



# Statlig program for forurensningsovervåking

---

Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

---

Deltagende institusjon

NILU

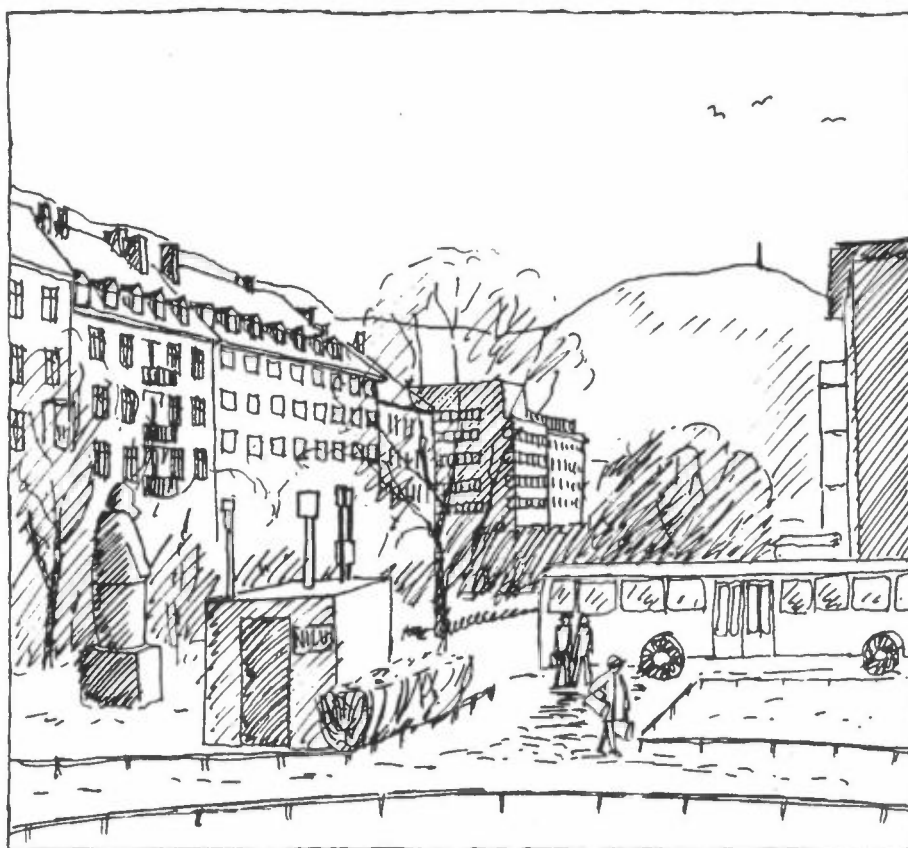
---

## BASISUNDERSØKELSE AV LUFTKVALITETEN I BERGEN, 1983 – 1985

Måleresultater september 1983 – februar 1984

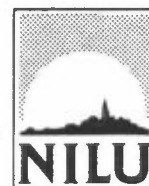
Kartlegging av oljeforbruk 1983

DATA-  
RAPPORT II



Norsk institutt for luftforskning

Postboks 130 – 2001 Lillestrøm



NILU OR : 6/86  
REFERANSE: O-8249  
DATO : JUNI 1986

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

**DATARAPPORT II**

**Måleresultater september 1983 - februar 1984  
Kartlegging av oljeforbruk 1983**

**Steinar Larssen og Kari Hoem**

**NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING  
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM  
NORGE**

ISBN 82-7247-671-1

## FORORD

Etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) har Norsk institutt for luftforskning (NILU) gjennomført en basisundersøkelse av luftkvaliteten i Bergen i perioden 1983-85 som et ledd i Statlig program for forurensningsovervåking.

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

Den foreliggende "Datarapport II" omhandler resultater av målinger av luftkvalitet og meteorologi i perioden september 1983 - februar 1984, samt resultater av arbeidet i 1984 med kartlegging av utslipp og spredningsmodeller.

Datarapport I omhandlet målinger i perioden januar-august 1983 (korrosjon for hele 1983) samt utslippskartlegging i 1983. 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. Johannessen og ing. Bjorheim, som stod for lokal drift av måleprogrammet for luftkvalitet.
- Feiervesenet, Brannseksjonen i Bergen v/feiermester J. 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, v/cand.real. I. Hanssen-Bauer, prosjektansatt ved NILU i tiden desember 1983 - mai 1984, som utførte sondeoppstigninger under forurensningsepisoder vinteren 1983, og stod for lokal drift av det meteorologiske måleprogrammet, og v/hovedfagstudenter Erik Berge og Frode Hassel, som utførte sondeoppstigninger og stod for driften av det meteorologiske måleprogrammet i perioden fra sommeren 1983.

- Hordaland fylkeslaboratorium som utførte alle analyser av døgnprøver av  $\text{SO}_2$  og sot.
- 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 temperaturmålinger på stasjon Florida.

## SAMMENDRAG

Basisundersøkelsen av luftforurensningsforholdene i Bergen bestod i 1984 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 fra oljeselskapene om salg av oljeprodukter, ved opplysninger fra Feiervesenet i Bergen om større fyringsanlegg, ved en spørreundersøkelse til 440 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 1983 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 1983 funnet å være ca.  $67.000 \text{ m}^3$ , hvorav ca.  $48.000 \text{ m}^3$  lettolje, ca.  $3.000 \text{ m}^3$  tungdestillat, ca.  $7.500 \text{ m}^3$  tungolje og ca.  $8.700 \text{ m}^3$  parafin. Arsforbruket av kull og koks er anslått til ca. 5.000 tonn. I tillegg kommer ca.  $63.500 \text{ m}^3$  bensin og ca.  $20.000 \text{ m}^3$  autodiesel. 8 forbrukere hadde et fyringsoljeforbruk større enn  $1.000 \text{ m}^3/\text{år}$ .

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.  $125.000 \text{ m}^3$  i 1978 til ca.  $85.000 \text{ m}^3$  i 1983. Landbasert tungoljeforbruk har variert endel i de siste årene, med ca.  $33.000 \text{ m}^3$  i 1981, ca.  $30.000 \text{ m}^3$  i 1982 og ca.  $37.000 \text{ m}^3$  i 1984. Salget av bensin har økt jevnt de siste årene med ca. 3-5% pr. år, og autodiesel med 1-7% pr. år.

Målinger av luftkvalitet, meteorologiske forhold og korrosjon har fulgt det oppsatte program. Det er innhentet data fra 13 luftkvalitetsstasjoner, 8 meteorologiske stasjoner og 10 korrosjonsstasjoner. 3 av luftkvalitetsstasjonene er faste overvåkingsstasjoner som har vært i drift i mange år, drevet av Bergen ingeniørhøyskole. 2 av de meteorologiske stasjoner er klimastasjoner drevet av Vervarslinga på Vestlandet.

Her rapporteres luftkvalitetsmålinger fra den siste måleperioden november 1983 - februar 1984 og meteorologiske målinger fra perioden september 1983 - februar 1984. Korrosjonsmålingene pågikk i hele 1983.

Værforholdene vinteren 1983/84 var omtrent som normalt, bortsett fra januar 1984 som var kald, med middeltemperatur  $0.1^{\circ}\text{C}$  mot normalt  $1.4^{\circ}\text{C}$  (klimastasjon Florida i Bergen sentrum).

Denne vinteren inntraff flere perioder med kaldt, klart vær og svak vind som førte til episoder med relativt sterk forurensningsgrad i Bergen. Disse episodene inntraff hyppigst i januar. Flere av episodene ble dekket med intensivmålinger av forurensning, samt hyppige sondeoppstigninger med registrering av vertikal temperatur- og vindprofil.

Disse forhold førte til et forurensningsnivå av svoveldioksid ( $\text{SO}_2$ ) i januar 1984 som var vesentlig høyere enn normalt.  $\text{SO}_2$ -nivået var 3 ganger så høyt som i januar 1983, som var  $4^{\circ}\text{C}$  varmere og hadde sterkere vind.  $\text{NO}_2$ -nivået var tilsvarende 1.5 ganger høyere, og nivået av CO, sot og partikler 2-2.5 ganger høyere enn i januar 1983.

Regnet som middelverdi over vinterhalvåret (oktober-mars) var  $\text{SO}_2$ -nivået 1983/84 noe høyere enn i 1982/83, mens sot-nivået var en del høyere enn i 1982/83. Halvårsmiddelverdien av  $\text{SO}_2$  var ved alle målestasjoner lavere enn  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , som er godt under foreslått grenseverdi på  $40-60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . For sot lå halvårsmiddelverdien på stasjonen Minde opp mot  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Grenseverdien for sot er også  $40-60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Halvårsmiddelverdien av  $\text{NO}_2$  var på hovedstasjonen i Teaterparken ca.  $50-60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De andre stasjonene hadde lavere nivå. Grenseverdien her er  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Forurensningsepisodene i desember 1983 og januar 1984 førte til at foreslåtte grenseverdier for døgnmiddelverdi av  $\text{SO}_2$ , sot og  $\text{NO}_2$  ble overskredet i Bergen sentrum og på stasjon Minde. Foreslått nedre grenseverdi,  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ble for  $\text{SO}_2$  overskredet 1-2 dager i januar på ulike stasjoner i området sentrum-Minde. For sot og  $\text{NO}_2$  ble nedre grenseverdi overskredet 3-7 dager i desember-januar. Foreslått øvre grenseverdi på  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ble for sot og  $\text{NO}_2$  overskredet 1-3 dager i januar.

Episodene i perioden 20-25 januar 1984 var de sterkeste i hele undersøkelsesperioden. Høyeste målte døgnverdier var da  $114 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for  $\text{SO}_2$ ,  $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for sot og  $184 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for  $\text{NO}_2$ . De kontinuerlige målingene på hovedstasjonen i Teaterparken ga da maksimale timesmiddelverdier på  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for  $\text{SO}_2$  og  $640 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for  $\text{NO}_2$ . Foreslått grenseverdi for timesmiddelverdi av  $\text{NO}_2$ ,  $200\text{-}350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ble overskredet i hhv. 24 timer over 4 dager (nedre verdi) og 4 timer over 2 dager (øvre verdi).

CO-målingene i Teaterparken ga som resultat at foreslått grenseverdi for 8-timers middelvei,  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ , ble overskredet 5 dager i løpet av desember-januar, med høyeste målte verdi  $17 \text{ mg}/\text{m}^3$ . Høyeste målte timesmiddelverdi var  $23 \text{ mg}/\text{m}^3$ , tett opp mot foreslått grenseverdi på  $25 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

Disse måleresultatene kombinert med resultater av beregning av forurensningsfelt i området basert på spredningsmodeller, danner grunnlaget for å estimere befolkningens eksponering for luftforurensning i Bergen.

Arbeidet med spredningsmodeller har hovedsaklig 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.





## INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD .....	3
SAMMENDRAG .....	5
1 INNLEDNING .....	11
2 GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSEN I 1983/1984 .....	12
2.1 Plan for undersøkelsen .....	12
2.2 Gjennomføring av undersøkelsen .....	17
2.2.1 Måleprogrammet .....	17
2.2.2 Øvrige deler av undersøkelsen .....	20
3 KARTLEGGING AV UTSLIPPENE .....	20
3.1 Forbruk av fyringsoljer i prosjektområdet .....	21
3.2 Oljesalg for prosjektområdet og Hordaland fylke .....	27
3.2.1 Prosjektområdet .....	27
3.2.2 Hordaland fylke .....	28
3.3 Sammenligning av salg og registrert forbruk av olje i prosjektområdet i 1983 .....	29
3.4 Salg og forbruk av bensin og diesel .....	30
3.5 Sjøpelforbrenning .....	38
3.6 Industriprosesser .....	39
3.7 Befolkningsfordeling .....	39
4 MÅLERESULTATER, METEOROLOGI .....	41
4.1 Vindstyrke og temperatur i forhold til normalene .....	41
4.2 Vindforhold i Bergen, september 1983 - februar 1984 .....	44
4.2.1 Vindhastighet .....	44
4.2.2 Vindroser .....	46
4.3 Temperaturforhold i Bergen, september 1983 - februar 1984 .....	49
5 MÅLERESULTATER, LUFTKVALITET .....	52
5.1 Datatilgjengelighet september 1983 - februar 1985 .....	52
5.2 Luftkvaliteten vinteren 1983/84 sammenlignet med vinteren og sommeren 1983 .....	52
5.3 Svoveldioksid, SO <sub>2</sub> .....	56
5.4 Nitrogendioksid, NO <sub>2</sub> .....	62
5.5 Sot .....	67
5.6 Karbonmonoksid, CO .....	71
5.7 Bly .....	73
5.8 Svevestøv .....	76
5.9 Polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH .....	81
5.10 Frekvensfordeling av døgnmiddelverdier av SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , sot og svevestøv .....	86

	Side	
5.11	Forurensningsbelastning på hovedstasjonen (DNS) s.f.a. tid og vindretning .....	90
5.12	Forurensningens variasjon med høyden over bakken .....	96
5.13	Sammenligning av målemetoder for SO <sub>2</sub> og NO <sub>2</sub> .....	97
6	FORURENSNINGSEPISSODER .....	101
7	FORURENSNING LANGS GATE/VEI-NETTET I BERGEN .....	111
7.1	Beregningsmetode .....	111
7.2	Resultater .....	111
8	REFERANSER .....	120
	VEDLEGG 1: Døgn- og 6-timers middelerdier av SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , sot, bly og svevestøv i perioden november 1983 - februar 1984 .....	121
	VEDLEGG 2: Resultater av samtidige målinger av PAH, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , sot, bly og svevestøv på stasjonene Den nasjonale scene og Minde, november 1983 - februar 1984 .....	155
	VEDLEGG 3: Måleresultater PAH, stasjonene Den nasjonale scene og Minde, perioden november 1983 - februar 1984 .....	159
	VEDLEGG 4: Vind- og temperaturprofiler fra sondeoppstigninger fra Marineholmen 17-20 desember 1983 og 20-21 januar 1983	175
	VEDLEGG 5: Samvariasjon mellom vind-stasjoner .....	189

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

**DATARAPPORT II**

Måleresultater september 1983 - februar 1984

**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 egen rapport (Larssen, 1983).

Hovedformålet 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 byområde 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 "Datarapport II" omhandler resultater av målinger i perioden september 1983 - februar 1984, og forøvrig arbeidet med utslippskartlegging i 1984.

"Datarapport I" (Larssen et al., 1985) omhandler målinger i perioden januar - august 1983 og utslippskartlegging for 1983.

## **2 GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSEN I 1983/1984**

### **2.1 PLAN FOR UNDERSØKELSEN**

Framdriftsplanen er gjengitt i figur 1.

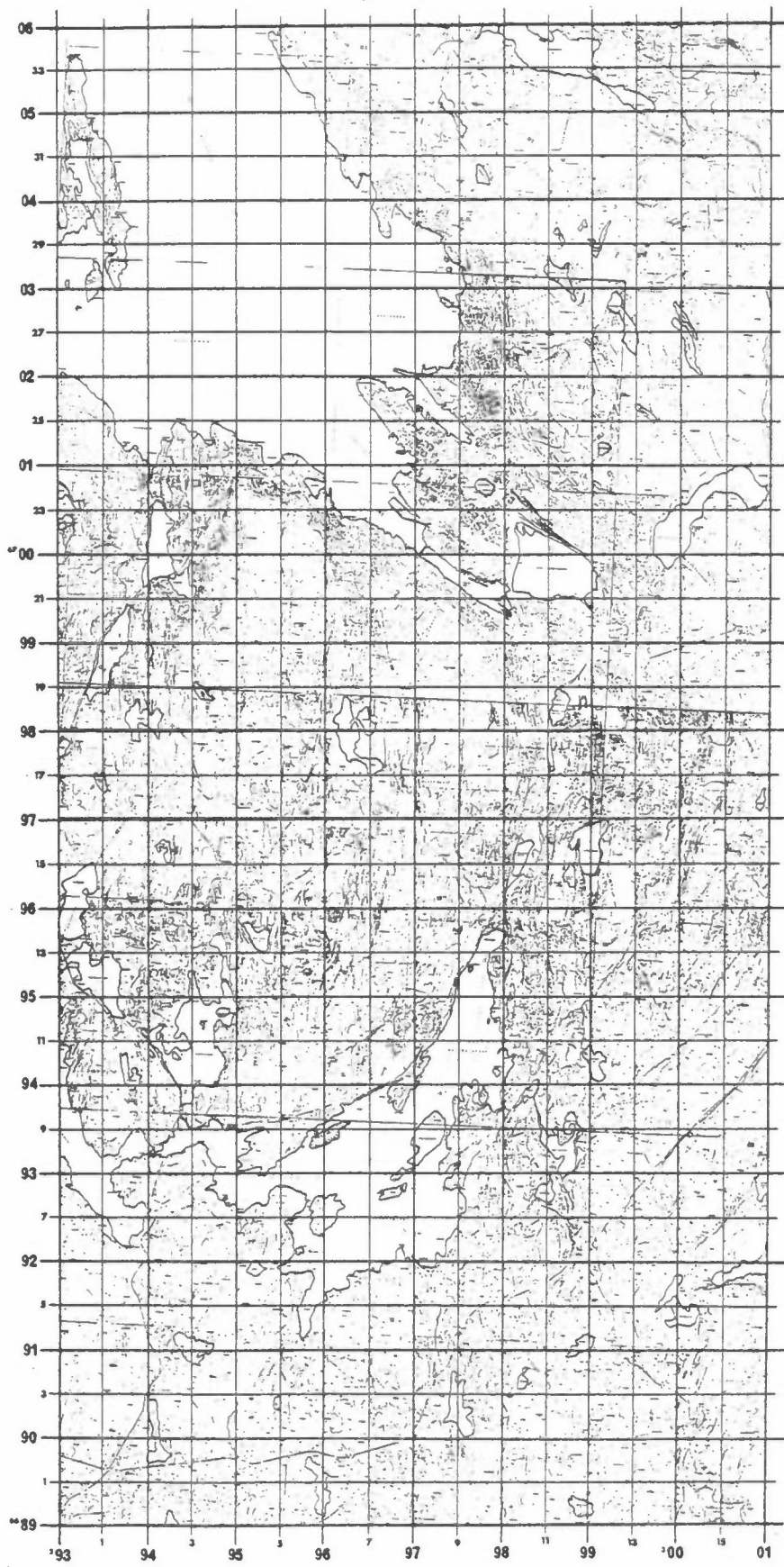
Undersøkelsesområdet er vist i figur 2, med UTM-koordinater angitt. Området er inndelt i 0.5 km x 0.5 km ruter.

Det planlagte måleprogrammet er gjengitt i figur 3 og tabell 1. Innenfor perioden september 1983 - februar 1984 var det planlagt å holde i drift 12 målestasjoner for luftkvalitet, 8 målestasjoner for meteorologi og 9 korrosjonsstasjoner. Av disse var noen stasjoner allerede i drift (Det norske meteorologiske institutt's (DNMI) klimastasjoner samt 3 luftkvalitetsstasjoner som drives av Bergen kommune. Disse stasjoner er ikke inkludert i tabell 1.

På nyopprettede stasjoner var målingene planlagt konsentrert om perioden november-februar.

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

Figur 1: Framdriftsplan for basisundersøkelsen i Bergen.



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. klimastasjon)															
J Florida (nåv. klimastasjon)															

Figur 3: Planlagt måleprogram



Tabell 1: Oversikt over måleprogrammer for luftkvalitet og korrosjon på de enkelte stasjoner.  
<sup>1</sup> vinter 1983.  
<sup>2</sup> vinter 1983/1984.

	Kontinuerlig registrering				Døgnmiddelverdier, hvert døgn					Døgnmiddelverdier hvert 3. <sup>*</sup> eller 6.* døgn			Korrosjon
	SO <sub>2</sub>	NOx	NO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	Sot	Sveve- støv	Bly	Sveve- støv	PAH	Benzen	
1. Hovedstasjon	x	x	x	x	x	x	x	x	x		* <sup>1</sup>	* <sup>1</sup>	x
2. CMI						x			x				x
3. Sandviken					x	x	x	x	x		* <sup>1</sup>		x
4. Laksevåg					x		x		x				x
5. Minde					x	x	x		x	+			x
6. Låndås					x		x		x				x
7. Nesttun					x	x	x		x	+			x
8. Fyllingsdalen					x <sup>2</sup>		x <sup>2</sup>		x <sup>2</sup>	+2			x
9. Vertikalsnitt													
5 m					x <sup>1</sup>	x <sup>1</sup>	x <sup>1</sup>		x <sup>1</sup>				
25 m					x		x		x				
50 m					x <sup>1</sup>		x <sup>1</sup>	x <sup>1</sup>	x <sup>1</sup>				
100 m					x <sup>1</sup>	x <sup>1</sup>	x <sup>1</sup>		x <sup>1</sup>				
150 m					x <sup>1</sup>		x <sup>1</sup>		x <sup>1</sup>				
10. Bakgrunnstasjon					x	x	x		x				x

## 2.2 GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSEN

### 2.2.1 Måleprogrammet

Følgende målestasjoner var i drift:

Nr.	Stasjonsnavn	Parametre	M.o.h.	M.o.b.
<u>Luftkvalitet</u>				
1.	Den nasjonale scene (DNS)	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, Pb, sot, svevestøv, PAH	10	2
2.	CMI	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , sot, Pb	25	20
3.	Sandviken	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , sot, Pb	30	2
4.	Laksevåg	SO <sub>2</sub> , sot, Pb	30	10
5.	Minde	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , sot, Pb, svevestøv, PAH	35	2
6.	Landås	SO <sub>2</sub> , sot, Pb	50	2
7.	Hop skole	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , sot, Pb	35	2
8.	Fyllingsdalen	SO <sub>2</sub> , sot, Pb	40	10
9.	"Vertikalsnitt"			
	91 Rådhuset 5 m	SO <sub>2</sub> , sot (bare i februar)	10	5
	92 Rådhuset 25 m	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , sot, Pb	30	25
	93 Rådhuset 50 m	SO <sub>2</sub> , sot (bare i februar)	55	50
11.	Kronstad	SO <sub>2</sub> , sot, Pb	45	5
12.	Ravneberget	SO <sub>2</sub> , sot, Pb	175	5

M.o.h.: Målepunktets høyde over havet (ca.)

M.o.b.: " " " bakken (ca.)

Nr. Stasjonsnavn	Parametre	M.o.h.
<u>Meteorologi</u> (høyde over bakken i parentes)		
(VH, VR, T, RH: vindhastighet, vindretning, temperatur, relativ fuktighet)		
A. Nygårdstangen	VH og VR (10), T (2)	12
C. Laksevåg	VH og VR (20)	40
D. Storetveit	VH og VR (10)	65
E. Skjold	VH (36,10), VR (36), gust (36) T (10,2), $\Delta T$ (36-10), turbulens (36), RH (2)	65/90
F. Svartediket	VH og VR (10), T (2)	85
G. Fyllingsdalen	VH og VR (10), T (2)	60
H. Fløyen	T (2)	320
<u>Klimastasjoner</u> (DNMI)		
I. Fredriksberg	bl.a. VH (19,12), VR (19,12), gust (19), T (12,2), RH (2), nedbør	40/50
J. Florida	bl.a. VH og VR (45), T (2,30,41)	15-60
K. Flesland	bl.a. VH og VR (10)	60
<u>Korrosjonsstasjoner</u>		

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

I tillegg til de meteorologiske målingene på faste stasjoner ble det under forurensningsepisoder i desember, januar og februar utført en rekke sondeoppstigninger med målinger av vind og temperatur opp til ca. 400 meter over bakken. Sondeoppstigningene ble utført ved Marineholmen.

Luftkvalitetsstasjonene 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 i så fall 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.

Detaljerte kart av stasjonsplasseringene er vist i vedlegg i Datarapport I (Larssen et al., 1985).

Tilgjengeligheten av data fra målingene av henholdsvis luftkvalitet og meteorologi er vist i tabell 8 (side 43) og tabell 12 (side 64).

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

1. Blyanalyser ble bare utført for januar 1984. (I tillegg er bly analysert på CMI for februar 1984, som en del av den landsomfattende rutineovervåkingen.)
2. PAH-prøvetaking og -analyser ble utført denne vinteren i stedet for i januar-februar 1983.
3. Svevestøv ble ikke målt i Fyllingsdalen. I stedet ble en ekstra periode med målinger av svevestøv gjennomført i mars-april 1984, for å få prøver fra den periode da støvplagen erfaringsmessig er størst i Bergen, på grunn av oppvirvlet og vindblåst veistøv fra tørre veier.
4. Bakgrunnstasjonen som var planlagt på Sotra ble ikke satt i drift.

### 2.2.2 Øvrige deler av undersøkelsen

Kartlegging av forbruk av oljeprodukter samt utslipp fra andre kilder for året 1983, ble utført i løpet av 1984. Hoveddelen av dette arbeidet omfattet en ny spørreskjemarunde (første runde foregikk i 1983 med spørsmål om utslipp i 1982). Nye opplysninger fra oljeselskapene om salg av oljeprodukter ble også innhentet. Resultatene av dette arbeidet er beskrevet i kapittel 3.

Arbeidet vedrørende utvikling og modifisering av spredningsmodeller for bruk i Bergen ble fortsatt i 1984. Hovedsakelig ble det arbeidet med utvikling av en mesoskala vind- og turbulensmodell for beregning av spredning og forurensning i områder med komplisert topografi. Den er planlagt anvendt på beregning av forurensningen i Bergen under episoder med svak vind og sterk forurensning. Arbeidet med spredningsmodeller og spredningsberegninger vil bli rapportert i en egen delrapport.

Resultater av beregninger av forurensningsnivået langs gate-/veinettet i Bergen, som ble utført i 1983, presenteres i kapittel 7 i den foreliggende rapport.

## **3 KARTLEGGING AV UTSLIPPENE**

Som grunnlag for å kartlegge forurensende utslipp til luft, er forbruket av oljeprodukter og kull/koks samt industriprosesser og søppelforbrenning kartlagt over hele prosjektområdet (8 x 17 km<sup>2</sup>, oppløsning: 500 x 500 m ruter). Forbruk av ved til fyring er ikke kartlagt.

Forbruksdata for oljeprodukter er skaffet til veie gjennom egne spørreundersøkelser og opplysninger fra Feiervesenet, Bergen Lysverker og oljeselskapene. For å sammenligne forbrukets variasjon fra år til år er det foretatt spørreundersøkelser to år på rad. Forbruket av oljeprodukter sank fra 1982 til 1983, noe også salgstallene viste. Differansen mellom salg og registrert forbruk blir fordelt etter befolkningstettheten.

Biltrafikkens bidrag til luftforurensninger beregnes ut fra veilengder og årsdøgntrafikk (ADT) innenfor hver rute. For veilengder uten ADT-tall blir bidraget beregnet ut fra salgstall for bensin og diesel og befolkningstettheten.

### 3.1 FORBRUK AV FYRINGSOLJER I PROSJEKTOMRADET

Tidligere er det samlet inn forbrukstall og utarbeidet en utslippsoversikt for 1982 (Larssen et.al., 1985). For å få undersøkt variasjonen i forbruket fra år til år, ble det foretatt en ny spørreundersøkelse for 1983. Utsendelsen av spørreskjemaene ble basert på adresser fra alle tidligere innsamlinger av forbrukstall (Feiervesenet, Bergen Lysverker og tidligere besvarte spørreskjemaer). I alt ble det sendt ut 440 spørreskjemaer hvorav 330 ble besvart. Det ble spurt etter de samme opplysningene som for året før (brenselforbruk, drivstofforbruk og prosessutslipp). Ved å se på forbruket til de som hadde oppgitt at fyringsoljen ble brukt til oppvarming av hus og varmtvann, viste det seg å være en gjennomsnittlig reduksjon på ca 4% fra 1982 til 1983.

Denne reduksjon ble også beregnet for de forbrukere innen samme kategori som ikke svarte (25 stk). For de resterende ubesvarte anleggene (ca 80 stk) ble forbruket for 1983 satt lik tidligere data. Dette gir ikke så stor feil, da de fleste tidligere opplysningene fra disse anleggene kommer fra Bergen Lysverker og egentlig gjelder for fyringssesongen 1982/83. Dette gir da forbrukstall for 1983 som vist i tabell 2.

Tabell 2: Forbruk av fyringsoljer fordelt på areal- og punktkilder for 1982 og 1983 (m<sup>3</sup>/år).

Fyringsoljetype*		1+2	3A+4A	6LS	6NS
1982	Arealkilder	29.871	348	100	-
	Punktkilder	8.847	4.371	7.168	1.054
		38.718	4.719	7.268	1.054
1983	Arealkilder	26.828	120	91	-
	Punktkilder	9.038	2.293	6.450	960
		35.866	2.413	6.541	960

\*Fyringsolje 1 og 2 : Lettoljer

Fyringsolje 3A og 4A: Tungdestillat

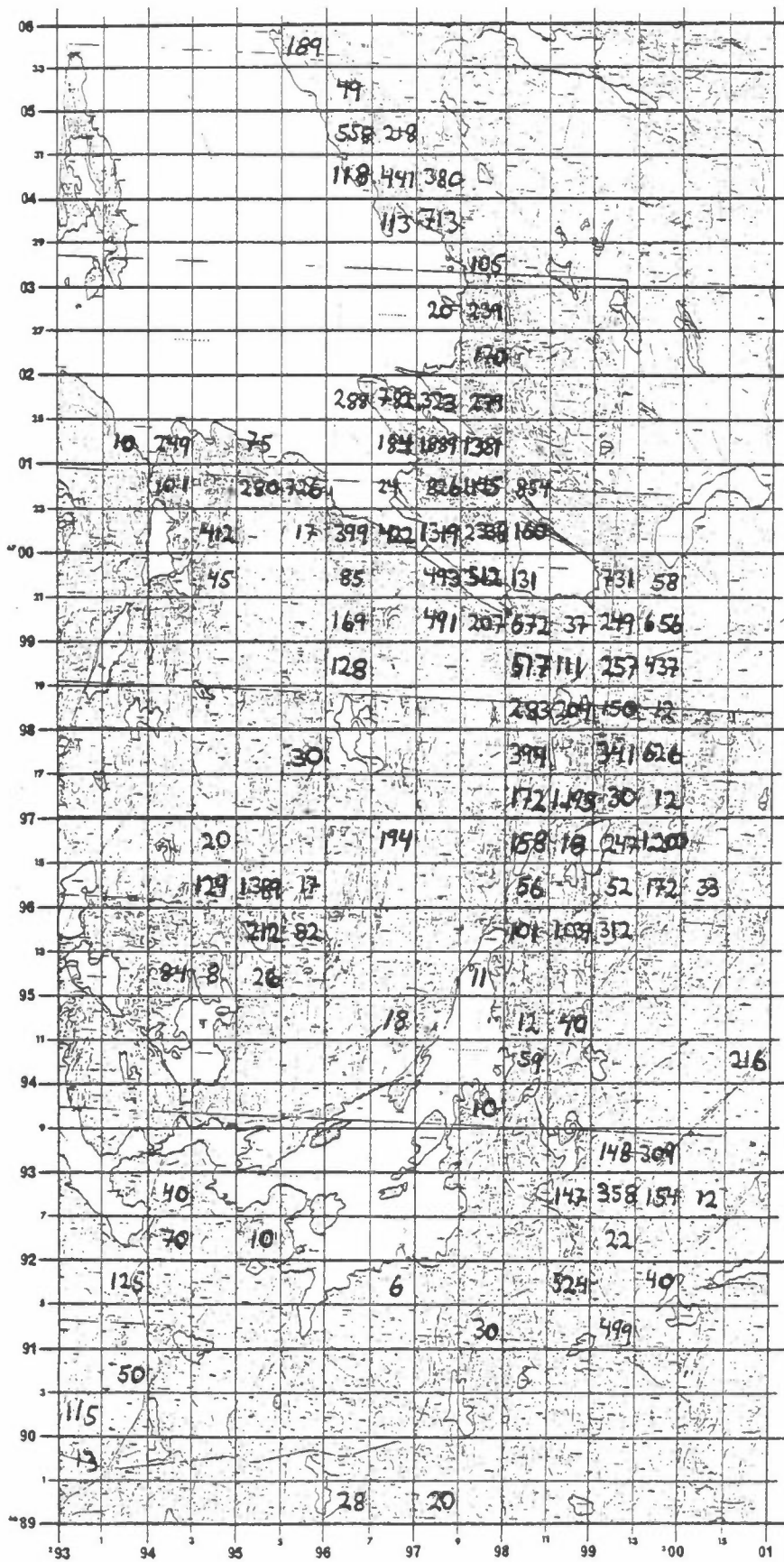
6LS: Lavsvovlig tungolje

6NS: Normalsvovlig tungolje

Nedgangen i forbruket skyldes sannsynligvis økt overgang fra oljebasert til el-basert oppvarming.

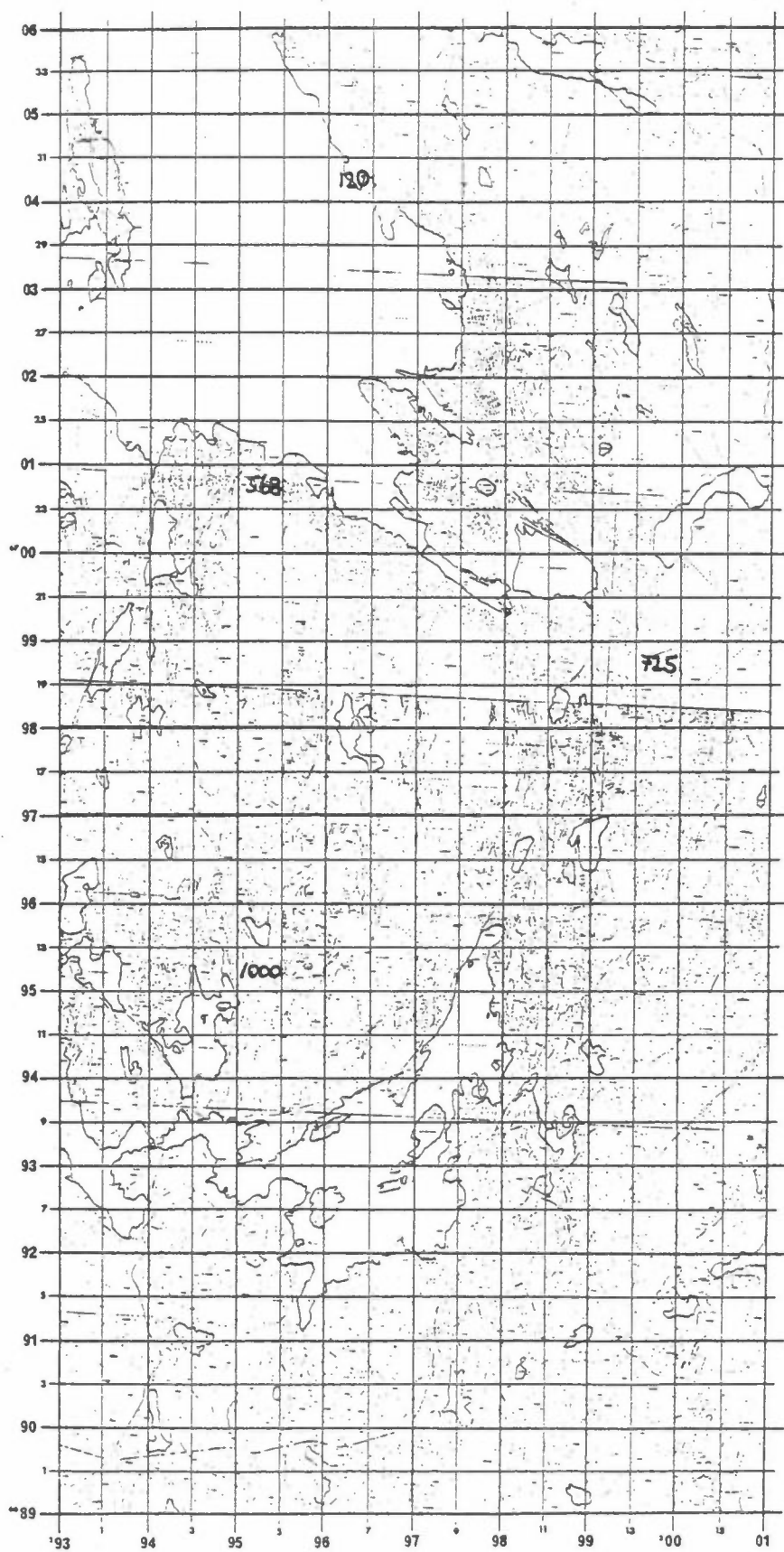
Anlegg med årsforbruk større enn  $500 \text{ m}^3/\text{år}$  behandles som punktkilder. I tabell 2 er punktkildenes (storforbrukernes) samlede forbruk av hver oljetype satt opp. Storforbrukerne står for så og si all tungdestillat- og tungoljeforbruk. I alt er det 19 store forbrukere, og 8 av disse har et årsforbruk på over  $1000 \text{ m}^3/\text{år}$ .

I figur 4-7 er forbruket av olje (både areal- og punktkilder) fordelt på 500 m-ruter.

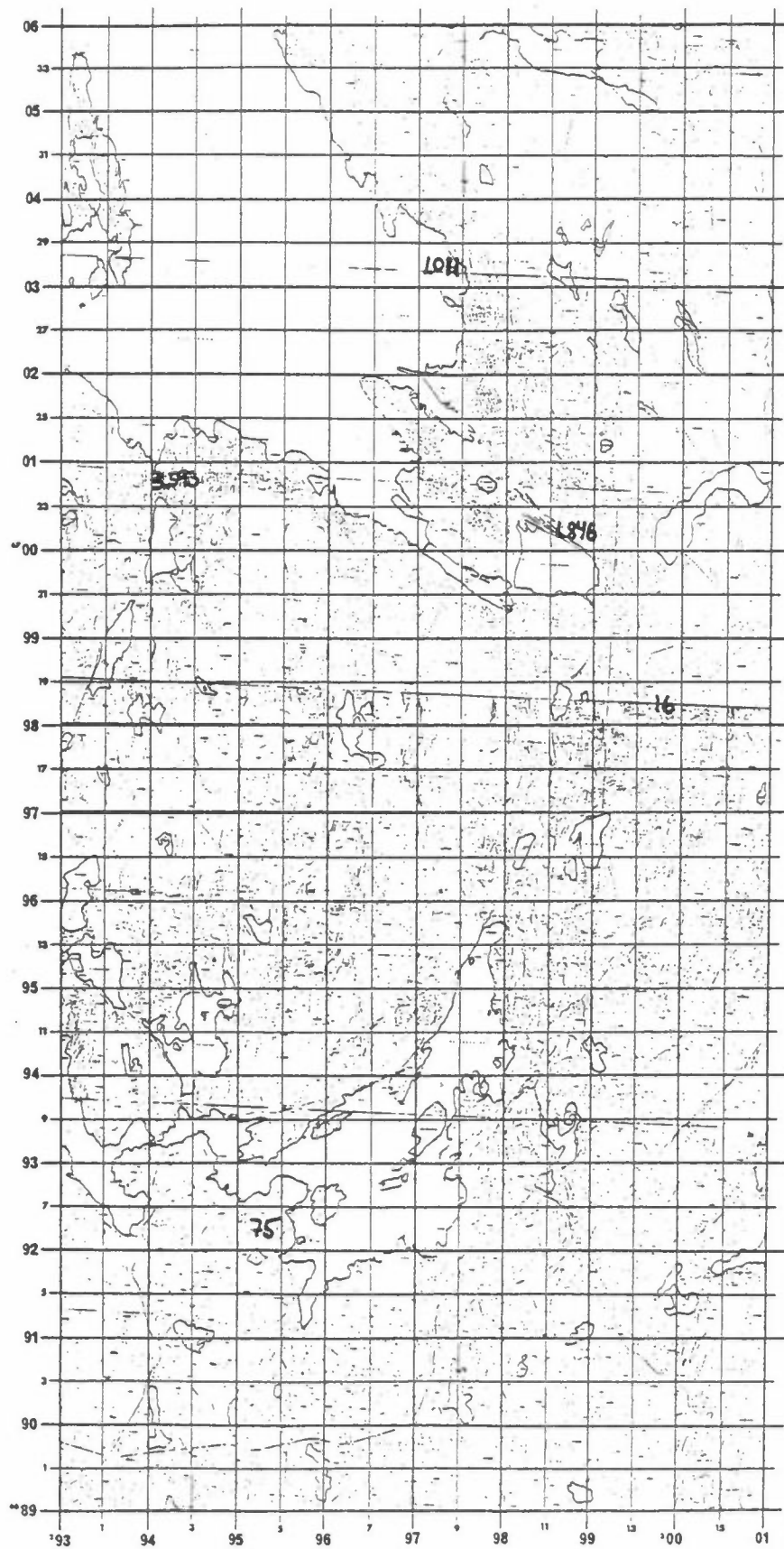


Figur 4: Forbruk ( $\text{m}^3/\text{år}$ ) av fyringsolje nr 1 og 2, 1983. Areal- og punkt-kilder.

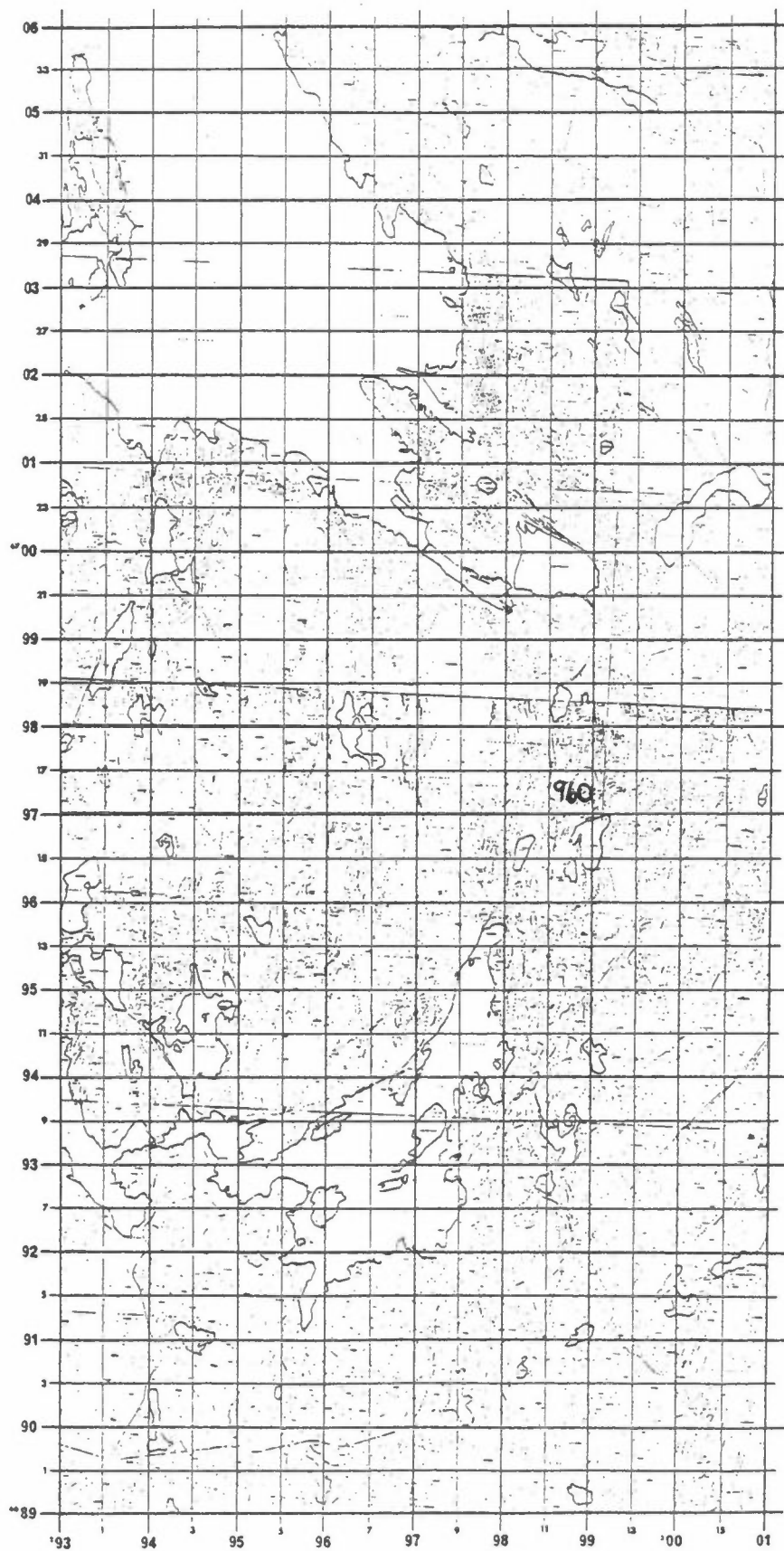




Figur 5: Forbruk ( $m^3$ /år) av tungdestillat (type 3A og 4A), 1983. Areal- og punktkilder.



Figur 6: Forbruk ( $m^3$ /år) lavsvovlig tungolje (type 6LS), 1983. Areal- og punktkilder.

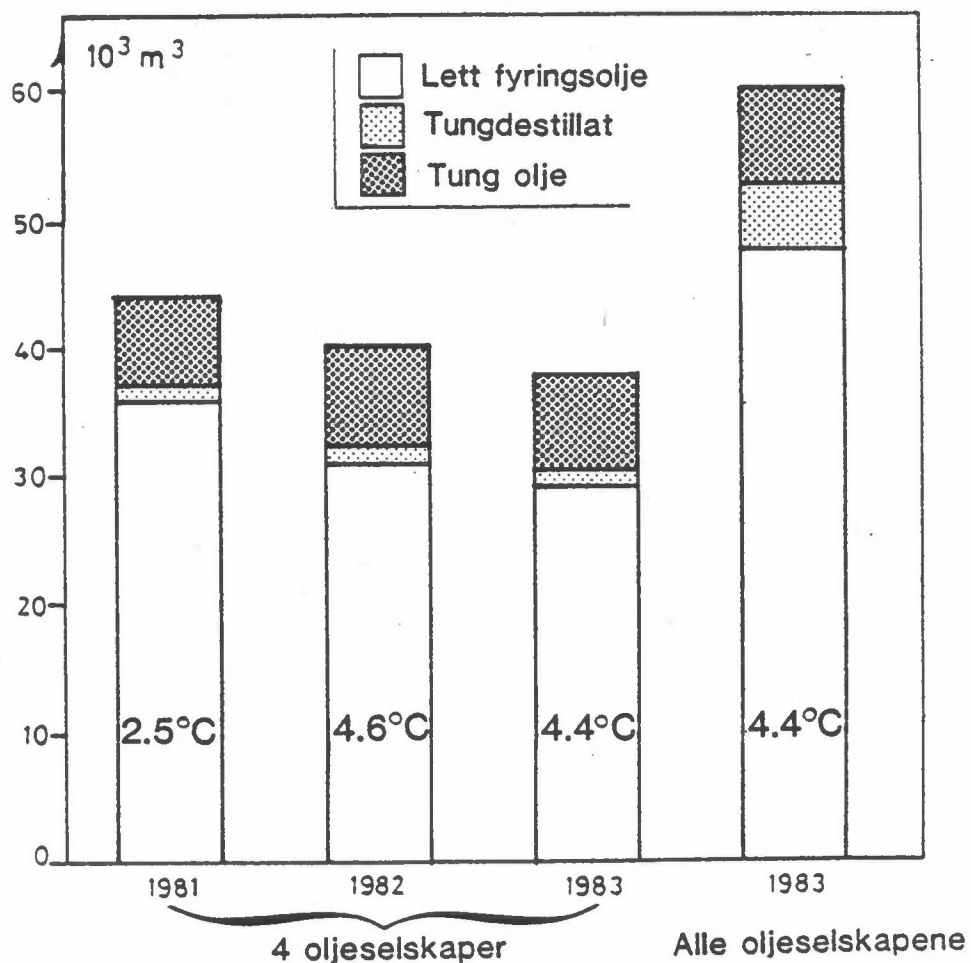


Figur 7: Forbruk ( $\text{m}^3/\text{år}$ ) av normalsvovlig tungolje (type 6NS), 1983. Punkt-kilder.

### 3.2 OLJESALG FOR PROSJEKTOMRÅDET OG HORDALAND FYLKE

#### 3.2.1 Prosjektområdet

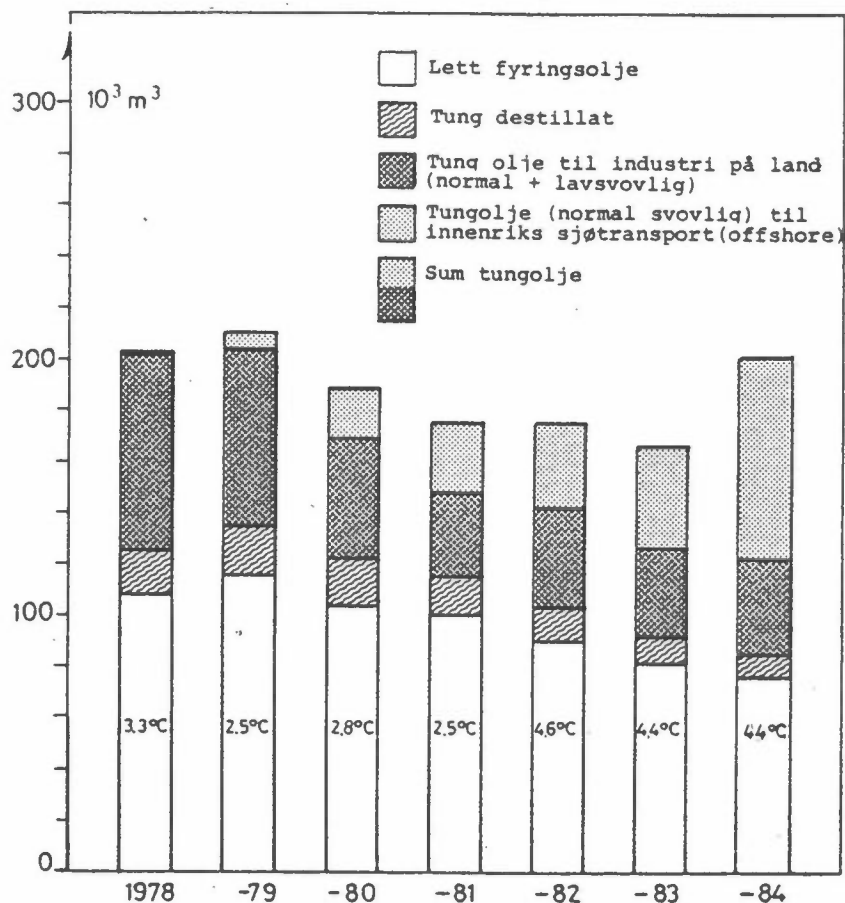
I prosjektområdet er det innhentet oljesalgstall for tre år på rad. For de to første årene (1981 og 1982) foreligger det bare tall fra fire oljeselskaper, mens for 1983 er salgstallene komplette. Salget av lette fyringsoljer og tungdestillat i prosjektområdet utgjør over halvparten av salget i hele Hordaland fylke av de samme oljeproduktene. Ved å sammenligne tall fra fire oljeselskaper i tre års perioden, viser salget av lette fyringsoljer en synkende tendens (se figur 8). Dette skyldes trolig økt vintermiddeltemperatur og økning i overgangen til elektrisk oppvarming. Salget av tungolje var konstant i prosjektområdet i tre års perioden (her er salg til båter holdt utenfor).



Figur 8: Salg av fyringsolje i prosjektområdet, samt vintermiddeltemperatur på Fredriksberg.

3.2.2 Hordaland fylke

Fra Norsk Petroleumsinstitutt er det innhentet salgstall for alle oljeselskapene samlet. Disse tallene gjelder for hele Hordaland fylke. Salget av lette fyringsoljer har avtatt jevnt fra 1979, det samme gjelder tungdestillat, men da i en mye mindre målestokk (se figur 9).



Figur 9: Salg av fyringsolje i Hordaland fylke, samt vintermiddeltemperaturen på Fredriksberg.

Det totale salget av tungolje har vært jevnt fra 1978 og fram til og med 1983. I 1984 skjedde en voldsom økning i tungoljesalget, en økning som skyldes en fordobling av salget av normalsvovlig tungolje til innenriks sjøtransport. Ved å skille ut salget av tungolje til innenriks sjøtransport for hele perioden 1978-1984 (se figur 9 og tabell 3), kommer det frem at denne delen har økt fra nesten null og opp til 80.000 m<sup>3</sup>/år, noe som gjenspeiler den økte offshore-aktiviteten. I samme periode har tungolje til industri på land blitt mer enn halvert.

Tabell 3: Salgstall (m<sup>3</sup>/år) for Hordaland fylke.

Ar	Lett fyringsolje	Tungdestillat	Tungolje-LS	*	Tungolje-NS	*
1978	107.715	17.556	10.339	( 0)	67.148	( 829)
1979	115.720	18.645	15.690	( 0)	59.497	( 6.091)
1980	103.807	18.711	12.420	( 0)	53.055	(19.362)
1981	100.067	14.754	12.603	( 210)	47.471	(26.926)
1982	89.475	13.569	14.174	( 366)	57.554	(32.082)
1983	81.677	9.734	14.558	( 638)	59.638	(39.121)
1984	76.328	8.483	18.781	(3.362)	96.933	(74.983)

\* Innenriks sjøtransport.

### 3.3 SAMMENLIGNING AV SALG OG REGISTRERT FORBRUK AV OLJE I PROSJEKTOMRADET I 1983

Tabell 4 gir en oversikt over olje- og kull-/kokssalget, forbruket av de samme produkter samt differansen mellom oppgitt salg og forbruk. 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 Lysverkers eller Feiervesenets undersøkelser. Størsteparten av det forbruket som mangler går til oppvarming av boliger.

Differansen mellom salg og forbruk av tungdestillat (3A og 4A) er liten. Den forskjellen som er skyldes trolig forskyvningen i tid mellom salg og forbruk, i og med at forbrukere av tungdestillat som oftest har store lager-tanker. For tung fyringsolje (6LS og 6NS) 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 feiing.

Det er også kommet fram noen opplysninger om forbruket av flytende gass, flis, ved og trevirke. I figurene 10-13 er forbruket av fyringsparafin, gass, trevirke og kull/koks fordelt på 500 m-ruter.

Tabell 4: Salg og forbruk av fyringsoljer og kull/koks i prosjektområdet 1983 (m<sup>3</sup>/år).

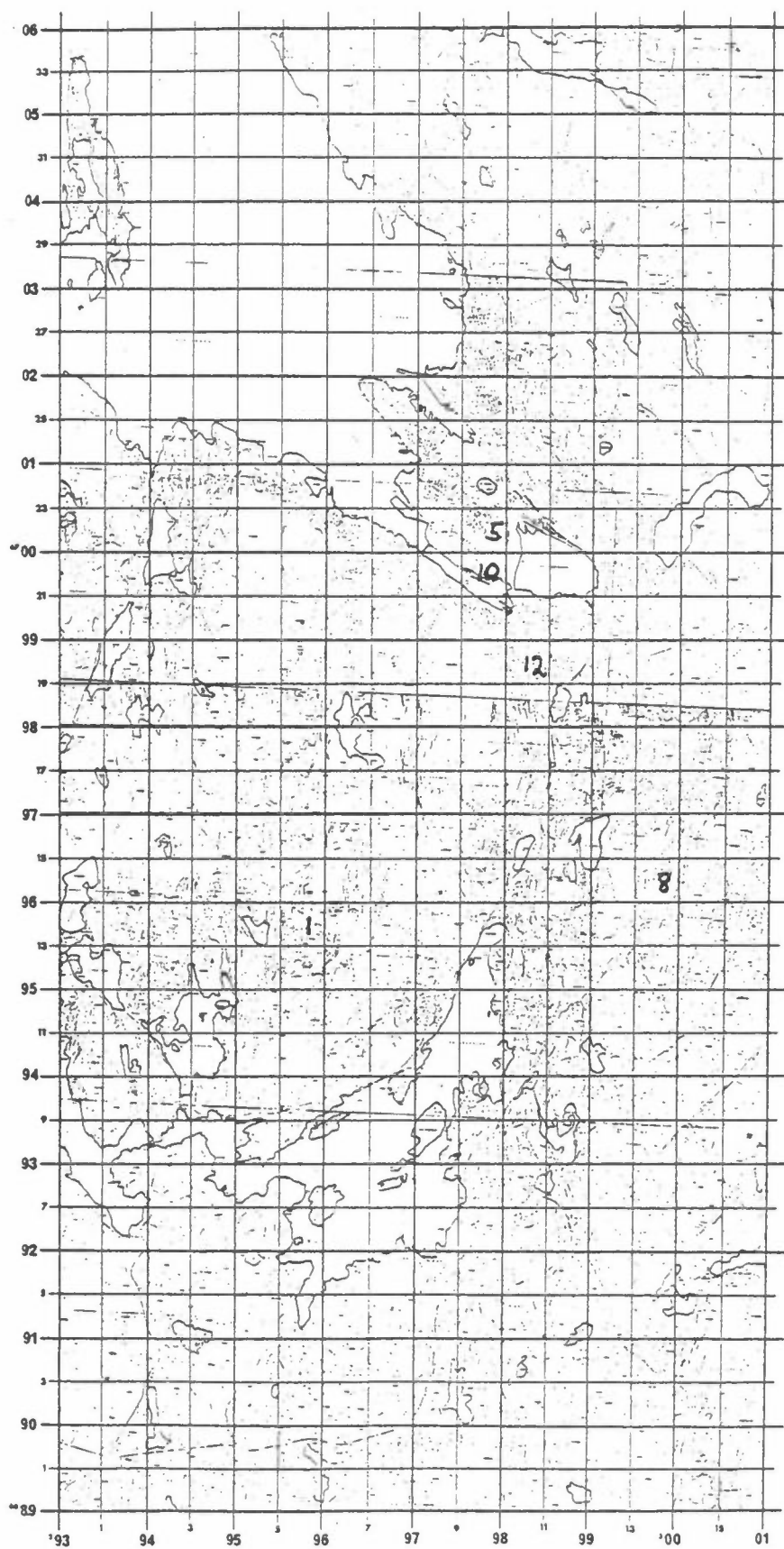
Fyringsolje- type	1+2	3A+4A	6LS	6NS	Parafin	Kull/koks (tonn)
Salg	47.665	2.920	6.503	983	8.682	ca 5.000
Forbruk	35.866	2.413	6.541	960	36	1
Differanse (salg-forbruk)	11.799	507	-38	23	8.646	ca 5.000

#### 3.4 SALG OG FORBRUK AV BENSIN OG DIESEL

Opplysninger angående salg av bensin og diesel i prosjektområdet er kommet frem ved forespørsel til oljeselskapene. For 1981 og 1982 er det bare mottatt salgstall for fire oljeselskaper, og tallene for disse årene er derfor mangelfulle. For 1983 er derimot salgstallene fullstendige.

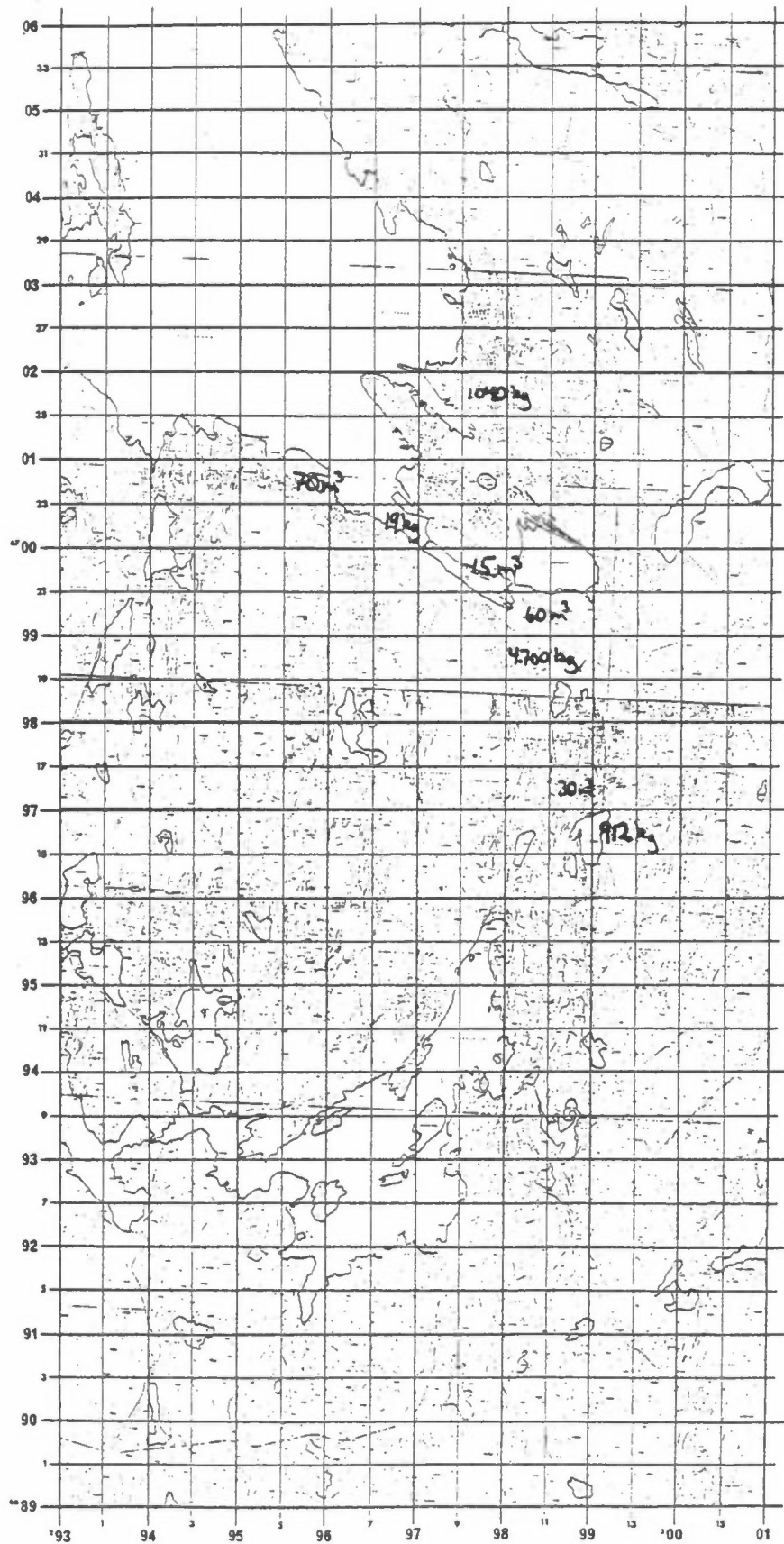
Tabell 5: Salg av bensin og diesel i prosjektområdet 1981-1983 (m<sup>3</sup>/år).

År	Bensin		Diesel	
	4 selskaper	Alle selskapene	4 selskaper	Alle selskapene
1981	29.800		16.400	
1982	33.400		14.700	
1983	34.008	63.535	13.382	19.497

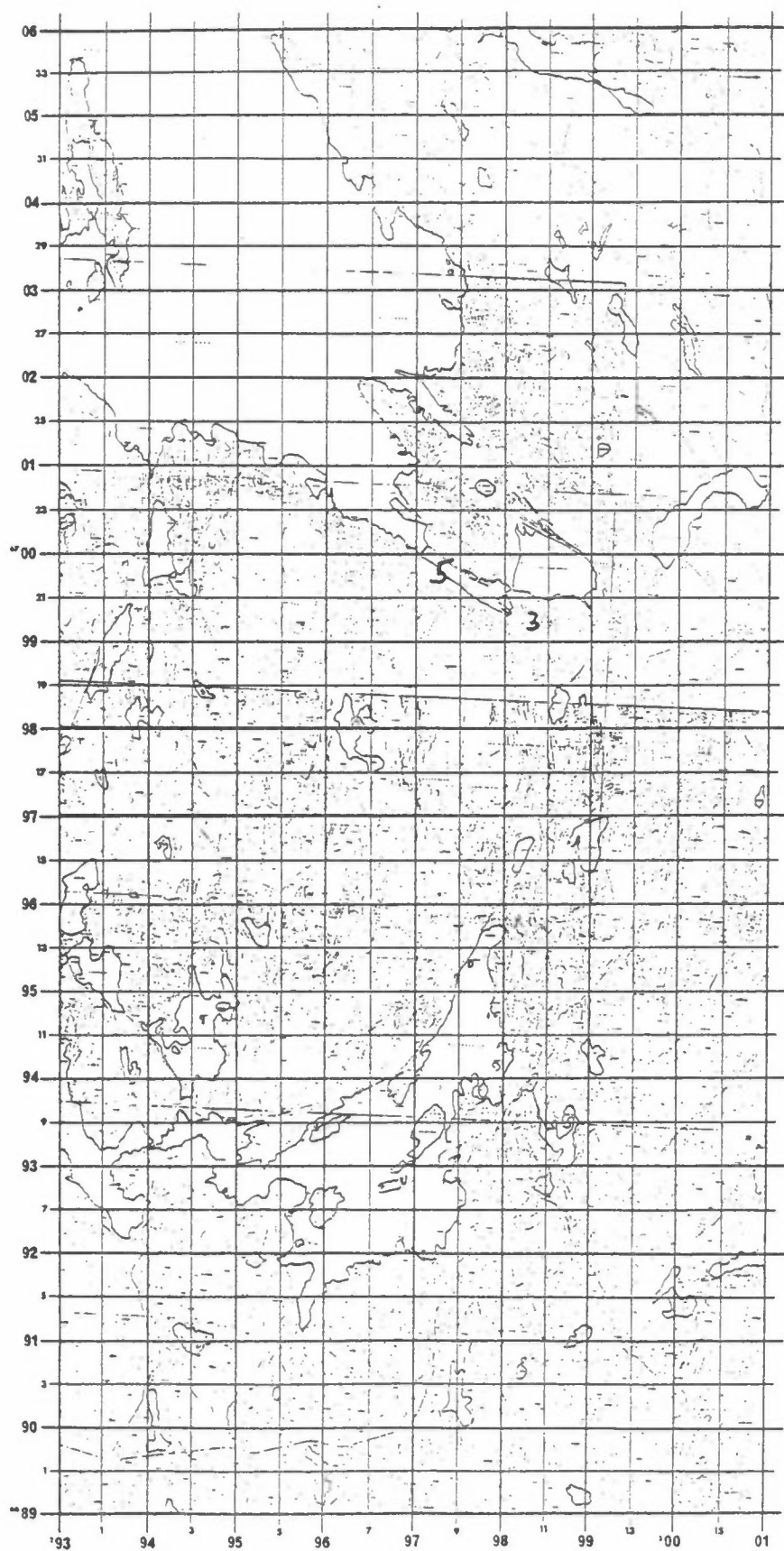


Figur 10: Oppgitt forbruk (m<sup>3</sup>/år) av fyringsparafin, 1983. Små forbrukere er ikke inkludert .

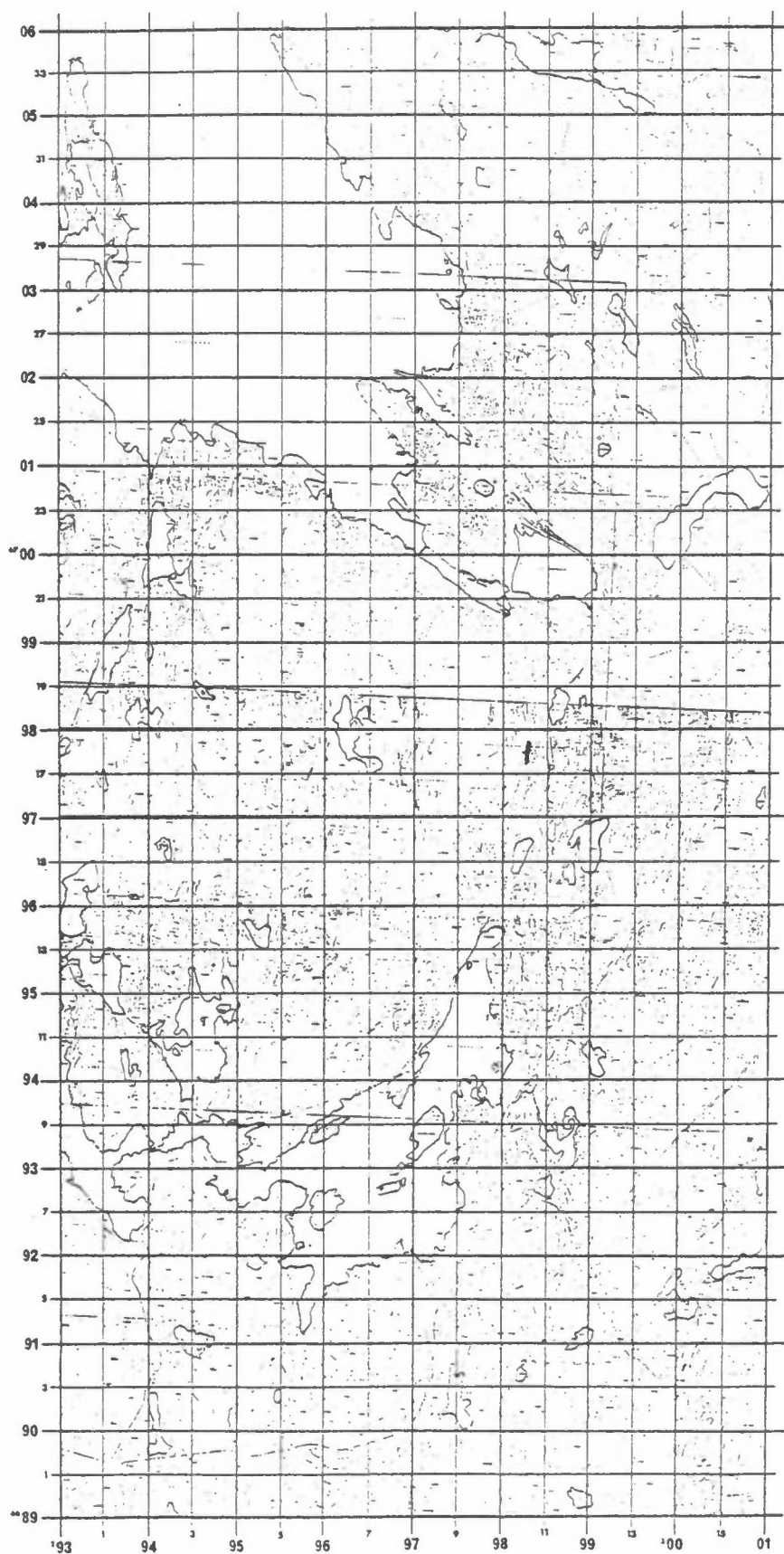




Figur 11: Oppgitt forbruk ( $\text{m}^3/\text{år}$ ) av gass, 1983.



Figur 12: Oppgitt forbruk ( $\text{m}^3/\text{år}$ ) av flis, ved og trevirke, 1983. Små forbrukere er ikke inkludert.



Figur 13: Oppgitt forbruk ( $\text{m}^3/\text{år}$ ) av kull og koks, 1983. Små forbrukere er ikke inkludert.

I tabell 5 kommer det fram at bensinsalget har økt fra 1981 til 1983, mens dieselsalget har gått ned i samme periode. Å sammenligne salg fra år til år for bare noen selskaper kan imidlertid være misvisende, da tallene er avhengig av de enkelte selskapers markedsandel i de enkelte år.

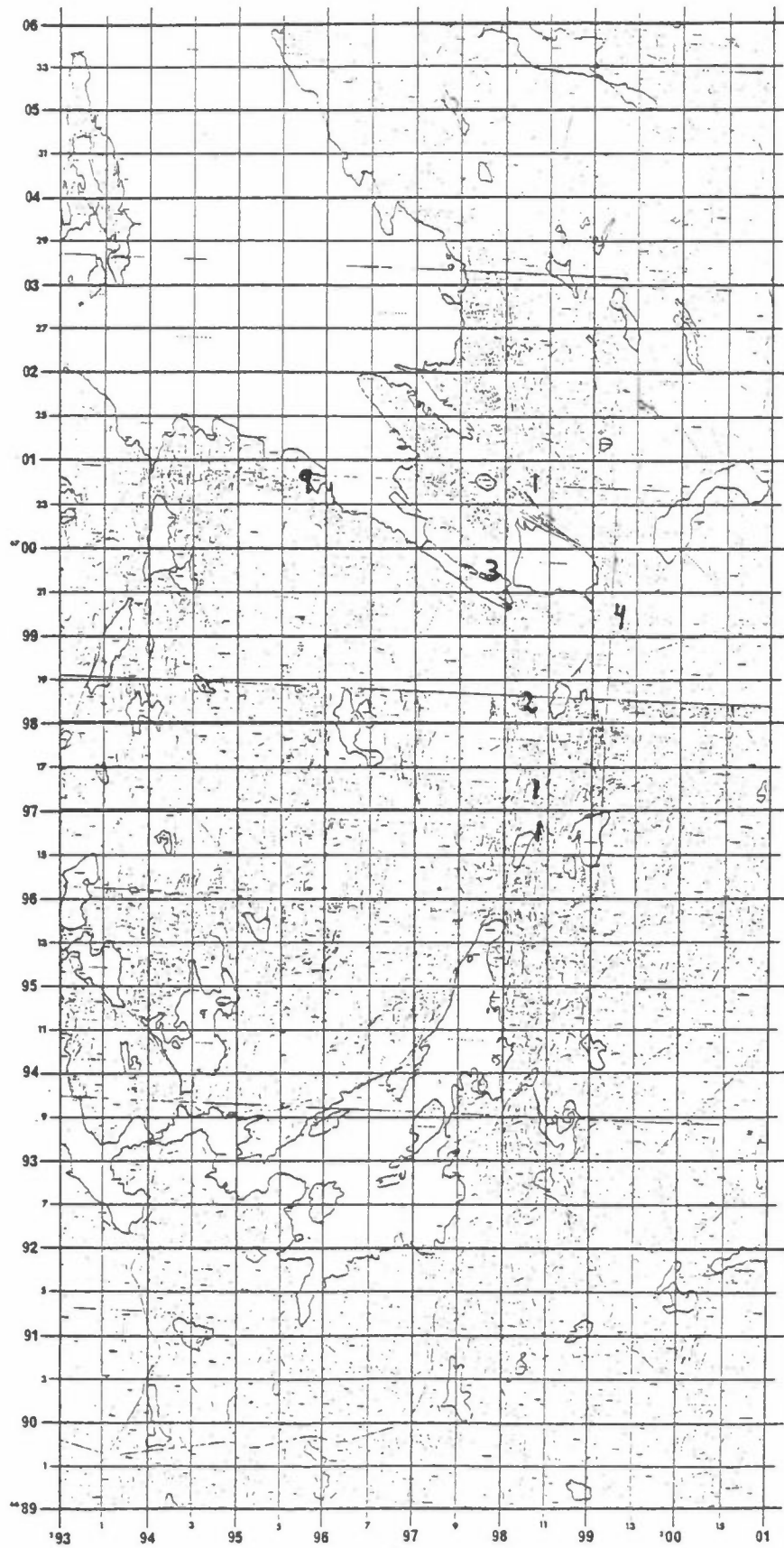
Ved å se på salget for hele Hordaland fylke (tabell 6) får en for bensin en økning på 3% i salget fra 1982 til 1983, mens dieselsalget i hele fylket økte med ca. 7%.

Tabell 6: Salg av bensin og diesel i Hordaland fylke 1978-1984 (m<sup>3</sup>/år).

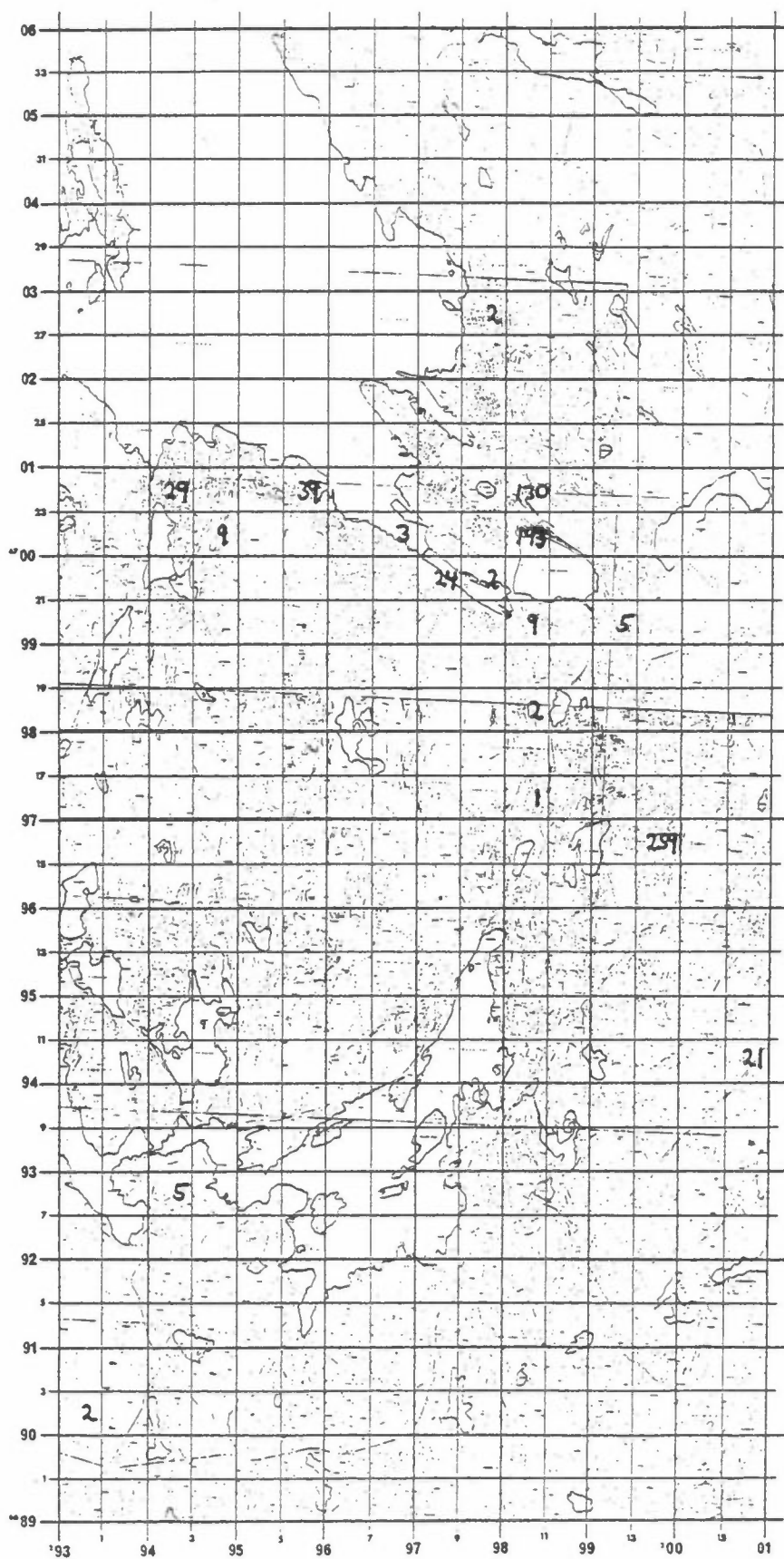
År	Bensin (m <sup>3</sup> /år)	Diesel (m <sup>3</sup> /år)
1978	129.500	49.400
1979	132.400	54.600
1980	131.400	50.500
1981	132.700	49.600
1982	139.000	50.200
1983	143.000	53.700
1984	148.400	55.700

Forbruket av bensin og diesel som skjer ved faste installasjoner og på bestemte områder (figurene 14 og 15) er kartlagt på grunnlag av opplysninger som har kommet inn ved spørreundersøkelsen.

Totalt innenfor prosjektområdet var dette 21 m<sup>3</sup> bensin og 735 m<sup>3</sup> diesel i 1983. Dette forbruket blir trukket fra salgstallene, og en sitter igjen med det som blir forbrukt på veiene. For å fordele dette forbruket geografisk benyttes trafikkstrømkart hvor ADT (årsdøgntrafikken) er oppgitt. Et slik kart er utarbeidet for 1982. I og med at bensinsalget har økt fra 1982 til 1983 har jo også trafikken økt tilsvarende. Men da korreksjonen for økt trafikk (3%) er mye mindre enn usikkerheten som ligger i trafikk tallene, blir det for 1983 benyttet samme trafikkstrømkart som for 1982. Utregning av trafikkarbeid og bensin-/dieselforbruk innenfor hver 500 m-rute er vist i Datarapport I (Larssen et al., 1985).



Figur 14: Oppgitt stedsbestemt forbruk ( $m^3/\text{år}$ ) av bensin, 1983. Bensin til generell biltrafikk er ikke inkludert.



Figur 15: Oppgitt stedsbestemt forbruk ( $m^3$ /år) av autodiesel, 1983. Diesel til generell biltrafikk er ikke inkludert.

### 3.5 SØPPELFORBRENNING

I samarbeid med Helseseksjonen i Bergen er det utarbeidet en oversikt over registrerte søppelforbrenningsanlegg i Bergen (tabell 7). Listen teller i alt 12 anlegg, hvorav seks betegnes som små og sporadiske og bare to store anlegg. I tillegg til disse finnes det endel forbrenningsovner i gamle borettslag i sentrum, samt et rikelig utvalg av helt små forbrenningsovner (sputniker). De fire første anleggene i tabellen blir sett nærmere på, da de i tillegg til avfallsforbrenningen har et oljeforbruk på over 500 m<sup>3</sup>/år.

Tabell 7: Registrerte søppelforbrenningsanlegg i prosjektområdet.

Søppelforbrenningsanlegg	Mengder	Merknader
Haukeland sykehus	75-100 m <sup>3</sup> /døgn	Brenner 4 dager i uken. Startet i august 1983.
Fyrsentralen SOL	ca 2.8 tonn/forbrenningsdag	
Røde Kors Sykehjem	ca 1 tonn/døgn	Ikke i drift i 1985.
Diakonissehjemmets sykehus	ca 6 m <sup>3</sup> /dag	
Solheimslie 26-28	ca 50 sekker/dag	Lite og sporadisk.
Elvenes borettslag	ca 120 sekker/uke	
Hotell Norge		"
Bontelabo		"
Laksevåg yrkesskole		"
Bergensmeieriet		"
Gartnerhallen		"
Mjølnar Industrier		"

### 3.6 INDUSTRIPROSESSER

Fra spørreskjema-undersøkelsen i 1983 fikk en opplysninger fra 14 bedrifter om prosessutslipp til luft. I tillegg kjente en for 1982 til 11 bedrifter med utslipp til luft.

Bedriftene kan grupperes i følgende grupper:

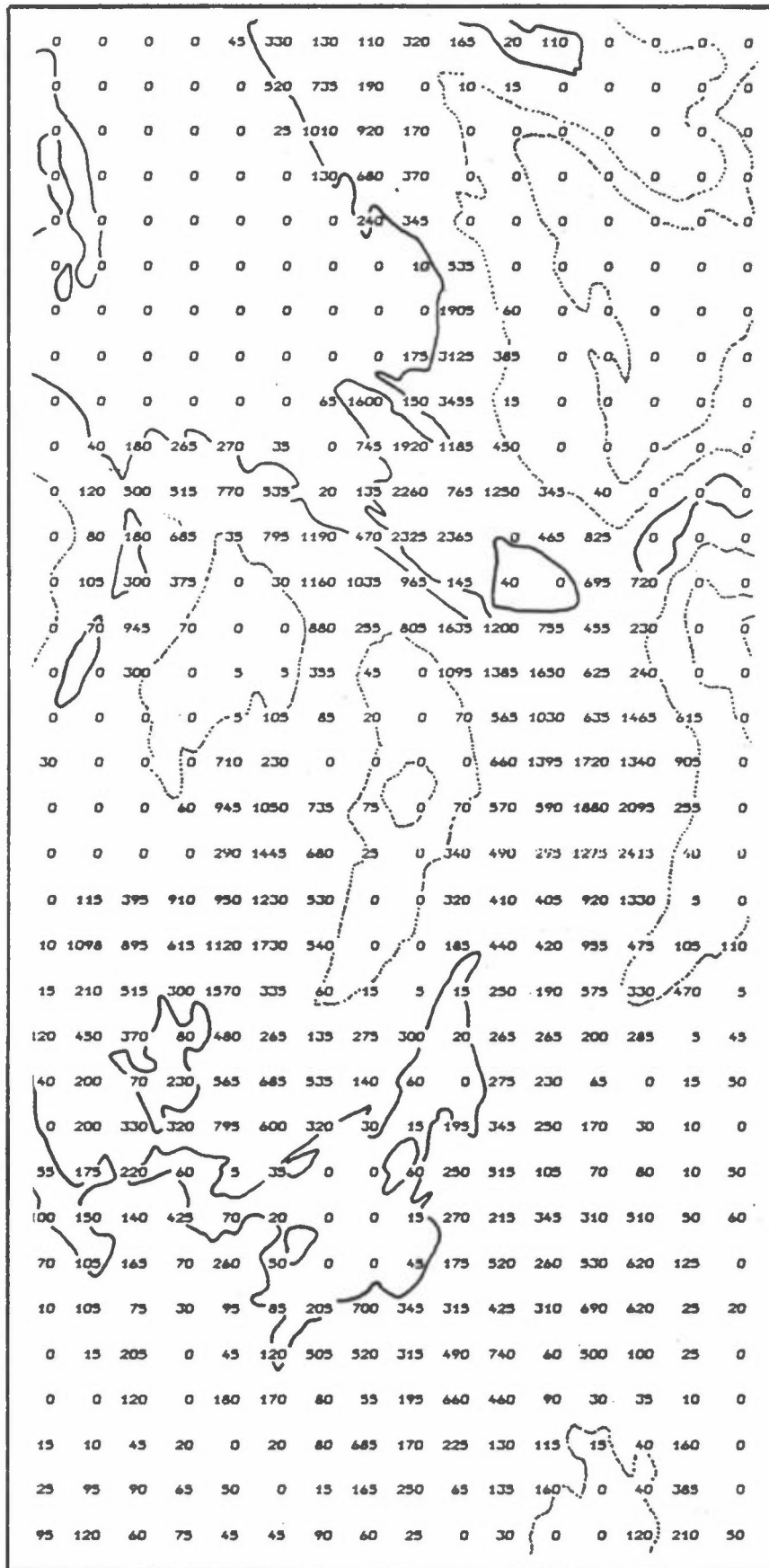
- stålbehandling, 4 bedrifter
- maling, lakkering, 4 bedrifter
- renserier, 4 bedrifter
- kaffebrennerier, 3 bedrifter
- støvutslipp, 4 bedrifter
- øvrig, 6 bedrifter

### 3.7 BEFOLKNINGSFORDELING

Tidligere er det laget en befolkningsoversikt over prosjektområdet på basis av tellinger gjort i 1980. Denne oversikten er nå justert etter befolkningsstatistikk for høsten 1984. Befolkningstallene for Bergen har totalt sett ikke forandret seg så mye fra 1980 til 1984, men det har skjedd noen forskyvninger innen kommunen. Det er i hovedtrekk to områder som har fått en stor befolkningstilvekst på grunn av nye boligfelt. Det ene ligger nordvest for Nordåsvatnet og består av Bønes, Bønnesskogen og Straume. Mens det andre bestående av Rotvollen og Nordås ligger sør for Nordåsvatnet. Økningen av folketallet i disse områdene har skjedd på bekostning av Bergen sentrum og Bergensdalen, som har hatt et jevnt over synkende folketall. Det er ikke justert for fraflyttingen i Bergen sentrum og Bergensdalen, da det er skjedd over så store områder at den prosentvise reduksjonen innen hver rute er svært liten.

Den justerte befolkningsoversikten (figur 16) skal blant annet brukes til å fordele uregistrert oljeforbruk.





Figur 16: Befolkningsfordeling i prosjektområdet, justert i august 1985.

#### 4 MÅLERESULTATER, METEOROLOGI

Figur 17 viser plasseringen av de meteorologiske stasjoner. Tabell 8 viser hvilke data som er tilgjengelige.

##### 4.1 VINDSTYRKE OG TEMPERATUR I FORHOLD TIL NORMALENE

Tabell 9 gir vindstyrke og temperatur på Florida og Flesland i de to vintermåleperiodene og for normalperioder.

Vindstyrken vinteren 1983/84 avvek i gjennomsnitt lite fra gjennomsnittet for perioden 1961-1975. Temperaturen var i gjennomsnitt også omtrent som normalt (1931-1960), bortsett fra januar 1984, som var ca  $1.5^{\circ}\text{C}$  kaldere enn normalt (månedsgjennomsnitt).

Første vinterperiode, januar-februar 1983, som er nærmere beskrevet i Data-rapport I fra Bergen (Larssen et al., 1985) avvek fra normale forhold spesielt ved at januar 1983 var ca  $2.5^{\circ}\text{C}$  midlere enn normalt, og samtidig var vindstyrken høyere (3.0 Beaufort på Florida mot normalt 2.3). Februar 1983 var derimot noe kaldere enn normalt, men med normal vindstyrke i Bergen sentrum.

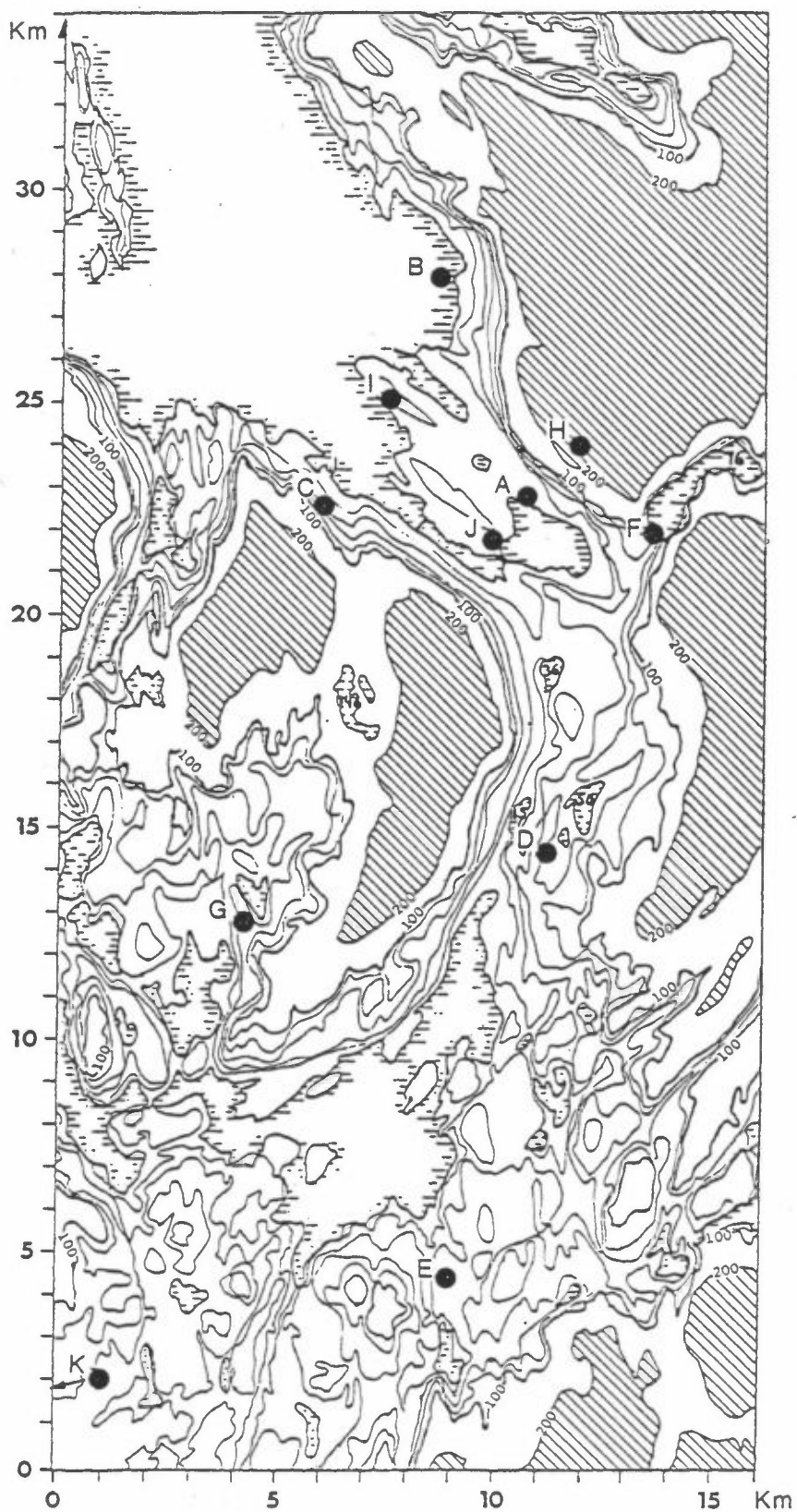
Dette fører til at januar 1984 potensielt er den mest forurensede av de vintermånedene vi har målt, mens januar 1983 potensielt er den minst forurensede.

Figur 18 viser vindretningsfordelingen på Florida i januar-februar de to vintrene sammen med normalfordelingen.

Begge periodene hadde lavere vindstillefrekvens enn normalt. I 1983 var i stedet frekvensen av nordvestlig vind endel høyere enn normalt, mens i 1984 var sørøstlig vind noe mer hyppig enn normalt.

- 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.)

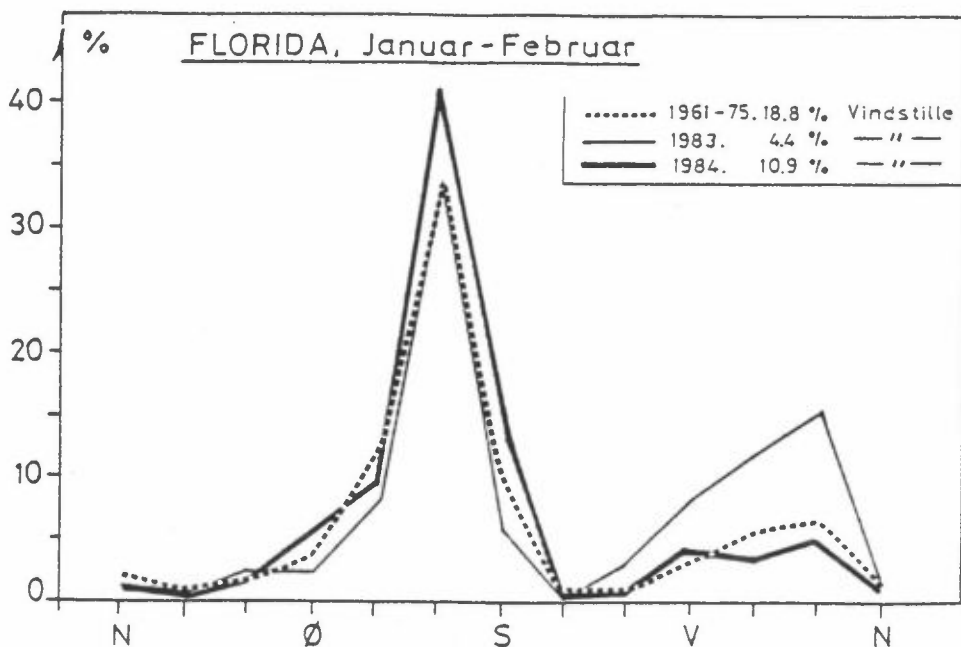


Figur 17: Plassering av målestasjoner for meteorologi.

Tabell 8: Datatilgjengelighet, meteorologi, september 1983 - februar 1984.

		1983				1984	
		SEP	OKT	NOV	DES	JAN	FEB
A.	NYGÅRDSTANGEN F,D T						
B.	(SJØFLYHAVNA)						
C.	LAKSEVÅG F,D		25				
D.	STORETVEIT F,D		20				
E.	SKJOLD F,D	8 - 21	8 - 21				1)
	T						
	T						
	Turb.						
F.	SVARTEDIKET F,D T						
G.	FYLLINGSDALEN F,D T		23				
H.	FLØYEN T						
I.	(FREDRIKSBERG)						
J.	FLORIDA F,D T						
K.	FLESLAND F,D						
<u>MÅLEPROGRAM FOR:</u>							
- LUFTKVALITET							
- KORROSJON							
							31/12.84

1) Vindretning mangler for hele perioden 8.9-21.10.83



Figur 18: Vindretningsfordelingen i Bergen sentrum (stasjon Florida) i januar og februar 1983 og 1984 i forhold til gjennomsnittet for 1961-1975.

Tabell 9: Vindstyrke og temperatur i Bergen i vinterperiodene 1983 og 1984 i forhold til normalperiodene 1931-1960 (temperatur) og 1961-1975 (vind).

		NOV	DES	JAN	FEB
<u>VINDSTYRKE, Beaufort</u>					
FLORIDA	1982-83	2.8	2.8	3.0	2.1
	1983-84	<u>2.4</u>	<u>2.6</u>	<u>2.5</u>	<u>2.3</u>
	1961-75	2.3	2.5	2.3	2.2
FLESLAND	1982-83	2.9	2.6	3.4	1.9
	1983-84	<u>2.6</u>	<u>3.0</u>	<u>2.5</u>	<u>2.3</u>
	1961-75	2.7	3.0	2.7	2.5
<u>TEMPERATUR, °C</u>					
FLORIDA	1982-83	6.1	3.7	4.1	1.1
	1983-84	<u>5.0</u>	<u>3.5</u>	<u>0.1</u>	<u>1.8</u>
	1931-60	5.7	3.4	1.4	1.2
FLESLAND	1982-83	5.2	2.2	3.4	0.0
	1983-84	<u>4.1</u>	<u>2.5</u>	<u>-0.8</u>	<u>0.5</u>
	1931-60	4.8	2.7	0.8	0.7

#### 4.2 VINDFORHOLD I BERGEN, SEPTEMBER 1983 - FEBRUAR 1984

##### 4.2.1 Vindhastighet

Månedsmiddeler av vindhastighet for perioden september 1983 - februar 1984 er gitt i tabell 10. Tabellen gir følgende hovedtrekk:

- desember og januar hadde høyest vindhastighet
- høyest vindstyrke (10 m.o.b.) hadde Flesland og Svartediket, begge ca 4.0 m/s i gjennomsnitt for november-februar
- laveste vindstyrke hadde Fyllingsdalen (2.2 m/s) og Laksevåg og Storetveit (2.4 m/s)
- På Skjold var vindhastigheten 36 m o.b. 43% høyere enn i 10 m.o.b.
- På Florida var vindhastigheten 45 m.o.b. 24% høyere enn i 10 meters høyde på Nygårdstangen et stykke unna.

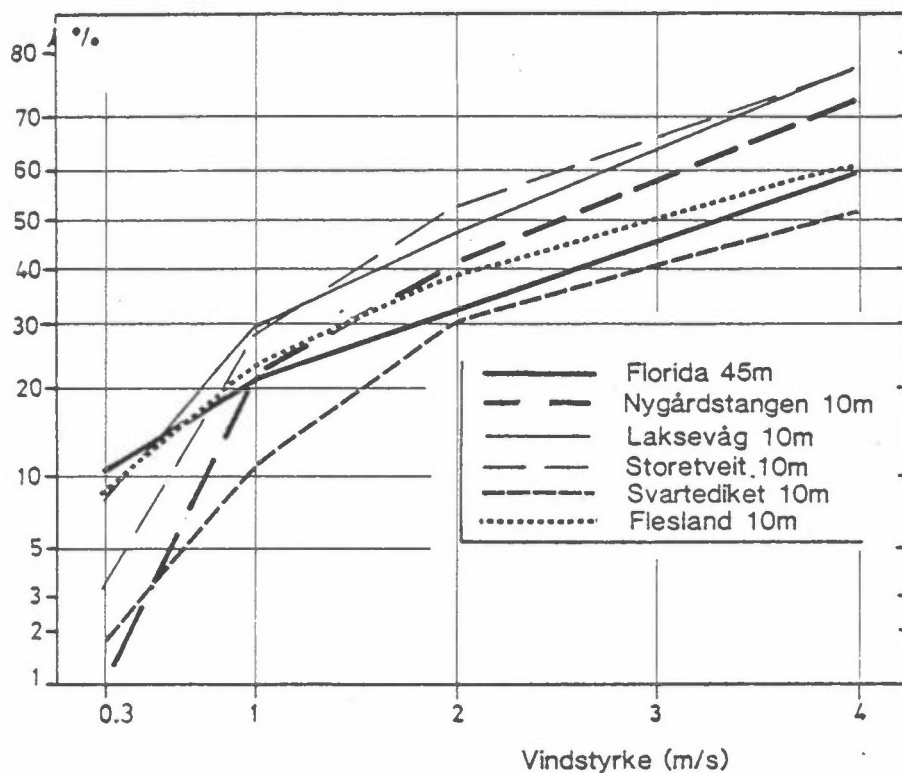
Kumulativ fordeling av vindhastighet på endel stasjoner er vist i figur 19. Storetveit og Laksevåg hadde størst frekvens av svake vinder (<1 m/s), mens Svartediket hadde desidert minst frekvens. Alle stasjoner bortsett fra Svartediket hadde <1 m/s i 20-30% av tiden, med Storetveit og Laksevåg på topp. Svartediket hadde <1 m/s i 11% av tiden.

Dette er omtrent som vinteren 1983, bortsett fra at Florida i 1983 hadde <1 m/s i 12% av tiden, mens tilsvarende tall for vinteren 1984 var 20%.

Tabell 10: Vindhastighet, m/s. Månedsmiddelverdier.

STASJON	HØYDE		1983				1984		Gjennomsnitt nov-feb
	m.o.h.	m.o.b.	sep	okt	nov	des	jan	feb	
FLORIDA	60	45			3.4	3.8	3.8	3.4	3.6
NYGÅRDSTANGEN	12	10			2.4	3.0	2.9	3.2	2.9
LAKSEVÅG	40	20			2.2	2.7	2.3	2.3	2.4
SVARTEDIKET	85	10			3.7	4.5	4.4	3.5	4.0
STORETVEIT	65	10			2.2	2.9	2.4	2.1	2.4
SKJOLD	65	10	2.0	3.7	2.6	3.3	2.7	2.4	2.8
SKJOLD	90	36			3.8	4.7	4.1	3.5	4.0
FYLLINGSDALEN	60	10			1.9	2.7	2.2	2.0	2.2
FLESLAND	60	10	3.4	5.9	3.9	4.5	3.7	3.4	3.9
Gjennomsnitt Florida, Storetveit, Skjold (36 m)			-	-	3.1	3.8	3.4	3.0	

m.o.h. = målepunktets høyde over havet.  
m.o.b. = målepunktets høyde over bakken.



Figur 19: Vindhastighetstatistikk for Bergen, vinteren 1983/84 (desember-februar). Frekvens (%) av timesmidlet vindhastighet mindre enn angitt på abscissen.

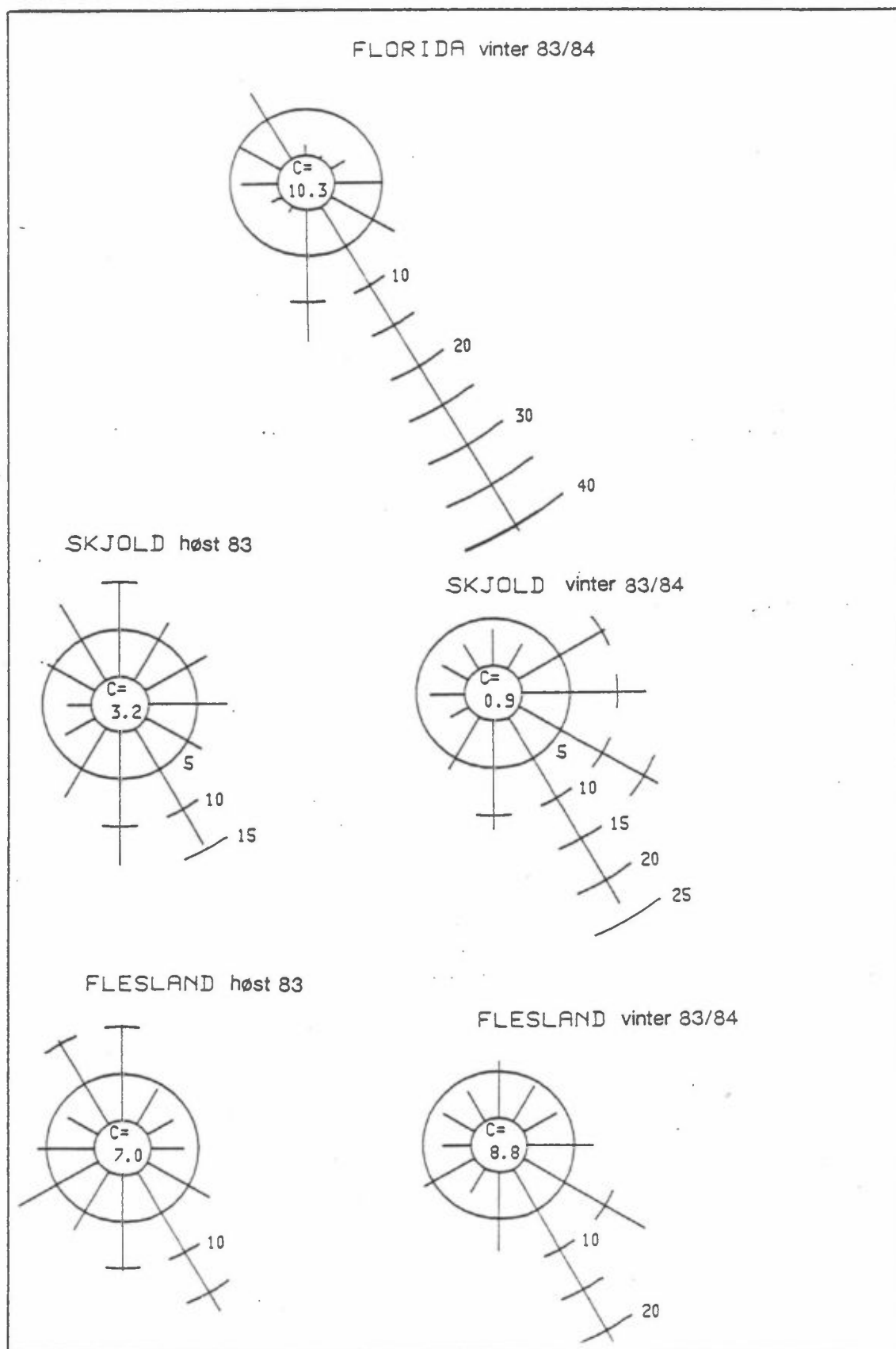
#### 4.2.2 Vindroser

Kvartalsvindroser for tiden september 1983 - februar 1984 er vist i figur 20 for Florida, Skjold og Flesland.

Flesland viser hovedvindretningen på kysten, som var sør og sørvest og nord og nordvest på høsten, og overveiende sørøst om vinteren.

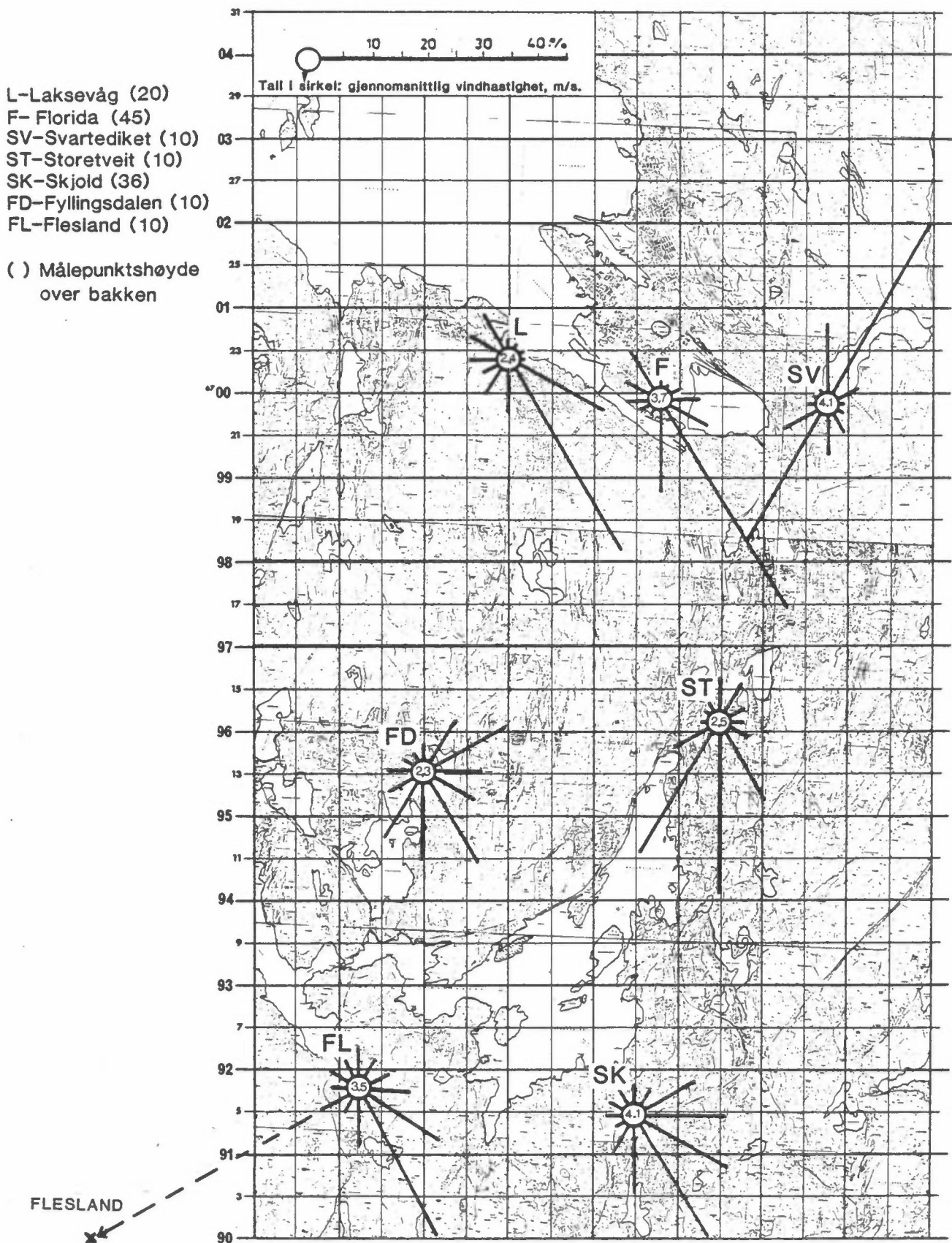
Vindrosene på Skjold, som ligger ca 5 km rett øst for Flesland, med småkupert terreng mellom, er ganske lik Flesland. Skjold har imidlertid en øst-nordøstlig komponent, fallvind fra innlandet, som er mindre utpreget på Flesland.

Vindrosen på Florida er også ganske lik Flesland, men med utpreget kanalisering i retningen nordvest-sørøst langs dal-aksen.



Figur 20: Vindroser for Florida, Skjold og Flesland for høst- og vinterkvartalene 1983/84.





Figur 21: Vindroser, vinteren 1983/84 (desember-februar).  
 0 - midlere vindstyrke, m/s.

Figur 21 viser innflytelsen av topografien på hovedvindretningene på målestasjonene. Hovedvindretningen fra sørøst på Flesland og Skjold dreier mot sørvest på Storetveit, der den også er mer kanalisert. På Florida og Laksevåg er den enda mer kanalisert og dreid mot sørøst igjen, i dalens retning. Svartediket har hovedvindretningene nordøst-sørvest, i samsvar med dalretningen der. Vindfordelingen i Fyllingsdalen minner om den på Skjold, og har også komponenten av svak vind fra øst-nordøst.

I vedlegg 5 er samvariasjonen mellom alle vindstasjoner parvis (f.eks. Florida-Svartediket) beskrevet i større detalj.

#### 4.3 TEMPERATURFORHOLD I BERGEN SEPTEMBER 1983 - FEBRUAR 1984

Tabell 11 viser månedsmiddelverdier av temperatur på de enkelte stasjoner.

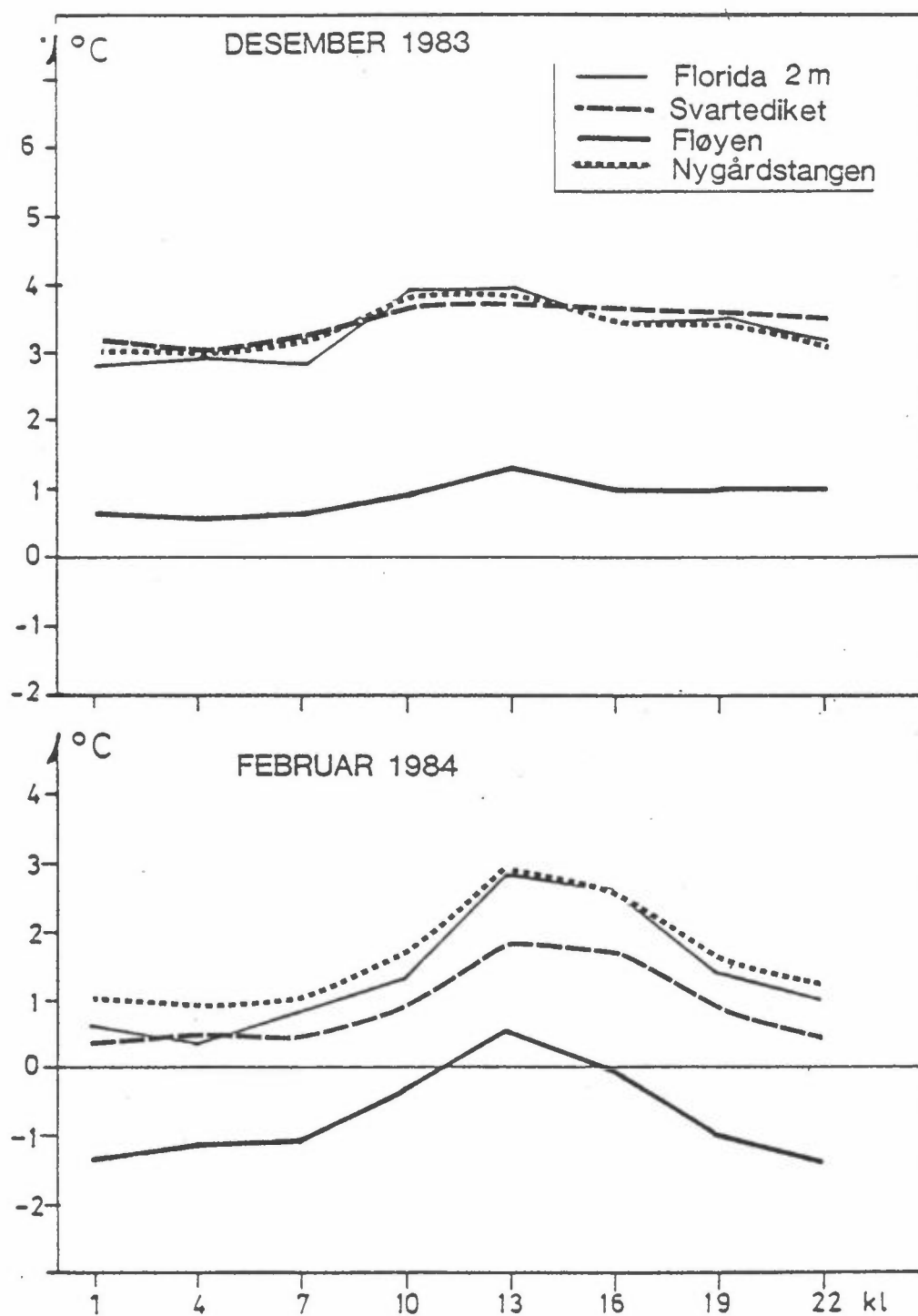
Vintermiddeltemperaturen ved bakken var ca  $1.5^{\circ}\text{C}$  på Florida og Nygårds-tangen,  $1.3^{\circ}\text{C}$  på Svartediket og  $-0.6^{\circ}\text{C}$  på Fløyen. Fallvinden ned Isdalen var derved i gjennomsnitt ikke mye kaldere enn lufta i Bergen sentrum forøvrig. På Skjold og i Fyllingsdalen var det i gjennomsnitt litt kaldere enn i sentrum.

Januar var kaldeste måned. Gjennomsnitt av alle stasjoner var  $-0.6^{\circ}\text{C}$ , mot  $2.9^{\circ}\text{C}$  i desember og  $0.9^{\circ}\text{C}$  i februar. Det var relativt høy frekvens av inversjoner over Bergen i januar. Bakketemperaturer på Florida var i gjennomsnitt i januar litt lavere enn oppe i 40 meters høyde, og temperaturforskjellen mellom Florida (2 m) og Fløyen var i januar bare  $1.6^{\circ}\text{C}$  (kaldest på Fløyen), mot  $2.1^{\circ}\text{C}$  i desember og februar.

Eksempler på temperaturens gjennomsnittlige døgnforløp er vist i figur 22. I desember var temperaturøkningen midt på dagen, som skyldes soloppvarming, svært liten, mens den var mer utpreget i februar.

Tabell 11: Temperatur, °C. Månedsmiddelverdier.

STASJON	HØYDE		1983				1984		Gjennom- snitt des-feb
	m.o.h.	m.o.b.	sep	okt	nov	des	jan	feb	
FLORIDA	17	2			4.6	3.2	-0.4	1.3	1.4
FLORIDA	45	30			4.5	3.2	-0.1	1.3	1.5
FLORIDA	56	41			4.3	3.1	-0.2	1.0	1.3
NYGÅRDSTANGEN	4	2			4.5	3.3	0.0	1.5	1.6
SVARTEDIKET	77	2			4.3	3.4	-0.3	0.8	1.3
FLØYEN	~320	2			1.9	0.9	-2.0	-0.8	-0.6
SKJOLD	~57	2	11.5	6.9	4.1	2.8	-0.7	0.9	1.0
SKJOLD	65	10	12.2	7.2	4.2	3.1	-0.3	1.1	1.3
FYLLINGSDALEN	~50	2			5.9	2.7	-1.0	1.0	0.9
Gjennomsnitt					4.3	2.9	-0.6	0.9	
Gjennomsnitt, Florida (2 m) og Skjold (2 m)					4.3	3.0	-0.6	1.1	



Figur 22: Lufttemperatures midlere døgnforløp, vinteren 1983/84.

## 5 MÅLERESULTATER. LUFTKVALITET

### 5.1 DATATILGJENGELIGHET SEPTEMBER 1983 - FEBRUAR 1984

Figur 23 viser plasseringen av målestasjonene. Detaljkart er gitt i vedlegg i Datarapport I (Larssen et al., 1985). Tabell 12 gir en oversikt over datamaterialet. I september-oktober var bare de faste overvåkingsstasjonene CMI, Kronstad og Ravneberget i drift, og for disse foreligger målinger av SO<sub>2</sub> og sot.

I perioden november-februar var hele målenettet i drift. Det var kontinuerlig registrerende målinger av CO, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub> på hovedstasjonen, kontinuerlig døgnmålinger av SO<sub>2</sub>, sot og NO<sub>2</sub> på en rekke stasjoner og av svevestøv på hovedstasjonen og Minde, mens målinger av PAH og benzen ble utført på hovedstasjonen og Minde i regelen hvert sjette døgn. Blyanalyser ble utført på sotfiltrene bare for januar.

Døgnmiddelverdiene er presentert i tabeller i vedlegg 1.

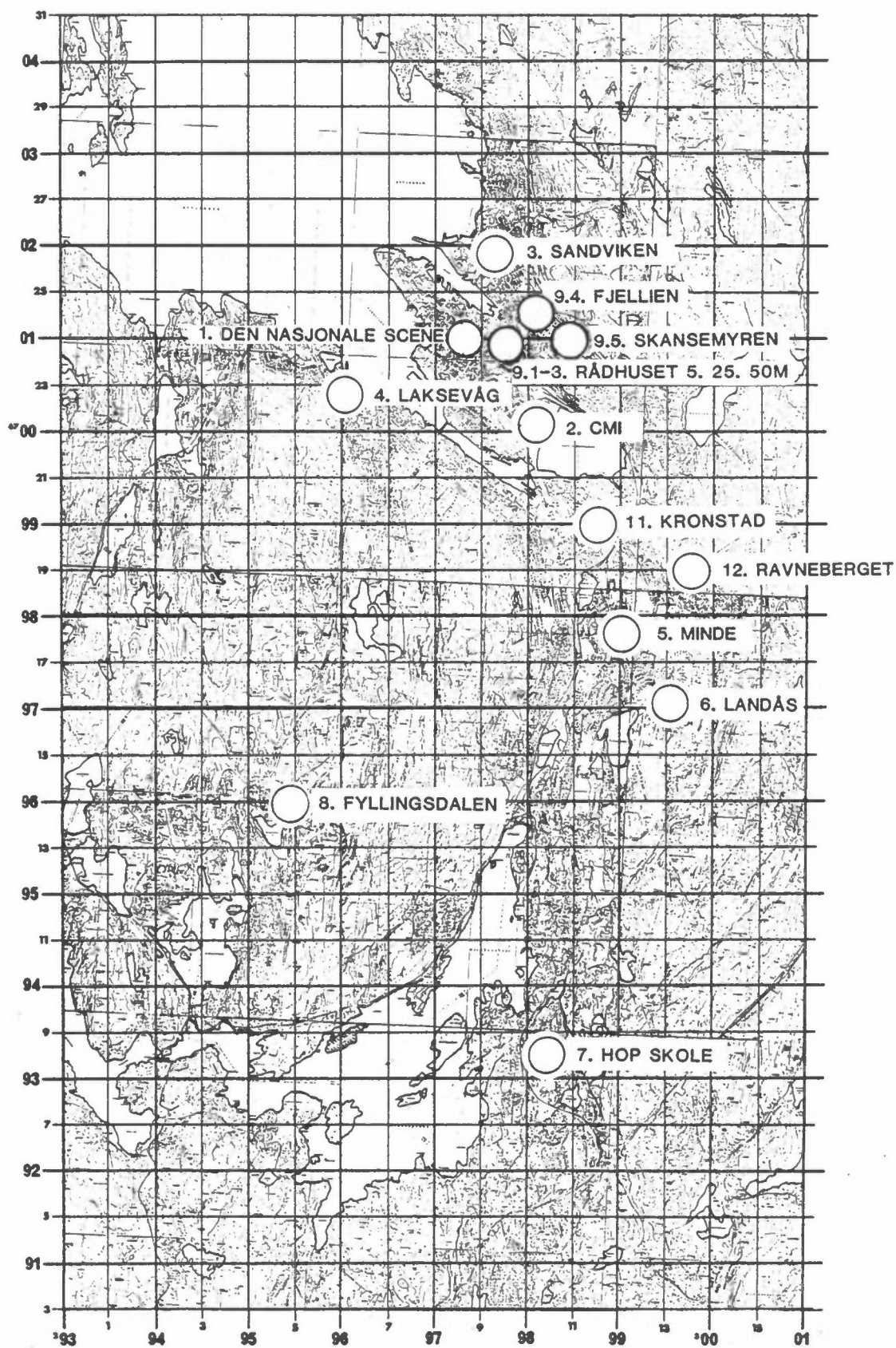
På grunn av tekniske problemer er det følgende hull av en viss varighet i datamaterialet:

- SO<sub>2</sub> kontinuerlig : Hovedstasjonen, data mangler i november
- SO<sub>2</sub> og sot, døgnverdier: Landås , " " " februar
- SO<sub>2</sub> og sot, døgnverdier: Hop , " " " februar
- NO<sub>2</sub>, døgnverdier : Hop , " " " februar
- Svevestøv, døgnverdier : Minde , " " " desember

### 5.2 LUFTKVALITETEN VINTEREN 1983/84 SAMMENLIGNET MED VINTEREN OG SOMMEREN 1983

Tabell 13 presenterer et sammendrag av luftkvaliteten i Bergen sentrum vinteren 1983/84 sammenlignet med vinteren og sommeren 1983.

Januar-februar 1984 var den mest forurensede periode i løpet av hele måleprogrammet. De senere kapitler viser at januar 1984 var den desidert mest forurensede måned.



Figur 23: Målestasjoner for luftkvalitet og korrosjon (stasjonene 1-8).

Tabell 12: Datatilgjengelighet, luftkvalitet, september 1983 - februar 1984.

	1983				1984	
	SEP	OKT	NOV	DES	JAN	FEB
KONTINUERLIGE MÅLINGER						
DNS CO			20		8	
NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub>			20		8 12	
SO <sub>2</sub>			29 13 19			
DØGNVERDIER						
SO <sub>2</sub> OG SOT						
1 DNS						
2 CMI						
3 SANDVIKEN						
4 LAKSEVÅG						
5 MINDE						
6 LANDÅS					12 18	5
7 HOP						3
8 FYLLINGSDALEN						
91 RÅDHUSET 5M						6
92 " 25M						
93 " 50M						6
11 KRONSTAD				29	5	
12 RAVNE BERGET						
NO <sub>2</sub>						
1 DNS					8 18 21 28	
2 CMI					20 23	23
3 SANDVIKEN			5 11		26	
5 MINDE						
7 HOP SKOLE			13 21		5	
92 RÅDHUSET 25M				12 8		26
PB						
1 DNS						
2 CMI						
3 SANDVIKEN						
4 LAKSEVÅG						
5 MINDE						
6 LANDÅS					12 18	
7 HOP SKOLE						
8 FYLLINGSDALEN						
92 RÅDHUSET 25M						
11 KRONSTAD					5	
12 RAVNEBERGET						
SVEVESTØV						
1 DNS			2			
5 MINDE			22	23	8 15 20	
PAH, BENZEN						
1 DNS			11 17 23 29	5 13 17 21 28	6 10 14 20 26	1 7 13 18 24
5 MINDE			17 23 29	5 13 17 21 28	6 10 14 26	1 7 13 18 24

Tabell 13: Forurensningsnivå, temperatur og vindstyrke i Bergen i to-måneders-perioder 1983-1984.

Komponent		Stasjoner	Jan-feb	Mai-Juni	Nov-Des	Jan-Feb
			1983	1983	1983	1984
SO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	1 (DNS)	17	9	13	24
		1, 2, 3, 4, 5	15		12	22
NO <sub>2</sub> manuelt	µg/m <sup>3</sup>	1	52	43	51	66
		1, 2, 3, 5	≈36		41	51
NO <sub>2</sub> kont. reg.	µg/m <sup>3</sup>	1	55	32	55	71
NOx kont. reg.		1	135	61	170	222
Sot	µg/m <sup>3</sup>	1	26	13	25	34
		1, 2, 3, 4, 5	22		23	31
CO	mg/m <sup>3</sup>	1	1.7 2.1 <sup>1</sup>	1.1	2.0	2.2 2.9 <sup>2</sup>
Bly	µg/m <sup>3</sup>	1	0.37 <sup>1</sup>	0.16	-	0.25 <sup>2</sup>
		1, 2, 3, 4, 5	0.29 <sup>1</sup>			0.19 <sup>2</sup>
Svevestøv	µg/m <sup>3</sup>	1	35	23	39	45
Vindstyrke	m/s	Florida 45 m	3.8	3.0	3.6	3.6
Temperatur	°C	Florida 30 m	2.0	ca 11	3.9	0.6
Temp.diff.	°C	Florida 41-2 m	-0.5	-	-0.2	0
		Fløyen-Ngt.	-		-2.5	-2.2

<sup>1</sup> Februar  
<sup>2</sup> Januar



En sammenligning mellom de to vinterperiodene januar-februar viser følgende:

SO<sub>2</sub>-nivået og sot-nivået var 40-45% høyere i 1984 enn i 1983, mens nivået av NO<sub>2</sub>, svevestøv og CO var 25-30% høyere. Gjennomsnittlig vindstyrke var nær den samme i de to vinterperiodene.

Blynivået ble redusert med ca 35% fra februar 1983 til januar 1984. Gjennomsnittlig blyinnhold i bensin ble pr 1.9.1983 redusert fra ca 0.35 g/l til ca 0.15 g/l, altså en reduksjon på mer enn ca 50%. Dette innebærer at om blyinnholdet i bensin var konstant, ville blynivået i luften ha vært over 40% høyere i januar 1984 enn i februar 1983. Tilsvarende økning for CO var ca 40%.

Lav gjennomsnittstemperatur i januar-februar 1984 synes å være hovedårsaken til det høye SO<sub>2</sub>- og sot-nivået og til økningen i NO<sub>2</sub> og svevestøv. Lav temperatur øker forbruket av brensel, og derved utslippet fra fyring med olje, koks og ved.

Utslippet fra biltrafikken, som representeres av CO og bly, er ikke temperaturavhengig i så stor grad som SO<sub>2</sub>-utslippet. Når CO- og blynivået (antall uendret blyinnhold i bensin) likevel var ca 40% høyere i 1984, antas dette delvis å skyldes høyere frekvens av inversjoner og derved dårligere spredningsforhold ved bakken i 1984 enn i 1983.

### 5.3 SVOVELDIOKSID, SO<sub>2</sub>

Tabell 14 gir en oversikt over månedsmiddelverdier, basert på døgnmålingene. På alle stasjoner bortsett fra Ravneberget var SO<sub>2</sub>-nivået høyest i januar, som hadde laveste temperatur og derved størst forbruk av fyringsolje. Høyeste månedsmiddelverdi hadde Minde i januar, 34 µg/m<sup>3</sup>, mens alle stasjoner i sentrum i januar lå mellom 23 og 33 µg/m<sup>3</sup>.

Figur 24 viser gjennomsnittlig SO<sub>2</sub>-nivå på målestasjonene for vinterkvartalet 1983/84. Sett i forhold til målingene vinteren 1983 var økningen i nivået størst i området CMI - Kronstad, noe mindre på Minde og i sentrum, mens SO<sub>2</sub>-nivået i periferien (Hop, Lindås, Ravneberget, Laksevåg) var noenlunde det samme de to vintre.

Tabell 16 gir en mer detaljert oversikt over døgnmålingene av  $\text{SO}_2$ . De høyeste døgnverdier lå i overkant av  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i Sentrum/Minde-området, i forbindelse med en forurensningsepisode med svak vind og inversjon den 24. og 25. januar. I andre episoder i desember og januar kom  $\text{SO}_2$ -nivået opp i  $80-90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sandviken og Laksevåg hadde lavere konsentrasjoner enn sentrum og Minde også i forurensningsepisoder. Der ble  $\text{SO}_2$ -nivået aldri høyere enn  $70-80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . På Hop skole (Nesttun) og i Fyllingsdalen var høyeste døgnverdi av  $\text{SO}_2$   $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tabell 15 gir en oversikt over de kontinuerlig registrerende  $\text{SO}_2$ -målinger på hovedstasjonen (DNS). Disse målingene ga også høyest  $\text{SO}_2$ -nivå i januar,  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som månedsmiddelverdi, mens døgnmålingene samme sted ga  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . I kapittel 5.13 sammenlignes disse to målemetoder for  $\text{SO}_2$  mer inngående. Den kontinuerlige målingen ga gjennomgående ca 20% høyere verdier enn de manuelle døgnmålingene.

De kontinuerlige målinger ga  $135 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som høyeste døgnverdi, og ca  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som høyeste timesverdi den 25. januar kl 1500. Målingen falt ut samme dag kl 1600, men fra samtidige målinger av  $\text{NO}_x$  kan en anta at  $\text{SO}_2$ -konsentrasjonen da gikk opp mot  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som timesmiddelverdi. Frekvensfordelingen av timesmiddelverdier forøvrig diskuteres i kapittel 5.11.

De høyeste døgnmiddelverdier av  $\text{SO}_2$  i Bergen vinteren 1983/84 overskred nedre verdi av grenseverdi-intervallet på  $100-150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette skjedde på stasjonene DNS, CMI, Rådhuset og Minde på 1-2 dager i januar da  $\text{SO}_2$ -nivået var  $103-114 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ingen døgnverdi lå høyere enn  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Halvårsgrenseverdien på  $40-60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ble sikkert ikke overskredet på noen av stasjonene. På CMI og Kronstad var halvårsmiddelverdiene  $15-17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Figur 25 viser at  $\text{SO}_2$ -nivået på de faste stasjonene CMI og Kronstad økte fra 1983 til 1984, men at det fortsatt var lavere enn  $\text{SO}_2$ -nivået før 1980.

Figur 26 gir et bilde av  $\text{SO}_2$ -nivåets funksjon av temperaturen. Der er månedsmiddelverdier av  $\text{SO}_2$  på stasjon CMI plottet mot månedsmidlere temperatur på Florida for perioden 1976-1984.  $\text{SO}_2$ -konsentrasjonen er normalisert med hensyn på vindstyrken ( $\text{SO}_2/\text{Vm}$ ). Dette er gjort for å søke å eliminere

Tabell 14: Månedsmiddelverdier, SO<sub>2</sub>, Bergen, november 1983 - februar 1984 (µg/m<sup>3</sup>).

	Nov 83	Des 83	Jan 84	Feb 84	Nov 83 - Feb 84
1 Den nasjonale scene	10	15	29	19	18
2 CMI	10	13	28	16	17
3 Sandviken	10	13	23	18	16
4 Laksevåg	9	10	19	16	14
5 Minde	9	14	34	18	19
6 Landås	6	8	19	-	-
7 Hop	3	4	8	-	-
8 Fyllingsdalen	4	4	8	8	6
91 Rådhuset 5 m	-	-	-	≈20	-
92 Rådhuset 25 m	11	16	28	18	18
93 Rådhuset 50 m	-	-	-	15	-
11 Kronstad	12	15	33	20	20
12 Ravneberget	5	5	8	9	7
Gjennomsnitt, ekskl. 6,7,91,93,12	10	14	28	18	17.5

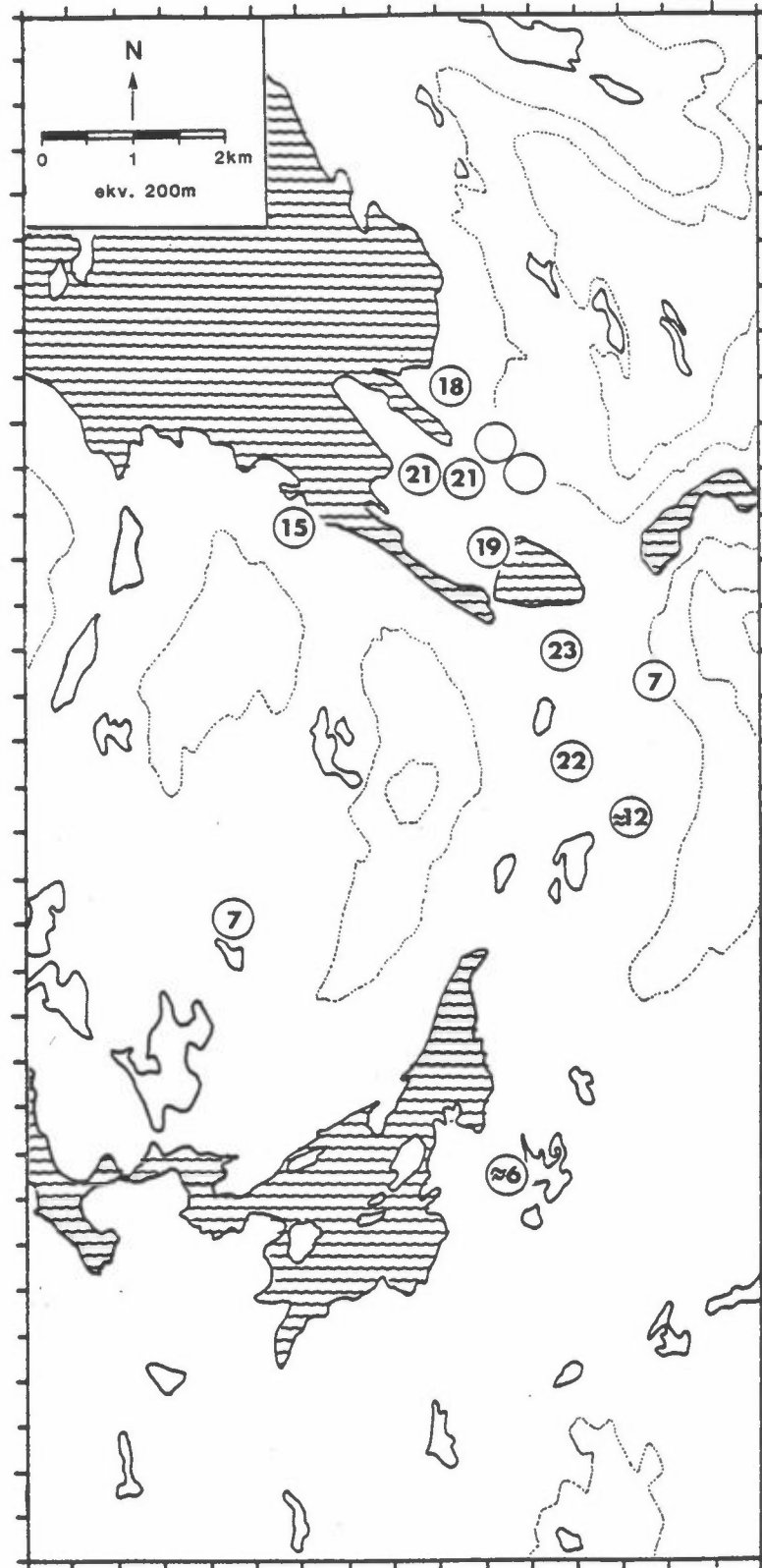
Tabell 15: SO<sub>2</sub>. Resultater av kontinuerlig registrerende målinger på stasjon DNS (µg/m<sup>3</sup>).

SO <sub>2</sub> - Kontinuerlig registrerende målinger										
	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Antall obs.	Antall >50	Antall døgnmidler >100	Antall døgnmidler >150	Høyeste timesmiddel	Antall obs.	Antall timesmidler >100	Antall timesmidler >200
Nov 83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Des 83	12	38	24 <sup>1</sup>	1	-	-	85	531	-	-
Jan 84	36	135	31	8	2	-	257	676	63	4
Feb 84	23	64	29	3	-	-	129	611	16	-

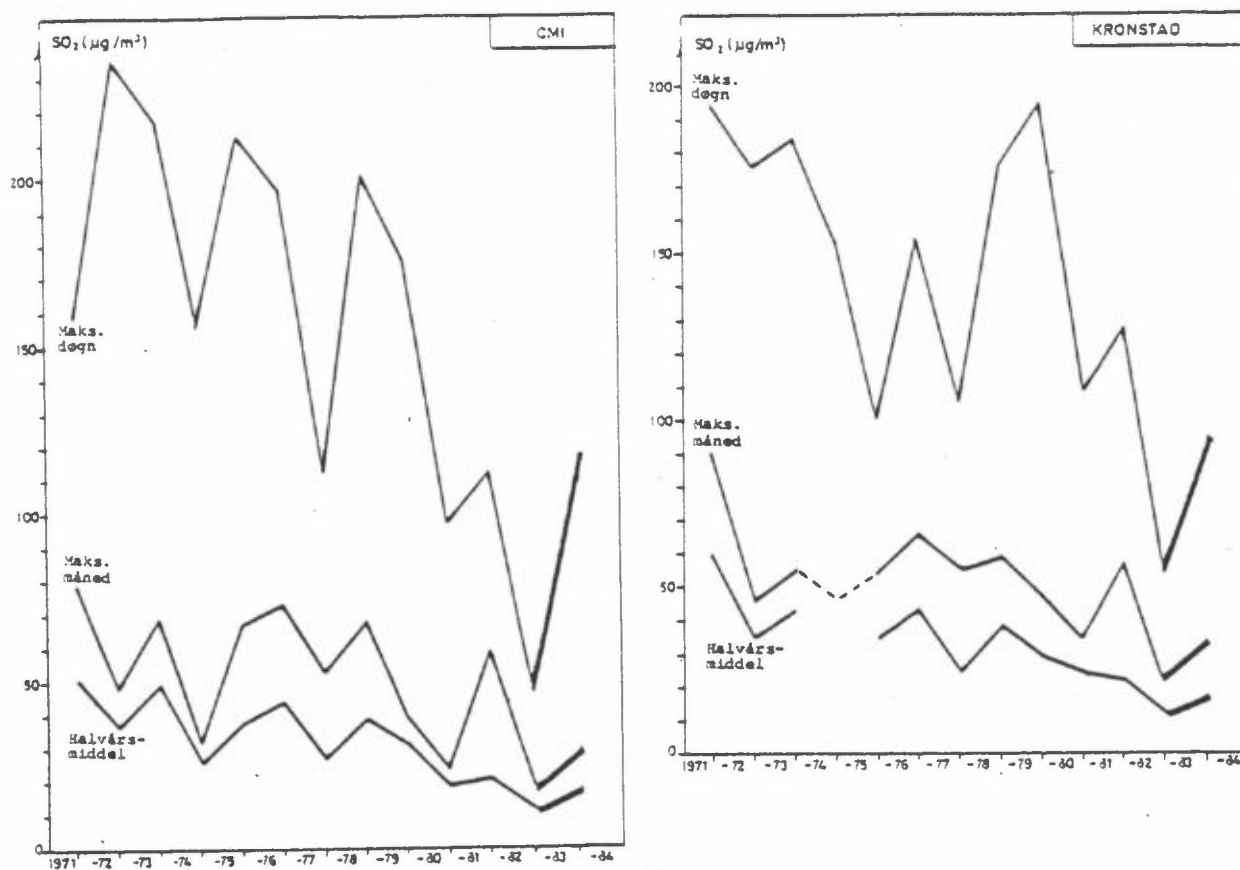
<sup>1</sup> Ekskl. 14.-19.12.

Tabell 16: Sammendrag av SO<sub>2</sub>-resultater (µg/m<sup>3</sup>).

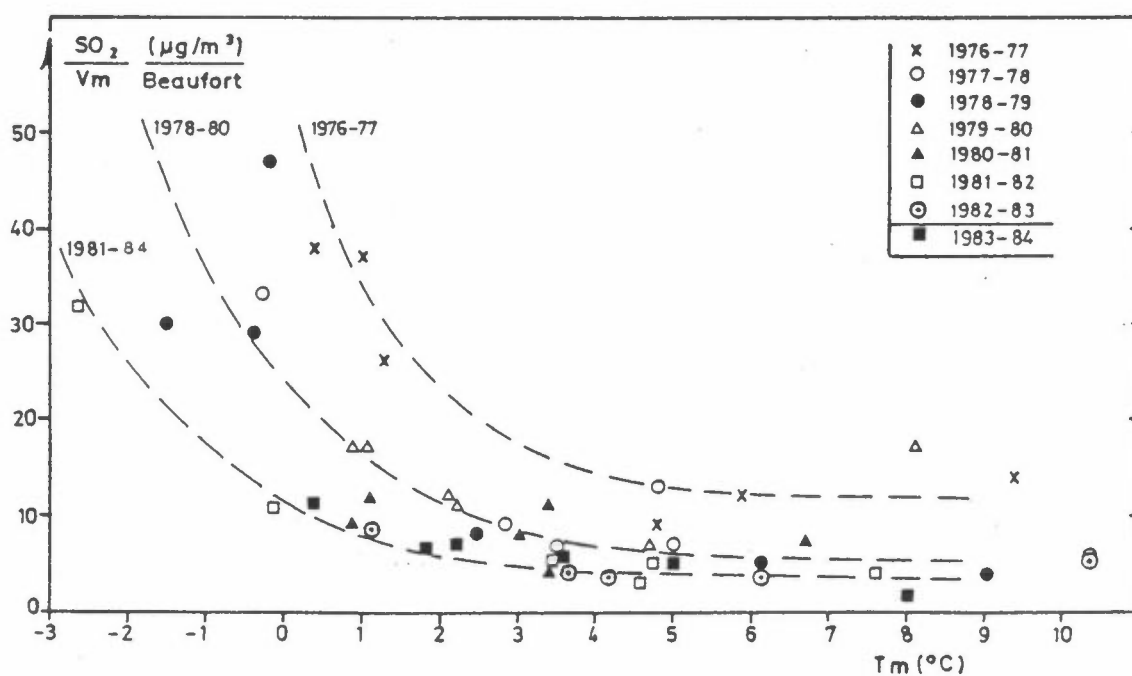
		Middel- verdi	Maksimum	Antall obs.	>50	>100	>150
DNS	Nov 83	10	20	30			
	Des	15	79	31	1		
	Jan 84	29	103	30	8	1	
	Feb	19	41	28			
Rådhuset 5 m	Feb 84	20	48	19			
Rådhuset 25 m	Nov 83	11	25	30			
	Des	16	90	31	2		
	Jan 84	28	108	30	6	1	
	Feb	18	40	28			
Rådhuset 50 m	Feb 84	15	34	22			
CMI	Okt 83	5	11	31			
	Nov	12	26	30			
	Des	13	67	30	1		
	Jan 84	28	111	30	7	1	
	Feb	16	41	28			
	Mar	16	38	31			
Sandviken	Nov 83	10	19	29			
	Des	13	47	31			
	Jan 84	23	75	30	6		
	Feb	18	42	28			
Laksevåg	Nov 83	9	19	30			
	Des	10	37	31			
	Jan 84	19	63	30	3		
	Feb	16	30	28			
Kronstad	Okt 83	4	10	31			
	Nov	12	28	30			
	Des	15	61	28	1		
	Jan 84	33	91	27	7		
	Feb	20	38	29			
	Mar	18	38	29			
Minde	Nov 83	9	24	29			
	Des	14	67	30	3		
	Jan 84	34	114	30	9	2	
	Feb	18	34	28			
Landås	Nov 83	6	13	26			
	Des	8	41	31			
	Jan 84	19	56	23	2		
	Feb	-	-	5			
Hop skole	Nov 83	3	9	30			
	Des	4	15	31			
	Jan 84	8	24	30			
	Feb	-	-	4			
Fyllingsdalen	Nov 83	4	11	30			
	Des	4	20	31			
	Jan 84	8	22	30			
	Feb	8	22	27			
Ravneberget	Nov 83	5	13	30			
	Des	5	19	31			
	Jan 84	8	27	31			
	Feb	9	27	29			



Figur 24: SO<sub>2</sub>. Middelerdier (µg/m<sup>3</sup>) for vinteren 1983/84 (desember-februar).



Figur 25:  $\text{SO}_2$ . Langtidsutvikling (vinterhalvår) på stasjonene CMI og Kronstad.



Figur 26:  $\text{SO}_2$ -nivået på CMI normalisert med hensyn på vindstyrke ( $\text{SO}_2/\text{Vm}$ ) som funksjon av midlere temperatur på Florida. Månedsmiddelverdier om vinteren, 1976-1984.

virkingen på  $\text{SO}_2$ -nivået av endringer i spredningsforholdene. Økningen i  $\text{SO}_2$ -nivået ved lave temperaturer antas i hovedsak å skyldes økningen i oljeforbruk. I noen grad skyldes økningen også virkingen av stabilitetsforholdene. Frekvensen av inversjoner er normalt større jo lavere månedsmiddeltemperaturen er.

Figur 34 viser også at  $\text{SO}_2$ -nivået ble redusert fra 1976-1977 og fram mot 1984. Dette reflekterer reduksjonen i oljeforbruk og andelen av tungolje, som vist i figur 9.

#### 5.4 NITROGENDIOKSID, $\text{NO}_2$

Tabell 17 gir en oversikt over månedsmiddelverdier, basert på døgnmålingene på 6 stasjoner.  $\text{NO}_2$ -konsentrasjonen var i gjennomsnitt ca 3 ganger høyere enn  $\text{SO}_2$ -nivået, slik det også var vinteren 1983.

$\text{NO}_2$ -nivået var høyest i januar, slik det også var for  $\text{SO}_2$ . Økningen fra november-desember til januar var imidlertid bare 30%, mens tilsvarende økning i  $\text{SO}_2$ -nivået var 130%. Forskjellen mellom  $\text{NO}_2$  og  $\text{SO}_2$  er bl.a. at bilutslippet gir et stort bidrag til  $\text{NO}_2$ , og bilutslippet er ikke særlig temperaturavhengig. I tillegg er bakgrunnsnivået av  $\text{NO}_2$  vesentlig høyere enn  $\text{SO}_2$ . Bakgrunnsnivåets betydning ser en tydeligst på stasjon Hop skole, der  $\text{NO}_2$ -nivået ( $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for november-januar) var nesten 6 ganger høyere enn  $\text{SO}_2$ , mens forskjellen i sentrum altså bare var en faktor 3.

$\text{NO}_2$ -nivået var høyest på hovedstasjonen (DNS), som er den stasjon som er mest eksponert for bilutslipp. Høyeste månedsmiddelverdi var ca  $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i januar. Minde hadde nest høyeste månedsverdi,  $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$  også i januar.

Figur 27 viser gjennomsnittlig  $\text{NO}_2$ -nivå for vinterkvartalet 1983/84. Hovedstasjonen skiller seg ut med et høyere nivå enn de andre stasjonene,  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Det var ikke tilfellet vinteren 1983, da  $\text{NO}_2$ -nivået var like høyt på Rådhuset-stasjonene som på DNS. Forøvrig hadde Minde, CMI og Rådhuset alle i 1983/84 et  $\text{NO}_2$ -nivå rundt  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mens Sandviken hadde  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , og Hop ca  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tabell 18 gir en mer detaljert oversikt over døgnmålingene. De høyeste døgnverdiene lå opp mot  $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på DNS og Minde. Disse verdiene opptrådte under episodene 20. januar og 24.-25. januar 1984, da også  $\text{SO}_2$ -nivået var høyt. Under episodene hadde Rådhuset og CMI lavere  $\text{NO}_2$ -nivå enn DNS og Minde. Dette skyldes kanskje at stasjonene på Rådhuset og CMI begge ligger ganske høyt, ca 25 meter over bakken. Mye av  $\text{NO}_2$ -utslippet skjer ved bakken (bileksos), og i episoder med inversjon begrenses spredningen oppover. Sandviken synes ikke å bli sterkt influert av høye  $\text{NO}_2$ -konsentrasjoner, og de høyeste døgnverdier, i overkant av  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , var ikke vesentlig høyere enn de høyeste som ble målt på Hop skole i Nesttun.

Tabell 19 viser resultatene av de kontinuerlig registrerende  $\text{NO}_x$ - og  $\text{NO}_2$ -målinger på hovedstasjonen DNS. Disse målingene ga en høyeste månedsmiddelverdi på  $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i januar, mot  $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$  målt med den manuelle metoden. Høyeste døgnmiddelverdi fra de kontinuerlige registreringer var  $225 \mu\text{g}/\text{m}^3$  den 25. januar. Den manuelle metoden fungerte ikke i den episoden. Den 20. januar fungerte imidlertid begge metodene. Den manuelle ga da  $188 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mens den registrerende ga  $144 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette antyder at den manuelle metode ville gitt en verdi den 25. januar høyere enn  $225 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Videre sammenligning mellom de to metodene gjøres i kapittel 5.13.

Høyeste timesmiddelverdi av  $\text{NO}_2$  på hovedstasjonen ble målt til  $640 \mu\text{g}/\text{m}^3$  den 25. januar kl 1600. Frekvensfordelingen av timesmiddelverdier diskuteres i kapittel 5.11.

Grenseverdien for døgnmiddelverdi av  $\text{NO}_2$  er  $100\text{--}150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Den laveste grenseverdi,  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ble overskredet i desember og januar på DNS, CMI, Rådhuset og Minde. På stasjonene ved bakken, DNS og Minde, ble overskridelse registrert på henholdsvis 4 og 7 dager. Også på Sandviken ble denne grense såvidt overskredet på en dag i januar. Den høyeste grenseverdien,  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ble overskredet på 1-3 dager i januar på DNS, Rådhuset og Minde. Høyeste verdi,  $188 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , lå 25% høyere enn grenseverdien. De registrerende målinger ga imidlertid som nevnt en høyeste døgnverdi på DNS på  $225 \mu\text{g}/\text{m}^3$  den 25. januar da den manuelle målingen ikke fungerte.



Tabell 17: Månedsmiddelverdier, NO<sub>2</sub> Bergen, november 1983 - februar 1984 (µg/m<sup>3</sup>).

	Nov 83	Des 83	Jan 84	Feb 84	Nov 83 - Feb 84
1 Den nasjonale scene	51	50	≈71	61	58
2 CMI	42	38	≈48	44	43
3 Sandviken	34	32	39	37	36
5 Minde	44	40	62	43	47
7 Hop	27	22	36	-	-
93 Rådhuset 25 m	49	46	≈54	44	48
Gjennomsnitt, ekskl. 7	44	41	55	46	46

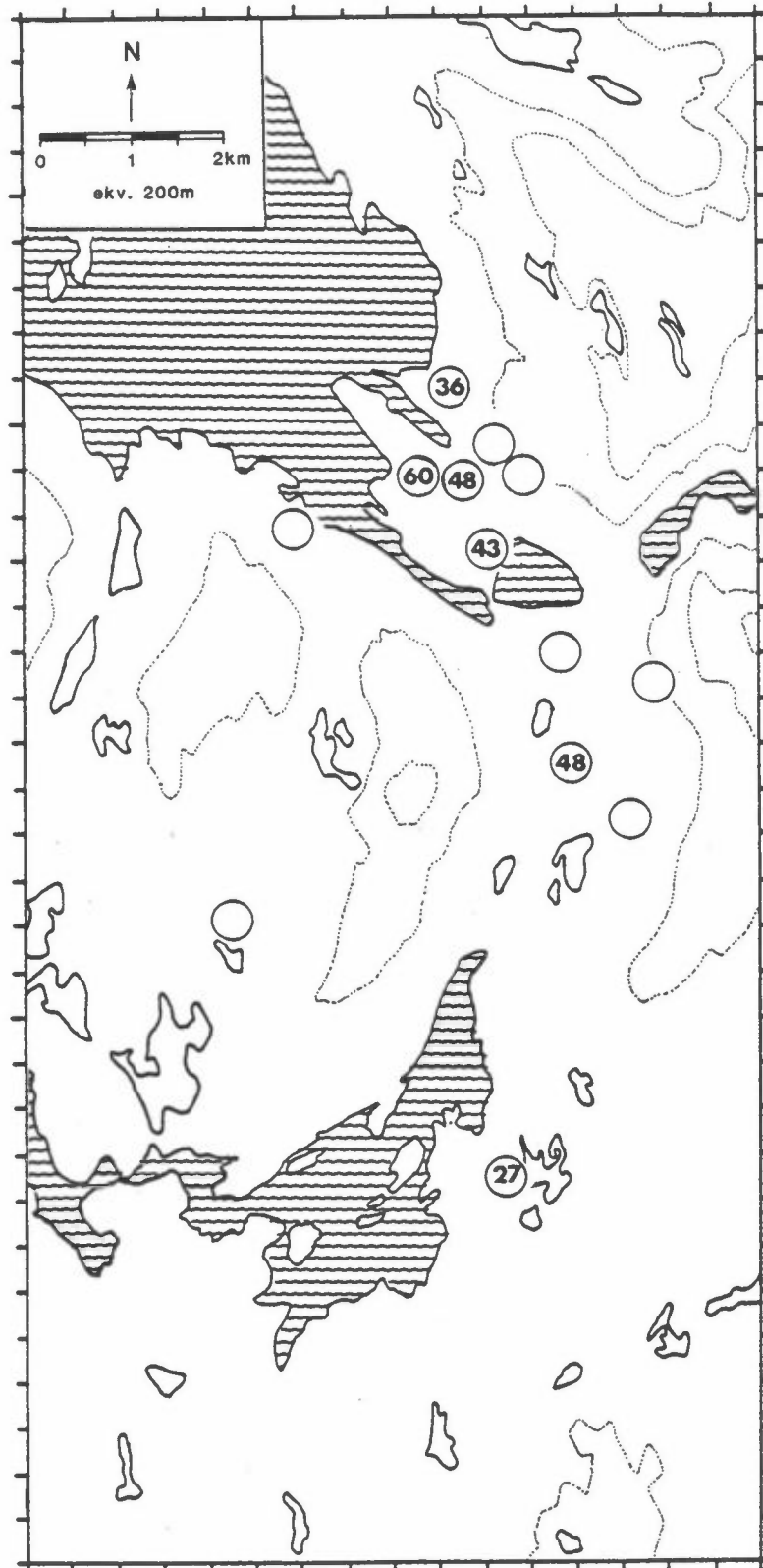
 Tabell 18: Sammendrag av NO<sub>2</sub>-resultater (µg/m<sup>3</sup>).

		Månedsmiddel- verdi	Maksimum	Antall obs.	>75	>100	>150
DNS	Nov 83	51	73	30			
	Des	50	125	31	2	1	
	Jan 84	≈71	184	16	6	3	1
	Feb	61	91	28	7		
CMI	Nov 83	42	63	30			
	Des	38	79	31	1		
	Jan 84	≈48	129	23	4	2	
	Feb	42	69	21			
Rådhuset 25 m	Nov 83	49	85	30	2		
	Des	46	107	31	1	1	
	Jan 84	≈54	152	23	7	3	1
	Feb	44	86	24	2		
Sandviken	Nov 83	34	50	30			
	Des	32	59	24			
	Jan 84	39	104	30	3	1	
	Feb	37	79	28	1		
Minde	Nov 83	44	82	30	2		
	Des	40	125	31	1	1	
	Jan 84	62	188	30	9	6	3
	Feb	43	85	28	3		
Hop skole	Nov 83	27	52	30			
	Des	≈25	63	22			
	Jan 84	36	96	30	4		
	Feb	-	-	5			

Tabell 19: 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> (som NO <sub>2</sub> ) - Kontinuerlig registrerende målinger							
	Måneds- middel	Høyeste døgn- middel	Antall obs.	Høyeste times- middel	Antall obs.	Antall timesmidler	
						>500	>1000
Nov 83	166	330	29	1242	644	29	3
Des 83	174	868	31	2115	723	54	9
Jan 84	290	1130	23	3027	538	113	24
Feb 84	175	362	29	976	687	45	-

NO <sub>2</sub> - Kontinuerlig registrerende målinger									
	Måneds- middel	Høyeste døgn- middel	Antall obs.	Antall >100	Antall døgnmidler >150	Høyeste times- middel	Antall obs.	Antall timesmidler	
								>200	>350
Nov 83	56	82	29			199	644		
Des 83	54	115	31	1		257	723	4	
Jan 84	74	225	23	4	1	640	561	19	3
Feb 84	68	94	29			183	687		



Figur 27: NO<sub>2</sub>. Middelværdier (µg/m<sup>3</sup>) for vinteren 1983/84 (desember-februar).

Grenseverdien for timesmiddelverdi, 200-350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ble overskredet på DNS, som var eneste stasjon der timesverdier ble målt. Grensen 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ble overskredet i tilsammen 24 timer i løpet av 5 dager i desember og januar. Grensen 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ble overskredet i 4 timer i løpet av dagene 18. og 25. januar. Høyeste verdi, 640  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , var nesten dobbelt så høy som øvre grenseverdi.

## 5.5 SOT

En oversikt over månedsmiddelverdier av sot er vist i tabell 20. Som for  $\text{SO}_2$  og  $\text{NO}_2$  var sotnivået høyest i januar, med en økning på 50% fra november-desember. Tilsvarende økning var 130% for  $\text{SO}_2$  og 30% for  $\text{NO}_2$ .

Sotnivået er høyest på Minde, der den høyeste månedsmiddelverdi ble målt, 47  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i januar. DNS, CMI, Rådhuset, Kronstad og Landås hadde høyeste månedsmiddelverdier på 35-40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mens Sandviken lå under 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  og Fyllingsdalen og Hop under 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tabell 21 gir en mer detaljert oversikt over døgnverdimålingene. De høyeste døgnverdier var 170-180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Bare Minde og CMI hadde døgnverdier over 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . I tillegg hadde DNS, Rådhuset og Kronstad maksimalverdier godt over 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sandviken og Landås hadde maksimalverdier på 80-100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mens Laksevåg, Fyllingsdalen og Hop hadde maksimalt ca 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Figur 28 viser gjennomsnittlig sotnivå i vinterkvartalet 1983/84. Sotnivået var høyest på Minde. Den romlige fordelingen ligner mye på den en hadde vinteren 1983. Det er likevel tydelig at sotnivået i Kronstad-Mindeområdet (stasjonene CMI, Kronstad, Minde, Landås) vinteren 83/84 var en del høyere enn det en skulle vente ut fra sotnivået i sentrum.

Grenseverdien for døgnverdier av sot er 100-150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ble overskredet på CMI og Minde på 2 døgn i løpet av januar. 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ble overskredet på CMI, Kronstad og Minde på 6-7 døgn og på DNS, Rådhuset og Landås i 3 døgn i desember og januar. Det er ganske sikkert at grenseverdiene for halvårsmiddel, 40-60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ikke ble overskredet på noen av stasjonene.

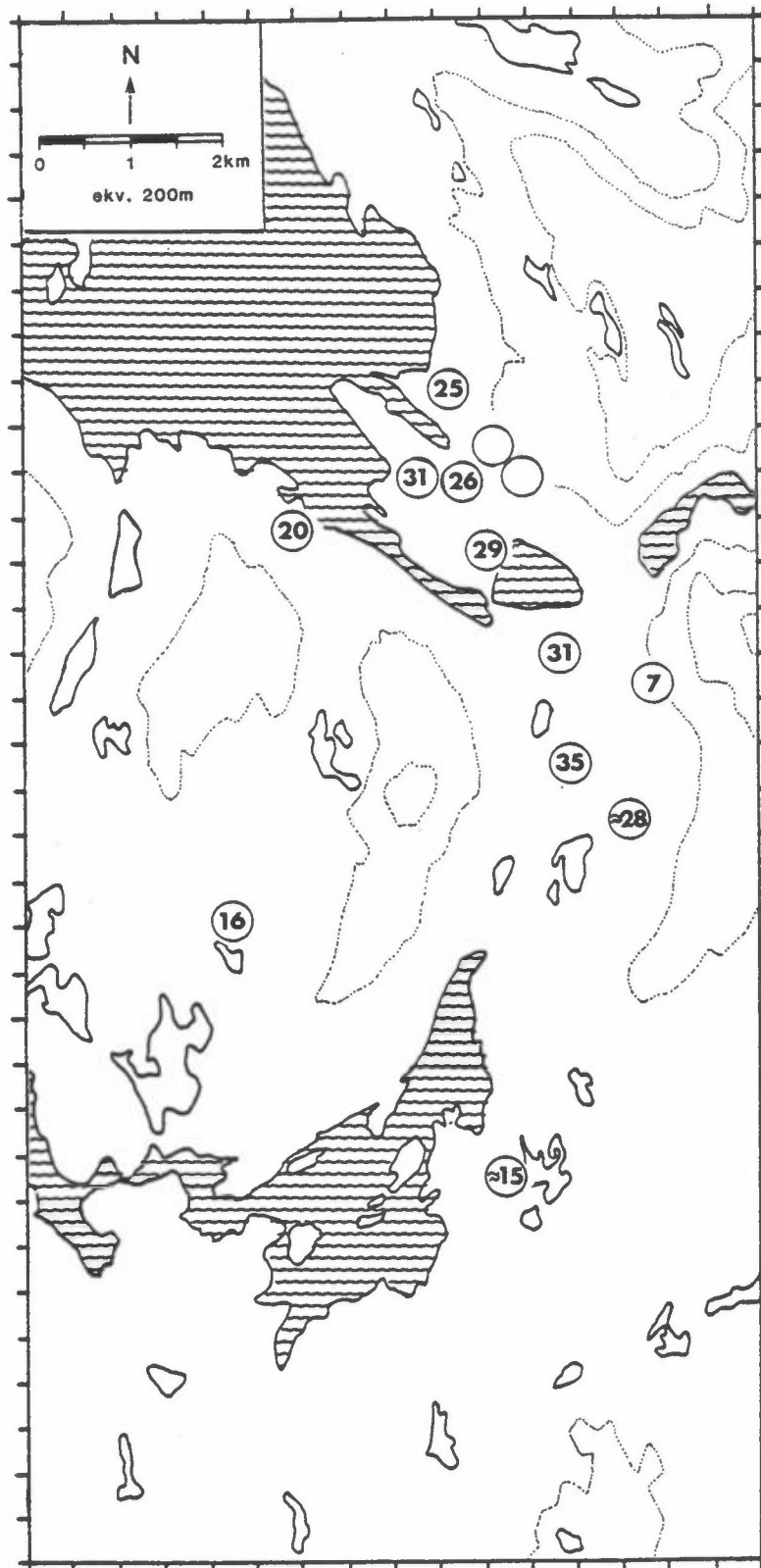
Figur 29 viser at sotnivået i 1983/84 på de faste overvåkingsstasjonene CMI og Kronstad økte fra vinterhalvåret 1982/83, og var på omtrent samme nivå som i slutten av 70-årene.

Tabell 20: Månedsmiddelverdier, sot, Bergen, november 1983 - februar 1984 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

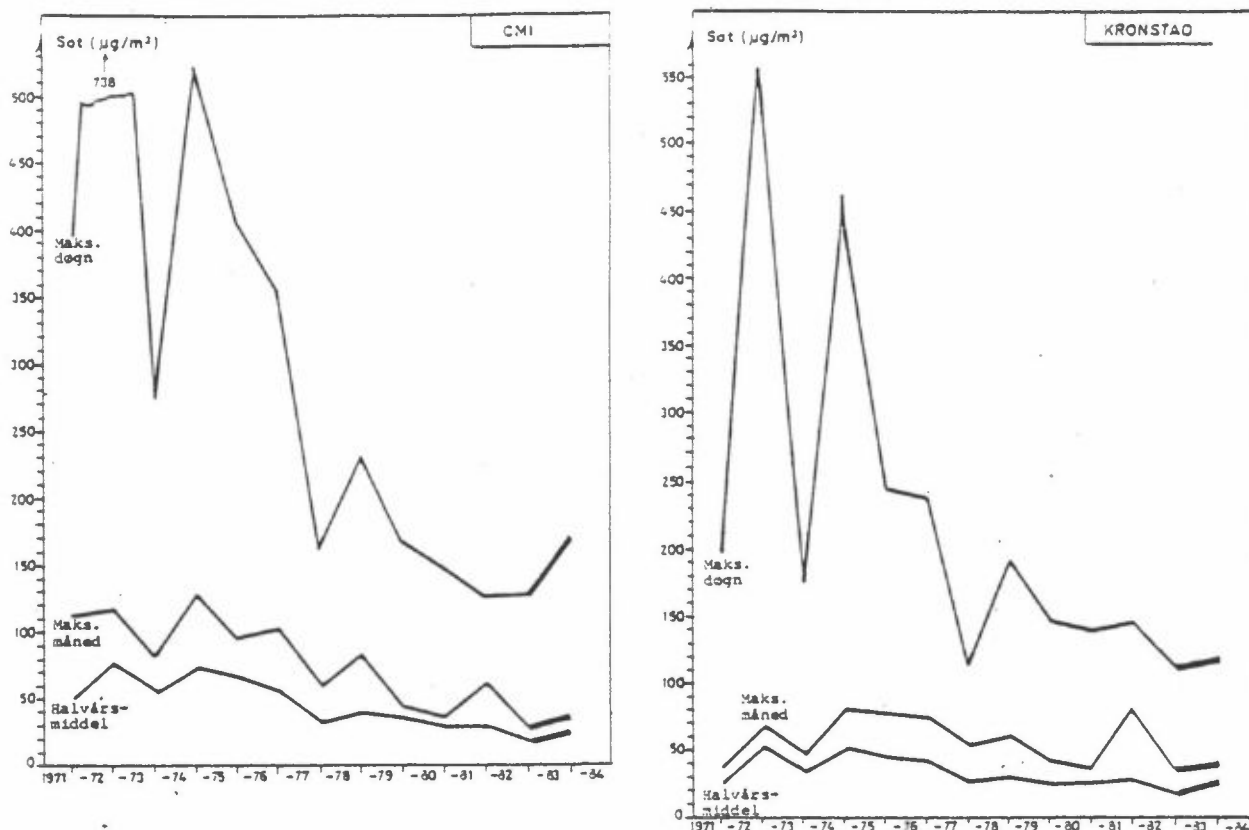
	Nov 83	Des 83	Jan 84	Feb 84	Nov 83-Feb 84
1. Den nasjonale scene	24	25	37	30	29
2. CMI	25	25	37	21	27
3. Sandviken	23	20	28	27	25
4. Laksevåg	16	14	20	26	19
5. Minde	28	26	47	32	33
6. Landås	22	22	35	-	≈26
7. Hop skole	15	12	17	-	≈16
8. Fyllingsdalen	11	12	17	18	15
91. Rådhuset 5 m	-	-	-	28	-
92. Rådhuset 25 m	17	22	33	23	24
93. Rådhuset 50 m	-	-	-	16	-
11. Kronstad	22	28	39	25	29
12. Ravneberget	8	5	6	10	7
Gjennomsnitt, ekskl. 6, 7, 91, 93, 12	22	23	34	26	26.5

Tabell 21: Sammendrag av sot-resultater ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

		Middel- verdi	Maksimum	Antall obs.	>50	>100	>150
DNS	Nov 83	24	48	30			
	Des	25	129	31	4	1	
	Jan 84	37	113	30	7	2	
	Feb	30	62	28	1		
Rådhuset 5 m	Feb 84	28	76	19	1		
Rådhuset 25 m	Nov 83	17	38	30			
	Des	22	110	31	4	1	
	Jan 84	33	136	30	8	2	
	Feb	23	55	28	1		
Rådhuset 50 m	Feb 84	16	39	22			
CMI	Okt 83	12	28	31			
	Nov	25	75	30	2		
	Des	28	126	30	5	3	
	Jan 84	37	168	30	8	3	2
	Feb	21	46	28			
	Mar	21	50	31			
Sandviken	Nov 83	23	46	29			
	Des	20	62	24	2		
	Jan 84	28	79	30	5		
	Feb	27	79	28	1		
Laksevåg	Nov 83	16	41	30			
	Des	14	46	31			
	Jan 84	20	57	30	2		
	Feb	26	61	28	2		
Kronstad	Okt 83	9	25	31			
	Nov	22	55	30	3		
	Des	28	114	28	6	3	
	Jan 84	39	133	27	9	3	
	Feb	25	53	29	2		
	Mar	21	46	29			
Minde	Nov 83	28	97	29	4		
	Des	26	147	31	5	2	
	Jan 84	47	175	30	10	5	2
	Feb	32	78	28	6		
Landås	Nov 83	22	52	26	1		
	Des	22	115	31	5	1	
	Jan 84	35	106	23	6	2	
	Feb	-	-	5			
Hop skole	Nov 83	15	52	30	1		
	Des	12	64	31	2		
	Jan 84	17	66	30	1		
	Feb	-	-	4			
Fyllingsdalen	Nov 83	11	31	30			
	Des	12	62	31	1		
	Jan 84	17	60	30	1		
	Feb	18	38	27			
Ravneberget	Nov 83	8	22	30			
	Des	5	20	31			
	Jan 84	6	20	31			
	Feb	10	21	29			



Figur 28: Sot. Middelværdier ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for vinteren 1983/84 (desember-februar).



Figur 29: Sot. Langtidsutvikling på stasjonene CMI og Kronstad.

## 5.6 KARBONMONOKSID, CO

Tabell 22 viser et sammendrag av kontinuerlig registrerende CO-målinger på hovedstasjonen (DNS). CO-nivået var høyest i januar, slik det var for alle andre stoffer. Det var da 50% høyere enn i november-desember. Tilsvarende økning var 40% for  $\text{NO}_2$ , 50% for sot og 130% for  $\text{SO}_2$ . Dette antyder at biltrafikken gir hovedbidraget til  $\text{NO}_2$  og sot på hovedstasjonen.

CO-nivået var i januar-februar 1984 i gjennomsnitt  $2.2 \text{ mg/m}^3$ , mot  $1.7 \text{ mg/m}^3$  i 1983 (se forøvrig tabell 23 og kapittel 5.1).

Grenseverdien for 8-timers middelværdi er  $10 \text{ mg/m}^3$ . Denne verdien ble overskredet i løpet av 5 dager i desember og januar (tilsammen 31 glidende 8-timers-perioder). Ytterligere 2 dager lå tett opptil.



Grenseverdien for 1-times middelvei er  $25 \text{ mg/m}^3$ . Høyeste målte verdi var  $23 \text{ mg/m}^3$  den 19. desember kl 16.

Hovedstasjonen ligger ca 40 meter fra nærmeste sterkt trafikkerte vei, Engen. Områder nærmere trafikkerte veier i Bergen har ofte CO-verdier vesentlig høyere enn målt på DNS, som er plassert for å gi et så representativt mål som mulig for CO-nivået i den del av sentrum. Det henvises til kapittel 7, som omtaler beregningene av forurensning langs gatenettet i Bergen.

CO-nivåets variasjon som funksjon av tid og vindretning er diskutert i kapittel 5.11.

Tabell 22: CO. Kontinuerlig registrerende målinger på stasjon DNS ( $\text{mg/m}^3$ ).

CO - Kontinuerlig registrerende målinger						
	Måneds-	Høyeste	Antall	Høyeste	Antall	Antall
	middel	8 times	g8h-	times-	obs.	timesmidler
		middel	middel	middel		
			>10			>25
Nov 83	1.7	6		9	661	
Des 83	2.2	14	14	23	734	
Jan 84	2.9	12	17	19	612	
Feb 84	1.5	8		10	686	

Tabell 23: Sammenstilling av middelveidier av CO målt på stasjon DNS i ulike perioder.

	Jan-feb '83	Mai-juni '83	Nov-des '83	Jan-feb '84
Middelveidi	1.7	1.1	2.0	2.2
Gjennomsnitt natt kl 04-06	0.6	0.5	0.6	0.5

### 5.7 BLY

Tabell 24 gir en oversikt over blyresultatene for januar 1984 og for CMI i februar 1984.

Minde hadde høyest blynivå. Også  $SO_2$ - og sotnivået var høyest på Minde.

På CMI var blynivået nær dobbelt så høyt i januar som i februar. Det samme var også tilfelle for  $SO_2$  og sot, men ikke for  $NO_2$ , som var nær det samme de to månedene.

Blynivået i januar 1984 var ca 30% lavere enn i februar 1983. Dette skyldes at blyinnholdet i høyoktan bensin ble regulert pr 1.9.1983 fra maks. 0.4 g/l til maks 0.15 g/l. Dette førte til en halvering av gjennomsnittlig blyinnhold i bensin (lavoktan bensin ble regulert ned til 0.15 g/l allerede i 1980).

Figur 30 viser middelveidene for januar. Variasjonen mellom stasjoner er nokså lik den en hadde i februar 1983. Et unntak er Hop skole, som hadde et svært høyt blynivå i februar 1983 i forhold til januar 1984.

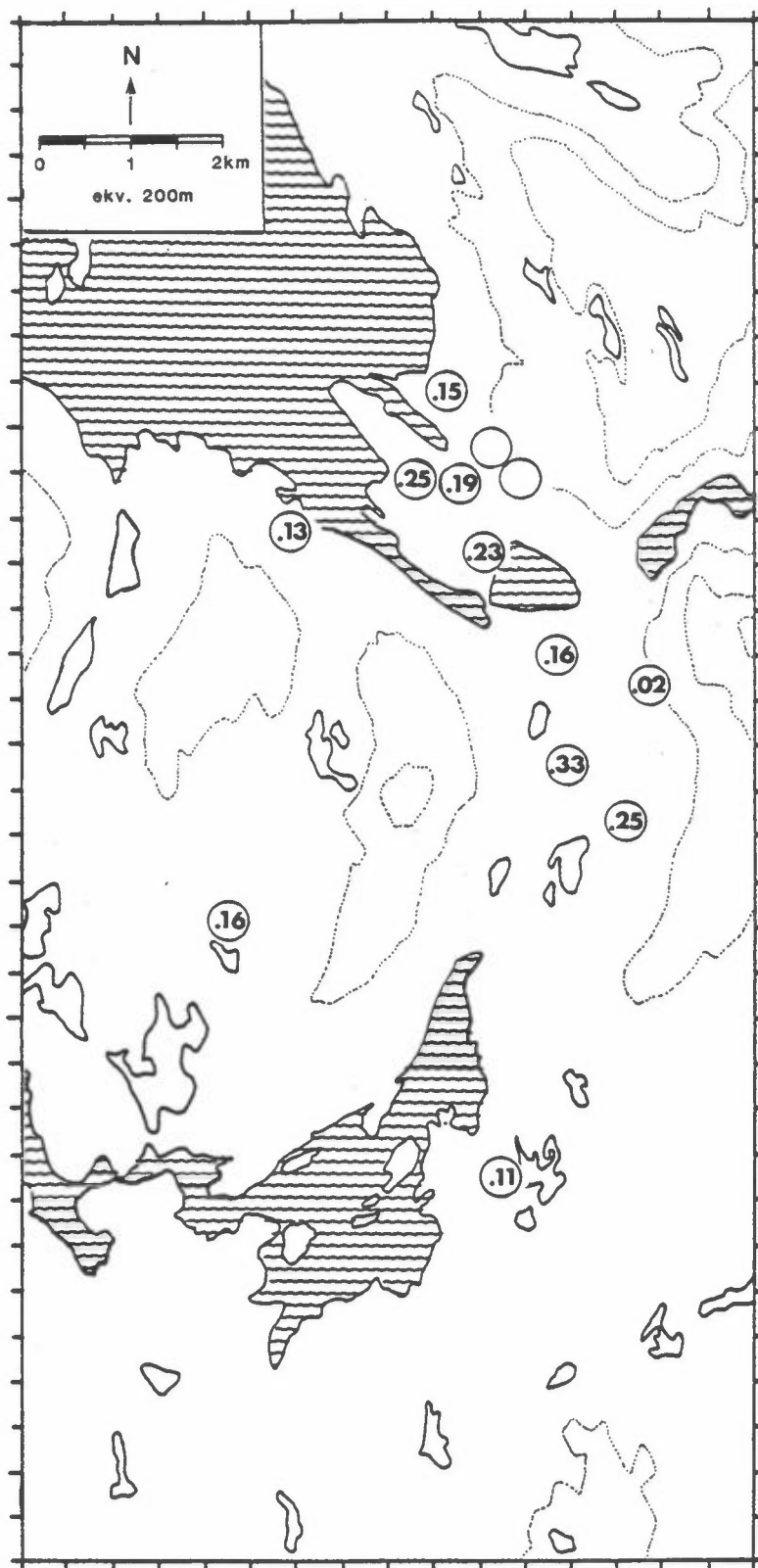
Blynivået bestemmes i stor grad av avstanden til nærmeste sterkt trafikkerte veier. Minde, CMI og DNS er de som er mest trafikkeksponert. Minde ligger ca. 40 meter fra E68, hovedinnfartsveien fra sør (ADT 20 000), CMI ca. 60 m fra samme vei i ca. 20 meters høyde over bakken, mens DNS ligger ca. 40 meter fra Engen (ADT 11 000). Sandviken, Laksevåg, Kronstad og Hop skole ligger lenger fra sterkt trafikkerte veier, og har derved også lavere

blynivå. Rådhuset-stasjonen ligger 25 meter over bakken, og har derved et noe lavere blynivå enn f.eks DNS. Landås er spesiell, med et relativt høyt blynivå i forhold til sin beliggenhet. Dette, og også det høye nivå på Hop skole i februar 1983, kan skyldes at målestasjonene er plassert slik at de kan influeres av helt lokal trafikk (garasje, parkerte biler).

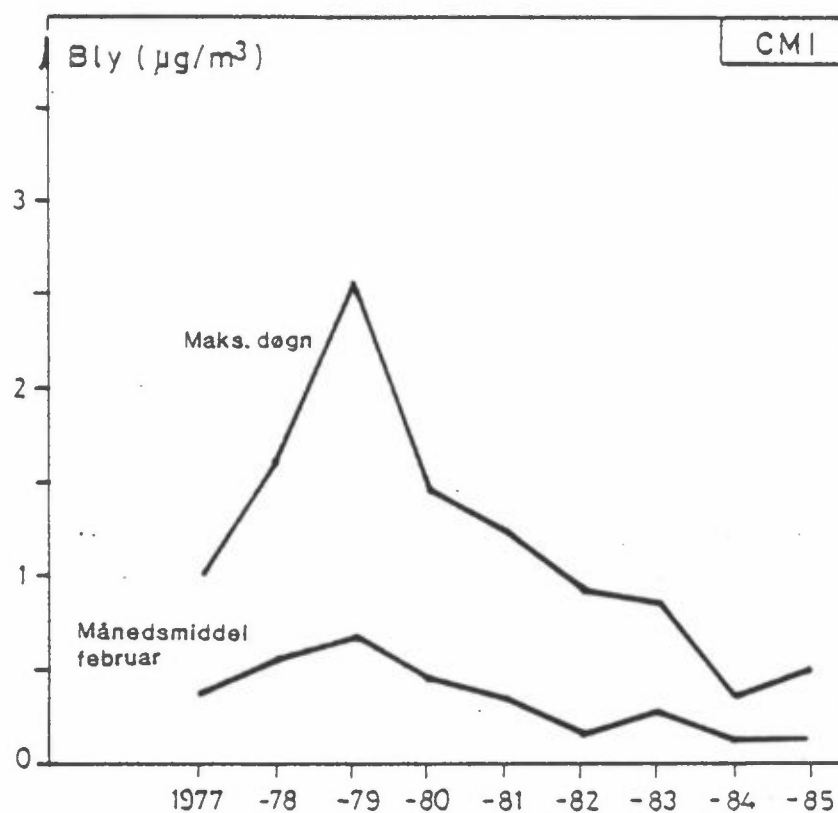
Figur 31 viser at blynivået i februar måned på CMI har blitt betraktelig redusert siden 1977, da målingene begynte.

Tabell 24: Bly. Resultater av målinger, 1984 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

	Middelverdi	Maks.	Ant. obs.	>0.5	>1.0
<u>Januar</u>					
DNS	0.25	0.72	31	6	
Rådhuset, 25 m	0.19	0.70	30	5	
CMI	0.23	0.85	30	5	
Sandviken	0.15	0.47	30		
Laksevåg	0.13	0.37	30		
Kronstad	0.16	0.52	27	1	
Minde	0.33	1.34	30	9	2
Landås	0.25	0.93	23	4	
Hop	0.11	0.43	31		
Fyllingsdalen	0.16	0.67	30	2	
Ravneberget	0.02	0.11	22		
<u>Februar</u>					
CMI	0.12	0.35	28		



Figur 30: Bly. Middelverdier ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for januar 1984.



Figur 31: Blykonsentrasjonen i februar måned på stasjon CMI i tiden 1977-85.

### 5.8 SVEVESTØV

Målinger (kontinuerlige døgnmålinger) ble foretatt på stasjonene DNS og Minde i perioden november 1983 - februar 1984. I tillegg ble målinger utført på DNS og Rådhuset i perioden mars/april. I Bergen og andre byer i Norge er dette ofte en periode med sterk støvforurensning, pga tørre veier og oppvirvling av veistøvdepotet som i stor grad har vært bundet og har bygget seg opp gjennom vinteren, i stor grad på grunn av piggdekkslitasjen av veidekket.

Tabell 25 gir en oversikt over månedsmiddelverdier av inhalerbart støv (IP, <10 µm i diameter), finfraksjon (FP, <2.5 µm) og grovfraksjon (GP, 2.5-10 µm).

87

85

Tabell 25: Månedsmiddelverdier, svevestøv ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

	Nov '83	Des '83	Jan '84	Feb '84	Mars-april '84	Nov-feb
	<u>Inhalerbart støv (&lt; 10 <math>\mu\text{m}</math>)</u>					
DNS	30	48	46	43	45	42
Minde	33	-	63	40	-	
	<u>Finfraksjon (&lt; 2.5 <math>\mu\text{m}</math>)</u>					
DNS	19	22	32	23	19	24
Minde	21	-	48	26	-	
	<u>Grovfraksjon (2.5-10 <math>\mu\text{m}</math>)</u>					
DNS	11	25	13	20	26	17
Minde	12	-	15	14		

Finfraksjonen utgjorde på DNS ca 55% av inhalerbart støv. På Minde var denne andelen 70%.

Finfraksjonen (FP) var størst i januar, slik en også hadde for alle andre stoffer. Økningen fra november-desember var ca 60% på hovedsasjonen DNS, omtrent samme økning som en hadde for CO, sot og NO<sub>2</sub>.

Grovfraksjonen (GP) var derimot størst i desember og i mars-april. Dette har sammenheng med tørre veier i kombinasjon med starten og slutten av piggdekk-sesongen, som forårsaker oppvirvling av støv fra veiene.

Resultatet er at månedsmiddelverdiene av inhalerbart støv (IP = FP + GP) var nær konstant fra desember til og med mars/april. På Minde var FP-nivået så stort i januar at det overskygget variasjonen i GP, slik at IP-nivået var desidert høyest på Minde i januar.

86  
Tabell 26 gir en mer detaljert oversikt over døgnverdiene. Høyeste døgnverdi av IP var på begge stasjoner 230-240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Bare USA har foreslått grenseverdier for inhalerbart støv. Disse er følgende:

halvårsmiddelverdi: 50- 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
døgnmiddelverdi : 150-250 "

På begge stasjonene DNS og Minde var halvårsmiddelverdien vinteren 1983-84 sannsynligvis i overkant av 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dvs. opp mot nedre grenseverdi på 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Høyeste døgnmiddelverdi på begge stasjoner, 230-240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , lå opp mot øvre grenseverdi, og mye høyere enn nedre grenseverdi på 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Konsentrasjonen på taket av Rådhuset, 50 meter over bakken (se nedenfor), var ca 90% av konsentrasjonen på DNS. Dette antyder at større deler av Bergen sentrum har like høye konsentrasjoner av svevestøv som stasjonene DNS og Minde.

I mars-april ble målingene utført på stasjonene DNS og Rådhuset 50 m, dvs 50 meter over bakken. En valgte Rådhuset stasjon, fordi en ved målinger her i februar 1983 fant samme IP-konsentrasjon som på stasjon DNS, et resultat som ble betraktet som noe overraskende. I februar 1983 ble det benyttet ulike typer prøvetakere på de to stasjonene. I mars-april 1984 ble disse to typene kjørt parallelt på Rådhuset-stasjonen, for å sammenligne resultatene.

Tabell 26: Svevestøv. Sammendrag av resultater ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

		Middelverdi	Maks.	Ant. obs.	>100	>150
<u>Inhalerbart støv (&lt;10 <math>\mu\text{m}</math>)</u>						
DNS	Nov 83	30	57	26		
	Des	48	228	30	4	3
	Jan 84	46	138	26	4	
	Feb	43	110	25	1	
	Mars/april	45	105	19	1	
Minde	Nov 83	33	112	20	1	
	Des	23	68	9		
	Jan 84	63	239	19	5	1
	Feb	40	98	26		
<u>Finfraksjon (&lt; 2.5 <math>\mu\text{m}</math>)</u>						
DNS	Nov 83	19	30	26		
	Des	22	102	30		
	Jan 84	32	121	27		
	Feb	23	38	26		
	Mars/april	19	38	19		
Minde	Nov 83	21	72	20		
	Des	15	60	9		
	Jan 84	48	225	19		
	Feb	26	51	26		
<u>Grovfraksjon (2.5-10 <math>\mu\text{m}</math>)</u>						
DNS	Nov 83	11	32	26		
	Des	25	140	30		
	Jan 84	13	74	27		
	Feb	20	80	25		
	Mars/april	26	67	19		
Minde	Nov 83	12	40	20		
	Des	8	15	9		
	Jan 84	15	50	19		
	Feb	14	53	26		



Resultatene fra disse målingene er gitt i tabell 27 og figur 32. Følgende konklusjoner kan trekkes:

1. De to prøvetakertyper (DVI og MHVS-SSI) gir nær samme resultat når det gjelder IP.
2. MHVS-SSI-prøvetakeren gir en større andel finpartikler (FP) enn DVI-prøvetakeren gjør. DVI-prøvetakeren bør betraktes som referansem metode.

Derved:

3. IP-konsentrasjonen på Rådhuset 50 m var i begge måleperioder ca 90% av konsentrasjonen på DNS.
4. Konsentrasjonen av finpartikler (FP,  $<2.5 \mu\text{m}$ ) var nær den samme på Rådhuset 50 m som på DNS, mens grovfraksjonen (GP,  $2.5-10 \mu\text{m}$ ) på Rådhuset var 80% av DNS.

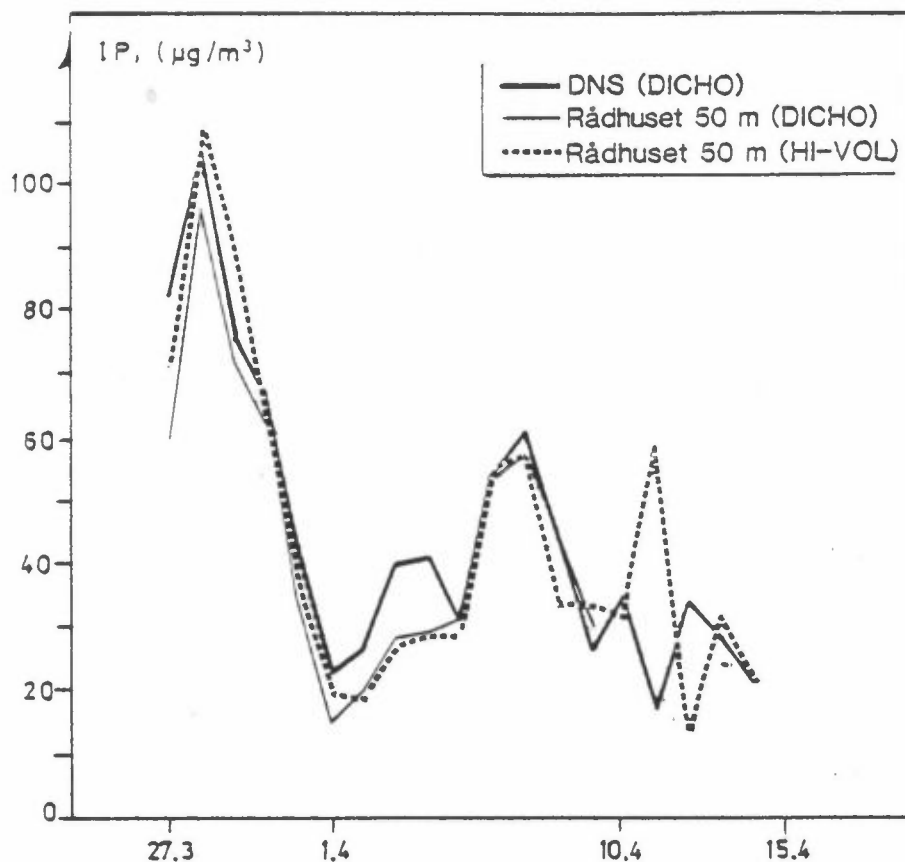
Finpartikkel-innholdet i luften synes derfor å blandes effektivt i de laveste 50 meter over bakken, mens konsentrasjonen av større partikler har en tendens til å avta med høyden, sannsynligvis hovedsakelig på grunn av deres fallhastighet og sedimentasjon.

Tabell 27: Resultater av sammenligning mellom to typer prøvetakere for svevestøv ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

	Prøvetaker	FP <2.5 $\mu\text{m}$	GP 2.5-10 $\mu\text{m}$	IP <10 $\mu\text{m}$	Ant. døgnprøver
<u>27.3-10.4 1984</u>					
DNS	D	21	30	51	14
Rådhuset 50 m	D	21	24	45	14
Rådhuset 50 m	H	30	18	48	14
<u>Februar 1983</u>					
DNS	D	20	21	41	29
Rådhuset 50 m	H	28	8	37	27

D - "Dichotomous virtual impactor" (DVI).

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



Figur 32: Svevestøvmålinger mars-april 1984. Samvariasjon mellom målesteder og instrumenttype.

### 5.9 POLYSYKLISKE AROMATISKE HYDROKARBONER, PAH

Døgnprøver for analyse av polisykliske aromatiske hydrokarboner ble tatt på stasjonene DNS og Minde i regelen hver 6. dag i perioden november-februar. Det ble totalt 18 prøver på DNS og 17 prøver på Minde. Prøvene blir tatt slik at en skiller mellom PAH som oppsamles med partikler på filter og PAH i gassform som absorberes for seg på dertil egnet medium.

Tabell 28 og 29 gir et sammendrag av resultatene på henholdsvis DNS og Minde. Den andel av PAH som oppsamles på filtret er nær identisk på de to stasjoner. I Vedlegg 2 gis PAH-resultatene (sum PAH på filter og i gassform) for de enkelte dager, sammen med samtidige resultater av alle andre komponenter, inkludert vind og temperatur på Florida. Resultater for hver enkelt PAH-komponent i hver prøve gis i Vedlegg 3.

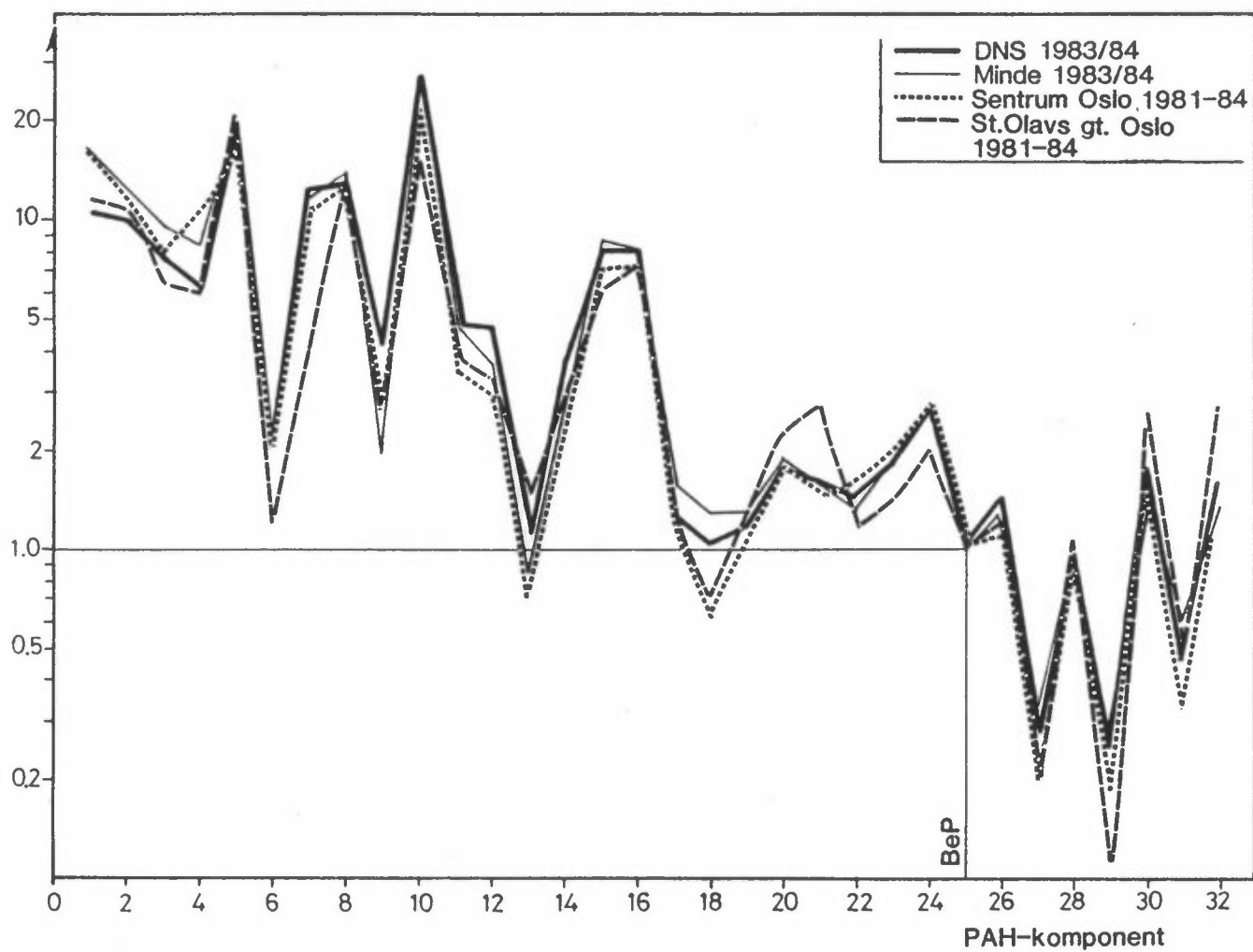
PAH-nivået var ca 35% høyere på Minde enn på DNS. Dette gjaldt PAH på partikler og i gassform hver for seg. For PAH og øvrige komponenter var forholdet følgende:

Minde i forhold til DNS

PAH	+ 35%
SO <sub>2</sub>	± 0
Sot	± 0
NO <sub>2</sub>	-25%
Bly	+10%

Det høye PAH-nivået på Minde i forhold til DNS underbygges ikke av de andre målingene, hverken av SO<sub>2</sub> som er spesifikk for oljefyring, eller av bly som er spesifikk for bilavgasser. Det er derfor sannsynligvis andre kilder enn disse som gir det høye PAH-nivået på Minde.

Figur 33 viser PAH-profilene på de to stasjoner (regnet i forhold til benzo-e-pyren (BeP), som er satt lik 1.0). De to profilene er svært like. På figuren er også tegnet inn profilen for en sentrumsstasjon i Oslo samt fra en gatestasjon, St. Olavs gt. i Oslo. Spesielt sentrums-stasjonen i Oslo har en profil svært lik de to i Bergen, bortsett fra retene (komponent 18), og anthanthrene (komponent 31) som det relativt sett synes å være mindre av i Oslo.



Figur 33: PAH-profiler for stasjonene DNS og Minde, vinteren 1983-84, samt for to stasjoner i Oslo. (Tabell 28 gir komponent - navn)

Tabell 28: PAH på hovedstasjonen (DNS), vinter 1983/84, 20 prøver (ng/m<sup>3</sup>).

	PAH-komponent, ng/m <sup>3</sup>	Totalt Middel- verdi	Prosent på filter (%)	Standard avvik	Maks.
1	Naphthalene	23.2	0	19.7	74.4
2	2-methylnaphthalene	22.3	0	22.9	80.7
3	1-methylnaphthalene	16.7	0	18.3	69.6
4	Biphenyl	13.6	0	17.7	72.2
5	Acenaphthylene	41.9	0	57.6	223.0
6	Acenaphthene	4.8	0	4.5	19.0
7	Dibenzofuran	27.1	0	19.8	69.2
8	Fluorene	29.5	0	16.5	67.1
9	Dibenzothiophene	9.1	0	5.0	22.5
10	Phenanthrene	56.0	2	31.0	132.3
11	Anthracene	10.5	2	6.0	25.3
12	2-methylphenanthrene	10.3	5	4.8	22.3
13	2-methylanthracene	2.2	6	1.4	5.9
14	1-methylphenanthrene	7.9	7	4.0	19.0
15	Fluoranthene	17.8	24	10.8	42.3
16	Pyrene	17.6	28	10.8	41.9
17	Benzo(a)fluorene	2.9	56	3.0	9.7
18	Retene	2.3	52	1.9	7.2
19	Benzo(b)fluorene	2.6	52	2.3	8.4
20	Benzo(g,h,i)fluoranthene	3.9	70	3.1	12.8
21	Cyklopenta(cd)pyrene	3.6	96	6.5	22.8
22	Benz(a)anthracene	3.2	89	3.1	12.6
23	Chrysene/thriphenylene	4.0	90	3.4	13.3
24	Benzo(8/j/k)fluoranthenes	6.0	100	5.3	20.7
25	Benzo(e)pyrene	2.2	100	1.9	7.5
26	Benzo(a)pyrene	3.1	100	3.0	11.6
27	Perylene	0.6	100	0.6	2.3
28	Inden-(1,2,3-c,d)pyrene	2.1	100	2.2	8.5
29	Dibenzo(ac/ah)anthracenes	0.5	100	0.4	1.5
30	Benzo(g h i)perylene	3.9	100	3.1	13.5
31	Anthanthrene	1.0	100	1.5	5.6
32	Coronene	3.5	100	3.2	13.8
33	1,2,4,5-dibenzopyrene	0.0	100	0.07	0.3
	Sum	355.9			

Tabell 29: PAH på stasjon Minde, vinter 1983/84, 18 prøver (ng/m<sup>3</sup>).

	PAH-komponent, ng/m <sup>3</sup>	Middel- verdi	Prosent på filter (%)	Standard avvik	Maks.
1	Naphthalene	46.2	0	48.3	167.0
2	2-methylnaphthalene	34.6	0	45.3	175.0
3	1-methylnaphthalene	26.7	0	37.3	146.0
4	Biphenyl	22.9	0	31.8	118.0
5	Acenaphthylene	54.2	0	90.7	395.0
6	Acenaphthene	5.8	0	6.1	24.1
7	Dibenzofuran	32.9	0	29.0	136.0
8	Fluorene	38.3	0	35.6	141.0
9	Dibenzothiophene	5.4	0	4.2	13.9
10	Phenanthrene	75.9	2	63.1	245.4
11	Anthracene	13.4	1	11.9	44.3
12	2-methylphenanthrene	9.6	6	5.9	24.5
13	2-methylanthracene	2.4	7	2.1	7.9
14	1-methylphenanthrene	8.2	7	4.9	21.4
15	Fluoranthene	23.7	23	14.2	61.3
16	Pyrene	22.8	29	14.0	55.1
17	Benzo(a)fluorene	4.5	54	3.4	13.0
18	Retene	3.6	51	2.4	9.8
19	Benzo(b)fluorene	3.7	51	2.4	8.3
20	Benzo(g,h,i)fluoranthene	5.2	73	3.9	14.9
21	Cyklopenta(cd)pyrene	4.5	98	6.4	21.2
22	Benz(a)anthracene	3.7	93	3.0	12.2
23	Chrysene/triphenylene	5.2	86	3.1	13.0
24	Benzo(8/j/k)fluoranthenes	7.6	100	4.8	17.3
25	Benzo(e)pyrene	2.8	100	1.8	7.0
26	Benzo(a)pyrene	3.7	100	2.7	9.8
27	Perylene	0.8	100	0.6	2.6
28	Inden-(1,2,3-c,d)pyrene	2.8	100	1.9	6.4
29	Dibenzo(ac/ah)anthracenes	0.7	100	0.5	2.0
30	Benzo(g h i)perylene	4.2	100	2.7	9.3
31	Anthanthrene	1.7	100	1.6	6.1
32	Coronene	3.8	100	2.6	8.9
33	1,2,4,5-dibenzopyrene	0	-	-	-
	Sum	481.5			

Profilen fra gatestasjonen i Oslo skiller seg en del fra de andre, spesielt når det gjelder cyclopenta-cd-pyrene, benzo(ghi)perylene og coronene (komp. 21, 30, 32) som derved synes å være anriktet i bileksos.

Det var god parvis korrelasjon mellom de enkelte PAH-komponenter tyngre enn biphenyl (korrelasjonskoeffisienter stort sett 0.7-0.96). Naftalene og metylnaftalene korrelerte dårligere med de øvrige stoffer. Dette skyldes sannsynligvis at prøvetakerens oppsamlingseffektivitet ikke er så god for disse stoffer. Den er blant annet avhengig av temperaturen.

#### 5.10 FREKVENSFORDELING AV DØGNMIDDELVERDIER AV SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SOT OG SVEVESTØV

Figurene 34 - 37 viser frekvensfordelinger av SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, sot og svevestøv på endel stasjoner for perioden november 1983 - februar 1984.

Avviket fra log-normal fordelingen (som gir rette linjer i figurene) er relativt lite, bortsett fra på stasjonene Hop og Fyllingsdalen. Kurvenes form antyder at ingen av stasjonene er vesentlig eksponert for enkeltkilder (punktkilder).

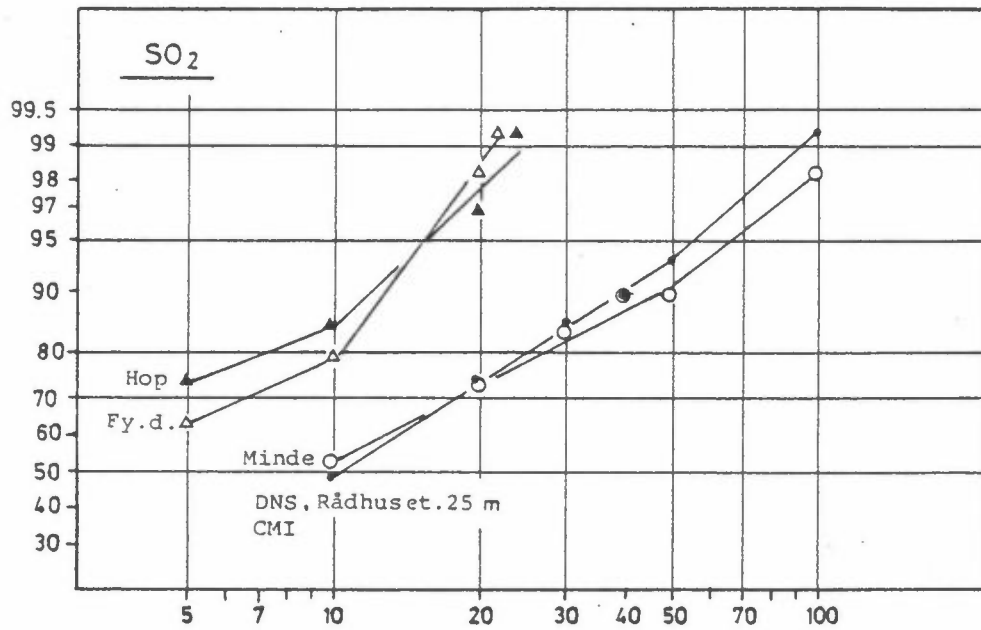
For Hop og Fyllingsdalen antyder kurvenes form at forurensningsepisoder (dager med svak vind og lav temperatur) ikke gir samme grad av økning i forurensningsnivå, i forhold til gjennomsnittlig nivå, som det en får i mer sentrale områder.

Tabell 30 gir en oversikt over forholdstall mellom 99-prosentilverdien og 50-prosentilverdien i fordelingene. Dette forholdstallet er for hver stasjon høyest for SO<sub>2</sub> (9-14) og lavest for NO<sub>2</sub> (3-5). I forhold til sin middelværdi er det derved SO<sub>2</sub> som øker mest i forurensningsepisoder, og NO<sub>2</sub> øker minst.

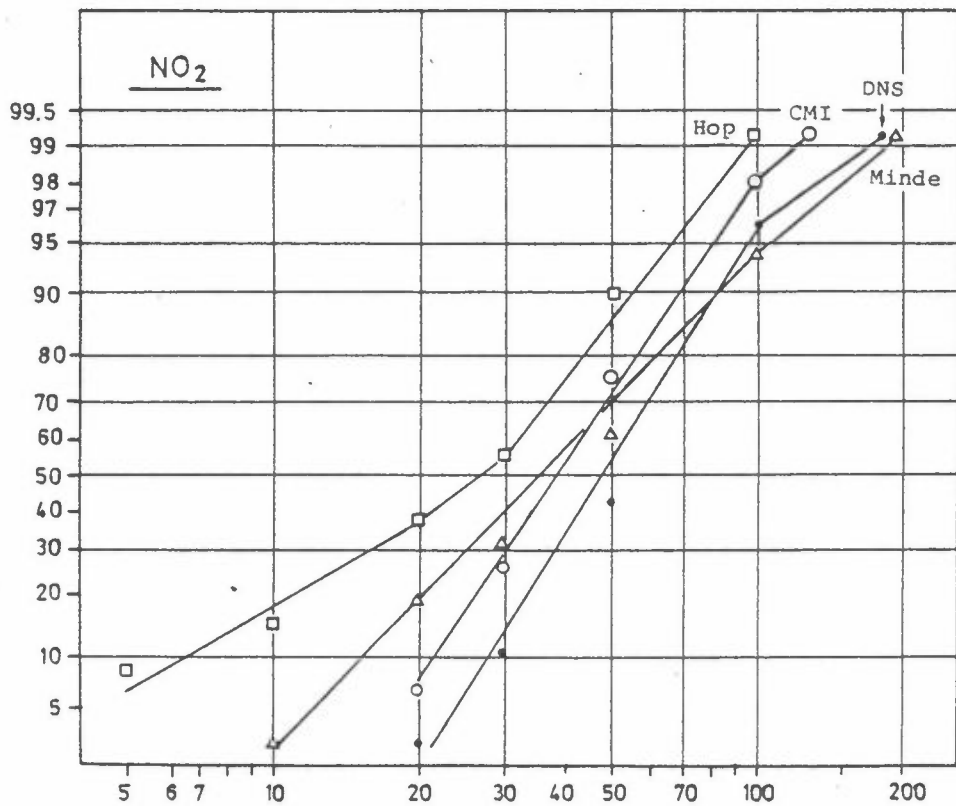
Tabell 30: Forholdet mellom 99-prosentil og 50-prosentil for døgnverdier av  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , sot og svevestøv (<2.5  $\mu\text{m}$ ) for perioden november - februar<sup>2</sup> 1983-84.

	<u>99-prosentil</u> <u>50-prosentil</u>		
	DNS	CMI	Minde
$\text{SO}_2$	9.5	9.5	≈ 14
$\text{NO}_2$	3.5	3	5
Sot	5.5	9	8.5
Svevestøv <2.5 $\mu\text{m}$	7.5	-	7.5

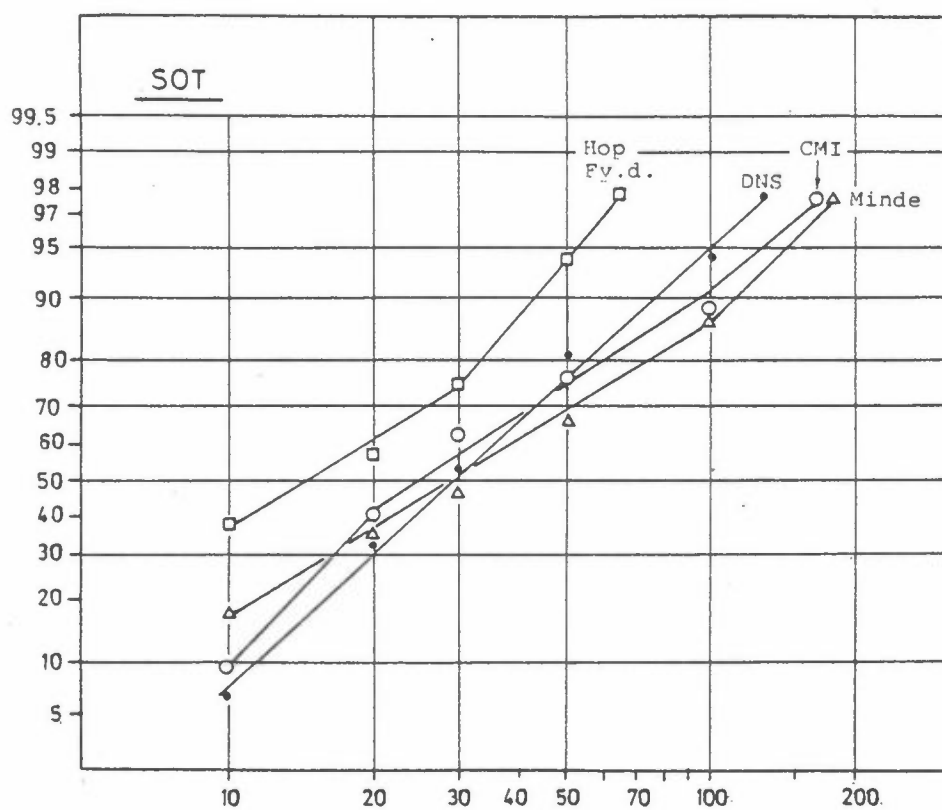




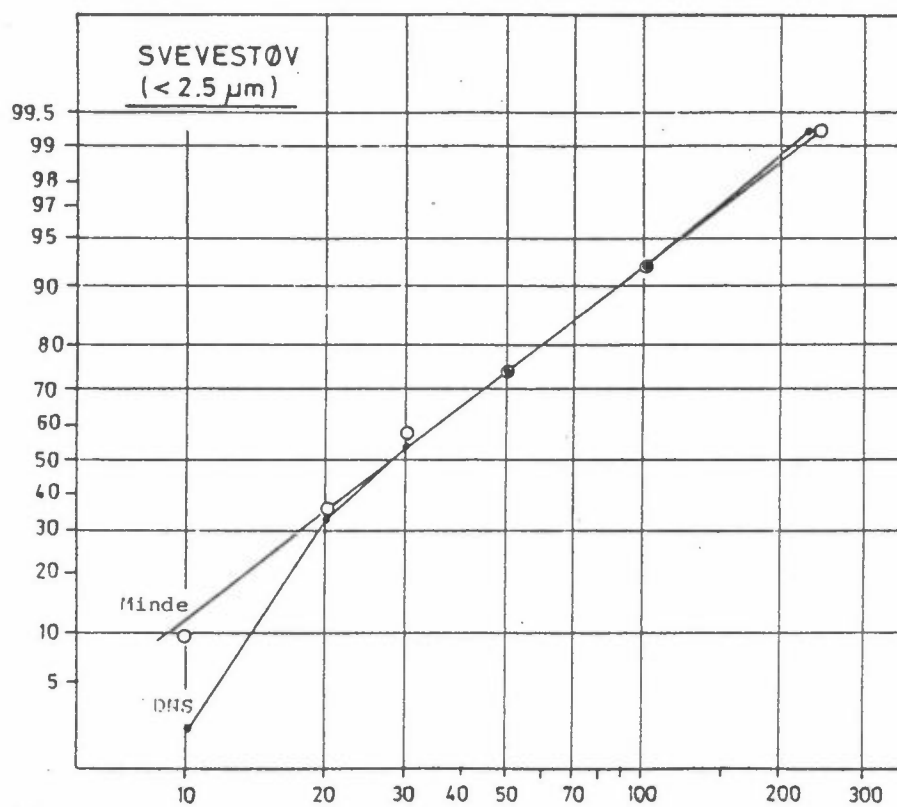
Figur 34: Frekvensfordeling av døgnmidler, SO<sub>2</sub>, november-februar 1983-84.



Figur 35: Frekvensfordeling av døgnmidler, NO<sub>2</sub>, november-februar 1983-84.



Figur 36: Frekvensfordeling av døgnmidler, sot, november-februar 1983-84.



Figur 37: Frekvensfordeling av døgnmidler, svevestøv ( $< 2.5 \mu\text{m}$ ), november-februar 1983-84.

### 5.11 FORURENSNINGSBELASTNING PÅ HOVEDSTASJONEN (DNS) SOM FUNKSJON AV TID OG VINDRETNING

Gjennomsnittlig døgnvariasjon av av CO, NO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub> er vist i figur 38, sammen med tilhørende variasjon av vindstyrke og temperatur. Begge vinterperioder 1983 og 1984 er vist.

De vesentlig høyere nivåer i 1984 ses å ha sammenheng med lavere temperatur da, og også større inversjonsfrekvens, mens vindstyrken var nær den samme.

CO- og NO<sub>2</sub>-kurvene for de to år ligner hverandre innbyrdes, mens SO<sub>2</sub>-kurven for 1984 viser en sterk økning om morgenen og tilsvarende reduksjon om natten som en ikke hadde i 1983. Dette må tilskrives den lave temperaturen i 1984.

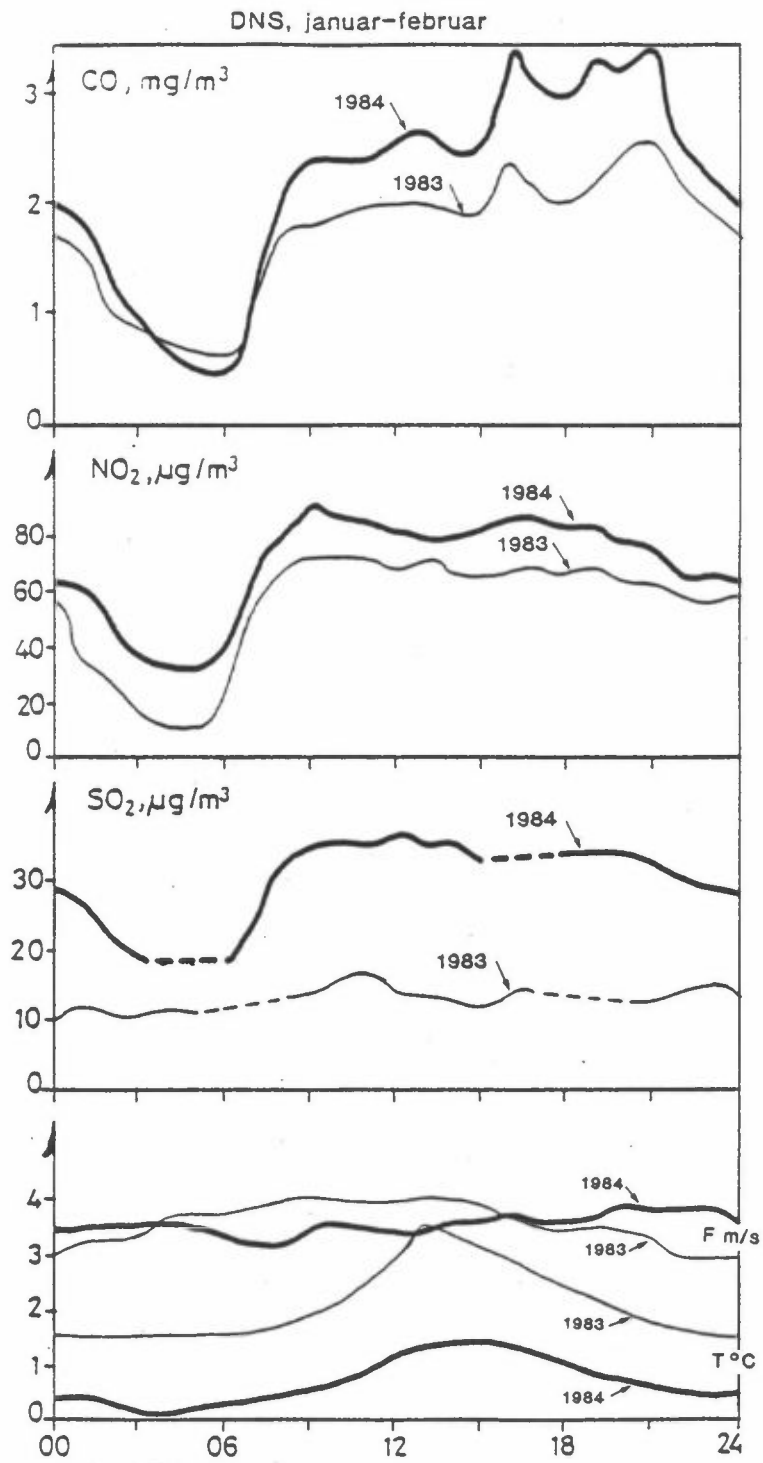
Forøvrig gir CO-variasjonen et bilde av trafikkvariasjonen, men innflytelsen av inversjonene er overbygget dette. Inversjonsfrekvensen er høyere utover kvelden enn om ettermiddagen. CO-toppen om kvelden i forbindelse med kvelds- trafikken er derfor like høy som rushtoppen om ettermiddagen, da trafikken er vesentlig sterkere enn om kvelden.

SO<sub>2</sub>-kurven gir et bilde av oljeforbruket over døgnet, men også her gir inversjonsfrekvensen sin innvirkning ved at SO<sub>2</sub>-nivået holder seg utover kvelden.

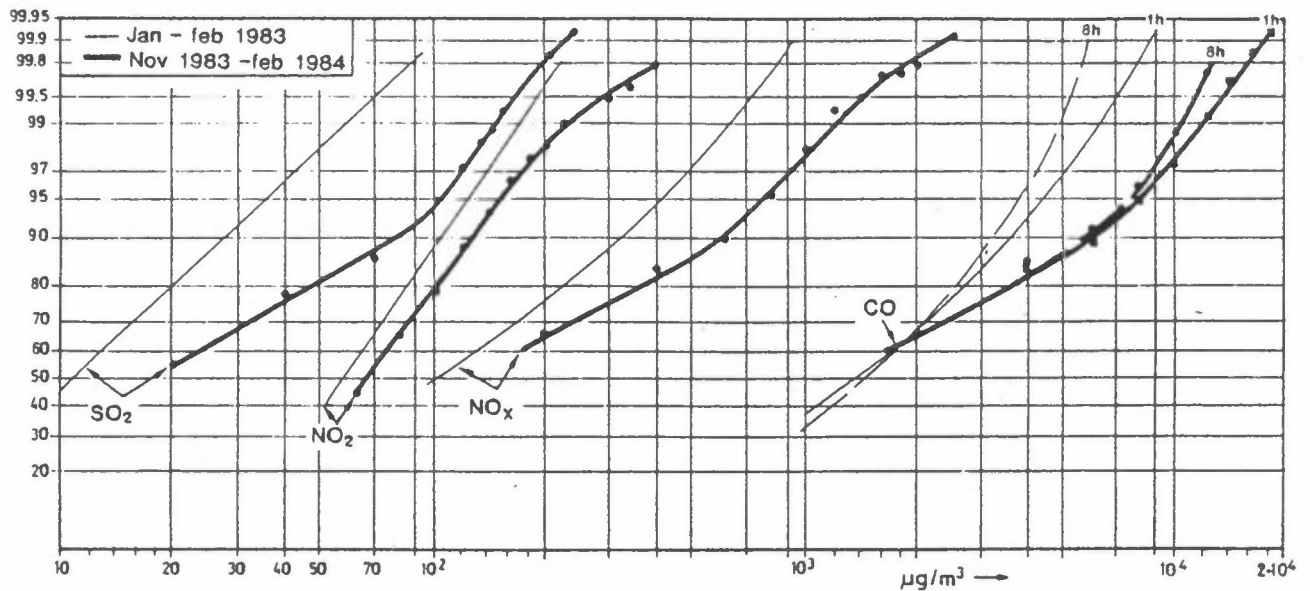
NO<sub>2</sub>-nivået skyldes utslipp fra biler og oljefyring, samt oksydasjon av NO til NO<sub>2</sub> i lufta over området.

Frekvensfordelingen av timesverdier av CO, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub> er vist i figur 39 for begge vinterperiodene.

Kurvenes form er noe annerledes for 1984 enn for 1983. Spesielt kurvene for SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> bøyer av ut mot høyere konsentrasjoner på toppen. Dette skyldes de sterke forurensningsepisoder som ga de høye maksimalverdier i 1984. I 1983 hadde en ikke slike episoder.



Figur 38: Gjennomsnittlig døgnvariasjon av CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> (DNS) og vindhastighet og temperatur (Florida), januar-februar 1983 og 1984.



Figur 39: Frekvensfordeling av timesmidlele observasjoner av  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_2$  og  $\text{CO}$ , stasjon DNS, vinteren 1983 og 1984.

Gjennomsnittlig belastning på hovedstasjonen som funksjon av vindretning er vist i figur 40 for begge vinterperioder.

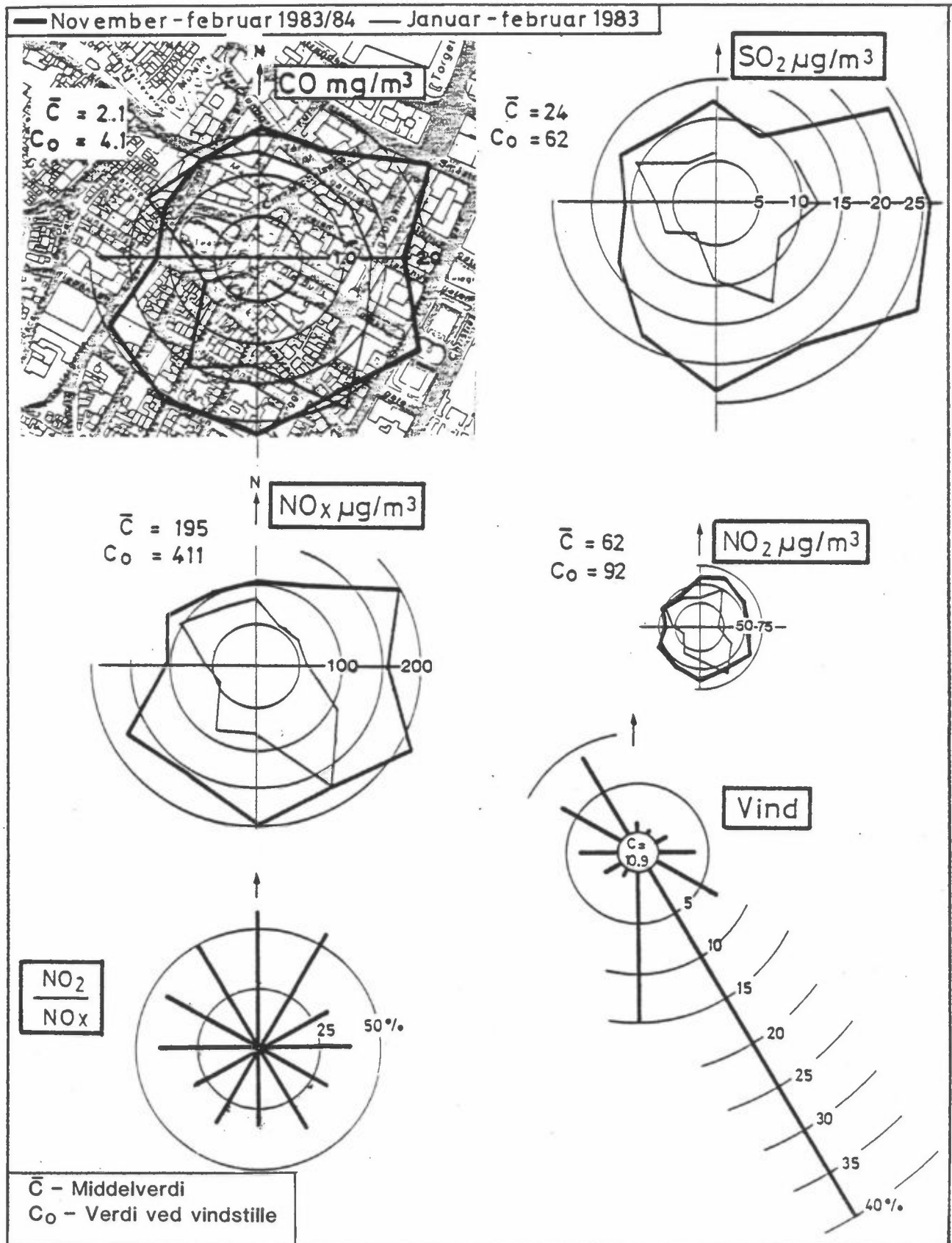
1984 var annerledes enn 1983. Mens maksimalbelastningen i 1983 kom i retning fra sørøst, kom den i 1984 fra øst og fra sørvest. Dette gjelder  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$  og  $\text{SO}_2$ , men ikke  $\text{NO}_2$  i særlig grad.  $\text{NO}_2$  har en belastningsrose med mindre utpregete variasjoner, bl.a. fordi bakgrunnsverdien, som ikke varierer mye med retningen, for  $\text{NO}_2$  utgjør en vesentlig del av nivået.

Arsaken til forskjellen mellom 1983 og 1984 er ikke klar. Vindretningsfordelingen over området var svært lik de to årene. En mulig årsak er at perioden 1984 er dobbelt så lang som perioden i 1983, og derved gir en bedre statistikk spesielt for retningene øst og sørvest, der vindfrekvensen er

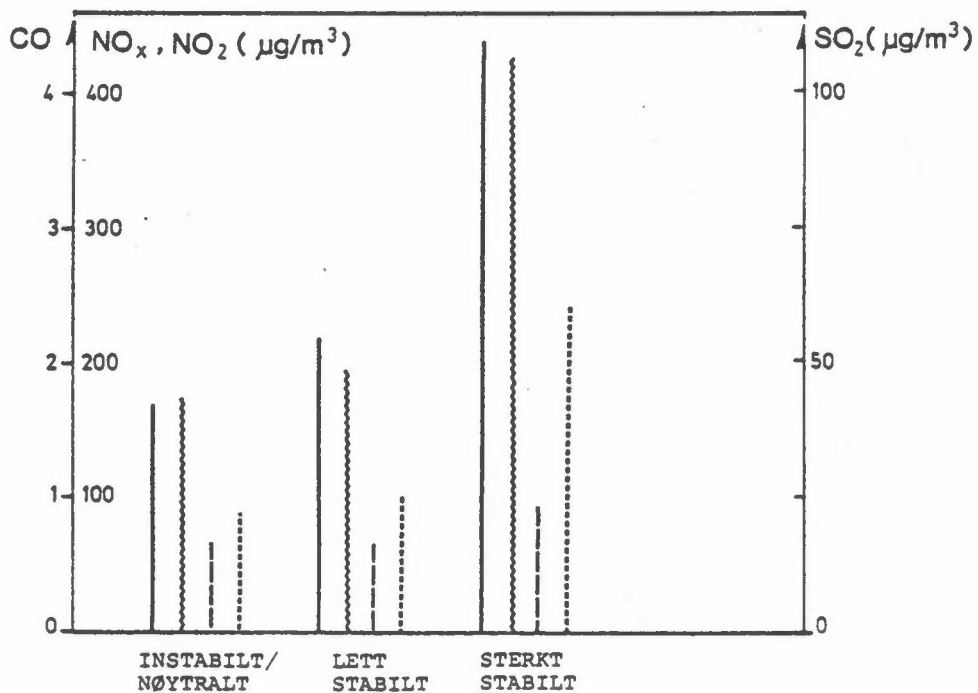
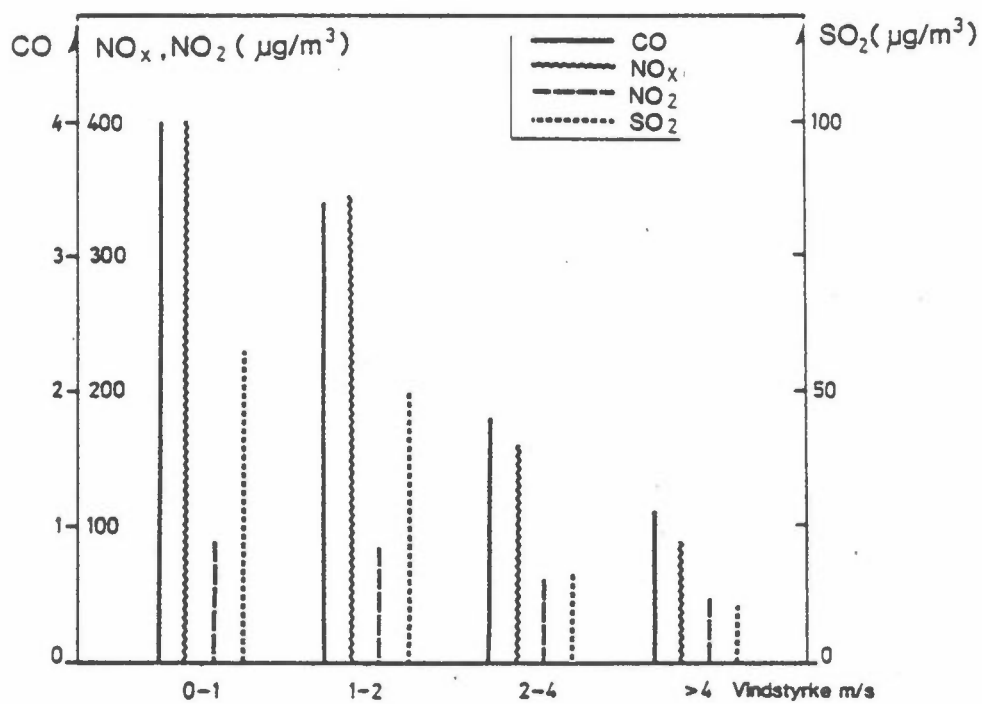
svært liten.

Figur 41 viser gjennomsnittlige konsentrasjoner av CO, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub> som funksjon av vindhastighet og stabilitet. CO, NO<sub>x</sub> og SO<sub>2</sub> varierer nesten identisk, med sterkt økende konsentrasjon med lavere vindstyrke og økende stabilitet.

NO<sub>2</sub>-nivået varierer på samme måte, men i mye mindre grad. Dette viser igjen at NO<sub>2</sub>-nivået er mye mindre avhengig av de meteorologiske forhold enn de andre stoffene. Hovedårsaken er sannsynligvis at et viktig bidrag til NO<sub>2</sub>-nivået skyldes transformasjon av NO til NO<sub>2</sub> i byatmosfæren, etter utslippet fra eksosrør og skorsteiner. En stor del av denne oksidasjonen skjer via ozon. Ozon-konsentrasjonen er den begrensede faktor for denne reaksjonen, og ozon-nivået varierer lite med vind- og temperaturforhold.



Figur 40: Stasjon DNS. Belastningsroser for CO, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub>, vintrene 1983 og 1984.



Figur 41: Stasjon DNS. Gjennomsnittlig konsentrasjon av CO, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub> som funksjon av vindhastighet og stabilitetsklasse, 2<sup>o</sup> perioden desember-februar 1983-84.



#### 5.12 FORURENSNINGSVARIASJON MED HØYDEN OVER BAKKEN

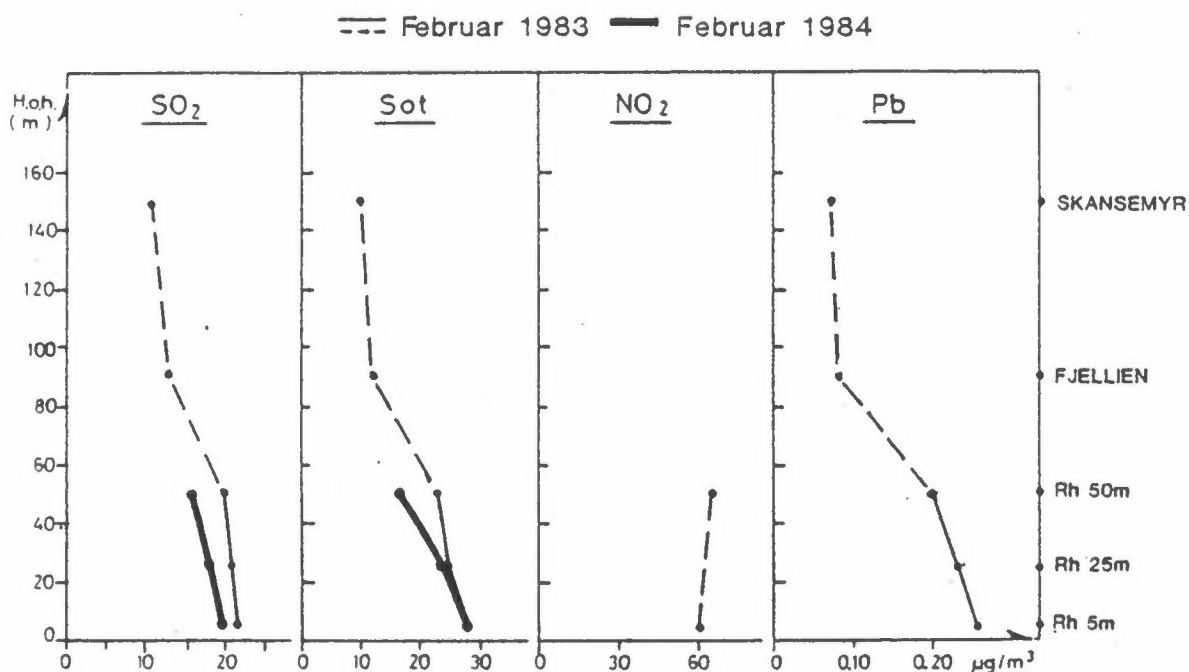
I februar 1983 ble forurensningen ( $\text{SO}_2$ , sot,  $\text{NO}_2$ , Pb) målt i et "vertikal-snitt" av fem stasjoner: tre stasjoner oppover etasjene i Rådhuset, opp til 50 m over bakken, og to stasjoner videre oppover fjellsiden mot Fløyen, i henholdsvis 90 og 150 meters høyde o.h. I februar 1984 ble det målt  $\text{SO}_2$  og sot på de tre stasjonene i Rådhuset, men ikke videre oppover. Resultatene er vist i figur 42.

$\text{SO}_2$ - og sotnivået avtok med høyden i begge periodene. Sotnivået på taket av Rådhuset var relativt sett mye lavere i februar 1984 enn i 1983.

De to stasjonene Fjellien og Skansemyr hadde vesentlig lavere forurensningsnivå enn på Rådhuset. Forflytningen horisontalt fra Rådhuset og inn til fjellsiden kan ha vesentlig innflytelse på forurensningsnivået, slik at "vertikal-snittet" ikke nødvendigvis gir et representativt bilde av et vertikalsnitt rett over Rådhuset.

Målingene i februar 1983 av  $\text{NO}_2$  og bly viste at  $\text{NO}_2$ -nivået var like høyt 50 meter over bakken som ved bakken. Bly-konsentrasjonen avtok imidlertid relativt tydelig fra bakken og opp til 50 meter og videre.

Svevestøvmålingene (kapittel 5.8) viste til sammenligning at konsentrasjonen av inhalerbart støv 50 meter over bakken var ca 90% av konsentrasjonen på hovedstasjonen ved Den nasjonale scene.



Figur 42: Forurensningsnivået på stasjoner i ulik høyde over Bergen sentrum. Resultater av målinger i februar 1983 og februar 1984.

### 5.13 SAMMENLIGNING AV MÅLEMETODER FOR SO<sub>2</sub> OG NO<sub>2</sub>

På hovedstasjonen, Den nasjonale scene, ble SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub> målt parallelt med to ulike målemetoder:

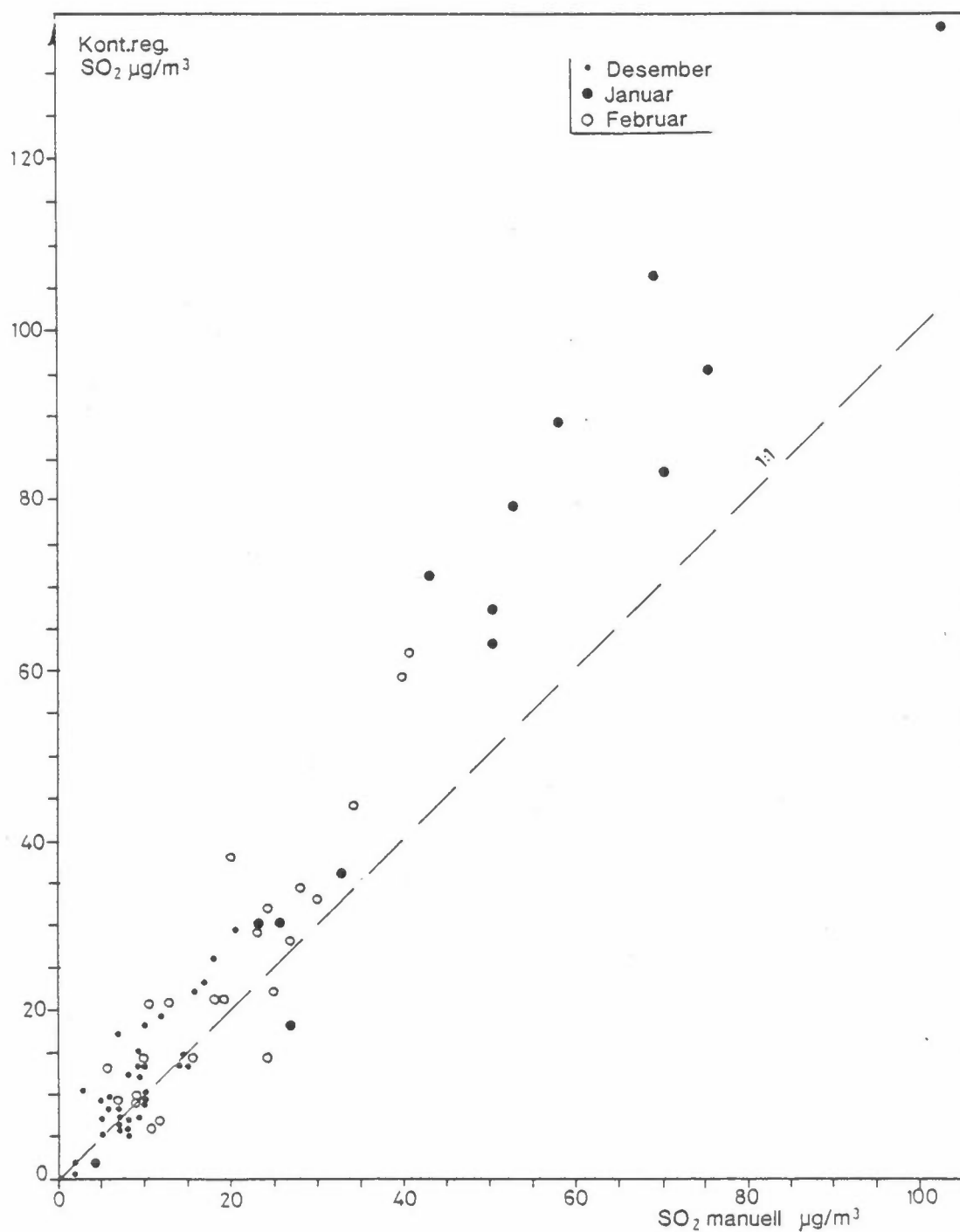
	Kontinuerlig registrering	Manuell metode Integrerte døgnverdier ("bobleflaske")
SO <sub>2</sub>	Kolorimetrisk Instr.: Philips	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> - Thorin
NO <sub>2</sub>	Kjemiluminessens Instr.: Bendix	TGS

Tabell 31 viser sammenlignbare månedsmiddelverdier. I figurene 43 og 44 er samnhørende verdier for desember 1983 - februar 1984 plottet, for henholdsvis  $\text{SO}_2$  og  $\text{NO}_2$ .

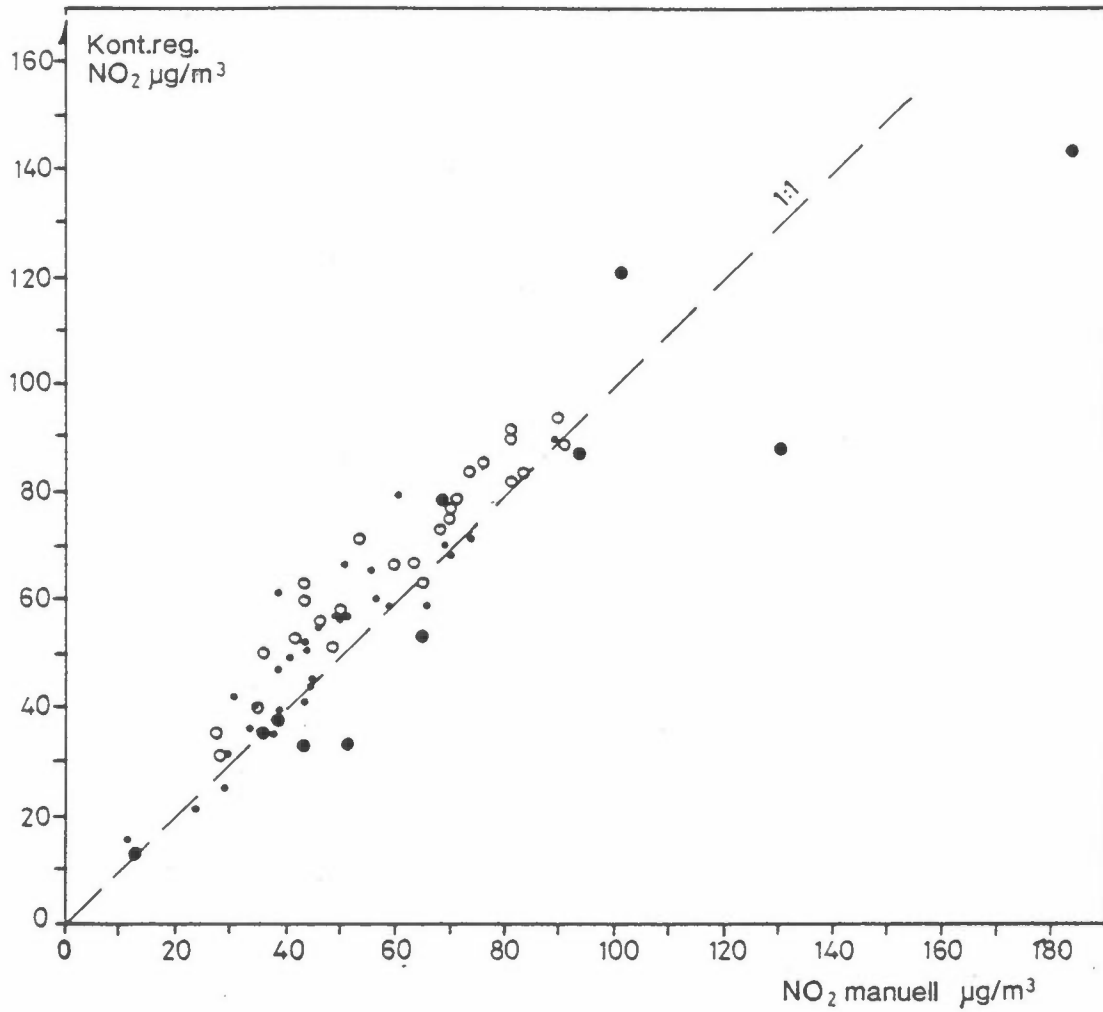
Korrelasjonene mellom metodene var god, og sammenhengene tilnærmet rettlinjete. Den kontinuerlige  $\text{SO}_2$ -metoden ga imidlertid noe høyere verdier enn den manuelle, anslagsvis 30% høyere ved  $\text{SO}_2$ -nivå større enn  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .  $\text{NO}_2$ -metodene stemte i gjennomsnitt godt overens med hverandre.

Tabell 31: Månedsmiddelverdier for  $\text{SO}_2$  og  $\text{NO}_2$  på stasjon DNS, målt med ulike metoder.

	$\text{SO}_2$		$\text{NO}_2$	
	Kont. reg. Kolorimetrisk	Manuell metode Thorin	Kont. reg. Kjemi- luminessens	Manuell metode TGS
<u>Siste måleperiode</u>				
Nov. 83	-	-	56	53
Des. 83	11.7	11.2	54	50
Jan. 84	37	29	66	75
Feb. 84	22.5	19	68	61
<u>Første måleperiode</u>				
Jan. 83	7	12	40	45
Feb. 83	16	21	66	60



Figur 43: Sammenligning av kontinuerlig registrerende metode og manuell metode (integreerte døgnerverdier) for SO<sub>2</sub> (døgnerverdier, desember-februar 1983/84).



Figur 44: Sammenligning av kontinuerlig registrerende metode og manuell metode (integrerte døgnerverdier) for NO<sub>2</sub> (døgnerverdier, desember-februar 1983/84).

## 6 FORURENSNINGSEPISODER

Vinteren 1983-84 opptrådte en del episoder med relativt høy forurensningsgrad på grunn av stagnerende luft med lav vindstyrke og inversjon. Dette gjelder spesielt følgende perioder:

17-19 desember 1983

20-21 januar 1984

24-25 januar 1984

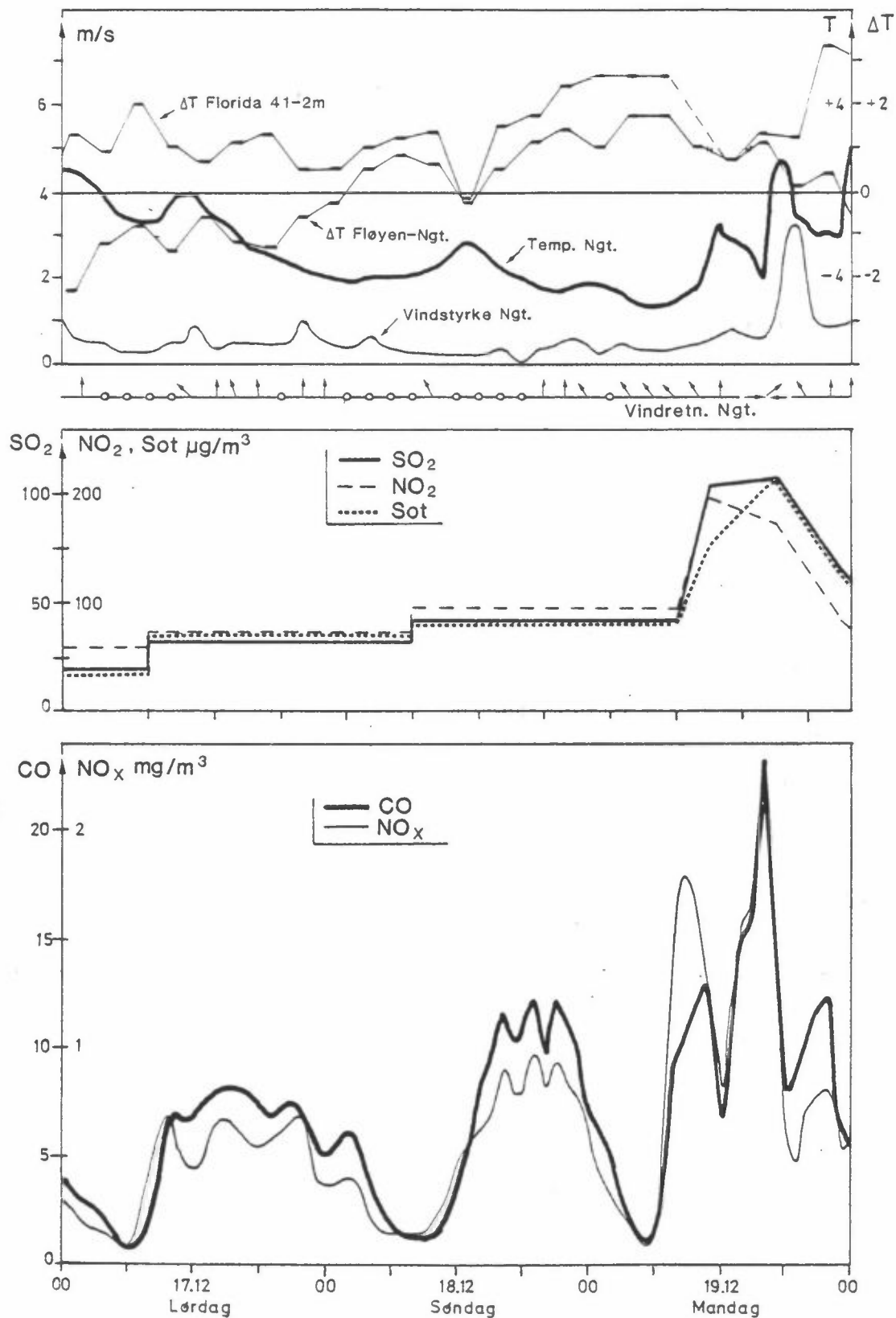
I det følgende skal situasjonen i disse tre episoder beskrives kort. De meteorologiske forhold under disse episoder er beskrevet av Berge og Hassel (1984).

### 17-19 desember 1983

Det var stort sett klarvær og inversjon i denne perioden, snødekke null. Vinden i høyden var østlig. På Skjold var vinden sørøstlig med hastighet 1-3.5 m/s. Temperaturen var innen området fra  $-5^{\circ}\text{C}$  til  $+2^{\circ}\text{C}$ . Dette førte i hele perioden til en svak sørlig vind gjennom Bergensdalen som dreide sørøstlig over Bergen sentrum og ut over Byfjorden. På Flesland og gjennom Fyllingsdalen var vinden imidlertid nordøstlig, og svært svak. Det var fallvind ned Isdalen og ut over Svartediket, spesielt sterk den 19.1 (3-6 m/s).

Episoden ga døgnverdier den 19 desember av  $\text{SO}_2$  på ca  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sot ca.  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $\text{NO}_2$  ca.  $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Bare i episodene 20-25 januar var nivået høyere. Korttidsverdier av CO den 19 januar var de høyeste som ble målt hele vinteren, med timesmiddelverdi  $23 \text{mg}/\text{m}^3$  og 8-timers-verdi på ca.  $14 \text{mg}/\text{m}^3$ .  $\text{NO}_x$ -konsentrasjonen nådde ca.  $2100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  den 19 januar. Bare 25 januar ble det målt høyere verdi.

Figur 45 viser observasjoner av forurensning (CO og  $\text{NO}_x$ , NO,  $\text{SO}_2$  og sot på hovedstasjonen) og meteorologi i perioden. Vind- og temperaturprofiler fra sondeoppstigningene er vist i vedlegg 4.



Figur 45: Forurensningsepisode 17-19.12.1983. Forurensningsmålinger på hovedstasjonen (DNS) og meteorologi på Florida, Nygårdstangen og Fløyen.

17 desember (lørdag):

Sondeoppstigningen viste om formiddagen tegn til dobbel inversjon (Berge og Hassel, 1984). Den nedre inversjonstoppen lå i ca. 100 meters høyde. Utover dagen fikk man svak inversjon opp til 2-300 meters høyde, og denne høyden økte til ca. 400 m natten til den 8.12. Temperaturen sank jevnt fra  $+2^{\circ}\text{C}$  kl 00 til  $-2^{\circ}\text{C}$  om natten.

Vinden var svak i hele området (0-1 m/s). Utslippene fra biltrafikken var imidlertid ikke store nok til å gi svært høye forurensningsnivåer denne dagen.

18 desember (søndag):

Det var hele dagen svak inversjon opp til ca 3-400 meter. Vindstyrken var stort sett lavere enn 0.5 m/s. CO- og NOx-registreringene viser at forurensningen bygde seg opp utover dagen uten å nå de store høyder, fordi biltrafikken var moderat (søndag). Det var observert mye forurensningsdis i dalen (Hassel, 1984), og en finner dette i form av høye sot-konsentrasjoner spesielt på stasjonene CMI, Kronstad og Minde.

19 desember (mandag):

Vinden i høyden økte betraktelig, men ved bakken var vinden fortsatt svak (0-1 m/s før kl 1800). Det var inversjon og svak vind opp til ca. 150-200 m. Dette var virkedag, og registreringene viser store CO- og NOx-topper i rushtidene. Gjennomsnittlig var SO<sub>2</sub>-, sot- og NO<sub>2</sub>-nivået på hovedstasjonen nesten det dobbelte av det en hadde dagen før, mens CO- og NOx-nivået økte med 20-40% i gjennomsnitt og toppverdiene ble doblet. Dette tyder på at oljeforbrenningsutslippet nær denne stasjonen økte sterkere fra søndag til mandag enn eksosutslippet fra biltrafikken.

Den kraftigste toppen i rushtiden kl 1600, som representerer den høyeste CO-verdien som ble målt i hele perioden, kan skyldes de spesielle vindforhold som ble observert. Figur 48 viser at vindretningen på Florida (41 m.o.b.) i hele perioden var sør-sørøstlig. I tiden 19.12 kl 1400-1800 skiftet imidlertid vindretningen først til vest og sørvestlig, deretter til østlig, for igjen å gå over til stabil sørlig. Dette kan skyldes en bølge-



bevegelse i lufta i dalen, som synes å være forklaringen også på de variasjoner en ser til samme tid i temperatur-registreringen fra Nygårdstangen, samt i vind- og temperatur-registreringene fra sondeoppstigningene (Berge og Hassel, 1984).

Den sørvestlige svake vinden, som er sjelden, førte til at hovedstasjonen i Teaterparken ble påvirket av utslipp fra Engen, som ligger ca. 60 meter fra stasjonen. Toppen skyldes dermed delvis spesiell lokal påvirkning på målestasjonen, og representerer ikke nødvendigvis forurensningsnivået over Bergen sentrum generelt på den tiden.

Vindøkning kl 1800-1900 førte til utlufting og raskt avtakende forurensningsnivå.

#### 20-22 januar 1984

Det var stort sett klarvær og inversjon i denne perioden, men noe skydekke om ettermiddagen den 22.1. På Skjold var det sør-sørøstlig vind den 20.1 og 21.1 av styrke 1-3 m/s. Det var svak sørlig vind (0-1 m/s) og kaldt i Bergensdalen den 20.1 og 21.1, mellom  $-2^{\circ}\text{C}$  og  $-10^{\circ}\text{C}$ , snødekke og islagte vann (inklusive større deler av Store Lungegårdsvann).

Vindforholdene på Flesland og i Fyllingsdalen skilte seg en del fra Bergensdalen, med stort sett østlig trekk den 20.1 og vestlig trekk natten til den 21.2, før det sørlige draget også slo gjennom på disse stasjoner utpå morgenen. Det var svak fallvind ned Isdalen over Svartediket bortsett fra morgenen og formiddagen den 21.1, da vinden snudde og gikk svakt opp dalen.

Ca. kl 0200 natten til den 22.1 skjedde en dramatisk værforandring. Vindstyrken økte raskt fra ca. 1 m/s til 5-6 m/s, hele tiden sørlig, og samtidig skjedde stor temperaturøkning fra  $-10^{\circ}\text{C}$  til  $0^{\circ}\text{C}$ . Inversjonen og forurensningsepisoden brøt dermed opp.

Forurensningen var høy den 20.1 og 21.1, med  $\text{SO}_2$ -verdier (døgn) opp mot  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sotverdier på  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $\text{NO}_2$ -verdier opp mot  $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Bare 25.1 hadde like høye verdier. Korttids-konsentrasjonene av CO,  $\text{NO}_x$  og  $\text{SO}_2$  på hovedstasjonen var ikke fullt så høye som i de to andre episoder, med CO-verdier opp mot  $16 \text{ mg}/\text{m}^3$  (1-time) og  $11 \text{ mg}/\text{m}^3$  (8-timer), 1-times  $\text{NO}_x$ -verdier opp mot  $1400 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $\text{SO}_2$  opp mot  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Figur 46 viser observasjoner av forurensning på hovedstasjonen, samt meteorologi i Bergen sentrum. Figur 47 viser samtidige 6-timesverdier av  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , sot, bly og svevestøv på alle stasjoner. Vind- og temperatur-profiler fra sondeoppstigningene er vist i vedlegg 4.

20 januar (fredag):

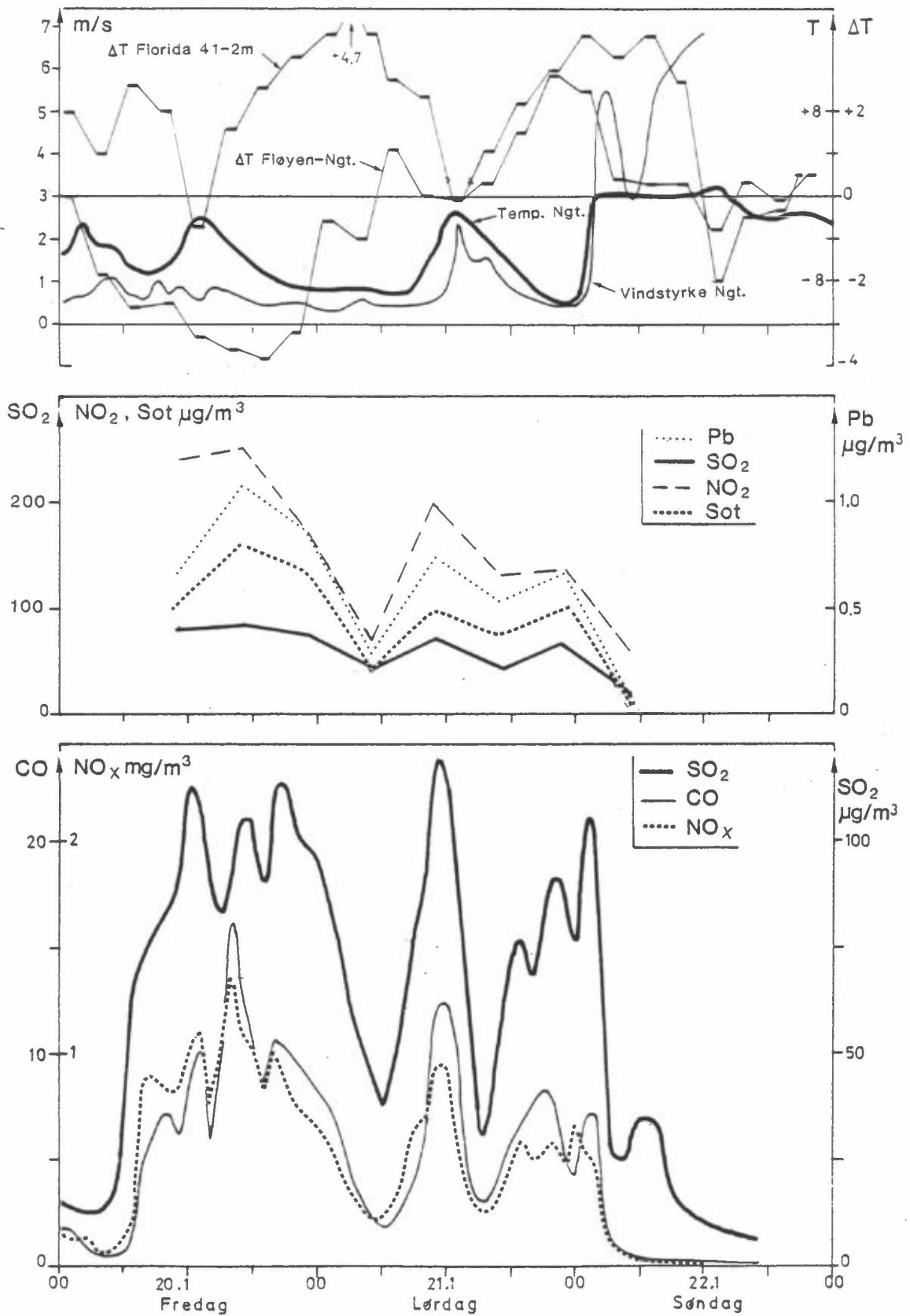
Det var klarvær hele dagen. Inversjonen bygde seg opp om morgenen, og inversjonshøyden økte opp mot ca. 100 meter. Midt på dagen ble inversjonen nær brutt opp på grunn av solinnstrålingen og temperaturøkning ved bakken, men den bygde seg opp igjen utover ettermiddagen og kvelden til ca. 150 meters høyde.

Vinden var svak og sørøstlig over sentrum. Forurensningsnivået var høyest kl 1400-2000, på grunn av akkumulering av utslippene utover dagen. Alle stasjoner i området hadde forurensningstopp da (se figur 50), selv Hop skole, som ligger i det relativt åpne Nesttun-området.

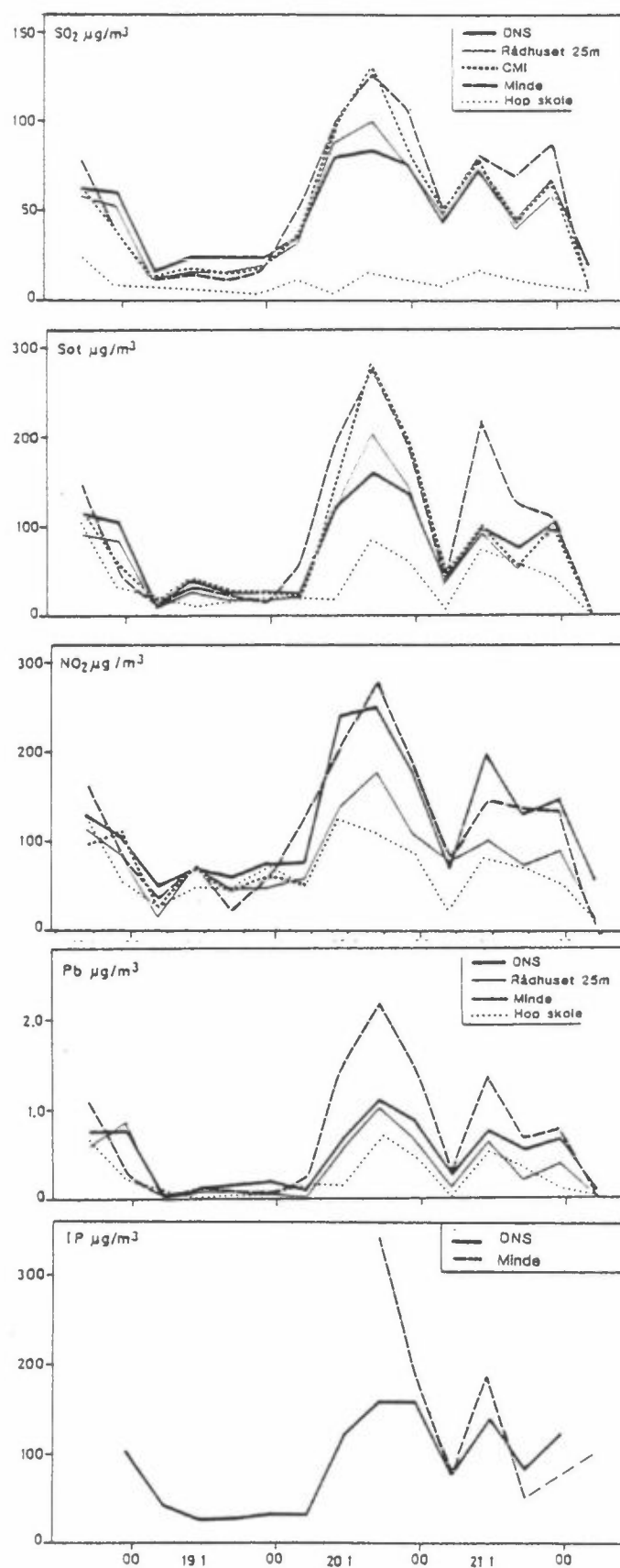
21 januar (lørdag):

Natt til lørdag var det sterk inversjon opp til 50 meters høyde (temperatur-forskjell  $4^{\circ}\text{C}$ ). Utover formiddagen bygde dette seg opp til ca. 100 meter. Den ble svekket midt på dagen av en kombinasjon av sol og delvis skydekke, men bygde seg opp til en svært sterk inversjon utover kvelden med temperatur-forskjell på  $6^{\circ}\text{C}$  opp til ca. 100 meter kl 2200.

Utslippene er mindre på lørdager enn på virkedager. Forurensningsnivået ble derfor ikke fullt så høyt som dagen før. Forurensningsnivået lørdag kveld var likevel høyt tatt i betraktning det moderate utslippet fra biltrafikken. Det høye nivået lørdag kveld kan tilskrives virkningen av den meget sterke inversjonen som da bygde seg opp.



Figur 46: Forurensningsepisode 20-22.1.1984. Forurensningsmålinger på hovedstasjonen (DNS) og meteorologi på Florida, Nygårdstangen og Fløyen.



Figur 47: Forurensningsepisode 20-22.1.1984. 6 timersverdier av forurensning på en rekke stasjoner.

22 januar (søndag):

Inversjonen og forurensningsnivået holdt seg til ca. kl 0200, da man fikk den meget sterke vindøkningen fra sør, med dramatisk temperaturøkning fra  $-7^{\circ}\text{C}$  til  $0^{\circ}\text{C}$  i løpet av mindre enn en time. Episoden "blåste bort", og forurensningsnivået var svært lavt resten av dagen.

#### 24-25 januar 1984

Etter sterk vind og relativt mildt vær den 22.1 og 23.1, fikk man igjen klart, stille vær den 24-25.1. Det var stadig snødekke og delvis islagte vann. Temperaturen var mellom  $-7^{\circ}\text{C}$  og  $-12^{\circ}\text{C}$ . Vinden på Skjold var, som i de øvrige episoder, øst-sørøstlig med styrke 1-3 m/s. Det ble ikke foretatt sondeoppstigninger, men temperaturmålingene over Bergen sentrum (Florida, Nygårdstangen og Fløyen) viste inversjon stort sett fra natt til den 25.1 til midt på dagen den 26.1

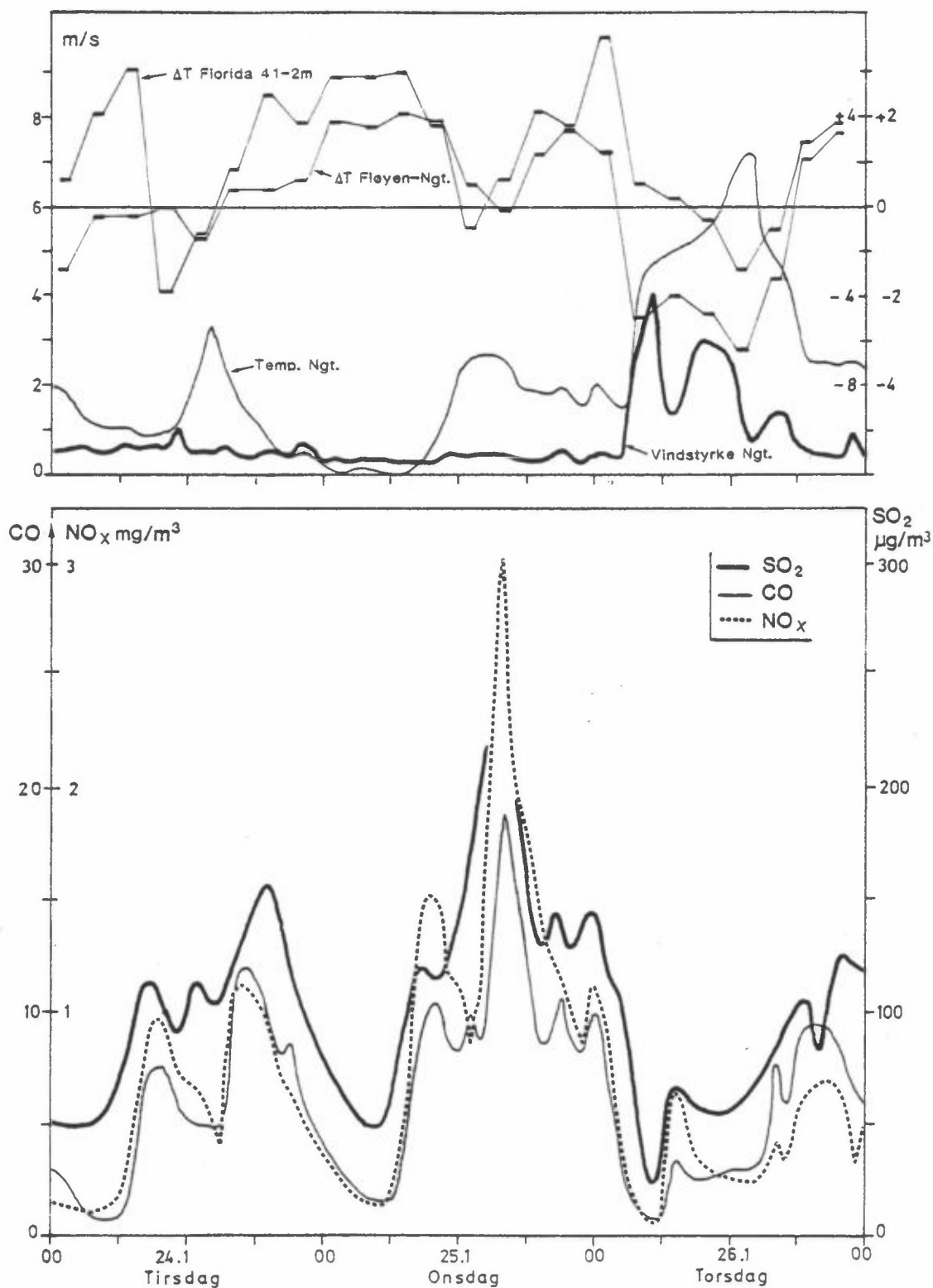
Som i de øvrige episoder var det stort sett svak vind nordover ned Bergensdalen og sørøst over sentrum. Fyllingsdalen og Flesland hadde, som i de øvrige episoder, mer østlig vindretning. Det var relativt svak fallvind ned Isdalen over Svartediket.

Man observerte imidlertid en interessant forskjell. På Storetveit på toppen av dalen var det svak nord-østlig trekk natten til 25.1 fram til ca. kl 1000. Det betyr at i dette området og sannsynligvis også i området ned mot Minde skjedde en uvanlig vedvarende opphoping av forurensningsutslipp utover morgenen. Denne skyen ble så senere transportert mot nordvest over sentrum.

Disse forholdene førte til at 25 januar må karakteriseres som den mest forurensede dag vinteren 1983-84.  $\text{SO}_2$ -nivået nådde ca.  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (døgnverdi), mens tilsvarende verdier for  $\text{NO}_2$  og sot var  $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for begge.

På hovedstasjonen var nivået av både CO,  $\text{NO}_x$  og  $\text{SO}_2$  meget høyt i 1500-1700-tiden, med maksimale timesverdier på  $19 \text{ mg CO}/\text{m}^3$ ,  $3000 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$  og sannsynligvis ca  $300 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ . Høyeste 8-timers CO-verdi var  $12 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

Figur 48 viser observasjonene.



Figur 48: Forurensningsepisode 24-26.1.1984. Forurensningsmålinger på hovedstasjonen (DNS) og meteorologi på Florida, Nygårdstangen og Fløyen.

24 januar (tirsdag):

Inversjonen bygde seg ikke opp før mot kvelden. Forurensningsnivået var denne dagen derfor ikke spesielt høyt, men nivået steg utover til ca. kl 2000, på grunn av inversjons-oppbyggingen.

25 januar (onsdag):

Det var sterk inversjon om natten, kaldt, ca  $-12^{\circ}\text{C}$  og nesten vindstille. Det sørøstlige vinddraget over sentrum førte til at forurensningsnivået der ikke var svært høyt utover formiddagen, men en må anta at i den stagnerende luften over Minde-området ble forurensningsnivået etterhvert svært høyt. Observasjoner viser at ennå kl 1300 lå forurensningsdisen over Mindeområdet. Etter denne tid transporteres sannsynligvis den forurensede lufta over Minde nordover og over sentrum. Registeringene på hovedstasjonen tyder på at den passerte der kl 1500-1700, dvs. i rushtiden. Derved fikk CO- og NOx-nivået tilskudd fra eksosutslipp fra biler i sentrum. SO<sub>2</sub>-toppen på samme stasjon viser imidlertid at en stor del av forurensningsnivået må skyldes passasje av sterkt forurenset luft som har fått sitt SO<sub>2</sub>-innhold fra utslipp som har kunnet bygge seg opp over noe tid andre steder, f.eks over Minde-området.

26 januar (torsdag):

På samme måte som den 22 januar, skjer en drastisk værforandring i 2-3 tiden om natten, med mild luft fra sør og sterk vindøkning. Lufta over Bergen renses for forurensninger og episoden er over.

## 7 FORURENSNING LANGS GATE/VEI-NETTET I BERGEN

### 7.1 BEREGNINGSMETODE

Forurensningsnivået langs gate/vei-nettet i Bergen er beregnet med Nordisk beregningsmetode for bilavgasser (Larssen et al., 1984). Med denne beregningsmetoden beregnes høye korttidsverdier av CO og NO<sub>2</sub> innenfor en avstand på 15 meter fra veikant, basert på data for trafikk og vei-geometri.

Tilsvarende beregninger er på bestilling fra Vegdirektoratet utført for riks- og fylkesvei-nettet i en rekke andre byer i Norge (Larssen og Hoem, 1984).

Metoden gir 99-prosentil-verdien på årsbasis av 8-timers CO-konsentrasjoner og 1-times NO<sub>2</sub>-konsentrasjon. Denne verdien (99-prosentil-verdien) overskrides i 1% av tiden i et år, dvs. i ca 90 tilfeller. I praksis er det oftest i rushtiden om ettermiddagen at de høyeste forurensningsverdier opptrer. I løpet av en tid med svak vind og høy forurensning vil spesielt høye verdier erfaringsmessig kunne opptre i 2-4 timer rundt kl 16.00. Dette innebærer da at 99-prosentil-verdien vanligvis vil bli overskredet på 20-40 dager i løpet av et år. Disse dagene vil i hovedsak opptre om vinteren.

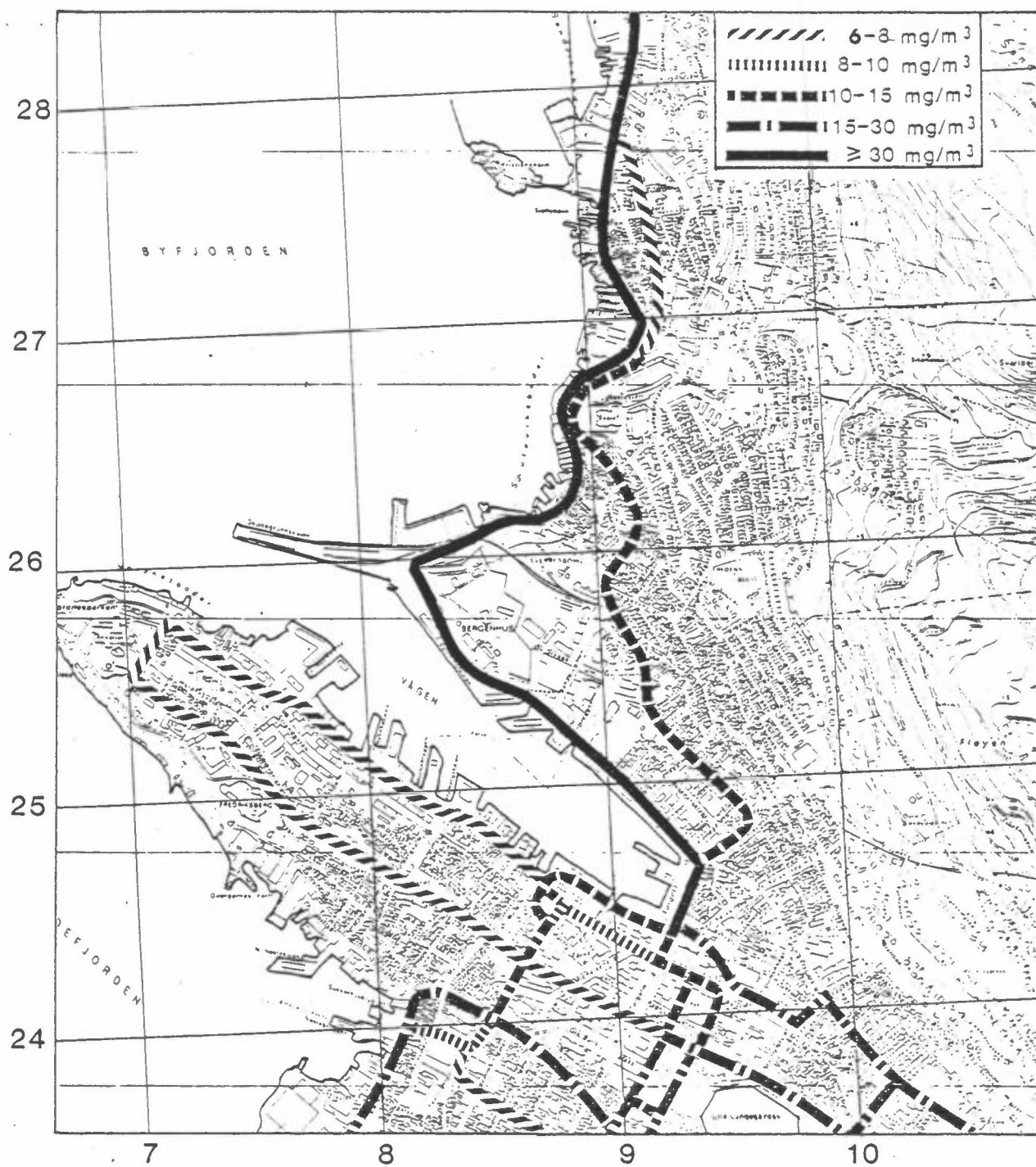
De maksimale konsentrasjoner av CO og NO<sub>2</sub> som opptrer vil oftest ligge 40-60% høyere enn 99-prosentil-verdien.

### 7.2 RESULTATER

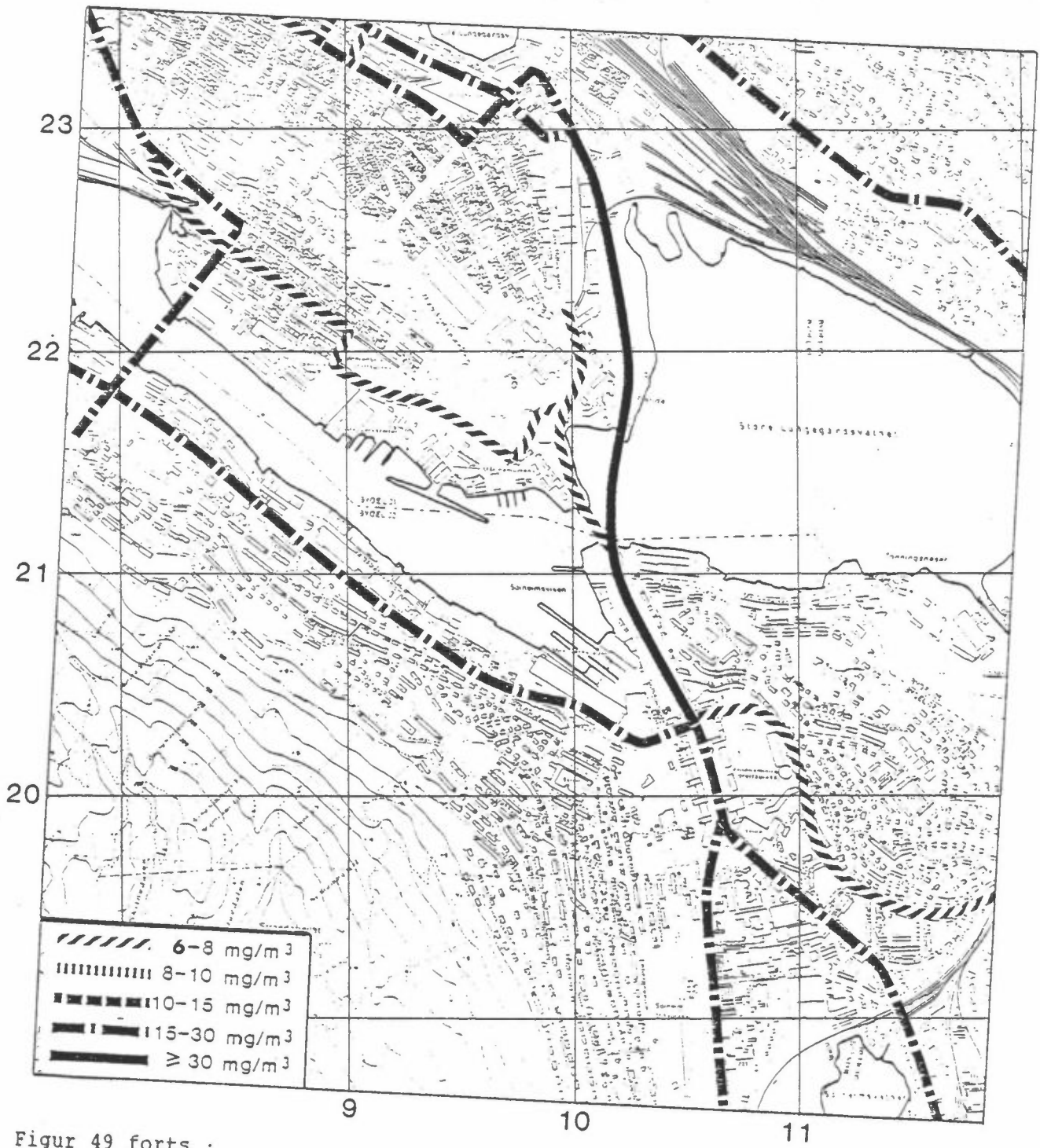
Figur 49 viser forurensningsnivået langs de gater i Bergen der nivået kan komme opp mot og bli høyere enn angitte grenseverdier for CO.

Det er forurensningsnivået ved kjørebane kant (KBK) som er vist i figuren. Forurensningsnivået avtar med avstanden fra veibanen. Figur 50 viser den reduksjon med avstand fra veien som er formulert i modellen. Kurven gjelder gater/veier uten tette fasaderekker. Kurven skal ikke benyttes for avstander større enn ca 15 meter fra kjørebane kant.

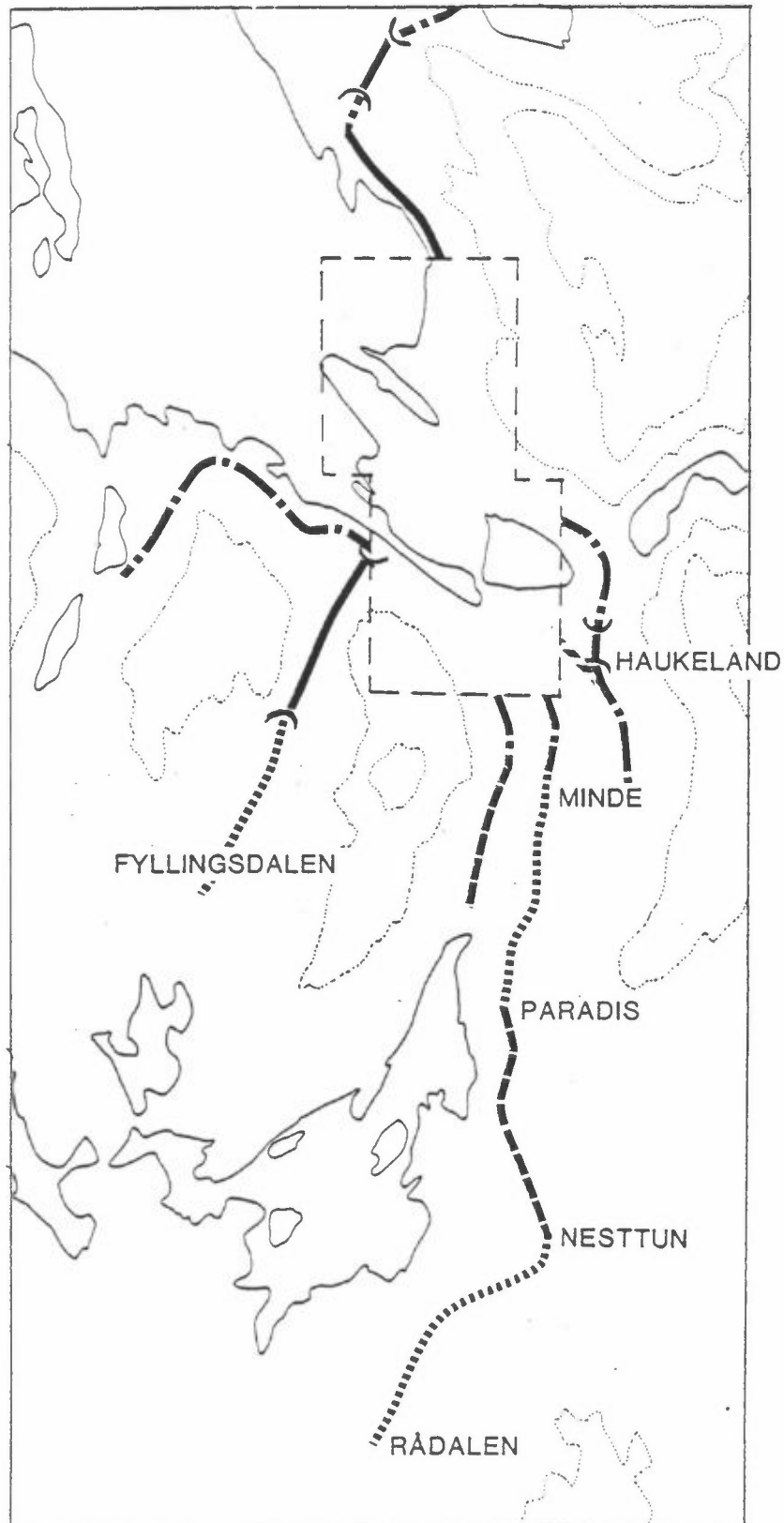




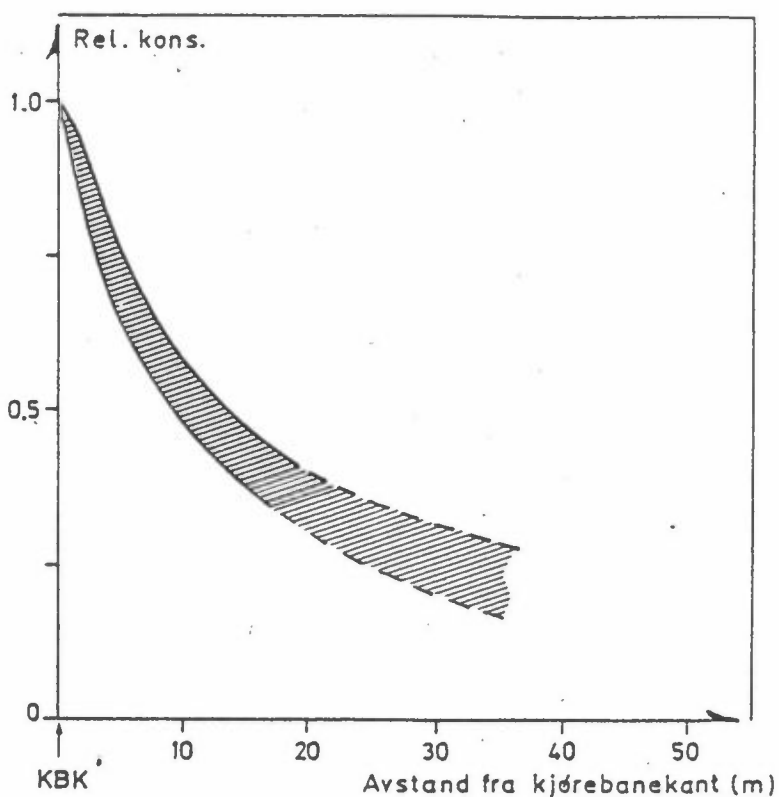
Figur 49: Beregnet CO-forurensning (ved kjørebane kant) langs veinettet i Bergen.  
 99-prosentilverdier av glidende 8-timers middelerdi av CO (CO-g8h) beregnet med Nordisk beregningsmetode.



Figur 49 forts.:



Figur 49 forts.:



Figur 50: Forurensningsnivåets reduksjon med avstanden fra veibanen, slik den er formulert i den anvendte beregningsmetode.

Figur 49 gir 99-prosentil-nivået innenfor gitte interval. Maksimalverdien ligger 40-60% høyere enn 99-prosentil-verdien. Sammenligningen med grenseverdien kan gjøres ved at man angir grenseverdier på 99-prosentil-nivå, som da ligger en faktor 1.4-1.6 lavere enn de angitte grenseverdier som gjelder maksimalverdier:

Komponent	Angitte grenseverdier for maksimalverdi	Omregnet grenseverdi på 99-prosentil-nivå
CO 8-timers middelverdi	10 mg/m <sup>3</sup>	6.3 - 7.1
NO <sub>2</sub> 1-times middelverdi	200-350 µg/m <sup>3</sup>	125 - 250

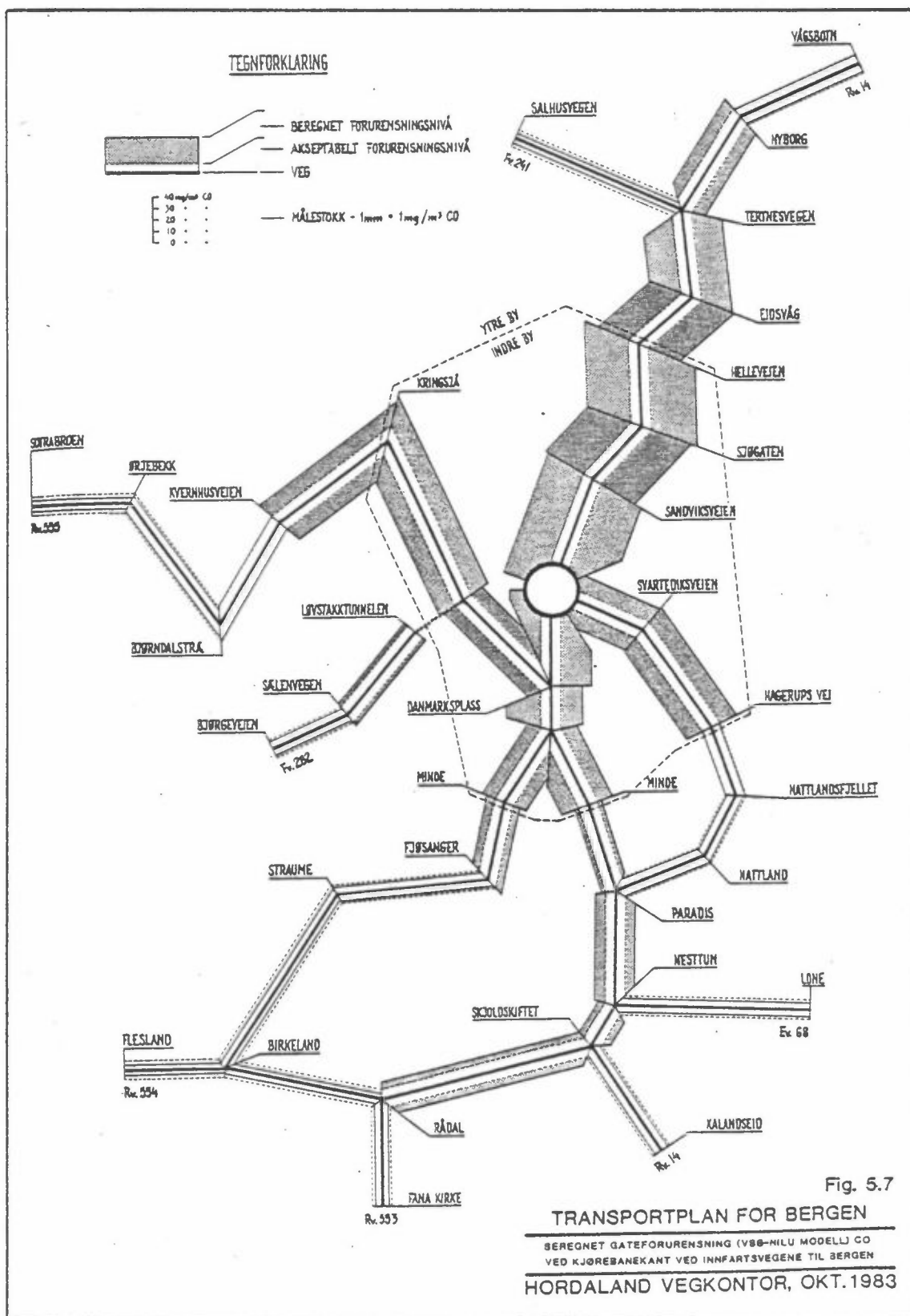
Intervallet 6-8 mg CO/m<sup>3</sup> i figur 57 ligger rundt den omregnede grenseverdien. I gater med CO-verdi større enn 8 mg/m<sup>3</sup> må en regne med at

grenseverdien for maksimalverdi,  $10 \text{ mg CO/m}^3$ , overskrides. Figur 51 gir en framstilling av forurensningsnivået langs innfartsårene til Bergen (utført ved Hordaland Vegkontor basert på NILUs beregninger). (Hordaland Veikontor, 1984.)

Tabell 33 gir en fullstendig oversikt over beregningene for de ulike gate/vei-seksjoner. Tabell 32 er et sammendrag av beregningene. Antall km veistrekning med beregnet 99-prosentil-nivå innen gitte intervaller er angitt. Beregninger er utført bare for veistrekninger med årsdøgntrafikk (ADT, kjøretøy/døgn) større enn 3000.

Tabell 32: Sammendrag av gateberegninger. Veilengde (km) med CO- og  $\text{NO}_2$ -nivå (99-prosentil-verdi på årsbasis) innen gitte intervaller.

CO $\text{mg/m}^3$	6-8	8-10	10-15	15-20	20-30	30-40	>40	Sum
Riksveier	0.2	6.5	7.0	10.7	12.0	1.4	4.2	42.0
Fylkes- og kommunale veier	0.9	7.1	2.0	1.3	0.3			11.6
Sum								53.6
$\text{NO}_2 \text{ } \mu\text{g/m}^3$	120-160	160-210	210-290	290-400	>400	Sum		
Riksveier	10.7	6.8	11.9	20.3	8.0	57.7		
Fylkes- og kommunale veier	4.2	9.3	4.9			18.4		
Sum								76.1



Figur 51: Oversikt over CO-nivået (99-prosentil-nivået) ved kjørebane-kant langs innfartsveiene til Bergen. (Figuren er framstilt ved Hordaland Vegkontor på grunnlag av beregninger utført av NILU).

Tabell 33: Beregnet forurensningsnivå av CO og NO<sub>2</sub> (mg/m<sup>3</sup>) ved kjørebane-kant.CO : 99-prosentil av glidende 8-timers-middelverdier på årsbasis, inklusive bakgrunnsnivå.NO<sub>2</sub> : 99-prosentil av 1-times middelverdier på årsbasis, eksklusive bakgrunnsnivå.

## BEREGNET GATEFORURENSNING (V88-NILU MODELL)

NR/VER	BY/FYLKE	GATE/VEI	FRA	TIL	BREDDE	TRAFIKK	CO	NO2
1 A1	BERGEN	E-68	TRENGEREID	TUNES	9.0	3700	.6	.04
2 A1	BERGEN	E-68, TUNEL	TUNES	INDRE-ARNA	9.0	4200	.7	.04
3 A1	BERGEN	E-68	INDRE-ARNA	ESPELANO	6.0	5000	1.1	.05
4 A1	BERGEN	E-68	ESPELANO	LONE	6.0	5500	1.2	.06
5 A1	BERGEN	E-68	LONE	NESTTUN	6.0	7300	1.8	.08
6 A1	BERGEN	E-68	NESTTUN	PARADIS	11.0	24500	14.0	.26
7 A1	BERGEN	E-68	PARADIS	G-BYGRENSE	7.0	20000	9.1	.22
8 A2	BERGEN	E-68	G-BYGRENSE	BJØRNXFJØS	8.5	20000	19.5	.30
9 A1	BERGEN	E-68	DANMARKSPL	BJØRNSGATE	20.0	45000	34.9	.43
10 A1	BERGEN	E-68 LH.GT	BJØRNSGT.	CHRISTIESG	10.5	22500	21.7	.19
11 A1	BERGEN	E-68 CHRIS	LARS HILLE	KAIGATEN	10.5	16500	16.5	.14
12 A1	BERGEN	E-68 NYGÅR	BJØRNXE-68	STARVHUSGT	9.0	15000	15.6	.13
13 A1	BERGEN	E68, FORENI	CHRISTIESG	OLAV KYRRE	8.0	6000	7.7	.05
14 A1	BERGEN	E68, CHRIS	NYGÅRDSGT.	LARS HILLE	7.0	6000	7.9	.06
15 A2	BERGEN	E-68, FJØSV	BJØRNXFJØS	DANMARKSPL	20.0	37000	26.3	.39
16 A1	BERGEN	R-14	GRENSE-BER	KALANOSEID	6.0	5600	1.3	.06
17 A1	BERGEN	R-14	KALANOSEID	NESTTUN	5.0	8300	2.2	.09
18 A1	BERGEN	R-14 BIRK.	PARADIS	NATTLAND	5.0	5500	3.9	.07
19 A1	BERGEN	R-14 NATLV	NATTLAND	NATTLANOFJ	7.0	8000	3.5	.10
20 A1	BERGEN	R-14 NATLV	NATTLANOFJ	HAGERUPSV.	7.0	10000	4.4	.12
21 A1	BERGEN	R-14	HAGERUPSV.	SVARTEDIKV	7.0	20000	20.1	.31
22 A1	BERGEN	R-14 KALF.	SVARTEDIKV	STRØMGATEN	7.0	18400	18.5	.28
23 A1	BERGEN	R-14 (NYGT)	STRØMGATEN	TORGET	7.0	16000	17.7	.15
24 A2	BERGEN	R-14 BRYGG	TORGET	BONTELABO	9.0	31100	60.6	.53
25 A2	BERGEN	R-14 SJØG.	BONTELABO	SANOVIKSV.	9.0	26500	41.7	.45
26 A1	BERGEN	R-14 SANOV	SJØGATEN	HELLEVEIEN	9.0	30000	43.7	.45
27 A1	BERGEN	R-14, TUNEL	HELLEVEIEN	EIDSVÅG	9.0	22000	24.1	.33
28 A1	BERGEN	R-14 ÅSAV.	EIDSVÅG	TERTNESV.	6.0	20000	21.3	.33
29 A1	BERGEN	R-14 ÅSAV.	TERTNESV.	NYBORG	6.0	16000	11.0	.25
30 A1	BERGEN	R-14 ÅSAV.	NYBORG	VÅGSBOTN	6.0	11800	2.8	.13
31 A1	BERGEN	R-14 STEIN	VÅGSBOTN	STEINSTØFF.	6.0	6900	1.7	.08
32 A1	BERGEN	R14	KALFARV.	OLAV KYRRE	11.0	17500	17.1	.14
33 A1	BERGEN	R14, CHRIS	KAIGATEN	SMÅSTRANDG	12.0	13000	12.8	.10
34 A1	BERGEN	R14, O. KYRR	STARVHUSGT	SMÅSTRANDG	14.0	13000	12.3	.10
35 A1	BERGEN	R14, SMÅSTR	CHRISTIESG	TORGET	14.0	13000	12.3	.10
36 A1	BERGEN	R-555 KROH	DANMARKSPL	PUODEFJ.BR	8.0	16000	15.6	.24
37 A1	BERGEN	R-555	PUODEFJ.BR	KRINGSJÅ	9.0	23000	21.5	.33
38 A1	BERGEN	R-555 LYD.	KRINGSJÅ	KVERNHUSV.	8.0	20000	19.5	.29
39 A1	BERGEN	R-555	KVERNHUSV.	BJØRNDALSØ	6.0	15000	4.0	.17
40 A1	BERGEN	R-555	BJØRNDALSØ	ØRJEBEKK	6.0	10000	2.4	.11
41 A1	BERGEN	R-555	ØRJEBEKK	SOTRA BRØ	6.0	6300	1.1	.07
42 A1	BERGEN	R-555 BRØ	SOTRA BRØ	VEST	9.0	4700	.8	.05
43 A1	BERGEN	R-555 BRØ	KROHNSGT.	WELHAVENSG	12.0	28000	21.7	.22
44 A1	BERGEN	R555, HANST	PUODEFJBRO	KOMEDIEB.K.	10.5	21000	20.8	.18
45 A1	BERGEN	R555, KOMED	NØSTEGT.	JONSVOLLSG	10.0	8500	3.4	.07
46 A1	BERGEN	R555, JONSV	NØSTEGT.	ENGEN	10.0	18000	20.9	.15
47 A1	BERGEN	R555, J. SMØ	JONSVOLLSG	WALKENDORF	11.0	21000	20.2	.17
48 A1	BERGEN	R555, STRAN	WALKENDORF	TORVALM.	9.0	8500	8.7	.07
49 A1	BERGEN	R555	JON SMØRSG	TORGET	10.0	9200	10.1	.03
50 A1	BERGEN	R555, STRAN	MURALM.	JON SMØRSG	10.0	9200	10.2	.08
51 A1	BERGEN	R-556 FJØS	BJØRNXFJØS	G-BYGRENSE	9.0	17000	17.0	.24
52 A1	BERGEN	R-556 FJØS	G-BYGRENSE	FJØSANGER	9.0	13000	13.2	.19
53 A1	BERGEN	R-556	FJØSANGER	STRAUMBØRU	6.0	10000	3.5	.11
54 A1	BERGEN	R-556 YTRE	STRAUMBØRU	BIRKELAND	5.0	5500	1.5	.06
55 A1	BERGEN	R-556 HJEL	BIRKELAND	HJELLES.FK	5.0	4600	1.1	.05
56 A1	BERGEN	R-553 FANA	RÅDAL	FANA KIRKE	6.0	7000	1.7	.08
57 A1	BERGEN	R-554 FANA	SKJOLDSKIF	RÅDAL	6.0	13000	8.6	.20
58 A1	BERGEN	R-554 FLY.	RÅDAL	BIRKELAND	6.0	7000	1.3	.08
59 A1	BERGEN	R-554 FLY.	BIRKELAND	FLESLAND F	6.0	5000	.9	.06
60 A1	BERGEN	R-557 BJØR	STRAUME	GJEDDEVANN	6.0	5000	2.6	.07
61 A1	BERGEN	R-557 BJØR	GJEDDEVANN	BJØRND.TRE	5.0	6000	2.9	.08
62 A1	BERGEN	R-558 HAAK	BJØRND.ØYR	HÅKONSVERN	7.0	8000	1.9	.09
63 A1	BERGEN	R-560 ARNA	VÅGSBOTN	INDRE ARNA	7.0	5400	1.0	.06
65 A1	BERGEN	SÆLENVEGEN	STRAUMEV.	KROKATJ.V.	4.0	3800	1.3	.04
66 A1	BERGEN	SANDBREKKV	MIDTUN	PARADIS	5.0	4600	1.6	.05
67 A1	BERGEN	SANDALSV.	NESTTUN	SANDAL	4.0	3500	1.4	.03
68 A1	BERGEN	MICHELSSENS	PARADIS	FJØSANGER	5.0	5500	2.9	.06
69 A1	BERGEN	GRAVDALSV.	LYDERHORNV	GRAVOAL	5.0	3000	1.2	.03

Tabell 33 forts.:

BEREGNET GATEFORURENSNING (V88-NILU MODELL)									
NR/VER	BY/FYLKE	GATE/VEI	FRA	TIL	BREDDE	TRAFIKK	CO	NO2	
70	A1	BERGEN	TERTN,MORV	R-14(ÅSAV)	SALHUSV.	6.0	4000	1.1	.04
71	A1	BERGEN	HAGERUPSV.	E-68,STORT	R-14,NATLV	11.0	5700	2.8	.06
72	A1	BERGEN	MINDRE ALLE	E-68,STORT	R-556,FJØS	6.0	6000	3.2	.08
73	A1	BERGEN	IBSENSGATE	E-68,ØANMA	R-14,HAUKE	7.0	9000	7.2	.12
74	A1	BERGEN	NYGÅRDSGT.	LARS HILLE	MØLLENDALV	6.0	5000	7.9	.07
75	A1	BERGEN	MØLLENDALV	E-68,FJØSV	R-14,KALFV	6.0	5000	4.8	.08
76	A1	BERGEN	VASKERELV	OLAV KYRRE	ENGEN	7.0	11000	15.1	.10
77	A1	BERGEN	F-261,LAND	R-14XL.SVI	R-14XL.LIA	6.0	3000	2.4	.03
78	A1	BERGEN	K.OSCARSGT	VETRLIDALM	NYGATEN	6.0	5500	3.7	.04
79	A1	BERGEN	ØVREG,NYES	TORGET	KIRKEGATEN	7.0	12000	14.4	.18
80	A1	BERGEN	SANDVIKSV.	KIRKEGATEN	R-14(SJØG)	7.0	7000	6.1	.11
81	A1	BERGEN	F-265	NYE SANDVV	EKRXSANDVV	7.0	3500	3.5	.04
82	A1	BERGEN	HELLE,EIDS	R-14,HATLE	R-14,EIDSV	5.0	6500	2.3	.07
83	A1	BERGEN	F-270,NORN	STRANOKAI	OLAV KYRRE	7.0	8000	7.8	.07
84	A1	BERGEN	HÅKONSGATE	KOMEDIEN	OLAV KYRRE	7.0	5500	6.7	.05
85	A1	BERGEN	F-272,HANS	WELHAVENSG	NYGÅRDSGT.	7.0	3600	6.2	.06
86	A1	BERGEN	LØBERGSV.	KROHNS GT.	R-556,MIND	6.0	4600	4.5	.05
87	A1	BERGEN	ØVRE FYLLV	R-555XFYLL	F.DALSV.	6.0	3500	2.5	.05
88	A1	BERGEN	F.DALSV.	TUNNELEN	XSÆLENV.	7.0	13000	9.0	.17
89	A1	BERGEN	F-282(FYL)	SÆLENVEGEN	R-557,ØJØR	7.0	4600	3.2	.06
90	A1	BERGEN	SEGER,HAMM	SÆLENVEGEN	F.DALSV.	7.0	3500	1.7	.04
91	A1	BERGEN	KROKEIDEV.	FANA KIRKE	KROKEIDEFK	5.0	4000	1.0	.04
92	A1	BERGEN (K)	DOKKEVEIEN	I.ÅSENSGT.	WELHAVENSG	6.0	5000	5.0	.03
93	A1	BERGEN (K)	FOSSWINKEL	STRØMGATEN	LYDER SAGE	14.0	3000	4.3	.02
94	A1	BERGEN (K)	HÅRFAGRESG	HOLMBOESG.	STRØMGATEN	5.0	4000	4.4	.02
95	A1	BERGEN (K)	BARFOTSGT.	HÅKONSGT.	NEUMANNSG.	6.0	3500	5.3	.02
96	A1	BERGEN (K)	N.ØRUNSGT.	OLAV KYRRE	CHRISTIENSG	5.0	7500	11.9	.05
97	A1	BERGEN (K)	NØSTEGATEN	KNØSESMAU.	SKOTTESAL.	6.0	3000	5.6	.04
98	A1	BERGEN (K)	OLAV RYESV	PARKVEIEN	OLE VIGSG.	8.0	5000	4.8	.02
99	A1	BERGEN (K)	PARKVEIEN	OLAV RYESV	HOLMBOESG.	14.0	4000	3.9	.02
100	A1	BERGEN (K)	STRØMGATEN	NYGÅRDSGT.	FOSSWINKEL	9.0	4000	5.5	.03
101	A1	BERGEN (K)	TVERRVEIEN	KONOWSGT.	DAMSGÅRDSG	7.0	5500	5.5	.07
102	A1	BERGEN (K)	V.MURALM.	JONSVOLLSG	Ø.MARKEV.	14.0	3000	4.4	.02



## 8 REFERANSER

Berge, E. og Hassel, F. (1984) En undersøkelse av temperaturinversjoner og lokale drenasjestrømmer i Bergen. Univ. i Bergen, Geofysisk inst., avd. B.

Hordaland vegkontor (1983) Transportplan for Bergensområdet. Delemne - Vegsektoren. Fyllingsdalen, Bergen.

Larssen, S. (1983) Forslag til plan for basisundersøkelse i Bergen 1983-85. Lillestrøm (NILU OR 4/83).

Larssen, S. et al. (1984) Nordisk beregningsmetode for bilavgasser. Slutt-rapport august 1984. Nordisk ministerråd prosjekt 180.21-2.6. Lillestrøm (NILU OR 56/84).

Larssen, S. et al. (1985) Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Bergen 1983-1985. Datarapport I. Lillestrøm (NILU OR 55/85).

Larssen, S. og Hoem, K. (1984) Luftforurensning langs veinettet i Norge. Kartlegging langs riksveinettet, samt fylkesveinettet i utvalgte byer. Lillestrøm (NILU OR 46/84).

**VEDLEGG 1**

Døgn- og 6-timers middelveidier av SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, sot, bly og svevestøv  
i perioden november 1983 - februar 1984.

















BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		NO2 MIKROGRAM PR KUBIKKETER JANUAR 1984									
STASJON DATO	BERGEN										
	1 ONS	2 CMI	3 SANDVIKEN	5 MINDE	7 HOP SKOLE	10 RÅDHUS	13	16	19	22	
1	13	16	13	7	-	13	-	-	-	-	
2	44	30	21	24	16	-	-	-	-	-	
3	53	33	21	31	23	-	-	-	-	-	
4	49	34	22	23	18	-	-	-	-	-	
5	66	38	37	36	28	-	-	-	-	-	
6	76	41	38	50	34	-	-	-	-	-	
7	52	33	18	32	32	-	-	-	-	-	
8	65	48	45	48	42	-	-	-	-	-	
9	-	32	32	24	17	21	-	-	-	-	
10	-	24	25	20	17	31	-	-	-	-	
11	-	43	31	41	32	43	-	-	-	-	
12	-	27	22	20	8	31	-	-	-	-	
13	-	30	16	27	14	23	-	-	-	-	
14	-	40	32	56	35	42	-	-	-	-	
15	-	34	31	53	29	33	-	-	-	-	
16	-	43	27	51	17	41	-	-	-	-	
17	-	40	20	31	36	39	-	-	-	-	
18	101	79	68	110	83	81	-	-	-	-	
19	69	56	31	66	53	56	-	-	-	-	
20	184	-	95	188	86	126	-	-	-	-	
21	130	-	67	89	55	68	-	-	-	-	
22	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	
23	-	43	20	129	49	41	-	-	-	-	
24	-	101	104	180	96	131	-	-	-	-	
25	-	129	79	170	78	152	-	-	-	-	
26	-	77	66	95	8	89	-	-	-	-	
27	-	-	39	95	45	48	-	-	-	-	
28	94	-	66	103	43	96	-	-	-	-	
29	36	-	19	15	8	17	-	-	-	-	
30	39	-	26	19	17	29	-	-	-	-	
31	87	-	50	41	57	89	-	-	-	-	
MIDDEL	: 72	47	39	62	36	58					
MAKS	: 184	129	104	188	96	152					
MIN	: 13	16	13	7	5	13					
ANT. OBS.:	16	23	30	30	30	23					
ANT. OVER:											
100UG/M3:	3	2	1	6	0	3					
150UG/M3:	1	0	0	3	0	1					

BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		NO2 MIKROGRAM PR KUBIKKETER FEBRUAR 1984									
BERGEN		1	2	3	5	7	10				
STASJON	DNS	CMI	SANDVIKEN	MINDE	HOP SKOLE	RÅDHUS	25M				
1	70	17	33	29	32	58					
2	70	46	34	57	48	49					
3	47	26	24	25	30	26					
4	28	-	19	11	5	19					
5	28	-	20	14	5	20					
6	50	27	27	32	-	35					
7	65	56	41	61	-	62					
8	68	64	41	85	-	67					
9	82	59	53	69	-	66					
10	82	58	47	75	-	48					
11	60	40	36	55	-	37					
12	35	50	17	14	-	16					
13	49	31	27	16	-	40					
14	81	58	54	72	-	-					
15	83	69	79	58	-	86					
16	36	21	25	10	-	29					
17	44	26	29	18	-	37					
18	44	35	41	31	-	42					
19	91	66	50	71	-	79					
20	72	47	39	54	-	39					
21	42	20	28	29	-	19					
22	90	57	33	82	-	63					
23	76	56	52	26	-	53					
24	63	-	31	31	-	35					
25	74	-	40	50	-	37					
26	-	-	-	-	-	-					
27	70	-	45	52	-	-					
28	54	-	40	40	-	-					
29	44	-	36	36	-	-					
MIDDEL	:	61	44	37	43	44					
MAKS	:	91	69	79	85	86					
MIN	:	28	17	17	10	16					
ANT. OBS.:	:	28	21	28	28	24					
ANT. OVER:	:	0	0	0	0	0					
100UG/M3:	:	0	0	0	0	0					
150UG/M3:	:	0	0	0	0	0					















BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		SVEVESTAV MIKROGRAM PR KUBIKKML I N DESEMBER 1903					
STASJON DATO	BERGEN		DNS FIN	TOTALT	GROV	MINDE FIN	TOTALT
	GROV	FIN					
1	5	13	18	-	-	-	-
2	5	16	21	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-
4	11	10	21	-	-	-	-
5	12	9	21	-	-	-	-
6	5	10	15	-	-	-	-
7	5	11	16	-	-	-	-
8	6	13	19	-	-	-	-
9	23	8	31	-	-	-	-
10	53	20	73	-	-	-	-
11	33	15	48	-	-	-	-
12	12	12	24	-	-	-	-
13	6	13	19	-	-	-	-
14	5	13	18	-	-	-	-
15	18	21	39	-	-	-	-
16	24	29	53	-	-	-	-
17	121	67	188	-	-	-	-
18	140	88	228	-	-	-	-
19	113	102	215	-	-	-	-
20	63	57	120	-	-	-	-
21	7	26	33	-	-	-	-
22	17	13	30	-	-	-	-
23	6	10	16	8	13	21	26
24	8	29	37	8	60	68	10
25	2	5	7	2	8	10	17
26	13	9	22	15	11	26	18
27	6	12	18	7	11	18	21
28	14	11	25	13	9	21	16
29	13	11	24	7	9	16	14
30	6	9	15	6	8	14	17
31	10	8	18	8	9	17	23
MIDDEL	25	22	48	8	15	23	68
MAKS	140	102	228	15	60	68	10
MIN	2	5	7	2	8	10	
ANT. OBS.:	30	30	30	9	9	9	9
ANT. OVER:							
100UG/M3:	3	1	4	0	0	0	0
150UG/M3:	0	0	3	0	0	0	0

BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		SVEVESTØV MIKROGRAM PR KUBIKMETTER JANUAR 1964					
STASJON DATO	BERGEN		DNS FIN	TOTALT	GROV	MINDE FIN	TOTALT
	GROV	FIN					
1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-
3	13	-	12	25	-	-	-
4	9	-	14	23	-	-	-
5	7	-	14	21	-	-	-
6	5	-	13	18	-	-	-
7	10	-	9	19	-	-	-
8	-	-	-	-	50	32	82
9	74	-	17	91	19	9	28
10	9	-	-	-	6	10	16
11	13	-	19	32	8	14	22
12	15	-	10	25	8	8	16
13	-	-	8	-	6	7	13
14	6	-	14	20	5	30	35
15	2	-	10	12	2	20	22
16	6	-	13	19	-	-	-
17	5	-	10	15	-	-	-
18	20	-	60	80	-	-	-
19	9	-	22	31	-	-	-
20	24	-	80	104	14	225	239
21	30	-	72	102	19	100	120
22	12	-	23	35	48	10	58
23	8	-	27	35	24	48	72
24	20	-	88	108	-	-	-
25	17	-	121	138	18	98	116
26	5	-	44	49	29	75	104
27	6	-	31	37	6	45	51
28	8	-	60	68	6	110	116
29	3	-	10	13	1	8	9
30	2	-	11	13	1	9	10
31	13	-	44	57	13	54	67
MIDDEL	: 13		32	46	15	48	63
MAKS	: 74		121	138	50	225	239
MIN	: 2		8	12	1	7	9
ANT. OBS.:	27		27	26	19	19	19
ANT. OVER:			1	4	0	2	5
100UG/M3:	0		0	0	0	1	1
150UG/M3:	0		0	0	0	1	1

BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		SVEVESTØV MIKROGRAM PR KUBIKMETTER FEBRUAR 1984					
STASJON DATO	BERGEN			TOTALT	GROV	MINDE FIN	TOTALT
	GROV	DNS FIN	FIN				
1	11	27	38	6	15	21	
2	27	32	59	33	41	74	
3	12	14	26	7	13	20	
4	3	8	11	3	5	8	
5	-	8	-	-	-	-	
6	3	9	12	2	7	9	
7	3	13	16	4	14	18	
8	3	17	20	4	30	34	
9	-	-	-	-	-	-	
10	6	18	24	3	26	29	
11	3	11	14	2	14	16	
12	6	9	15	2	6	8	
13	19	23	42	8	15	23	
14	18	36	54	11	51	62	
15	23	36	59	9	34	43	
16	39	19	58	13	14	27	
17	10	32	42	5	27	32	
18	12	33	45	7	32	39	
19	80	30	110	53	45	98	
20	66	30	96	41	31	72	
21	38	23	61	16	22	38	
22	41	33	74	41	43	84	
23	41	27	68	24	41	65	
24	13	25	38	8	29	37	
25	9	38	47	10	49	59	
26	10	29	39	31	41	72	
27	-	-	-	-	-	-	
28	-	-	-	5	19	24	
29	9	10	19	9	9	18	
MIDDEL :	20	23	43	14	26	40	
MAKS :	80	38	110	53	51	98	
MIN :	3	8	11	2	5	8	
ANT. OBS. :	25	26	25	26	26	26	
ANT. OVER :							
100UG/M3 :	0	0	1	0	0	0	
150UG/M3 :	0	0	0	0	0	0	





BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		SØ2 6. TILM MIKROGRAM PR KUJJKMULIK DESEMBER 1903							
BERGEN		3	4	5	6	8	10		
STASJON	1	SANDVIKEN	LAKSEVÅG	MINDE	LANDÅS	FYLLINGSØ.	RÅDHUS	25M	
DATA	ONS								
19	08-14	104	56	80	44	20	160		
19	14-20	108	44	72	40	20	100		
19-20	20-02	64	24	64	48	12	-		
20	02-08	40	24	52	32	16	-		
20	08-14	44	32	60	36	28	52		
20	14-20	60	40	72	52	24	60		
20-21	20-02	56	32	52	36	16	40		
21	02-08	36	10	28	16	12	32		
MIDDEL	:	64	33	60	38	19	74		
MAKS	:	108	56	80	52	28	160		
MIN	:	36	10	28	16	12	32		
ANT. OBS.:	:	8	8	8	8	8	6		
ANT. OVER:	:	2	0	0	0	0	1		
100UG/M3:	:	0	0	0	0	0	1		
150UG/M3:	:	0	0	0	0	0	1		









BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		NØ2 6. LJM MIKROGRAM PR KUDIKKEMETER JANUAR 1984						
STASJON DATO KL	BERGEN							
	1 DNS	2 CMI	3 SANDVIKEN MINDE	5	7 HOP SKOLE	10 RÅDHUS 25M		
18 08-20	127	93	92	164	125	113		
18-19 20-02	103	111	72	80	55	83		
19 02-08	47	20	16	32	25	13		
19 08-14	68	71	50	70	46	71		
19 14-20	59	44	28	21	46	46		
19-20 20-02	74	60	18	59	71	48		
20 02-08	75	49	26	115	50	59		
20 08-14	240	-	94	208	125	140		
20 14-20	250	26	141	277	110	177		
20-21 20-02	176	3	83	184	88	108		
21 02-08	69	3	60	82	21	77		
21 08-14	197	5	106	125	81	100		
21 14-20	129	5	77	115	73	72		
21-22 20-02	137	3	62	111	54	87		
22 02-08	57	3	21	5	11	11		
22 08-14	-	-	-	4	-	-		
MIDDEL :	121	35	63	103	65	80		
MAKS :	250	111	141	277	125	177		
MIN :	47	3	16	4	11	11		
ANT. OBS. :	15	14	15	16	15	15		
ANT. OVER:								
100UG/M3:	8	1	2	8	3	4		
150UG/M3:	4	0	0	4	0	1		

BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		NO2 6. TIM MIKROGRAM PR. KUBIKKML I FK FEBRUAR 1964				
BERGEN		1	2	3	5	.10
STASJON	DNS	CMI	SANDVIKEN	SANDVIKEN	MINDE	RÅDHUS 25M
DATA	KL.					
22	08-20	92	49	24	75	53
22-23	20-02	93	75	53	96	81
23	02-08	83	55	30	80	66
23	08-14	133	103	89	111	114
23	14-20	85	54	67	49	58
23-24	20-02	55	34	35	36	23
24	02-08	31	34	15	9	15
24	08-14	77	48	50	27	50
24	14-20	73	-	45	53	50
24-25	20-02	60	-	19	35	26
25	02-08	40	-	9	10	14
25	08-14	77	-	45	55	44
25	14-20	83	-	47	71	77
25-26	20-02	85	-	60	72	70
26	02-08	49	-	26	37	16
26	08-14	50	-	27	20	23
MIDDEL : 73 57 40 52 49						
MAKS : 133 103 89 111 114						
MIN : 31 34 9 9 14						
ANT.OBS.: 16 8 16 16 16						
ANT.OVER:						
100UG/M3: 1 1 0 1 1						
150UG/M3: 0 0 0 0 0						

BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN			SØT 6. TIM MIKROGRAM PR KUBIKKMETR DESEMBER 1983						
BERGEN			3	4	5	6	8	10	
STASJON	1	3	SANDVIKEN	LAKSEVÅG	MINDE	LANDÅS	FYLLINGSØ.	RÅDHUS 25M	
DATO	KL	ONS							
19	08-14	152	84	80	246	174	74	210	
19	14-20	212	87	56	194	128	101	151	
19-20	20-02	122	51	33	107	121	52	-	
20	02-08	28	10	15	40	36	19	-	
20	08-14	56	34	46	97	49	66	71	
20	14-20	95	76	57	151	437	74	83	
20-21	20-02	70	48	33	75	70	33	48	
21	02-08	35	10	9	27	30	21	16	
MIDDEL :		96	50	41	117	93	55	97	
MAKS :		212	87	80	246	174	101	210	
MIN :		28	10	9	27	30	19	16	
ANT.OBS.:		8	8	8	8	8	8	6	
ANT.OVER:									
100UG/M3:		3	0	0	4	4	1	2	
150UG/M3:		2	0	0	3	1	0	2	

BASISUNDERSKØKSELSEN I BERGEN		SØT 6. TIM MIKROGRAM PR KUBIKKMETR JANUAR 1984									
BERGEN		1	2	3	4	5	6	7	8	10	
STASJON	DNS	CMI	SANDVIKEN	LAKSEVÅG	MINDE	LANDÅS	HOP	SKOLE	FYLLINGS-	RÅDHUS	
DATA	KL								SD.	25M	
18	08-20	113	113	-	146	-	105	68	90		
18-19	20-02	104	59	-	44	28	32	3	83		
19	02-08	9	12	-	15	-	20	3	6		
19	08-14	36	37	36	30	17	10	12	26		
19	14-20	25	24	30	21	45	13	18	16		
19-20	20-02	25	24	12	15	22	20	15	16		
20	02-08	24	24	19	55	69	21	2	20		
20	08-14	121	127	80	190	170	18	79	117		
20	14-20	158	281	109	276	113	84	86	204		
20-21	20-02	135	193	91	190	68	61	63	143		
21	02-08	38	44	33	33	14	6	15	36		
21	08-14	96	99	146	217	93	72	52	92		
21	14-20	74	54	64	120	46	60	24	47		
21-22	20-02	103	97	68	106	36	40	35	103		
22	02-08	8	6	1	3	3	1	34	6		
22	08-14	-	-	-	7	-	-	-	-		
MIDDEL	:	71	80	58	34	92	38	34	67		
MAKS	:	158	281	146	69	276	105	86	204		
MIN	:	8	6	1	3	3	1	2	6		
ANT. OBS.:		15	15	15	12	16	15	15	15		
ANT. OVER:											
100UG/M3:		6	4	3	0	7	1	0	4		
150UG/M3:		1	2	0	0	4	0	0	1		







BASJUNDSERSØKELSEN I BERGEN		STØV G T MIKROGRAM PR KUBIKKHETER DESEMBER 1983		
BERGEN				
STASJON	ONS	FIN	TOTALT	
DATE KL	GRØV			
19 00-13	356	130	494	
19 14-20	57	152	209	
19 20-02	20	94	122	
20 02-08	9	22	31	
20 08-14	20	42	62	
20 14-19	105	71	176	
MIDDEL :	96	87	182	
MAKS :	356	152	494	
MIN :	9	22	31	
ANT. OBS. :	6	6	6	
ANT. OVER :				
100UG/M3 :	2	2	4	
150UG/M3 :	1	1	3	

BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		STØV 6 T MIKROGRAM PR KUBIKKMETR JANUAR 1984					
STASJON		BERGEN		ONS		MINDE	
DATE	KL	GROV	FIN	TOTALT	GROV	FIN	TOTALT
10-19	20-02	10	06	104	-	-	-
19	02-08	29	16	45	-	-	-
19	08-14	9	22	31	-	-	-
19	14-20	8	21	29	-	-	-
19-20	20-02	9	20	29	-	-	-
20	02-08	10	23	33	-	-	-
20	08-14	22	100	122	-	-	-
20	14-20	22	134	156	27	318	345
20-21	20-02	19	139	158	11	185	196
21	02-08	33	46	79	4	73	77
21	08-14	46	95	141	4	50	54
21	14-20	16	67	83	18	170	188
21-22	20-02	15	108	123	-	-	-
22	02-08	-	16	-	35	68	103
22	08-14	10	15	25	6	10	16
22	14-20	14	31	45	4	9	13
MIDDEL	:	19	59	80	14	110	124
MAKS	:	46	139	158	35	318	345
MIN	:	8	15	25	4	9	13
ANT. OBS.:		15	16	15	8	0	0
ANT. OVER:							
100UG/MJ:		0	3	6	0	3	4
150UG/M3:		0	0	2	0	3	3

BASISUNDERSØKELSEN I BERGEN		STØV 6 T MIKROGRAM PR KUBIKKHEIER FEBRUAR 1964					
STASJON		BERGEN		MINDE		TOTALT	
DATE	KL	GRØV	DNS FIN	TOTALT	GRØV		FIN
22-23	20-02	57	40	97	64	70	142
23	02-08	20	32	60	19	30	49
23	00-14	03	42	125	53	72	125
23	14-20	37	35	72	19	38	57
23-24	20-02	32	5	37	14	29	43
24	02-08	10	25	35	9	26	35
24	08-14	30	19	49	11	20	39
24	14-20	10	34	44	8	33	41
24-25	20-02	6	32	38	5	27	32
25	02-08	5	16	21	8	26	34
25	08-14	5	16	21	10	40	50
25	14-20	12	40	58	12	57	69
25-26	20-02	11	56	67	11	56	67
26	02-08	8	32	40	8	41	49
26	08-14	10	33	43	10	34	44
26	14-20	11	34	45	12	32	44
26-27	20-02	9	20	37	10	31	41
27	02-08	0	19	27	7	26	33
27	08-14	51	30	89			
MIDDEL	:	23	31	55	16	39	55
MAKS	:	83	56	125	64	70	142
MIN	:	5	5	21	5	26	32
ANT. DNS.:		18	18	18	10	18	18
ANT. OVER:		0	0	1	0	0	2
1000G/M3:		0	0	0	0	0	0
1500G/M3:		0	0	0	0	0	0

**VEDLEGG 2**

Resultater av samtidige målinger av PAH, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, sot, bly og svevestøv  
på stasjonene Den nasjonale scene og Minde, november 1983 - februar 1984.



Tabell : Stasjon DNS. Resultater av PAH-målinger og andre komponenter målt samtidig, (se neste tabell ang. vind og temperatur på Florida, 1983/84.

Dato/dag	PAH Part.	PAH Gass	Sum	CO	NOx	NO <sub>2</sub> kont.	NO <sub>2</sub> manuell	SO <sub>2</sub> kont.	SO <sub>2</sub> manuell	Sot	Svevestøv FP	GP	IP	Bly
11.11 f	45	307	352	2.6	287	75	64	-	13	40	22	32	54	0.38
17.11 to	36	316	352	2.4	234	56	57	-	13	28	17	14	31	0.32
23.11 o	28	384	412	2.0	179	67	72	-	12	26	18	6	24	0.18
29.11 ti	37	295	332	2.3	170	71	66	-	12	24	16	6	22	0.16
5.12 m	9	159	168	1.3	90	49	41	9.5	5	10	9	12	21	0.08
13.12 ti	10	227	237	0.9	86	47	38	5	8	13	13	6	19	0.10
17.12 l+s	158	537	695	6.0	496	80	81	-	37	75	78	130	208	0.65
21.12 o	6	151	157	3.8	283	59	67	-	29	40	26	7	33	0.32
28.12 o	10	128	138	0.9	57	36	34	6	7	9	11	14	25	0.07
6.1 f	25	196	221	-	-	-	76	13	9	28	13	5	18	0.21
10.1 ti	11	157	168	1.3	67	40	-	10.5	10	13	-	9	-	0.09
14.1 l+s	23	162	185	1.7	62	42	-	15.5	10	18	12	4	16	0.12
20.1 f	229	850	1059	7.6	747	144	184	83	71	113	80	24	104	0.72
26.1 to	175	770	945	5.1	400	98	-	89	58	47	44	5	49	0.36
1.2 to	61	405	466	3.0	343	75	70	59	40	48	27	11	38	0.31
7.2 ti	24	202	226	1.6	158	63	65	21	13	27	13	3	16	0.13
13.2 m	13	125	138	0.9	104	51	49	7	12	24	23	19	42	0.11
18.2 l+s	55	233	288	1.8	169	76	68	27	25	38	32	46	78	0.23
24.2 f	32	195	227	1.2	117	67	63	14	24	36	25	13	38	-
Middel ekskl. 11.1 og 20.1	45	288	333			61.1	60.5	-	19.0	29.6	19	43		0.22

Stasjon Minde. Resultater av PAH-målinger og andre komponenter målt samtidig, inkl. vind og temperatur på Florida, 1983/84.

Dato/dag	PAH		NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	Sot	Svevestøv			Bly	Vindstyrke Florida	Temp. Florida
	Part.	Gass				Sum	FP	GP			
17.11 to	72	449	55	10	35	20	22	42	0.21	2.0	3.9
23.11 o	49	300	60	12	31	-	-	-	0.21	3.5	0.9
29.11 ti	101	611	64	15	30	-	-	-	0.17	1.9	0.0
5.12 m	17	138	41	6	10	-	-	-	0.04	4.6	4.4
13.12 ti	21	85	21	5	6	-	-	-	0.04	6.9	5.3
17.12 l+s	190	955	64	43	100	-	-	-	1.28	0.5	-3.6
21.12 o	33	259	37	16	21	-	-	-	0.13	2.3	5.2
28.12 o	8	123	27	3	5	9	13	22	<0.02	5.0	5.0
6.1 f	40	233	50	7	25	-	-	-	0.15	3.2	2.3
10.1 ti	12	148	20	6	9	10	6	16	0.05	7.0	5.1
14.1 l+s	62	314	55	14	30	25	4	29	0.15	2.7	-0.3
20.1 f	-	-	188	96	173	225	14	239	1.34	0.9	-7.6
26.1 to	211	1649	95	81	78	75	29	104	0.66	1.5	-4.2
1.2 to	46	344	29	28	27	15	6	21	0.15	3.6	3.7
7.2 ti	95	628	61	16	31	14	4	18	0.11	2.2	0.0
13.2 m	14	154	16	7	15	15	8	23	0.08	5.3	2.8
18.2 l+s	114	478	51	27	53	39	30	69	0.26	2.4	-0.9
24.2 f	17	123	31	18	17	29	8	37	-	5.3	0.1
Middel, ekskl. 20.1	65	422	45.7	18.5	31.1	-	-	-	0.23	3.4	1.3

### VEDLEGG 3

Måleresultater, PAH  
Stasjonene Den nasjonale scene og Minde.  
Perioden november 1983 - februar 1984





PAH	DEN NATIONALE SCENE (ng/m <sup>3</sup> )					
	11-12.11.83		17-18.11.83		23-24.11.83	
	FILTER	PUR	FILTER	PUR	FILTER	PUR
NAPHTHALENE		6.6		15.7		21.2
2-METHYLNAPHTHALENE		6.3		10.6		16.2
1-METHYLNAPHTHALENE		5.0		7.1		11.4
BIPHENYL		4.9		5.5		6.7
ACENAPHTHYLENE		31.7		39.8		28.0
ACENAPHTHENE		2.4		2.5		3.7
DIBENZOFURAN		25.8		26.4		19.1
FLUORENE		44.8		41.9		34.1
DIBENZOTHIOPHENE		12.2		11.1		9.3
PHENANTHRENE	0.7	74.1	0.1	69.3		59.1
ANTHRACENE		13.8		11.5		9.3
2-METHYLPHENANTHRENE	0.3	15.7	0.2	13.5		12.3
2-METHYLANTHRACENE		3.2		2.1		2.0
1-METHYLPHENANTHRENE	0.2	11.1	0.2	9.5		9.4
FLUORANTHENE	2.2	20.4	1.2	20.1	1.1	17.4
PYRENE	2.6	20.4	1.3	20.2	1.4	17.1
BENZO(A)FLUORENE	0.4	0.7	0.2	2.4	0.4	1.9
RETENE	1.1	1.9	0.4	0.9	0.7	1.6
BENZO(B)FLUORENE	0.6	1.3	0.2	2.4	0.4	1.3
BENZO(G,H,I)FLUORANTHENE	2.5	2.3	1.7	2.1	1.9	2.0
CYKLOPENTA(CD)PYRENE	1.0		0.9	0.2	0.9	
BENZ(A)ANTHRACENE	2.3	0.9	1.8	0.6	1.8	0.3
CHRYSENE/THRIPHENYLENE	4.7	1.0	2.8	0.9	2.9	0.5
BENZO(B/J/K)FLUORANTHENE	6.7		5.9		4.9	
BENZO(E)PYRENE	2.5		2.3		1.9	
BENZO(A)PYRENE	4.2		2.8		2.3	
PERYLENE	0.6		0.6		0.3	
INDEN-(1,2,3-C,D)PYRENE	2.7		2.5		1.3	
DIBENZO(AC/AH)ANTHRACENES	0.5		0.4		0.4	
BENZO(G H I)PERYLENE	4.6		4.6		3.1	
ANTHANTHRENE	0.6		0.7		0.4	
CORONENE	4.3		4.4		1.8	
1,2,4,5-DIBENZOPYRENE			0.3			

i = interferens

PAH	DEN NATIONALE SCENE (ng/m3)					
	29-30.11.83		05-06.12.83		13-14.12.83	
	FILTER	PUR	FILTER	PUR	FILTER	PUR
NAPHTHALENE		24.9		11.2		9.2
2-METHYLNAPHTHALENE		17.4		6.7		6.7
1-METHYLNAPHTHALENE		12.8		4.7		4.8
BIPHENYL		12.7		3.8		5.2
ACENAPHTHYLENE		35.8		8.9		15.1
ACENAPHTHENE		4.3		4.3		1.7
DIBENZOFURAN		18.7		12.2		34.4
FLUORENE		34.6		21.6		26.5
DIBENZOTHIOPHENE		11.0		6.2		13.3
PHENANTHRENE	0.3	59.3	0.6	40.2		51.8
ANTHRACENE		12.6	0.1	6.8		10.0
2-METHYLPHENANTHRENE	0.3	9.2	0.2	6.9		7.9
2-METHYLANTHRACENE	0.1	1.8		1.0		2.1
1-METHYLPHENANTHRENE	0.3	7.2	0.1	4.8		5.8
FLUORANTHENE	2.0	12.9	0.7	8.3	0.4	12.5
PYRENE	2.4	12.4	0.9	8.2	0.5	11.7
BENZO(A)FLUORENE	1.0	1.7	0.1	0.3		1.4
RETENE	0.7	1.8	0.2	0.7		1.0
BENZO(B)FLUORENE	1.1	1.8	0.1	0.3		1.5
BENZO(G,H,I)FLUORANTHENE	2.3	0.9	0.3	1.0	0.3	1.7
CYKLOPENTA(CD)PYRENE	1.5		0.2		0.0	0.4
BENZ(A)ANTHRACENE	2.5	0.3	0.3	0.2	0.4	0.9
CHRYSENE/THRIPHENYLENE	3.3	0.4	0.7	0.5	0.8	1.5
BENZO(B/J/K)FLUORANTHENES	5.4		1.3		2.2	
BENZO(E)PYRENE	2.0		0.4		0.7	
BENZO(A)PYRENE	2.7		0.8		1.3	
PERYLENE	0.6		0.1		0.1	
INDEN-(1,2,3-C,D)PYRENE	1.5		0.4		0.5	
DIBENZO(AC/AH)ANTHRACENES	0.5					
BENZO(G H I)PERYLENE	3.3		1.0		1.4	
ANTHANTHRENE	0.7					
CORONENE	2.9		0.7		1.1	
1,2,4,5-DIBENZOPYRENE						

PAH	DEN NATIONALE SCENE (ng/m3)					
	17-19.12.83		21-22.12.83		28-29.12.83	
	FILTER	PUR	FILTER	PUR	FILTER	PUR
NAPHTHALENE		26.1		22.0		11.9
2-METHYLNAPHTHALENE		21.6		28.9		12.9
1-METHYLNAPHTHALENE		16.6		20.5		8.9
BIPHENYL		19.7		8.9		4.5
ACENAPHTHYLENE		109.0		15.9		7.0
ACENAPHTHENE		13.5		3.7		3.5
DIBENZOFURAN		57.1		12.5		10.5
FLUORENE		67.1		10.0		13.3
DIBENZOTHIOPHENE		16.0		3.3		4.2
PHENANTHRENE	5.2	102.0		11.4	0.2	22.8
ANTHRACENE	0.9	20.7		2.8		4.2
2-METHYLPHENANTHRENE	2.2	13.4		2.8	0.0	5.1
2-METHYLANTHRACENE	0.8	3.7		0.5	0.0	0.8
1-METHYLPHENANTHRENE	2.2	10.2		2.1	0.0	3.6
FLUORANTHENE	18.1	17.8	0.1	2.6	0.5	6.1
PYRENE	20.7	15.6	0.2	2.5	0.6	6.1
BENZO(A)FLUORENE	7.8	1.5		0.0	0.1	0.5
RETENE	4.5	1.4	0.3	0.0	0.1	0.8
BENZO(B)FLUORENE	6.6	1.4		0.0	0.1	0.3
BENZO(G,H,I)FLUORANTHENE	6.6	1.0	0.4	0.1	0.5	0.7
CYKLOPENTA(CD)PYRENE	13.6	1.0	0.6	0.1	0.6	
BENZ(A)ANTHRACENE	6.9	0.4	0.3		0.4	0.2
CHRYSENE/THRIPHENYLENE	8.0	0.4	0.4		0.7	0.5
BENZO(B/J/K)FLUORANTHENES	13.4		0.7		1.4	
BENZO(E)PYRENE	5.0		0.3		0.6	
BENZO(A)PYRENE	7.4		0.3		0.9	
PERYLENE	1.6		0.0		0.1	
INDEN-(1,2,3-C,D)PYRENE	5.2		0.1		0.5	
DIBENZO(AC/AH)ANTHRACENES	1.0		0.0		0.5	
BENZO(G H I)PERYLENE	8.2		0.8		1.0	
ANTHANTHRENE	4.0		0.2		0.1	
CORONENE	7.8		0.7		1.0	
1,2,4,5-DIBENZOPYRENE						

## DEN NATIONALE SCENE (ng/m3)

PAH	06-07.01.84		10-11.01.84		14-16.01.84	
	FILTER	PUR	FILTER	PUR	FILTER	PUR
NAPHTHALENE		5.4		14.4		8.3
2-METHYLNAPHTHALENE		5.4		11.2		5.8
1-METHYLNAPHTHALENE		4.2		7.4		4.5
BIPHENYL		5.4		3.6		3.9
ACENAPHTHYLENE		16.1		9.2		8.7
ACENAPHTHENE		3.1		0.9		1.3
DIBENZOFURAN		15.4		14.9		13.0
FLUORENE		28.5		16.3		19.7
DIBENZOTHIOPHENE		6.1		3.9		4.9
PHENANTHRENE	0.1	45.9	0.1	32.6	0.2	40.2
ANTHRACENE		7.8		5.2		7.2
2-METHYLPHENANTHRENE		10.2		6.1	0.2	7.3
2-METHYLANTHRACENE		1.8		1.0		1.5
1-METHYLPHENANTHRENE		7.0		4.4	0.1	5.5
FLUORANTHENE	0.6	13.4	0.5	10.9	1.0	12.3
PYRENE	0.7	13.5	0.6	9.7	1.3	11.7
BENZO(A)FLUORENE	0.1	1.6	0.1	0.6	0.6	1.5
RETENE	0.1	1.1		0.6	0.3	0.9
BENZO(B)FLUORENE	0.1	1.1	0.1	1.0	0.5	1.4
BENZO(G,H,I)FLUORANTHENE	1.6	1.7	0.3	1.5	1.2	1.5
CYKLOPENTA(CD)PYRENE	0.5		0.3	0.5	0.5	0.4
BENZ(A)ANTHRACENE	1.2	0.3	0.4	1.1	1.4	0.7
CHRYSENE/THRIIPHENYLENE	2.0	0.5	0.8		2.0	
BENZO(B/J/K)FLUORANTHENES	4.3		2.3		3.5	
BENZO(E)PYRENE	1.7		0.8		1.3	
BENZO(A)PYRENE	1.8		1.5		1.4	
PERYLENE	0.4		0.1		0.3	
INDEN-(1,2,3-C,D)PYRENE	1.2		0.6		1.2	
DIBENZO(AC/AH)ANTHRACENES	1.0		0.3		0.2	
BENZO(G H I)PERYLENE	4.3		1.4		2.3	
ANTHANTHRENE	0.6		0.1		0.4	
CORONENE	2.8		1.3		2.6	
1,2,4,5-DIBENZOPYRENE						

PAH	DEN NATIONALE SCENE (ng/m3)					
	20-21.01.84		26-27.01.84		01-02.02.84	
	FILTER	PUR	FILTER	PUR	FILTER	PUR
NAPHTHALENE		38.6		59.7		58.0
2-METHYLNAPHTHALENE		80.7		67.5		31.5
1-METHYLNAPHTHALENE		69.6		54.3		21.9
BIPHENYL		72.2		53.1		12.3
ACENAPHTHYLENE		223.0		167.0		26.4
ACENAPHTHENE		19.0		10.7		4.2
DIBENZOFURAN		69.2		65.5		38.1
FLUORENE		9.3		66.2		45.1
DIBENZOTHIOPHENE		22.5		11.9		15.8
PHENANTHRENE	5.3	127.0	2.6	109.0	0.7	65.9
ANTHRACENE	1.0	24.3	0.3	20.2		13.3
2-METHYLPHENANTHRENE	2.7	19.6	1.5	14.9	0.8	13.6
2-METHYLANTHRACENE	0.9	5.0	0.4	4.3	0.2	3.0
1-METHYLPHENANTHRENE	3.0	16.0	1.5	12.1	0.7	10.3
FLUORANTHENE	24.2	17.8	16.8	25.5	3.6	17.4
PYRENE	26.6	14.3	20.1	21.8	4.0	17.0
BENZO(A)FLUORENE	8.7	0.9	7.9	1.8	1.6	2.7
RETENE	5.4	0.5	5.7	1.5	0.8	2.1
BENZO(B)FLUORENE	5.0		6.7	1.7	1.6	3.2
BENZO(G,H,I)FLUORANTHENE	12.8		9.4	0.8	3.9	1.8
CYKLOPENTA(CD)PYRENE	22.8		18.0		2.9	
BENZ(A)ANTHRACENE	12.6		9.4		3.4	0.5
CHRYSENE/THRIPHENYLENE	13.3		11.3	0.2	4.8	0.6
BENZO(B/J/K)FLUORANTHENES	20.7		17.6		7.7	
BENZO(E)PYRENE	7.5		5.9		3.0	
BENZO(A)PYRENE	11.6		9.6		3.5	
PERYLENE	2.3		2.3		0.7	
INDEN-(1,2,3-C,D)PYRENE	8.5		6.8		2.5	
DIBENZO(AC/AH)ANTHRACENES	1.4		1.5		0.3	
BENZO(G H I)PERYLENE	13.5		8.8		5.9	
ANTHANTHRENE	5.6		3.9		1.0	
CORONENE	13.8		6.8		7.3	
1,2,4,5-DIBENZOPYRENE						

## DEN NATIONALE SCENE (ng/m3)

PAH	07-08.02.84		13-14.02.84		18-20.02.84	
	FILTER	PUR	FILTER	PUR	FILTER	PUR
NAPHTHALENE		17.7		7.6		23.2
2-METHYLNAPHTHALENE		13.7		7.6		19.6
1-METHYLNAPHTHALENE		10.1		5.2		15.3
BIPHENYL		7.7		5.3		10.9
ACENAPHTHYLENE		19.5		6.8		26.9
ACENAPHTHENE		4.1		2.6		4.4
DIBENZOFURAN		11.5		8.3		19.0
FLUORENE		24.7		14.5		24.2
DIBENZOTHIOPHENE		6.5		5.8		7.4
PHENANTHRENE	0.2	37.3	0.3	23.8	2.2	39.2
ANTHRACENE		6.0		5.8	0.2	8.1
2-METHYLPHENANTHRENE	0.1	8.7	0.0	6.1	0.9	6.7
2-METHYLANTHRACENE		1.5		1.3		2.2
1-METHYLPHENANTHRENE	0.1	6.3	0.0	4.4	0.7	5.0
FLUORANTHENE	1.3	10.8	1.0	8.5	6.0	9.5
PYRENE	1.4	10.6	1.0	7.0	6.6	7.5
BENZO(A)FLUORENE	0.2	1.2	0.2	0.8	2.2	1.0
RETENE	0.2	1.4	0.4	0.7	1.2	1.2
BENZO(B)FLUORENE	0.4	1.4	0.2	0.9	2.1	1.1
BENZO(G, H, I)FLUORANTHENE	1.5	0.9	0.6	0.9	2.7	0.4
CYKLOPENTA(CD)PYRENE	0.7		0.2		2.5	
BENZ(A)ANTHRACENE	1.3		0.6	0.2	2.7	0.1
CHRYSENE/TRIPHENYLENE	2.1		1.2	0.5	4.0	0.2
BENZO(B/J/K)FLUORANTHENES	3.6		2.2	0.2	6.3	0.1
BENZO(E)PYRENE	1.4		0.7		2.2	
BENZO(A)PYRENE	1.3		0.8		2.9	
PERYLENE	0.2		0.1		0.5	
INDEN-(1,2,3-C,D)PYRENE	1.2		0.6		1.6	
DIBENZO(AC/AH)ANTHRACENES	0.4		0.2		0.6	
BENZO(G H I)PERYLENE	3.0		1.6		3.3	
ANTHANTHRENE	0.4				0.8	
CORONENE	2.6		1.3		2.7	
1,2,4,5-DIBENZOPYRENE						

## DEN NATIONALE SCENE (ng/m3)

PAH	24-25.02.84		01-02.03.84	
	FILTER	PUR	FILTER	PUR
NAPHTHALENE		7.0		74.4
2-METHYLNAPHTHALENE		7.2		68.7
1-METHYLNAPHTHALENE		5.2		44.6
BIPHENYL		7.9		17.9
ACENAPHTHYLENE		11.3		32.8
ACENAPHTHENE		1.9		4.8
DIBENZOFURAN		12.7		58.2
FLUORENE		21.8		25.9
DIBENZOTHIOPHENE		6.0		5.4
PHENANTHRENE	0.7	48.7	3.7	37.2
ANTHRACENE		10.2	1.0	6.1
2-METHYLPHENANTHRENE	0.1	7.4	0.5	7.5
2-METHYLANTHRACENE		1.5	0.2	1.1
1-METHYLPHENANTHRENE	0.1	5.6	1.9	5.5
FLUORANTHENE	1.7	17.7	3.2	8.7
PYRENE	1.7	16.3	4.3	8.7
BENZO(A)FLUORENE	0.2	2.2	1.4	0.9
RETENE	0.2	0.9	1.6	0.9
BENZO(B)FLUORENE	0.2	1.8	0.5	1.0
BENZO(G, H, I)FLUORANTHENE	1.9	1.4	1.9	0.6
CYKLOPENTA(CD)PYRENE	0.4		1.8	
BENZ(A)ANTHRACENE	2.2		4.4	
CHRYSENE/TRIPHENYLENE	3.3		2.4	
BENZO(B/J/K)FLUORANTHENES	6.4		2.8	
BENZO(E)PYRENE	2.3		0.9	
BENZO(A)PYRENE	2.5		2.0	
PERYLENE	0.5		0.2	
INDEN-(1,2,3-C,D)PYRENE	1.6		0.8	
DIBENZO(AC/AH)ANTHRACENES	0.5			
BENZO(G H I)PERYLENE	3.0		2.0	
ANTHANTHRENE	0.6			
CORONENE	2.2		2.1	
1,2,4,5-DIBENZOPYRENE				



PAH	MINDE (ng/m <sup>3</sup> )					
	11-12.11.83		17-18.11.83		23-24.11.83	
	FILTER	PUR	FILTER	PUR	FILTER	PUR
NAPHTHALENE				18.4		26.0
2-METHYLNAPHTHALENE				11.3		13.1
1-METHYLNAPHTHALENE				8.4		9.5
BIPHENYL				7.3		10.6
ACENAPHTHYLENE				30.1		42.0
ACENAPHTHENE				4.3		6.0
DIBENZOFURAN				24.9		53.8
FLUORENE				30.9		48.3
DIBENZOTHIOPHENE				9.7		12.8
PHENANTHRENE			0.6	65.5		106.0
ANTHRACENE			0.1	14.3		19.8
2-METHYLPHENANTHRENE			0.3	10.8		15.1
2-METHYLANTHRACENE				1.2		2.7
1-METHYLPHENANTHRENE			0.3	9.6		11.2
FLUORANTHENE			2.3	20.3	2.8	27.5
PYRENE			2.9	18.9	4.2	28.6
BENZO(A)FLUORENE			1.1	2.8	3.0	3.6
RETENE			1.2	3.3	1.7	3.3
BENZO(B)FLUORENE			1.0	2.8	3.2	3.6
BENZO(G,H,I)FLUORANTHENE			2.1	2.2	4.8	3.7
CYKLOPENTA(CD)PYRENE			1.8		2.4	
BENZ(A)ANTHRACENE			2.6	0.9	4.4	0.6
CHRYSENE/TRIPHENYLENE			3.7	1.4	5.3	1.2
BENZO(B/J/K)FLUORANTHENES			7.1		9.0	
BENZO(E)PYRENE			2.6		3.6	
BENZO(A)PYRENE			3.6		4.8	
PERYLENE			0.7		0.8	
INDEN-(1,2,3-C,D)PYRENE			2.8		4.5	
DIBENZO(AC/AH)ANTHRACENES			0.7		0.7	
BENZO(G H I)PERYLENE			4.5		7.2	
ANTHANTHRENE			1.2		1.5	
CORONENE			5.5		8.0	
1,2,4,5-DIBENZOPYRENE						

PAH	MINDE (ng/m <sup>3</sup> )					
	29-30.11.83		05-06.12.83		13-14.12.83	
	FILTER	PUR	FILTER	PUR	FILTER	PUR
NAPHTHALENE		89.6		18.9		4.7
2-METHYLNAPHTHALENE		48.3		10.3		3.6
1-METHYLNAPHTHALENE		34.9		8.3		2.1
BIPHENYL		35.5		7.3		2.2
ACENAPHTHYLENE		95.8		7.3		3.5
ACENAPHTHENE		9.4		4.5		1.5
DIBENZOFURAN		43.9		8.4		8.3
FLUORENE		47.8		14.1		7.4
DIBENZOTHIOPHENE		7.5		1.9		0.9
PHENANTHRENE	1.0	95.7		24.4	0.4	19.6
ANTHRACENE	0.2	18.0		4.0	0.1	2.4
2-METHYLPHENANTHRENE	0.7	11.3		3.8	0.1	3.1
2-METHYLANTHRACENE		2.5		1.5	0.0	0.5
1-METHYLPHENANTHRENE	0.6	10.2		5.5	0.1	2.4
FLUORANTHENE	6.2	27.3	0.9	6.8	1.5	9.5
PYRENE	8.7	23.9	1.4	6.4	1.7	8.2
BENZO(A)FLUORENE	1.9	2.6	0.2	0.4	0.7	1.2
RETENE	3.0	3.3	0.6	1.0	0.2	1.0
BENZO(B)FLUORENE	1.6	2.0	0.4	0.7	0.5	0.9
BENZO(G,H,I)FLUORANTHENE	6.9	1.2	0.8	0.8	0.7	0.8
CYKLOPENTA(CD)PYRENE	5.4		0.4		1.0	
BENZ(A)ANTHRACENE	5.9		0.8	0.4	0.8	0.2
CHRYSENE/TRIPHENYLENE	7.9		1.3	1.0	1.5	0.8
BENZO(B/J/K)FLUORANTHENES	12.9		3.0		2.8	
BENZO(E)PYRENE	4.9		0.9		1.2	
BENZO(A)PYRENE	6.2		1.5		1.5	
PERYLENE	1.3		0.5		0.2	
INDEN-(1,2,3-C,D)PYRENE	5.7		0.8		1.4	
DIBENZO(AC/AH)ANTHRACENES	2.0		0.3		0.3	
BENZO(G H I)PERYLENE	8.2		1.8		1.7	
ANTHANTHRENE	5.0		0.2		1.2	
CORONENE	5.0		1.4		1.1	
1,2,4,5-DIBENZOPYRENE						

PAH	MINDE (ng/m <sup>3</sup> )					
	17-19.12.83		21-22.12.83		28-29.12.83	
	FILTER	PUR	FILTER	PUR	FILTER	PUR
NAPHTHALENE		95.2		7.5		8.0
2-METHYLNAPHTHALENE		103.0		5.2		8.7
1-METHYLNAPHTHALENE		85.1		3.6		6.3
BIPHENYL		89.5		4.8		5.3
ACENAPHTHYLENE		25.2		14.8		14.8
ACENAPHTHENE		24.1		2.4		2.1
DIBENZOFURAN		24.1		40.3		11.7
FLUORENE		141.0		29.9		10.8
DIBENZOTHIOPHENE		13.9		2.2		1.8
PHENANTHRENE	5.9	213.0		62.5		23.5
ANTHRACENE	1.2	40.6		10.6		3.4
2-METHYLPHENANTHRENE	2.4	17.4		10.5		4.0
2-METHYLANTHRACENE	1.2	6.7		2.3		0.6
1-METHYLPHENANTHRENE	2.4	14.2		8.3		3.0
FLUORANTHENE	16.6	29.2	1.0	23.0	0.3	7.4
PYRENE	23.4	25.2	1.4	20.6	0.3	6.7
BENZO(A)FLUORENE	8.7	2.4	0.3	2.9		1.0
RETENE	4.7	1.2	0.3	1.9		0.9
BENZO(B)FLUORENE	5.3	1.8	0.6	2.9		0.8
BENZO(G,H,I)FLUORANTHENE	13.8	1.1	1.3	2.6	0.4	0.8
CYKLOPENTA(CD)PYRENE	20.0	1.2	0.7		0.2	
BENZ(A)ANTHRACENE	8.1		1.7		0.3	0.2
CHRYSENE/THRIPHENYLENE	9.3		3.1		0.6	0.9
BENZO(B/J/K)FLUORANTHENES	16.6		6.0		1.7	
BENZO(E)PYRENE	7.0		2.5		0.5	
BENZO(A)PYRENE	8.6		2.6		0.4	
PERYLENE	2.6		0.8		0.1	
INDEN-(1,2,3-C,D)PYRENE	6.4		1.7		0.6	
DIBENZO(AC/AH)ANTHRACENES	1.6		0.9		0.5	
BENZO(G H I)PERYLENE	9.3		3.4		1.0	
ANTHANTHRENE	6.1		1.4		0.2	
CORONENE	8.9		3.0		0.8	
1,2,4,5-DIBENZOPYRENE						

PAH	MINDE (ng/m3)					
	06-07.01.84		10-11.01.84		14-16.01.84	
	FILTER	PUR	FILTER	PUR	FILTER	PUR
NAPHTHALENE		6.1		19.8		13.8
2-METHYLNAPHTHALENE		5.0		15.8		10.1
1-METHYLNAPHTHALENE		3.3		10.6		7.5
BIPHENYL		5.2		5.1		5.9
ACENAPHTHYLENE		16.2		11.7		25.0
ACENAPHTHENE		2.2		1.3		3.1
DIBENZOFURAN		25.2		9.7		35.8
FLUORENE		25.0		11.8		33.3
DIBENZOTHIOPHENE		3.2		1.7		4.4
PHENANTHRENE	0.2	60.4		25.1	0.5	82.3
ANTHRACENE		10.8		3.8		12.3
2-METHYLPHENANTHRENE	0.1	8.9		3.9	0.4	9.0
2-METHYLANTHRACENE		1.7		1.8	0.1	2.3
1-METHYLPHENANTHRENE	0.1	7.7		3.3	0.4	8.3
FLUORANTHENE	1.1	20.8	0.6	9.1	4.0	26.4
PYRENE	1.5	18.9	0.8	8.0	5.7	23.5
BENZO(A)FLUORENE	0.7	3.4		1.5	3.0	3.0
RETENE	1.2	2.5		0.9	3.8	2.4
BENZO(B)FLUORENE	0.8	2.9		0.9	2.8	2.9
BENZO(G,H,I)FLUORANTHENE	2.2	2.0	0.6	0.9	3.7	1.8
CYKLOPENTA(CD)PYRENE	0.8		0.4		1.3	
BENZ(A)ANTHRACENE	2.7	0.5	0.6	0.2	3.8	0.4
CHRYSENE/THRIPHENYLENE	4.0	1.2	1.0	1.3	4.9	0.7
BENZO(B/J/K)FLUORANTHENES	7.1		2.1		8.6	
BENZO(E)PYRENE	2.5		0.7		2.9	
BENZO(A)PYRENE	3.1		1.0		4.4	
PERYLENE	0.9		0.4		0.9	
INDEN-(1,2,3-C,D)PYRENE	2.1		0.7		2.4	
DIBENZO(AC/AH)ANTHRACENES	0.9		0.1		0.6	
BENZO(G H I)PERYLENE	3.4		1.3		3.8	
ANTHANTHRENE	1.1		0.5		1.1	
CORONENE	3.0		0.9		3.1	
1,2,4,5-DIBENZOPYRENE						

PAH	MINDE (ng/m <sup>3</sup> )					
	20-21.01.84		26-27.01.84		01-02.02.84	
	FILTER	PUR	FILTER	PUR	FILTER	PUR
NAPHTHALENE				138.0		56.5
2-METHYLNAPHTHALENE				175.0		22.2
1-METHYLNAPHTHALENE				146.0		13.9
BIPHENYL				118.0		6.9
ACENAPHTHYLENE				395.0		19.8
ACENAPHTHENE				18.2		1.7
DIBENZOFURAN				136.0		28.5
FLUORENE				116.0		35.3
DIBENZOTHIOPHENE				12.4		6.7
PHENANTHRENE			5.4	240.0	0.5	66.6
ANTHRACENE			1.0	43.3		10.6
2-METHYLPHENANTHRENE			2.6	21.9		10.1
2-METHYLANTHRACENE			0.9	6.9		1.7
1-METHYLPHENANTHRENE			2.8	18.6		7.7
FLUORANTHENE			27.1	34.2	2.5	21.5
PYRENE			29.8	25.3	3.1	20.5
BENZO(A)FLUORENE			11.9	1.1	1.0	3.8
RETENE			8.8	1.0	0.3	1.5
BENZO(B)FLUORENE			7.0	1.3	0.8	3.2
BENZO(G, H, I)FLUORANTHENE			11.6	0.5	2.3	3.0
CYKLOPENTA(CD)PYRENE			19.8		2.2	
BENZ(A)ANTHRACENE			12.2		2.3	0.8
CHRYSENE/TRIPHENYLENE			12.5	0.5	3.6	1.3
BENZO(B/J/K)FLUORANTHENES			17.3		6.5	
BENZO(E)PYRENE			5.9		2.5	
BENZO(A)PYRENE			9.8		2.5	
PERYLENE			2.0		0.5	
INDEN-(1,2,3-C,D)PYRENE			5.4		4.1	
DIBENZO(AC/AH)ANTHRACENES			1.0		0.4	
BENZO(G H I)PERYLENE			6.8		4.4	
ANTHANTHRENE			3.3		1.6	
CORONENE			6.0		4.5	
1,2,4,5-DIBENZOPYRENE						

PAH	MINDE (ng/m3)					
	07-08.02.84		13-14.02.84		18-20.02.84	
	FILTER	PUR	FILTER	PUR	FILTER	PUR
NAPHTHALENE		67.2		29.2		58.7
2-METHYLNAPHTHALENE		34.2		15.7		49.3
1-METHYLNAPHTHALENE		26.3		11.2		38.4
BIPHENYL		33.6		7.2		28.7
ACENAPHTHYLENE		101.0		14.8		82.1
ACENAPHTHENE		6.5		1.7		8.9
DIBENZOFURAN		39.1		11.8		37.4
FLUORENE		47.1		12.5		34.5
DIBENZOTHIOPHENE		3.8		2.2		4.5
PHENANTHRENE	1.6	82.2	0.3	21.4	3.3	70.8
ANTHRACENE	0.3	13.2		3.5	0.5	13.1
2-METHYLPHENANTHRENE	0.7	12.0		3.2	1.2	7.2
2-METHYLANTHRACENE	0.2	2.8		0.7	0.6	2.7
1-METHYLPHENANTHRENE	0.8	9.9		2.6	1.2	6.5
FLUORANTHENE	8.8	22.8	1.4	6.7	10.6	15.2
PYRENE	10.1	21.7	1.5	5.5	11.2	12.8
BENZO(A)FLUORENE	4.5	2.1	0.1	0.3	4.1	1.6
RETENE	2.3	2.0	0.4	0.8	3.1	2.4
BENZO(B)FLUORENE	4.2	2.1	0.1	0.7	3.3	1.4
BENZO(G,H,I)FLUORANTHENE	6.2	1.5	0.7	0.8	5.8	0.9
CYKLOPENTA(CD)PYRENE	4.7	0.4	0.9		9.2	
BENZ(A)ANTHRACENE	5.1		0.5	0.4	6.1	0.3
CHRYSENE/THRIPHENYLENE	6.8	1.0	1.1	0.9	7.5	0.5
BENZO(B/J/K)FLUORANTHENES	10.3		2.5	0.5	12.5	
BENZO(E)PYRENE	4.0		0.8		4.3	
BENZO(A)PYRENE	5.0		0.7		6.6	
PERYLENE	1.2		0.1		1.4	
INDEN-(1,2,3-C,D)PYRENE	3.7		0.7		4.4	
DIBENZO(AC/AH)ANTHRACENES	0.8		0.2		0.9	
BENZO(G H I)PERYLENE	6.9		1.2		6.2	
ANTHANTHRENE	1.9		0.1		2.6	
CORONENE	5.3		1.0		7.4	
1,2,4,5-DIBENZOPYRENE						

PAH	MINDE (ng/m <sup>3</sup> )			
	24-25.02.84		01-02.03.84	
	FILTER	PUR	FILTER	PUR
NAPHTHALENE		7.5		167.0
2-METHYLNAPHTHALENE		5.0		87.3
1-METHYLNAPHTHALENE		3.4		62.2
BIPHENYL		7.4		32.1
ACENAPHTHYLENE		3.1		72.8
ACENAPHTHENE		1.7		5.1
DIBENZOFURAN		21.5		31.1
FLUORENE		11.4		31.9
DIBENZOTHIOPHENE		1.9		5.4
PHENANTHRENE	1.0	26.9	1.0	57.8
ANTHRACENE		4.3		10.0
2-METHYLPHENANTHRENE	0.2	3.5	1.0	7.1
2-METHYLANTHRACENE		0.9		1.3
1-METHYLPHENANTHRENE	0.2	3.0	0.8	6.0
FLUORANTHENE	1.6	9.2	6.6	13.2
PYRENE	1.4	7.3	8.5	11.5
BENZO(A)FLUORENE	0.4	1.3	2.0	1.5
RETENE	0.3	1.3	1.2	1.3
BENZO(B)FLUORENE	0.2	1.0	1.9	1.1
BENZO(G,H,I)FLUORANTHENE	0.7	0.7	3.9	0.6
CYKLOPENTA(CD)PYRENE	0.2		7.3	
BENZ(A)ANTHRACENE	1.0	0.1	3.3	
CHRYSENE/THRIPHENYLENE	1.9	0.4	4.5	0.3
BENZO(B/J/K)FLUORANTHENES	3.4		6.3	
BENZO(E)PYRENE	1.0		2.1	
BENZO(A)PYRENE	0.8		3.3	
PERYLENE	0.1		0.3	
INDEN-(1,2,3-C,D)PYRENE	0.6		1.6	
DIBENZO(AC/AH)ANTHRACENES	0.2			
BENZO(G H I)PERYLENE	1.0		4.2	
ANTHRANTHRENE	0.1		0.9	
CORONENE	0.7		2.9	
1,2,4,5-DIBENZOPYRENE				

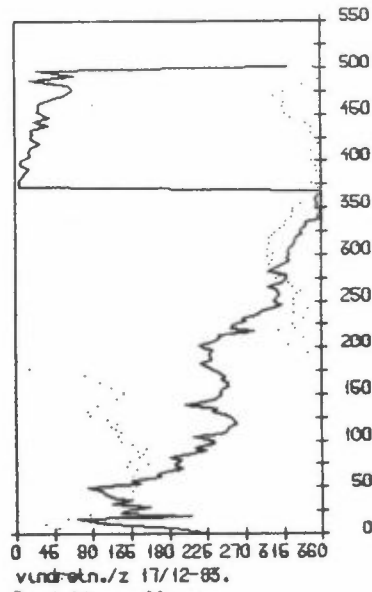
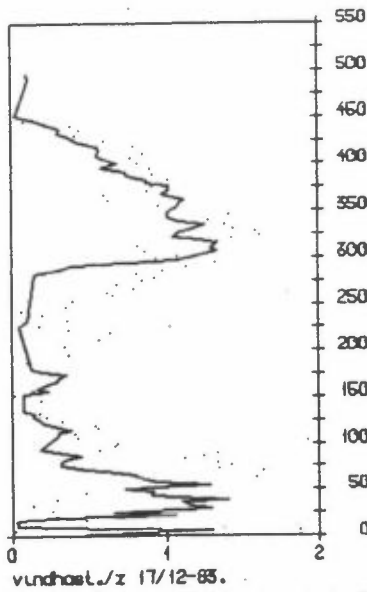
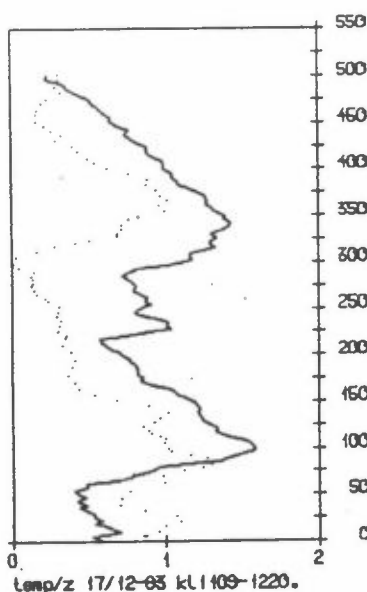
**VEDLEGG 4**

Vind- og temperaturprofiler fra  
sondeoppstigninger fra Marineholmen  
17-20 desember 1983  
20-21 januar 1983

Sondeoppstigningene og figurframstillingen er utført  
ved Geofysisk institutt, Universitetet i Bergen.





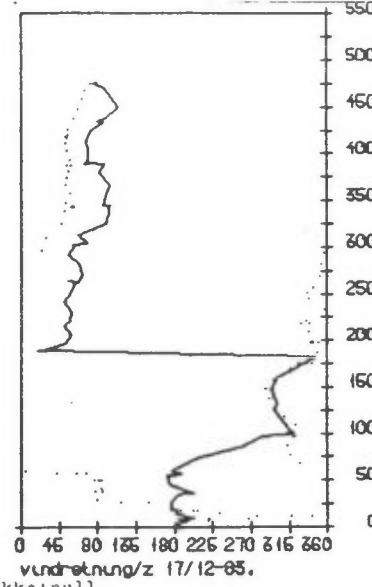
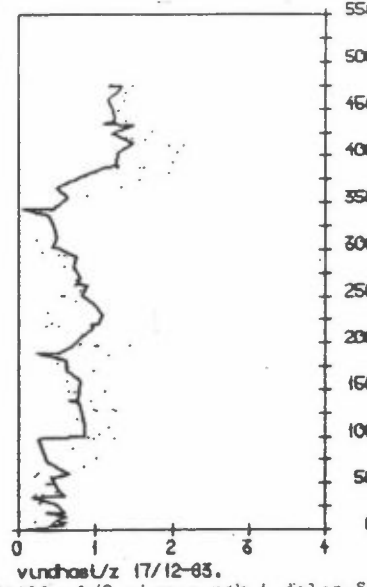
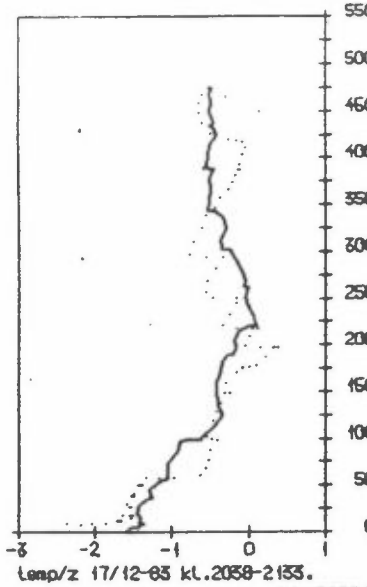


Temp/z 17/12-83 kl. 1109-1220.

vindhast./z 17/12-83.

vindretn./z 17/12-83.

VÆRFORHOLD: Stille, eller SØ flau vind, klart, røg i dalen. Snedekke null.

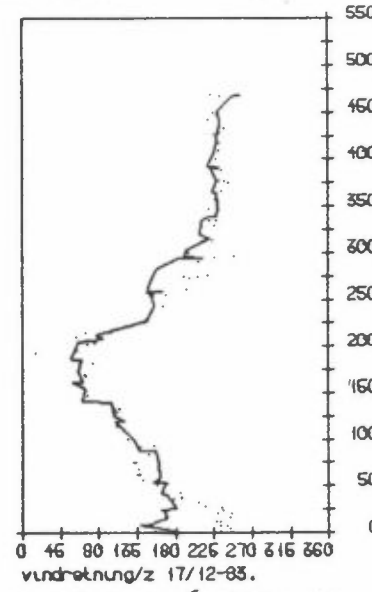
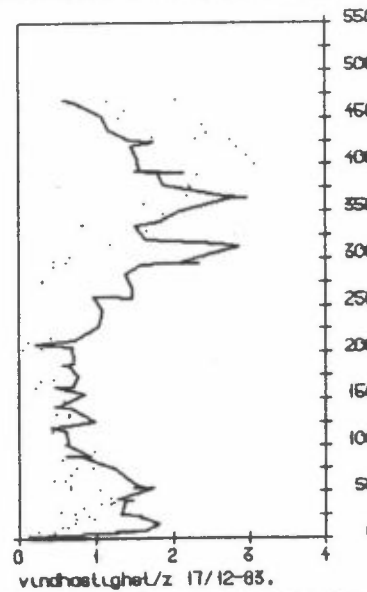
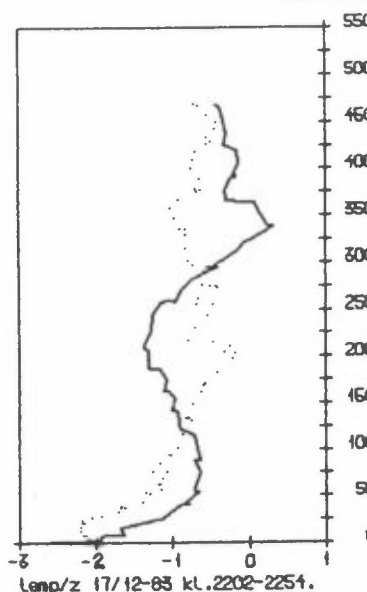


Temp/z 17/12-83 kl. 2038-2133.

vindhast./z 17/12-83.

vindretning/z 17/12-83.

VÆRFORHOLD: Stille, 1/8 cirrus, røg i dalen. Snedekke: null.

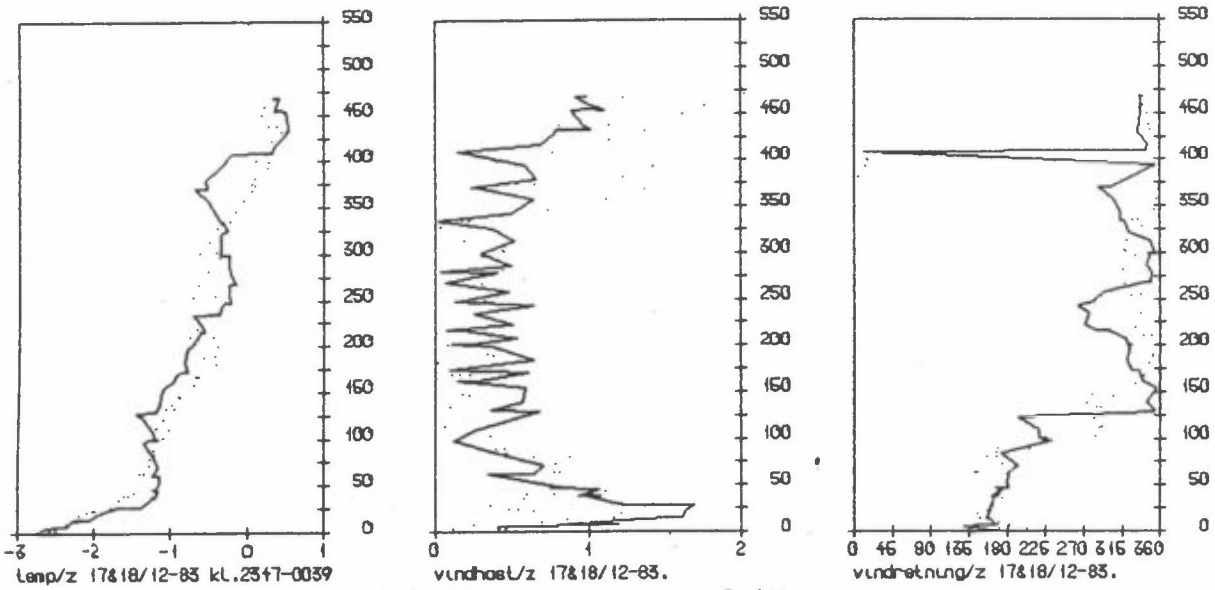


Temp/z 17/12-83 kl. 2202-2254.

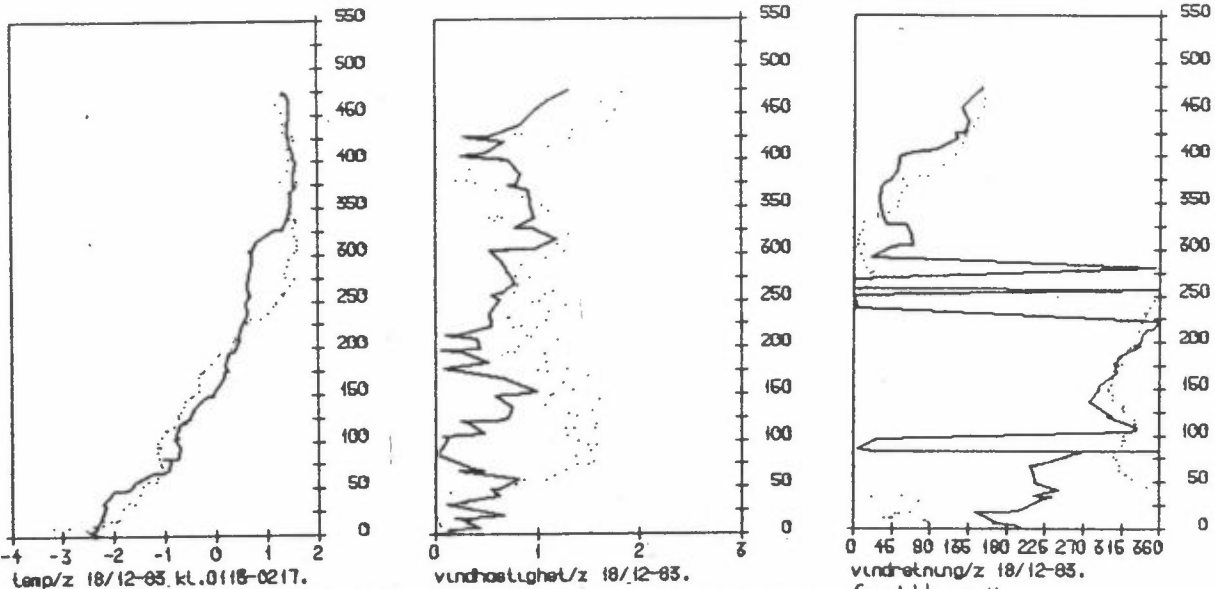
vindhastighet/z 17/12-83.

vindretning/z 17/12-83.

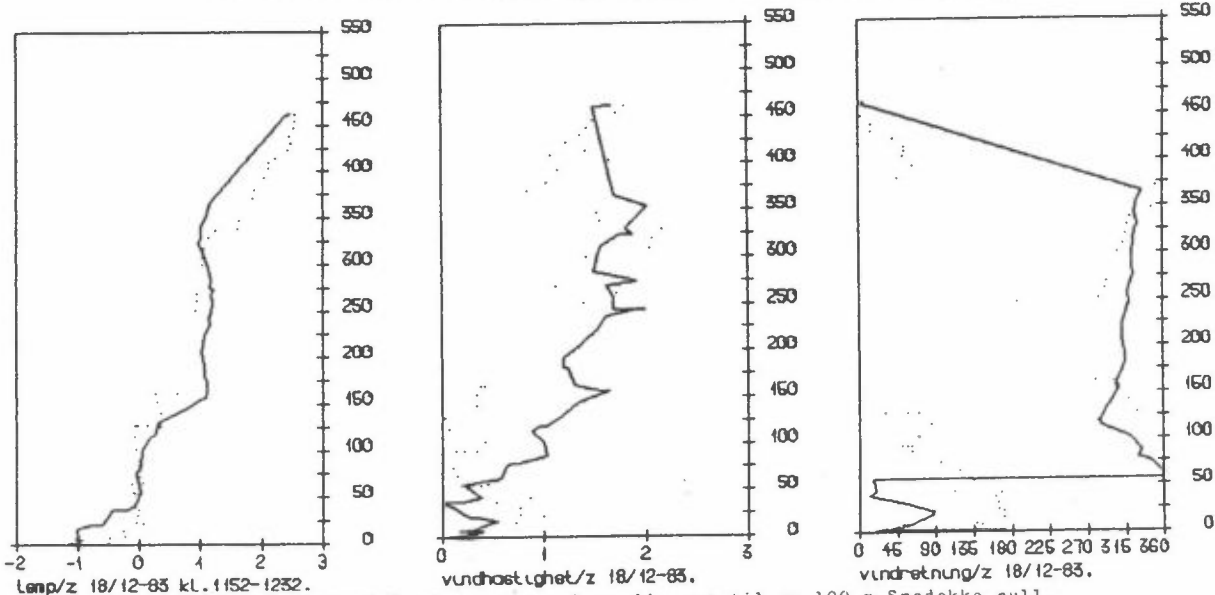
VÆRFORHOLD: Av og til SSØ svak vind 1-2 m/s ved bakken, ellers stille, 2/8 cirrus. Snedekke null.



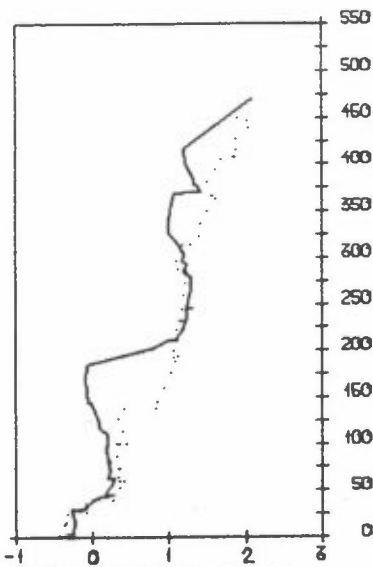
V&RFORHOLD: Nesten stille, klart. Snedekke null



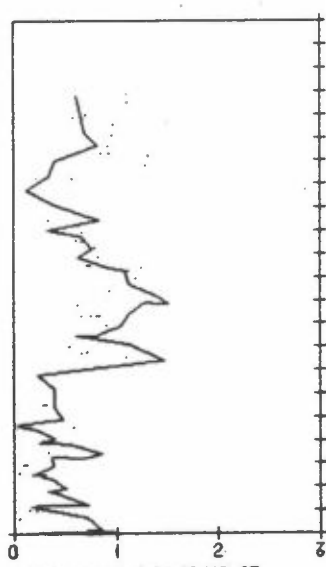
V&RFORHOLD: Nesten stille, 4/8 cirrus, økende fra vest. Snedekke null



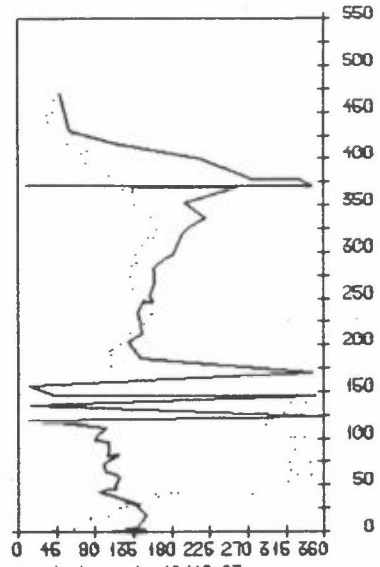
V&RFORHOLD: Stille, 6/8 cirrus, mye røk, særlig opp til ca 100 m. Snedekke null.



Temp/z 18/12-83 kl. 1320-1405.



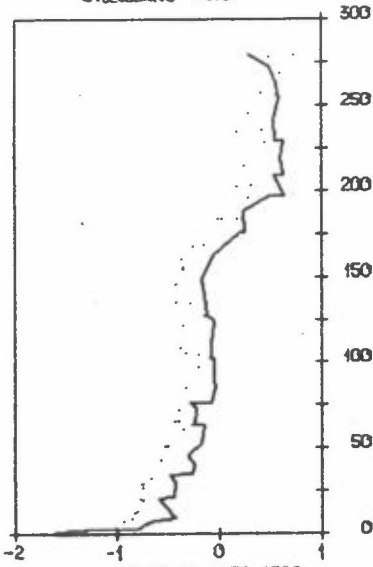
vindhastighet/z 18/12-83.



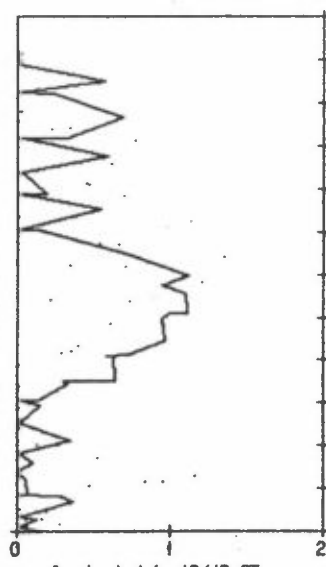
vindretning/z 18/12-83.

VÆRFORHOLD: Stille, 6/8 cirrus, svært mye røk, særlig opp til ca. 100 m, men også i større høyde.

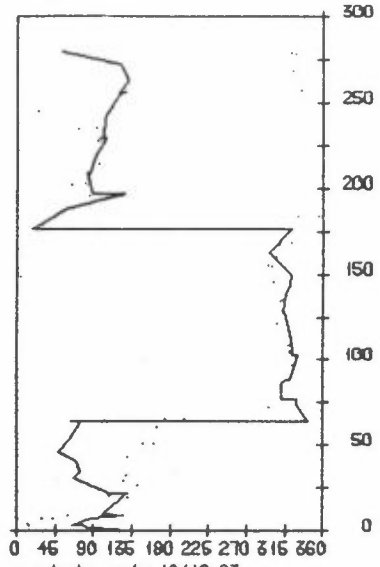
Snedekke null.



Temp/z 18/12-83 kl. 1450-1522.



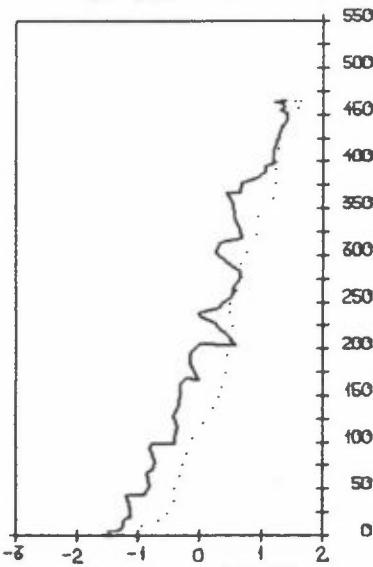
vindhastighet/z 18/12-83.



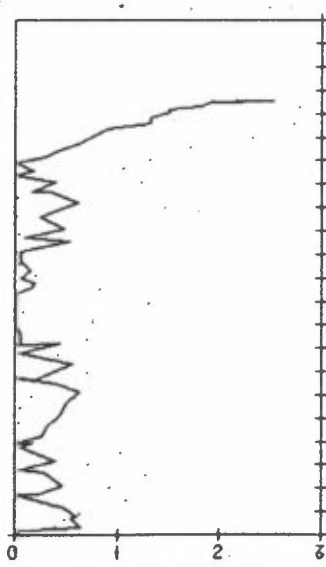
vindretning/z 18/12-83.

VÆRFORHOLD: Stille, 3/8 tynn cirrus, svært tett røk. Merk : Lavere maks. høyde enn de foregående oppstigningene.

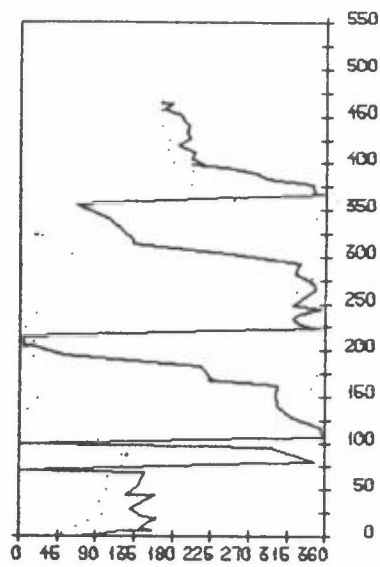
Snedekke null



Temp/z 18/12-83 kl. 1525-1558.

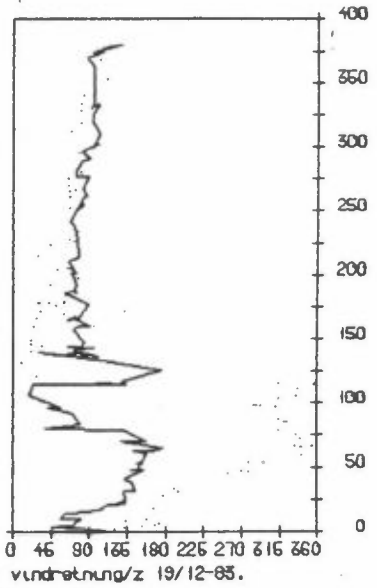
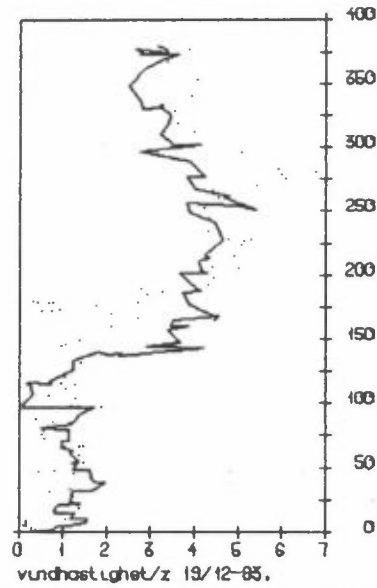
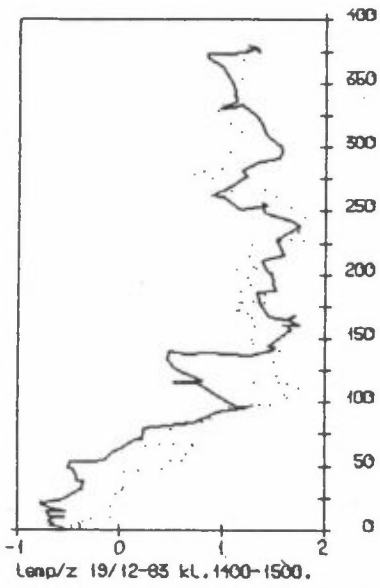


vindhastighet/z 18/12-83.

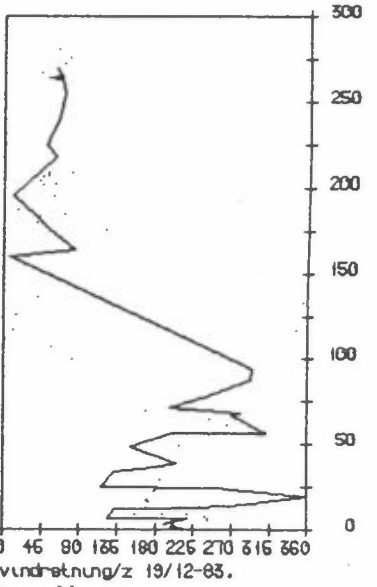
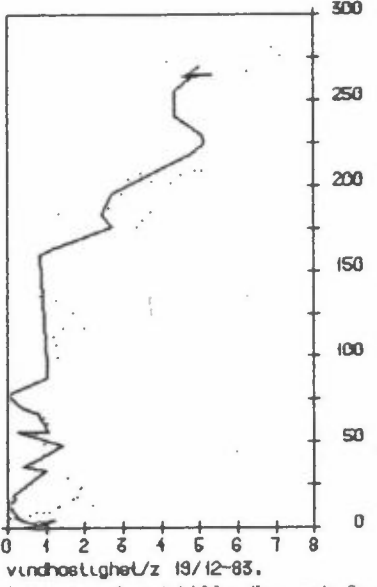
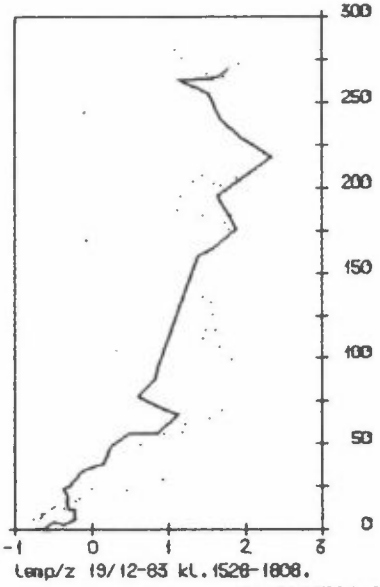


vindretning/z 18/12-83.

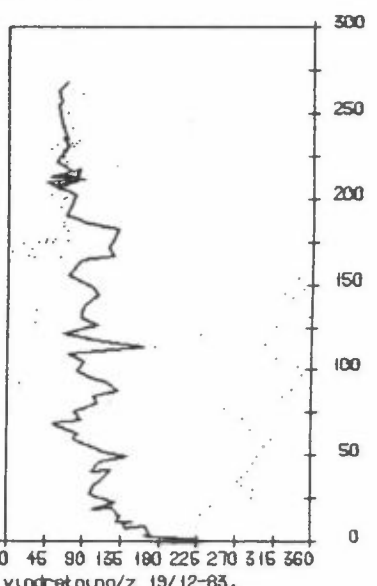
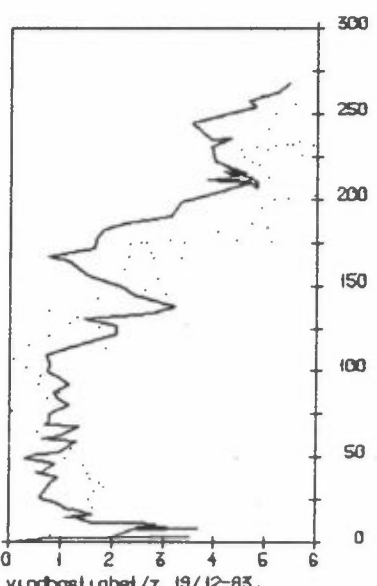
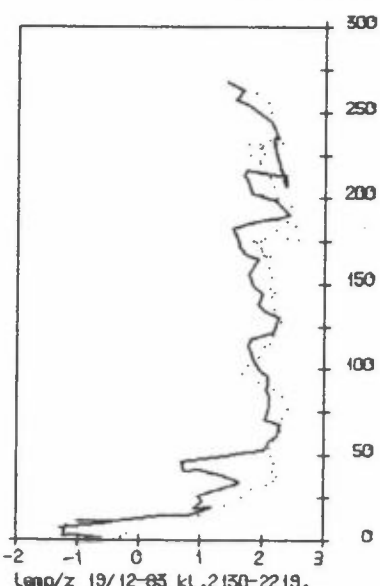
VÆRFORHOLD: Stille, 1/8 cirrus, svært tett røk. Snedekke null



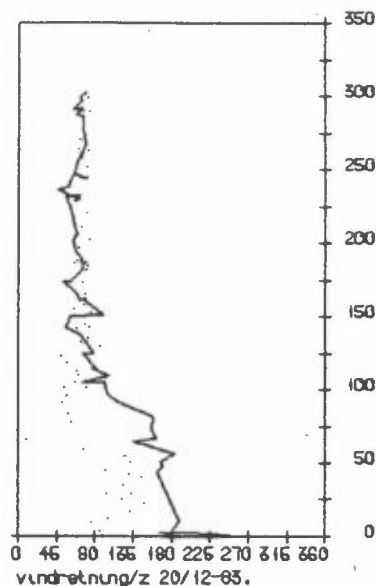
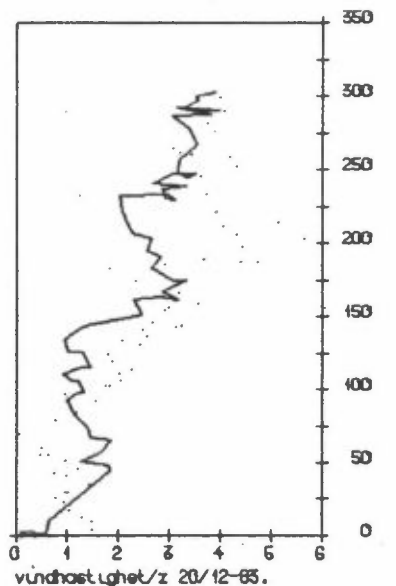
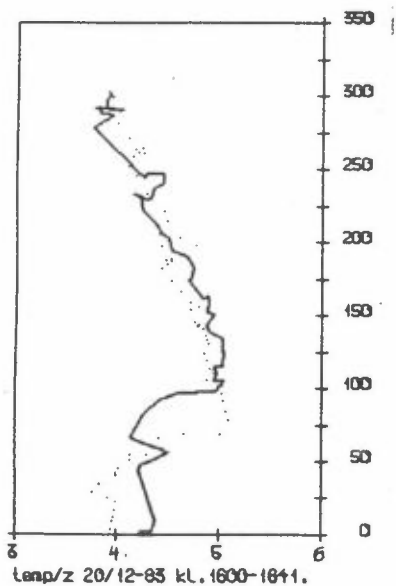
VÆRFORHOLD: 1/8 cirrus, nesten stille, noe røk. Snedekke null.



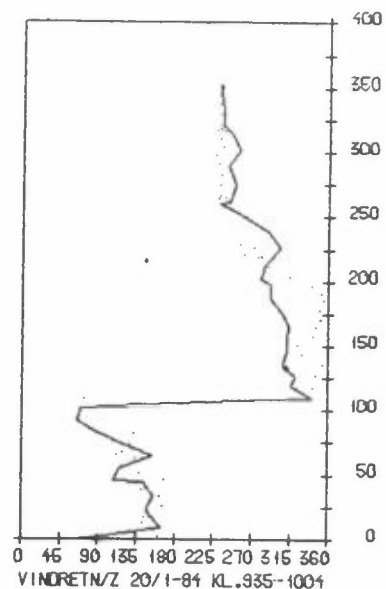
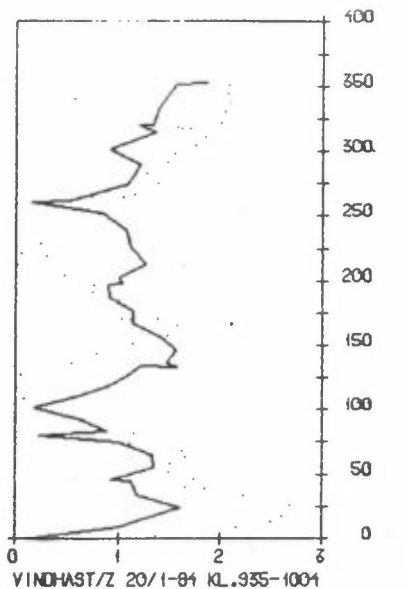
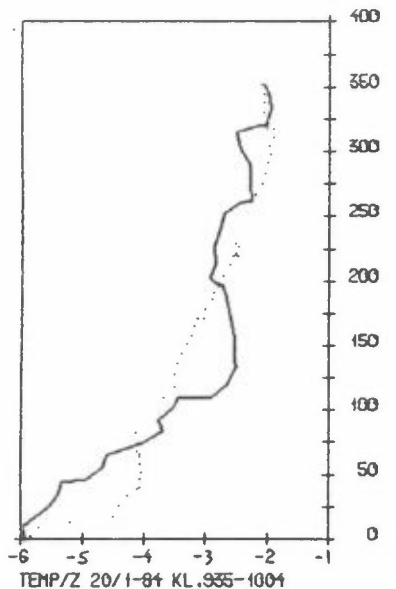
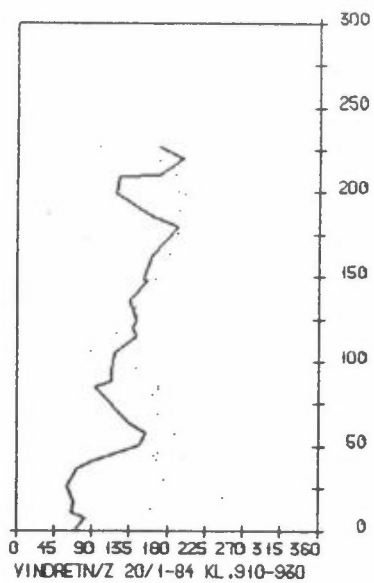
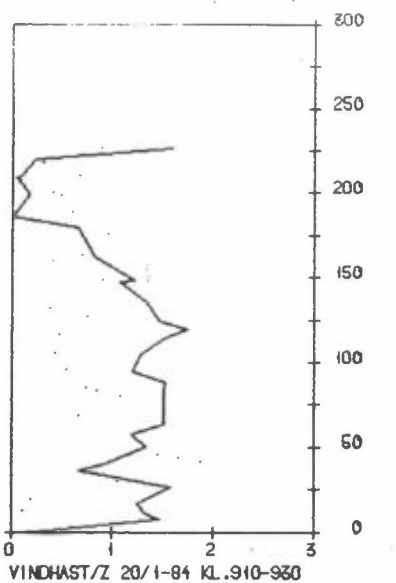
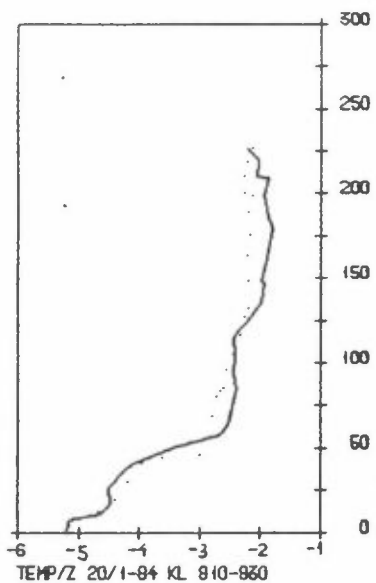
VÆRFORHOLD: 1/8 cirrus, nesten stille. Noe røk. Snedekke null.

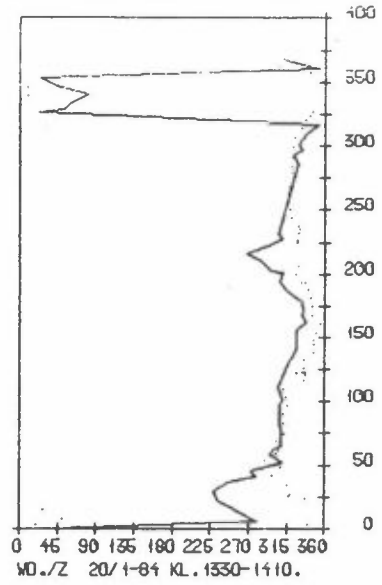
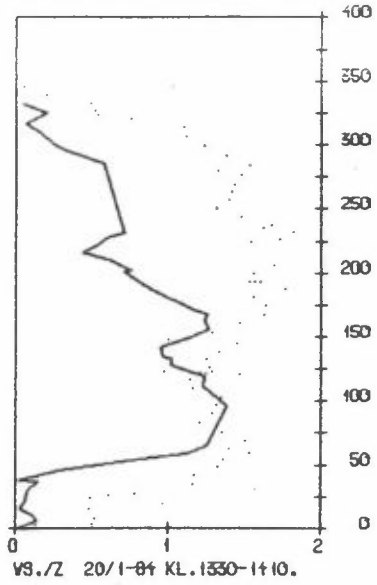
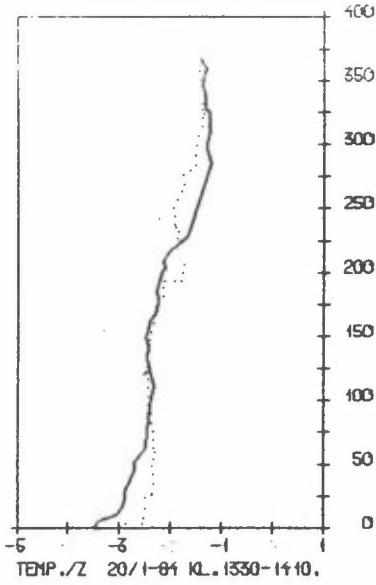
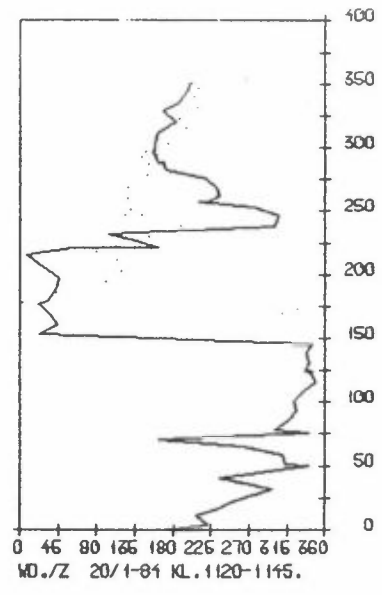
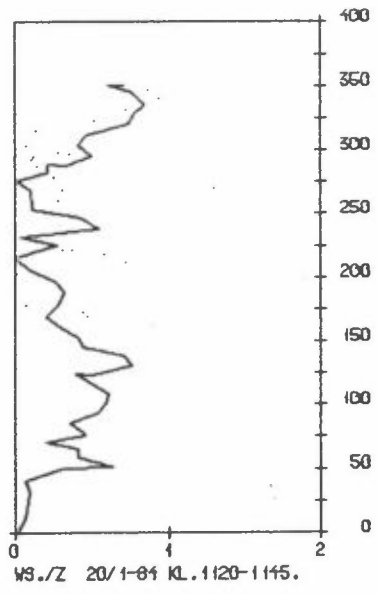
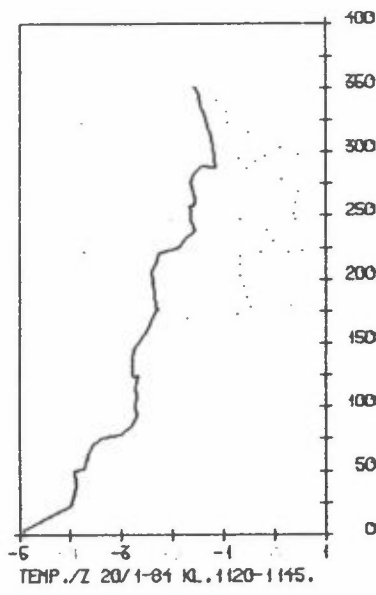
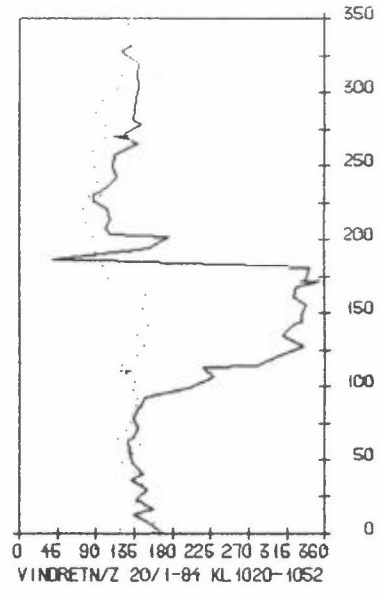
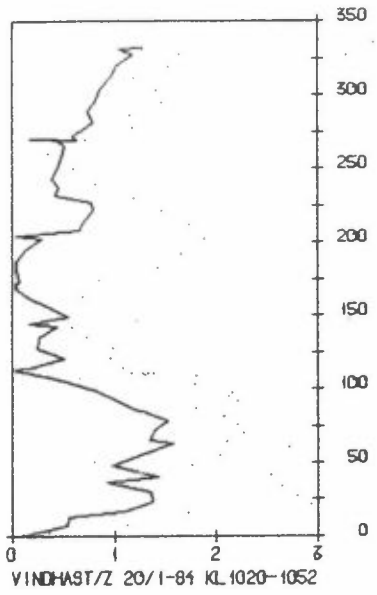
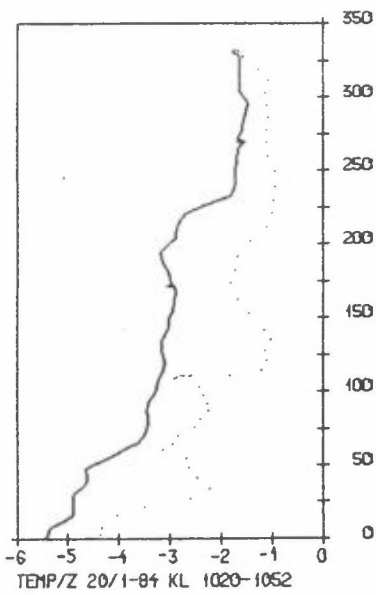


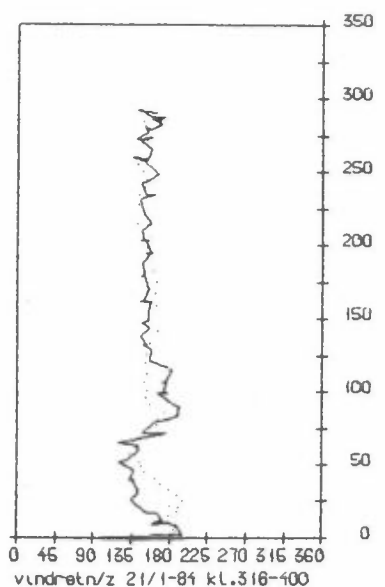
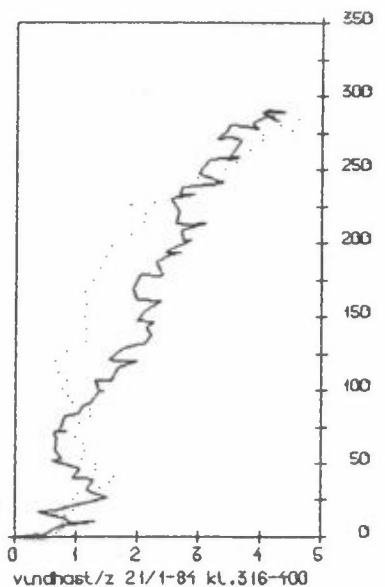
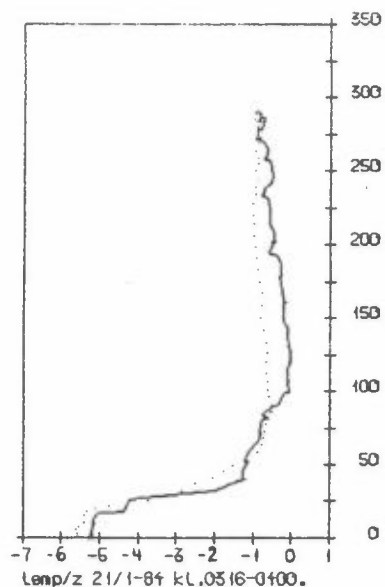
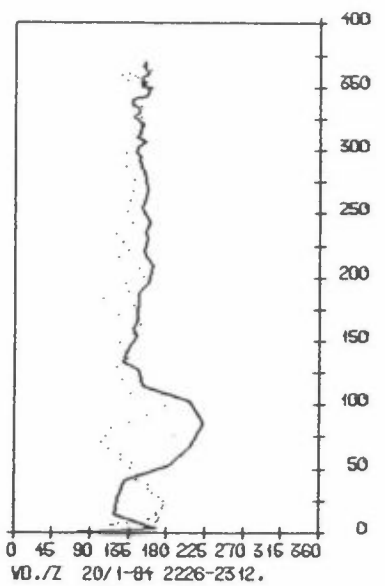
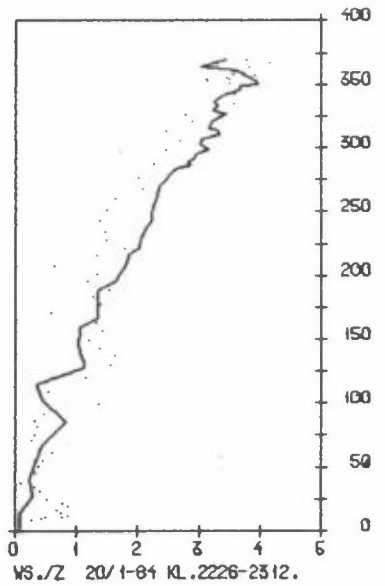
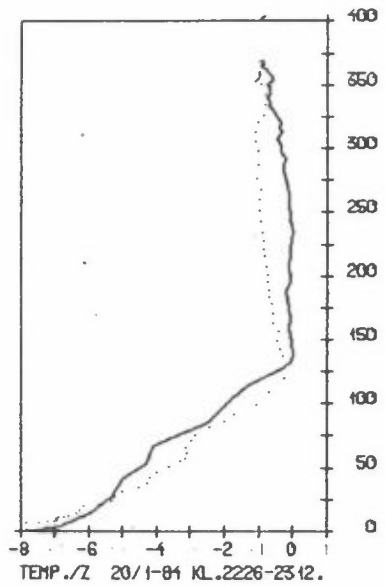
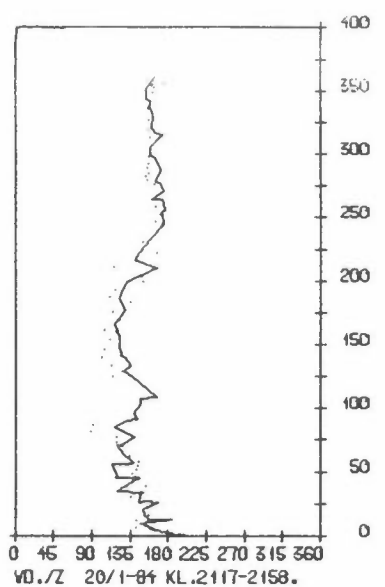
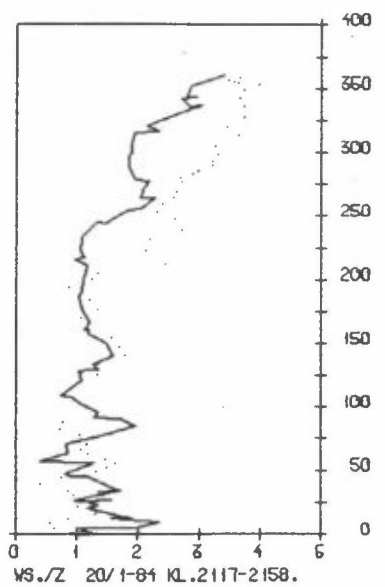
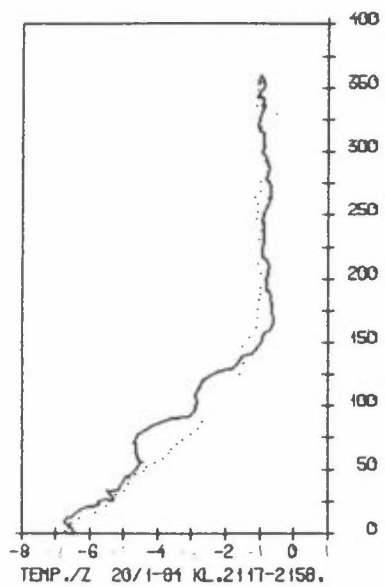
VÆRFORHOLD: Klart, av og til sørlig vind 1-2 m/s, relativt lite røk, Snedekke null.



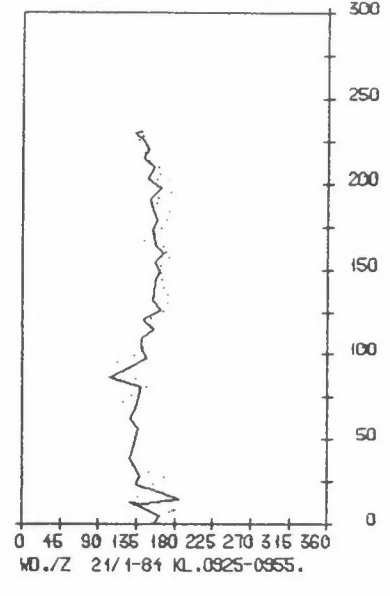
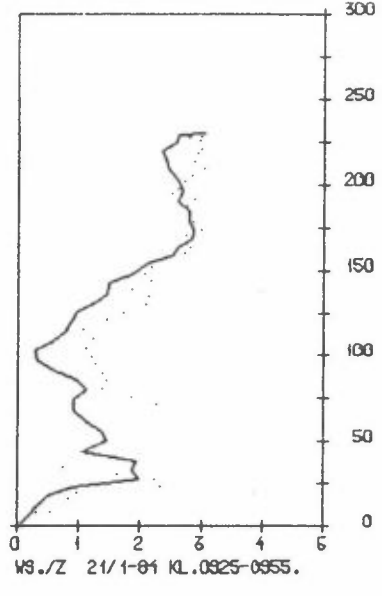
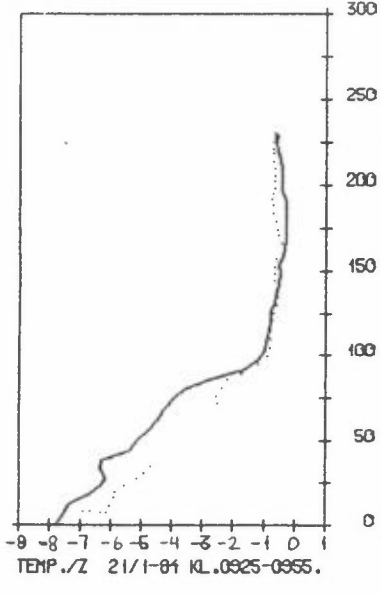
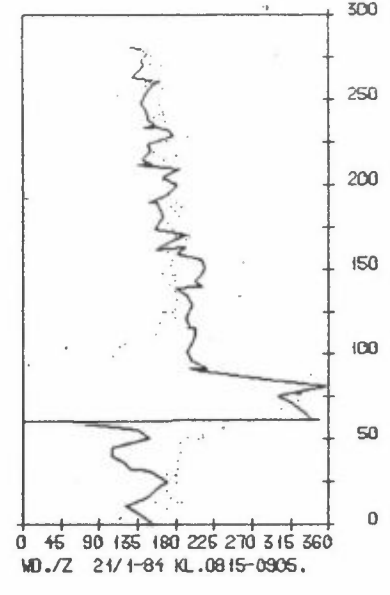
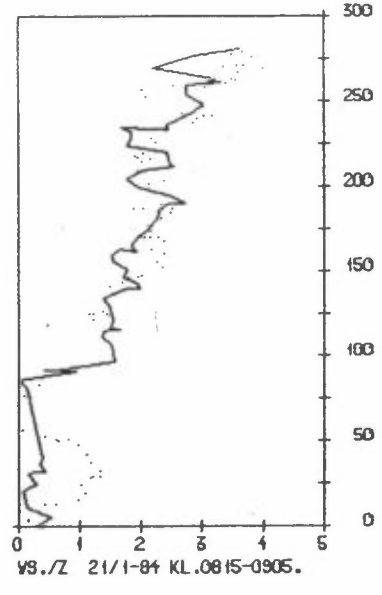
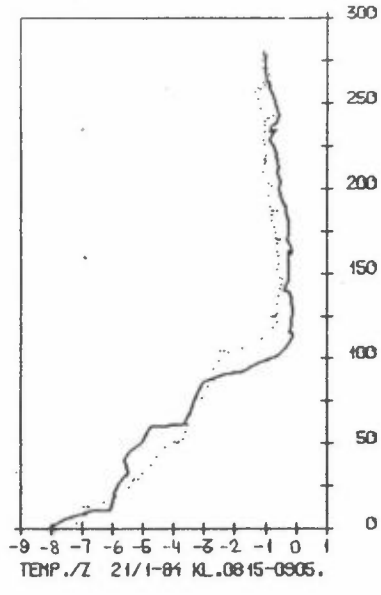
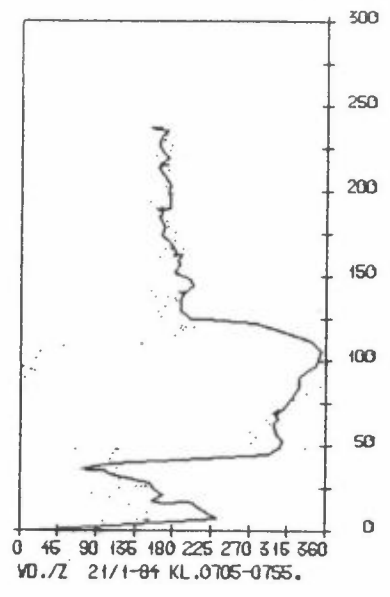
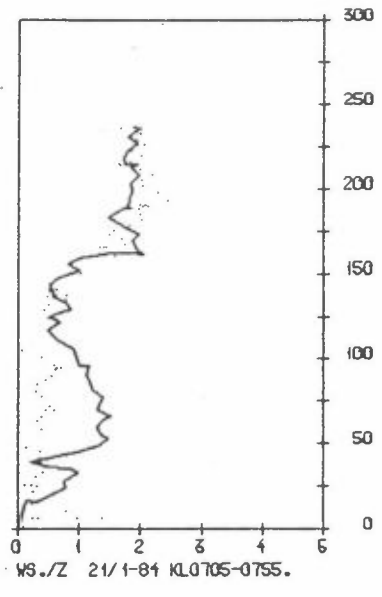
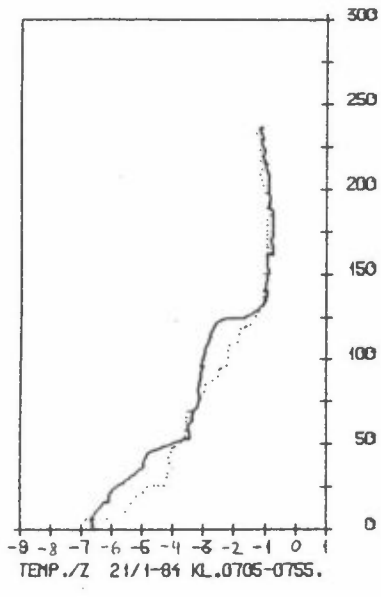
VÆRFORHOLD: 7/8 stratocumulus+lenticularis, stille, betydelig mildere enn i går.

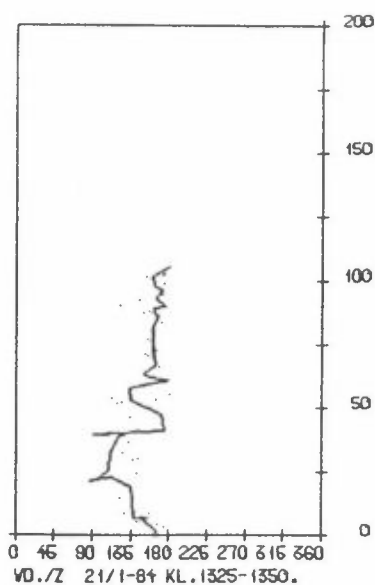
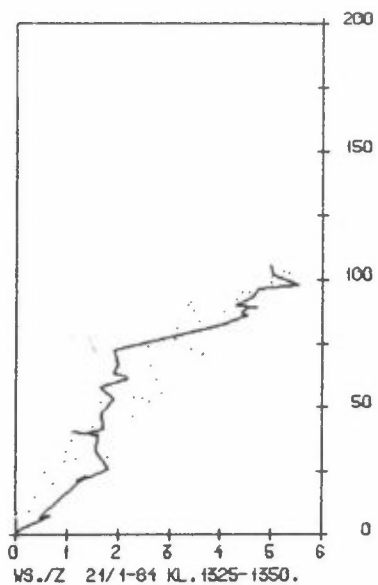
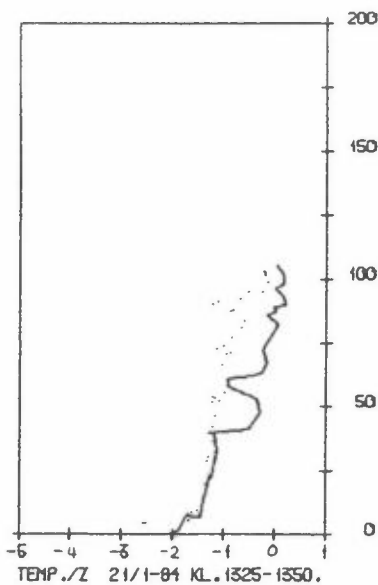
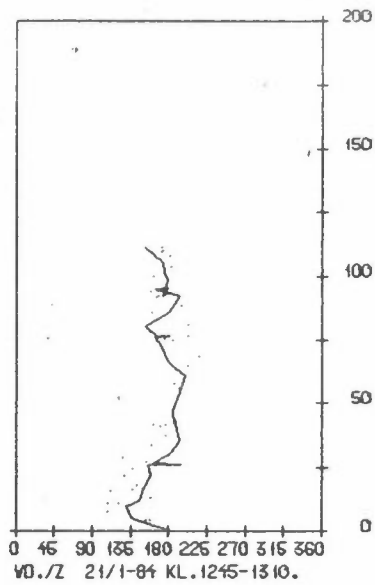
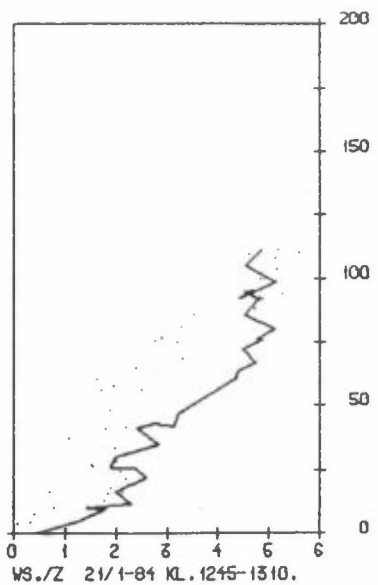
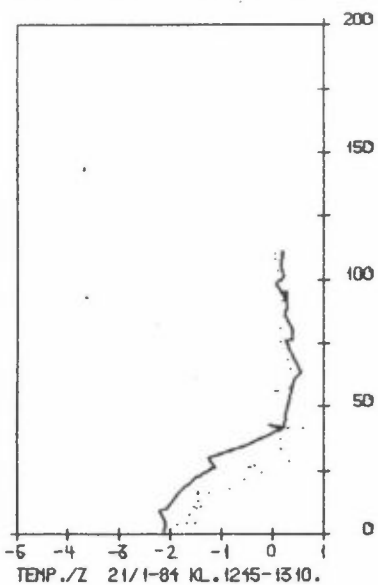
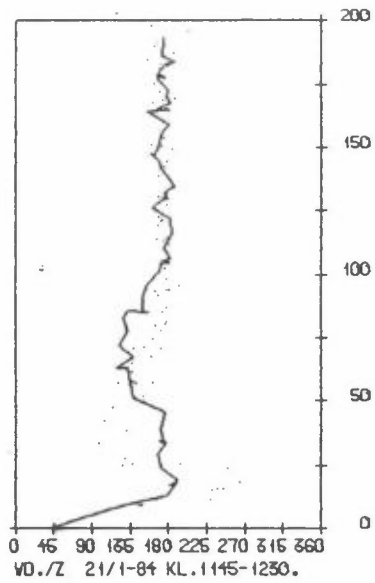
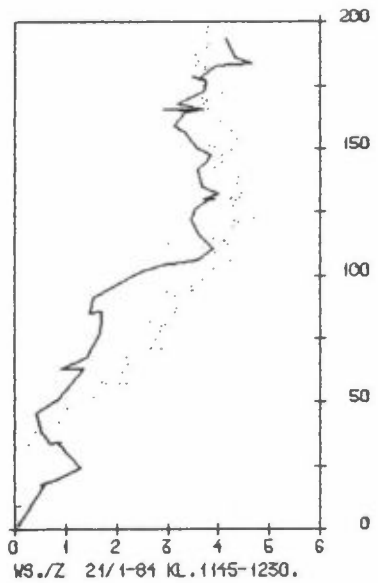
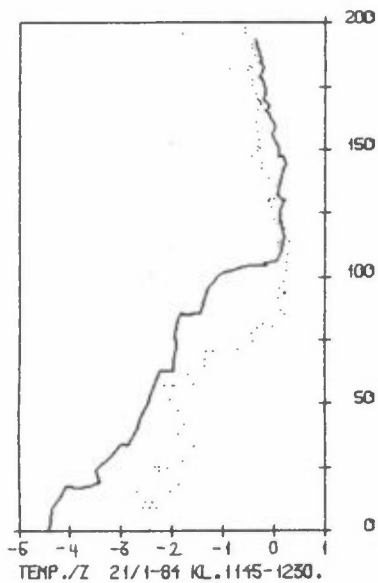


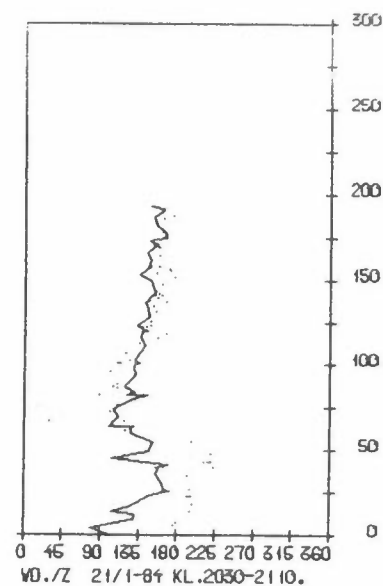
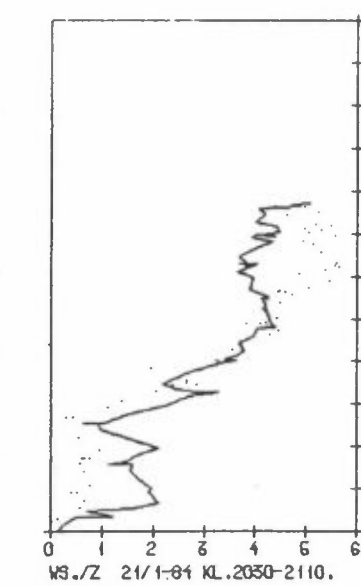
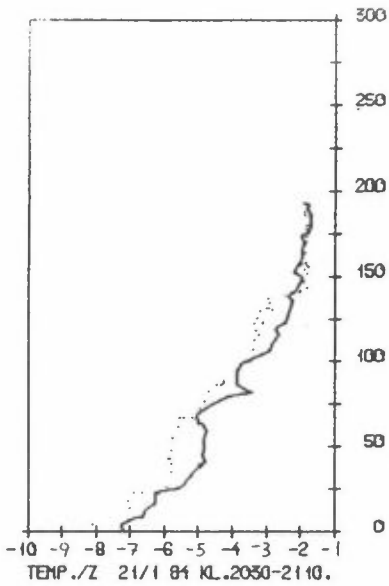
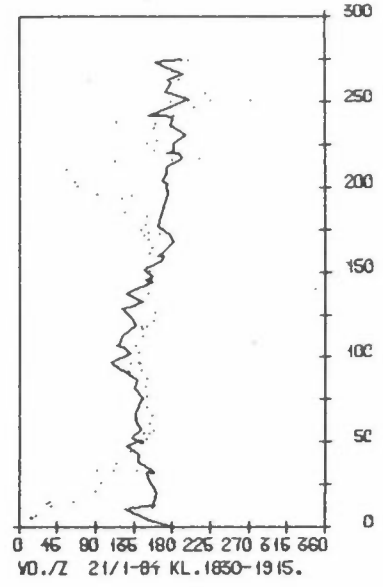
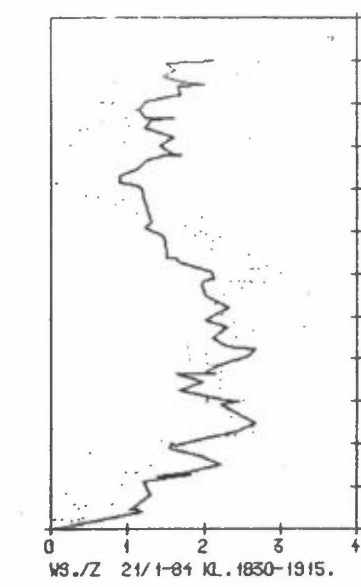
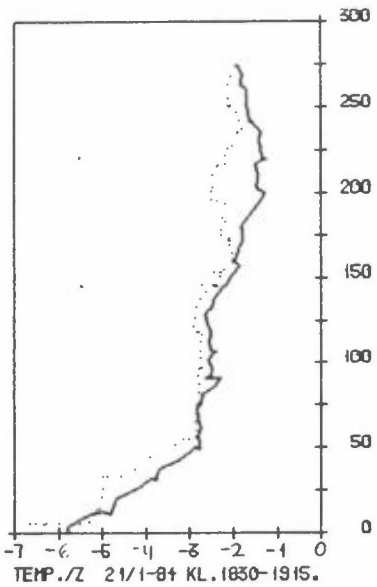
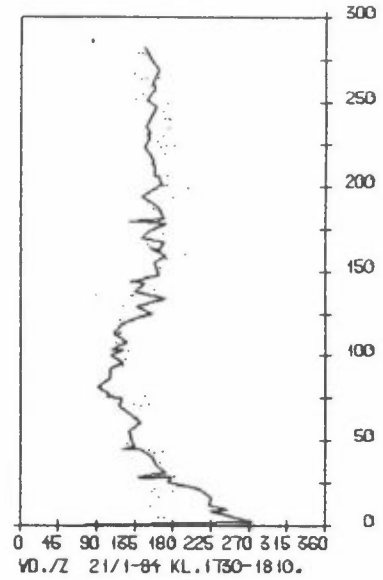
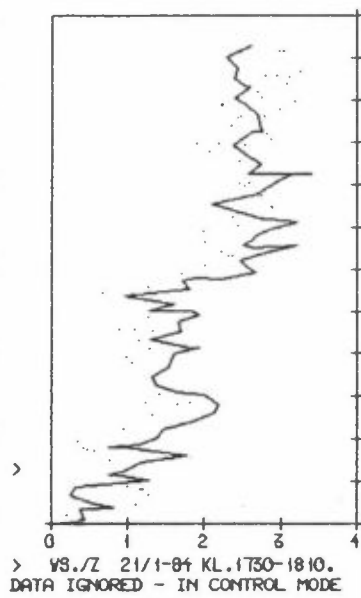
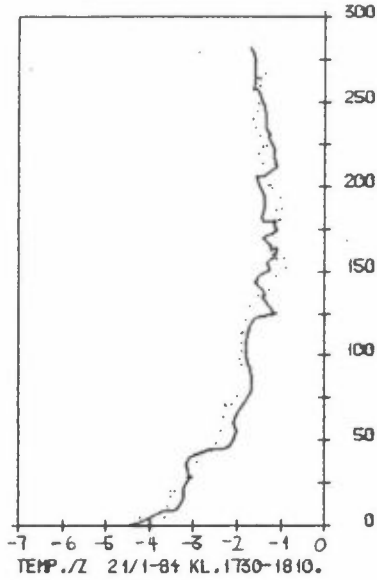


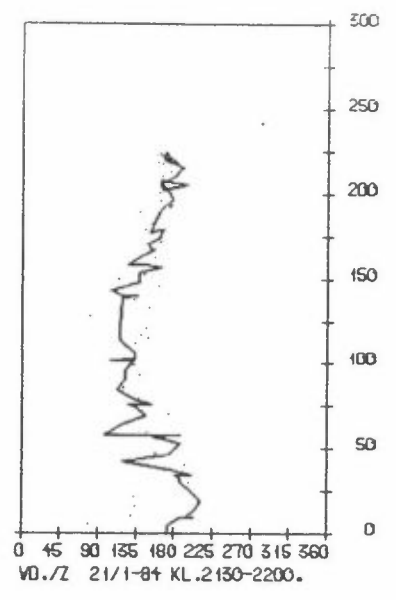
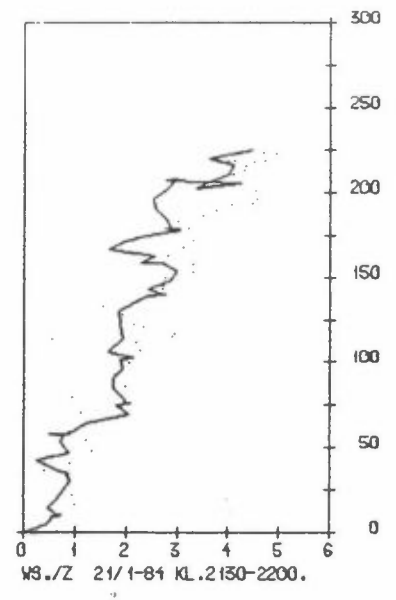
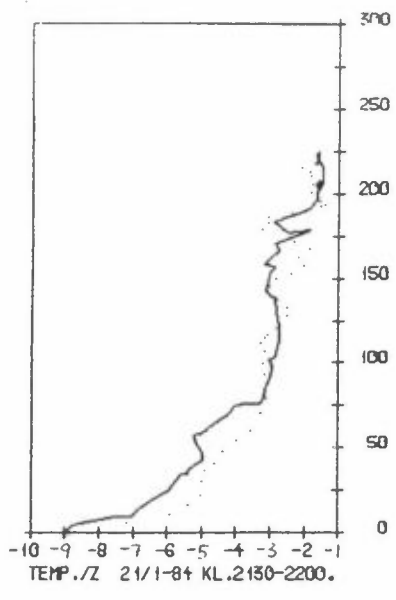














**VEDLEGG 5**

Samvariasjon mellom vindstasjoner



### Florida-Nygårdstangen (figur 1)

Det var stor grad av samvariasjon i vindretningsobservasjoner på disse stasjoner, og 20-30% større hastighet på Florida i hovedvindretningene. I noen tilfeller med svak nordvestlig vind på Florida var det på Nygårdstangen vind fra sektoren nordøst-sørøst. Dette var også tilfelle vinteren 1982. Sannsynligvis er det fallvinden ned Isdalen som i disse tilfeller påvirker området ved Nygårdstangen. Det var også noen tilfeller med svak sørøstlig vind på Florida og samtidig svak nordvestlig vind på Nygårdstangen. I begge disse tilfeller synes det som det da er en sirkulasjon over sentrumsområdet.

### Florida-Storetveit (figur 2)

Med vind i hovedretningen fra sør, følger de to vindstasjonene hverandre med 30<sup>0</sup> vinddreining, som også vist i figur 21. Det er imidlertid, som i 1983, en rekke tilfeller med relativt sterk vest-nordvestlig vind (4-6 m/s) på Florida med samtidig svakere sørlig og sørvestlig vind på Storetveit. Dette er tilfeller der Løvstakken splitter vestavinden og gir en sørvestlig strøm i lé bak Løvstakken ved Storetveit.

### Florida-Laksevåg (figur 3)

Disse stasjoner viste oftest omtrent samme vindretning. Det var imidlertid noen få tilfeller med svak vind, der det var nær motsatt vindretning på de to stasjoner: Nordvestlig svak vind på Florida samtidig med sørlig vind på Laksevåg og sørøstlig vind på Florida samtidig med vest-nordvestlig på Laksevåg. Det var også tilfeller med sterk nordvestlig vind (4-5 m/s) på Florida med samtidig svak sørøstlig vind (~2 m/s) på Laksevåg. Noen av disse tilfellene, men ikke alle, opptrer i sammenheng med vindskift over hele området.

### Florida-Svartediket (figur 4)

Her var bildet det samme som vinteren 1983. Vind i hovedvindretningen fra sørøst på Florida gir i ca 60% av tilfellene, da vinden er sterkest på Florida, vind opp Svartediket og Isdalen. I de resterende tilfeller, ved svakere sørøstlig vind på Florida, er det vind ned Isdalen og ut over Svartediket.



Vestavind på Florida gir oftest sterk vind opp Svartediket, mens nordvestlig vind oftest samsvarer med fallvind ut over Svartediket.

#### Storetveit-Skjold (figur 5)

Sørlig og sørøstlig vind på Skjold svarer til sørlig og sørvestlig og noe svakere vind på Storetveit. Østlig og nordøstlig vind på Skjold er oftest svak, og vindretningen på Storetveit kan da komme fra hvilken som helst retning innen sektoren  $30^0$ - $240^0$ . Nordavind på Storetveit er  $30^0$ - $60^0$  mer vestlig på Skjold.

#### Skjold-Flesland (figur 6)

Det er nesten alltid samme vindretning på Skjold og Flesland. Vindstyrken er høyere på Flesland bortsett fra når det er østavind på Skjold. Da er vinden i området oftest svak, og den samme på begge stasjoner. Den svake østavinden på Skjold svarer imidlertid ofte til mer sørlig vind på Flesland. Det er også noen få tilfeller av svak sønnavind på Skjold samtidig med svak vind fra vest-nordvest-nord på Flesland.

#### Skjold-Fyllingsdalen (figur 7)

Også på disse stasjoner er det oftest samme vindretning. Vinden er alltid en del sterkere på Skjold. Østavind på Skjold gir oftest samtidig østavind i Fyllingsdalen, men i noen få tilfeller sønnavind. Nordvest-vind på Skjold samsvarer med nord-nordøstlig vind i Fyllingsdalen.

#### Fyllingsdalen-Florida (figur 8)

Ved sterk vind i hovedvindretningene i området (sørøst og nordvest) er det nær samme vindretning i Fyllingsdalen som over Bergen sentrum. Dog er den i Fyllingsdalen ofte dreid  $30^0$  med urviseren.

Ved svak vind er det nordøstlig vind i Fyllingsdalen både ved sørøstlig og nordvestlig vind på Florida.

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	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	7
6	8	17	8	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	25
9	2	23	71	5	3	.	2	.	.	.	.	.	.	.	106
12	1	2	45	82	20	6	5	.	.	.	.	.	.	.	1162
15	.	1	22298483	28	13	3	3	1	5	.	.	.	.	.	15872
18	.	1	3	43191	35	12	1	2	.	.	.	.	4	.	7304
21	.	.	1	1	4	5	4	.	.	.	.	.	.	.	15
24	.	.	.	4	1	1	3	3	9	1	.	.	.	.	26
27	.	1	3	3	4	1	6	7	43	12	.	.	.	.	80
30	1	.	5	7	2	1	2	4	21	54	10	1	.	.	1109
33	9	1	2	5	2	.	.	.	9	46	98	6	.	.	1179
36	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	8	10	.	23
37	3	3	15	57	72	11	5	1	2	1	3	.	.	.	49222
	29	491755	11782	88	54	21	89119131	13	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	3.6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.7	.	.
6	4.6	4.0	5.2	1.0	.	.	.	.	.	.	.	.	1.0	.	.
9	3.7	5.3	5.8	3.1	1.8	.	1.7	.	.	.	.	.	.	.	.
12	1.0	3.2	3.6	3.5	1.3	1.3	1.3	.	.	.	.	.	.	.	0.5
15	.	2.5	2.2	4.1	4.6	1.8	1.5	1.7	1.7	1.5	1.6	.	.	.	1.2
18	.	1.0	1.0	3.3	4.3	3.8	1.5	1.0	2.0	.	1.2	.	.	.	0.8
21	.	.	1.5	2.5	2.9	2.5	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.
24	.	.	.	2.1	1.0	0.9	3.3	3.1	5.3	3.0	.	.	.	.	.
27	.	1.5	1.5	0.7	2.1	1.5	3.2	3.3	5.8	5.6	.	.	.	.	.
30	1.5	.	1.6	1.5	1.0	1.0	2.2	2.4	5.3	5.2	2.3	1.0	.	.	1.0
33	2.0	1.0	1.5	0.9	1.7	.	.	.	2.8	4.6	5.0	2.7	.	.	0.5
36	3.5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5.0	5.0	3.0	.	.
37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.	.	.	0.0

Figur 1: Samvariasjon mellom vindstasjoner, vinter 1983/84.  
 Florida - Nygårdstangen.  
 a) Antall samhørende vindretningsobservasjoner.  
 b) Vindhastighet på Florida for de ulike vindretningskombinasjoner.

a)

VINDREINING PÅ STASJON FLORIDA													NEDOVER		
VINDREINING PÅ STASJON STORETVEIT													BORTOVER		
	J	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	37		
3	2	.	1	2	1	.	.	.	.	.	1	.	.	7	
6	6	3	2	.	4	1	7	.	2	.	1	1	3	35	
9	16	18	18	15	14	5	10	5	.	.	1	2	11	105	
12	2	.	3	14	40	12	54	27	3	1	.	1	6	163	
15	.	2	4	19	140	39	211	84	5	2	.	1	108	71	
18	1	2	6	8	49	141	73	17	3	.	1	1	33	305	
21	1	1	.	.	3	6	5	.	.	.	.	.	.	16	
24	.	.	.	.	3	6	17	*	.	.	.	.	.	26	
27	3	5	2	4	10	4	46	1	1	.	2	1	1	80	
30	19	7	1	2	14	10	35	2	2	2	1	13	11	109	
33	57	1	.	1	5	2	3	1	1	1	21	82	21	77	
36	7	2	1	.	1	.	.	.	.	.	4	7	.	22	
37	8	16	14	13	24	17	59	13	.	1	5	1	45	216	
	122	62	52	78	308	59	752	150	17	7	37	110	72	*	

b)

VINDREINING PÅ STASJON FLORIDA													NEDOVER		
VINDREINING PÅ STASJON STORETVEIT													BORTOVER		
	J	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	37		
3	4.7	.	4.0	3.5	0.5	.	.	.	.	.	4.5	.	.		
6	6.3	7.8	3.7	.	3.9	4.0	2.8	.	3.7	.	2.0	3.5	1.3		
9	6.3	5.9	7.3	6.6	3.7	3.2	3.0	3.3	.	.	3.5	2.4	3.5		
12	2.0	.	3.0	5.3	5.2	1.7	1.8	2.2	2.7	3.0	.	3.5	1.6		
15	.	1.2	1.1	2.1	4.2	5.4	2.8	2.6	2.9	1.9	.	2.5	1.1		
18	2.0	2.0	1.3	1.1	3.5	5.1	2.9	3.0	2.7	.	3.0	2.0	0.7		
21	1.5	0.3	.	.	2.2	2.9	2.3	.	.	.	.	.	.		
24	.	.	.	.	0.8	2.6	4.4	*	.	.	.	.	.		
27	1.7	1.4	3.0	4.1	3.7	5.5	5.6	9.0	3.0	.	4.5	3.0	0.5		
30	3.9	3.0	1.5	1.7	4.2	2.7	4.8	3.5	4.5	2.5	4.0	5.9	1.2		
33	3.5	1.0	.	1.5	1.3	0.7	1.7	1.0	2.5	3.5	5.2	5.4	1.8		
36	5.1	2.7	3.2	.	4.2	.	.	.	.	.	3.9	4.0	.		
37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.	0.0	0.0	0.0	0.0	

Figur 2: Samvariasjon mellom vindstasjoner, vinter 1983/84.  
Florida - Storetveit.

a)

VINDREINING PÅ STASJON FLORIDA													NEDOVER
VINDREINING PÅ STASJON LAKSEVÅG													BORTOVER
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	37
3	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	5	.	7
6	1	*	.	4	13	9	3	1	1	2	.	.	34
9	1	2	3	11	49	23	5	3	2	.	4	.	1104
12	.	.	4	18	87	22	10	1	3	1	.	.	18182
15	.	.	823	7459	64	34	8	13	2	1	.	.	48872
18	.	.	64	159	27	18	14	6	4	.	.	.	13305
21	.	.	4	7	2	2	.	.	1	.	.	.	16
24	.	.	1	7	5	1	5	2	2	.	1	.	226
27	.	.	10	4	4	7	9	27	16	3	.	.	181
30	1	.	.	1	2	9	8	22	63	2	1	.	109
33	2	.	.	3	1	2	1	7	29	12	10	.	3179
36	1	.	.	.	.	.	.	.	1	11	10	.	23
37	.	1	.	4	17	20	37	21	24	5	3	1	88219
	7	3	14	35	98	04	17	51	32	68	10	7	125151
													22170
													*

b)

VINDREINING PÅ STASJON FLORIDA													NEDOVER
VINDREINING PÅ STASJON LAKSEVÅG													BORTOVER
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	37
3	8.5	.	.	.	.	.	.	.	.	4.0	2.6	.	.
6	7.5	*	.	3.7	6.5	2.4	4.0	11.5	4.0	2.7	.	.	.
9	6.0	8.5	8.7	6.6	5.9	4.2	4.3	2.0	2.2	.	4.6	.	0.5
12	.	.	1.9	2.4	4.2	1.7	1.5	2.0	0.9	3.5	.	.	1.3
15	.	.	1.9	4.9	4.6	2.0	1.4	1.1	1.3	1.5	2.5	.	1.2
18	.	.	.	5.4	4.5	2.8	1.0	1.0	0.8	2.0	.	.	0.8
21	.	.	.	3.1	2.3	2.6	0.9	.	.	1.5	.	.	.
24	.	.	6.5	4.3	2.9	4.0	4.7	1.7	2.7	.	3.0	.	1.0
27	.	.	.	5.5	5.4	3.5	4.4	4.8	5.1	4.4	2.0	.	0.3
30	2.5	.	.	.	1.0	1.5	1.8	3.1	3.5	5.0	4.5	3.0	.
33	3.7	.	.	.	1.3	1.5	1.0	3.0	1.5	3.5	5.0	3.5	0.7
36	5.5	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	4.2	4.0	.
37	.	0.0	.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Figur 3: Samvariasjon mellom vindstasjoner, vinter 1983/84.  
Florida - Laksevåg.

a)

VINDREINING PÅ STASJON FLORIDA													NEDOVER	
VINDREINING PÅ STASJON SVARTEDIKET													BORTOVER	
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	37	
3	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	7
6	33	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	36
9	92	.	*	.	.	.	.	.	1	.	.	13	.	106
12	98	2	.	*	.	4	9	4	2	.	.	36	.	8163
15	204	6	5	8	4	23366	97	17	3	3112	.	.	.	15861
18	57	4	1	2	4	39134	41	.	.	.	1	21	.	1005
21	2	.	.	.	.	5	8	1	.	.	.	.	.	16
24	3	.	.	.	1	10	11	*	.	.	.	1	.	26
27	20	.	.	.	7	42	8	.	*	.	.	3	.	181
30	23	.	2	9	49	18	1	.	1	*	2	3	.	1109
33	65	63	5	10	9	3	4	.	1	1	1	14	.	3179
36	18	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	23
37	124	2	1	2	4	4	14	3	2	.	4	52	.	6218
	744	79	14	29	78	148555	146	24	4	11263	35	*	.	

b)

VINDREINING PÅ STASJON FLORIDA													NEDOVER	
VINDREINING PÅ STASJON SVARTEDIKET													BORTOVER	
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	37	
3	3.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.5	.
6	4.8	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.2	.
9	5.4	.	*	.	.	.	.	.	2.5	.	.	.	5.0	.
12	3.4	1.2	.	*	.	1.9	1.6	2.1	2.0	.	.	.	3.1	1.7
15	2.8	3.1	2.5	3.7	3.4	2.8	5.2	4.9	3.5	5.6	2.3	3.3	1.9	.
18	1.5	3.9	5.5	2.1	3.2	2.9	5.2	5.5	.	.	1.0	1.5	0.8	.
21	0.9	.	.	.	.	2.4	2.9	0.5	.	.	.	.	.	.
24	0.8	.	.	.	4.5	4.5	3.6	*	.	.	.	.	1.0	.
27	2.1	.	.	.	5.1	6.0	5.1	.	*	.	.	.	2.0	1.5
30	2.0	.	2.5	3.8	5.6	4.2	2.0	.	1.5	*	1.5	1.8	1.2	.
33	3.5	5.5	5.4	6.7	3.6	1.0	3.5	.	4.5	2.0	1.5	3.3	1.4	.
36	4.0	4.5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.1	.
37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Figur 4: Samvariasjon mellom vindstasjoner, vinter 1983/84.  
Florida - Svartediket.

a)

VINDRETNING PÅ STASJON SKJOLD													NEDOVER		
VINDRETNING PÅ STASJON STORETVEIT													BORTOVER		
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	37		
3	27	8	4	5	3	1	4	3	.	.	9	10	2	76	
6	31	37	16	20	41	26	40	12	4	1	3	3	55	289	
9	7	6	22	12	35	20	66	16	3	2	.	.	23	212	
12	1	.	2	23	135	101	82	56	4	.	.	.	94	13	
15	1	.	.	2	24	279	121	47	3	.	.	.	44	81	
18	.	.	.	1	19	131	64	6	3	1	1	.	12	27	
21	1	.	.	1	30	36	34	4	.	1	.	1	2	110	
24	.	.	.	2	3	39	*	.	.	.	1	.	45		
27	5	1	.	2	9	6	52	4	2	.	1	2	84		
30	7	.	1	1	2	2	8	3	1	1	3	23	5	57	
33	11	3	.	.	3	.	1	1	.	.	14	53	86		
36	27	1	.	1	.	.	.	.	.	1	1	16	1	48	
37	.	.	2	1	.	1	13	3	.	.	.	1	3	24	
	118	56	47	69	303	606	524	155	20	7	33	109	105	*	

b)

VINDRETNING PÅ STASJON SKJOLD													NEDOVER		
VINDRETNING PÅ STASJON STORETVEIT													BORTOVER		
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	37		
3	2.7	2.0	2.7	2.4	1.9	2.5	1.4	1.4	.	.	3.6	2.4	0.8		
6	2.2	2.4	2.2	2.1	2.0	2.1	1.7	1.8	2.0	1.3	2.3	2.3	1.8		
9	2.3	1.9	3.1	3.0	3.1	2.1	1.8	1.3	2.3	1.3	.	.	1.2		
12	0.4	.	3.2	4.9	5.5	5.2	3.0	2.4	1.6	.	.	.	1.1		
15	1.2	.	.	0.8	5.3	7.4	3.1	2.5	3.3	.	.	.	1.1		
18	.	.	.	1.0	3.3	6.4	2.7	1.6	2.4	0.8	1.2	.	0.9		
21	0.4	.	.	1.9	3.7	4.9	4.2	2.3	.	1.0	.	0.9	2.6		
24	.	.	.	2.4	4.0	5.6	*	.	.	.	8.9	.	.		
27	4.4	7.5	.	5.7	6.0	5.3	6.0	4.7	3.7	.	1.9	3.0	.		
30	4.9	.	1.0	1.6	1.9	3.3	2.8	1.6	5.6	4.5	5.3	6.0	1.3		
33	2.2	1.2	.	.	1.0	.	0.5	1.0	.	.	6.0	6.4	.		
36	5.0	1.5	.	1.7	.	.	.	.	.	3.4	1.7	5.7	0.6		
37	.	.	0.1	0.0	.	0.1	0.1	0.2	.	.	.	4.2	0.2		

Figur 5: Samvariasjon mellom vindstasjoner, vinter 1983/84.  
Storetveit - Skjold.

a)

VINDRETNING PÅ STASJON SKJOLD													NEDOVER		
VINDRETNING PÅ STASJON FLESLAND													BORTOVER		
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	37		
3	29	9	2	1	1	.	1	.	1	.	4	22	6	76	
6	40	47	60	26	7	1	2	3	1	3	5	21	77	293	
9	8	24	64	41	12	3	1	.	.	1	.	7	56	217	
12	.	.	19	20	51	55	9	.	3	2	1	.	4	17	415
15	2	2	2	40	36	53	2	3	2	1	1	.	11	481	
18	.	1	.	5	36	106	41	21	3	4	2	2	7	228	
21	.	.	.	.	2	8	17	66	9	2	2	2	2	110	
24	.	.	.	.	.	1	1	24	12	5	1	.	1	45	
27	.	.	.	.	2	1	.	9	28	34	5	.	5	84	
30	1	1	1	.	.	1	.	3	3	28	14	4	2	58	
33	5	2	2	1	.	.	.	.	1	4	40	31	1	87	
36	7	1	1	1	.	.	.	.	.	.	4	34	.	48	
37	1	.	.	4	8	.	1	.	.	.	1	1	8	24	
93 87151324585183 66132 62 83 79128193													*		

b)

VINDRETNING PÅ STASJON SKJOLD													NEDOVER		
VINDRETNING PÅ STASJON FLESLAND													BORTOVER		
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	37		
3	2.9	2.4	1.1	0.9	0.9	.	0.7	.	1.1	.	2.7	2.6	1.3		
6	2.2	2.2	2.2	1.8	1.4	1.3	1.4	0.9	1.1	2.1	2.4	2.2	1.8		
9	1.4	1.9	2.6	2.8	1.3	1.3	0.7	.	.	0.9	.	1.9	1.6		
12	.	.	2.9	4.4	4.9	2.9	.	1.4	3.0	7.0	.	0.7	1.0		
15	1.0	0.6	2.0	2.2	6.2	6.4	3.7	1.5	1.5	2.0	2.2	.	0.9		
18	.	1.9	.	1.0	3.2	6.5	4.7	2.9	2.2	1.7	1.0	0.9	0.9		
21	.	.	.	.	2.2	1.6	4.9	4.8	3.1	0.5	1.7	1.0	1.2		
24	.	.	.	.	.	0.8	1.3	6.5	6.0	2.1	1.8	.	0.5		
27	.	.	.	.	0.7	0.9	.	6.8	7.1	5.6	3.2	.	0.8		
30	1.0	0.7	1.6	.	.	1.1	.	2.1	6.6	4.9	5.0	1.6	0.8		
33	2.5	0.9	1.7	1.0	.	.	.	.	0.5	6.3	5.8	5.7	1.1		
36	3.0	6.4	1.5	0.6	.	.	.	.	.	.	6.7	5.3	.		
37	0.2	.	.	0.2	0.1	.	0.2	.	.	.	4.2	0.3	0.1		

Figur 6: Samvariasjon mellom vindstasjoner, vinter 1983/84. Skjold - Flesland.

a)

VINDRETNING PÅ STASJON SKJOLD													NEDOVER		
VINDRETNING PÅ STASJON FYLLINGSDALEN													BORTOVER		
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	37		
3	36	16	7	.	3	1	4	3	1	.	.	3	1	75	
6	24	121	63	16	7	3	13	8	3	.	1	2	26287		
9	17	73	57	15	7	2	6	9	2	2	.	.	22212		
12	4	23	101	12162	44	14	8	6	1	.	.	.	23407		
15	4	22	9	16163217	23	1	3	2	.	.	.	.	12472		
18	2	8	6	4	11	30142	8	1	.	.	.	.	13227		
21	3	3	4	1	2	3	46	40	.	.	.	.	4108		
24	1	.	2	.	1	.	5	28	7	.	.	2	1	45	
27	1	.	2	1	3	.	1	4	55	11	2	2	1	83	
30	5	3	.	2	.	.	.	2	4	22	11	6	2	57	
33	30	3	1	1	2	.	.	.	.	1	5	41	2	86	
36	37	4	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	5	47	
37	.	9	2	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	10	23
164285163169361300254110 82 39 26 60116 *															

b)

VINDRETNING PÅ STASJON SKJOLD													NEDOVER		
VINDRETNING PÅ STASJON FYLLINGSDALEN													BORTOVER		
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	37		
3	2.4	2.8	1.9	.	1.1	1.9	2.8	2.0	1.3	.	.	5.4	1.1		
6	2.4	2.1	1.9	2.3	1.8	2.0	2.1	2.4	1.9	.	1.8	1.6	1.6		
9	2.3	2.0	2.2	2.5	4.5	2.1	2.0	2.8	1.1	2.4	.	.	1.0		
12	1.1	1.6	2.1	4.8	5.1	4.9	4.4	2.7	1.3	1.4	.	.	0.8		
15	0.8	1.2	1.8	2.2	5.3	7.2	5.0	2.4	1.5	0.5	.	.	1.3		
18	1.0	1.0	0.8	2.0	2.5	5.5	5.9	2.1	0.5	.	2.1	.	1.1		
21	2.0	3.0	3.0	0.6	2.6	2.8	4.2	5.1	.	.	0.9	.	1.0		
24	1.9	.	1.8	.	1.8	.	3.5	6.4	6.3	.	2.8	1.8	.		
27	6.7	.	1.3	2.2	2.3	.	0.9	5.5	6.9	3.8	2.5	2.7	0.4		
30	1.3	1.0	.	0.9	.	.	.	1.7	4.4	5.9	5.3	3.9	0.8		
33	5.2	1.6	0.8	1.1	1.1	.	.	.	.	1.0	5.5	6.3	0.7		
36	5.2	1.6	.	1.7	.	.	.	.	.	.	.	.	6.8		
37	.	0.1	0.1	.	.	.	.	0.0	.	.	4.2	.	0.2		

Figur 7: Samvariasjon mellom vindstasjoner, vinter 1983/84.  
Skjold - Fyllingsdalen.



a)

VINDREINING PÅ STASJON FLORIDA													NEDOVER		
VINDREINING PÅ STASJON FYLLINGSDALEN													BORTOVER		
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	37		
3	4	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	7	
6	5	12	9	4	1	.	1	2	.	.	.	.	.	1	35
9	11	32	23	11	7	4	6	3	.	.	.	.	2	2101	
12	4	35	16	37	26	6	10	6	5	1	.	.	17163		
15	11	69	42	88238216131	26	8	1	1	1	1	24856				
18	5	23	21	15	76	65	77	12	1	3	2	.	2302		
21	1	2	.	.	1	1	7	4	.	.	.	.	.	16	
24	.	4	.	.	.	.	2	17	2	.	.	.	.	25	
27	11	8	1	3	1	.	4	17	32	1	1	.	.	79	
30	10	9	6	2	5	3	2	7	30	20	9	4	.	107	
33	87	10	.	.	1	.	2	5	.	8	11	54	.	178	
36	16	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*	123
37	8	78	53	8	6	3	12	9	5	1	.	.	30213		
	173289171168362298254108	83	36	25	61	77	*								

b)

VINDREINING PÅ STASJON FLORIDA													NEDOVER		
VINDREINING PÅ STASJON FYLLINGSDALEN													BORTOVER		
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	37		
3	5.0	4.0	.	.	.	.	.	.	.	0.5	0.9	.	.		
6	5.7	4.9	4.3	5.1	6.5	.	4.2	3.4	.	.	.	.	.	2.4	
9	6.4	4.9	4.9	5.2	6.6	3.9	6.2	7.3	.	.	.	.	7.0	3.0	
12	1.6	1.6	2.5	5.1	3.9	3.3	2.6	2.1	2.2	1.5	.	.	2.0		
15	1.6	1.3	1.7	3.5	4.5	5.9	4.2	2.7	1.3	1.0	1.0	2.5	1.6		
18	1.3	0.8	1.3	2.7	5.0	4.9	4.5	2.6	1.0	1.0	2.0	.	3.0		
21	1.5	0.4	.	.	2.5	1.5	2.8	2.8	.	.	.	.	.		
24	.	1.2	.	.	.	.	3.0	4.0	5.0	.	.	.	.		
27	1.7	2.3	1.5	2.5	2.0	.	3.1	5.9	6.5	2.5	3.0	.	.		
30	3.1	1.7	1.6	2.2	2.1	2.7	1.5	3.0	6.1	5.8	3.6	3.5	.		
33	4.0	2.2	.	.	2.5	.	0.7	1.2	.	4.9	4.9	5.6	.		
36	4.3	3.4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*	3.0
37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Figur 8: Samvariasjon mellom vindstasjoner, vinter 1983/84. Fyllingsdalen - Florida.

