

NILU: OR 48/93

NILU : OR 48/93
REFERANSE : O-92119MP
DATO : NOVEMBER 1993
ISBN : 82-425-0514-4

ENSIS - LUFT MÅLEPROGRAM

Februar-mai 1993

Trond Bøhler, Leif Otto Hagen og
Mona Johnsrud Aarnes



Lillehammer '94

Forord

ENSIS - LUFT går ut på å utvikle og tilpasse et overvåkingssystem for luftkvaliteten i OL-regionen, og er en del av Eureka-prosjektet "Environmental Surveillance and Information System, Lillehammer '94", ENSIS. Norsk institutt for luftforskning (NILU) har fått i oppdrag å etablere og drive et kontinuerlig måleprogram for luftkvalitet og meteorologiske forhold.

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

Denne rapporten er et ledd i NILUs statusrapportering av måleprogrammet og dekker månedene februar-mai 1993, dvs. én vintermåned og hele vårperioden.

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. Luftas stabilitet.....	21
4. Luftkvalitet	22
4.1. Anbefalte luftkvalitetskriterier	22
4.2. Nitrogenoksider (NO, NO ₂)	22
4.3. Ozon (O ₃)	25
4.4. Karbonmonoksid (CO).....	25
4.5. Svevestøv (PM ₁₀).....	26
4.6. 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.....	57

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 går ut på å utvikle og tilpasse et overvåkingssystem for luftkvalitet i OL-regionen.

Det er satt igang målinger av luftkvalitet ved seks stasjoner og av meteorologiske forhold ved tre stasjoner. En del av stasjonene ble satt i drift i februar 1993, og de resterende i april 1993. Denne rapporten gir måleresultatene av luftkvalitet og meteorologiske forhold i perioden februar-mai 1993.

De meteorologiske målingene viste at vindretningsfordelingen i månedene februar-mai 1993 varierte fra sted til sted avhengig av de lokale topografiske forholdene. I Gjøvik blåste det oftest ned langs Hunndalen eller langs Mjøsas strandlinje. I Hamar var det kanalisering langs Åkersvikas utløp i Mjøsa. På Hafjell og i Lillehammer var vinden i hovedsak kanalisert i hoveddalens retning.

Målinger av vertikal temperaturgradient (stabilitet) viste en større forekomst av lett stabil og stabil sjiktning, som ofte medfører dårlige atmosfæriske spredningsforhold, i Lillehammer enn i Hamar og Gjøvik.

Temperaturmålingene viste små forskjeller mellom de tre stasjonene.

Luftkvalitetsmålingene viste de høyeste konsentrasjonene ved de stasjonene som er mest eksponert for lokale utslipp fra biltrafikk. Overskridelser av anbefalte luftkvalitetskriterier ble målt for NO_2 , PM_{10} og O_3 , mens det ikke ble målt overskridelser for CO og SO_2 .

O_3 var den hovedkomponenten som hadde de hyppigste overskridelsene av luftkvalitetskriteriene. O_3 skyldes ikke lokale kilder, derimot langtransporterte luftforurensninger fra kontinentet og Storbritannia. Fotokjemisk aktivitet ved at nitrogenoksider reagerer med hydrokarboner og andre organiske forbindelser under innflytelse av naturlig ultrafiolett stråling, på stor skala, gir O_3 -dannelse.

I Fåberggata ble det i april 1993 målt mange og store overskridelser av det anbefalte luftkvalitetskriteriet for døgnmiddelverdi av PM_{10} . Dette skyldes dels direkte eksosutslipp fra veitrafikken, men i stor grad også oppvirvling av deponert veistøv i løpet av piggdekkseasonen og sannsynligvis også lokal anleggsvirksomhet i nærområdet, særlig på dagtid.

SO_2 -nivået var høyest i Lillehammer, men også der langt under anbefalte luftkvalitetskriterier.

Også CO -nivået var klart under anbefalte luftkvalitetskriterier ved gatestasjonen i Fåberggata.

ENSIS - LUFT MÅLEPROGRAM

Februar-mai 1993

1. Innledning

I planleggingen av De Olympiske Vinterlekene på Lillehammer i 1994 er 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 er et delprosjekt som går 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 som skal markedsføres internasjonalt, bl.a. på Eurekas teknologikonferanse i Lillehammer i juni 1994.

ENSIS-LUFT består 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 februar-mai 1993.

2. Måleprogram

I februar og mars 1993 var det tre målestasjoner for luftkvalitet i drift: Kulturhuset i Lillehammer, Fjellhallen i Gjøvik og Vikingskipet i Hamar. Tilsvarende var det også tre målestasjoner for meteorologiske forhold, Stampesletta i Lillehammer, Gjøvik og Vikingskipet. Målingene ved Hafjell i Øyer ble satt i drift helt i slutten av mars. De resterende tre luftkvalitetsstasjonene, Stampesletta og Fåberggata i Lillehammer, samt Hafjell i Øyer, ble startet i april 1993.

Tabell 1-4 viser måleprogrammet i sin helhet og datadekningen i prosent for de målingene som var i gang hver måned i perioden februar-mai 1993.

Tabell 1: Måleprogram og datadekning i prosent, februar 1993.

Parametre	Gjøvik		Hamar	Lillehammer			Øyer
	Gjøvik	Fjellhallen		Vikingskipet	Stampesletta	Kulturhuset	
Vindstyrke 10 m o.b. (m/s)	100		91	89			Ikke startet
Vindkast (gust) 10 m o.b. (m/s)	98		91	85			Ikke startet
Vindretning 10 m o.b. (dekagrader)	98		91	86			Ikke startet
Temperatur (°C)	100		91	89			Ikke startet
Stabilitet (temp.dif. 10-2 m) (°C)	100		91	12			
Relativ fuktighet (%)	100		91	89			
UV-stråling (W/m ²)	Ikke startet		Ikke startet	Ikke startet			
NO (µg/m ³)		94	94	Ikke startet	93		Ikke startet
NO _x (µg/m ³)		94	94	Ikke startet	93		Ikke startet
NO ₂ (µg/m ³)		94	94	Ikke startet	93		Ikke startet
O ₃ (µg/m ³)				Ikke startet	100		
SO ₂ (µg/m ³)		99	99		99		
CO (mg/m ³)							
Svevestøv (µg/m ³)							

Tabell 2: Måleprogram og datadekning i prosent, mars 1993.

Parametre	Gjøvik		Hamar	Lillehammer			Øyer
	Gjøvik	Fjellhallen		Stampesletta	Kulturhuset	Fåberggata	
Vindstyrke 10 m o.b. (m/s)	100		100			5	
Vindkast (gust) 10 m o.b. (m/s)	100		100			5	
Vindretning 10 m o.b. (dekagrader)	100		100			5	
Temperatur (°C)	100		100			Ikke startet	
Stabilitet (temp.diff. 10-2 m) (°C)	100		100				
Relativ fuktighet (%)	100		100				
UV-stråling (W/m ²)	Ikke startet		Ikke startet				
NO (µg/m ³)		99	99	Ikke startet		Ikke startet	
NO _x (µg/m ³)		99	99	Ikke startet		Ikke startet	
NO ₂ (µg/m ³)		99	99	Ikke startet		Ikke startet	
O ₃ (µg/m ³)				Ikke startet			
SO ₂ (µg/m ³)							
CO (mg/m ³)							
Svevestøv (µg/m ³)		99	99		32		
						Ikke startet	
						Ikke startet	

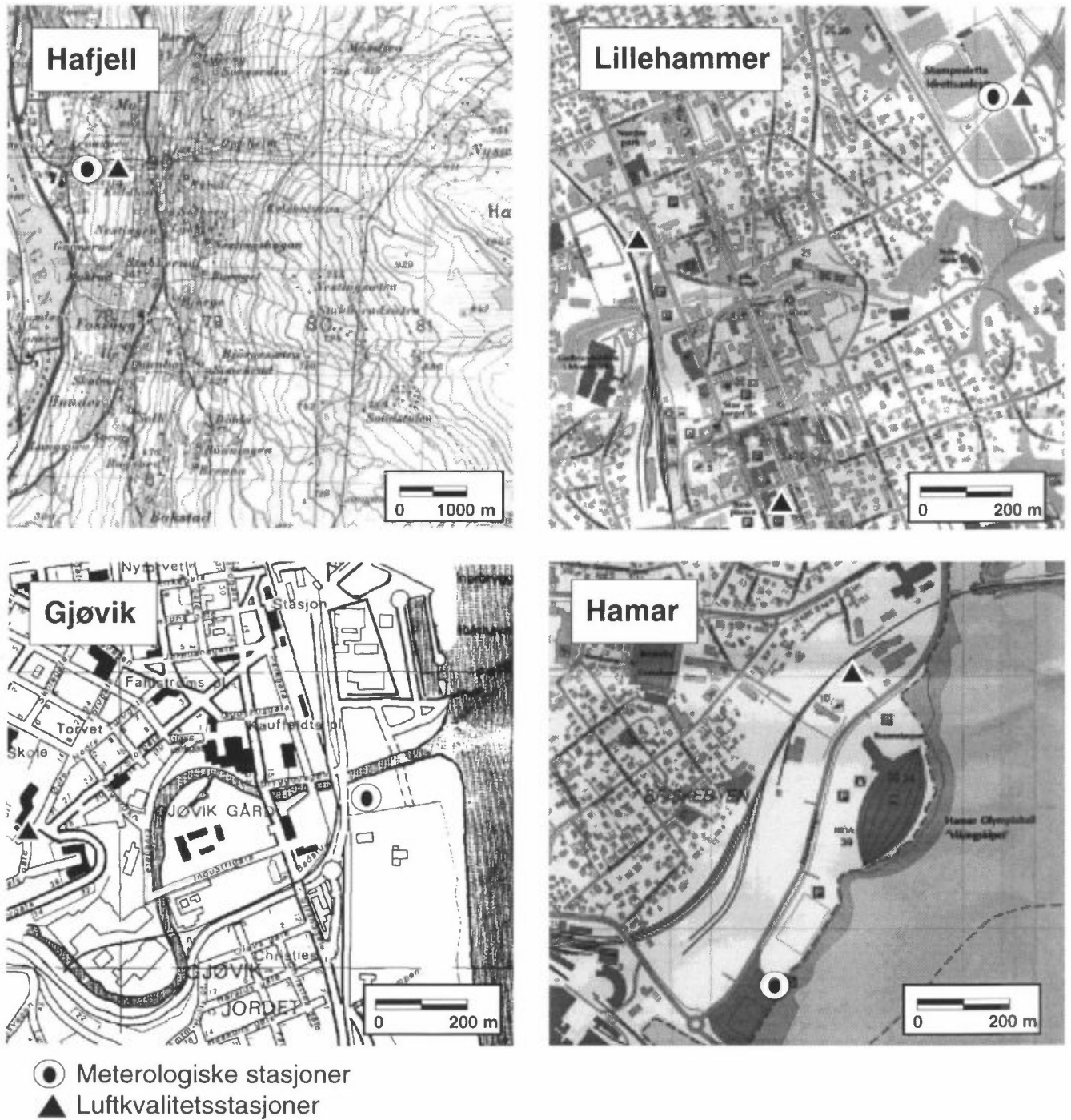
Tabell 3: Måleprogram og datadekning i prosent, april 1993.

Parametre	Gjøvik		Hamar	Lillehammer			Øyer
	Gjøvik	Fjellhallen		Stampesletta	Kulturhuset	Fåberggata	
Vindstyrke 10 m o.b. (m/s)	100		100			100	Hafjell
Vindkast (gust) 10 m o.b. (m/s)	100		100			99	
Vindretning 10 m o.b. (dekagrader)	100		100			100	
Temperatur (°C)	100		100			Ikke startet	
Stabilitet (temp.diff. 10-2 m) (°C)	100		100				
Relativ fuktighet (%)	100		100				
UV-stråling (W/m ²)	Ikke startet		Ikke startet				
NO (µg/m ³)		99	99		99	84	85
NO _x (µg/m ³)		99	99		99	84	85
NO ₂ (µg/m ³)		99	99		99	84	85
O ₃ (µg/m ³)					100		
SO ₂ (µg/m ³)					50		
CO (mg/m ³)		99	99			84	
Svevestøv (µg/m ³)						95	

Tabell 4: Måleprogram og datadekning i prosent, mai 1993.

Parametre	Gjøvik		Hamar	Lillehammer			Øyer
	Gjøvik	Fjellhallen		Stampesletta	Kulturhuset	Fåberggata	
Vindstyrke 10 m o.b. (m/s)	100		97			100	100
Vindkast (gust) 10 m o.b. (m/s)	100		97			99	100
Vindretning 10 m o.b. (dekagrader)	100		97			100	100
Temperatur (°C)	100		97			100	Ikke startet
Stabilitet (temp.diff. 10-2 m) (°C)	100		97			100	
Relativ fuktighet (%)	100		97			100	
UV-stråling (W/m ²)	Ikke startet		Ikke startet			Ikke startet	
NO (µg/m ³)		99	99		99	99	99
NO _x (µg/m ³)		99	99		99	99	99
NO ₂ (µg/m ³)		99	99		99	99	99
O ₃ (µg/m ³)							
SO ₂ (µg/m ³)						100	
CO (mg/m ³)		99	99		99	99	
Svevestøv (µg/m ³)							
						99	
						100	

Plasseringen av målestasjonene er vist i figur 1.



Figur 1: Lokalisering av målestasjonene i ENSIS-måleprogram.

3. Meteorologiske forhold

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

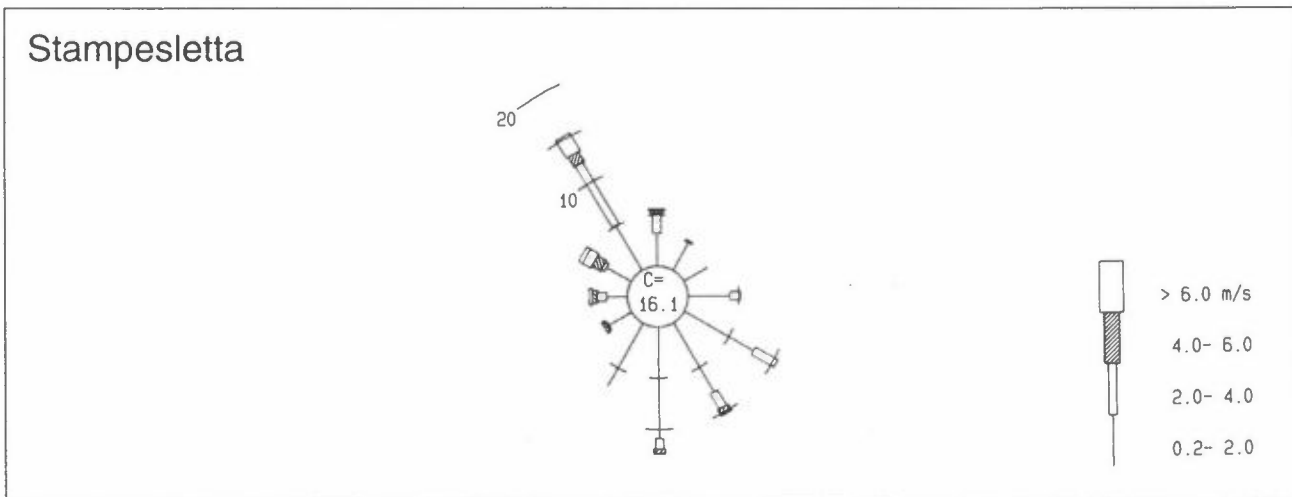
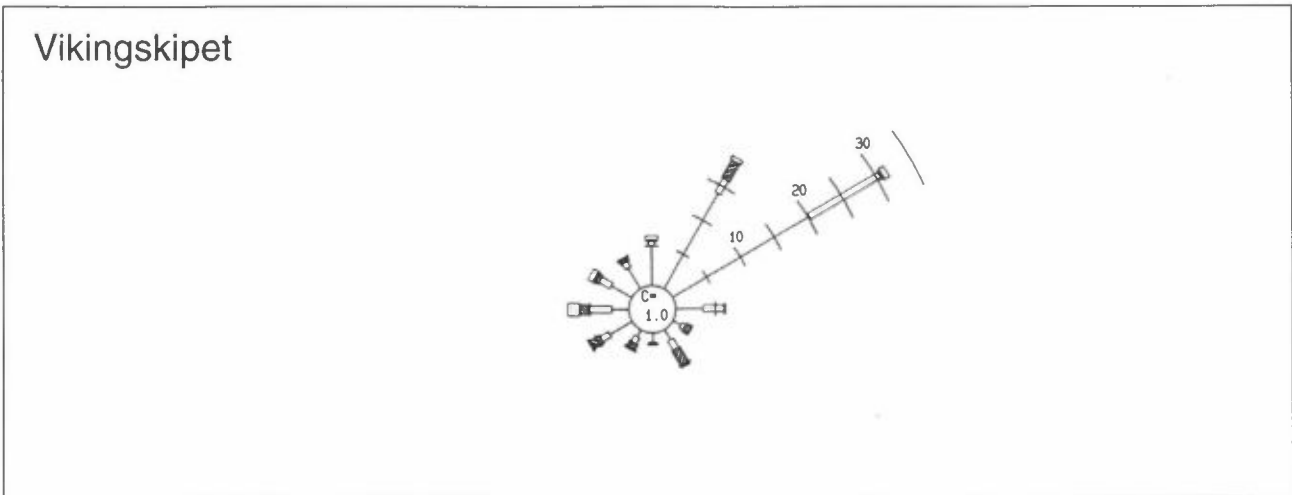
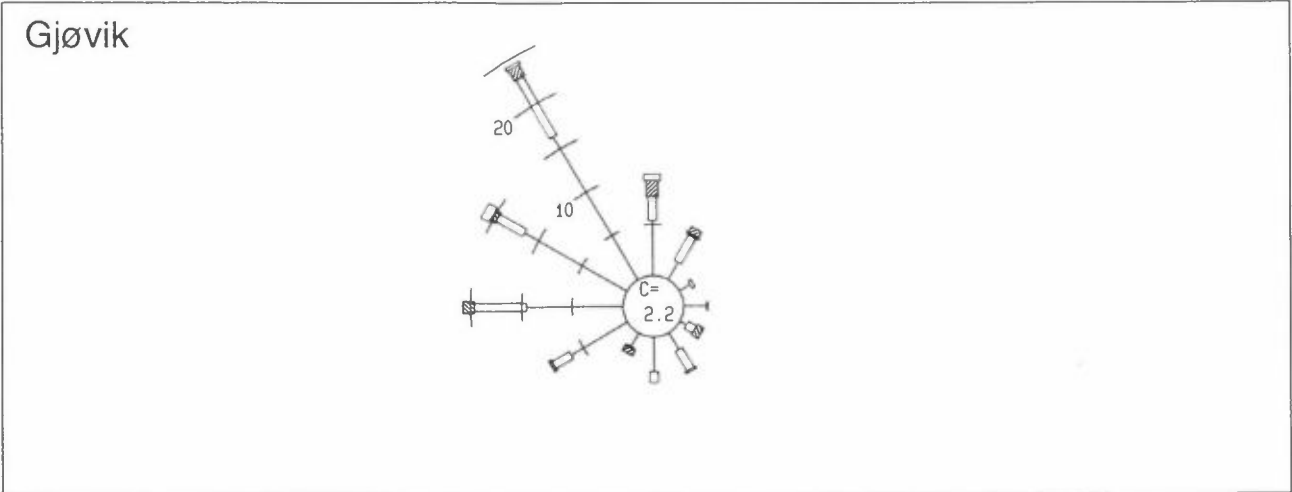
3.1. Vindretning

Figur 2-5 viser vindroser for hver måned fra målestasjonene i Gjøvik, Hamar (Vikingskipet), Lillehammer (Stampesletta) og Øyer (Hafjell). Siden målingene ved Hafjell startet først i slutten av mars, er vindroser for denne stasjonen bare vist for april og mai. 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 0,3 m/s, eller vindstille.

Vindrosene fra Gjøvik viste at det i februar, mars og april 1993 oftest blåste fra vestlig og nordvestlig kant, dvs. ned langs Hunndalen. I mai var det høyest frekvens av vind fra sør-sørøst og nord, dvs. langs Mjøsas strandlinje.

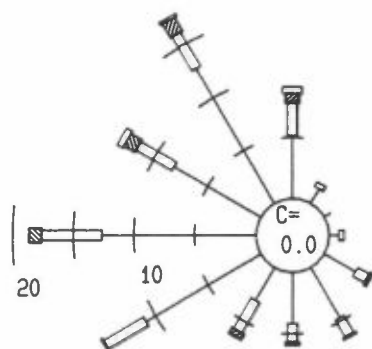
Ved Vikingskipet blåste det oftest fra nordøstlige og sørvestlige retninger, som viser at det er en kanalisering langs utløpet av Åkersvika.

I Lillehammer var hovedvindretningene ned langs dalen, og i april og mai også opp fra Mjøsa på grunn av sterkere soloppvarming utover våren. Ved Hafjell var hovedvindretningene i hovedsak langs dalaksen.

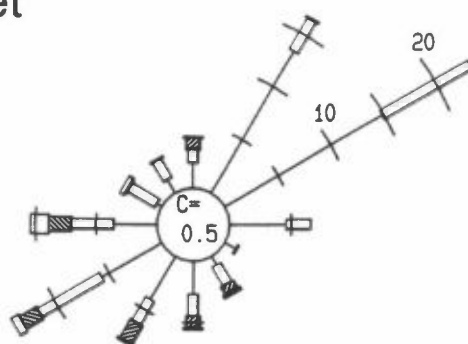


Figur 2: Vindroser for februar 1993 fra Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta.

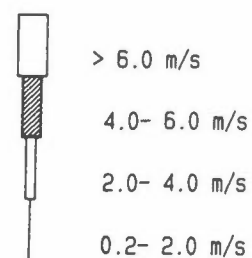
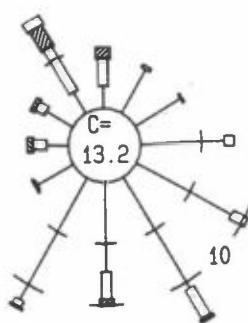
Gjøvik



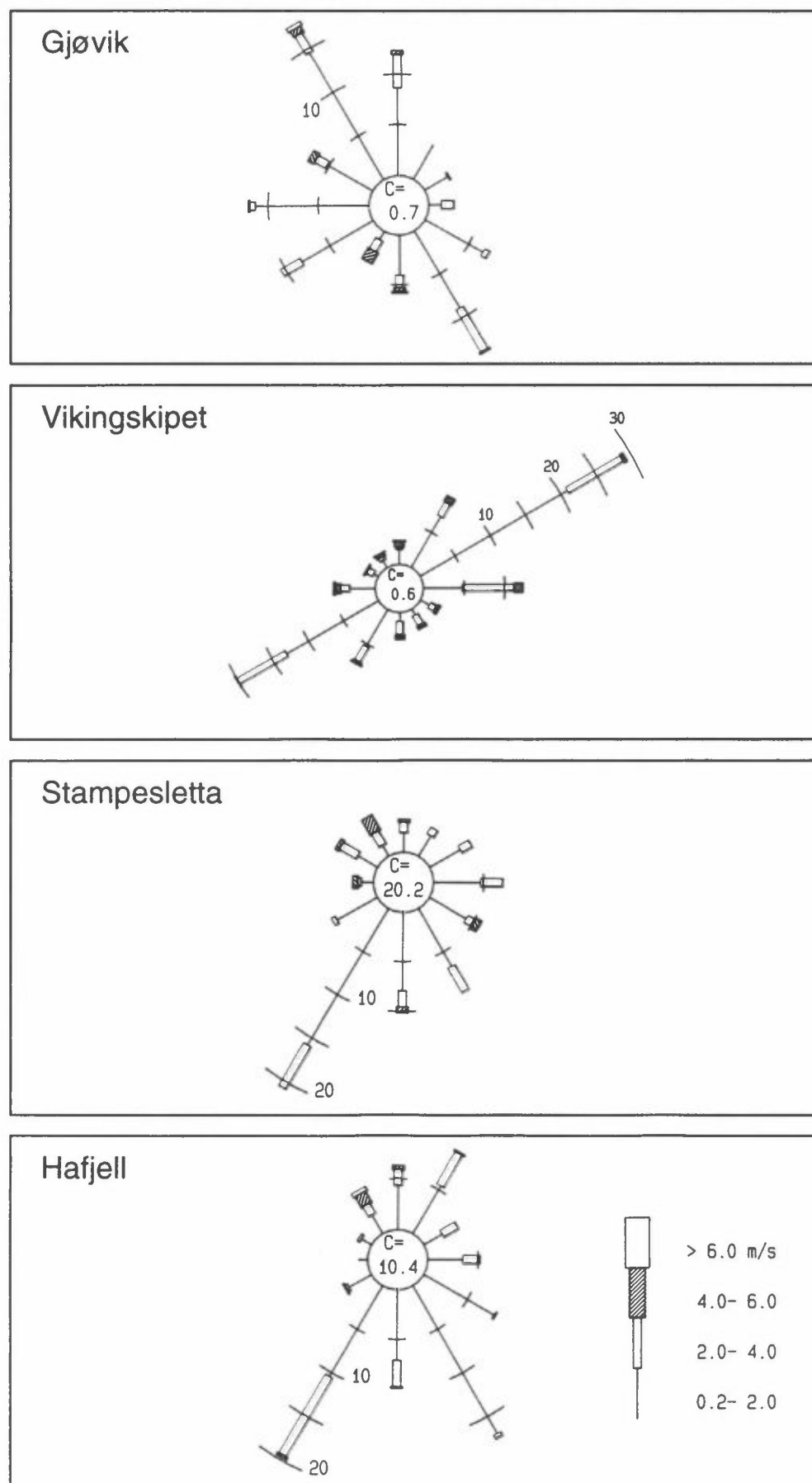
Vikingskipet



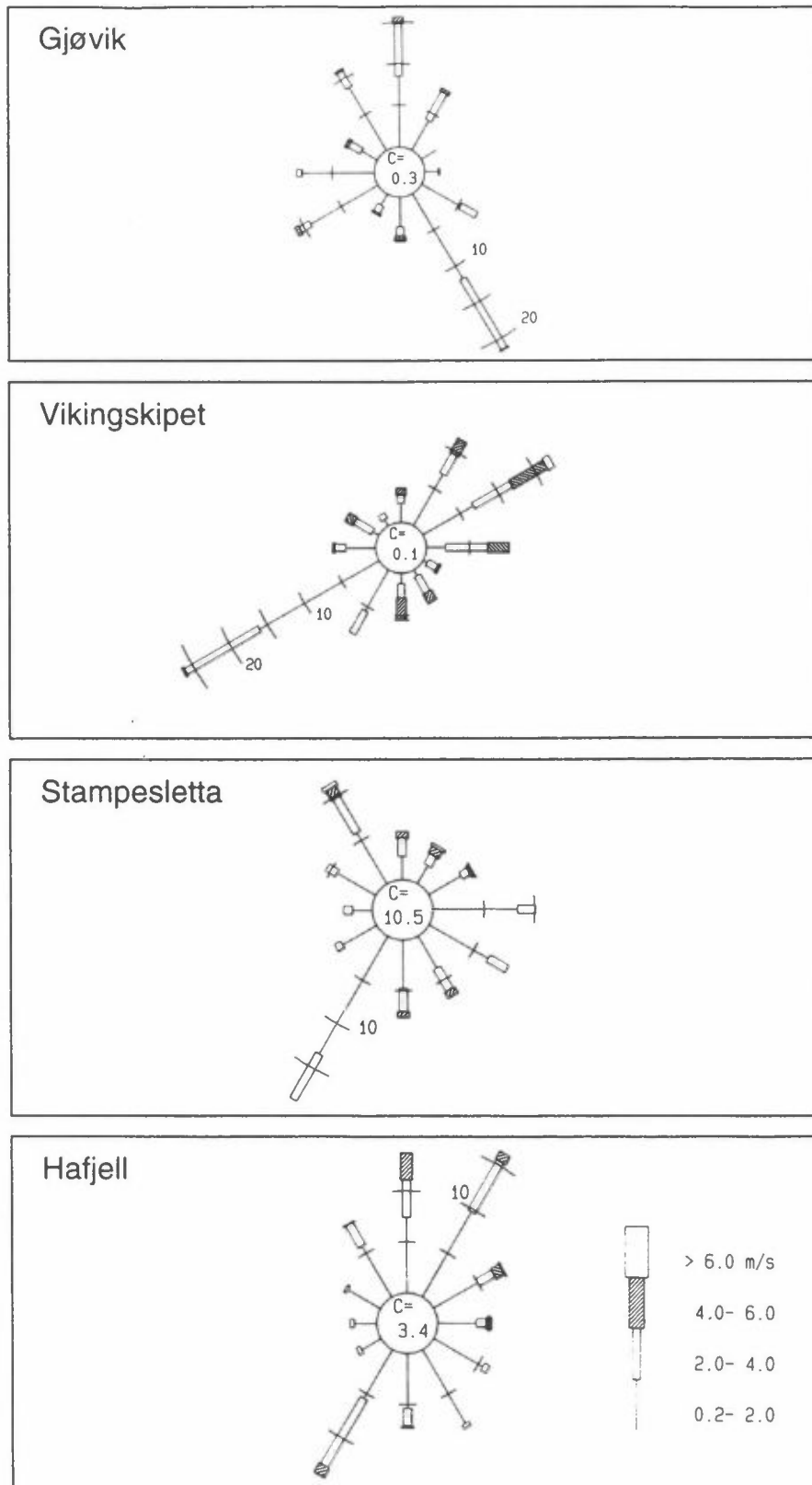
Stampesletta



Figur 3: Vindroser for mars 1993 fra Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta.



Figur 4: Vindroser for april 1993 fra Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta.



Figur 5: Vindroser for mai 1993 fra Gjøvik, Vikingskipet, Stampesletta og Hafjell.

3.2. Vindstyrke

Tabell 5 gir middelvindstyrke, høyeste timemidlete vindstyrke og kraftigste vindkast ved hver målestasjon for hver måned i perioden februar-mai 1993.

Tabell 5: Statistikk over vindstyrker ved Gjøvik, Vikingskipet, Stampesletta og Hafjell for hver måned i perioden februar-mai 1993.

Stasjon	Andel vindstille (%)	Midlere vindstyrke (m/s)	Maks. timemiddel (m/s)	Tid for maks.	Maks. gust (m/s)	Tid for maks. gust
Februar 1992						
Gjøvik	2,2	1,9	7,7	19 kl 15	18,5	4 kl 03
Vikingskipet	1,0	2,3	13,1	4 kl 07	23,9	4 kl 07
Stampesletta	16,1	1,4	10,1	19 kl 15	23,0	3 kl 24
Mars 1993						
Gjøvik	0,0	1,8	6,8	05 kl 16	16,7	5 kl 16
Vikingskipet	0,5	2,2	8,6	17 kl 10 ¹	17,0	19 kl 15
Stampesletta	13,2	1,3	8,0	17 kl 20	16,7	18 kl 15
April 1993						
Gjøvik	0,7	1,6	6,3	16 kl 14 ²	14,6	18 kl 22
Vikingskipet	0,6	2,0	7,1	17 kl 14	15,8	17 kl 14
Stampesletta	20,2	1,3	5,8	19 kl 16	15,2	19 kl 17
Hafjell	10,4	1,4	6,2	19 kl 13 ³	13,7	19 kl 14
Mai 1993						
Gjøvik	0,3	1,8	5,4	4 kl 08	12,5	4 kl 12
Vikingskipet	0,1	2,4	8,7	27 kl 23	12,5	27 kl 22 ⁴
Stampesletta	10,5	1,5	7,2	24 kl 22	19,1	4 kl 07
Hafjell	3,4	1,7	6,1	24 kl 22	14,3	12 kl 20 ⁵

1 Samme verdi også 19.3. kl 16.

2 Samme verdi også 19.4. kl 16.

3 Forekommer også kl 14 samme dag.

4 Samme verdi også kl 23 samme dag.

5 Samme verdi også 23.5. kl 14.

Stampesletta hadde lavest og Vikingskipet høyest midlere vindstyrke i alle fire månedene. Forskjellen mellom Stampesletta, Hafjell og Gjøvik var imidlertid ikke så stor. Andelen med vindstille var også størst på Stampesletta. Høyeste timemidlete vindstyrke i perioden ble målt ved Vikingskipet 4.2. kl 07 til 13,1 m/s. Det sterkeste vindkastet ble også målt ved Vikingskipet på samme tidspunkt til 23,9 m/s.

3.3. Temperatur

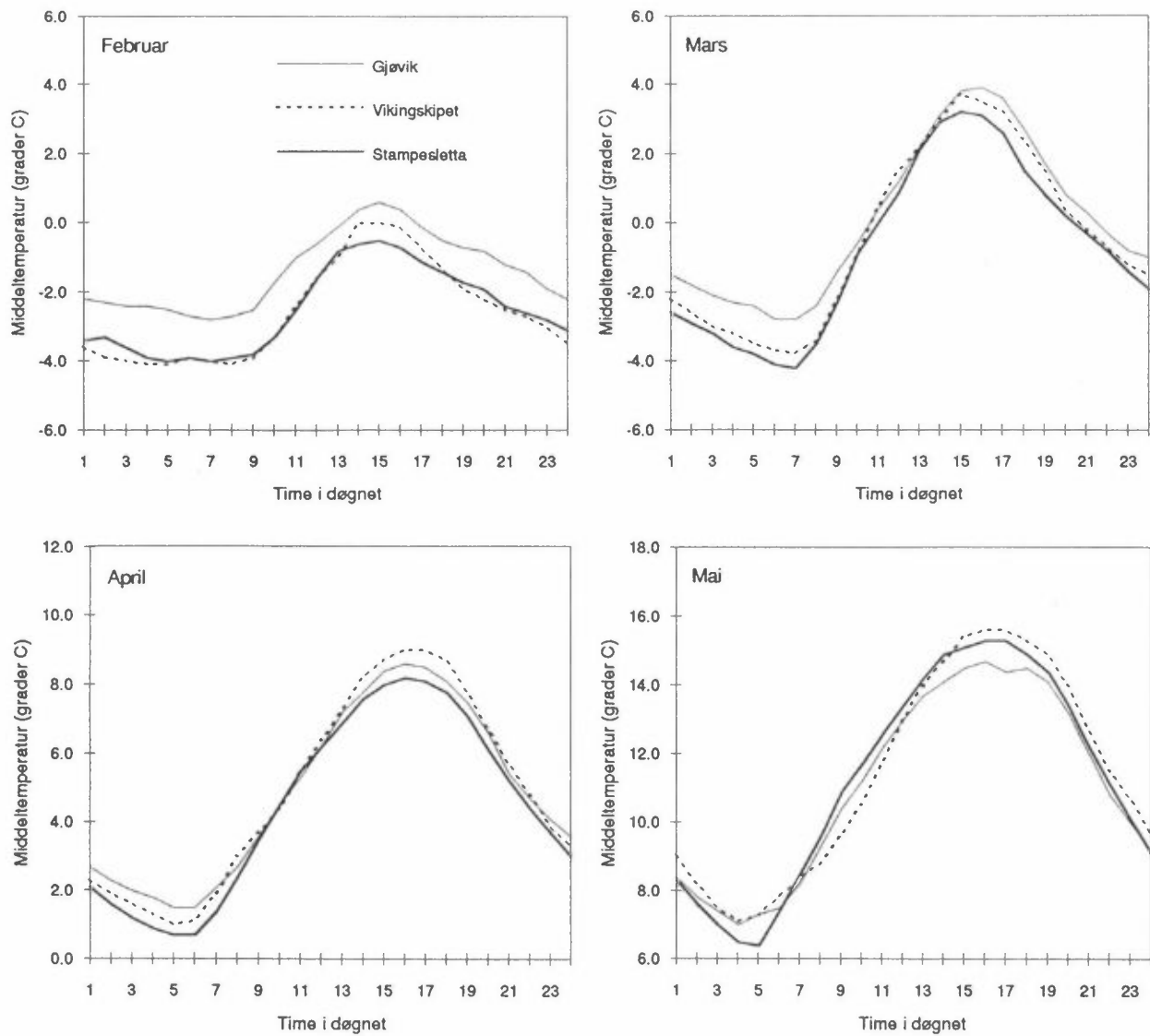
Tabell 6 gir temperaturstatistikk fra Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta for februar, mars, april og mai 1993.

Tabell 6: Temperaturstatistikk fra Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta for februar 1993 (°C).

Stasjon	Middel-temperatur	Maksimum		Minimum	
		Temperatur	Tid	Temperatur	Tid
Februar 1993					
Gjøvik	-1,4	12,3	3 kl 20	-10,7	21 kl 22
Vikingskipet	-2,6	11,4	3 kl 20	-15,5	22 kl 08
Stampesletta	-2,6	11,2	4 kl 01	-9,9	21 kl 23
Mars 1993					
Gjøvik	0,0	11,2	20 kl 17	-16,1	3 kl 07
Vikingskipet	-0,5	9,7	20 kl 15	-19,8	3 kl 08
Stampesletta	-0,8	9,6	20 kl 16	-15,3	2 kl 08
April 1993					
Gjøvik	4,8	18,4	30 kl 17	-5,4	9 kl 06
Vikingskipet	4,8	23,0	27 kl 16	-4,7	9 kl 05
Stampesletta	4,4	22,8	27 kl 16	-5,8	9 kl 06
Mai 1993					
Gjøvik	11,0	24,1	20 kl 17	1,0	6 kl 04
Vikingskipet	11,3	24,8	22 kl 16	0,1	6 kl 05
Stampesletta	11,2	24,2	22 kl 15	0,0	6 kl 05

Tabellen viser at temperaturen i middel var omtrent den samme på de tre målestasjonene, men det var litt varmere på Gjøvik i februar og mars enn i Hamar og Lillehammer. Minimums- og maksimumstemperaturene varierte litt mellom de tre stasjonene, men de inntreffer omtrent samtidig.

Midlere temperaturvariasjon over døgnet for hver av månedene februar, mars, april og mai 1993 er vist i figur 6. Alle månedene var det kaldest tidlig om morgenen og varmest ut på ettermiddagen. Alle plottene viser normalt, dvs. at under sommertid i april og mai viser klokka én time mer enn figurene viser.



Figur 6: Midlere temperaturvariasjon over døgnet ved Gjøvik, Vikingskipet og Stapesletta i februar, mars, april og mai 1993 (°C).

3.4. Luftfuktighet

Månedsmiddelverdier av relativ luftfuktighet ved Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta for februar, mars, april og mai 1993 er vist i tabell 7.

Tabell 7: *Relativ luftfuktighet ved Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta for februar, mars, april og mai 1993 (prosent).*

Stasjon	Februar 1993	Mars 1993	April 1993	Mai 1993
Gjøvik	94	85	85	81
Vikingskipet	87	77	78	76
Stampesletta	81	70	73	71

Tabell 7 viser at Gjøvik hadde høyest og Stampesletta lavest relativ luftfuktighet av de tre stasjonene alle fire månedene og at fuktigheten var høyest i vintermåneden februar.

3.5. Luftas 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 februar, mars, april og mai 1993 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 februar, mars, april og mai 1993.*

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 $0,5 \leq \Delta T$
Februar 1993				
Gjøvik	0,1	53	38	9
Vikingskipet	0,2	49	35	16
Stampesletta*	0,0	8	73	20
Mars 1993				
Gjøvik		43	50	5
Vikingskipet		54	31	13
Stampesletta	10	26	35	29
April 1993				
Gjøvik	19	62	18	1
Vikingskipet	6	55	31	8
Stampesletta	22	39	25	15
Mai 1993				
Gjøvik	15	55	25	5
Vikingskipet	4	65	25	6
Stampesletta	24	46	15	15

* Dårlig datadekning.

Tabellen viser at forekomsten av både ustabil og stabil sjiktning var høyere ved Stampesletta enn ved de andre stasjonene. Særlig var summen av lett stabil og

stabil sjiktning (inversjon) høy i vintermåneden februar. Ved inversjonsforhold øker temperaturen med høyden, og spredningen av utslipp undertrykkes. I mai forekom inversjoner omtrent 30% av tiden ved alle tre målestasjonene. Det ser derfor ut til at spredningsforholdene blir omtrent like på de tre stedene når en kommer ut mot sommeren, mens Lillehammer har dårligere spredningsforhold om vinteren enn de andre stedene.

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 9.

Tabell 9: 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 10 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. Målingene i Fåberggata, på Stampesletta og ved Hafjell startet i april 1993, mens de andre stasjonene ble satt i drift i februar 1993.

Tabell 10: Sammendrag av målinger av nitrogenoksider ved Fjellhallen, Vikingskipet, Kulturhuset, Fåberggata, Stampesletta og Hafjell i februar, mars, april og mai 1993 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

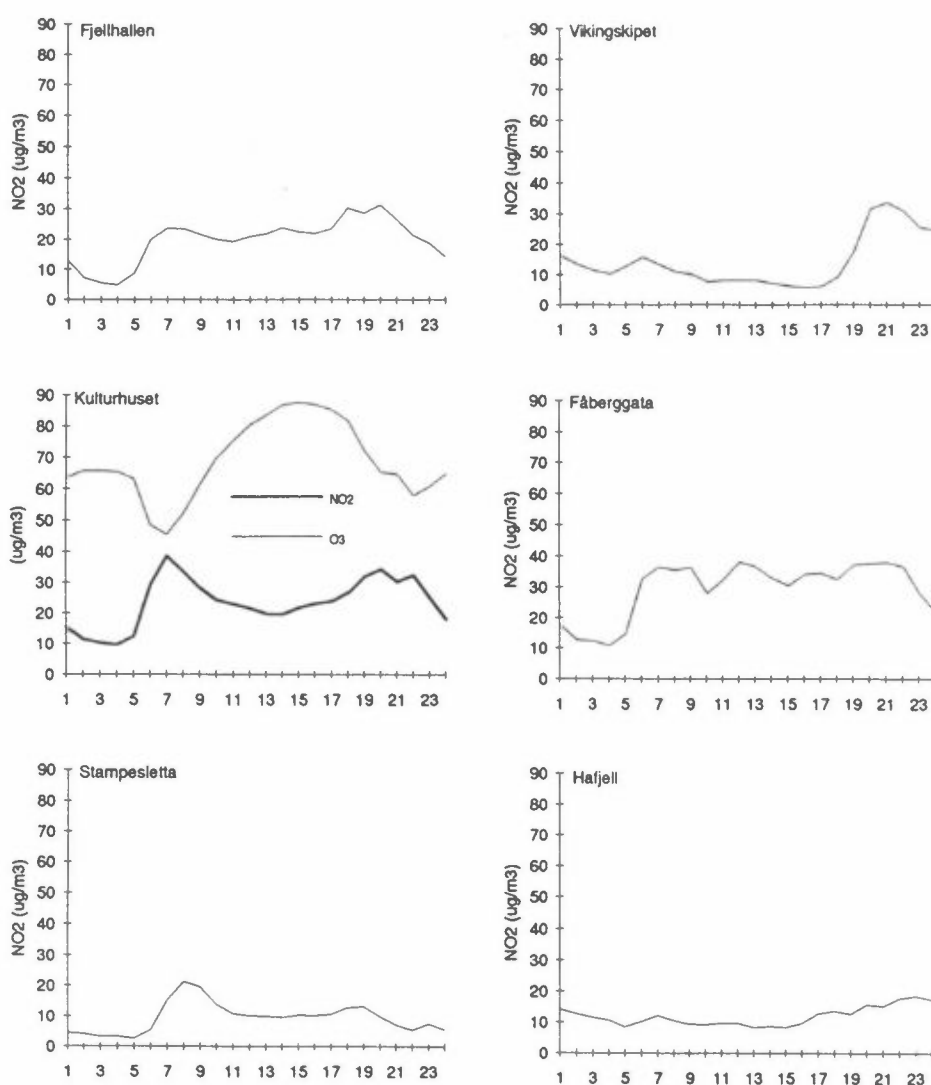
Stasjon	Komponent	Ant. obs.	Måneds-middel	Maks. døgn	Maks. time	Antall døgnmidler >75	Antall timemidler >100
Februar 1993							
Fjellhallen	NO	628	14	62	203	0	10
	NO ₂	628	25	55	83	0	0
Vikingskipet	NO	630	34	149	374	3	67
	NO ₂	630	29	53	89	0	0
Kulturhuset	NO	623	39	154	412	5	87
	NO ₂	623	37	75	175	0	4
Mars 1993							
Fjellhallen	NO	740	8,4	37	154	0	3
	NO ₂	740	24	52	80	0	0
Vikingskipet	NO	740	18	60	252	0	35
	NO ₂	740	23	56	96	0	0
Kulturhuset	NO	741	18	38	160	0	13
	NO ₂	741	32	54	100	0	0
April 1993							
Fjellhallen	NO	714	5	21	87	0	0
	NO ₂	714	20	43	120	0	1
Vikingskipet	NO	712	8	20	120	0	1
	NO ₂	712	15	38	92	0	0
Kulturhuset	NO	714	9	31	143	0	6
	NO ₂	714	24	42	74	0	0
Fåberggata	NO	607	21	56	168	0	11
	NO ₂	607	30	50	113	0	1
Stampesletta	NO	676	3	9	75	0	0
	NO ₂	676	9	21	78	0	0
Hafjell	NO	610	2	9	34	0	0
	NO ₂	610	12	33	54	0	0
Mai 1993							
Fjellhallen	NO	740	4	28	153	0	4
	NO ₂	740	16	30	60	0	0
Vikingskipet	NO	740	6	13	85	0	0
	NO ₂	740	15	29	91	0	0
Stampesletta	NO	740	3	8	36	0	0
	NO ₂	740	8	22	51	0	0
Kulturhuset	NO	740	7	22	201	0	4
	NO ₂	740	21	40	93	0	0
Fåberggata	NO	740	13	67	264	0	14
	NO ₂	740	23	43	96	0	0
Hafjell	NO	740	1	3	31	0	0
	NO ₂	740	10	22	59	0	0

Overskridelser av anbefalte luftkvalitetskriterier er markert med skraverte felt i tabellen. Ved Kulturhuset i Lillehammer var det fire timemiddelverdier av NO₂ over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i februar, mens Fåberggata og Fjellhallen hadde én timemiddelverdi av NO₂ over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i april 1993. I månedene april og mai 1993, da alle stasjonene hadde målinger, hadde gatestasjonen i Fåberggata de høyeste konsentrasjonene. Dette antyder at Fåberggata vinterstid vil ha flere overskridelser enn ved Kulturhuset.

Det anbefalte luftkvalitetskriteriet for døgnmiddelverdi av NO₂ på 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ble ikke overskredet ved noen målestasjoner, men verdien ble tangert ved Kulturhuset i februar 1993.

At de høyeste konsentrasjonene av NO_2 måles i Fåberggata og ved Kulturhuset skyldes at disse stasjonene er mest eksponert for utslipp fra biltrafikken.

Figur 7 viser hvordan middelkonsentrasjonene av NO_2 varierer over døgnet ved alle målestasjonene. Som eksempel er dataene fra april 1993 vist. Figuren viser at døgnvariasjonen var litt forskjellig på de seks stasjonene. Hafjell hadde lave konsentrasjoner og ingen utpreget døgnvariasjon. Stampesletta og Kulturhuset hadde en topp om morgenen som skyldes rushtrafikken, mens Fåberggata hadde en økning om morgenen og et forhøyet nivå hele dagen. De forhøyete konsentrasjonene utover kvelden ved Fjellhallen, Kulturhuset og Fåberggata skyldes sannsynligvis meteorologiske forhold med svakere vind og dårligere spredning. Ved Vikingskipet er det sannsynlig at også aktivitet med biltrafikk ved Olympiahallen bidrar til de forhøyete konsentrasjonene om kvelden.



Figur 7: Middelere døgnvariasjon av NO_2 og O_3 i april 1993 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

4.3. Ozon (O₃)

Ozon som luftforurensning ved bakken skyldes at nitrogenoksider under innflytelse av naturlig ultraviolett stråling reagerer med hydrokarboner og andre organiske forbindelser. Den viktigste kilden til O₃-forurensning i Norge er transport av forurensninger fra kontinentet og Storbritania. I byene hvor utslippet av NO, særlig fra biltrafikken er stort reagerer O₃ med NO og danner NO₂. O₃-konsentrasjonene er derfor oftest lavere i byene enn i spredtbygde strøk. Langveistransporten av O₃ er størst om sommeren, da også den fotokjemiske aktiviteten er størst.

Tabell 11 gir et sammendrag av ozon-målingene ved Kulturhuset i februar, mars, april og mai 1993. Overskridelser av anbefalte luftkvalitetskriterier for helse er markert med skraverte felt i tabellen.

Tabell 11: Sammendrag av målinger av ozon ved Kulturhuset i februar, mars, april og mai 1993 (µg/m³).

Stasjon	Ant. obs.	Måneds-middel	Maks. døgn	Maks. time	Maks. 8 timer	Antall døgn med 8t. middel		Antall timemidler	
						>60	>80	>100	>150
Februar 1993	672	32	65	82	77	7	0	0	0
Mars 1993	742	53	80	94	93	22	7	0	0
April 1993	719	69	100	141	131	24	22	110	0
Mai 1993	743	81	103	155	146	31	30	191	3

Tabellen viser at både midlere O₃-nivå og antall overskridelser økte utover våren. I mai 1993 var det 30 døgn med overskridelser av det anbefalte luftkvalitetskriteriet for helse for 8-timers-middelverdier av ozon og 191 timer med overskridelser av timemiddelkriteriet.

Den midlere døgnvariasjonen av O₃ i april 1993 er vist i figur 7 i kapittel 4.2. O₃ og NO₂ varierer i mottakt, delvis på grunn av reaksjonen mellom NO og O₃ som gir NO₂. Uten denne reaksjonen ville NO₂-nivået vært lavere og den relative døgnvariasjonen større.

4.4. Karbonmonoksid (CO)

Karbonmonoksid (CO) skyldes i hovedsak utslippene fra biltrafikken. Denne parameteren er målt bare ved gatestasjonen i Fåberggata.

Tabell 12 viser et sammendrag av CO-målingene i april og mai 1993.

Tabell 12: Sammendrag av målinger av karbonmonoksid i Fåberggata i april og mai 1993 (mg/m^3).

Måned	Ant. obs.	Måneds-middel	Maks. døgn	Maks. time	Maks. 8 timer	Antall døgn med 8t. middel >10	Antall timer >25
April 1993	607	0,7	1,5	4,0	2,2	0	0
Mai 1993	740	0,3	0,6	1,9	1,0	0	0

Tabellen viser at CO-nivået i april og mai 1993 var lavt og langt under anbefalte luftkvalitetskriterier. Den midlere døgnvariasjonen av CO i de to månedene er vist sammen med tilsvarende døgnvariasjon av PM_{10} i figur 8 i kapittel 4.5. De laveste konsentrasjonene ble målt om natta og tidlig om morgenen. Den sene kveldstoppen skyldes sannsynligvis at spredningsforholdene blir klart dårligere på denne tiden av døgnet, samtidig som det ennå er en del trafikk.

4.5. Svevestøv (PM_{10})

Målingene gir mengden av svevestøvpartikler med diameter under $10\ \mu\text{m}$ i diameter, PM_{10} . Disse partiklene er inhalerbare, dvs. de følger med luftstrømmen inn i nese og svelg. Bare de minste partiklene, med diameter under $2,5\ \mu\text{m}$, er respirable og følger med luftstrømmen helt ned i lungene.

Tabell 13 viser et sammendrag av PM_{10} -målingene i Fåberggata i april og mai 1993, mens figur 8 viser den midlere døgnvariasjonen.

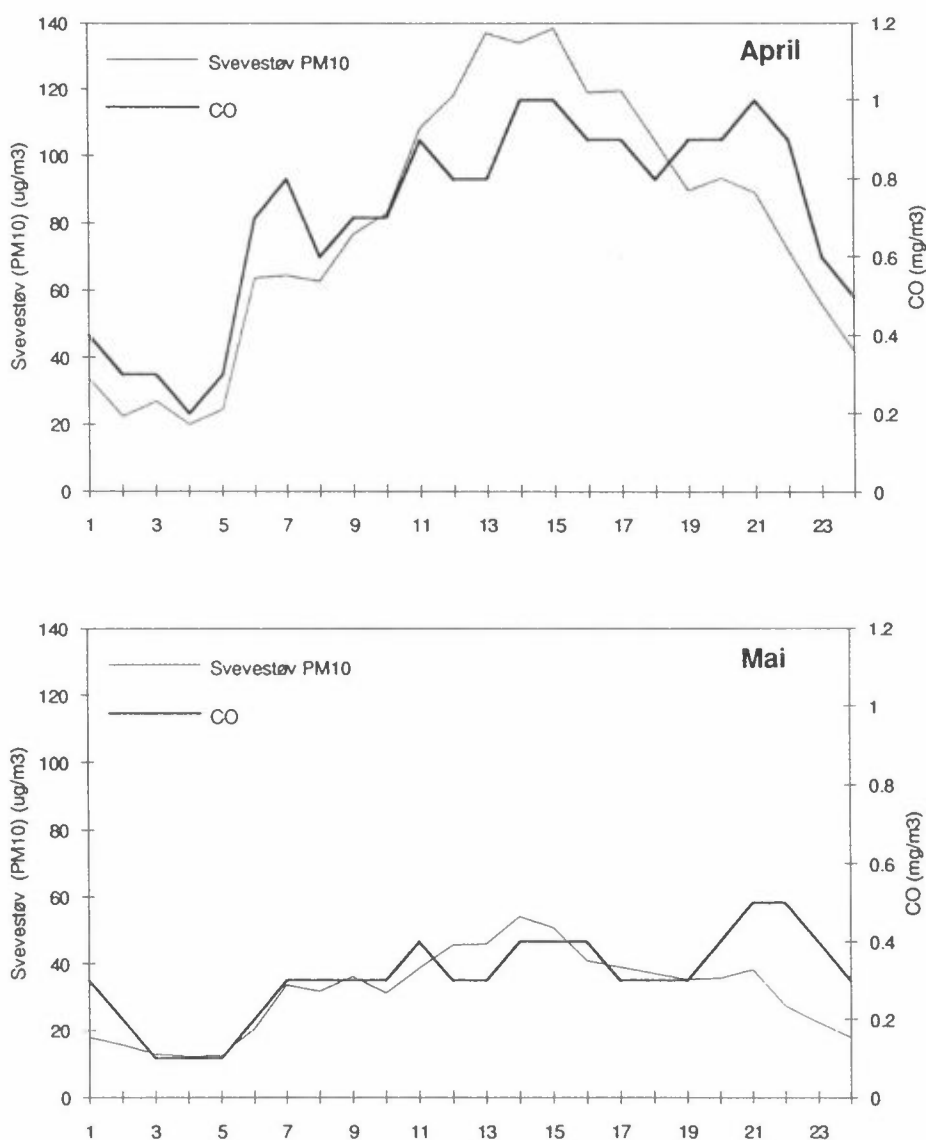
Tabell 13: Sammendrag av målinger av svevestøv (PM_{10}) i Fåberggata i april og mai 1993 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Måned	Ant. obs.	Måneds-middel	Maks. døgn	Maks. time	Antall døgnmidler > 70
April 1993	684	80	195	531	14
Mai 1993	743	31	83	286	1

Tabellen viser at det i april 1993 var 14 døgn med middelvei av PM_{10} over det anbefalte luftkvalitetskriteriet på $70\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den høyeste døgnmiddelveien var $195\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, og den høyeste timemiddelveien var $531\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Disse verdiene ble begge målt 15. april. I mai var det bare én døgnmiddelvei over det anbefalte luftkvalitetskriteriet ($83\ \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Figur 8 viser at variasjonen av PM_{10} over døgnet var omtrent som for CO, men at svevestøv hadde en markert topp midt på dagen og tidlig om ettermiddagen. Det antas at anleggsvirksomhet i nærområdet kan ha gitt et betydelig bidrag til de høye svevestøvkonsentrasjonene. De høye konsentrasjonene i april kan dels også forklares ved oppvirvling av veistøv som er lagret på bakken gjennom piggdekkseasongen. Etter vårrengjøringen viser mai-målingene et betydelig lavere nivå av PM_{10} enn i april. Den relative variasjonen over døgnet er likevel den

samme som i april. Biltrafikken er hovedkilden, men anleggsvirksomhet kan ha gitt betydelige bidrag på dagtid både i april og mai.



Figur 8: Midlere døgnvariasjon av svevestøv ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) og CO (mg/m^3) i Fåberggata i april og mai 1993.

4.6. Svoveldioksid (SO_2)

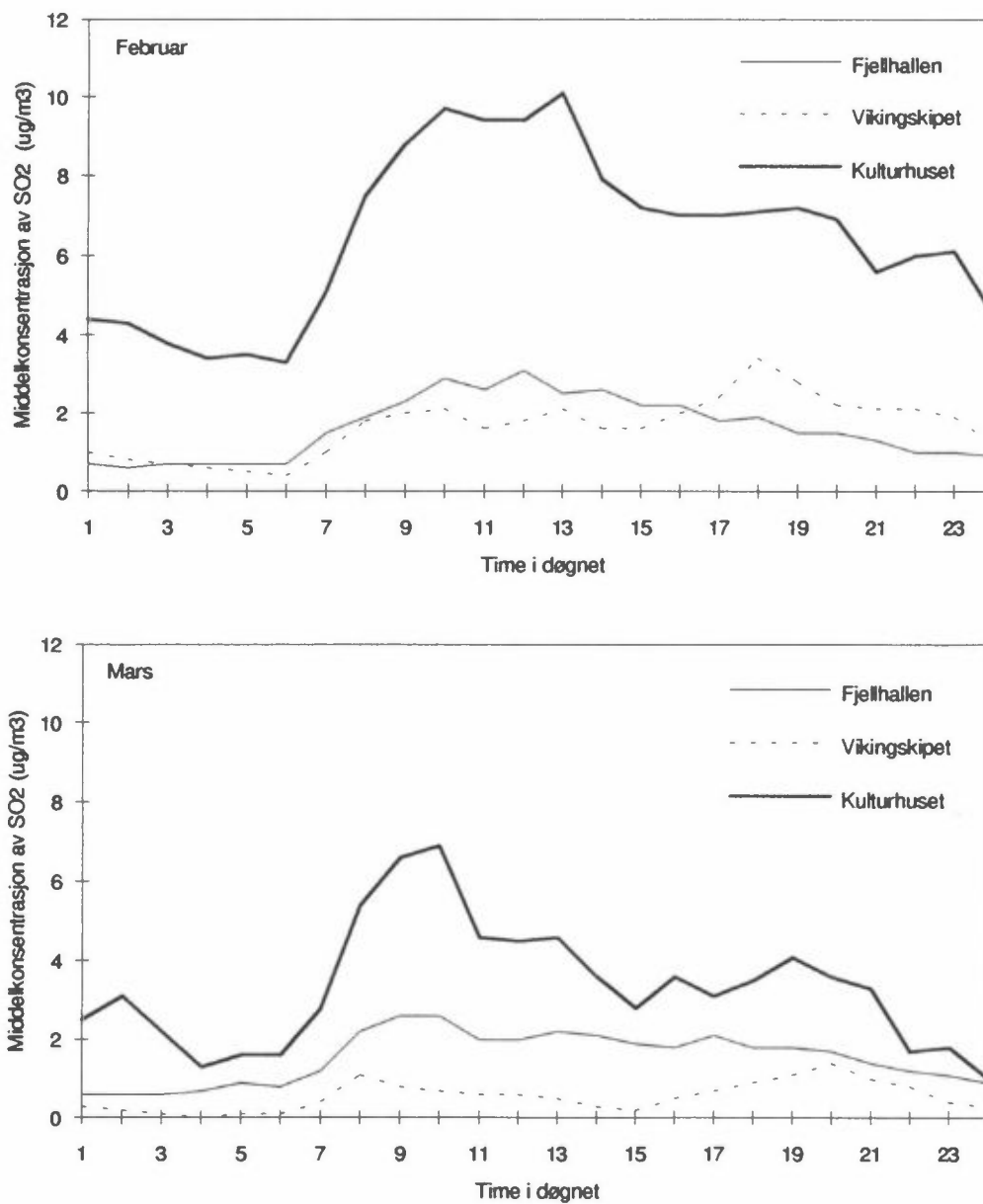
SO_2 er målt ved Fjellhallen, Vikingskipet og Kulturhuset siden februar 1993. Et sammendrag av måleresultatene for februar, mars, april og mai 1993 er gitt i tabell 14.

Tabell 14: Sammendrag av målinger av svoveldioksid ved Fjellhallen, Vikingskipet og Kulturhuset i februar, mars, april og mai 1993 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Stasjon	Ant. obs.	Måneds-middel	Maks. døgn	Maks. time	Antall døgnmidler		Antall timemidler
					>50	>90	>150
Februar 1993							
Fjellhallen	666	1,6	2,9	13	0	0	0
Vikingskipet	665	1,7	4,9	11	0	0	0
Kulturhuset	664	6,5	13	36	0	0	0
Mars 1993							
Fjellhallen	740	1,5	3,3	8,8	0	0	0
Vikingskipet	740	0,5	2,3	5,9	0	0	0
Kulturhuset	239	3,3	5,1	15	0	0	0
April 1993							
Fjellhallen	714	1,8	3,6	9,9	0	0	0
Vikingskipet	714	0,2	2,4	9,1	0	0	0
Kulturhuset	362	2,8	5,7	23	0	0	0
Mai 1993							
Fjellhallen	740	1,4	2,7	8,6	0	0	0
Vikingskipet	740	0,2	1,4	4,2	0	0	0
Kulturhuset	740	1,5	6,3	25	0	0	0

Tabellen viser at nivået var lavt og langt under anbefalte luftkvalitetskriterier på alle tre stasjonene. Både gjennomsnittsnivået og de høyeste time- og døgnmiddelverdiene var høyest ved Kulturhuset i Lillehammer.

Figur 9 viser den midlere døgnlige variasjonen av SO_2 ved de tre målestasjonene i februar og mars 1993. SO_2 -nivået var høyest om morgenen og formiddagen for så å avta gradvis utover ettermiddagen og kvelden. De viktigste kildene er utslipp fra boligoppvarming og biltrafikk.



Figur 9: Midlere døgnfordeling av SO₂ i februar og mars 1993 (µg/m³).

5. Referanser

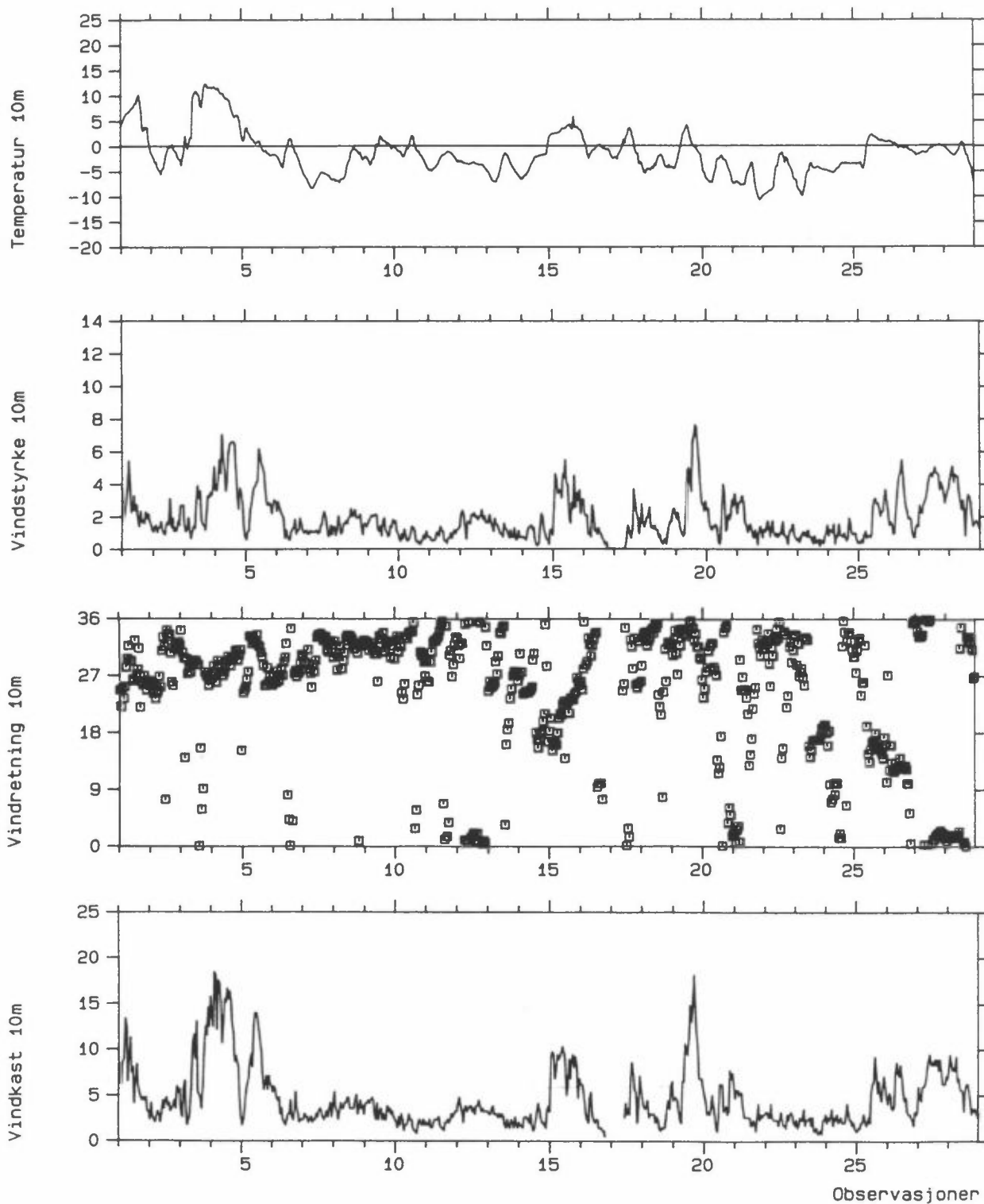
Statens forurensningstilsyn (1992) Virkninger av luftforurensninger på helse og miljø. Anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo (SFT-rapport 92:16).

Vedlegg A

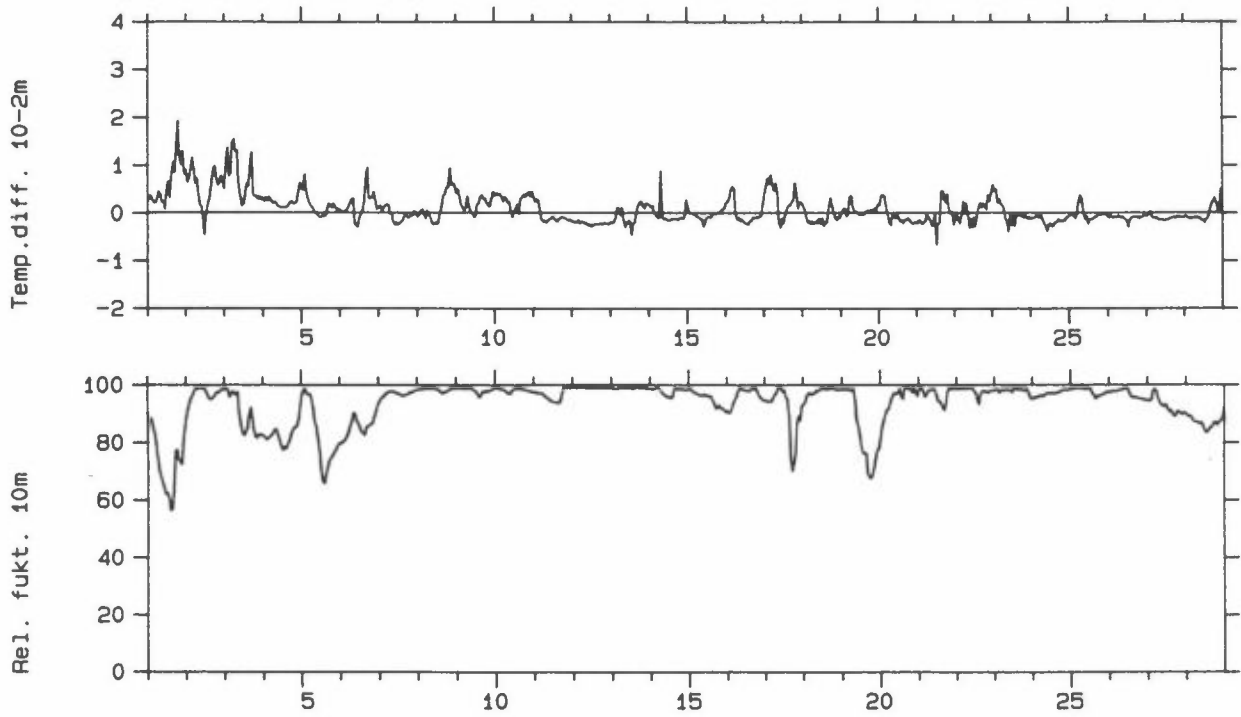
Grafisk presentasjon av timemiddelverdier av meteorologiske parametre

FJELLHALLEN	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>Temperatur</u>	Differansen 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>Temperatur</u>	Differansen mellom 10 m o.b . og 2 m o.b. (= luftens termiske stabilitet), °C	
	Rel.fukt.	10 m:	luftens relative fuktighet, prosent
STAMPE-SLETTA	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>Temperatur</u>	Differansen mellom 10 m o.b . og 2 m o.b. (= luftens termiske stabilitet), °C	
	Rel.fukt.	10 m:	luftens relative fuktighet, prosent
HAFJELL	Vindstyrke	10 m:	m/s
	Vindretning	10 m:	dekagrader
	Vindkast	10 m:	høyeste vindstyrke midlet over 2 s, m/s

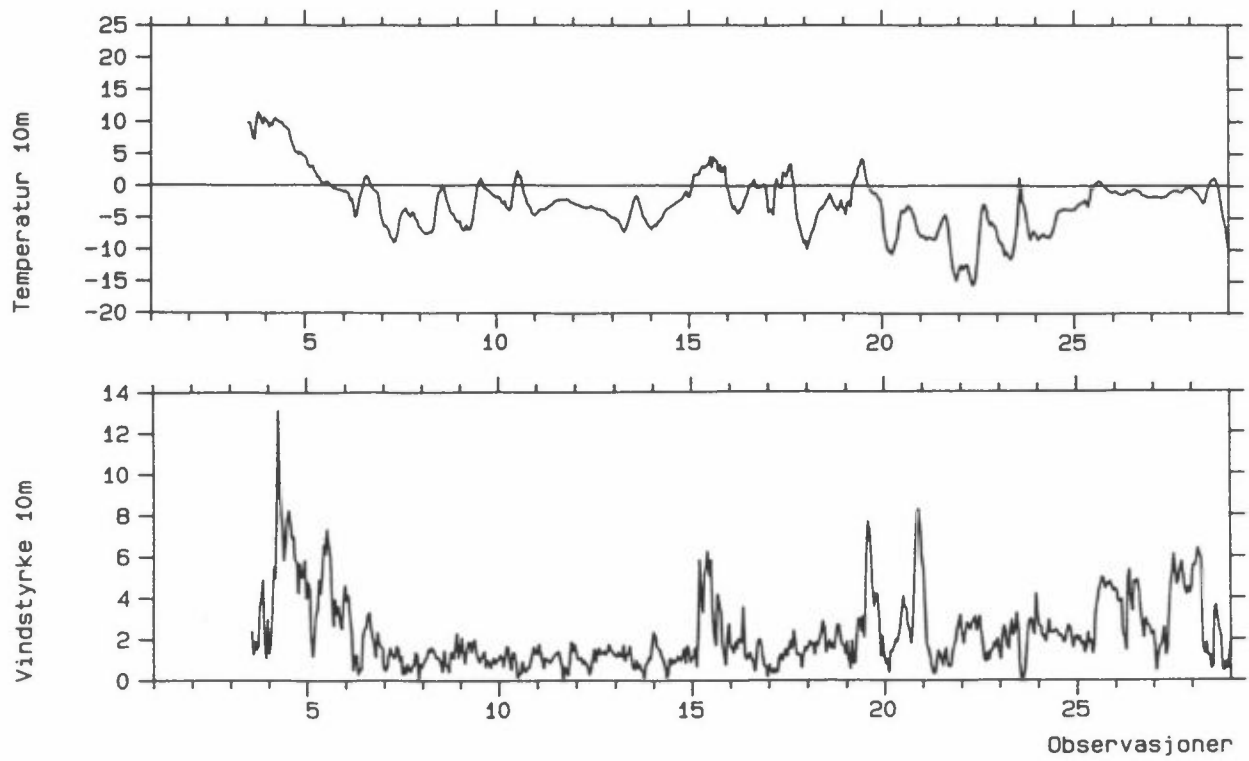
Stasjon: Gjøvik
Måned : Februar 1993



Stasjon: Gjøvik
Måned : Februar 1993

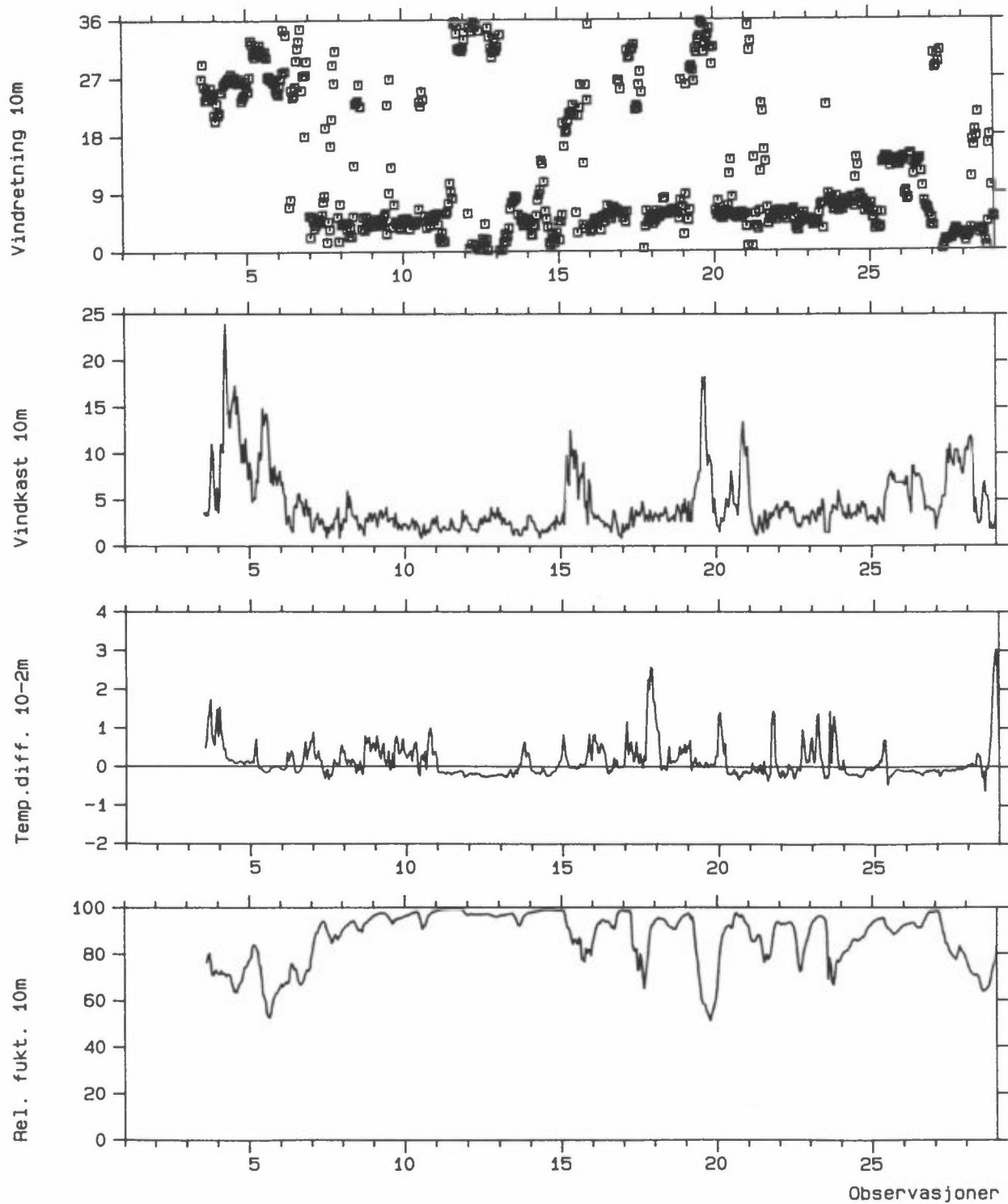


Stasjon: Vikingskipet
Måned : Februar 1993

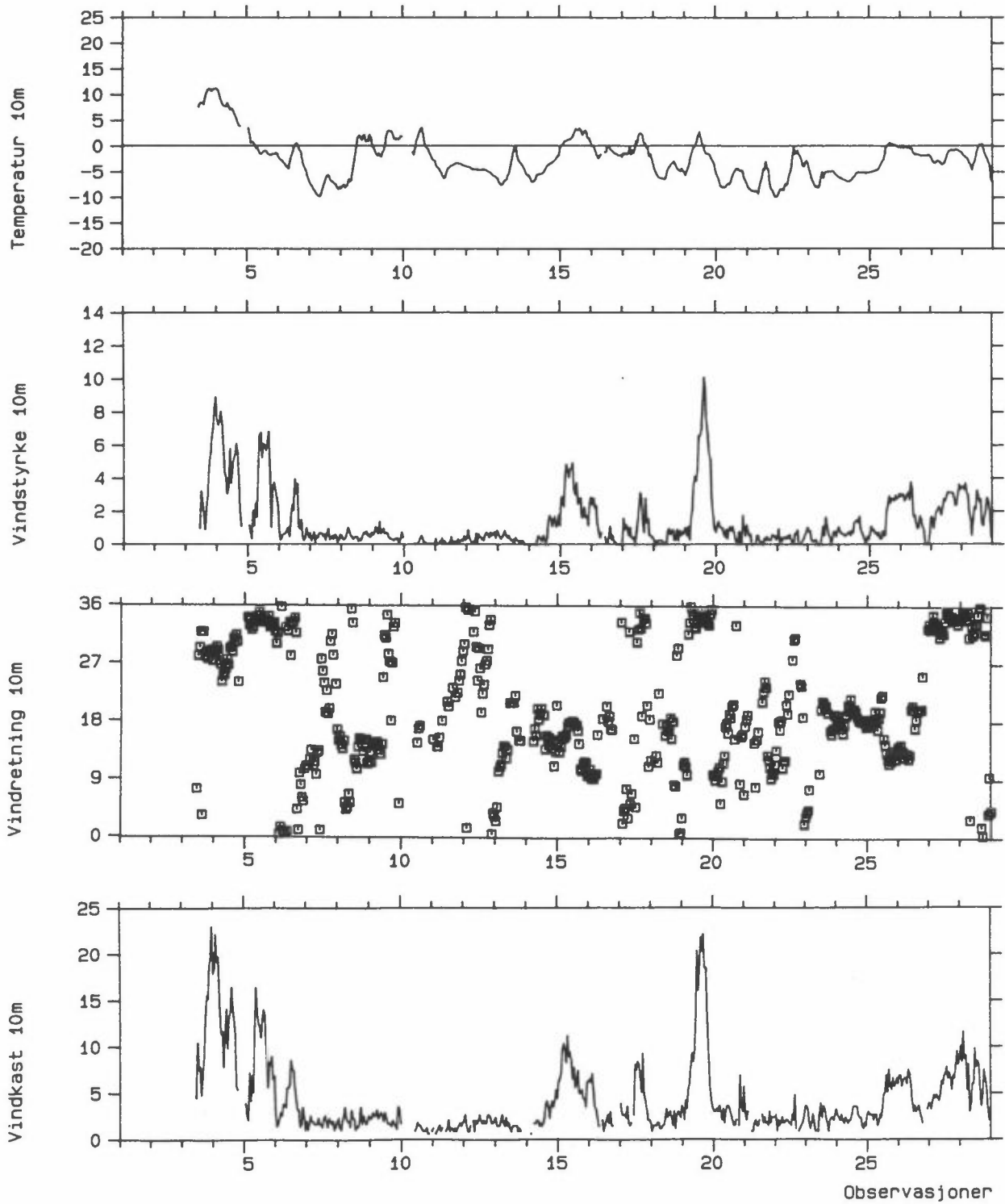


Stasjon: Vikingskipet

Måned : Februar 1993

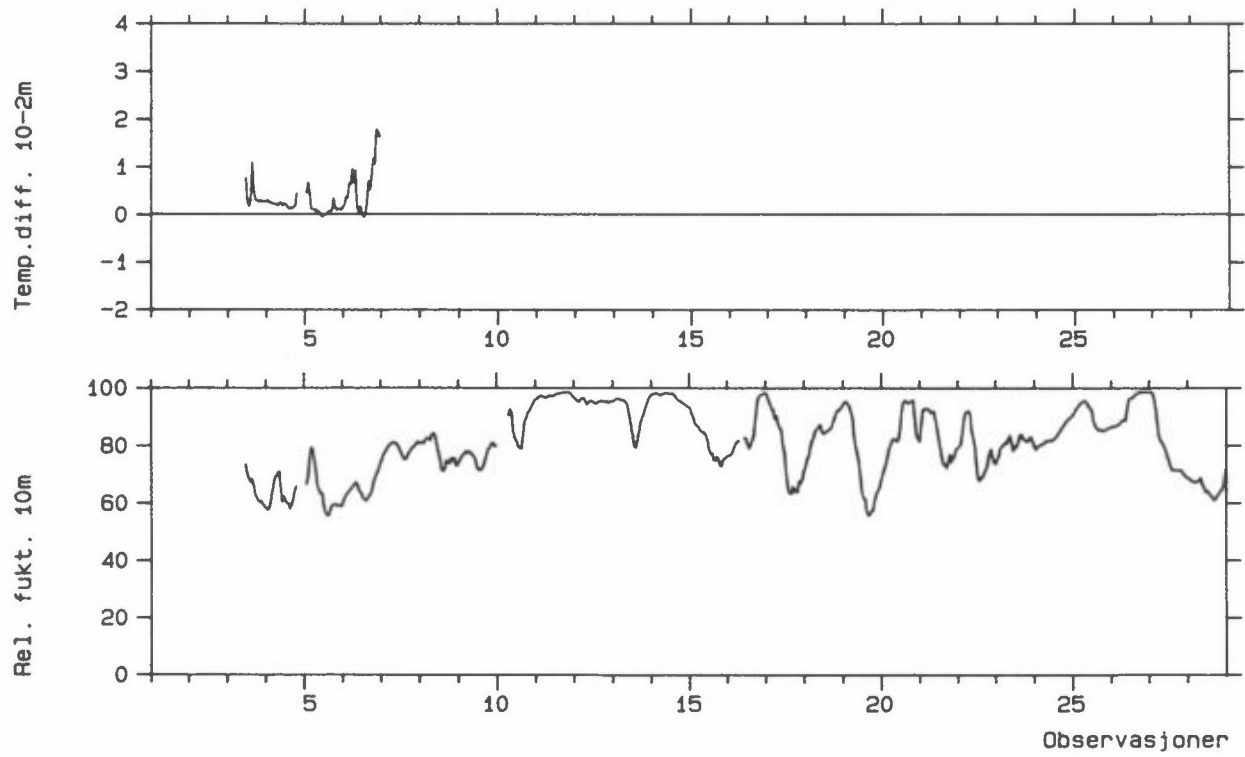


Stasjon: Stapesletta
Måned : Februar 1993

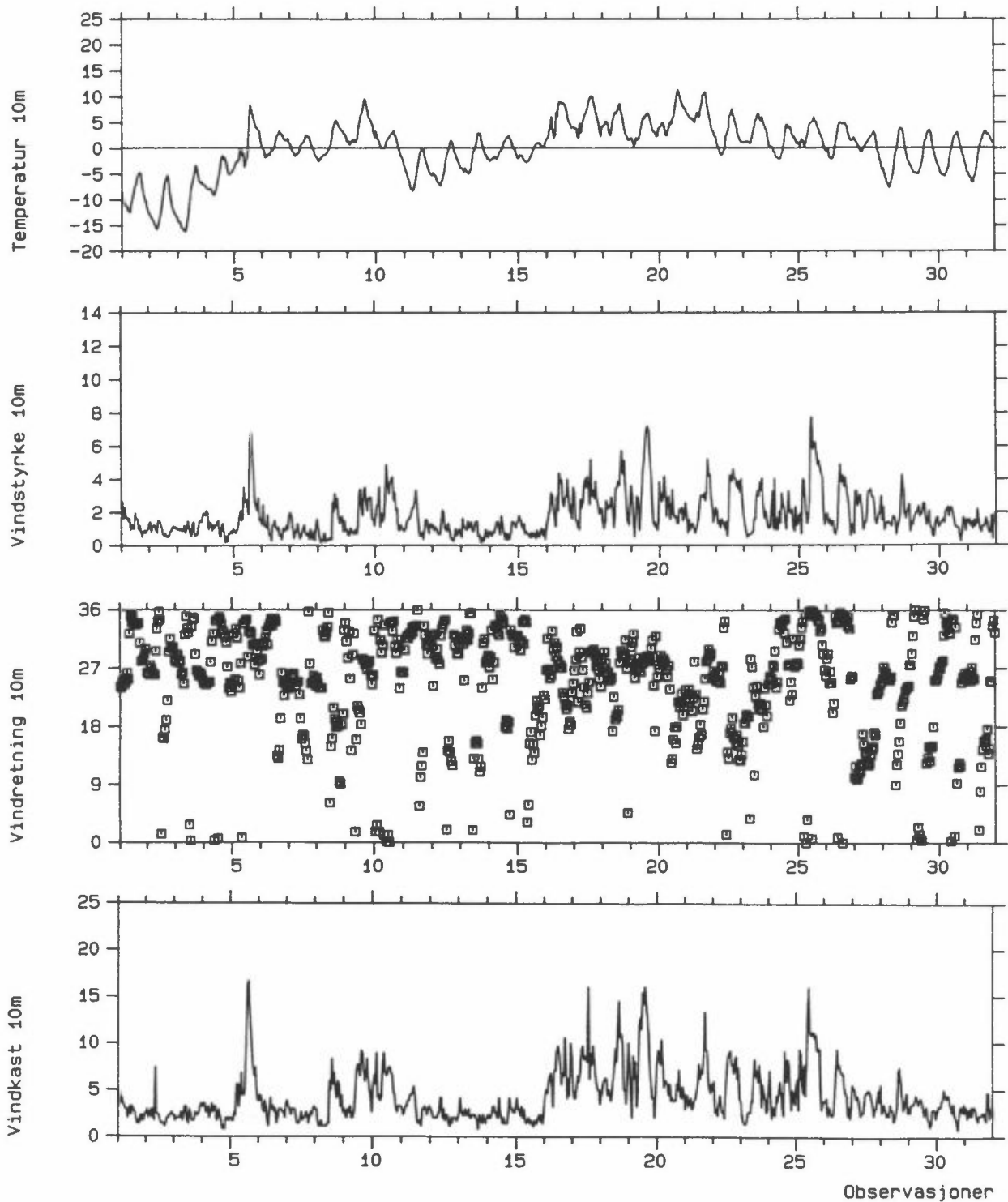


Stasjon: Stapesletta

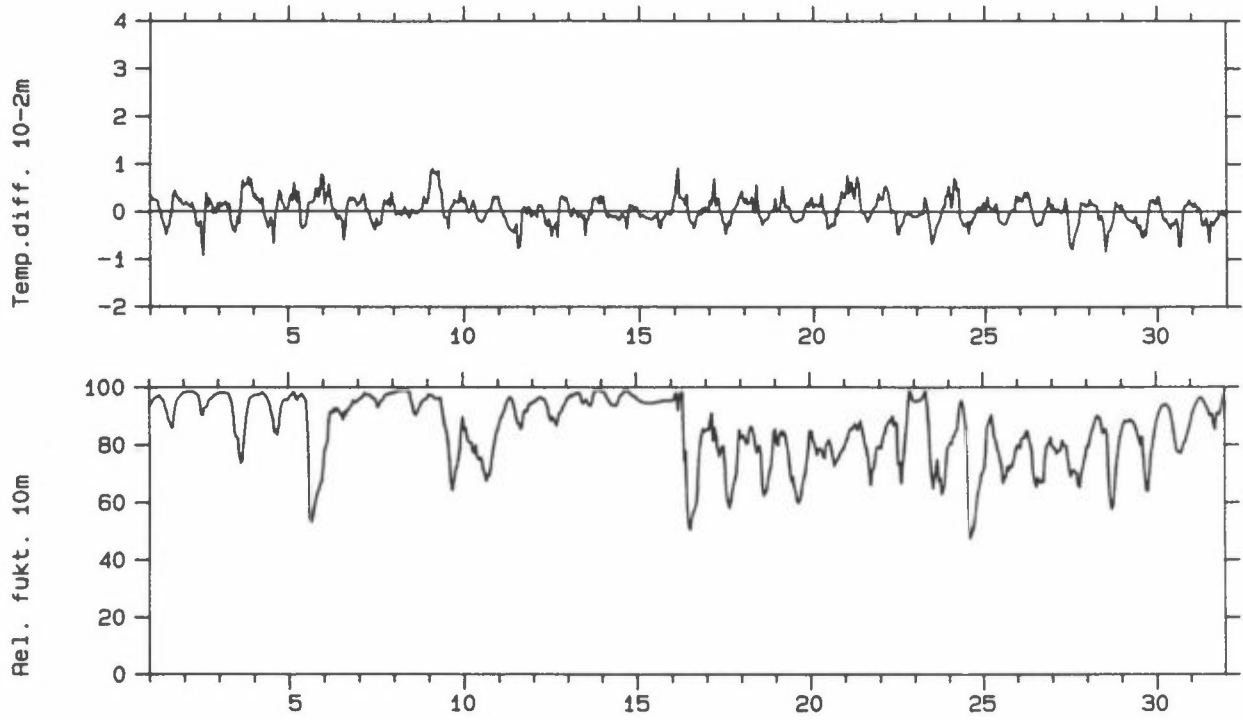
Måned : Februar 1993



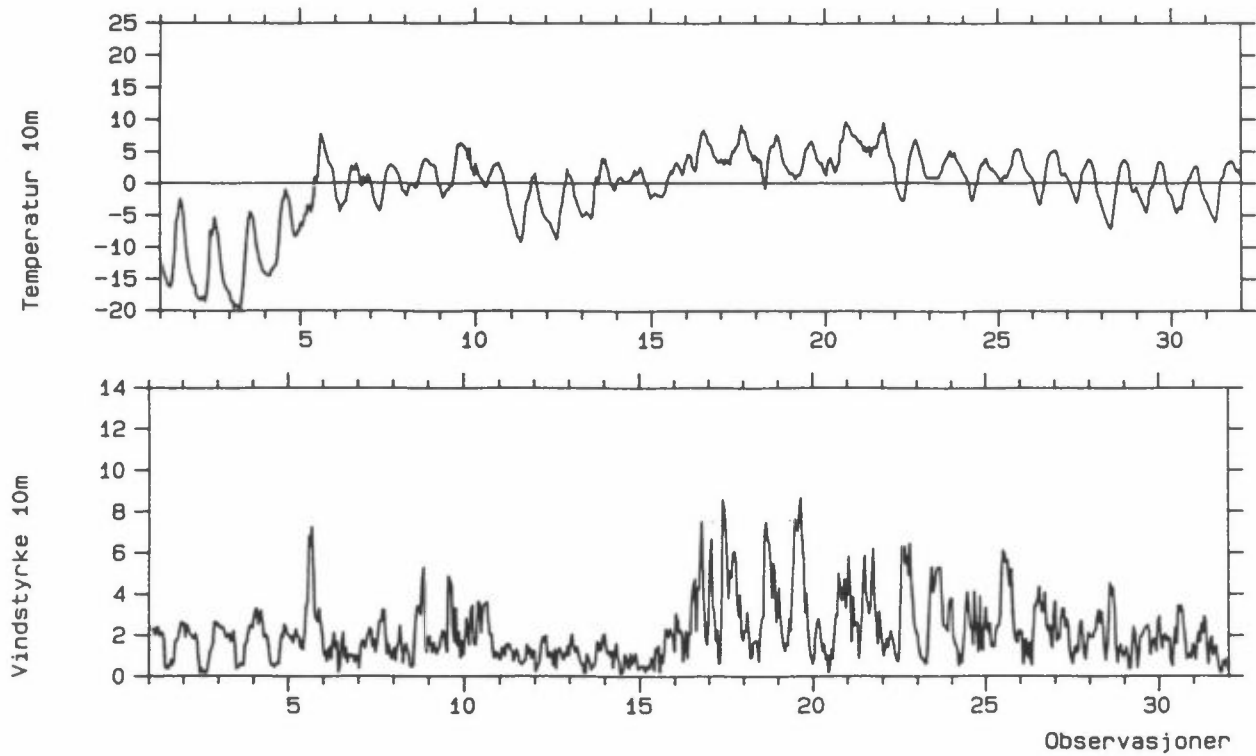
Stasjon: Gjøvik
Måned : Mars 1993



Stasjon: Gjøvik
Måned : Mars 1993

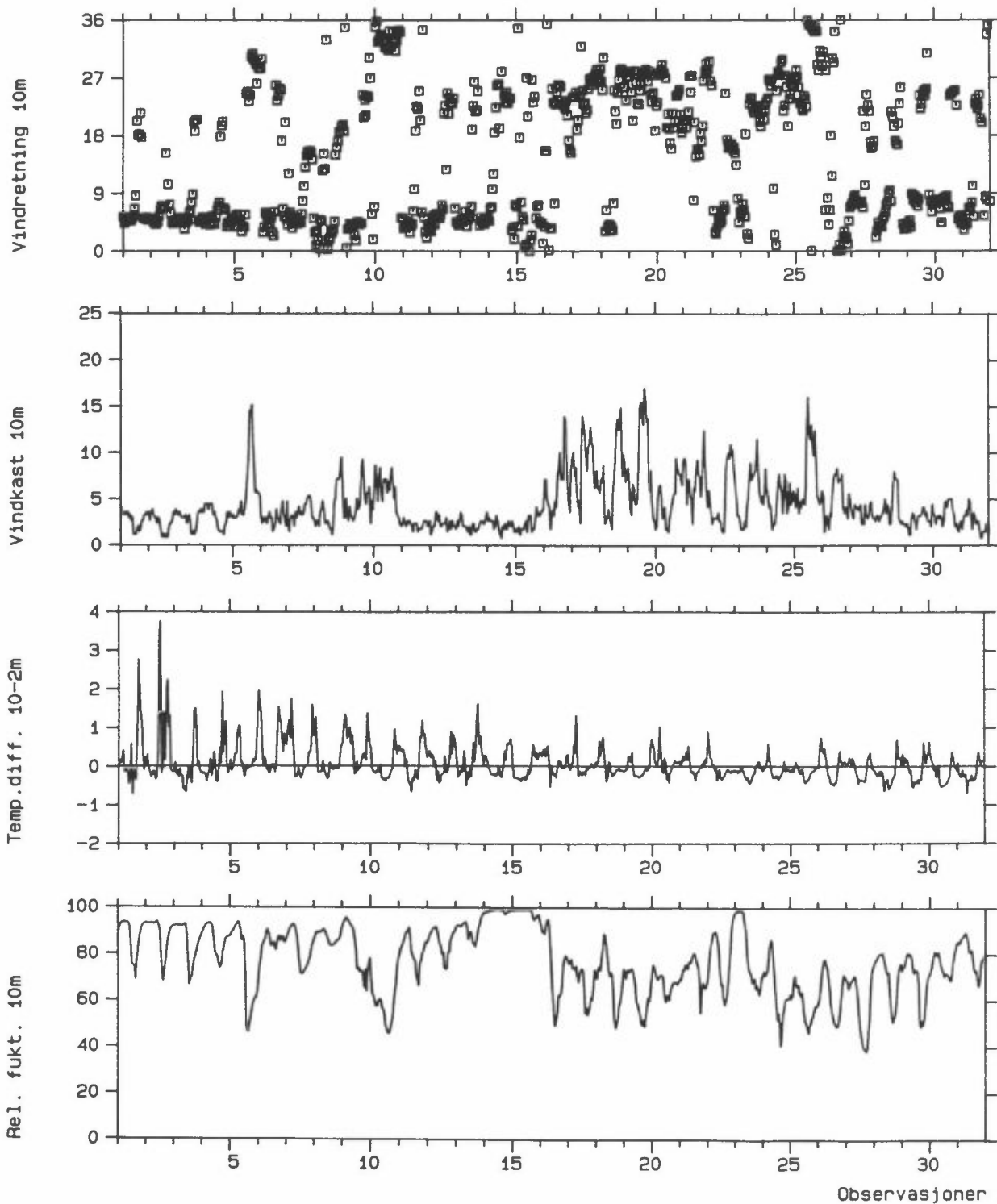


Stasjon: Vikingskipet
Måned : Mars 1993



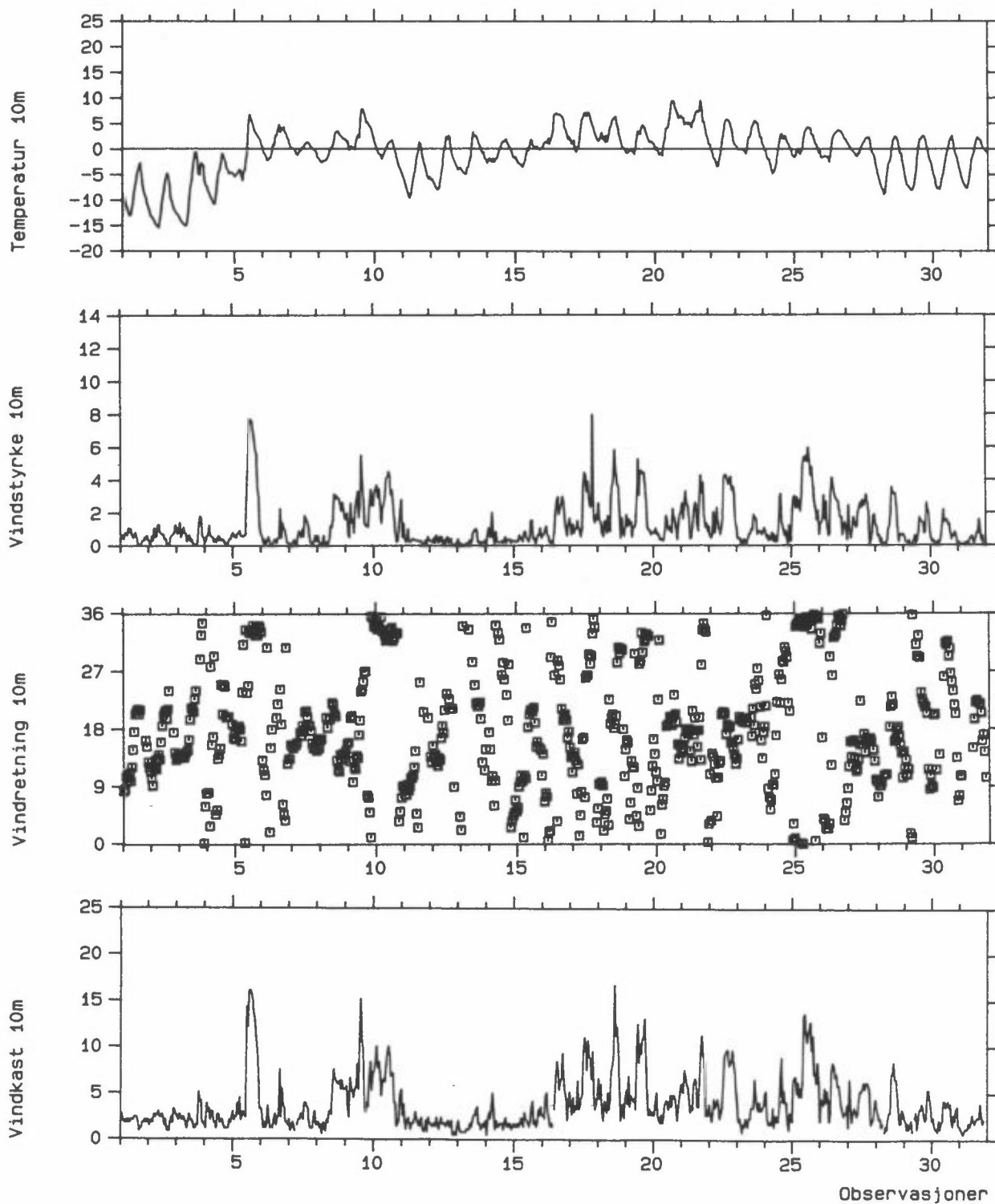
Stasjon: Vikingskipet

Måned : Mars 1993

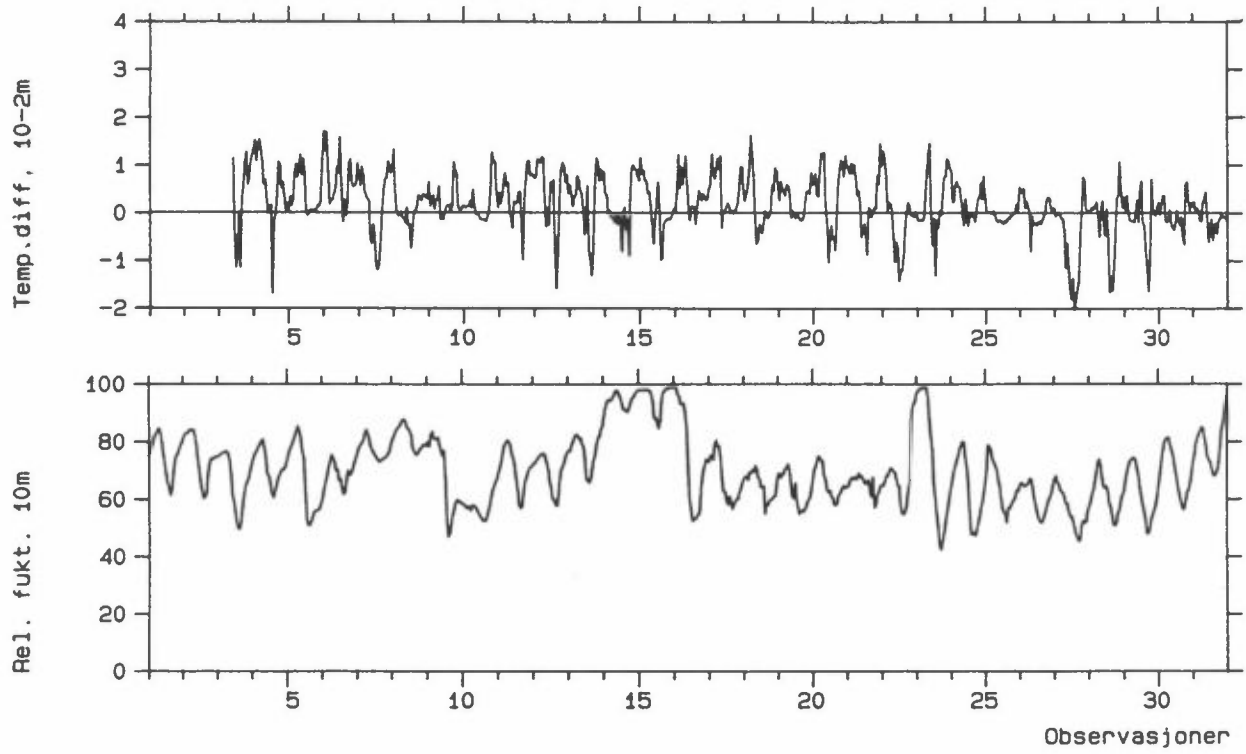


Stasjon: Stapesletta

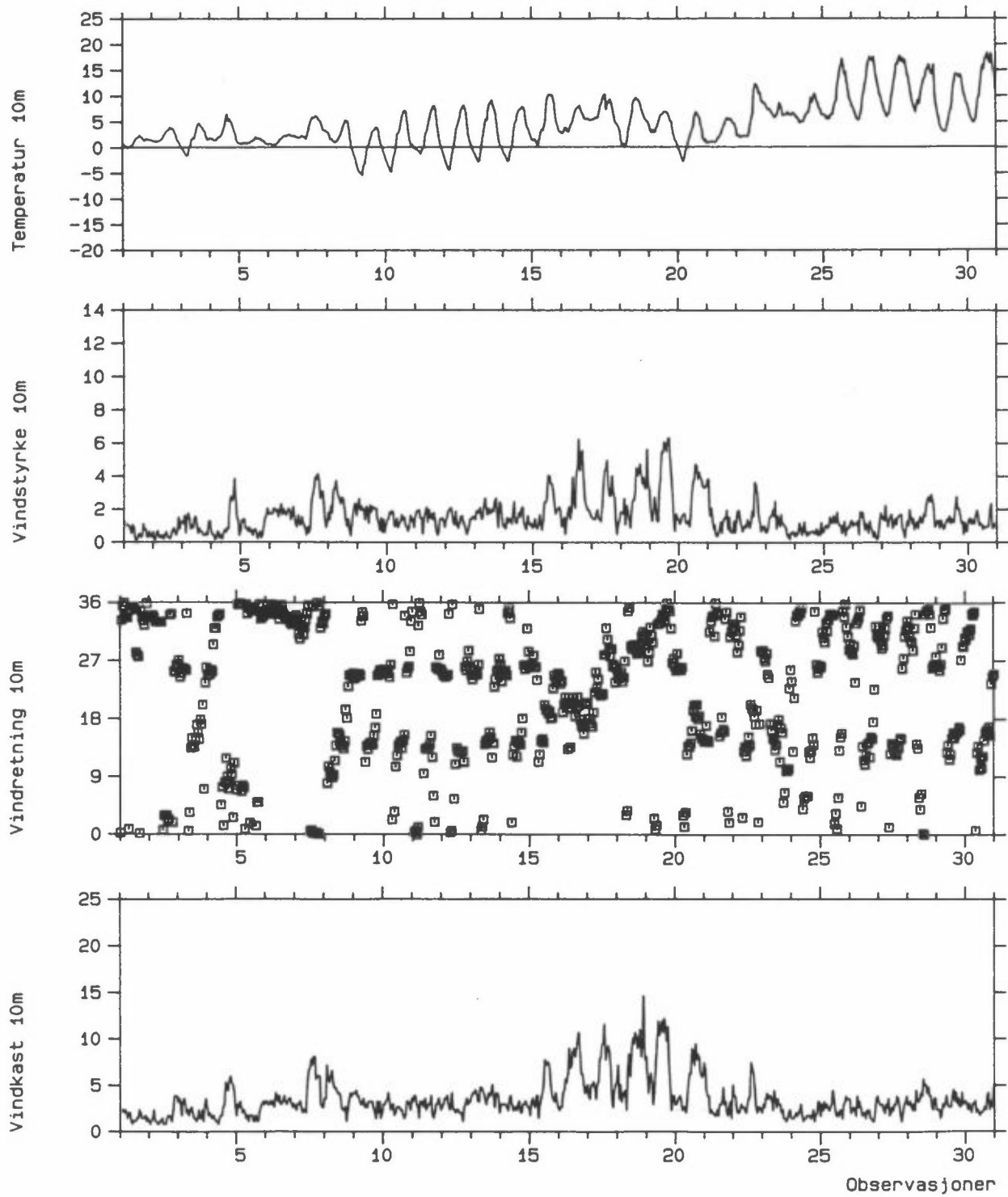
Måned : Mars 1993



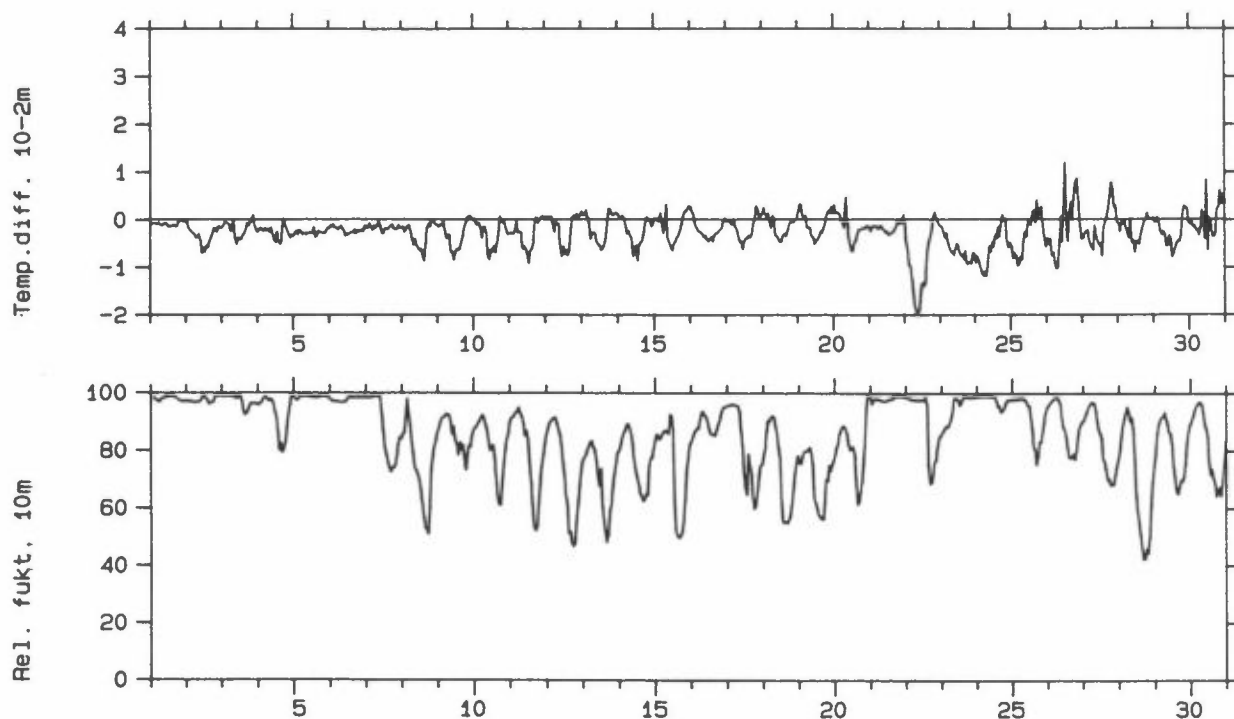
Stasjon: Stampesletta
Måned : Mars 1993



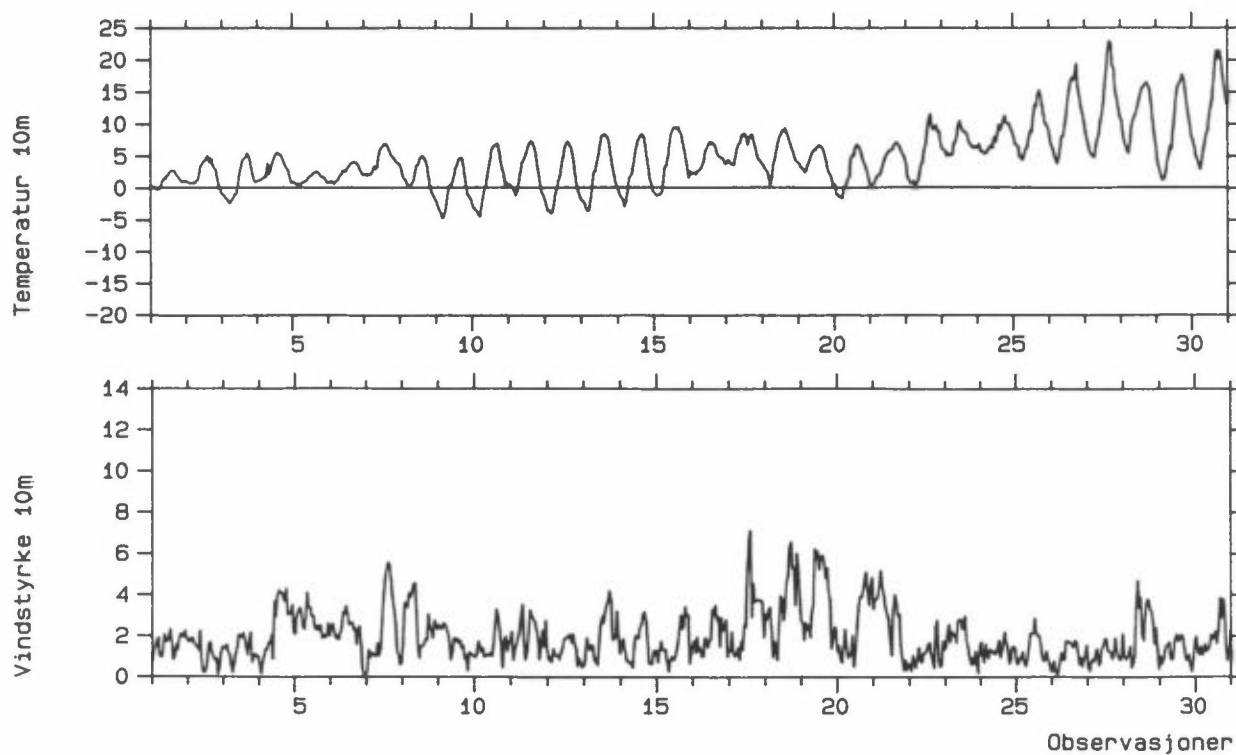
Stasjon: Gjøvik
Måned : April 1993



Stasjon: Gjøvik
Måned : April 1993

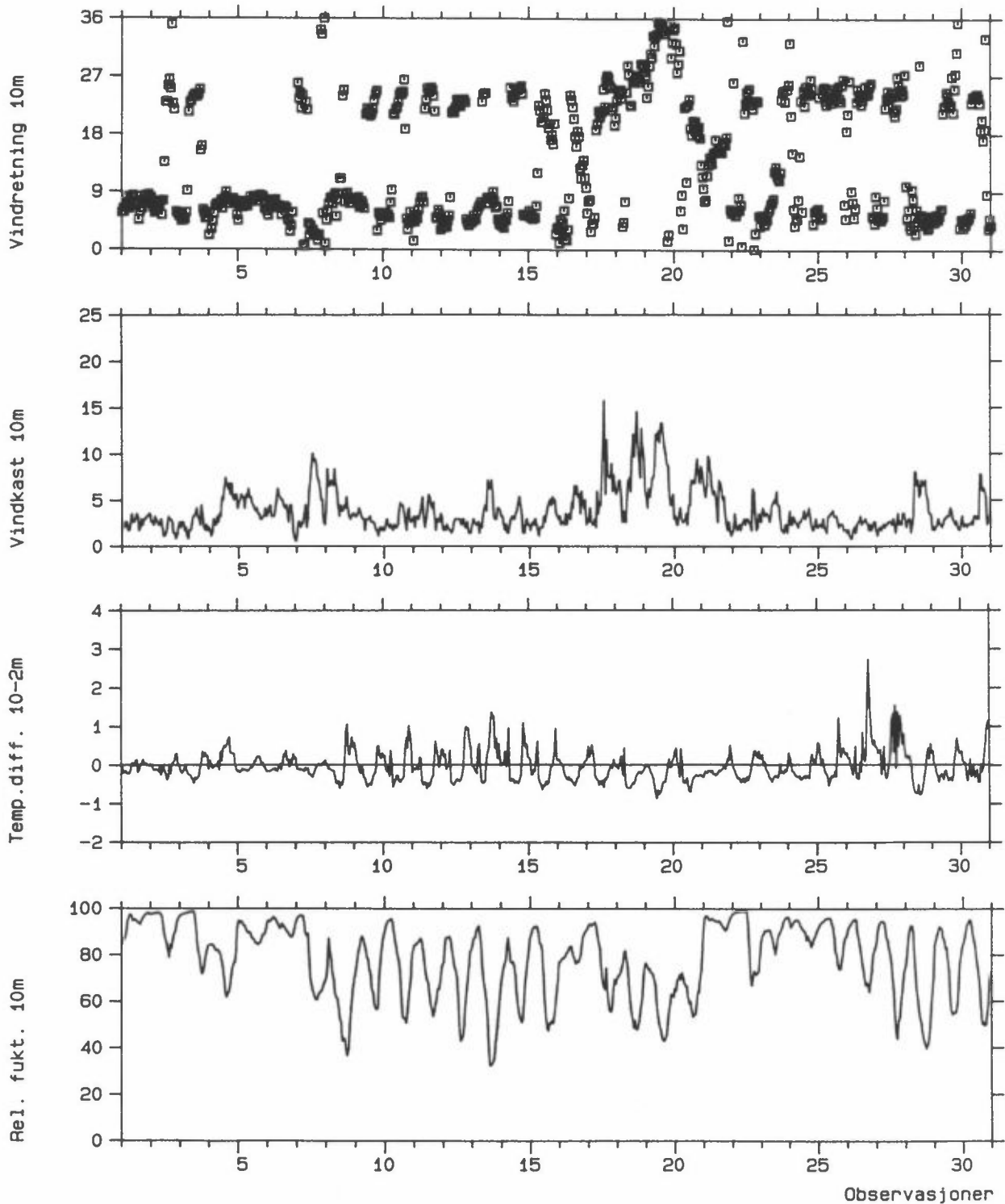


Stasjon: Vikingskipet
Måned : April 1993



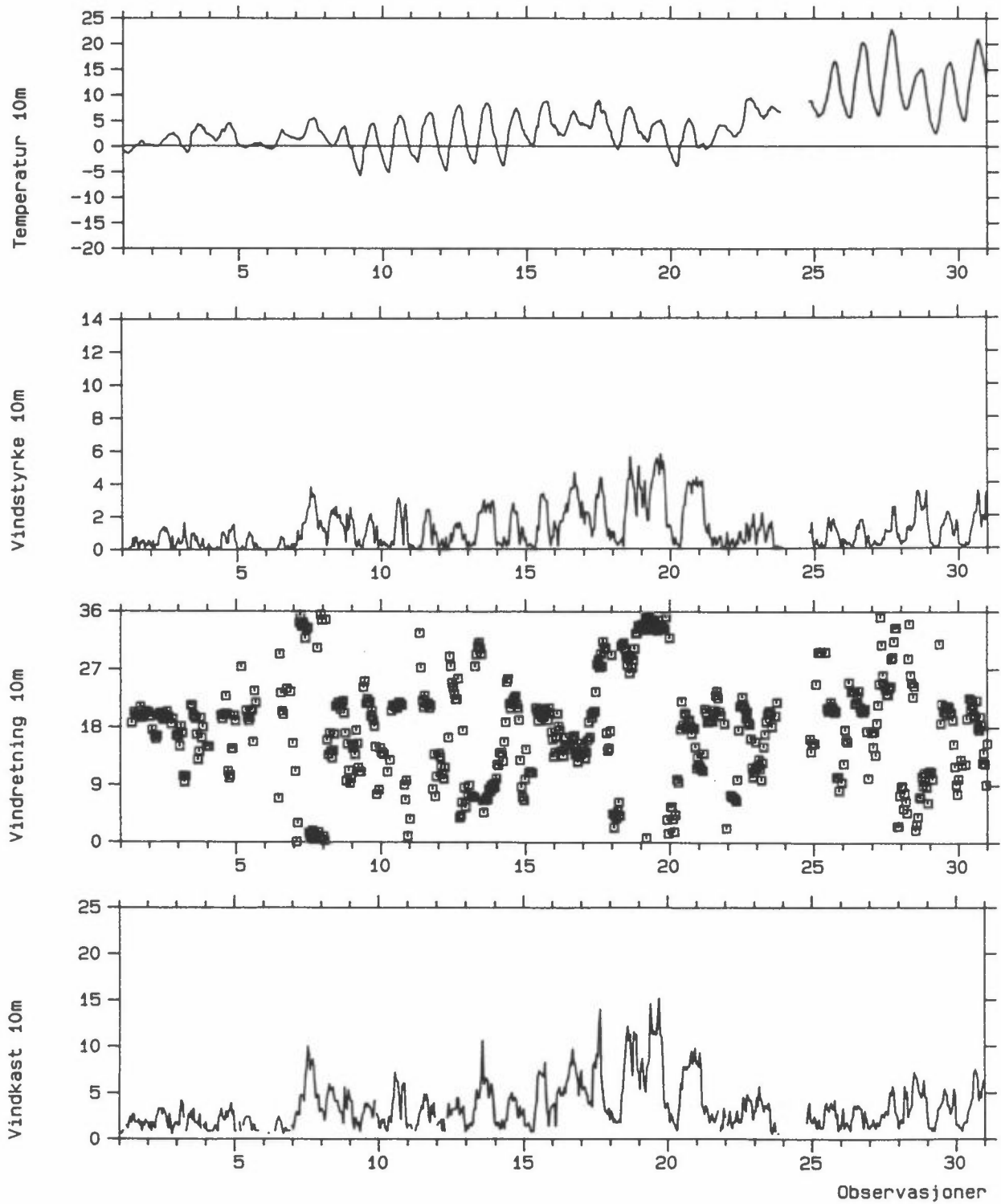
Stasjon: Vikingskipet

Måned : April 1993



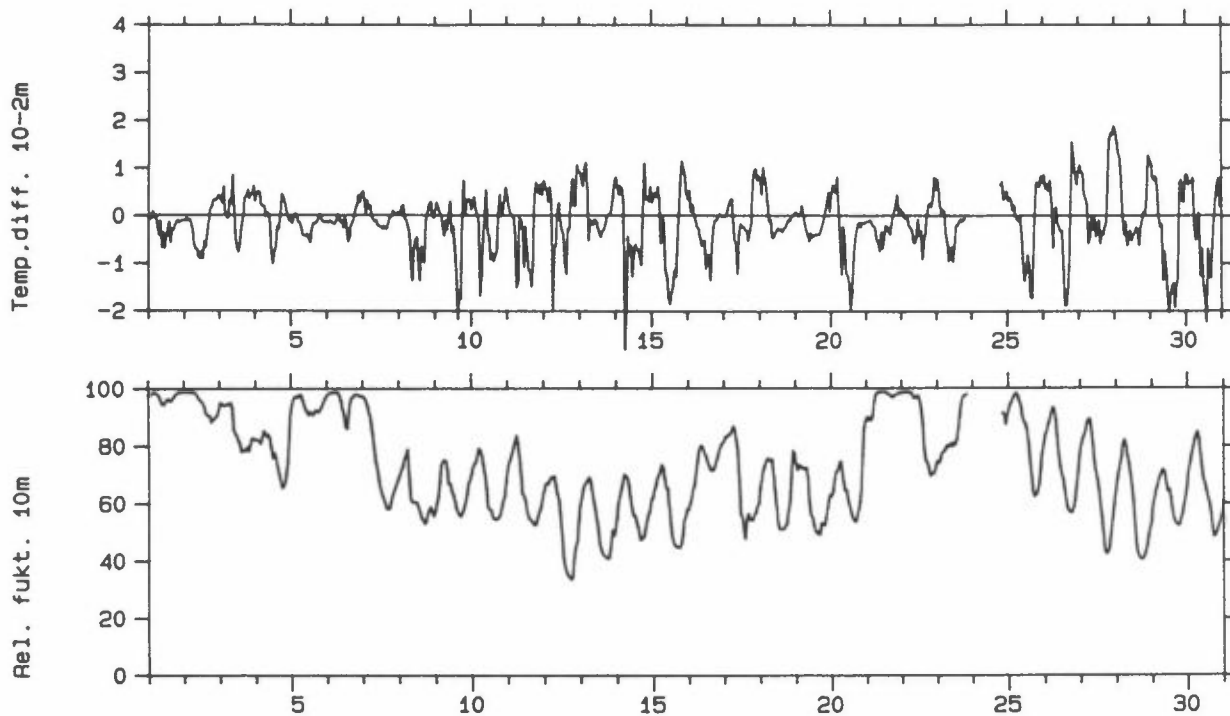
Stasjon: Stapesletta

Måned : April 1993



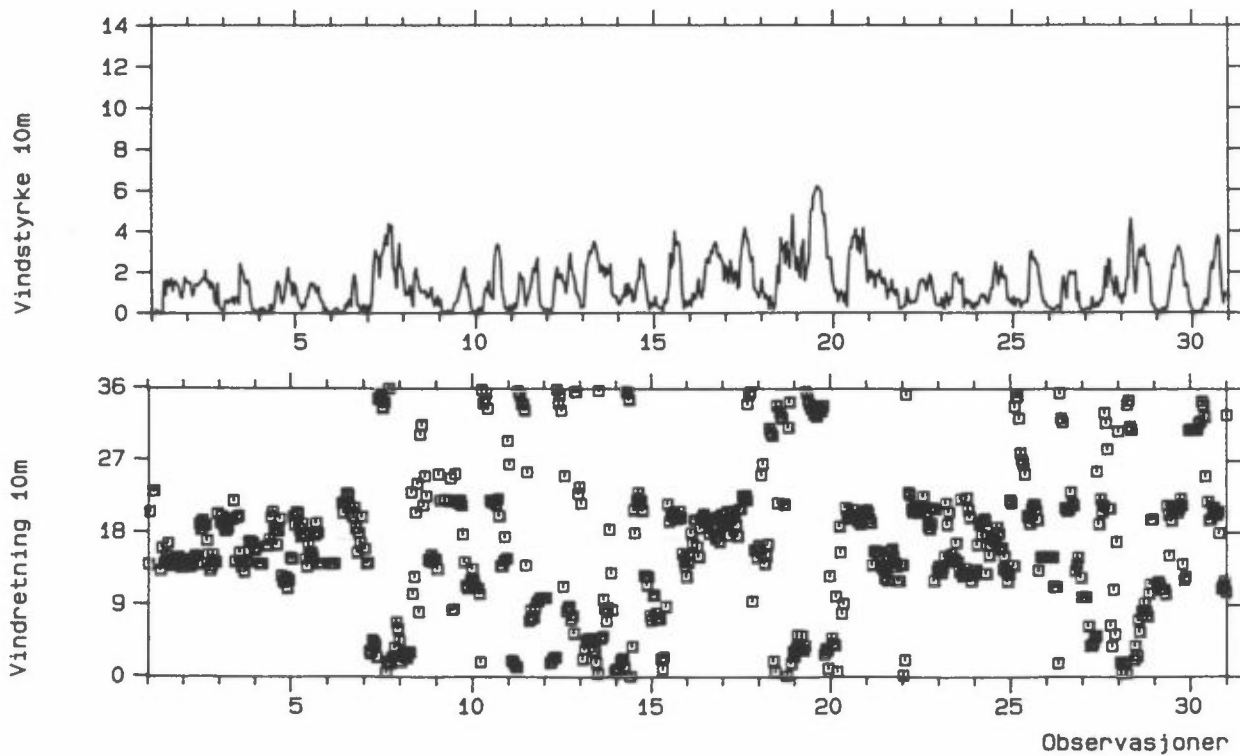
Stasjon: Stapesletta

Måned : April 1993



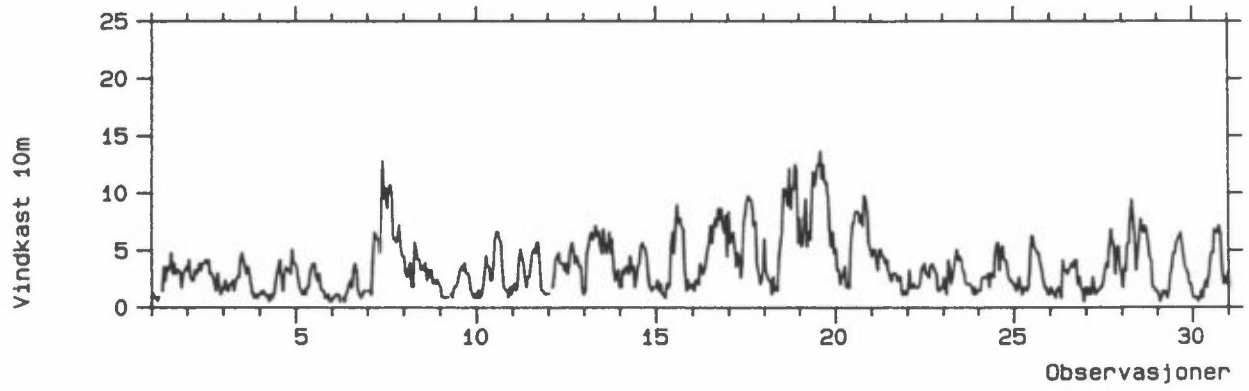
Stasjon: Hafjell

Måned : April 1993

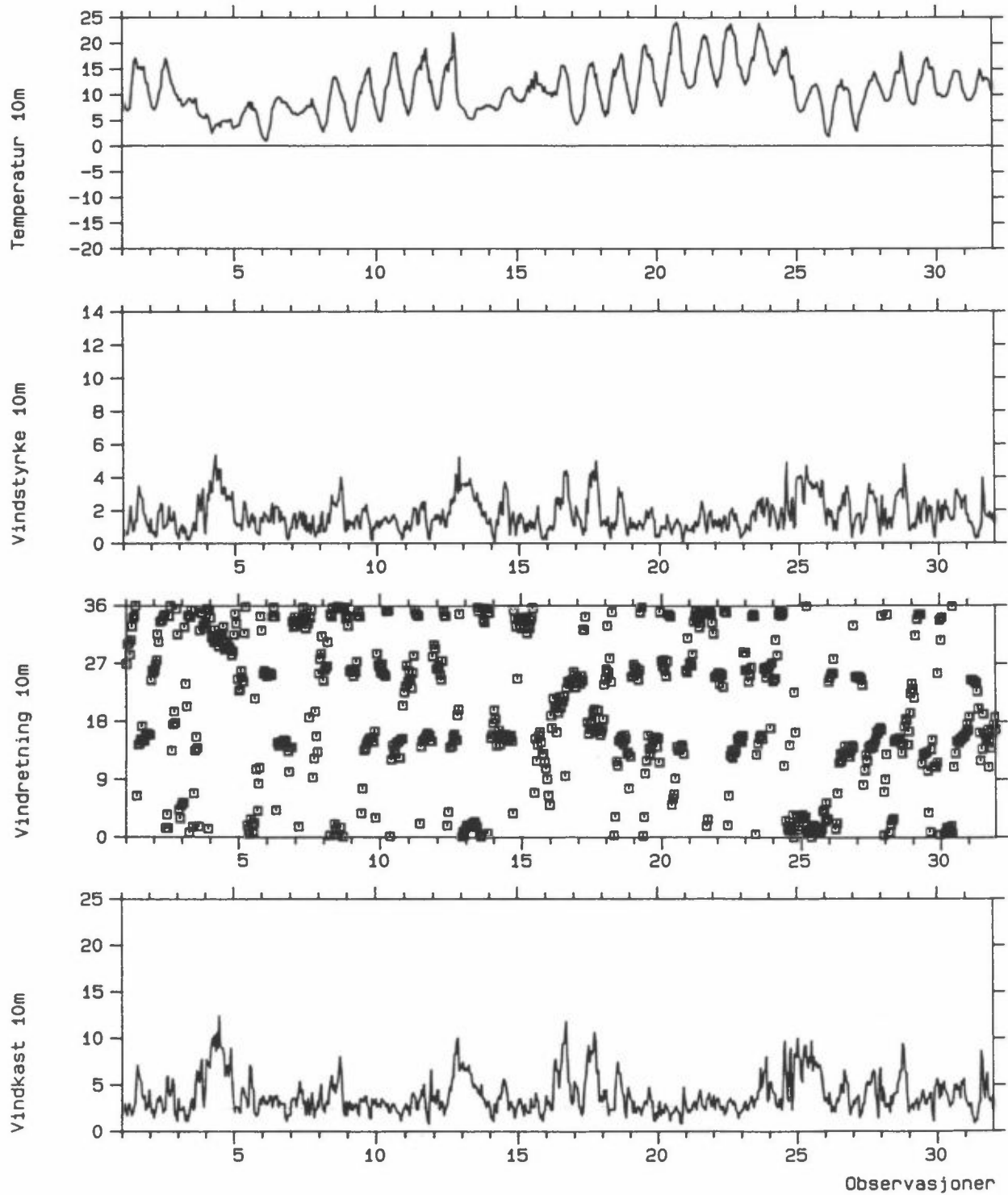


Stasjon: Hafjell

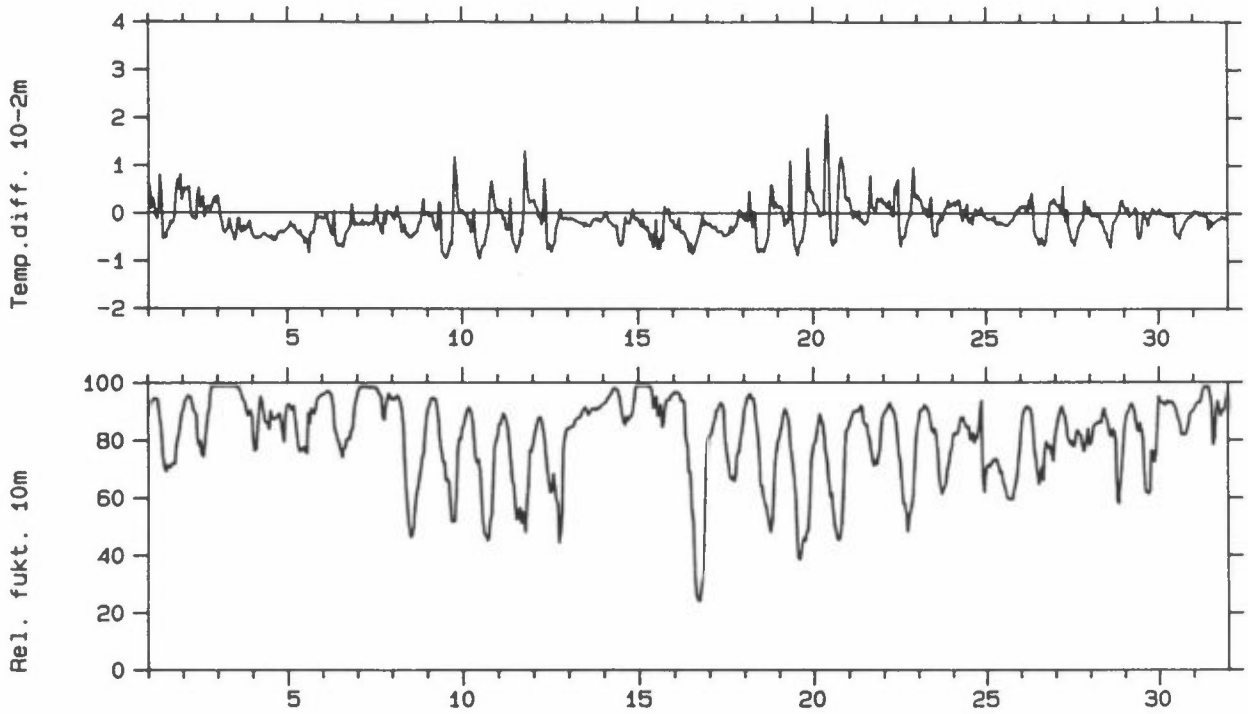
Måned : April 1993



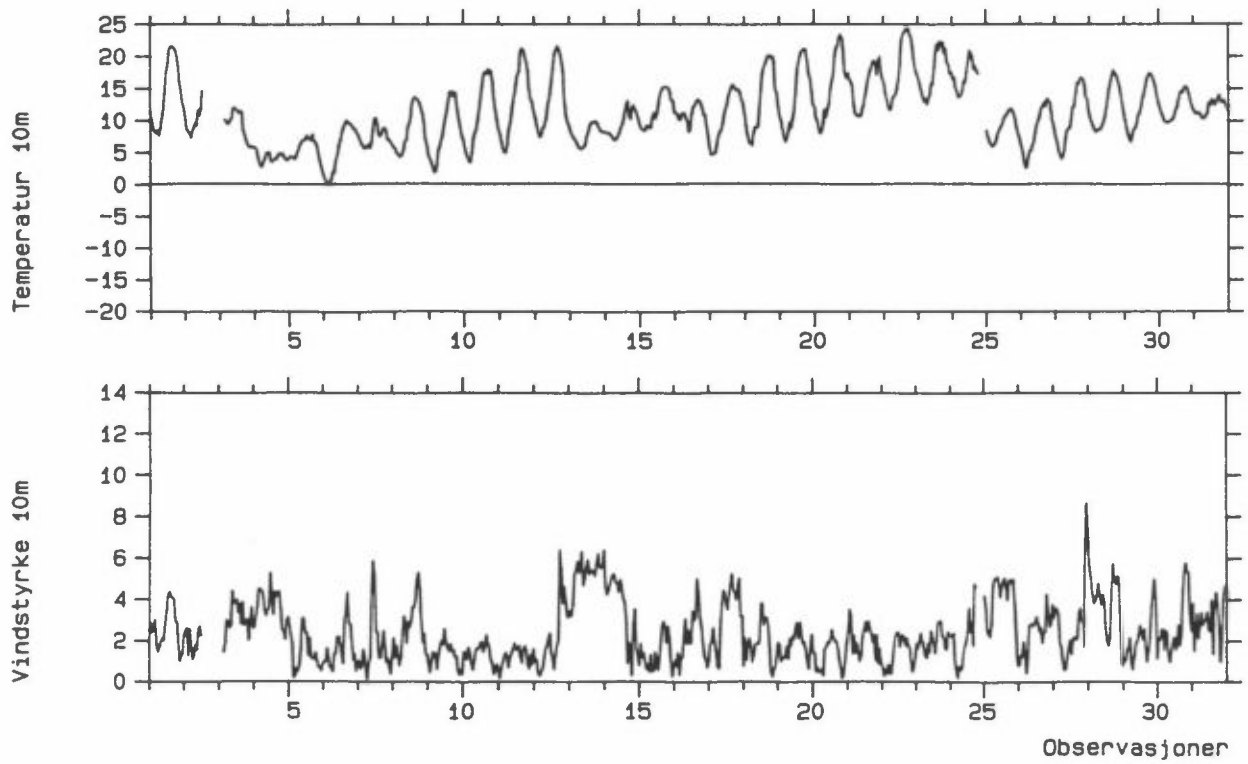
Stasjon: Gjøvik
Måned : Mai 1993



Stasjon: Gjøvik
Måned : Mai 1993

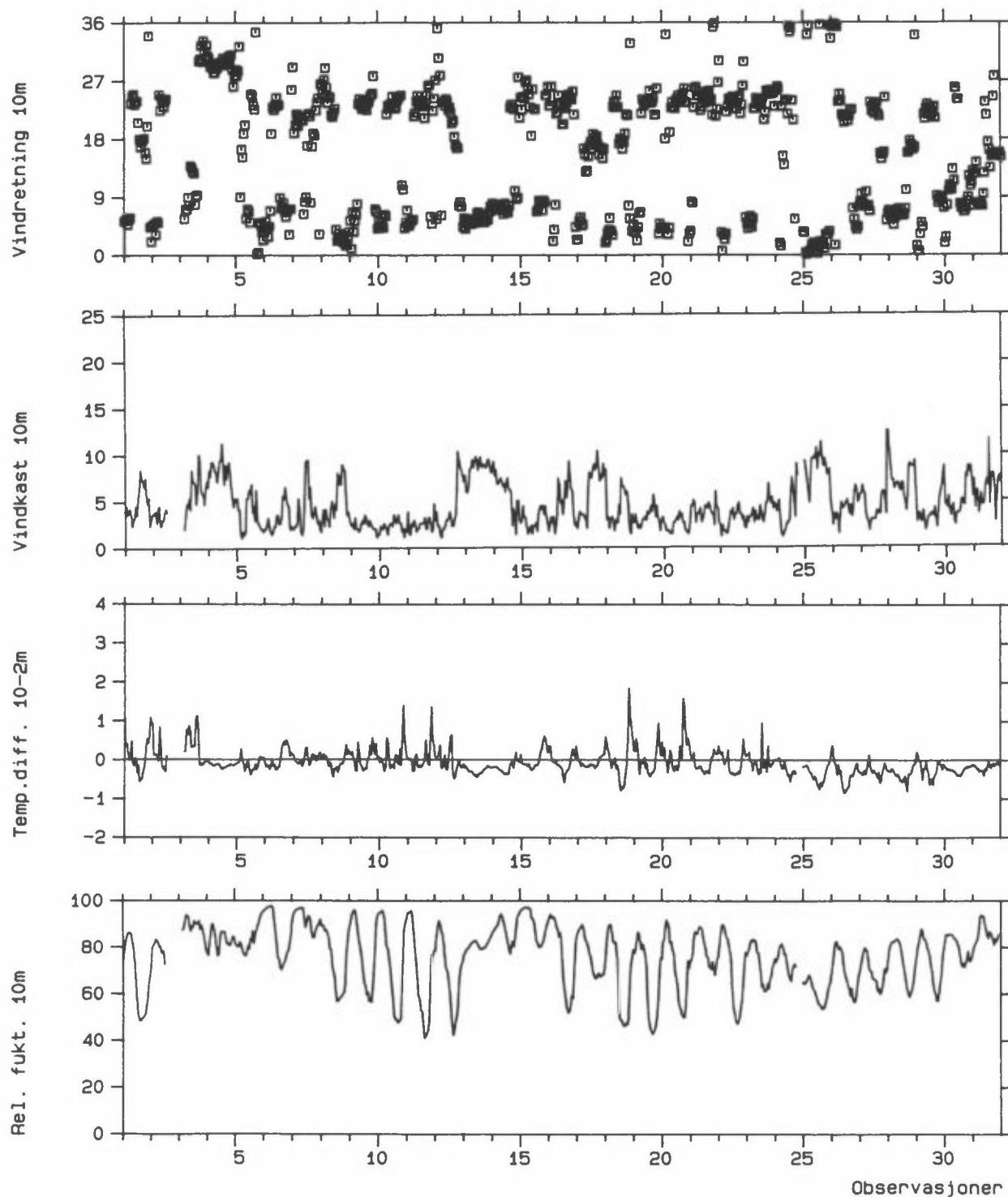


Stasjon: Vikingskipet
Måned : Mai 1993

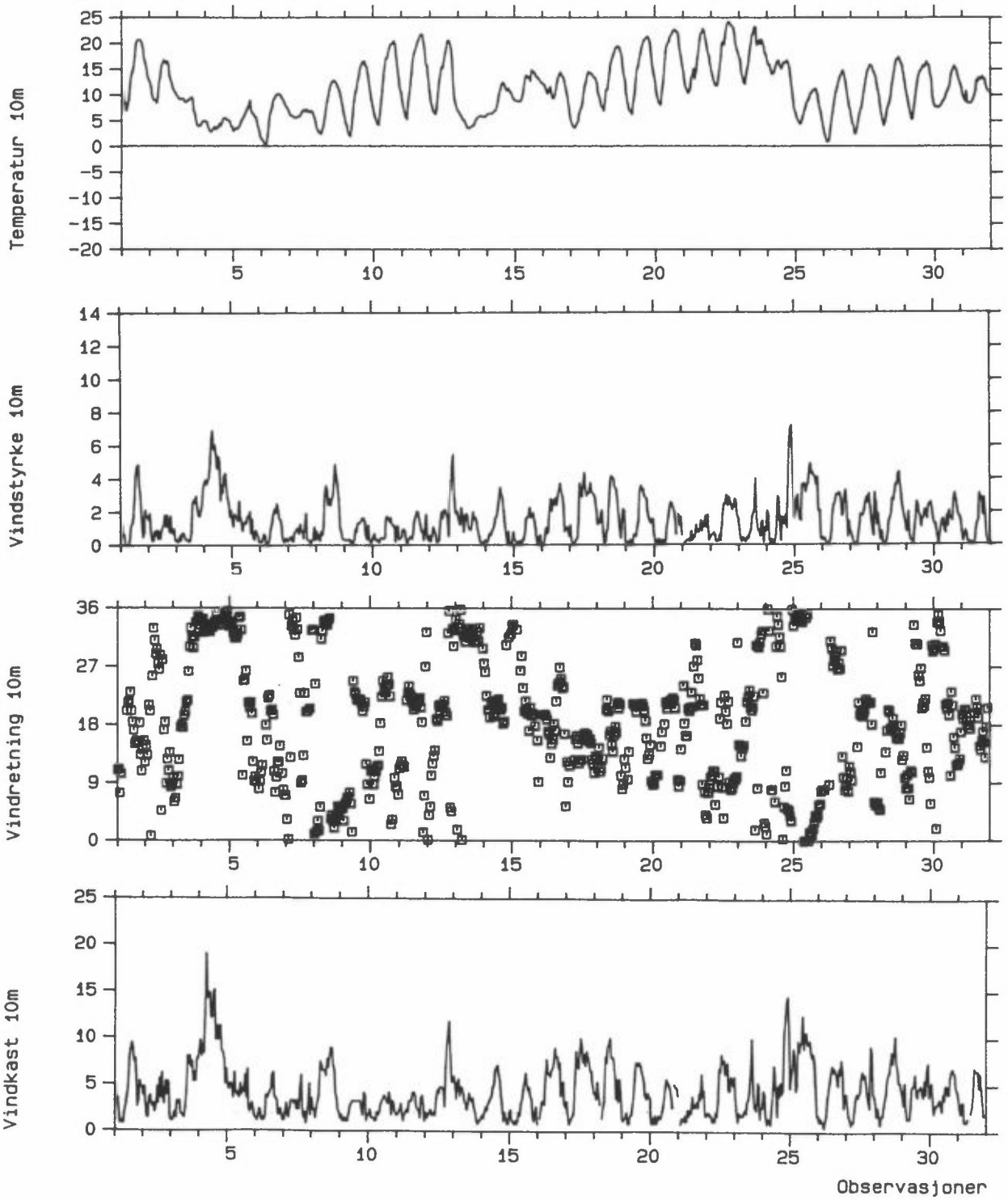


Stasjon: Vikingskipet

Måned : Mai 1993

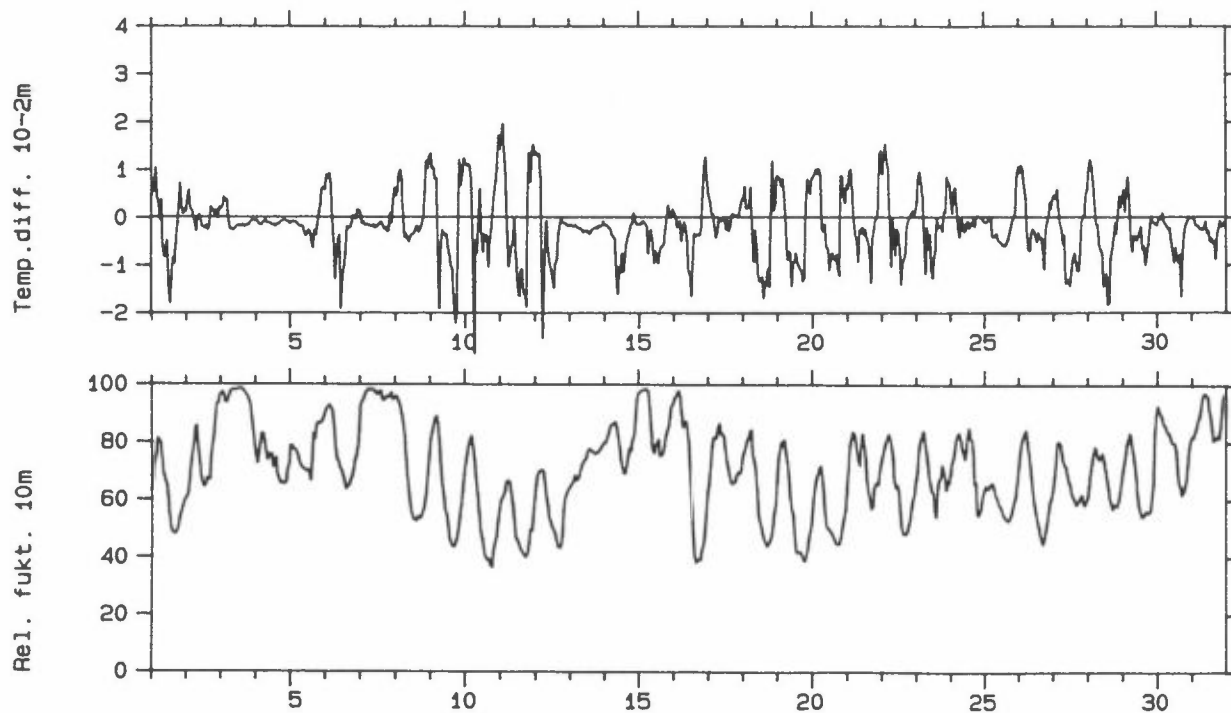


Stasjon: Stapesletta
Måned : Mai 1993



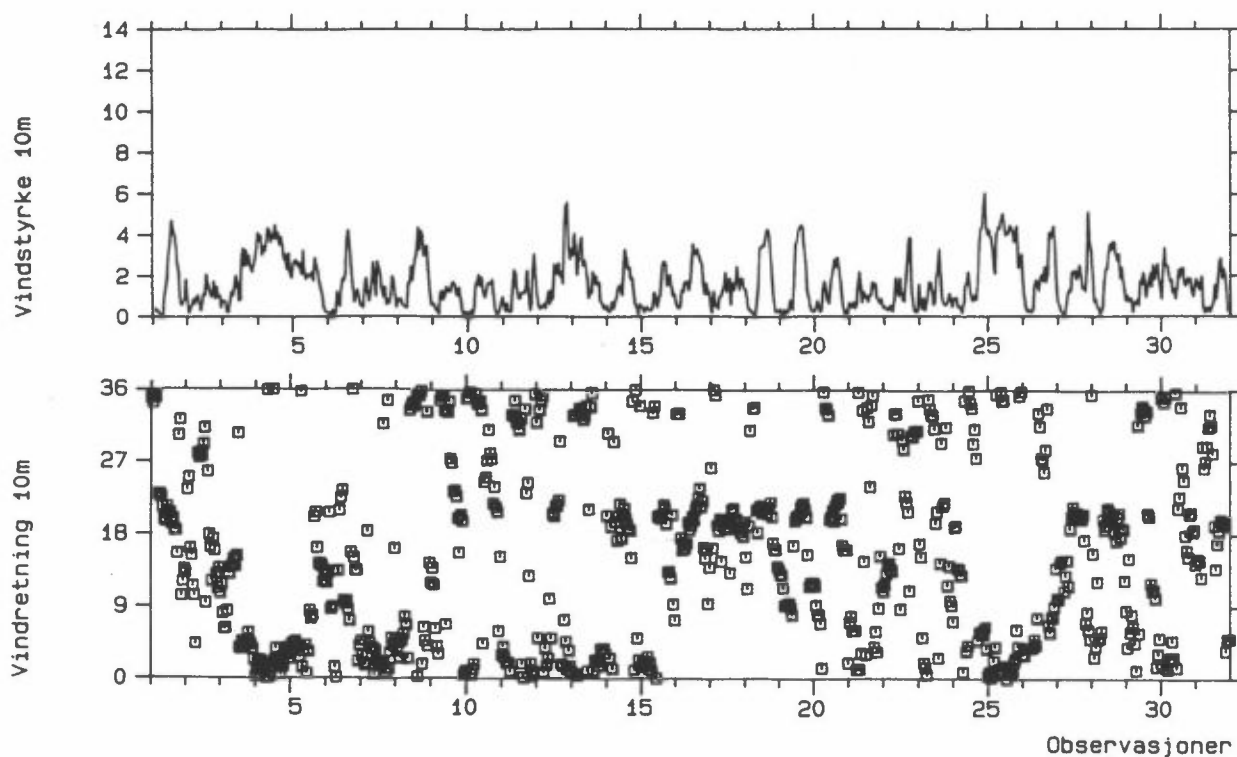
Stasjon: Stapesletta

Måned : Mai 1993

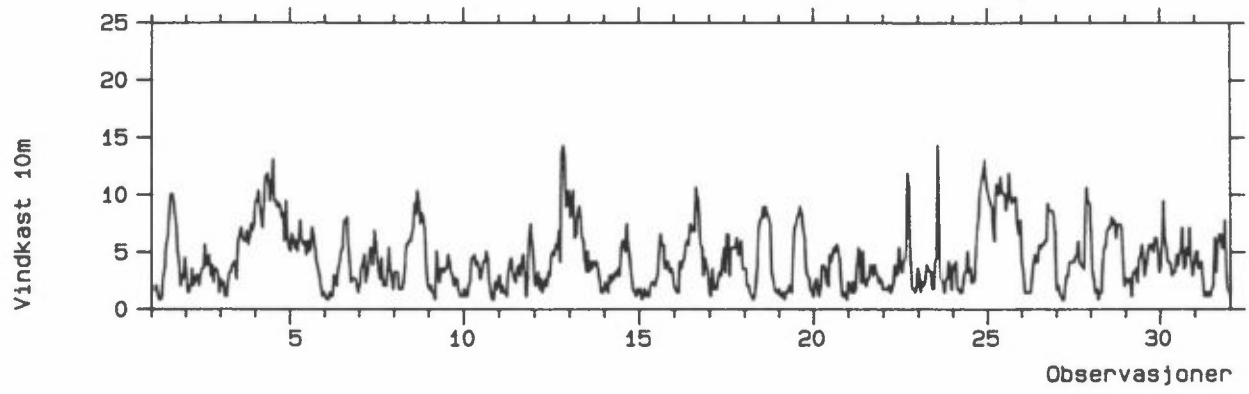


Stasjon: Hafjell

Måned : Mai 1993



Stasjon: Hafjell
Måned : Mai 1993

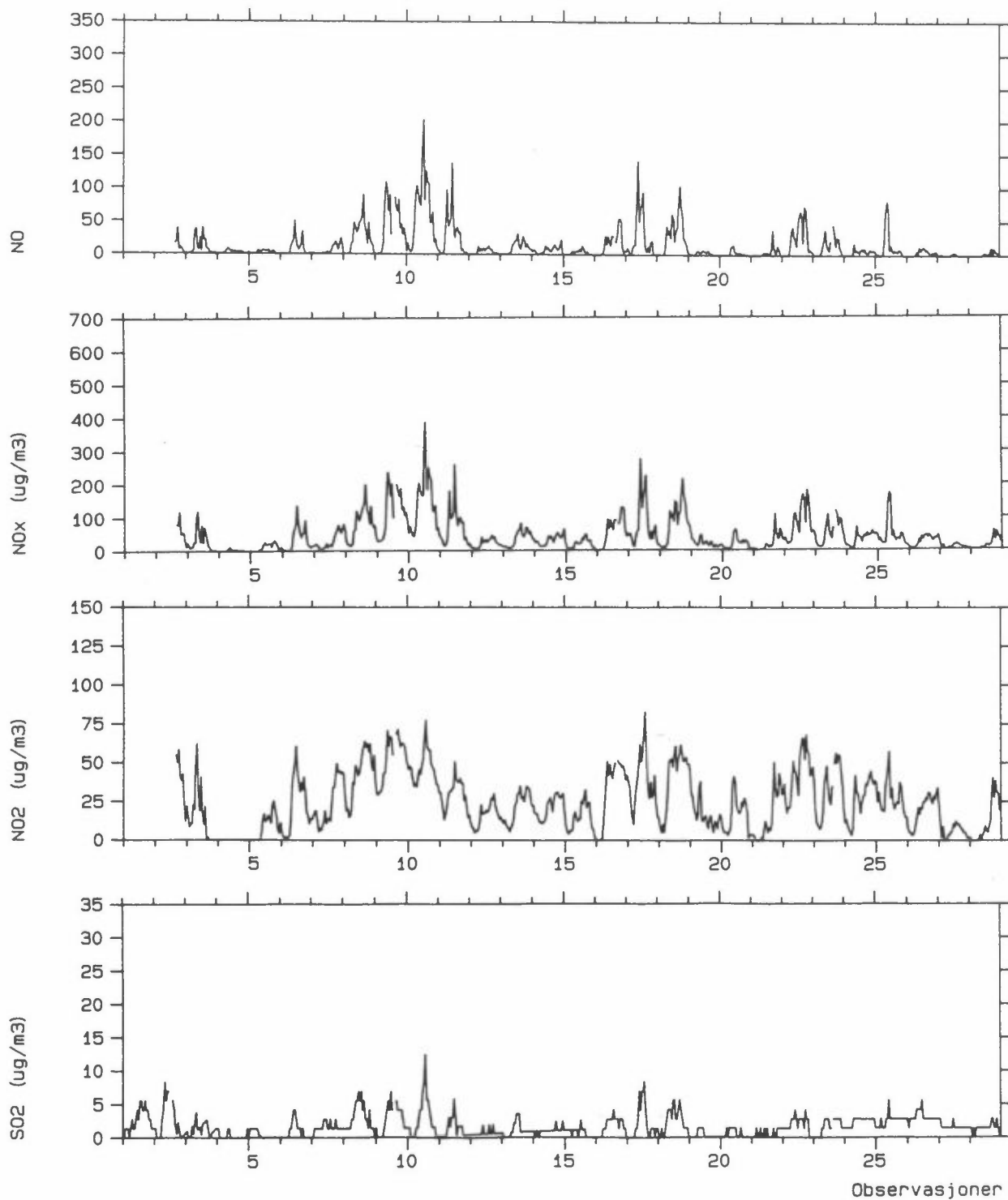


Vedlegg B

Grafisk presentasjon av timemiddelverdier av luftkvalitetsparametre

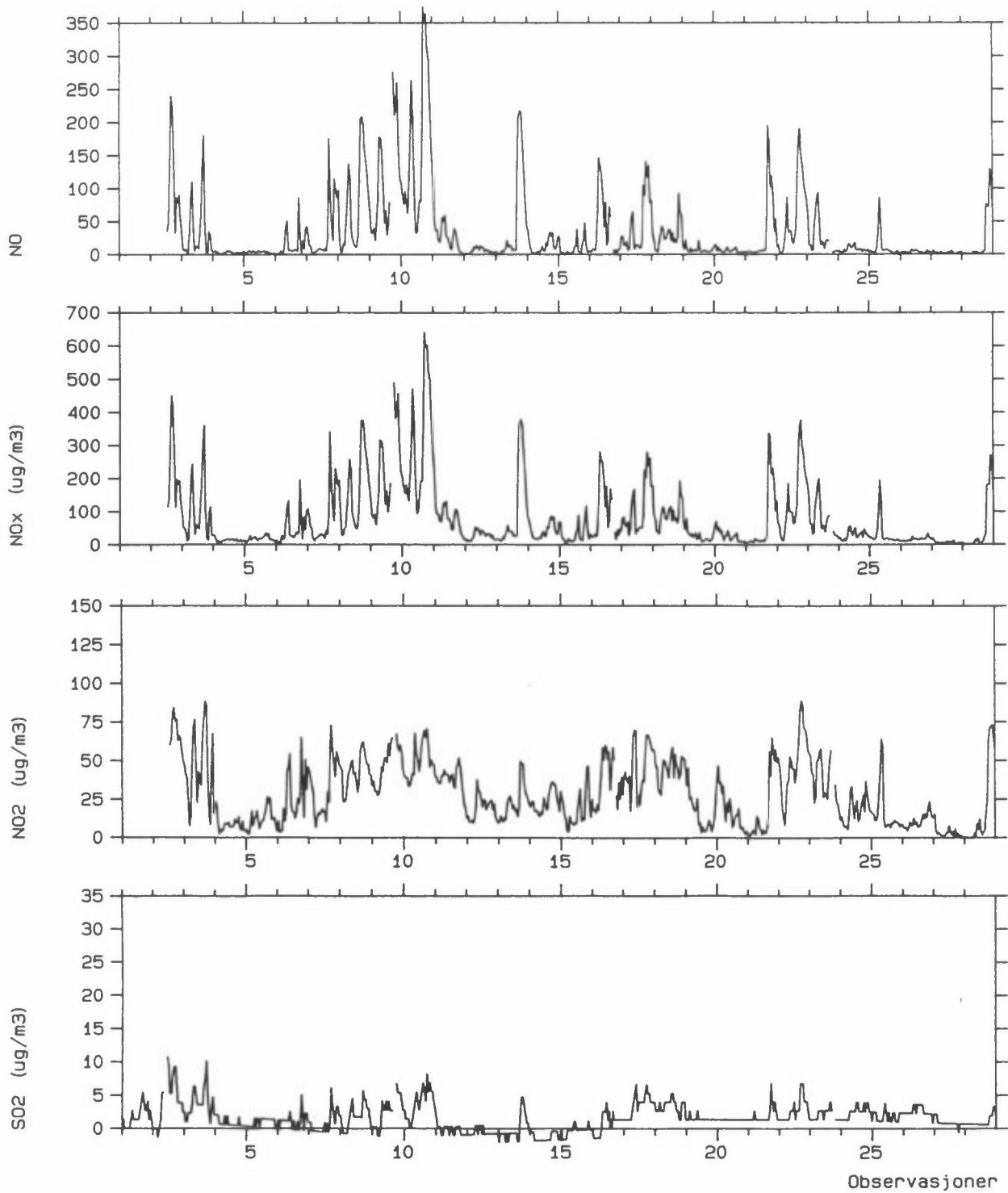
FJELLHALLEN	NO	(nitrogenmonoksid)
	NO _x	(sum nitrogenoksider)
	NO ₂	(nitrogendioksid)
	SO ₂	(svoveldioksid)
VIKINGSKIPET	NO	(nitrogenmonoksid)
	NO _x	(sum nitrogenoksider)
	NO ₂	(nitrogendioksid)
	SO ₂	(svoveldioksid)
KULTURHUSET	NO	(nitrogenmonoksid)
	NO _x	(sum nitrogenoksider)
	NO ₂	(nitrogendioksid)
	SO ₂	(svoveldioksid)
	O ₃	(ozon)
STAMPESLETTA	NO	(nitrogenmonoksid)
	NO _x	(sum nitrogenoksider)
	NO ₂	(nitrogendioksid)
FÅBERGGATA	NO	(nitrogenmonoksid)
	NO _x	(sum nitrogenoksider)
	NO ₂	(nitrogendioksid)
	CO	(karbonmonoksid)
	PM ₁₀	(svevestøypartikler med diameter under 10 µm)
HAFJELL	NO	(nitrogenmonoksid)
	NO _x	(sum nitrogenoksider)
	NO ₂	(nitrogendioksid)

Stasjon: Fjellhallen
Måned : Februar 1993

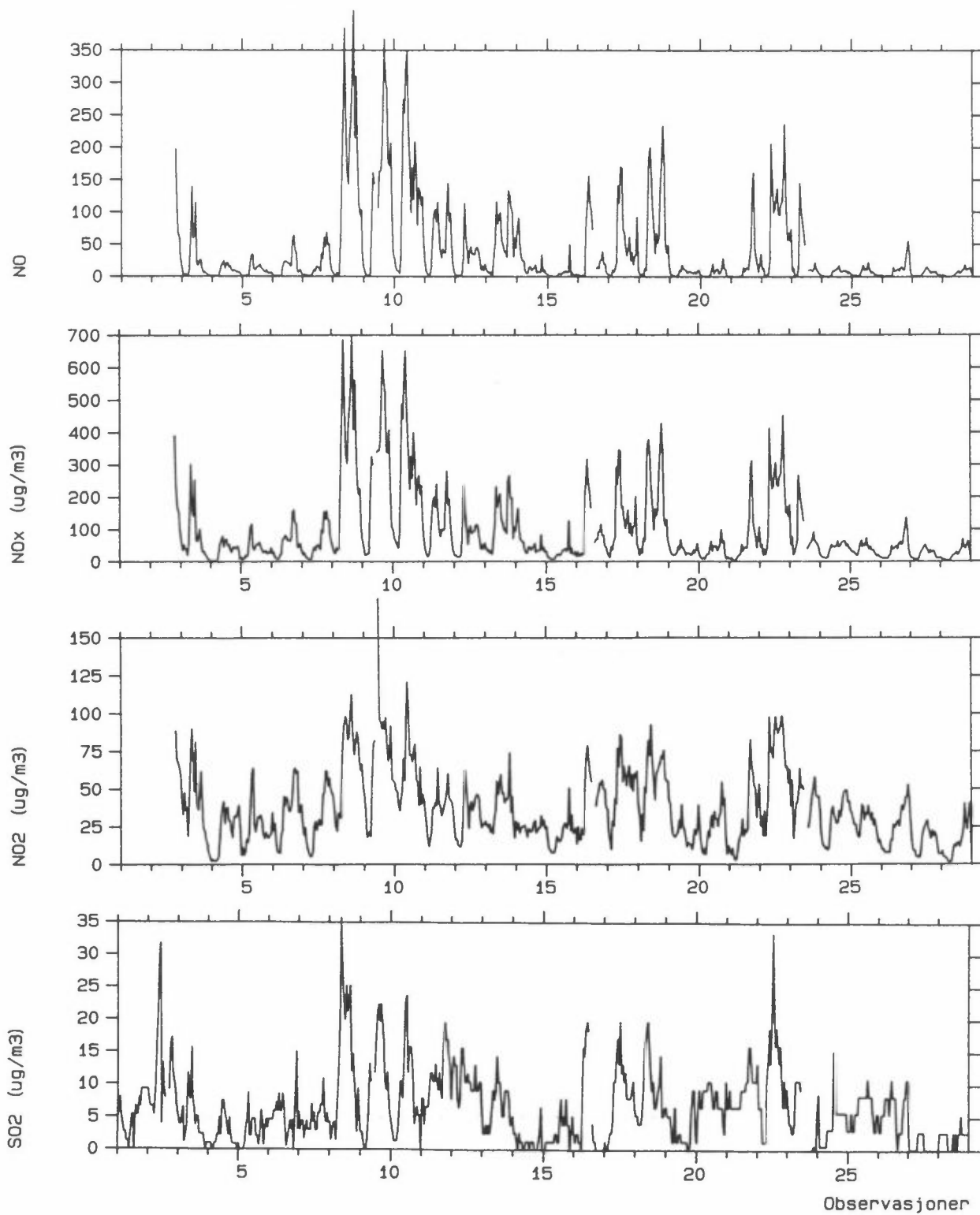


Stasjon: Vikingskipet

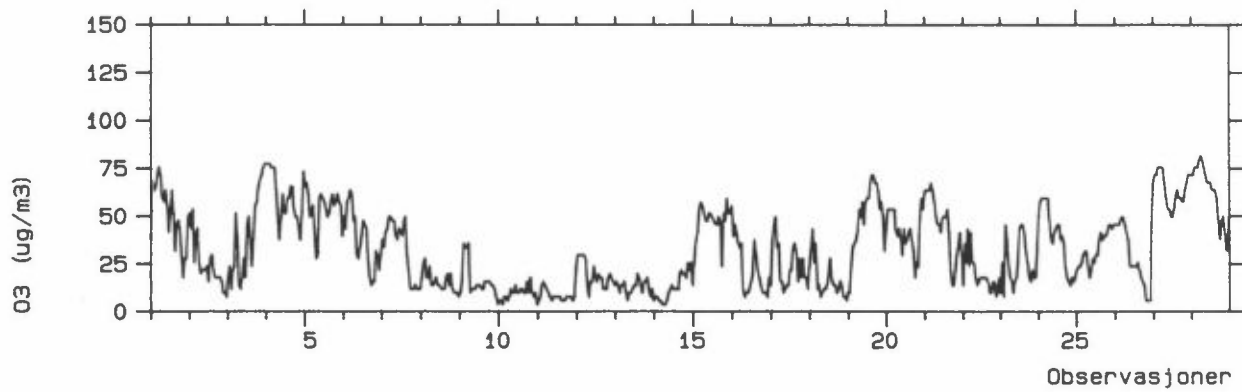
Måned : Februar 1993



Stasjon: Kulturhuset
Måned : Februar 1993

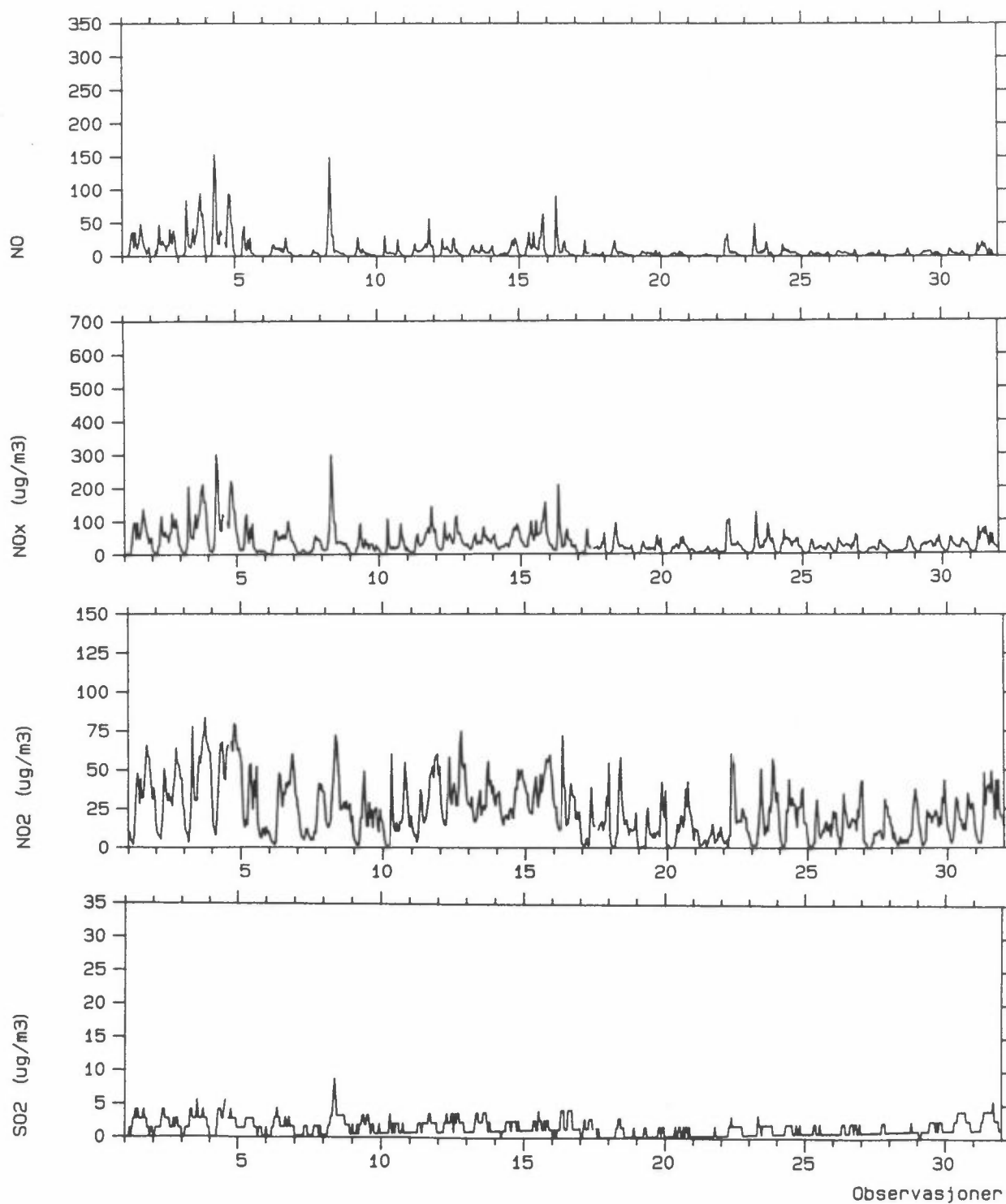


Stasjon: Kulturhuset
Måned : Februar 1993

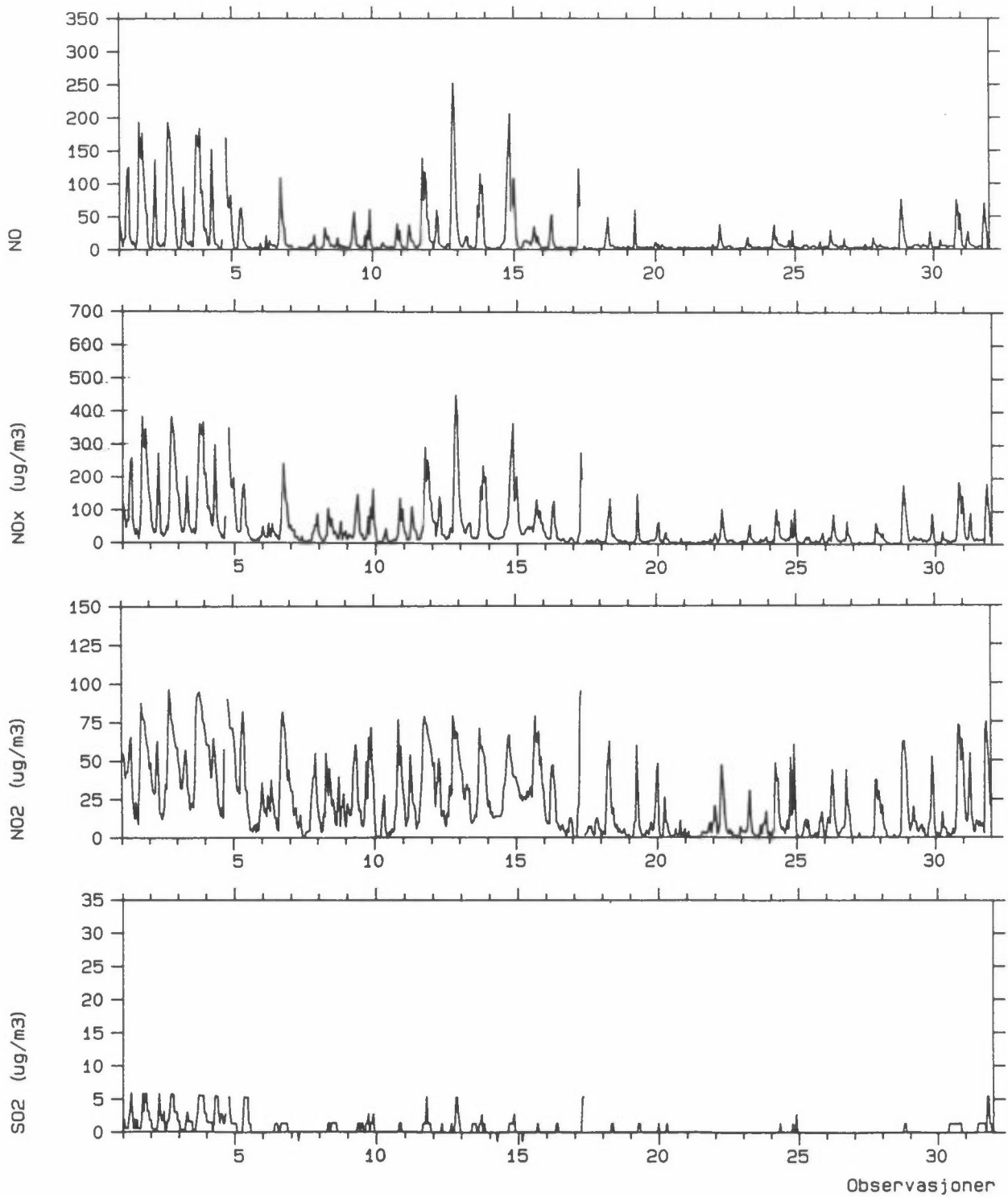


Stasjon: Fjellhallen

Måned : Mars 1993

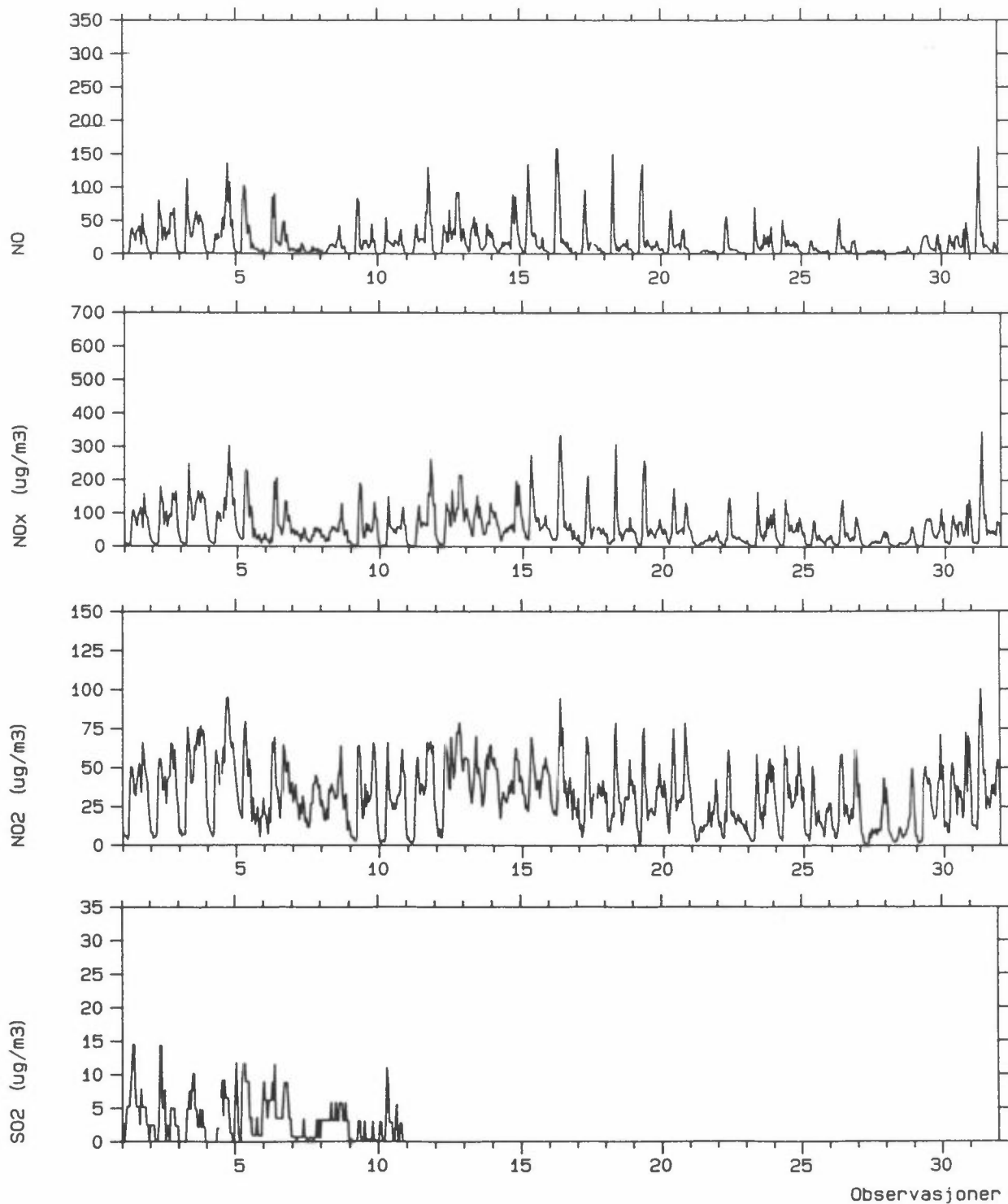


Stasjon: Vikingskipet
Måned : Mars 1993



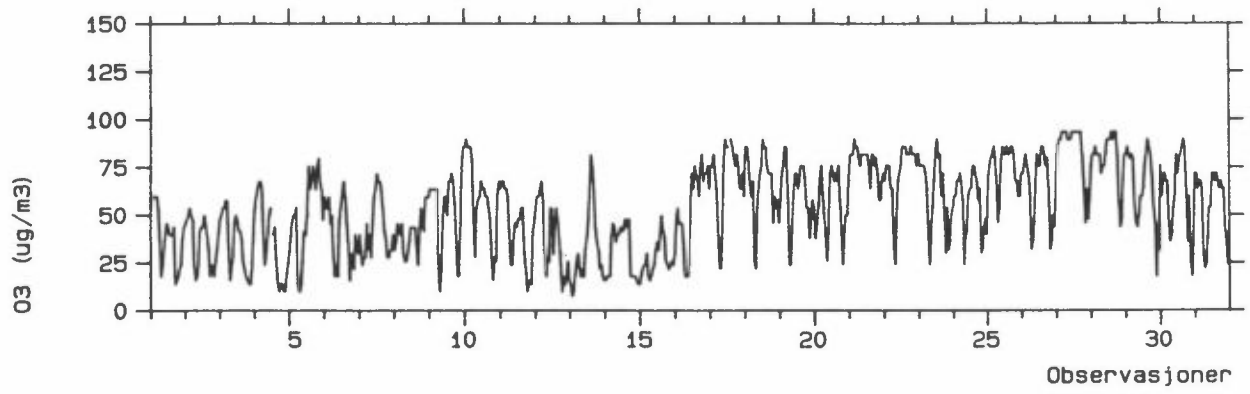
Stasjon: Kulturhuset

Måned : Mars 1993



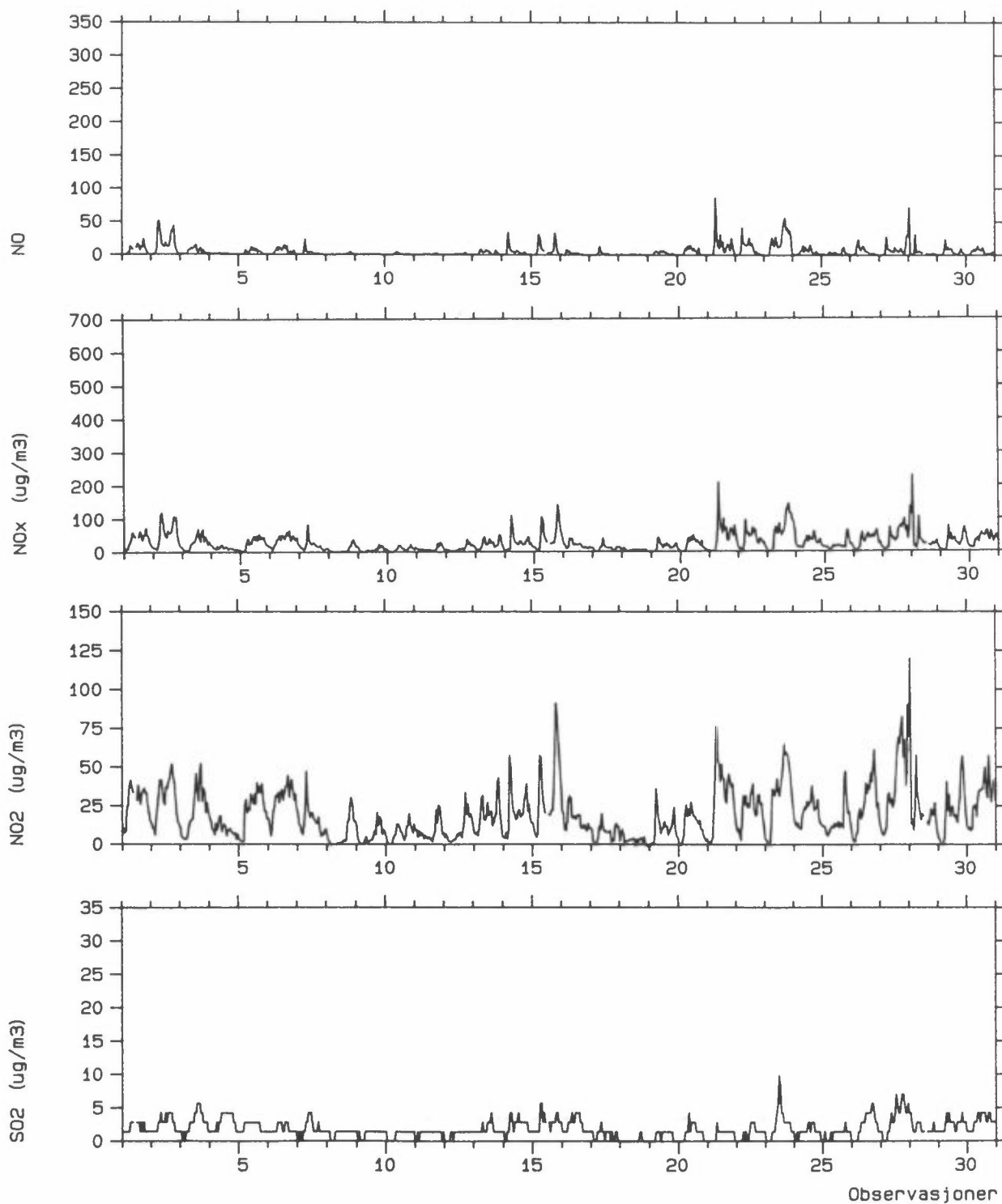
Stasjon: Kulturhuset

Måned : Mars 1993



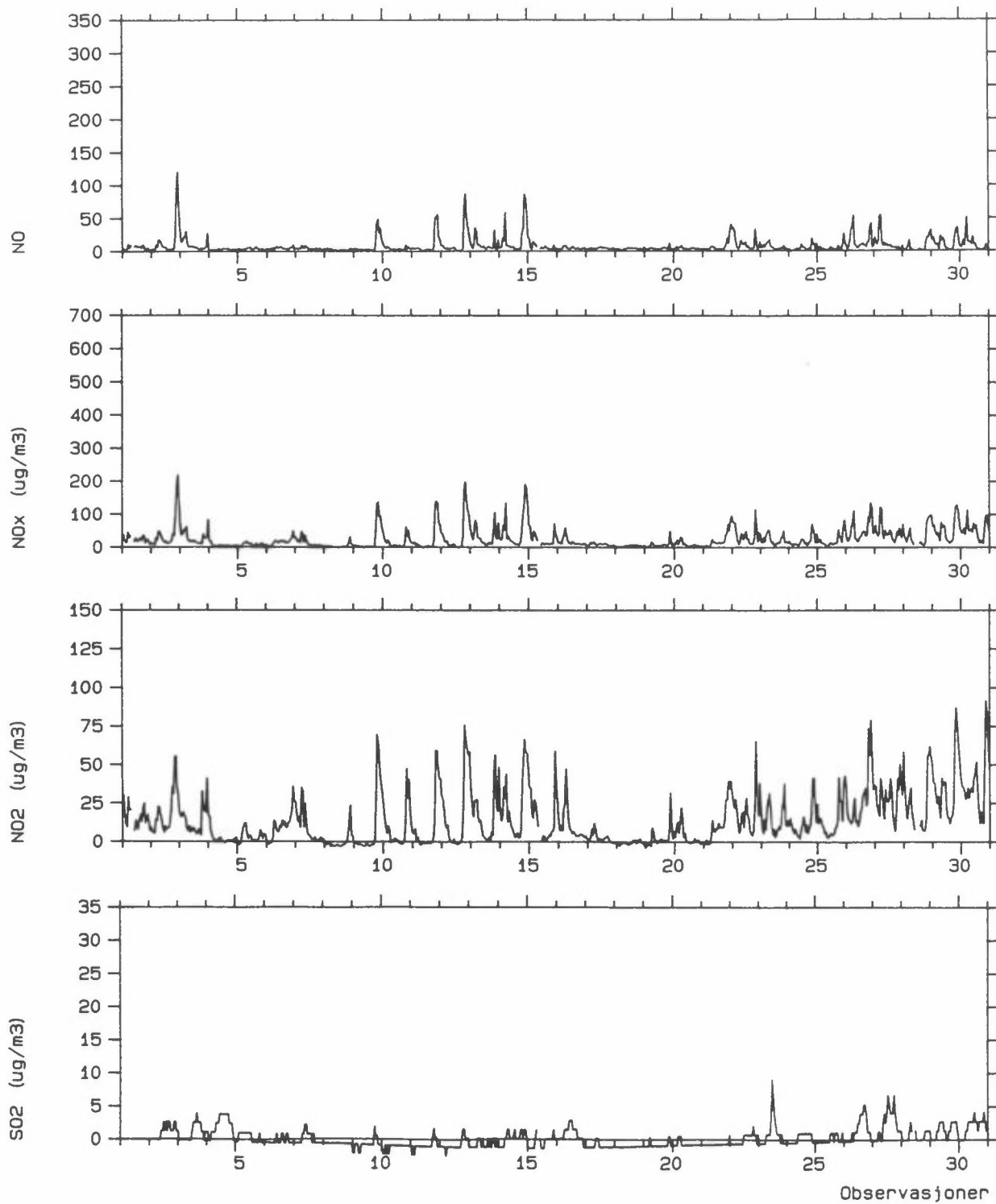
Stasjon: Fjellhallen

Måned : April 1993



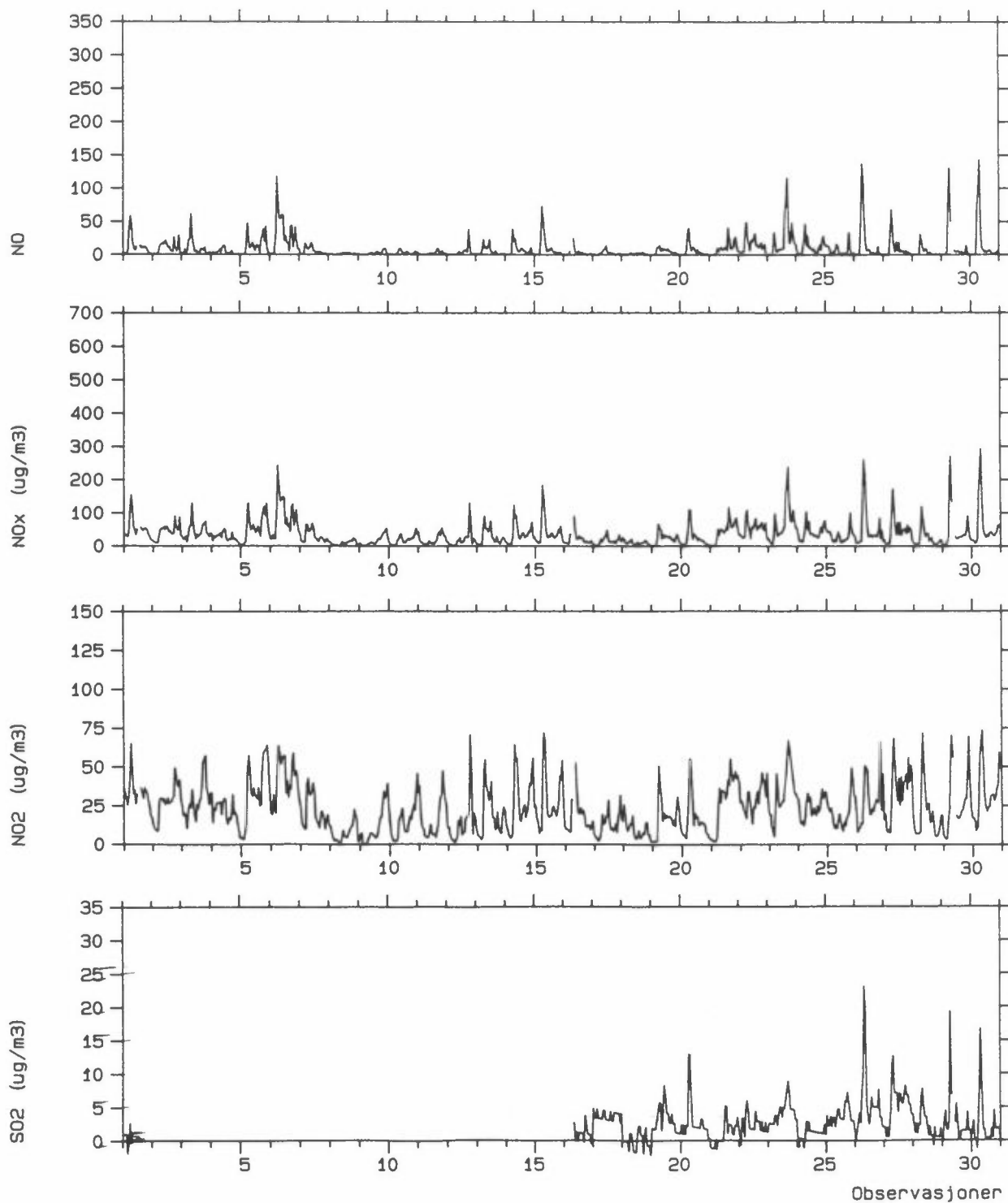
Stasjon: Vikingskipet

Måned : April 1993

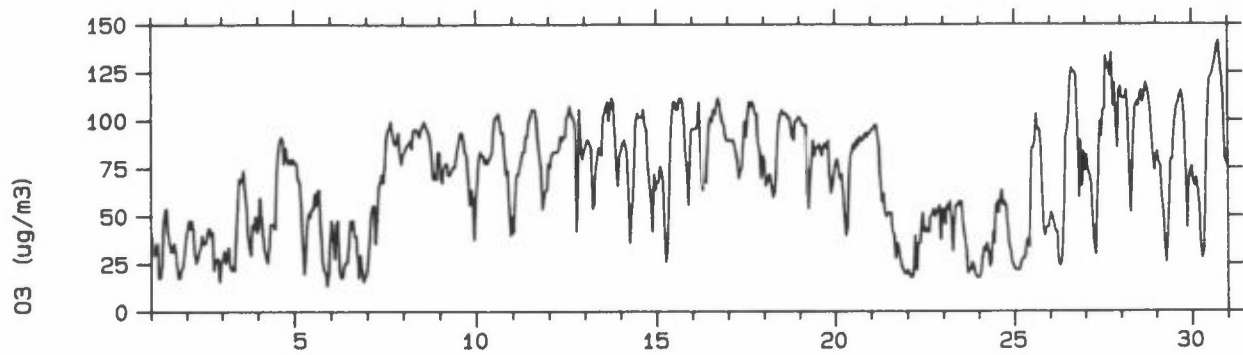


Stasjon: Kulturhuset

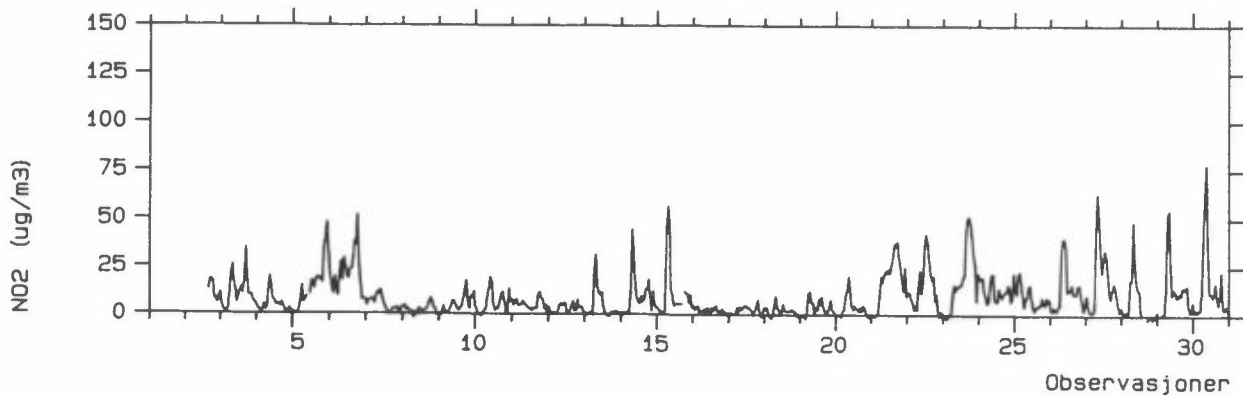
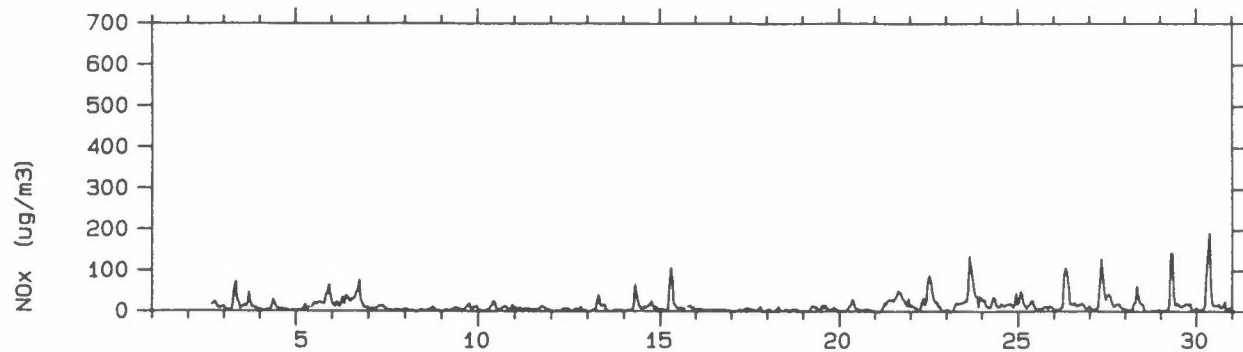
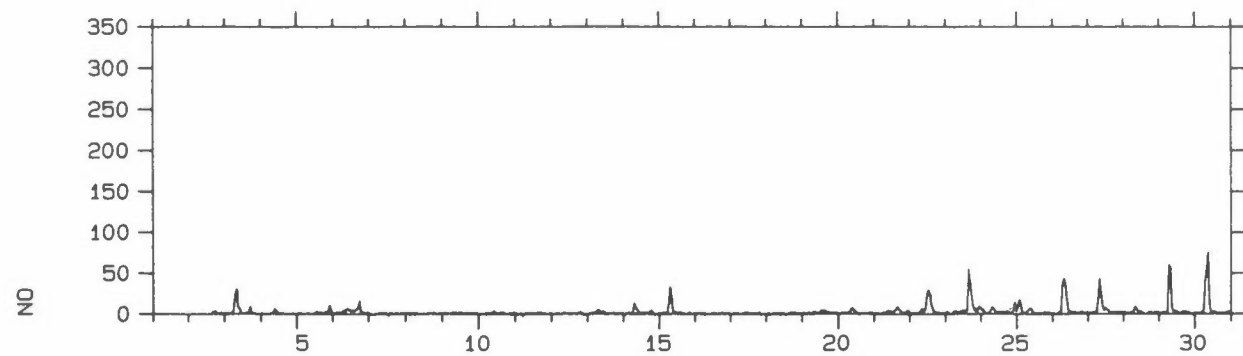
Måned : April 1993



Stasjon: Kulturhuset
Måned : April 1993

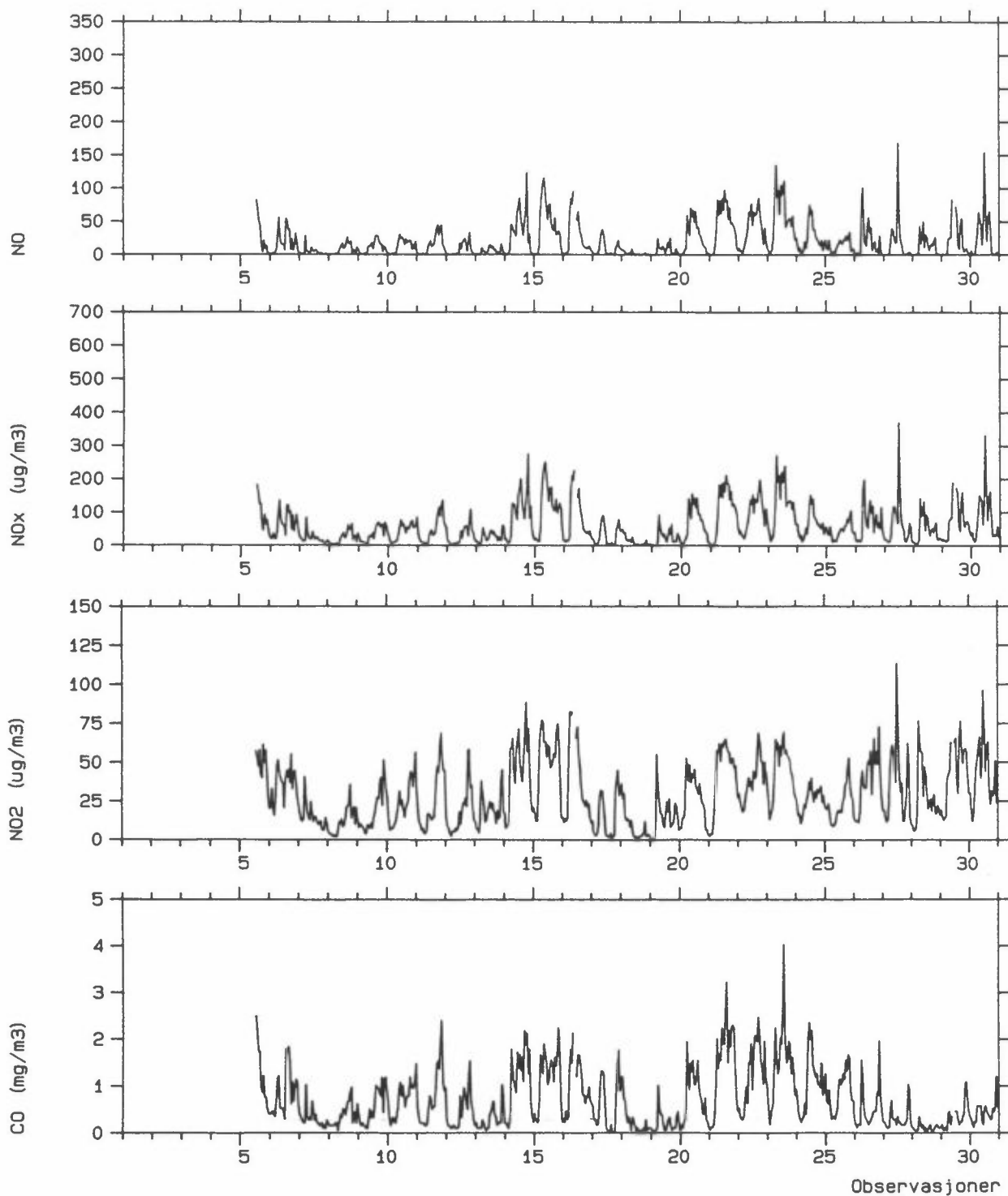


Stasjon: Stapesletta
Måned : April 1993



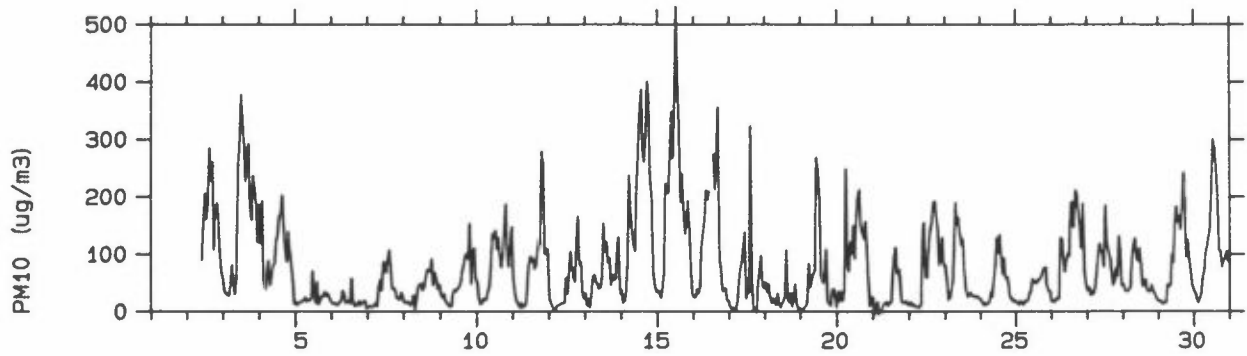
Stasjon: Fåberggata

Måned : April 1993



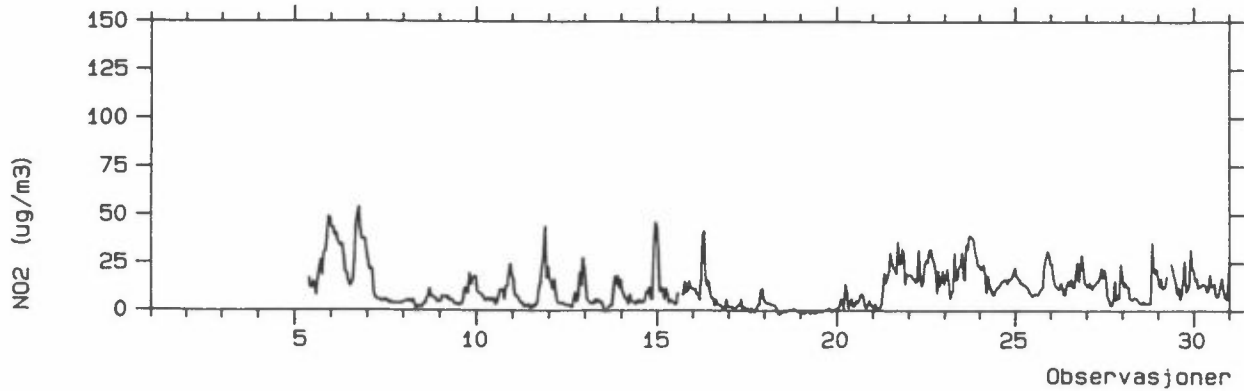
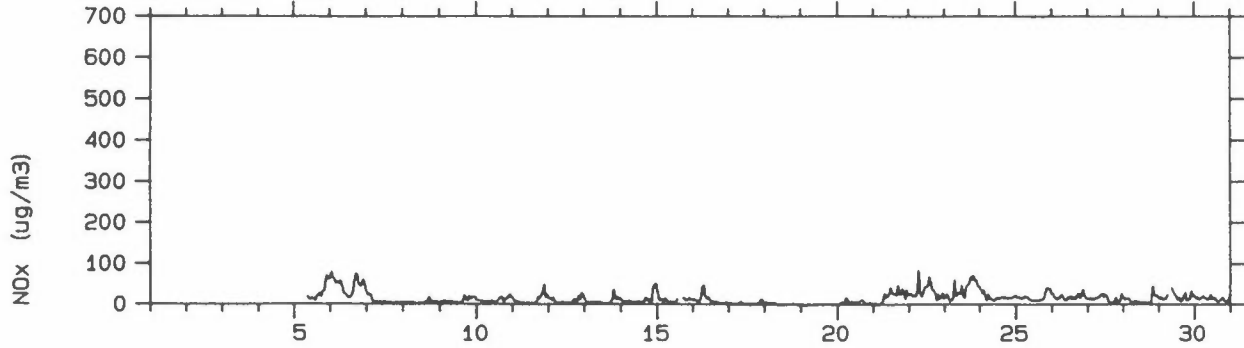
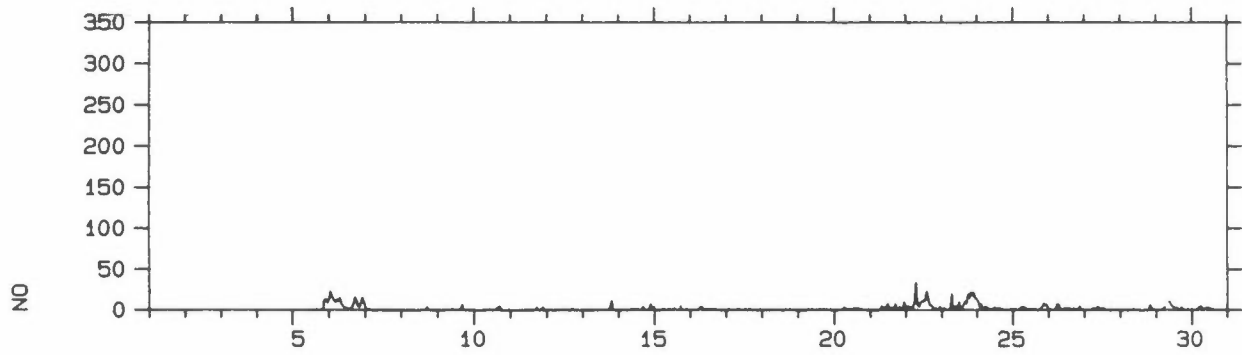
Stasjon: Fåberggata

Måned : April 1993



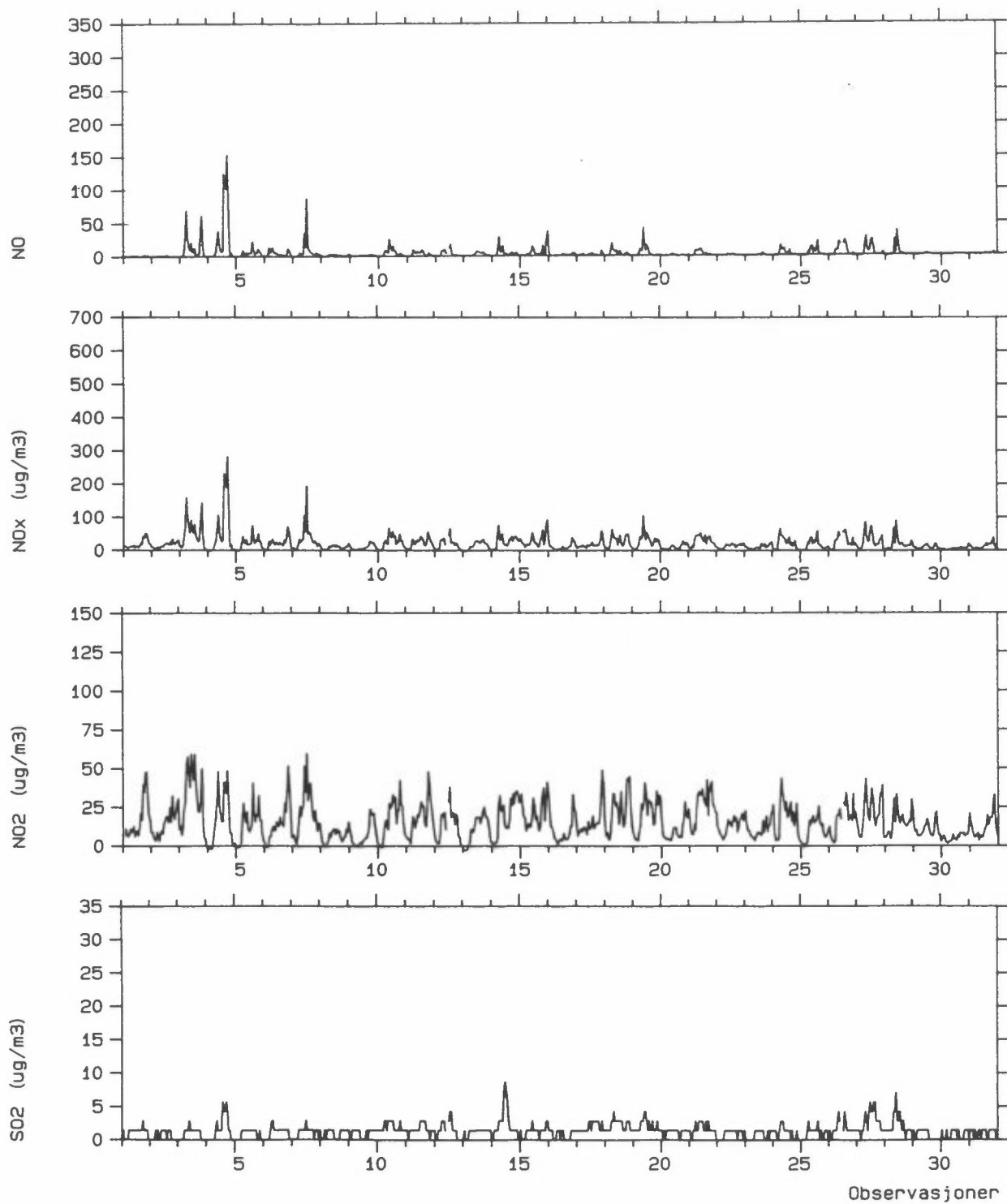
Stasjon: Hafjell

Måned : April 1993



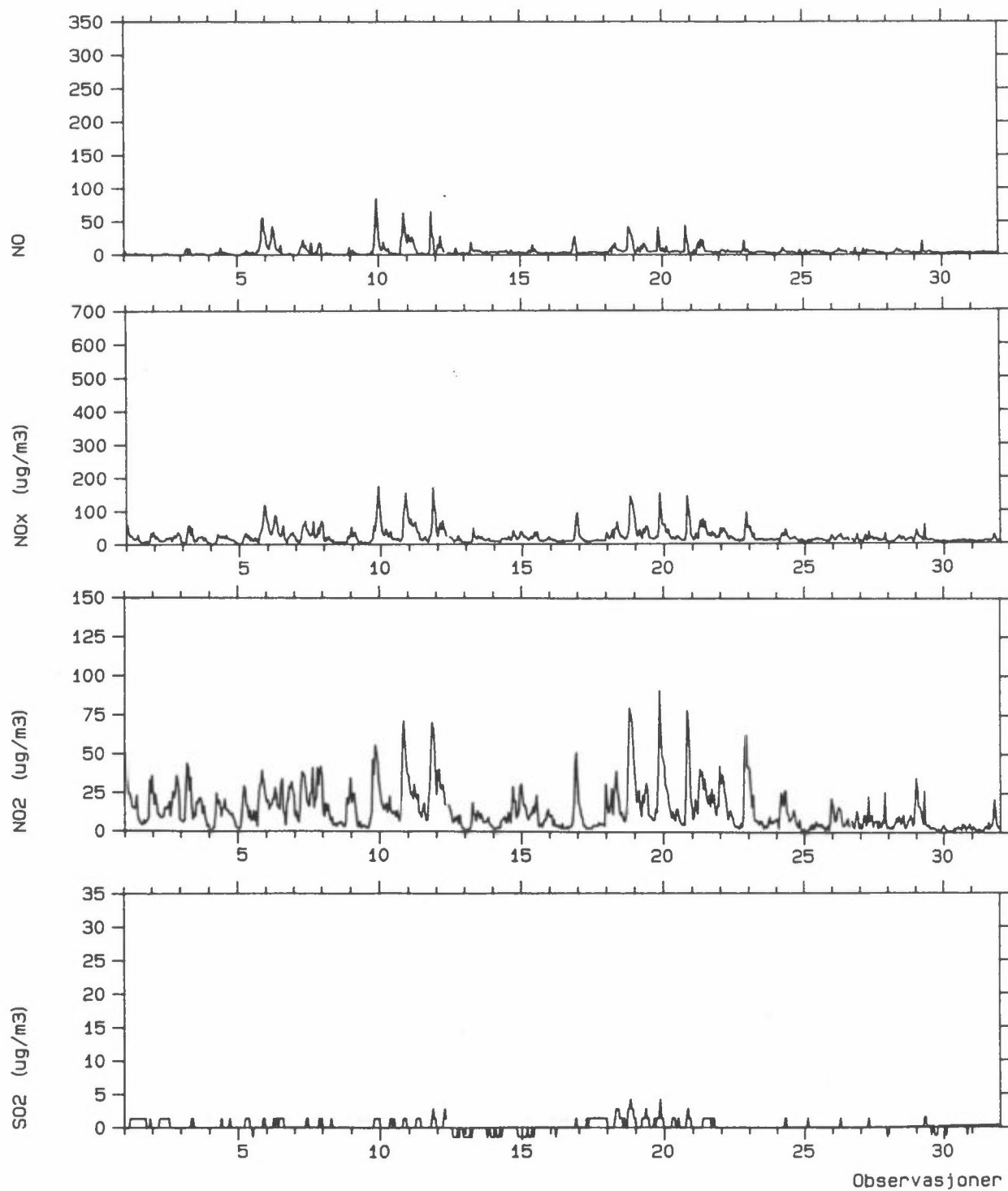
Stasjon: Fjellhallen

Måned : Mai 1993



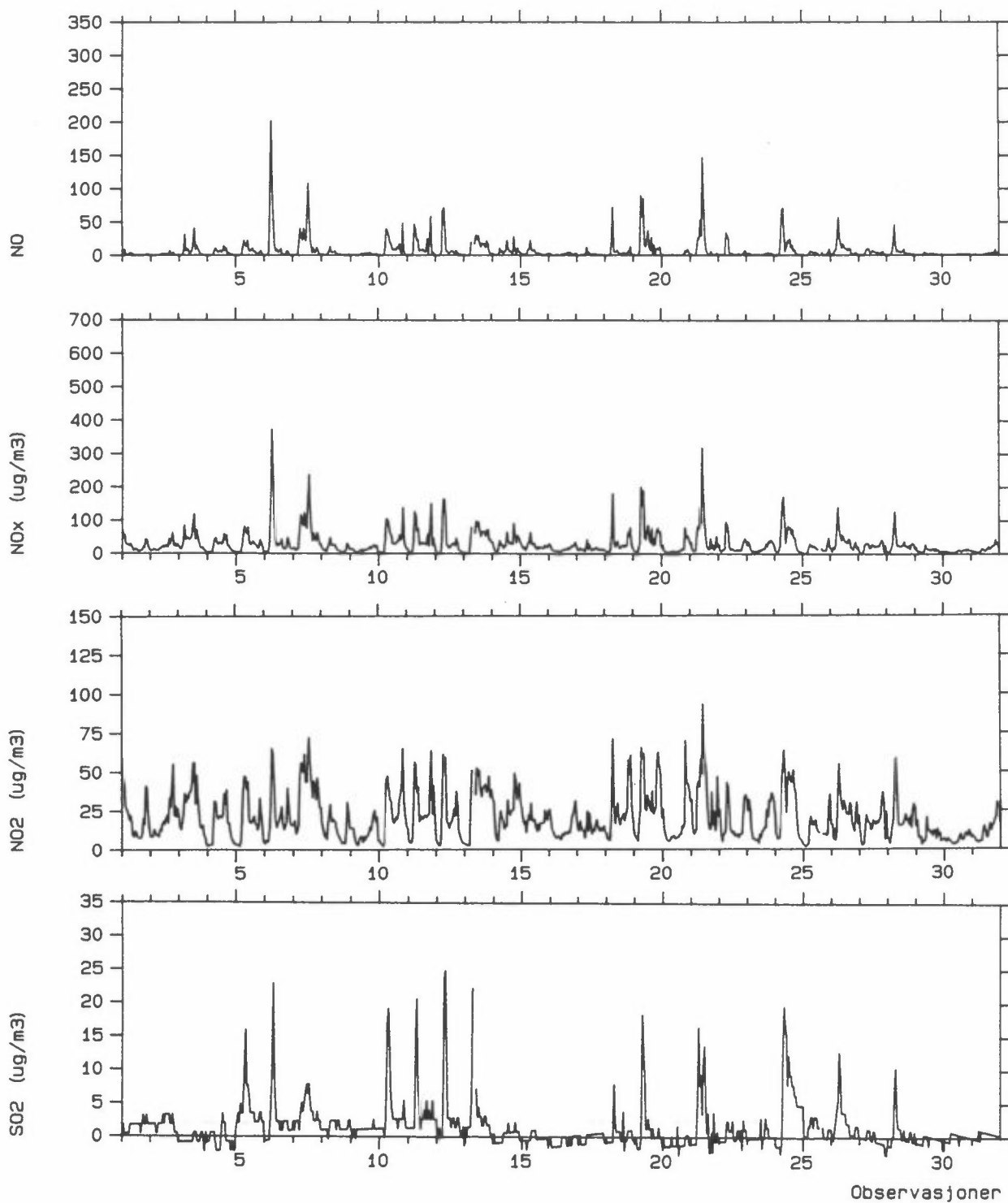
Stasjon: Vikingskipet

Måned : Mai 1993

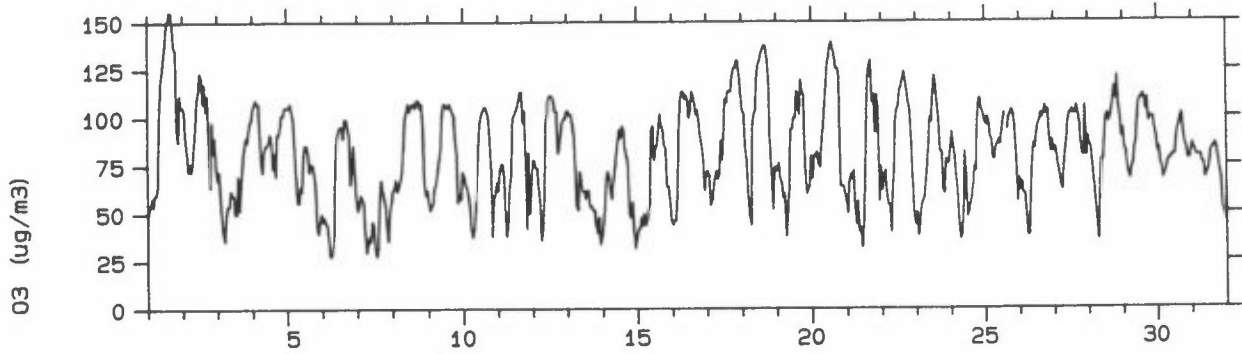


Stasjon: Kulturhuset

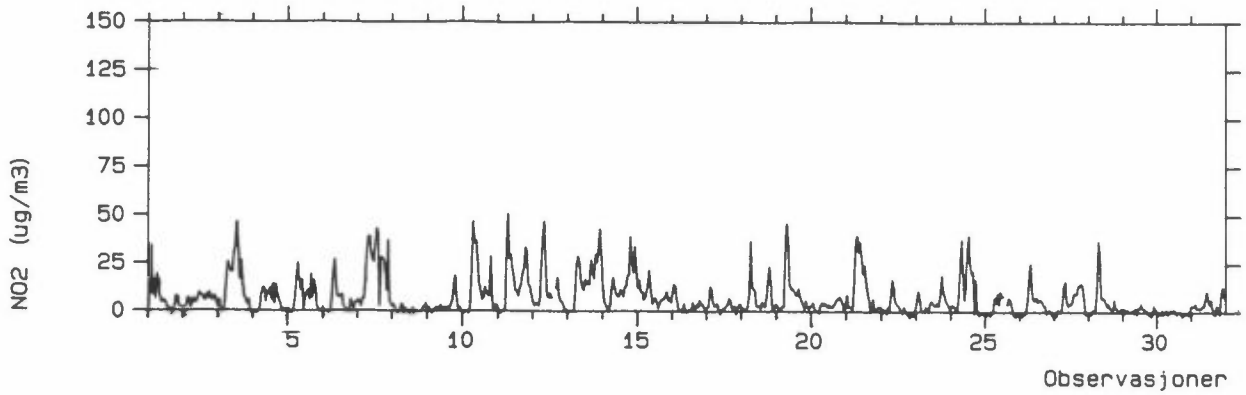
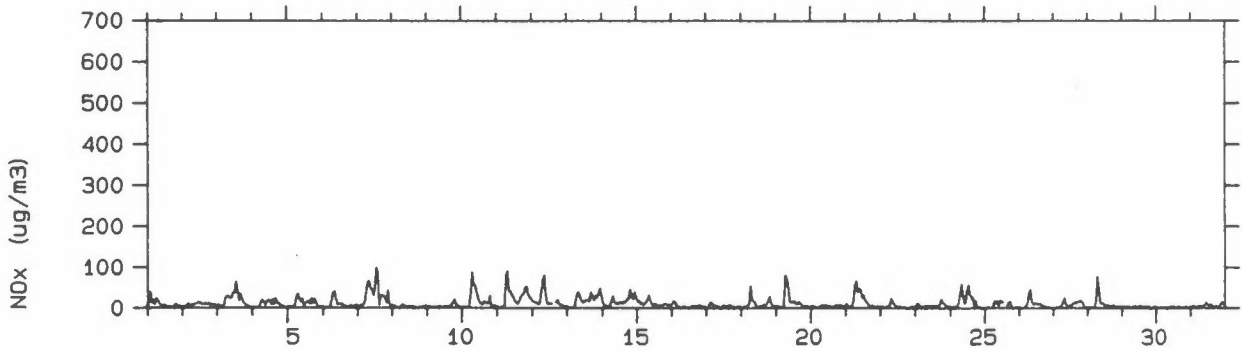
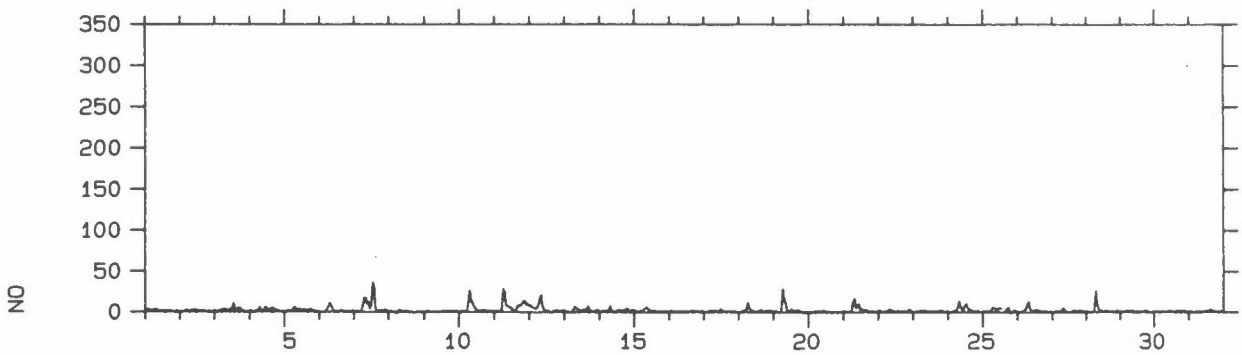
Måned : Mai 1993



Stasjon: Kulturhuset
Måned : Mai 1993

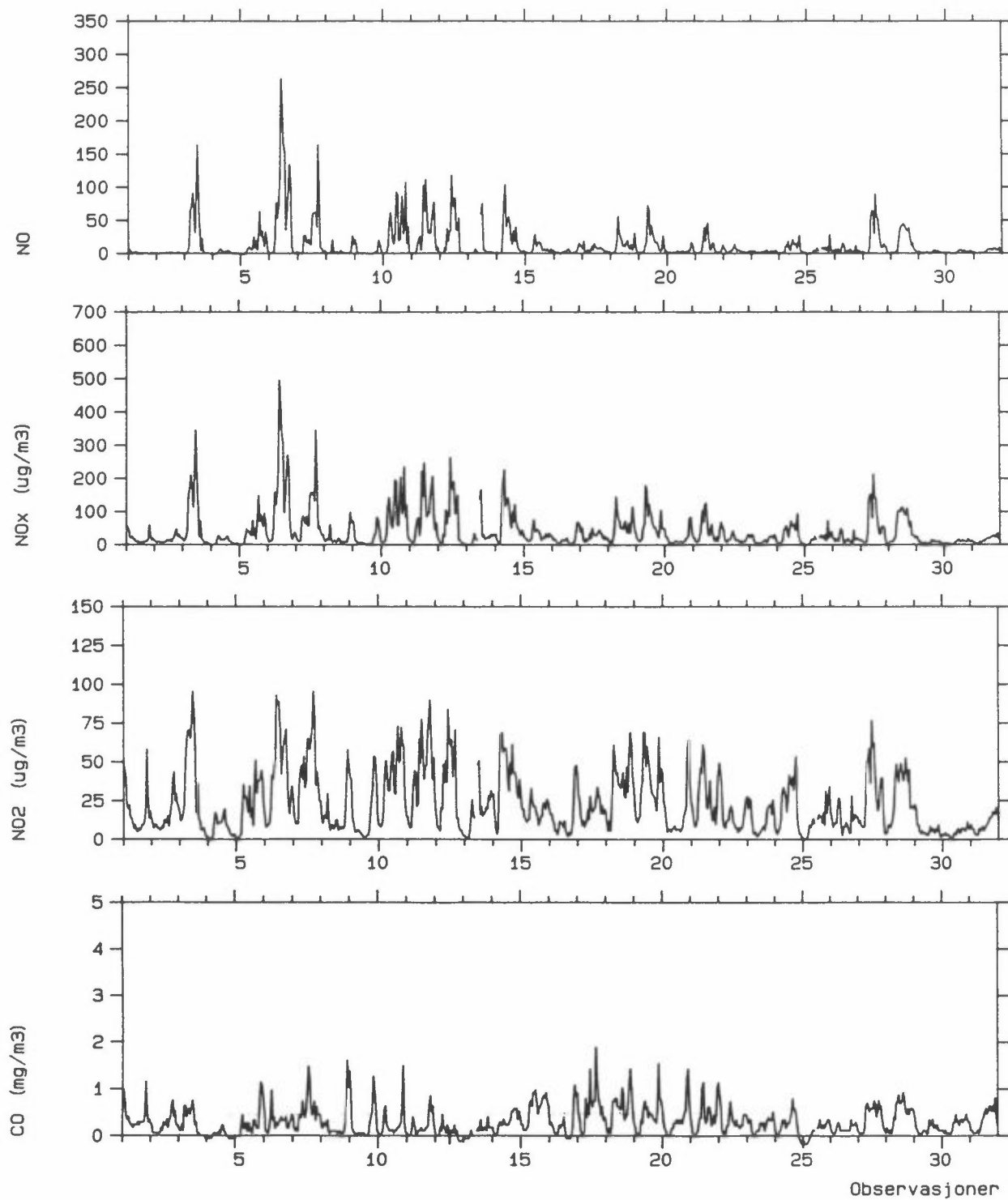


Stasjon: Stapesletta
Måned : Mai 1993



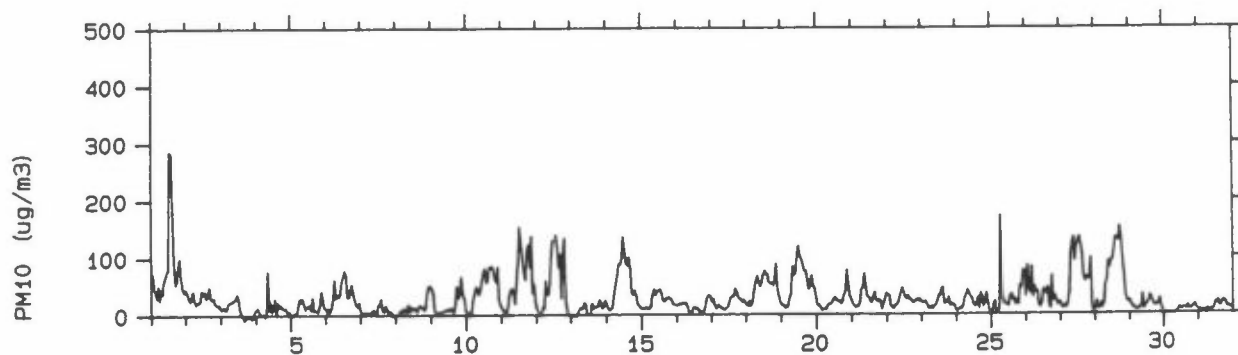
Stasjon: Fåberggata

Måned : Mai 1993



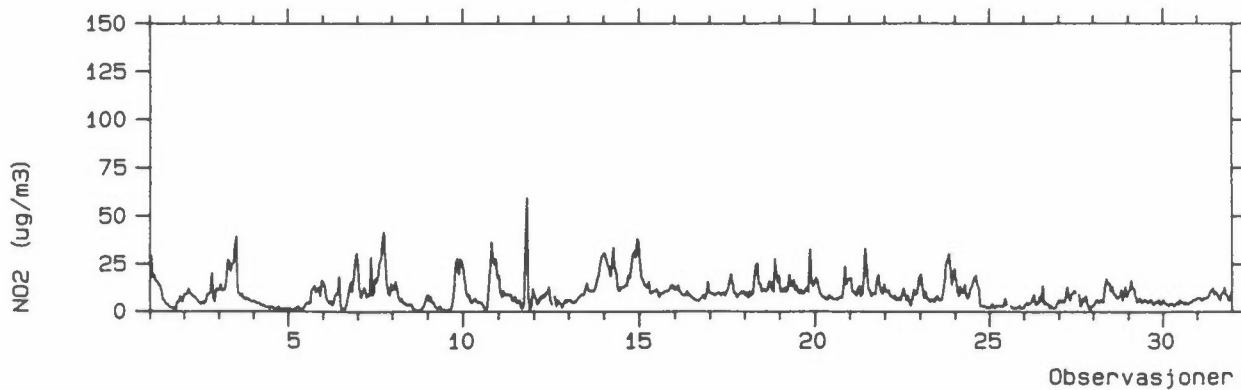
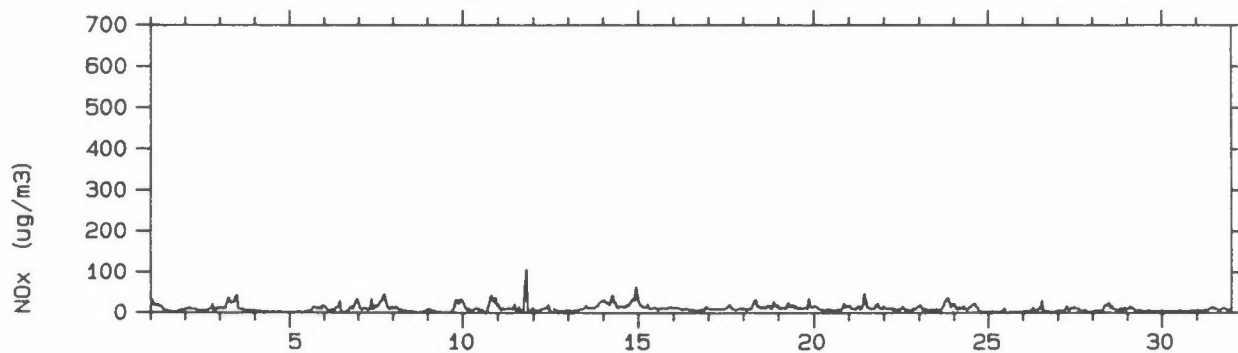
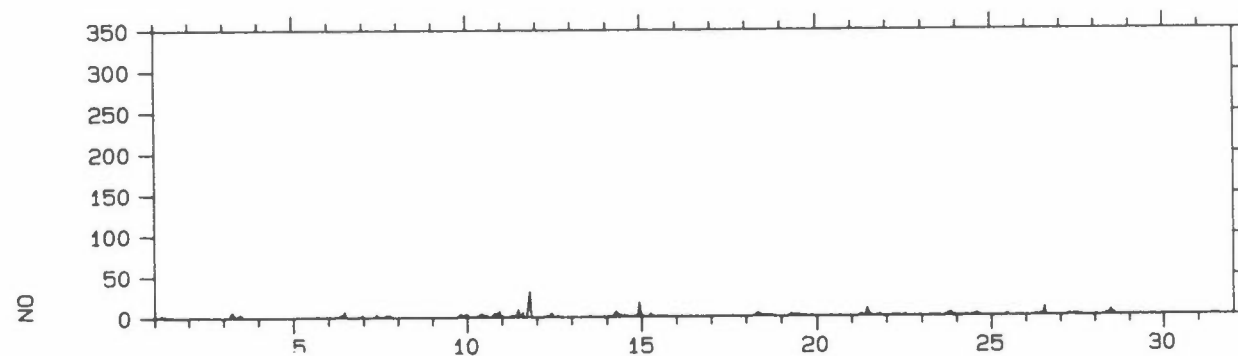
Stasjon: Fåberggata

Måned : Mai 1993



Stasjon: Hafjell

Måned : Mai 1993





Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Norwegian Institute for Air Research
Postboks 64, N-2001 Lillestrøm

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORT NR. OR 48/93	ISBN-82-425-0514-4	
DATO 11.11.1993	ANSV. SIGN. <i>Alvordland</i>	ANT. SIDER 80	PRIS NOK 120,-
TITTEL ENSIS - LUFT MÅLEPROGRAM Februar-mai 1993		PROSJEKTLEDER Trond Bøhler	
		NILU PROSJEKT NR. O-92119MP	
FORFATTER(E) Trond Bøhler, Leif Otto Hagen og Mona Johnsrud Aarnes		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. Randi H. Baunan	
OPPDRAGSGIVER Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep 00323 OSLO			
STIKKORD Luftkvalitet	Overvåking	OL-regionen	
REFERAT ENSIS-LUFT er et delprosjekt som går ut på å utvikle og tilpasse et overvåkingssystem for luftkvalitet i OL-regionen. Denne rapporten oppsummerer måleresulater av luftkvalitet ved seks stasjoner og av meteorologiske forhold ved tre stasjoner i perioden februar-mai 1993			
TITLE ENSIS-AIR Measurement programme February-May 1993			
ABSTRACT ENSIS-AIR is a subprogramme under the "Environmental Surveillance and Information System, Lillehammer '94". The purpose of the project is to develop and establish a surveillance system for air quality to be in operation during the 1994 Winter Olympic Games. This report summarize measurements of air quality and meteorological conditions for the period February-May 1993.			

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