

NILU OR : 22/91  
REFERANSE : O-8937  
DATO : SEPTEMBER 1991  
ISBN : 82-425-0242-0

# Meteorologi og luftkvalitet på Mongstad sommeren 1990

M.J. Aarnes, O. Anda og T. Bøhler

## INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG .....	3
1 INNLEDNING .....	5
2 METEOROLOGISKE MÅLINGER .....	7
2.1 Datatilgjengelighet .....	7
2.2 Vindretning .....	8
2.3 Vindstyrke og vindkast (gust) .....	11
2.4 Forhold mellom vindstyrke og vindretning .....	12
2.5 Stabilitetsforhold .....	14
2.6 Vind og stabilitet .....	15
2.7 Temperatur .....	16
3 MÅLINGER AV LUFTKVALITET .....	16
3.1 Retningslinjer for luftkvalitet av SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> og sot .....	17
3.2 Datatilgjengelighet .....	17
3.3 Døgnmålinger av NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> og sot .....	18
3.4 Timevise målinger av SO <sub>2</sub> og nitrogenoksider ...	19
4 STØVMÅLINGER .....	27
4.1 Støvfall .....	27
4.2 Vindblåst støv .....	28
4.3 Konsentrasjoner av svevestøv .....	29
4.4 Mikroskopiundersøkelse av svevestøv .....	33
5 REFERANSER .....	36
VEDLEGG 1: Grafisk presentasjon av meteorologiske data fra Grunnevikshøgda .....	37
VEDLEGG 2: Månedsvis vindstatistikk fra Grunnevikshøgda .....	43
VEDLEGG 3: Vindstatistikk fra Grunnevikshøgda .....	49
VEDLEGG 4: Stabilitetsklasser fordelt over døgnet og frekvensfordeling som funksjon av vind- retning, vindstyrke og stabilitet fra Grunnevikshøgda .....	53
VEDLEGG 5: Statistikk av temperaturdata fra Grunnevikshøgda .....	57

	Side
VEDLEGG 6: Grafisk fremstilling av målte døgnmiddelverdier av SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> og sot fra Grunnevikshøgda, Dyrholten og Leirvåg .....	61
VEDLEGG 7: Antall timer pr. døgn med vind mot målestedene fra Mongstad-anlegget .....	73
VEDLEGG 8: Grafisk fremstilling av målte timemiddelverdier av SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>x</sub> fra Grunnevikshøgda og Dyrholten .....	79

## SAMMENDRAG

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har utført målinger av meteorologi, nedbør- og luftkvalitet for Statoil omkring oljeraffineriet på Mongstad. Målingene startet i september 1989 og pågikk i ett år. Denne rapporten omhandler meteorologi og luftkvalitet sommeren 1990, mens nedbørdata er beskrevet i egen rapport (Aarnes og Bøhler, 1991).

Vindmålingene viser at de dominerende vindretningene på Grunnevikshøgda sommeren 1990 var fra sør-sørøst ( $150^\circ$ ) og fra nordvestlige retninger ( $300^\circ$  og  $330^\circ$ ). På Hellisøy fyr blåste det oftest fra nord ( $360^\circ$ ) og fra sør-sørvest ( $210^\circ$ ). Vindmålingene på Hellisøy fyr viste at middelvindstyrken sommeren 1990 var betydelig høyere enn vanlig. Vindstyrken på Grunnevikshøgda var lavere enn på Hellisøy, med middelvindstyrke for sommeren lik 4,1 m/s.

Stabilitetsmålingene viste en døgnfordeling der stabile og lett stabile forhold forekom oftest om natten og ustabile og nøytrale forhold dominerte om dagen. Nøytral sjiktning forekom 53,1% av tiden om sommeren. Dette er oftere enn forventet og kan forklares ved at vindstyrken var høyere enn normalt.

Måleprogrammet for luftkvalitet bestod av døgnmålinger av svoveldioksid, nitrogendioksid og sot, timemidler av svoveldioksid og nitrogenoksider og månedsmidler av støvfall og vindblåst støv. I tillegg ble det gjort målinger av svevestøv på døgnbasis i juni og 3 målinger pr. uke i juli og august.

Månedsmidlene av svoveldioksid, nitrogenoksider og sot var lave og tilsvarer verdier målt i lite forurensede områder i Norge. I juni måned ble det imidlertid registrert episoder med høye timemiddelkonsentrasjoner av  $\text{SO}_2$ . Den høyeste konsentrasjonen ble målt 14. juni til  $422 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , som er høyere enn WHO's grenseverdi på  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Ved å sammenholde timevise konsentrasjoner av svoveldioksid med timevise vindregistreringer viser det seg at vind fra raffineriet mot målestedene gir høyere middelkonsentrasjoner enn vind fra andre retninger.

Målingene av støvfall sommeren 1990 viste lave månedsmidler.

De målte konsentrasjonene av svevestøv sommeren 1990 var lave sammenlignet med WHO's grenseverdier. Mikroskoperingen viste god sammenheng mellom identifisering av grønnkoks og kalsinert koks og vind fra raffineriet.

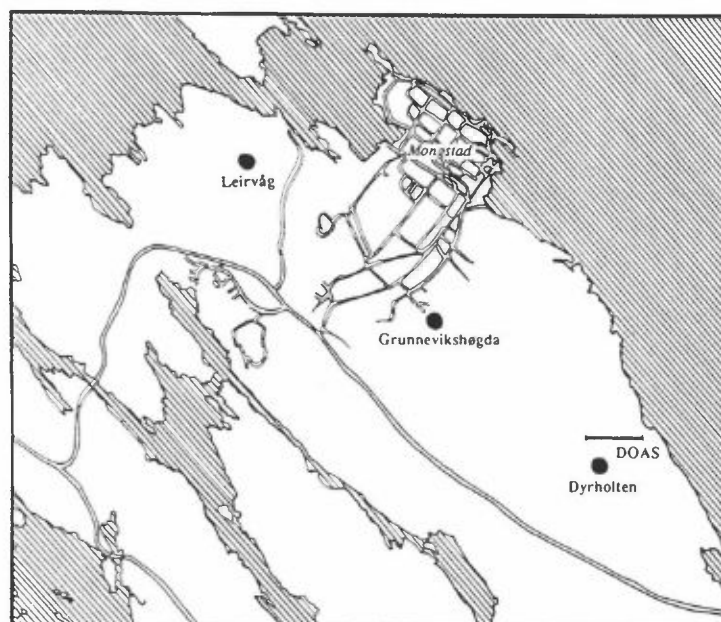
Mikroskoperingen viser derved med rimelig sikkerhet at støv fra raffineriet spres i omgivelsene. Bidraget fra raffineriet dominerer imidlertid ikke svevestøvmengden i luft. Hovedbidraget er fra andre kilder.

# METEOROLOGI OG LUFTKVALITET PÅ MONGSTAD SOMMEREN 1990

## 1 INNLEDNING

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har gjennomført et måleprogram for meteorologi, luft- og nedbørkvalitet for Statoil rundt oljeraffineriet på Mongstad. Denne rapporten omhandler bearbeidelse av data for meteorologi og luftkvalitet. Nedbørmålingene er beskrevet i egen rapport (Aarnes og Bøhler, 1991).

Målingene startet i september 1989 og har pågått i ett år. Denne rapporten beskriver resultater av målingene sommeren 1990, dvs. juni, juli og august. Måleprogrammet bestod av luftkvalitetsmålinger på tre stasjoner. På en av stasjonene ble det i tillegg registrert meteorologiske parametre. Lokalisering av målestedene er vist i figur 1. Måleprogrammet er beskrevet i tabell 1.



Figur 1: Lokalisering av målestedene for luftkvalitet og meteorologiske parametre rundt oljeraffineriet på Mongstad.

Tabell 1: Oversikt over måleprogram for luftkvalitet og meteorologiske parametre på Mongstad 1989/90.

Stasjon	Parameter	Instrument	Midlings- tid	Måleperiode
Leirvåg	SO <sub>2</sub>	NILU-FK	1 døgn	1.9.89-31.8.90
	Sot	"	" "	" "
	Støvfall	NILU støvs.	1 mnd.	" "
	Vindbl. støv	CERL-måler	" "	" "
	Svevestøv		1 døgn	1.6.90-30.6.90
	"		2+2+3 døgn	1.7.90-31.8.90
Dyrholten  (Mongstad sør)	NO <sub>2</sub>	NILU-FK	1 døgn	1.9.89-31.8.90
	SO <sub>2</sub>	"	" "	" "
	Sot	"	" "	" "
	Støvfall	NILU-støvs.	1 mnd.	" "
	SO <sub>2</sub>	DOAS	1 time	1.6.90-31.8.90
	NO <sub>2</sub>	"	"	" "
Grunnevikshøgda	NO <sub>2</sub>	NILU-FK	1 døgn	1.9.89-31.8.90
	SO <sub>2</sub>	"	" "	" "
	Sot	"	" "	" "
	SO <sub>2</sub>	Kont.regist.	1 time	1.12.89-15.3.90
	NO	" "	" "	} som SO <sub>2</sub> kont.
	NO <sub>x</sub>	" "	" "	
	(NO <sub>2</sub> )	(NO <sub>x</sub> -NO)	" "	
	Svevestøv		1 døgn	1.6.90-30.6.90
	Vindbl. støv	CERL-måler	1 mnd.	1.9.89-31.8.90
	Støvfall	NILU-støvs.	" "	" "
	Vindstyrke	Aanderaa	1 time	" "
	Vindkast (gust)	"	2 sek.	" "
	Vindretning	"	1 time	" "
	Temperatur	"	" "	" "
	Temperatur- differanse			
	10 m-2 m	Aanderaa	1 time	1.9.89-31.8.90
Rel. fuktighet	"	" "	" "	
Nedbørmengde	Pluviograf	1 time	" "	

Sommeren 1990 ble det foretatt døgnmålinger av SO<sub>2</sub> og sot på alle tre stasjonene og døgnmålinger av NO<sub>2</sub> på to av stasjonene. I tillegg ble det utført kontinuerlige registreringer av SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub> samt meteorologiske parametre på Grunnevikshøgda. Ved Dyrholten (Mongstad sør) ble det gjort kontinuerlige målinger av SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub> over en 500 m lang trasé i retning øst-vest.

Det ble målt støvfall på tre stasjoner og vindblåst støv på to stasjoner for hver måned. Det ble registrert døgnmiddelverdier av svevestøv på to stasjoner i juni og tre middelverdier i uken (2+2+3 døgn) på én stasjon i juli og august.

## 2 METEOROLOGISKE MÅLINGER

Det ble utført målinger av vindstyrke, vindretning, vindkast (gust), temperatur og temperaturdifferanse i en 10 m høy mast på Grunnevikshøgda. Temperaturdifferansen mellom 10 og 2 meter over bakken beskriver stabilitetsforholdene i området. De timevise dataene for vindstyrke, vindretning, temperatur og temperaturdifferanse er presentert grafisk i vedlegg 1. I tillegg ble det gjort målinger av luftens relative fuktighet 2 m o.b. og av nedbørmengde for hver time.

### 2.1 DATATILGJENGELIGHET

Datatilgjengeligheten for de meteorologiske målingene er vist i tabell 2.

Tabell 2: Datatilgjengelighet i prosent for meteorologiske parametre målt på Grunnevikshøgda, sommeren 1990.

Parameter		Juni	Juli	August
Vindstyrke	(FF)	99,4	100,0	100,0
Vindkast	(Gust)	99,4	99,3	100,0
Vindretning	(DD)	99,4	100,0	100,0
Temperatur	(TT)	99,4	100,0	100,0
Temperaturdifferanse	(DT 10-2)	99,4	100,0	99,9
Relativ fuktighet	(RH)	99,4	100,0	100,0
Nedbørmengde		100,0	100,0	100,0

Datatilgjengeligheten sommeren 1990 var god for alle parametrene.



## 2.2 VINDRETNING

Frekvensfordeling av vindretning i 12 sektorer på Grunnevikshøgda er vist månedsvis i vedlegg 2 og for hele perioden i vedlegg 3.

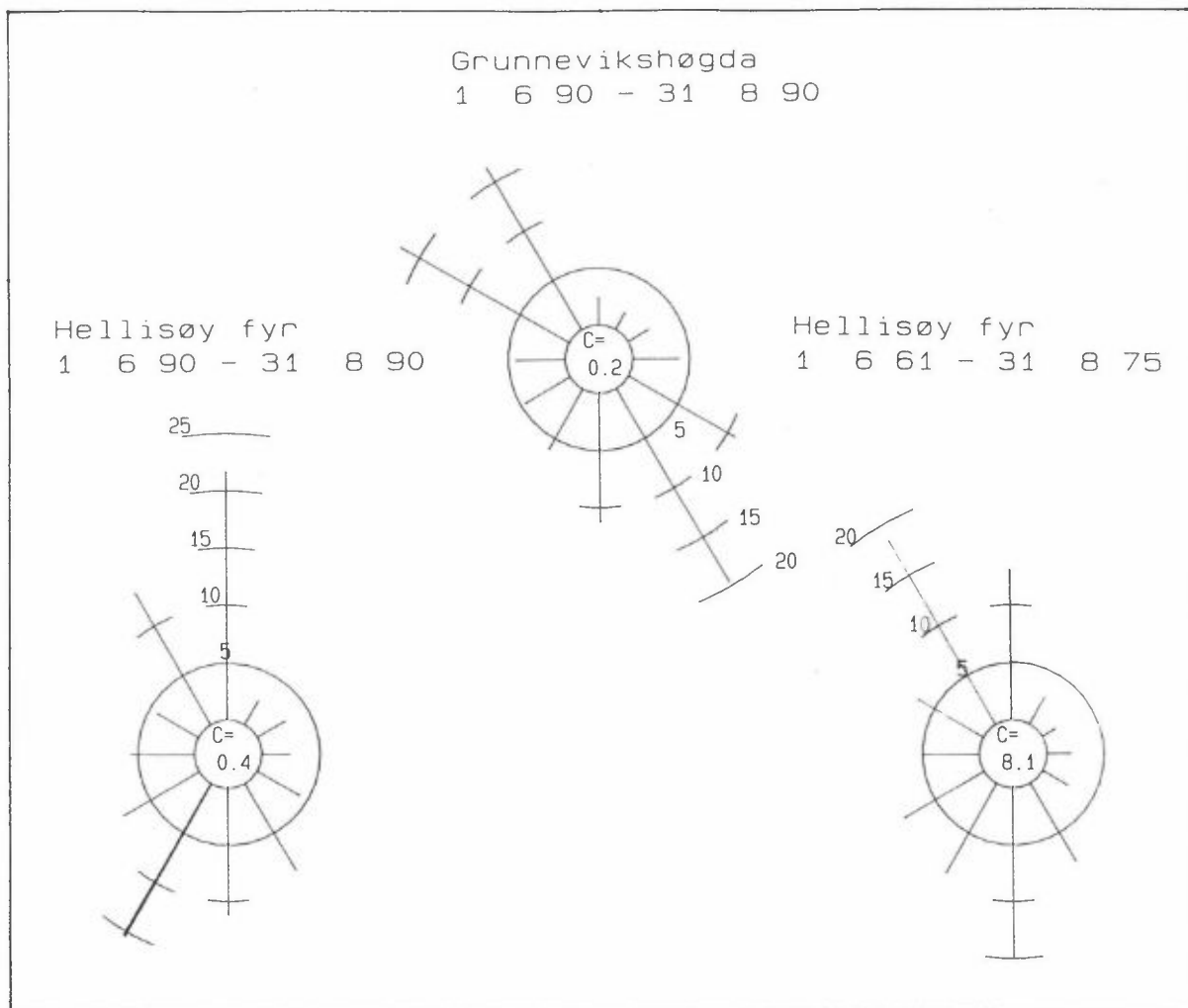
Frekvensfordelingen av vindretning sommeren 1990 på Grunnevikshøgda og Hellisøy fyr er vist i figur 2. Figuren gir også en tilsvarende frekvensfordeling av vindretning for sommermånedene på Hellisøy fyr i perioden 1961-1975.

Figuren viser at de dominerende vindretningene på Grunnevikshøgda var fra sør-sørøst (omkring  $150^\circ$ ), og fra nordvestlige retninger (omkring  $300^\circ$  og  $330^\circ$ ). Totalt blåste det fra sør-sørøst i 19,5 prosent av tiden, fra vest-nordvest i 16,8 prosent av tiden og fra nord-nordvest i 16,4 prosent av tiden.

Vindretningsfordelingen på Hellisøy fyr fra sommeren 1990 skiller seg noe fra 15-års perioden fra 1961-75 ved at det sommeren 1990 blåste oftere fra nord og fra sørvestlige retninger og mindre fra nordvest og fra sør. Sommeren 1990 ble det observert kun 0,4 prosent vindstille på Hellisøy fyr, mens 15-års perioden 1961-75 gav 8,1 prosent vindstille i sommermånedene.

Vindretningsfordelingen på Grunnevikshøgda sommeren 1990 gav dominerende vindretninger langs Fensfjorden. Vind både inn fjorden ( $300^\circ$ - $330^\circ$ ) og ut fjorden ( $120^\circ$ - $150^\circ$ ) inntraff i ca. 1/3 av tiden. Forskjellene i vindretningsfordelingen mellom Grunnevikshøgda og Hellisøy fyr kan delvis forklares ved den generelle friksjonen over land, og at vinden kanaliseres langs Fensfjorden.

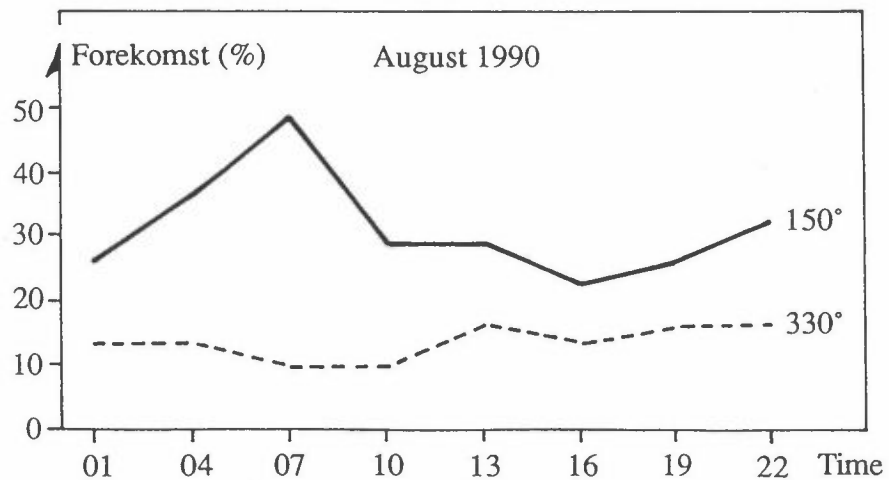
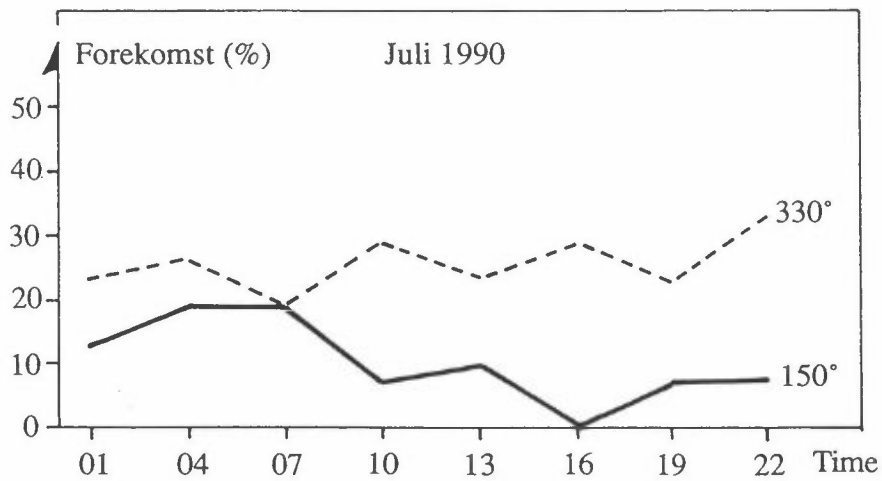
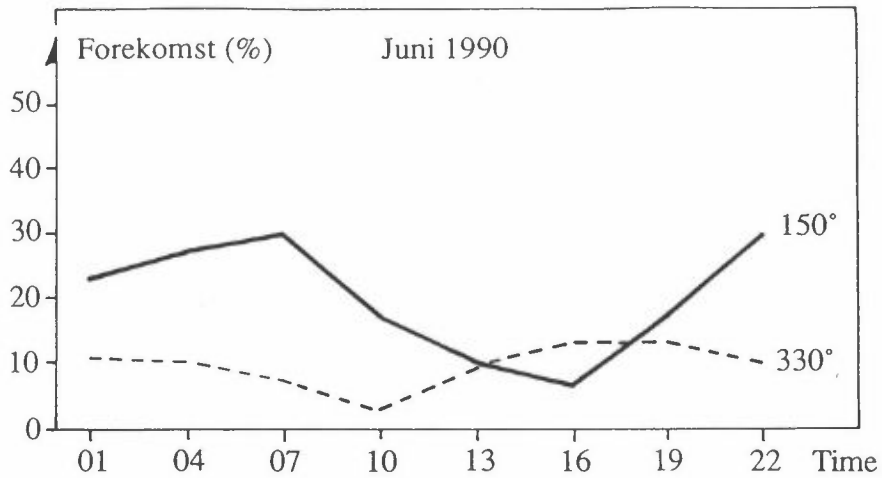
Midlere forekomst over døgnet av de to vindretningene som er typiske for de lokale land-sjøbris forholdene er vist i figur 3. I juni måned forekom vind ut fjorden ( $150^\circ$ ) oftest om natten og formiddagen, mens pålandsvind ( $330^\circ$ ) forekom oftest om ettermiddagen. I juli og august var det ingen typisk døgnvariasjon.



Figur 2: Frekvensfordeling av vindretning fordelt på tolv  $30^\circ$  sektorer fra Grunnevikshøgda og Hellisøy fyr i perioden juni-august 1990 og fra Hellisøy fyr for de samme månedene i årene 1961-1975.

Forekomst av vind fra raffineriet mot de tre målestedene for luftkvalitet; Grunnevikshøgda ( $330^\circ$ - $20^\circ$ ), Dyrholten ( $300^\circ$ - $340^\circ$ ) og Leirvåg ( $80^\circ$ - $120^\circ$ ) er vist i figurer i vedlegg 7.

## Grunnevikshøgda

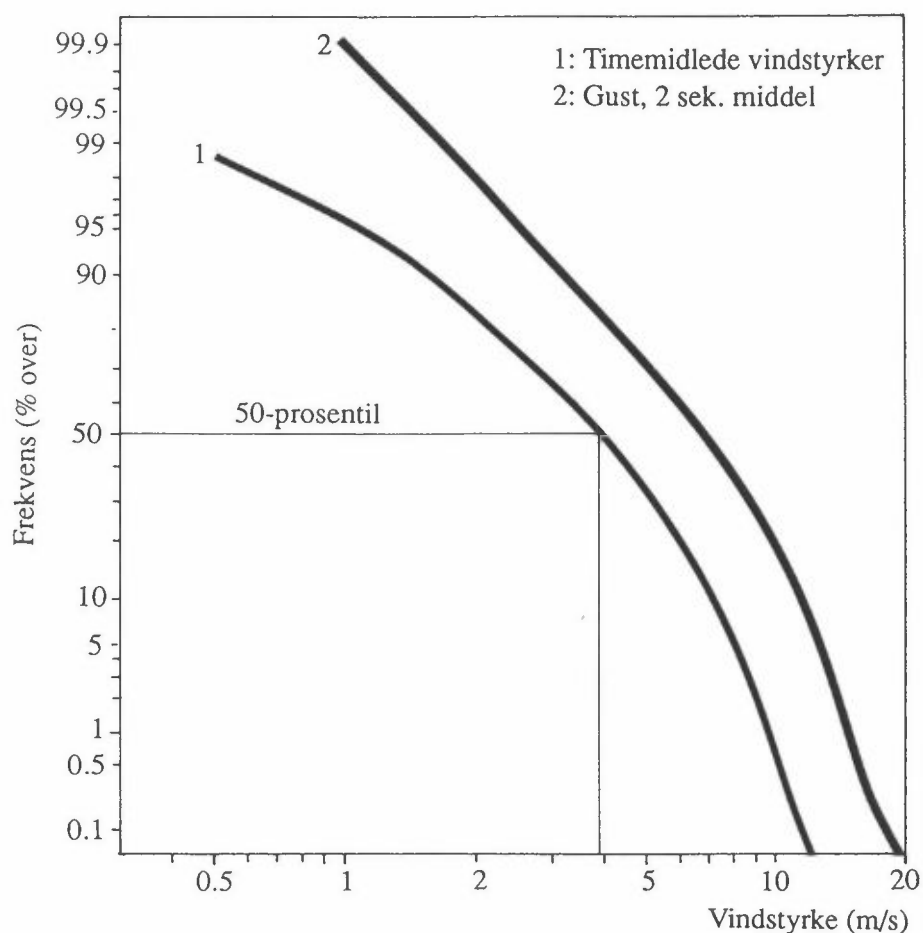


Figur 3: Midlere forekomst over døgnet av fralandsvind ( $150^{\circ}$ ) og pålandsvind ( $330^{\circ}$ ) ved Grunnevikshøgda sommeren 1990.

### 2.3 VINDSTYRKE OG VINDKAST (GUST)

Den høyeste vindstyrken midlet over 2 sekunder ble registrert hver time som vindkast (gust).

Den kumulative frekvensfordelingen av vindstyrke og 2 sekunders gust på Grunnevikshøgda for sommeren 1990 er vist i figur 4.



Figur 4: Kumulativ frekvensfordeling av vindstyrke og 2 sekunders gust på Grunnevikshøgda sommeren 1990. Figuren viser frekvens av vindstyrke større enn verdiene angitt på x-aksen.

På Grunnevikshøgda var middelvindstyrken i perioden 4,1 m/s, mens medianverdien (50-prosentilen) var 3,9 m/s. Høyeste observerte timemidlede vindstyrke var 10,6 m/s, som ble registrert tre ganger i løpet av perioden. Først 18. juli kl. 15, deretter 23. juli kl. 13 og 14.

Det kraftigste vindkastet ble registrert 6. juli kl 17 og var på 18,5 m/s.

Middelvindstyrke månedsvis og samlet for juni, juli og august 1990 på Grunnevikshøgda og Hellisøy fyr er vist i tabell 3. Tabellen viser også middelvindstyrke for de samme månedene i årene 1961-1975.

Tabell 3: Middelvindstyrker i m/s fra Grunnevikshøgda og Hellisøy fyr for sommeren 1990 og fra Hellisøy fyr for sommermånedene i årene 1961-1975.

Periode	Grunnevikshøgda 1990	Hellisøy fyr 1990	Hellisøy fyr 1961-1975
Juni	3,8	7,0	4,4
Juli	4,4	7,0	5,4
August	4,0	8,0	5,1
Middel	4,1	7,3	5,2

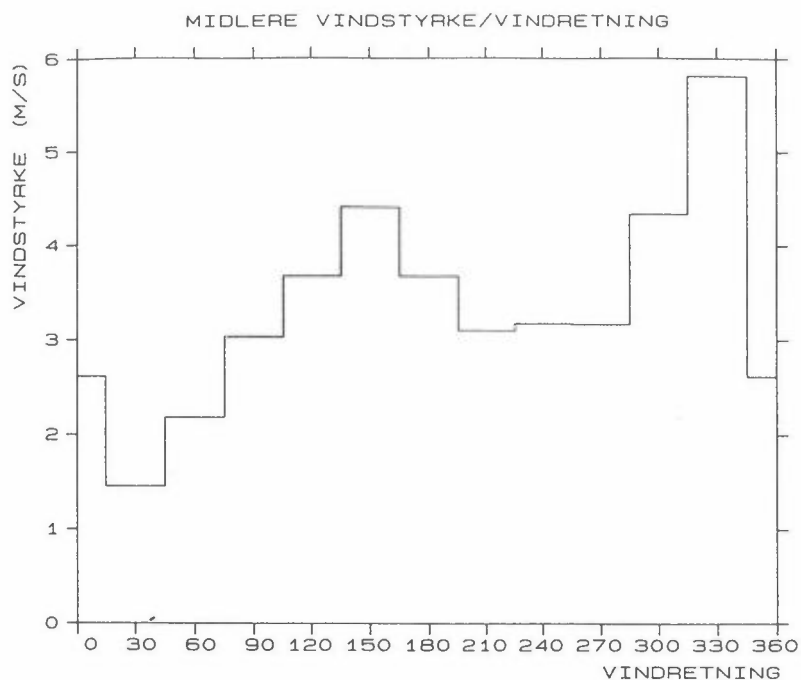
Tabellen viser at vindstyrken på Hellisøy fyr sommeren 1990 var betydelig høyere enn i 15-års perioden 1961-1975.

Vindstyrken på Grunnevikshøgda var som forventet lavere enn på Hellisøy fyr.

#### 2.4 FORHOLD MELLOM VINDSTYRKE OG VINDRETNING

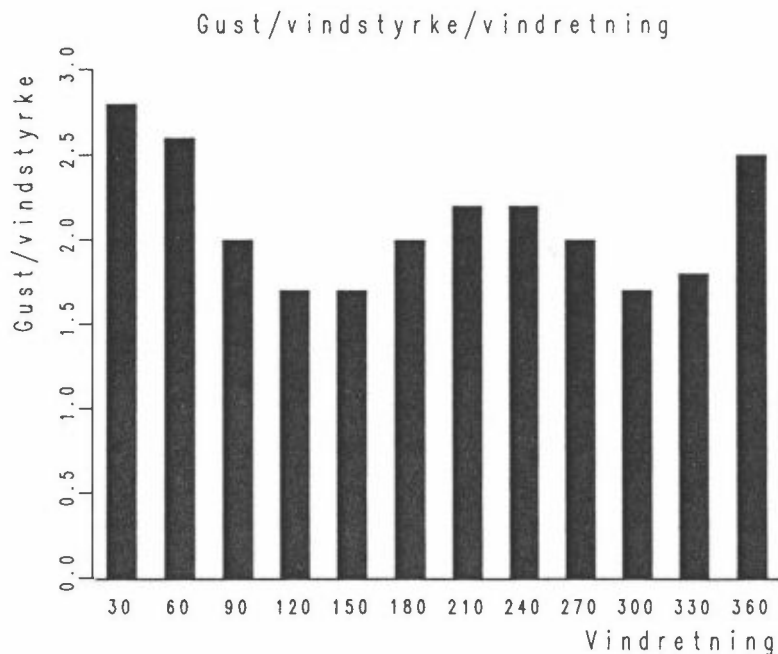
Variasjonen av vindstyrke med vindretningen for sommeren 1990 er vist i figur 5. Figuren viser midlere vindstyrke i måleperioden fordelt på tolv 30°-sektorer. Figuren viser at vind fra omkring 330° (nord-nordvest) ga den høyeste middelvindstyrken, 5,8 m/s, mens vind fra omkring 30° (nord-nordøst) ga den laveste middelvindstyrken, 1,5 m/s. Vind fra 30°-sektoren forekom imidlertid sjelden, totalt bare 1,7% av tiden.

Midlere vindstyrke fra hovedvindretningen, omkring 150°, var 4,4 m/s.



Figur 5: Midlere vindstyrke fordelt på tolv 30°-sektorer på Grunnevikshøgda sommeren 1990.

Forholdet mellom 2 sekunders gust og timemidlet vindstyrke for forskjellige vindretninger er vist i figur 6. Forholdet varierer lite med vindretningen, men var størst ved vind fra nord-nordøst (30°).



Figur 6: Forholdet mellom 2 sekunders gust og timemidlet vindstyrke ved de ulike vindretningene fra Grunnevikshøgda sommeren 1990.

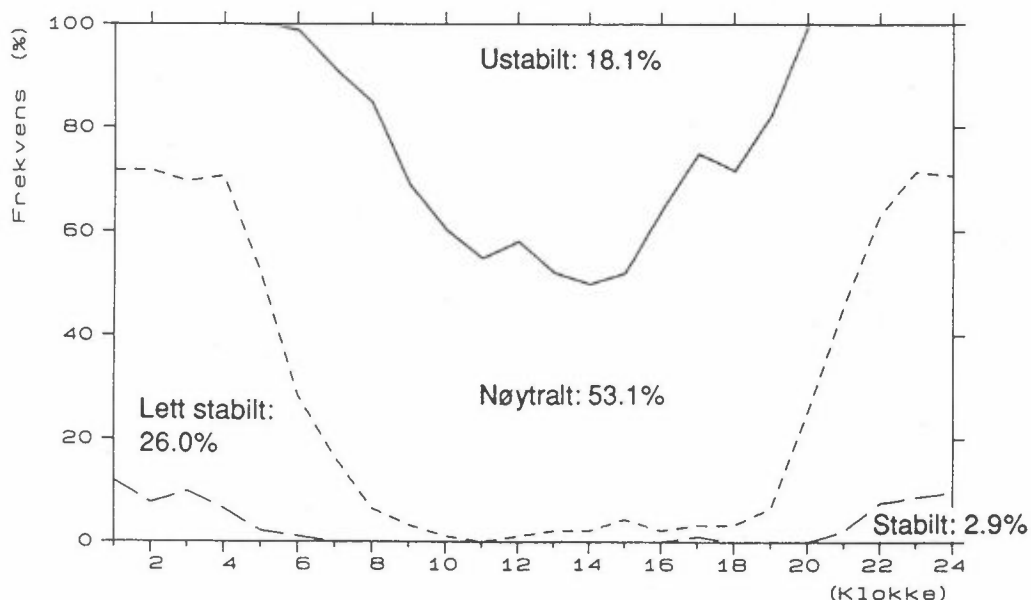
## 2.5 STABILITETSFORHOLD

Beskrivelse av stabilitetsforholdene er basert på timevise målinger av temperaturdifferansen mellom 10 m og 2 m.o.b. (dT). Fire stabilitetsklasser defineres på følgende måte:

Ustabil sjiktning :  $dT < -0,5$  grader C  
 Nøytral sjiktning :  $-0,5 \leq dT < 0$  grader C  
 Lett stabil sjiktning:  $0 \leq dT < 0,5$  grader C  
 Stabil sjiktning :  $0,5 \leq dT$  grader C

Stabilitetsforholdene i fire klasser fordelt over døgnet er vist i figur 7 og gitt i tabellform i vedlegg 4.

Stasjon: Grunnevikshøgda  
 Periode: 01. 06. 90-31. 08. 90  
 Data : Delta T (10-2m)



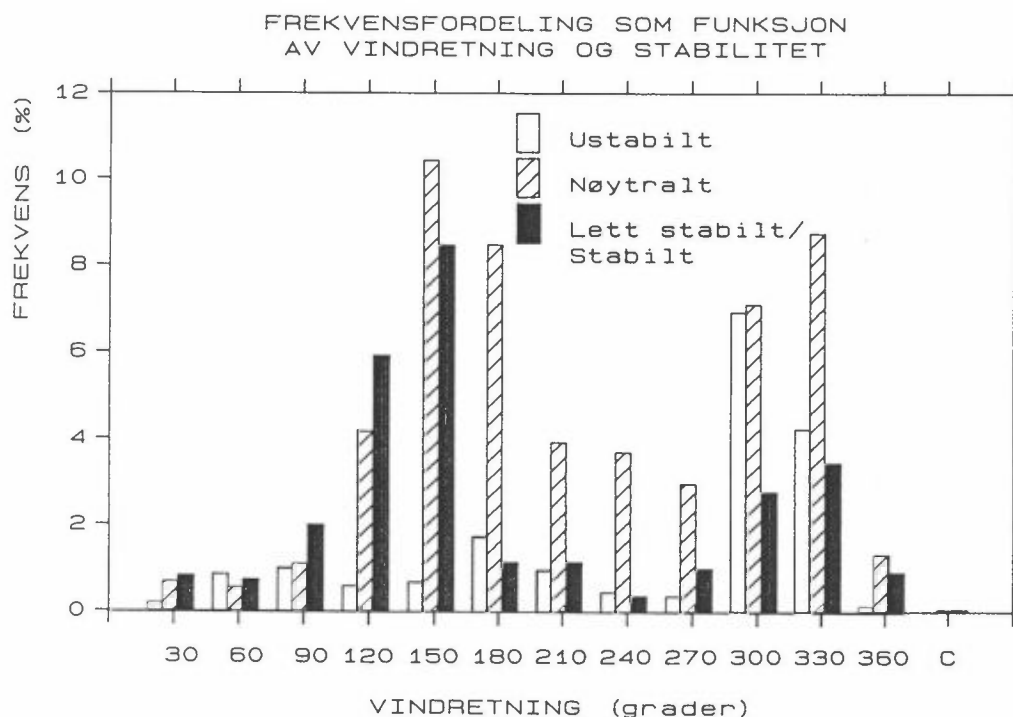
Figur 7: Døgnfordeling av fire stabilitetsklasser basert på målinger av temperaturforskjellen mellom 10 m og 2 m på Grunnevikshøgda sommeren 1990.

Stabilitetsforholdene ved Grunnevikshøgda sommeren 1990 viste en utpreget døgnvariasjon, i det stabil og lett stabil sjiktning forekom oftest om natten, mens ustabil og nøytral sjiktning forekom oftest om dagen.

Nøytral temperatursjiktning, som inntreffer ved sterk vind og i overskyet vær, forekom totalt i 53,1% av tiden. Stabil og lett stabil sjiktning med dårlige spredningsforhold forekom i henholdsvis 2,9 og 26,0% av tiden. Ustabil temperatursjiktning, som inntreffer ved soloppvarming om dagen, forekom i 18,1% av tiden på Grunnevikshøgda sommeren 1990.

## 2.6 VIND OG STABILITET

Statistisk bearbeidelse av vind og stabilitet for sommeren 1990 er gitt i vedlegg 4. Forekomst av ustabil, nøytral og stabil (lett stabil og stabil) sjiktning fordelt på vindretning i 12 sektorer er vist i figur 8. Figuren viser at stabile situasjoner oftest forekom ved vind fra omkring 150° (fralandsvind), mens vind fra nordvest (300°-330°) viste høy forekomst av ustabile forhold.



Figur 8: Frekvens av ustabil, nøytral og stabil (lett stabil + stabil) sjiktning fordelt på vindretning i 12 sektorer på Grunnevikshøgda sommeren 1990.



## 2.7 TEMPERATUR

Månedsvise middel-, maksimums- og minimumstemperatur på Grunnevikshøgda sommeren 1990 er vist i tabell 4. Midlere månedsvise døgnfordeling er gitt i vedlegg 5. Tabell 4 gir også middeltemperaturene fra Hellisøy fyr sommeren 1990 og de tilsvarende månedene i årene 1931-1960.

Tabell 4: Månedlige minimums-, maksimums- og middeltemperaturer på Grunnevikshøgda sommeren 1990 og middeltemperaturer fra Hellisøy fyr sommeren 1990 og samme måneder i årene 1931-1960.

Måned	Grunnevikshøgda 1990			Hellisøy fyr	
	Minimum	Maksimum	Middel	Middel 1990	Middel 1931-1960
Juni	7,9	20,8	13,0	12,5	11,1
Juli	7,9	22,0	13,3	13,1	13,8
August	9,4	22,9	13,8	14,1	14,1

Tabellen viser at middeltemperaturen på Grunnevikshøgda lå nær temperaturen på Hellisøy fyr sommeren 1990. Middeltemperaturen i juni 1990 var høyere enn normalt på Hellisøy fyr, mens middeltemperaturen i juli 1990 var noe lavere. Middeltemperaturen i august 1990 var lik middeltemperaturen for august måned i årene 1931-1960.

## 3 MÅLINGER AV LUFTKVALITET

Måleprogrammet for luftkvalitet er beskrevet i tabell 1, og lokaliseringen av målestasjonene er vist i figur 2. Sommeren 1990 ble det gjort døgnmålinger av  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  og sot på Grunnevikshøgda og Dyrholten og døgnmålinger av  $\text{SO}_2$  og sot på Leirvåg. I tillegg ble det gjort timevise registreringer av  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}$  og  $\text{NO}_2$  på Grunnevikshøgda og av  $\text{SO}_2$  og  $\text{NO}_2$  ved Dyrholten. De timevise registreringene på Grunnevikshøgda er punkt-målinger, mens på Dyrholten er målingene utført med DOAS (Differential Optical Absorption Spectrometry) langs en 500 m lang "løype" i retning øst-vest (se figur 1).

### 3.1 RETNINGSLINJER FOR LUFTKVALITET AV SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> OG SOT

Statens forurensningstilsyn (SFT) har utarbeidet forslag til retningslinjer for luftkvalitet for en rekke stoffer, deriblant svoveldioksid, sot og nitrogen-dioksid (SFT, 1982). Retningslinjene er oppgitt i tabell 5.

Tabell 5: Forslag til retningslinjer for luftkvalitet for svoveldioksid, nitrogen-dioksid og sot.

Stoff	Enhet	Midlingstid		
		1 time	24 timer	6 mndr.
Svoveldioksid	µg/m <sup>3</sup>	350*	100-150	40-60
Nitrogen-dioksid	µg/m <sup>3</sup>	200-350	100-150	75
Sot	µg/m <sup>3</sup>	-	100-150	40-60

\* WHO's grenseverdi.

### 3.2 DATATILGJENGELIGHET

Datatilgjengelighet for sommeren 1990 er vist i tabell 6 ved antall målinger pr. måned for hver komponent.

Tabell 6: Tilgjengelighet av måledata. Antall målinger pr. måned for hver komponent.

Periode	Grunnevikshøgda							Dyrholten					Leirvåg	
	Timemålinger				Døgnmålinger			Timemålinger		Døgnmålinger			Døgnmålinger	
	NO	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	Sot	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	Sot	SO <sub>2</sub>	Sot
Juni	714	714	714	683	30	30	30	593	593	30	30	30	28	28
Juli	726	726	726	694	31	31	31	716	717	31	30	31	20	20
August	739	739	739	706	31	31	31	422	421	31	24	24	23	23
Totalt (%)	98,7	98,7	98,7	94,3	100	100	100	78,4	78,4	100	91,3	92,4	77,2	77,2

Datatilgjengeligheten av luftkvalitetsmålingene sommeren 1990 er god.

### 3.3 DØGNMÅLINGER AV NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> OG SOT

Resultatene av døgnmålingene er framstilt grafisk i vedlegg 6. Månedsmidler og høyeste døgnmiddelverdi for hver måned er gitt for NO<sub>2</sub> i tabell 7, SO<sub>2</sub> i tabell 8 og sot i tabell 9.

Tabell 7: Månedsmiddel og høyeste døgnmiddelverdi for hver måned av NO<sub>2</sub> i µg/m<sup>3</sup>.

Periode	Grunnevikshøgda		Dyrholten	
	Middel	Maks.	Middel	Maks.
Juni	4	8	5	13
Juli	5	12	4	12
August	4	15	5	11
Totalt	4	15	5	13

Tabell 8: Månedsmiddel og høyeste døgnmiddelverdi for hver måned av SO<sub>2</sub> i µg/m<sup>3</sup>.

Periode	Grunnevikshøgda		Dyrholten		Leirvåg	
	Middel	Maks.	Middel	Maks.	Middel	Maks.
Juni	2	11	6	52	1	3
Juli	3	20	2	7	1	3
August	3	26	2	12	3	21
Totalt	3	26	3	52	2	21

Tabell 9: Månedsmiddel og høyeste døgnmiddelverdi for hver måned av sot i µg/m<sup>3</sup>.

Periode	Grunnevikshøgda		Dyrholten		Leirvåg	
	Middel	Maks.	Middel	Maks.	Middel	Maks.
Juni	2	6	2	5	2	5
Juli	1	4	1	4	2	5
August	2	7	3	11	3	10
Totalt	2	7	2	11	2	10

Månedsmidlene av svoveldioksid, nitrogendioksid og sot sommeren 1990 var lave og tilsvarende verdier målt i lite forurensede områder i Norge. Det forekom imidlertid enkelte døgn med forhøyede verdier, spesielt for svoveldioksid.

Den høyeste døgnmiddelverdien av  $\text{SO}_2$  ( $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ble målt ved Dyrholten 14. juni. Høyeste døgnmiddelverdi av  $\text{NO}_2$  ( $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ble målt på Grunnevikshøgda 6. august. Høyeste døgnmiddelverdi av sot ( $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ble målt på Dyrholten 30. august. Forhøyede døgnmiddelverdier av svoveldioksid, nitrogendioksid og sot kan generelt forklares både ved langtransporterte luftforurensninger og ved bidrag fra lokale kilder. Ved å sammenholde antall timer pr. døgn med vind fra raffineriet mot målestedene, gitt i vedlegg 7, og døgnmiddelverdier av luftkvalitet, gitt i vedlegg 6, kan bidraget fra anlegget vurderes.

De høyeste døgnmiddelverdiene av  $\text{SO}_2$  og  $\text{NO}_2$  på Grunnevikshøgda og Dyrholten ble målt på dager da det forekom timer med vind fra raffineriet mot målestasjonene. Det ble også målt svakt forhøyede konsentrasjoner av  $\text{SO}_2$  og  $\text{NO}_2$  i enkelte døgn der det ikke er registrert timer med vind fra raffineriet mot målestasjonene.

Døgnmiddelverdiene av  $\text{SO}_2$  på Leirvåg var lavere enn på de to andre stasjonene, med kun enkelte forhøyede verdier i august.

Forhøyede døgnmiddelverdier av sot ble målt både på dager med og uten forekomst av vind fra raffineriet mot målestasjonene. De høyeste døgnmiddelverdiene på de tre stasjonene ble målt 30. august. Denne dagen er det ikke registrert timer med vind fra raffineriet mot noen av målestedene.

#### 3.4 TIMEVISE MÅLINGER AV $\text{SO}_2$ OG NITROGENOKSIDER

Resultatene av de timevise målingene av  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_2$  og  $\text{SO}_2$  på Grunnevikshøgda og  $\text{SO}_2$  og  $\text{NO}_2$  ved Dyrholten sommeren 1990 er framstilt grafisk i vedlegg 8.

Månedsmiddel beregnet fra de registrerte timemiddelverdiene er gitt i tabell 10.

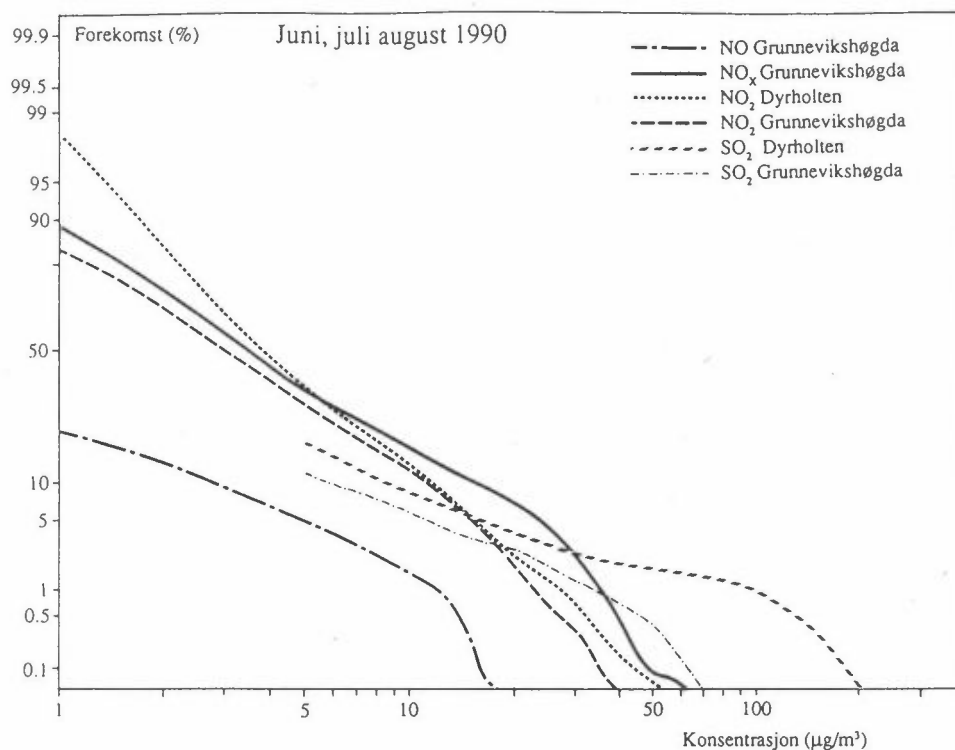
Tabell 10: Månedsmidler av SO<sub>2</sub> og nitrogenoksider i µg/m<sup>3</sup> basert på timevise målinger på Grunnevikshøgda og Dyrholten sommeren 1990. Høyeste timemiddelverdi er gitt i parentes.

Periode	Grunnevikshøgda				Dyrholten	
	NO	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
Juni	0,2(10,3)	3,9(40,7)	3,7(28,5)	2,2(54,1)	6,3(49,2)	10,1(422,0)
Juli	1,2(15,7)	5,8(64,9)	4,1(50,1)	3,5(55,3)	5,2(54,0)	2,9( 37,0)
August	1,7(24,0)	9,0(57,5)	6,3(37,4)	2,3(58,5)	4,9(34,7)	3,1( 31,8)
Totalt	1,0(24,0)	6,3(64,9)	4,7(50,1)	2,7(58,5)	5,5(54,0)	5,4(422,0)

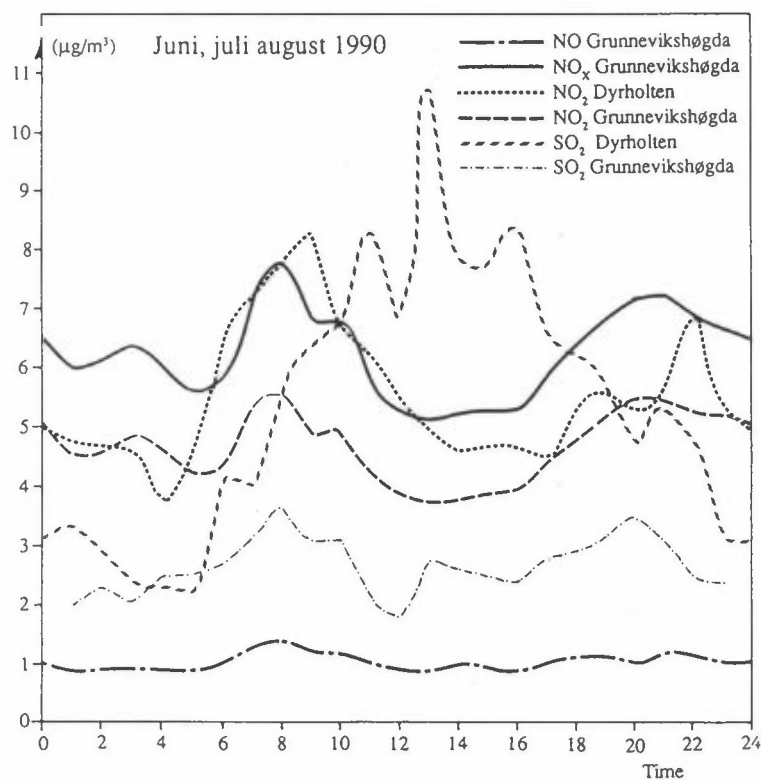
Den høyeste timemiddelverdien av NO<sub>2</sub>, 54 µg/m<sup>3</sup>, ble målt ved Dyrholten 24. juli kl. 22. Den høyeste timemiddelverdien av SO<sub>2</sub>, 422 µg/m<sup>3</sup>, ble målt ved Dyrholten 14. juni kl. 13. Dette er over grenseverdien for svoveldioksid midlet for en time (350 µg/m<sup>3</sup>) gitt av Verdens Helseorganisasjon.

Figur 9 viser frekvensfordelingen av de timevise konsentrasjonene av NO, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub>. Figuren viser at timemiddelverdier av NO<sub>2</sub> over 10 µg/m<sup>3</sup> forekom i ca. 14% av tiden ved Dyrholten og i ca. 13% av tiden på Grunnevikshøgda. Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> over 10 µg/m<sup>3</sup> forekom i ca. 8% av tiden ved Dyrholten og ca. 6% av tiden på Grunnevikshøgda. Timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> over 50 µg/m<sup>3</sup> forekom i ca. 1,8% av tiden ved Dyrholten og ca. 0,4% av tiden på Grunnevikshøgda. Ved Dyrholten ble det registrert 5 timer med timemiddelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> over 150 µg/m<sup>3</sup>, alle i juni måned.

Midlere døgnvariasjon av de timevise konsentrasjonene er vist i figur 10. Figuren viser ingen utpreget døgnvariasjon for noen av komponentene, bortsett fra for SO<sub>2</sub> ved Dyrholten som var



Figur 9: Frekvensfordeling av timevise målinger av NO, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub> fra Grunnevikshøgda og SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub> fra Dyrholten i perioden 1. juni - 31. august 1990. Figuren viser frekvens av konsentrasjoner større enn verdiene angitt på x-aksen.



Figur 10: Midlere døgnvariasjon av nitrogenoksider og svovel-dioksid på Grunnevikshøgda og ved Dyrholten i perioden 1. juni - 31. august 1990.

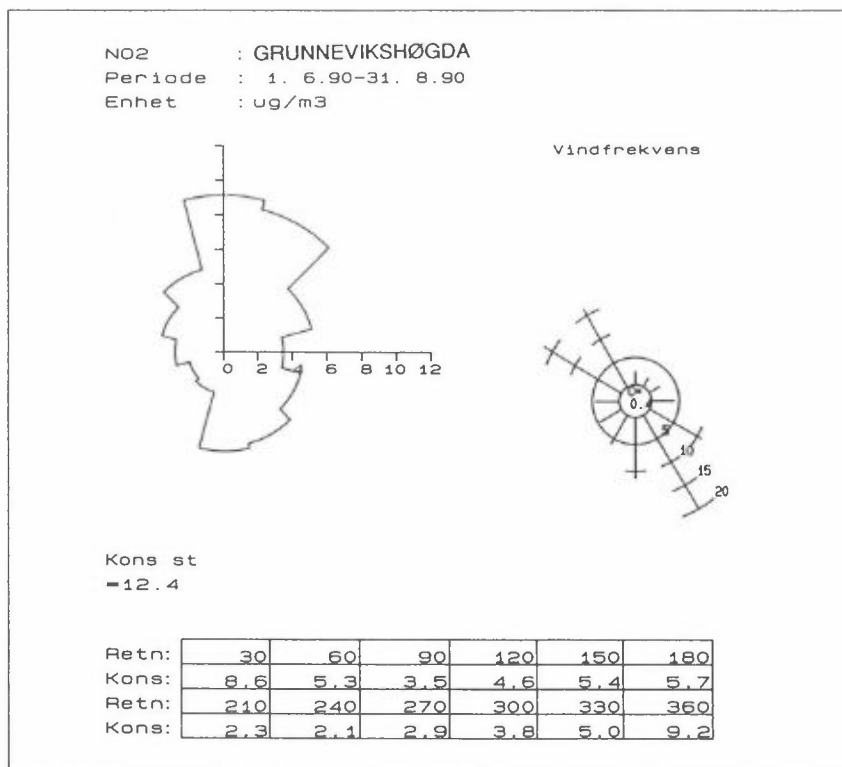
høyere om dagen enn om natten. Dette er knyttet til høy forekomst av vind inn fjorden om dagen på grunn av solgangsbris. Fordi konsentrasjonsnivåene utenom episodene var relativt lave, kan de enkelte høye timeverdiene gi utslag i døgnfordelingen.

Figurene 11 og 12 viser middelkonsentrasjoner av  $\text{NO}_2$  fra Grunnevikshøgda og Dyrholten ved vind fra tolv  $30^\circ$ -sektorer på Grunnevikshøgda. Figurene viser at vind fra nord og nord-nordøst ( $360$  og  $30^\circ$ ) gav de høyeste middelkonsentrasjonene ved Grunnevikshøgda, mens vind fra nordøstlige retninger ( $30^\circ$  og  $60^\circ$ ) gav de høyeste konsentrasjonene ved Dyrholten. Forekomsten av vind fra disse retningene var imidlertid liten.

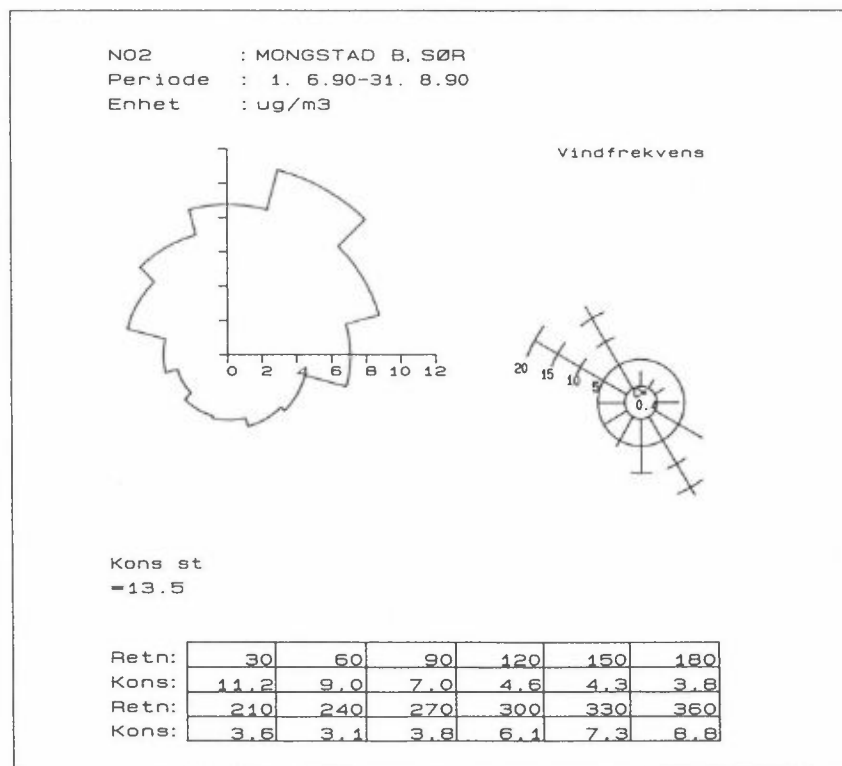
Middelkonsentrasjoner av  $\text{SO}_2$  fra Grunnevikshøgda og Dyrholten ved vind fra tolv  $30^\circ$  sektorer på Grunnevikshøgda er vist i figurene 13 og 14. Figurene viser at vind fra raffineriet mot målestasjonene, nord og nord-nordvest på Grunnevikshøgda og nordvestlige retninger ved Dyrholten, gav høyere middelkonsentrasjoner av  $\text{SO}_2$  enn vind fra andre retninger. Sommeren 1990 blåste det fra raffineriet mot målestasjonen på Grunnevikshøgda i ca. 19% av tiden og fra raffineriet mot målestasjonen på Dyrholten i ca. 33% av tiden.

Figurene 15 og 16 viser forekomst av konsentrasjoner av svoveldioksid som funksjon av vindretning fordelt på  $10^\circ$ -sektorer på Grunnevikshøgda og ved Dyrholten sommeren 1990. Både på Grunnevikshøgda og ved Dyrholten forekom de høyeste timemiddelkonsentrasjonene av  $\text{SO}_2$  ved vind fra raffineriet mot målestasjonen ( $310-10^\circ$  på Grunnevikshøgda og  $300-320^\circ$  ved Dyrholten).

Figurene 17 og 18 viser forekomst av konsentrasjoner av nitrogendioksid som funksjon av vindretning fordelt på  $10^\circ$ -sektorer på Grunnevikshøgda og ved Dyrholten. De høyeste konsentrasjonene av  $\text{NO}_2$  ved Grunnevikshøgda forekom ved vind fra sørlige retninger. Ved Dyrholten er det vanskelig å se noen sammenheng mellom vindretning og konsentrasjonsnivå for  $\text{NO}_2$ .

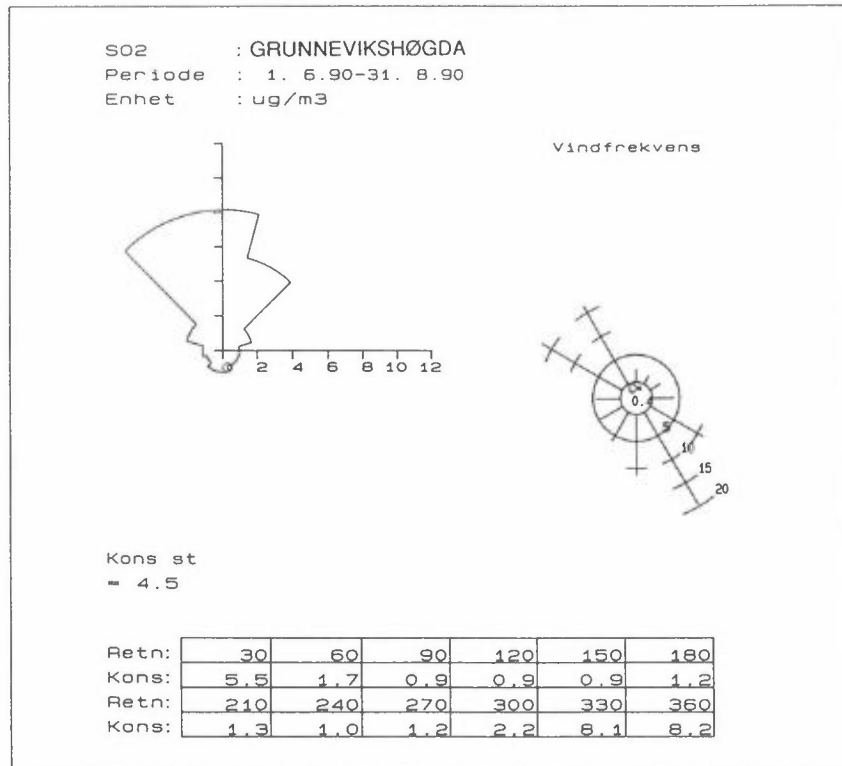


Figur 11: Middelskonsentrasjoner av NO<sub>2</sub> ved vind fra tolv 30°-sektorer på Grunnevikshøgda.

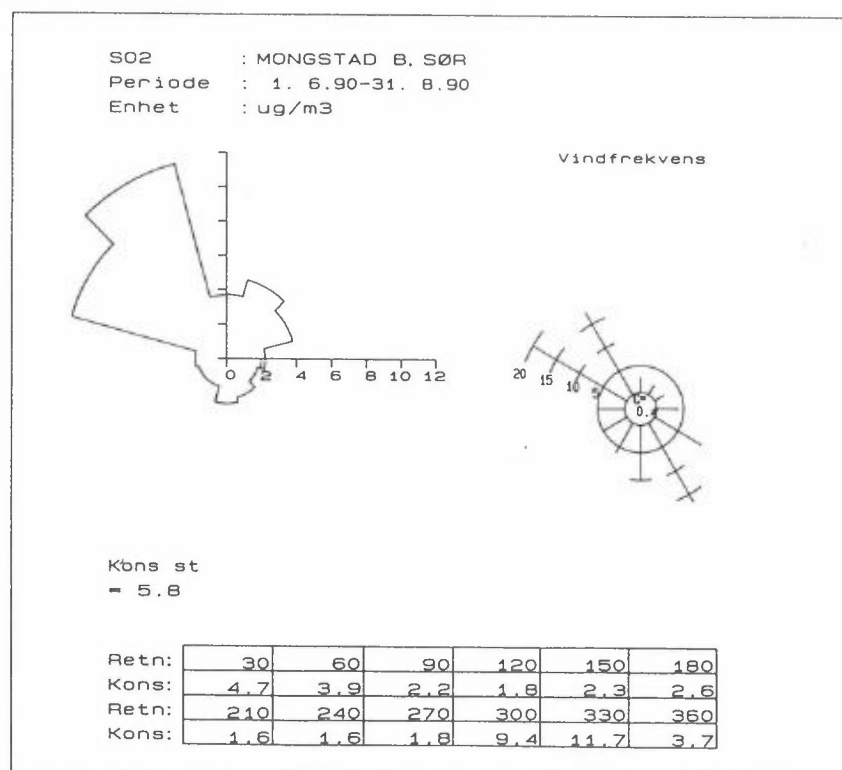


Figur 12: Middelskonsentrasjoner av NO<sub>2</sub> ved vind fra tolv 30°-sektorer ved Dyrholten.

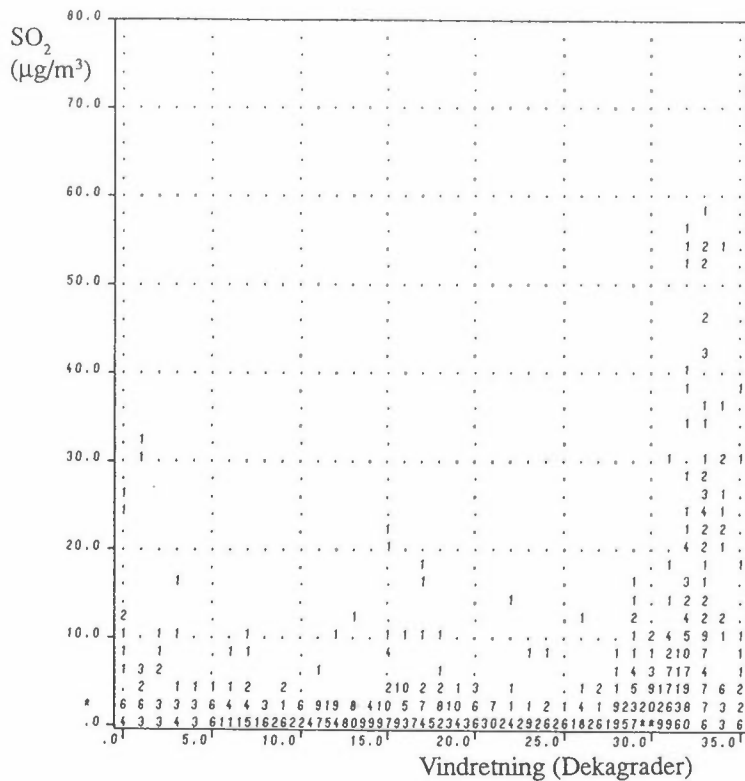




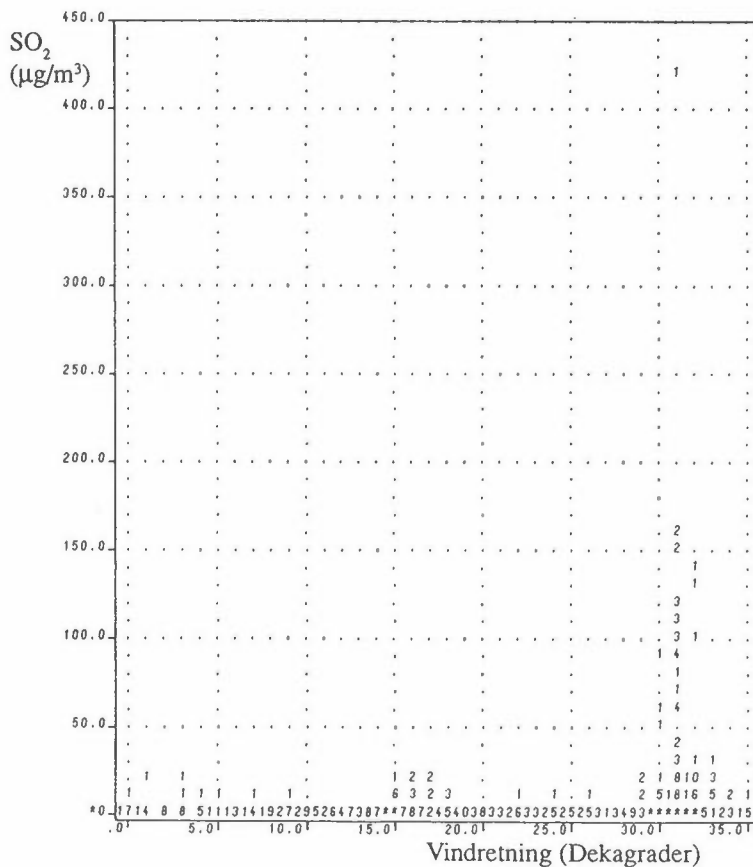
Figur 13: Middelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> ved vind fra tolv 30<sup>o</sup>-sektorer på Grunnevikshøgda.



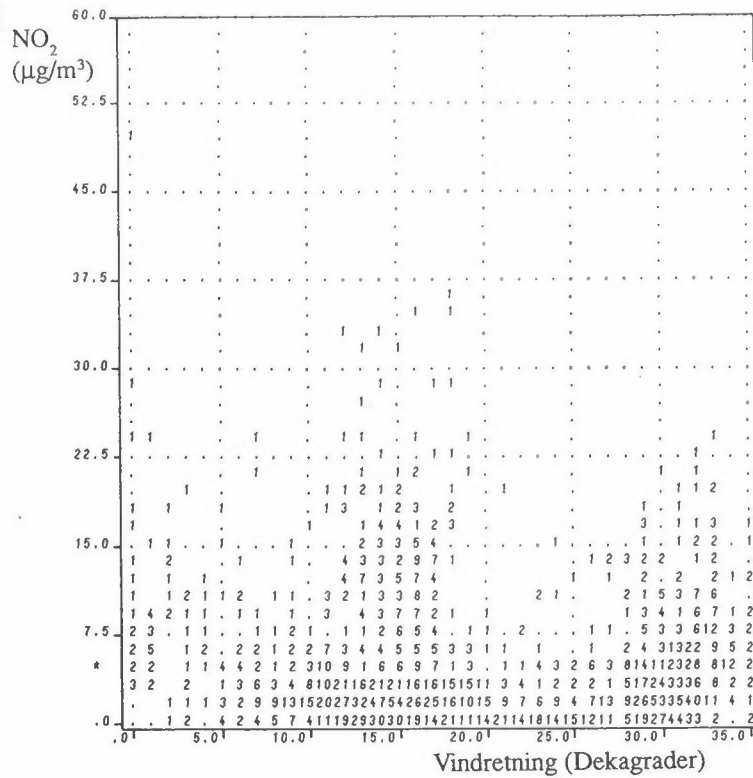
Figur 14: Middelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> ved vind fra tolv 30<sup>o</sup>-sektorer ved Dyrholten.



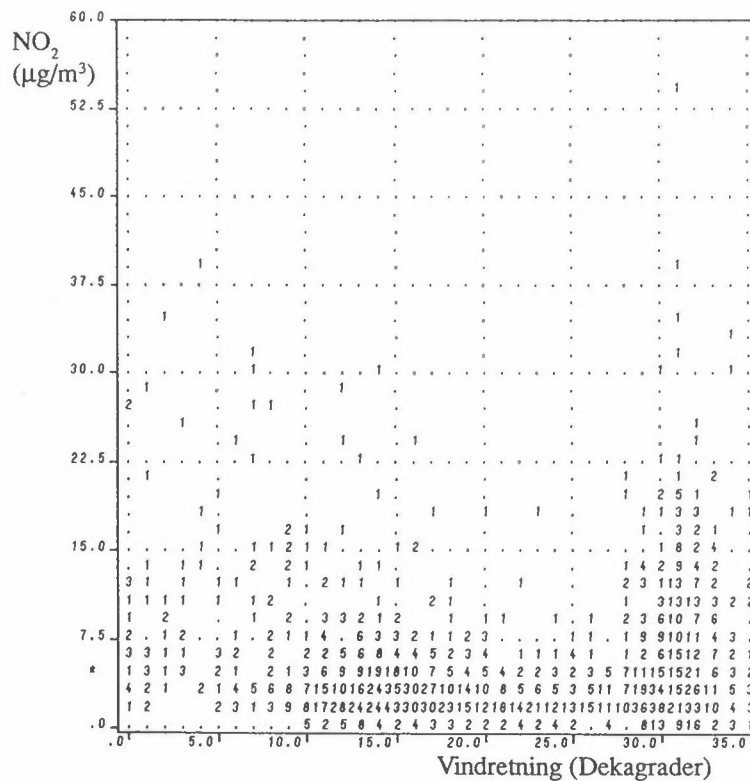
Figur 15: Forekomst av timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> på Grunnevikshøgda fordelt på vindretning i 10<sup>0</sup>-sektorer.



Figur 16: Forekomst av timemiddelverdier av SO<sub>2</sub> ved Dyrholten fordelt på vindretning i 10<sup>0</sup>-sektorer.



Figur 17: Forekomst av timemiddelerverdier av NO<sub>2</sub> på Grunnevikshøgda fordelt på vindretning i 10<sup>0</sup>-sektorer.



Figur 18: Forekomst av timemiddelerverdier av NO<sub>2</sub> ved Dyrholten fordelt på vindretning i 10<sup>0</sup>-sektorer.

## 4 STØVMÅLINGER

Det ble utført støvmålinger på månedsbasis for å vurdere støvbelastningen i området. I perioden juni-august 1990 ble det målt støvfall på Grunnevikshøgda, Dyrholten og Leirvåg, og det ble samlet vindblåst støv i fire vertikalsylindere på Grunnevikshøgda og på Leirvåg. I tillegg ble det målt svevestøvkonsentrasjoner på døgnbasis på Grunnevikshøgda og Leirvåg i juni, og det ble målt svevestøvkonsentrasjoner 3 ganger i uka, (gjennomsnitt for 2, 2 og 3 døgn) på Leirvåg i juli og august. Samtidig med svevestøvmålingene ble det gjort målinger med spesialfiltre for en mikroskopiundersøkelse av svevestøvet.

### 4.1 STØV FALL

NILUs støvsamler registrerer den delen av støvet som faller ned i en åpen oppsamler. I hovedsak er dette partikler større enn noen titalls  $\mu\text{m}$  i diameter. Målemetoden svarer til en internasjonal standard (ISO), slik at målingene kan sammenliknes med målinger andre steder utført med ISO-standardmetode.

Resultatene av de månedsvise målingene sommeren 1990 er gitt i tabell 10.

Tabell 10: Støvfall i  $\text{gram/m}^2$  pr. måned målt med NILUs støvsamlere sommeren 1990.

Måned	Grunnevikshøgda	Dyrholten	Leirvåg
Juni	0,8	1,6	0,9
Juli	1,1	1,8	1,0
August	2,5	0,4	0,6

Ved NILU brukes følgende klassifisering for totalt støvfall, som er i samsvar med svenske og finske forslag:

Meget høyt:	over 15 g/m <sup>2</sup>	pr. 30 døgn
Høyt	: 10-15 g/m <sup>2</sup>	pr. 30 døgn
Moderat	: 5-10 g/m <sup>2</sup>	pr. 30 døgn
Lavt	: under 5 g/m <sup>2</sup>	pr. 30 døgn

Resultatene fra målingene av støvfall sommeren 1990 viser et lavt nivå på alle tre stasjonene.

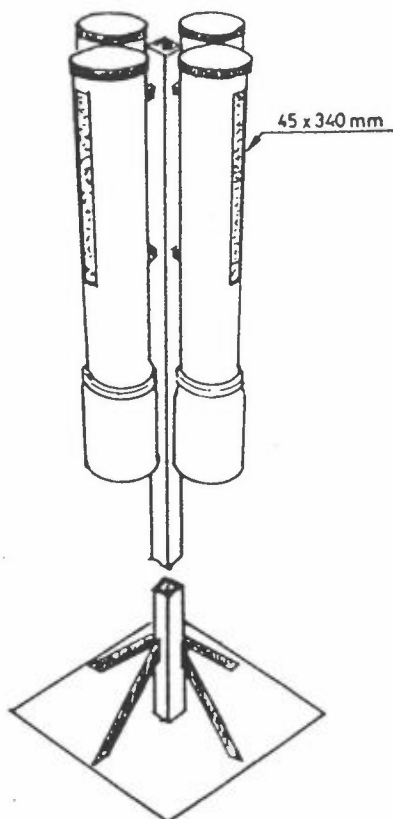
#### 4.2 VINDBLÅST STØV

Til oppsamling av vindblåst støv ble det brukt en samler utviklet av Central Electricity Research Laboratory (CERL) i England. Denne støvsamleren er i realiteten en impaktor, idet partikler som føres med vinden vil fortsette inn i samleren, mens luftstrømmen bøyer av. Samleren er vist i figur 19 og består av fire vertikale sylindere med en åpning på 45x340 mm plassert i fire forskjellige retninger.

Resultater fra målingene av vindblåst støv sommeren 1990 er gitt i tabell 11.

Tabell 11: Vindblåst støv i mg pr. måned fordelt på fire vindsektorer sommeren 1990.

Måned	Grunnevikshøgda				Leirvåg			
	Nord	Øst	Sør	Vest	Nord	Øst	Sør	Vest
Juni	4	3	3	6	5	2	2	3
Juli	13	5	5	5	5	4	7	8
August	17	3	4	4	3	5	3	3



Figur 19: CERL støvsamler for oppsamling av vindblåst støv fordelt på fire retninger.

De fire vindsektorene, nord, øst, sør og vest angir vind fra denne sektoren. På Grunnevikshøgda betyr nord vind fra raffineriet, mens vind fra raffineriet på stasjonen Leirvåg er østlig.

Tabellen viser at støvkonsentrasjonene ved vind fra nord på Grunnevikshøgda var vesentlig høyere enn ved vind fra de andre retningene i juli og august, mens de var omtrent like ved de forskjellige vindretningene i juni.

Ved Leirvåg var støvmengdene omtrent like ved vind fra de fire sektorene.

#### 4.3 KONSENTRASJONER AV SVEVESTØV

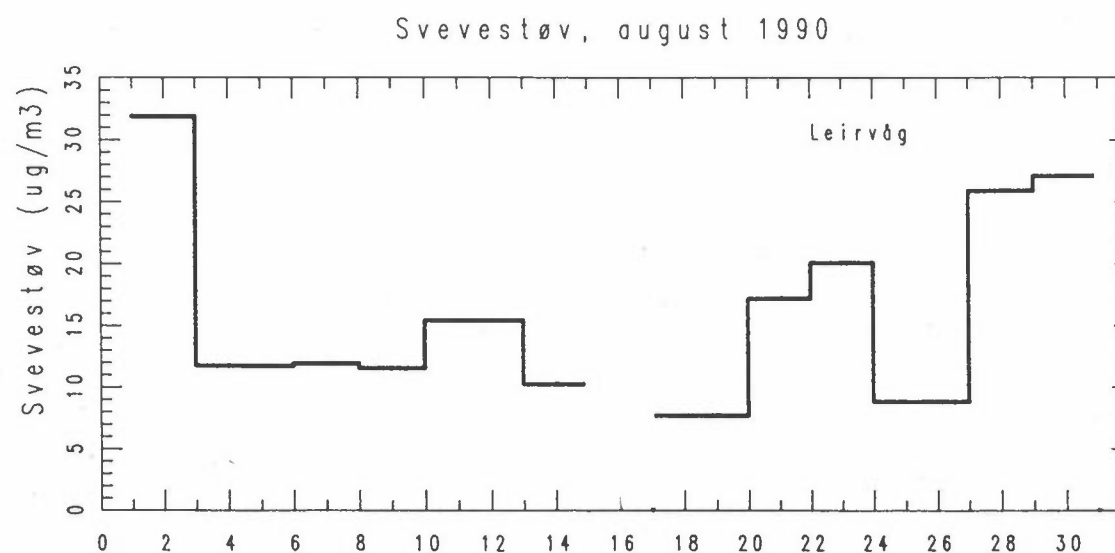
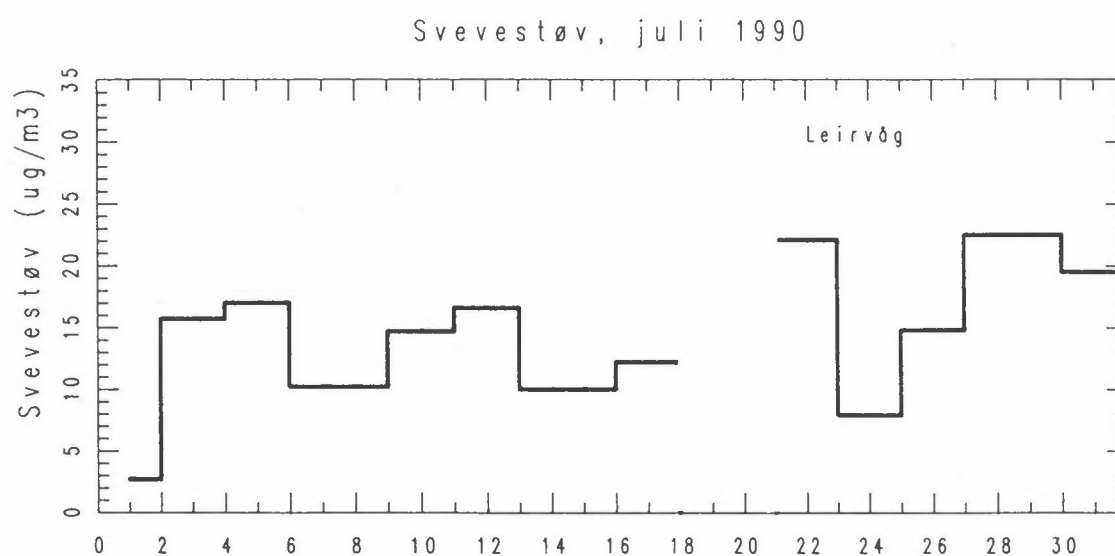
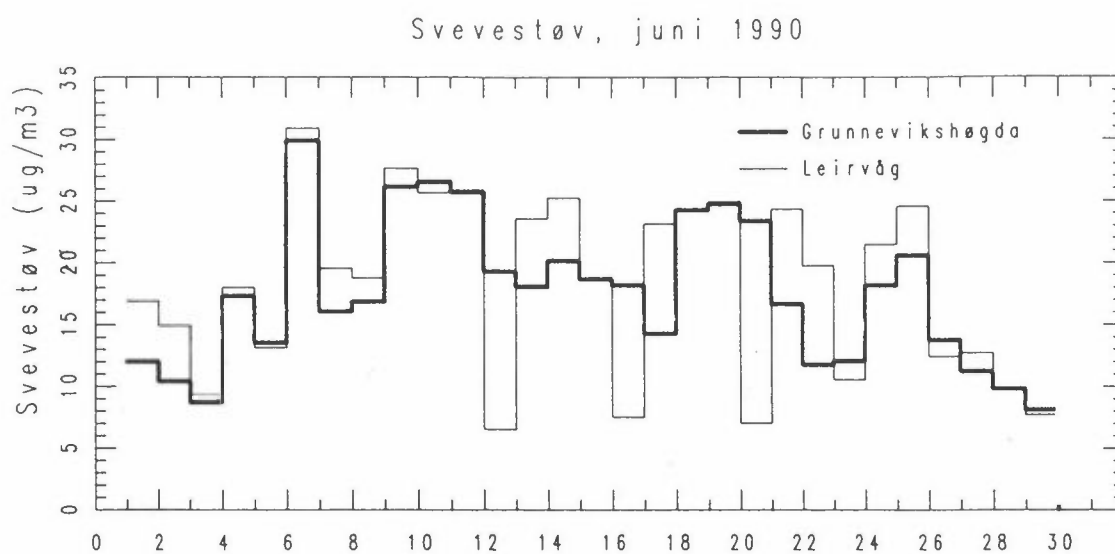
De målte konsentrasjonene av svevestøv ved Grunnevikshøgda og Leirvåg i juni og ved Leirvåg i juli og august er fremstilt

grafisk i figur 20. Høyeste middelvei i perioden,  $31,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ble målt ved Leirvåg, som todøgns middelvei fra 1.-3. august. De målte konsentrasjonene er alle under WHO's grenseverdier for totalt svevestøv, som er  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som middel over 24 timer (WHO, 1987). Månedsmiddelmålinger, maksimum pr. måned og medianverdier er gitt i tabell 12.

Tabell 12: Sammendrag av svevestøvkonsentrasjoner (i  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) målt ved Grunnevikshøgda og Leirvåg i juni og ved Leirvåg i juli og august.

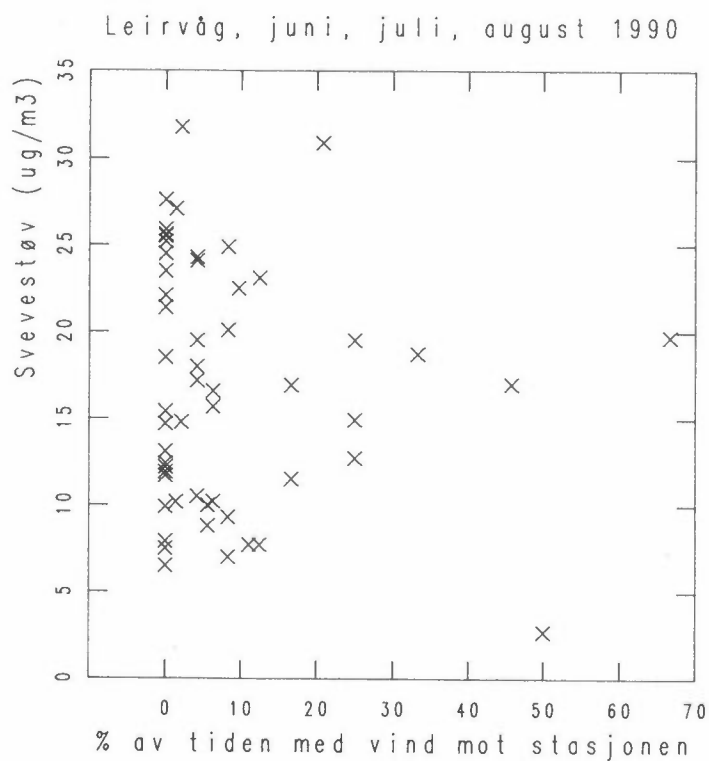
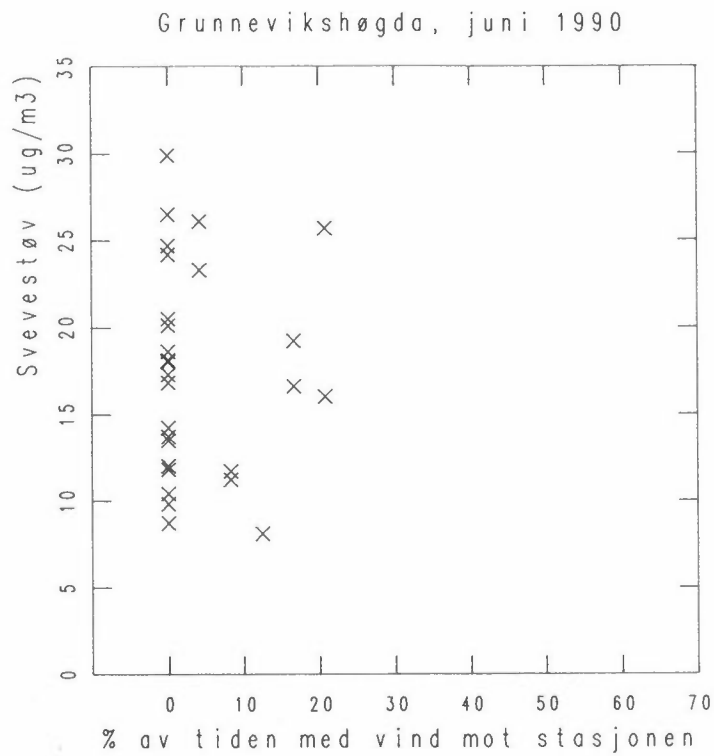
Stasjon	Måned	Aritmetrisk middel	Median (50-prosentil)	Maksimum	Dato for maks.
Grunnevikshøgda	Juni	17,4	17,3	29,9	6.-7.
Leirvåg	Juni	18,0	18,7	30,9	6.-7.
	Juli	14,7	-	22,5	27.-30.
	August	16,2	-	31,8	1.-3.

I figur 21 er det plottet målte svevestøvkonsentrasjoner mot samtidig forekomst av vind fra raffineriet mot målestasjonene. Figuren viser ingen åpenbare sammenhenger. Ved Grunnevikshøgda ble den høyeste svevestøvkonsentrasjonen målt i et døgn da det ikke ble registrert noen timer med vind fra raffineriet mot målestasjonen. Ved Leirvåg ble de høyeste konsentrasjonene,  $31,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $30,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , målt i perioder da det ble registrert vind fra anlegget mot målestasjonen i henholdsvis 2 og 21% av tiden. Årsakene til at vi ikke ser noen klare sammenhenger kan være flere, men det kan synes som midlingstiden (1, 2, 3 døgn) kan være for lang til å kunne fange opp konsentrasjonsvariasjonene.



Figur 20: Svevestøvkonsentrasjoner ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ved Grunnevikshøgda og Leirvåg i juni og ved Leirvåg i juli og august 1990.





Figur 21: Sammenhenger mellom svevestøvkonsentrasjoner og forekomst av vind fra raffineriet mot målestasjonene Grunnevikshøgda og Leirvåg.

#### 4.4 MIKROSKOPIUNDERSØKELSE AV SVEVESTØV

Resultatene fra mikroskoperingen er vist i tabell 13. I tillegg er det gitt et sammendrag av vinddata for periodene og samtidige svevestøvkonsentrasjoner. Alle filterne er sett gjennom i mikroskop, men tabellen gjengir bare de mest interessante. Det vil for det meste si de mørkeste filterne. De tabellerte filterne har gjennomgått en grundigere undersøkelse enn de andre.

I mikroskopiundersøkelsen er det sett spesielt etter koks, og forsøkt å skille mellom kalsinert- og grønn koks. I tillegg er det vurdert sot og pollen som viser seg å være en dominerende støvtype i en del tidsperioder. En har også forsøkt å finne igjen støv fra cracker-katalysatoren på filterne. Dette har vært vanskelig fordi disse partiklene har hvithet svært nær bakgrunnens (dvs. filterets) hvithet.

Total støvmengde (hovedsakelig relatert til koks- og sotmengde) på filterne anvendt for mikroskopi er vurdert etter sverting, og skalaen er beskrevet i tabellen. En gjør oppmerksom på at det ikke er gjort noe forsøk på korreksjon pga. ulik prøvetakingsvarighet og dermed luftgjennomgang.

Kodeangivelsene på ulike støvtyper er relative vurderinger slik at en bestemt støvtype kan ha høyt tall selv om den totale mengde støv er liten. Det er en tendens til at filtere med relativt mye kalsinert koks har færre finkornige partikler enn de øvrige filterne.

Alle de nevnte partikkeltypene forekommer på alle filterne. Når det i kolonnene i tabellen ikke står noe tall for angivelse av partikkeltyper, er mengden så liten at en har vurdert den som uinteressant.

Mikroskoperingen gav god sammenheng mellom forekomst av vind fra raffineriet og gjenkjennelse av støv fra raffineriet. Det



var spesielt grønnkoks og kalsinert koks som ble identifisert på dager med vind fra raffineriet.

Støvkonsentrasjonene er lave og langt under WHOs grenseverdi for døgn ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Det kan imidlertid forekomme kortvarige avblåsninger fra haugene. Disse vil imidlertid ikke gi høy støvbelastning midlet over døgn og lengre perioder. Mikrosko- peringen gir at støv fra raffineriet ikke er en dominerende del av støvbelastningen i området.

## 5 REFERANSER

Aarnes, M.J. og Bøhler, T. (1990) Meteorologi og luftkvalitet på Mongstad vinteren 1989/90. Lillestrøm (NILU OR 53/90).

Aarnes, M.J. og Bøhler, T. (1990) Meteorologi og luftkvalitet på Mongstad våren 1990. Lillestrøm (NILU OR 82/90).

Aarnes, M.J. og Bøhler, T. (1990) Nedbørkvalitet ved Mongstad vinteren 1989/90. Lillestrøm (NILU OR 54/90).

Aarnes, M.J. og Bøhler, T. (1990) Nedbørkvalitet ved Mongstad våren 1990. Lillestrøm (NILU OR 81/90).

Aarnes, M.J. og Bøhler, T. (1991) Nedbørkvalitet ved Mongstad sommeren 1990. Lillestrøm (NILU OR 21/91).

Johnsrud, M. og Bøhler, T. (1990) Meteorologi og luftkvalitet på Mongstad høsten 1989. Lillestrøm (NILU OR 26/90)

Johnsrud, M. og Bøhler, T. (1990) Nedbørkvalitet ved Mongstad høsten 1989. Lillestrøm (NILU OR 27/90).

SFT (1982) Luftforurensning. Virkninger på helse og miljø. Oslo (Statens forurensningstilsyn. SFT-rapport, 38).

World Health Organization (1987) Air Quality Guidelines for Europe. Copenhagen (WHO regional publications European series; No. 23).

## VEDLEGG 1

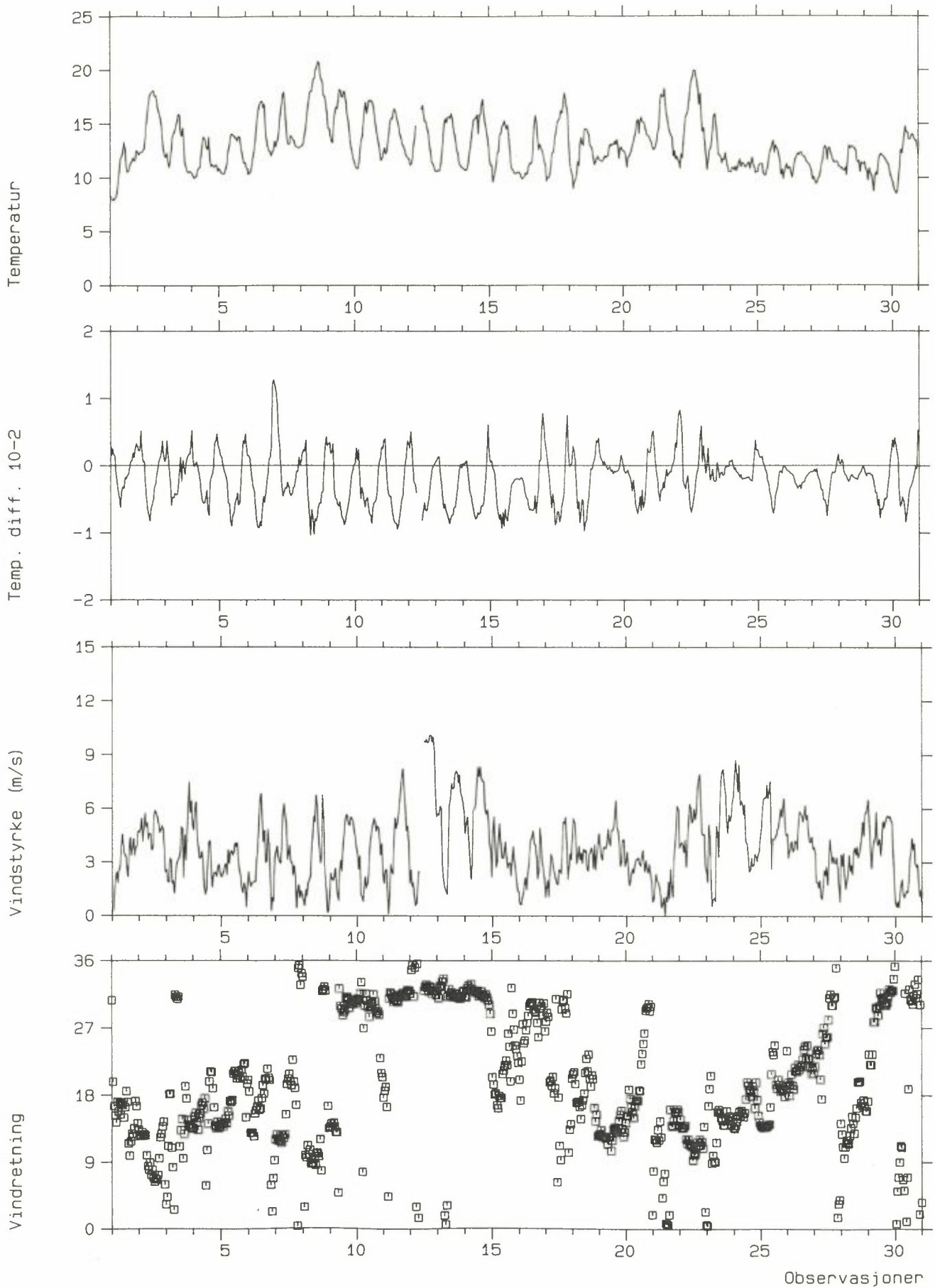
Grafisk presentasjon av meteorologiske data fra  
Grunnevikshøgda.



00 37

Stasjon: Grunnevikshøgda

Måned : Juni 1990

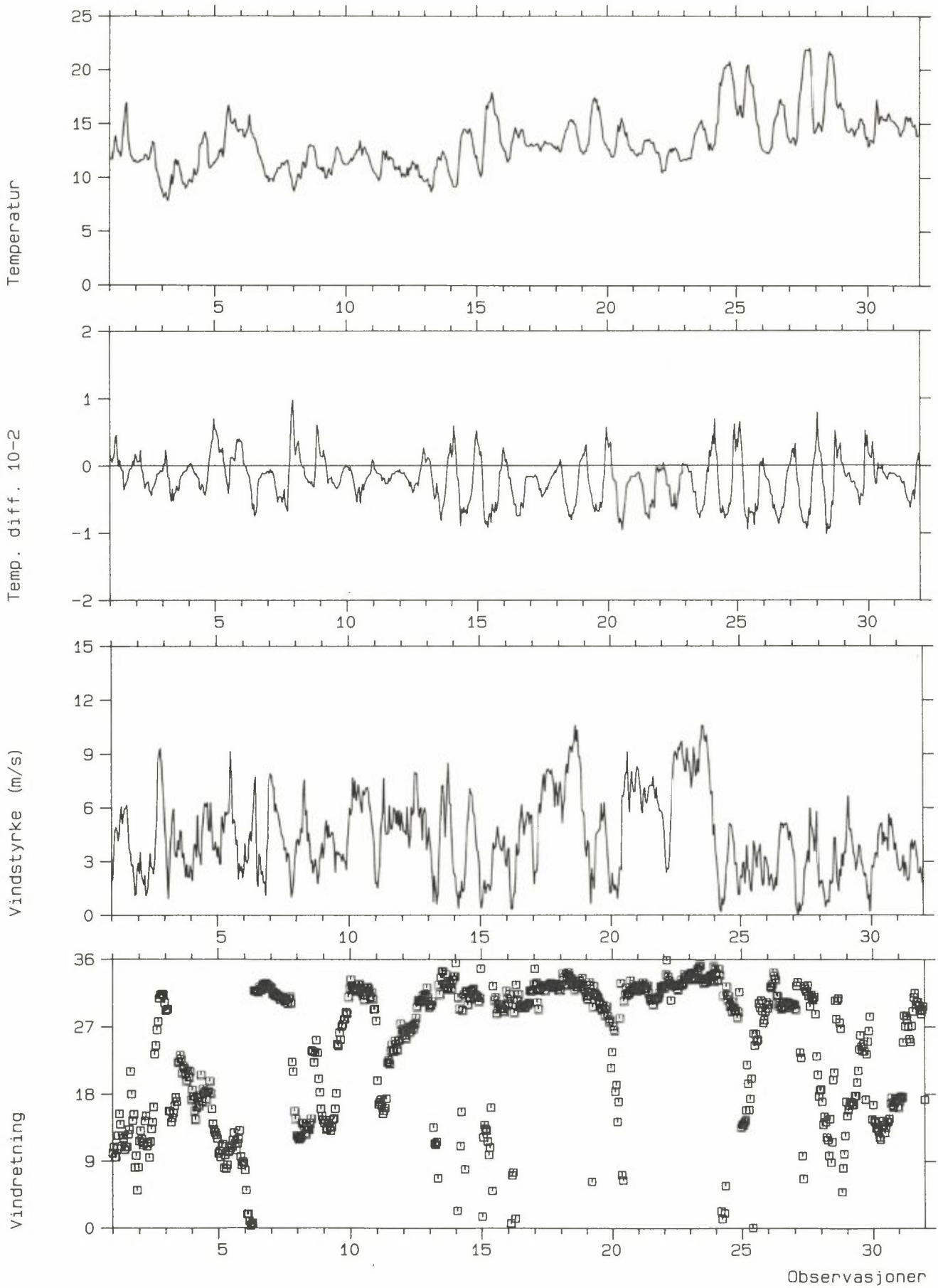




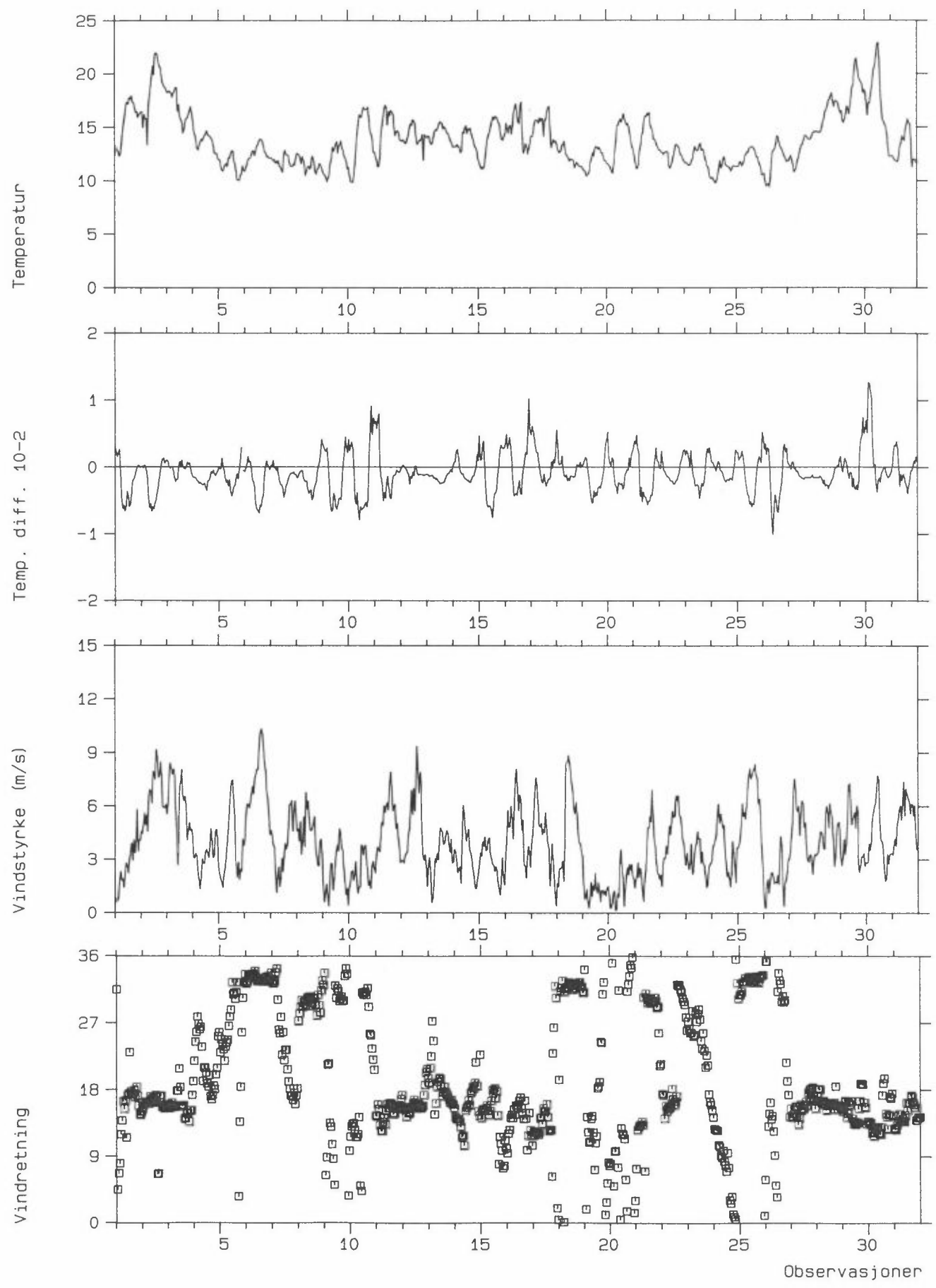
32410

Stasjon: Grunnevikshøgda

Måned : Juli 1990



Stasjon: Grunnevikshøgda  
Måned : August 1990





## VEDLEGG 2

Månedsvi vindstatistikk fra Grunnevikshøgda.

---



Stasjon : GRUNNEVIKSHØGDA  
 Periode : 01.06.90 - 30.06.90

FORDELING AV VINDRETNINGER OVER DØGNET (%)

*) Vind- retning	Klokkeslett								
	01	04	07	10	13	16	19	22	Vind- rose
30	3.3	.0	3.3	.0	.0	.0	.0	10.0	2.5
60	.0	.0	3.3	3.4	.0	3.3	.0	.0	2.5
90	3.3	6.7	6.7	6.9	10.0	3.3	3.3	.0	4.9
120	13.3	20.0	23.3	6.9	13.3	13.3	6.7	6.7	12.8
150	23.3	26.7	30.0	17.2	10.0	6.7	16.7	30.0	18.4
180	3.3	13.3	6.7	17.2	10.0	3.3	13.3	6.7	12.2
210	20.0	10.0	6.7	10.3	10.0	20.0	10.0	6.7	10.6
240	3.3	6.7	.0	3.4	10.0	13.3	3.3	6.7	4.3
270	3.3	3.3	6.7	.0	3.3	.0	.0	.0	2.8
300	10.0	3.3	3.3	27.6	20.0	23.3	33.3	16.7	16.3
330	10.0	10.0	6.7	3.4	10.0	13.3	13.3	10.0	9.8
360	6.7	.0	3.3	3.4	3.3	.0	.0	3.3	2.4
Stille	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.3	.4
Ant.obs (	30)	( 30)	( 30)	( 29)	( 30)	( 30)	( 30)	( 30)	( 716)
Midlere vind m/s	3.2	2.9	3.0	3.7	4.5	4.7	4.4	3.8	3.8

VINDSTYRKEKLASSER FORDELT PÅ VINDRETNING (%)

Klasse I: Vindstyrke .3 - 2.0 m/s  
 Klasse II: Vindstyrke 2.1 - 4.0 m/s  
 Klasse III: Vindstyrke 4.1 - 6.0 m/s  
 Klasse IV: Vindstyrke > 6.0 m/s

*) Vind- retning	Klasser					Total	Nobs	Midlere vind m/s
	I	II	III	IV	Total			
30	2.0	.6	.0	.0	2.5	( 18)	1.4	
60	1.5	.3	.7	.0	2.5	( 18)	2.5	
90	1.5	1.3	1.8	.3	4.9	( 35)	3.4	
120	2.5	4.7	4.5	1.1	12.8	( 92)	3.8	
150	1.4	8.2	4.3	4.5	18.4	( 132)	4.3	
180	1.4	7.0	3.2	.6	12.2	( 87)	3.5	
210	1.5	5.7	3.4	.0	10.6	( 76)	3.3	
240	1.0	1.7	1.5	.1	4.3	( 31)	3.5	
270	1.1	1.4	.3	.0	2.8	( 20)	2.3	
300	1.0	5.4	8.0	2.0	16.3	( 117)	4.4	
330	1.7	2.4	1.8	3.9	9.8	( 70)	5.2	
360	2.1	.3	.0	.0	2.4	( 17)	1.5	
Stille					.4	( 3)		
Total	18.7	39.0	29.5	12.4	100.0	( 716)		
Midlere vind m/s	1.4	3.0	4.9	7.3			3.8	

\*) Dette tallet angir sentrum av vindsektor

Stasjon : GRUNNEVIKSHØGDA  
 Periode : 01.07.90 - 31.07.90

FORDELING AV VINDRETNINGER OVER DØGNET (%)

*) Vind- retning	Klokkeslett									Vind- rose
	01	04	07	10	13	16	19	22		
30	3.2	3.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.8
60	.0	3.2	.0	6.5	.0	.0	3.2	.0	.0	1.5
90	9.7	3.2	12.9	6.5	.0	.0	.0	6.7	6.7	4.0
120	6.5	16.1	12.9	9.7	6.5	6.5	3.2	6.7	6.7	8.6
150	12.9	19.4	19.4	6.5	9.7	.0	6.5	6.7	6.7	9.8
180	9.7	9.7	3.2	6.5	3.2	6.5	3.2	6.7	6.7	7.0
210	3.2	.0	.0	6.5	3.2	6.5	3.2	3.3	3.3	3.8
240	.0	3.2	.0	3.2	9.7	12.9	9.7	.0	.0	5.4
270	6.5	3.2	9.7	3.2	3.2	.0	3.2	6.7	6.7	5.8
300	19.4	9.7	12.9	16.1	41.9	38.7	45.2	26.7	26.7	23.8
330	22.6	25.8	19.4	29.0	22.6	29.0	22.6	33.3	33.3	26.6
360	6.5	.0	9.7	6.5	.0	.0	.0	3.3	3.3	2.7
Stille	.0	3.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
Ant.obs (	31)	( 31)	( 31)	( 31)	( 31)	( 31)	( 31)	( 30)	( 743)	
Midlere vind m/s	3.9	3.3	3.8	4.4	5.6	5.4	4.9	4.3	4.3	4.4

VINDSTYRKEKLASSER FORDELT PÅ VINDRETNING (%)

Klasse I: Vindstyrke .3 - 2.0 m/s  
 Klasse II: Vindstyrke 2.1 - 4.0 m/s  
 Klasse III: Vindstyrke 4.1 - 6.0 m/s  
 Klasse IV: Vindstyrke > 6.0 m/s

*) Vind- retning	Klasser					Total	Nobs	Midlere vind m/s
	I	II	III	IV				
30	.5	.3	.0	.0	.8	( 6)	1.5	
60	.9	.5	.0	.0	1.5	( 11)	1.6	
90	1.2	1.7	1.1	.0	4.0	( 30)	3.0	
120	1.9	2.6	3.2	.9	8.6	( 64)	3.8	
150	1.9	3.5	4.2	.3	9.8	( 73)	3.6	
180	1.1	3.6	1.6	.7	7.0	( 52)	3.5	
210	.9	2.0	.8	.0	3.8	( 28)	2.9	
240	.5	3.0	1.6	.3	5.4	( 40)	3.5	
270	1.2	2.4	1.7	.4	5.8	( 43)	3.6	
300	1.3	8.6	9.4	4.4	23.8	( 177)	4.5	
330	2.3	3.6	4.7	16.0	26.6	( 198)	6.2	
360	.8	.5	.7	.7	2.7	( 20)	4.1	
Stille					.1	( 1)		
Total	14.7	32.4	29.1	23.7	100.0	( 743)		
Midlere vind m/s	1.4	3.0	5.0	7.6			4.4	

\*) Dette tallet angir sentrum av vindsektor

Stasjon : GRUNNEVIKSHØGDA  
 Periode : 01.08.90 - 31.08.90

FORDELING AV VINDRETNINGER OVER DØGNET (%)

*) Vind- retning	Klokkeslett									Vind- rose
	01	04	07	10	13	16	19	22		
30	.0	.0	.0	.0	.0	6.5	.0	.0	1.7	
60	3.2	3.2	.0	12.9	.0	3.2	.0	3.2	2.4	
90	6.5	3.2	3.2	3.2	3.2	.0	3.2	3.2	3.4	
120	16.1	22.6	19.4	6.5	3.2	3.2	3.2	6.5	10.6	
150	25.8	35.5	48.4	29.0	29.0	22.6	25.8	32.3	30.3	
180	12.9	3.2	.0	12.9	25.8	25.8	22.6	9.7	14.8	
210	3.2	3.2	.0	6.5	.0	.0	3.2	9.7	3.8	
240	3.2	3.2	6.5	3.2	9.7	6.5	3.2	.0	3.8	
270	6.5	9.7	6.5	6.5	.0	.0	3.2	3.2	4.3	
300	6.5	3.2	3.2	6.5	12.9	19.4	16.1	12.9	10.1	
330	12.9	12.9	9.7	9.7	16.1	12.9	16.1	16.1	12.7	
360	3.2	.0	.0	3.2	.0	.0	3.2	3.2	2.0	
Stille	.0	.0	3.2	.0	.0	.0	.0	.0	.1	
Ant.obs (	31)	( 31)	( 31)	( 31)	( 31)	( 31)	( 31)	( 31)	( 743)	
Midlere vind m/s	2.9	3.7	3.8	4.6	4.9	4.9	4.0	3.4	4.0	

VINDSTYRKEKLASSER FORDELT PÅ VINDRETNING (%)

Klasse I: Vindstyrke .3 - 2.0 m/s  
 Klasse II: Vindstyrke 2.1 - 4.0 m/s  
 Klasse III: Vindstyrke 4.1 - 6.0 m/s  
 Klasse IV: Vindstyrke > 6.0 m/s

*) Vind- retning	Klasser					Total	Nobs	Midlere vind m/s
	I	II	III	IV				
30	1.5	.3	.0	.0	1.7	( 13)	1.5	
60	1.9	.3	.0	.3	2.4	( 18)	2.2	
90	1.5	1.1	.7	.1	3.4	( 25)	2.6	
120	2.6	5.0	2.0	1.1	10.6	( 79)	3.4	
150	1.9	8.5	12.0	7.9	30.3	( 225)	4.8	
180	1.6	7.0	4.3	1.9	14.8	( 110)	3.9	
210	.8	2.6	.4	.0	3.8	( 28)	2.7	
240	1.2	2.3	.3	.0	3.8	( 28)	2.4	
270	.4	3.2	.7	.0	4.3	( 32)	3.1	
300	1.5	4.0	3.8	.8	10.1	( 75)	3.9	
330	1.2	2.8	2.6	6.1	12.7	( 94)	5.5	
360	.8	1.1	.1	.0	2.0	( 15)	1.9	
Stille					.1	( 1)		
Total	16.8	38.1	26.8	18.2	100.0	( 743)		
Midlere vind m/s	1.3	2.0	4.9	7.2			4.0	

\*) Dette tallet angir sentrum av vindsektor





### VEDLEGG 3

Vindstatistikk fra Grunnevikshøgda.



Stasjon : GRUNNEVIKSHØGDA  
 Periode : 01.06.90 - 31.08.90

FORDELING AV VINDRETNINGER OVER DØGNET (%)

*) Vind- retning	Klokkeslett									Vind- rose
	01	04	07	10	13	16	19	22		
30	2.2	1.1	1.1	.0	.0	2.2	.0	3.3	1.7	
60	1.1	2.2	1.1	7.7	.0	2.2	1.1	1.1	2.1	
90	6.5	4.3	7.6	5.5	4.3	1.1	2.2	3.3	4.1	
120	12.0	19.6	18.5	7.7	7.6	7.6	4.3	6.6	10.7	
150	20.7	27.2	32.6	17.6	16.3	9.8	16.3	23.1	19.5	
180	8.7	8.7	3.3	12.1	13.0	12.0	13.0	7.7	11.3	
210	8.7	4.3	2.2	7.7	4.3	8.7	5.4	6.6	6.0	
240	2.2	4.3	2.2	3.3	9.8	10.9	5.4	2.2	4.5	
270	5.4	5.4	7.6	3.3	2.2	.0	2.2	3.3	4.3	
300	12.0	5.4	6.5	16.5	25.0	27.2	31.5	18.7	16.8	
330	15.2	16.3	12.0	14.3	16.3	18.5	17.4	19.8	16.4	
360	5.4	.0	4.3	4.4	1.1	.0	1.1	3.3	2.4	
Stille	.0	1.1	1.1	.0	.0	.0	.0	1.1	.2	
Ant.obs (	92)	( 92)	( 92)	( 91)	( 92)	( 92)	( 92)	( 91)	(2202)	
Midlere vind m/s	3.3	3.3	3.6	4.2	5.0	5.0	4.4	3.8	4.1	

VINDSTYRKEKLASSER FORDELT PÅ VINDRETNING (%)

Klasse I: Vindstyrke .3 - 2.0 m/s  
 Klasse II: Vindstyrke 2.1 - 4.0 m/s  
 Klasse III: Vindstyrke 4.1 - 6.0 m/s  
 Klasse IV: Vindstyrke > 6.0 m/s

*) Vind- retning	Klasser					Total	Nobs	Midlere vind m/s
	I	II	III	IV				
30	1.3	.4	.0	.0	1.7	( 37)	1.5	
60	1.5	.4	.2	.1	2.1	( 47)	2.2	
90	1.4	1.4	1.2	.1	4.1	( 90)	3.0	
120	2.3	4.1	3.2	1.0	10.7	( 235)	3.7	
150	1.7	6.7	6.9	4.2	19.5	( 430)	4.4	
180	1.4	5.9	3.0	1.0	11.3	( 249)	3.7	
210	1.1	3.4	1.5	.0	6.0	( 132)	3.1	
240	.9	2.3	1.1	.1	4.5	( 99)	3.2	
270	.9	2.4	.9	.1	4.3	( 95)	3.2	
300	1.3	6.0	7.0	2.4	16.8	( 369)	4.3	
330	1.7	3.0	3.0	8.7	16.4	( 362)	5.8	
360	1.2	.6	.3	.2	2.4	( 52)	2.6	
Stille					.2	( 5)		
Total	16.7	36.5	28.4	18.2	100.0	(2202)		
Midlere vind m/s	1.4	3.0	4.9	7.4			4.1	

\*) Dette tallet angir sentrum av vindsektor



#### VEDLEGG 4

Stabilitetsklasser fordelt over døgnet og frekvensfordeling  
som funksjon av vindretning, vindstyrke og stabilitet fra  
Grunnevikshøgda.





Stasjon : GRUNNEVIKSHØGDA  
 Parameter: Temperatur differanse (DT)  
 Enhet : Grader C  
 Periode : 01.06.90 - 31.08.90

STABILITETSKLASSE ( %) FORDELT OVER DØGNET

Klasse I: Ustabil DT < -.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -.5 < DT < .0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil .0 < DT < .5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil .5 < DT Grader C

Time	Klasser			
	I	II	III	IV
01	.0	28.3	59.8	12.0
02	.0	28.3	64.1	7.6
03	.0	30.4	59.8	9.8
04	.0	29.3	64.1	6.5
05	.0	47.8	50.0	2.2
06	1.1	70.7	27.2	1.1
07	8.7	75.0	16.3	.0
08	15.2	78.3	6.5	.0
09	30.8	65.9	3.3	.0
10	39.6	59.3	1.1	.0
11	45.1	54.9	.0	.0
12	41.8	57.1	1.1	.0
13	47.8	50.0	2.2	.0
14	50.0	47.8	2.2	.0
15	47.8	47.8	4.3	.0
16	35.9	62.0	2.2	.0
17	25.0	71.7	2.2	1.1
18	28.3	68.5	3.3	.0
19	17.4	76.1	6.5	.0
20	.0	75.0	25.0	.0
21	.0	54.3	43.5	2.2
22	.0	37.0	55.4	7.6
23	.0	28.6	62.6	8.8
24	.0	29.3	60.9	9.8
Total	18.1	53.1	26.0	2.9

Antall obs : 2203  
 Manglende obs: 5



Delta T : GRUNNEVIKSHØGDA  
 Vind : GRUNNEVIKSHØGDA  
 Periode : 01.06.90 - 31.08.90  
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < - .5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral - .5 < DT < .0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil .0 < DT < .5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil .5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik .2 m/s

Vind- retning	.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
30	.2	.5	.6	.0	.0	.2	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.7
60	.6	.3	.5	.0	.1	.1	.1	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.1
90	.2	.5	.7	.0	.3	.2	.7	.2	.4	.4	.4	.0	.1	.0	.0	.0	.0	4.1
120	.2	.9	1.2	.0	.3	1.2	1.9	.7	.0	1.4	1.5	.2	.0	.7	.3	.0	.0	10.7
150	.2	.7	.8	.0	.2	2.7	3.2	.6	.1	4.3	2.3	.2	.2	2.8	1.3	.0	.0	19.6
180	.1	.8	.4	.1	1.0	4.3	.6	.0	.5	2.5	.0	.0	.2	.9	.0	.0	.0	11.3
210	.1	.4	.5	.0	.6	2.4	.3	.0	.2	1.1	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	6.0
240	.0	.7	.2	.0	.4	1.8	.1	.0	.1	1.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	4.5
270	.0	.5	.2	.2	.3	1.5	.6	.0	.0	.9	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	4.3
300	.1	.6	.4	.1	2.0	2.5	1.5	.1	3.6	2.8	.6	.0	1.2	1.1	.0	.0	.0	16.8
330	.3	.7	.6	.1	.7	1.4	.9	.0	.2	1.7	1.0	.0	3.0	4.9	.9	.0	.0	16.4
360	.1	.5	.5	.1	.0	.3	.3	.0	.0	.2	.0	.0	.0	.2	.0	.0	.0	2.4
Stille	.0	.0	.0	.0														.1
Total	2.3	7.1	6.6	.8	5.8	18.6	10.5	1.7	5.2	16.6	6.2	.4	4.8	10.9	2.5	.0	.0	100.0
Forekomst		16.8 %				36.5 %				28.4 %				18.2 %				100.0 %
Vindstyrke		1.3 m/s				3.0 m/s				4.9 m/s				7.4 m/s				4.1 m/s

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	18.1 %	53.1 %	25.9 %	2.9 %	100.0 %

Antall obs. : 2198  
 Manglende obs.: 10

## VEDLEGG 5

Statistikk av temperaturdata fra Grunnevikshøgda.



Stasjon : GRUNNEVIKSHØGDA  
 Periode : 01.06.90 - 31.08.90  
 Parameter: TEMPERATUR  
 Enhet : GRADER C

## MIDDEL-, MAKSIMUM- OG MINIMUMVERDIER

Måned	Nobs	Tmidl	Maks			Min			Midlere	
			T	Dag	Kl	T	Dag	Kl	Tmaks	Tmin
Jun 1990	30	13.0	20.8	8	16	7.9	1	04	15.7	10.5
Jul 1990	31	13.3	22.0	27	18	7.9	3	06	15.4	11.1
Aug 1990	31	13.8	22.9	30	12	9.4	26	07	15.8	11.6

## FOREKOMST INNEN GITTE GRENSER

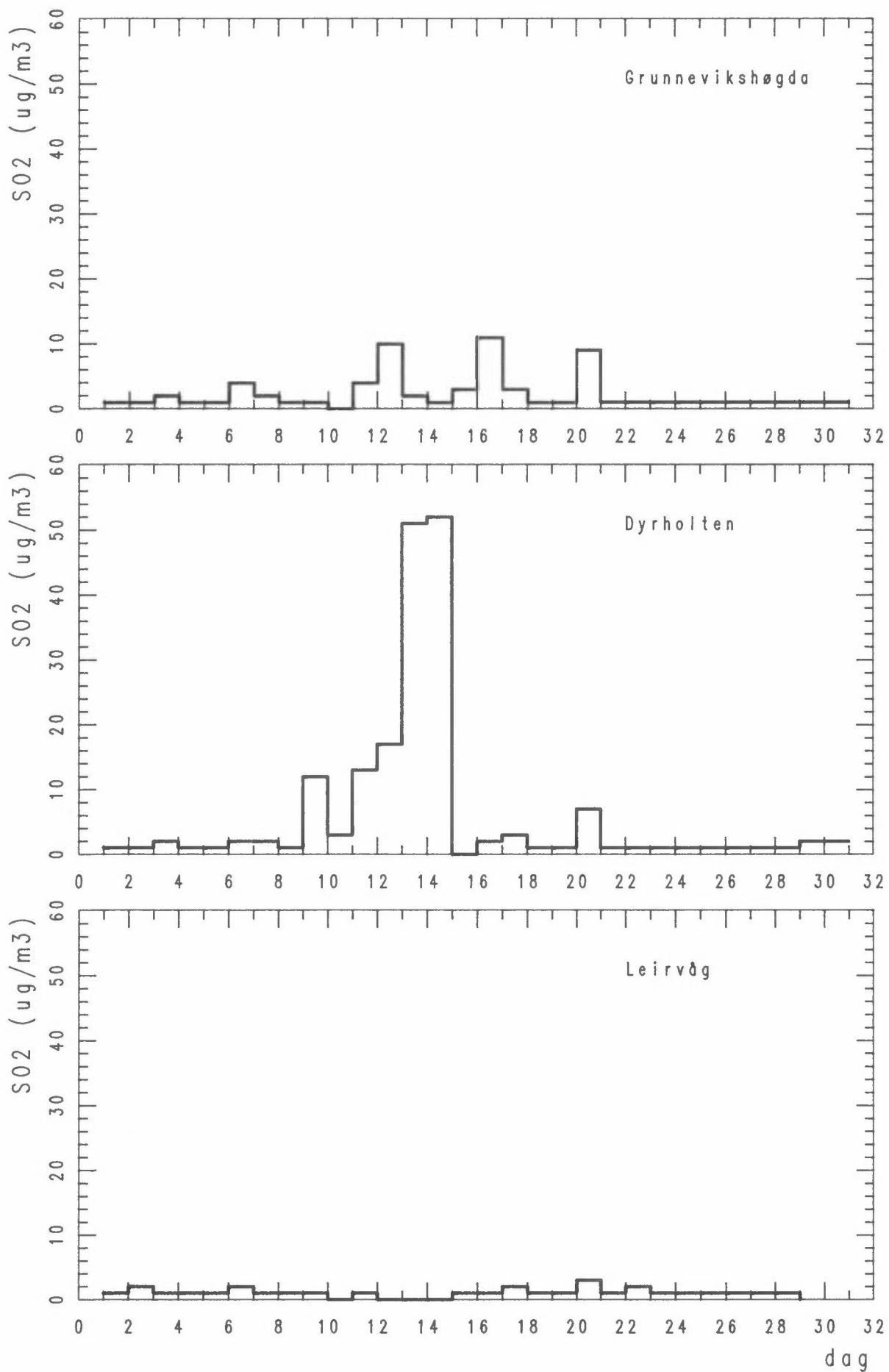
Måned	T < .0		T < 5.0		T < 10.0		T < 15.0		T < 20.0	
	Døgn	Timer	Døgn	Timer	Døgn	Timer	Døgn	Timer	Døgn	Timer
Jun 1990	0	0	0	0	9	32	30	568	30	712
Jul 1990	0	0	0	0	10	53	31	585	31	720
Aug 1990	0	0	0	0	4	11	30	532	31	727



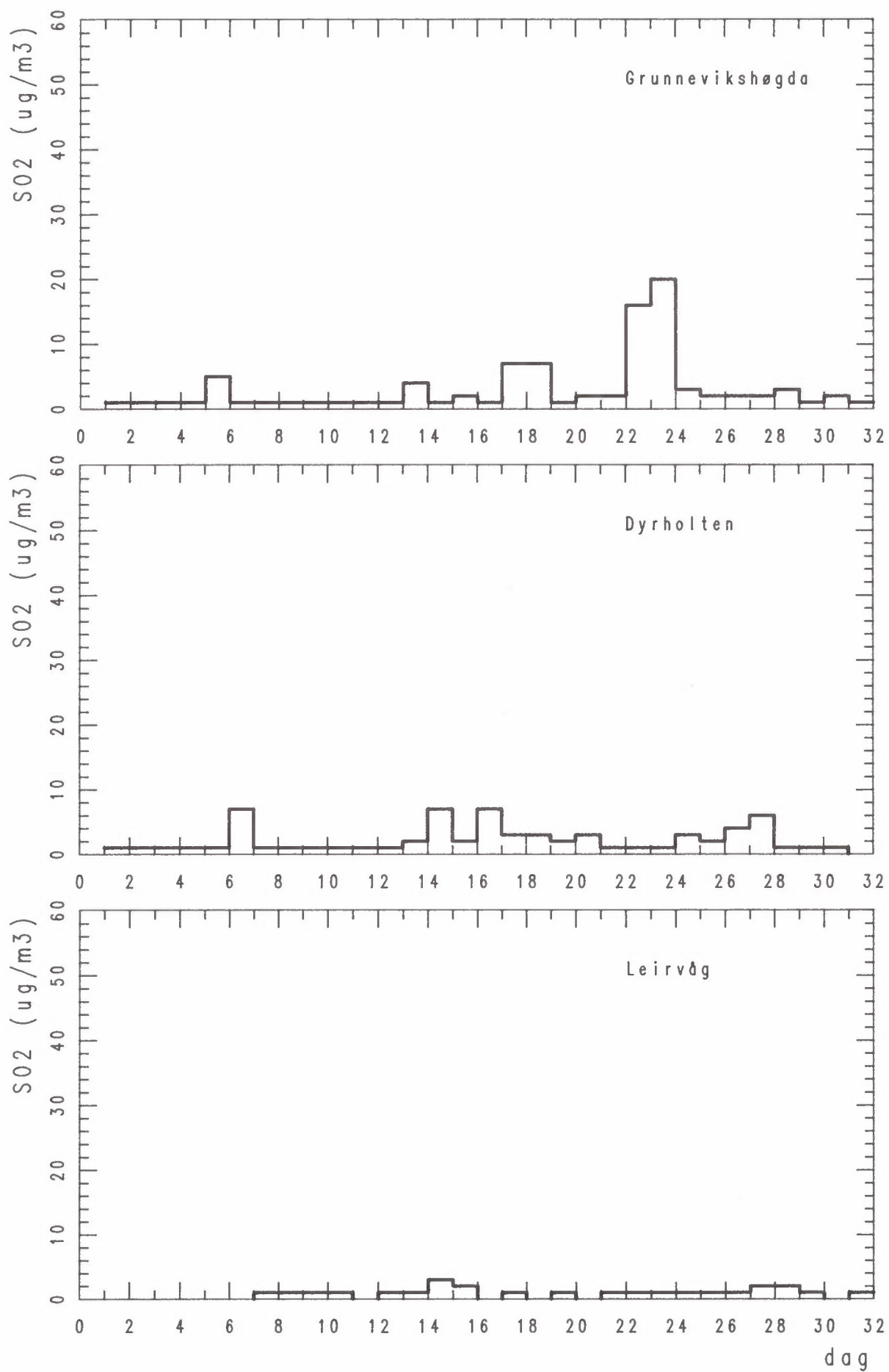
## VEDLEGG 6

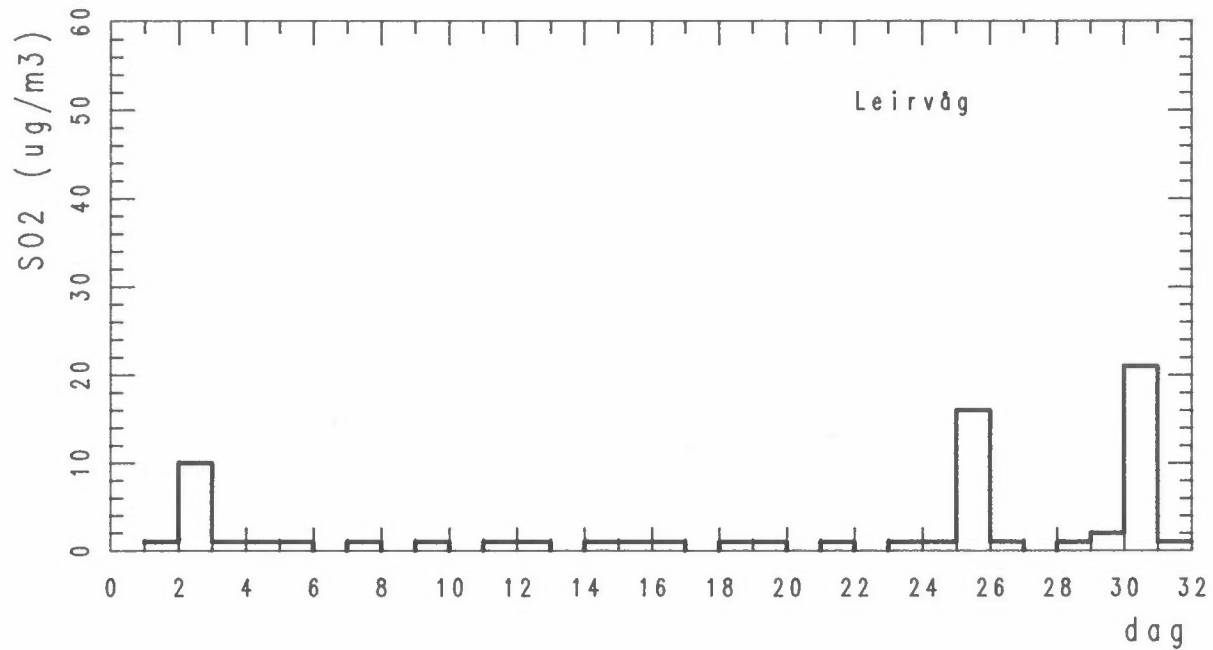
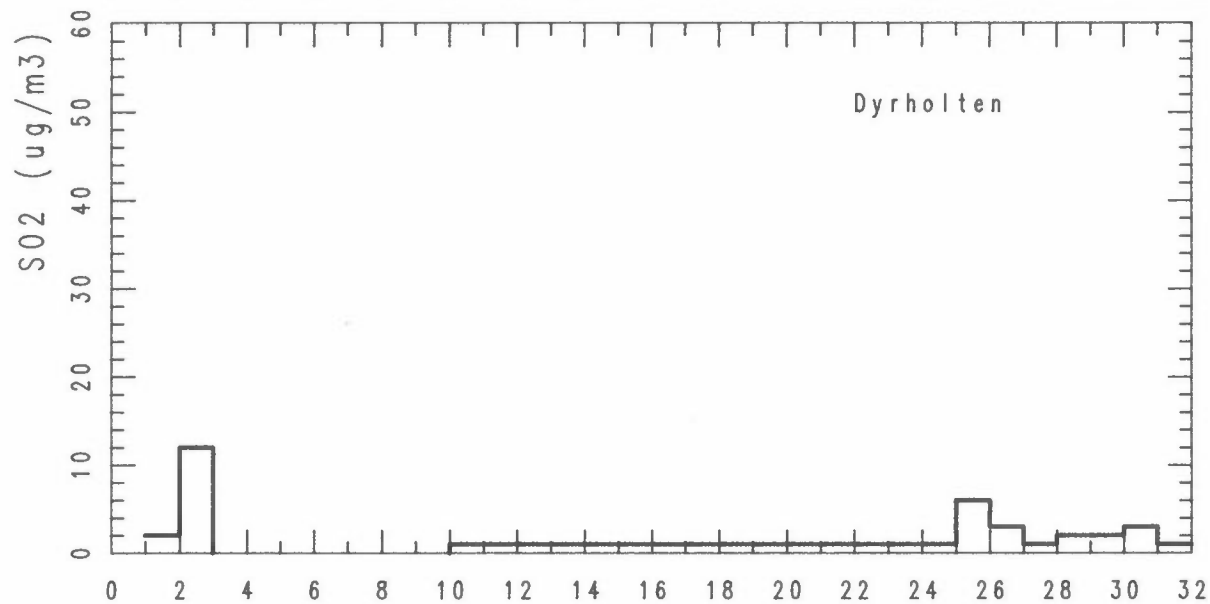
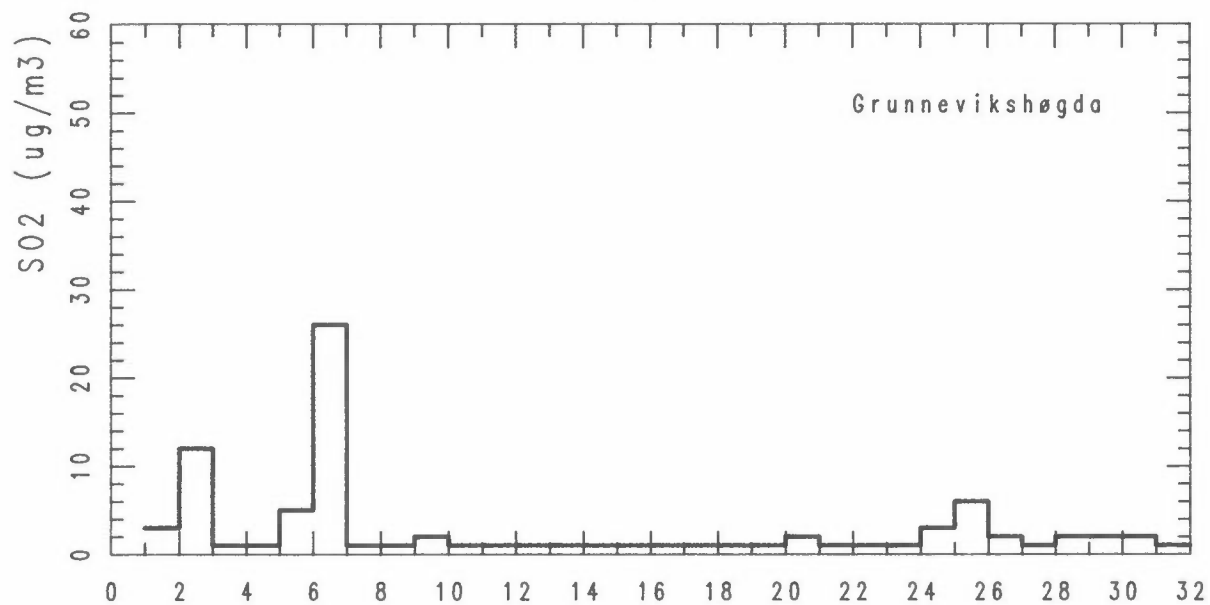
Grafisk fremstilling av målte døgnmiddelverdier av SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>  
og sot fra Grunnevikshøgda, Dyrholten og Leirvåg.

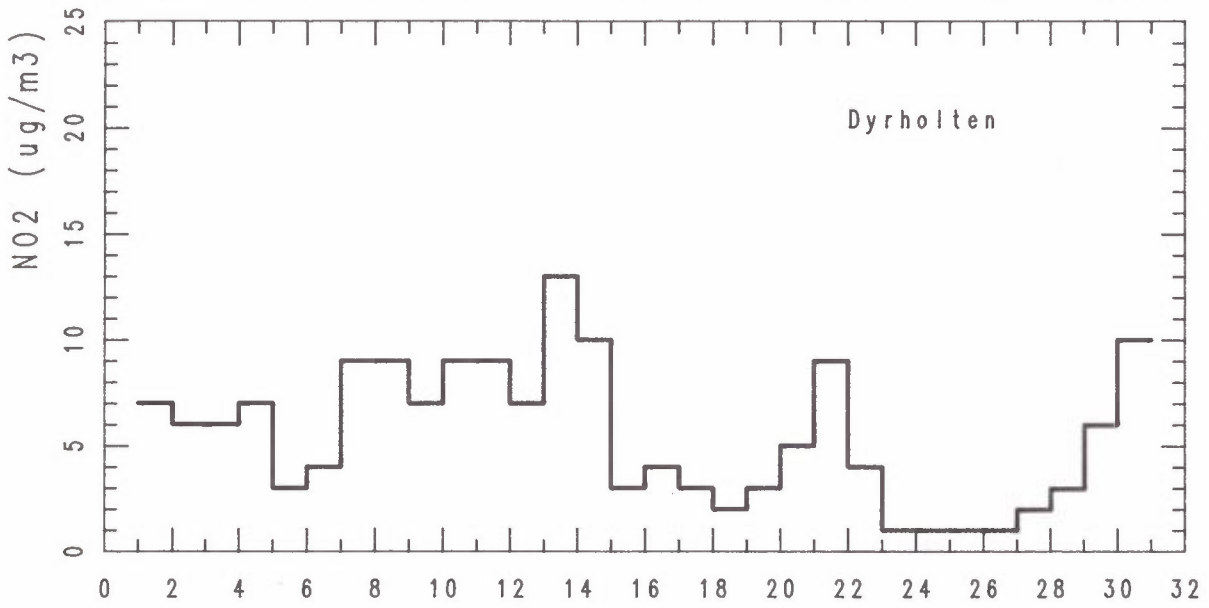
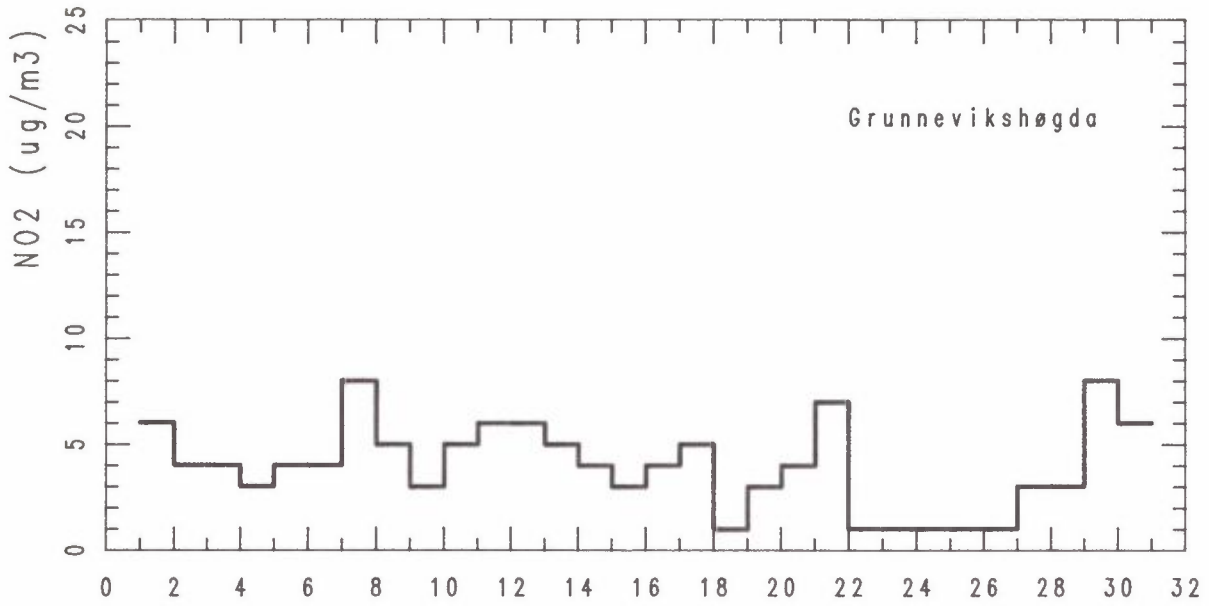


SO<sub>2</sub>, juni 1990

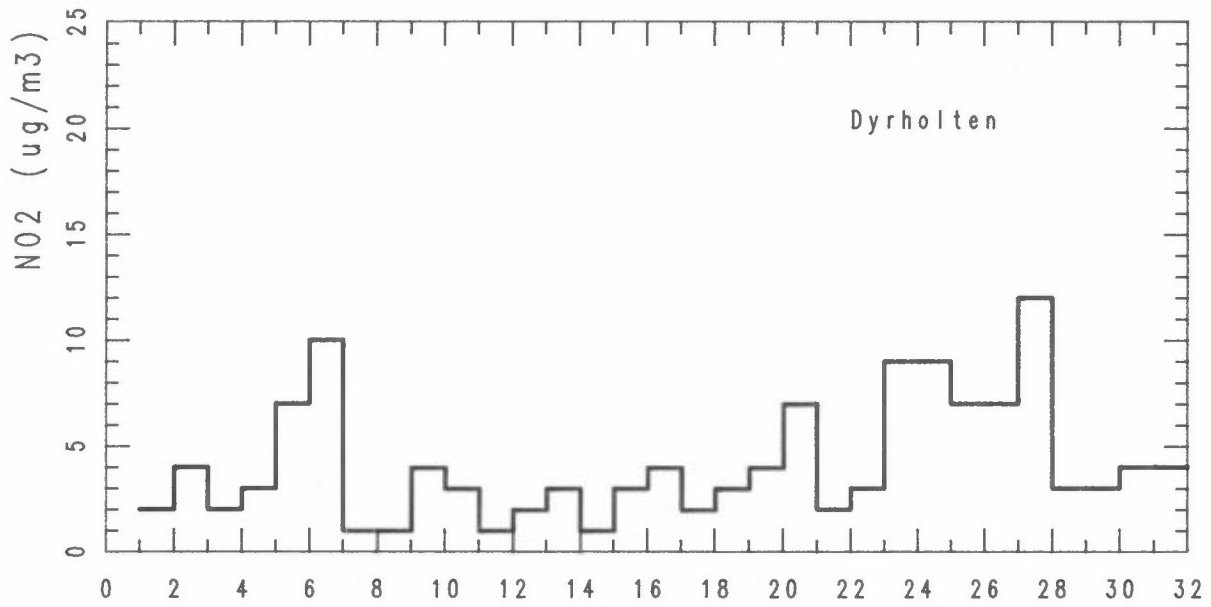
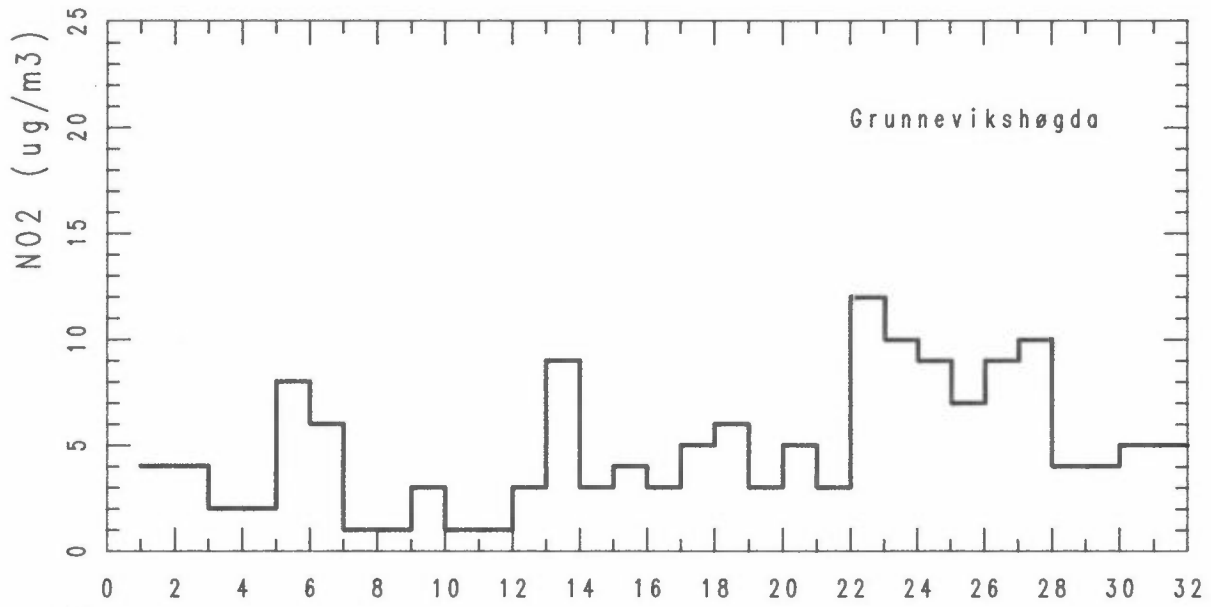


SO<sub>2</sub>, juli 1990

SO<sub>2</sub>, august 1990

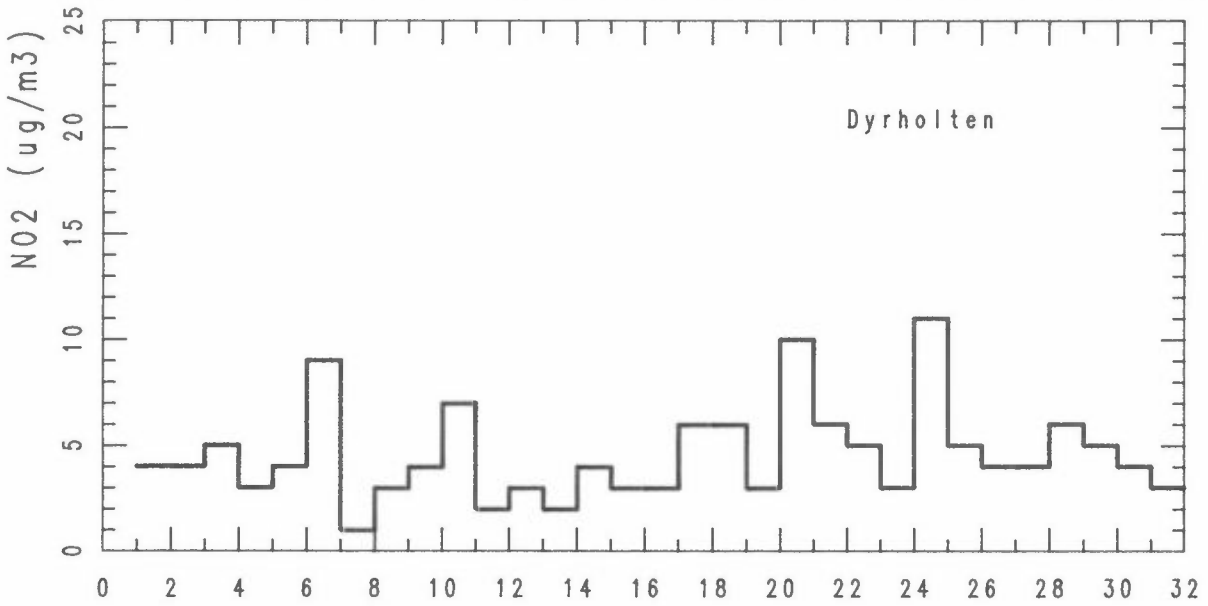
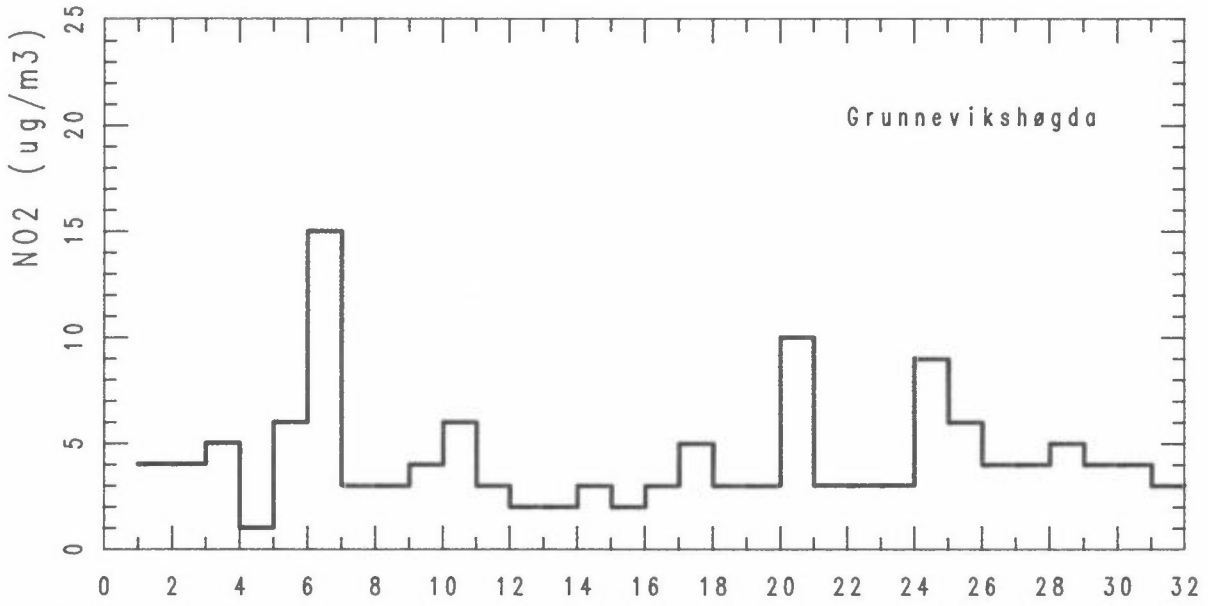
NO<sub>2</sub>, juni 1990

### N02, juli 1990

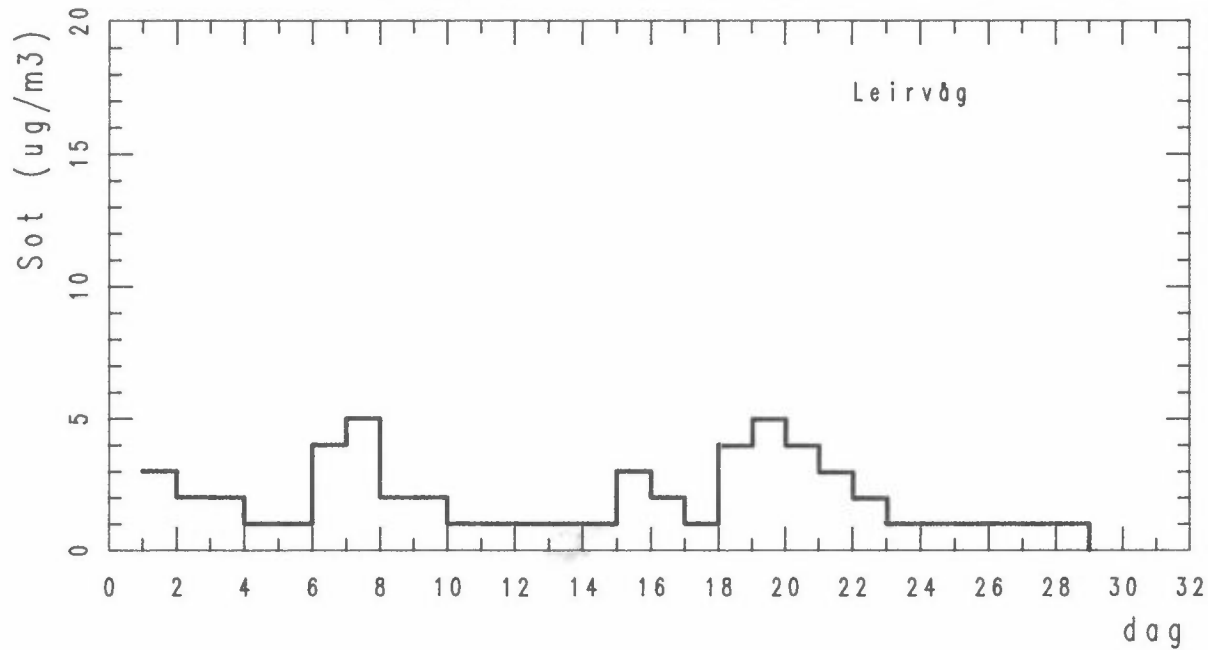
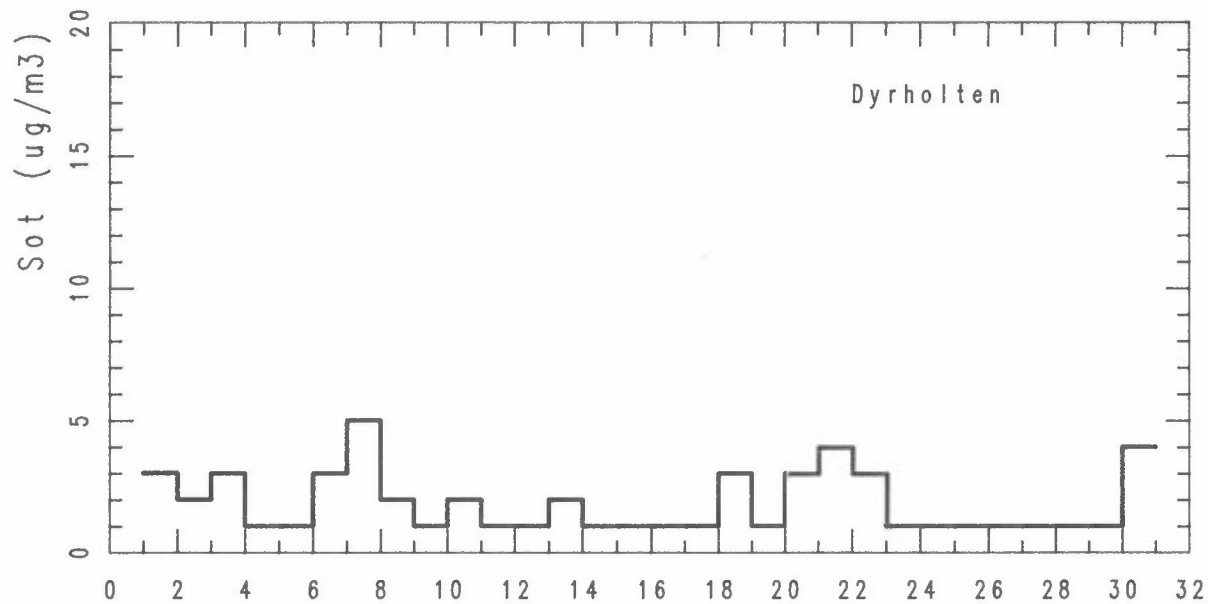
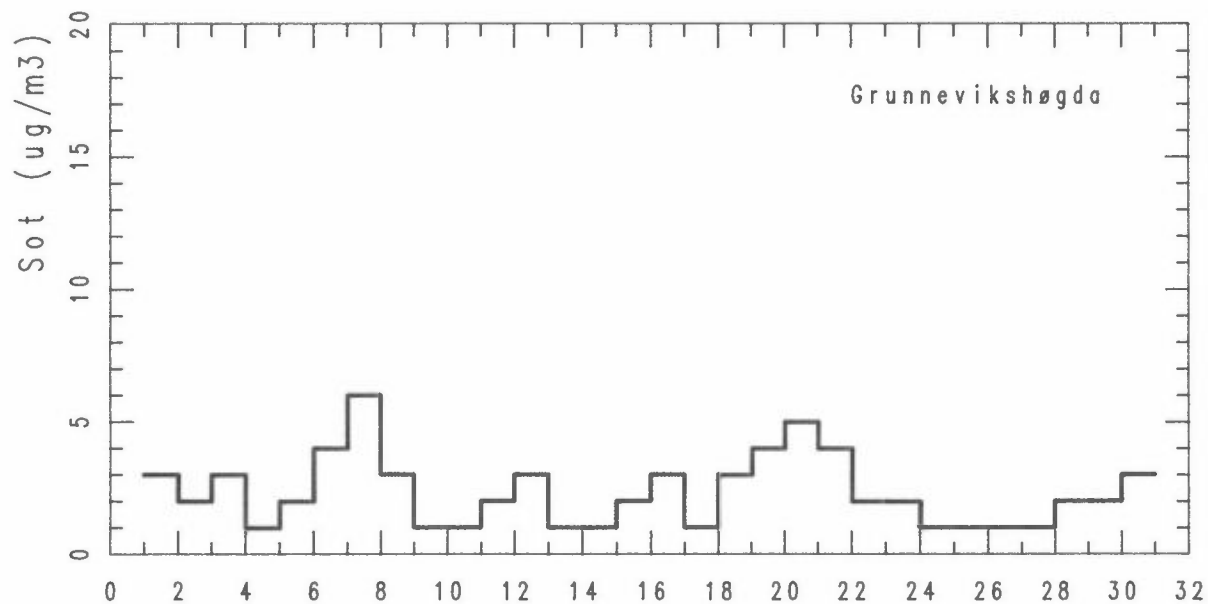


69

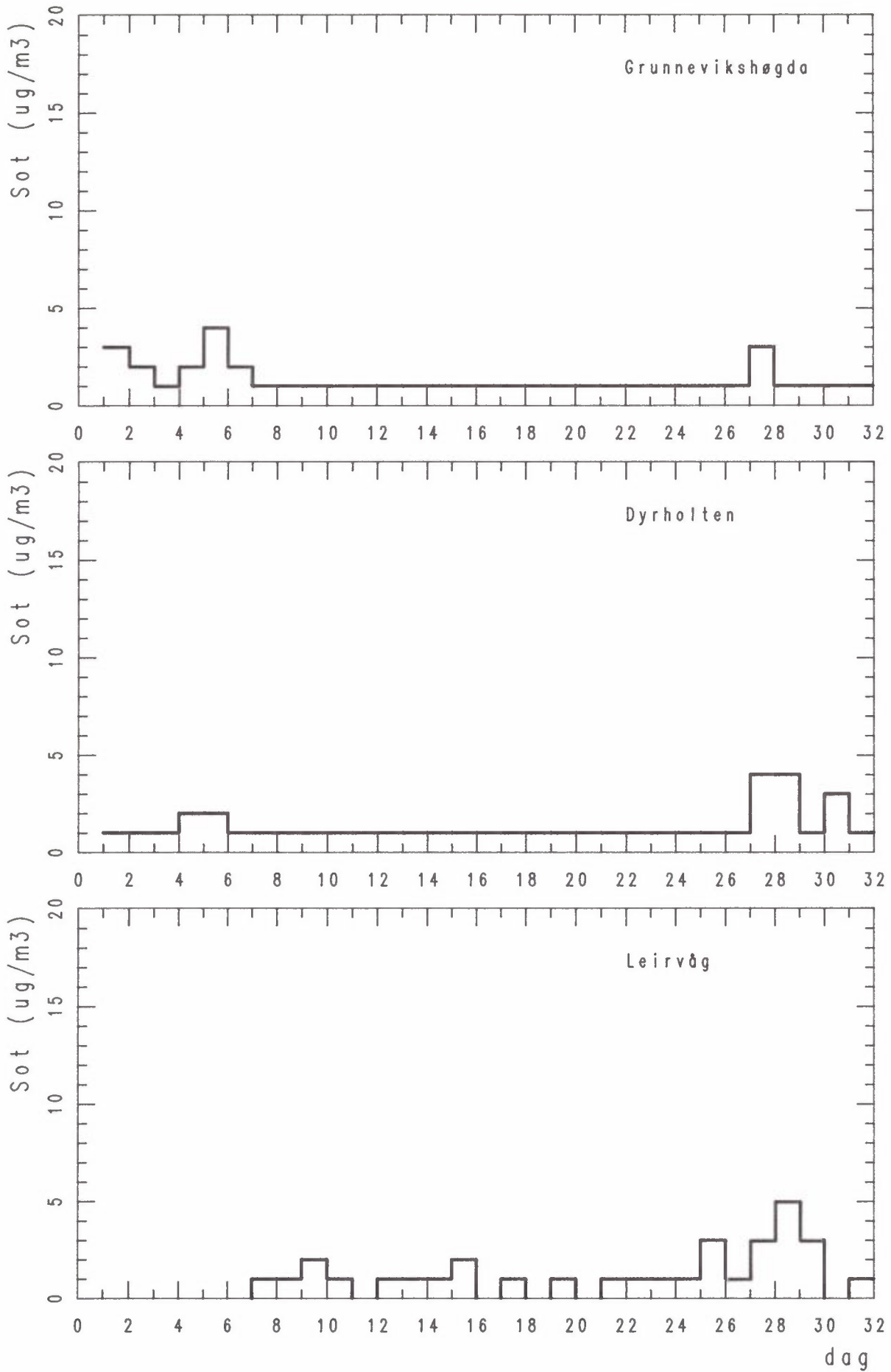
N02, august 1990



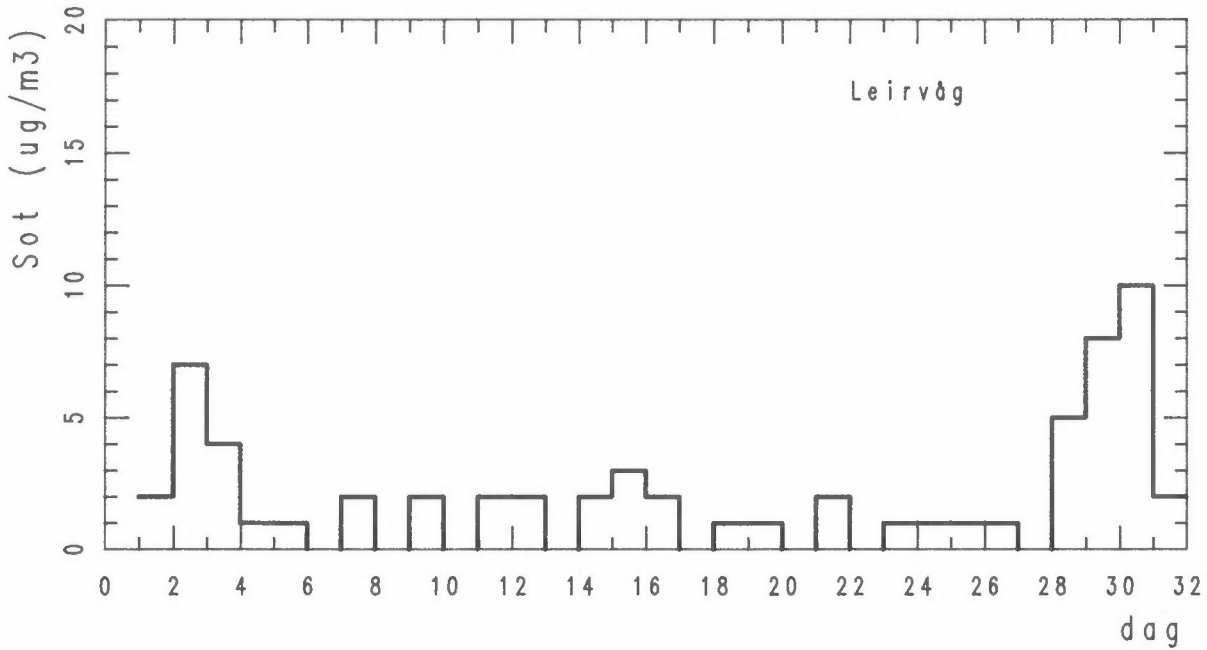
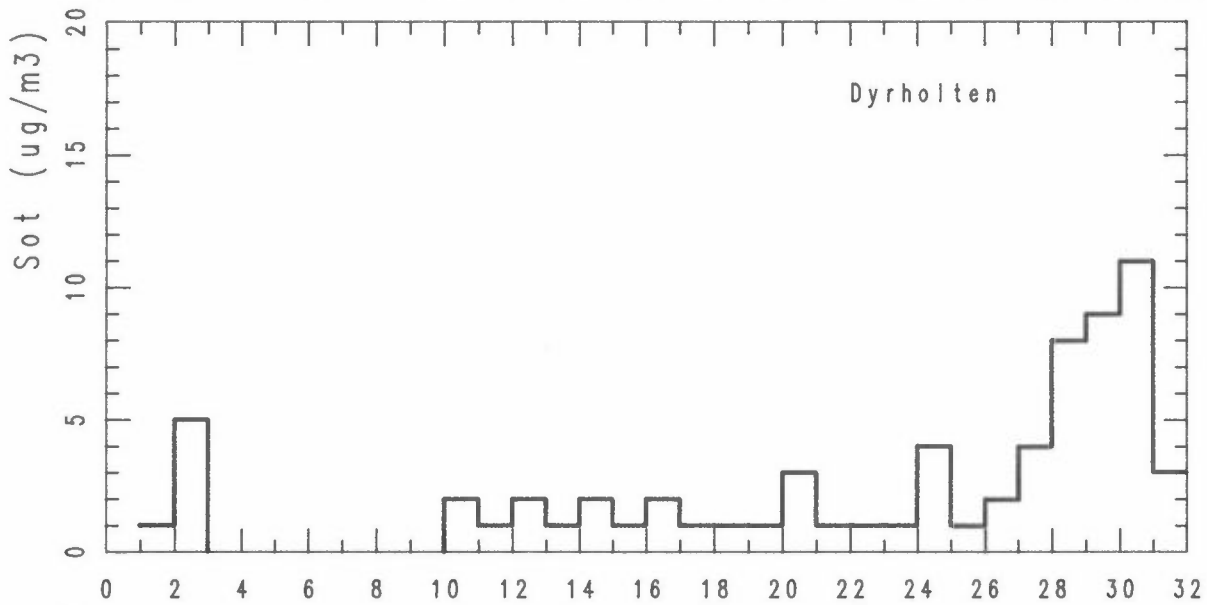
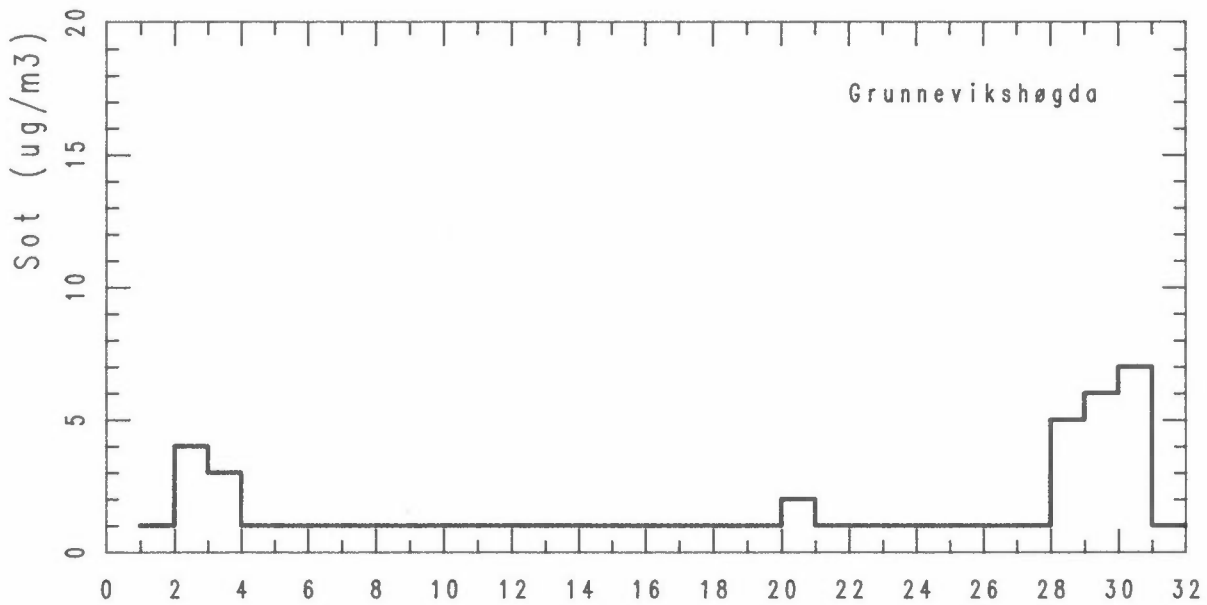
Sot, juni 1990



## Sot, juli 1990



## Sot, august 1990





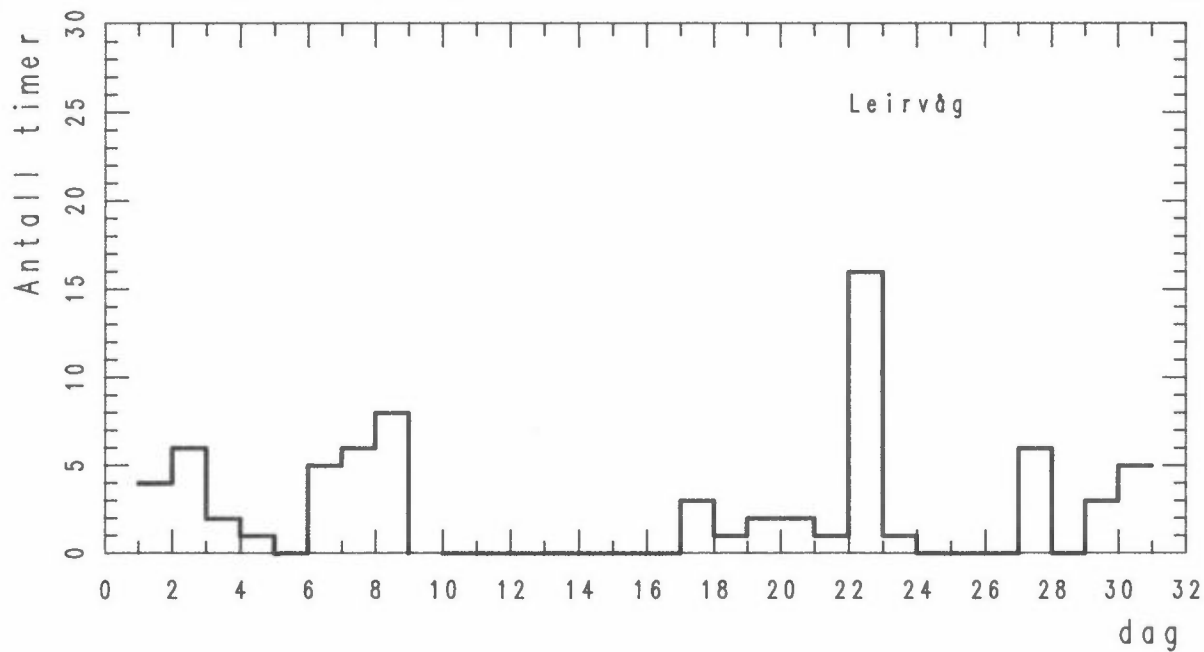
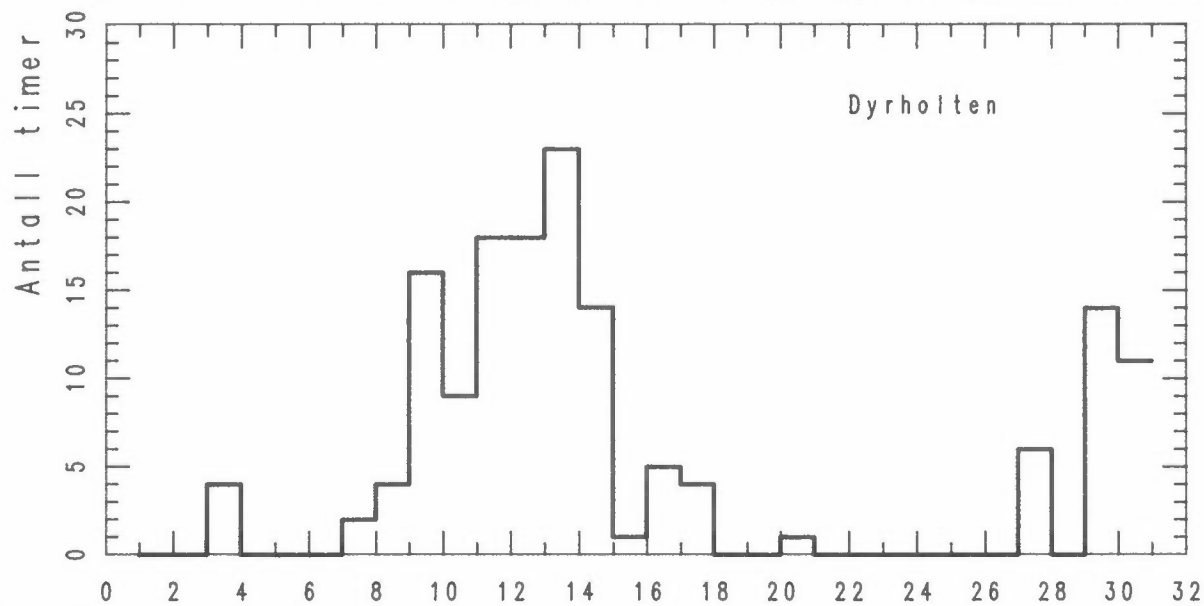
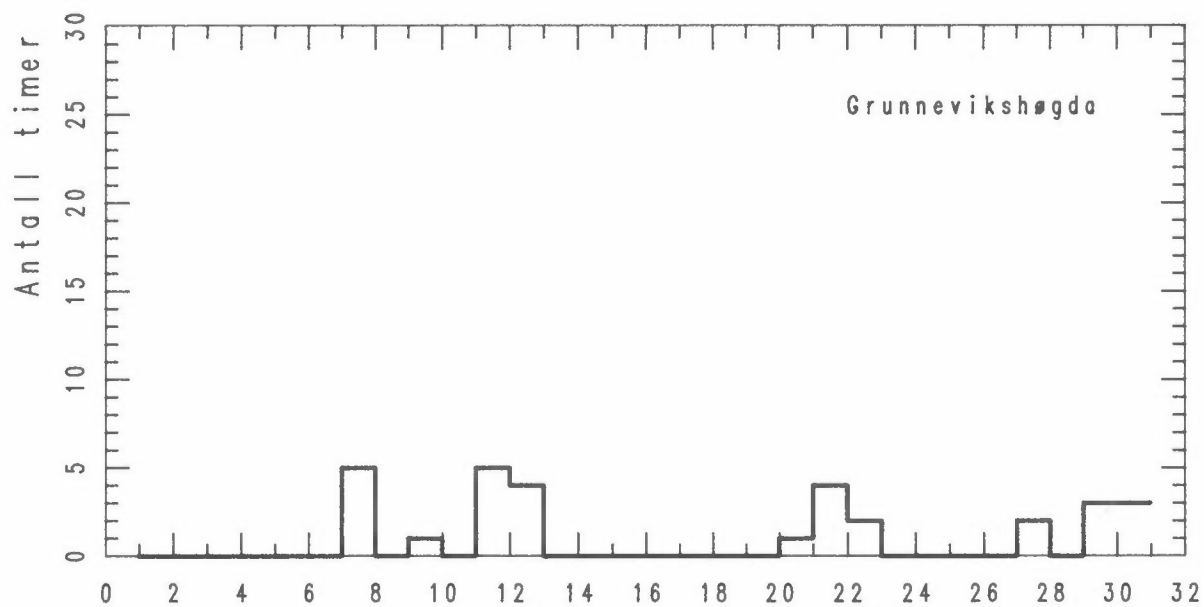


## VEDLEGG 7

Antall timer pr. døgn med vind mot målestedene fra  
Mongstad-anlegget.

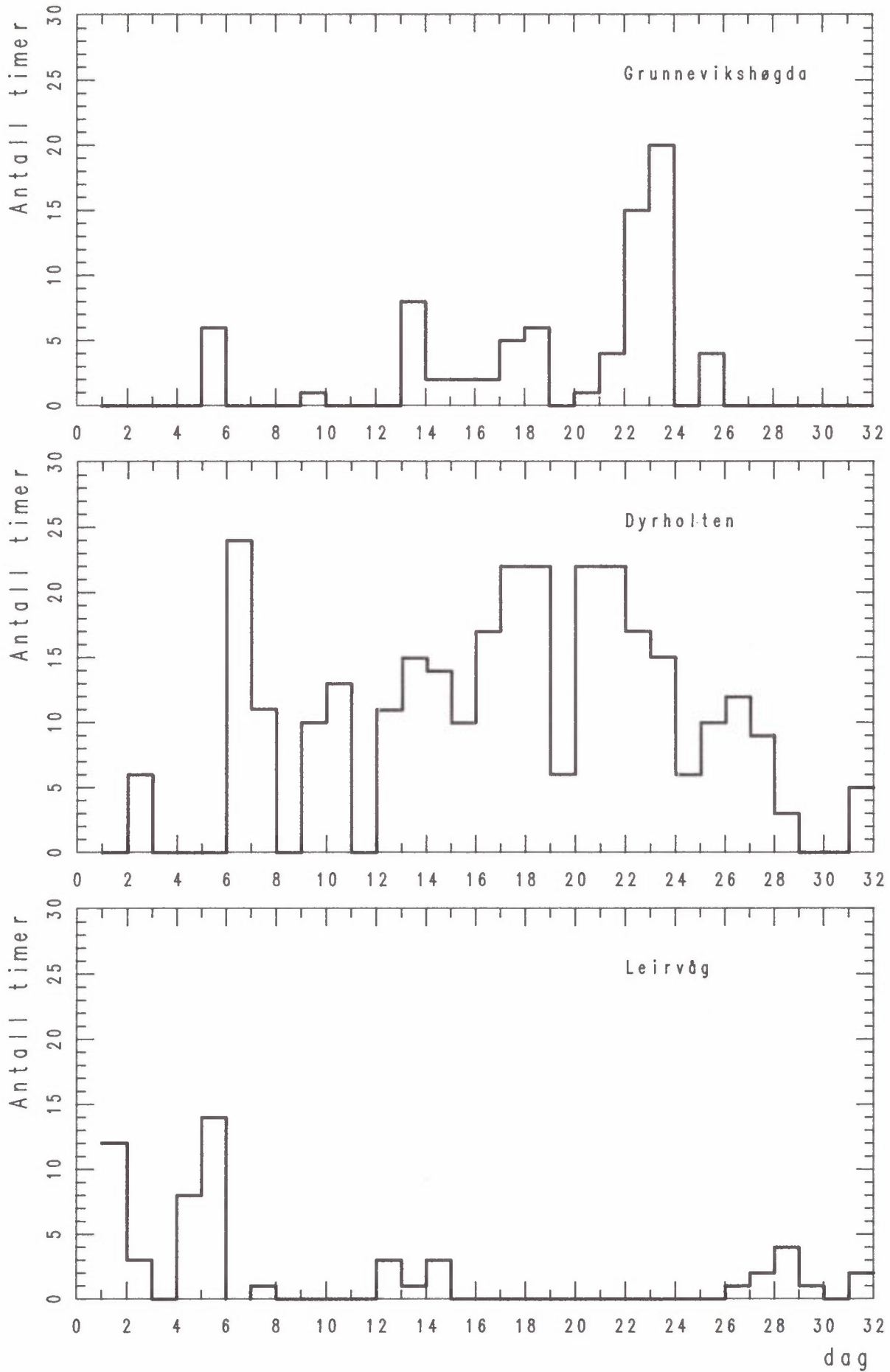


## Vind mot målestedene, juni 1990

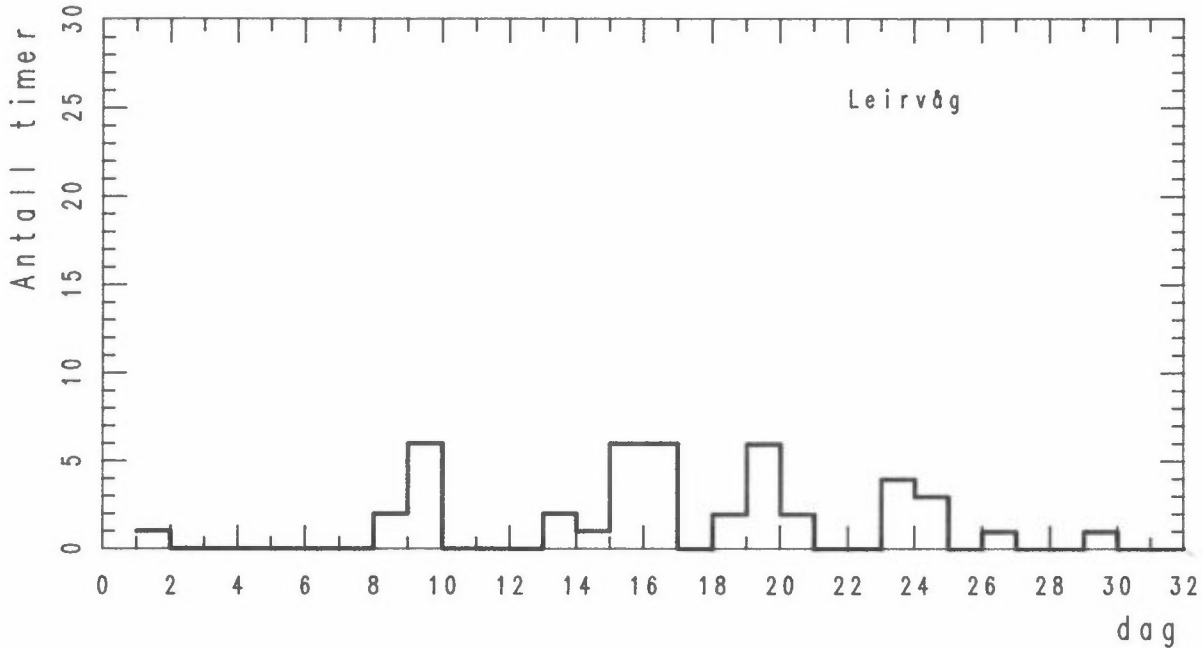
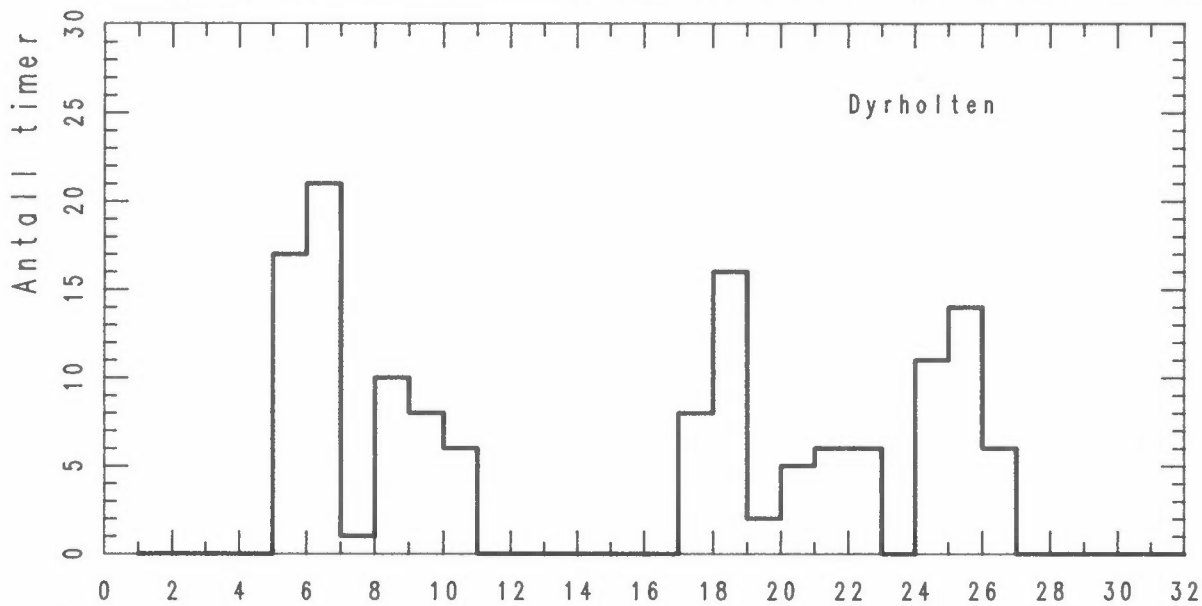
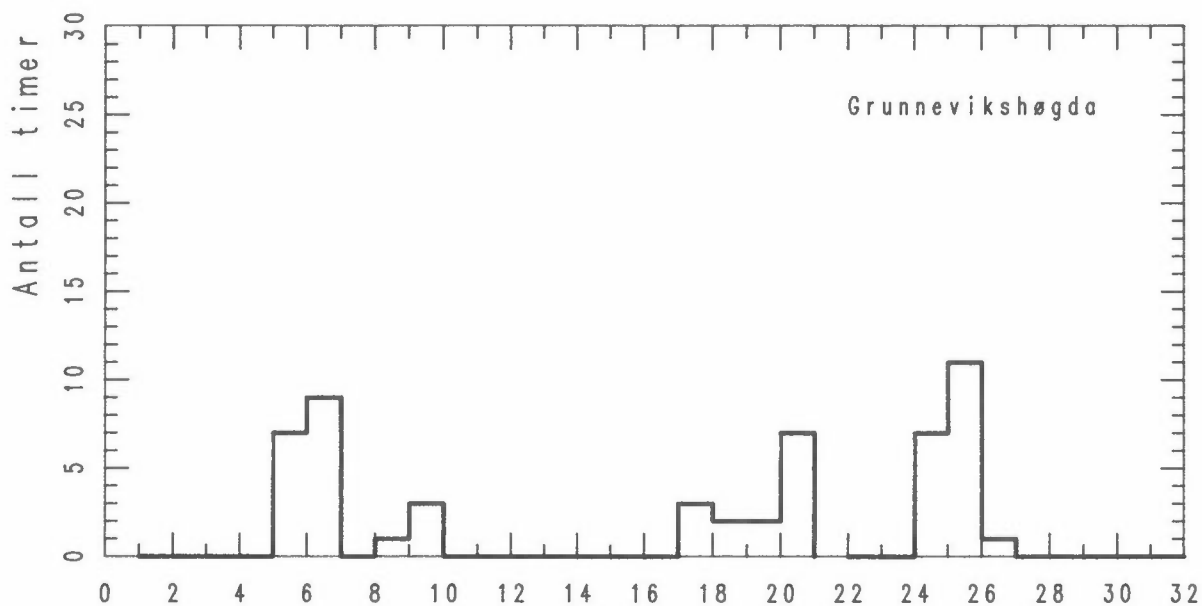


76

## Vind mot målestedene, juli 1990



Vind mot målestedene, august 1990





## VEDLEGG 8

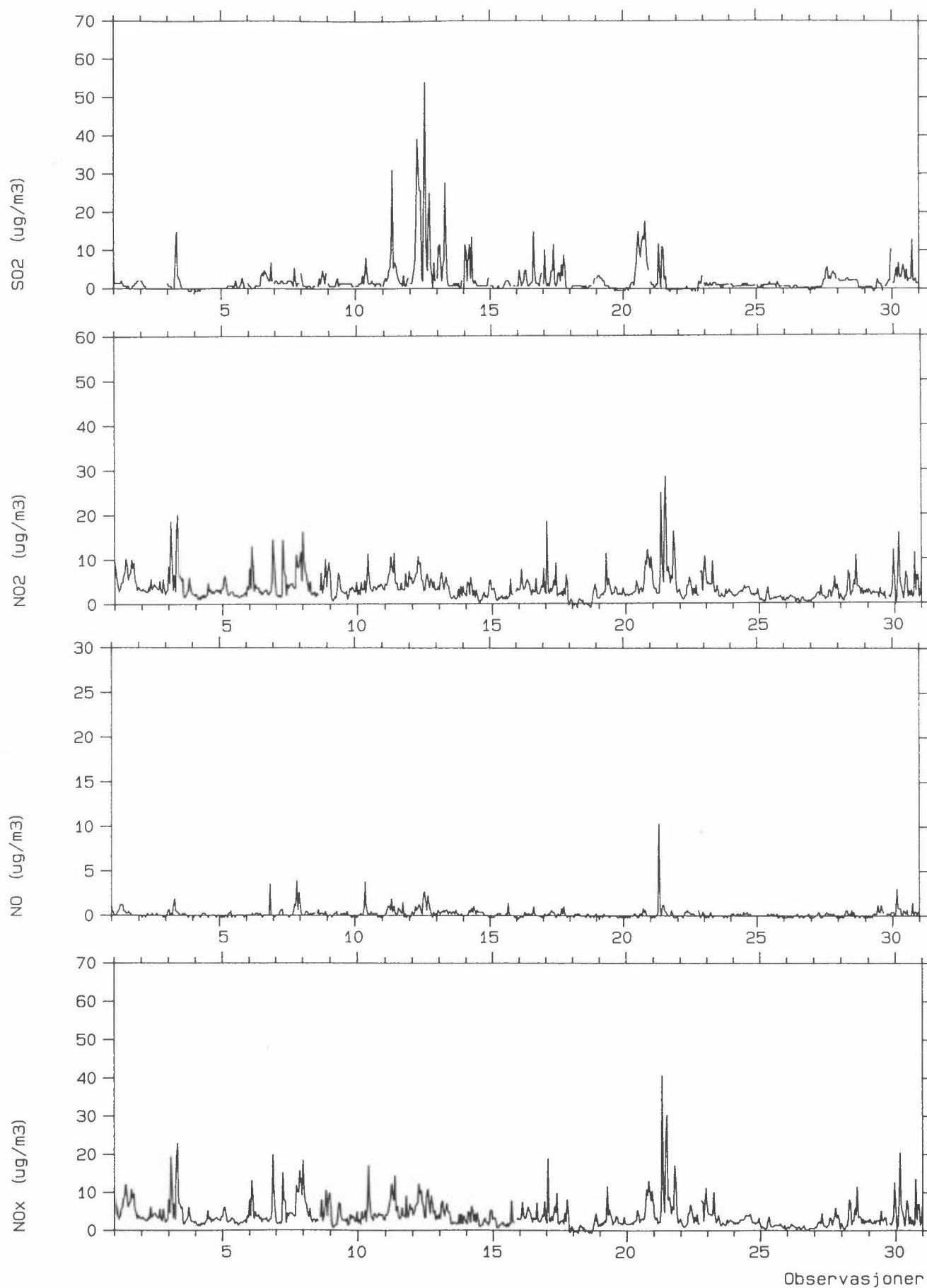
Grafisk fremstilling av målte timemiddelverdier av  
SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>x</sub> fra Grunnevikshøgda og Dyrholten





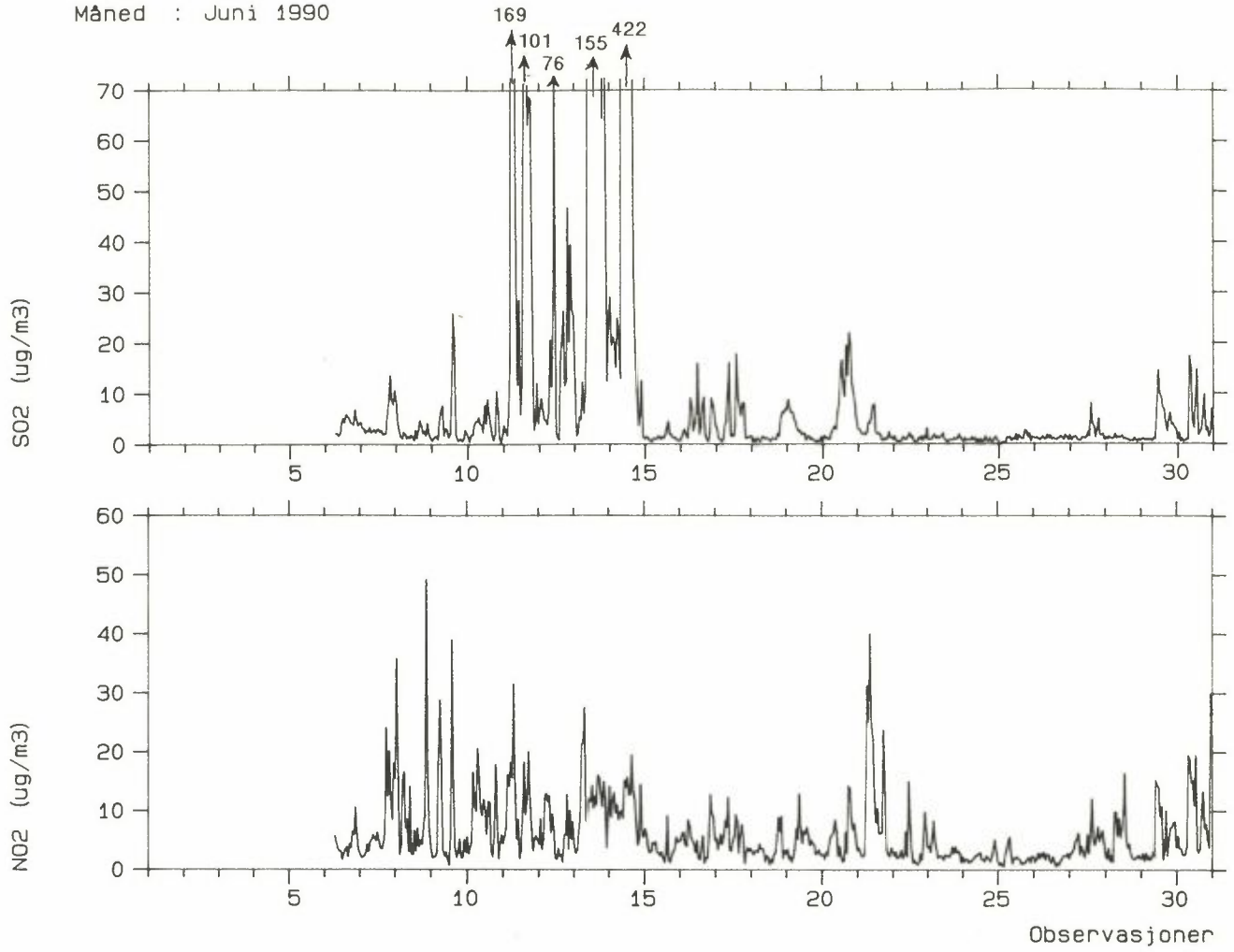
Stasjon: Grunnevikshøgda

Måned : Juni 1990

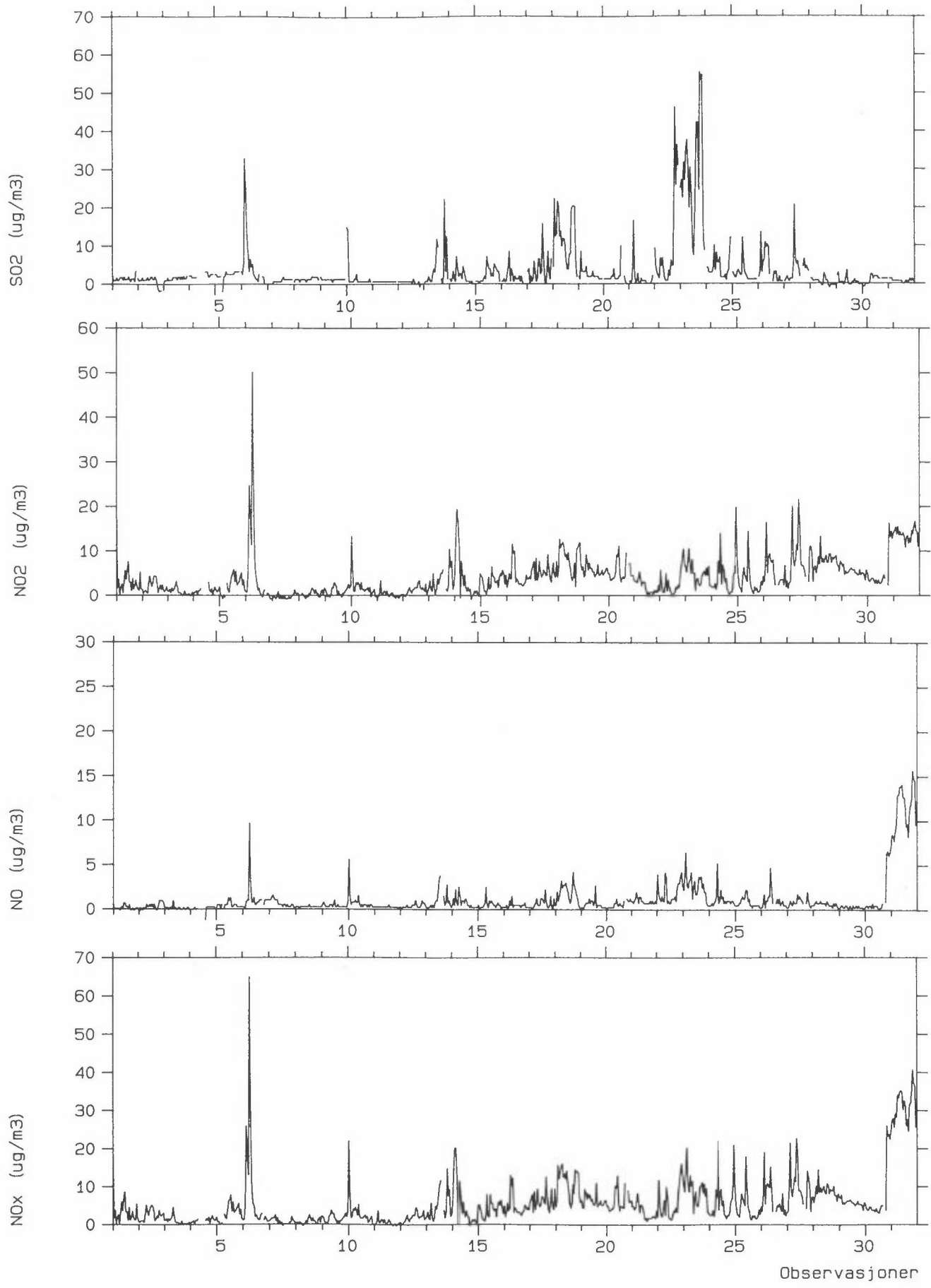


Stasjon: Mongstad sør

Måned : Juni 1990

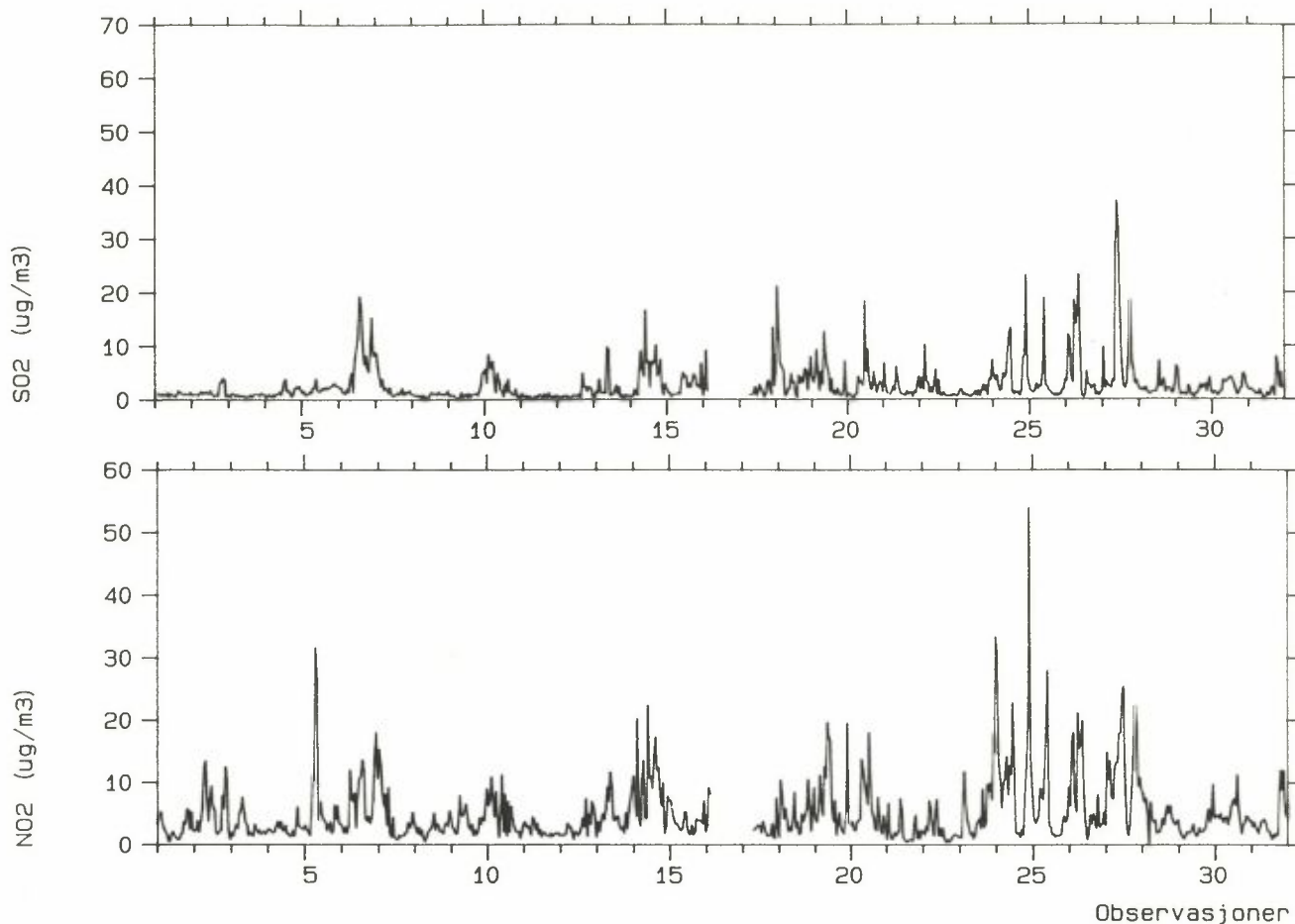


Stasjon: Grunnevikshøgda  
Måned : Juli 1990



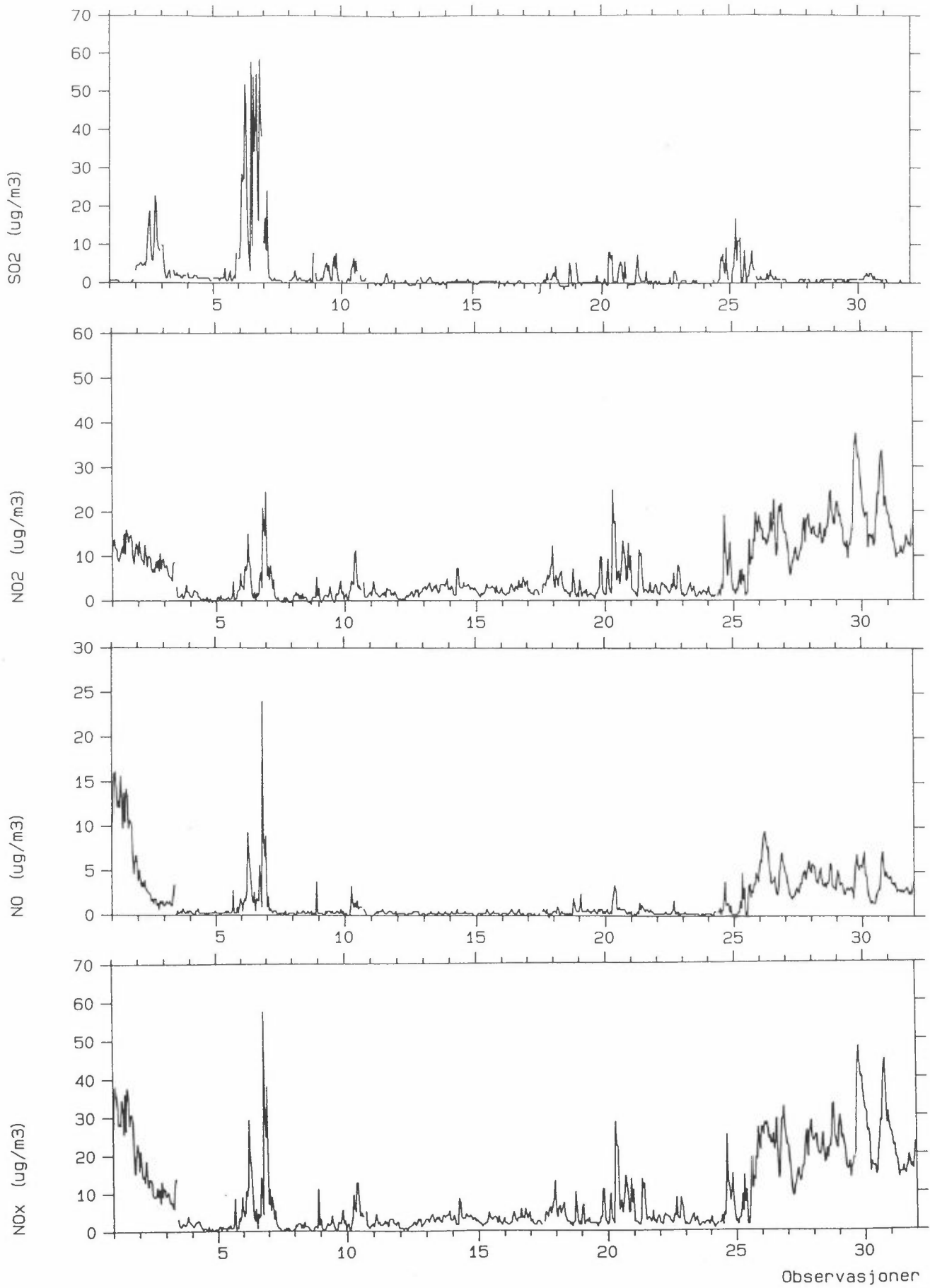
Stasjon: Mongstad sør

Måned : Juli 1990



Stasjon: Grunnevikshøgda

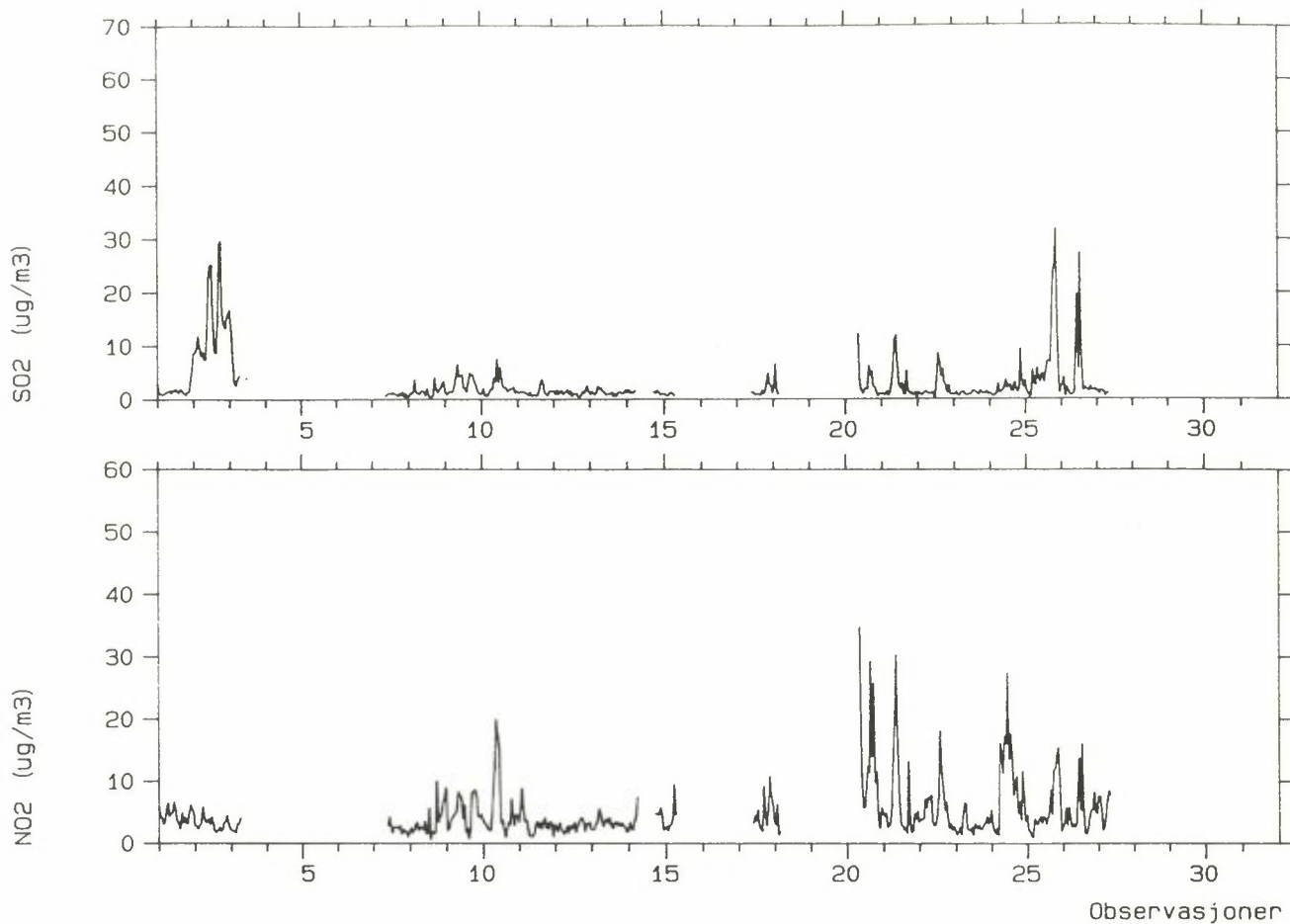
Måned : August 1990



56

Stasjon: Mongstad sør

Måned : August 1990





NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)  
NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH  
POSTBOKS 64, N-2001 LILLESTRØM

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 22/91	ISBN-82-425-0242-0	
DATO SEPTEMBER 1991	ANSV. SIGN. <i>Storland</i>	ANT. SIDER 86	PRIS NOK 135,-
TITTEL Meteorologi og luftkvalitet på Mongstad sommeren 1990		PROSJEKTLEDER T. Bøhler	
		NILU PROSJEKT NR. O-8937	
FORFATTER(E) M.J. Aarnes, O. Anda og T. Bøhler		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. SM-421795	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statoil A/S Divisjon Mongstad 5154 Mongstad			
3 STIKKORD Måleprogram                      Luftkvalitet                      Meteorologi			
REFERAT NILU utførte for Statoil målinger av luftkvalitet og meteorologi rundt Mongstad i ett år fra 1. september 1989. Denne rapporten omhandler målinger sommeren 1990. Vindmålingene viste høyere vindstyrker enn normalt og dominerende vindretninger ved raffineriet var fra sør-sørøst og nordvest. Luftkvalitetsmålingene viste lave middelveier for alle komponenter i perioden. Det forekom imidlertid forhøyede verdier av SO <sub>2</sub> og nitrogenoksider ved vind fra raffineriet mot målestasjonene. Det ble registrert en time med overskridelse av grenseverdi for SO <sub>2</sub> sommeren 1990. Månedsmidlene for støvfall og svevestøv var lave og mikroskoperingen viste god sammenheng mellom vind fra raffineriet og identifisering av grønn- og kalsinert koks.			

TITLE Meteorology and Air Quality at Mongstad, Summer 1990.
ABSTRACT

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