

NILU
OPPDRAGSRAPPORT NR: 10/79
REFERANSE: 21377, 22978
DATO: MAI 1979

MÅLINGER AV OZON I OSLO OG
NEDRE TELEMARK SOMMEREN 1978

AV

JØRGEN SCHJOLDAGER *

OLAV THORSTAD **

*
NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM

**
STATENS FORURENSNINGSTILSYN,
KONTROLLSEKSJONEN FOR INDUSTRIFORURENSNING I
NEDRE TELEMARK, 3900 PORSGRUNN

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
SAMMENDRAG	5
1 INNLEDNING	7
2 GRENSEVERDIER FOR OZON	11
3 RESULTATER OG DISKUSJON	12
3.1 Datatilgjengelighet	12
3.2 Overskridelse av grenseverdier	13
3.3 Midlere døgnforløp	15
3.4 Representativitet av sommeren 1978	17
3.4.1 Oslo	17
3.4.2 Nedre Telemark	20
3.5 Samvariasjon mellom ozonkonsentrasjon og lokalmeteorologiske data	22
3.5.1 Vindretning	22
3.5.2 Vindhastighet	24
3.5.3 Temperatur	24
3.6 Enkelte ozonepisoder	28
3.6.1 22-23.6.78	28
3.6.2 29-31.7.78	31
3.6.3 21-22.8.78	35
3.6.4 29-30.8.78	38
3.7 Drøfting av ozondannelsen	38
4 KONKLUSJON	42
5 REFERANSELISTE	44
VEDLEGG A: TIMESVERDIER FOR OZON ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
1.5-30.9.78	45

SAMMENDRAG

Fotokjemiske oksydanter dannes ved kjemiske reaksjoner mellom nitrogenoksyder, organiske stoffer og oksygen under påvirkning av solstråling. Ozon er den viktigste av de fotokjemiske oksydantene og brukes derfor gjerne som en indikator på den fotokjemiske aktiviteten i atmosfæren.

Sommeren 1978 ble det målt ozon på to steder i Oslo; Maridalen og Stovner, og fire steder i nedre Telemark; Trosby, Ås, Bjørnstadjordet og Falkum. Målestedene var de samme som i 1977. Målingene på Ås, Bjørnstadjordet og Falkum ble utført av Statens forurensningstilsyn (SFT) Kontrollseksjonen for industriforurensning i nedre Telemark. Målingene i Maridalen, Stovner og Trosby ble utført av NILU på oppdrag fra Miljøverndepartementet.

Måleresultatene er sammenliknet med vanlig brukte grenseverdier for ozon. Verdens helseorganisasjon (WHO) anbefaler $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som maksimal timesverdi, mens den amerikanske grenseverdien i februar 1979 ble endret fra $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ til $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$. På alle målestedene ble det målt konsentrasjoner høyere enn WHOs grenseverdi, men ikke høyere enn den nye amerikanske grenseverdien.

Det ble målt høyest verdier i Maridalen og på Trosby. Høyeste timesverdi, $231 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ble registrert på Trosby 29.7.79 kl 17. Høyeste timesverdi i Oslo, $184 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ble registrert i Maridalen 21.8.78 kl 24.

Det var noe færre høye verdier i Oslo i 1978 enn i 1977, mens det var noe flere høye verdier i nedre Telemark i 1978 enn i 1977. Både i Oslo og nedre Telemark var gjennomsnittlig ozonkonsentrasjon for hele sommeren lavere i 1978 enn i 1977.

Sommeren 1978 er sammenliknet med 1977 og gjennomsnitt for tidligere år med hensyn til solstråling og temperatur. Det var i middel mindre solstråling og lavere temperatur sommeren 1978 enn 1977 og også mindre enn gjennomsnitt for tidligere år.

De fleste høye ozonkonsentrasjoner sommeren 1978 forekom når luftmassene på stor skala var transportert fra sørvest, sør og sørøst. Disse retningene er de som vanligvis fører med seg forurensninger fra fjerntliggende områder. Det synes derfor som om ozondannelsen sommeren 1978 for en stor del skyldes utslipp i andre land, særlig i Storbritannia og det europeiske kontinentet. Sommeren 1977 var forholdet noe annerledes. Da ble det konkludert at de høye ozonverdiene i hovedsak skyldtes utslipp i Oslo, Oslofjord-området og nedre Telemark.

MALINGER AV OZON I OSLO OG NEDRE TELEMARK SOMMEREN 1978

1 INNLEDNING

Fotokjemiske oksydanter er et fellesnavn på sterkt oksyderende stoffer som dannes i atmosfæren fra nitrogenoksyder, organiske stoffer og oksygen med solstråling som drivende kraft. Ozon er den viktigste av oksydantene og brukes derfor gjerne som indikator for fotokjemiske oksydanter, men det dannes også bl.a. hydrogenperoksyd og organiske peroksy-forbindelser. Den best kjente organiske peroksy-forbindelsen er peroksyacetylnitrat (PAN). Andre stoffer dannes også, f.eks. salpetersyrling, salpetersyre, formaldehyd og akrolein.

De værforholdene som særlig favoriserer dannelsen av ozon og andre fotokjemiske oksydanter, er høy temperatur og stråling og svake vinder. Ved ca 60^oN er det stort sett månedene april - august som har tilstrekkelig solstråling til at høye konsentrasjoner kan forekomme.

Sommeren 1978 ble det målt ozon to steder i Oslo og fire steder i nedre Telemark. Målestedene var de samme som sommeren 1977 (1,2).

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Miljøverndepartementet foretatt målinger i Maridalen (like nord for Maridalsvatnet) og på Stovner (i Groruddalen), se figur 1. Statens forurensningstilsyn (SFT), Kontrollseksjonen for industriforurensning i nedre Telemark, har utført målinger på Ås, Bjørnstadjordet og Falkum som ledd i overvåkingen av luftforurensninger i distriktet (se figur 2 og 3).

Videre har NILU på oppdrag fra Miljøverndepartementet utført målinger på Trosby, som ligger ved kysten mellom Kragerø og Langesund, se figur 2 og 4.

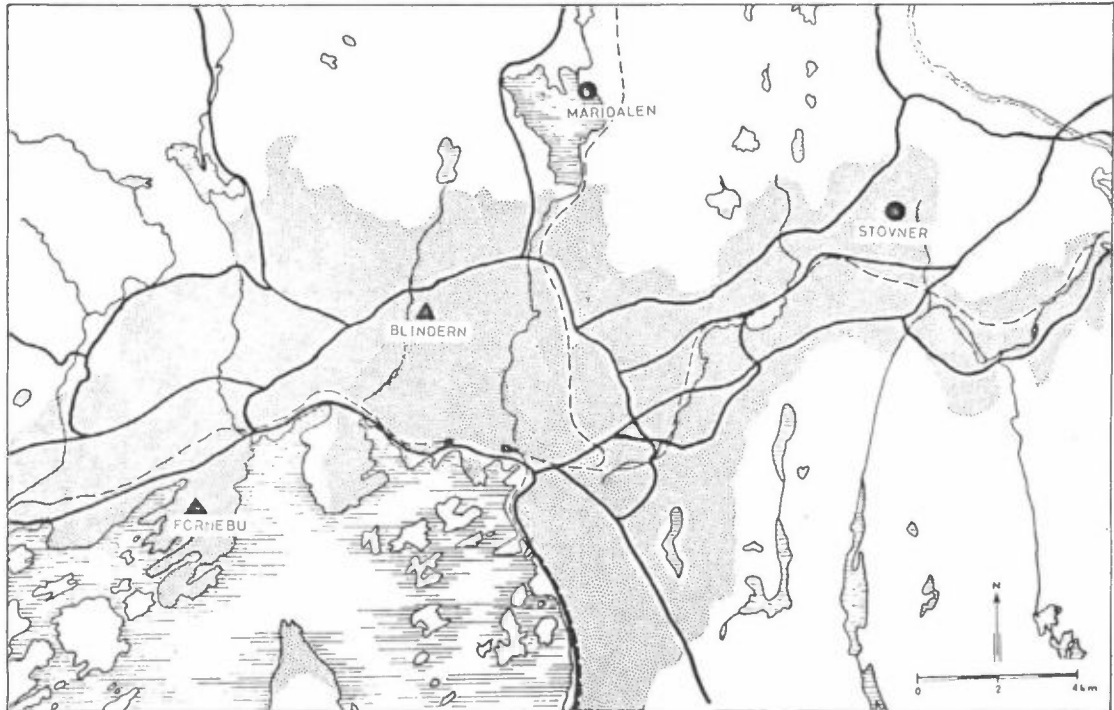
Følgende måleperioder vil bli diskutert i denne rapporten:

Maridalen	13.6 - 19.9.1978
Stovner	13.6 - 30.9.1978
Trosby	12.5 - 30.9.1978
Ås	3.5 - 30.9.1978
Bjørnstadjordet	3.5 - 30.9.1978
Falkum	3.5 - 30.9.1978

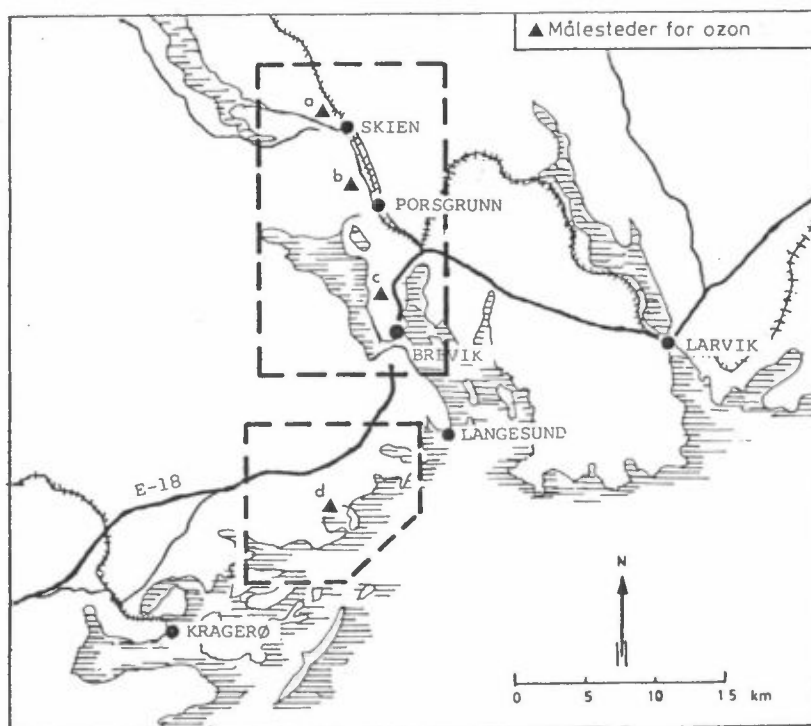
I rapporten vil det også bli diskutert målinger av ozon fra fly over Oslo og Telemark, foretatt 31.7, 1.8 og 9.8 1978.

I tillegg har SFT utført målinger på Ås før og etter periodene ovenfor. For resultatene fra disse periodene henvises til Kontrollseksjonens årsrapport (3).

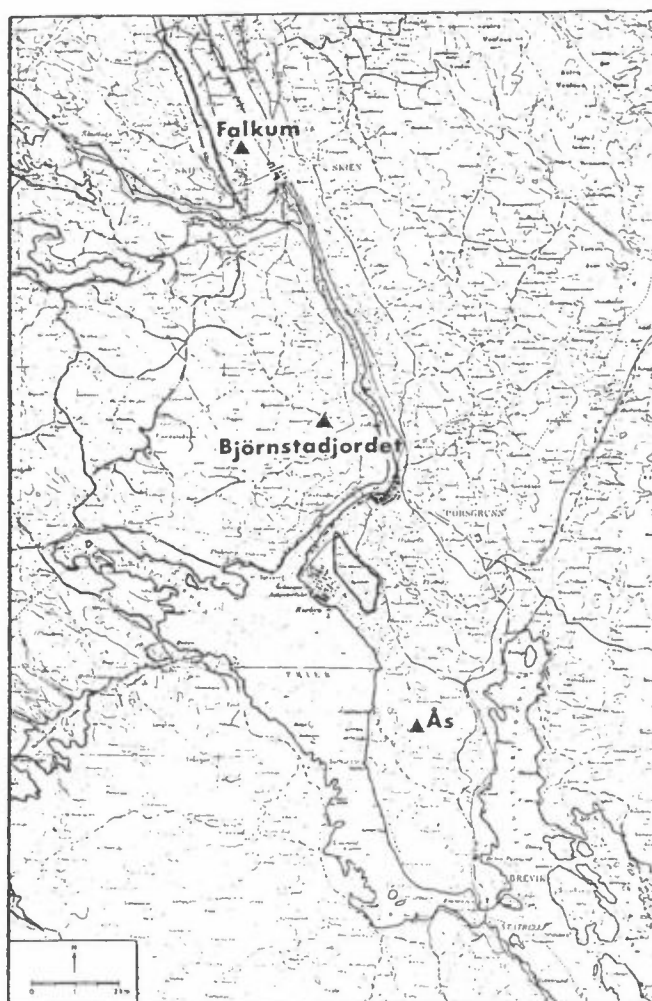
På NILUs målesteder i Maridalen og Trosby er det brukt "Bendix" ozonmålere, basert på kjemiluminescens mellom ozon og etylen. På Stovner og i flyet ble det brukt en "Dasibi" ozonmåler, basert på absorpsjon av ultrafiolett stråling. På SFTs målesteder, Ås, Bjørnstadjordet og Falkum, ble det brukt "Philips" ozonmålere, basert på kjemiluminescens mellom ozon og fargestoffet Rhodamin B. Alle apparatene er kalibrert ved en standard våtkjemisk metode, nøytralt bufret kaliumjodid (4).



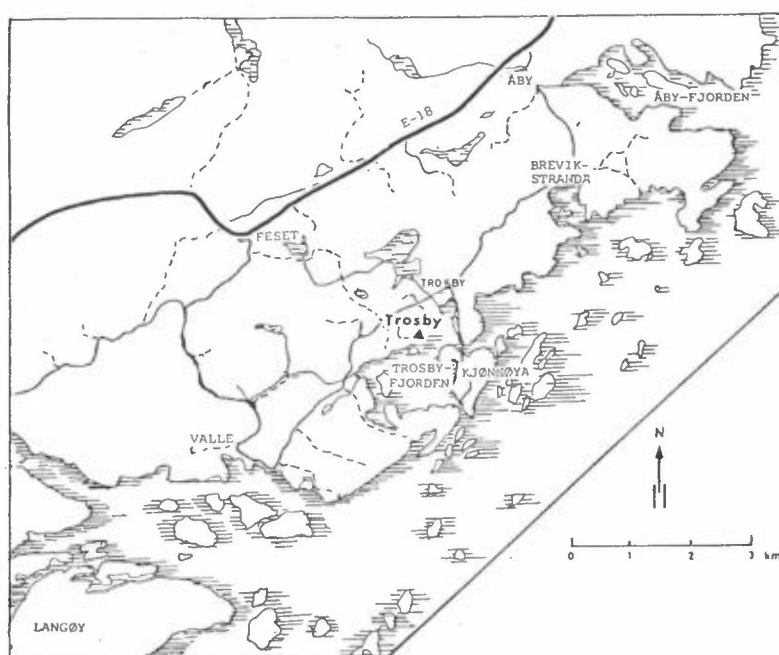
Figur 1: Kartskisse over Oslo-området. Ozonmålinger er foretatt i Maridalen og på Stovner. Meteorologiske målinger er foretatt av Meteorologisk institutt på Blindern og Fornebu. By/tettbygd strøk er skravert.



Figur 2: Målesteder for ozon i nedre Telemark sommeren 1978. De stiplede feltene er forstørret i figur 3 og 4. a: Falkum, b: Bjørnstadjordet, c: Ås, d: Trosby.



Figur 3: Målesteder for ozon i Skien/Porsgrunn 1978.



Figur 4: Kartskisse over målestedet Trosby.

2 GRENSEVERDIER FOR OZON

Flere land har satt grenseverdier for ozon i uteluft. I tabell 1 er det gjengitt noen grenseverdier fra USA, Canada, Japan, samt fra Nederland (Rotterdam-området) og Verdens helseorganisasjon, WHO (5). Den amerikanske grenseverdien ble i februar 1979 endret fra 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ til 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (6). I Norge er det ennå ikke foreslått retningslinjer for ozon.

I tabellen er det gjengitt ulike typer av grenseverdier. Canadas "maximum desirable level" er noe lavere enn WHO's "recommended long term goal" og Japans grenseverdi. Disse representerer en ønsket situasjon, dvs den som planleggingen bør rettes inn mot. Disse grenseverdiene har en sikkerhetsmargin på ca 2 med hensyn til helseeffekter, men mindre med hensyn til planteskader.

Tabell 1: Grenseverdier for ozon.

	Grenseverdi timesmiddel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Merknader
USA	240	Tillatt forventet overskridelse en gang pr. år.
Canada	100 160 300	"Maximum desirable level" "Maximum acceptable level" "Maximum tolerable level"
Japan	120	
Verdens helseorgani- sasjon	120	"Recommended long term goal"
Rotterdam- området, Nederland	200	Laveste "alarmnivå", myndighetene kan anmode om utslippsreduksjoner.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

En fullstendig oversikt over måleresultatene er gjengitt i figurene i vedlegg A.

3.1 Datatilgjengelighet

Datatilgjengelighet defineres som antall timer med data i prosent av totalt antall timer i måleperioden. I tabell 2 er datatilgjengeligheten gitt for de seks målestedene.

Tabell 2: Datatilgjengelighet, ozonmålinger, sommeren 1978.

Målested	Måle- periode	Antall timer	Antall timer med data	Data- tilgjengelighet %
Maridalen	13.6 - 19.9	2351	1759	74.8
Stovner	13.6 - 30.9	2537	1986	78.3
Trosby	12.5 - 30.9	3395	2815	82.9
Ås	3.5 - 30.9	3615	3355	92.8
Bjørnstad- jordet	3.5 - 30.9	3612	3562	98.6
Falkum	3.5 - 30.9	3611	2957	81.9

Den noe varierende datatilgjengeligheten skyldes tekniske problemer på enkelte av målestedene.

3.2 Overskridelse av grenseverdier

På ingen av målestedene ble det registrert verdier over den nye amerikanske grenseverdien på $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I tabell 3 har en sammenliknet resultatene med grenseverdien $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, som er anbefalt av WHO. Flest høye verdier ble målt i Maridalen og Trosby.

Tabell 3: Timesverdier for ozon høyere enn $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (grenseverdi, WHO) sommeren 1978.

Målested	Antall timesverdier	Verdier høyere enn $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Antall timer	%
Maridalen	1759	137	7.8
Stovner	1986	11	0.6
Trosby	2815	149	5.3
Ås	3355	33	1.0
Bjørnstadjordet	3562	33	0.9
Falkum	2957	39	1.3

Tabell 4 gir antall døgn med en eller flere timesverdier over $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, samt høyeste timesverdi. De høyeste verdiene forekom både i Oslo og nedre Telemark i to perioder, nemlig 29-30.7 og 21.8. Disse periodene vil bli nærmere drøftet i pkt 3.6.

Tabell 4: Antall døgn med en eller flere timesverdier høyere enn $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, samt høyeste timesverdi på hvert målested.

Målested	Antall døgn med en eller flere timesverdier over $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Høyeste timesverdi	
		Konsentrasjon $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tidspunkt
Maridalen	22	184	21.8 kl 24
Stovner	2	147	30.7 kl 14-15
Trosby	35	231	29.7 kl 17
Ås	8	148	21.8 kl 20
Bjørnstadjordet	10	144	30.7 kl 12
Falkum	10	151	30.7 kl 13

Den høyeste verdien sommeren 1978, $231 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ble altså registrert på Trosby 29.7 kl 17. Det var imidlertid mindre tekniske problemer med målingene på Trosby i perioden 28.7 - 1.8. Usikkerheten i målingene i denne perioden kan anslås til 10-15%, mot normalt 5-10%.

I tabell 5 er timesverdiene over $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fordelt på de enkelte måneder. Flest høye verdier forekom i månedene mai - august.

Tabell 5: Timesverdier av ozon høyere enn $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fordelt på de enkelte måneder.

Målested	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Sum
Maridalen	-	59	27	51	0	137
Stovner	-	0	11	0	0	11
Trosby	25	35	39	42	8	149
Ås	8	2	18	5	0	33
Bjørnstadjordet	10	12	11	0	0	33
Falkum	1	20	15	3	0	39

I tabell 6 er timesverdiene over $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fordelt på ulike tider på døgnet. Flest høye verdier forekom om ettermiddagen, mellom kl 13 og 18. Dette er i samsvar med resultater fra 1976 og 1977 (1,2,7).

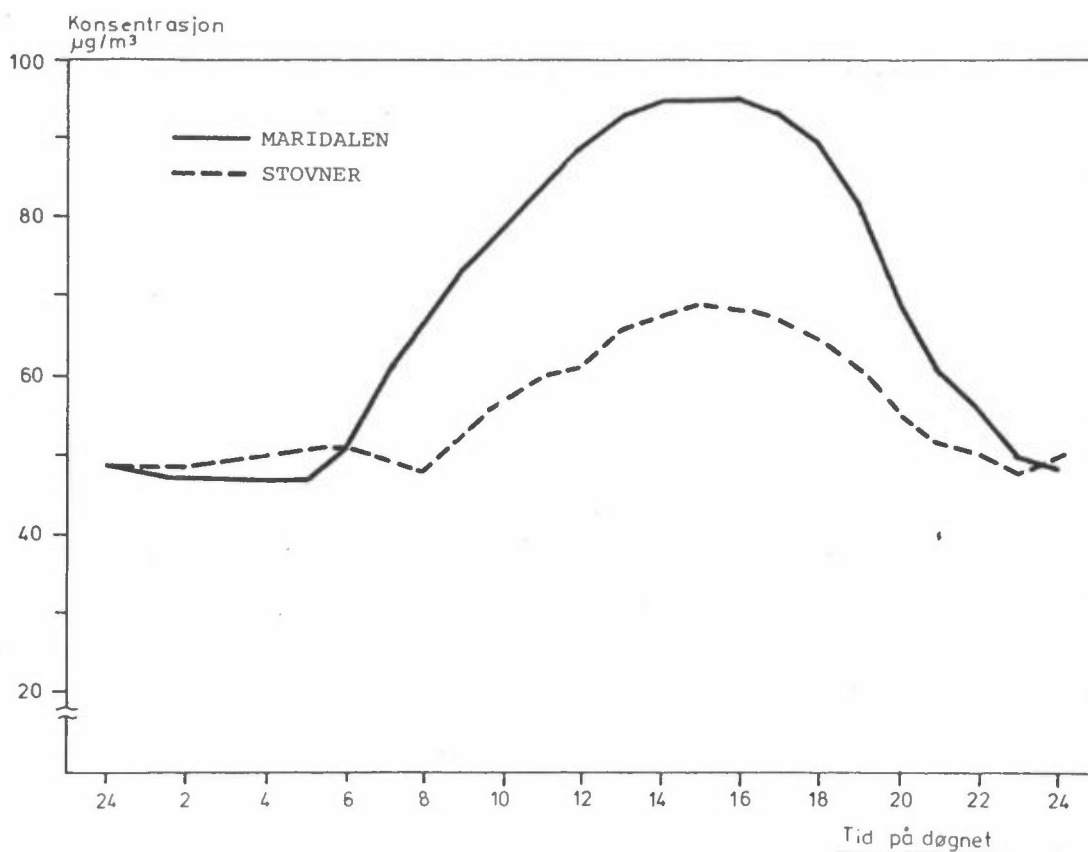
Tabell 6: Timesverdier av ozon høyere enn $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fordelt på tid på døgnet.

Målested	kl 01-06	kl 07-12	kl 13-18	kl 19-24	Sum
Maridalen	8	28	81	20	137
Stovner	0	0	10	1	11
Trosby	20	26	72	31	149
Ås	0	9	16	8	33
Bjørnstadjordet	2	7	21	3	33
Falkum	3	9	20	7	39

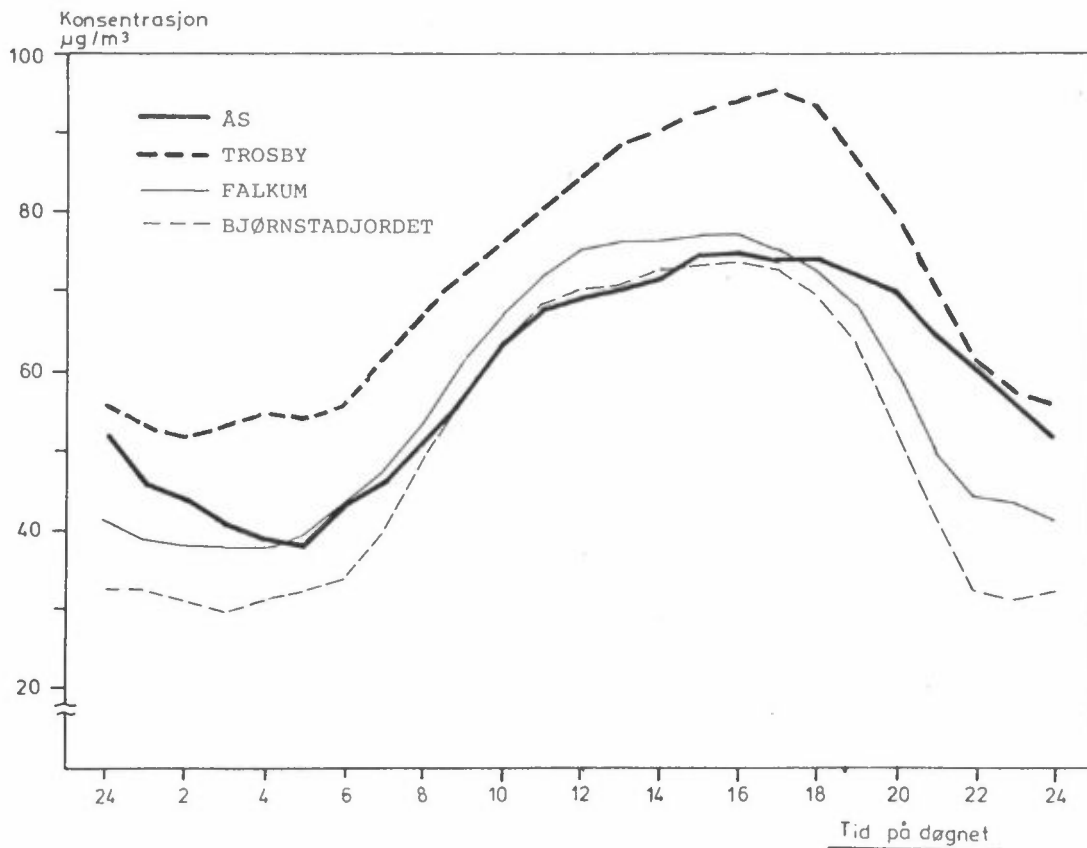
3.3 Midlere døgnsforløp

I figur 5 og 6 er gitt midlere døgnsforløp for månedene juni-august på de seks målestedene. Det framgår at verdiene i Maridalen var høyere enn på Stovner, og at verdiene på Trosby var høyere enn Ås, Bjørnstadjordet og Falkum. Det samme var tilfellet i 1977 (1,2).

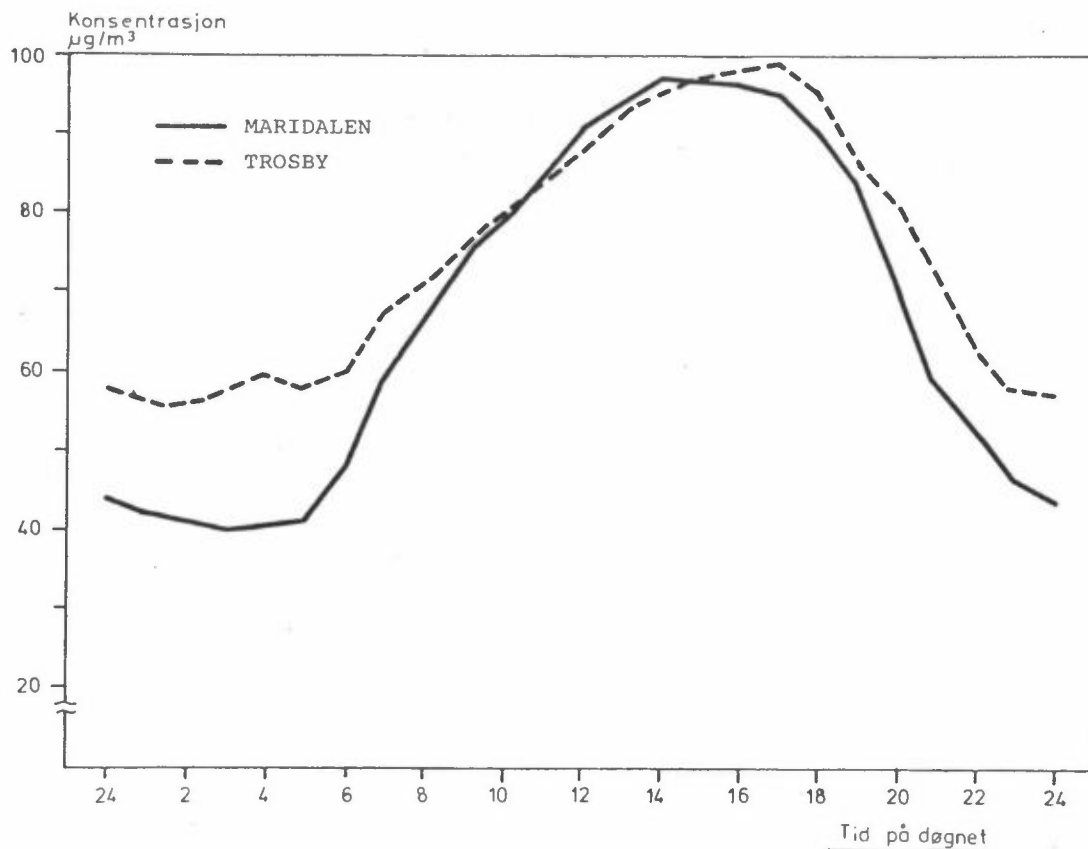
En sammenlikning mellom Maridalen og Trosby er vist i figur 7, der en bare har tatt med de timene begge stasjonene har vært i drift. Det framgår av figur 7 at konsentrasjonen om natta var høyest på Trosby. Om dagen var maksimal konsentrasjon i middel svært lik.



Figur 5: Døgnfordeling av gjennomsnittlige, timevise ozon-konsentrasjoner, Maridalen og Stovner, juni-august 1978.



Figur 6: Døgnfordeling av gjennomsnittlige, timevise ozon-konsentrasjoner, nedre Telemark, juni-august 1978.



Figur 7: Døgnfordeling av gjennomsnittlige, timevise ozon-konsentrasjoner, Maridalen og Trosby, juni-august 1978. Bare timer med begge målerne i drift er inkludert.

3.4 Representativitet av sommeren 1978

3.4.1 Oslo

Globalstrålingen, som er totalt innfallende kortbølget stråling på en horisontal flate, måles rutinemessig ved hjelp av solari-meter på endel av værstasjonene til Meteorologisk institutt (MI). I tabell 7 er det gitt månedsmiddelverdier for somrene 1977 og 1978 samt gjennomsnitt for 10 års-perioden 1966-75 på Blindern. Det framgår av tabellen at mai 1978 hadde høyere verdi enn for 10 års-perioden 1966-75, mens juni, juli, august og september 1978 hadde lavere verdier. Videre hadde juni 1978 mer stråling enn juni 1977, men ellers var det mindre stråling sommeren 1978 enn 1977.

Tabell 7: Globalstråling (W/m^2 , på en horisontal flate).
Middelverdier på Blindern for mai-september 1977, 1978
og gjennomsnitt for 1966-75.
(Kilde: Meteorologisk institutt.)

	Mai	Juni	Juli	August	September
1977	221	227	229	179	125
1978	203	239	194	170	98
Middel 1966-75	197	251	223	185	107

"Relativ solskinnstid" er en annen måte å angi solstrålingen på. Relativ solskinnstid måles med solskinnsautograf på en del av MIs værstasjoner og gir tiden med direkte solskinn i prosent av maksimalt mulig tid med direkte solskinn. I tabell 8 er det gitt relativ solskinnstid for sommermånedene i 1977 og 1978 på Blindern sammenliknet med gjennomsnitt for 10-årsperioden 1966-75 og 25 års-perioden 1953-77.

Det er et visst avvik mellom de to langtidsmidlene, særlig for juni og august. En sammenlikning mellom 1978 og langtidsmidlene viser at mai 1978 hadde like mye eller litt mer stråling enn normalt, mens de øvrige månedene hadde mindre enn normalt. En sammenlikning mellom 1978 og 1977 gir som resultat at det var mindre stråling i 1978, bortsett fra i juni, som hadde samme verdi for 1977 og 1978.

Tabell 8: Relativ solskinnstid (%).
Middelverdier på Blindern for mai-september 1977 og
1978, samt gjennomsnitt for 1966-75 og 1953-77.
(Kilde: Meteorologisk institutt.)

	Mai	Juni	Juli	August	September
1977	55.5	50.4	55.7	52.3	56.0
1978	44.7	50.4	39.7	47.5	29.5
Middel 1966-75	42.9	56.6	50.1	55.4	40.9
Middel 1953-77	44.7	51.7	47.4	48.8	39.3

Av tabell 7 og 8 kan en konkludere at det var mindre solstråling i 1978 enn det som er normalt og at det var mindre solstråling i 1978 enn i 1977.

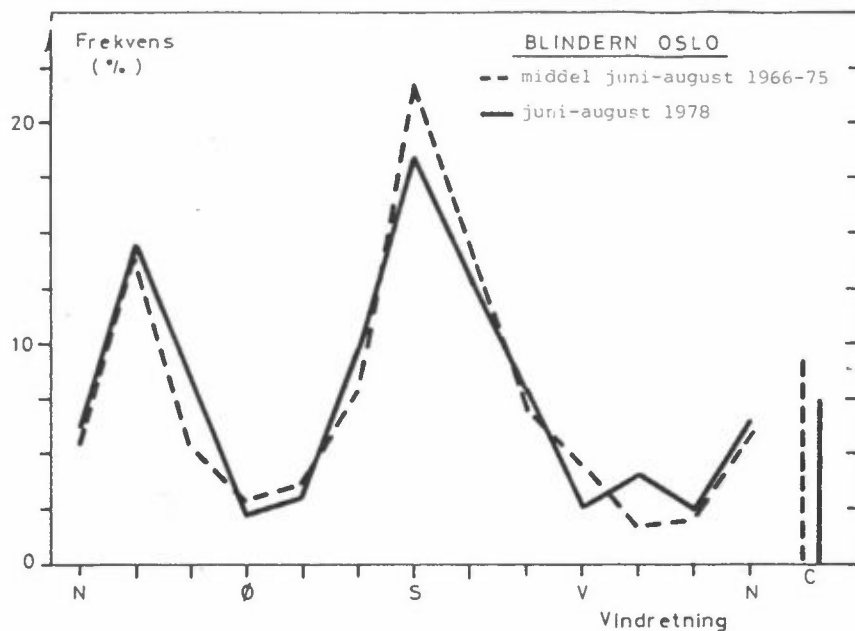
I tabell 9 er gitt middeltemperaturen for månedene mai - september 1977 og 1978 på Blindern, sammenliknet med 10 års-middelverdiene for 1966-75 og normalen 1931-60 som er MIs offisielle normalperiode. Av tabellen framgår at mai og juni 1978 var litt varmere enn normalt, mens juli, august og september var kaldere. Avviket fra normalen var større i 1978 enn i 1977.

Tabell 9: Middeltemperatur på Blindern for mai-september 1977 og 1978, samt gjennomsnitt for 1966-75 og 1931-60.
(Kilde: Meteorologisk institutt.)

	Mai	Juni	Juli	August	September
1977	11.3	15.3	16.4	15.5	10.2
1978	11.5	16.0	15.2	14.8	9.1
Middel 1966-75	10.6	15.7	16.7	15.9	11.1
Normal 1931-60	10.7	14.7	17.3	15.9	11.3

I figur 8 er det gitt vindretningsfordelingen for 3 måneders-perioden juni-august 1978 sammenliknet med gjennomsnittet for 1966-75, basert på daglige observasjoner kl 07, 13 og 19 på Blindern. Det var litt høyere frekvens i 1978 av vind fra nordøstlig kant og lavere fra sørlig kant, enn gjennomsnittlig for sommermånedene 1966-75. Det var altså litt lavere frekvens av vind fra bykjernen til målestedene sommeren 1978 enn gjennomsnittlig for somrene 1966-75.

En oppsummering av representativiteten med hensyn til stråling, temperatur og vind sommeren 1978 gir som resultat at de lokale værforholdene tilsier mindre grad av ozondannelse ut fra lokale kilder enn det en kan regne som typisk for sommeren i Oslo-området.



Figur 8: Vindretningsfordeling på Blindern for månedene juni-august 1978 og 1966-75, basert på observasjoner kl 07, 13 og 19. C betyr vindstille. (Kilde: Meteorologisk institutt.)

3.4.2 Nedre Telemark

Globalstråling måles ikke på værstasjoner i Telemark. Relativ solskinnstid måles på Lyngør fyr, og målingene har pågått siden høsten 1973. I tabell 10 er det gitt relativ solskinnstid for Lyngør fyr for mai-september 1974-78. Sommeren 1978 var mindre solrik enn de fire foregående somre med unntak av august, som var noe mer solrik i 1978 enn i 1977.

Tabell 10: Relativ solskinnstid (%) for mai-september 1974-78 for Lyngør fyr.

(Kilde: Meteorologisk institutt.)

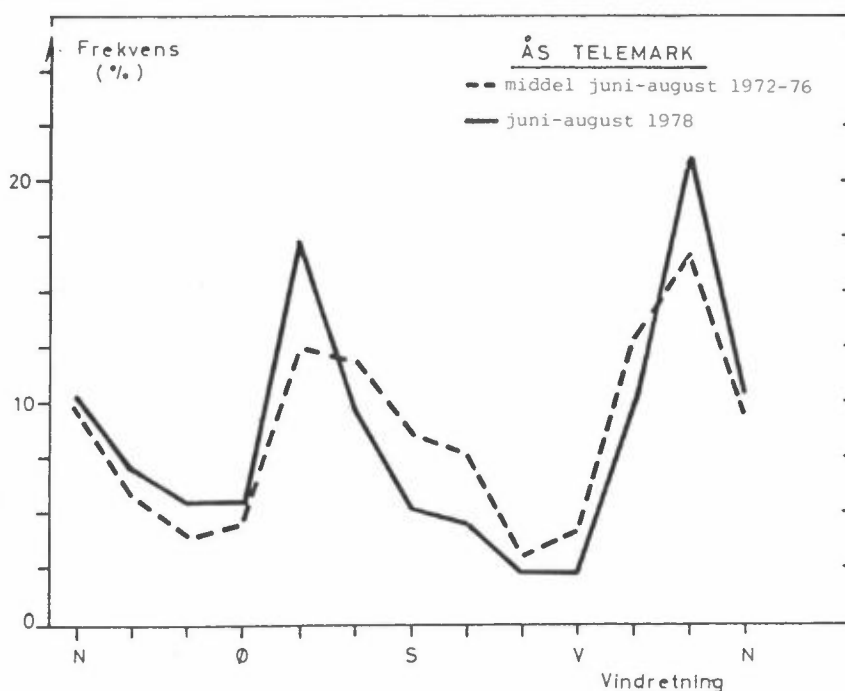
	Mai	Juni	Juli	August	September
1974	57.8	65.3	54.6	62.1	37.8
1975	56.5	69.7	65.3	65.9	45.3
1976	52.7	63.5	64.2	74.3	47.0
1977	61.8	59.5	63.3	52.4	60.4
1978	52.5	58.8	43.5	55.4	30.7

I tabell 11 er det gitt middeltemperaturer for mai-september for Jomfruland i 1977 og 1978 samt normalperioden 1931-60. Mai og juni var litt varmere enn normalt, mens juli, august og september var vesentlig kaldere.

Tabell 11: Middeltemperatur på Jomfruland for mai-september 1977 og 1978, samt for normalperioden 1931-60. (Kilde: Meteorologisk institutt.)

	Mai	Juni	Juli	August	September
1977	10.4	14.9	16.4	15.7	11.3
1978	10.7	14.8	14.9	15.8	10.7
Normal 1931-60	10.6	14.6	17.3	16.5	12.6

I figur 9 er det gitt vindretningsfordelingen for 3 måneders-perioden juni-august 1978 på Ås, sammenliknet med gjennomsnitt for 5 års-perioden 1972-76. Om dagen er vind fra sør og sørøst framherskende på Ås, mens vind fra nord og nordvest er framherskende om natta i sommermånedene (7). Det framgår av figur 9 at gjennomsnittsfordelingen er noe jevnere enn den en hadde sommeren 1978. Hovedvindretningene (sørøst og nordvest) forekom noe hyppigere om sommeren 1978 enn i gjennomsnitt for tidligere år.



Figur 9: Vindretningsfordeling på Ås for månedene juni-august 1978 og 1972-76, basert på timevise vinddata.

Som for Oslo-området kan en for nedre Telemark konkludere at de lokale forholdene med hensyn til stråling, temperatur og vind tilsier gjennomgående lavere ozonkonsentrasjoner ut fra lokale kilder sommeren 1978 enn det en kan regne som normalt.

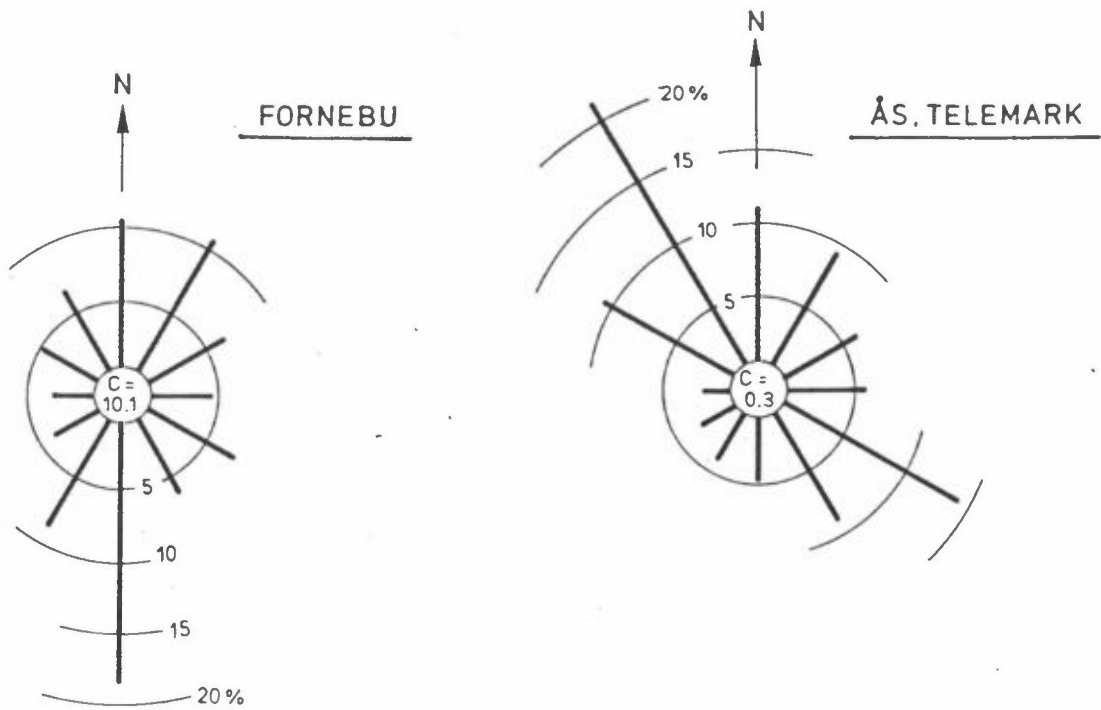
3.5 Samvariasjon mellom ozonkonsentrasjon og lokalmeteorologiske data

En vil her kort drøfte samvariasjonen mellom ozonkonsentrasjoner i Oslo med timevise målinger av vind og temperatur på Fornebu og ozonkonsentrasjoner i nedre Telemark med målinger av vind og temperatur på Ås.

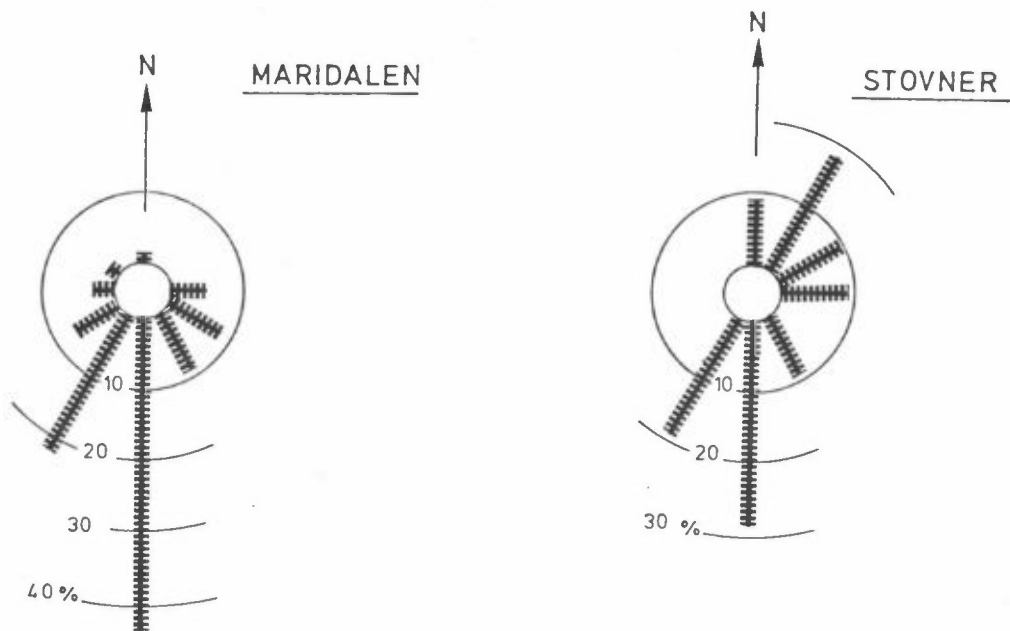
3.5.1 Vindretning

I figur 10 er det tegnet opp vindroser (vindretningsfordelinger) for Fornebu og Ås for perioden 15.5-15.9.78. Som det også framgår av figur 8 er det to hovedvindretninger i Oslo om sommeren, nemlig nord og nordøst, som forekommer hyppigst om natta, og sør og sørvest, som forekommer hyppigst om dagen. Også på Ås er det to hovedvindretninger om sommeren, nord og nordvest (om natta) og sør og sørøst (om dagen). Døgnvariasjonen i vindregning henger sammen med forskjell i oppvarming mellom land og sjø (land/sjøbris eller solgangsbris).

I figur 11 er ozonkonsentrasjonene over $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i Maridalen og Stovner fordelt på samtidige vindretninger på Fornebu. Flest høye verdier forekom ved vind fra sør og sørvest. Figuren for Stovner har også noen høye verdier ved vind fra nordøst, men det var i alt bare 11 timesverdier over $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på Stovner (tabell 3), så figuren for Stovner er basert på et svært lite datamateriale.



Figur 10: Vindrosener for timevise vindobservasjoner på Fornebu og Ås 15.5-15.9.78. C betyr frekvens av vindstille, dvs. vindhastighet mindre enn 0.5 m/s. (Datagrunnlag Fornebu: Meteorologisk institutt.)



Figur 11: Frekvens av ozonkonsentrasjoner høyere enn $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Maridalen og Stovner, fordelt på samtidige vindretninger målt på Fornebu.

I figur 12 er ozonkonsentrasjonene over $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i nedre Telemark fordelt på samtidige vindretninger på Ås. På alle målestedene forekom de aller fleste høye verdier ved vind fra sørøstlig kant på Ås.

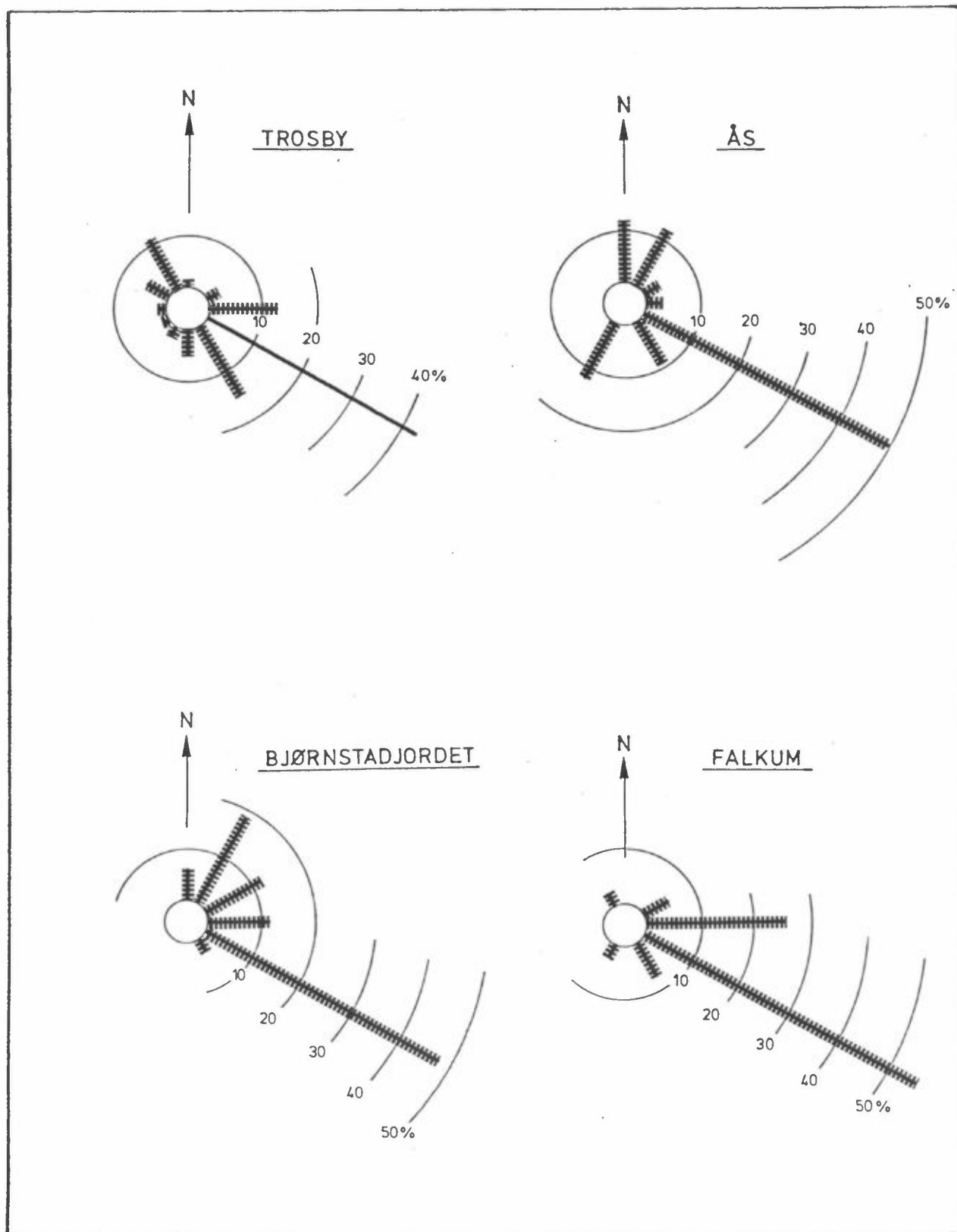
Både i Oslo og nedre Telemark varierte ozonkonsentrasjonen med vindretningen på stort sett samme måte i 1978 som i 1977 (1,2), kanskje med unntak av Stovner.

3.5.2 Vindhastighet

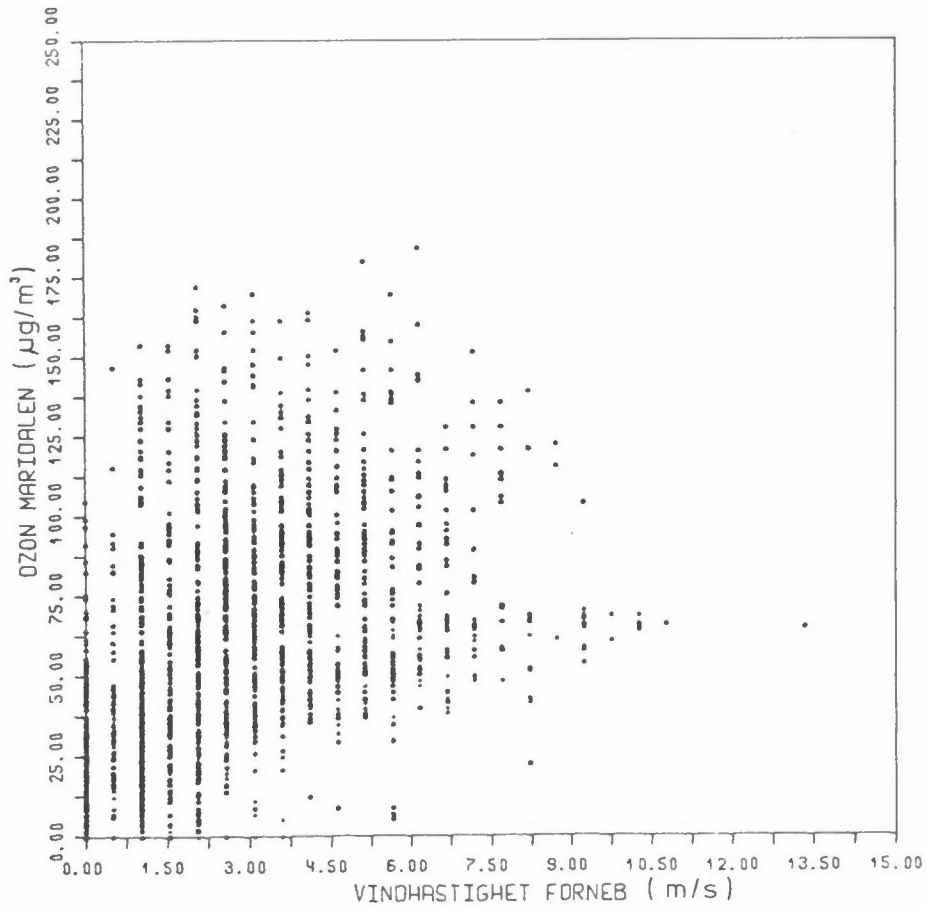
I figur 13 og 14 er ozonkonsentrasjonene på Maridalen og Trosby, som var de to målestedene med høyest verdier, plottet imot samtidige vindhastigheter på Fornebu og Ås. I figur 13 ligger punktene langs rette linjer fordi vindhastigheten på Fornebu er avlest i hele knop (1 knop = 0.514 m/s). Høye ozonverdier forekom ved noe høyere vindhastigheter i Maridalen enn på Trosby. De to høyeste ozonverdiene i Maridalen, som ble målt om natta 21-22.8, forekom ved vindhastigheter (Fornebu) på 5-6 m/s. Denne perioden er nærmere drøftet i pkt 3.6.3. På Trosby forekom de høye verdiene ved lave vindhastigheter på Ås, mindre enn ca 3.5 m/s .

3.5.3 Temperatur

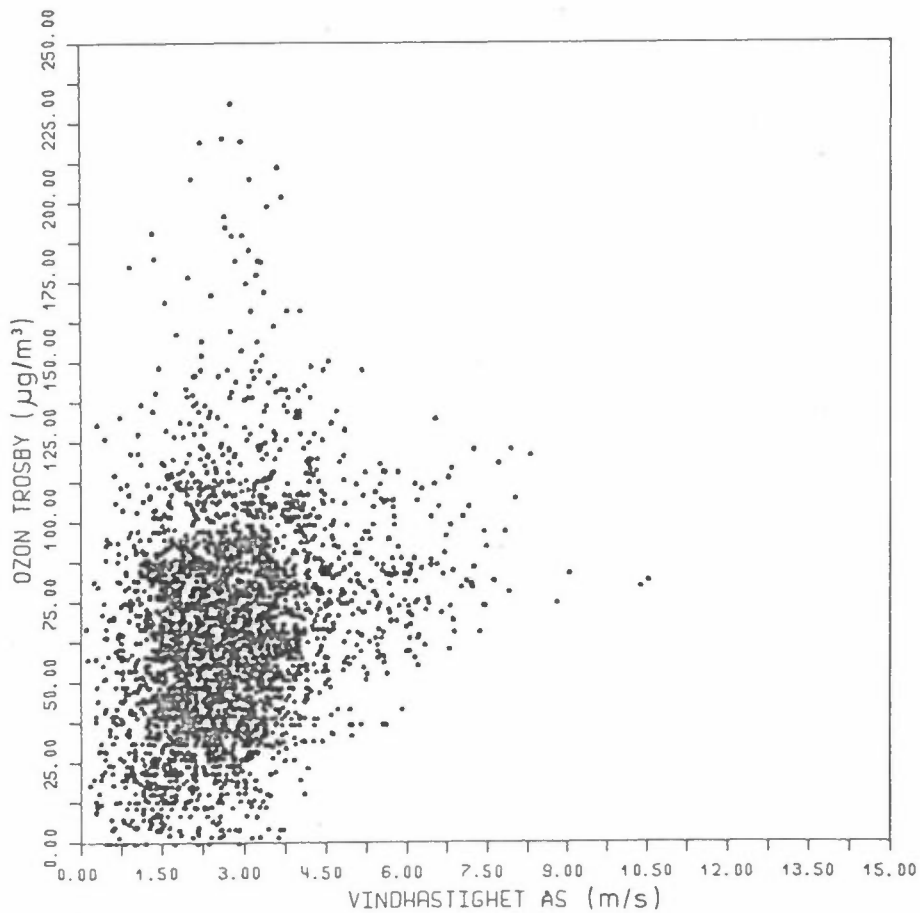
Samhørende timesverdier for ozon og temperatur er plottet i figur 15 og 16 for Maridalen/Fornebu og Trosby/Ås. Generelt forekom høye ozonverdier ved relativt høy temperatur. I figur 16 ser en et unntak fra dette, idet enkelte ozonverdier over $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ forekom ved temperaturer på ca 7°C . Dette skjedde om natta 29-30.8. Denne perioden er kort omtalt i pkt 3.6.4.



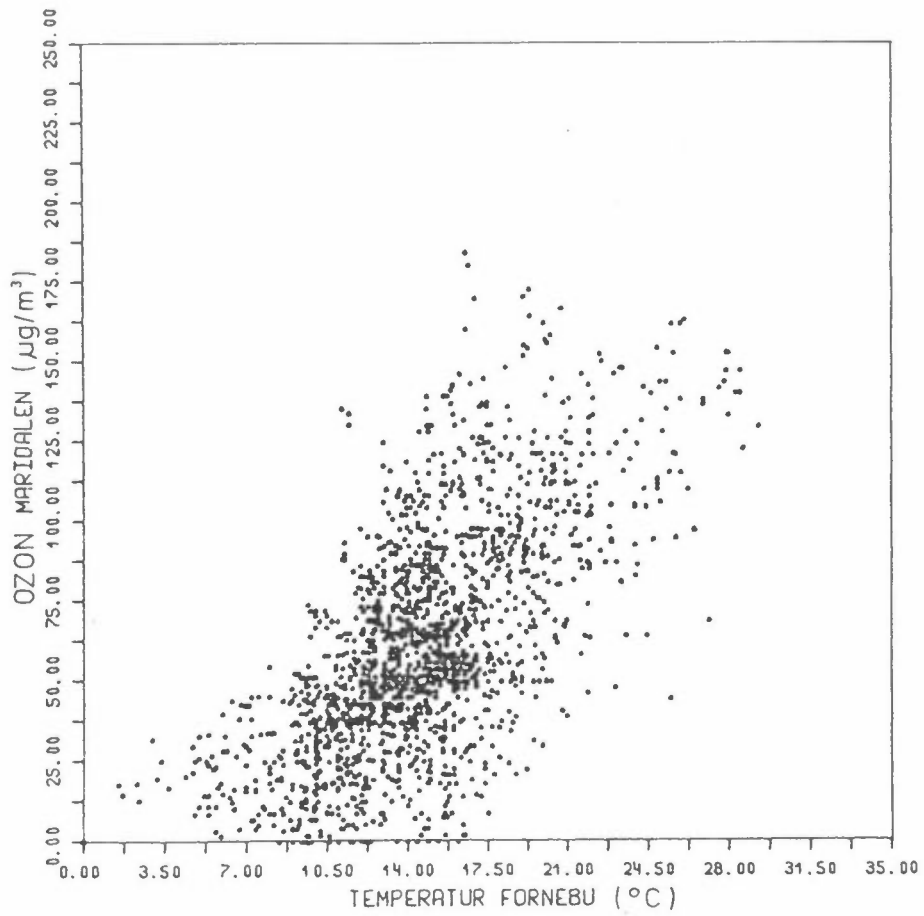
Figur 12: Frekvens av ozonkonsentrasjoner i nedre Telemark høyere enn $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, fordelt på samtidige vindretninger på Ås.



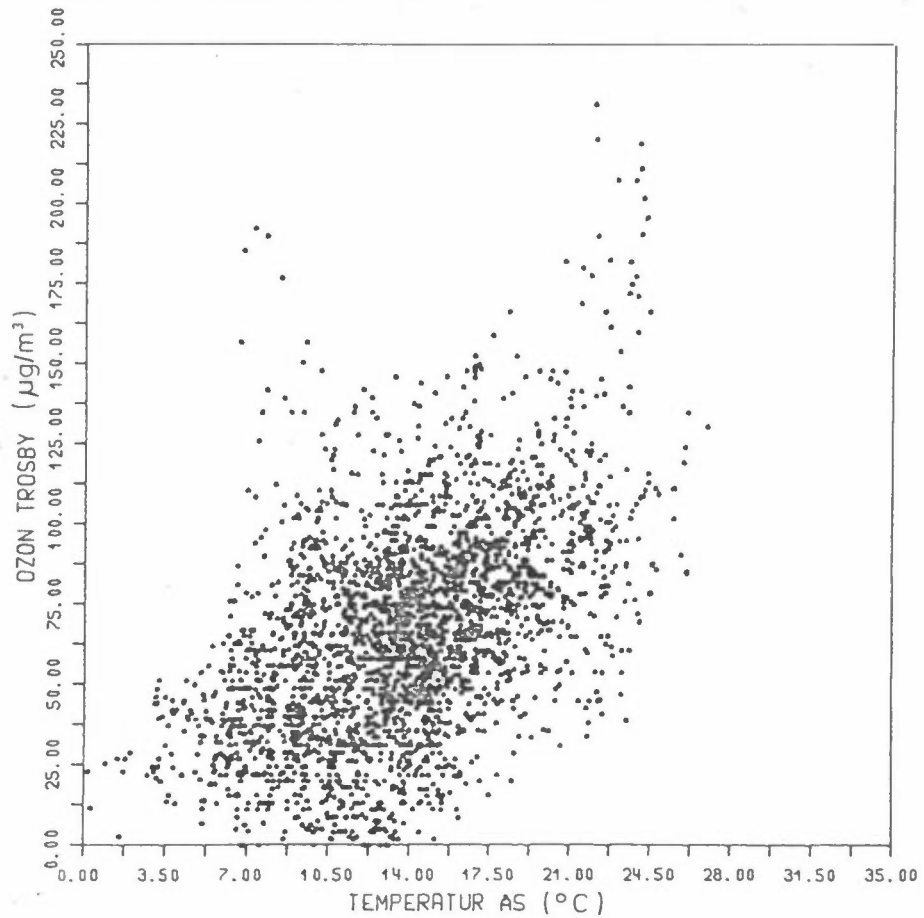
Figur 13: Timesverdier for ozon i Maridalen, plottet imot samtidige observasjoner av vindhastighet på Fornebu.



Figur 14: Timesverdier for ozon på Trosby, plottet imot samtidige observasjoner av vindhastighet på Ås.



Figur 15: Timesverdier for ozon i Maridalen, plottet imot samtidige observasjoner av temperatur på Fornebu.



Figur 16: Timesverdier av ozon på Trosby, plottet imot samtidige observasjoner av temperatur på Ås.

3.6 Enkelte ozonepisoder

I dette avsnittet vil en kort drøfte enkelte episoder med ozonkonsentrasjon over $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. På grunnlag av de meteorologiske forholdene på stor skala (8) og trajektoriene i 850 mb-nivå (dvs vindbanene i 1200-1400 m høyde over havet), kan en i store trekk angi luftmassenes bevegelser de siste døgn. Sammen med timevise lokalmeteorologiske data, særlig vindhastighet og -retning, får en derved grunnlag for å si noe om hvilke utslippsområder som kan ha bidratt til ozondannelsen.

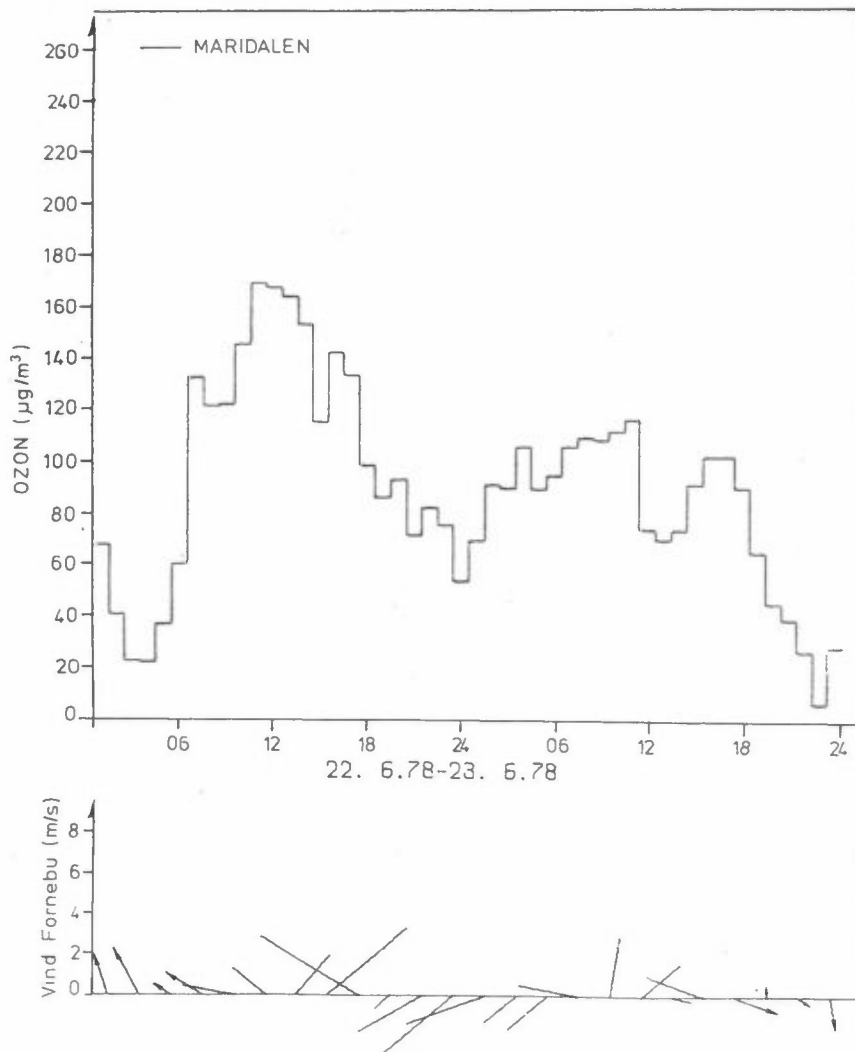
Til forskjell fra tidligere angis trajektoriene til Oslo og Telemark sektorvis. Hvert døgn er tilordnet den 45° -sektor trajektoriene har vært i minst 50% av tiden de siste 96 timene. Hvis ikke denne betingelsen oppfylles for noen sektor, kalles døgnet "ubestemt".

3.6.1 22-23.6.78 (figur 17 og 18)

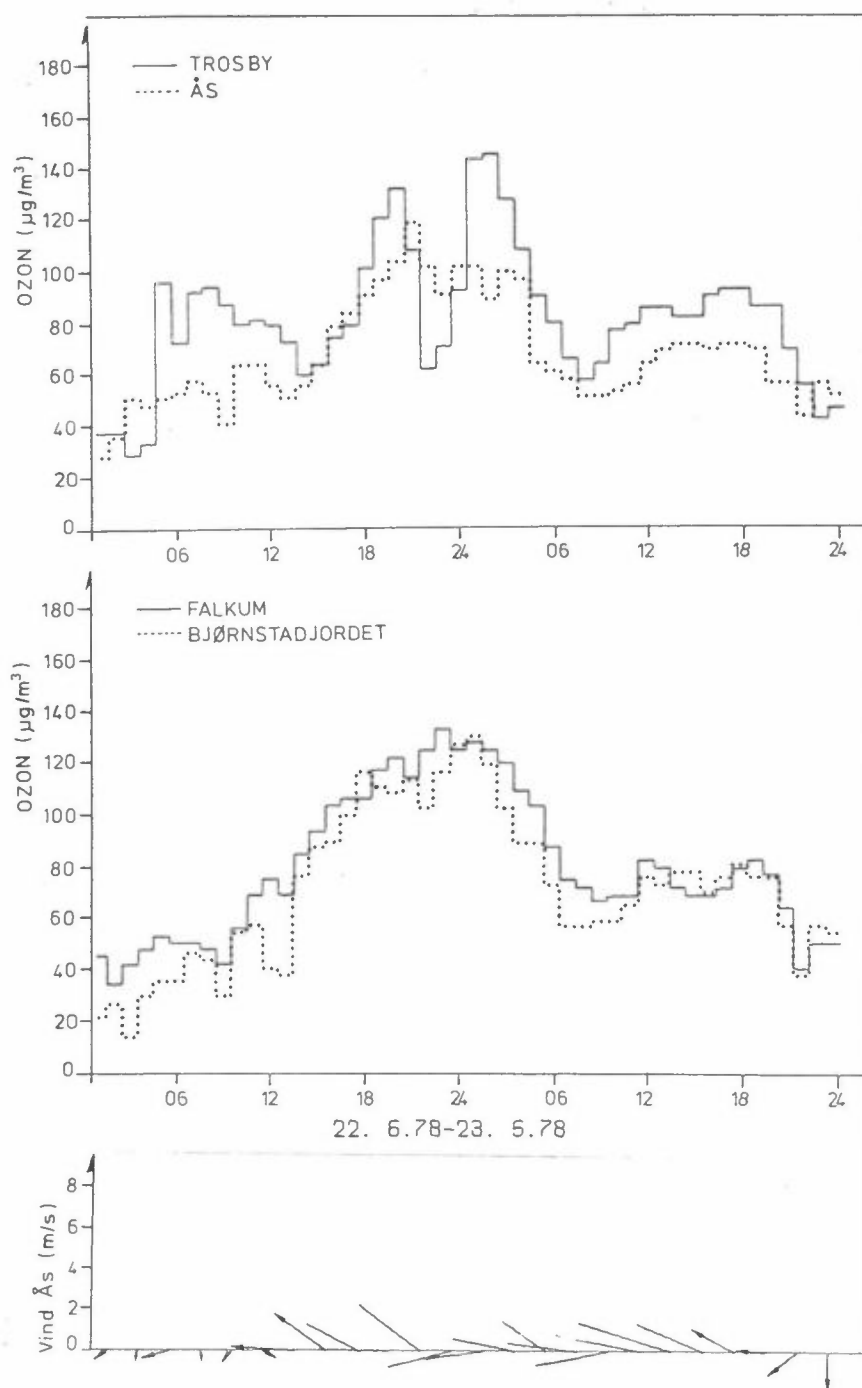
Et lavtrykk over Skottland den 22.6 flyttet seg langsomt mot nordøst. En kaldfront passerte Østlandet den 23.6 omtrent midt på dagen. Trajektoriene indikerer transport fra sørlig og sørvestlig sektor, dvs fra Storbritannia og det europeiske kontinentet.

Bakkevinden på Fornebu var fra sør den 22.6 om ettermiddagen. Mot kvelden dreide den til nordøst og om morgenen den 23.6 tilbake til sør. Det var overskyet vær med maksimumstemperaturer på $18-20^\circ\text{C}$.

På Ås var bakkevinden fra østlig og sørøstlig kant om natta mellom 22.6 og 23.6. Maksimumstemperaturen var 17°C begge dagene. Over Østlandet var det delvis regn og torden i denne perioden.



Figur 17: Ozonepisode 22-23.6.78, Oslo.
Timevise verdier for ozon (Maridalen) og
vind (Fornebu). Lengden av pilene til-
svarer vindhastigheten; vindretningen regnes
fra tidsaksen (abscissen).



Figur 18: Ozonepisode 22-23.6.78, nedre Telemark.
Timevise verdier for ozon (Trosby, Ås, Bjørnstadjordet og Falkum) og vind (Ås).
Lengden av pilene tilsvarer vindhastigheten; vindretningen regnes fra tidsaksen (abscissen).

Ozonkonsentrasjonen i Maridalen var høyere enn $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ om dagen den 22.6. Da vinden dreide til nordøst om kvelden, avtok ozonkonsentrasjonen markert og økte igjen da vinden dreide sørlig neste morgen.

I Telemark var det høye verdier om natta. Høyeste timesverdi, $146 \mu\text{g}/\text{m}^3$, forekom på Trosby den 23.6 kl. 02.

De høye ozonverdiene kan i dette tilfellet antakelig best forklares ved transport av ozon og/eller ozondannere (nitrogenoksyder og organiske stoffer) fra Storbritannia og det europeiske kontinentet. Det er også mulig at transport fra høyere lag av atmosfæren kan ha funnet sted, fordi en hadde lavtrykk og frontpassasje med regn og torden.

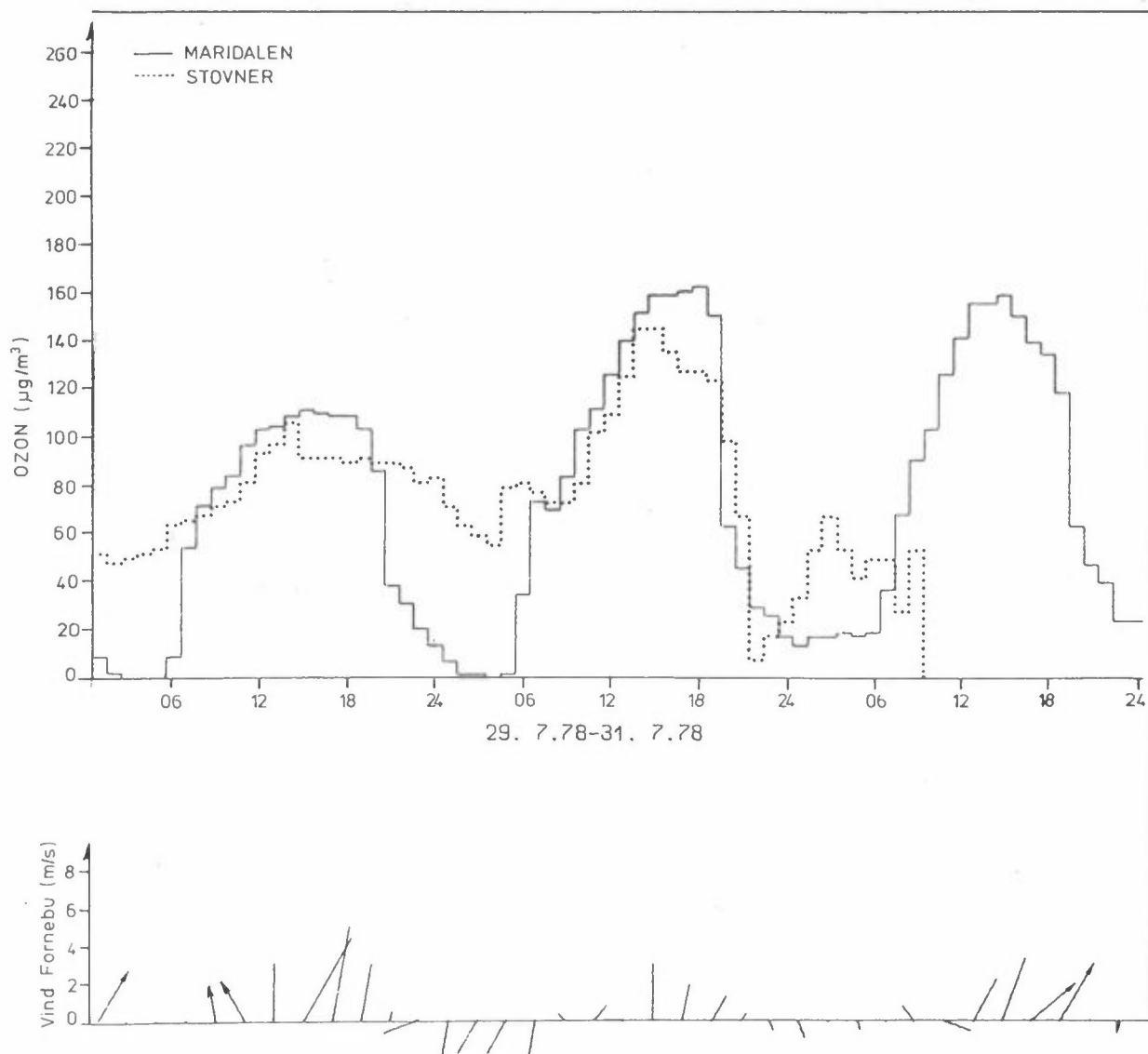
3.6.2 29-31.7.78 (figur 19 og 20)

Et høytrykk fra Østersjøen til Norskehavet flyttet seg lite. Trajektoriene indikerer svak vind i høyden, først fra sørvest, seinere fra sørøstlig kant.

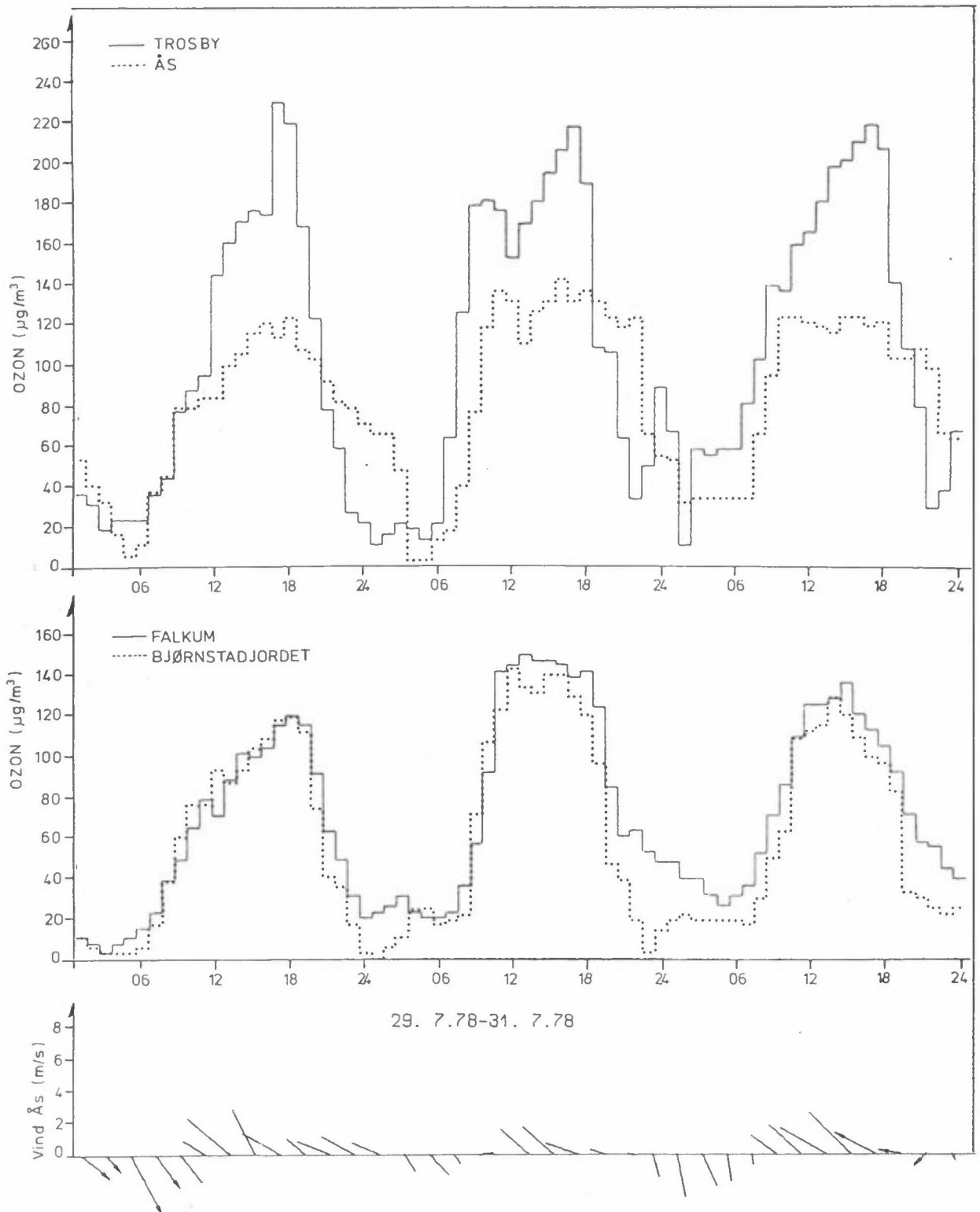
Bakkevinden på Fornebu indikerer land/sjøbris alle dagene med ingen vind eller svak vind fra nord om natta og sørlig vind om dagen. Maksimumstemperaturene på Fornebu var $26-28^{\circ}\text{C}$, høyest i slutten av perioden. Det var lettskyet, pent vær bortsett fra noe dis om morgenen den 30.7.

Bakkevinden på Ås viser også land/sjøbris med nordvestlig vind om natta og sørøstlig vind om dagen. Maksimumstemperaturene på Ås var $24-25^{\circ}\text{C}$.

Både i Oslo og nedre Telemark var det markerte ozonvariasjoner over døgnet. Høyeste verdi for hele sommeren, $231 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ble målt på Trosby den 29.7 kl 17. Også Stovner, Bjørnstadjordet og Falkum hadde sine høyeste verdier i denne perioden. Som tidligere nevnt (s. 14) er usikkerheten i målingene for Trosby noe høyere enn for de øvrige målestedene i denne perioden.



Figur 19: Ozonepisode 29-31.7.78, Oslo.
Timevise verdier for ozon (Maridalen og Stovner)
og vind (Førnebu). Lengden av pilene tilsvarer
vindhastigheten; vindretningen regnes fra
tidsaksen (abscissen).



Figur 20: Ozonepisode 29-31.7.78, nedre Telemark. Timevise verdier for ozon (Trosby, Ås, Bjørnstadjordet og Falkum) og vind (Ås). Lengden av pilene tilsvarer vindhastigheten; vindretningen regnes fra tidsaksen (abscissen).

Den 31.7 og 1.8 ble det målt ozon fra fly over Oslo, Oslofjorden og nedre Telemark.

Den 31.7 mellom kl 11 og 12 var det generelle ozon-nivået 80-120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 150-300 m over bakken omkring Oslo. Konsentrasjonene var litt høyere sør for byen enn nord for byen, og det var svak vind fra nordvest på Fornebu. Kl 1130 ble det målt ca 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ over Maridalen. Ved bakken ble det samtidig målt ca 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Fra Oslo var flyruta Drammen-Hokksund-Eikeren-Holmestrand, og også der var det små variasjoner med et generelt nivå på 80-120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Sørover langs Oslofjorden fra Holmestrand og videre mot Kragerø økte konsentrasjonen til 100-140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ved Trosby ble ozonkonsentrasjonen 150 m o.h. kl 1230 målt til ca 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mens konsentrasjonen i bakkenivå samtidig var ca 175 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Liknende variasjoner med høyden ble også registrert sommeren 1977 (1). En har ikke noen sikker forklaring på forholdet. Det har vært endel tekniske problemer med flymålingene, og generelt er usikkerheten ved målinger av ozon fra fly større enn målinger ved bakken.

Mellom kl 12 og 13 ble ozonkonsentrasjonen sør og nord for Skien/Porsgrunn målt, og det var små romlige variasjoner. Like nord for Herøya ble det registrert en liten økning, fra ca 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ til ca 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vindretningen var da sørøst på Ås.

Ca kl 15 ble det målt ca 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 150 m o.h. ved Trosby, mens bakkestasjonen viste ca 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Det generelle nivået på strekningen nedre Telemark - Oslofjorden - Oslo om ettermiddagen den 31.7 var 10-20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ høyere enn om formiddagen. 300 m over bakken ved Maridalen ble det kl 1630 målt ca 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mens bakkestasjonen viste ca 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Det ble også fløyet den 1.8. De romlige variasjonene var i hovedtrekk de samme som den 31.7, men det generelle ozonnivået var 20-40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lavere. (Også 9.8.78 ble det foretatt målinger fra fly, men da var det generelle nivået lavt og ikke noe sted høyere enn det naturlige bakgrunnsnivået.)

Den mest sannsynlige forklaringen på de høye ozonverdiene 29-31.7.78 er en kombinasjon av transport av forurensninger fra andre land (Storbritannia og det europeiske kontinent) og utslipp i Oslofjord-området og nedre Telemark. Dette begrunnes med transport i høyden fra sørlig kant og land/sjøbris i bakkenivå i hele perioden.

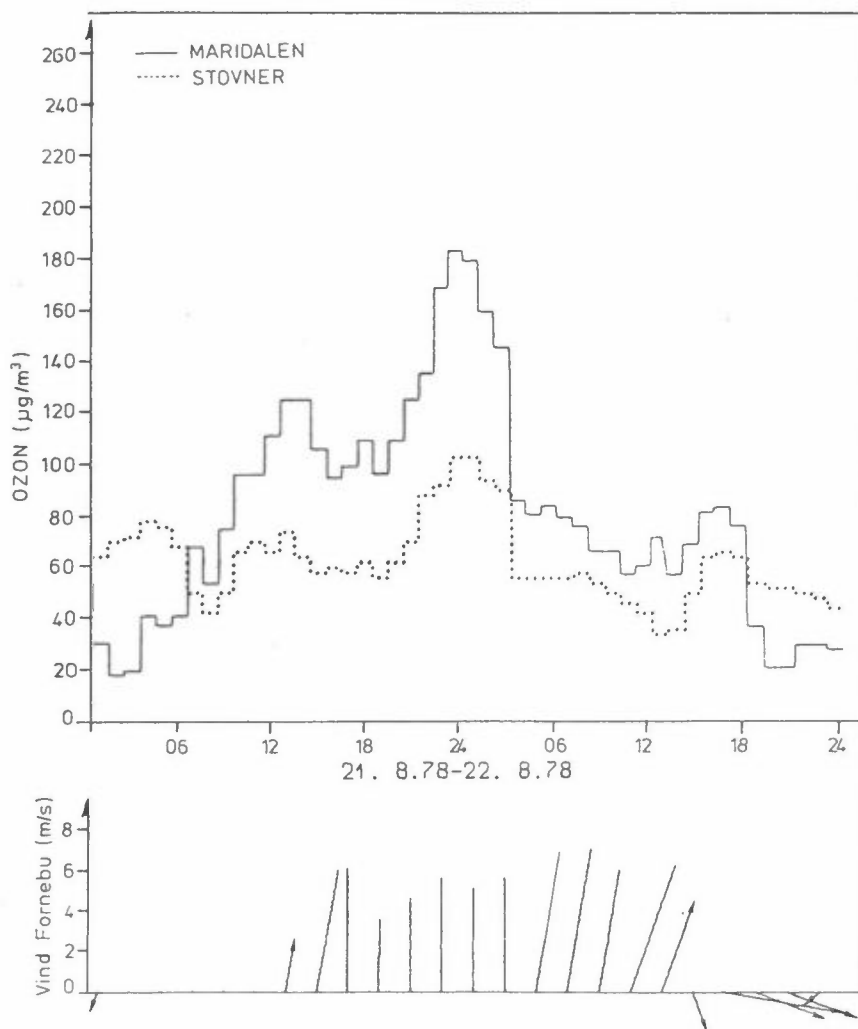
3.6.3 21-22.8.78 (figur 21 og 22)

Et lavtrykk over Island beveget seg i østlig retning. Et frontsystem passerte Østlandet om natta 21-22.8. Vinden i høyden var fra sørvestlig, seinere vestlig kant.

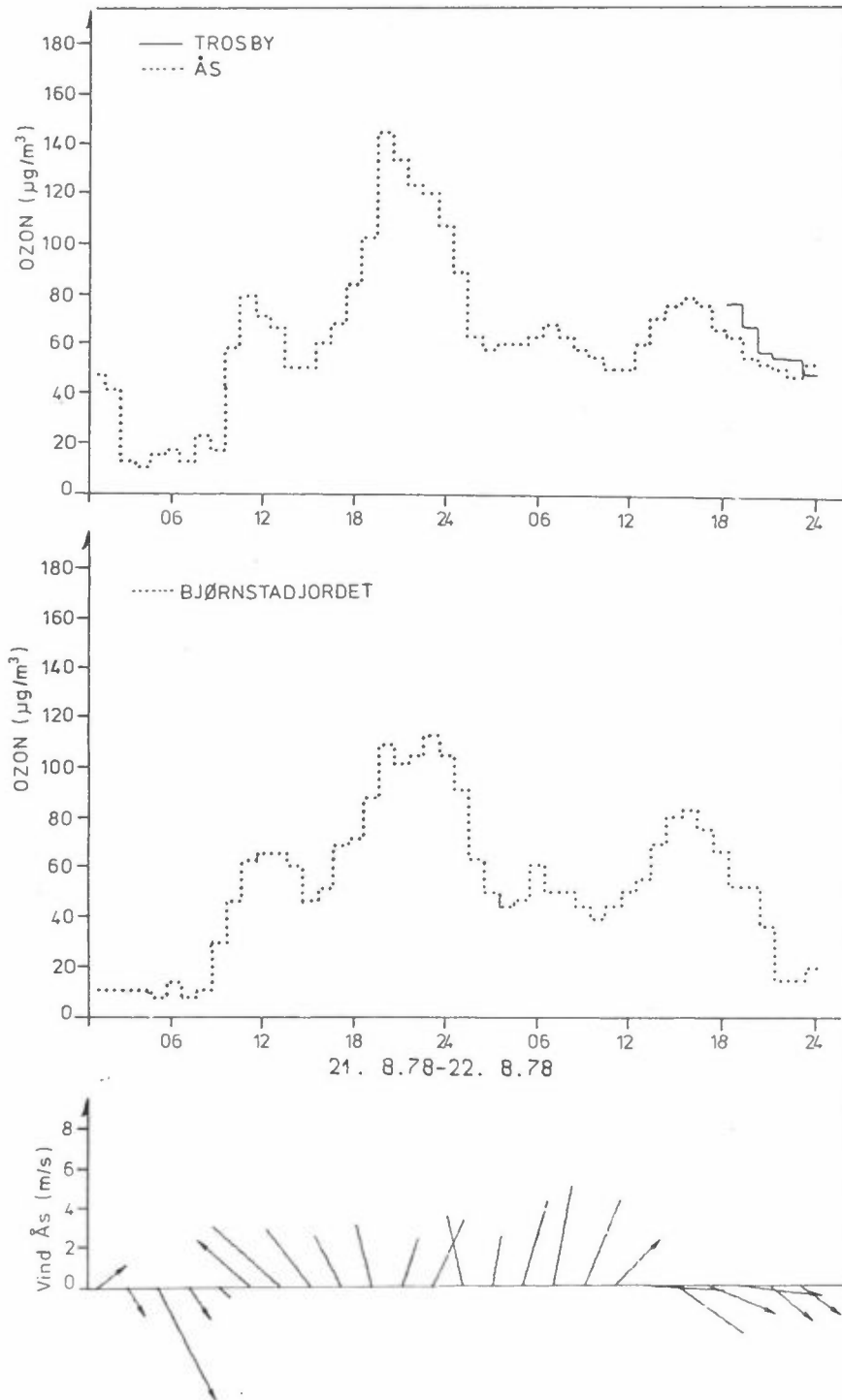
Bakkevinden på Fornebu og Ås var fra sørlig kant om natta og dreide til nordvest om ettermiddagen den 22.8. Vindhastigheten om natta var stort sett i området 3-7 m/s. På Østlandet var det skyet vær med maksimumstemperaturer på 19-21°C.

Ozonkonsentrasjonen hadde maksimum mellom kl 20 den 21.8 og kl 03 den 22.8 på alle målestedene. I Maridalen og Ås forekom sommerens høyeste timesverdier i denne perioden.

Den mest rimelige forklaringen på ozonkonsentrasjonene er transport fra andre land. Som for perioden 22-23.6.78 bør det imidlertid undersøkes om det kan ha skjedd transport av ozon fra høyere lag i atmosfæren.



Figur 21: Ozonepisode 21-22.8.78, Oslo.
Timevise verdier for ozon (Maridalen og Stovner)
og vind (Fornebu). Lengden av pilene tilsvarer
vindhastigheten; vindretrningen regnes fra
tidsaksen (abscissen).



Figur 22: Ozonepisode 21-22.8.78, nedre Telemark. Timevise verdier for ozon (Trosby, Ås og Bjørnstadjordet) og vind (Ås). Lengden av pilene tilsvarer vindhastigheten; vindretningen regnes fra tidsaksen (abscissen).

3.6.4 29-30.8.78

Et høytrykk vest for Storbritannia og et lavtrykk over Østersjøen ga nordlig og nordvestlig vind over Østlandet. Temperaturen om natta var relativt lav, 7-10°C og maksimumstemperaturene var 16-17°C.

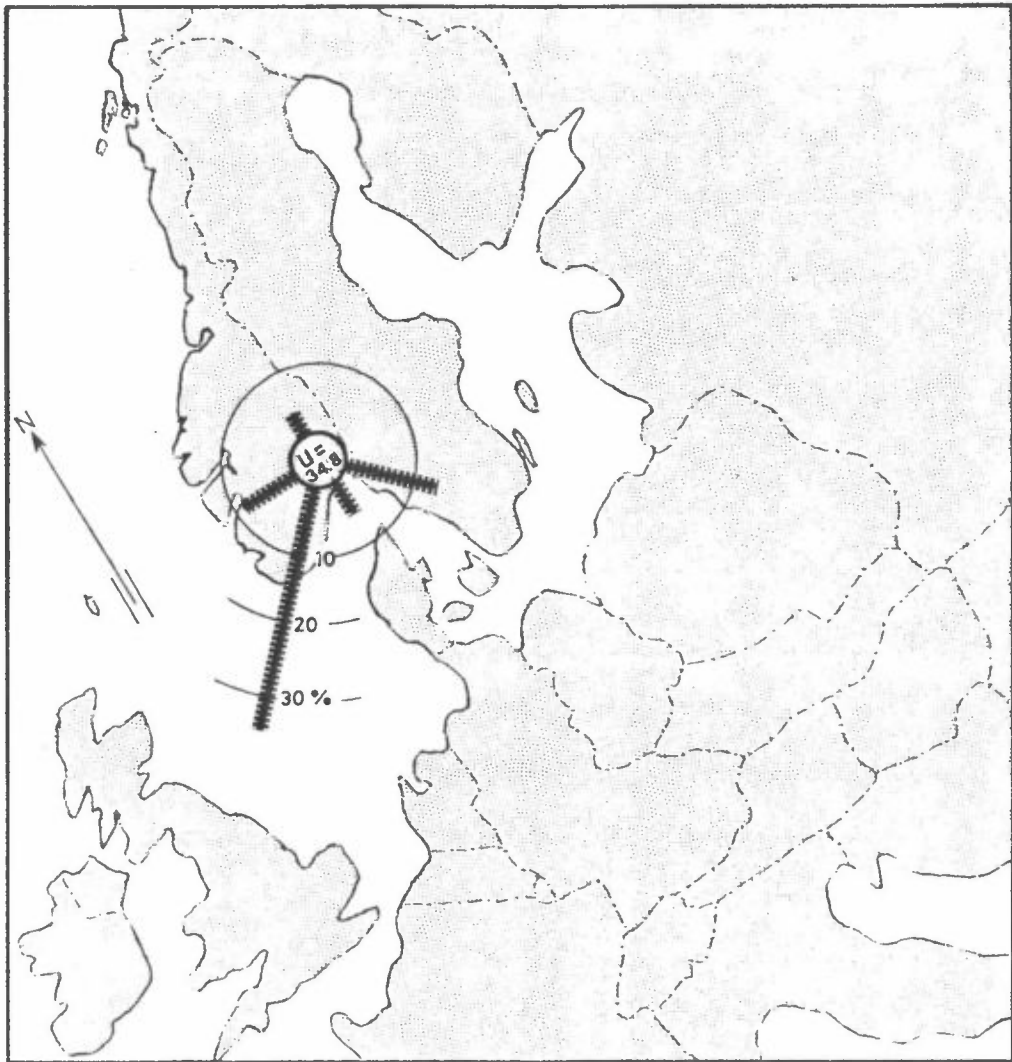
Ozonkonsentrasjonen var lav på alle målestedene, bortsett fra Trosby der det ble registrert 193 µg/m³ kl 04 (se vedlegg A, side 58). Også nettene 31.8-1.9 og 1-2.9 ble det registrert høye verdier på Trosby og lave verdier på de andre målestedene ved vind fra nordvest. En har ikke noen rimelig forklaring på årsaken til de relativt høye konsentrasjonene i disse periodene.

3.7 Drøfting av ozondannelsen

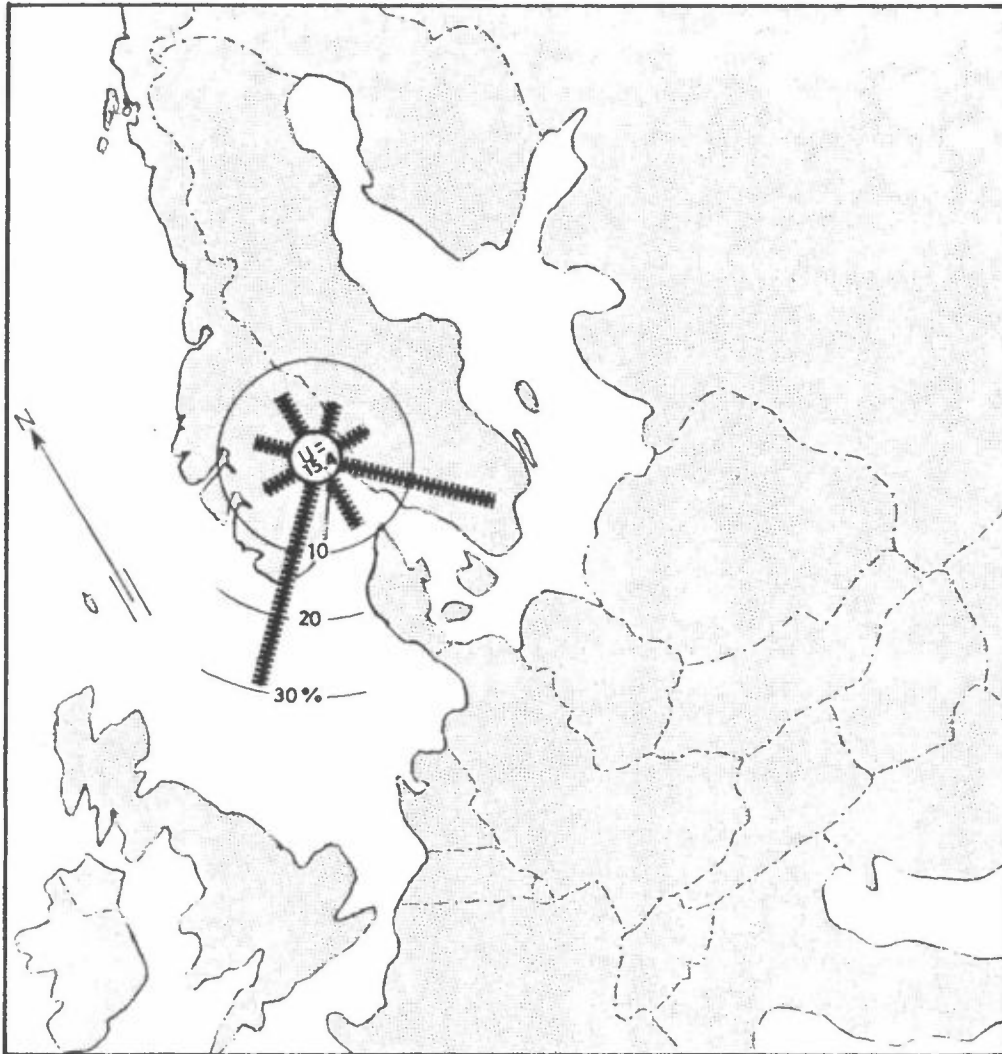
I pkt 3.6 ble det diskutert enkelte perioder med høye ozonkonsentrasjoner. I de fleste av disse ble det konkludert at transport av ozon og ozondannere (nitrogenoksyder og organiske stoffer) fra fjerntliggende kilder sannsynligvis har spilt en rolle.

En periode som ikke er drøftet i pkt 3.6, er den 3-4.6.78. Det var en periode med vedvarende høytrykk over Nord-Europa og land/sjøbris i bakkenivå. Trajektoriene fram til 3.6 viste ingen systematisk transport i høyden. Den 4.6 kom det et lavtrykk inn over de britiske øyer, som ga svak transport i høyden fra sørvest. De høyeste verdiene i perioden ble registrert den 3.6, se vedlegg A side 50.

I figur 23 og 24 er det foretatt et sammendrag av sektorvise trajektorieanalyser for alle tilfellene en eller flere målesteder har hatt timesverdier over 120 µg/m³. De fleste høye ozonverdiene både i Oslo og nedre Telemark ble målt på dager med trajektorier fra sørlig kant. I figur 23 og 24 betyr "U" frekvenser av "ubestemte" tilfeller, se s. 28. Disse tilfellene er undersøkt nærmere ved hjelp av trajektorier for Birkenes i Aust-Agder. Også i ca 50% av de ubestemte tilfellene indikerte trajektoriene transport fra sørlig kant.



Figur 23: Sektorvis fordeling (%) av 850 mb-trajektorier for dager med ozonkonsentrasjoner over $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Oslo sommeren 1978.



Figur 24: Sektorvis fordeling (%) av 850 mb-trajektorier for dager med ozonkonsentrasjoner over $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nedre Telemark sommeren 1978.

Disse resultatene peker i retning av at for et flertall av de høye ozonkonsentrasjonene sommeren 1978 utgjorde langtransport et vesentlig bidrag. Dette støttes også av at samtidig med høye ozonverdier ble det ofte registrert høye konsentrasjoner av partikulært sulfat både i Agder, Telemark og Oslofjord-området.

Sommeren 1977 var forholdet noe annerledes. Da indikerte trajektorieanalyser at fjerntliggende kilder ikke kunne være noen hovedårsak til de høye ozonverdiene (1,2). Bidragene fra ulike områder synes altså å variere fra år til år.

Både i Oslo og nedre Telemark var ozonkonsentrasjonen i gjennomsnitt noe lavere sommeren 1978 enn 1977. Dette henger sannsynligvis sammen med forskjellene i egnede lokale værforhold, jfr. pkt 3.4.1. Sommeren 1978 var nattverdiene på Stovner og Maridalen i middel tilnærmet like (figur 5), mens nattverdiene på Stovner var vesentlig lavere enn i Maridalen sommeren 1977. En har ikke noen sikker forklaring på denne forskjellen mellom de to somrene.

Av figur 17-22 og vedlegg A framgår at det var store likhetstrekk mellom ozonvariasjonen på de seks målestedene. Det er rimelig å anta at også områdene mellom nedre Telemark og Oslo periodevis har høye ozonkonsentrasjoner. Flymålingene 31.7 og 1.8 støtter denne antakelsen.

Hvor langt området med høye ozonverdier strekker seg mot sørvest er ikke undersøkt. I tilfeller med transport fra andre land kan det ikke utelukkes at høye ozonverdier forekommer over store deler av det sørlige Sør-Norge. I tilfeller med land/sjøbris i bakkenivå uten storskala transport fra fjerntliggende områder flere døgn i trekk, vil utbredelsen være mindre, men likevel muligens slik at relativt store områder på Østlandet kan ha høye ozonverdier samtidig. Disse forholdene er imidlertid ennå ikke undersøkt godt nok.

4 KONKLUSJON

Målingene av ozon i Oslo og nedre Telemark sommeren 1978 har indikert at det foregår fotokjemisk aktivitet i lufta. Ozonkonsentrasjonen var i gjennomsnitt noe lavere enn i 1977. I nedre Telemark var imidlertid maksimalverdiene noe høyere i 1978 enn i 1977.

På alle målestedene ble det registrert timesverdier over $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, som er Verdens helseorganisasjons grenseverdi for ozon. På ingen av målestedene ble det målt timesverdier over den nye amerikanske grenseverdien, $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Den høyeste timesverdien, $231 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ble registrert på Trosby 29.7.78 kl 17. På grunn av visse tekniske problemer med målingene på Trosby i tidsrommet 28.7-1.8, er usikkerheten i målingene i denne perioden anslått til 10-15%. Forøvrig er måleusikkerheten anslått til 5-10%.

Høyeste timesverdi i Oslo, $184 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ble målt i Maridalen 21.8.78 kl 24. I Maridalen og Trosby var henholdsvis 7.8% og 5.3% av timesverdiene høyere enn $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tilsvarende tall for de øvrige fire målestedene var i intervallet 0.6-1.3%. I gjennomsnitt var maksimalverdiene for Maridalen og Trosby relativt like.

Sommeren 1978 er sammenliknet med 1977 og gjennomsnitt for tidligere år med hensyn til solstråling og temperatur. Det var mindre solstråling og lavere temperatur sommeren 1978 enn 1977 og også mindre enn gjennomsnitt for tidligere år.

Som i 1977 ga målinger av ozon fra fly systematisk lavere verdier enn i bakkenivå. En har ikke funnet noen brukbar forklaring på dette.

Sommeren 1978 skilte seg ut fra sommeren 1977 med hensyn til hvilke utslippsområder som var de viktigste for ozondannelsen. For sommeren 1977 ble det konkludert at utslipp av nitrogenoksyder og organiske stoffer i Oslo, Oslofjord-området og nedre Telemark mest sannsynlig var en hovedårsak til den fotokjemiske aktiviteten.

De fleste høye ozonkonsentrasjoner sommeren 1978 forekom når luftmassene på stor skala var transportert fra sørvest, sør, og sørøst. Disse retningene er de som vanligvis fører med seg forurensninger fra fjerntliggende områder. Det synes derfor som om ozondannelsen sommeren 1978 for en stor del skyldes utslipp i andre land, særlig i Storbritannia og det europeiske kontinentet.

I dagene 29-31.7.78, som var den perioden en hadde høyest konsentrasjoner, var det imidlertid land/sjøbris i bakkenivå og vind i høyden fra sørlig kant flere dager i trekk. I denne perioden er det rimelig å anta at lokale utslipp i Oslo, Oslofjord-området og nedre Telemark har bidratt til ozondannelsen, sammen med transport fra fjerntliggende områder.

Arbeidet bør videreføres blant annet ved at en måler ozon i Oslofjord-området mellom Oslo og nedre Telemark, og også sørover langs Sørlandskysten. Noen av disse målingene kan med fordel foretas med fly. Det er imidlertid endel tekniske problemer med flymålingene. Målinger av luftkvalitet, kombinert med modellberegninger og meteorologiske målinger og vurderinger er nødvendige for bedre å forstå dannelsen og transporten av fotokjemiske oksydanter i Norge.

Det hersker ennå en viss usikkerhet om naturlige kilders bidrag til ozondannelsen. En bør undersøke nærmere om noen av de høye ozonverdiene, målt om natta ved lavtrykk og frontpassasje, kan skyldes transport fra øvre lag i atmosfæren.

5 REFERANSELISTE

- (1) Schjoldager, J. Målinger av ozon i Oslo sommeren 1977. Lillestrøm 1978. (NILU OR 9/78.)
- (2) Schjoldager, J. Målinger av ozon i nedre Telemark
Thorstad, O. sommeren 1977. Lillestrøm 1978. (NILU OR 23/78.)
- (3) Statens forurensnings- Kontrollseksjonen for industri-
tilsyn forurensning i nedre Telemark.
Årsrapport 1978. Porsgrunn 1979.
- (4) National primary and secondary ambient air quality standards, Washington D.C. 1971. *Federal Register* 36, no 84, part 410, s. 8187-8197.
- (5) Manual on urban air quality management. Copenhagen 1976. (WHO Regional Publications European Series no. 1.)
- (6) National primary and secondary ambient air quality standards. Washington D.C. 1979. *Federal Register* 44, no 28, part 50, s. 8202-8237.
- (7) Hanssen, J.E. Bamble-undersøkelsen. Måling av
Sivertsen, B. luftforurensning i Grenland 1975/
1976. Lillestrøm 1977. (NILU OR 2/77.)
- (8) Europäischer Wetterbericht. Vol. 3. Offenbach am Main, Deutscher Wetterdienst, 1978.

VEDLEGG A

TIMESVERDIER FOR OZON ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

1.5-30.9.78

Maridalen

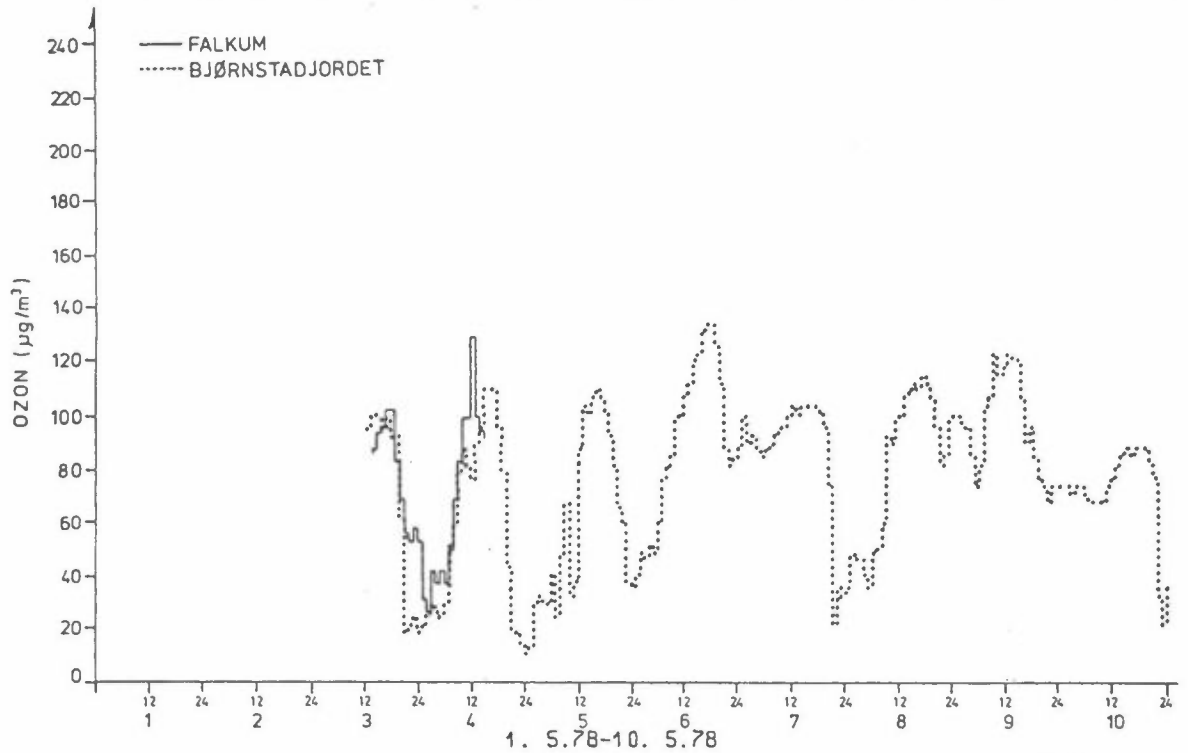
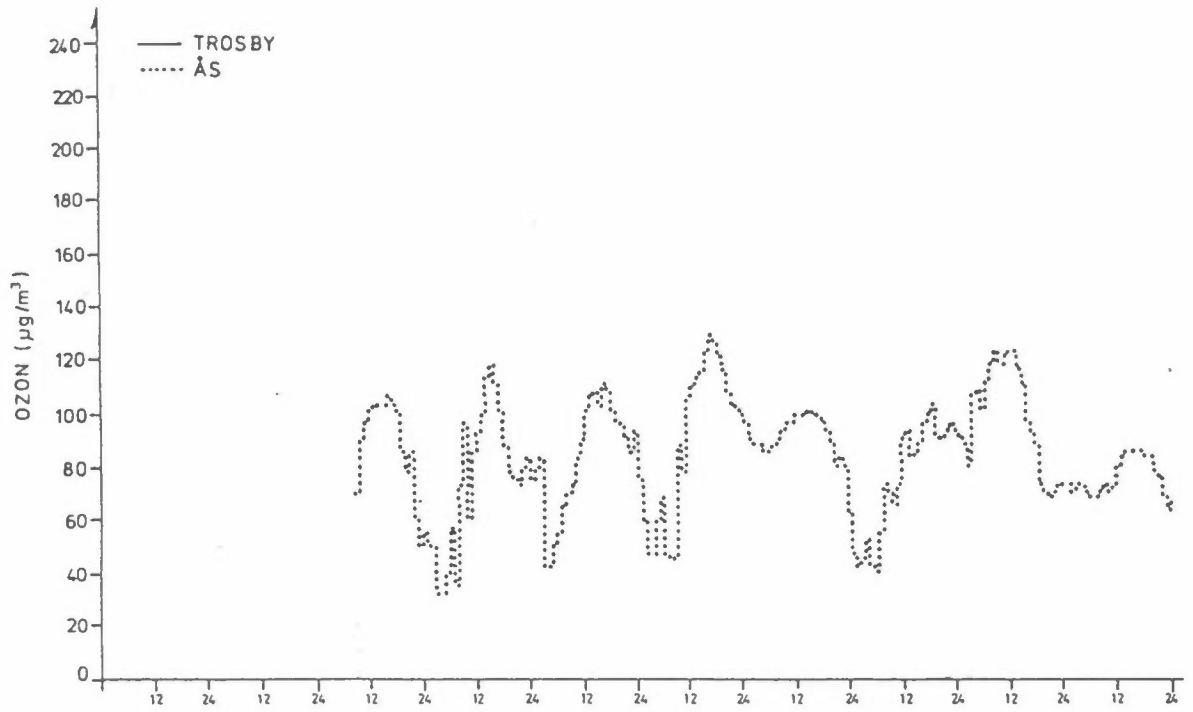
Stovner

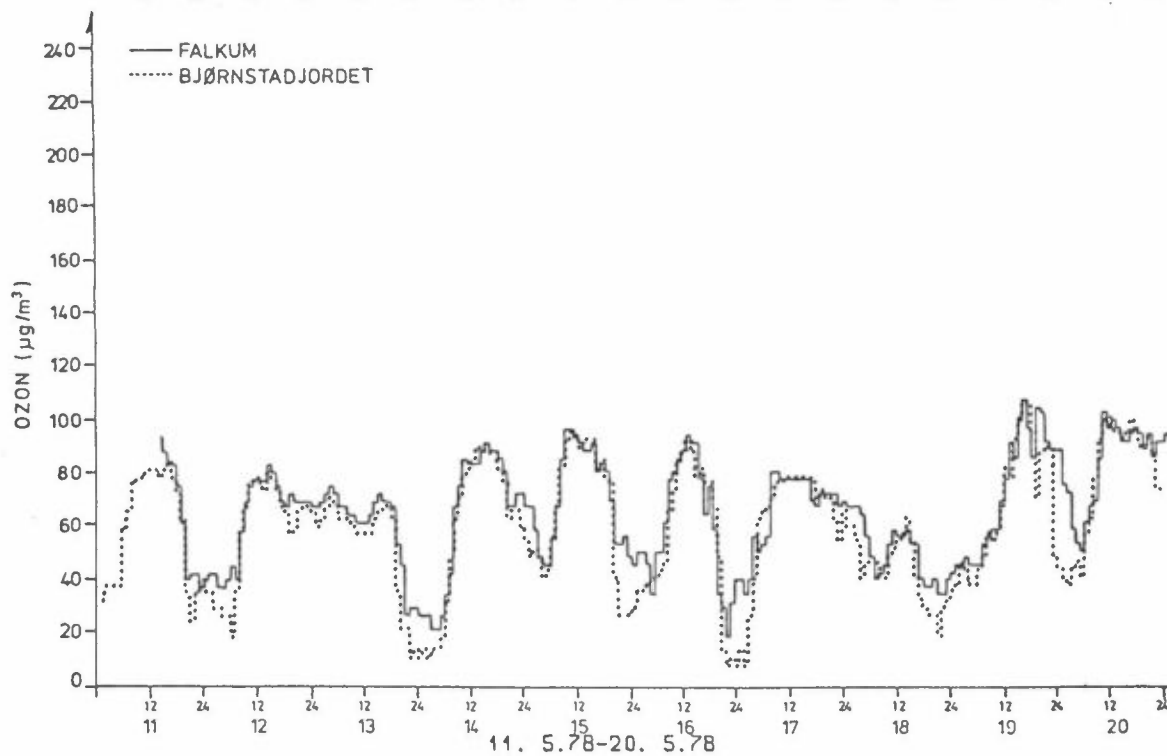
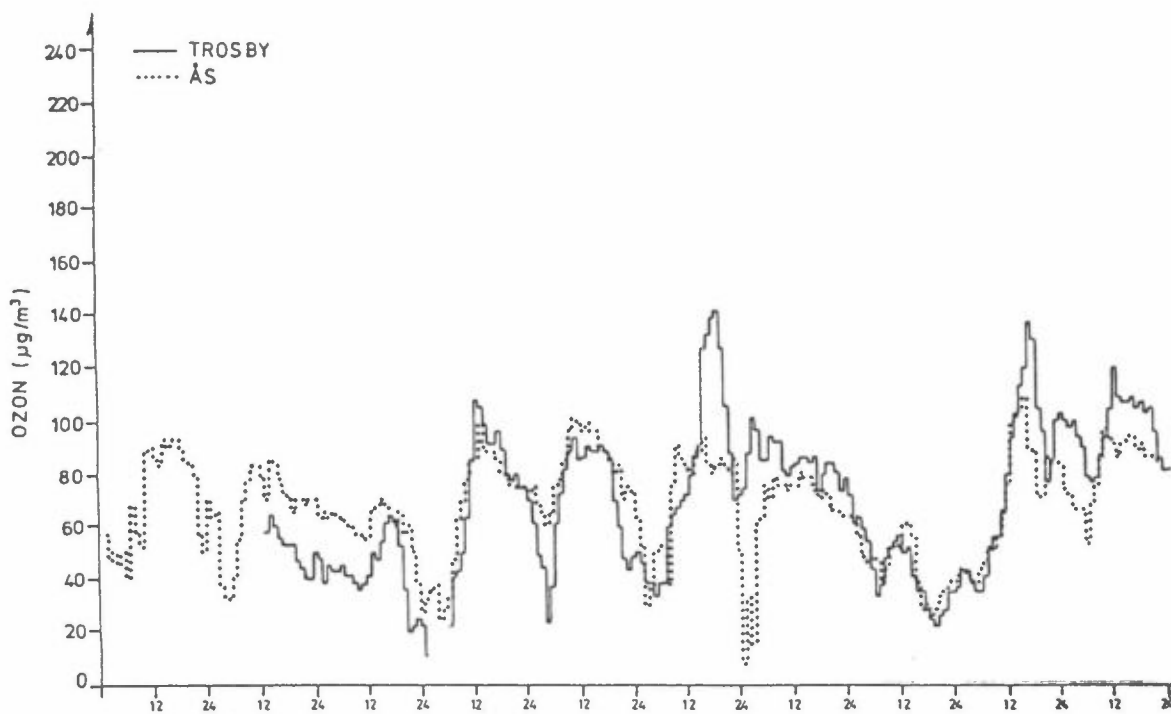
Trosby

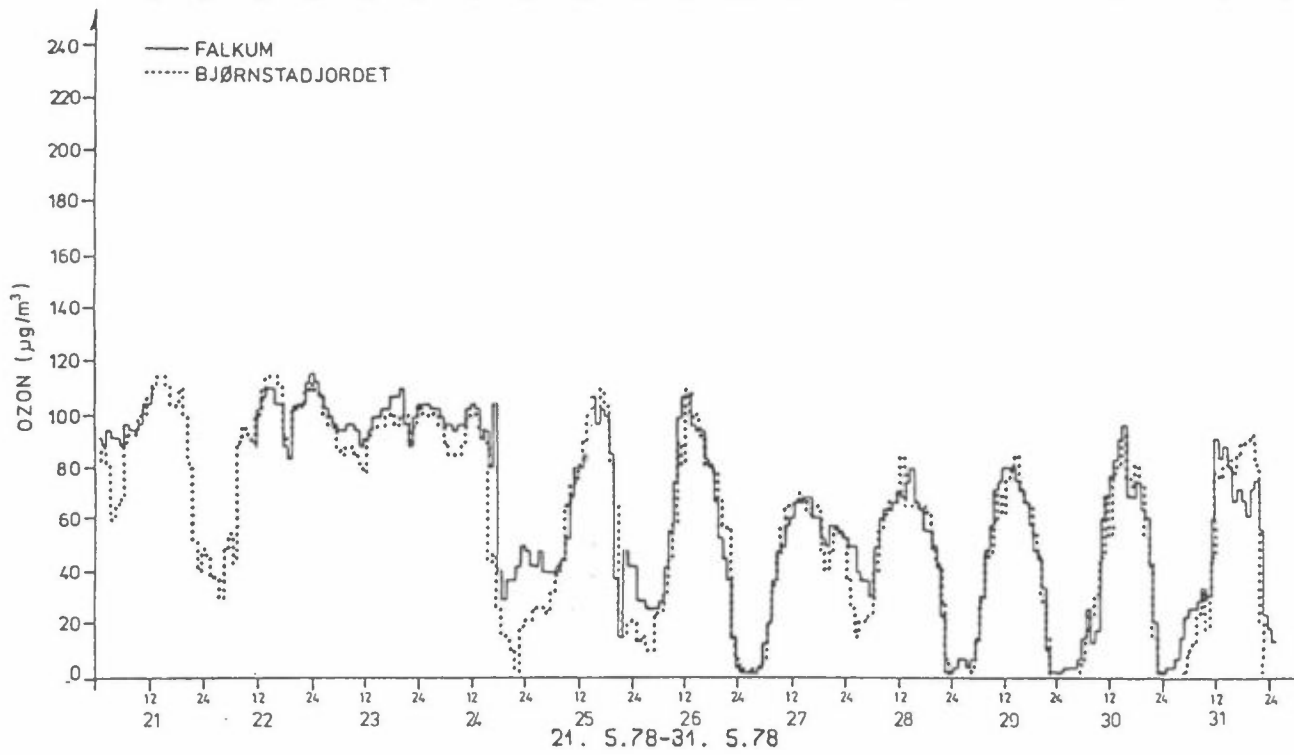
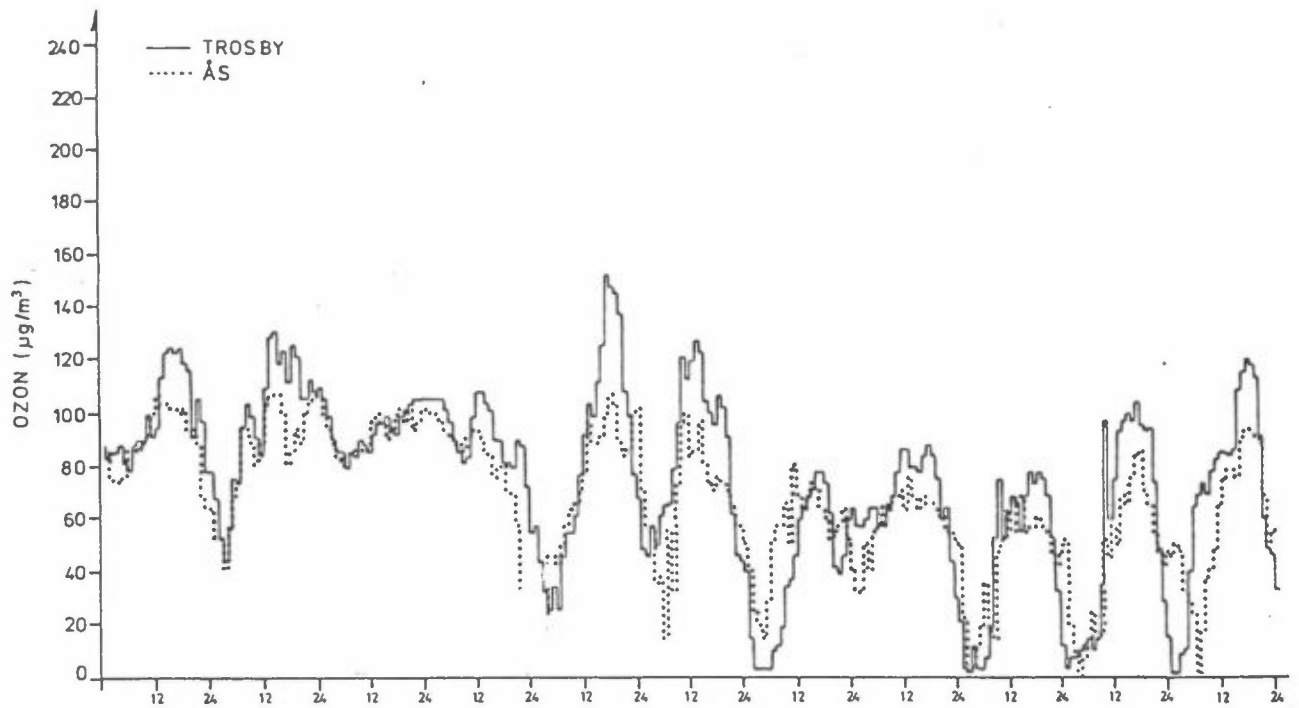
Ås

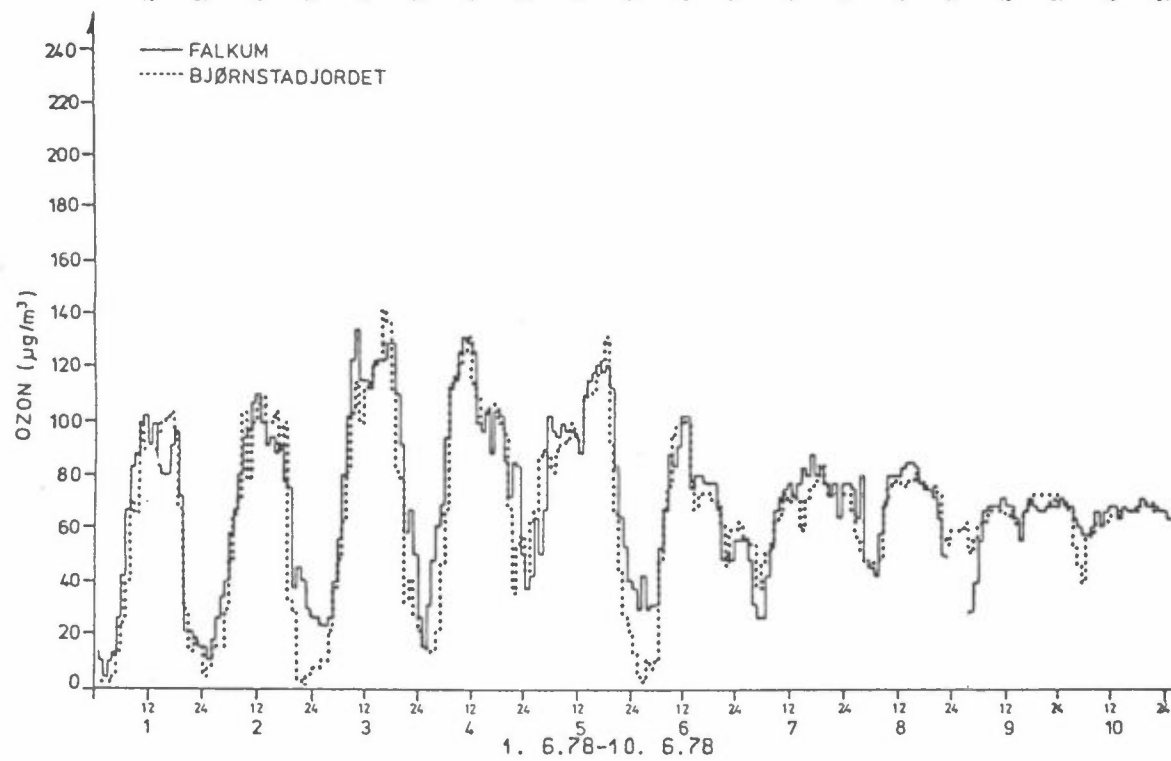
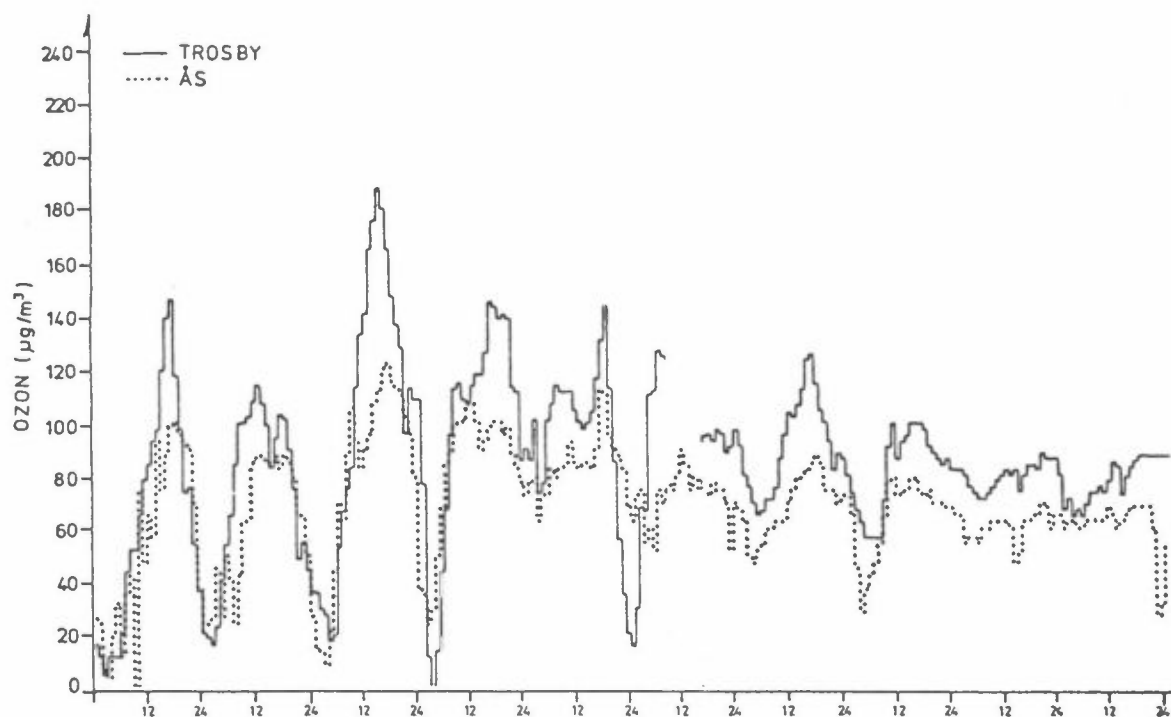
Bjørnstadjordet

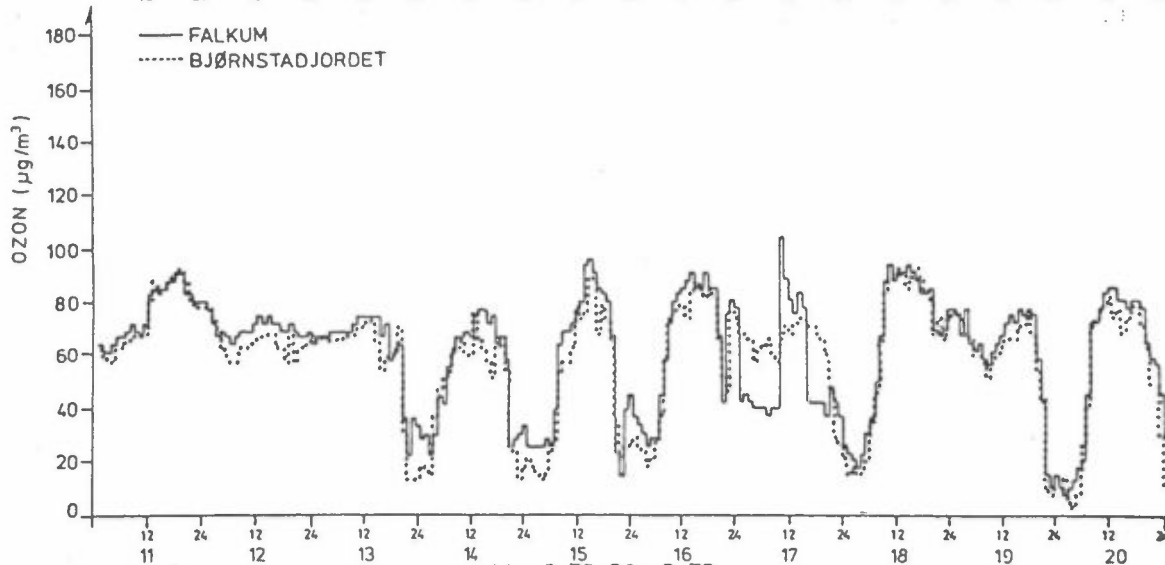
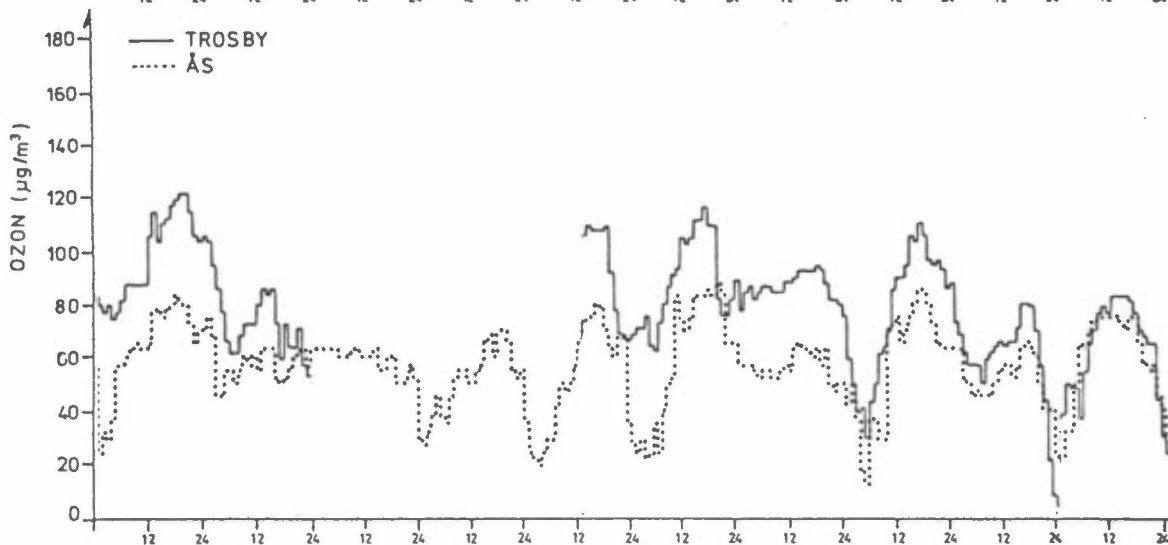
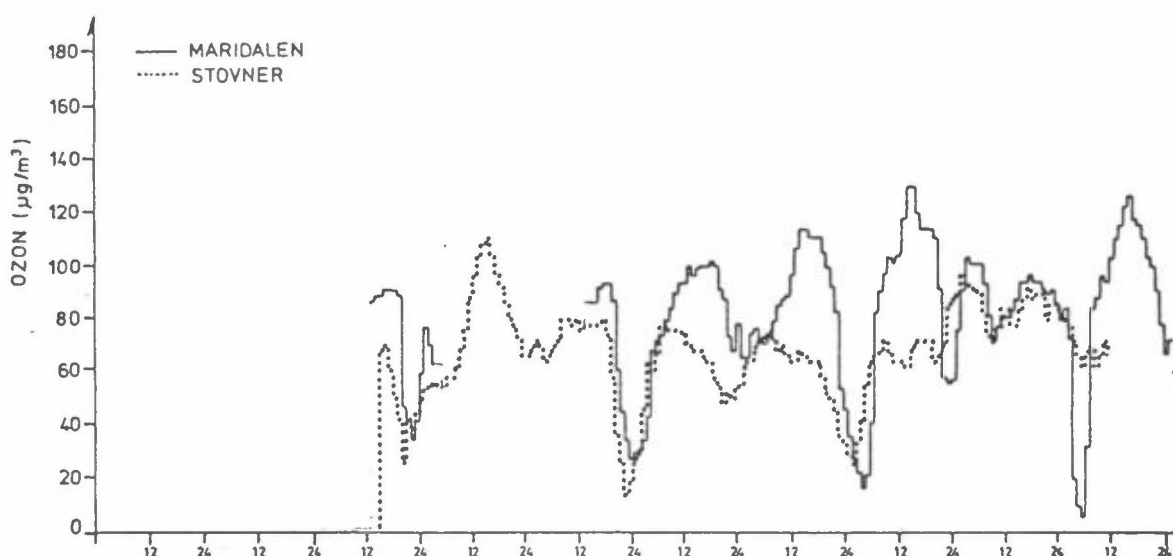
Falkum



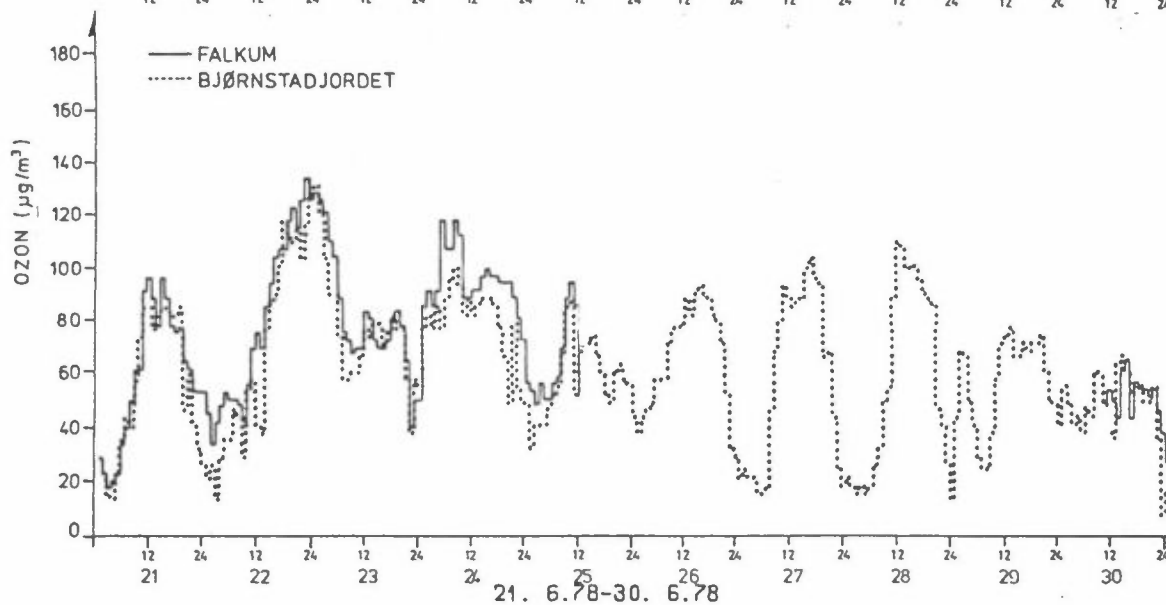
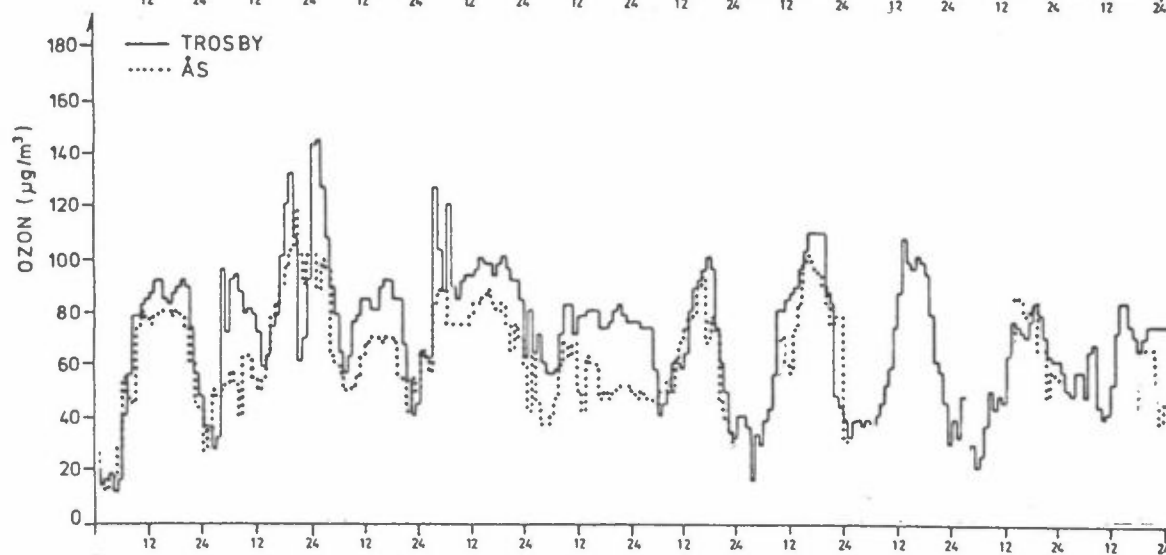
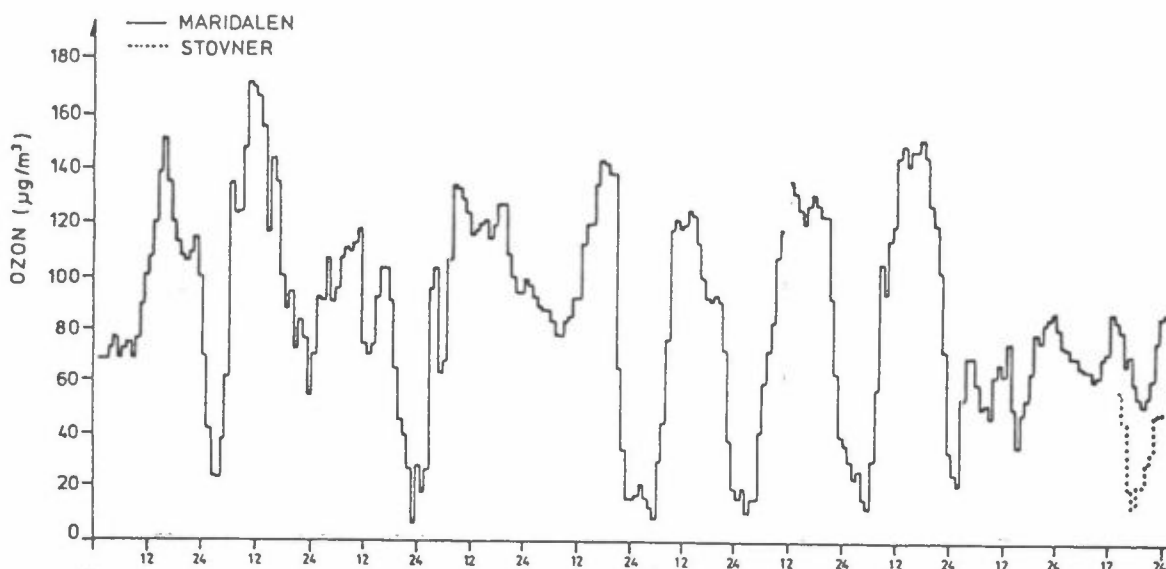


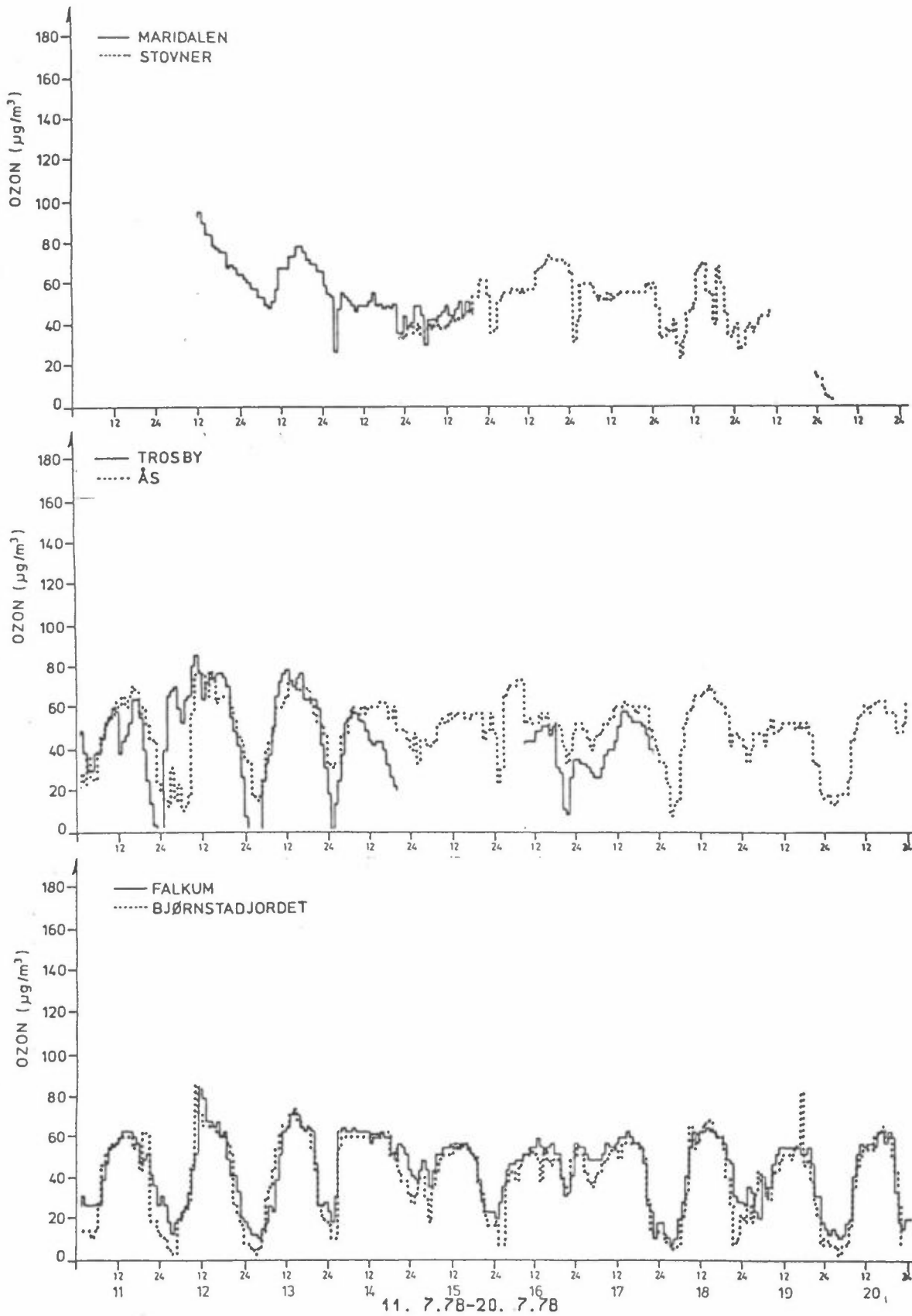


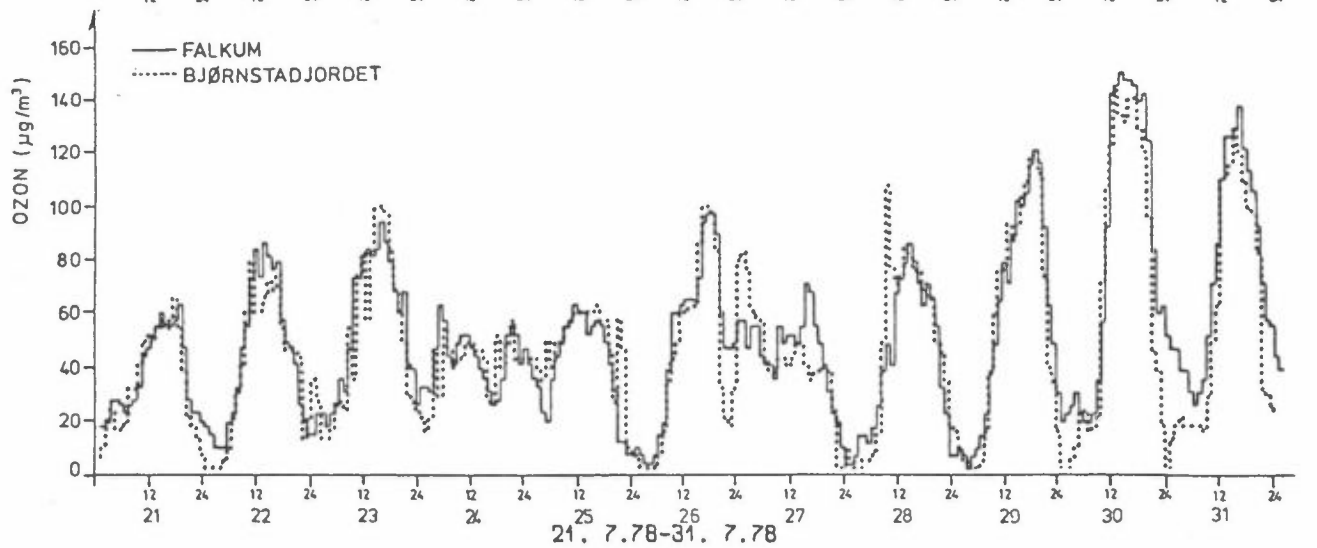
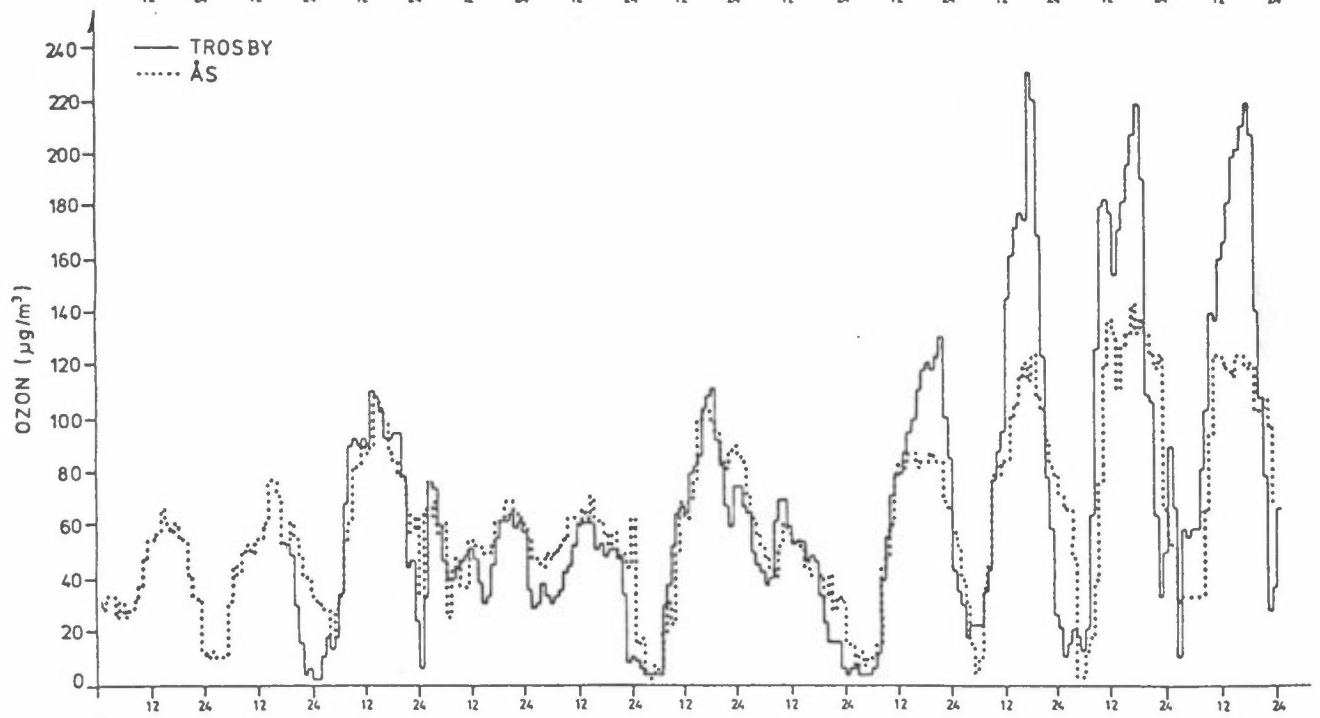
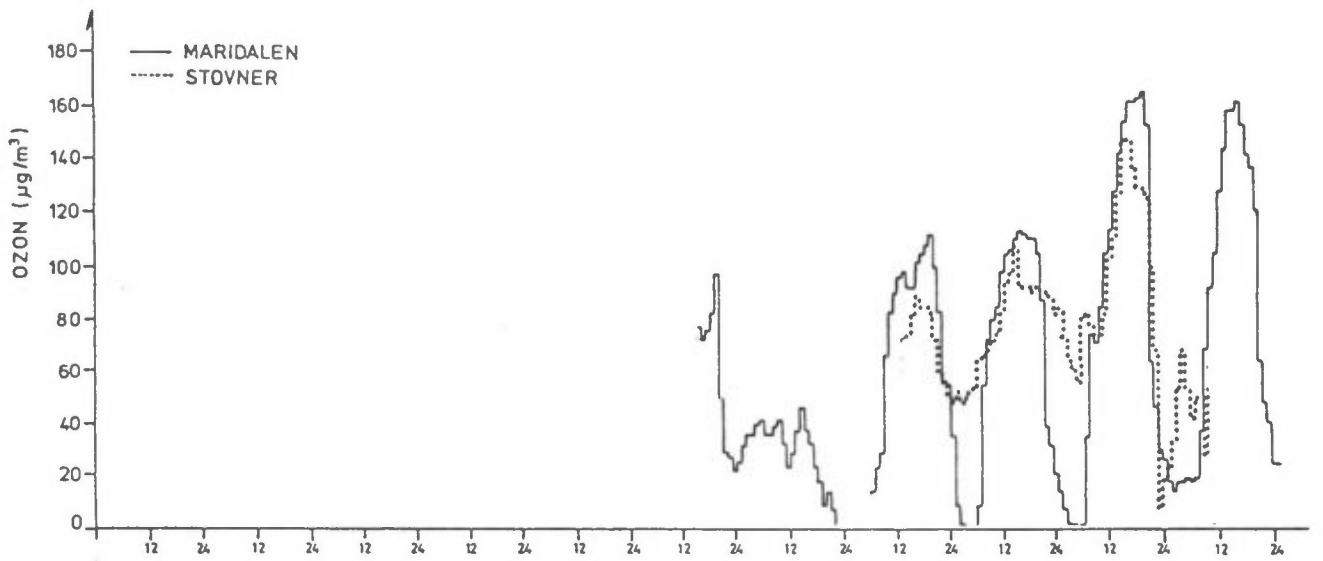


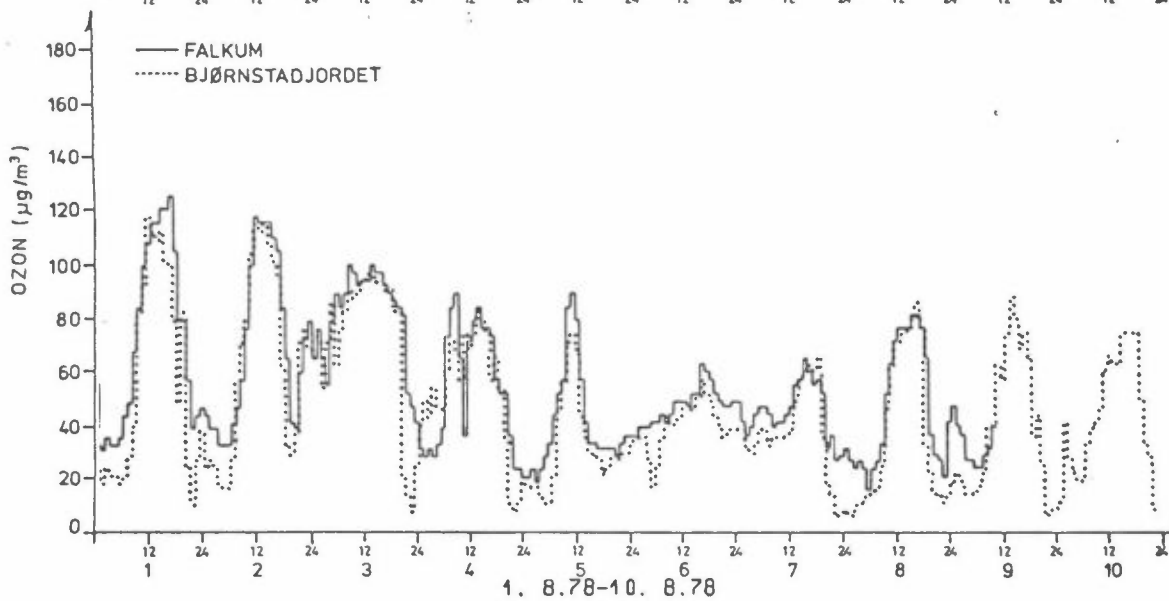
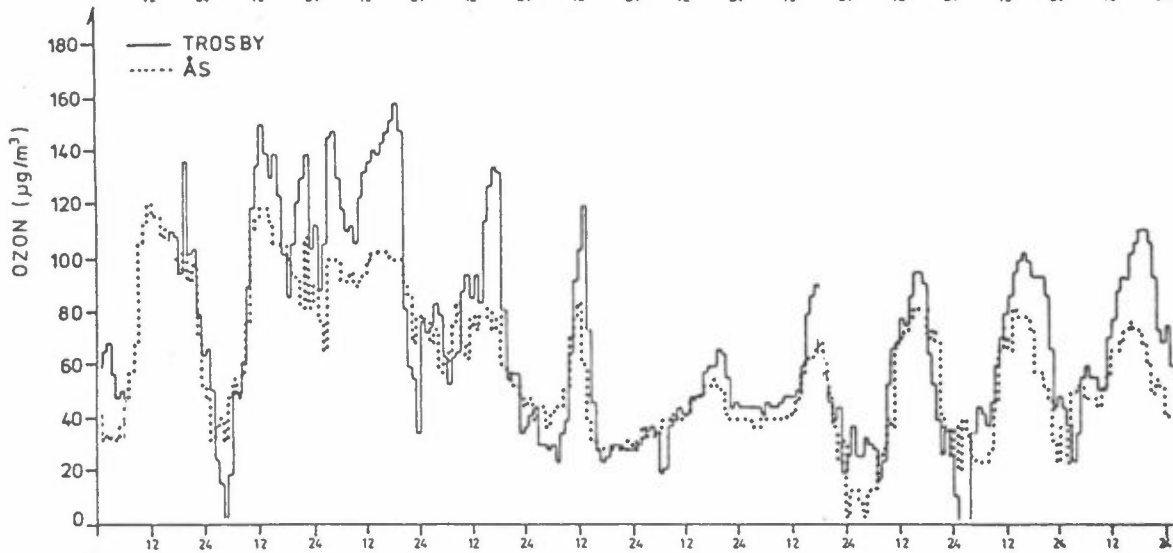
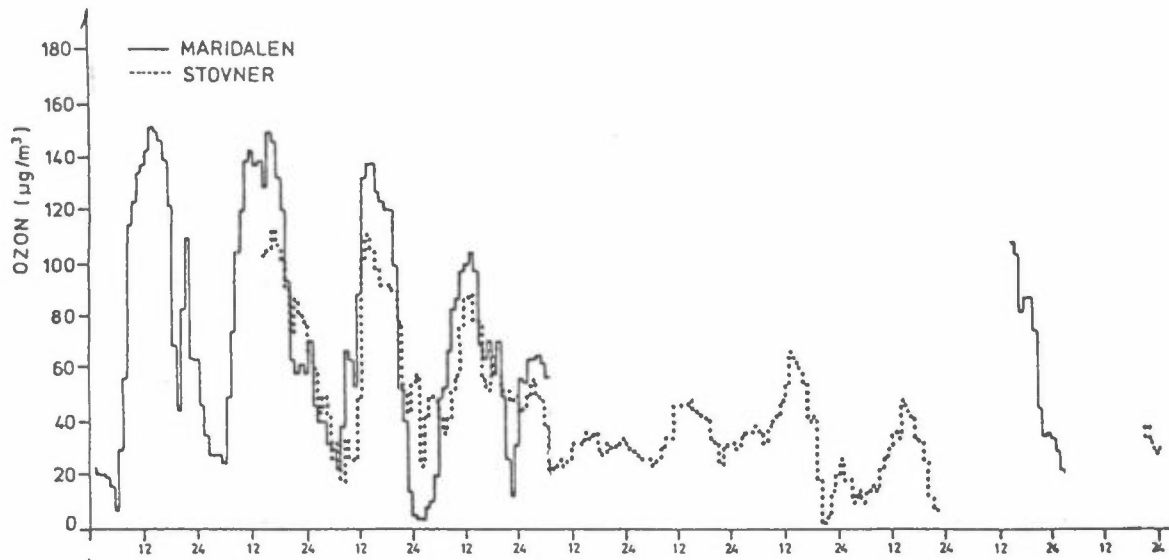


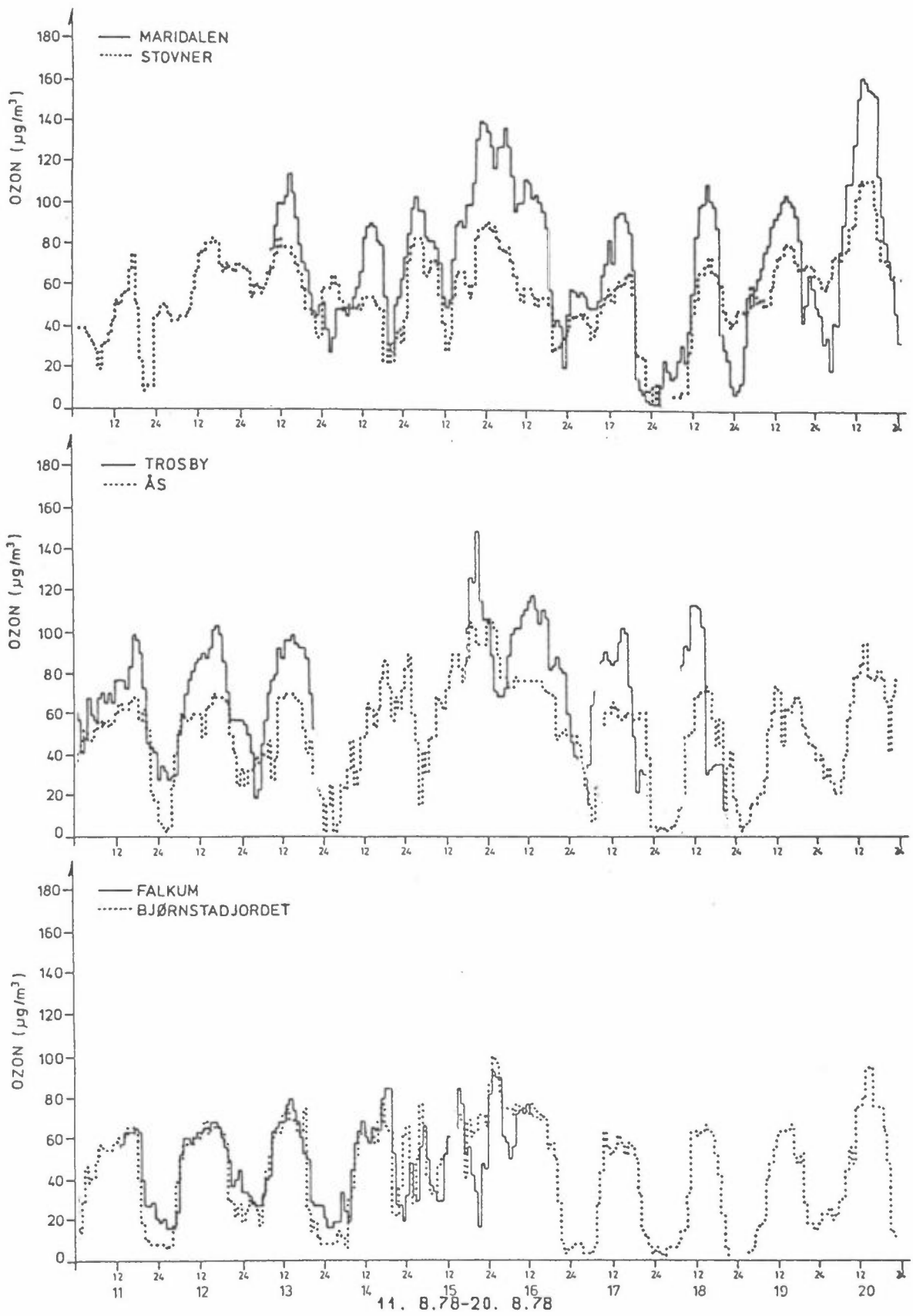
11. 6.78-20. 6.78

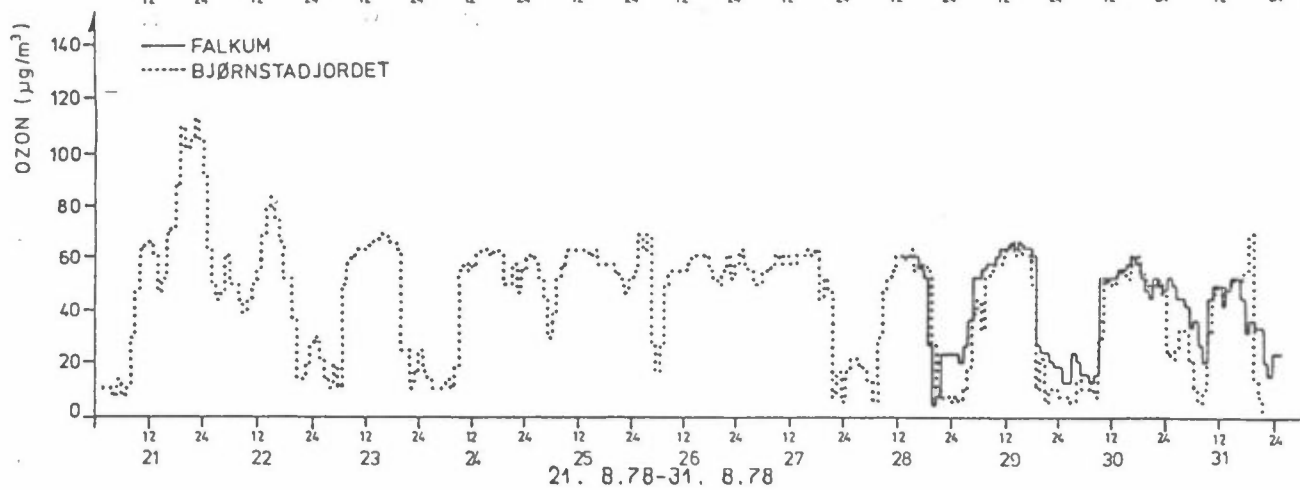
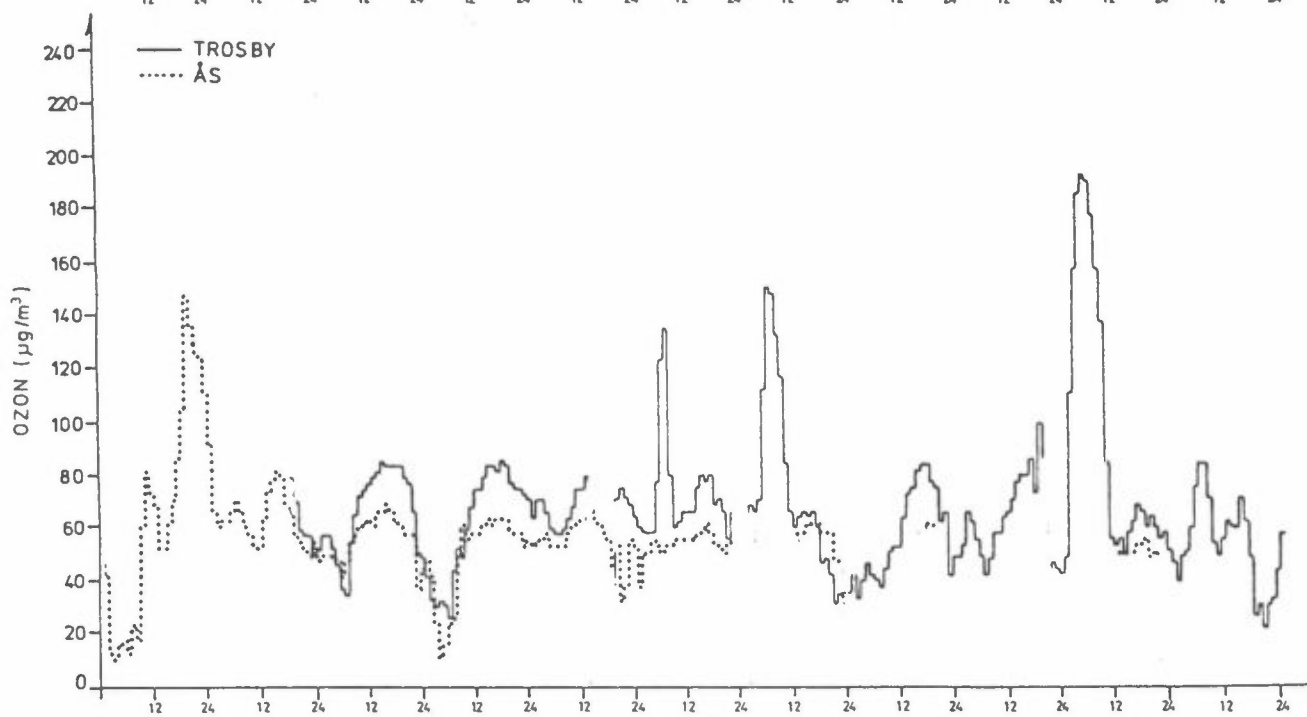
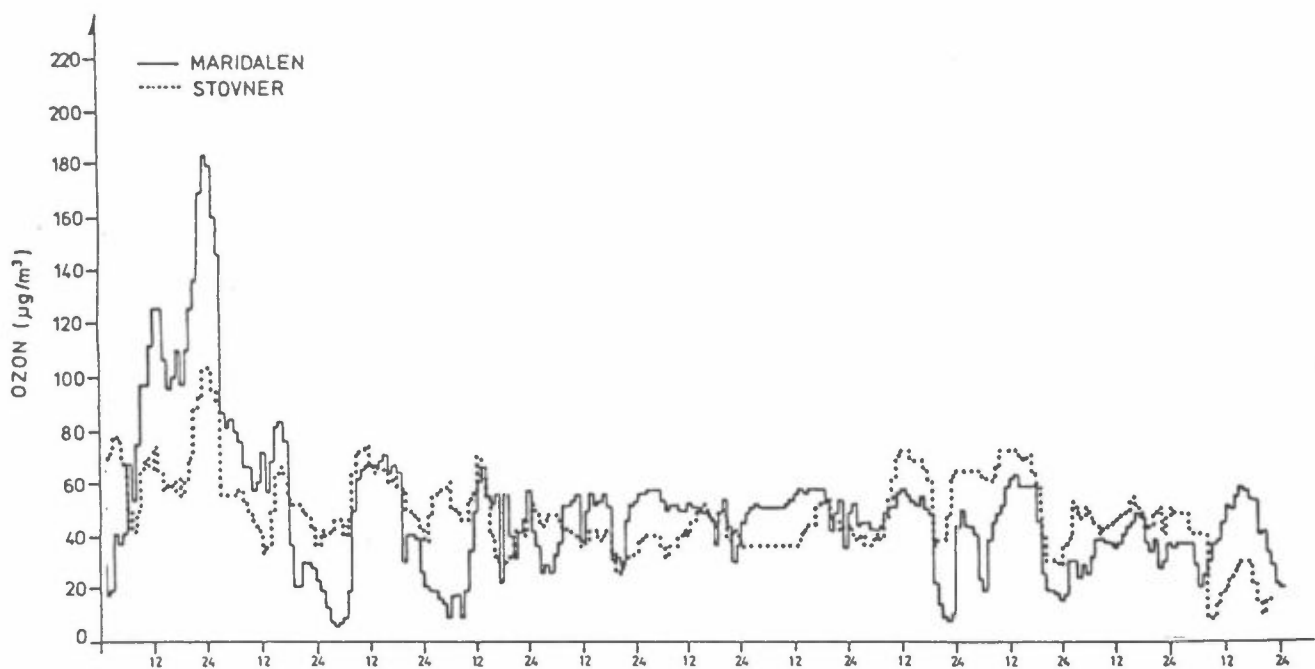


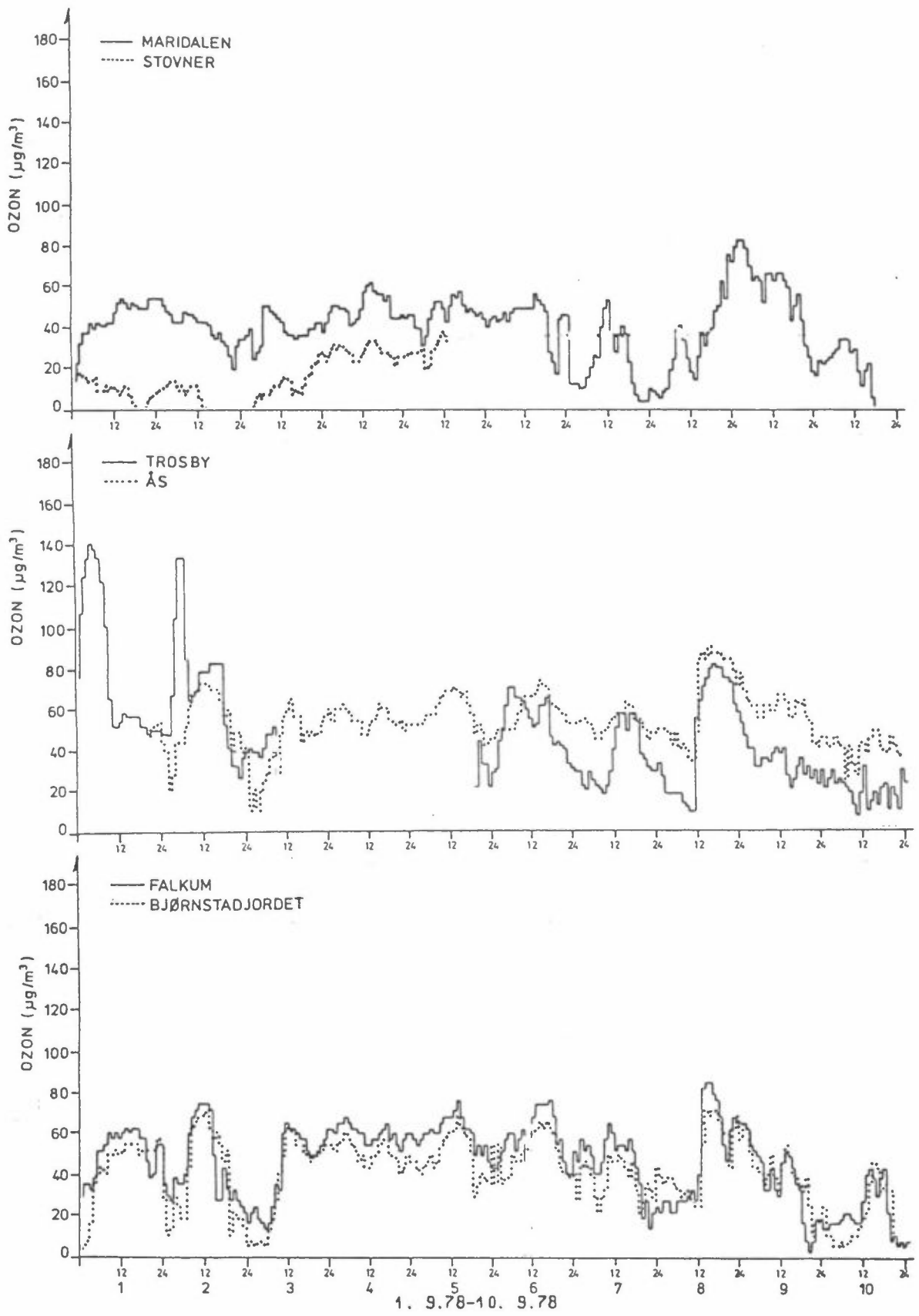


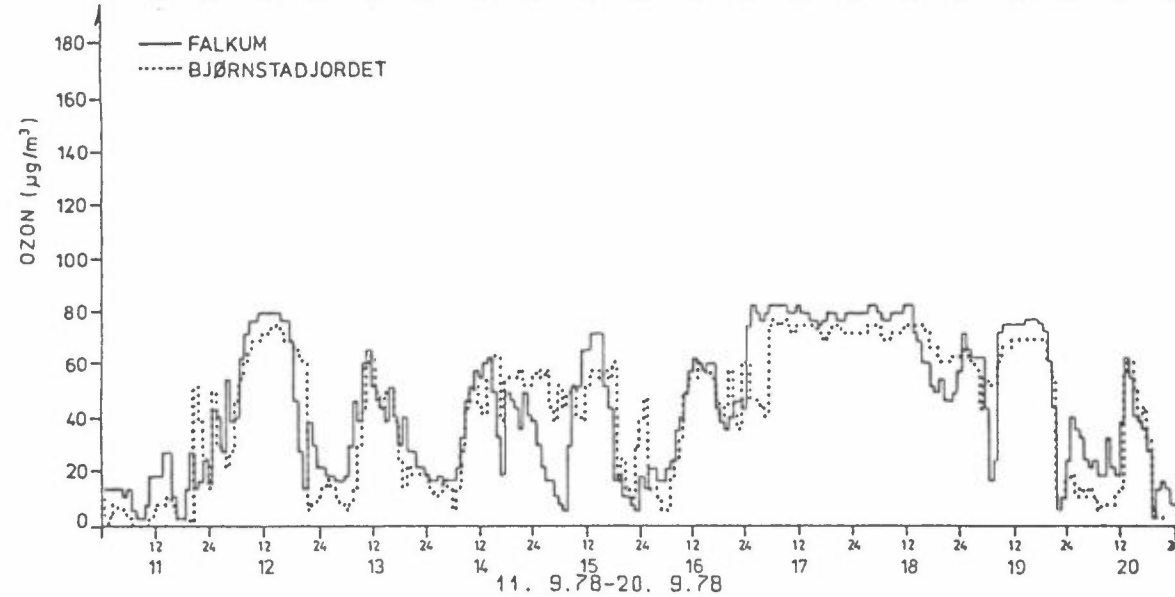
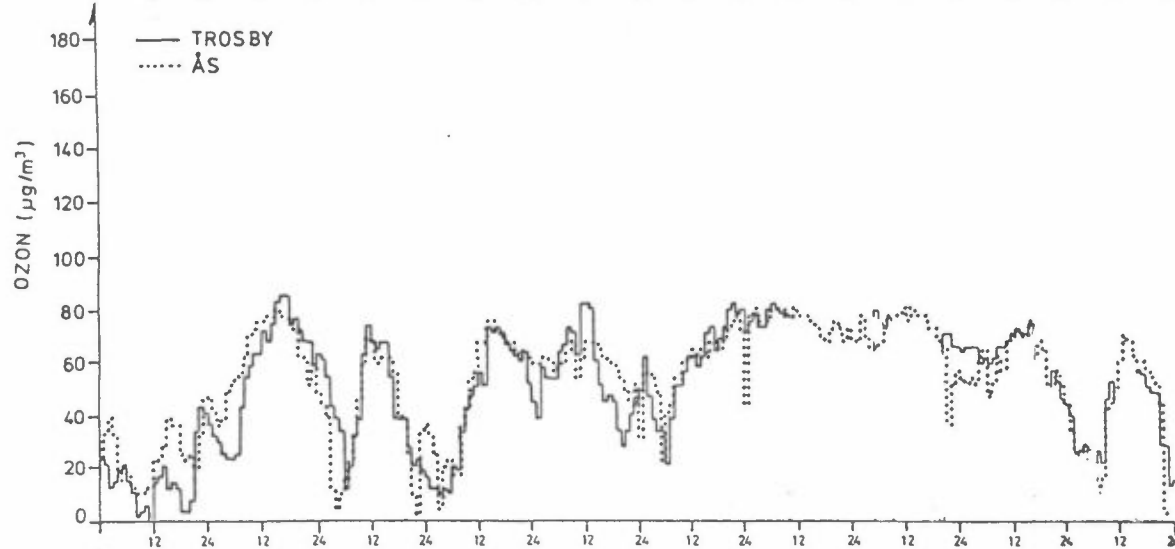
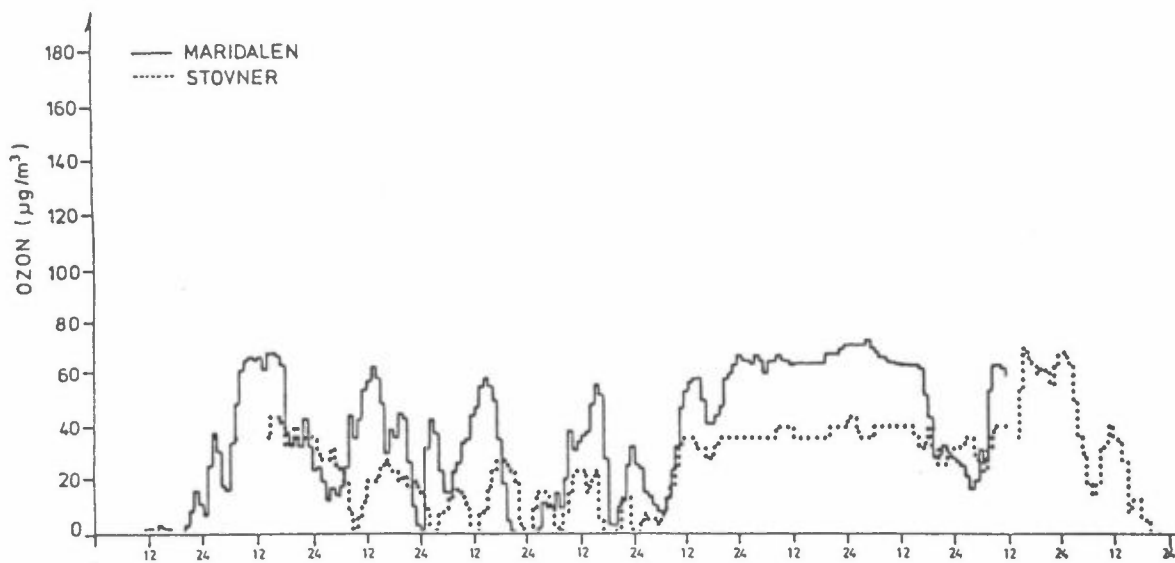












11. 9.78-20. 9.78



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

TLF. (02) 71 41 70

(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)
 POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
 ELVEGT. 52.

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTNR. OR 10/79	ISBN--82-7247-104-3
DATO MAI 1979	ANSV.SIGN. O.F.Skogvold <i>O.F.</i>	ANT.SIDER OG BILAG 61 1
TITTEL Målinger av ozon i Oslo og nedre Telemark sommeren 1978		PROSJEKTLEDER
		NILU PROSJEKT NR 21377, 22978
FORFATTER(E) Jørgen Schjoldager Olav Thorstad		TILGJENGELIGHET ** A
		OPPDRAKSGIVERS REF.
OPPDRAKSGIVER Miljøverndepartementet og Statens forurensningstilsyn		
3 STIKKORD (å maks.20 anslag)		
Ozon	Oslo	Telemark
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) Målinger av ozon pågikk to steder i Oslo (Maridalen og Stovner) og fire steder i nedre Telemark (Trosby, Ås, Bjørnstadjordet og Falkum) sommeren 1978. Målestedene var de samme som i 1977. På ingen av målestedene ble det registrert timesverdier høyere enn den nye amerikanske grenseverdien på 240 µg/m ³ . På alle målestedene forekom timesverdier over WHOs grenseverdi på 120 µg/m ³ . Flest høye verdier ble målt i Maridalen og Trosby. De fleste tilfeller av høye ozonkonsentrasjoner kan for en stor del forklares ved transport fra andre land.		
TITTEL Ozone measurements in Oslo and Telemark, during the summer of 1978.		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines) Ozone measurements in Oslo and Telemark (59-60°N) were carried out at six sites. No hourly values exceeded the new U.S. ambient air quality standard of 240 µg/m ³ , but higher values than the WHO standard of 120 µg/m ³ were recorded at all sites. In contrast to the summer of 1977, most of the high ozone episodes occurred during long range transport of pollutants from Great Britain and the European continent.		

**Kategorier: Åpen - kan bestilles fra NILU A
 Må bestilles gjennom oppdragsgiver B
 Kan ikke utleveres C