



Statlig program for forurensningsovervåking

RAPPORT NR 270/87

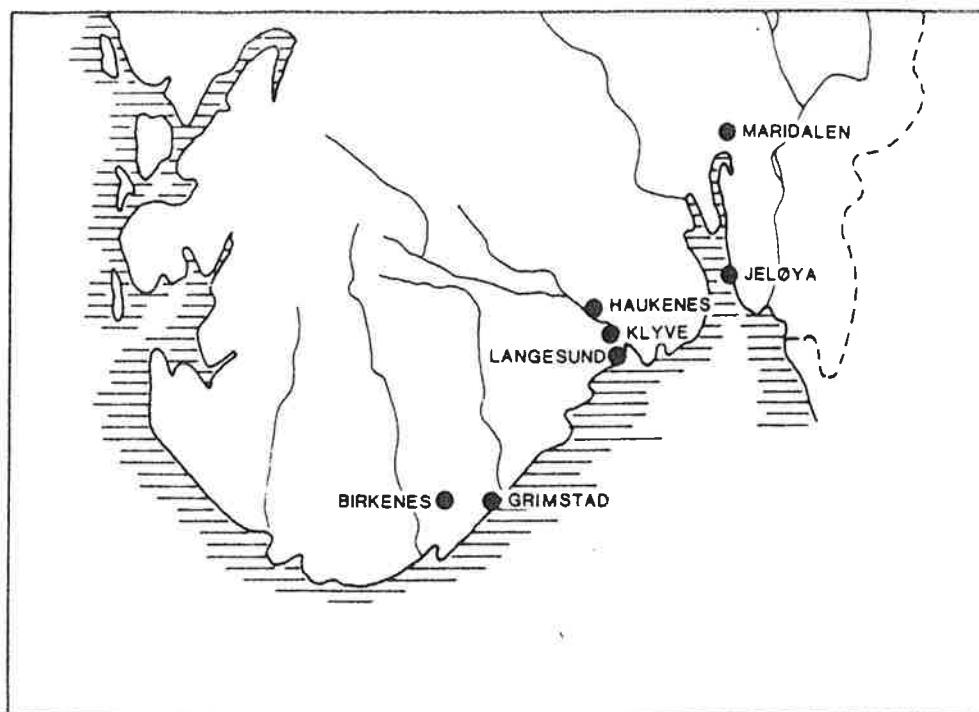
Oppdragsgiver Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjoner NILU
Statens forurensningstilsyn

MÅLINGER AV OZON, ØSTLANDET-TELEMARK-SØRLANDET

MÅLINGER AV PAN, TELEMARK

1984-1985



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

Postboks 64 - 2001 Lillestrøm



Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør
grunnvann
vassdrag og fjorder
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.

registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.

påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.

over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

**Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)
Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)
Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Statens forurensningstilsyn (SFT)**

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter vil bli publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1,
tlf. 02 - 22 98 10.

NILU OR : 64/87
REFERANSE: O-8423
DATO : OKTOBER 1987
ISBN : 82-7247-859-5

MÅLINGER AV OZON,
ØSTLANDET - TELEMARK - SØRLANDET

MÅLINGER AV PAN, TELEMARK

1984-1985

J. Schjoldager, R. Dreiem, T. Krognes*
T. Johannessen, L. Stige, B. Tveita**

* NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 64, 2001 LILLESTRØM
NORGE

** STATENS FORURENSNINGSTILSYN
KONTROLLSEKSJONEN FOR INDRUSTRIFORURENSNING
I NEDRE TELEMARK
POSTBOKS 402, 3701 SKIEN
NORGE

SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

De høyeste konsentrasjonene av ozon ble målt på Jeløya i Oslofjorden. Disse var over $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timesverdier og blir klassifisert som "mye luftforurensning". De fleste høye ozonkonsentrasjoner ble målt ved transport av luftforurensninger fra de østlige delene av det europeiske kontinent. Utslipp i Sør-Skandinavia og lokale utslipp i Norge har sannsynligvis også bidratt til ozondannelsen i en del tilfeller.

De høyeste timesverdiene av PAN i nedre Telemark var $25-30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette er mindre enn halvparten av høyeste timesverdi i 1982 ($68 \mu\text{g}/\text{m}^3$), men likevel av samme størrelse som de høyeste verdiene som er målt andre steder i Skandinavia. De høye konsentrasjonene av PAN i nedre Telemark skyldes antakelig lokale utslipp.

Fotokjemiske oksidanter dannes ved kjemiske reaksjoner mellom nitrogenoksider, organiske stoffer og oksygen under påvirkning av solstråling. Ozon er den viktigste av oksidantene og dannes i størst mengde. En annen viktig oksidant er peroksyacetylnitrat (PAN).

Somrene 1984-85 ble det målt ozon på til sammen sju steder, to steder i Oslofjord-området (Maridalen og Jeløya), tre i nedre Telemark (Langesund, Klyve og Haukenes) og to i Aust-Agder (Grimstad og Birkenes). PAN ble målt på Klyve i nedre Telemark. Målingene i nedre Telemark og Grimstad er utført av Statens forurensningstilsyn (SFT), Kontrollseksjonen for industriforurensning i nedre Telemark. Målingene i Oslofjord-området og Birkenes er utført av Norsk institutt for luftforskning (NILU) på oppdrag fra SFT.

Ozon er målt i nedre Telemark siden 1975 og i Oslofjord-området siden 1977.

Måleresultatene for ozon er sammenliknet med vanlig brukte grenseverdier. Verdens helseorganisasjon (WHO) anbefaler $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som maksimal timesverdi, mens grenseverdien i USA er på $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En arbeidsgruppe nedsatt av SFT anbefaler en grenseverdi på $100-200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

På seks målesteder ble det målt ozonkonsentrasjoner over WHO's grenseverdi. Verdier over $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ble målt på to steder i 1985, nemlig Maridalen og Jeløya. Høyeste timesverdi de to åra var henholdsvis $198 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jeløya, 1984) og $266 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jeløya, 1985).

Målingene av ozon i 1984-85 viste at de maksimale konsentrasjonene og antall forurensnings-episoder i 1984 lå på samme nivå som i 1983, som er det laveste som er målt til nå. I 1985 økte antall forurensnings-episoder og de maksimale konsentrasjonene til et nivå som var høyere enn i 1983 og 1984. Disse variasjonene fra år til år skyldes variasjoner i værforholdene på stor skala.

De viktigste episodene med høy ozonkonsentrasjon fant sted i mai og juli 1984 og mai, juli og august 1985. I mai 1984 var konsentrasjonene høyest på Sørlandet, i juli 1984 og juli-august 1985 var de høyest i Oslofjord-området, og i mai 1985 var de høyest i nedre Telemark.

De fleste høye ozonkonsentrasjoner forekom når luftmassene på stor skala var transportert fra nordøst, øst, sørøst og sør, dvs. i hovedsak fra de østlige delene av det europeiske kontinent. Under episoden i mai 1985 kan det også ha vært bidrag fra dannelse på regional skala i Sør-Skandinavia.

Dannelse av ozon fra lokale utslipp i nedre Telemark og Oslo-området forekommer sannsynligvis i en del tilfeller. 27.-28. mai 1985 ble det målt $30-40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ høyere konsentrasjon på Haukenes og Klyve enn ved Langesund, og ca. $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ høyere konsentrasjon i Maridalen enn på Jeløya.

Samlet for åra 1984-85 var det større tendens til lokal ozondannelse i nedre Telemark enn i Oslofjord-området.

Konsentrasjonen av PAN i nedre Telemark var av samme størrelse som i 1983 og atskillig lavere enn i 1982. Høyeste timesverdier var $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 1984 og $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 1985. I 1982 var høyeste timesverdi $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasjonene i 1984 og 1985 var likevel av omtrent samme størrelse som er målt andre steder i Skandinavia. PAN-forekomsten i nedre Telemark skyldes antakelig først og fremst lokal dannelselse.

INNHOLD

	Side
SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	1
1 INNLEDNING	7
2 MÅLEMETODER	8
3 GRENSEVERDIER	9
4 RESULTATER OG DISKUSJON	10
4.1 Overskridelse av grenseverdier for ozon	10
4.2 Ozonepisoder	11
4.2.1 Ozonepisoder 1984	11
4.2.2 Ozonepisoder 1985	13
4.3 Drøfting av ozondannelsen	15
4.4 Måleresultater for PAN	19
6 REFERANSER	22
VEDLEGG A: Sammenfatning av måleresultater for ozon og PAN, 1984 og 1985	23

MÅLINGER AV OZON,
ØSTLANDET - TELEMARKE - SØRLANDET

MÅLINGER AV PAN, TELEMARKE

1984-1985

1 INNLEDNING

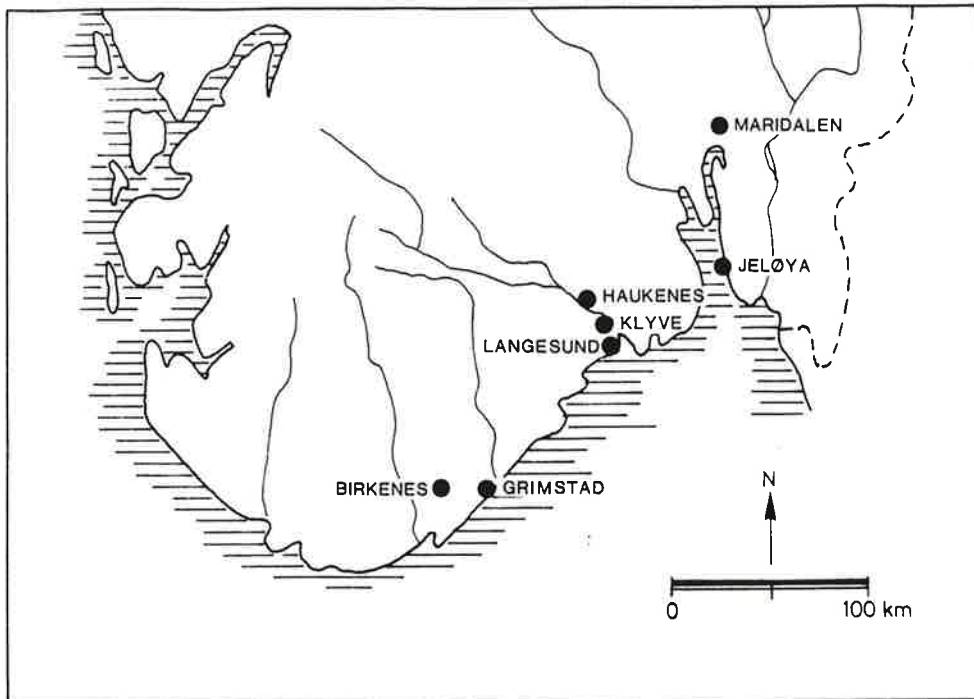
Fotokjemiske oksidanter dannes i atmosfæren fra nitrogenoksider, organiske stoffer og oksygen med solstråling som energikilde. Ozon er den viktigste av oksidantene og fins i høyeste konsentrasjoer. I tillegg til ozon dannes bl.a. hydrogenperoksid og organiske peroksyforbindelser. Den best kjente organiske peroksyforbindelsen er peroksyacetylnitrat (PAN).

Ozon er målt i nedre Telemark siden 1975 og i Oslofjordområdet siden 1977. PAN er målt siden 1980, dels i Oslo og dels i nedre Telemark. Norsk institutt for luftforskning (NILU) og Statens forurensnings-tilsyn (SFT), Kontrollseksjonen for industriforurensning i nedre Telemark, samarbeider om målingene av ozon og PAN. Det er tidligere rapportert ozon- og PAN-målinger til og med 1983 (Schjoldager et al., 1984).

Somrene 1984-1985 ble det målt ozon på i alt 7 steder, som vist i tabell 1 og figur 1. Målingene i Maridalen og på Jeløya ble utført av NILU på oppdrag fra SFT. På de øvrige stedene ble målingene utført av SFTs kontrollseksjon for industriforurensning i nedre Telemark.

Tabell 1: Målesteder og måleperioder for ozon 1984-1985.

Målested	1984	1985
Maridalen	03.04.-30.09.	10.04.-29.09.
Jeløya	04.04.-03.10.	27.03.-30.09.
Langesund	02.04.-31.08.	09.04.-31.07.
Klyve	03.04.-21.09.	03.04.-30.09.
Haukenes	04.04.-30.09.	11.04.-30.09.
Grimstad	06.04.-28.09.	---
Birkenes	---	01.07.-07.11.



Figur 1: Kartskisse over målesteder for ozon 1984-85.

PAN ble målt på Klyve i nedre Telemark i perioden 1.4.-30.9.1984, og i periodene 10.5.-21.6.1985 og 2.8.-12.8.1985.

2 MÅLEMETODER

NILUs målinger ble utført med målere basert på kjemiluminescens mellom ozon og etylen. På SFTs målesteder ble det dels brukt ozonmålere basert på kjemiluminescens mellom ozon og fargestoffet Rhodamin B, dels basert på kjemiluminescens mellom ozon og etylen.

Alle målerne registrerte ozon kontinuerlig og ble kalibrert ved hjelp av samme referansem metode, basert på UV-absorpsjon av ozon. Usikkerheten i målingene anslås til ca. 5%.

Målemetoden for PAN var automatisk prøvetaking og analyse med gasskromatograf og "electron capture"-detektor.

3 GRENSEVERDIER

En arbeidsgruppe nedsatt av SFT la i 1982 fram grenseverdier for luftkvalitet for seks vanlige luftforurensninger, bl.a. ozon (SFT, 1982). Disse grenseverdiene er gjengitt i tabell 2 sammen med verdier fra Canada, Japan, USA og Verdens helseorganisasjon (WHO).

Tabell 2: Grenseverdier for ozon.

	Grenseverdi, timesmiddel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Merknader
Norge	100-200 200	Virkning på helse. Virkning på vegetasjon
Canada	100 160 300	"Maximum desirable level". "Maximum acceptable level". "Maximum tolerable level".
Japan	120	Virkning på helse.
Sverige	120	Virkning på helse. En tillatt overskridelse pr. måned.
USA	240	Virkning på helse. Tillatt overskridelse en gang pr. år.
Verdens helse- organisasjon (WHO)	120	"Recommended long term goal"

I tabellen er det gjengitt ulike typer av grenseverdier. Canadas "maximum desirable level" er noe lavere enn WHOs "recommended long term goal" og Japans grenseverdi. Disse representerer en ønsket situasjon, dvs. den som planleggingen bør rettes inn imot.

Ingen av de land og organisasjoner som er nevnt i tabell 2, har satt grenseverdier for PAN.

4 RESULTATER OG DISKUSJON

Måleresultatene er sammenfattet i vedlegg A.

4.1 OVERSKRIDELSE AV GRENSEVERDIER FOR OZON

På alle målesteder unntatt Birkenes ble det hvert år målt timesmidler over WHO's grenseverdi på $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I 1985 ble det målt timesmidler over $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på to målesteder. På ett målested ble det målt timesmiddel over den amerikanske grenseverdien på $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabell 3 og 4 viser antall timer og døgn med timesmidler over 120, 160 og $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på de ulike målestedene. Høyeste timesmiddel de to åra var henholdsvis $198 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jeløya 9.7.1984) og $266 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jeløya 22.7.1985).

Tabell 3: Antall timer og døgn med timesverdier av ozon over 120, 160 og $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, og høyeste timesverdier, 1984.

Målested	Totalt antall		Antall timer og døgn med timesverdier over						Høyeste timesverdi	
	timer	døgn	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$		$160 \mu\text{g}/\text{m}^3$		$200 \mu\text{g}/\text{m}^3$		Konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tidspunkt
Maridalen	4275	179	13	2	0	0	0	0	143	8.7 kl 00
Jeløya	4317	181	38	5	6	2	0	0	198	9.7 kl 01
Langesund	3405	143	23	5	0	0	0	0	133	22.5 kl 13
Klyve	3936	168	4	2	0	0	0	0	129	21.5 kl 18
Haukenes	3347	141	2	1	0	0	0	0	145	8.7 kl 20 og 21
Grimstad	3556	149	64	8	0	0	0	0	143	22.5 kl 15

Tabell 4: Antall timer og døgn med timesverdier av ozon over 120, 160 og $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, og høyeste timesverdier, 1985.

Målested	Totalt antall		Antall timer og døgn med timesverdier over						Høyeste timesverdi	
	timer	døgn	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$		$160 \mu\text{g}/\text{m}^3$		$200 \mu\text{g}/\text{m}^3$		Konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tidspunkt
Maridalen	3723	157	89	14	6	1	1	1	201	27.5 kl 16
Jeløya	4328	181	53	12	22	5	14	5	266	22.7 kl 18
Langesund	2652	110	29	5	0	0	0	0	133	27.5 kl 19
Klyve	3647	154	82	13	0	0	0	0	139	14.5 kl 14-17
Haukenes	3840	162	50	8	0	0	0	0	148	14.5 kl 15-18
Birkenes	2274	94	0	0	0	0	0	0	115	5.7 kl 14-16

4.2 OZONEPISODER

På oppdrag fra SFT har NILU inndelt konsentrasjonen av en del vanlige luftforurensninger i klassene "lite", "middels" og "mye" (Hagen et al., 1983). Grunnlaget for inndelingen var de vanlig brukte grenseverdiene for luftkvalitet med særlig vekt på det norske framlegget fra 1982 (SFT, 1982). For ozon ble det satt disse grensene for maksimal timesverdi:

Lite	forurensning	< 120	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Middels	"	120-200	"
Mye	"	> 200	"

På dette grunnlaget er det naturlig å definere en ozonepisode som et tilfelle med konsentrasjon høyere enn $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på flere målesteder og/eller konsentrasjon høyere enn $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på ett målested. Med denne inndelingen blir antall episode-døgn i åra 1980-85 som vist i tabell 5. En del av episodene i perioden 1980-83 er omtalt tidligere (Schjoldager et al., 1981, 1984).

Tabell 5: Antall episode-døgn fra 1980 til 1985.

År	80	81	82	83	84	85
Antall episode-døgn	75	17	29	9	5	16

4.2.1 Ozon-episoder 1984

20.-22. mai 1984

En lavtryksrenne fra Nederland mot Polen ga transport fra øst til de sørlige delene av Norge. Forurensningene kan dels ha kommet fra Øst-Europa og dels fra Skandinavia.

Konsentrasjoner av ozon og PAN er vist i tabell 6. De høyeste verdiene ble målt i Grimstad med maksimal timesverdi på $142 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasjonene avtok mot nord.

PAN-målingene på Klyve i nedre Telemark viste et lite maksimum 21.5., men maksimal timesmiddel var ikke høyere enn $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

8.-9. juli 1984

Et høytrykk over Polen og et lavtrykk vest for Irland dirigerte luft fra sør og sørøst innover Sør-Norge. Forurenset luft ble transportert til Norge fra det europeiske kontinent.

Konsentrasjoner av ozon og PAN er vist i tabell 6. Høyeste timesverdi ble målt på Jeløya 9.7. kl 01, ($198 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Konsentrasjonene avtok til rundt $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ både mot nord (Maridalen) og sør (nedre Telemark og Grimstad). Slike "belter" atmosfæren med høyt innhold av ozon er kjent fra tidligere episoder (Schjoldager et al., 1984).

PAN-målingene i nedre Telemark viste et maksimum i samme periode, med høyeste timesmiddel på $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabell 6: Maksimale timesverdier i for ozon på de ulike målestedene og PAN på Klyve under ozon-episodene 20.-22.5.1984 og 8.-9.7.1984 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Målested	20.5.	21.5.	22.5.		8.7.	9.7.
Maridalen	85	96	119		143	128
Jeløya	110	127	131		181	198
Langesund	108	127	133		130	91
Klyve	122	129	110		104	69
Haukenes					145	110
Grimstad	130	134	143		136	136
Klyve (PAN)	1	6	3		14	16

4.2.2 Ozonepisoder 1985

8.-14. mai 1985

Et høytrykk over Østersjøen i begynnelsen av perioden beveget seg sakte østover og ble erstattet av et nytt høytrykk som lå forholdsvis rolig over Nordsjøen og Norskehavet. Høytrykkene ga transport fra østlig og nordøstlig kant.

Konsentrasjoner av ozon og PAN er gitt i tabell 7. Høyeste ozonkonsentrasjon i perioden var $148 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og ble målt på Haukenes den 14.5. Konsentrasjonen i Maridalen var noe høyere enn på Jeløya, og konsentrasjonen på Klyve og Haukenes var noe høyere enn på Langesund. Dette kan tyde på bidrag av lokal dannelse i Oslofjord-området og nedre Telemark.

Tabell 7: Maksimale timesverdier for ozon og PAN ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 8.-14.5.1984.

Målested	8.5.	9.5.	10.5.	11.5.	12.5.	13.5.	14.5.
Maridalen	130	130	117	134	159	125	133
Jeløya	103	115	103	118	115	106	128
Haukenes	123	123	128	138	133	133	148
Langesund	126	129	107	100	91	91	123
Klyve	139	129	124	129	134	129	139
Klyve (PAN)			14	15		13	

27.-28. mai 1985

Høytrykk over Østersjøen og lavtrykk ved Færøyene ga transport fra sørøstlig kant med tilførsel av forurenset luft fra det europeiske kontinentet.

Konsentrasjoner av ozon og PAN er sammenfattet i tabell 8. De høyeste ozonkonsentrasjonene forekom i Maridalen med maksimalverdi på $202 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det var høyere konsentrasjoner på Klyve enn i Langesund. PAN-konsentrasjonen på Klyve var relativt høy med maksimalverdier nær $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Måleresultatene tyder på atskillig bidrag av lokal oksidantdannelse både i Oslofjord-området og i nedre Telemark.

22. juli, 29. juli, 6. august, 7. august og 9. august 1985

På disse dagene var det svært høye konsentrasjoner over korte tider på Jeløya, alle dager mer enn $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Høyeste timesverdi var på $266 \mu\text{g}/\text{m}^3$, uten at konsentrasjonen var over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på noen av de andre målestedene (tabell 7). Værsituasjonen var varierende med til dels kraftige lavtrykk med regn og torden over Sør-Norge og til dels tilfeller med langtransport fra sørlige områder.

Slike store, kortvarige lokale konsentrasjonsvariasjoner har ikke forekommet på målestedene tidligere år. Det er vanskelig å si hva årsaken kan være, men det ser ikke ut til å ha vært funksjoneringsfeil på måleren på Jeløya. I noen av tilfellene kan lyn og/eller transport fra stratosfæren ha vært årsaken, men det er ikke sikre holdepunkter for dette.

Tabell 7 viser svært store variasjoner i konsentrasjonen over relativt korte avstander. Dette samsvarer til dels med erfaringer fra tidligere år og med ozon-målinger foretatt med fly. Det er imidlertid ikke tidligere målt så store konsentrasjonsforskjeller som mellom Jeløya og Maridalen 22.7.1985, da differansen var mer enn $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabell 7: Maksimale timesverdier for ozon og PAN 27.-28.5., 22.7., 29.7., 6.-8.8.1985 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Målested	27.5.	28.5.	22.7.	29.7.	6.8.	7.8.	9.8.
Maridalen	201	148	64	95	59	67	97
Jeløya	140	110	266	233	220	234	221
Langesund	133	97	40	50			
Klyve	139	134	60		61	66	76
Haukenes			48	82	58	53	75
Birkenes				80	56	64	76
Klyve (PAN)	29	28			1	3	0.2

4.3 DRØFTING AV OZONDANNELSEN

Målingene i åra 1984-85 har som tidligere vist at ozonforekomsten er episodisk, og at antall episoder varierer atskillig fra et år til det neste. Målingene har også vist at konsentrasjonen ofte er høy over store områder i en episode, men likevel kan de horisontale variasjonene være betydelige over distanser på noen ti-talls km eller mindre.

I tabell 9 er to "stasjonspar" sammenliknet, nemlig Jeløya/Maridalen og Langesund/Haukenes. For 6 års-perioden 1980-85 er det summert antall dager med timesverdi over $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på minst ett av målestedene i stasjonsparet. Videre er antallet av disse dagene med høyeste konsentrasjon på det nordligste, henholdsvis sørligste summert. Fordi hovedvindretningen ved middels og høye ozonkonsentrasjoner oftest er sørlig, kan en slik sammenlikning gi informasjon om oppbygning og nedbrytning av ozon mellom de to målestedene.

Tabell 9: Sammenlikning av stasjonspar på dager med maksimal timesverdi over $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Stasjonspar	Sted med høyest konsentrasjon	Antall dager						SUM
		1980	1981	1982	1983	1984	1985	
Jeløya/ Maridalen	Jeløya	45	30	16	6	5	9	111
	Maridalen	43	15	3	0	0	14	85
Langesund/ Haukenes	Langesund	10	12	6	9	2	4	43
	Haukenes	11	8	40	4	1	11	75

Tabell 9 viser at for stasjonsparet Jeløya/Maridalen var konsentrasjonen oftest høyest på Jeløya, dvs. den sørligste stasjonen. Dette tyder på at dannelse på regional eller kontinental skala oftest har størst betydning. I 1985 var imidlertid forholdet motsatt, idet flest høye verdier forekom i Maridalen.

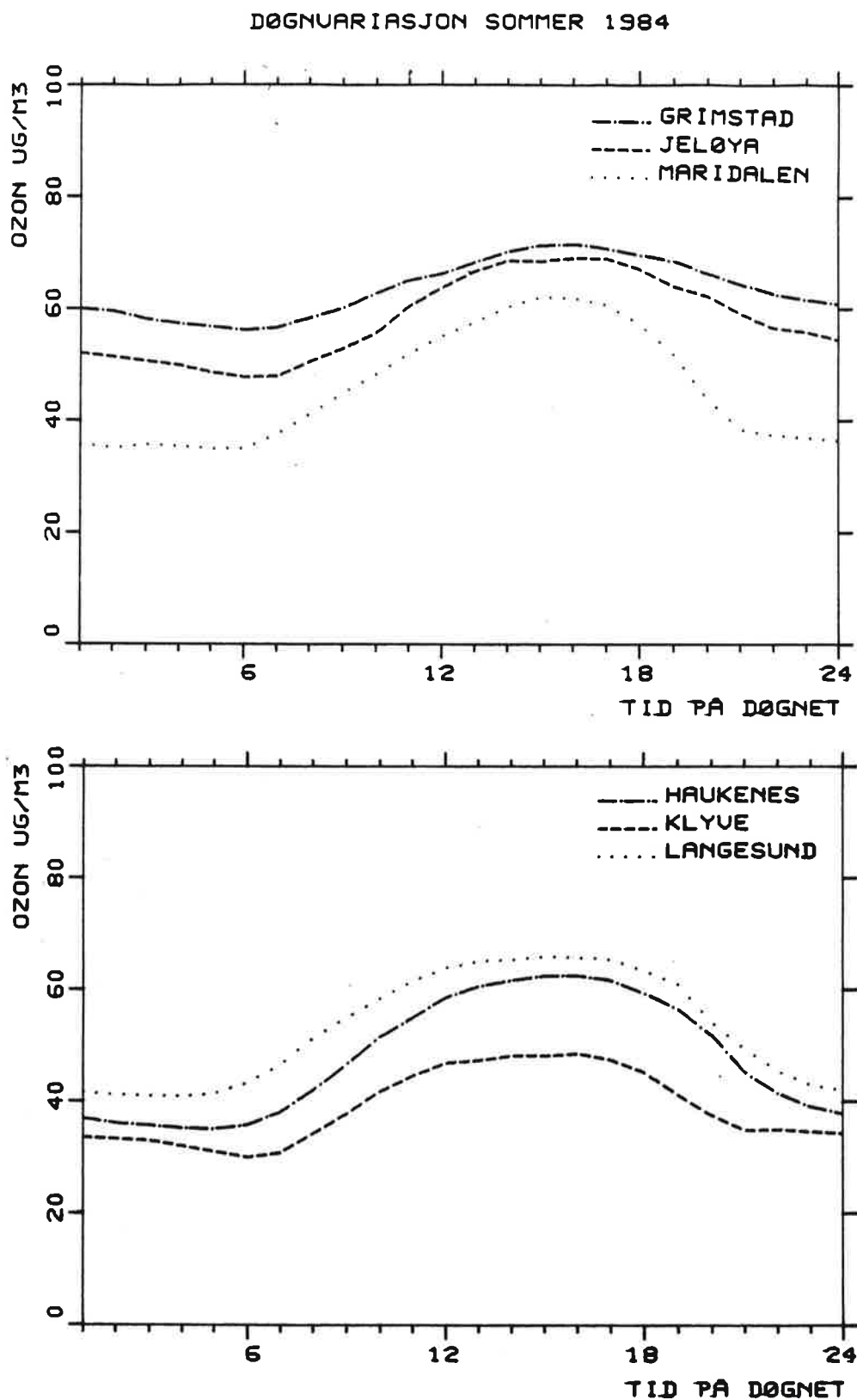
For stasjonsparet Langesund/Haukenes var det fleste dager med høyeste konsentrasjoner på den nordligste stasjonen, Haukenes. I 1984 var imidlertid forholdet motsatt, da flest høye verdier forekom i Langesund.

Tabell 9 viser at det synes å være større generell tendens til lokal dannelse av ozon i nedre Telemark enn i Oslofjord-området. Det er nærliggende å anta at lokale utslipp bidrar til ozondannelsen i nedre Telemark.

Figur 2 og 3 viser midlere døgnvariasjon av ozonkonsentrasjonen for de to åra. For 1984 viser figur 2 høyere konsentrasjoner på Jeløya enn i Maridalen og høyere konsentrasjoner i Langesund enn på Haukenes. Høyeste middelkonsentrasjoner i 1984 forekom i Grimstad. For 1985 viser figur 3 høyeste middelkonsentrasjoner på Haukenes og høyere konsentrasjoner om dagen i Maridalen enn på Jeløya.

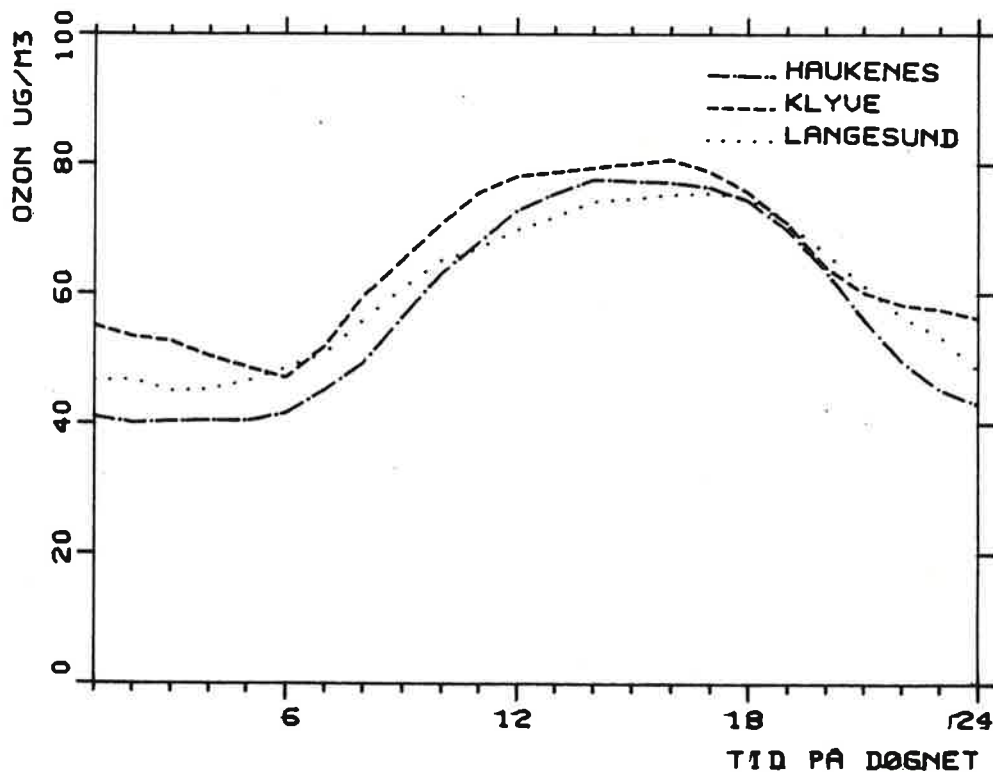
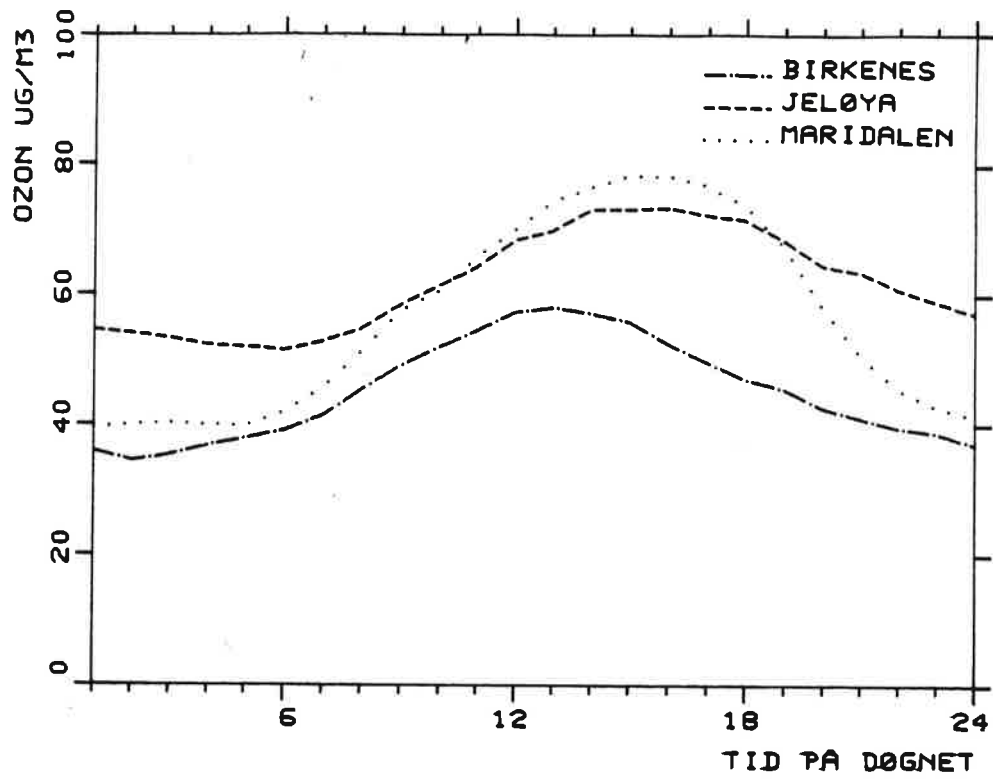
Figurene viser at konsentrasjonene varierer mer over døgnet ved "innlandstasjonene", Maridalen og Haukenes enn ved "kyststasjonene", Jeløya og Langesund. Disse forskjellene var de samme for tidligere år og henger sammen med at nedbrytningen av ozon nær bakken om natta er større over land enn over sjø, og at det skjer en viss grad av lokal ozondannelse om dagen når luftmassene tilføres nitrogenoksider og hydrokarboner fra lokale kilder i Oslo og Grenland.

Figur 4 viser fordelingen av døgn med ozonepisoder på ulike trajektoriesektorer, dvs. hovedtransportretninger på stor skala. De fleste høye ozonkonsentrasjoner forekom ved trajektorer fra nordøst, øst, sørøst og sør. Dette er et noe større innslag av østlig påvirkning enn tidligere år.

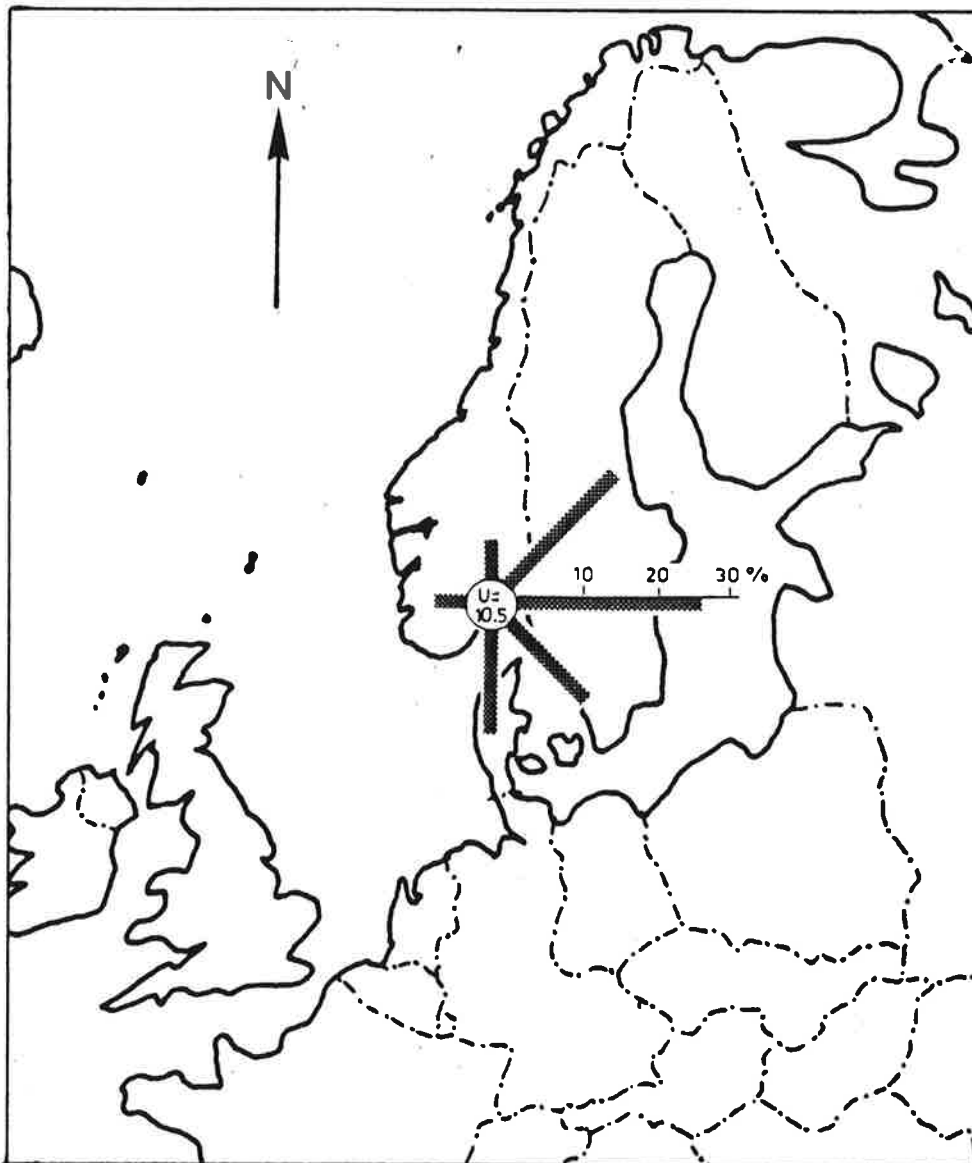


Figur 2: Midlere døgnvariasjon av ozonkonsentrasjonen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), 1984.

DØGUVARIASJON SOMMER 1985



Figur 3: Midlere døgnvariasjon av ozonkonsentrasjonen, 1985.



Figur 4: Sektorvis fordeling (%) av trajektorier for ozonepisode-døgn 1984-85. U betyr ubestemt sektor.

4.4 MÅLERESULTATER FOR PAN

Sammendrag av PAN-målingene på Klyve i 1984 og 1985 er gitt i tabell 10. Konsentrasjonen av PAN var lavere enn i 1982 og av omtrent samme størrelse som i 1983.

Svært høye PAN-konsentrasjoner (inntil $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$) forekom i 1982 i forbindelse med uvanlig varme og solrike vær-situasjoner. Det var ikke slike episoder i 1984. Episodene i mai 1985 falt sammen med høytrykk og relativt varmt vær over Sør-Norge.

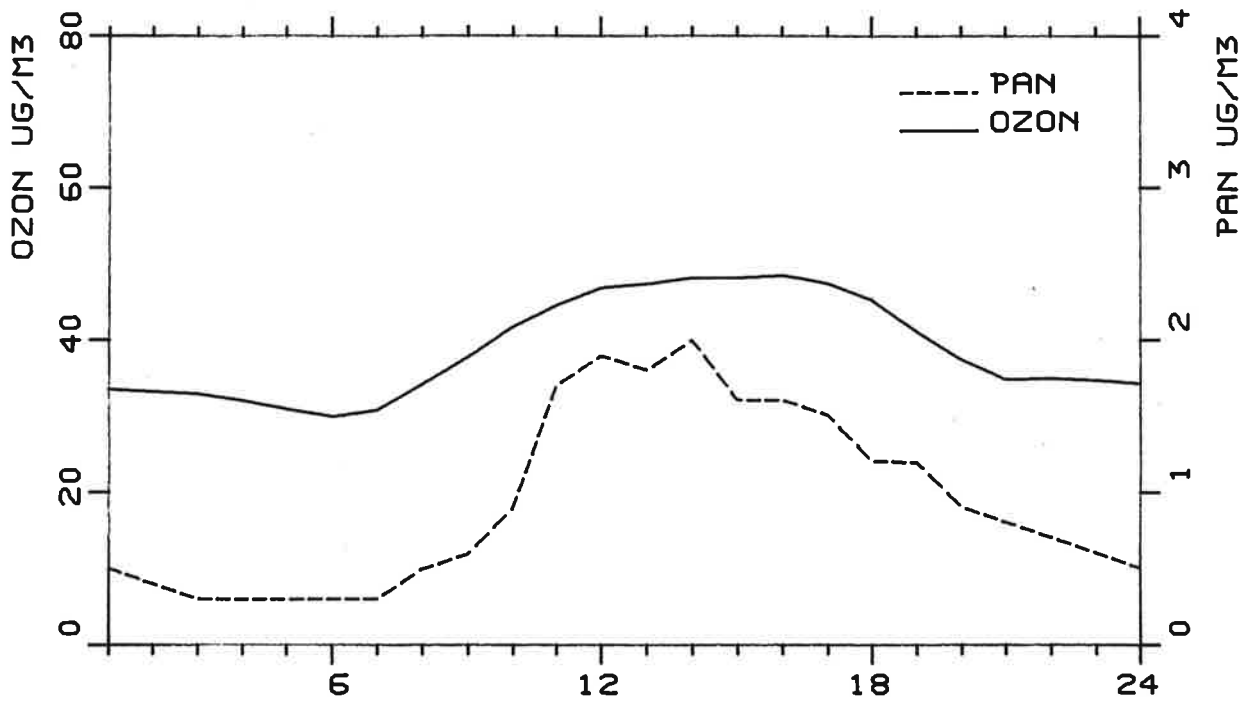
Tabell 10: Antall timer og døgn med timesverdier av PAN høyere enn 10, 20 og 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, samt høyeste timesverdi Klyve 1984 og 1985.

Stasjon År		Totalt antall	Antall timer/døgn med timesverdier høyere enn			Maksimal timesverdi
			10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Klyve 1984	Timer	2650	16	1	0	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Døgn	116	9	1	0	20.9. kl 13
Klyve 1985	Timer	991	54	17	0	29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Døgn	45	11	3	0	27.5. kl 15

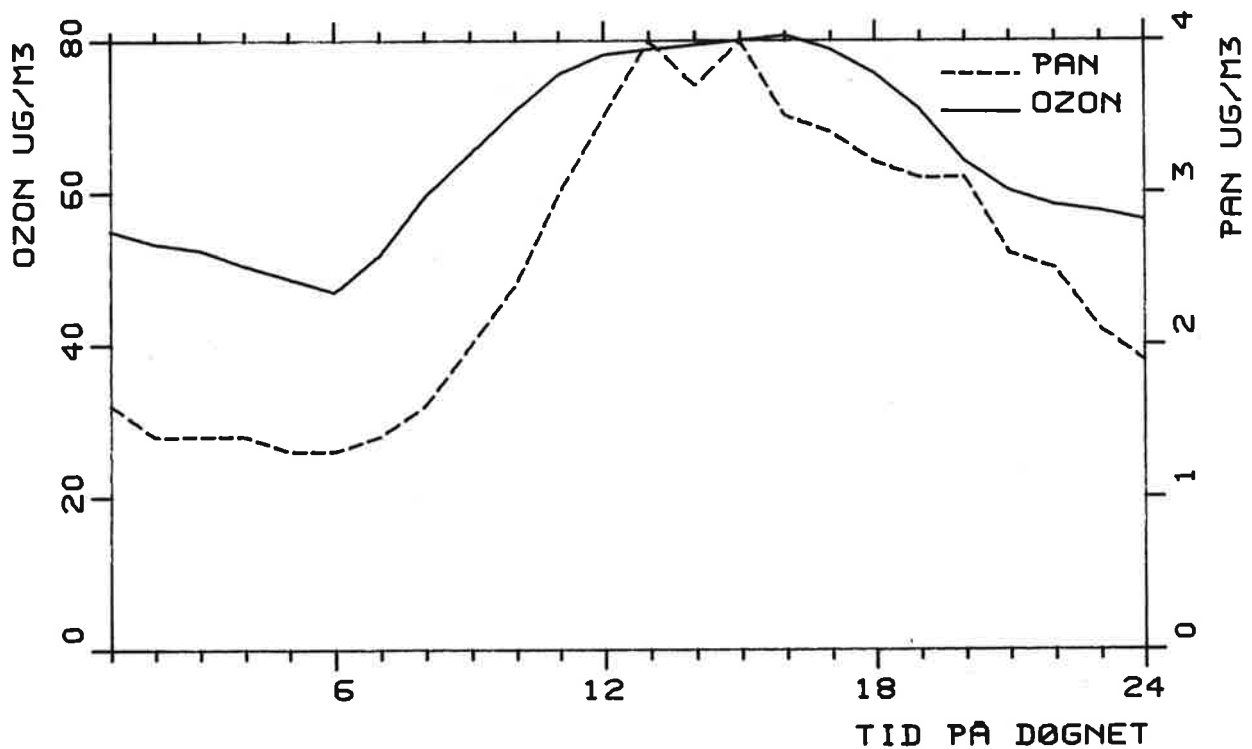
Figur 5 viser at de døgnlige variasjonene i PAN-konsentrasjonene var større enn variasjonene i ozon-konsentrasjonene. Samtidig forekom de høyeste PAN-konsentrasjonene i middel noe tidligere på dagen enn de høyeste ozonkonsentrasjonene, og i mange tilfeller samtidig med at "sjøbris-fronten" passerte forbi målestedet. Dette kan tyde på at PAN dannes i større grad på lokal skala enn tilfellet er for ozon.

De høyeste PAN-konsentrasjonene har ofte forekommet når "sjøbris-fronten" passerte målestedet. Med sjøbris-fronten menes lufta som transporteres tilbake mot nordvest etterat vindstilleperioden om morgenen er over. Forurensningene i sjøbris-fronten er for det meste av lokal opprinnelse. Fordi høye ozonkonsentrasjoner som oftest forekommer på en større skala, blir de høyeste konsentrasjonene målt mer jevnt fordelt over ettermiddagstimene mellom kl 12 og kl 18.

DØGUVARIASJON SOMMER 1984



DØGUVARIASJON SOMMER 1985



Figur 5: Døgnfordeling av midlere timesvise konsentrasjoner av ozon og PAN ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), Klyve, 1984 og 1985.

6 REFERANSER

Hagen, L.O., Schjoldager, J. og Østgård, K. (1983) Klassifisering av luftforurensning. Lillestrøm (NILU OR 62/83).

Schjoldager, J., Dreiem, R., Gundersen, G., Stige, L. og Tveita, B. (1981) Målinger av ozon i nedre Telemark, Oslo og Oslofjorden sommeren 1980. Lillestrøm (Statlig program for forurensningsovervåking, rapport nr. 19/81) (NILU OR 41/81).

Schjoldager, J., Dreiem, J., Wathne, B.M., Johannessen, T., Stige, L. og Tveita, B. (1984) Målinger av ozon, Østlandet - Telemark - Sørlandet, 1981-83. Målinger av PAN, Telemark, 1983. Lillestrøm (Statlig program for forurensningsovervåking, rapport nr. 115/84) NILU OR 34/84).

Statens forurensningstilsyn (1982) Luftforurensning; virkninger på helse og miljø. En utredning om sammenhengen mellom konsentrasjoner og virkninger av noen vanlige forurensningskomponenter. Oslo, Statens forurensningstilsyn (SFT-rapport nr. 38).

Statens forurensningstilsyn. Kontrollseksjonen (1984 og 1985) Årsrapport for industriforurensning i nedre Telemark. Skien.

VEDLEGG A

Sammenfatning av måleresultater for
ozon og PAN, 1984 og 1985

Stasjon : MARIDALEN
Parameter: OZON, UG/M3
Periode : 1 APRIL - 30 SEPTEMBER 1984

Antall timer pr dag med 1-h konsentrasjon
over gitte grenser

Dato	>120	Maksimum 1-h konsentrasjon
080784	7	143.
090784	6	128.
Totalt antall timer	13	
Totalt antall døgn	2	

Stasjon : JELØYA
 Parameter: OZON, µG/M3
 Periode : 1 APRIL - 30 SEPTEMBER 1984

Antall timer pr dag med 1-h konsentrasjon
 over gitte grenser

Dato	>120	>160	Maksimum 1-h konsentrasjon
210584	2		127.
220584	5		131.
020684	1		129.
080784	12	3	181.
090784	18	3	198.
Totalt antall timer	38	6	
Totalt antall døgn	5	2	

Stasjon : LANGESUND
 Parameter: OZON, UG/M3
 Periode : 1 APRIL - 31 AUGUST 1984

Antall timer pr dag med 1-h konsentrasjon
 over gitte grenser

Dato	>120	Maksimum 1-h konsentrasjon
210584	6	126.
220584	8	133.
040684	5	127.
070684	3	122.
080784	1	130.
Totalt antall timer	23	
Totalt antall døgn	5	

Stasjon : KLYVE
Parameter: OZON, UG/M3
Periode : 1 APRIL - 30 SEPTEMBER 1984

Antall timer pr dag med 1-h konsentrasjon
over gitte grenser

Dato	>120	Maksimum 1-h konsentrasjon
200584	1	122.
210584	3	129.
Totalt antall timer	4	
Totalt antall døgn	2	

Stasjon : HAUKENES
Parameter: OZON, UG/M3
Periode : 1 APRIL - 30 SEPTEMBER 1984

Antall timer pr dag med 1-h konsentrasjon
over gitte grenser

Dato	>120	Maksimum 1-h konsentrasjon
080784	2	145.
Totalt antall timer	2	
Totalt antall døgn	1	

Stasjon : GRIMSTAD
Parameter: OZON, UG/M3
Periode : 1 APRIL - 30 SEPTEMBER 1984

Antall timer pr dag med 1-h konsentrasjon
over gitte grenser

Dato	>120	Maksimum 1-h konsentrasjon
300484	8	128.
200584	4	130.
210584	10	134.
220584	24	143.
230584	11	130.
080784	2	136.
090784	3	136.
240884	2	125.
Totalt antall timer	64	
Totalt antall døgn	8	

Stasjon : KLYVE
 Parameter: PAN, UG/M3
 Periode : 1 APRIL - 30 SEPTEMBER 1984

Antall timer pr dag med 1-h konsentrasjon
 over gitte grenser

Dato	> 10	> 15	> 20	> 25	Maksimum 1-h konsentrasjon
110584	1				10.5
080784	2				13.8
090784	3	1			15.9
240784	1	1			15.8
090884	1	1			17.7
130884	2				13.8
080984	3	1			15.9
200984	2	2	1	1	25.2
290984	1				10.7
Totalt antall timer	16	6	1	1	
Totalt antall døgn	3	5	1	1	

Stasjon : MARIDALEN
 Parameter: OZON, UG/M3
 Periode : 1 APRIL - 30 SEPTEMBER 1985

Antall timer pr dag med 1-h konsentrasjon
 over gitte grenser

Dato	>120	>160	>200	Maksimum 1-h konsentrasjon
080585	6			130.
090585	8			130.
110585	10			134.
120585	7			159.
130585	8			125.
140585	8			133.
180585	6			124.
200585	2			124.
270585	12	6	1	201.
280585	8			148.
310585	3			127.
240685	4			121.
180785	3			151.
190785	4			147.
Totalt antall timer	89	6	1	
Totalt antall døgn	14	1	1	

Stasjon : JELØYA
 Parameter: OZON, UG/M3
 Periode : 1 APRIL - 30 SEPTEMBER 1985

Antall timer pr dag med 1-h konsentrasjon
 over gitte grenser

Dato	>120	>160	>200	>240	Maksimum 1-h konsentrasjon
200485	1				122.
140585	6				128.
200585	1				125.
240585	1				131.
260585	3				126.
270585	15				140.
070785	1				123.
220785	6	6	1	1	266.
290785	4	2	2		233.
060885	4	4	4		220.
070885	4	3	1		234.
090885	7	7	6		221.
Totalt antall timer	53	22	14	1	
Totalt antall døgn	12	5	5	1	

Stasjon : LANGESUND
Parameter: OZON, UG/M3
Periode : 1 APRIL - 31 JULI 1985

Antall timer pr dag med 1-h konsentrasjon
over gitte grenser

Dato	>120	Maksimum 1-h konsentrasjon
080585	6	126.
090585	11	129.
140585	6	123.
270585	5	133.
120685	1	124.
Totalt antall timer	29	
Totalt antall døgn	5	

Stasjon : KLYVE
 Parameter: OZON, UG/M3
 Periode : 1 APRIL - 30 SEPTEMBER 1985

Antall timer pr dag med 1-h konsentrasjon
 over gitte grenser

Dato	>120	Maksimum 1-h konsentrasjon
120485	1	121.
300485	7	131.
070585	7	129.
080585	9	139.
090585	12	129.
100585	1	124.
110585	2	129.
120585	8	134.
130585	4	129.
140585	11	139.
270585	10	139.
280585	7	134.
060785	3	121.
Totalt antall timer	82	
Totalt antall døgn	13	

Stasjon : HAUKENES
Parameter: OZON, UG/MJ
Periode : 1 APRIL - 30 SEPTEMBER 1985

Antall timer pr dag med 1-h konsentrasjon
over gitte grenser

Dato	>120	Maksimum 1-h konsentrasjon
080585	3	123.
090585	8	123.
100585	4	128.
110585	7	138.
120585	8	133.
130585	7	133.
140585	12	148.
280685	1	124.
Totalt antall timer	50	
Totalt antall døgn	8	

Stasjon : BIRKENES
 Parameter: OZON, UG/M3
 Periode : 1 JULI - 30 SEPTEMBER 1985

Antall timer pr dag med 1-h konsentrasjon
 over gitte grenser

Ingen timesverdier over 120.

Stasjon : KLYVE
 Parameter: PAN, UG/M3
 Periode : 1 MAI - 30 JUNI 1985, 1 - 31 AUGUST 1985

Antall timer pr dag med 1-h konsentrasjon
 over gitte grenser

Dato	> 10	> 15	> 20	> 25	Maksimum 1-h konsentrasjon
100585	8				14.0
110585	6				14.8
130585	2				13.2
180585	1				10.1
190585	2				12.2
200585	2	1	1		21.0
210585	1				14.7
240585	1				10.2
260585	1				10.4
270585	16	15	10	4	29.0
280585	14	9	6	2	28.0
Totalt antall timer	54	25	17	6	
Totalt antall døgn	11	3	3	2	

