

NILU OR: 2/95

NILU : OR 2/95  
REFERANSE : O-94112  
DATO : MARS 1995  
ISBN : 82-425-0645-0

# Tidsrekker av ozondata og EUs ozondirektiv

Jørgen Schjoldager

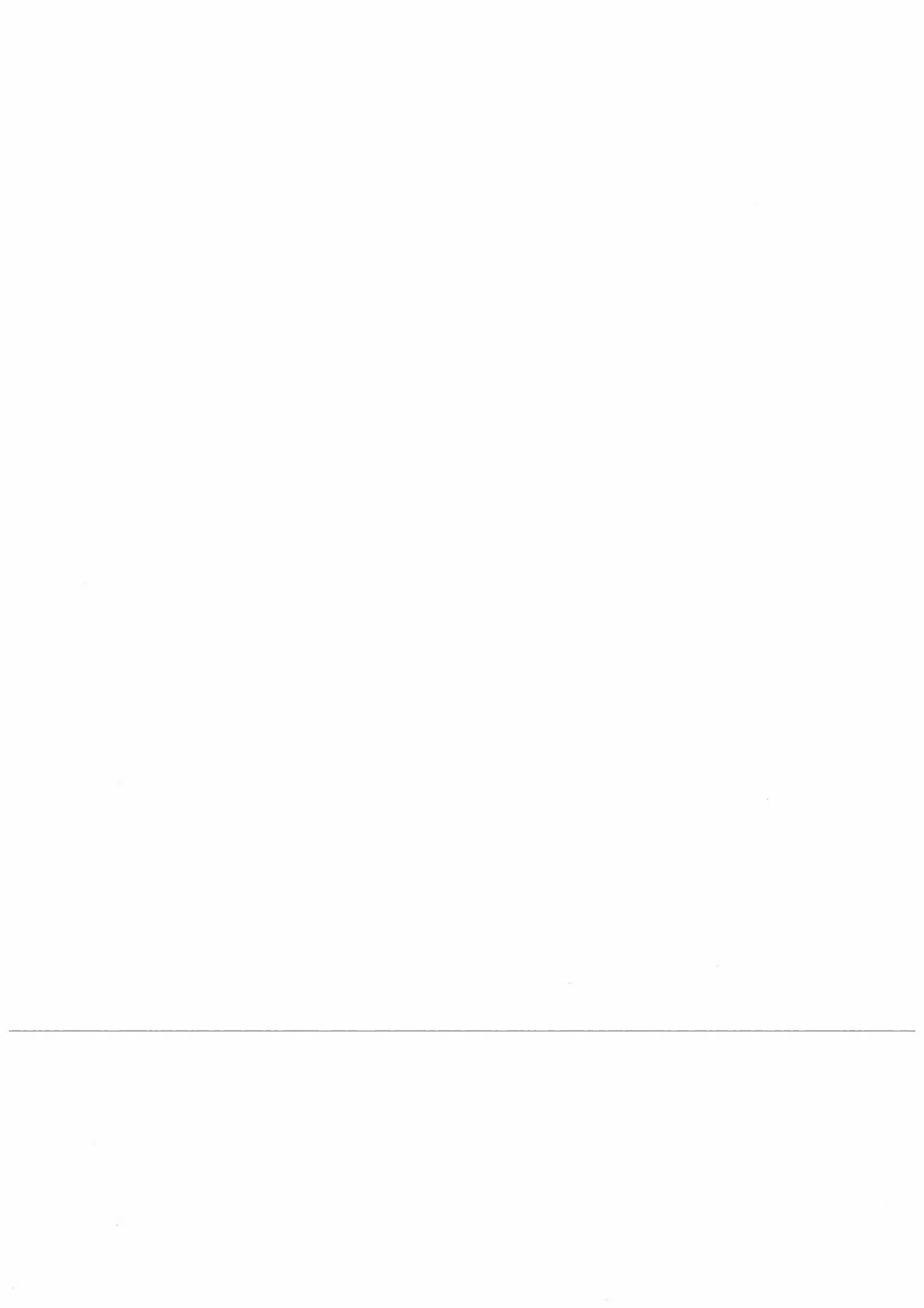


**Norsk institutt for luftforskning**  
Norwegian Institute for Air Research  
Postboks 100 - N-2007 Kjeller - Norway

# Forord

I dette prosjektet har følgende gitt bidrag:

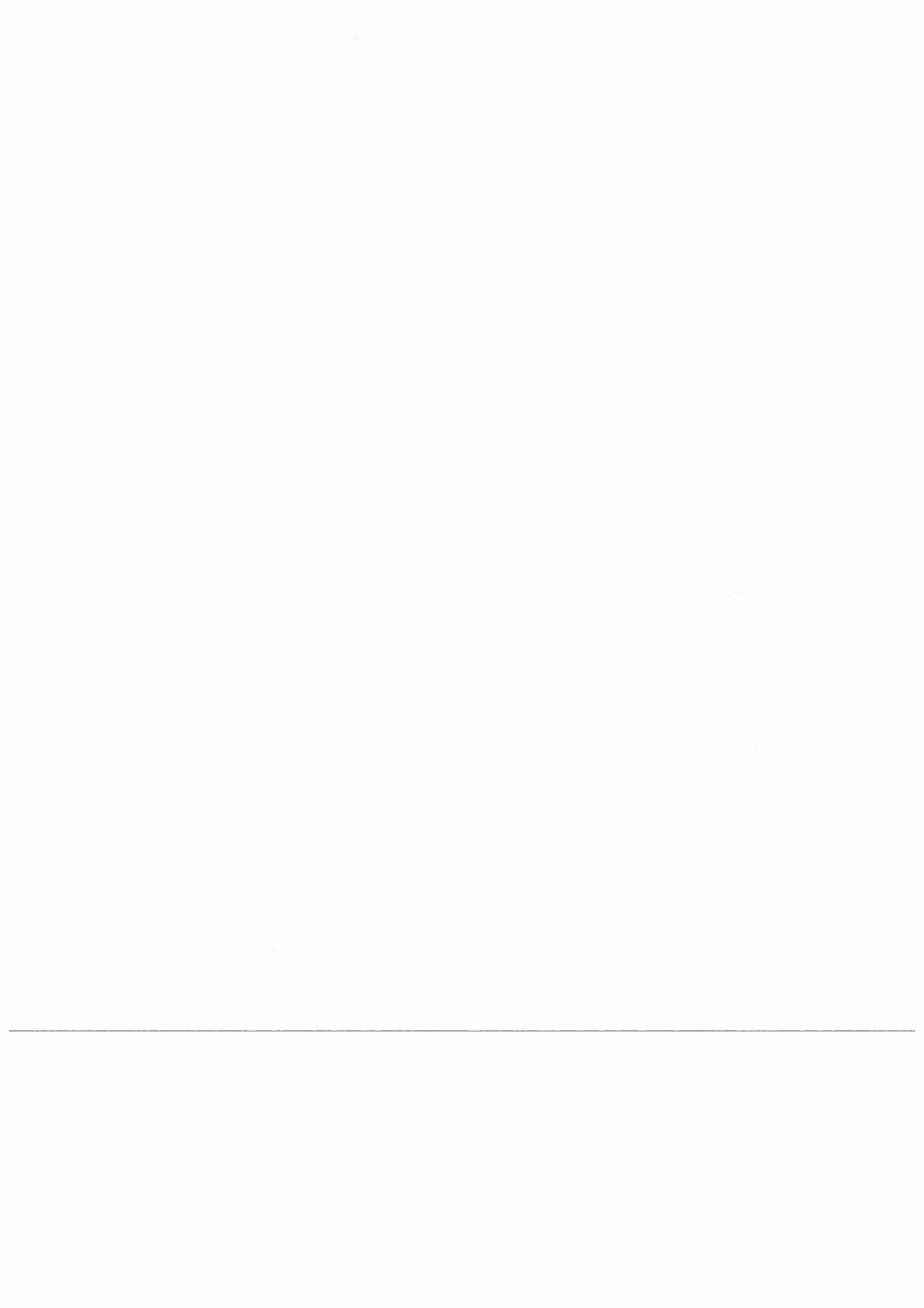
Databehandling:	Kari Arnesen
Statistisk analyse:	Alena Bartonova Terje Krognnes Jan Schaug
Evaluering av fotokjemiske modeller:	Sverre Solberg



# Innhold

Side

<b>Forord</b> .....	<b>1</b>
<b>Sammendrag og konklusjon</b> .....	<b>5</b>
<b>Summary and conclusions</b> .....	<b>7</b>
<b>1. Innledning</b> .....	<b>9</b>
1.1 Formål.....	9
1.2 Bakgrunn.....	9
1.3 Måle- og kalibreringsmetoder.....	12
<b>2. EUs ozondirektiv</b> .....	<b>12</b>
<b>3. Resultater og diskusjon</b> .....	<b>15</b>
3.1 Tidsrekker av ozondata.....	15
3.1.1 Datagrunnlag.....	15
3.1.2 Datatilgang.....	16
3.1.3 Tidsrekkeanalyse.....	17
3.2 Vurdering av langtransportbidraget .....	20
3.3 EUs ozondirektiv.....	23
3.3.1 Overskridelser av grenseverdi på 110 µg/m <sup>3</sup> (8 h-middelverdi) for beskyttelse av helse.....	23
3.3.2 Overskridelser av grenseverdier på 200 µg/m <sup>3</sup> (timemiddelverdi) og 65 µg/m <sup>3</sup> (døgnmiddelverdi) for beskyttelse av plantevekst.....	26
3.3.3 Overskridelser av grenseverdi på 180 µg/m <sup>3</sup> (timemiddelverdi) for melding til befolkningen.....	29
3.3.4 Overskridelser av grenseverdi på 360 µg/m <sup>3</sup> (timemiddelverdi) for advarsel til befolkningen.....	30
3.3.5 Spesifikasjoner om overvåking, beregning av måleresultater og referanseanalysemetode.....	30
3.3.6 Om mulighet for melding eller advarsel til befolkningen.....	31
<b>4. Referanser</b> .....	<b>32</b>
<b>Vedlegg A Lineær regresjonsanalyse</b> .....	<b>35</b>
<b>Vedlegg B Sammendrag av ozondata</b> .....	<b>45</b>



## Sammendrag og konklusjon

I oktober 1994 fikk Norsk institutt for luftforskning (NILU) i oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) å undersøke om det har vært økning eller nedgang i ozonkonsentrasjonene i den perioden det har vært pålitelige målinger. Det ble også bedt om å sammenlikne måleresultatene for de siste fem åra med spesifikasjonene i EUs ozondirektiv fra 1992.

Tidsperioden fra 1981 til 1993 ble valgt. Dette er den lengste perioden vi har med data av tilfredsstillende kvalitet.

Tidsrekkene av ozondata viste ingen signifikant trend fra 1981 til 1993. Variabiliteten av ozondata var for stor til at signifikant trend kunne påvises.

Målestasjonene viste gjennomgående høye verdier i 1981-82, 1987-88 og 1991-92, og lavere verdier i 1983-84 og 1993. I deler av 1980-åra og begynnelsen av 1990-åra var det tendens til økning i noen år og nedgang i andre år. Undersøkelsen bekrefter det som er funnet tidligere, nemlig at ozonkonsentrasjonen kan variere svært mye fra år til år.

Langtransportbidraget er vurdert til å være stort over hele landet. Den viktigste ozondannelsen skjer på regional og særlig kontinental skala (størrelsesorden 100-1000 km). Et unntak fra dette finner vi i nedre Telemark, der ozondannelse på lokal skala (størrelsesorden 10 km) også har betydning.

EUs ozondirektiv fra 1992 har satt grenseverdier for å beskytte helse og plantevekst. Grenseverdiene er følgende ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ):

Midlingstid	Beskyttelse av	
	Helse	Plantevekst
1 h		200
8 h	110	
24 h		65
Melding: 1 h	180	
Advarsel: 1 h	360	

I løpet av 5-årsperioden fra 1989 til 1993 ble grenseverdien på  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (timemiddelverdi) for å beskytte plantevekst overskredet én gang i 1990 og én gang i 1992. De to høyeste timemiddelverdiene var  $204 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Valle 22.05.92) og  $202 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Voss 07.05.90).

Grenseverdien på  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (8 h-middelverdi) for å beskytte helse ble overskredet hvert år i stort sett hele landet. Det var flest overskridelser på målesteder i Sør-Norge, og på inntil 58 datoer i 1992. Høyeste 8 h-middelverdi var  $185 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Voss 07.05.90).

Det var svært mange overskridelser av grenseverdien på  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (døgnmiddelverdi) for å beskytte plantevekst. Overskridelsene forekom i hele

landet, og på inntil 339 datoer i 1991. Høyeste døgnmiddelverdi var  $157 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Voss 07.05.90). Av EUs grenseverdier for beskyttelse av helse og plantevekst var det flest overskridelser av døgnmiddelverdien på  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Overskridelser av grenseverdier på  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (timemiddelverdi) for melding til befolkningen forekom på to datoer (13 timer) i 1990 og tre datoer (6 timer) i 1992.

Det var ingen overskridelser av grenseverdien på  $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (timemiddelverdi) for advarsel til befolkningen. Ut fra tidligere erfaring regner vi ikke med at grenseverdien for advarsel til befolkningen blir overskredet.

Siden 1983 har NILU kalibrert ozoninstrumentene med UV-referansefotometer i samsvar med EUs ozondirektiv og anbefalinger fra den internasjonale standardiseringsorganisasjonen ISO. NILUs ozonmålinger er akkreditert i henhold til NS-EN 45001 siden 1993.

Det er vurdert hvordan melding eller advarsel kan gis til befolkningen. NILU vil eventuelt kunne lage forslag til melding av høye ozonkonsentrasjoner.

## Summary and conclusions

In October 1994 NILU was contracted by the Norwegian State Pollution Control Authority (SFT) to examine whether there had been an increase or decrease of the ozone concentrations during the time period with reliable measurements. NILU was also asked to compare the measurements during the last five years with the specifications from the EU ozone directive from 1992.

The time period from 1981 through 1983 was selected, as the longest period with satisfactory ozone data.

The time series analyses did not show any significant trend from 1981 through 1983. The variability of the ozone data was too large to show a significant trend.

The measurements showed high concentrations in 1981-82, 1987-88 and 1991-92, and lower concentrations in 1983-84 and 1993. In parts of the 1980's and the beginning of the 1990's there were indications of increase in some years and decrease in other years. The examination confirms our earlier findings that the ozone concentrations can vary considerably from year to year.

The contribution from long-range transport is large for the whole country. The most important ozone formation takes place on the regional and continental scales (100-1000 km orders of magnitude). An exception from this is found in the southern part of Telemark county, where local scale formation (10 km order of magnitude) also plays a role.

In the EU ozone directive from 1992 the following thresholds are given to protect human health and vegetation:

Averaging time	Protection of	
	Health ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Vegetation ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1 h		200
8 h	110	
24 h		65
Population information: 1 h	180	
Population warning: 1 h	360	

During the five-year period 1989-93 the threshold of  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (1-h mean) to protect vegetation was exceeded once in 1990 and once in 1992. The two highest 1-h mean values were  $204 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Valle, 22 May 1992) and  $202 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Voss, 07 May 1990).

The threshold of  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (8-h mean) to protect human health was exceeded every year in the whole country. Most exceedances occurred in southern Norway, up to 58 dates in 1992. The highest 8-h value was  $185 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Voss, 07 May 1990).



The threshold of  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (24-h mean) to protect vegetation was exceeded almost every day, up to 339 dates in 1991. Among the thresholds of the EU ozone directive, the 24-h mean of  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  was exceeded by far the most frequently.

The population information threshold of  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (1-h mean) was exceeded on two dates (13 hours) in 1990 and three dates (6 hours) in 1992. The population warning threshold of  $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (1-h mean) was not exceeded. Based on past experience (ozone data since 1981) we do not expect the population warning threshold to be exceeded. We have discussed the question of population information or warning. If necessary we can make a proposal on how to implement population information in more detail.

Since 1983 UV photometry has been used for instrument calibration according to the EU ozone directive and recommendations of the ISO. NILU has received accreditation for the ozone measurements according to NS-EN 45001 since 1993.

# Tidsrekker av ozondata og EUs ozondirektiv

## 1. Innledning

### 1.1 Formål

Denne rapporten har to formål:

1. Undersøke om ozonkonsentrasjonen i Norge har økt eller avtatt de siste 10-15 åra.
2. Vurdere ozonmålingene på norske målesteder i forhold til EUs ozondirektiv for 5 års-perioden fra 1989 til 1993.

### 1.2 Bakgrunn

Ozonmålinger i Norge startet i nedre Telemark i 1975 og i Oslofjord-området i 1977. Etter midten av 1980-åra har antall målesteder økt, særlig på grunn av rapporter om omfattende skogskader i Mellom-Europa og bekymring for at liknende skogskader skal forekomme i Norge.

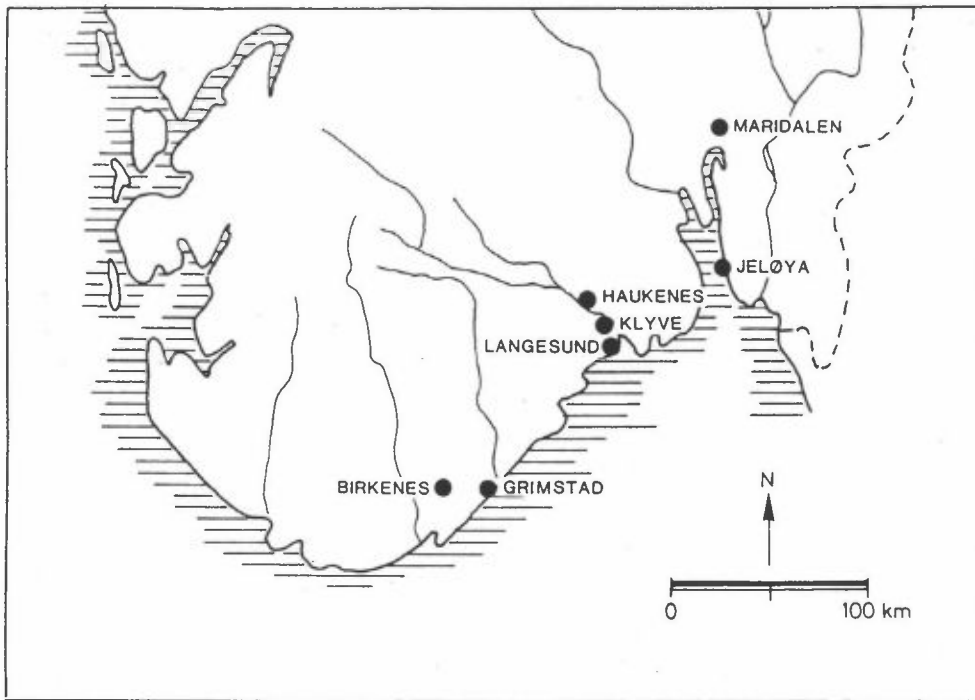
Antall målesteder har økt fra fem i 1980 til 16 i 1993, se tabell 1. Data rapporteres årlig innenfor Statlig program for forurensningsovervåking (SFT, 1993; Tørseth og Joranger, 1994).

*Tabell 1: Antall målesteder for ozon i Norge i 1980, 1985, 1990, 1991, 1992 og 1993.*

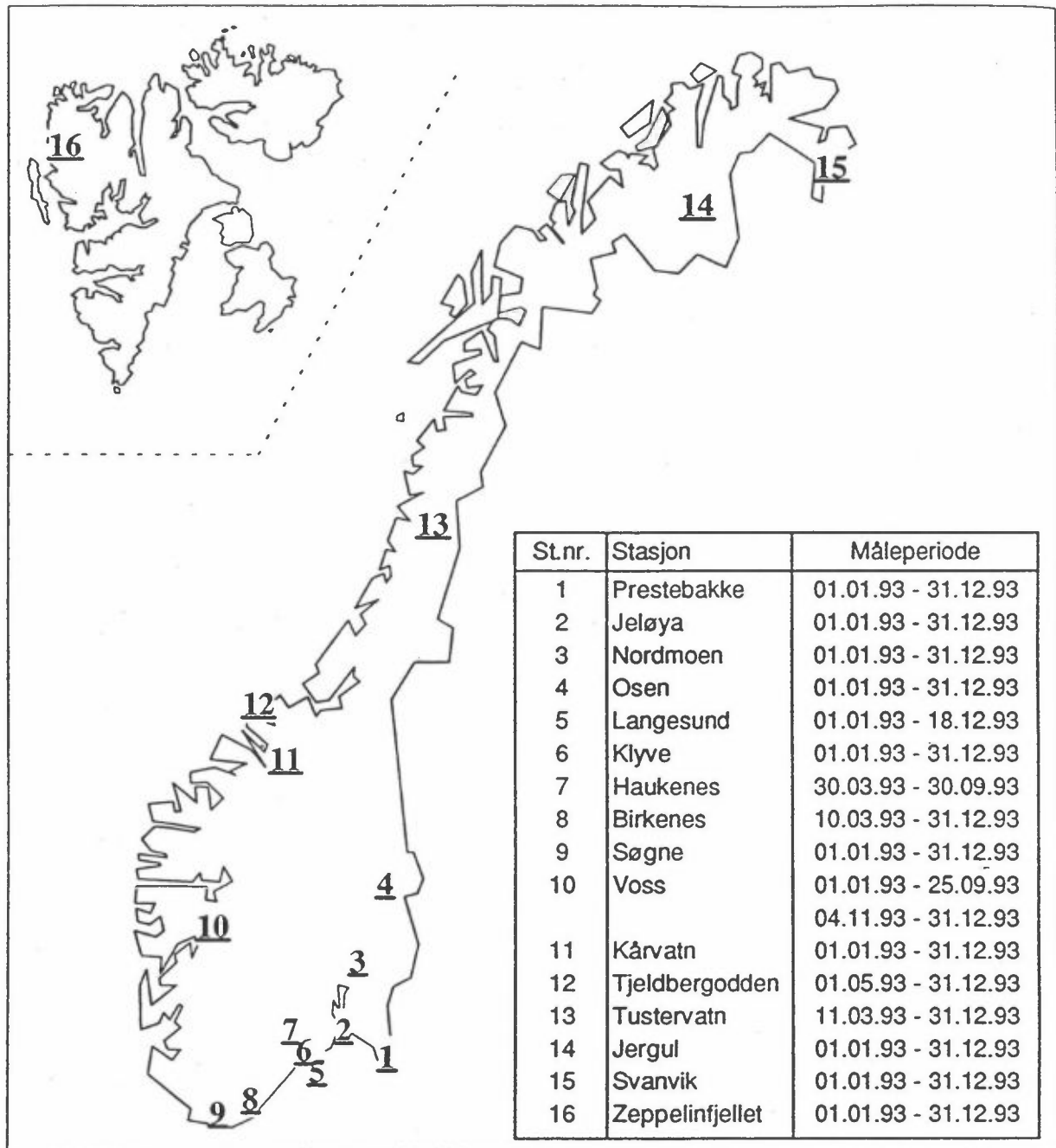
År	1980	1985	1990	1991	1992	1993
Antall målesteder	5	6	14	16	17	16

Figur 1 og 2 viser kart over målesteder i 1985 og 1993 (Schjoldager et al., 1987; Tørseth, 1994).

Målingene i nedre Telemark (Langesund, Klyve og Haukenes) er utført av Statens forurensningstilsyn (SFT), Kontrollseksjonen i Nedre Telemark. De øvrige målingene er utført av NILU på oppdrag fra SFT.



Figur 1: Kartskisse over målesteder for ozon i 1985 (Schjoldager et al., 1987).



Figur 2: Målesteder for ozon i 1993 (Tørseth, 1994).

### 1.3 Måle- og kalibreringsmetoder

I perioden 1975-85 brukte NILU instrumenter basert på kjemiluminescens mellom ozon og etylen, mens SFT brukte instrumenter basert på kjemiluminescens mellom ozon og fargestoffet Rhodamin B. Fra 1986-88 brukte både NILU og SFT instrumenter basert på UV-absorpsjon.

I perioden 1975-80 ble målerne kalibrert med "NBKI-metoden", dvs. ozontitrering med nøytralbufret kaliumjodid tilsatt  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  og  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  til  $\text{pH} = 6,8$  (EPA, 1971). Metoden er våtkjemisk og viste seg å gi usikker kalibrering.

I perioden 1980-83 ble det brukt en ny og bedre våtkjemisk metode, "KIBRT-metoden", dvs. ozontitrering med en bufret løsning av kaliumjodid, kaliumbromid og natriumthiosulfat (Bergshoeff et al., 1980; NSF, 1983).

Fra 1983 ble det brukt en ny kalibreringsmetode basert på UV-absorpsjon av ozon (EPA, 1979). Denne metoden er internasjonalt regnet som den mest pålitelige og brukes bl.a. som referanse i USA.

KIBRT-metoden og UV-metoden ble sammenliknet i 1983 og funnet å samsvare svært bra (Schjoldager et al., 1984).

Data fra og med 1981 er brukt i denne rapporten til å undersøke om ozonkonsentrasjonen har økt eller avtatt.

## 2. EUs ozondirektiv

EUs ozondirektiv ble vedtatt i 1992 (EU, 1994). Direktivet fastsetter grenseverdier for å beskytte helse og plantevekst. Grenseverdiene er gitt i tabell 2.

Tabell 2: Grenseverdier i EUs ozondirektiv (EU, 1994). Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Midlingstid	Beskyttelse av	
	Helse	Plantevekst
1 h		200
8 h <sup>1)</sup>	110	
24 h		65
Melding <sup>2)</sup> : 1 h	180	
Advarsel <sup>2)</sup> : 1 h	360	

1) Mellom kl 00 og 09, 08 og 17, 16 og 01, 12 og 21.

2) Se teksten nedenfor.

Teksten i EUs ozondirektiv varierer på ett punkt mellom ulike språklige versjoner. I den danske versjonen (EU, 1994) blir termene *underretning* og *alarmering* brukt om det som i den engelske versjonen (EC, 1992) er kalt henholdsvis *population information* og *population warning*.

Norske termer som *alarm* eller *alarmering*, kan være på linje med det danske *alarmering*, men de virker klart sterkere enn det engelske *warning*. Den norske

termen *advarsel*, som er brukt i tabell 1, antas å være mer på linje med det engelske *warning* enn det danske *alarmering*.

I denne rapporten har vi valgt å bruke det norske *melding* som erstatning for det danske *underretning* og det engelske *population information*, og det norske *advarsel* som erstatning for det danske *alarmering* og det engelske *population warning*.

EUs grenseverdier avviker en del fra dem som er satt av ECE (1990) og SFT (1992), se tabell 3. ECE-grenseverdiene er kalt "*critical levels*" eller *tålegrenser*, mens SFT-grenseverdiene er kalt  *anbefalte luftkvalitetskriterier*.

Tabell 3: Sammenlikning mellom grenseverdier for ozon fra EU, ECE og SFT.  
Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Midlingstid	EU (1994)		ECE (1990)		SFT (1992)	
	Helse	Plantevekst	Helse	Plantevekst	Helse	Plantevekst
1 h		200		150	100	150
8 h <sup>1)</sup>	110			60	80	60
24 h		65				
7 h <sup>2)</sup>				50		50
Melding: 1 h	180					
Advarsel: 1 h	360					

1) 8 h-middelverdi mellom kl 00 og 09, 08 og 17, 16 og 01; for EU også mellom kl 12 og 21.

2) 7 h-middelverdi kl 09-16, gjennomsnitt for vekstsesongen (april-september).

Av tabell 3 framgår at EU-grenseverdiene er mindre strenge enn de to øvrige. Men EU-grenseverdiene vil antakelig ha sterkere juridisk binding på medlemsstatene enn f.eks. ECE-grenseverdiene. EU har for øvrig også satt grenseverdier for melding og advarsel til befolkningen.

I en rapport fra en ECE-workshop i Sveits i 1993 (ECE, 1993) er det foreslått nye *tålegrenser* for å beskytte plantevekst, basert på antall timer over en grense på 40 ppb ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). *Tålegrensen* kalles *AOT40* (*Accumulated exposure over a threshold of 40 ppb*), og har benevnning ppb h eller ppm h. AOT40 uttrykkes som summen av konsentrasjoner over 40 ppb for hver time. Tre *tålegrenser* er foreslått:

a) Middelverdi for 3 mnd (mai-juli)

Beregningsgrunnlag: 10% avlingsreduksjon for hvete:

AOT40 = 5300 ppb h beregnet for dagslys, definert som stråling på minst  $50 \text{ W}/\text{m}^2$ .

b) Korttidsverdi for synlige skader på jordbruksvekster

AOT40 = 700 ppb h for tre påfølgende dager, beregnet for dagslys, når jordas fuktighet ikke er begrensende.

c) 6-månedersverdi for skog

AOT40 = 10 ppm h, beregnet for alle døgnetts 24 h.

Ozondata fra europeiske målesteder blir bearbeidet og rapportert til ECE i samsvar med forslagene til AOT40-verdier (Schaug, 1994).

EUs ozondirektiv setter krav til kalibrering og måling av ozonkonsentrasjoner. Det forutsettes at instrumentene kalibreres ved hjelp av et UV-referansefotometer som anbefalt av den internasjonale standardiseringsorganisasjonen ISO (1994).

Direktivet pålegger medlemsstatene å rapportere til Kommisjonen om median, 98-prosentil og maksimum av timemiddelverdier og 8 h-middelverdier på hver målestasjon, samt antall, dato og varighet av overskridelser av grenseverdiene i tabell 2. Målingene skal pågå hele året, og data skal rapporteres seinest 6 måneder etter hvert kalenderår. Det forutsettes en datatilgang på minst 75% på årsbasis.

Ved overskridelse av grenseverdi for melding til befolkningen ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i løpet av en kalendermåned, skal medlemsstatene orientere Kommisjonen innen utgangen av etterfølgende måned om

- dato og varighet av overskridelser;
- maksimal timemiddelkonsentrasjon i hver overskridelsesperiode for melding.

Ved overskridelse av grenseverdi for advarsel til befolkningen ( $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i løpet av en uke (fra mandag til søndag), skal medlemsstatene orientere Kommisjonen innen utgangen av etterfølgende måned om

- dato og varighet av overskridelser;
- maksimal timemiddelkonsentrasjon i hver overskridelsesperiode for advarsel;
- sannsynlig årsak til overskridelsen.

Ved melding eller advarsel til befolkningen er det viktig å få ut informasjon til allmennheten så raskt som mulig. Medlemsstatene skal velge egnede former for slik informasjon, f.eks. gjennom radio, fjernsyn eller aviser. Det skal informeres om følgende:

1. Dato, klokkeslett og sted for overskridelser.
2. Type av overskridelser (melding eller advarsel).
3. Forventet utvikling av konsentrasjoner, berørt geografisk område, og varighet.
4. Berørte befolkningsgrupper.
5. Forholdsregler for berørte befolkningsgrupper.

Hver medlemsstat utpeker et organ, som skal være ansvarlig for å koordinere gjennomføringen av overvåking, informasjonsutveksling, og melding og advarsel til befolkningen.

### 3. Resultater og diskusjon

#### 3.1 Tidsrekker av ozondata

##### 3.1.1 Datagrunnlag

På grunnlag av utviklingen av målemetoder, og særlig kalibreringsmetoder, valgte vi å se på ozondata fra og med 1981, jfr. pkt. 1.3. Av 16 stasjoner i 1993 (se figur 2) var det tre stasjoner, Jeløya, Langesund og Haukenes, som hadde vært i drift i hele perioden fra 1981 til 1993. Langesund og Haukenes manglet imidlertid data fra 1989. Birkenes kom i gang fra 1985, Prestebakke, Nordmoen og Svanvik fra 1986, Kårvatn og Jergul fra 1988 og Tustervatn og Zeppelinfjellet fra 1989.

Vi har valgt å se nærmere på to stasjoner, Jeløya og Langesund. Begge ligger langt sør i landet, og antas for det meste å være påvirket av ozondannelse på kontinental skala.

Blant stasjonene i nedre Telemark ble Langesund valgt istedenfor Haukenes, fordi Langesund ligger lengst mot sør av de to, og antas å være minst påvirket av lokale utslipp.

Vi valgte også å gjøre noen statistiske undersøkelser for de to stasjonene Prestebakke og Birkenes, som begge ligger langt sør i landet, men har vært i drift i kortere tid enn Jeløya og Langesund.

Vi valgte å beregne middelveidien over 7 timer fra kl. 09 til kl. 16 (7 h-middelveidien) for månedene april-september. Middelveidene ligger langt over tålegrensen på  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  fastsatt av ECE for å beskytte plantevekst (ECE, 1990). SFT (1992) har fastsatt samme verdi som anbefalt luftkvalitetskriterium i Norge, jfr. tabell 3. Tabell 4 viser 7 h-middelveidien for de fire målestedene Prestebakke, Jeløya, Langesund og Birkenes.

Tabell 4: Middelveidier over 7 timer ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) fra kl. 09 til kl. 16 for april-september, fra 1981 til 1993.

År	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Prestebakke						66	65	68	65	71	75	67	66
Jeløya	83	85	67	65	69	75	84	93	72	78	84	79	68
Langesund	80	86	66	64	71	67	74	79		81	82	75	77
Birkenes					60	68	83	81	72	72	81	86	69

I tidligere rapporter har vi gitt årlige data for antall "episodedøgn", dvs. døgn med maksimal timemiddelveid over  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på minst to stasjoner eller over  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på minst én stasjon. Antall episodedøgn pr. år er gjennomgått på nytt, og korrigerte data er gitt i tabell 5.



Tabell 5: Antall episodedøgn 1981-93, dvs. døgn med timemiddelkonsentrasjon større enn eller lik  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på minst to stasjoner eller  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på minst én stasjon.

År	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Antall episode-døgn	30	28	8	5	13	12	11	32	9	23	18	25	12

En svakhet ved slike data er at når antall målesteder øker, øker også muligheten for episodedøgn under ellers like forhold. Det kan derfor ikke utelukkes at det økende antallet målesteder i 1980-åra har medført en kunstig økning av antall episodedøgn. Dette vil antakelig kunne oppveies av at de tidlige målestasjonene var plassert i områder der ozonkonsentrasjonen oftest var høy, dvs. med størst bidrag av kontinental ozondannelse.

Nabostasjoner i nedre Telemark kan i noen tilfeller vise konsentrasjoner over  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i samme døgn. Dette er det tatt hensyn til ved å kreve at også minst én stasjon utenfor nedre Telemark må vise mer enn  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for at døgnet skal telle som et episodedøgn.

For å sammenlikne med tidsrekkene nevnt ovenfor har vi i tabell 6 gitt data for 95-prosentilverdier og 98-prosentilverdier av konsentrasjonene på Jeløya. 95- og 98-prosentilene er beregnet slik at 95% og 98% av timemiddelverdiene er lavere enn eller lik verdiene i tabell 6. I tabell 6 har vi også gitt høyeste månedsmiddelverdier for hvert år på Jeløya og Langesund. De høyeste månedsmiddelverdiene forekom oftest i mai eller juni.

Tabell 6: 95-prosentil og 98-prosentil av timemiddelverdier på Jeløya, og høyeste månedsmiddelverdier på Jeløya og Langesund, 1981-93 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
95-prosentil, Jeløya	126	116	96	96	100	104	115	132	104	96	98	100	88
98-prosentil, Jeløya	147	132	104	106	110	117	125	148	116	116	106	117	96
Høyeste månedsmiddelverdi, Jeløya	102	86	70	75	78	85	92	102	81	79	84	84	84
Høyeste månedsmiddelverdi, Langesund	89	83	67	65	69	70	80	88		81	74	77	72

### 3.1.2 Datatilgang

Datatilgang kan defineres som tid med data i prosent av tilgjengelig tid med data. Datatilgangen var gjennomgående mellom 90% og 100%. Prinsipielt kan manglende data for kritiske perioder påvirke resultatene. Datamaterialet er imidlertid såvidt stort at vi regner med at hovedkonklusjonene ikke blir nevneverdig influert av manglende data.

Tabell 7 viser datatilgang for de månedene som hadde høyest månedsmiddelverdier for de to stasjonene Jeløya og Langesund. I 1981, 1988 og 1993 var datatilgangen henholdsvis 85%, 88% og 64% for Jeløya. I 1986, 1987 og 1988 var datatilgangen henholdsvis 65%, 89% og 67% for Langesund, mens data manglet for 1989.

Tabell 7: *Datatilgang (%) for Jeløya og Langesund 1981-93 for månedene med høyeste månedsmiddellverdier.*

År	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Jeløya	85	95	100	93	100	97	100	88	95	99	100	95	64
Langesund	98	97	95	96	96	65	89	67		94	100	94	99

### 3.1.3 Tidsrekkeanalyse

Alle data i tabell 4-6 er undersøkt med hensyn til signifikant trend, dvs. om det har vært en økning eller nedgang fra 1981 til 1993 for Jeløya og Langesund, fra 1986 til 1993 for Prestebakke, og fra 1985 til 1993 for Birkenes. Ved hjelp av lineær regresjon er hvert datasett tilpasset en rett linje, der fortegnet på vinkelkoeffisienten kan fortelle om dataene øker eller avtar.

Alle undersøkelser har vist at ingen endringer var signifikante på 5% signifikansnivå. Alle data viste for stor variabilitet til at signifikant trend kunne påvises.

Figur 3 viser 7 h-middelverdier for Langesund fra 1981 til 1993. Vedlegg A viser tilsvarende figurer for de øvrige data i tabell 4-6. Figur 3 viser en ikke-signifikant økning av 7 h-middelverdiene for Langesund på 0,47% pr. år, beregnet på samme måte som av Fuentes & Dann (1994). For de tre øvrige stasjonene Prestebakke, Jeløya og Birkenes var økningen 0,08-1,72% pr. år, men ingen endringer var signifikante, jfr. vedlegg A.

Figur 4 viser antall episodedøgn fra 1981 til 1993. Figuren viser en ikke-signifikant nedgang på 0,54% pr. år.

Følgende data viste en ikke-signifikant nedgang fra 1981 til 1993:

- Antall episodedøgn
- 95-prosentil, Jeløya
- 98-prosentil, Jeløya
- Maksimale månedsmiddelverdier, Jeløya
- Maksimale månedsmiddelverdier, Langesund

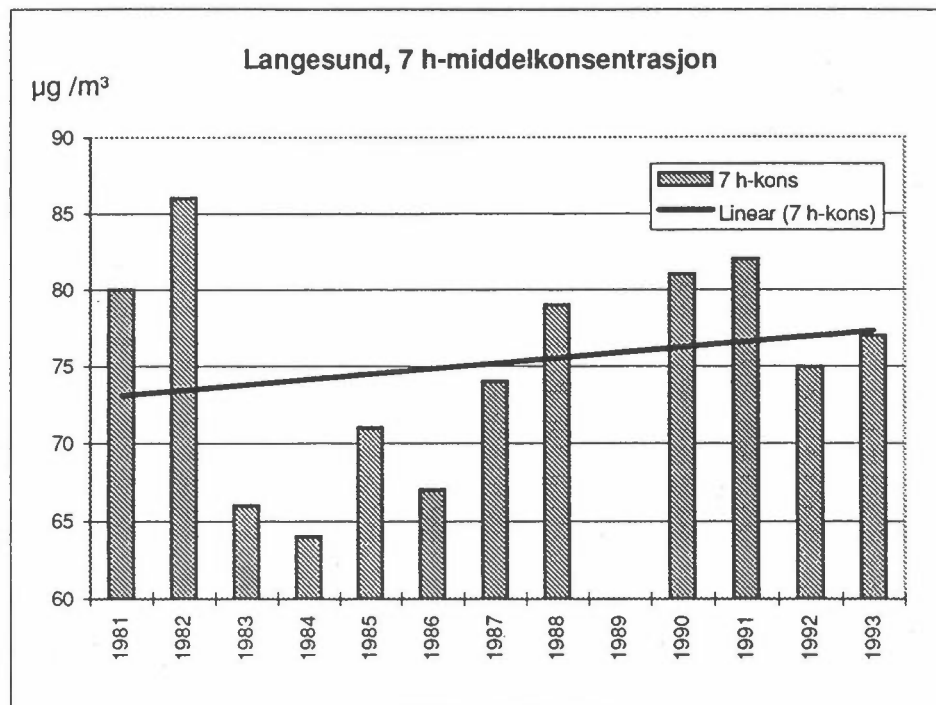
Nedgangen var i intervallet 0,17-1,39% pr. år, men ingen endringer var signifikante, jfr. vedlegg A.

Alle stasjonene viste gjennomgående høye verdier i 1981-82, 1987-88 og 1991-92 og lavere verdier i 1983-84 og 1993. I deler av 1980-åra og begynnelsen av 1990-åra var det tendens til økning i noen år, etterfulgt av nedgang i andre år. Undersøkelsene bekrefter det som er funnet tidligere, nemlig at verdiene kunne variere atskillig fra år til år, se f.eks. Hoem et al. (1989) og Tørseth og Joranger (1994).

## Langesund

År	7 h-kons
1981	80
1982	86
1983	66
1984	64
1985	71
1986	67
1987	74
1988	79
1989	
1990	81
1991	82
1992	75
1993	77

Middel: 75.17



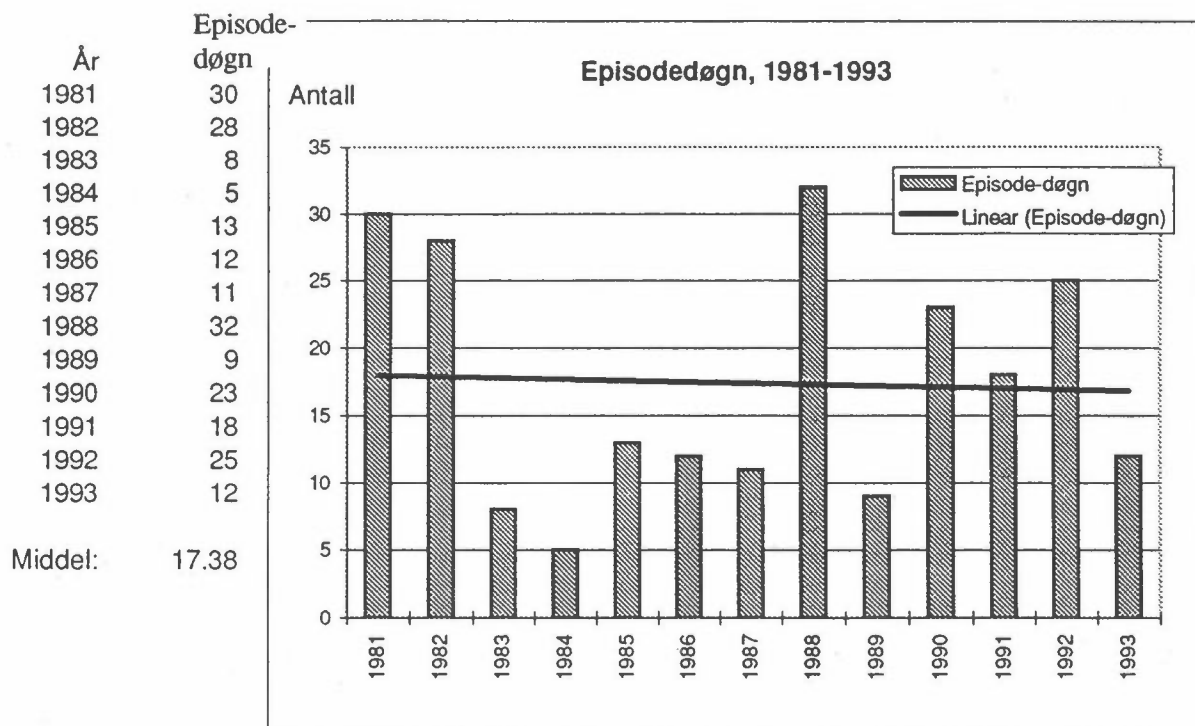
## SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.2052
R Square	0.0421
Adjusted R Square	-0.0450
Standard Error	6.8211
Observations	12

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	22.5055	22.5055	0.4837	0.5012
Residual	11	511.8022	46.5275		
Total	12	534.3077			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	-623.4945	1004.6567	-0.6206	0.5475	-2834.7301	1587.7410
X Variable 1	0.3516	0.5056	0.6955	0.5012	-0.7612	1.4645

Figur 3: Lineær regresjonsanalyse av 7 h-middelverdier ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for Langesund 1981-93, jfr. tabell 4.



## SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.0397
R Square	0.0016
Adjusted R Square	-0.0892
Standard Error	9.5512
Observations	13

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	1.5879	1.5879	0.0174	0.8974
Residual	11	1003.4890	91.2263		
Total	12	1005.0769			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	202.9835	1406.7694	0.1443	0.8879	-2893.2966	3299.2636
X Variable 1	-0.0934	0.7080	-0.1319	0.8974	-1.6517	1.4649

Figur 4: Lineær regresjonsanalyse av antall episodedøgn 1981-93, jfr. tabell 5.

### 3.2 Vurdering av langtransportbidraget

Da ozonmålingene startet i Norge i 1975, ble to stasjoner i nedre Telemark plassert for å ta hensyn til ozondannelse fra lokale utslipp. Da målinger fortsatte i Oslo og Oslofjord-området i 1977, spilte antakelsen om lokal dannelse ennå stor rolle. Men etter hvert som antall målestasjoner økte, ble vi stadig mer klar over at den viktigste ozondannelsen ikke er lokal, men regional og særlig kontinental.

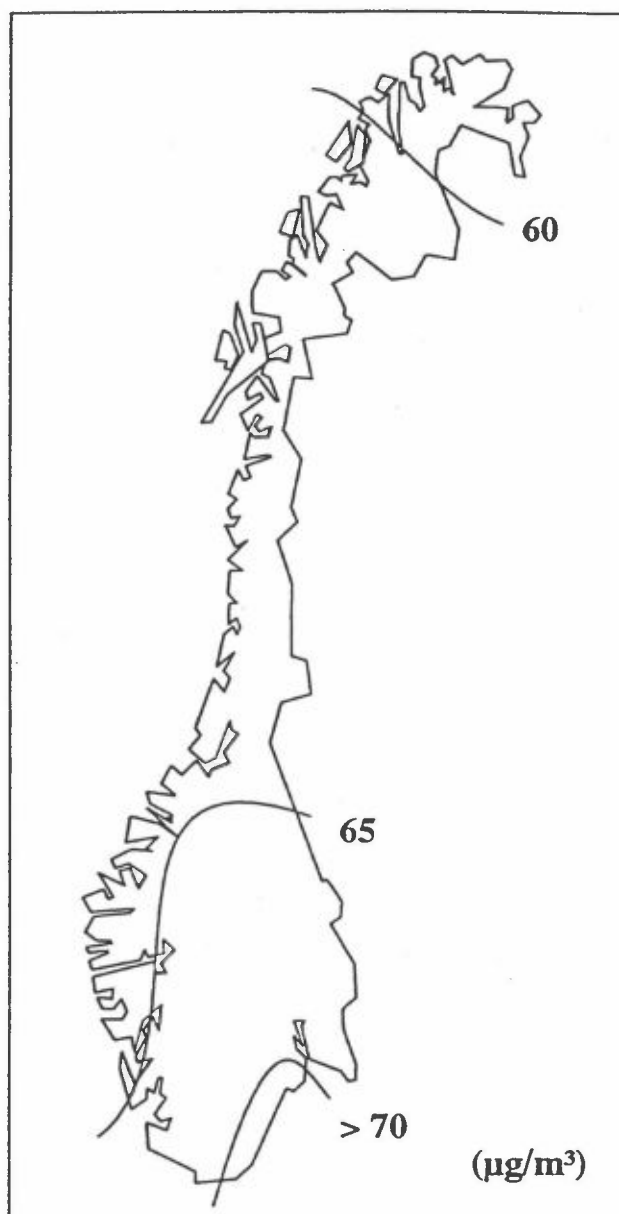
Figur 5 viser geografisk fordeling av 7 h-middelkonsentrasjoner av ozon kl. 09-16 for april-september 1993 (Tørseth, 1994). Konsentrasjonsfordelingen i Sør-Norge har likhetstrekk med tilførselen av svovel- og nitrogenforbindelser, som vist i figur 6 (Tørseth, 1994). En viktig forskjell er imidlertid konsentrasjonen av svovel i Nord-Norge, som øker sterkt mot grensa til Russland (se f.eks. Sivertsen et al., 1994).

Vi ser av figur 5 at selv om ozonkonsentrasjonen avtar nordover, er konsentrasjonen likevel relativt høy i nordlige deler av landet sammenliknet med sørlige deler, idet 7 h-middelverdiene i nordlige deler bare var 10-20% lavere enn i sørlige i 1993.

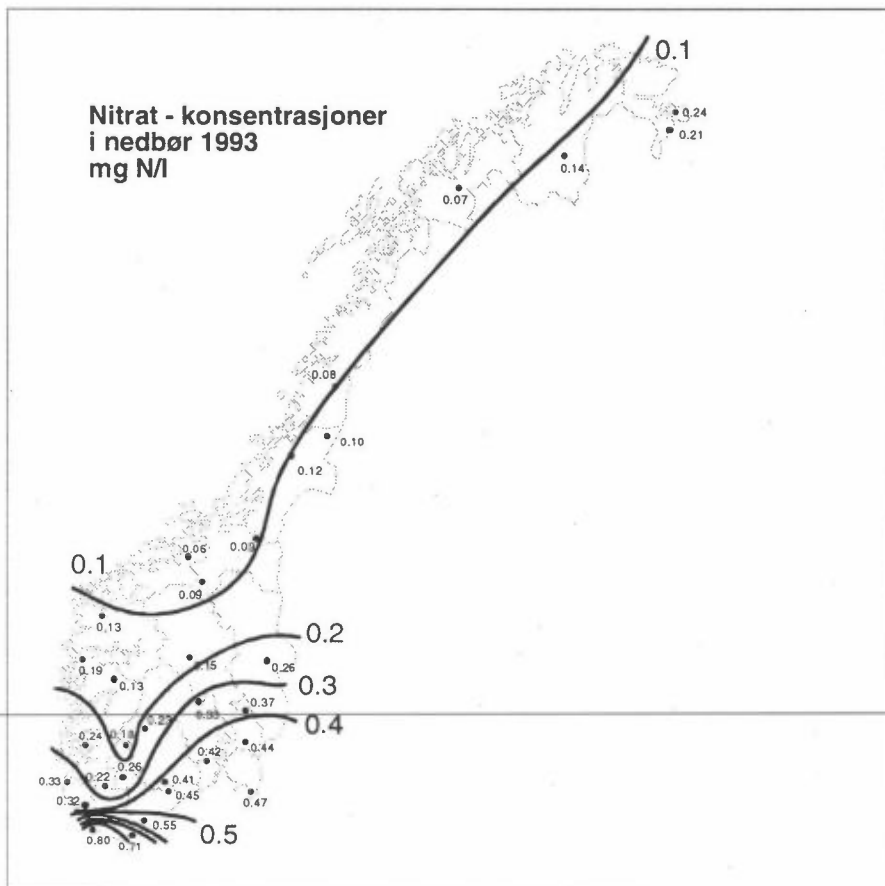
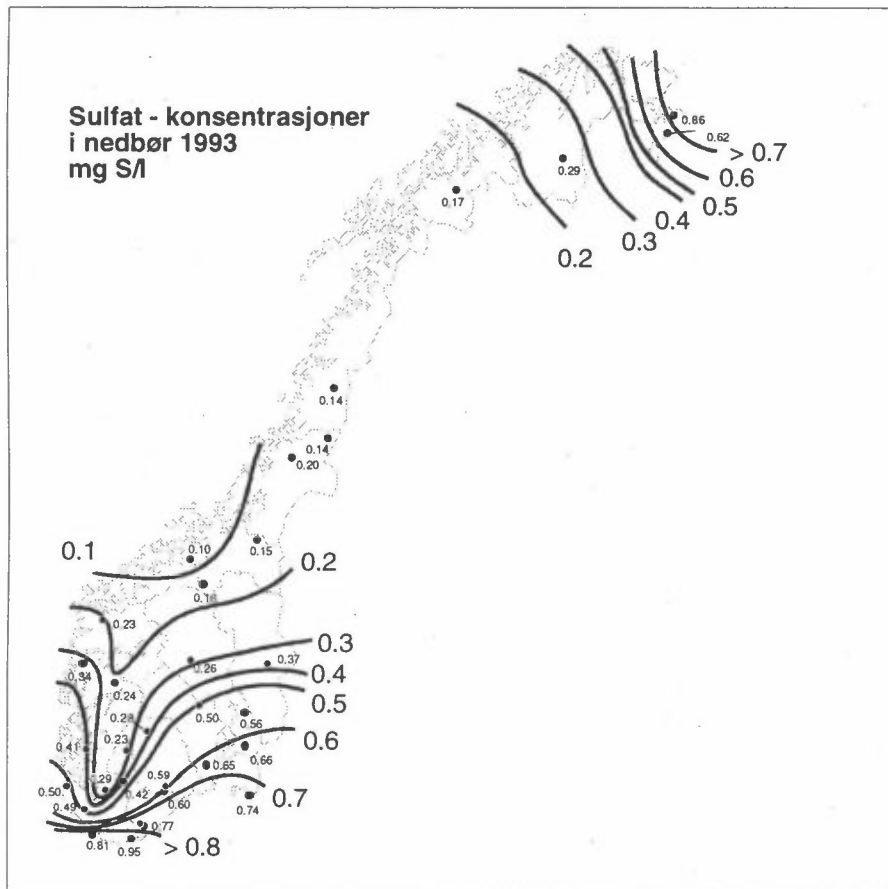
Vi har et unntak i nedre Telemark fra det regionale og kontinentale ozonmønsteret, der ozonkonsentrasjonen på Klyve og Haukenes i Skien kan bli høyere enn i Langesund ved kysten sør for Porsgrunn. Denne forskjellen må skyldes lokal ozondannelse. Ozonmålinger med fly har vist at konsentrasjonen avtar raskt nordvestover fra Haukenes, og utstrekningen av den lokale ozondannelsen blir derfor relativt liten (Schjoldager et al., 1984).

Vi har tidligere målt ozonkonsentrasjoner i lé av andre større byer, særlig Oslo og Drammen. Vi brukte mobile ozonmålere i fly eller bil. Vi fant ikke noen tydelig økning av ozonkonsentrasjonen.

Vår vurdering av langtransportbidraget er at det er svært stort over hele landet. Den viktigste ozondannelsen skjer som oftest på regional og særlig kontinental skala (størrelsesorden 100-1000 km). I nedre Telemark er det imidlertid også funnet ozondannelse på lokal skala (størrelsesorden 10 km).



Figur 5: Midlere 7-timers konsentrasjon av ozon ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) om dagen (kl. 09-16), april-september 1993 (Tørseth, 1994).



Figur 6: Middelskonsentrasjoner av sulfat og nitrat i nedbør 1993 (Tørseth, 1994).

### 3.3 EUs ozondirektiv

Som nevnt i kapittel 2 spesifiserer EUs ozondirektiv hvordan data og overskridelser skal rapporteres. I de neste punktene blir det for alle målestedene vist overskridelser av følgende grenseverdier for 5-årsperioden 1989-93:

1. 110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (8 h-middelverdi) for beskyttelse av helse.
2. 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (timemiddelverdi) og 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (døgnmiddelverdi) for beskyttelse av plantevekst.
3. 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (timemiddelverdi) for melding til befolkningen.
4. 360  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (timemiddelverdi) for advarsel til befolkningen.

I vedlegg B er det vist medianverdier, 98-prosentiler og maksimalverdier av timemiddelverdier og 8 h-middelverdier for alle målestedene i 5 års-perioden 1989-93, og dessuten antall timer og døgn med timemiddelverdier over 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  og 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . De to sistnevnte er EUs grenseverdier for henholdsvis melding til befolkningen og beskyttelse av plantevekst. De to førstnevnte er SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for henholdsvis helse og vegetasjon.

Høyeste timemiddelverdier var følgende:

1989:	172 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jeløya 26.06.89 og Svanvik 28.06.89)
1990:	202 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Voss 07.05.90)
1991:	160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Prestebakke 22.08.91 og Voss 12.04.91)
1992:	204 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valle 22.05.92)
1993:	164 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Kårvatn 30.04.93)

#### 3.3.1 Overskridelser av grenseverdi på 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8 h-middelverdi) for beskyttelse av helse.

Tabell 8-12 viser antall døgn pr. måned med 8 h-middelverdier av ozon større enn eller lik 110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  for åra 1989-93. Antall datoer med overskridelse av grenseverdien var følgende:

1989:	25 datoer
1990:	54 “
1991:	34 “
1992:	58 “
1993:	28 “

Flest datoer med overskridelse av grenseverdien forekom i 1990 og 1992, (henholdsvis 54 og 58 datoer), mens færrest datoer forekom i 1989 og 1993 (henholdsvis 25 og 28 datoer).



Høyeste 8 h-middelverdier var følgende:

1989:	156 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jeløya 26.06.89)
1990:	185 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Voss 07.05.90)
1991:	152 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Voss 12.04.91)
1992:	175 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valle 22.05.92)
1993:	145 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Langesund 24.05.93)

Bortsett fra 1993 forekom alle høyeste 8 h-middelverdier på samme sted og samme døgn som høyeste timemiddelverdier, se ovenfor.

Tabell 8: Antall døgn pr. måned med en eller flere 8 h-middelverdier av ozon større enn eller lik  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 1989.

Målested	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.	Sum
Prestebakke	0	0	0	0	3	1	1	1	0	0	0	0	0
Jeløya				0	2	4	3	1	0	0		0	10
Nordmoen	0	0	0	0	2	3	2	0	0	0	0	0	7
Birkenes	0	0	0	1	2	5	0	0	0	0	0	0	8
Kårvatn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Høylandet	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	4
Jergul				0	2	2	0	0	0	0	0	0	4
Svanvik	0	0	0	3	1	2	0	0	0	0	0	0	6
Zeppelinfjellet	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Antall datoer	0	0	0	5	3	9	7	1	0	0	0	0	25

Tabell 9: Antall døgn pr. måned med en eller flere 8 h-middelverdier av ozon større enn eller lik  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 1990.

Målested	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.	Sum
Prestebakke	0	0	0	1	5	0	1	3	0	0	0	0	10
Jeløya	0	0	1	3	8	2	1	3	0	0	0	0	18
Nordmoen	0	0	0	4	5	0	1	3	0	0	0	0	13
Osen	0	0	1	3	6	0	0	2	0	0	0	0	12
Langesund					4	11	2	1					18
Klyve					4	3	3	5					15
Birkenes	0	0	0	3	5	1	0	2	0	0	0	0	11
Valle			0	0	8	1	0	1	0	0	0	0	10
Voss				5	7	0	0	2	0	0	0	0	14
Kårvatn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tustervatn	0	0	0	3	2	0	0	1	0	0	0	0	6
Jergul	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Svanvik	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Zeppelinfjellet	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Antall datoer	0	0	1	12	15	14	4	8	0	0	0	0	54

Tabell 10: Antall døgn pr. måned med en eller flere 8 h-middelverdier av ozon større enn eller lik  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 1991.

Målested	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.	Sum
Prestebakke	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	4
Jeløya	0	0	0	2	0	0	5	1		0	0	0	8
Nordmoen	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	3
Osen	0	0	0	3	0	1	2	0	0	0	0	0	6
Langesund			0	3	1	0	7	4	4	0	0	0	19
Porsgrunn		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Klyve	0	0	0	4	1	1	2	3	0	0	0	0	11
Haukenes			0	4	2	1	0	2	0				9
Birkenes	0	0		4	3	0	3	3	0	0	0	0	13
Valle	0	0		6	1	0	0	1	0	0	0	0	8
Voss	0	0		5	1	0	1	0	0	0	0	0	7
Kårvatn	0	0		5	0	0	1	0	0	0	0	0	6
Tustervatn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jergul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Svanvik	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
Zeppelinfjellet	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Antall datoer	0	0	0	8	4	1	9	7	4	1	0	0	34

Tabell 11: Antall døgn pr. måned med en eller flere 8 h-middelverdier av ozon større enn eller lik  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 1992.

Målested	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.	Sum
Prestebakke	0	0	0					0	0	0	0	0	0
Jeløya	0	0	2	0	12	9	1	0	0	1	0	0	58
Nordmoen	0					6	0	0	0	0	0	0	6
Osen	0	0	0	0	10	5	0	0	0	0	0	0	15
Langesund	0	0	0	0	10	7	1	0	0	0	0	0	18
Porsgrunn	0	0	0	0	3	1	0			0	0	0	4
Klyve			0	0	12	7	0	0	0	0	0	0	19
Haukenes						2	0	0	0				2
Birkenes	0	0	0	0	9	17	0	0	1	0	0		27
Søgne									0	0	0	0	0
Valle	0	0	0	2	10	9	0	0					21
Voss	0	0	0	0	11	6	0	0	1	0	0	0	18
Kårvatn	0	0	5	2	23	4	0	0	0	0	0	0	34
Tustervatn	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Jergul	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	6
Svanvik	2	0	0					0	0	0	0	0	2
Zeppelinfjellet	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Antall datoer	2	0	7	4	25	17	1	0	1	1	0	0	58

Tabell 12: Antall døgn pr. måned med en eller flere 8 h-middelverdier av ozon større enn eller lik  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 1993.

Målested	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.	Sum
Prestebakke	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	6
Jeløya	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
Nordmoen	0	0	0	2	6	0	0	0	0	0	0	0	8
Osen	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	8
Langesund	0	0	0	2	6	3	0	0	0	0	0	0	11
Klyve	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
Haukenes			0	3	5	0	0	0	0				8
Birkenes			0	4	5	1	0	0	0	0	0	0	10
Søgne	0	0	0	3	5	1	0	0	0	0	0	0	9
Voss	0	0	1	7	5	0	0	0	0		0	0	13
Kårvatn	0	0	0	4	6	0	0	0	0	0	0	0	10
Tjeldbergodden					3	0	0	0	0	0	0	0	3
Tustervatn			0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
Jergul	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Svanvik	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Zeppelinfjellet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antall datoer	0	0	1	9	15	3	0	0	0	0	0	0	28

### 3.3.2 Overskridelser av grenseverdier på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (timemiddelverdi) og $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (døgnmiddelverdi) for beskyttelse av plantevekst

Det var i 5 års-perioden 1989-93 i alt 2 timer med overskridelse av grenseverdien på  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for beskyttelse av plantevekst, jfr. vedlegg B. Disse var:

1990:  $202 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Voss 07.05.90 kl. 17)

1992:  $204 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Valle 22.05.92 kl. 18)

Grenseverdien på  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for beskyttelse av plantevekst ble overskredet i svært mange døgn i hele landet. Tabell 13-17 viser antall døgn pr. måned med døgnmiddelverdier større enn eller lik  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for åra 1989-93. Antall datoer med overskridelser av døgnmiddelverdien var følgende:

1989: 304 datoer  
 1990: 306 "  
 1991: 339 "  
 1992: 304 "  
 1993: 278 "

Det var særlig mange datoer med overskridelse i månedene fra februar-juni. Flest overskridelser i februar forekom som oftest på Zeppelinfjellet (Svalbard), mens overskridelsene var mer jamt fordelt i månedene april-juni. Samtlige døgn i mars, april og mai hadde overskridelser av døgnmiddelverdien på  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på en eller flere målestasjoner.

Av alle EUs grenseverdier for ozon nevnt i tabell 2, var døgnmiddelverdien på  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  den som oftest ble overskredet i Norge i 1989-93.

Høyeste døgnmiddelverdier var følgende:

- 1989: 138  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Jeløya 26.06.89)  
 1990: 157  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Voss 07.05.90)  
 1991: 134  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Voss 12.04.91)  
 1992: 142  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Voss 24.05.92)  
 1993: 133  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Tustervatn 01.05.93)

Bortsett fra 1992 og 1993 forekom høyeste døgnmiddelverdier på samme sted og samme døgn som høyeste timemiddelverdier og 8 h-middelverdier, se pkt. 2.3.1.

Tabell 13: Antall døgn pr. måned med en eller flere døgnmiddelverdier av ozon større enn eller lik  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 1989.

Målested	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.	Sum
Prestebakke	0	0	0	3	18	8	9	3	0	0	0	0	41
Jeløya				8	29	22	17	13	3	1		0	93
Nordmoen	0	0	0	2	16	10	5	0	0	0	1	0	34
Birkenes	0	0	3	14	30	12	8	1	0	0	1	1	70
Kårvatn	9	16	17	16		0	0	0	0	1	5	0	64
Høylandet	7	6	21	26	15	4	1	0	0	0	0		80
Jergul				3	27	17	1	7	2	5	15	10	87
Svanvik	7	14	26	18	20	12	1	3	1	1	5	8	116
Zeppelinfjellet	16	15	24	20	13	6	0	2	3	31	29	23	182
Antall datoer	25	24	31	30	31	27	18	20	8	31	30	29	304

Tabell 14: Antall døgn pr. måned med en eller flere døgnmiddelverdier av ozon større enn eller lik  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 1990.

Målested	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.	Sum
Prestebakke	0	0	9	12	16	20	8	10	0	0	0	1	86
Jeløya	1	2	24	22	27	26	12	20	5	4	3	6	152
Nordmoen	0	0	7	14	18	10	2	4	0	0	0	0	55
Osen	0	1	17	22	19	13	3	3	0	0	0	0	78
Klyve				21	17	25	8	6					56
Haukenes					18	19	11	11					59
Birkenes	4	5	21	21	16	8	6	4	0	0	1	2	88
Valle				20	12	9	3	1	0	0	1	3	49
Voss				16	23	19	5	4	0	3	0	6	76
Kårvatn	0	0	18	14	1	3	3	2	0	4	0	3	48
Tustervatn	3	15	31	29	21	8	0	2	5	17	21	18	170
Jergul	0	3	10	27	18	13	3	2	1	9	22	20	128
Svanvik	2	5	14	22	6	0	3	0	1	0	0	0	53
Zeppelinfjellet	13	13	26	16	4	18	6	4	9	26	28	19	182
Antall datoer	19	21	31	30	31	29	21	22	14	28	31	29	306

Tabell 15: Antall døgn pr. måned med en eller flere døgnmiddelverdier av ozon større enn eller lik  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 1991.

Målested	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.	Sum
Prestebakke	0	6	5	20	30	14	16	8	5	0	1	1	106
Jeløya	2	9	4	24	31	19	19	6	1	1	4		120
Nordmoen	0	1	2	9	24	2	3	0	0	0	0	0	41
Osen	0	1	7	19	25	7	5	2	1	0	0	1	68
Langsund			2	19	21	10	23	20	14	2	1	5	117
Porsgrunn		4	1	6	13	2	3	6	1	2	0	0	38
Klyve	0	0	2	20	27	6	16	8	7	2	0	0	88
Haukenes			2	20	25	4	1	10	9				71
Birkenes	2	6	5	22	30	19	16	8	9	1	6	9	133
Valle	3	15	7	26	29	7	3	1	6	1	1	8	107
Voss	6	15	19	30	29	10	12	4	5	4	0	2	136
Kårvatn	11	11	0	26	21	9	2	0	3	1	4	10	98
Tustervatn	16	26	27	28	26	9	0	0	1	0	0	9	142
Jergul	12	23	30	26	24	5	1	0	0	1	0	6	128
Svanvik	2	5	17	20	11	6	0	0	20	25	0	6	112
Zeppelinfjellet	17	23	29	17	14	25	0	9	9	23	18	18	202
Antall datoer	28	28	31	30	31	30	27	23	27	30	24	30	339

Tabell 16: Antall døgn pr. måned med en eller flere døgnmiddelverdier av ozon større enn eller lik  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 1992.

Målested	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.	Sum
Prestebakke	1	2	6					9	5	0	1	0	24
Jeløya	4	5	18	24	29	30	17	3	1	2	2	1	136
Nordmoen	0					14	4	0	0	1	0	0	19
Osen	7	4	15	22	23	18	8	0	2	1	0	0	100
Langsund	11	5	11	22	21	25	9	5	0	0	0	0	109
Porsgrunn	0	2	2	2	21	17	2			0	0	0	46
Klyve			9	21	25	27	8	0	2	0	1	0	93
Haukenes						14	4	1	0				19
Birkenes	9	10	16	22	22	30	18	4	4	3	6		144
Søgne									0	0	3	2	5
Valle	10	9	19	26	22	22	6	0					114
Voss	8	7	18	27	29	16	6	0	2	1	1	5	120
Kårvatn	13	18	31	30	31	14	0	0	2	0	7	4	150
Tustervatn	6	14	28	29	24	10	0	0	0	0	0	0	111
Jergul	10	13	25	29	24	9	0	0	1	0	3	12	126
Svanvik	12	2	15					0	0	0	10	11	50
Zeppelinfjellet	9	5	26	28	13	12	1	2	14	14	30	12	166
Antall datoer	29	28	31	30	31	30	22	14	18	17	30	24	304

Tabell 17: Antall døgn pr. måned med en eller flere døgnmiddelverdier av ozon større enn eller lik  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 1993.

Målested	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.	Sum
Prestebakke	9	12	28	22	25	8	3	0	0	0	0	0	107
Jeløya	8	4	21	17	20	17	3	0	0	0	0	2	92
Nordmoen	2	3	12	16	18	6	0	0	0	0	0	0	57
Osen	11	7	28	23	21	5	0	0	0	0	0	0	95
Langsund	5	3	13	18	24	20	12	8	9	7	0	0	119
Klyve	7	7	23	20	22	10	2	4	0	0	0	2	97
Haukenes			1	10	15	16	4	0	0				46
Birkenes			11	20	23	13	2	0	0	0	0	0	69
Søgne	11	8	17	24	23	8	1	0	0	2	0	0	94
Voss	16	7	21	30	26	10	0	0	0		1	3	114
Kårvatn	20	21	28	29	20	1	0	0	0	6	7	9	141
Tjeldbergodden					30	8	0	1	0	2	5	11	57
Tustervatn			20	30	26	6	1	0	0	8	1	3	95
Jergul	12	22	31	27	22	3	0	0	0	9	3	0	129
Svanvik	12	19	25	24	10	0	0	0	0	4	2	0	96
Zeppelinfjellet	16	18	26	13	25	9	6	3	3	13	20	8	160
Antall datoer	27	28	31	30	31	26	18	12	12	20	23	20	278

### 3.3.3 Overskridelser av grenseverdi på $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (timemiddelverdi) for melding til befolkningen

Det var i 5 års-perioden 1989-93 i alt 2 datoer (13 timer) i 1990 og 3 datoer (6 timer) i 1992 med overskridelse av grenseverdien for melding til befolkningen, jfr. vedlegg B. Overskridelsene er vist i tabell 18.

Tabell 18: Overskridelser av grenseverdien på  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (timemiddelverdi) for melding til befolkningen.

Dato	Målested	Konsentrasjon ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Klokkeslett
07.05.90	Voss	182	15
		190	16
		202	17
		196	18
		188	19
04.08.90	Prestebakke	186	20
		188	21
	Jeløya	182	19
		194	20
	Langesund	185	18
Klyve	190	17	
	184	18	
		182	19
19.05.92	Kårvatn	184	08
22.05.92	Valle	204	18
	Kårvatn	196	10
23.05.92	Klyve	183	14
		189	15
		189	16

I hele mai 1990 var det en sammenhengende periode med overskridelser av døgnmiddelverdien på  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i samtlige 31 døgn, og overskridelser av 8 h-middelverdien på  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i 15 døgn. I august 1990 var det overskridelser av døgnmiddelverdien i 22 døgn og overskridelser av 8 h-middelverdien i 8 døgn. Også i mai 1992 var døgnmiddelverdien overskredet i samtlige 31 døgn, mens 8 h-middelverdien var overskredet i 25 døgn, jfr. tabell 9, 11, 14 og 16.

### **3.3.4 Overskridelser av grenseverdi på $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (timemiddeverdi) for advarsel til befolkningen**

Det var ingen overskridelser av grenseverdien på  $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i 5 års-perioden 1989-93. Det var for øvrig heller ingen overskridelser i 8 års-perioden fra 1981 til 1988. På grunnlag av tidligere målinger de siste 13 åra regner vi med at grenseverdien for advarsel til befolkningen ikke vil bli overskredet.

### **3.3.5 Spesifikasjoner om overvåking, beregning av måleresultater og referanseanalysemetode**

Ifølge EUs ozondirektiv er hensikten med ozonmålinger å bedømme så nøyaktig som mulig om mennesker utsettes for konsentrasjoner over grenseverdiene for å beskytte helse, og om landbruksvekster og naturlig vegetasjon utsettes for konsentrasjoner over grenseverdiene for å beskytte plantevekst. Målestasjonene skal plasseres på geografisk og meteorologisk representative steder der konsentrasjonene kan forventes å være høyest, eller det er sannsynlig at mennesker og plantevekster utsettes for ozonforurensning.

Konsentrasjoner skal måles kontinuerlig i hele året. Datatilgangen må være på minst 75% på årsbasis. Hvis datatilgangen er mindre enn 75%, skal dette nevnes særskilt sammen med presentasjon av måleresultatene. For å få mest mulig ensartet bearbeiding skal medlemsstatene angi median, 98-prosentil og høyeste konsentrasjoner av timemiddelverdier og 8 h-middelverdier for alle målestedene.

Kravet til referanseanalysemetode er i samsvar med siste forslag til ISO-standard (ISO, 1994), som forutsetter at instrumentene skal kalibreres ved hjelp av et UV-referansefotometer. NILU har kalibrert ozoninstrumentene med UV-referansefotometer siden 1983, da det ble anskaffet et referanseinstrument av type Dasibi 1008-PC basert på UV-absorpsjon ved 254 nm. NILUs ozonmålinger er akkreditert i henhold til NS-EN 45001 siden september 1993 (Norsk Akkreditering, 1993).

Krav til stasjonsplassering og instrumentplassering er de samme som NILU har brukt i flere år. Målestedene skal representere regional ozonkonsentrasjon, slik at lokale antropogene utslipp ikke påvirker målingene.

---

I nedre Telemark blir målingene utført av SFTs kontrollseksjon. Også ozondannelse fra lokale utslipp blir overvåket i området Langesund-Porsgrunn-Skien.

### 3.3.6 Om mulighet for melding eller advarsel til befolkningen

Ifølge EUs ozondirektiv skal eventuelle overskridelser av grenseverdier for melding eller advarsel til befolkningen meddeles så raskt som mulig, jfr. kapittel 2. Det skal informeres om følgende:

1. Dato, klokkeslett og sted for overskridelser.
2. Type av overskridelser (melding eller advarsel).
3. Forventet utvikling av konsentrasjoner, berørt geografisk område, og varighet.
4. Berørte befolkningsgrupper.
5. Forholdsregler for berørte befolkningsgrupper.

Pkt. 3 ovenfor kan sammenfattes i uttrykket *prediksjoner* (engelsk: *forecasts*) og forutsetter i tillegg til rask tilgang til korrekte data, en prediksjonsmodell eller annen erfaring som gir mulighet for å si noe pålitelig om forventet utvikling (øking, stabilisering eller minking), berørt geografisk område, og varighet. Slik melding eller advarsel vil bli en stor utfordring og setter store krav til den eller dem som skal gjøre det: Hvis utsagnene blir pålitelige, kan interessen for ozon og annen luftforurensning øke, og berørte befolkningsgrupper kan ha stor nytte av informasjonen. Men hvis utsagnene blir upålitelige, kan hele ordningen lett komme i miskreditt.

De siste 5 åra har timemiddelverdier av ozon over  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  forekommet i 19 tilfeller i alt, derav 13 tilfeller i 1990 fordelt på 2 døgn, og 6 tilfeller i 1992 fordelt på 3 døgn, jfr. pkt. 2.3.3 tabell 18. Av de 19 tilfellene var det 12 tilfeller med ozonkonsentrasjoner mellom  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og 7 tilfeller med ozonkonsentrasjoner fra  $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$  til  $204 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Vi har tidligere sett at langtransport gir stort bidrag til høye ozonkonsentrasjoner. Utslipp i viktige kildeområder i Sentral-Europa kan akkumuleres over flere døgn i høytrykksituasjoner, før luftmassene transporteres til Skandinavia. En fotokjemisk spredningsmodell må dekke et stort geografisk område i Europa og tillate beregninger over flere døgn. EMEP-modellen er en slik modell, og den gir god reproduksjon av ozondata, se f.eks. Simpson (1991). Men også EMEP-modellen har en usikkerhet som sannsynligvis er større enn  $\pm 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dersom ozonkonsentrasjoner skal beregnes 1-3 døgn framover i tid. EMEP-modellen krever dessuten forholdsvis store datamaskinressurser.

En noe enklere metode vil antakelig være å knytte melding eller advarsel nærmere til målte ozonkonsentrasjoner. Dersom konsentrasjonen øker til over  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , kan det gis varsel til miljømyndighetene. Måleresultatene vurderes sammen med værutsiktene for de nærmeste døgnene, eventuelt sammen med prognoser fra EMEP-modellen, og det vil kunne gis utsagn om hvilke konsentrasjoner som kan ventes. Slike utsagn må gis med forsiktighet, idet risikoen for feil alltid er til stede.

En slik ordning forutsetter at det etableres en vaktjeneste, som sannsynligvis bør omfatte SFT, NILU og DNMI. NILU vil eventuelt kunne lage forslag til melding av høye ozonkonsentrasjoner til befolkningen.

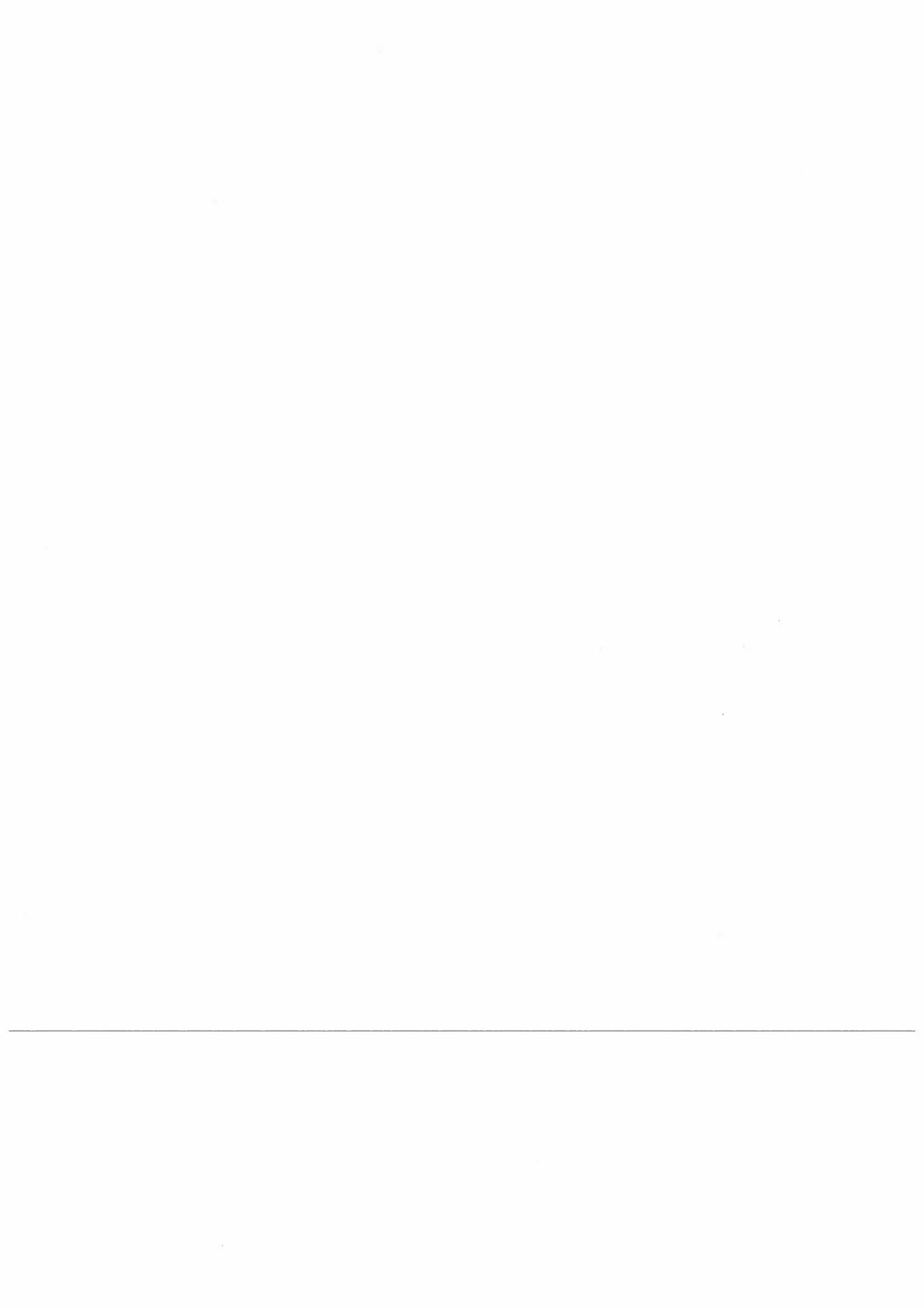


Spørsmål om berørte befolkningsgrupper og deres forholdsregler bør henvises til helsemyndighetene.

#### 4. Referanser

- Bergshoeff, G., Lanting, R.W., Prop, J.M.G. and Reijnders, H.F.R. (1980) Improved neutral buffered potassium iodide method for ozone in air. *Anal. Chem.*, 52, 541-546.
- ECE (1990) Draft manual on methodologies and criteria for mapping critical levels/loads and geographical areas where they are exceeded. Geneva, Convention on long-range transboundary air pollution.
- ECE (1993) UN/ECE Report on the Workshop on Critical Levels for Ozone, held in Bern, Switzerland, 1-4 November 1993.
- EC (1992) Council Directive 92/72/EEC of 21 September 1992 on air pollution by ozone. *Off. J. Eur. Commun.*, 13.10.92, L297/1.
- EPA (1971) National primary and secondary ambient air quality standards. Washington D.C. *Federal Register*, 36, No. 84, part 410, 8187-8197.
- EPA (1979) National primary and secondary ambient air quality standards. Washington D.C. *Federal Register*, 44, No. 28, part 50, 8202-8237.
- EU (1994) Bekendtgørelse om overvågning af luftens indhold af ozon. København, Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 184 af 11. marts 1994.
- Fuentes, J.D. and Dann, T.F. (1994) Ground-Level Ozone in Eastern Canada: Seasonal Variations, Trends, and Occurrences of High Concentrations. *J. Air & Waste Managem. Ass.*, 44, 1019-1026.
- ISO (1994) Air Quality - Determination of ozone in ambient air - Ultraviolet photometric method. International Organization for Standardization (ISO CD 13964).
- Hoem, K., Dreiem, R., Schjoldager, J., Stige, L. og Tveita, B. (1989) Målinger av ozon i Norge 1987. Lillestrøm (NILU OR 53/89).
- NSF (1983) Luftundersøkelse. Kalibrering av ozongenerator. Våtkjemisk metode. Oslo, Norges Standardiseringsforbund (NS 4858).
- 
- Norsk Akkreditering (1993) Akkrediteringsbevis: Prøvetaking, feltmåling og kjemisk analyse. Oslo, Det norske Justervesen (Nr. P008).
- Schaug, J. (1994) Meddelelse november 1994, NILU.

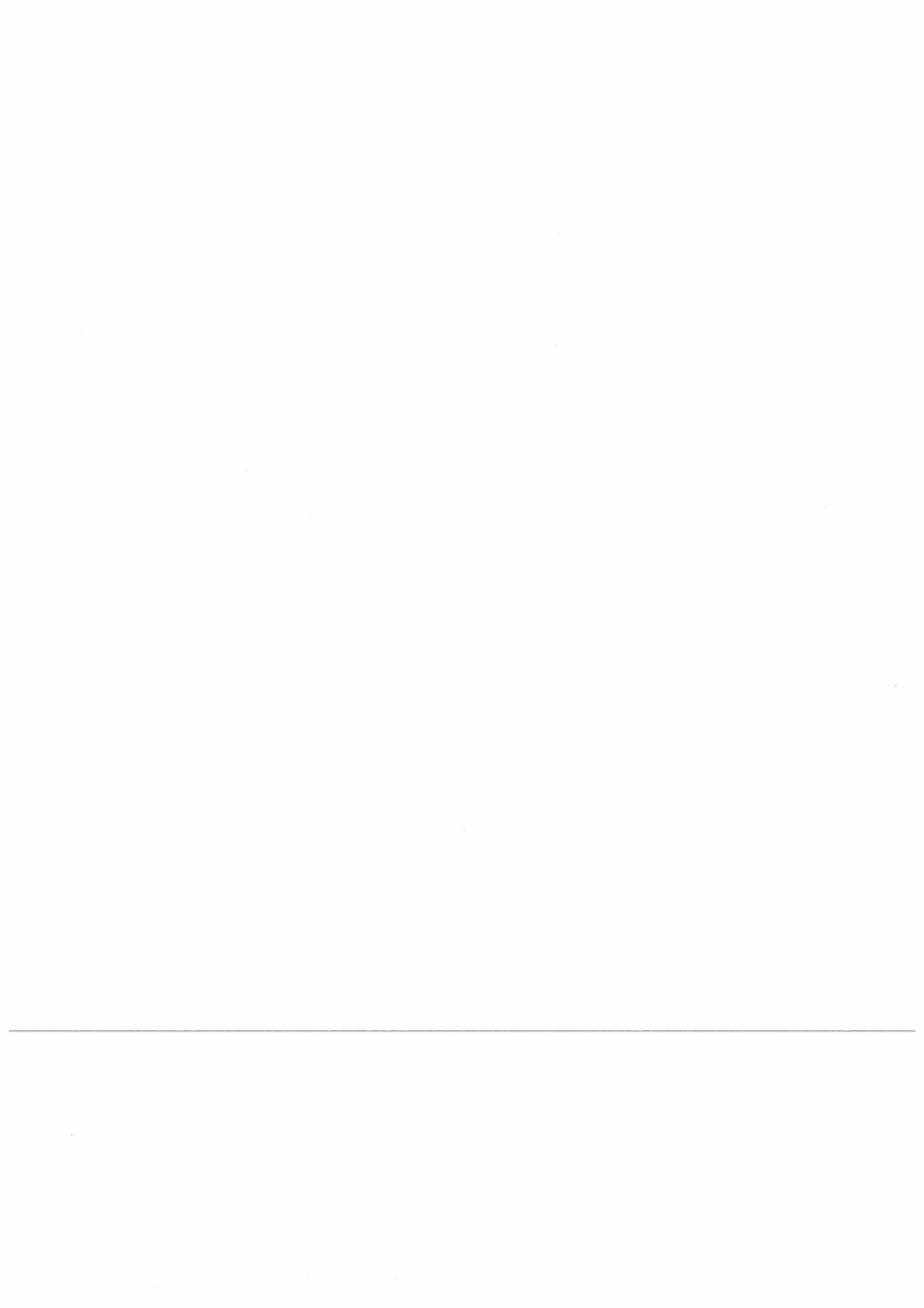
- Schjoldager, J., Dreiem, R., Wathne, B.M., Johannessen, T., Stige, L. og Tveita, B. (1984) Målinger av ozon, Østlandet - Telemark - Sørlandet 1981-83; Målinger av PAN, Telemark 1983. Lillestrøm (NILU OR 34/84).
- Schjoldager, J., Dreiem, R., Krognest, T., Johannessen, T., Stige, L. og Tveita, B. (1987) Målinger av ozon, Østlandet - Telemark - Sørlandet, målinger av PAN, Telemark, 1984-1985. Lillestrøm (NILU OR 64/87).
- Simpson, D. (1991) Long period modelling of photochemical oxidants in Europe: Calculations for April-September 1985, April-October 1989. Oslo (EMEP/MSC-W Report 2/91).
- Sivertsen, B., Baklanov, A., Hagen, L.O. and Makarova, T. (1994) Air Pollution in the Border Areas of Norway and Russia: Summary Report April 1991-March 1993. Kjeller (NILU OR 56/94).
- SFT (1992) Virkninger av luftforurensning på helse og miljø: Anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo, Statens forurensningstilsyn (SFT-rapport nr. 92:16).
- SFT (1993) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør: Årsrapport 1992. Oslo, Statlig program for forurensningsovervåking (Rapport 533/93).
- Tørseth, K. (1994) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør: Atmosfærisk tilførsel 1993. Kjeller (NILU OR 48/94, under utarbeiding).
- Tørseth, K. og Joranger, E. (1994) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør: Atmosfærisk tilførsel 1992. Lillestrøm (NILU OR 14/94).



## Vedlegg A

### Lineær regresjonsanalyse

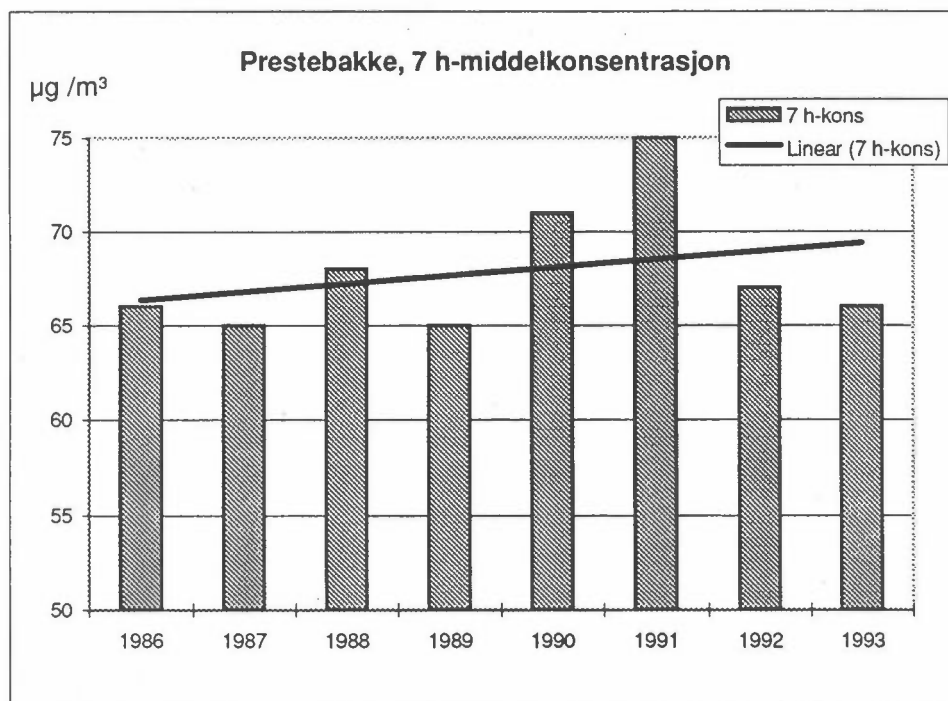
Figur A1:	7 h-middelverdier, Prestebakke 1986-93
Figur A2:	7 h-middelverdier, Jeløya 1981-93
Figur A3:	7 h-middelverdier, Birkenes 1985-93
Figur A4:	95-prosentiler, Jeløya 1981-93
Figur A5:	98-prosentiler, Jeløya 1981-93
Figur A6:	Høyeste månedsmiddelverdier, Jeløya 1981-93
Figur A7:	Høyeste månedsmiddelverdier, Langesund 1981-93



Prestebakke

År	7 h-kons
1986	66
1987	65
1988	68
1989	65
1990	71
1991	75
1992	67
1993	66

Middel: 67.88



## SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.3099
R Square	0.0960
Adjusted R Square	-0.0547
Standard Error	3.5760
Observations	8

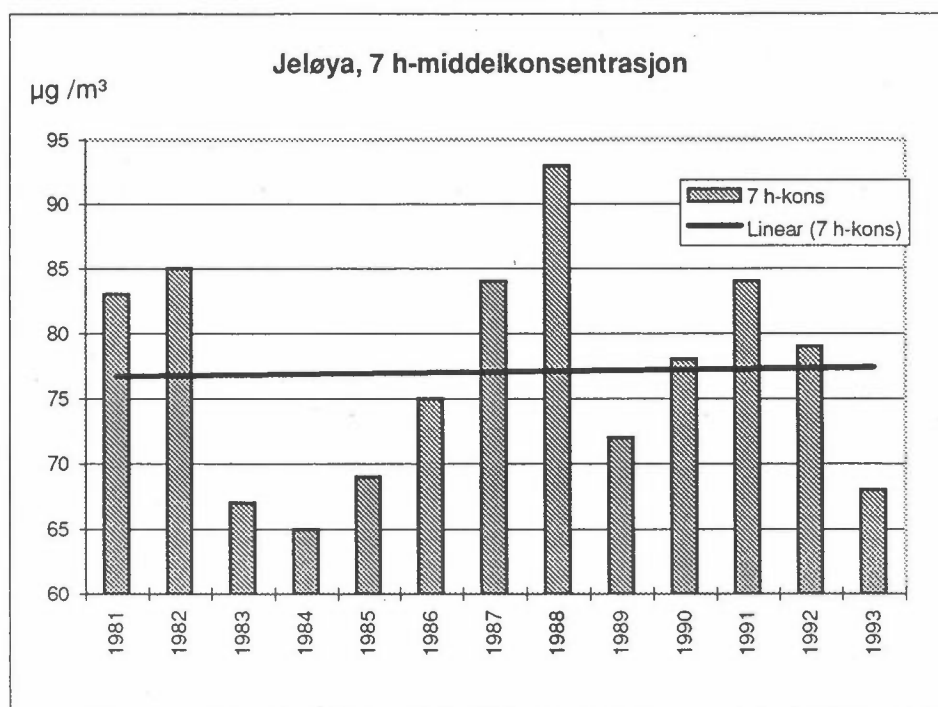
## ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	8.1488	8.1488	0.6372	0.4551
Residual	6	76.7262	12.7877		
Total	7	84.8750			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	-808.4524	1097.7812	-0.7364	0.4892	-3494.6281	1877.7233
X Variable 1	0.4405	0.5518	0.7983	0.4551	-0.9097	1.7907

Figur A1: 7 h-middelverdi, Prestebakke 1986-93.

Jeløya	År	7 h-kons
	1981	83
	1982	85
	1983	67
	1984	65
	1985	69
	1986	75
	1987	84
	1988	93
	1989	72
	1990	78
	1991	84
	1992	79
	1993	68
Middel:		77.08



## SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.0275
R Square	0.0008
Adjusted R Square	-0.0901
Standard Error	8.9252
Observations	13

## ANOVA

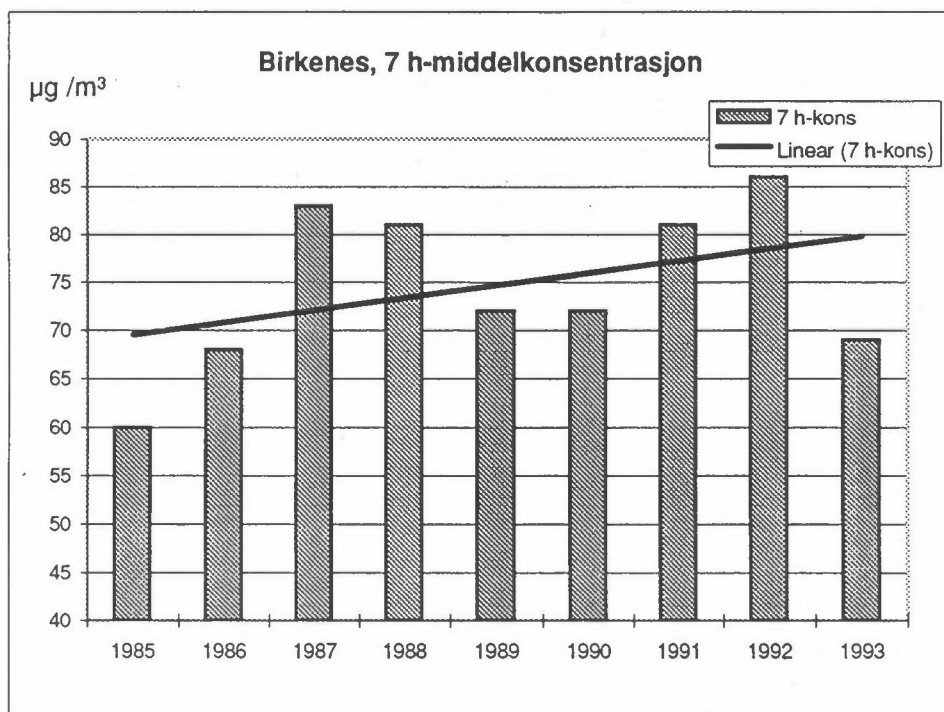
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	0.6648	0.6648	0.0083	0.9289
Residual	11	876.2582	79.6598		
Total	12	876.9231			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	-43.0165	1314.5668	-0.0327	0.9745	-2936.3600	2850.3270
X Variable 1	0.0604	0.6616	0.0914	0.9289	-1.3957	1.5166

Figur A2: 7 h-middelverdier, Jeløya 1981-93.

Birkenes	År	7 h-kons
	1985	60
	1986	68
	1987	83
	1988	81
	1989	72
	1990	72
	1991	81
	1992	86
	1993	69

Middel: 74.67



#### SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.4113
R Square	0.1692
Adjusted R Square	0.0505
Standard Error	8.3254
Observations	9

#### ANOVA

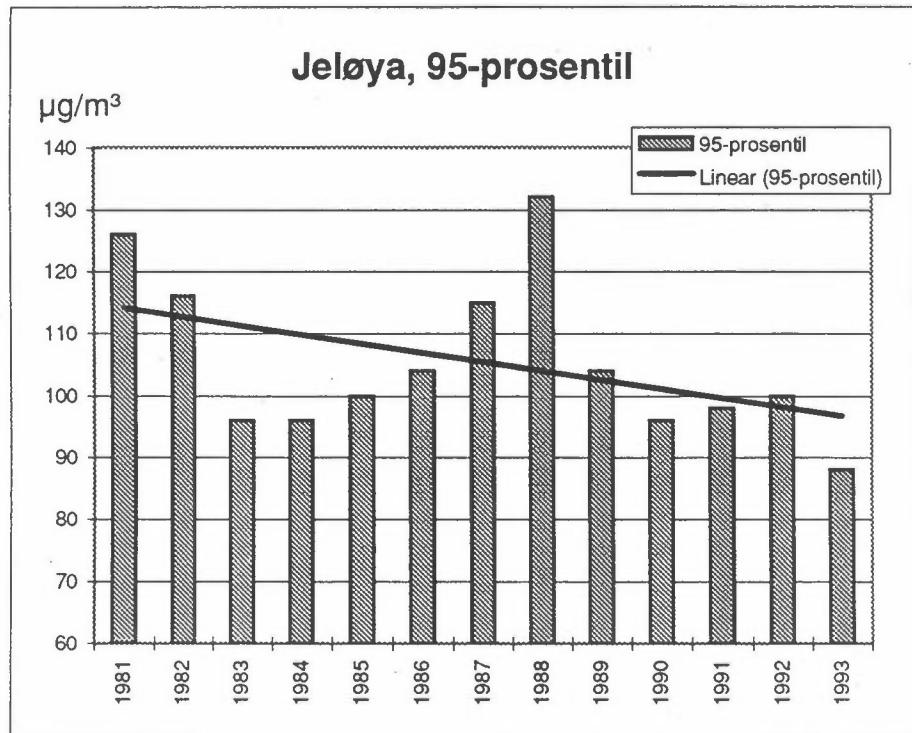
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	98.8167	98.8167	1.4257	0.2714
Residual	7	485.1833	69.3119		
Total	8	584.0000			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	-2477.8833	2137.7821	-1.1591	0.2844	-7532.9312	2577.1645
X Variable 1	1.2833	1.0748	1.1940	0.2714	-1.2582	3.8248

Figur A3: 7 h-middelverdier, Birkenes 1985-93.



Jeløya	År	95-prosentil
	1981	126
	1982	116
	1983	96
	1984	96
	1985	100
	1986	104
	1987	115
	1988	132
	1989	104
	1990	96
	1991	98
	1992	100
	1993	88
Middel:		105.46



## SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.4353
R Square	0.1895
Adjusted R Square	0.1158
Standard Error	12.2039
Observations	13

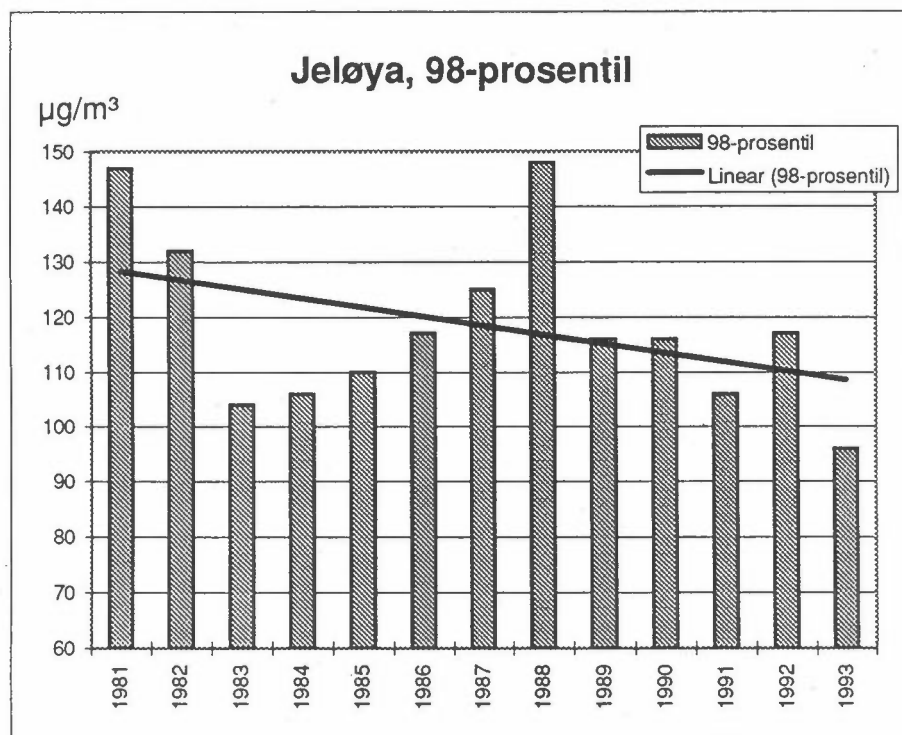
## ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	382.9451	382.9451	2.5712	0.1371
Residual	11	1638.2857	148.9351		
Total	12	2021.2308			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	2987.7033	1797.4691	1.6622	0.1247	-968.5014	6943.9080
X Variable 1	-1.4505	0.9046	-1.6035	0.1371	-3.4416	0.5405

Figur A4: 95-prosentiler, Jeløya 1981-93.

Jeløya	År	98-prosentil
	1981	147
	1982	132
	1983	104
	1984	106
	1985	110
	1986	117
	1987	125
	1988	148
	1989	116
	1990	116
	1991	106
	1992	117
	1993	96
Middel:		118.46



## SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.4043
R Square	0.1635
Adjusted R Square	0.0874
Standard Error	15.1679
Observations	13

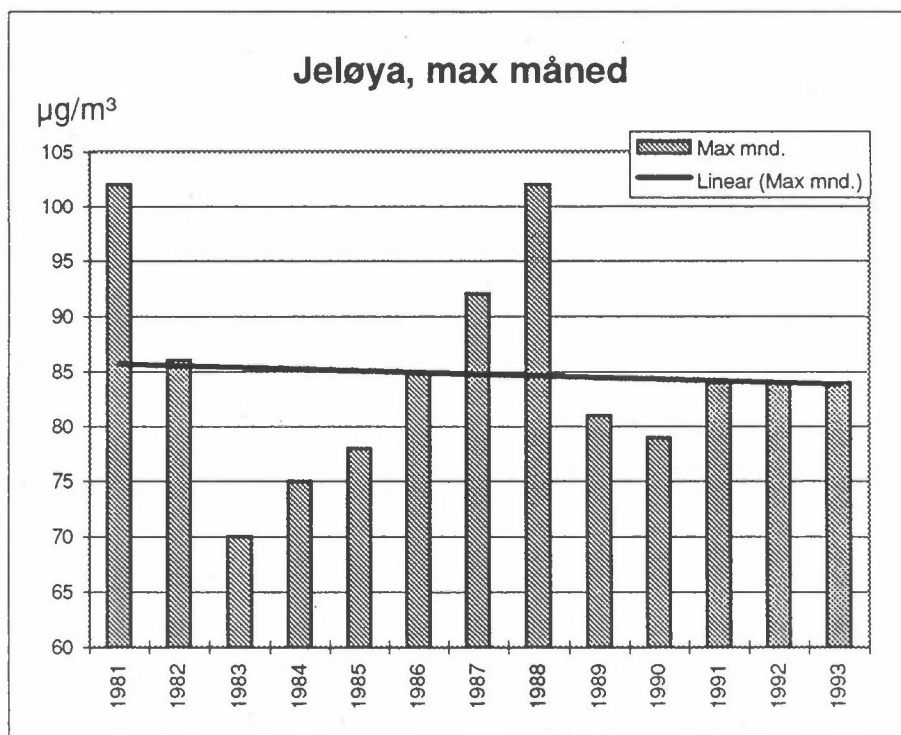
## ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	494.5055	494.5055	2.1494	0.1706
Residual	11	2530.7253	230.0659		
Total	12	3025.2308			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	3393.7363	2234.0305	1.5191	0.1569	-1523.3342	8310.8068
X Variable 1	-1.6484	1.1243	-1.4661	0.1706	-4.1230	0.8263

Figur A5: 98-prosentiler, Jeløya 1981-93.

Jeløya	Max mnd.
År	
1981	102
1982	86
1983	70
1984	75
1985	78
1986	85
1987	92
1988	102
1989	81
1990	79
1991	84
1992	84
1993	84
Middel:	84.77



## SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.0616
R Square	0.0038
Adjusted R Square	-0.0868
Standard Error	9.7808
Observations	13

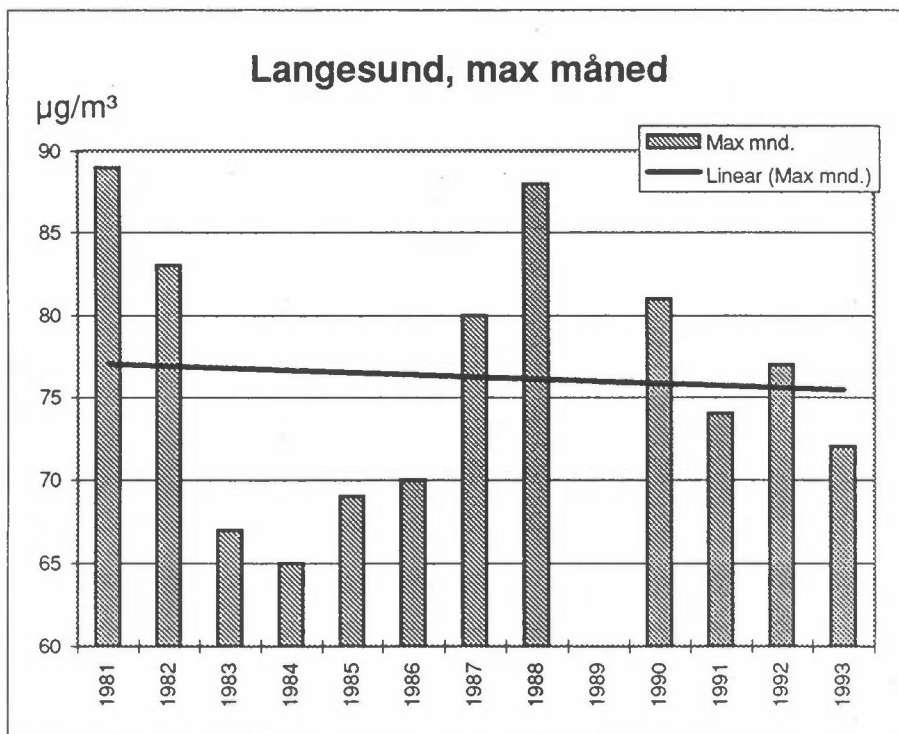
## ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	4.0055	4.0055	0.0419	0.8416
Residual	11	1052.3022	95.6638		
Total	12	1056.3077			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	379.5440	1440.5782	0.2635	0.7971	-2791.1489	3550.2368
X Variable 1	-0.1484	0.7250	-0.2046	0.8416	-1.7441	1.4474

Figur A6: Høyeste månedsmiddelverdier, Jeløya 1981-93.

Langesund	År	Max mnd.
	1981	89
	1982	83
	1983	67
	1984	65
	1985	69
	1986	70
	1987	80
	1988	88
	1989	
	1990	81
	1991	74
	1992	77
	1993	72
	Middel:	76.25



## SUMMARY OUTPUT

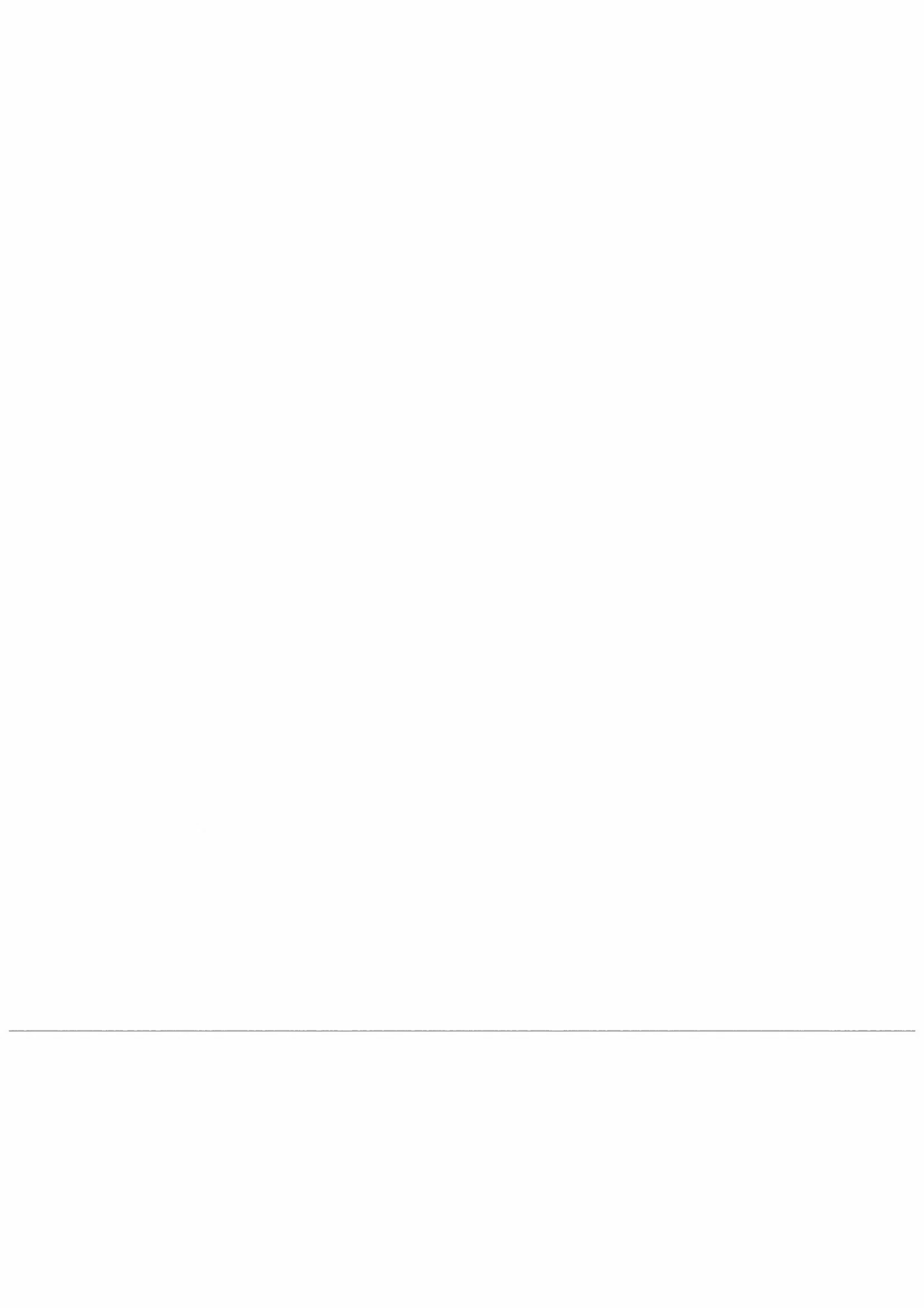
Regression Statistics	
Multiple R	0.0654
R Square	0.0043
Adjusted R Square	-0.0862
Standard Error	8.0182
Observations	13

## ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	3.0343	3.0343	0.0472	0.8320
Residual	11	707.2157	64.2923		
Total	12	710.2500			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	332.8132	1180.9800	0.2818	0.7833	-2266.5075	2932.1339
X Variable 1	-0.1291	0.5944	-0.2172	0.8320	-1.4373	1.1790

Figur A7: Høyeste månedsmiddelerverdier, Langesund 1981-93.



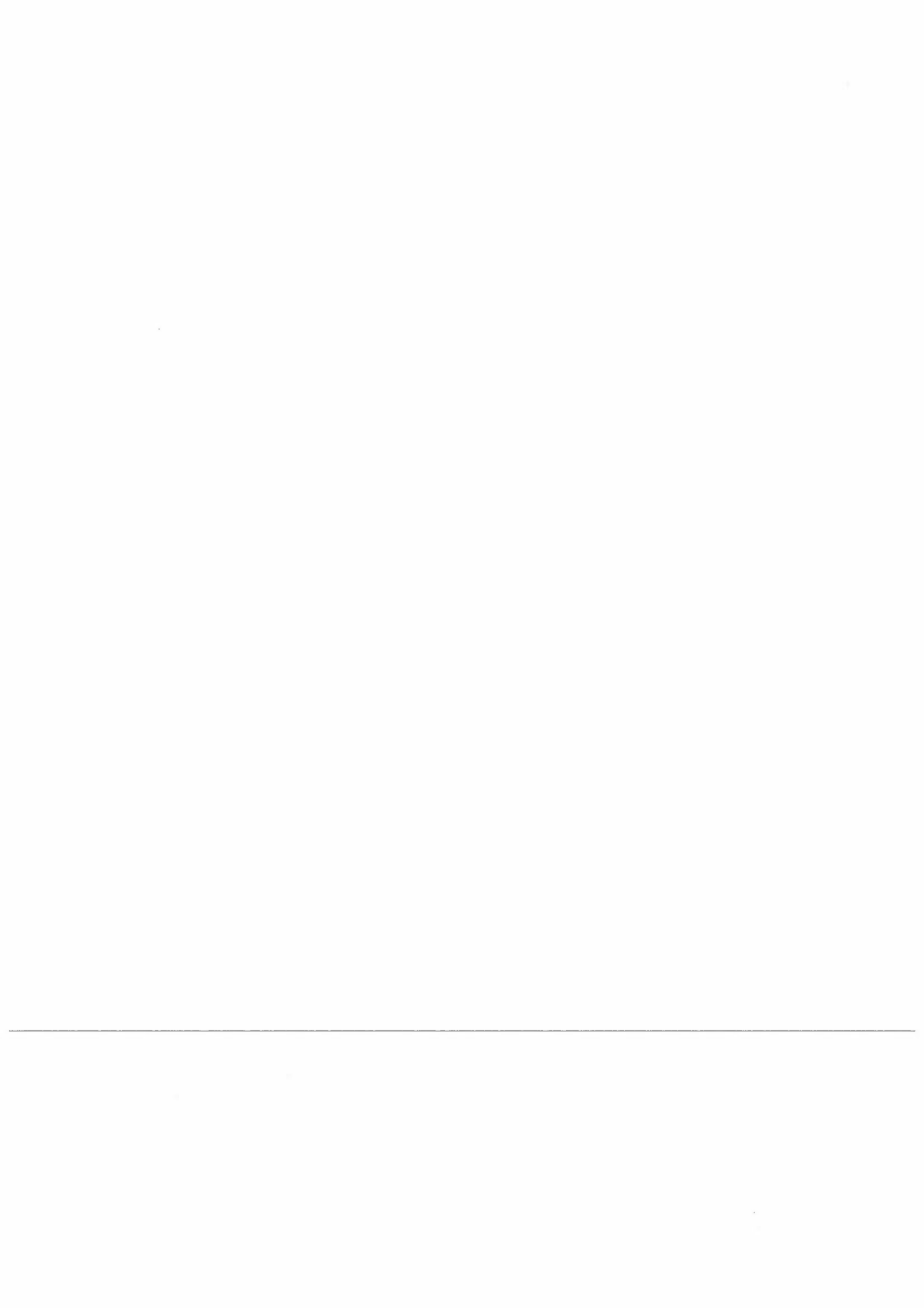
## Vedlegg B

### Sammendrag av ozondata

Tabell B1-B5: Antall timer, median, 98-prosentil og høyeste timemiddelverdier, 1989-93.

Tabell B6-B10: Antall 8 h-middelverdier, median, 98-prosentil og høyeste 8 h-middelverdier, 1989-93.

Tabell B11-B15: Antall timer og døgn med timemiddelverdier av ozon større enn eller lik  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og høyeste timemiddelverdier, 1989-93.



Tabell B1: 1989 - Timemiddelverdier

Målested	Antall timemiddelverdier	Median	98-prosentil	Maksimum	
		( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dato
Prestebakke	8723	44	98	170	89-06-26
Jeløya	4716	62	116	172	89-06-26
Nordmoen	8381	28	98	158	89-05-25
Birkenes	8494	52	100	162	89-05-25
Kårvatn	5292	56	94	122	89-04-18,89-08-09
Høylandet	8002	54	96	136	89-04-15,89-07-25
Jergul	5742	62	100	144	89-06-28
Svanvik	8167	58	104	172	89-06-28
Zeppelinfjellet	8221	66	91	127	89-02-01,89-09-15

Tabell B2: 1990 - Timemiddelverdier

Målested	Antall timemiddelverdier	Median	98-prosentil	Maksimum	
		( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dato
Prestebakke	8724	52	106	188	90-08-04
Jeløya	8714	60	116	194	90-08-04
Nordmoen	8746	42	104	180	90-05-07
Osen	8588	54	104	156	90-05-07
Langesund	2618	67	131	185	90-08-04
Klyve	2599	67	128	190	90-08-04
Birkenes	8634	56	104	168	90-05-06
Valle	5884	48	108	170	90-05-06
Voss	5842	56	122	202	90-05-07
Kårvatn	7804	50	82	130	90-05-05
Tustervatn	7898	66	100	138	90-05-02
Jergul	8292	60	98	146	90-04-16
Svanvik	7898	50	88	126	90-04-26
Zeppelinfjellet	8506	66	88	116	90-04-17

Tabell B3: 1991 - Timemiddelverdier

Målested	Antall timemiddelverdier	Median	98-prosentil	Maksimum	
		( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dato
Prestebakke	8755	56	102	160	91-08-22
Jeløya	6959	60	106	154	91-07-29
Nordmoen	7990	38	98	146	91-07-30
Osen	7499	54	110	140	91-04-12
Langesund	6419	64	115	146	91-08-16
Porsgrunn	7451	53	84	109	91-08-23
Klyve	6976	56	107	148	91-08-23
Haukenes	4136	65	111	149	91-08-23
Birkenes	8725	60	110	142	91-04-25,91-08-22
Valle	7596	58	104	156	91-08-22
Voss	8751	60	100	160	91-04-12
Kårvatn	7795	58	102	126	91-07-09
Tustervatn	8726	62	92	108	91-04-12,91-04-28,29,91-09-02
Jergul	8470	58	90	106	91-04-12
Svanvik	8349	58	102	146	91-09-02
Zeppelinfjellet	8592	66	90	122	91-04-30



Tabell B4: 1992 - Timemiddelverdier

Målested	Antall timemiddelverdier	Median	98-prosentil	Maksimum	
		( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dato
Prestebakke	5708	52	80	116	92-08-10
Jeløya	8243	58	117	169	92-05-22
Nordmoen	4987	34	98	144	92-06-06
Osen	8463	54	108	144	92-05-15, 92-05-23
Langesund	7829	55	113	157	92-05-25
Porsgrunn	5869	51	100	172	92-05-23
Klyve	7199	55	117	189	92-05-23
Haukenes	1963	56	98	127	92-06-11
Birkenes	7740	66	135	171	92-06-01
Søgne	2385	44	78	94	92-11-13
Valle	4979	66	130	204	92-05-22
Voss	8784	58	116	172	92-05-24
Kårvatn	8166	60	124	196	92-05-22
Tustervatn	8076	58	90	124	92-05-29
Jergul	7991	62	98	140	92-05-27, 92-05-29
Svanvik	5608	52	86	157	92-11-03
Zeppelinfjellet	8345	66	94	116	92-05-27

Tabell B5: 1993 - Timemiddelverdier

Målested	Antall timemiddelverdier	Median	98-prosentil	Maksimum	
		( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dato
Prestebakke	8647	52	100	142	93-04-26
Jeløya	7641	56	96	136	93-05-15
Nordmoen	8636	44	100	158	93-04-27
Osen	8639	52	100	150	93-04-30
Langesund	7937	60	104	151	93-05-24
Klyve	8472	53	101	132	93-04-28
Haukenes	3724	59	108	153	93-05-24
Birkenes	7082	52	102	154	93-04-27
Søgne	8176	56	102	146	93-04-27
Voss	7276	60	114	148	93-05-01
Kårvatn	8580	58	108	164	93-04-30
Tjeldbergodden	5668	58	94	150	93-05-01
Tustervatn	6377	54	100	140	93-05-01
Jergul	8334	60	90	126	93-05-02
Svanvik	8733	54	88	136	93-05-02
Zeppelinfjellet	8257	64	88	100	93-04-01, 93-05-29

Tabell B6: 1989 - 8 h-middelverdier

Målested	Antall 8 h-middelverdier	Median	98-prosentil	Maksimum	
		( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dato
Prestebakke	1456	45	98	155	89-06-26
Jeløya	814	63	114	156	89-06-26
Nordmoen	1403	31	98	145	89-05-25
Birkenes	1418	54	99	140	89-05-29
Kårvatn	896	55	93	108	89-04-16
Høylandet	1336	54	97	131	89-04-15
Jergul	959	63	99	137	89-06-28
Svanvik	1364	58	103	148	89-06-28
Zeppelinfjellet	1399	66	91	111	89-06-16

Tabell B7: 1990 - 8 h-middelverdier

Målested	Antall 8 h-middelverdier	Median	98-prosentil	Maksimum	
		( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dato
Prestebakke	1459	53	105	141	90-08-04
Jeløya	1455	62	115	167	90-08-04
Nordmoen	1460	44	104	160	90-05-07
Osen	1433	54	103	145	90-05-07
Langesund	437	71	129	161	90-08-04
Klyve	435	71	128	161	90-08-04
Birkenes	1443	57	104	160	90-05-06
Valle	987	52	106	156	90-05-06
Voss	976	57	118	185	90-05-07
Kårvatn	1318	49	81	108	90-05-05
Tustervatn	1319	66	100	127	90-04-25,26, 90-05-02
Jergul	1327	59	85	124	90-04-16
Svanvik	1316	51	85	120	90-04-26
Zeppelinfjellet	1420	65	88	114	90-04-17

Tabell B8: 1991 - 8 h-middelverdier

Målested	Antall 8 h-middelverdier	Median	98-prosentil	Maksimum	
		( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dato
Prestebakke	1460	57	102	132	91-08-22
Jeløya	1173	61	105	145	91-07-29
Nordmoen	1340	40	96	128	91-07-30
Osen	1255	56	101	128	91-04-12
Langesund	1077	66	112	133	91-07-29
Porsgrunn	1251	53	82	91	91-08-23
Klyve	1178	58	104	120	91-08-22
Haukenes	689	67	113	123	91-04-25
Birkenes	1458	62	107	126	91-04-25, 91-08-22
Valle	1270	61	102	125	91-08-22
Voss	1459	60	99	152	91-04-12
Kårvatn	1305	57	99	118	91-04-12, 91-04-26
Tustervatn	1456	62	92	106	91-04-12, 91-04-28
Jergul	1419	58	90	105	91-04-12
Svanvik	1396	58	98	122	91-09-02
Zeppelinfjellet	1434	67	89	116	91-04-30

Tabell B9: 1992 - 8 h-middelverdier

Målested	Antall 8 h-middelverdier	Median	98-prosentil	Maksimum	
		( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dato
Prestebakke	952	52	80	102	92-08-10
Jeløya	1097	44	95	116	92-03-14
Nordmoen	833	37	100	122	92-06-07
Osen	1414	55	108	135	92-05-23
Langesund	1309	58	116	143	92-05-23
Porsgrunn	988	52	100	145	92-05-23
Klyve	1201	56	119	165	92-05-23
Haukenes	336	58	96	116	92-06-11
Birkenes	1295	66	139	165	92-06-01
Søgne	398	45	76	84	92-11-13
Valle	835	70	129	175	92-05-22
Voss	1464	59	120	167	92-05-24
Kårvatn	1373	62	123	167	92-05-15
Tustervatn	1346	58	91	110	92-05-29
Jergul	1335	61	98	135	92-05-27
Svanvik	942	52	83	119	92-01-13
Zeppelinfjellet	1392	64	94	115	92-05-27

Tabell B10: 1993 - 8 h-middelverdier

Målested	Antall 8 h-middelverdier	Median	98-prosentil	Maksimum	
		( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dato
Prestebakke	1443	52	104	134	93-04-26
Jeløya	1284	56	97	122	93-05-15
Nordmoen	1441	46	98	132	93-04-27
Osen	1441	54	100	124	93-05-01
Langesund	1325	63	103	145	93-05-24
Klyve	1415	54	98	123	93-04-28
Haukenes	623	63	107	122	93-04-17
Birkenes	1183	53	103	138	93-04-28
Søgne	1367	57	104	134	93-04-26
Voss	1220	61	114	142	93-05-01
Kårvatn	1433	60	105	144	93-04-30
Tjeldbergodden	948	58	94	139	93-05-01
Tustervatn	1067	55	98	138	93-05-01
Jergul	1393	60	91	121	93-05-02
Svanvik	1456	54	88	131	93-05-02
Zeppelinfjellet	1381	64	87	96	93-05-18

Tabell B11: 1989 - Antall timer (h) og døgn (d) med timemiddelverdier av ozon større enn eller lik 100, 150, 180, 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , og høyeste timemiddelverdier 1989.

Målested	Totalt antall		100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Høyeste timemiddelverdi	
	Timer	Døgn	h	d	h	d	h	d	h	d	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dato
Prestebakke	8723	365	143	21	7	2					170	89-06-26
Jeløya	4716	206	277	51	10	2					172	89-06-26
Nordmoen	8381	355	138	26	2	1					158	89-05-25
Birkenes	8494	358	153	26	5	2					162	89-05-25
Kårvatn	5292	235	42	11							122	89-04-18 89-08-09
Høylandet	8002	334	96	12							136	89-04-15 89-07-25
Jergul	5742	241	83	9							144	89-06-28
Svanvik	8167	344	221	33	6	1					172	89-06-28
Zeppelinfjellet	8221	353	18	5								
Antall datoer		365		91		5		0		0		

Tabell B12: 1990 - Antall timer (h) og døgn (d) med timemiddelverdier av ozon større enn eller lik 100, 150, 180, 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , og høyeste timemiddelverdier 1990.

Målested	Totalt antall		100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Høyeste timemiddelverdi	
	Timer	Døgn	h	d	h	d	h	d	h	d	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dato
Prestebakke	8724	365	225	28	6	2	2	1			188	90-08-04
Jeløya	8714	365	331	51	12	3	2	1			194	90-08-04
Nordmoen	8746	365	217	38	12	3					180	90-05-07
Osen	8588	359	201	27	2	1					156	90-05-07
Langesund	2618	112	344	41	9	3	1	1			185	90-08-04
Klyve	2599	110	283	45	13	4	3	1			190	90-08-04
Birkenes	8634	364	206	29	16	3					168	90-05-06
Valle	5884	250	181	27	20	4					170	90-05-06
Voss	5842	246	322	33	24	4	5	1	1	1	202	90-05-07
Kårvatn	7804	342	28	9							130	90-05-05
Tustervatn	7898	333	157	15							138	90-05-02
Jergul	8292	353	93	15							146	90-04-16
Svanvik	7889	331	49	7							126	90-04-26
Zeppelinfjellet	8506	357	15	3							116	90-04-17
Antall datoer		365		108		13		2		1		

Tabell B13: 1991 - Antall timer (h) og døgn (d) med timemiddelverdier av ozon større enn eller lik 100, 150, 180, 200 µg/m<sup>3</sup>, og høyeste timemiddelverdier 1991.

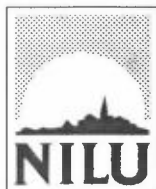
Målested	Totalt antall		100 µg/m <sup>3</sup>		150 µg/m <sup>3</sup>		180 µg/m <sup>3</sup>		200 µg/m <sup>3</sup>		Høyeste timemiddelverdi	
	Timer	Døgn	h	d	h	d	h	d	h	d	µg/m <sup>3</sup>	Dato
Prestebakke	8755	355	207	30	2	1					160	91-08-22
Jeløya	6959	295	261	41	3	1					154	91-07-29
Nordmoen	7990	342	110	26							146	91-07-30
Osen	7499	321	146	23							140	91-04-12
Langesund	6419	274	372	57							146	91-08-16
Porsgrunn	7451	318	8	5							109	91-08-23
Klyve	6976	299	269	53							148	91-08-23
Haukenes	4136	117	282	46							149	91-08-23
Birkenes	8725	365	383	65							142	91-04-25 91-08-22
Valle	7596	321	246	43	1	1					156	91-08-22
Voss	8751	365	167	25	5	1					160	91-04-12
Kårvatn	7795	330	156	19							126	91-07-09
Tustervatn	8726	365	54	9							108	91-04-12 91-04-28-29 91-09-02
Jergul	8470	356	18	3							106	91-04-12
Svanvik	8349	350	192	40							146	91-09-02
Zeppelinfjellet	8592	360	32	2							122	91-04-30
Antall datoer		365		138		3		0		0		

Tabell B14: 1992 - Antall timer (h) og døgn (d) med timemiddelverdier av ozon større enn eller lik 100, 150, 180, 200 µg/m<sup>3</sup>, og høyeste timemiddelverdier 1992.

Målested	Totalt antall		100 µg/m <sup>3</sup>		150 µg/m <sup>3</sup>		180 µg/m <sup>3</sup>		200 µg/m <sup>3</sup>		Høyeste timemiddelverdi	
	Timer	Døgn	h	d	h	d	h	d	h	d	µg/m <sup>3</sup>	Dato
Prestebakke	5708	238	10	3							116	92-08-10
Jeløya	8243	347	422	55	9	2					169	92-05-22
Nordmoen	4987	211	86	13							144	92-06-06
Osen	8463	355	273	38							144	92-05-15,23
Langesund	7829	330	314	42	3	2					157	92-05-25
Porsgrunn	5869	255	116	18	3	1					172	92-05-23
Klyve	7199	302	402	51	10	3	3	1			189	92-05-23
Haukenes	1963	87	33	8							127	92-06-11
Birkenes	7740	328	584	67	49	8					171	92-06-01
Søgne	2385	100									94	92-11-13
Valle	4979	210	355	43	10	2	1	1	1	1	204	92-05-22
Voss	8784	366	347	32	15	2					172	92-05-24
Kårvatn	8166	348	854	79	15	7	2	2			196	92-05-22
Tustervatn	8076	337	34	7							124	92-05-29
Jergul	7991	337	142	18							140	92-05-27,29
Svanvik	5608	238	73	12	1	1					157	92-11-03
Zeppelinfjellet	8345	352	44	6							116	92-05-27
Antall datoer		366		147		16		3		1		

Tabell B15: 1993 - Antall timer (h) og døgn (d) med timemiddelverdier av ozon større enn eller lik 100, 150, 180, 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , og høyeste timemiddelverdier 1993.

Målested	Totalt antall		100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Høyeste timemiddelverdi	
	Timer	Døgn	h	d	h	d	h	d	h	d	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dato
Prestebakke	8647	365	162	25							142	93-04-26
Jeløya	7641	326	94	22							136	93-05-15
Nordmoen	8636	361	167	32	2	1					158	93-04-27
Osen	8639	363	157	27							150	93-04-30
Langesund	7937	334	213	37	2	1					151	93-05-24
Klyve	8472	357	179	41							132	93-04-28
Haukenes	3724	159	130	26	1	1					153	93-05-24
Birkenes	7082	297	151	24	2	1					154	93-04-27
Søgne	8176	343	180	25							146	93-04-27
Voss	7276	313	341	29							148	93-05-01
Kårvatn	8580	360	266	30	4	1					164	93-04-30
Tjeldbergodden	5668	240	88	9							150	93-05-01
Tustervatn	6377	269	75	11							140	93-05-01
Jergul	8334	351	60	7							126	93-05-02
Svanvik	8733	365	32	5							136	93-05-02
Zeppelinfjellet	8257	348									100	93-04-01 93-05-29
Antall datoer		365		80		3		0		0		



## Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAKS RAPPORT	RAPPORT NR. OR 2/95	ISBN-82-425-0645-0	
DATO 17.3.1995	ANSV. SIGN. <i>Schjoldager</i>	ANT. SIDER 53	PRIS NOK 90,-
TITTEL Tidsrekker av ozondata og EUs ozondirektiv		PROSJEKTLEDER Jørgen Schjoldager	
		NILU PROSJEKT NR. O-94112	
FORFATTER(E) Jørgen Schjoldager		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. SFT nr. 94555 og 94556	
OPPDRAKSGIVER Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep 0032 OSLO			
STIKKORD Tidsrekker	Ozondata	EU-ozondirektiv	
REFERAT Tidsrekke av ozondata viste ingen signifikant trend fra 1981 til 1993, som er den lengste perioden med pålitelige data. Det var flest overskridelser av grenseverdien på 65 µg/m <sup>3</sup> (døgnmiddelverdi), i alt 339 datoer i 1991. Grenseverdien for melding til befolkningen (180 µg/m <sup>3</sup> , timemiddelverdi) ble overskredet på to datoer i 1990 og tre datoer i 1992.			
TITLE Time series of ozone data and the EU ozone directive.			
ABSTRACT The time series of ozone data did not show any significant trends from 1981 to 1993, which is the longest time period with reliable data. The vegetation protection threshold of 65 µg/m <sup>3</sup> (24-h mean) was exceeded on 339 dates in 1991. The population information threshold of 180 µg/m <sup>3</sup> (1-h mean) was exceeded on two dates in 1990 and three dates in 1992.			

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