

NILU : OR 3/99
REFERANSE : O-97115
DATO : JANUAR 1999
ISBN : 82-425-1050-4

**Målinger av luftkvalitet i Skogn
og Levanger, oktober 1997-
september 1998, i forbindelse
med konsekvensutredning av
utslipp av NO_x til luft fra
kraftvarmeverk på Fiborgtangen
i Skogn**

Leif Otto Hagen

Innhold

	Side
1. Innledning	7
2. Hensikten med måleprogrammet	7
3. Utslippsoversikt	7
4. Måleprogram for luft- og nedbørkvalitet, oktober 1997-september 1998	9
5. Meteorologiske forhold	12
5.1 Vindretning	12
5.2 Vindstyrke	13
5.3 Stabilitetsforhold	17
5.4 Lufttemperatur	23
5.5 Relativ fuktighet	24
5.6 Nedbør	25
6. Luftkvalitet	28
6.1 Anbefalte luftkvalitetskriterier	28
6.2 Nitrogenoksider og ozon	30
6.3 Svoveldioksid	44
6.4 Nedbørkvalitet og våtavsetning	45
6.5 Tørravsetning av NO ₂ og SO ₂	48
7. Referanser	48

Sammendrag

Industrikraft Midt-Norge DA har bedt Norsk institutt for luftforskning (NILU) undersøke konsekvensene av utslipp til luft for ulike alternativer fra et kraftvarmeverk på Fiborgtangen i Skogn med gass som energibærer. Dette arbeidet har bestått i å undersøke luftkvalitet, nedbørkvalitet, avsetning til bakken, virkninger av forsurening av overflatevann og virkninger på naturmiljø.

Konsekvensutredningen er beskrevet i tre rapporter; to foreløpige utredninger (Hagen et al., 1998a og b) og en endelig utredning (Hagen et al., 1999).

I denne rapporten er det gitt et sammendrag av målinger av meteorologiske forhold og luftkvalitet i Skogn/Levanger i perioden oktober 1997-september 1998. Disse dataene har gitt det nødvendige grunnlaget for å gjennomføre konsekvensutredningen.

De meteorologiske målingene omfattet vindstyrke, vindkast, vindretning, temperatur, luftas stabilitet, relativ fuktighet og nedbørmengde på Tangen. Luftkvalitetsmålingene omfattet nitrogenoksider (NO, NO₂, NO_x), svoveldioksid (SO₂) og ozon (O₃) på tilsammen 11 steder. Ikke alle stoffer ble målt på hvert sted. Målingene av nedbørkvalitet omfattet hovedkomponenter på ukebasis og tungmetaller på månedsbasis på Tangen.

Vindmålingene viste at vind fra øst, sørøst og sørvest forekom oftest i vinterhalvåret 1997/98 (oktober-mars). I sommerhalvåret (april-september) var hovedvindretningene ikke så markerte. Data fra Det norske meteorologiske institutts (DNMIs) stasjon Værnes viste at måleperioden oktober 1997-september 1998 var representativ med hensyn til forekomst av vindretninger sett i forhold til normalperioden 1961-1990. Midlere vindstyrke på Værnes var i perioden ca. 10% lavere enn normalt. På Tangen var vindstyrken omtrent som eller litt lavere enn på Værnes de fleste månedene. Vind fra øst og sørøst, som forekom oftest, hadde lavest vindstyrke. Vest-sørvestlig vind hadde høyest styrke. Vindstyrken var i middel høyere i vinterhalvåret enn i sommerhalvåret. Høyere vindstyrke medfører bedre spredning av luftforurensende utslipp.

Stabiliteten, som uttrykkes ved temperaturendringen med høyden over bakken, viste at nøytral sjiktning forekom i ca. halvparten av tiden i begge halvårene. Under slike forhold avtar temperaturen litt med høyden, og spredningsforholdene er gode. Stabil sjiktning (temperaturen øker med høyden) gir dårlig spredning vertikalt. Dette forekom atskillig oftere om vinteren enn om sommeren. De stabile forholdene forekom oftest ved vind fra øst og sørøst.

Temperaturmålingene på Værnes viste at det var kaldere enn normalt i oktober 1997 og mai 1998 og varmere enn normalt i januar, februar og september 1998. Året sett under ett var 0,4°C varmere enn normalt. Det var liten eller ingen forskjell i temperaturen mellom Tangen og Værnes.

Nedbørmengden på Værnes i perioden (830 mm) var 7% under det normale. DNMI's stasjon Verdal-Reppe hadde normal nedbørmengde (950 mm). På Tangen ble det målt vel 850 mm basert på målinger av nedbørkvalitet. Timevise nedbørmålinger viste at det var nedbør i ca. 13% av tiden (timer med minst 0,1 mm nedbør). I 60% av tiden med nedbør blåste det i en sektor fra sør-sørvest til vest. I forhold til forekomst av vindretning var det minst nedbørsansynlighet ved vind fra østlig og sørøstlig kant.

Kontinuerlig registrerende målinger av nitrogenoksider (NO , NO_2 , NO_x) ble utført ved Tangen og ved Kirkegata i Levanger (tilbaketrukket i forhold til gata). Dette ga timemiddelkonsentrasjoner. O_3 ble målt på timebasis ved Tangen. Månedsprøver av NO_2 og SO_2 med passive prøvetakere ble i tillegg utført på henholdsvis 9 og 4 stasjoner for å kartlegge forurensningsnivået over større områder. Måleresultatene er også sammenliknet med data fra bakgrunnsstasjonene Kårvatn i Møre og Romsdal og Tustervatn i Nordland, som inngår i Statlig program for forurensningsovervåking.

De høyeste konsentrasjonene av NO_2 ble målt i Levanger, og gatestasjonen ved Backlund hotell var mest belastet. Stasjonene utenfor Levanger viste betydelig lavere konsentrasjoner enn i byen. Den laveste middelverdien ble målt ved Steinvik på Ytterøy. Bakgrunnsstasjonene Kårvatn og Tustervatn viste enda lavere verdier.

Alle NO_2 -målingene viste klart lavere verdier enn SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier. Middelverdiene ved Tangen og ved Kirkegata i Levanger for NO_2 var henholdsvis $8,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $19,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i vinterhalvåret (noe lavere i sommerhalvåret), mens kriterieverdien er $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Maksimale døgnmiddelverdier var $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Tangen og $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Kirkegata, mens det anbefalte luftkvalitetskriteriet er $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De maksimale timemiddelverdiene var $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Tangen og $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Kirkegata (luftkvalitetskriterium: $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Ozon (O_3) i lufta reagerer med NO , som utgjør 90-95% av alle utslipp av nitrogenoksider fra forbrenning (biltrafikk, fyring) og danner NO_2 . NO_2 -konsentrasjonen i lufta blir derfor langt høyere enn de lokale utslippene skulle tilsi. Målingene viste at NO_2 utgjorde 78% av sum nitrogenoksider ved Tangen og 42% ved Kirkegata i Levanger for hele måleperioden.

Målingene både ved Tangen og i Levanger viste at biltrafikken er hovedkilden til nitrogenoksidene i området. Utslippene fra Norske Skog ga såvidt et målbart bidrag på $1-2 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ i den aktuelle 30° -vindsektoren fra sørvest.

Måledata for O_3 er sammenliknet med tilsvarende data fra Kårvatn og Tustervatn. O_3 -nivået ved Tangen var litt lavere enn ved de andre stasjonene. Dette skyldes i hovedsak at noe O_3 blir "spist opp" ved reaksjoner med NO (hovedsakelig fra biltrafikk) og omdannet til NO_2 .

Hovedkilden til O_3 i Norge er langtransporterte forurensninger fra andre deler av Europa. Konsentrasjonene overskrider vanligvis SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier satt for virkninger på helse og vegetasjon.

Ved Tangen ble helsekriteriet for O_3 på $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timemiddelverdi overskredet 2 ganger i vinterhalvåret og 127 ganger i sommerhalvåret. Vinterhalvåret hadde 54 døgn og sommerhalvåret 61 døgn med 8-timers middelverdi over helsekriteriet på $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De fleste overskridelsene var i månedene februar-mai 1998. Det lavere vegetasjonskriteriet på $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som 8-timers middelverdi ble overskredet 106 dager i vinterhalvåret og 137 dager i sommerhalvåret. Derimot ble ikke timemiddelkriteriet for vegetasjon på $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ overskredet. Høyeste målte timemiddelverdi var $126 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i april 1998. Kriteriet for gjennomsnittlig 7-timers middelverdi (kl 09-16) for vekstsesongen (april-september) på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ble klart overskredet. Den målte verdien var $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De anbefalte luftkvalitetskriteriene for O_3 for virkninger på helse og vegetasjon ble overskredet oftere og maksimalverdiene var høyere ved Kårvatn og Tustervatn enn ved Tangen.

Målinger av SO_2 med passive prøvetakere på fire stasjoner viste som ventet langt lavere verdier enn SFTs luftkvalitetskriterier. Høyeste halvårsmiddelverdi hadde Nordhaug med $2,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i vinterhalvåret. Luftkvalitetskriteriet for helse er $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. For vegetasjon er luftkvalitetskriteriet $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsmiddelverdi.

Nedbørkvalitet ble målt på ukebasis ved Tangen. Prøvene av tungmetaller ble slått sammen til månedsprøver ved analysen. Resultatene er sammenliknet med data for bakgrunnsstasjonene Kårvatn, Selbu, Høylandet, Namsvatn og Tustervatn for året 1997.

Både middelkonsentrasjoner og våtavsetning (dvs. med nedbør) av de fleste hovedkomponentene og tungmetallene var høyere enn ved de nevnte bakgrunnsstasjonene. Årsaken til dette er trolig utslipp fra jordbruksaktivitet, industri og trafikk i nærområdet.

Våtavsetningen av både hovedkomponenter og tungmetaller på bakgrunnsstasjoner i Midt-Norge er vanligvis klart lavere enn på de mest belastede stasjonene på Sør- og Vestlandet. Dette skyldes at langtransporterte forurensninger er hovedkilden.

Tørravsetningen av NO_2 og SO_2 er beregnet til henholdsvis $87 \text{ mg}/\text{m}^2$ og $84 \text{ mg}/\text{m}^2$ for perioden oktober 1997-september 1998 basert på midlere konsentrasjoner på alle stasjonene (unntatt Levanger) i området. Avsetningen var størst i sommerhalvåret.

THE UNIVERSITY OF THE STATE OF NEW YORK
OFFICE OF THE STATE COMPTROLLER
ALBANY, NEW YORK

Målinger av luftkvalitet i Skogn og Levanger, oktober 1997-september 1998, i forbindelse med konsekvensutredning av utslipp av NO_x til luft fra kraftvarmeverk på Fiborgtangen i Skogn

1. Innledning

Industrikraft Midt-Norge DA har bedt Norsk institutt for luftforskning (NILU) undersøke konsekvensene av utslipp til luft for ulike alternativer fra et kraftvarmeverk på Fiborgtangen i Skogn med gass som energibærer. Dette arbeidet har bestått i å undersøke luftkvalitet, nedbørkvalitet, avsetning til bakken, virkningen av forsurening av overflatevann og virkninger på naturmiljø.

2. Hensikten med måleprogrammet

Målingene av dagens luft- og nedbørkvalitet var et nødvendig grunnlag for å vurdere konsekvensene av framtidige utslipp fra kraftvarmeverket på Fiborgtangen. Målingene omfattet nitrogenoksider (NO, NO₂, NO_x), svovel-dioksid (SO₂), ozon (O₃), hovedkomponenter og utvalgte tungmetaller i nedbør, samt nødvendige meteorologiske parametre.

Denne rapporten inneholder:

- utslippsoversikt
- beskrivelse av de meteorologiske forholdene
- beskrivelse av luft- og nedbørkvalitet
- vurdering av luftkvaliteten i forhold til Statens forurensningstilsyns (SFTs) anbefalte luftkvalitetskriterier fra 1992
- vurdering av forurensningsbidrag fra dagens utslipp ved Norske Skog på Fiborgtangen.

For selve konsekvensutredningen for det planlagte kraftvarmeverket henvises det til den endelige rapporten (NILU oppdragsrapport under arbeid). I 1998 ble det gjennomført to foreløpige konsekvensutredninger, se NILU OR 17/98 og NILU OR 26/98.

3. Utslippsoversikt

På Fiborgtangen ved Skogn ligger i dag Norske Skogindustrier ASA-Skogn. Bark og annet treavfall brukes til å skaffe varmeenergi til produksjonen. Dette gir et utslipp av nitrogenoksider på 120 tonn pr. år (regnet som NO₂) fra barkkjelen.

Forbrenning forårsaker utslipp til luft av blant annet karbondioksid (CO₂), karbonmonoksid (CO) og nitrogenoksider (NO_x).

Gass fra norsk sokkel inneholder normalt lite svovel og tungmetaller. Utslippene av svovel og tungmetaller fra kraftvarmeverket er bestemt ut fra innholdet av disse stoffene i gassen som blir forbrent.

Kraftvarmeverket på Skogn vil bestå av to aggregater, det ene skal settes i drift i 2003 og det andre i 2005. Aggregatene skal plasseres ved siden av hverandre, og avstanden mellom skorsteinene vil bli ca. 30 m. Ved oppstart av det første kraftvarmeaggregatet er utslippene fra eksisterende barkkjel planlagt å opphøre. Tre alternativer av NO_x-utslipp er vurdert her for begge byggetrinn. Utslippene fra dagens barkkjel og fra kraftvarmeverket for de 3 alternativene i 2003 og i 2005 er vist i Tabell 1 og Tabell 2. Økningen i utslippene på Fiborgtangen ved bygging av kraftvarmeverket vil altså bli utslippene fra kraftvarmeverket minus utslippene fra barkkjelen, dvs. henholdsvis 250 (alternativ 1), 430 (alternativ 2) og 810 (alternativ 3) tonn NO_x pr. år i 2003 og 620 (alternativ 1), 980 (alternativ 2) og 1740 (alternativ 3) tonn NO_x pr. år i 2005.

De tre alternativene er identiske med de nivåene SFT har bedt om utredning for. Bakgrunnen for disse verdiene er at SFT antar dette vil bli utviklingene mht. grenseverdier (for utslipp) de neste 10-15 årene.

Tabell 1: *Utslipp til luft fra barkkjelen ved Norske Skog Skogn og fra kraftvarmeverket i 2003 og i 2005 for 3 alternativer.*

	Eksisterende barkkjel	Ett aggregat			To aggregater		
		2003			2005		
		ALT. 1	ALT. 2	ALT. 3	ALT. 1	ALT. 2	ALT. 3
NO _x (som NO ₂ , t/år)	120	370	550	930	740	1100	1860
Driftstid (timer/år)	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8100

Utslippsbetingelsene for kraftvarmeverket er gitt i Tabell 2.

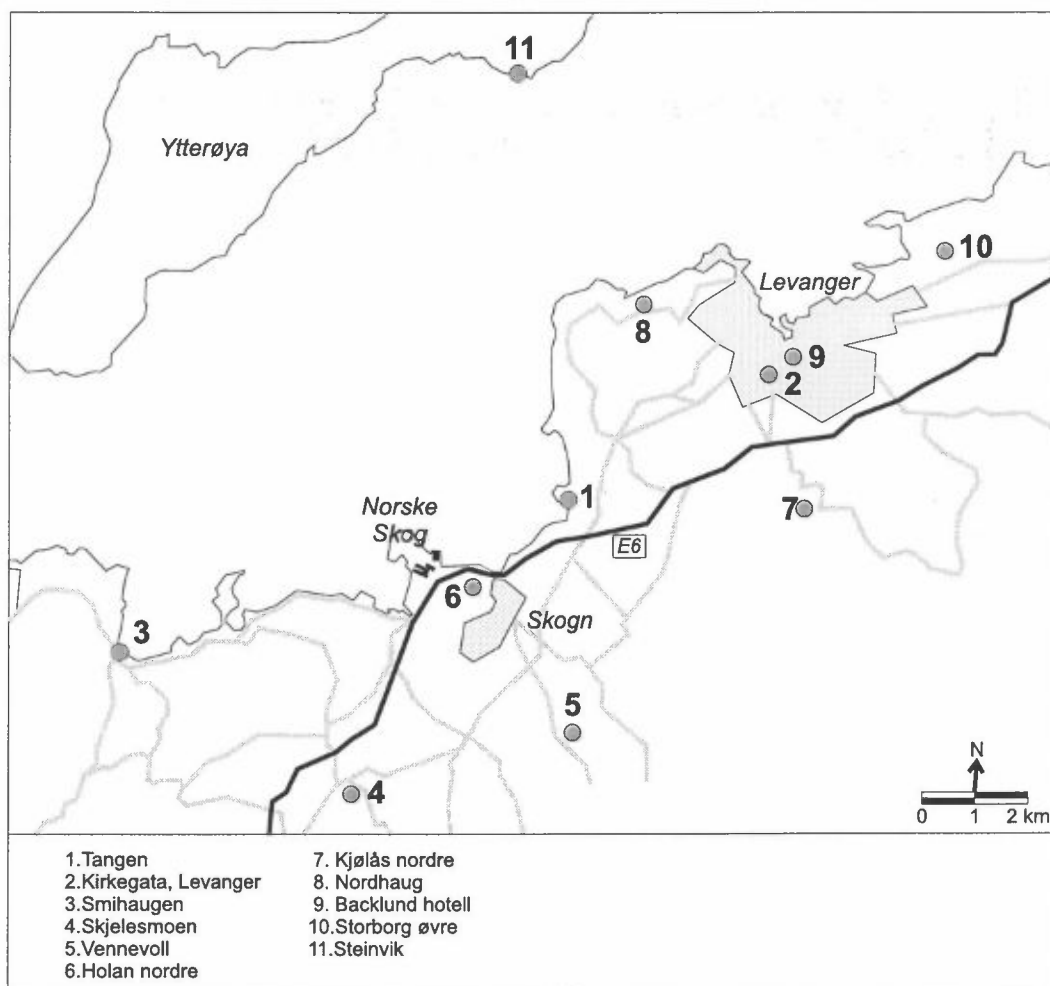
Tabell 2: *Utslippsbetingelser for hvert aggregat ved kraftvarmeverket på Fiborgtangen. Det er regnet med gjennomsnittlige utslippsrater.*

	Enhet	Pr. aggregat		
		ALT. 1	ALT. 2	ALT. 3
Utslippsmengde NO _x (som NO ₂)*	g/s	12,7	18,9	31,9
Beregnet minste skorsteinshøyde	m	75	75	80
Skorsteinsdiameter	m	5,2	5,2	5,2
Røykgasstemperatur	°C	90,2	90,2	90,2
Utslippshastighet	m/s	24	24	24

*Utslippet av NO_x er ca. 5% NO₂ og ca. 95% NO.

4. Måleprogram for luft- og nedbørkvalitet, oktober 1997-september 1998

I perioden oktober 1997–september 1998 ble det gjennomført et måleprogram for luft- og nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i Skogn/Levanger som vist i Tabell 3. Målestasjonenes plassering er vist på kartutsnittet i Figur 1.



Figur 1: Målestasjoner for luft- og nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i Skogn/Levanger i perioden oktober 1997–september 1998.

Tabell 3: Måleprogram for luft- og nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i Skogn/Levanger i perioden oktober 1997 - september 1998.

	Parameter	Midlings- tid	Måleperiode	Tan- gen	Kirkegata, Levanger	Smi- haugen	Skjeles- moen	Venne- voll	Holan nordre	Kjølås nordre	Nord- haug	Backlund hotell, Levanger	Storborg øvre	Steinvik, Ytterøy
Luftkvalitet	NO	Time	7.10.1997-1.10.1998	x	x ¹⁾									
	NO _x	Time	7.10.1997-1.10.1998	x	x ¹⁾									
	NO ₂	Time	7.10.1997-1.10.1998	x	x ¹⁾									
	O ₃	Time	7.10.1997-1.10.1998	x										
SO ₂	Måned	Måned	7.10.1997-1.10.1998	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	NO ₂	Måned	7.10.1997-1.10.1998	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nedbør- kvalitet	Hoved- komponenter ²⁾	Uke	9.10.1997-1.10.1998	x										
	Tungmetaller ³⁾	Måned	9.10.1997-1.10.1998	x										
Meteorolo- giske forhold	FF ⁴⁾	Time	9.10.1997-12.10.1998	x										
	GUST ⁴⁾	Time	9.10.1997-12.10.1998	x										
	DD ⁴⁾	Time	9.10.1997-12.10.1998	x										
	TT ⁴⁾	Time	9.10.1997-12.10.1998	x										
	ΔT ⁴⁾	Time	9.10.1997-12.10.1998	x										
	RH ⁴⁾	Time	9.10.1997-12.10.1998	x										
	RR ⁴⁾	Time	9.10.1997-12.10.1998	x										

1) Startet 16.10.1997

2) Nedbørmengde, ledningsevne, pH, SO₄, NO₃, NH₄, Ca, K, Mg, Na, Cl

3) Nedbørmengde, Pb, Cd, Cu, Zn, Cr, Ni, Co, Fe, Mn, V

4) FF=vindstyrke, GUST=vindkast, DD=vindretning, ΔT=temperatur, TT=temperatur-differansen mellom 10 m.o.b. og 2 m.o.b., som er et mål for luftas stabilitet (spredningsevne), RH=relativ fuktighet, RR=nedbørmengde

Måleprogrammet har gitt nødvendige data for luftkvalitet, nedbørkvalitet og meteorologiske forhold for å

- kartlegge dagens situasjon med hensyn til luftkvalitet i området
- beregne tørr- og våtavsetning av nitrogen
- beregne virkningen av overflatevann (NIVA)
- vurdere effekter på flora og fauna (NINA).

Følgende målinger er gjennomført:

- Luftkvalitetsstasjon i hovedvindretningen mellom Fiborgtangen og Levanger (Tangen):

- * NO, NO₂ og NO_x : timeverdier
- * O₃ : timeverdier
- * Nedbør : ukeverdier.

Nedbørprøvene ble analysert på mengde, ledningsevne, pH, SO₄, NO₃, NH₄, Ca, K, Mg, Na og Cl. For å vurdere disse dataene er det sammenliknet med data fra bakgrunnsstasjonene Kårvatn, Selbu, Høylandet, Namsvatn og Tustervatn. Analysene av tungmetaller omfattet Pb, Cd, Cu, Zn, Cr, Ni, Co, Fe, Mn og V og ble utført på sammenslåtte månedsprøver. Av bakgrunnsstasjonene har bare Namsvatn analyse av disse komponentene (ikke Fe, Mn og V), mens det på Kårvatn analyseres på Pb, Cd og Zn.

- Luftkvalitetsstasjon i Levanger (Kirkegata):

- * NO, NO₂ og NO_x : timeverdier

Stasjonen ble plassert sentralt, men ikke i gatemiljø, slik at det ved hjelp av meteorologiske data også er mulig å anslå eventuelt bidrag fra Fiborgtangen til luftkvaliteten i Levanger i dag.

- 9 steder for passiv prøvetaking av NO₂ og 4 steder for passiv prøvetaking av SO₂. Disse prøvene ble tatt på månedsbasis og ga data for gjennomsnittsverdier av NO₂ og SO₂ over større områder. En av prøvetakerne for NO₂ ble plassert ved gatemiljø (Backlund hotell) i Levanger (maksimalområdet). I Levanger antas biltrafikken å være den dominerende kilden til nitrogenoksider.
- Meteorologisk stasjon (Tangen):
 - * vindretning, vindstyrke, maks. vindstyrke midlet over 2 sekunder, temperatur, stabilitet (vertikal temperaturgradient), relativ fuktighet og nedbørmengde på timebasis.

Ved å koble timeverdier av luftkvalitet og meteorologiske data (vindretning) kan bidrag til luftkvaliteten fra ulike kilder/kildeområder bestemmes. Dette er særlig viktig for å skille bidrag fra biltrafikk, industri, fyring og langtransporterte forurensninger for nitrogenoksider.

5. Meteorologiske forhold

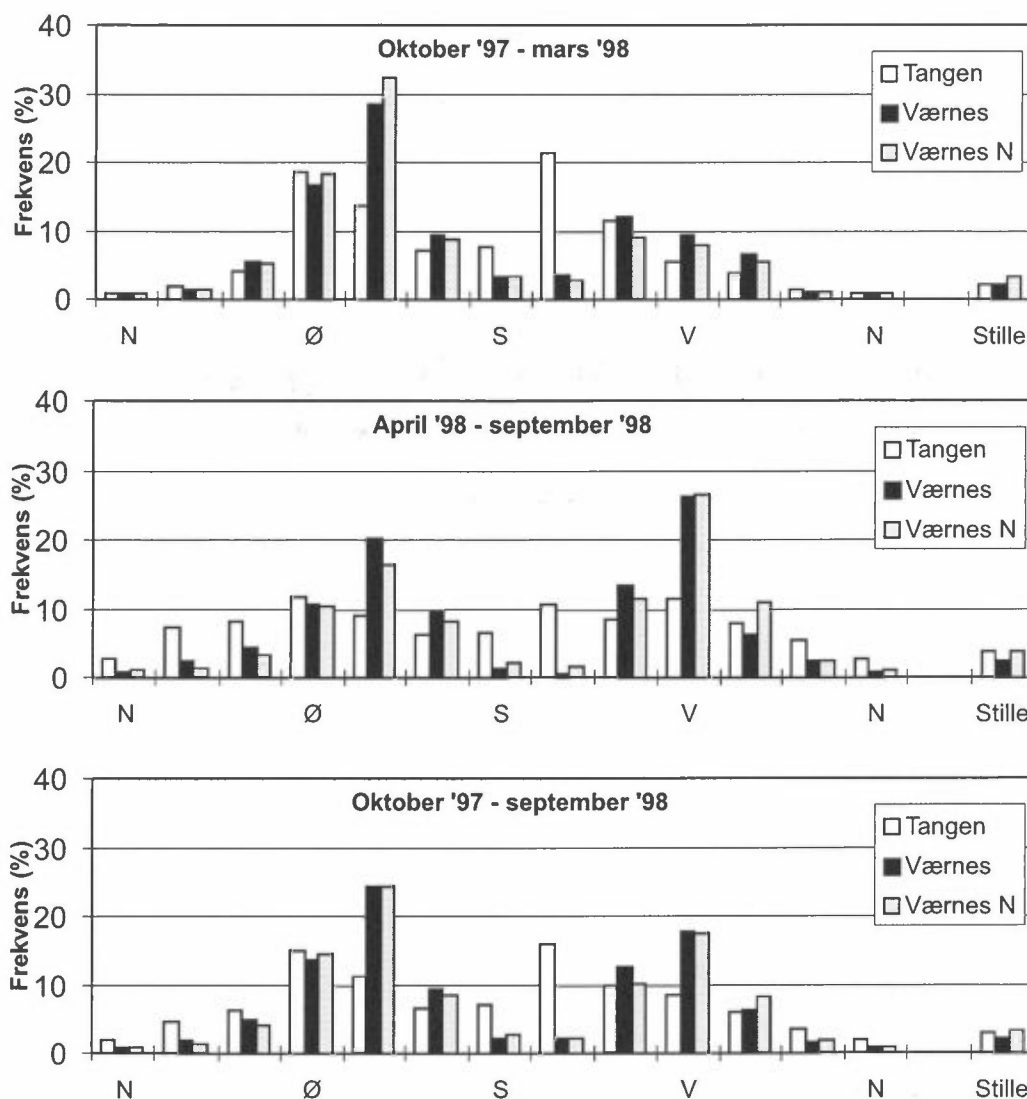
Den meteorologiske stasjonen var plassert ved Tangen ca. 3 km øst-nordøst for det planlagte kraftvarmeverket på Fiborgtangen. Målingene omfattet vindstyrke, vindkast, vindretning, temperatur, stabilitet, relativ fuktighet og nedbørmengde. Alle målingene ble gjennomført kontinuerlig. Dataene ble logget som middelverdier over fem minutter og lagret som timemiddelverdier.

5.1 Vindretning

Vindfrekvensfordelinger fra Tangen for periodene oktober 1997-mars 1998 (vinterhalvår), april-september 1998 (sommerhalvår) og for hele perioden oktober 1997-september 1998 er vist i Figur 2. Figuren viser også vindfrekvensfordelinger fra Det norske meteorologiske institutts (DNMI) stasjon Værnes for de samme periodene i 1997/98 og i 1961-1990. Perioden 1961-1990 er definert som "normalperioden". Figuren viser hvor stor prosent av tiden det blåste fra tolv 30-graders sektorer. Tallet C viser hvor stor del av tiden i prosent vindstyrken var lavere enn eller lik 0,5 m/s, definert som vindstille.

Vindmålingene på Tangen viste at vind fra øst, øst-sørøst og sør-sørvest hadde høyest frekvens i perioden oktober 1997-mars 1998. Vind i en bred sektor fra vest til nordøst forekom mindre hyppig enn fra andre retninger. I sommerhalvåret 1998 var ikke hovedvindretningene så markerte som i vinterhalvåret 1997/98. Den største forskjellen mellom Tangen og Værnes var at det i begge halvårene var mindre hyppig vind fra øst-sørøst og vest (sommer) og oftere forekommende vind fra sør-sørvest ved Tangen enn ved Værnes. Stasjonen på Værnes er tydelig påvirket av hoveddalføret (Stjørdalen), slik at vinden kanaliseres langs dalaksen.

Vindmålingene på Værnes viste små forskjeller mellom måleperioden 1997/98 og normalperioden 1961-1990 med hensyn til hyppighetsfordeling av vindretninger både i vinter- og sommerhalvåret. Måleperioden må derfor sies å være representativ med hensyn til forekomst av vindretninger.



Figur 2: Vindfrekvensfordelinger for Tangen og Værnes for periodene oktober 1997-mars 1998, april-september 1998 og oktober 1997-september 1998, samt normalen for Værnes (N) for de samme periodene for årene 1961-1990.

5.2 Vindstyrke

Tabell 4 viser midlere vindstyrke for hver måned i perioden oktober 1997-september 1998 for Tangen og Værnes og middelvindstyrken for Værnes i normalperioden 1961-1990 for de samme månedene. Hele perioden sett under ett var midlere vindstyrke på Tangen omtrent som eller litt lavere enn på Værnes. Sett i forhold til normalperioden 1961-1990 var midlere vindstyrke i måleperioden litt lavere enn normalt.

Tabell 5 gir mer detaljinformasjon om vindstyrke og maksimalt vindkast for hver måned. Den høyeste timemiddelvindstyrken ble registrert 18. februar 1998 kl 14 (1330-1430) til 16,6 m/s. Litt tidligere samme dag var det maksimale vindkastet (målt over 2 sekunder) 26,6 m/s.

Tabell 4: *Midlere vindstyrke for hver måned for Tangen og Værnes og for Værnes for normalperioden 1961-1990 (m/s).*

Måned	Tangen 1997/98	Værnes 1997/98	Værnes 1961-1990
Oktober	3,8 ¹⁾	3,8	3,7
November	2,3	3,3	3,9
Desember	2,7	2,9	4,2
Januar	3,7	3,8	4,1
Februar	5,2	4,2	3,9
Mars	4,0	4,2	4,0
Oktober-mars	3,6	3,7	4,0
April	2,8	4,0	3,9
Mai	3,0	3,3	3,9
Juni	2,5	2,8	3,8
Juli	2,6	3,3	3,7
August	3,3	3,7	3,5
September	2,2	2,7	3,7
April-september	2,7	3,1	3,8
Oktober-september	3,2	3,4	3,8

1) Målestart 9.10.1997.

Tabell 5: *Statistikk over vindstyrker ved Tangen for hver måned og for hele perioden oktober 1997-september 1998.*

Måned	Midlere vindstyrke (m/s)	Maks. timemiddel (m/s)	Tid for maks.	Maks. vindkast (m/s)	Tid for maks. vindkast
Oktober 1997 ¹⁾	3,8	12,2	18. kl 13	21,2	18. kl 12
November	2,3	10,5	01. kl 01	16,7	01. kl 01
Desember	2,7	11,8	31. kl 15	20,0	31. kl 15
Januar 1998	3,7	12,8	25. kl 20	20,3	02. kl 10
Februar	5,2	16,6	18. kl 14	26,6	18. kl 12
Mars	4,0	13,5	26. kl 22	22,4	26. kl 21 ²⁾
Okt. 97-mar. 98	3,6	16,6	18.02. kl 14	26,6	18.02. kl 12
April	2,8	10,3	27. kl 01	17,6	27. kl 02
Mai	3,0	12,9	19. kl 09	22,4	19. kl 09
Juni	2,5	8,4	21. kl 21	14,9	21. kl 21
Juli	2,6	8,8	20. kl 09	14,3	20. kl 03
August	3,3	11,5	19. kl 04	17,3	18. kl 09
September	2,2	8,8	21. kl 13	16,7	21. kl 11
Apr.-sep. 98	2,7	12,9	19.05. kl 09	22,4	19.05. kl 09
Okt. 97-sep. 98	3,2	16,6	18.02. kl 14	26,6	18.02. kl 12

1) Målestart 9.10.1997.

2) Samme verdi 26.03. kl 22.

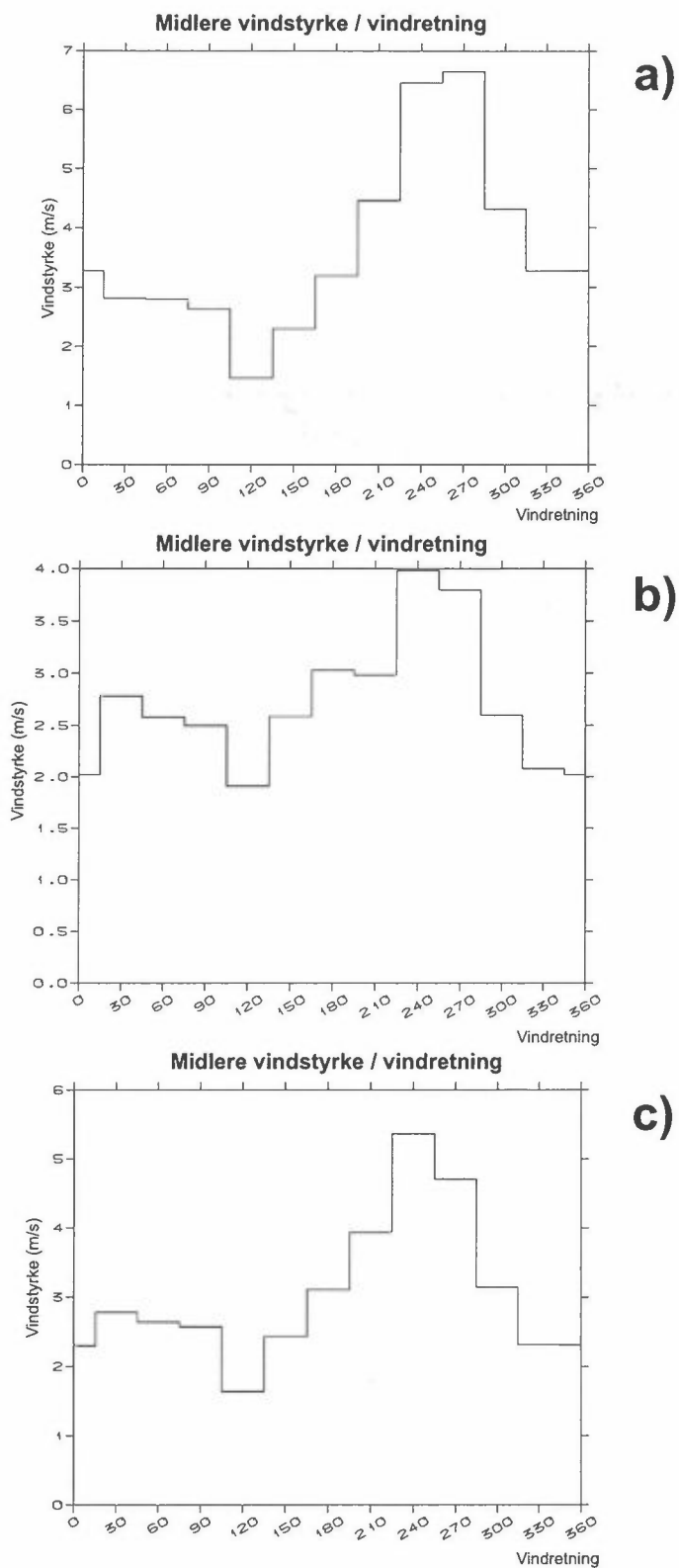
Tabell 6 viser at det på årsbasis blåste under ca. 2,5 m/s i omlag halvparten av tiden. Vindstyrker over 6 m/s forekom i ca. 10% av tiden, mens det blåste over

10 m/s i ca. 2% av tiden. Vindstyrker over 10 m/s forekom mer enn 10 ganger så hyppig i vinterhalvåret som i sommerhalvåret.

Tabell 6: Forekomst (frekvens) av vind (timemiddelverdier) i forskjellige vindstyrkeklasser ved Tangen i periodene oktober 1997-mars 1998, april-september 1998 og oktober 1997-september 1998.

Oktober 1997-mars 1998	Frekvens	Kumulativ frekvens
Stille	2,3	2,3
0,5 – 1,0 m/s	10,7	12,9
1,1 – 2,0 m/s	23,3	36,3
2,1 – 3,0 m/s	14,4	50,6
3,1 – 4,0 m/s	14,4	65,0
4,1 – 5,0 m/s	12,5	77,5
5,1 – 6,0 m/s	7,9	85,4
6,1 – 7,0 m/s	4,2	89,6
7,1 – 10,0 m/s	6,8	96,4
> 10,0 m/s	3,6	100,0
April-september 1998		
Stille	3,7	3,7
0,5 – 1,0 m/s	12,9	16,6
1,1 – 2,0 m/s	26,0	42,5
2,1 – 3,0 m/s	20,1	62,6
3,1 – 4,0 m/s	17,2	79,8
4,1 – 5,0 m/s	10,5	90,2
5,1 – 6,0 m/s	4,8	95,0
6,1 – 7,0 m/s	2,3	97,4
7,1 – 10,0 m/s	2,3	99,7
> 10,0 m/s	0,3	100,0
Oktober 1997-september 1998		
Stille	3,0	3,0
0,5 – 1,0 m/s	11,8	14,8
1,1 – 2,0 m/s	24,7	39,5
2,1 – 3,0 m/s	17,3	56,8
3,1 – 4,0 m/s	15,8	72,6
4,1 – 5,0 m/s	11,5	84,0
5,1 – 6,0 m/s	6,3	90,3
6,1 – 7,0 m/s	3,2	93,6
7,1 – 10,0 m/s	4,5	98,1
> 10,0 m/s	1,9	100,0
Høyeste timemiddelvindstyrke: 16,6 m/s (18.02.1998 kl. 14)		

Figur 3 viser midlere vindstyrke for Tangen for periodene oktober 1997-mars 1998, april-september 1998 og oktober 1997-september 1998 for tolv 30°-vindsektorer. Figuren viser at vind fra østlig og sørøstlig kant, som forekom hyppig, hadde lav vindstyrke. I gjennomsnitt hadde vind fra vest-sørvest høyest midlere styrke. Det var også høyere midlere vindstyrke i alle retninger (unntatt øst-sørøst) i vinterhalvåret enn i sommerhalvåret.



Figur 3: Midlere vindstyrke i tolv 30°-vindsektorer ved Tangen (m/s).
 a) Oktober 1997-mars 1998.
 b) April-september 1998.
 c) Oktober 1997-september 1998.

5.3 Stabilitetsforhold

Vurdering av stabilitetsforholdene er basert på timevise målinger av temperaturdifferansen (ΔT) mellom 10 m og 2 m o.b. Fire stabilitetsklasser er definert på følgende måte:

Ustabil sjiktning (I)	:	$\Delta T < -0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
Nøytral sjiktning (II)	:	$-0,5 < \Delta T < 0,0 \text{ } ^\circ\text{C}$
Lett stabil sjiktning (III)	:	$0,0 < \Delta T < 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
Stabil sjiktning (IV)	:	$0,5 < \Delta T \text{ } ^\circ\text{C}$

Typiske trekk for de ulike stabilitetsklassene kan kort sammenfattes slik:

Ustabile atmosfæriske forhold (U) forekommer oftest om dagen og sommeren ved klarvær og lave vindstyrker og når kald luft transporteres over varm sjø/land. Da vil bakken/sjøen varme opp det nederste luftlaget og det dannes vertikale turbulente luftstrømmer som gir god vertikal spredning av utslippet.

Nøytrale atmosfæriske forhold (N) forekommer ved høye og moderate vindstyrker, og oftest ved overskyet vær. Høy vindstyrke og mindre oppvarming av bakken gir god horisontal og vertikal spredning. Høye vindstyrker danner turbulens ved friksjon med bakken, slik at luftlaget vil bli godt blandet.

Stabile atmosfæriske forhold (LS, S) er typisk for stille, klare netter og vintersituasjoner med avkjøling av bakken og det nederste luftlaget eller når atmosfæren avkjøles nedenfra på grunn av kald sjø. Temperaturen øker med høyden over bakken, og det blir dårlig vertikalspredning i det stabile luftlaget.

En statistisk bearbeidelse av frekvensfordeling av vind og stabilitet for Tangen for periodene oktober 1997–mars 1998, april-september 1998 og oktober 1997-september 1998 fordelt på tolv 30°-vindsektorer, fire stabilitetsklasser og fire vindstyrkeklasser er vist i Tabell 7-Tabell 9. Lett stabile og stabile forhold dominerte ved lav vindstyrke ($< 2 \text{ m/s}$), særlig i vinterhalvåret, mens jo høyere vindstyrken var, dess større forekomst var det av nøytrale stabilitetsforhold.

Stabilitetsfordelingen som funksjon av tid på døgnet og som funksjon av vindretning for periodene oktober 1997-mars 1998, april-september 1998 og oktober 1997-september 1998 er vist i henholdsvis Figur 4 og Figur 5. Nøytral sjiktning forekom i vel 50% av tiden i begge halvårene. Stabil sjiktning forekom klart oftest i vinterhalvåret, mens ustabil sjiktning forekom betydelig hyppigere om sommeren enn om vinteren. Stabil sjiktning forekom oftest om natten, mens ustabil sjiktning forekom hyppigst på dagtid om sommeren. Nøytral sjiktning forekom hyppig til alle tidspunkt året rundt.

Tabell 7: Vind- og stabilitetsfordeling for Tangen for perioden oktober 1997–mars 1998 fordelt på tolv vindsektorer, fire vindstyrkeklasser og fire stabilitetsklasser. Vindstyrke $\leq 0,5$ m/s er definert som vindstille.

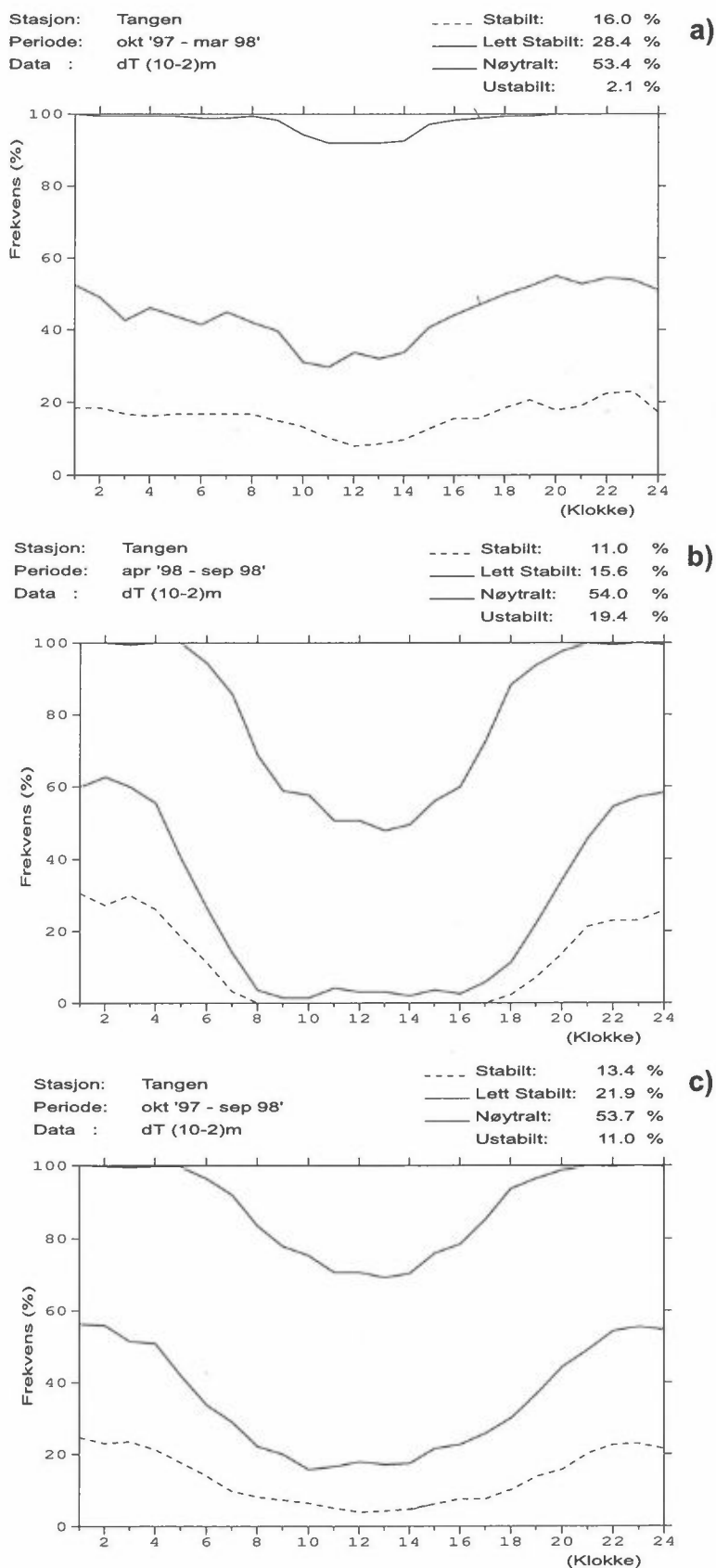
Vindretning	0,0–2,0 m/s				2,0–4,0 m/s				4,0–6,0 m/s				over 6,0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	1,8
60	0,1	0,8	0,5	0,2	0,1	0,8	0,4	0,2	0,0	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1
90	0,2	2,5	2,6	2,8	0,1	1,7	3,5	1,8	0,0	1,4	1,8	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	18,7
120	0,0	2,6	3,7	5,1	0,0	0,1	0,6	1,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,6
150	0,0	0,8	2,0	2,6	0,0	0,1	0,3	0,3	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
180	0,1	1,2	0,8	0,3	0,1	2,2	0,9	0,2	0,0	1,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8
210	0,2	0,6	0,5	0,1	0,3	5,5	1,9	0,1	0,1	6,1	2,0	0,1	0,1	0,1	2,6	0,9	21,3
240	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	1,5	0,8	0,0	0,0	2,3	0,5	0,0	0,0	0,1	4,7	0,5	11,4
270	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,7	0,1	0,0	0,0	1,1	0,1	0,0	0,0	0,0	2,6	0,4	5,6
300	0,0	0,5	0,2	0,0	0,0	1,2	0,1	0,0	0,0	1,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,6	0,1	3,9
330	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	1,4
360	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
Stille	0,0	0,8	1,1	0,2													2,2
Total	0,9	11,4	12,3	11,6	0,8	15,1	8,8	4,1	0,2	14,7	5,3	0,2	0,2	12,3	2,1	0,1	100,0
Forekomst	36,2%				28,8%				20,4%				14,6%				
Fordeling på stabilitetsklasser																	
Klasse I				Klasse II				Klasse III				Klasse IV					
2,1%				53,4%				28,5%				16,0%				100,0%	

Tabell 8: Vind- og stabilitetsfordeling for Tangen for perioden april-september 1998 fordelt på tolv vindsektorer, fire vindstyrkeklasser og fire stabilitetsklasser. Vindstyrke $\leq 0,5$ m/s er definert som vindstille.

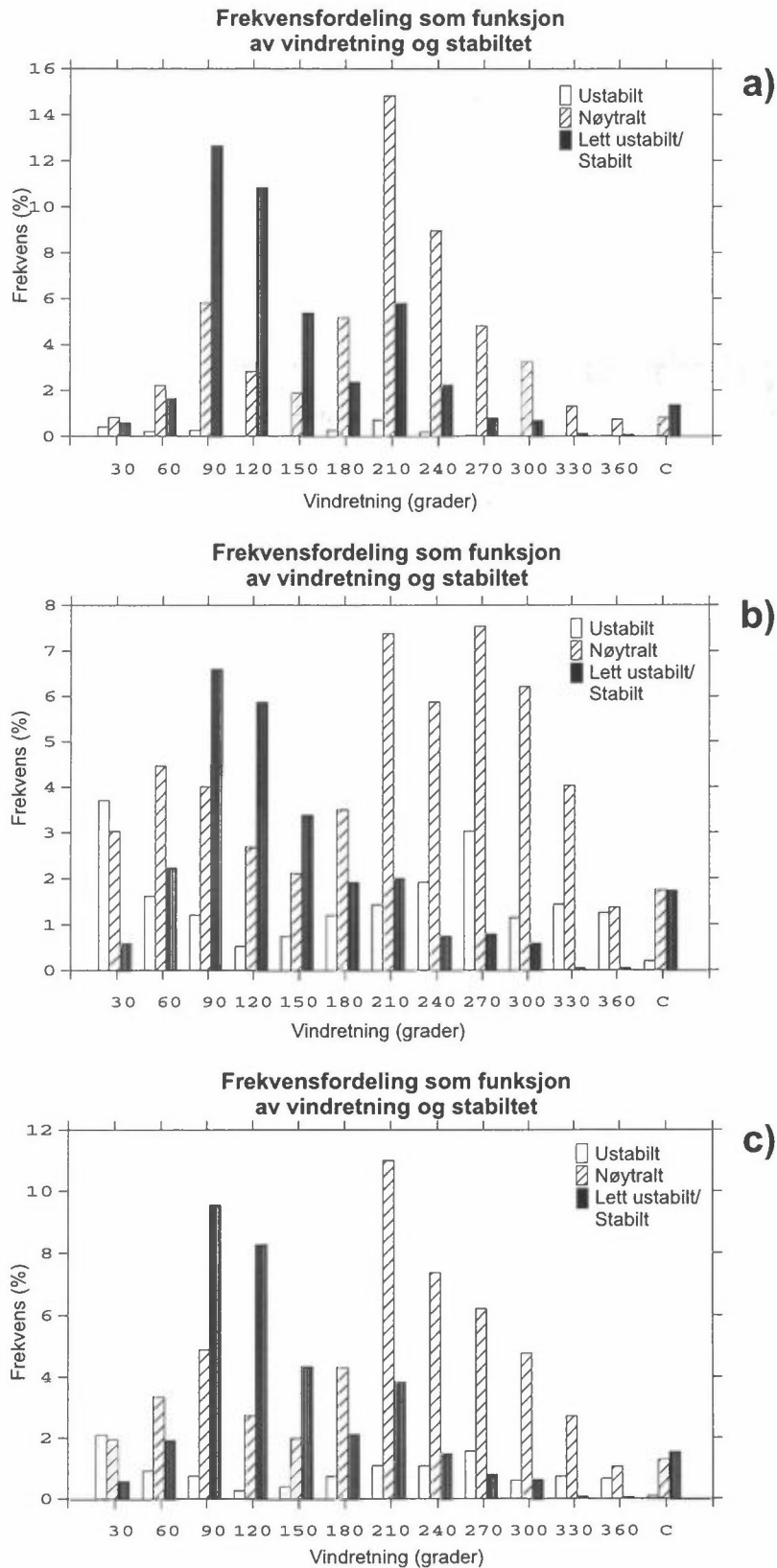
Vindretning	0,0-2,0 m/s				2,0-4,0 m/s				4,0-6,0 m/s				over 6,0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0,9	0,8	0,3	0,1	2,2	1,7	0,2	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
60	0,6	1,5	0,6	0,5	0,8	2,3	0,7	0,2	0,2	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3
90	0,3	1,7	1,3	1,5	0,5	1,8	2,2	1,0	0,3	0,5	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	11,8
120	0,1	1,2	1,5	3,4	0,3	0,9	0,5	0,3	0,1	0,5	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	9,1
150	0,0	0,8	0,9	1,6	0,2	0,5	0,5	0,3	0,3	0,6	0,1	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	6,3
180	0,1	1,3	0,8	0,4	0,3	1,3	0,5	0,0	0,4	0,8	0,1	0,0	0,4	0,1	0,1	0,0	6,6
210	0,3	1,5	0,5	0,1	0,8	4,5	1,0	0,1	0,3	1,3	0,2	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	10,8
240	0,8	1,0	0,2	0,1	0,7	1,9	0,2	0,0	0,3	1,7	0,2	0,0	0,1	1,3	0,0	0,0	8,5
270	0,8	2,2	0,3	0,0	1,0	2,1	0,2	0,0	0,9	1,7	0,3	0,0	0,4	1,5	0,0	0,0	11,4
300	0,3	3,3	0,4	0,0	0,4	1,9	0,2	0,0	0,3	1,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	8,0
330	1,0	2,2	0,0	0,0	0,4	1,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
360	0,6	0,9	0,0	0,0	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
Stille	0,2	1,8	0,8	0,9													3,7
Total	6,0	20,2	7,6	8,7	8,3	20,7	6,2	2,0	3,8	9,5	1,7	0,2	1,3	3,5	0,1	0,0	100,0
Forekomst	42,5%				37,2%				15,3%				5,0%				
Fordeling på stabilitetsklasser																	
Klasse I				Klasse II				Klasse III				Klasse IV					
19,4%				54,0%				15,6%				11,0%				100,0%	

Tabell 9: Vind- og stabilitetsfordeling for Tangen for perioden oktober 1997–september 1998 fordelt på tolv vindsektorer, fire vindstyrkeklasser og fire stabilitetsklasser. Vindstyrke $\leq 0,5$ m/s er definert som vindstille.

Vindretning	0,0–2,0 m/s				2,0–4,0 m/s				4,0–6,0 m/s				over 6,0 m/s				Rose	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
30	0,6	0,6	0,2	0,1	1,2	1,0	0,2	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	4,6
60	0,4	1,2	0,5	0,3	0,4	1,6	0,5	0,2	0,1	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2
90	0,3	2,1	1,9	2,2	0,3	1,8	2,9	1,4	0,2	1,0	1,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	15,2
120	0,0	1,9	2,6	4,2	0,2	0,5	0,5	0,8	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	11,3
150	0,0	0,8	1,4	2,1	0,1	0,3	0,4	0,3	0,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,1	0,5	0,0	0,0	6,7
180	0,1	1,3	0,8	0,4	0,2	1,7	0,7	0,1	0,2	1,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	7,2
210	0,2	1,1	0,5	0,1	0,6	5,0	1,5	0,1	0,2	3,6	1,1	0,1	0,1	0,0	1,3	0,4	0,0	15,9
240	0,4	0,7	0,3	0,1	0,4	1,7	0,5	0,0	0,2	2,0	0,3	0,0	0,0	0,1	3,0	0,2	0,0	9,9
270	0,4	1,3	0,2	0,0	0,5	1,5	0,1	0,0	0,5	1,4	0,2	0,0	0,0	0,2	2,1	0,2	0,0	8,6
300	0,1	1,9	0,3	0,0	0,2	1,5	0,2	0,0	0,2	1,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,3	0,1	0,0	6,0
330	0,5	1,3	0,1	0,0	0,2	1,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5
360	0,3	0,6	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8
Stille	0,1	1,3	1,0	0,6														3,0
Total	3,5	15,9	9,9	10,1	4,6	18,0	7,5	3,1	2,1	12,0	3,4	0,2	0,2	0,8	7,8	1,1	0,0	100,0
Forekomst	39,4%				33,1%				17,8%				9,7%					
Fordeling på stabilitetsklasser																		
Klasse I				Klasse II				Klasse III				Klasse IV						
11,0%				53,7%				21,9%				13,4%				100,0%		



Figur 4: Stabilitetsfordeling som funksjon av tid på døgnet ved Tangen.
 a) Oktober 1997-mars 1998.
 b) April-september 1998.
 c) Oktober 1997-september 1998.



Figur 5: Atmosfærisk stabilitet som funksjon av vindretning ved Tangen.
 a) Oktober 1997-mars 1998.
 b) April-september 1998.
 c) Oktober 1997-september 1998

Ved vind fra østlig og sørøstlig kant (vanligvis lav vindstyrke) dominerte stabile og lett stabile forhold. Ved vind fra sør, sørvest og vest var det oftest nøytral stabilitet. Ustabil sjiktning forekom oftest ved vind fra nordøst og vest, særlig om sommeren.

5.4 Lufttemperatur

Tabell 10 gir månedsmiddeltemperatur for hver måned for Tangen og Værnes for perioden oktober 1997-september 1998, samt normaltemperaturen for Værnes for de tilsvarende månedene i årene 1961-1990. Målingene viser at det var noe kaldere enn normalt i oktober 1997 og mai 1998. I januar 1998, februar 1998 og september 1998 var noe varmere enn normalt. I de øvrige månedene var det små avvik fra normaltemperaturen. Året under ett var 0,4°C varmere enn normalt. I alle månedene var det liten eller ingen forskjell mellom Tangen og Værnes.

Tabell 10: Månedsmiddeltemperaturer for Tangen og Værnes i perioden oktober 1997–september 1998, samt normaltemperaturer (middel for 1961–1990) for Værnes (°C).

Måned	Tangen 1997/98	Værnes 1997/98	Værnes 1961–1990
Oktober 1997	3,7 ¹⁾	4,3	6,1
November	0,5	0,6	0,9
Desember	-0,9	-0,9	-1,5
Januar 1998	0,5	-0,1	-3,2
Februar	0,9	1,2	-2,4
Mars	0,6	0,4	0,5
April	3,8	4,1	3,9
Mai	8,1	7,9	9,4
Juni	12,3	12,4	12,6
Juli	14,2	14,2	13,9
August	13,0	12,7	13,4
September	12,1	11,9	9,8
Okt. 97-sep. 98	5,7	5,7	5,3

1) Målestart 9.10.1997.

Tabell 11 gir mer detaljinformasjon om temperaturforholdene på Tangen. Høyeste timemiddeltemperatur var 23,7°C den 21.7.1998 kl 17, mens den laveste temperaturen på -16,2°C ble målt 31.1.1998 kl 03.

Tabell 11: Temperaturstatistikk fra Tangen for hver måned og for hele måleperioden oktober 1997-september 1998 (°C).

Måned	Middeltemperatur	Maksimum		Minimum	
		Temperatur	Tid	Temperatur	Tid
Oktober 1997	3,7 ¹⁾	10,6	10. kl 12	-3,7	23. kl 23
November	0,5	10,0	01. kl 01	-9,8	28. kl 19
Desember	-0,9	8,1	09. kl 10	-13,2	29. kl 23
Januar 1998	0,5	7,9	11. kl 08	-16,2	31. kl 03
Februar	0,9	9,0	21. kl 09	-15,3	03. kl 22
Mars	0,6	8,3	26. kl 13	-9,0	06. kl 07
Okt. 97-mar. 98	0,9	10,6	10.10. kl 12	-16,2	31.01. kl 03
April	3,8	15,6	23. kl 13	-6,1	10. kl 05
Mai	8,1	18,9	15. kl 14 ²⁾	1,0	26. kl 03
Juni	12,3	22,8	21. kl 16 ³⁾	4,6	01. kl 03
Juli	14,2	23,7	21. kl 17	7,3	11. kl 02
August	13,0	22,7	03. kl 17	6,6	11. kl 04
September	12,1	21,7	05. kl 16	1,1	25. kl 05 ⁴⁾
Apr.-sep. 98	10,6	23,7	21.07. kl 17	-6,1	10. 04. kl 05
Okt. 97-sep. 98	5,7	23,7	21. 07. kl 17	-16,2	31.01. kl 03

1) Målestart 9.10.1997.

2) Samme verdi 15.05. kl 17.

3) Samme verdi 21.06. kl 17.

4) Samme verdi 25.09. kl 06.

5.5 Relativ fuktighet

Tabell 12 gir statistikk for luftas relative fuktighet fra Tangen og Værnes for hver måned for perioden oktober 1997-september 1998. Månedsmiddelverdiene på Tangen varierte fra 61% til 80%, mens det gjennomgående ble målt høyere luftfuktighet på Værnes. Timemiddelverdiene på Tangen varierte fra 29% til 95%. Målingene på Tangen viste gjennomgående lavere luftfuktighet i vår- og sommermånedene enn om vinteren, mens denne forskjellen var mindre på Værnes.

Tabell 12: Statistikk for relativ fuktighet fra Tangen og Værnes for hver måned for perioden oktober 1997-september 1998.

Måned	Tangen			Værnes
	Middel	Maks. time	Min. time	Middel
Oktober 1997	80 ¹⁾	94	53	88
November	73	92	32	80
Desember	79	94	52	85
Januar 1998	77	95	31	84
Februar	79	94	45	85
Mars	72	95	37	77
April	61	93	33	69
Mai	66	89	31	80
Juni	70	92	29	79
Juli	73	94	34	81
August	74	92	39	84
September	71	92	30	80

1) Målestart: 9.10.1997.

5.6 Nedbør

På Tangen ble nedbørmengden registrert hver time, mens Værnes rapporterer akkumulert døgnlig nedbørmengde. Tabell 13 viser månedlig nedbør fra Tangen og Værnes for perioden oktober 1997-september 1998, samt normal nedbør for Værnes basert på årene 1961-1990. For året som helhet var nedbørmengden på Værnes 830 mm, tilsvarende 93% av normalen. I forhold til normalen var det særlig mye nedbør i februar 1998 og august 1998, mens det var lite nedbør i november 1997, desember 1997, juli 1998 og særlig i september 1998.

Bortsett fra i juli og september 1998 ble det målt mindre nedbør på Tangen enn på Værnes. På årsbasis hadde Tangen 80% av nedbørmengden på Værnes. Denne forskjellen er neppe reell, og det er mest sannsynlig at NILUs målemetode (Aanderaa Instruments tipping bucket) gir litt mindre nedbør enn det faktisk er og at forskjellen er størst når det regner kraftig. Den store fordelingen med NILUs målinger er at de gir informasjon om når det faktisk regner fra time til time og at nedbør kan ses i sammenheng med eksempelvis vindretning, som også måles kontinuerlig og lagres som timeverdier.

Forekomst av nedbør på Tangen i periodene oktober 1997-mars 1998, april-september 1998 og oktober 1997-september 1998 fordelt på tolv 30°-vindsektorer er vist i Figur 6. Totalt ble det registrert nedbør i ca. 13% av tiden (timer med minst 0,1 mm nedbør). Rundt 60% av nedbørtilfellene forekom med vind i de tre 30°-sektorene omkring 210°, 240° og 270°. Sett i forhold til vindfrekvensfordelingen var det også størst frekvens av nedbørtimer ved vind fra disse sektorene. Rundt en firedel av timene med vind fra de tre 30°-sektorene 210°, 240° og 270° hadde nedbør. Samlet blåste det fra disse retningene i ca. 35% av tiden.

Tabell 13: Månedlig nedbør for Tangen og Værnes i perioden oktober 1997–september 1998, samt normal nedbør (middel for 1961–1990) for Værnes (mm).

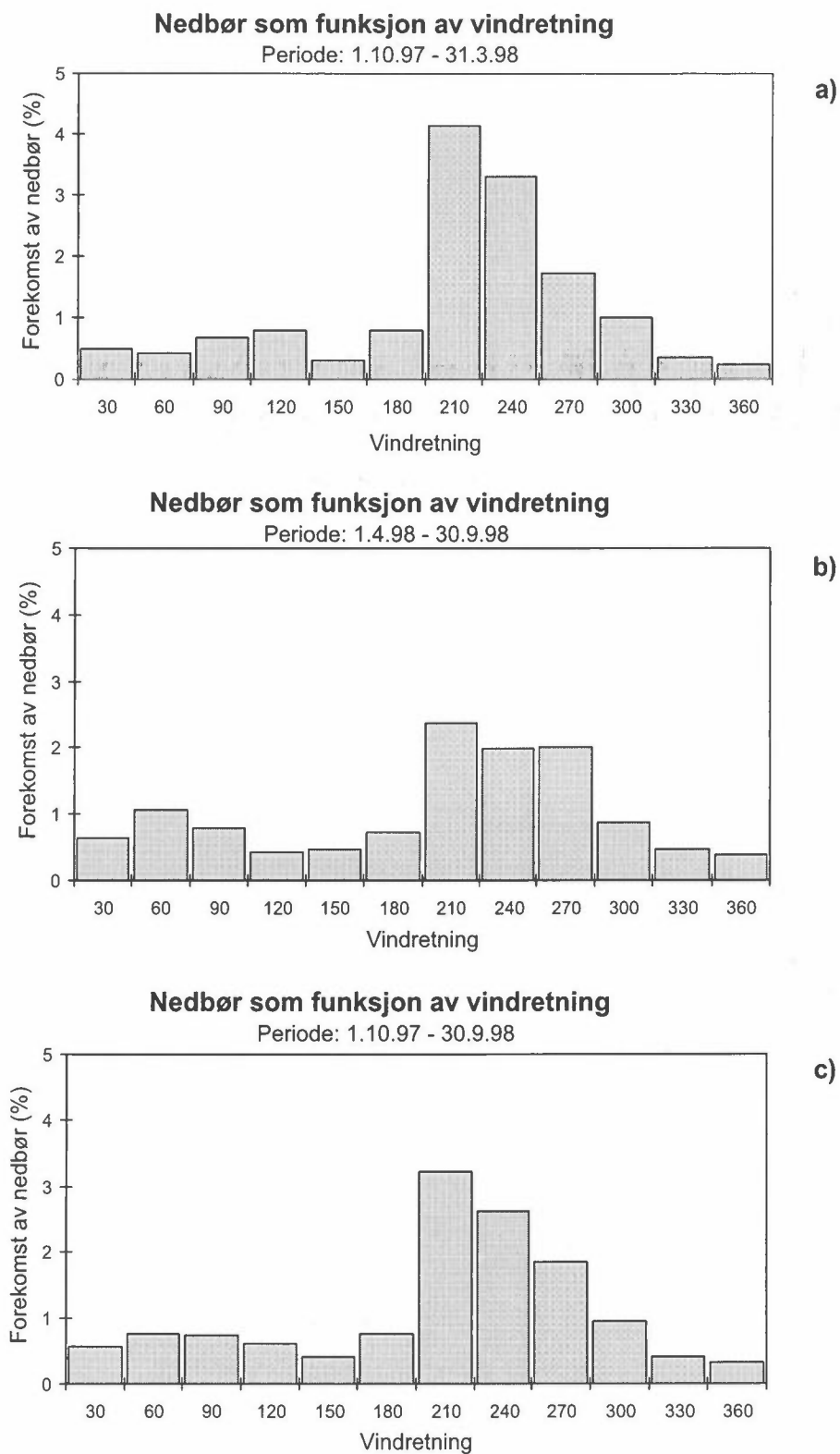
Måned	Tangen 1997/98	Værnes 1997/98	Værnes 1961–1990
Oktober 1997	(71 ¹⁾) 98 ³⁾	120 ²⁾	104
November	6	26	71
Desember	8	13	84
Januar 1998	49	53	63
Februar	127	177	52
Mars	32	52	54
April	29	34	49
Mai	40	52	53
Juni	68	83	68
Juli	67	49	94
August	89	133	87
September	48	38	113
Sum okt. 97-sep. 98	661	830	892

1) Målestart 9.10.1997.

2) Hvorav ca. 93 mm i perioden 9.-31.10.1997.

3) Korrigert til hel måned på grunnlag av data fra Værnes.

I forhold til frekvens av vind var det minst nedbørsansynlighet ved vind fra de tre 30°-sektorene 90°, 120° og 150° (fralandsvind). Bare ca. 5% av de timene det blåste fra disse retningene hadde nedbør.



Figur 6: Forekomst av nedbør fordelt på tolv 30°-vindsektorer ved Tangen. Forekomst er regnet i forhold til totalt antall timer i måleperioden.
 a) *Oktober 1997-mars 1998.*
 b) *April-september 1998.*
 c) *Oktober 1997-september 1998.*

6. Luftkvalitet

6.1 Anbefalte luftkvalitetskriterier

Ved vurdering av luftkvaliteten i et område, er det vanlig å sammenligne målte og beregnede konsentrasjoner med luftkvalitetskriterier eller grenseverdier for luftkvalitet. SFT har utarbeidet anbefalte luftkvalitetskriterier for de mest alminnelig forekommende forurensningskomponentene (svoveldioksid (SO₂), svevestøv, nitrogendioksid (NO₂), ozon (O₃), karbonmonoksid (CO) og fluorid) (SFT, 1992).

SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for de stoffene som er vurdert i denne rapporten er gitt i Tabell 14.

Et forkortet sammendrag fra SFT-rapport nr. 92:16 er gjengitt nedenfor:

"SFT har på grunnlag av litteraturstudier beskrevet sammenhengen mellom luftforurensninger og skadevirkninger på helse og vegetasjon (dose effekt-forhold) for stoffene nitrogendioksid (NO₂), nitrogenmonoksid (NO), ozon (O₃), svoveldioksid (SO₂), svevestøv, sure aerosoler, karbonmonoksid (CO), fluorider (F), bly (Pb) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Eventuelle effekter på materialer er også kort beskrevet.

For NO₂, ozon, SO₂, svevestøv, CO og fluorider har gruppen foreslått anbefalte luftkvalitetskriterier med hensyn til helseeffekter. For NO₂, ozon, SO₂ og fluorider har gruppen foreslått anbefalte luftkvalitetskriterier med hensyn til effekter på vegetasjon, og for fluorider er det i tillegg foreslått et anbefalt luftkvalitetskriterium med hensyn til virkning på dyr.

Gruppen har foreslått anbefalte luftkvalitetskriterier for eksponeringsnivå som man ut fra nåværende viten antar befolkningen og miljøet kan utsettes for uten at alvorlige skadevirkninger oppstår. Det er forsøkt å ta hensyn til sårbare grupper i befolkningen/sårbare plantegrupper, og det er tatt hensyn til eventuelle samspilleffekter mellom den aktuelle komponenten og de andre omtalte forurensningskomponentene.

Ved fastsettelse av de helsebaserte luftkvalitetskriteriene er det benyttet usikkerhetsfaktorer på mellom 2 og 5. Dette betyr at eksponeringsnivåene må være 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 definitivt er helseskadelige, men det kan heller ikke utelukkes effekter hos spesielt sårbare individer selv ved nivåer under anbefalte luftkvalitetskriterier.

Det gjøres videre oppmerksom på at forurenset luft vanligvis også inneholder andre skadelige komponenter enn dem som her er omtalt. Overholdelsen av de anbefalte luftkvalitetskriteriene er derfor ingen garanti for at forurenset luft er uten skadevirkninger."

Tabell 14: Anbefalte luftkvalitetskriterier (SFT, 1992).

Komponent	Måleenhet	Virkningsområde	Midlingstid							
			15 min.	1 t	8 t	24 t	30 d	6 mnd.	1 år	
NO ₂	µg/m ³	Helse Vegetasjon	500	100			75		50	30
Ozon	µg/m ³	Helse Vegetasjon		100 150	80 60				50 ¹⁾	
SO ₂	µg/m ³	Helse ²⁾ Helse ³⁾ Vegetasjon	400				90 50		40	20

1) Gjennomsnittlig 7-timers middel (kl 0900-1600) for vekstperioden

2) Hvor SO₂ er helt dominerende forurensning

3) I samspill med svevestøv og annen forurensning

6.2 Nitrogenoksider og ozon

Tabell 15 og Tabell 16 viser hovedresultatene av målingene av nitrogenoksider med kontinuerlig registrerende monitører (timemiddelverdier) ved Tangen og nær Kirkegata i Levanger. Konsentrasjonene var klart lavere enn SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for NO₂ på begge stasjonene. Konsentrasjonene av NO₂, og særlig av NO og NO_x, var betydelig høyere i Levanger enn på Tangen. Dette viser at biltrafikken er den dominerende kilden til nitrogenoksider i området.

Tabell 17 viser månedsmiddelverdier av NO₂ for alle stasjonene med passive prøvetakere sammen med monitordata fra Tangen og Kirkegata, samt data fra bakgrunnsstasjonene Tustervatn i Nordland og Kårvatn i Møre og Romsdal, som inngår i Statlig program for forurensningsovervåking. Figur 7 viser middelkonsentrasjoner for NO₂ for alle stasjonene i Skogn/Levanger for periodene oktober 1997-mars 1998, april-september 1998 og oktober 1997-september 1998.

Tabell 15: Sammendrag av målinger av NO₂ ved Tangen og Kirkegata 3c i Levanger i perioden oktober 1997-september 1998 (µg/m³).

Måned	Tangen			Kirkegata 3c, Levanger		
	Månedsmiddel	Maks. døgn	Maks. time	Månedsmiddel	Maks. døgn	Maks. time
Oktober 1997	5,8	15,0	44,1	13,4	33,5	52,1
November	12,2	20,9	40,6	24,5	38,8	72,9
Desember	11,5	28,0	42,1	20,6	29,0	60,3
Januar 1998	9,4	25,1	54,1	19,7	46,0	73,9
Februar	7,5	23,8	52,5	17,3	39,2	77,3
Mars	5,9	17,3	49,3	17,8	36,3	77,3
Okt. 97-mar. 98	8,8	28,0	54,1	19,4	46,0	77,3
April	4,3	8,8	35,4	12,5	22,0	54,1
Mai	2,3	8,8	46,6	7,3	18,4	59,9
Juni	2,1	5,8	14,5	6,4	15,3	36,5
Juli	2,8	5,7	20,6	6,3	12,6	35,7
August	1,8	8,5	26,0	6,4	12,6	38,8
September	6,4	16,2	41,2	14,1	27,3	57,2
Apr.-sep. 98	3,3	16,2	46,6	8,8	27,3	59,9
Okt. 97-sep. 98	6,1	28,0	54,1	14,1	46,0	77,3
Anbefalte luftkvalitetskriterier	50 ¹⁾	75	100	50 ¹⁾	75	100

1) Gjelder for en periode på 6 måneder.

Tabell 16: Statistikk over måleresultater av NO, NO₂ og NO_x med kontinuerlig registrerende monitører (timemiddelverdier) ved Tangen og Kirkegata 3c i Levanger i periodene oktober 1997–mars 1998, april-september 1998 og oktober 1997-september 1998.

Statistikk for nitrogenoksider	Tangen			Kirkegata 3c		
	NO	NO ₂	NO _x	NO	NO ₂	NO _x
Oktober 1997–mars 1998						
Middelverdi (µg/m ³)	1,8	8,8	11,5	22,4	19,4	53,6
Høyeste døgnmiddelverdi (µg/m ³)	20,8	28	56,7	117,4	46,0	204,7
Antall døgnmiddelverdier >75 µg/m ³	0	0	0	6	0	47
Høyeste timemiddelverdi (µg/m ³)	54	54,1	121,6	270,1	77,3	463,0
Antall timemiddelverdier >100 µg/m ³	0	0	8	269	0	696
Antall døgn med en eller flere timemiddelverdier >100 µg/m ³	0	0	5	58	0	89
Antall timemiddelobservasjoner	4 154	4 154	4 154	3 941	3 941	3 941
Antall døgn med minst 12 godkjente timemiddelobservasjoner	175	175	175	166	166	166

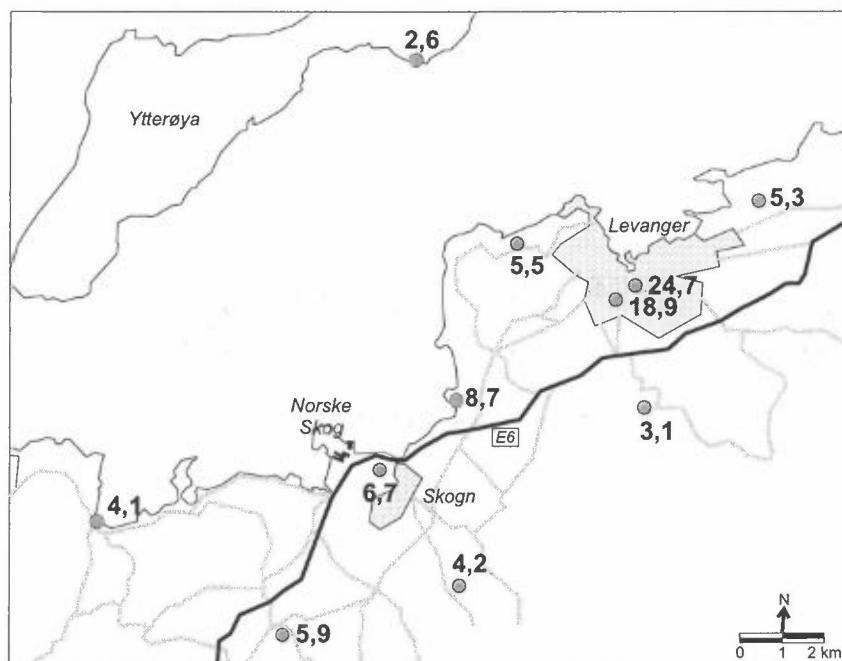
Statistikk for nitrogenoksider	Tangen			Kirkegata 3c		
	NO	NO ₂	NO _x	NO	NO ₂	NO _x
April-september 1998						
Middelverdi (µg/m ³)	0,5	3,3	4,0	3,2	8,8	13,8
Høyeste døgnmiddelverdi (µg/m ³)	3,1	16,2	19,6	24,7	27,3	65,0
Antall døgnmiddelverdier >75 µg/m ³	0	0	0	0	0	0
Høyeste timemiddelverdi (µg/m ³)	29,6	46,6	72,4	138,9	59,9	259,2
Antall timemiddelverdier >100 µg/m ³	0	0	0	2	0	27
Antall døgn med en eller flere timemiddelverdier >100 µg/m ³	0	0	0	2	0	14
Antall timemiddelobservasjoner	4 357	4 357	4 357	4 287	4 287	4 287
Antall døgn med minst 12 godkjente timemiddelobservasjoner	183	183	183	180	180	180

Statistikk for nitrogenoksider	Tangen			Kirkegata 3c		
	NO	NO ₂	NO _x	NO	NO ₂	NO _x
Oktober 1997–september 1998						
Middelverdi (µg/m ³)	1,2	6,1	7,8	12,8	14,1	33,7
Høyeste døgnmiddelverdi (µg/m ³)	20,8	28,0	56,7	117,4	46,0	204,7
Antall døgnmiddelverdier >75 µg/m ³	0	0	0	6	0	47
Høyeste timemiddelverdi (µg/m ³)	54,0	54,1	121,6	270,1	77,3	463,0
Antall timemiddelverdier >100 µg/m ³	0	0	8	271	0	723
Antall døgn med en eller flere timemiddelverdier >100 µg/m ³	0	0	5	60	0	103
Antall timemiddelobservasjoner	8 511	8 511	8 511	8 228	8 228	8 228
Antall døgn med minst 12 godkjente timemiddelobservasjoner	358	358	358	346	346	346

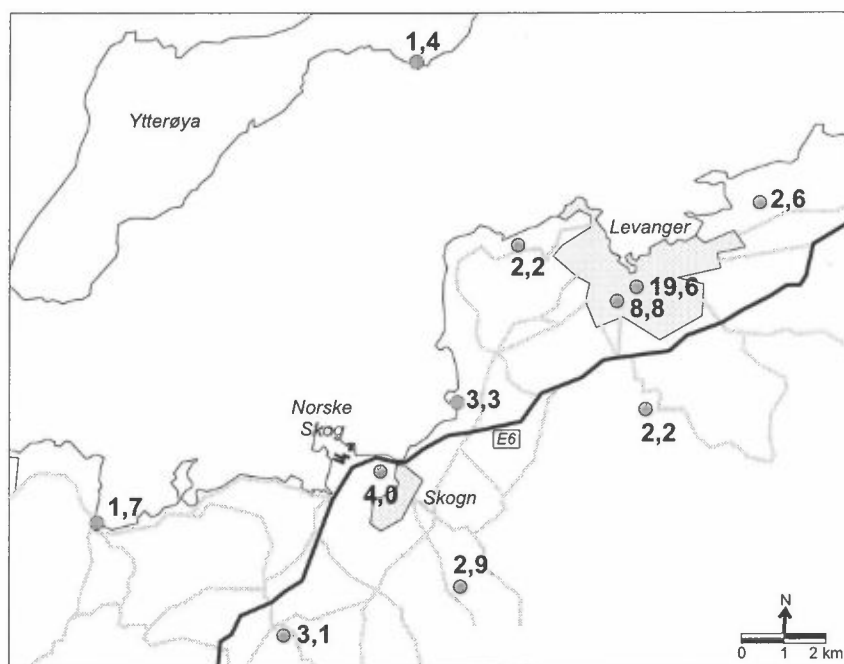
Tabell 17: Oversikt over månedsmiddelverdier av NO₂ i Skogn/Levanger i perioden oktober 1997-september 1998. Det er også tatt med data fra bakgrunnsstasjonene Kårvatn i Møre og Romsdal og Tustervatn i Nordland (µg/m³).

Måned	Tangen	Kirkegata	Smi- haugen	Skjeles- moen	Vennevoll	Holan nordre	Kjølås nordre	Nordhaug	Backlund hotell	Storborg øyvre	Steinvik Ytterøy	Kårvatn Møre og R.	Tustervatn Nordland
Oktober 1997	5,8	13,4	2,9	4,7	3,1	7,0	2,3	4,2	24,2	4,5	1,5	0,7	0,5
November	12,2	24,5	5,8	6,0	5,3	8,2	3,3	6,8	22,7	5,8	2,6	0,7	0,6
Desember	11,5	20,6	5,3	7,8	5,3	9,7	3,9	8,1	16,3	5,5	4,1	1,6	0,7
Januar 1998	9,4	19,7	4,0	5,4	3,8	3,3	3,4	5,5	25,6	6,0	2,7	0,9	0,8
Februar	7,5	17,3	2,4	-	2,8	3,6	1,5	3,2	26,0	3,8	1,7	0,3	0,3
Mars	5,9	17,8	-	5,5	5,1	8,1	4,0	5,3	33,5	6,3	3,2	0,7	0,3
Okt. 97-mar. 98	8,7	18,9	4,1	5,9	4,2	6,7	3,1	5,5	24,7	5,3	2,6	0,8	0,5
April	4,3	12,5	1,3	2,0	2,2	3,5	1,4	1,6	12,9	1,9	1,1	0,7	0,5
Mai	2,3	7,3	1,2	3,2	3,4	3,5	2,2	2,4	16,4	2,4	1,5	0,6	0,4
Juni	2,1	6,4	-	2,6	2,6	3,5	2,5	1,1	21,2	1,5	-	1,2	0,8
Juli	2,8	6,3	2,2	3,2	2,8	4,5	2,4	2,4	20,4	2,9	1,8	1,4	0,5
August	1,8	6,4	1,1	2,9	2,0	3,4	1,4	1,8	18,9	2,0	1,4	0,7	0,7
September	6,4	14,1	2,9	4,7	4,6	5,5	3,1	4,1	27,8	4,8	2,4	0,9	0,3
Apr.-sep. 98	3,3	8,8	1,7	3,1	2,9	4,0	2,2	2,2	19,6	2,6	1,4	0,9	0,5
Okt. 97-sep. 98	6,0	13,9	2,9	4,5	3,6	5,3	2,6	3,9	22,2	4,0	2,0	0,9	0,5

a)

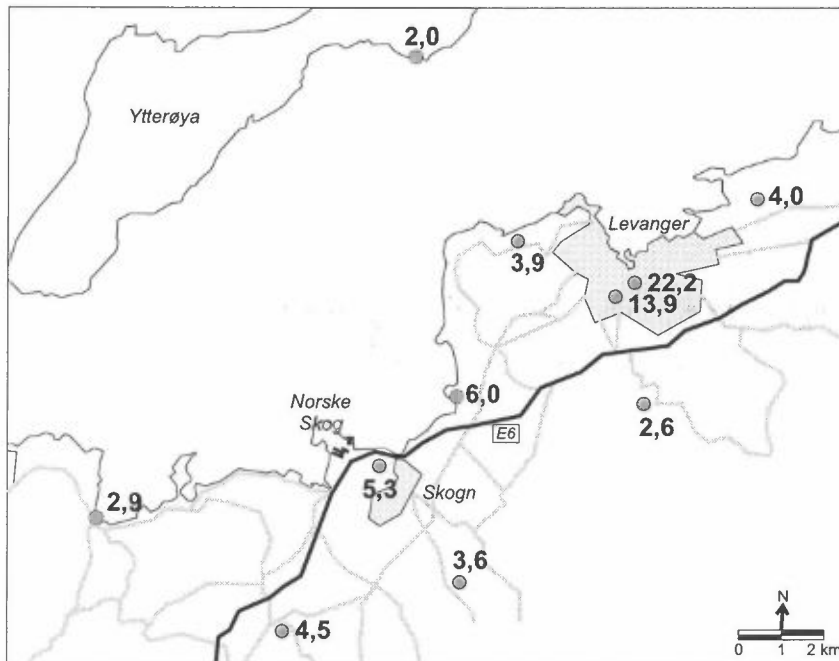


b)



Figur 7: Middelerdier av NO₂ (µg/m³).
 a) Oktober 1997-mars 1998.
 b) April-september 1998.
 c) Oktober 1997-september 1998.

c)

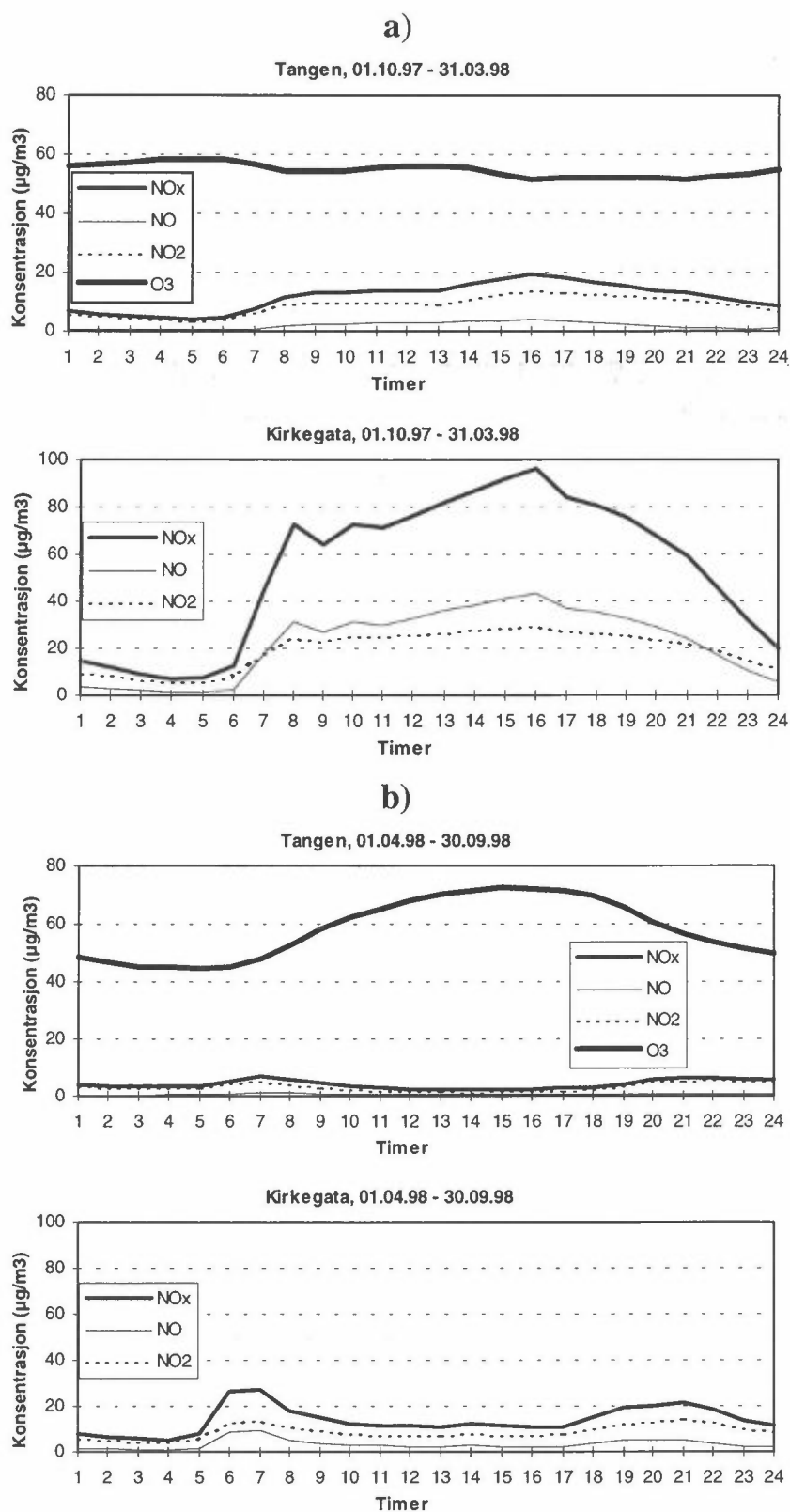


Figur 7 forts.

De høyeste konsentrasjonene av NO_2 ble målt i Levanger, og gatestasjonen ved Backlund hotell var mest belastet. Stasjonene utenfor Levanger viste betydelig lavere konsentrasjoner enn i byen. De laveste middelverdiene ble målt ved Steinvik på Ytterøy (2,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Målingene ved bakgrunnsstasjonene Kårvatn (0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) og Tustervatn (0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) viste enda lavere middelverdier. De langtransporterte luftforurensningene av NO_2 er derfor langt lavere enn de målte verdiene i Levanger, og noe lavere enn på de minst belastede målestedene i området.

Selv om det meste av nitrogenoksidutslippene fra all forbrenning (90-95%) er som NO_2 , viser målingene at NO_2 utgjorde ca. 78% av sum nitrogenoksider ved Tangen og ca. 42% ved Kirkegata som gjennomsnitt for hele perioden oktober 1997-september 1998. Bidraget fra langtransporterte NO_2 -forurensninger er som nevnt lite (<1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) i området. Imidlertid vil NO reagere raskt med tilgjengelig ozon (O_3) og danne NO_2 . Det vil nesten alltid være tilstrekkelig O_3 i luften til at denne reaksjonen vil gi et betydelig bidrag til de målte NO_2 -konsentrasjonene.

Figur 8 viser at konsentrasjonene av NO , NO_2 og NO_x hadde en midlere variasjon over døgnet som klart viser at biltrafikken var den dominerende kilden. Tidlig om morgenen, da trafikken var minimal, var det minst forskjell i NO_2 -konsentrasjon mellom Tangen og Kirkegata. Ellers i døgnet var det betydelig høyere konsentrasjoner ved Kirkegata, der avstanden til utslippene var betydelig kortere enn ved Tangen. Også ved Tangen er imidlertid biltrafikken den dominerende kilden til nitrogenoksider. Høyere konsentrasjoner i vinter- enn i sommerhalvåret skyldes i hovedsak de meteorologiske forholdene, særlig stabilitetsforholdene.

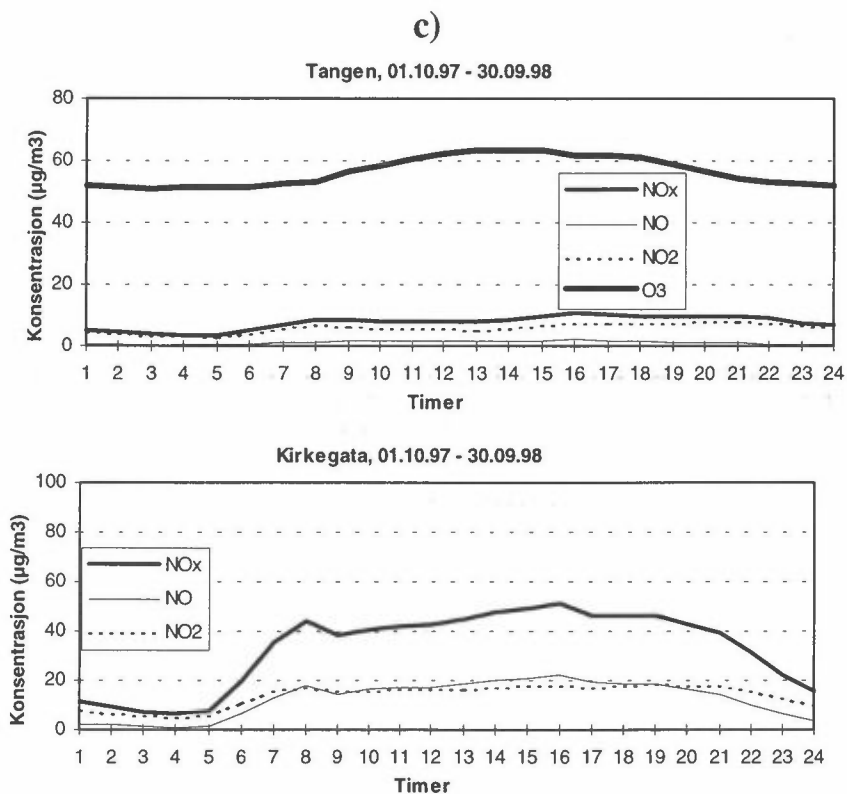


Figur 8: Gjennomsnittskonsentrasjoner over "middeldøgnet av NO, NO₂, NO_x og O₃ ved Tangen og av NO, NO₂ og NO_x ved Kirkegata i Levanger (µg/m³).

a) Oktober 1997-mars 1998.

b) April-september 1998.

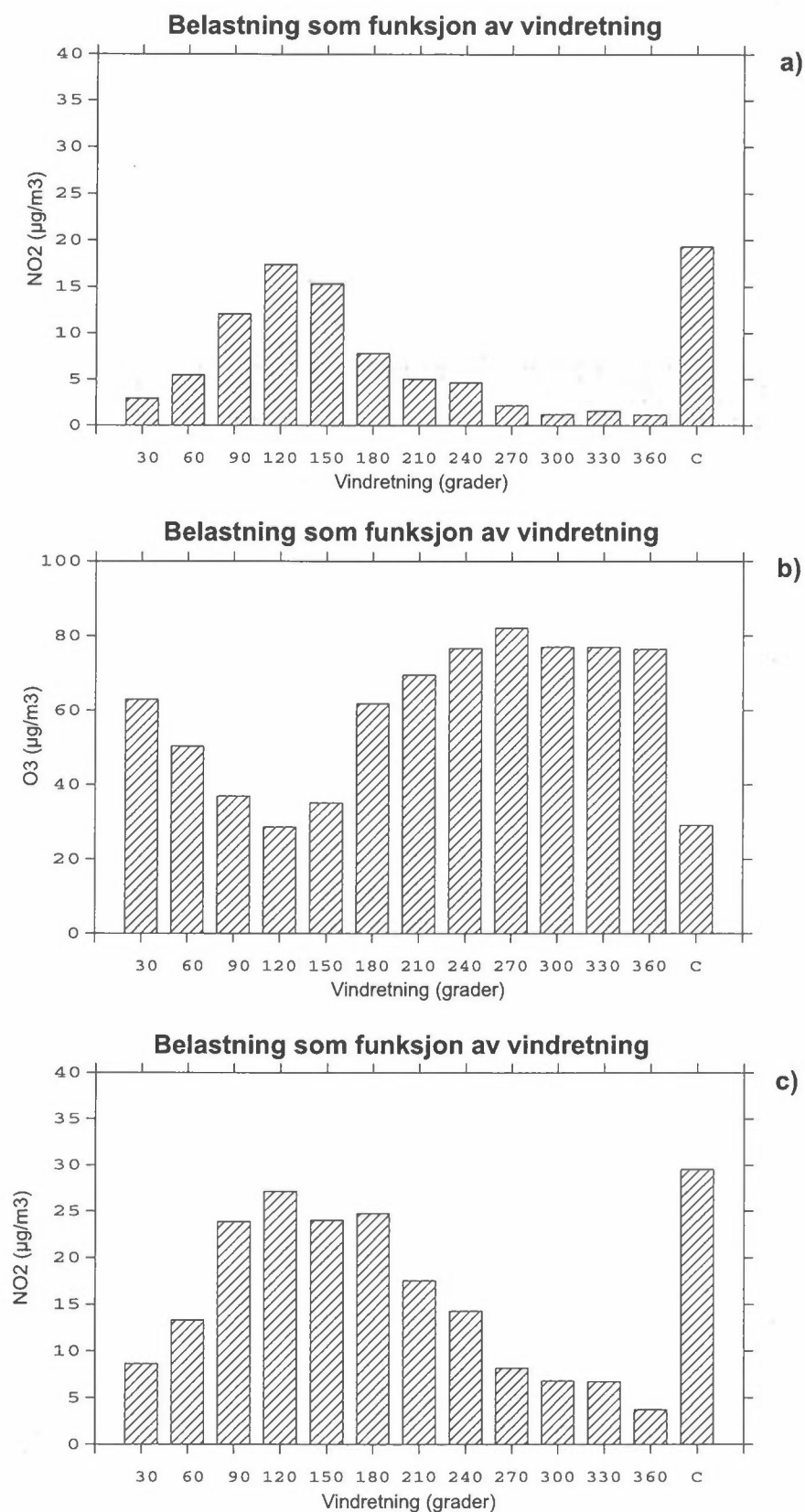
c) Oktober 1997-september 1998.



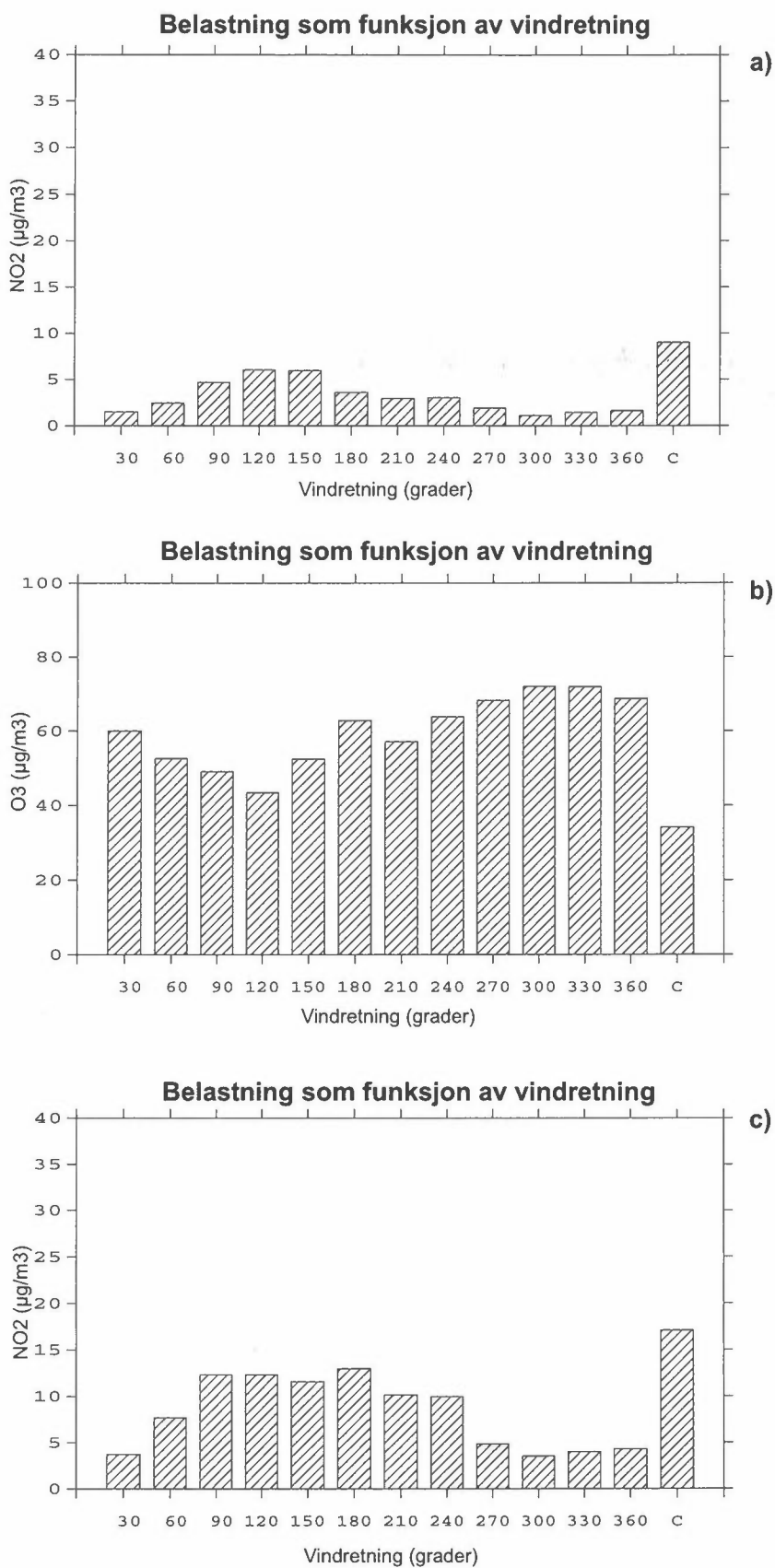
Figur 8 forts.

NO₂- og O₃-konsentrasjonen varierte motsatt ved Tangen (mest markert i vinterhalvåret), dvs. at økte NO₂-konsentrasjoner falt sammen med reduserte O₃-konsentrasjoner. Dette skyldes at NO reagerer med O₃ og danner NO₂. Ved Tangen var det ganske lite NO igjen etter denne reaksjonen. Ved Kirkegata var NO-konsentrasjonen høyere enn ved Tangen. Selv om reaksjonen mellom NO og O₃ også foregikk ved Kirkegata, var NO-konsentrasjonen mye høyere i utgangspunktet på grunn av nærheten til trafikkutslippet. Etter omdanningen til NO₂ vil det fortsatt være en del NO til stede i luften i et trafikkert miljø, mens det meste av NO vil være "spist opp" ved Tangen.

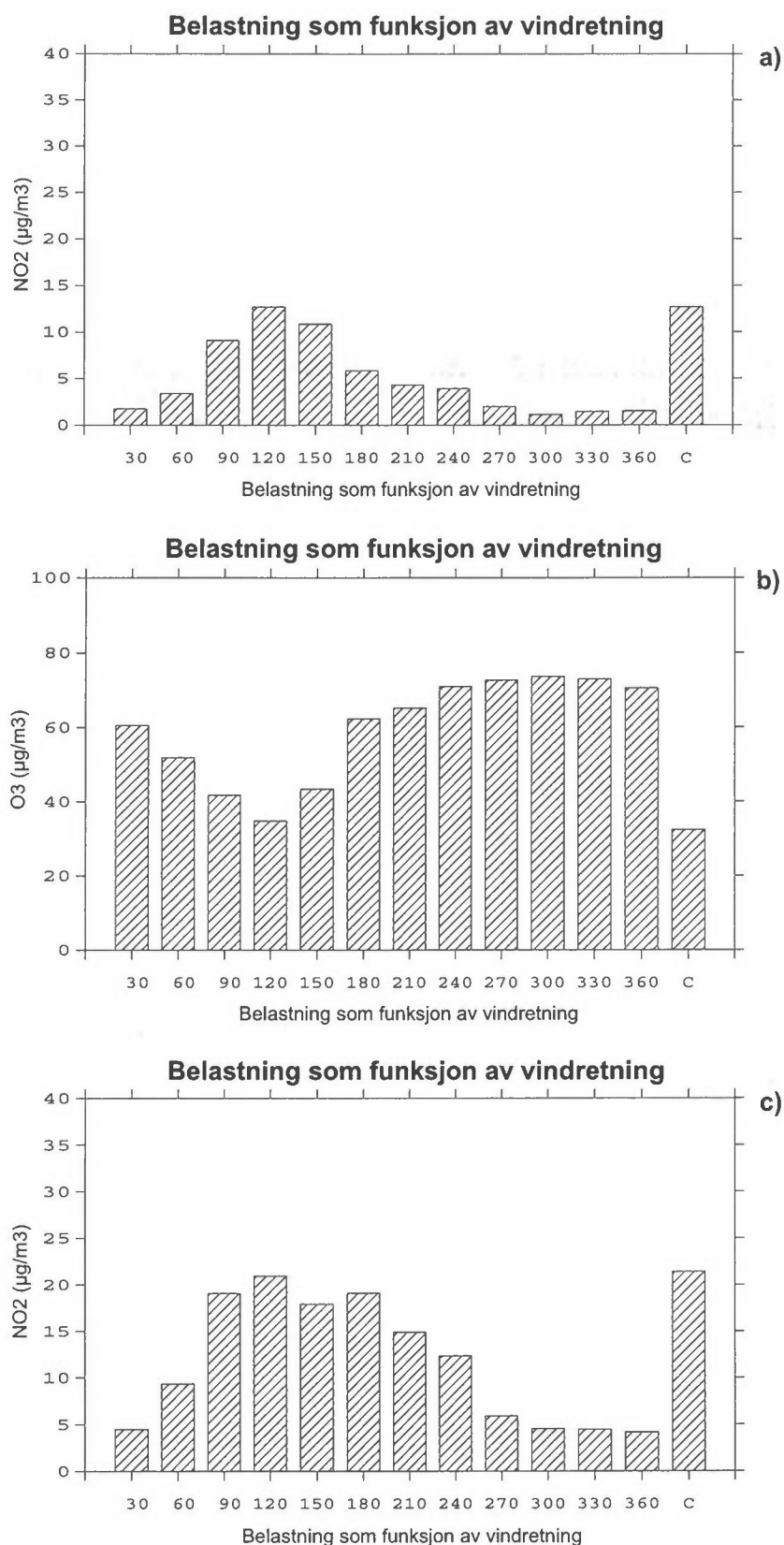
Figur 9-Figur 11 viser middelkonsentrasjoner i 12 30°-vindsektorer for periodene oktober 1997-mars 1998, april-september 1998 og oktober 1997-september 1998 av NO₂ og O₃ ved Tangen og av NO₂ ved Kirkegata i Levanger. Ved Tangen var det forhøyede NO₂-konsentrasjoner ved vind i en bred sektor fra øst til sør, særlig i vinterhalvåret. Dette skyldes utslippene fra E6 og fra veien forbi Alstadhaug kirke. Trafikkutslipp ga også bidrag i sektorer fra nordøst til øst og fra sør til vest. Utslipp fra Norske Skog på Fiborgtangen vil gi bidrag ved vind i 240°-sektoren, men også trafikkutslipp kan gi bidrag fra denne retningen. Målingene viste klart at bidraget av NO₂ fra Norske Skog til den målte NO₂-konsentrasjonen på Tangen (1-2 µg/m³) var meget lite i forhold til bidraget fra biltrafikken. I Levanger var trafikkbidraget enda mer dominerende.



Figur 9: *Middelkonsentrasjoner i 12 30°-sektorer for perioden oktober 1997-mars 1998 av a) NO₂ og b) O₃ ved Tangen og av c) NO₂ ved Kirkegata i Levanger (µg/m³). Vind er målt på Tangen.*



Figur 10: Middelkonsentrasjoner i 12 30°-sektorer for perioden april-september 1998 av a) NO₂ og b) O₃ ved Tangen og av c) NO₂ ved Kirkegata i Levanger (µg/m³). Vind er målt på Tangen.



Figur 11: Middelskonsentrasjoner i 12 30°-sektorer for perioden oktober 1997-september 1998 av a) NO₂ og b) O₃ ved Tangen og av c) NO₂ ved Kirkegata i Levanger (µg/m³). Vind er målt på Tangen.

O₃-konsentrasjonen var som ventet lavest ved vind fra østlig og sørøstlig kant, der reaksjonen med NO reduserer O₃. Selv uten denne reaksjonen ville imidlertid konsentrasjonen av O₃ vært lavest ved disse vindretningene fordi lufta i lange tider har passert over land med en tilhørende avsetning på bakken. De høyeste O₃-konsentrasjonene ble målt ved vind i en sektor fra sørvest over vest og nord til nord-nordøst. Ved disse vindretningene har lufttransporten i hovedsak foregått over sjø. I sommerhalvåret var det mindre forskjell i O₃-konsentrasjonene mellom de ulike vindretningene enn i vinterhalvåret. Dette skyldes for en stor del lavere konsentrasjoner av nitrogenoksider i sommerhalvåret og dermed mindre overgang fra O₃ til NO₂ ved østlig og sør-østlig vind.

Tabell 18 gir en oversikt over måleresultatene av O₃ ved Tangen i perioden oktober 1997-september 1998. Tilsvarende statistikk for bakgrunnsstasjonene Kårvatn i Møre og Romsdal og Tustervatn i Nordland er vist i Tabell 19 og Tabell 20.

Målinger av O₃ på norske bakgrunnsstasjoner gjennom mange år viser at O₃ i hovedsak skyldes langtransporterte forurensninger fra andre deler av Europa. På grunn av reaksjonen mellom O₃ og NO, som gir NO₂, er konsentrasjonen av O₃ vanligvis lavere i byene og i andre trafikkerte områder enn utenfor disse områdene. Målingene på Tangen viser ikke uventet lavere konsentrasjoner enn ved Kårvatn og Tustervatn. Dette skyldes i hovedsak nitrogenoksidutslippene lokalt.

Likevel ble de fleste av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for virkning på helse og vegetasjon overskredet ved Tangen, særlig sommerstid. Helsekriteriet på 100 µg/m³ som timemiddelverdi ble overskredet 2 ganger i vinterhalvåret og 127 ganger i sommerhalvåret. Vinterhalvåret hadde 54 døgn og sommerhalvåret hadde 61 døgn med 8-timers middelverdi over 80 µg/m³. De fleste overskridelsene var i månedene februar-mai 1998. Vegetasjonskriteriet på 60 µg/m³ som 8-timers middelverdi ble overskredet 106 dager i vinterhalvåret og 137 dager i sommerhalvåret. Derimot ble ikke timemiddelkriteriet for vegetasjon på 150 µg/m³ overskredet. Høyeste målte timemiddelverdi var 126 µg/m³ i april 1998. Kriteriet for gjennomsnittlig 7-timers middelverdi (kl 09-16) for vekstsesongen (april-september) på 50 µg/m³ ble klart overskredet. Den målte verdien var 69 µg/m³.

Tabell 18: Statistikk over måleresultater av O₃ ved Tangen i perioden oktober 1997-september 1998.

Tangen, Skogn	Okt. 1997	Nov. 1997	Des. 1997	Jan. 1998	Feb. 1998	Mar. 1998	Okt. 97-mar. 98	Apr. 1998	Mai 1998	Juni 1998	Juli 1998	Aug. 1998	Sep. 1998	Apr.-sep. 98	Okt. 97-sep. 98
Månedsmiddelverdi (µg/m ³)	53	35	38	51	74	76	55	76	74	56	48	49	45	58	56
Middelverdi over 7 timer (kl 09-16) i vekstsesongen	-	-	-	-	-	-	-	88	85	63	58	57	60	69	-
Høyeste middelverdi over 8 timer (µg/m ³)	78	80	79	90	97	99	99	119	119	86	79	76	89	119	119
Antall døgn med en eller flere 8 h-middelverdier >80 µg/m ³	0	0	0	9	21	24	54	26	24	5	0	0	6	61	115
Antall døgn med en eller flere 8-h-middelverdier >60 µg/m ³	16	7	6	21	25	31	106	29	31	25	18	19	15	137	243
Høyeste timemiddelverdi (µg/m ³)	83	84	83	91	103	101	103	126	123	95	91	85	98	126	126
Antall timemiddelverdier >100 µg/m ³	0	0	0	0	1	1	2	72	55	0	0	0	0	127	129
Antall døgn med en eller flere timemiddelverdier >100 µg/m ³	0	0	0	0	1	1	2	11	9	0	0	0	0	20	22
Antall timemiddelverdier >150 µg/m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antall døgn med en eller flere timemiddelverdier >150 µg/m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antall timemiddelobservasjoner	565	689	740	744	672	744	4 154	720	744	720	744	742	720	4 390	8 544
Antall døgn med minst 12 godkjente timemiddelobservasjoner	24	28	31	31	28	31	173	30	31	30	31	31	30	183	356

Tabell 19: Statistikk over måleresultater av O₃ ved Kårvatn i Møre og Romsdal i perioden oktober 1997-september 1998.

Kårvatn, Møre og Romsdal	Okt. 1997	Nov. 1997	Des. 1997	Jan. 1998	Feb. 1998	Mar. 1998	Okt. 97-mar. 98	Apr. 1998	Mai 1998	Juni 1998	Juli 1998	Aug. 1998	Sep. 1998	Apr.-sep. 98	Okt. 97-sep. 98
Månedsmiddelverdi (µg/m ³)	52	68	53	66	81	85	68	90	70	55	47	46	40	58	63
Middelverdi over 7 timer (kl.09-16) i vekstsesongen	-	-	-	-	-	-	-	101	91	69	61	59	56	73	-
Høyeste middelverdi over 8 timer (µg/m ³)	78	95	95	94	96	103	103	128	120	98	109	86	83	128	128
Antall døgn med en eller flere 8 h-middelverdier >80 µg/m ³	0	12	4	13	26	30	85	30	26	4	4	3	2	69	154
Antall døgn med en eller flere 8-h-middelverdier >60 µg/m ³	19	27	20	28	28	31	153	30	31	29	20	20	14	144	297
Høyeste timemiddelverdi (µg/m ³)	83	99	104	95	107	108	108	133	125	108	115	89	93	133	133
Antall timemiddelverdier >100 µg/m ³	0	0	2	0	4	22	28	218	100	5	9	0	0	332	360
Antall døgn med en eller flere timemiddelverdier >100 µg/m ³	0	0	1	0	1	8	10	21	12	2	2	0	0	37	47
Antall timemiddelverdier >150 µg/m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antall døgn med en eller flere timemiddelverdier >150 µg/m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antall timemiddelobservasjoner	730	720	744	744	669	738	4 345	720	744	717	739	743	720	4 383	8 728
Antall døgn med minst 12 godkjente timemiddelobservasjoner	31	30	31	31	28	31	182	30	31	30	31	31	30	183	365

Tabell 20: Statistikk over måleresultater av O₃ ved Tustervatn i Nordland i perioden oktober 1997-september 1998.

Tustervatn, Nordland	Okt. 1997	Nov. 1997	Des. 1997	Jan. 1998	Feb. 1998	Mar. 1998	Okt. 97-mar. 98	Apr. 1998	Mai 1998	Juni 1998	Juli 1998	Aug. 1998	Sep. 1998	Apr.-sep. 98	Okt. 97-sep. 98
Månedsmiddelverdi (µg/m ³)	62	66	65	67	83	86	72	95	84	65	56	53	55	68	70
Middelverdi over 7 timer (kl 09-16) i vekstsesongen	-	-	-	-	-	-	-	97	88	70	65	59	62	74	-
Høyeste middelverdi over 8 timer (µg/m ³)	82	90	89	96	103	102	103	126	116	88	80	75	81	126	126
Antall døgn med en eller flere 8 h-middelverdier >80 µg/m ³	2	7	6	14	21	29	79	26	25	7	0	0	1	59	138
Antall døgn med en eller flere 8-h-middelverdier >60 µg/m ³	23	27	29	23	28	31	161	30	31	28	28	15	23	155	316
Høyeste timemiddelverdi (µg/m ³)	84	94	92	98	106	106	106	128	120	94	90	81	90	128	128
Antall timemiddelverdier >100 µg/m ³	0	0	0	0	10	25	35	304	87	0	0	0	0	391	426
Antall døgn med en eller flere timemiddelverdier >100 µg/m ³	0	0	1	0	4	7	11	18	11	0	0	0	0	29	40
Antall timemiddelverdier >150 µg/m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antall døgn med en eller flere timemiddelverdier >150 µg/m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antall timemiddelobservasjoner	744	720	732	741	668	744	4 349	715	743	719	744	744	720	4 385	8 734
Antall døgn med minst 12 godkjente timemiddelobservasjoner	31	30	31	31	28	31	182	30	31	30	31	31	30	183	365

6.3 Svoveldioksid

SO₂ ble ikke ansett å være noe problem i området, og målingene ble derfor begrenset til å omfatte månedsmiddelkonsentrasjoner på fire steder.

Måleresultatene er vist i Tabell 21 sammen med data fra bakgrunnsstasjonene Kårvatn i Møre og Romsdal og Tustervatn i Nordland. I vinterhalvåret varierte halvårsmiddelverdien fra 1,7 µg/m³ ved Nordhaug til 2,9 µg/m³ ved Holan nordre. I sommerhalvåret var verdiene enda lavere. Det midlere SO₂-nivået i området er derfor langt lavere enn SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for halvårsmiddelverdi på 40 µg/m³ for virkninger på helse og også betydelig lavere enn årsmiddelkriteriet på 20 µg/m³ for virkning på vegetasjon. Middelkonsentrasjonene på bakgrunnsstasjonene Kårvatn og Tustervatn i måleperioden oktober 1997-september 1998 var bare 0,1-0,2 µg/m³. Dette betyr at de lokale utslippene i Skogn/Levanger gir det største bidraget til SO₂ i området, men konsentrasjonene er meget lave.

Tabell 21: Oversikt over månedsmiddelkonsentrasjoner av SO₂ i Skogn/Levanger i perioden oktober 1997-september 1998. Det er også tatt med data fra bakgrunnsstasjonene Kårvatn i Møre og Romsdal og Tustervatn i Nordland (µg/m³).

Måned	Vennevoll	Holan nordre	Nordhaug	Backlund hotell	Kårvatn, Møre og Romsdal	Tustervatn, Nordland
Oktober 1997	1,7	4,0	1,1	2,3	<0,1	<0,1
November	0,9	1,2	1,1	2,5	<0,1	0,3
Desember	1,0	1,8	1,5	2,1	0,2	0,2
Januar 1998	1,4	2,1	1,7	2,6	<0,1	0,3
Februar	4,9	4,3	3,1	3,4	<0,1	0,5
Mars	1,5	3,9	1,8	3,4	0,1	0,2
Okt. 97-mar. 98	1,9	2,9	1,7	2,7	<0,1	0,3
April	1,1	1,2	0,7	1,3	0,2	0,5
Mai	1,3	2,1	0,6	1,1	0,1	<0,1
Juni	0,8	1,1	0,8	1,4	0,2	<0,1
Juli	1,1	0,9	0,8	1,3	0,1	<0,1
August	2,7	1,0	0,6	1,8	<0,1	<0,1
September	2,2	1,7	0,5	1,4	0,1	<0,1
Apr.-sep. 98	1,5	1,3	0,7	1,4	0,1	0,1
Okt. 97-sep. 98	1,7	2,1	1,2	2,1	0,1	0,2

6.4 Nedbørkvalitet og våtavsetning

Nedbørkvalitet ble målt på ukebasis på Tangen. Prøvene av tungmetaller ble slått sammen til månedsprøver ved analysen. Tabell 22 viser middelkonsentrasjoner av hovedkomponenter og tungmetaller i nedbøren i perioden oktober 1997-september 1998. I tabellen er det sammenlignet med årsmiddelkonsentrasjoner ved bakgrunnsstasjonene Kårvatn, Selbu, Høylandet, Namsvatn og Tustervatn for 1997 (SFT, 1998).

Målingene ved Tangen viste høyere konsentrasjoner enn ved bakgrunnsstasjonene for NO_3 , SO_4 , Ca og NH_4 , mens det ikke var så stor forskjell for de andre hovedkomponentene.

Sammenligningsgrunnlaget for tungmetaller i området er dårlig, da det bare er Kårvatn og Tustervatn av stasjonene i "nærområdet" hvor tungmetaller analyseres. Sammenligning med disse stasjonene viser omtrent samme konsentrasjon av bly og høyere konsentrasjoner av øvrige komponenter ved Tangen. Sammenlignes det i stedet med Lista lenger sør, hadde Tangen lavere konsentrasjoner av Pb, Cd og Zn og omtrent samme konsentrasjoner av Ni, Cu, Co og Cr som Lista for året 1997. Fe, Mn og V er ikke analysert på Lista.

Våtavsetningen av hovedkomponenter og tungmetaller er beregnet i Tabell 23. Nedbørmengden i perioden oktober 1997-september 1998 var omtrent som eller såvidt i underkant av det normale. I perioden hadde de offisielle værstasjonene Værnes og Verdal-Reppe henholdsvis 93% og 100% av normal nedbørmengde. Måleperioden må derfor anses som representativ med hensyn til nedbørmengde.

Våtavsetningen ved Tangen var høyere eller noe høyere enn ved bakgrunnsstasjonene. Dette gjelder både hovedkomponenter og tungmetaller. Årsakene til dette er trolig utslipp fra jordbruksaktivitet, industri og trafikk i nærområdet.

Sammenligningsgrunnlaget for tungmetaller i området er dårlig, da det bare er Kårvatn og Tustervatn av stasjonene i "nærområdet" hvor tungmetaller analyseres. Sammenlignes det med stasjonene Lista og Ualand lenger sør, viser disse betydelig høyere avsetning, særlig for Pb, noe høyere avsetning for Cl og Zn, omtrent samme avsetning for Ni og litt lavere avsetning for Cu, Co og Cr. Fe, Mn og V er ikke analysert på disse stasjonene.

Tabell 22: Middeldkonsentrasjoner av hovedkomponenter og tungmetaller i nedbør ved Tangen for perioden oktober 1997-september 1998 sammenlignet med data fra relevante bakgrunnsstasjoner for 1997 (Namsvatn for 1996).

	Komponent	Enhet	Tangen Okt. 1997- sep. 1998	Kårvatn 1997	Selbu 1997	Høylandet 1997	Namsvatn 1996	Tustervatn 1997
Hoved- komponenter	Nedbør	mm	854	1842	1682	1418	697	1528
	pH		5,47	5,22	5,26	5,25	5,10	5,34
	Cl	mg/l	4,64	3,52	3,29	5,56	1,43	4,59
	NO ₃ -N ¹⁾	mg/l	0,23	0,06	0,06	0,10	0,12	0,06
	SO ₄ -S ²⁾	mg/l	0,31	0,09	0,11	0,14	0,17	0,08
	Na	mg/l	2,50	1,80	1,47	2,61	0,76	2,30
	K	mg/l	0,14	0,12	0,10	0,14	0,04	0,17
	Ca	mg/l	0,26	0,12	0,16	0,17	0,11	0,17
	Mg	mg/l	0,32	0,23	0,20	0,32	0,11	0,30
	NH ₄ -N ¹⁾	mg/l	0,55	0,11	0,10	0,22	0,20	0,18
Tung- metaller	Pb	µg/l	0,55	0,49			0,54	
	Cd	µg/l	0,025	0,01			0,017	
	Cu	µg/l	0,90	-			0,49	
	Zn	µg/l	4,35	1,56			2,97	
	Cr	µg/l	0,23	-			<0,20	
	Ni	µg/l	0,44	-			0,14	
	Co	µg/l	0,04	-			0,01	
	Fe	µg/l	41,1	-			-	
	Mn	µg/l	2,96	-			-	
	V	µg/l	0,11	-			-	

1) Regnet som N

2) Regnet som S og sjøsaltkorrigeret

Tabell 23: Våtavsætning av hovedkomponenter og tungemettaller i nedbør ved Tangen for perioden oktober 1997-september 1998 sammenliknet med data fra relevante bakgrunnsstasjoner for 1997 (Namsvatn for 1996).

	Komponent	Enhet	Tangen Okt. 1997- sep. 1998	Kårvatn 1997	Selbu 1997	Høylandet 1997	Namsvatn 1996	Tustervatn 1997
Hoved- komponenter	Cl	mg/m ²	3959	6486	5068	7333	994	7018
	NO ₃ -N ¹⁾	mg/m ²	199	109	105	145	86	98
	SO ₄ -S ²⁾	mg/m ²	262	171	183	196	117	121
	Na	mg/m ²	2132	3309	2472	3700	526	3511
	K	mg/m ²	123	225	161	197	26	254
	Ca	mg/m ²	225	217	271	235	73	258
	Mg	mg/m ²	272	421	329	457	74	454
	NH ₄ -N ¹⁾	mg/m ²	471	208	172	308	139	271
Tung- metaller	Pb	µg/m ²	477	1215			354	
	Cd	µg/m ²	21	14			11	
	Cu	µg/m ²	777				325	
	Zn	µg/m ²	3770	2743			1955	
	Cr	µg/m ²	198				86	
	Ni	µg/m ²	378				91	
	Co	µg/m ²	36				10	
	Fe	µg/m ²	35600				-	
	Mn	µg/m ²	2570				-	
	V	µg/m ²	97				-	

1) Regnet som N

2) Regnet som S og sjøsaltkorrigert

6.5 Tørravsetning av NO₂ og SO₂

Luftkonsentrasjonene av både NO₂ og SO₂ er noe høyere i området enn ved bakgrunnsstasjonene. Tørravsetningen beregnes ved å multiplisere midlere konsentrasjon med en antatt tørravsetningshastighet på 0,1 cm/s både for NO₂ og SO₂ i vinterhalvåret. I sommerhalvåret er det antatt tørravsetningshastigheter på 0,5 cm/s for NO₂ og 0,7 cm/s for SO₂.

Ved beregning av tørravsetningen er det brukt målte middelkonsentrasjoner av NO₂ og SO₂ for alle målestasjonene i området, unntatt de to stasjonene for NO₂ i Levanger som er klart mer belastet på grunn av biltrafikken lokalt.

Midlere NO₂-konsentrasjoner er beregnet til 5,1 µg/m³ som NO₂ eller 1,6 µg/m³ som N i vinterhalvåret og 2,6 µg/m³ som NO₂ eller 0,8 µg/m³ som N i sommerhalvåret. Dette gir en tørravsetning på 87 mg/m² regnet som N på årsbasis. Dette er fordelt med 25 mg/m² i vinterhalvåret og 62 mg/m² i sommerhalvåret.

Midlere SO₂-konsentrasjoner er beregnet til 2,3 µg/m³ som SO₂ eller 1,2 µg/m³ som S i vinterhalvåret og 1,2 µg/m³ som SO₂ eller 0,6 µg/m³ som S i sommerhalvåret. Dette gir en tørravsetning på 84 mg/m² regnet som S på årsbasis. Dette er fordelt med 19 mg/m² i vinterhalvåret og 65 mg/m² i sommerhalvåret.

7. Referanser

Hagen, L.O., Aarrestad, P.A. og Skjelkvåle, B.L. (1998a) Konsekvenser av utslipp av NO_x til luft fra kraftvarmeverk. Foreløpig vurdering. Fiborgtangen, Skogn. Kjeller (NILU OR 17/98).

Hagen, L.O., Aarrestad, P.A., Guerreiro, C., Reitan, O. og Skjelkvåle, B.L. (1998b) Konsekvenser av utslipp av NO_x til luft fra kraftvarmeverk. Foreløpig vurdering for ulike alternativer. Fiborgtangen, Skogn. Kjeller (NILU OR 26/98).

SFT (1998) Virkninger av luftforurensninger på helse og miljø - anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo. Statens forurensningstilsyn (SFT-rapport 92:16).

SFT (1998) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 1997. Oslo. Statens forurensningstilsyn (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr. 736/98).



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAKS RAPPORT	RAPPORT NR. OR 3/99	ISBN 82-425-1050-4 ISSN 0807-7207	
DATO 13/1-98	ANSV. SIGN. P. Berg	ANT. SIDER 48	PRIS NOK 75,-
TITTEL Målinger av luftkvalitet i Skogn og Levanger, oktober 1997-september 1998, i forbindelse med konsekvensutredning av utslipp av NO _x til luft fra kraftvarmeverk på Fiborgtangen i Skogn		PROSJEKTLEDER Leif Otto Hagen	
		NILU PROSJEKT NR. O-97115	
FORFATTER(E) Leif Otto Hagen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. Olav Norberg	
OPPDRAKSGIVER Industrikraft Midt-Norge DA Vollsveien 13 B 1324 Lysaker			
STIKKORD Kraftvarmeverk	Luftkvalitet	Nedbørkvalitet	
REFERAT Som grunnlag for å utrede virkningen av utslipp til luft på naturmiljøet fra et kraftvarmeverk på Fiborgtangen ved Skogn har NILU gjennomført målinger av luft- og nedbørkvalitet og meteorologiske forhold i området. Målingene viste at biltrafikken er hovedkilden til nitrogenoksider i området. Konsentrasjonene av SO ₂ var meget lave. Middelkonsentrasjoner og våtavsetning av hovedkomponenter og tungmetaller i nedbør var høyere enn ved bakgrunnsstasjoner i området, men samtidig lavere enn ved bakgrunnsstasjoner på Sør- og Vestlandet. De fleste av SFTs luftkvalitetskriterier for O ₃ ble overskredet, men konsentrasjonene var likevel litt lavere enn ved bakgrunnsstasjonene.			
TITLE Measurements of air quality in Skogn and Levanger, October 1997-September 1998, in connection with evaluations of consequences for the environment of NO _x emissions from a power heating plant at Fiborgtangen, Skogn.			
ABSTRACT			

* Kategorier:

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