



Miljøverndepartementet

Fagrapport nr. 10

**KART OVER OZON-
KONSENTRASJONER I NORGE
SAMMENLIGNET MED
NATURENS TÅLEGRENSER**

U. Pedersen

NATURENS TÅLEGRENSER

Programmet Naturens Tålegrenser ble satt igang høsten 1988 i regi av Miljøverndepartementet.

Programmet skal blant annet gi innspill til arbeidet med Nordisk Handlingsplan mot Luftforurensninger og til pågående aktiviteter under Konvensjonen for Langtransporterte Grenseoverskridende Luftforurensninger (Geneve-konvensjonen). I arbeidet under Geneve-konvensjonen er det vedtatt at kritiske belastningsgrenser skal legges til grunn ved utarbeidelse av nye avtaler om utslippsbegrensning av svovel, nitrogen og hydrokarboner.

En styringsgruppe i Miljøverndepartementet har det overordnede ansvaret for programmet, mens ansvaret for den faglige oppfølgingen er overlatt en arbeidsgruppe bestående av representanter fra Direktoratet for naturforvaltning (DN), Norsk Polarinstitutt (NP) og Statens forurensningstilsyn (SFT).

Arbeidsgruppen har følgende sammensetning:

Jon Jerre	-	SFT, sekretær
Tor Johannessen	-	SFT
Terje Klock	-	DN
Else Løbersli	-	DN, sekretær
Fridtjof Mehlum	-	NP

Styringsgruppen i Miljøverndepartementet har følgende sammensetning:

Jan Abrahamsen	-	Avdelingen for naturvern og kulturminner
Håvard Holm	-	Avdelingen for vannmiljø
Jan Thompson	-	Avdelingen for internasjonalt miljøvernssamarbeid og polarsaker

Henvendelser vedrørende programmet kan rettes til:

Direktoratet for naturforvaltning
Tungasletta 2
7004 Trondheim
Tel: (07) 58 05 00

eller

Statens forurensningstilsyn
Postboks 8100 Dep
0032 Oslo 1
Tel: (02) 57 34 00

INNHold

	Side
1 INNLEDNING	2
2 DATAGRUNNLAG	3
3 METODIKK	5
4 RESULTATER	6
5 KONKLUSJON	7
6 REFERANSER	12

KART OVER OZONKONSENTRASJONER I NORGE SAMMENLIKNET MED NATURENS TÅLEGRENSER

1 INNLEDNING

Norsk institutt for luftforskning (NILU), har på oppdrag fra Direktoratet for Naturforvaltning (DN) og Statens forurensningstilsyn (SFT) utarbeidet kart som sammenlikner ozondata fra Norge med gitte tålegrenser.

I samband med arbeidet innenfor "Konvensjonen for langtransporterte grenseoverskridende luftforurensninger" med å redusere luftforurensningene i Europa er det foreslått "tålegrenser" (critical loads/levels) for ulike luftforurensninger. Tålegrensene gjelder dels samlet deposisjon eller avsetning (critical loads) som for forsurende komponenter, og dels konsentrasjoner i luft (critical levels) som for ozon, svovel-dioksid og nitrogendioksider (ECE, 1988).

De foreslåtte tålegrenser for ozon er:

Midlingstid (timer)	Konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	150
8	60
7 timers middel for vekstsesongen (kl. 9-16)	50

Som vekstsesong er her definert månedene april-september, selv om vekstsesongens lengde varierer med art og sted. Resultatene blir framstilt på kart som isolinjer på bakgrunn av middelverdier i et 150 km x 150 km rutenett som viser:

- antallet døgn med 8-timers konsentrasjon over $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- midlere 7-timers konsentrasjon for vekstsesongen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

I tillegg blir det presentert kart som viser antall timer med 1-times konsentrasjon over $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for de forskjellige målestedene for noen utvalgte år.

2 DATAGRUNNLAG

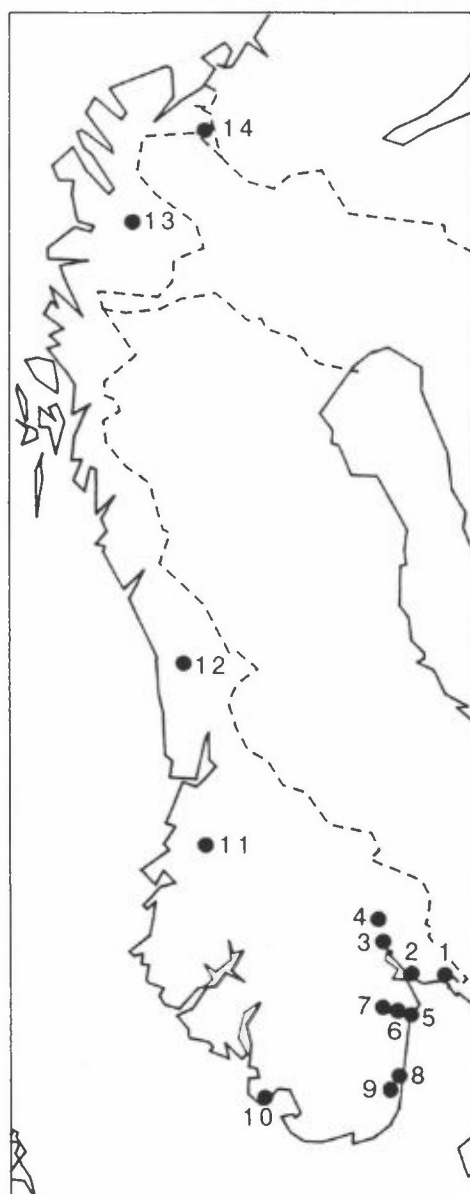
Målinger av ozon har foregått i Norge siden 1975. Målingene startet i nedre Telemark, ble utvidet til Oslo i 1977 og er siden gradvis utvidet videre, slik at målingene i 1988 foregikk på 11 steder fra Birkenes i sør til Svanvik i nord.

Antall målesteder økte sterkt fra midten av 1980-tallet i samband med undersøkelser av skogskader.

Kalibrering av ozonmålerne var usikker fram til 1980, fordi de våtkjemiske metodene som ble brukt hadde systematiske feil og var dessuten lite reproduserbare. I 1980 ble en forbedret våtkjemisk metode tatt i bruk, og fra 1983 er det brukt en ny og svært pålitelig referansemetode basert på UV-absorpsjon. En regner med at data fra 1980 og senere er av tilfredsstillende kvalitet og det er disse dataene som er benyttet i dette arbeidet.

Nedenfor er det vist kart over ozonmålestasjoner i perioden 1980-88, samt datadekningen for de forskjellige stasjonene (Figur 1).

Det er bare for de tre siste årene (1986-88) at det er målt ozon utenfor Oslo-Telemark-Agder regionen. Det er derfor valgt å utarbeide kart som bygger på gjennomsnittsverdier for disse tre årene. Da de fleste målestasjonene ligger i Sør-Norge, er det også valgt å kun beregne rutenett-verdier for dette området. Utenfor Sør-Norge blir verdien på de enkelte målestedene gitt på kartet.



1. 689 Prestebakke
2. 493 Jeløya
3. 406 Maridalen
4. 312 Nordmoen
5. 488 Langesund
6. 492 Klyve
7. 489 Haukenes
8. 548 Grimstad
9. 201 Birkenes
10. 729 Haugsneset
11. 465 Kårvatn
12. 478 Høylandet
13. 385 Jergul
14. 472 Svanvik

	80	81	82	83	84	85	86	87	88
689 Prestebakke							x	x	x
493 Jeløya	x	x	x	x	x	x	x	x	x
406 Maridalen	x	x	x	x	x	x			
312 Nordmoen							x	x	x
488 Langesund	x	x	x	x	x	x	x	x	x
492 Klyve			x	x	x	x	x	x	x
489 Haukenes	x	x	x	x	x	x	x	x	x
548 Grimstad		x	x	x	x				
201 Birkenes						x	x	x	x
729 Haugsneset								x	
465 Kårvatn									x
478 Høylandet								x	x
385 Jergul									x
472 Svanvik							x	x	x

Figur 1: Målestasjoner for ozon 1980-88.

3 METODIKK

Fremgangsmåten som er benyttet for å komme fram til de enkelte kart er å benytte interpolasjon av de målte konsentrasjonsverdiene til et 150 km x 150 km rutenett. Rutestørrelsen 150 km x 150 km som er identisk med EMEP-rutestørrelsen er valgt på grunn av det begrensede antall stasjoner utenfor Oslo-Telemark-Agder regionen.

Interpolasjon av målingene er basert på Kriging interpolasjon (Journel og Huijbregts 1978). Kriging er en statistisk interpolasjonsmetode som er basert på korrelasjon mellom måleverdier i rommet.

La C_k være målt verdi i et punkt k i rommet med koordinater (X_k, Y_k) for $k=1, \dots, N$. Vi ønsker å prediktere en verdi i punktet 0 med koordinater (X_0, Y_0) . Det etableres en lineær prediktor.

$$C_0 = \sum_{k=1}^N W_k C_k$$

der w_k er vektorer som skal bestemmes. Vektene bestemmes på grunnlag av en såkalt variogramfunksjon $\gamma(h)$, der h betegner romlig avstand. Romlig korrelasjon $K(h)$ er knyttet til variogramfunksjonen $\gamma(h)$ ved uttrykket $K(h)=1-\gamma(h)$.

Vi tenker oss at måledataene er realisasjoner av et romlig stokastisk fenomen, hvor data som er samlet i avstand h i rommet har en korrelasjon $K(h)$ som er avhengig av avstanden h . Variogramfunksjonen bestemmes enten objektivt på grunnlag av måleverdiene, eller den blir subjektivt fastsatt.

Det finnes tre hovedtyper av Kriging-metoder: Simple Kriging, Ordinary Kriging og Universal Kriging.

Under Simple Kriging antas forventningen til måleverdien å være null, mens den under Ordinary Kriging antas å være konstant, og

forskjellig fra null. Under Universal Kriging antas forventningen til måleverdien å følge et plan med ubestemte koeffisienter. Lokalt vil da metoden være tilnærmet forventningsrett, dersom de lokale måleverdiene tilnærmet ligger på et plan (f.eks. i forbindelse med lokal romlig trend). Vektene vil i alle tilfeller bli bestemt utfra kravet om forventningsretthet og minimum prediktor feilvarians.

Universal Kriging er benyttet her fordi konsentrasjonsfeltet for ozon antas å ha en geografisk gradient fra syd mot nord med høyeste verdier i sør. Ut ifra det som er nevnt ovenfor, er da Universal Kriging den rette metoden å benytte.

Resultatet av interpolasjonen blir nå et rutenett med middelverdier for hver rute. Isolinjene blir så trukket på bakgrunn av disse middelverdiene ved hjelp av en datamaskin basert grafisk rutine, hvor rutenettet verdiene behandles som punktverdier lokalisert i den enkelte rutes midtpunkt.

4 RESULTATER

Ozondata fra Norge er sammenliknet med tålegrensene for 1-time, 8-timer og 7-timer om dagen i vekstsesongen.

I figur 2 vises kart med isolinjer for antall døgn i sommerhalvåret (april-september) med 8-timers konsentrasjon over $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kartet bygger på måleresultater for årene 1986-88.

Vi ser av kartet at flest døgn (>130) med overskridelser forekommer på kyststrekningen fra Oslofjorden til Lindesnes. Antall døgn avtar raskt med avstanden fra kysten, og når vi beveger oss nordover langs Vestlandet. På Svanvik helt i nord var det i middel 107 døgn med overskridelser i denne perioden. Færrest antall døgn med overskridelser ble observert på Høylandet. Antall døgn med overskridelser helt i sør tilsvarer at det forekom overskridelser av 8-timersgrensen i om lag 70% av døgnene i sommerhalvåret.

Figur 3 viser midlere 7-timers konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) om dagen (9-16) i vekstsesongen (april-september) for årene 1986-88. Figuren gir et bilde som likner figur 2. De høyeste konsentrasjonene er også her på kyststrekningen fra Oslofjorden og nedover til Vest-Agder. Konsentrasjonene avtar raskt når vi beveger oss nordover. De laveste middelkonsentrasjonene for perioden 1986-88, finner vi helt i nord på målestedet Svanvik. 7-timers tålegrensen på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er overskredet over hele landet, med variasjoner fra 50% overskridelse av konsentrasjonene i sør til 20% helt i nord.

Overskridelser av tålegrensen for 1-times konsentrasjon er vist i figur 4 for to utvalgte år (1986 og 1988). Kartet viser antall timer i sommerhalvåret med konsentrasjoner over $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det er bare målestedene rundt Oslofjorden, i nedre Telemark og Agder hvor dette har forekommet. Antallet timer varierer mye fra år til år. Flest antall timer med overskridelse er registrert på Jeløya med 19 timer og 89 timer i 1986 og 1988 respektivt.

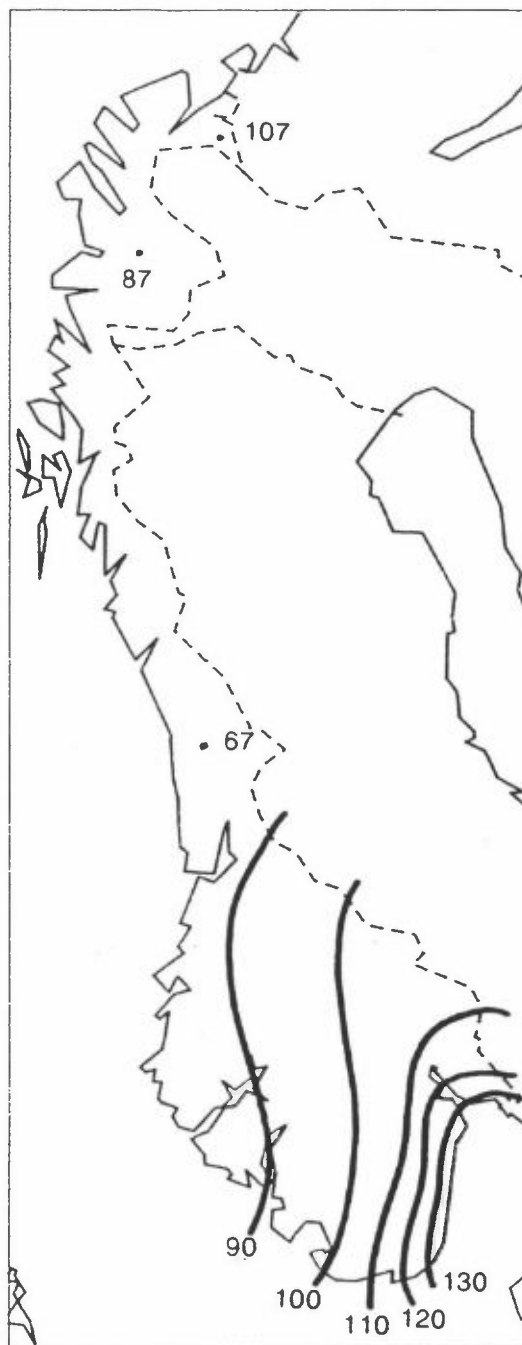
5 KONKLUSJONER

Ozondannelse i troposfæren skjer ved kjemiske reaksjoner mellom flyktige organiske komponenter og nitrogenoksider under påvirkning av solstråling og forekommer både "permanent" og "episodisk".

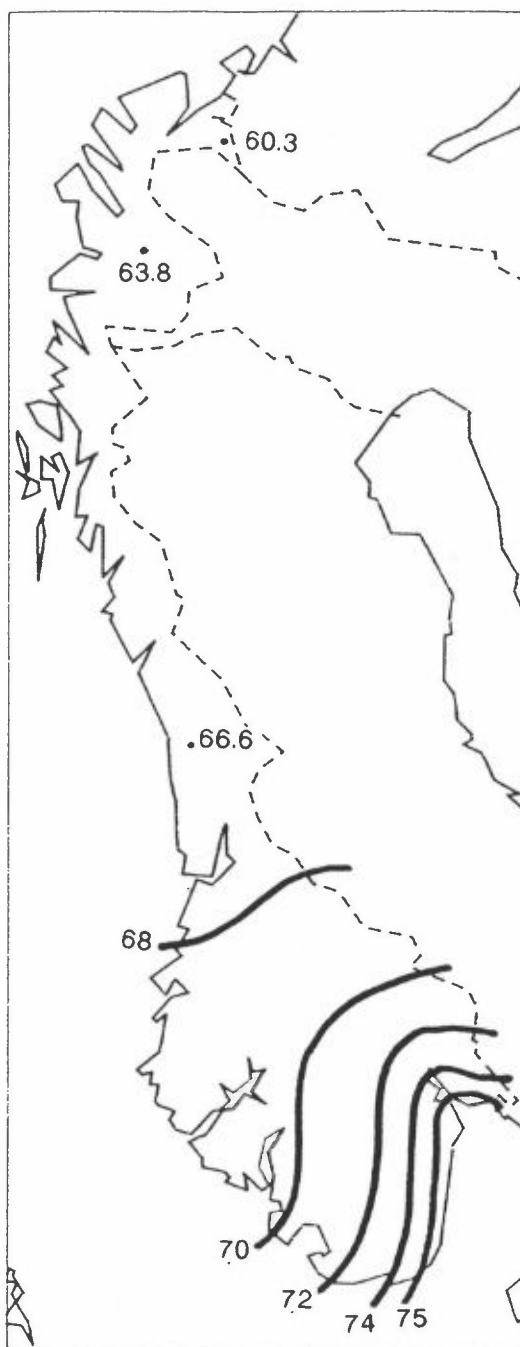
Ettersom dannelse av ozon krever sollys, vil vi ha episoder med høye ozonkonsentrasjoner i sommerhalvåret. Slike episoder kan vare fra et døgn til en uke, og er bestemt av høytrykkenes posisjon og vandring i Nord-Europa.

Fordi sommerværet i Nord-Europa er svært variabelt, vil antall ozonepisoder variere atskillig fra år til år. Dette er tydelig illustrert i Figur 4 som viser forskjellen i antall timer med overskridelser av 1-times verdien for årene 1986 og 1988.

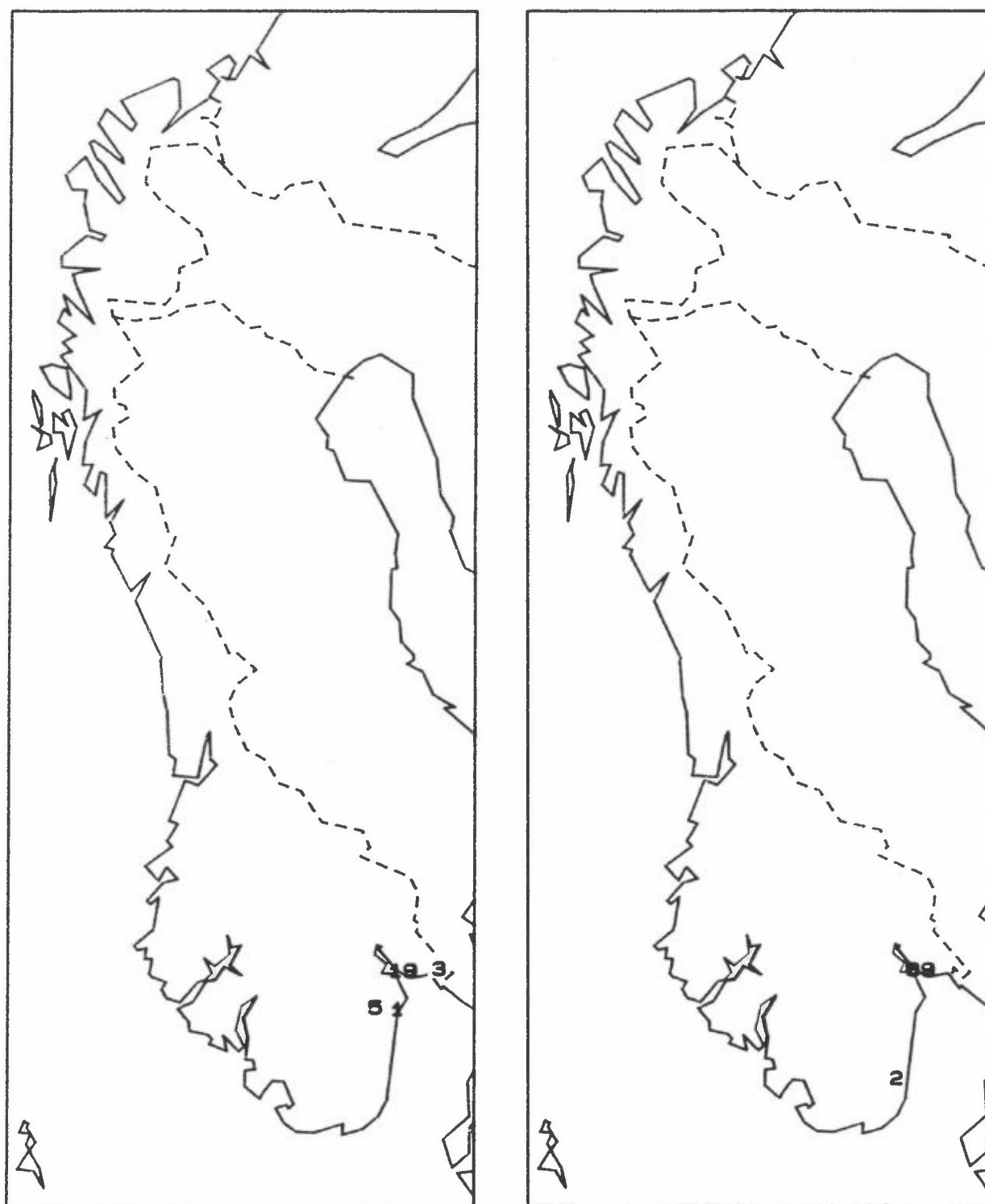
Også på målestedene i Midt- og Nord-Norge vil det observeres ozoneepisoder dog ikke like hyppig og med like høye konsentrasjoner. Stasjonene helt i nord har i perioden 1986-88 vært noe mer utsatt for slike episoder enn stasjonene i Midt-Norge. Dette sees i Figur 2 hvor målestedene helt i nord i middel har flere døgn med overskridelser av 8-timers grensen enn målestedene noe lengre sør.



Figur 2: Midlere antall døgn i sommerhalvåret (april-september) med 8-timers konsentrasjon over $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for perioden 1986-88.



Figur 3: Midlere 7-timers konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) om dagen (9-16) i sommerhalvåret (april-september) for perioden 1986-88.



Figur 4: Antall timer i sommerhalvåret (april-september) med 1-times konsentrasjon over $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 1986 (til venstre) og i 1988 (til høyre).

6 REFERANSER

ECE (1988) ECE Critical Levels Workshop, Bad Harzburg, Federal Republic of Germany, 14-18 March 1988.

Journel, A.G., Huijbregts, Ch. J. (1981) Mining Geostatistics, London, Academic Press.



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH
POSTBOKS 64, N-2001 LILLESTRØM

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 92/90	ISBN-82-425-0172-6	
DATO NOVEMBER 1990	ANSV. SIGN. <i>U. Pedersen</i>	ANT. SIDER 11	PRIS NOK 30,-
TITTEL KART OVER OZONKONSENTRASJONER I NORGE SAMMENLIKNET MED NATURENS TÅLEGRENSER		PROSJEKTLEDER U. Pedersen	
		NILU PROSJEKT NR. O-8973	
FORFATTER(E) U. Pedersen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep 0032 OSLO 1			
3 STIKKORD Ozon Tålegrenser			
REFERAT Målinger av ozon i Norge i perioden 1986-88 er benyttet til å utarbeide kart som sammenlikner disse målingene med foreslåtte tålegrenser for ozon.			

TITLE Ozone concentrations in Norway compared to critical levels
ABSTRACT

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