

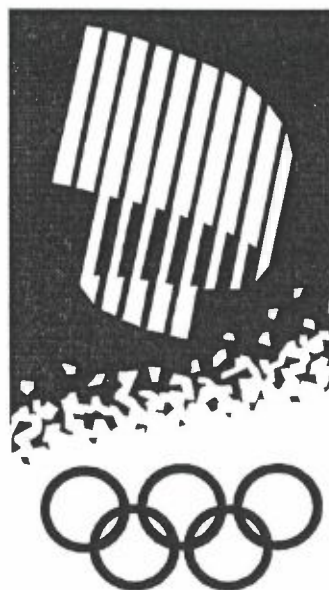
NILU : OR 51/94

NILU : OR 51/94
REFERANSE : O-92119MP
DATO : OKTOBER 1994
ISBN : 82-425-0603-5

ENSIS - LUFT MÅLEPROGRAM

Mars-juni 1994

Trond Bøhler, Leif Otto Hagen og
Mona Johnsrud



Lillehammer '94



NILU

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

NILU : OR 51/94

NILU : OR 51/94
REFERANSE : O-92119MP
DATO : OKTOBER 1994
ISBN : 82-425-0603-5

ENSIS - LUFT MÅLEPROGRAM

Mars-juni 1994

Trond Bøhler, Leif Otto Hagen og
Mona Johnsrud



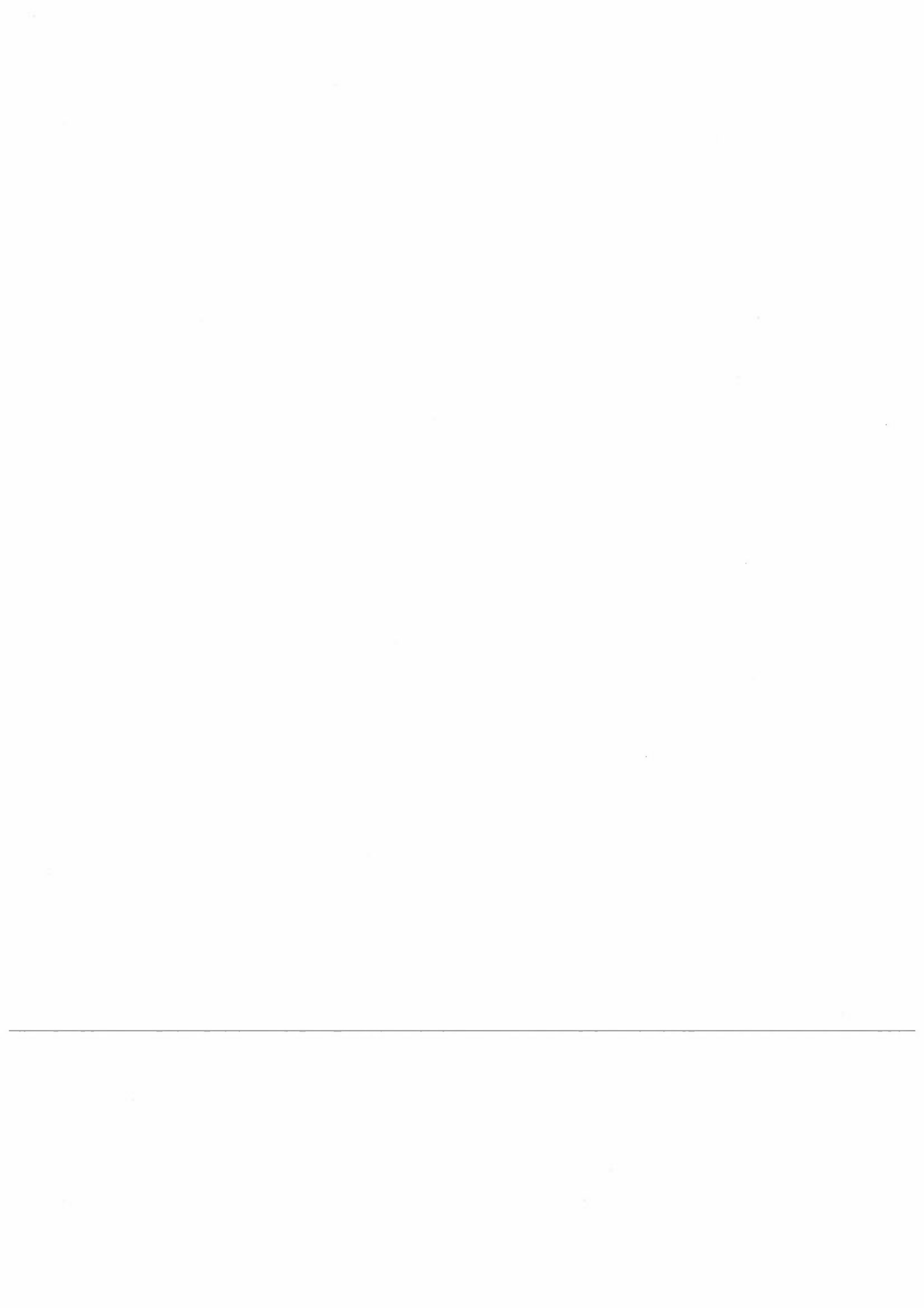
Lillehammer '94

Forord

ENSIS - LUFT har gått ut på å utvikle og tilpasse et overvåkingssystem for luftkvaliteten i OL-regionen, og var en del av Eureka-prosjektet "Environmental Surveillance and Information System, Lillehammer '94", ENSIS. Norsk institutt for luftforskning (NILU) fikk i oppdrag å etablere og drive et kontinuerlig måleprogram for luftkvalitet og meteorologiske forhold. Måleprogrammet var finansiert av Statens forurensningstilsyn, Samferdselsdepartementet og Vegdirektoratet, og NILU har bidratt med en egenandel.

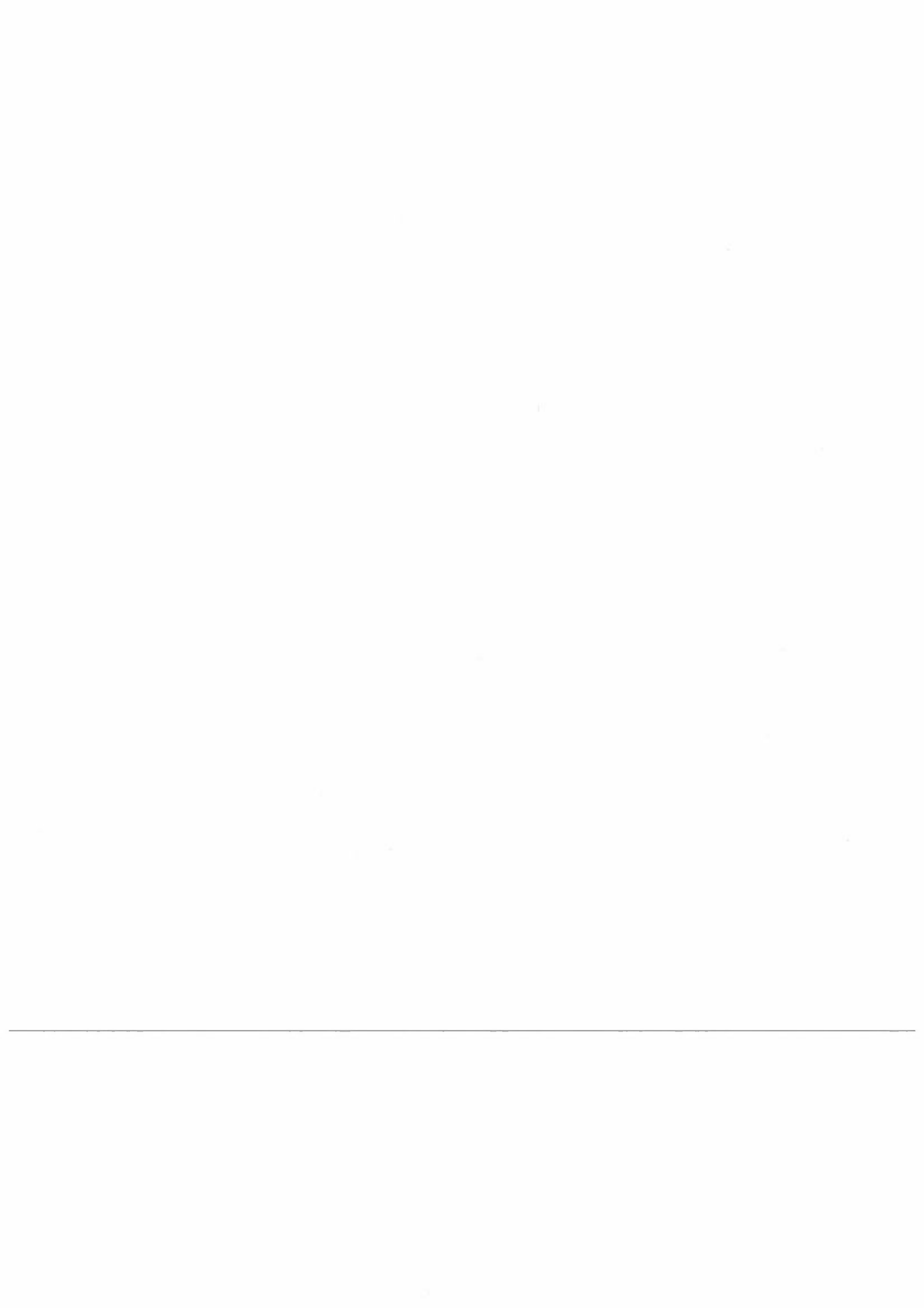
Målingene startet på de første stasjonene i februar 1993 og var i full drift fra april 1993. Målingene pågikk ut juni 1994, dvs. til etter Eureka teknologikonferanse i Lillehammer samme måned. I perioden mars-juni 1994 var imidlertid bare et utvalg av målestasjonene i drift.

Denne rapporten er et ledd i NILUs statusrapportering av måleprogrammet og dekker månedene mars-juni 1994.



Innhold

	Side
Forord	1
Sammendrag.....	5
1. Innledning.....	7
2. Måleprogram.....	7
3. Meteorologiske forhold.....	13
3.1 Vindretning	13
3.2 Vindstyrke.....	18
3.3 Temperatur	19
3.4 Luftfuktighet	21
3.5 Atmosfærens stabilitet	21
3.6 Ultrafiolett stråling.....	22
4. Luftkvalitet	24
4.1 Anbefalte luftkvalitetskriterier	24
4.2 Nitrogenoksider (NO, NO ₂)	24
4.3 Ozon (O ₃)	26
4.4 Svoveldioksid (SO ₂)	27
5. Referanser.....	29
Vedlegg A: Grafisk presentasjon av timemiddelverdier av meteorologiske parametre.....	31
Vedlegg B: Grafisk presentasjon av timemiddelverdier av luftkvalitetsparametre	55



Sammendrag

Environmental Surveillance and Information System, Lillehammer '94 (ENSIS) er et avansert system for miljøovervåking og miljøinformasjon basert på moderne teknologi. ENSIS-LUFT er et delprosjekt som gikk ut på å utvikle og tilpasse et overvåkingssystem for luftkvalitet i OL-regionen.

Det er gjennomført målinger av luftkvalitet ved seks stasjoner og av meteorologiske forhold ved fire stasjoner. En del av stasjonene ble satt i drift i februar 1993, og de resterende i april 1993. Målingene ved tre av de meteorologiske stasjonene og tre av luftkvalitetsstasjonene fortsatte også etter OL, inntil alle målingene ble avsluttet i juni 1994. Denne rapporten gir måleresultatene av luftkvalitet og meteorologiske forhold i perioden mars-juni 1994.

De meteorologiske målingene viste at vindretningsfordelingen i månedene mars-juni 1994 varierte fra sted til sted avhengig av de lokale topografiske forholdene. I Gjøvik blåste det oftest langs Mjøsa og fra nord og vest. Målingene ved Vikingskipet i Hamar gav at vinden var kanalisert langs Åkersvikas utløp i Mjøsa. I Lillehammer var vinden i hovedsak kanalisert langs Gudbrandsdalen, men det var også svært ofte vindstille.

Målinger av vertikal temperaturgradient (stabilitet) viste størst forekomst av stabil sjiktning, som ofte medfører dårlige atmosfæriske spredningsforhold, på Stampeletta. Summen av lett stabil og stabil sjiktning var høyest ved Vikingskipet i mars og mai og ved Stampedletta i april og juni.

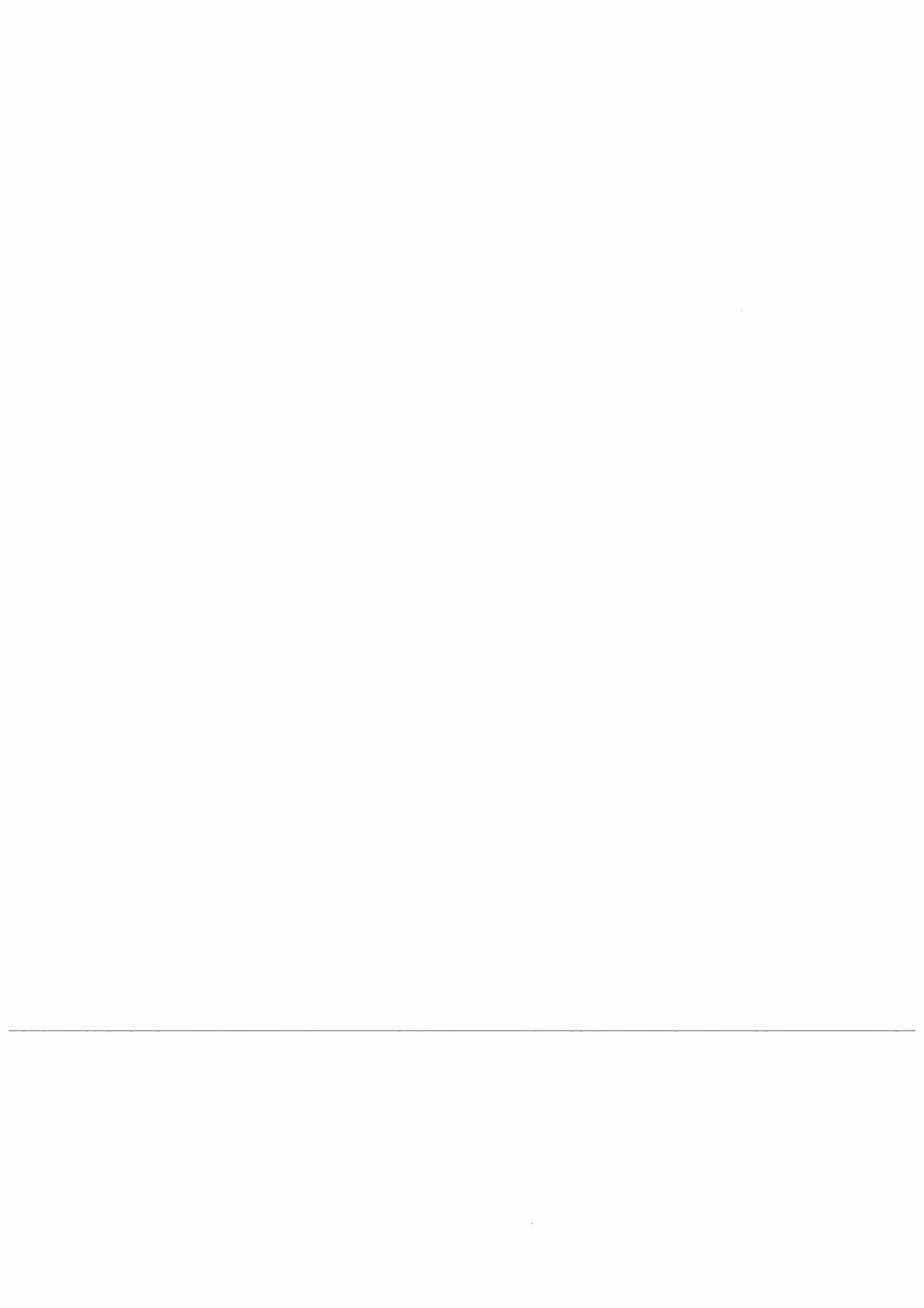
Temperaturmålingene viste at Gjøvik hadde den høyeste middeltemperaturen av de tre stasjonene i mars og juni, mens Vikingskipet hadde høyest middeltemperatur i april og mai.

Anbefalt luftkvalitetskriterium for timemiddelverdi av NO_2 på $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ble overskredet 4 ganger ved Vikingskipet og 1 gang ved Kulturhuset i mars og 2 ganger ved Vikingskipet i april. Den høyeste timemiddelverdien var $112 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Vikingskipet.

Det ble ikke målt overskridelser av det anbefalte luftkvalitetskriteriet for døgnmiddelverdi av NO_2 på $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Månedsmiddelkonsentrasjonene av NO_2 var høyest i mars og lavest i mai og juni.

Målingene av SO_2 viste at nivået var lavt og langt under anbefalte kriterier.

~~Målingene av ozon viste at det forekom overskridelser av de anbefalte luftkvalitetskriteriene for helse både for 8-timers middelverdi og for timemiddelverdi i april og mai.~~



ENSIS - LUFT MÅLEPROGRAM

Mars-juni 1994

1. Innledning

I planleggingen av De Olympiske Vinterlekene på Lillehammer i 1994 ble miljøspørsmålene viet stor oppmerksomhet. Et avansert system for miljøovervåking og miljøinformasjon er utviklet basert på moderne prøvetakings-, dataoverførings-, modellerings- og informasjonsteknologi. Dette informasjonssystemet betegnes ENSIS, "Environmental Surveillance and Information System, Lillehammer '94", og er utviklet innenfor rammene av Eureka, som er et europeisk teknologisamarbeid.

ENSIS-LUFT var et delprosjekt som gikk ut på å utvikle og tilpasse et overvåkingssystem for luftkvaliteten i OL-regionen. Utviklingen av et slikt system representerer et forsknings- og utviklingsprosjekt som har som mål å etablere et norsk-utviklet overvåkingssystem for luft. Overvåkingssystemet markedsføres internasjonalt, bl.a. ble det presentert på Eurekas teknologikonferanse i Lillehammer i juni 1994.

ENSIS-LUFT besto av tre delprosjekter som samlet representerer det norske overvåkingssystemet for luftkvalitet:

- Kontinuerlig måleprogram for luftkvalitet og meteorologiske forhold med målestasjoner i Lillehammer, Øyer, Gjøvik og Hamar (NILU).
- Utvikling og tilpasning av sensorer basert på diodelaser-spektroskopi (Norsk Elektro Optikk), samt videreutvikling og tilpasning av sensorer for ultrafiolett stråling og totalozon (NILU).
- Etablering av et databasert presentasjonsprogram for luftkvalitet i gater, langs veier og i hele OL-området, basert på målinger, modellberegninger og grafikk (NILU).

Denne rapporten gir måleresultatene av luftkvalitet og meteorologiske forhold i perioden mars-juni 1994.

2. Måleprogram

I perioden mars-juni 1994 var det i drift tre målestasjoner for luftkvalitet og tre målestasjoner for meteorologiske forhold.

Tabell 1-4 viser måleprogrammet i sin helhet og datadekningen i prosent for de målingene som var i gang hver måned i perioden mars-juni 1994. Datadekningen for meteorologiske data og uv-stråling var i hovedsak god i hele perioden.

Tabell 1: Måleprogram og datadekning i prosent, mars 1994.

Parametre	Gjøvik		Hamar	Lillehammer			Øyer
	Gjøvik	Fjellhallen		Vikingskipet	Stampesletta	Kulturhuset	
Vindstyrke 10 m o.b. (m/s)	100		100	95			Avsluttet
Vindkast (gust) 10 m o.b. (m/s)	98		100	87			Avsluttet
Vindretning 10 m o.b. (dekgrader)	98		100	87			Avsluttet
Temperatur (°C)	100		100	99			Avsluttet
Stabilitet (temp.diff. 10-2 m) (°C)	100		100	99			
Relativ fuktighet (%)	100		100	99			
UV-stråling (W/m ²)	Avsluttet		100	Avsluttet			
NO (µg/m ³)		100	100	Avsluttet	100	Avsluttet	Avsluttet
NO _x (µg/m ³)		100	100	Avsluttet	100	Avsluttet	Avsluttet
NO ₂ (µg/m ³)		100	100	Avsluttet	100	Avsluttet	Avsluttet
O ₃ (µg/m ³)				Avsluttet	100		
SO ₂ (µg/m ³)					100		
CO (mg/m ³)					19		
Svevestøv (µg/m ³)		100	Avsluttet			Avsluttet	Avsluttet

Tabell 2: Måleprogram og datadekning i prosent, april 1994.

Parametre	Gjøvik		Hamar	Lillehammer			Øyer
	Gjøvik	Fjellhallen		Stampesletta	Kulturhuset	Fåberggata	
Vindstyrke 10 m o.b. (m/s)	100		78				Avsluttet
Vindkast (gust) 10 m o.b. (m/s)	100		78				Avsluttet
Vindretning 10 m o.b. (dekagrader)	100		78				Avsluttet
Temperatur (°C)	100		78				Avsluttet
Stabilitet (temp.diff. 10-2 m) (°C)	100		77				
Relativ fuktighet (%)	100		78				
UV-stråling (W/m ²)	Avsluttet		100				
NO (µg/m ³)		100	100			100	Avsluttet
NO _x (µg/m ³)		100	100			100	Avsluttet
NO ₂ (µg/m ³)		100	100			100	Avsluttet
O ₃ (µg/m ³)						99	
SO ₂ (µg/m ³)						58	
CO (mg/m ³)							
Svevestøv (µg/m ³)		41	Avsluttet				
							Avsluttet
							Avsluttet

Tabell 3: Måleprogram og datadekning i prosent, mai 1994.

Parametre	Gjøvik		Hamar	Lillehammer			Øyer
	Gjøvik	Fjellhallen		Vikingskipet	Stampesletta	Kulturhuset	
Vindstyrke 10 m o.b. (m/s)	100		100	100			Avsluttet
Vindkast (gust) 10 m o.b. (m/s)	100		100	100			Avsluttet
Vindretning 10 m o.b. (pekagrader)	100		100	99			Avsluttet
Temperatur (°C)	100		100	100			Avsluttet
Stabilitet (temp.diff. 10-2 m) (°C)	100		100	100			
Relativ fuktighet (%)	100		100	100			
UV-stråling (W/m ²)	Avsluttet		100	Avsluttet			
NO (µg/m ³)			100	Avsluttet	86		Avsluttet
NO _x (µg/m ³)			100	Avsluttet	86		Avsluttet
NO ₂ (µg/m ³)			100	Avsluttet	86		Avsluttet
O ₃ (µg/m ³)					86		
SO ₂ (µg/m ³)					86		
CO (mg/m ³)					86		
Svevestøv (µg/m ³)			Avsluttet				

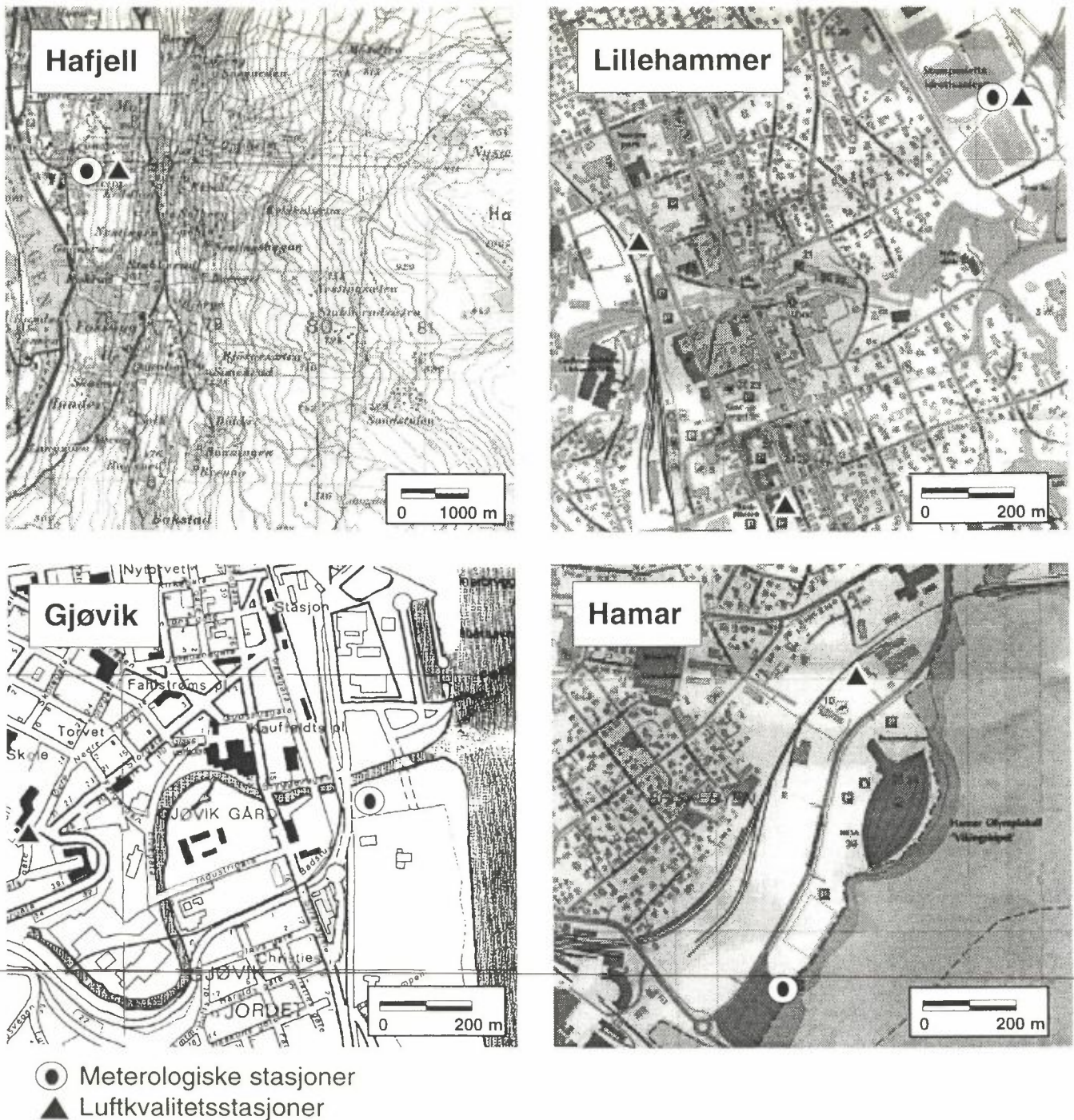
Tabell 4: Måleprogram og datadekning i prosent, juni 1994.

Parametre	Gjøvik		Hamar	Lillehammer			Øyer
	Gjøvik	Fjellhallen		Vikingskipet	Stampesletta	Kulturhuset	
Vindstyrke 10 m o.b. (m/s)	94		85	94			Avsluttet
Vindkast (gust) 10 m o.b. (m/s)	94		85	94			Avsluttet
Vindretning 10 m o.b. (dekgrader)	94		85	94			Avsluttet
Temperatur (°C)	94		85	50			Avsluttet
Stabilitet (temp.diff. 10-2 m) (°C)	94		85	94			
Relativ fuktighet (%)	94		85	94			
UV-stråling (W/m ²)	Avsluttet		86	Avsluttet			
NO (µg/m ³)		100	100	Avsluttet	100	Avsluttet	Avsluttet
NO _x (µg/m ³)		100	100	Avsluttet	100	Avsluttet	Avsluttet
NO ₂ (µg/m ³)		100	100	Avsluttet	100	Avsluttet	Avsluttet
O ₃ (µg/m ³)					95		
SO ₂ (µg/m ³)					100		
CO (mg/m ³)		Avsluttet	Avsluttet			Avsluttet	
Svevestøv (µg/m ³)						Avsluttet	

Målingene av meteorologiske forhold på Hafjell ble avsluttet 1. mars, målingene ved Vikingskipet ble avsluttet 26. juni, og målingene ved Gjøvik og Stampesletta ble avsluttet 29. juni.

Luftkvalitetsmålingene i Fåberggata, ved Stampesletta og ved Hafjell ble avsluttet i månedsskiftet februar/mars 1994. Målingene av SO₂ ved Vikingskipet ble også avsluttet i månedsskiftet februar/mars, mens målingene av SO₂ ved Fjellhallen pågikk til 13. april. De øvrige luftkvalitetsmålingene ble avsluttet i månedsskiftet juni/juli 1994.

Plasseringen av målestasjonene er vist i figur 1.



Figur 1: Lokalisering av målestasjonene i ENSIS-LUFT.

3. Meteorologiske forhold

Timevise middelværdier av alle målte meteorologiske data er vist grafisk for hver stasjon og måned i vedlegg A.

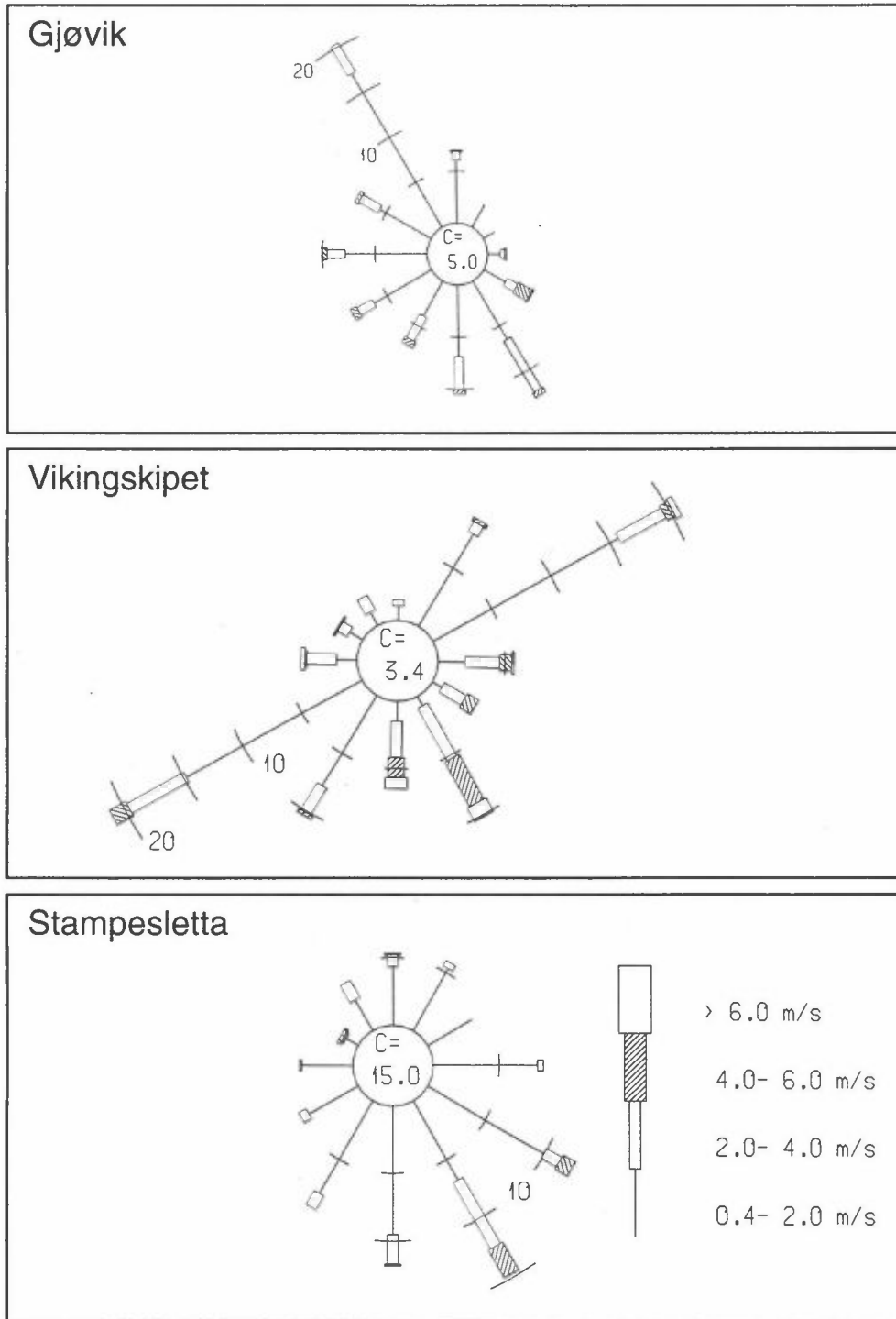
3.1 Vindretning

Figur 2-5 viser vindroser for hver måned fra målestasjonene i Gjøvik, Hamar (Vikingskipet) og Lillehammer (Stampesletta). Vindrosene viser frekvensen av vind i tolv 30-graders sektorer, dvs. hvor ofte det blåser fra disse retningene. Tallene i midten av vindrosene angir frekvensen av vindstyrker mindre enn 0,4 m/s, eller vindstille.

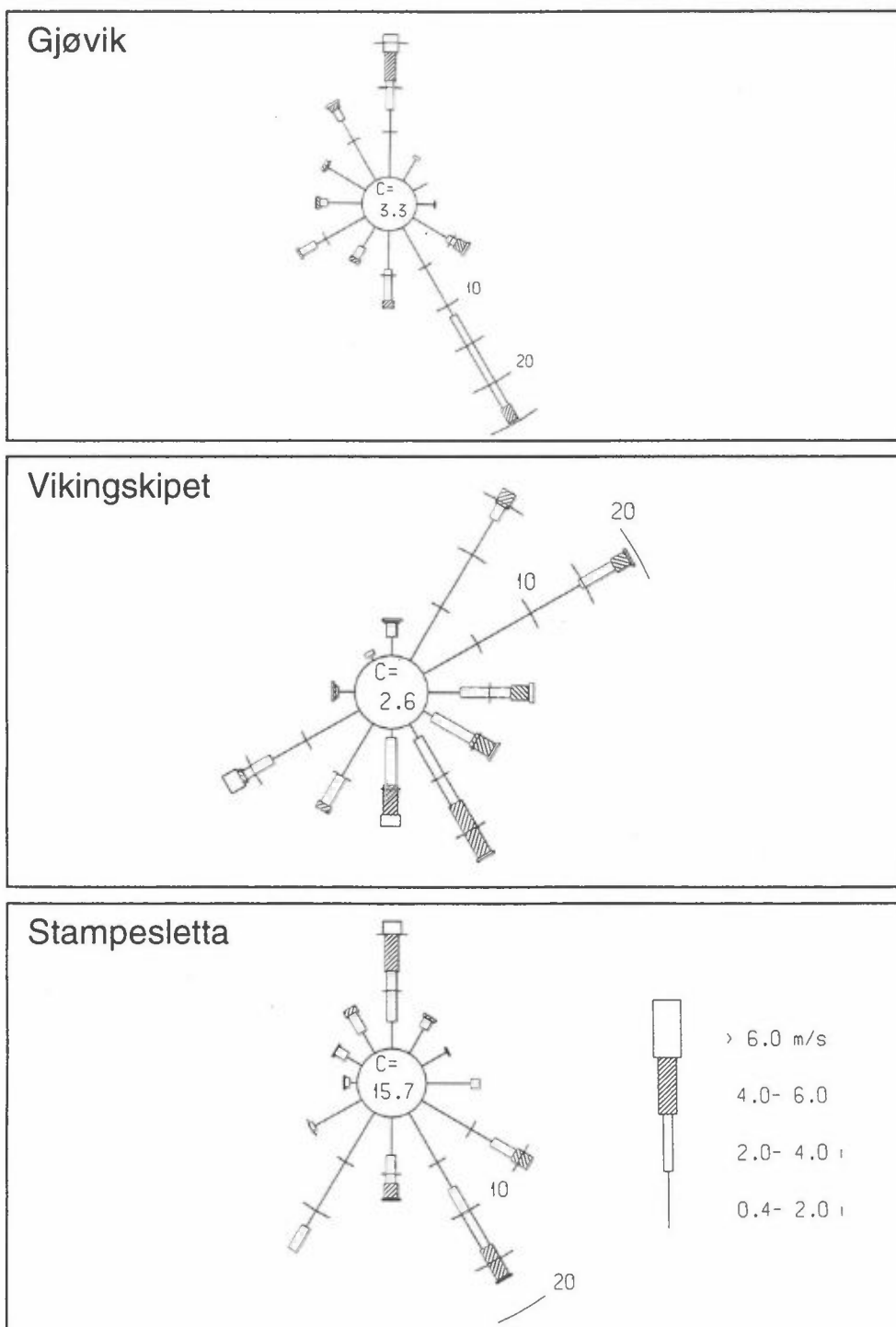
Vindrosene fra Gjøvik viste at det i mars blåste oftest fra nord-nordvest. I april blåste det oftest fra sør-sørøst, mens det i mai blåste oftest fra nord. I juni blåste det oftest fra vest og fra sør-sørøst.

Ved Vikingskipet blåste det oftest fra nordøstlige og sørvestlige retninger, som tyder på at det er en kanalisering langs utløpet av Åkersvika.

I Lillehammer var hovedvindretningene i mars og april fra sørøstlige retninger og i mai og juni fra sørvestlige og nordvestlige retninger. Det var også svært ofte vindstille.

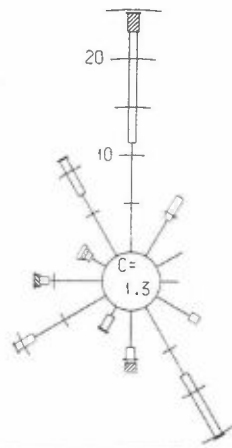


Figur 2: Vindroser for mars 1994 fra Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta.

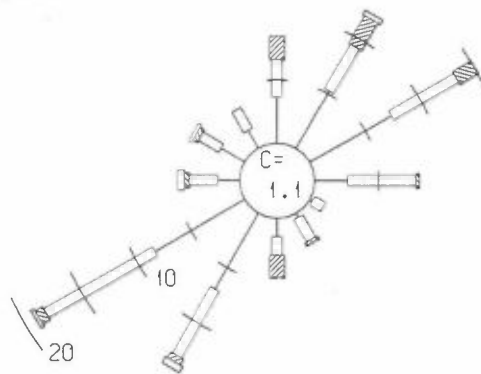


Figur 3: Vindroser for april 1994 fra Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta.

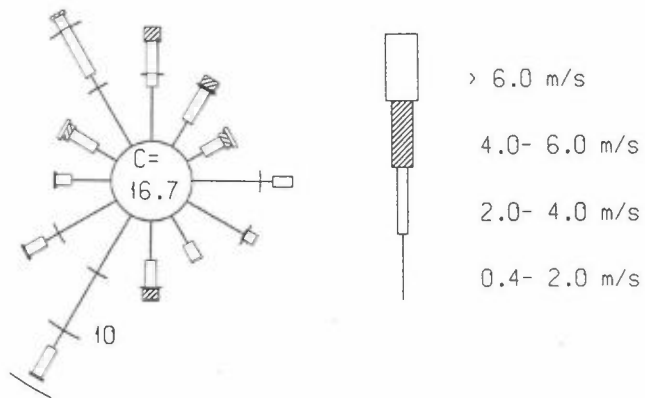
Gjøvik



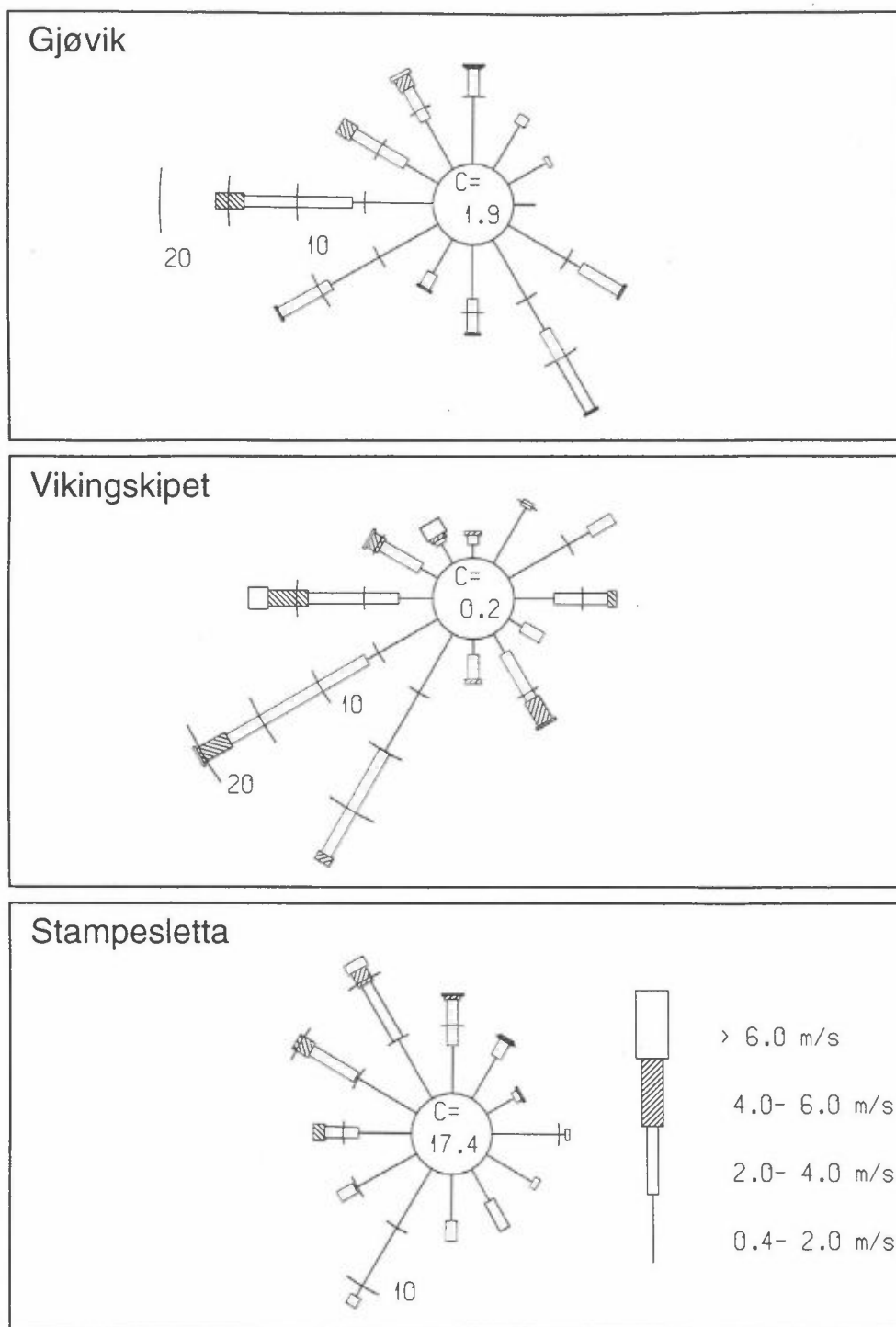
Vikingskipet



Stampesletta



Figur 4: Vindroser for mai 1994 fra Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta.



Figur 5: Vindroser for juni 1994 fra Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta.

3.2 Vindstyrke

Tabell 5 gir middelvindstyrke, høyeste timemidlete vindstyrke og kraftigste vindkast (gust) ved hver målestasjon for hver måned i perioden mars-juni 1994.

Tabell 5: Statistikk over vindstyrker ved Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta for hver måned i perioden mars-juni 1994.

Stasjon	Andel vindstille (%)	Midlere vindstyrke (m/s)	Maks. timemiddel (m/s)	Tid for maks.	Maks. gust (m/s)	Tid for maks. gust
Mars 1994						
Gjøvik	5,0	1,6	7,1	10 kl 16	15,2	10 kl 16
Vikingskipet	3,4	2,1	7,9	05 kl 13	16,1	10 kl 16
Stampesletta	15,0	1,3	5,5	05 kl 07	13,4	10 kl 14
April 1994						
Gjøvik	3,3	2,0	8,4	14 kl 02	15,2	14 kl 12
Vikingskipet	2,6	2,5	9,0	29 kl 14	13,7	29 kl 14
Stampesletta	15,7	1,8	6,7	14 kl 01	16,7	14 kl 17
Mai 1994						
Gjøvik	1,3	1,9	6,5	31 kl 12	15,5	31 kl 12
Vikingskipet	1,1	2,4	7,7	30 kl 24	15,2	31 kl 12
Stampesletta	16,7	1,6	6,6	25 kl 20 ¹	15,8	31 kl 14 ²
Juni 1994						
Gjøvik	1,9	2,0	7,1	23 kl 12 ³	15,2	23 kl 13
Vikingskipet	0,2	2,6	7,2	23 kl 12	14,6	23 kl 12
Stampesletta	17,4	1,5	8,1	23 kl 14	18,5	23 kl 13

1 Samme verdi 31.05. kl 15

2 Samme verdi kl 15

3 Samme verdi kl 13

Stampesletta hadde lavest og Vikingskipet høyest midlere vindstyrke i alle månedene i perioden. Andelen av vindstille (under 0,4 m/s) var klart høyest ved Stampesletta.

Høyeste timemidlete vindstyrke i perioden ble målt ved Vikingskipet 29.04. kl 14 til 9,0 m/s. Sterkeste vindkast ble målt til 18,5 m/s ved Stampesletta 23.06. kl 13.

3.3 Temperatur

Tabell 6 gir temperaturstatistikk fra Gjøvik, Vikingskipet og Stapesletta for mars-juni 1994.

Tabell 6: Temperaturstatistikk fra Gjøvik, Vikingskipet og Stapesletta for mars-juni 1994 (°C).

Stasjon	Middel-temperatur	Maksimum		Minimum	
		Temperatur	Tid	Temperatur	Tid
Mars 1994					
Gjøvik	-1,7	10,9	29 kl 16	-19,2	01 kl 07
Vikingskipet	-2,1	8,4	30 kl 13	-26,3	02 kl 07
Stapesletta	-2,0	7,7	11 kl 13 ¹	-18,9	01 kl 08
April 1994					
Gjøvik	4,6	16,5	28 kl 18	-2,6	08 kl 06
Vikingskipet	4,8	16,8	25 kl 16	-5,1	08 kl 06
Stapesletta	4,3	15,3	25 kl 16 ²	-4,6	08 kl 05 ³
Mai 1994					
Gjøvik	8,9	19,5	14 kl 17	0,6	01 kl 05
Vikingskipet	9,3	19,9	11 kl 16	0,8	02 kl 04
Stapesletta	8,5	20,7	11 kl 15	0,4	01 kl 04 ⁴
Juni 1994					
Gjøvik	12,9	25,5	13 kl 17	3,2	17 kl 02 ⁵
Vikingskipet	12,4	22,7	13 kl 17	4,0	17 kl 04
Stapesletta	11,6	23,7	13 kl 17	3,3	15 kl 04

1 Samme verdi 29.03. kl 17.

2 Samme verdi kl 17.

3. Samme verdi kl 06.

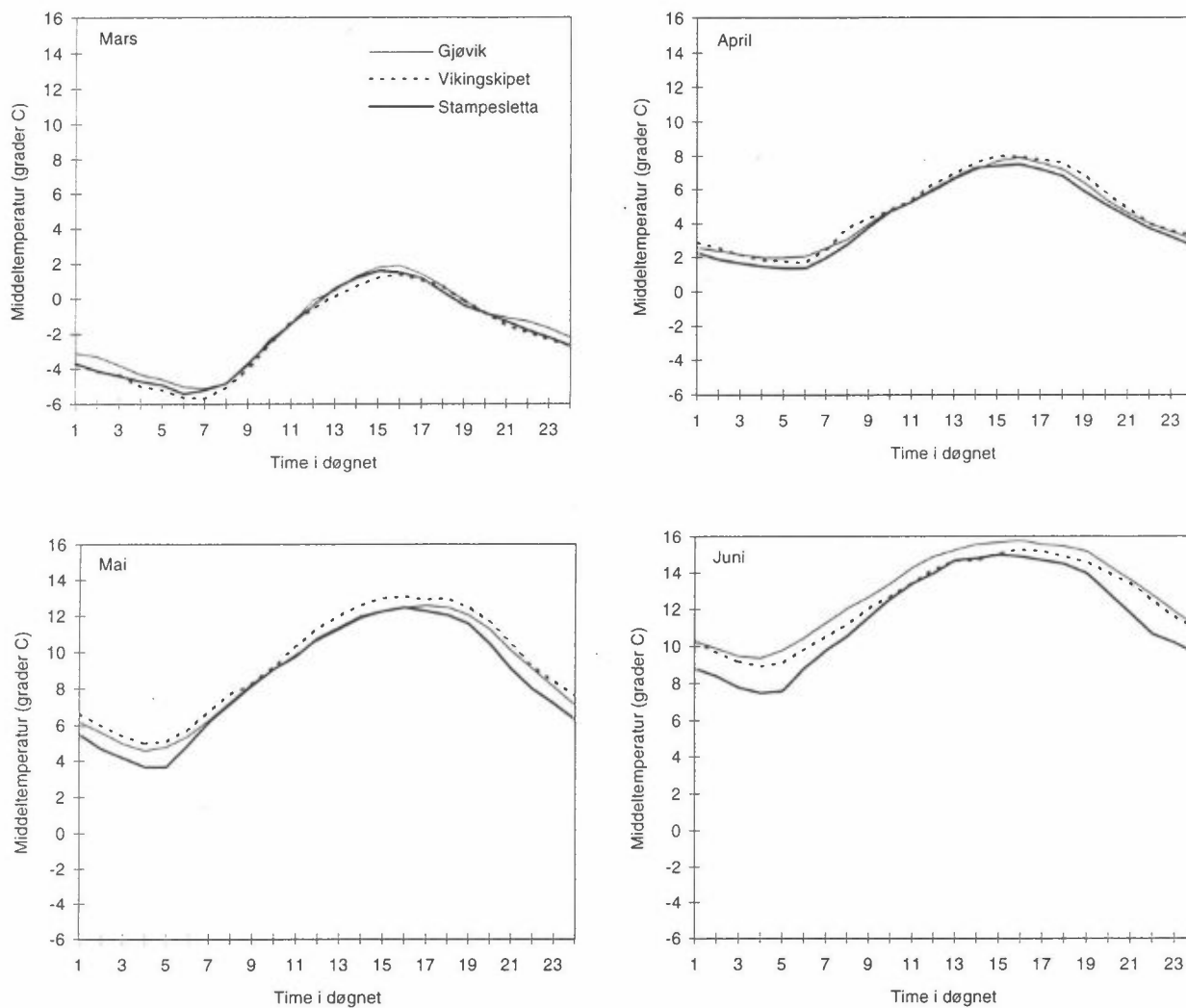
4. Samme verdi 30.05. kl 04

5. Samme verdi kl 03.

Tabellen viser at Gjøvik hadde den høyeste middeltemperaturen i mars og juni, mens Vikingskipet hadde den høyeste middeltemperaturen i april og mai. Den laveste timemiddeltemperaturen i perioden ble målt til -26,3°C ved Vikingskipet 2. mars kl 07. Den høyeste temperaturen ble målt til 25,5°C ved Gjøvik 13. juni kl 17.

Midlere temperaturvariasjon over døgnet for månedene mars, april, mai og juni er vist i figur 6.

Stapesletta hadde de laveste nattetemperaturene av de tre stasjonene i april, mai og juni, mens Vikingskipet hadde de laveste nattetemperaturene i mars. Døgnvariasjonen var størst i mai måned.



Figur 6: Midlere temperaturvariasjon over døgnet ved Gjøvik, Vikingskipet og Stapesletta mars, april, mai og juni 1994 (°C).

3.4 Luftfuktighet

Månedsmiddelverdier av relativ luftfuktighet ved Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta for mars- juni 1994 er vist i tabell 7.

Tabell 7: *Relativ luftfuktighet ved Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta for mars, april, mai og juni 1994 (prosent).*

Stasjon	Mars	April	Mai	Juni
Gjøvik	77	76	73	75
Vikingskipet	83	83	72	75
Stampesletta	74	71	61	65

Tabell 7 viser at Vikingskipet hadde høyest relativ luftfuktighet av de tre stasjonene i mars og april. I mai var det høyest fuktighet ved Gjøvik, mens det i juni ble målt samme månedsmiddelverdi av relativ fuktighet ved Gjøvik og Vikingskipet. Stampesletta hadde lavest fuktighet av de tre stasjonene i hele perioden.

3.5 Atmosfærens stabilitet

Målingene av temperaturdifferansen mellom 10 m og 2 m o.b. (ΔT) beskriver stabilitetsforholdene. Forekomsten av fire stabilitetsklasser ved Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta i mars, april, mai og juni 1994 er gitt i tabell 8. Ustabil og nøytral sjiktning medfører vanligvis gode spredningsforhold, mens lett stabil og stabil sjiktning oftest gir dårlige spredningsforhold for luftforurensninger.

Tabell 8: *Forekomst (%) av fire stabilitetsklasser ved Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta i mars, april, mai og juni 1994.*

Stasjon	Ustabil sjiktning $\Delta T < -0,5$	Nøytral sjiktning $-0,5 \leq \Delta T < 0$	Lett stabil sjiktning $0 \leq \Delta T < 0,5$	Stabil sjiktning $0,5 \leq \Delta T$
Mars 1994				
Gjøvik	7	48	31	14
Vikingskipet	1	39	34	26
Stampesletta	6	36	28	30
April 1994				
Gjøvik	3	60	32	5
Vikingskipet	7	63	24	6
Stampesletta	10	50	26	14
Mai 1994				
Gjøvik	4	68	26	2
Vikingskipet	3	65	24	8
Stampesletta	17	54	17	12
Juni 1994				
Gjøvik	10	68	20	2
Vikingskipet	7	82	11	0
Stampesletta	8	54	22	16

Tabellen viser at forekomsten av stabil sjiktning var størst ved Stampesletta.

Frekvensen av ustabil sjiktning var størst ved Gjøvik i mars og juni og størst ved Stapesletta i april og mai. Ustabil sjiktning forekommer ved innstråling på dagtid.

Summen av lett stabil og stabil sjiktning (inversjon) var høyest ved Vikingskipet i mars og mai og ved Stapesletta i april og juni. Ved inversjonsforhold øker temperaturen med høyden, og spredningen av utslipp blir dårlig.

Stapesletta hadde lavest frekvens av nøytral sjiktning alle fire månedene. Ved ustabil og nøytral sjiktning er spredningsforholdene gode.

3.6 Ultrafiolett stråling

Solstrålingen består av synlig, infrarød og ultrafiolett stråling (UV-stråling). For store doser av UV-stråling er skadelig.

En stor del av UV-strålingen blir dempet av atmosfærens ozonlag. Mesteparten av ozonet befinner seg mellom 15 og 35 km høyde. Ozonmengden varierer naturlig. Normalt er ozonlaget tykkest om våren og tynnest om høsten ved våre breddegrader. Dessuten varierer tykkelsen av ozonlaget fra dag til dag (20% variasjon i løpet av noen få dager er ikke unormalt). Varierende tykkelse på ozonlaget vil gi varierende UV-nivå.

Solhøyden er av avgjørende betydning for hvor mye ultrafiolett stråling som når bakken. Om vinteren når sola står lavt på himmelen vil gangveien for stråling gjennom atmosfæren være lengre enn om sommeren. Derfor er UV-nivået betydelig lavere om vinteren enn om sommeren.

Skyer svekker også den ultrafiolette strålingen i stor grad. Et tynt skydekke vil dempe UV-strålingen med noen få prosent. Et tykt skydekke vil kunne dempe UV-strålingen med opp til 90%.

Snø på bakken vil reflektere mer ultrafiolett stråling enn bar mark.

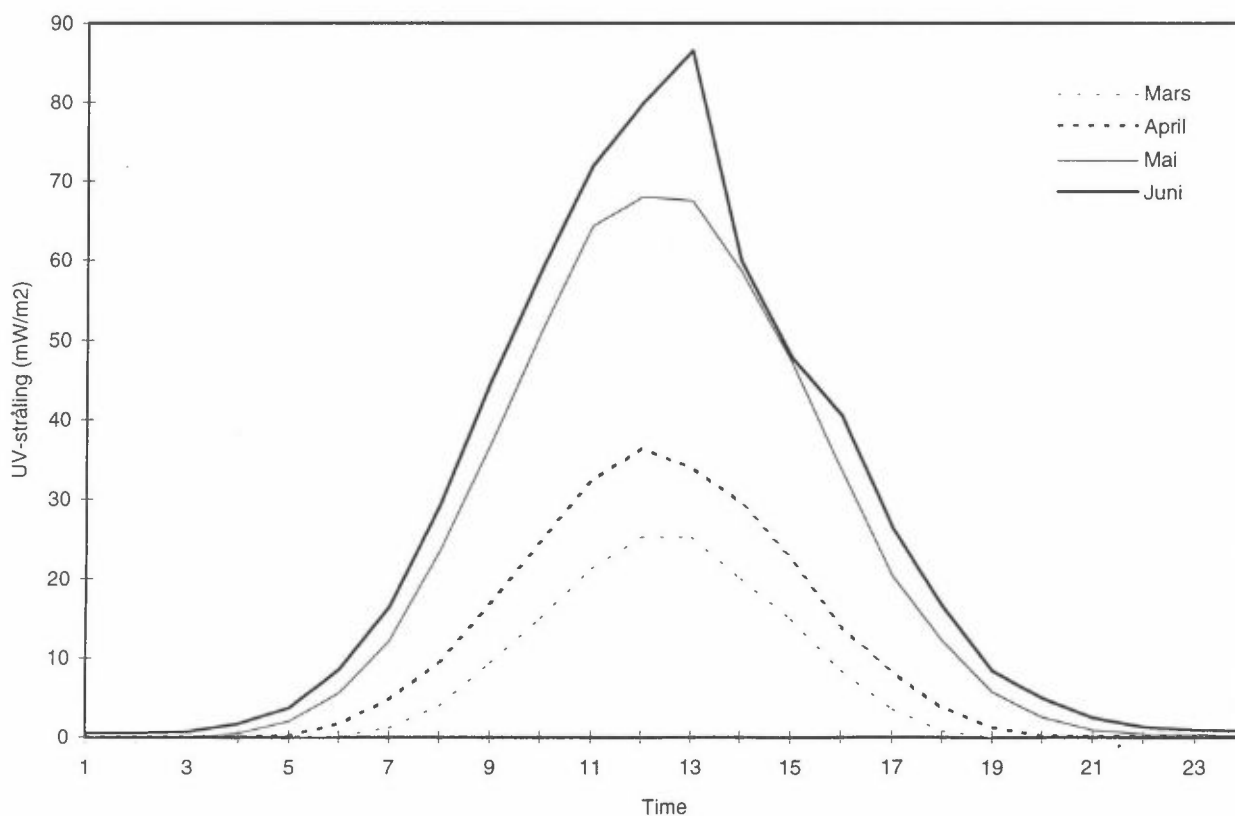
I Sør-Norge er normal verdi for UV-strålingen midt på dagen en klarværsdag i desember mindre enn 5 mW/m², tilsvarende for juni er 150-200 mW/m². Disse verdiene angir den totale UV-stråledoseraten, dvs. at det er tatt hensyn til at kortbølget UVB-stråling har større effekt enn langbølget UVA-stråling.

Middel- og maksimumsverdier av den samlede ultrafiolette strålingen ved Vikingskipet i mars, april, mai og juni 1994 er gitt i tabell 9.

Tabell 9: Middel- og maksimumsverdier av samlet ultrafiolett solstråling ved Vikingskipet i mars, april, mai og juni 1994 (mW/m^2).

Måned	Middelverdi	Maksimum	Tid for maksimum
Mars 1994	6,2	48,2	30.03. kl 12
April 1994	10,0	72,7	29.04. kl 12
Mai 1994	21,4	116,3	31.05. kl 12
Juni 1994	25,8	142,9	26.06. kl 13

Maksimumsverdiene opptrer midt på dagen og øker fra mars til juni. Midlere døgnvariasjon er vist i figur 7. Figuren viser også at strålingen er høyest midt på dagen og øker fra mars til juni.



Figur 7: Midlere døgnvariasjon av UV-stråling ved Vikingskipet i mars, april, mai og juni 1994 (mW/m^2).

4. Luftkvalitet

Timevise middelværdier av alle de målte luftkvalitetsdata er vist grafisk for hver stasjon og måned i vedlegg B.

4.1 Anbefalte luftkvalitetskriterier

En arbeidsgruppe oppnevnt av Statens forurensningstilsyn har på grunnlag av litteraturstudier utarbeidet anbefalte luftkvalitetskriterier for endel komponenter (SFT, 1992). De anbefalte luftkvalitetskriteriene for NO₂, O₃, svevestøv, SO₂ og CO er vist i tabell 10.

Tabell 10: 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
Ozon	µg/m ³	Helse Vegetasjon		100 150	80 60		50 ¹⁾	
Svevestøv, PM ₁₀ ²⁾	µg/m ³	Helse				70	40	
Svevestøv, PM _{2,5} ³⁾	µg/m ³	Helse					30	
SO ₂	µg/m ³	Helse ⁴⁾ Helse ⁵⁾ Vegetasjon	400			90 50	40	20
CO	mg/m ³	Helse	80	25	10			

1) Gjennomsnittlig 7 timersmiddel (kl 0900-1600) for vekstperioden

2) Svevestøv med diameter <10 µm

3) Finfraksjon svevestøv (<2,5 µm)

4) Hvor SO₂ er helt dominerende forurensning

5) I samspill med svevestøv og annen forurensning

4.2 Nitrogenoksider (NO, NO₂)

Tabell 11 gir et sammendrag av målingene av nitrogenoksider. For NO og NO₂ viser tabellen månedsmiddelværdier, maksimale døgnmiddelværdier og maksimale timemiddelværdier, samt antall overskridelser av anbefalte luftkvalitetskriterier for NO₂.

Tabell 11: Sammendrag av målinger av nitrogenoksider ved Fjellhallen, Vikingskipet og Kulturhuset mars, april, mai og juni 1994 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

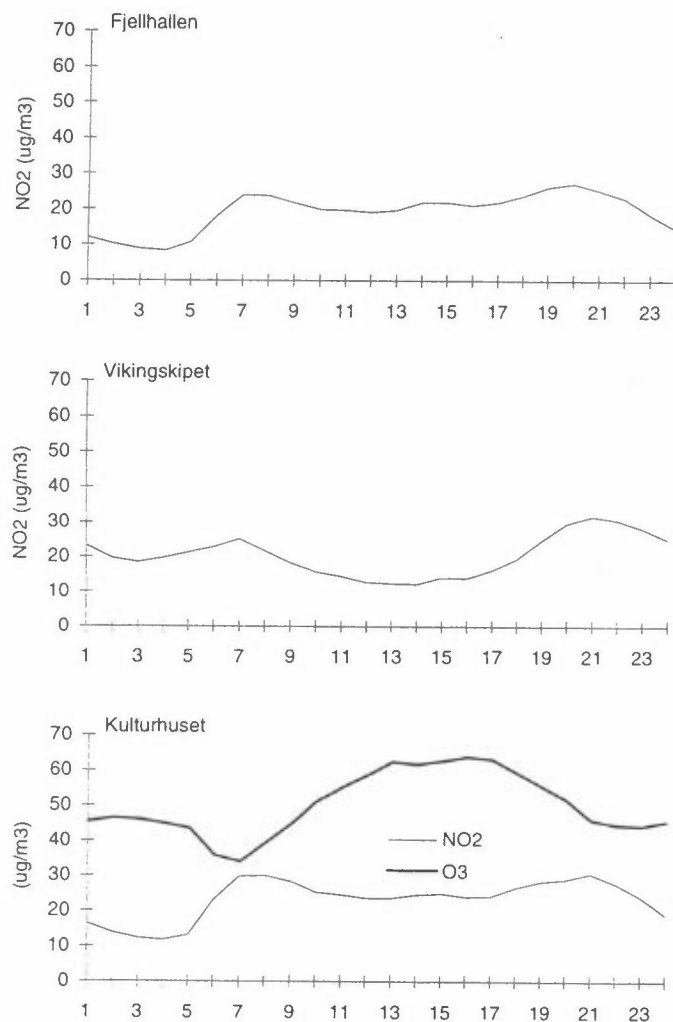
Stasjon	Komponent	Ant. obs.	Månedsmiddel	Maks. døgn	Maks. time	Antall døgnmidler >75	Antall timemidler >100
Mars 1994							
Fjellhallen	NO	744	11	29	167	0	9
	NO ₂	744	30	58	94	0	0
Vikingskipet	NO	743	22	115	319	1	44
	NO ₂	743	35	71	112	0	4
Kulturhuset	NO	743	19	50	244	0	20
	NO ₂	743	35	60	102	0	1
April 1994							
Fjellhallen	NO	720	3	8	62	0	0
	NO ₂	720	20	39	95	0	0
Vikingskipet	NO	718	7	22	138	0	1
	NO ₂	718	21	48	105	0	2
Kulturhuset	NO	718	7	18	100	0	1
	NO ₂	718	24	42	99	0	0
Mai 1994							
Fjellhallen	NO	744	2	6	45	0	0
	NO ₂	744	16	32	67	0	0
Vikingskipet	NO	744	3	11	43	0	0
	NO ₂	744	15	27	97	0	0
Kulturhuset	NO	643	5	9	69	0	0
	NO ₂	643	16	27	56	0	0
Juni 1994							
Fjellhallen	NO	720	2	5	37	0	0
	NO ₂	720	12	18	45	0	0
	NO	719	3	7	31	0	0
	NO ₂	719	11	24	55	0	0
	NO	720	6	12	53	0	0
	NO ₂	720	17	24	43	0	0

Det ble målt overskridelser av det anbefalte luftkvalitetskriteriet for timemiddelverdi av NO₂ på 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Vikingskipet og Kulturhuset i mars og ved Vikingskipet i april. I mai og juni ble det ikke registrert overskridelser ved noen av målestasjonene. Den høyeste timemiddelverdien av NO₂, 112 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ble målt ved Vikingskipet 1. mars kl 19.

Det ble ikke målt overskridelser av anbefalt luftkvalitetskriterium for døgnmiddelverdi av NO₂ på 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ved noen av stasjonene i perioden mars-juni 1994. Den høyeste døgnmiddelverdien av NO₂, 71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ble målt ved Vikingskipet 1. mars

Månedsmiddelverdiene av NO₂ var klart høyest i mars ved alle målestasjonene.

Figur 8 viser hvordan middelkonsentrasjonene varierte over døgnet ved de tre målestasjonene som gjennomsnitt for månedene mars, april, mai og juni 1994. Døgnvariasjonen på de tre stasjonene hadde felles trekk. Alle stasjonene hadde forhøyede verdier om morgenen og om kvelden. Fjellhallen og Kulturhuset hadde de laveste konsentrasjonene tidlig om morgenen og et forhøyet nivå hele dagen, mens Vikingskipet hadde de laveste konsentrasjonene midt på dagen. De høyeste konsentrasjonene ble målt om ettermiddagen og litt utover kvelden.



Figur 8: Midlere døgnvariasjon av NO_2 og O_3 mars-juni 1994 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

4.3 Ozon (O_3)

Ozon som luftforurensning ved bakken skyldes at nitrogenoksider under innflytelse av naturlig ultrafiolett stråling reagerer med hydrokarboner og andre organiske forbindelser. Den viktigste kilden til O_3 -forurensning i Norge er transport av forurensninger fra kontinentet og Storbritania. I byene hvor utslippet av NO, særlig fra biltrafikken er stort, reagerer O_3 med NO og danner NO_2 . O_3 -konsentrasjonene er derfor oftest lavere i byene enn i spredtbygde strøk.

Langtransporten av O_3 er størst om sommeren, da også den fotokjemiske aktiviteten er størst.

Tabell 12 gir et sammendrag av ozon-målingene ved Kulturhuset i mars, april, mai og juni 1994. Overskridelser av anbefalte luftkvalitetskriterier for helse er markert med skraverte felt i tabellen.

Tabell 12: Sammendrag av målinger av ozon ved Kulturhuset i mars, april, mai og juni 1994 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Stasjon	Ant. obs.	Månedsmiddel	Maks. døgn	Maks. time	Maks. 8 timer	Antall døgn med 8t. middel		Antall timemidler	
						>60	>80	>100	>150
Mars 1994	743	40	69	81	73	10	0	0	0
April 1994	715	56	73	121	105	28	9	11	0
Mai 1994	643	63	90	119	111	26	12	18	0
Juni 1994	686	44	55	85	79	16	0	0	0

Tabellen viser at den høyeste middelkonsentrasjonen ble målt i mai, og den laveste ble målt i mars. Det ble målt overskridelser av luftkvalitetskriteriene både i april og mai. I mai 1994 var det 12 døgn med overskridelser av det anbefalte luftkvalitetskriteriet for helse for 8-timers-middelverdier av ozon og 18 timer med overskridelser av timemiddekriteriet.

Den midlere døgnvariasjonen av O_3 i perioden mars-juni 1994 er vist i figur 8 i kapittel 4.2. Det er en svak tendens til at O_3 og NO_2 varierer i mottakt, på grunn av reaksjon mellom NO og O_3 som gir NO_2 . Uten denne reaksjonen ville NO_2 -nivået vært litt lavere.

4.4 Svoveldioksid (SO_2)

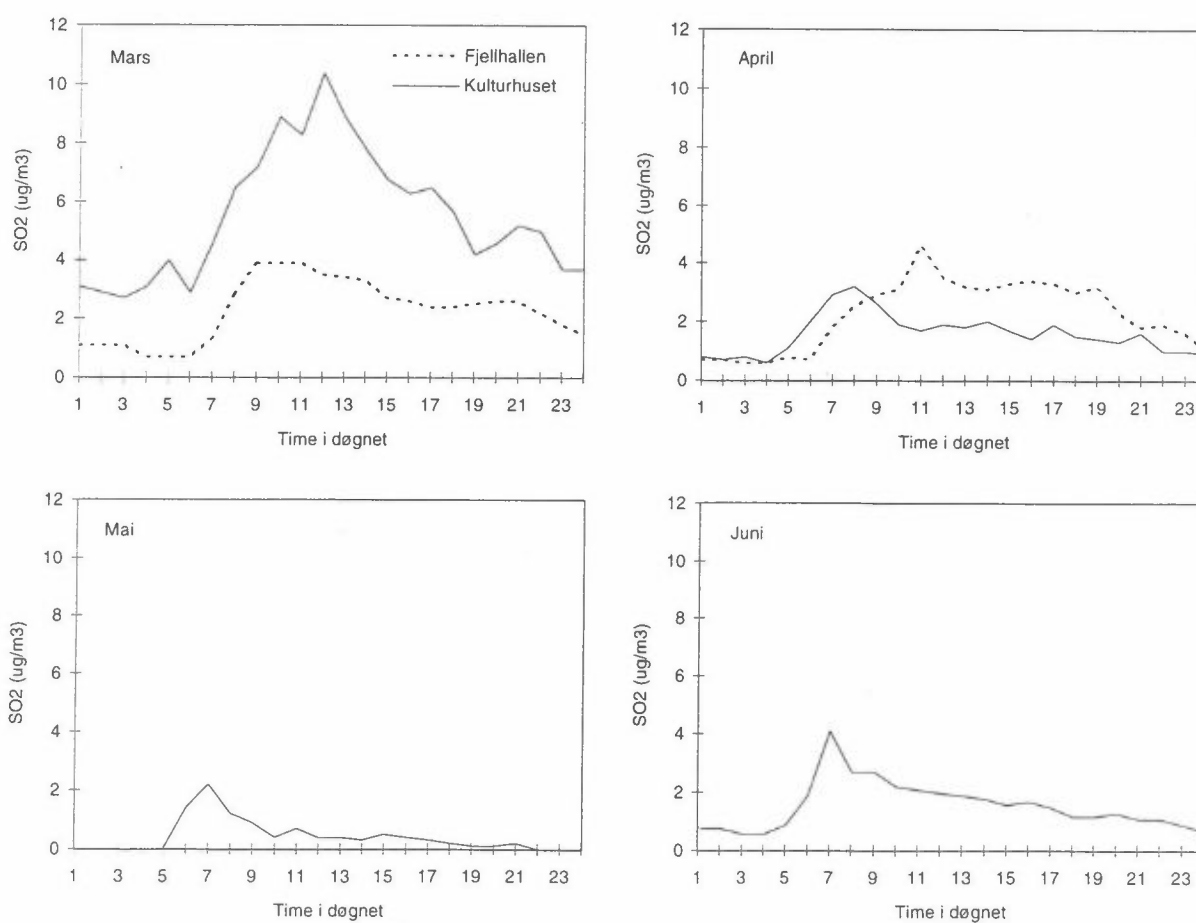
Et sammendrag av måleresultatene av SO_2 for mars, april, mai og juni 1994 er gitt i tabell 13. Målingene ved Fjellhallen ble avsluttet 13. april.

Tabellen viser at nivået var lavt og langt under anbefalte luftkvalitetskriterier.

Figur 9 viser den midlere døgnlige variasjonen av SO_2 ved målestasjonene i mars, april, mai og juni 1994. SO_2 -nivået var lavest om natten og høyest om morgenen og om formiddagen.

Tabell 13: Sammendrag av målinger av svoveldioksid ved Fjellhallen og Kulturhuset i perioden mars-juni 1994 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Stasjon	Ant. obs.	Månedsmiddel	Maks. døgn	Maks. time	Antall døgnmidler		Antall timemidler
					>50	>90	>150
Mars 1994							
Fjellhallen	744	2,3	5,5	26,2	0	0	0
Kulturhuset	144	5,5	7,5	19,4	0	0	0
April 1994							
Fjellhallen	298	2,2	6,7	22,9	0	0	0
Kulturhuset	415	1,6	3,1	10,9	0	0	0
Mai 1994							
Kulturhuset	643	0,4	1,9	9,6	0	0	0
Juni 1994							
Kulturhuset	720	1,6	3,2	13,8	0	0	0



Figur 9: Midlere døgnfordeling av SO_2 i mars, april, mai og juni 1994 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

5. Referanser

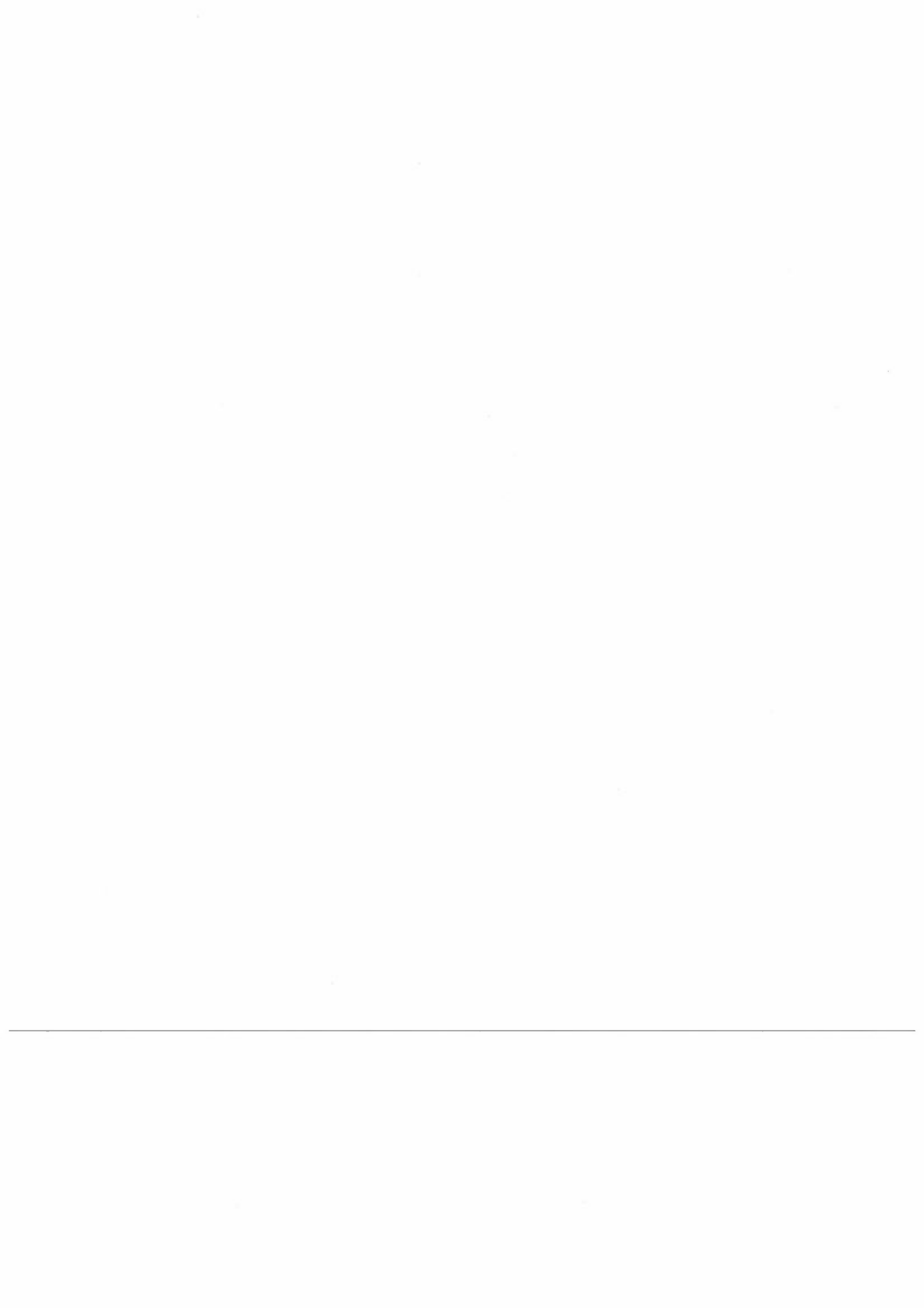
Bøhler, T., Hagen, L.O. og Aarnes, M.J. (1993a) ENSIS-LUFT måleprogram. Februar-mai 1993. Lillestrøm (NILU OR 48/93).

Bøhler, T., Hagen, L.O. og Aarnes M.J. (1993b) ENSIS-LUFT måleprogram. Juni-august 1993. Lillestrøm (NILU OR 56/93).

Bøhler, T., Hagen, L.O. og Aarnes, M.J. (1994) ENSIS-LUFT måleprogram. September-november 1993. Lillestrøm (NILU OR 1/94).

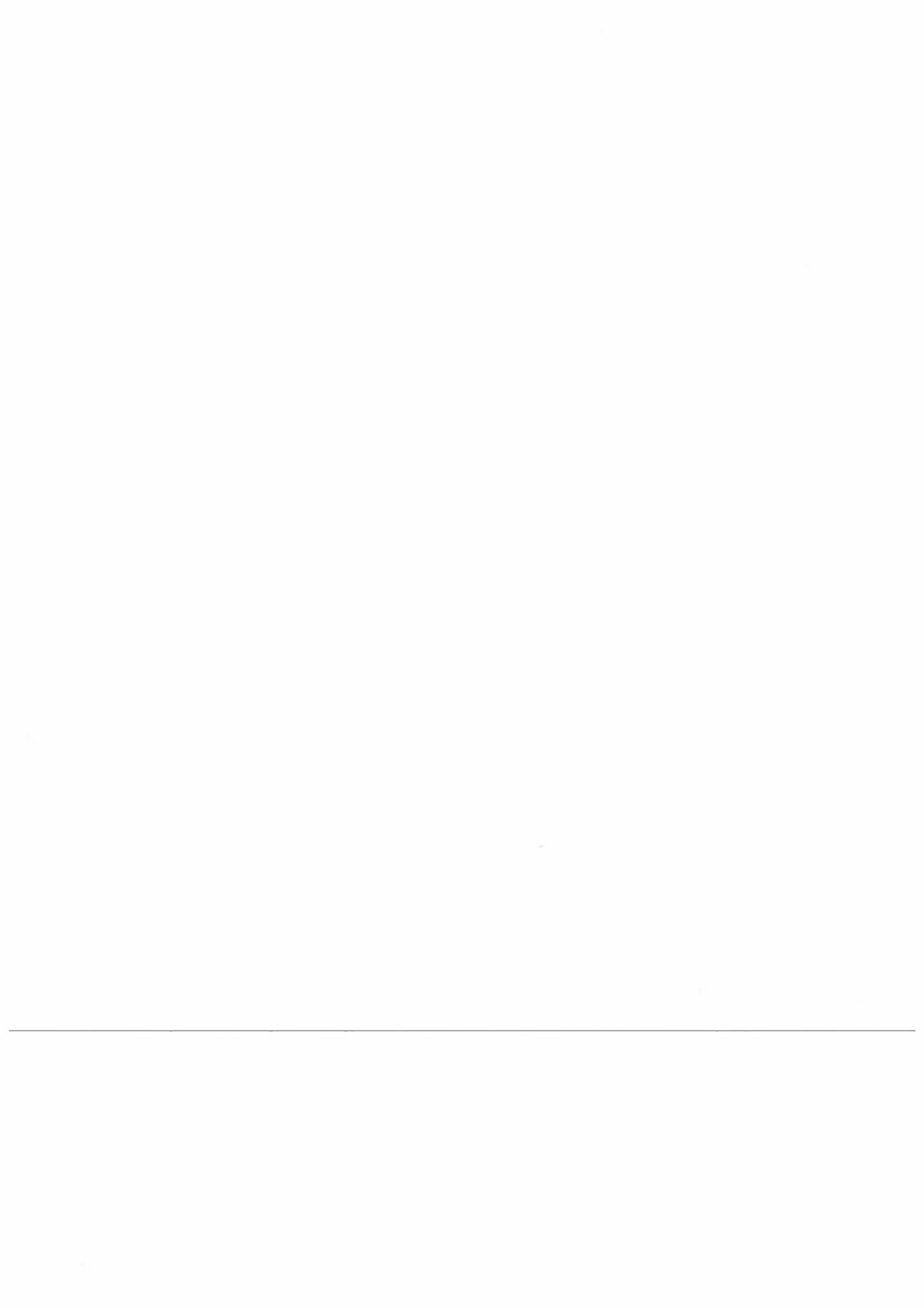
Bøhler, T., Hagen, L.O. og Johnsrud, M. (1994) ENSIS-LUFT måleprogram. Desember 1993-februar 1994. Lillestrøm (NILU OR 47/94).

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

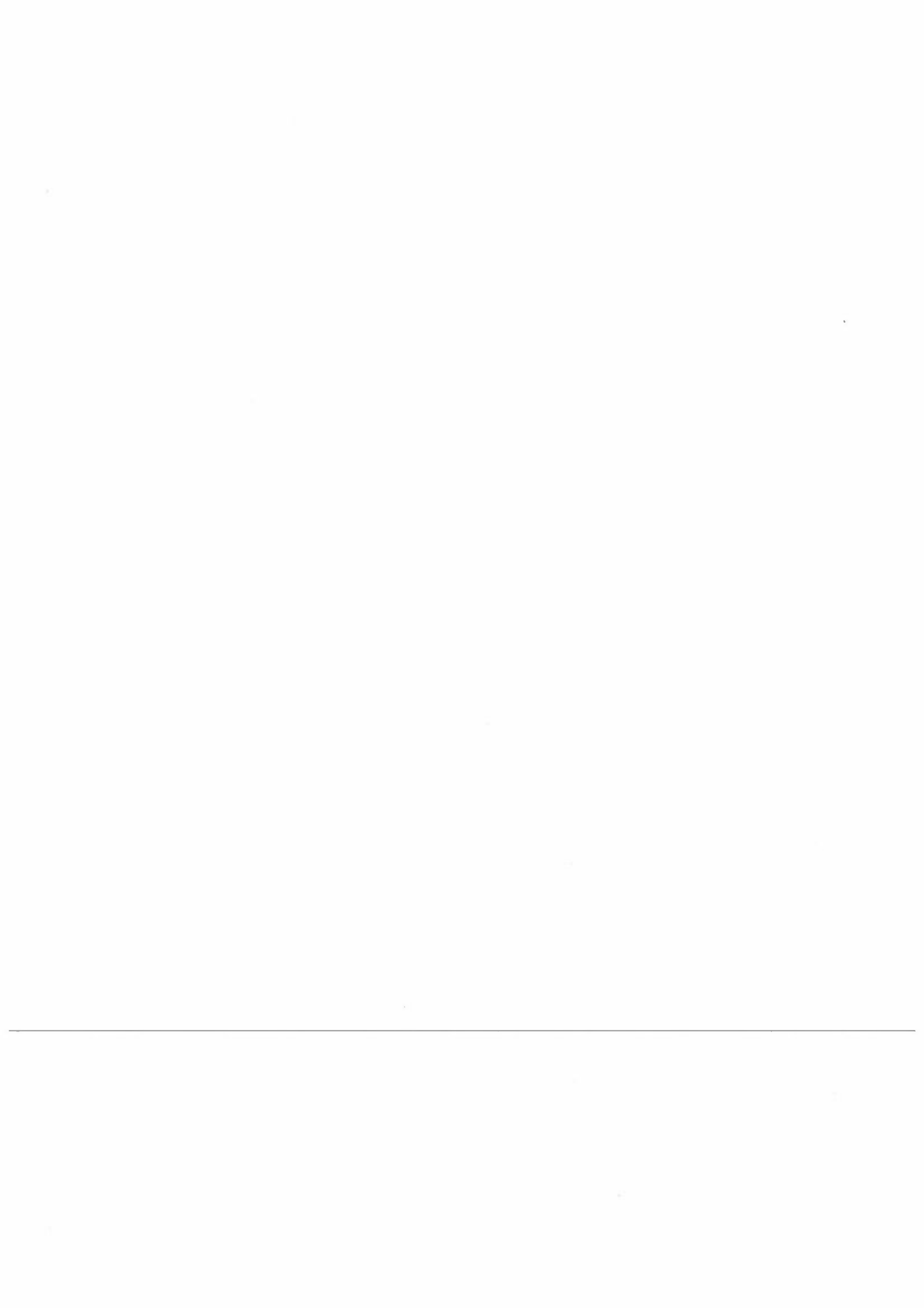


Vedlegg A

Grafisk presentasjon av timemiddelverdier av meteorologiske parametre

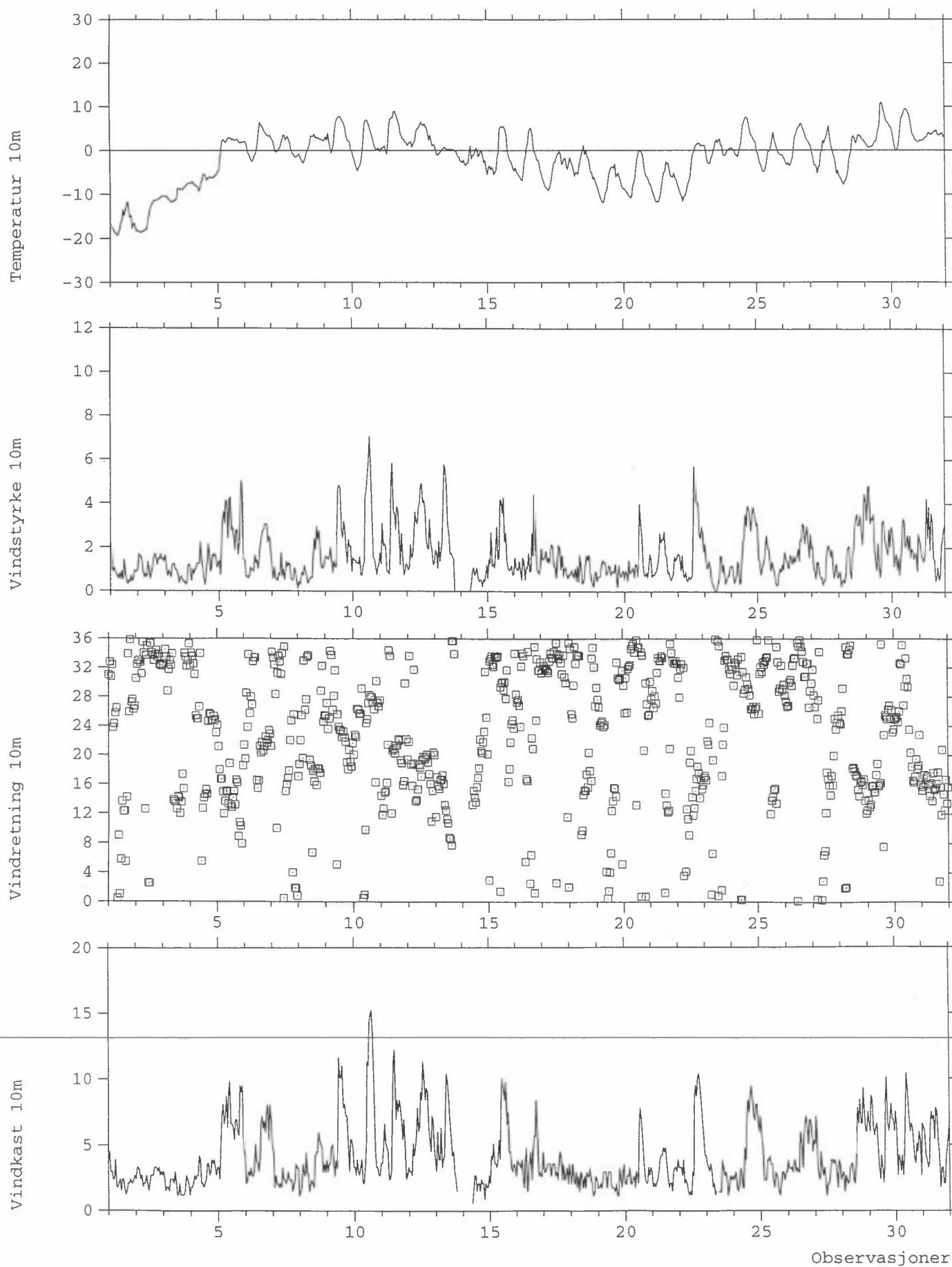


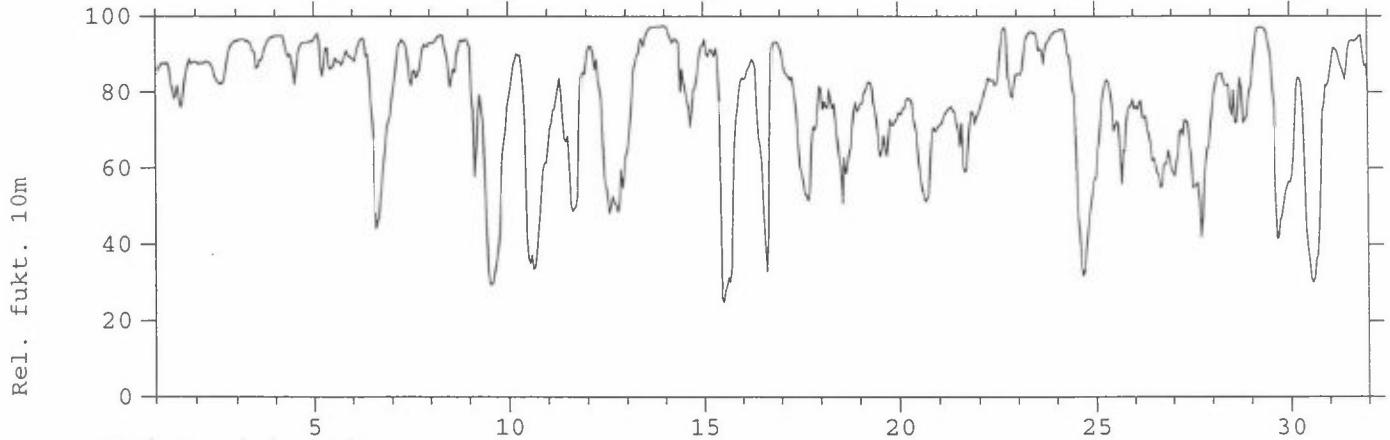
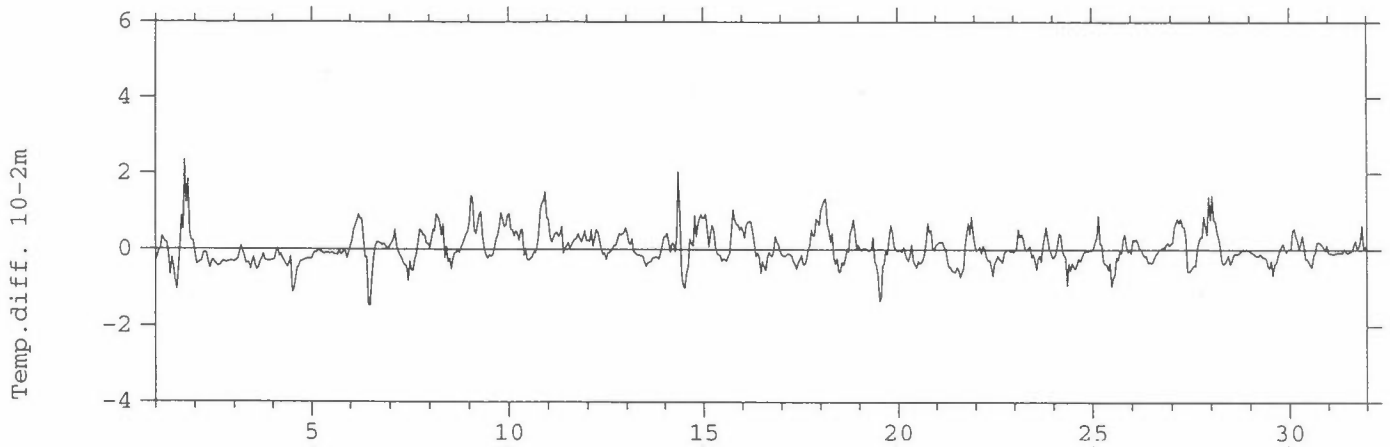
GJØVIK	Temperatur	10 m:	lufttemperatur, °C
	Vindstyrke	10 m:	m/s
	Vindretning	10 m:	dekagrader
	Vindkast	10 m:	høyeste vindstyrke midlet over 2 s, m/s
	<u>TemperaturDifferansen</u>	mellom 10 m o.b . og 2 m o.b. (= luftens termiske stabilitet), °C	
	Rel.fukt.	10 m:	luftens relative fuktighet, prosent
VIKINGSKIPET	Temperatur	10 m:	lufttemperatur, °C
	Vindstyrke	10 m:	m/s
	Vindretning	10 m:	dekagrader
	Vindkast	10 m:	høyeste vindstyrke midlet over 2 s, m/s
	<u>TemperaturDifferansen</u>	mellom 10 m o.b . og 2 m o.b. (= luftens termiske stabilitet), °C	
	Rel.fukt.	10 m:	luftens relative fuktighet, prosent
STAMPE- SLETTA	UV:		Ultrafiolett solstråling, mW/m ²
	Temperatur	10 m:	lufttemperatur, °C
	Vindstyrke	10 m:	m/s
	Vindretning	10 m:	dekagrader
	Vindkast	10 m:	høyeste vindstyrke midlet over 2 s, m/s
	<u>TemperaturDifferansen</u>	mellom 10 m o.b . og 2 m o.b. (= luftens termiske stabilitet), °C	
Rel.fukt.	10 m:	luftens relative fuktighet, prosent	



Stasjon: Gjøvik

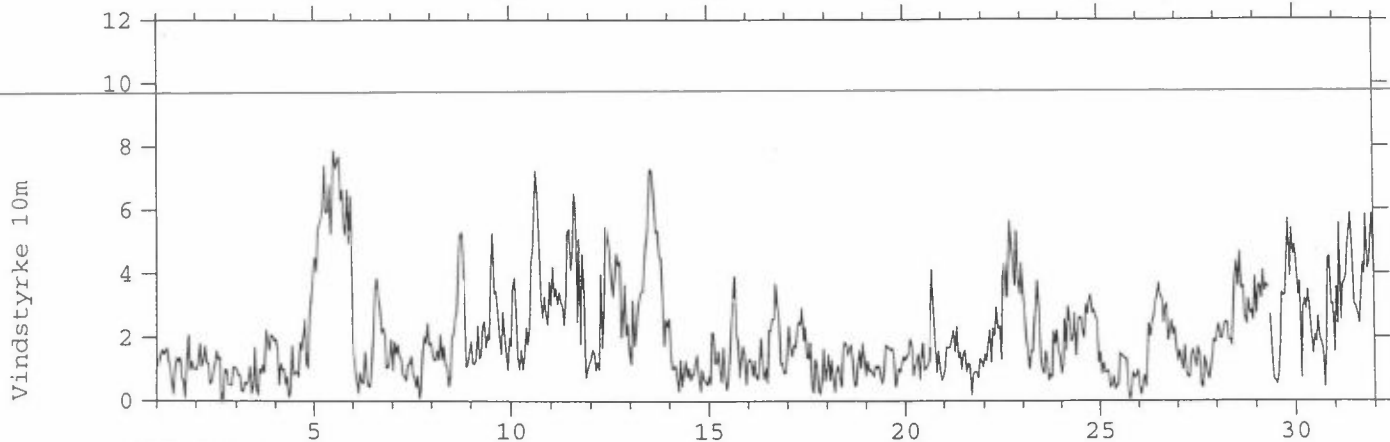
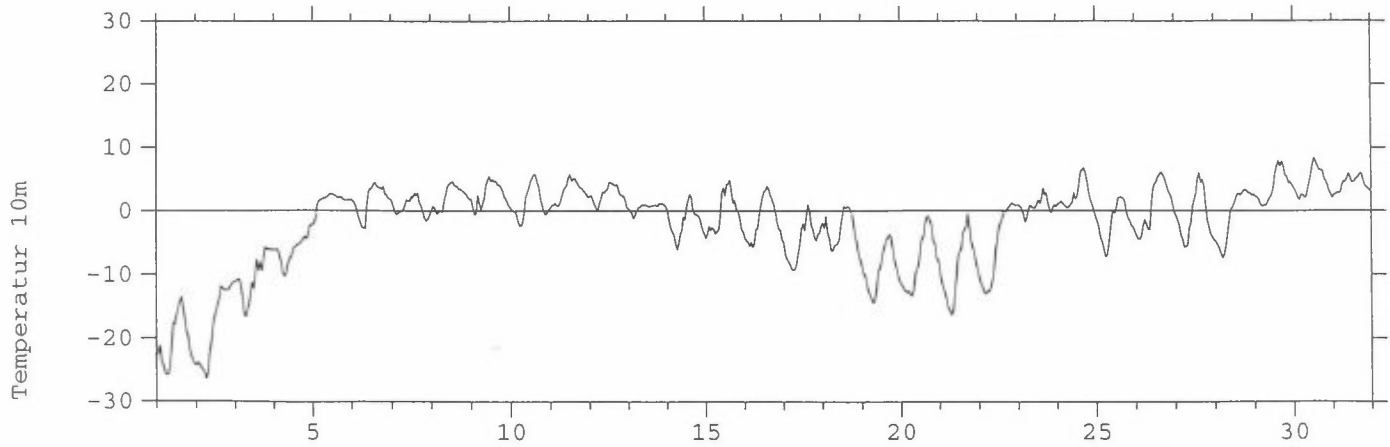
Måned : Mars 1994





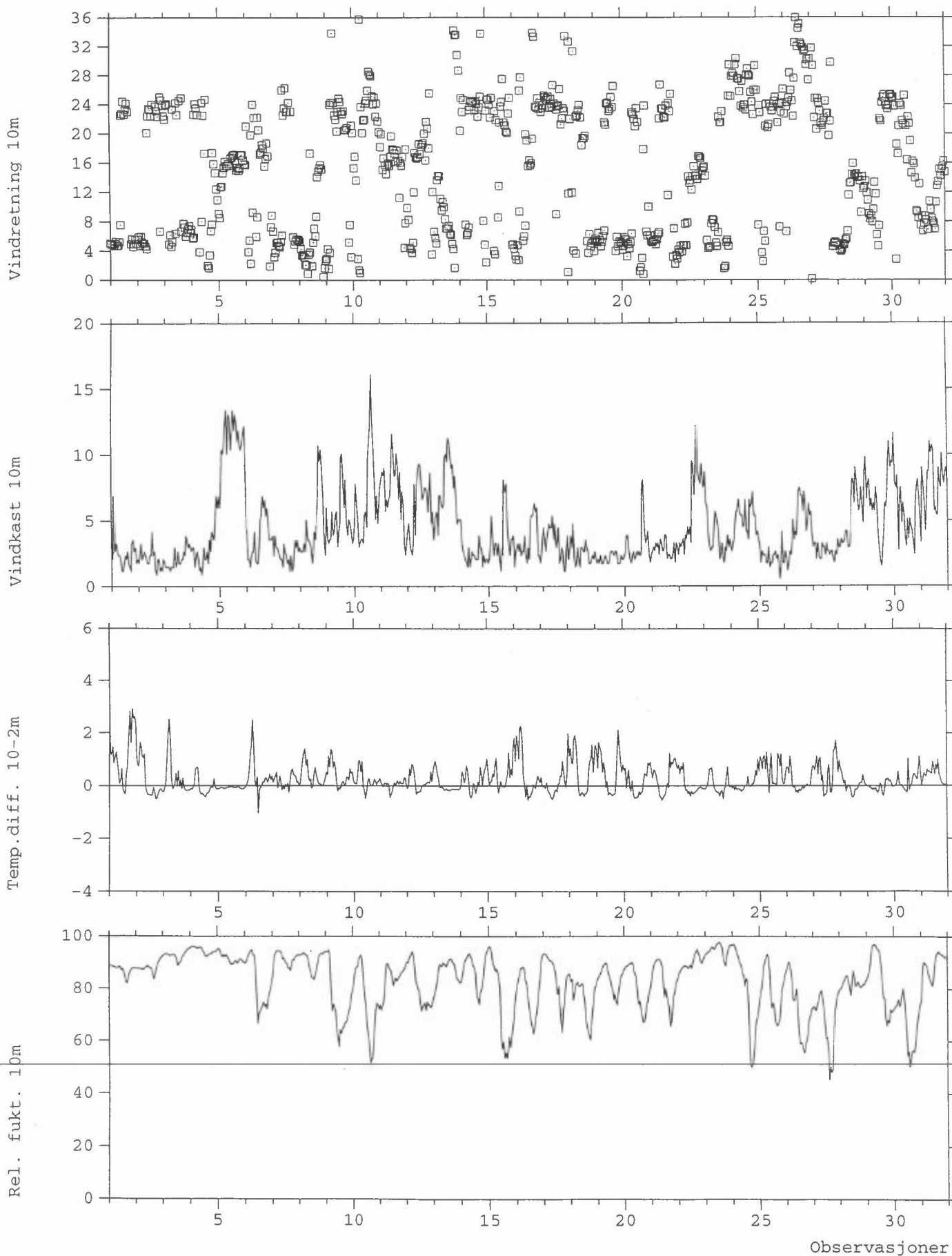
Stasjon: Vikingskipet

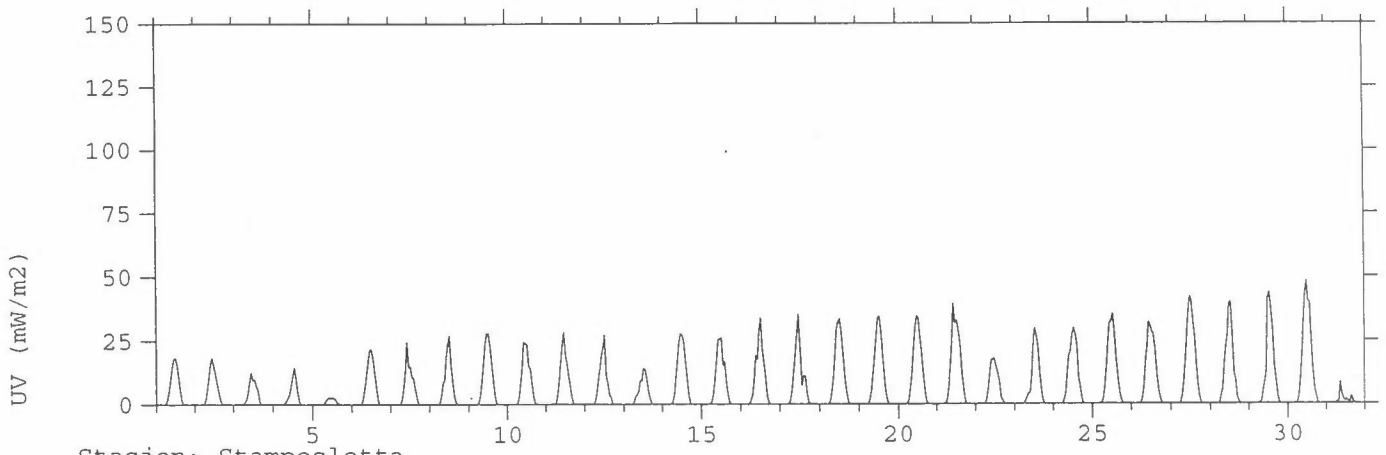
Måned : Mars 1994



Stasjon: Vikingskipet

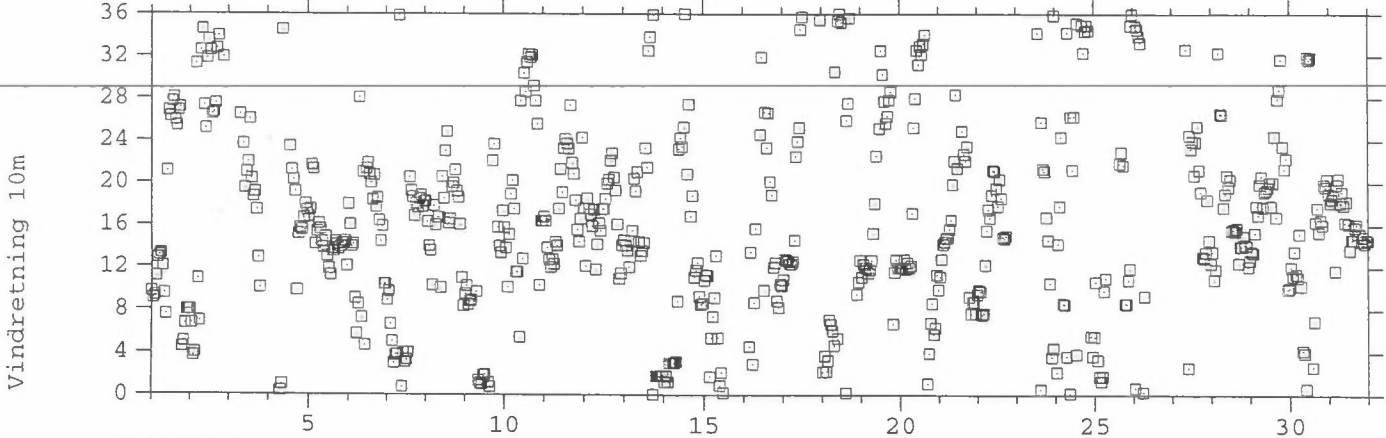
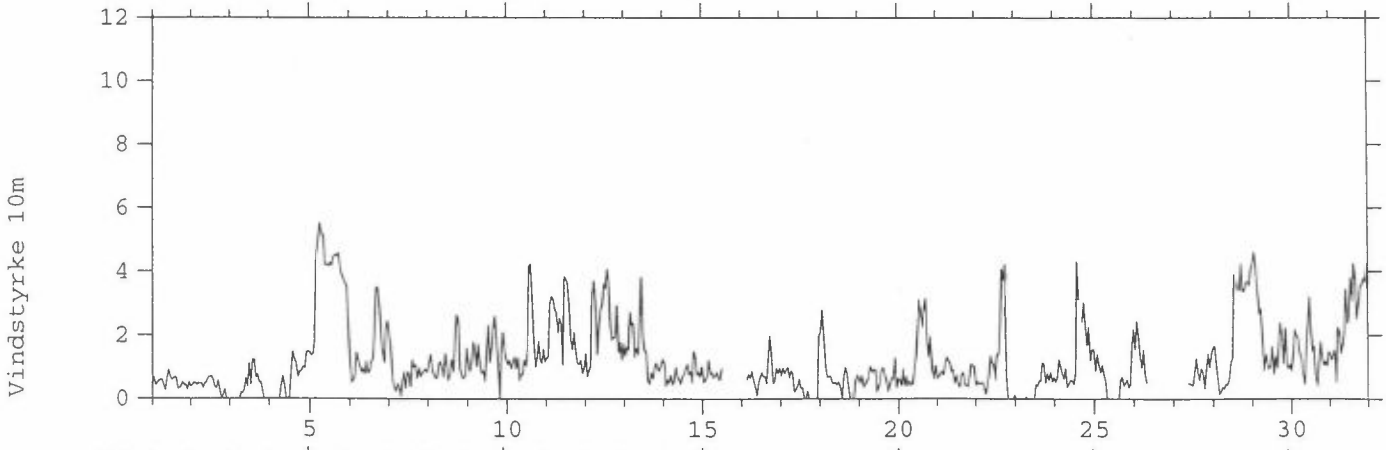
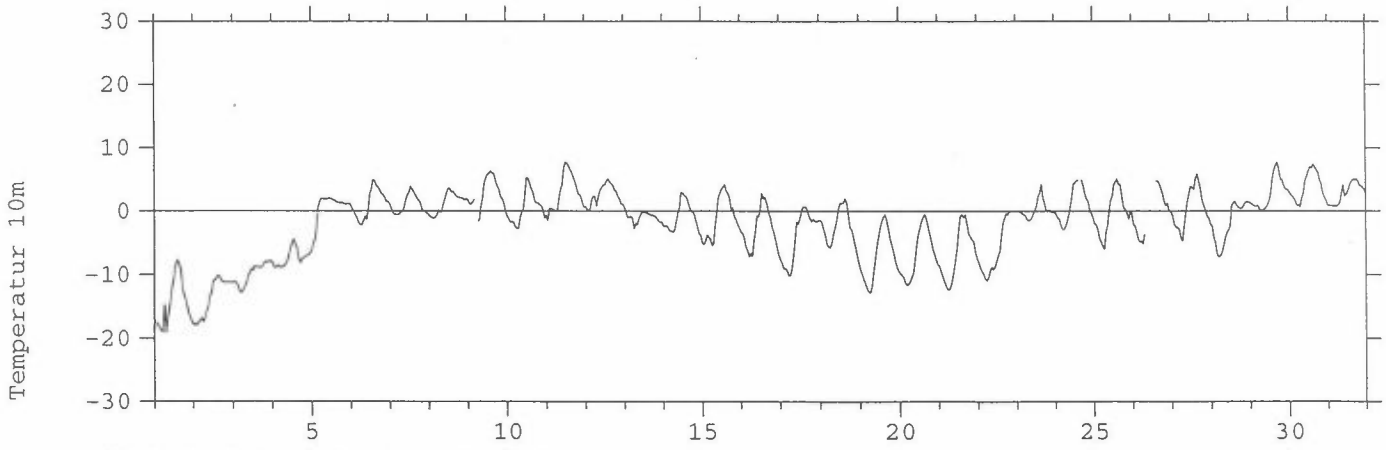
Måned : Mars 1994





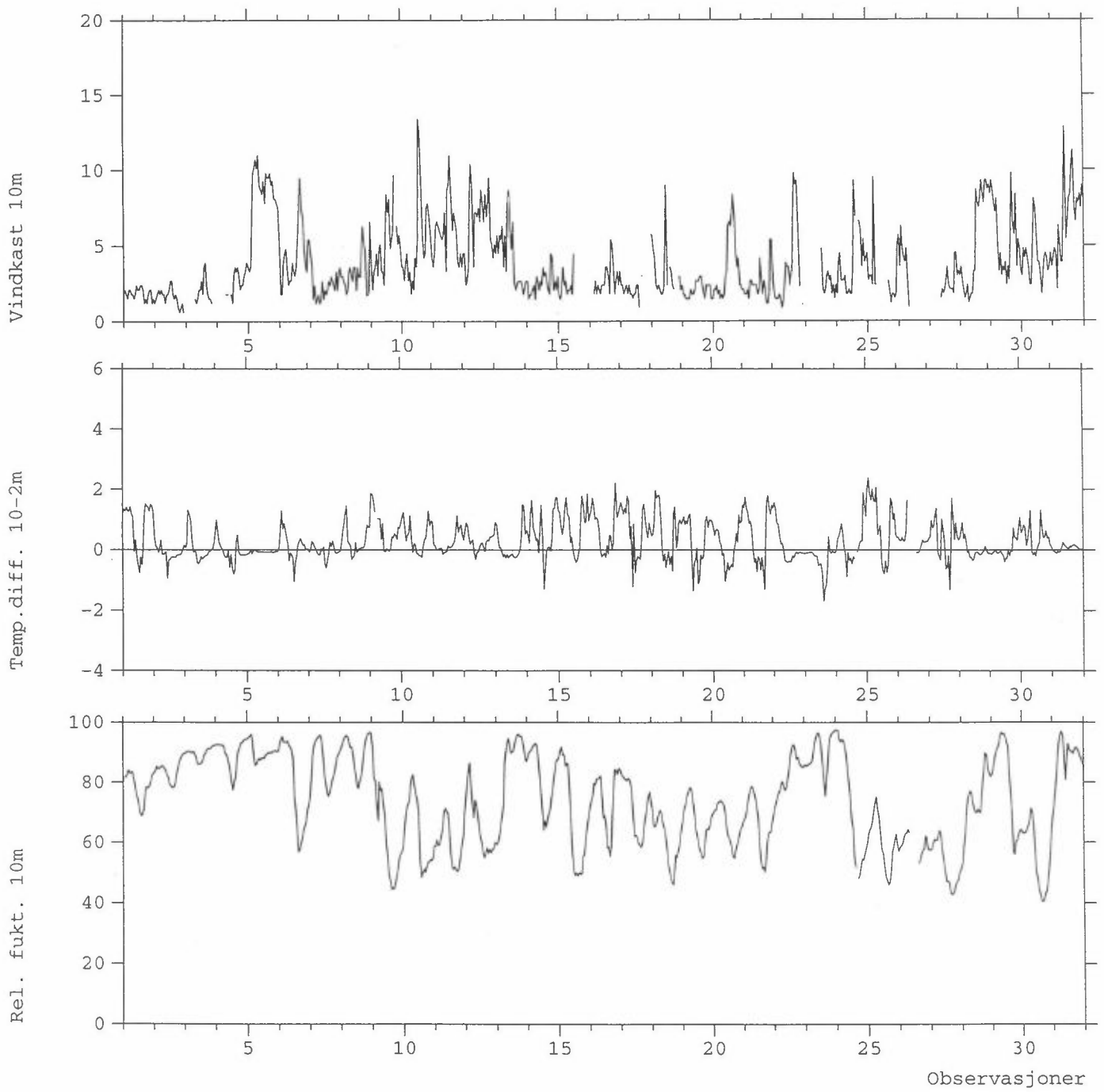
Stasjon: Stampesletta

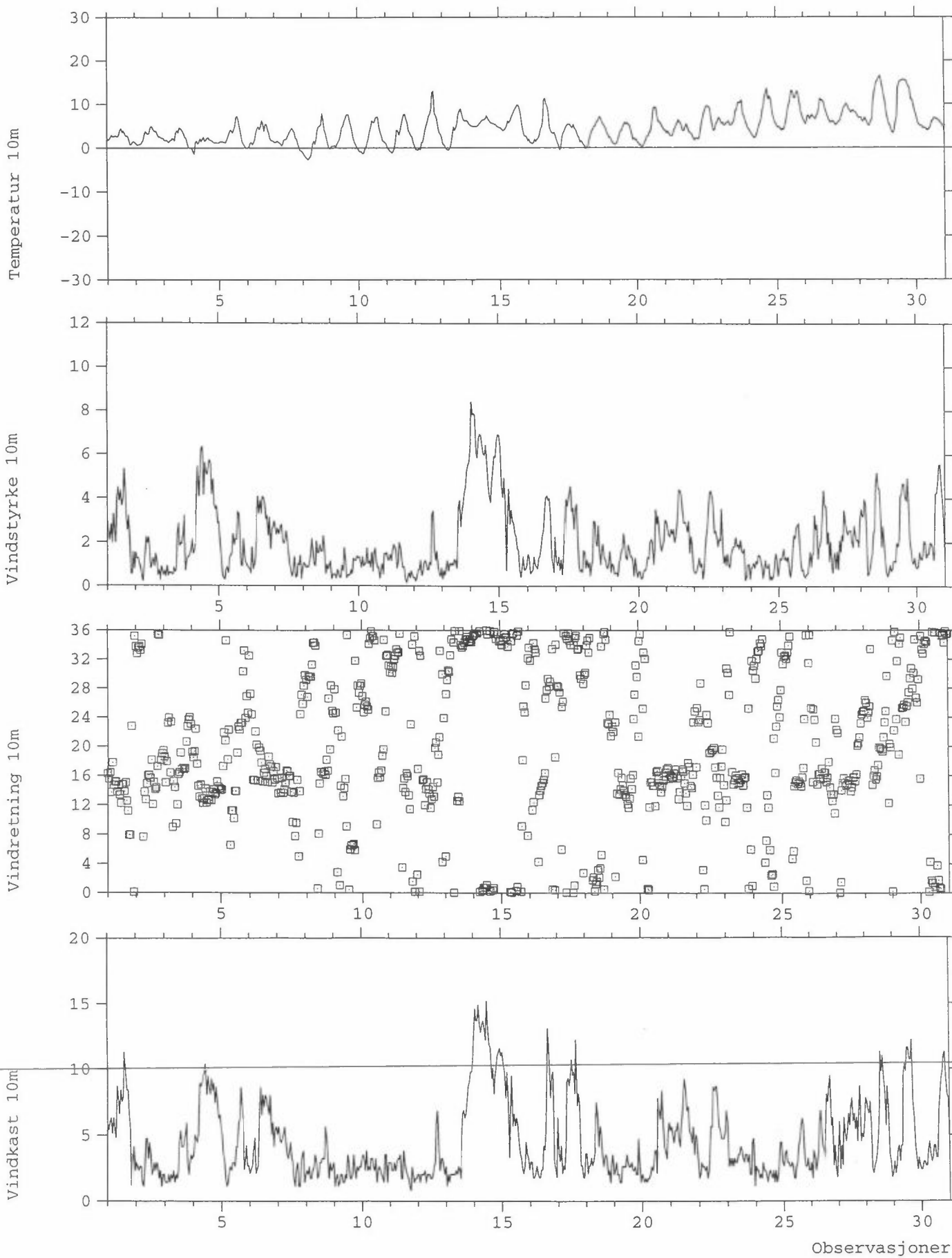
Måned : Mars 1994



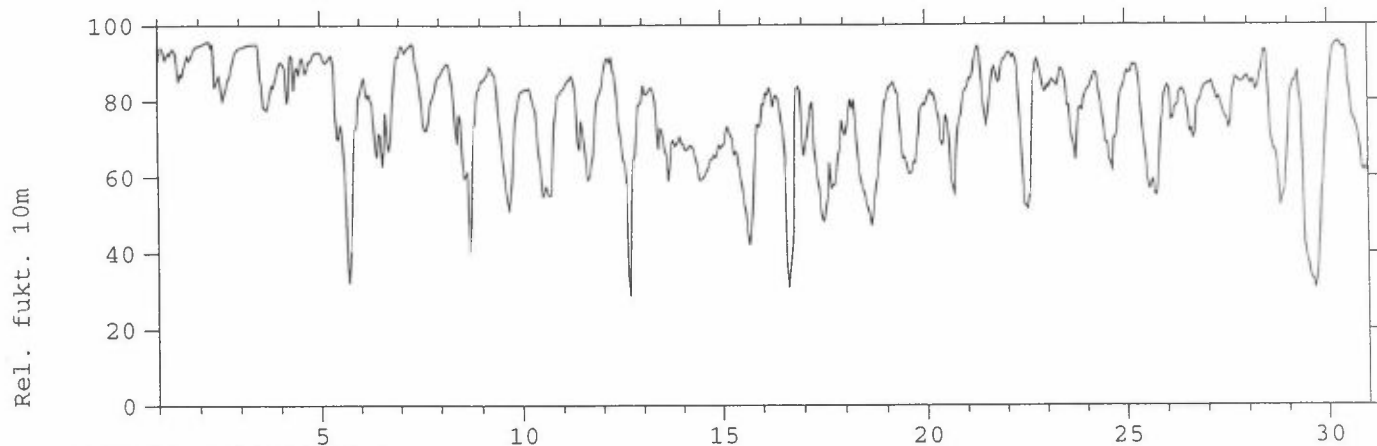
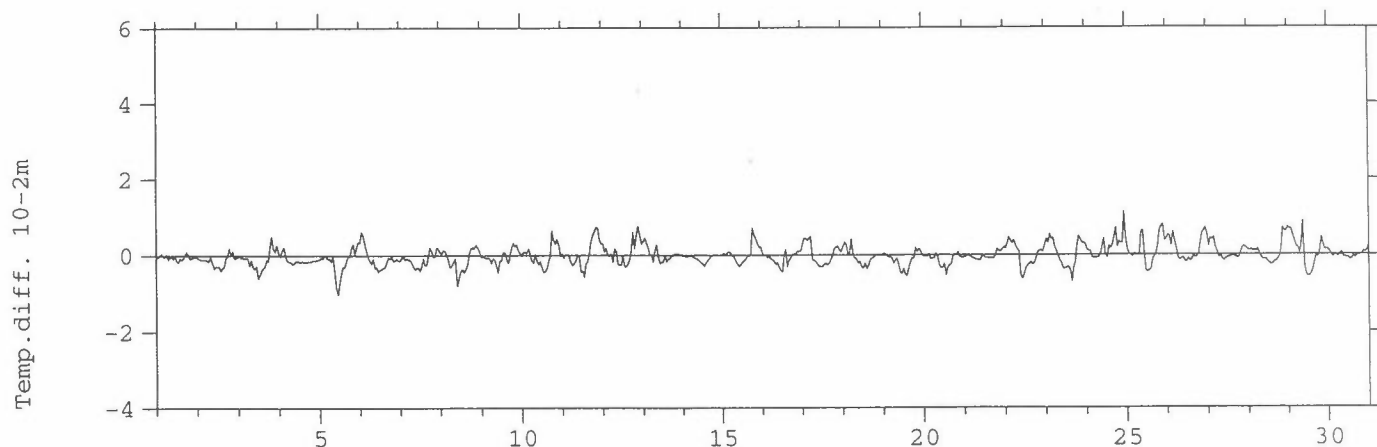
Stasjon: Stampesletta

Måned : Mars 1994

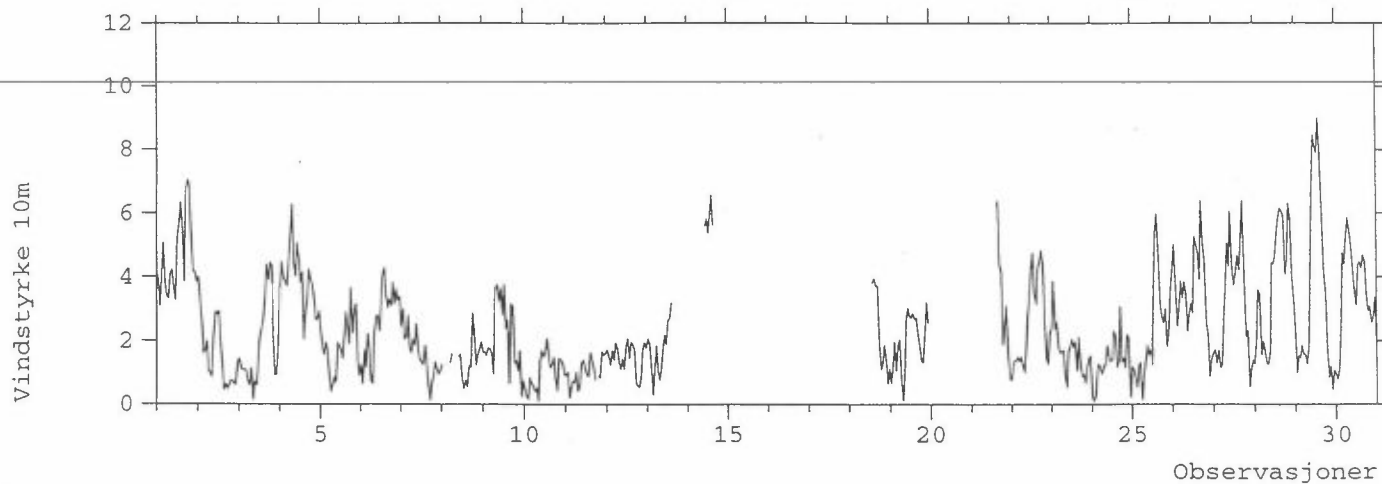
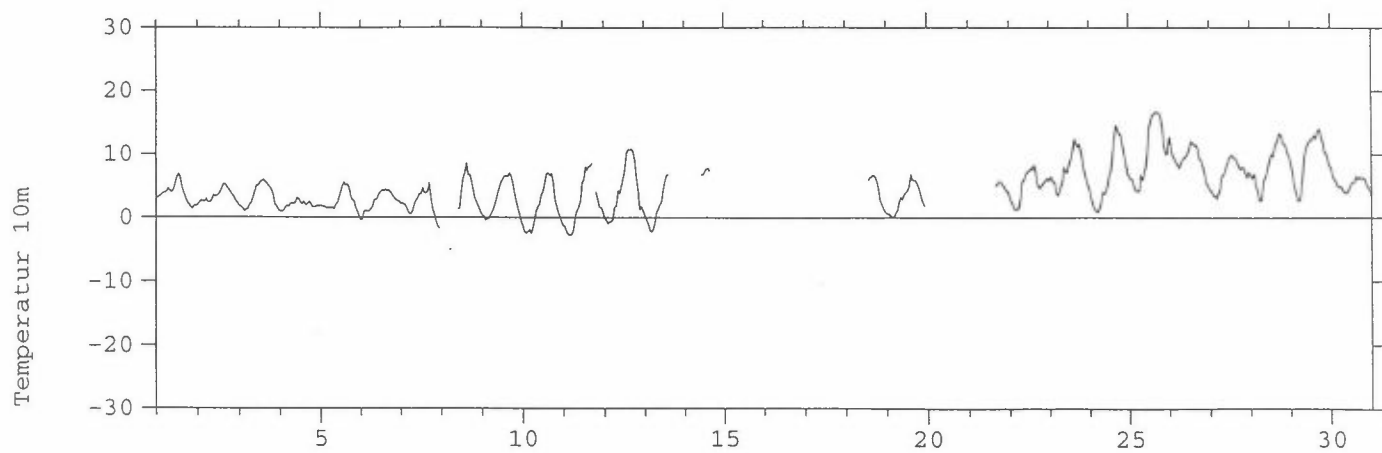


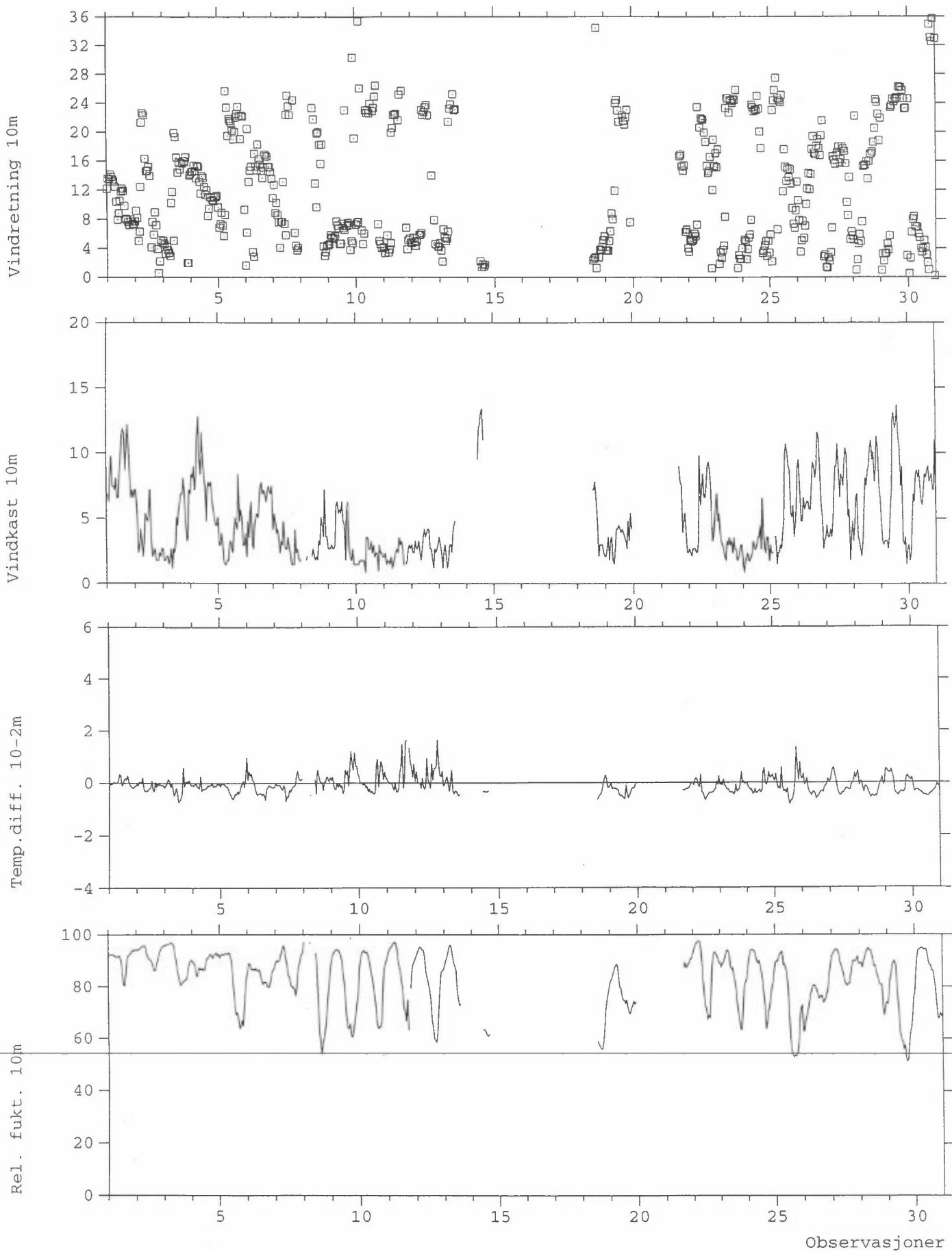


Stasjon: Gjøvik
Måned : April 1994



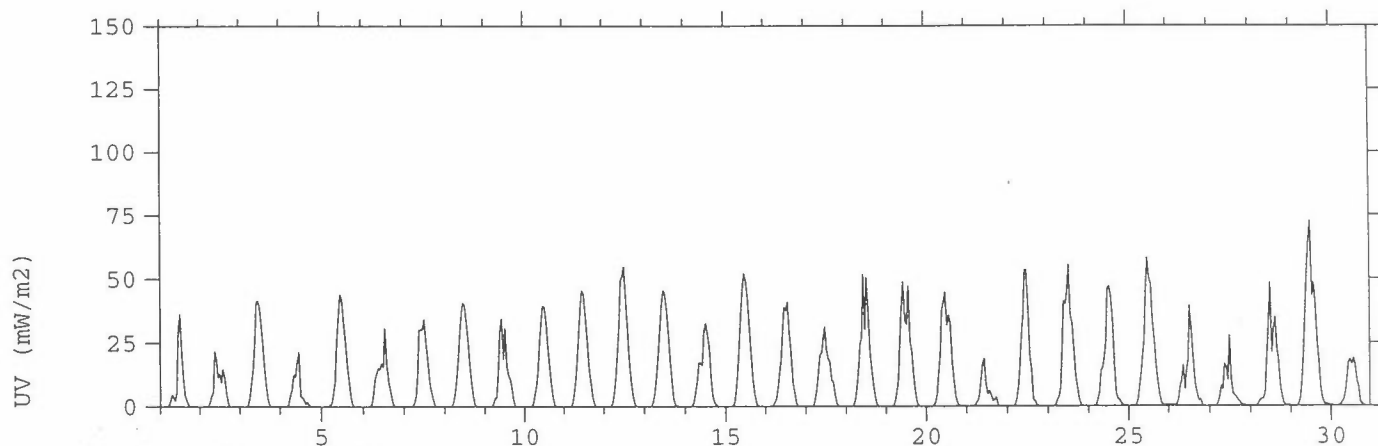
Stasjon: Vikingskipet
Måned : April 1994





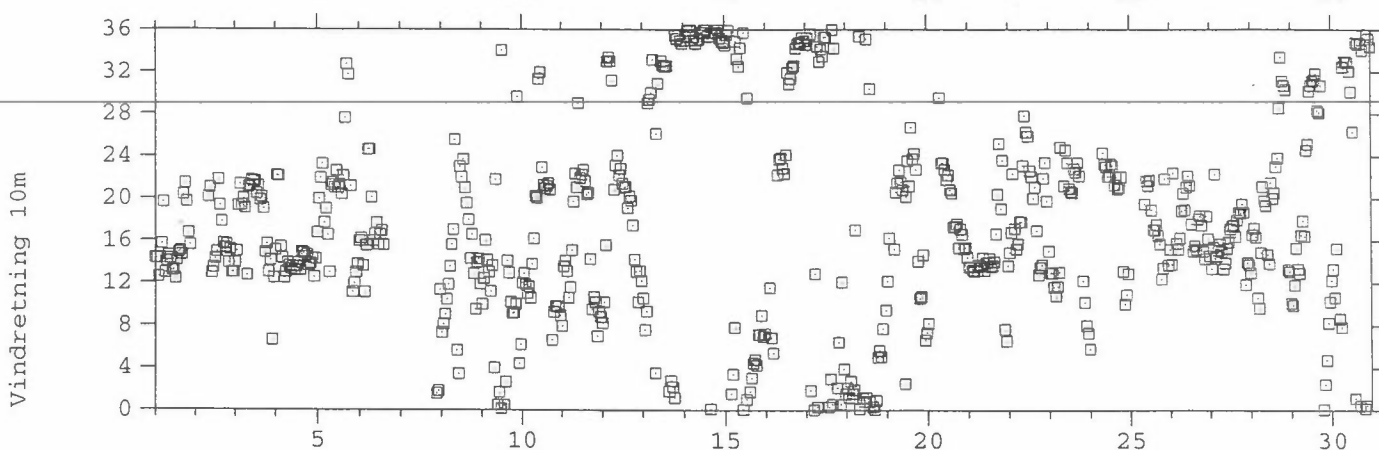
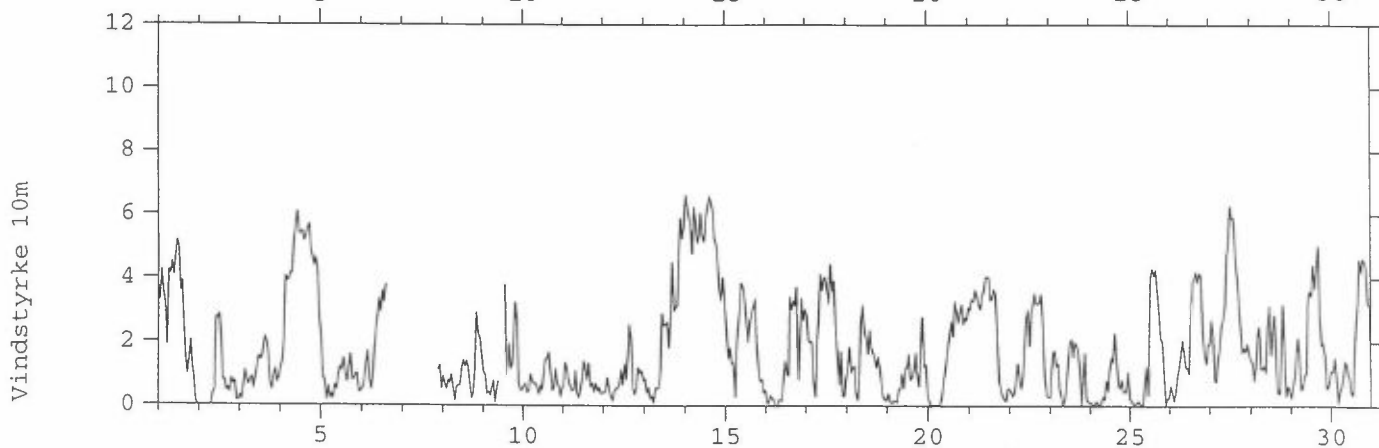
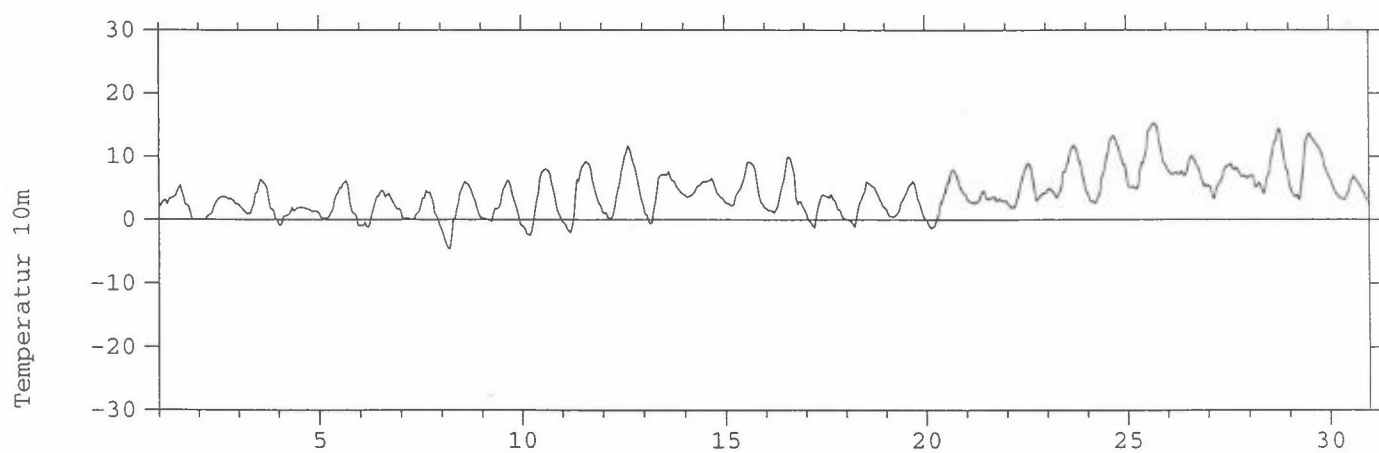
Stasjon: Vikingskipet

Måned : April 1994

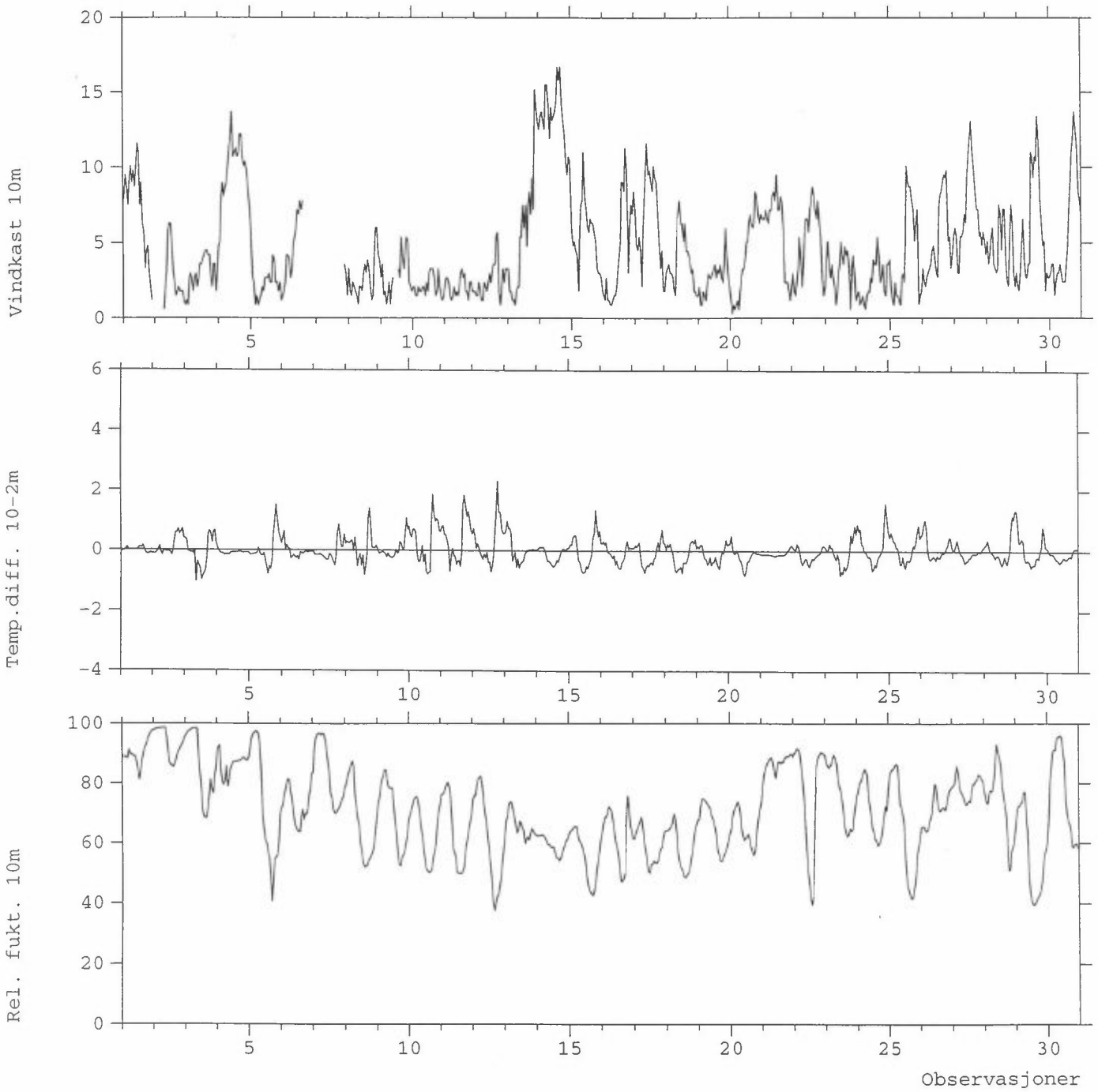


Stasjon: Stapesletta

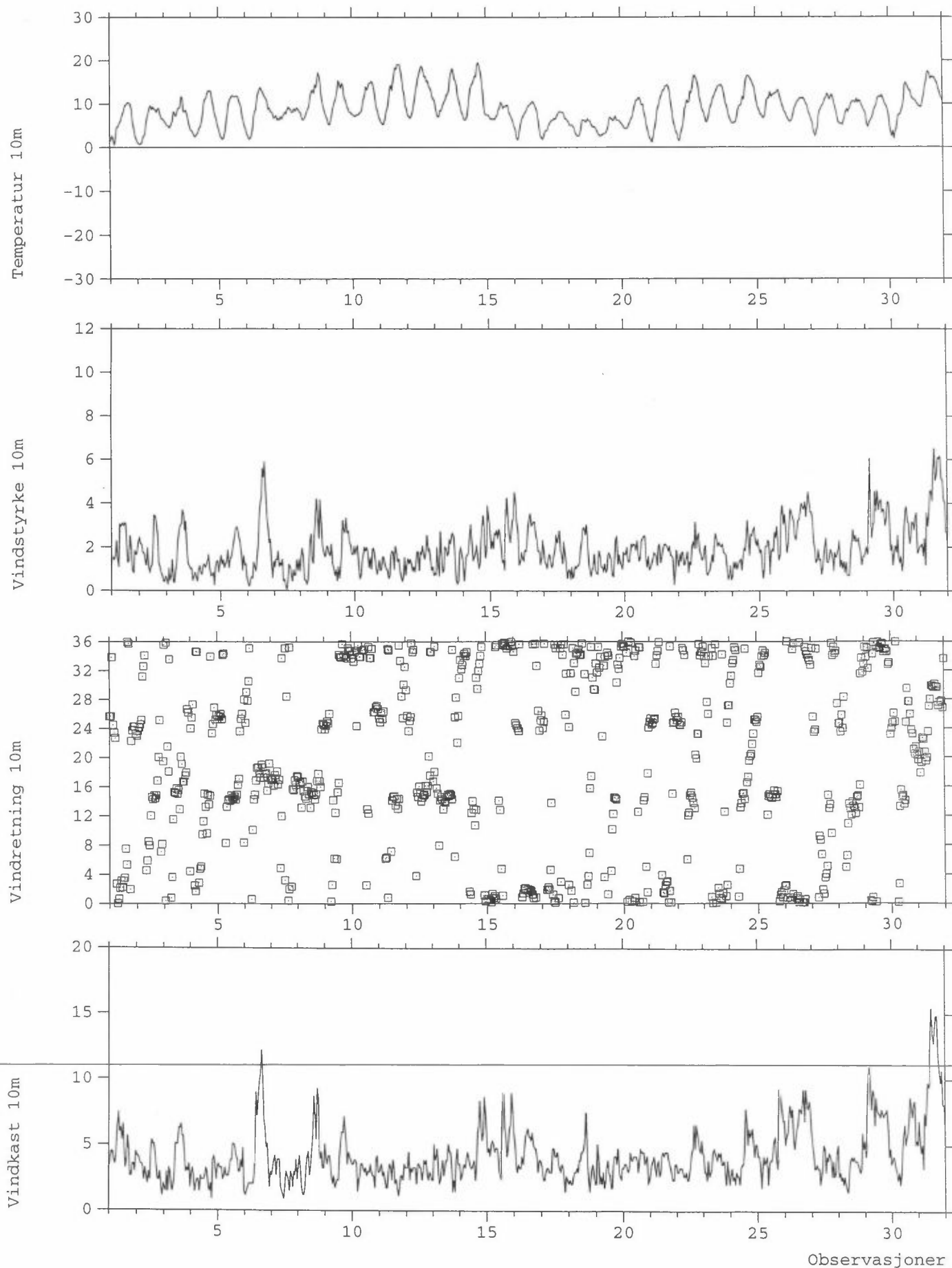
Måned : April 1994

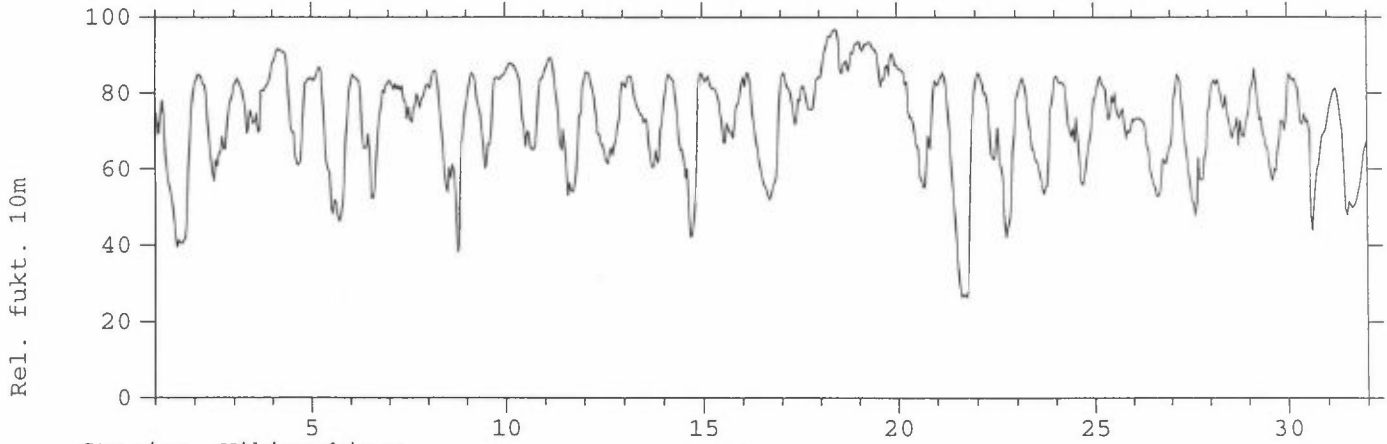
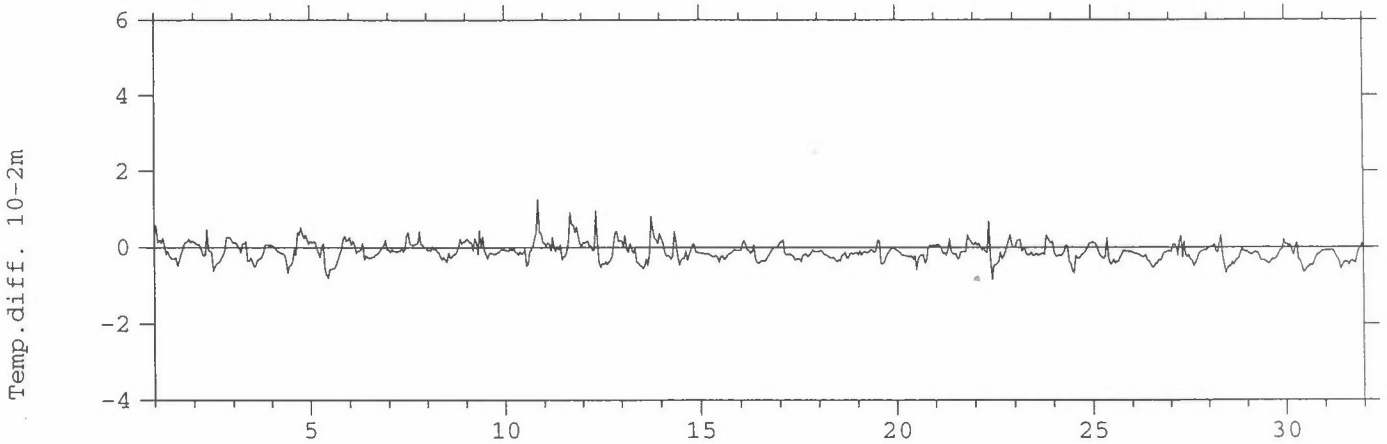


Observasjoner



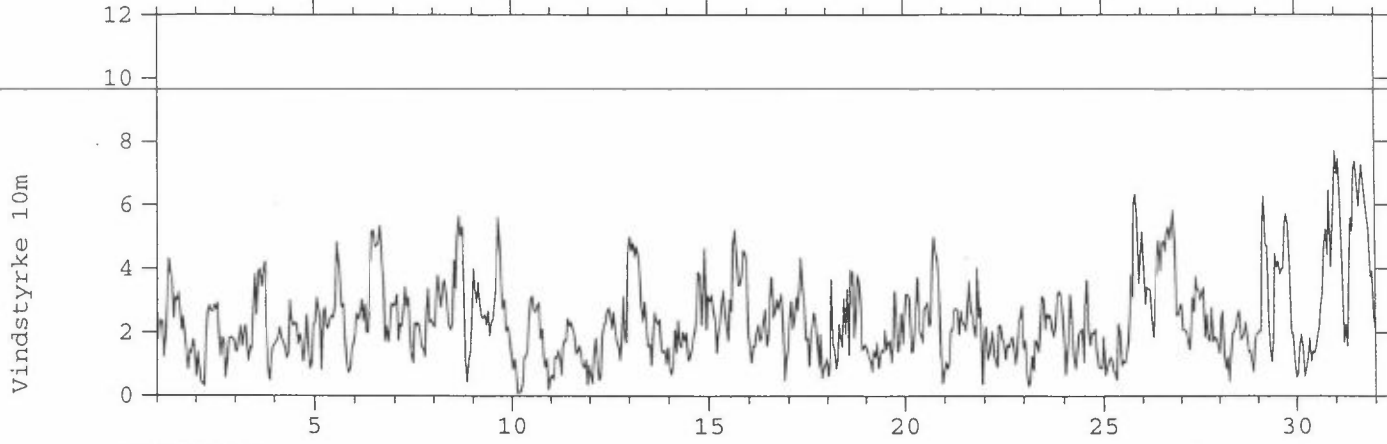
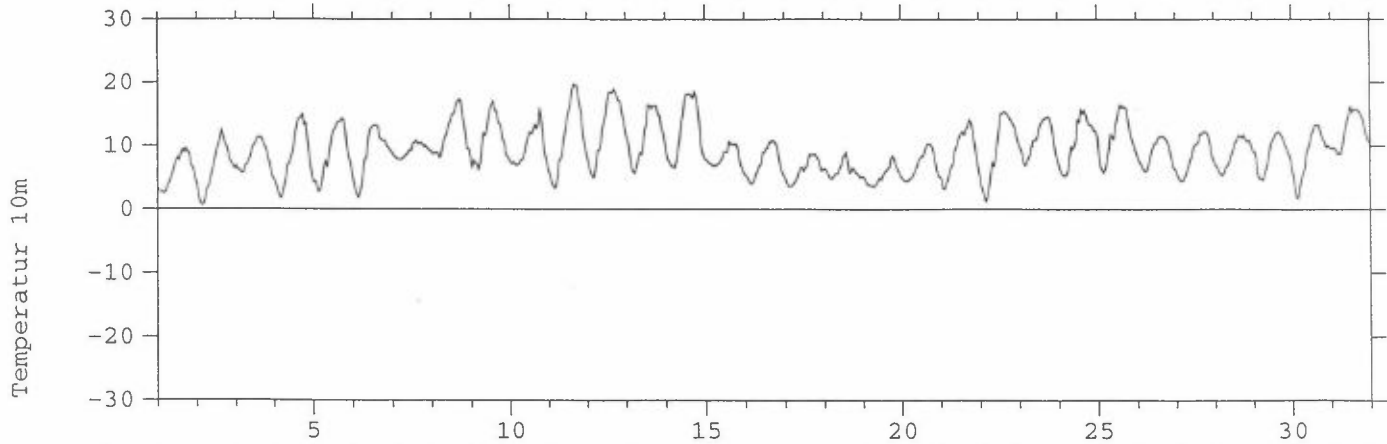
Stasjon: Gjøvik
Måned : Mai 1994





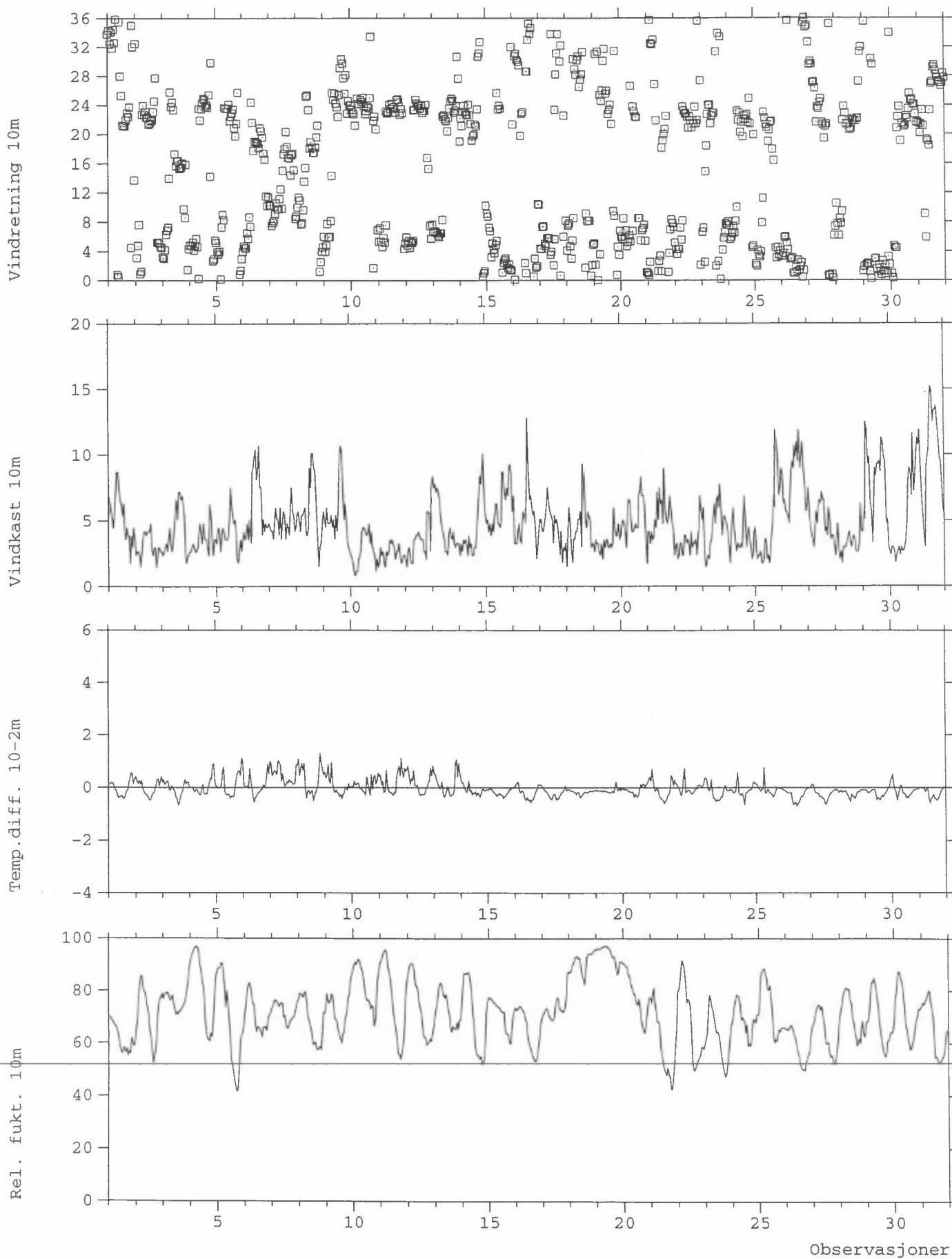
Stasjon: Vikingskipet

Måned : Mai 1994



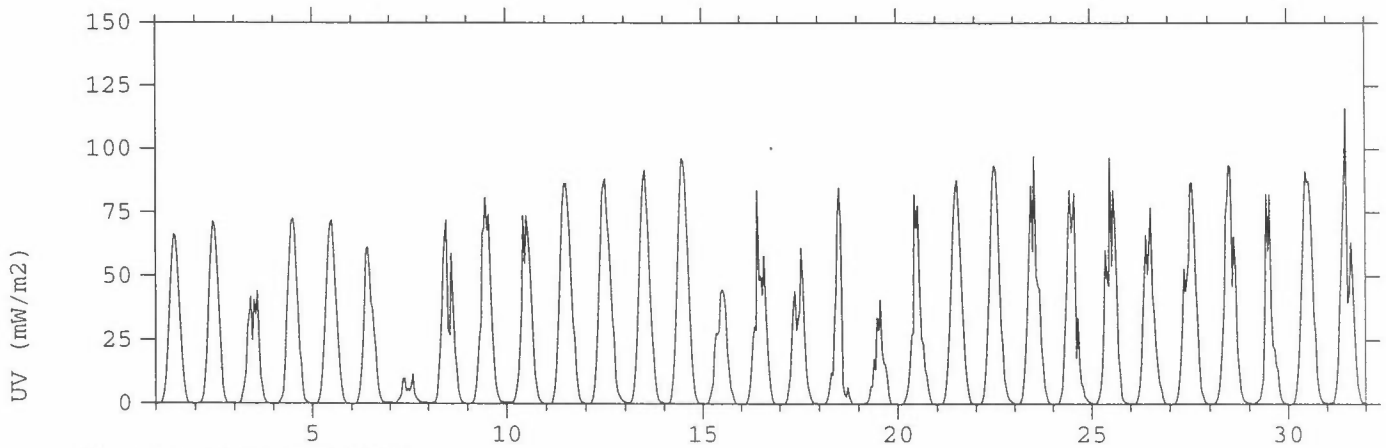
Stasjon: Vikingskipet

Måned : Mai 1994



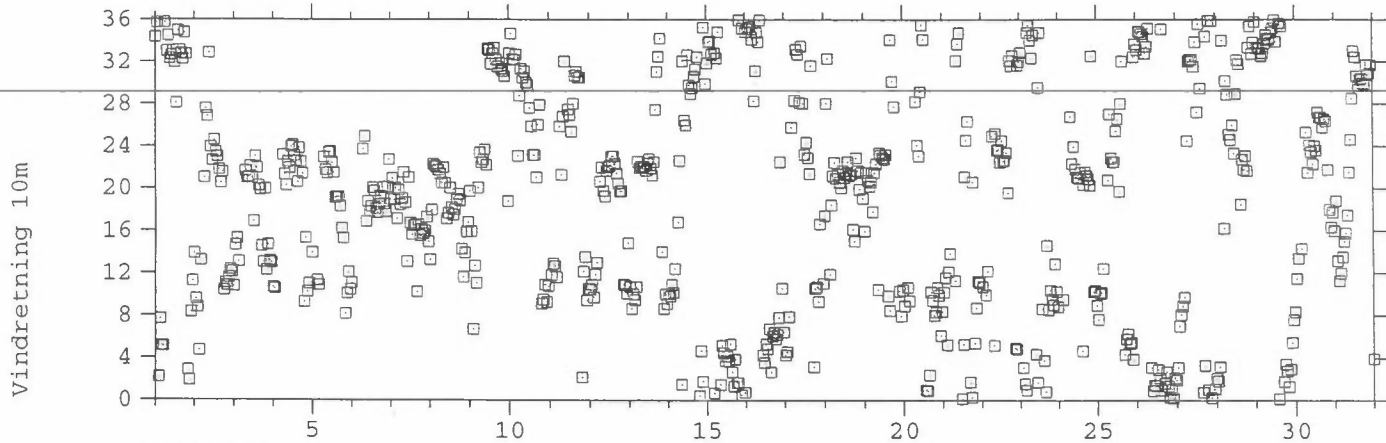
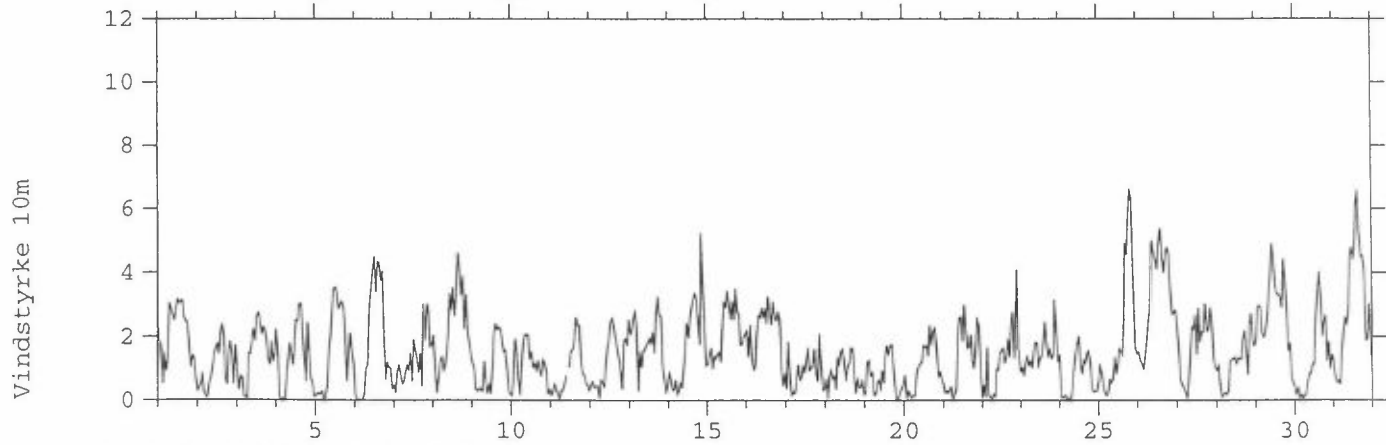
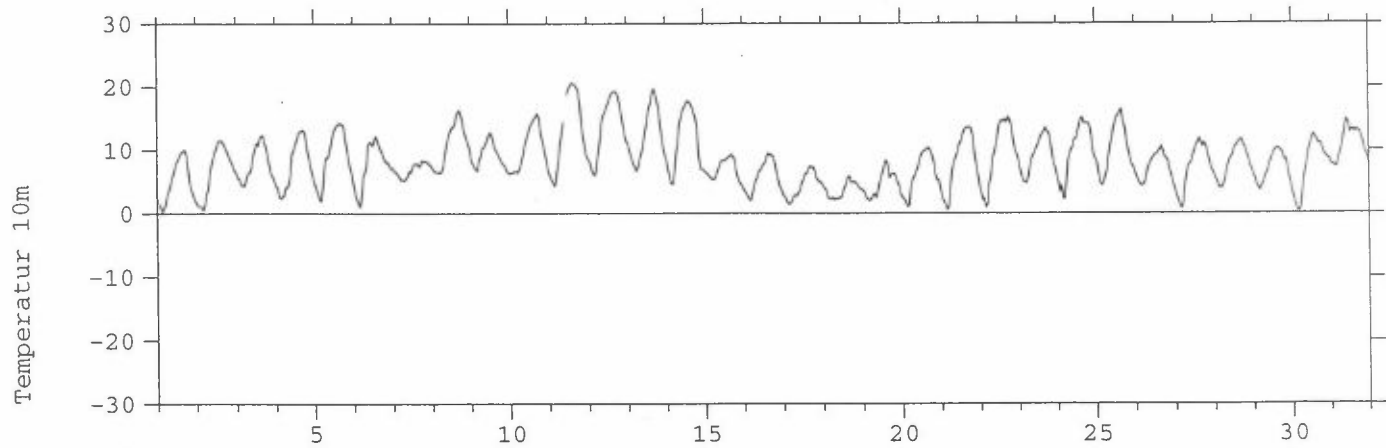
Stasjon: Vikingskipet

Måned : Mai 1994



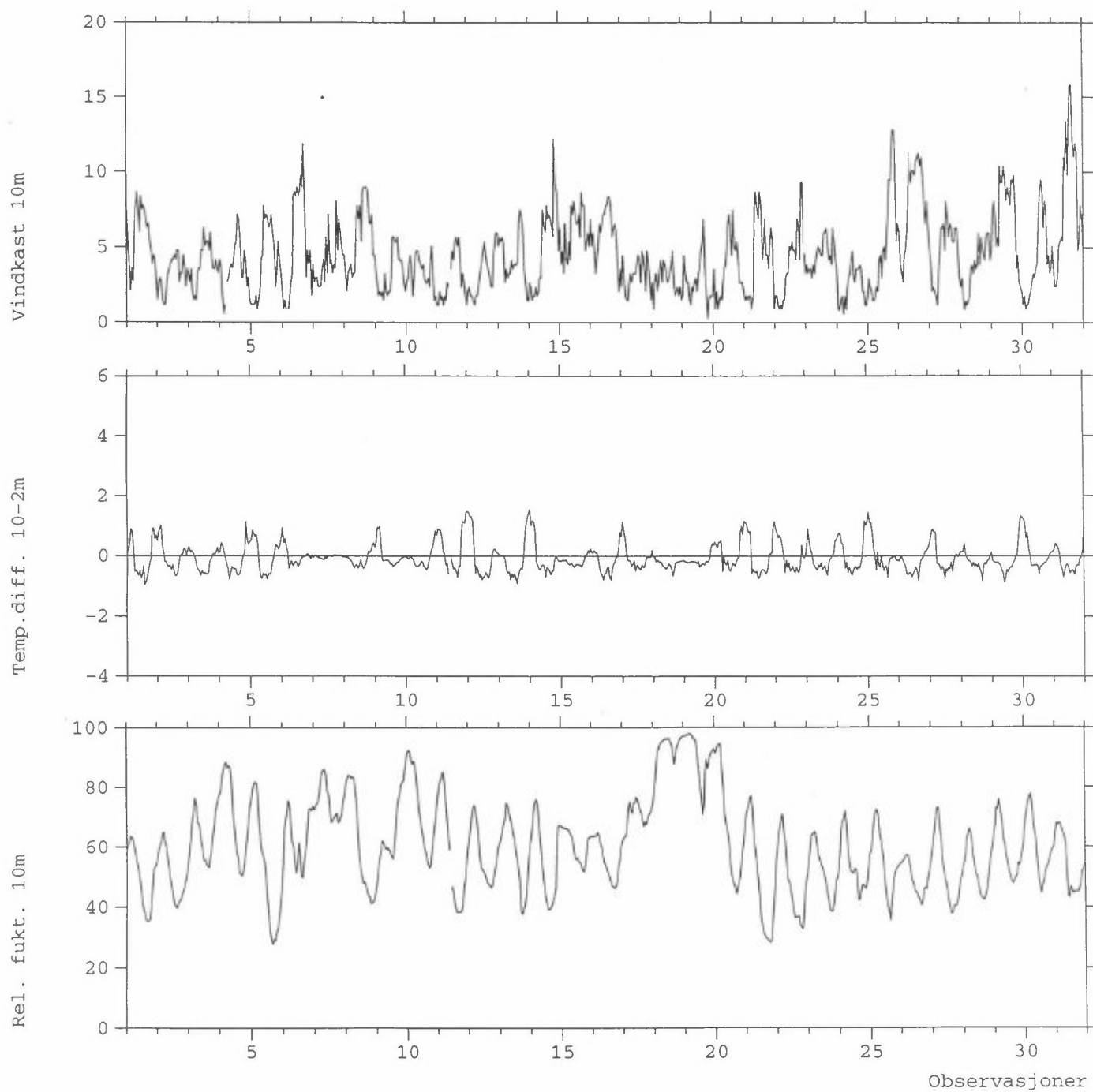
Stasjon: Stapesletta

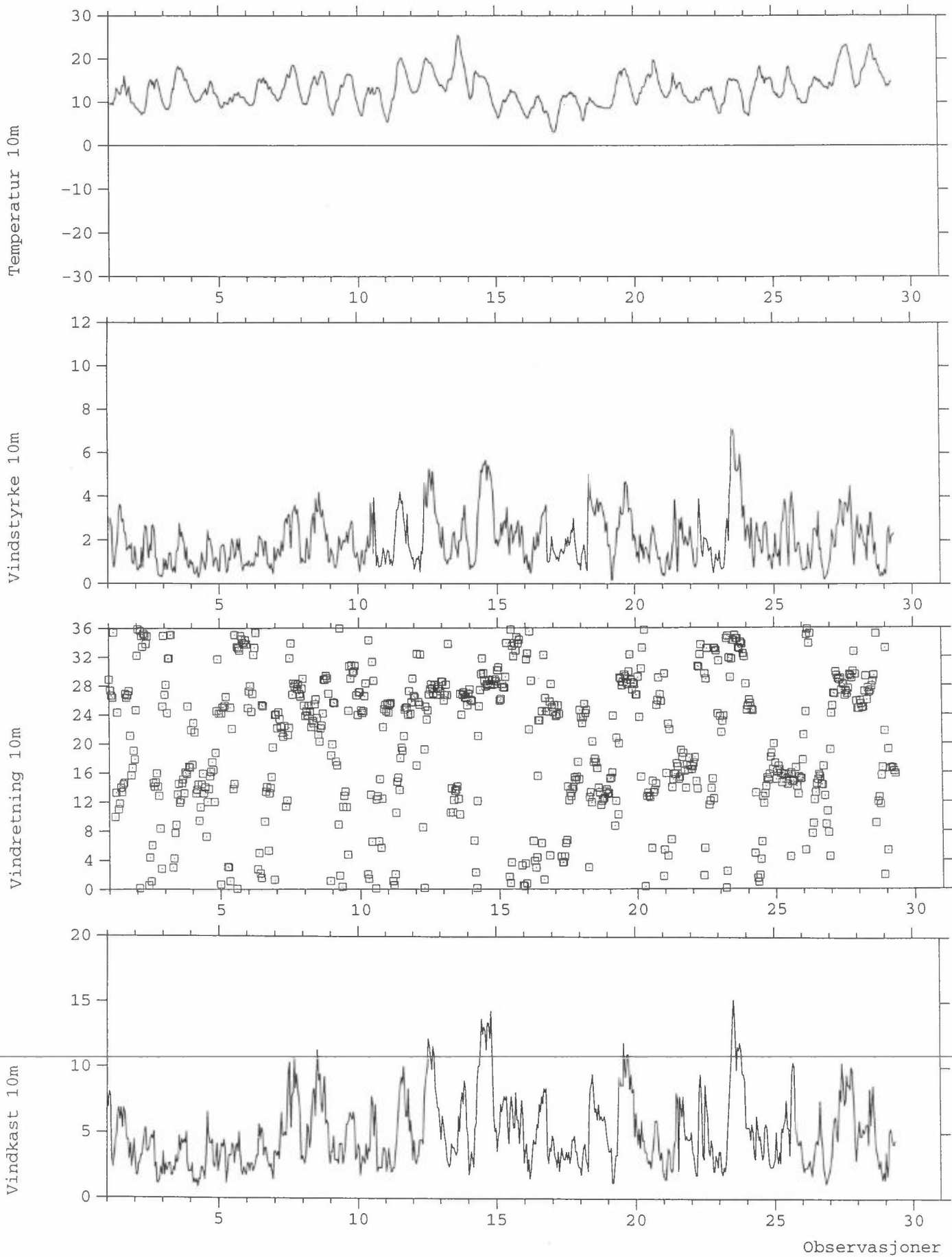
Måned : Mai 1994



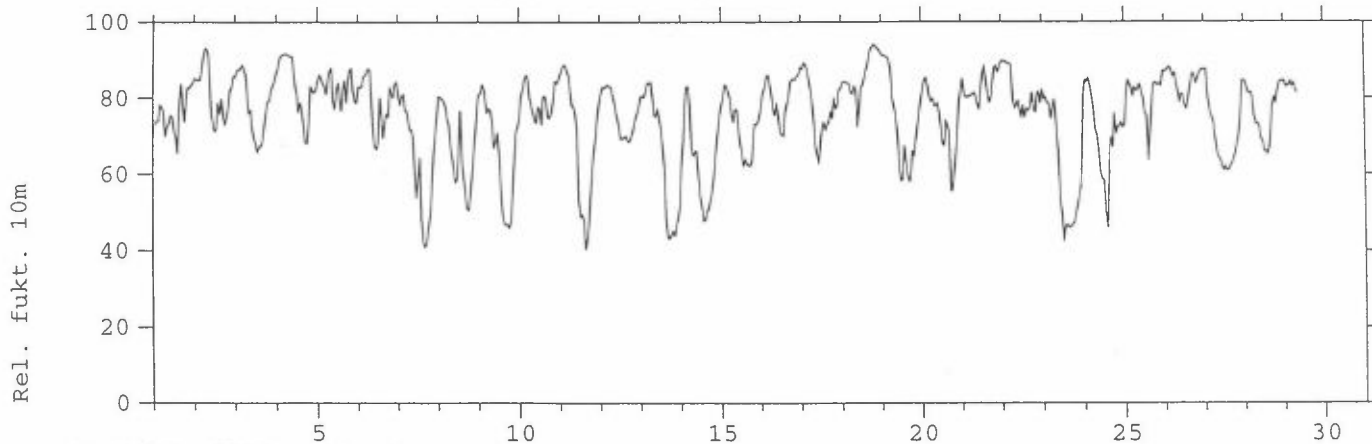
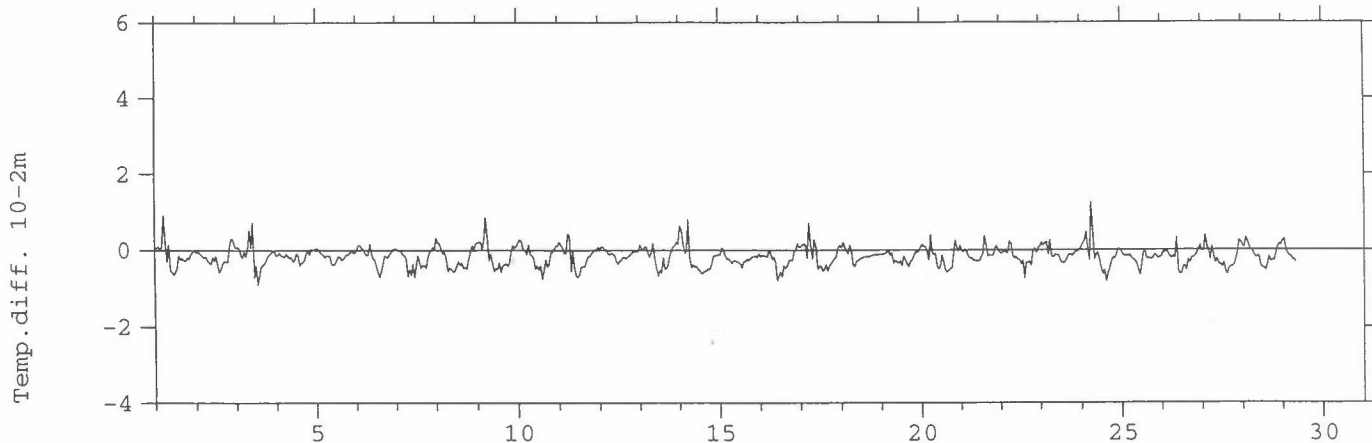
Stasjon: Stapesletta

Måned : Mai 1994

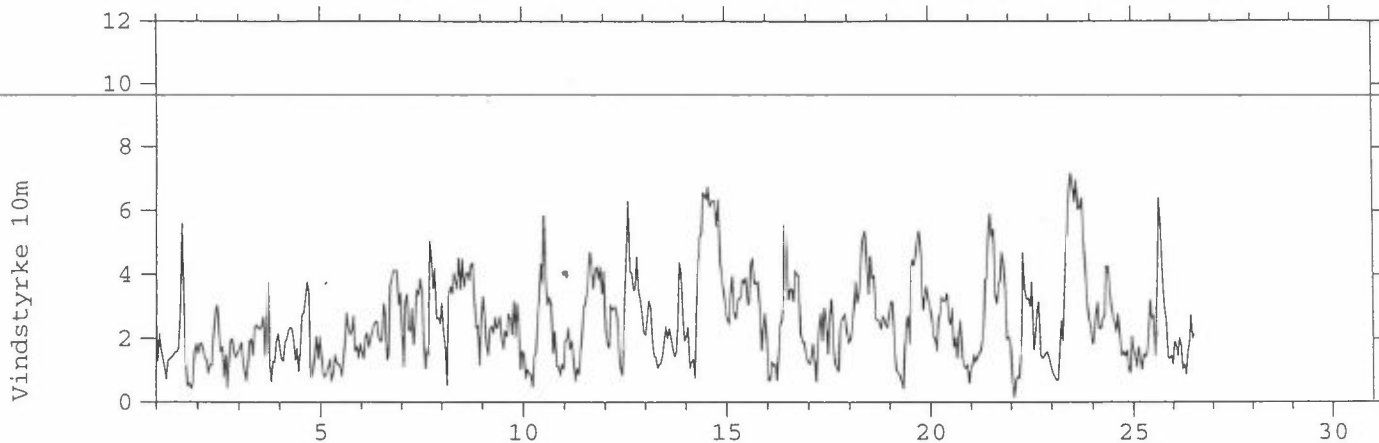
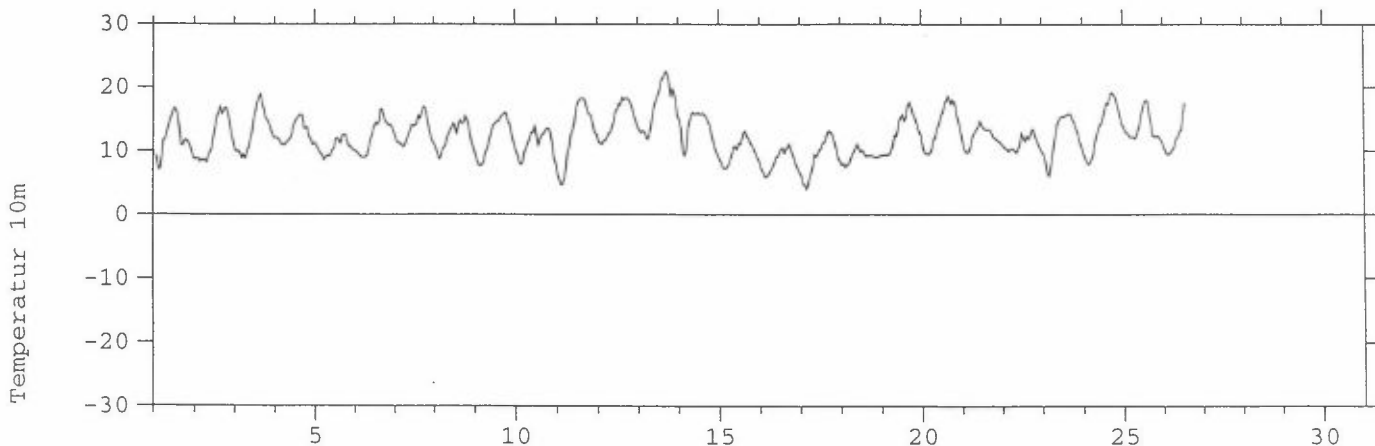




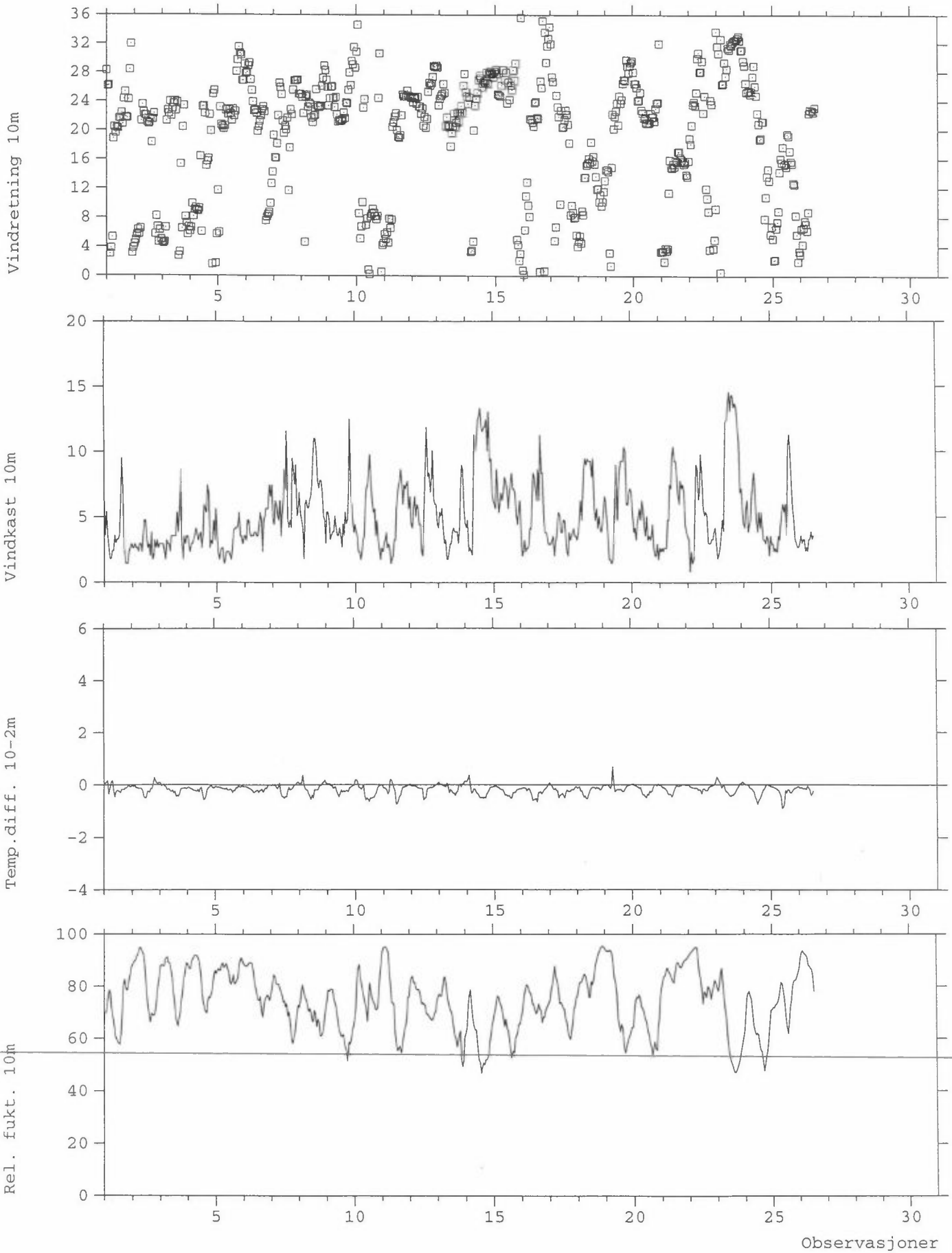
Stasjon: Gjøvik
Måned : Juni 1994



Stasjon: Vikingskipet
Måned : Juni 1994

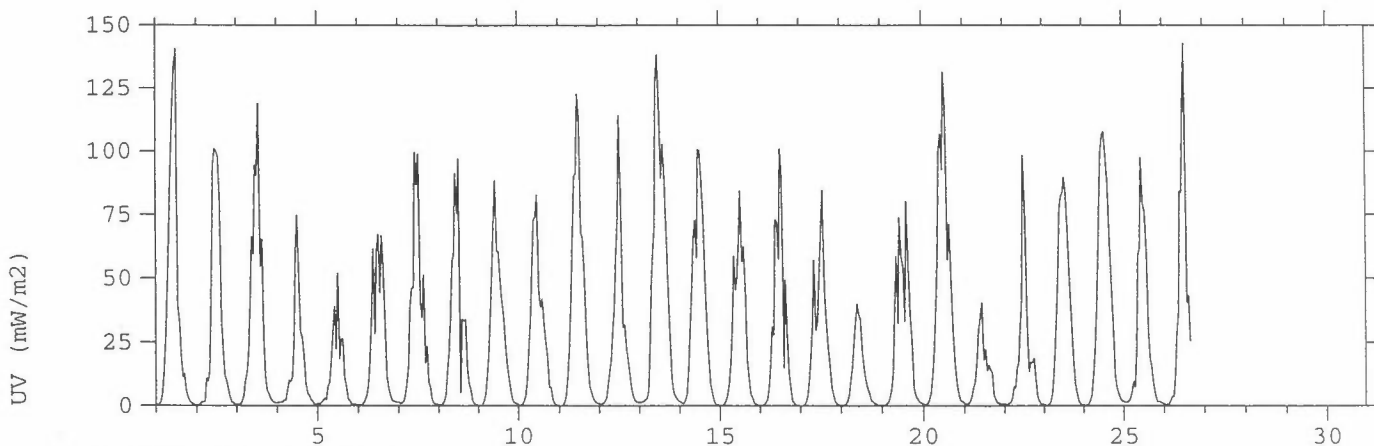


Observasjoner



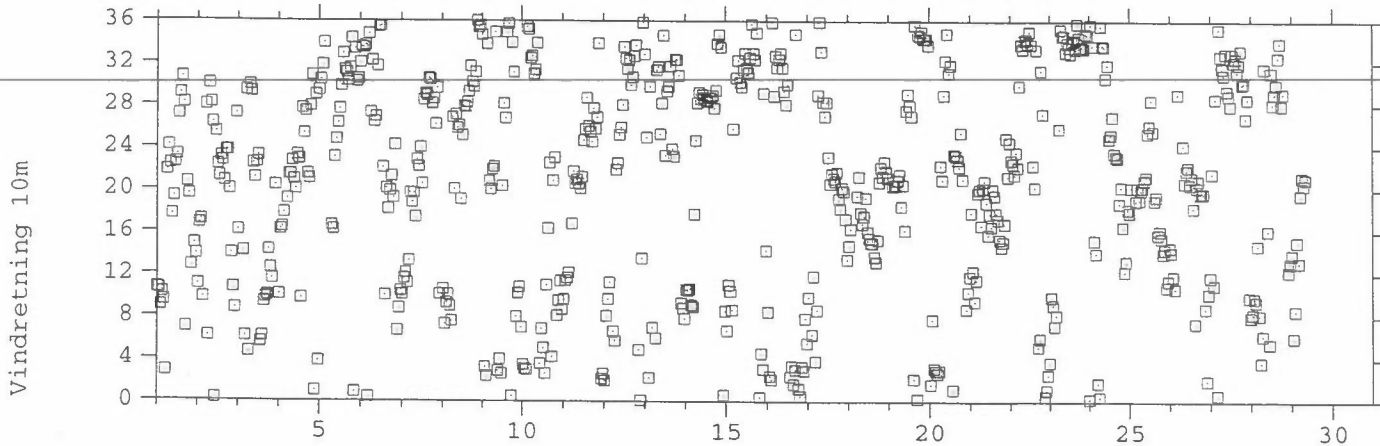
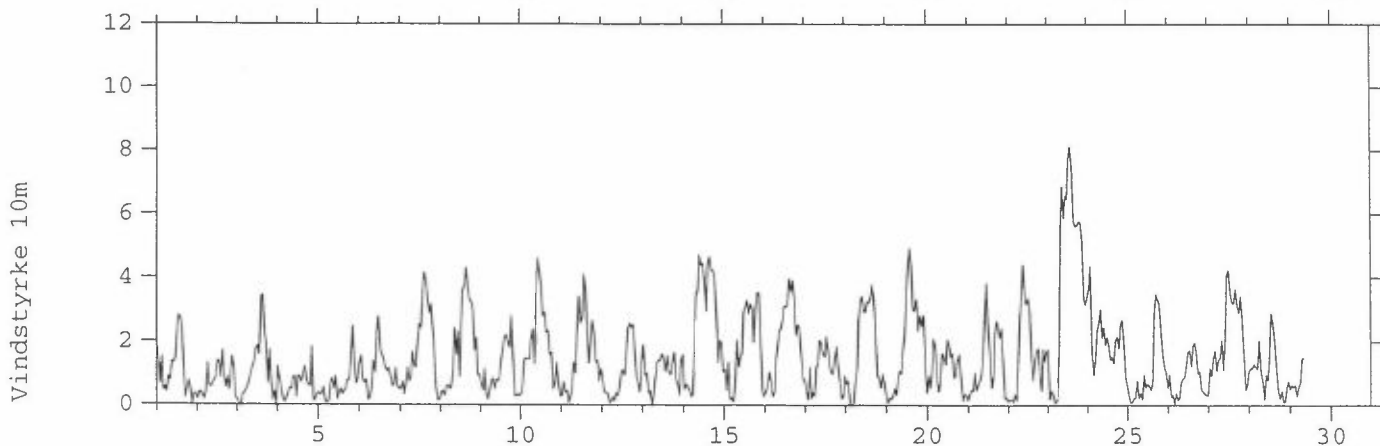
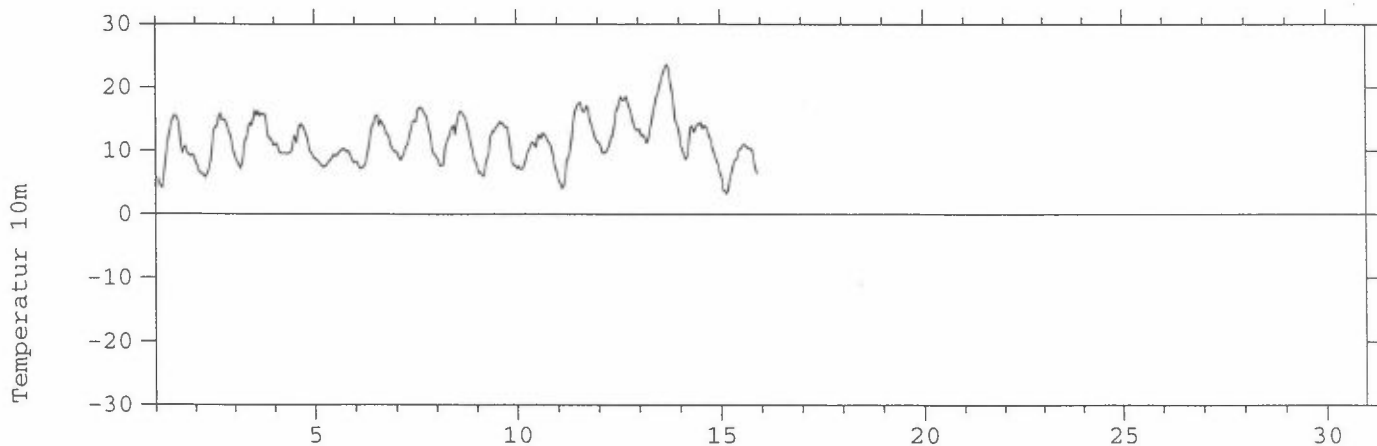
Stasjon: Vikingskipet

Måned : Juni 1994

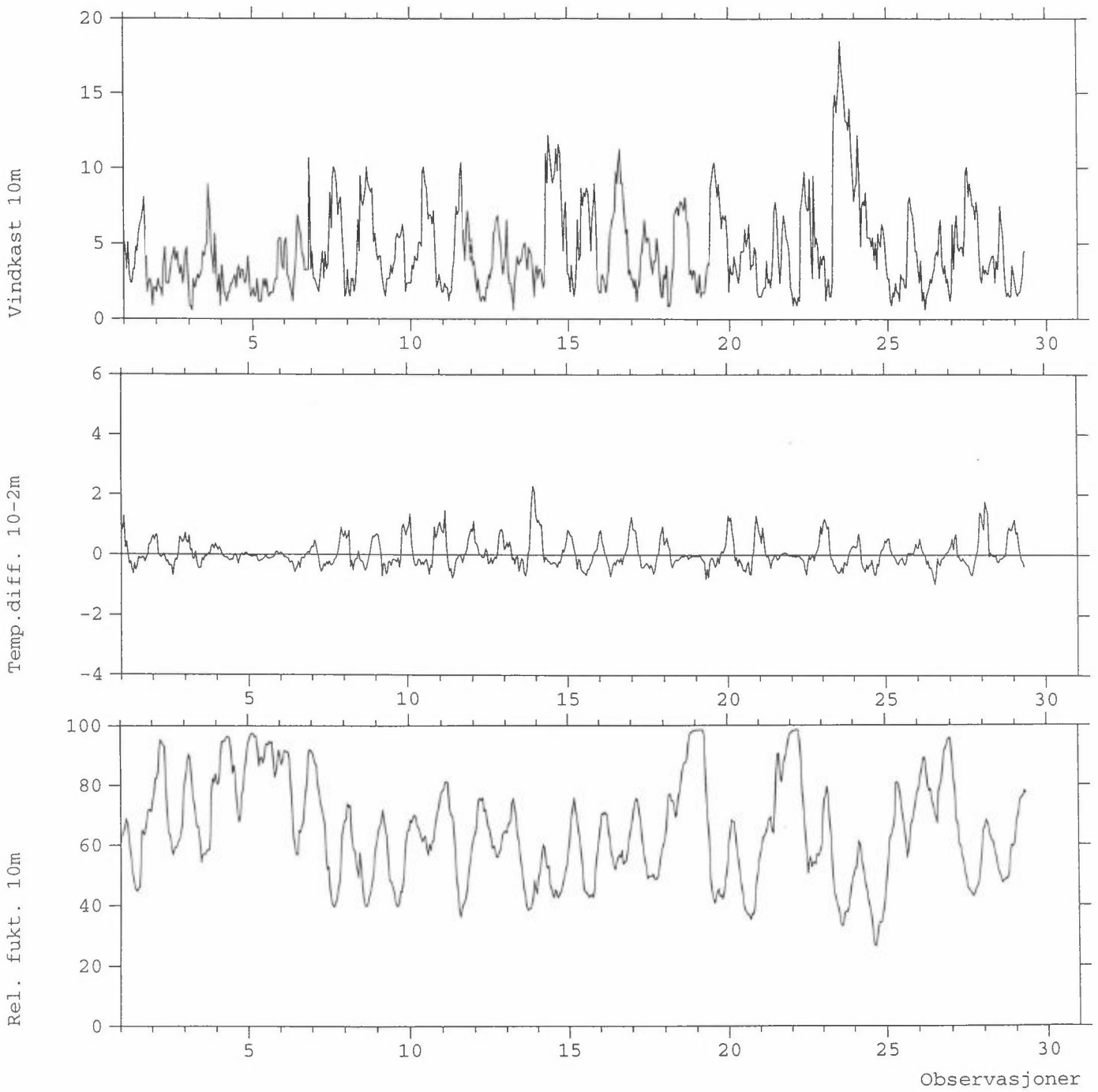


Stasjon: Stapesletta

Måned : Juni 1994

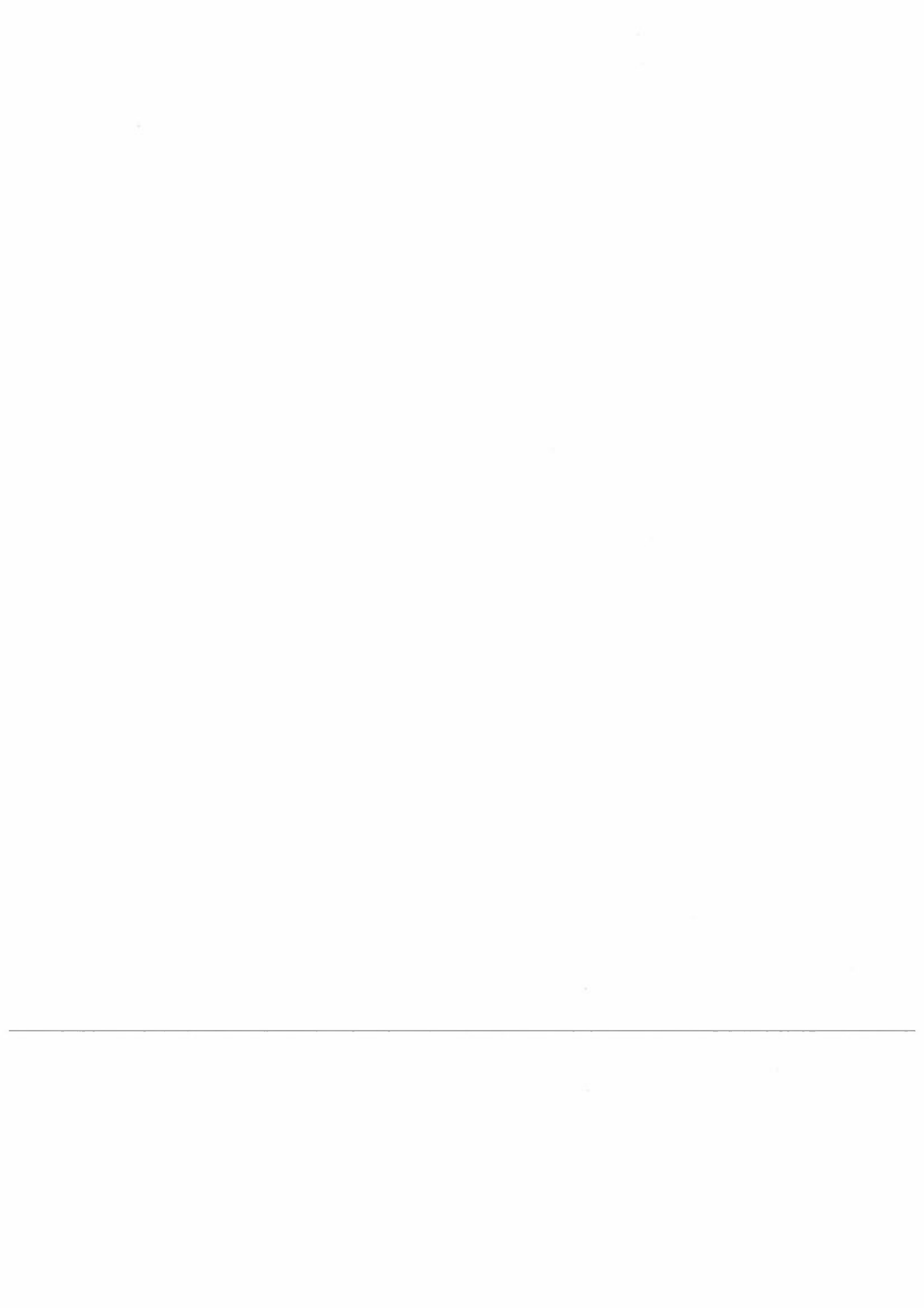


Observasjoner

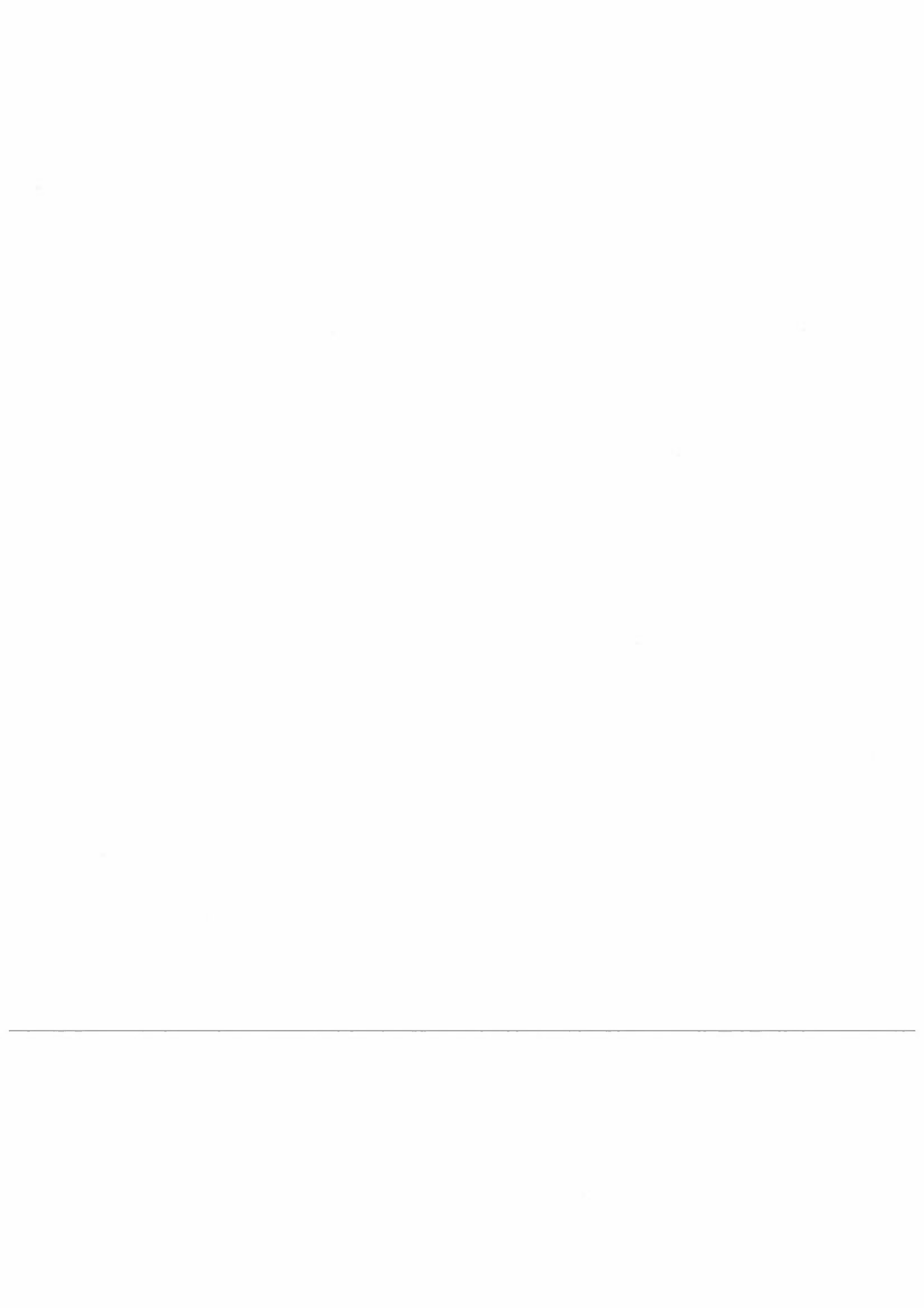


Vedlegg B

Grafisk presentasjon av timemiddelverdier av luftkvalitetsparametre

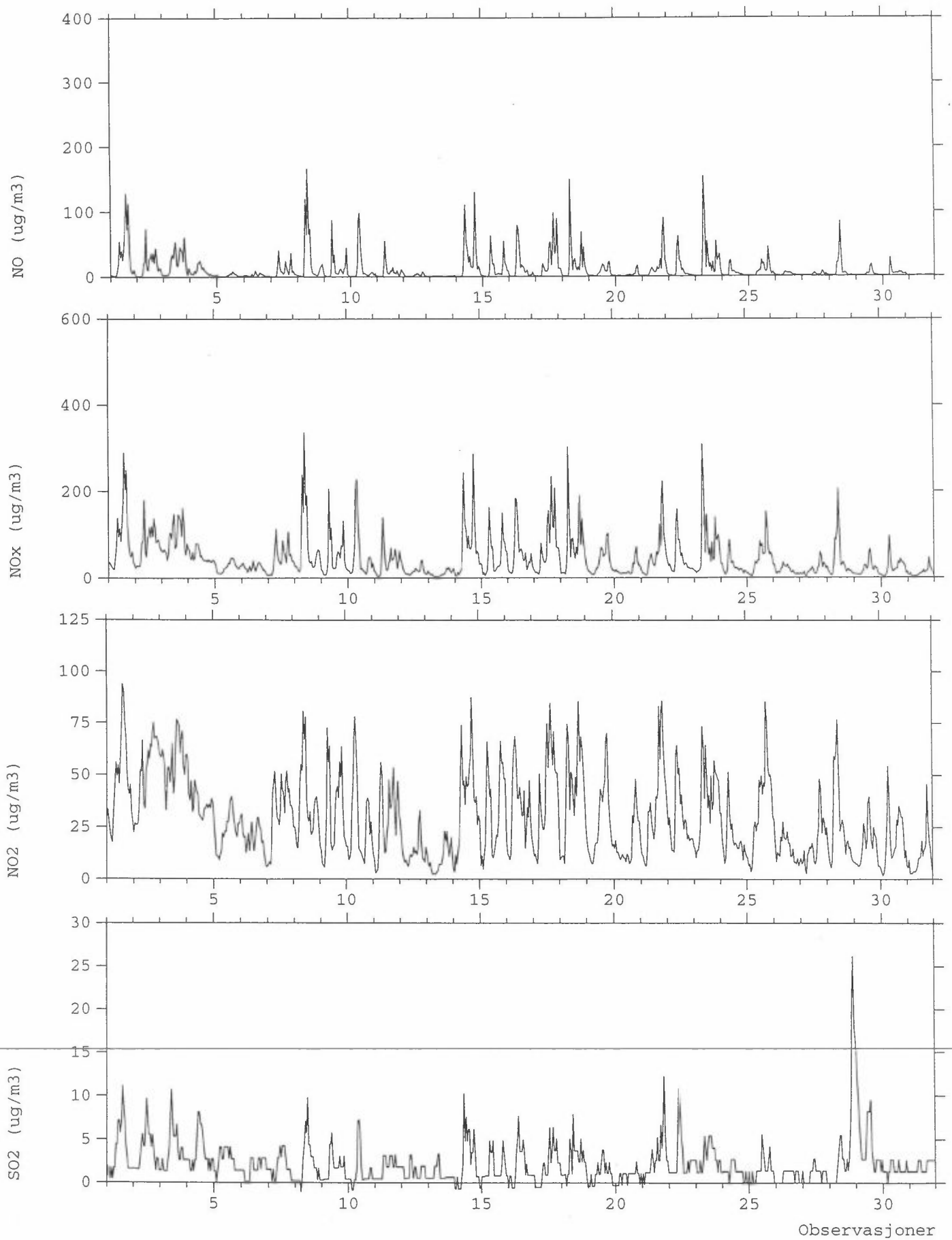


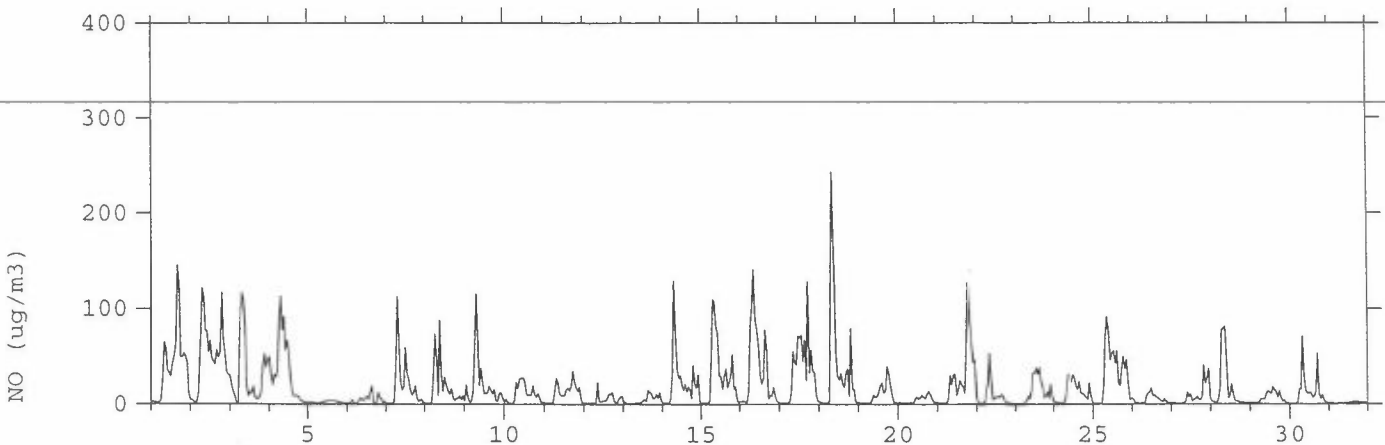
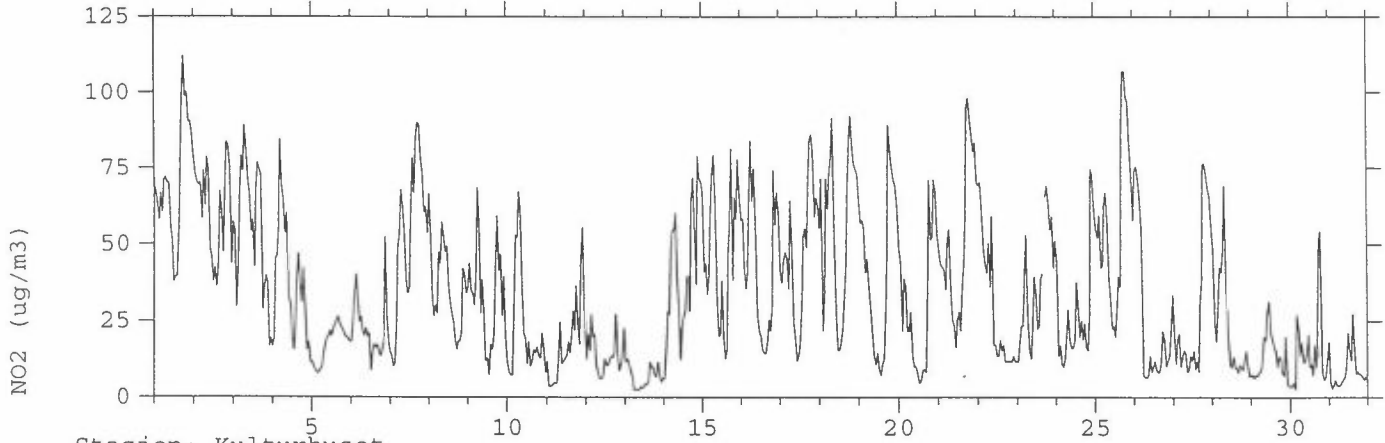
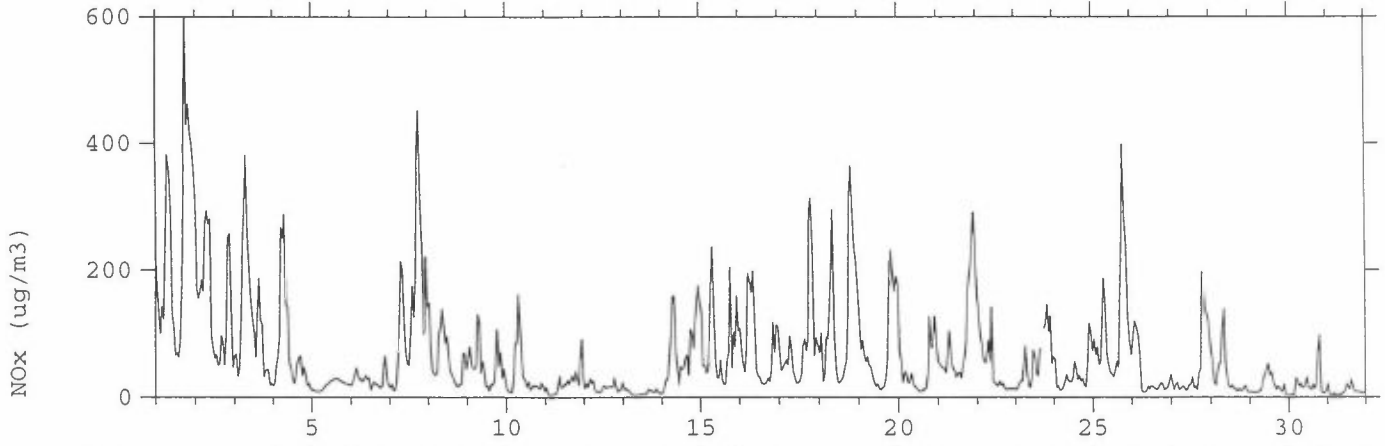
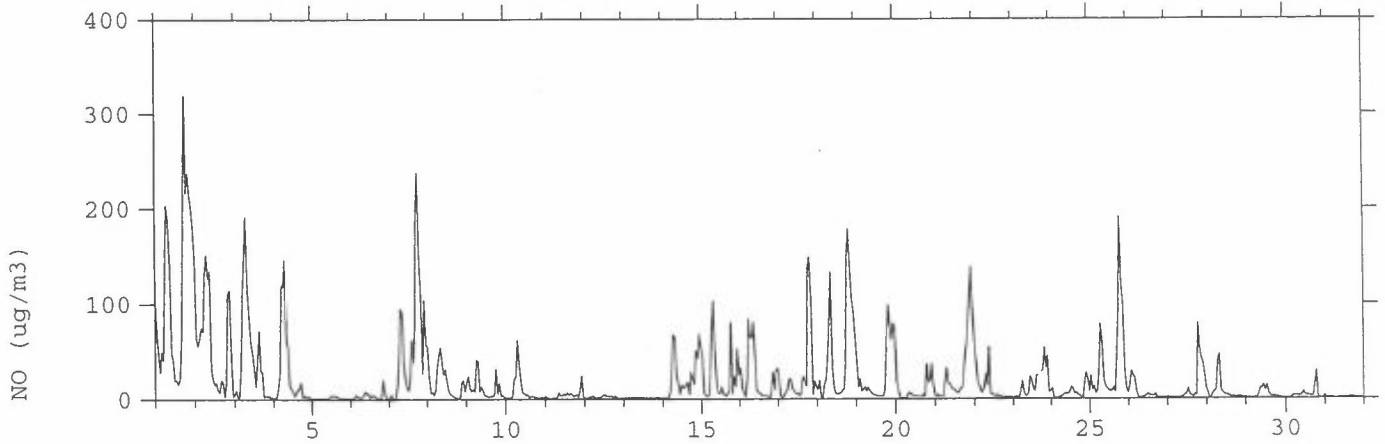
FJELLHALLEN	NO	(nitrogenmonoksid)
	NO _x	(sum nitrogenoksider, regnet som NO ₂)
	NO ₂	(nitrogendioksid)
	SO ₂	(svoveldioksid)
VIKINGSKIPET	NO	(nitrogenmonoksid)
	NO _x	(sum nitrogenoksider, regnet som NO ₂)
	NO ₂	(nitrogendioksid)
KULTURHUSET	NO	(nitrogenmonoksid)
	NO _x	(sum nitrogenoksider, regnet som NO ₂)
	NO ₂	(nitrogendioksid)
	SO ₂	(svoveldioksid)
	O ₃	(ozon)



Stasjon: Fjellhallen

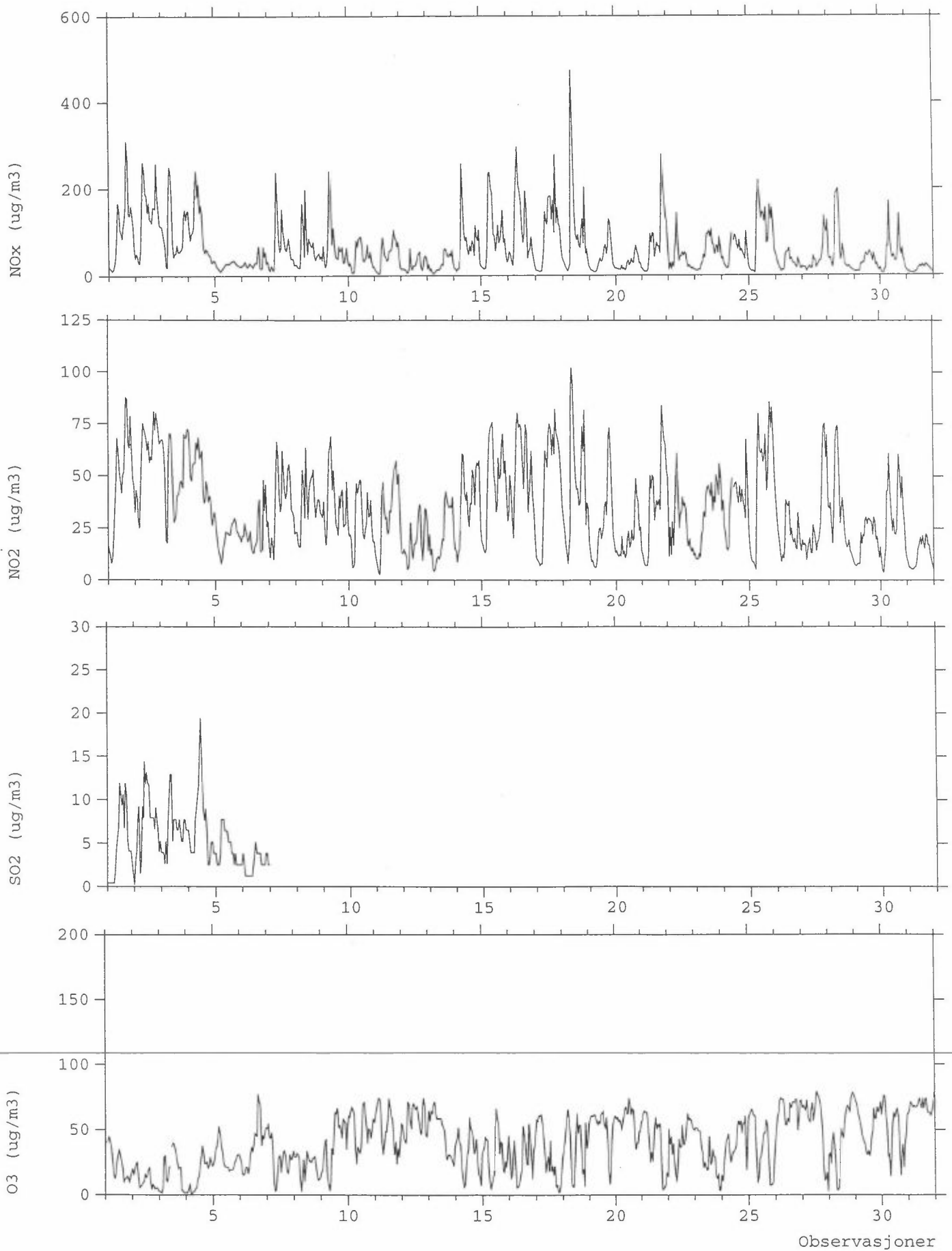
Måned : Mars 1994

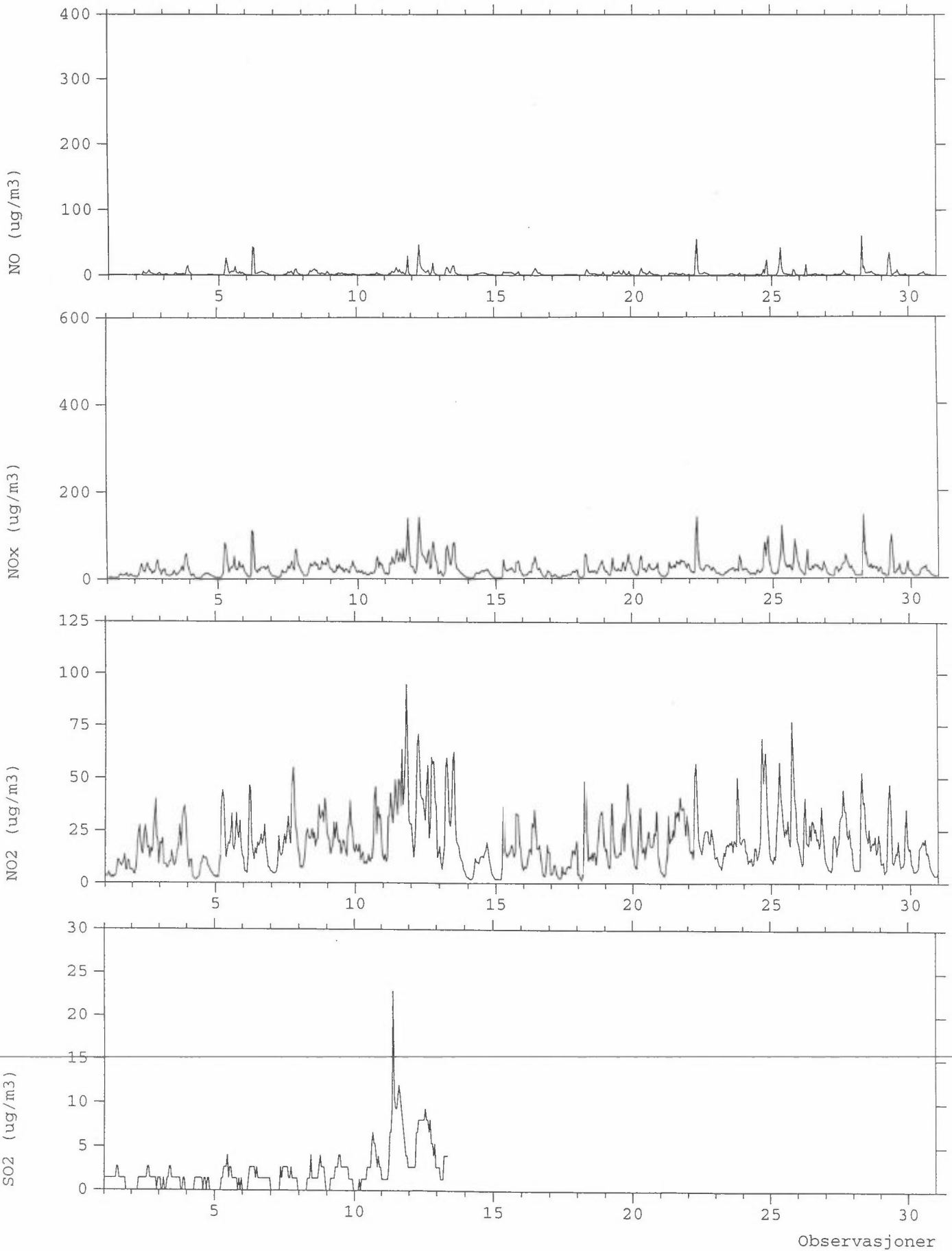




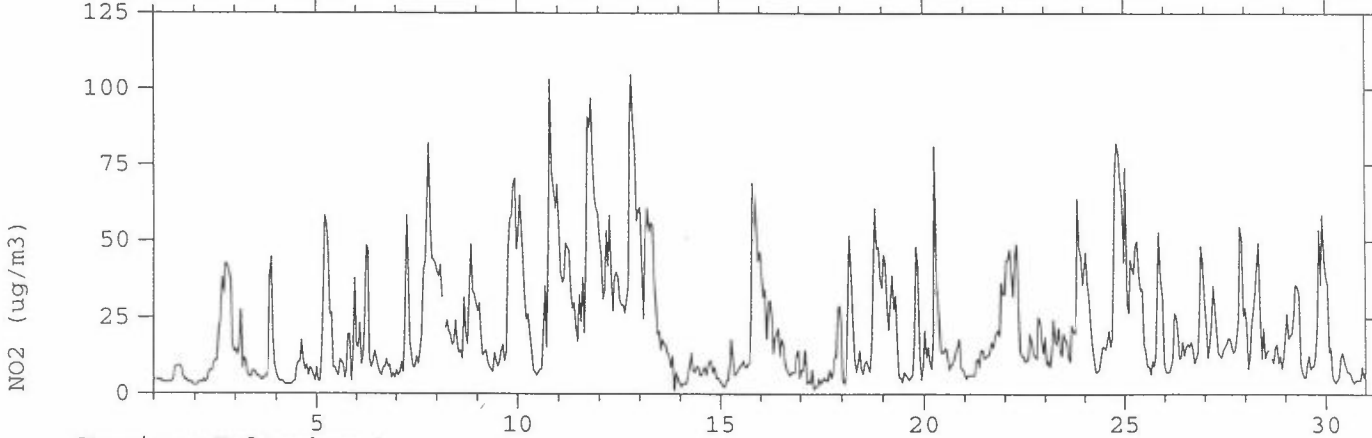
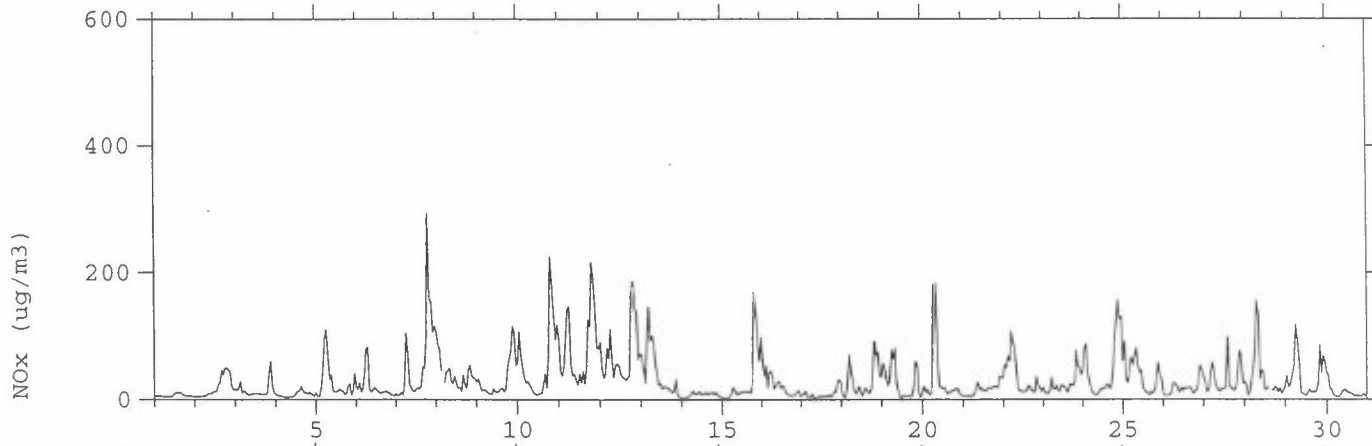
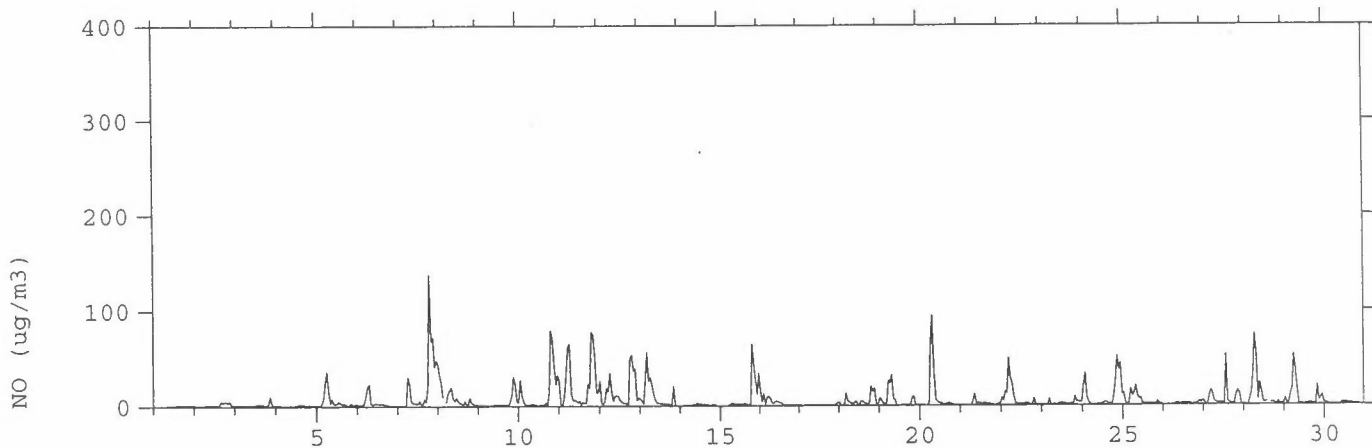
Stasjon: Kulturhuset

Måned : Mars 1994

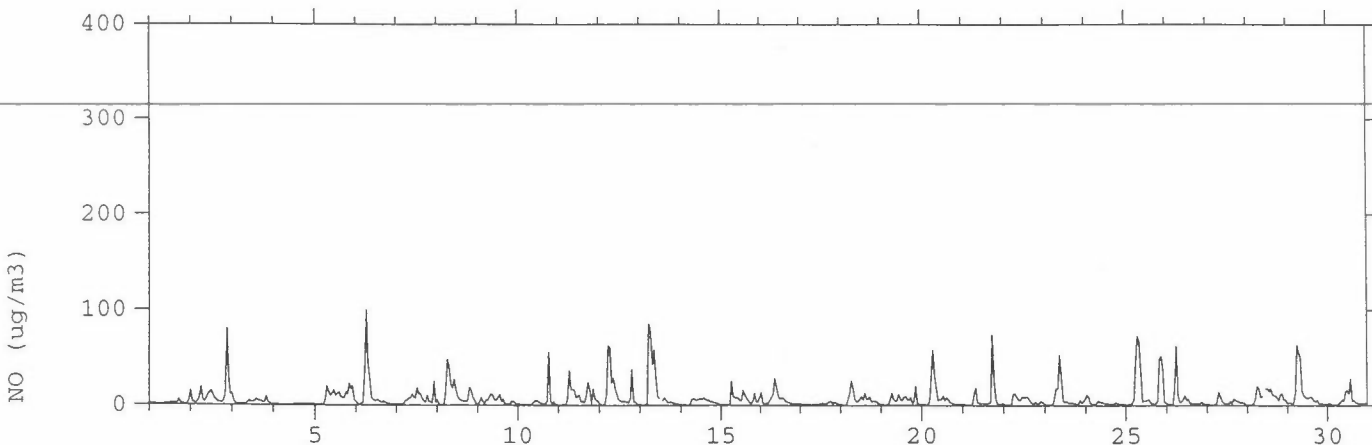




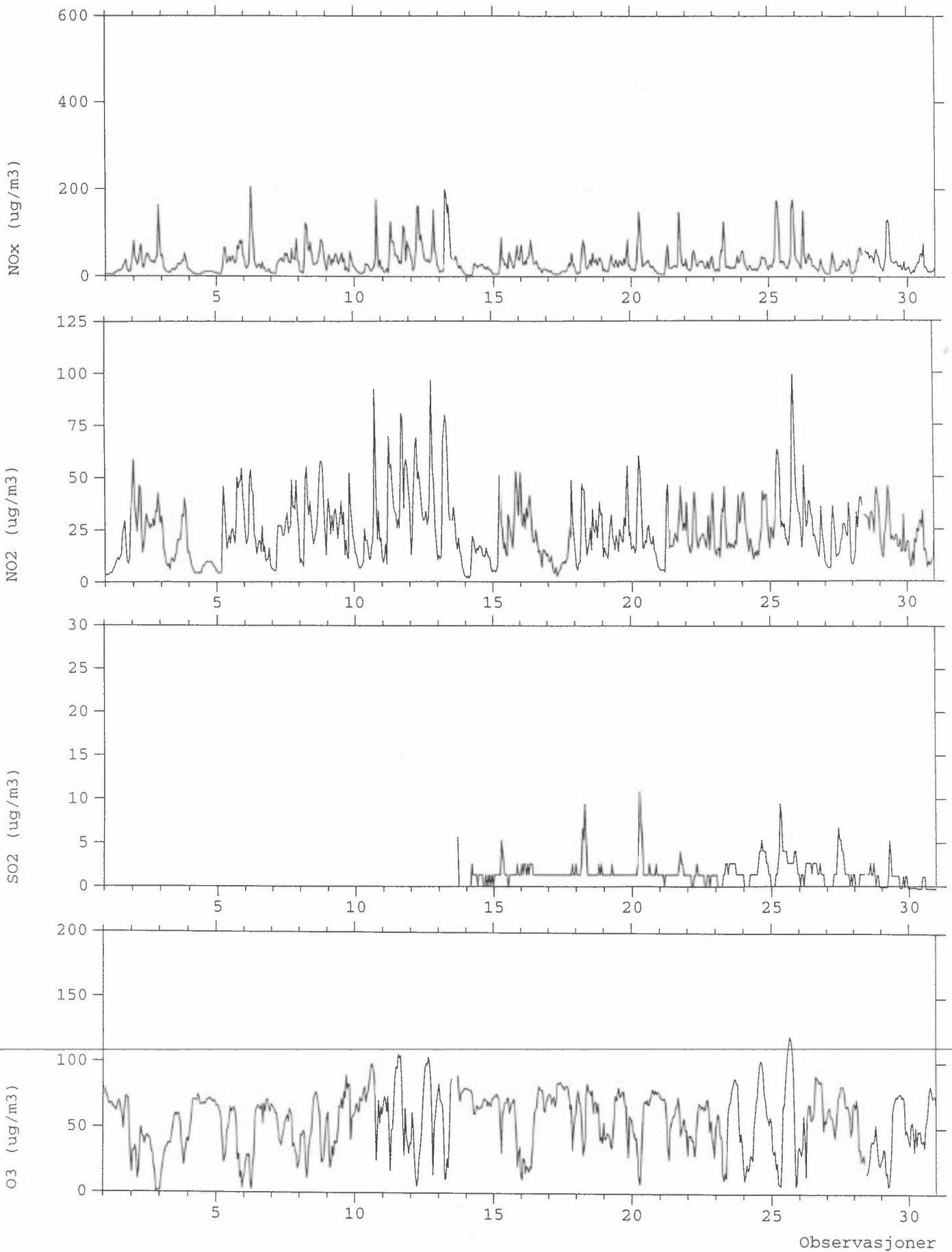
Stasjon: Vikingskipet
Måned : April 1994



Stasjon: Kulturhuset
Måned : April 1994

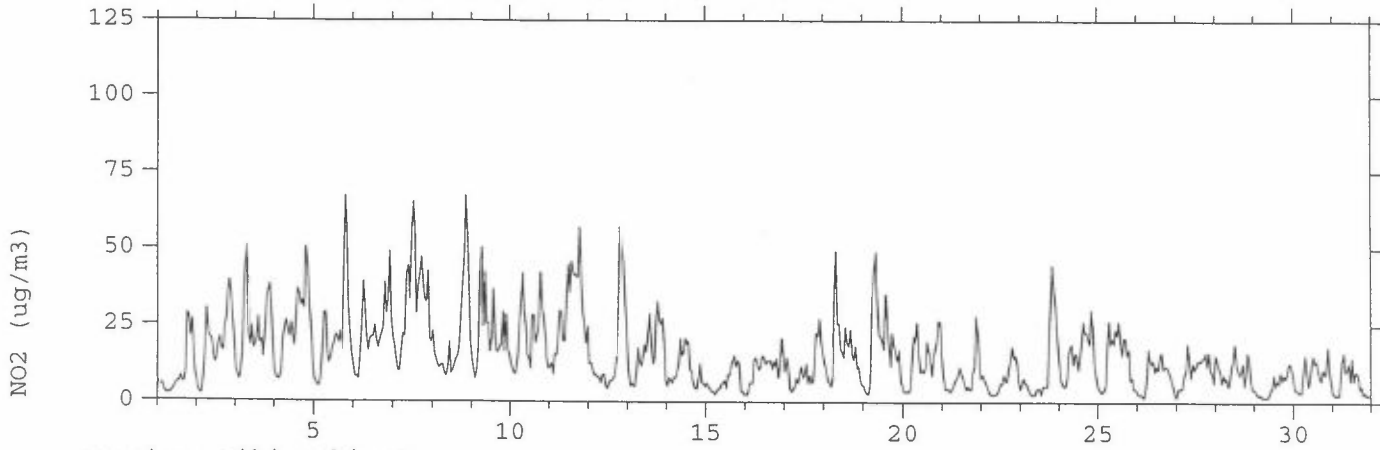
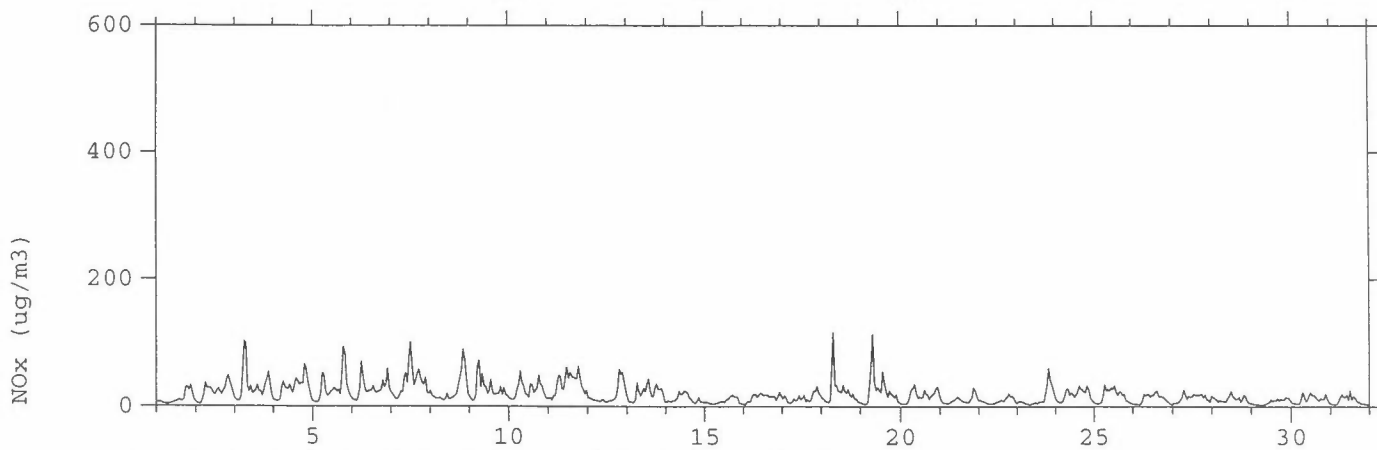
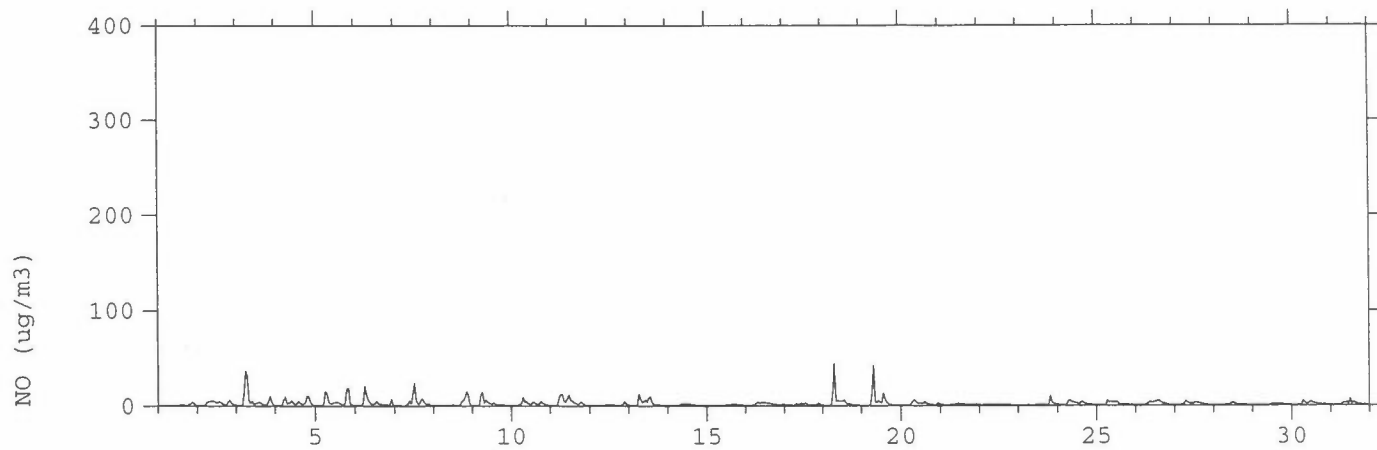


Observasjoner



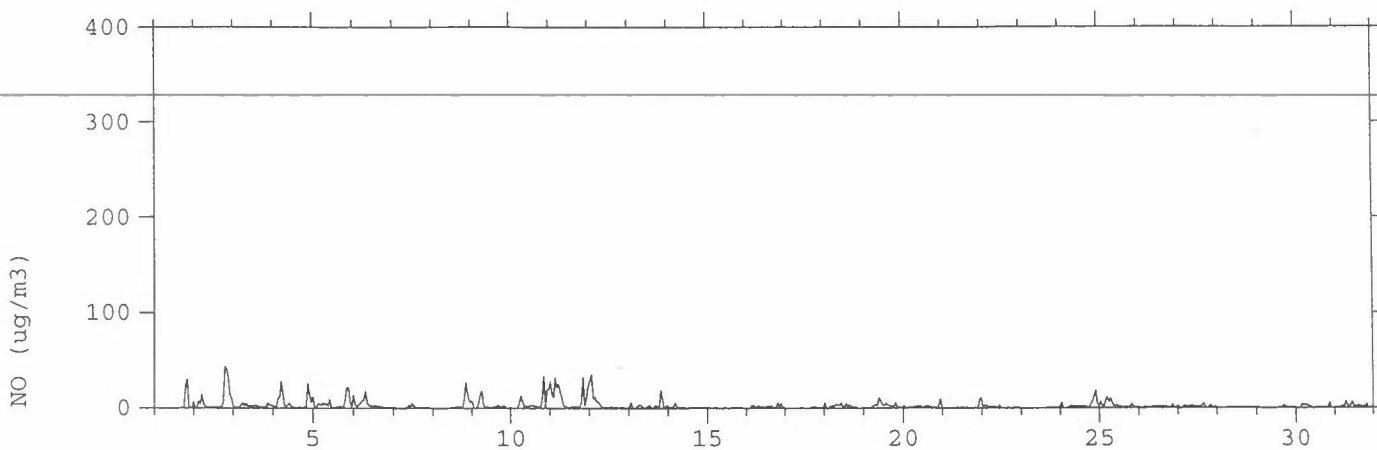
Stasjon: Fjellhallen

Måned : Mai 1994

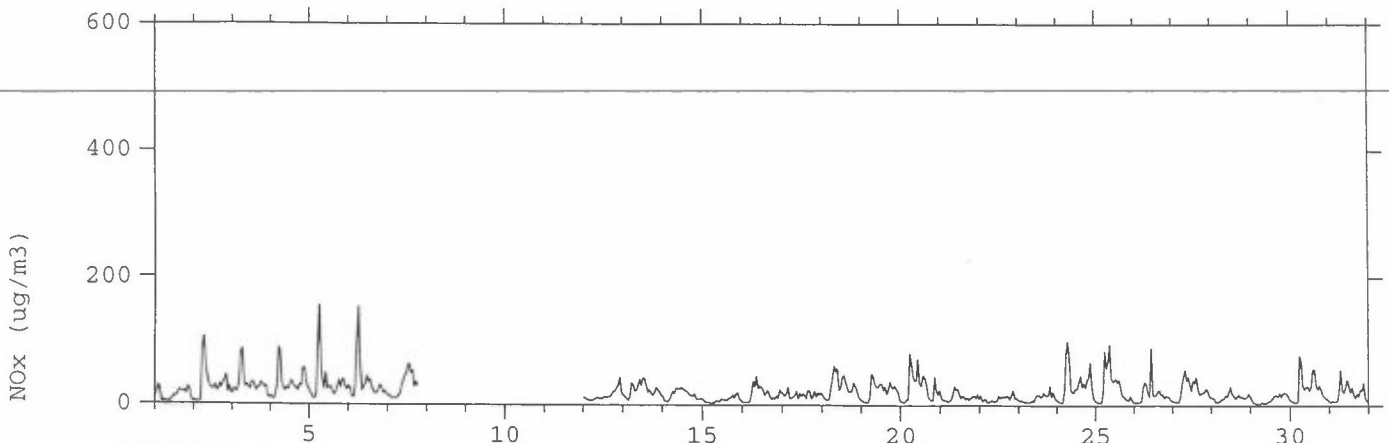
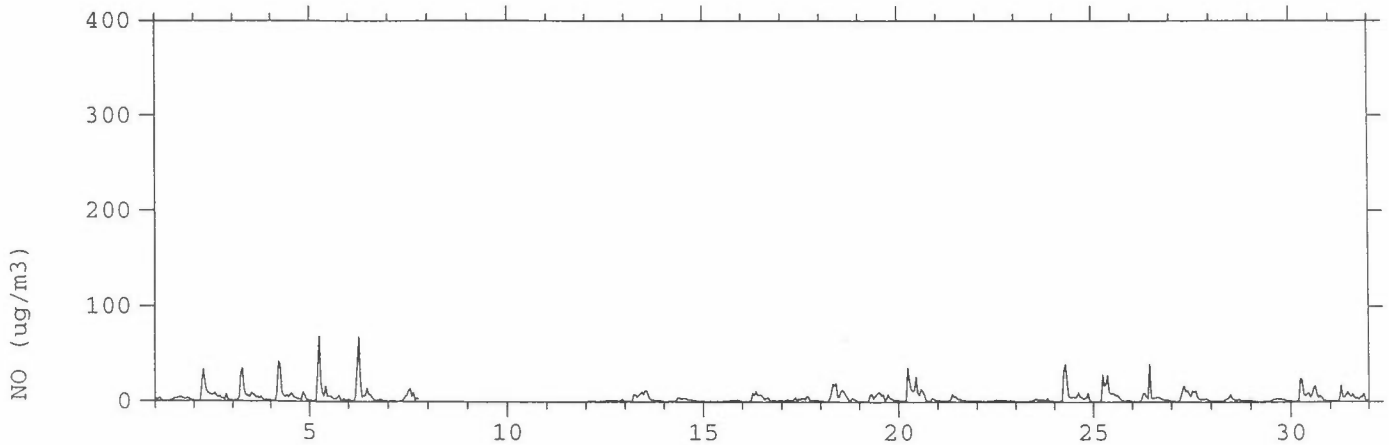
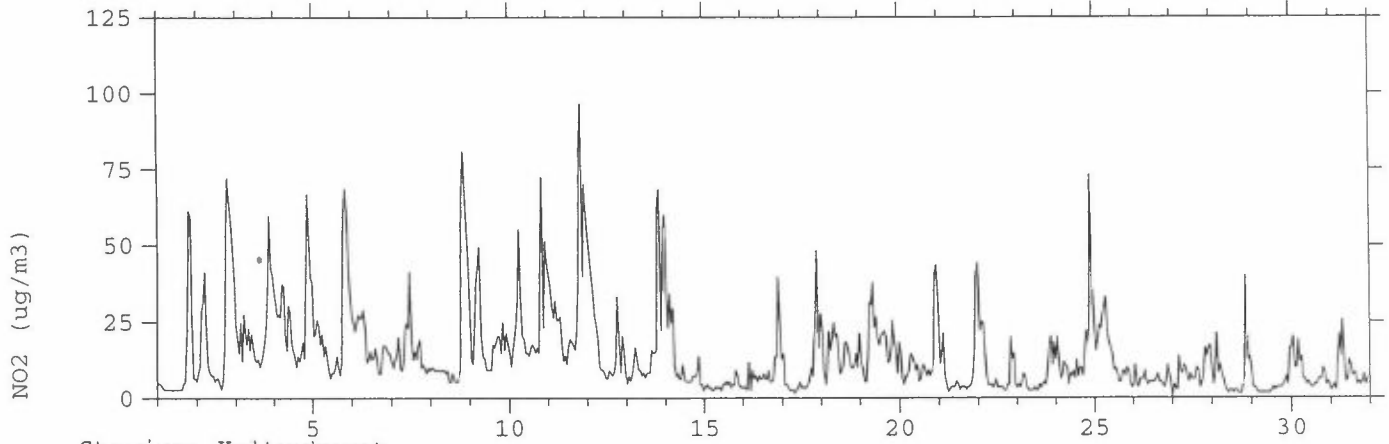
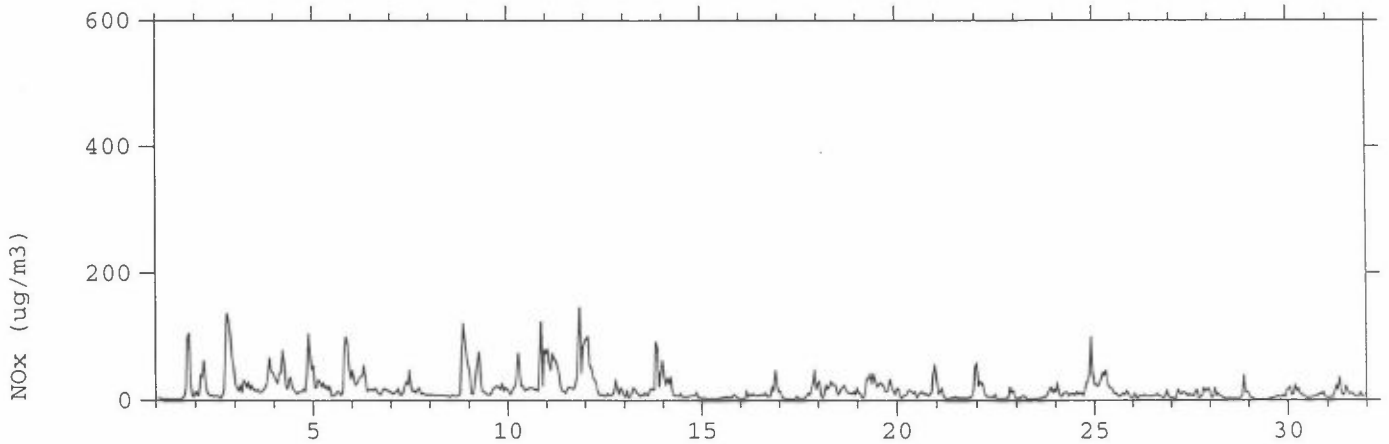


Stasjon: Vikingskipet

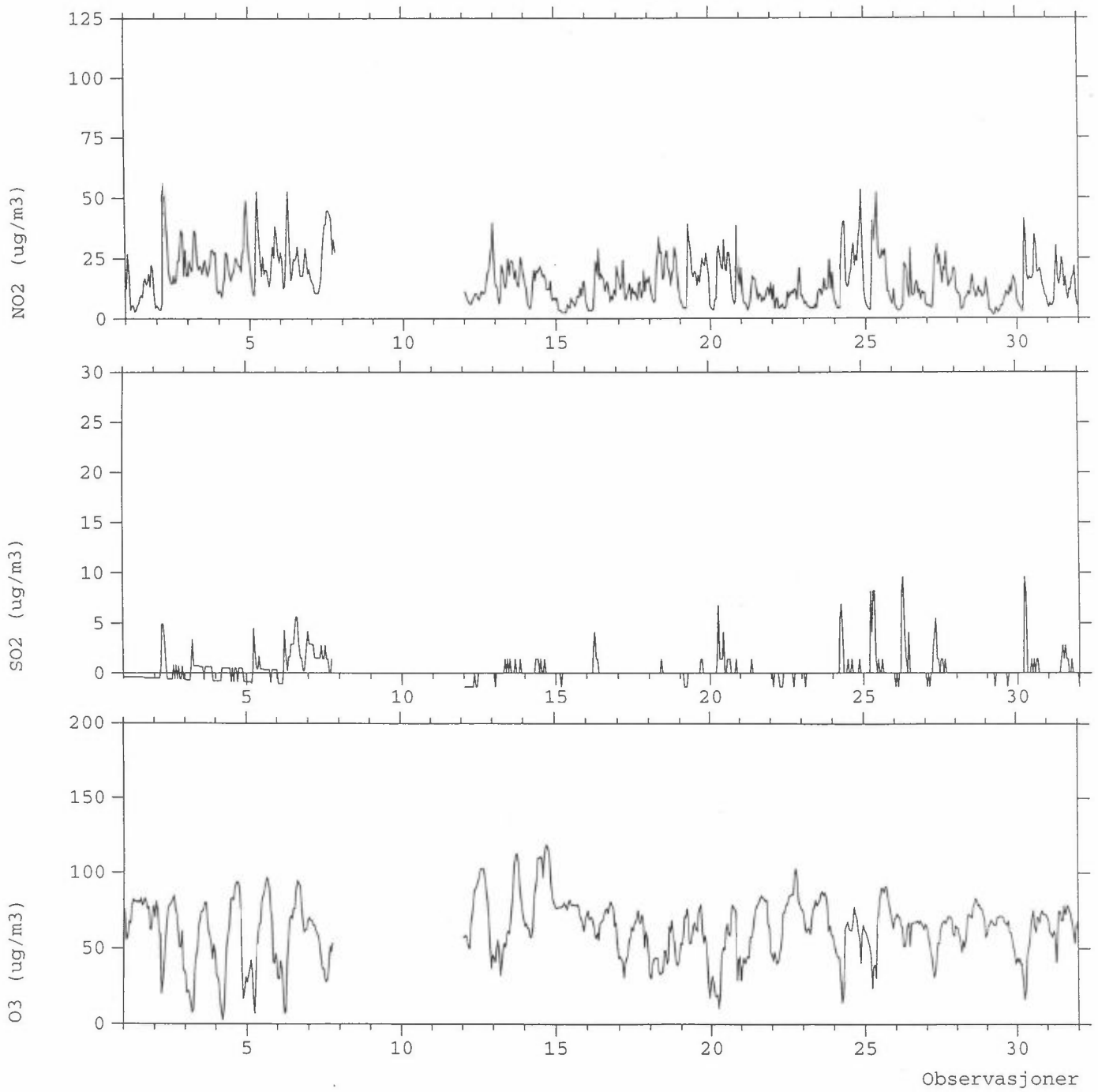
Måned : Mai 1994



Observasjoner

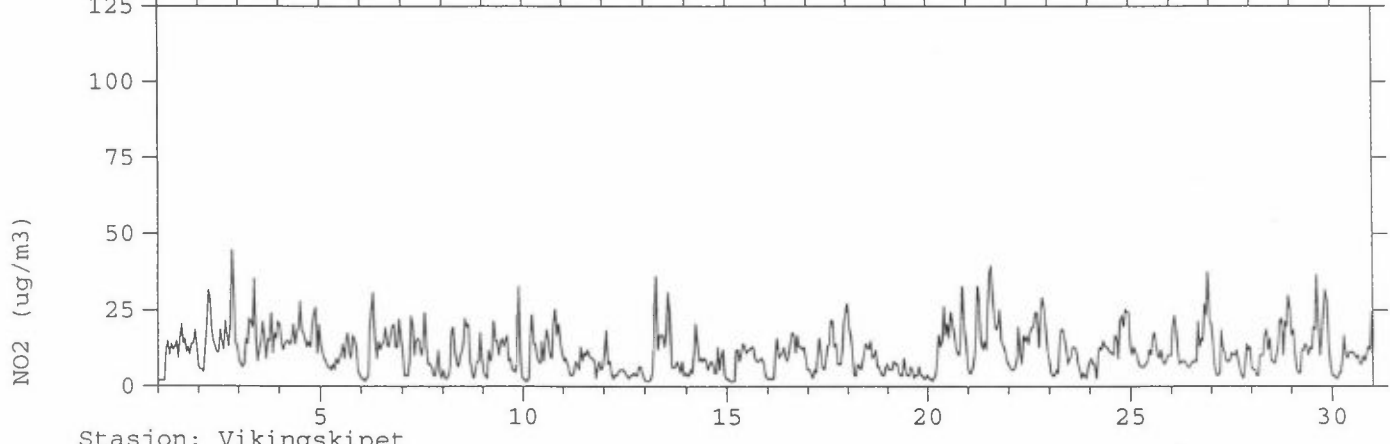
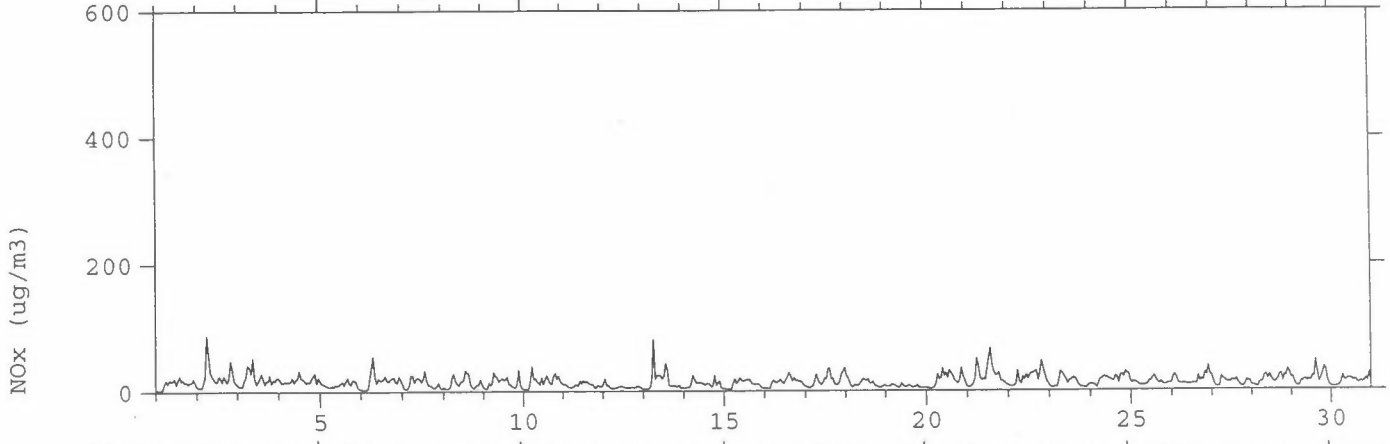
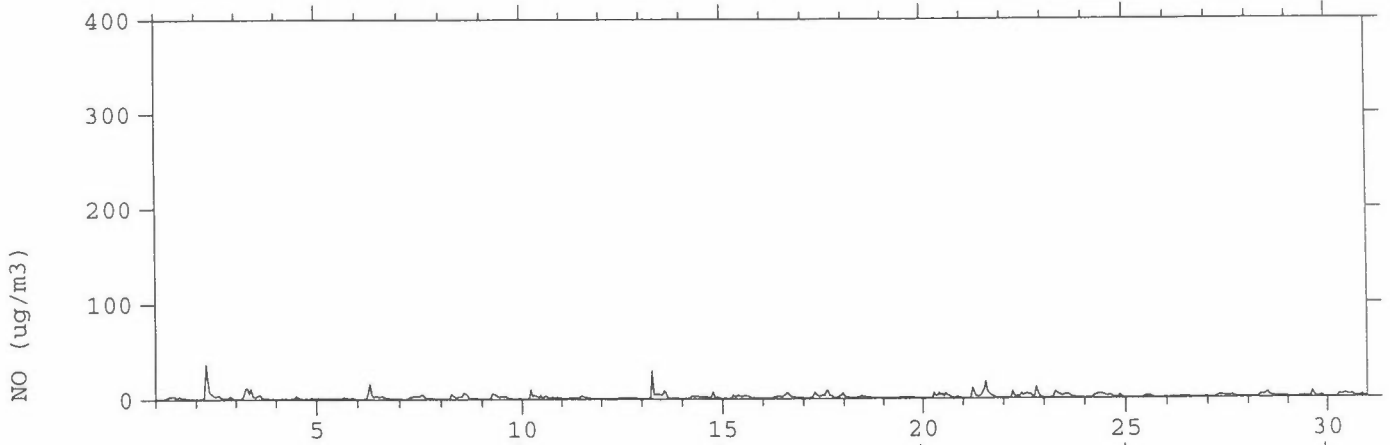


Stasjon: Kulturhuset
Måned : Mai 1994



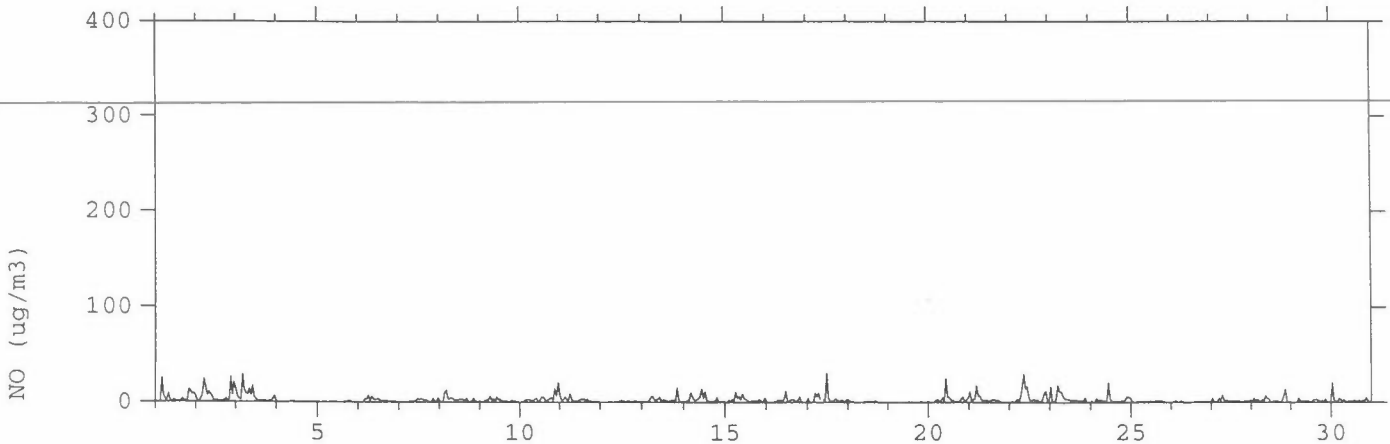
Stasjon: Fjellhallen

Måned : Juni 1994



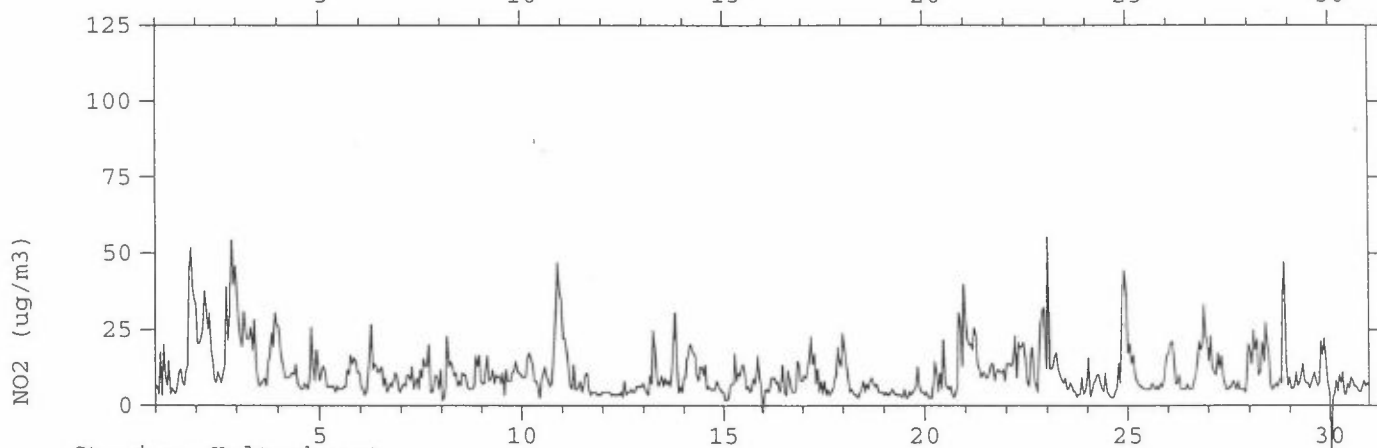
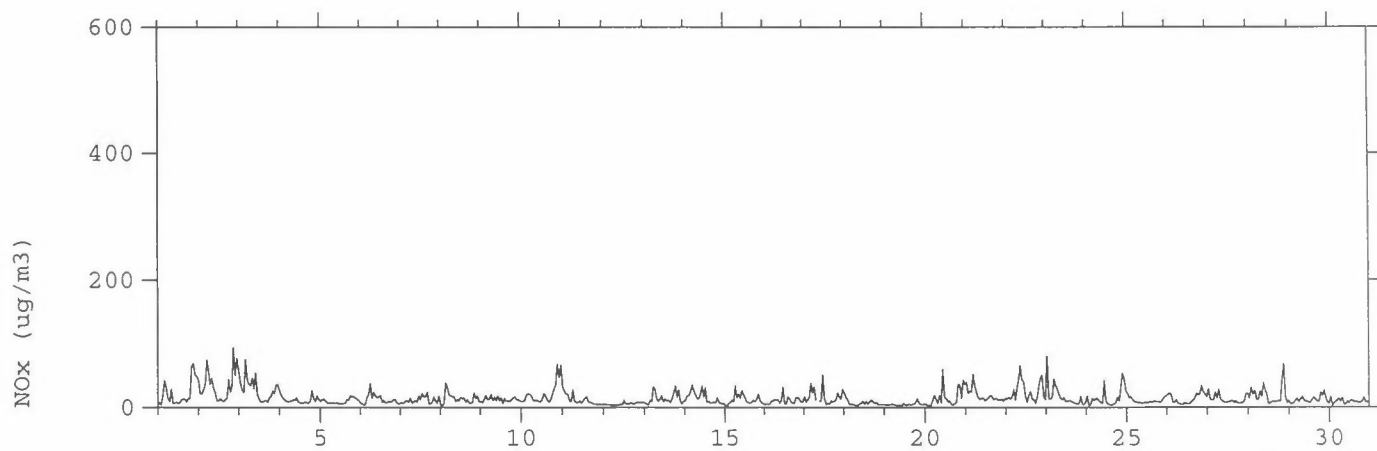
Stasjon: Vikingskipet

Måned : Juni 1994



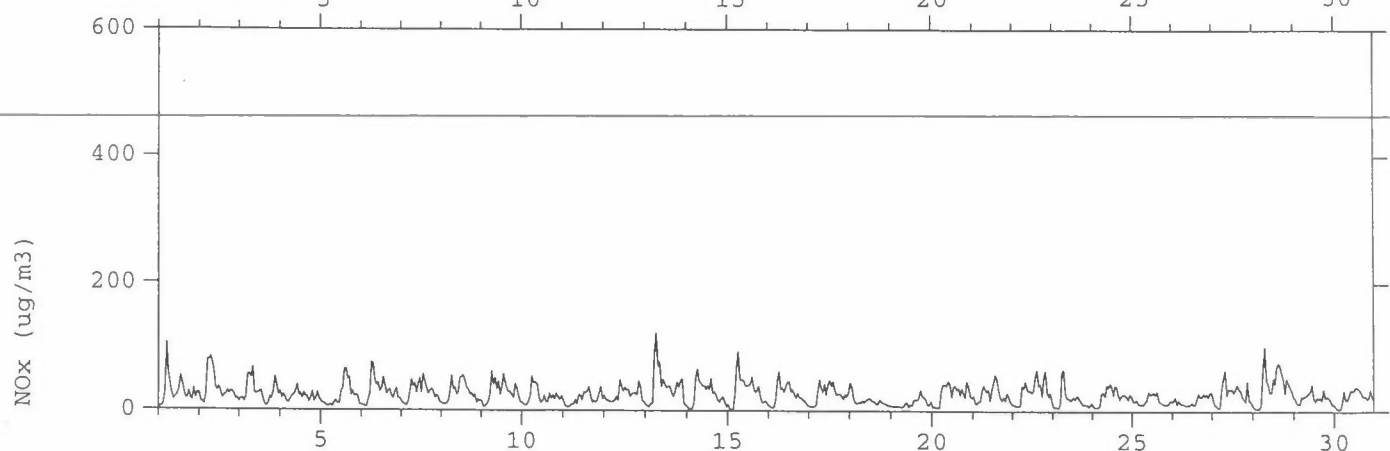
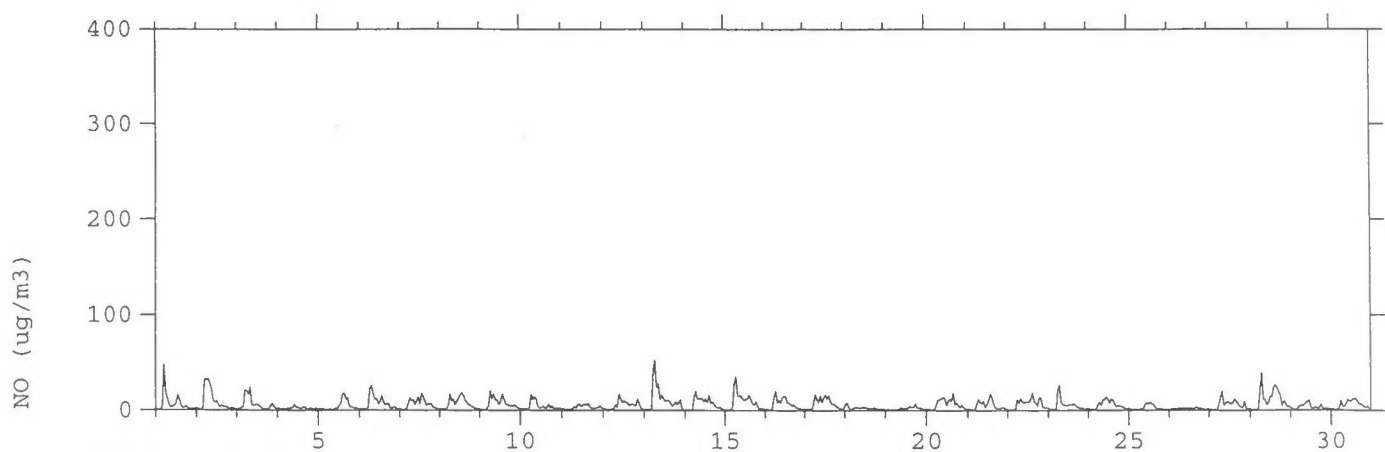
Stasjon: Vikingskipet

Måned : Juni 1994

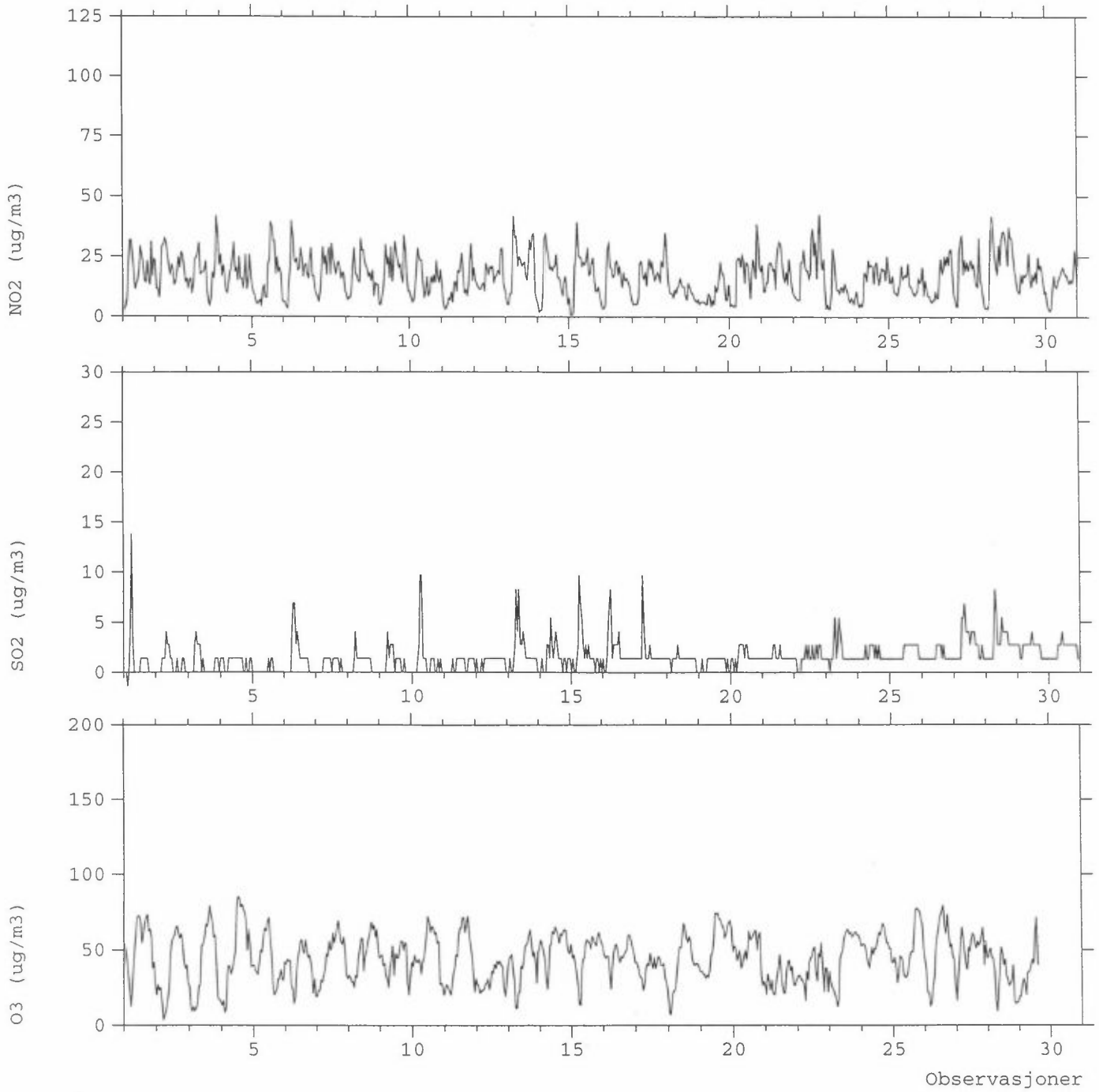


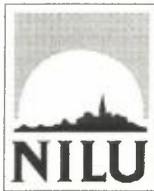
Stasjon: Kulturfuset

Måned : Juni 1994



Observasjoner





Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORT NR. OR 51/94	ISBN-82-425-0603-5	
DATO 2.11.1994	ANSV. SIGN. <i>H. Bøhler</i>	ANT. SIDER 70	PRIS NOK
TITTEL ENSIS - LUFT MÅLEPROGRAM Mars-juni 1994		PROSJEKTLEDER Trond Bøhler	NILU PROSJEKT NR. O-92119MP
		TILGJENGELIGHET * A	OPPDRAGSGIVERS REF. Randi H. Baunan, SFT
FORFATTER(E) Trond Bøhler, Leif Otto Hagen og Mona Johnsrud			
OPPDRAGSGIVER Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep 0032 OSLO			Samferdselsdepartementet Postboks 8010 Dep 0030 OSLO
			Vegdirektoratet Postboks 8142 Dep 0033 OSLO
STIKKORD Luftkvalitet	Overvåking	OL-regionen	
REFERAT ENSIS-LUFT var et delprosjekt som gikk ut på å utvikle og tilpasse et overvåkingssystem for luftkvalitet i OL-regionen. Denne rapporten oppsummerer måleresultater av luftkvalitet og meteorologiske forhold ved tre stasjoner i perioden mars-juni 1994.			
TITLE ENSIS-AIR Measurement programme March-June 1994			
ABSTRACT ENSIS-AIR was a subprogramme under the "Environmental Surveillance and Information System, Lillehammer '94". The purpose of the project was to develop and establish a surveillance system for air quality to be in operation during the 1994 Winter Olympic Games. This report summarizes measurements of air quality and meteorological conditions for the period March-June 1994.			

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