

NILU : OR 40/93  
REFERANSE : O-93013  
DATO : SEPTEMBER 1993  
ISBN : 82-425-0501-2

# Måling av SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub> i Vennesla, januar-april 1993

Ivar Haugsbakk

---

# Innhold

	Side
<b>Sammendrag .....</b>	<b>2</b>
<b>1. Innledning.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Meteorologiske forhold.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Luftkvalitet, måleresultater og kommentarer.....</b>	<b>7</b>
<b>4. Referanser.....</b>	<b>10</b>
<b>Vedlegg A: Måle- og analysemetoder.....</b>	<b>11</b>
<b>Vedlegg B: Måleresultater SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub> .....</b>	<b>14</b>
<b>Vedlegg C: Beregnete konsentrasjoner av SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub>, Vennesla vinteren 1989.....</b>	<b>16</b>

## Sammendrag

*Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Vennesla kommune utført målinger av SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub> i Vennesla sentrum. NILU har målt døgnmidle konsentrasjoner av SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub> i perioden januar-april 1993.*

Målingene viser ingen overskridelser av Statens forurensningstilsyns (SFT) anbefalte luftkvalitetskriterier når det gjelder døgnmidlet SO<sub>2</sub> (90 µg/m<sup>3</sup>) eller NO<sub>2</sub> (75 µg/m<sup>3</sup>). De målte maksimalverdier var 20 µg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> og 40 µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, som er henholdsvis 22% og 53% av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier. Middelveien for SO<sub>2</sub> for hele måleperioden var under 3 µg/m<sup>3</sup>, og tilsvarende for NO<sub>2</sub> var 13 µg/m<sup>3</sup>.

NILU har tidligere utført utslippskartlegging og spredningsberegninger for vinteren 1989 (januar-mars og oktober-desember) i Vennesla.

En sammenligning mellom tidligere beregninger og disse målingene viser at beregnede langtidsmiddelverdier for SO<sub>2</sub> stemmer godt overens med målte verdier i 1993. Målt maksimalverdi for SO<sub>2</sub> var imidlertid flere ganger høyere enn tidligere beregnet. De høyeste døgnverdiene kan skyldes husoppvarming eller en kombinasjon mellom ugunstige meteorologiske forhold og produksjonstekniske forhold ved en eller flere punktkilder i området. Tidligere beregninger var basert på vind fra nord, som vil føre forurensninger fra punktkilder i området bort fra målestasjonen. Beregninger for vind fra sør oppover dalen ville gitt høyere beregnede maksimalkonsentrasjoner.

For NO<sub>2</sub> var den målte middelveien noe lavere enn tidligere beregnet. Dette kan forklares ved at den største bidragsyteren blant punktkildene i området nå praktisk talt ikke har utslipp av NO<sub>2</sub>. Den målte maksimalverdien av NO<sub>2</sub> var omtrent som tidligere beregnet.

# Måling av SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub> i Vennesla, januar-april 1993

## 1. Innledning

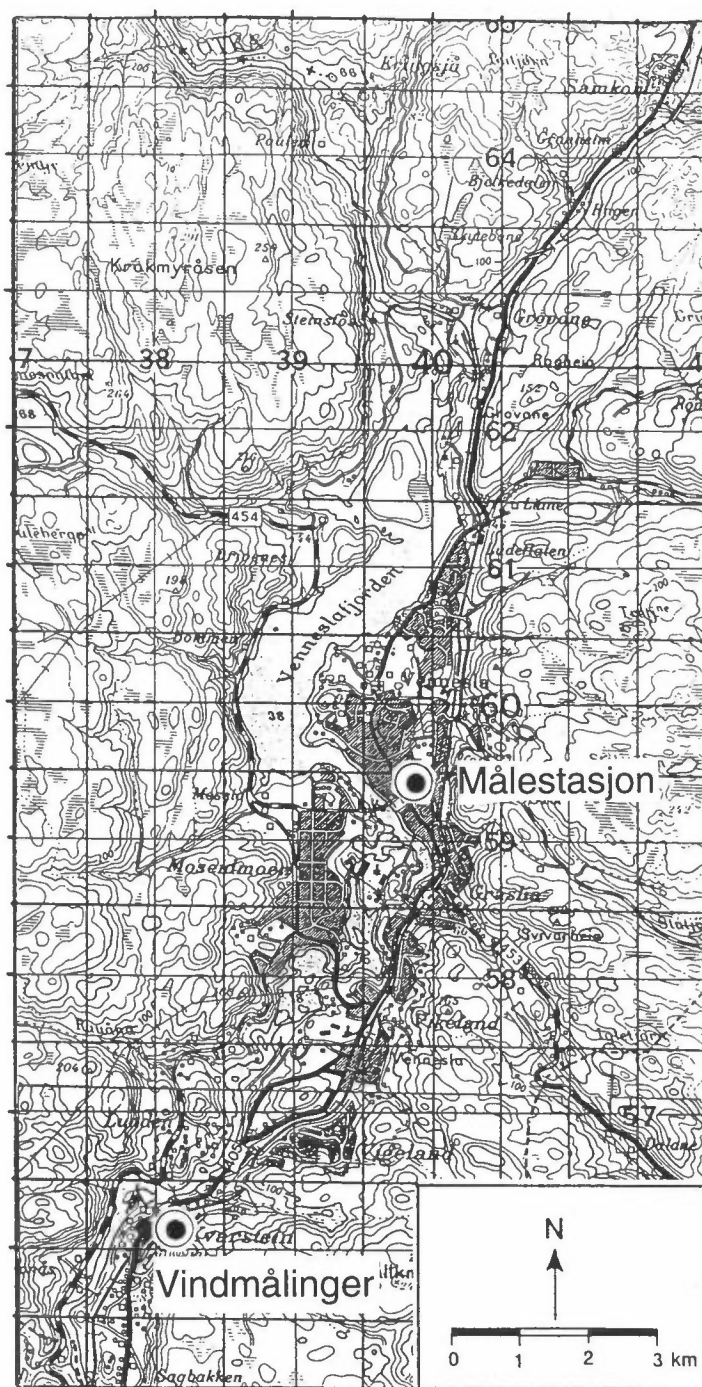
Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Vennesla kommune utført døgnmålinger av svoveldioksid (SO<sub>2</sub>) og nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) på en stasjon i Vennesla sentrum. Målingene har vært utført i perioden fra 12. januar til 14. april 1993.

NILU har tidligere utført utslippskartlegging og spredningsberegninger for utslipp til luft i Vennesla for vinterhalvåret 1989 (Haugsbakk, 1991).

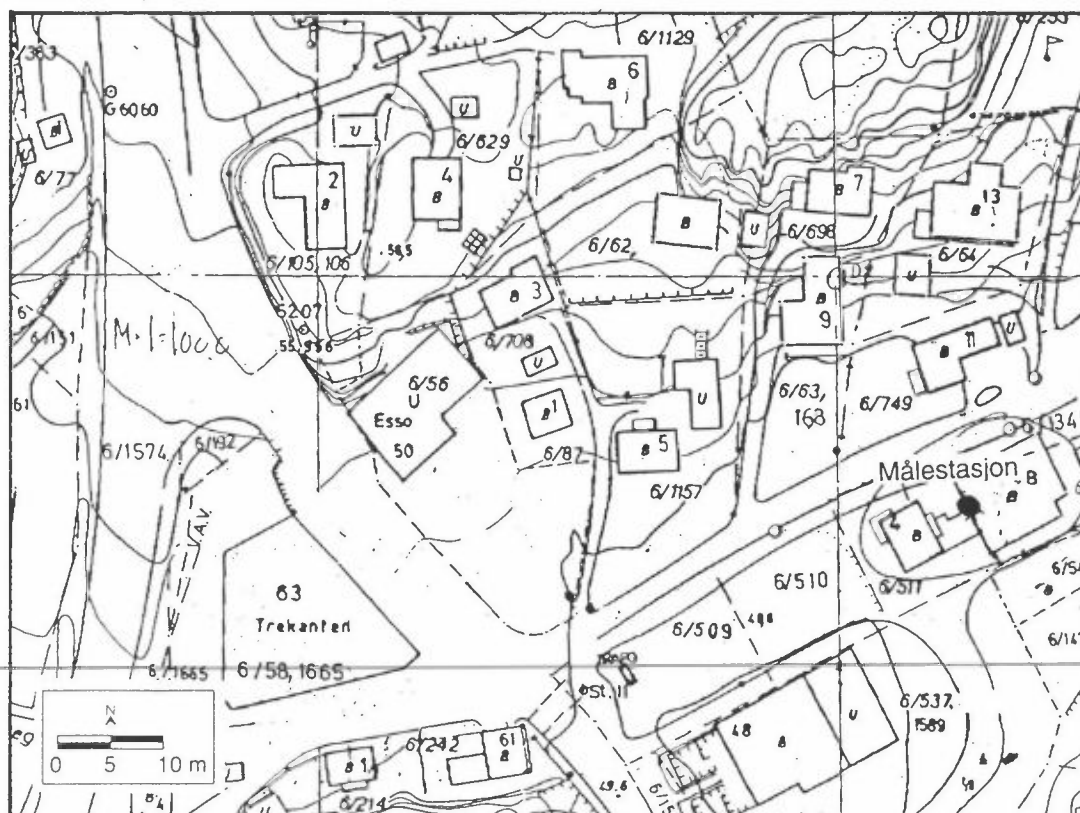
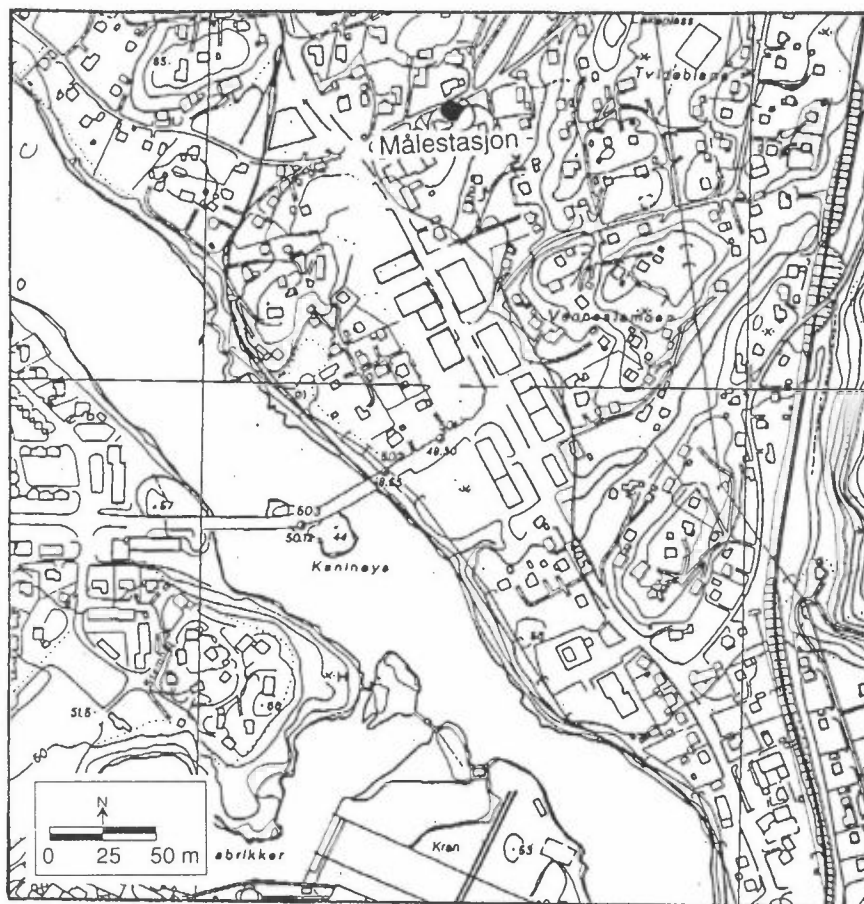
Til vurdering av SO<sub>2</sub>- og NO<sub>2</sub>-belastningen i området er målingene sammenlignet med kriteriene i Statens forurensningstilsyns (SFT) rapport om "Virkninger av luftforurensning på helse og miljø. Anbefalte luftkvalitetskriterier" (SFT, 1992). De anbefalte kriteriene for SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub> er henholdsvis 90 µg/m<sup>3</sup> og 75 µg/m<sup>3</sup> som døgnmiddel. Målingene viser konsentrasjonsnivået ved målestasjonen. Beregningsresultatene fra tidligere benyttes til å indikere utbredelsen av forurensningene i området.

Lokalisering av målested for luftkvalitet er vist i figur 1.

Målinger er utført med NILUs automatiske luftprøvetakere. Disse er nærmere beskrevet i vedlegg A.



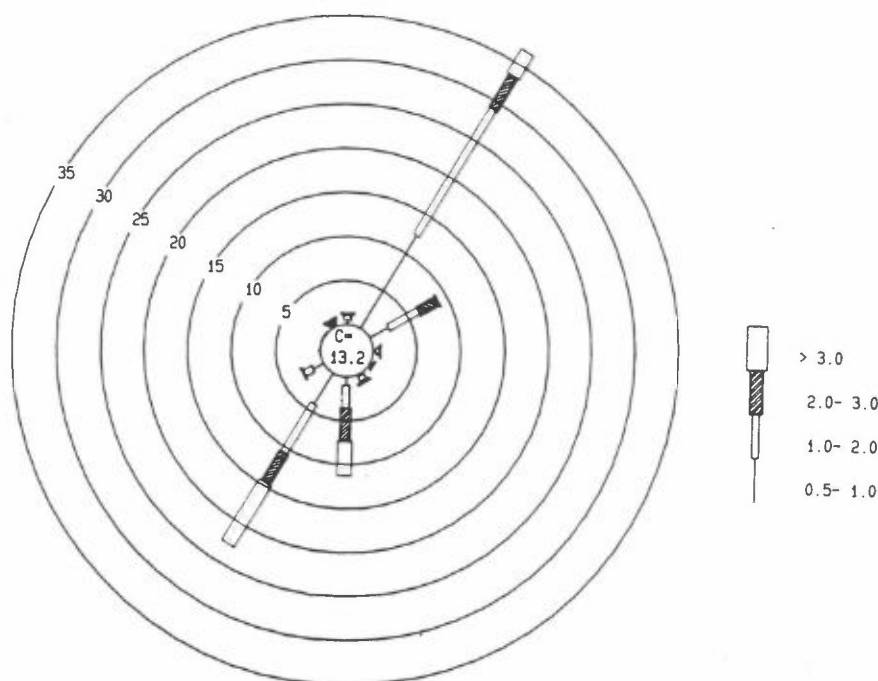
Figur 1a: Kart over Vennesla, med målestasjon for  $\text{SO}_2$  og  $\text{NO}_2$  avmerket.  
 Meteorologisk målestasjon for vindmålinger 1972/73 er også avmerket.



Figur 1b: Detalj kart med målestasjon for  $SO_2$  og  $NO_2$  avmerket.

## 2. Meteorologiske forhold

Det ble ikke foretatt målinger av meteorologiske forhold i Vennessla i perioden januar-april 1993. Vi har derfor valgt å presentere vindmålinger utført av NILU på Kvarstein i Vennessla fra perioden oktober 1972-mars 1973. Topografien i området gjør at vindretninger langs dalaksen ved Kvarstein og i Vennessla vil være dominerende (figur 2). Hvis en tar hensyn til forskjellen i orienteringen av dalaksen vil målingene fra vinteren 1972/73 være noenlunde representative for typiske værforhold om vinteren i Vennessla.

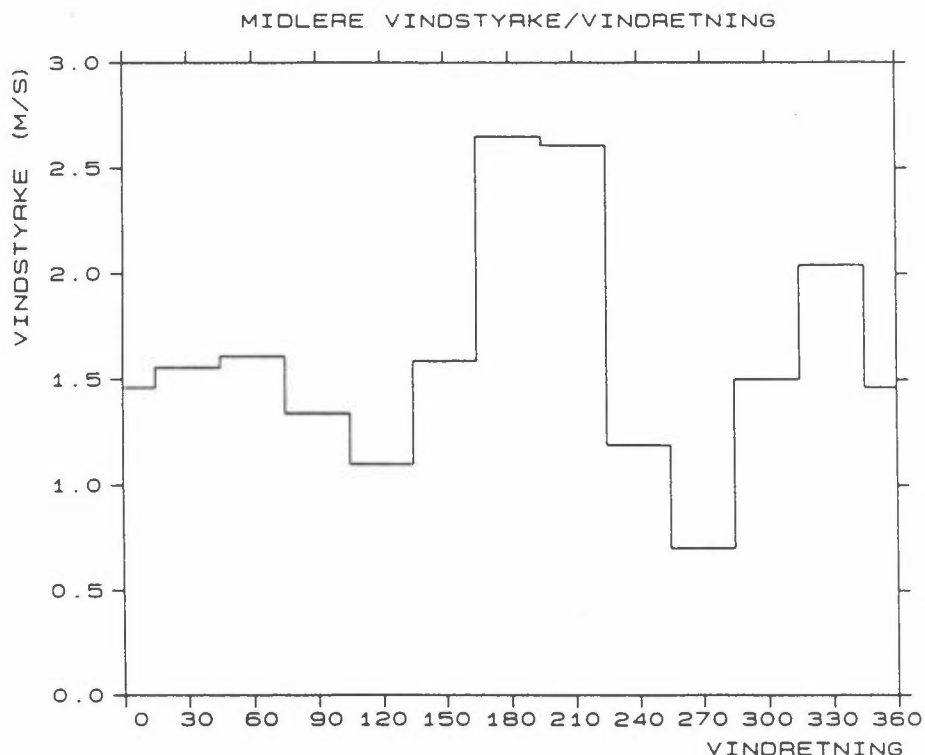


Figur 2: Vindrose fra Kvarstein, vinterhalvåret 1972/73. Vindrosen viser hvor ofte det blåser fra de ulike retningene.  
C= prosent vindstille.  
Enhet: prosent.

Vindmålinger fra Kvarstein vinteren 1972/73 ga dominerende vindretninger langs dalaksen fra omkring nord-nordøst og sør-sørvest med forekomst på henholdsvis 37% og 34% av tiden. De høyeste vindstyrkene forekom ved vinder fra sør og sør-sørvest. På grunnlag av eksisterende data har NILU estimert en stabilitetsfordeling der stabil atmosfærisk sjiktning med svak vind dårlig spredning forekom i 50% av tiden. Nøytral sjiktning, som inntreffer ved overskyet vær og sterkere vinder forekom i ca. 40% av tiden.

Målestasjonene for SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub> lå ca. 1,5 km nord-nordøst for Hunsfoss Fabrikker A/S, og ca. 4 km nord-nordøst for Norsk Wallboard. Dette er de to største industrielle kildene til luftforurensning i området.

Figur 3 viser middelvindstyrken for 12 vindretninger for vinterhalvåret 1972/73.



Figur 3: Middelvindstyrke for 12 vindretninger fra hele måleperioden, oktober 1972-mars 1973.

### 3. Luftkvalitet, måleresultater og kommentarer

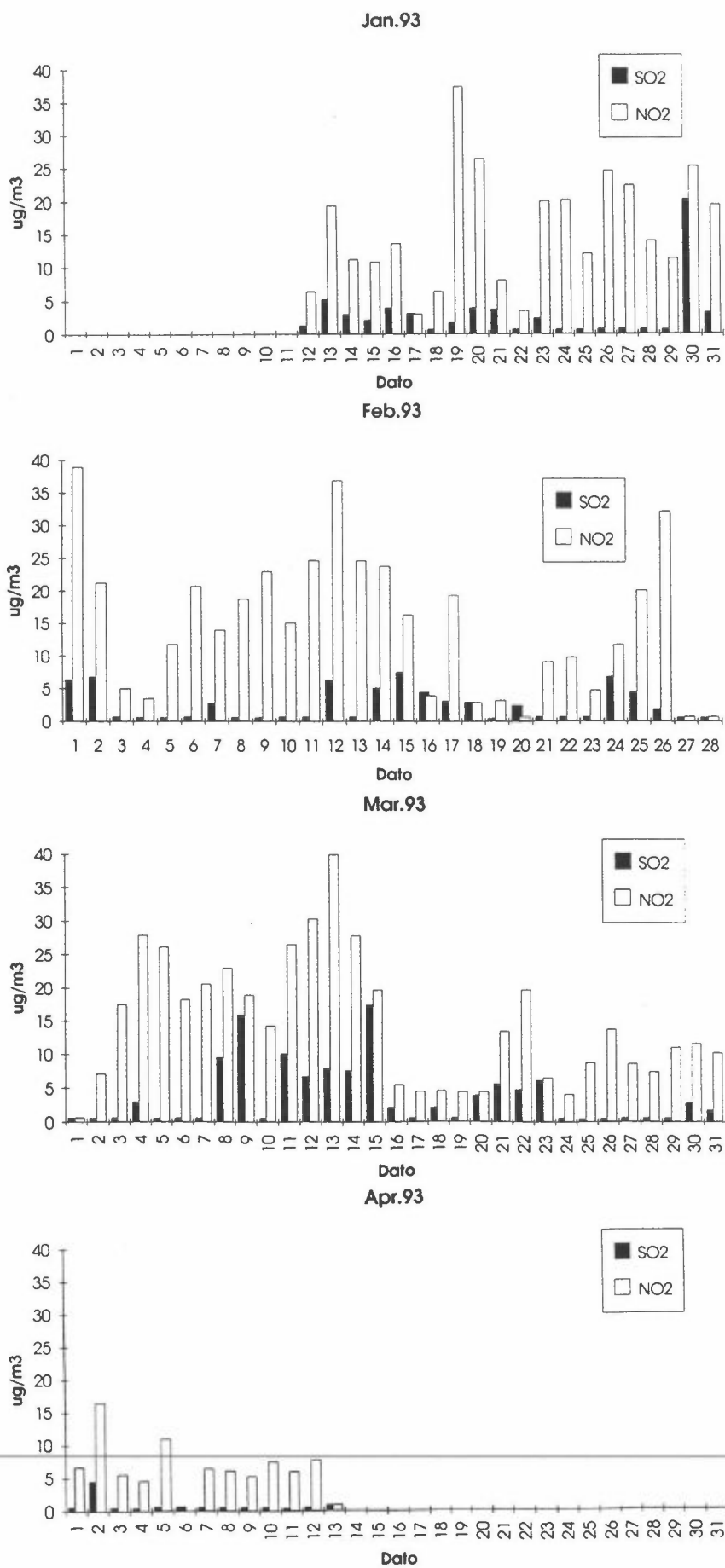
I vedlegg B har vi tatt med samtlige måleresultater fra SO<sub>2</sub>- og NO<sub>2</sub>-målingene. Et sammendrag av målingene er gitt i tabell 1 og figur 2.

Tabell 1: SO<sub>2</sub>- og NO<sub>2</sub>-målinger i Vennesla for perioden januar-mars 1993. Middelerverdier og maksimalverdier.

Enhet: µg/m<sup>3</sup>.

Periode	SO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>	
	Middel	Maks.	Middel	Maks.
12.-31. januar 1993	3	20	16	37
Februar 1993	3	8	15	39
Mars 1993	4	17	15	40
1.-14. april 1993	1	5	7	16





Figur 4: Døgnmidlelte SO<sub>2</sub>- og NO<sub>2</sub>-målinger i Vennesla fra perioden januar-april 1993.  
 Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Sammenlignet med SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for virkning på helse, som har grenseverdier på  $90 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$  og  $75 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$  (døgnmiddel), viser disse resultatene lave verdier. Målt maksimalverdi for  $\text{SO}_2$  var 22% av anbefalt grenseverdi, og tilsvarende for  $\text{NO}_2$  var 53%.

NILUs målinger av  $\text{SO}_2$  og  $\text{NO}_2$  på bakgrunnstasjonen Birkenes viser månedsmiddelverdier på  $1 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$  og  $3 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ . De høyeste målte verdier i Vennesla i perioden januar-april 1993 var ikke sammenfallende med forhøyede nivå på Birkenes. Det er lokale kilder som er årsak til maksimalverdier av  $\text{SO}_2$  og  $\text{NO}_2$  i Vennesla.

I tabell 2 har vi sammenlignet måleresultatene fra Vennesla i perioden januar-mars 1993, med de tidligere beregninger fra vinterhalvåret 1989. I vedlegg C er dette vist på figurer. Beregningene for halvårsmiddelverdier er utført ved bruk av vindrosa gitt i figur 2. For maksimale døgnverdier er det benyttet vind ned dalen og stabil sjiktning som vil gi belastning fra lave kilder.

Tabell 2: *En sammenligning mellom målinger (januar-mars 1993) og beregninger (vinterhalvåret 1989) av luftkvalitet i Vennesla. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .*

Periode	$\text{SO}_2$		$\text{NO}_2$	
	Middelverdi i perioden	Maksimal døgnmiddelverdi	Middelverdi i perioden	Maksimal døgnmiddelverdi
<u>Målinger</u> Januar-mars 1993	3	20	15	40
<u>Beregninger</u> Vinterhalvår 1989	2-4	2-4	20*	20-40*

\*  $\text{NO}_x$  regnet som  $\text{NO}_2$ .

Vi ser av tabellen at for  $\text{SO}_2$  er den målte middelverdi i rimelig samsvar med beregninger av halvårsmiddelverdiene. Den målte maksimalverdi var imidlertid mye høyere enn tidligere beregnet. Grunnen til dette er disse beregningene for vinteren 1989 ikke beskriver maksimal døgnverdi over Vennesla, fordi beregningene var basert på vind fra nord som vil føre luftforurensningene fra punktkildene sørover og ut fra Vennesla sentrum (se figur C3 i vedlegg C). Hvis vi i beregningene for vinteren 1989 hadde brukt vind fra sør, ville vi ha fått høyere maksimal døgnverdi enn det som var tilfelle med vind fra nord. Punktkildene (industrien) i området bidrar med 80-90% av  $\text{SO}_2$ -utslippene, og det er sannsynlig at kombinasjon av ugunstige meteorologiske forhold og produksjonstekniske ting ved en eller flere punktkilder har forårsaket de forhøyede konsentrasjoner i enkelte døgn.

For  $\text{NO}_2$  er den målte middelverdi noe lavere enn tidligere beregnet, mens den målte maksimalverdi er omtrent som tidligere beregnet. I 1989 utgjorde  $\text{NO}_2$ -bidraget fra trafikken 77% av  $\text{NO}_2$ -konsentrasjonen, mens bidraget fra industrien utgjorde 11%. Den største industrielle kilden til  $\text{NO}_2$  i området var Vigeland Metal Refinery A/S, som alene bidro med 55% av  $\text{NO}_2$ -konsentrasjonene fra industrien. Denne bedriften har i mellomtiden gjennomført prosessendringer som

gjør at de nå praktisk talt ikke bruker fyringsolje. Nedgangen i industriutslipp fra industrien medfører at  $\text{NO}_x$ -utslipp fra trafikken nå trolig er hovedkilden til  $\text{NO}_2$ -belastningen.

Utslipp fra biltrafikk og industri består hovedsakelig av NO. Ozon i bakgrunnsluften fører imidlertid til en rask overgang fra NO til  $\text{NO}_2$  ved de konsentrasjonsnivåene som observeres i Vennesla, og det er derfor rimelig å anta at  $\text{NO}_2$ -beregningene beskriver utbredelsen av  $\text{NO}_2$ -konsentrasjonen i området.

#### 4. Referanser

Haugsbakk, I. (1991) Luftforurensende utslipp fra ulike kildegrupper i Vennesla, vinterhalvåret 1989. Lillestrøm (NILU OR 1/91).

Haugsbakk, I. (1991) Spredningsberegninger for utslipp til luft i Vennesla, vinterhalvåret 1989. Lillestrøm (NILU OR 60/91).

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

## **Vedlegg A**

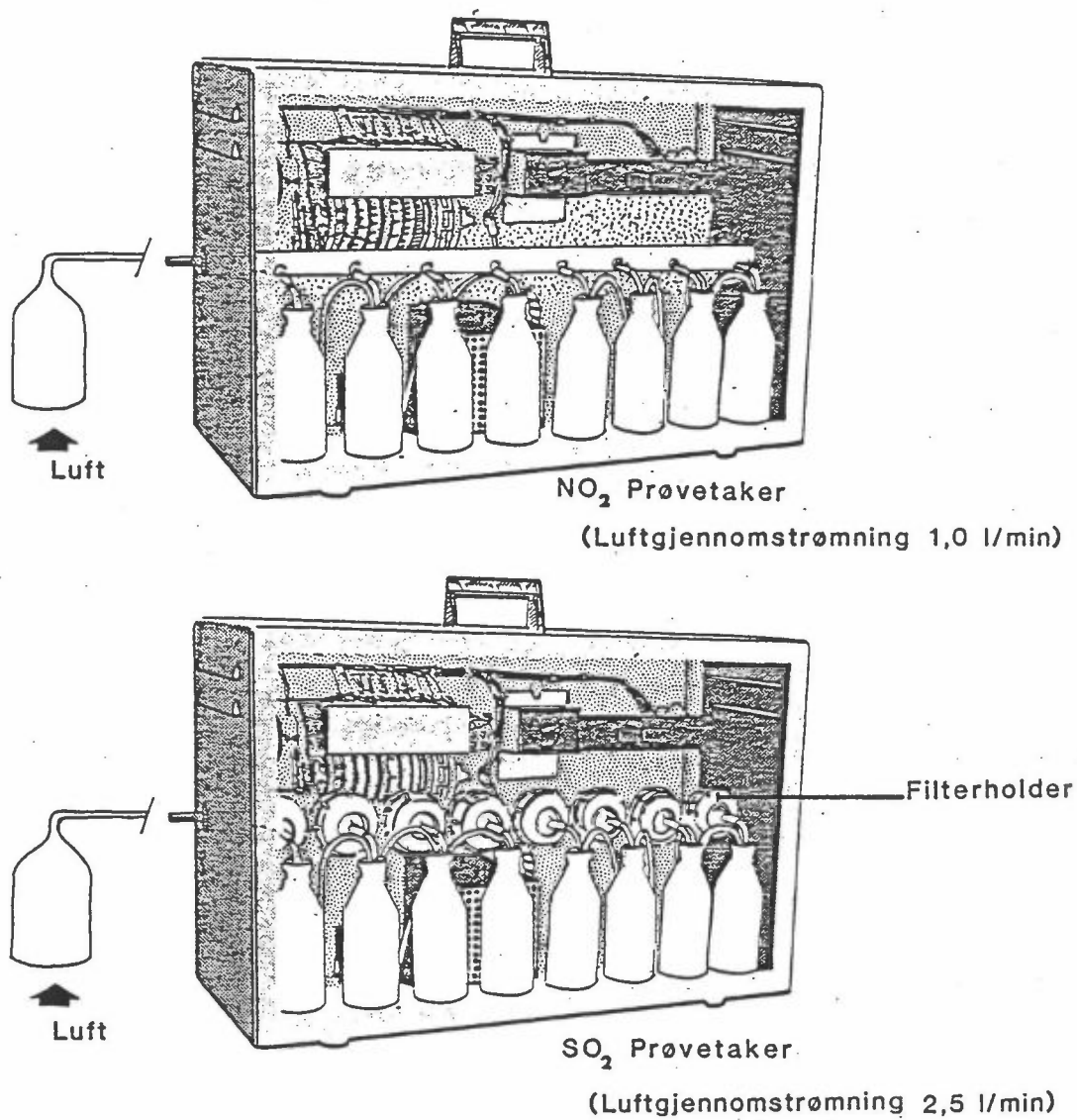
### **Måle- og analysemetoder**

## Måle- og analysemetoder

Prøvetakingen av SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub> ble utført ved hjelp av to av NILUs automatiske luftprøvetakere (figur A1). Disse er i lengre tid brukt rutinemessig til tilsvarende målinger ved forskjellige målesteder over hele landet. Instrumentet suger luft utenfra ved hjelp av en pumpe gjennom en trakt (diameter 7,7 cm) og slage av karbonisert polyetylen inn i apparatet hvor partiklene skilles fra luften med et filter (Dette er et papirfilter Whatman 40, for sotmåling og måling av tungmetaller i svevestøv.) Luften går deretter gjennom en bobleflaske hvor innholdet av svoveldioksid/nitrogendioksid absorberes. Luftgjennomstrømningen er ca. 2,5 l/minutt for SO<sub>2</sub>-målingene og ca. 1,0 l/minutt for NO<sub>2</sub>-målingene. Den lavere gjennomstrømhastigheten for NO<sub>2</sub>-målingen skyldes at nitrogendioksid har vanskeligere for å absorberes enn svoveldioksid. (SO<sub>2</sub>-prøvetakeren kan også ved hjelp av filtrert luftinntak brukes til også å samle sot og partikulært bly fra luften, mens NO<sub>2</sub>-prøvetakeren kun har enkelt filtreringssystem for å filtrere bort større partikler.) Ny bobleflaske/filter skiftes automatisk hver 24. time og prøvene samles inn en gang i uken. (En regner med at prøvetakeren samler partikler av størrelse ca. 10 µm og mindre.)

SO<sub>2</sub>-gassen blir absorbert i hydrogenperoksidløsning (0,3%) justert til pH 4,5 med perklorsyre. Analysemetode er ifølge Norsk Standard 4851 (1).

NO<sub>2</sub>-gassen blir absorbert i en løsning av trietanolamin, o-meteoksyfenol og natriumdisulfitt. Analysemetoden ifølge modifisert Norsk Standard 4855 (2). Modifiseringen går ut på at luftgjennomstrømningen er endret fra 0,2 l/minutt til 1,0 l/minutt. (I NS 4855 er det korrigert for et NO<sub>2</sub>-opptak på 93%, mens det i den modifiserte analyse er korrigert for et NO<sub>2</sub>-opptak på 80%.)



Figur A1: NILUs automatiske luftprøvetakere for gasser og partikler.  
( $\text{SO}_2$ -prøvetaker med filterholder, der filtrene blir analysert for sot og bly.)

## **Vedlegg B**

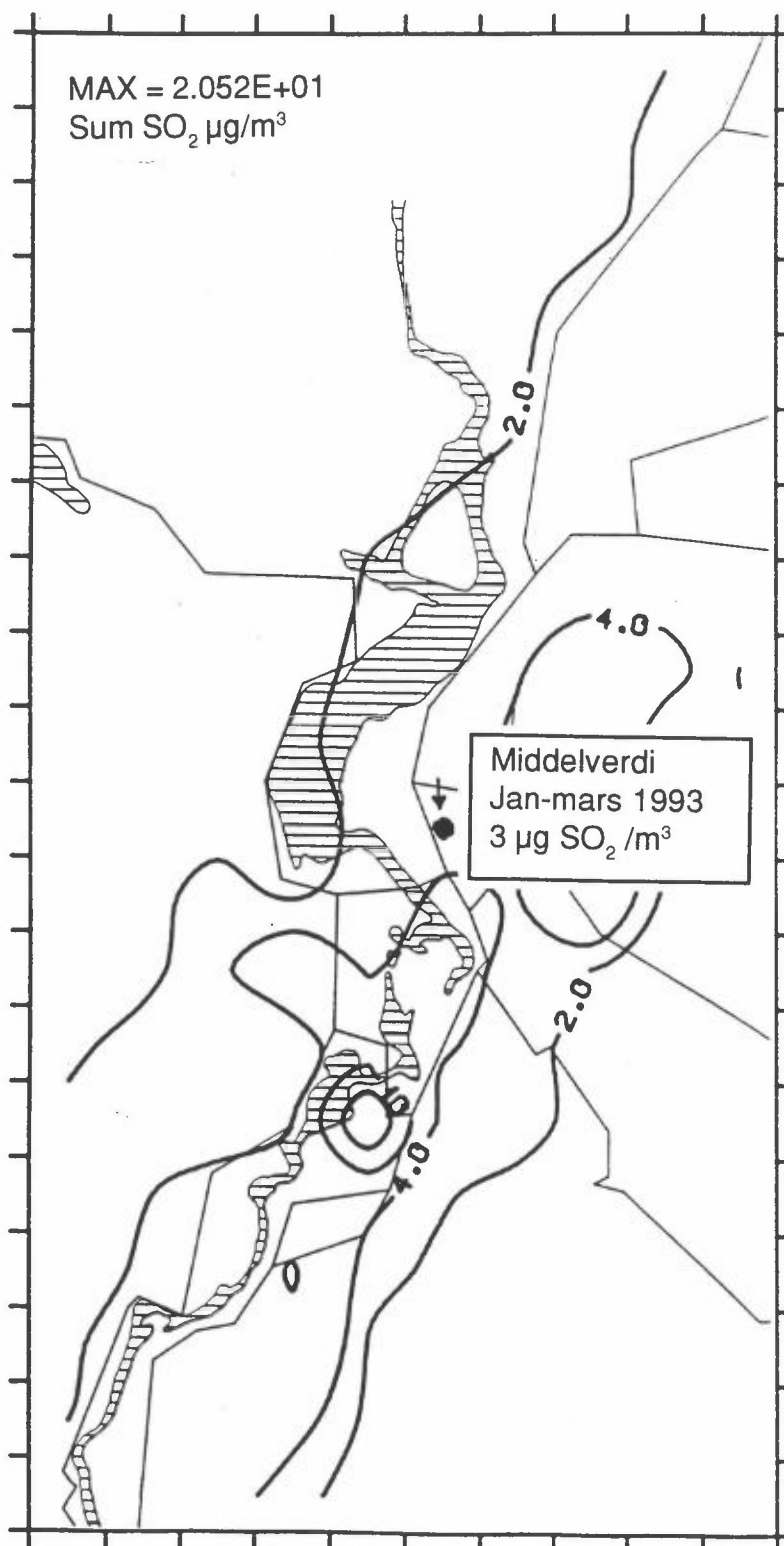
### **Måleresultater SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub>**

VENNESLA									
	Jan-93		Feb-93		Mar-93		Apr-93		
	SO2	NO2	SO2	NO2	SO2	NO2	SO2	NO2	
1			6.40	38.94	0.70	0.70	0.70	6.72	
2			6.80	21.27	0.60	7.14	4.60	16.43	
3			0.70	5.00	0.70	17.46	0.60	5.56	
4			0.60	3.46	3.00	27.85	0.50	4.57	
5			0.60	11.72	0.60	26.10	0.70	10.93	
6			0.70	20.73	0.60	18.17	0.70		
7			2.80	13.91	0.60	20.51	0.60	6.49	
8			0.60	18.76	9.50	22.88	0.60	6.12	
9			0.60	23.00	15.90	18.84	0.60	5.21	
10			0.70	15.04	0.60	14.18	0.60	7.49	
11			0.70	24.66	10.10	26.42	0.50	6.00	
12	1.30	6.36	6.30	36.86	6.70	30.27	0.60	7.64	
13	5.20	19.31	0.70	24.56	7.90	39.91	0.90	0.90	
14	3.00	11.20	5.10	23.77	7.60	27.74			
15	2.10	10.80	7.50	16.21	17.30	19.60			
16	4.00	13.56	4.50	3.88	2.20	5.47			
17	3.10	2.99	3.10	19.26	0.60	4.52			
18	0.70	6.39	3.00	2.85	2.10	4.57			
19	1.70	37.35	0.50	3.19	0.60	4.42			
20	3.90	26.37	2.50	0.70	3.90	4.44			
21	3.70	7.99	0.70	9.00	5.60	13.38			
22	0.70	3.47	0.70	9.71	4.80	19.67			
23	2.40	19.99	0.70	4.70	6.10	6.47			
24	0.70	20.16	6.80	11.62	0.60	4.10			
25	0.70	12.03	4.50	20.07	0.50	8.67			
26	0.80	24.49	1.90	32.16	0.50	13.63			
27	0.80	22.35	0.60	0.70	0.60	8.50			
28	0.80	13.95	0.60	0.70	0.60	7.35			
29	0.70	11.30			0.60	10.93			
30	20.20	25.23			2.90	11.50			
31	3.20	19.38			1.80	10.20			
Middel	2.99	15.73	2.53	14.87	3.75	14.70	0.94	7.01	
Maks.	20.20	37.35	7.50	38.94	17.30	39.91	4.60	16.43	
Min.	0.70	2.99	0.50	0.70	0.50	0.70	0.50	0.90	
Std.av	4.29	8.85	2.43	10.98	4.53	9.64	1.10	3.76	



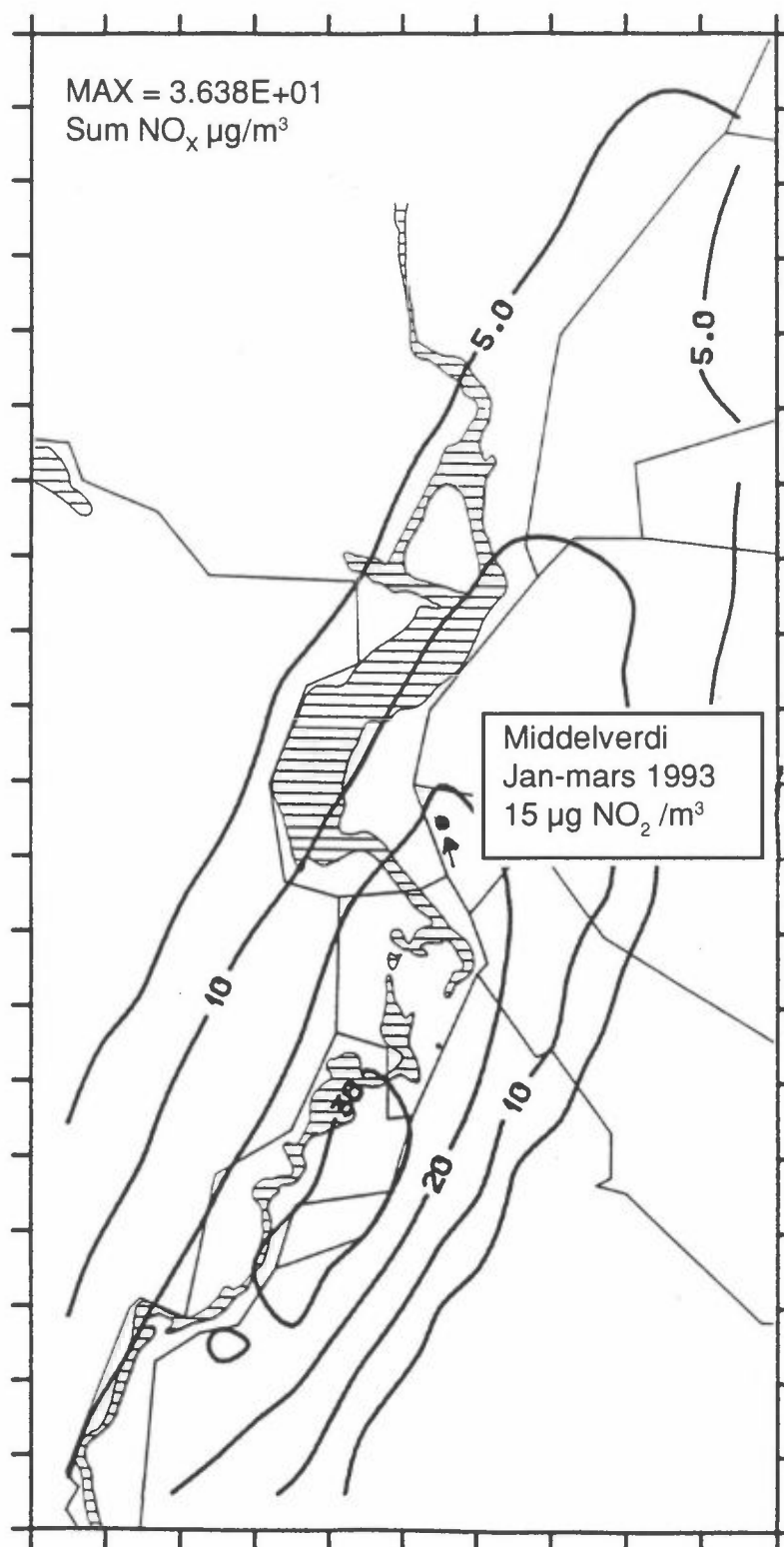
## **Vedlegg C**

**Beregnete konsentrasjoner av SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub>,  
Vennesla vinteren 1989**

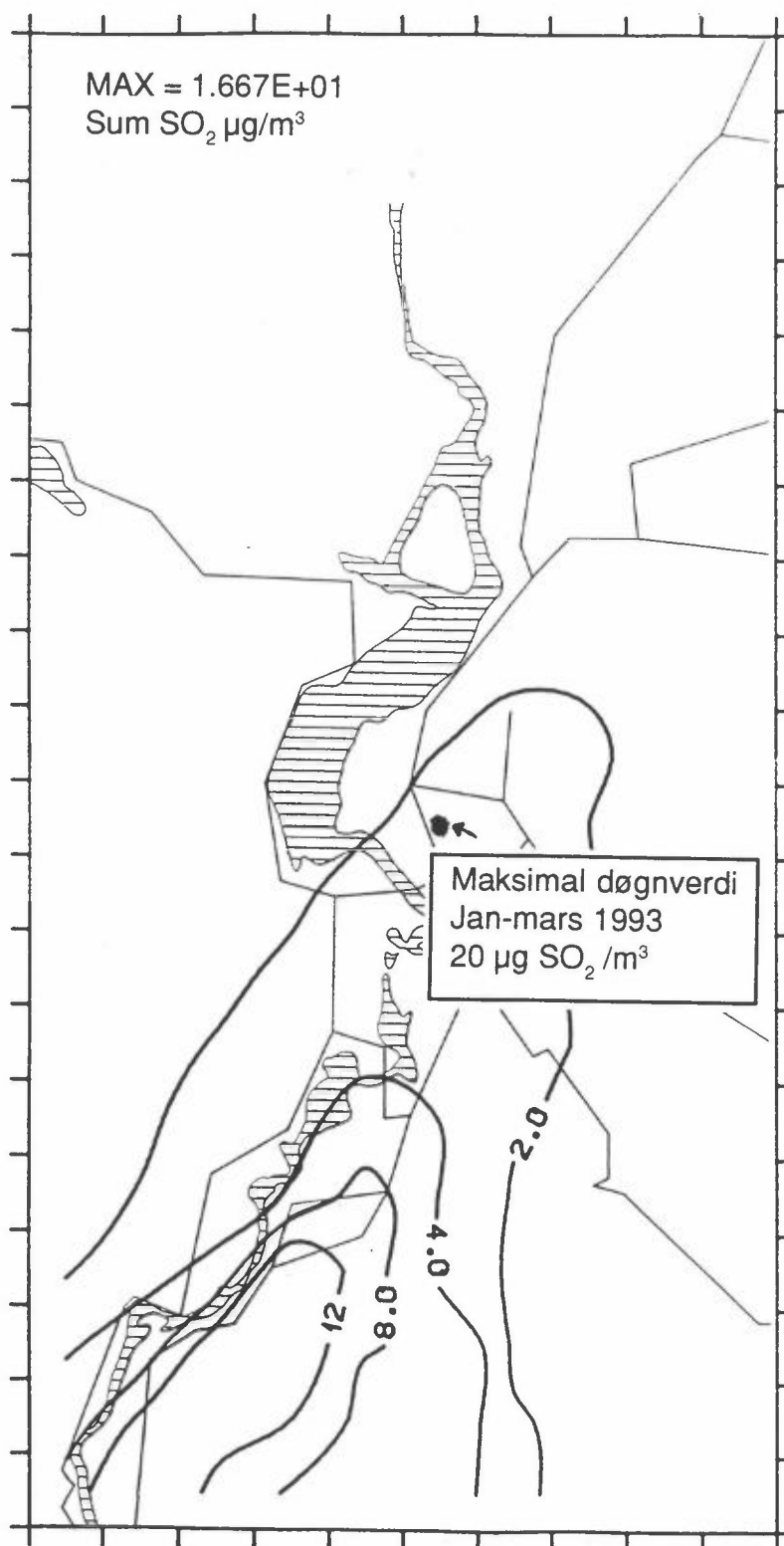


Figur C1: Beregnede middelkonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> fra alle kildegrupper i Vennesla, vinterhalvåret 1989. Bakgrunnsbelastning 1,0 µg/m<sup>3</sup> er lagt til.

Enhet: µg/m<sup>3</sup> langs isolinjene 2, 4, 10 og 15.



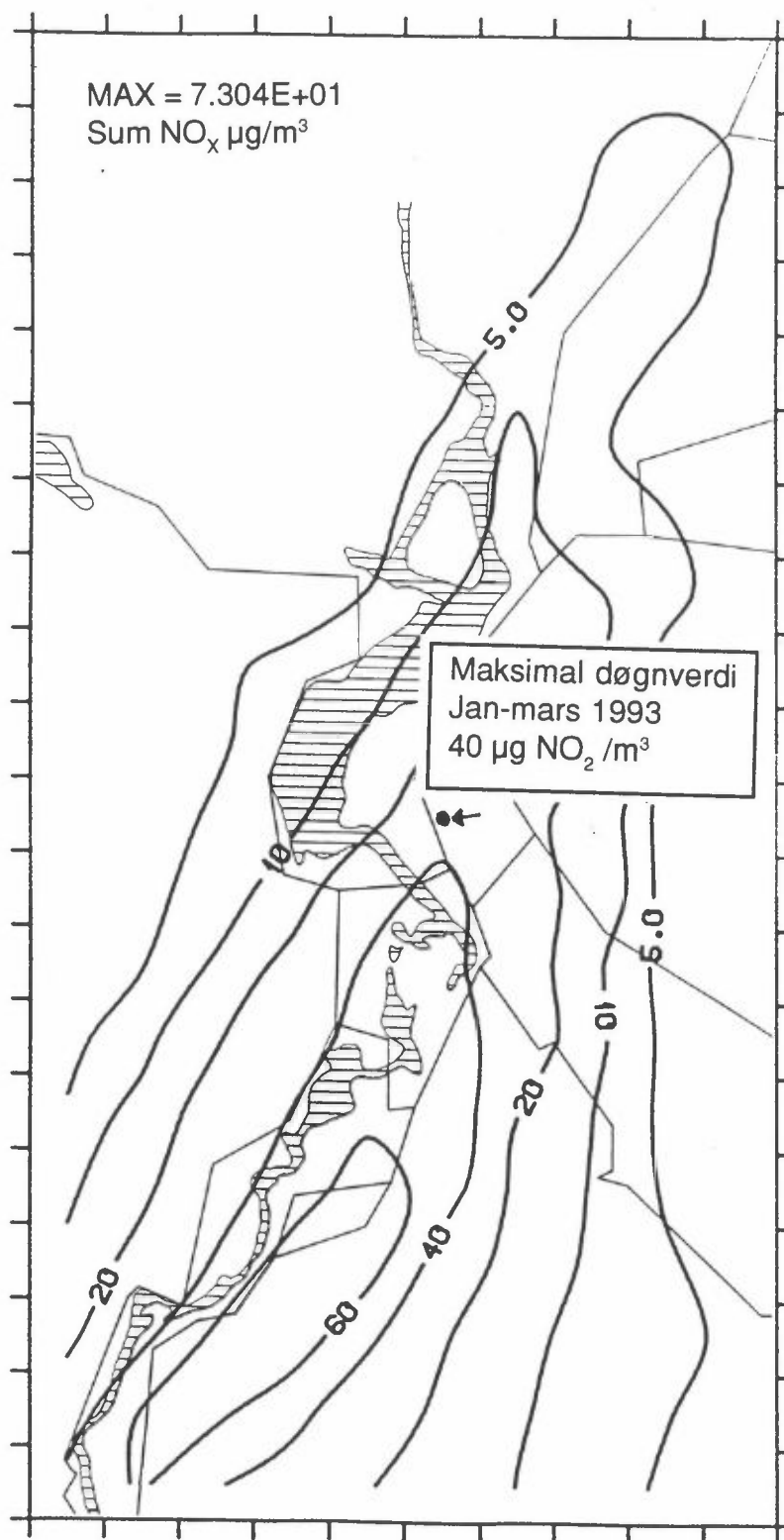
Figur C2: Beregnede middelkonsentrasjoner av NO<sub>2</sub> fra alle kildegrupper i Vennesla, vinterhalvåret 1989. Bakgrunnsbelastning 4,3 µg/m<sup>3</sup> er lagt til.  
Enhet: µg/m<sup>3</sup> langs isolinjene 5, 10, 20 og 30.



Figur C3: Total midlere konsentrasjon av SO<sub>2</sub> i et utvalgt døgn med lave vindstyrker og stabil sjiktning.

Enhet: µg/m<sup>3</sup> langs isolinjene 2, 4, 8 og 12.

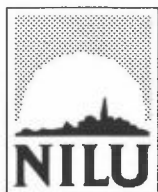
Bakgrunnsbelastning: 1,0 µg/m<sup>3</sup>.



Figur C4: Total midlere konsentrasjon av NO<sub>2</sub> i et utvalgt døgn med lave vindstyrker og stabil siktning.

Enhet: µg/m<sup>3</sup> langs isolinjene 5, 10, 20, 40 og 60.

Bakgrunnsbelastning: 4,3 µg/m<sup>3</sup>.



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

RAPPORTTYPE OPPDRAGRAPPORT	RAPPORT NR. OR 40/93	ISBN-82-425-0501-2	
DATO 12.10.93	ANSV. SIGN. <i>A. Jordland</i>	ANT. SIDER 20	PRIS NOK 30,-
TITTEL Måling av SO <sub>2</sub> og NO <sub>2</sub> i Vennesla, januar-april 1993		PROSJEKTLEDER Ivar Haugsbakk	NILU PROSJEKT NR. O-93013
		TILGJENGELIGHET * A	OPPDRAKSGIVERS REF.
FORFATTER(E) Ivar Haugsbakk		OPPDRAKSGIVER Vennesla kommune, teknisk etat Postboks 35 4701 VENNESLA	
STIKKORD Svoveldioksid	Nitrogendioksid	Luftkvalitet	
REFERAT Målingene viser ingen overskridelser av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier, når det gjelder døgnmidlet SO <sub>2</sub> og NO <sub>2</sub> . Middelerdien for SO <sub>2</sub> for hele måleperioden var under 3 µg/m <sup>3</sup> , og tilsvarende for NO <sub>2</sub> var 13 µg/m <sup>3</sup> . En sammenlikning med tidligere beregninger viser god overensstemmelse mellom beregninger og måleresultater.			
TITLE SO <sub>2</sub> and NO <sub>2</sub> measurements at Vennesla. January-April 1993			
ABSTRACT			

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