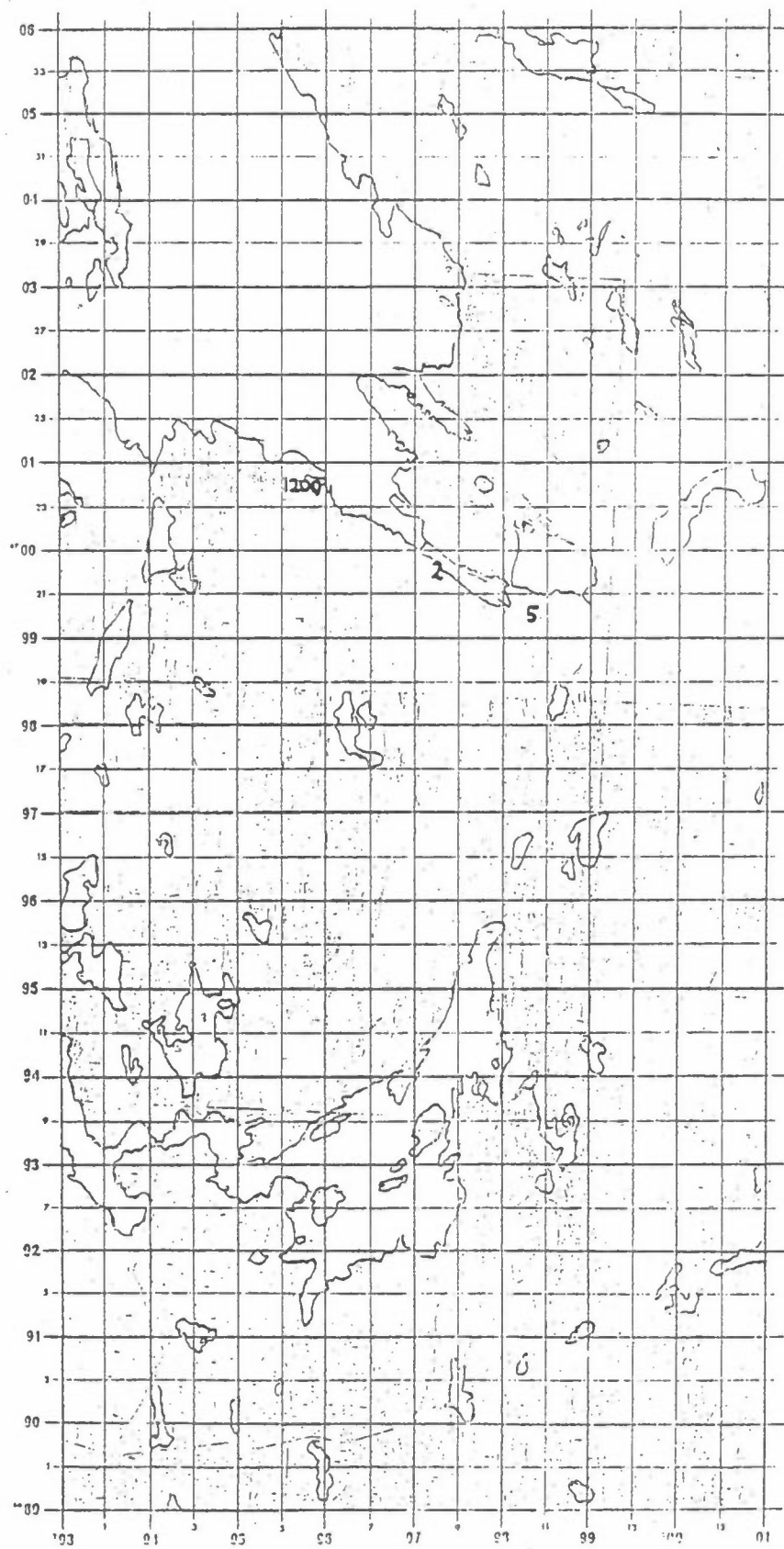


Figur 11: Forbruk av fyringsparafin<sub>3</sub> i prosjektområdet 1982 fordelt på 0,5 x 0,5 km<sup>2</sup>-ruter. Enhet: m<sup>3</sup>/år.  
(Små-forbrukere av parafin er ikke inkludert.)

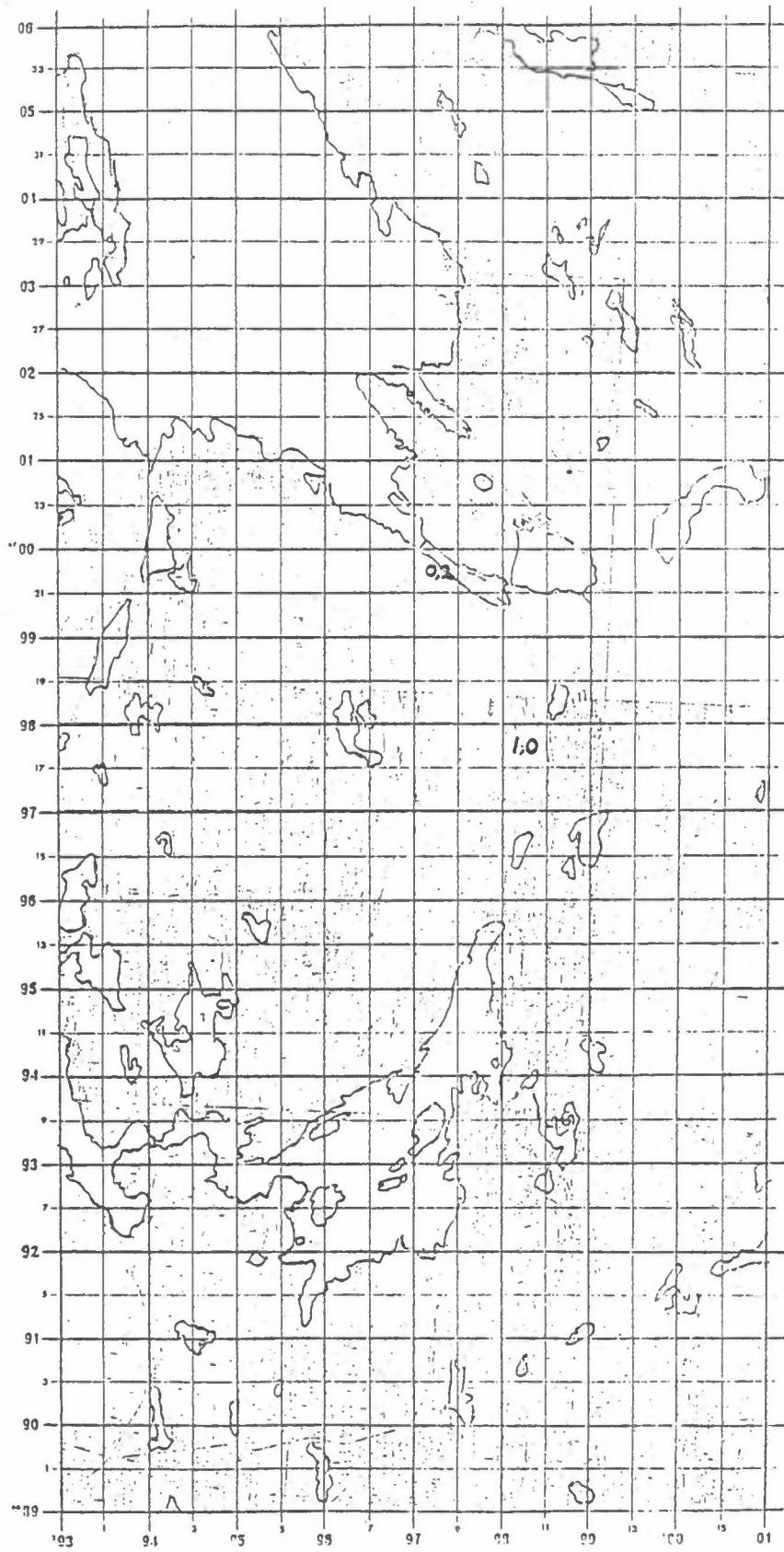


Figur 12: Forbruk av flytende gass i prosjektområdet 1982 fordelt på 0,5 x 0,5 km<sup>2</sup>-ruter. Enhet: tonn/år.

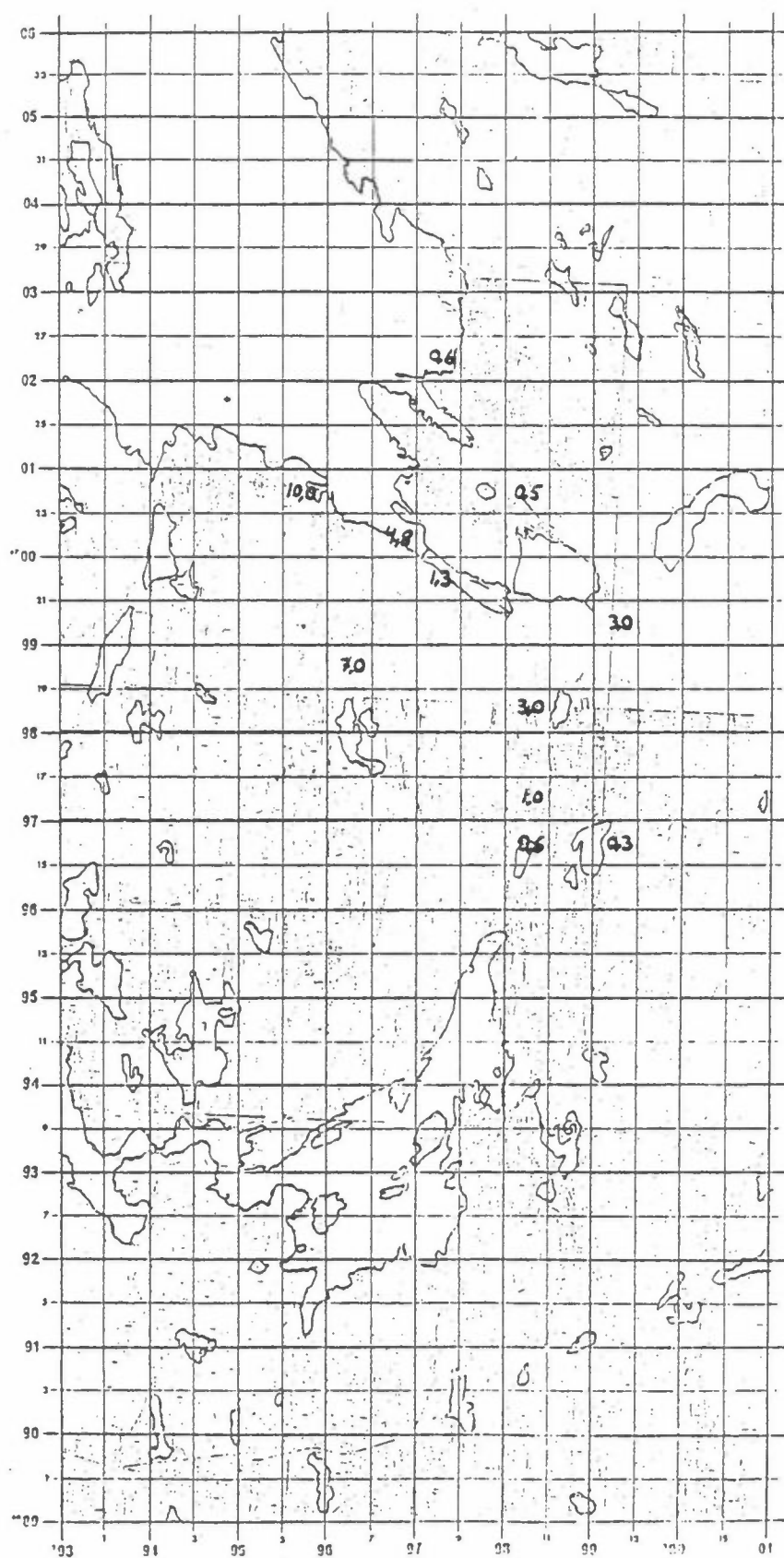




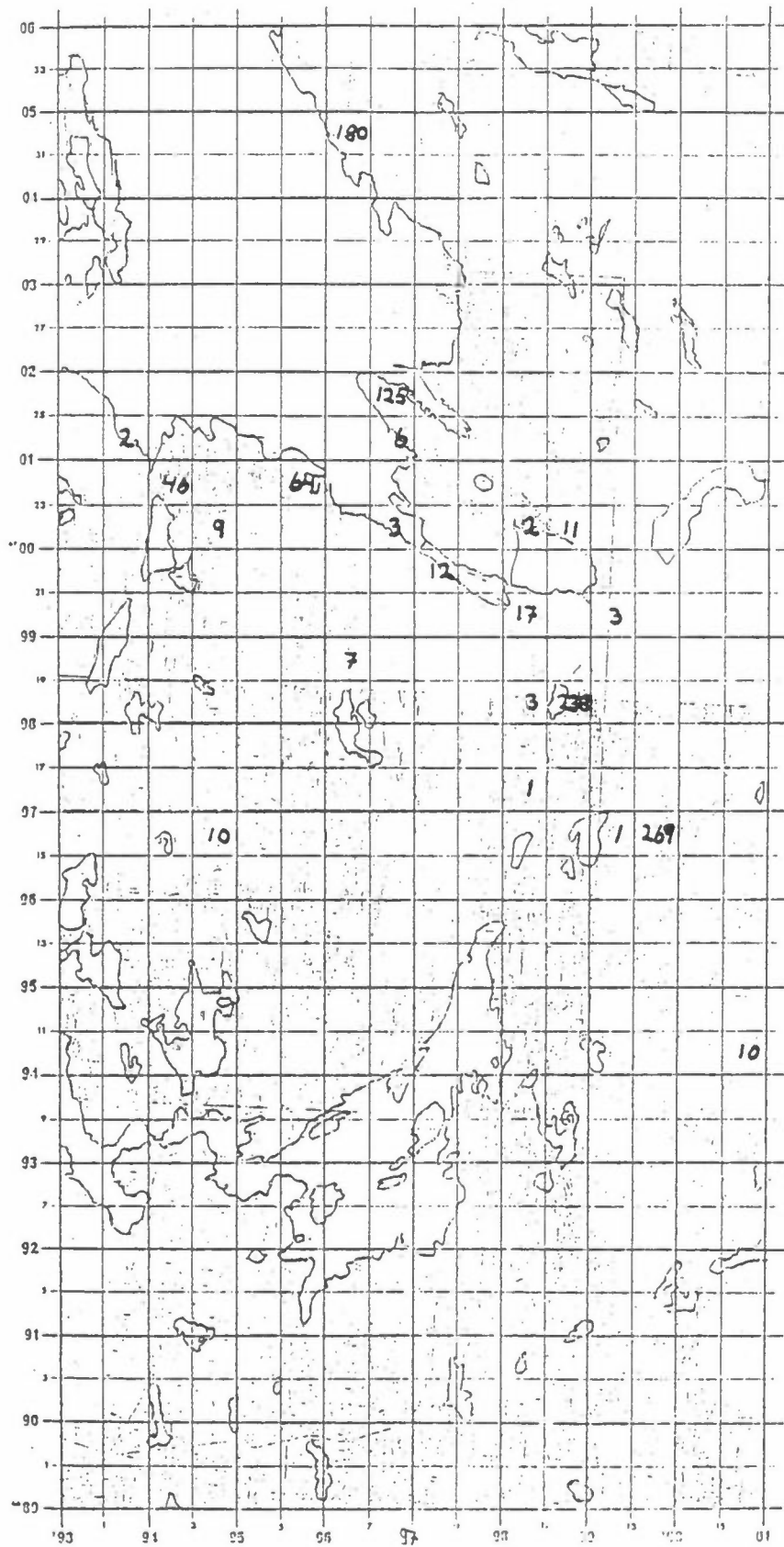
Figur 13: Forbruk av flis<sub>2</sub>, ved og trevirke<sub>3</sub> i prosjektområdet 1982 fordelt på 0,5 x 0,5 km<sup>2</sup> ruter. Enhet: m<sup>3</sup>/år.



Figur 14: Forbruk av koks i prosjektområdet 1982 fordelt på 0.5 x 0.5 km<sup>2</sup>-ruter. Enhet: tonn/år. Små-forbrukere er ikke inkludert.



Figur 15: Forbruk av bensin ved faste installasjoner og på bestemte områder i 1982 fordelt på  $0,5 \times 0,5 \text{ km}^2$ -ruter. Enhet:  $\text{m}^3/\text{år}$ .



Figur 16: Forbruk av diesel ved faste installasjoner og på bestemte områder i 1982 fordelt på 0,5 x 0,5 km<sup>2</sup>-ruter. Enhet: m<sup>3</sup>/år.

Ved hjelp av spørreundersøkelsen har det kommet fram noen opplysninger om forbruket av fyringsparafin, flytende gass, flis, ved, trevirke og koks. I figurene 11-14 er forbruket fordelt på  $0,5 \times 0,5 \text{ km}^2$ -ruter.

### 3.2.3 Salg og forbruk som funksjon av temperaturen.

Figur 17 viser hvordan det månedsvise salget av fyringsolje nr 1 og 2 i Hordaland fylke 1981-83 varierer med månedsmiddeltemperaturen i Bergen. Punktene entydighet viser at salget av fyringsolje nr 1 og 2 er sterkt temperaturavhengig. Mesteparten av forbruket av de lettere oljetyperne går til kontor- og boligoppvarming.

Ca  $3/4$  av forbrukerne (62 stk) med fyringsoljeforbruk større enn  $100 \text{ m}^3$  i 1982 har oppgitt forbruket fordelt over årets måneder. Disse er delt inn i fem grupper etter årsforbruket (F):

$$100 < F < 150 \text{ m}^3/\text{år.}$$

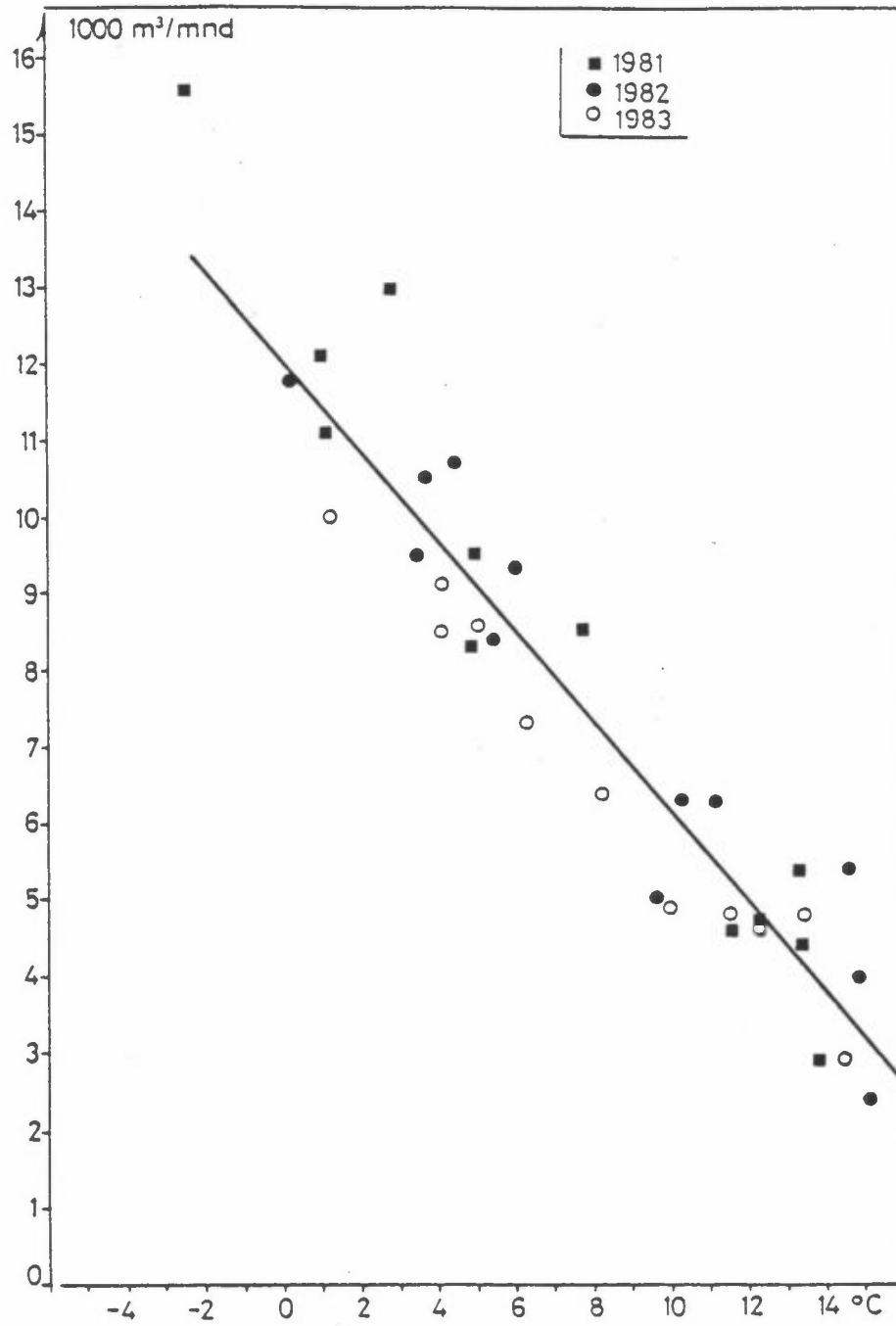
$$150 < F < 200 \text{ m}^3/\text{år.}$$

$$200 < F < 300 \text{ m}^3/\text{år.}$$

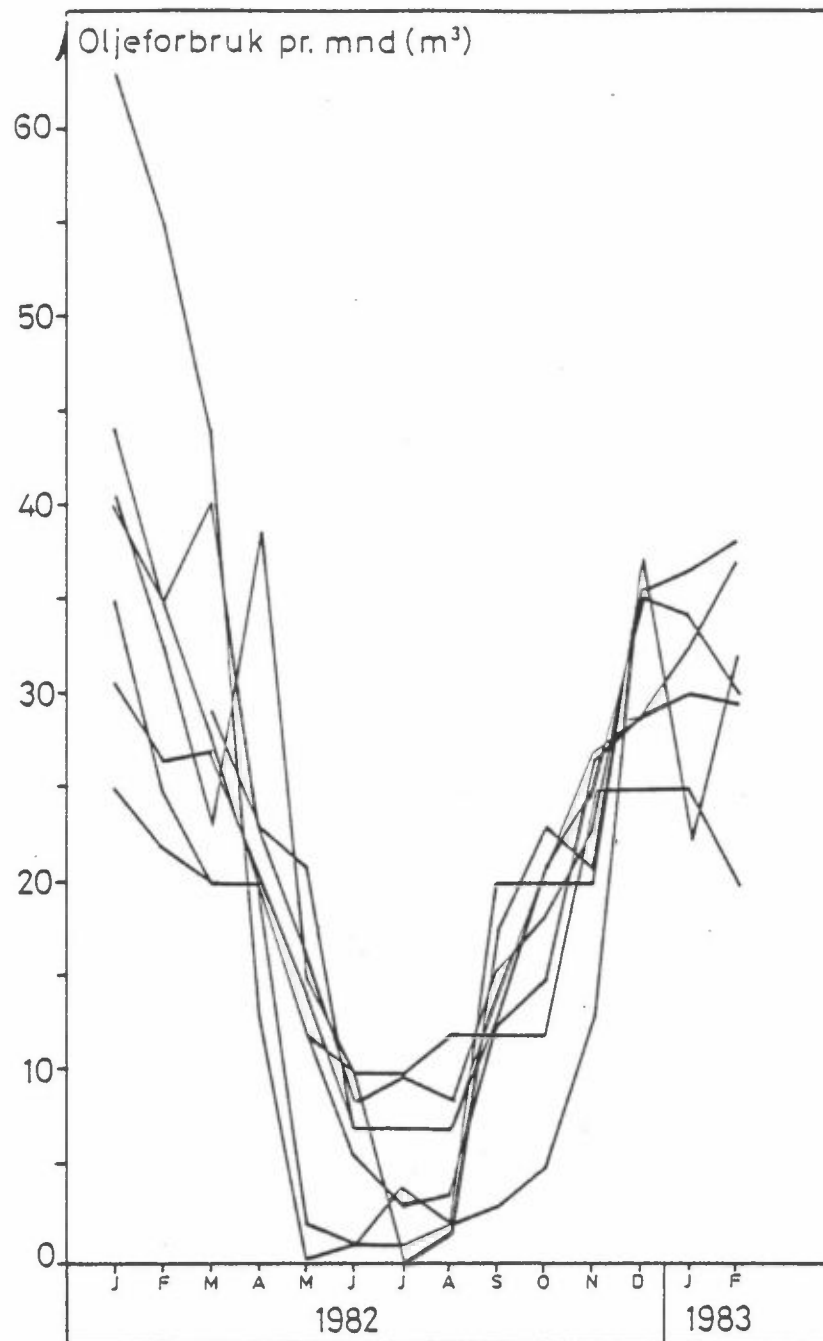
$$300 < F < 500 \text{ m}^3/\text{år.}$$

$$F > 500 \text{ m}^3/\text{år}$$

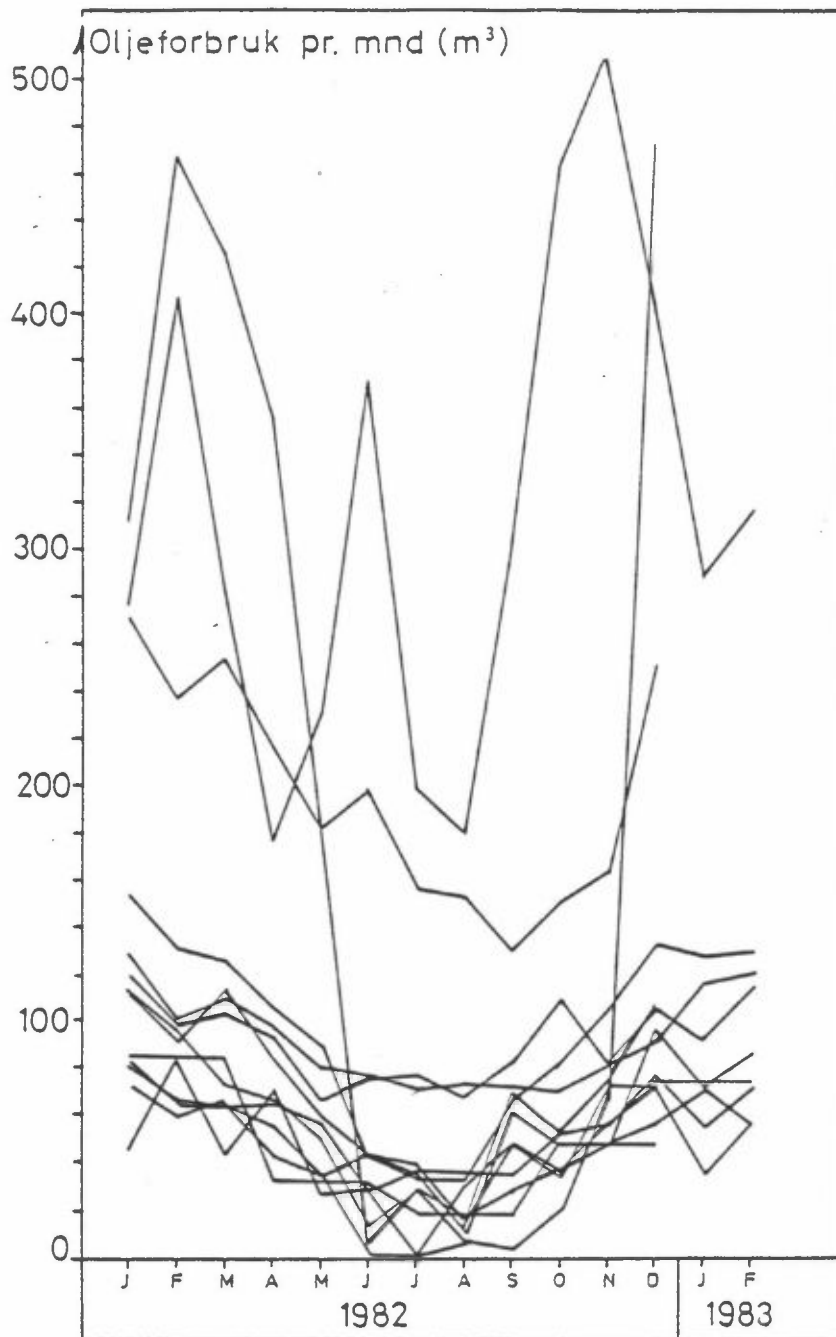
Gruppene fra  $100 \text{ m}^3$  -  $500 \text{ m}^3$  består omtrent bare av forbrukere av fyringsolje nr 1 og 2, mens det for storforbrukerne ( $F > 500 \text{ m}^3/\text{år}$ ) kommer inn noen tungolje-forbrukere. For hver av gruppene er det laget en figur som viser hvordan forbruket varierer fra måned til måned. Figur 18 viser som eksempel tydelig tendensen hos småforbrukerne, med redusert forbruk mot sommeren, og svært lavt forbruk i sommermånedene. Storforbrukerne har også den samme tendensen (figur 19), men her kan forbruket være stort også om sommeren. Fra disse figurene er det midlere måneds-forbruket for hver gruppe beregnet. I figur 20 er dette plottet mot månedsmiddeltemperaturen. Ved å normalisere de fem rette linjene ved  $10^0\text{C}$ , får en et enkelt uttrykk for temperatur-avhengigheten (figur 21).



Figur 17: Månedlig salg av fyringsolje nr. 1 og 2 i Hordaland fylke 1981-83 (1000m<sup>3</sup>/mnd) som funksjon av månedsmiddeltemperaturen i Bergen (°C).

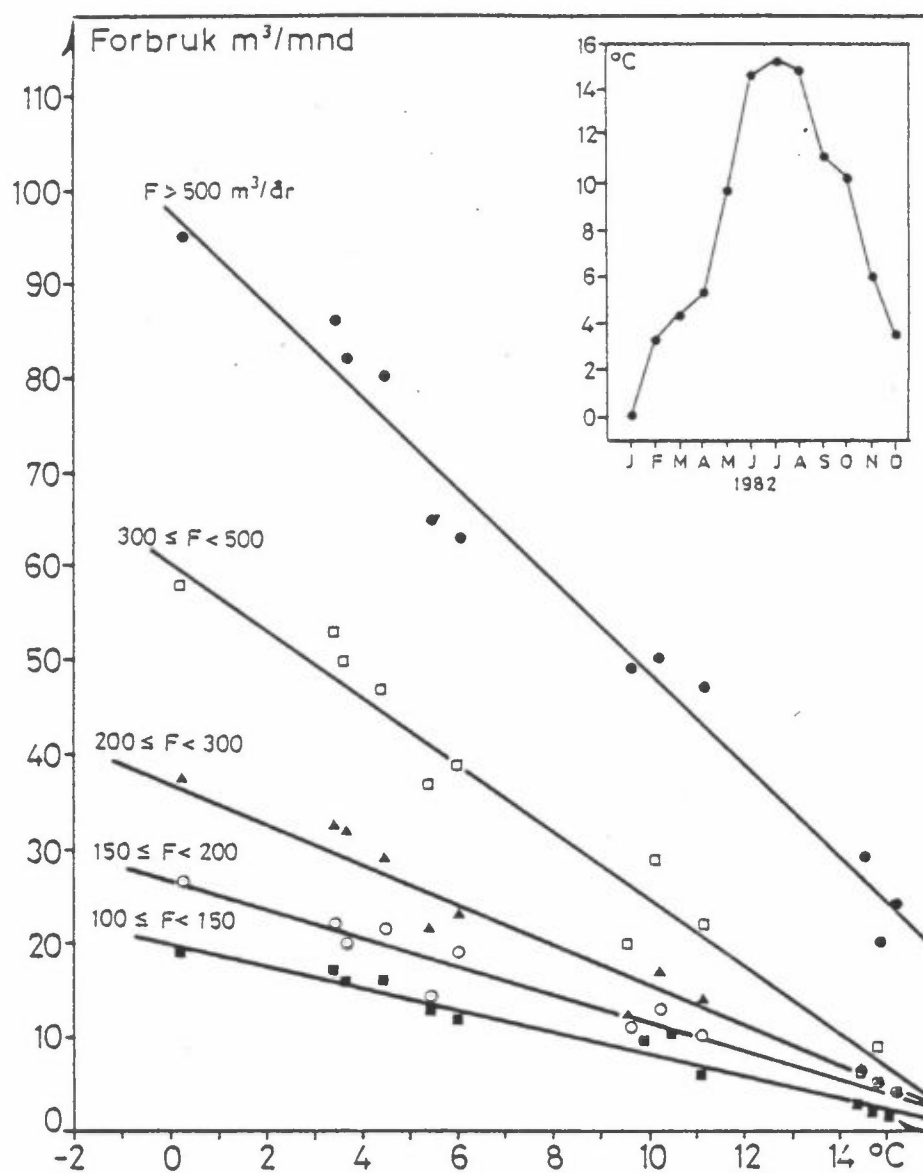


Figur 18: Fyringsoljeforbruket (m<sup>3</sup>) pr. måned for forbrukere med årsforbruk på 200-300 m<sup>3</sup>/år innenfor prosjektområdet.

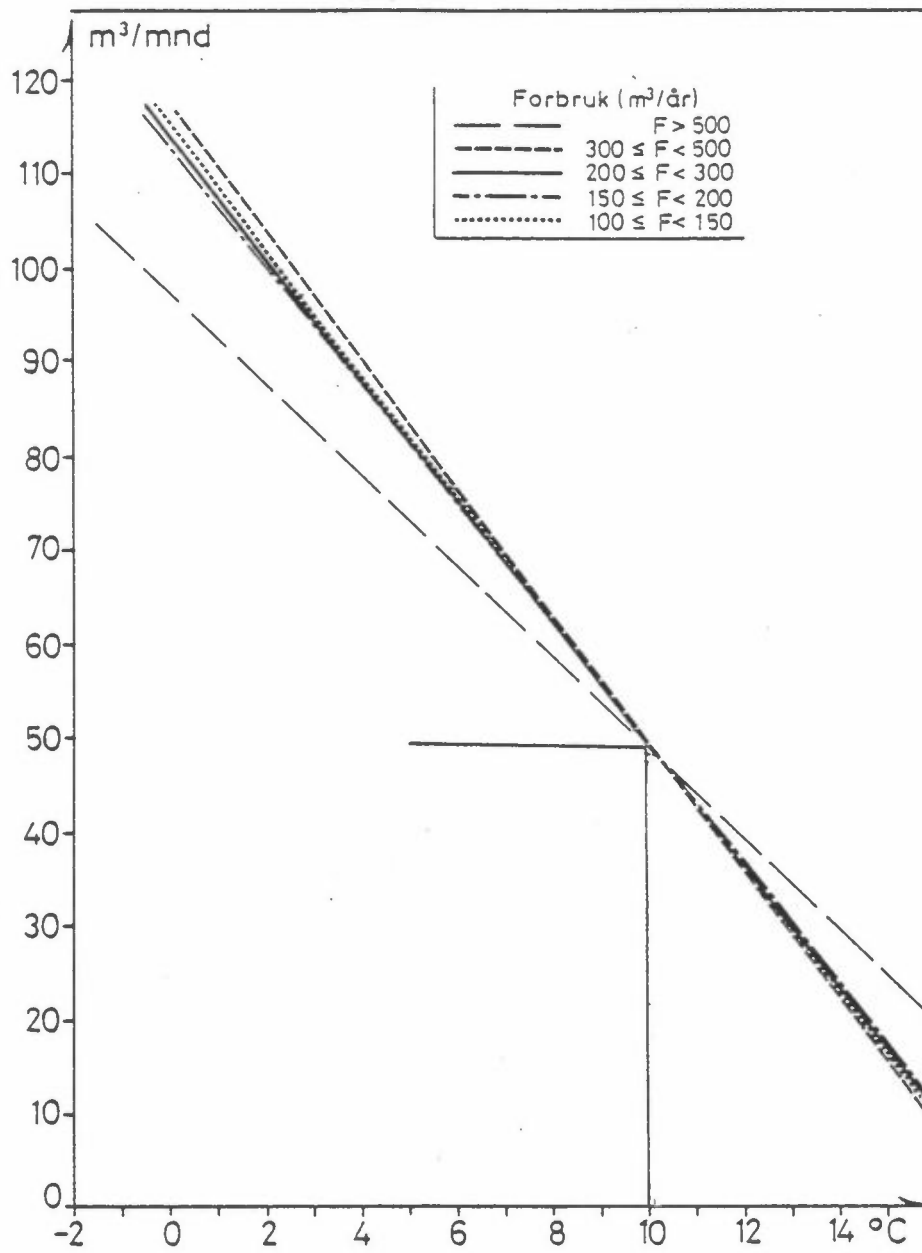


Figur 19: Fyringsoljeforbruket (m<sup>3</sup>) pr. måned for forbrukere med årsforbruk > 500 m<sup>3</sup>/år innenfor prosjektområdet.

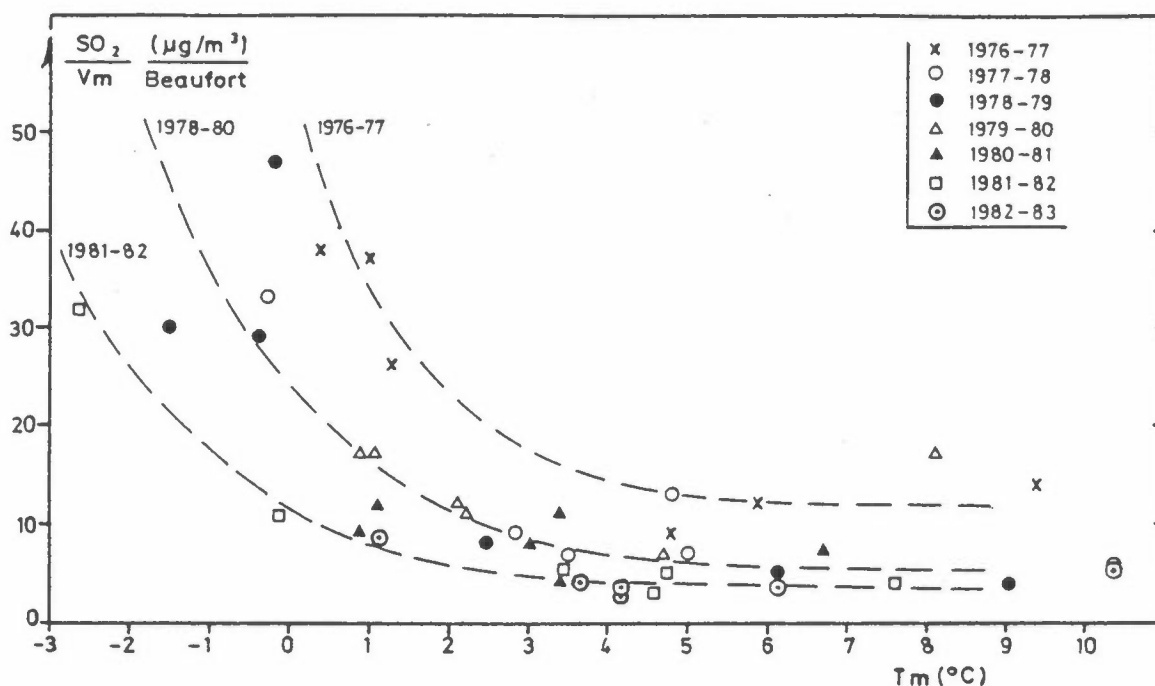




Figur 20: Midlere månedsforbruk av fyringsolje ( $\text{m}^3/\text{mnd}$ ) som funksjon av månedsmiddeltemperaturen i Bergen.



Figur 21: Det midlere månedsforbruket av fyringsolje (m<sup>3</sup>/mnd), for de fem største forbruker-gruppene, normalisert ved 10<sup>0</sup> °C.



Figur 22:  $SO_2$ -konsentrasjonen på CMI som funksjon av midlere vindstyrke ( $V_m$ ) og temperatur ( $T_m$ ).  $SO_2/V_m$  plottet mot  $T_m$ . Månedsmiddelværdier for vinterhalvåret.

En ser at storforbrukerne avviker litt fra de andre gruppene. I og med at det er forbruket av fyringsolje nr 1 og 2 som eventuelt senere skal fordeles etter temperaturen, er ikke storforbrukerne av så stor interesse når en skal finne et uttrykk for forbrukets temperaturavhengighet. De fire andre linjene er nesten sammenfallende, og det er da lett å bestemme vinkelkoeffisienten til middellinja. Denne vinkelkoeffisienten er et direkte uttrykk for forbrukets temperaturavhengighet. Uttrykket kan senere brukes til å fordele forbruket over året etter månedsmiddeltemperaturen, dersom en bare får oppgitt årsforbruket.

Figur 22 er tatt fra planen for basisundersøkelsen i Bergen (1). Den viser  $SO_2$ -konsentrasjonen på CMI, normalisert med vindstyrken (månedsmiddelværdier), for vintrene fra 1976 og framover. Reduksjonen i  $SO_2$ -konsentrasjonen (normalisert m h p vindstyrke) svarer til nedgangen over lang tid i oljeforbruket. Verdiene for vinteren 1982-83 er plottet inn, og de følger samme tendensen som den foregående vinteren.

### 3.3 SALG OG FORBRUK AV BENSIN OG DIESEL

#### 3.3.1 Salg i Hordaland 1978-83.

Tabell 4 viser salgstallene for bensin og diesel i Hordaland fylke i årene 1978-83. I denne perioden har det vært en viss økning i bensinsalget, da særlig i de to siste årene. For diesel har salget variert forholdsvis lite fra år til år.

Tabell 4 Salg av bensin og diesel i Hordaland fylke 1978-83 (m<sup>3</sup>/år).

ÅR	Bensin (m <sup>3</sup> /år)	Diesel (m <sup>3</sup> /år)
1978	129.500	49.400
1979	132.400	54.600
1980	131.400	50.500
1981	132.700	49.600
1982	139.000	50.200
1983	143.000	53.700

#### 3.3.2 Salg og forbruk i prosjektområdet.

Tabell 5 viser salg av bensin og diesel i 1981 og 1982. Tallene er mangelfulle, da en ikke har fått oppgitt salgstall fra alle oljeselskapene. Tallene i tabell 5 gjelder NOROL, ESSO, MOBIL og TEXACO. På grunnlag av tall som er kommet inn fra de resterende oljeselskapene for 1983 anslås det at det reelle salget i prosjektområdet i 1982 ligger på ca 62.000 m<sup>3</sup> bensin og ca 20.000 m<sup>3</sup> diesel.

Tabell 5: Salg av bensin og diesel fra 4 oljeselskaper i prosjektområdet 1981-82 (m<sup>3</sup>/år).

ÅR	Bensin (m <sup>3</sup> /år)	Diesel (m <sup>3</sup> /år)
1981	29.800	16.400
1982	33.400	14.700

Ved hjelp av spørreundersøkelsen har en også fått kartlagt forbruket av bensin og diesel som skjer ved faste installasjoner og på bestemte områder (figurene 15 og 16). Totalt innenfor prosjektområdet var dette 32 m<sup>3</sup> bensin og 1020 m<sup>3</sup> diesel i 1982.

Mesteparten av bensin- og dieselforbruket skjer på veiene. Ved å ta differansen mellom salget og det som blir forbrukt innenfor bestemte områder, får en forbruket på veiene. For å fordele dette forbruket geografisk må en finne trafikkarbeidet innen hver 0,5 x 0,5 km<sup>2</sup>-rute. Trafikkarbeidet finnes ved hjelp av trafikkstrømkartene. Oppmålingen av veiene gav tilsammen 144 km gater og veier innenfor prosjektområdet med angitt årsdøgntrafikk, kalt "trafikkveier" nedenfor. "Øvrige gater og veier" ble målt til 375 km.

Trafikkarbeidet for trafikkveiene finnes ved ligningene:

$$T_B = \sum l_i \cdot ADT_i \left( 1 - \frac{PD_i}{100} \right) \quad (\text{bensinbiler})$$

$$T_D = \sum l_i = ADT_i \cdot \frac{PD_i}{100} \quad (\text{dieselbiler})$$

$l_i$  = lengden av gateelementet (km).

$ADT_i$  = årsdøgntrafikken for gateelementet (kjøretøy/døgn).

$PD_i$  = trafikkens dieselandel (%).

Trafikkarbeidet har benevnningen bil-km/døgn. For å få et anslag for trafikken på "øvrige gater og veier", må en finne hvor mye bensin og diesel som forbrukes på disse veiene. Ved hjelp av forbrukstall for bensin- og diesel (drivstoff/mil), finner en forbruket på "trafikkveiene". Differansen mellom totalt forbruk og forbruket på trafikkveiene gir forbruket på "øvrige gater og veier". Denne differansen brukes så til å bestemme en midlere ADT på "øvrige gater og veier" ved hjelp av de samme drivstoff-forbrukstall som over.

### 3.4 INDUSTRIUTSLIPP

I tillegg til fyringsanlegg har en også kartlagt noen andre forurensningskilder. Opplysninger fra spørreundersøkelsen og SFT's

konsesjonsarkiv inkluderer bedrifter innenfor gruppene: renserier, trykkerier, kaffebrennerier og bearbeiding av metaller. De hyppigste forurensningskildene ved industriprosesser er bruk av løsningsmidler, lakk og maling samt støvutslipp. HCl - utslippet er av en slik størrelse at belastningen i nærområdet ved kilden bør undersøkes.

### 3.5 SØPPELFORBRENNING

Når det gjelder forbrenning av søppel er de innsamlede dataene mangelfulle. Ved hjelp av spørreundersøkelsen er det bare kartlagt tre søppelforbrenningsanlegg. Denne kartleggingen vil fortsette i samarbeid med Helseseksjonen i Bergen.

## 4 *UTVIKLING AV METODER FOR SPREDNINGSBEREGNINGER I BERGEN*

Data for utslipp og spredning i Bergen skal benyttes til å beregne forurensningskonsentrasjoner i området. Bidrag fra enkeltkildegrupper vil summeres. Derved klarlegges årsakssammenhengen til de konsentrasjoner som måles. Årsaken til eventuelle avvik mellom beregninger og observasjoner må klarlegges før en har oversikt over effekten av eventuelle tiltak for å bedre situasjonen.

Det er nødvendig å kontrollere beregningene som utføres, dels at spredningsparametre på en akseptabel måte beskriver de aktuelle spredningsforhold, dels at beskrivelsen av forurensende utslipp er fullstendig.

I denne forbindelse vil vi undersøke anvendbarheten av nye metoder som foreslås i litteraturen. I Bergen er det komplisert topografi som virker på spredningsforhold og vind. Komplisert topografi forekommer de fleste steder i Norge. Det er nødvendig å ha objektive metoder til å vurdere virkningen på spredningsforholdene.

I områder med topografi som i Bergen vil vindens retning og styrke være en funksjon av hvor en befinner seg. Vindfeltet kan beregnes på ulike måter. Ved NILU er under utvikling en prosedyre for beregning av vindfelt, basert

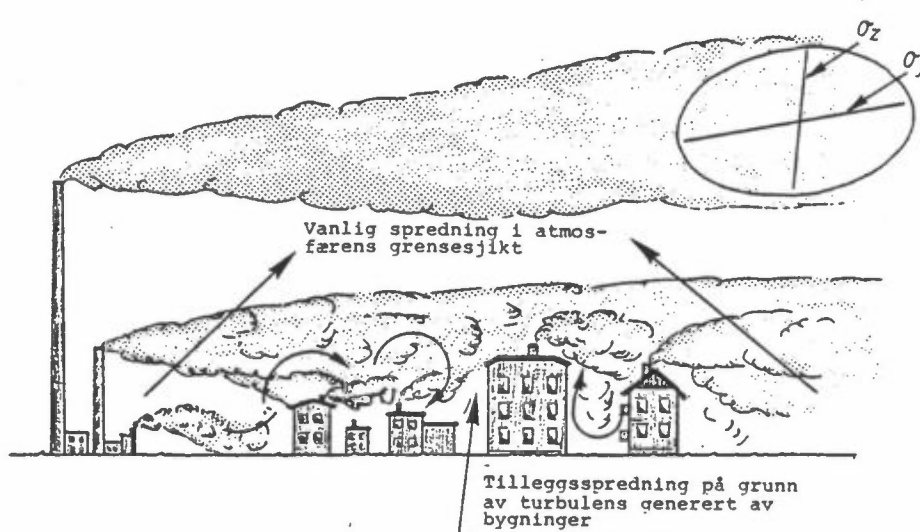
på data for topografi, varmebalanse og værforhold på stor skala (Trond Iversen, under utarbeidelse). Det er også tilrettelagt en statistisk interpolasjonsmetode for beregning av vindfeltet på grunnlag av vindobservasjoner på noen målepunkter i området (Eidsvik, 1981).

Spredningsforholdene nær bakken i tettbygde strøk modifiseres av bygninger og vegetasjon. I figur 23 er søkt anskueliggjort den tilleggsspredning en får av lave utslipp på grunn av turbulens rundt bygninger.

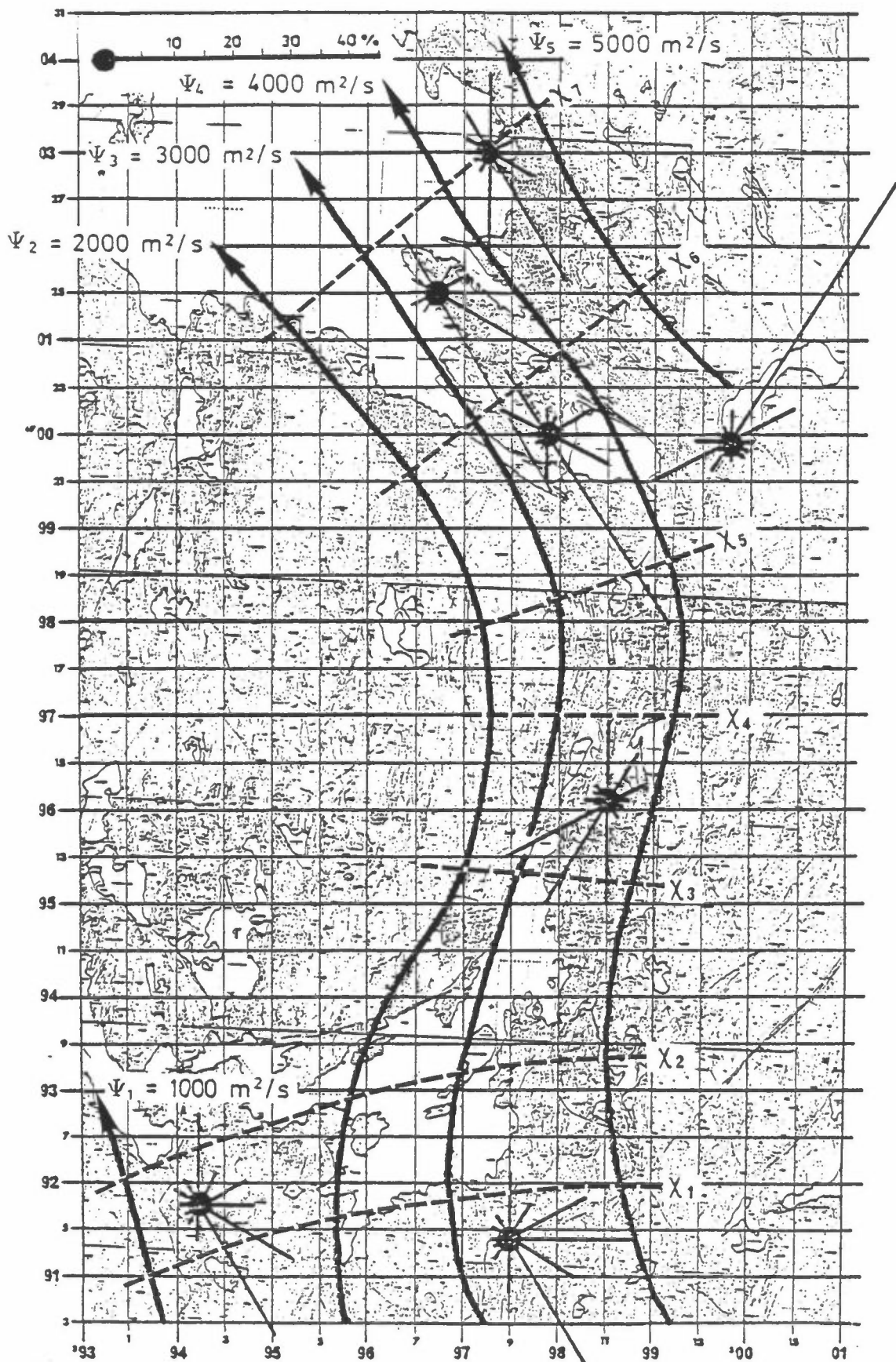
NILU har undersøkt spredningen nær bakken over Sarpsborg-området henholdsvis over byen, over Borregaards fabrikkområde og over de flate jordene utenfor Sarpsborg (Grønskei, 1984).

Disse forsøkene viste:

- a) Turbulens generert av bygningene sprer forurensningene effektivt nær bakken, slik at utslippene over tak spres raskt i sjiktet nærmest bakken. Utslippene fra biltrafikken fortynnes raskt med avstanden fra veien.
- b) Konsentrasjonene på en fast avstand fra utslippet varierer med spredningsforholdene i bakgrunnsatmosfæren.



Figur 23: Spredning over et område med variabel ruhet.



Figur 24: Typisk fordeling av strømfunksjonen og hastighetspotensialet i Bergen. Vindrosene for februar er inntegnet.



En vil benytte en kombinasjon av disse spredningseffektene for konsentrasjonsberegninger slik at forurensningsskyen nær bygningene øker i størrelse på samme måte som turbulenssonen. Økningen av turbulenssonen beskrives ved Halitsky's metode (Halitzki, 1977). Turbulenssonens dimensjon øker, men intensiteten avtar med avstanden fra bygningene.

Når turbulensintensiteten bak bygningene blir mindre enn turbulensintensiteten i bakgrunnsatmosfæren, overtar denne spredningen.

Det arbeides med modifisering av spredningsmodellene ved NILU, slik at bygningsturbulensens virkning kommer med.

Når timesmiddelkonsentrasjoner skal beregnes i Bergen er det rimelig å regne med tilnærmet stasjonære meteorologiske forhold. Det vil si at vind- og turbulensforhold varierer langsommere enn den tid vinden bruker på å fornye luften over byområdet.

## 5 MÅLERESULTATER. METEOROLOGI

Målestasjonene er vist i figur 25. Datatilgjengeligheten er vist i figur 5.

### 5.1 VIND- OG TEMPERATURFORHOLD I 1983 I FORHOLD TIL NORMALENE

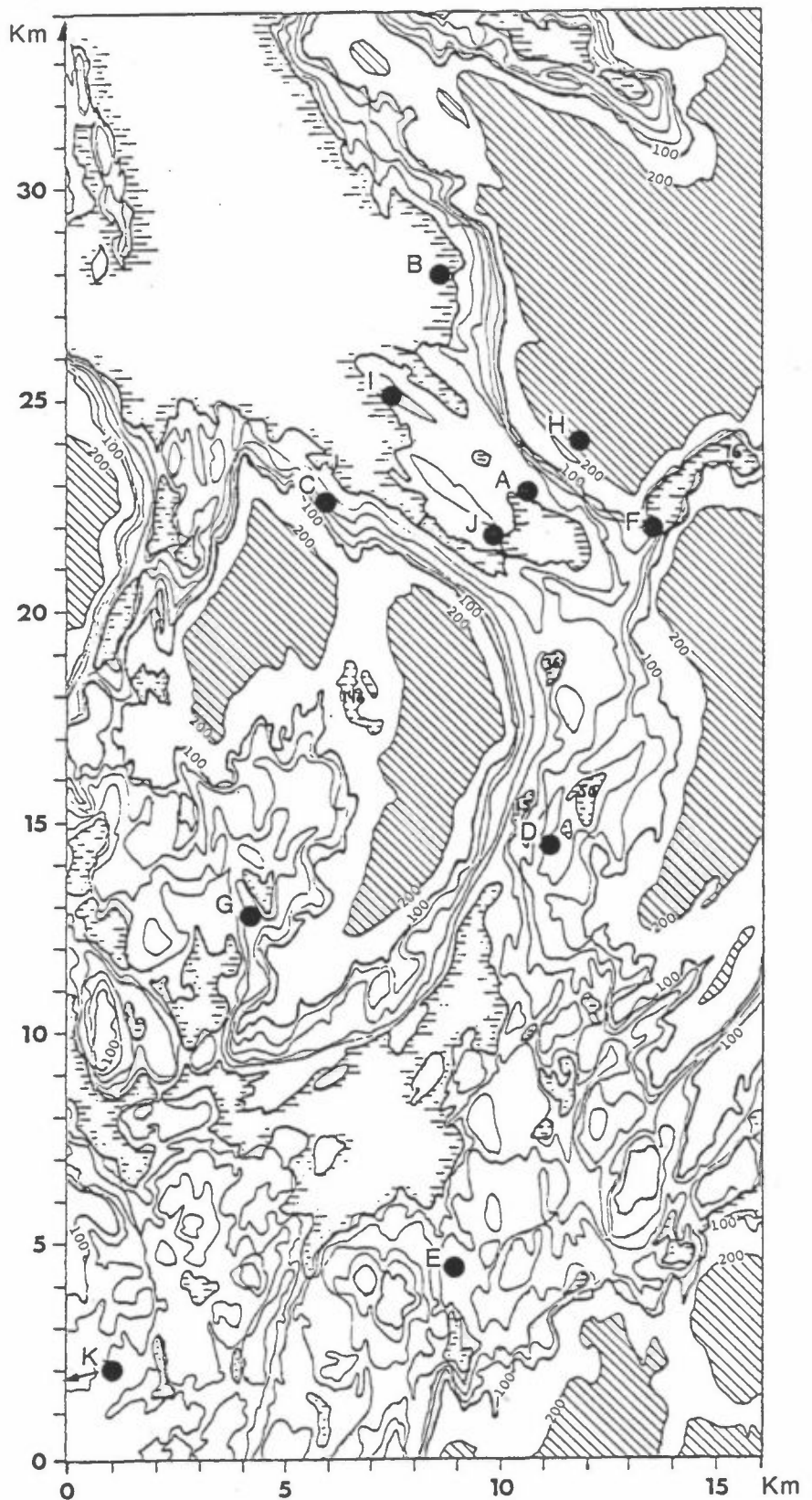
I tabell 6 er månedsmiddelverdier av vindstyrke og temperatur i 1983 satt opp sammen med forholdene i normalperioder.

Januar 1983 var i gjennomsnitt  $2-3^{\circ}\text{C}$  mildere enn normalt, og vindstyrken var vesentlig høyere enn normalt (i gjennomsnitt 3-3,5 Beaufort mot normalt ca 2,5 Beaufort). I de øvrige månedene fram til juni var avvikene fra temperatur normalen mye mindre, men vindstyrken i februar, april og mai var en del lavere enn normalt.

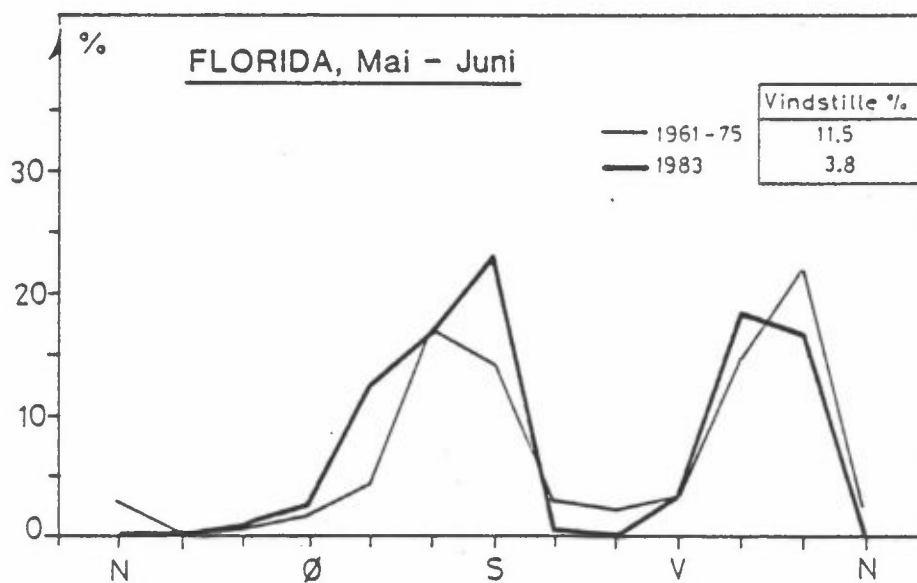
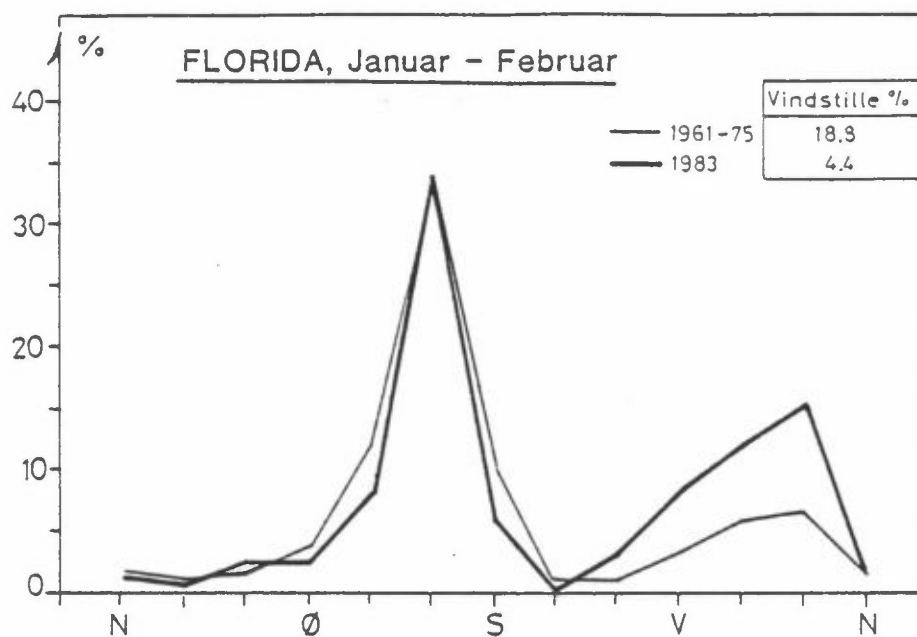
Figur 26 viser at vindretningsforholdene i januar-februar og mai-juni var noe avvikende fra normalen. Vindstillefrekvensen var svært liten i 1983. Dette korresponderte med større frekvens enn normalt av nordvestlige vinder i januar-februar 1983 og sørøstlige vinder i mai-juni 1983.

- A. Nygårdstangen
- B. Sjøflyhavna
- C. Laksevåg
- D. Storetveit
- E. Skjold
- F. Svartediket
- G. Fyllingsdalen
- H. Fløyen
- I. Fredriksberg
- J. Florida
- K. Flesland

(Stasjonene C og G var ikke i drift før november 1983.)



Figur 25: Plassering av målestasjoner for meteorologi



Figur 26: Vindretningsfordeling i 1983 i forhold til gjennomsnitt for 1961-75. Stasjon Florida.

Tabell 6: Vind- og temperaturforhold i 1983 i forhold til "normal"-verdier på Florida og Flesland.

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN
<u>VINDSTYRKE, Beaufort</u>						
FLORIDA 1983	3.0	2.1	2.8	2.0	2.0	2.4
1961-75	2.3	2.2	2.5	2.5	2.4	2.4
FLESLAND 1983	3.4	1.9	3.0	2.1	2.1	2.6
1961-75	2.7	2.5	2.6	2.6	2.5	2.5
<u>TEMPERATUR, °C</u>						
FLORIDA 1983	4.1	1.1	4.1	6.4	10.1	12.5
avvik fra 1931-60	+2.5	-0.3	+0.9	+0.5	-0.2	-0.3
FLESLAND 1983	3.4	0.0	3.1	5.3	8.8	11.1
avvik fra 1931-60	+2.6	-0.7	+0.7	+0.3	-0.7	-1.0

Tabell 7: Månedsmiddelverdier, vindhastighet (m/s).  
 m.o.h.: bakkenivåets høyde over havet, meter  
 m.o.b.: målepunktets høyde over bakken, meter

Stasjon	Høyde		JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG
	m.o.h	m.o.b								
Sjøflyhavna	0	10	(3.9) <sup>a</sup>	(2.9) <sup>b</sup>						
Fredriksberg	30	12		2.2						
"-	30	19		3.1						
Florida	15	45	4.4	3.1	3.9	2.5	2.8	3.2		
Nygårdstangen	2	10	3.2	2.3	3.2	(2.1) <sup>c</sup>	-	2.6		
Svartediket	75	10	5.2	3.2	3.5	2.5	2.5	2.7		
Storetveit	55	10	2.9	(1.6) <sup>d</sup>	2.5	1.7				
Skjold	55	10		1.7	2.9	1.8	1.8	2.4	1.7	2.0
"-	55	36	-	2.6	4.1	2.5	2.6	3.3	2.4	2.7
Flesland	50	10	5.6	2.6	4.5	2.7	2.8	3.5	3.2	3.0

a: 6-31 januar (ekskl. 22.-26.1)

c: 1-21 april

b: 1-23 februar

d: ekskl. 4-15 februar

## 5.2 VINDFORHOLD I BERGEN I 1983

### 5.2.1 Vindstyrke

Tabell 7 viser månedsmiddelverdier av vindstyrke ved målestasjonene fra januar til august. Tabellen gir bl.a. følgende hovedtrekk:

- Januar hadde størst vindstyrke på alle stasjoner (gjennomsnitt på hver stasjon mellom 2.9 m/s og 5.6 m/s).
- Vindstyrken var generelt størst på Flesland. Også Svartediket hadde høy vindstyrke i perioden januar-mars.
- Vindstyrken var generelt lavest på stasjonene Storetveit og Skjold (10 m.o.b.).
- På Fredriksberg var datakvaliteten god bare i februar. Da var vindstyrken 19 meter over bakken lik vinden på Florida. Vindstyrken 12 meter over bakken var vesentlig lavere. Denne føleren er skjermet fra bebyggelse og vegstasjon.
- På Skjold var vindstyrken 36 m.o.b. 35-53% høyere enn i 10 m.o.b. (månedsmiddelverdier).

Figur 27 viser kumulative frekvensfordelinger av vindstyrken på en del stasjoner for januar-februar 1983. Storetveit og Nygårdstangen hadde størst frekvens av svake vinder. Der var vindstyrken lavere enn 1 m/s i 25-30% av tiden, og lavere enn 2 m/s i ca 50% av tiden. På Flesland og Svartediket var de tilsvarende frekvenser 15-20% og ca 35%.

### 5.2.2 Vindroser

Figurene 28-30 viser vindroser (januar-februar, mars-mai, juni-august) for henholdsvis Florida, Skjold og Flesland. Vindrosene for Flesland viser hovedvindretningene langs kysten, fra sørøst om vinteren og fra nordvest om sommeren. På Florida er hovedvindretningene mer utpreget, på grunn av den førende effekten av topografien. På Skjold er nordvestvinden på Flesland dreid noe mot vest. I tillegg til hovedsektoren fra sør og sørøst har man på

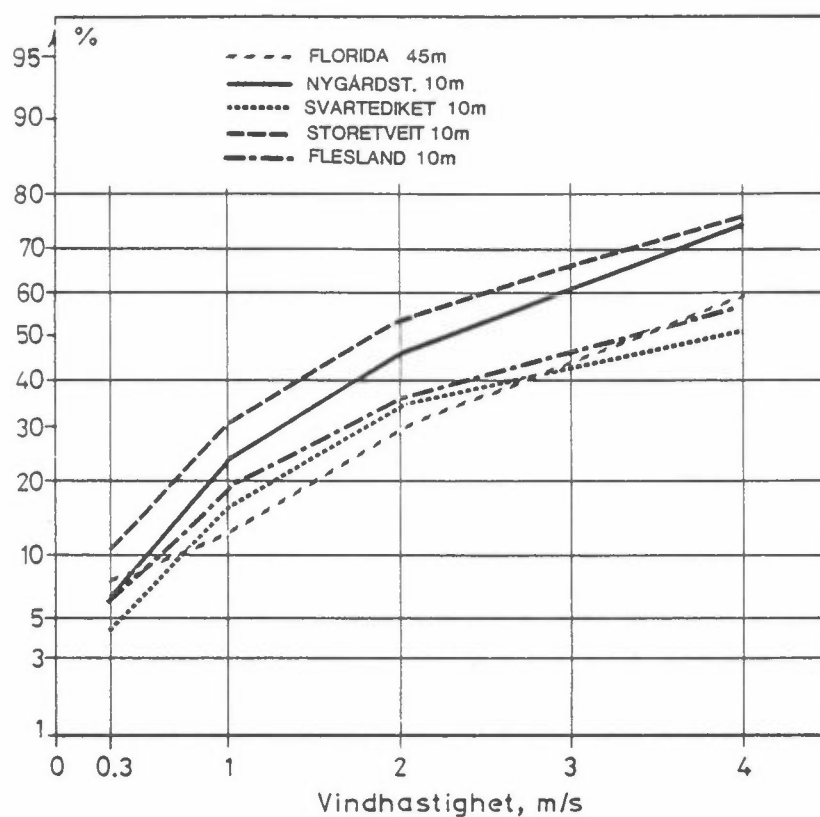
Skjold en utpreget vindsektor fra øst-nordøst om vinteren.

I figur 31 og 32 er vindrosene for februar og mai-juni montert på kart. Innflytelsen av topografien på hovedvindretningene ved målestasjonene går fram av disse figurene.

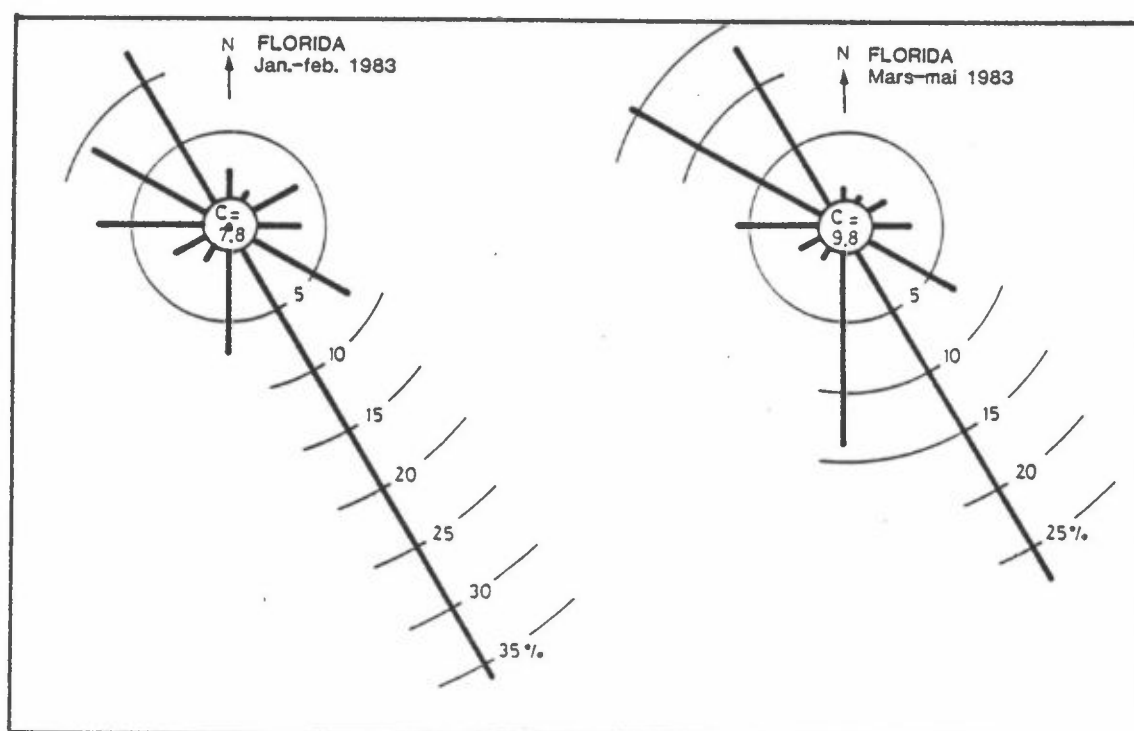
Figur 33 viser midlere vindstyrke som funksjon av vindretning på en del stasjoner. Vind fra sørlig sektor var omtrent like sterk på alle stasjoner (bortsett fra Svartediket), ca 4 m/s både vinter og sommer.

Nordvest-vinden var i gjennomsnitt noe svakere, 3-4 m/s på Florida, Skjold og Flesland sommer og vinter.

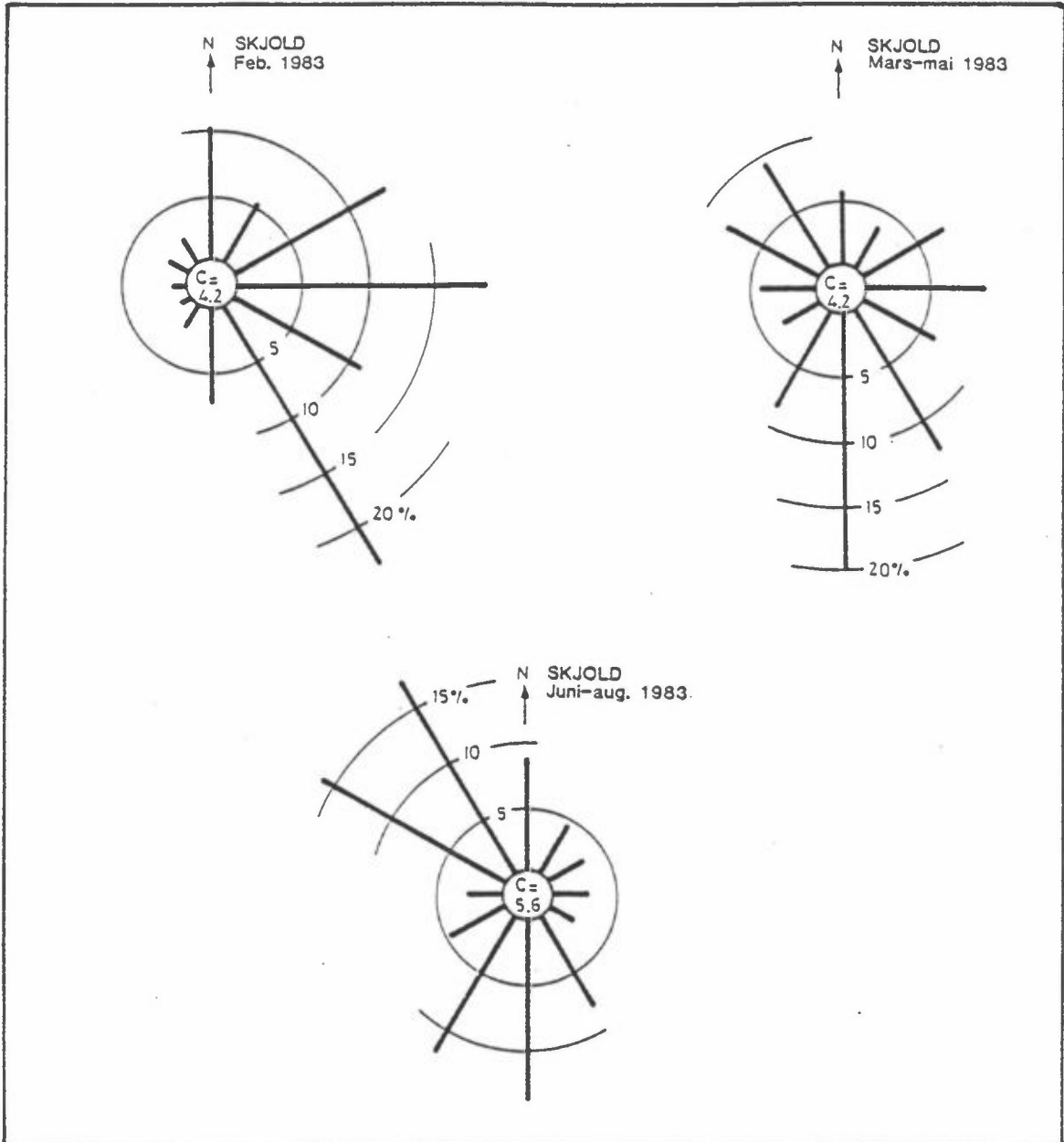
Vindstyrken på Svartediket har en annen variasjon enn de øvrige, og påvirkes om vinteren i stor grad av fallvinden ned Isdalen. Denne fallvinden er sterk, i gjennomsnitt ca 5 m/s. Den synes også å påvirke området rundt Store Lungegårdsvatnet, idet også Nygårdstangen og Florida har en østlig vindkomponent på 4-6 m/s om vinteren som en ikke finner på de andre stasjonene.



Figur 27: Forekomst (i %) av timesmidlet vindhastighet mindre enn verdier angitt på abscissen. Bergen, januar-februar 1983.

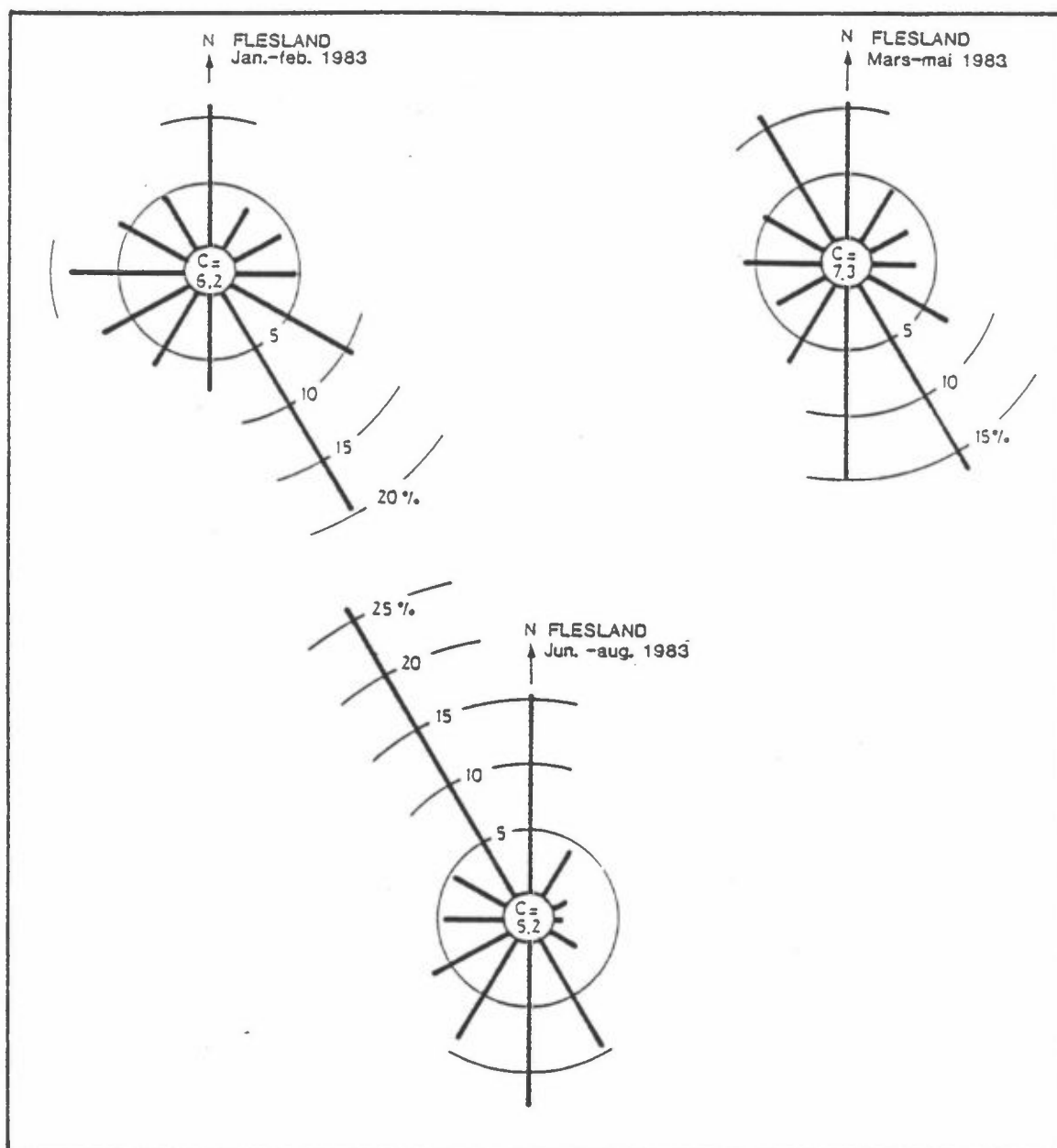


Figur 28: Florida. Kvartalsvise vindroser.

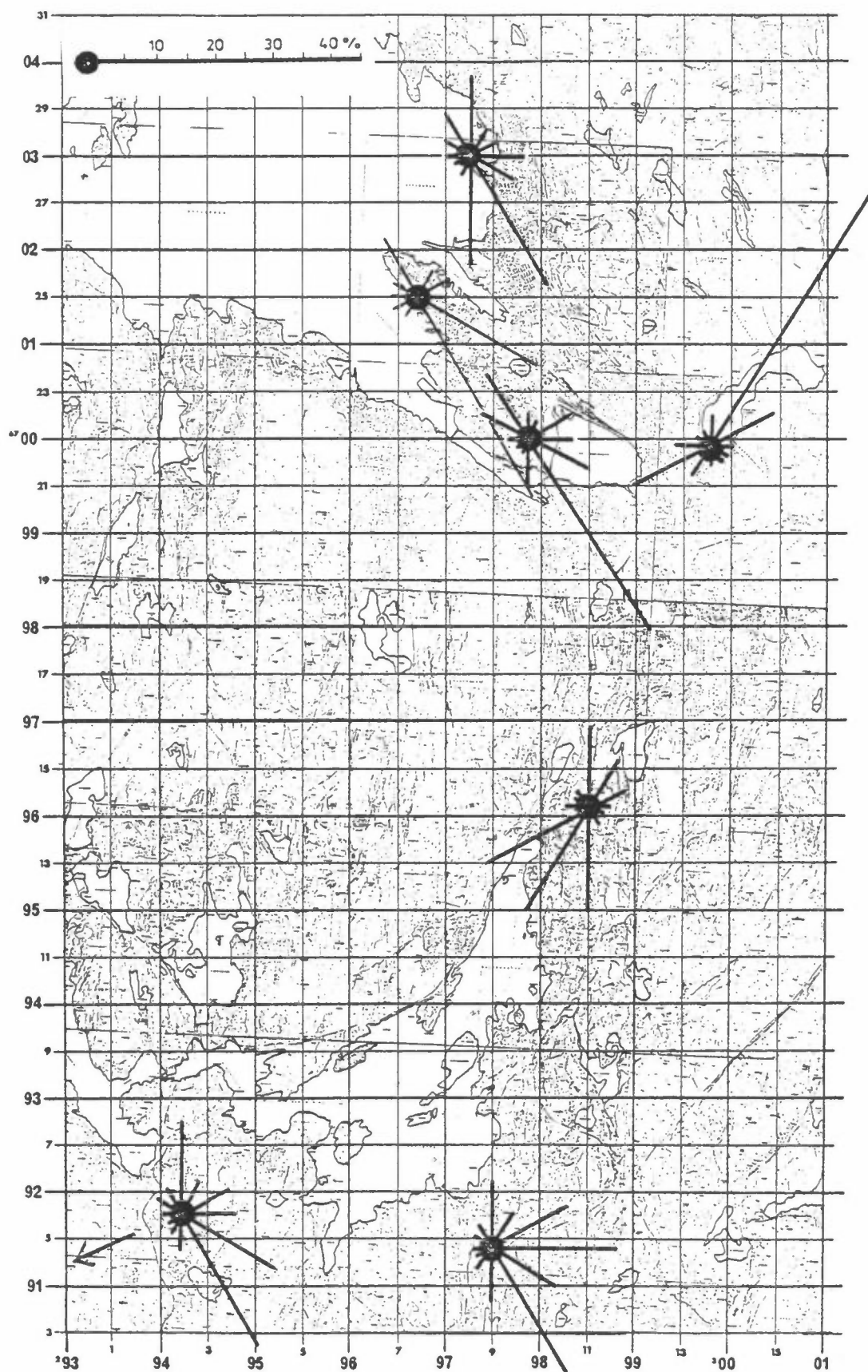


Figur 29: Skjold. Kvartalsvise vindroser.

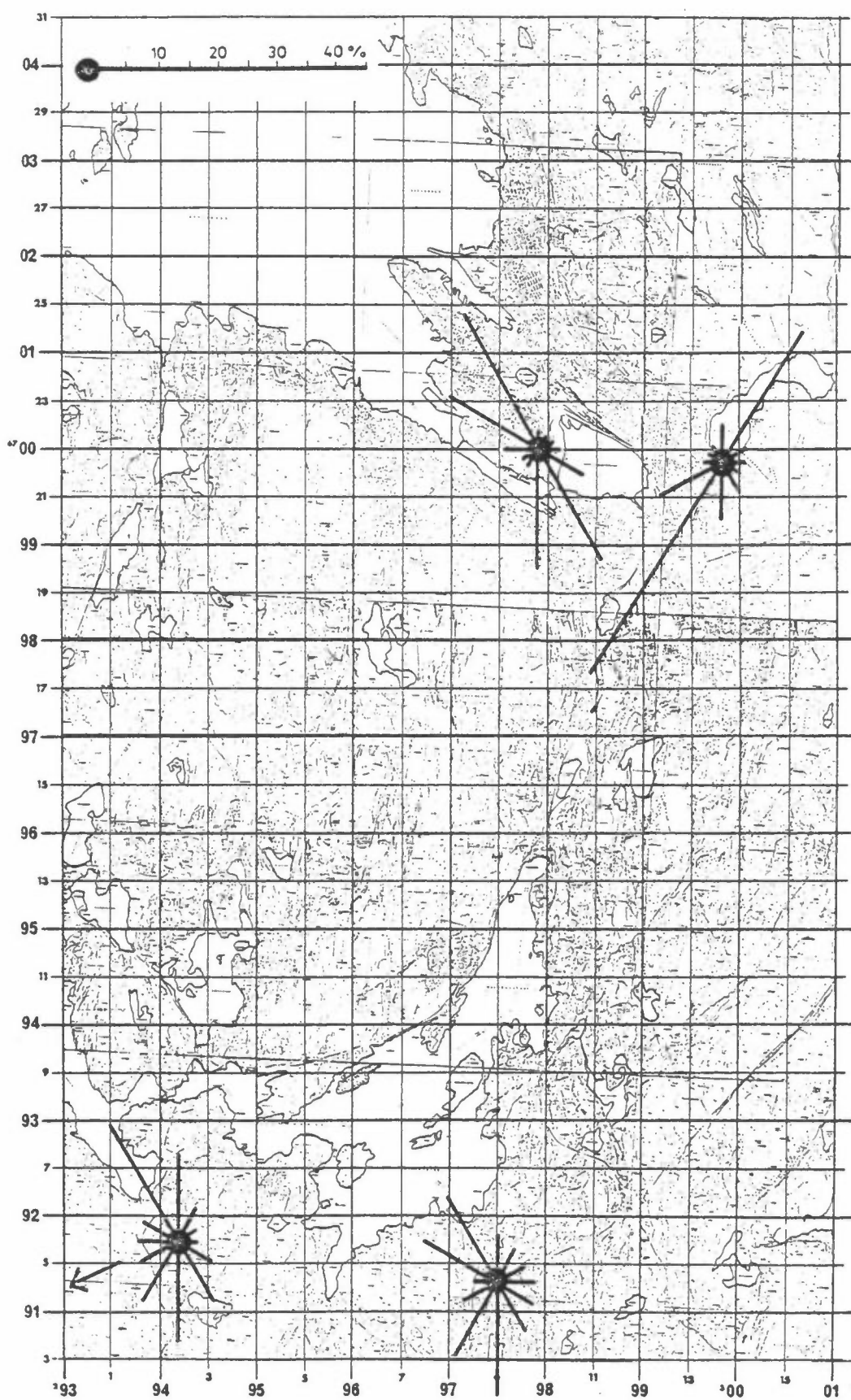




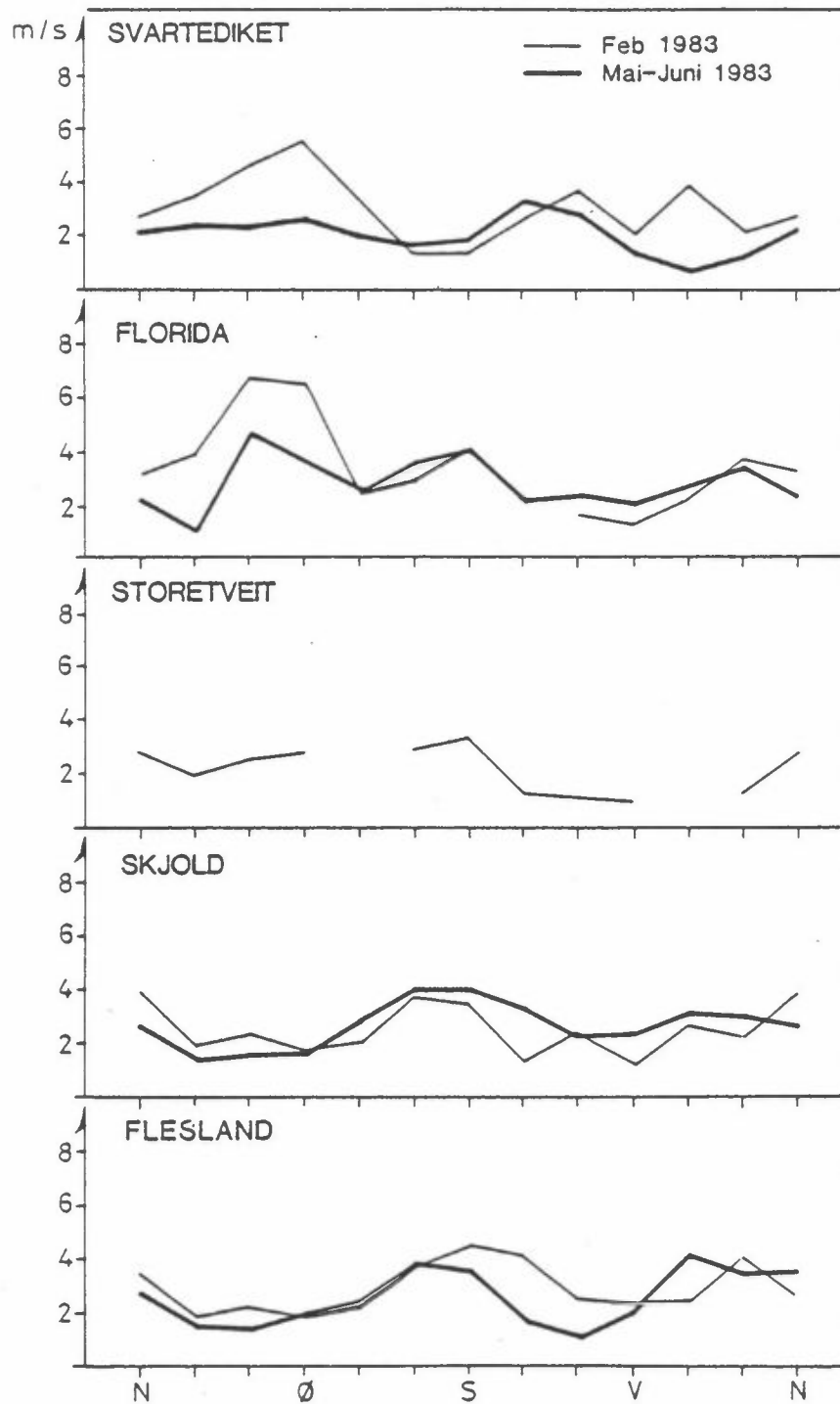
Figur 30: Flesland. Kvartalsvise vindroser.



Figur 31: Vindroser, februar 1983.



Figur 32: Vindrosor, mai-juni 1983.



Figur 33: Vindhastighet som funksjon av vindretning, Bergen, februar og mai-juni 1983.

### 5.2.3 Betinget vind

Figur 34-36 viser antallet samtidige, samhørende observasjoner av vindretning i januar-februar 1983 på følgende stasjonspar (høyde i m.o.b. i parentes):

Florida (41 m) - Nygårdstangen (10 m)  
 Florida (41 m) - Storetveit (10 m)  
 Florida (41 m) - Svartediket (10 m)

Det var stor grad av samsvar mellom vindretningene på Florida og Nygårdstangen. Vindretningen på Nygårdstangen avvok imidlertid vesentlig fra Florida i noen tilfeller, spesielt ved nordvestlig vind på Florida (figur 34). Vindretningen på Nygårdstangen var da i sektoren fra nord via øst til sør. I disse tilfellene var vinden på Nygårdstangen svak, 0.5-1 m/s. Dette kan være tilfeller da fallvinden fra Svartediket eller lokalvinder generert i le av fjellene påvirker Nygårdstangen, men ikke Florida. Det var også mange tilfeller av nær vindstille (obs. 37) på Nygårdstangen, med sterkere vind og definert vindretning (ca.  $150^{\circ}$  og ca.  $300^{\circ}$ ) på Florida.

Hovedvindretningene på Storetveit var dreidd  $30-60^{\circ}$  med urviseren i forhold til på Florida (fig 35, se også figur 31). I tillegg ga vestavind på Florida ofte sørvestlig vind på Storetveit. Også på Storetveit er det mange observasjoner av vindstille når vinden på Florida er sterkere med retning fra ca.  $150^{\circ}$  og fra ca.  $330^{\circ}$ .

Figur 36 viser at fallvinden fra Svartediket (retning  $0-90^{\circ}$ ) i noen tilfeller påvirker vinden på Florida (ved sørøstvind i området) og dreier sørøsten mere mot øst og nordøst. Vindstyrke-observasjonene viser at vindstyrken på Florida er høy i disse tilfellene. Fallvinden fra Svartediket kan påvirke spredningsforholdene over Bergen sentrum betydelig.

a)

VINDRETNING PÅ STASJON FLORIDA													NEDOVER
VINDRETNING PÅ STASJON NYGÅRDSTANGEN													BORTOVER
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	37
3	2	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1	2	7
6	.	4	30	6	.	.	.	.	.	.	.	.	40
9	.	.	8	20	8	.	.	.	.	.	.	.	36
12	.	.	4	49	31	7	.	.	.	.	.	.	3 94
15	.	.	2	40	25	78	4	.	.	.	.	.	15 92
18	.	.	.	2	21	40	9	2	1	.	1	.	76
21	.	.	.	.	2	1	2	1	3	1	.	.	10
24	.	.	.	.	1	.	1	3	9	14	.	.	28
27	.	.	.	.	.	.	3	.	8	60	13	.	2 86
30	1	1	1	3	3	3	1	1	2	20	62	1	8 107
33	8	8	3	1	2	.	1	.	1	4	100	17	2 147
36	3	3	2	.	.	1	.	.	2	.	2	8	21
37	.	2	1	9	23	7	2	.	2	2	.	1	44 93
	14	19	5	11	30	34	137	24	7	28	101	179	29 74 *

b)

VINDRETNING PÅ STASJON FLORIDA													NEDOVER
VINDRETNING PÅ STASJON NYGÅRDSTANGEN													BORTOVER
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	37
3	1.7	6.9	.	.	.	.	6.1	.	.	.	4.9	3.5	.
6	.	4.6	7.3	7.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	.	.	6.3	6.5	6.4	.	.	.	.	.	.	.	.
12	.	.	1.7	3.0	1.9	1.2	.	.	.	.	.	.	1.7
15	.	.	2.2	2.6	3.9	3.4	1.9	.	.	.	.	.	1.2
18	.	.	.	4.1	3.6	4.3	2.5	3.5	3.6	.	2.7	.	.
21	.	.	.	.	1.9	5.9	2.6	2.3	2.6	3.2	.	.	.
24	.	.	.	.	3.9	.	6.2	2.3	3.0	4.3	.	.	.
27	.	.	.	.	.	.	2.3	.	4.6	5.9	5.8	.	0.5
30	2.2	1.0	1.3	1.8	1.0	1.3	2.2	1.1	2.5	4.2	5.0	1.4	1.1
33	2.5	2.7	2.2	1.2	1.0	.	1.0	.	2.0	1.5	5.8	4.3	0.6
36	3.0	3.0	2.5	.	.	1.0	.	.	3.6	.	4.8	4.1	.
37	.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.	0.0	0.1	.	0.0	0.0

Figur 34: Betinget vind (a) Florida-Nygårdstangen. Antall samhørende vindobservasjoner, samt vindhastighet på Florida (b), klassifisert etter 30<sup>o</sup> retningssektorer.

a)

VINDRETNING PÅ STASJON FLORIDA													NEDOVER	
VINDRETNING PÅ STASJON STORETVEIT													BORTOVER	
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	37	
3	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	
6	2	3	2	.	.	.	1	.	.	.	.	2	10	
9	.	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	3	
12	.	.	.	*	4	7	19	13	2	.	.	13	58	
15	1	1	.	.	4	14	9	11	10	54	5	1	17342	
18	.	.	.	.	2	39	23	5	.	.	.	3	72	
21	.	.	.	.	.	2	9	2	.	.	.	.	13	
24	.	.	.	.	.	3	25	4	.	.	1	.	33	
27	1	.	.	.	2	2	37	34	3	1	.	1	3	84
30	19	10	2	1	.	7	9	9	5	3	.	14	6	85
33	15	6	.	.	.	.	.	.	1	1	17	86	3	129
36	4	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	14	2	22
37	3	6	1	1	.	3	11	3	1	.	1	1	52	83
	47	28	6	2	122	122	45	125	17	5	19	120	99	*

b)

VINDRETNING PÅ STASJON FLORIDA													NEDOVER
VINDRETNING PÅ STASJON STORETVEIT													BORTOVER
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	37
3	3.8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.8
6	5.3	2.4	1.7	.	.	.	1.4	.	.	.	.	.	4.6
9	.	12.4	1.1	.	.	.	.	0.9	.	.	.	.	.
12	.	.	.	*	7.0	3.1	2.3	2.2	2.7	.	.	.	1.7
15	0.9	2.0	.	.	3.4	5.7	3.5	2.6	2.5	.	.	1.2	1.7
18	.	.	.	.	2.6	3.7	3.5	3.0	.	.	.	.	2.4
21	.	.	.	.	.	4.0	2.6	2.0	.	.	.	.	.
24	.	.	.	.	.	4.1	3.7	4.0	.	.	1.0	.	.
27	0.3	.	.	.	5.9	5.7	5.5	6.1	6.0	5.8	.	1.5	2.3
30	3.0	1.4	4.5	6.2	.	4.7	6.2	5.6	4.5	5.7	.	4.1	1.0
33	3.1	1.3	.	.	.	.	.	.	0.7	4.7	7.1	5.0	0.9
36	2.8	2.0	.	.	.	.	4.0	.	.	.	.	4.0	1.1
37	0.0	0.0	0.0	0.0	.	0.0	0.0	0.0	0.0	.	0.0	0.0	0.0

Figur 35: Betinget vind Florida-Storetveit.

a)

VINDRETNING PÅ STASJON FLORIDA													NEDOVER		
VINDRETNING PÅ STASJON SVARTEDIKET													BORTOVER		
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	37		
3	6	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	8		
6	38	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	43		
9	26	10	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	36		
12	58	3	3	1	.	1	2	9	1	.	.	5	7	90	
15	107	7	.	.	1	1	90	135	24	4	.	27	23	419	
18	3	.	1	.	.	2	47	23	7	4	1	1	2	91	
21	.	.	.	.	.	.	14	.	.	.	.	.	.	14	
24	.	.	.	.	.	2	30	*	.	.	.	.	.	1	33
27	3	1	.	.	1	27	54	.	*	.	.	1	1	88	
30	14	9	1	3	8	47	8	4	.	*	.	2	7	103	
33	23	55	32	11	13	5	3	.	.	.	.	*	4	1147	
36	11	6	4	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	23	
37	68	3	.	.	.	1	2	.	.	.	.	8	6	88	
	357	100	41	16	23	8625	1171	32	8	1	49	48	*		

b)

VINDRETNING PÅ STASJON FLORIDA													NEDOVER	
VINDRETNING PÅ STASJON SVARTEDIKET													BORTOVER	
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	37	
3	3.8	3.5	.	4.9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
6	7.0	4.4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
9	6.9	5.3	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
12	2.4	2.1	1.8	2.5	.	1.1	2.9	3.3	3.9	.	.	2.6	1.6	
15	2.5	2.3	.	.	3.9	0.9	4.9	5.0	4.1	4.4	.	4.1	2.1	
18	4.1	.	1.6	.	.	3.3	3.4	3.8	5.6	7.8	2.0	5.3	1.6	
21	.	.	.	.	.	.	2.7	.	.	.	.	.	.	
24	.	.	.	.	.	3.9	1.7	*	.	.	.	.	1.6	
27	1.7	2.1	.	.	0.9	6.2	5.6	.	*	.	.	1.5	2.9	
30	2.2	3.3	2.3	4.1	5.3	5.9	2.2	1.1	.	*	.	2.0	1.2	
33	2.6	4.9	5.9	4.6	5.8	6.7	4.9	.	.	.	.	*	1.9	1.2
36	2.6	3.7	5.5	.	.	.	4.0	.	.	.	.	.	1.4	
37	0.0	0.0	.	.	.	0.0	0.0	.	.	.	.	.	0.0	0.0

Figur 36: Betinget vind Florida-Svartediket.



5.3 TEMPERATURFORHOLD I BERGEN I 1983

Tabell 8 viser månedsmiddelerverdier av temperatur målt ved ulike stasjoner i Bergen i perioden januar-juni 1983. Avvikene fra normalen er omtalt under pkt 5.1.

Tabell 8: Månedsmiddelerverdier, temperatur  $^{\circ}\text{C}$ .

	Høyde		JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN
	m.o.h.	m.o.b						
Florida	15	2	3.7	0.6	3.6	3.8	9.9	-
"	"	30	3.4	0.5	3.2	3.5	9.5	-
"	"	41	3.0	0.3	3.0	3.1	9.1	-
Nygårdstangen	2	2	(3.4 <sup>a</sup> )	0.7	(4.1 <sup>b</sup> )	-	-	-
Svartediket	75	2	(3.8 <sup>a</sup> )	0.4	3.1	5.1	9.1	8.8
Fløyen	~320	2	-	-1.0	(1.6 <sup>b</sup> )	-	-	-
Skjold	55	2	-	0.1	3.3	5.7	9.4	11.5
"	"	10	-	-0.1	3.2	5.5	9.3	11.4

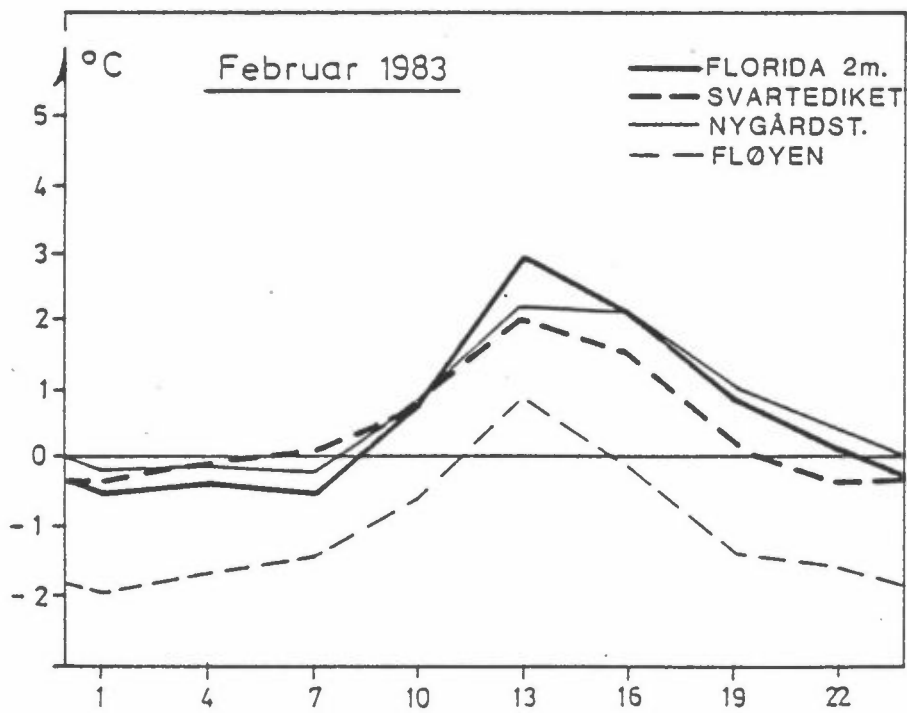
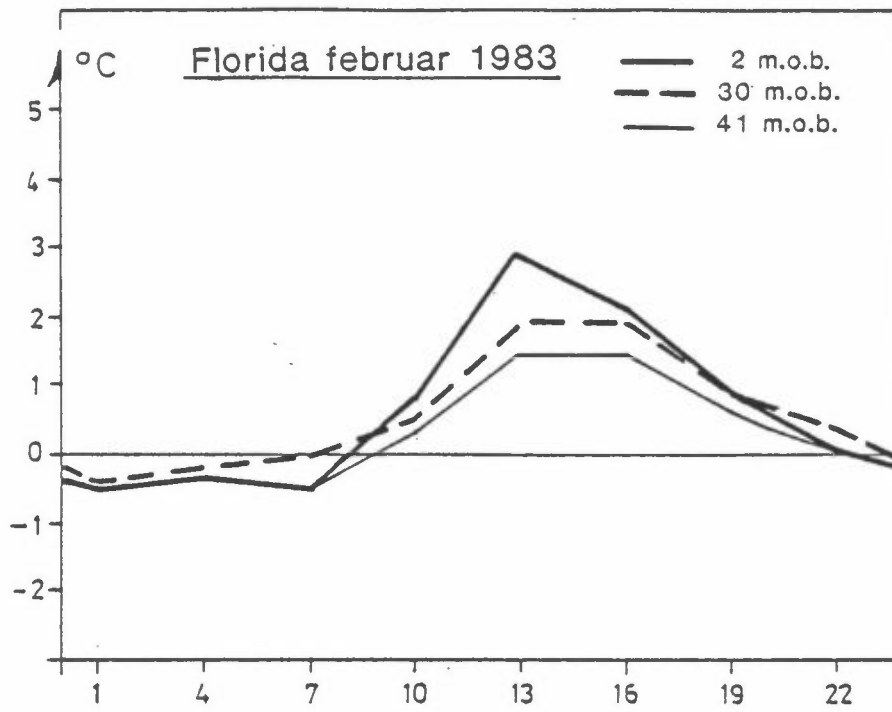
a: 10-31 januar

b: 1-17 mars

Temperaturen på Florida avtar konsistent med høyden over bakken, med minst forskjell mellom høyeste og laveste målepunkt i den kaldeste måned (februar). Temperaturen på Nygårdstangen og Svartediket skilte seg lite fra Florida i perioden januar-mars. I april var det vesentlig varmere på stasjonen på Svartediket enn på Florida. På Fløyen var det i gjennomsnitt i februar og mars ca  $1,5^{\circ}\text{C}$  kaldere enn på Florida.

Også på Skjold var temperaturen i februar og mars noe lavere enn nede i Bergen sentrum. I april var det nesten  $2^{\circ}\text{C}$  varmere på Skjold enn i sentrum. Det var svært liten forskjell på temperaturene i 2 og 10 meters høyde i masten på Skjold.

Figur 37 viser temperaturens midlere døgnforløp i februar på Florida og en del andre stasjoner.



Figur 37: Lufttemperatures midlere døgnforløp, februar 1983.

## 6 MÅLERESULTATER. LUFTKVALITET

I dette kapittel er det gitt et sammendrag av luftkvalitets- målinger fra perioden januar-juni 1983. Figur 38 viser plasseringen av målestasjonene. Figur 4 viser datatilgjengeligheten. De enkelte måleresultater er presentert i et eget datavedlegg som fås ved henvendelse til NILU. Døgnverdier av  $SO_2$ ,  $NO_2$ , sot, bly og svevestøv er gitt i vedlegg 3.

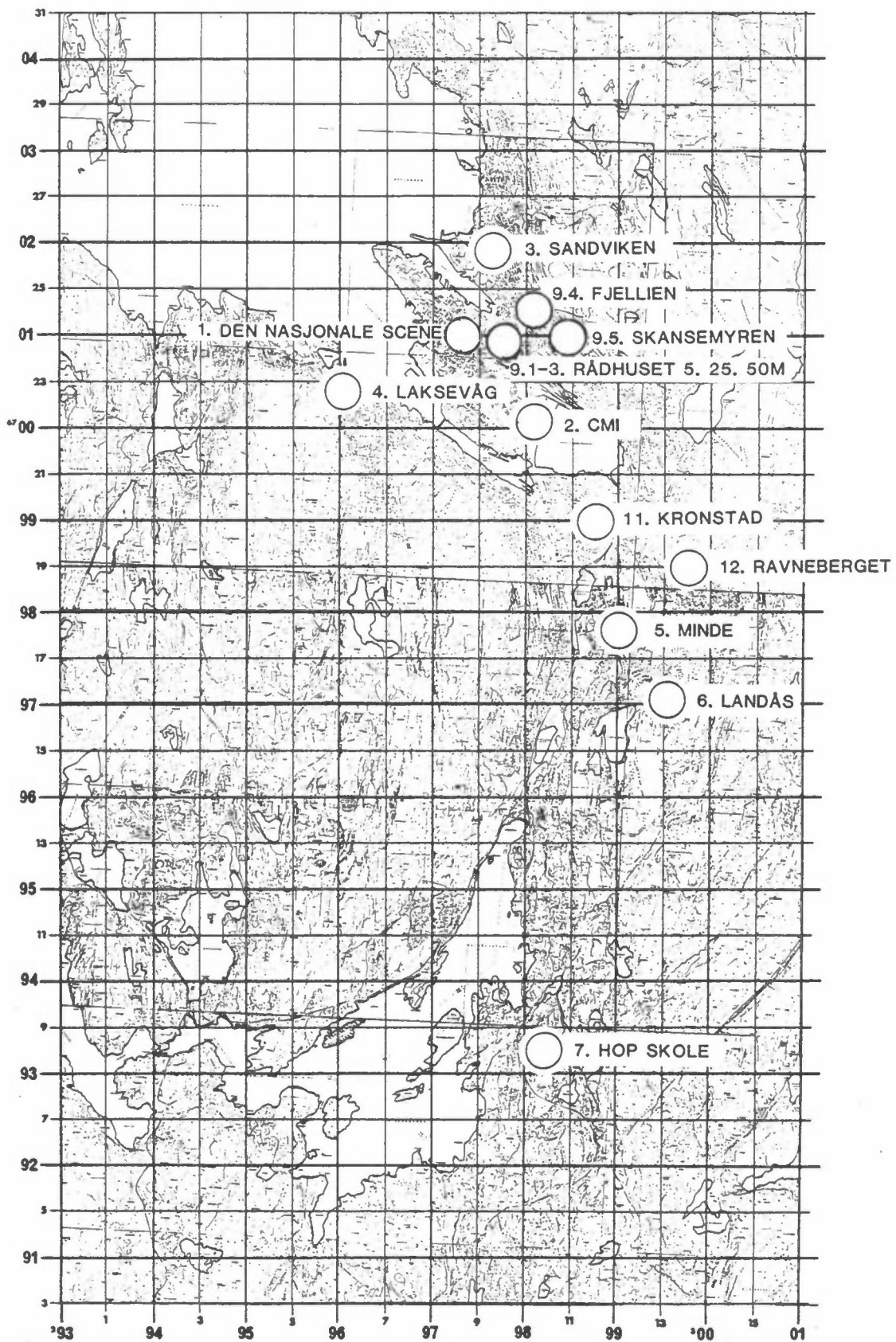
### 6.1 SVOVELDIOKSYD ( $SO_2$ )

Ved alle stasjoner ble det målt døgnmiddelverdier av  $SO_2$ . På hovedstasjonen, DNS, ble det i tillegg benyttet et kontinuerlig registrerende instrument. Et sammendrag av måleresultatene er vist i tabellene 9, 10 og 11.

$SO_2$ -nivået i februar var på alle stasjoner ca dobbelt så høyt som i januar (tabell 9). Dette skyldtes en kombinasjon av lavere vindstyrke og temperatur i februar. I mai-juni var  $SO_2$ -nivået omtrent halvparten av gjennomsnittet i januar-februar. Tabell 10 gir en mere detaljert oversikt over  $SO_2$ -målingene. Figur 39 viser på kart  $SO_2$ -nivået i januar-februar på alle stasjoner, bortsett fra Rådhus 25 m og Rådhus 50 m.  $SO_2$ -nivået avtar med avstanden fra Bergen sentrum og Bergens-dalen, og med høyden over havet.

En analyse av korrelasjonen mellom døgnverdier av  $SO_2$  på alle stasjoner er diskutert i kapittel 6.9.

Tabell 11 gir en oversikt over resultatene av de kontinuerlige  $SO_2$ -målingene på DNS. Den kumulative frekvensfordeling av 1hverdier av  $SO_2$  diskuteres i kapittel 6.7, sammen med CO, NOx og  $NO_2$ . Det er et avvik mellom de kontinuerlige målinger og døgnmålingene av  $SO_2$  på samme stasjon. Dette diskuteres i kapittel 6.10.



Figur 38: Plassering av målestasjoner for luftkvalitet.

Tabell 9: Månedsmiddelverdier, SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

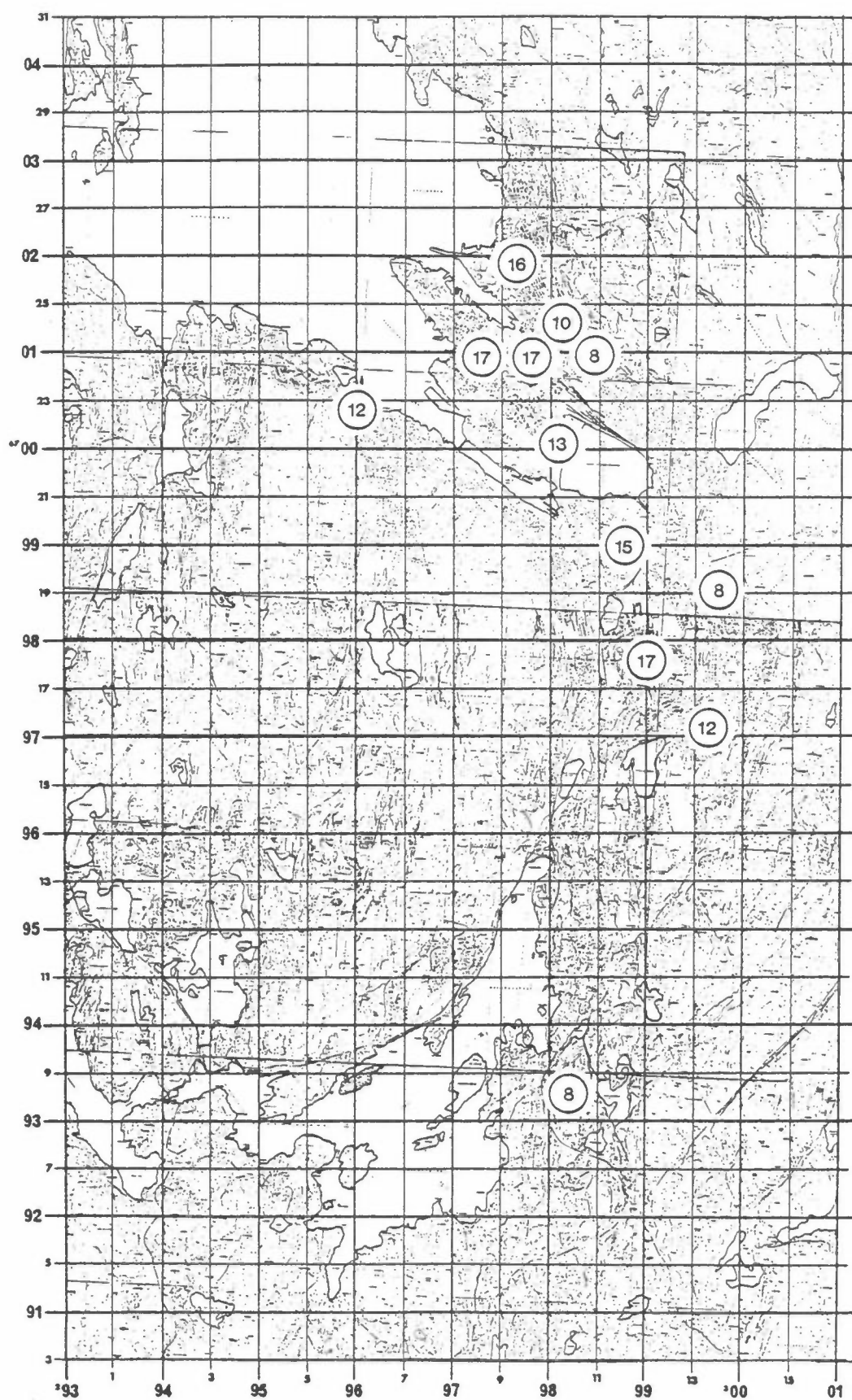
	JAN 83	FEB 83	MAI 83	JUNI 83
1. Den nasjonale Scene	12	21	10	7
2. CMI	9	17		
3. Sandviken	10	21		
4. Laksevåg	8	16		
5. Minde	9	24		
6. Landås	8	15		
7. Hop	6	9	3	3
91. Rådhuset 5m	11	22		
92. Rådhuset 25m	11	21		
93. Rådhuset 50m	11	20		
94. Fjellien	6	13		
95. Skansemyren	5	11		
11. Kronstad	9	21		
12. Ravneberget	5	11		

Tabell 11: SO<sub>2</sub>. Resultater av kontinuerlig registrerende målinger på stasjon DNS (µg/m<sup>3</sup>).

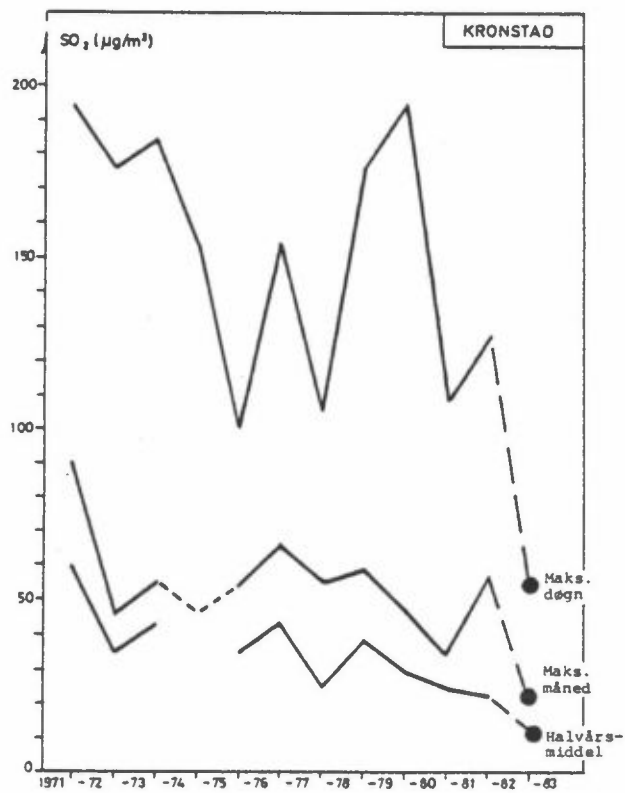
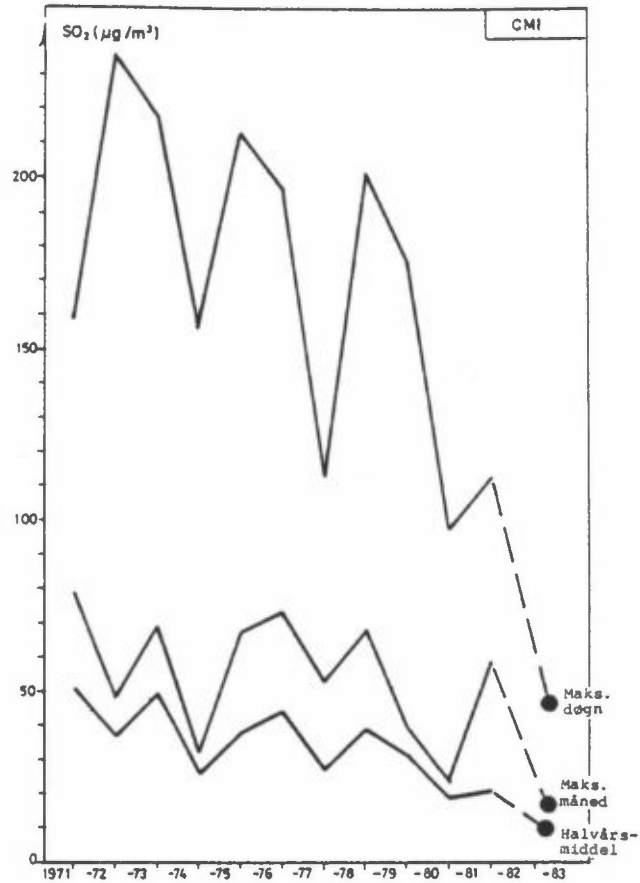
SO <sub>2</sub> - Kontinuerlig registrerende målinger								
	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Ant. obs.	Ant. døgnmidler >10 >20		Høyeste timesmiddel	Ant. obs.	Antall timesmidler >40
Jan-83	9	38	27	8	3	47	572	5
feb-83	16	56	28	22	8	78	556	14
jan-feb	13	56	55	30	11	78	1128	19

Tabell 10: SO<sub>2</sub>-Resultater av målinger av døgnmiddelverdier (µg/m<sup>3</sup>)

		Middel	Maks	Ant.obs	>50	>100
DNS	Jan-83	12	31	24	0	0
	Feb-83	21	55	27	1	0
	Mai-83	10	21	31	0	0
	Jun-83	7	17	30	0	0
CMI	Okt-82	12	27	31	0	0
	Nov-82	9	31	30	0	0
	Des-82	13	45	31	0	0
	Jan-83	9	18	31	0	0
	Feb-83	17	49	28	0	0
	Mar-83	9	19	31	0	0
SANDVIKEN	Jan-83	10	25	19	0	0
	Feb-83	21	54	28	1	0
LAKSEVÅG	Jan-83	8	18	22	0	0
	Feb-83	16	36	28	0	0
MINDE	Jan-83	9	21	16	0	0
	Feb-83	22	49	28	1	0
LANDÅS	Jan-83	8	36	22	0	0
	Feb-83	15	34	28	0	0
HOP SKOLE	Jan-83	6	47	22	0	0
	Feb-83	9	18	25	0	0
	Mai-83	3	7	31	0	0
	Jun-83	3	7	30	0	0
RÅDHUS 5M	Jan-83	11	26	24	0	0
	Feb-83	22	65	28	2	0
RÅDHUS 25M	Jan-83	11	26	24	0	0
	Feb-83	21	58	28	1	0
RÅDHUS 50M	Jan-83	11	26	24	0	0
	Feb-83	20	50	27	1	0
FJELLIEN	Jan-83	6	14	23	0	0
	Feb-83	13	38	28	0	0
SKANSEMYR	Jan-83	5	10	23	0	0
	Feb-83	11	31	28	0	0
KRONSTAD	Okt-82	10	23	31	0	0
	Nov-82	8	30	30	0	0
	Des-82	20	56	19	1	0
	Jan-83	9	22	26	0	0
	Feb-83	21	56	28	1	0
	Mar-83	11	24	29	0	0
RAVNEBERG	Jan-83	5	15	31	0	0
	Feb-83	11	27	28	0	0



Figur 39: SO<sub>2</sub>. Middelværdier for januar-februar 1983 (µg/m<sup>3</sup>).



Figur 40: SO<sub>2</sub>. Langtidsutvikling på stasjonene CMI og Kronstad.



SO<sub>2</sub> konsentrasjonen var i løpet av måleperioden i Bergen vesentlig lavere enn de grenseverdier for luftkvalitet som er angitt (Statens forurensningstilsyn 1982). Grenseverdien for døgnmiddelverdi er gitt som et intervall: 100-150 µg/m<sup>3</sup>. Høyeste målte døgnverdi av SO<sub>2</sub> i Bergen i 1983 var 65 µg/m<sup>3</sup>, målt på stasjon Rådhus 5 m den 18. februar. En har da sett bort fra en del svært høye verdier som fremkommer i datamaterialet, men som er vurdert til å være feilanalyser.

Figur 40 viser at SO<sub>2</sub>-nivået på CMI og Kronstad vinteren 1982-83 var vesentlig lavere enn tidligere år. Oljeforbruket i Bergen er blitt redusert de siste årene, ca 25% fra 1980 til 1983, og ca 10% fra 1982 til 1983 (se kapittel 3.) Forøvrig påvirkes SO<sub>2</sub>-nivået også av temperatur- og vindforhold. Middelttemperaturen i vinterhalvårene i 1982 og 1983 var ca 2<sup>0</sup>C høyere enn i 1979-81.

## 6.2 NITROGENOKSYDER

Døgnmiddelverdier av NO<sub>2</sub> ble målt på 8 av de 14 stasjonene. I tillegg ble NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> registrert kontinuerlig på hovedstasjonen, DNS. Sammendrag av måleresultatene er gitt i tabellene 12 - 14.

Tabell 12 viser at NO<sub>2</sub>-nivået var ca 50% høyere i februar enn i januar, mens nivået i mai-juni på DNS var så høyt som 80% av gjennomsnittet i januar-februar. NO<sub>2</sub>-nivået varierte fra måned til måned på samme måte som SO<sub>2</sub>, men variasjonene var mindre. Dette har to årsaker: For det første har NO<sub>2</sub> to hovedkilder, biltrafikk og oljefyring, mens SO<sub>2</sub> kommer hovedsakelig fra oljefyring. Biltrafikken varierer relativt lite fra virkedag til virkedag, og nitrogensoksyd utslippet fra biler er temperaturavhengig bare i svært liten grad. For det andre gir ozon-konsentrasjonen i lufta en viss NO<sub>2</sub>-konsentrasjon gjennom reaksjonen  $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$ , så lenge det er nok NO tilstede i lufta. Det er det i en by som Bergen. Ozon-konsentrasjon i lufta er høyere om sommeren enn om vinteren.

Tabell 12: Månedsmiddelverdier, NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>).

	Jan-83	Feb-83	Mai-83	Jun-83
1. Den nasjonale Scene	43	61	49	37
2. CMI		52		
3. Sandviken		44		
5. Minde	34	50		
7. Hop		38		
91. Rådhuset 5m	42	62		
93. Rådhuset 50m	43	66		
95. Skansemyren	12			

Tabell 13: NO<sub>2</sub> Resultater av målinger av døgnmiddelverdier (µg/m<sup>3</sup>).

		Middel	Maks	Ant.obs.	>50	>100
DNS	JAN-83	43	64	24	6	0
	FEB-83	61	104	28	19	1
	MAI-83	49	98	31	0	0
	JUN-83	37	64	30	0	0
CMI	FEB-83	52	92	19	8	0
SANDVIKEN	FEB-83	44	76	28	9	0
MINDE	JAN-83	34	72	17	3	0
	FEB-83	50	94	28	12	0
HOP SKOLE	FEB-83	38	74	28	8	0
RÅDHUS 5M	JAN-83	42	72	24	5	0
	FEB-83	62	111	28	18	2
RÅDHUS 50M	JAN-83	43	85	24	6	0
	FEB-83	66	122	28	20	4
SKANSEMYR	JAN-83	12	24	19	0	0

Tabell 14: NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub>. Resultater av kontinuerlig registrerende målinger på stasjon DNS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

NO <sub>x</sub> - Kontinuerlig registrerende målinger									
	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Ant. obs.	Ant. døgnmidler >100 >150		Høyeste timesmiddel	Ant. obs.		
Jan-83	99	270	27	11	4	620	597		
Feb-83	167	400	28	18	12	1290	658		
Jan-Feb	135	400	57	29	16	1290	1255		
Mai-83	70	140	29	5	0	475	686		
Juni-83	52	100	30	1	0	225	702		
Mai-juni	61	140	59	6	0	450	1388		
NO <sub>2</sub> - Kontinuerlig registrerende målinger									
	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Ant. obs.	Ant. døgnmidler >100 >150		Høyeste timesmiddel	Ant. obs.	Antall timesmidler >200 >350	
Jan-83	38	66	22	0	0	164	511	0	0
Feb-83	69	≈130	27	5	0	230	621	3	0
Jan-Feb	55	≈130	59	5	0	230	1132	3	0
Mai-83	40	66	29	0	0	130	686	0	0
Juni-83	25	51	30	0	0	95	702	0	0
Mai-juni	32	66	59	0	0	130	1388	0	0

Typiske døgnmiddel-konsentrasjoner kan være 15-30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  om vinteren og 30-60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  om sommeren. Ozon-reaksjonen med NO gir derved større bidrag til  $\text{NO}_2$ -konsentrasjonen i lufta om sommeren enn om vinteren. I tillegg kommer de direkte utslipp av  $\text{NO}_2$  i by-området som er større om vinteren enn om sommeren p.g.a. oljefyringen.

Korrelasjonsanalysen av døgnverdier på alle stasjoner er diskutert i kapittel 6.9.

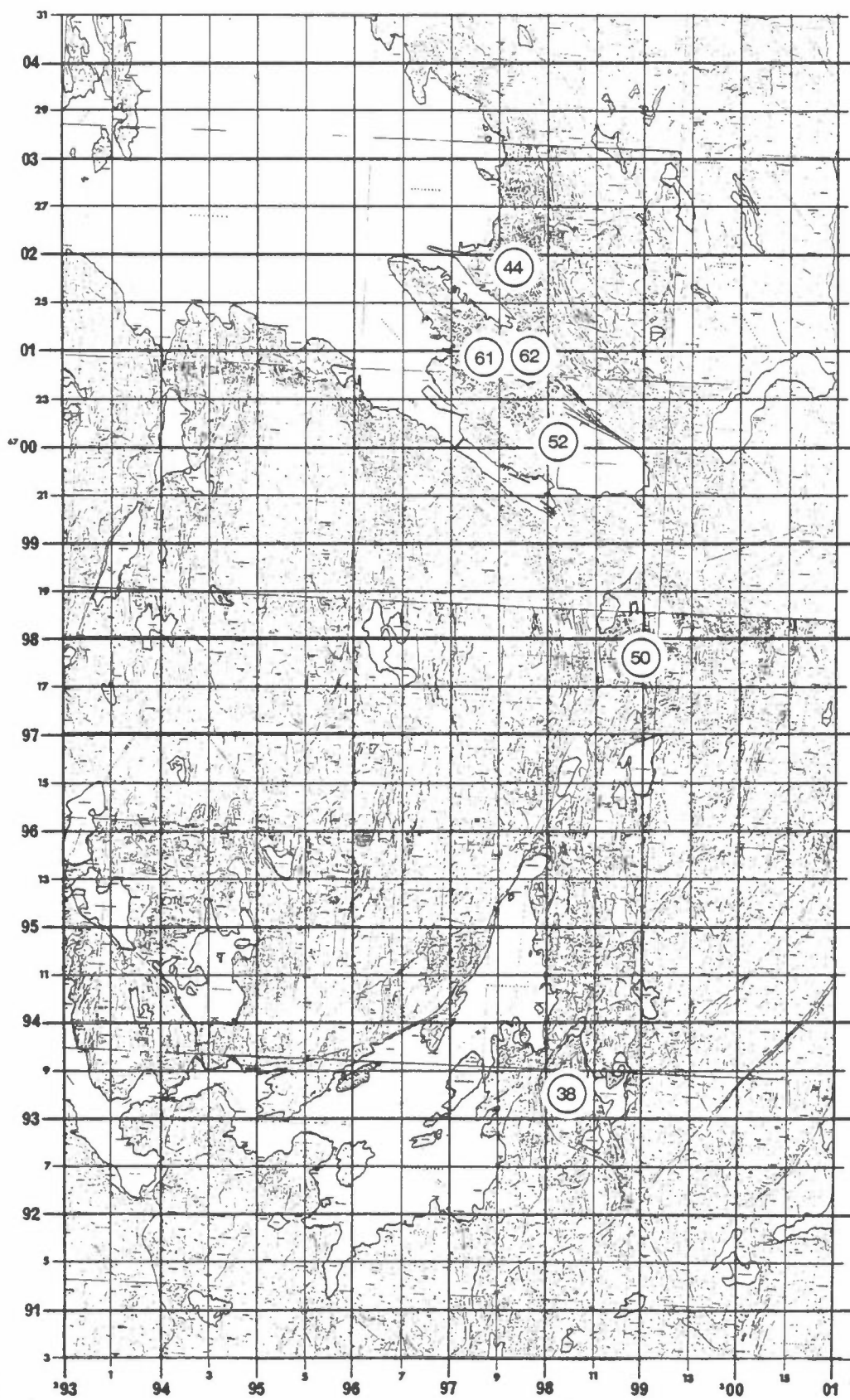
Tabell 13 gir en mere detaljert oversikt over  $\text{NO}_2$ -målingene, med maksimalverdier og antall observasjoner høyere enn gitte grenser.

Figur 41 viser på kart  $\text{NO}_2$ -nivået i februar på alle stasjoner bortsett fra Rådhus 50 m.  $\text{NO}_2$ -nivået avtar med avstanden fra by-sentrum.  $\text{NO}_2$ -nivået på Rådhus 50 m var omtrent det samme som på Rådhus 5 m, mens målinger i januar på Skansemyren (ca 150 meter over havet) ga et  $\text{NO}_2$ -nivå på 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (middel for 7-26.1). Dette var ca 25% av nivået på de øvrige stasjonene lavere nede i sentrum.

Tabell 14 gir resultater fra de kontinuerlige målingene av  $\text{NO}_x$  og  $\text{NO}_2$  på hovedstasjonen.  $\text{NO}_2$ -andelen av  $\text{NO}_x$  var ca 25% om vinteren og ca 35% om sommeren, beregnet på ppm-basis. Den høyere andelen om sommeren er konsistent med virkningen av det høyere ozon-nivået da, for beskrevet over.

De kumulative frekvensfordelinger av 1h-verdier av  $\text{NO}_x$  og  $\text{NO}_2$  er diskutert i kapittel 6.7.

En sammenligning mellom målemetodene for kontinuerlige registrering av og døgnmiddelverdier av  $\text{NO}_2$  er diskutert i kapittel 6.10.



Figur 41: NO<sub>2</sub>. Middelværdier for februar 1983 (µg/m<sup>3</sup>).

NO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i Bergen i 1983 var 3-4 ganger høyere enn SO<sub>2</sub>-nivået. De høyeste 1-times middelveidier av NO<sub>2</sub> på hovedstasjonen lå høyere enn den tilsvarende nedre verdi av grenseverdiintervallet for NO<sub>2</sub> på 200-350 µg/m<sup>3</sup> (SFT, 1982). Denne ble overskredet på to dager i februar. Høyeste registrerte 1-timesverdi var 230 µg/m<sup>3</sup>. Den nedre verdi av grenseverdiintervallet for døgnmiddel av NO<sub>2</sub>, 100 µg/m<sup>3</sup>, ble overskredet på ca 5 dager i februar i Bergen sentrum. Overskridelser ble registrert på stasjonene DNS, Rådhus 5 m og Rådhus 50 m. Høyeste målte døgnverdi var 111 µg/m<sup>3</sup> målt med manuell metode, og 130 µg/m<sup>3</sup> målt med kontinuerlig registrerende metode. NO<sub>2</sub> nivået på CMI og Minde lå i februar tett opptil grenseverdien på 100 µg/m<sup>3</sup>.

NO<sub>2</sub>-nivået på DNS lå også enkelte dager om sommeren ganske nær opptil grenseverdien på 100 µg/m<sup>3</sup>. Dette gjelder sannsynlig også for en større del av Bergen sentrum.

### 6.3 SOT

Døgnmiddelveidier av sot ble målt på alle 14 stasjoner. Tabell 15 og 16 gir sammendrag av resultatene.

Månedsmiddelveidene var i februar 1,6 - 3 ganger høyere enn i januar. De mest trafikkesponerte stasjonene DNS og CMI hadde lavest forholdstall (1,6 - 1,7), mens på de øvrige stasjoner var forholdet ca 2 eller høyere, slik det var for SO<sub>2</sub>.

Stasjonen på Hop skilte seg ut. Sot-nivået i februar var i middel ca 3,5 høyere enn i januar. Tilsvarende forholdstall for SO<sub>2</sub> var 1,5. Den sterke økningen i sot-nivået i den relativt kalde februar, kan skyldes utstrakt bruk av vedfyring i kalde perioder i området ved stasjonen på Hop.

I mai-juni var sotnivået ca halvparten av det midlere nivå i januar-februar. (Slik var det også for SO<sub>2</sub>).

Tabell 15: Månedsmiddelverdier, sot ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Jan-83	Feb-83	Mai-83	Jun-83
1. Den nasjonale Scene	20	31	15	10
2. CMI	14	24		
3. Sandviken	15	28		
4. Laksevåg	12	23		
5. Minde	14	34		
6. Landås	11	26		
7. Hop	7	24	5	4
91. Rådhuset 5m	15	28		
92. Rådhuset 25m	14	25		
93. Rådhuset 50m	13	23		
94. Fjellien	6	12		
95. Skansemyren	6	10		
11. Kronstad	12	28		
12. Ravneberget	5	12		

Figur 42 viser at midlere sotnivå i januar-februar avtok med avstanden fra og høyden over Bergen sentrum og nedre del av Bergensdalen. Variasjonen var den samme som for  $\text{SO}_2$ , bortsett fra at stasjon Fjellien skiller seg ut med svært lavt sotnivå, mens  $\text{SO}_2$ -nivået var nær det samme som nede i sentrum. Korrelasjonsanalysen for døgnverdier av sot er diskutert i kapittel 6.9.

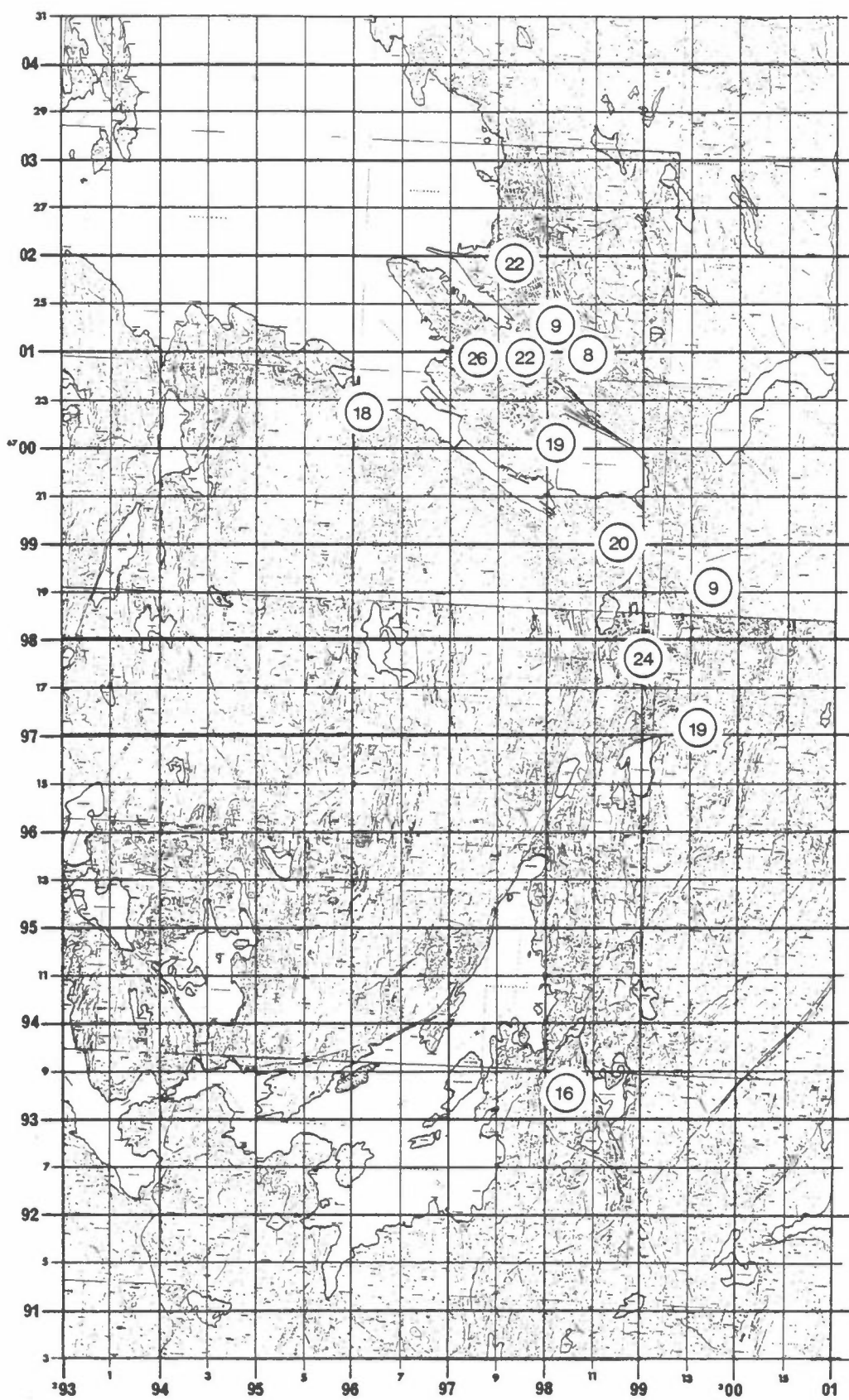
Sot-konsentrasjonen var i måleperioden i 1983 stort sett lavere enn de grenseverdier for luftkvalitet som er angitt. Grenseverdien for døgnmiddel av sot er, som for  $\text{SO}_2$ , 100-150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Den laveste grenseverdien, 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ble overskredet én dag på stasjonen Minde og 2 dager på stasjonene CMI og Kronstad. Høyeste målte verdi var 123  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Figur 43 viser at sot-nivået på CMI og Kronstad vinteren 1982-83 var en del lavere enn tidligere år. Det har ikke gått så mye ned som  $\text{SO}_2$ , og dette skyldes at foruten oljefyring er biltrafikken en viktig sotkilde som ikke er temperaturavhengig i så stor grad som sotutslipp fra oljefyring.

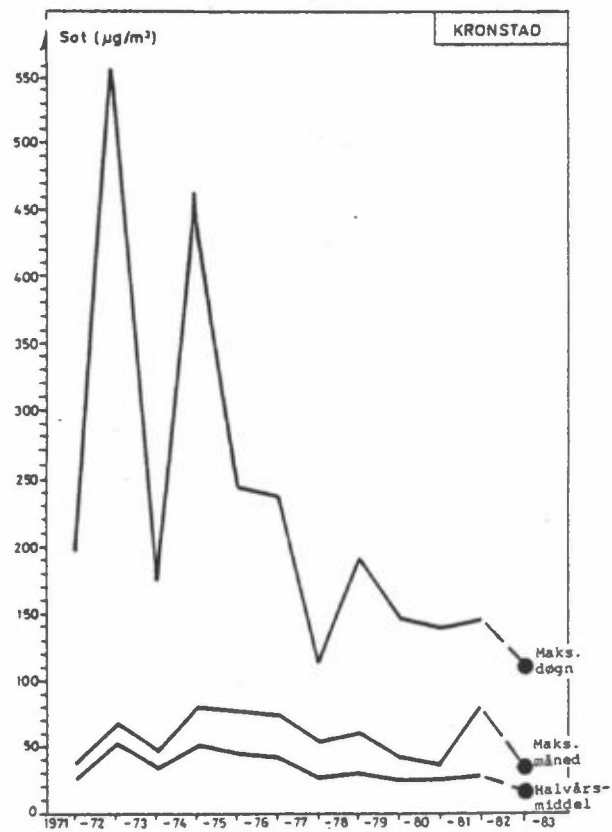
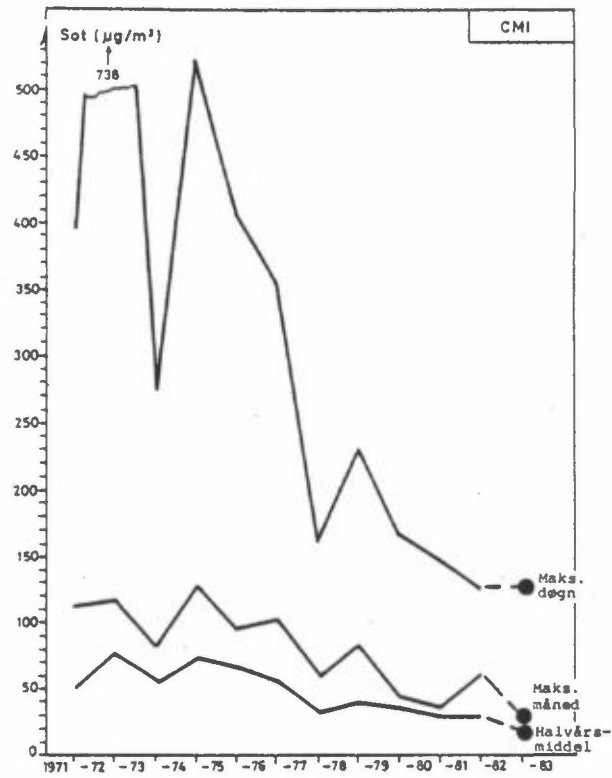
Tabell 16: Sot. Resultater av målinger av døgnmiddelverdier ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

		Middel	Maks	Aut.obs	>50	>100
DNS	Jan-83	20	64	24	1	0
	Feb-83	31	79	28	4	0
	Mai-83	15	28	31	0	0
	Jun-83	10	16	30	0	0
CMI	Okt-82	19	78	31	1	0
	Nov-82	16	46	30	0	0
	Des-82	25	123	31	3	2
	Jan-83	14	37	31	0	0
	Feb-83	24	71	28	3	0
	Mar-83	14	31	31	0	0
	SANDVIKEN	Jan-83	15	35	19	0
Feb-83		28	79	25	2	0
LAKSEVÅG	Jan-83	12	27	24	0	0
	Feb-83	23	45	28	0	0
MINDE	Jan-83	14	35	17	0	0
	Feb-83	34	113	25	7	1
LANDÅS	Jan-83	11	37	22	0	0
	Feb-83	26	81	28	3	0
HOP SKOLE	Jan-83	7	14	22	0	0
	Feb-83	24	55	25	1	0
	Mai-83	5	11	31	0	0
	Jun-83	4	13	30	0	0
RÅDHUS 5M	jan-83	15	36	24	0	0
	Feb-83	28	78	28	3	0
RÅDHUS 25M	Jan-83	14	32	24	0	0
	Feb-83	25	78	28	2	0
RÅDHUS 50M	Jan-83	13	30	24	0	0
	Feb-83	23	75	28	1	0
FJELLIEN	Jan-83	6	15	24	0	0
	Feb-83	12	39	28	0	0
SKANSEMYR	Jan-83	6	13	23	0	0
	Feb-83	10	28	28	0	0
KRONSTAD	Okt-82	15	46	31	0	0
	Nov-82	15	37	30	0	0
	Des-82	32	112	19	4	2
	Jan-83	12	33	26	0	0
	Feb-83	28	82	28	4	0
	Mar-83	12	34	29	0	0
RAVNEBERG	Jan-83	5	13	31	0	0
	Feb-83	12	52	28	1	0





Figur 42: Sot. Middelveier for januar-februar 1983 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Figur 43: Sot. Langtidsutvikling på stasjonene CMI og Kronstad.

#### 6.4 KARBONMONOKSYD

CO ble målt med kontinuerlig registrerende instrument på stasjon DNS. Tabell 17 viser et sammendrag av resultatene. CO-nivået i februar var nær det dobbelte av i januar (som for komponentene SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub>). Sommer-nivået (mai-juni) var ca 65% av middel for januar-februar.

CO-nivået på stasjonen var i måleperioden vesentlig lavere enn angitte grenseverdier (1). Høyeste 8 timers middelvei var 6 mg/m<sup>3</sup> (grenseverdien er 10 mg/m<sup>3</sup>), og høyeste 1-times middelvei var 9,7 mg/m<sup>3</sup> (grenseverdien er 25 mg/m<sup>3</sup>).

CO-nivåets variasjon i tid er nærmere diskutert i kapittel 6.7.

Tabell 17: CO. Resultater av kontinuerlig registrerende målinger på stasjon DNS (mg/m<sup>3</sup>).

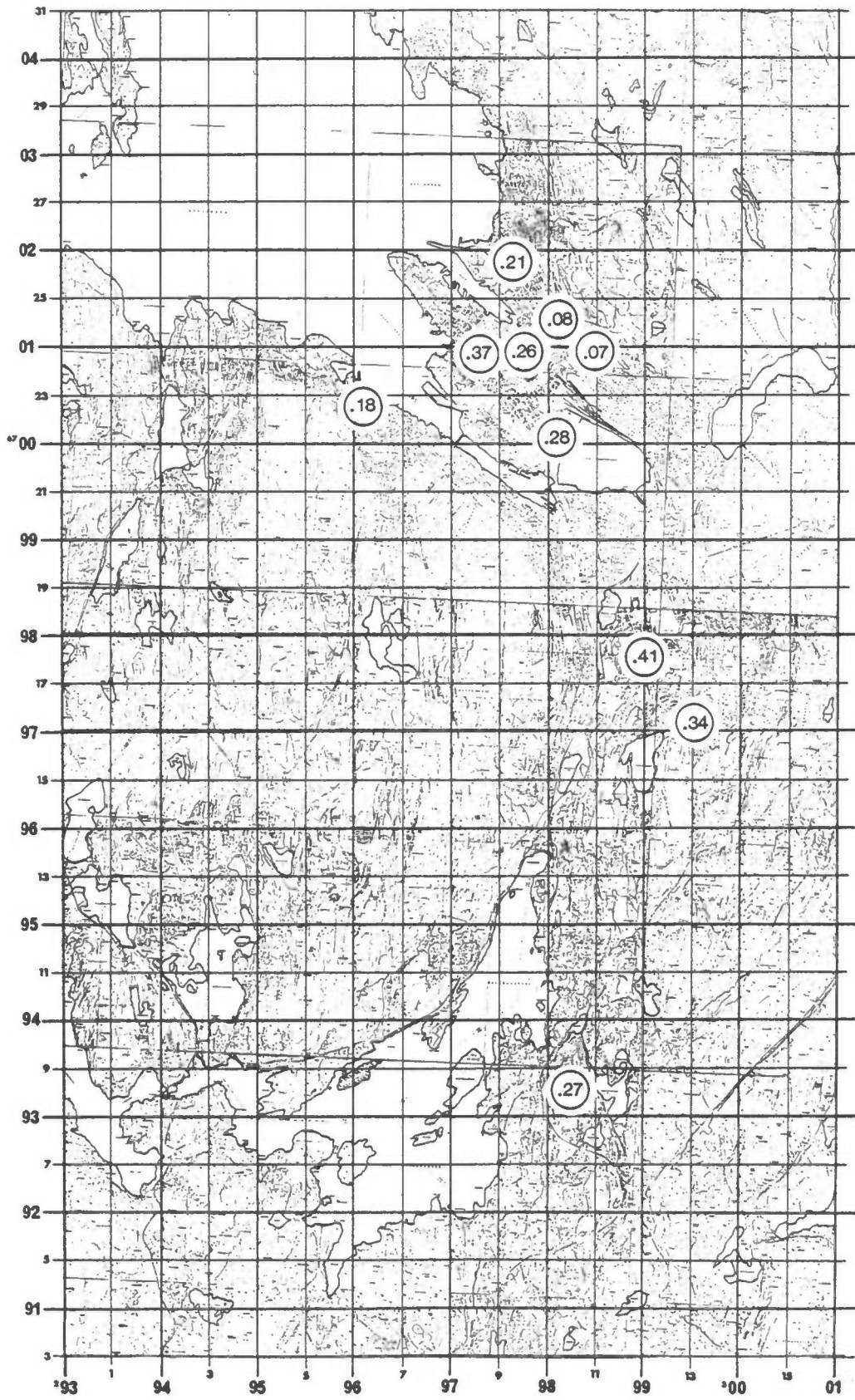
CO - Kontinuerlig registrerende målinger							
	Månedsmiddel	Høyeste 8 times middel	Ant. obs.	Ant. g8h-middel >10	Høyeste times-middel	Ant. obs.	Antall timesmidler >25
Jan-83	1.3	6.0	633	0	7,2	627	0
Feb-83	2.1	5.5	662	0	9.7	665	0
Jan-Feb	1.7	6.0	1295	0	9.7	1292	0
Mai-83	1.1	3.2	606	0	3.9	602	0
Juni-83	1.0	2.4	710	0	3.6	704	0
Mai-juni	1.1	3.2	1316	0	3.9	1306	0

#### 6.5 BLY

Døgnmiddelveidier av bly ble målt på alle stasjoner (bortsett fra Ravneberget) i februar, og på DNS i mai-juni.

Tabell 18 viser et sammendrag av resultatene. På DNS var blynivået i mai-juni ca 40% av nivået i februar.

Figur 44 viser at blynivået var høyest på Minde, og det var relativt sett



Figur 44: Bly. Middelværdier for februar 1983 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

svært høyt også på Landås. Også på stasjon Hop var nivået ganske høyt, og ikke særlig lavere enn i sentrum. Blynivået bestemmes i stor grad av avstanden til trafikkerte veier. Blynivået må vurderes bl.a. i lys av dette.

Korrelasjonsanalysen av døgnverdier av bly er diskutert i kapittel 6.9.

Tabell 18. Bly. Resultater av målinger av døgnmiddelverdier ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

		Middel	Maks	Ant.obs	>0.5	>1.0
DNS	Feb-83	.37	.93	28	7	0
	Mai-83	.18	.33	31	0	0
	Jun-83	.13	.22	30	0	0
CMI	Feb-83	.28	.83	28	3	0
SANDVIKEN	Feb-83	.21	.52	28	1	0
LAKSEVÅG	Feb-83	.18	.43	27	0	0
MINDE	Feb-83	.41	1.55	24	7	3
LANDÅS	Feb-83	.34	1.12	28	10	1
HOP SKOLE	Feb-83	.27	.93	25	5	0
RÅDHUS 5M	Feb-83	.26	.72	28	4	0
RÅDHUS 25M	Feb-83	.23	.71	28	1	0
RÅDHUS 50M	Feb-83	.20	.59	28	1	0
FJELLIEN	Feb-83	.08	.23	28	0	0
SKANSEMYR	Feb-83	.07	.22	28	0	0

#### 6.6 SVEVESTØV

Svevestøv ble målt på stasjonene DNS, Sandviken, Minde, Rådhus 50m og Hop. På DNS og Sandviken samt på Hop om sommeren ble brukt prøvetakere av typen "Dichotomous virtual impactor (DVI)". På de øvrige stasjonene ble brukt prøvetakere av typen "High-volume sampler m/ size selective inlet (HVS-SSI)", modifisert med et impaktortrinn for å få skille grove partikler fra fine partikler.

Begge prøvetakere gir følgende partikkelfraksjonering:

- Finfraksjon (partikler av diameter  $< 2.5 \mu\text{m}$  (EAD))
- Grovfraksjon (partikler av diameter  $2.5-10 \mu\text{m}$  (EAD))

(EAD) - ekvivalent aerodynamisk diameter.

Summen av grov- og fin-fraksjonene (partikler av diameter  $< 10 \mu\text{m}$ ) kalles inhalerbare partikler.

Prøvetakerne er sammenlignet mot hverandre (Larssen et al. 1985). De gir svært like resultater når det gjelder inhalerbare partikler (summen av grov- og fin-fraksjon). HVS-prøvetakeren har imidlertid en tendens til å overvurdere finfraksjonen, fordi separeringen mellom grov- og fin-fraksjon ikke er helt effektiv.

Størrelsen av finfraksjonen er som for gass-konsentrasjoner en funksjon av utslippet av partikler fra bileksos og oljefyring i nærheten av stasjonen, samt spredningsmessige forhold, i første rekke vindstyrke (høyere konsentrasjoner jo lavere vindstyrke). Grovfraksjonen kommer i større grad fra bakkestøv, veistøv, industri- og søppelforbrenningsutslipp. Grovfraksjonen har en tendens til å øke når bakken er tørr (Larssen et al., 1982) fordi støvdekket på bakke og vei da lettere frigjøres av vind, mere jo sterkere vinden er.

Tabeller 19 og 20 viser sammendrag av svevestøv-resultatene.

Generelt var finfraksjonen en god del større enn grovfraksjonen om vinteren, mens forskjellen var mindre om sommeren. Om vinteren dannet DNS i februar et unntak, da grov- og finfraksjonene (månedsmiddel) var omtrent like store. (I denne vurderingen må en ta i betraktning at finfraksjonen fra HVS-SSI - prøvetakeren kan være en del for stor. Dette gjelder spesielt når grov-fraksjonen er stor).

Forskjellen mellom vinter og sommer på stasjon DNS var relativt liten, med 40 - 50% høyere middelkonsentrasjon om vinteren.

Figur 45 og 46 viser middelveidier av finfraksjonen og inhalerbart støv for februar. Stasjon Minde har den desidert største forurensning av finstøv, med konsentrasjon (middel for februar) mere enn det dobbelte av de fleste andre stasjonene. Minde har også størst inhalerbar støvbelastning. Årsaken er sannsynligvis den sterke trafikkbelastningen i området. Minde hadde også størst konsentrasjon av bly i svevestøv.

Et noe overraskende resultat er at taket av Rådhuset, ca 50 meter over bakken, hadde høyere finstøv-belastning, og nesten like mye inhalerbart støv som stasjon DNS, som ligger i bakkenivå ganske nær trafikkerte gater. Til sammenligning var konsentrasjonen av bly og sot på Rådhuset henholdsvis

55% og 75% av DNS, mens  $\text{SO}_2$ - og  $\text{NO}_2$ - konsentrasjonene var ganske like på de to stasjonene.

Tabell 19: Månedsmiddelverdier, svevestøv ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

	Finfraksjon (< 2.5 $\mu\text{m}$ )				Grovfraksjon (2.5 - 10 $\mu\text{m}$ )				Inhalerbart (< 10 $\mu\text{m}$ )			
	Jan	Feb	Mai	Juni	Jan	Feb	Mai	Juni	Jan	Feb	Mai	Juni
DNS (D)	15	20	14	12	10	21	10	9	25	41	25	21
Sandviken (D)	15	20			8	10			23	30		
Minde (H)		51				19				69		
Rådhus 50m (H)		28				8				37		
Hop (H/D)		19	10	8		7	5	8		25	15	15

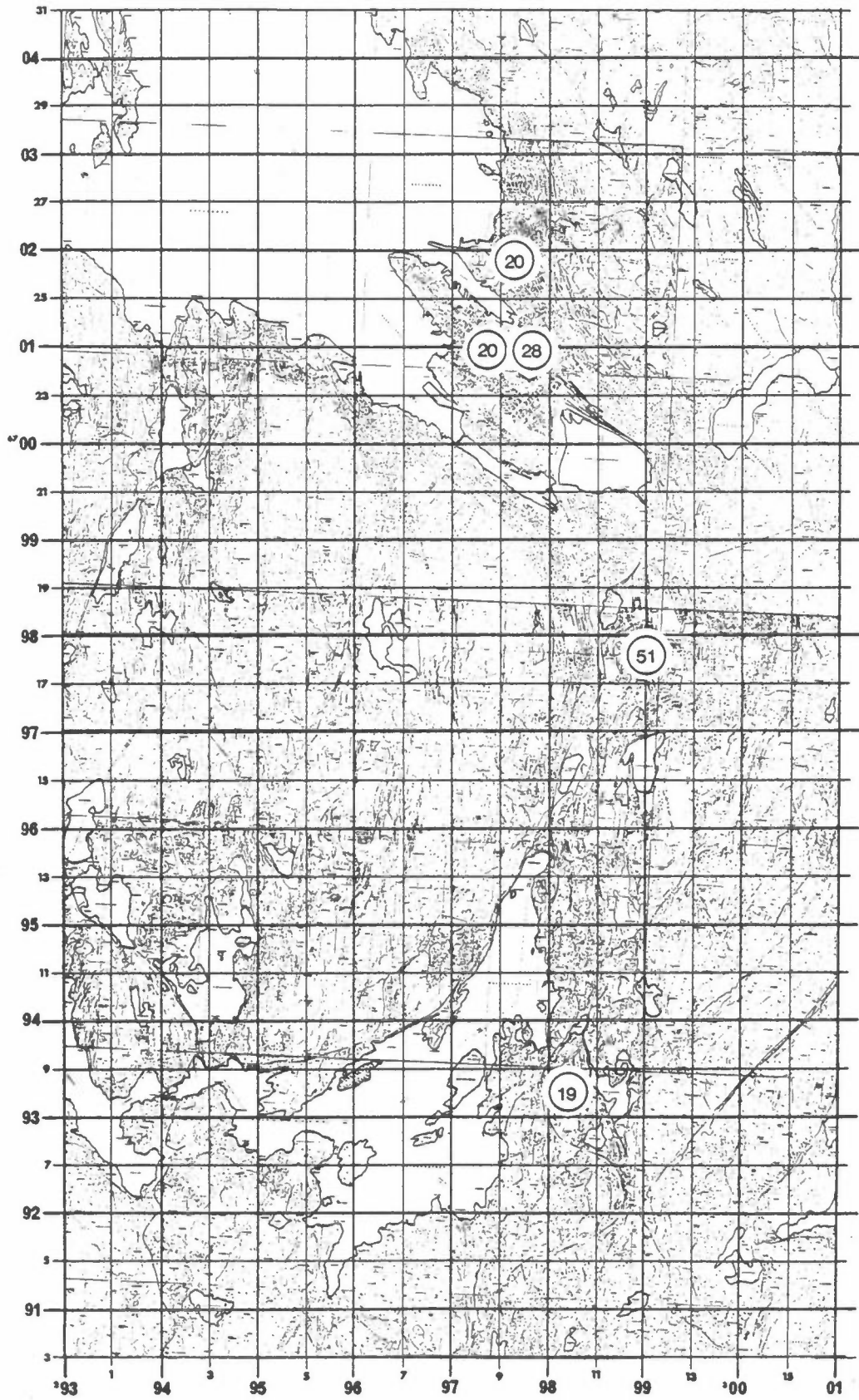
Tabell 20 Svevestøv. Resultater av målinger av døgnmiddelverdier ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Svevestøv - finfraksjon ( $d < 2.5 \mu\text{m}$ )							
		Middel	Maks	Ant.obs.	>100	>150	Inst.
DNS	Jan-83	15	30	24	0	0	D
	Feb-83	20	50	25	0	0	"
	Mai-83	14	41	29	0	0	"
	Jun-83	12	30	25	0	0	"
Sandviken	Jan-83	15	29	16	0	0	D
	Feb-83	20	47	25	0	0	"
Minde	Feb-83	51	147	22	1	0	H
Rådhus 50m	Feb-83	28	72	27	0	0	H
Hop	Feb-83	19	44	28	0	0	H
	Mai-83	10	22	29	0	0	D
	Jun-83	8	27	27	0	0	"
Svevestøv - grovfraksjon ( $2.5-10 \mu\text{m}$ )							
		Middel	Maks	Ant.obs.	>100	>150	Inst.
DNS	Jan-83	10	22	24	0	0	D
	Feb-83	21	67	25	0	0	"
	Mai-83	10	48	29	0	0	"
	Jun-83	9	19	25	0	0	"
Sandviken	Jan-83	8	14	16	0	0	D
	Feb-83	10	27	25	0	0	"
Minde	Feb-83	19	60	22	0	0	H
Rådhus 50m	Feb-83	8	28	27	0	0	H
Hop	Feb-83	7	21	26	0	0	H
	Mai-83	5	12	29	0	0	D
	Jun-83	8	24	26	0	0	"
Svevestøv - inhalerbart ( $< 10 \mu\text{m}$ )							
		Middel	Maks	Ant.obs.	>100	>150	Inst.a
DNS	Jan-83	25	52	24	0	0	D
	Feb-83	41	117	25	1	0	"
	Mai-83	25	64	29	0	0	"
	Jun-83	21	49	25	0	0	"
Sandviken	Jan-83	23	34	16	0	0	D
	Feb-83	30	66	25	0	0	"
Minde	Feb-83	69	206	22	4	1	H
Rådhus 50m	Feb-83	37	105	27	1	0	H
Hop	Feb-83	25	65	28	0	0	H
	Mai-83	15	31	29	0	0	D
	Jun-83	15	34	26	0	0	"

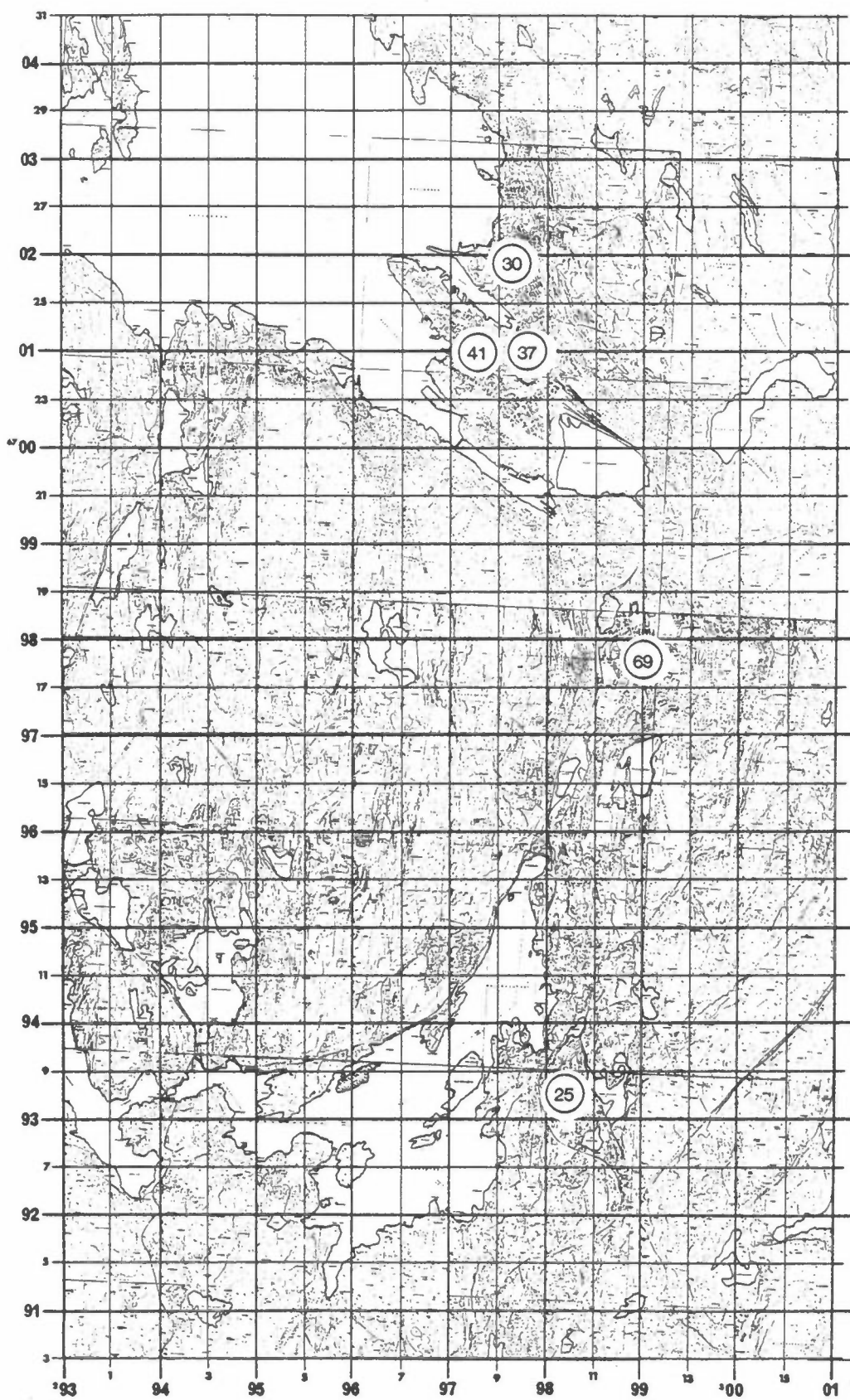
D - "Dichotomous virtual impactor" (DVI)

H - "Modified high volume sampler" m/ "size selective inlet" (MHVS-SSI)





Figur 45: Svevestøv, finfraksjon. Middelerdier for februar 1983 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Figur 46: Svevestøv, inhalerbart støv. Middelerdier for februar 1983 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

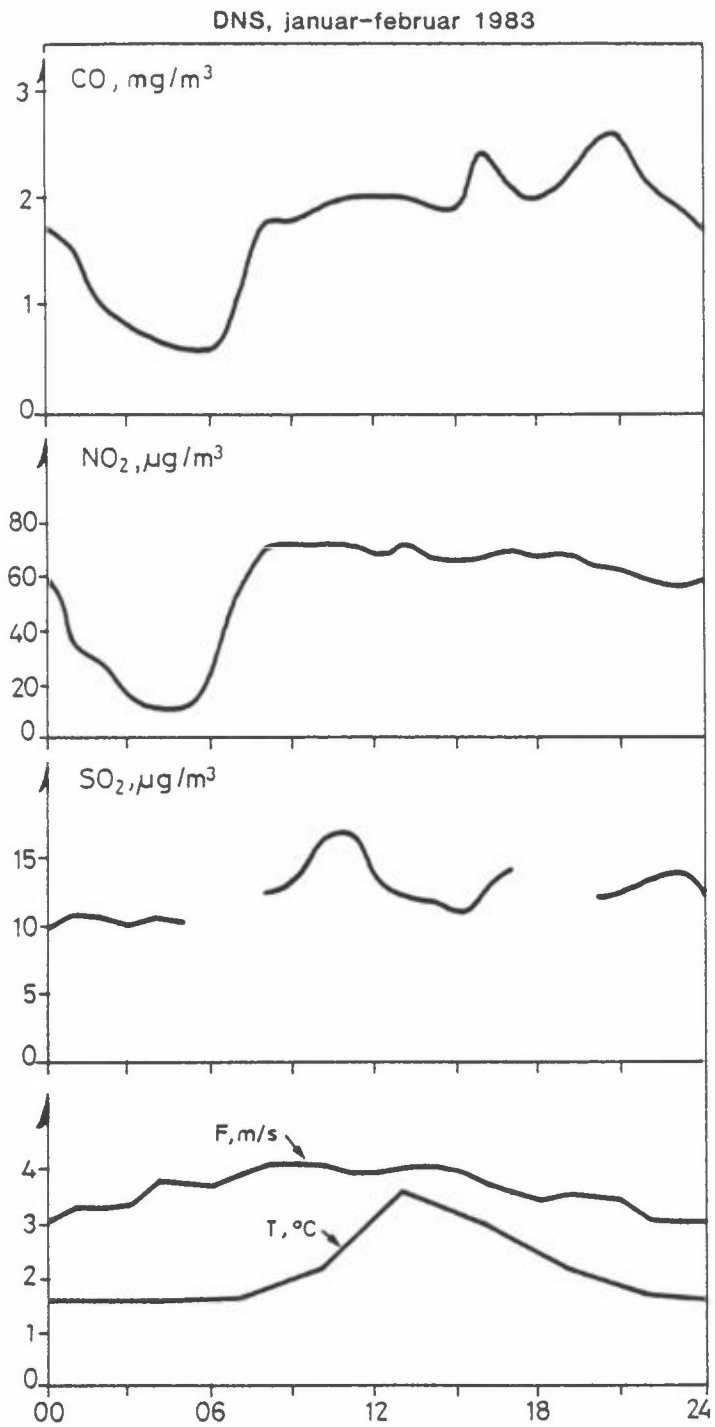
## 6.7 CO, NOx, NO<sub>2</sub> OG SO<sub>2</sub> PÅ HOVEDSTASJONEN SOM FUNKSJON AV TID OG VINDRETNING

Figurene 47 og 48 viser midlere variasjon over døgnet på stasjon DNS av CO, NOx, NO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub>, vindstyrke og temperatur for hhv. vinter og sommer (ikke SO<sub>2</sub> og temperatur om sommeren). CO gir et bilde av trafikkvariasjonene, med sterk økning i 6-7 tiden om morgenen, i ettermiddagsrushet kl 16, og i "kinotiden" senere på kvelden. Vindstyrken modifiserte bildet. Kveldstoppen i CO ble høyere enn trafikken skulle tilsi, fordi vindstyrken i middel avtok om kvelden. Kurvene for sommer og vinter ligner hverandre, men kveldstoppen var ikke så stor om sommeren.

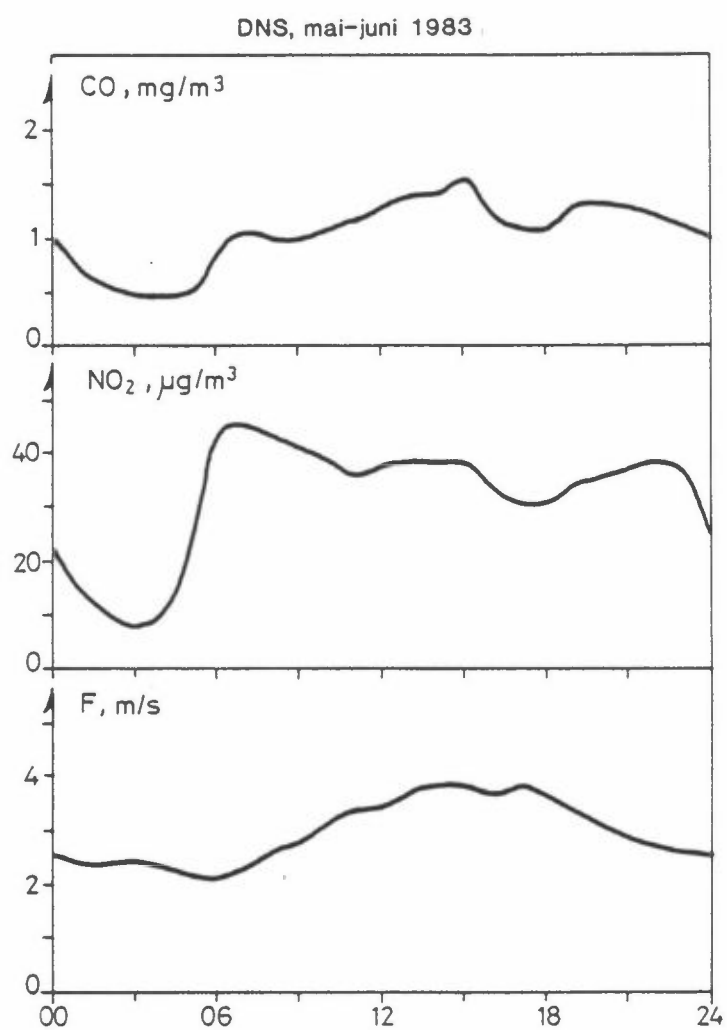
NO<sub>2</sub>-nivået, som er et resultat av utslipp med bileksos, fra oljefyring, samt oksydasjon av NO til NO<sub>2</sub> i lufta over byområdet, økte også raskt i 6-7-tiden om morgenen, og var deretter, om vinteren, nesten konstant helt fram til ca kl 24, da nivået ble raskt reduserer. Konsentrasjonen av ozon i lufta har et lignende forløp, og dette tyder på at oksydasjonen av NO til NO<sub>2</sub> ved hjelp av ozon er en viktig kilde til NO<sub>2</sub> i Bergenslufta.

SO<sub>2</sub>-nivået om vinteren hadde i middel en topp i 10-tiden, for deretter å avta igjen i 12-tiden. Toppen kan trolig forklares ved at oljefyringen øker jevnt utover morgenen, og avtar igjen når temperaturen ute stiger merkbart fram mot 12-13 tiden. SO<sub>2</sub>-nivået økte så igjen i 15-16 tiden samtidig med lavere temperatur ute. Kveldsnivået var relativt lavt, selv om både temperatur og vindstyrke avtok, fordi kontorlokalene i området da ikke holdes så varme som om dagen.

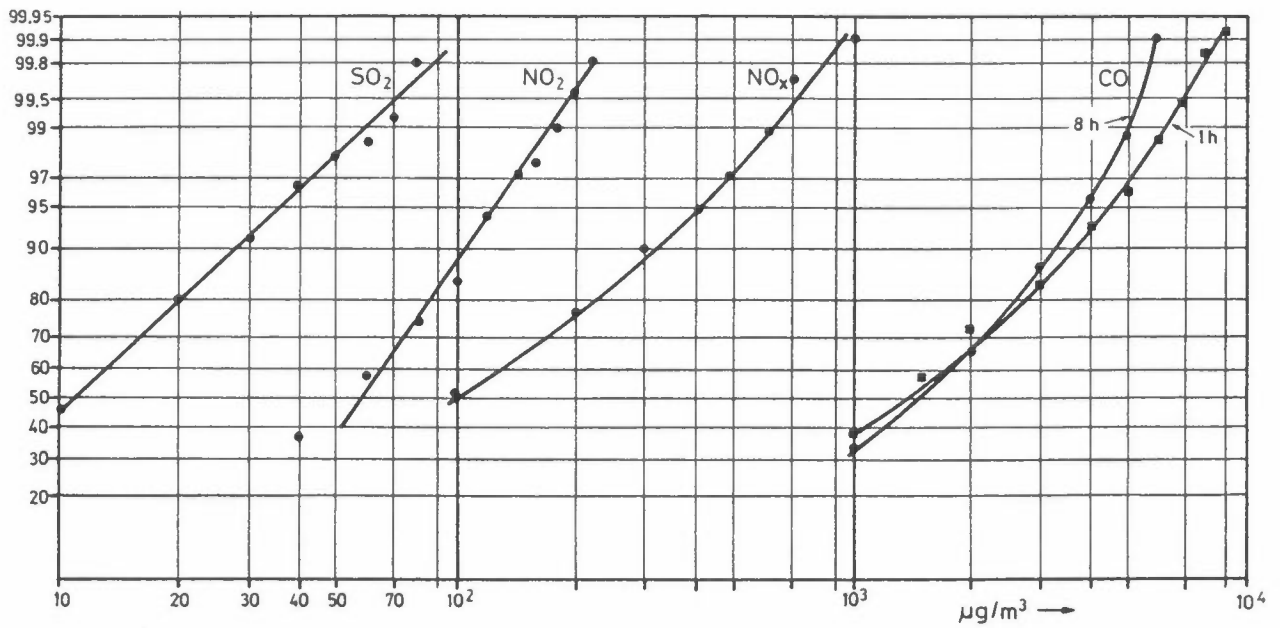
Figur 49 viser frekvensfordelinger av timesmiddelverdier av SO<sub>2</sub>, NOx, NO<sub>2</sub> og CO (for CO også fordelingen av glidende 8 timers middelverdier) for januar-februar. SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub> er nær logaritmisk normalfordelte (danner rette linjer på lognormalpapir), mens NOx og CO har fordelinger som nærmer seg mere rene normal-fordelinger. På stasjon DNS er trafikken i nærheten hovedkilden til primærutslipp av CO og NOx. Frekvensfordelingen av timesverdier av trafikk tettheten ville, om data var tilgjengelig, sannsynligvis ligne CO- og NOx- fordelingene.



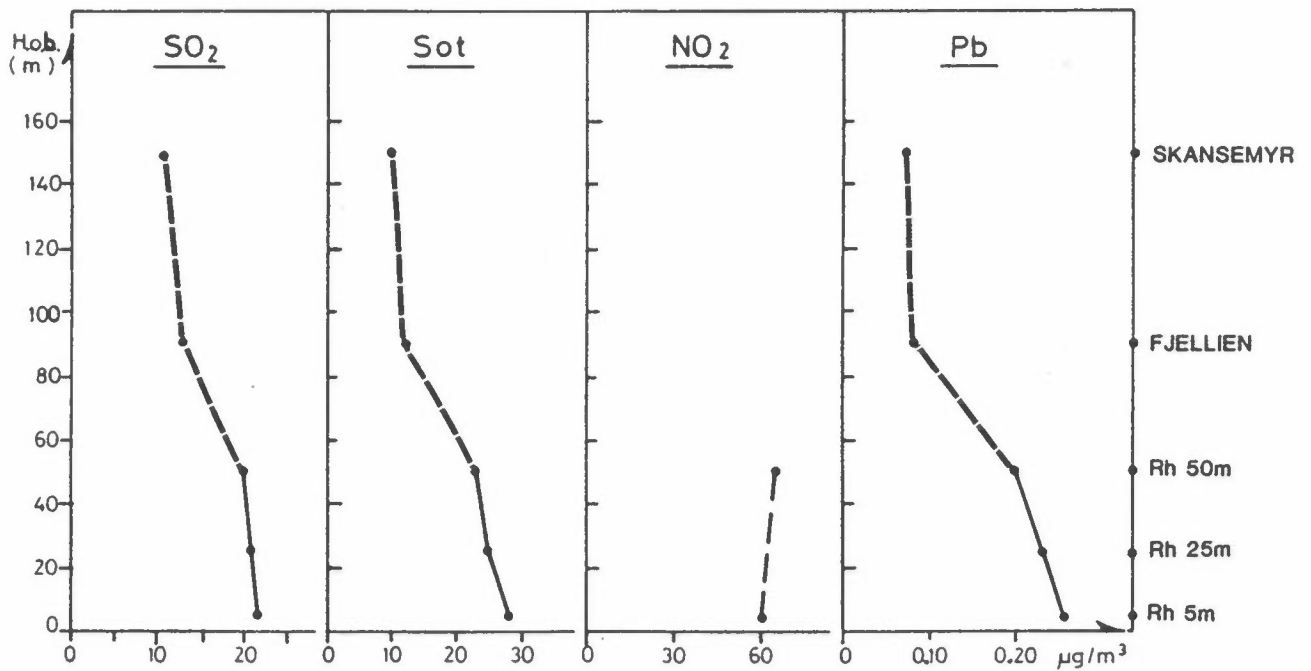
Figur 47: Gjennomsnittlig døgnavariasjon for januar 1983 av CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> (DNS) og vindstyrke, F og temperatur, T (Florida).<sup>2</sup>



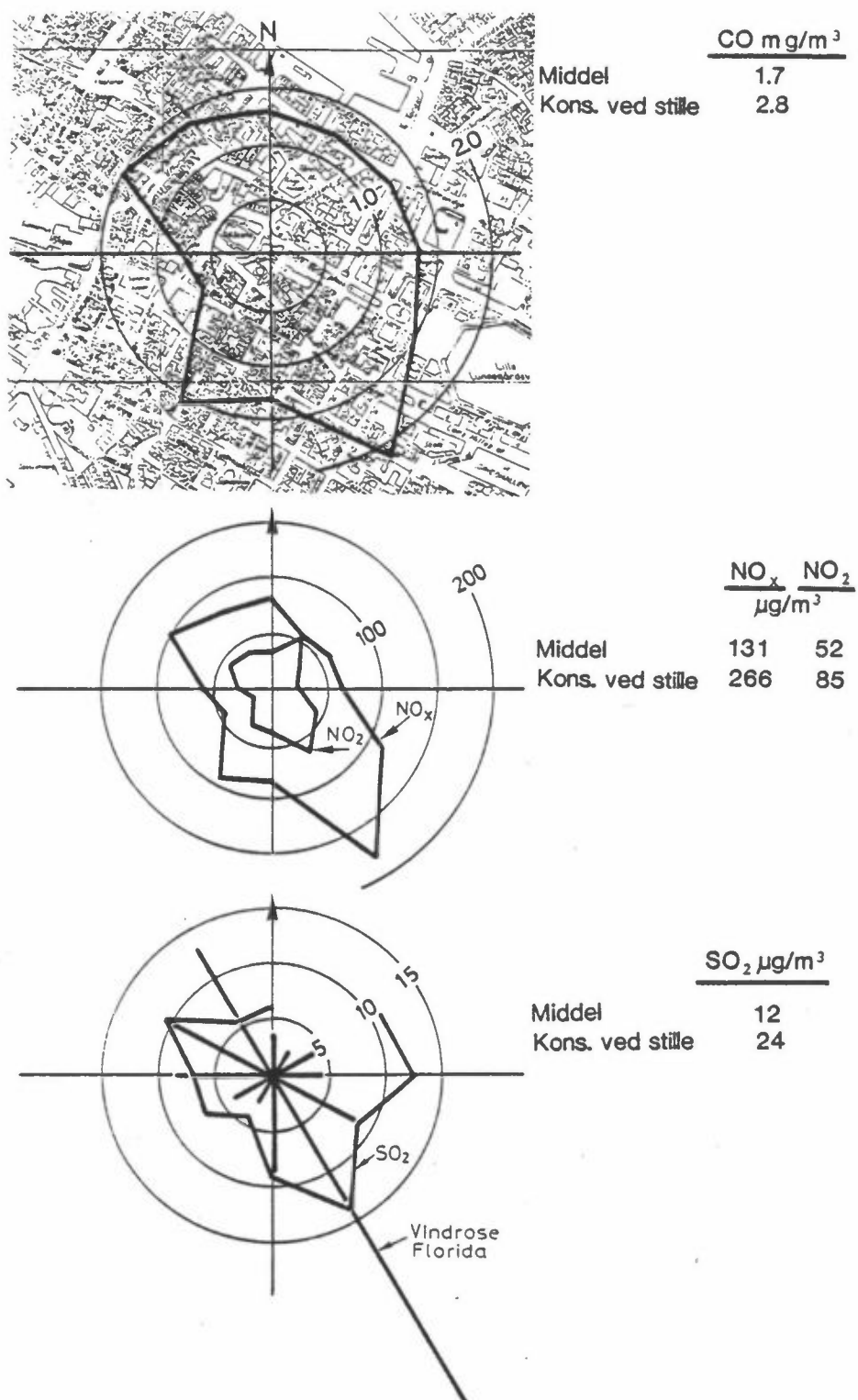
Figur 48: Gjennomsnittlig døgnvariasjon i mai-juni 1983. CO og NO<sub>2</sub> (DNS) og vindstyrke, F (Florida).



Figur 49: Frekvensfordeling av 1-times middelverdier av  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  og CO (for CO også 8-times middelverdier) på stasjon DNS, januar-februar 1983.



Figur 51: Forurensningens variasjon med høyden over Bergen sentrum. Middelverdier for samhørende perioder i januar-februar 1983.



Figur 50: Stasjon DNS. Belastningsroser for CO, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub>.

Figur 50 viser gjennomsnittlig konsentrasjon av CO, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub> på stasjon DNS som funksjon av vindretning. Figuren gir også et kart over nærområdet, samt vindrosen fra Florida.

CO-belastningen var størst fra sørsørøst og sørsørvest, i overensstemmelse med retningene til de nærmeste gatene. Forøvrig var CO-belastningen relativt jevn fra alle retninger, bortsett fra vest-sørvest, som ga liten belastning. Dette er imidlertid en lite hyppig vindretning, slik at den lave CO-belastning fra vest-sørvest kan være en tilfeldighet.

Belastningsrosen for NO<sub>x</sub> ligner CO, bortsett fra at belastningen fra nordvest og vest er relativt sett mindre. Disse er lite hyppige vindretninger, slik at belastningsverdien der er basert på få verdier. Forskjellen kan derfor være en tilfeldighet. Belastningsrosen for NO<sub>2</sub> ligner NO<sub>x</sub>, mens SO<sub>2</sub> rosen avviker fra NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> i retning øst og nordøst, med vesentlig større relativ belastning.

Belastningsrosene kan brukes til en viss kontroll av utslippsoversiktene, som gir utslipp i 500 x 500 m<sup>2</sup> ruter. Alle rosene viser de største belastninger fra sørsørøst og nordvest, som både er hovedvindretninger og også peker mot de viktigste kildeområder.

#### 6.8 "VERTIKALSNITT" AV SO<sub>2</sub>, SOT, NO<sub>2</sub> OG BLY

Det ble i januar - februar målt døgnverdier av SO<sub>2</sub>, sot, NO<sub>2</sub> og bly på fem stasjoner med økende høyde over Bergen sentrum:

<u>Stasjon</u>	<u>h.o.h.</u>	<u>h.o.b.</u>
Rådhuset 5m	10	5
Rådhuset 25m	30	25
Rådhuset 50m	55	50
Fjellien	90	2
Skansemyren	150	2



De tre stasjonene i Rådhuset danner et vertikalsnitt over sentrum opp til ca 50 meters høyde. De to høyere stasjonene, Fjellien og Skansemyren, ligger i åsen opp mot Fløyen, og er altså forskjøvet horisontalt ca 500 meter mot nordøst i forhold til Rådhuset. Denne horisontale forskyvning, og den eventuelle virkning av fjellsiden selv på forurensningsnivået, gjør at de 5 stasjonene ikke danner et rent vertikal-snitt.

Figur 51 (side 96) viser midlere konsentrasjoner i januar-februar av  $\text{SO}_2$ , sot og bly på de 5 stasjonene.  $\text{NO}_2$  ble bare målt på to av stasjonene.

Bly som hovedsakelig skyldes bilutslipp i bakkenivå, viste størst reduksjon med høyden opp til 50 meter, og videre opp til Fjellien, ca. 100 meter over byen.  $\text{SO}_2$ , fra fyringsanlegg med utslippshøyder typisk mellom 10 og 30 meter over bakken, viste liten reduksjon med høyden. Sotreduksjonen med høyden lå et sted mellom bly og  $\text{SO}_2$ .  $\text{NO}_2$  viste en økning fra 5 meter til 50 meter.  $\text{NO}_2$ -nivået på 150 meter (Skansemyren, målt bare i januar) var vesentlig lavere, og skilte seg ikke der ut fra de øvrige stoffene.

Variasjonen med høyden var ulik fra dag til dag, men stort sett avtok konsentrasjonen av  $\text{SO}_2$ , sot og bly alltid med høyden. En har ikke undersøkt om den midlere variasjon med høyden som er vist i figur 51, er statistisk signifikant.

## 6.9 KORRELASJONSANALYSE, DØGNVERDIER

Tabell 21 viser korrelasjonen mellom stasjonspar, for stoffene  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , sot, bly og svevestøv. Korrelasjonskoeffisienter ( $R$ ) større enn 0,85 er uthevet. ( $R=0,85$  tilsvarer at ca 70% av variasjonen på én stasjon kan forklares av variasjonen på den andre). Korrelasjonsanalysen inkluderte også døgnerverdier av vindstyrke og temperatur på Florida.

Et av de viktigste trekk fra analysen er den gjennomgående svært gode korrelasjon mellom forurensningskonsentrasjoner og vindstyrke. Denne korrelasjon var negativ for alle komponenter. Best var korrelasjonen mellom  $\text{NO}_2$  og vindstyrke ( $-0,7 < R < -0,8$ ), mens den for sot og bly lå mellom  $-0,6$  og  $-0,7$ , og for  $\text{SO}_2$  på mellom  $-0,5$  og  $-0,6$ . For grovfraksjonen av partikler var korrelasjonen med vindstyrke dårlig ( $-0,2 < R < -0,5$ ). Dette stemmer med at en

kilde til grovfraksjonen er vindblåst bakke- og veistøv, som øker med vindstyrken.

Det var gjennomgående dårlig samvariasjon mellom forurensning og temperatur. Korrelasjonskoeffisientene mellom bly og temperatur kunne imidlertid være overraskende store og positive, som for eksempel på Minde, med  $R=0,7$ . Temperatur og vindstyrke er tildels koblede variable, men resultatet av denne analysen er altså at vindstyrken i seg selv kan forklare en stor del av variansen i forurensningen, mens temperaturen i seg selv ikke forklarer mye. En av årsakene til dette kan være den relativt smale variasjonsbredden i døgntemperatur, fra ca  $0^{\circ}\text{C}$  til ca.  $7^{\circ}\text{C}$ .

Et annet hovedtrekk fra korrelasjonsanalysen er at det for alle stoffer var gjennomgående høye korrelasjonskoeffisienter (stort sett  $R>0,7$ ) mellom de fleste lavtliggende stasjoner fra Sandviken og Laksevåg til Minde. Dette bekrefter at forurensningen på alle stasjonene styres i stor grad av én variabel, som sannsynligvis er vindstyrken.

Korrelasjonen var også god mellom ulike komponenter på samme stasjon (bortsett fra grovfraksjonen av partikler), hvilket igjen understøtter at alle forurensningskomponenter (igjen bortsett fra grovfraksjonen av partikler) styres av samme variabel, vindstyrken.

Endel andre hovedtrekk fra korrelasjonsanalysen er:

- Stasjon Hop og de høyere liggende stasjoner (Fjellien, Skansemyren, Ravneberget, og tildels Landås) er relativt dårlig korrelert med de fleste av de øvrige lavtliggende stasjoner.
- For alle komponenter er det god korrelasjon mellom stasjoner i Rådhuset (5, 25 og 50 meter høyde), med  $R>0,9$  for sot, bly og  $\text{NO}_2$ , og  $R\approx 0,85$  for  $\text{SO}_2$ .
- Grupper av stasjoner som ligger nær hverandre (f.eks. DNSRådhuset, CMI-Kronstad, Minde-Landås, FjellienSkansemyren) er relativt godt korrelerte med hverandre ( $R > 0,8-0,9$ ), bortsett fra bly DNS-Rådhuset, med  $R = 0,7$ .

Tabell 21. Parvise korrelasjonskoeffisienter, Bergen, jan-feb 1983.

KORRELASJONSMATRISE														SO <sub>2</sub>		
DNS	1.000															
CMT	.733	1.000														
SAND	.531	.676	1.000													
LAKS	.810	.773	.814	1.000												
HTND	.737	.616	.765	.729	1.000											
LAND	.792	.508	.755	.689	.828	1.000										
HOP	.719	.533	.726	.643	.748	.736	1.000									
R S	.792	.619	.778	.701	.644	.806	.731	1.000								
R25	.872	.762	.881	.812	.863	.807	.754	.822	1.000							
R50	.810	.407	.823	.711	.753	.844	.701	.843	.809	1.000						
FJEL	.735	.438	.800	.569	.612	.792	.734	.754	.716	.779	1.000					
SKAN	.633	.554	.728	.517	.580	.680	.754	.735	.603	.718	.862	1.000				
KRON	.871	.360	.843	.919	.829	.750	.732	.779	.914	.805	.649	.625	1.000			
RAVN	.607	.641	.632	.632	.667	.580	.737	.540	.694	.599	.624	.678	.744	1.000		
FF F	-.598	-.564	-.485	-.637	-.419	-.622	-.506	-.700	-.684	-.494	-.410	-.548	-.728	-.548	1.000	
TT F	-.274	-.327	-.125	-.252	-.106	-.365	-.297	-.231	-.178	-.213	-.204	-.202	-.333	-.290	.367	1.000
	DNS	CMT	SAND	LAKS	HTND	LAND	HOP	R S	R25	R50	FJEL	SKAN	KRON	RAVN	FF F	TT F

KORRELASJONSMATRISE														NO <sub>2</sub>		
DNS	1.000															
CMT	.737	1.000														
SAND	.827	.343	1.000													
HTND	.858	.850	.855	1.000												
HOP	.826	.749	.802	.747	1.000											
R S	.816	.875	.909	.862	.764	1.000										
R50	.820	.891	.871	.944	.754	.948	1.000									
SKAN	.545	.000	.032	.146	.000	.476	.330	1.000								
FF F	-.794	-.784	-.754	-.847	-.745	-.779	-.766	-.013	1.000							
TT F	-.124	-.124	-.246	-.222	-.112	-.104	-.234	.220	.367	1.000						
	DNS	CMT	SAND	HTND	HOP	R S	R50	SKAN	FF F	TT F						

KORRELASJONSMATRISE														Sot		
DNS	1.000															
CMT	.674	1.000														
SAND	.878	.792	1.000													
LAKS	.736	.730	.885	1.000												
HTND	.927	.804	.910	.851	1.000											
LAND	.776	.782	.862	.894	.921	1.000										
HOP	.719	.603	.792	.795	.835	.830	1.000									
R S	.804	.865	.910	.859	.918	.905	.809	1.000								
R25	.774	.845	.919	.847	.914	.895	.798	.975	1.000							
R50	.795	.870	.912	.840	.908	.914	.752	.984	.979	1.000						
FJEL	.644	.787	.788	.807	.742	.799	.738	.851	.830	.840	1.000					
SKAN	.632	.770	.780	.712	.778	.752	.660	.824	.816	.850	.848	1.000				
KRON	.777	.934	.924	.931	.925	.912	.833	.941	.932	.924	.853	.799	1.000			
RAVN	.438	.581	.637	.693	.544	.562	.574	.552	.544	.559	.782	.402	.470	1.000		
FF F	-.590	-.667	-.664	-.739	-.678	-.673	-.649	-.743	-.692	-.667	-.583	-.749	-.527	1.000		
TT F	-.199	-.243	-.093	-.245	-.077	-.117	-.157	-.137	-.113	-.132	-.123	-.073	-.157	-.290	.347	1.000
	DNS	CMT	SAND	LAKS	HTND	LAND	HOP	R S	R25	R50	FJEL	SKAN	KRON	RAVN	FF F	TT F

KORRELASJONSMATRISE														Pb		
DNS	1.000															
CMT	.429	1.000														
SAND	.825	.426	1.000													
LAKS	.511	.683	.817	1.000												
HTND	.916	.719	.844	.747	1.000											
LAND	.619	.730	.831	.841	.925	1.000										
HOP	.717	.549	.788	.753	.734	.823	1.000									
R S	.695	.744	.857	.752	.881	.864	.824	1.000								
R25	.598	.751	.795	.722	.818	.891	.742	.928	1.000							
R50	.644	.827	.836	.777	.851	.916	.812	.947	.967	1.000						
FJEL	.541	.858	.785	.847	.784	.890	.738	.815	.850	.902	1.000					
SKAN	.471	.835	.689	.761	.650	.767	.592	.693	.758	.845	.903	1.000				
KRON	.784	.637	.816	.631	.789	.534	.924	.428	.924	.428	1.000					
RAVN	.664	.868	.676	.851	.594	.844	.633	.897	.734	1.000						
FF F	-.579	-.681	-.511	-.684	-.330	-.640	-.243	-.707	-.325	-.648	1.000					
TT F	.511	.185	.375	.336	.706	.510	.497	.437	.500	.441	.402	.373	.347	1.000		
	DNS	CMT	SAND	LAKS	HTND	LAND	HOP	R S	R25	R50	FJEL	SKAN	FF F	TT F		

KORRELASJONSMATRISE														Svevestøv		
DNS	1.000															
DNSF	.552	1.000														
SANF	.693	.643	1.000													
SANF	.557	.943	.708	1.000												
HTNF	.818	.544	.604	.497	1.000											
HTNF	.686	.852	.514	.824	.652	1.000										
HOPF	.715	.522	.682	.517	.830	.445	1.000									
HOPF	.562	.789	.679	.747	.585	.762	.618	1.000								
RRDF	.784	.637	.816	.631	.789	.534	.924	.428	1.000							
RRDF	.664	.868	.676	.851	.594	.844	.633	.897	.734	1.000						
FFFL	-.579	-.681	-.511	-.684	-.330	-.640	-.243	-.707	-.325	-.648	1.000					
TTFL	.517	.462	.356	.344	.423	.431	.397	.507	.446	.531	-.317	1.000				
	DNS	DNSF	SANF	SANF	HTNF	HTNF	HOPF	HOPF	RRDF	RRDF	FFFL	TTFL				

- De høytliggende stasjonene (Ravneberget, Fjellien, Skansemyren) er dårlig korrelert med noen av de øvrige stasjoner, og godt korrelert med andre. F.eks. er Fjellien bra korrelert med Rådhuset og Landås når det gjelder  $\text{SO}_2$ , sot og bly. Innbyrdes er de tre høytliggende stasjoner dels godt, dels dårlig korrelert. F.eks. er Fjellien og Skansemyren godt korrelert for bly ( $R=0,91$ ) og Fjellien og Ravneberget godt korrelert for sot ( $R=0,78$ ).
- Laksevåg er gjennomgående bra korrelert med andre lavtliggende sentrumsstasjoner når det gjelder  $\text{SO}_2$  og sot, men dårligere når det gjelder bly.
- Sandviken er for alle komponenter bra korrelert med andre lavtliggende sentrumsstasjoner for  $\text{SO}_2$ , sot, bly og  $\text{NO}_2$ .
- Hop har gjennomgående lavere korrelasjonskoeffisienter med sentrumstasjoner enn disse har innbyrdes.

Tabell 22 viser korrelasjonen mellom komponent-par på en del stasjoner. Korrelasjonskoeffisientene ( $R$ ) er gjennomgående større enn 0,7, når en ser bort fra grovpartikkel-fraksjonen. Korrelasjonen er på alle stasjoner best mellom sot og bly ( $R>0,9$ ), og dårligst mellom  $\text{SO}_2$  og  $\text{NO}_2$  ( $0,66<R<0,84$ ). Bly, og også sot er gjennomgående bedre korrelert med  $\text{NO}_2$  enn med  $\text{SO}_2$ . Dette antyder at  $\text{NO}_2$  skyldes bidrag fra biltrafikk i større grad enn fra oljefyring. Finpartikkel-fraksjonen er godt korrelert med både  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , sot og bly (best korrelert med sot).

Grovpartikkel-fraksjonen har svært liten grad av samvariasjon med  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , sot og bly. Dette gjelder spesielt på stasjonene Rådhus 50m og Hop.

Grov- og finfraksjonen av partikler har på alle stasjoner en viss grad av samvariasjon ( $0,55 <R<0,73$ ).

Den gode samvariasjon mellom  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , bly, sot og finpartikkel-fraksjonen som denne analysen viser for alle stasjoner, bekrefter at forurensningen av alle disse stoffer i stor grad styres av vindstyrken.

Grovpartikkelfraksjonen har en annen variasjon. Kildene her er dels forurensningsutslipp fra fyring og biltrafikk, dels vei- og bakkestøv, dels industri og søppelforbrenning. Vei- og bakkestøvet vil øke med vindstyrken, og er også svært avhengig av bakkens fuktighet/snødekke. Virkningen av de andre utslippskildene avtar med vindstyrken.

Tabell 22: Korrelasjonskoeffisienter, Bergen. Februar 1983.

	DNS	CMI	Sand- viken	Rådhus 5 m	Rådhus 50 m	Minde	Hop	Middel- verdi
SO <sub>2</sub> -NO <sub>2</sub>	0,72	0,70	0,84	0,72	0,66	0,75	0,76	0,73
SO <sub>2</sub> -so <sub>2</sub>	0,91	0,81	0,92	0,82	0,70	0,81	0,83	0,83
SO <sub>2</sub> -bly	0,76	0,77	0,84	0,72	0,66	0,71	0,86	0,76
NO <sub>2</sub> -so <sub>2</sub>	0,82	0,94	0,89	0,89	0,86	0,90	0,87	0,88
NO <sub>2</sub> -bly	0,80	0,86	0,93	0,89	0,86	0,86	0,91	0,87
Sot-bly	0,92	0,97	0,93	0,97	0,97	0,94	0,97	0,96
Finp.-SO <sub>2</sub>	0,82	-	0,87	-	0,65	0,75	0,77	0,75
Finp.-NO <sub>2</sub>	0,88	-	0,89	-	0,72	0,80	0,68	0,80
Finp.-so <sub>2</sub>	0,81	-	0,95	-	0,82	0,96	0,69	0,85
Finp.-bly	0,76	-	0,95	-	0,83	0,90	0,66	0,82
Grovp.-SO <sub>2</sub>	0,62	-	0,61	-	0,15	0,32	0,18	0,38
Grovp.-NO <sub>2</sub>	0,52	-	0,64	-	0,32	0,39	0,06	0,39
Grovp.-so <sub>2</sub>	0,52	-	0,63	-	0,43	0,55	0,10	0,45
Grovp.-bly	0,50	-	0,68	-	0,39	0,56	0,05	0,44
Grovp.-finp.	0,55	-	0,71	-	0,73	0,65	0,62	0,65

#### 6.10 MANUELLE OG KONTINUERLIGE MÅLINGER AV SO<sub>2</sub> OG NO<sub>2</sub>

På hovedstasjonen (DNS) ble SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub> målt parallelt med to ulike måleteknikker, en kontinuerlig registrerende metode, og en manuell metode for bestemmelse av døgnmiddelverdier:

	Kont.reg. metode	Manuell metode
SO <sub>2</sub>	Kolorimetrisk (Instr. Philips)	Thorin
NO <sub>2</sub>	Kjemiluminensens (NO-O <sub>3</sub> ) (Instr. Bendix)	TGS

Resultatene av metodene er sammenlignet, etter at de kontinuerlige registreringer ble integrert opp til døgnmiddelverdier.

Det var både for SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub> svært god samvariasjon mellom metodene, men det var i perioder systematiske avvik mellom kontinuerlig og manuell metode. Dette går frem av tabell 23.

Middelverdier av SO<sub>2</sub> ble målt vesentlig høyere med manuell metode enn med kontinuerlig registrerende instrument. Middelverdien var imidlertid såpass lav at deteksjonsgrensene for metodene blir av betydning. For den registrerende metoden var den ca µg/m<sup>3</sup>. Det var god overensstemmelse mellom metodene, når det gjaldt de høyeste verdier som ble målt.

For NO<sub>2</sub> ga de to metodene ganske like middelverdier i januar og februar (innenfor ± 5%), mens den manuelle metode lå betydelig høyere enn den registrerende i mai og juni (hhv 20% og 50% høyere). Den samme tendensen gikk igjen for de høyeste målte verdier. Avviket mellom NO<sub>2</sub>-metodene i mai og juni er relativt stort, og en må søke å klarlegge årsaker til dette.

Tabell 23: Samhørende verdier av SO<sub>2</sub> (og NO<sub>2</sub>), målt med ulike metoder på hovedstasjonen, DNS.

	SO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>	
	Kont.reg.1 (kolorimetrisk)	Manuell metode (Thorin)	Kont.reg. (Kjemiluminescens)	Manuell metode (TGS)
<b>Middelverdier</b>				
Januar 83	7	12	40	45
Februar 83	16	21	66	60
Mai 83	-	-	40	49
Juni 83	-	-	25	37
<b>Høyeste døgnverdier</b>	(dato)			
	08.02.: 57	55	21.02.: 119	67
	18.02.: 25	30	25.02.: 110	91
	14.01.: 27	31	08.02.: 106	109
	16.02.: 24	26	12.02.: 106	99
	07.02.: 22	26	18.02.: 88	86
			08.05.: 66	93
			02.05.: 62	98
			25.05.: 56	57
			02.06.: 51	64

## 7 FORURENSNINGSEPISODER

I perioder med lav vindstyrke og inversjonsforhold over Bergen, ble målinger av vertikale temperaturer og vindprofiler foretatt av I. Hanssen-Bauer. Slike målinger ble foretatt i følgende perioder.:

08.02. kl. 09:50 - 14:00 GMT	: 6 sonde-oppstigninger
15.02. kl. 16:00 - 20:00 GMT	: 5   "-        "-
16.02. kl. 06:30 - 23:45 GMT	: 8   "-        "-
17.02. kl. 02:10 - 23:30 GMT	: 8   "-        "-
18.02. kl. 00:45 - 05:30 GMT	: 3   "-        "-

I tillegg ble det foretatt en del oppstigninger i april og mai. Resultatene av disse målinger (datalister og plott) er presenteres i egen datarapport.

Det var også planlagt under episodene å måle 6-timers middelerverdier av  $SO_2$ ,  $NO_2$ , sot, bly og svevestøv på de fleste stasjoner, istedet for standard døgnmiddelerverdier. Dette ble gjort bare for perioden 15.2. kl 20 - 19.2. kl 08, idet dette var den eneste forurensningsepisode av betydning i Bergen i løpet av januar - februar 1983.

Plott av 6 timers-verdier av  $SO_2$ , sot,  $NO_2$ , svevestøv og bly for denne episoden er vist i figurene 52-64.

Figurene 52-56 viser, for hvert stoff, forløpet på alle stasjoner. Figurene 57-62 viser samtidige forløp av alle stoffer på hver stasjon for seg. Figurene 63-64 viser samtidige forløp på de 5 "vertikalsnitt"-stasjonene av stoffene  $SO_2$ ,  $NO_2$ , sot og bly hver for seg.

Noen ekstremt høye  $SO_2$ -verdier beror høyst sannsynligvis på feilanalyser.

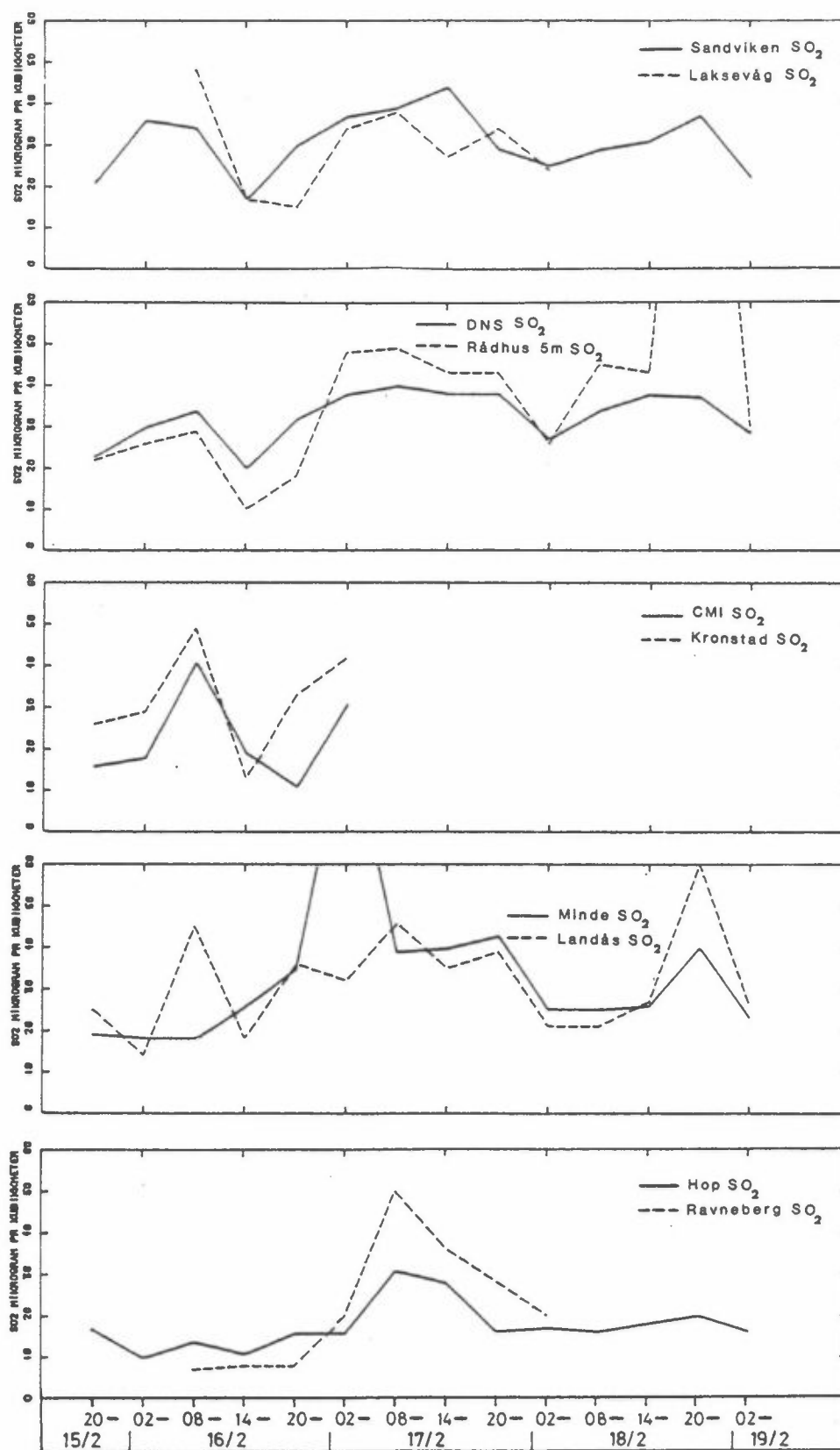
Samtidige vindobservasjoner (midlet over samme 6-timers-perioder i tiden 15-19.2.) på endel av vindstasjonene er vist i figur 65.

Det var stort sett klarvær, svak, nordlig vind og bakkeinversjon (anslagsvis 0-50 meter) utover ettermiddagen og kvelden den 15.2. Dette været holdt seg gjennom natten, slik at inversjonen om morgenen den 16.2. var ca. 150-200 meter dyp. Vinden hadde da slått om til sørlig. Bakketemperaturen var ca

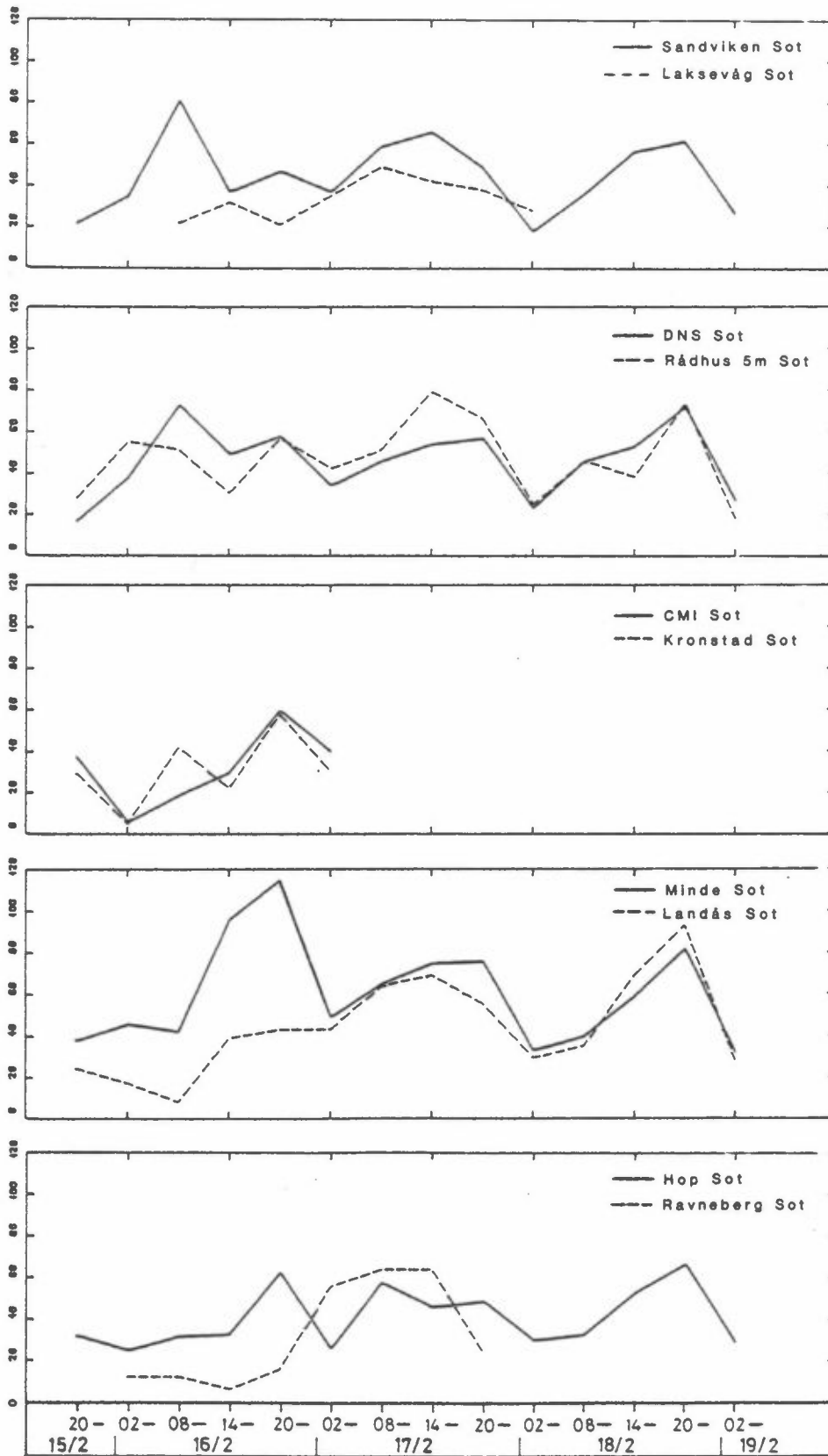
0<sup>0</sup>C. Det klare, relativt stille været fortsatte utover dagen. Inversjonen var brutt opp allerede i 9-tiden. Om kvelden den 16.2. bygget inversjonen seg opp igjen til ca. 100 meters høyde ved 21 tiden, og ca 150 meters høyde ved 23-tiden. Utpå natten skyet det til, noe som førte til oppbrudd av inversjonen. Om morgenen den 17.2. var vinden snudd til nordvestlig igjen, og bakketemperaturen var 2-3<sup>0</sup>C. Skydekket holdt seg utover dagen, men vinden spaknet slik at det var nesten vindstille utover kvelden.

Disse observasjoner av forurensning, bakkevind og bakketemperaturer samt vind- og temperaturprofilene gir grunnlag for nærmere studier av spredningsforholdene under denne episoden.

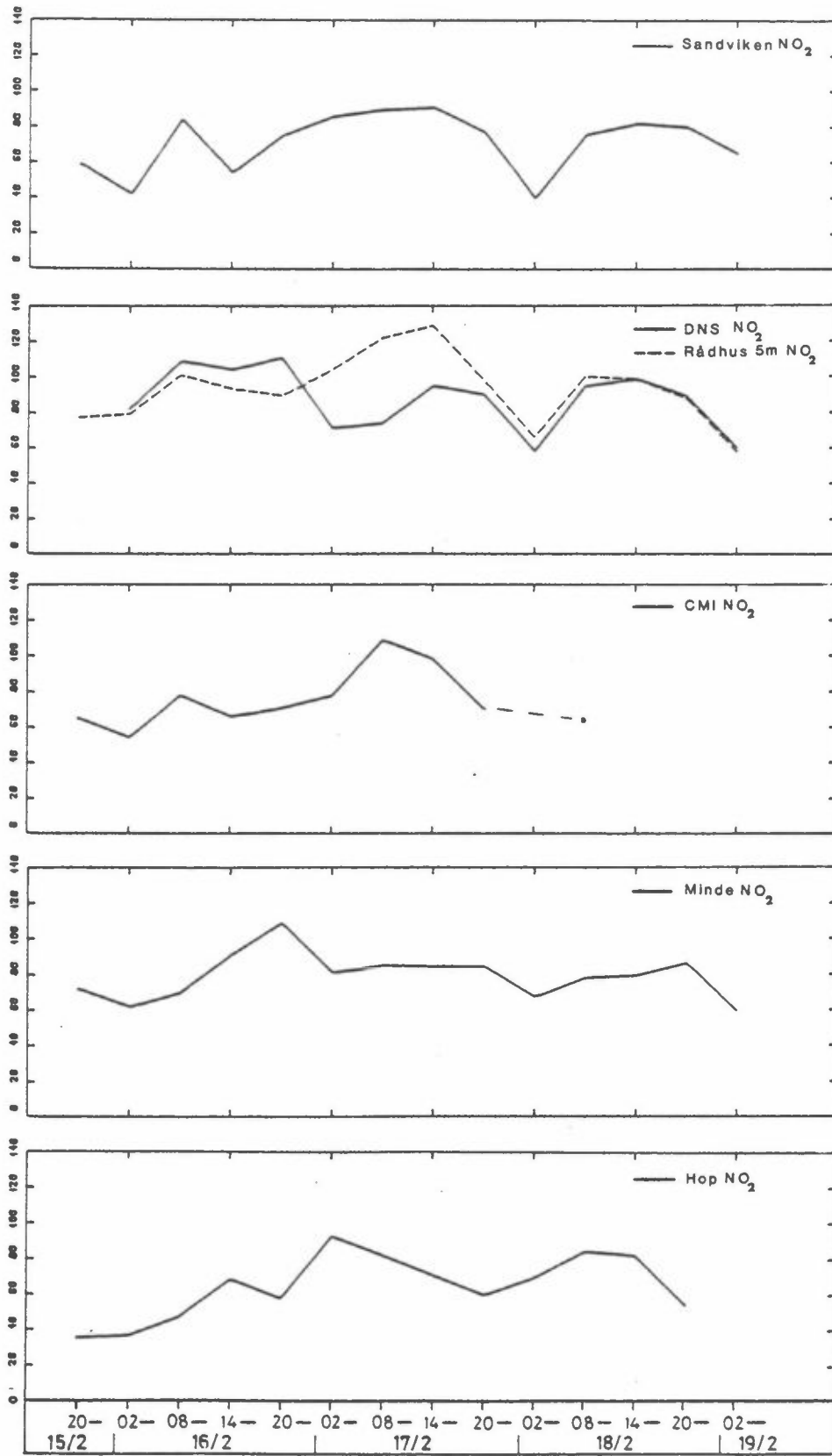




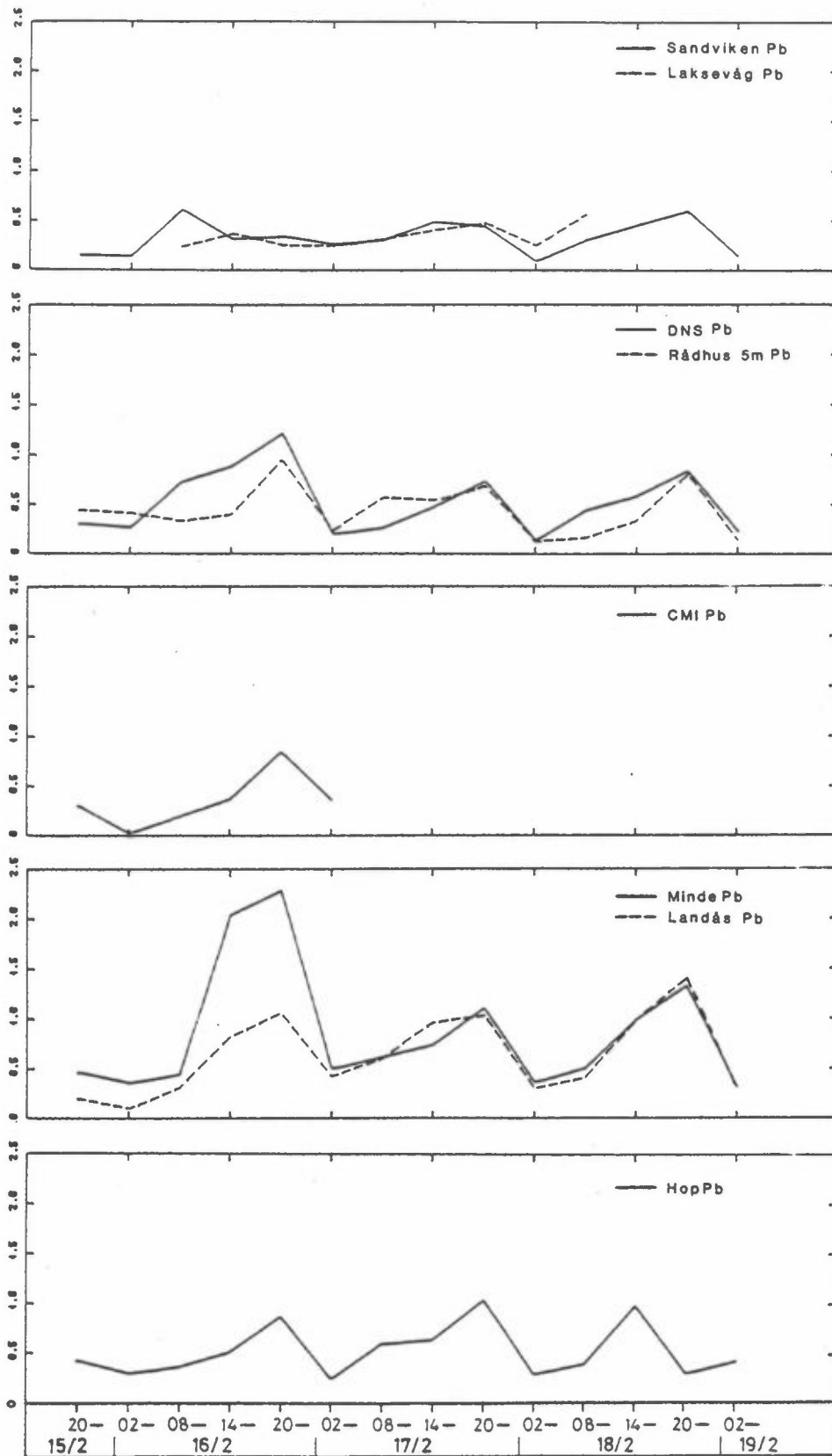
Figur 52: SO<sub>2</sub>. 6-timesverdier 15.-19.2.83



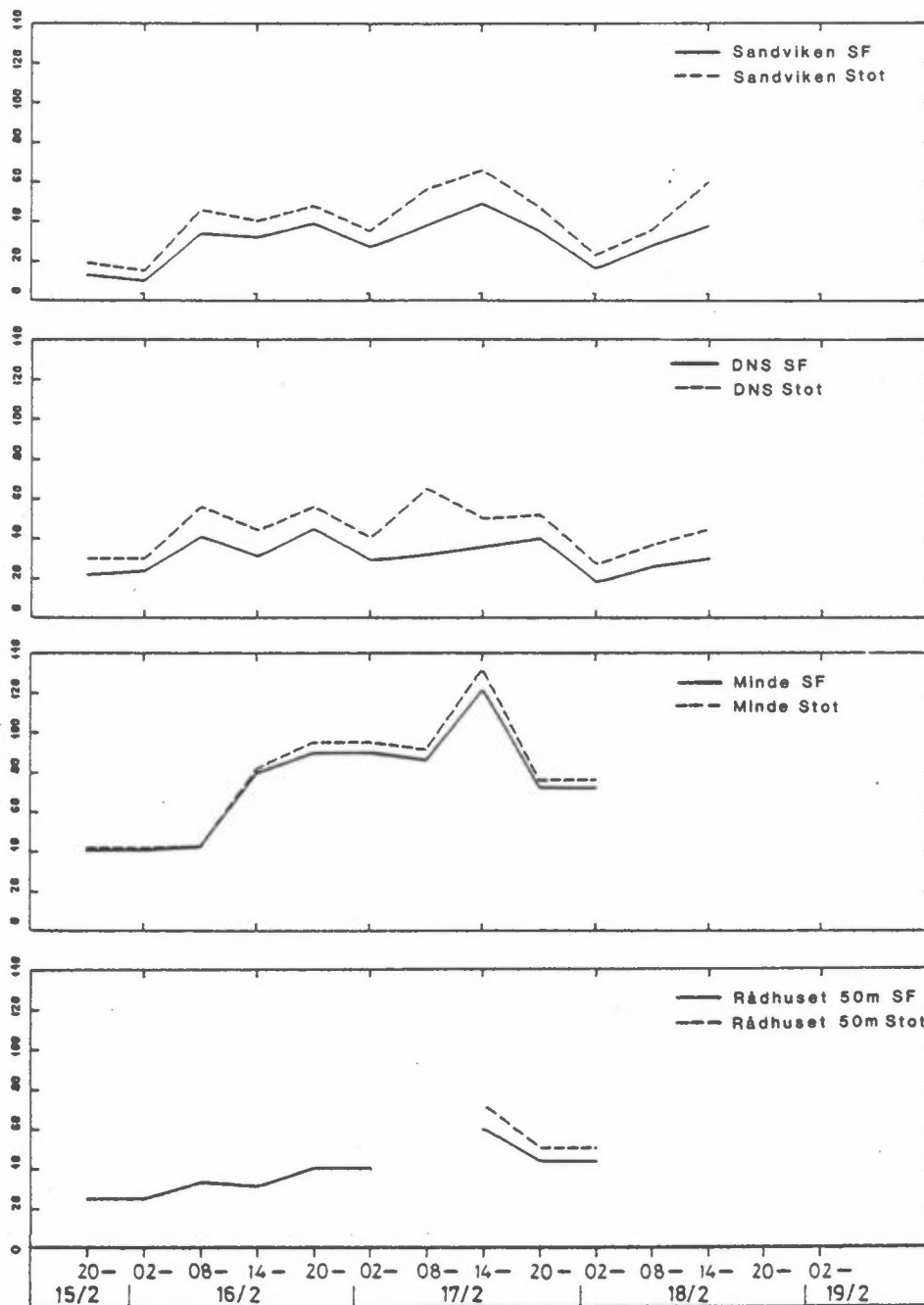
Figur 53: Sot. 6-timesverdier 15.-19.2.83



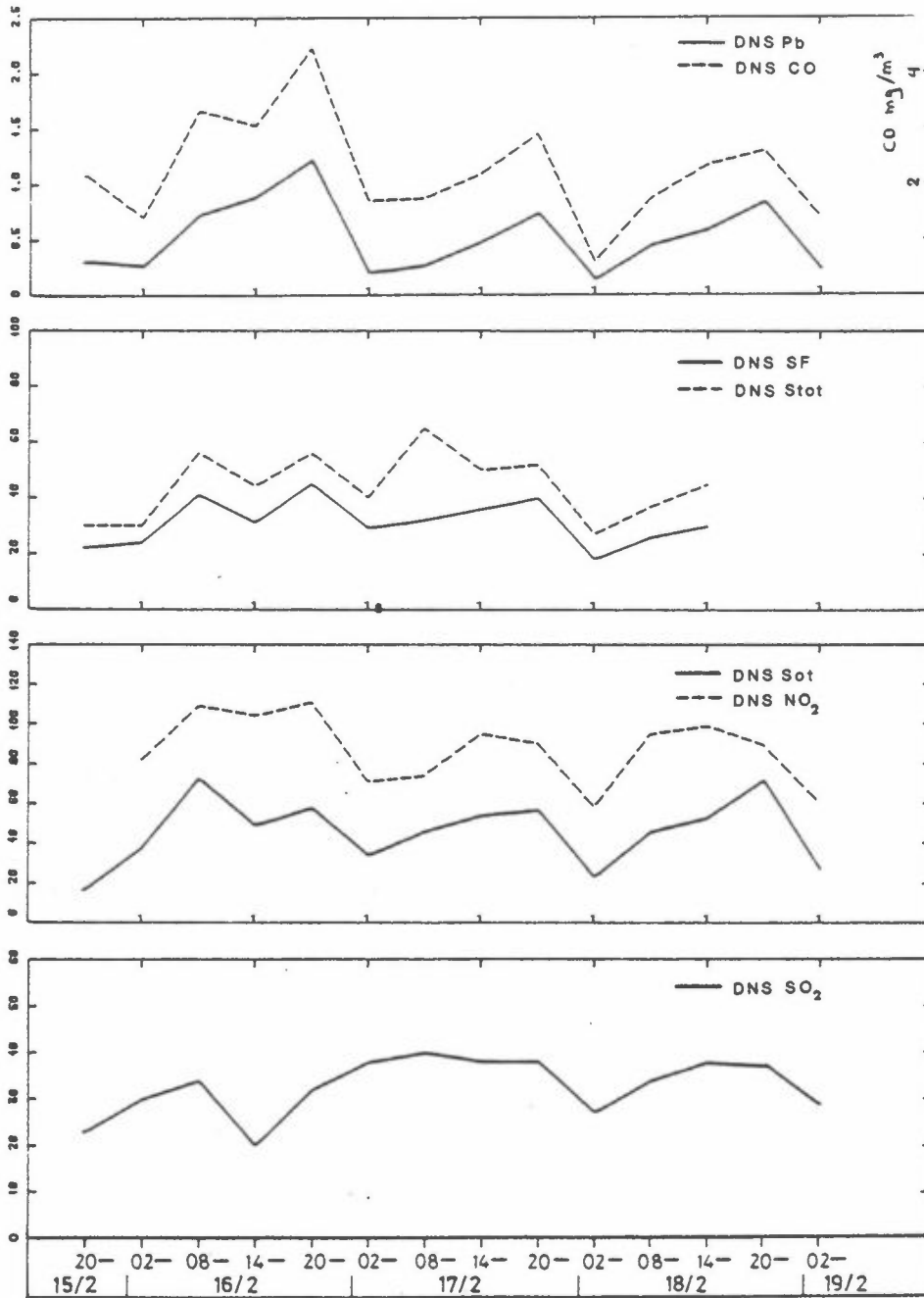
Figur 54: NO<sub>2</sub>. 6-timesverdier 15.-19.2.83



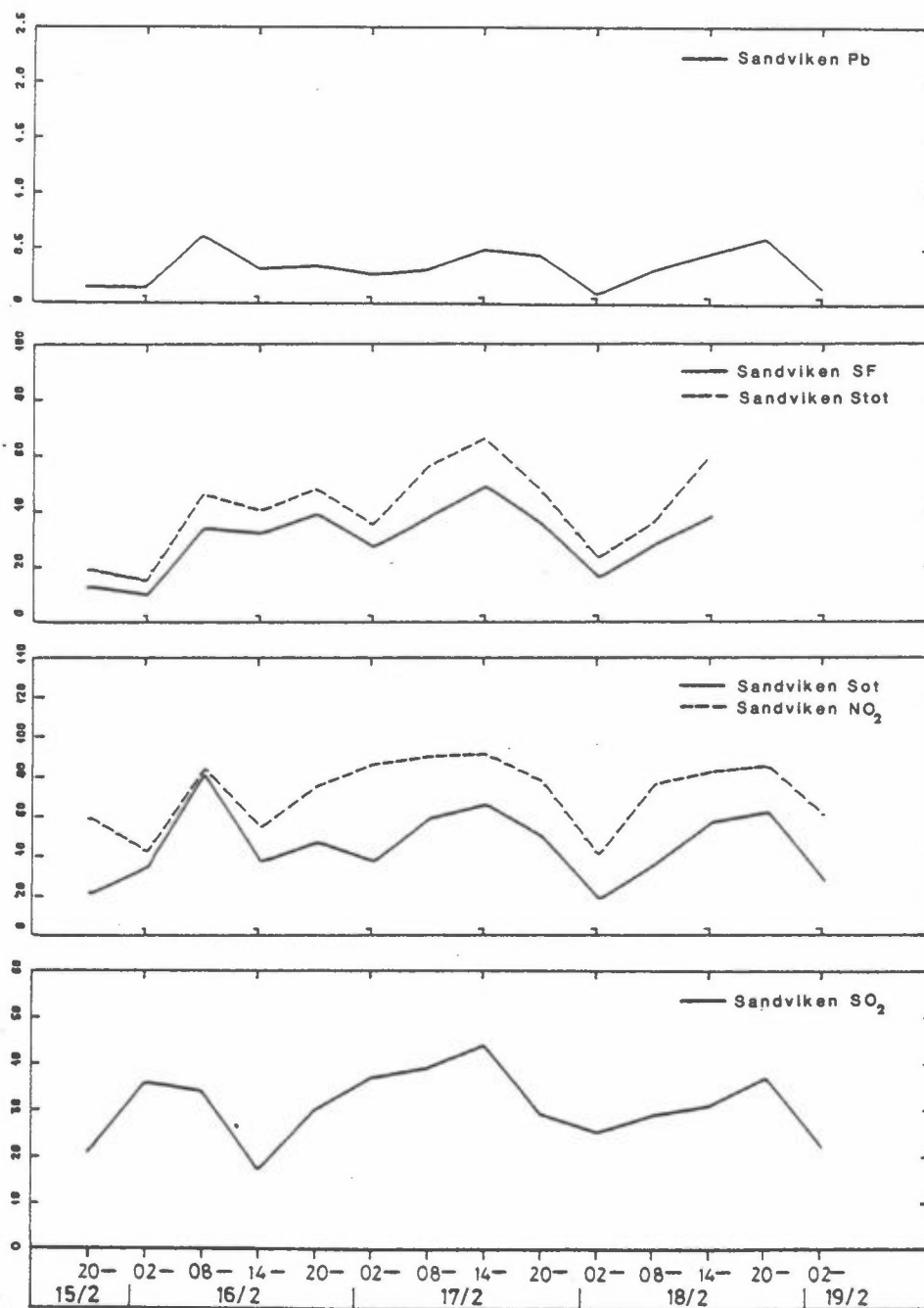
Figur 55: Bly. 6-timesverdier 15.-19.2.83



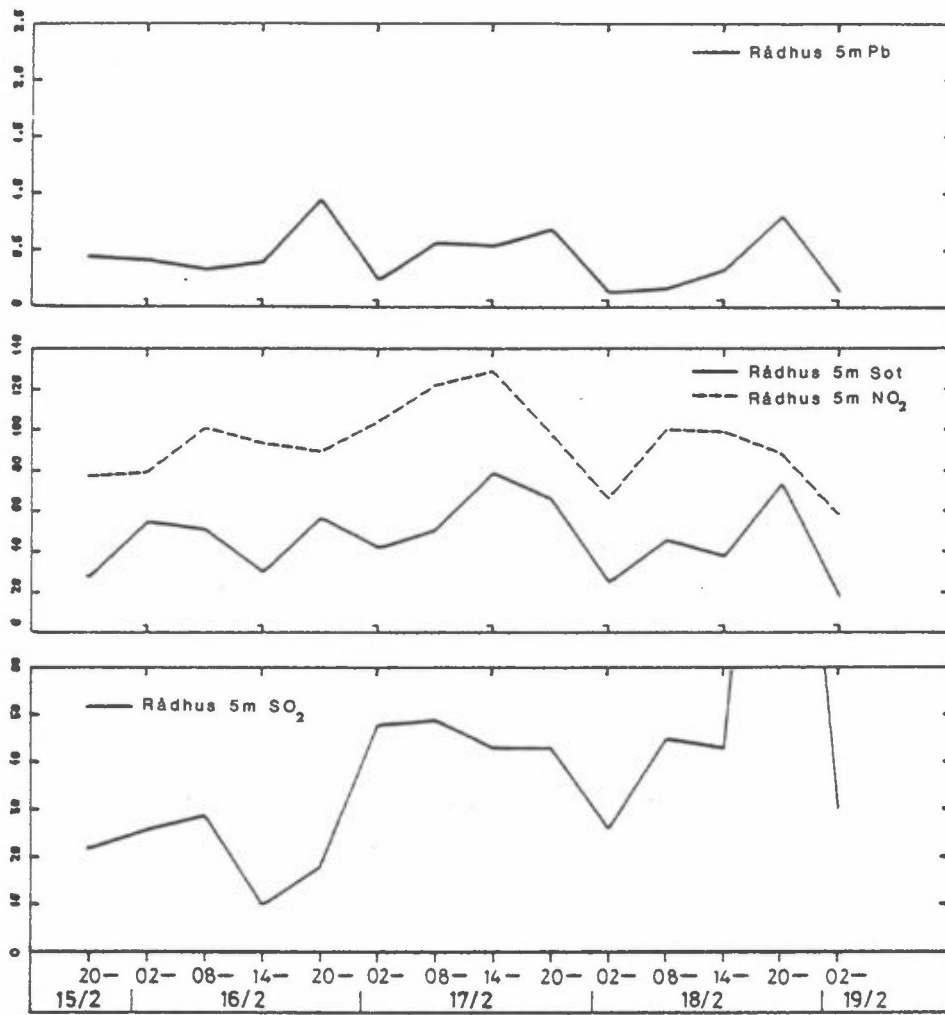
Figur 56: Svevestøv. 6-timesverdier 15.-19.2.83  
 SF-Svevestøv, finfraksjon ( $d < 2,5 \mu\text{m}$ )  
 STOT- Inhalerbart støv ( $d < 10 \mu\text{m}$ )



Figur 57: DNS. 6-timesverdier 15.-19.2.83.

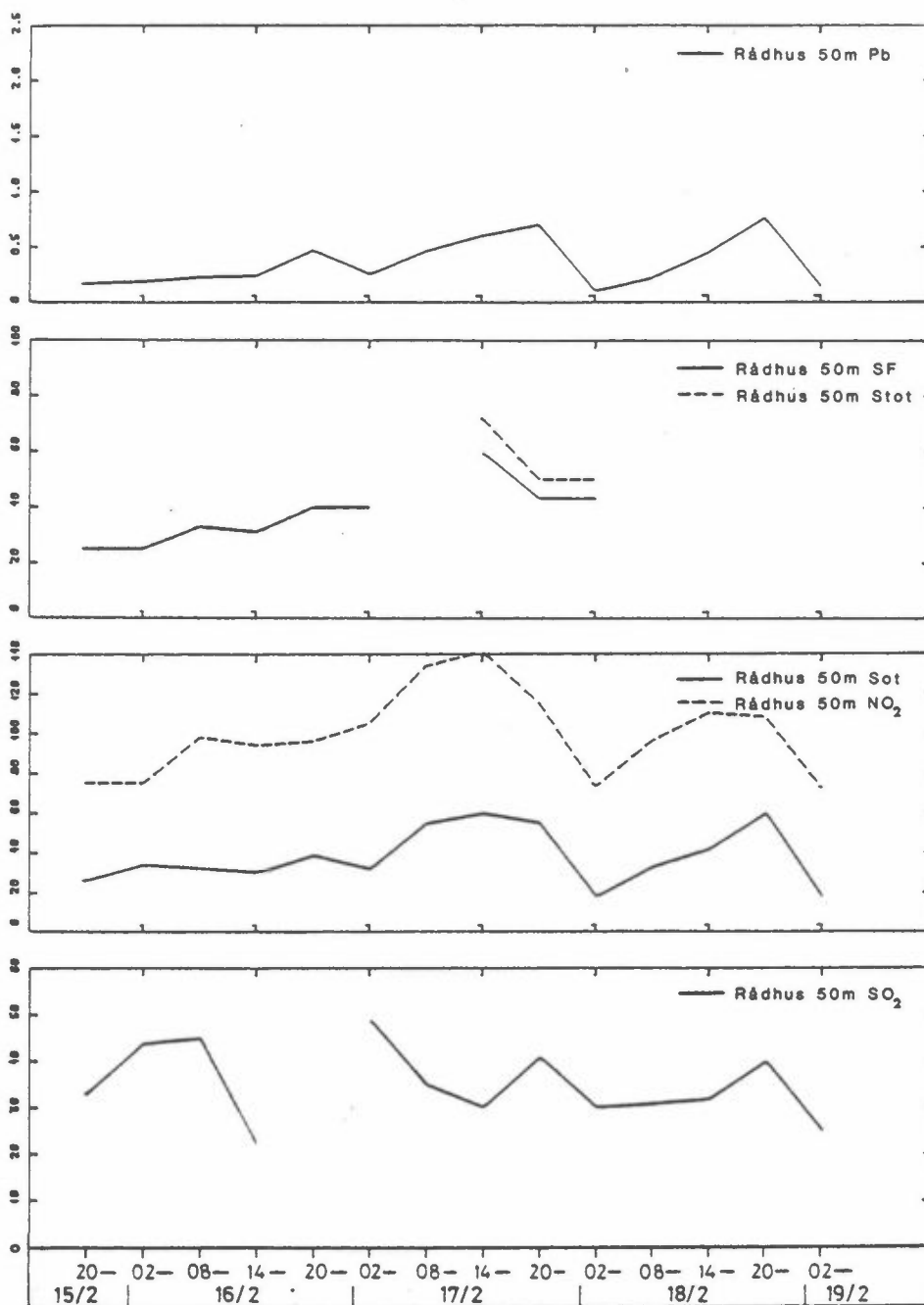


Figur 58: Sandviken. 6-timesverdiert 15.-19.2.83.

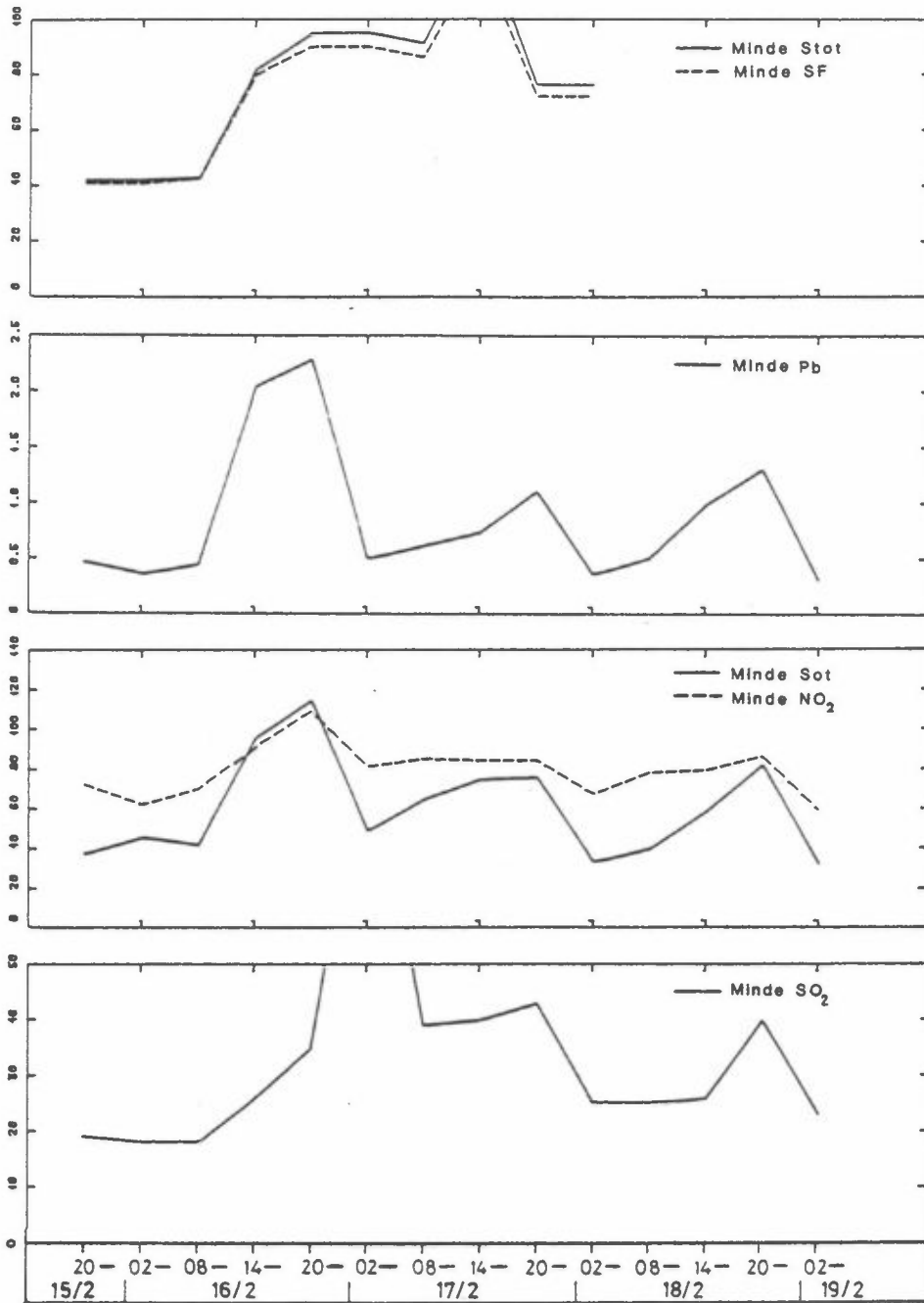


Figur 59: Rådhuset 5 m. 6-timesverdier 15.-19.2.83.

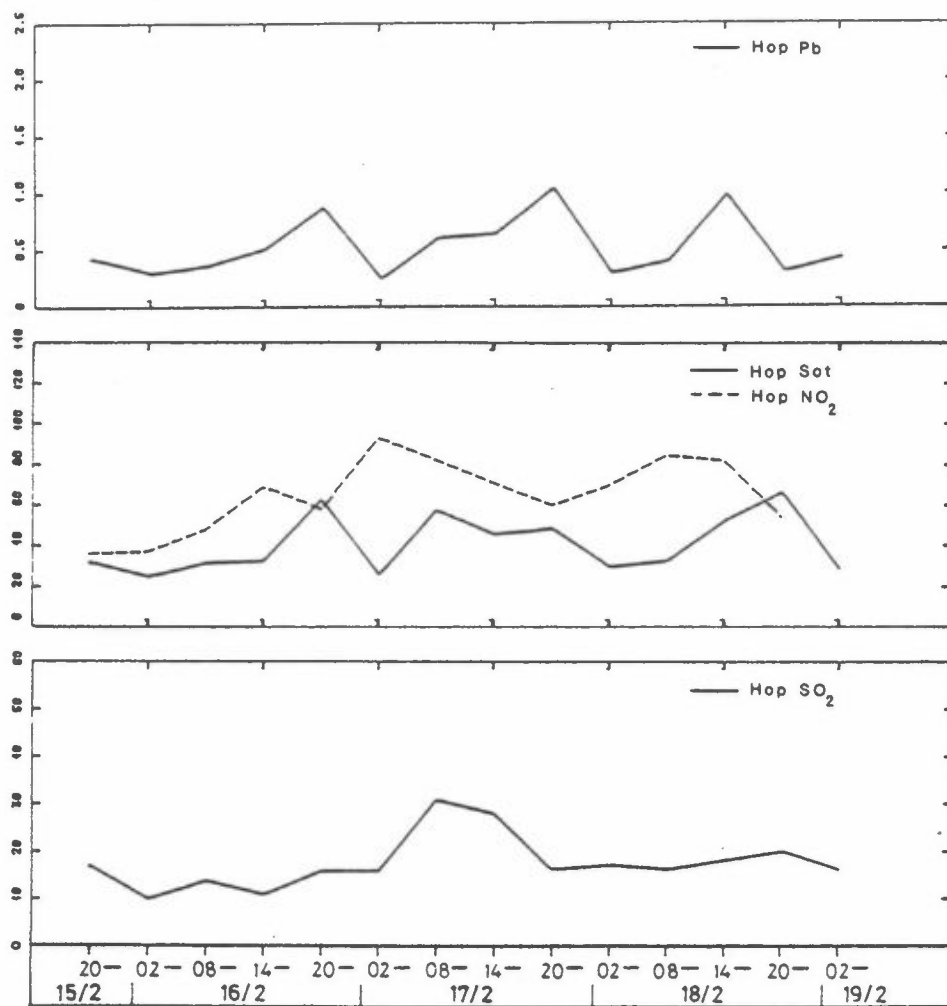




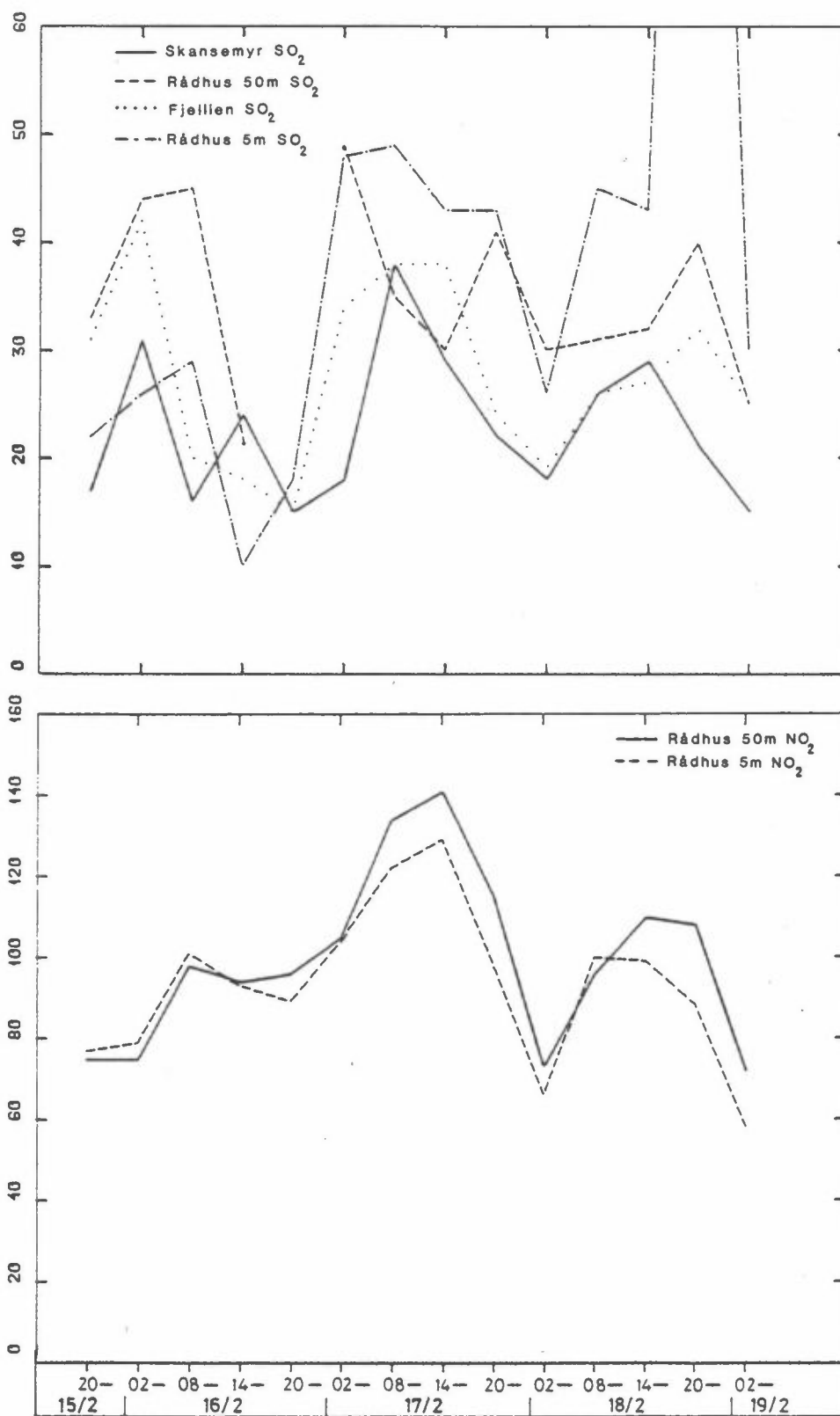
Figur 60: Rådhuset 50 m. 6-timesverdier 15.-19.2.83.



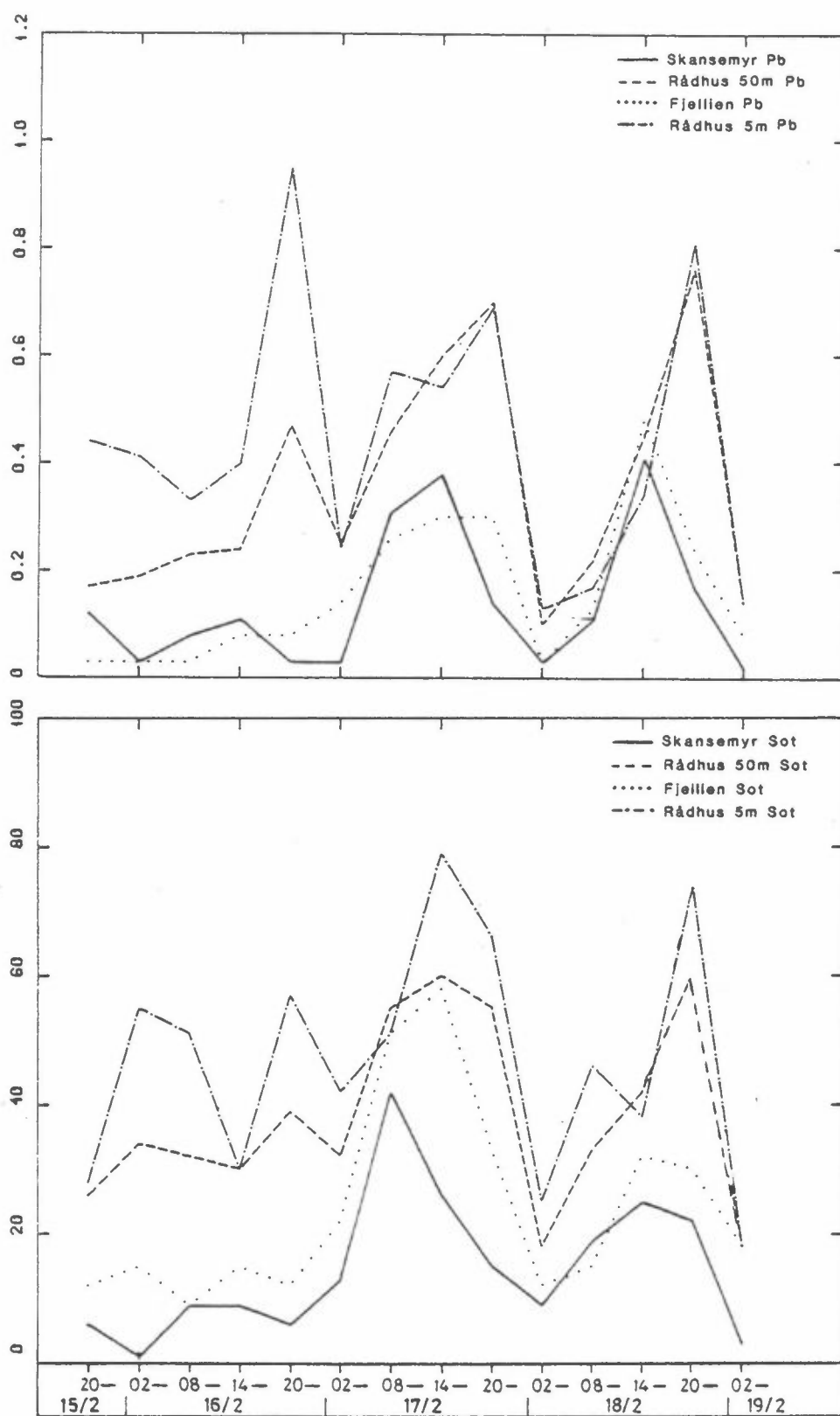
Figur 61: Minde. 6-timesverdier 15.-19.2.83.



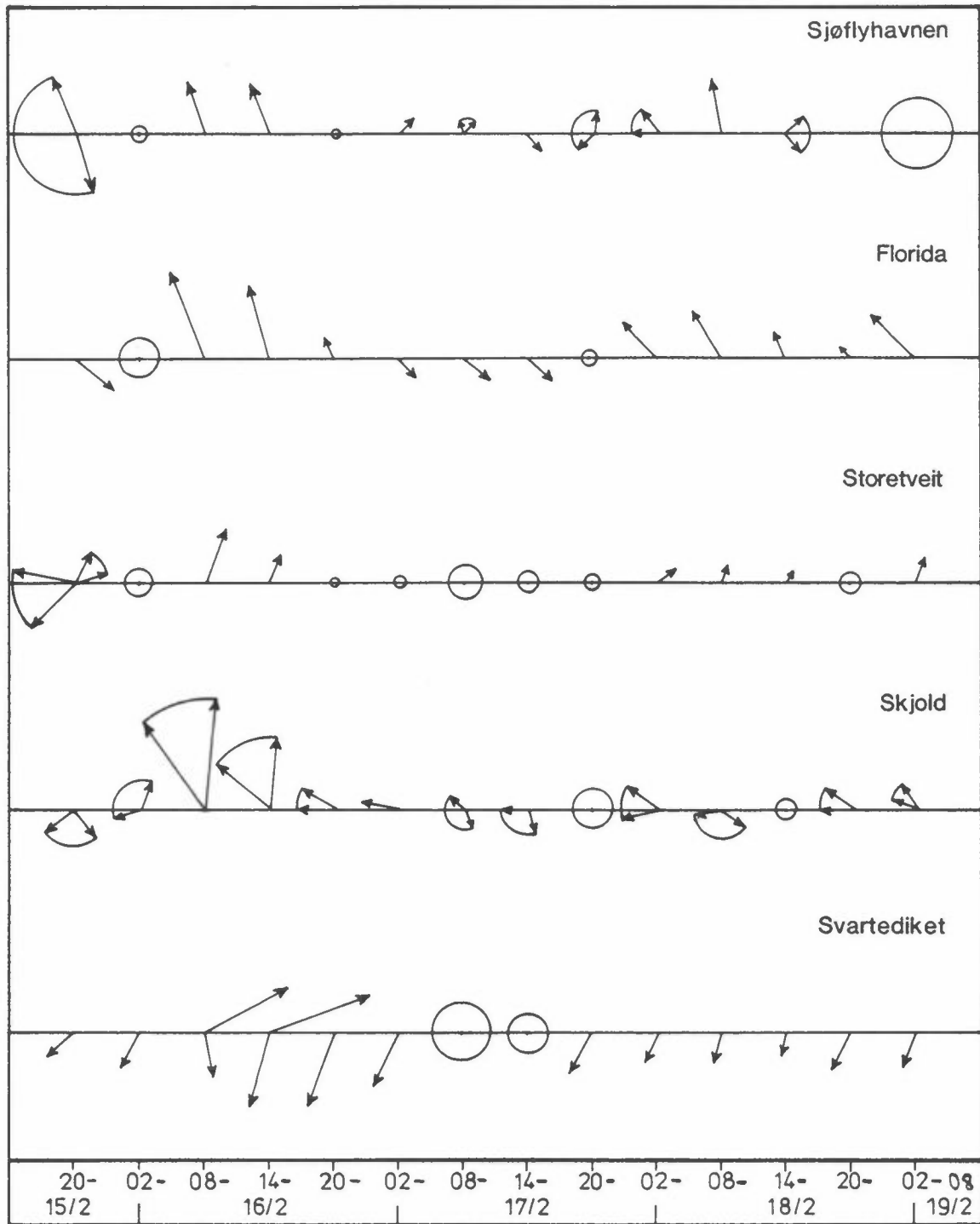
Figur 62: Hop. 6-timesverdier 15.-19.2.83.



Figur 63: Vertikalsnitt, SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub>, 6-timesverdier 15.-19.2.83.



Figur 64: Vertikalsnitt, Sot og bly, 6-timesverdier 15.-19.2.83.



Figur 65: Vindobservasjoner (midlet over 6 times-perioder), 15.-19.2.83.

## 8 MÅLERESULTATER - KORROSJON

### 8.1 INNLEDNING

I forhold til basisundersøkelsen i Sarpsborg/Fredrikstad er undersøkelsen i Bergen ment å gi dose/effekt sammenhenger under andre klimatiske forhold (våttid =  $F(\text{nedbør, relativ ruktighet})$ ) og ved mulige synergistiske effekter mellom  $\text{SO}_2$  og sjøsalt i luft og nedbør.

På grunn av kompleksiteten i de meteorologiske forhold med store årstidsvariasjoner og mangelen på tidligere koordinerte dose/effekt-undersøkelser, fant en det vanskelig å etablere klare kriterier for begrensning av korrosjonsundersøkelsen til kun noen få av de foreslåtte luftkvalitetsstasjoner. Klare argumenter for å inkludere korrosjonsmålinger på flest mulig av de foreslåtte stasjonene var:

- behov for flest mulig data for å få best mulig sammen henger
- korrosjonsmålingene ved utfyllende måling av sjøsalt-komponenter og  $\text{SO}_2$  på månedsbasis koster lite sammenlignet med det omfattende programmet for luftkvalitet og meteorologi.

Korrosjonsmålingene ble derfor igangsatt på 10 av de foreslåtte stasjonene, samt på NILU's allerede igangværende korrosjonsstasjon på Sotra, ca 1. januar 1983. Måleprogrammet omfatter, som i Sarpsborg/Fredrikstad, årsverdier for stål, sink, kopper og aluminium, og kvartalsvise verdier for stål. På stasjonene utføres det samtidig måling og analyse av nedbøren, samt utfyllende målinger av  $\text{SO}_2$  for å få kontinuerlige tidsserier.

### 8.2 RESULTATER

Her rapporteres kun målingene på korrosjonsstasjonene til og med september 1983.

De månedsvise målingene av nedbørmengde og nedbørkvalitet samt svoveldioksid i luft er vist i tabell 24, mens tabell 25 viser de kvartalsvise korrosjonshastighetene for stål og de beregnete kvartalsvise verdier av de samme miljøvariable som i tabell 24. Figurene 66 - 71 viser kvartalsvise

verdier for de samme variable på hver av stasjonene.

Det tas forbehold om korrigerings av enkelte resultater.

### 8.3 DISKUSJON

Så langt har en ikke gjort noen forsøk på å foreta systematiske korrelasjonsanalyser. Resultatene så langt viser en meget liten variasjon i den kvartalsvise korrosjonshastigheten mellom stasjonene. Det er imidlertid relativt stor forskjell i korrosjon fra kvartal 1 til kvartal 2 og 3. Den ekstremt høye korrosjonen på Kronstad i første kvartal og delvis i annet kvartal skyldes trolig en uheldig plassering av stasjonen på Kronstad skole. På det eneste mulige plasseringsstedet har man en påvirkning av lokale utslipp fra en pipe, mens  $\text{SO}_2$  målingene skjer på den andre siden av bygget. Dette er trolig årsaken til at den høye korrosjonshastigheten i første kvartal ikke motsvares av en tilsvarende høy  $\text{SO}_2$ -verdi.

Sammenligner man korrosjonshastigheten i Bergen med hastighetene fra Sarpsborg/Fredrikstad-undersøkelsen ser man at de er sammenlignbare med kvartalskorrosjonen på Alvim. (Hagen et al., 1983.)

Denne har i de 8 kvartalene variert mellom 92 og 148  $\text{g}/\text{km}^2$ . På Alvim er imidlertid  $\text{SO}_2$ -nivået 2-3 ganger så høyt som det gjennomsnittlige nivået på korrosjonsstasjonene i Bergen.

For å kunne utvikle dose/effekt sammenhenger med kun forurensningsvariable er det en forutsetning at alle meteorologiske forhold, dvs. temperatur og fuktforhold, er mest mulig lik for måleområdet. Av figur 68 som viser nedbørmengden pr kvartal ser en at dette synes å stemme relativt bra, med unntak av at nedbøren på Fredriksberg synes å være noe høyere.

Figur 69 og 70 viser at sjøsalt-påvirkningen på stasjonene er noenlunde jevn. Det synes å være en tendens til at Fredriksberg har en høyere belastning og konsentrasjon av klorid i nedbøren enn de andre stasjonene. Konsentrasjonen av klorid i nedbøren, som er et uttrykk for sjøsalttransporten innover land, synes å være svakt høyere også på Sandviken.



Tabell 24: Månedsverdier av nedbørmengde og -kvalitet, samt SO<sub>2</sub> på korrosjonstasjonene i Bergen, i perioden januar-september 1983.

STASJON: 1 NATIONALE SCENE					
PERIODE	NEDB.MENGDE MM	CL-B MG/M2*0	CL-C MG/L	PH	SO <sub>2</sub> UG/M3
8301	286.6	172.0	18.0	4.80	12.0
8302	41.1				21.0
8303	241.4	34.6	4.3	6.60	8.0
8304	13.7	4.9	10.7	6.85	11.0
8305	126.8	17.7	4.2	8.30	10.0
8306	62.1	5.6	2.7	4.60	7.0
8307	114.6	12.2	3.2	4.40	7.0
8308	143.3	5.7	1.2	4.40	6.2
8309	217.8	37.8	5.2	4.25	9.7
STASJON: 2 C.M.I.					
PERIODE	NEDB.MENGDE MM	CL-B MG/M2*0	CL-C MG/L	PH	SO <sub>2</sub> UG/M3
8301	314.6	141.6	13.5	4.55	9.0
8302	113.1	52.8	14.0	5.15	18.0
8303	243.3	24.3	3.0	4.85	9.0
8304	107.6	8.6	2.4	4.30	11.0
8305	157.6	1.6	.3	4.40	8.0
8306	91.4	3.4	1.1	4.35	7.0
8307	139.5	11.2	2.4	4.40	
8308	181.5	6.7	1.1	4.35	6.3
8309	296.8	48.5	4.9	4.30	8.0
STASJON: 3 SANDVIKEN					
PERIODE	NEDB.MENGDE MM	CL-B MG/M2*0	CL-C MG/L	PH	SO <sub>2</sub> UG/M3
8301	266.9	124.5	14.0	4.80	10.0
8302	86.9	91.3	31.5	5.70	21.0
8303	228.0	55.5	7.3	5.95	
8304	78.0	6.5	2.5	4.60	14.0
8305	121.7	26.0	6.4	6.30	
8306	39.8	1.5	1.1	4.70	16.0
8307	112.1	11.6	3.1	4.80	7.0
8308	147.5	8.8	1.8	5.10	8.0
8309	245.2	40.1	4.9	4.80	5.6
STASJON: 4 LAKSEVÅG					
PERIODE	NEDB.MENGDE MM	CL-B MG/M2*0	CL-C MG/L	PH	SO <sub>2</sub> UG/M3
8301	332.8	177.5	16.0	5.45	8.0
8302	86.0	38.7	13.5	5.00	16.0
8303	256.4	24.8	2.9	4.70	6.0
8304	101.9	8.8	2.6	4.15	13.0
8305	146.8	2.0	.4	4.40	
8306	97.1	3.6	1.1	4.35	5.6
8307	149.7	12.5	2.5	4.60	
8308	184.1	7.4	1.2	4.50	
8309	298.4	42.8	4.3	4.50	6.9
STASJON: 5 MINDE					
PERIODE	NEDB.MENGDE MM	CL-B MG/M2*0	CL-C MG/L	PH	SO <sub>2</sub> UG/M3
8301	324.8	184.1	17.0	5.75	9.0
8302	137.6	52.7	11.5	4.80	24.0
8303	289.8	26.1	2.7	4.70	1.4
8304	130.9	10.0	2.3	4.10	9.0
8305	160.8	2.1	.4	4.50	5.0
8306	113.1	4.1	1.1	4.50	3.8
8307	155.7	13.5	2.6	4.60	4.0
8308	144.9	7.7	1.6	4.60	4.1
8309	350.3	63.1	5.4	4.30	4.4
STASJON: 6 LANDAS					
PERIODE	NEDB.MENGDE MM	CL-B MG/M2*0	CL-C MG/L	PH	SO <sub>2</sub> UG/M3
8301	316.9	153.2	14.5	5.50	8.0
8302	110.8	46.2	12.5	4.66	15.0
8303	297.8	26.8	2.7	4.80	
8304	111.5	7.8	2.1	4.15	7.0
8305	150.0	1.5	.3	4.30	4.0
8306	106.7	3.6	1.0	4.30	2.9
8307	152.5	14.7	2.9	4.85	2.0
8308	172.6	6.9	1.2	4.55	3.8
8309	284.7	38.9	4.1	4.40	4.1

Tabell 24 forts.

STASJON: 7 HOP SKOLE						
PERIODE	NEDB.MENGDE	CL-B	CL-C	PH	SO2	
	MM	MG/M2*0	MG/L		UG/M3	
8301	337.6	168.8	15.0	5.65	6.0	
8302	71.3	26.2	11.0	4.85	9.0	
8303	244.6	29.4	3.6	4.65	1.0	
8304	94.9	5.7	1.8	4.10	1.2	
8305	51.0	.5	.3	4.45	1.4	
8306	92.4	3.1	1.0	4.30	1.7	
8307	131.5	11.0	2.5	4.55	6.0	
8308	153.2	5.6	1.1	4.40	7.1	
8309	312.1	55.1	5.3	4.40	2.6	
STASJON: 11 KRONSTAD						
PERIODE	NEDB.MENGDE	CL-B	CL-C	PH	SO2	
	MM	MG/M2*0	MG/L		UG/M3	
8301	310.5	113.9	11.0	4.85	9.0	
8302	119.4	49.8	12.5	5.30	21.0	
8303	248.4	33.1	4.0	4.70	11.0	
8304	109.2	8.4	2.3	4.20	12.0	
8305	163.1	2.2	.4	4.40	7.0	
8306	109.9	4.0	1.1	4.95	6.0	
8307	181.5	14.5	2.4	4.90	2.5	
8308	224.2	8.2	1.1	4.50	5.7	
8309	307.0	45.0	4.4	4.40	7.0	
STASJON: 12 RAVNEBERGET						
PERIODE	NEDB.MENGDE	CL-B	CL-C	PH	SO2	
	MM	MG/M2*0	MG/L		UG/M3	
8301	315.3	131.4	12.5	5.40	5.0	
8302	98.7	52.7	16.0	4.65	11.0	
8303	259.6	22.5	2.6	4.70		
8304	115.3	8.5	2.2	4.10		
8305	165.6	1.7	.3	4.30		
8306	108.9	3.6	1.0	6.40		
8307	160.2	13.3	2.5	4.60	5.0	
8308	182.5	8.5	1.4	4.40	2.8	
8309	350.3	56.1	4.8	4.40		
STASJON: 13 FREDRIKSBERG						
PERIODE	NEDB.MENGDE	CL-B	CL-C	PH	SO2	
	MM	MG/M2*0	MG/L		UG/M3	
8301	324.8	162.4	15.0	4.95	6.4	
8302	155.4	121.7	23.5	4.85	23.0	
8303	353.5	76.6	6.5	4.60	8.2	
8304	214.0	27.1	3.8	3.95	9.0	
8305	226.8	4.5	.6	4.20	8.0	
8306	185.4	9.9	1.6	4.20	4.5	
8307	289.8	31.9	3.3	4.60	9.0	
8308	319.1	17.0	1.6	4.40	5.0	
8309	350.3	102.8	8.8	4.50	7.9	

Tabell 25: Kvartalsvise verdier for korrosjonshastighet av stål, og miljøvariable på korrosjonsstasjonene i Bergen i de tre første kvartaler i 1983.

KVARTAL: JAN-MAR 83							
STASJON	VEKTTAP G/M2	TYKK. RED. MY/KVART	SO2 UG/M3	NEDB. MM	CL-B MG/M2*0	CL-C MG/L	PH
1NAT.SCENE	159.0	20.2	13.7	569.1	103.3	11.2	5.1
2C.M.I.	112.7	14.3	12.0	671.0	72.9	10.2	4.8
3SANDVIKEN	137.7	17.5	15.5	581.8	90.4	17.6	5.2
4LAKSEVAG	112.0	14.2	10.0	675.2	80.3	10.8	5.0
5MINDE	119.3	15.2	11.5	752.2	87.6	10.4	4.9
6LANDAS	110.7	14.1	11.5	725.5	75.4	9.9	4.9
7HOP SKOLE	108.0	13.7	5.3	653.5	74.8	9.9	4.9
10SOTRA	77.3	9.8					
11KRONSTAD	297.0	37.7	13.7	678.3	65.6	9.2	4.9
12RAVNEBERG.	109.0	13.8	8.0	673.6	68.9	10.4	4.8
13FREDRIKSB.	131.7	16.7	12.5	833.7	120.2	15.0	4.8

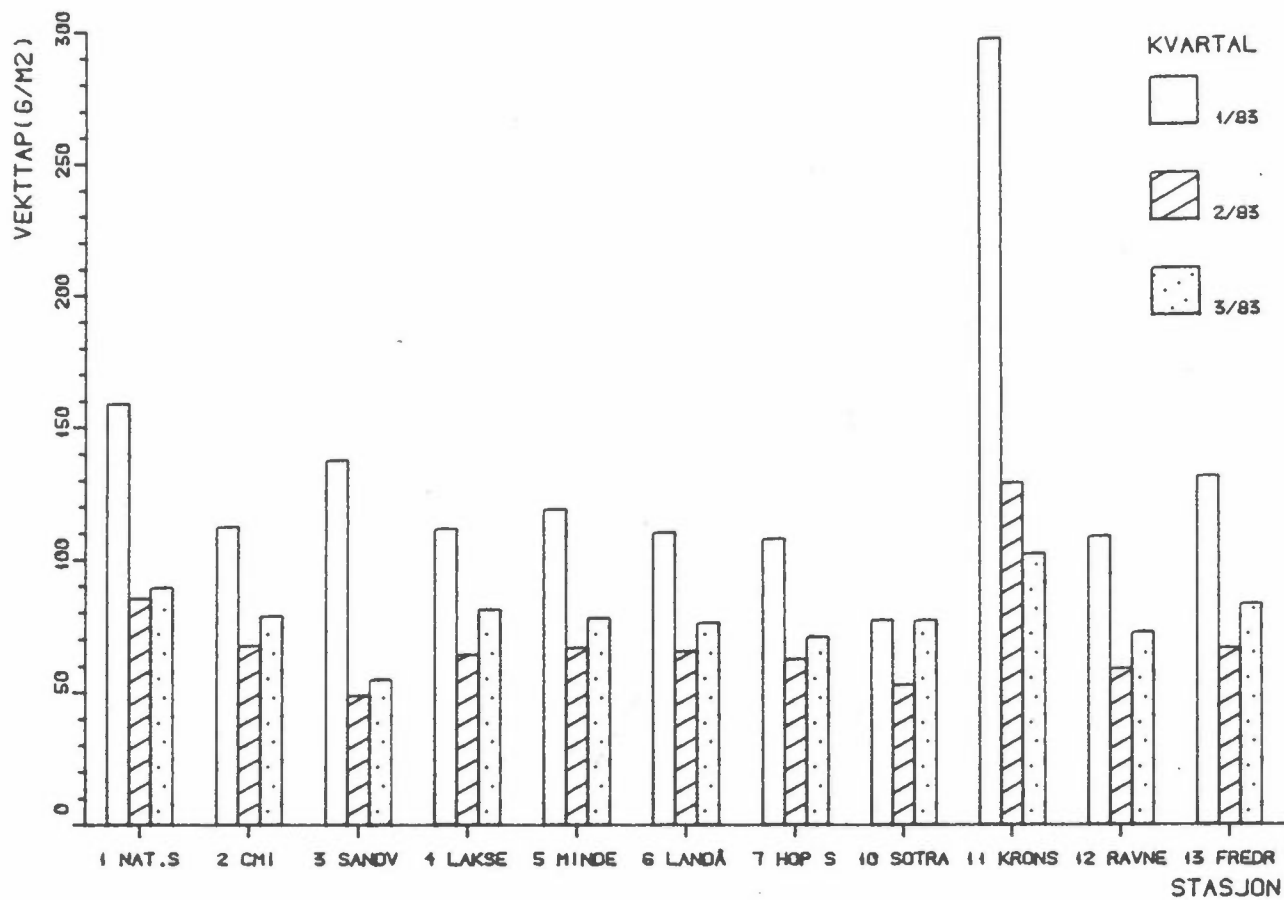
  

KVARTAL: APR-JUN 83							
STASJON	VEKTTAP G/M2	TYKK. RED. MY/KVART	SO2 UG/M3	NEDB. MM	CL-B MG/M2*0	CL-C MG/L	PH
1NAT.SCENE	85.3	10.8	9.3	202.6	9.4	5.9	5.1
2C.M.I.	67.7	8.6	8.7	356.6	4.5	1.3	4.3
3SANDVIKEN	49.0	6.2	15.0	239.5	11.3	3.3	4.8
4LAKSEVAG	64.3	8.2	9.3	345.8	4.8	1.4	4.3
5MINDE	67.0	8.5	5.9	404.8	5.4	1.3	4.3
6LANDAS	65.7	8.3	4.6	368.2	4.3	1.1	4.2
7HOP SKOLE	62.7	8.0	1.4	238.3	3.1	1.0	4.3
10SOTRA	53.0	6.7					
11KRONSTAD	129.0	16.4	8.3	382.2	4.9	1.3	4.4
12RAVNEBERG.	59.0	7.5		389.8	4.6	1.2	4.4
13FREDRIKSB.	66.7	8.5	7.2	626.2	13.8	2.0	4.1

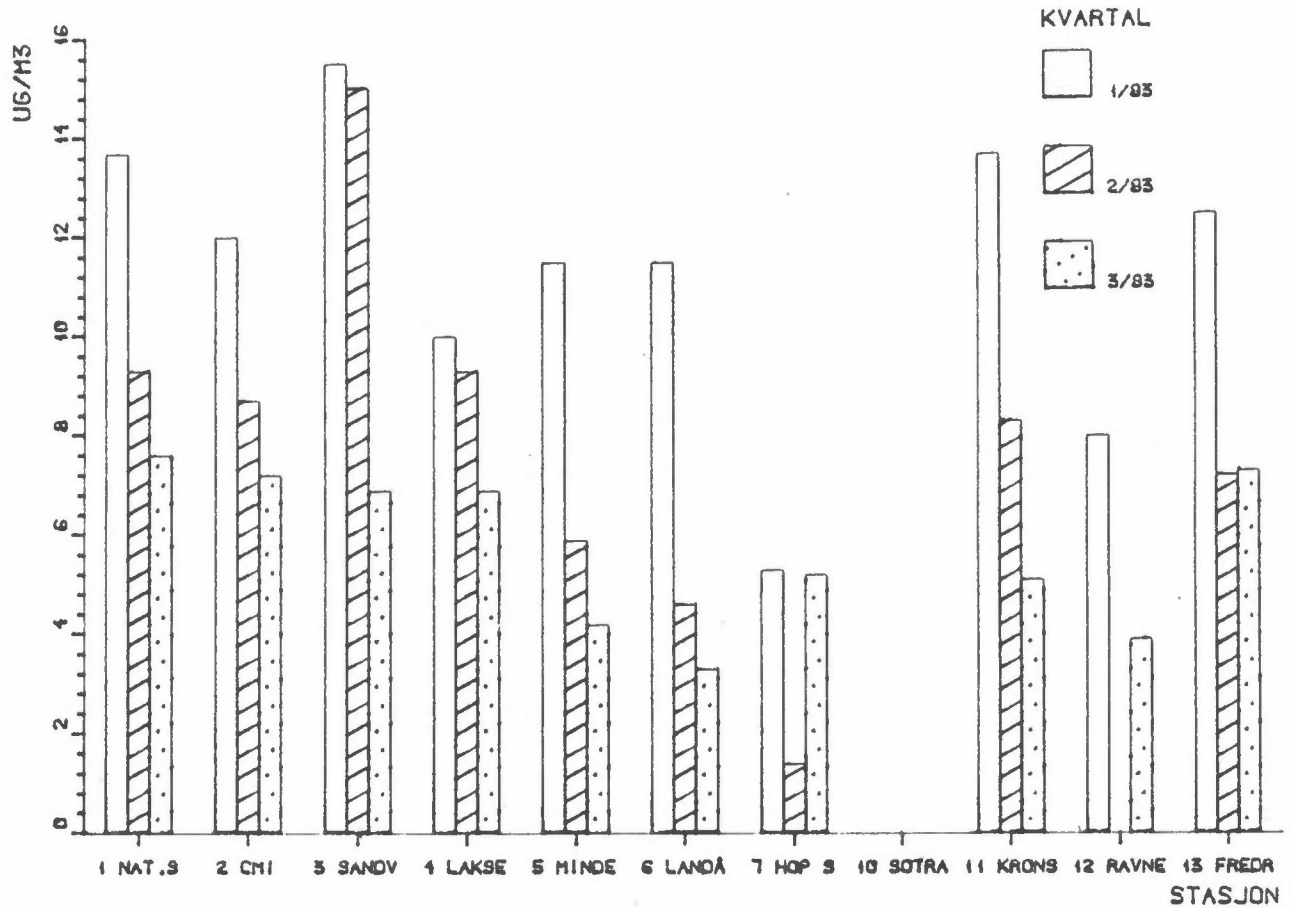
  

KVARTAL: JUL-SEP 83							
STASJON	VEKTTAP G/M2	TYKK. RED. MY/KVART	SO2 UG/M3	NEDB. MM	CL-B MG/M2*0	CL-C MG/L	PH
1NAT.SCENE	89.7	11.4	7.6	475.7	18.6	3.2	4.3
2C.M.I.	78.7	10.0	7.2	617.8	22.1	2.8	4.3
3SANDVIKEN	55.0	7.0	6.9	504.8	20.2	3.3	4.9
4LAKSEVAG	81.3	10.3	6.9	632.2	20.9	2.7	4.5
5MINDE	78.0	9.9	4.2	650.9	28.1	3.2	4.5
6LANDAS	76.3	9.7	3.3	609.8	20.2	2.7	4.6
7HOP SKOLE	71.0	9.0	5.2	596.8	23.9	3.0	4.4
10SOTRA	77.3	9.8					
11KRONSTAD	102.3	13.0	5.1	712.7	22.6	2.6	4.6
12RAVNEBERG.	72.7	9.2	3.9	693.0	26.0	2.9	4.5
13FREDRIKSB.	83.3	10.6	7.3	959.2	50.6	4.6	4.5

## BASIS/BERGEN - KORROSJON KVARTAL

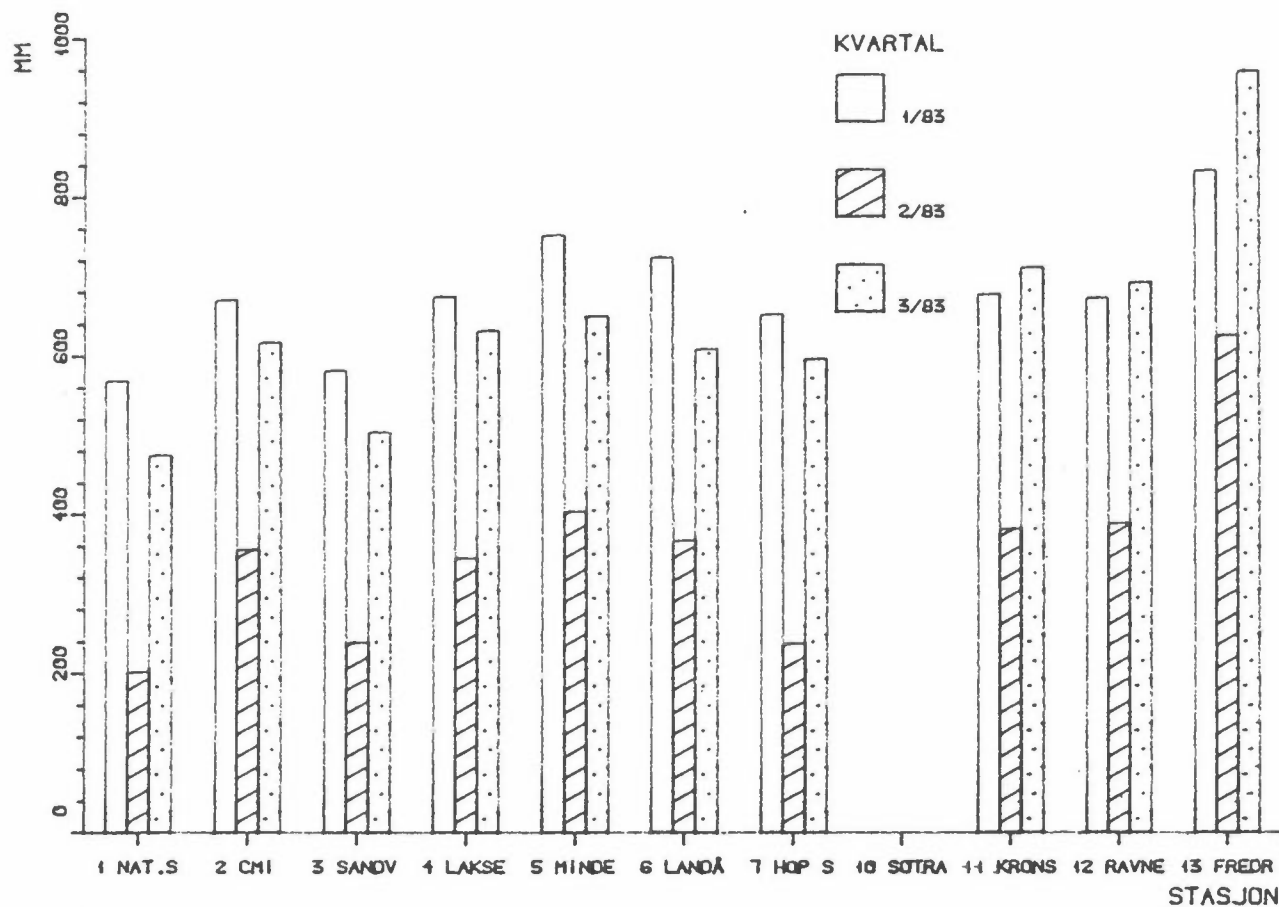


Figur 66: Basisundersøkelse Bergen-kvartalsvise korrosjonshastigheter av stål i de 3 første kvartalene 1983.

BASIS/BERGEN - SO<sub>2</sub> KVARTAL

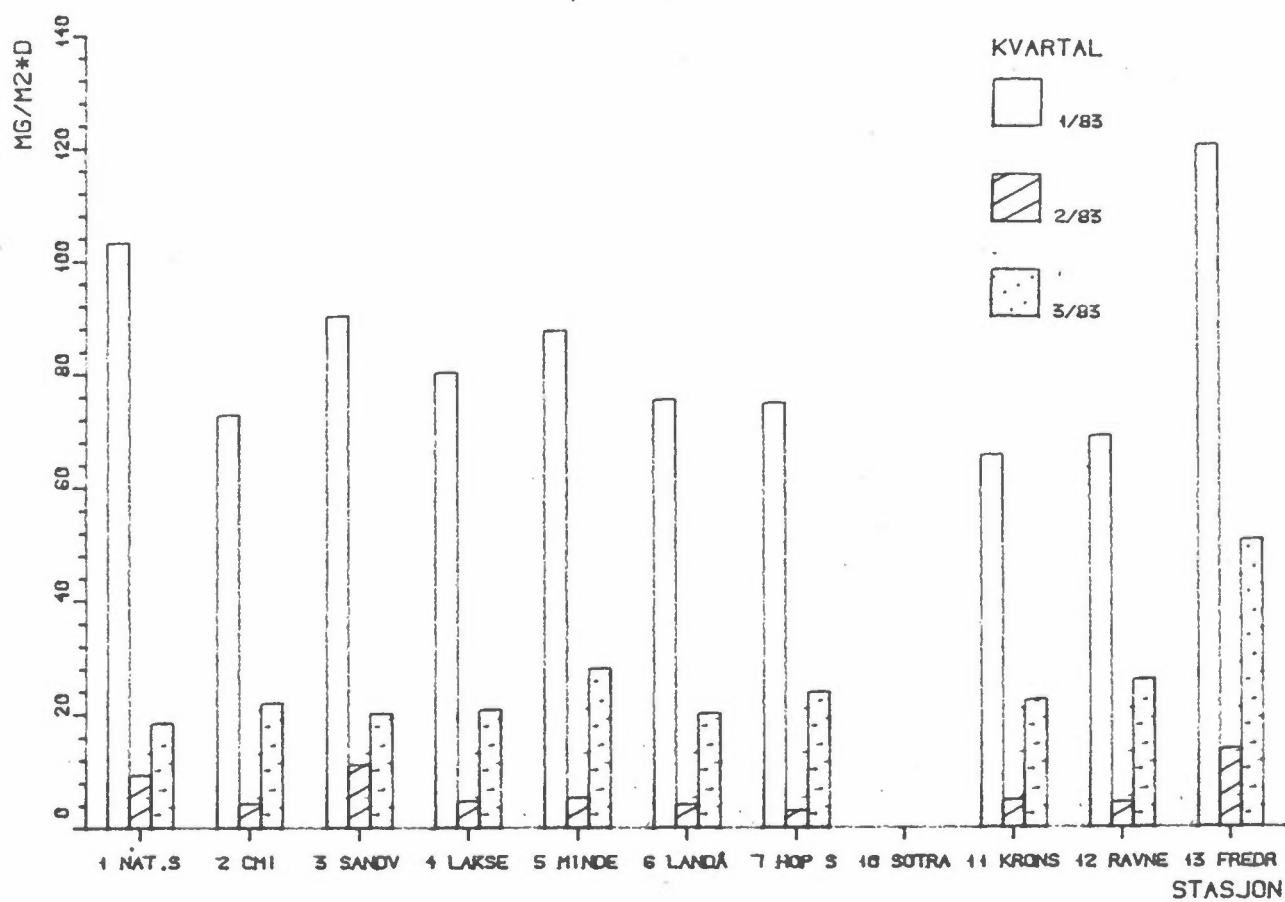
Figur 67: Basisundersøkelse Bergen-kvartalsvise SO<sub>2</sub>-verdier i de 3 første kvartalene 1983.

## BASIS/BERGEN - NEDB.MENGDE KVARTAL



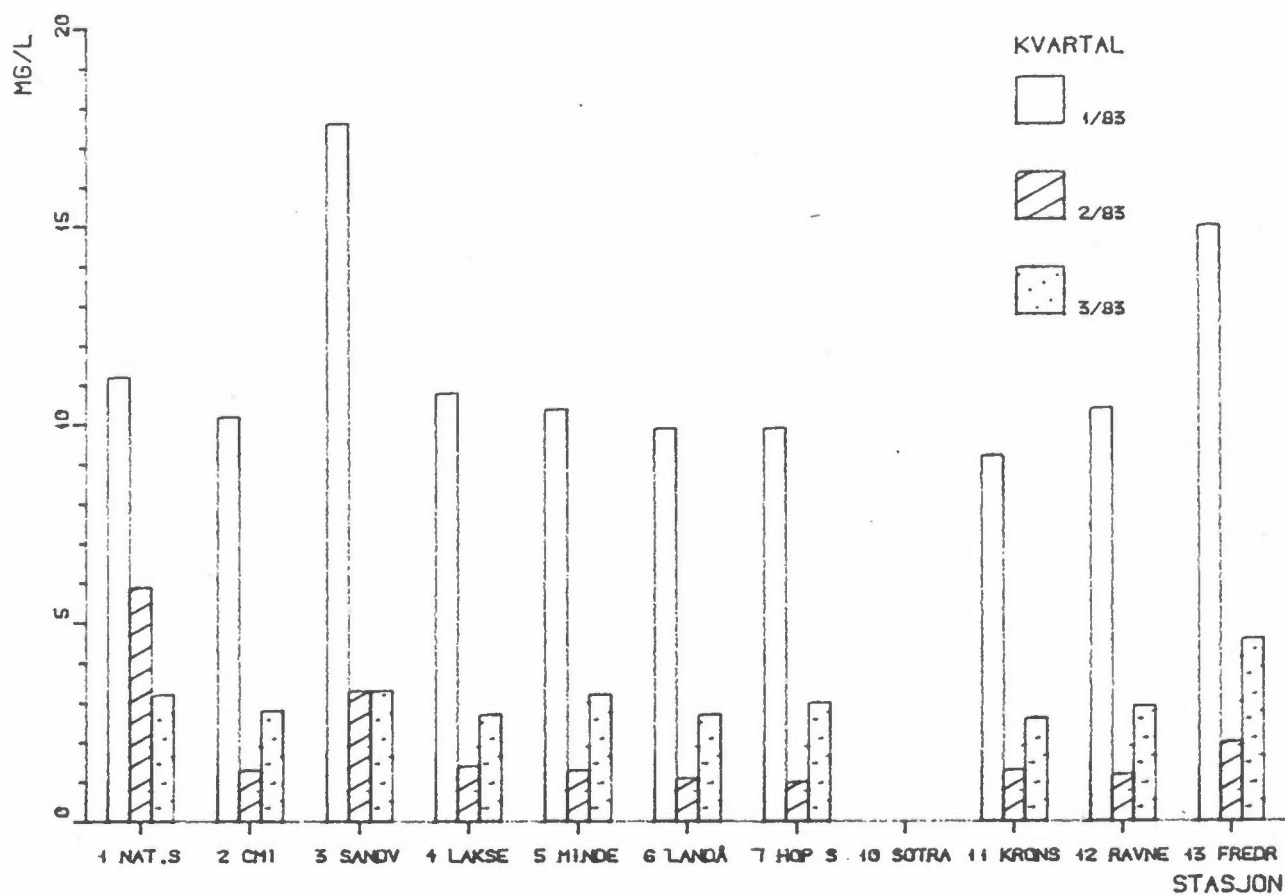
Figur 68: Basisundersøkelse Bergen-kvartalsvise nedbørmengder i de 3 første kvartalene 1983.

## BASIS/BERGEN - CL-BELASTN. KVARTAL



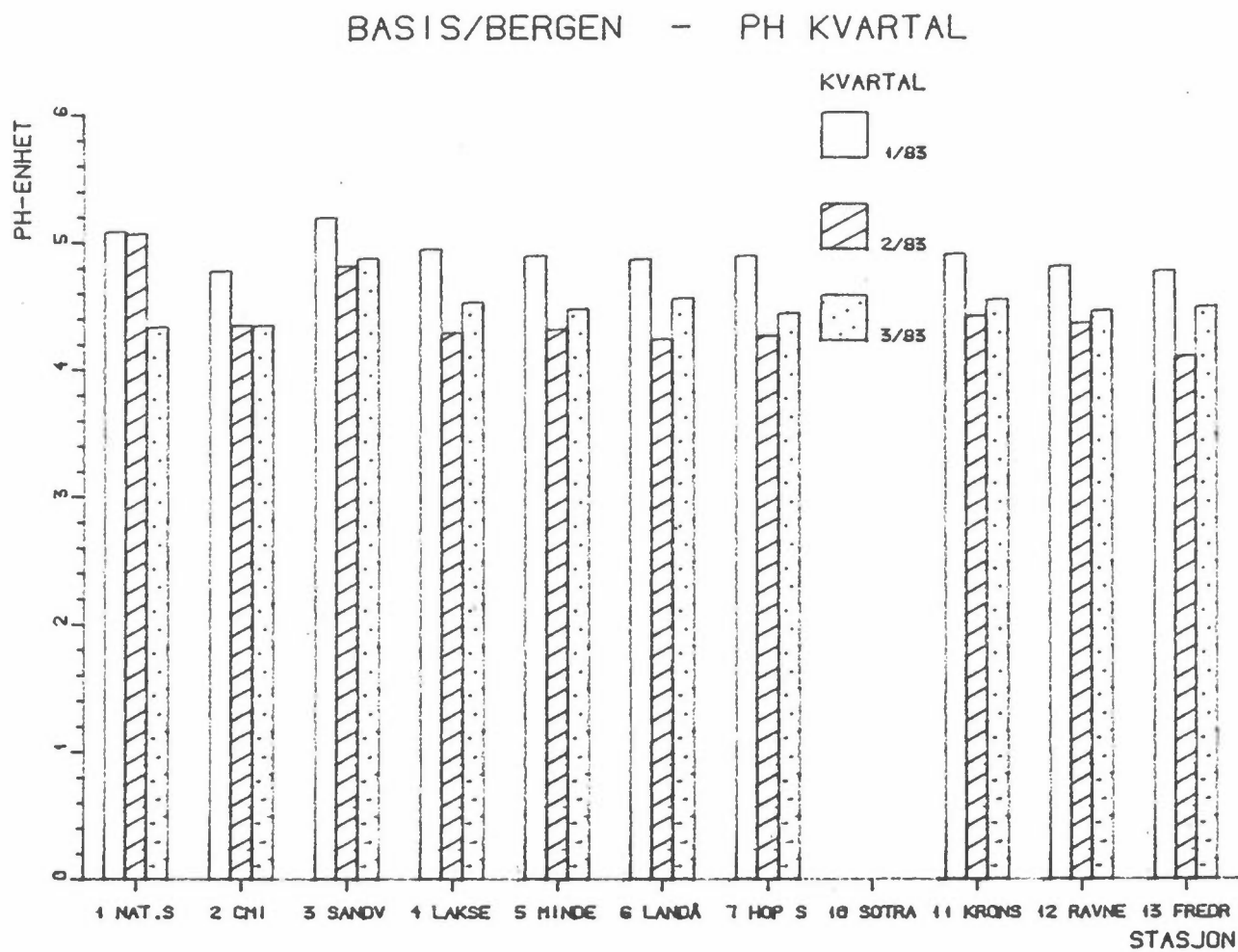
Figur 69: Basisundersøkelse Bergen-kvartalsvise Cl-belastninger i nedbøren de 3 første kvartalene 1983.

## BASIS/BERGEN - CL-CONC. KVARTAL



Figur 70: Basisundersøkelse Bergen-kvartalsvise Cl-konsentrasjoner i nedbøren de 3 første kvartalene 1983.





Figur 71: Basisundersøkelse Bergen-kvartalsvis surhet i nedbøren de 3 første kvartalene 1983.

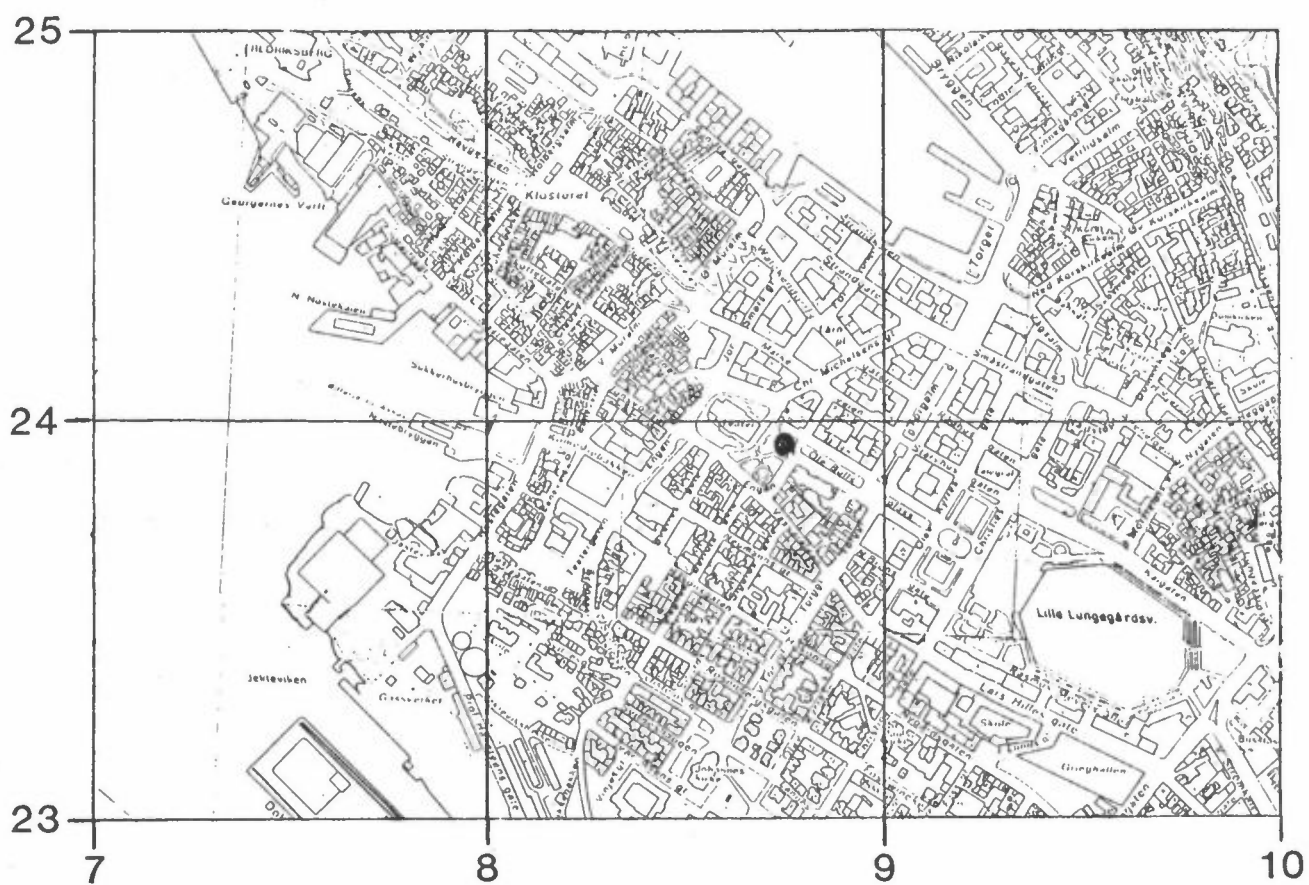
## 9 REFERANSER

- Eidsvik, K.J. (1981) On horizontal wind field estimation based on a few measurement stations in winter flow over Oslo. Lillestrøm (NILU TN 6/81).
- Grønskei, K.E. (1984) Registrering av spredning ved sporstoff i Sarpsborg. Lillestrøm (NILU OR 24/84).
- Hagen, L.O. et al. (1983) Basisundersøkelse i Sarpsborg og Fredrikstad. Framdriftsrapport nr. 3 pr 1. oktober 1983. Lillestrøm (NILU OR 57/83).
- Halitzky, J. (1977) Wake and dispersion models for the EBR II building complex. Atmos. Environ., 11, 577-596.
- Hanssen-Bauer, I. (1983) Parameterisering av nettostråling og den følbare varmeflux i Bergen. Lillestrøm (NILU TR 12/83).
- Iversen, T. Rapport under utarbeidelse.
- Larssen, S. (1983) Forslag til plan for basisundersøkelse i Bergen 1983-85. Lillestrøm (NILU OR 4/83).
- Larssen, S. og Anda, O. (1982) Luftforurensninger fra vegtrafikk. Slitasje av vegdekke, bildekk og bremsebånd. Lillestrøm (NILU OR 31/82).
- Larssen, S. og Vitols, V. (1984) Fraksjonert prøvetaking av svevepartikler i luft. Lillestrøm (Rapport under utarbeidelse).
- Statens forurensningstilsyn (1982) Luftforurensning. Virkninger på helse og miljø. Oslo (SFT rapport 38).

**VEDLEGG 1**

Detaljkart over målestasjonsplasseringer

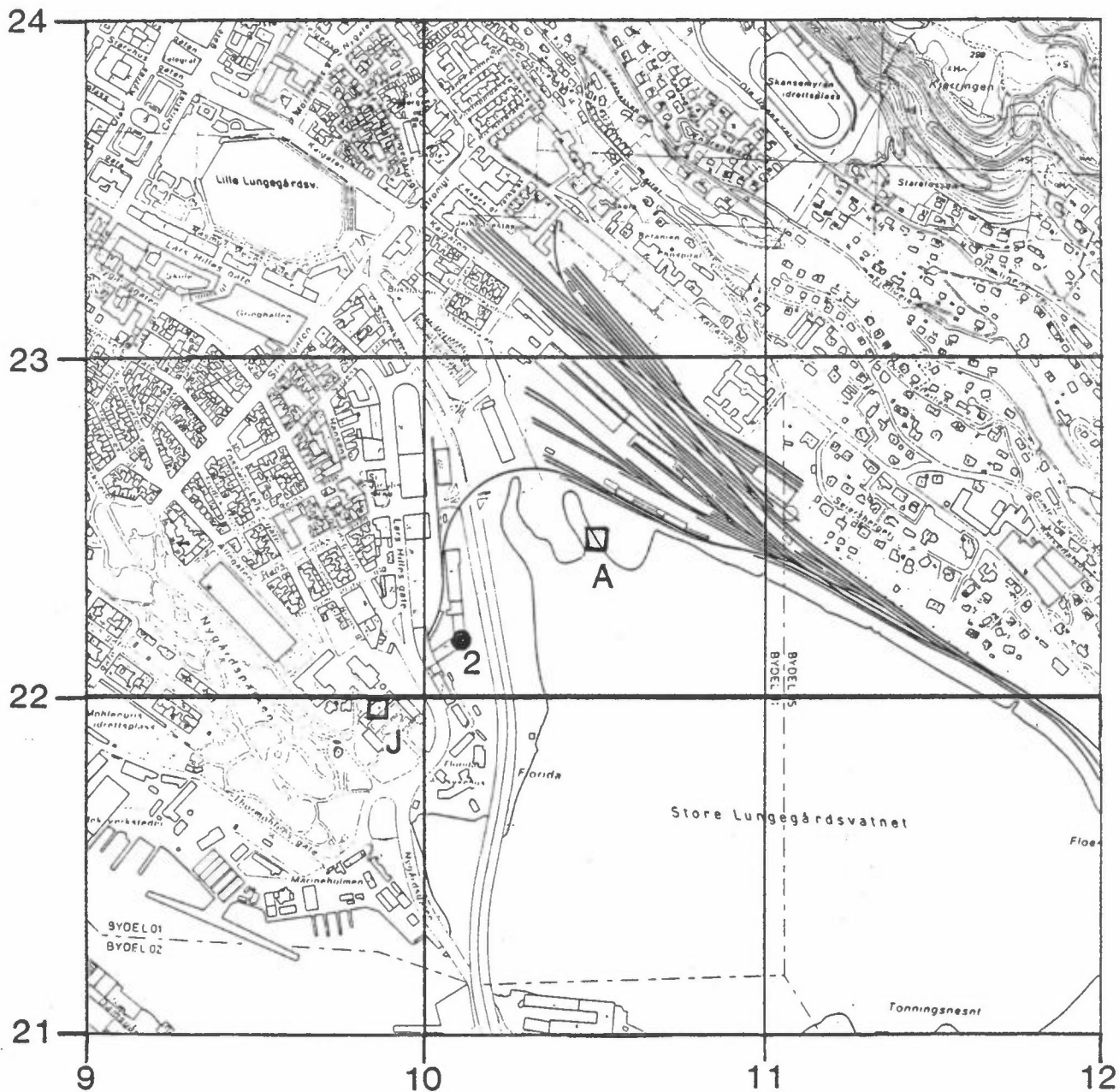
## Stasjon 1, HOVEDSTASJON, Den nasjonale scene (Teaterparken)



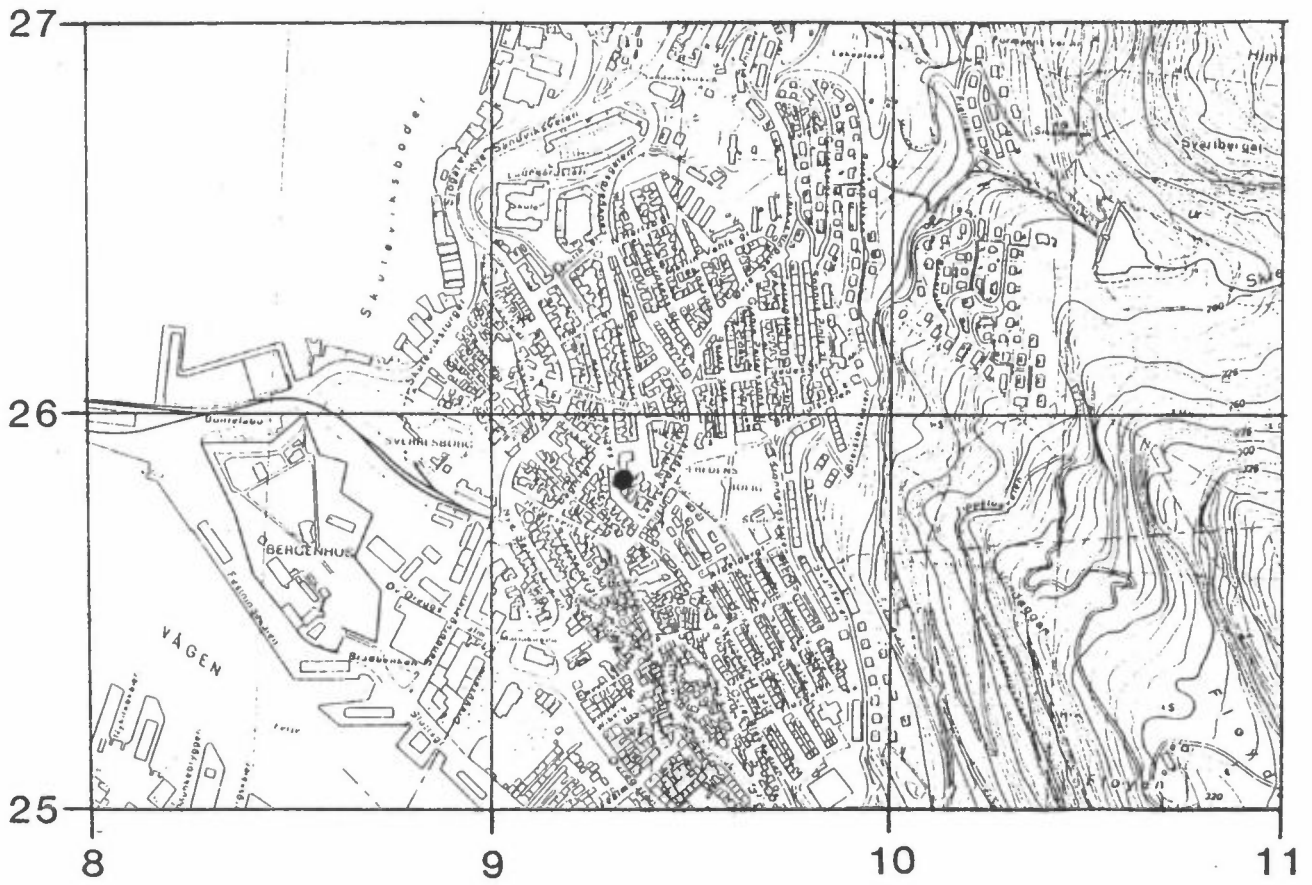
Stasjon A, Nygårdstangen

Stasjon J, Florida

Stasjon 2, CMI

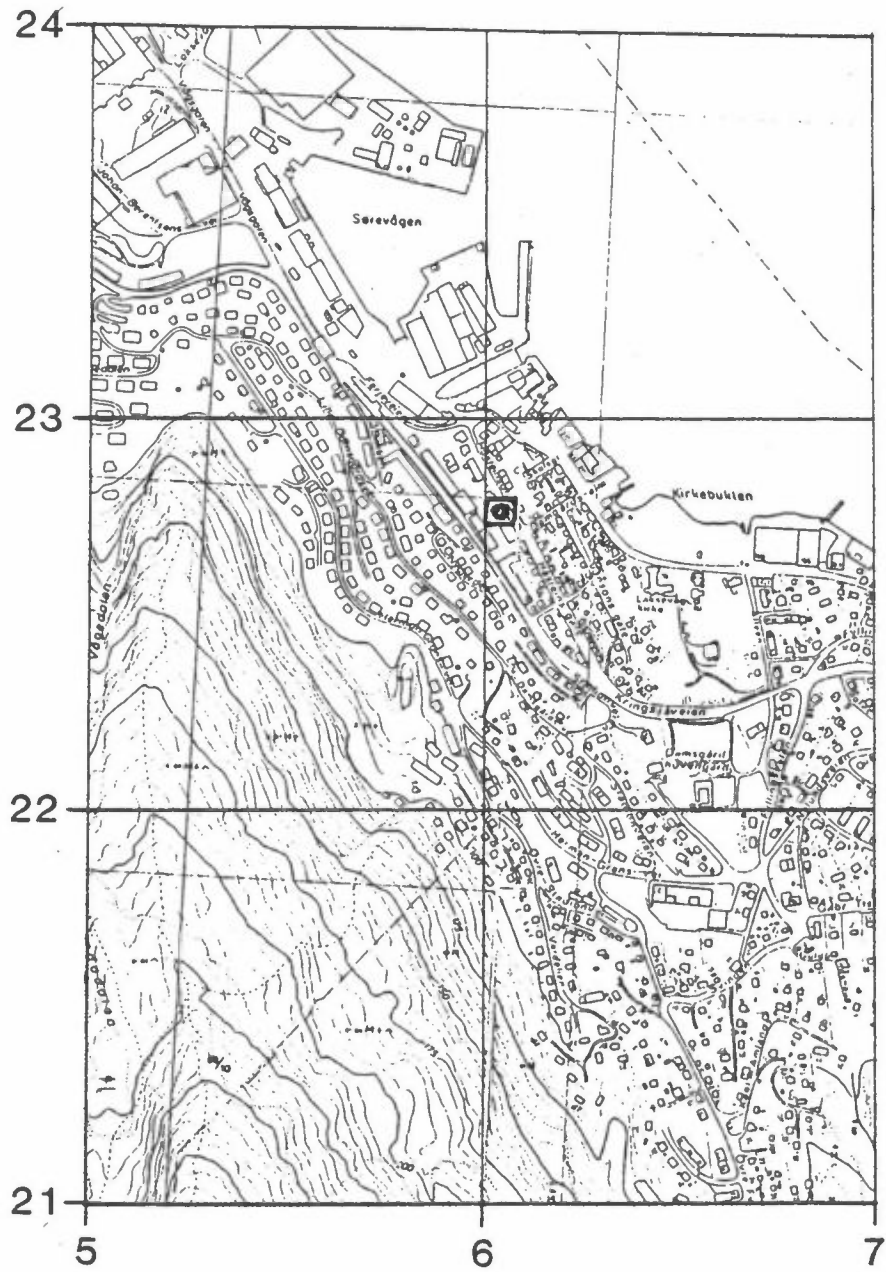


Stasjon 3, SANDVIKEN

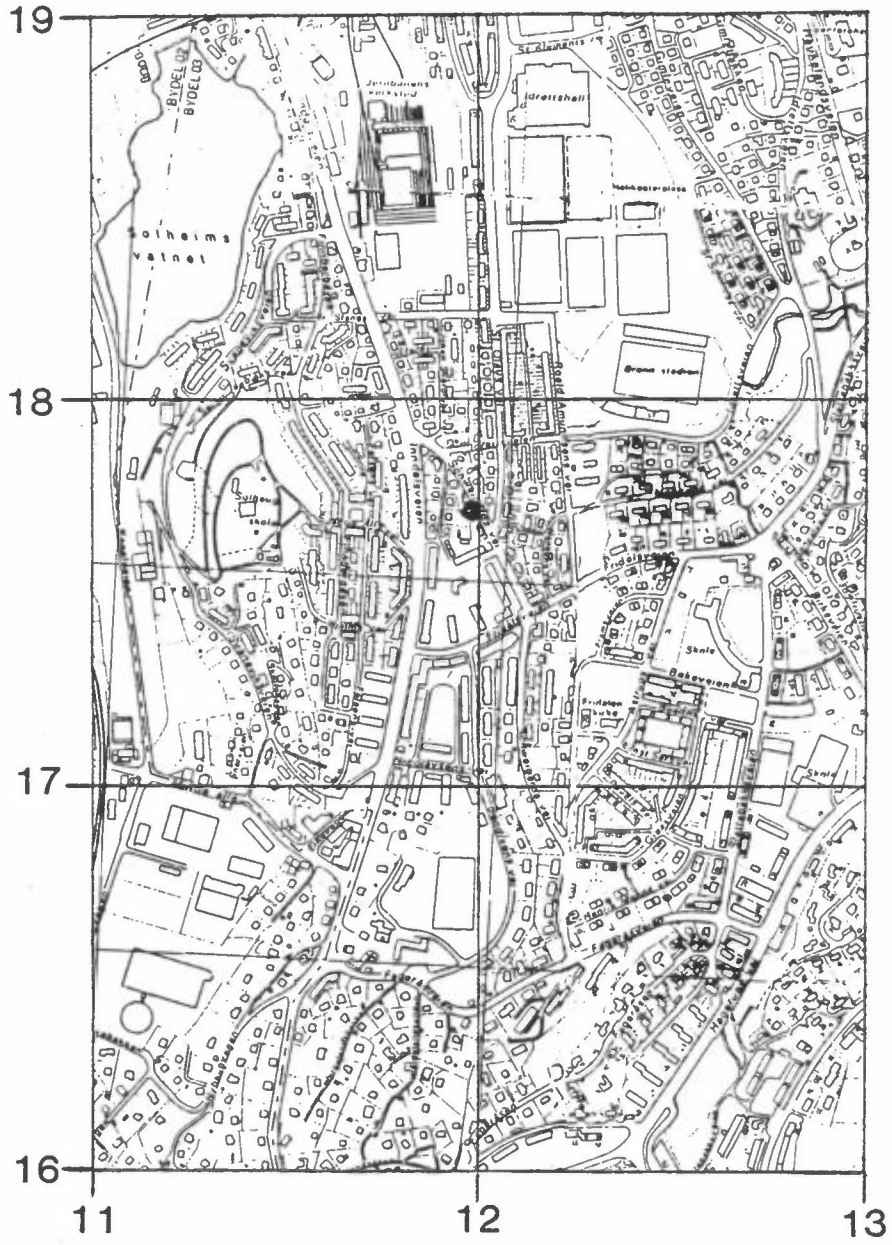


Stasjon 4, LAKSEVÅG

Stasjon C, -"-



Stasjon 5, Minde





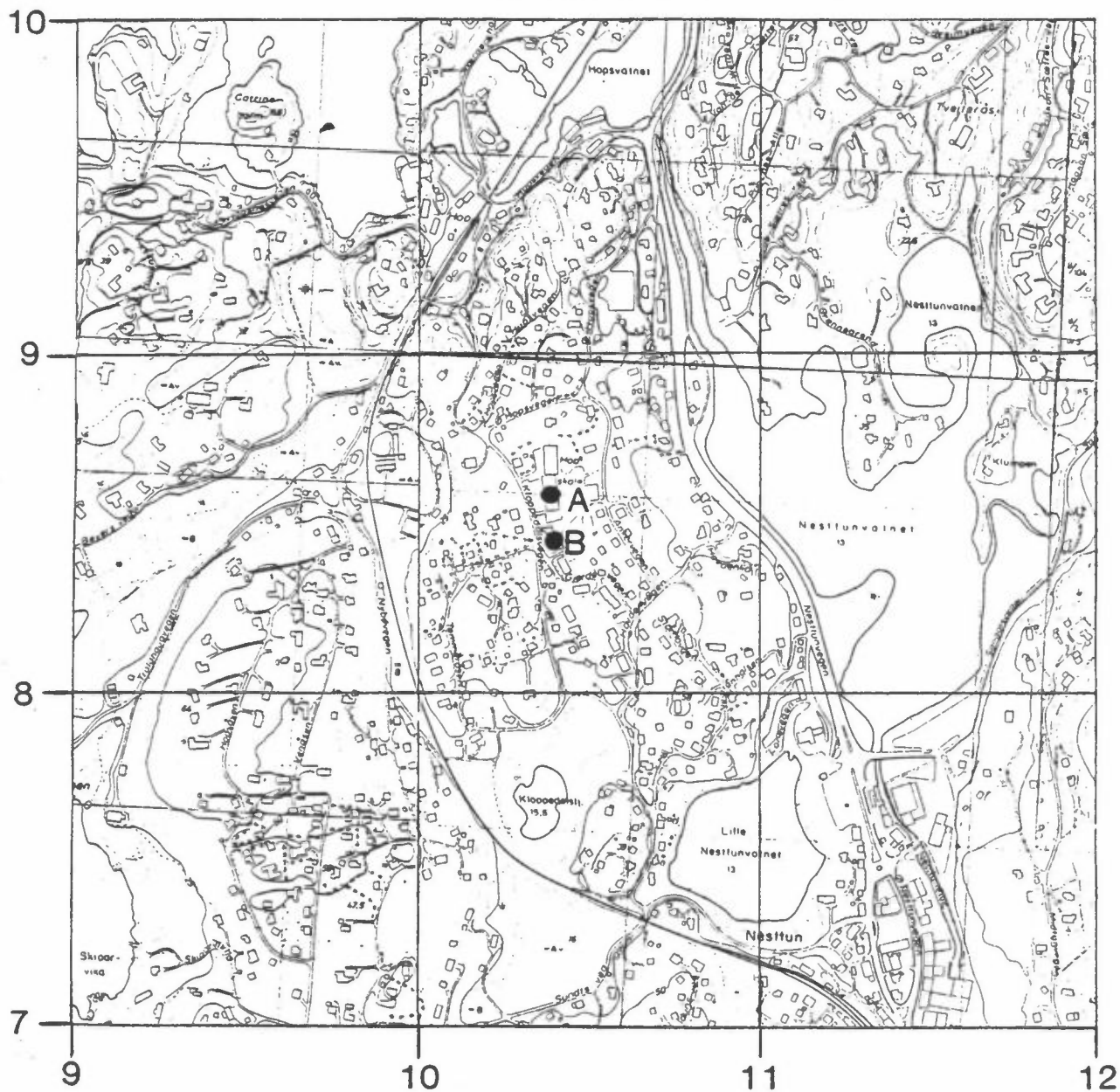
Stasjon 6, Landås



Stasjon 7, Hop skole

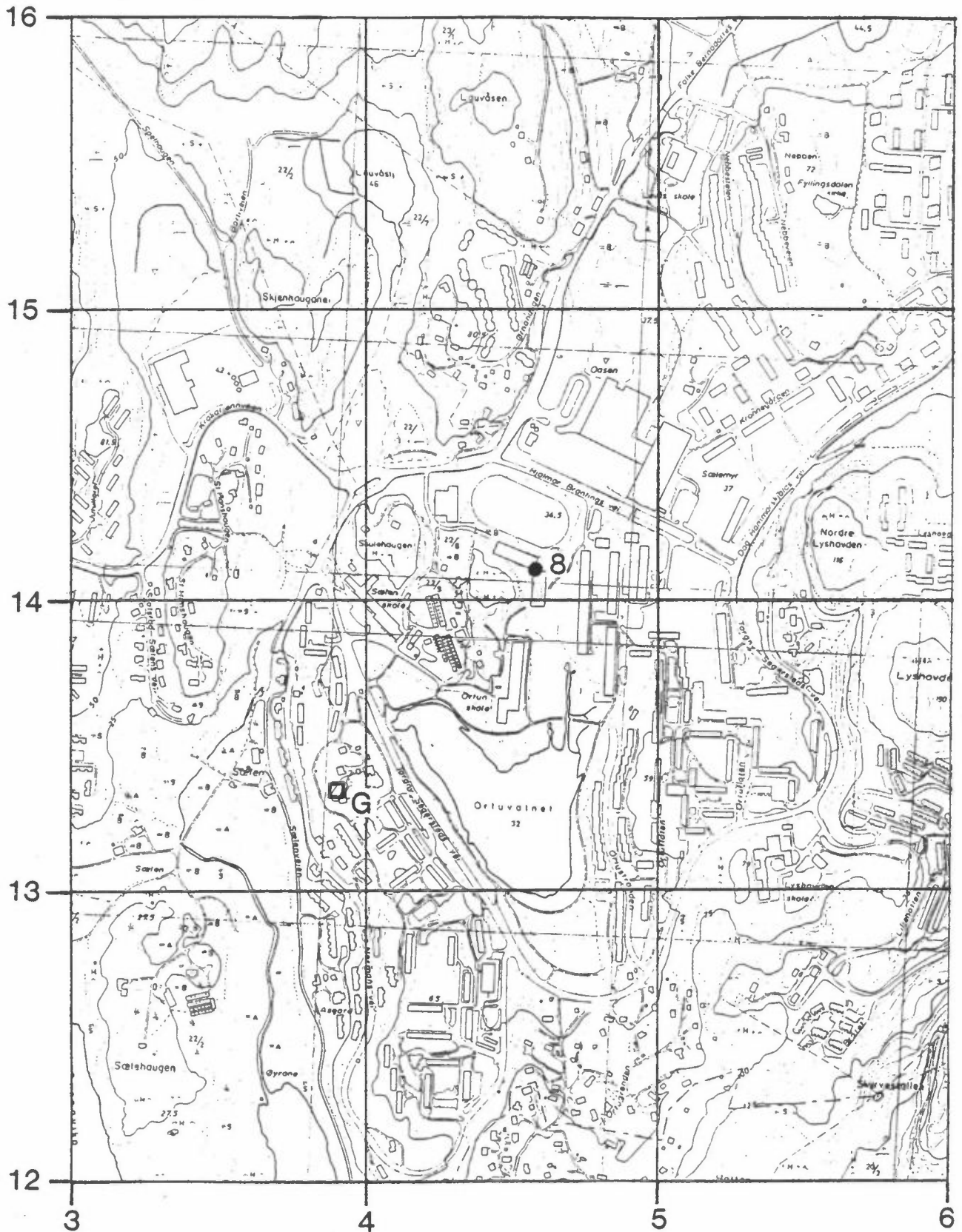
A:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , sot, bly

B: Svevestøv, korrosjon.

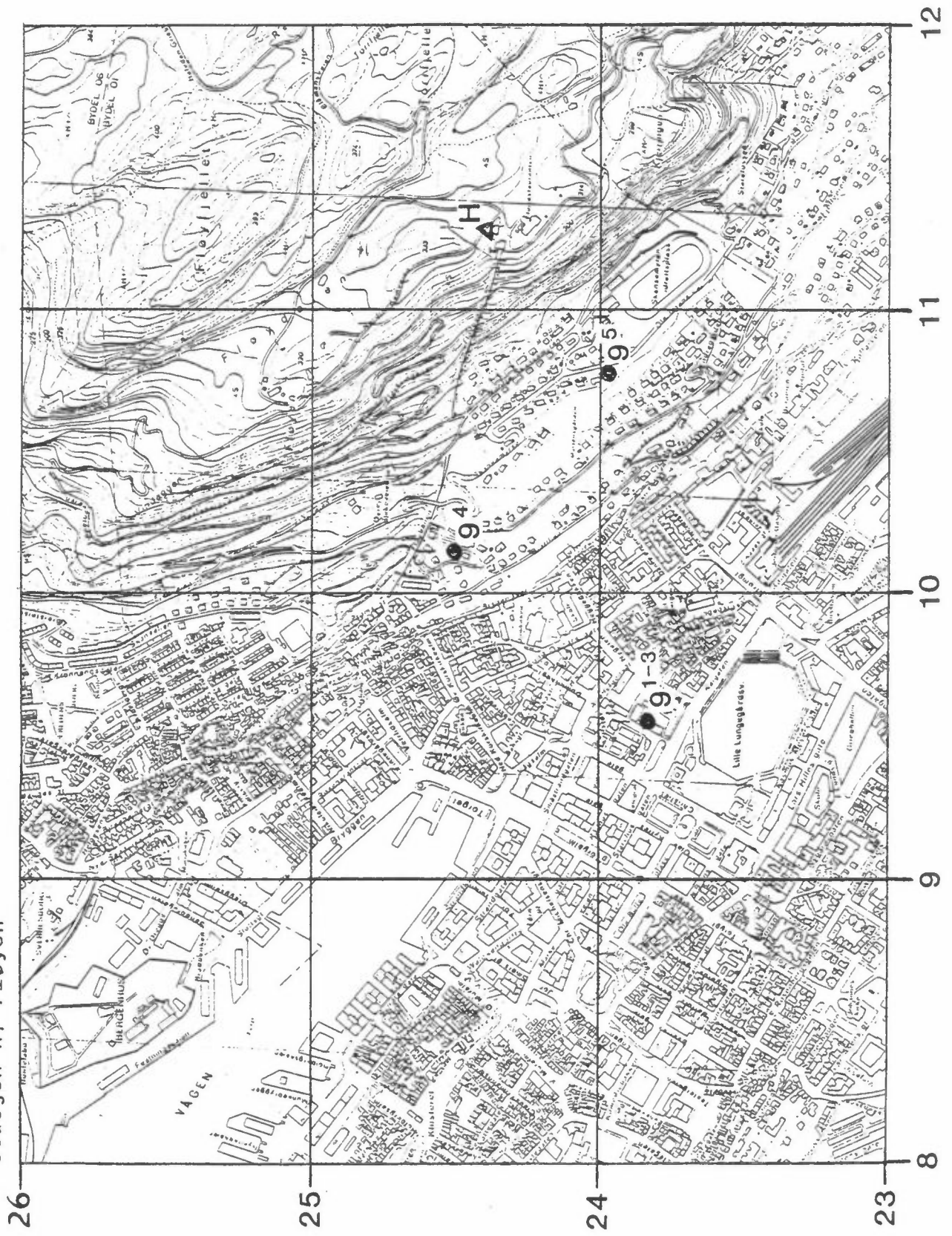


Stasjon 8, Fyllingsdalen

Stasjon G, ---

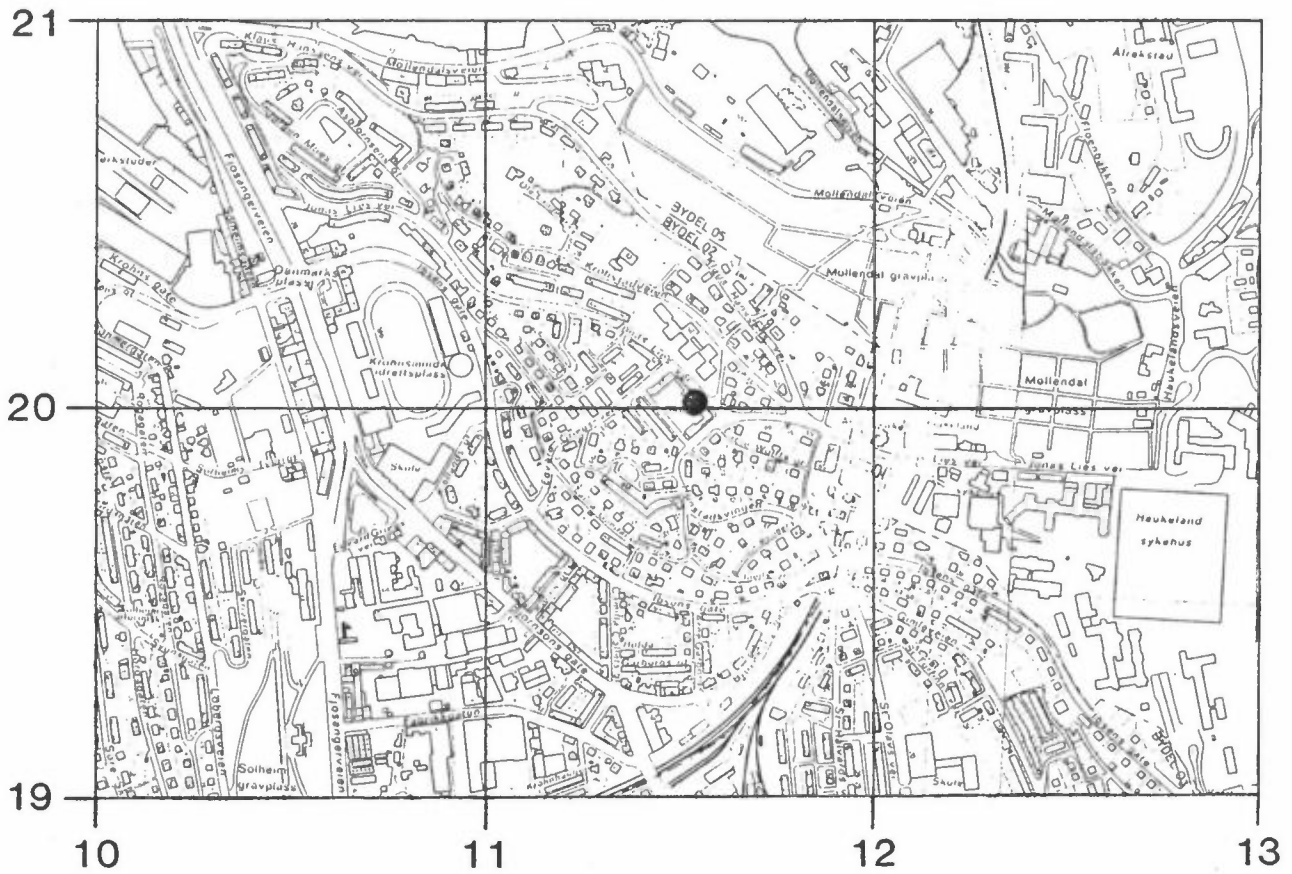


Stasjon 9, Vertikalsnitt 9<sup>1-3</sup> : Rådhuset, 9<sup>4</sup> : Fjellien, 9<sup>5</sup> : Skansemyren  
Stasjon H, Fløyen





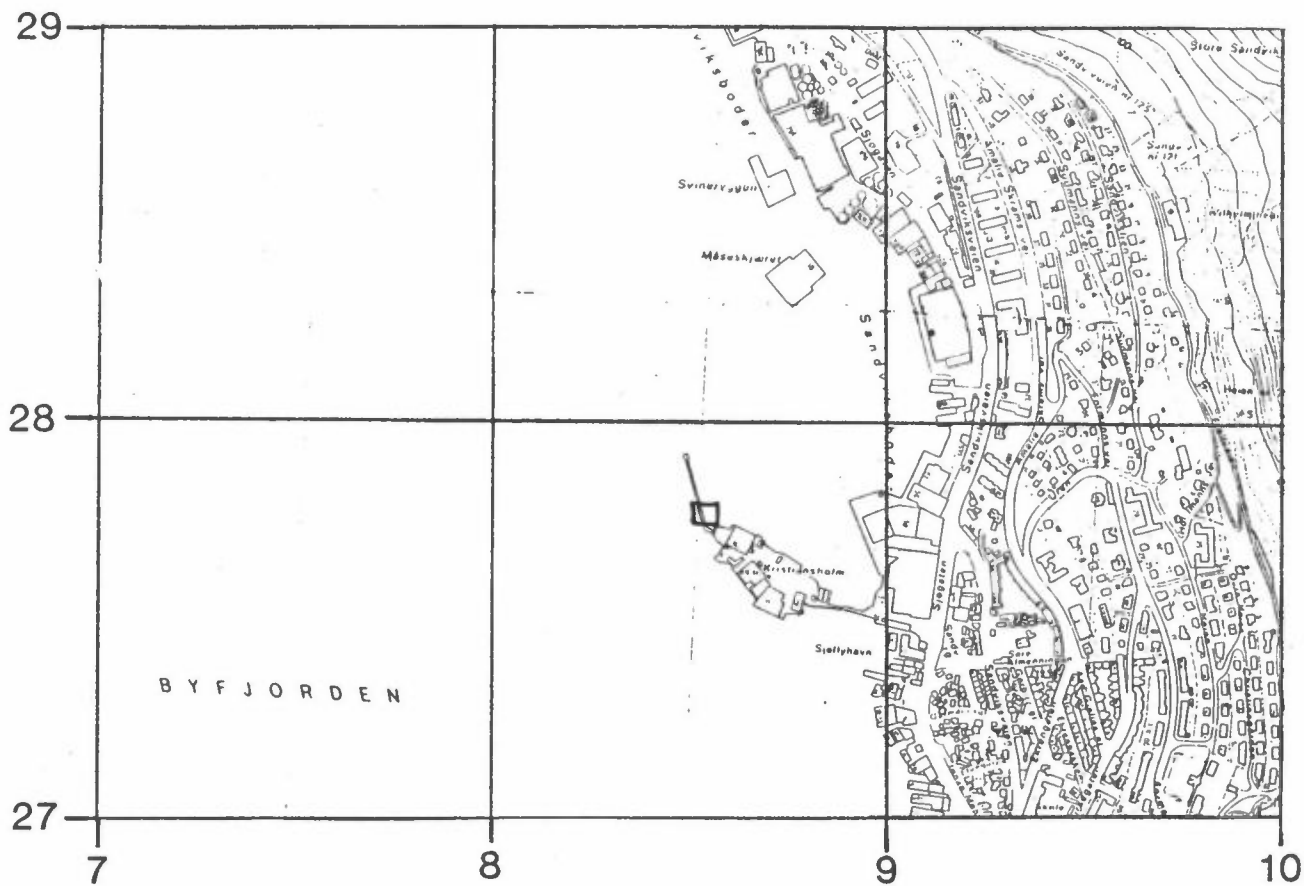
Stasjon 11, Kronstad



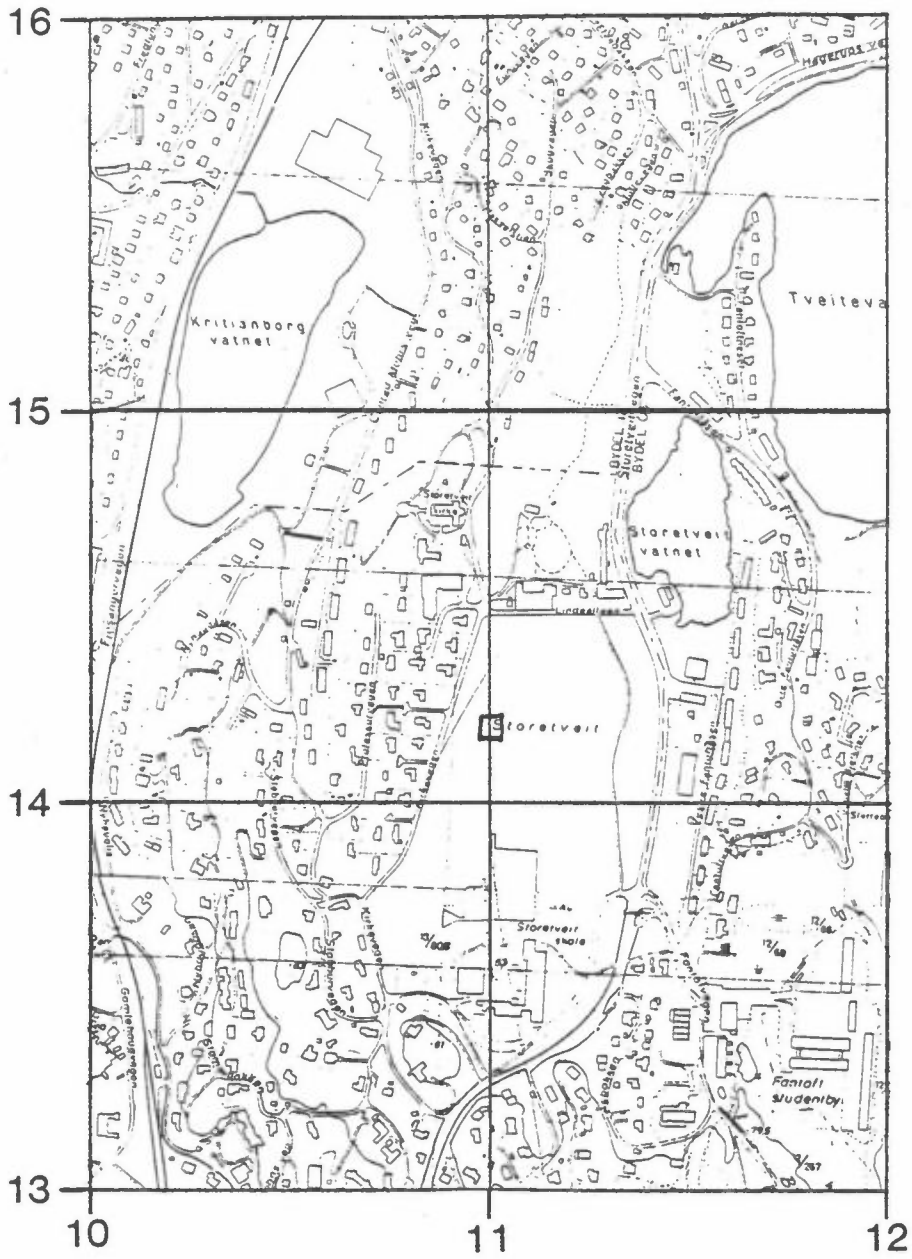
Stasjon 12, Ravneberget



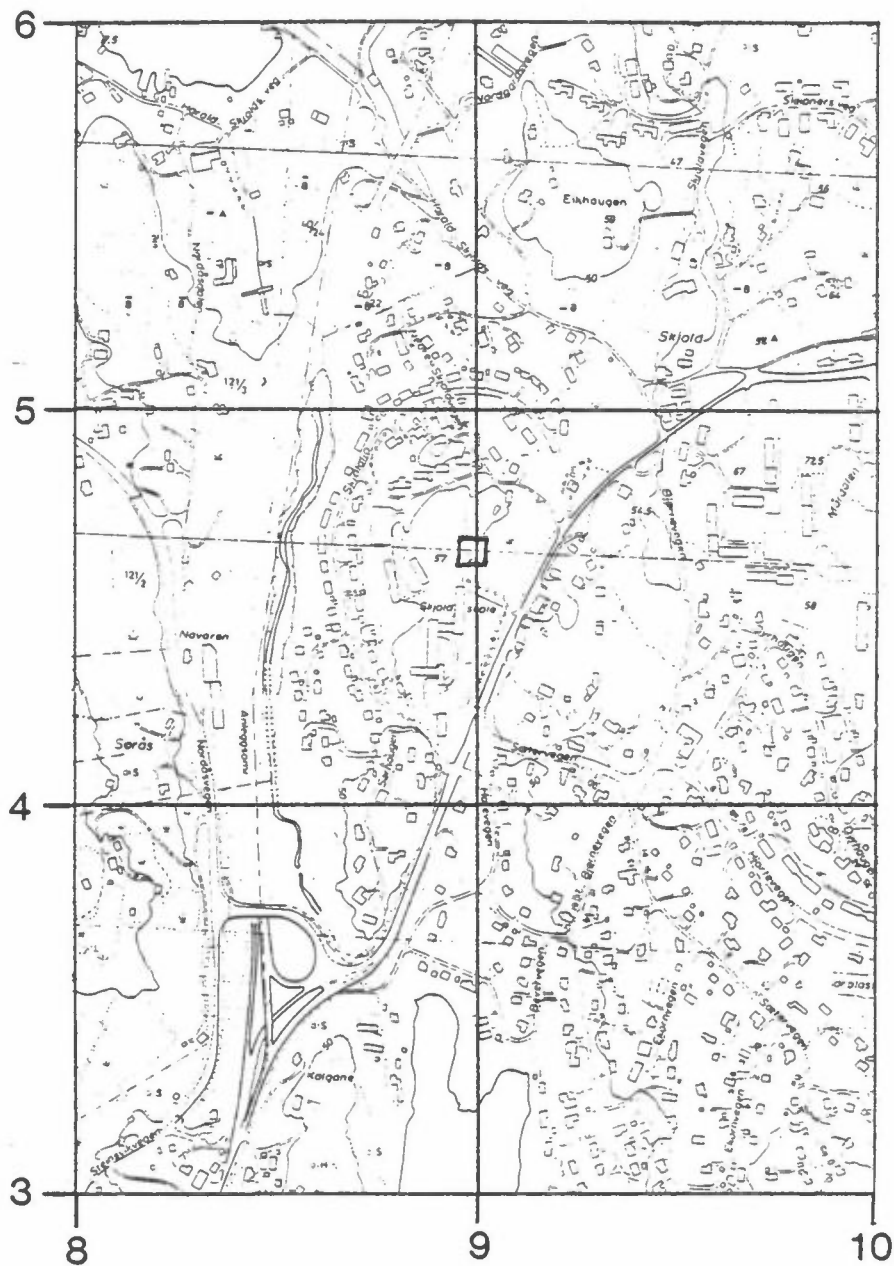
Stasjon B, Sjøflyhavna



Stasjon D. Storetveit

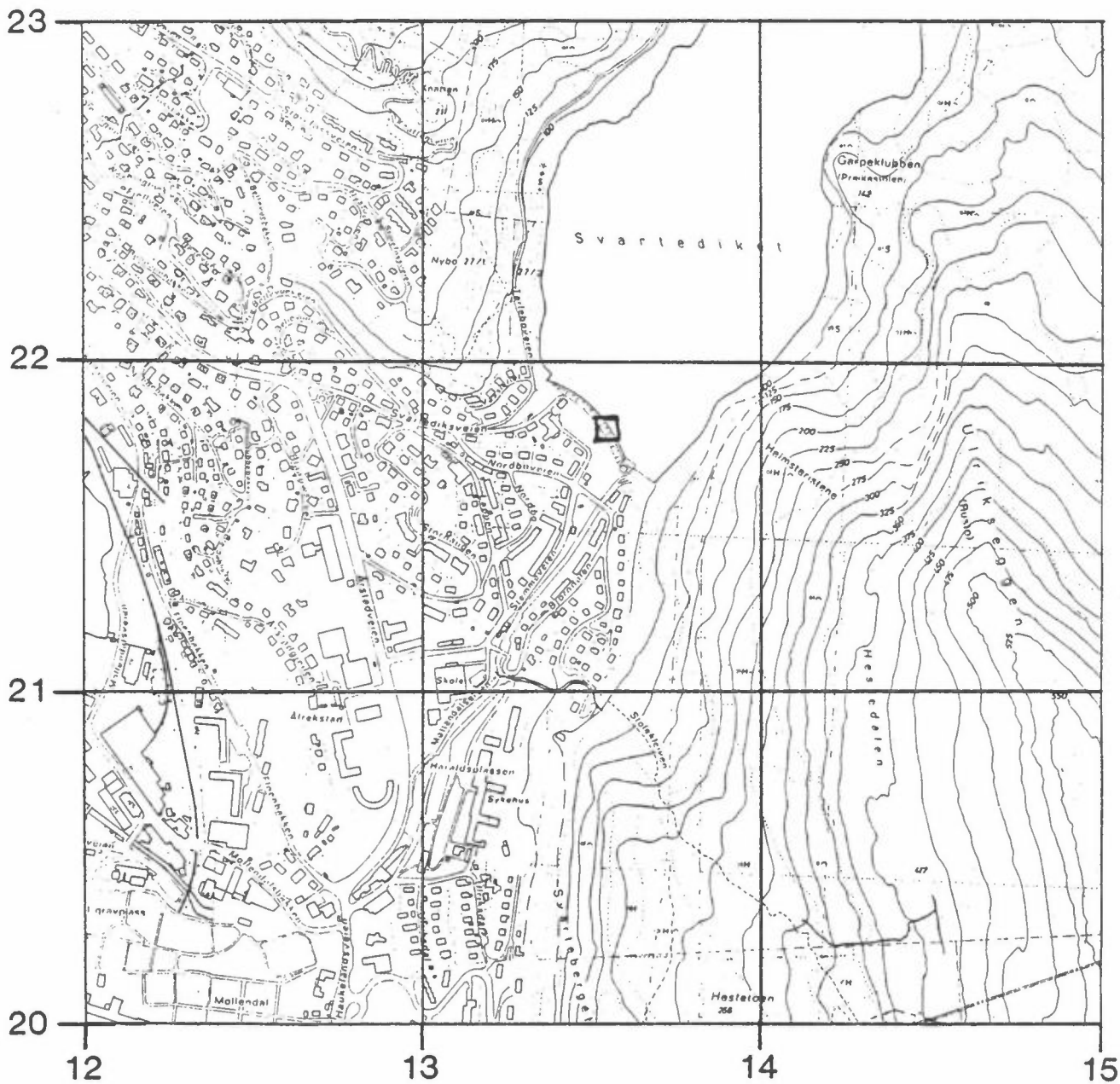


Stasjon E, Skjold

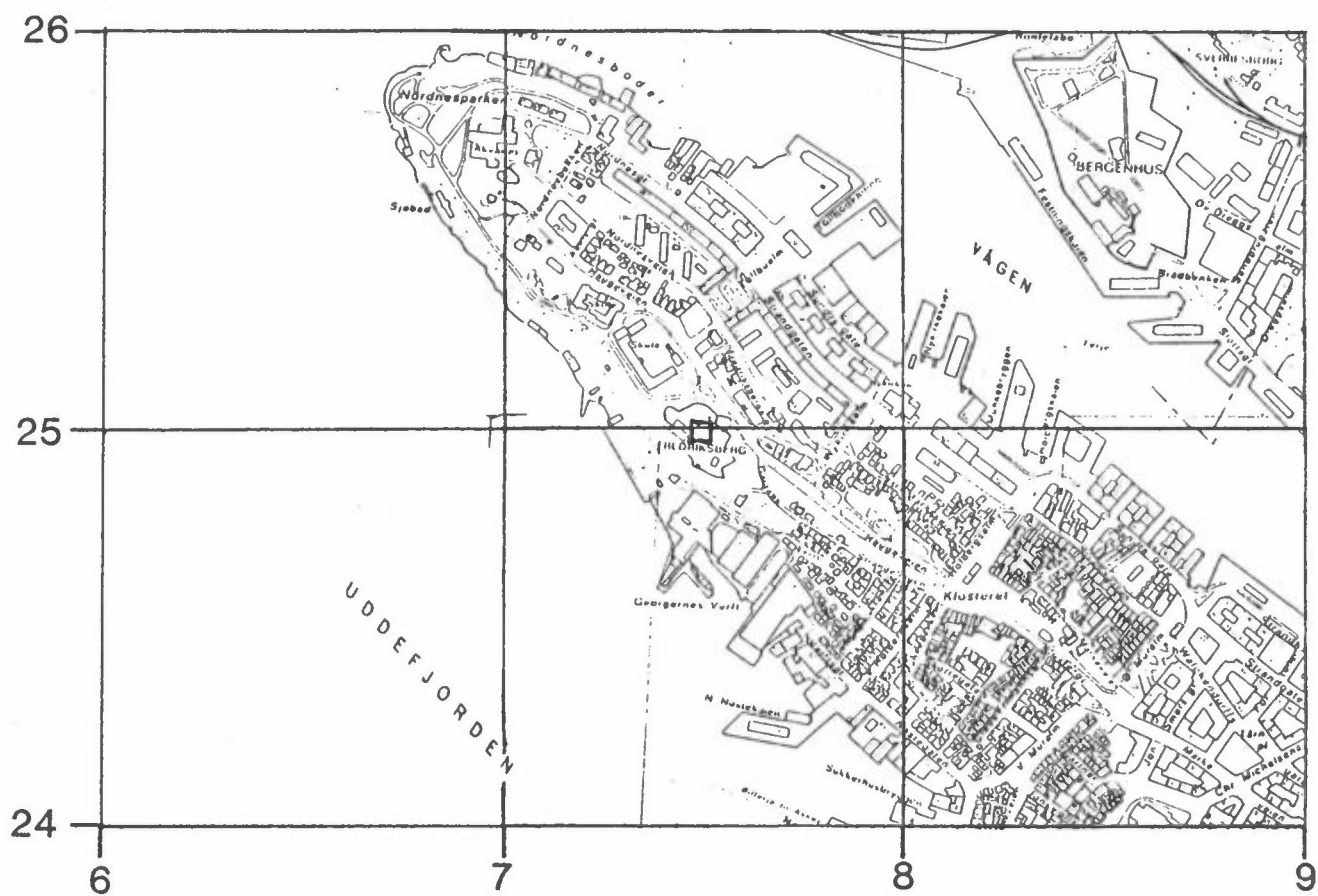




Stasjon F, Svartediket



## Stasjon I, Fredriksberg





**VEDLEGG 2**

Spørreskjema over forurensende utslipp



Følgende 3 spørreskjemaer er vedlagt.

- A: Hovedskjema
- B: Skjema for prosessutslipp
- C: Skjema for større oljefyringsutslipp.

Alle bes fylle ut skjema A.

De som har prosessutslipp bes fylle ut skjema B. (Inkluderer også prosesser med mer eller mindre kontinuerlig bruk av lakk, maling og løsningsmidler (f.eks. renseserier)).

De som har oljeforbruk større enn 500 m<sup>3</sup> (500.000 l) pr år bes fylle ut skjema C.

For skjema B og C er det viktig at man fyller ut et skjema for hvert utslippsted/skorstein ved bedriften. Den enkelte bedrift anmodes om å kopiere opp de aktuelle skjema i det nødvendige antall. Vennligst avmerk utslippstedet eller utslippsområdet på det vedlagte kartet eller på eget mer detaljert kart.

I denne omgang ber vi om data for 1982. Vi vil sannsynligvis komme tilbake med spørsmål om oppdatering for 1983 og eventuelt 1984. Vi ber Dem derfor kopiere de utfylte skjemaer og oppbevare disse, for å lette arbeidet senere.

Ytterligere informasjon om skjemaene og utfyllingen av disse fås ved henvendelse til NILU v/Kari Hoem, Postboks 130, 2001 Lillestrøm, telefon 02/71 41 70, linje 243.

NILU  
Postboks 130, 2001 Lillestrøm

FORTROLIG  
- undergitt taushetsplikt

A: HOVEDSKJEMA side 1 - fylles ut av alle

Firmaets/  
institusjonens navn: \_\_\_\_\_  
Adresse : \_\_\_\_\_  
Bransje : \_\_\_\_\_  
Telefon : \_\_\_\_\_  
Kontaktperson : \_\_\_\_\_

Kort beskrivelse av bedriftens virksomhet: \_\_\_\_\_

Drift av anlegg med forurensende utslipp :

Driftsdager pr år: \_\_\_\_\_ Driftstimer pr døgn: \_\_\_\_\_

Regulære driftsstansperioder: \_\_\_\_\_

Forbruk av brensel og drivstoff i driftsåret 1982:

	Enhet	Mengde	Nyttet til	Leverandør (oljeselskap)
Kull	m <sup>3</sup> eller tonn			
Koks	"			
Flis, ved, trevirke	"			
Bensin*	liter			
Autodiesel*	"			
Fyringsparafin	"			
Fyringsolje nr. 1	"			
Fyringsolje nr. 2	"			
Tung fyringsolje - lavsvovlig	"			
Tung fyringsolje - norm. svovlig	"			
Flytende gass	"			
Andre oljetyper (spesifiser type)	"			

\*Bensin og autodiesel forbrukt ved bedriften  
(på bedriftens område).

A: HOVEDSKJEMA side 2 - fylles ut av alle.

Er det store variasjoner i olje og koksforbruket fra år til år?

Er det montert elektrokjel i tilknytning til fyringsanlegget?

Er det store variasjoner i bruken av elektrokjel fra år til år?

Ja	Nei

I nedenstående tabell fylles i brennstofforbruket for hver måned av året. Det er svært viktig for oss å få oppdelt forbruket på denne måten. Vi henstiller til alle som har slike opplysninger om å fylle ut denne tabellen nøyaktig.

Forbruk av brensel og drivstoff fordelt over året:

		1982												1983		
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	
Kull	m <sup>3</sup> eller tonn															
Koks	"															
Flis, ved, trevirke	"															
Bensin*	liter															
Autodiesel*	"															
Fyringsparafin	"															
Fyringsolje nr. 1	"															
Fyringsolje nr. 2	"															
Tung fyringsolje - lavsvovlig	"															
Tung fyringsolje - norm. svovlig	"															
Flytende gass	"															
Andre oljetyper (spesifiser type)	"															

\* Bensin og autodiesel forbrukt ved bedriften (på bedriftens område).

Avmerk utslippsstedet/området på vedlagte kart (evt. eget kartvedlegg dersom dette måtte passe bedre).



B: PROSESSUTSLIPP - fylles ut av alle som har prosessutslipp  
(et skjema pr utslippsted/skorstein).

Virksomhet: \_\_\_\_\_

Utslippspunktets høyde over bakken: \_\_\_\_\_ m

Skorsteinsdiameter, topp-innvendig: \_\_\_\_\_ cm

Felles skorstein med andre utslipp? Ja/Nei, og i så fall hvilke:  
\_\_\_\_\_

Avgassmengde: \_\_\_\_\_ Nm<sup>3</sup>/h\*, eller avgasshastighet: \_\_\_\_\_ m/s

Avgasstemperatur: \_\_\_\_\_ °C

Prosess/arbeidsoperasjon som forårsaker utslippet: \_\_\_\_\_

Er utslippsdata basert på målinger? Ja/Nei, når? \_\_\_\_\_

Referanser til rapporter om utslippsdata: \_\_\_\_\_

Beskriv evt. tidsvariasjoner i utslippet: \_\_\_\_\_

Renseanlegg, type og effektivitet: \_\_\_\_\_

UTSLIPPSDATA:

Utslippsstoff til luft	Mengde kg/time	Utslippstimer pr år	Merknader

Avmerk utslippstedet/området på vedlagte kart (evt. eget kart-  
vedlegg dersom dette måtte passe bedre).

\* Nm<sup>3</sup>/h: avgassmengde pr time, normalisert til 0°C og 1 atm trykk.

C: OLJEFYRINGSUTSLIPP - fylles ut av alle med totalt oljeforbruk større enn  $500 \text{ m}^3/\text{år}$  (et skjema pr utslippssted/skorstein).

Fyringshensikt (oppvarming, vanndamp-produksjon etc): \_\_\_\_\_

Utslippspunktets høyde over bakken: \_\_\_\_\_ m

Skorsteinsdiameter, topp-innvendig: \_\_\_\_\_ cm

Felles skorstein med andre utslipp? Ja/Nei, og i så fall hvilke: \_\_\_\_\_

Avgassmengde: \_\_\_\_\_  $\text{Nm}^3/\text{h}^*$ , eller avgasshastighet: \_\_\_\_\_ m/s

Avgasstemperatur: \_\_\_\_\_  $^{\circ}\text{C}$

Forbruk av fyringsolje type: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_  $\text{m}^3/\text{år}$ , \_\_\_\_\_ % S-innh.

: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ % S-innh.

: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ % S-innh.

Utslipp av de enkelte forurensningskomponenter samt utslippets tidsvariasjon vil bli beregnet på grunnlag av forbrukstall og utslippsfaktorer, noe som nødvendiggjør følgende tilleggsopplysninger:

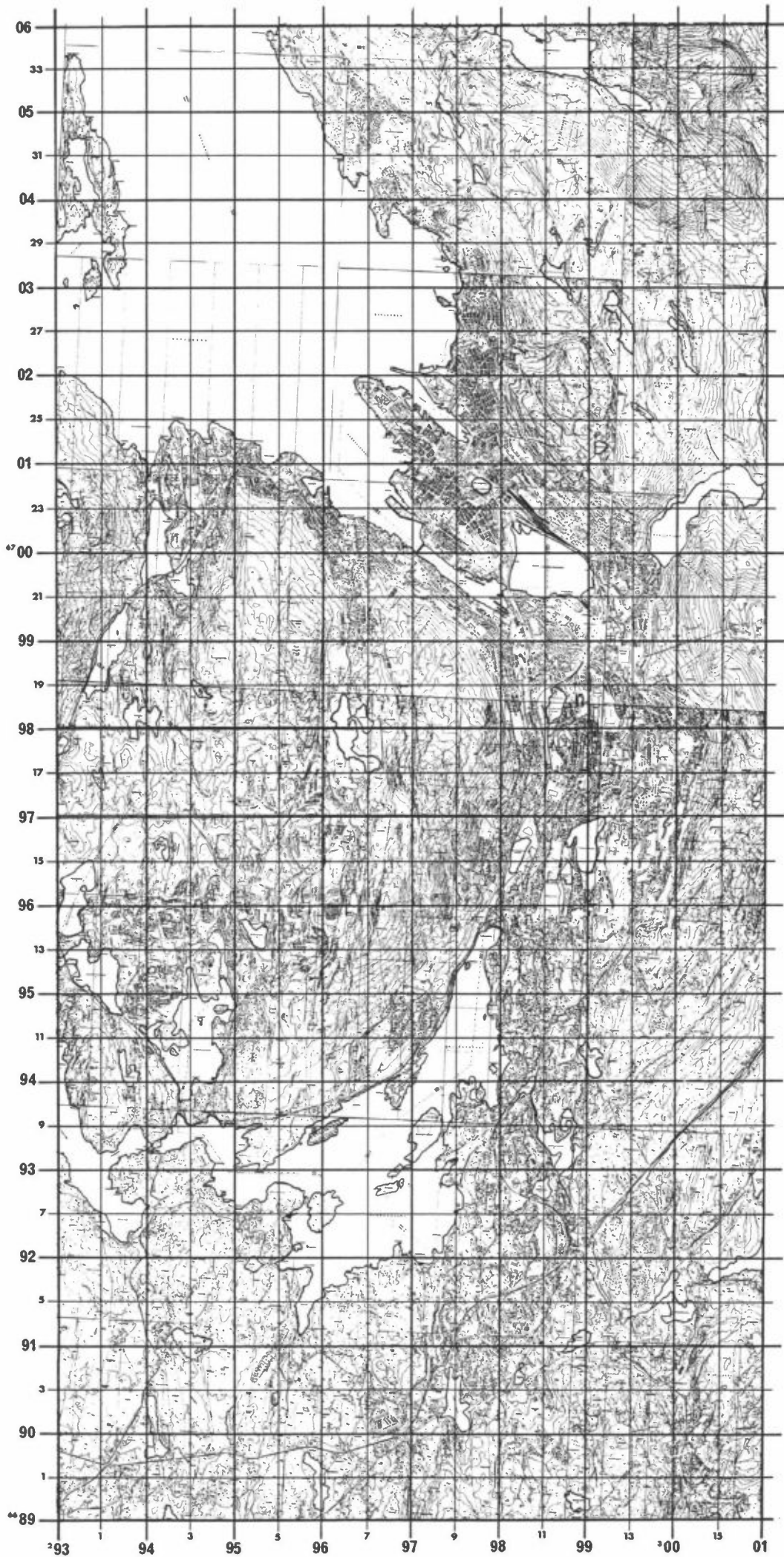
Fyringsforbrukets variasjon over døgnet og året: \_\_\_\_\_

Renseanlegg, type og effektivitet: \_\_\_\_\_

Type fyringsanlegg: \_\_\_\_\_ Kapasitet: \_\_\_\_\_

Avmerk utslippstedet/området på vedlagte kart (evt. eget kart-vedlegg dersom dette måtte passe bedre)

\*  $\text{Nm}^3/\text{h}$ : avgassmengde pr time, normalisert til  $0^{\circ}\text{C}$  og 1 atm trykk





**VEDLEGG 3**

Døgn- og 6-times middelveidier av  
SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, sot, bly og svevestøv.



BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		S02 MIKROGRAM PR KUBIKMETER JANUAR 1983	
STASJON DATO	BERGEN		16 RAYNEBERG
	15 KRONSTAD	16 RAYNEBERG	
1	-	-	4
2	-	-	4
3	-	-	6
4	-	-	7
5	-	-	2
6	5	5	2
7	5	5	4
8	5	5	4
9	4	4	4
10	9	9	3
11	3	3	6
12	7	7	4
13	14	14	3
14	21	21	5
15	13	13	6
16	14	14	8
17	12	12	6
18	14	14	9
19	14	14	3
20	6	6	5
21	8	8	4
22	3	3	4
23	5	5	3
24	6	6	4
25	4	4	4
26	4	4	4
27	3	3	6
28	13	13	8
29	8	8	9
30	22	22	15
31	21	21	10
MIDDEL :	9	9	5
MAX :	22	22	15
MIN :	3	3	1
ANT. OBS. :	26	26	31
ANT. OVER :	0	0	0
100UG/MS :	0	0	0
150UG/MS :	0	0	0





BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		S02 MIKROGRAFI PR KVUINKNEMETER FEBRUAR 1983	
STASJON DATO	BERGEN		16 RAVNEBERG
	15 KRONSTAD	16 RAVNEBERG	
1	8	3	
2	23	11	
3	26	9	
4	12	5	
5	12	14	
6	20	14	
7	28	16	
8	56	20	
9	18	5	
10	13	5	
11	16	7	
12	20	12	
13	14	9	
14	25	8	
15	21	15	
16	29	6	
17	32	27	
18	25	6	
19	10	6	
20	16	6	
21	18	5	
22	15	7	
23	6	8	
24	19	15	
25	40	16	
26	40	15	
27	10	6	
28	29	20	
MIDDEL :	21	11	
MAKS :	56	27	
MIN :	6	3	
ANT. OBS. :	26	26	
ANT. OVER:			
100UG/M3:	0	0	
150UG/M3:	0	0	

BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		S02 MIKROGRAM PR KUBINKHETER MAI 1983	
STASJON	BERGEN		
DATO	DNS	HOP	SKOLE
1	8	3	3
2	15	7	4
3	21	4	4
4	11	4	4
5	11	3	3
6	8	3	4
7	10	4	6
8	15	6	3
9	11	3	3
10	16	3	5
11	11	5	2
12	13	2	3
13	8	3	1
14	10	5	2
15	8	1	2
16	8	2	2
17	9	3	3
18	9	3	1
19	5	3	3
20	8	2	4
21	5	2	4
22	4	9	10
23	9	3	20
24	10	6	11
25	20	3	17
26	11	3	5
27	17	3	7
28	5	3	6
29	5	3	
30	7	3	
31	6	3	
MIDDEL :	10	3	
MAKS :	21	7	
MIN :	4	1	
ANT.OBS.:	31	31	
ANT.OVER:	0	0	
100UG/M3:	0	0	
150UG/M3:	0	0	

BASISUNDERSØKSELSEN I BERGEN		S02: MIKROGRAM PR KUBIKKIEMETER JUNI 1983	
STASJON	BERGEN	1	7
DATA	DNS	HCP	SKOLE
1	8	3	3
2	13	6	6
3	7	4	4
4	4	4	4
5	7	2	2
6	10	2	2
7	7	2	2
8	13	7	7
9	5	2	2
10	5	2	2
11	4	2	2
12	5	2	2
13	6	1	1
14	8	2	2
15	5	2	2
16	7	1	1
17	8	3	3
18	5	2	2
19	4	1	1
20	5	3	3
21	12	2	2
22	6	3	3
23	9	4	4
24	17	3	3
25	5	3	3
26	3	2	2
27	11	4	4
28	8	2	2
29	6	3	3
30	9	3	3
MIDDEL :	7	3	3
MAKS :	17	7	7
MIN :	3	1	1
ANT. OPS. :	30	30	30
ANT. QVTER :	0	0	0
100UG/M3 :	0	0	0
150UG/M3 :	0	0	0





BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		NO2 MIKROGRAM PR KUBIKKILNETER MAI 1983	
STASJON	BERGEN		
DATO	DNS		
1	53		
2	98		
3	64		
4	52		
5	59		
6	74		
7	64		
8	93		
9	64		
10	75		
11	31		
12	27		
13	39		
14	29		
15	30		
16	47		
17	37		
18	45		
19	48		
20	51		
21	34		
22	26		
23	41		
24	40		
25	57		
26	47		
27	58		
28	38		
29	14		
30	48		
31	45		
MIDDEL :	49		
MAKS :	98		
MIN :	14		
ANT. OBS. :	31		
ANT. OVER :	0		
100UG/M3 :	0		
150UG/M3 :	0		

BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		NO2 MIKROGRAM PR KUBIKKEMETER JUNI 1983	
STASJON	BERGEN	1	
DATE	DNS		
1	40		
2	64		
3	39		
4	25		
5	23		
6	39		
7	43		
8	47		
9	51		
10	36		
11	30		
12	21		
13	34		
14	60		
15	37		
16	34		
17	40		
18	44		
19	27		
20	24		
21	42		
22	35		
23	44		
24	28		
25	23		
26	29		
27	38		
28	36		
29	39		
30	44		
MIDDEL :	37		
MAKS :	64		
MIN :	21		
ANT. OBS. :	30		
ANT. OVER :	0		
100UG/HJ :	0		
150UG/HJ :	0		

BASISUNDEROPMÆKSELN I BERGEN		SOT MIKROGRAM FR KUBIKMETER JANUAR 1983												
STASJON DATO	BERGEN		1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13
	DMS	OMI												
1			2											
2			7											
3			4											
4			11											
5			7											
6			18											
7			10											
8	12	8		9						9	8	9	6	6
9	6	9		6						4	15	7	4	4
10	30	14		15				17	14	17	5	14	7	7
11	15	3		8				6	4	8	9	6	0	5
12	48	18		11				9	6	11	13	9	6	6
13	18	18		12				16	7	14	9	14	5	5
14	64	37		27				37	8	36	32	30	13	3
15	17	18		11				13	5	18	14	14	8	6
16	21	17		19				17	10	15	13	13	6	6
17	35	13		16				10	5	15	14	14	6	6
18	18	18		9				9	3	12	14	12	5	6
19	18	17		14				12	6	14	14	13	5	5
20	16	18		5				4	12	12	12	12	4	5
21	18	19		13				11	8	19	17	17	6	6
22	9	6		4				4	4	10	9	8	6	5
23	13	9		9				8	7	10	11	8	8	8
24	19	9		12				11	5	14	13	12	9	6
25	10	9		9				3	5	8	9	6	4	4
26	7	11		10				3	6	9	8	8	4	4
27	12	13		6				5	6	12	8	8	-	-
28	27	19		21				17	14	23	23	20	11	9
29	14	30		1				5	9	9	8	6	2	2
30	20	27		15				3	11	25	22	22	15	13
31	40	21		26				15	14	28	23	20	8	9
MIDDEL :	30	14		12				11	7	15	14	13	6	6
MAKS :	64	37		27				37	14	36	32	30	15	13
MIN :	6	2		1				3	2	4	5	6	0	2
ANT. OBS. :	24	31		24				22	22	24	24	24	24	23
ANT. OVER :	0	0		0				0	0	0	0	0	0	0
100UG/113 :	0	0		0				0	0	0	0	0	0	0
150UG/113 :	0	0		0				0	0	0	0	0	0	0



BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		SOT MIKROGRAM PR KUBIKKNETER JANUAR 1983	
BERGEN			
STASJON	15	16	
DATO	KRONSTAD	RAVNEBERG	
1	-	1	
2	-	2	
3	-	7	
4	-	5	
5	-	5	
6	6	3	
7	4	4	
8	8	3	
9	5	2	
10	21	6	
11	5	5	
12	11	4	
13	13	5	
14	33	5	
15	14	6	
16	18	8	
17	10	6	
18	9	4	
19	7	3	
20	7	3	
21	14	7	
22	7	4	
23	11	9	
24	10	8	
25	5	3	
26	5	7	
27	6	2	
28	23	5	
29	7	3	
30	20	13	
31	32	8	
MIDDEL :	12	5	
MAKS :	33	13	
MIN :	4	1	
ANT. OBS.:	26	31	
ANT. OVER:	0	0	
100UG/M3:	0	0	
150UG/M3:	0	0	



BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		SØT MIKROGRAM PR KUBIKKMETER FEBRUAR 1983	
STASJON DATO	BERGEN		16 RAYNEBERG
	15 KRONSTAD	16 RAYNEBERG	
1	4	1	
2	16	9	
3	27	9	
4	17	11	
5	5	6	
6	16	10	
7	26	12	
8	82	17	
9	23	4	
10	10	4	
11	10	6	
12	32	30	
13	10	6	
14	47	11	
15	37	1	
16	38	12	
17	59	52	
18	48	23	
19	13	6	
20	13	6	
21	25	20	
22	20	11	
23	8	7	
24	22	12	
25	69	21	
26	58	16	
27	11	6	
28	37	13	
MIDDEL :	28	12	
MAKS :	82	52	
MIN :	4	1	
ANT. OBS. :	28	28	
ANT. OVER :			
100UG/M3 :	0	0	
150UG/M3 :	0	0	

BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		SOT		MIKROGRAM PR KUBEKKNMETER MAI 1983	
BERGEN					
STASJON	1	7	10	11	13
DATE	DMS	HOP	SKOLE		
1	11				
2	28	6			
3	22	6			
4	14	6			
5	13	7			
6	11	3			
7	19	8			
8	22	11			
9	13	5			
10	28	10			
11	17	8			
12	9	7			
13	11	2			
14	9	3			
15	11	2			
16	13	4			
17	12	3			
18	17	4			
19	13	6			
20	13	5			
21	8	4			
22	5	2			
23	12	6			
24	14	6			
25	25	11			
26	18	9			
27	27	5			
28	10	2			
29	8	3			
30	13	2			
31	13	4			
MIDDEL :	15	5			
MAKS :	28	11			
MIN :	5	2			
ANT. OBS. :	31	31			
ANT. OVER:	0	0			
100UG/MS:	0	0			
150UG/MS:	0	0			

BASISUNDERSØKSELSEN I BERGEN		SOT MIKROGRAM PR KUBIKKEMETER JUNI 1983				
STASJON DATO	BERGEN					
	1	7	1	7	HOP SKOLE	
1	11	6				
2	16	10				
3	12	2				
4	5	4				
5	4	1				
6	12	5				
7	11	6				
8	15	8				
9	10	3				
10	10	3				
11	9	3				
12	8	2				
13	9	3				
14	12	4				
15	10	4				
16	9	1				
17	12	5				
18	8	5				
19	6	2				
20	9	4				
21	15	4				
22	9	13				
23	12	2				
24	7	2				
25	7	3				
26	12	4				
27	8	6				
28	10	4				
29	10	6				
30	13	9				
MIDDEL :	10	4				
MAKS :	16	13				
MIN :	4	1				
ANT. OBS. :	30	30				
ANT. OVER :						
100UG/M3 :	0	0				
150UG/M3 :	0	0				



BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		BLY MIKROGRAM PR KUBIKKETER MAI 1983	
BERGEN			
STASJON	1		
DATO	DNS		
1	.12		
2	.30		
3	.21		
4	.13		
5	.15		
6	.19		
7	.19		
8	.26		
9	.19		
10	.33		
11	.17		
12	.11		
13	.21		
14	.14		
15	.10		
16	.24		
17	.10		
18	.13		
19	.18		
20	.17		
21	.11		
22	.08		
23	.19		
24	.15		
25	.27		
26	.10		
27	.31		
28	.20		
29	.11		
30	.20		
31	.17		
MIDDEL : .18			
MAKS : .33			
MIN : .08			
ANT. OBS.: 31			
ANT. OVER:			
1UG/M3: 0			
3UG/M3: 0			

BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN BLY MIKROGRAM PR KUBIKKETER JUNI 1983

STASJON DATO	BERGEN 1 DNS
1	.13
2	.22
3	.14
4	.10
5	.07
6	.12
7	.16
8	.18
9	.18
10	.13
11	.14
12	.08
13	.13
14	.21
15	.11
16	.14
17	.16
18	.17
19	.10
20	.12
21	.22
22	.13
23	.18
24	.09
25	.06
26	.14
27	.08
28	.10
29	.10
30	.16
MIDDEL : .13	
MAKS : .22	
MIN : .06	
ANT. OBS.: 30	
ANT. OVER:	
1UG/M3: 0	
JUG/M3: 0	



BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		SVEVESTØV MIKROGRAM PR KUBIKKNETER JANUAR 1983														
STASJON DATO	DNS G5	SANDVIKEN			MINDE			RADHUSET SØR			RADHUSET SØR			15 STOT		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
		SF	STOT	SG	SF	STOT	SG	SF	STOT	SG	SF	STOT	SG	SF	STOT	
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7	10	10	20													
8	9	14	23													
9	12	12	24													
10	10	22	22													
11	10	16	26													
12	5	11	16													
13	4	11	15													
14	22	30	52	5	29	34										
15	4	13	17	4	17	21										
16	4	12	16	4	17	24										
17	8	14	22	6	13	19										
18	20	11	31	14	14	25										
19	10	12	22	7	14	21										
20	9	13	22													
21	12	17	29	11	16	27										
22	15	14	29	13	16	29										
23	14	15	29	8	14	22										
24	18	16	34	11	15	26										
25	16	10	26	13	10	23										
26																
27	14	13	27	14	8	22										
28	5	18	23	3	17	20	2	23	26	4	13	17				
29	4	13	17	4	10	14	4	14	27	4	13	17				
30	8	16	24	5	23	28	4	27	31	4	13	17				
31	7	22	29	4	17	21	4	33	37	4	36	40				
MEDEL :	10	15	25	8	15	23	4	28	31	4	19	23				
MAKS :	22	30	52	14	29	34	4	33	37	4	36	40				
MIN :	4	10	15	3	8	14	2	23	26	4	13	17				
ANT. OBS. :	24	24	24	16	16	16	4	4	4	4	4	4				
ANT. OVER :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
100UG/M3 :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
150UG/M3 :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

BASISUNDERGJELSEN I BERGEN		SVEVESTOV MIKROGRAM PR KUBINKMETER FEBRUAR 1983											
STASJON DATO	DNS		SAHVJINEN			MINDE			HOP SKOLE			12 STOT	
	1 SG	2 SF	3 STOT	4 SG	5 SF	6 STOT	7 SG	8 SF	9 STOT	10 SG	11 SF		
1	11	9	20	4	7	11	1	6	7	1	2	3	
2	7	16	23	7	20	27	4	34	38	1	10	11	
3	5	24	28	6	25	31	1	44	45	1	17	17	
4	4	15	19	4	14	18	3	23	26	1	5	5	
5	3	11	14	3	11	13	14	29	43	4	11	15	
6	16	12	28	3	13	16	14	29	43	4	11	15	
7	41	19	60	8	14	22	40	85	125	7	19	26	
8	67	50	117	19	47	66	59	147	206	20	33	53	
9	28	17	45	9	18	27	1	1	1	4	13	17	
10	4	12	16	9	14	23	1	1	1	0	4	4	
11	20	13	33	7	11	18	1	1	1	3	13	16	
12	25	16	41	13	26	39	1	1	1	2	15	17	
13	2	16	18	2	12	14	1	1	1	2	15	17	
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21	22	
15	9	27	36	9	19	28	4	61	65	1	23	24	
16	12	36	48	9	33	42	3	76	79	1	22	23	
17	17	31	48	14	34	48	6	88	94	5	40	45	
18	1	1	1	1	1	1	5	60	65	4	37	36	
19	7	12	19	6	13	19	11	21	32	11	16	27	
20	27	10	37	8	11	19	11	21	32	11	16	27	
21	31	15	46	10	18	28	11	41	52	9	22	31	
22	1	1	1	1	1	1	5	26	31	3	12	15	
23	24	12	35	13	13	26	12	21	33	7	10	17	
24	37	29	66	27	30	57	32	48	80	20	31	51	
25	35	43	78	19	38	57	60	86	146	21	44	65	
26	34	33	67	21	29	50	34	56	90	9	24	33	
27	23	11	34	13	13	26	34	56	90	9	24	33	
28	26	21	49	8	19	27	43	63	106	14	25	42	
MIDDEL :	21	20	41	10	20	30	19	51	49	7	19	25	
MINST :	67	50	117	27	47	66	60	147	206	21	44	65	
MAX :	2	9	14	2	7	11	1	6	7	0	5	5	
ANT. OPS. :	25	25	25	25	25	25	22	22	22	26	26	28	
ANT. OVER :	0	0	1	0	0	0	0	1	4	0	0	0	
100UG/M3 :	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
150UG/M3 :	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	

BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		RADHUSET SOM			SVEVESTØV MIKROGRAM PR KUBIKKILMETER FEBRUAR 1983		
STASJON DATO	13 SG	14 SF	15 STØT				
1	-	-	-				
2	1	16	17				
3	3	24	27				
4	2	14	16				
5	1	9	10				
6	1	9	10				
7	7	22	29				
8	28	72	105				
9	7	29	36				
10	0	7	7				
11	2	13	15				
12	5	22	27				
13	5	22	27				
14	2	32	34				
15	1	34	35				
16	0	36	36				
17	5	50	55				
18	9	41	50				
19	9	26	35				
20	9	26	35				
21	10	25	35				
22	7	19	26				
23	14	19	33				
24	27	42	69				
25	23	58	81				
26	14	31	45				
27	14	31	45				
28	15	36	51				
MIDDEL :	8	28	37				
MAKS :	28	72	105				
MIN :	0	7	7				
ANT. OBS. :	27	27	27				
ANT. OVER:	0	0	1				
100UG/M3:	0	0	0				
150UG/M3:	0	0	0				



BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN				SVEVESTØV MIKROGRAM PR KUBIKKEMETER JUNI 1983			
STASJON DATO	DNS		2	HOP SKOLE		11	12
	1	SF		10	SF		
	SG	SF	STOT	SG	SF	STOT	STOT
1	7	11	18	3	7	7	10
2	7	17	24	4	13	13	17
3	10	10	20	8	4	4	12
4	8	7	15	5	3	3	8
5	6	5	11	4	3	3	7
6	-	-	-	-	-	-	-
7	12	9	21	5	7	7	12
8	19	30	49	-	27	27	-
9	5	19	24	6	18	18	24
10	8	9	17	6	5	5	11
11	4	11	15	4	8	8	12
12	10	12	22	24	10	10	34
13	13	11	24	8	8	8	16
14	10	14	24	5	9	9	14
15	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	11	5	5	16
17	11	9	20	9	6	6	15
18	4	10	14	4	7	7	11
19	5	10	15	7	8	8	15
20	9	9	18	7	7	7	14
21	15	15	30	12	8	8	20
22	15	12	27	14	9	9	23
23	13	12	25	10	13	13	23
24	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	7	8	8	15
26	9	11	20	8	5	5	13
27	5	9	14	6	5	5	11
28	10	9	19	8	5	5	13
29	9	9	18	6	6	6	12
30	8	11	19	6	9	9	15
MIDDEL :	9	12	21	8	8	8	15
MAKS :	19	30	49	24	27	27	34
MIN :	4	5	11	3	3	3	7
ANT.OBS.:	25	25	25	26	27	27	26
ANT.OVER:	0	0	0	0	0	0	0
100UG/M3:	0	0	0	0	0	0	0
150UG/M3:	0	0	0	0	0	0	0

BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		S02 MIKROGRAM PR KUBIKKETER FEBRUAR 1983													
STASJON	KL	BERGEN													
		1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13		
DATE		ONS	ONI	SANDVIKEN	LAKSEVAG	MINDE	LANDAS	HOP	SKOLE	RADHUS	SM	RADHUS	25NRADHUS	SOMFJELLIEN	SKANSENYR
15.2-16.2	20-02	23	16	21	-	19	25	17	22	26	33	26	33	31	17
16.2	02-08	30	18	36	-	18	14	10	26	30	44	30	44	42	31
16.2	08-14	34	41	34	48	18	45	14	29	32	45	32	45	20	16
16.2	14-20	20	19	17	17	26	18	11	10	20	22	20	22	18	24
16.2-17.2	20-02	32	11	30	15	35	36	16	18	22	-	22	-	15	15
17.2	02-08	38	31	37	34	94	32	16	48	45	49	45	49	34	18
17.2	08-14	40	-	39	38	39	46	31	49	44	35	44	35	38	38
17.2	14-20	38	-	44	27	40	35	28	43	37	30	37	30	38	29
17.2-18.2	20-02	38	-	29	34	43	39	16	43	43	41	43	41	24	22
18.2	02-08	27	-	25	24	25	21	17	26	33	30	33	30	19	18
18.2	08-14	34	-	29	-	25	21	16	45	37	31	37	31	26	26
18.2	14-20	38	-	31	-	26	27	18	43	36	32	36	32	27	29
18.2-19.2	20-02	37	-	37	-	40	60	20	163	40	40	40	40	32	21
19.2	02-08	29	-	22	-	23	26	16	30	22	25	22	25	25	15
MIDDEL :		33	23	32	30	34	32	18	43	33	35	33	35	28	23
MAKS :		40	41	55	48	94	60	31	163	45	49	45	49	42	38
MIN :		20	11	17	15	18	14	10	10	20	22	20	22	15	15
ANT.OBS.:		14	6	15	8	14	14	14	14	14	13	14	13	14	14
ANT.OVER:		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
100UG/M3:		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
150UG/M3:		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		SO <sub>2</sub> MIKROGRAM PR KUBIKKILMETER FEBRUAR 1983		
STASJON DATO	KL	BERGEN		
		15 KRONSTAD	16 RAVNEBERG	16 RAVNEBERG
15.2-16.2	20-02	-	-	-
16.2	02-08	26	-	-
16.2	08-14	29	-	-
16.2	14-20	49	7	7
16.2-17.2	20-02	13	8	8
17.2	02-08	33	8	8
17.2	08-14	42	20	20
17.2	14-20	-	50	50
17.2-18.2	20-02	-	36	36
18.2	02-08	-	28	28
18.2	08-14	-	20	20
18.2	14-20	-	-	-
18.2-19.2	20-02	-	-	-
19.2	02-08	-	-	-
MIDDEL : 32 22				
MAKS : 49 50				
MIN : 13 7				
ANT. OBS.: 6 8				
ANT. OVER:				
100UG/M3: 0 0				
150UG/M3: 0 0				





BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		BERGEN		SOT, MIKROGRAM PR KUBIKKILØMETER FEBRUAR 1983	
STASJON	ML	15	16		
DATA		KRONSTAD	RAVNEBERG		
15.2-16.2	20-02	29	-		
16.2	02-08	5	12		
16.2	08-14	42	12		
16.2	14-20	22	6		
16.2-17.2	20-02	58	16		
17.2	02-08	30	56		
17.2	08-14	-	64		
17.2	14-20	-	64		
17.2-18.2	20-02	-	24		
18.2	02-08	-	-		
18.2	08-14	-	-		
18.2	14-20	-	-		
18.2-19.2	20-02	-	-		
19.2	02-08	-	-		
MIDDEL :		34	32		
MAKS :		58	64		
MIN :		5	6		
ANT. OBS. :		6	8		
ANT. OVER :		0	0		
100UG/H3 :		0	0		
150UG/H3 :		0	0		







**NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)  
NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH**

(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)

POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM (ELVEGT. 52), NORGE

RAPPORRTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTRNR. OR 55/85	ISBN-82-7247-621-5	
DATO Oktober 1985	ANSV. SIGN. <i>S. Larssen</i>	ANT. SIDER 193	PRIS kr 120.00
TITTEL Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Bergen 1983-1985. Datarapport 1983.		PROSJEKTLEDER S. Larssen	
		NILU PROSJEKT NR. 0-8249	
FORFATTER(E)  S. Larssen, K.E. Grønскеi, K. Hoem, S.E. Haagenrud		TILGJENGELIGHET A	
		OPPDRA GSGIVERS REF.	
OPPDRA GSGIVER (NAVN OG ADRESSE)  Statens forurensningstilsyn			
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Luftkvalitet                      Måleresultater                      Bergen			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) I basisundersøkelsen i Bergen skal luftforurensning kartlegges ved hjelp av kartlegging av utslipp, spredningsberegninger og måling av luftkvalitet og meteorologi. Rapporten presenterer målinger for perioden januar-august, samt resultater av utslippskartleggingen for året 1982.			

TITLE Air pollution evaluation in Bergen 1983-1985. Data report 1983
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines)

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