

NILU OR: 82/90

NILU OR : 82/90
REFERANSE : O-8937
DATO : NOVEMBER 1990
ISBN : 82-425-0214-5

METEOROLOGI OG
LUFTKVALITET PÅ MONGSTAD
VÅREN 1990

M.J. Aarnes og T. Bøhler

SAMMENDRAG

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

Vindmålingene viser at dominerende vindretning på Grunnevikshøgda våren 1990 var fra sør-sørøst (150°), mens det på Hellisøy fyr blåste oftest fra nord (360°) og fra sør-sørvest (210°). Vindmålingene på Hellisøy fyr viste at middelvindstyrken våren 1990 var betydelig høyere enn normalt. Vindstyrken som ble registrert på Grunnevikshøgda var lavere enn på Hellisøy, med middelvindstyrke for våren lik 5,2 m/s. På grunn av feil i loggeenheten på måleinstrumentet i mai måned var tilgjengeligheten for vinddata på Grunnevikshøgda lav.

Stabilitetsmålingene viser en døgnfordeling der stabile og lett stabile forhold forekommer oftest om natten og ustabile og nøytrale forhold dominerer om dagen. Nøytral sjiktning forekom hele 64,5% av tiden om våren. 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 og månedsmidler av støvfall og vindblåst støv. Månedsmidlene for støvfall var moderate til høye i mars og april og lave i mai. Månedsmidlene for SO_2 , NO_2 og sot var lave og tilsvarende verdier målt i lite forurensede områder i Norge. Det forekom imidlertid enkelte døgn med forhøyede konsentrasjoner av svoveldioksid og nitrogendioksid ved forekomst av vind fra raffineriet mot målestedene. De høyeste døgnverdiene var imidlertid lave sammenlignet med forslag til retningslinjer for luftkvalitet for disse komponentene.

INNHOOLD

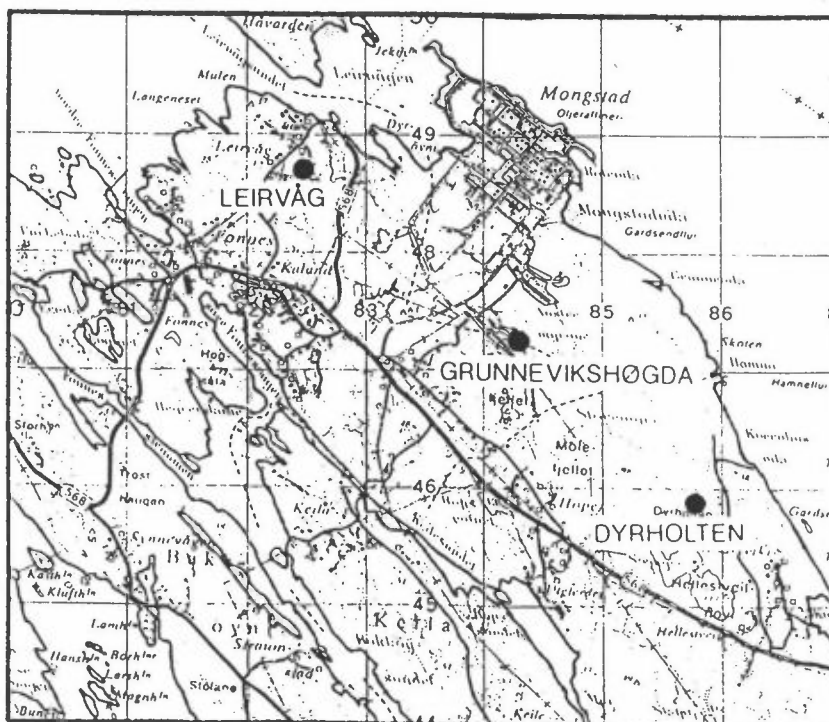
| | Side |
|---|------|
| SAMMENDRAG | 1 |
| 1 INNLEDNING | 5 |
| 2 METEOROLOGISKE MÅLINGER | 7 |
| 2.1 Datatilgjengelighet | 8 |
| 2.2 Vindretning | 8 |
| 2.3 Vindstyrke og vindkast (gust) | 11 |
| 2.4 Forhold mellom vindstyrke og vindretning | 12 |
| 2.5 Stabilitetsforhold | 14 |
| 2.6 Vind og stabilitet | 15 |
| 2.7 Temperatur | 16 |
| 3 MÅLINGER AV LUFTKVALITET | 16 |
| 3.1 Retningslinjer for luftkvalitet av SO ₂ , NO ₂ og sot | 17 |
| 3.2 Datatilgjengelighet | 17 |
| 3.3 Døgnmålinger av NO ₂ , SO ₂ og sot | 18 |
| 4 STØVMÅLINGER | 20 |
| 4.1 Oppsamling av nedfallstøv | 20 |
| 4.2 Oppsamling av vindblåst støv | 21 |
| 5 REFERANSER | 23 |
| VEDLEGG 1: Grafisk presentasjon av meteorologiske data fra Grunnevikshøgda | 25 |
| VEDLEGG 2: Månedsvise vindstatistikk fra Grunnevikshøgda | 31 |
| VEDLEGG 3: Vindstatistikk fra Grunnevikshøgda | 37 |
| VEDLEGG 4: Stabilitetsklasser fordelt over døgnet og fre- kvensfordeling som funksjon av vindretning, vindstyrke og stabilitet fra Grunnevikshøgda | 41 |
| VEDLEGG 5: Statistikk av temperaturdata fra Grunnevikshøgda | 45 |
| VEDLEGG 6: Grafisk fremstilling av målte døgnmiddelverdier av SO ₂ , NO ₂ og sot fra Grunnevikshøgda, Dyrholten og Leirvåg | 49 |
| VEDLEGG 7: Antall timer pr. døgn med vind mot målestedene fra Mongstad-anlegget | 61 |
| VEDLEGG 8: Vinddata fra Hellisøy fyr mars og mai 1990 | 67 |

METEOROLOGI OG LUFTKVALITET PÅ MONGSTAD VÅREN 1990

1 INNLEDNING

Norsk institutt for luftforskning (NILU) utfører 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, 1990B).

Målingene startet i september 1989 og vil pågå i ett år. Denne rapporten beskriver resultater av målingene våren 1990, dvs. mars, april og mai. Måleprogrammet består av luftkvalitetsmålinger på tre stasjoner. På en av stasjonene registreres det i tillegg meteorologiske parametre. Lokalisering av målestedene for luftkvalitet er gitt 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 ₂ | NILU-FK | 1 døgn | 1.9.89-31.8.90 |
| | Sot | " | " " | " " |
| | Støvfall | NILU støvs. | 1 mnd. | " " |
| | Vindbl. støv | CERL-måler | " " | " " |
| Dyrholten | NO ₂ | NILU-FK | 1 døgn | 1.9.89-31.8.90 |
| | SO ₂ | " | " " | " " |
| | Sot | " | " " | " " |
| | Støvfall | NILU-støvs. | 1 mnd. | " " |
| | Vindbl. støv | CERL-måler | " " | 1.6.90-31.8.90 |
| | SO ₂ | Kont.regist. | 1 time | " " |
| Grunnevikshøgda | NO ₂ | NILU-FK | 1 døgn | 1.9.89-31.8.90 |
| | SO ₂ | " | " " | " " |
| | Sot | " | " " | " " |
| | SO ₂ | Kont.regist. | 1 time | 1.12.89-15.3.90 |
| | NO | " " | " " | } som SO ₂ kont. |
| | NO _x | " " | " " | |
| | (NO ₂) | (NO _x -NO) | " " | |
| | Vindbl. støv | CERL-måler | 1 mnd. | 1.9.89-31.8.90 |
| | Nedfallstøv | 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 | " " | |

Våren 1990 ble det foretatt døgnmålinger av SO₂ og sot på alle tre stasjonene og døgnmålinger av NO₂ på to av stasjonene. Det ble samlet nedfallstøv på tre stasjoner og vindblåst støv på to stasjoner for hver måned. I tillegg ble det utført kontinuerlige registreringer av meteorologiske parametre på Grunnevikshøgda.

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 nedbørmengde for hver time.

2.1 DATATILGJENGELIGHET

Datatilgjengeligheten på de meteorologiske målingene er vist i tabell 2.

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

| | Parameter | Mars | April | Mai |
|----------------------|-----------|------|-------|-------|
| Vindstyrke | (FF) | 75,3 | 100,0 | 32,1 |
| Vindkast | (Gust) | 75,3 | 100,0 | 32,1 |
| Vindretning | (DD) | 75,3 | 100,0 | 32,1 |
| Temperatur | (TT) | 75,3 | 100,0 | 32,1 |
| Temperaturdifferanse | (DT 10-2) | 75,3 | 100,0 | 32,1 |
| Relativ fuktighet | (RH) | 75,3 | 100,0 | 32,1 |
| Nedbørmengde | | 99,7 | 100,0 | 100,0 |

Den lave datatilgjengeligheten i mai skyldes at automatisk loggede data fra 4.-25. mai gikk tapt på grunn av en feil i dataloggeren. Meteorologiske data mangler også fra 1.-9. mars på grunn av instrumentfeil. Resultater fra målingene av relativ fuktighet og nedbørmengde presenteres i separat rapport sammen med målinger av nedbørkvalitet. På grunn av den dårlige

datatilgjengeligheten for mars og mai er vinddata fra Hellisøy fyr vedlagt for disse månedene (vedlegg 8).

2.2 VINDRETNING

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

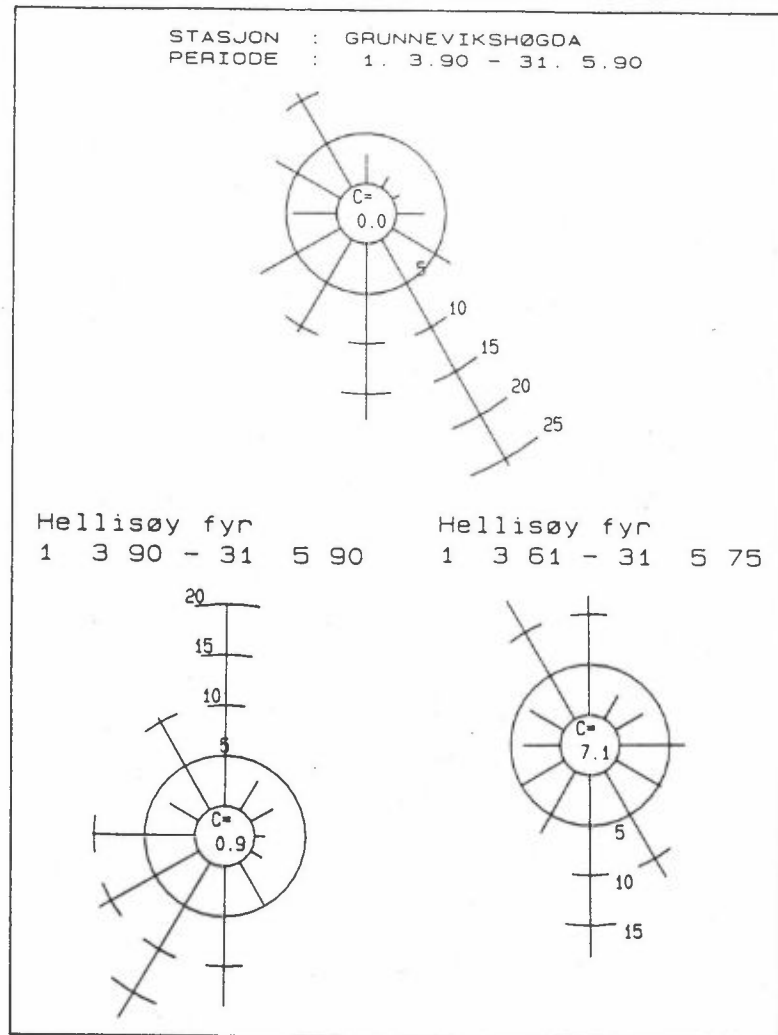
Frekvensfordelingen av vindretning våren 1990 på Grunnevikshøgda og på Hellisøy fyr er vist i figur 2. Figuren gir også en tilsvarende frekvensfordeling av vindretning for vårmånedene på Hellisøy fyr i perioden 1961-1975.

Figuren viser at den dominerende vindretningen på Grunnevikshøgda var fra sør-sørøst (omkring 150^0). Totalt blåste det fra denne sektoren i ca. 26 prosent av tiden i perioden.

Vindretningsfordelingen på Hellisøy fyr fra våren 1990 skiller seg noe fra 15-årsnormalen fra 1961-75 ved at det våren 1990 blåste oftere fra nord og fra sørvestlige retninger og mindre fra sørøst. Våren 1990 ble det observert kun 0,9 prosent vindstille på Hellisøy fyr, mens 15-årsnormalen 1961-75 gir 7,1 prosent vindstille i vårmånedene.

Forskjellene i vindretningsfordelingen mellom Grunnevikshøgda og Hellisøy fyr kan delvis forklares ved den generelle friksjonen over land og at vinden kanaliseres langs Fensfjorden. I tillegg kan forskjellen skyldes at det mangler data fra Grunnevikshøgda i en periode i mai, da det blåste hovedsakelig fra nordlige retninger på Hellisøy.

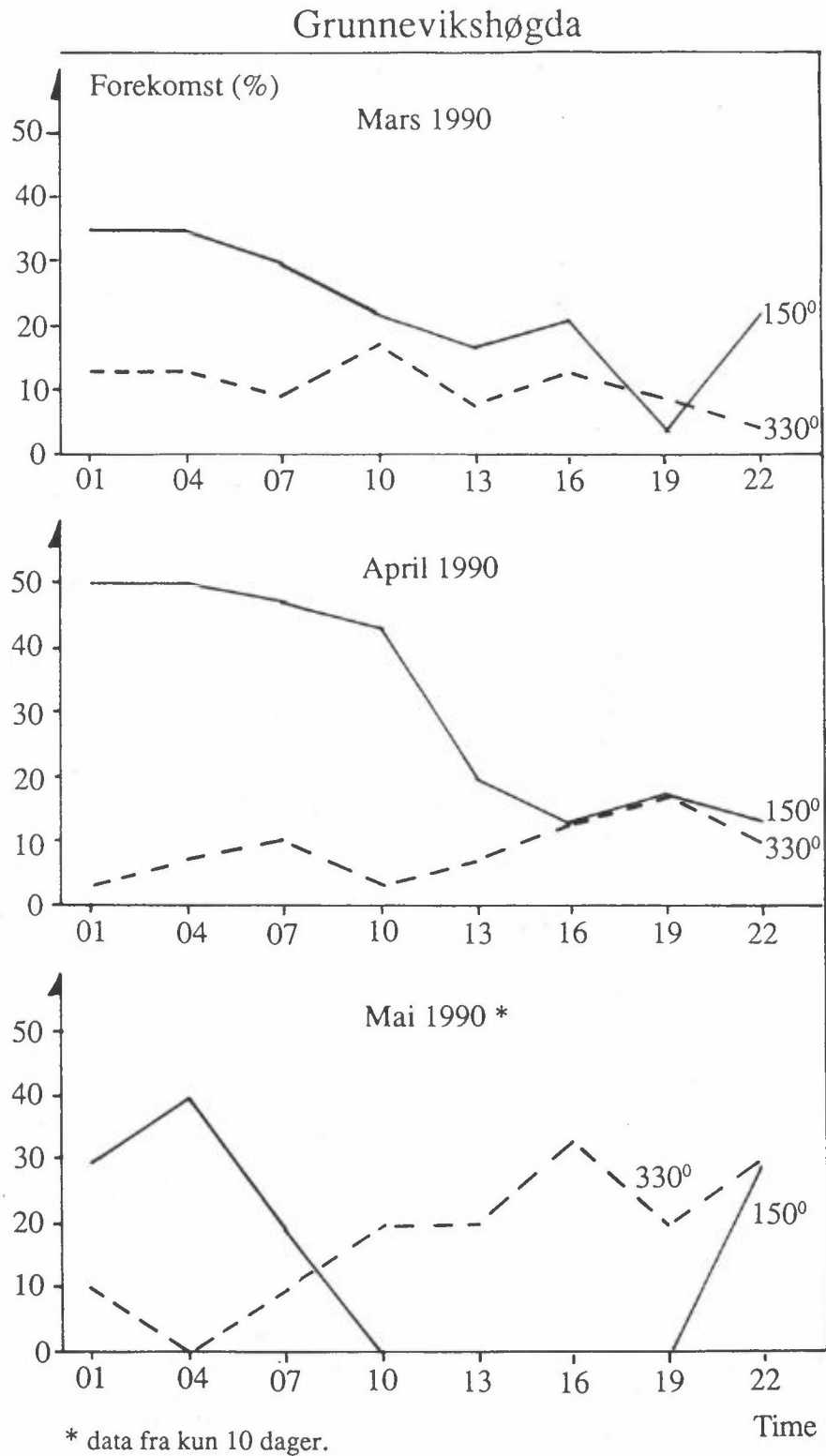
Midlere forekomst over døgnet av de to vindretningene som er typiske for de lokale land-sjøbris forholdene er vist i figur 3. Figuren viser at det i de tre vårmånedene 1990 var vind ut fjorden (150^0) som dominerte om natten og formiddagen, mens forekomsten av pålandsvind (330^0) om ettermiddagen ikke var så



Figur 2: Frekvensfordeling av vindretning fordelt på tolv 30⁰ sektorer fra Grunnevikshøgda og Hellisøy fyr i perioden mars-mai 1990 og fra Hellisøy fyr for de samme månedene i årene 1961-1975.

hyppig som forventet. Fra mai måned finnes det kun data fra 10 dager, som trolig er for lite til å beskrive variasjonen av vindretning over døgnet.

Forekomst av vind fra raffineriet mot de tre målestedene for luftkvalitet; Grunnevikshøgda (330⁰-20⁰), Dyrholten (300⁰-340⁰) og Leirvåg (80⁰-120⁰) er vist i figurer i vedlegg 7. Vindmålingene fra Grunnevikshøgda viser at det blåste fra raffineriet mot målestasjonen på Grunnevikshøgda i ca. 11% av tiden, mot Dyrholten i ca. 17% av tiden og mot Leirvåg i ca. 6% av tiden.

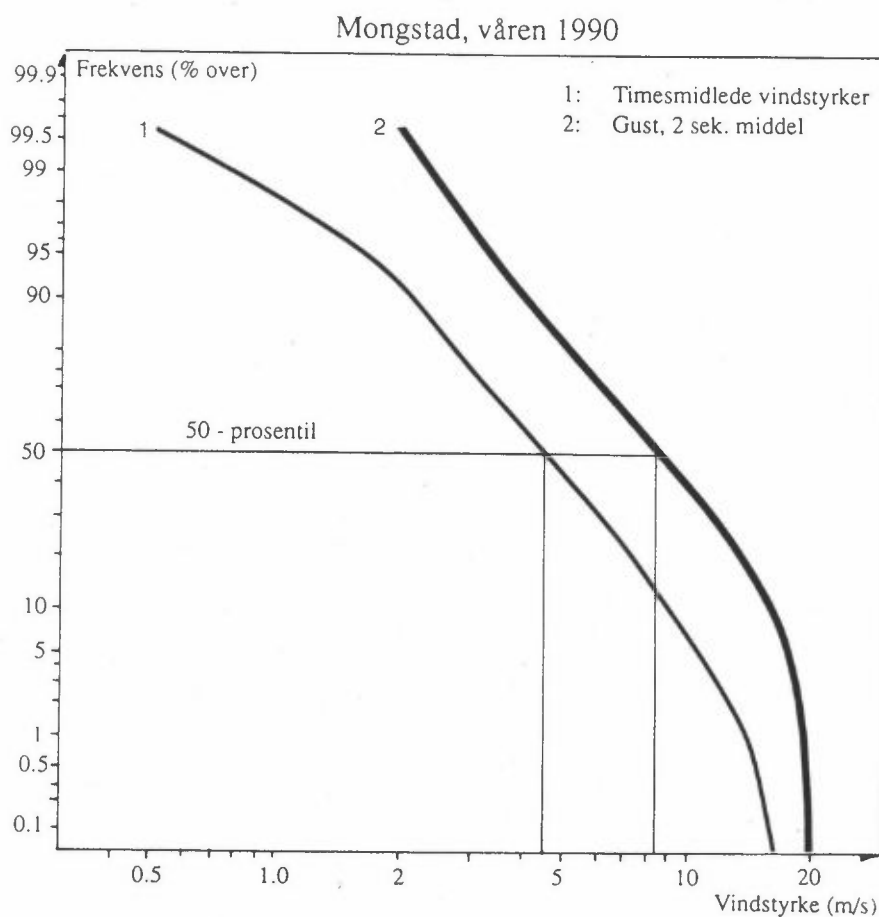


Figur 3: Midlere forekomst over døgnet av fralandsvind (150°) og pålandsvind (330°) ved Grunnevikshøgda våren 1990.

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 våren 1990 er vist i figur 4.



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

På Grunnevikshøgda var middelvindstyrken i perioden på 5,2 m/s. Medianverdien (50-prosentilen) var 4,5 m/s. Høyeste observerte timemidlede vindstyrke ble registrert den 9. mars kl 15 og var 16,9 m/s. Dette tilsvarer stiv kuling.

Det kraftigste vindkastet ble også registrert 9. mars kl 15, og var på 25,7 m/s.

Middelvindstyrke månedvis og samlet for mars, april og mai 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 våren 1990 og fra Hellisøy fyr for vårmånedene i årene 1961-1975.

| Periode | Grunnevikshøgda 1990 | Hellisøy fyr 1990 | Hellisøy fyr 1961-1975 |
|---------|-------------------------|----------------------|---------------------------|
| Mars | 6,6 | 12,0 | 6,3 |
| April | 4,6 | 8,0 | 5,7 |
| Mai | 3,7* | 7,0 | 5,1 |
| Middel | 5,2 | 9,2 | 5,7 |

* Lav datatilgjengelighet.

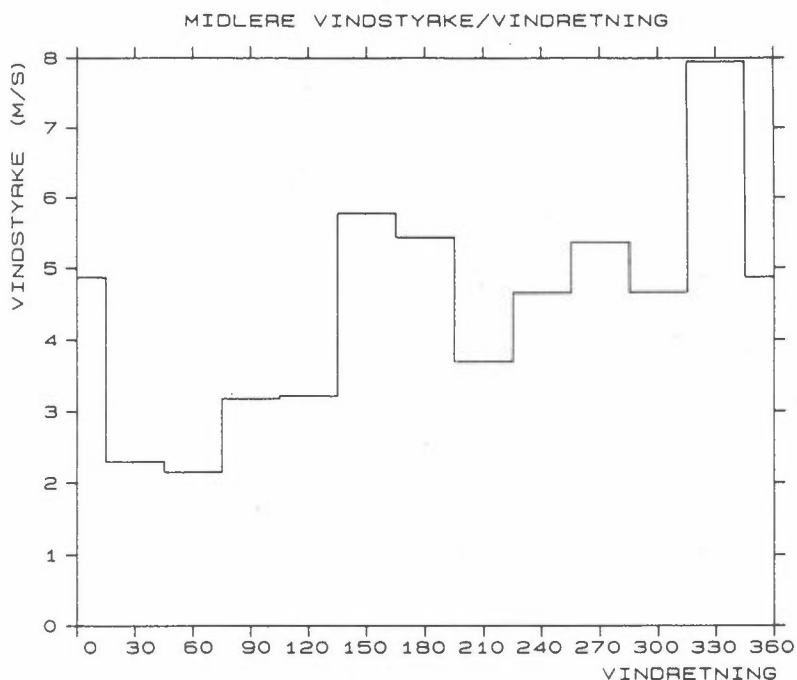
Tabellen viser at vindstyrkene som ble observert på Hellisøy fyr våren 1990 var betydelig høyere enn 15-års normalen (1961-1975). Avviket var spesielt stort i mars måned.

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

2.4 FORHOLD MELLOM VINDSTYRKE OG VINDRETNING

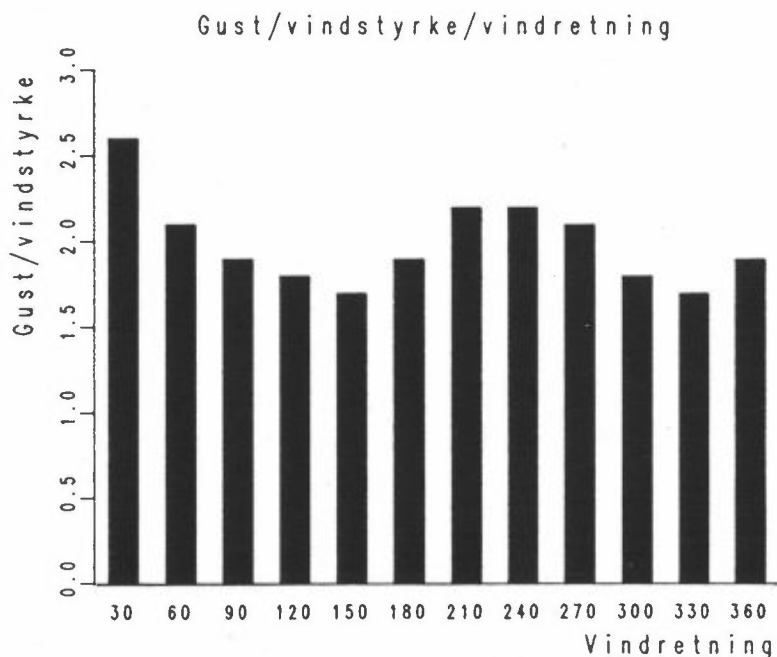
Variasjonen av vindstyrke med vindretningen for våren 1990 er vist i figur 5. Figuren viser midlere vindstyrke i måleperioden, fordelt på tolv 30⁰-sektorer. Figuren viser at vind fra omkring 330⁰ (nord-nordvest) ga den høyeste middelvindstyrken, 7,9 m/s, mens vind fra omkring 60⁰ (øst-nordøst) ga den laveste middelvindstyrken, 2,2 m/s. Vind fra 60⁰-sektoren forekom imidlertid sjelden, totalt bare 0,7% av tida.

Midlere vindstyrke fra hovedvindretningen, omkring 150⁰, var forholdsvis høy med 5,8 m/s.



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

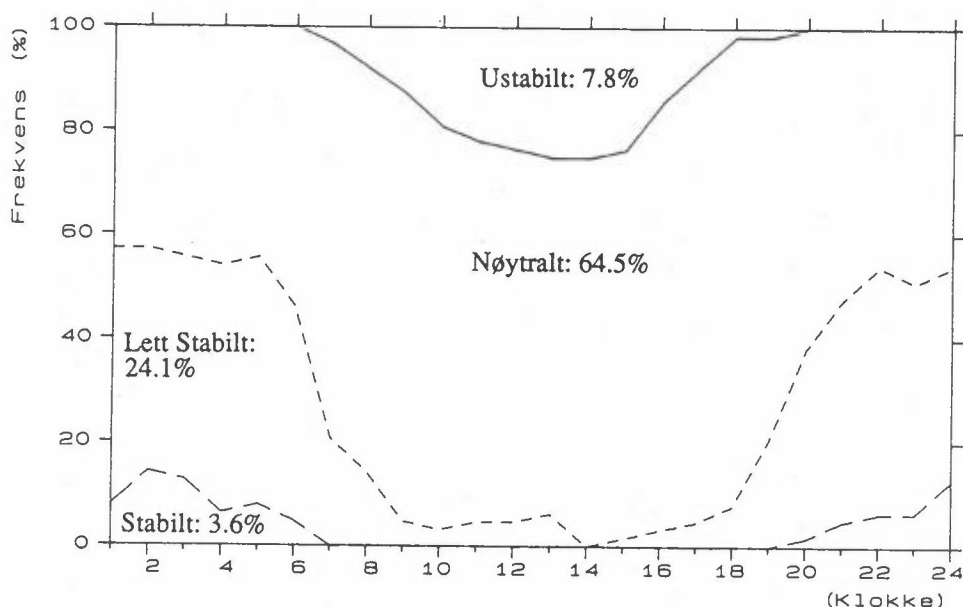
2.5 STABILITETSFORHOLD

Beregning 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. 03. 90-31. 05. 90
 Data : Delta T (10-2m)



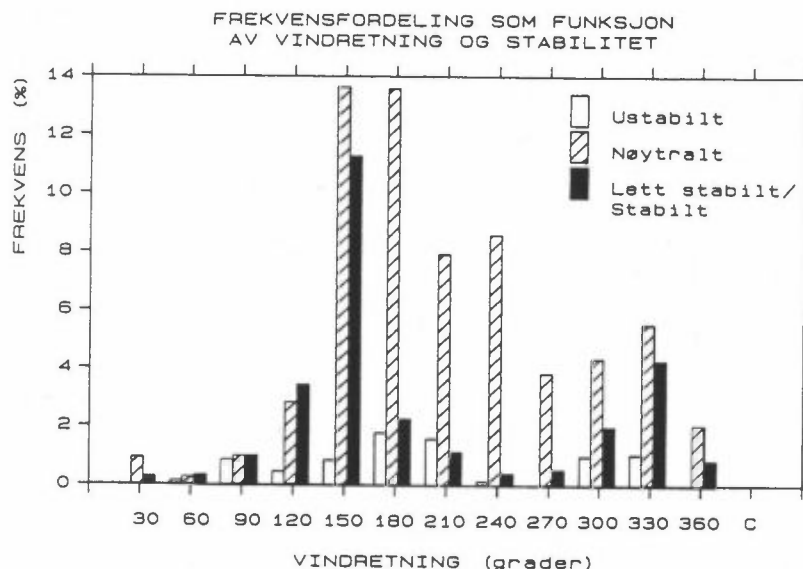
Figur 7: Døgnfordeling av fire stabilitetsklasser basert på målinger av temperaturforskjellen mellom 10 m og 2 m på Grunnevikshøgda våren 1990.

Stabilitetsforholdene ved Grunnevikshøgda våren 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 64,5% av tiden. Stabil og lett stabil sjiktning med dårlige spredningsforhold forekom i henholdsvis 3,6 og 24,1% av tiden. Ustabil temperatursjiktning, som inntreffer ved soloppvarming om dagen, forekom i 7,8% av tiden på Grunnevikshøgda våren 1990.

2.6 VIND OG STABILITET

Statistisk bearbeidelse av vind og stabilitet for våren 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).



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

2.7 TEMPERATUR

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

Tabell 4: Månedlige minimum, maksimum og middeltemperaturer på Grunnevikshøgda våren 1990 og middeltemperaturer fra Hellisøy fyr våren 1990 og samme måneder i årene 1931-1960.

| Måned | Grunnevikshøgda 1990 | | | Hellisøy fyr | |
|-------|----------------------|----------|--------|--------------|------------------|
| | Minimum | Maksimum | Middel | Middel 1990 | Middel 1931-1960 |
| Mars | -1,4 | 13,5 | 5,2 | 5,3 | 3,0 |
| April | -1,6 | 14,1 | 5,4 | 5,8 | 5,1 |
| Mai | 2,6* | 19,3* | 9,6* | 9,3 | 8,6 |

* Lav datatilgjengelighet.

Tabellen viser at middeltemperaturen på Grunnevikshøgda lå nær temperaturen på Hellisøy fyr våren 1990. De månedlige middeltemperaturene på Hellisøy fyr våren 1990 lå høyere enn middeltemperaturene for vårmånedene i årene 1931-1960. Avviket fra normalen var størst i mars.

3 MÅLINGER AV LUFTKVALITET

Måleprogrammet for luftkvalitet er beskrevet i tabell 1, og lokaliseringen av målestasjonene er vist i figur 2. Våren 1990 ble det gjort døgnmålinger av NO₂, SO₂ og sot på Grunnevikshøgda og Dyrholten og døgnmålinger av SO₂ og sot på Leirvåg.

3.1 RETNINGSLINJER FOR LUFTKVALITET AV SO₂, NO₂ 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 ³ | 150* | 100-150 | 40-60 |
| Nitrogen-dioksid | µg/m ³ | 200-350 | 100-150 | 75 |
| Sot | µg/m ³ | - | 100-150 | 40-60 |

* Virkning på vegetasjon.

3.2 DATATILGJENGELIGHET

Datatilgjengelighet for våren 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 Døgnmålinger | | | Dyrholten Døgnmålinger | | | Leirvåg Døgnmålinger | |
|------------|---------------------------------|-----------------|-----|---------------------------|-----------------|-----|-------------------------|-----|
| | NO ₂ | SO ₂ | Sot | NO ₂ | SO ₂ | Sot | SO ₂ | Sot |
| | Mars | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| April | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Mai | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| Totalt (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Datatilgjengeligheten av luftkvalitetsmålingene våren 1990 er 100%.

3.3 DØGNMÅLINGER AV NO₂, SO₂ OG SOT

Resultatene av døgnmålingene er framstilt grafisk i vedlegg 6. Månedsmidler og høyeste døgnmiddelverdi for hver måned er gitt for NO₂ i tabell 7, SO₂ i tabell 8 og sot i tabell 9.

Tabell 7: Månedsmiddel og høyeste døgnmiddelverdi for hver måned av NO₂ i µg/m³.

| Periode | Grunnevikshøgda | | Dyrholten | |
|---------|-----------------|-------|-----------|-------|
| | Middel | Maks. | Middel | Maks. |
| Mars | 3 | 9 | 5 | 16 |
| April | 5 | 13 | 6 | 15 |
| Mai | 5 | 19 | 6 | 12 |
| Totalt | 4 | 19 | 6 | 16 |

Tabell 8: Månedsmiddel og høyeste døgnmiddelverdi for hver måned av SO₂ i µg/m³.

| Periode | Grunnevikshøgda | | Dyrholten | | Leirvåg | |
|---------|-----------------|-------|-----------|-------|---------|-------|
| | Middel | Maks. | Middel | Maks. | Middel | Maks. |
| Mars | 2 | 13 | 3 | 19 | 1 | 8 |
| April | 3 | 33 | 1 | 4 | 1 | 5 |
| Mai | 5 | 33 | 3 | 18 | 2 | 7 |
| Totalt | 3 | 33 | 2 | 19 | 1 | 8 |

Tabell 9: Månedsmiddel og høyeste døgnmiddelverdi for hver måned av sot i µg/m³.

| Periode | Grunnevikshøgda | | Dyrholten | | Leirvåg | |
|---------|-----------------|-------|-----------|-------|---------|-------|
| | Middel | Maks. | Middel | Maks. | Middel | Maks. |
| Mars | 2 | 11 | 2 | 11 | 2 | 11 |
| April | 2 | 6 | 2 | 6 | 2 | 7 |
| Mai | 2 | 6 | 2 | 7 | 3 | 9 |
| Totalt | 2 | 11 | 2 | 11 | 2 | 11 |

Månedsmidlene av svoveldioksid, nitrogendioksid og sot våren 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 SO_2 ($33 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ble målt 2 ganger på Grunnevikshøgda, første gang 3. april, andre gang 24. mai. Høyeste døgnmiddelverdi av NO_2 ($19 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ble målt på Grunnevikshøgda 24. mai. Høyeste døgnmiddelverdi av sot ($11 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ble målt på alle tre stasjonene 18. mars. Forhøyede døgnmiddelverdier av svoveldioksid, nitrogendioksid og sot kan 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. I de døgnene der vindretningsdata fra Grunnevikshøgda mangler, er det brukt vinddata fra Hellisøy fyr, som er gitt i vedlegg 8.

De høyeste døgnmiddelverdiene av SO_2 på Grunnevikshøgda, Dyrholten og Leirvåg ble målt på dager med forekomst av vind fra raffineriet mot målestasjonene. Det ble også målt svakt forhøyede konsentrasjoner av SO_2 i enkelte døgn der det ikke er registrert timer med vind fra raffineriet mot målestasjonene.

De høyeste døgnmiddelverdiene av NO_2 på Grunnevikshøgda og Dyrholten ble målt på dager med forekomst av vind fra raffineriet mot målestasjonene, men det forekom også forhøyede verdier på dager der det ikke er registrert timer med vind mot målestedene.

Forhøyede døgnmiddelverdier av sot på de tre målestasjonene ble målt både på dager med og uten forekomst av vind fra raffineriet mot målestasjonene. De høyeste døgnmiddelverdiene ble målt på alle tre stasjonene samtidig 17. og 18. mars. Disse dagene ble det også målt forhøyede konsentrasjoner av SO_2 og NO_2 på målestasjonene, noe som kan tyde på at dette var en episode med langtransporterte luftforurensninger.

4 STØVMÅLINGER

Det ble utført oppsamling av støv på månedsbasis for å vurdere støvbelastningen i området. I perioden mars-mai 1990 ble det samlet nedfallstøv på Grunnevikshøgda, Dyrholten og Leirvåg, og det ble samlet vindblåst støv i fire vertikalsylindre på Grunnevikshøgda og på Leirvåg.

4.1 OPPSAMLING AV NEDFALLSTØV

NILUs støvsamler registrerer den delen av støvet (>10 µm) som faller ned i en åpen oppsamler. Denne standarden benyttes over hele verden slik at målingene kan sammenholdes med andre målinger.

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

Tabell 10: Støvfall i gram/m² pr. måned oppsamlet i NILUs støvsamlere våren 1990.

| Måned | Grunnevikshøgda | Dyrholten | Leirvåg |
|-------|-----------------|-----------|---------|
| Mars | 9,3 | 11,0 | 10,2 |
| April | - | - | 5,0 |
| Mai | 0,6 | 0,9 | 1,1 |

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

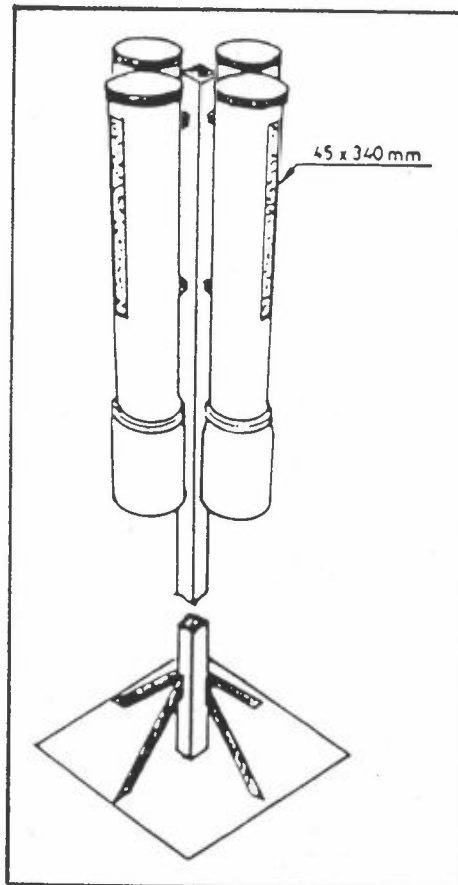
| | | |
|-------------|----------------------------|-------------|
| Meget høyt: | over 15 g/m ² | pr. 30 døgn |
| Høyt | : 10-15 g/m ² | pr. 30 døgn |
| Moderat | : 5-10 g/m ² | pr. 30 døgn |
| Lavt | : under 5 g/m ² | pr. 30 døgn |

Resultatene fra målingene av nedfallstøv våren 1990 viser at det i mars måned var høyt nivå på Dyrholten og Leirvåg, mens det var moderat nivå på Grunnevikshøgda. For april ble to av de eksponerte støvsamlerne returnert uten stasjonsnavn. Det var derfor umulig å si sikkert hvilken som var fra Grunnevikshøgda og hvilken som var fra Dyrholten. Støvfallet i de to umerkede samlerne var 6,9 og 5,6 g/m² pr. måned, som tilsvarer moderat støvfall. Også på Leirvåg var det moderat støvfall i april. Støvfallet i mai måned klassifiseres som lavt på alle tre stasjonene.

4.2 OPPSAMLING AV 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 9 og består av fire vertikale sylindere med en åpning på 45x340 mm plassert i fire forskjellige retninger.

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



Figur 9: CERL støvsamler for oppsamling av vindblåst støv fordelt på fire retninger.

Tabell 11: Oppsamlet vindblåst støv i mg pr. måned fordelt på fire vindsektorer våren 1990.

| Måned | Grunnevikshøgda | | | | Leirvåg | | | |
|-------|-----------------|-----|-----|------|---------|-----|-----|------|
| | Nord | Øst | Sør | Vest | Nord | Øst | Sør | Vest |
| Mars | 70 | 5 | 15 | 12 | 6 | 5 | 9 | 2 |
| April | 20 | 6 | 5 | 7 | 7 | 5 | 8 | 5 |
| Mai | 17 | 4 | 4 | 3 | 26 | 3 | 5 | 6 |

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

Tabellen viser at de høyeste støvkonsentrasjonene på Grunnevikshøgda forekom ved vind fra nord både i mars, april og mai.

Ved Leirvåg var støvmengdene omtrent like ved vind fra de fire sektorene i mars og april, mens det i mai kom mest støv med vind fra nordlig sektor.

5 REFERANSER

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

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

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).

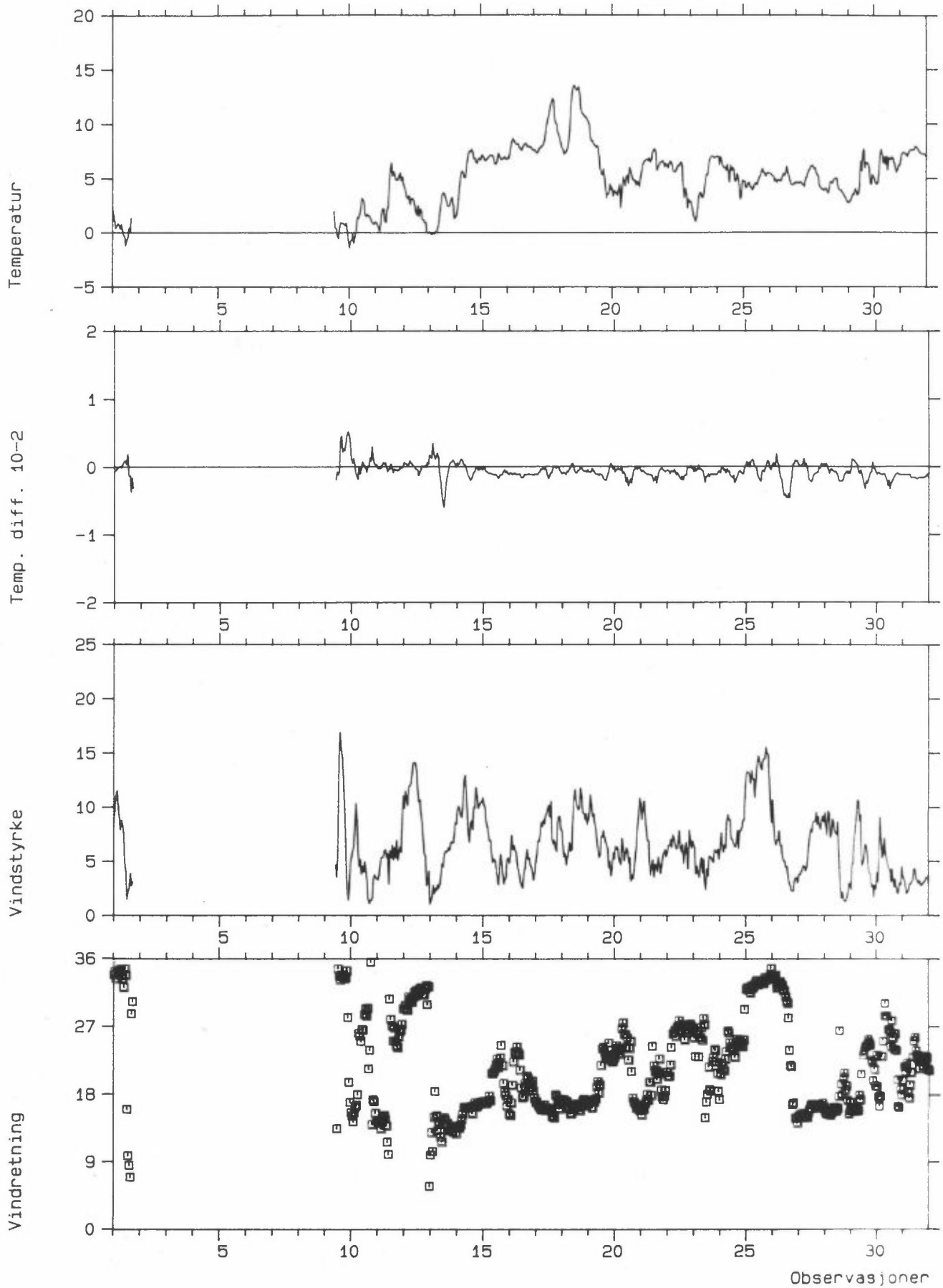
SFT (1982) Luftforurensning. Virkninger på helse og miljø. Oslo (Statens forurensningstilsyn. SFT-rapport, 38).

VEDLEGG 1

Grafisk presentasjon av meteorologiske data fra
Grunnevikshøgda.

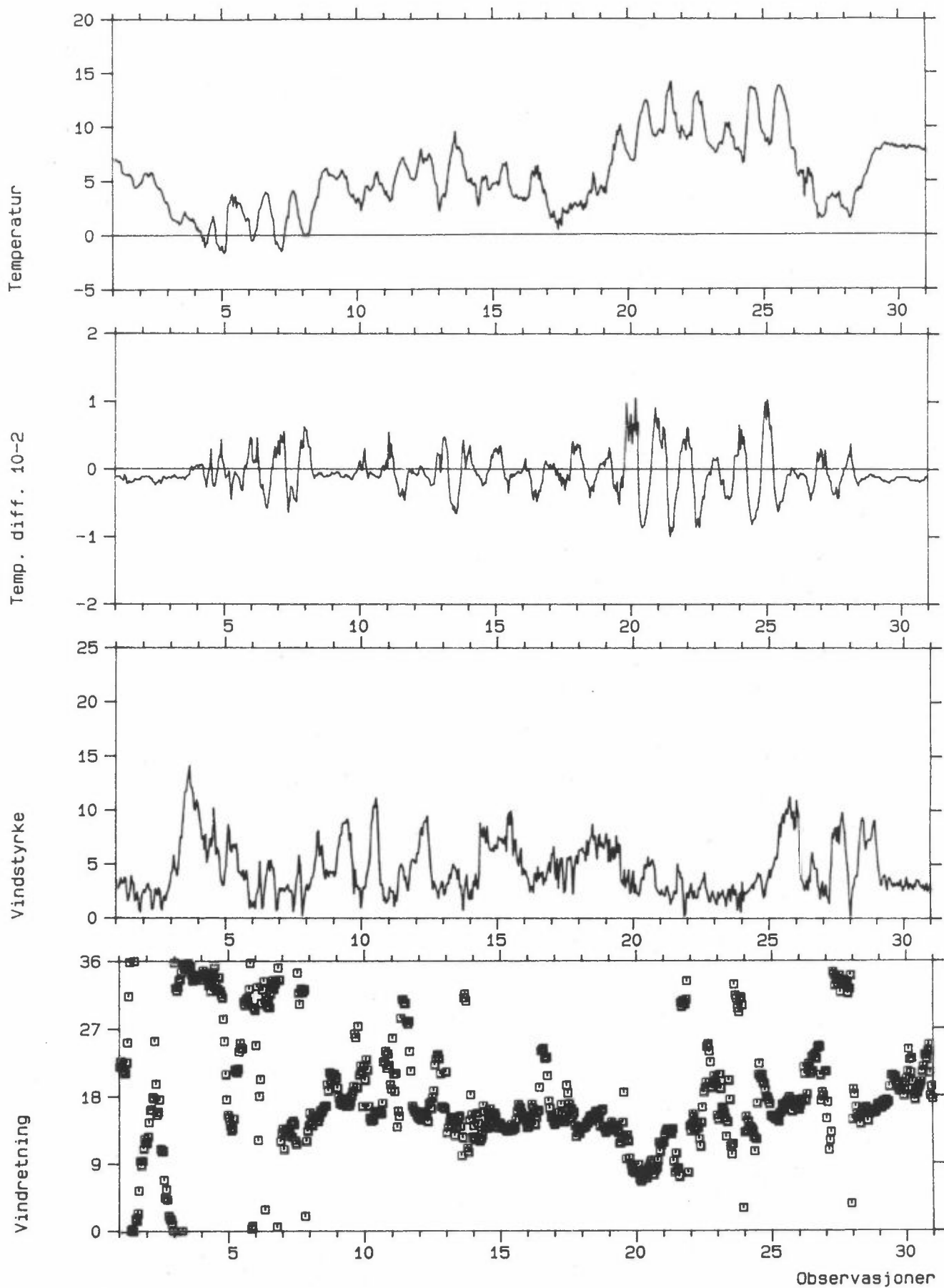
Stasjon: Grunnevikshøgda

Måned : Mars 1990



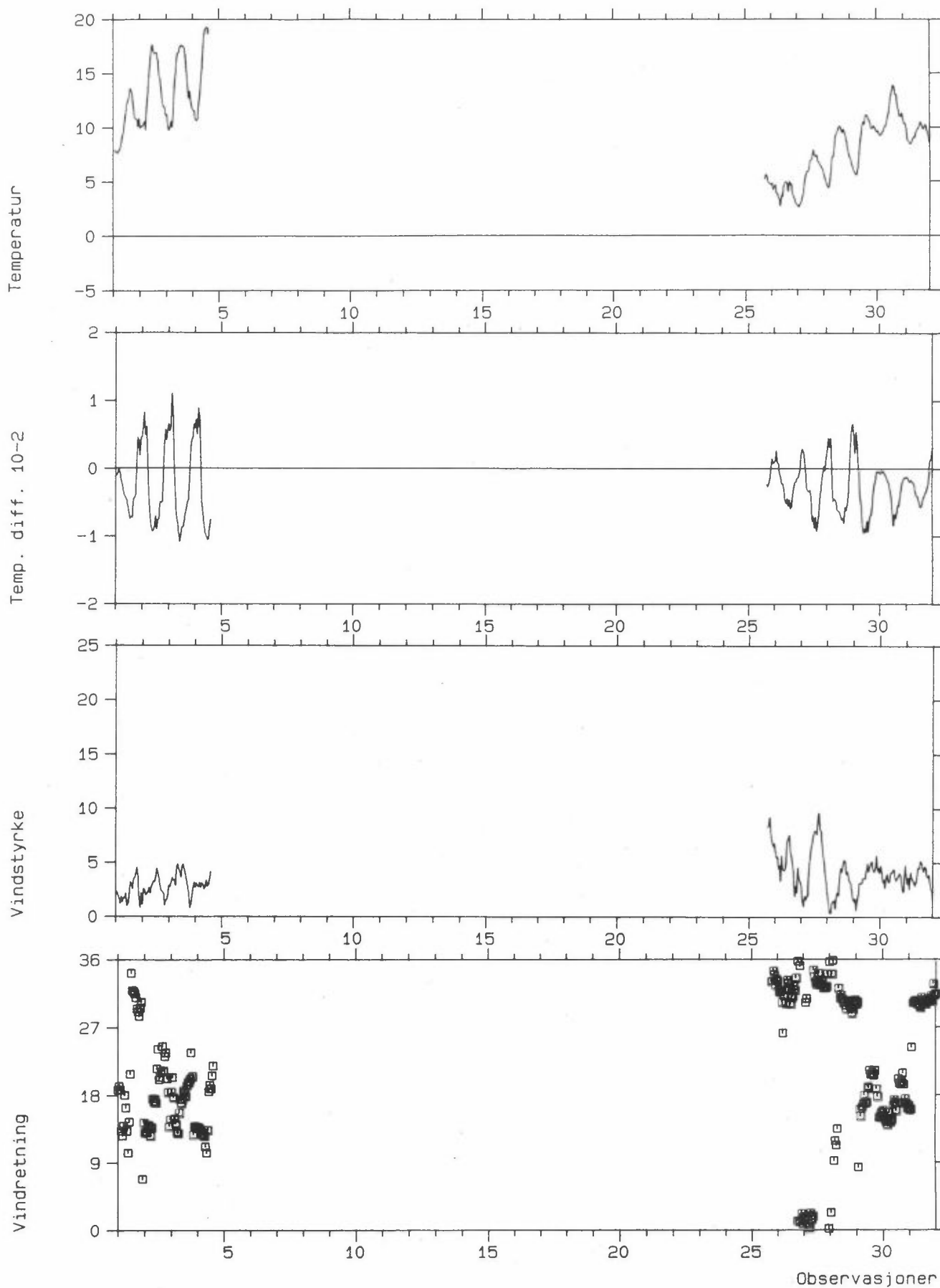
Stasjon: Grunnevikshøgda

Måned : April 1990



Stasjon: Grunnevikshøgda

Måned : Mai 1990



VEDLEGG 2

Månedsvi vindstatistikk fra Grunnevikshøgda.

Stasjon : GRUNNEVIKSHØGDA
 Periode : 01.03.90 - 31.03.90

FORDELING AV VINDRETNINGER OVER DØGNET (%)

| *) Vind- retning | Klokkeslett | | | | | | | | | Vind- rose |
|---------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| | 01 | 04 | 07 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | | |
| 30 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 60 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | 4.2 | .0 | .0 | .0 | .4 |
| 90 | 4.3 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .9 |
| 120 | .0 | 4.3 | 4.3 | 8.7 | .0 | .0 | 4.3 | .0 | 2.3 | |
| 150 | 34.8 | 34.8 | 30.4 | 21.7 | 16.7 | 20.8 | 4.3 | 21.7 | 22.2 | |
| 180 | 21.7 | 17.4 | 21.7 | 8.7 | 20.8 | 8.3 | 30.4 | 34.8 | 20.8 | |
| 210 | 13.0 | 13.0 | .0 | 13.0 | 4.2 | 16.7 | 17.4 | 13.0 | 11.1 | |
| 240 | 4.3 | 8.7 | 4.3 | 13.0 | 29.2 | 29.2 | 21.7 | 8.7 | 15.6 | |
| 270 | 4.3 | 4.3 | 17.4 | 17.4 | 8.3 | 4.2 | 4.3 | 13.0 | 10.0 | |
| 300 | 4.3 | 4.3 | 8.7 | .0 | 8.3 | 4.2 | 4.3 | 4.3 | 4.7 | |
| 330 | 13.0 | 13.0 | 8.7 | 17.4 | 8.3 | 12.5 | 8.7 | 4.3 | 11.3 | |
| 360 | .0 | .0 | 4.3 | .0 | 4.2 | .0 | 4.3 | .0 | .9 | |
| Stille | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | |
| Ant.obs (| 23) | 23) | 23) | 23) | 24) | 24) | 23) | 23) | 559) | |
| Midlere vind m/s | 6.8 | 7.2 | 7.5 | 6.6 | 6.3 | 6.5 | 5.7 | 5.9 | 6.6 | |

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 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | (0) | .0 |
| 60 | .2 | .2 | .0 | .0 | .4 | (2) | 2.5 |
| 90 | .2 | .7 | .0 | .0 | .9 | (5) | 2.4 |
| 120 | .2 | .5 | .5 | 1.1 | 2.3 | (13) | 5.3 |
| 150 | .4 | 3.2 | 3.8 | 14.8 | 22.2 | (124) | 7.2 |
| 180 | .5 | 4.1 | 5.2 | 10.9 | 20.8 | (116) | 6.5 |
| 210 | .7 | 4.7 | 3.8 | 2.0 | 11.1 | (62) | 4.3 |
| 240 | .2 | 4.3 | 5.2 | 5.9 | 15.6 | (87) | 5.3 |
| 270 | .2 | 1.3 | 4.3 | 4.3 | 10.0 | (56) | 5.6 |
| 300 | .2 | .7 | 1.1 | 2.7 | 4.7 | (26) | 8.0 |
| 330 | .0 | .4 | 1.1 | 9.8 | 11.3 | (63) | 10.6 |
| 360 | .2 | .0 | .2 | .5 | .9 | (5) | 5.8 |
| Stille | | | | | .0 | (0) | |
| Total | 2.9 | 20.0 | 25.0 | 52.1 | 100.0 | (559) | |
| Midlere vind m/s | 1.5 | 3.2 | 5.1 | 8.9 | | | 6.6 |

*) Dette tallet angir sentrum av vindsektor

Stasjon : GRUNNEVIKSHØGDA
 Periode : 01.04.90 - 30.04.90

FORDELING AV VINDRETNINGER OVER DØGNET (%)

| *) Vind- retning | Klokkeslett | | | | | | | | Vind- rose |
|---------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| | 01 | 04 | 07 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | |
| 30 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 1.7 |
| 60 | .0 | 3.3 | .0 | .0 | .0 | 3.3 | .0 | .0 | 1.1 |
| 90 | 3.3 | .0 | 3.3 | 6.7 | 10.0 | 3.3 | 10.0 | 6.7 | 4.7 |
| 120 | 10.0 | 6.7 | 13.3 | 6.7 | 6.7 | 3.3 | 6.7 | 16.7 | 9.7 |
| 150 | 50.0 | 50.0 | 46.7 | 43.3 | 20.0 | 13.3 | 16.7 | 13.3 | 31.8 |
| 180 | 13.3 | 20.0 | 16.7 | 10.0 | 23.3 | 10.0 | 16.7 | 26.7 | 15.7 |
| 210 | 10.0 | 13.3 | 3.3 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 16.7 | 10.4 |
| 240 | 3.3 | .0 | 3.3 | 3.3 | 10.0 | 20.0 | 6.7 | .0 | 6.3 |
| 270 | 3.3 | .0 | .0 | .0 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | .0 | 1.2 |
| 300 | .0 | .0 | .0 | 6.7 | 3.3 | 16.7 | 10.0 | 3.3 | 4.7 |
| 330 | 3.3 | 6.7 | 10.0 | 3.3 | 6.7 | 13.3 | 16.7 | 10.0 | 9.0 |
| 360 | 3.3 | .0 | 3.3 | 10.0 | 6.7 | .0 | .0 | 3.3 | 3.6 |
| Stille | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| Ant.obs (| 30) | (30) | (30) | (30) | (30) | (30) | (30) | (30) | (720) |
| Midlere vind m/s | 4.0 | 4.0 | 4.5 | 5.4 | 5.4 | 5.1 | 4.5 | 3.8 | 4.6 |

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 | 1.0 | .7 | .0 | .0 | 1.7 | (12) | 1.8 |
| 60 | .4 | .7 | .0 | .0 | 1.1 | (8) | 2.2 |
| 90 | .8 | 2.1 | 1.8 | .0 | 4.7 | (34) | 3.5 |
| 120 | 1.5 | 6.3 | 1.0 | 1.0 | 9.7 | (70) | 3.1 |
| 150 | 1.5 | 8.3 | 8.6 | 13.3 | 31.8 | (229) | 5.4 |
| 180 | .8 | 8.2 | 1.4 | 5.3 | 15.7 | (113) | 5.0 |
| 210 | 1.2 | 7.4 | 1.2 | .6 | 10.4 | (75) | 3.3 |
| 240 | .4 | 3.9 | 1.5 | .4 | 6.3 | (45) | 3.6 |
| 270 | .0 | .6 | .7 | .0 | 1.2 | (9) | 4.1 |
| 300 | .8 | 2.4 | 1.5 | .0 | 4.7 | (34) | 3.3 |
| 330 | .6 | .7 | 3.1 | 4.7 | 9.0 | (65) | 6.7 |
| 360 | .4 | 1.2 | .6 | 1.4 | 3.6 | (26) | 5.6 |
| Stille | | | | | .0 | (0) | |
| Total | 9.6 | 42.4 | 21.4 | 26.7 | 100.0 | (720) | |
| Midlere vind m/s | 1.4 | 3.0 | 4.9 | 8.1 | | | 4.6 |

*) Dette tallet angir sentrum av vindsektor

Stasjon : GRUNNEVIKSHØGDA
 Periode : 01.05.90 - 31.05.90

FORDELING AV VINDRETNINGER OVER DØGNET (%)

| *) Vind- retning | Klokkeslett | | | | | | | | | Vind- rose |
|---------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|---------------|
| | 01 | 04 | 07 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | | |
| 30 | 10.0 | .0 | 10.0 | .0 | .0 | .0 | .0 | 10.0 | | 2.5 |
| 60 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | | .4 |
| 90 | .0 | 10.0 | .0 | 10.0 | .0 | .0 | .0 | .0 | | 1.7 |
| 120 | 10.0 | 20.0 | 30.0 | 10.0 | .0 | .0 | .0 | .0 | | 8.0 |
| 150 | 30.0 | 40.0 | 20.0 | .0 | .0 | .0 | .0 | 30.0 | | 16.0 |
| 180 | 20.0 | .0 | 20.0 | 40.0 | 30.0 | 11.1 | 20.0 | 10.0 | | 16.0 |
| 210 | .0 | .0 | .0 | .0 | 10.0 | 33.3 | .0 | .0 | | 10.1 |
| 240 | .0 | .0 | .0 | .0 | 10.0 | .0 | 20.0 | .0 | | 2.5 |
| 270 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | | .4 |
| 300 | 10.0 | 20.0 | 10.0 | 20.0 | 30.0 | 22.2 | 30.0 | 20.0 | | 21.4 |
| 330 | 10.0 | .0 | 10.0 | 20.0 | 20.0 | 33.3 | 20.0 | 30.0 | | 15.5 |
| 360 | 10.0 | 10.0 | .0 | .0 | .0 | .0 | 10.0 | .0 | | 5.5 |
| Stille | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | | .0 |
| Ant.obs (| 10) | (10) | (10) | (10) | (10) | (9) | (10) | (10) | (238) | |
| Midlere vind m/s | 2.7 | 2.7 | 2.9 | 3.9 | 4.6 | 4.9 | 4.3 | 3.4 | 3.7 | |

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 | .4 | 1.3 | .8 | .0 | 2.5 | (6) | 3.3 |
| 60 | .4 | .0 | .0 | .0 | .4 | (1) | .8 |
| 90 | .8 | .8 | .0 | .0 | 1.7 | (4) | 1.7 |
| 120 | 3.4 | 4.6 | .0 | .0 | 8.0 | (19) | 2.2 |
| 150 | 2.9 | 8.8 | 4.2 | .0 | 16.0 | (38) | 3.2 |
| 180 | .8 | 9.7 | 5.5 | .0 | 16.0 | (38) | 3.4 |
| 210 | 1.3 | 4.6 | 4.2 | .0 | 10.1 | (24) | 3.6 |
| 240 | .0 | 2.5 | .0 | .0 | 2.5 | (6) | 2.6 |
| 270 | .0 | .4 | .0 | .0 | .4 | (1) | 3.4 |
| 300 | 2.5 | 9.2 | 8.4 | 1.3 | 21.4 | (51) | 3.9 |
| 330 | 1.3 | 2.5 | 4.6 | 7.1 | 15.5 | (37) | 5.6 |
| 360 | 1.7 | 2.5 | .4 | .8 | 5.5 | (13) | 3.1 |
| Stille | | | | | .0 | (0) | |
| Total | 15.5 | 47.1 | 28.2 | 9.2 | 100.0 | (238) | |
| Midlere vind m/s | 1.4 | 3.0 | 4.7 | 7.6 | | | 3.7 |

*) Dette tallet angir sentrum av vindsektor

VEDLEGG 3

Vindstatistikk fra Grunnevikshøgda.

Stasjon : GRUNNEVIKSHØGDA
 Periode : 01.03.90 - 31.05.90

FORDELING AV VINDRETNINGER OVER DØGNET (%)

| *) Vind- retning | Klokkeslett | | | | | | | | | Vind- rose |
|---------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|--------|---------------|
| | 01 | 04 | 07 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | | |
| 30 | 1.6 | .0 | 1.6 | .0 | .0 | 1.6 | 1.6 | 3.2 | 1.2 | |
| 60 | .0 | 1.6 | .0 | .0 | .0 | 3.2 | .0 | .0 | .7 | |
| 90 | 3.2 | 1.6 | 1.6 | 4.8 | 4.7 | 1.6 | 4.8 | 3.2 | 2.8 | |
| 120 | 6.3 | 7.9 | 12.7 | 7.9 | 3.1 | 1.6 | 4.8 | 7.9 | 6.7 | |
| 150 | 41.3 | 42.9 | 36.5 | 28.6 | 15.6 | 14.3 | 9.5 | 19.0 | 25.8 | |
| 180 | 17.5 | 15.9 | 19.0 | 14.3 | 23.4 | 9.5 | 22.2 | 27.0 | 17.6 | |
| 210 | 9.5 | 11.1 | 1.6 | 9.5 | 7.8 | 15.9 | 11.1 | 12.7 | 10.6 | |
| 240 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 6.3 | 17.2 | 20.6 | 14.3 | 3.2 | 9.1 | |
| 270 | 3.2 | 1.6 | 6.3 | 6.3 | 4.7 | 3.2 | 3.2 | 4.8 | 4.4 | |
| 300 | 3.2 | 4.8 | 4.8 | 6.3 | 9.4 | 12.7 | 11.1 | 6.3 | 7.3 | |
| 330 | 7.9 | 7.9 | 9.5 | 11.1 | 9.4 | 15.9 | 14.3 | 11.1 | 10.9 | |
| 360 | 3.2 | 1.6 | 3.2 | 4.8 | 4.7 | .0 | 3.2 | 1.6 | 2.9 | |
| Stille | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | |
| Ant.obs (| 63) | 63) | 63) | 63) | 64) | 63) | 63) | 63) | (1517) | |
| Midlere vind m/s | 4.8 | 4.9 | 5.3 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 4.9 | 4.5 | 5.2 | |

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 | .5 | .1 | .0 | 1.2 | (18) | 2.3 |
| 60 | .3 | .4 | .0 | .0 | .7 | (11) | 2.2 |
| 90 | .6 | 1.4 | .9 | .0 | 2.8 | (43) | 3.2 |
| 120 | 1.3 | 3.9 | .7 | .9 | 6.7 | (102) | 3.2 |
| 150 | 1.3 | 6.5 | 6.1 | 11.8 | 25.8 | (391) | 5.8 |
| 180 | .7 | 6.9 | 3.4 | 6.5 | 17.6 | (267) | 5.4 |
| 210 | 1.1 | 5.9 | 2.6 | 1.0 | 10.6 | (161) | 3.7 |
| 240 | .3 | 3.8 | 2.6 | 2.4 | 9.1 | (138) | 4.7 |
| 270 | .1 | .8 | 1.9 | 1.6 | 4.4 | (66) | 5.4 |
| 300 | .9 | 2.8 | 2.4 | 1.2 | 7.3 | (111) | 4.7 |
| 330 | .5 | .9 | 2.6 | 7.0 | 10.9 | (165) | 7.9 |
| 360 | .5 | 1.0 | .4 | 1.0 | 2.9 | (44) | 4.9 |
| Stille | | | | | .0 | (0) | |
| Total | 8.0 | 34.9 | 23.8 | 33.3 | 100.0 | (1517) | |
| Midlere vind m/s | 1.4 | 3.0 | 4.9 | 8.5 | | | 5.2 |

*) 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 : 01.03.90 - 31.05.90

STABILITETSKLASSER (%) 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 | 42.9 | 49.2 | 7.9 |
| 02 | .0 | 42.9 | 42.9 | 14.3 |
| 03 | .0 | 44.4 | 42.9 | 12.7 |
| 04 | .0 | 46.0 | 47.6 | 6.3 |
| 05 | .0 | 44.4 | 47.6 | 7.9 |
| 06 | .0 | 54.0 | 41.3 | 4.8 |
| 07 | 3.2 | 76.2 | 20.6 | .0 |
| 08 | 7.9 | 77.8 | 14.3 | .0 |
| 09 | 12.7 | 82.5 | 4.8 | .0 |
| 10 | 19.0 | 77.8 | 3.2 | .0 |
| 11 | 21.9 | 73.4 | 4.7 | .0 |
| 12 | 23.4 | 71.9 | 4.7 | .0 |
| 13 | 25.0 | 68.8 | 6.3 | .0 |
| 14 | 25.0 | 75.0 | .0 | .0 |
| 15 | 23.4 | 75.0 | 1.6 | .0 |
| 16 | 14.3 | 82.5 | 3.2 | .0 |
| 17 | 7.8 | 87.5 | 4.7 | .0 |
| 18 | 1.6 | 90.6 | 7.8 | .0 |
| 19 | 1.6 | 77.8 | 20.6 | .0 |
| 20 | .0 | 61.9 | 36.5 | 1.6 |
| 21 | .0 | 52.4 | 42.9 | 4.8 |
| 22 | .0 | 46.0 | 47.6 | 6.3 |
| 23 | .0 | 49.2 | 44.4 | 6.3 |
| 24 | .0 | 46.0 | 41.3 | 12.7 |
| Total | 7.8 | 64.5 | 24.1 | 3.6 |

Antall obs : 1519

Manglende obs: 689

Delta T : GRUNNVIKSHØGDA
 Vind : GRUNNVIKSHØGDA
 Periode : 01.03.90 - 31.05.90
 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: Løtt 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 | .0 | .3 | .3 | .0 | .0 | .5 | .0 | .0 | .0 | .1 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | 1.2 |
| 60 | .0 | .2 | .1 | .0 | .1 | .1 | .0 | .2 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .7 |
| 90 | .1 | .2 | .3 | .0 | .3 | .6 | .3 | .3 | .5 | .2 | .1 | .1 | .0 | .0 | .0 | .0 | 2.8 |
| 120 | .0 | .6 | .7 | .0 | .5 | 1.4 | 1.1 | .9 | .0 | .5 | .2 | .0 | .0 | .4 | .5 | .0 | 6.7 |
| 150 | .0 | .4 | .8 | .1 | .3 | 2.0 | 3.2 | 1.0 | .5 | 3.4 | 2.0 | .3 | .1 | 7.8 | 3.9 | .0 | 25.8 |
| 180 | .0 | .3 | .3 | .1 | 1.1 | 4.3 | 1.3 | .3 | .5 | 2.8 | .1 | .0 | .1 | 6.1 | .3 | .0 | 17.6 |
| 210 | .1 | .5 | .5 | .0 | .7 | 4.7 | .4 | .1 | .8 | 1.8 | .1 | .0 | .0 | 1.0 | .0 | .0 | 10.6 |
| 240 | .0 | .1 | .2 | .0 | .1 | 3.6 | .2 | .0 | .1 | 2.6 | .0 | .0 | .0 | 2.4 | .0 | .0 | 9.1 |
| 270 | .0 | .0 | .0 | .1 | .0 | .7 | .1 | .0 | .0 | 1.6 | .3 | .0 | .0 | 1.5 | .1 | .0 | 4.4 |
| 300 | .0 | .1 | .6 | .1 | .2 | 2.2 | .5 | .0 | .7 | 1.6 | .1 | .0 | .1 | .5 | .7 | .0 | 7.3 |
| 330 | .1 | .1 | .3 | .0 | .2 | .4 | .3 | .0 | .3 | 1.5 | .8 | .0 | .5 | 3.6 | 2.9 | .0 | 10.9 |
| 360 | .0 | .2 | .3 | .0 | .0 | .7 | .3 | .0 | .0 | .3 | .1 | .0 | .0 | .9 | .1 | .0 | 2.9 |
| Stille | .0 | .0 | .0 | .0 | | | | | | | | | | | | | .0 |
| Total | .3 | 2.9 | 4.5 | .4 | 3.4 | 21.2 | 7.5 | 2.8 | 3.4 | 16.3 | 3.8 | .4 | .8 | 24.1 | 8.4 | .0 | 100.0 |
| Forekomst | 8.0 % | | | | 34.9 % | | | | 23.8 % | | | | 33.3 % | | | | 100.0 % |
| Vindstyrke | 1.4 m/s | | | | 3.0 m/s | | | | 4.9 m/s | | | | 8.5 m/s | | | | 5.2 m/s |

Fordeling på stabilitetsklasser

| | Klasse I | Klasse II | Klasse III | Klasse IV | |
|-----------|----------|-----------|------------|-----------|---------|
| Forekomst | 7.8 % | 64.5 % | 24.1 % | 3.6 % | 100.0 % |

Antall obs. : 1517
 Manglende obs.: 691

VEDLEGG 5

Statistikk av temperaturdata fra Grunnevikshøgda.

Stasjon : GRUNNEVIKSHØGDA
 Periode : 01.03.90 - 31.05.90
 Parameter: TEMPERATUR
 Enhet : GRADER C

MIDDEL-, MAKSIMUM- OG MINIMUMVERDIER

| Måned | Nobs | Tmidl | Maks | | Min | | Midlere | |
|----------|------|-------|------|--------|------|--------|---------|------|
| | | | T | Dag Kl | T | Dag Kl | Tmaks | Tmin |
| Mar 1990 | 24 | 5.2 | 13.5 | 18 13 | -1.4 | 10 01 | 6.8 | 3.0 |
| Apr 1990 | 30 | 5.4 | 14.1 | 21 14 | -1.6 | 5 03 | 7.4 | 3.3 |
| Mai 1990 | 11 | 9.6 | 19.3 | 4 13 | 2.6 | 27 01 | 12.0 | 6.9 |

FOREKOMST INNEN GITTE GRENSER

| Måned | T < -5.0 | | T < .0 | | T < 5.0 | | T < 10.0 | | T < 20.0 | |
|----------|----------|-------|--------|-------|---------|-------|----------|-------|----------|-------|
| | Døgn | Timer | Døgn | Timer | Døgn | Timer | Døgn | Timer | Døgn | Timer |
| Mar 1990 | 0 | 0 | 4 | 19 | 19 | 256 | 24 | 534 | 24 | 560 |
| Apr 1990 | 0 | 0 | 4 | 29 | 22 | 349 | 30 | 657 | 30 | 720 |
| Mai 1990 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 39 | 10 | 131 | 11 | 239 |

Stasjon : GRUNNEVIKSHØGDA
 Periode : 01.03.90 - 31.05.90
 Parameter: TEMPERATUR
 Enhet : GRADER C

MIDLERE MÅNEDSVIS DØGNFORDELING

Måned: Mar 1990

| | Klokkeslett | | | | | | | | |
|-------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | 01 | 04 | 07 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | |
| Middelverdi | 4.7 | 4.6 | 5.0 | 5.3 | 5.7 | 5.9 | 5.4 | 5.2 | |
| Stand.avvik | 2.8 | 2.7 | 2.5 | 2.7 | 3.0 | 3.0 | 2.6 | 2.5 | |
| Nobs | (23) | (23) | (23) | (23) | (24) | (24) | (23) | (23) | (560) |

Måned: Apr 1990

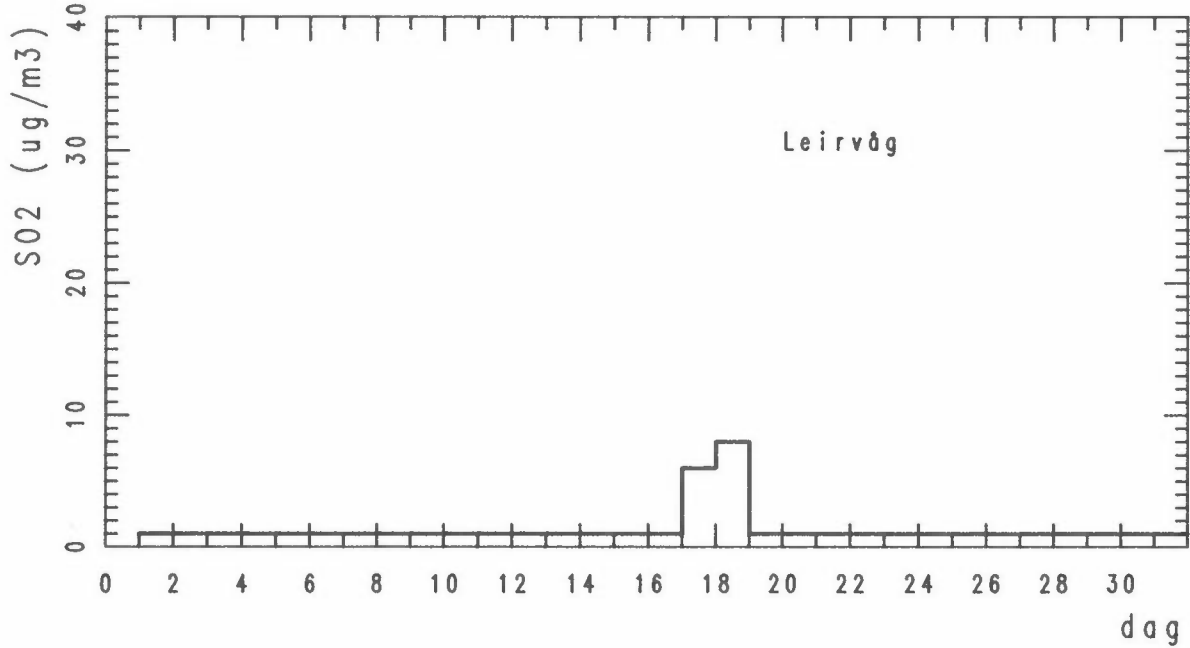
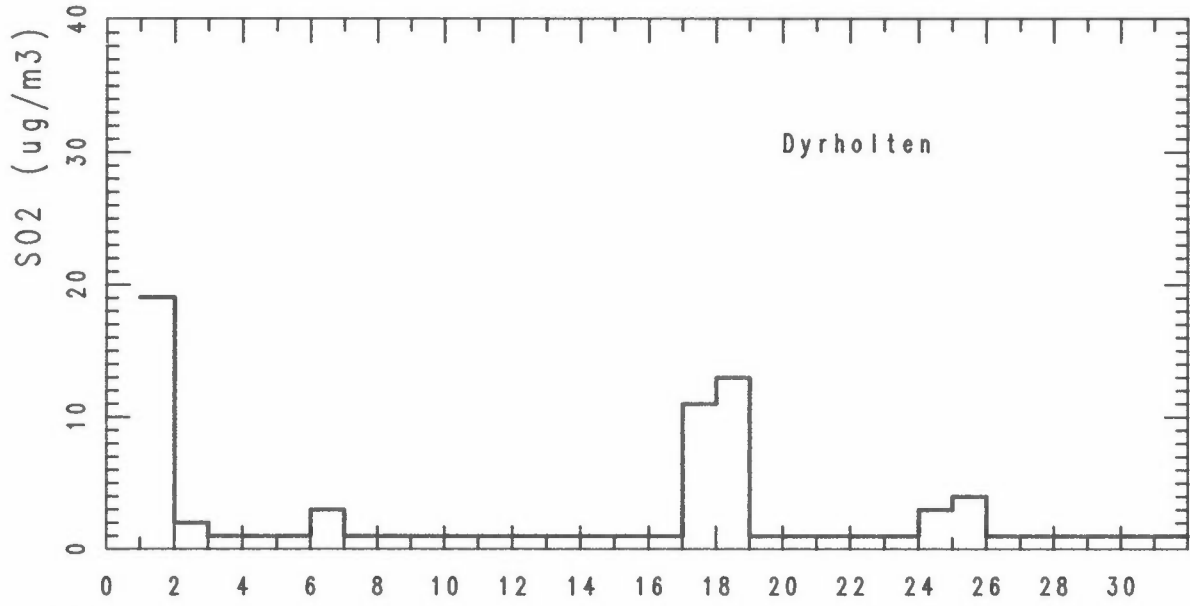
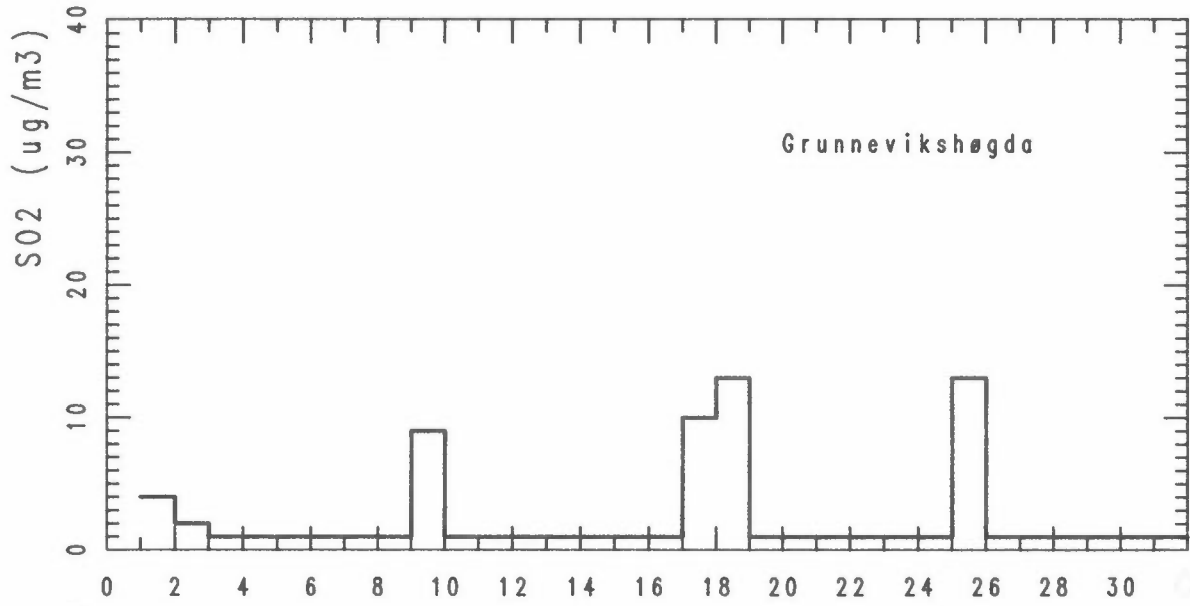
| | Klokkeslett | | | | | | | | |
|-------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | 01 | 04 | 07 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | |
| Middelverdi | 4.6 | 4.3 | 4.8 | 5.9 | 6.4 | 6.6 | 6.0 | 5.1 | |
| Stand.avvik | 3.0 | 3.1 | 3.0 | 3.6 | 3.8 | 3.3 | 3.1 | 2.8 | |
| Nobs | (30) | (30) | (30) | (30) | (30) | (30) | (30) | (30) | (720) |

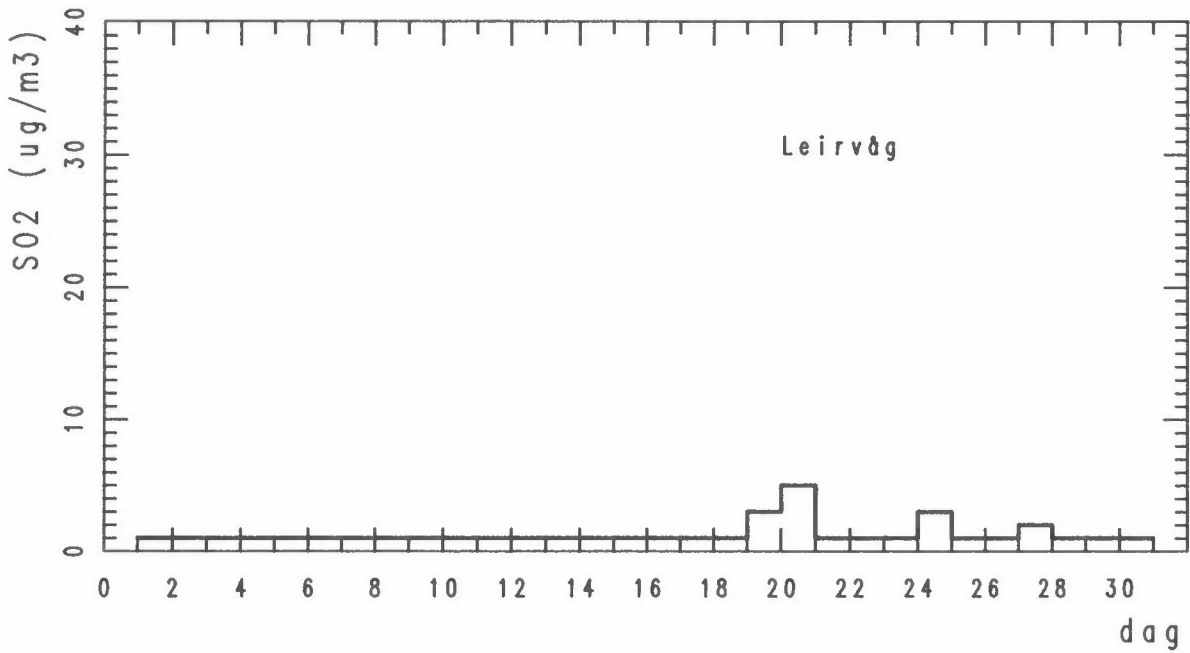
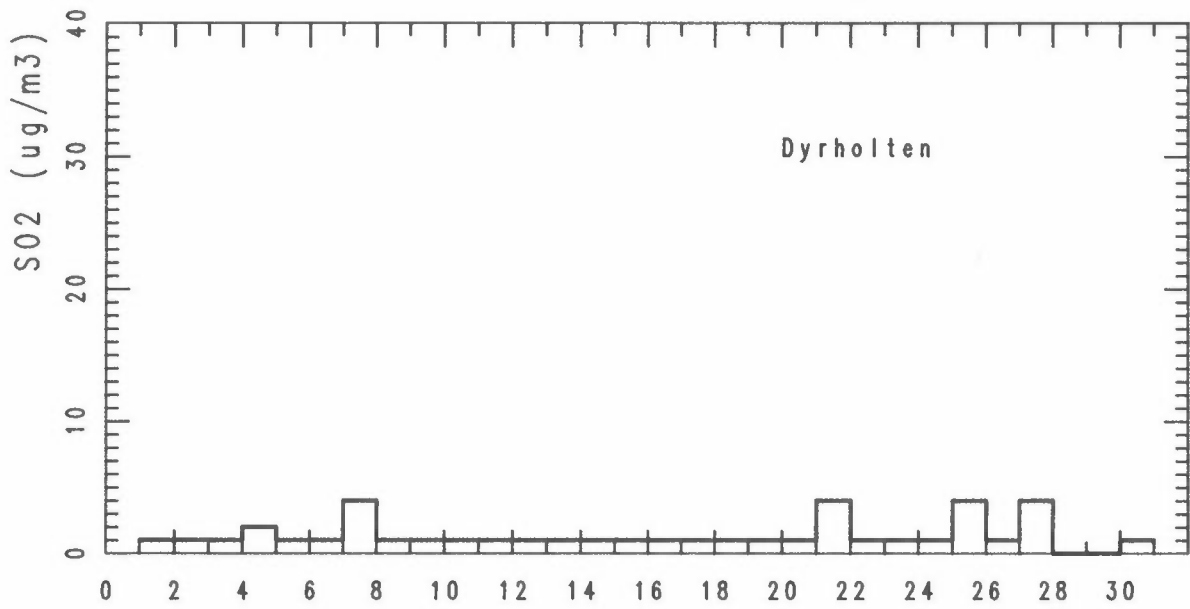
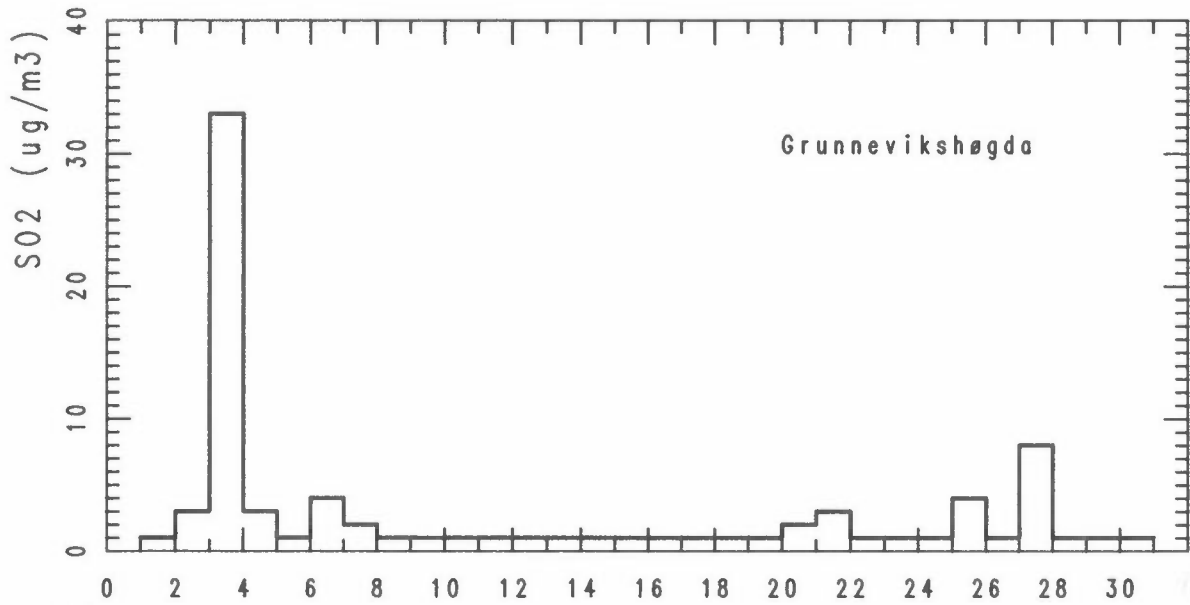
Måned: Mai 1990

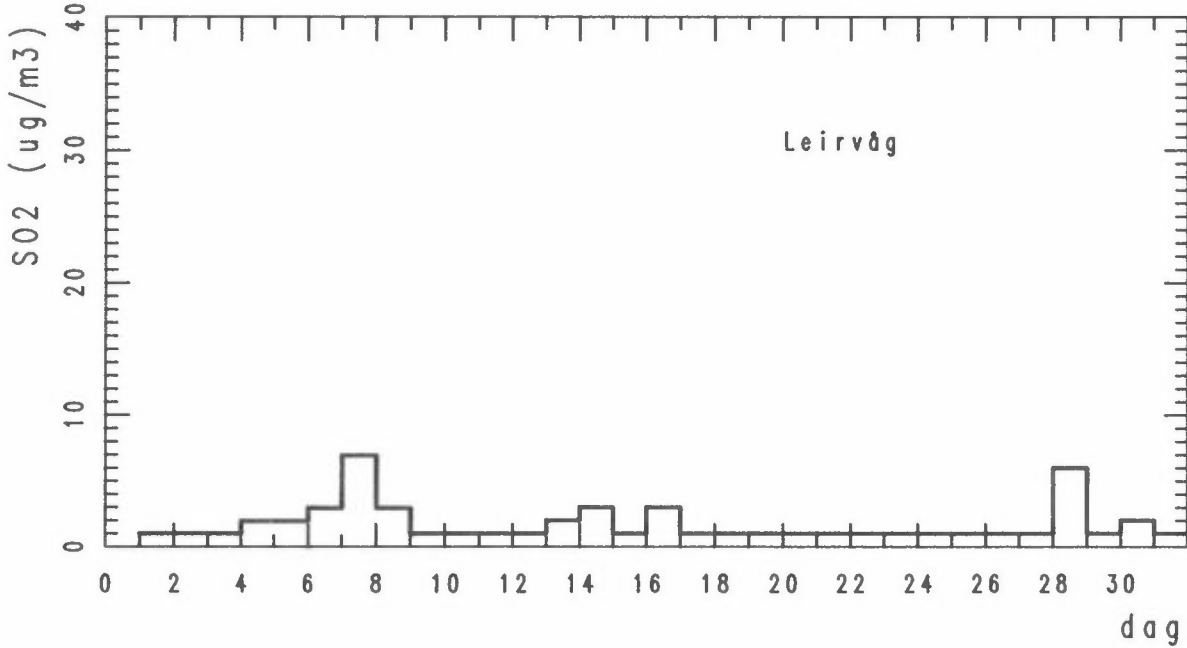
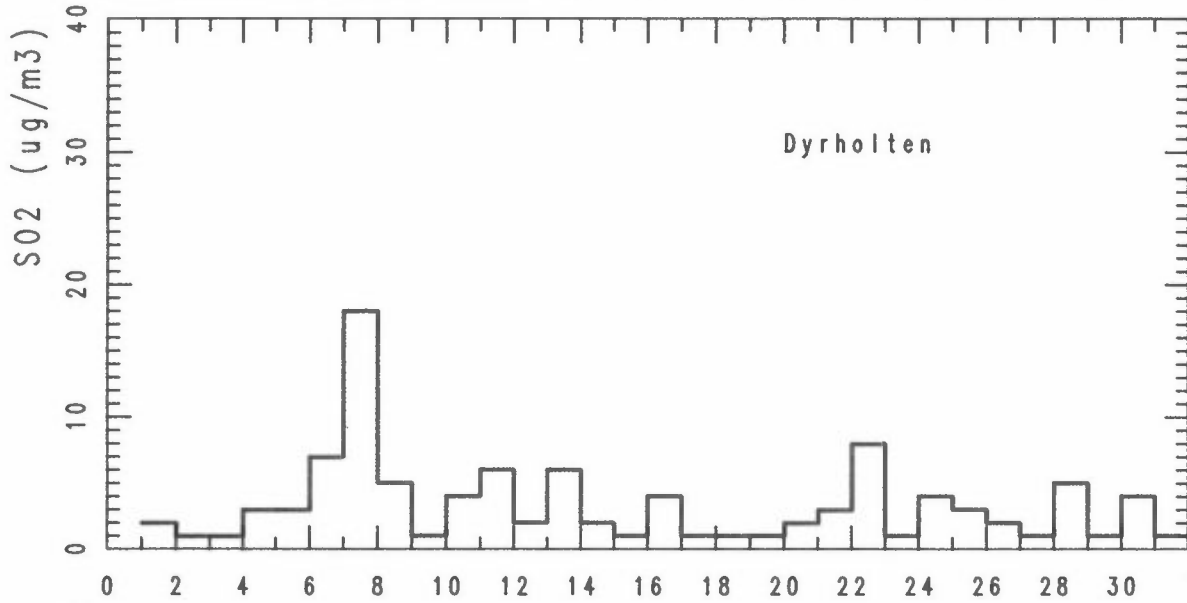
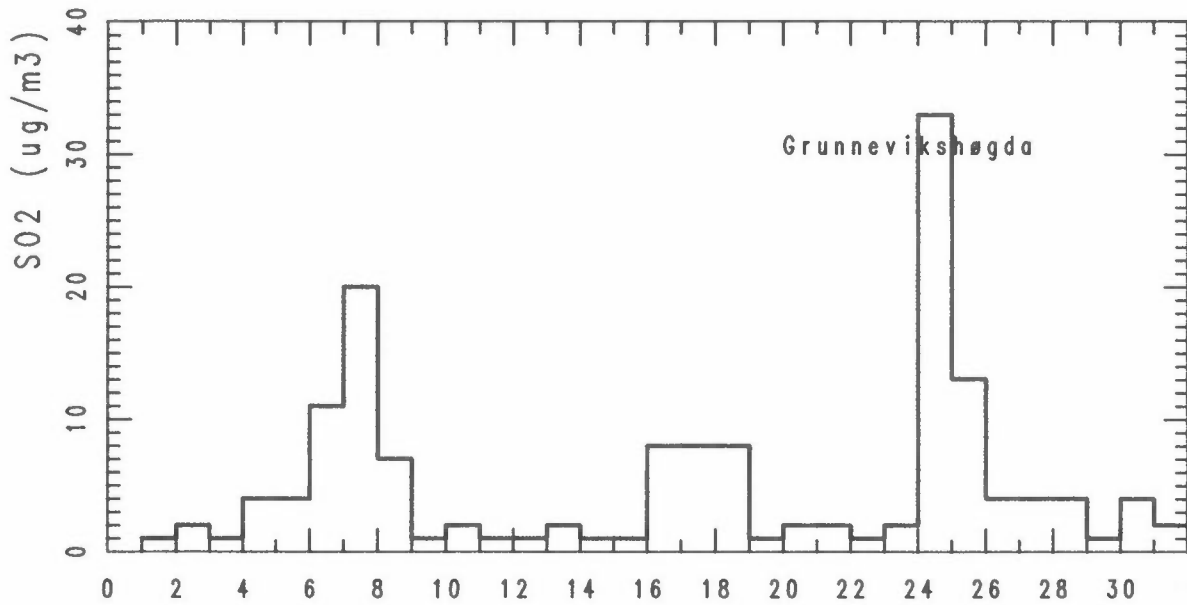
| | Klokkeslett | | | | | | | | |
|-------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | 01 | 04 | 07 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | |
| Middelverdi | 7.9 | 7.5 | 8.8 | 10.9 | 12.3 | 11.6 | 9.9 | 8.8 | |
| Stand.avvik | 3.0 | 2.7 | 2.9 | 4.3 | 4.4 | 3.9 | 3.5 | 3.2 | |
| Nobs | (10) | (10) | (10) | (10) | (10) | (9) | (10) | (10) | (239) |

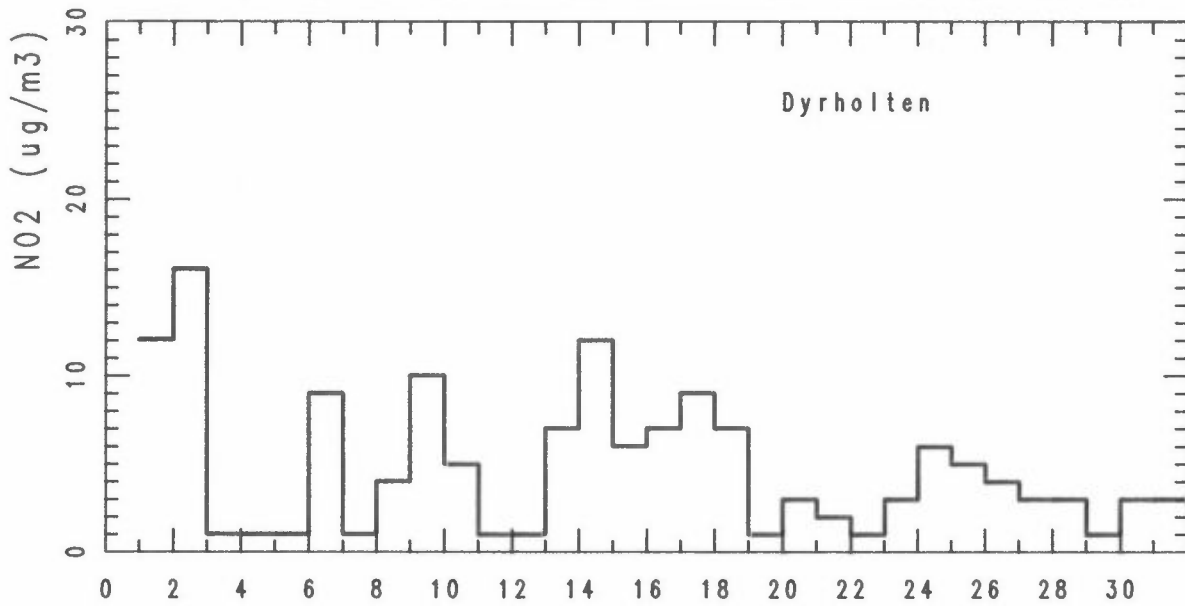
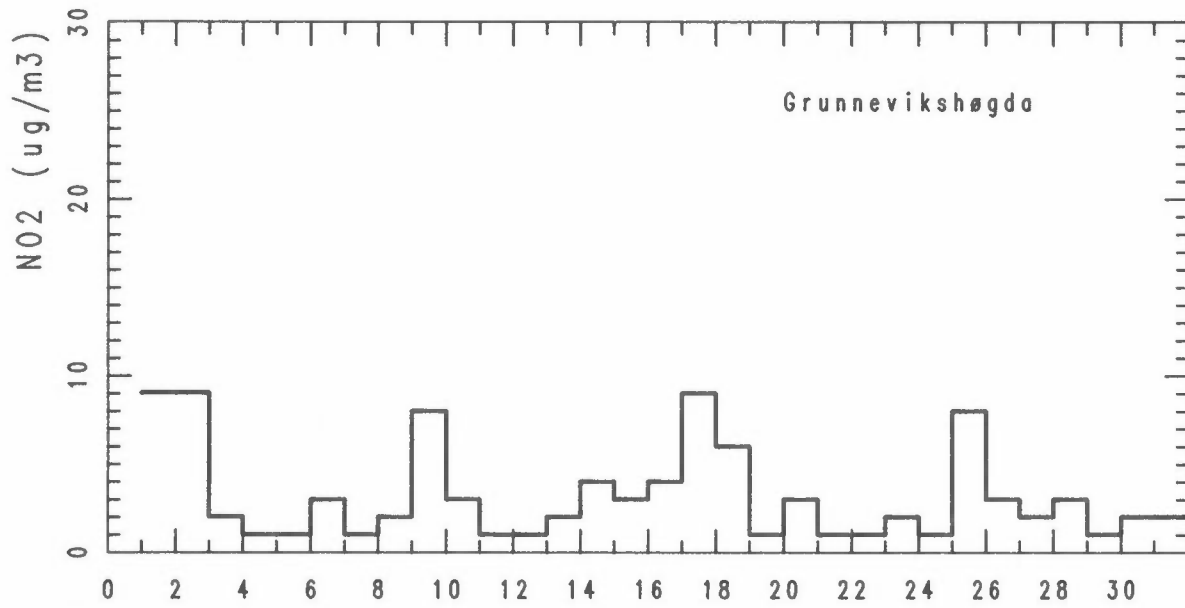
VEDLEGG 6

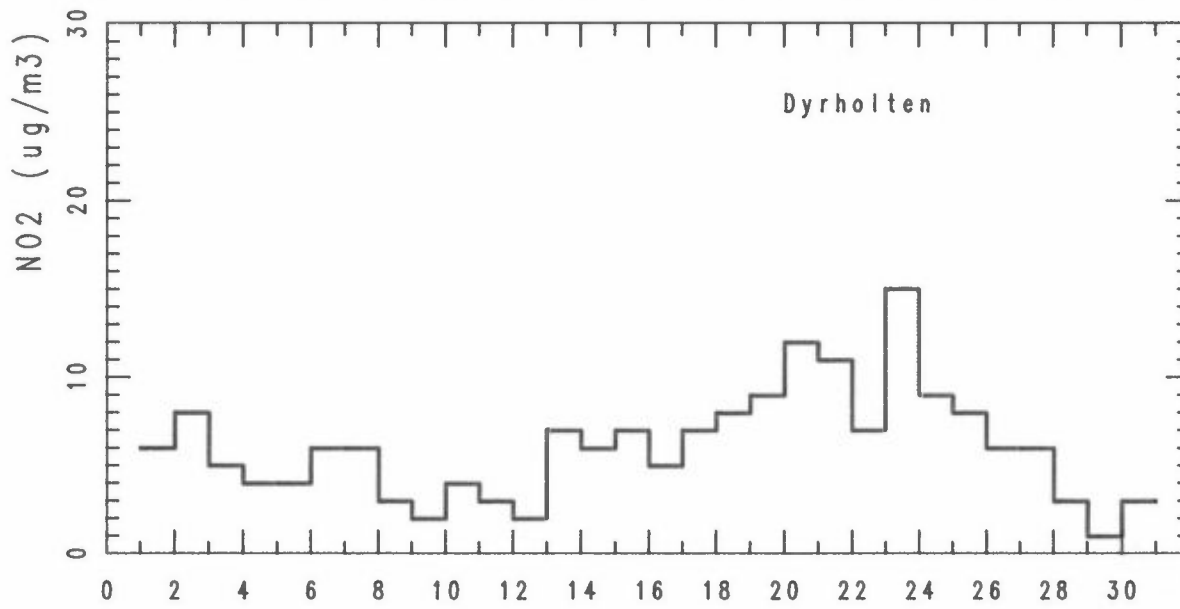
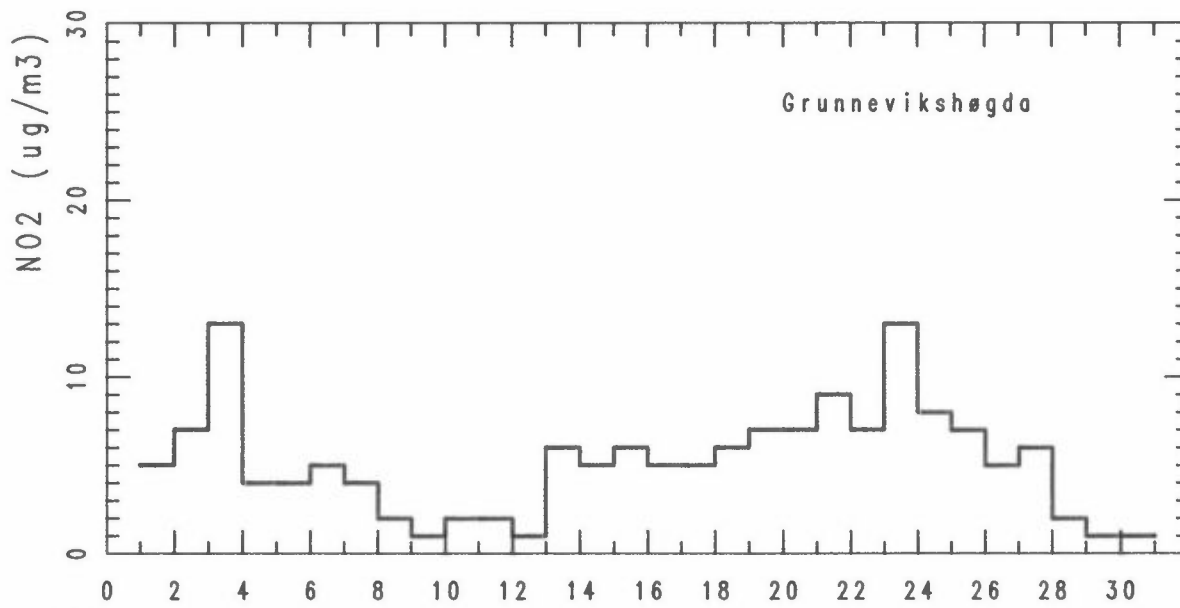
Grafisk fremstilling av målte døgnmiddelverdier
av SO₂, NO₂ og sot fra Grunnevikshøgda,
Dyrholten og Leirvåg.

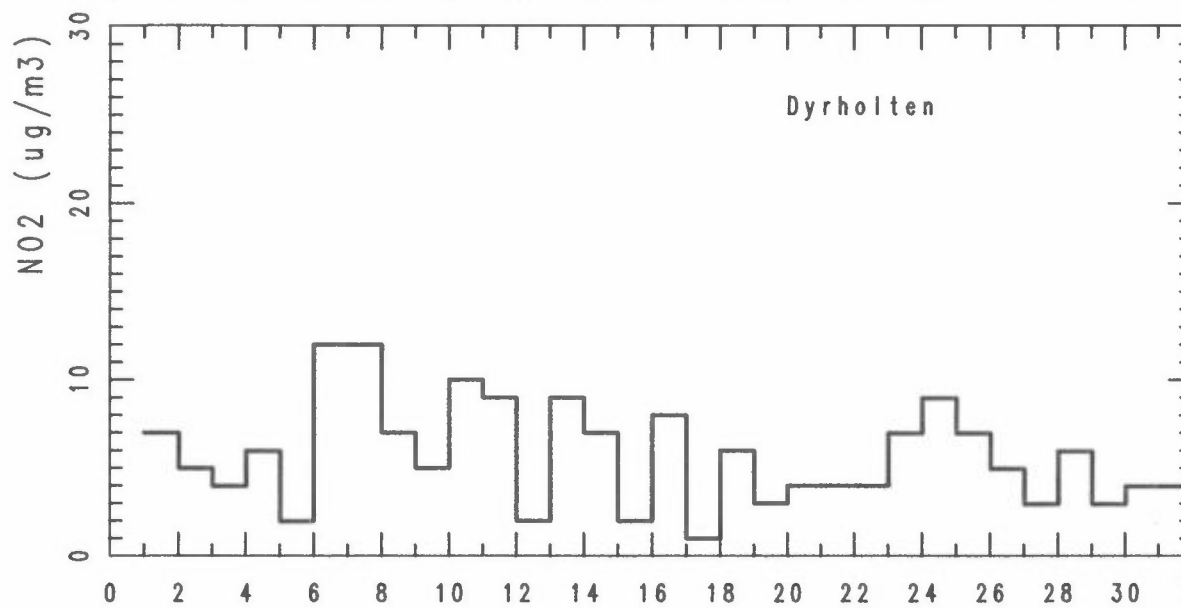
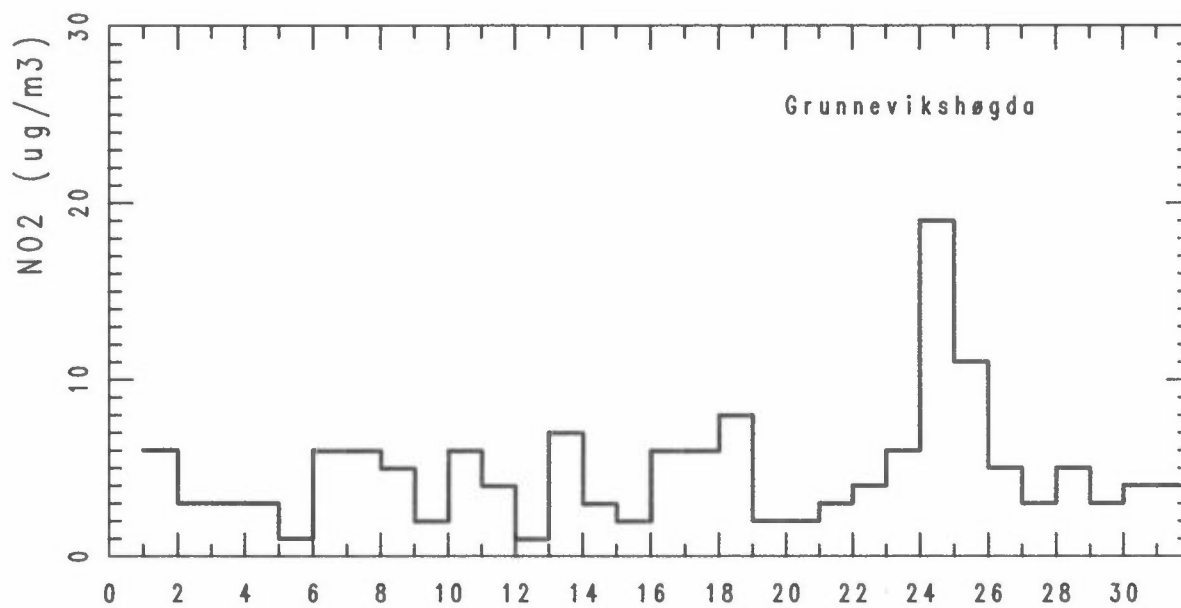
SO₂, mars 1990

SO₂, april 1990

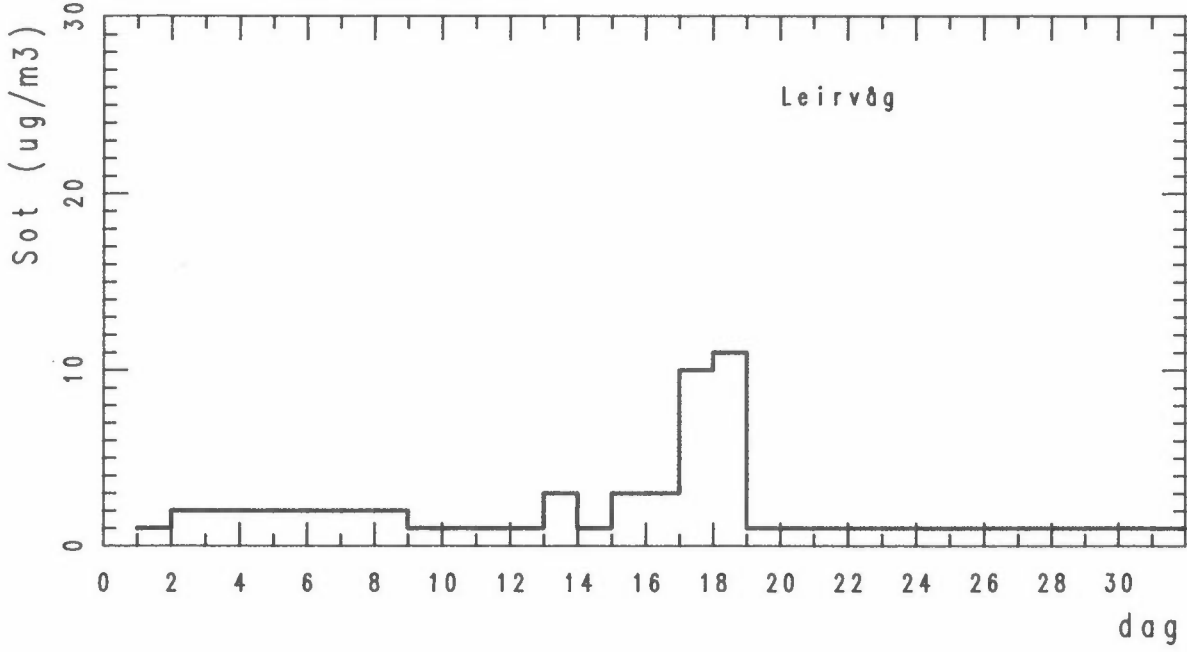
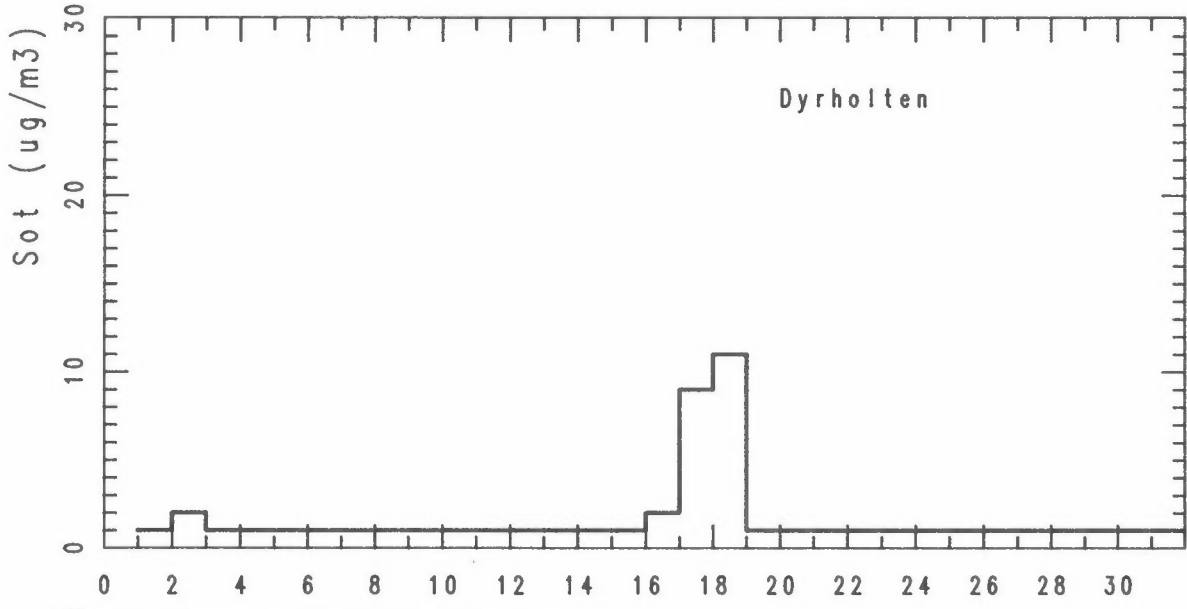
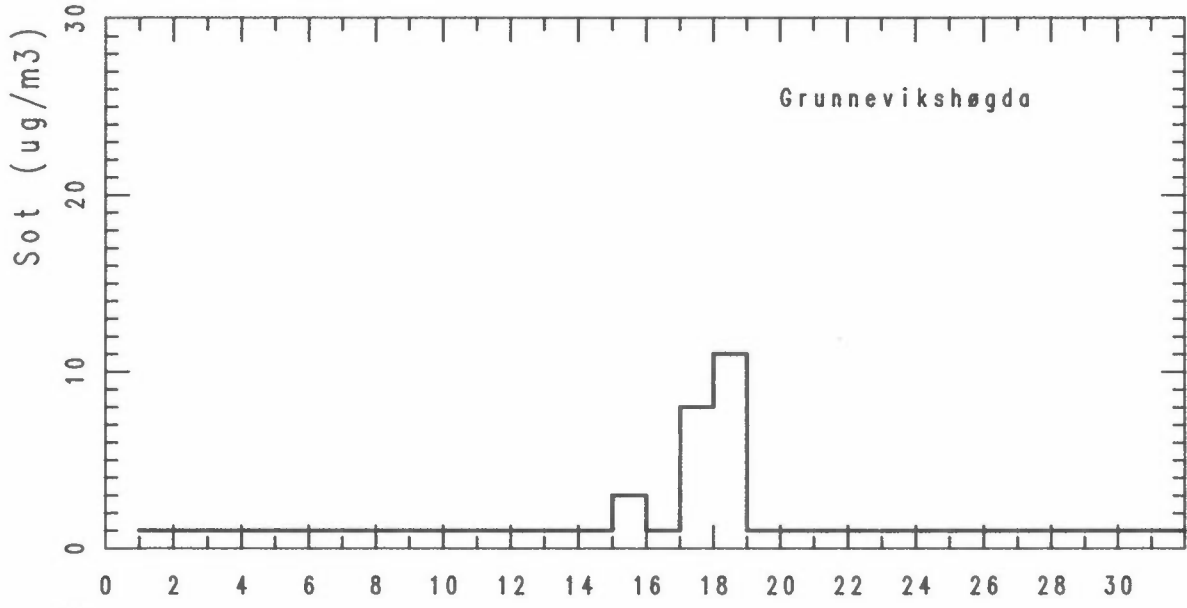
SO₂, mai 1990

NO₂, mars 1990

NO₂, april 1990

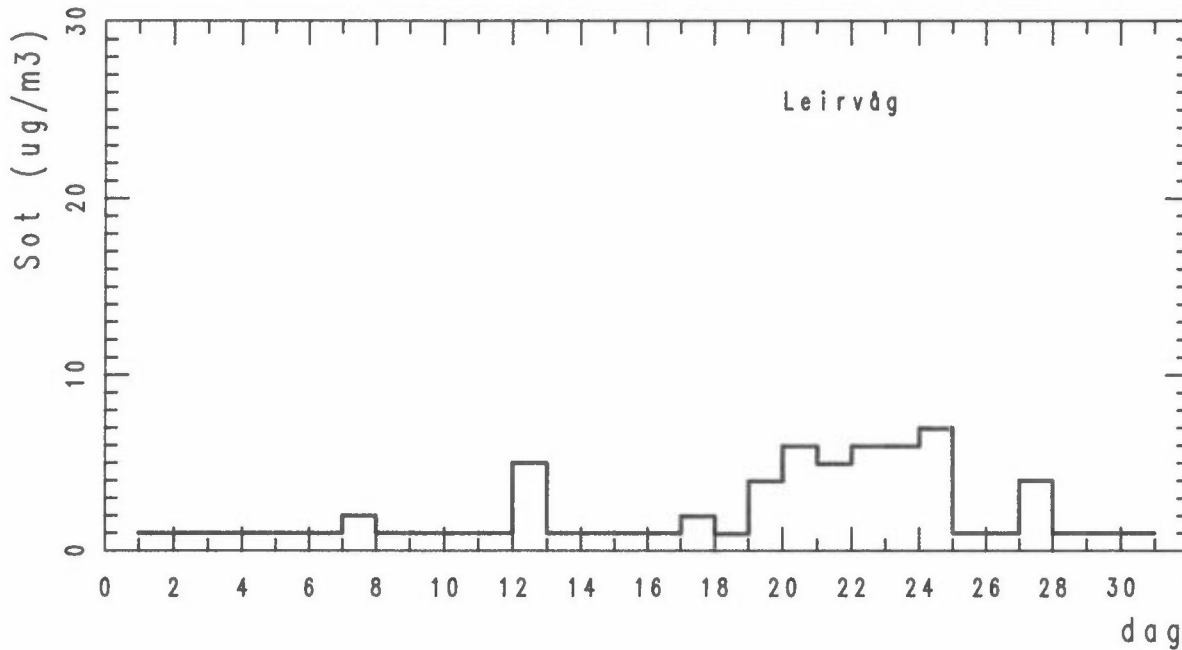
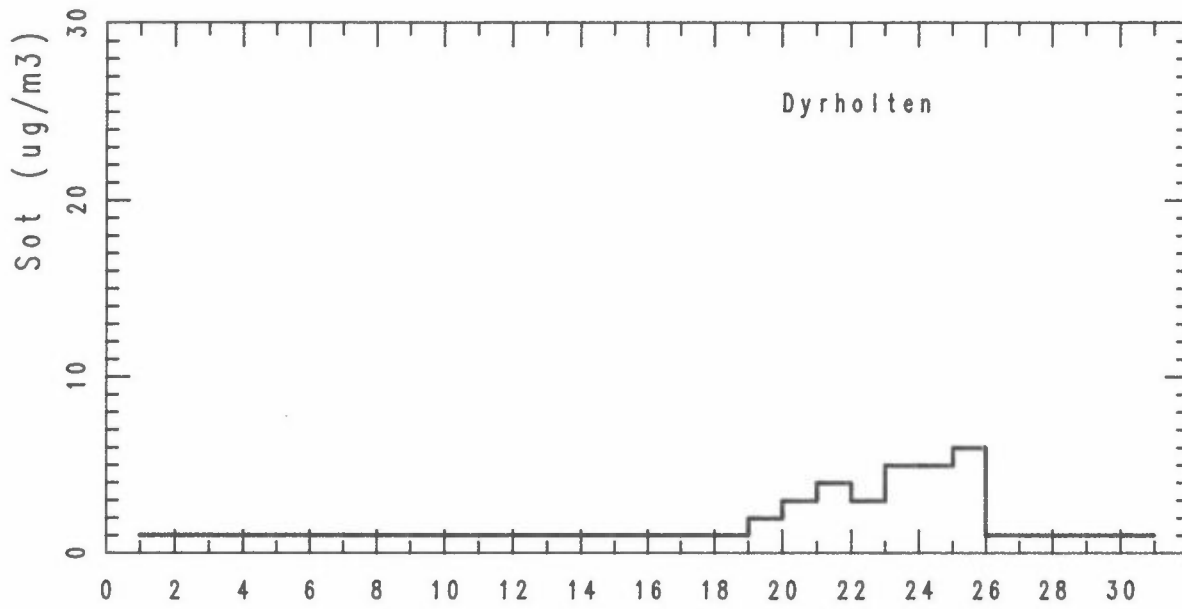
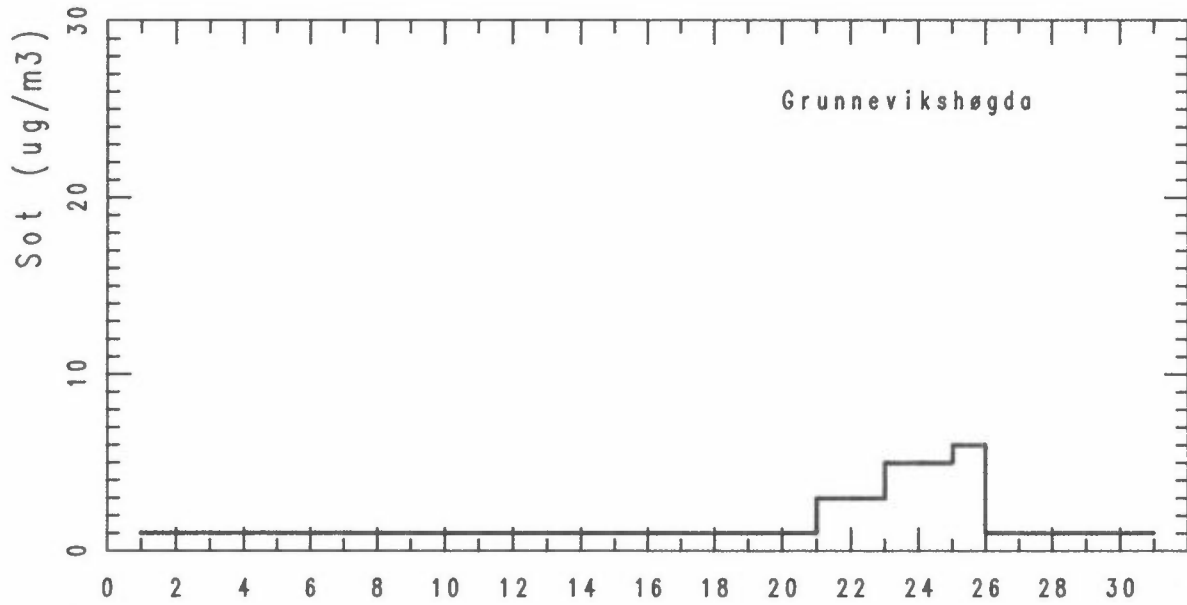
NO₂, mai 1990

Sot, mars 1990

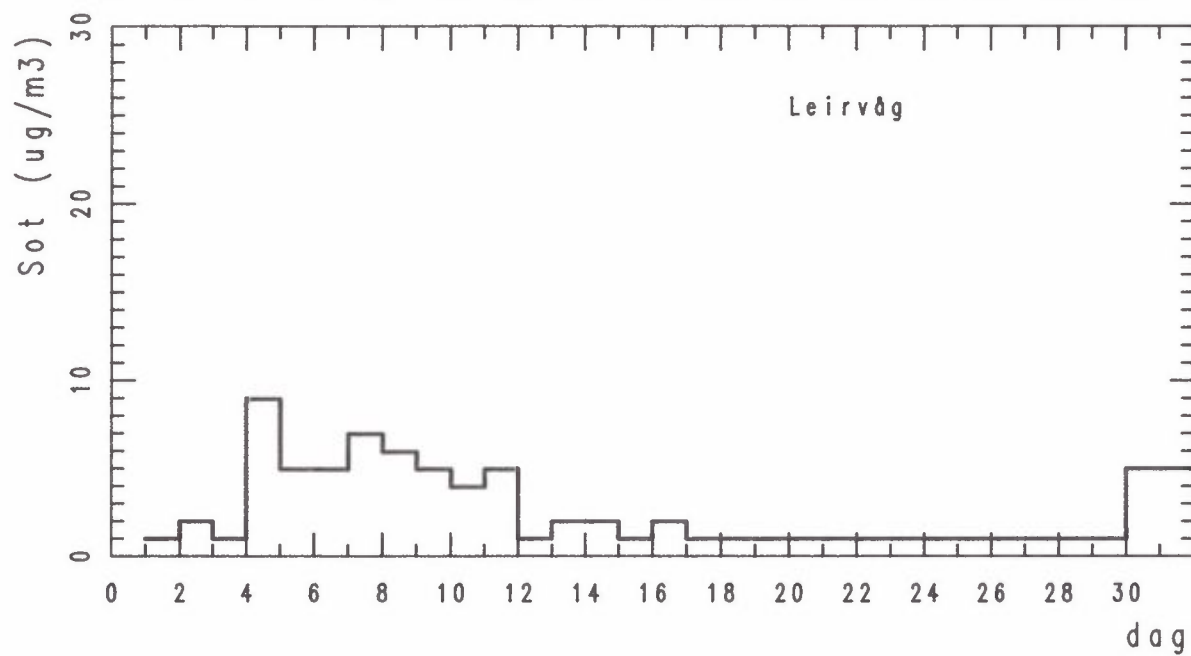
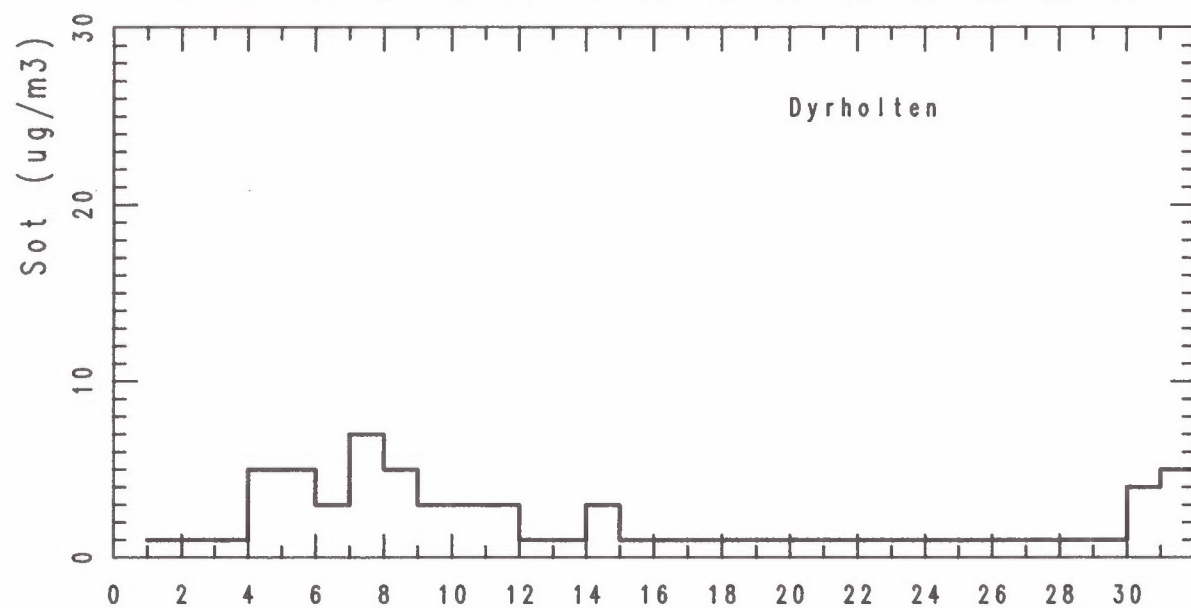
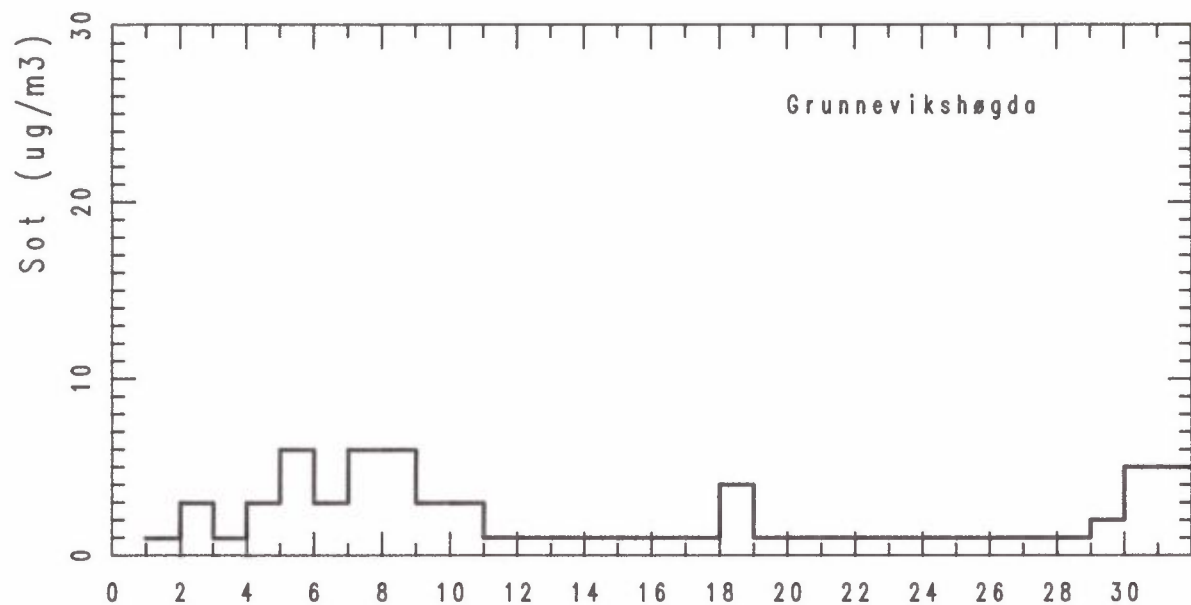


dag

Sot, april 1990



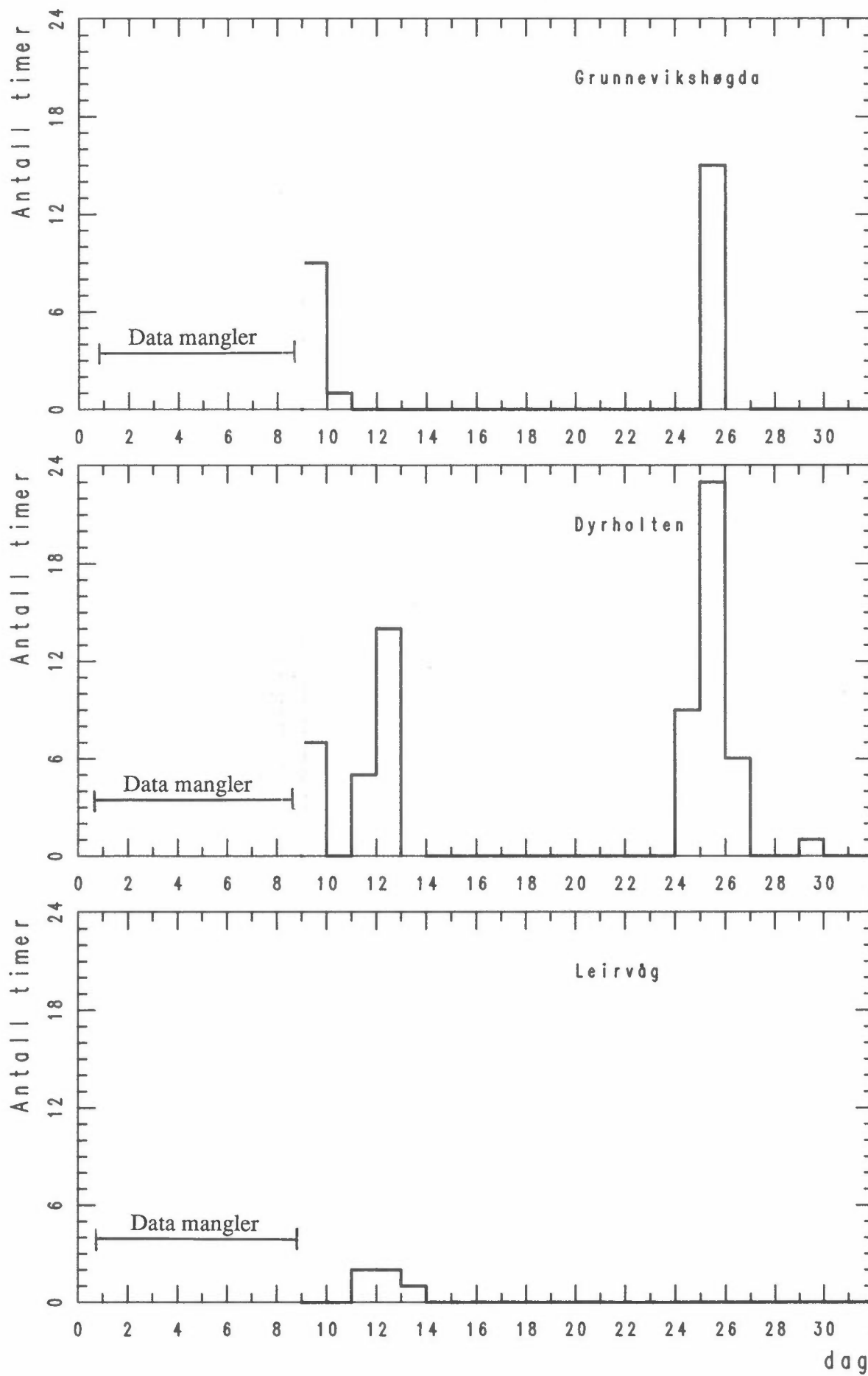
Sot, mai 1990



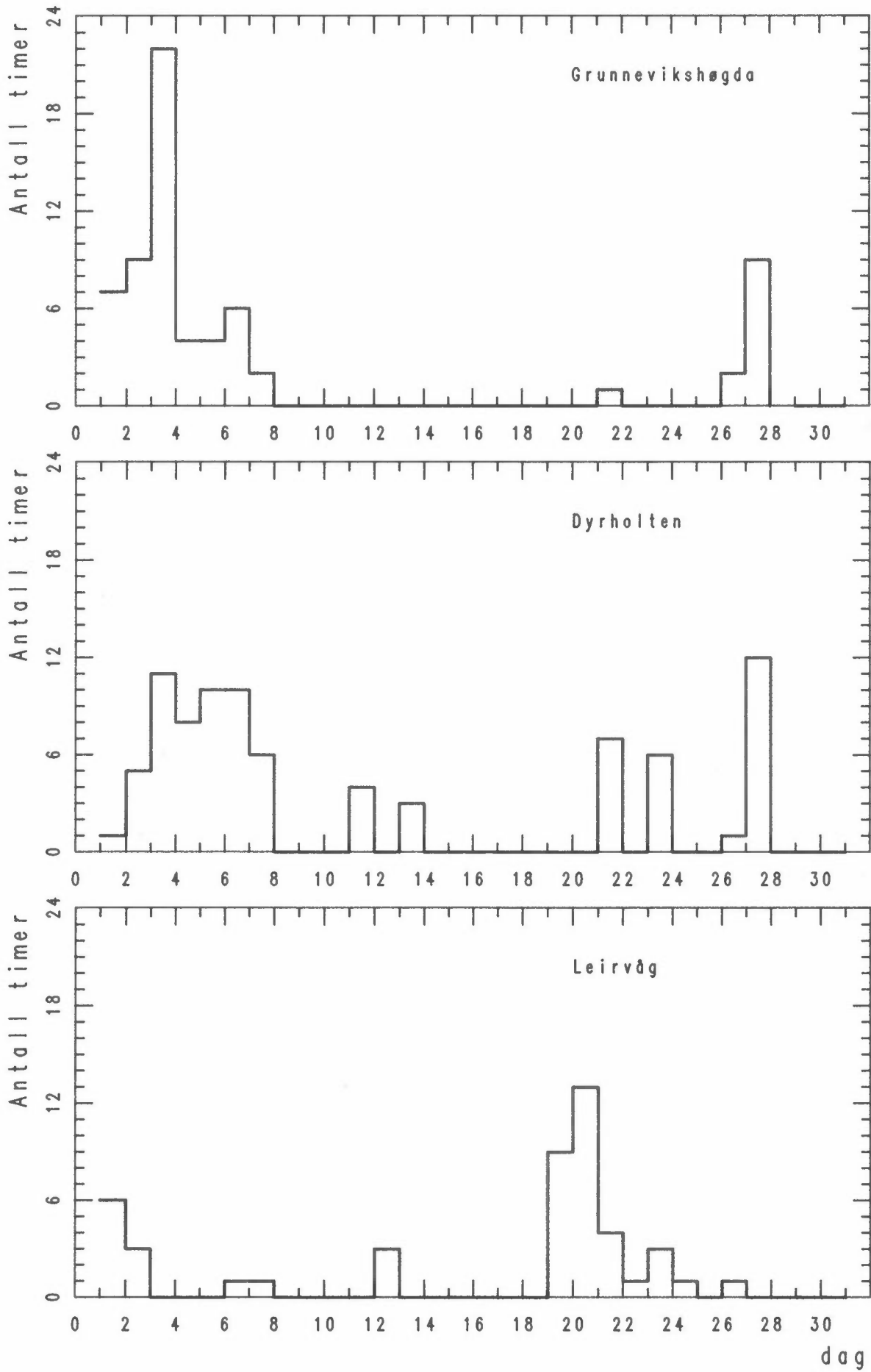
VEDLEGG 7

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

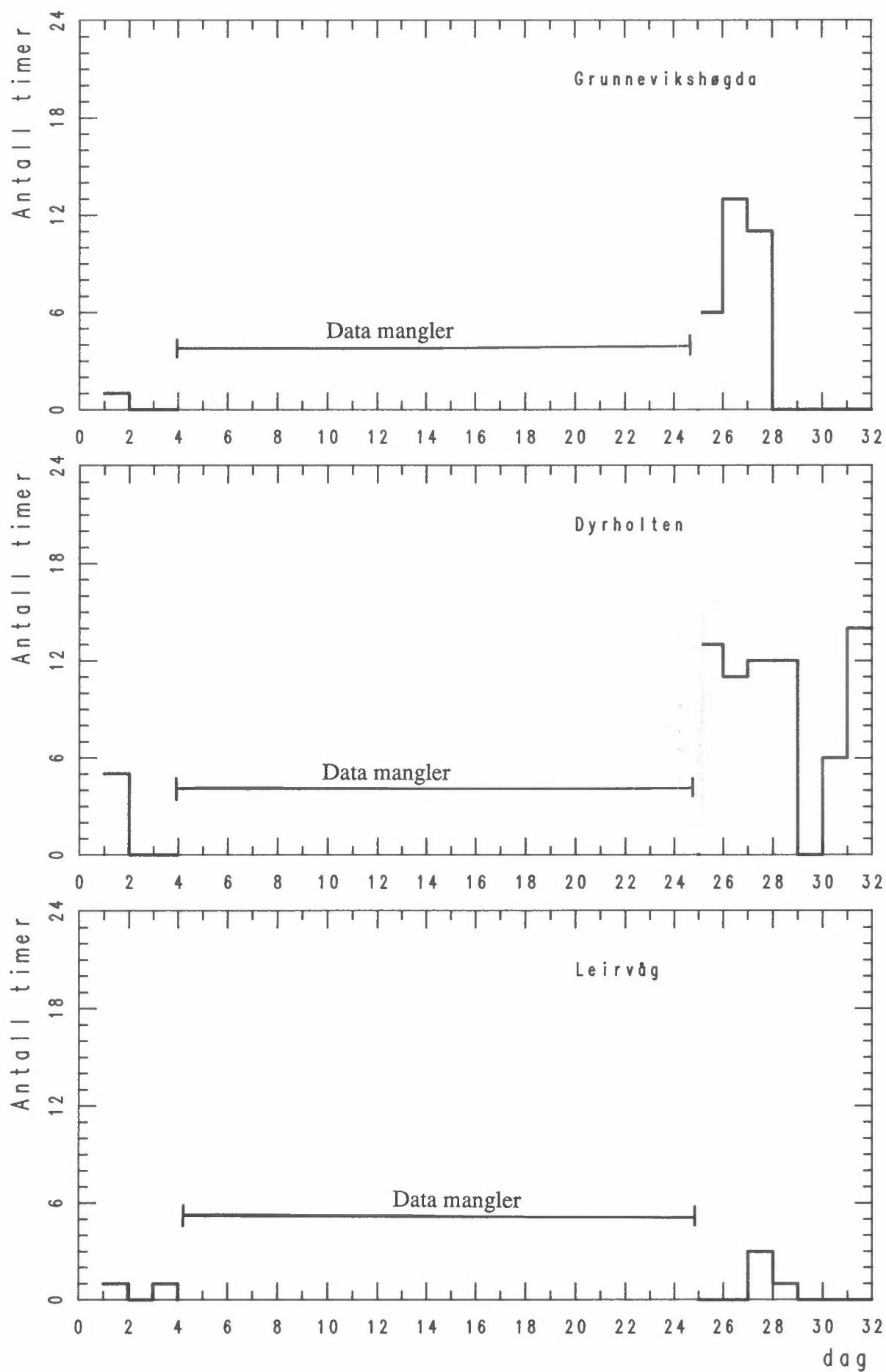
Vind mot målestedene, mars 1990



Vind mot målestedene, april 1990



Vind mot målestedene, mai 1990



VEDLEGG 8

Vinddata fra Hellisøy fyr
mars og mai 1990

BET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT - KLIMADELINGEN MARS 1990

5253 HELLISØY FYR

Kommune: FEDJE

20 moh

VINDRETNING (DD i dekadgrader) og VINDHASTIGHET (FF,FM,FX,KAST i m/s)

| DT | DD01FF | DD07FF | DD13FF | DD19FF | FM | FX | KAST | SJØ |
|----|--------|--------|--------|--------|----|----|------|------|
| 1 | 36 19 | 34 9 | 28 5 | 36 16 | 10 | 19 | | 5444 |
| 2 | 36 19 | 36 13 | 35 10 | 1 5 | 9 | 21 | | 5543 |
| 3 | 24 6 | 18 11 | 23 13 | 25 15 | 13 | 19 | | 3445 |
| 4 | 32 6 | 32 10 | 30 10 | 26 17 | 12 | 19 | | 5555 |
| 5 | 26 18 | 27 16 | 29 15 | 30 14 | 15 | 24 | | 5567 |
| 6 | 32 14 | 36 13 | 35 9 | 34 10 | 10 | 21 | | 7655 |
| 7 | 9 3 | 17 16 | 24 14 | 26 12 | 14 | 22 | | 4444 |
| 8 | 28 18 | 28 14 | 31 12 | 27 12 | 13 | 20 | | 7765 |
| 9 | 28 5 | 34 9 | 9 8 | 36 15 | 11 | 25 | | 4444 |
| 10 | 21 7 | 21 17 | 30 10 | 2 2 | 10 | 21 | | 3554 |
| 11 | 22 8 | 18 10 | 30 15 | 26 14 | 13 | 16 | | 4435 |
| 12 | 32 17 | 33 18 | 33 17 | 34 13 | 16 | 20 | 20 | 5665 |
| 13 | 35 6 | 14 5 | 17 9 | 16 14 | 9 | 14 | | 4443 |
| 14 | 16 15 | 19 19 | 20 12 | 20 18 | 16 | 21 | | 4545 |
| 15 | 21 19 | 22 13 | 25 12 | 25 9 | 11 | 21 | | 5555 |
| 16 | 19 11 | 26 12 | 22 8 | 21 10 | 10 | 13 | | 5544 |
| 17 | 22 11 | 20 14 | 20 17 | 20 18 | 16 | 18 | | 4445 |
| 18 | 21 13 | 20 12 | 19 20 | 19 17 | 16 | 20 | | 4444 |
| 19 | 20 19 | 21 15 | 26 19 | 27 14 | 16 | 19 | | 4455 |
| 20 | 25 14 | 27 16 | 26 9 | 21 9 | 11 | 19 | | 5554 |
| 21 | 19 17 | 21 14 | 25 9 | 23 11 | 11 | 18 | | 5444 |
| 22 | 24 19 | 27 16 | 28 12 | 28 10 | 13 | 19 | | 5554 |
| 23 | 27 14 | 29 14 | 23 9 | 26 14 | 12 | 16 | | 5556 |
| 24 | 24 16 | 26 15 | 25 15 | 26 15 | 15 | 22 | | 6667 |
| 25 | 35 18 | 34 17 | 35 17 | 36 19 | 18 | 21 | | 7777 |
| 26 | 36 14 | 36 13 | 32 4 | 12 4 | 7 | 19 | | 6443 |
| 27 | 18 8 | 19 10 | 20 14 | 20 15 | 13 | 16 | | 3344 |
| 28 | 20 16 | 21 15 | 1 8 | 34 5 | 9 | 18 | | 5543 |
| 29 | 23 10 | 20 19 | 26 11 | 26 6 | 12 | 20 | | 3455 |
| 30 | 25 10 | 29 10 | 27 2 | 25 6 | 6 | 15 | | 4444 |
| 31 | 25 8 | 25 8 | 25 8 | 24 8 | 8 | 10 | | 4444 |
| M | 13 | 13 | 11 | 12 | 12 | | | |

FF: observert middelvind over 10 min kl 01,07,13,19. FM: døgnmiddel av FF.
FX: maksimal observert middelvind i døgnet (19-19).

KAST: maksimale vindkast i døgnet (19-19). Noen stasjoner observerer vindhastighet skjønsmessig i Beaufort. For disse er oppgitt vindhastigheter i m/s som tilsvarer midten i de respektive Beaufortgrupper 0 - 12.

Vindretning DD: 36:N 9:Ø 18:S 27:V 0:STILLE

Tid er gitt i norsk normaltid - GMT + 1 time

SJØ: Visuell observasjon av sjøgang fra fyret.

| | | | |
|------------------|----------|------------------------------|------------|
| 0. Havblikk | 0.0m | 5. Mye sjø | 2.5- 4.0m |
| 1. Småkruset sjø | 0.0-0.1m | 6. Høy sjø | 4.0- 6.0m |
| 2. Søl sjø | 0.1-0.5m | 7. Svært hav | 6.0- 9.0m |
| 3. Svak sjø | 0.5-1.3m | 8. Veldig opprørt hav | 9.0-14.0m |
| 4. Noe sjø | 1.3-2.5m | 9. Overordentlig opprørt hav | over 14.0m |

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT - KLIMA-AVDELINGEN MAI 1990

5253 HELLISØY FYR

Kommune: FEDJE

20 moh

VINDRETNING (DD i dekadgrader) og VINDHASTIGHET (FF,FM,FX,KAST i m/s)

| DT | DD01FF | DD07FF | DD13FF | DD19FF | FM | FX | KAST | SJØ |
|----|--------|--------|--------|--------|----|----|------|------|
| 1 | | 19 2 | 16 1 | 32 3 | 2 | 4 | | 0333 |
| 2 | | 18 2 | 22 5 | 21 5 | 4 | 7 | | 0223 |
| 3 | | 17 5 | 21 8 | 22 6 | 6 | 10 | | 0332 |
| 4 | | 14 4 | 21 6 | 20 7 | 5 | 8 | | 0222 |
| 5 | | 17 8 | 23 9 | 23 1 | 6 | 13 | | 0222 |
| 6 | | 20 5 | 31 3 | 27 3 | 3 | 7 | | 0221 |
| 7 | | 5 2 | 1 7 | 3 7 | 5 | 7 | | 0222 |
| 8 | | 12 4 | 25 7 | 36 5 | 5 | 8 | | 0111 |
| 9 | | 0 0 | 32 3 | 34 4 | 2 | 7 | 8 | 0222 |
| 10 | | 20 2 | 36 2 | 36 8 | 4 | 8 | 11 | 0113 |
| 11 | | 36 10 | 36 11 | 36 7 | 9 | 13 | 17 | 0333 |
| 12 | | 18 4 | 34 6 | 36 11 | 7 | 11 | 15 | 0233 |
| | | 0 0 | 35 6 | 1 6 | 4 | 9 | 11 | 0222 |
| 14 | | 1 5 | 35 9 | 36 11 | 8 | 12 | 17 | 0122 |
| 15 | | 0 0 | 35 6 | 15 2 | 3 | 11 | 12 | 0211 |
| 16 | | 12 5 | 36 7 | 36 12 | 8 | 13 | 17 | 0222 |
| 17 | | 1 11 | 36 15 | 36 15 | 14 | 17 | 23 | 0333 |
| 18 | | 1 12 | 1 12 | 1 11 | 12 | 16 | 19 | 0444 |
| 19 | | 3 4 | 34 5 | 34 6 | 5 | 7 | 9 | 0323 |
| 20 | | 36 5 | 33 5 | 35 7 | 5 | 7 | 10 | 0222 |
| 21 | | 36 6 | 36 11 | 36 11 | 9 | 13 | 17 | 0334 |
| 22 | | 35 6 | 34 4 | 34 3 | 4 | 7 | 9 | 0222 |
| 23 | | 15 11 | 27 4 | 28 5 | 7 | 13 | 17 | 0333 |
| 24 | | 36 10 | 36 16 | 36 14 | 14 | 17 | 23 | 0344 |
| 25 | | 36 12 | 35 9 | 36 11 | 11 | 14 | 21 | 0444 |
| 26 | | 35 9 | 33 9 | 4 7 | 8 | 18 | 18 | 0333 |
| 27 | | 1 6 | 35 12 | 34 8 | 8 | 12 | 16 | 0044 |
| 28 | | 15 1 | 34 5 | 36 6 | 4 | 7 | 9 | 0222 |
| | | 19 4 | 21 9 | 20 10 | 8 | 10 | 13 | 0233 |
| 30 | | 20 9 | 21 8 | 20 9 | 9 | 11 | 14 | 0344 |
| 31 | 24 5 | 34 5 | 33 5 | 36 4 | 4 | 11 | 14 | 3333 |
| M | 0 | 5 | 7 | 7 | 7 | | | |

FF: observert middelvind over 10 min kl 01,07,13,19. FM: døgnmiddel av FF.

FX: maksimal observert middelvind i døgnet (19-19).

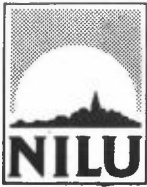
KAST: maksimalt vindkast i døgnet (19-19). Noen stasjoner observerer vindhastighet skjønsmessig i Beaufort. For disse er oppgitt vindhastigheter i m/s som tilsvarer midten i de respektive Beaufortgrupper 0 - 12.

Vindretning DD: 36:N 9:Ø 18:S 27:V 0:STILLE

Tid er gitt i norsk normaltid - GMT + 1 time

SJØ: Visuell observasjon av sjøgang fra fyret.

| | | | |
|------------------|----------|------------------------------|------------|
| 0. Havblikk | 0.0m | 5. Mye sjø | 2.5- 4.0m |
| 1. Småkruset sjø | 0.0-0.1m | 6. Høy sjø | 4.0- 6.0m |
| 2. Smul sjø | 0.1-0.5m | 7. Svært hav | 6.0- 9.0m |
| 3. Svak sjø | 0.5-1.3m | 8. Veldig opprørt hav | 9.0-14.0m |
| 4. Noe sjø | 1.3-2.5m | 9. Overordentlig opprørt hav | over 14.0m |



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

| | | | |
|--|--|----------------------------------|-------------------|
| RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT | RAPPORTNR. OR 82/90 | ISBN-82-425-0214-5 | |
| DATO NOVEMBER 1990 | ANSV. SIGN.  | ANT. SIDER 70 | PRIS NOK 105,- |
| TITTEL Meteorologi og luftkvalitet på Mongstad våren 1990 | | PROSJEKTLEDER T. Bøhler | |
| | | NILU PROSJEKT NR. O-8937 | |
| FORFATTER(E) M.J. Aarnes 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 våren 1990. Vindmålingene viste høyere vindstyrker enn normalt og dominerende vindretning ved raffineriet var fra sørøst. Luftkvalitetsmålingene viste lave middelveier for alle komponenter i perioden. Det forekom imidlertid forhøyede verdier av SO ₂ og nitrogenoksider ved vind fra raffineriet mot målestasjonene. Det ble ikke målt overskridelser av grenseverdier våren 1990. Månedsmidlene for støvfall var moderate til høye i mars og april og lave i mai. | | | |

| |
|----------|
| TITLE |
| ABSTRACT |

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