

NILU : OR 1/94

NILU : OR 1/94
REFERANSE : O-92119MP
DATO : JANUAR 1994
ISBN : 82-425-0535-7

ENSIS - LUFT MÅLEPROGRAM

September-november 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 september-november 1993, dvs. høstmånedene.

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	28
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 september-november 1993.

De meteorologiske målingene viste at vindretningsfordelingen i månedene september-november 1993 varierte fra sted til sted avhengig av de lokale topografiske forholdene. I Gjøvik blåste det oftest ned Hunndalen og 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.

I løpet av høsten er det foretatt et omfattende ettersyn av de fleste luftkvalitetsmonitorene. Dette medfører at det mangler måledata i perioder.

Det ble målt overskridelser av anbefalte luftkvalitetskriterier for O_3 og svevestøv (PM_{10}). Hovedkilden til O_3 antas å være langtransporterte luftforurensninger fra kontinentet og Storbritannia. Hovedkilden til svevestøv er biltrafikk og veistøv.

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.

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

CO-nivået ved gatestasjonen i Fåberggata var under anbefalte luftkvalitetskriterier. Konsentrasjonene av CO og PM_{10} varierte noenlunde på samme måte over døgnet i månedene september-november 1993.

ENSIS - LUFT MÅLEPROGRAM

September-november 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 Eureka's 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 september-november 1993.

2. Måleprogram

I september, oktober og november 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 september-november 1993. Datadekningen for de meteorologiske målingene var god for alle målestasjonene. Vind-data fra Stampesletta mangler fra 12.11. til 23.11. på grunn av ising på måleinstrumentet. Etter enkelte instrumentfeil er alle luftkvalitetsmonitorene i tur

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

Parametre	Gjøvik		Hamar	Lillehammer			Øyer
	Gjøvik	Fjellhallen		Stampestletta	Kulturhuset	Fåberggata	
Vindstyrke 10 m o.b. (m/s)	100		100	100		100	100
Vindkast (gust) 10 m o.b. (m/s)	100		100	100		100	100
Vindretning 10 m o.b. (dekgrader)	100		100	98		100	100
Temperatur (°C)	100		100	100		100	ikke startet
Stabilitet (temp.diff. 10-2 m) (°C)	100		100	100		100	
Relativ fuktighet (%)	Ikke startet		Ikke startet	Ikke startet		Ikke startet	
UV-stråling (W/m ²)							
NO (µg/m ³)		55	100	99	100	100	100
NO _x (µg/m ³)		0	100	99	100	100	100
NO ₂ (µg/m ³)		0	100	99	100	100	100
O ₃ (µg/m ³)							
SO ₂ (µg/m ³)		100	100	0			
CO (mg/m ³)							
Svevestøv (µg/m ³)							

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

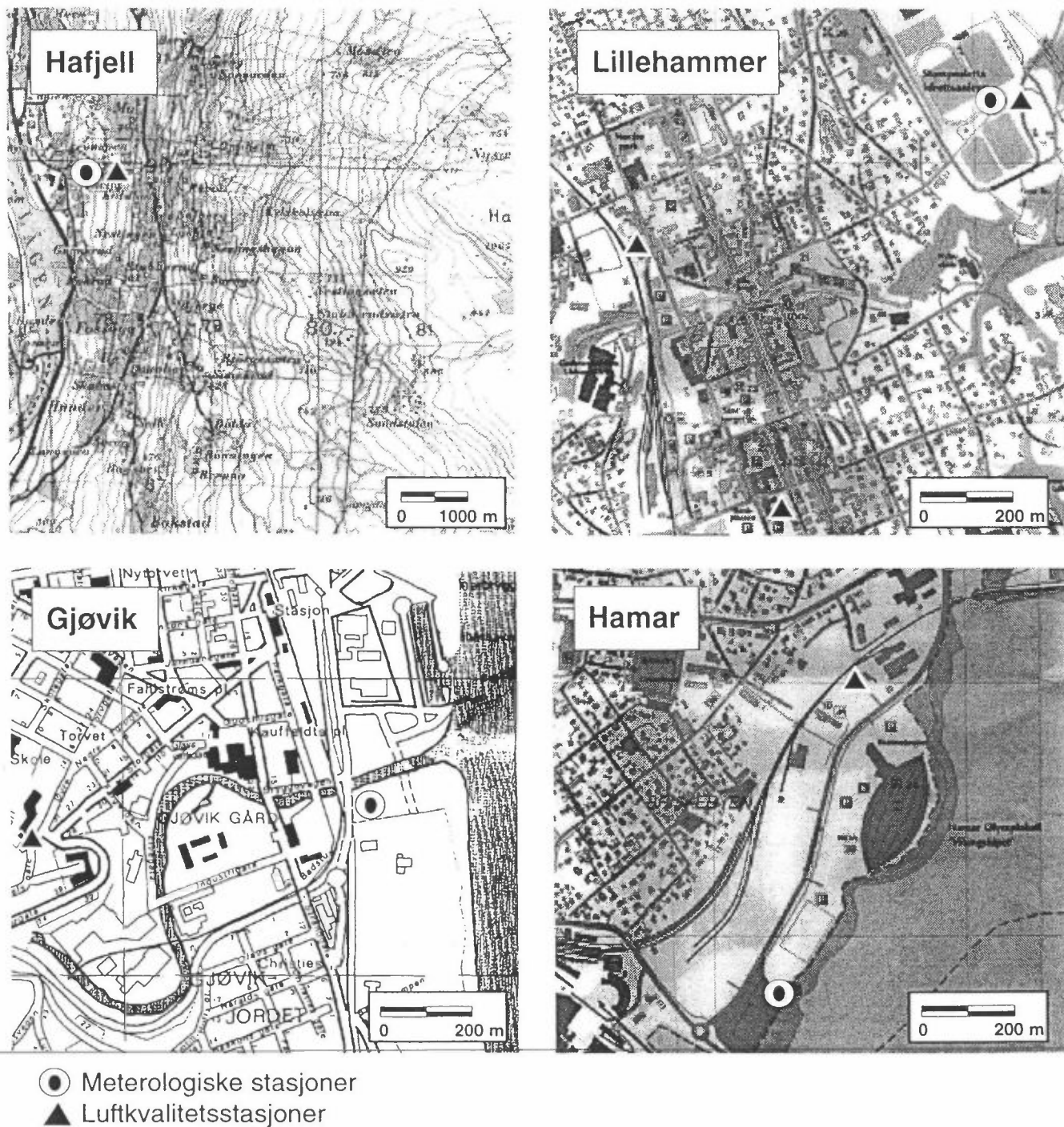
Parametre	Gjøvik		Hamar	Lillehammer			Øyer
	Gjøvik	Fjellhallen		Vikingskipet	Stampesletta	Kulturhuset	
Vindstyrke 10 m o.b. (m/s)	100		100	100			100
Vindkast (gust) 10 m o.b. (m/s)	100		99	100			100
Vindretning 10 m o.b. (dekgrader)	100		99	98			100
Temperatur (°C)	100		100	100			Ikke startet
Stabilitet (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)		54	29	81	100	99	100
NO _x (µg/m ³)		54	29	81	100	99	100
NO ₂ (µg/m ³)		54	29	81	100	99	100
O ₃ (µg/m ³)					89		
SO ₂ (µg/m ³)		100	76		0		
CO (mg/m ³)						99	
Svevestøv (µg/m ³)						99	

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

Parametre	Gjøvik		Hamar	Lillehammer			Øyer
	Gjøvik	Fjellhallen		Vikingskipet	Stampesletta	Kulturhuset	
Vindstyrke 10 m o.b. (m/s)	99		100	64			83
Vindkast (gust) 10 m o.b. (m/s)	99		100	62			81
Vindretning 10 m o.b. (dekagrader)	99		89	58			80
Temperatur (°C)	99		100	100			Ikke startet
Stabilitet (temp.diff. 10-2 m) (°C)	99		100	100			
Relativ fuktighet (%)	99		100	100			
UV-stråling (W/m ²)	Ikke startet		Ikke startet	Ikke startet			
NO (µg/m ³)		99	99	74	75	100	98
NO _x (µg/m ³)		99	99	74	75	100	98
NO ₂ (µg/m ³)		99	99	74	75	100	98
O ₃ (µg/m ³)					63		
SO ₂ (µg/m ³)		99	99		63	75	
CO (mg/m ³)						99	
Svevestøv (µg/m ³)							

og orden tatt inn til NILU for grundig kontroll og ettersyn. Dette er årsaken til at så mye data mangler i perioden september til november. Samtlige monitorer var operative igjen fra 23.12.1993.

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.

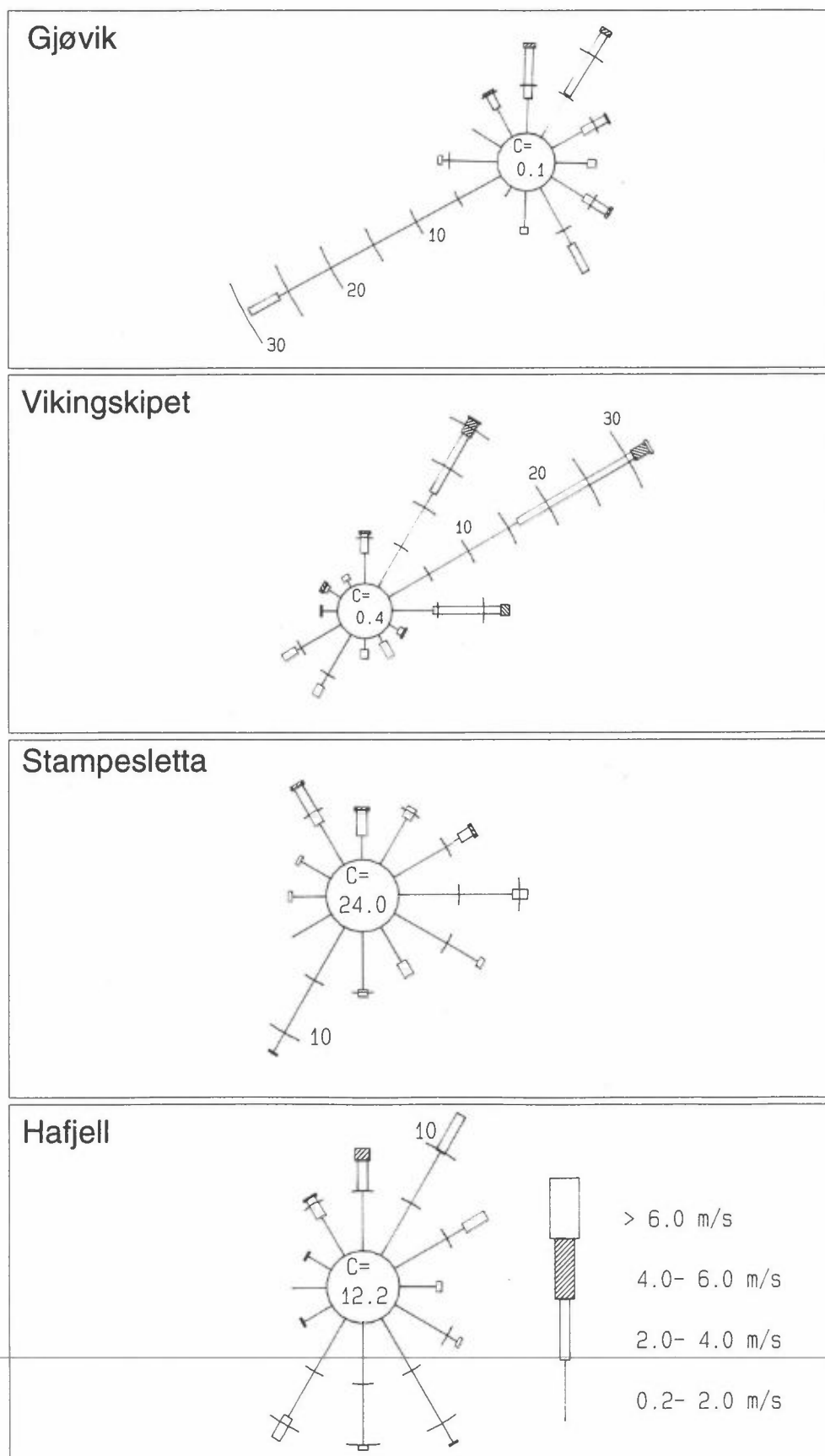
3.1. Vindretning

Figur 2-4 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.

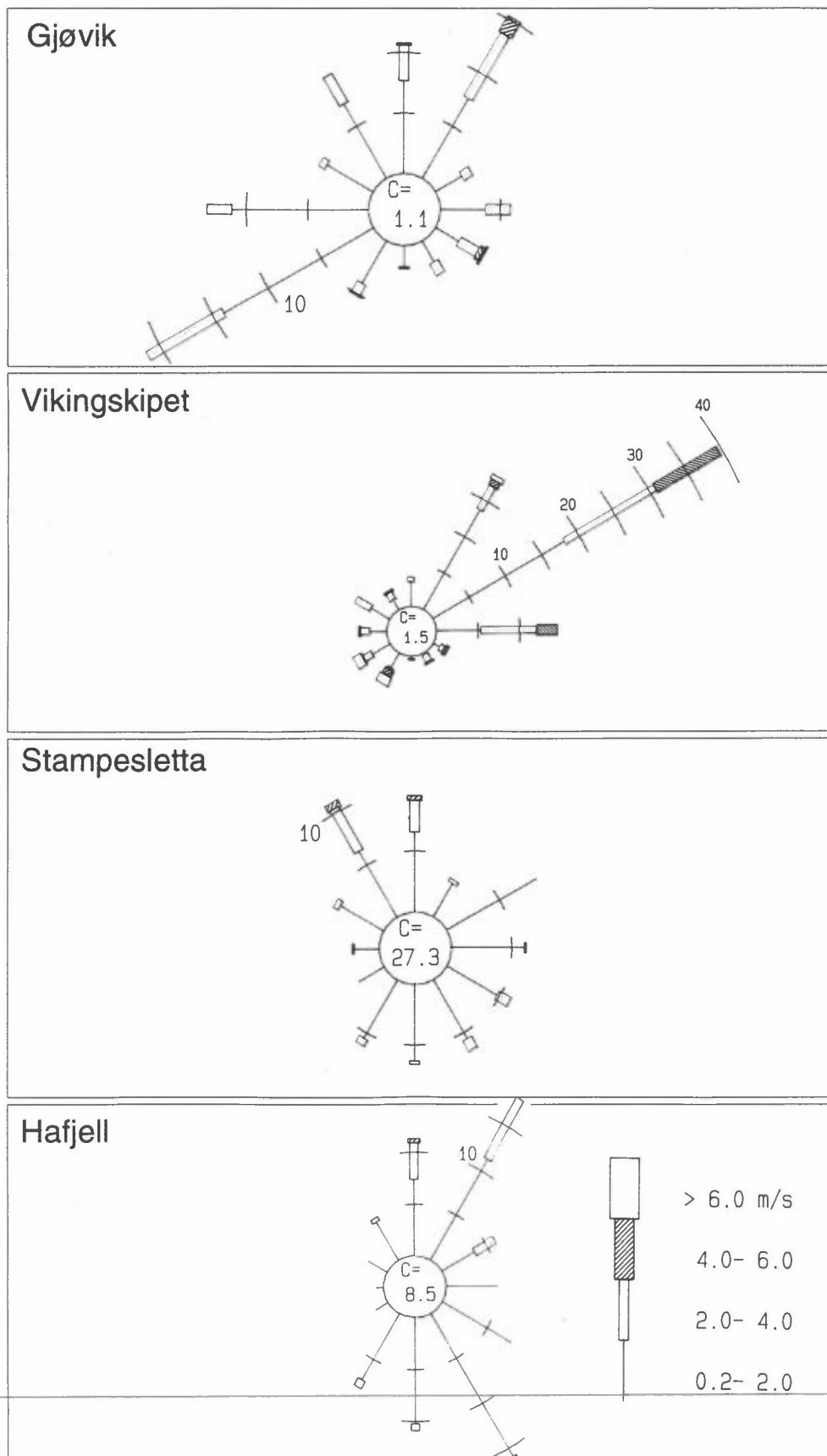
Vindrosene fra Gjøvik viste at det i september og oktober 1993 blåste oftest fra vest-sørvest, mens det i november blåste oftest fra nord-nordøst.

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

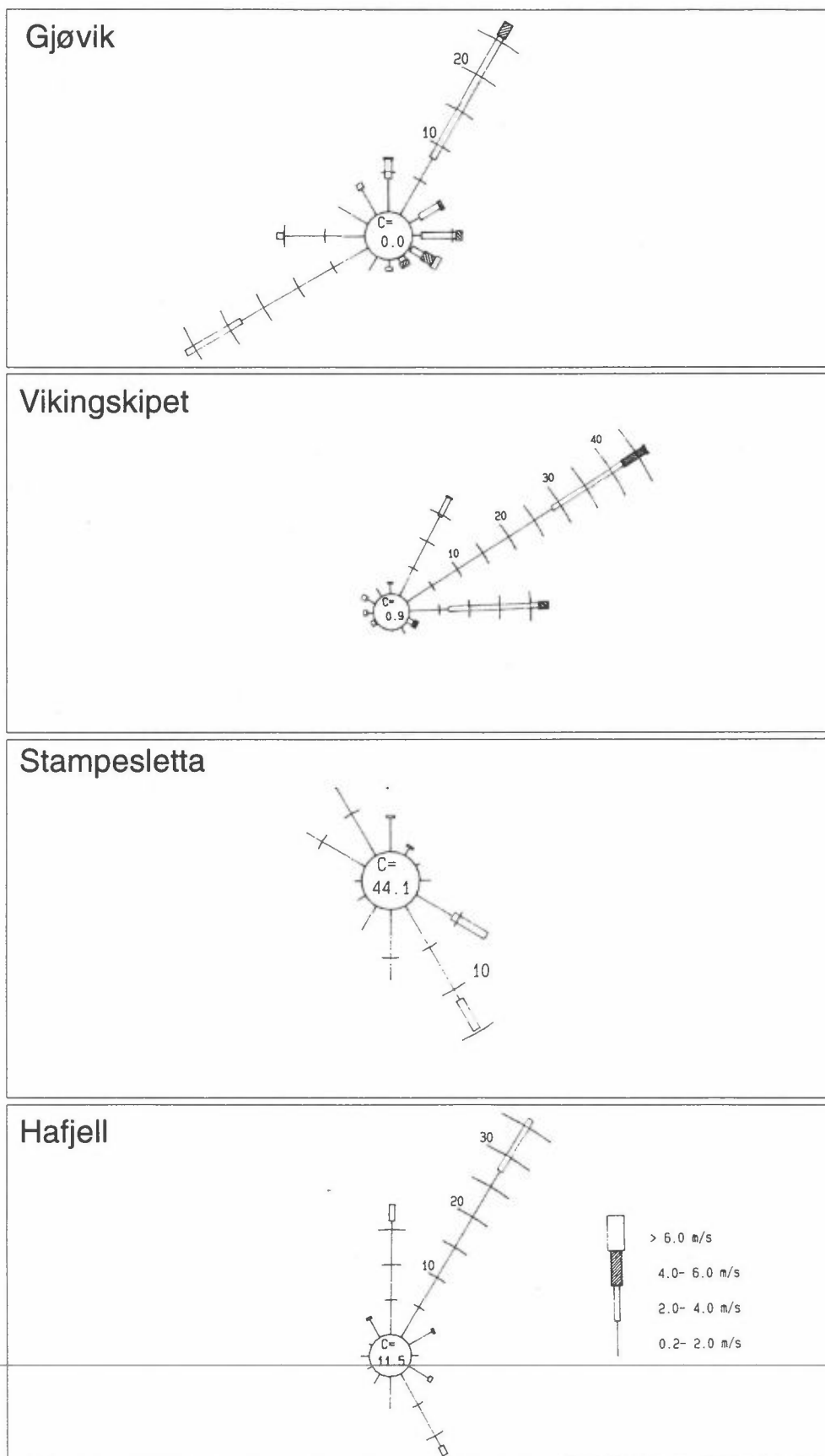
I Lillehammer var hovedvindretningene i september, oktober og november gjennomgående langs dalaksen, men det var svært ofte vindstille, spesielt i november. Ved Hafjell var hovedvindretningene i hovedsak langs dalaksen.



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



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



Figur 4: Vindroser for november 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 september-november 1993.

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

Stasjon	Andel vindstille (%)	Midlere vindstyrke (m/s)	Maks. timemiddel (m/s)	Tid for maks.	Maks. gust (m/s)	Tid for maks. gust
September 1993						
Gjøvik	0,1	2,7	4,9	06 kl 10	10,7	04 kl 17
Vikingskipet	0,4	2,1	6,6	16 kl 11	13,7	06 kl 13
Stampesletta	24,0	0,9	5,1	04 kl 15	12,8	04 kl 15
Hafjell	12,2	1,1	4,6	04 kl 12	13,1	02 kl 17
Oktober 1993						
Gjøvik	1,1	1,7	6,4	01 kl 12	12,5	13 kl 15
Vikingskipet	1,5	2,3	8,9	18 kl 24	14,0	18 kl 24 ¹
Stampesletta	27,3	0,8	5,7	13 kl 14 ²	14,0	26 kl 16
Hafjell	8,5	1,1	4,6	16 kl 15	13,7	21 kl 07
November 1993						
Gjøvik	0,0	2,1	7,1	11 kl 19	11,9	11 kl 19
Vikingskipet	0,9	2,0	6,9	23 kl 20	11,3	23 kl 20
Stampesletta	44,1	0,6	3,9	24 kl 08	9,3	24 kl 08
Hafjell	11,5	1,1	3,3	22 kl 13	7,5	23 kl 08 ³

1 Samme verdi 21. kl 09.

2 Samme verdi 26. kl 15.

3 Samme verdi 24. kl 07.

Stampesletta hadde lavest og Vikingskipet høyest midlere vindstyrke i september og oktober, mens Gjøvik hadde høyest midlere vindstyrke i november. Andelen vindstille på Stampesletta var høyere enn ventet, og det er trolig at måleren viser litt lavere vindhastighet enn den reelle. For å kontrollere dette er det montert en ny måler som går parallelt med den gamle. Denne ble startet 08.12.1993.

Høyeste timemidlete vindstyrke i perioden ble målt ved Vikingskipet 18.10. kl 24 til 8,9 m/s. Sterkeste vindkast ble målt til 14,0 m/s tre ganger, ved Vikingskipet 18.10. kl 24 og 21.10. kl 09, og ved Stampesletta 26.10. kl 16.

3.3. Temperatur

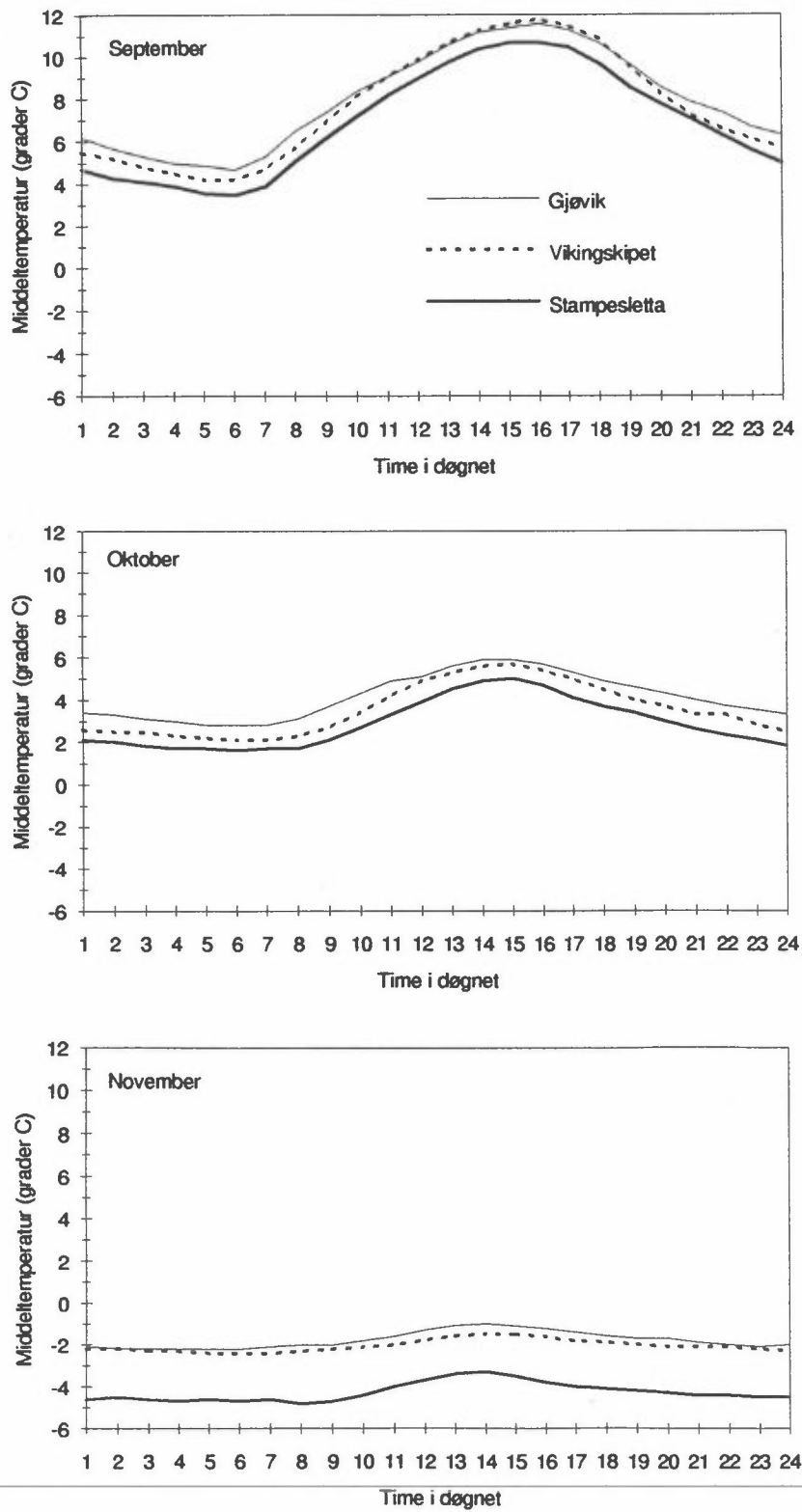
Tabell 5 gir temperaturstatistikk fra Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta for september, oktober og november 1993.

Tabell 5: Temperaturstatistikk fra Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta for september, oktober og november 1993 (°C).

Stasjon	Middel-temperatur	Maksimum		Minimum	
		Temperatur	Tid	Temperatur	Tid
September 1993					
Gjøvik	7,9	16,0	02 kl 13	- 0,7	18 kl 06
Vikingskipet	7,6	17,1	01 kl 16	- 2,2	18 kl 06
Stampesletta	6,9	16,9	01 kl 15	- 2,5	17 kl 06
Oktober 1993					
Gjøvik	4,1	13,1	05 kl 14	- 5,5	22 kl 07
Vikingskipet	3,5	12,5	05 kl 14	- 6,3	23 kl 07
Stampesletta	2,8	12,2	26 kl 15	- 7,6	22 kl 07
November 1993					
Gjøvik	1,8	5,3	11 kl 14	-14,4	28 kl 21
Vikingskipet	2,1	4,7	11 kl 13	-13,9	28 kl 17
Stampesletta	4,3	3,8	11 kl 11	-14,8	28 kl 19

Tabellen viser at det i middel var litt varmere i Gjøvik og Hamar enn i Lillehammer. Minimums- og maksimumstemperaturene varierte litt mellom de tre stasjonene, men de inntraff omtrent samtidig.

Midlere temperaturvariasjon over døgnet for hver av månedene september, oktober og november 1993 er vist i figur 5. Døgnvariasjonen var størst i september og minst i november. I 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 tid, dvs. at ved sommertid viser klokka én time mer enn figuren viser.



Figur 5: Midlere temperaturvariasjon over døgnet ved Gjøvik, Vikingskipet og Stapesletta i september, oktober og november 1993 (°C).

3.4. Luftfuktighet

Månedsmiddelverdier av relativ luftfuktighet ved Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta for september, oktober og november 1993 er vist i tabell 6.

Tabell 6: *Relativ luftfuktighet ved Gjøvik, Vikingskipet og Stampesletta for september, oktober og november 1993 (prosent).*

Stasjon	September 1993	Oktober 1993	November 1993
Gjøvik	82	83	89
Vikingskipet	83	86	91
Stampesletta	79	82	91

Tabell 6 viser at Vikingskipet hadde høyest relativ luftfuktighet av de tre stasjonene. Alle tre stasjonene hadde noe høyere luftfuktighet i november enn i september og oktober, og forskjellen i luftfuktighet mellom de tre stasjonene var mindre i november enn i de to andre månedene.

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 september, oktober og november 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 september, oktober og november 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 $0,5 \leq \Delta T$
September 1993				
Gjøvik	5	61	34	0
Vikingskipet	3	75	21	1
Stampesletta	11	42	22	25
Oktober 1993				
Gjøvik	1	67	27	5
Vikingskipet	1	73	19	7
Stampesletta	3	58	20	19
November 1993				
Gjøvik	0	77	23	0
Vikingskipet	0	81	17	2
Stampesletta	0	65	19	16

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 Stapesletta hadde høyest frekvens av stabil sjiktning av de tre målestasjonene. Ved Vikingskipet var det nøytral sjiktning i mer enn 70% 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			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. Data mangler fra Fjellhallen i deler av september og oktober, fra Vikingskipet i deler av oktober, fra Stapesletta i deler av oktober og november og fra Kulturhuset i deler av november. Årsaken til at det mangler data er at måleinstrumentene ble tatt inn til NILU for ettersyn og eventuell reparasjon.

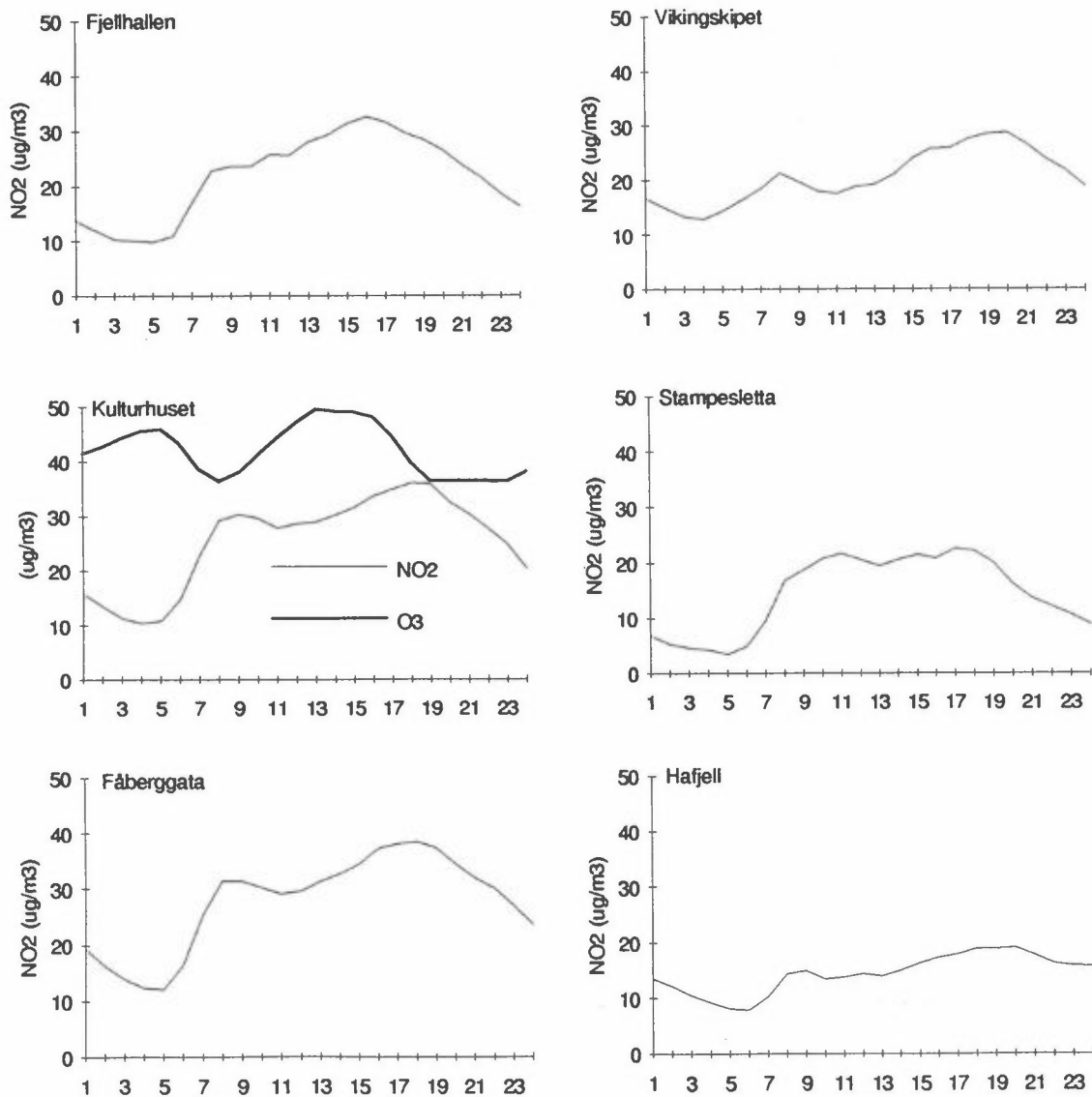
Tabell 9: Sammendrag av målinger av nitrogenoksider ved Fjellhallen, Vikingskipet, Kulturhuset, Fåberggata, Stapesletta og Hafjell i september, oktober og november 1993 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Stasjon	Komponent	Ant. obs.	Månedsmiddel	Maks. døgn	Maks. time	Antall døgnmidler >75	Antall timemidler >100
September 1993							
Fjellhallen	NO	396	9	17	109	0	2
	NO ₂	0	-	-	-	-	-
Vikingskipet	NO	718	21	64	244	0	22
	NO ₂	718	14	23	59	0	0
Stapesletta	NO	711	6	18	68	0	0
	NO ₂	711	10	18	59	0	0
Kulturhuset	NO	718	17	49	149	0	7
	NO ₂	718	21	27	53	0	0
Fåberggata	NO	718	29	68	199	0	20
	NO ₂	718	23	35	61	0	0
Hafjell	NO	718	5	29	76	0	0
	NO ₂	718	11	23	37	0	0
Oktober 1993							
Fjellhallen	NO	405	15	39	283	0	7
	NO ₂	405	24	39	71	0	0
Vikingskipet	NO	215	63	113	356	5	51
	NO ₂	215	34	50	77	0	0
Stapesletta	NO	604	11	52	231	0	8
	NO ₂	604	15	30	71	0	0
Kulturhuset	NO	741	31	119	379	1	43
	NO ₂	741	27	45	93	0	0
Fåberggata	NO	740	45	128	358	6	104
	NO ₂	740	30	51	87	0	0
Hafjell	NO	741	7	24	65	0	0
	NO ₂	741	15	30	50	0	0
November 1993							
Fjellhallen	NO	716	12	52	127	0	7
	NO ₂	716	21	35	50	0	0
Vikingskipet	NO	716	17	70	259	0	21
	NO ₂	716	24	35	54	0	0
Stapesletta	NO	533	11	34	179	0	3
	NO ₂	533	20	30	57	0	0
Kulturhuset	NO	538	30	60	231	0	23
	NO ₂	538	30	45	72	0	0
Fåberggata	NO	717	37	93	280	0	60
	NO ₂	717	31	51	67	0	0
Hafjell	NO	706	8	65	142	0	3
	NO ₂	706	17	42	52	0	0

Det var ingen overskridelser av anbefalte luftkvalitetskriterier for NO₂ ved noen av stasjonene i september, oktober og november. Den høyeste timemiddelverdien av NO₂ på 93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ble målt ved Kulturhuset 25. oktober kl 16. Den høyeste døgnmiddelverdien ble målt i Fåberggata 27. oktober med 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kulturhuset og Fåberggata hadde de høyeste månedsmiddelverdiene, mens Stapesletta og Hafjell hadde de laveste middelverdiene. Månedsmiddelverdiene fra Vikingskipet i oktober er usikre fordi det bare er data fra 9 dager.

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 NO_2 varierer over døgnet ved alle målestasjonene. Figuren viser at døgnvariasjonen på de seks stasjonene hadde flere felles trekk. Alle stasjonene hadde økte konsentrasjoner om morgenen som skyldes rushtrafikken, og et forhøyet nivå hele dagen. Også om ettermiddagen/kvelden var det en økning før konsentrasjonene sank mot natten. Hafjell hadde lavere konsentrasjoner og mindre utpreget døgnvariasjon enn de andre stasjonene.



Figur 6: Midlere døgnvariasjon av NO_2 og O_3 høsten 1993 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

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 september, oktober og november 1993. Overskridelser av anbefalte luftkvalitetskriterier for helse er markert med skraverte felt i tabellen.

Tabell 10: Sammendrag av målinger av ozon ved Kulturhuset i september, oktober og november 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
September 1993	720	54	70	96	88	22	8	0	0
Oktober 1993	663	50	69	94	86	15	2	0	0
November 1993	453	12	24	50	43	0	0	0	0

Tabellen viser at den høyeste middelkonsentrasjonen og de fleste overskridelsene ble målt i september. I månedene september-oktober 1993 var det 10 døgn av 58 med overskridelser av det anbefalte luftkvalitetskriteriet for helse for 8-timers-middelverdier av ozon, mens det ikke var noen overskridelser i november. Luftkvalitetskriteriet for timemiddelverdier av O₃ ble ikke overskredet i perioden september-november 1993.

Den midlere døgnvariasjonen av O₃ høsten 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 september, oktober og november 1993.

Tabell 11: Sammendrag av målinger av karbonmonoksid i Fåberggata i september, oktober og november 1993 (mg/m³).

Måned	Ant. obs.	Måneds-middel	Maks. døgn	Maks. time	Maks. 8 timer	Antall døgn med 8t. middel >10	Antall timer >25
September 1993	718	0,9	1,7	5,6	3,1	0	0
Oktober 1993	740	1,3	3,0	8,8	5,1	0	0
November 1993	537	1,2	2,6	7,1	4,7	0	0

Tabellen viser at CO-nivået i september, oktober og november 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)

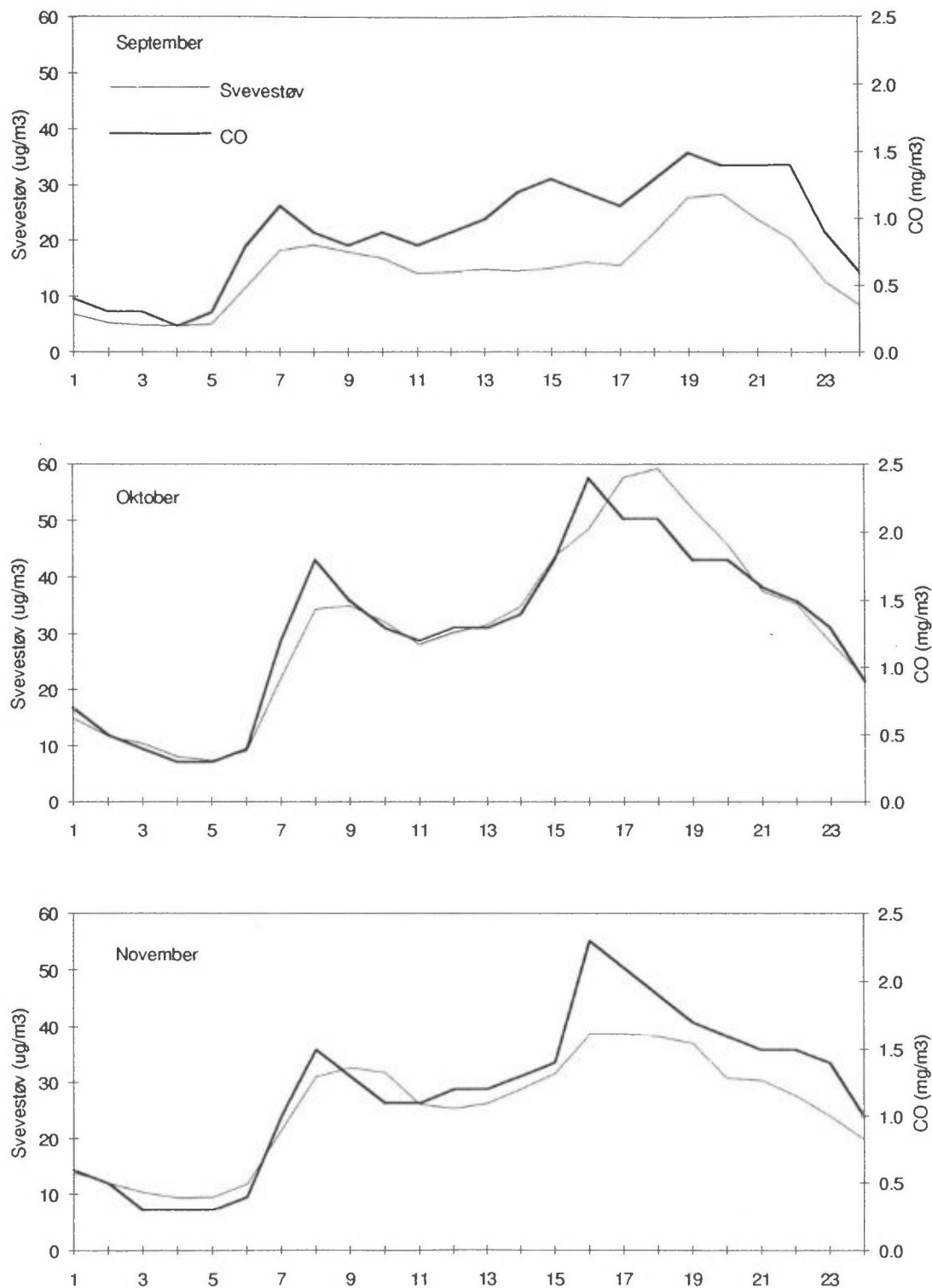
Målingene gir mengden av svevestøvpartikler med diameter under 10 µm i diameter, PM₁₀. Disse partiklene er inhalerbare, dvs. de følger med luftstrømmen inn i nese og svelg. Bare de minste partiklene, med diameter under 2,5 µm, er respirable og følger med luftstrømmen helt ned i lungene.

Tabell 12 viser et sammendrag av PM₁₀-målingene i Fåberggata i september, oktober og november 1993, mens figur 7 viser den midlere døgnvariasjonen.

Tabell 12: Sammendrag av målinger av svevestøv (PM₁₀) i Fåberggata i september, oktober og november 1993 (µg/m³).

Måned	Ant. obs.	Måneds-middel	Maks. døgn	Maks. time	Antall døgnmidler > 70
September 1993	718	15	35	104	0
Oktober 1993	738	31	111	265	5
November 1993	715	25	92	196	2

Figur 7 viser at variasjonen av PM₁₀ over døgnet var omtrent som for CO. Det høyeste månedsmiddelet og den høyeste døgnmiddelverdien og timemiddelverdien av PM₁₀ ble målt i oktober måned, noe som kan forklares med omlegging til piggdekk. Konsentrasjonene gikk noe ned igjen utover i november da det kom mye snø. Det ble målt 5 overskridelser av luftkvalitetskriteriet for døgnmiddelverdier av PM₁₀ i oktober og 2 overskridelser i november.



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

4.6. Svoveldioksid (SO₂)

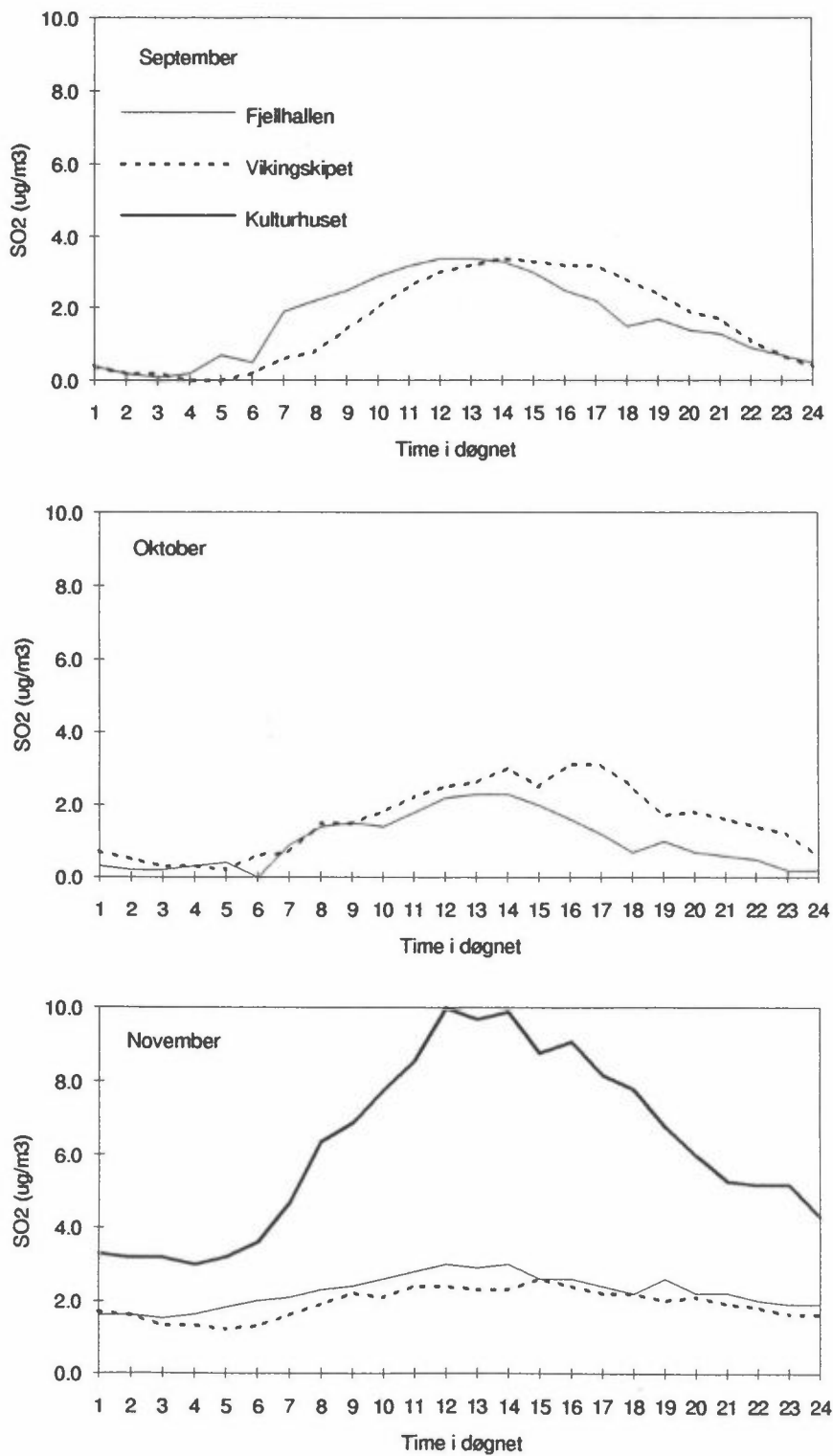
Et sammendrag av måleresultatene av SO₂ for september, oktober og november 1993 er gitt i tabell 13. Fordi måleinstrumentet ble tatt inn til reparasjon var det ingen målinger i september og oktober 1993 ved Kulturhuset.

Tabell 13: Sammendrag av målinger av svoveldioksid ved Fjellhallen, Vikingskipet og Kulturhuset i september, oktober og november 1993 (µg/m³).

Stasjon	Ant. obs.	Månedsmiddel	Maks. døgn	Maks. time	Antall døgnmidler		Antall timemidler
					>50	>90	>150
September 1993							
Fjellhallen	718	1,7	3,8	8,4	0	0	0
Vikingskipet	718	1,6	3,7	6,7	0	0	0
Kulturhuset	0	-	-	-	-	-	-
Oktober 1993							
Fjellhallen	741	1,0	3,1	9,7	0	0	0
Vikingskipet	564	1,6	3,9	14,0	0	0	0
Kulturhuset	0	-	-	-	-	-	-
November 1993							
Fjellhallen	715	2,2	8,6	13,7	0	0	0
Vikingskipet	716	1,9	9,7	19,5	0	0	0
Kulturhuset	453	6,2	12,7	23,6	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 8 viser den midlere døgnlige variasjonen av SO₂ ved de tre målestasjonene i september, oktober og november 1993. SO₂-nivået var lavest om natten og høyest midt på dagen og om ettermiddagen.



Figur 8: Midlere døgnfordeling av SO₂ i september, oktober og november 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).

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

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

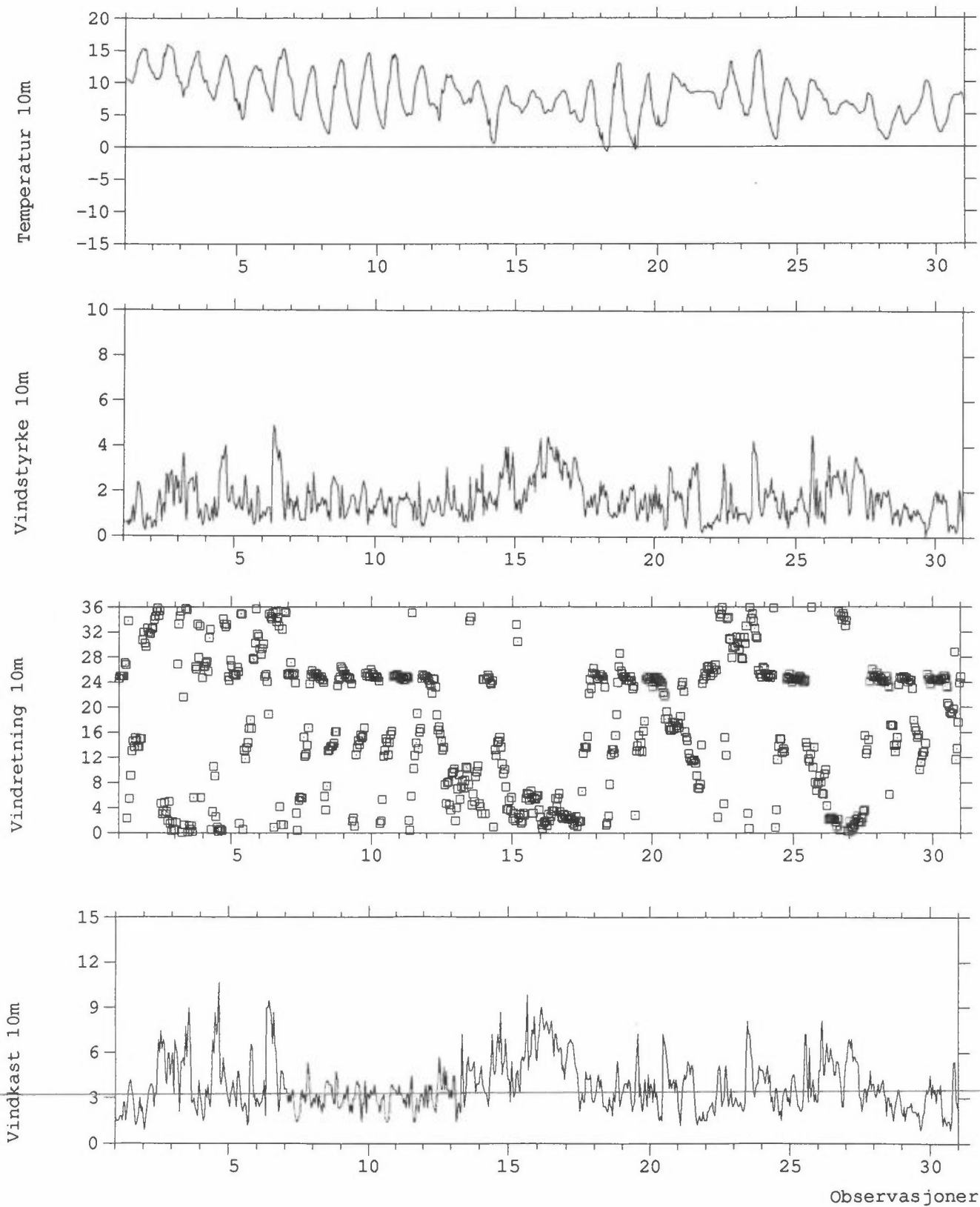
Vedlegg A

Grafisk presentasjon av timemiddelverdier av meteorologiske parametre

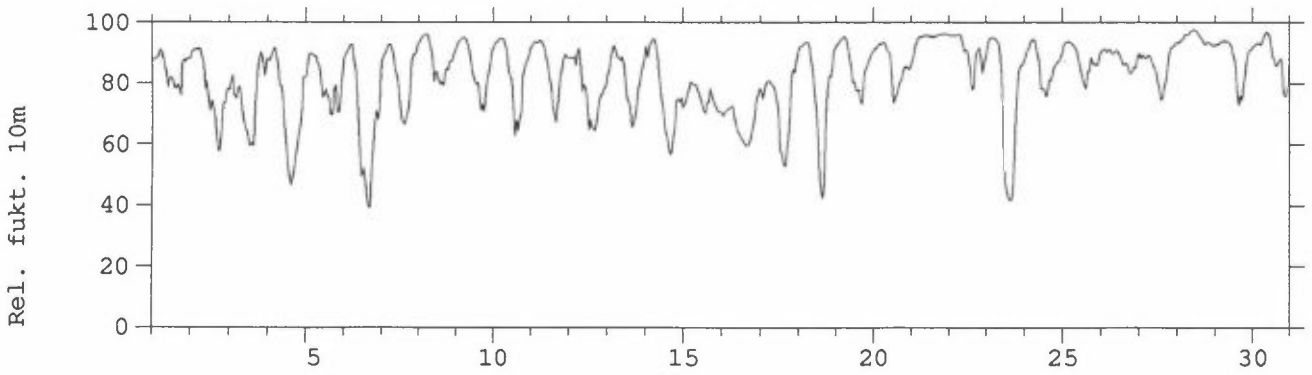
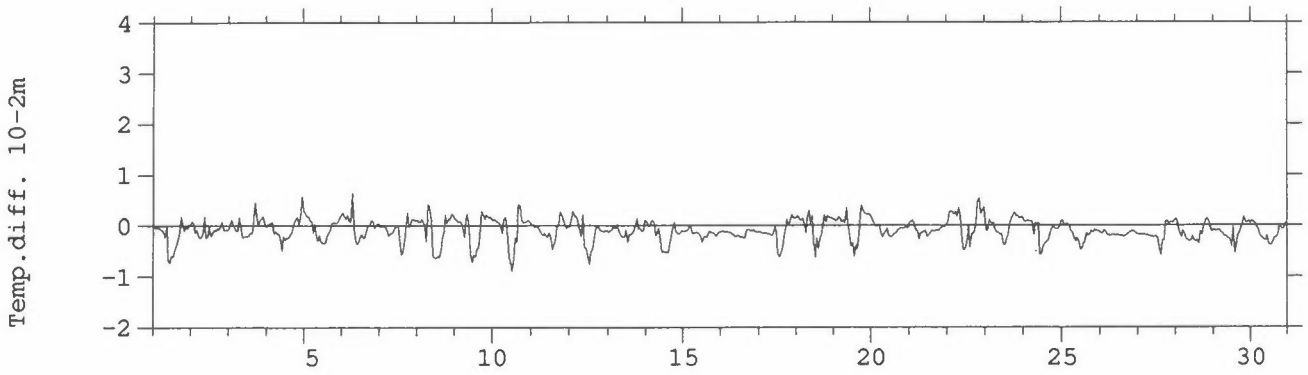
FJELLHALLEN	Temperatur	10 m:	lufttemperatur, °C
	Vindstyrke	10 m:	m/s
	Vindretning	10 m:	dekagrader
	Vindkast	10 m:	høyeste vindstyrke midlet over 2 s, m/s
	<u>TemperaturDifferansen</u>	mellom 10 m o.b . og 2 m o.b. (= luftens termiske stabilitet), °C	
	Rel.fukt.	10 m:	luftens relative fuktighet, prosent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

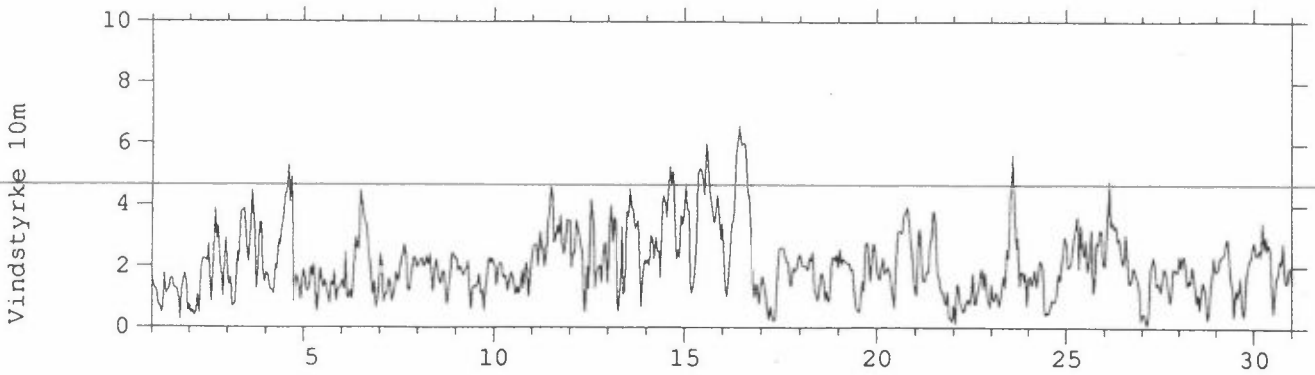
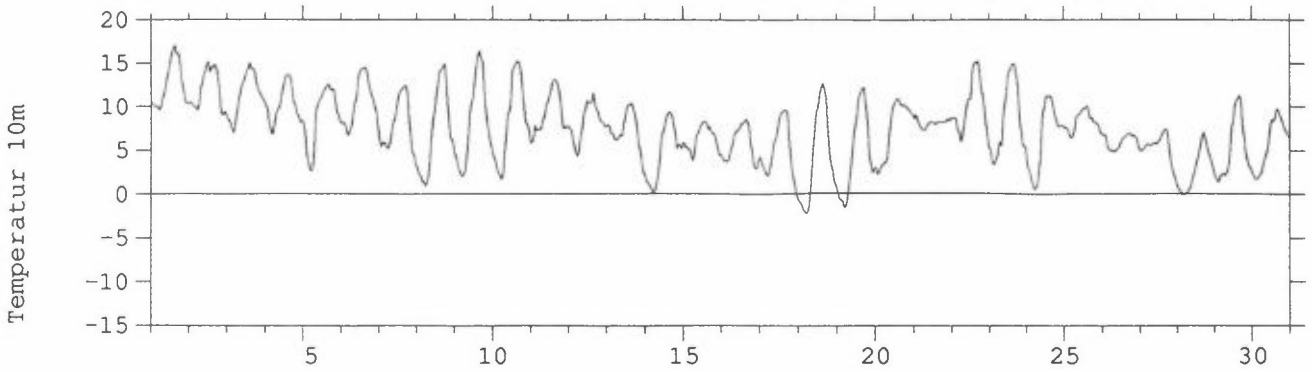
Måned : September 1993



Stasjon: Gjøvik
 Måned : September 1993

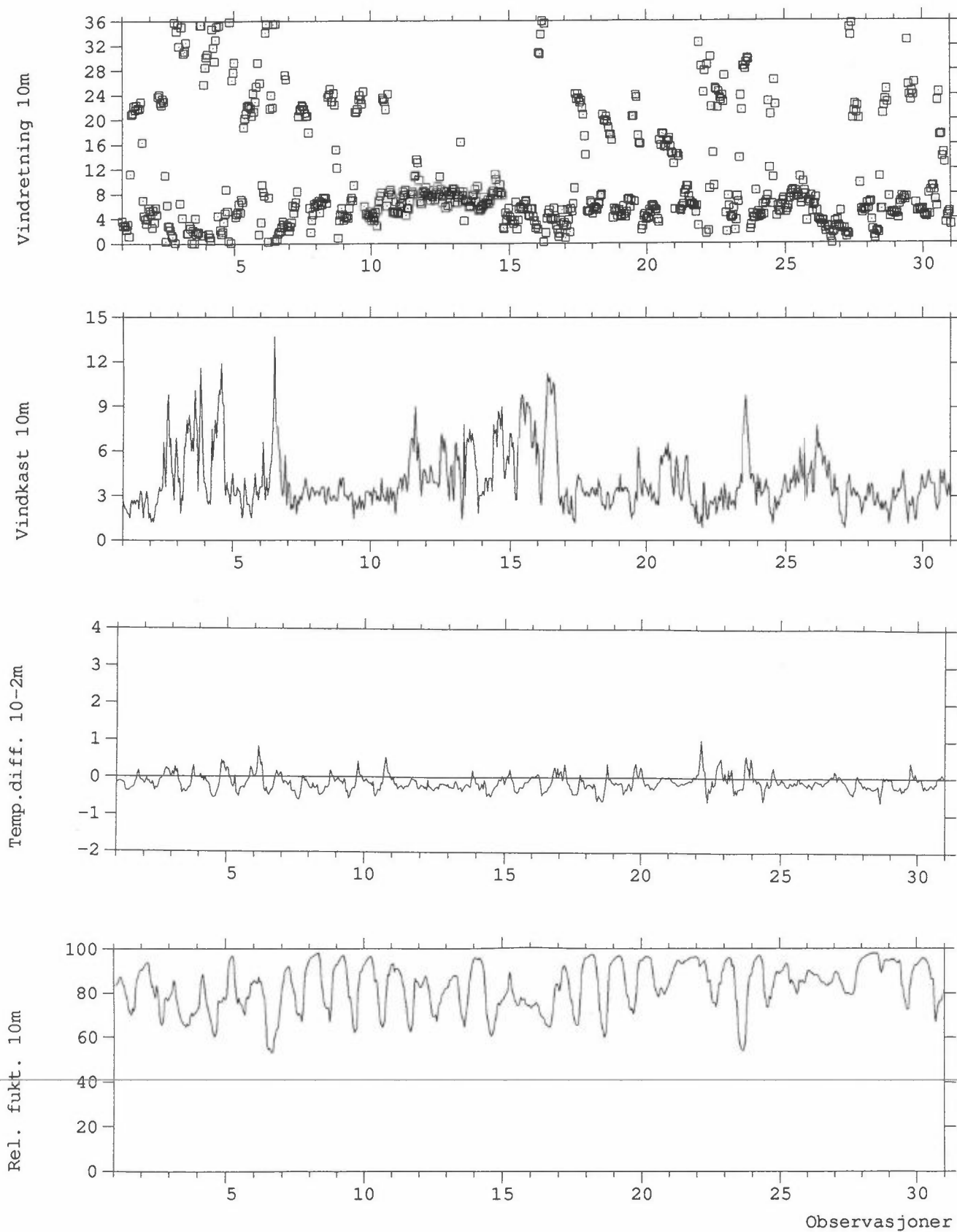


Stasjon : Vikingskipet
 Måned : September 1993

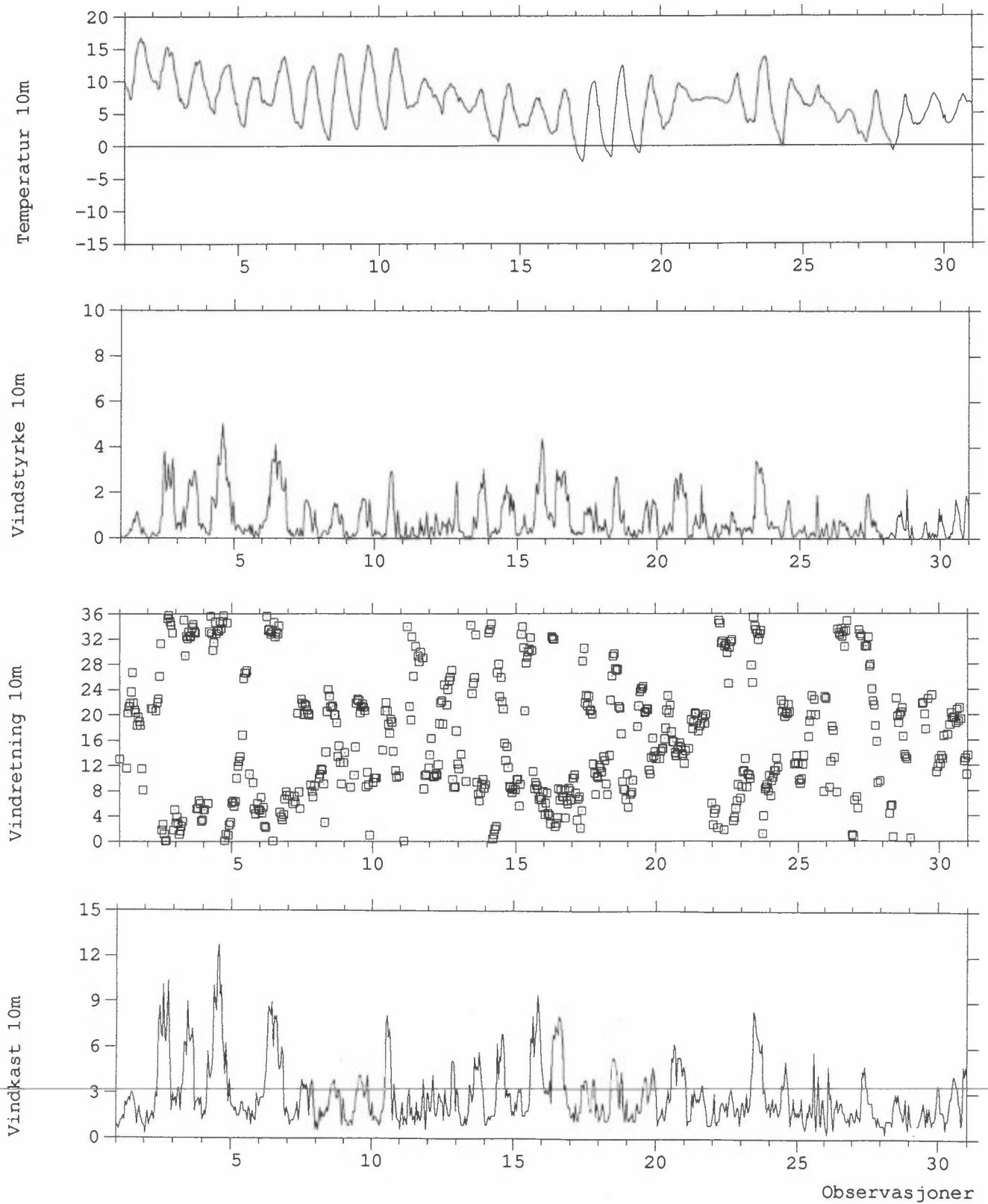


Observasjoner

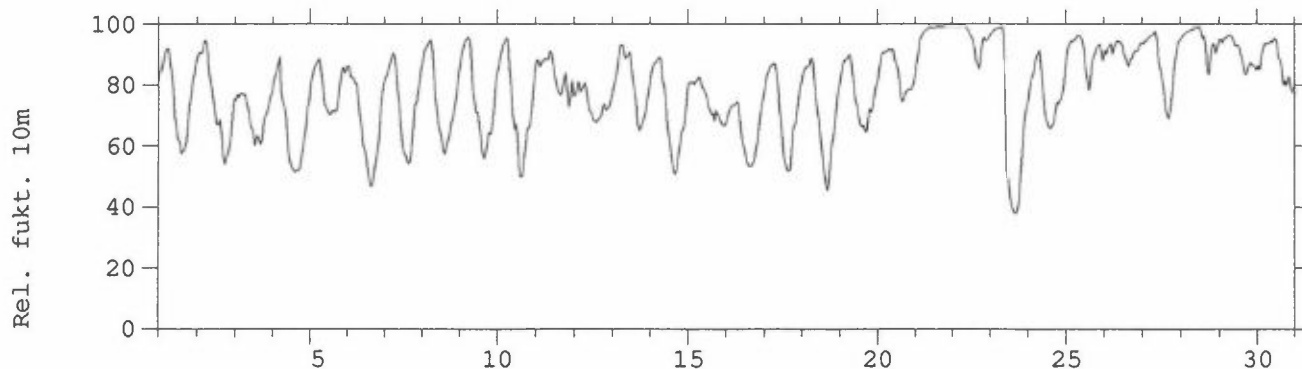
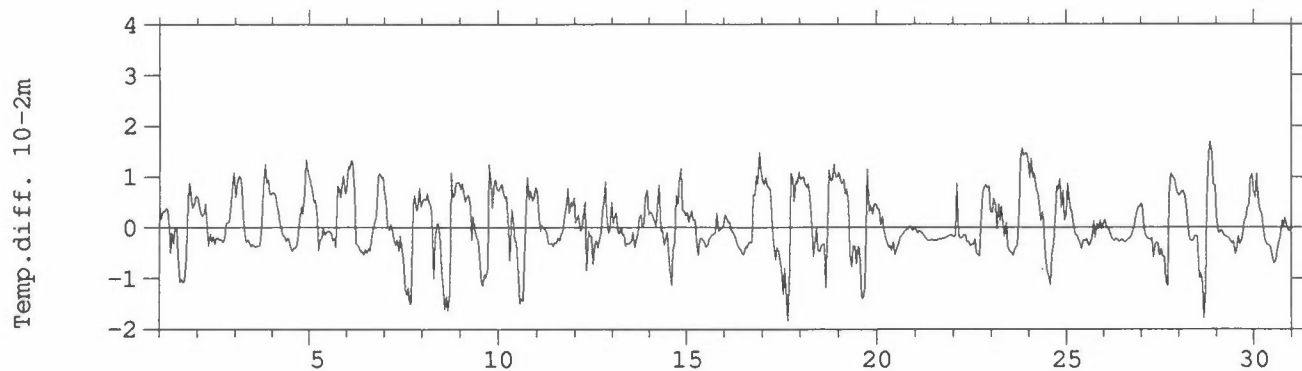
Stasjon: Vikingskipet
Måned : September 1993



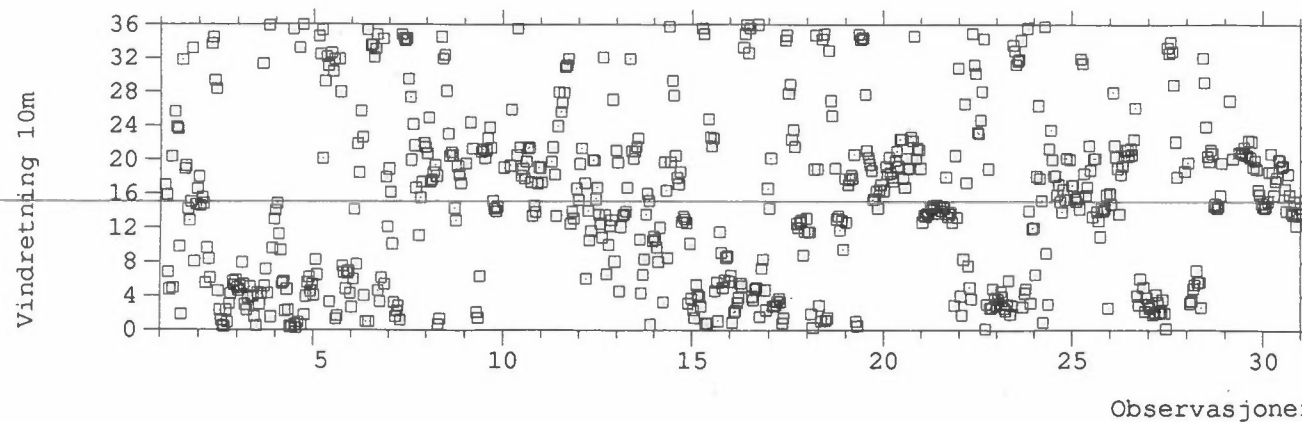
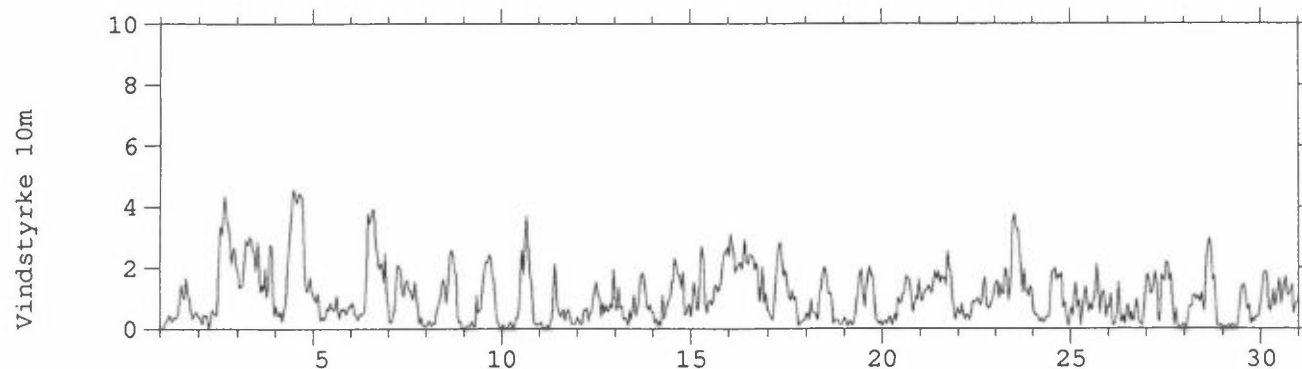
Stasjon: Stapesletta
Måned : September 1993



Stasjon: Stapesletta
Måned : September 1993

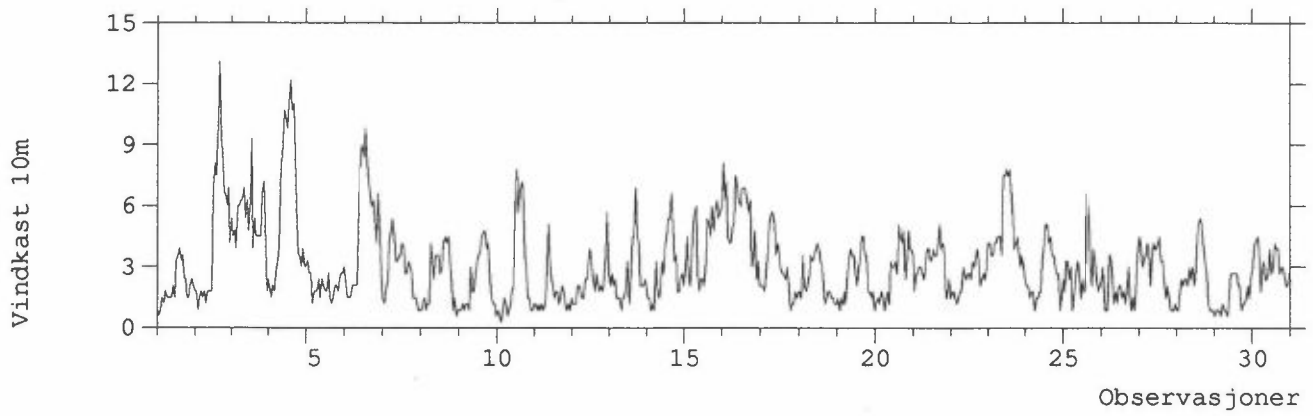


Stasjon : Hafjell
Måned : September 1993



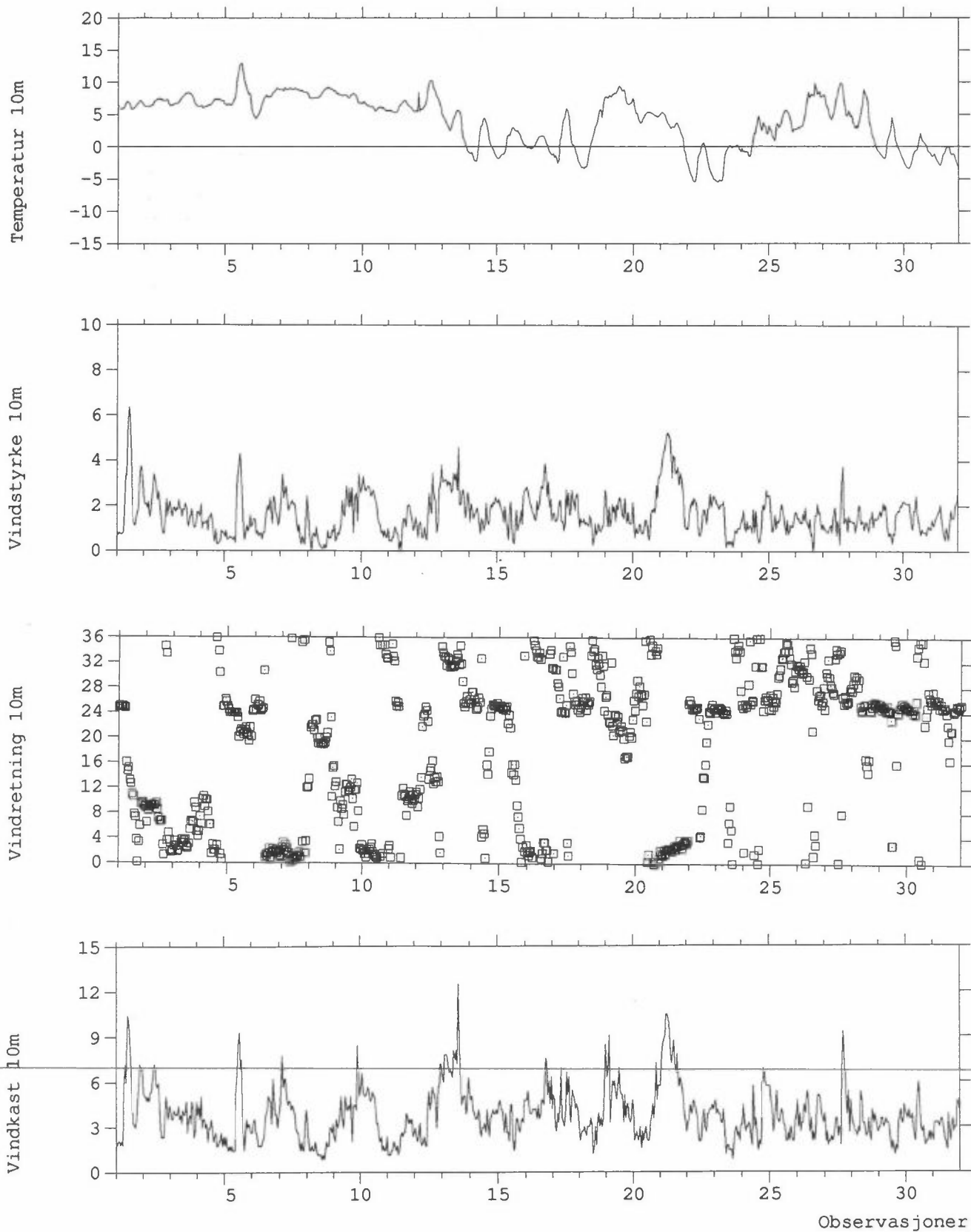
Stasjon: Hafjell

Måned : September 1993

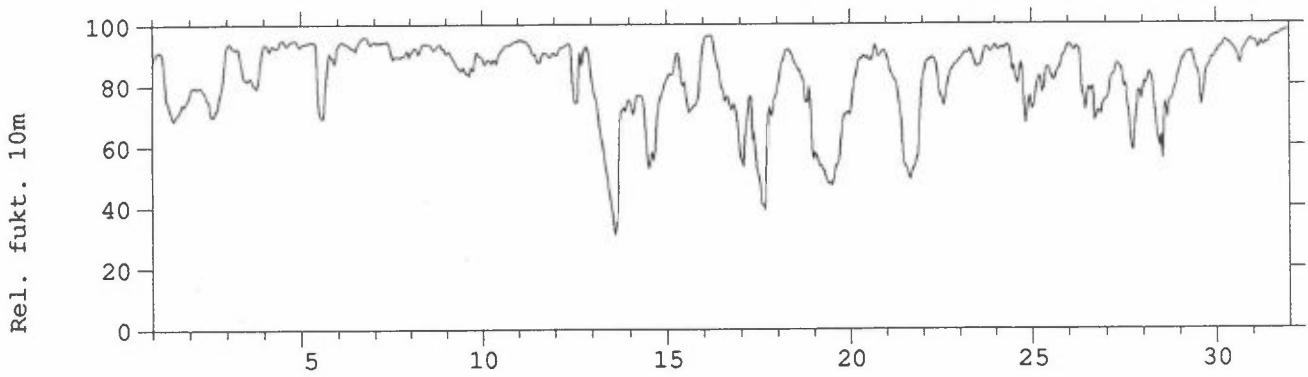
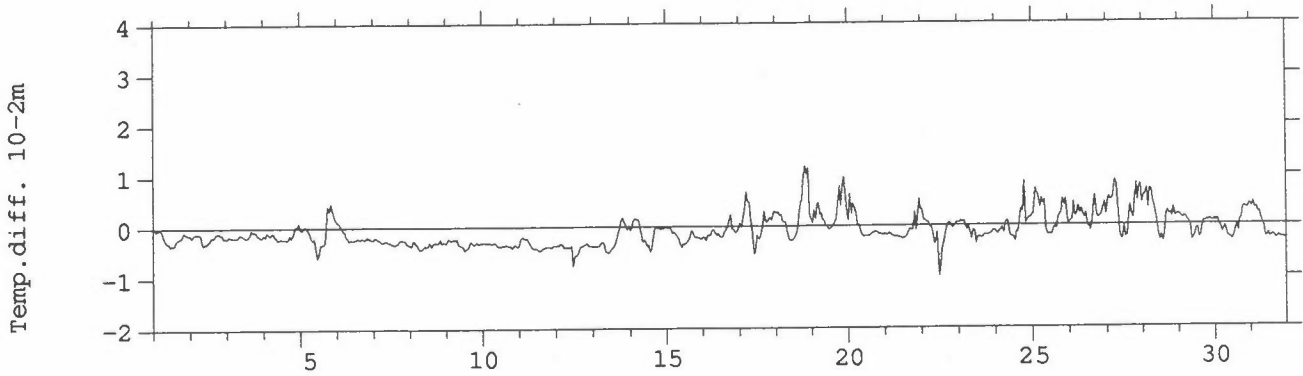


Stasjon: Gjøvik

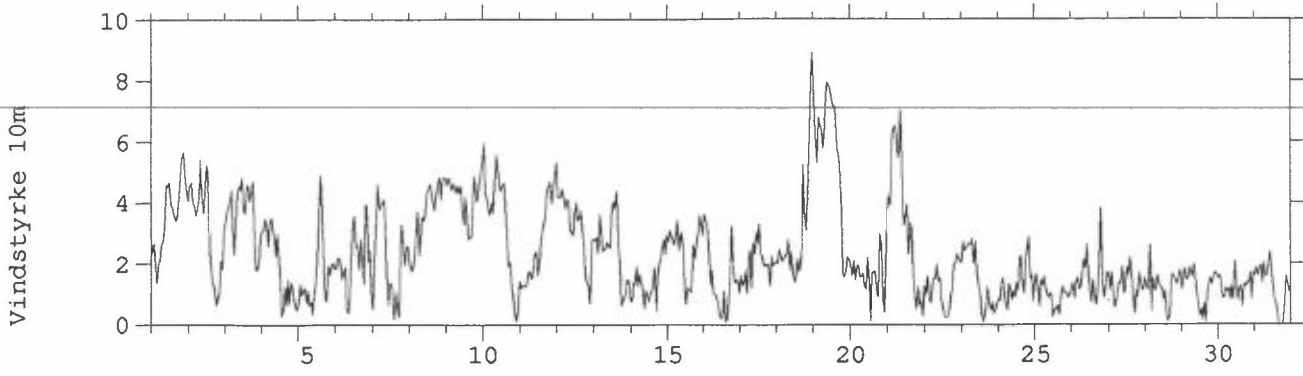
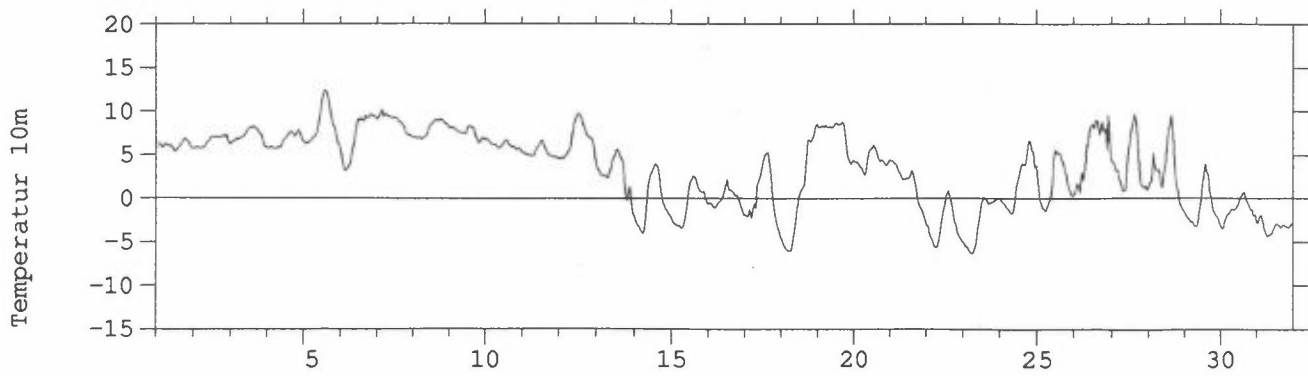
Måned : Oktober 1993



Stasjon: Gjøvik
 Måned : Oktober 1993



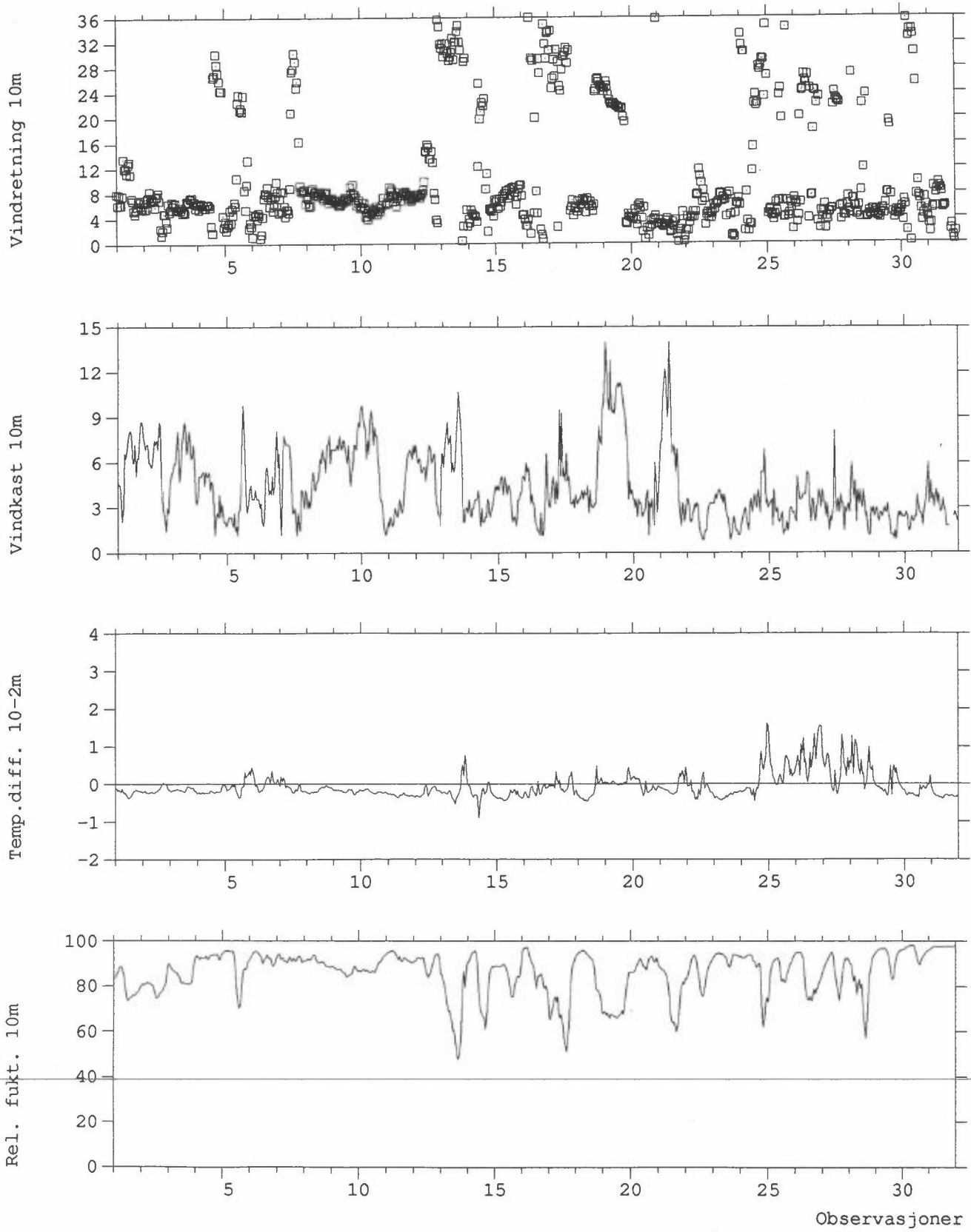
Stasjon : Vikingskipet
 Måned : Oktober 1993



Observasjoner

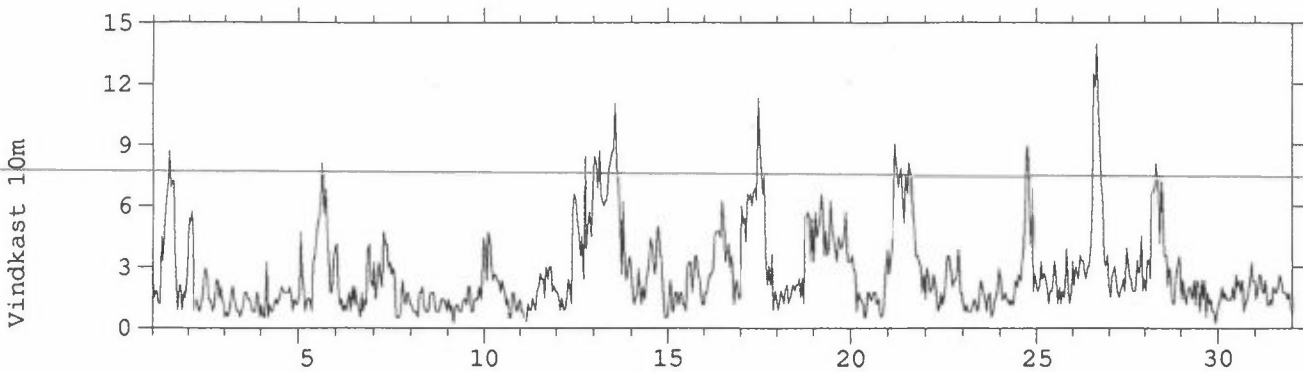
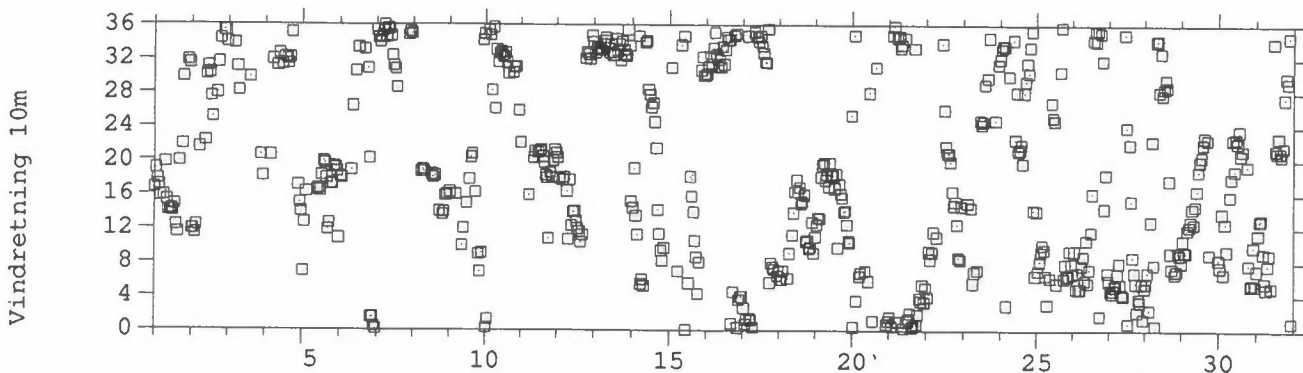
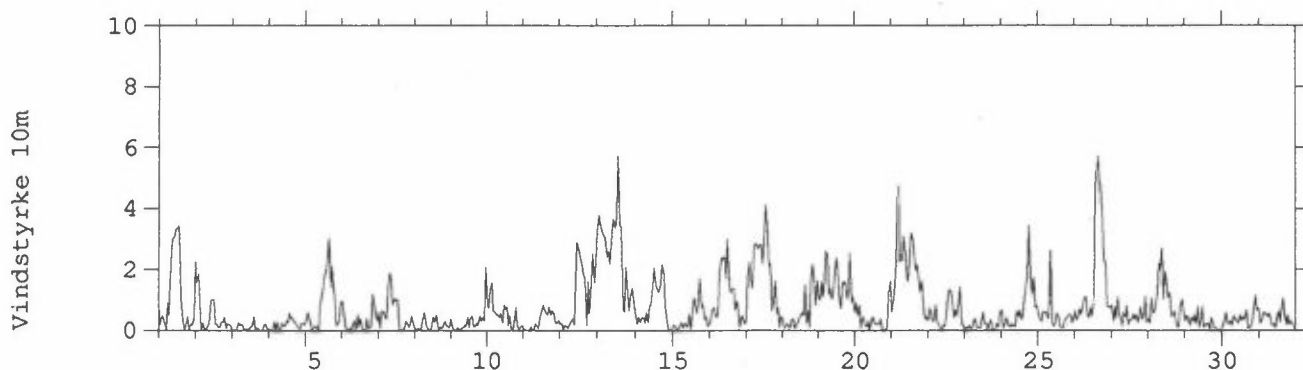
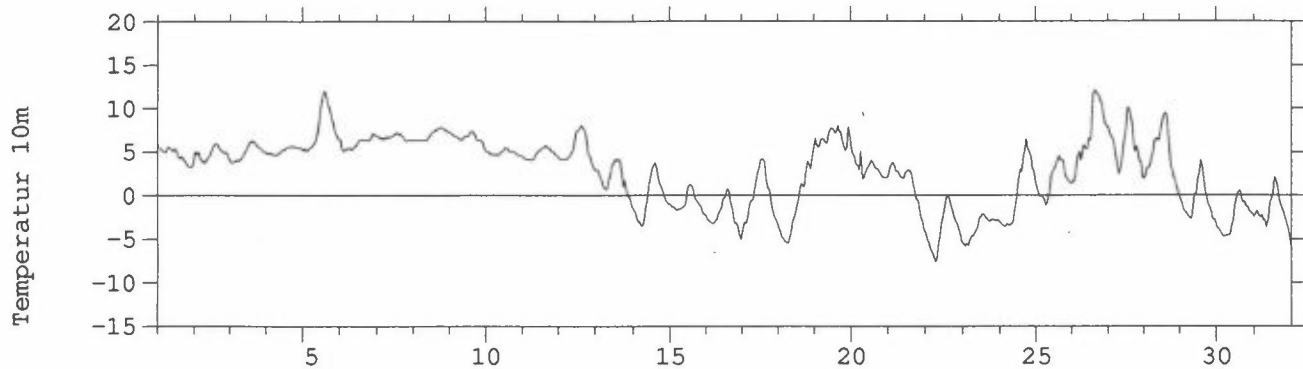
Stasjon: Vikingskipet

Måned : Oktober 1993



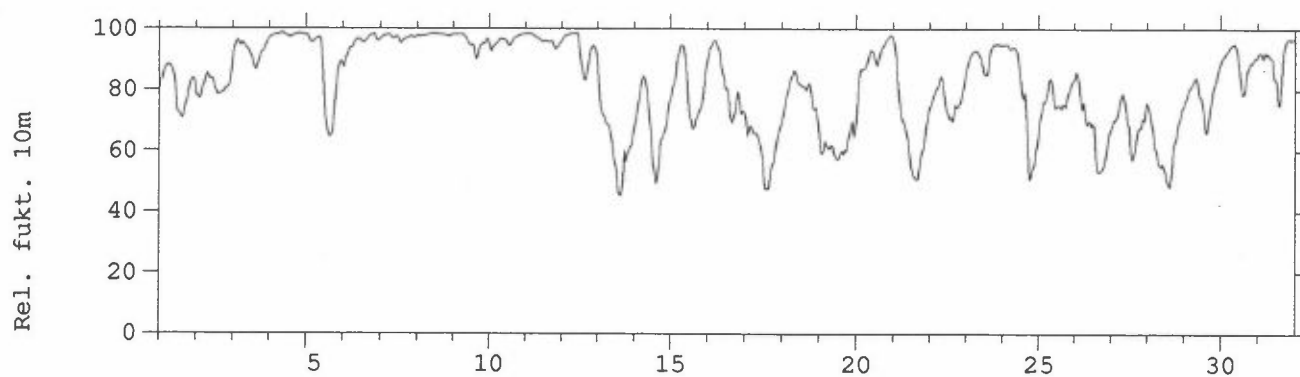
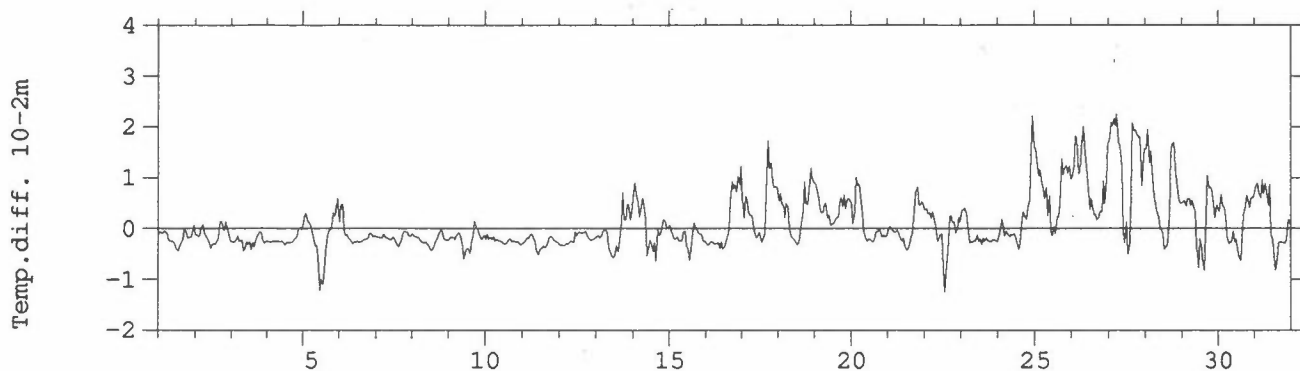
Stasjon: Stamplesletta

Måned : Oktober 1993

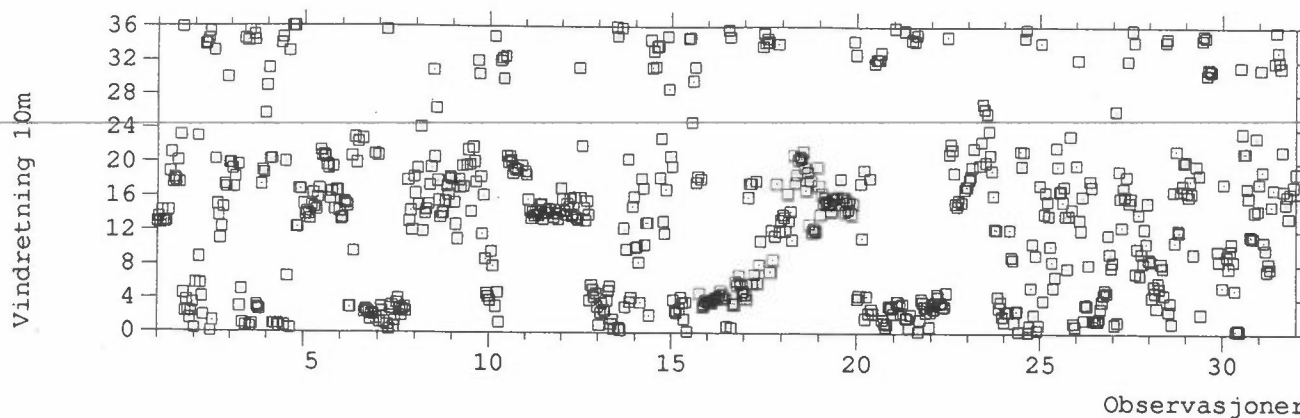
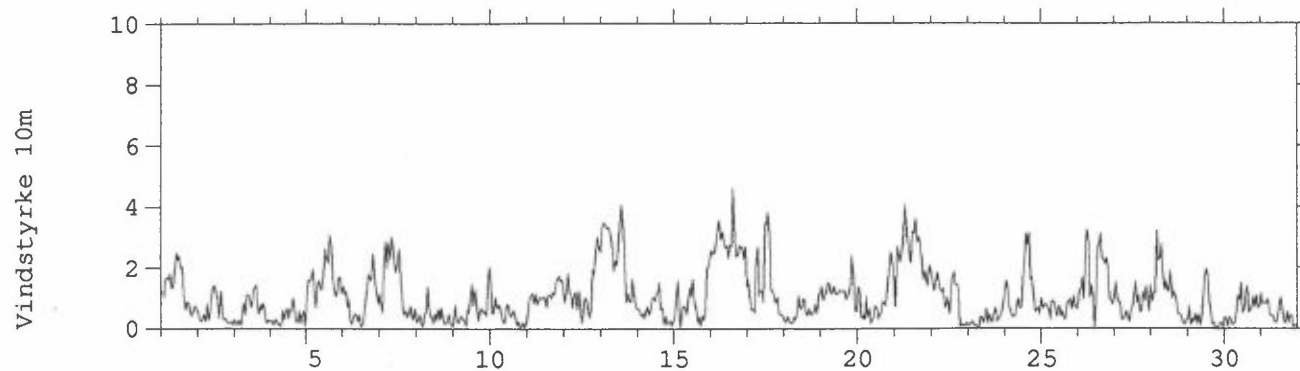


Observasjoner

Stasjon: Stapesletta
 Måned : Oktober 1993

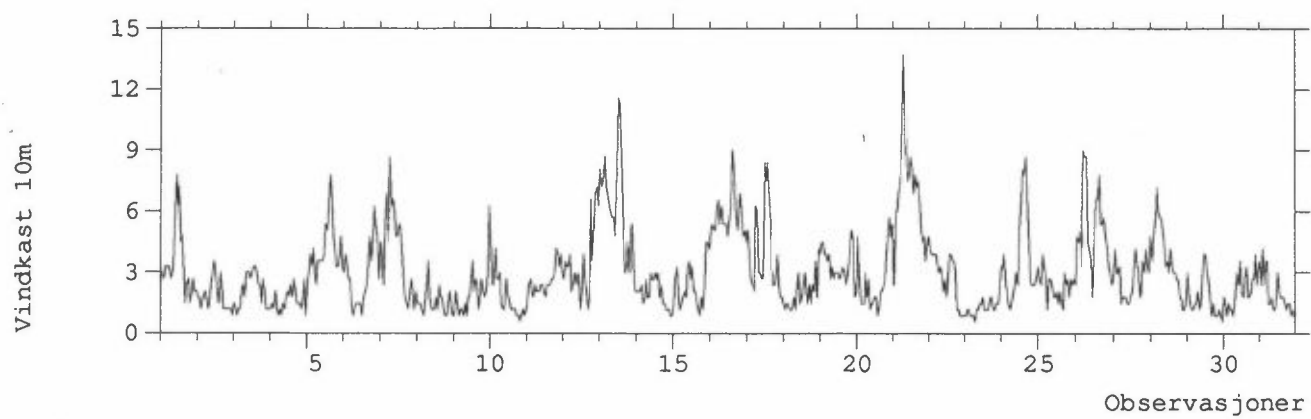


Stasjon : Hafjell
 Måned : Oktober 1993



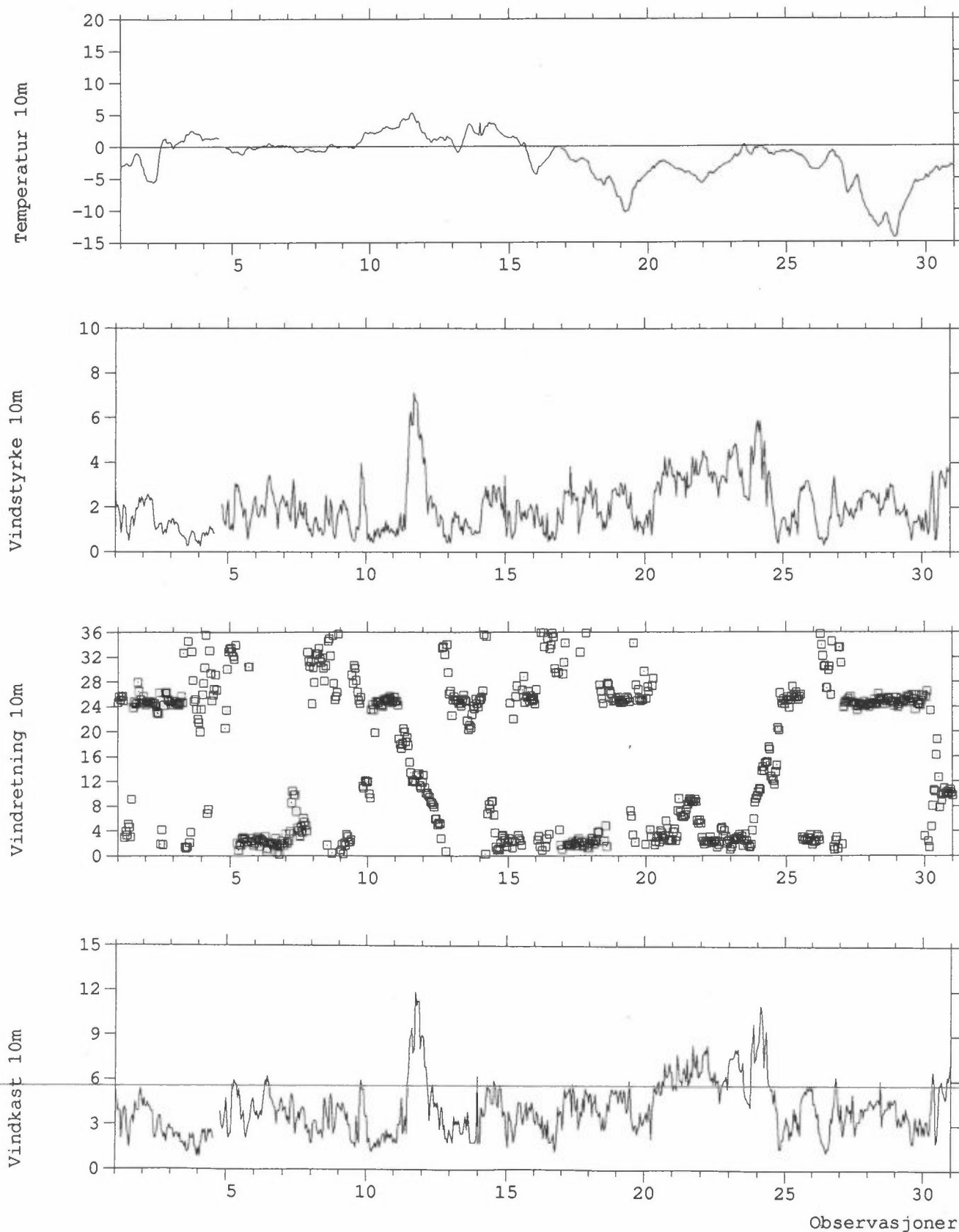
Stasjon: Hafjell

Måned : Oktober 1993



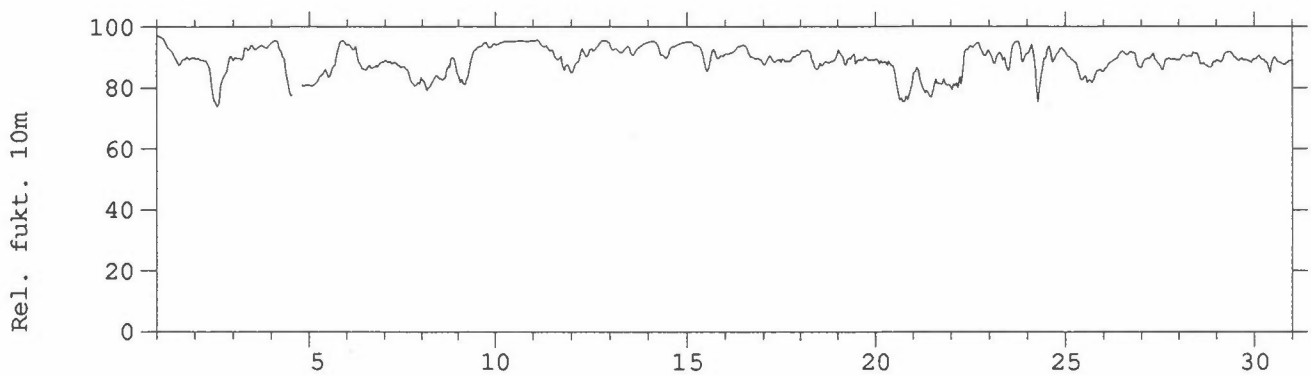
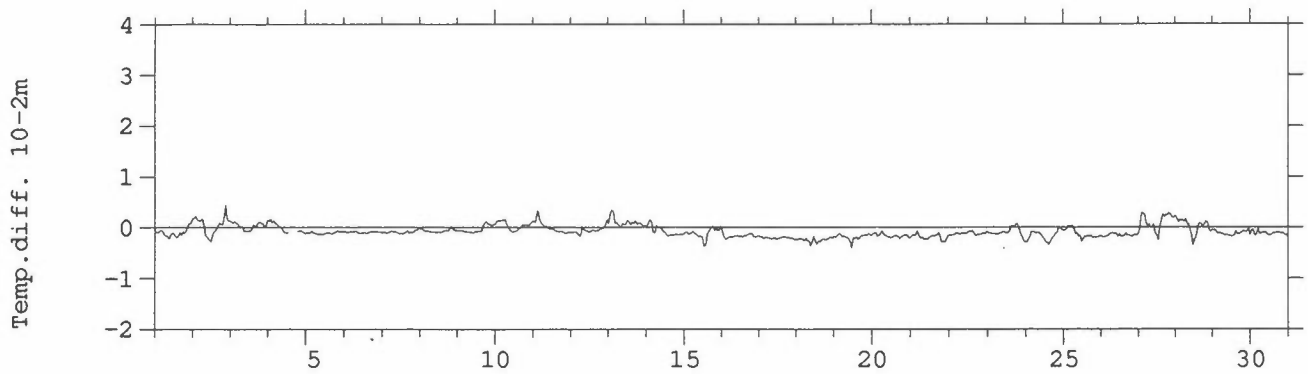
Stasjon: Gjøvik

Måned : November 1993



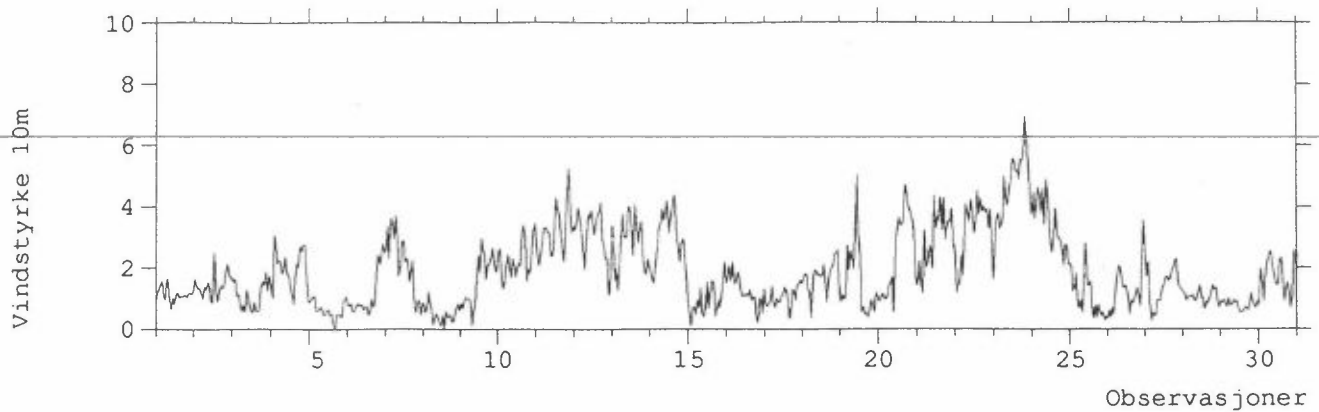
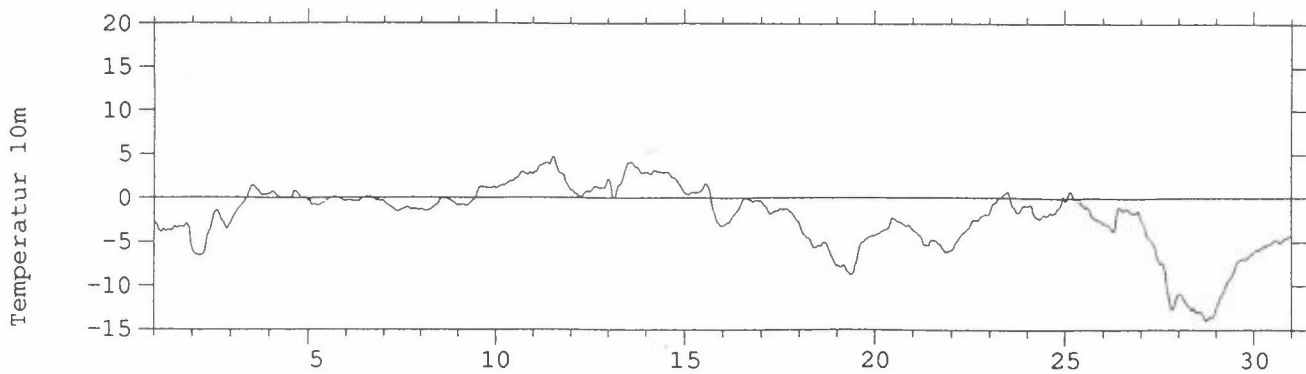
Stasjon: Gjøvik

Måned : November 1993

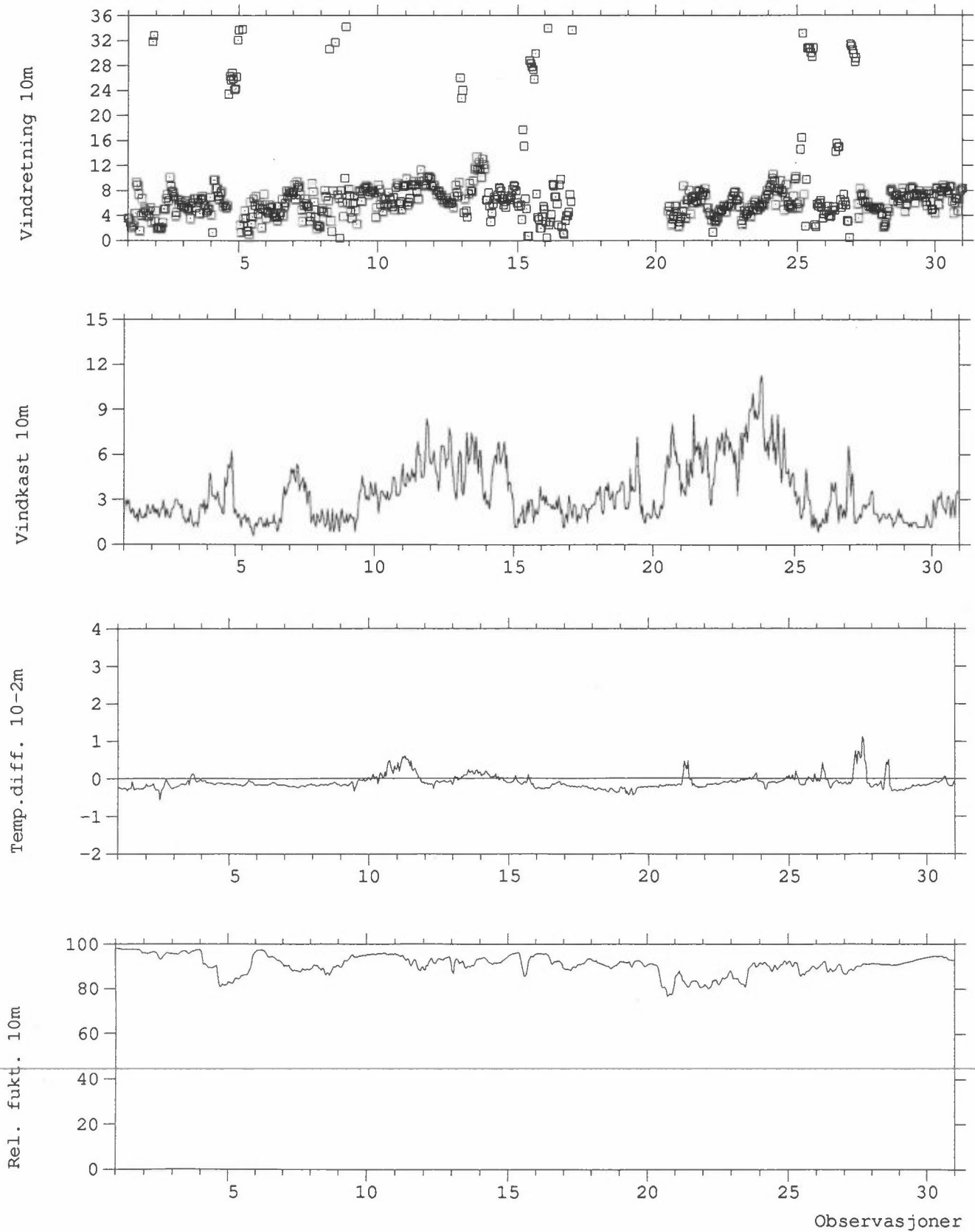


Stasjon : Vikingskipet

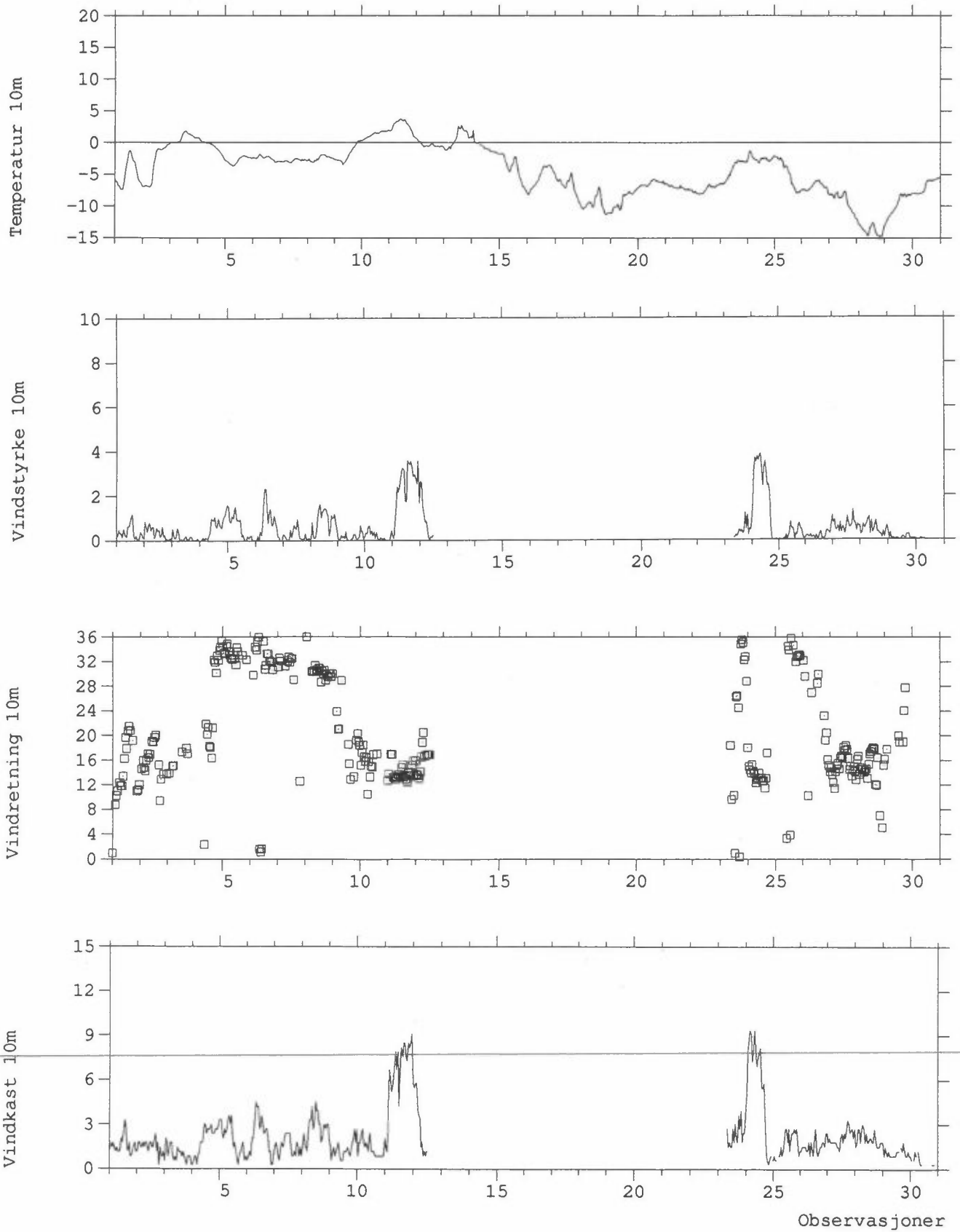
Måned : November 1993



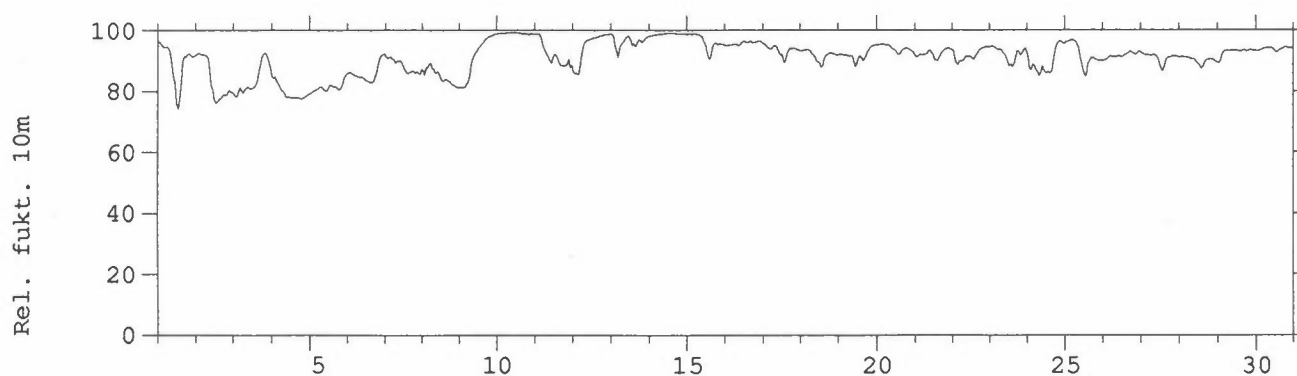
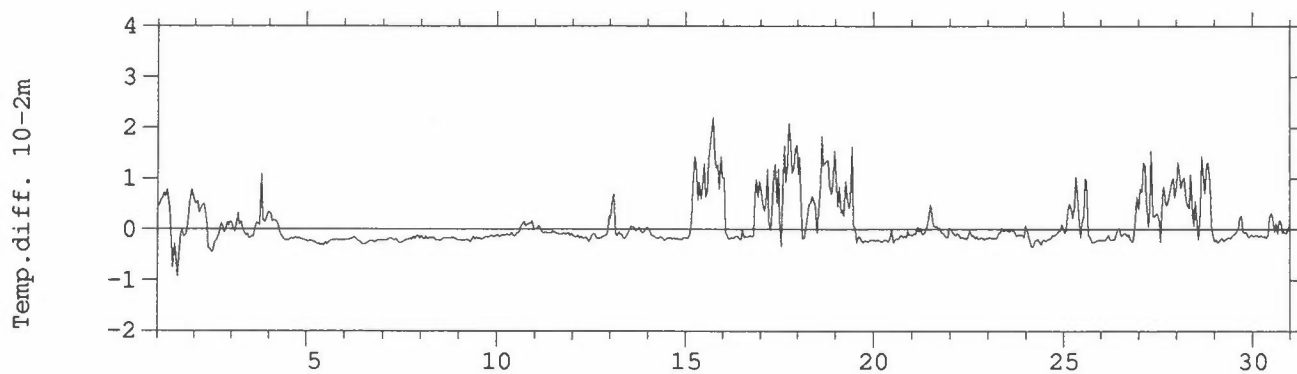
Stasjon: Vikingskipet
Måned : November 1993



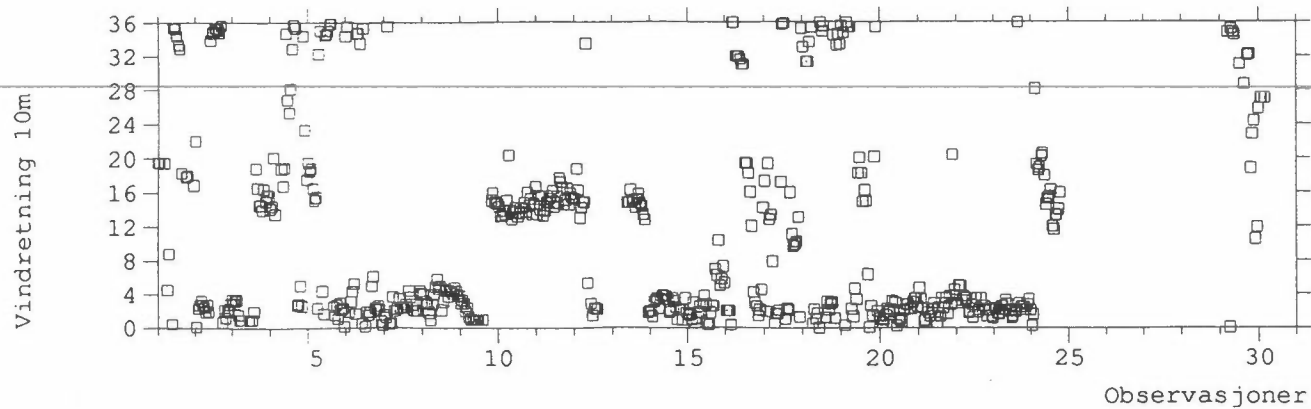
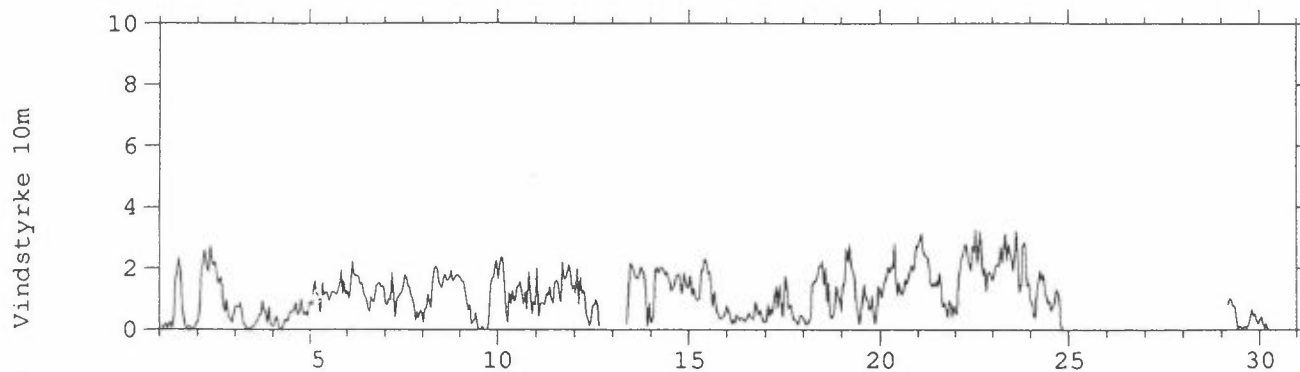
Stasjon: Stapesletta
 Måned : November 1993



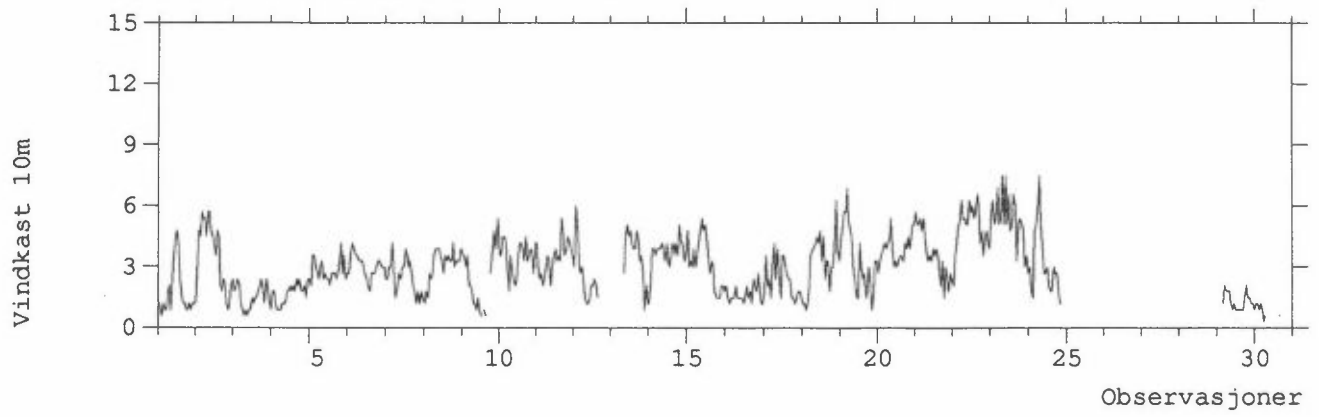
Stasjon: Stapesletta
Måned : November 1993



Stasjon : Hafjell
Måned : November 1993



Stasjon: Hafjell
Måned : November 1993

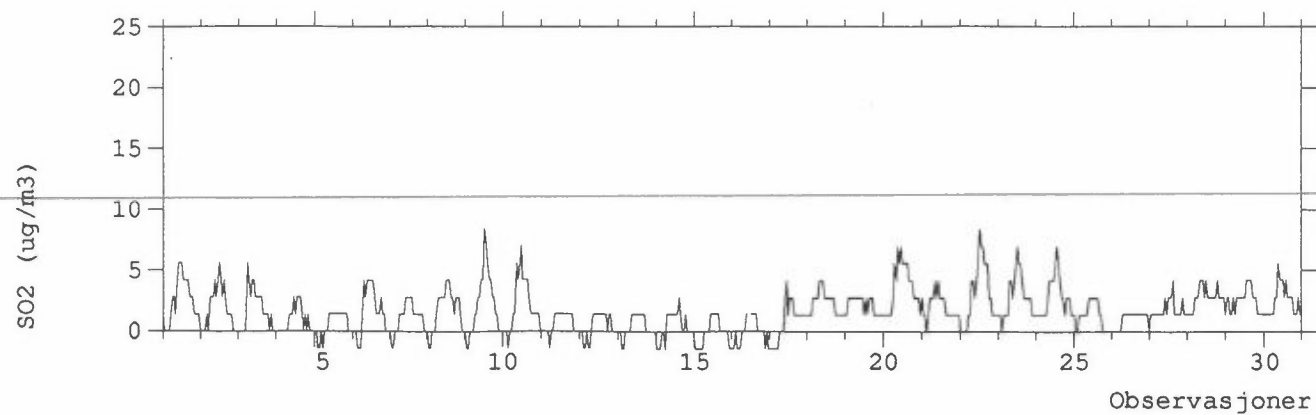
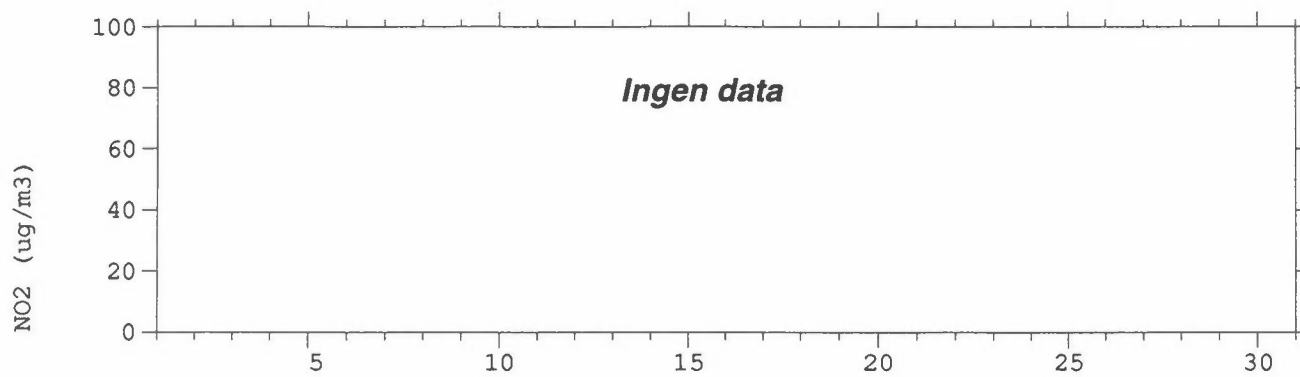
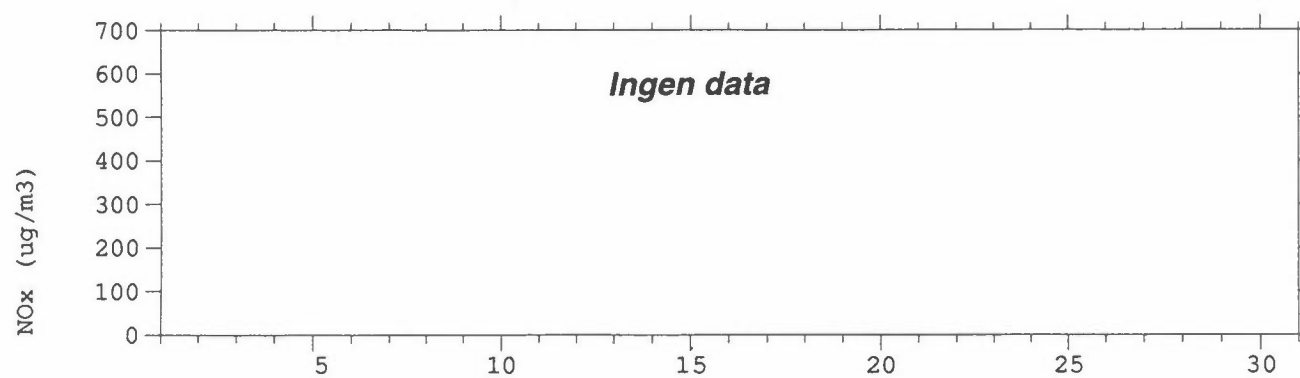
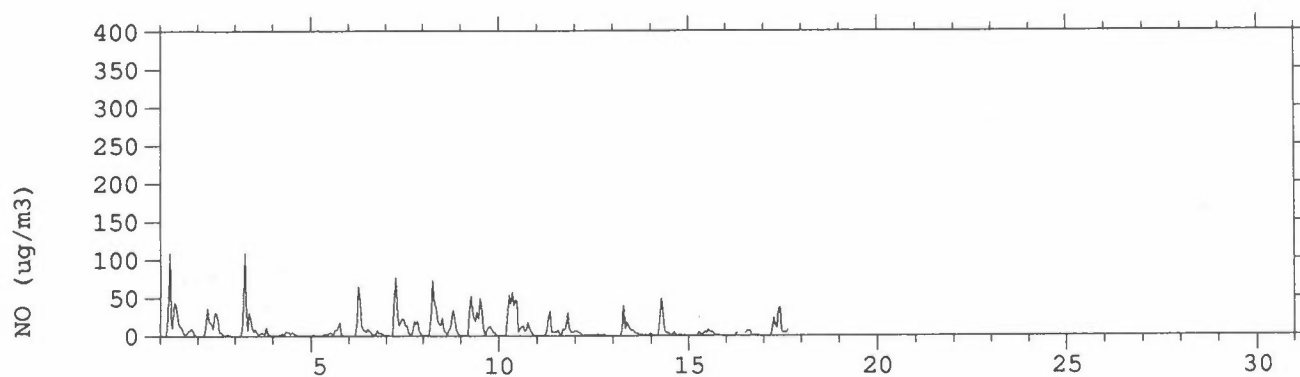


Vedlegg B

Grafisk presentasjon av timemiddelverdier av luftkvalitetsparametre

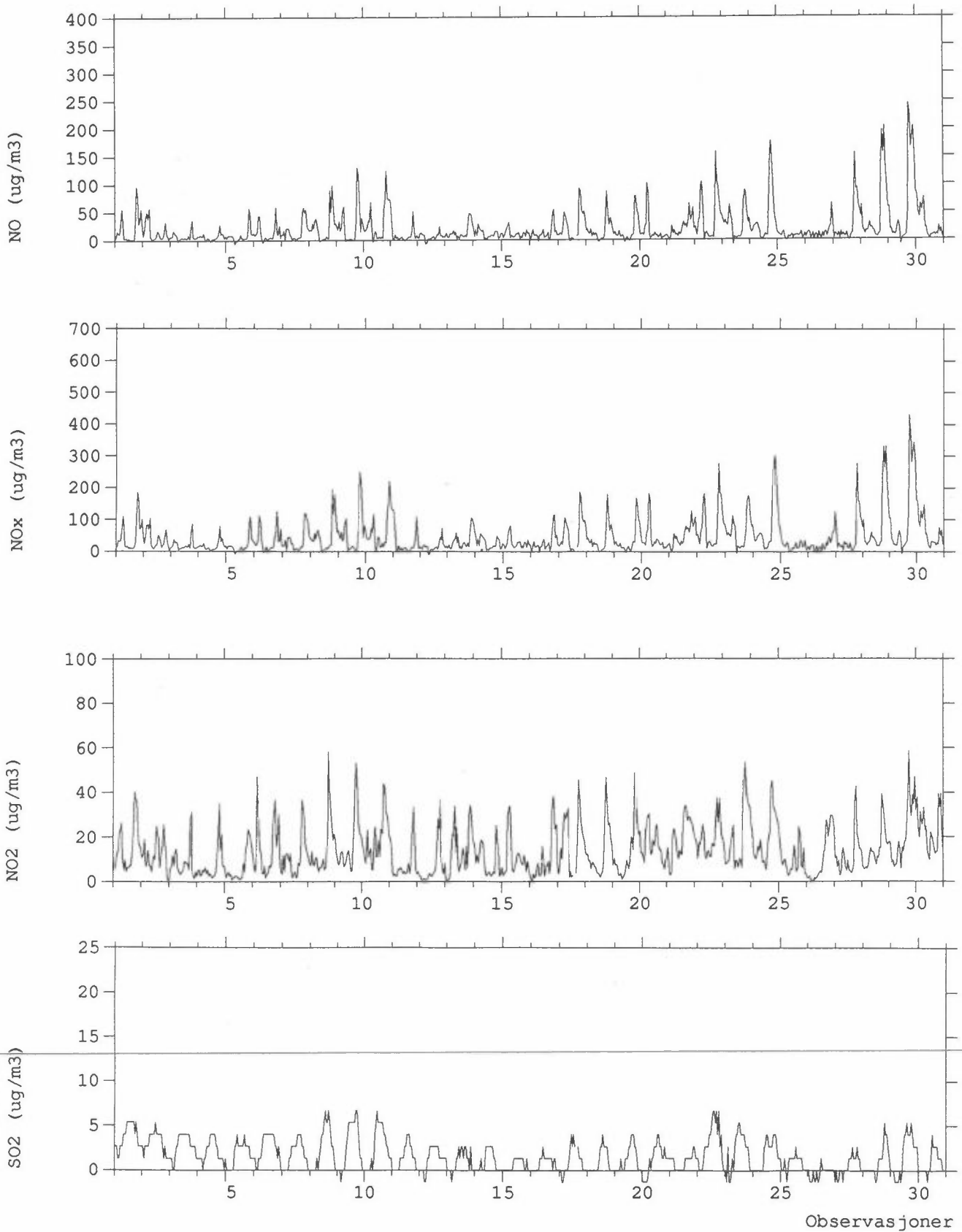
FJELLHALLEN	NO	(nitrogenmonoksid)
	NO _x	(sum nitrogenoksider, regnet som NO ₂)
	NO ₂	(nitrogendioksid)
	SO ₂	(svoveldioksid)
VIKINGSKIPET	NO	(nitrogenmonoksid)
	NO _x	(sum nitrogenoksider, regnet som NO ₂)
	NO ₂	(nitrogendioksid)
	SO ₂	(svoveldioksid)
KULTURHUSET	NO	(nitrogenmonoksid)
	NO _x	(sum nitrogenoksider, 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 : September 1993

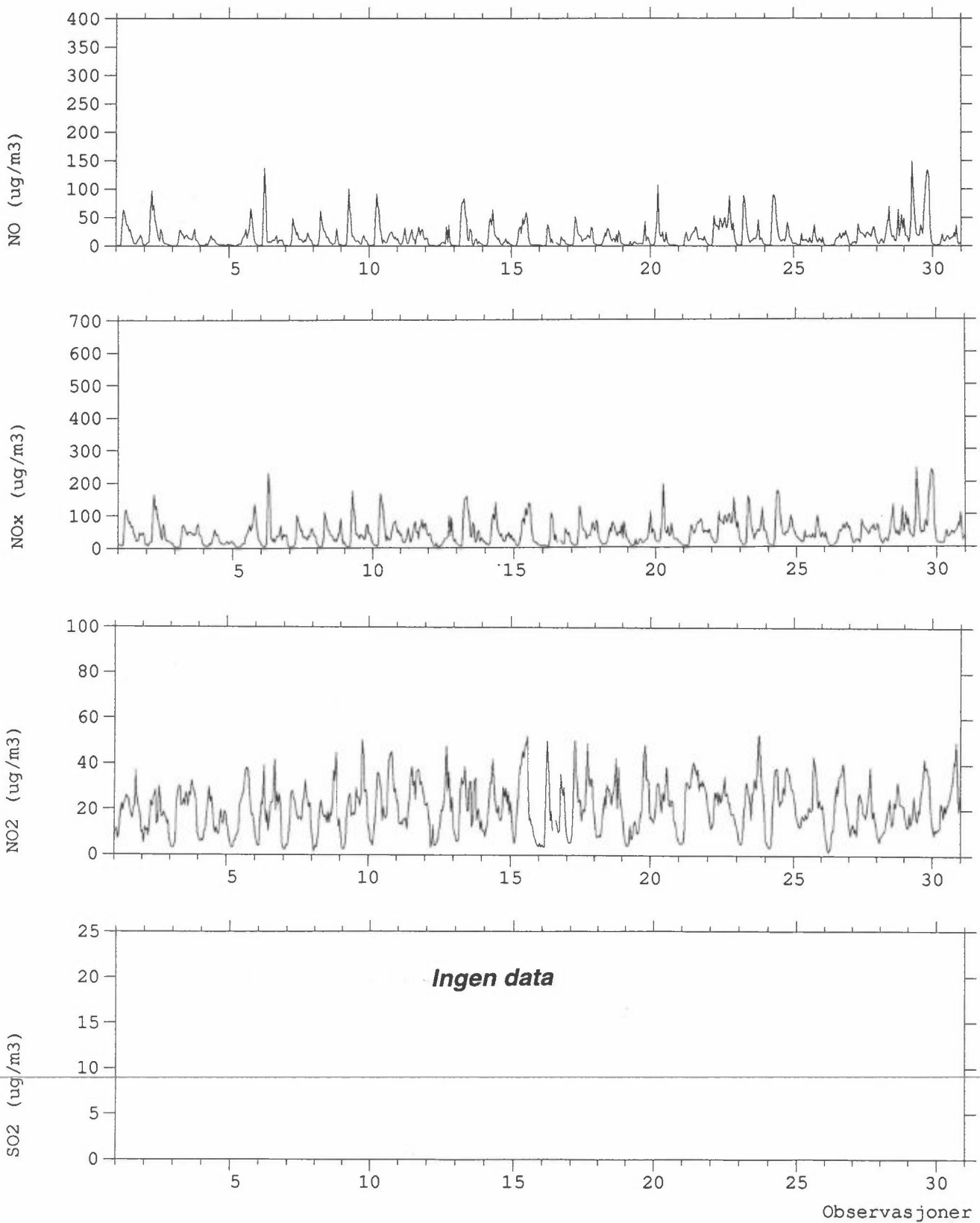


Observasjoner

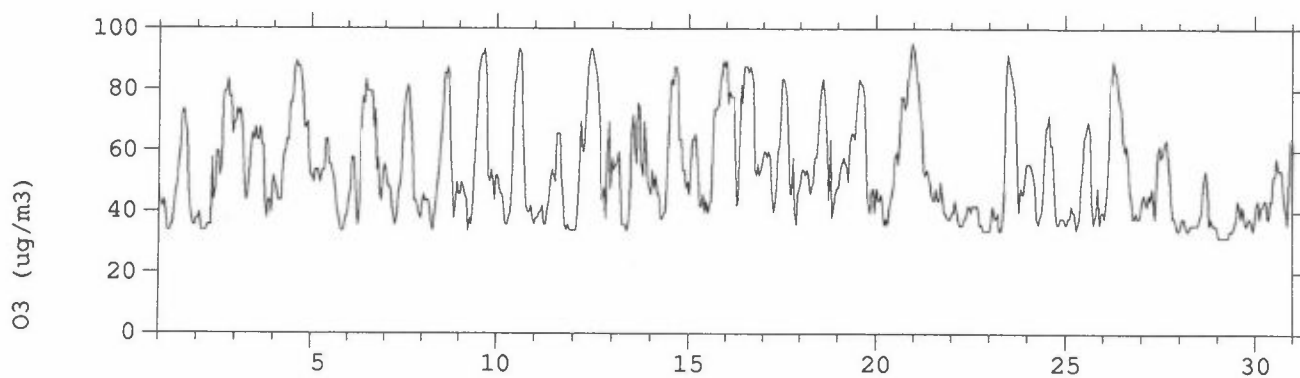
Stasjon: Vikingskipet
Måned : September 1993



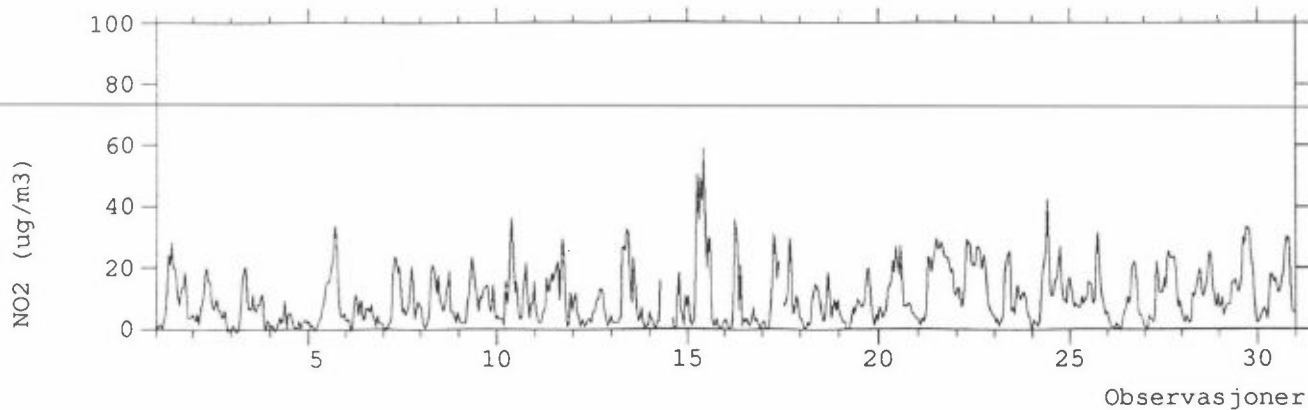
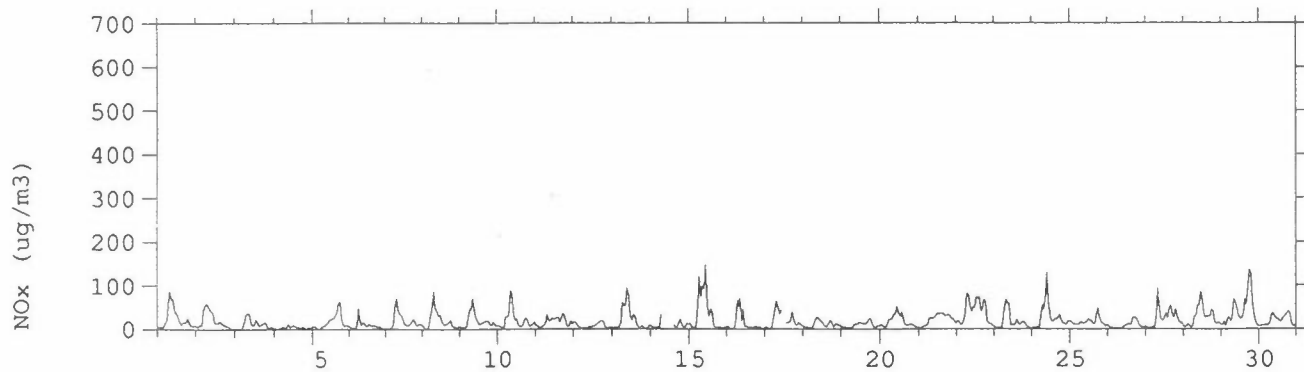
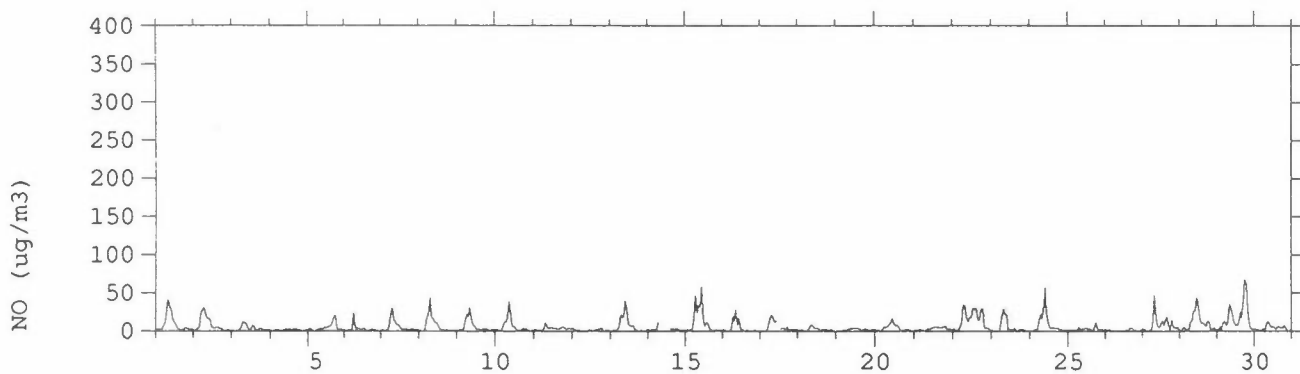
Stasjon: Kulturhuset
Måned : September 1993



Stasjon: Kulturhuset
Måned : September 1993

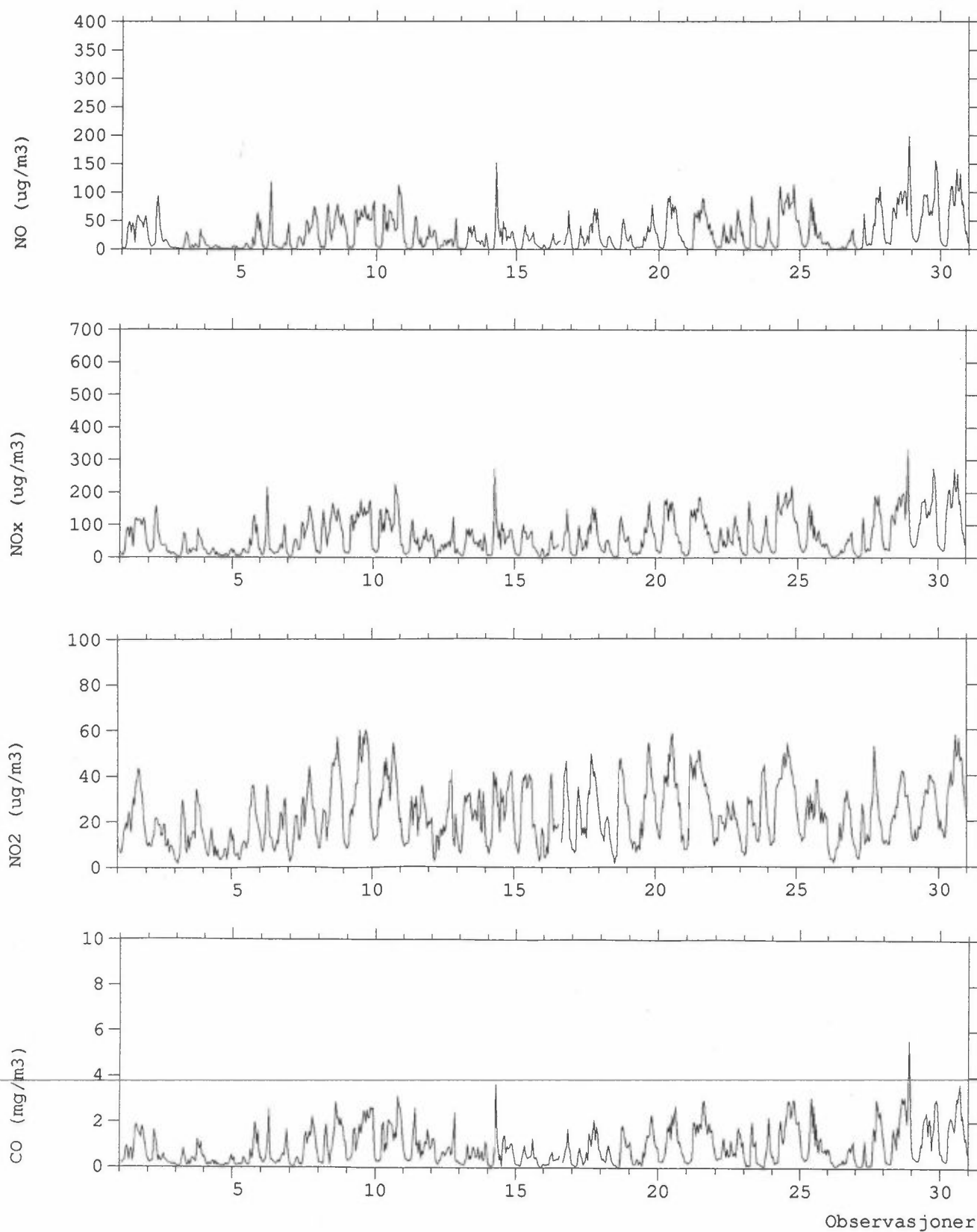


Stasjon : Stapesletta
Måned : September 1993



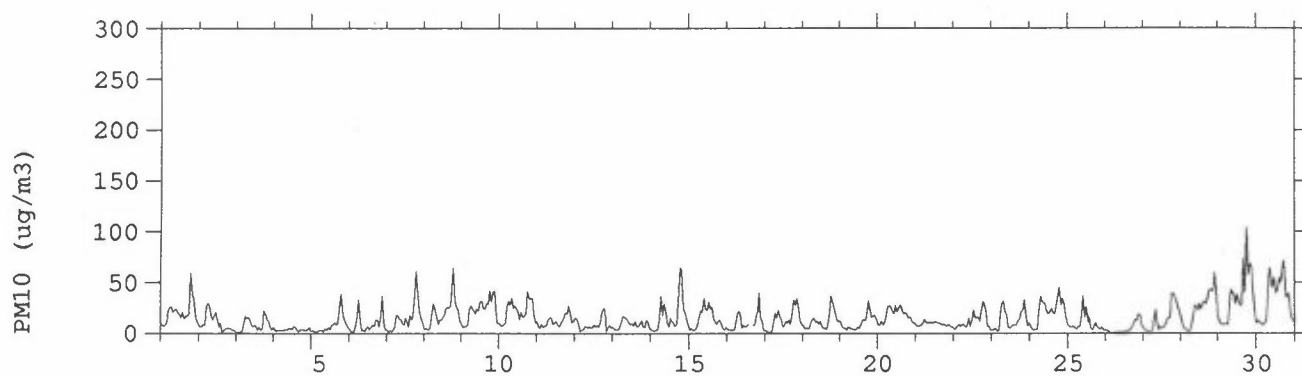
Stasjon: Fåberggata

Måned : September 1993



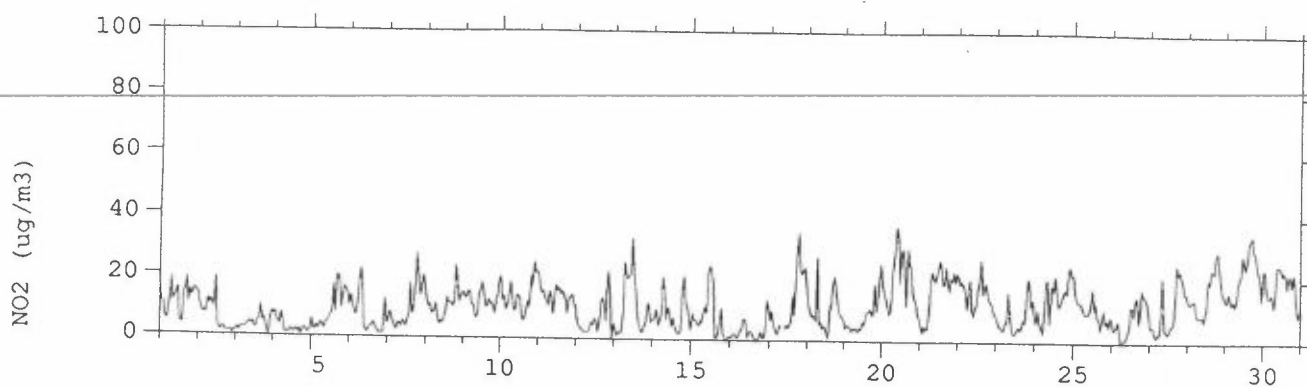
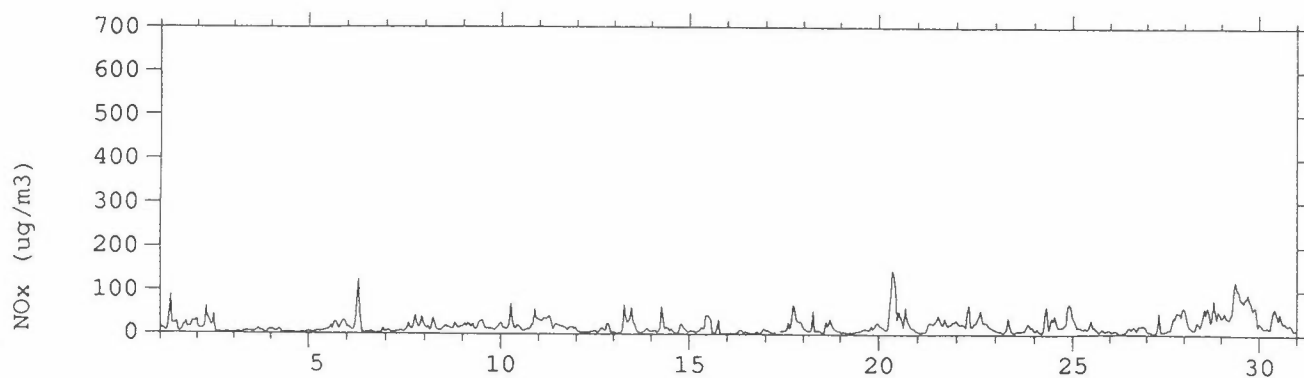
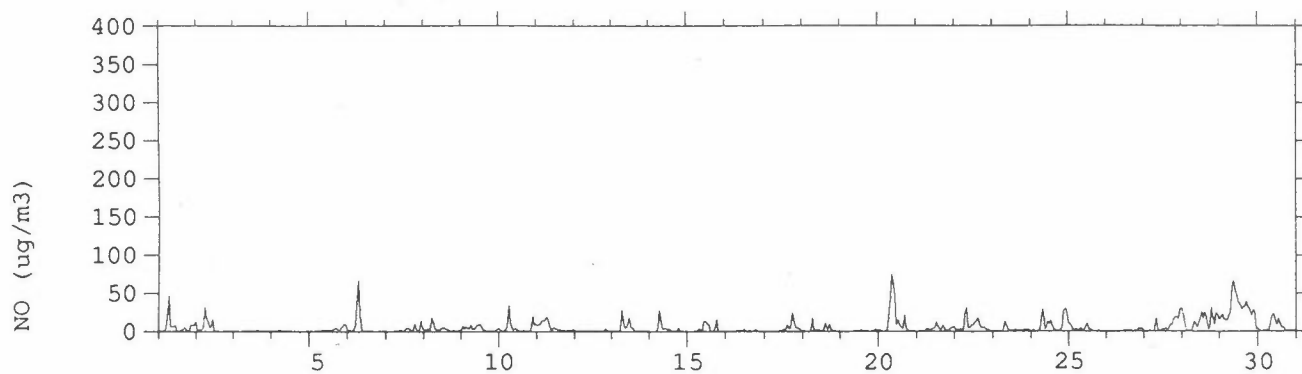
Stasjon: Fåberggata

Måned : September 1993



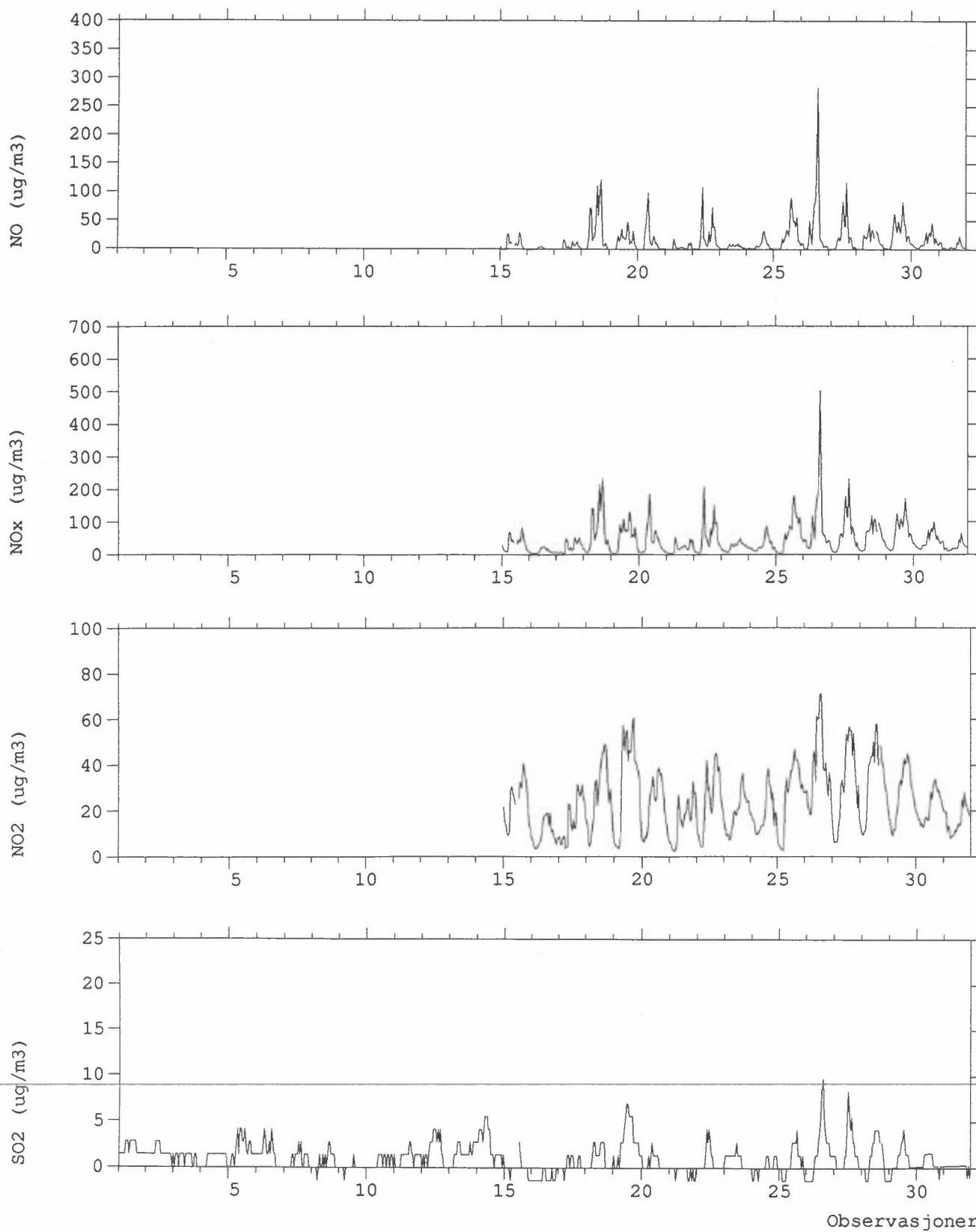
Stasjon : Hafjell

Måned : September 1993



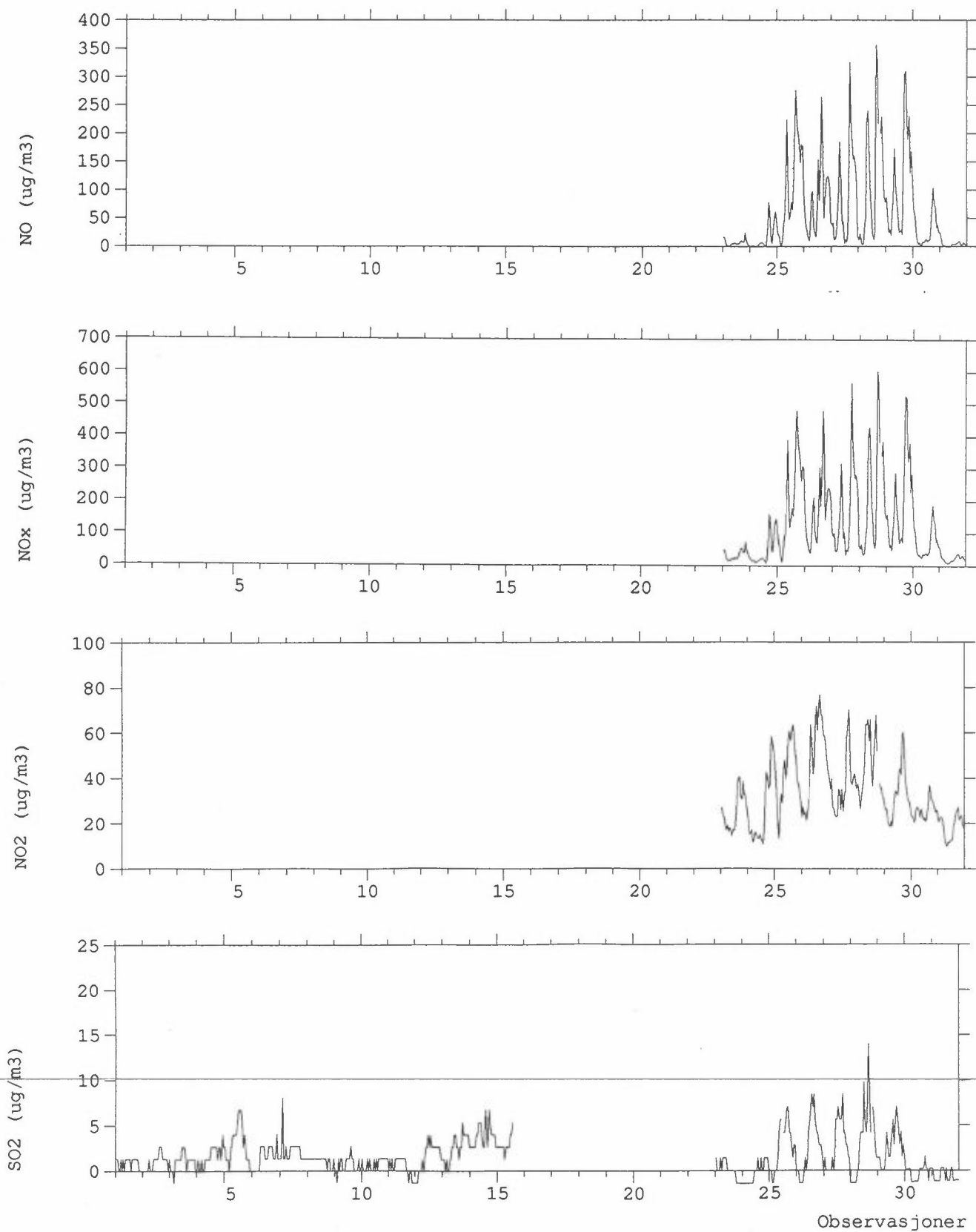
Observasjoner

Stasjon: Fjellhallen
Måned : Oktober 1993

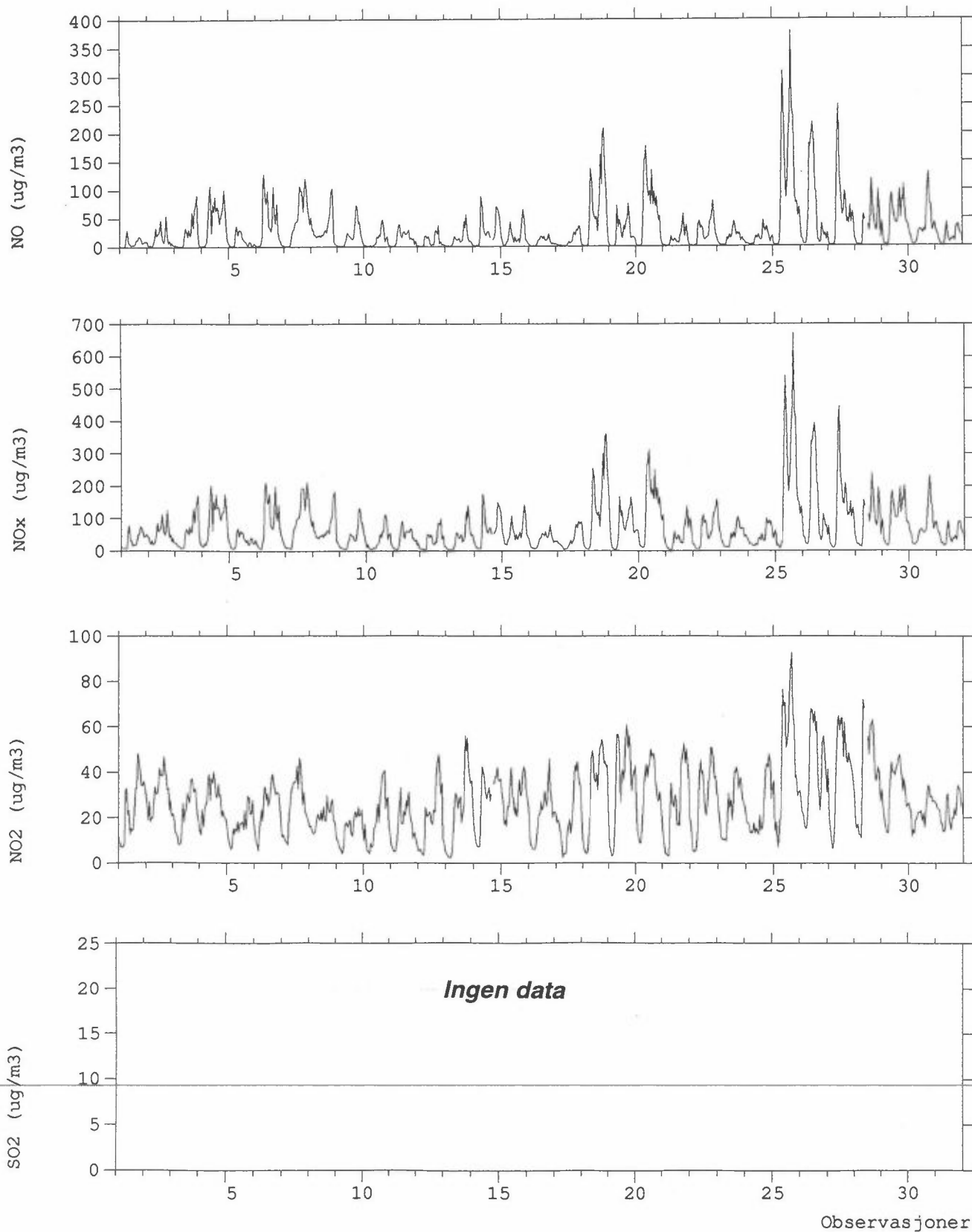


Stasjon: Vikingskipet

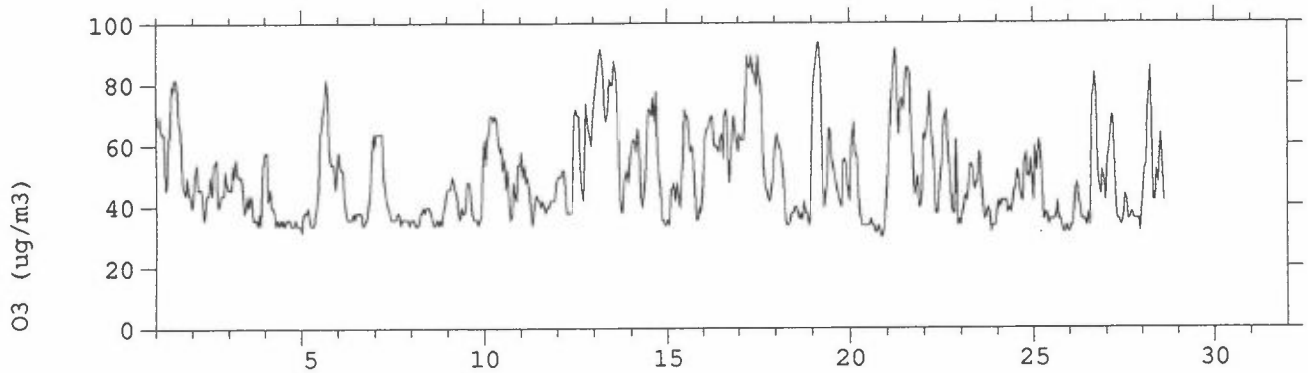
Måned : Oktober 1993



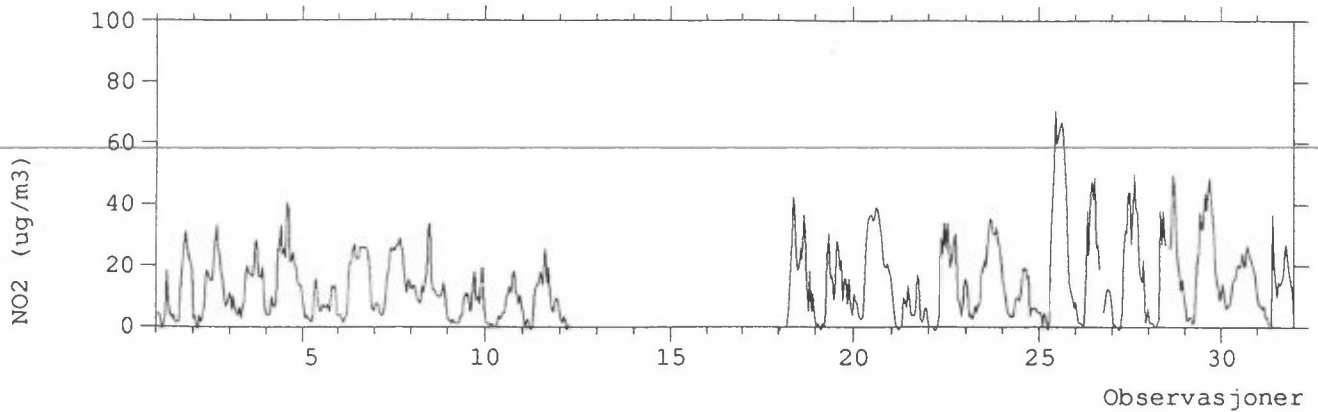
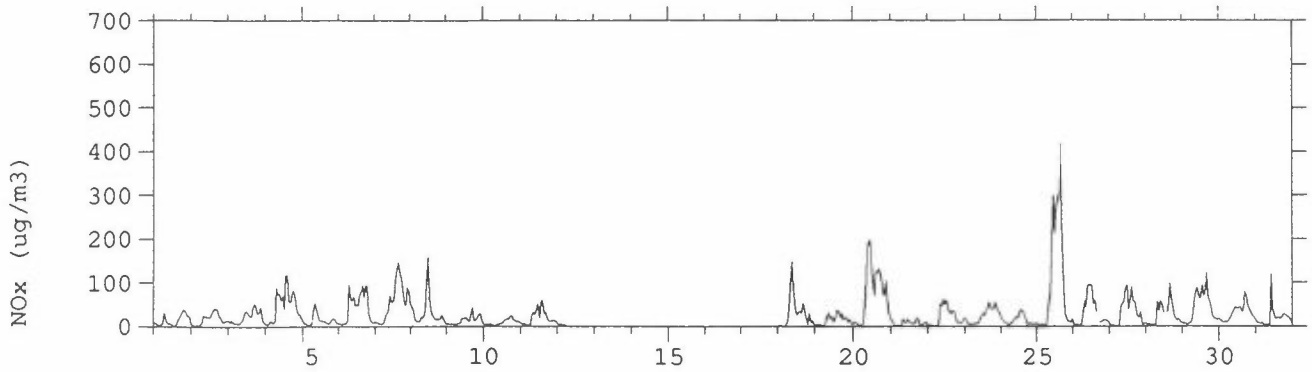
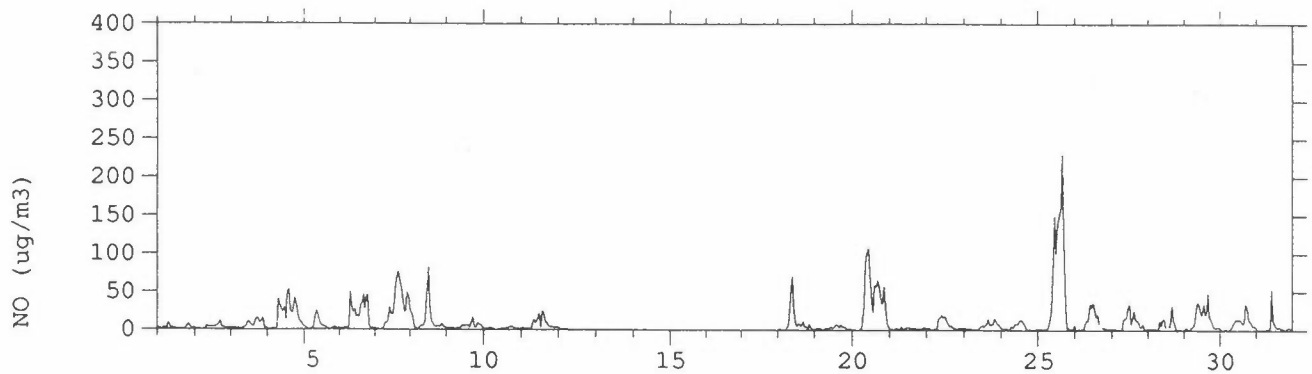
Stasjon: Kulturhuset
Måned : Oktober 1993



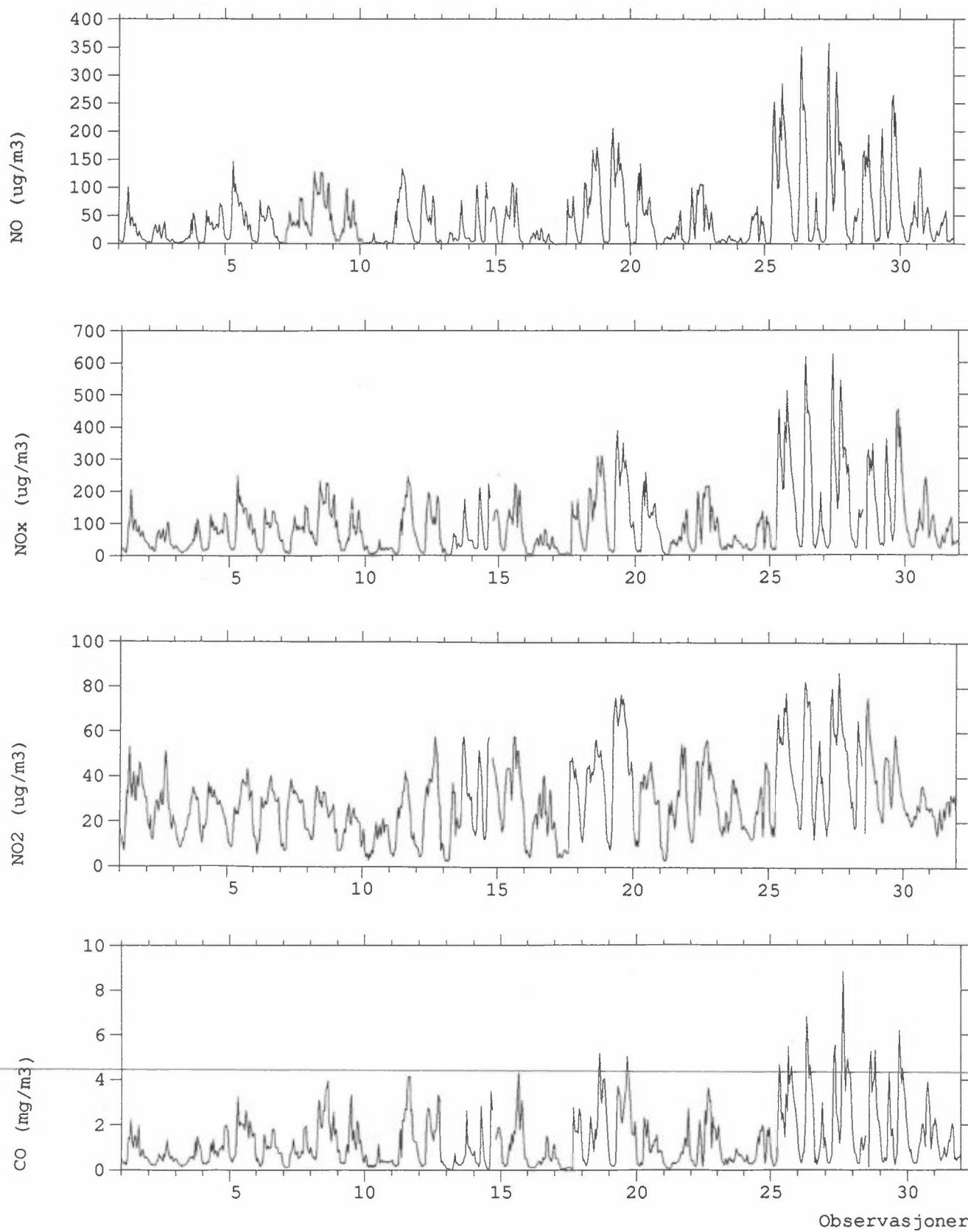
Stasjon: Kulturhuset
Måned : Oktober 1993



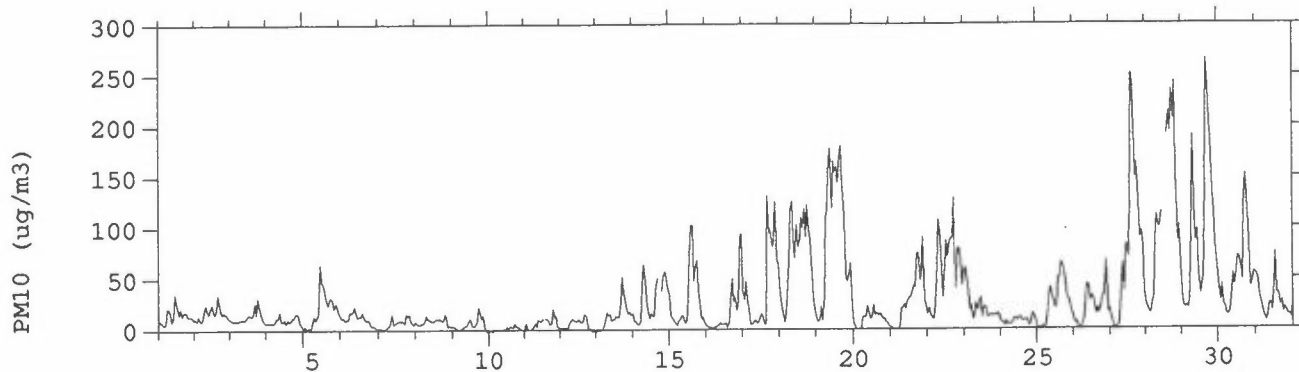
Stasjon : Stapesletta
Måned : Oktober 1993



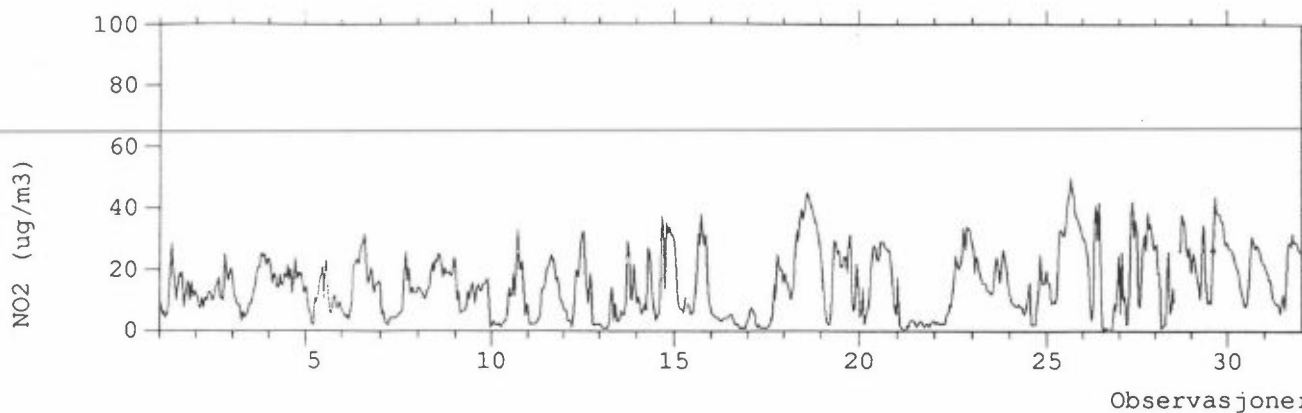
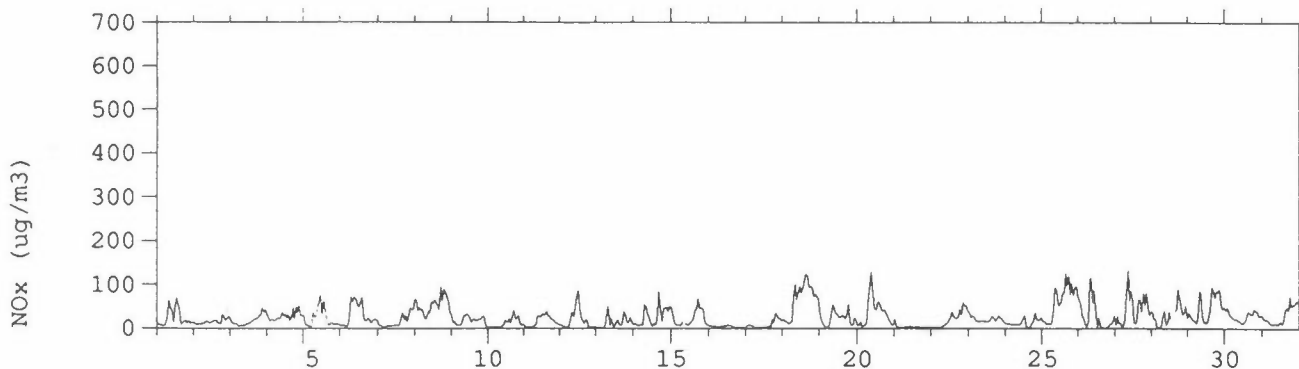
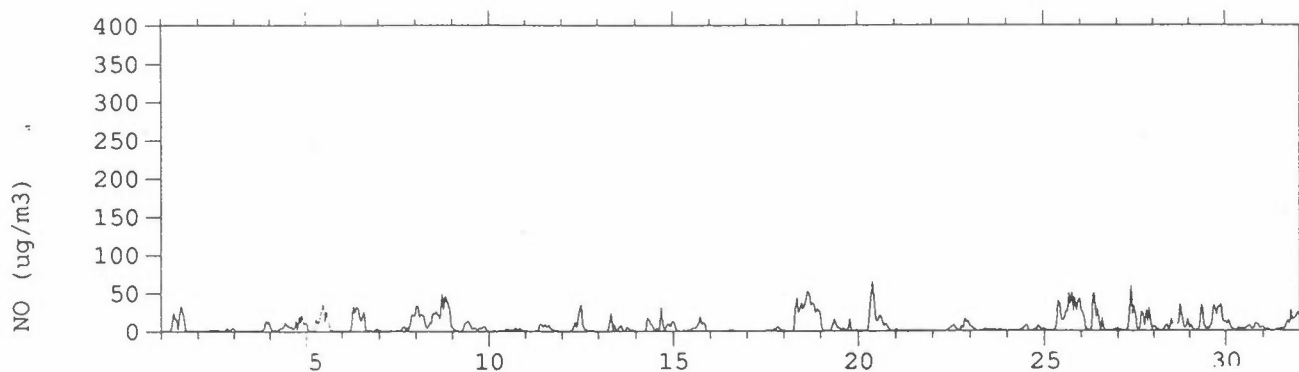
Stasjon: Fåberggata
Måned : Oktober 1993



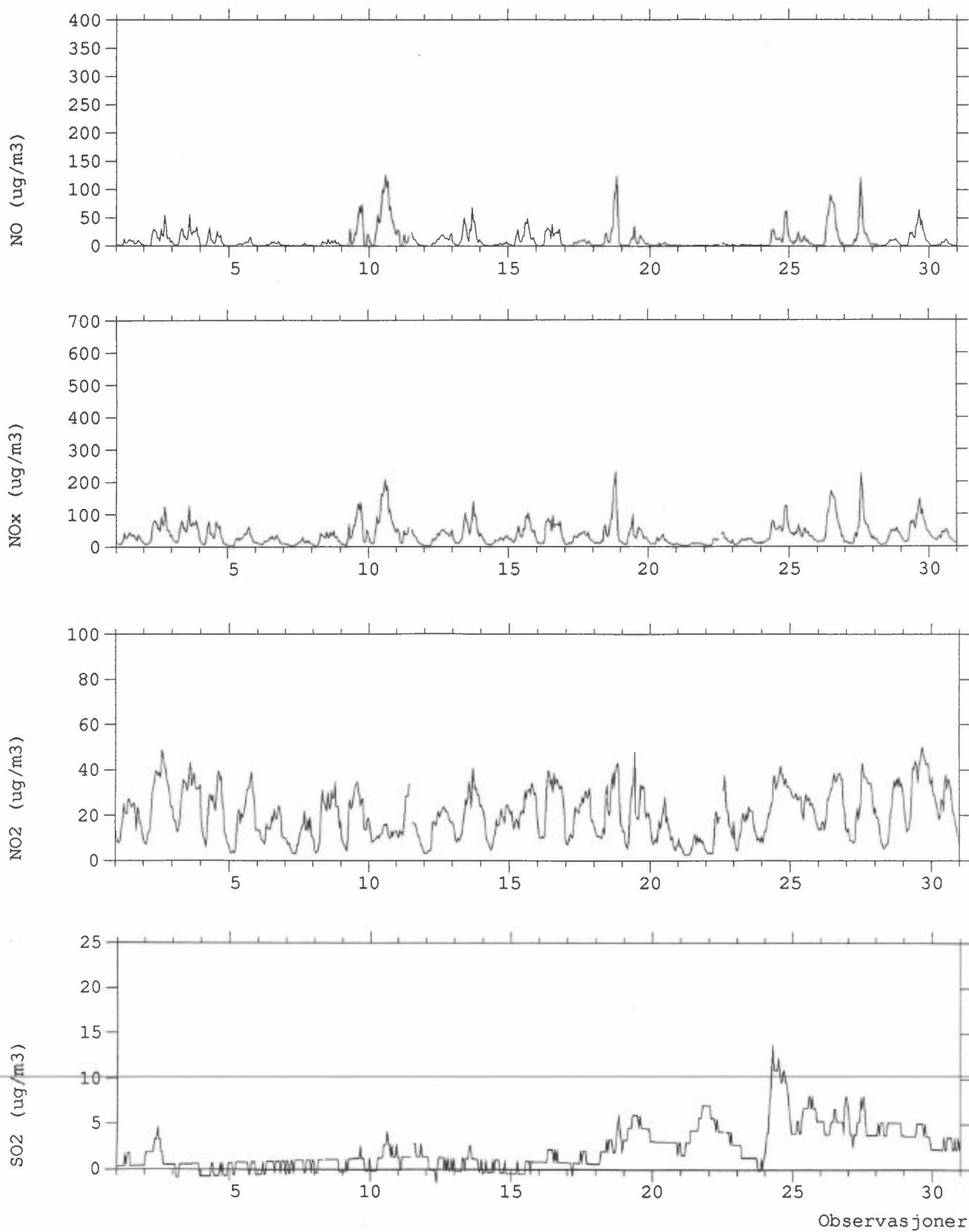
Stasjon: Fåberggata
Måned : Oktober 1993



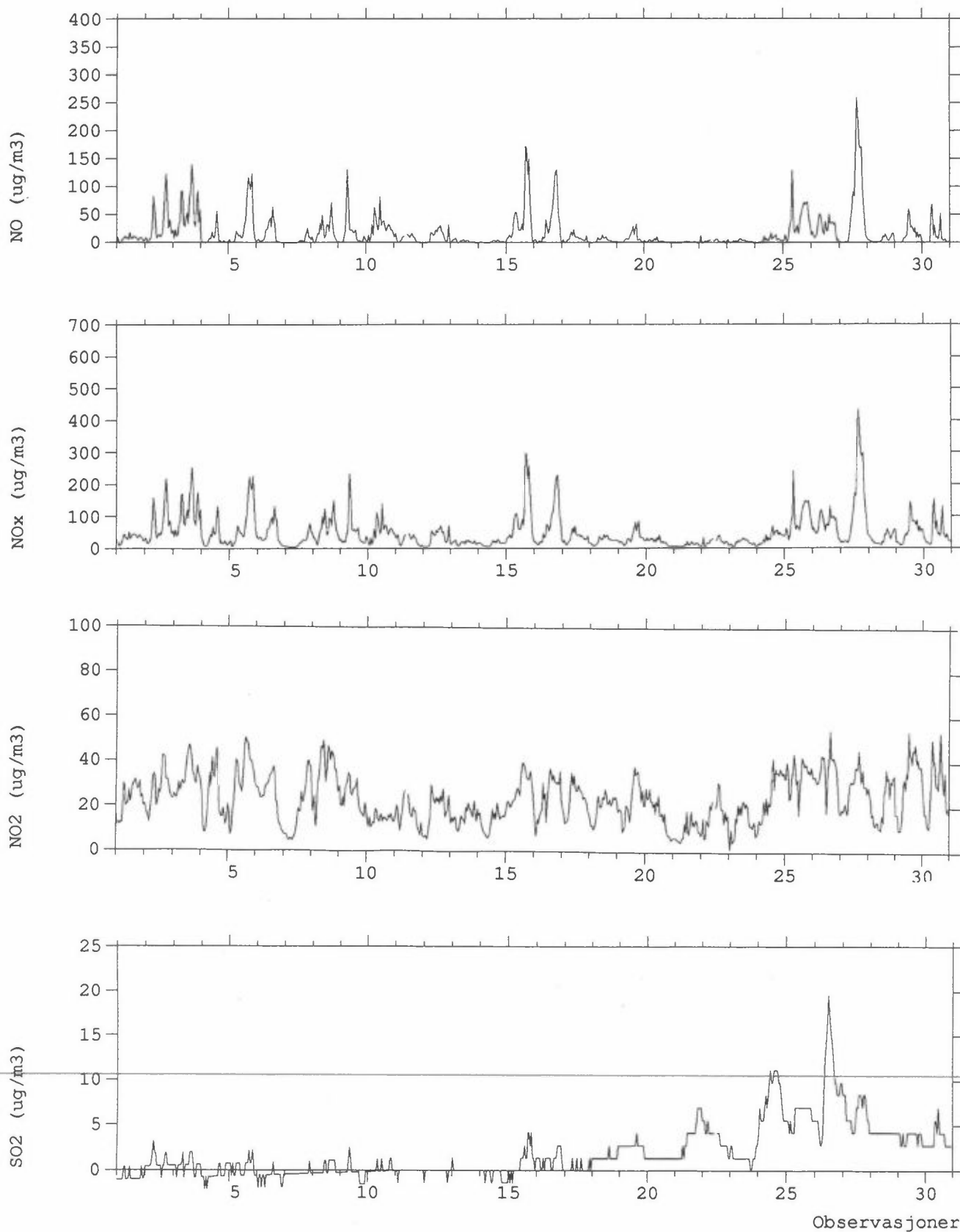
Stasjon : Hafjell
Måned : Oktober 1993



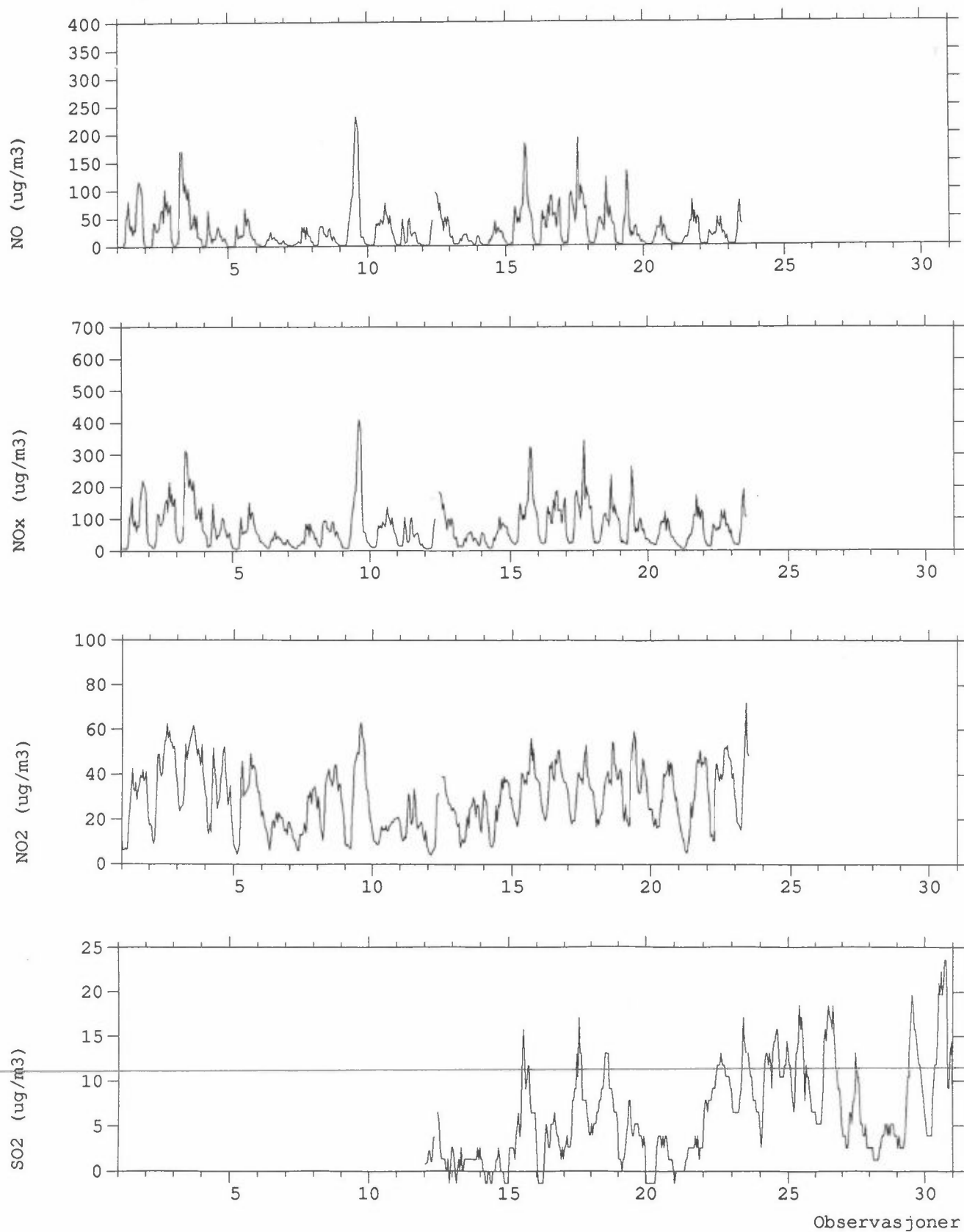
Stasjon: Fjellhallen
Måned : November 1993



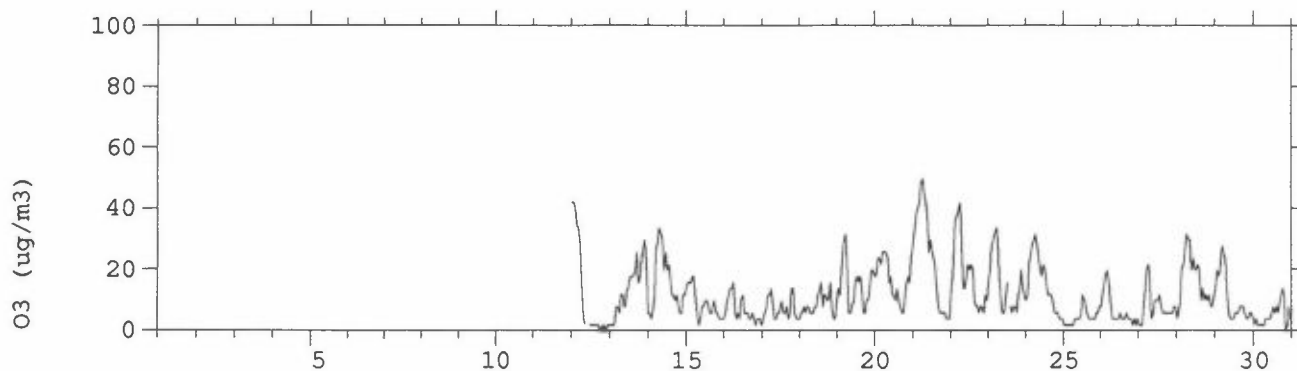
Stasjon: Vikingskipet
Måned : November 1993



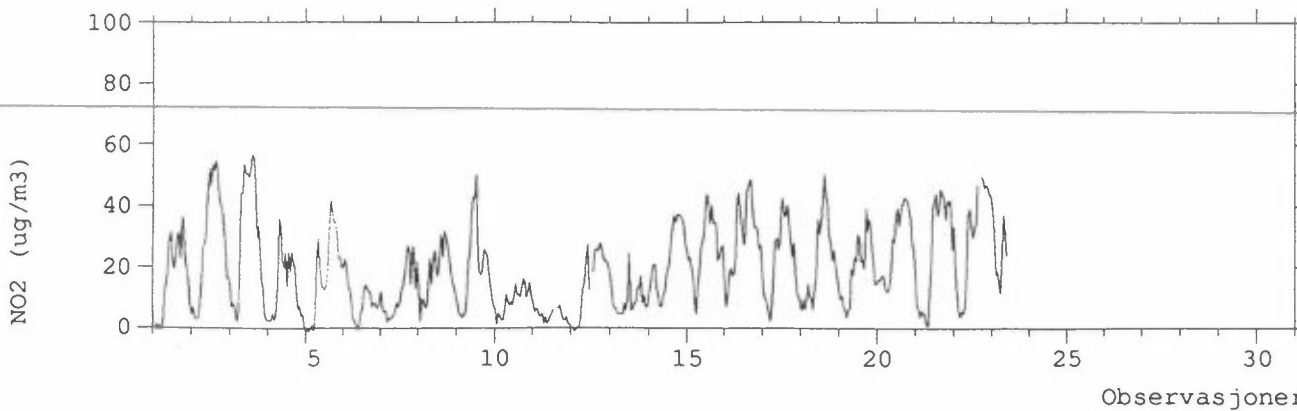
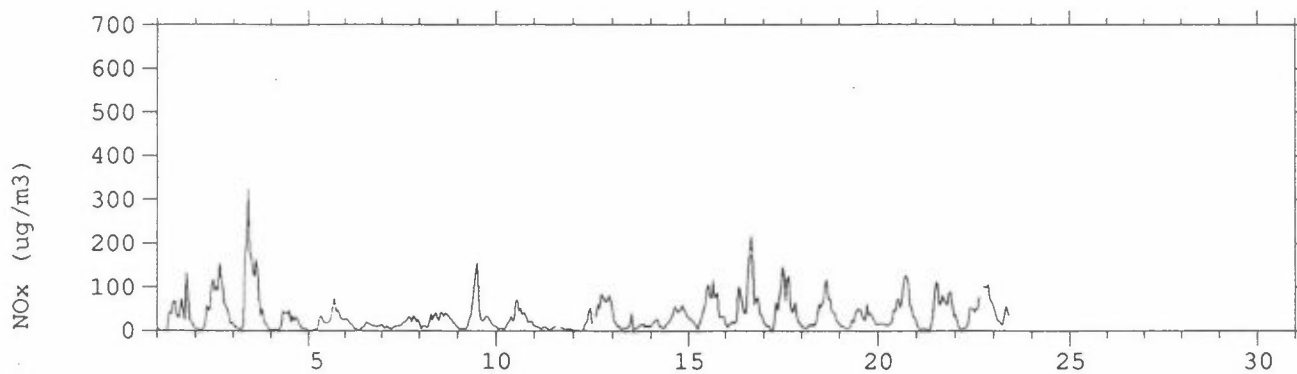
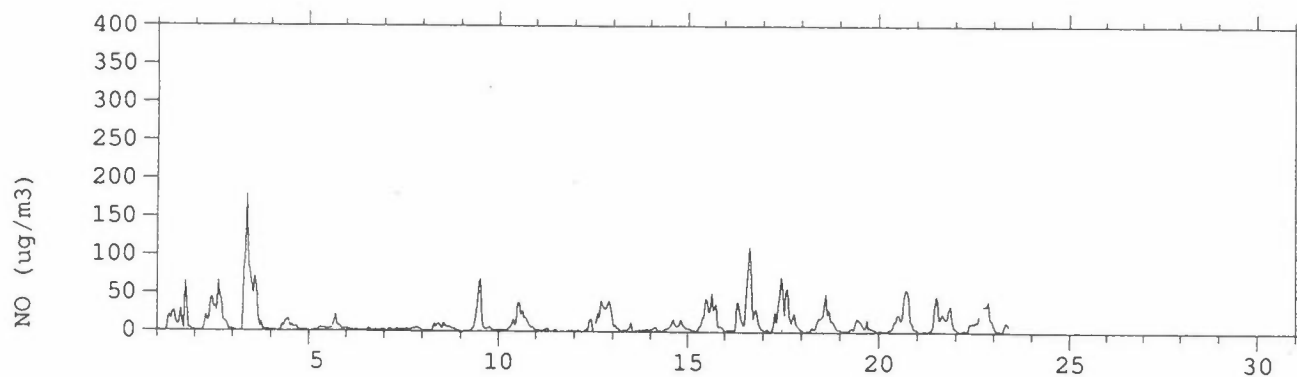
Stasjon: Kulturhuset
Måned : November 1993



Stasjon: Kulturhuset
Måned : November 1993

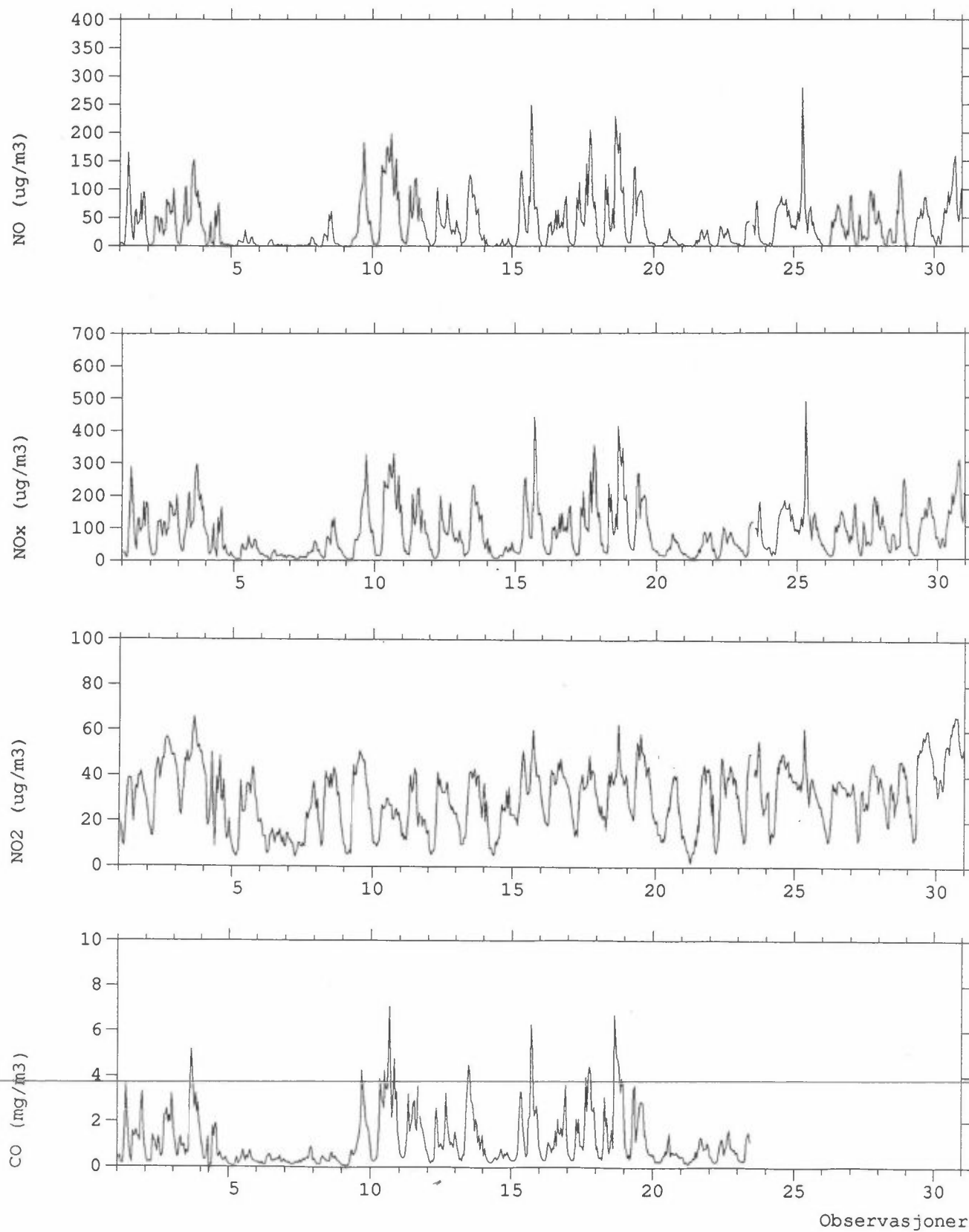


Stasjon : Stapesletta
Måned : November 1993

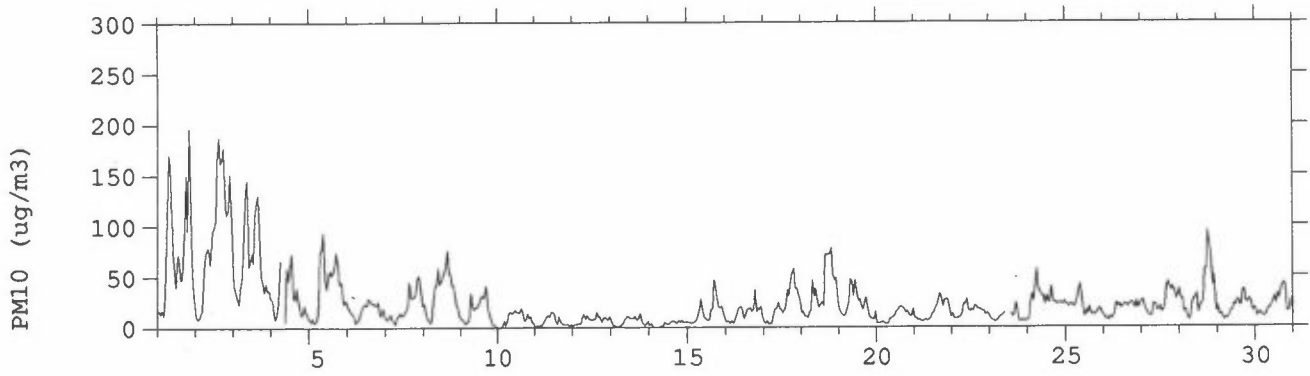


Observasjoner

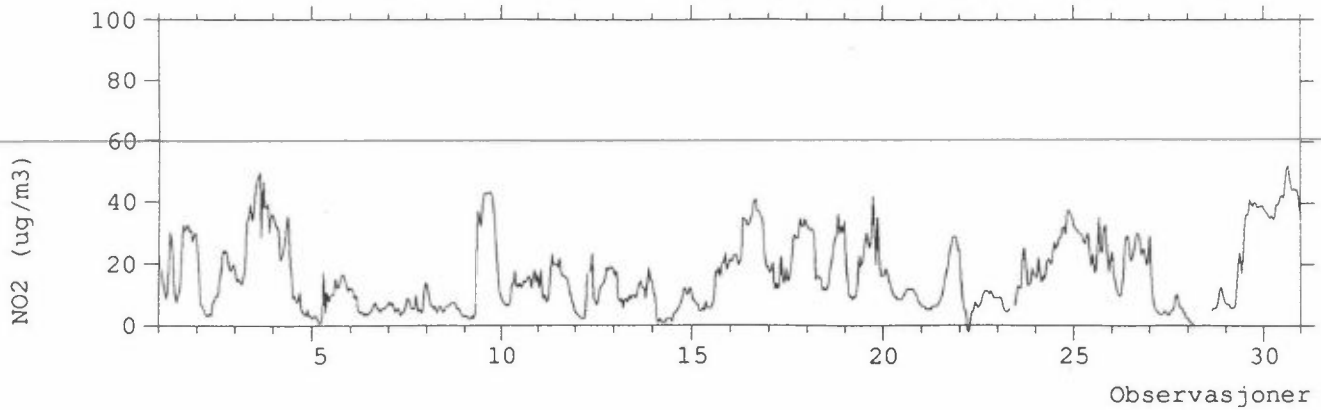
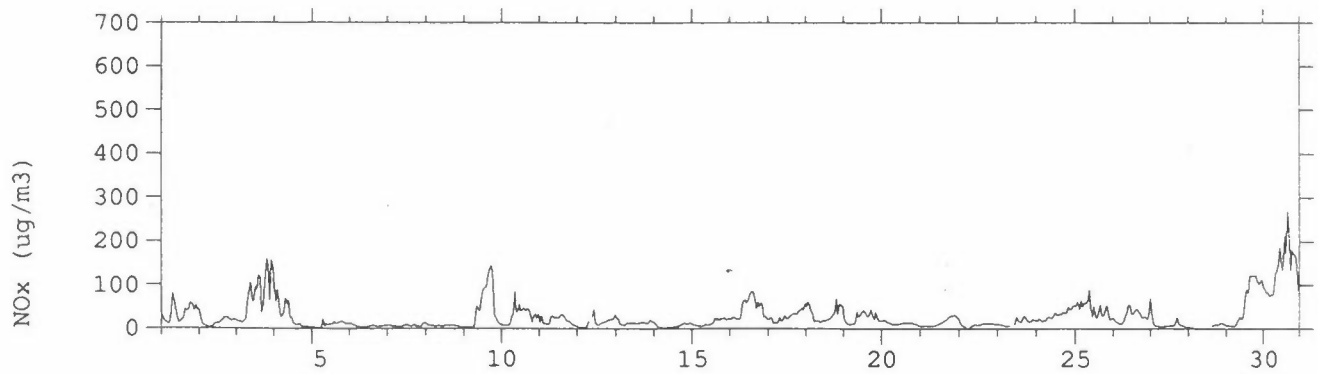
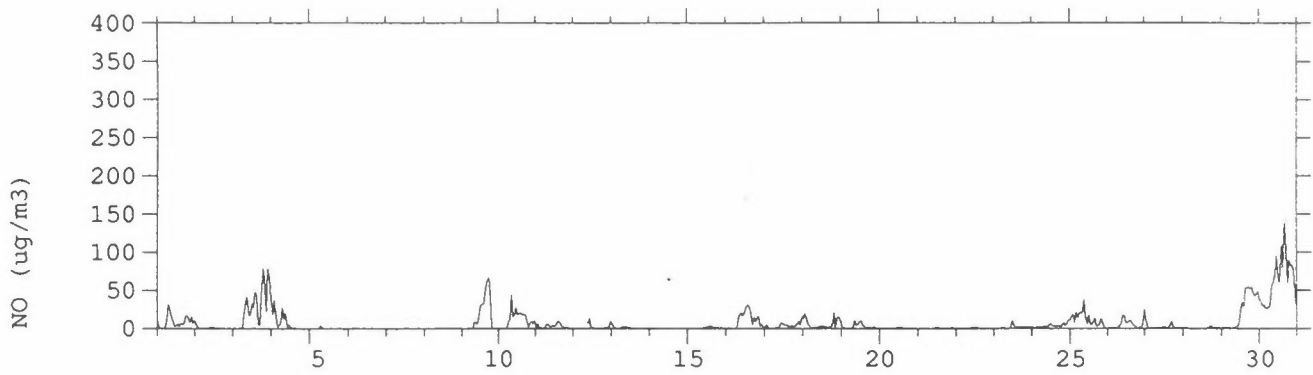
Stasjon: Fåberggata
Måned : November 1993



Stasjon: Fåberggata
Måned : November 1993



Stasjon : Hafjell
Måned : November 1993





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

RAPPORTTYPE OPPDRAKS RAPPORT	RAPPORT NR. OR 1/94	ISBN-82-425-0535-7	
DATO 17.1.1994	ANSV. SIGN. <i>Olav Lund</i>	ANT. SIDER 72	PRIS NOK 120,-
TITTEL ENSIS - LUFT MÅLEPROGRAM September-november 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 september-november 1993			
TITLE ENSIS-AIR Measurement programme September-November 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 September-November 1993.			

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