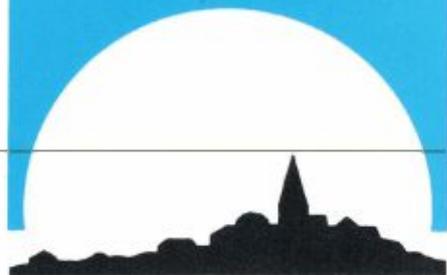


NILU : OR 24/95
REFERANSE : O-94077
DATO : JUNI 1995
ISBN : 82-425-0678-7

**Overvåking av
luftkvalitet ved
Statoil Mongstad i
perioden oktober 1994-
mars 1995**

Leif Otto Hagen og Mona Johnsrud



NILU

Norsk institutt for luftforskning
Norwegian Institute for Air Research
Postboks 100 - N-2007 Kjeller - Norway

NILU : OR 24/95
REFERANSE : O-94077
DATO : JUNI 1995
ISBN : 82-425-0678-7

**Overvåking av
luftkvalitet ved
Statoil Mongstad i
perioden oktober 1994-
mars 1995**

Leif Otto Hagen og Mona Johnsrud

Innhold

Side

Sammendrag	3
1. Innledning	5
2. Hensikt	5
3. Utslipp av SO₂ og NO_x fra Mongstad-raffineriet	5
4. Måleprogram	7
5. Meteorologiske forhold	9
5.1 Vindretning	9
5.2 Vindstyrke	10
5.3 Temperatur	11
5.4 Atmosfærens stabilitet.....	12
5.5 Datadekning	12
6. Luftkvalitet	14
6.1 Anbefalte luftkvalitetskriterier	14
6.2 Nitrogenoksider (NO, NO ₂).....	15
6.2.1 NO ₂ -nivået i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier.....	15
6.2.2 NO ₂ -nivået i 1994/95 sammenliknet med 1989/90.....	18
6.2.3 Sammenlikning med NO ₂ -nivået i Oslo.....	18
6.2.4 Bidrag fra langtransporterte forurensninger til NO ₂ -nivået	18
6.2.5 Bidrag fra lokale kilder til NO ₂ -nivået.....	18
6.3 Svoveldioksid (SO ₂)	22
6.3.1 SO ₂ -nivået i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier	22
6.3.2 SO ₂ -nivået i 1994/95 sammenliknet med 1989/90	25
6.3.3 Sammenlikning med SO ₂ -nivået i Oslo	25
6.3.4 Bidrag fra langtransporterte forurensninger til SO ₂ -nivået	25
6.3.5 Bidrag fra lokale kilder til SO ₂ -nivået	25
6.3.6 Perioder med økte SO ₂ -utslipp.....	27
6.4 Svevestøv (PM ₁₀).....	29
6.4.1 PM ₁₀ -nivået i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier.....	29
6.4.2 Sammenlikning med PM ₁₀ -nivået i Oslo.....	31
6.4.3 Bidrag fra lokale kilder til PM ₁₀ -nivået.....	31
6.5 Sot	33
6.5.1 Sotnivået i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier	33
6.5.2 Sotnivået i 1994/95 sammenliknet med 1989/90.....	34
6.5.3 Sammenlikning med sotnivået i Oslo	34
6.6 Datadekning	34
7. Referanser	35
Vedlegg A Grafisk presentasjon av timemiddelverdier av meteorologiske parametre	37

Vedlegg B Grafisk presentasjon av timemiddelverdier av luftkvalitetsparametere.....	47
Vedlegg C Grafisk presentasjon av døgnmiddelverdier av nitrogendioksid (NO₂), svoveldioksid (SO₂), svevestøv (PM₁₀) og sot.....	63
Vedlegg D Tabell- og figurvedlegg	81

Sammendrag

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har utført et måleprogram for luftkvalitet i perioden oktober 1994-mars 1995 for Statoil Mongstad. Denne rapporten oppsummerer hovedresultatene av undersøkelsen. En statusrapport for 4. kvartal er også utarbeidet.

Utslippene av SO₂ fra Statoil Mongstad var de fleste månedene betydelig redusert i forhold til 1989/90, da luftkvaliteten ble undersøkt i området forrige gang. Utslippene av NO_x var på samme nivå som i 1989/90. Støvutslippet er redusert etter installering av posefilter på avgasser fra kalsineringsovnen sommeren 1994.

Måleprogrammet omfattet meteorologiske parametre på Grunnevikshøgda og luftkvalitetsmålinger ved Leirvåg, Dyrholten og Sande. Luftkvalitetsmålingene ved Dyrholten og Sande ble utført med kontinuerlig registrerende instrumenter (timeverdier), mens det ved Leirvåg ble tatt døgnprøver som ble analysert i NILUs laboratorium.

De meteorologiske målingene viste at vind fra sørøstlig kant forekom oftest. Vind fra nordvest hadde høyest midlere vindstyrke. Ustabil og nøytral sjiktning i atmosfæren, som gir gode spredningsforhold, forekom i to tredeler av tiden.

Hovedresultater, luftkvalitet, oktober 1994-mars 1995 (µg/m ³)				
	NO ₂	SO ₂	Svevestøv (PM ₁₀)	Sot
Mongstad-området, halvårsmiddelverdier (1-3 målestasjoner)	3,9-4,1	<1-2,8	9,0-9,4 ¹⁾	2,4
NILUs målinger i Oslo 1993/94, halvårsmiddelverdier (2-5 målestasjoner)	62	11	35	27
SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier	50	40	40	40-60 ²⁾

1) Sjøsalt influerer målingene. Bidraget fra Statoil Mongstad til halvårsmiddelverdiene er lite, men vanskelig å anslå nøyaktig. Ved vind fra raffineriet rett mot målestasjonene er bidraget anslått til 2-4 µg/m³.

2) Ved revisjon av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier i 1992 ble det anbefalt verdier for PM₁₀, men ikke for sot. Tallene for sot i tabellen er tidligere anbefalte luftkvalitetskriterier.

Det midlere NO₂-nivået i Mongstad-området var meget lavt (ca. 4 µg/m³) både i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier og i forhold til nivået i de største byene i Norge. Det var liten endring i konsentrasjonene i forhold til målingene i 1989/90. Både på Sande og Dyrholten var det forhøyete konsentrasjoner ved vind fra raffineriet (henholdsvis 8-10 µg/m³ og 7-8 µg/m³). På Dyrholten var det også et markert bidrag fra biltrafikken i nærområdet ved vind fra øst-nordøstlig kant (9-10 µg/m³).

SO₂-konsentrasjonene var meget lave (1-3 µg/m³) og på omtrent samme nivå eller litt lavere enn i 1989/90. Nivået var meget lavt i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier og klart lavere enn i de største byene. Som for NO₂ var det forhøyete konsentrasjoner ved vind fra raffineriet (henholdsvis 5-7 µg/m³ på Sande og 7-8 µg/m³ på Dyrholten). I perioder med redusert effekt eller stans i en av sjøvannsvaskerne ble det målt forhøyete konsentrasjoner, men økningen var betydelig mindre enn økningen i utslippet.

Målingene av svevestøv viste at sjøsalt ga det største bidraget vektmessig både på Sande og Dyrholten. Det gjennomsnittlige bidraget fra anlegget er anslått til omtrent 2-4 µg/m³ når vinden står fra anlegget mot målestasjonene. Bidraget fra anlegget var meget lavt i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier.

Sotmålingene viste omtrent samme midlere nivå som i 1989/90 (vel 2 µg/m³), dvs. meget lavt nivå både i forhold til tidligere anbefalte luftkvalitetskriterier og i forhold til nivået i de største byene.

Overvåking av luftkvalitet ved Statoil Mongstad i perioden oktober 1994-mars 1995

1. Innledning

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har utført et måleprogram for luftkvalitet i perioden oktober 1994-mars 1995 for Statoil Mongstad.

Overvåking av luftkvalitet i nærområdet er et konsesjonskrav for Statoil Mongstad. Bedriften legger stor vekt på å informere naboer, lokalsamfunn og samfunnet ellers om hvilken effekt driften av raffineriet har for miljøet.

2. Hensikt

Hensikten med måleprogrammet var å kartlegge belastningen av svoveldioksid (SO_2), nitrogenoksider (NO , NO_x , NO_2), sot og svevestøv (PM_{10}) i nærområdet rundt raffineriet. Sammen med tidligere målinger og spredningsberegninger skulle dette gi grunnlag for å

- beskrive luftkvaliteten i området,
- vurdere luftkvaliteten i forhold til Statens forurensningstilsyns (SFT) anbefalte luftkvalitetskriterier fra 1992,
- sammenligne med tidligere målinger og beregninger,
- vurdere Statoil Mongstads forurensningsbidrag i forhold til langtransporterte forurensninger.

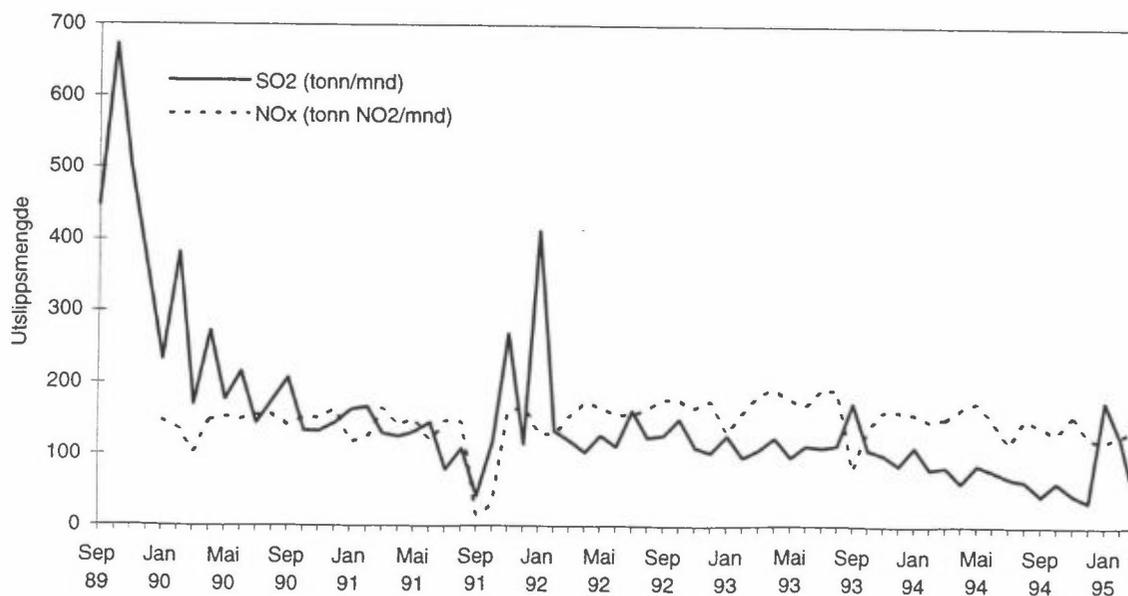
3. Utslipp av SO_2 og NO_x fra Mongstad-raffineriet

For å sammenholde variasjoner i luftkvalitet med endringer i utslipp og driftsforhold ved raffineriet, har Statoil Mongstad gitt data for månedlige utslipp av SO_2 og NO_x (rapportert som NO_2) for måleperioden. For å sammenlikne med tidligere målinger er også månedlige utslipp i perioden september 1989-august 1990 oppgitt. Utslippsmengdene er gitt i tabell 1. Figur 1 viser de månedlige utslippene av SO_2 og NO_x i hele perioden september 1989-mars 1995 (NO_x fra januar 1990).

Tabellen og figuren viser at utslippene av SO_2 var vesentlig lavere i månedene oktober-desember 1994 og mars 1995 enn i 1989/90. Reduksjonen i SO_2 -utslippet skyldes bedret drift av anleggene og installering av et nytt renseanlegg i juni 1994. I januar og februar 1995 var SO_2 -utslippene opp mot nivået sommeren 1990. Dette kan tilskrives driftsproblemer i et av renseanleggene for SO_2 . NO_x -utslippene har endret seg lite siden 1990. Om lag 95% av NO_x -utslippet er som NO . Det gjøres ikke kontinuerlige målinger av støvutslipp, men også støvutslippet er redusert siden forrige måleperiode etter installering av posefilter på avgass fra kalsineringsovnen.

Tabell 1: Månedlige utslipp av SO_2 og NO_x (rapportert som NO_2) ved Statoils oljeraffineri på Mongstad i perioder NILU har målt luftkvaliteten i området.

Måned	SO_2 (tonn/måned)	NO_x (tonn NO_2 /måned)
September 89	447	
Oktober 89	672	
November 89	498	
Desember 89	359	
Januar 90	232	146
Februar 90	380	136
Mars 90	169	101
April 90	272	147
Mai 90	177	152
Juni 90	215	149
Juli 90	143	155
August 90	176	155
Oktober 94	63	129
November 94	46	155
Desember 94	36	124
Januar 95	176	119
Februar 95	125	128
Mars 95	34	136



Figur 1: Månedlige utslipp av SO_2 og NO_x (rapportert som NO_2) ved Statoils oljeraffineri på Mongstad i perioden september 1989-mars 1995.

4. Måleprogram

Måleprogrammet tok utgangspunkt i tidligere arbeider i forbindelse med luftovervåking ved Mongstad. Dette gjelder i første rekke resultatene fra et måleprogram for luftkvalitet i 1989/90 og NILUs spredningsberegninger for luftutslipp fra Mongstad-raffineriet.

Målingene omfattet svoveldioksid (SO₂), nitrogenoksider (NO, NO_x, NO₂), svevestøv (PM₁₀), sot og meteorologiske forhold. PM₁₀ gir mengden av svevestøvpartikler med diameter under 10 µm (mikrometer) i diameter. Disse partiklene er inhalerbare, dvs. at de følger med luftstrømmen inn i nese og svelg. Bare de minste partiklene, med diameter under 2,5 µm er respirable og følger med luftstrømmen helt ned i lungene. Sot er et indirekte mål for mengden av svarte partikler og måles på en annen måte enn svevestøv. De meteorologiske målingene omfattet vindretning, vindstyrke, vindkast, temperatur og atmosfærens stabilitet (spredningsevne).

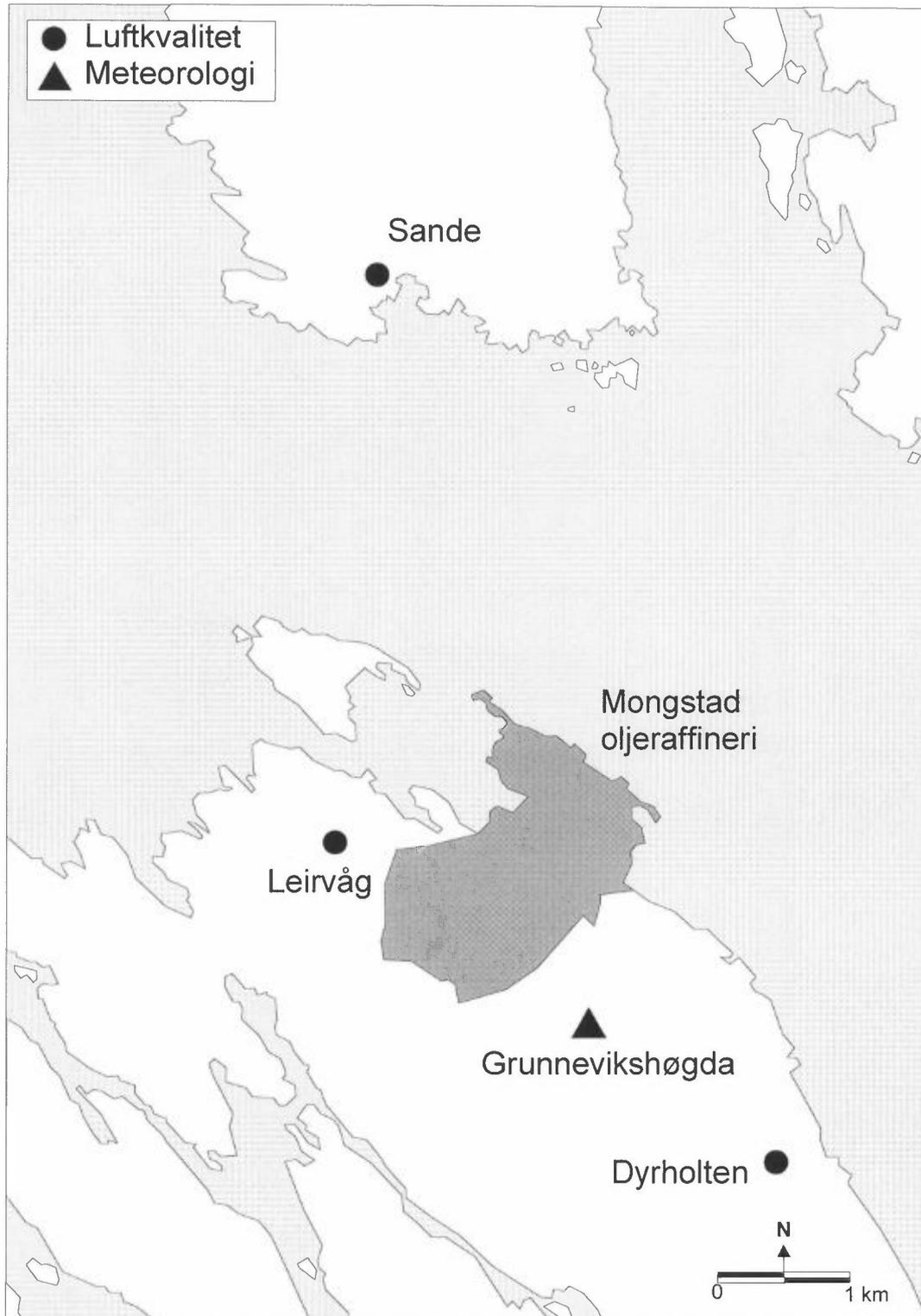
Luftkvalitetsmålinger ble utført ved Leirvåg, Dyrholten og Sande. Meteorologiske målinger ble utført ved Grunnevikshøgda. Målingene pågikk i 6 måneder i perioden oktober 1994-mars 1995. Plasseringen av målestasjonene er vist i figur 2. Måleparametere og midlingstider er vist i tabell 2. PM₁₀-målingene ble utført i knapt 3 måneder (1.10.-19.12.1994) ved Sande først og deretter i vel 3 måneder ved Dyrholten (20.12.1994-31.3.1995).

Tabell 2: Måleprogram for luftkvalitet og meteorologiske forhold ved Statoil Mongstad i perioden oktober 1994-mars 1995.

	Parameter	Midlingstid	Dyrholten	Leirvåg	Sande	Grunnevikshøgda
Luftkvalitet	SO ₂	Time	X		X	
	NO	Time	X		X	
	NO _x	Time	X		X	
	NO ₂	Time	X		X	
	PM ₁₀₍₁₎	Time	X		X	
	SO ₂	Døgn		X		
	NO ₂	Døgn		X		
	Sot	Døgn		X		
Meteorologiske forhold	FF ²⁾	Time				X
	GUST ²⁾	2 sekunder				X
	DD ²⁾	Time				X
	TT ²⁾	Time				X
	ΔT ²⁾	Time				X

1) PM₁₀ = svevestøv på partikler med diameter under 10 µm (mikrometer).

2) FF = vindstyrke, GUST = vindkast, DD = vindretning, TT = temperatur, ΔT = temperaturredifferansen mellom 10 m o.b. og 2 m o.b., som er et mål på luftens stabilitet (spredningsevne).



Figur 2. Målesteder for luftkvalitet og meteorologiske forhold rundt oljeraffineriet på Mongstad i 1994/95.

Luftkvalitetsmålingene ved Dyrholten og Sande ble utført med kontinuerlig registrerende instrumenter (monitorer), og dataene ble midlet til timemiddelverdier. Dataene ble overført døgnlige på telenettet til NILU for kvalitetskontroll. Også de meteorologiske dataene fra Grunnevikshøgda ble overført på telenettet. Luftkvalitetsmålingene ved Leirvåg ble tatt som døgnprøver. Disse prøvene ble sendt til NILUs laboratorium for analyse.

For å vurdere Statoil Mongstads forurensningsbidrag i forhold til langtransporterte forurensninger fra andre deler av Europa, er måledata fra Mongstad sammenliknet med data fra bakgrunnsstasjonene Skreådalen i Sirdal i Vest-Agder og Nausta i Naustdal i Sogn og Fjordane. Siden Nausta ble nedlagt ved årsskiftet 1994/95, er data fra Kårvatn i Surnadal i Møre og Romsdal benyttet for januar-mars 1995. Sammen med en rekke andre stasjoner over hele landet er disse med i det statlige overvåkingsprogrammet for langtransportert forurenset luft og nedbør. Bakgrunnsstasjonene er plassert i områder hvor de ikke er influert av nærliggende lokale kilder. Avstanden til nærmeste tettsted er 20 km for Skreådalen (Tonstad), 12 km for Nausta (Førde) og 20 km for Kårvatn (Sunndalsøra). Skreådalen ligger 240 km sør-sørøst for Mongstad, mens Nausta ligger 95-100 km nord-nordøst for Mongstad, og Kårvatn ligger 300 km nordøst for Mongstad.

5. Meteorologiske forhold

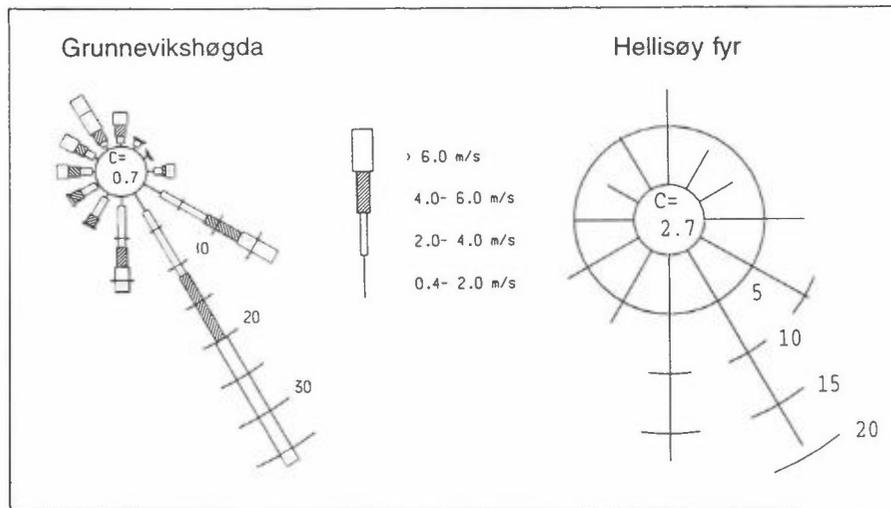
De meteorologiske målingene viser at vind fra sørøstlig kant forekom oftest. Vind fra nordvest hadde høyest midlere vindstyrke. Ustabil og nøytral sjiktning i atmosfæren, som gir gode spredningsforhold, forekom i to tredeler av tiden.

Timevise middelveier av meteorologiske data (vindstyrke, vindkast, vindretning, temperatur og stabilitet) er vist grafisk for hver måned i vedlegg A.

5.1 Vindretning

Vindroser for hele perioden oktober 1994-mars 1995 fra Grunnevikshøgda er vist i figur 3. Figuren viser også vindroser fra Hellisøy fyr for den samme perioden i årene 1961-1990. Tilsvarende vindroser for hver måned er vist i figur D1 og D2 i vedlegg D. Vindrosene viser hvor stor prosent av tiden det blåste fra tolv 30-graders sektorer. For hver retning er det også angitt hvor stor del av tiden i prosent vindstyrken var innenfor fire definerte klasser. Tallet C i midten av vindrosene viser hvor stor del av tiden i prosent vindstyrken var lavere enn 0,4 m/s, eller vindstille.

Ved Grunnevikshøgda blåste det oftest fra sørøstlige retninger. Sammenliknet med vinddata fra 1961-1990 på Hellisøy fyr er vinden på Grunnevikshøgda mer kanalisert langs Fensfjorden.



Figur 3: Vindroser for perioden oktober 1994-mars 1995 fra Grunnevikshøgda og for den samme perioden i årene 1961-1990 fra Hellisøy fyr. Vindrosene viser prosent av tiden det blåste fra tolv 30°-sektorer. Tallet C i midten av vindrosene viser hvor stor del av tiden det var vindstyrke lavere enn 0,4 m/s eller vindstille.

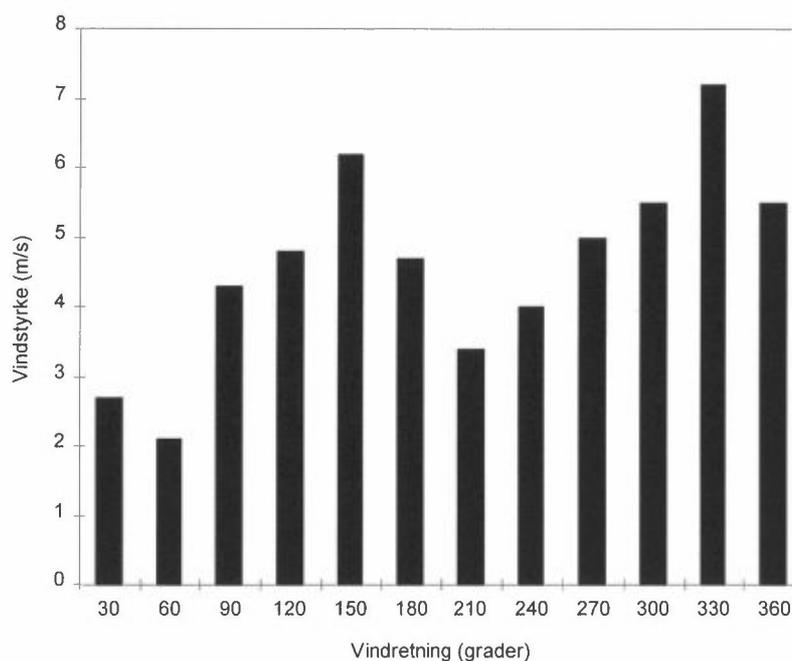
5.2 Vindstyrke

Tabell 3 gir middelvindstyrke, høyeste timemidlete vindstyrke og kraftigste vindkast (gust) på Grunnevikshøgda for hver måned og for hele perioden oktober 1994-mars 1995.

Tabell 3: Statistikk over vindstyrker ved Grunnevikshøgda for hver måned og for hele perioden oktober 1994-mars 1995.

Måned	Andel vindstille (%)	Midlere vindstyrke (m/s)	Maks. timemiddel (m/s)	Tid for maks.	Maks. vindkast (m/s)	Tid for maks. vindkast
Oktober 1994	0,8	4,1	11,0	15 kl 19	17,9	01 kl 09
November	0,1	4,4	11,3	28 kl 12	21,2	28 kl 14
Desember	0,4	4,8	16,9	08 kl 18	30,7	08 kl 18
Januar 1995	0,7	7,0	19,2	31 kl 14	37,0	10 kl 03
Februar	1,9	5,5	15,7	01 kl 24	26,6	01 kl 24
Mars	0,1	6,2	15,1	27 kl 13	27,8	27 kl 14
Oktober 1994-mars 1995	0,7	5,3	19,2	31.01. kl 14	37,0	10.01. kl 03

Figur 4 viser hvordan midlere vindstyrke varierte med vindretningen i perioden oktober 1994-mars 1995 på Grunnevikshøgda. Figuren viser midlere vindstyrke i hver av tolv 30°-sektorer. Figuren viser at vind fra nord-nordvest (330°) hadde høyest middelvindstyrke, mens vind fra øst-nordøst (60°) hadde lavest middelvindstyrke.



Figur 4: Midlere vindstyrke fordelt på vindretning i tolv 30-graders sektorer på Grunnevikshøgda i perioden oktober 1994-mars 1995 (m/s).

5.3 Temperatur

Temperaturstatistikk fra Grunnevikshøgda i perioden oktober 1994-mars 1995 er gitt i tabell 4. Tabellen gir også middeltemperaturer for de forskjellige månedene fra Hellsøy fyr i perioden 1961-1990 (normaltemperaturen).

Tabell 4: Temperaturstatistikk fra Grunnevikshøgda for hver måned i perioden oktober 1994-mars 1995 (°C).

Måned	Middel-temperatur	Maksimum		Minimum		Temperaturnormal Hellsøy fyr 1961-1990
		Temperatur	Tid	Temperatur	Tid	
Oktober 1994	7,1	12,8	23 kl 14	-0,5	03 kl 07	9,1
November	6,3	13,2	04 kl 16	0,4	18 kl 22	5,6
Desember	3,9	10,3	03 kl 23	-1,6	14 kl 09	3,7
Januar 1995	2,4	9,6	17 kl 24	-4,6	29 kl 08	2,5
Februar	2,0	7,7	06 kl 03	-4,0	11 kl 08	2,1
Mars	2,5	8,5	11 kl 14	-2,9	28 kl 05	3,0

Midlere temperaturvariasjon over døgnet for hver måned er vist i figur D3 i vedlegg D.

5.4 Atmosfærens stabilitet

Stabilitet målt ved temperaturredifferansen mellom 10 m og 2 m o.b. (ΔT) er et mål for termisk turbulens og er avgjørende for den vertikale spredningen og fortykningen av luftforurensninger. Fire stabilitetsklasser defineres på følgende måte:

Ustabil sjiktning	:	$\Delta T < -0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
Nøytral sjiktning	:	$-0,5 \leq \Delta T < 0 \text{ } ^\circ\text{C}$
Lett stabil sjiktning	:	$0 \leq \Delta T < 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
Stabil sjiktning	:	$0,5 \leq \Delta T \text{ } ^\circ\text{C}$

Vanligvis avtar temperaturen litt med høyden, og det er da nøytral sjiktning. Nøytral sjiktning er det oftest ved overskyet vær med eller uten nedbør og i perioder med sterk vind. Ved sterk solinnstråling oppvarmes bakken mye, og temperaturen avtar raskt med høyden (ustabilt). Både nøytral og særlig ustabil sjiktning gir god spredning av luftforurensende utslipp. Ved sterk utstråling (vanligvis om natta og om vinteren) avkjøles bakken sterkt, og temperaturen øker med høyden (lett stabil eller stabil sjiktning, dvs. inversjon). Ved slike forhold undertrykkes spredningen av forurensninger. Stabil sjiktning er særlig ugunstig for kilder nær bakken, mens ustabil sjiktning er mest ugunstig for skorsteinsutslipp, da disse kan slå ned på bakken nær utslippet. Utslipp fra høye skorsteiner når ikke bakken før på store avstander ved stabil sjiktning.

Forekomsten av fire stabilitetsklasser over døgnet på Grunnevikshøgda i perioden oktober 1994-mars 1995 er vist i figur 5. Stabil og lett stabil sjiktning forekom oftest om natta på grunn av utstråling og avkjøling av lufta nær bakken. Nøytral sjiktning inntreffer ved sterk vind og i overskyet vær og forekom i 63,9% av tiden på Grunnevikshøgda i perioden oktober 1994-mars 1995.

Forekomst av ustabil, nøytral og stabil (lett stabil + stabil) sjiktning fordelt på vindretning i tolv sektorer er vist i figur 6. Figuren viser at stabile situasjoner med dårligere spredningsforhold forekom oftest ved vind fra 120°- og 150°-sektorene (fralandsvind).

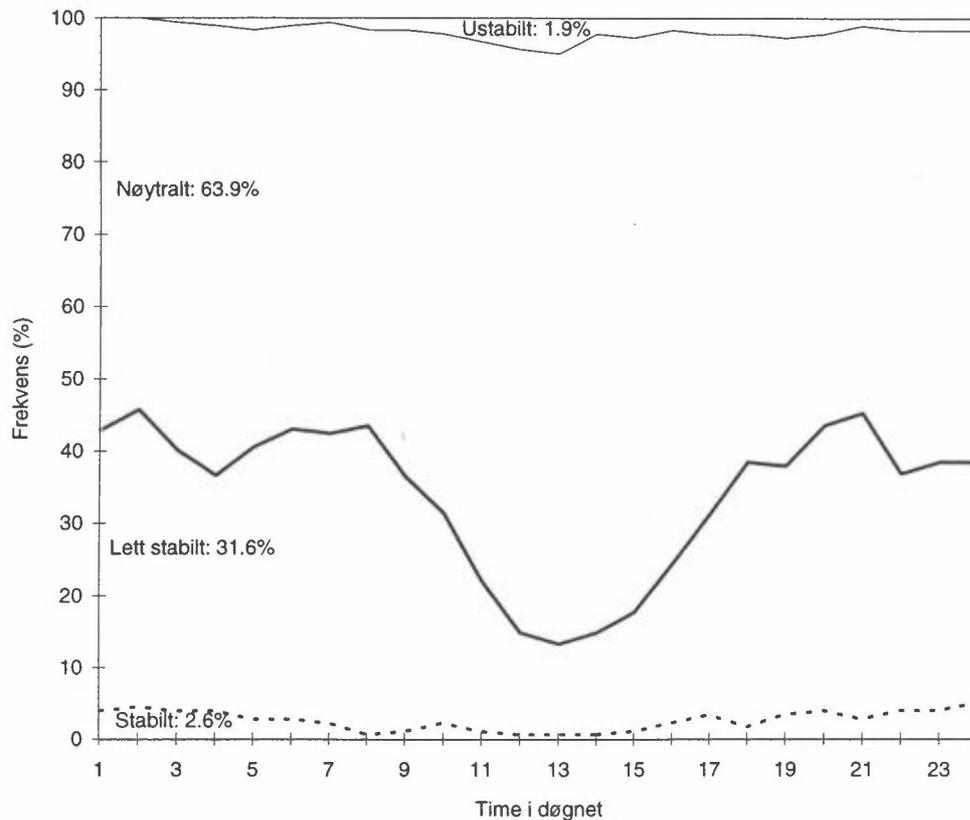
5.5 Datadekning

Datadekning i prosent er gitt i tabell 5.

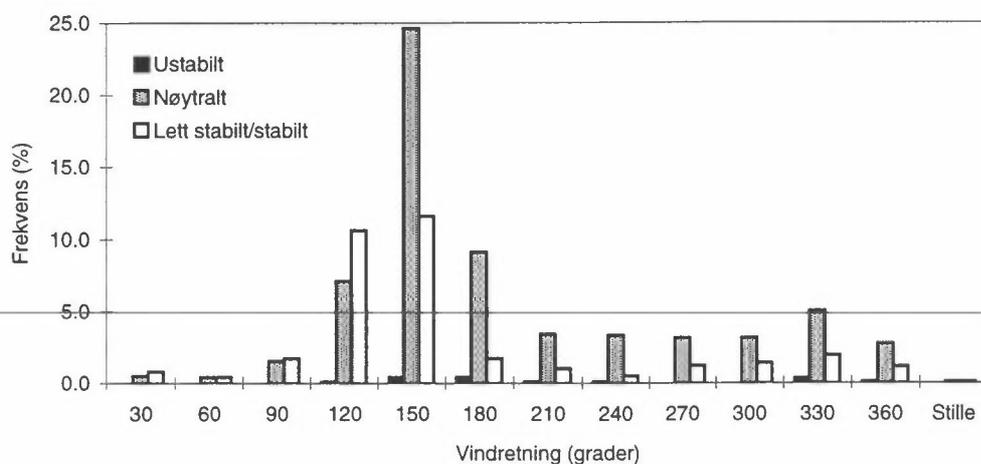
Tabell 5: *Datadekning for målinger av meteorologiske forhold på Grunnevikshøgda i perioden oktober 1994-mars 1995 (%).*

	Oktober	November	Desember	Januar	Februar	Mars
Vindstyrke	97	100	96	100	100	99
Vindkast	97	100	96	100	98	99
Vindretning	97	100	96	100	98	99
Temperatur	97	100	96	100	100	100
Temp. diff.	97	100	96	100	100	100

Datadekningen for de meteorologiske målingene var meget god i hele måleperioden.



Figur 5: Variasjon over døgnet av fire stabilitetsklasser basert på målinger av temperaturforskjellen mellom 10 m o.b. og 2 m o.b. på Grunnevikshøgda i perioden oktober 1994-mars 1995.



Figur 6: Frekvens av ustabil, nøytral og stabil (lett stabil + stabil) sjiktning fordelt på vindretning i 12 sektorer på Grunnevikshøgda i perioden oktober 1994-mars 1995.

6. Luftkvalitet

6.1 Anbefalte luftkvalitetskriterier

En arbeidsgruppe oppnevnt av Statens forurensningstilsyn har på grunnlag av litteraturstudier utarbeidet anbefalte luftkvalitetskriterier for en del komponenter (SFT, 1992). De anbefalte luftkvalitetskriteriene for NO₂, PM₁₀ og SO₂ er vist i tabell 6.

Ved revisjonen av anbefalte luftkvalitetskriterier i 1992 ble det ikke anbefalt luftkvalitetskriterier for sot. Det ble imidlertid anbefalt kriterier for respirabelt (PM_{2,5}) og inhalerbart svevestøv (PM₁₀). Sot er et indirekte mål for mengden av svarte partikler i lufta og måles på en annen måte enn svevestøv.

Tabell 6: Anbefalte luftkvalitetskriterier.

Komponent	Måle-enhet	Virknings-område	Midlingstid					
			15 min	1 t	8 t	24 t	6 mnd	1 år
NO ₂	µg/m ³	Helse Vegetasjon	500	100		75	50	30
Svevestøv, PM ₁₀ ¹⁾	µg/m ³	Helse				70	40	
SO ₂	µg/m ³	Helse ²⁾	400	150		90	40	20
		Helse ³⁾ Vegetasjon				50		

1) Svevestøv med diameter <10 µm

2) Hvor SO₂ er helt dominerende forurensning

3) I samspill med svevestøv og annen forurensning

Ved vurdering av sotkonsentrasjoner i dette måleprogrammet har NILU valgt fortsatt å benytte de tidligere anbefalte luftkvalitetskriteriene for sot, som er 100-150 µg/m³ som døgnmiddelverdi og 40-60 µg/m³ som halvårsmiddelverdi.

Ved fastsettelse av de helsebaserte anbefalte luftkvalitetskriteriene er det benyttet usikkerhetsfaktorer på mellom 2 og 5. Dette betyr at eksponeringsnivåene må opp i 2-5 ganger høyere enn de angitte verdiene før det med sikkerhet er konstatert skadelige effekter. De anbefalte kriteriene kan derfor ikke tolkes slik at nivåer over disse er definitivt helseskadelige, men det kan heller ikke utelukkes effekter hos spesielt sårbare individer selv ved nivåer under anbefalte luftkvalitetskriterier.

6.2 Nitrogenoksider (NO, NO₂)

De målte NO₂-konsentrasjonene i Mongstad-området i perioden oktober 1994-mars 1995 var lave i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier både for lang- og korttidsmiddelverdier. Det målte nivået var omtrent som ved tilsvarende målinger i 1989/90. Utslippet fra raffineriet er også lite endret siden 1989/90. På Sande ga utslippet fra raffineriet de høyeste NO₂-konsentrasjonene ved sørøstlig vind. På Dyrholten ga biltrafikken nær stasjonen høyere NO₂-konsentrasjoner ved øst-nordøstlig vind enn utslippene fra raffineriet ved nordvestlig vind.

I de største byene i Norge måles det betydelig høyere konsentrasjoner enn på Mongstad. I Oslo i vinterhalvåret 1993/94 var middelkonsentrasjonen på fem stasjoner rundt 15 ganger høyere enn på Mongstad, mens maksimale døgnmiddelkonsentrasjoner var 5-10 ganger høyere.

Om lag 95% av NO_x-utslippet fra Statoil Mongstad er som NO. I løpet av kort tid går det meste av NO-utslippet over til NO₂ ved reaksjon med tilgjengelig O₃ (ozon) i luften. Også fra biltrafikken er en omtrent like høy andel av NO_x-utslippet NO.

Anbefalte luftkvalitetskriterier er bare gitt for NO₂, da det er denne gassen som kan ha negative effekter på helse og vegetasjon. Hovedvekten i dette kapitlet er derfor lagt på NO₂-resultatene.

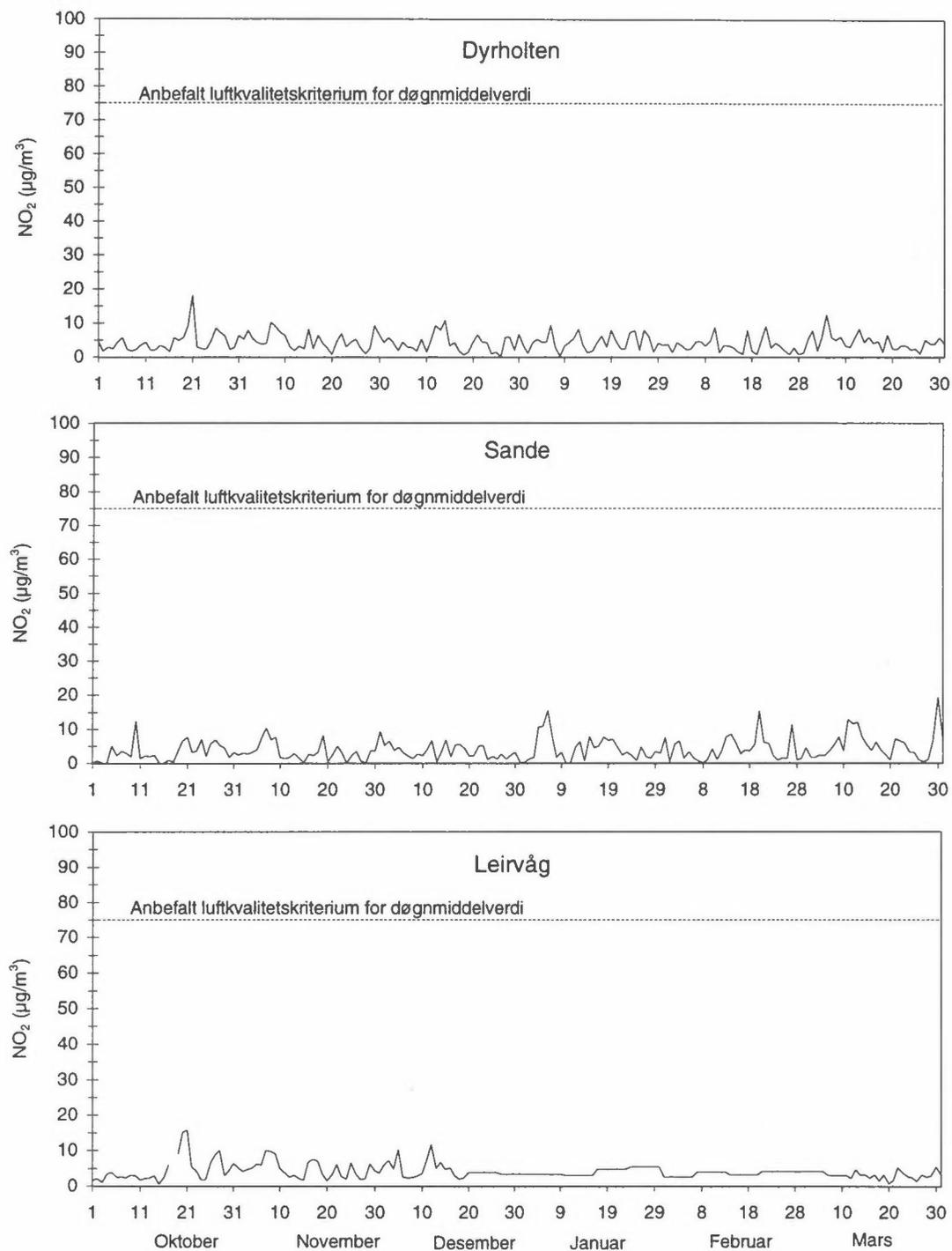
Når det gjelder NO-resultatene henvises det til tabell D1 i vedlegg D. NO-nivået var lavt, men enkelte timer hadde forhøyete verdier. Både den høyeste døgn- og timemiddelverdien ble målt ved Dyrholten 21. oktober og skyldes utslipp fra biltrafikken i nærområdet.

6.2.1 NO₂-nivået i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier

Tabell 7 gir et sammendrag av målingene av NO₂ ved Dyrholten, Sande og Leirvåg i perioden oktober 1994-mars 1995. Tabellen viser månedsmiddelverdier og maksimale døgnmiddelverdier fra alle tre stasjonene og maksimale timemiddelverdier fra Dyrholten og Sande. Data fra bakgrunnsstasjonene Skreådalen og Kårvatn er også tatt med.

Grafisk presentasjon av timemiddelverdier av NO, NO_x og NO₂ fra Dyrholten og Sande for hver måned er gitt i vedlegg B. Vedlegg C viser grafisk presentasjon av døgnmiddelverdiene av NO₂ for hver måned fra Dyrholten, Sande, Leirvåg, Skreådalen og Kårvatn.

Figur 7 viser døgnmiddelverdier av NO₂ fra Dyrholten, Sande og Leirvåg for hele perioden oktober 1994-mars 1995.



Figur 7: Døgnmiddelverdier av NO_2 fra Dyrholten, Sande og Leirvåg i perioden oktober-1994-mars 1995 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabell 7: *Sammendrag av målinger av NO₂ ved Dyrholten, Sande og Leirvåg for hver måned i perioden oktober 1994-mars 1995 (µg/m³). Data fra bakgrunnsstasjonene Skreådalen og Kårvatn er også tatt med.*

Måned	Stasjon	Månedsmiddel	Maks. døgn	Maks. time
Oktober 1994	Dyrholten	4,3	18,0	83,1
	Sande	3,1	12,3	31,4
	Leirvåg	4,5	15,7	
	Skreådalen	1,3	4,9	
November	Dyrholten	4,7	10,2	42,8
	Sande	3,2	10,3	33,5
	Leirvåg	4,7	10,0	
	Skreådalen	2,1	17,4	
Desember	Dyrholten	3,9	10,6	38,0
	Sande	3,5	9,3	49,3
	Leirvåg	4,8	11,7	
	Skreådalen	1,7	8,2	
Januar 1995	Dyrholten	4,2	9,3	31,9
	Sande	4,4	15,5	24,1
	Leirvåg	4,0		
	Skreådalen	2,7	12,3	
	Kårvatn	1,1	4,3	
Februar	Dyrholten	3,3	9,0	33,1
	Sande	4,0	15,2	44,2
	Leirvåg	3,1		
	Skreådalen	1,3	3,2	
	Kårvatn	0,6	3,0	
Mars	Dyrholten	4,3	12,3	35,2
	Sande	5,1	19,3	49,7
	Leirvåg	3,1	5,5	
	Skreådalen	2,2	6,2	
	Kårvatn	1,4	4,2	
Anbefalte luftkvalitetskriterier		50 ¹⁾	75	100

1) Gjelder for en periode på seks måneder.

Halvårsmiddelverdier av NO₂ viste et nivå på rundt 4 µg/m³ på alle tre stasjonene, dvs. bare rundt 8% av det anbefalte luftkvalitetskriteriet på 50 µg/m³. Høyeste døgnmiddelverdi var 19,3 µg/m³ på Sande 30.-31. mars (kl 08-08), mens Dyrholten hadde 18 µg/m³ 21.-22. oktober. De høyeste døgnmiddelverdiene var rundt 25% av det anbefalte luftkvalitetskriteriet på 75 µg/m³.

Høyeste målte timemiddelverdi var 83,1 µg/m³ på Dyrholten 21. oktober i en periode med svak vind fra sørøstlig kant. Utslipp fra biltrafikken i nærområdet var hovedkilden. På Sande var høyeste timemiddelverdi 49,7 µg/m³ 30. mars.

6.2.2 NO_2 -nivået i 1994/95 sammenliknet med 1989/90

Målinger av NO_2 ved Dyrholten i perioden oktober 1989-februar 1990 viste en midlere NO_2 -konsentrasjon på rundt $5,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eller ca. $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ høyere enn i 1994/95. I 1989 ble det bare målt døgnmiddelkonsentrasjoner på Dyrholten, mens det nå ble målt kontinuerlig med monitor. Siden målinger med begge metoder på Grunnevikshøgda noen måneder i 1989/90 antydte litt lavere konsentrasjoner (vel $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) med monitormetoden, kan dette imidlertid tyde på at det midlere NO_2 -nivået på Dyrholten var omtrent på samme nivå i 1994/95 som i 1989/90. Også de maksimale døgnmiddelverdiene var omtrent like i de to periodene, $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 1989/90 og $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 1994/95. Utslippene fra Statoil Mongstad er også lite endret siden 1989/90.

6.2.3 Sammenlikning med NO_2 -nivået i Oslo

De målte NO_2 -konsentrasjonene i Mongstad-området er meget lave i forhold til det som måles i de største byene i Norge. Middelkonsentrasjonen av NO_2 på fem stasjoner i Oslo i 1993/94 var $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens midlere maksimale døgnmiddelverdi var $132 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Middelkonsentrasjonen i Oslo er derfor rundt 15 ganger høyere enn i Mongstad-området. I Oslo forekommer døgnmiddelverdier over det anbefalte luftkvalitetskriteriet på $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ relativt ofte. På Mongstad var den høyeste døgnmiddelverdien bare rundt en firedel av det anbefalte luftkvalitetskriteriet.

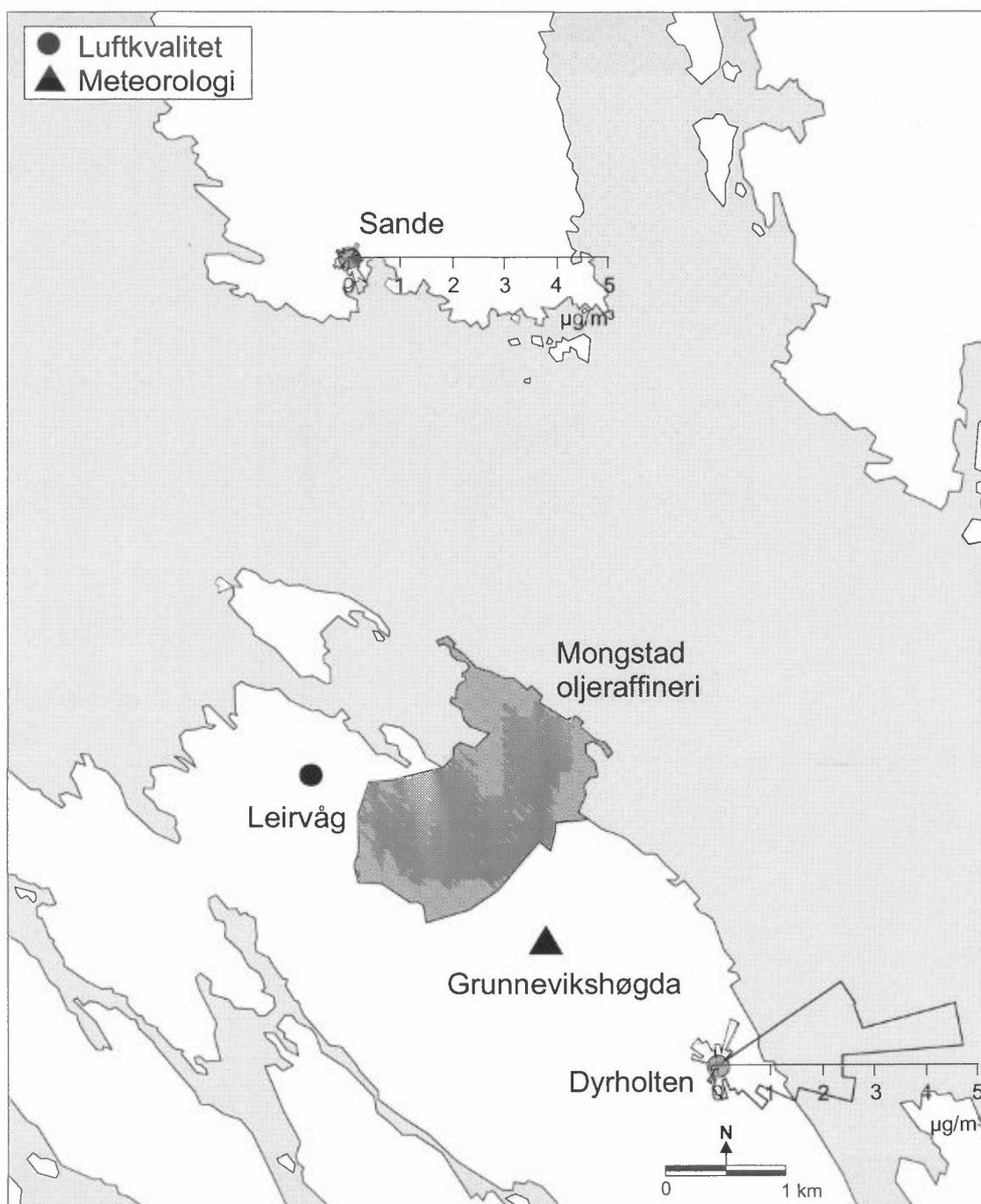
6.2.4 Bidrag fra langtransporterte forurensninger til NO_2 -nivået

Målingene på bakgrunnsstasjonene Skreådalen og Kårvatn antyder at langtransporterte forurensninger gir et bidrag på $1-1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som halvårsmiddelverdi til den målte NO_2 -konsentrasjonen i Mongstad-området.

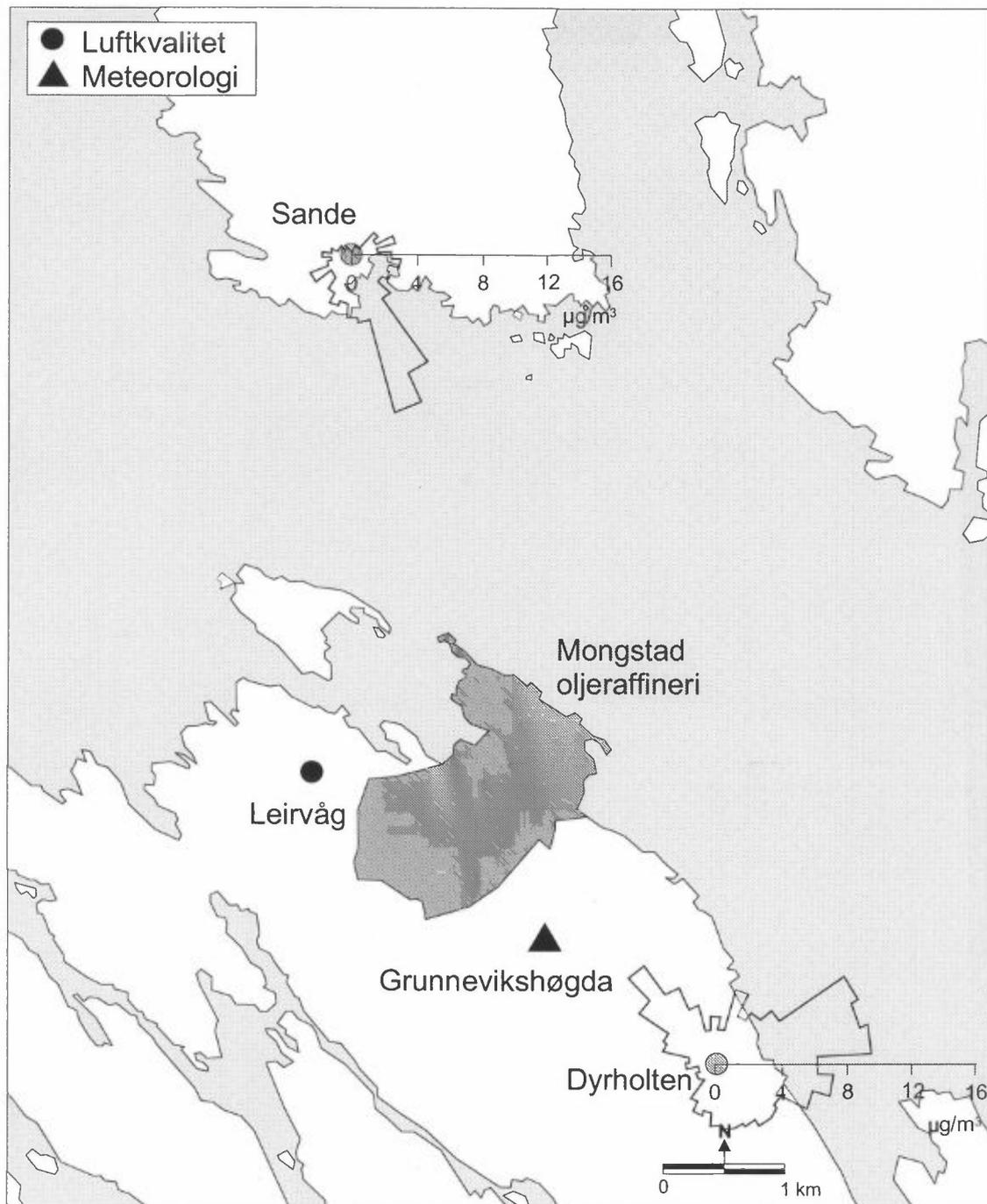
6.2.5 Bidrag fra lokale kilder til NO_2 -nivået

For å vurdere de viktigste lokale kildenes bidrag til forurensningen fra NO og NO_2 er timemiddelverdiene sammenholdt med samtidige data for vindretning på Grunnevikshøgda. Ut fra dette er det beregnet forurensningsroser for NO, som vist i figur 8 og for NO_2 , som vist i figur 9. Forurensningsrosene viser middelkonsentrasjoner ved vind fra hver av 36 10° -vindsektorer.

Figur 8 og 9 viser at målestasjonen ved Sande hadde høyere konsentrasjoner både av NO og NO_2 ved vind fra omkring 150 og 160° , det vil si når det blåste fra raffineriet mot målestasjonen. Ved vind fra Mongstad var middelkonsentrasjonen av NO_2 $8-10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens den ved vind i en sektor fra nordvest over nord til nordøst var godt under $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 8: Middelkonsentrasjoner av NO på Dyrholten og Sande i 36 vindsektorer i perioden oktober 1994-mars 1995 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Figuren viser middel-konsentrasjoner av NO ved vind fra 10° -vindsektorer.

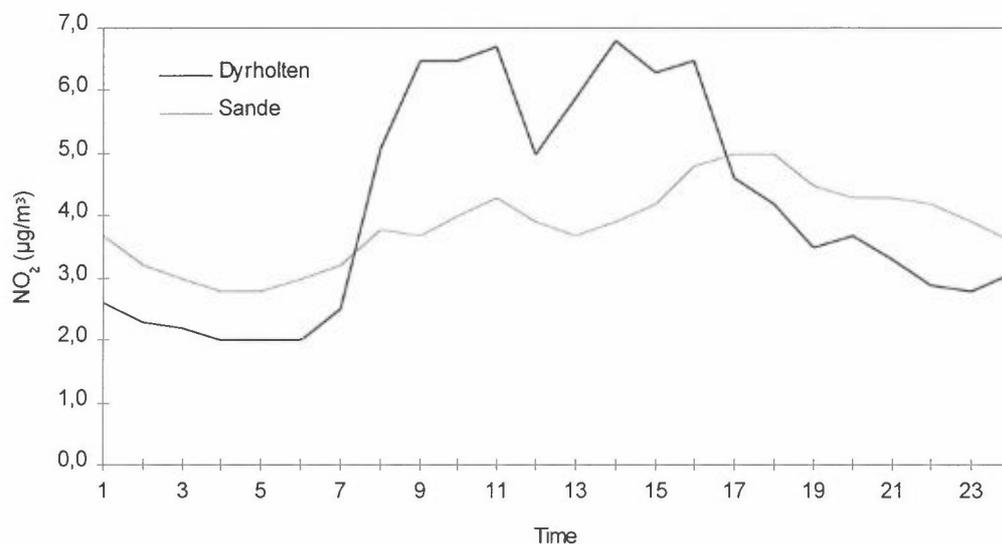


Figur 9: Middelkonsentrasjoner av NO_2 på Dyrholten og Sande i 36 vindsektorer i perioden oktober 1994-mars 1995 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Figuren viser middel-konsentrasjoner av NO_2 ved vind fra 10° -vindsektorer.

Dyrholten hadde forhøyete konsentrasjoner både av NO og NO₂ ved vind fra østlige og øst-nordøstlige retninger, som tyder på at stasjonen er belastet av biltrafikk fra nærliggende veier og annen aktivitet i nærområdet. Stasjonen hadde også høyere middelkonsentrasjoner av NO₂ ved vind fra nordvest, som antagelig skyldes utslipp fra Mongstad-raffineriet. Meget lave NO-konsentrasjoner ved vind fra Statoil Mongstad skyldes at stasjonen ligger så langt fra utslippet at reaksjonen med O₃ er effektiv. Utslipet fra biltrafikken ved østlig vind er bare delvis oksidert, da veiene er nær målestasjonen. De tre mest belastede 10°-sektorene fra øst-nordøst hadde en middelkonsentrasjon av NO₂ på 9-9,5 µg/m³, mens den mest belastede 10°-sektoren fra nordvest hadde en middelkonsentrasjon på 7,6 µg/m³.

På Sande betyr derimot biltrafikken lite for det målte NO₂-nivået. Her er trafikken helt minimal, mens frekvensen av vind fra raffineriet mot målestasjonen er betydelig høyere enn mot Dyrholten.

Biltrafikkens bidrag til NO₂ på Dyrholten kan også illustreres som vist i figur 10. Fra de målte timemiddelverdiene ved Dyrholten og Sande, er det for hver måned beregnet en midlere døgnfordeling av NO₂. Figuren viser at den midlere NO₂-variasjonen over døgnet var forskjellig på Dyrholten og Sande. På Sande var den døgnlige variasjonen relativt liten, mens det på Dyrholten var markert forhøyete konsentrasjoner på dagtid. Dette skyldes biltrafikken i nærområdet. Om kvelden og natten, når biltrafikken er liten, var NO₂-konsentrasjonen omtrent den samme eller litt lavere enn på Sande.



Figur 10: Gjennomsnittskonsentrasjon over døgnet av NO₂ ved Dyrholten og Sande i perioden oktober 1994-mars 1995 (µg/m³).

Tilsvarende figur for hver måned i måleperioden er vist i figur D4 og D5 i vedlegg D.

6.3 Svoveldioksid (SO₂)

De målte SO₂-konsentrasjonene i Mongstad-området i perioden oktober 1994-mars 1995 var lave i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier både for lang- og korttidsmiddelverdier. Halvårsmiddelverdiene var omtrent som eller litt lavere enn i 1989/90, mens de maksimale time- og døgnmiddelverdiene var lavere enn i 1989/90. Utslippet ved raffineriet var betydelig lavere i 1994/95. De høyeste middelverdiene både på Dyrholten og Sande ble målt ved vind fra raffineriet. Biltrafikken ga lite bidrag til SO₂.

I de største byene måles det klart høyere SO₂-konsentrasjoner enn i Mongstad-området. SO₂-nivået i de store byene er betydelig redusert gjennom de siste 20 årene og er nå godt under anbefalte luftkvalitetskriterier.

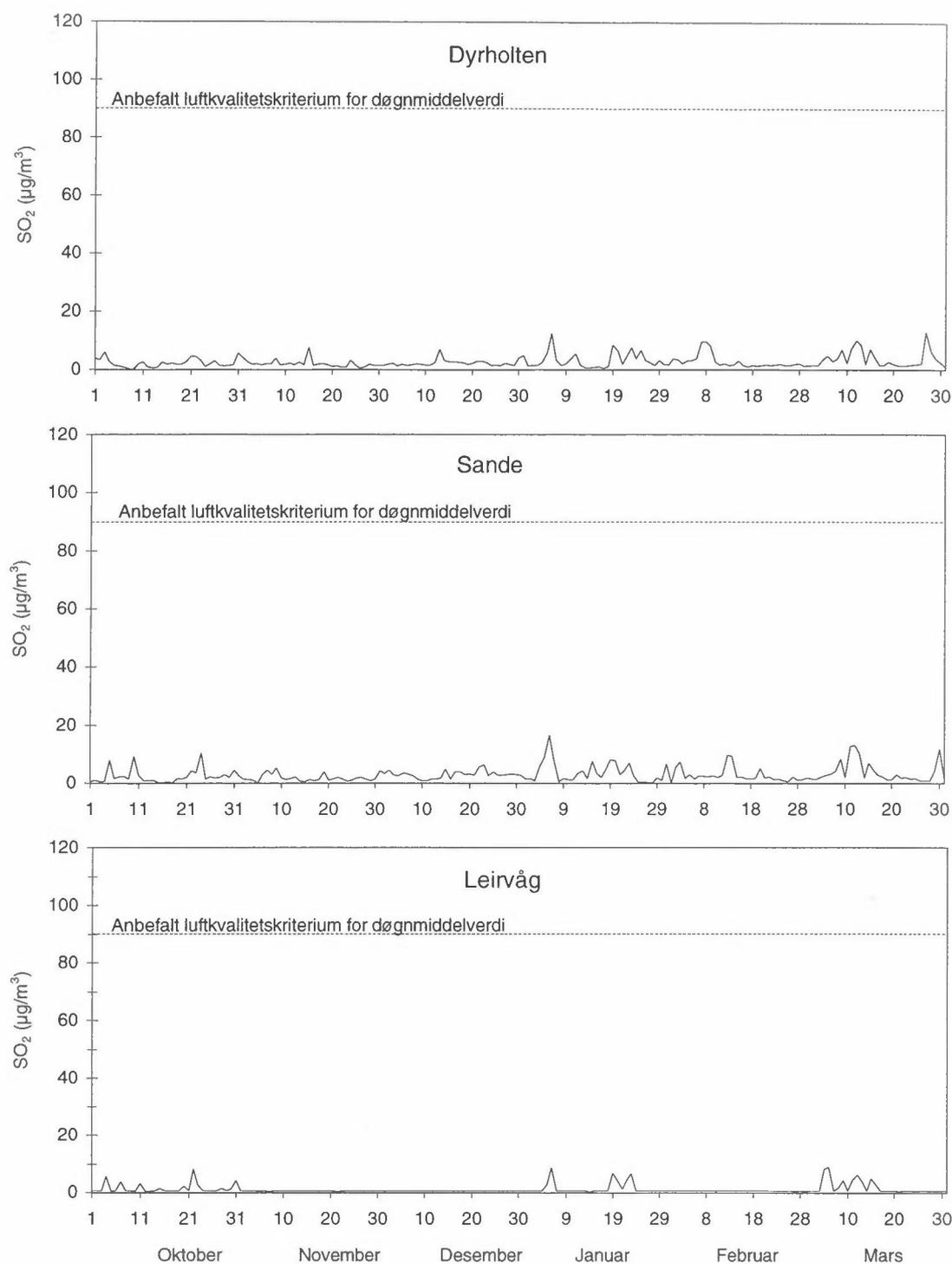
I perioder i januar og februar 1995 økte utslippene av SO₂ med 5-10 ganger i forhold til normal drift. Målingene på Sande og Dyrholten i disse periodene viste en betydelig mindre økning i SO₂-konsentrasjon enn utslippene. Det er en komplisert sammenheng mellom utslipp og konsentrasjoner i omgivelsene. Denne sammenhengen er i hovedsak bestemt av utslippsmengde, røykløft, spredningsforhold og vindretning.

6.3.1 SO₂-nivået i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier

Et sammendrag av resultatene av målingene av SO₂ fra Dyrholten, Sande og Leirvåg for perioden oktober 1994-mars 1995 er gitt i tabell 8. Tabellen viser månedsmiddelverdier og maksimale døgnmiddelverdier fra alle tre stasjonene, samt maksimale timemiddelverdier fra Dyrholten og Sande. Data fra bakgrunnsstasjonene Skreådalen, Nausta og Kårvatn er også tatt med i tabellen.

Grafisk presentasjon av timemiddelverdiene av SO₂ fra Dyrholten og Sande for hver måned er gitt i vedlegg B. Vedlegg C viser grafisk presentasjon av døgnmiddelverdiene for hver måned fra Dyrholten, Sande, Leirvåg, Skreådalen, Nausta (oktober-desember) og Kårvatn (januar-mars).

Figur 11 viser døgnmiddelverdiene av SO₂ fra Dyrholten, Sande og Leirvåg for hele perioden oktober 1994-mars 1995.



Figur 11: Døgnmiddelverdier av SO₂ fra Dyrholten, Sande og Leirvåg i perioden oktober 1994-mars 1995 (µg/m³). For Leirvåg er måleverdier under metodens deteksjonsgrense satt til halvparten av deteksjonsgrensen. (Deteksjonsgrensen er ca. 1 µg/m³.)

Tabell 8: Sammenheng av målinger av SO₂ ved Dyrholten, Sande og Leirvåg for hver måned i perioden oktober 1994-mars 1995 (µg/m³). Data fra bakgrunnsstasjonene Skreådalen, Nausta og Kårvatn er også tatt med.

Måned	Stasjon	Månedsmiddel	Maks. døgn	Maks. time
Oktober 1994	Dyrholten	2,1	5,9	22,7
	Sande	2,3	10,3	65,9
	Leirvåg	1,1	8,3	
	Skreådalen	0,61	8,9	
	Nausta	0,26	1,16	
November	Dyrholten	2,0	7,6	36,3
	Sande	1,7	5,1	19,5
	Leirvåg	<1*	<1*	
	Skreådalen	0,70	10,7	
	Nausta	0,11	0,63	
Desember	Dyrholten	2,3	6,9	22,2
	Sande	2,9	6,4	42,3
	Leirvåg	<1*	<1*	
	Skreådalen	0,83	7,5	
	Nausta	0,13	0,47	
Januar 1995	Dyrholten	3,2	12,4	29,9
	Sande	3,7	16,4	22,4
	Leirvåg	1,1	8,7	
	Skreådalen	1,77	21,57	
	Kårvatn	1,68	12,22	
Februar	Dyrholten	2,7	9,6	71,5
	Sande	2,7	9,5	43,4
	Leirvåg	<1*	<1*	
	Skreådalen	0,21	1,09	
	Kårvatn	0,16	1,24	
Mars	Dyrholten	3,5	12,9	37,6
	Sande	3,7	13,0	35,9
	Leirvåg	1,4	8,9	
	Skreådalen	0,66	3,99	
	Kårvatn	1,05	7,37	
Anbefalte luftkvalitetskriterier		40 ¹⁾	90	350 ²⁾

* Alle døgnprøvene var under metodens deteksjonsgrense på ca. 1 µg/m³ i november 1994, desember 1994 og februar 1995.

1) Gjelder for en periode på seks måneder.

2) Grenseverdi fra Verdens helseorganisasjon

Halvårsmiddelverdier av SO₂ viste et nivå på 2,6 µg/m³ på Dyrholten, 2,8 µg/m³ på Sande og rundt 1 µg/m³ på Leirvåg.

De høyeste døgnmiddelverdiene var 16,4 µg/m³ på Sande, 12,9 µg/m³ på Dyrholten og 8,9 µg/m³ på Leirvåg. Den høyeste verdien på Sande ble målt 6.-7. januar (kl 08-08). Samme dag hadde Skreådalen 21,6 µg/m³ og Kårvatn vel 2 µg/m³. Målingene på Dyrholten og Leirvåg denne dagen viser at langtransportbidraget maksimalt kan ha vært 8 µg/m³. Den høyeste døgnmiddelverdien i Mongstad-området i 1994/95 var under 20% av det anbefalte luftkvalitetskriteriet.

De høyeste timemiddelverdiene var 71,5 µg/m³ på Dyrholten 8. februar kl 24 og 65,9 µg/m³ på Sande 5. oktober kl 16. I begge tilfellene var det vind fra raffineriet mot målestasjonene.

6.3.2 *SO₂-nivået i 1994/95 sammenliknet med 1989/90*

Målinger med døgnprøvetakere på Leirvåg både i 1994/95 og i 1989/90 viste middelkonsentrasjoner på henholdsvis rundt 1 µg/m³ og 1,5 µg/m³, dvs. litt lavere verdier i 1994/95. På Dyrholten ga døgnprøvetakeren en middelværdi på vel 1,5 µg/m³ i 1989/90, mens den kontinuerlig registrerende monitoren ga 2,6 µg/m³ i 1994/95. Siden målinger med begge metoder på Grunnevikshøgda i tre måneder i 1989/90 ga en middelværdi på vel 1 µg/m³ høyere med monitormetoden, kan dette tyde på at det midlere SO₂-nivået på Dyrholten var omtrent det samme i 1994/95 som i 1989/90 til tross for en betydelig reduksjon i SO₂-utslippene fra raffineriet. De maksimale døgnmiddelværdiene i de to måleperiodene ble imidlertid redusert fra 10 µg/m³ til 8,9 µg/m³ på Leirvåg og fra 30 µg/m³ til 12,9 µg/m³ på Dyrholten. På Grunnevikshøgda var høyeste timemiddelværdi 112,3 µg/m³ i 1989/90, mens den var 71,5 µg/m³ ved Dyrholten i 1994/95.

Samlet tyder målingene i 1994/95 på at de høyeste time- og døgnmiddelværdiene er redusert siden 1989/90, mens det midlere langtidsnivået er lite endret.

6.3.3 *Sammenlikning med SO₂-nivået i Oslo*

SO₂-nivået i Mongstad-området er klart lavere enn i de største byene i Norge. Middelkonsentrasjonene av SO₂ på to stasjoner i Oslo i vinterhalvåret 1993/94 var 11 µg/m³, mens de høyeste døgnmiddelværdiene på de to stasjonene var 42 µg/m³ og 29 µg/m³. I de store byene er SO₂-nivået betydelig redusert gjennom de 20 siste årene, og konsentrasjonene er nå godt under anbefalte luftkvalitetskriterier.

6.3.4 *Bidrag fra langtransporterte forurensninger til SO₂-nivået*

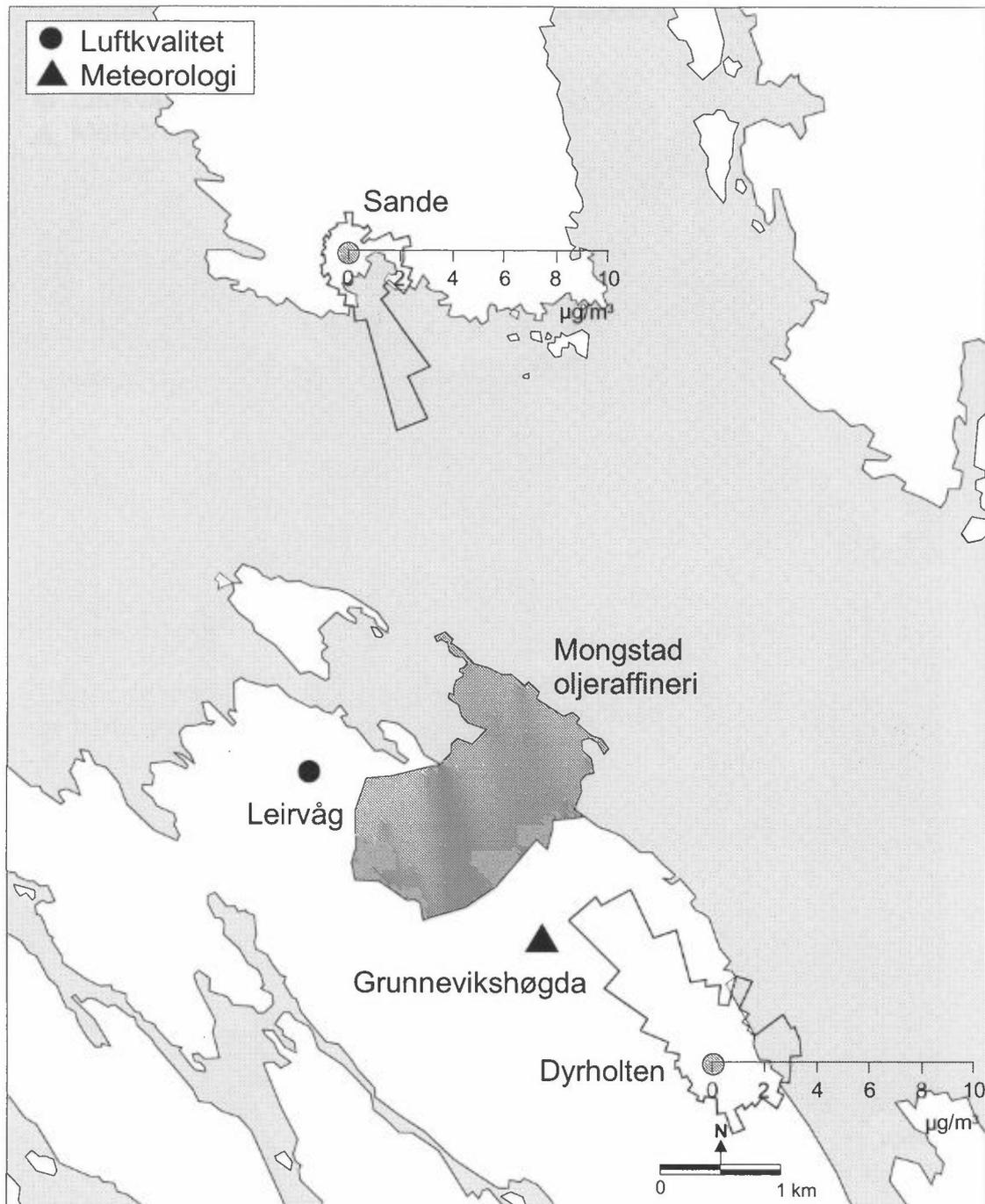
Målingene på bakgrunnsstasjonene tyder på at langtransporterte forurensninger gir et bidrag på maksimalt 0,5 µg/m³ som halvårsmiddelværdi i Mongstad-området.

6.3.5 *Bidrag fra lokale kilder til SO₂-nivået*

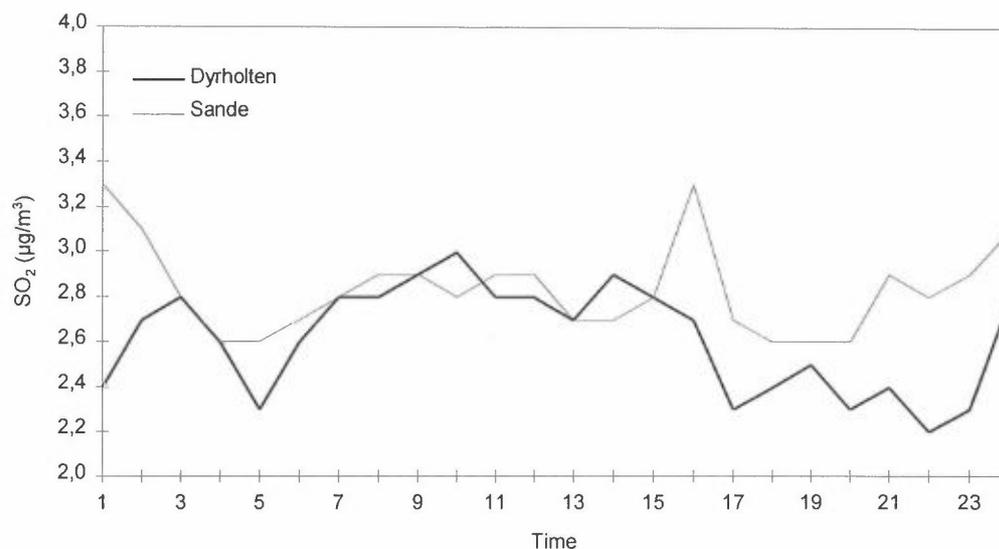
Som for NO og NO₂ er det beregnet forurensningsroser for SO₂ på grunnlag av samtidige data for SO₂ og vindretning på timebasis.

Middelkonsentrasjoner av SO₂ når det blåste fra 36 10°-vindsektorer er vist for målestasjonene Dyrholten og Sande i figur 12. Figuren viser at begge målestedene hadde høyere middelkonsentrasjoner av SO₂ ved vind fra raffineriet enn ved vind fra andre retninger. På Sande var middelkonsentrasjon av SO₂ 5-7 µg/m³ ved vind fra raffineriet, mens det på Dyrholten var 7-8 µg/m³ i de mest belastede 10°-vindsektorene ved vind fra raffineriet. I de minst belastede sektorene var middelkonsentrasjonen rundt eller under 1 µg/m³, dvs. ned mot nivået på bakgrunnsstasjonene. Biltrafikken ga lite bidrag til de målte SO₂-konsentrasjonene på Dyrholten ved vind fra østlig og øst-nordøstlig kant.

Figur 13 viser den midlere døgnlige variasjonen av SO₂ ved de to målestasjonene Dyrholten og Sande i perioden oktober 1994-mars 1995. SO₂ varierte relativt lite over døgnet alle tre månedene, og det var betydelig mindre forskjell mellom Dyrholten og Sande enn for NO₂. Biltrafikken gir ikke samme utslag for SO₂ på Dyrholten på dagtid som for NO₂.



Figur 12: Middelkonsentrasjoner av SO₂ på Dyrholten og Sande i 36 vindsektorer i perioden oktober 1994-mars 1995 (µg/m³). Figuren viser middel-konsentrasjoner av SO₂ ved vind fra 10°-vindsektorer.



Figur 13: Gjennomsnittskonsentrasjon over døgnet av SO₂ ved Dyrholten og Sande i perioden oktober 1994-mars 1995 (µg/m³).

Tilsvarende figurer for hver måned i måleperioden er vist i figur D6 og D7 i vedlegg D.

6.3.6 Perioder med økte SO₂-utslipp

I perioden 7.1.-10.2.1995 var det redusert renseseffekt i sjøvannsvaskeren i anlegg A-4800. Det totale SO₂-utslippet fra hele raffineriet var da om lag 5 ganger så høyt som normalt. Innenfor den samme perioden var det to kortere perioder da sjøvannsvaskeren ble stoppet for inspeksjon og reparasjon. I disse periodene var SO₂-utslippet fra anlegget omtrent 10 ganger så høyt som normalt. Dette gjelder følgende tidsrom:

- 25.1.1995 kl 07.00-28.1.1995 kl 05.00
- 7.2.1995 kl 07.35- 9.2.1995 kl 18.00

Figur D8 og D9 i vedlegg D viser hvordan timemiddelkonsentrasjonene av SO₂ på Dyrholten varierte i de to korte periodene med utslipp 10 ganger så høyt som normalt. Den maksimale SO₂-konsentrasjonen i hele måleperioden oktober 1994-mars 1995 ble målt 8.2.1995 kl 24 (71,5 µg/m³). SO₂-konsentrasjonene på Sande er ikke tatt med i figur D8 og D9 fordi det bare blåste mot stasjonen i fem timer i perioden med svært forhøyet utslipp, og fordi det ikke ble registrert forhøyet konsentrasjoner.

Tabell 9 gir statistikk over middelkonsentrasjoner av SO₂ og meteorologiske forhold i følgende perioder:

- 1.10.1994-31.3.1995 utenom 7.1.-10.2.1995 (normalperioden)
- 7.1.-10.2.1995 utenom 25.-28.1. og 7.-9.2.1995 (5 ganger økt utslipp)
- 25.-28.1. og 7.-9.2.1995 (10 ganger økt utslipp)

Tabell 9: Middelkonsentrasjoner av SO₂ og meteorologiske forhold i utvalgte perioder.

Målestasjon	Sande		
10°-vindsektorer	150° og 160°		
Periode	1.10.1994-31.3.1995 utenom 7.1.-10.2.1995	7.1.-10.2.1995 utenom 25.-28.1. og 7.-9.2.1995	25.-28.1.1995 og 7.-9.2.1995
Antall data	692	181	(5)
Vindfrekvens(%)	21,2	26,0	(3,8)
Midlere vindstyrke (m/s)	5,3	8,5	(3,8)
Midlere SO ₂ -konsentrasjon (µg/m ³)	5,3	6,3	(0,8)

Målestasjon	Dyrholten		
10°-vindsektorer	310°, 320°, 330° og 340°		
Periode	1.10.1994- 31.3.1995 utenom 7.1.-10.2.1995	7.1.-10.2.1995 utenom 25.-28.1. og 7.-9.2.1995	25.-28.1.1995 og 7.-9.2.1995
Antall data	260	127	53
Vindfrekvens(%)	8,0	18,2	40,5
Midlere vindstyrke (m/s)	6,7	7,2	6,8
Midlere SO ₂ -konsentrasjon (µg/m ³)	5,9	8,2	10,7

Målingene viste at middelkonsentrasjonen av SO₂ på Dyrholten var ca. 40% høyere ved 5 ganger økt utslipp og vel 80% høyere ved 10 ganger økt utslipp enn i normalperioden. På Sande var det knapt 20% økning med 5 ganger økt utslipp. Ved 10 ganger økt utslipp var det bare få timer vind mot Sande, og SO₂-målingene ga ikke utslag utover vanlige bakgrunnsverdier i området. Mindre økning på Sande enn ved Dyrholten ved 5 ganger økt utslipp, kan skyldes høyere vindstyrke ved vind mot Sande enn mot Dyrholten i forhold til normalperioden.

SO₂-konsentrasjonene i området økte betydelig mindre i perioder med økt utslipp enn økningen i utslippene. Det synes vanskelig å forklare dette ut fra målingene. Periodene med økte utslipp er for korte til for hver 10°-vindsektor å klassifisere måleresultatene både i 4 vindstyrkeklasser og 4 stabilitetsklasser.

Belastningen i et målepunkt fra et skorsteinsutslipp er i hovedsak avhengig av fire elementer, utslippsmengde, røykløft, spredningsforhold og transportretning. Ved redusert effekt/stans i sjøvannsvasker vil utslippsforholdene endres, da temperatur og røykvolum i utslippet sannsynligvis endres. Dette vil påvirke spredning og utbredelse av utslippet sammenliknet med normal drift.

6.4 Svevestøv (PM₁₀)

De målte PM₁₀-konsentrasjonene på Sande i perioden oktober-desember 1994 og på Dyrholten i perioden desember 1994-mars 1995 var lave i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier og også betydelig lavere enn de konsentrasjonene som måles i de største byene. Det viktigste støvproblemet i storbyene er slitasjen av asfalt med piggdekk og oppvirvling av veistøv i perioder med tørr veibane vinterstid.

Sammenholdt med vinddataene tyder målingene på at sjøsalt ga de største bidragene til de målte PM₁₀-konsentrasjonene både på Sande og Dyrholten. Merbelastningen ved vind fra raffineriet er vanskelig å kvantifisere, men er anslått til knapt 4 µg/m³ ved Sande og til 1-2 µg/m³ ved Dyrholten. Dette er meget lavt i forhold til det anbefalte luftkvalitetskriteriet. Da svevestøv ikke måles på bakgrunnsstasjonene, er det ikke mulig å anslå bidraget fra langtransporterte forurensinger.

6.4.1 PM₁₀-nivået i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier

Målingene gir mengden av svevestøvpartikler med diameter under 10 µm i diameter, PM₁₀. Disse partiklene er inhalerbare, dvs. at de følger med luftstrømmen inn i nese og svelg. Bare de minste partiklene, med diameter under 2,5 µm, er respirable og følger med luftstrømmen helt ned i lungene. Sotpartikler har som regel diameter under 1 µm.

Målinger ble utført på Sande i perioden 1.10.-19.12.1994 og på Dyrholten i perioden 20.12.1994-31.3.1995 med et avbrekk i perioden 27.12.1994-10.1.1995 pga lynnedslag i måleren.

Tabell 10 gir et sammendrag av PM₁₀-målingene og viser månedsmiddelverdier, maksimale døgnmiddelverdier og maksimale timemiddelverdier. Bakgrunnsstasjonene har ikke målinger av svevestøv.

Tabell 10: Sammendrag av målinger av svevestøv, PM₁₀, ved Sande og Dyrholten i perioden oktober 1994-mars 1995 (µg/m³).

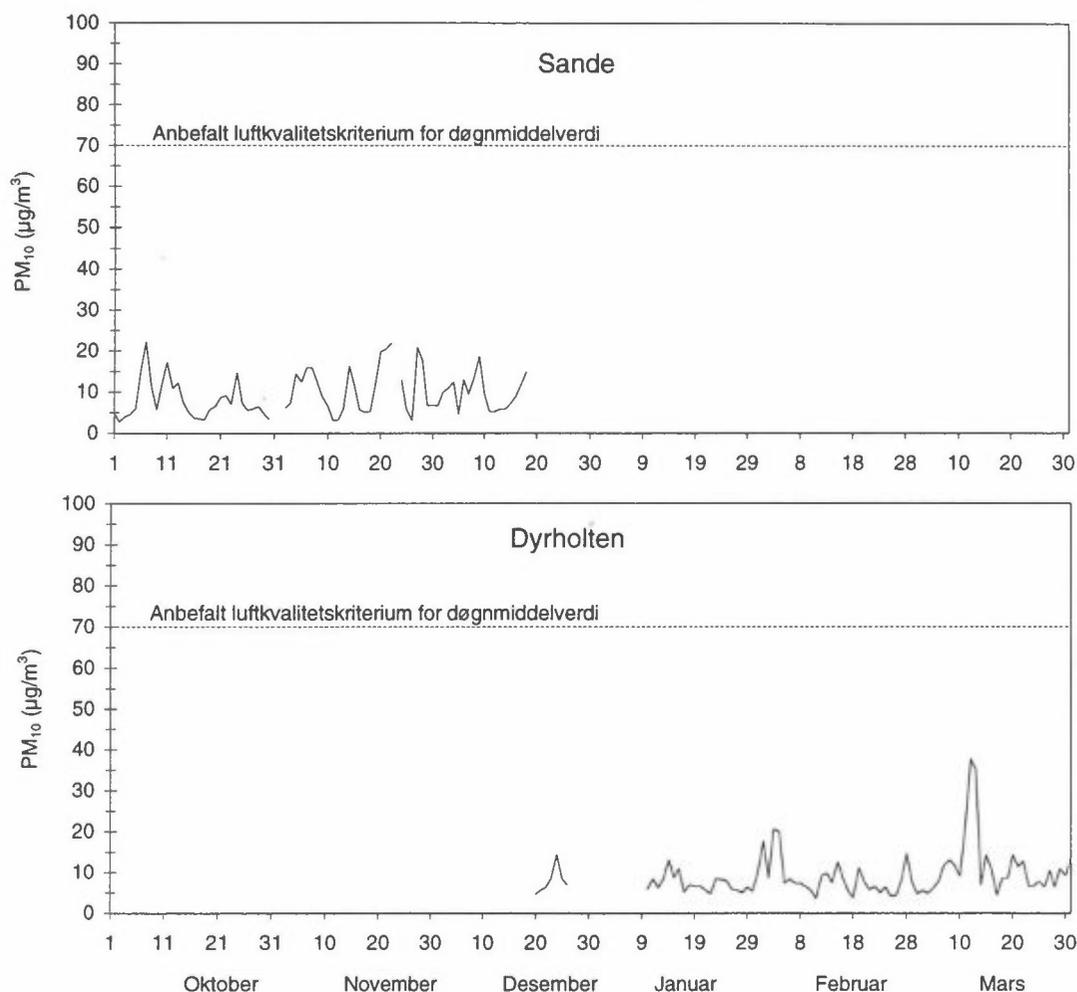
Stasjon	Måned	Månedsmiddel	Maks. døgn	Maks. time
Sande	Oktober 1994	7,8	22,1	34,9
	November	11,0	21,9	32,4
	Desember	9,5	18,5	26,2
Dyrholten	Januar 1995	7,2	13,2	25,0
	Februar	8,7	20,6	35,5
	Mars	11,2	37,9	47,2
Anbefalte luftkvalitetskriterier		40 ¹⁾	70	

1) Gjelder for en periode på seks måneder

Grafisk presentasjon av timemiddelverdiene av PM₁₀ fra Dyrholten og Sande for hver måned er gitt i vedlegg B. Vedlegg C viser grafisk presentasjon av

døgnmiddelverdiene for hver måned fra Sande (oktober-desember) og Dyrholten (desember-mars).

Figur 14 viser døgnmiddelverdiene av PM_{10} fra Sande (oktober-desember 1994) og fra Dyrholten (desember 1994-mars 1995).



Figur 14: Døgnmiddelverdier av PM_{10} fra Sande i perioden oktober-desember 1994 og fra Dyrholten i perioden desember 1994-mars 1995 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Månedsmiddelverdiene varierte mellom $7,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $11,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Middelverdiene var $9,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på Sande i 4. kvartal 1994 og $9,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på Dyrholten i 1. kvartal 1995. Det anbefalte luftkvalitetskriteriet for en periode på 6 måneder er $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De høyeste døgnmiddelverdiene var $22,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på Sande og $37,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på Dyrholten. Det anbefalte luftkvalitetskriteriet er $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

6.4.2 Sammenlikning med PM_{10} -nivået i Oslo

Middelkonsentrasjonen av PM_{10} på fire stasjoner i Oslo i vinterhalvåret 1993/94 var $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens midlere maksimale døgnmiddelverdi var $177 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette viser at konsentrasjonsnivået i Mongstad-området er betydelig lavere enn i Oslo.

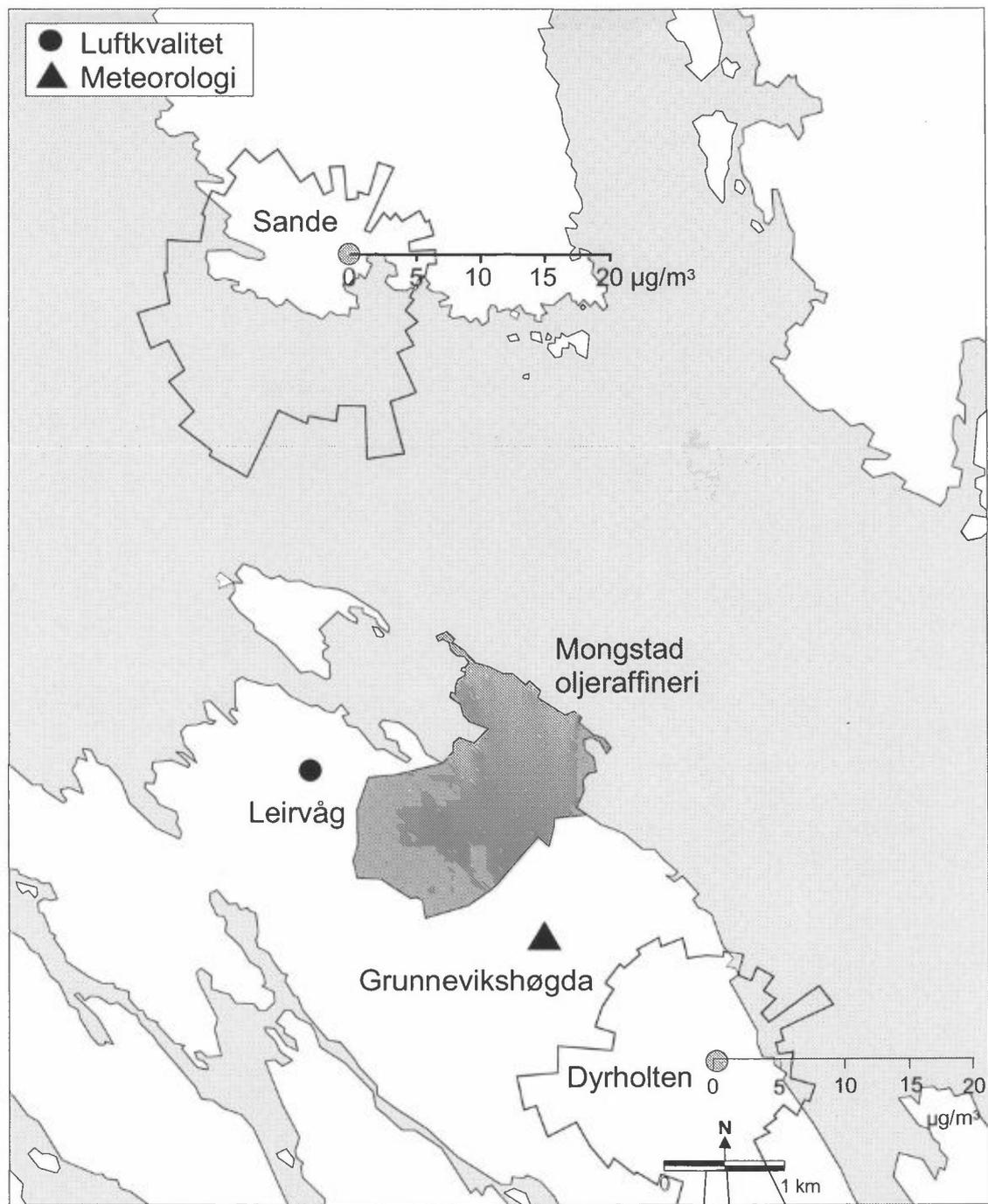
6.4.3 Bidrag fra lokale kilder til PM_{10} -nivået

Det er beregnet forurensningsroser for PM_{10} på grunnlag av samtidige data for PM_{10} og vindretning for periodene 1.10.-19.12.1994 på Sande og 20.12.1994-31.3.1995 på Dyrholten.

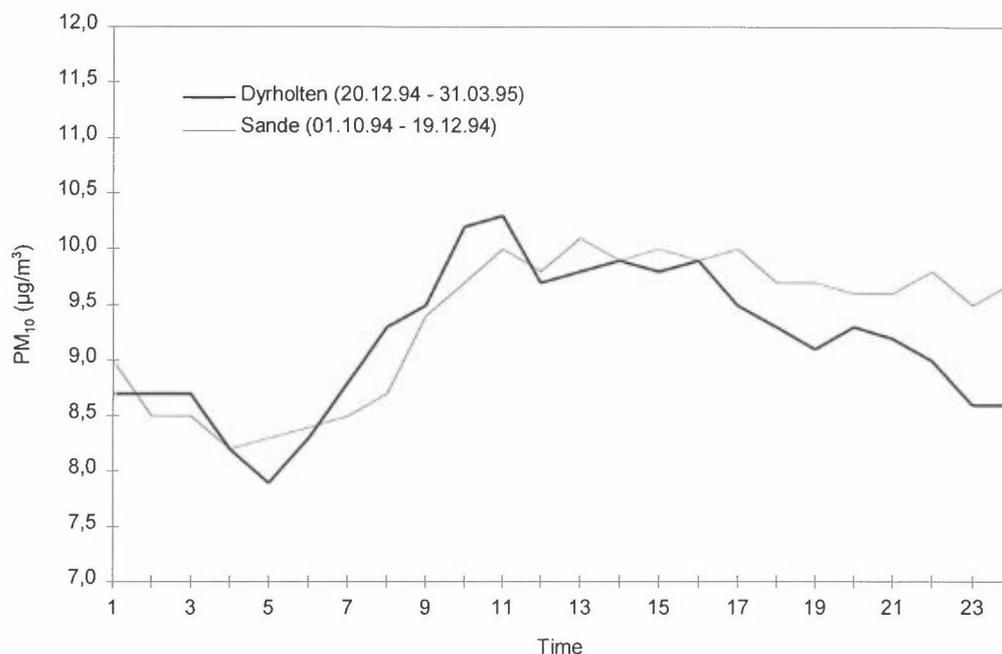
Figur 15 viser at det på Sande var forhøyede konsentrasjoner i en bred sektor fra sør-sørvest til nord-nordvest, samt noe forhøyede konsentrasjoner ved 160° og 170° som må antas å skyldes raffineriet. På Dyrholten ble de høyeste konsentrasjonene målt ved vind i en bred sektor fra sør til vest. En antydning til svakt forhøyede verdier ved nordvestlig vind fra raffineriet ble også målt.

Filtre fra svevestøvmonitoren er studert under mikroskop. Foruten en del sotpartikler med diameter under $1 \mu\text{m}$, inneholdt alle filtrene betydelige mengder saltpartikler. Det ser derfor ut til at det meste av partikkelmassen er sjøsaltpartikler, og bidraget fra Mongstad-raffineriet er vanskelig å anslå. På Sande var middelkonsentrasjonen for retningene 160° og 170° knapt $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ høyere enn middelkonsentrasjonen for retningene 150° og 180° . På Dyrholten synes målingene å gi en merbelastning på $1-2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved vind fra raffineriet i forhold til de nærmeste 10° -vindsektorene.

Figur 16 viser at det både på Sande og Dyrholten var liten variasjon i konsentrasjonen over døgnet og at forskjellen mellom målestedene var liten. For å få frem variasjonen over døgnet og forskjellen mellom stasjonene best mulig, har vi i figur 12 bare tatt med den mest aktuelle delen av skalaen på y-aksen.



Figur 15: *Middelkonsentrasjoner av PM₁₀ i 36 vindsektorer ved Sande for oktober-desember 1994 og ved Dyrholten for desember 1994-mars 1995 (µg/m³). Figuren viser middelkonsentrasjoner av PM₁₀ ved vind fra 10°-vindsektorer.*



Figur 16: Gjennomsnittskonsentrasjonen over døgnet av PM_{10} ved Sande og Dyrholten ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

6.5 Sot

De målte sotkonsentrasjonene på Leirvåg var meget lave i forhold til tidligere anbefalte luftkvalitetskriterier. Middelkonsentrasjonen var lite eller ikke endret i 1994/95 i forhold til 1989/90. Nivået var meget lavt i forhold til de største byene. Da sot ikke måles på bakgrunnsstasjonene, er det ikke mulig å anslå bidraget fra langtransporterte forurensninger.

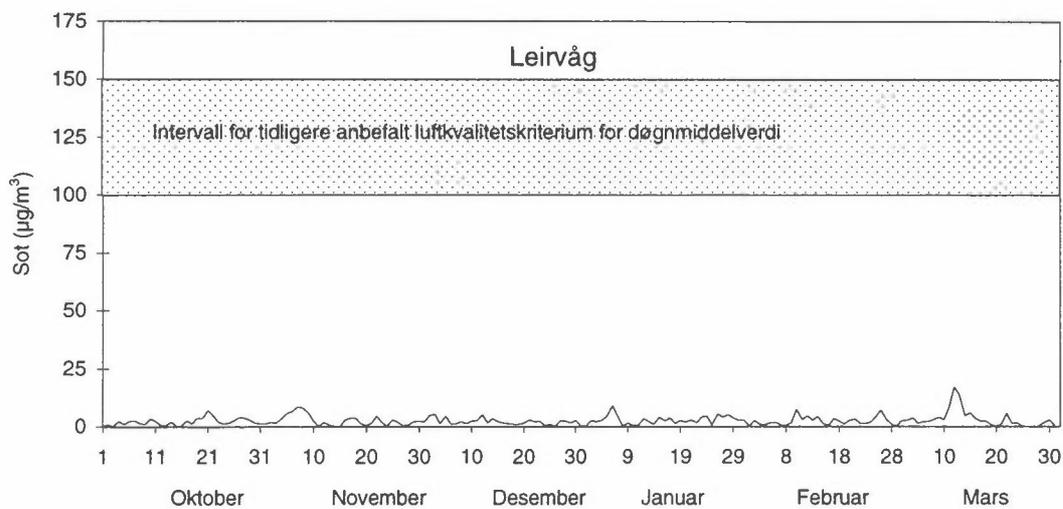
6.5.1 Sotnivået i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier

Tabell 11 viser et sammendrag av sotmålingene ved Leirvåg. Døgnmiddelverdiene er vist grafisk for hver måned i vedlegg C.

Tabell 11: Sammendrag av målinger av sot ved Leirvåg for hver måned i perioden oktober 1994-mars 1995.

Måned	Månedsmiddel	Maks. døgn
Oktober 1994	2,0	7,0
November	2,5	8,4
Desember	1,9	5,2
Januar 1995	2,7	8,9
Februar	2,2	7,2
Mars	3,0	17,0

Figur 17 viser døgnmiddelverdiene av sot på Leirvåg i perioden oktober 1994-mars 1995.



Figur 17: Døgnmiddelverdier av sot fra Leirvåg i perioden oktober 1994-mars 1995 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Målingene viste en halvårsmiddelverdi på $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og en maksimal døgnmiddelverdi på $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette er meget lavt i forhold til tidligere anbefalte luftkvalitetskriterier på henholdsvis $40\text{-}60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for halvår og $100\text{-}150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for døgn.

6.5.2 Sotnivået i 1994/95 sammenliknet med 1989/90

Målinger av sot med døgnprøvetakere på Leirvåg i 1994/95 og i 1989/90 viste middelkonsentrasjoner på henholdsvis $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dvs. liten eller ingen endring i perioden. Den høyeste døgnmiddelverdien var $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 1994/95 og $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 1989/90.

6.5.3 Sammenlikning med sotnivået i Oslo

Middelkonsentrasjonen av sot på to stasjoner i Oslo i vinterhalvåret 1993/94 var $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens de høyeste målte døgnmiddelverdiene på de to stasjonene var $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $105 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sotforurensningen i Mongstad-området er dermed betydelig lavere enn i de største byene.

6.6 Datadekning

Tabell 12 viser datadekningen i prosent for luftkvalitetsmålingene. Datadekningen var meget god i hele perioden. Manglende data for PM_{10} ved Sande fra 19. desember skyldes at måleren ble flyttet til Dyrholten. I perioden 27.12.1994-10.1.1995 mangler det PM_{10} -data fra Dyrholten på grunn av lynnedslag som medførte brann i signalinngangen på monitoren.

Tabell 12: Datadekning i prosent for luftkvalitetsmålingene ved Dyrholten, Sande og Leirvåg for hver måned i hele perioden oktober 1994-mars 1995.

Stasjon	Parameter	Oktober	November	Desember	Januar	Februar	Mars
Dyrholten	NO	99	98	99	99	99	99
	NO _x	99	98	99	99	99	99
	NO ₂	99	98	99	99	99	99
	SO ₂	99	99	99	99	99	99
	Svevestøv			22	68	100	100
Sande	NO	99	94	98	97	99	100
	NO _x	99	94	98	97	99	100
	NO ₂	99	94	98	97	99	100
	SO ₂	99	94	98	97	99	100
	Svevestøv	98	90	58			
Leirvåg	NO ₂	97	100	61*	-*	-*	65*
	SO ₂	100	100	100	100	100	100
	Sot	100	100	100	100	100	100

* Bare middelværdier over 7 eller 14 døgn i perioden 20.12.1994-12.3.1995.

På grunn av en feil på døgnprøvetakeren for NO₂ på Leirvåg i perioden 20.12.1994-12.3.1995 har det ikke vært mulig å beregne annet enn middelværdier over 7 eller 14 døgn i denne perioden.

7. Referanser

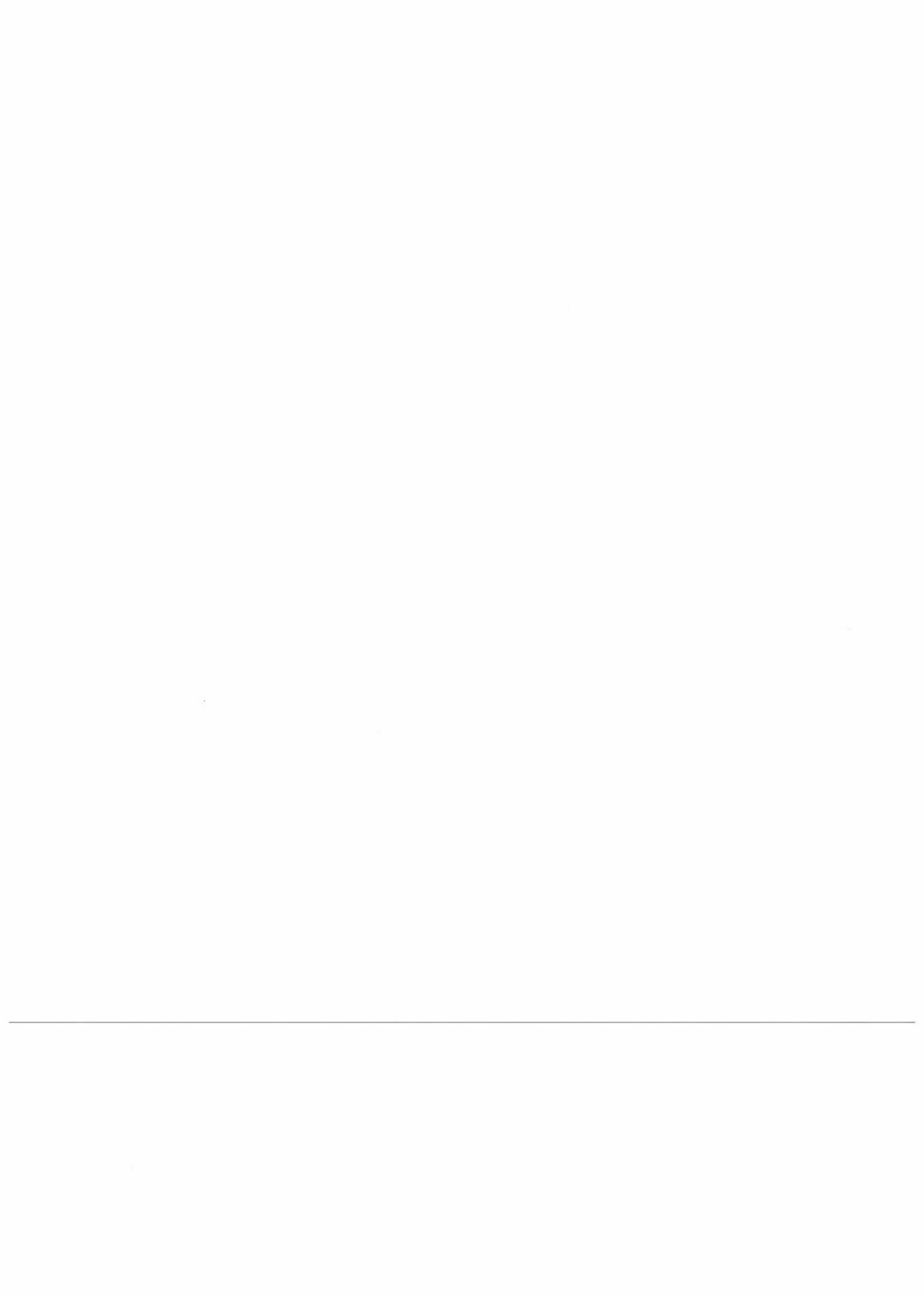
- Aarnes, M.J. og Bøhler, T. (1990a) Meteorologi og luftkvalitet på Mongstad vinteren 1989/90. Lillestrøm (NILU OR 53/90).
- Aarnes, M.J. og Bøhler, T. (1990b) Meteorologi og luftkvalitet på Mongstad våren 1990. Lillestrøm (NILU OR 82/90).
- Aarnes, M.J., Anda, O. og Bøhler, T. (1991) Meteorologi og luftkvalitet på Mongstad sommeren 1990. Lillestrøm (NILU OR 22/91).
- Hagen, L.O. (1994) Rutineovervåking av luftforurensning. April 1993–mars 1994. Kjeller (NILU OR 46/94).
- Hagen, L.O. og Johnsrud, M. (1995) Overvåking av luftkvalitet ved Statoil Mongstad i 1994/95. Statusrapport for perioden oktober-desember 1994. Kjeller (NILU OR 4/95).
- Johnsrud, M. og Bøhler, T. (1990) Meteorologi og luftkvalitet på Mongstad høsten 1989. Lillestrøm (NILU OR 26/90).
- Larsen, M. (1993) Spredningsberegninger for utslipp av svoveldioksid fra oljeraffineriet på Mongstad. Lillestrøm (NILU OR 28/93).

Statens forurensningstilsyn (1992) Virkninger av luftforurensninger på helse og miljø. Anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo (SFT-rapport 92:16).

Torp, C. (1994) Målinger av nitrogenoksider og svevestøv ved fire sterkt trafikkerte veier i Oslo, vinteren 1993/94. Kjeller (NILU OR 59/94).

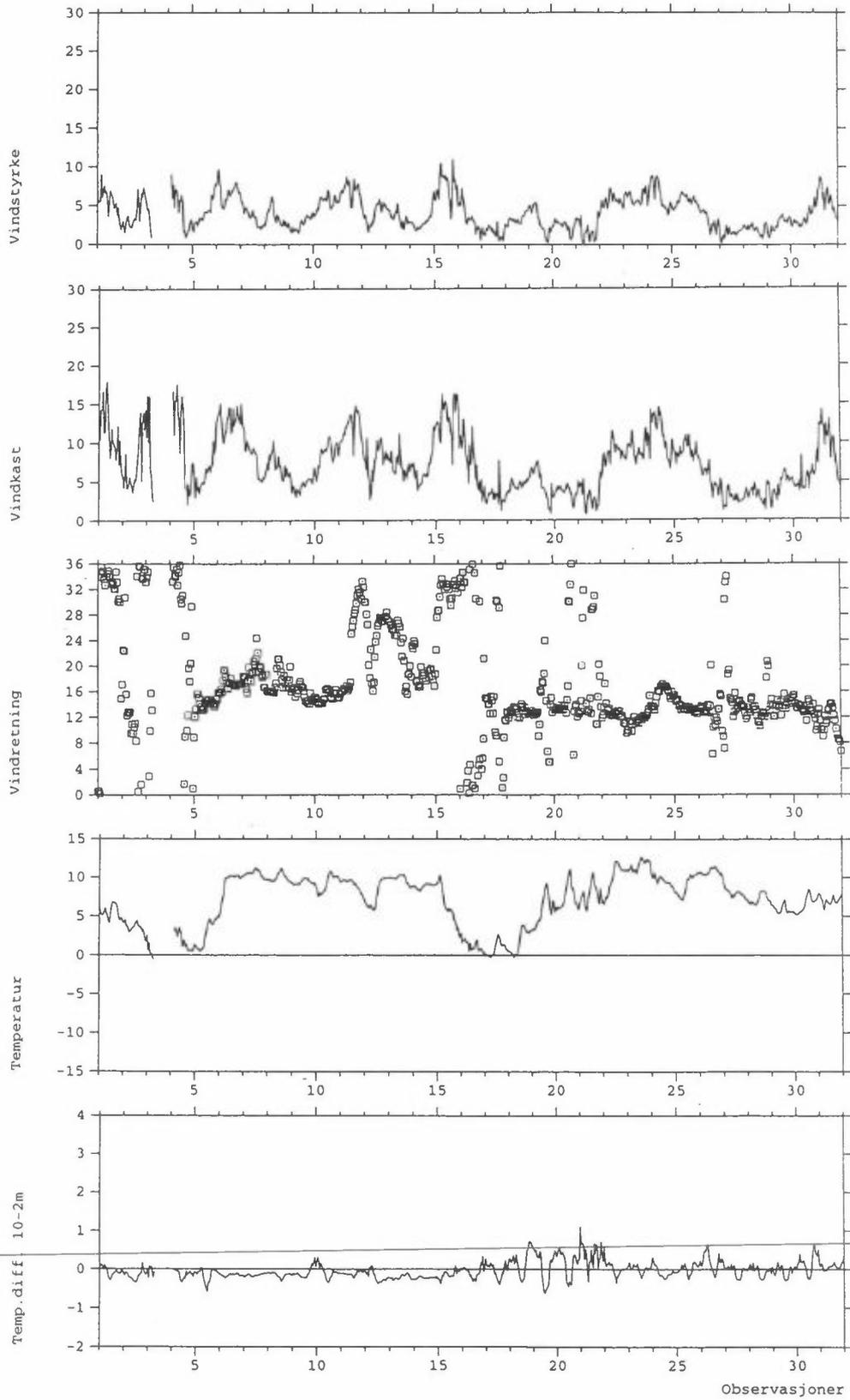
Vedlegg A

Grafisk presentasjon av timemiddelverdier av meteorologiske parametre

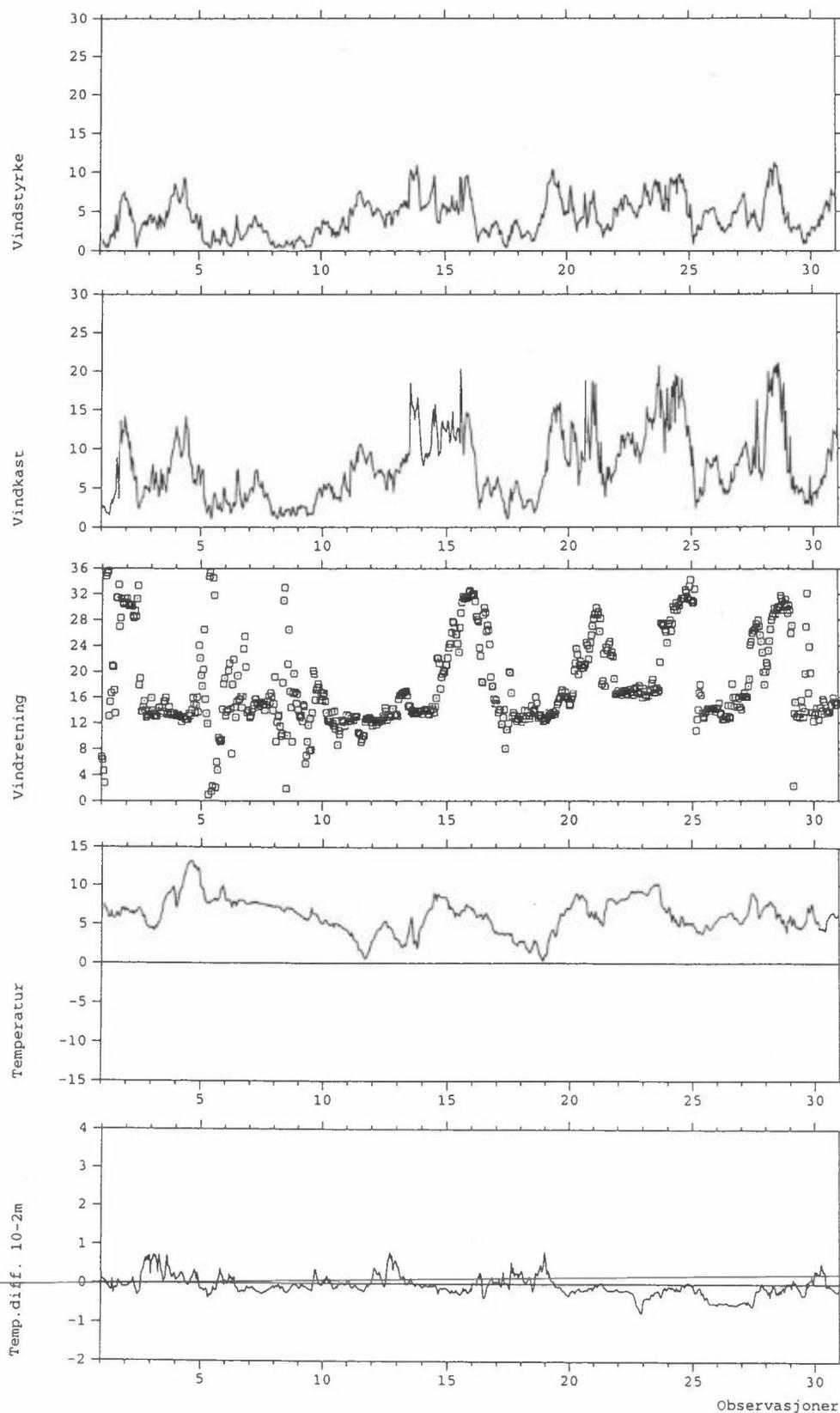


Grunnevikshøgda: *Vindstyrke 10 m: m/s*
Vindkast 10 m: m/s
Vindretning 10 m: dekadgrader
Temperatur 10 m: lufttemperatur °C
Temperaturdifferansen mellom 10 m o.b. og 2 m o.b.
(= luftens termiske stabilitet), °C

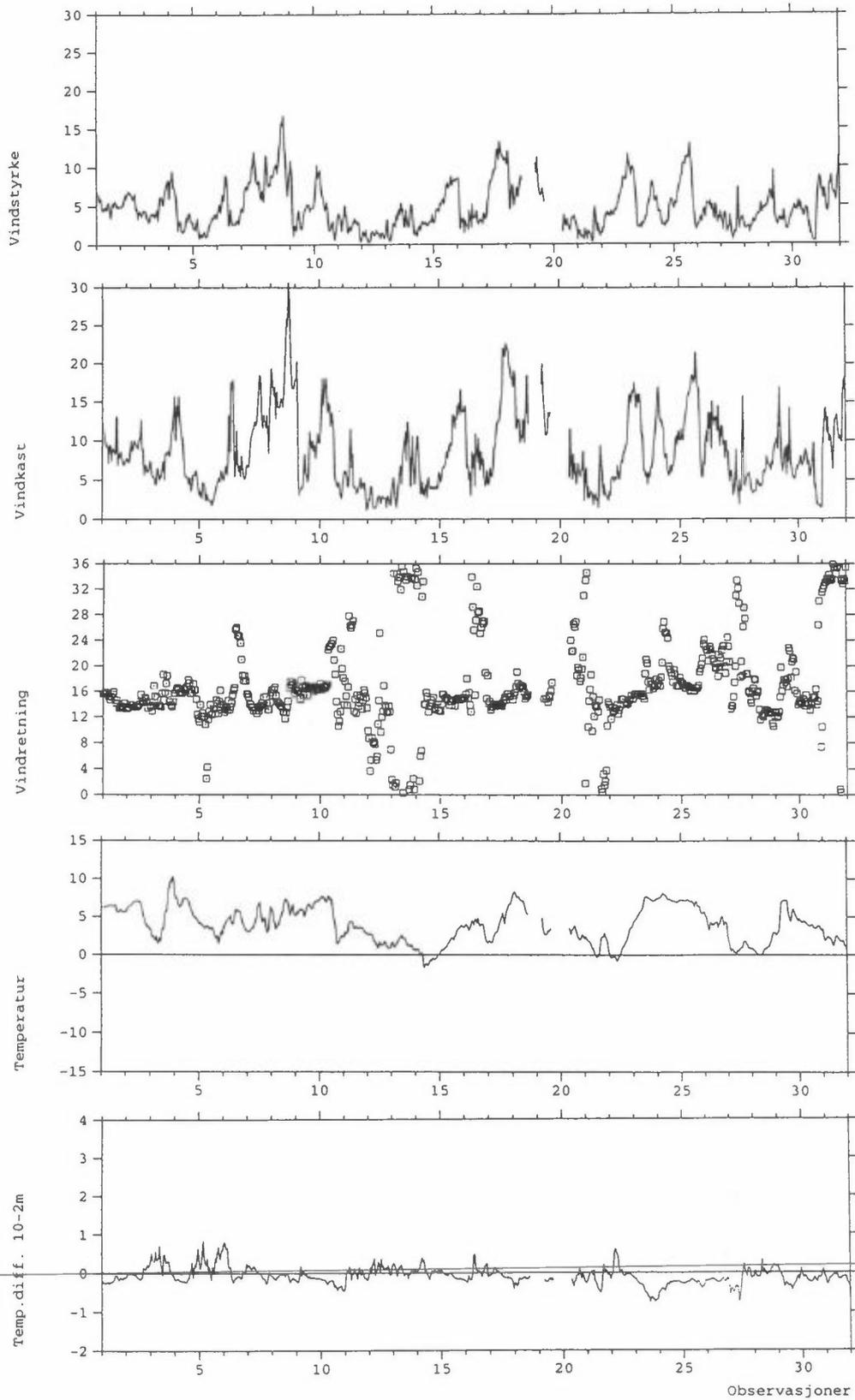
Stasjon: Grunnevikshøgda
 Måned : Oktober 1994



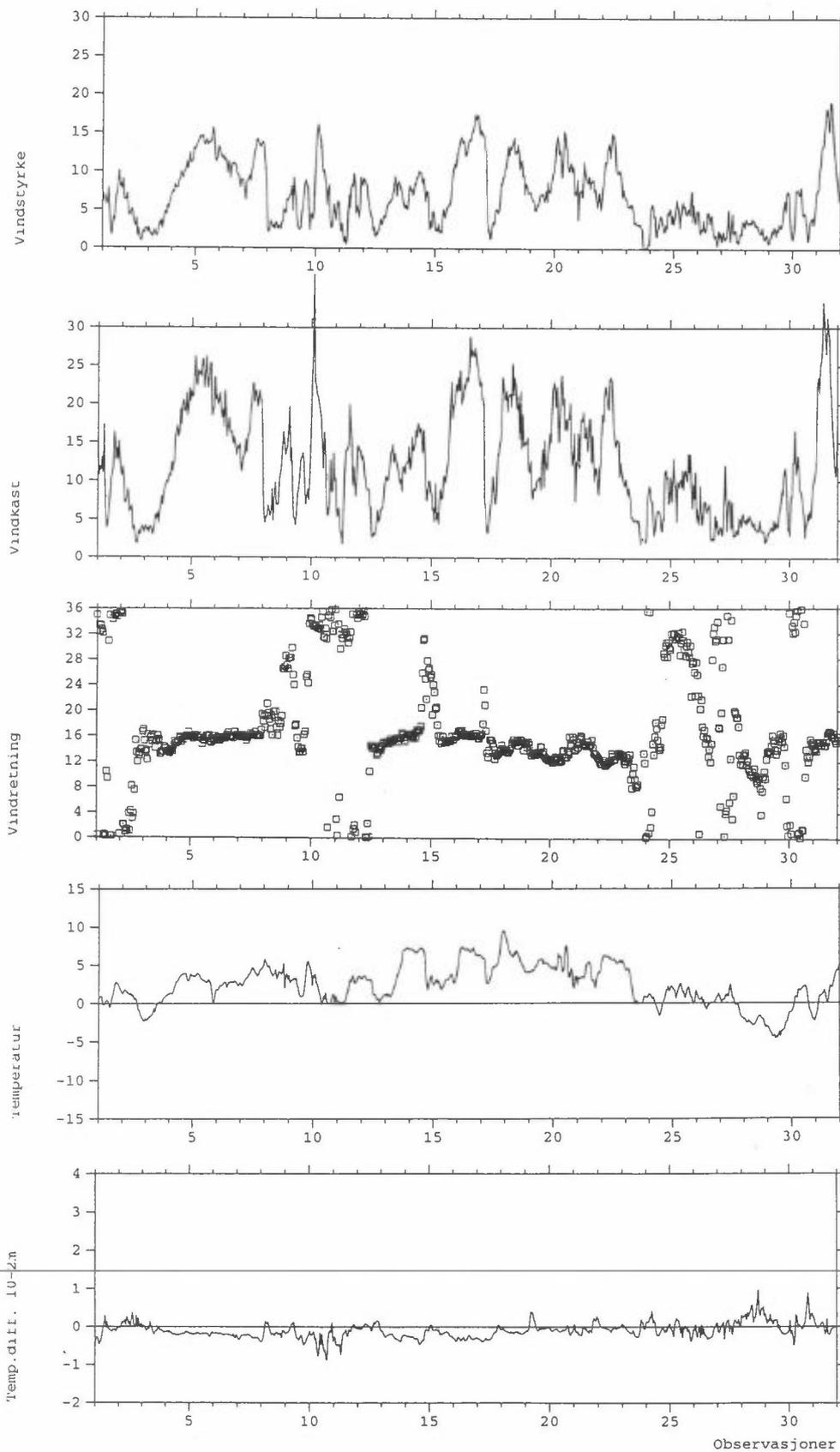
Stasjon: Grunnevikshøgda
Måned : November 1994



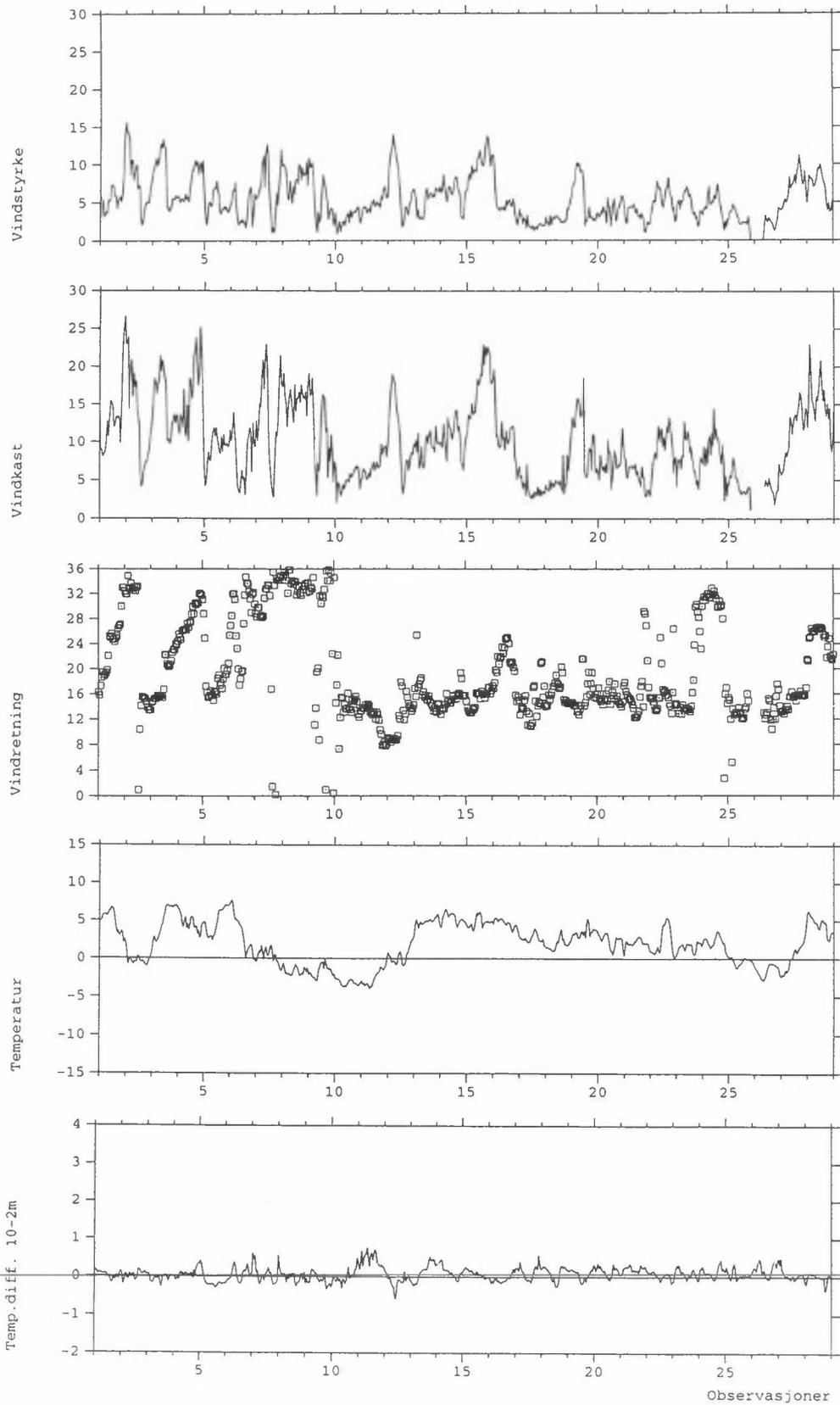
Stasjon: Grunnevikshøgda
Måned : Desember 1994



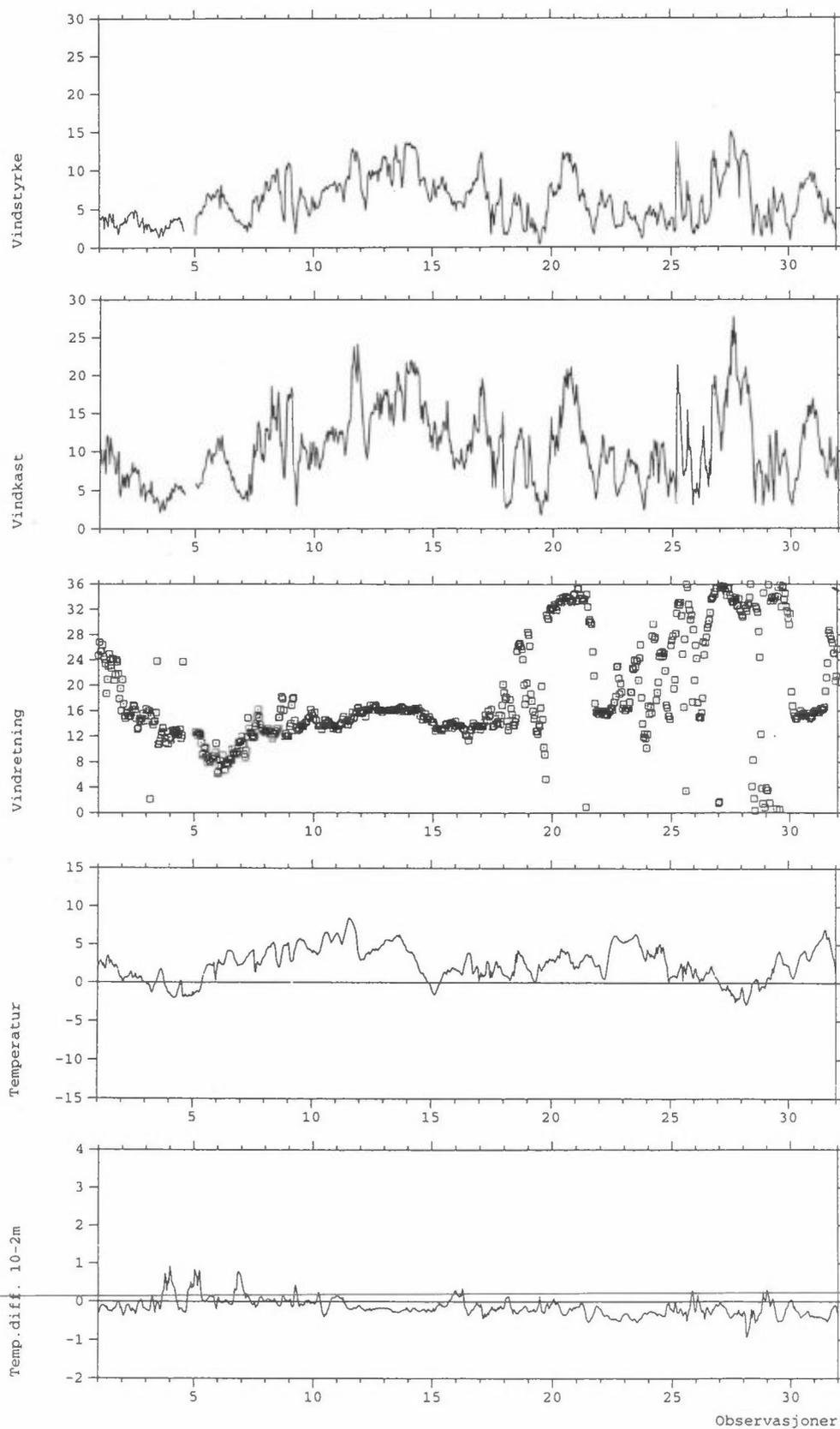
Stasjon: Grunnevikshøgda
Måned : Januar 1995

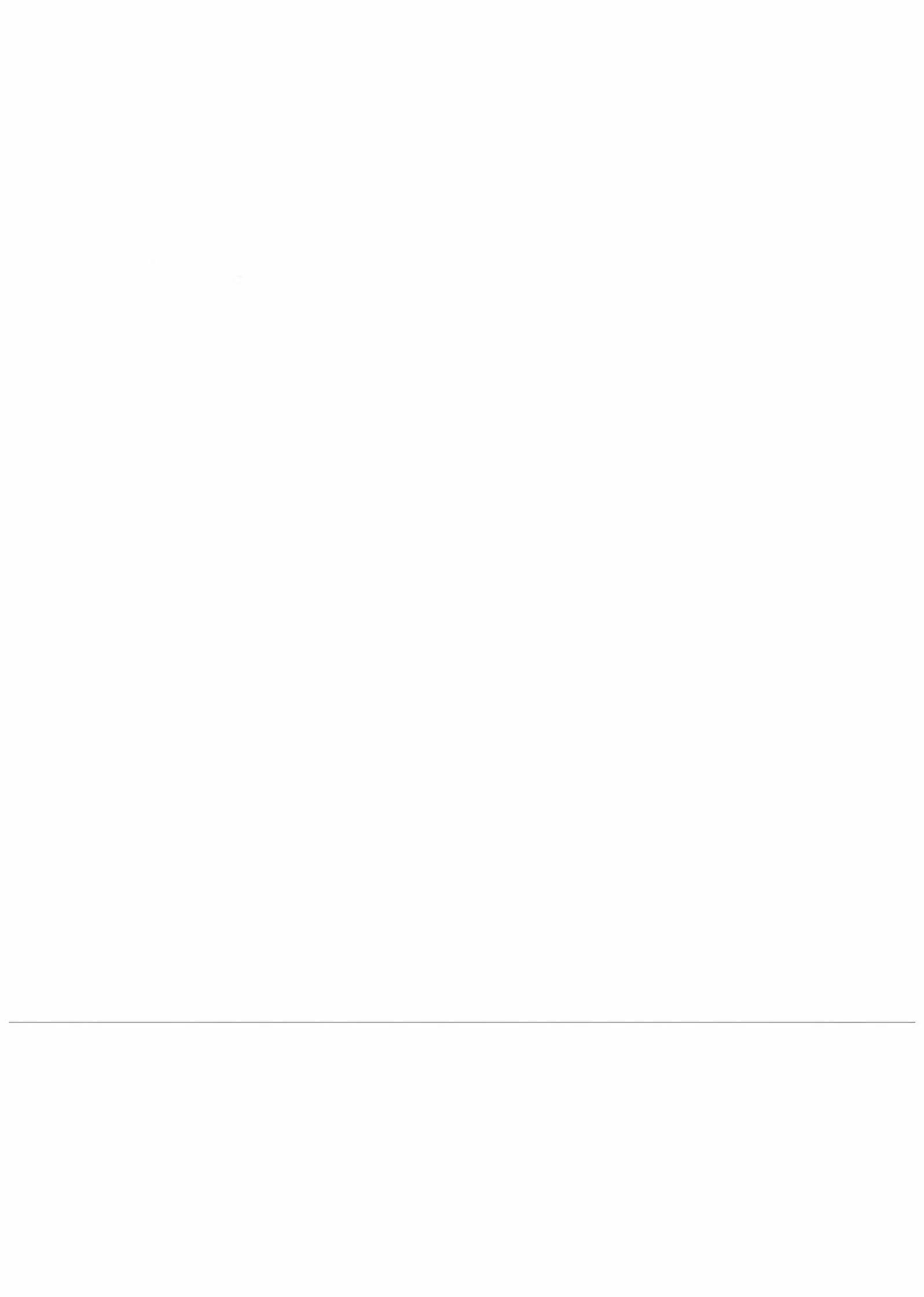


Stasjon: Grunnevikshøgda
Måned : Februar 1995



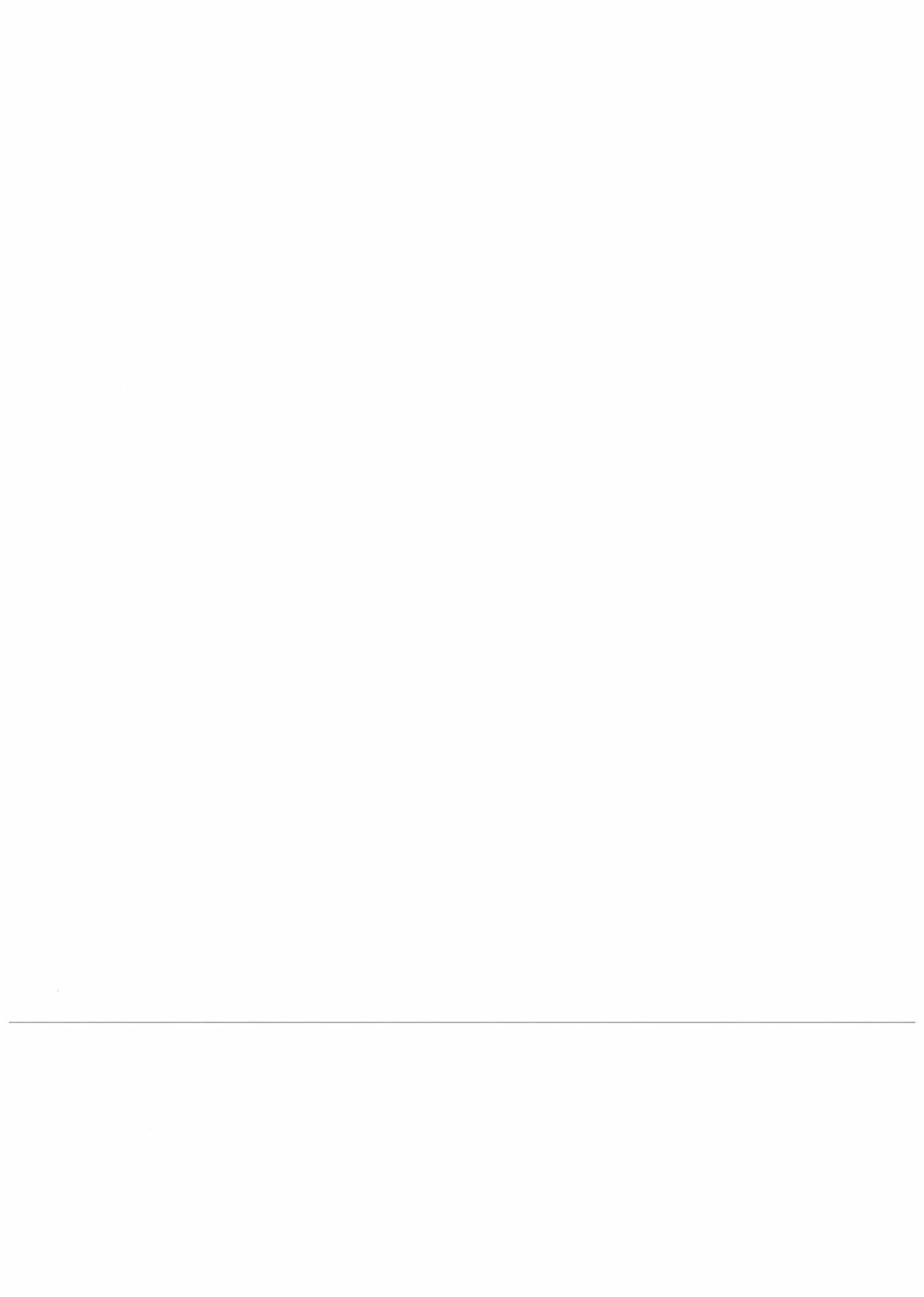
Stasjon: Grunnevikshøgda
Måned : Mars 1995





Vedlegg B

Grafisk presentasjon av timemiddelverdier av luftkvalitetsparametere



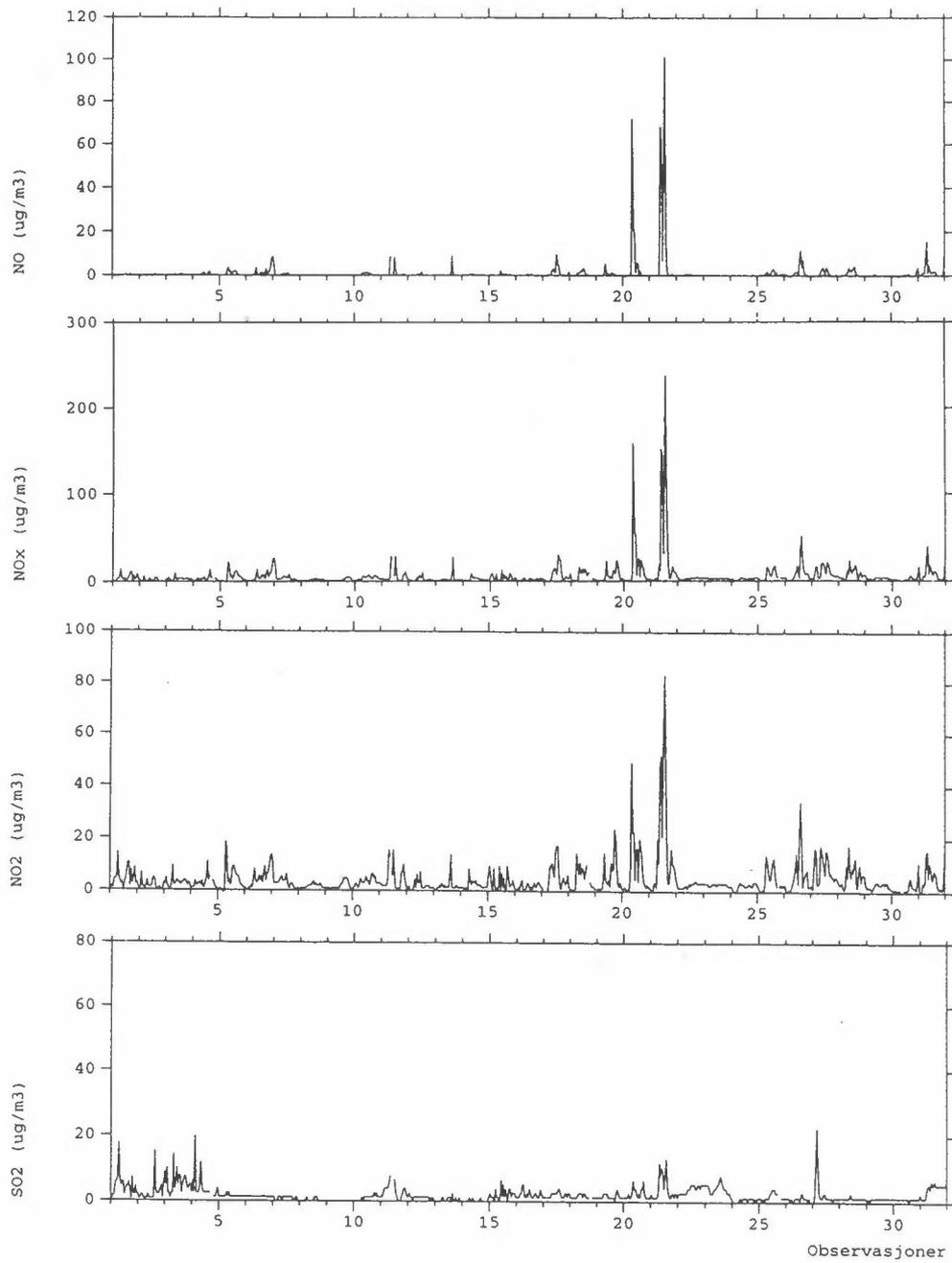
Dyrholten:

- NO* (nitrogenmonoksid)
- NO_x* (sum nitrogenoksider, regnet som *NO₂*)
- NO₂* (nitrogendioksid)
- SO₂* (svoveldioksid)
- PM₁₀* (svevestøvpertikler med diameter under 10 μm)

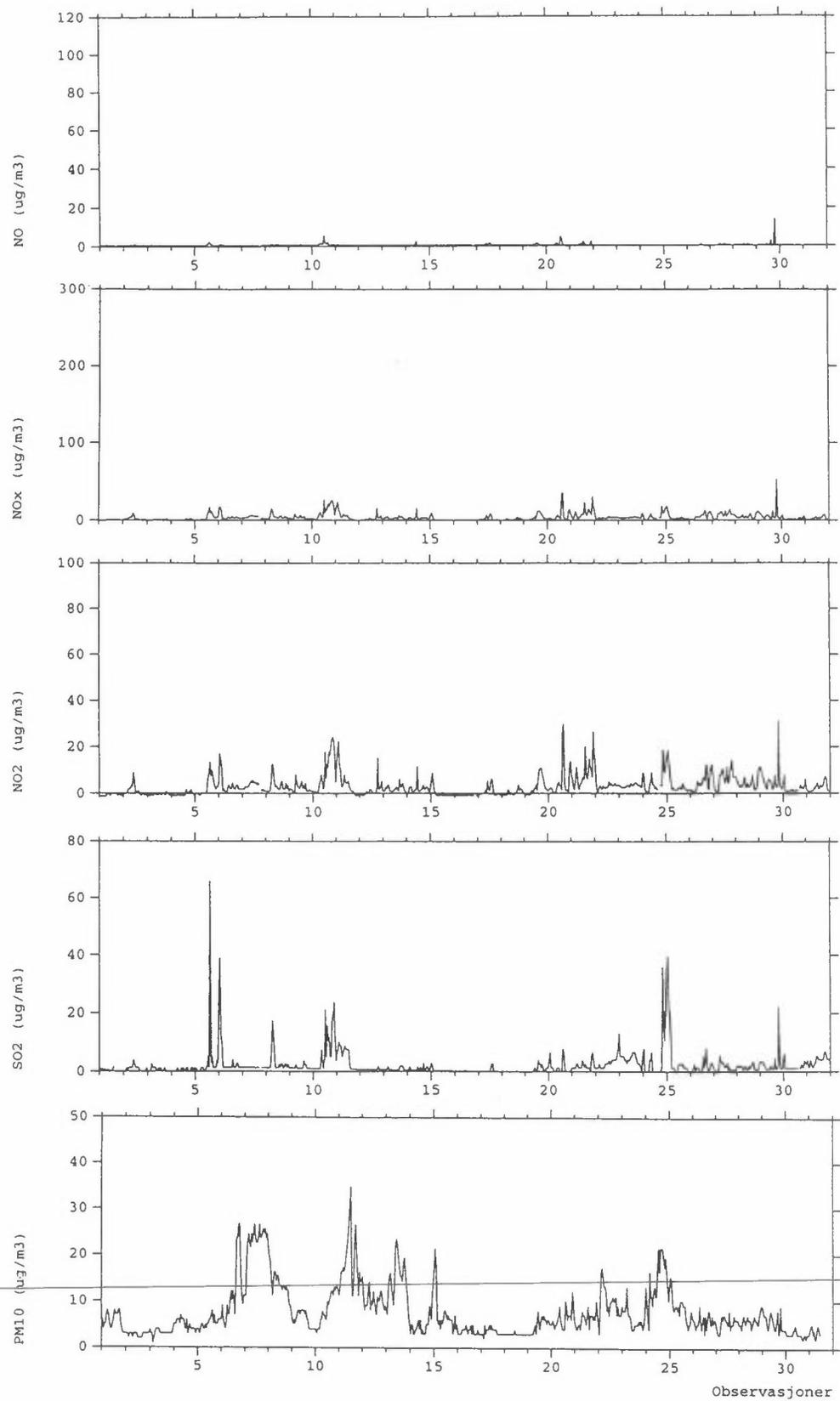
Sande:

- NO* (nitrogenmonoksid)
- NO_x* (sum nitrogenoksider, regnet som *NO₂*)
- NO₂* (nitrogendioksid)
- SO₂* (svoveldioksid)
- PM₁₀* (svevestøvpertikler med diameter under 10 μm)

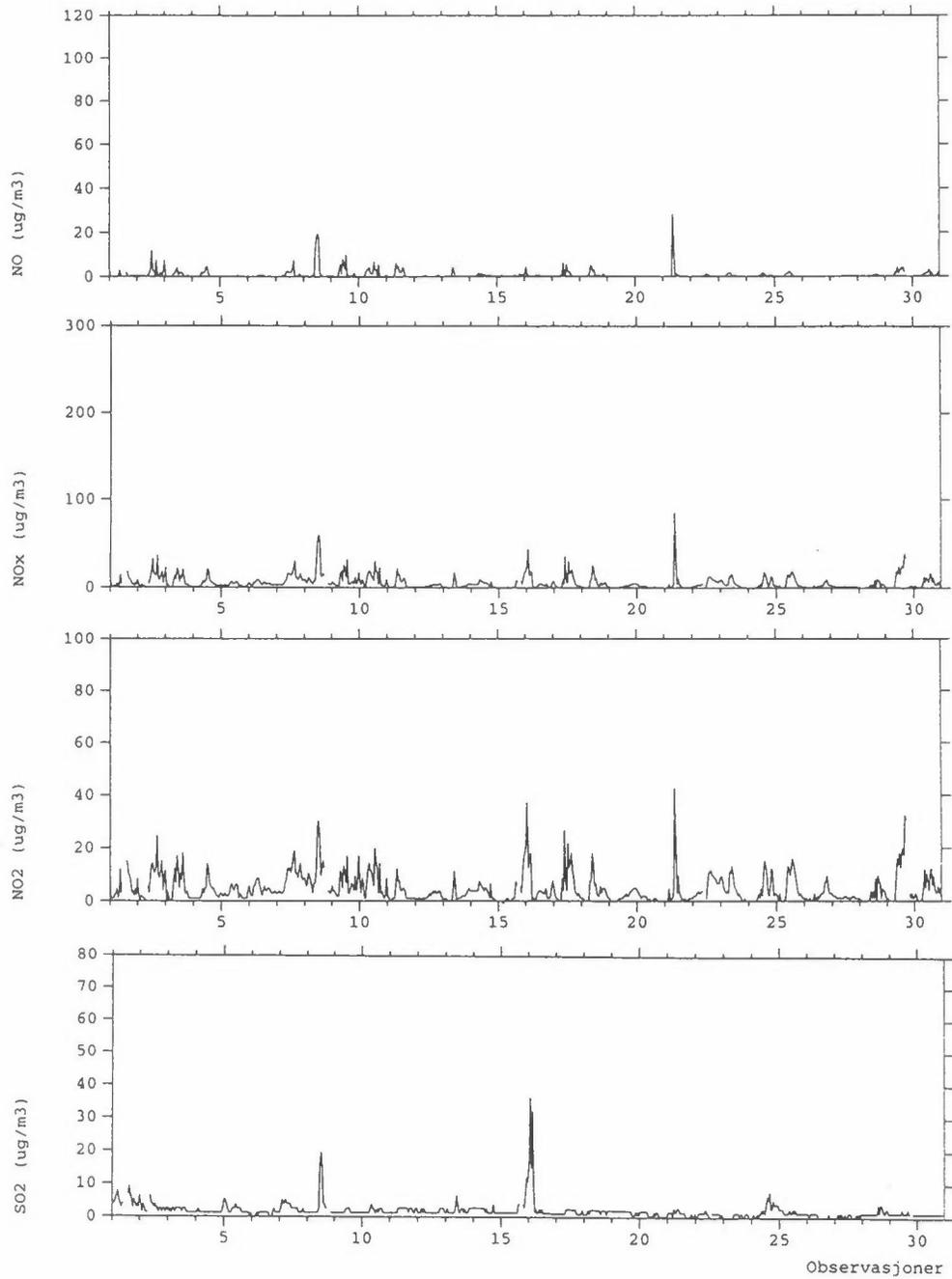
Stasjon: Dyrholten
Måned : Oktober 1994



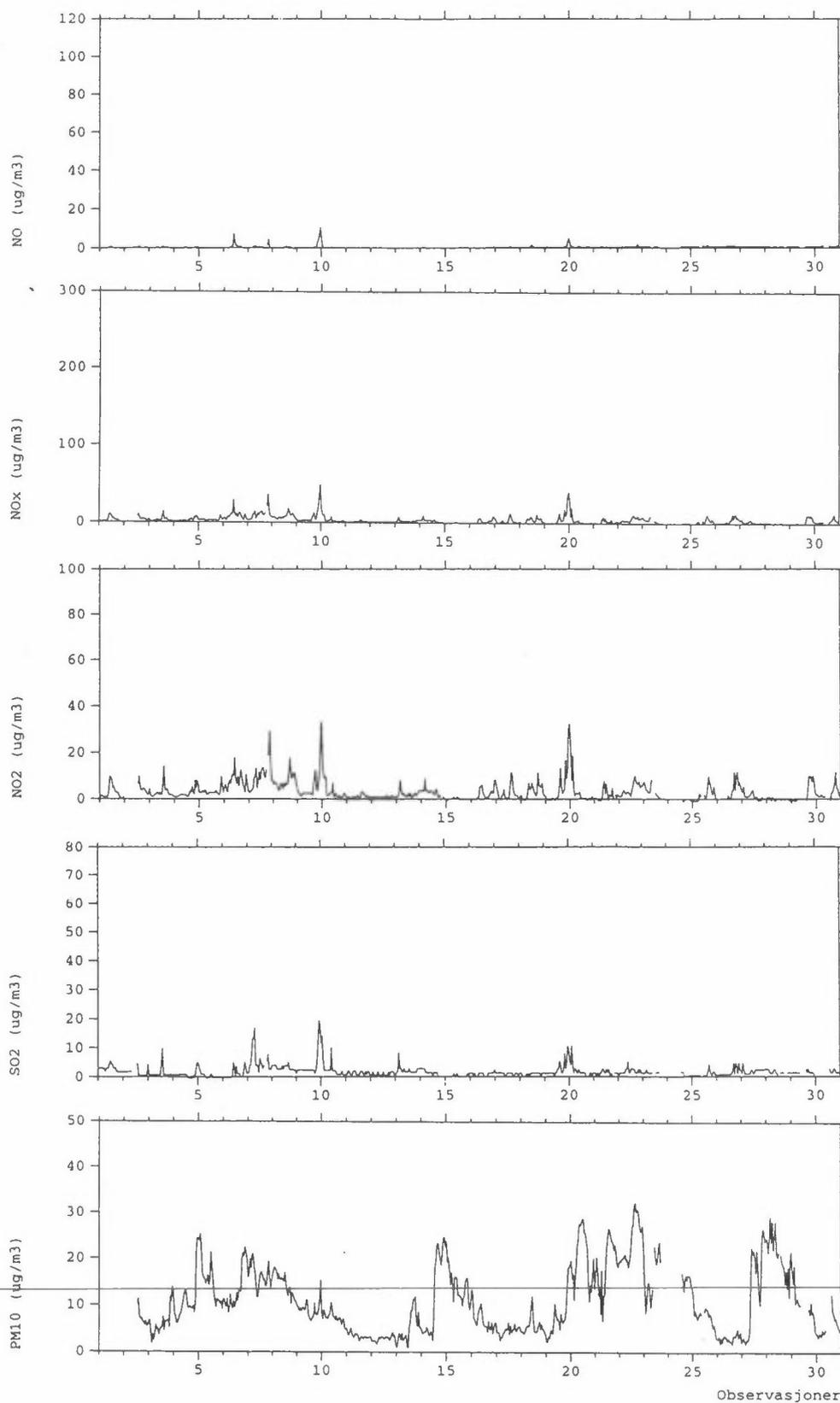
Stasjon: Sande
Måned : Oktober 1994



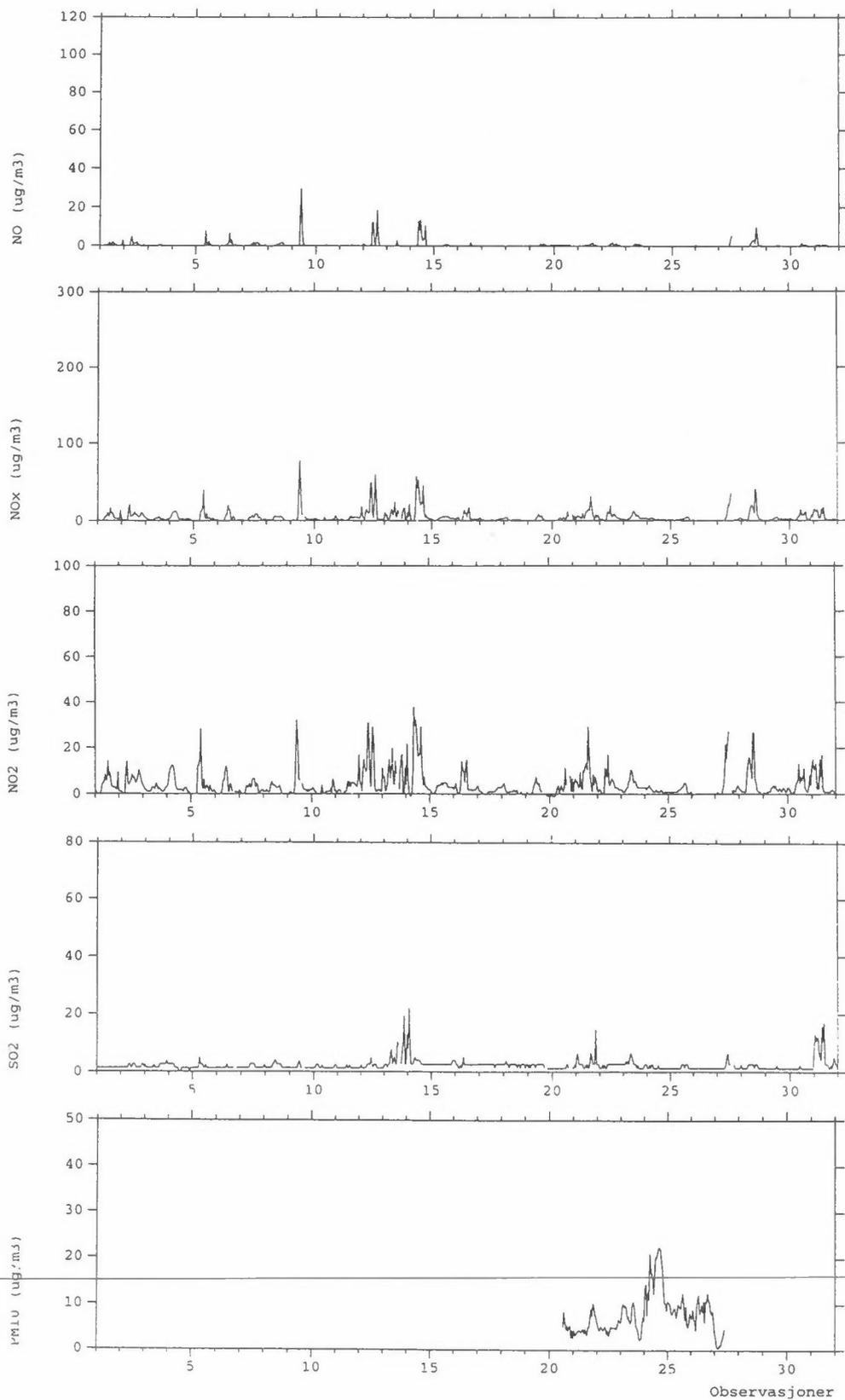
Stasjon: Dyrholten
Måned : November 1994



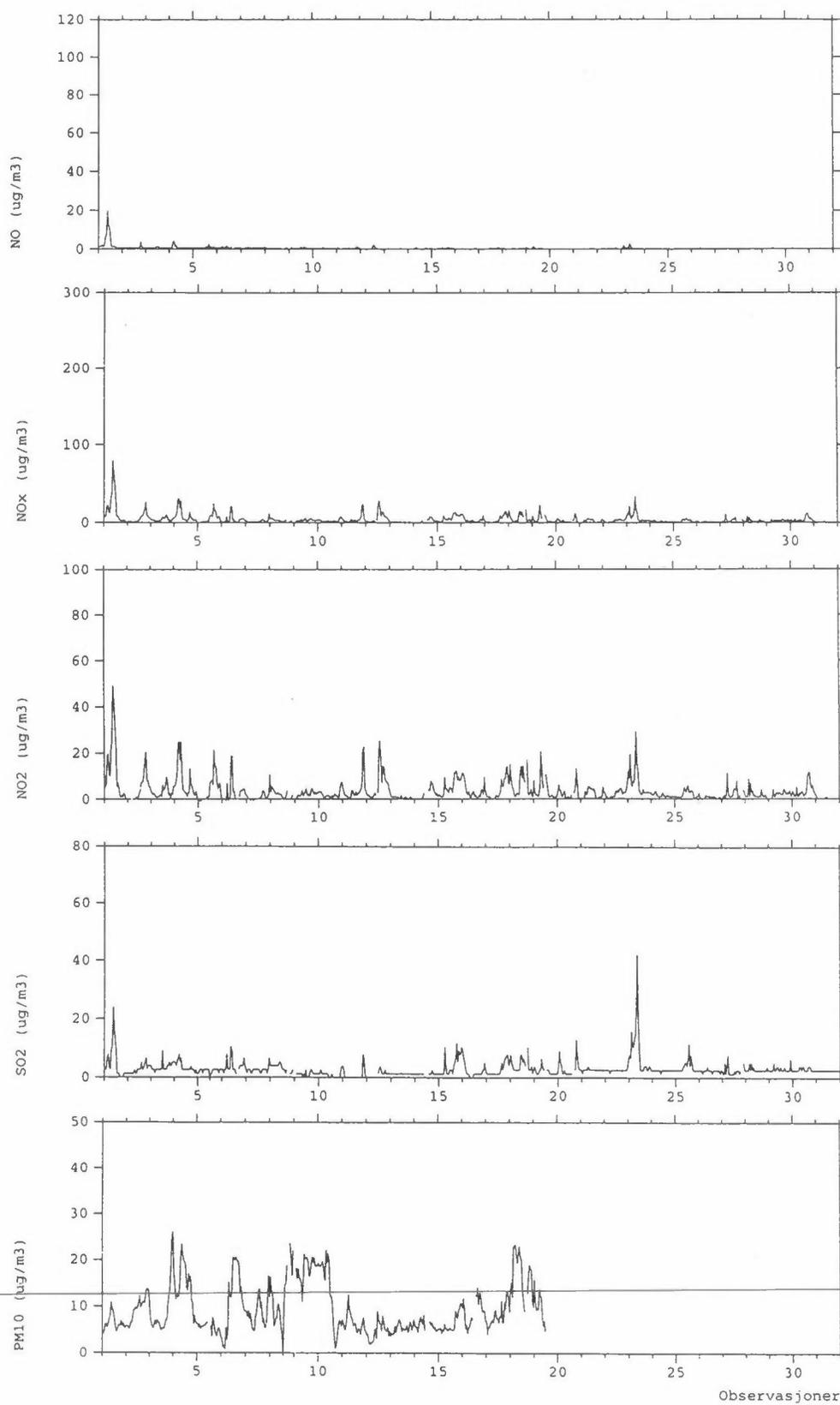
Stasjon: Sande
Måned : November 1994



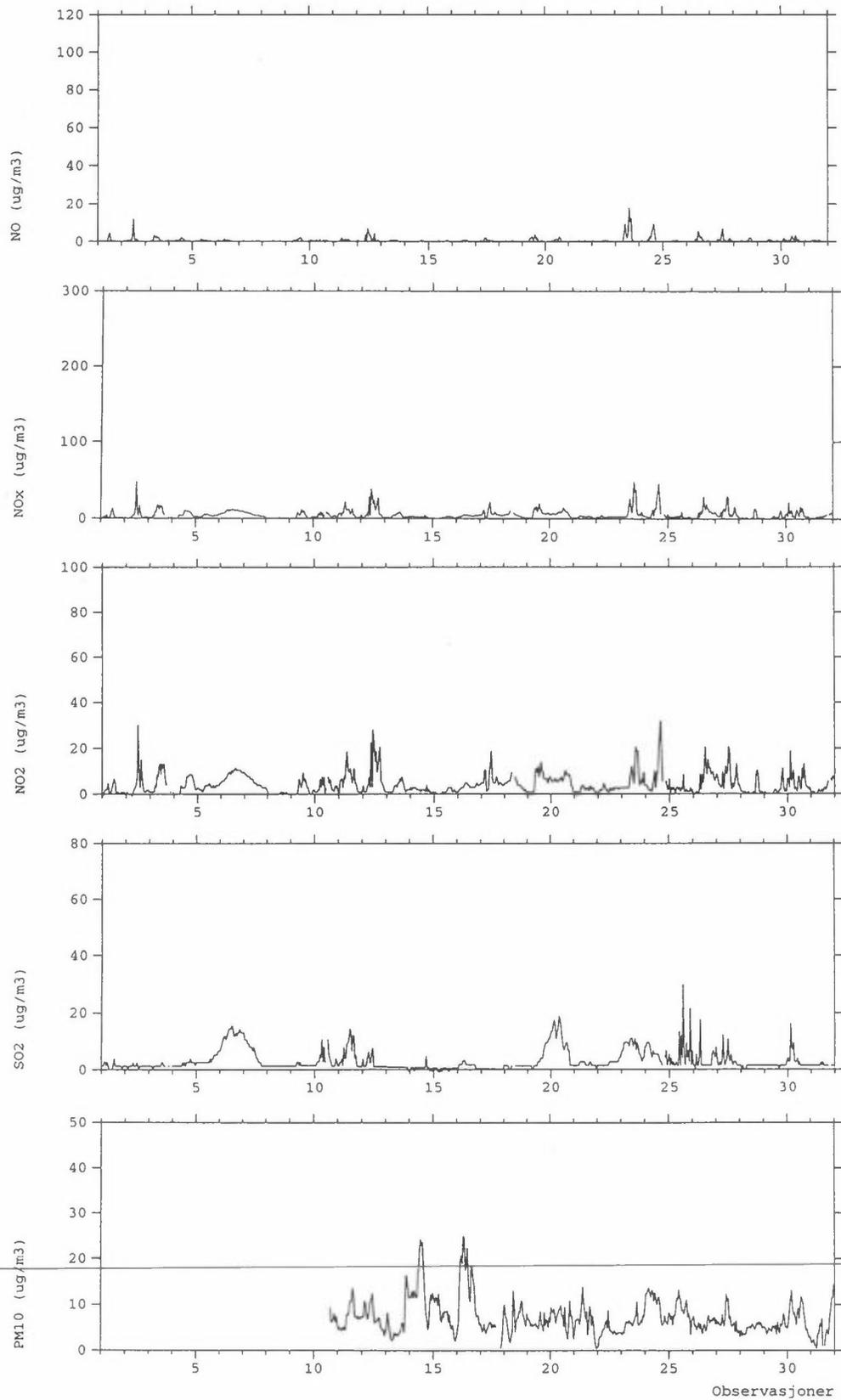
Stasjon: Dyrholten
Måned : Desember 1994



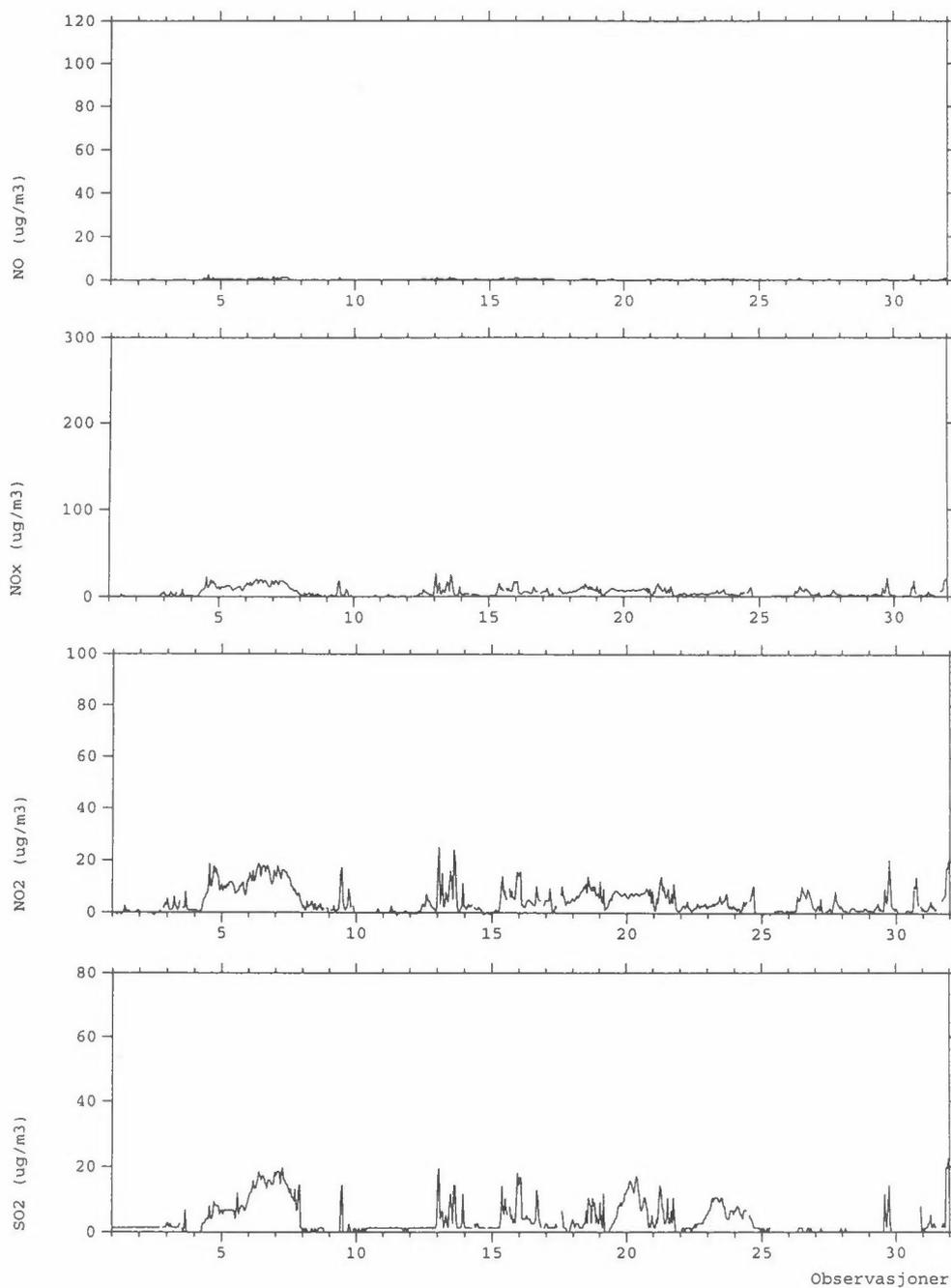
Stasjon: Sande
Måned : Desember 1994



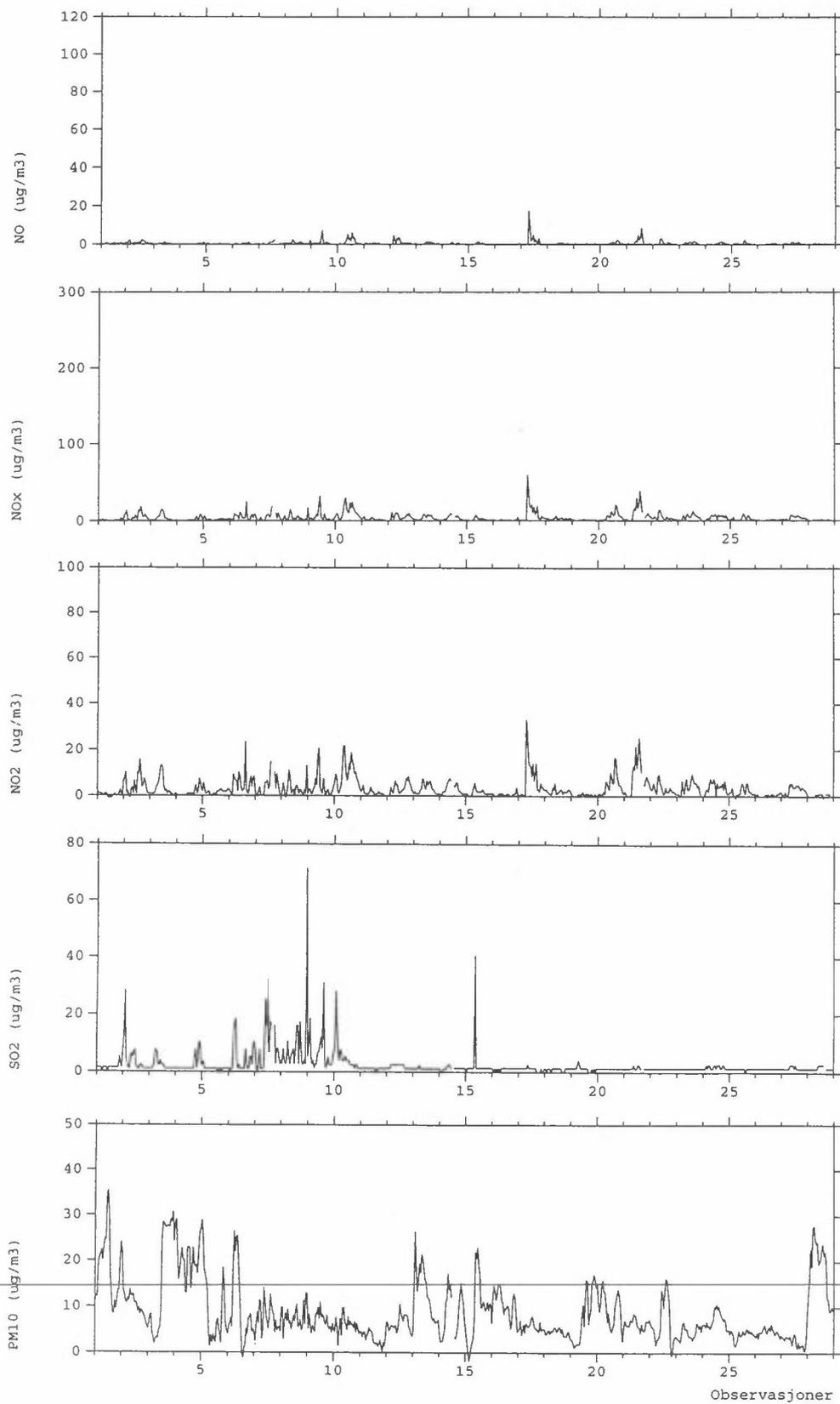
Stasjon: Dyrholten
Måned : Januar 1995



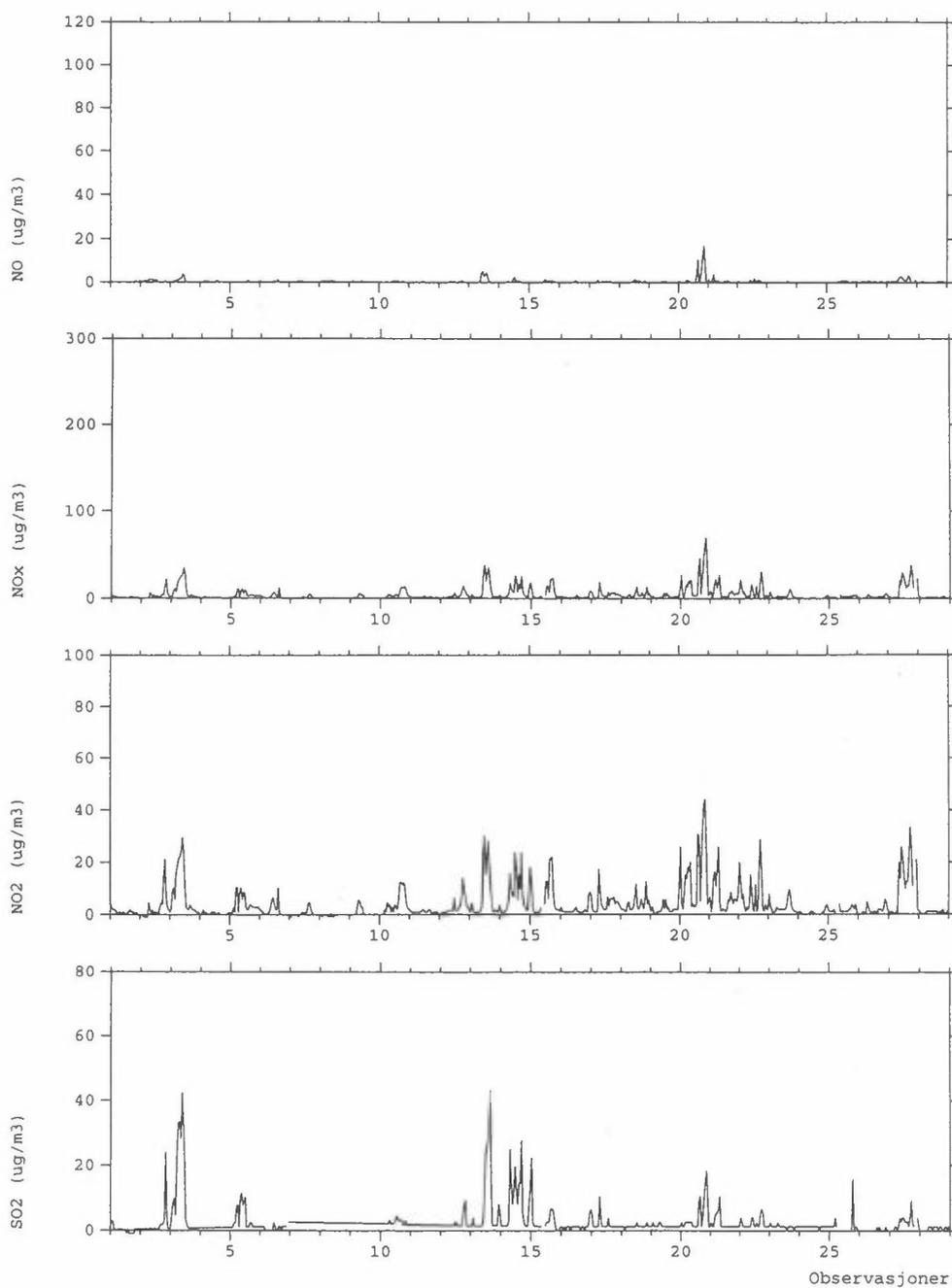
Stasjon: Sande
Måned : Januar 1995



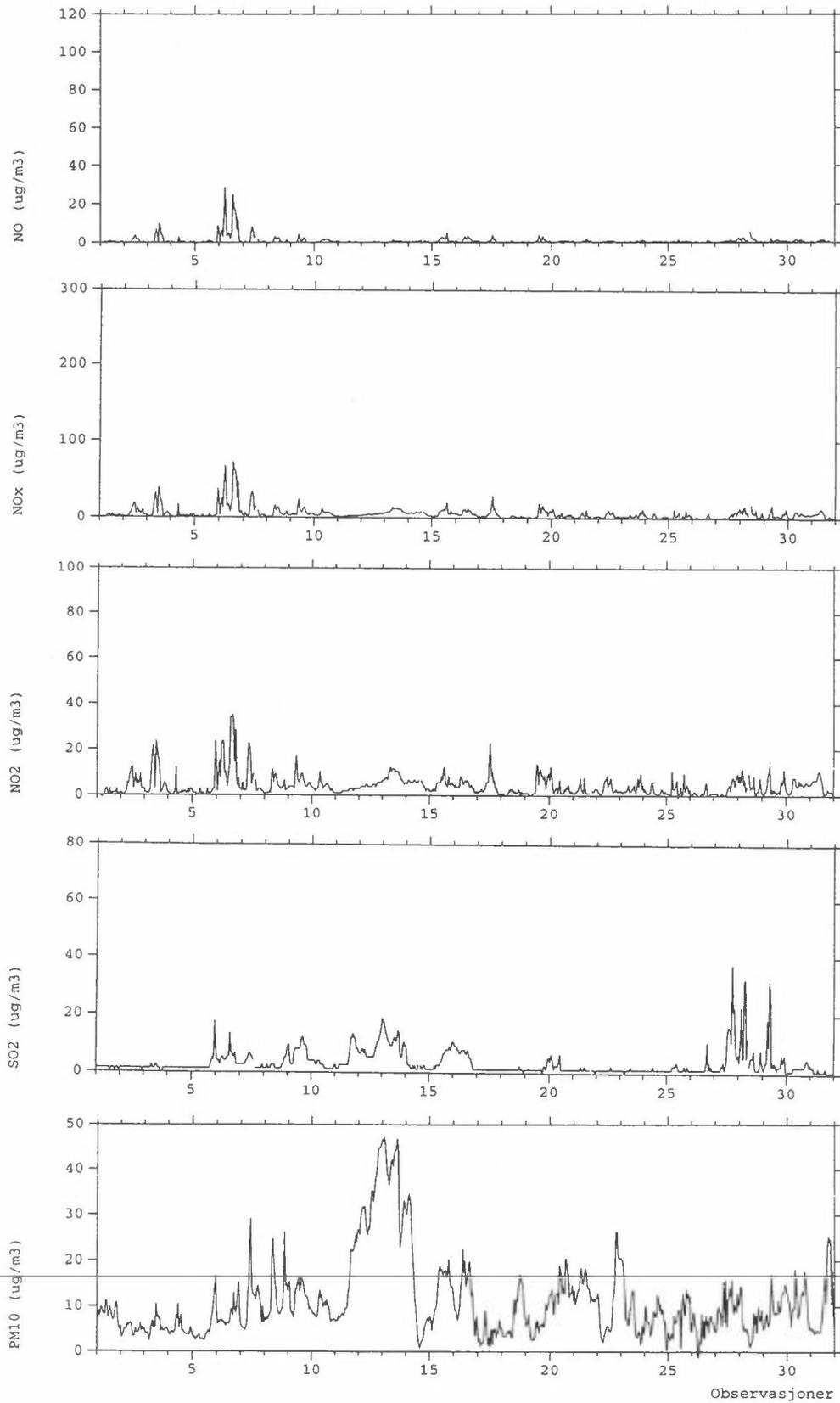
Stasjon: Dyrholten
Måned : Februar 1995



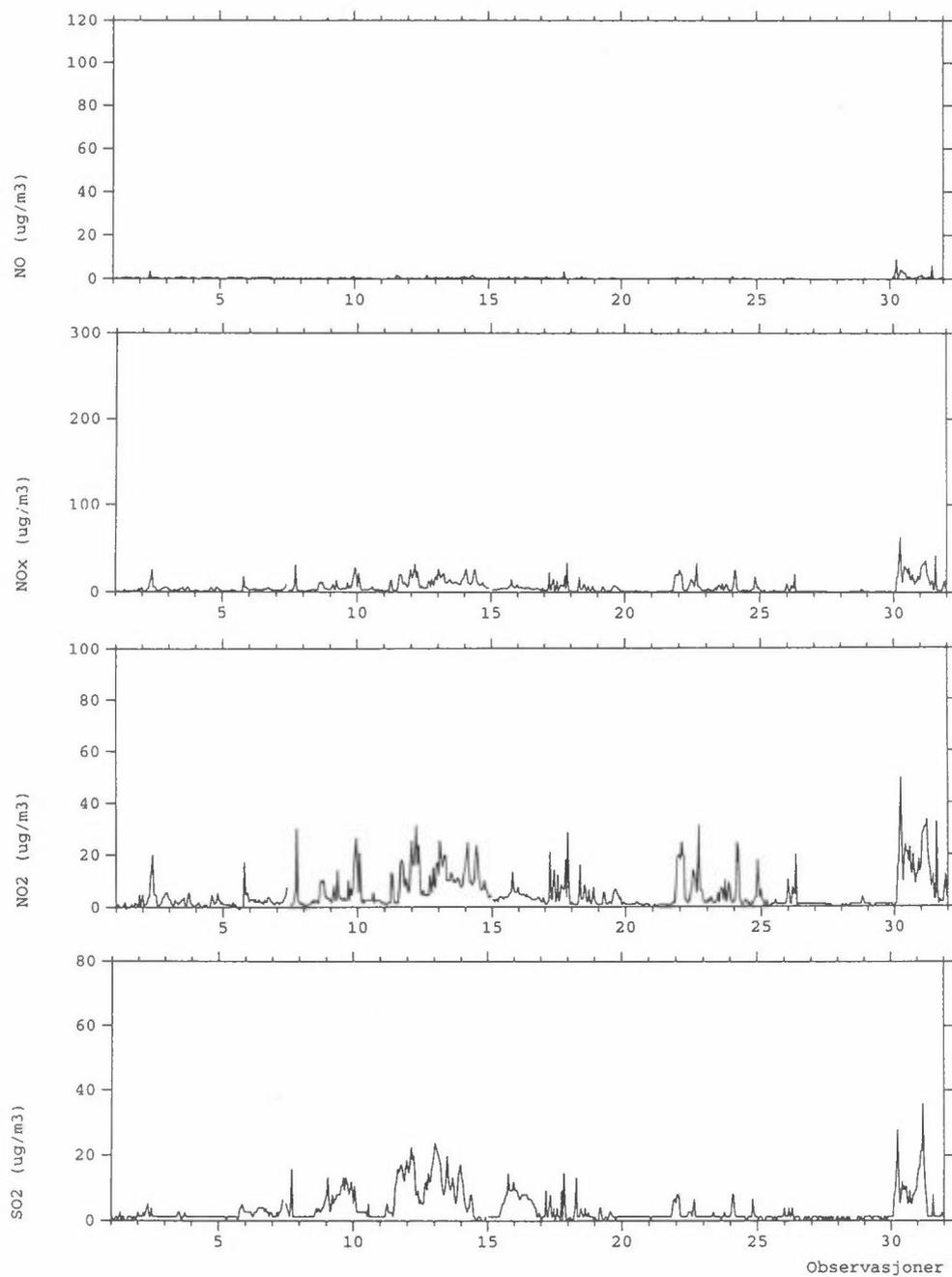
Stasjon: Sande
Måned : Februar 1995

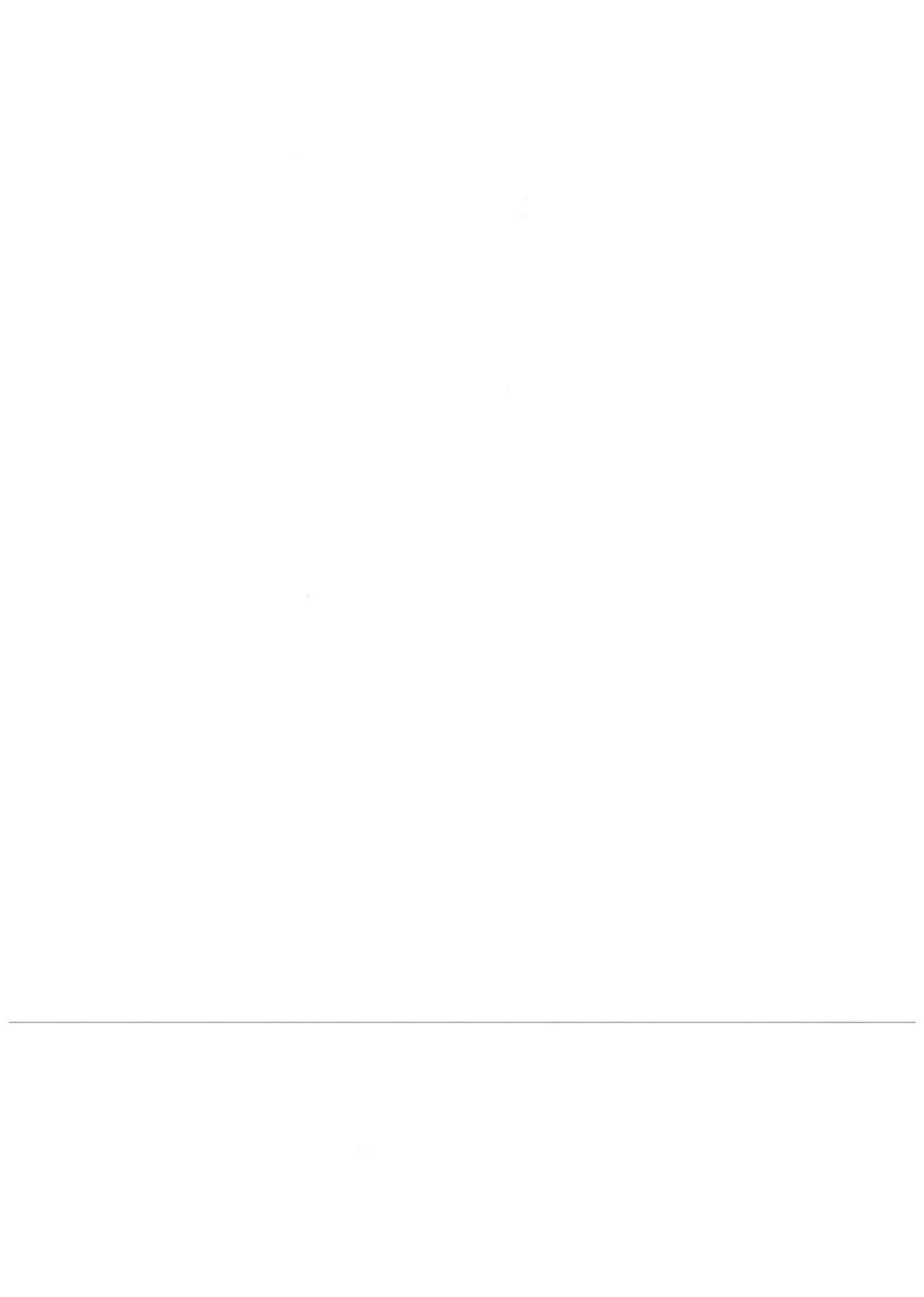


Stasjon: Dyrholten
Måned : Mars 1995



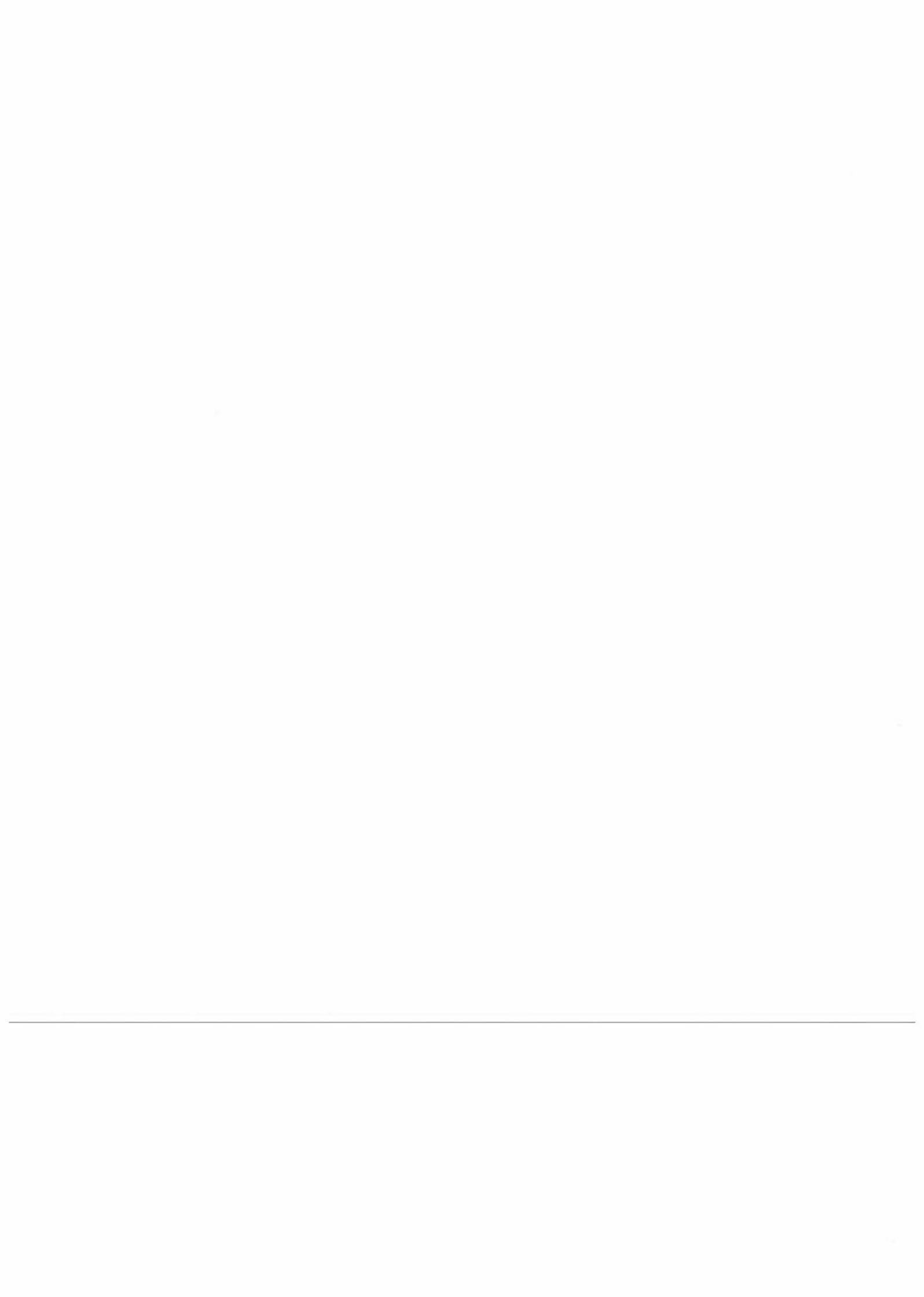
Stasjon: Sande
Måned : Mars 1995

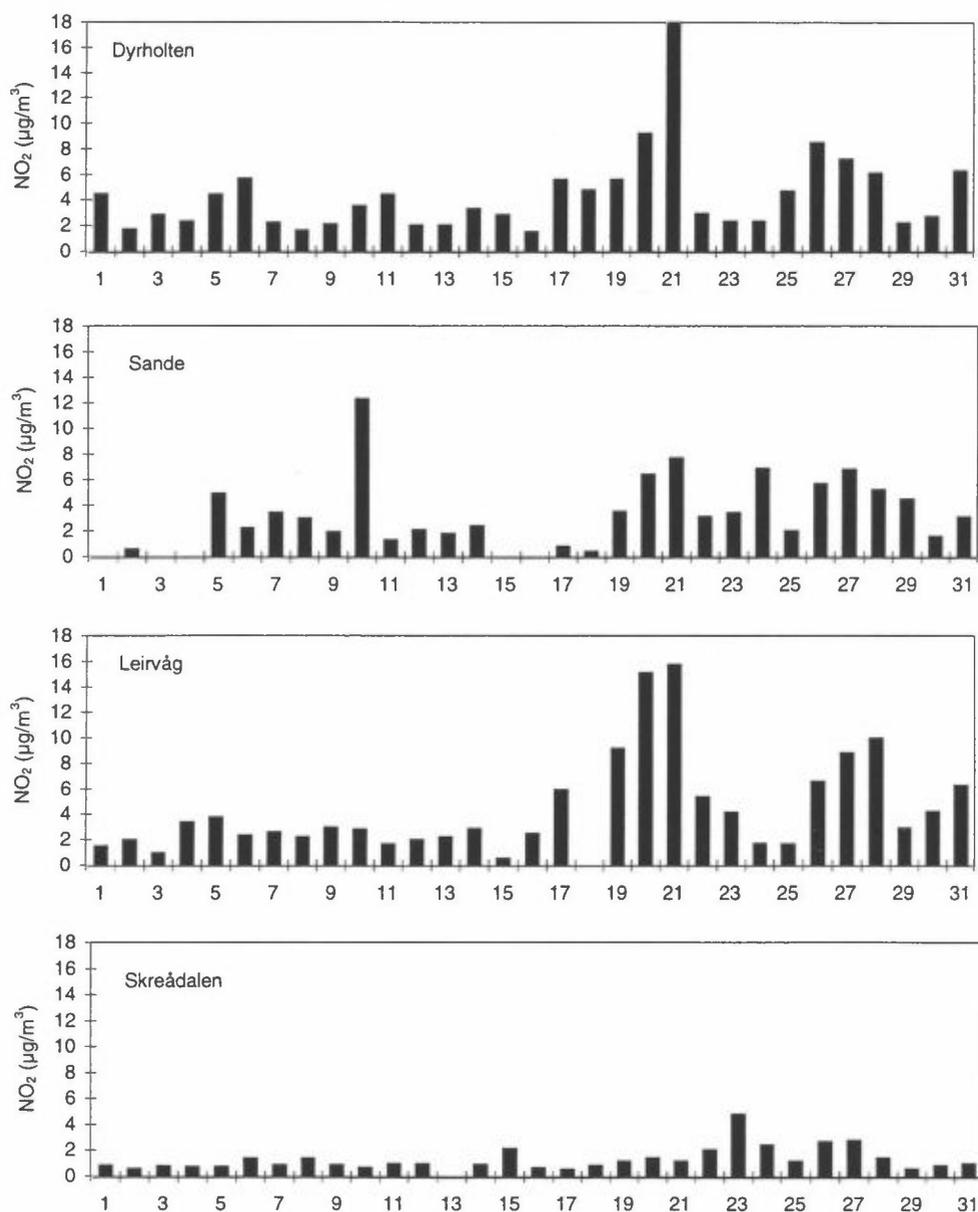




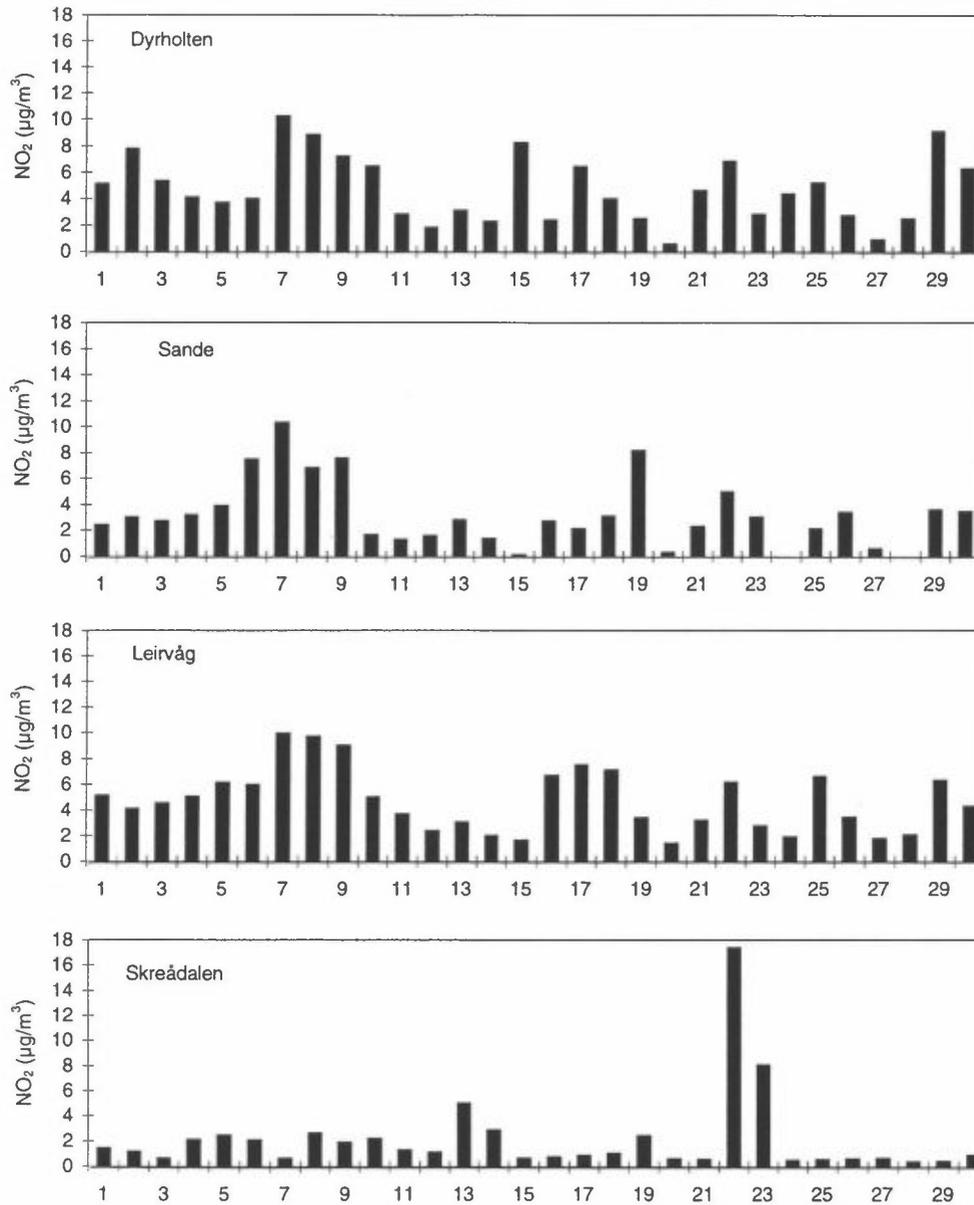
Vedlegg C

**Grafisk presentasjon av døgnmiddelerverdier av
nitrogendioksid (NO₂), svoveldioksid (SO₂),
svevestøv (PM₁₀) og sot**

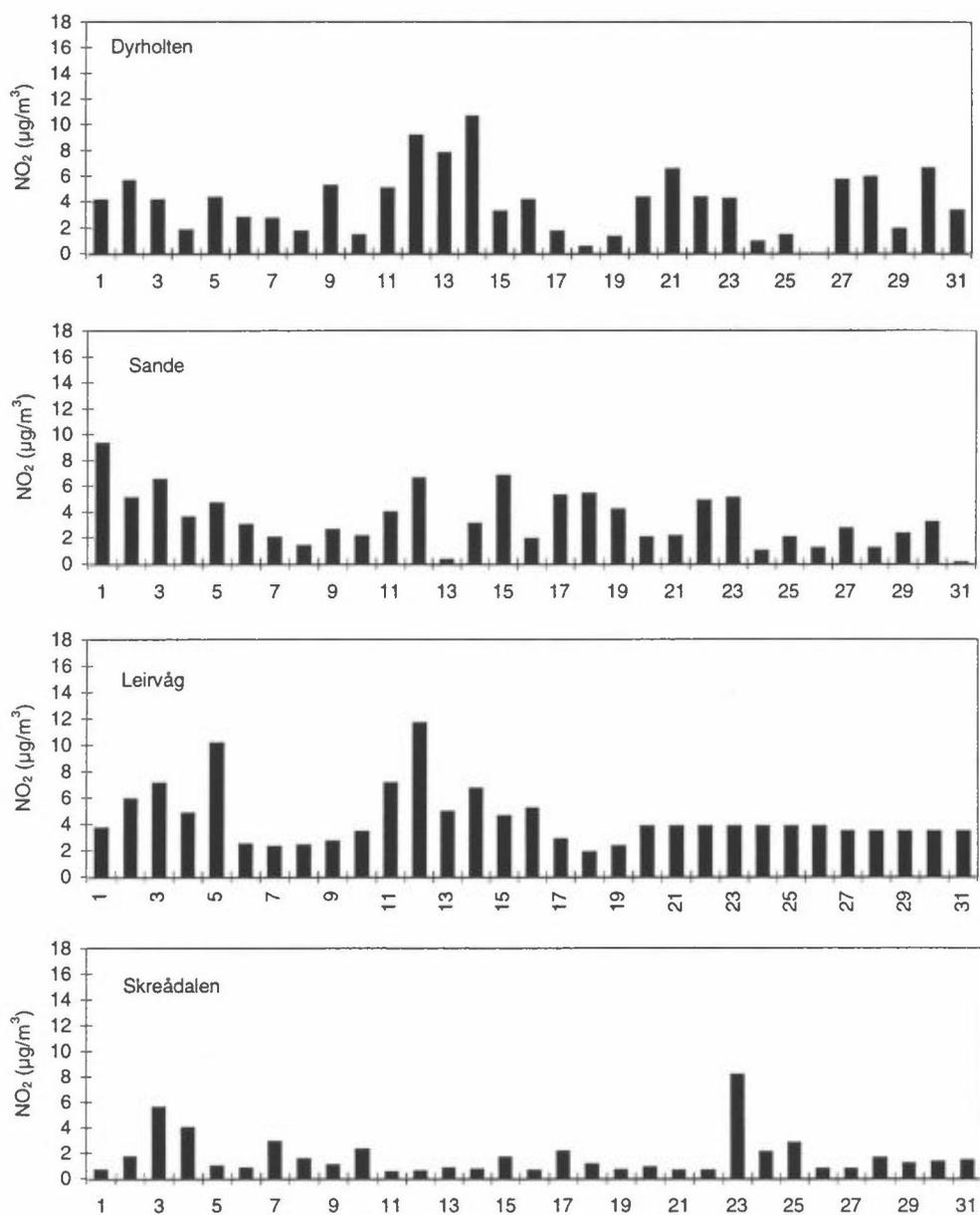




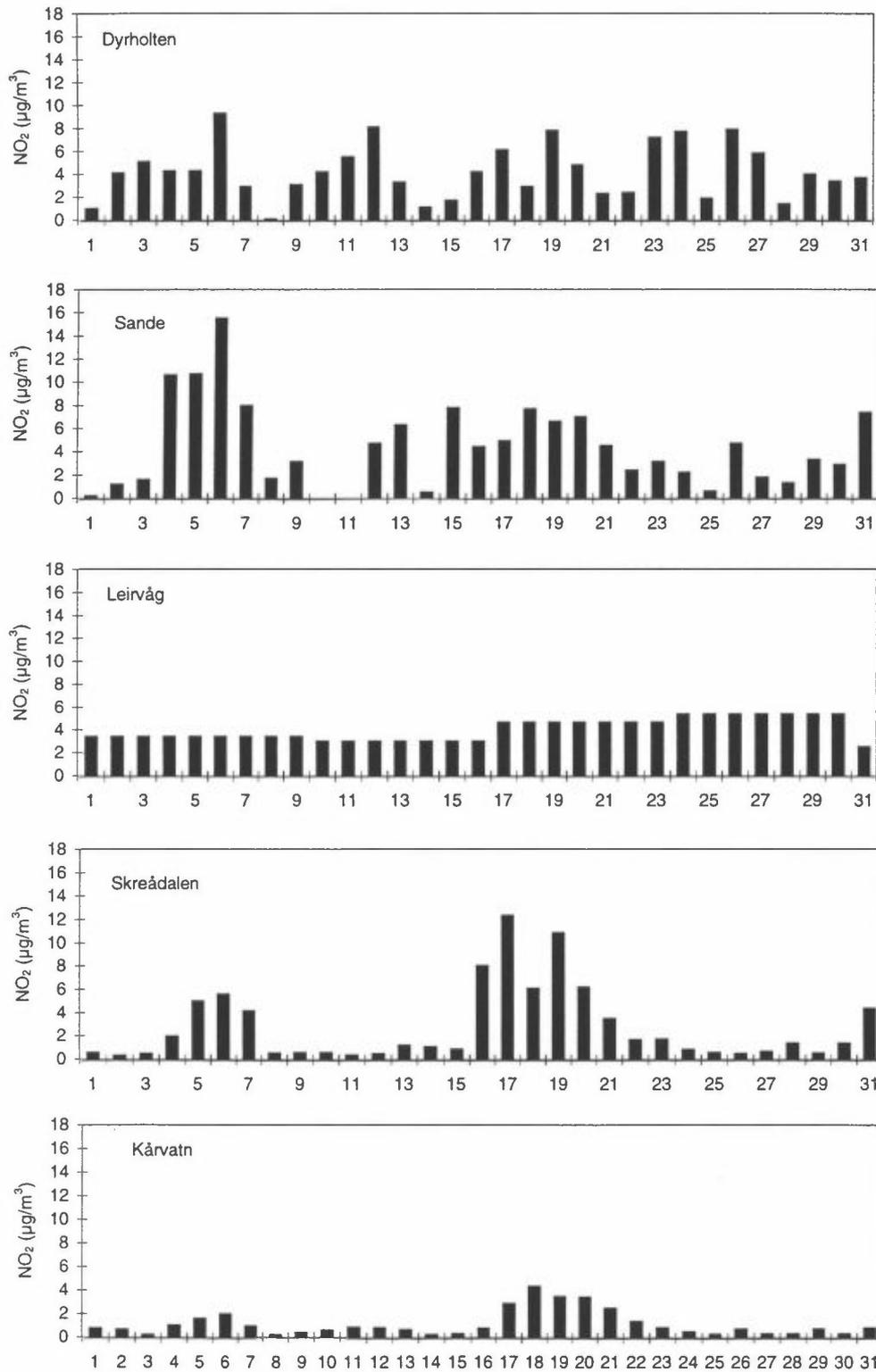
Døgnmiddelverdier av NO₂ fra Dyrholten, Sande, Leirvåg og Skreådalen i oktober 1994 (µg/m³).



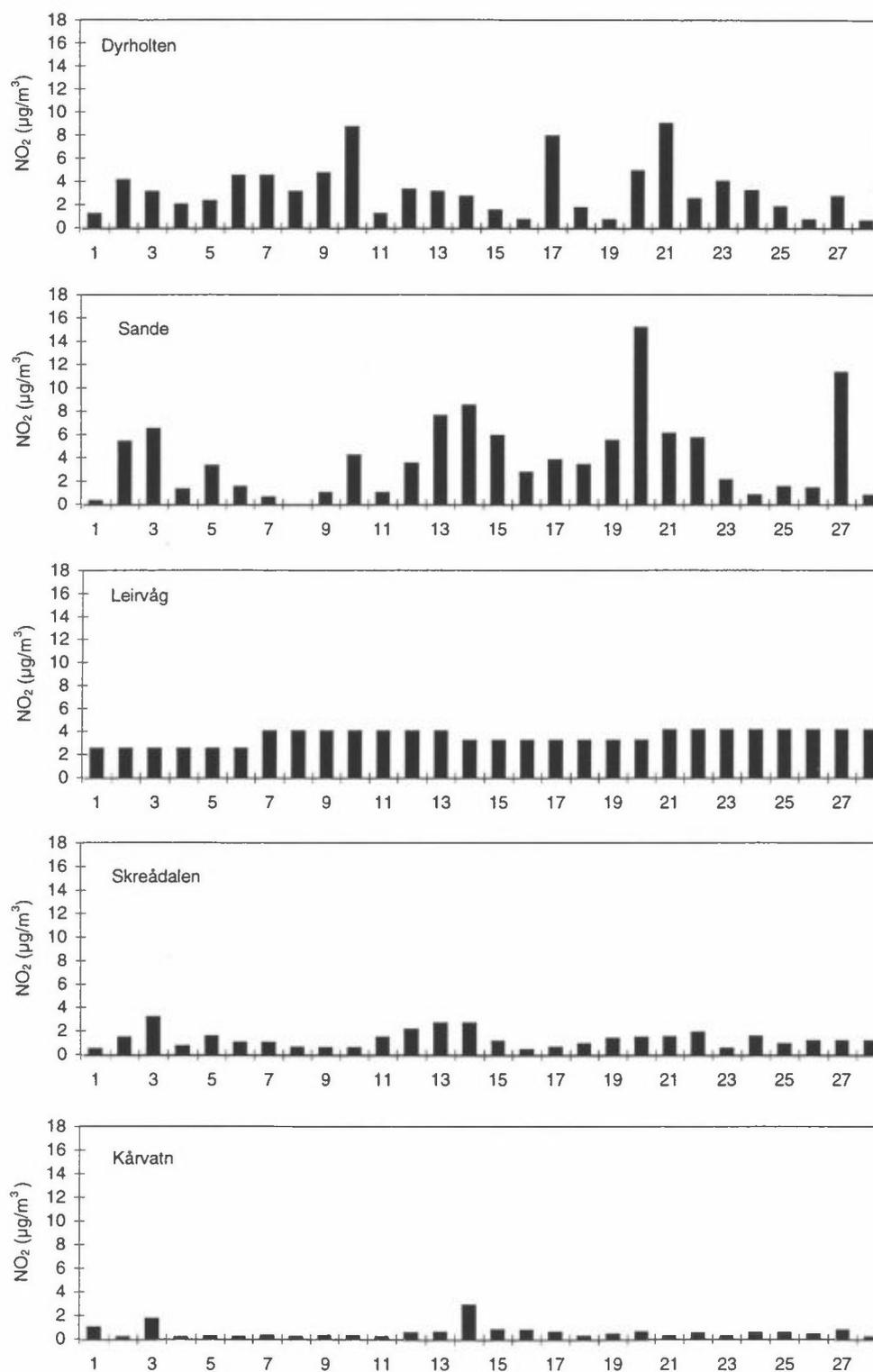
Døgnmiddelverdier av NO₂ fra Dyrholten, Sande, Leirvåg og Skreådalen i november 1994 (µg/m³).



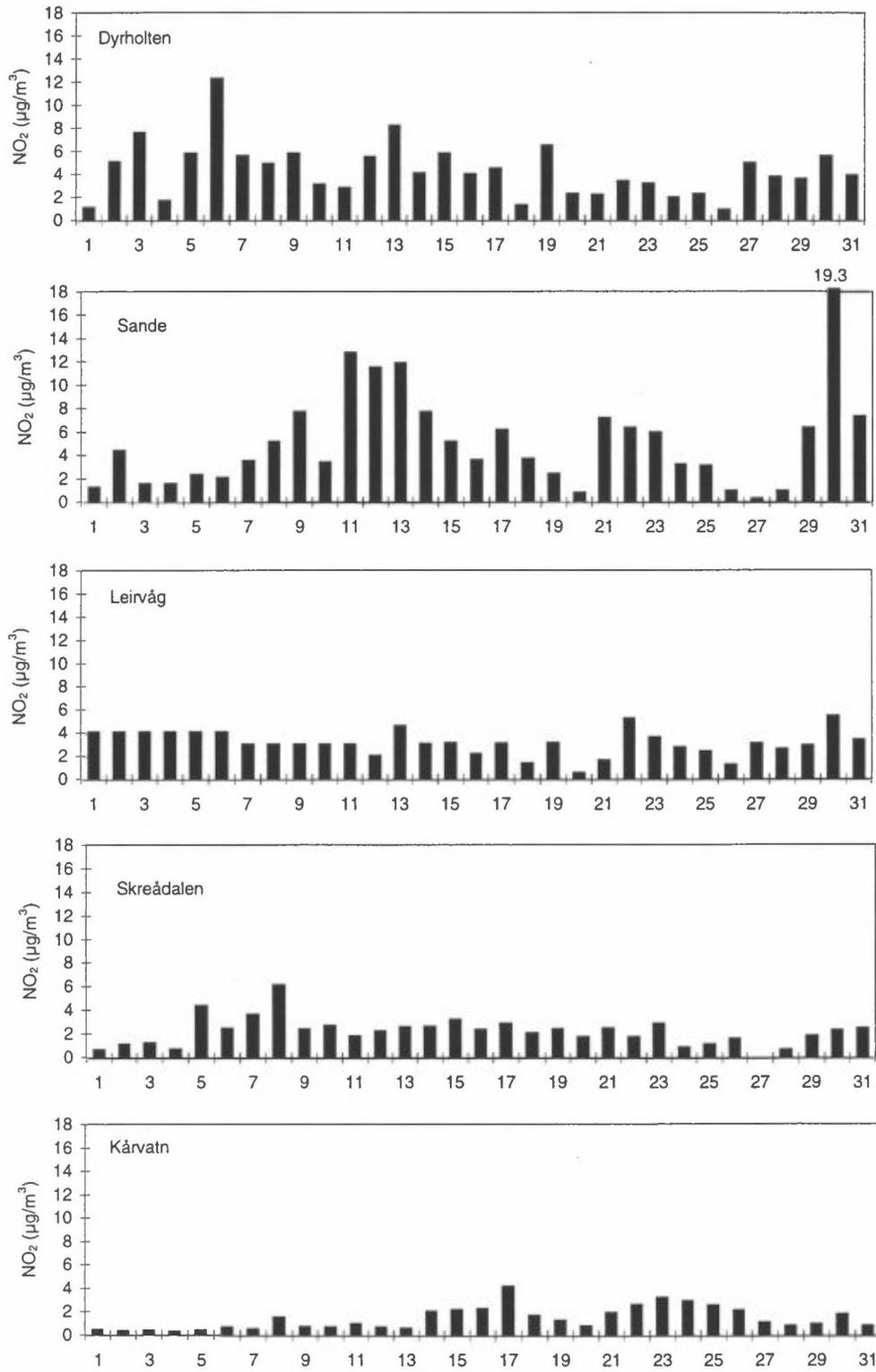
Døgnmiddelverdier av NO₂ fra Dyrholten, Sande, Leirvåg og Skreådalen i desember 1994 (µg/m³).



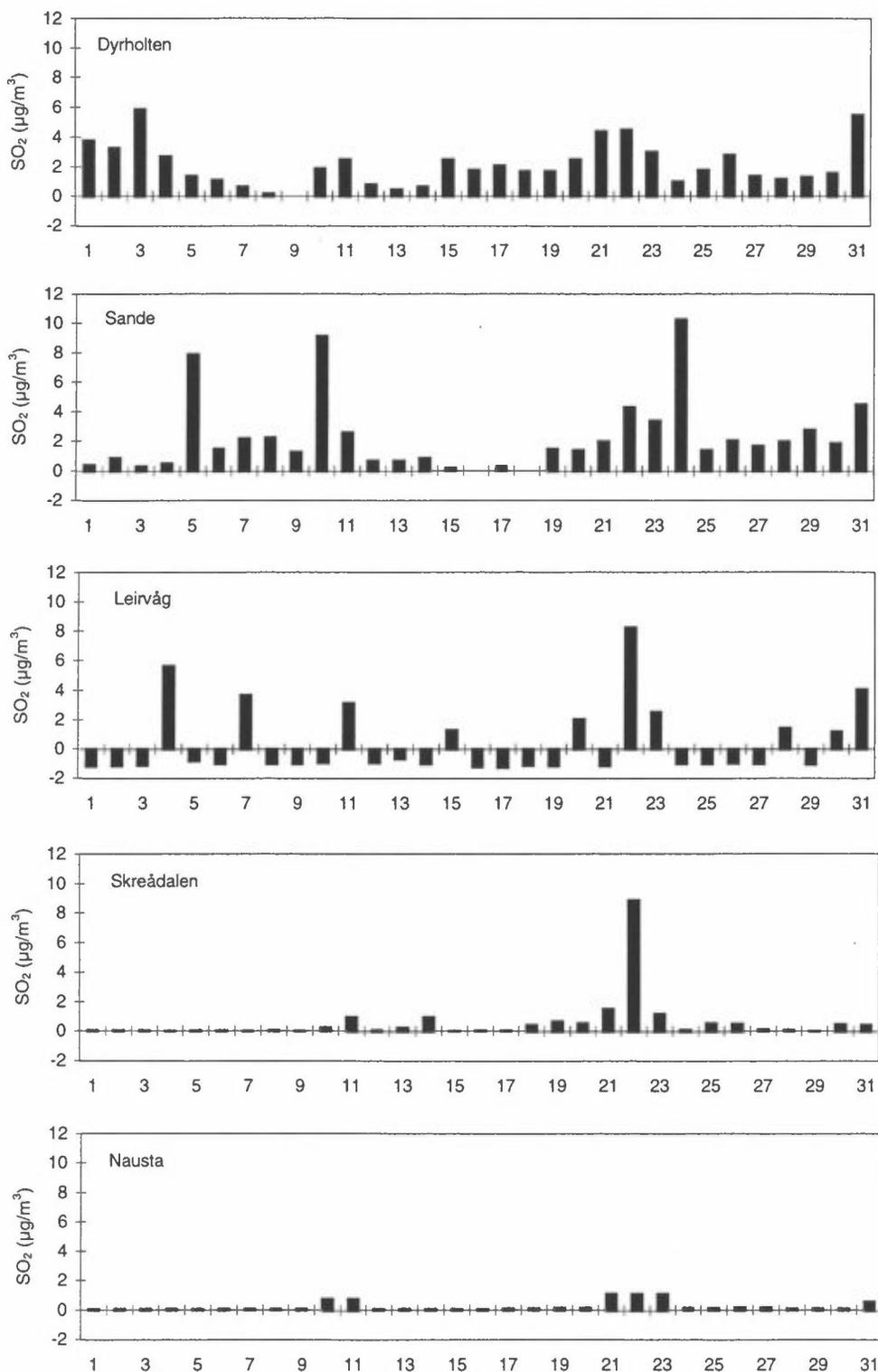
Døgnmiddelverdier av NO₂ fra Dyrholten, Sande, Leirvåg, Skreådalen og Kårvatn i januar 1995 (µg/m³).



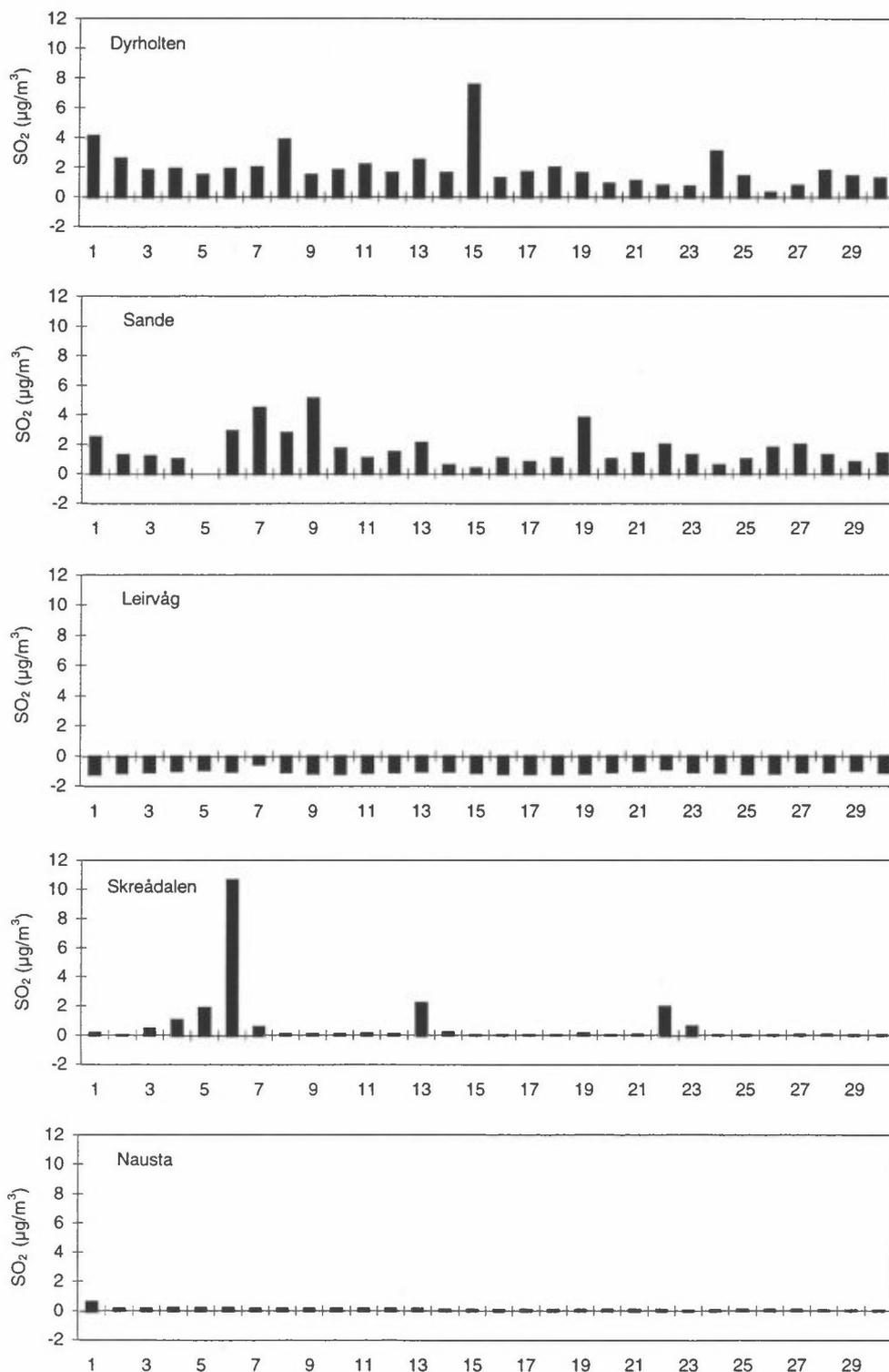
Døgnmiddelverdier av NO₂ fra Dyrholten, Sande, Leirvåg, Skreådalen og Kårvatn i februar 1995 (µg/m³).



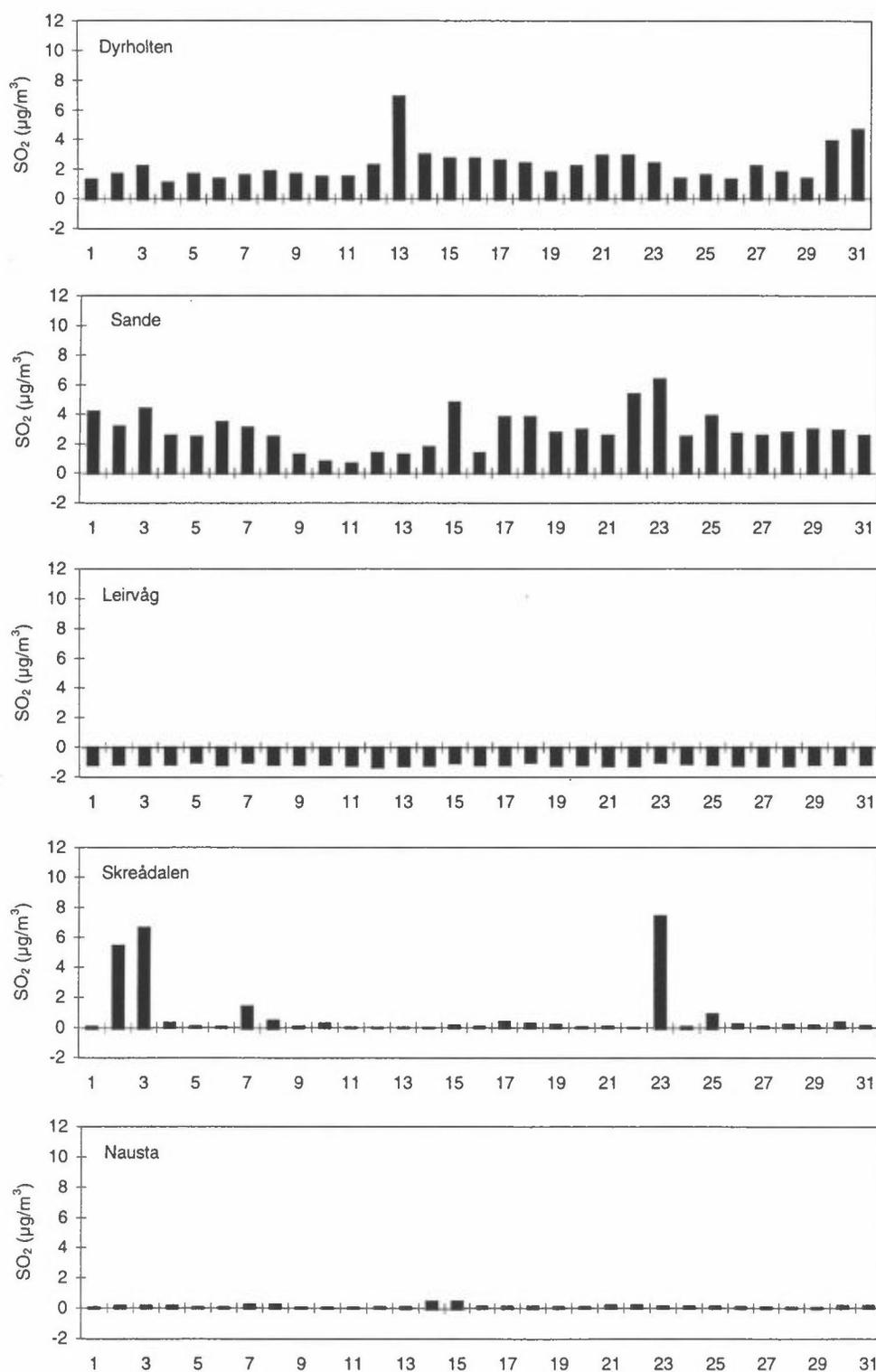
Døgnmiddelverdier av NO₂ fra Dyrholten, Sande, Leirvåg, Skreådalen og Kårvatn i mars 1995 (µg/m³).



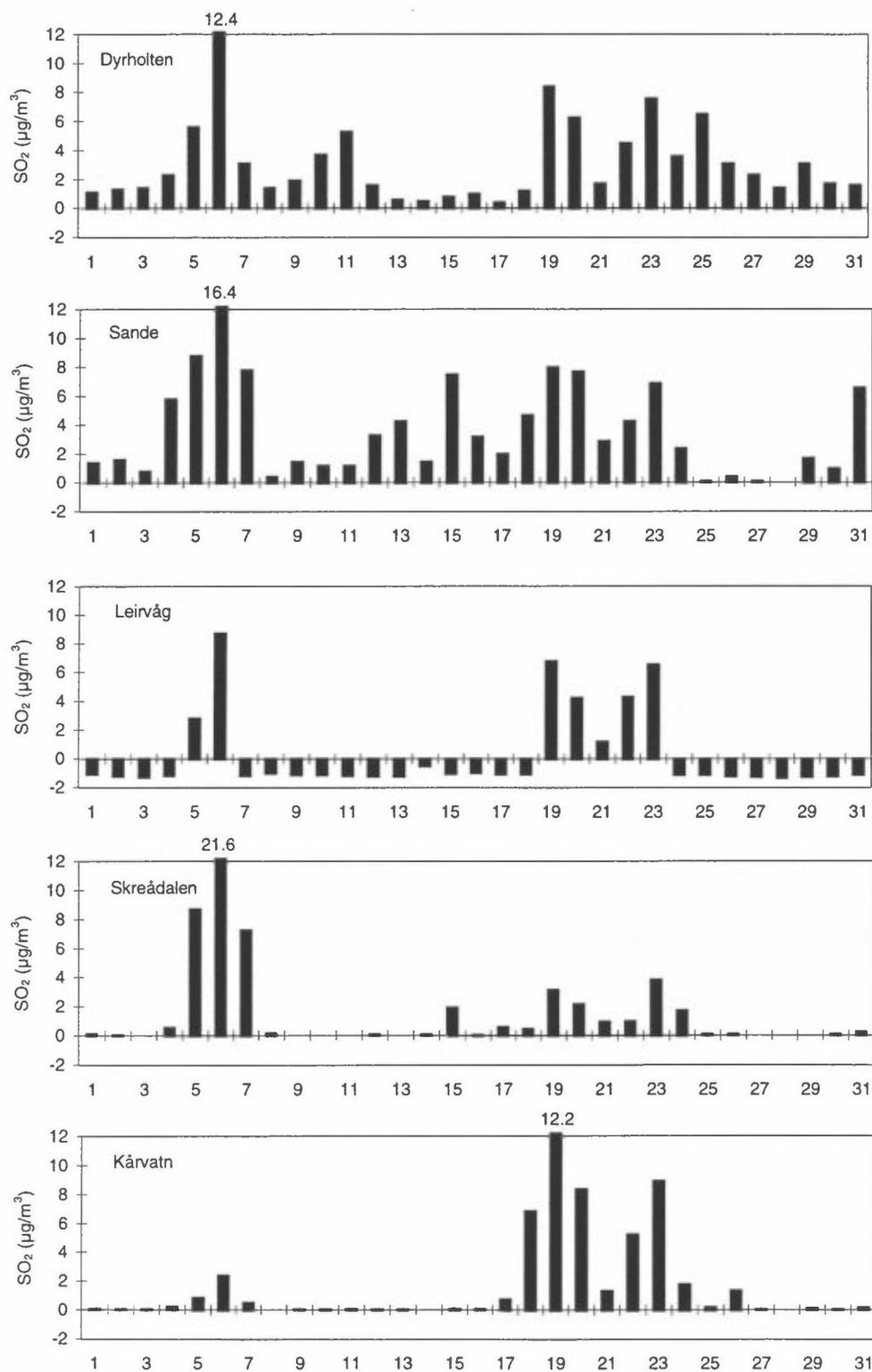
Døgnmiddelverdier av SO₂ fra Dyrholten, Sande, Leirvåg, Skreådalen og Nausta i oktober 1994 (µg/m³). Negative verdier på Leirvåg betyr at verdiene er lavere enn metodens deteksjonsgrense. Deteksjonsgrensen er lik absoluttverdien av den angitte negative verdien.



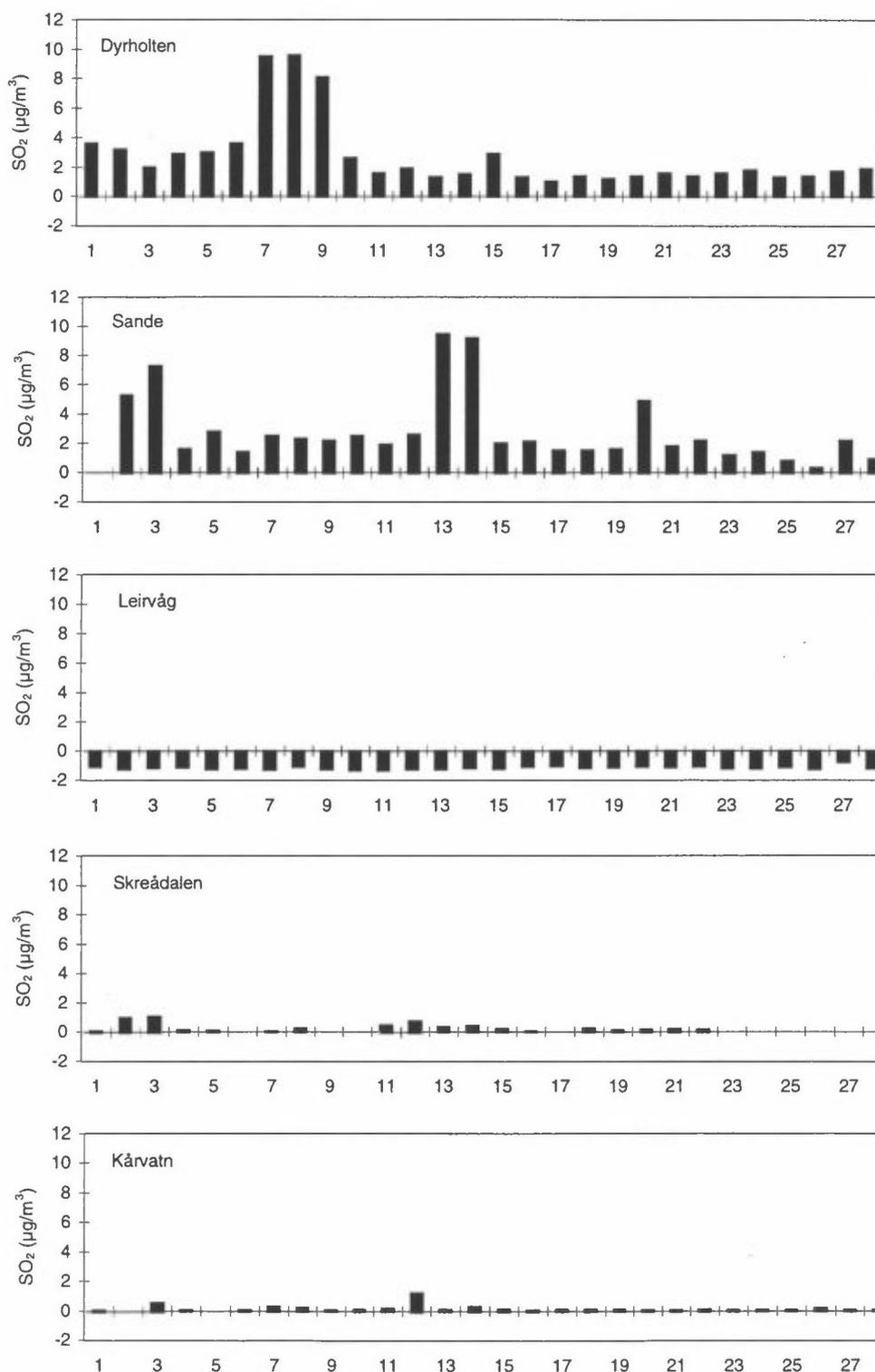
Døgnmiddelverdier av SO₂ fra Dyrholten, Sande, Leirvåg, Skreådalen og Nausta i november 1994 (µg/m³). Negative verdier på Leirvåg betyr at verdiene er lavere enn metodens deteksjonsgrense. Deteksjonsgrensen er lik absoluttverdien av den angitte negative verdien.



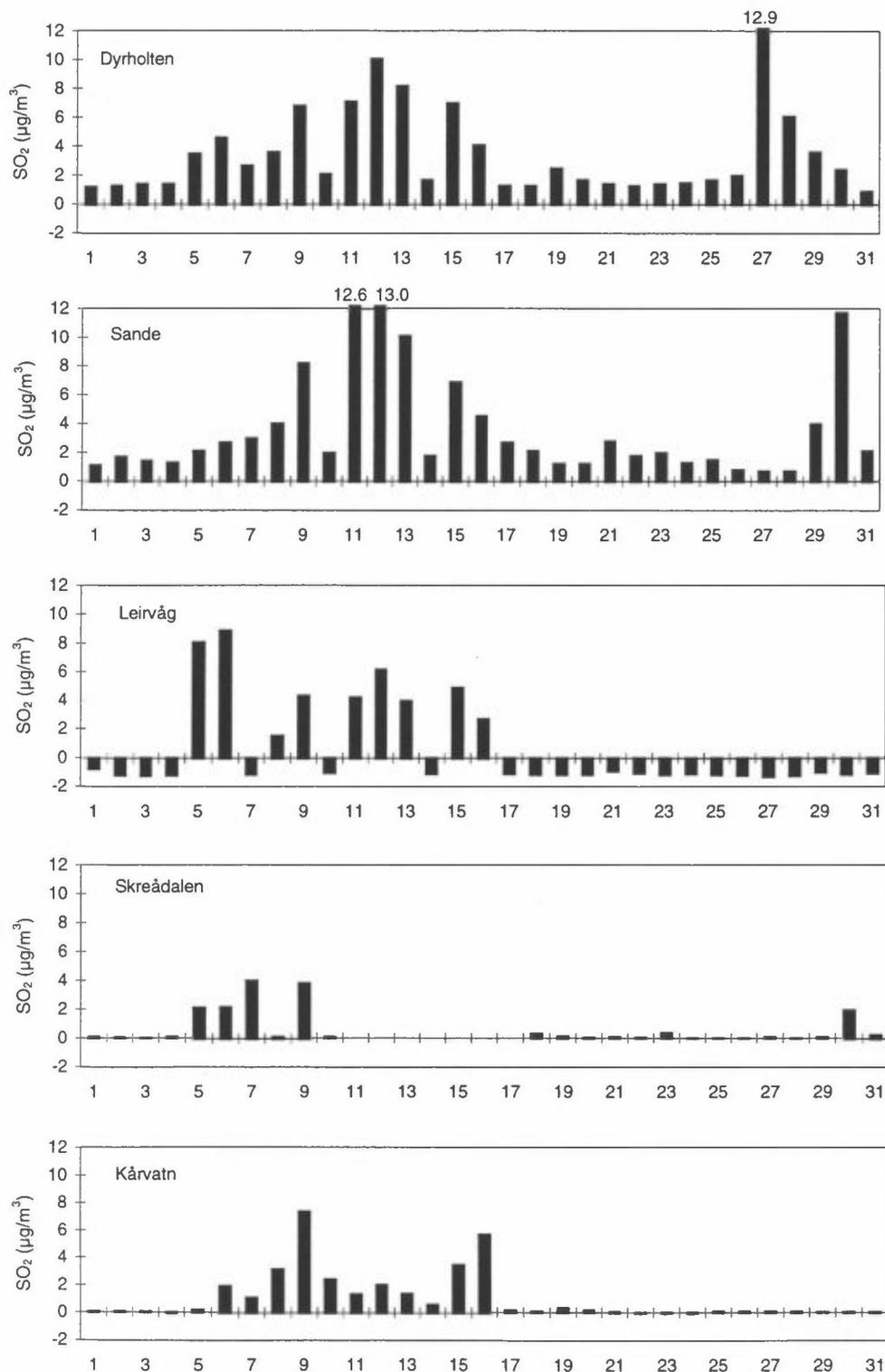
Døgnmiddelverdier av SO₂ fra Dyrholten, Sande, Leirvåg, Skreådalen og Nausta i desember 1994 (µg/m³). Negative verdier på Leirvåg betyr at verdiene er lavere enn metodens deteksjonsgrense. Deteksjonsgrensen er lik absoluttverdien av den angitte negative verdien.



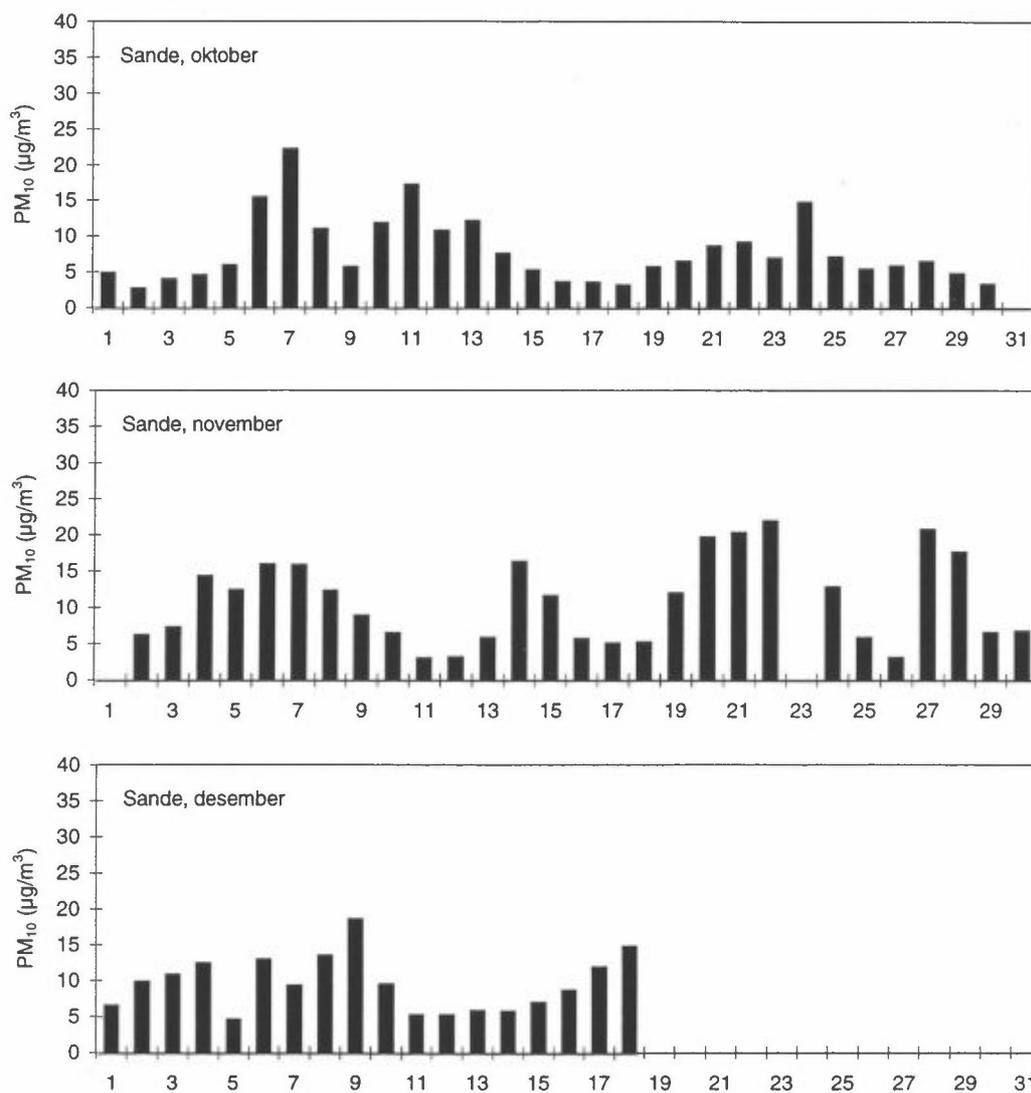
Døgnmiddelverdier av SO₂ fra Dyrholten, Sande, Leirvåg, Skreådalen og Kårvatn i januar 1995 (µg/m³). Negative verdier på Leirvåg betyr at verdiene er lavere enn metodens deteksjonsgrense. Deteksjonsgrensen er lik absoluttverdien av den angitte negative verdien.



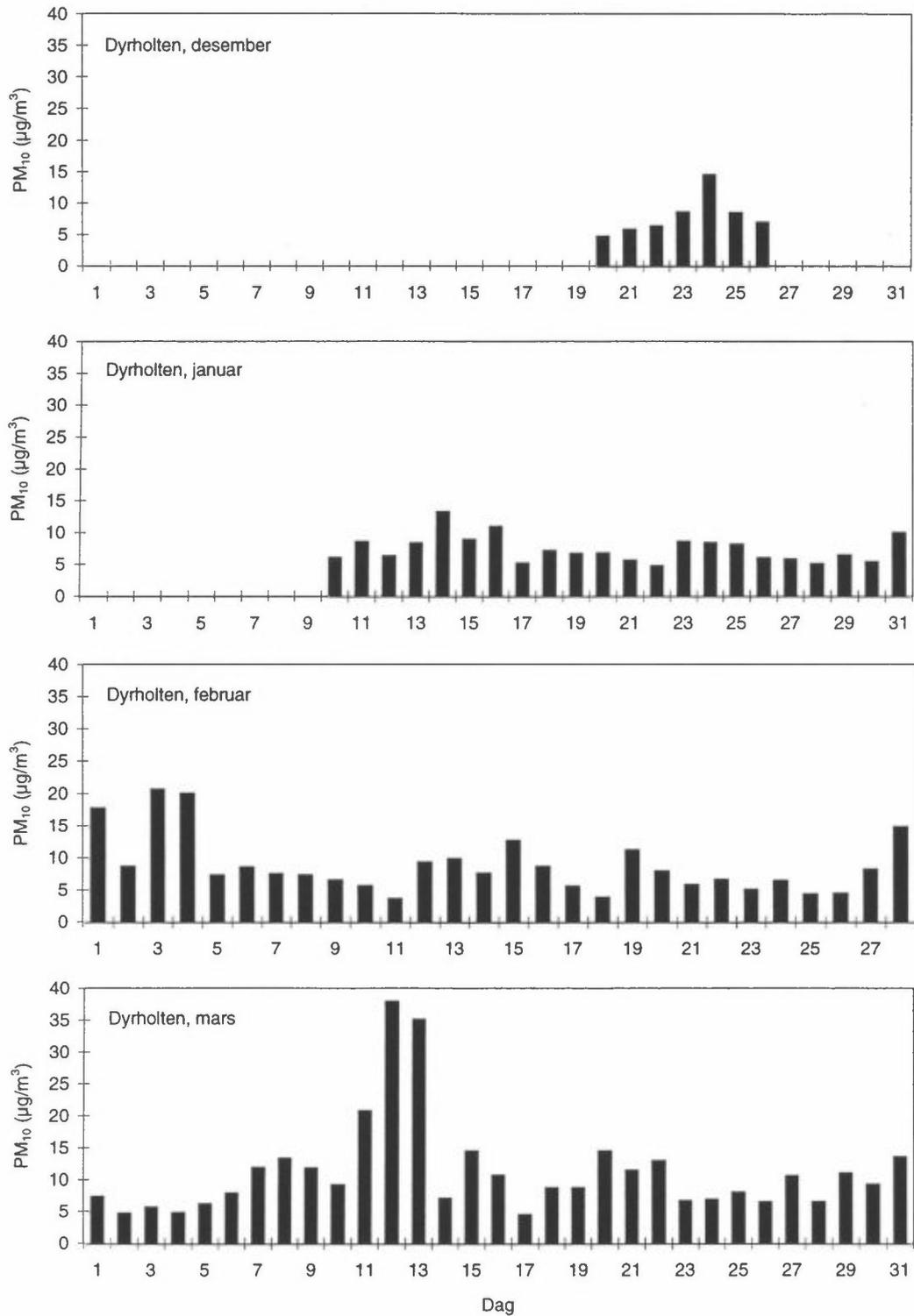
Døgnmiddelverdier av SO₂ fra Dyrholten, Sande, Leirvåg, Skreådalen og Kårvatn i februar 1995 (µg/m³). Negative verdier på Leirvåg betyr at verdiene er lavere enn metodens deteksjonsgrense. Deteksjonsgrensen er lik absoluttverdien av den angitte negative verdien.



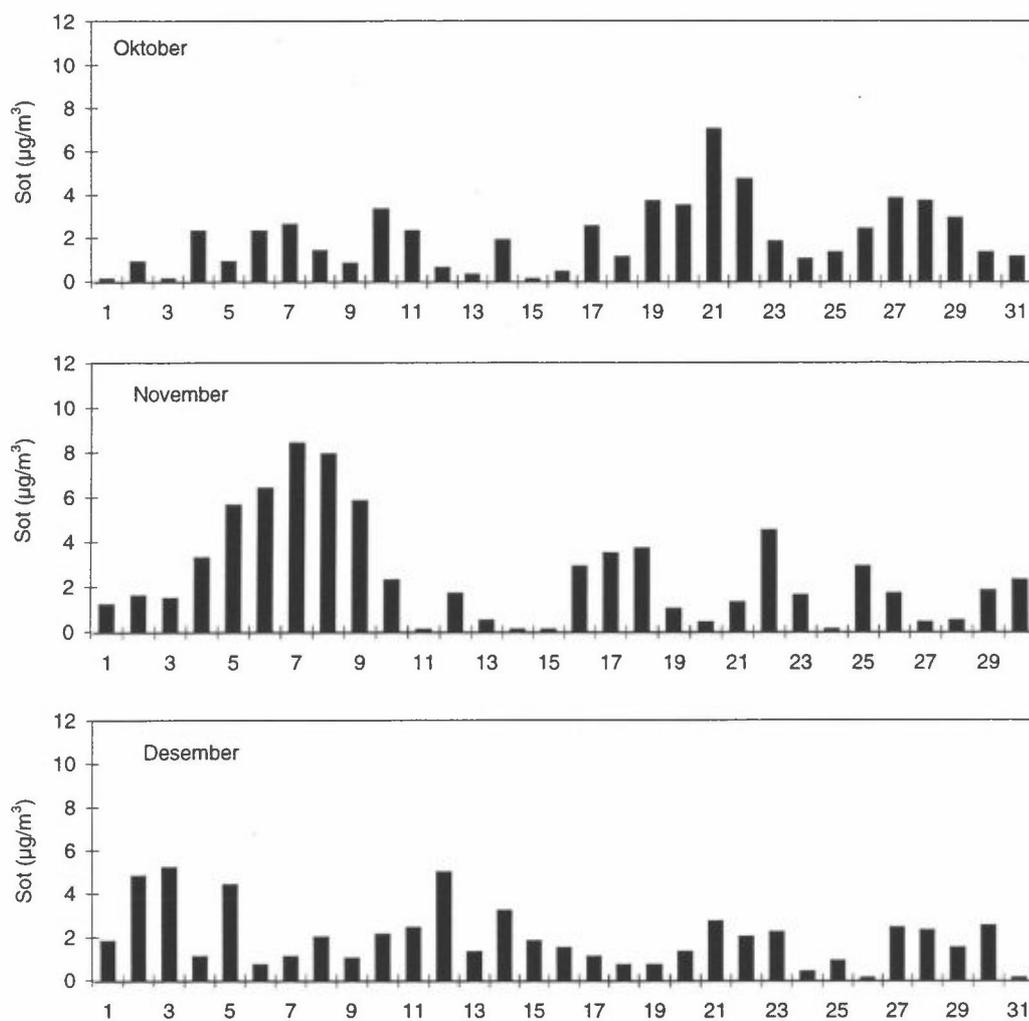
Døgnmiddelverdier av SO₂ fra Dyrholten, Sande, Leirvåg, Skreådalen og Kårvatn i mars 1995 (µg/m³). Negative verdier på Leirvåg betyr at verdiene er lavere enn metodens deteksjonsgrense. Deteksjonsgrensen er lik absoluttverdien av den angitte negative verdien.



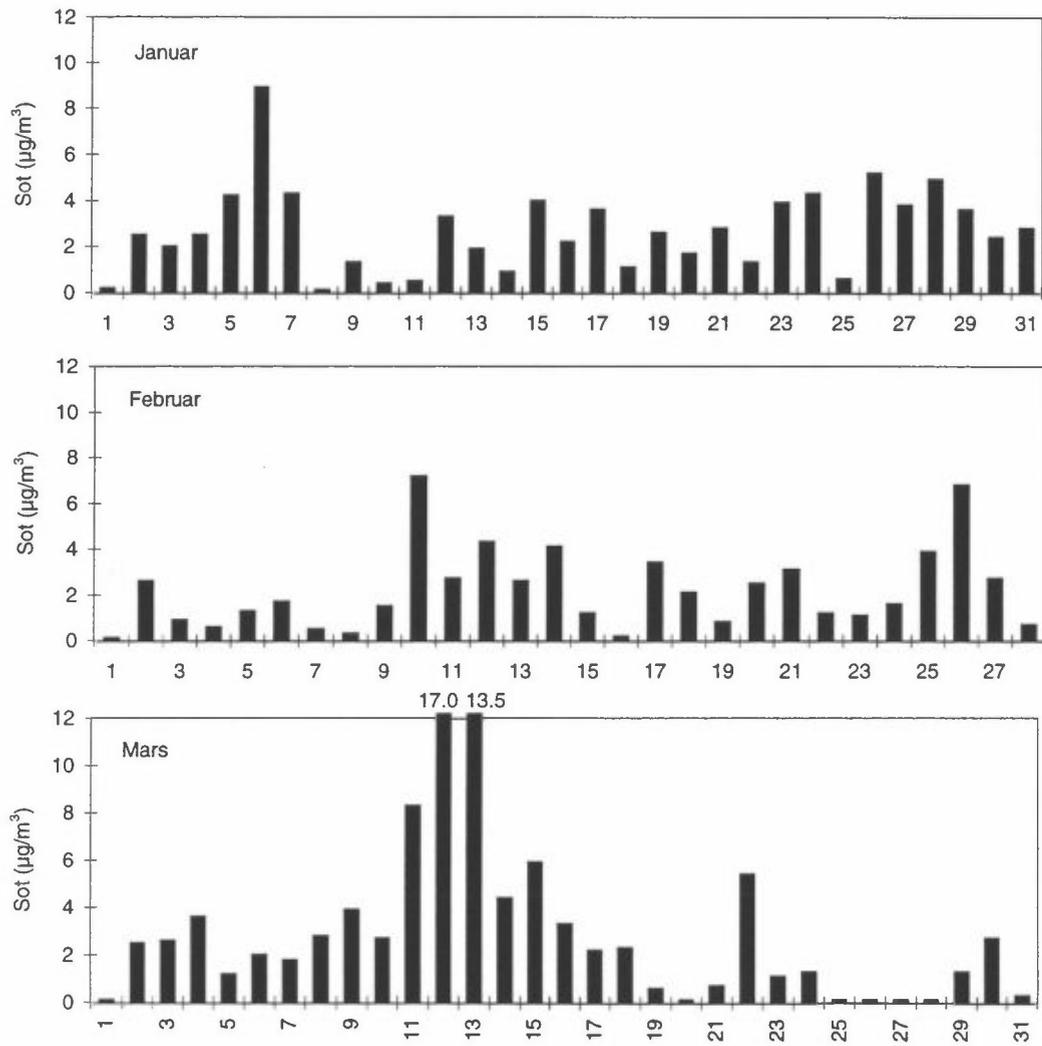
Døgnmiddelverdier av PM₁₀ fra Sande i oktober, november og desember 1994 (µg/m³).



Døgnmiddelverdier av PM₁₀ fra Dyrholten i desember 1994, januar, februar og mars 1995 (µg/m³).



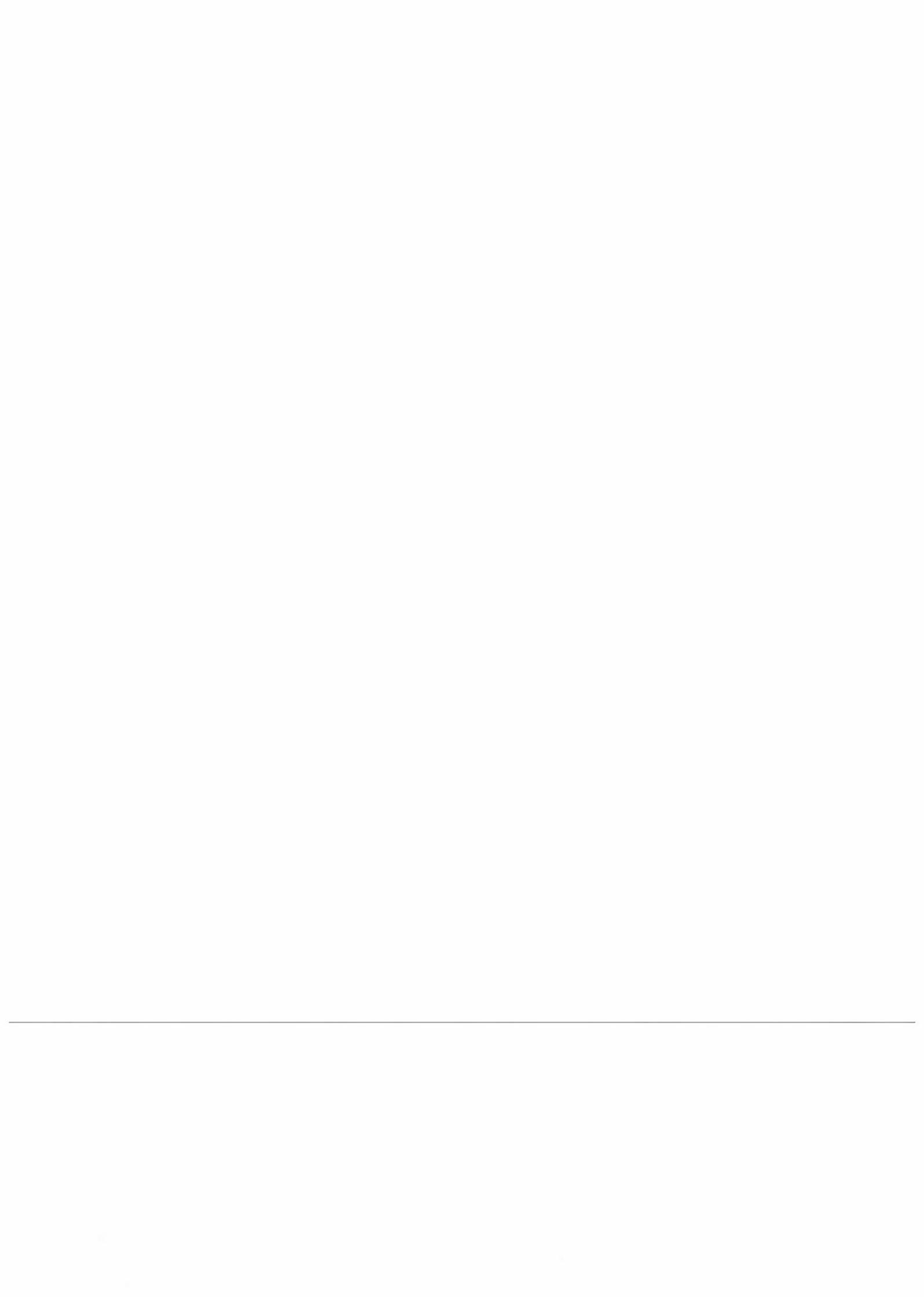
Døgnmiddelverdier av sot fra Leirvåg i oktober, november og desember 1994 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Døgnmiddelverdier av sot fra Leirvåg i januar, februar og mars 1995 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

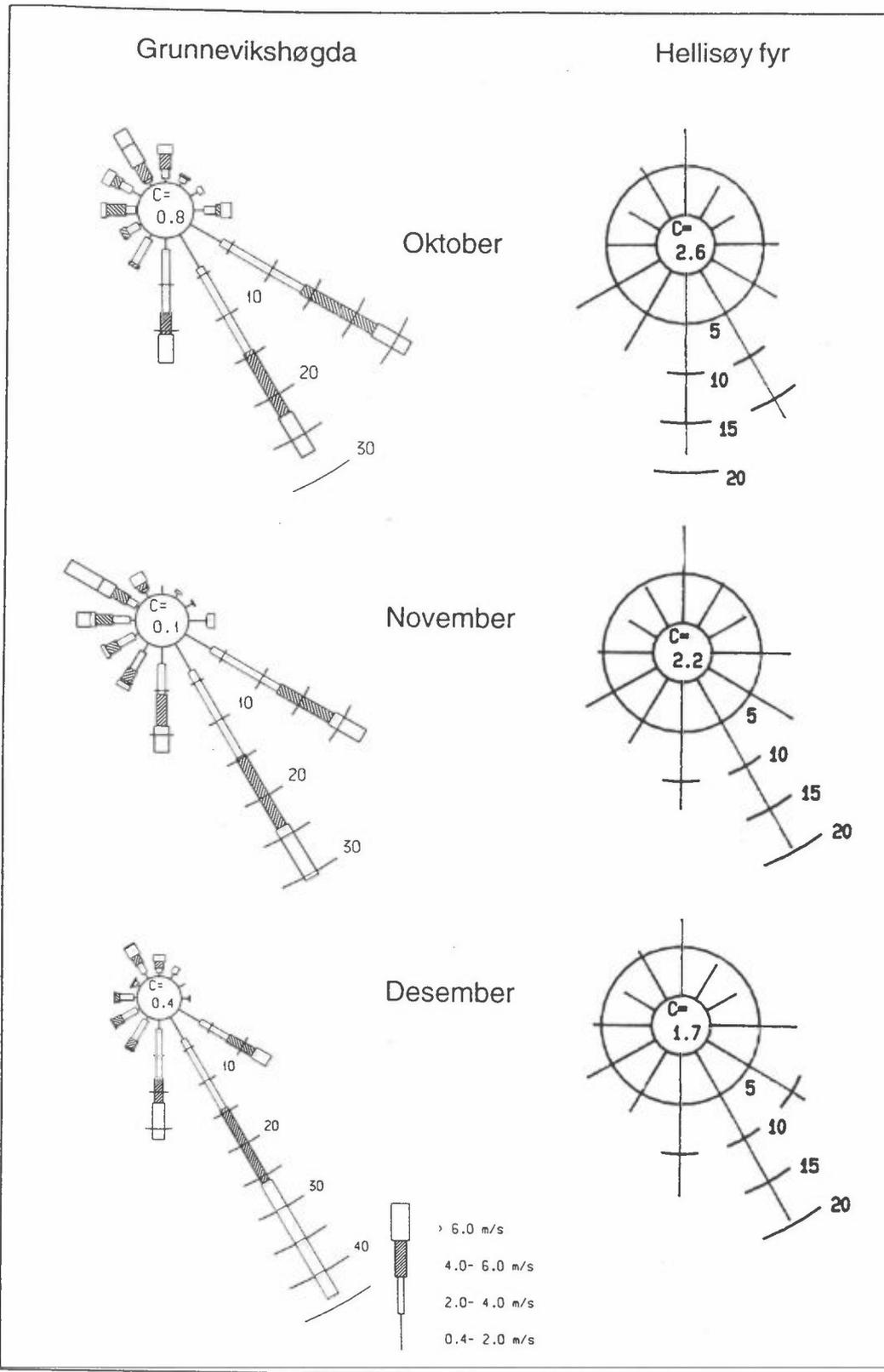
Vedlegg D

Tabell- og figurvedlegg

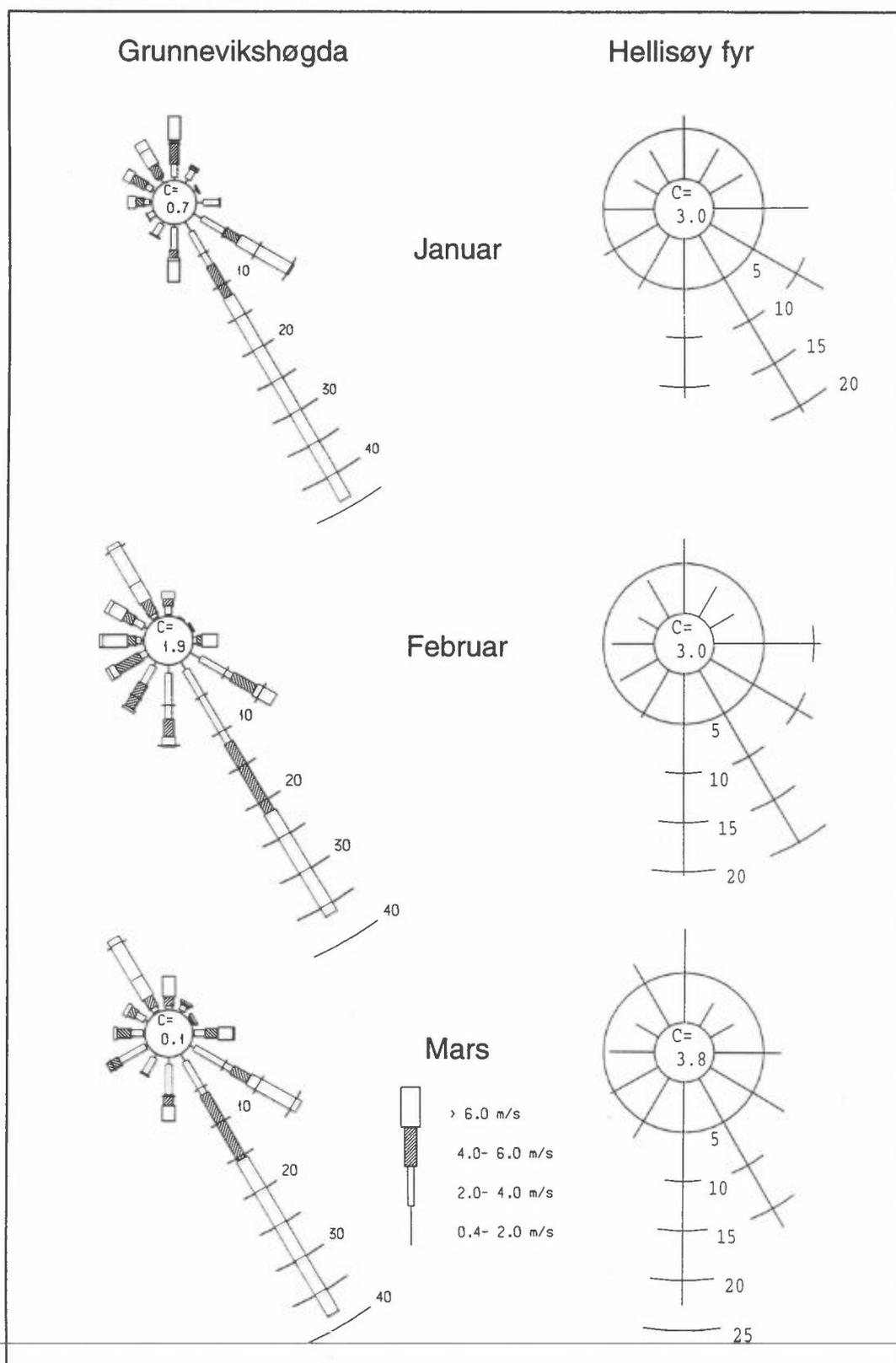


Tabell D1: Sammendrag av målinger av NO ved Dyrholten og Sande for hver måned i perioden oktober 1994-mars 1995 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

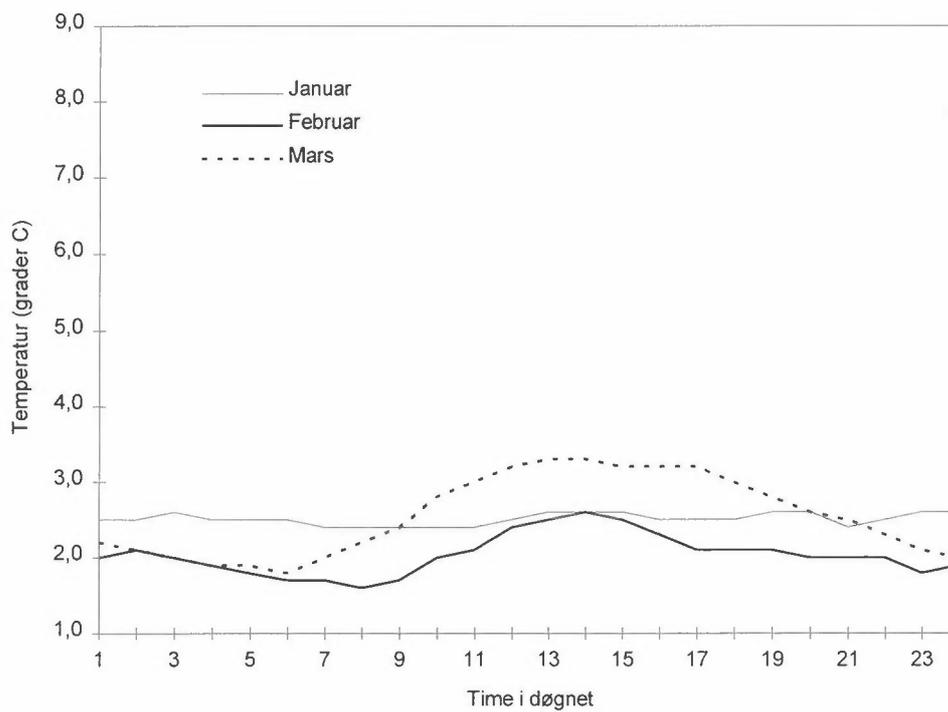
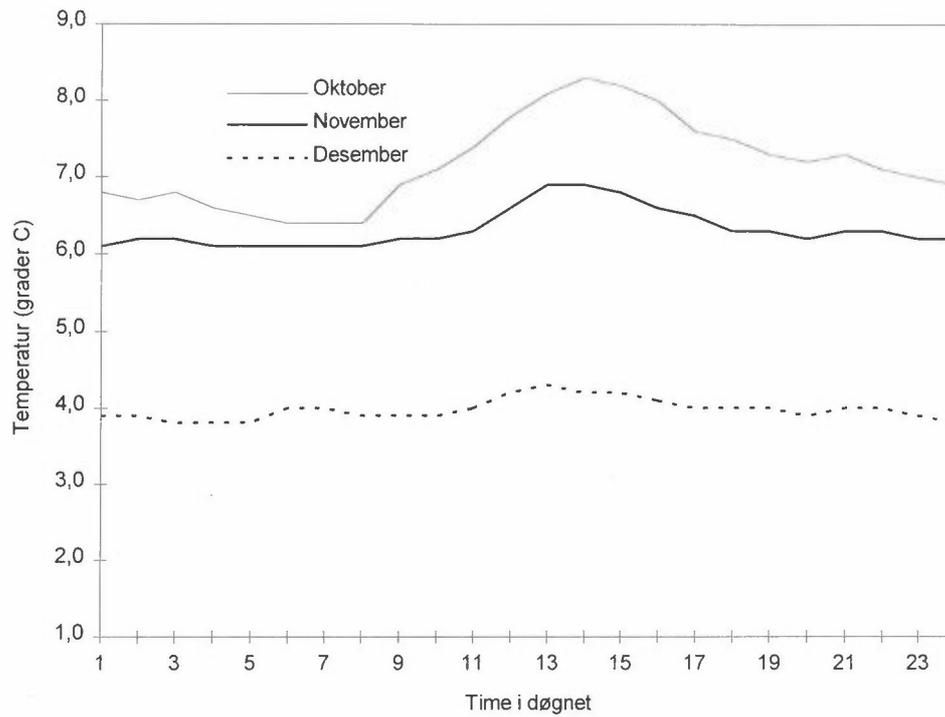
Måned	Stasjon	Månedsmiddel	Maks. døgn	Maks. time
Oktober 1994	Dyrholten	1,1	12,6	101,4
	Sande	0,5	1,2	14,1
November	Dyrholten	0,7	3,4	28,4
	Sande	0,3	1,3	10,6
Desember	Dyrholten	0,5	2,5	29,9
	Sande	0,3	3,2	19,9
Januar 1995	Dyrholten	0,5	2,8	17,9
	Sande	0,2	0,7	3,0
Februar	Dyrholten	0,5	1,8	17,5
	Sande	0,3	2,7	16,8
Mars	Dyrholten	0,8	5,5	28,9
	Sande	0,3	1,3	9,3



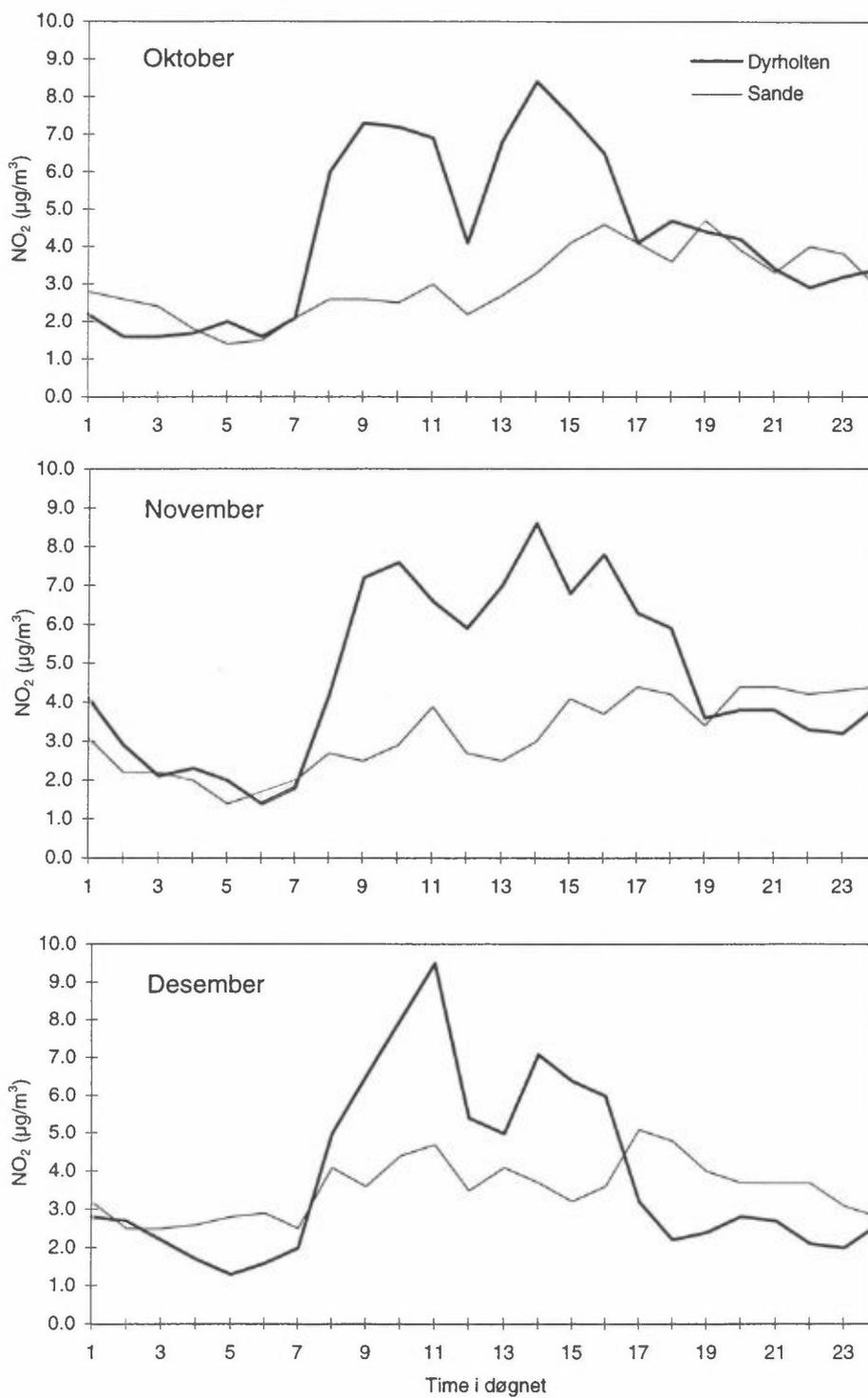
Figur D 1: Vindrosener for oktober, november og desember 1994 fra Grunnevikshøgda og for oktober, november og desember i årene 1961-1990 fra Hellisøy fyr. Vindrosene viser prosent av tiden det var vind fra tolv 30°-sektorer. Tallet C i midten av vindrosene viser hvor stor del av tiden det var vindstyrke lavere enn 0,4 m/s eller vindstille.



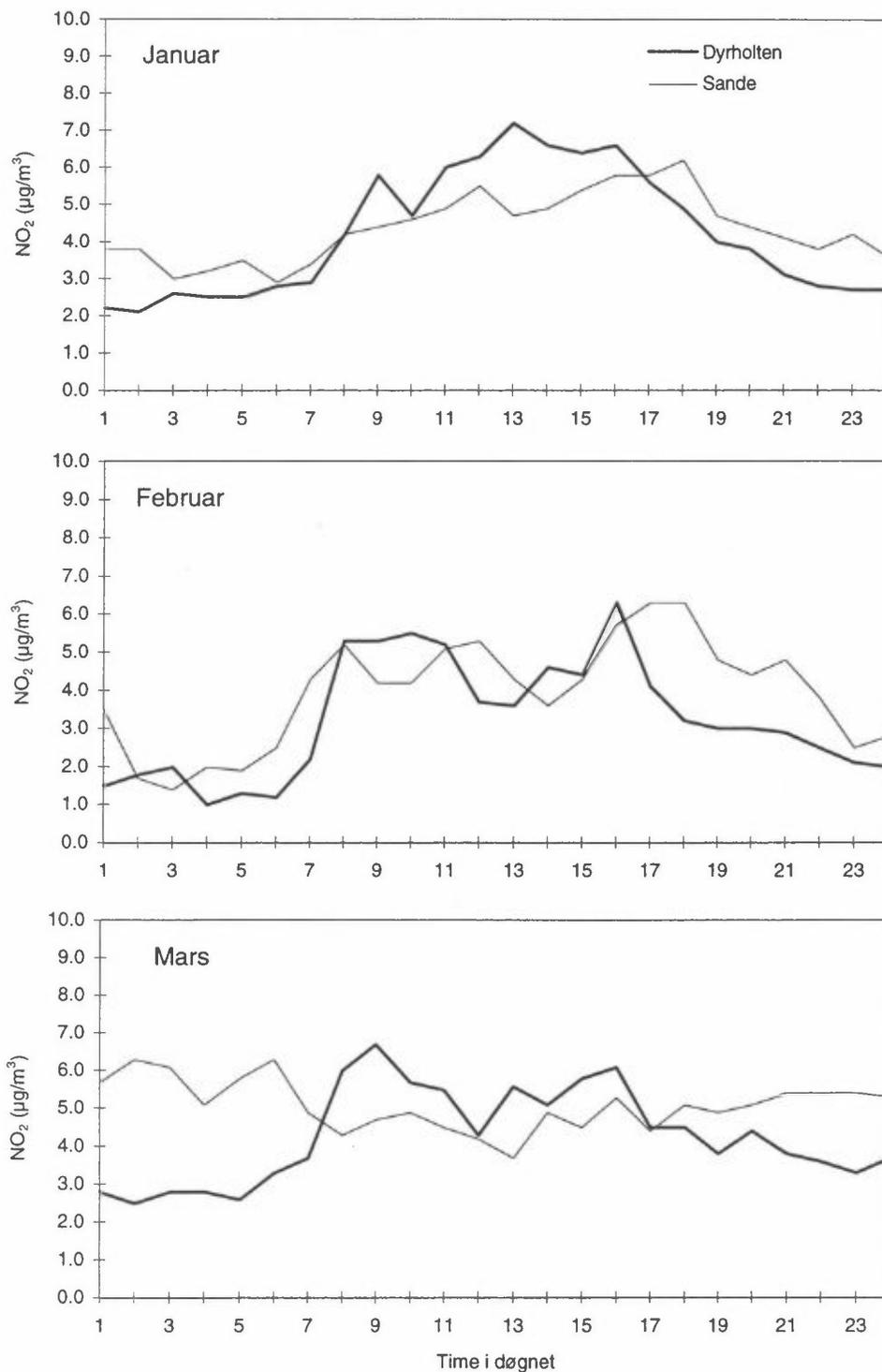
Figur D2: Vindrosener for januar, februar og mars 1995 fra Grunnevikshøgda og for januar, februar og mars i årene 1961-1990 fra Hellisøy fyr. Vindrosene viser prosent av tiden det var vind fra tolv 30°-sektorer. Tallet C i midten av vindrosene viser hvor stor del av tiden det var vindstyrke lavere enn 0,4 m/s eller vindstille.



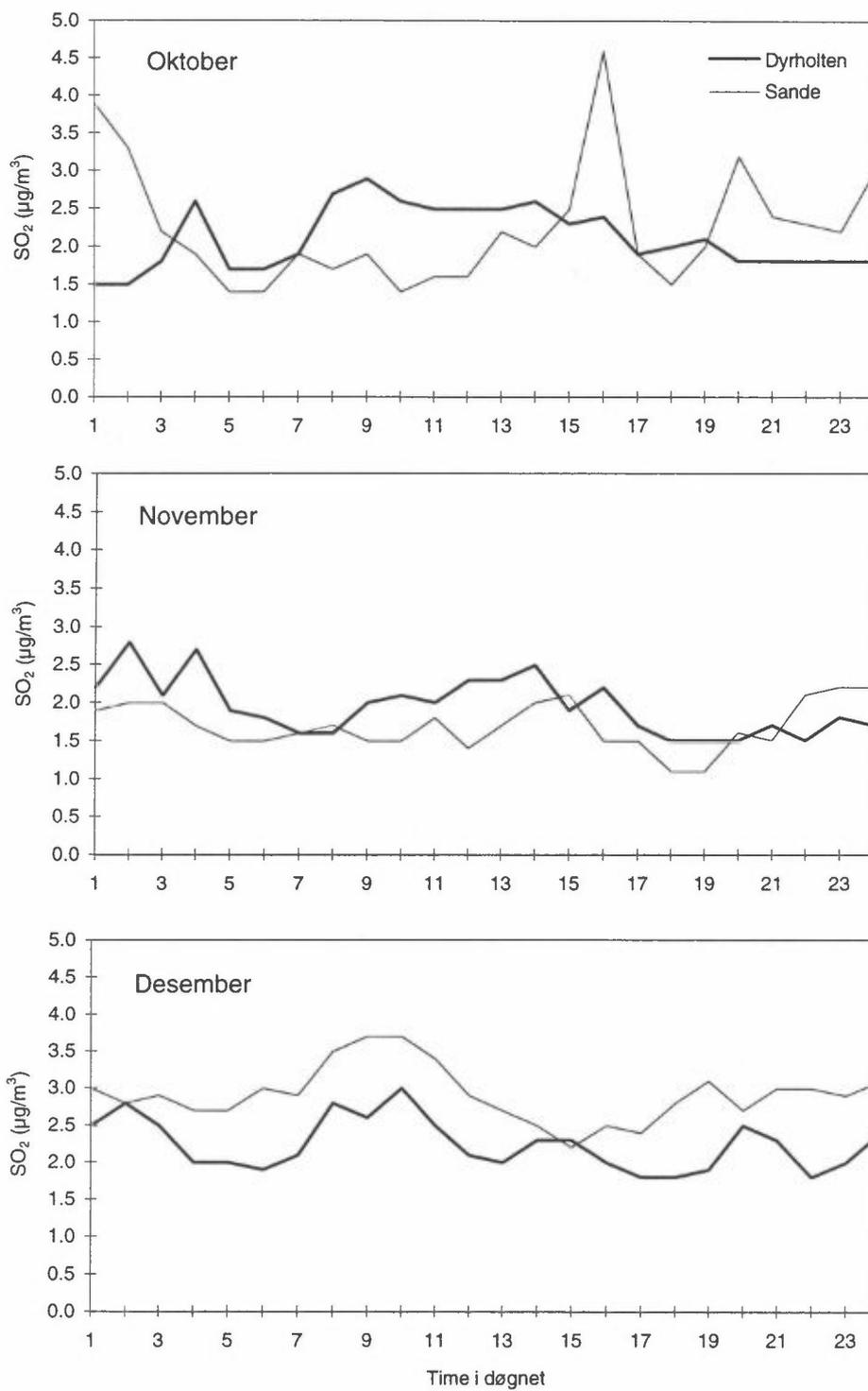
Figur D3: Midlere temperaturvariasjon over døgnet for hver måned i perioden oktober 1994-mars 1995.



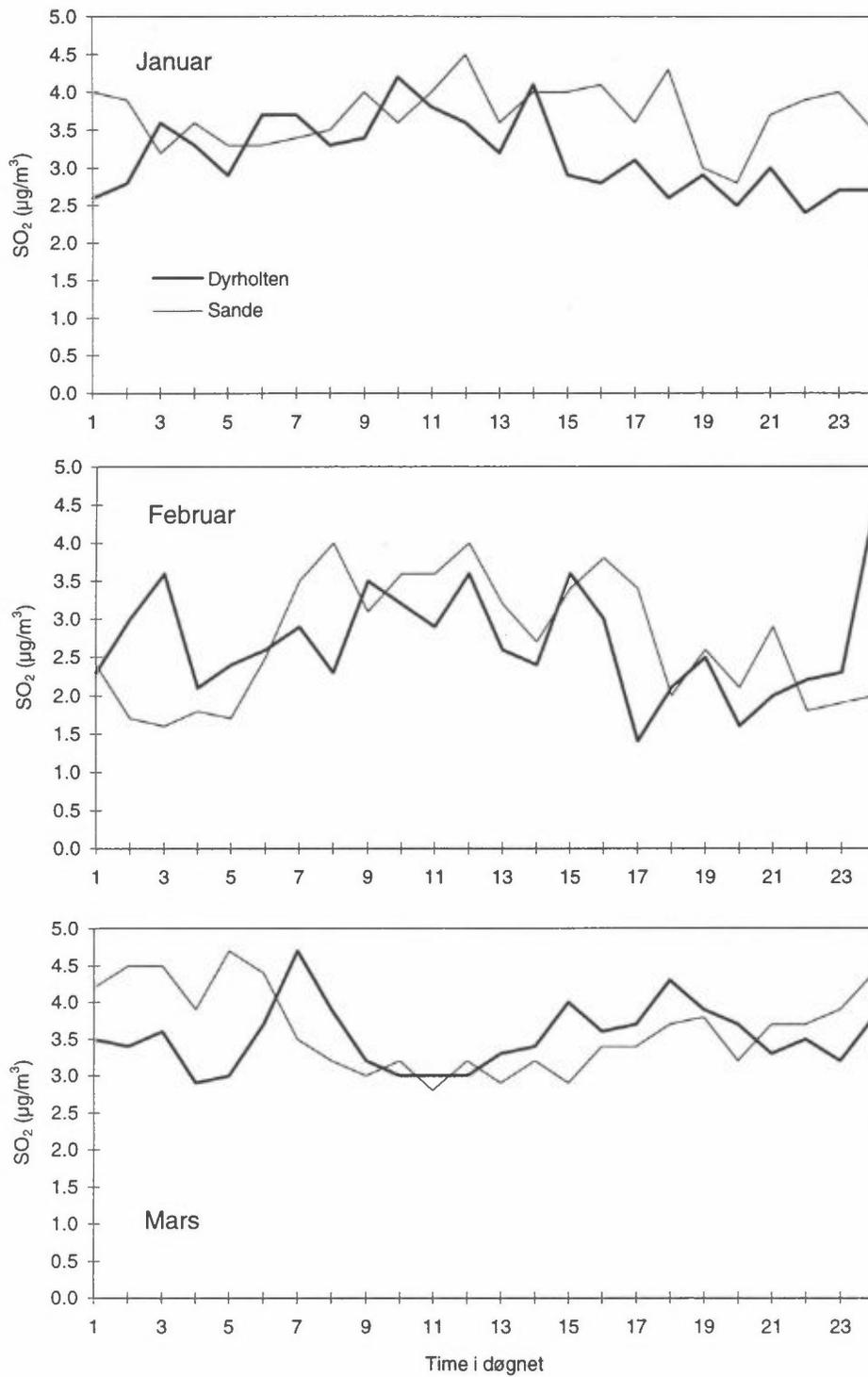
Figur D4: Gjennomsnittskonsentrasjon over døgnet av NO₂ ved Dyrholten og Sande i oktober, november og desember 1994 (µg/m³).



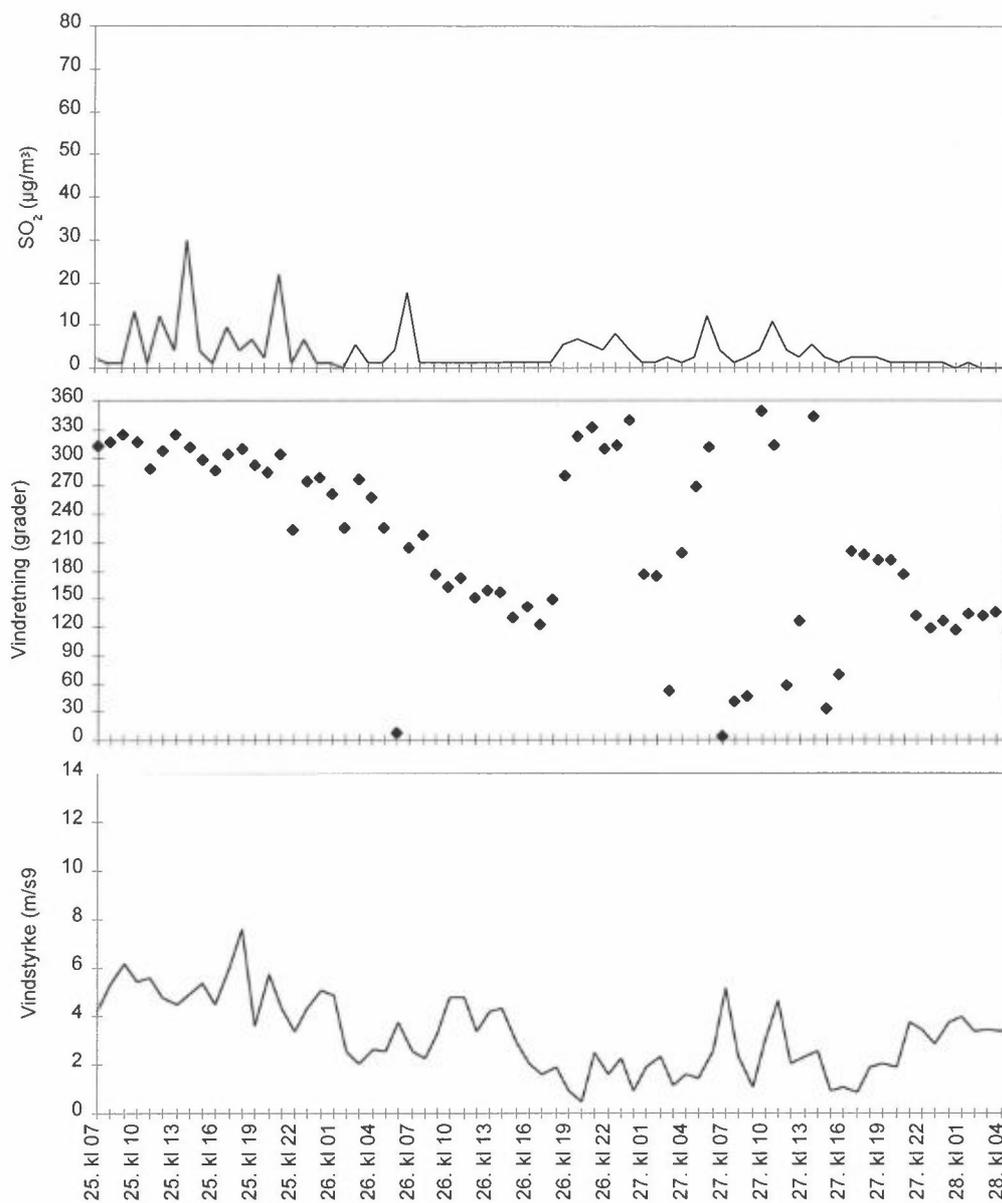
Figur D5: Gjennomsnittskonsentrasjon over døgnet av NO₂ ved Dyrholten og Sande i januar, februar og mars 1995 (µg/m³).



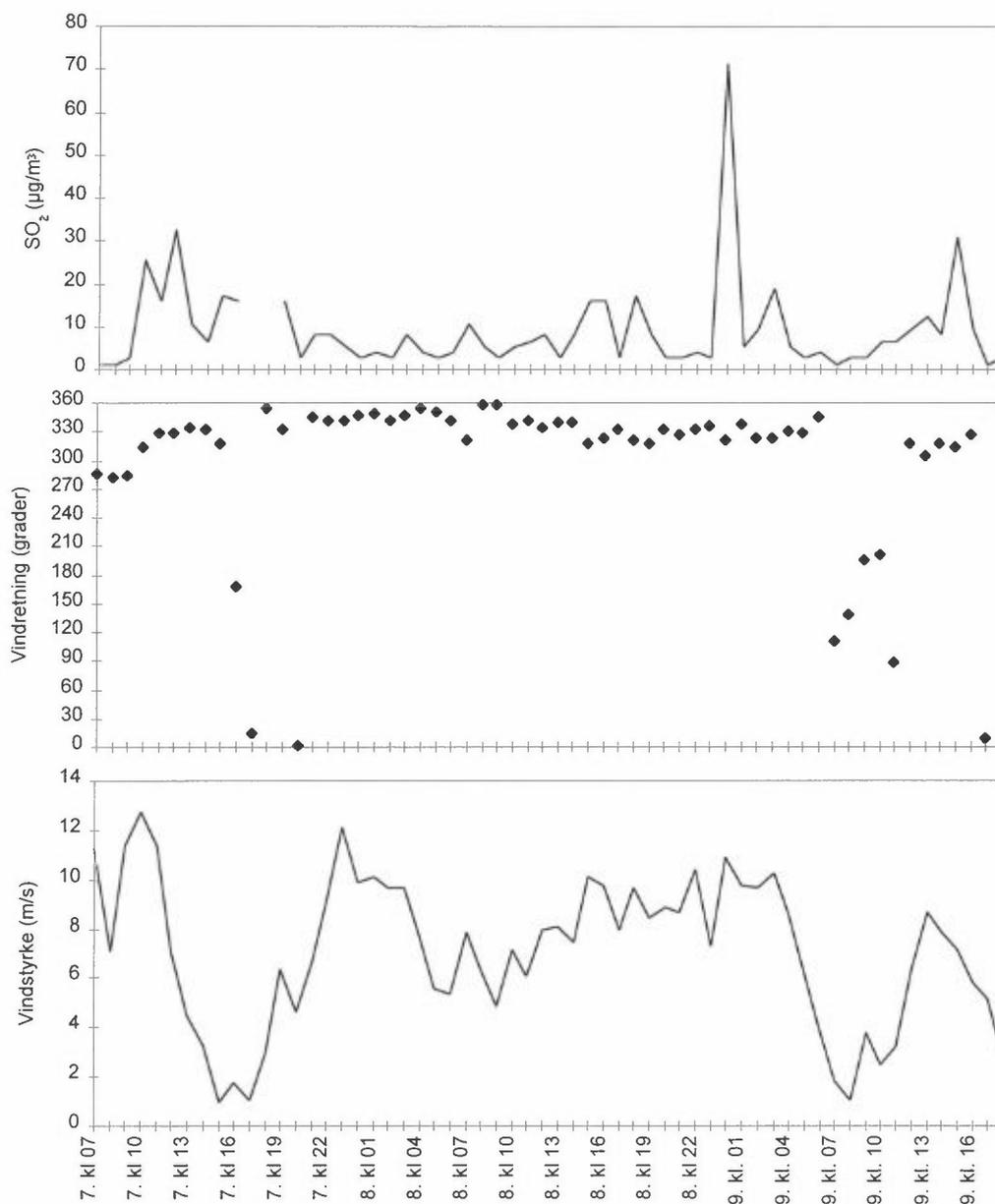
Figur D6: Gjennomsnittskonsentrasjon over døgnet av SO₂ fra Dyrholten og Sande i oktober, november og desember 1994 (µg/m³).



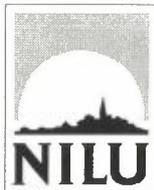
Figur D7: Gjennomsnittskonsentrasjon over døgnet av SO₂ på Dyrholten og Sande i januar, februar, og mars 1995 (µg/m³).



Figur D8: Timemiddelkonsentrasjoner av SO₂ (µg/m³) på Dyrholten og vindretning (grader) og vindstyrke (m/s) på Grunnevikshøgda i perioden 25.1.1995 kl 07-28.1.1995 kl 05.



Figur D9: Timemiddelkonsentrasjoner av SO₂ (µg/m³) på Dyrholten og vindretning (grader) og vindstyrke (m/s) på Grunnevikshøgda i perioden 7.2.1995 kl 07-9.2.1995 kl 18.



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAKS RAPPORT	RAPPORT NR. OR 24/95	ISBN-82-425-0678-7	
DATO 15.6. 1995	ANSV. SIGN. <i>Leif Otto Hagen</i>	ANT. SIDER 92	PRIS NOK 150,-
TITTEL Overvåking av luftkvalitet ved Statoil Mongstad i perioden oktober 1994- mars 1995		PROSJEKTLEDER Leif Otto Hagen	
		NILU PROSJEKT NR. O-94077	
FORFATTER(E) Leif Otto Hagen og Mona Johnsrud		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. Hege Abrahamsen	
OPPDRAKSGIVER Den norske stats oljeselskap a.s. Divisjon Mongstad 5154 MONGSTAD			
STIKKORD Måleprogram	Luftkvalitet	Meteorologi	
REFERAT På oppdrag fra Statoil Mongstad har NILU utført målinger av luftkvalitet og meteorologiske forhold i perioden oktober 1994-mars 1995. I forhold til tilsvarende målinger i 1989/90 var utslippene av SO ₂ vesentlig redusert, mens utslippene av NO _x var på samme nivå. Det gjennomsnittlige forurensningsnivået i 1994/95 var omtrent som i 1989/90 eller litt lavere. Nivået var meget lavt i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier og i forhold til nivået i de største byene. Forhøyete konsentrasjoner ble registrert ved vind fra raffineriet mot målestasjonene.			
TITLE Air quality monitoring at Mongstad, October 1994-March 1995.			
ABSTRACT			

* Kategorier: A Åpen - kan bestilles fra NILU
B Begrenset distribusjon
C Kan ikke utleveres