

NILU : OR 56/93
REFERANSE : O-92119MP
DATO : DESEMBER 1993
ISBN : 82-425-0526-8

ENSIS - LUFT MÅLEPROGRAM

Juni-august 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. Måleprogrammet er finansiert av Statens forurensningstilsyn, Samferdselsdepartementet og Vegdirektoratet, samt at NILU har bidratt med en egenandel.

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 juni-august 1993, dvs. sommermånedene.

Innhold

	Side
Forord	1
Sammendrag	5
1. Innledning	7
2. Måleprogram	7
3. Meteorologiske forhold	12
3.1. Vindretning.....	12
3.2. Vindstyrke	16
3.3. Temperatur	17
3.4. Luftfuktighet.....	19
3.5. Atmosfærens stabilitet	19
4. Luftkvalitet	20
4.1. Anbefalte luftkvalitetskriterier	20
4.2. Nitrogenoksider (NO, NO ₂)	20
4.3. Ozon (O ₃)	23
4.4. Karbonmonoksid (CO).....	23
4.5. Svevestøv (PM ₁₀).....	24
4.6. Svoveldioksid (SO ₂)	26
5. Referanser	27
Vedlegg A: Grafisk presentasjon av timemiddelverdier av meteorologiske parametre	29
Vedlegg B: Grafisk presentasjon av timemiddelverdier av luftkvalitetsparametre	51

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 fire 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 juni-august 1993.

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

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

Temperaturmålingene viste små forskjeller mellom de tre stasjonene, men det var gjennomgående litt kaldere på Stampesletta.

Overskridelser av anbefalte luftkvalitetskriterier ble bare målt for O₃. Hovedkilden antas å være langtransporterte luftforurensninger fra kontinentet og Storbritannia.

For de øvrige luftkvalitetsparametrene ble det ikke målt overskridelser av de anbefalte luftkvalitetskriteriene. De høyeste verdiene av nitrogenoksider ble målt i Fåberggata og ved Kulturhuset, som er mest eksponert for utslippene fra biltrafikken.

SO₂-nivået var høyest i Lillehammer, men også der langt under anbefalte luftkvalitetskriterier.

PM₁₀- og CO-nivået var klart under anbefalte luftkvalitetskriterier ved gatestasjonen i Fåberggata. De to parametrene varierte noenlunde likt over døgnet i månedene juni-august 1993. Anleggsvirksomhet i nærområdet synes å ha gitt noe ekstra bidrag til de målte PM₁₀-konsentrasjonene i juni.

ENSIS - LUFT MÅLEPROGRAM

Juni-august 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. Overvåkingssystemet 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 juni-august 1993.

2. Måleprogram

I juni, juli og august 1993 var det i drift seks målestasjoner for luftkvalitet og fire målestasjoner for meteorologiske forhold.

Tabell 1-3 viser måleprogrammet i sin helhet og datadekningen i prosent for de målingene som var i gang hver måned i perioden juni-august 1993. I juni mangler det svevestøvdata fra Fåberggata i to tredeler av måneden på grunn av instrumentfeil. Av samme årsak er det ikke data for NO_x (og dermed også NO₂) fra Fjellhallen og av SO₂ fra Kulturhuset i august.

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

Parametre	Gjøvik		Hamar	Lillehammer			Øyer
	Gjøvik	Fjellhallen		Vikingskipet	Kulturhuset	Fåberggata	
Vindstyrke 10 m o.b. (m/s)	100		100	99		100	
Vindkast (gust) 10 m o.b. (m/s)	100		100	99		100	
Vindretning 10 m o.b. (dekgrader)	100		100	99		100	
Temperatur (°C)	100		100	100		Ikke startet	
Stabilitet (temp.diff. 10-2 m) (°C)	100		100	100			
Relativ fuktighet (%)	Ikke startet		Ikke startet	Ikke startet			
UV-stråling (W/m ²)							
NO (µg/m ³)		100	84	100	99	99	
NO _x (µg/m ³)		100	84	100	99	99	
NO ₂ (µg/m ³)		100	84	100	99	99	
O ₃ (µg/m ³)					100		
SO ₂ (µg/m ³)					99		
CO (mg/m ³)							
Svevestøv (µg/m ³)		100	84		99	99	
					34		

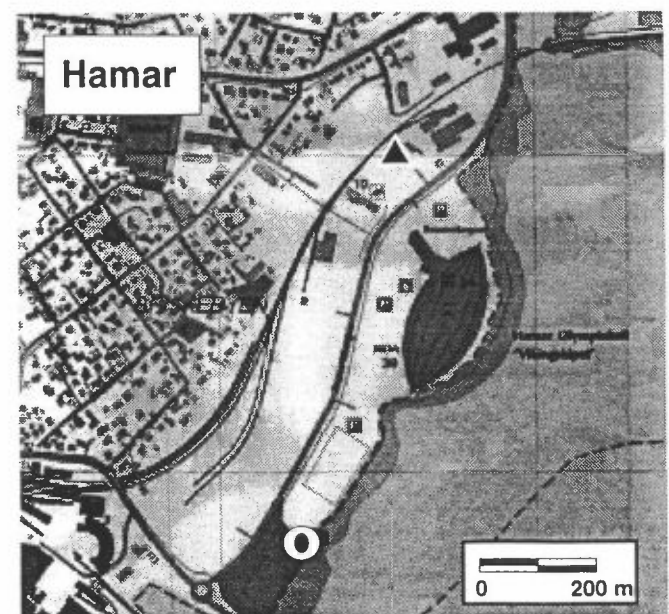
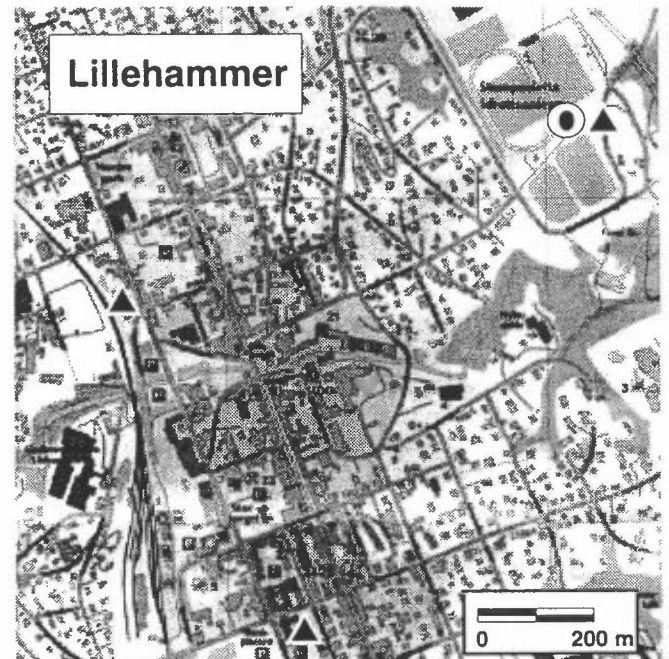
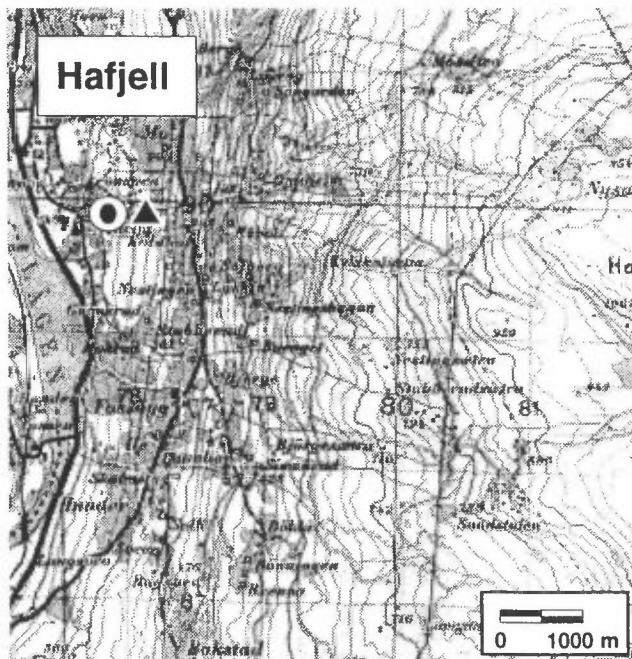
Tabell 2: Måleprogram og datadekning i prosent, juli 1993.

Parametre	Gjøvik		Hamar	Lillehammer			Øyer
	Gjøvik	Fjellhallen		Stampesletta	Kulturhuset	Faberggata	
Vindstyrke 10 m o.b. (m/s)	100		100				100
Vindkast (gust) 10 m o.b. (m/s)	100		100				100
Vindretning 10 m o.b. (dekgrader)	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)		100	99		100		100
NO _x (µg/m ³)		100	99		100		100
NO ₂ (µg/m ³)		100	99		100		100
O ₃ (µg/m ³)							
SO ₂ (µg/m ³)							
CO (mg/m ³)		100	99		100		
Svevestøv (µg/m ³)							

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

Parametre	Gjøvik		Hamar	Lillehammer			Øyer
	Gjøvik	Fjellhallen		Stampesletta	Kulturhuset	Fåberggata	
Vindstyrke 10 m o.b. (m/s)	100		100			100	100
Vindkast (gust) 10 m o.b. (m/s)	100		100			100	100
Vindretning 10 m o.b. (dekgrader)	100		100			99	100
Temperatur (°C)	100		100			100	Ikke startet
Stabilitet (temp.diff. 10-2 m) (°C)	100		100			100	
Relativ fuktighet (%)	Ikke startet		Ikke startet			Ikke startet	
UV-stråling (W/m ²)		100	99			99	93
NO (µg/m ³)			99			99	93
NO _x (µg/m ³)		0	99			99	93
NO ₂ (µg/m ³)		0	99			99	93
O ₃ (µg/m ³)							
SO ₂ (µg/m ³)							
CO (mg/m ³)		100	99		0		
Svevestøv (µg/m ³)							

Plasseringen av målestasjonene er vist i figur 1.



- Meteorologiske stasjoner
- ▲ Luftkvalitetsstasjoner

Figur 1: Lokalisering av målestasjonene i ENSIS-LUFT.

3. Meteorologiske forhold

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

3.1. Vindretning

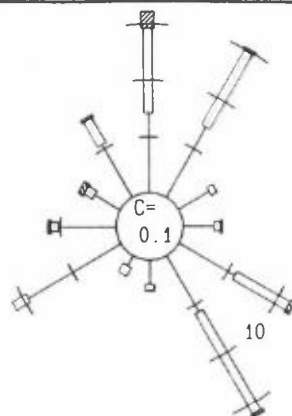
Figur 2-4 viser vindroser for hver måned fra målestasjonene i Gjøvik, Hamar (Vikingskipet), Lillehammer (Stampesletta) og Øyer (Hafjell). Vindrosene viser frekvensen av vind i tolv 30-graders sektorer, dvs. hvor ofte det blåser fra disse retningene. Tallene i midten av vindrosene angir frekvensen av vindstyrker mindre enn 0,3 m/s, eller vindstille.

Vindrosene fra Gjøvik viste at det i juni og juli 1993 oftest blåste fra nordlig og sørøstlig kant, dvs. langs Mjøsas strandlinje. I august var hyppigste vindretning fra vest-sørvest.

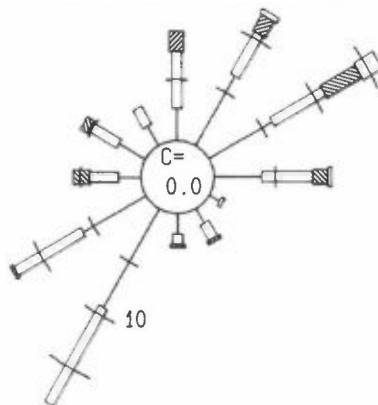
Ved Vikingskipet blåste det oftest fra nordøstlige og sørvestlige retninger, som viser at det er en kanalisering langs utløpet av Åkersvika.

I Lillehammer var hovedvindretningene i juni, juli og august gjennomgående langs dalaksen, men det var også noe vind opp fra Mjøsa (sør-sørvest) på grunn av soloppvarmingen. Ved Hafjell var hovedvindretningene i hovedsak langs dalaksen.

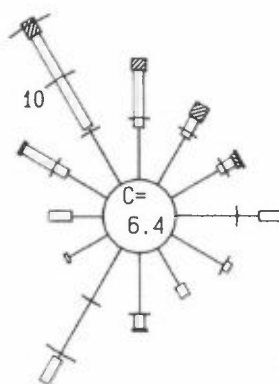
Gjøvik



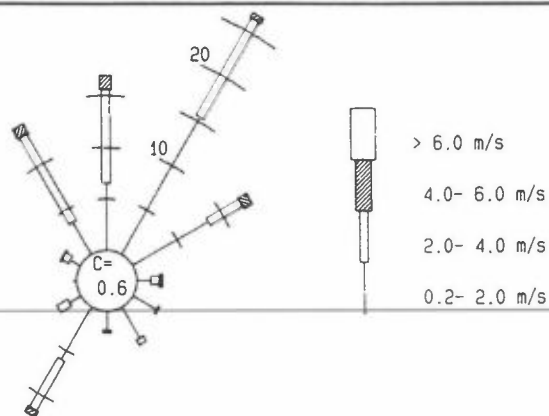
Vikingskipet



Stampesletta

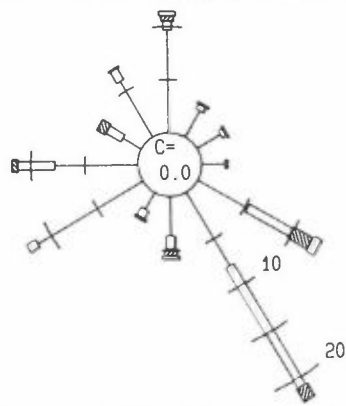


Hafjell

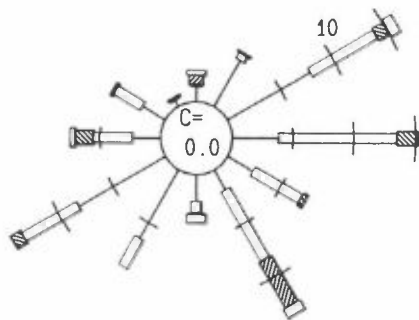


Figur 2: Vindroser for juni 1993 fra Gjøvik, Vikingskipet, Stampesletta og Hafjell.

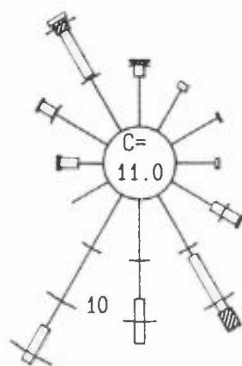
Gjøvik



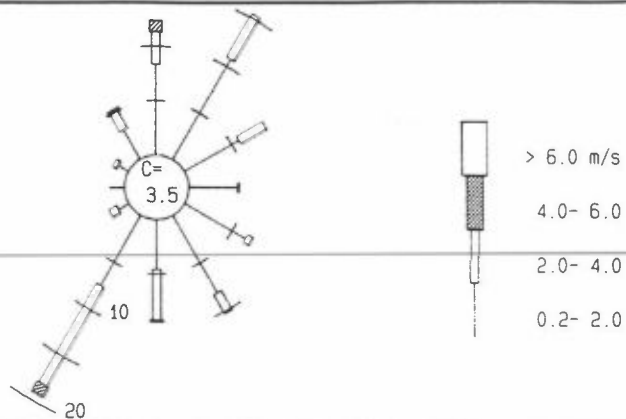
Vikingskipet



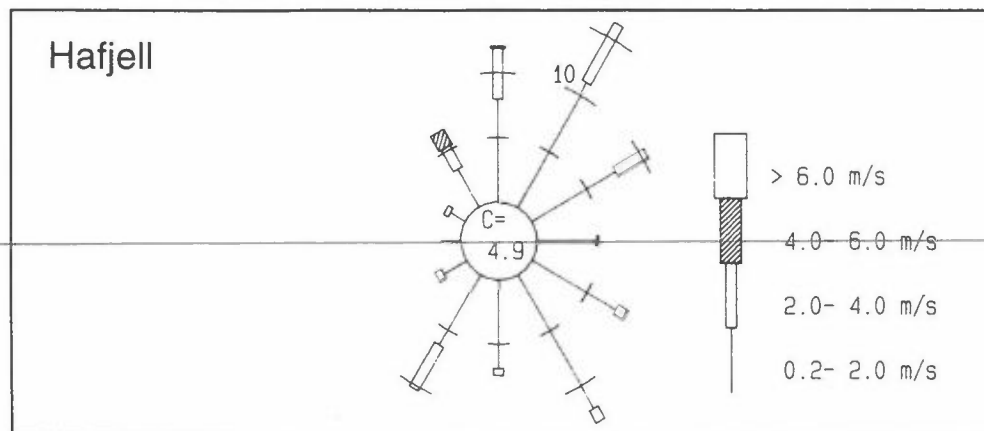
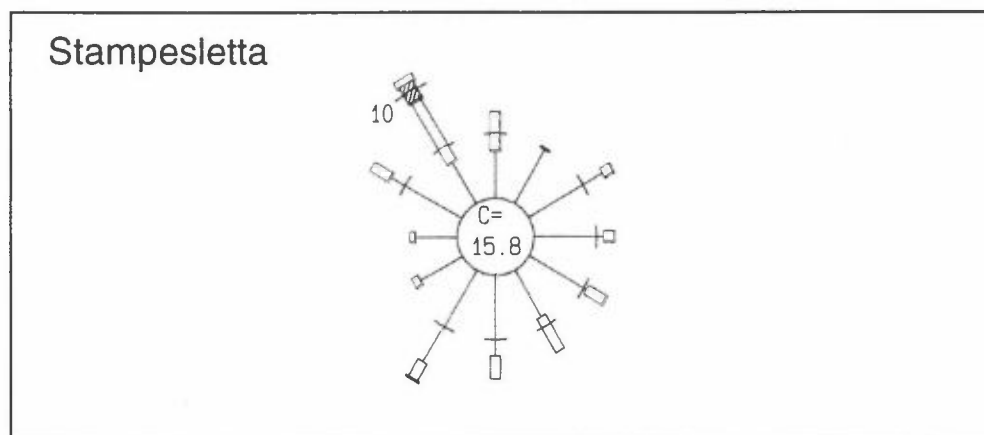
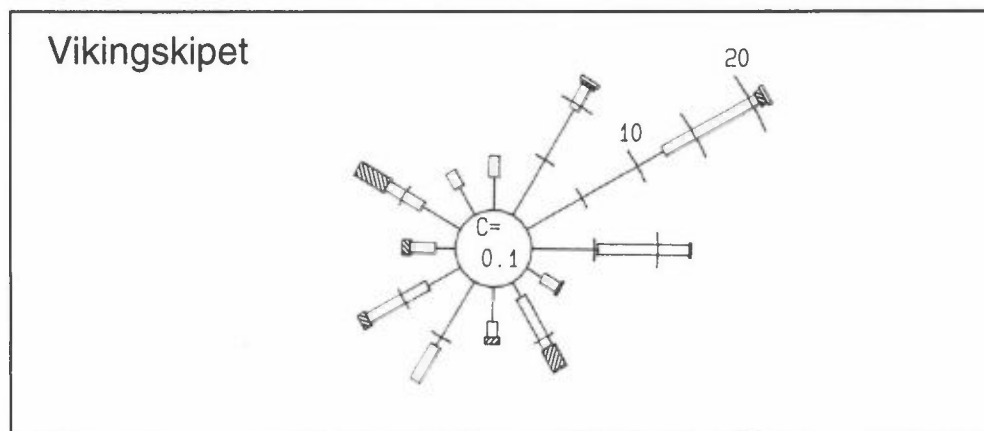
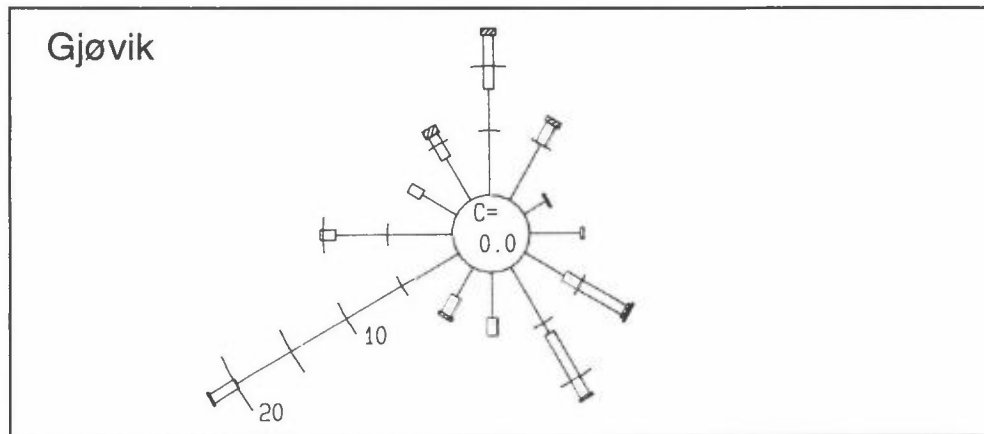
Stampesletta



Hafjell



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



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

3.2. Vindstyrke

Tabell 4 gir middelvindstyrke, høyeste timemidlete vindstyrke og kraftigste vindkast (gust) ved hver målestasjon for hver måned i perioden juni-august 1993.

Tabell 4: Statistikk over vindstyrker ved Gjøvik, Vikingskipet, Stampesletta og Hafjell for hver måned i perioden juni-august 1993.

Stasjon	Andel vindstille (%)	Midlere vindstyrke (m/s)	Maks. timemiddel (m/s)	Tid for maks.	Maks. gust (m/s)	Tid for maks. gust
Juni 1993						
Gjøvik	0,1	2,0	5,7	04 kl 03 ¹	14,3	21 kl 14
Vikingskipet	0,0	2,4	7,3	10 kl 21 ²	14,3	29 kl 19
Stampesletta	6,4	1,6	6,1	29 kl 18	14,6	06 kl 15
Hafjell	0,6	2,0	5,9	03 kl 09	13,7	21 kl 15
Juli 1993						
Gjøvik	0,0	1,9	7,7	10 kl 16	13,4	05 kl 16
Vikingskipet	0,0	2,5	8,4	09 kl 14	18,5	07 kl 11
Stampesletta	11,0	1,5	6,6	07 kl 08	15,8	07 kl 12
Hafjell	3,5	1,6	5,3	07 kl 14	13,1	04 kl 14
August 1993						
Gjøvik	0,0	1,7	6,1	11 kl 10	11,9	30 kl 10
Vikingskipet	0,1	2,2	7,8	30 kl 14	12,8	30 kl 11
Stampesletta	15,8	1,3	6,6	17 kl 04	13,7	17 kl 06 ³
Hafjell	4,9	1,4	5,7	17 kl 13	13,1	17 kl 13

1 Samme verdi også 12. kl 22 og 21. kl 14.

2 Samme verdi også 11. kl 12.

3 Samme verdi også 17. kl 07.

Stampesletta hadde lavest og Vikingskipet høyest midlere vindstyrke i alle tre 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 9.7. kl 14 til 8,4 m/s. Det sterkeste vindkastet ble også målt ved Vikingskipet til 18,5 m/s 7.7. kl 11.

3.3. Temperatur

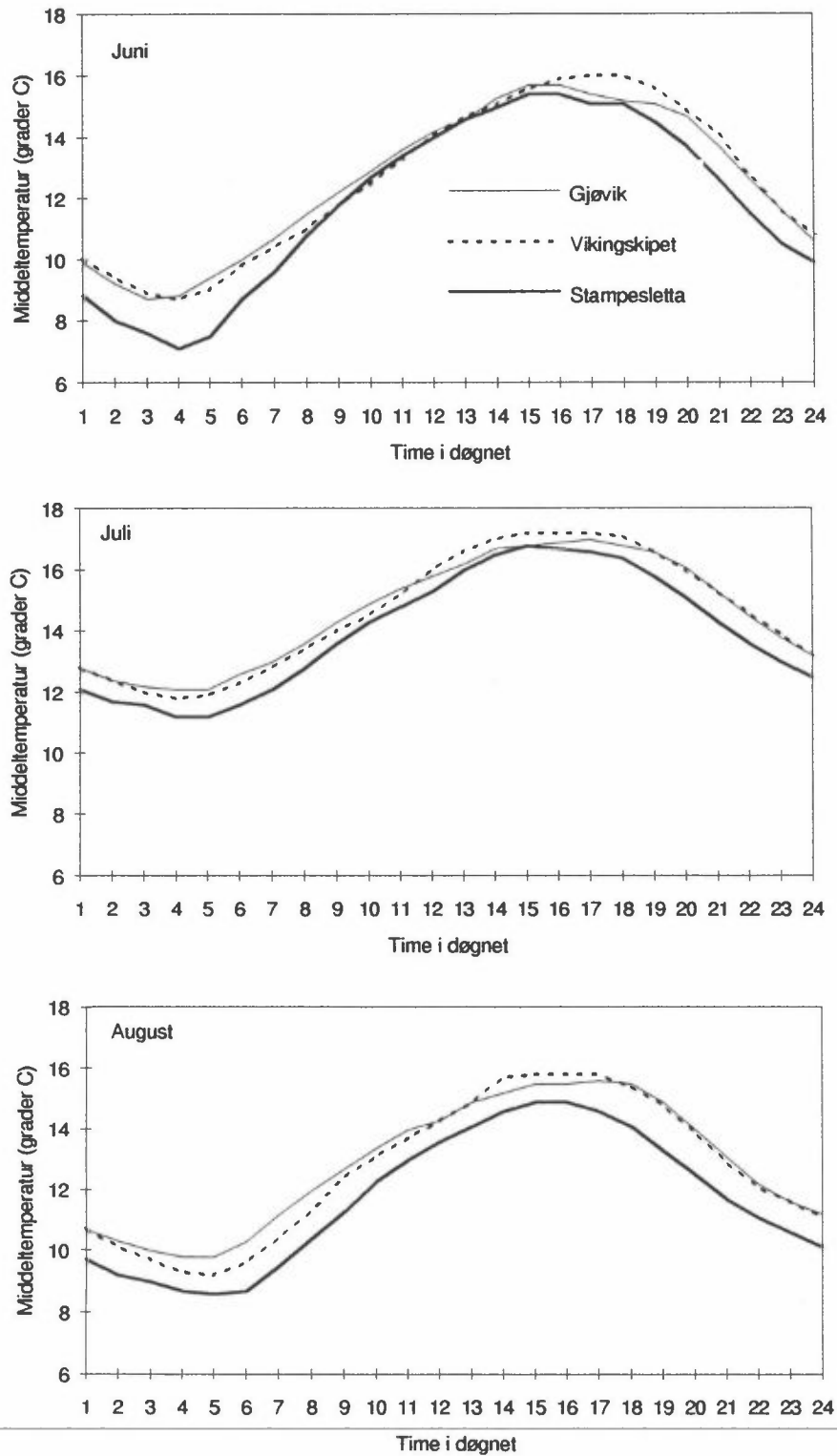
Tabell 5 gir temperaturstatistikk fra Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta for juni, juli og august 1993.

Tabell 5: Temperaturstatistikk fra Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta for juni, juli og august 1993 (°C).

Stasjon	Middel- temperatur	Maksimum		Minimum	
		Temperatur	Tid	Temperatur	Tid
Juni 1993					
Gjøvik	12,5	25,2	10 kl 16	3,6	16 kl 04
Vikingskipet	12,5	24,0	10 kl 17	3,9	16 kl 04
Stampesletta	11,7	23,3	10 kl 15	2,3	16 kl 04
Juli 1993					
Gjøvik	14,6	24,6	16 kl 17	6,9	08 kl 03
Vikingskipet	14,6	24,8	01 kl 16	6,7	06 kl 03
Stampesletta	13,9	24,8	01 kl 16	6,7	06 kl 04
August 1993					
Gjøvik	12,8	21,7	08 kl 17	3,5	28 kl 05
Vikingskipet	12,6	20,5	08 kl 15	3,0	28 kl 05
Stampesletta	11,6	19,3	02 kl 15	2,3	28 kl 05

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

Midlere temperaturvariasjon over døgnet for hver av månedene juni, juli og august 1993 er vist i figur 5. Alle månedene var det kaldest tidlig om morgenen og varmest ut på ettermiddagen. Temperaturen på Stampesletta var gjennomgående litt lavere enn på de andre stasjonene. Alle plottene viser normalt, dvs. at ved sommertid viser klokka én time mer enn figuren viser.



Figur 5: Midlere temperaturvariasjon over døgnet ved Gjøvik, Vikingskipet og Stampsletta i juni, juli og august 1993 (°C).

3.4. Luftfuktighet

Månedsmiddelverdier av relativ luftfuktighet ved Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta for juni, juli og august 1993 er vist i tabell 6.

Tabell 6: *Relativ luftfuktighet ved Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta for juni, juli og august 1993 (prosent).*

Stasjon	Juni 1993	Juli 1993	August 1993
Gjøvik	75	84	81
Vikingskipet	72	81	82
Stampesletta	68	80	78

Tabell 6 viser at Gjøvik hadde høyest relativ luftfuktighet av de tre stasjonene i juni og juli, mens Vikingskipet hadde høyest fuktighet i august. Stampesletta hadde lavest relativ luftfuktighet i alle tre månedene. Alle tre stasjonene hadde noe lavere luftfuktighet i juni enn i juli og august.

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 juni, juli og august 1993 er gitt i tabell 7. Ustabil og nøytral sjiktning medfører vanligvis gode spredningsforhold, mens lett stabil og stabil sjiktning oftest gir dårlige spredningsforhold for luftforurensninger.

Tabell 7: *Forekomst (%) av fire stabilitetsklasser ved Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta i juni, juli og august 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 $0,5 \leq \Delta T$
Juni 1993				
Gjøvik	7	55	37	1
Vikingskipet	14	81	5	0
Stampesletta	23	46	17	14
Juli 1993				
Gjøvik	7	64	29	0
Vikingskipet	8	86	6	0
Stampesletta	23	55	16	6
August 1993				
Gjøvik	5	61	34	1
Vikingskipet	4	81	14	0
Stampesletta	15	56	20	10

Tabellen viser at forekomsten av både ustabil og stabil sjiktning var høyere ved Stampesletta enn ved de andre stasjonene. Summen av lett stabil og stabil sjiktning (inversjon) var høyere i Gjøvik og på Stampesletta enn ved Vikingskipet. Ved inversjonsforhold øker temperaturen med høyden, og spredningen av utslipp blir dårlig. Gjøvik hadde relativt høy frekvens av lett stabil sjiktning alle tre månedene, mens Stampesletta hadde høyest frekvens av stabil

sjiktning. Ved Vikingskipet var det nøytral sjiktning i mer enn 80% av tiden i alle tre månedene. Ved ustabil og nøytral sjiktning er spredningsforholdene gode.

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 8.

Tabell 8: 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	150		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 9 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. På grunn av instrumentfeil ble bare NO målt ved Fjellhallen i august. Av samme årsak mangler det data fra Stampesletta i nesten halve juli.

Tabell 9: Sammen drag av målinger av nitrogenoksider ved Fjellhallen, Vikingskipet, Kulturhuset, Fåberggata, Stampesletta og Hafjell i juni, juli og august 1993 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

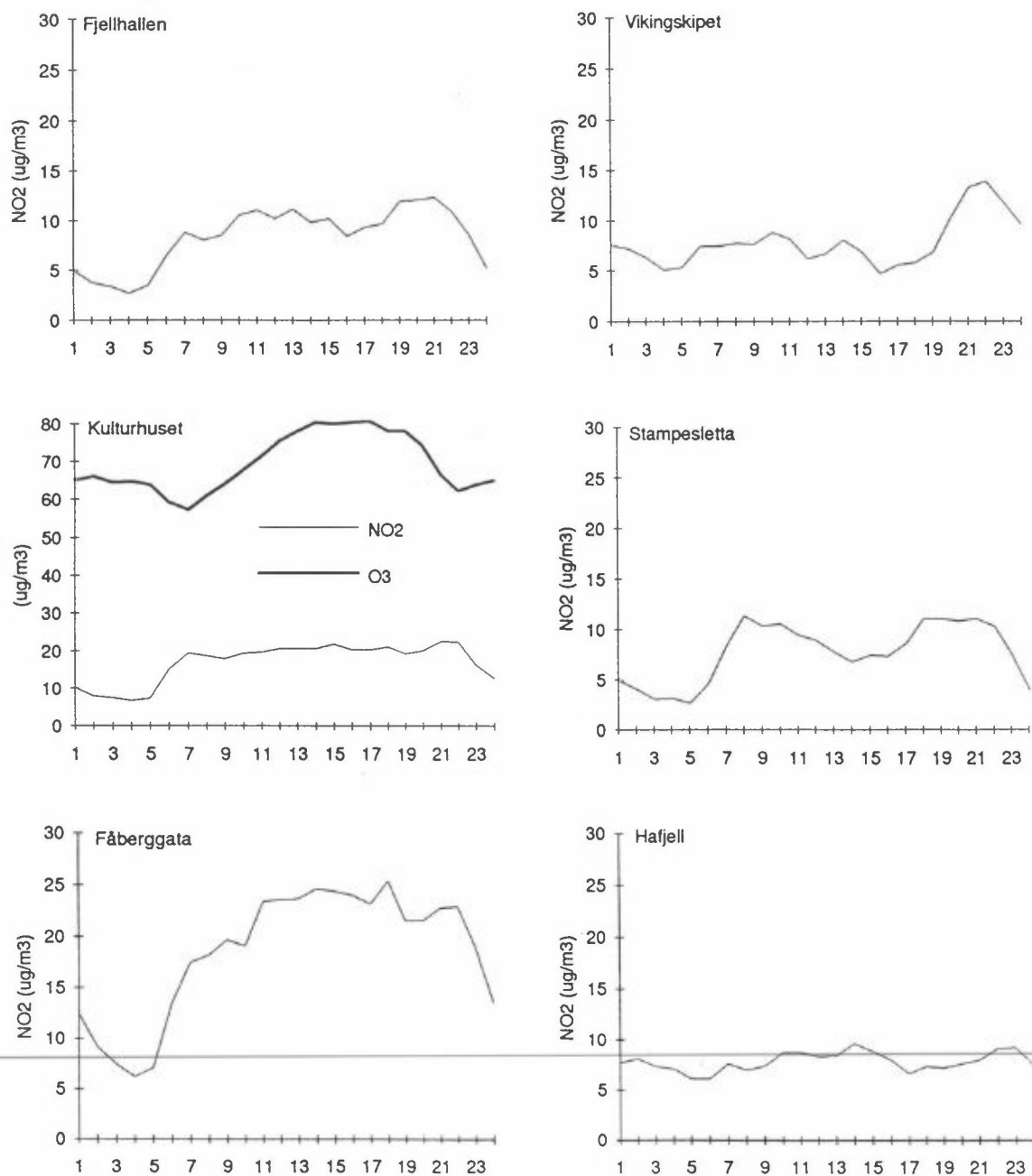
Stasjon	Komponent	Ant. obs.	Måneds-middel	Maks. døgn	Maks. time	Antall døgnmidler >75	Antall timemidler >100
Juni 1993							
Fjellhallen	NO	718	3	9	46	0	0
	NO ₂	718	13	17	57	0	0
Vikingskipet	NO	605	5	10	55	0	0
	NO ₂	605	8	17	58	0	0
Stampesletta	NO	718	3	10	33	0	0
	NO ₂	718	6	16	42	0	0
Kulturhuset	NO	716	6	12	63	0	0
	NO ₂	716	18	22	56	0	0
Fåberggata	NO	715	9	30	116	0	2
	NO ₂	715	17	41	87	0	0
Hafjell	NO	716	1	5	65	0	0
	NO ₂	716	7	13	32	0	0
Juli 1993							
Fjellhallen	NO	741	3	7	57	0	0
	NO ₂	741	8	23	39	0	0
Vikingskipet	NO	738	7	13	59	0	0
	NO ₂	738	8	17	41	0	0
Stampesletta	NO	431	3	7	23	0	0
	NO ₂	431	8	15	29	0	0
Kulturhuset	NO	743	7	20	73	0	0
	NO ₂	743	17	33	67	0	0
Fåberggata	NO	738	14	43	94	0	0
	NO ₂	738	19	30	53	0	0
Hafjell	NO	742	1	4	19	0	0
	NO ₂	742	8	14	36	0	0
August 1993							
Fjellhallen	NO	741	7	32	169	0	3
	NO ₂	0					
Vikingskipet	NO	739	8	17	83	0	0
	NO ₂	739	10	14	52	0	0
Stampesletta	NO	739	3	7	41	0	0
	NO ₂	739	7	17	36	0	0
Kulturhuset	NO	742	10	17	72	0	0
	NO ₂	742	18	25	57	0	0
Fåberggata	NO	741	17	33	90	0	0
	NO ₂	741	18	28	55	0	0
Hafjell	NO	689	2	6	29	0	0
	NO ₂	689	6	14	39	0	0

Det var ingen overskridelser av anbefalte luftkvalitetskriterier for NO₂ ved noen av stasjonene i juni, juli og august. Den høyeste timemiddelverdien av NO₂ på 87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ble målt i Fåberggata i juni. Også den høyeste døgnmiddelverdien ble målt i Fåberggata i juni med 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kulturhuset og Fåberggata hadde de høyeste månedsmiddelverdiene, mens Stampesletta og Hafjell hadde de laveste middelverdiene.

At de høyeste konsentrasjonene av NO₂ måles i Fåberggata og ved Kulturhuset skyldes at disse stasjonene er mest eksponert for utslipp fra biltrafikken.

Figur 7 viser hvordan middelkonsentrasjonene av NO₂ varierer over døgnet ved alle målestasjonene. Som eksempel er dataene fra juli 1993 vist. Figuren viser at

døgnvariasjonen var litt forskjellig på de seks stasjonene. Hafjell hadde lave konsentrasjoner og ingen utpreget døgnvariasjon. Ved Vikingskipet var det forhøyete konsentrasjoner om kvelden, som sannsynligvis skyldes biltrafikk ved Olympiahallen. Stamplesletta, Kulturhuset, Fåberggata og Fjellhallen hadde økte konsentrasjoner om morgenen som skyldes rushtrafikken, og et forhøyet nivå hele dagen. De høye konsentrasjonene utover kvelden ved disse stasjonene skyldes sannsynligvis meteorologiske forhold med svakere vind og dårligere spredning. Døgnvariasjonen ved Fåberggata er mest typisk for trafikkbelastede målestasjoner.



Figur 6: Midlere døgnvariasjon av NO₂ og O₃ i juli 1993 (µg/m³).

4.3. Ozon (O₃)

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 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. Langtransporten av O₃ er størst om sommeren, da også den fotokjemiske aktiviteten er størst.

Tabell 10 gir et sammendrag av ozon-målingene ved Kulturhuset i juni, juli og august 1993. Overskridelser av anbefalte luftkvalitetskriterier for helse er markert med skraverte felt i tabellen.

Tabell 10: Sammendrag av målinger av ozon ved Kulturhuset i juni, juli og august 1993 (µg/m³).

Stasjon	Ant. obs.	Månedsmiddel	Maks. døgn	Maks. time	Maks. 8 timer	Antall døgn med 8t. middel		Antall timemidler	
						>60	>80	>100	>150
Juni 1993	720	75	92	109	103	30	26	19	0
Juli 1993	744	70	96	123	113	29	19	25	0
August 1993	743	61	78	102	93	29	11	1	0

Tabellen viser at både midlere O₃-nivå og de fleste overskridelsene ble målt i juni. I månedene juni-august 1993 var det 56 døgn av 92 med overskridelser av det anbefalte luftkvalitetskriteriet for helse for 8-timers-middelverdier av ozon og 45 timer med overskridelser av timemiddelkriteriet.

Den midlere døgnvariasjonen av O₃ i juli 1993 er vist i figur 6 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.

4.4. Karbonmonoksid (CO)

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

Tabell 11 viser et sammendrag av CO-målingene i juni, juli og august 1993.

Tabell 11: Sammendrag av målinger av karbonmonoksid i Fåberggata i juni, juli og august 1993 (mg/m³).

Måned	Ant. obs.	Måneds-middel	Maks. døgn	Maks. time	Maks. 8 timer	Antall døgn med 8t. middel >10	Antall timer >25
Juni 1993	715	0,3	0,9	3,1	1,4	0	0
Juli 1993	738	0,7	1,7	3,9	2,9	0	0
August 1993	741	0,6	1,2	3,1	2,0	0	0

Tabellen viser at CO-nivået i juni, juli og august 1993 var lavt og langt under anbefalte luftkvalitetskriterier. Den midlere døgnvariasjonen av CO i de tre månedene er vist sammen med tilsvarende døgnvariasjon av PM₁₀ i figur 7 i kapittel 4.5. De laveste konsentrasjonene ble målt om natta og tidlig om morgenen.

4.5. Svevestøv (PM₁₀)

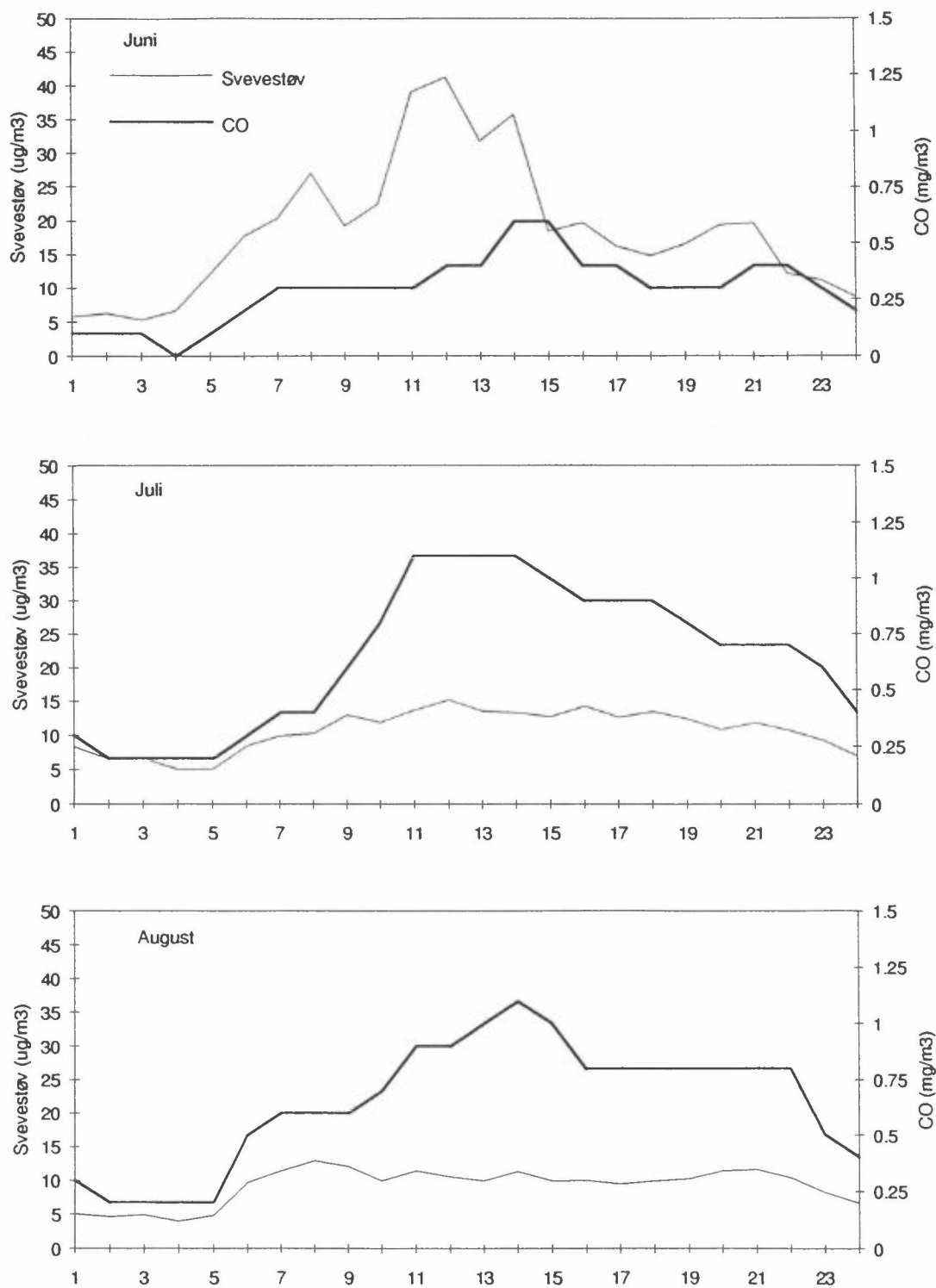
Målingene gir mengden av svevestøvpartikler med diameter under 10 µm i diameter, PM₁₀. Disse partiklene er inhalerbare, dvs. de følger med luftstrømmen inn i nese og svelg. Bare de minste partiklene, med diameter under 2,5 µm, er respirable og følger med luftstrømmen helt ned i lungene.

Tabell 12 viser et sammendrag av PM₁₀-målingene i Fåberggata i juni, juli og august 1993, mens figur 7 viser den midlere døgnvariasjonen. På grunn av instrumentproblemer mangler måledata i to tredeler av juni måned.

Tabell 12: Sammendrag av målinger av svevestøv (PM₁₀) i Fåberggata i juni, juli og august 1993 (µg/m³).

Måned	Ant. obs.	Måneds-middel	Maks. døgn	Maks. time	Antall døgnmidler > 70
Juni 1993	241	19	50	158	0
Juli 1993	736	11	22	101	0
August 1993	742	9	16	37	0

Figur 7 viser at variasjonen av PM₁₀ over døgnet var omtrent som for CO, men at svevestøv hadde en markert topp midt på dagen i juni, som kan skyldes at anleggsvirksomhet i nærområdet har gitt bidrag i tillegg til biltrafikken. Månedsmiddelerverdi og maksimale time- og døgnmiddelerverdi av PM₁₀ var betydelig lavere i månedene juni-august 1993 enn i april 1993, da oppvirvlingen av støv som var lagret på bakken gjennom piggdekkseasonen ga betydelige bidrag. Alle måleresultater av PM₁₀ ved Fåberggata i juni, juli og august 1993 var lavere enn de anbefalte luftkvalitetskriteriene.



Figur 7: Midlere døgnvariasjon av svevestøv ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) og CO (mg/m^3) i Fåberggata i juni, juli og august 1993.

4.6. Svoveldioksid (SO₂)

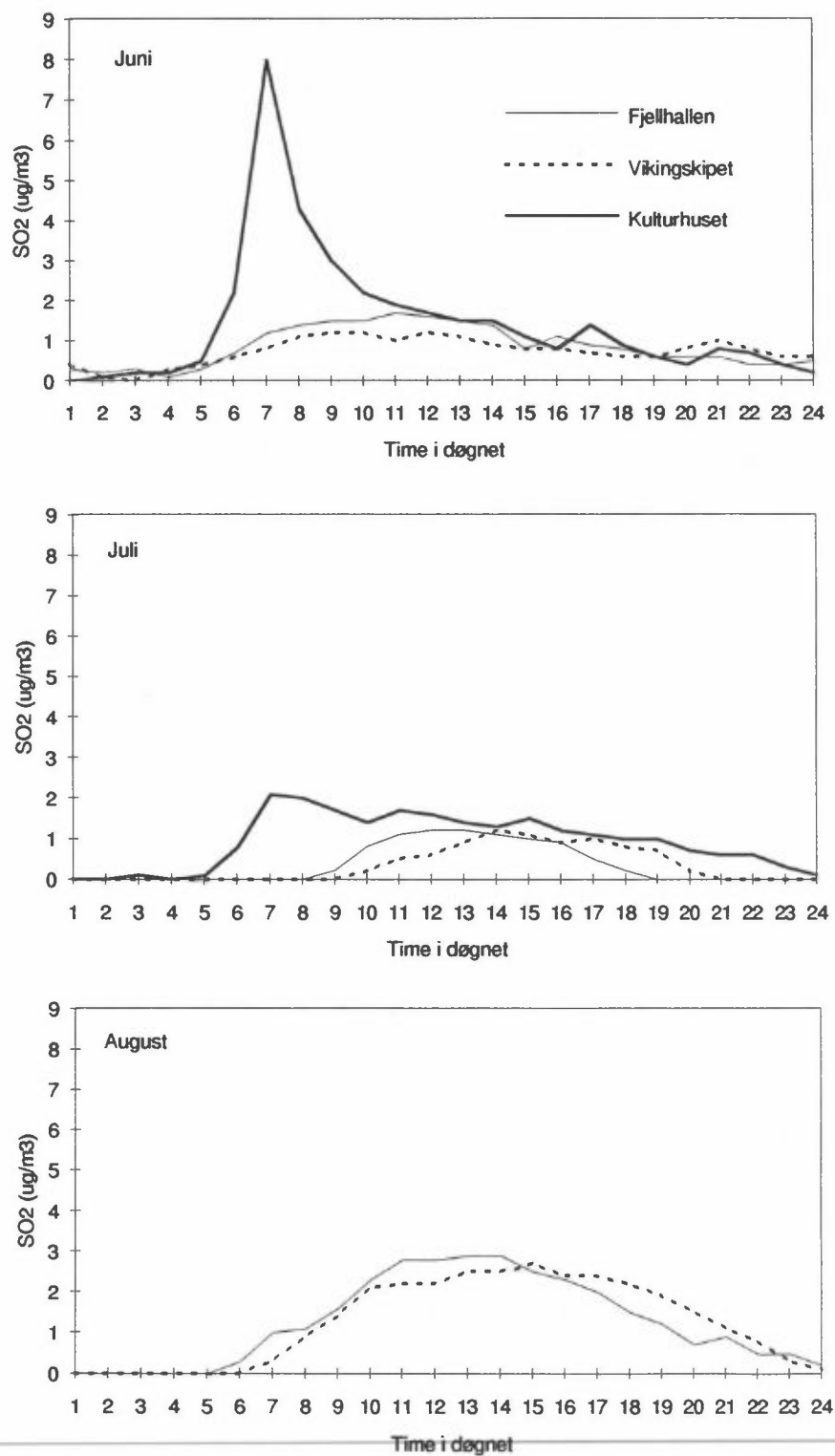
Et sammendrag av måleresultatene av SO₂ for juni, juli og august 1993 er gitt i tabell 13. På grunn av feil med måleinstrumentet er det ingen målinger i august 1993 ved Kulturhuset.

Tabell 13: Sammendrag av målinger av svoveldioksid ved Fjellhallen, Vikingskipet og Kulturhuset i juni, juli og august 1993 (µg/m³).

Stasjon	Ant. obs.	Måneds-middel	Maks. døgn	Maks. time	Antall døgnmidler		Antall timemidler
					>50	>90	>150
Juni 1993							
Fjellhallen	718	0,9	1,7	4,4	0	0	0
Vikingskipet	605	0,7	1,7	5,4	0	0	0
Kulturhuset	716	1,4	3,7	28,8	0	0	0
Juli 1993							
Fjellhallen	741	<0,3	2,1	5,7	0	0	0
Vikingskipet	738	<0,3	2,7	5,4	0	0	0
Kulturhuset	743	0,9	2,6	18,9	0	0	0
August 1993							
Fjellhallen	741	1,2	2,9	9,9	0	0	0
Vikingskipet	740	1,2	2,0	4,1	0	0	0
Kulturhuset	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 8 viser den midlere døgnlige variasjonen av SO₂ ved de tre målestasjonene i juni, juli og august 1993. SO₂-nivået var høyest om morgenen og formiddagen for så å avta gradvis utover ettermiddagen og kvelden. De forhøyete konsentrasjonene ved Kulturhuset om morgenen i juni skyldes antagelig oppstart av anleggsmaskiner i forbindelse med et veianlegg i nærområdet.



Figur 8: Midlere døgnfordeling av SO₂ i juni, juli og august 1993 (µg/m³).

5. Referanser

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

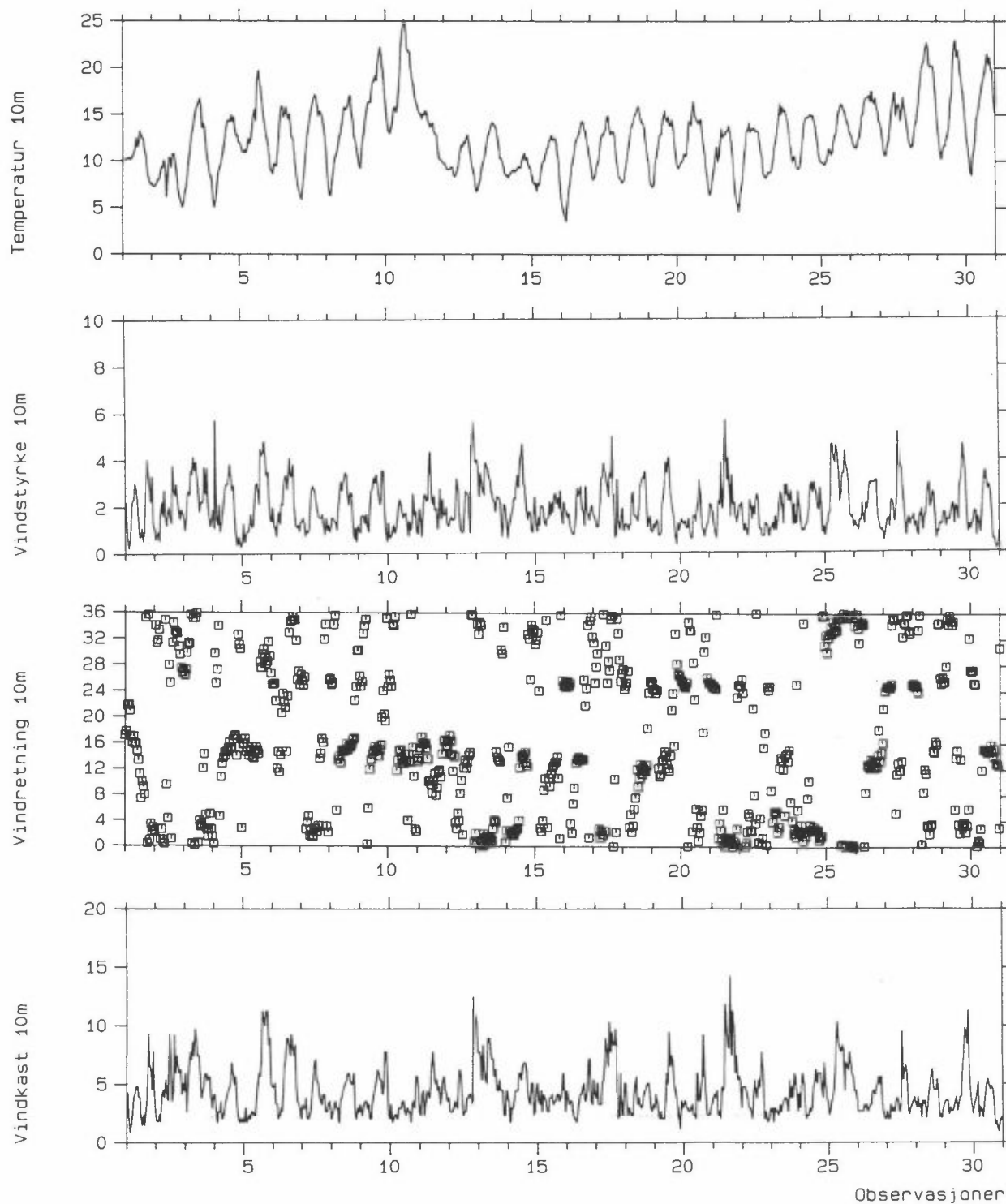
Statens forurensningstilsyn (1992) Virkninger av luftforurensninger på helse og miljø. Anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo (SFT-rapport 92:16).

Vedlegg A

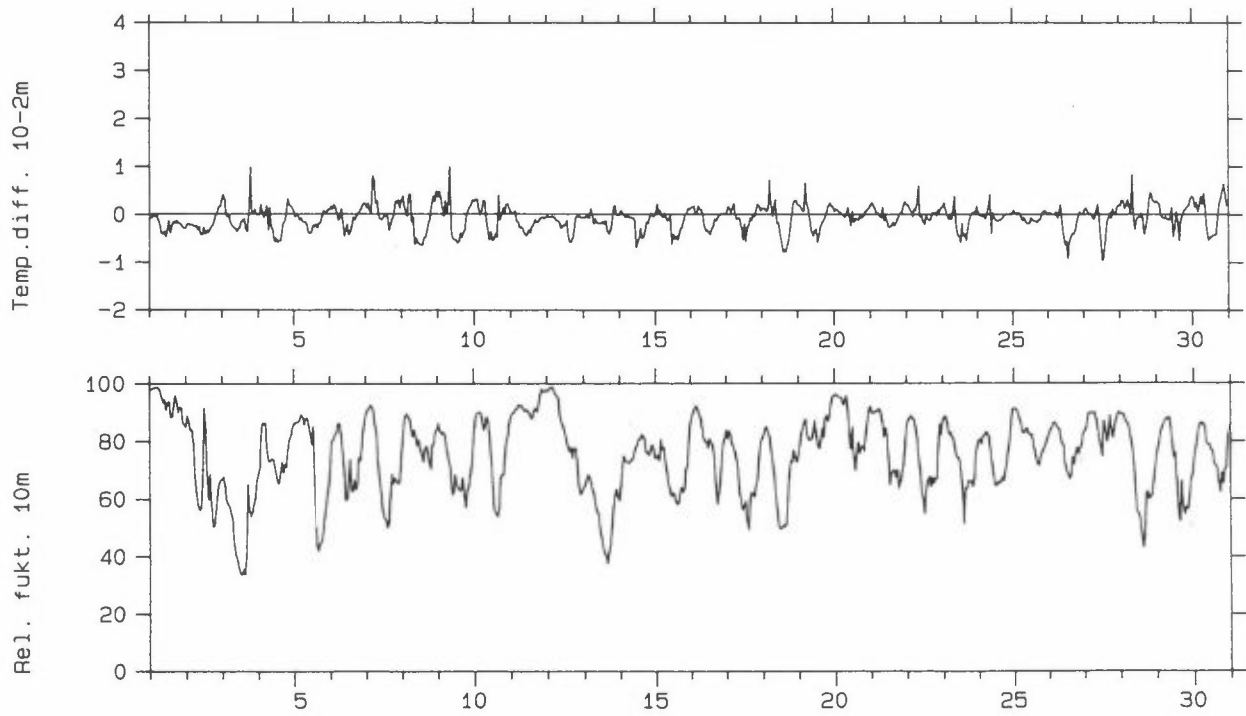
Grafisk presentasjon av timemiddelverdier av meteorologiske parametre

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>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	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
HAFJELL	Vindstyrke	10 m:	m/s
	Vindretning	10 m:	dekagrader
	Vindkast	10 m:	høyeste vindstyrke midlet over 2 s, m/s

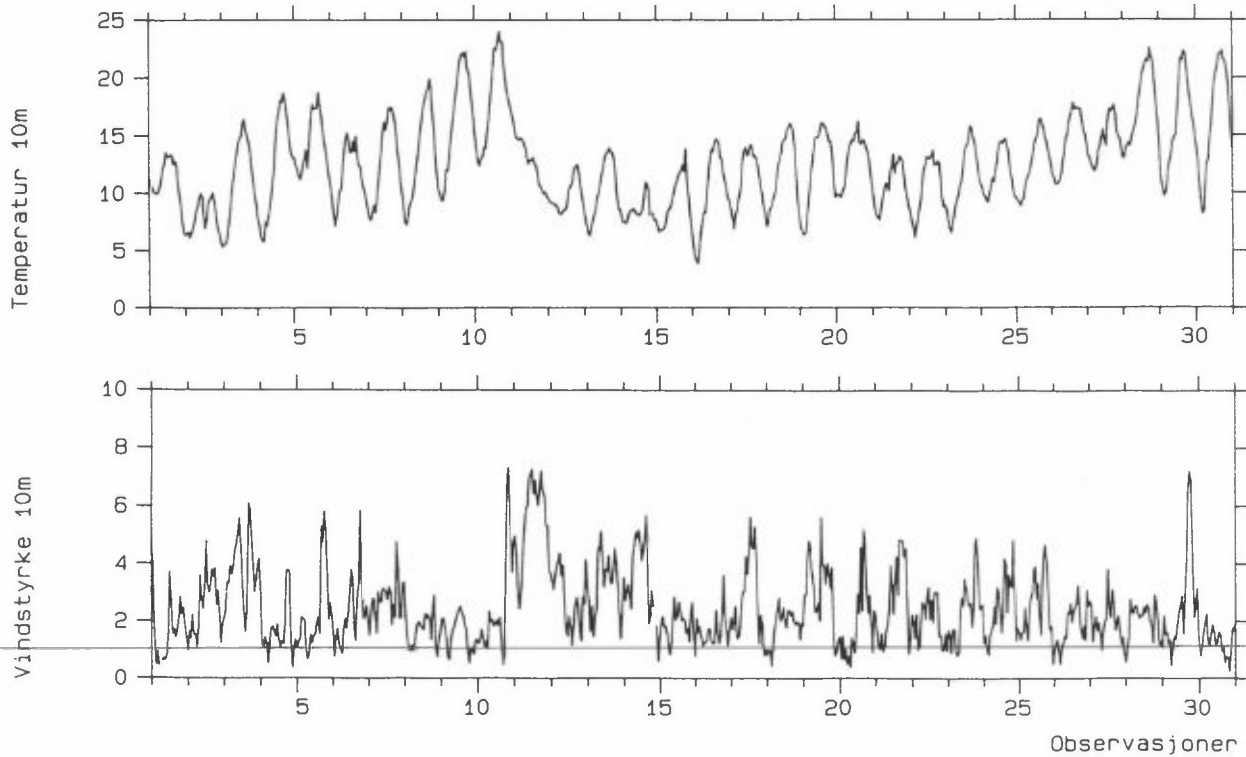
Stasjon: Gjøvik
Måned : Juni 1993



Stasjon: Gjøvik
Måned : Juni 1993

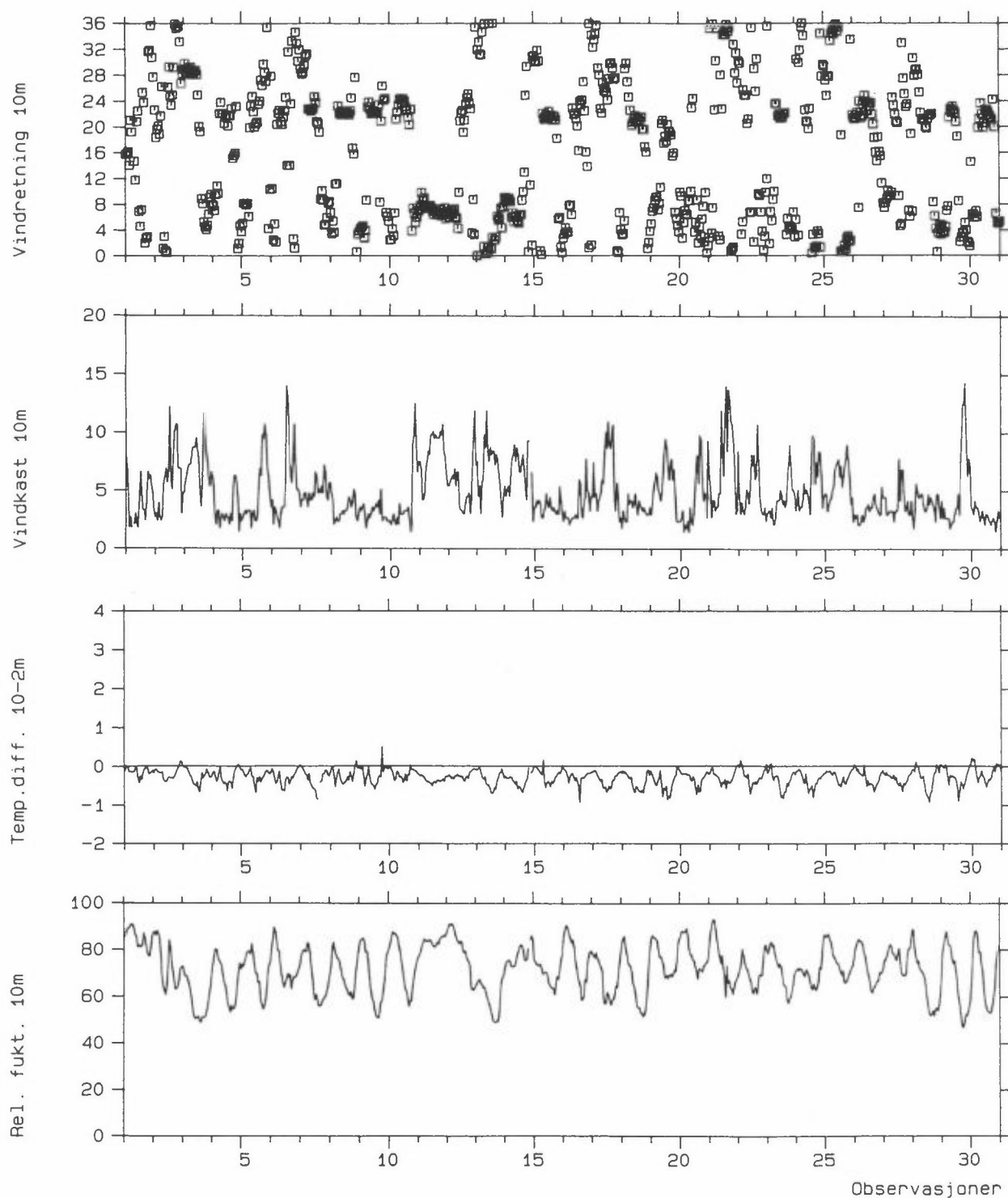


Stasjon: Vikingskipet
Måned : Juni 1993



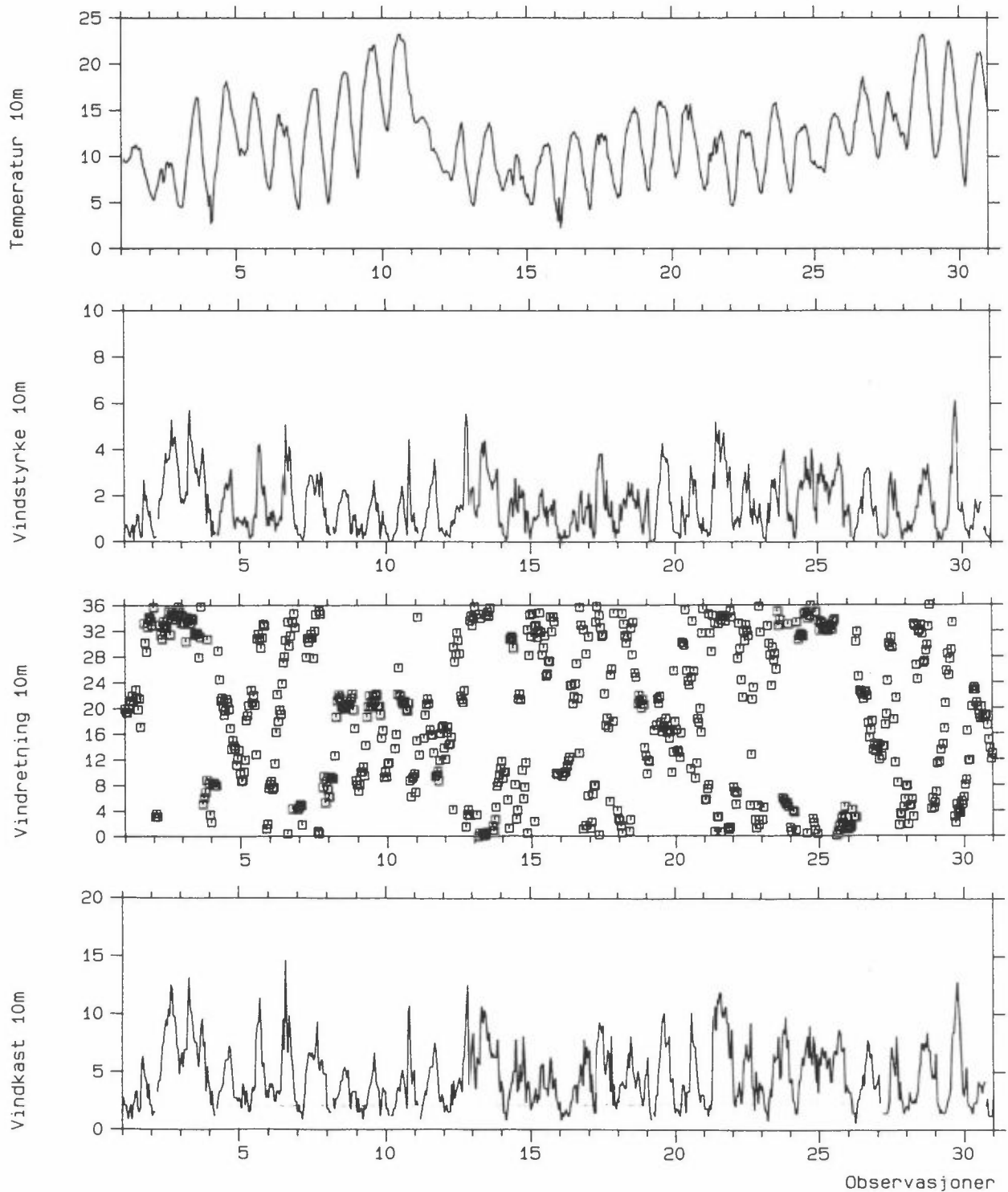
Stasjon: Vikingskipet

Måned : Juni 1993



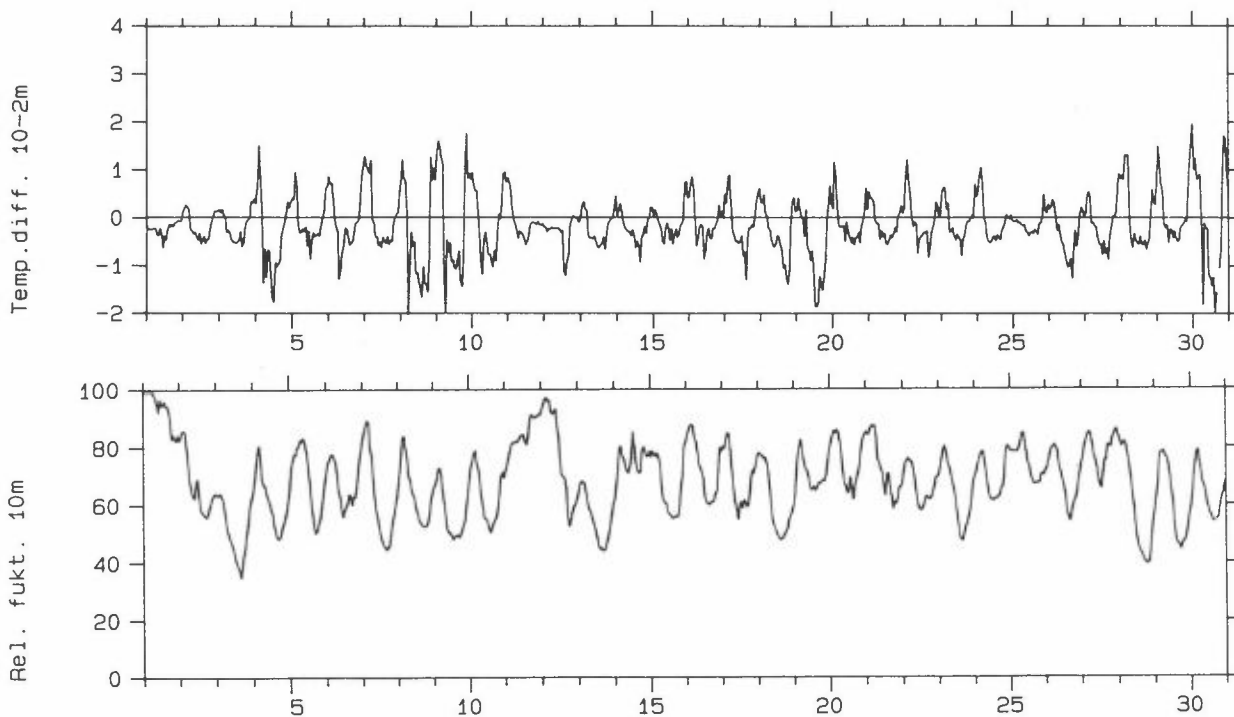
Stasjon: Stapesletta

Måned : Juni 1993



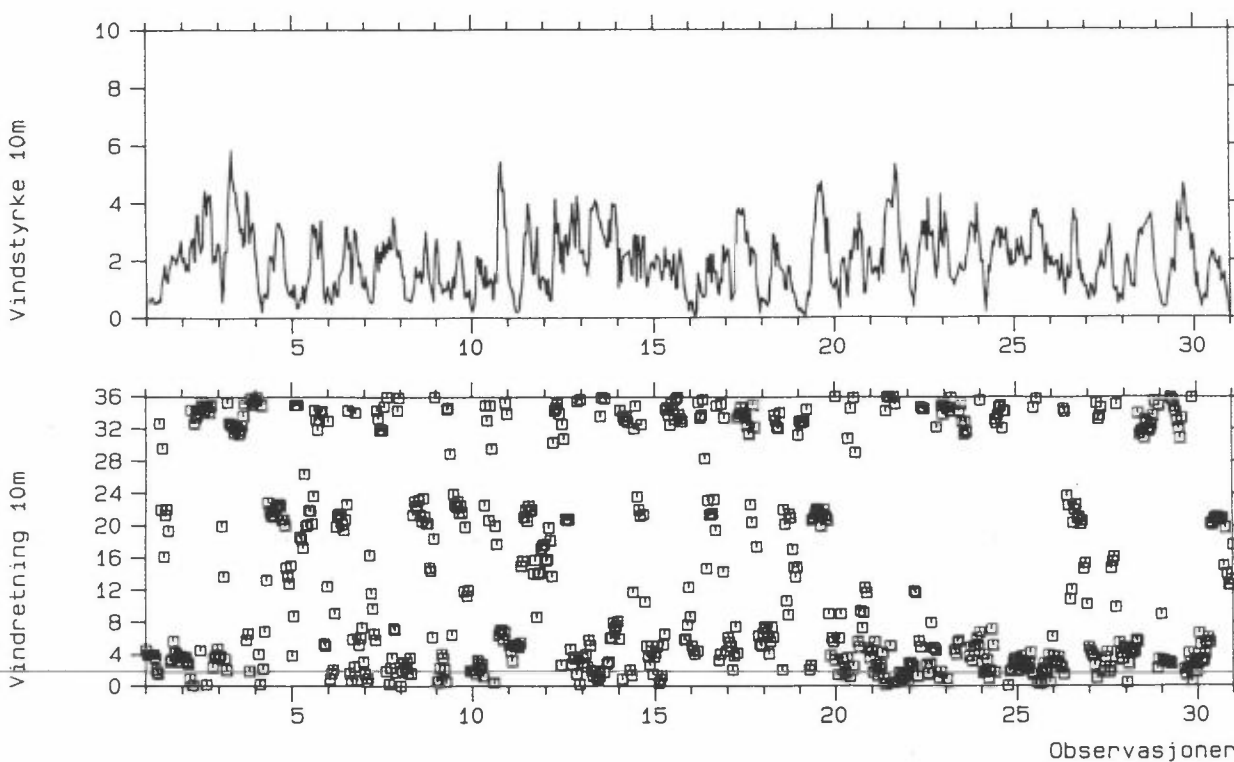
Stasjon: Stapesletta

Måned : Juni 1993



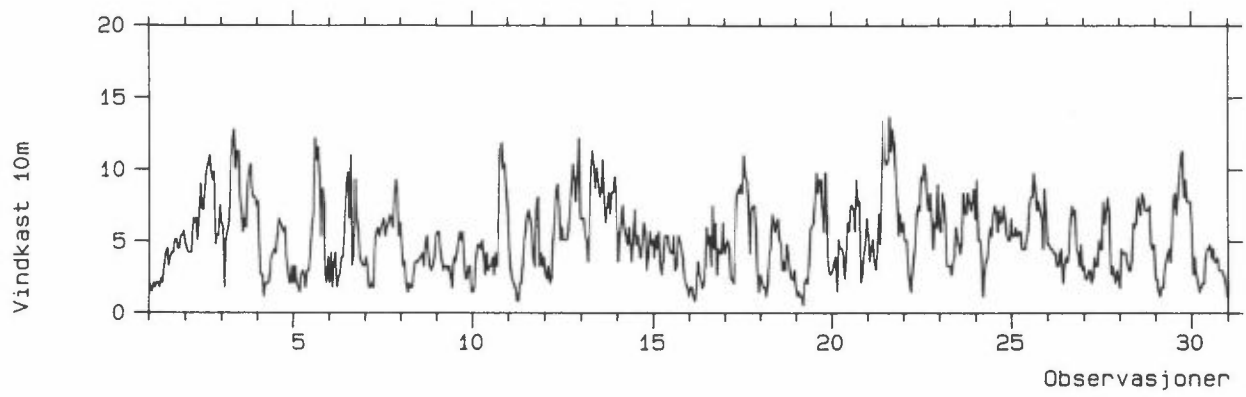
Stasjon: Hafjell

Måned : Juni 1993

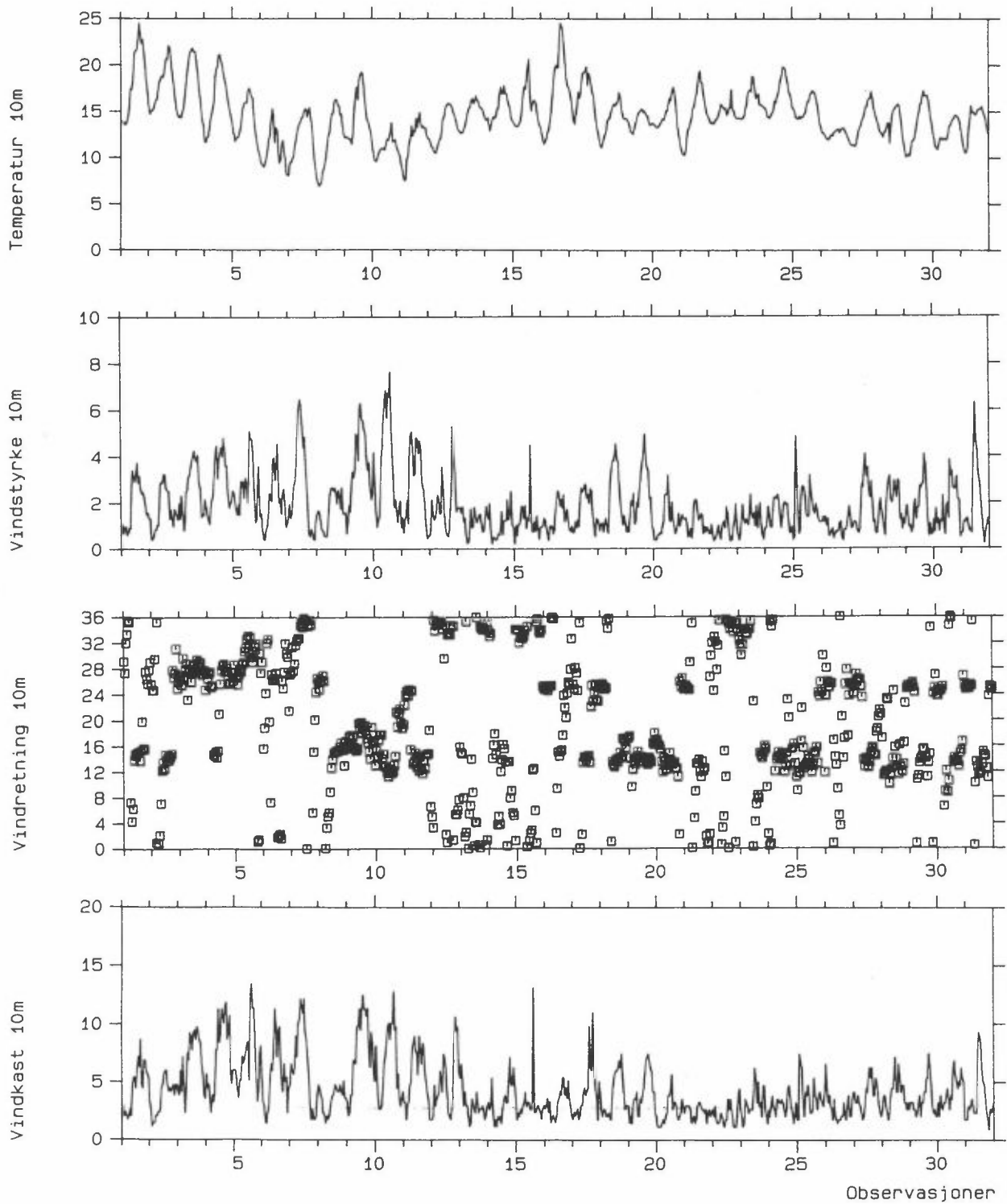


Observasjoner

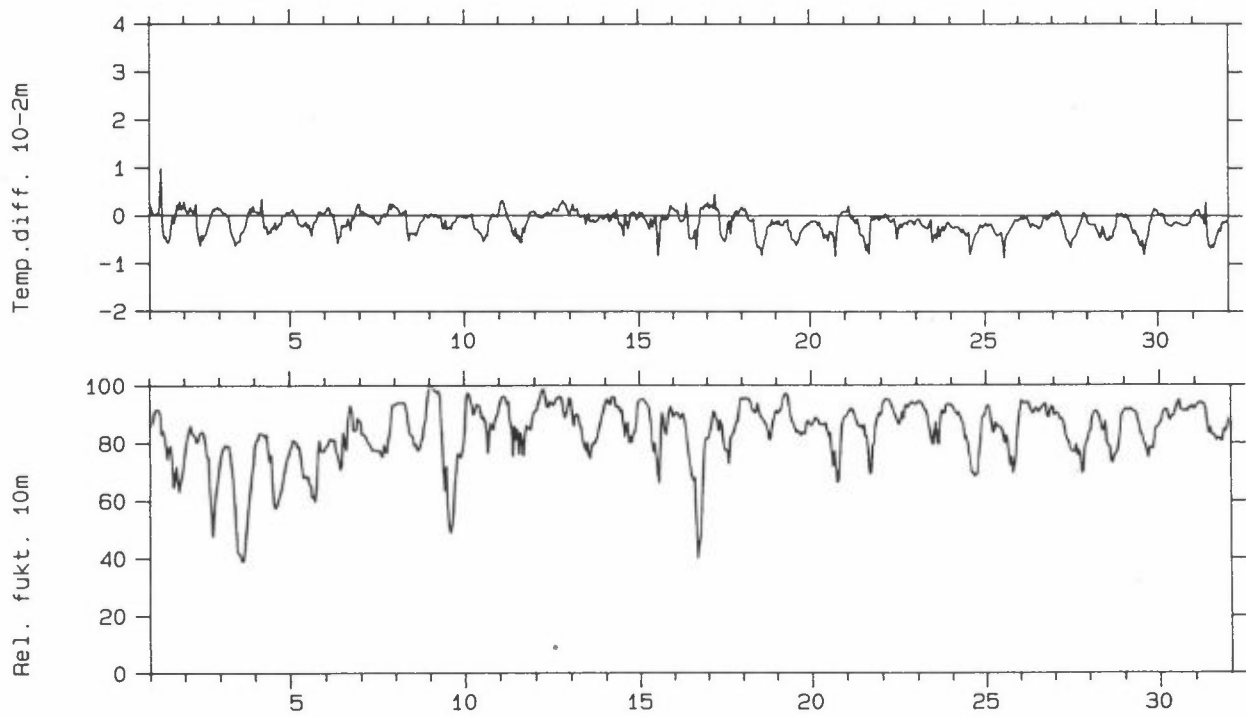
Stasjon: Hafjell
Måned : Juni 1993



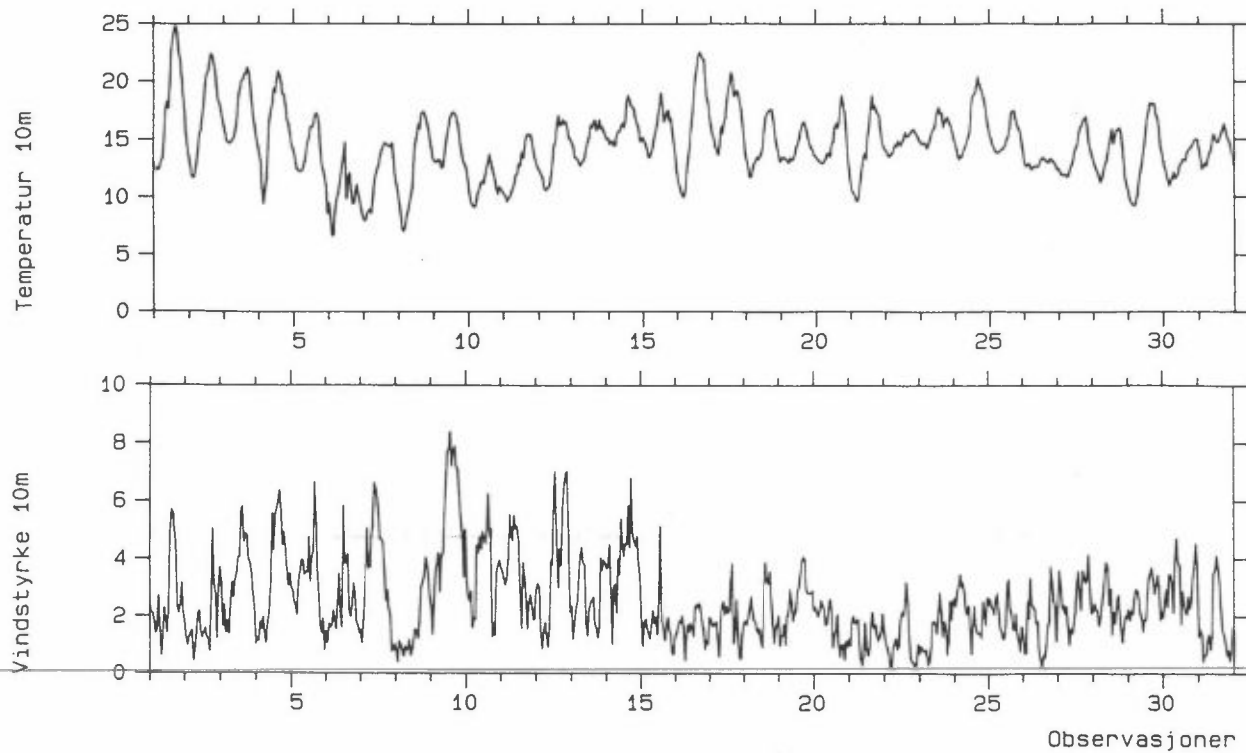
Stasjon: Gjøvik
Måned : Juli 1993



Stasjon: Gjøvik
Måned : Juli 1993

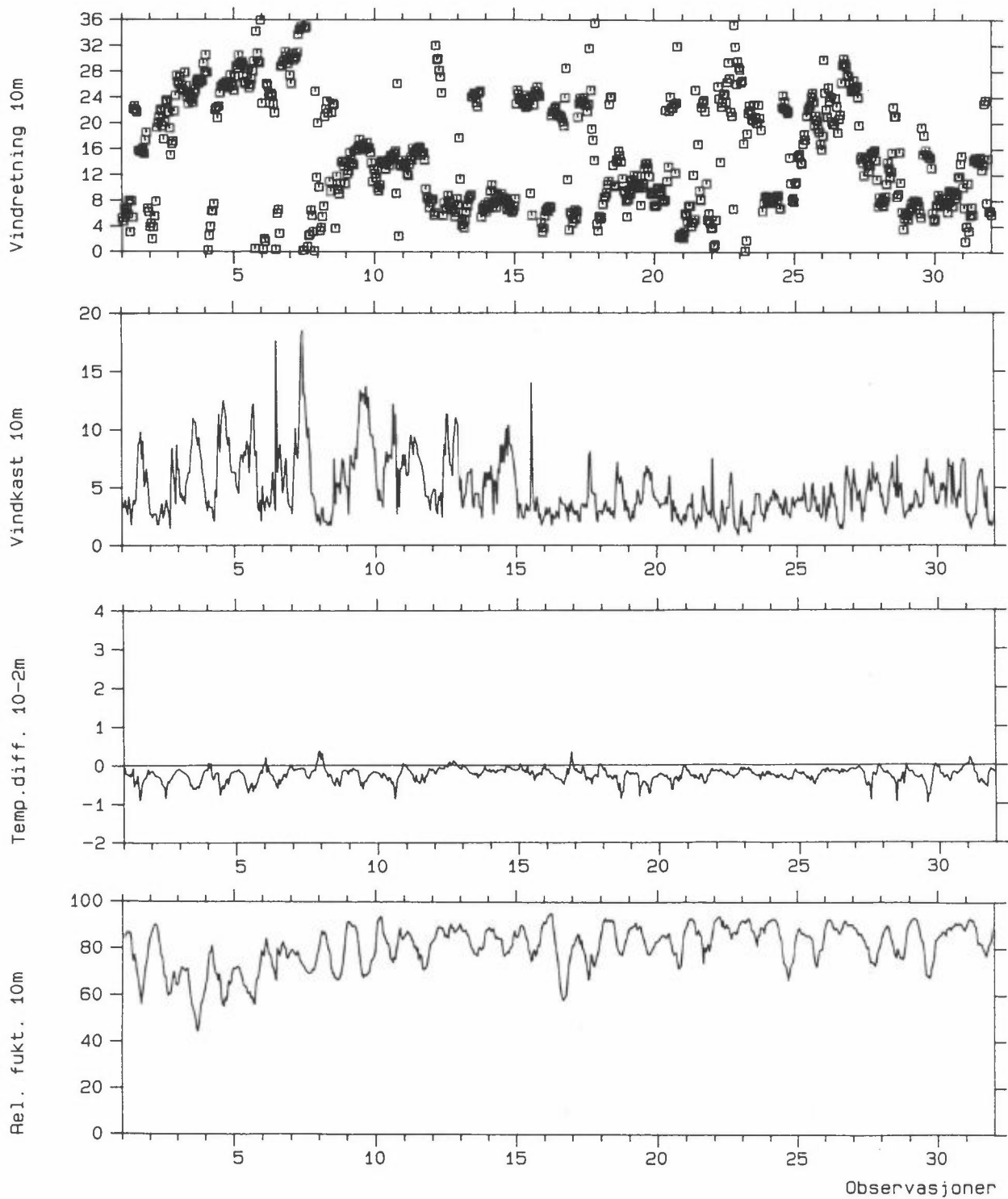


Stasjon: Vikingskipet
Måned : Juli 1993

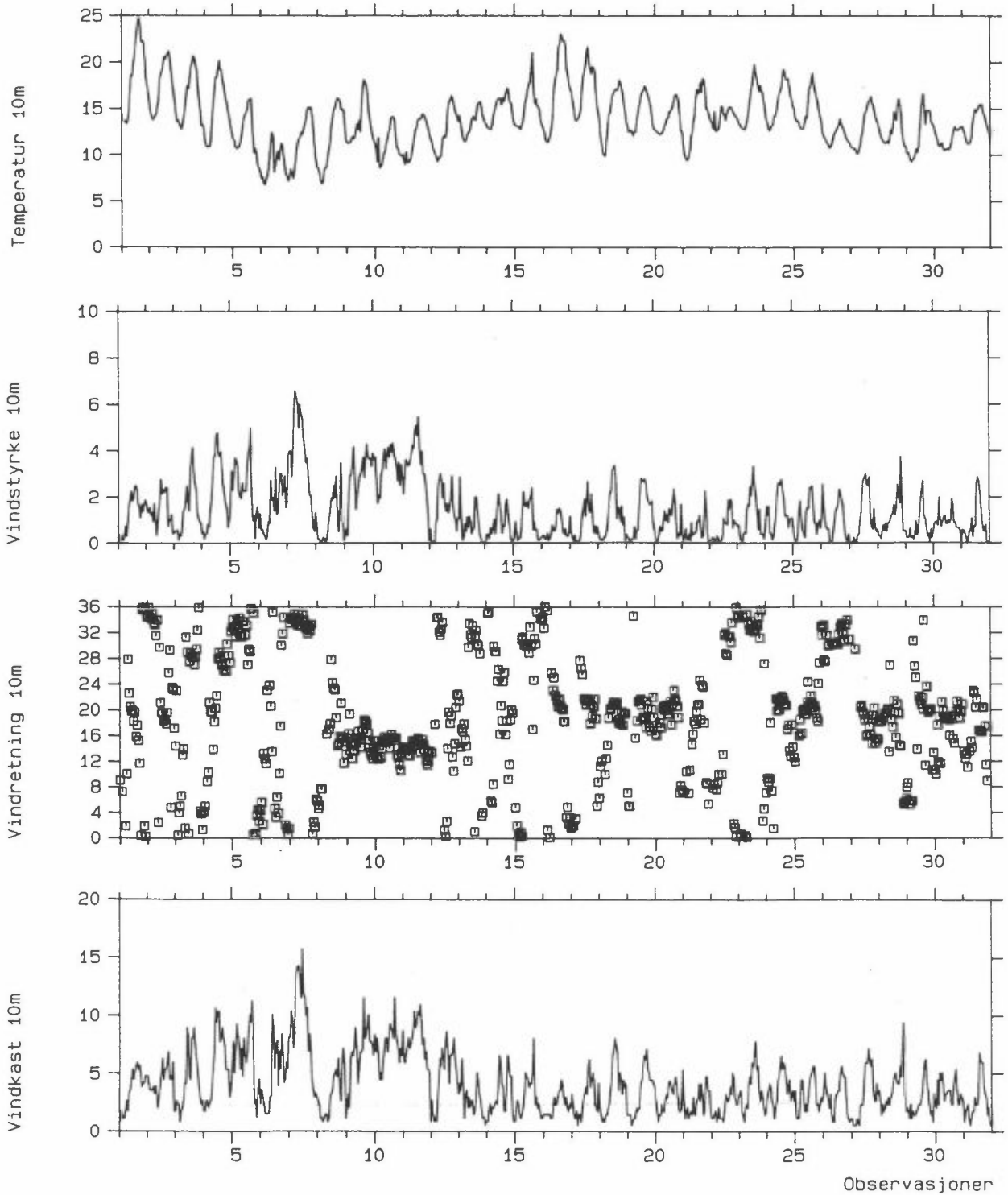


Stasjon: Vikingskipet

Måned : Juli 1993

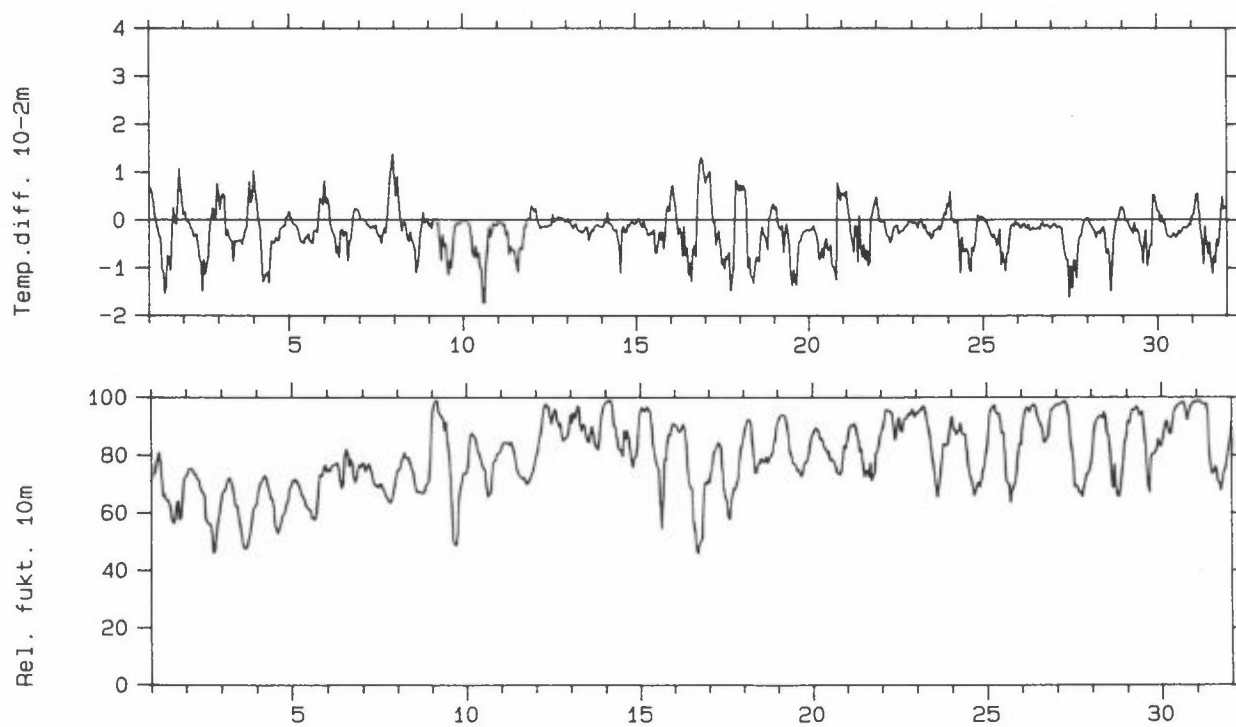


Stasjon: Stapesletta
Måned : Juli 1993



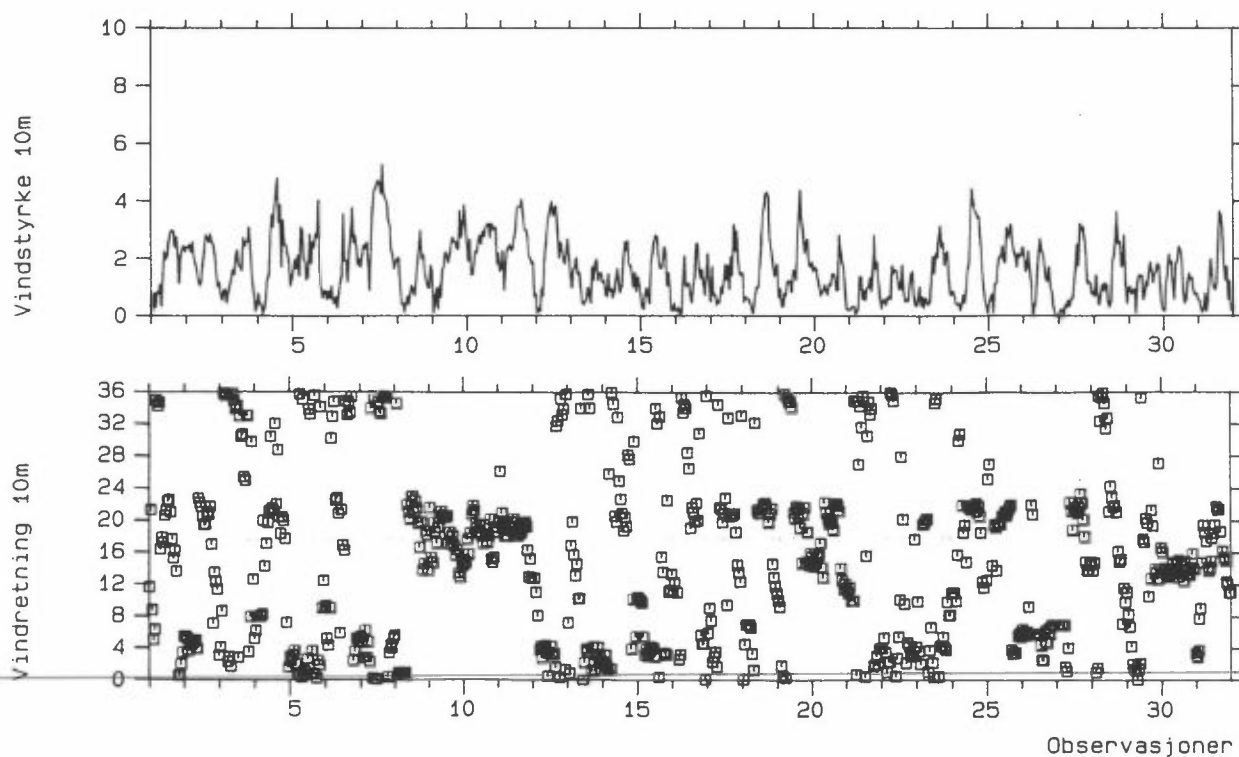
Stasjon: Stampesletta

Måned : Juli 1993

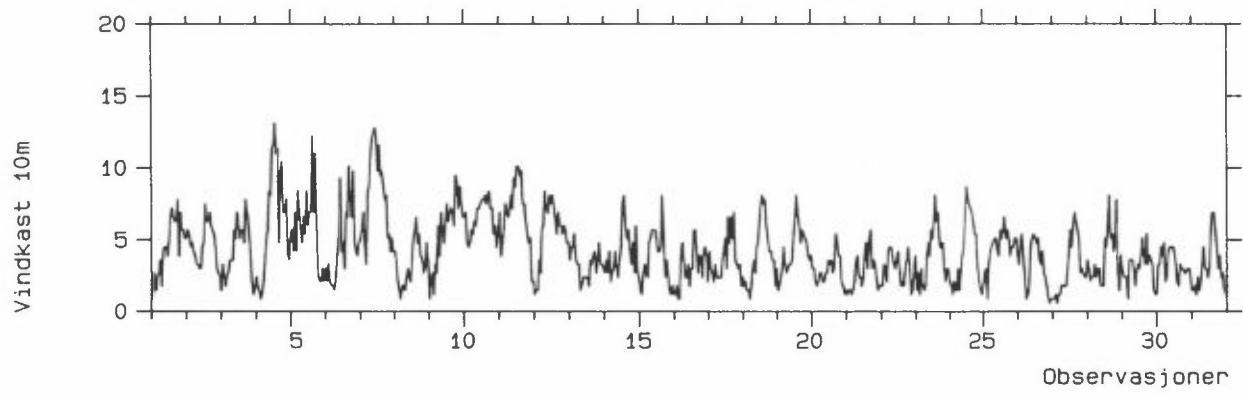


Stasjon: Hafjell

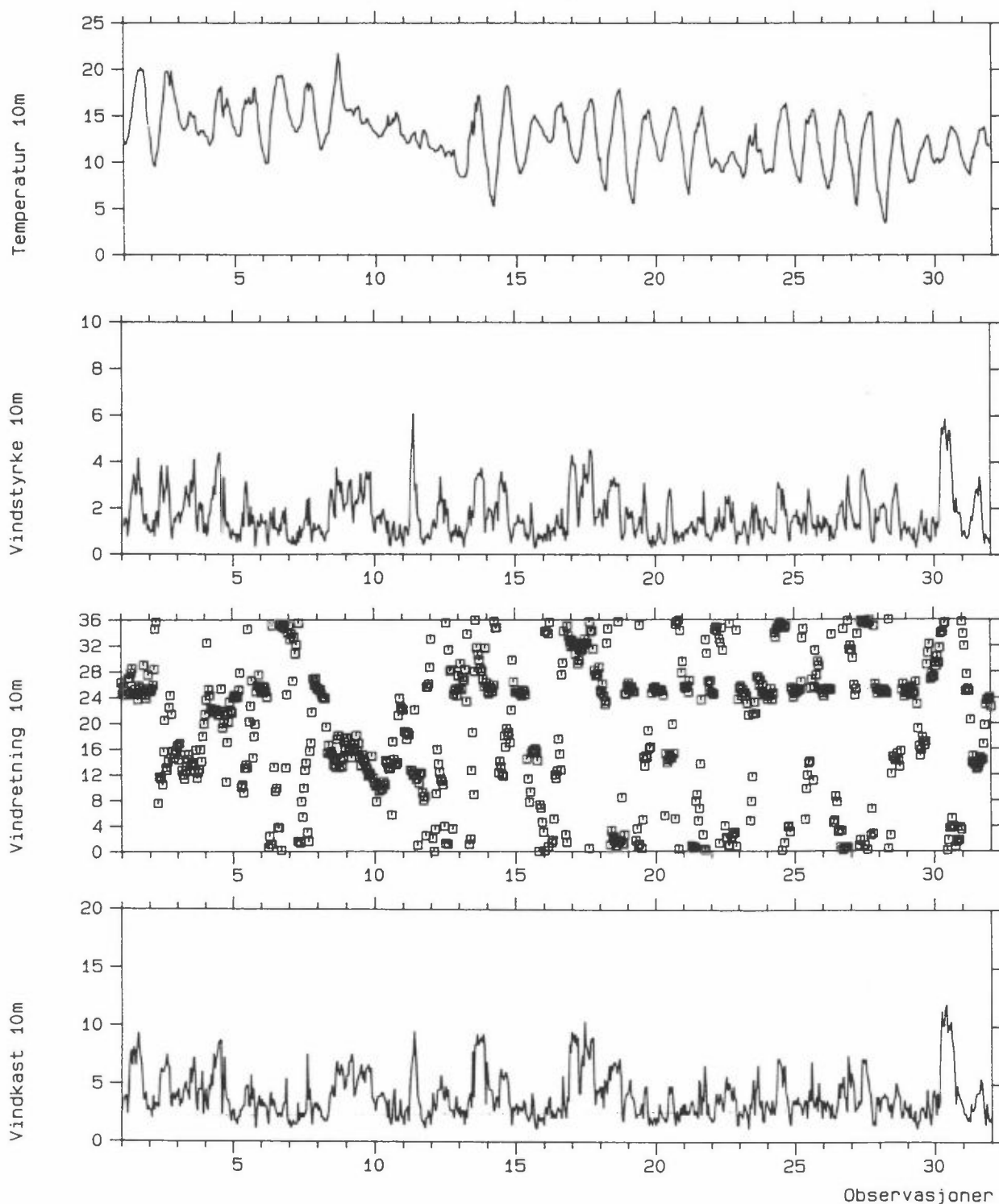
Måned : Juli 1993



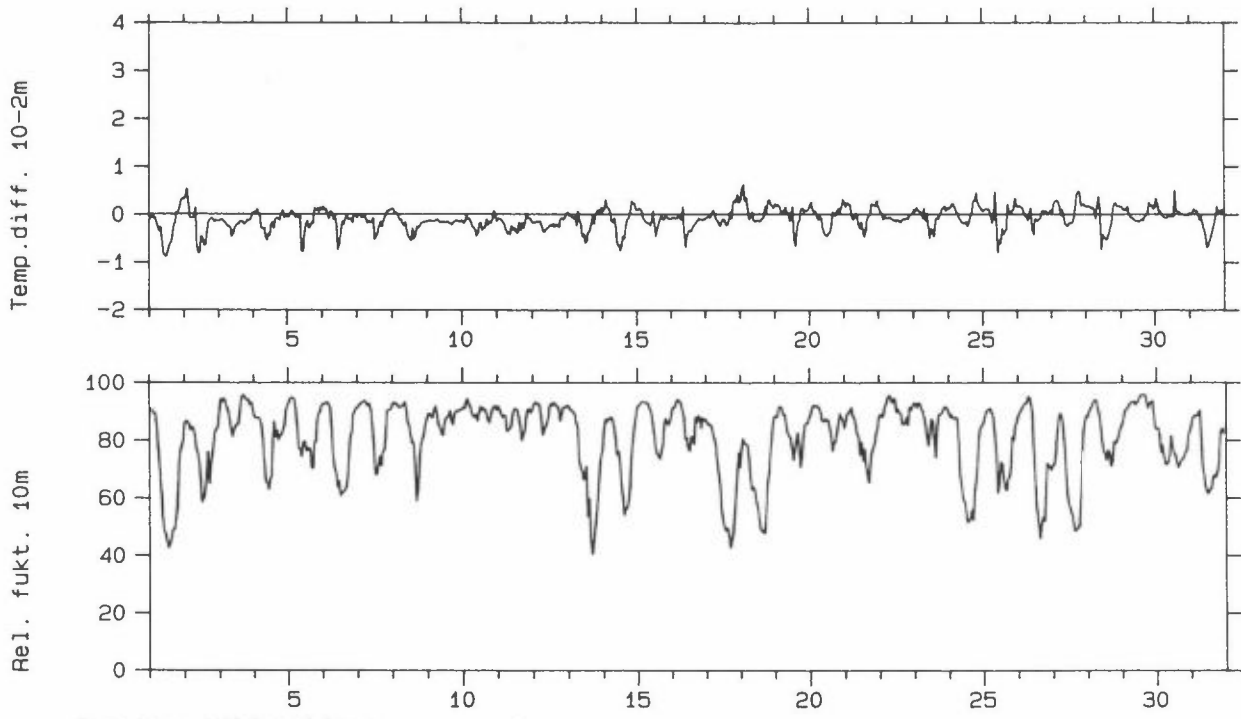
Stasjon: Hafjell
Måned : Juli 1993



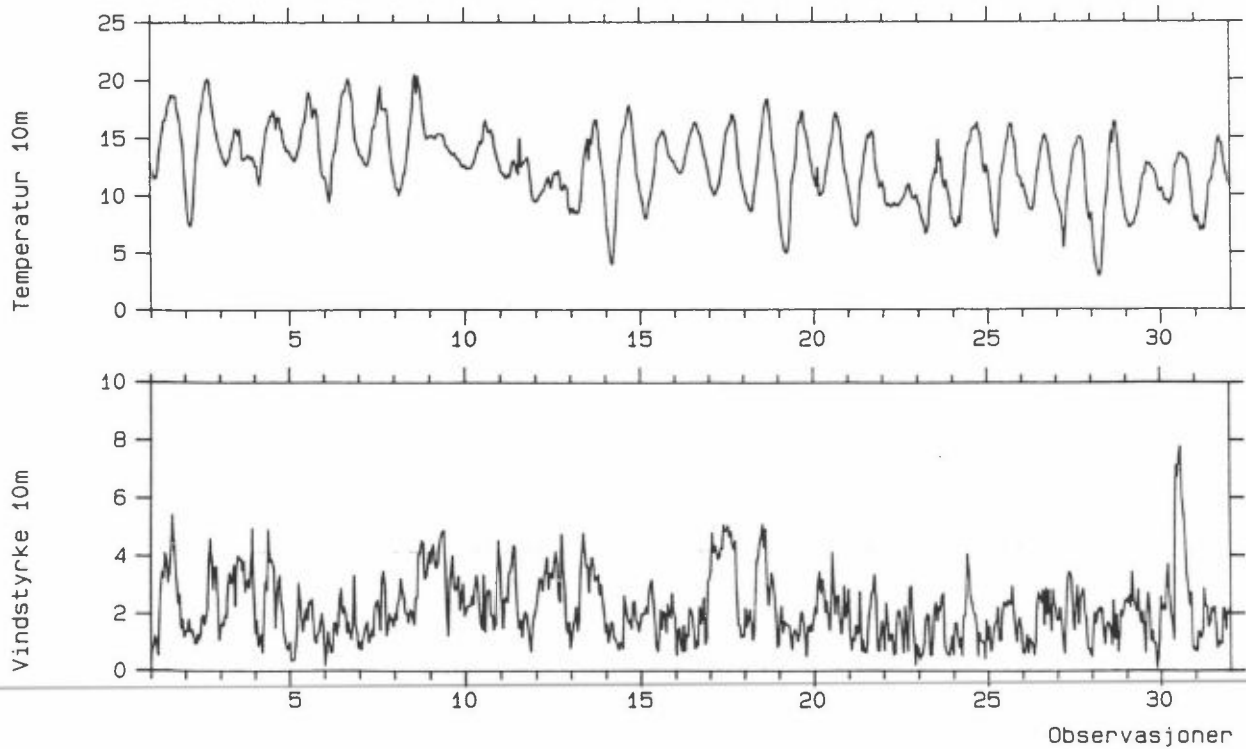
Stasjon: Gjøvik
Måned : August 1993



Stasjon: Gjøvik
Måned : August 1993

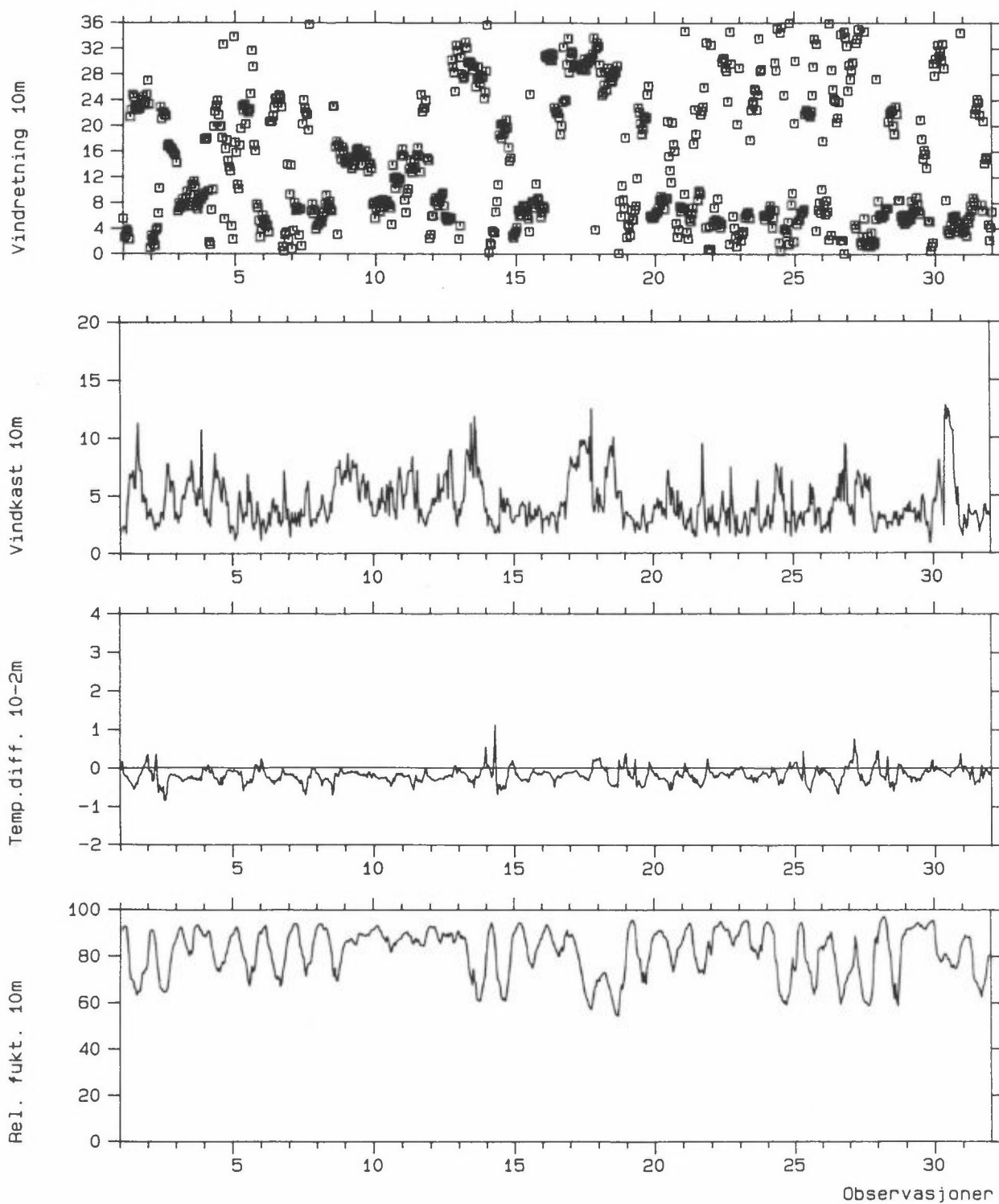


Stasjon: Vikingskipet
Måned : August 1993



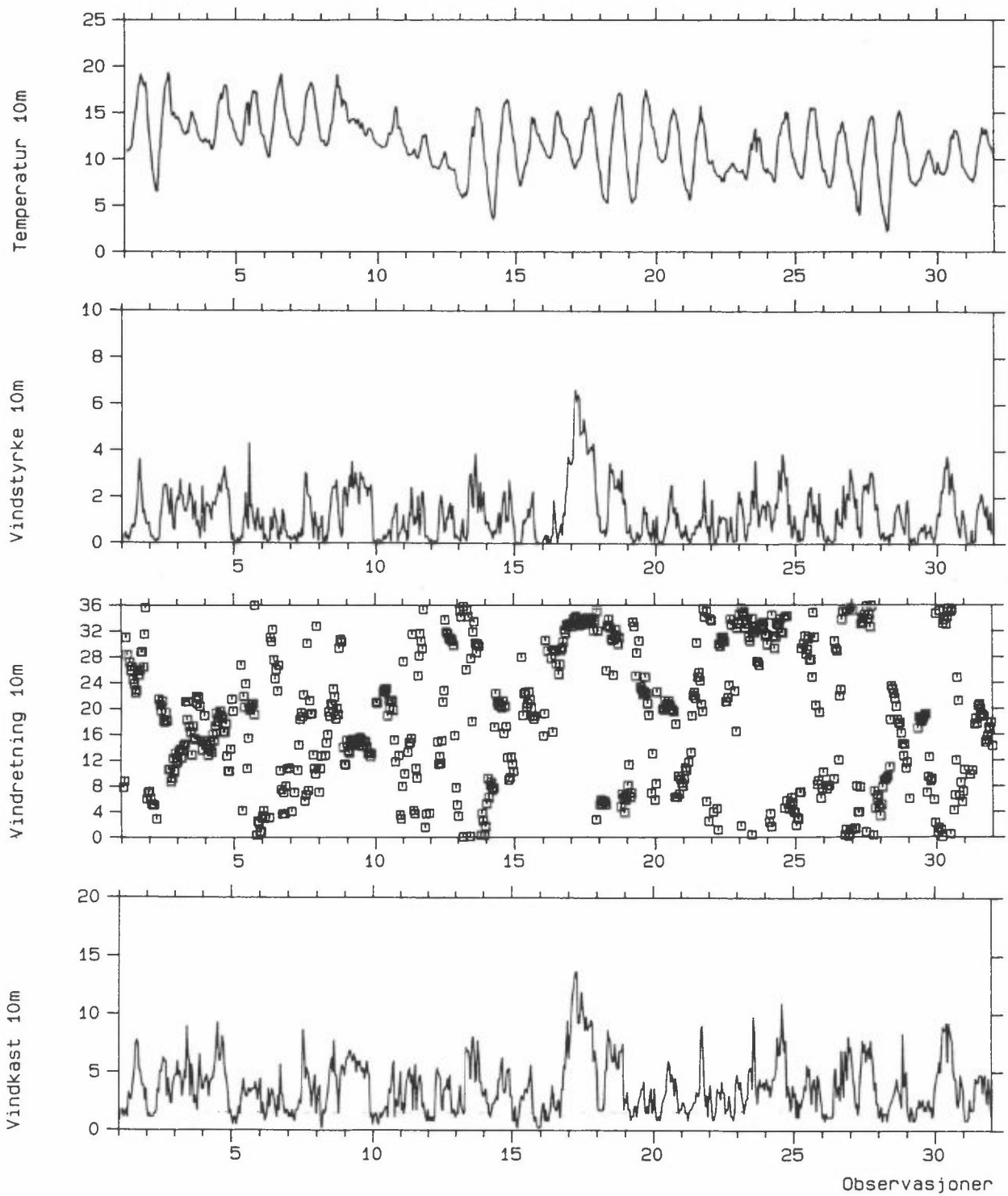
Stasjon: Vikingskipet

Måned : August 1993



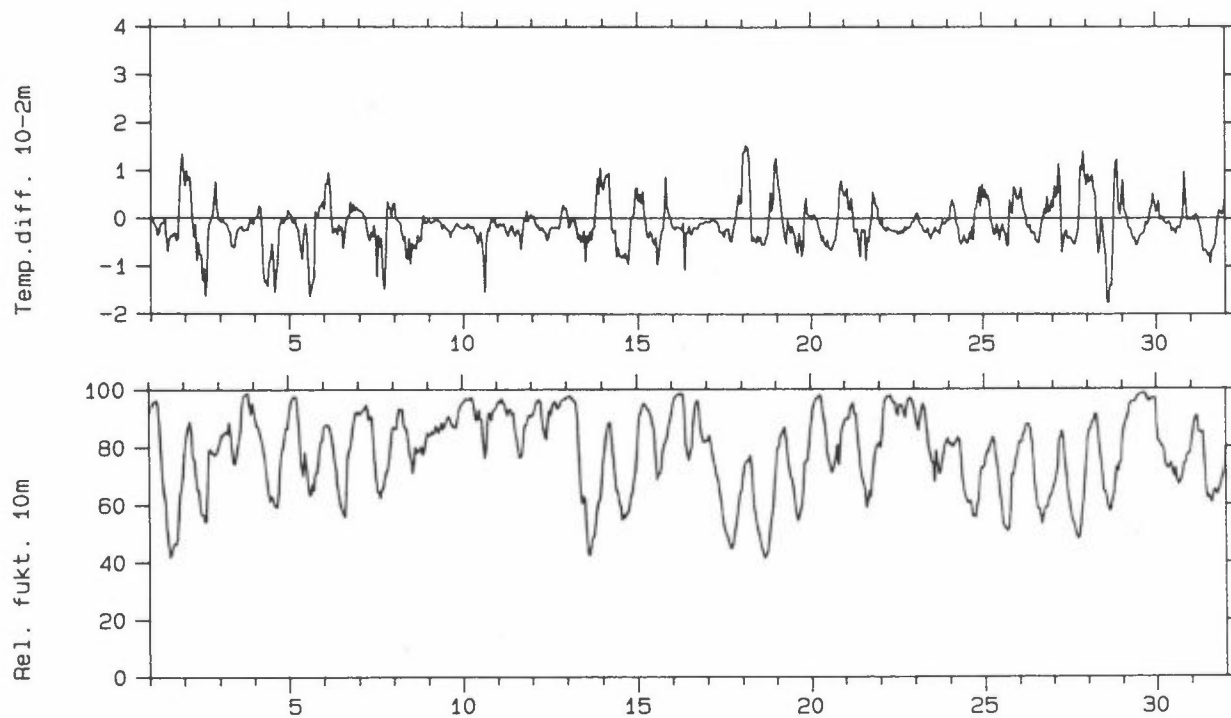
Stasjon: Stapesletta

Måned : August 1993



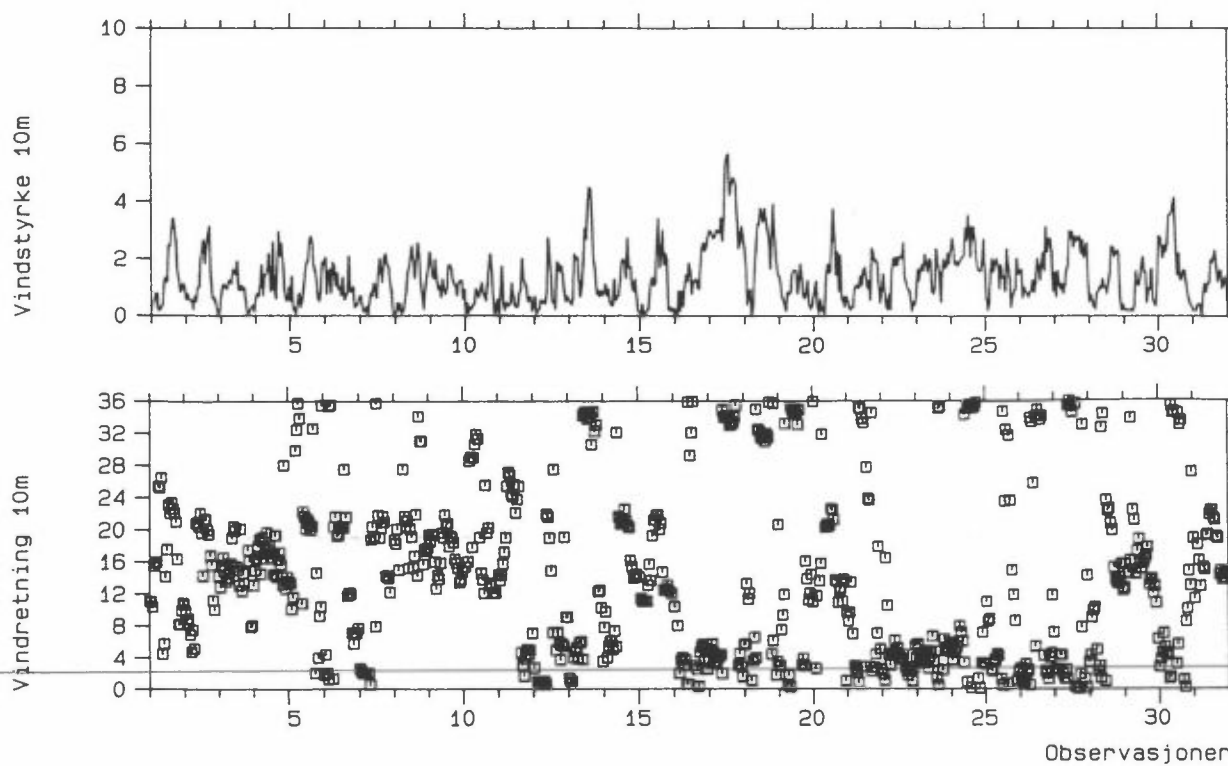
Stasjon: Stampesletta

Måned : August 1993



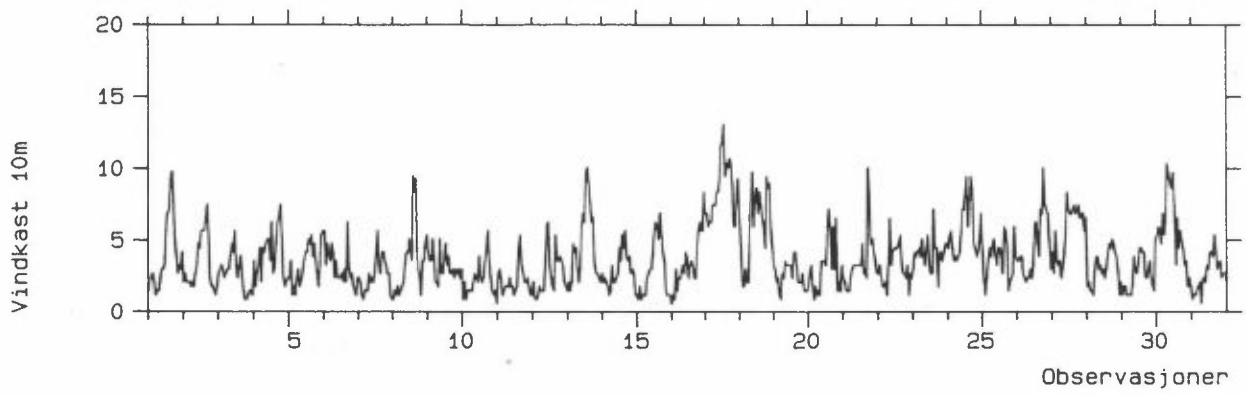
Stasjon: Hafjell

Måned : August 1993



Stasjon: Hafjell

Måned : August 1993



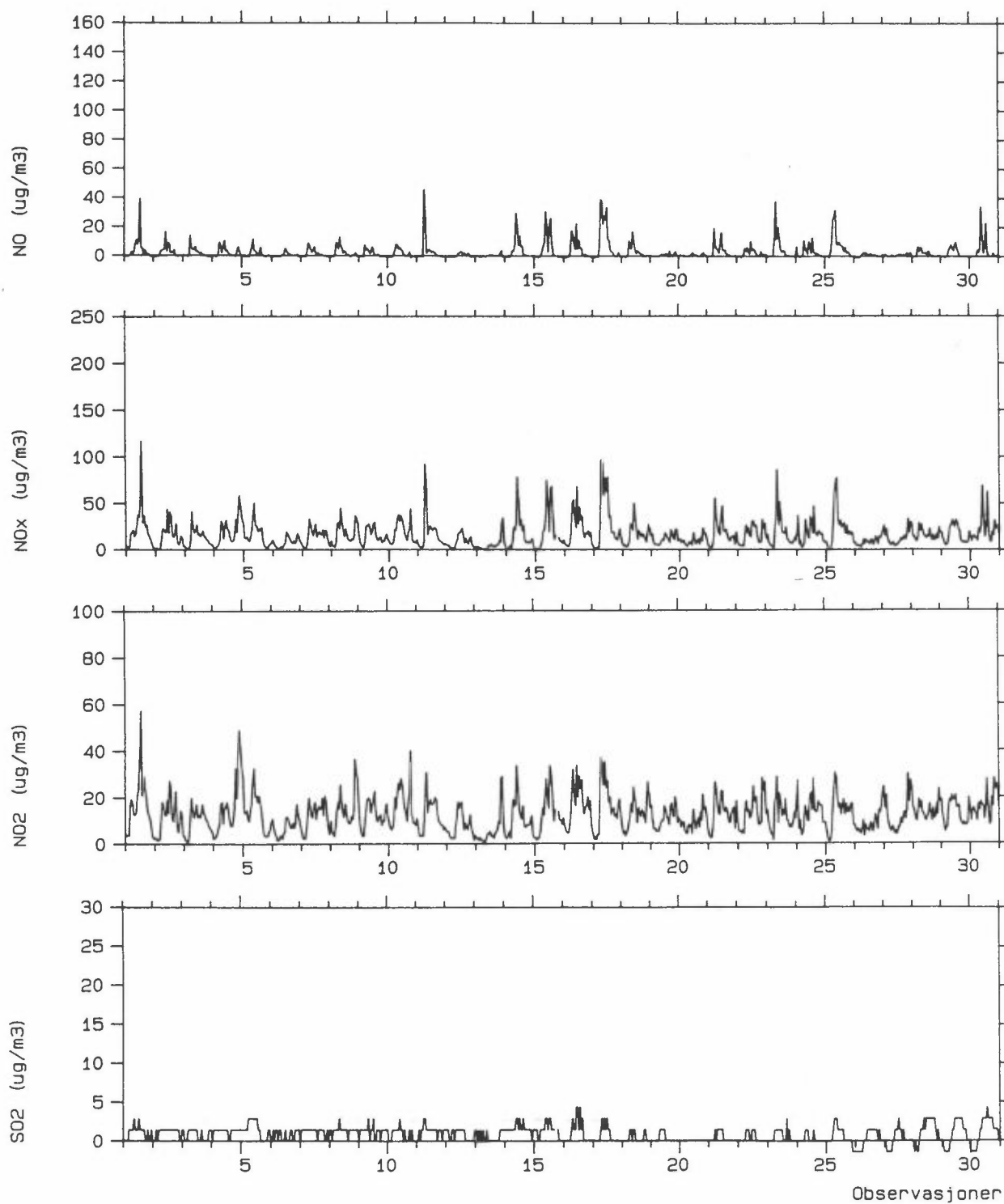
Vedlegg B

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)
	SO ₂	(svoveldioksid)
KULTURHUSET	NO	(nitrogenmonoksid)
	NO _x	(sum nitrogenoksider, regnet som NO ₂)
	NO ₂	(nitrogendioksid)
	SO ₂	(svoveldioksid)
	O ₃	(ozon)
STAMPESLETTA	NO	(nitrogenmonoksid)
	NO _x	(sum nitrogenoksider, regnet som NO ₂)
	NO ₂	(nitrogendioksid)
FÅBERGGATA	NO	(nitrogenmonoksid)
	NO _x	(sum nitrogenoksider, regnet som NO ₂)
	NO ₂	(nitrogendioksid)
	CO	(karbonmonoksid)
	PM ₁₀	(svevestøvpertikler med diameter under 10 µm)
HAFJELL	NO	(nitrogenmonoksid)
	NO _x	(sum nitrogenoksider, regnet som NO ₂)
	NO ₂	(nitrogendioksid)

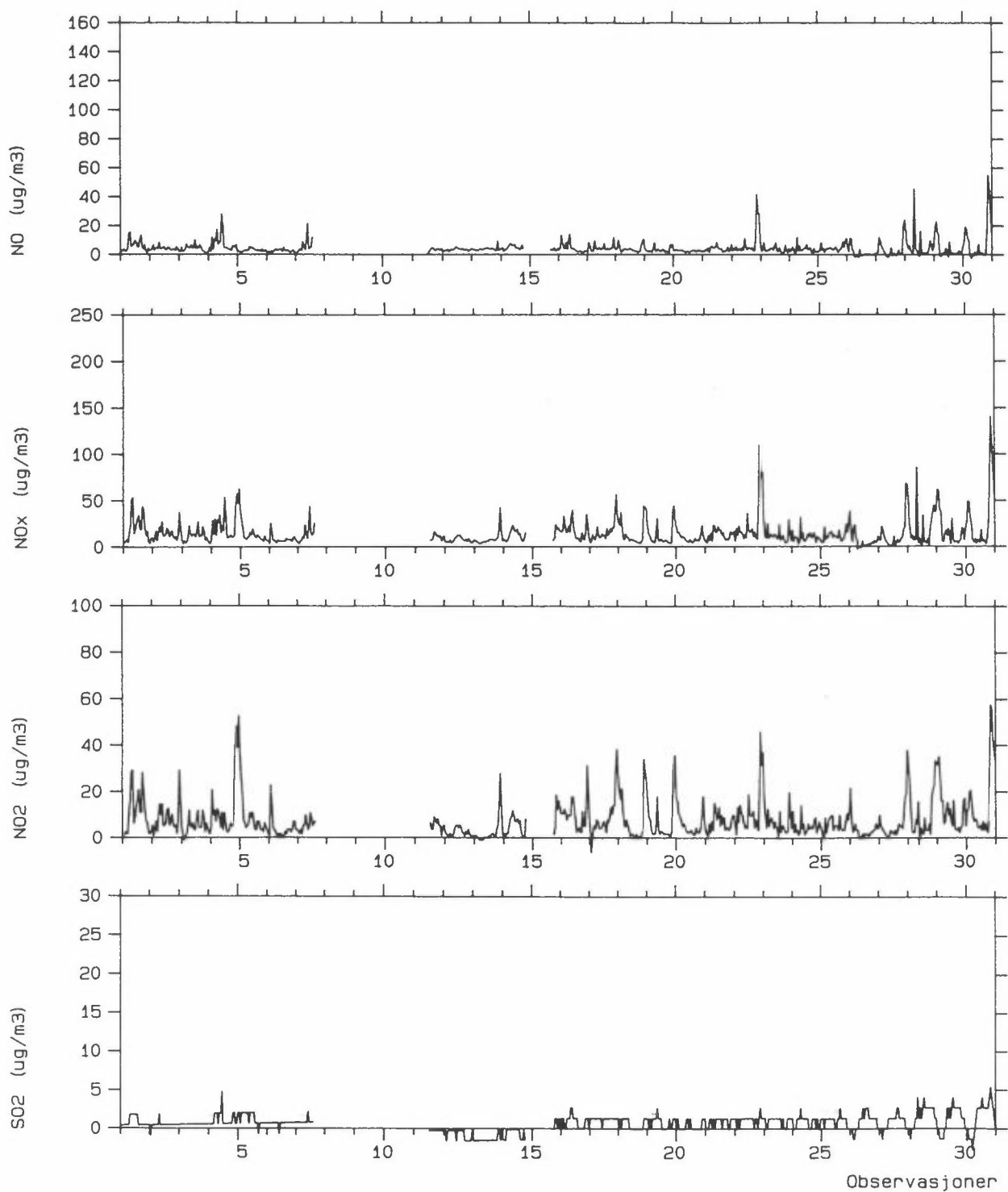
Stasjon: Fjellhallen

Måned : Juni 1993



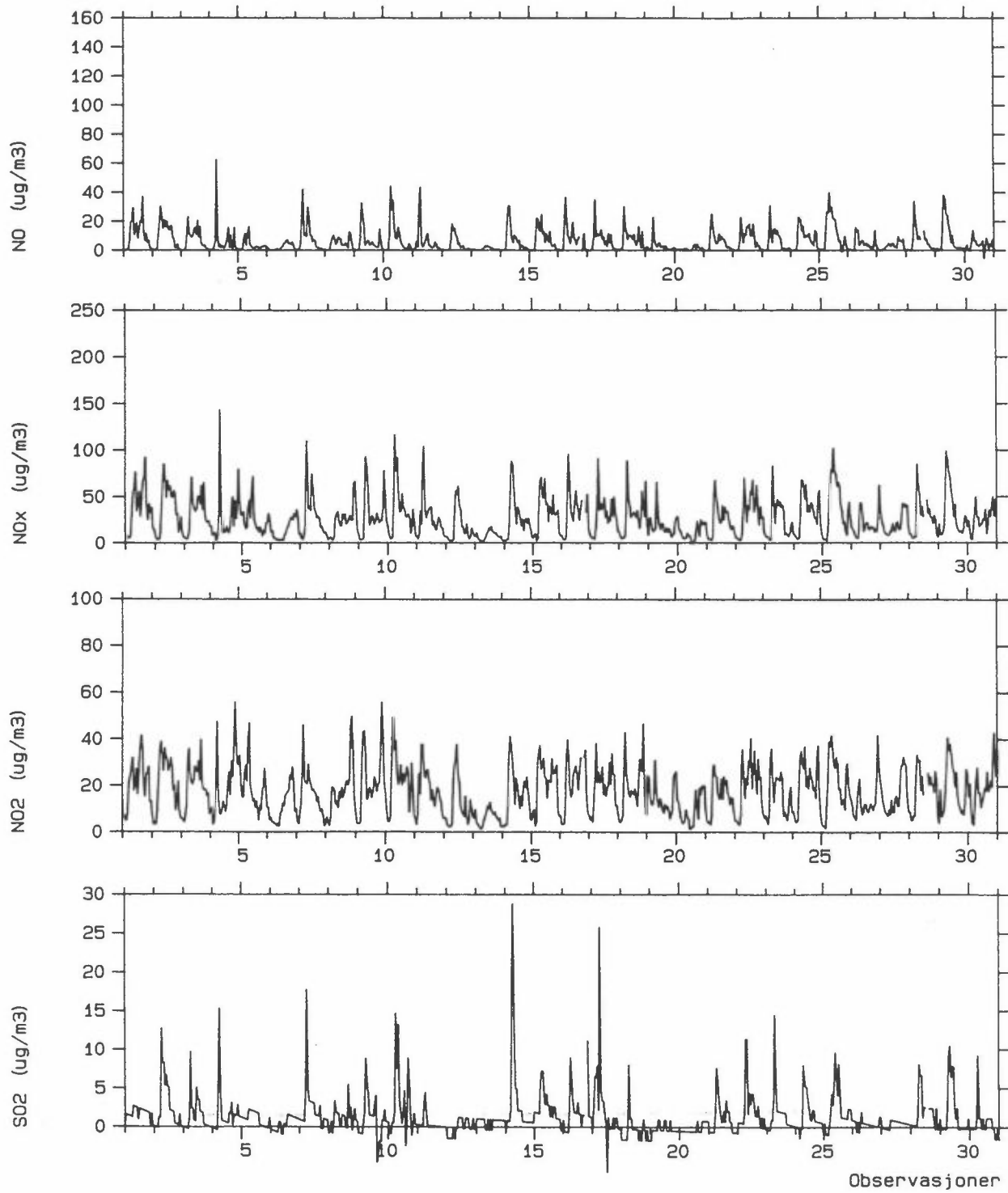
Stasjon: Vikingskipet

Måned : Juni 1993



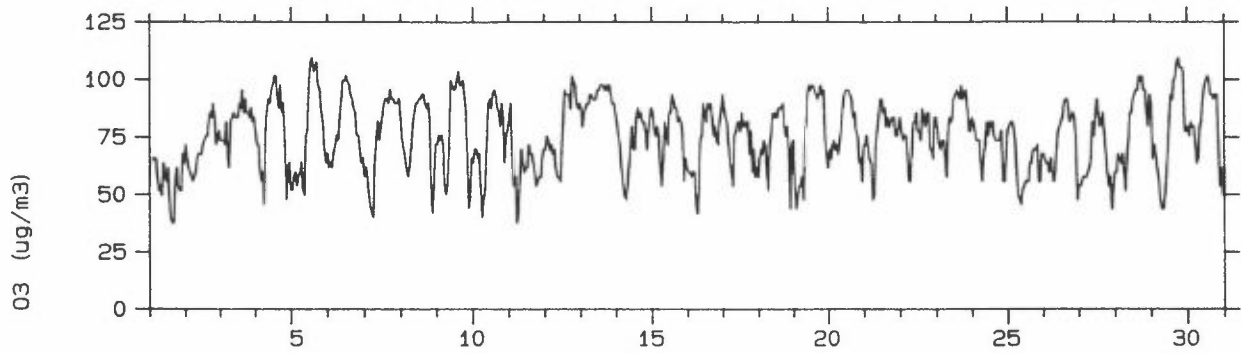
Stasjon: Kulturhuset

Måned : Juni 1993



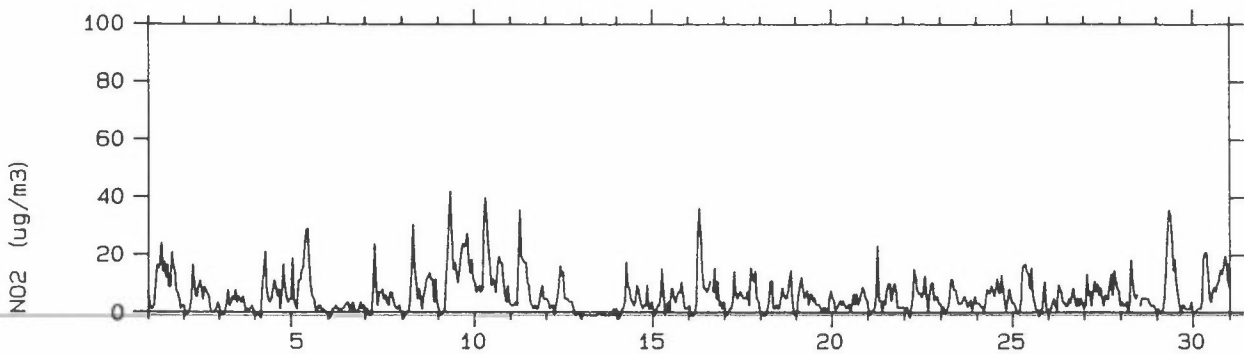
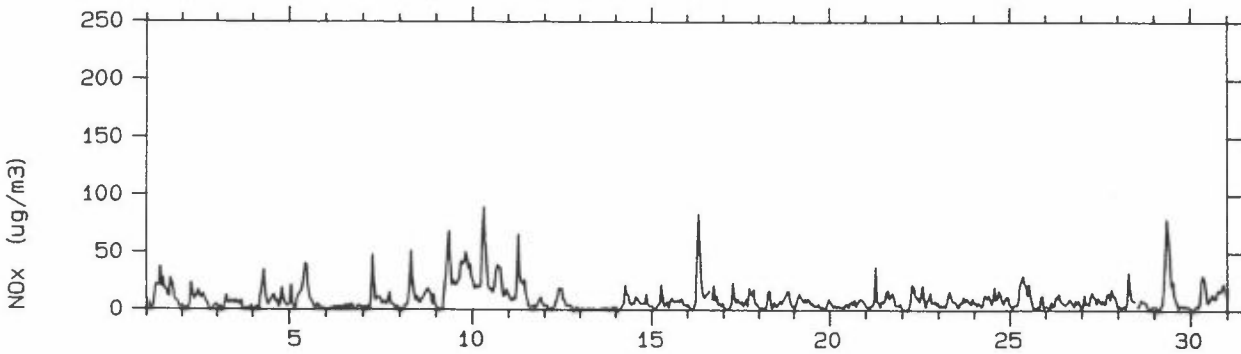
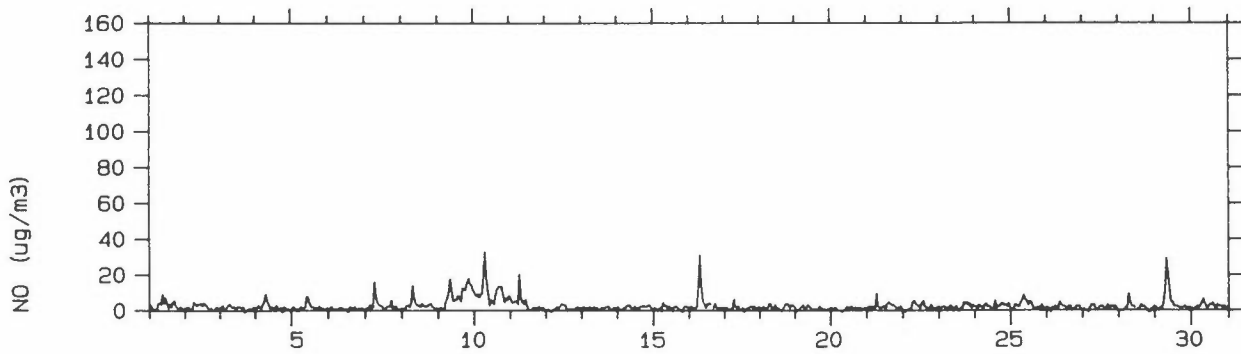
Stasjon: Kulturhuset

Måned : Juni 1993



Stasjon: Stapesletta

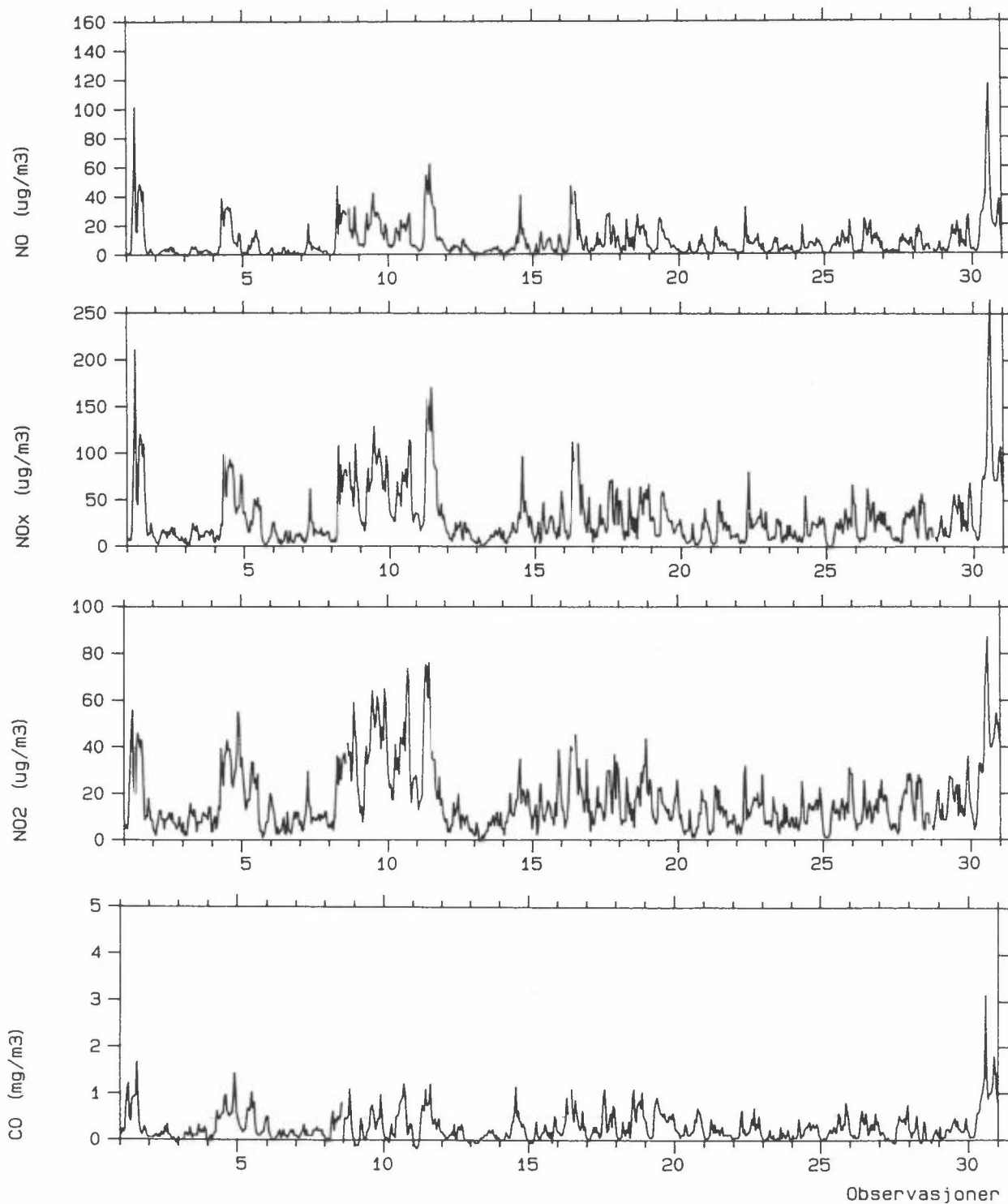
Måned : Juni 1993



Observasjoner

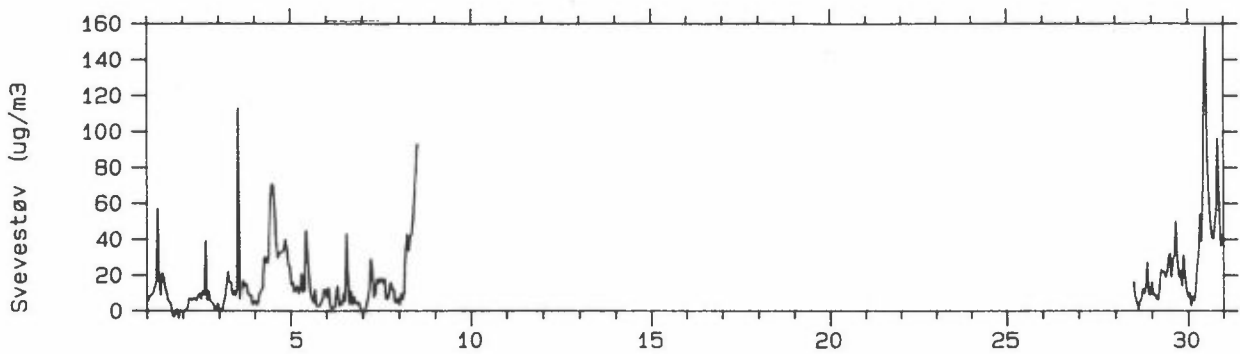
Stasjon: Fåberggata

Måned : Juni 1993



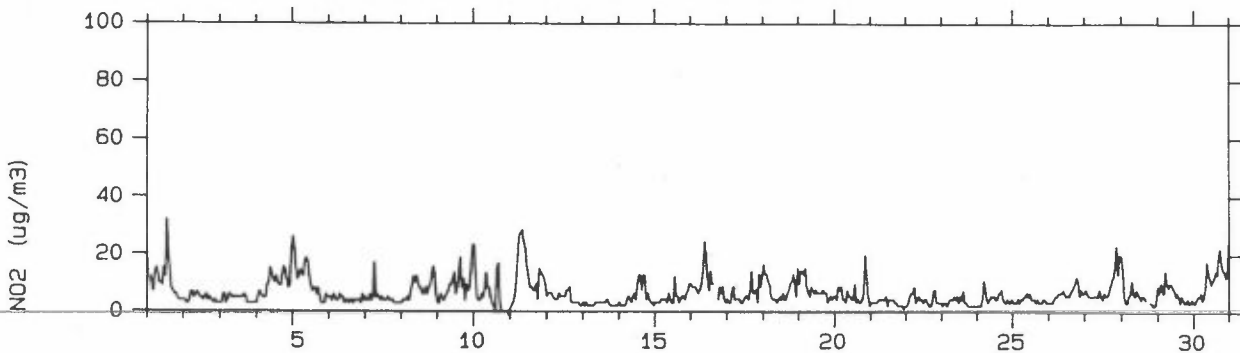
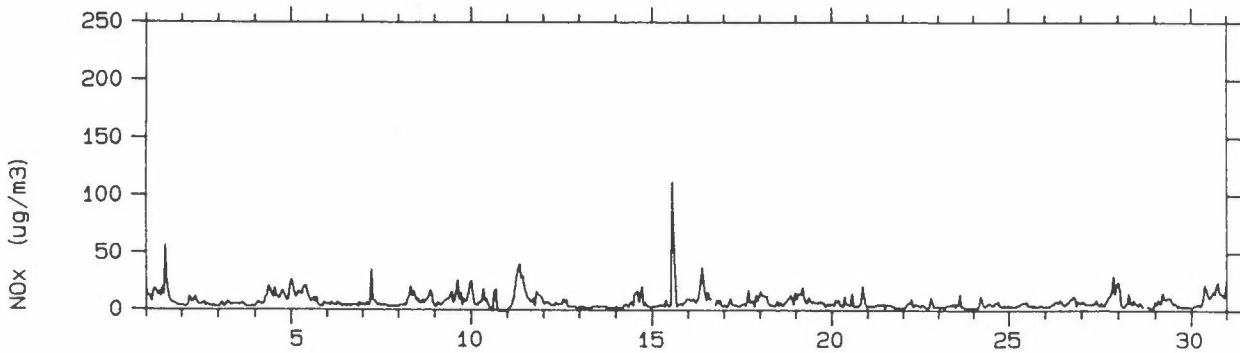
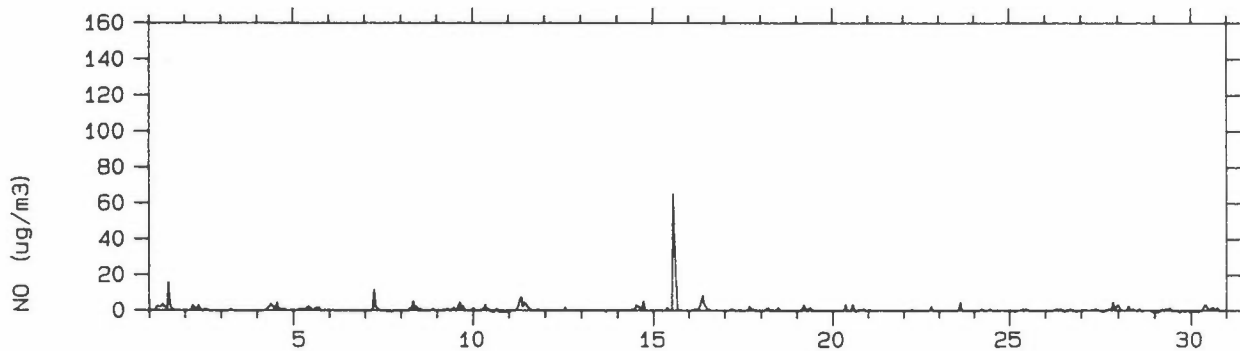
Stasjon: Fåberggata

Måned : Juni 1993



Stasjon: Hafjell

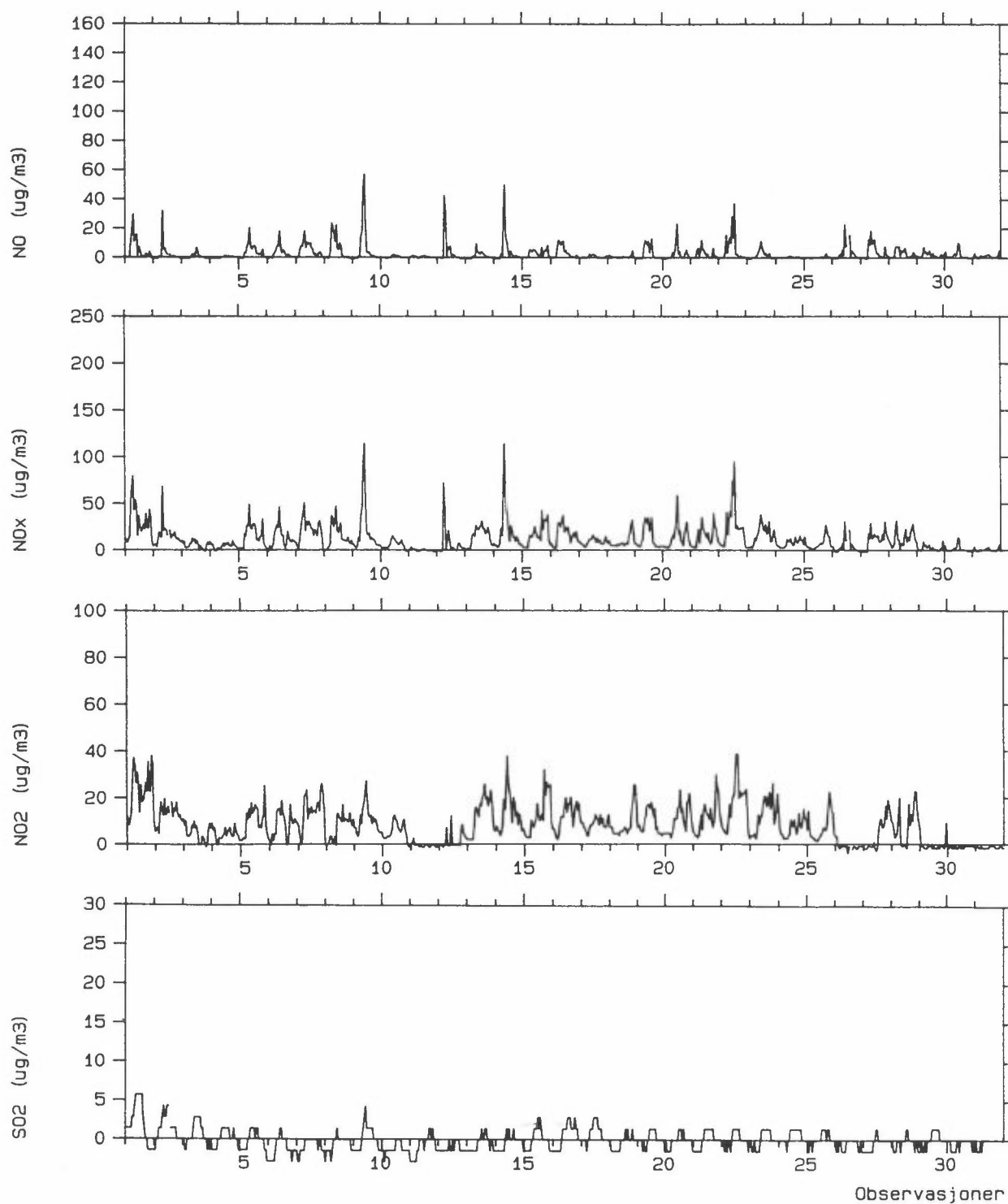
Måned : Juni 1993



Observasjoner

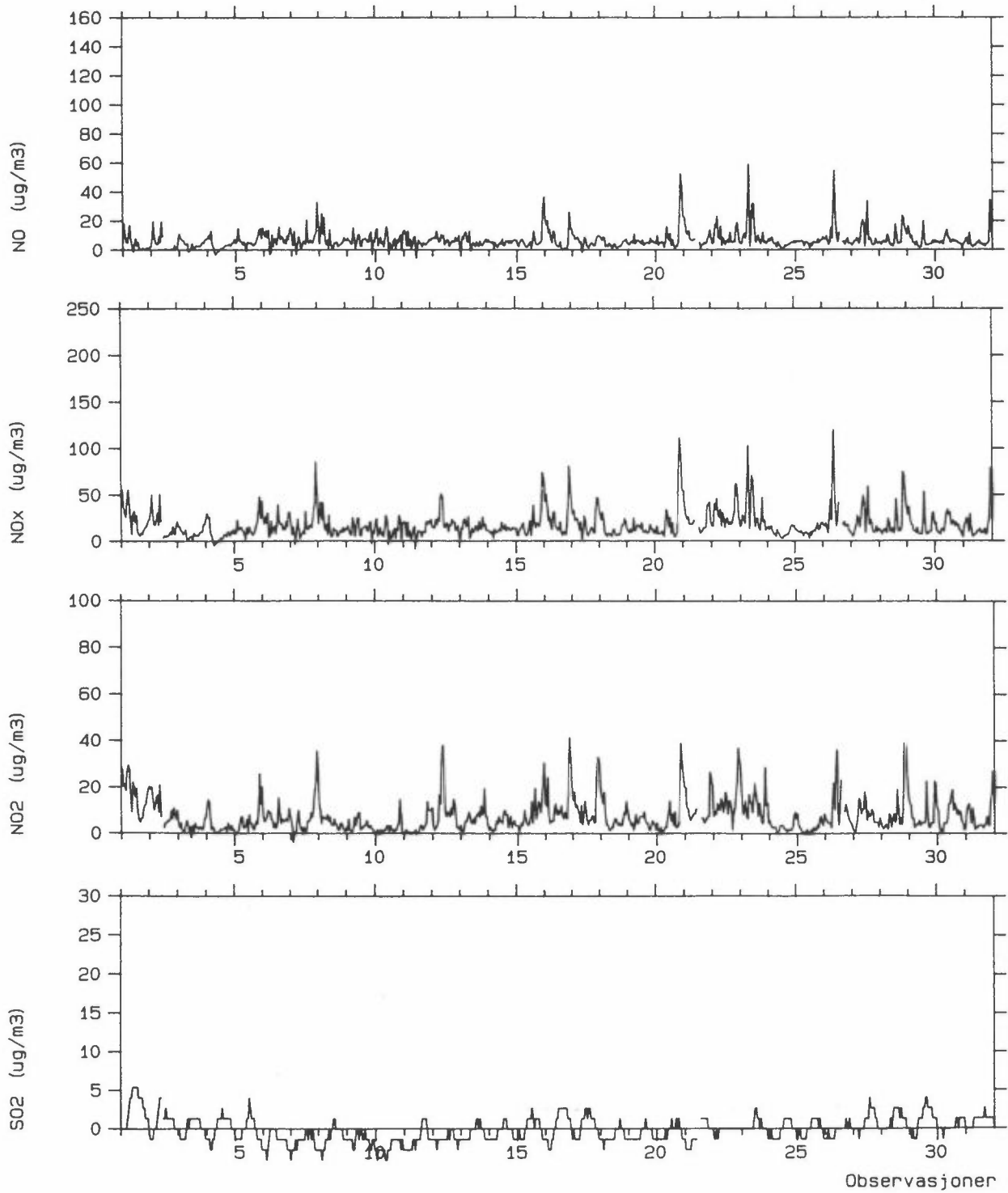
Stasjon: Fjellhallen

Måned : Juli 1993



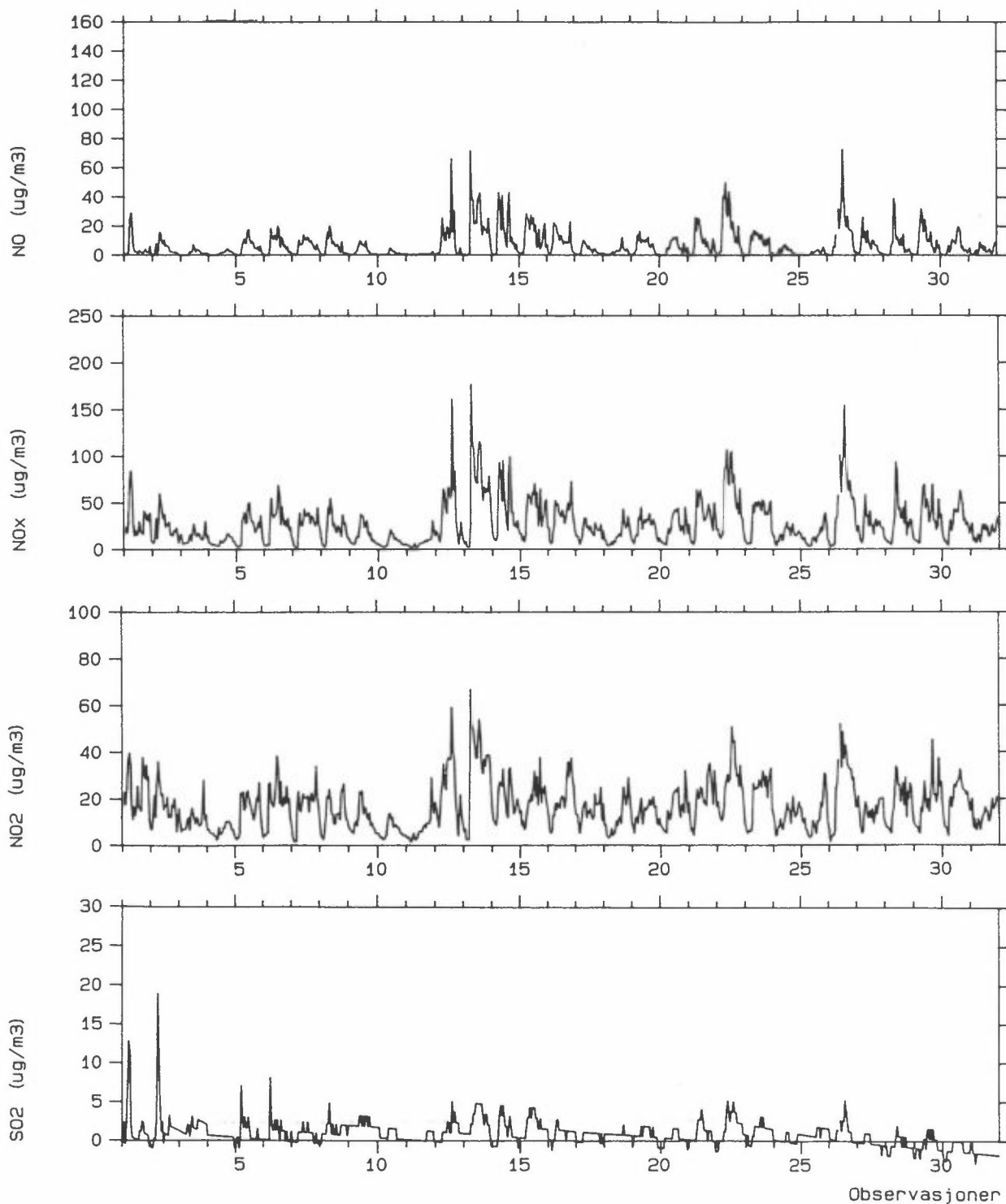
Stasjon: Vikingskipet

Måned : Juli 1993



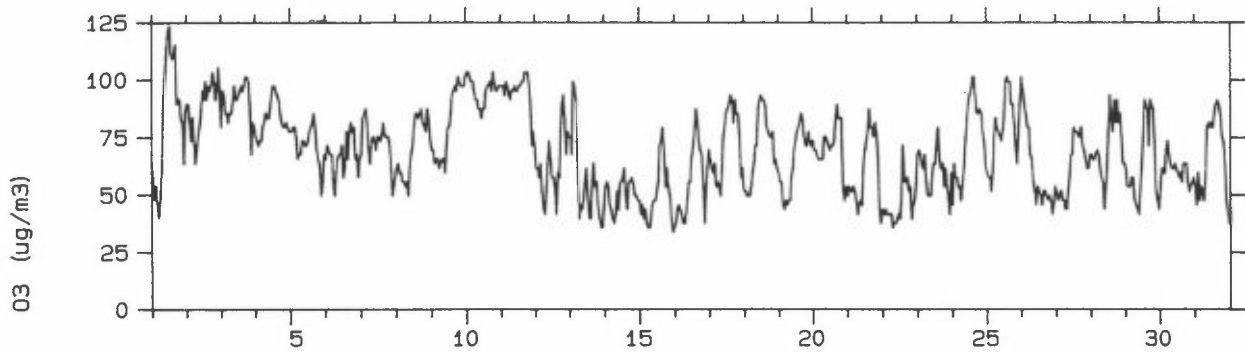
Stasjon: Kulturhuset

Måned : Juli 1993



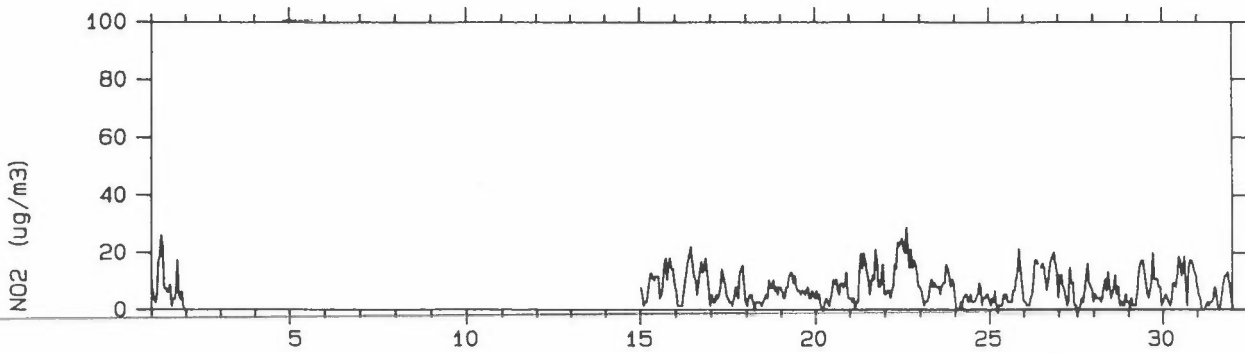
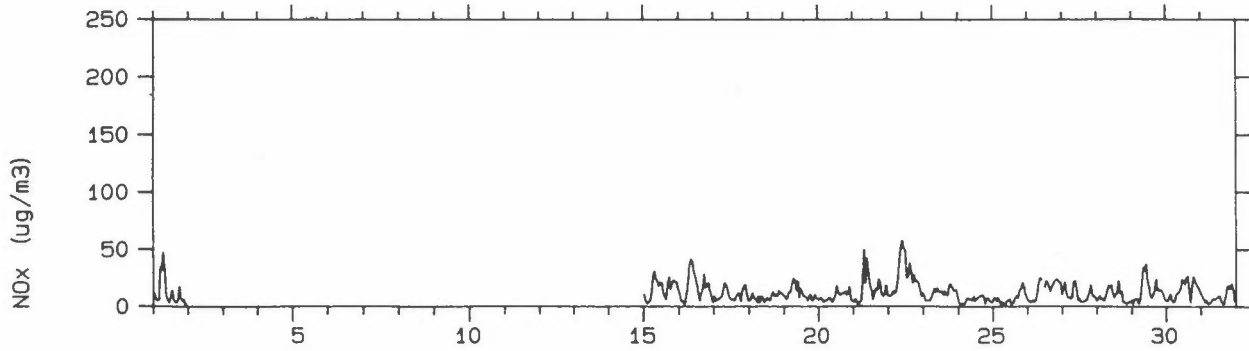
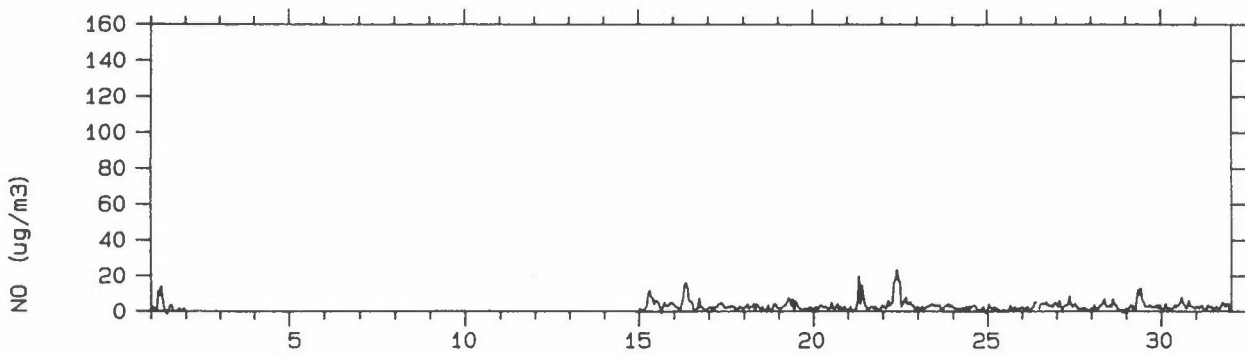
Stasjon: Kulturhuset

Måned : Juli 1993



Stasjon: Stapesletta

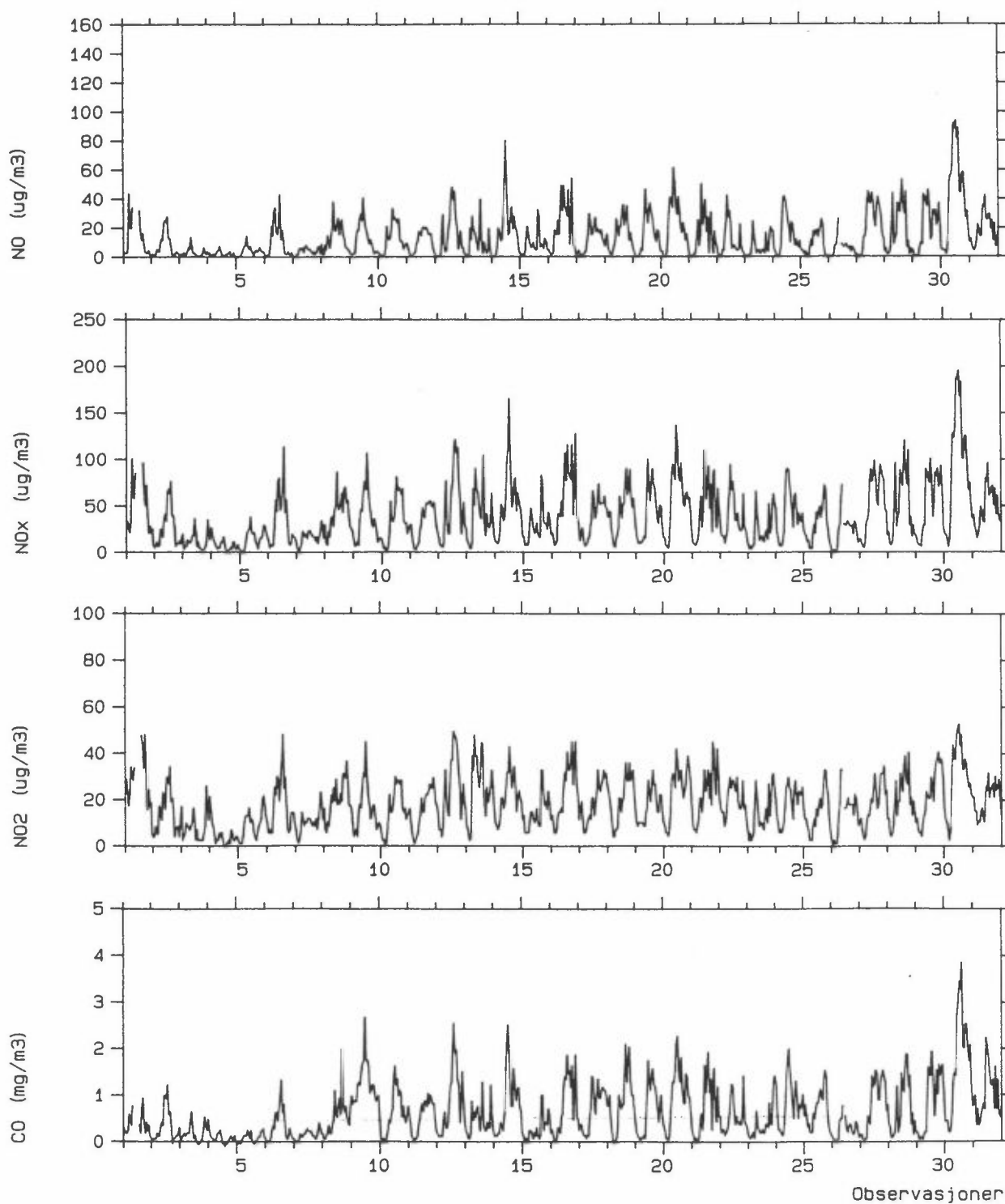
Måned : Juli 1993



Observasjoner

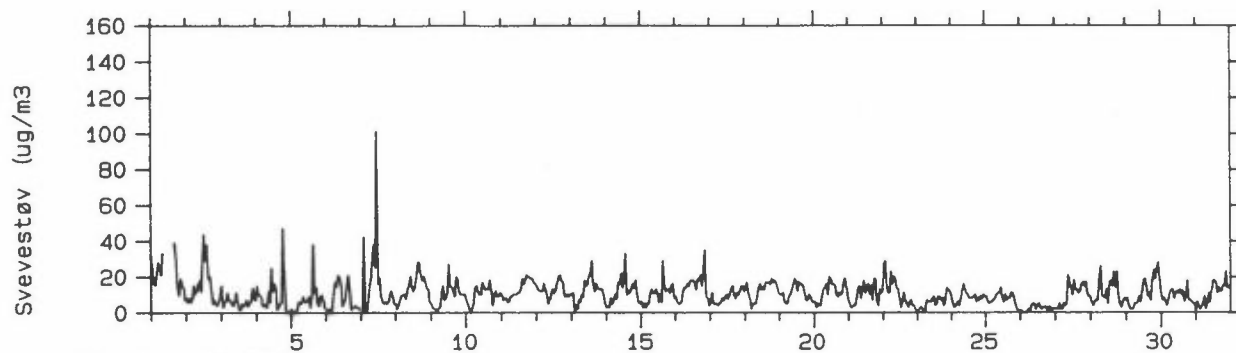
Stasjon: Fåberggata

Måned : Juli 1993



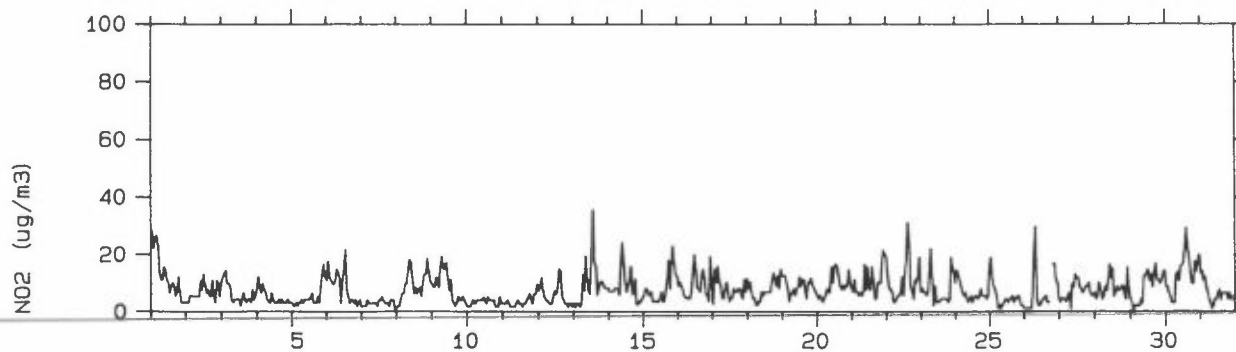
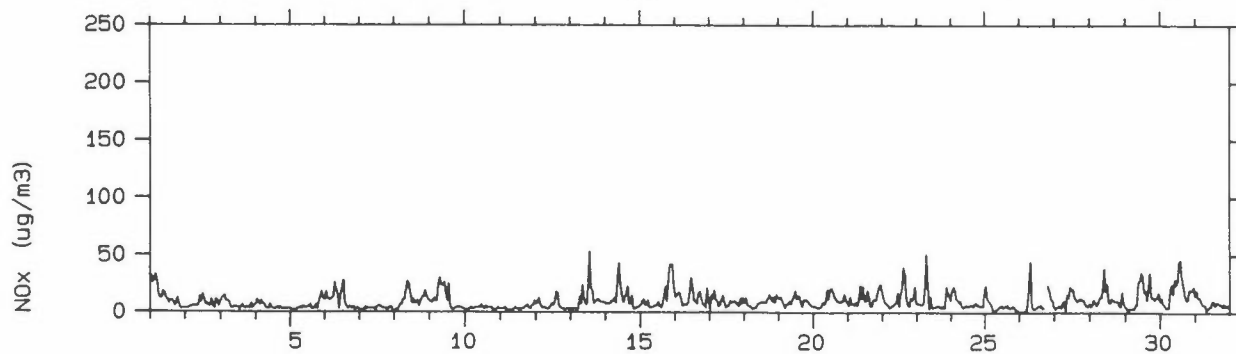
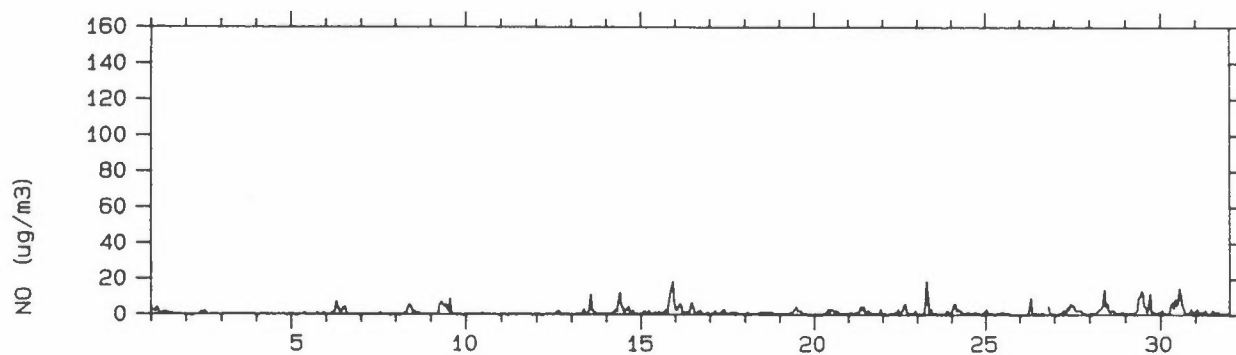
Stasjon: Fåberggata

Måned : Juli 1993



Stasjon: Hafjell

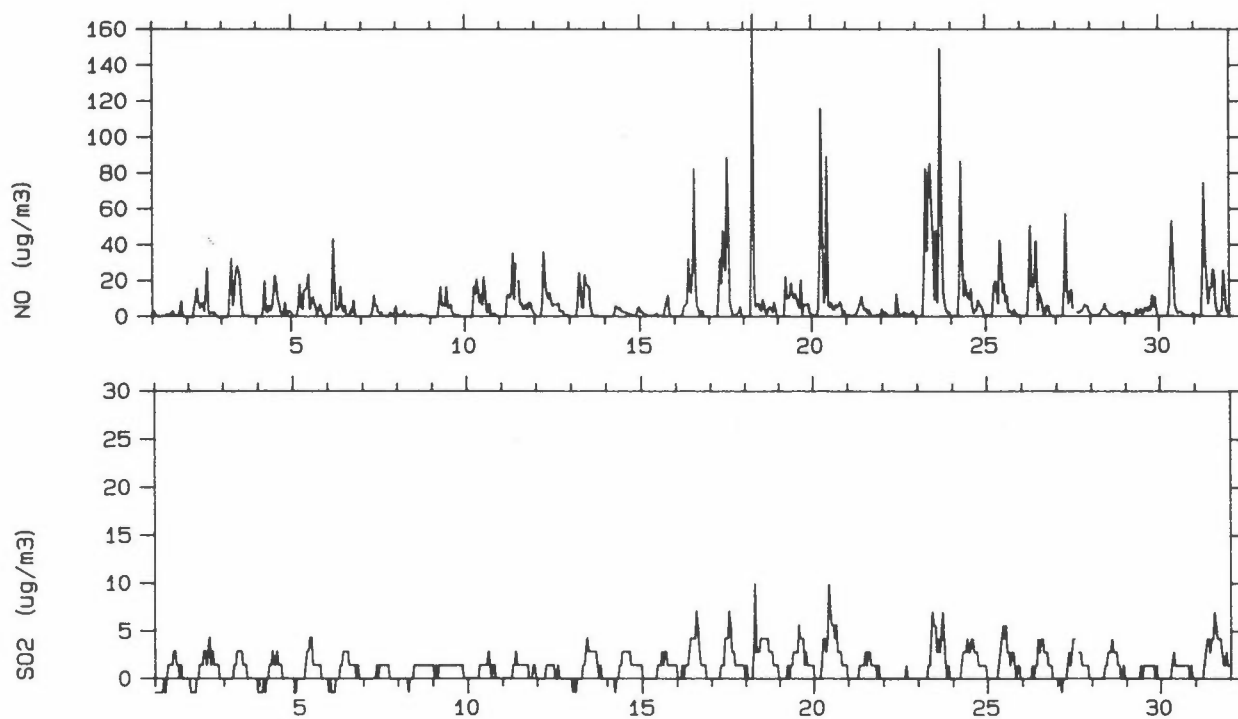
Måned : Juli 1993



Observasjoner

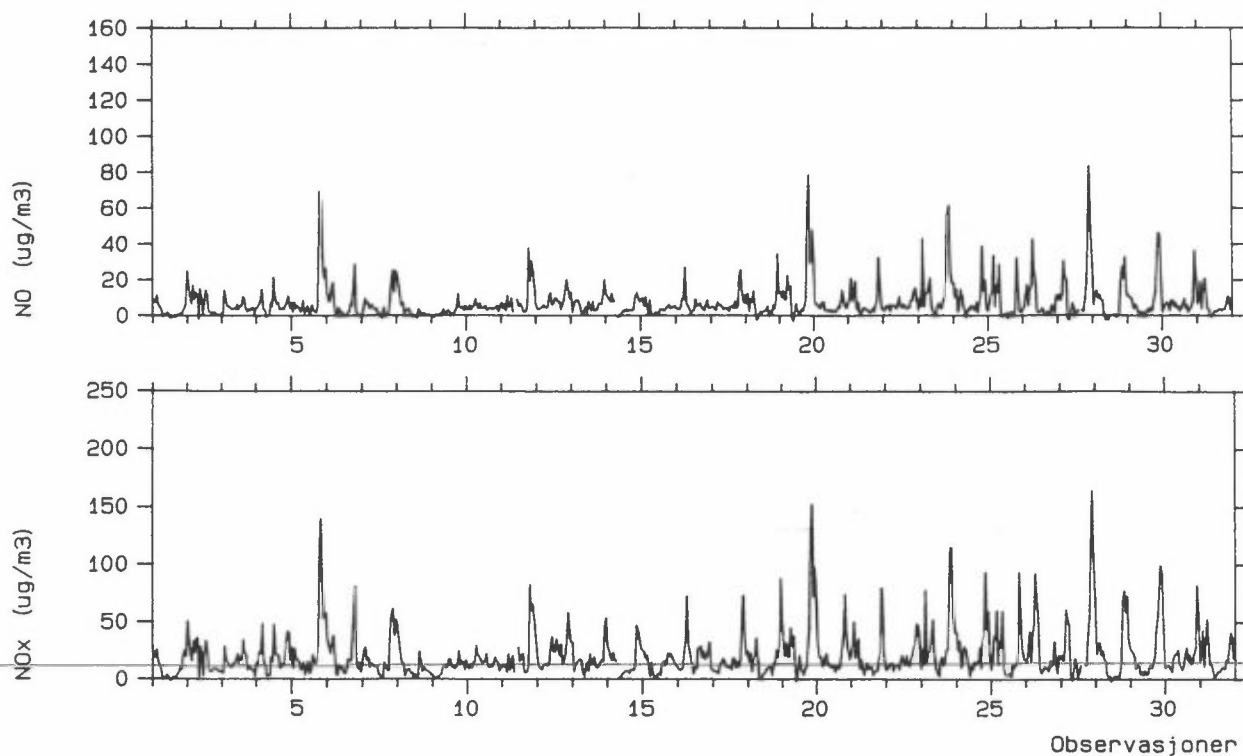
Stasjon: Fjellhallen

Måned : August 1993



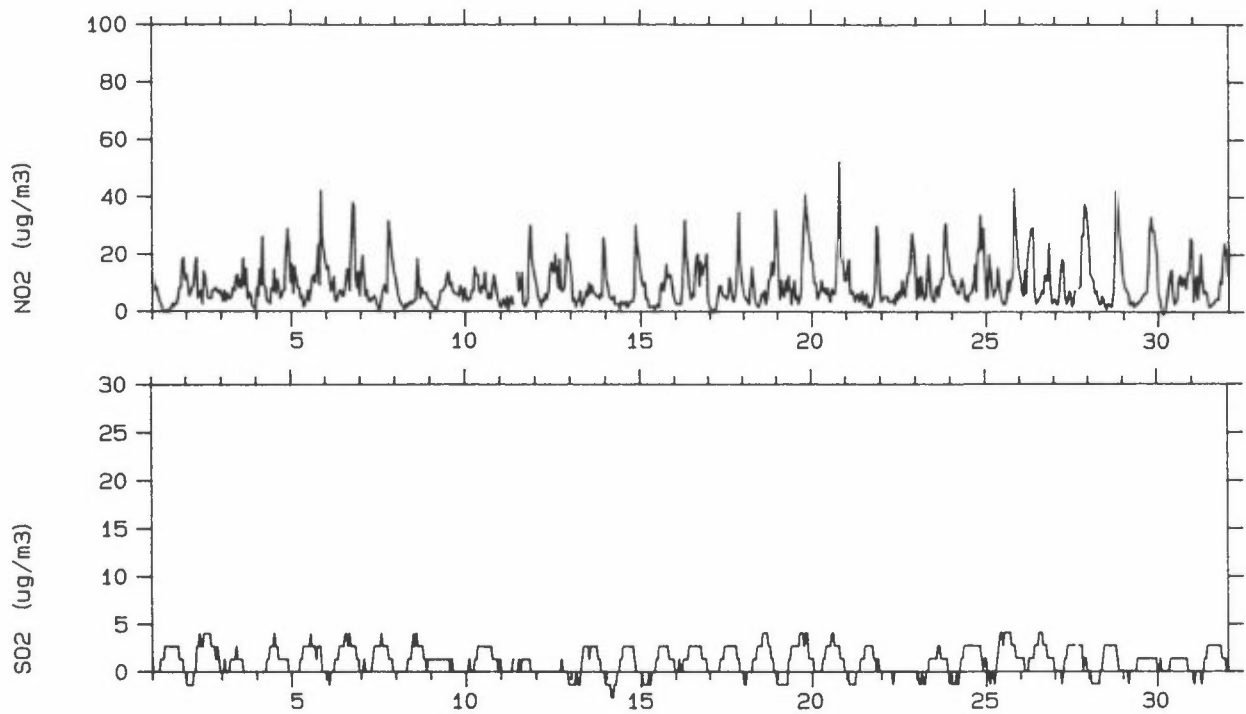
Stasjon: Vikingskipet

Måned : August 1993



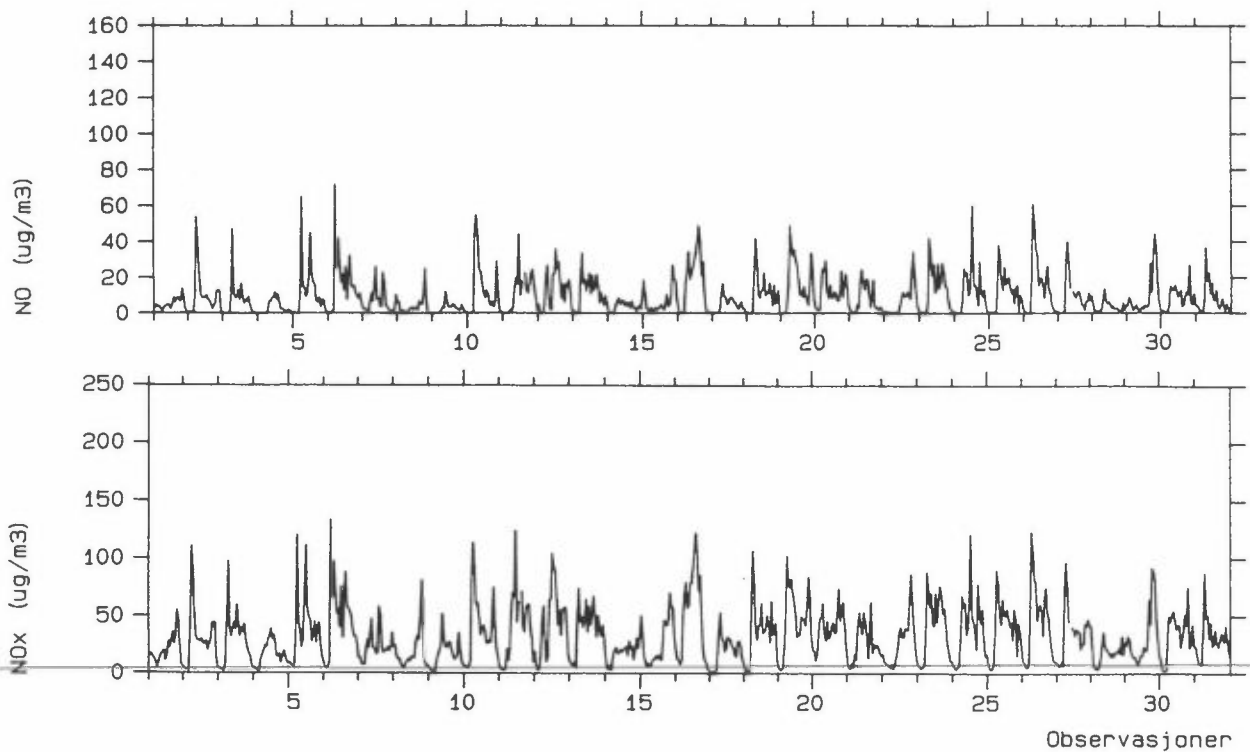
Stasjon: Vikingskipet

Måned : August 1993



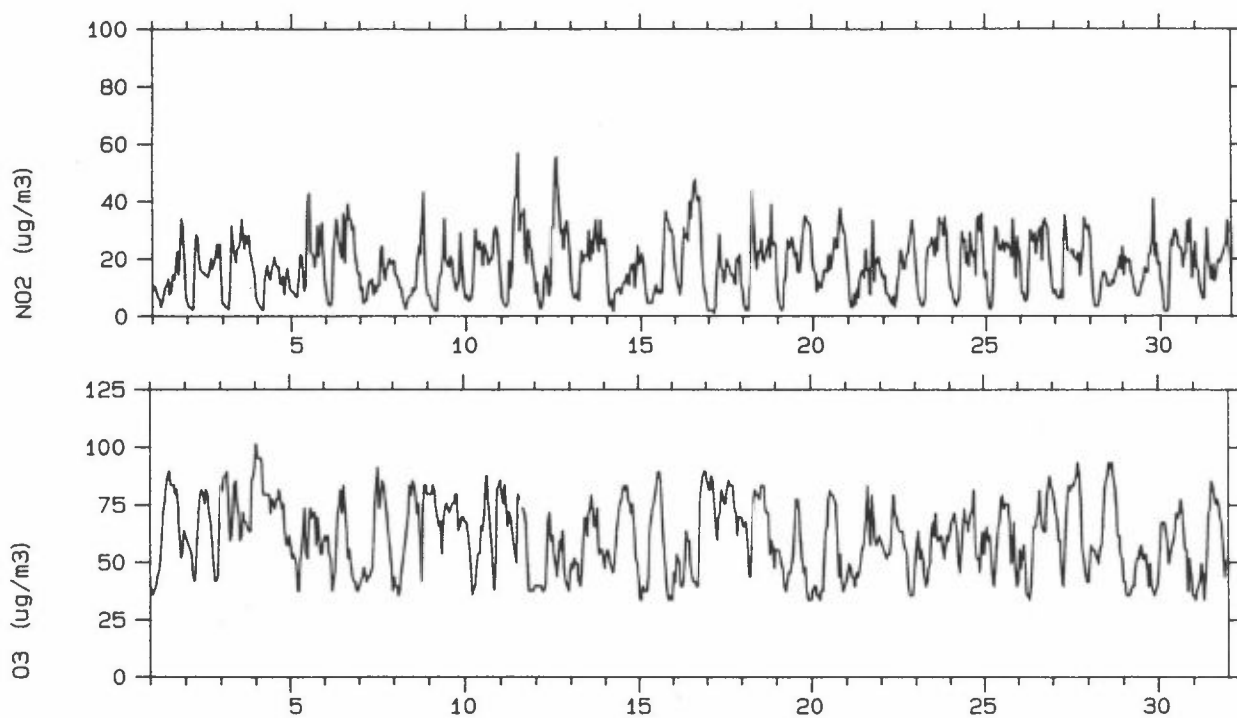
Stasjon: Kulturhuset

Måned : August 1993



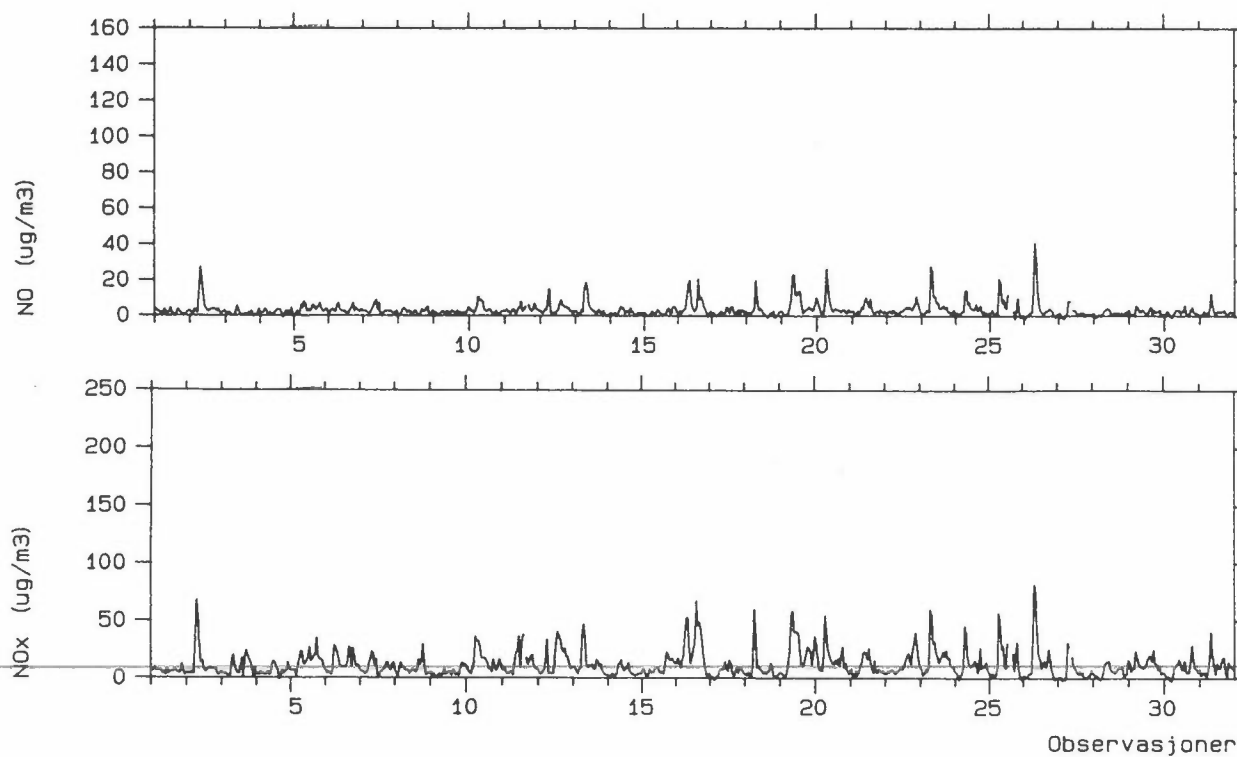
Stasjon: Kulturhuset

Måned : August 1993



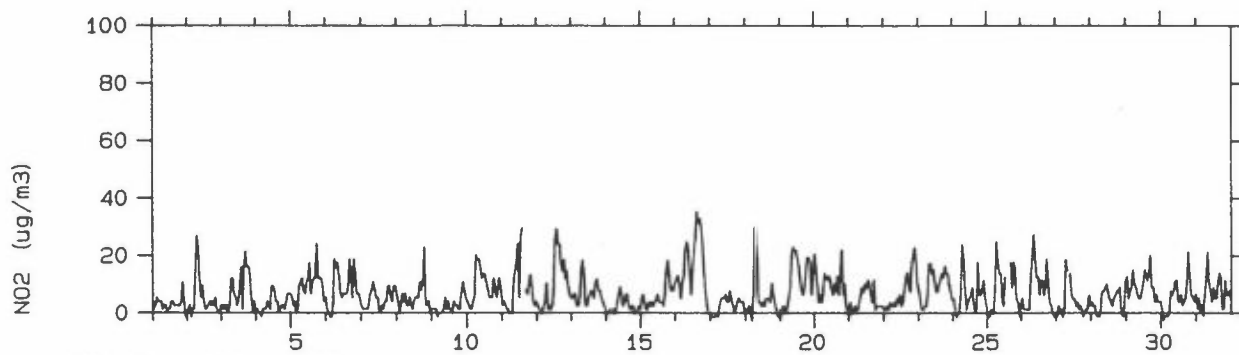
Stasjon: Stapesletta

Måned : August 1993



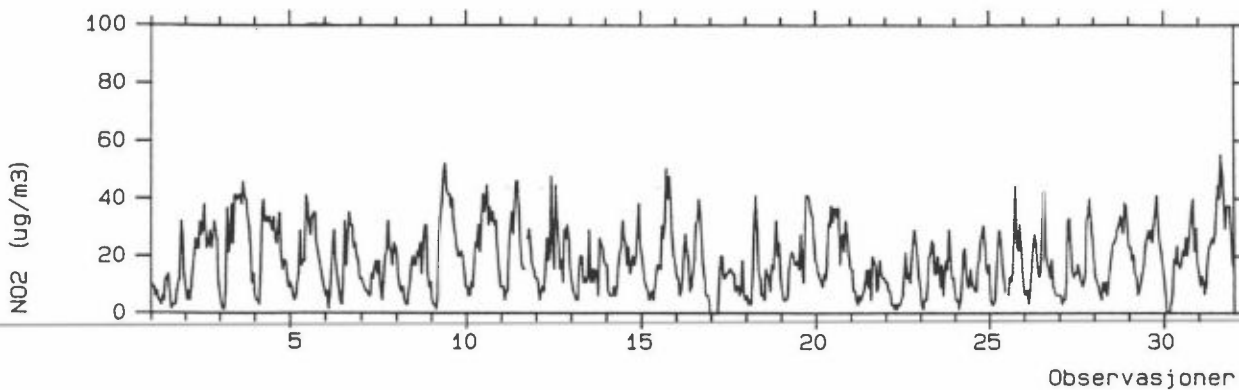
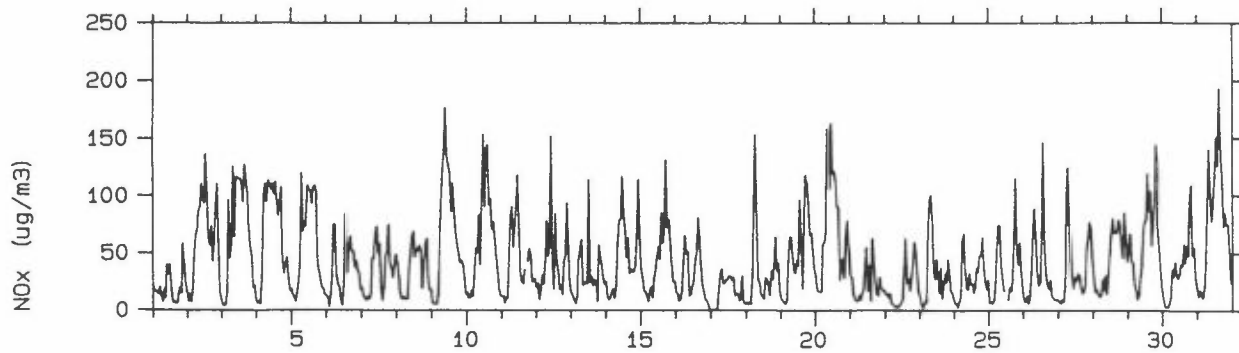
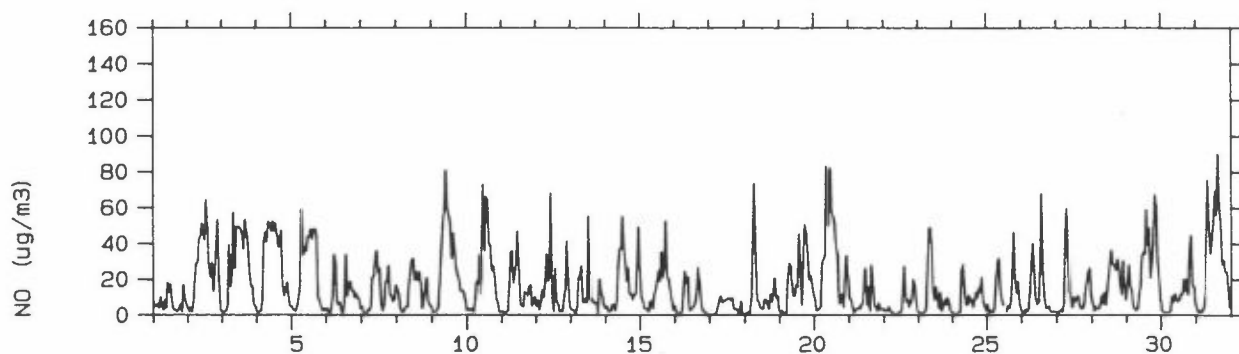
Stasjon: Stampesletta

Måned : August 1993



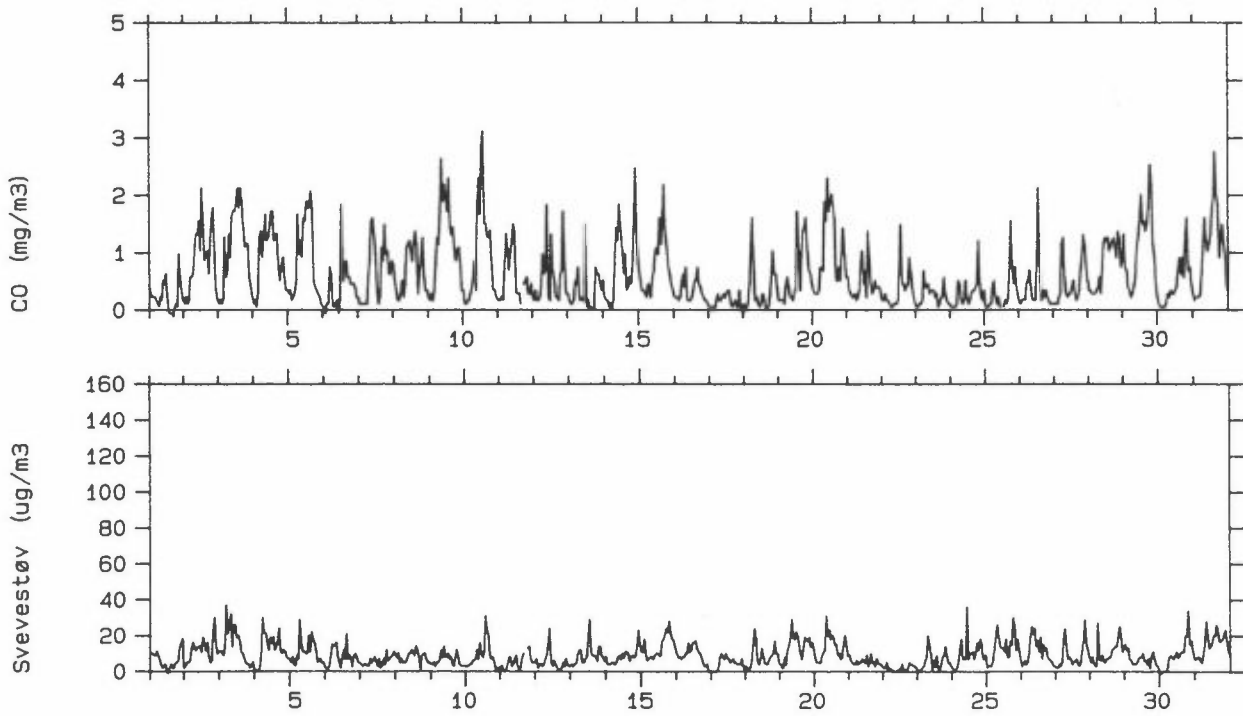
Stasjon: Fåberggata

Måned : August 1993



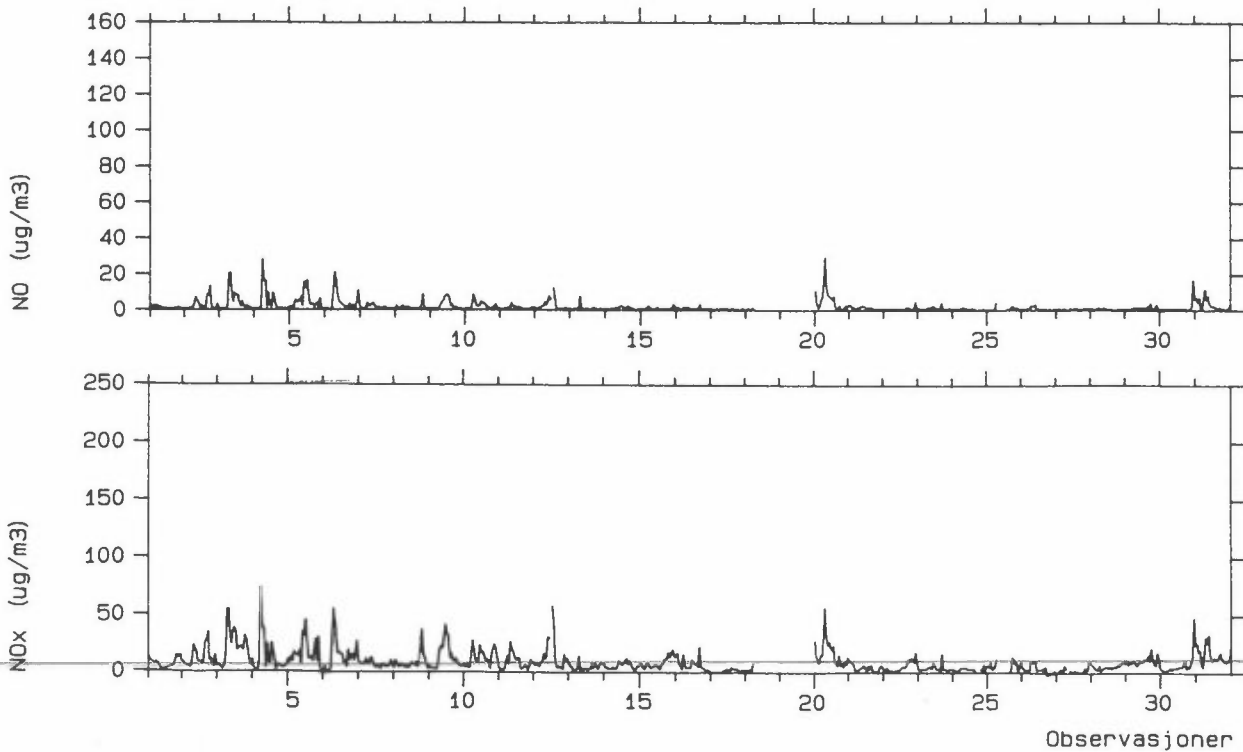
Stasjon: Fåberggata

Måned : August 1993

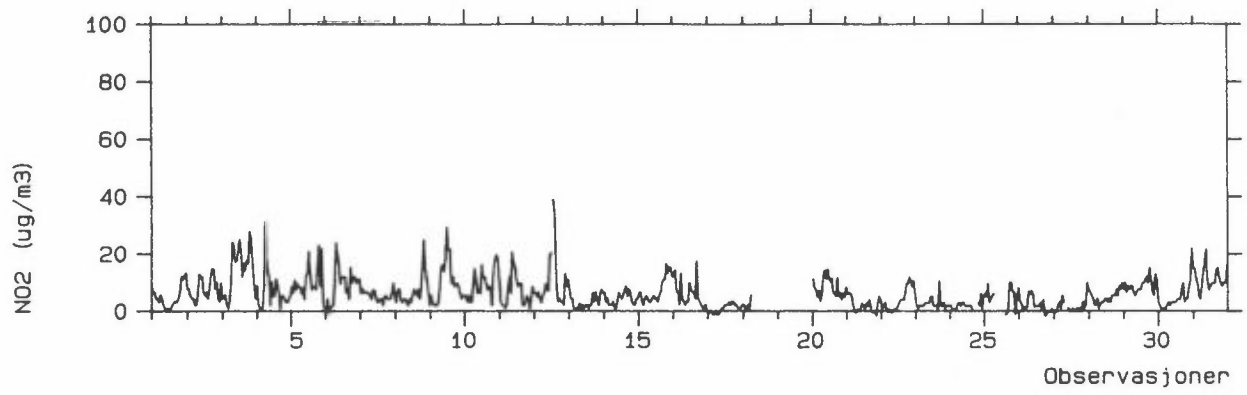


Stasjon: Hafjell

Måned : August 1993



Stasjon: Hafjell
Måned : August 1993





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

RAPPORTTYPE OPPDRAKSRAFFORT	RAPPORT NR. OR 56/93	ISBN-82-425-0526-8	
DATO 17/12-93	ANSV. SIGN. P. Bøhler	ANT. SIDER 72	PRIS NOK 120,-
TITTEL ENSIS - LUFT MÅLEPROGRAM Juni-august 1993		PROSJEKTLEDER Trond Bøhler	
		NILU PROSJEKT NR. O-92119MP	
FORFATTER(E) Trond Bøhler, Leif Otto Hagen og Mona Johnsrud Aarnes		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. Randi H. Baunan, SFT	
OPPDRAKSGIVER 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 er et delprosjekt som går ut på å utvikle og tilpasse et overvåkingssystem for luftkvalitet i OL-regionen. Denne rapporten oppsummerer måleresultater av luftkvalitet ved seks stasjoner og av meteorologiske forhold ved fire stasjoner i perioden juni-august 1993			
TITLE ENSIS-AIR Measurement programme June-August 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 summarizes measurements of air quality and meteorological conditions for the period June-August 1993.			

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