

NILU : OR 4/95
REFERANSE : O-94077
DATO : MARS 1995
ISBN : 82-425-0648-5

**Overvåking av
luftkvalitet ved Statoil
Mongstad i 1994/95
Statusrapport for perioden
oktober-desember 1994**

Leif Otto Hagen og Mona Johnsrud

Innhold

	Side
Sammendrag	3
1. Innledning	7
2. Hensikt.....	7
3. Utslippsforhold.....	7
4. Måleprogram.....	8
5. Meteorologiske forhold	11
5.1 Vindretning	11
5.2 Vindstyrke.....	13
5.3 Temperatur.....	14
5.4 Atmosfærens stabilitet.....	15
6. Luftkvalitet.....	16
6.1 Anbefalte luftkvalitetskriterier	17
6.2 Nitrogenoksider (NO, NO ₂).....	18
6.3 Svoveldioksid (SO ₂).....	24
6.4 Svevestøv (PM ₁₀)	28
6.5 Sot.....	30
6.6 Perioder med spesielle driftsforhold	31
7. Referanser	33
Vedlegg A Grafisk presentasjon av timemiddelverdier av meteorologiske parametre	35
Vedlegg B Grafisk presentasjon av timemiddelverdier av luftkvalitetsparametere.....	41
Vedlegg C Grafisk presentasjon av døgnmiddelverdier av nitrogendioksid (NO₂), svoveldioksid (SO₂) og sot	51

Sammendrag

Norsk institutt for luftforskning (NILU) utfører for Den norske stats oljeselskap a.s. (Statoil) et måleprogram for luftkvalitet ved Statoil Mongstad i perioden oktober 1994-mars 1995. Denne rapporten oppsummerer resultatene av målingene i 4. kvartal 1994.

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

Måleprogrammet omfatter meteorologiske parametre på Grunnevikshøgda og luftkvalitetsmålinger ved Leirvåg, Dyrholten og Sande. Luftkvalitetsmålingene ved Dyrholten og Sande utføres med kontinuerlig registrerende instrumenter (timeverdier), mens det ved Leirvåg tas døgnprøver som analyseres i NILUs laboratorium.

De meteorologiske målingene i perioden oktober-desember 1994 viste at vind fra sørøstlig kant dominerte. Vind fra nordvest hadde høyest midlere vindstyrke. Ustabil og nøytral sjiktning i atmosfæren, som gir gode spredningsforhold, forekom i to tredeler av tiden. Det var kaldere enn normalt i oktober og litt varmere enn normalt i november og desember.

Luftkvalitetsmålingene viste at både månedsmiddelkonsentrasjoner og maksimale døgn- og timemiddelkonsentrasjoner for de målte stoffene var lavere enn anbefalte luftkvalitetskriterier satt ut fra virkninger på helse. Også i forhold til forurensningsnivået i Oslo var konsentrasjonene i Mongstad-området lave.

Månedsmiddelverdiene av nitrogendioksid (NO₂) var 3-5 µg/m³ i perioden oktober-desember 1994, mens middelverdien på fem stasjoner i Oslo de samme månedene i 1993 var vel 50 µg/m³. De høyeste døgn- og timemiddelverdiene ble målt på Dyrholten til henholdsvis 18 µg/m³ og 83 µg/m³. Begge disse verdiene skyldes utslippet fra biltrafikken i nærområdet. Ved Sande, som ikke er påvirket av utslipp fra trafikken, var høyeste døgnmiddelverdi av NO₂ 12 µg/m³ og høyeste timemiddelverdi 49 µg/m³.

Både Sande og Dyrholten hadde forhøyete NO₂-verdier ved vind fra Statoil Mongstad. På Sande var gjennomsnittsverdien da 7-8 µg/m³, mens den ved Dyrholten var ca. 11 µg/m³. Dyrholten hadde også en middelverdi på ca. 11 µg/m³ ved vind fra østlig kant, som skyldes biltrafikken i nærområdet.

Selv om 95% av nitrogenoksid (NO_x)-utslippene fra Statoil Mongstad er nitrogenmonoksid (NO), måles det meget lave NO-konsentrasjoner i området. Dette skyldes den meget raske reaksjonen mellom NO og tilgjengelig ozon (O₃) i luften som gir NO₂. O₃ er i hovedsak langtransportert forurensning fra andre deler av Europa.

Målinger ved Skreådalen i Vest-Agder sammenholdt med målingene på Mongstad viste at det langtransporterte NO_2 -bidraget var lite, høyst $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som langtidsmiddel og maksimalt $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som døgnmiddelverdi.

Sammenliknet med målingene i 1989/90 ser NO_2 -nivået ut til å være lite endret i overensstemmelse med at utslippene er omtrent de samme.

Månedsmiddelverdiene av svoveldioksid (SO_2) varierte fra under $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på Leirvåg i november til knapt $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på Sande i desember. I Oslo sentrum var middelverdien for perioden oktober-desember 1993 $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De høyeste døgn- og timemiddelverdiene ble målt på Sande til henholdsvis $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i perioder med vindretning fra Statoil Mongstad. I gjennomsnitt var middelkonsentrasjonen av SO_2 rundt $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på Sande ved vind fra Statoil Mongstad, mens den var vel $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på Dyrholten ved vind fra raffineriet. Biltrafikken ga bare ubetydelige bidrag på Dyrholten.

Ut fra målinger på bakgrunnsstasjonene Skreådalen og Nausta var bidraget fra langtransporterte SO_2 -forurensninger i Mongstad-området i perioden oktober-desember 1994 mindre enn $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som langtidsmiddelverdi, mens maksimal døgnmiddelverdi var ca. $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De høyeste døgnmiddelverdiene av SO_2 på Dyrholten og Leirvåg i 4. kvartal 1994 var omtrent som eller litt lavere enn i de samme månedene i 1989.

Månedsmiddelkonsentrasjonene av svevestøv (PM_{10}), partikler med diameter under $10 \mu\text{m}$, varierte mellom $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på Sande i 4. kvartal 1994. Høyeste døgnmiddelverdi var $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens høyeste timemiddelverdi var $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I Oslo var middelverdien av PM_{10} for fire stasjoner $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i oktober/november 1993, mens midlere maksimale døgnmiddelverdier var $114 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ved en av de store innfartsveiene til Oslo ble det målt timemiddelverdier av PM_{10} på over $700 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og døgnmiddelverdier over $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ våren og høsten 1994.

PM_{10} -målingene på Sande viste at en vesentlig del skyldes sjøsaltpartikler. Ved vind fra Statoil Mongstad mot Sande var middelkonsentrasjonen ca. $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ høyere enn fra nærliggende vindretninger. De få timene konsentrasjonen var over $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ var vindretningen fra raffineriet, men det er umulig å fastslå det eventuelle bidraget fra sjøsalt disse timene.

Målingene av PM_{10} på Dyrholten i månedene januar-mars 1995 vil trolig gi sikrere informasjon om bidraget fra Statoil Mongstad (og biltrafikken), da denne stasjonen kan være mindre influert av sjøsaltpartikler.

Sotmålingene på Leirvåg i 4. kvartal 1994 viste månedsmiddelverdier på $2\text{-}3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eller om lag en tidel av nivået i Oslo sentrum i 4. kvartal 1993. For de maksimale døgnmiddelverdiene var forskjellen enda større. Sammenliknet med 1989 var sotnivået litt lavere i 1994.

I kortere perioder har utslippene fra Statoil Mongstad vært betydelig endret. Stans i krakkeranlegget i to perioder i oktober og desember 1994 er oppgitt å ha medført 65% reduserte NO_x-utslipp. I disse periodene ble det i gjennomsnitt målt lavere konsentrasjoner enn ellers både på Sande og Dyrholten ved vind fra raffineriet, men konsentrasjonene var mindre redusert enn utslippet.

SO₂-utslippene økte i perioder i november og desember 1994 med 65% som følge av stans i sjøvannsvaskeren i kalsineringsanlegget. Ved vind fra raffineriet mot Dyrholten økte middelkonsentrasjonen i gjennomsnitt litt mer enn utslippet. På Sande viste målingene heller en svak tendens til redusert SO₂-konsentrasjon ved vind fra Statoil Mongstad i perioder hvor det er rapportert om økt utslipp.

Belastningen i et målepunkt fra et skorsteinsutslipp er i hovedsak avhengig av fire elementer, utslippsmengde, røykløft, spredningsforhold og transportretning. Belastningen vil derfor kunne variere mye selv om utslippsmengden ikke endres.

Ved stans i krakkeranlegg og sjøvannsvasker vil utslippsforholdene endres. Dette vil påvirke spredning og utbredelse av utslippet sammenliknet med normal drift.

Overvåking av luftkvalitet ved Statoil Mongstad i 1994/95

Statusrapport for perioden oktober-desember 1994

1. Innledning

Norsk institutt for luftforskning (NILU) utfører for Den norske stats oljeselskap a.s. (Statoil) et måleprogram for luftkvalitet ved Statoil Mongstad i perioden oktober 1994-mars 1995.

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 er å kartlegge belastningen av svoveldioksid (SO_2), nitrogenoksider (NO , NO_x , NO_2) og støv i nærområdet rundt raffineriet. Sammen med tidligere målinger og spredningsberegninger skal 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. Utslippsforhold

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 (regnet som NO_2) for oktober, november og desember 1994. For å sammenlikne med tidligere målinger er også månedlige utslipp i perioden september 1989-august 1990 oppgitt. Utslippsmengdene er gitt i tabell 1.

Tabellen viser at utslippene av SO_2 er vesentlig redusert siden målingene i 1989/90, mens utslippene av NO_x er på samme nivå som tidligere. 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 (regnet som NO_2) ved Statoils oljeraffineri på Mongstad.

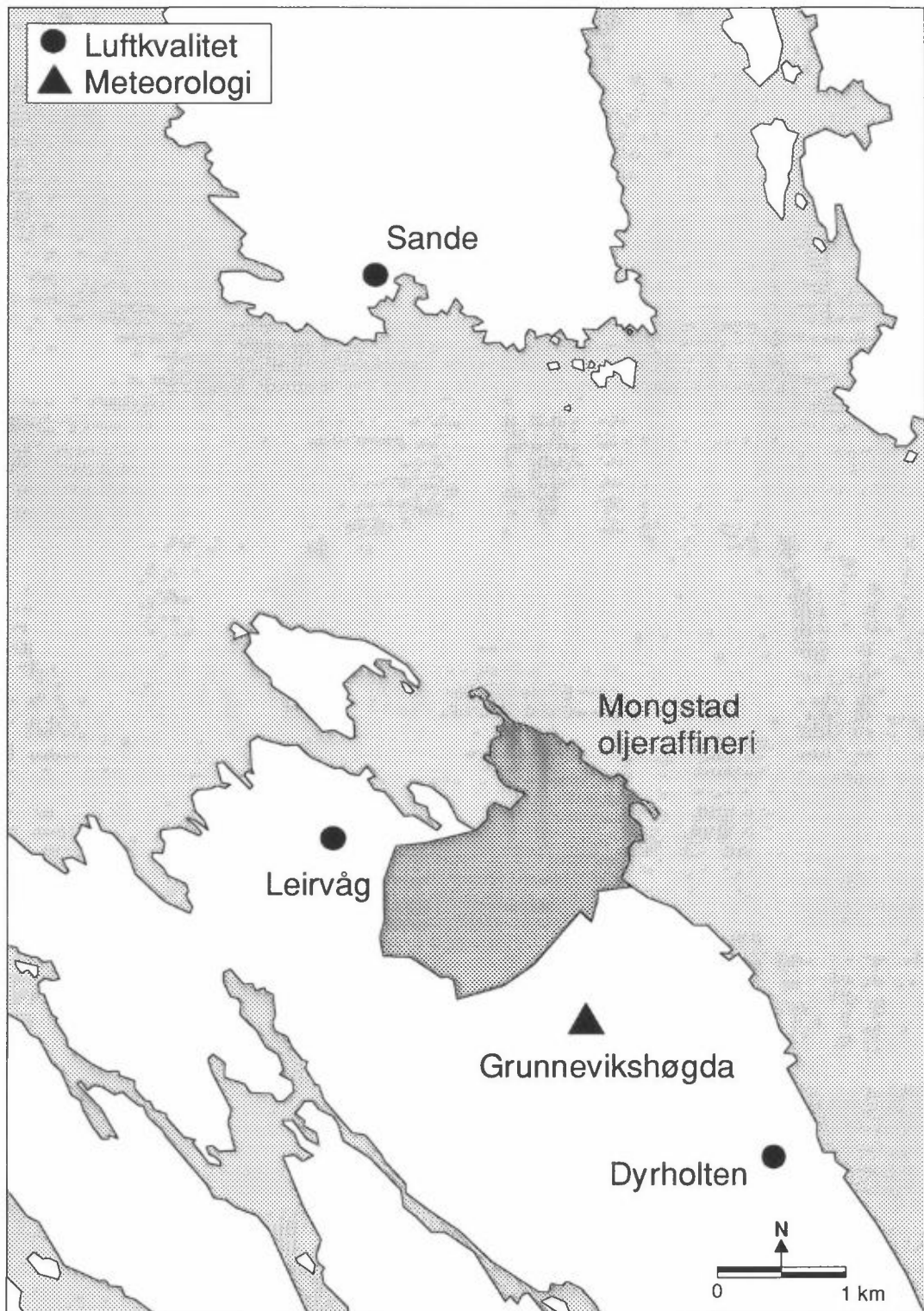
Måned	SO_2 (tonn/måned)	NO_x (tonn NO_2 /måned)
September 89	447	
Oktober 89	672	
November 89	498	
Desember 89	359	
Januar 90	232	146
Februar 90	380	136
Mars 90	169	101
April 90	272	147
Mai 90	177	152
Juni 90	215	149
Juli 90	143	155
August 90	176	155
Oktober 94	63	129
November 94	46	155
Desember 94	36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

4. Måleprogram

Måleprogrammet har tatt utgangspunkt i tidligere arbeider i forbindelse med luftovervåking ved Mongstad. Dette gjelder i første rekke resultatene fra et måleprogram for luftkvalitet i 1989/90 (Johnsrud, M. og Bøhler, T., 1990; Aarnes, M.J. og Bøhler, T., 1990a; Aarnes, M.J. og Bøhler T., 1990b; Aarnes, M.J., Anda, O. og Bøhler, T., 1991) og NILUs spredningsberegninger for luftutslipp fra Mongstad-raffineriet (Larsen, M., 1993).

Målingene omfatter svoveldioksid (SO_2), nitrogenoksider (NO , NO_x , NO_2), svevestøv (PM_{10}) og meteorologiske forhold. PM_{10} 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. De meteorologiske målingene omfatter vindretning, vindstyrke, vindkast, temperatur og luftens stabilitet (spredningsevne vertikalt).

Luftkvalitetsmålinger utføres ved Leirvåg, Dyrholten og Sande. Meteorologiske målinger utføres ved Grunnevikshøgda. Målingene pågår i 6 måneder i perioden oktober 1994-mars 1995. Plasseringen av målestasjonene er vist i figur 1. Måleparametere og midlingstider er vist i tabell 2.



Figur 1: Målesteder for luftkvalitet og meteorologiske forhold rundt oljeraffineriet på Mongstad i 1994/95.

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 vertikale blandingssevne.

PM₁₀-målingene utføres i 3 måneder (oktober-desember 1994) ved Sande først og deretter i 3 måneder ved Dyrholten (januar-mars 1995). Dette reduserte programmet for PM₁₀ ble foreslått fordi vi var usikre på hvor vesentlig Statoil Mongstad er som kilde til svevestøv i området. Siden målingene på Sande ikke har vist høye verdier i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier, har det ikke vært nødvendig å forlenge måleperioden på Sande til 6 måneder eller å starte målingene ved Dyrholten før 3 måneder var gått ved å sette inn enda en PM₁₀-monitor.

Luftkvalitetsmålingene ved Dyrholten og Sande utføres med kontinuerlig registrerende instrumenter (monitører), og dataene midles til timemiddelværdier. Dataene overføres døgnlig på telenettet til NILU for kvalitetskontroll. Også de meteorologiske dataene fra Grunnevikshøgda overføres på telenettet. Luftkvalitetsmålingene ved Leirvåg tas som døgnprøver. Disse prøvene sendes 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. 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) og 12 km for Nausta (Førde). Skreådalen ligger 240 km sør-sørøst for Mongstad, mens Nausta ligger 95-100 km nord-nordøst for Mongstad.

5. Meteorologiske forhold

Timevise middelværdier av meteorologiske data (vindstyrke, vindkast, vindretning, temperatur og stabilitet) er vist grafisk for hver måned i vedlegg A. Datadekning i prosent er gitt i tabell 3.

Tabell 3: *Datadekning for målinger av meteorologiske forhold på Grunnevikshøgda i oktober, november og desember 1994 (%).*

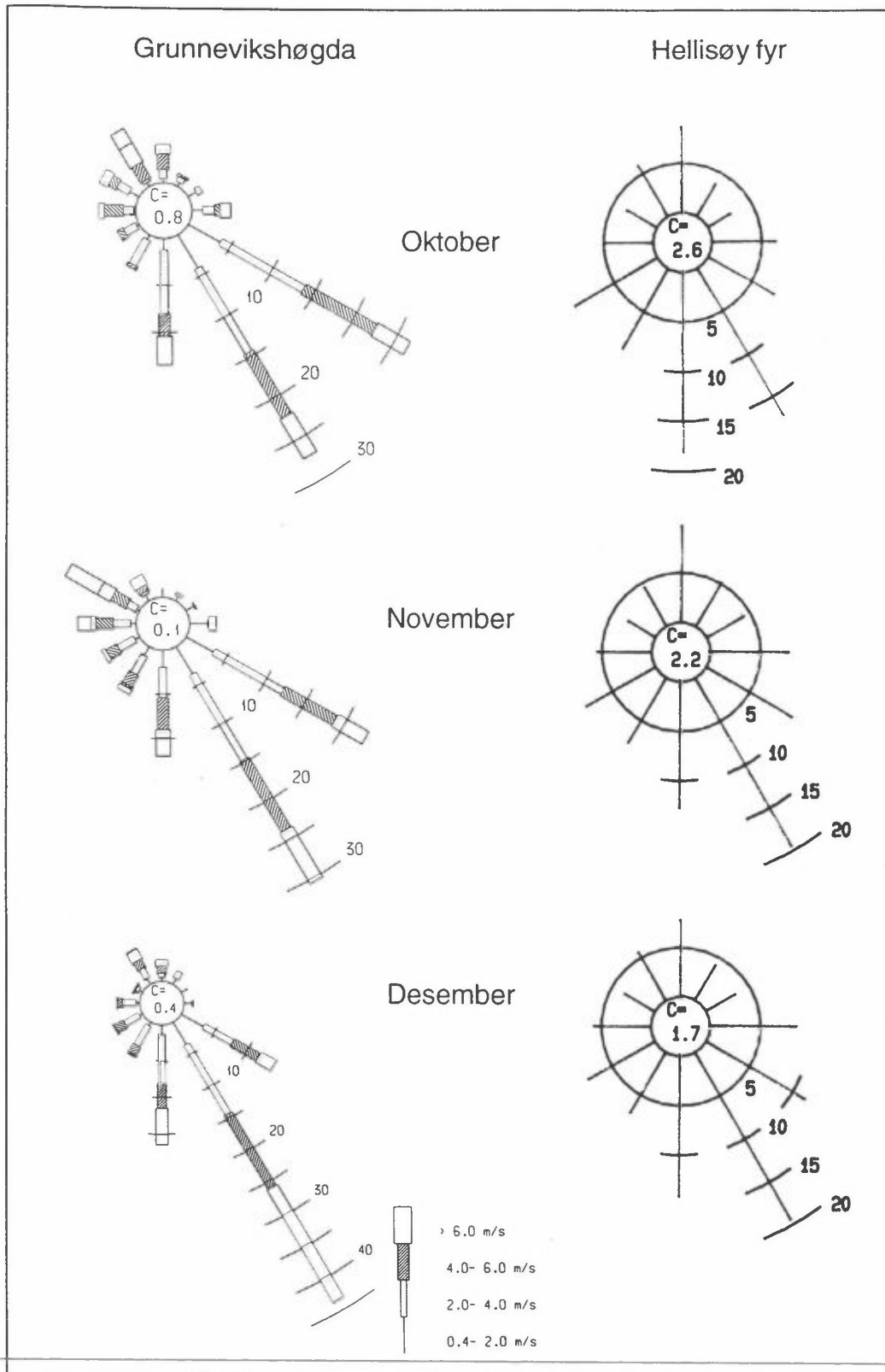
	Oktober	November	Desember
Vindstyrke	97	100	96
Vindkast	97	100	96
Vindretning	97	100	96
Temperatur	97	100	96
Temp. diff.	97	100	96

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

5.1 Vindretning

Vindroser fra Grunnevikshøgda for oktober, november og desember 1994 er vist i figur 2. Figuren viser også vindroser fra Hellisøy fyr for oktober, november og desember i årene 1961-1990. Vindrosene viser hvor stor prosent av tiden det blåser fra tolv 30-graders sektorer. For hver retning er det også angitt hvor stor del av tiden i prosent vindstyrken har vært innenfor fire definerte klasser. Tallet C i midten av vindrosene viser hvor stor del av tiden i prosent vindstyrken har vært 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 2: Vindroser 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 blåser 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

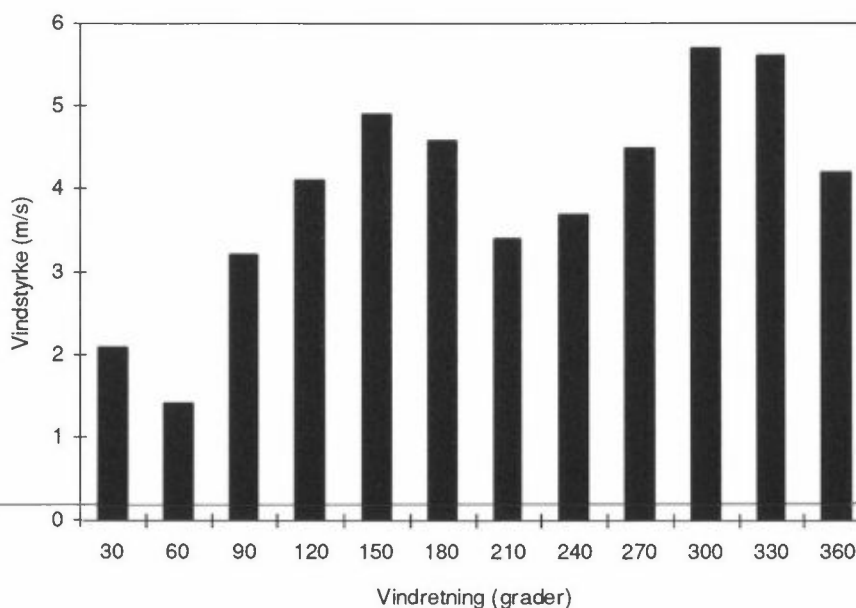
Tabell 4 gir middelvindstyrke, høyeste timemidlete vindstyrke og kraftigste vindkast (gust) på Grunnevikshøgda for månedene oktober, november og desember 1994.

Tabell 4: Statistikk over vindstyrker ved Grunnevikshøgda i oktober, november og desember 1994.

Måned	Andel vindstille (%)	Midlere vindstyrke (m/s)	Maks. timemiddel (m/s)	Tid for maks.	Maks. vindkast (m/s)	Tid for maks. vindkast
Oktober	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

Den høyeste månedlige middelvindstyrken ble målt i desember, men det var liten forskjell mellom de tre månedene. Den høyeste timemidlete vindstyrken og det kraftigste vindkastet ble registrert 8. desember kl 18. Andelen vindstille var lav i alle tre månedene og lavest i november.

Figur 3 viser hvordan midlere vindstyrke varierte med vindretningen i perioden oktober-desember 1994 på Grunnevikshøgda. Figuren viser midlere vindstyrke i hver av tolv 30°-sektorer. Figuren viser at vind fra nordvestlige retninger (300°-330°) hadde høyest middelvindstyrke, mens vind fra øst-nordøst (60°) hadde lavest middelvindstyrke.



Figur 3: Midlere vindstyrke fordelt på vindretning i tolv 30-graders sektorer på Grunnevikshøgda i perioden oktober - desember 1994 (m/s).

5.3 Temperatur

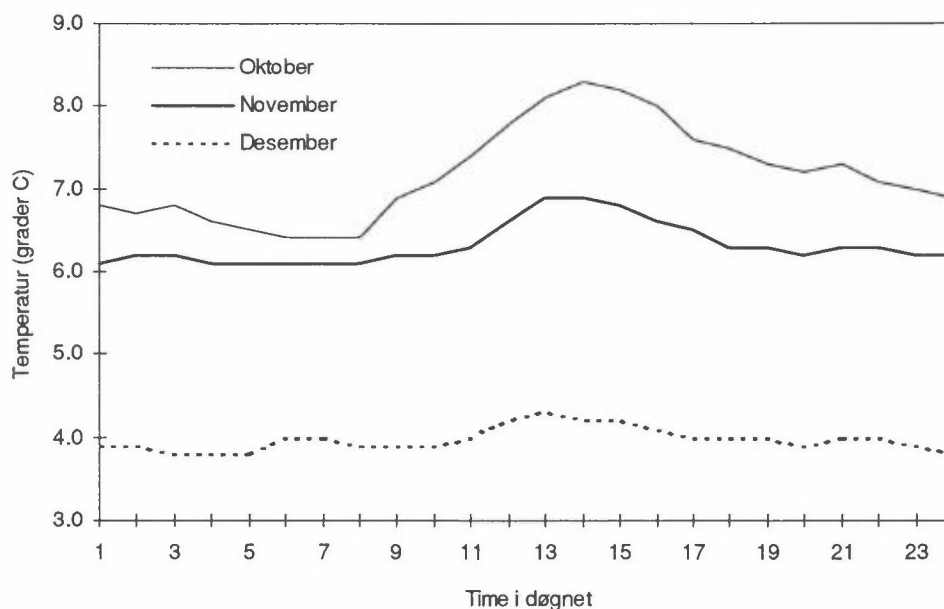
Temperaturstatistikk fra Grunnevikshøgda i oktober, november og desember 1994 er gitt i tabell 5. Tabellen gir også middeltemperaturer for de forskjellige månedene fra Hellisøy fyr i perioden 1961-1990 (normaltemperaturen).

Tabell 5: Temperaturstatistikk fra Grunnevikshøgda for oktober, november og desember 1994 (°C).

Måned	Middeltemperatur	Maksimum		Minimum		Temperaturnormal Hellisøy fyr 1961-1990
		Temperatur	Tid	Temperatur	Tid	
Oktober	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

Tabellen viser at desember var den kaldeste av de tre månedene. I forhold til middeltemperaturene fra Hellisøy fyr i perioden 1961-1990 var oktober 1994 kaldere enn normalt, mens det var litt varmere enn normalt i november og omtrent som normalt i desember.

Midlere temperaturvariasjon over døgnet for de tre månedene er vist i figur 4.



Figur 4: Midlere temperaturvariasjon over døgnet på Grunnevikshøgda i oktober, november og desember 1994 (°C).

Figur 4 viser at temperaturvariasjonen over døgnet som ventet var størst i oktober og minst i desember.

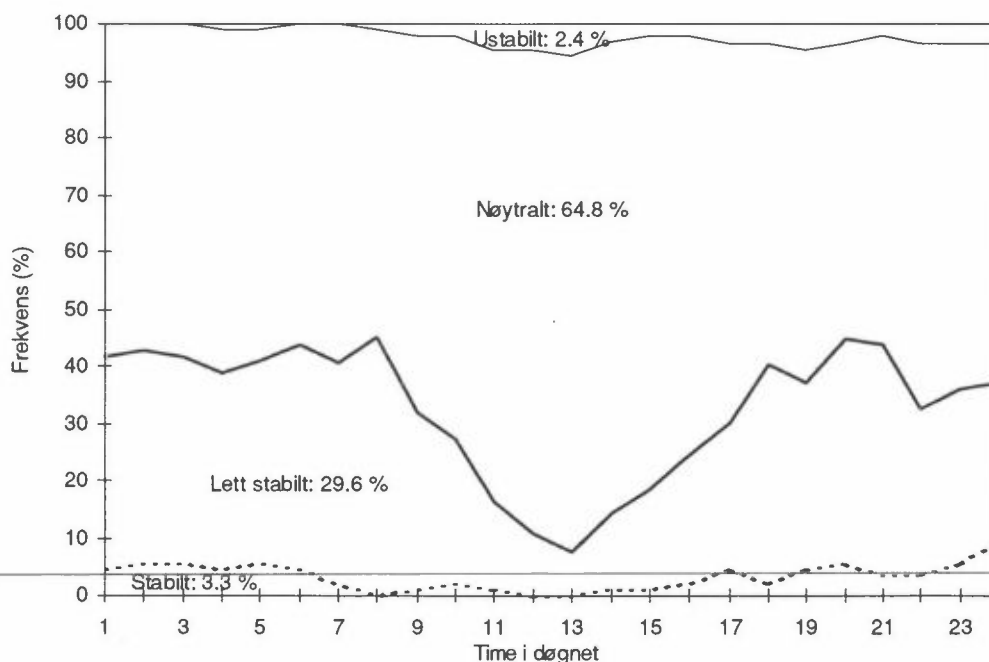
5.4 Atmosfærens stabilitet

Stabilitet målt ved temperaturredifferansen mellom 10 m og 2m 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	:	$0,5 \leq \Delta T \text{ } ^\circ\text{C}$

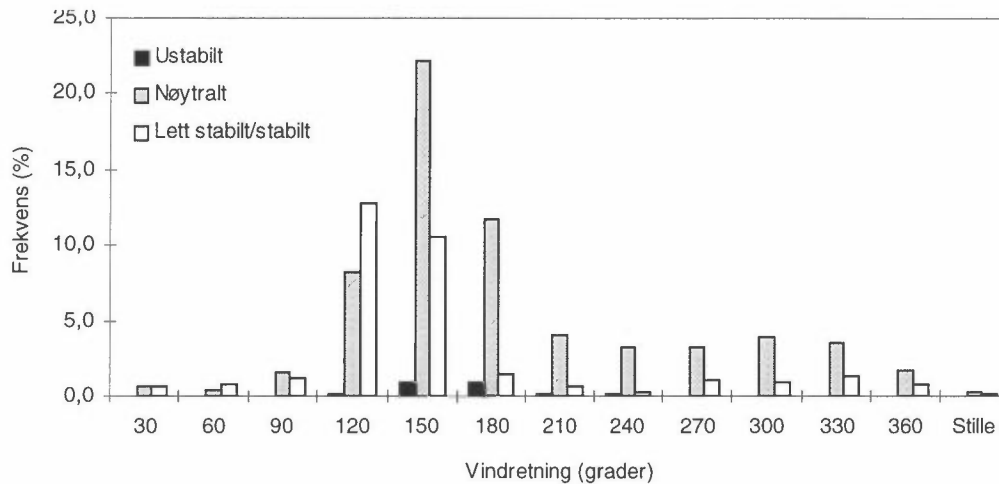
Vanligvis avtar temperaturen litt med høyden, og det er da nøytral stabilitet. Nøytral stabilitet er det oftest ved overskyet vær med eller uten nedbør og i perioder med sterk vind. Ved sterk solinnstråling oppvarmes bakken mye, og temperaturen avtar raskt med høyden (ustabil). Både nøytralt og særlig ustabil gir god spredning av luftforurensende utslipp. Ved sterk utstråling (vanligvis om natta og om vinteren) avkjøles bakken sterkt, og temperaturen øker med høyden (lett stabilt eller stabilt, 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. 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-desember 1994 er vist i figur 5. Stabil og lett stabil sjiktning forekom oftest om natta på grunn av utstråling og avkjøling av luften nær bakken. Nøytral sjiktning inntreffer ved sterk vind og i overskyet vær og forekom i 64,8% av tiden på Grunnevikshøgda i perioden oktober-desember 1994.



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

Forekomst av ustabil, nøytral og stabil (lett stabil + stabil) sjiktning fordelt på vindretning i tolv sektorer er vist i figur 6.



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

Figuren viser at stabile situasjoner med dårligere spredningsforhold forekom oftest ved vind fra 120°- og 150°-sektorene (fralandsvind).

6. Luftkvalitet

I dette kapitlet gis det et kortfattet sammendrag av tilgjengelige måleresultater for perioden oktober-desember 1994. Timevise middelerverdier av de målte luftkvalitetsdataene fra Dyrholten og Sande er vist grafisk for hver stasjon og måned i vedlegg B. Tabell 6 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. Manglende data for NO_2 ved Leirvåg fra 20. desember skyldes feil med prøvetakeren.

Tabell 6: Datadekning i prosent for luftkvalitetsmålingene ved Dyrholten, Sande og Leirvåg i oktober, november og desember 1994.

Stasjon	Parameter	Oktober	November	Desember
Dyrholten	NO	99	98	99
	NO _x	99	98	99
	NO ₂	99	98	99
	SO ₂	99	99	99
Sande	NO	99	94	98
	NO _x	99	94	98
	NO ₂	99	94	98
	SO ₂	99	94	98
	Svevestøv	98	90	58
Leirvåg	NO ₂	97	100	61
	SO ₂	100	100	100
	Sot	100	100	100

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 7.

Tabell 7: 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	
		Helse ³⁾						
		Vegetasjon						

1) Svevestøv med diameter <10 µm

2) Hvor SO₂ er helt dominerende forurensning

3) I samspill med svevestøv og annen forurensning

Ved revisjonen av anbefalte luftkvalitetskriterier i 1992 ble det ikke anbefalt luftkvalitetskriterier for sot. De anbefalte kriteriene gjelder 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.

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-desember 1994 er lave i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier både for lang- og korttidsmiddelverdier. I de største byene måles det betydelig høyere konsentrasjoner enn på Mongstad. I Oslo i perioden oktober-desember 1993 var middelkonsentrasjonen på fem stasjoner 10-15 ganger høyere enn på Mongstad, mens maksimale døgnmiddelkonsentrasjoner var 5-10 ganger høyere.

Tabell 8 gir et sammendrag av målingene av NO ved Dyrholten og Sande. Tabellen viser månedsmiddelverdier, maksimale døgnmiddelverdier og maksimale timemiddelverdier.

Tabell 8: *Sammendrag av målinger av NO ved Dyrholten og Sande i oktober, november og desember 1994 (µg/m³).*

Måned	Stasjon	Månedsmiddel	Maks. døgn	Maks. time
Oktober	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

Tabellen viser at konsentrasjonsnivået er lavt, men at enkelte timer har forhøyete verdier. Den høyeste døgnmiddelverdien, 12,6 µg/m³, ble målt ved Dyrholten 21. oktober. Den høyeste timemiddelverdien, 101,4 µg/m³, ble målt samme sted samme dag klokka 14.

Om lag 95% av NO_x-utslippet fra Statoil Mongstad er som NO. I løpet av få minutter går det meste av NO-utslippet over til NO₂ ved reaksjon med tilgjengelig O₃ (ozon) i luften.

Den høyeste time- og døgnmiddelverdien av NO på Dyrholten 21. oktober skyldes utslipp fra biltrafikken. Da avstanden fra målestedet til trafikken er kort, er det bare deler av NO-utslippet som går over til NO₂ før det når målestasjonen. Likevel ble også den høyeste time- og døgnmiddelverdien av NO₂ målt ved Dyrholten den samme dagen, som vist i tabell 9. I timene med de høyeste verdiene var det svak vind fra sørøstlig kant, og det var lett stabil til stabil temperatursjiktning, som oftest gir dårlige spredningsforhold av utslipp i lav høyde, som fra biltrafikk.

Tabell 9: Sammenheng av målinger av NO₂ ved Dyrholten, Sande og Leirvåg i oktober, november og desember 1994 (µg/m³). Data fra bakgrunnsstasjonen Skreådalen er også tatt med.

Måned	Stasjon	Månedsmiddel	Maks. døgn	Maks. time
Oktober	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	
Anbefalte luftkvalitetskriterier		50 ¹⁾	75	100

1) Gjelder for en periode på seks måneder.

Tabell 9 gir et sammendrag av målingene av NO₂ ved Dyrholten, Sande og Leirvåg i oktober, november og desember 1994. Tabellen viser månedsmiddelverdier og maksimale døgnmiddelverdier fra alle tre stasjonene og maksimale timemiddelverdier fra Dyrholten og Sande. Data fra bakgrunnsstasjonen Skreådalen er også tatt med i tabellen.

Tabell 9 viser at konsentrasjonsnivået av NO₂ er lavt og under anbefalte luftkvalitetskriterier både for lang- og korttidsmiddelverdier. Dessverre er det ikke NO₂-målinger på bakgrunnsstasjonen Nausta. Sammenlikning av SO₂-konsentrasjoner på Nausta og Skreådalen tyder imidlertid på at den langtransporterte forurensningen er noe lavere på Nausta og derfor sannsynligvis også på Mongstad. De lokale NO_x-utslippene (Statoil Mongstad og biltrafikk) gir derfor det største bidraget til de målte konsentrasjonene. På Sande antas bidraget fra biltrafikken å være meget lite.

Sammenliknet med resultater av målinger av NO₂ ved Dyrholten i oktober, november og desember 1989 viste målingene i 1994 at NO₂-konsentrasjonen lå på omtrent det samme nivået eller litt lavere (~1 µg/m³) enn i 1989. 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 µg/m³) med monitormetoden, kan dette imidlertid tyde på at midlere NO₂-nivå på Dyrholten var på samme nivå i 1994 som i 1989. Også de maksimale døgnmiddelverdiene var omtrent like de to årene, 20 µg/m³ i 1989 og 18 µg/m³ i 1994. Utslippene fra Statoil Mongstad er også lite endret siden 1989/90.

De målte døgnmiddelverdiene av NO₂ ved Dyrholten, Sande, Leirvåg og Skreådalen fra oktober, november og desember 1994 er vist i vedlegg C. På

De målte døgnmiddelverdiene av NO_2 ved Dyrholten, Sande, Leirvåg og Skreådalen fra oktober, november og desember 1994 er vist i vedlegg C. På Skreådalen var det en markert langtransportepisode 22.-23. november, men i Mongstad-området var konsentrasjonene betydelig lavere disse dagene. Heller ikke langtransportepisoden på Skreådalen 23. desember har gitt noe bidrag i Mongstad-området.

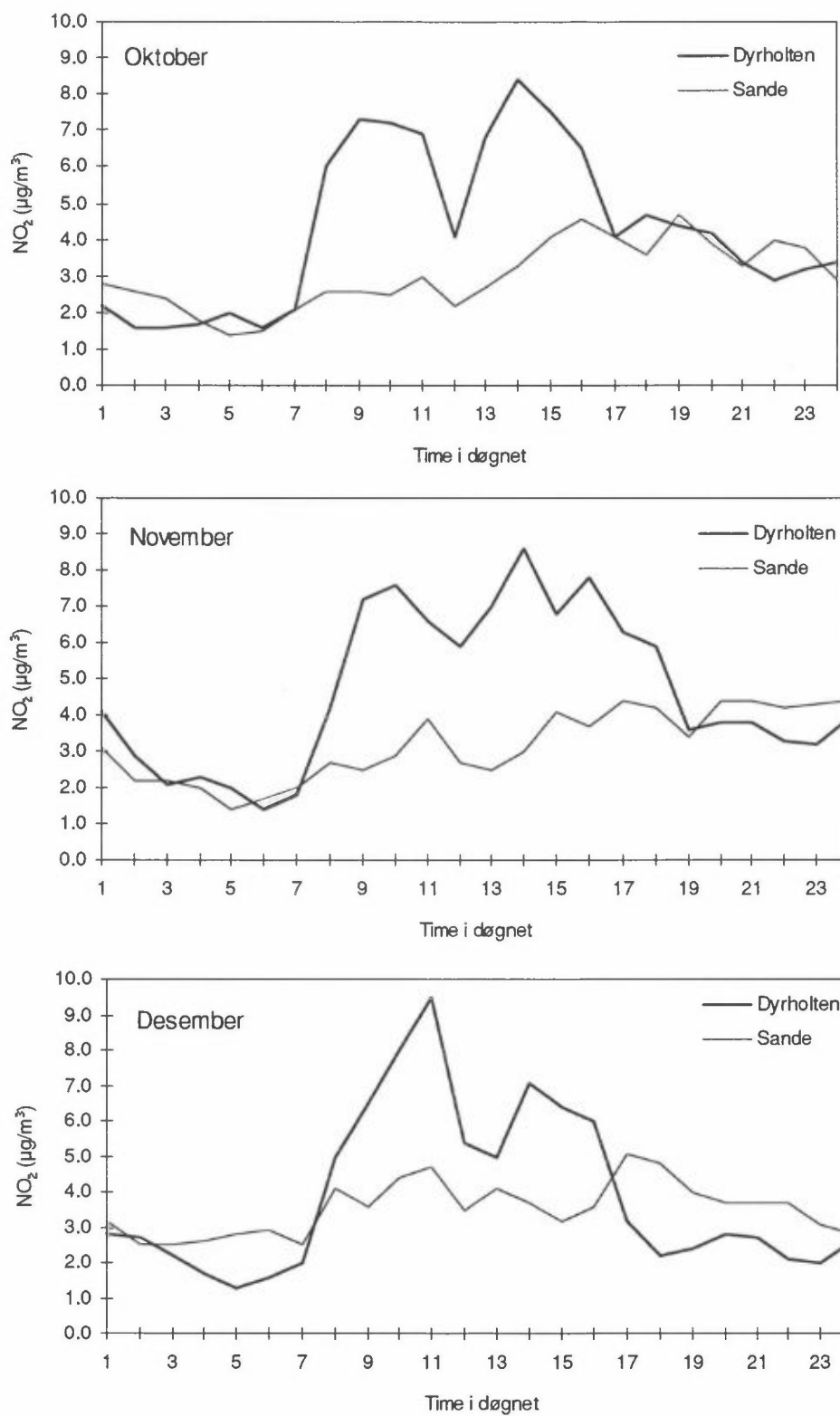
Fra de målte timemiddelverdiene ved Dyrholten og Sande, er det for hver måned beregnet en midlere døgnfordeling av NO_2 . Resultatene er framstilt grafisk i figur 7. Figuren viser at den midlere NO_2 -variasjonen over døgnet var forskjellig på Dyrholten og Sande. På Sande var den døgnlige variasjonen 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 NO_2 -konsentrasjonen omtrent den samme eller litt lavere enn på Sande.

Timemiddelverdiene av NO og NO_2 er også 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 når det blåser fra hver av 36 10° -vindsektorer.

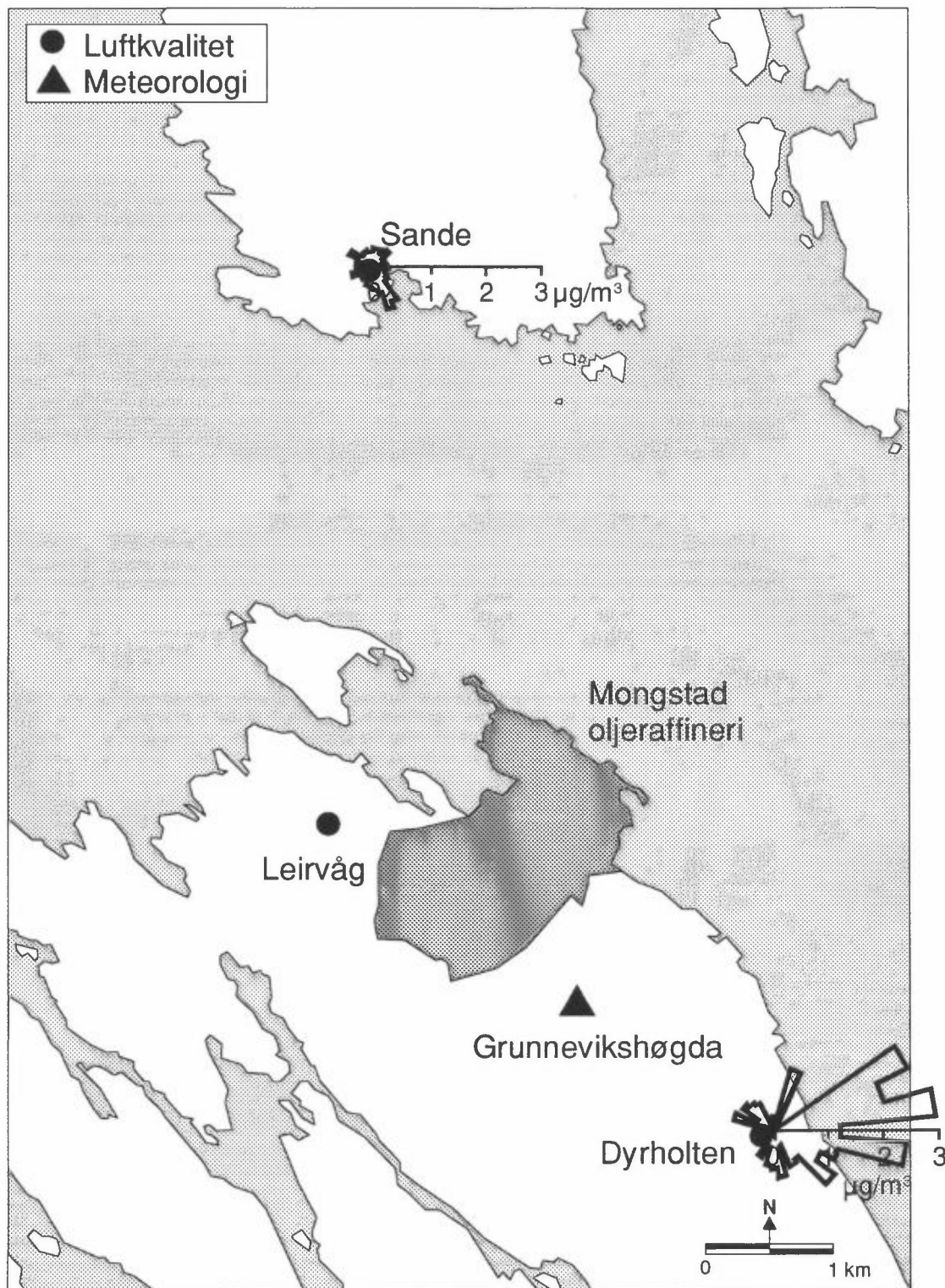
Figur 8 og 9 viser at målestasjonen ved Sande hadde høyere konsentrasjoner både av NO og NO_2 ved vind fra omkring 150 og 160° , det vil si når det blåste fra raffineriet mot målestasjonen. Ved vind fra Mongstad var middelkonsentrasjonen av NO_2 7-8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mens den ved vind i en sektor fra nordvest over nord til nordøst var godt under 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dyrholten hadde forhøyete konsentrasjoner både av NO og NO_2 ved vind fra østlige og øst-nordøstlige retninger, noe som tyder på at stasjonen belastes av biltrafikk fra nærliggende veier og annen aktivitet i nærområdet. Stasjonen hadde også høyere middelkonsentrasjoner av NO_2 ved vind fra nordvest, omkring 320° , som antageligvis 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 O_3 er effektiv. Utslipet fra biltrafikken ved østlig vind er bare delvis oksidert, da veiene er nær målestasjonen. De mest belastede 10° -sektorene både fra øst og nordvest hadde en middelkonsentrasjon på ca. 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mens den minst belastede sektoren fra sørvest hadde en middelkonsentrasjon på vel 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

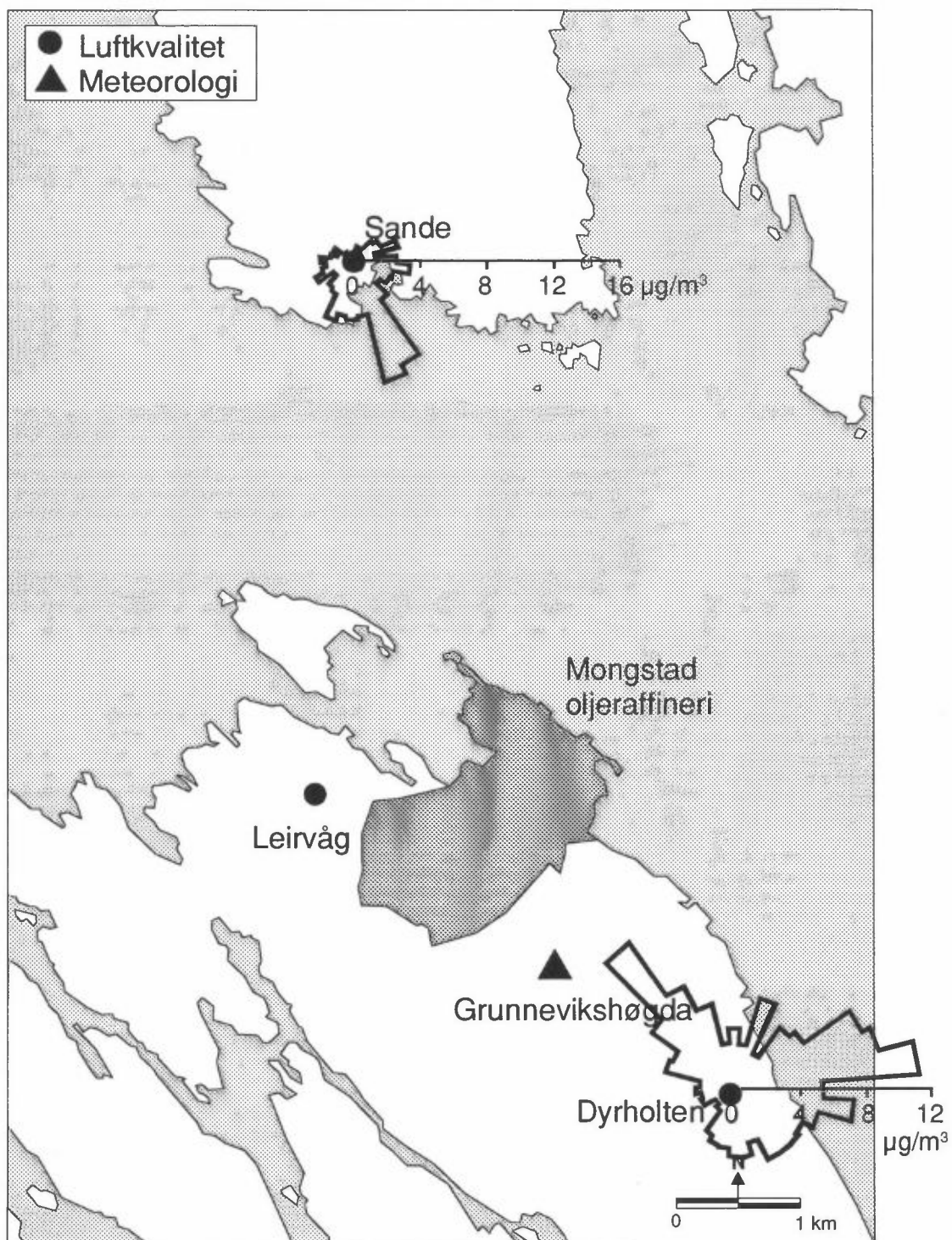
De målte NO_2 -konsentrasjonene i Mongstad-området er meget lave i forhold til det som måles i de største byene i Norge. Middelkonsentrasjonen av NO_2 på fem stasjoner i Oslo i perioden oktober-desember 1993 var 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mens midlere maksimale døgnmiddelverdi var 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Middelkonsentrasjonen i Oslo er derfor 10-15 ganger høyere enn i Mongstad-området, og døgnmiddelverdier over det anbefalte luftkvalitetskriteriet på 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ forekommer relativt ofte, særlig i vinterhalvåret.



Figur 7: Gjennomsnittskonsentrasjon over døgnet av NO₂ ved Dyrholten og Sande i oktober, november og desember 1994 (µg/m³).



Figur 8: Middelkonsentrasjoner av NO på Dyrholten og Sande i 36 vindsektorer i perioden oktober-desember 1994 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Figuren viser middelkonsentrasjoner av NO når det blåser fra 10° -vindsektorer.



Figur 9: Middelkonsentrasjoner av NO₂ på Dyrholten og Sande i 36 vindsektorer i perioden oktober-desember 1994 (µg/m³). Figuren viser middelkonsentrasjoner når det blåser fra 10°-vindsektorer.

6.3 Svoveldioksid (SO₂)

De målte SO₂-konsentrasjonene i Mongstad-området i perioden oktober-desember 1994 er lave i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier både for lang- og korttidsmiddelverdier. I de største byene måles det noe høyere konsentrasjoner enn på Mongstad. I Oslo var middelkonsentrasjonen 11 µg/m³ i perioden oktober-desember 1993, mens høyeste døgnmiddelverdi var 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.

Et sammendrag av resultatene av målingene av SO₂ fra Dyrholten, Sande og Leirvåg for oktober, november og desember 1994 er gitt i tabell 10. Tabellen viser månedsmiddelverdier og maksimale døgnmiddelverdier fra alle tre stasjonene, samt maksimale timemiddelverdier fra Dyrholten og Sande. Data fra bakgrunnsstasjonene Skreådalen og Nausta er også tatt med i tabellen.

Tabell 10: Sammendrag av målinger av SO₂ ved Dyrholten, Sande og Leirvåg i oktober, november og desember 1994 (µg/m³). Data fra bakgrunnsstasjonene Skreådalen og Nausta er også tatt med.

Måned	Stasjon	Månedsmiddel	Maks. døgn	Maks. time
Oktober	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	
Anbefalte luftkvalitetskriterier		40 ¹⁾	90	350 ²⁾

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

1) Gjelder for en periode på seks måneder.

2) Grenseverdi fra Verdens helseorganisasjon.

Målingene i 4. kvartal 1994 viste at SO₂-konsentrasjonene i Mongstad-området er meget lave og langt under anbefalte luftkvalitetskriterier både for lang- og korttidsmiddelverdier. Månedsmiddelverdiene var 1-3 µg/m³, mens maksimale døgnmiddelverdier var 8 µg/m³ på Dyrholten og Leirvåg og 10 µg/m³ på Sande. De høyeste døgnmiddelverdiene på Dyrholten og Leirvåg var omtrent de samme eller litt lavere enn i de samme månedene i 1989.

Av bakgrunnsstasjonene viste Nausta lavere verdier av SO₂ enn Skreådalen og antas å gi de beste bakgrunnsdata for Mongstad. Dette bekreftes også av november- og desembertallene for Leirvåg som viste at alle døgnmiddelverdiene var under 1 µg/m³, mens Nausta hadde en maksimal døgnmiddelverdi på

0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i november og 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i desember. SO_2 -forurensningen som ble registrert til 10,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ på Skreådalen 6. november nådde aldri så langt nord som til Mongstad-området.

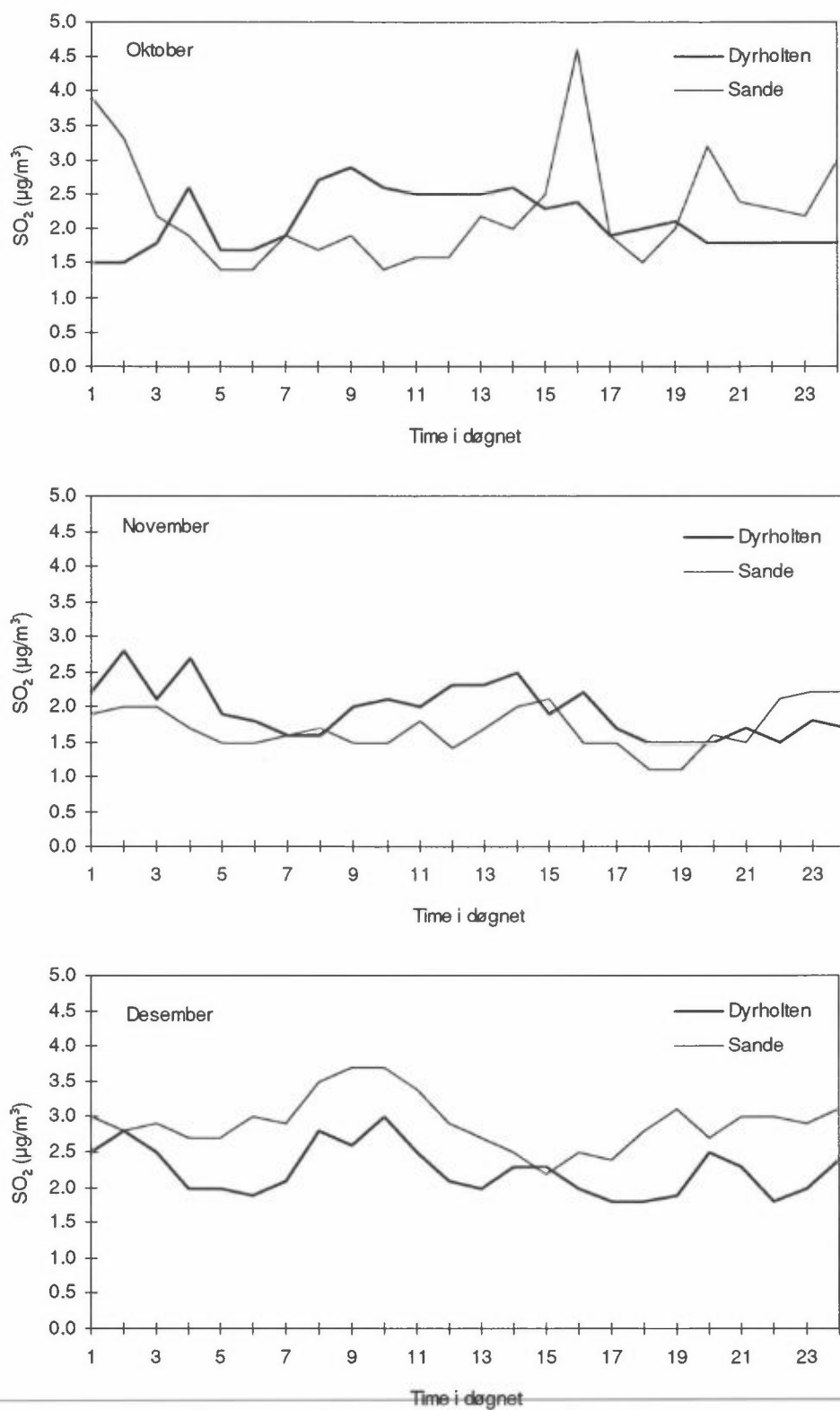
Bidraget fra langtransporterte forurensninger i Mongstad-området i perioden oktober-desember 1994 anslås å være mindre enn 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som langtidsmiddelverdi.

Den høyeste døgnmiddelverdien ble målt på Sande 24. oktober til 10,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De timevise registreringene dette døgnet viste en episode med forhøyete verdier om kvelden og natten. I denne perioden blåste det fra sør-sørøst (146-159°) på Grunnevikshøgda, dvs. rett fra Statoil Mongstad. Den høyeste timemiddelverdien, 65,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ble registrert på Sande den 5. oktober klokka 16. Denne timen blåste det 4,3 m/s fra 149° på Grunnevikshøgda, og spredningsforholdene var gode. Vindmålingene tyder på at både den høyeste døgnmiddelverdien og den høyeste timemiddelverdien skyldes utslippene fra raffineriet på Mongstad.

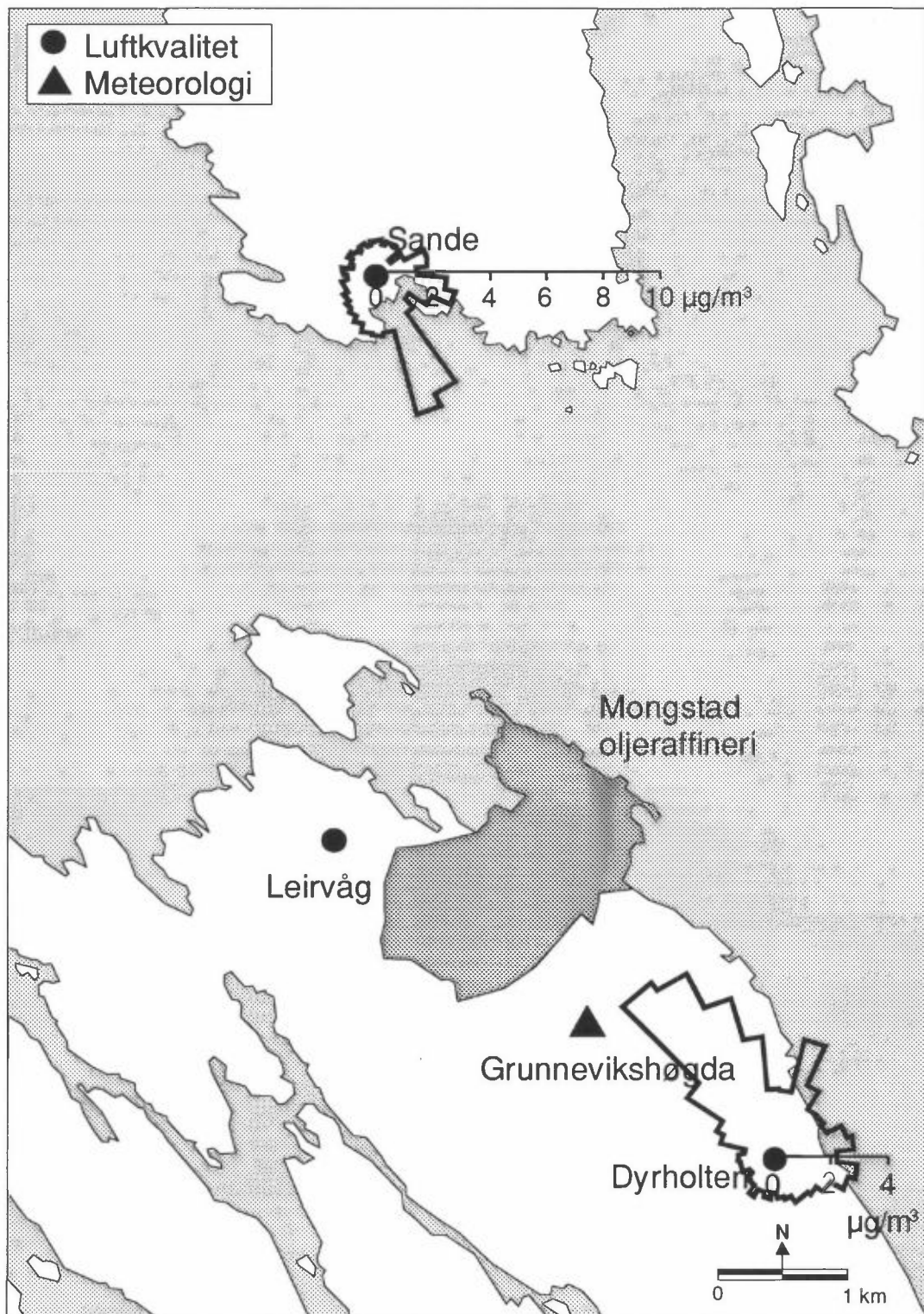
Døgnmiddelverdier av SO_2 fra Leirvåg, Dyrholten og Sande er vist for hver måned i vedlegg C sammen med data fra bakgrunnsstasjonene Skreådalen og Nausta. Dataene som er plottet som negative konsentrasjoner på Leirvåg angir at konsentrasjonene er lavere enn deteksjonsgrensen for målemetoden. Deteksjonsgrensen er lik absoluttverdien av den angitte negative verdien. Målemetoden som er brukt ved Leirvåg har høyere deteksjonsgrense enn metoden som er brukt på de øvrige stasjonene. Målingene på Skreådalen viser langtransportert SO_2 -forurensning 22. oktober, 6. november, samt 2., 3. og 23. desember, men ved Nausta og Leirvåg var det bare utslag den 22. oktober. Denne dagen kan det langtransporterte SO_2 -bidraget i Mongstad-området anslås til ca. 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ved Leirvåg var det denne dagen et lokalt bidrag også på rundt 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som trolig skyldes utslippene fra Statoil Mongstad. Vindretningen var fra øst-sørøstlig kant dette døgnet.

Figur 10 viser den midlere døgnlige variasjonen av SO_2 ved de to målestasjonene Dyrholten og Sande i oktober, november og desember 1994. SO_2 varierte relativt lite over døgnet alle tre månedene, og det var liten forskjell mellom Dyrholten og Sande. Biltrafikken gir ikke samme utslag for SO_2 på Dyrholten på dagtid som for NO_2 . Den forhøyete SO_2 -konsentrasjonen på Sande kl 16 i oktober skyldes i hovedsak den målte timemiddelverdien på 65,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ den 5. oktober.

Middelkonsentrasjoner av SO_2 når det blåser fra 36 10°-vindsektorer er vist for målestasjonene Dyrholten og Sande i figur 11. Figuren viser at begge målestedene hadde høyere middelkonsentrasjoner av SO_2 ved vind fra raffineriet enn ved vind fra andre retninger. På Sande var middelkonsentrasjon av SO_2 rundt 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ved vind fra raffineriet, mens det på Dyrholten var vel 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i de mest belastede 10°-vindsektorene ved vind fra raffineriet. I de minst belastede sektorene var middelkonsentrasjonen rundt eller under 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dvs. ned mot nivået på bakgrunnsstasjonene. Biltrafikken gir svært lite bidrag til de målte SO_2 -konsentrasjonene.



Figur 10: Gjennomsnittskonsentrasjon over døgnet av SO₂ fra Dyrholten og Sande i oktober, november og desember 1994 (µg/m³).



Figur 11: Middelkonsentrasjoner av SO₂ på Dyrholten og Sande i 36 vindsektorer i perioden oktober-desember 1994 (µg/m³). Figuren viser middelkonsentrasjoner av SO₂ når det blåser fra 10°-vindsektorer.

6.4 Svevestøv (PM₁₀)

De målte PM₁₀-konsentrasjonene på Sande i perioden oktober-desember 1994 er 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 slitasje av asfalt med piggdekk og oppvirvling fra bakken i perioder med tørr veibane vinterstid. På bakgrunnsstasjonene måles det ikke støvkonsentrasjoner.

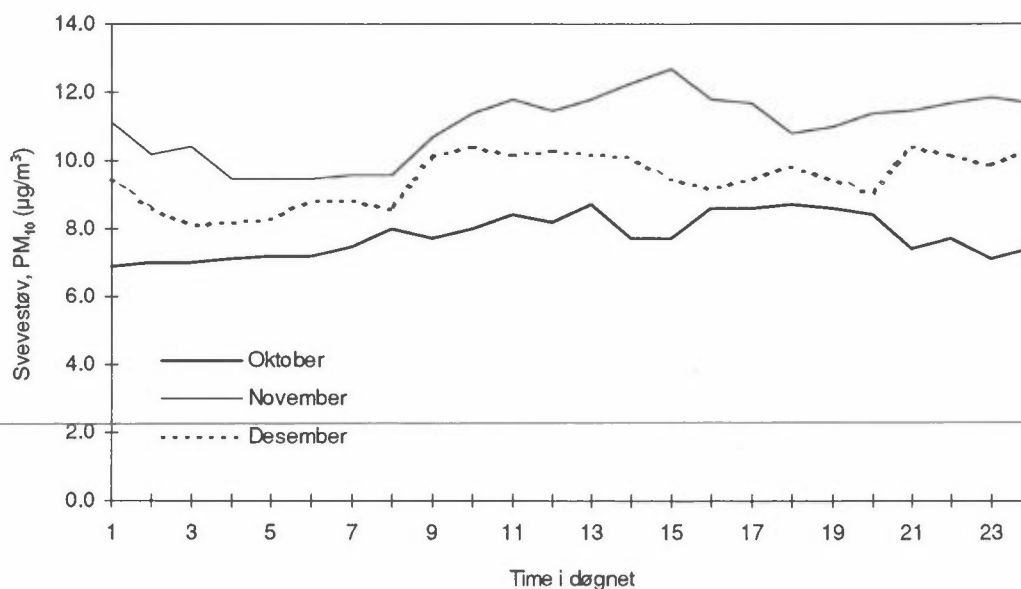
Målingene gir mengden av svevestøvpartikler med diameter under 10 µm i diameter, PM₁₀. Disse partiklene er inhalerbare, dvs. at de følger med luftstrømmen inn i nese og svelg. Bare de minste partiklene, med diameter under 2,5 µm, er respirable og følger med luftstrømmen helt ned i lungene. Sotpartikler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

Tabell 11 viser et sammendrag av PM₁₀-målingene ved Sande i oktober, november og desember 1994, mens figur 12 viser den midlere døgnvariasjonen. Alle tre månedene var det liten variasjon i konsentrasjonen over døgnet. Bakgrunnsstasjonene har ikke målinger av svevestøv.

Tabell 11: Sammendrag av målinger av svevestøv, PM₁₀, ved Sande i oktober, november og desember 1994 (µg/m³).

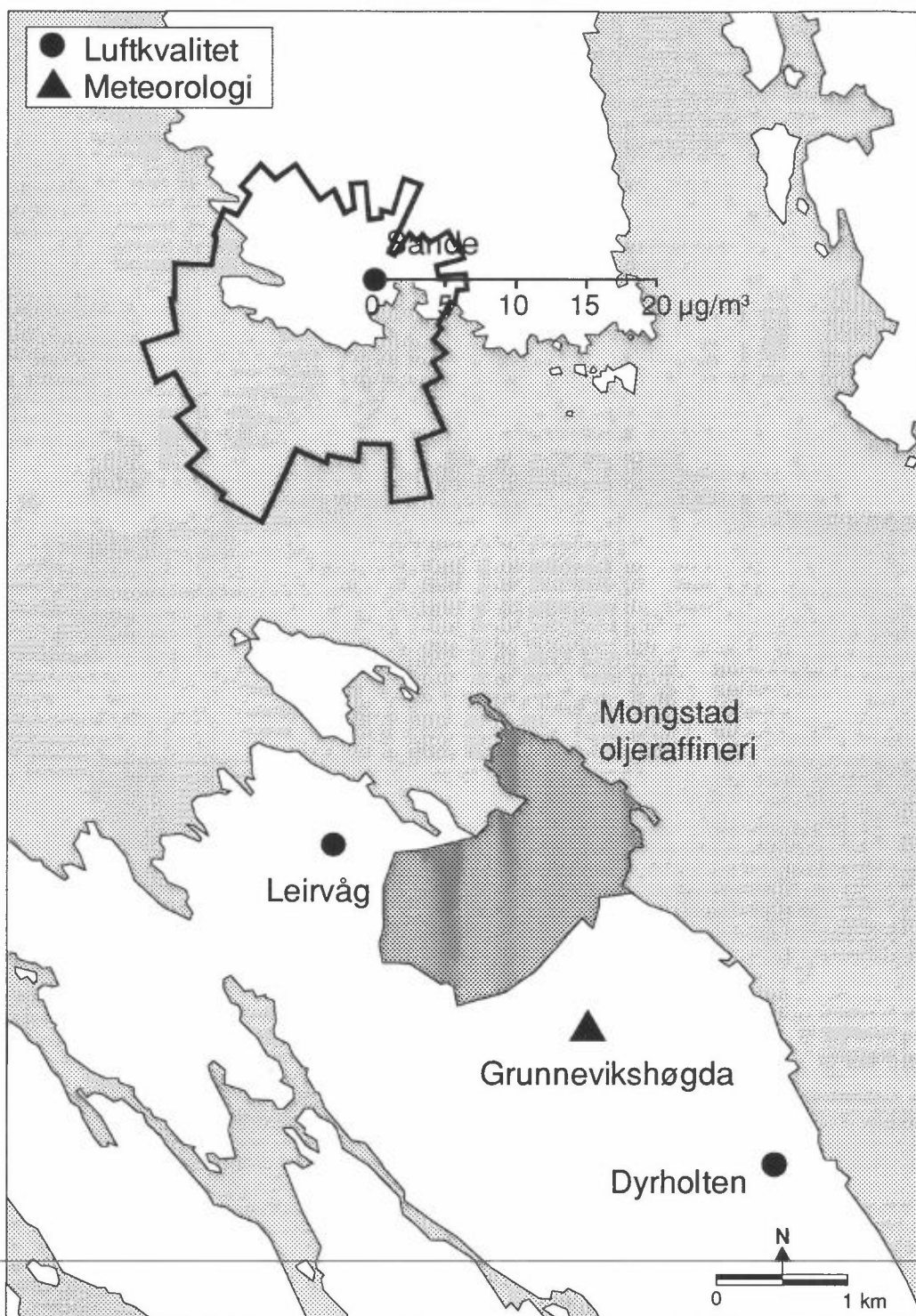
Måned	Månedsmiddel	Maks. døgn	Maks. time
Oktober	7,8	22,1	34,9
November	11,0	21,9	32,4
Desember	9,5	18,5	26,2
Anbefalte luftkvalitetskriterier	40 ¹⁾	70	

1) Gjelder for en periode på seks måneder.



Figur 12: Gjennomsnittskonsentrasjon over døgnet av PM₁₀ ved Sande i oktober, november og desember 1994 (µg/m³).

Middelkonsentrasjoner av svevestøv ved Sande når det blåser fra 36 10°-vindsektorer er vist i figur 13. Figuren viser middelkonsentrasjoner over 10 µg/m³ i en bred sektor fra 160° til 320°, mens den laveste verdien var ved 30° på 2,3 µg/m³.



Figur 13: Middelkonsentrasjoner av PM₁₀ ved Sande i 36 vindsektorer i perioden oktober-desember 1994 (µg/m³). Figuren viser middelkonsentrasjoner av PM₁₀ når det blåser fra 10°-vindsektorer.

Ved å se på filtrene fra monitoren under mikroskop, viser det seg at de fleste partiklene er under 1 μm i diameter og synes å være sot. Men det finnes også mange partikler opp mot 5 μm som med stor sannsynlighet er saltpartikler. Det er disse partiklene som slår ut så vidt mye ved retninger fra Nordsjøen.

Bidraget fra Mongstad-raffineriet er vanskelig å anslå. Noe forhøyete konsentrasjoner ved 160° og 170° må antas å skyldes anlegget. Middelkonsentrasjonene i disse retningene var knapt 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ høyere enn middelkonsentrasjonen for retningene 150° og 180°.

Det er mulig at plasseringen av PM_{10} -monitoren på Dyrholten vil gi data som vil gi bedre informasjon om bidraget fra Statoil Mongstad og biltrafikken, da denne plasseringen antagelig kan være mindre influert av sjøsaltpartikler.

I Oslo, hvor det er ubetydelig sjøsaltbidrag, var gjennomsnittskonsentrasjonen av PM_{10} på fire stasjoner i oktober/november 1993 rundt 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mens midlere maksimale døgnverdier på de fire stasjonene var 114 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ved en av de store innfartsveiene til Oslo er det målt timeverdier av PM_{10} på over 700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og døgnverdier over 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ våren og høsten 1994.

6.5 Sot

Tabell 12 viser et sammendrag av sotmålingene ved Leirvåg i oktober, november og desember 1994. Middelerdiene i oktober, november og desember 1994 var 0-1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lavere enn i 1989. Den maksimale døgnmiddelverdien var 8,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (se vedlegg C), mens den var 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 1989.

Tabell 12: *Sammendrag av målinger av sot ved Leirvåg i oktober, november og desember 1994 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).*

Måned	Månedsmiddel	Maks. døgn
Oktober	2,0	7,0
November	2,5	8,4
Desember	1,9	5,2

På en stasjon i Oslo sentrum var middelerdien av sot 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i perioden oktober-desember 1993, mens den maksimale døgnmiddelverdien var 105 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sotnivået i Mongstad-området er derfor meget lavt i forhold til i de store byene og i forhold til tidligere anbefalte luftkvalitetskriterier.

6.6 Perioder med spesielle driftsforhold

I månedene oktober-desember 1994 har det i fire perioder forekommet spesielle driftsforhold der utslippene har vært vesentlig endret, som det framgår av tabell 13. Tidvis har utslippene vært både lavere og høyere enn ved normale driftsforhold. Stans i krakkeranlegget gir ca. 65% reduksjon i NO_x-utslippet, mens stans i sjøvannsvasker i kalsineringsanlegget gir ca. 65% økning i SO₂-utslippet.

Belastningen i et målepunkt fra skorsteinsutslipp er i hovedsak avhengig av fire elementer, utslippsmengde, røykløft, spredningsforhold og transportretning. Belastningen i ett punkt vil derfor kunne variere mye selv om utslippsmengden ikke endres. I tillegg er periodene med driftsavvik så korte og forekomst av vind mot målestedene så liten at det er vanskelig å trekke sikre konklusjoner.

Ved stans i krakkeranlegg og sjøvannsvasker vil utslippsforholdene endres. Dette vil påvirke spredning og utbredelse av utslippet sammenliknet med normal drift.

Tabell 13: Endret utslipp i perioder med spesielle driftsforhold.

÷ vesentlig reduksjon
+ vesentlig økning.

Periode	NO _x	SO ₂	Støv	Årsak
02.-07.10.94	÷			Stans i krakkeranlegg
14.-16.11.94		+		Stans i sjøvannsvasker, kalsineringsanlegg
14.-18.12.94		+	+	Stans i sjøvannsvasker og posefilter i kalsineringsanlegg
27.-31.12.94	÷			Stans i krakkeranlegg

For å belyse om endringer i NO_x- og SO₂-utslippene ved Statoil Mongstad gir tilsvarende endringer i luftkvaliteten ved Sande og Dyrholten, har vi beregnet middelkonsentrasjoner når vinden har stått fra bedriften mot målestasjonene både i de kortere periodene med vesentlig endret utslipp og i periodene med mer normale driftsforhold. Resultatene av beregningene for NO₂ og SO₂ er vist i tabell 14 og 15 sammen med data for meteorologiske forhold.

Tabell 14: Middelveier av NO_2 og meteorologiske forhold i perioder med og uten spesielle driftsforhold for vindretninger hvor utslippene fra Statoil Mongstad belaster Sande og Dyrholten.

Målestasjon	Sande		Dyrholten	
10°-vindsektorer	150° og 160°		310°, 320°, 330° og 340°	
Periode	2.-7.10. og 27.-31.12.	Normal drift	2.-7.10. og 27.-31.12.	Normal drift
Antall data	40	372	32	118
Vindfrekvens (%)	16,4	19,5	13,1	6,2
Midlere vindstyrke (m/s)	4,3	5,1	5,7	5,8
Midlere NO_2 -konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4,6	7,7	5,5	7,5

Tabell 15: Middelveier av SO_2 og meteorologiske forhold i perioder med og uten spesielle driftsforhold for vindretninger hvor utslippene fra Statoil Mongstad belaster Sande og Dyrholten.

Målestasjon	Sande		Dyrholten	
10°-vindsektorer	150° og 160°		310°, 320°, 330° og 340°	
Periode	14.-16.11. og 14.-18.12.	Normal drift	14.-16.11. og 14.-18.12.	Normal drift
Antall data	51	361	19	131
Vindfrekvens (%)	28,0	18,3	10,4	6,7
Midlere vindstyrke (m/s)	7,2	4,7	6,1	5,8
Midlere SO_2 -konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4,7	5,1	10,5	5,9

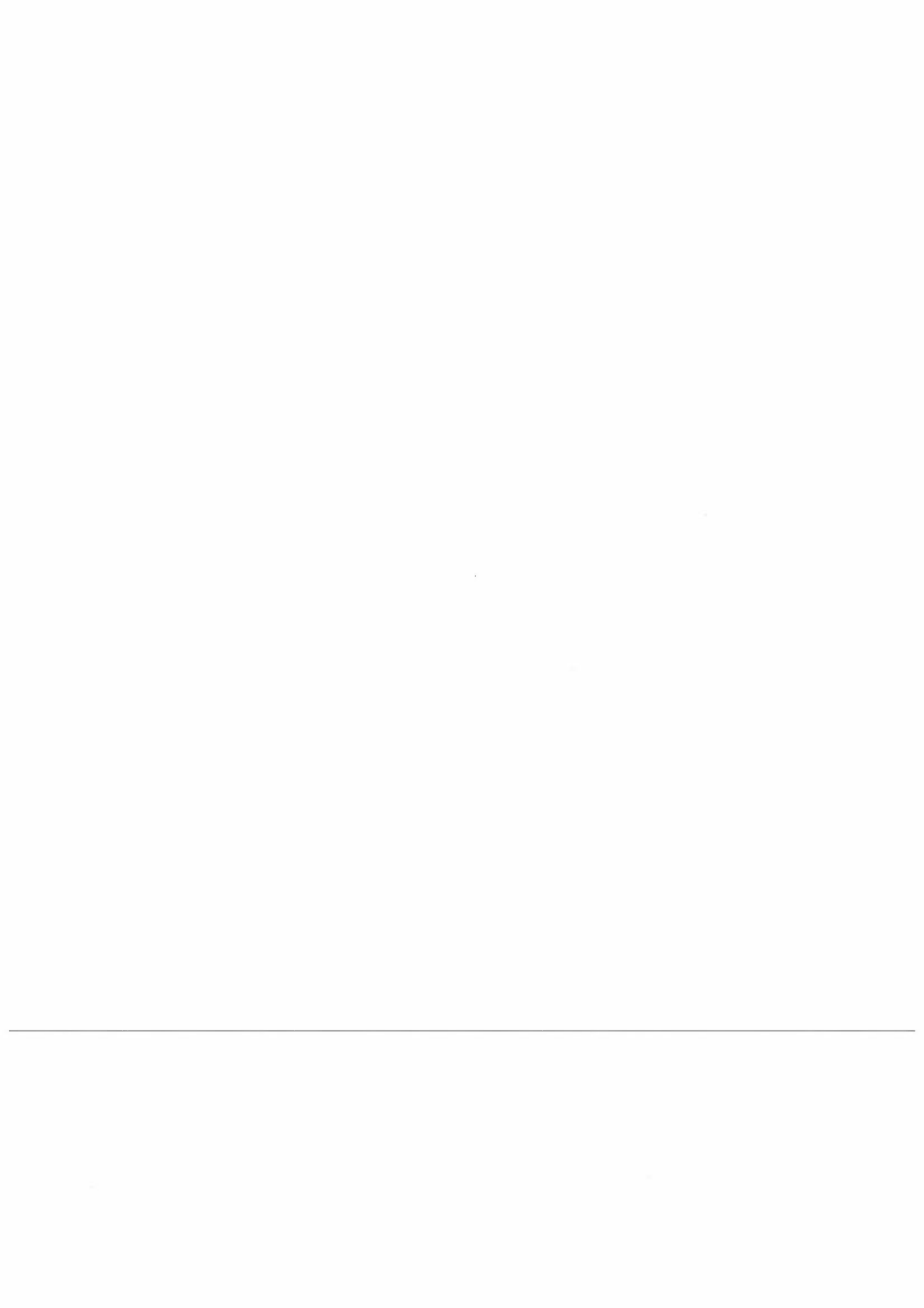
I de to periodene med stans i krakkeranlegget ble det målt lavere midlere NO_2 -konsentrasjoner både på Sande og Dyrholten ved vind fra raffineriet enn ved normal drift. Konsentrasjonene var mindre redusert enn utslippet fra Statoil Mongstad.

I periodene med økte SO_2 -utslipp som følge av stans i sjøvannsvaskeren i kalsineringsanlegget ble det på Dyrholten målt en markert økning i SO_2 -konsentrasjonen ved vind fra raffineriet i forhold til ved normal drift. På Sande var det derimot en svak tendens til redusert SO_2 -nivå i disse periodene ved vind fra Statoil Mongstad.

Periodene med spesielle driftsforhold er for korte og forekomsten av vind mot målestedene er for liten til å trekke sikre konklusjoner om sammenhengen mellom endrete utslipp og endrete belastninger i målepunktene. Ved stans i krakkeranlegg og sjøvannsvasker vil utslippsforholdene dessuten endres. Dette vil påvirke spredning og utbredelse av utslippet sammenliknet med normal drift.

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).
- 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).

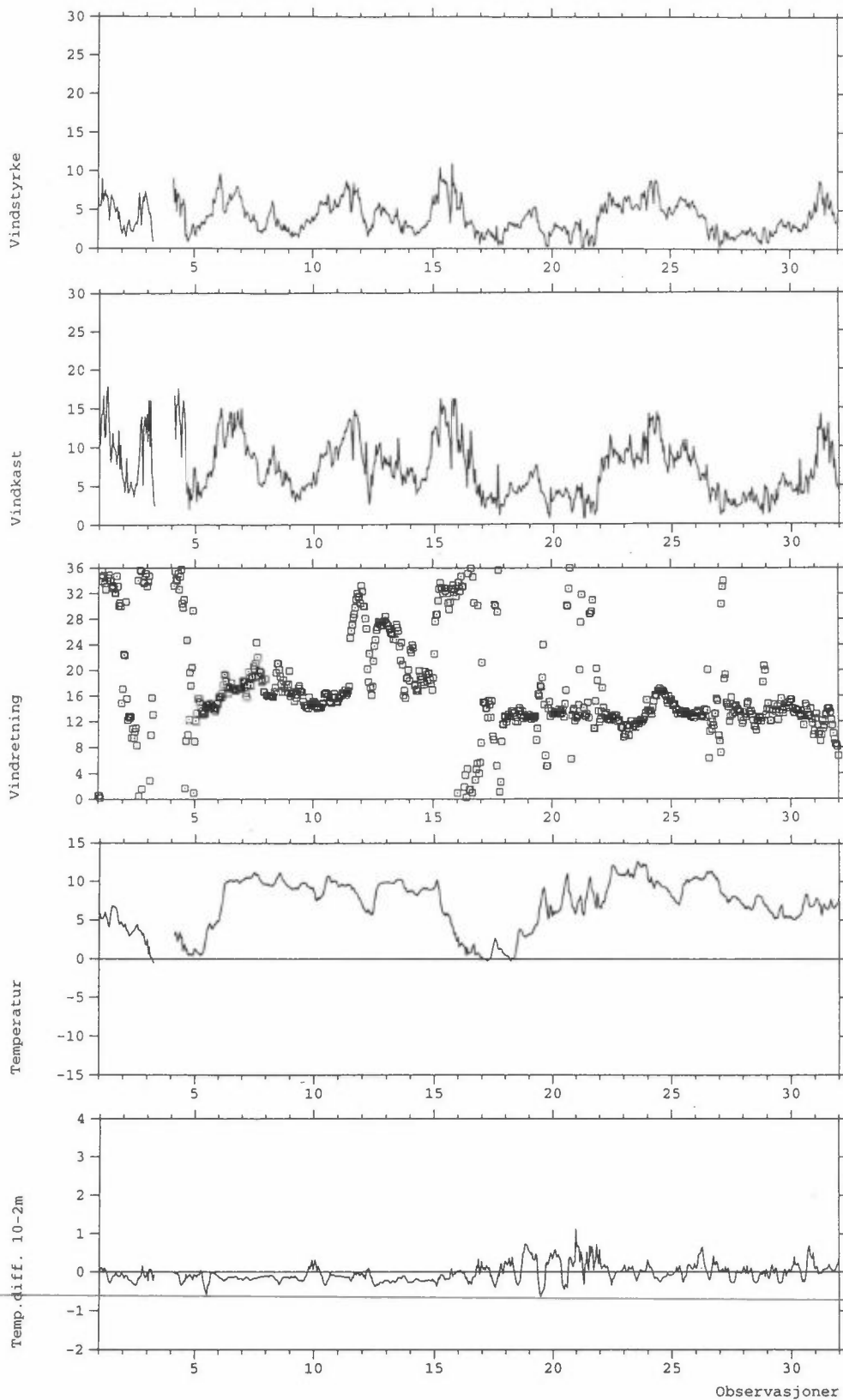


Vedlegg A

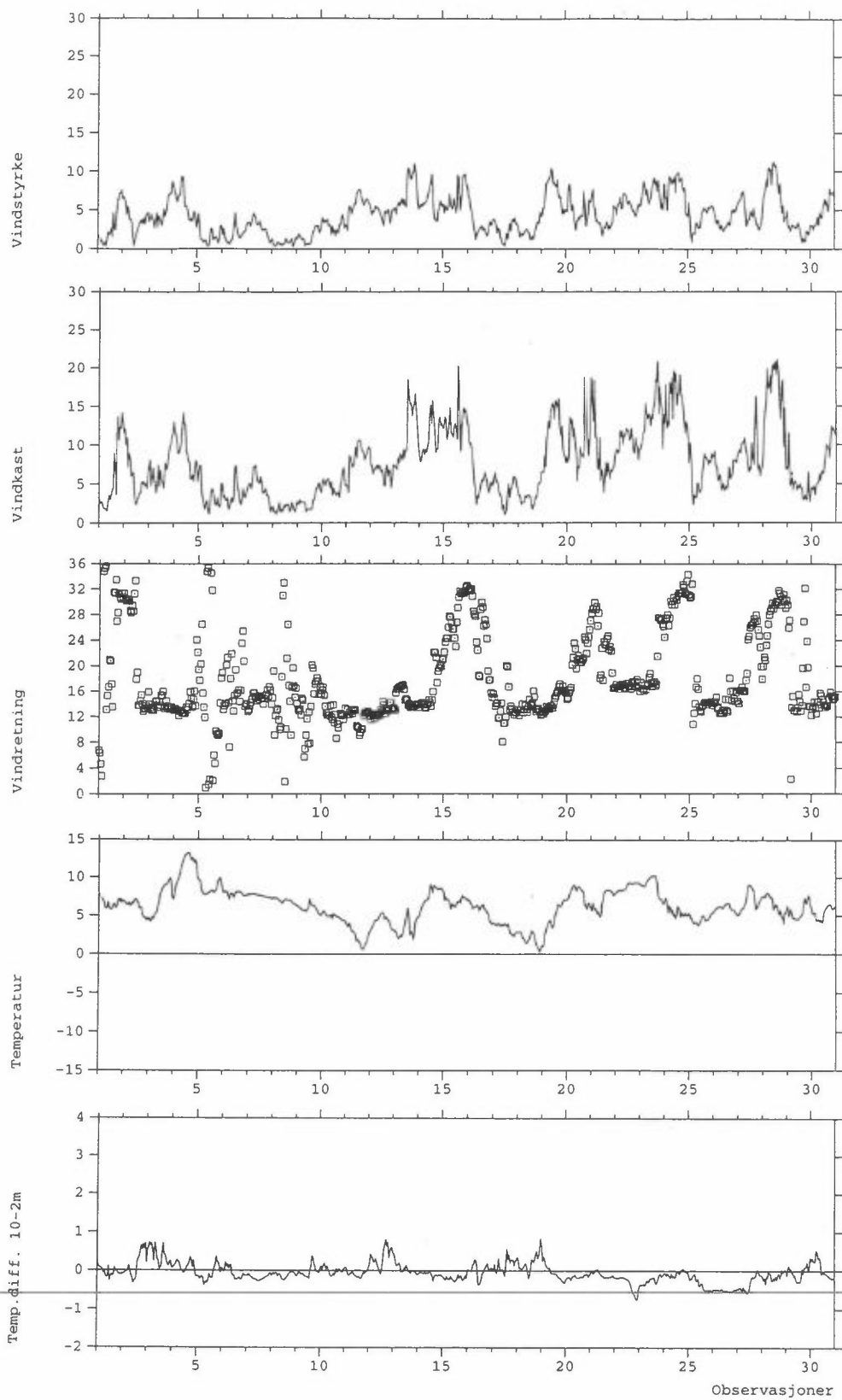
Grafisk presentasjon av timemiddelverdier av meteorologiske parametre

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

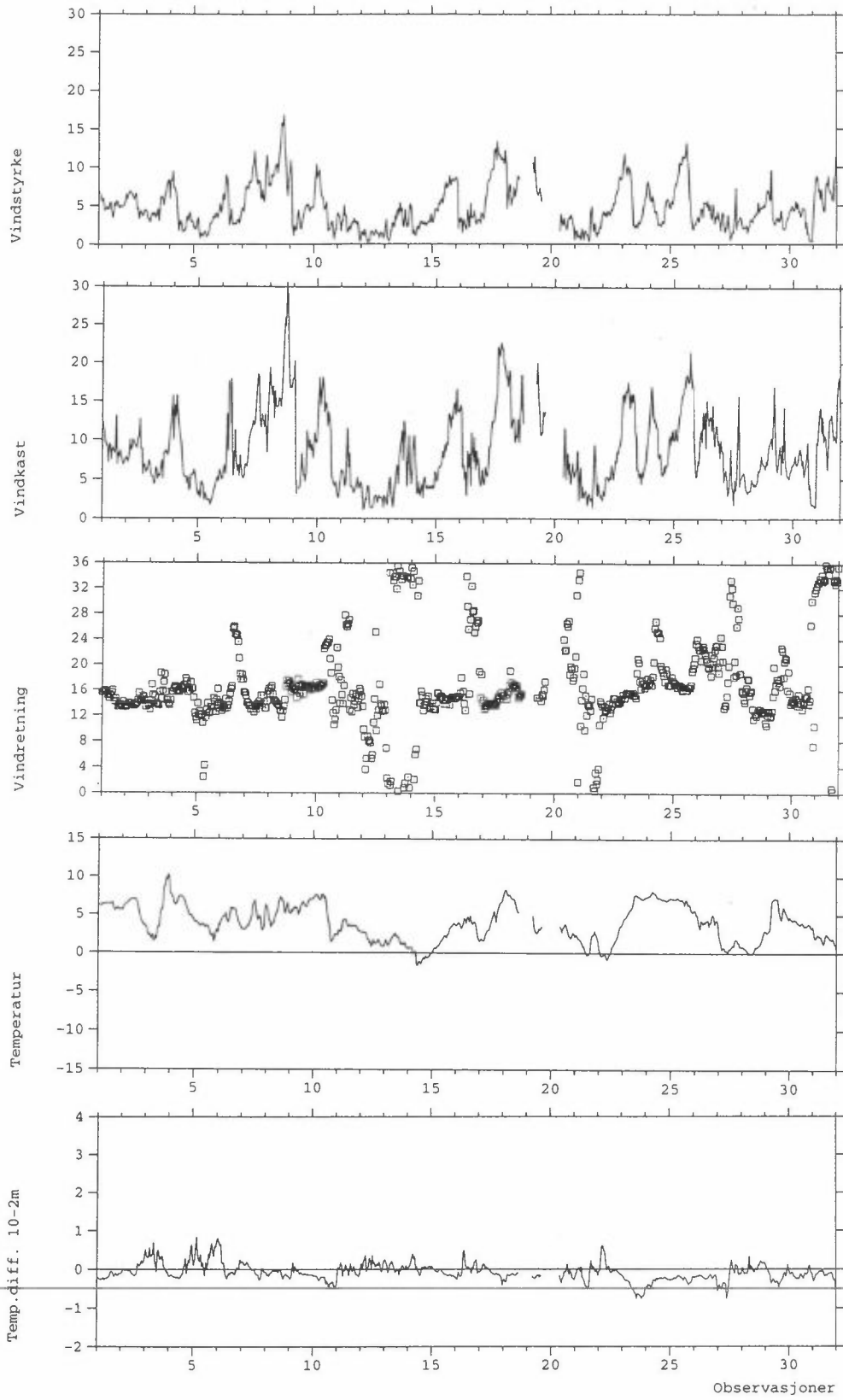
Stasjon: Grunnevikshøgda
 Måned : Oktober 1994



Stasjon: Grunnevikshøgda
Måned : November 1994

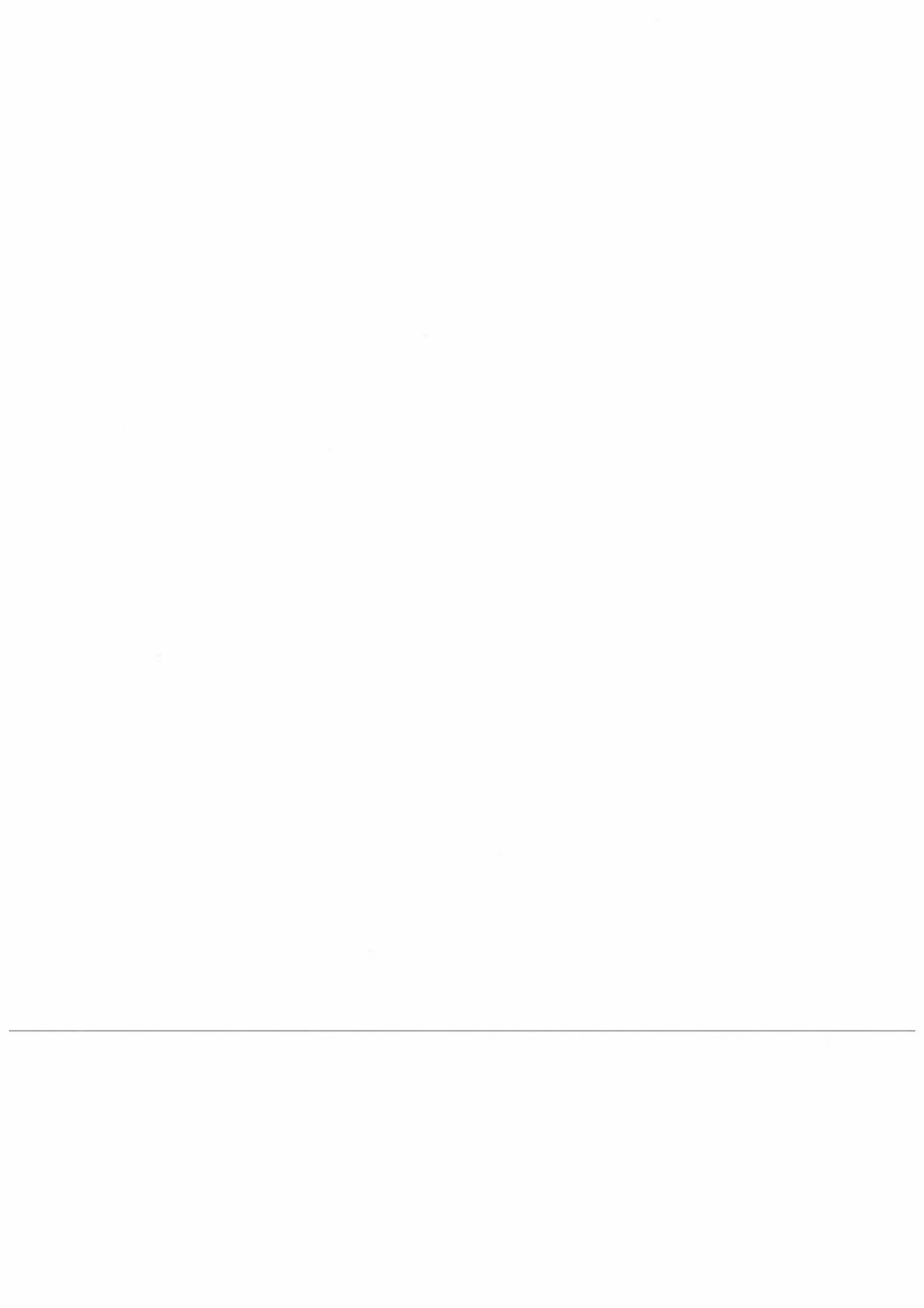


Stasjon: Grunnevikshøgda
 Måned : Desember 1994



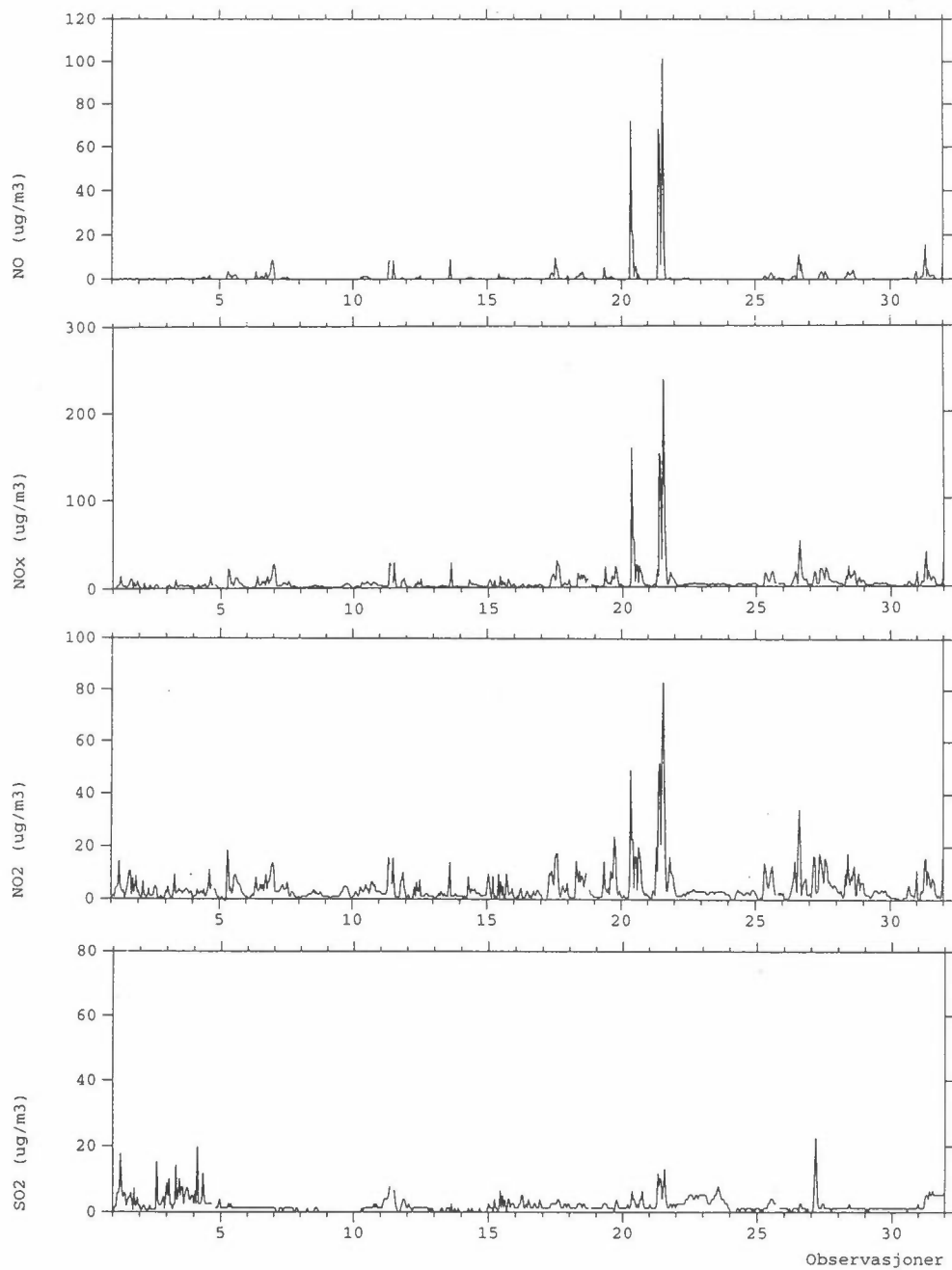
Vedlegg B

Grafisk presentasjon av timemiddelverdier av luftkvalitetsparametere

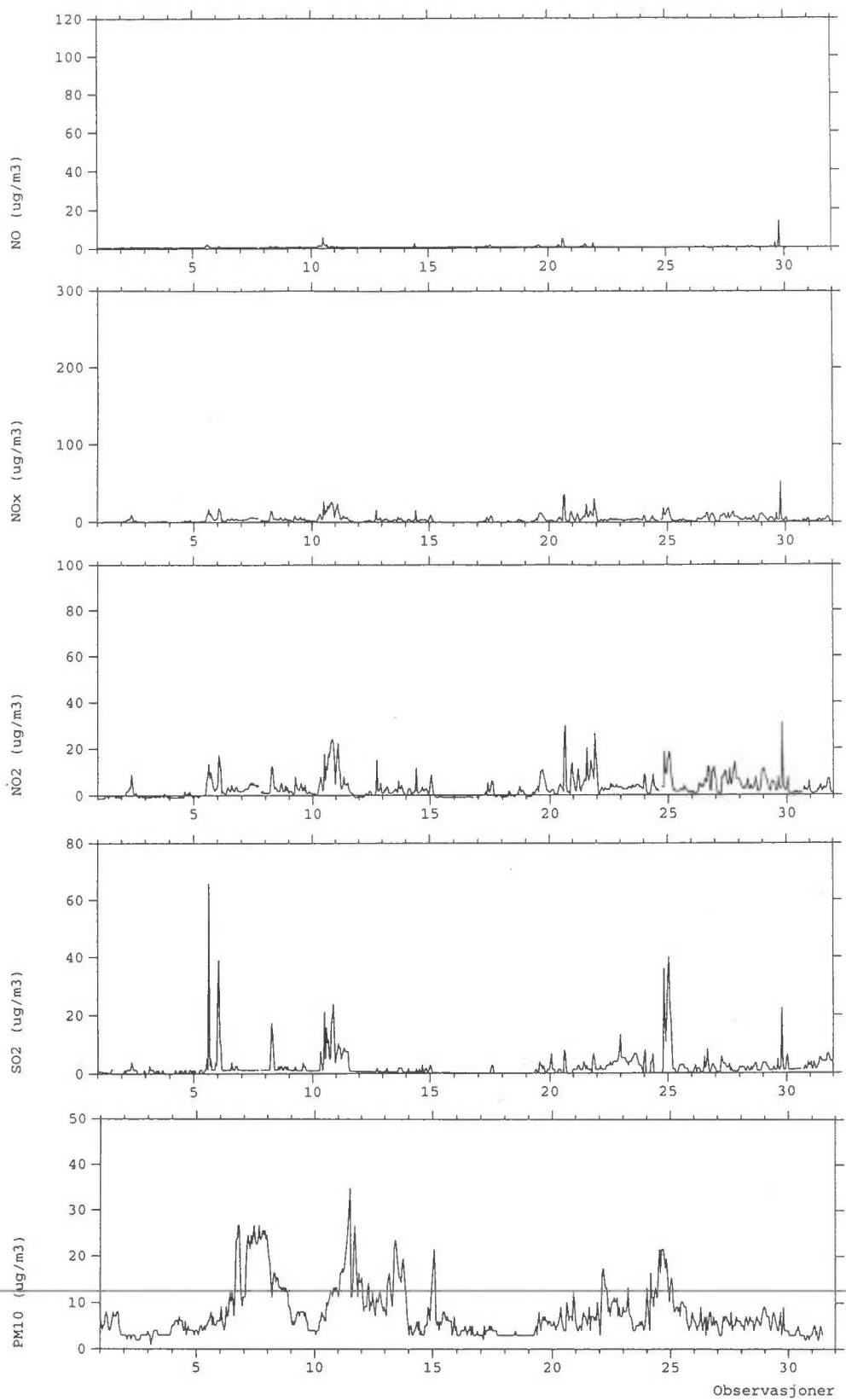


Dyrholten:	NO	(nitrogenmonoksid)
	NO_x	(sum nitrogenoksider, regnet som NO₂)
	NO₂	(nitrogendioksid)
	SO₂	(svoveldioksid)
Sande:	NO	(nitrogenmonoksid)
	NO_x	(sum nitrogenoksider, regnet som NO₂)
	NO₂	(nitrogendioksid)
	SO₂	(svoveldioksid)
	PM₁₀	(svevestøvpertikler med diameter under 10 μm)

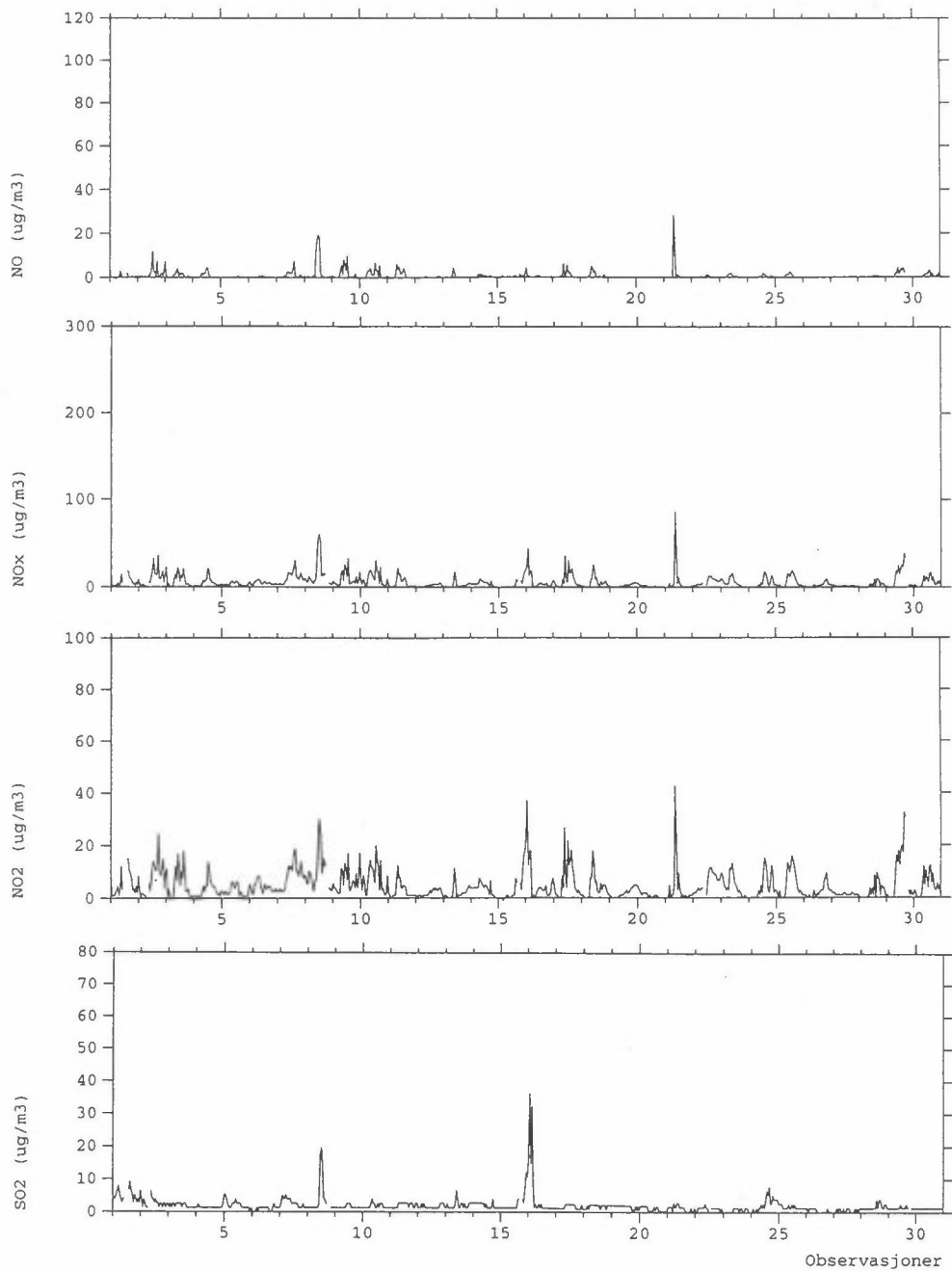
Stasjon: Dyrholten
Måned : Oktober 1994



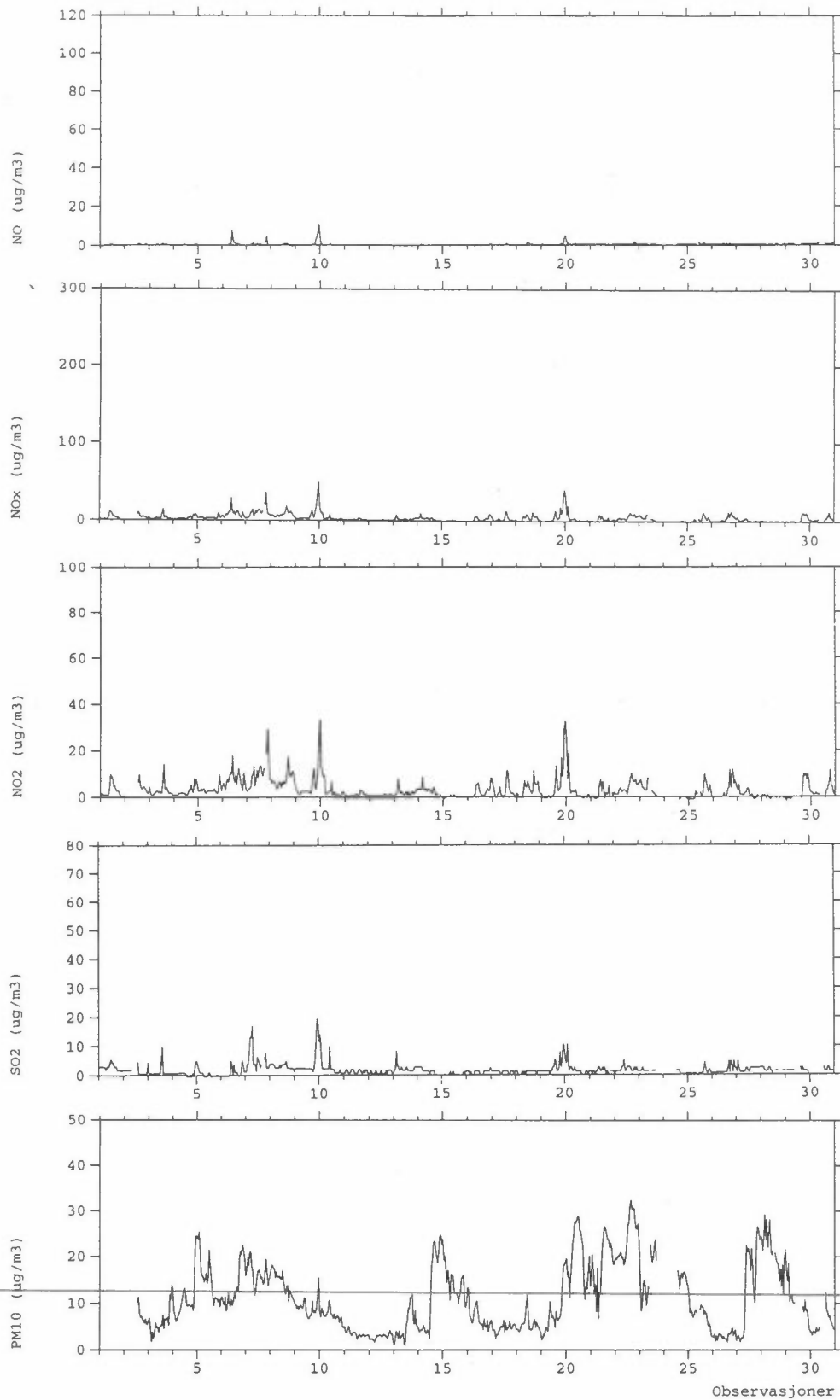
Stasjon: Sande
Måned : Oktober 1994



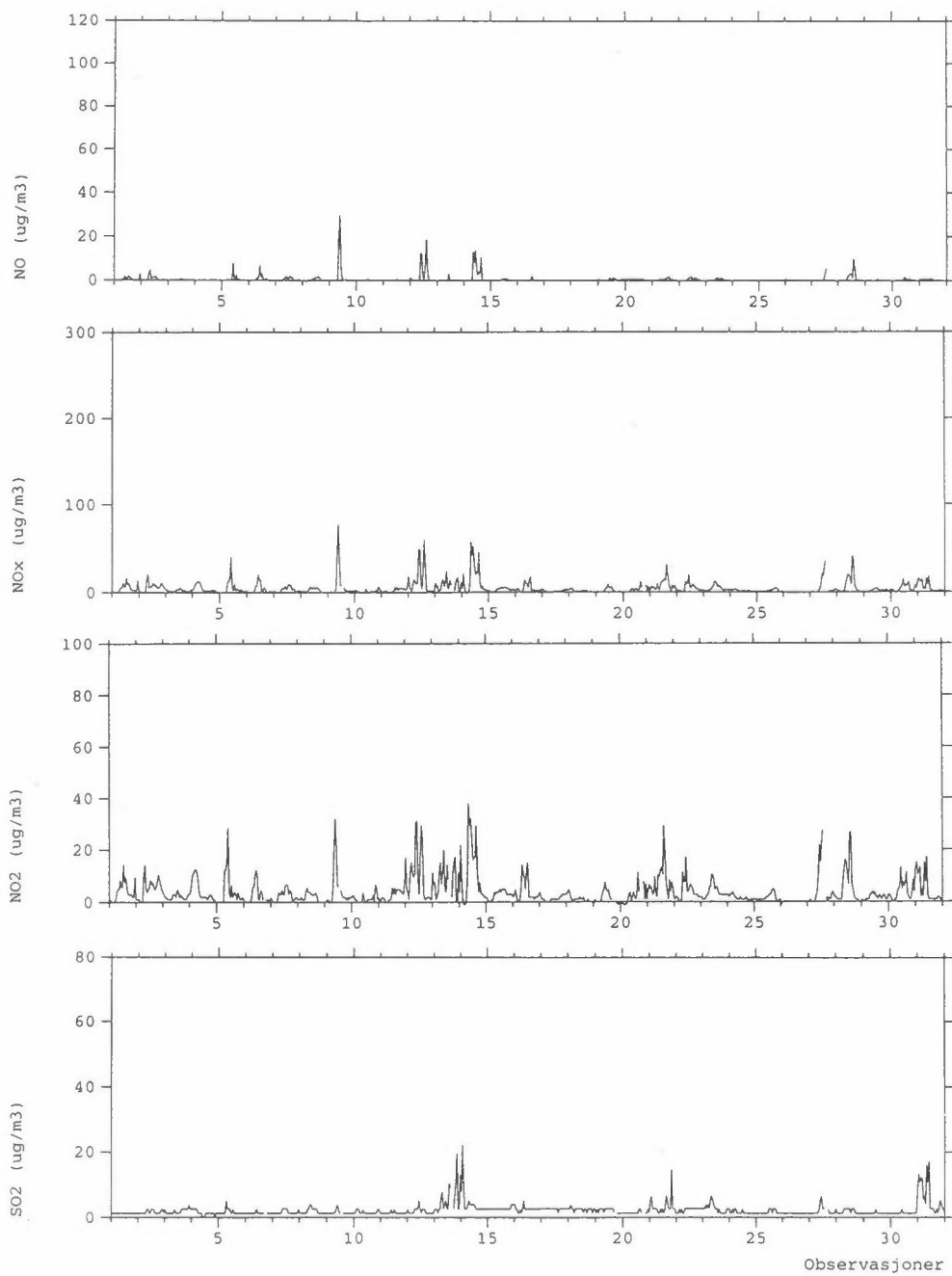
Stasjon: Dyrholten
Måned : November 1994



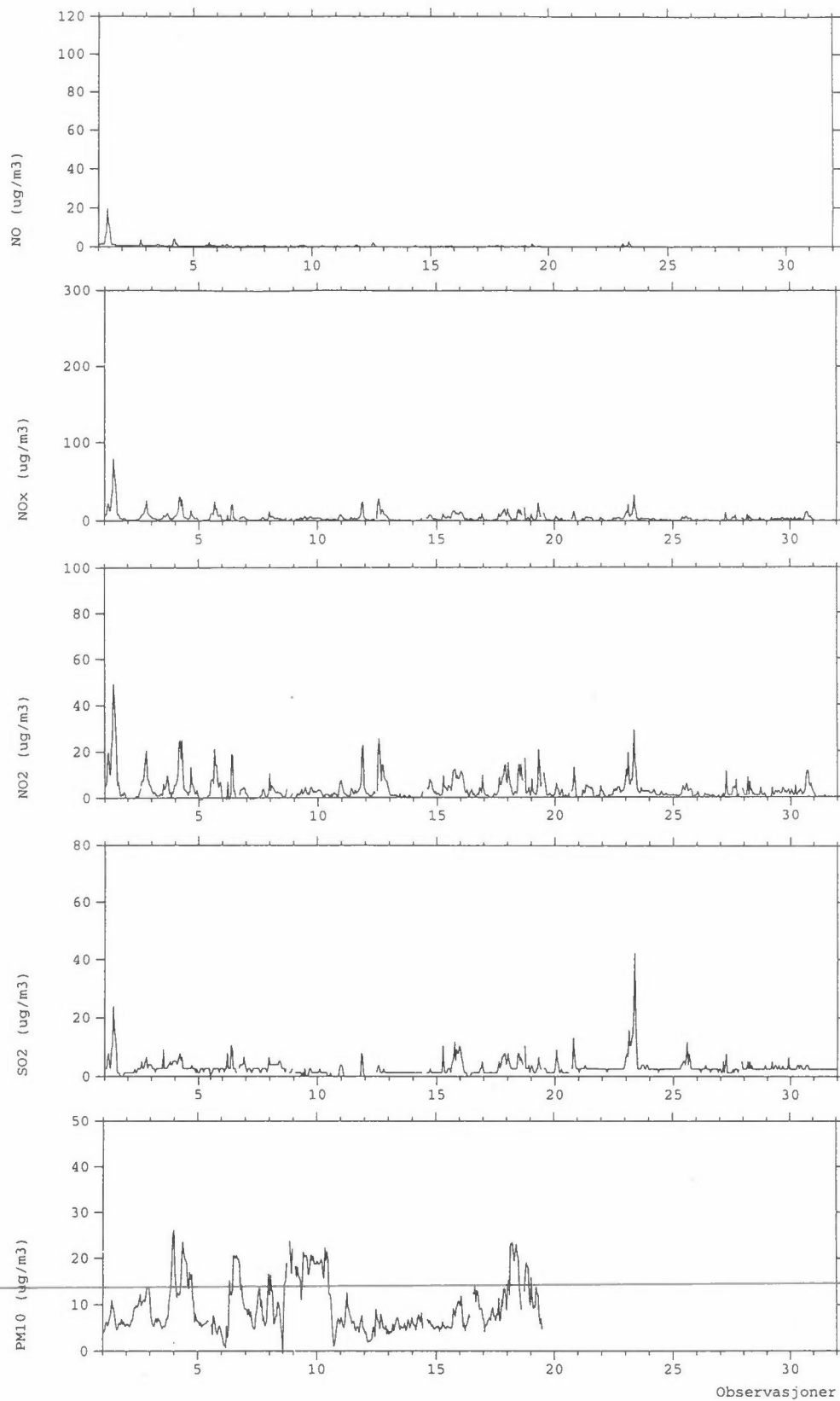
Stasjon: Sande
Måned : November 1994

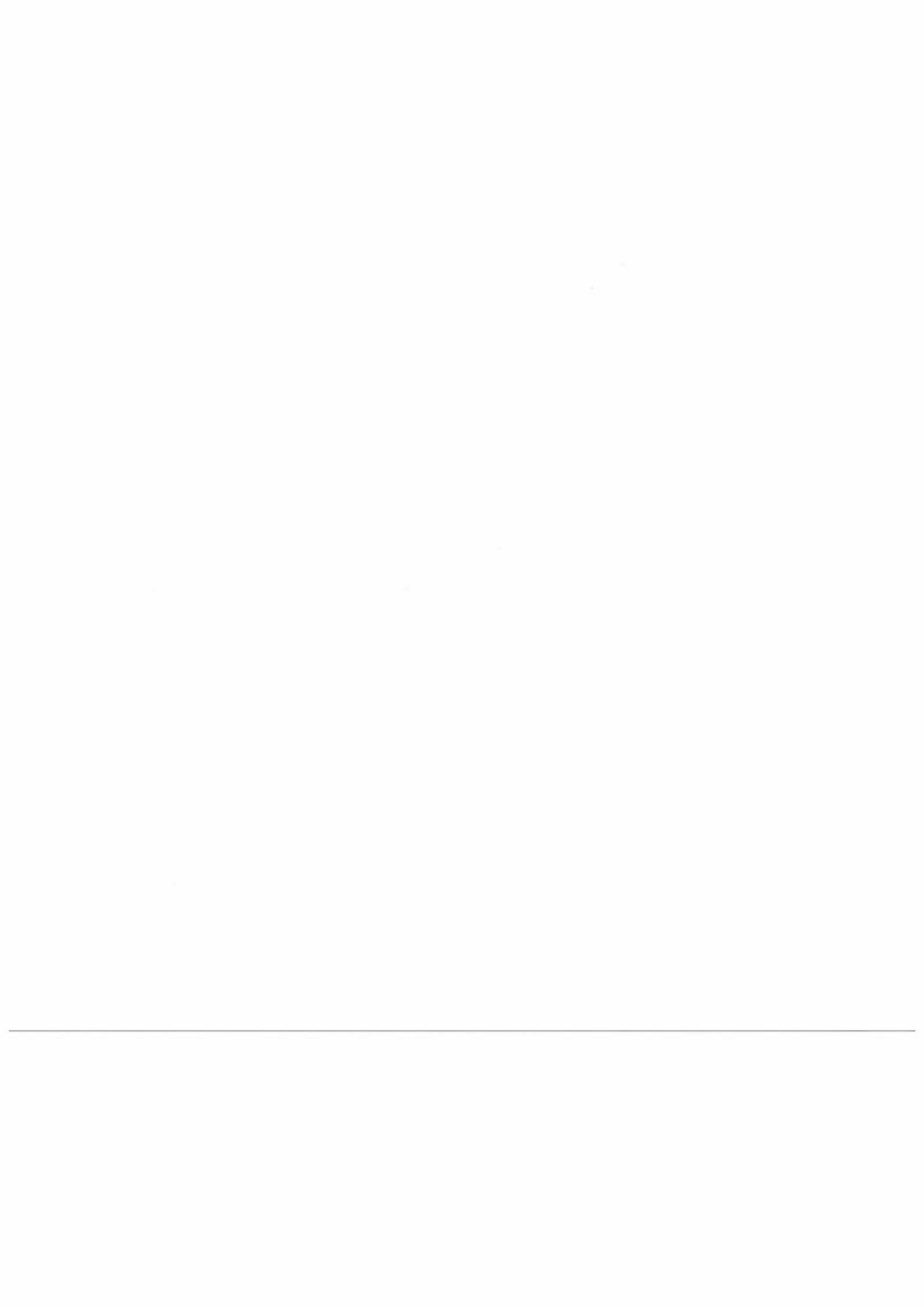


Stasjon: Dyrholten
Måned : Desember 1994



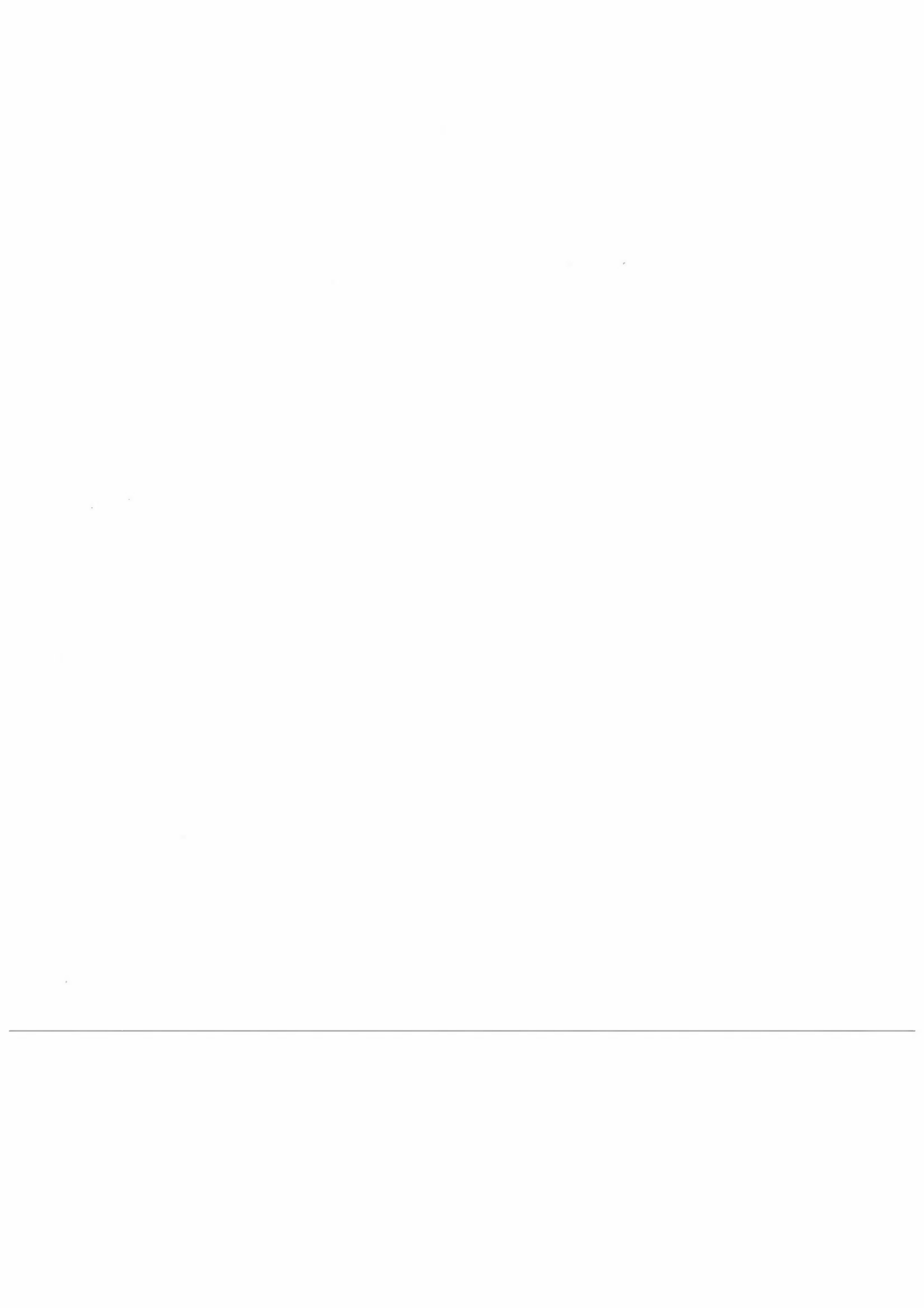
Stasjon: Sande
Måned : Desember 1994

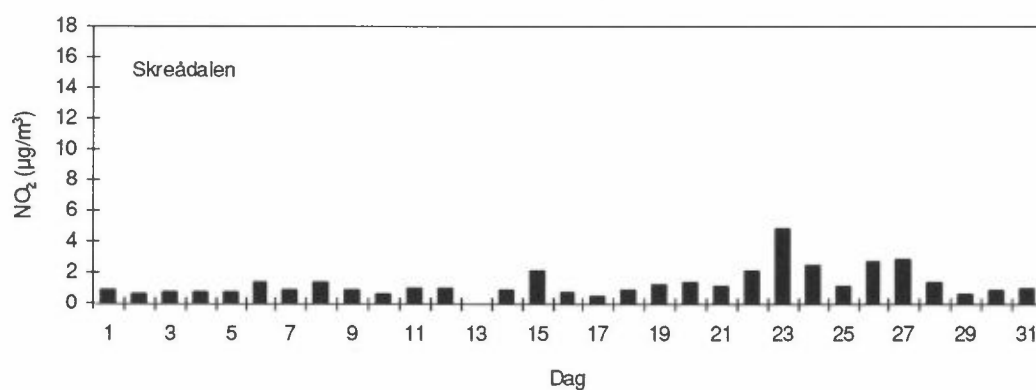
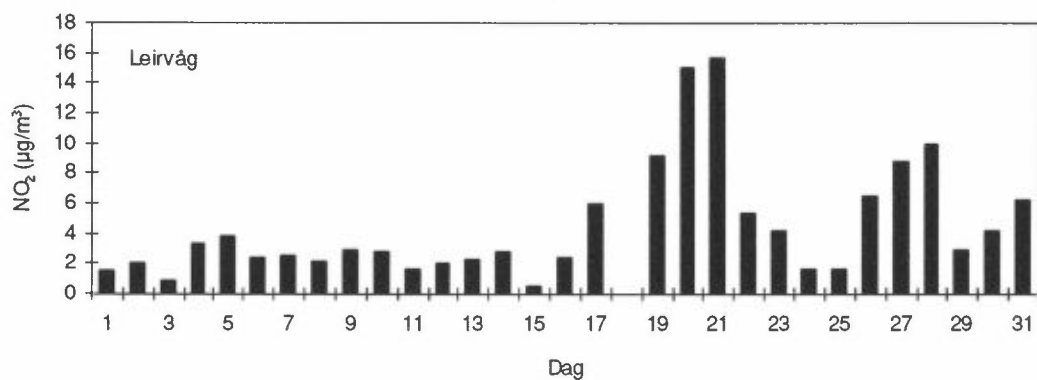
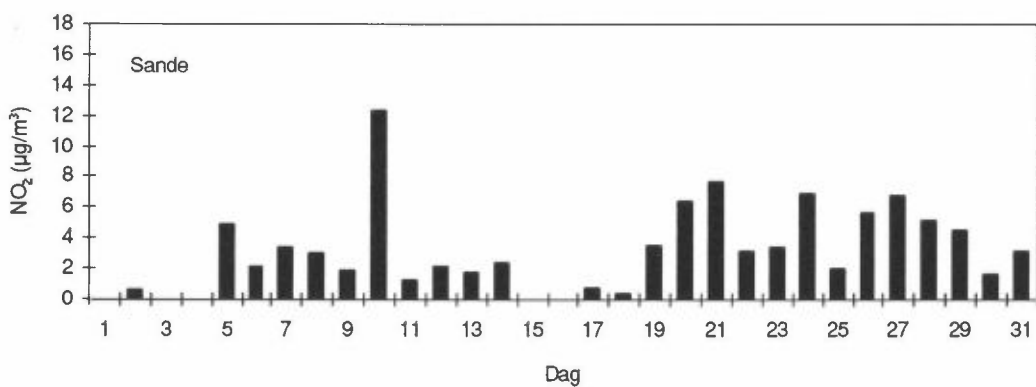
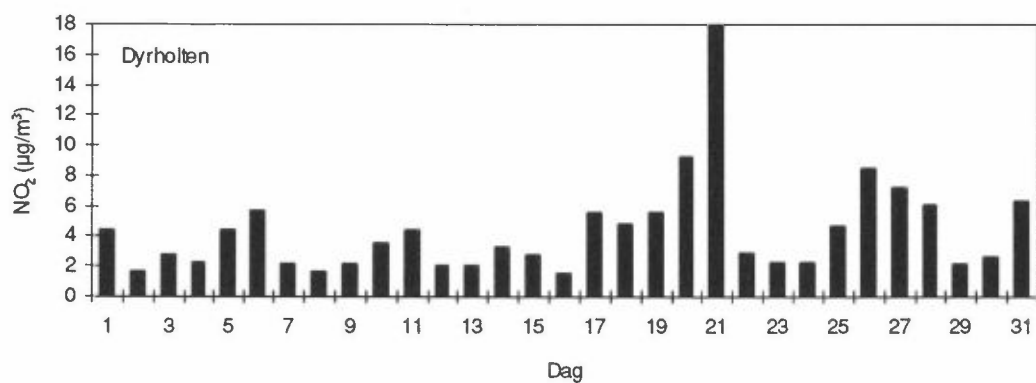




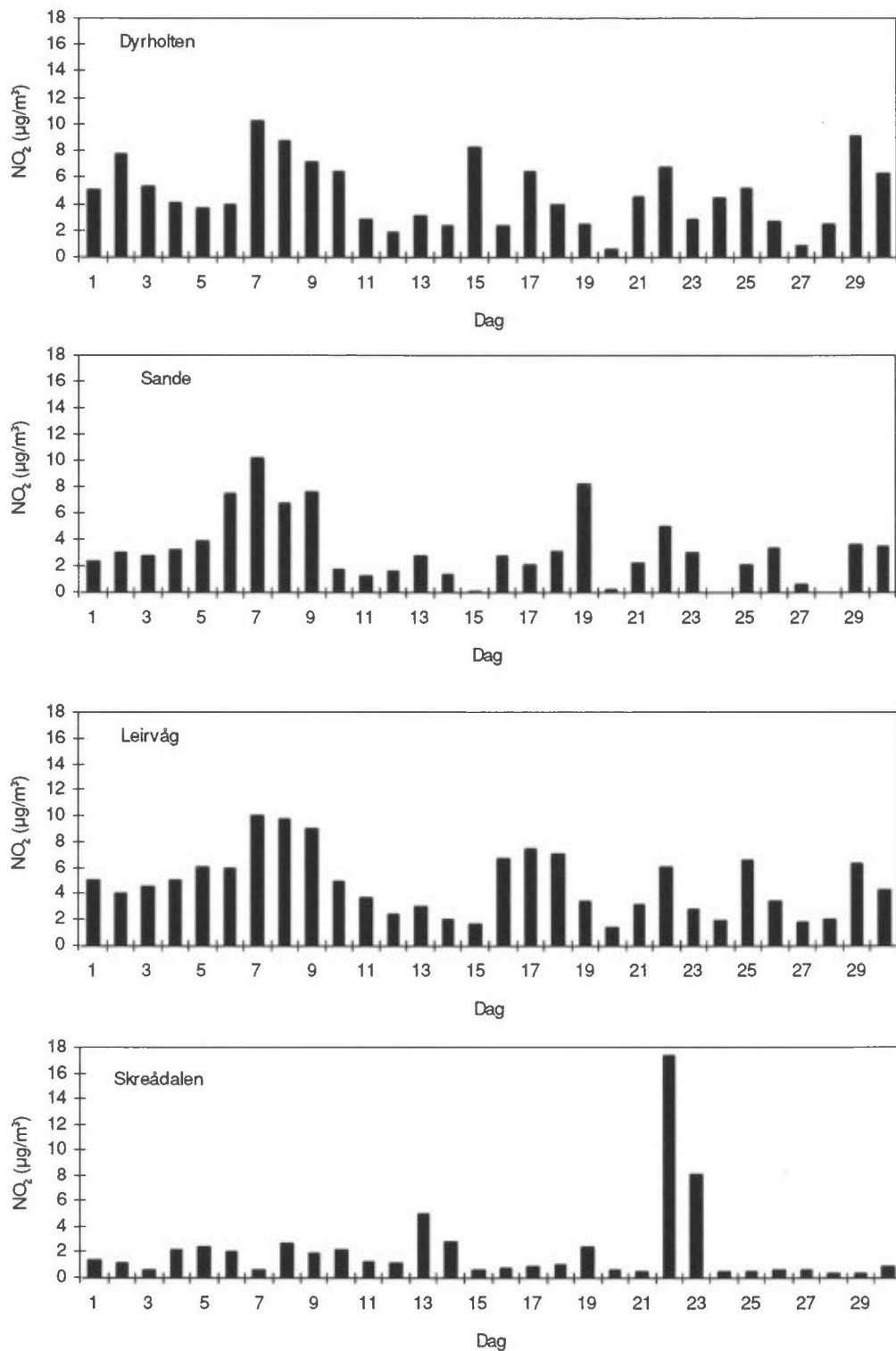
Vedlegg C

**Grafisk presentasjon av døgnmiddelverdier av
nitrogendioksid (NO₂), svoveldioksid (SO₂) og sot**

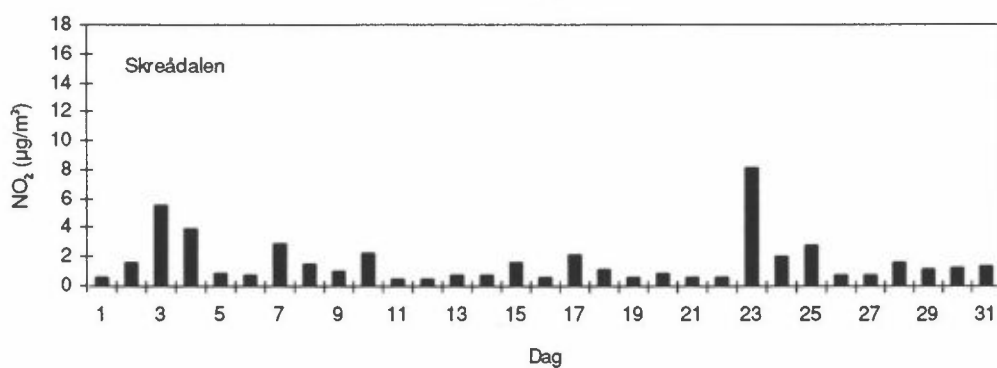
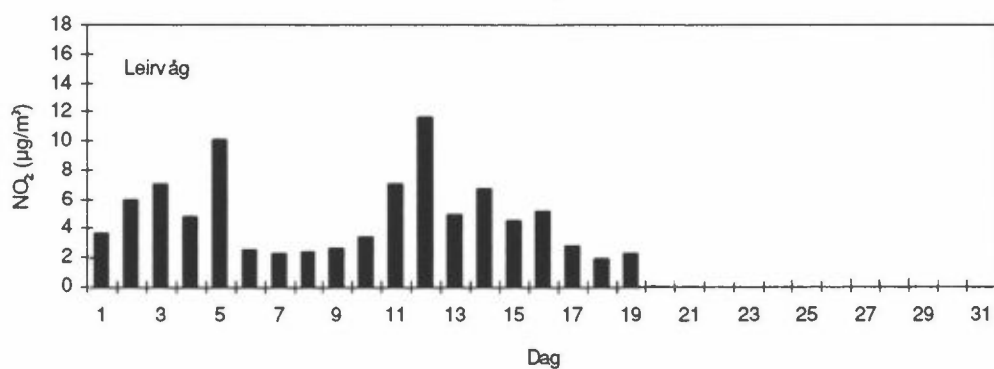
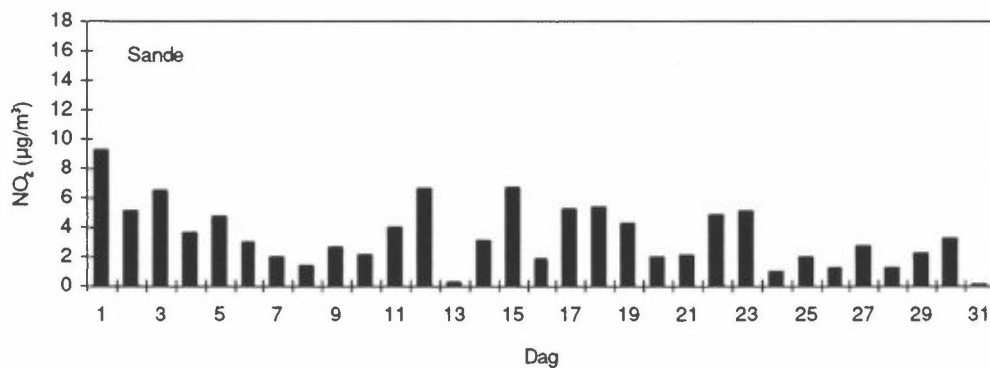
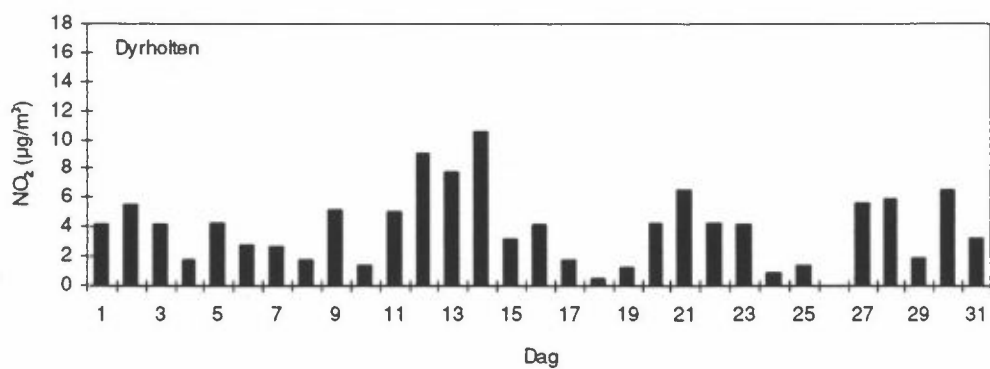




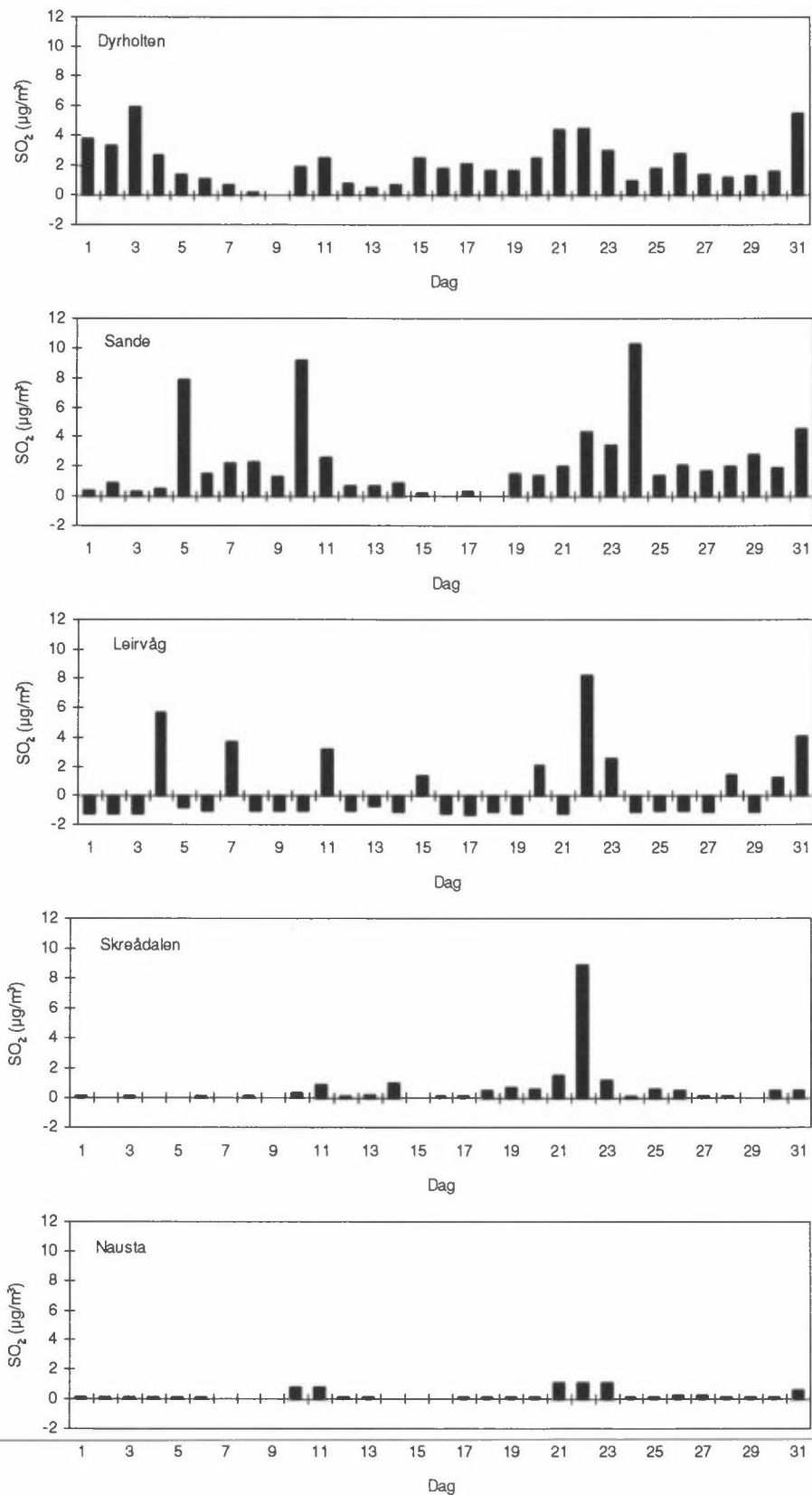
Døgnmiddelverdier av NO₂ fra Dyrholten, Sande, Leirvåg og Skreådalen i oktober 1994 (µg/m³).



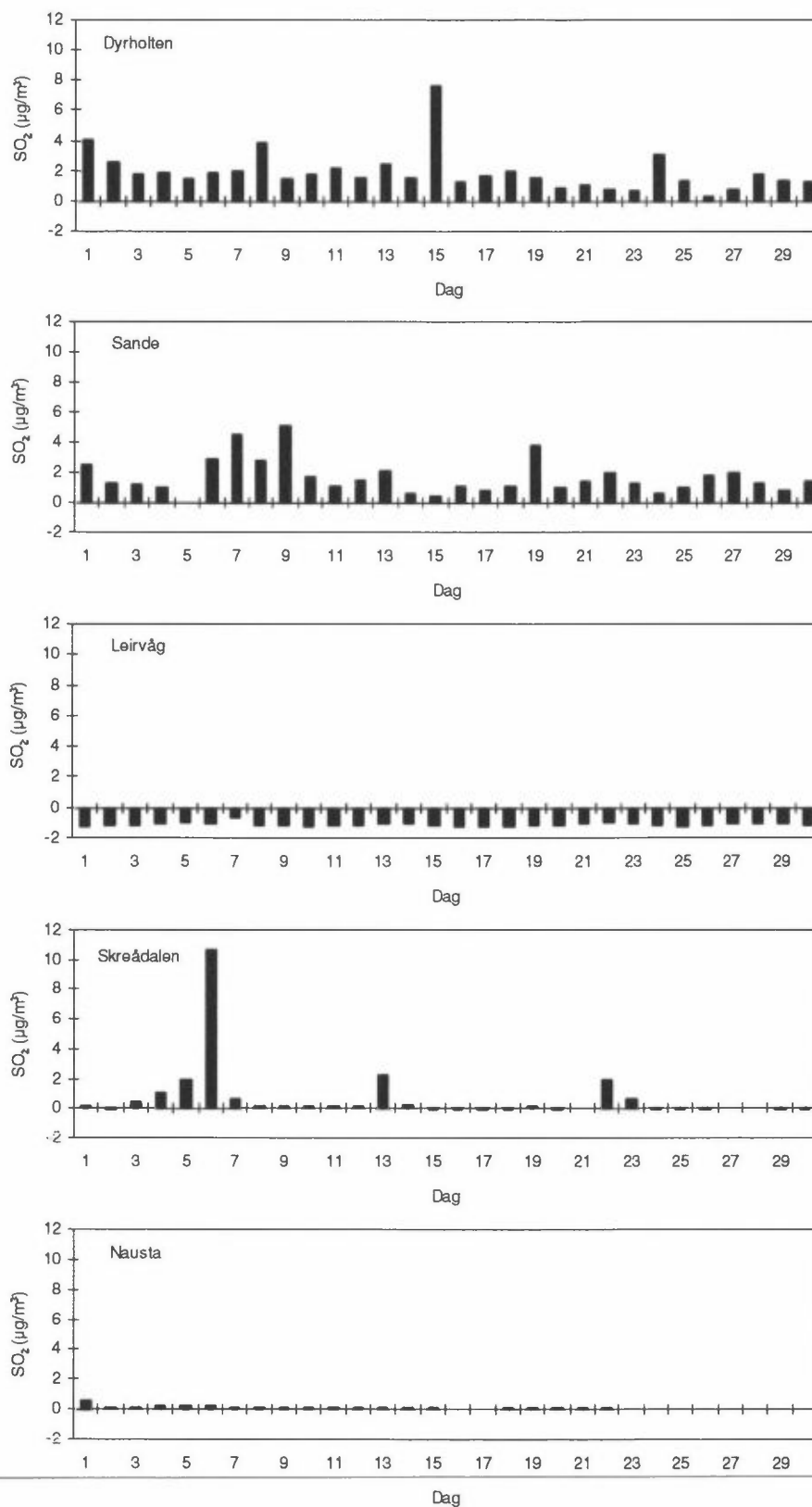
Døgnmiddelverdier av NO₂ fra Dyrholten, Sande, Leirvåg og Skreådalen i november 1994 (µg/m³).



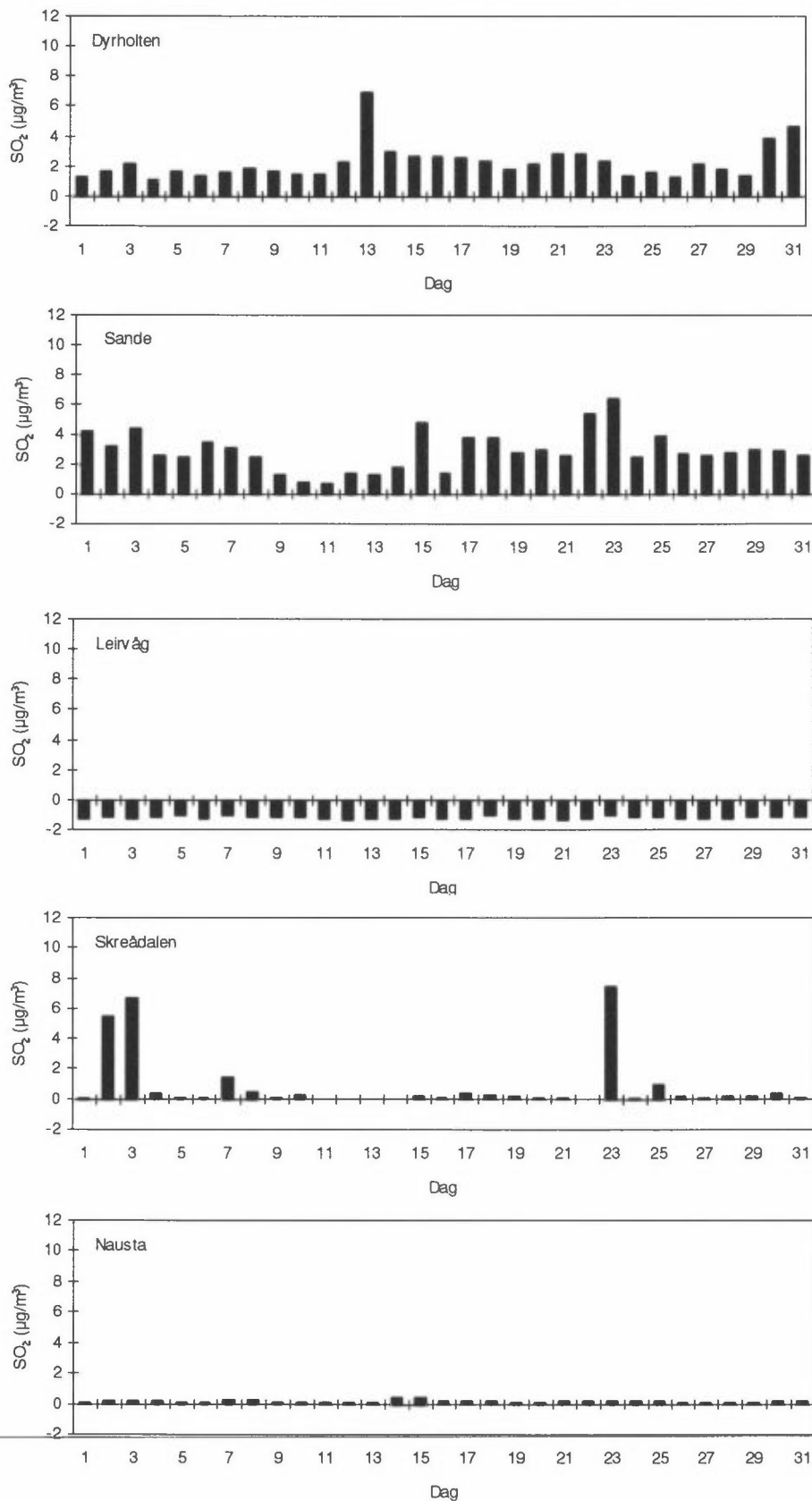
Døgnmiddelverdier av NO₂ fra Dyrholten, Sande, Leirvåg og Skreådalen i desember 1994 (µg/m³).



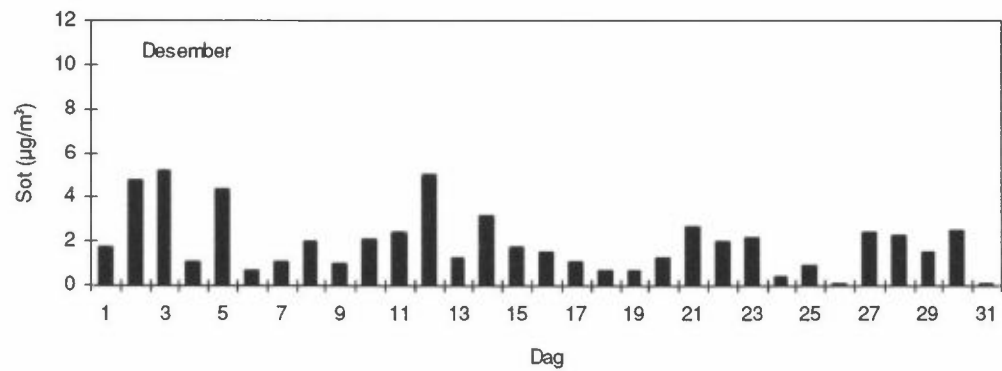
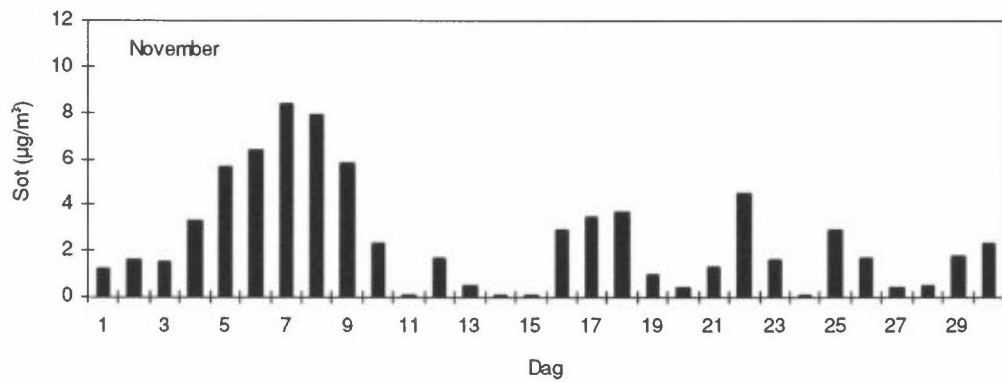
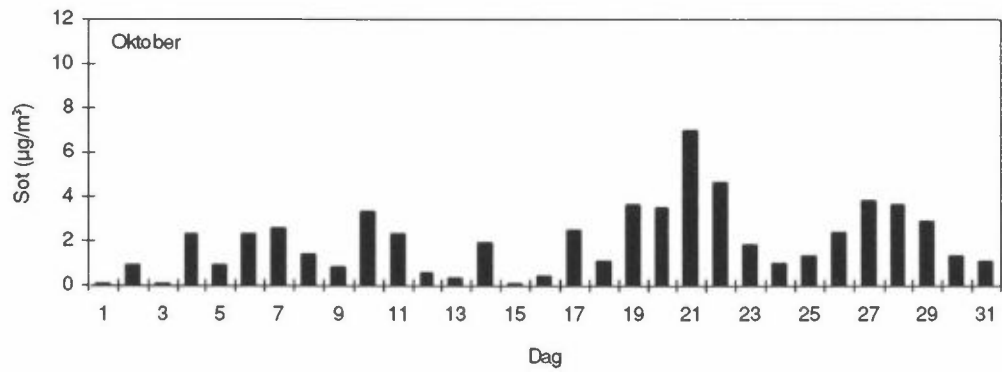
Døgnmiddelverdier av SO₂ fra Dyrholten, Sande, Leirvåg, Skreådalen og Nausta i oktober 1994 (µg/m³). Negative verdier på Leirvåg betyr at verdiene er lavere enn metodens deteksjonsgrense. Deteksjonsgrensen er lik absoluttverdien av den angitte negative verdien.



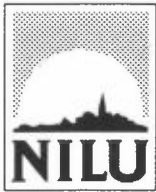
Døgnmiddelverdier av SO₂ fra Dyrholten, Sande, Leirvåg, Skreådalen og Nausta i november 1994 (µg/m³). Negative verdier på Leirvåg betyr at verdiene er lavere enn metodens deteksjonsgrense. Deteksjonsgrensen er lik absoluttverdien av den angitte negative verdien.



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



Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORT NR. OR 4/95	ISBN-82-425-0648-5	
DATO 15/3 1995	ANSV. SIGN. <i>L. O. Hagen</i>	ANT. SIDER 59	PRIS NOK 90,-
TITTEL Overvåking av luftkvalitet ved Statoil Mongstad i 1994/95 Statusrapport for perioden oktober-desember 1994		PROSJEKTLEDER Leif Otto Hagen	
		NILU PROSJEKT NR. O-94077	
FORFATTER(E) Leif Otto Hagen og Mona Johnsrud		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. Hege Abrahamsen	
OPPDRAGSGIVER Den norske stats oljeselskap a.s. Divisjon Mongstad 5154 MONGSTAD			
STIKKORD Måleprogram	Luftkvalitet	Meteorologi	
REFERAT På oppdrag fra Statoil utfører NILU målinger av luftkvalitet og meteorologiske forhold i perioden oktober 1994-mars 1995. Denne rapporten omhandler resultatene fra 4. kvartal 1994. I forhold til tilsvarende målinger i 1989/90 er utslippene av SO ₂ vesentlig redusert, mens utslippene av NO _x er på samme nivå. Det gjennomsnittlige forurensningsnivået i 4. kvartal 1994 var omtrent som i 1989 eller litt lavere. Nivået var meget lavt i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier. Forhøyete konsentrasjoner ble registrert ved vind fra raffineriet mot målestasjonene.			
TITLE Air quality monitoring at Mongstad 1994/95. Progress report for the period October-December 1994			
ABSTRACT			

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