

NILU  
OPPDRAGSRAPPORT NR. 40/79  
REFERANSE: 21878  
DATO: OKTOBER 1979

OM BIDRAG TIL KONSENTRASJONEN AV NO<sub>2</sub>  
OVER OSLO SENTRUM FRA ET  
VARMEKRAFTVERK VED OSLOFJORDEN

AV

BJARNE SIVERTSEN

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING  
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM  
NORGE

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
SAMMENDRAG .....	3
1. INNLEDNING .....	4
2. MÅLTE NO <sub>2</sub> -KONSENTRASJONER .....	4
3. RETNINGSLINJER FOR LUFTKVALITET .....	5
4. VINDRETNING, VINDSTYRKE, OG HØYE NO <sub>2</sub> - KONSENTRASJONER .....	5
5. SANNSYNLIGHETEN FOR VIND FRA SØR (INN OSLO- FJORDEN) .....	8
6. ESTIMERTE NO <sub>2</sub> -KONSENTRASJONER OVER OSLO FRA ET VARMEKRAFTVERK I OMRÅDET EMMERSTAD-HURUM .....	8
7. KONKLUSJON .....	10
8. REFERANSER .....	11
VEDLEGG A .....	12

### SAMMENDRAG

NILU er med kort tidsfrist bedt om å vurdere innflytelsen av nitrogenoksyd-utslippet fra et varmekraftverk på NO<sub>2</sub>-konsentrasjonen over Oslo sentrum. Tilgjengelige observasjoner av NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner i Oslo er brukt til å vurdere det eksisterende NO<sub>2</sub>-nivået. De meteorologiske situasjonene som kan gi bidrag fra et varmekraftverk er spesielt trukket fram i analysen.

Typiske måneds-middelkonsentrasjoner av NO<sub>2</sub> ligger i de mest trafikerte gatene i Oslo på rundt 200 µg/m<sup>3</sup>. Konsentrasjonene er noe høyere om vinteren enn om sommeren. Vinteren 1979 ble det i 2.6% av tiden observert timesmidlele NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner høyere enn 300 µg/m<sup>3</sup> ved vind fra sør. I disse tilfellene blåste det alltid svakere enn 3 m/s.

Maksimale timesmiddelkonsentrasjoner over Oslo fra et varmekraftverk er estimert til å ligge i området 10-80 µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> for oljefyring, 20-170 µg/m<sup>3</sup> for kullfyring når det blåser fra sør inn Oslofjorden. I disse tilfellene er det nåværende nivå av NO<sub>2</sub> over Oslo oftest observert til rundt 150 µg/m<sup>3</sup>. Bidraget fra et 1200 MWe oljefyrt varmekraftverk kan således maksimalt føre til en 50% økning av den nåværende belastning ved de aktuelle situasjonene i Oslo's gater. Et kullfyrt verk kan føre til en fordobling av det eksisterende nivå.

OM BIDRAGET TIL KONSENTRASJONEN AV NO<sub>2</sub>  
OVER OSLO SENTRUM  
FRA ET VARMEKRAFTVERK VED OSLOFJORDEN

1. INNLEDNING

Norsk institutt for luftforskning er pr. telefon 15.10.79 og i brev av 16.10.79 bedt om å redegjøre for hvilken påvirkning utslippet av NO<sub>x</sub> fra et kraftverk vil kunne få på NO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i lufta i Oslo's gater, spesielt i situasjoner hvor bakgrunns-forurensningen i Oslo allerede er høy.

2. MÅLTE NO<sub>2</sub>-KONSENTRASJONER

Konsentrasjoner av nitrogendioksyd (NO<sub>2</sub>) er målt som timesverdier i Oslo over flere perioder og ved totalt fire målesteder (1) (2). Gatestasjonene Rådhusgata, Torggata og Lysaker får sitt hovedbidrag av NO<sub>2</sub> fra eksosutslippet i gata, mens stasjonen på St.Hanshaugen er påvirket av utslipp fra både fyringsanlegg og biltrafikk, og representerer middelkonsentrasjonen over et større område.

Tabell 1: Observerte midlere NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner over Oslo.

Periode	Antall døgn	Målested	Midlere NO <sub>2</sub> -kons. (µg/m <sup>3</sup> )
April 1974	11	Rådhusgata	160
Juni 1974	17	"	150
Oktober 1974	12	Lysaker	100
Jan.-mars 1975	66	Rådhusgata	240
" " "	30	Torggata	210
" " "	34	Lysaker	200
Jan.-mars 1979	57	Rådhusgata	220
Nov. 78-apr. 79	~ 130	St.Hanshaugen	30-50

I perioden 1974-75 lå middelverdiene av  $\text{NO}_2$  over måleperiodene i området  $100\text{--}240 \mu\text{gNO}_2/\text{m}^3$ . Den laveste ble målt ved Lysaker, den høyeste i Rådhusgata. Det synes som om verdiene om våren og sommeren er noe lavere enn om vinteren.

Vinteren 1979 var midlere  $\text{NO}_2$ -konsentrasjoner i Rådhusgata  $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Den høyest observerte timesmiddelkonsentrasjonen var  $610 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . I 25% av tiden var timesmiddelkonsentrasjonen over  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , i 13% av tiden over  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De fleste av disse tilfellene forekom i februar ved vind fra nord og nordøst.

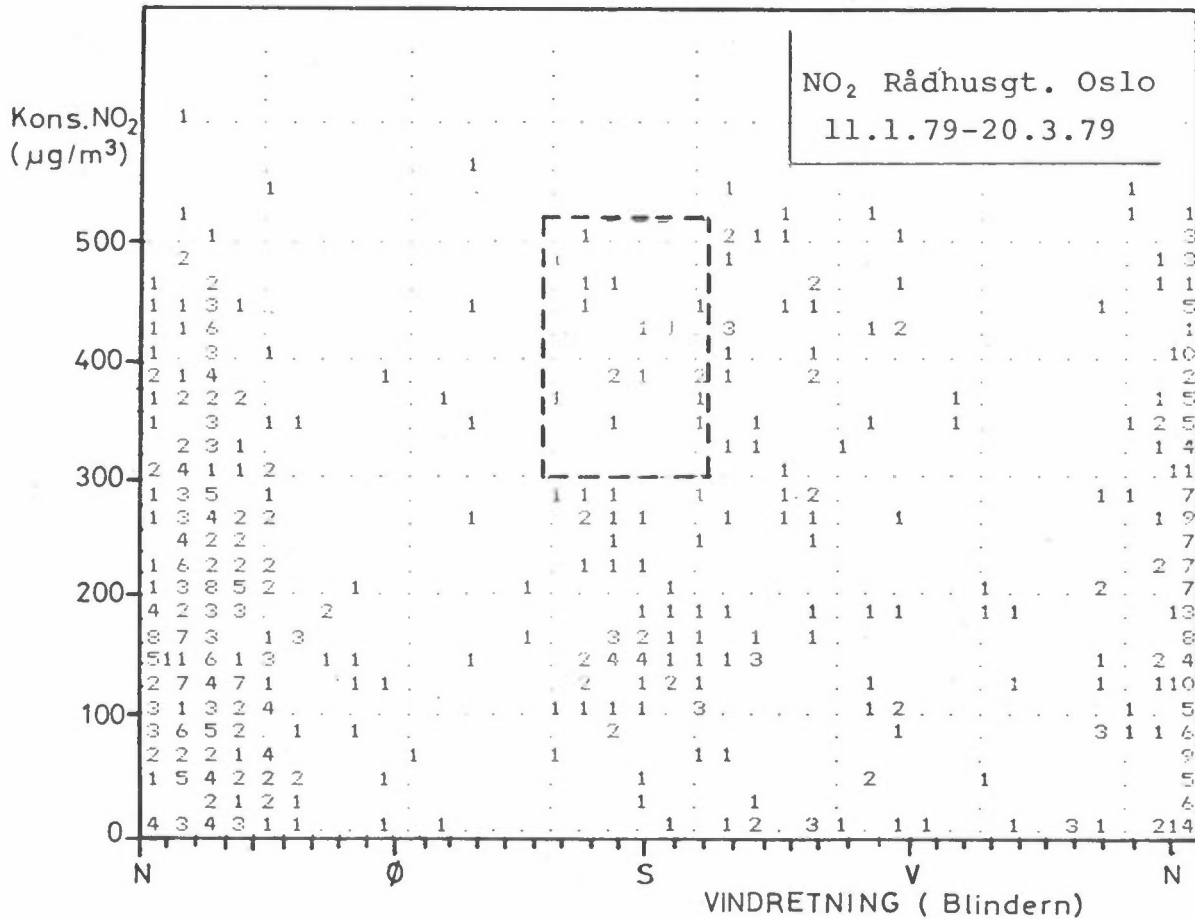
Ved St.Hanshaugen var konsentrasjonene lavere. Månedsmiddelverdiene var mellom  $30$  og  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , og 2% av times-observasjonene var over  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . (Se for øvrig Vedlegg A).

### 3. RETNINGSLINJER FOR LUFTKVALITET

I det norske forslaget til retningslinjer for utendørs luftkvalitet (3), heter det at den aritmetiske middelverdien av  $\text{NO}_2$  over en vilkårlig 6 mnd. periode, ikke skal overskride  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Timesmiddelkonsentrasjonen bør ikke overskride  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , i mer enn 2% av tiden under en vilkårlig 30-dagers periode. Verdens helseorganisasjon har foreslått en sikkerhetsfaktor for å unngå helsevirkninger av korttidseksponering, og satt en øvre grense for  $\text{NO}_2$ -konsentrasjon til  $190\text{--}320 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på timesbasis (4).

### 4. VINDRETNING, VINDSTYRKE OG HØYE $\text{NO}_2$ -KONSENTRASJONER

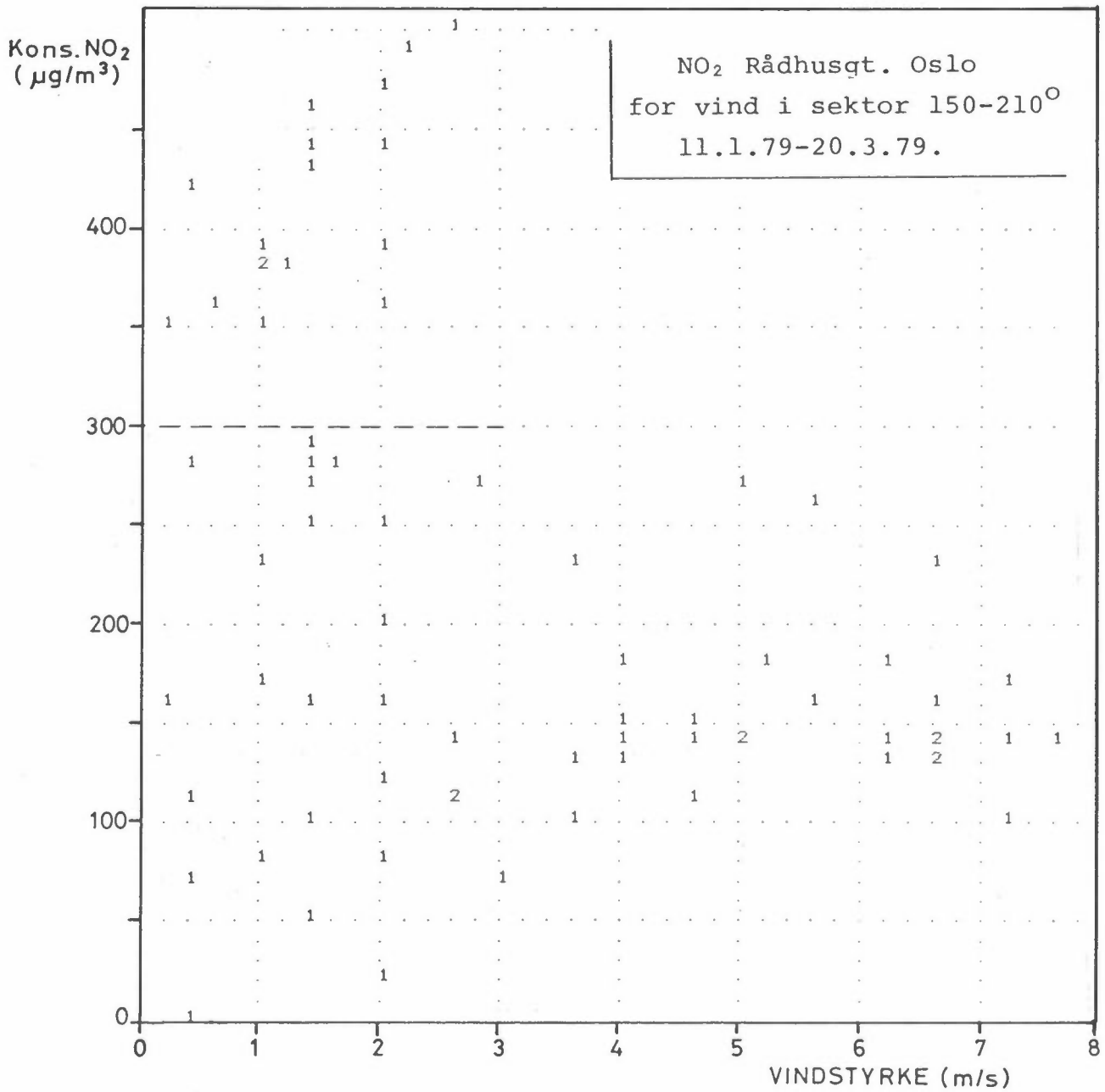
For å vurdere om utslippene av  $\text{NO}_x$  fra et kraftverk ved Oslofjorden kan bidra til å øke de høye  $\text{NO}_2$ -konsentrasjonene i Oslo, har en i figur 1 presentert sammenhengen mellom  $\text{NO}_2$ -konsentrasjoner og vindretningen på Blindern. I perioden 11.1-20.3.79 var det i 17 tilfeller (2.6% av tiden)  $\text{NO}_2$ -konsentrasjoner over  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og samtidig vind fra omkring sør (i sektoren  $180 \pm 30^\circ$ ). I 4.7% av tiden var det vind i samme sektor og konsentrasjoner over  $200 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ .



Figur 1: NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner i Rådhusgata, Oslo som funksjon av vindretning på Blindern (Meteorologisk institutts værstasjon). Figuren gir antall sammenhørende verdier av konsentrasjon og vindretning for perioden 11.1-20.3.1979.

Figur 2 viser sammenhengen mellom NO<sub>2</sub>-konsentrasjonene i Rådhusgata og vindstyrken for de tilfellene det blåser fra omkring sør på Blindern. NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner over 300 µg/m<sup>3</sup> forekom bare ved vind svakere enn 3 m/s, og oftest da vindstyrken var omkring 1.5 m/s.

Ved sterkere vinder (>3 m/s) var NO<sub>2</sub>-konsentrasjonene i Rådhusgata ved sørlig vind oftest omkring 150 µg/m<sup>3</sup>. Bare i 4 tilfeller (timer) var NO<sub>2</sub>-konsentrasjonen høyere enn 200 µg/m<sup>3</sup>.



Figur 2: Antall tilfeller med gitte NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner i Rådhusgata, Oslo, ved vind fra sør ±30° på Blindern, som funksjon av vindstyrken på Blindern. (Data i perioden 11.1-20.3.79).

## 5. SANNSYNLIGHETEN FOR VIND FRA SØR (INN OSLOFJORDEN)

Observasjoner nær bakken ved Emmerstad, Sonsåsen, Vardåsen og Hurum, viser at det blåser i en 30°-sektor fra omkring sør, inn Oslofjorden, i 12 til 17% av tiden (4). Geostrofvind-data fra Oslofjordområdet har vist at det i høyere nivå blåser i omtrent 10% av tiden fra sør, hvorav ~6% er vind sterkere enn 4 m/s. Sørlige vinder forekommer noe oftere om sommeren enn om vinteren, og opptrer oftere om ettermiddagen enn om natta og om formiddagen.

Nær bakken er vinden fra sør sterkere enn 4 m/s i 5-10% av tiden. Stabil temperatursjikting forekommer i ca. 5% av tiden ved vind fra sør. Vind svakere enn 2 m/s fra sør forekom bare i 1.7% av tiden i perioden 1971-74 ved Emmerstad (målt 25 m over bakken).

## 6. ESTIMERTE NO<sub>2</sub>-KONSENTRASJONER OVER OSLO FRA ET VARMEKRAFTVERK I OMRÅDET EMMERSTAD-HURUM

Timesmidlete NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner er estimert for en avstand av 40 km fra et varmekraftverk. Modellenes gyldighet på disse avstandene er begrenset, men metodene kan gi et begrep om størrelsesordenen av forventete konsentrasjoner. Følgende antagelser er gjort:

- Kraftverket har 2 enheter hver på 600 MWe.
- NO<sub>x</sub>-utslippet er gitt av NVE (6), (se tabell 4, ref. 5):  
alternativ 1, oljefyrt varmekraftverk: 1500 kg/h (regnet som NO<sub>2</sub>).  
alternativ 2, kullfyrt varmekraftverk: 3200 kg/h (regnet som NO<sub>2</sub>).
- Røykskyens effektive høyde over bakken (skorsteinshøyde + røykløft) er antatt til 300 m. Konsentrasjonene på de avstandene vi ser på er ikke svært følsomme overfor variasjoner i denne høyden.
- Hele utslippet av NO<sub>x</sub> antas å foreligge som NO<sub>2</sub> over Oslo, (transporttiden er typisk, ca. 3 timer). Antakelsen kan representere et overestimat av NO<sub>2</sub>.



Da valget av spredningsparametre spiller en stor rolle for resultatet, er det gjort beregninger for to sett av parametre. Begge settene er utviklet for utslipp fra 100 m høye skorsteiner over terreng med relativt stor ruhet. Singer og Smith's parametre fra Brookhaven i USA (7) gir noe mindre spredning enn Vogt's parametre, basert på data over et skogområde i Tyskland (8). Det er også gjort et estimat av konsentrasjonen under et sperresjikt med høyde 1000 m (blandingshøyde), der det er antatt at skyens horisontale utstrekning på 40 km avstand er ~ 3 km. Resultatene er gitt i tabell 2.

Tabell 2: Estimerte NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner ved forskjellige spredningsforhold.

Meteorologiske forhold		Spredn. param.	Modell	NO <sub>2</sub> -konsentrasjon (µg/m <sup>3</sup> )	
Stabilitet	Vindstyrke (m/s)			Alt. 1 oljefyrt	Alt. 2 kullfyrt
Lett stabil	4	Vogt	Gauss.	38	80
	4	S/Smith	"	80	170
Nøytral	4	Vogt	"	10	20
	4	S/Smith	"	41	87
Blanding under sperresjikt	4	Boksmodell		35	75

Som en ser kan et 1200 MWe oljefyrt kraftverk gi NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner over Oslo i området 10-80 µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> avhengig av spredningsforholdene. For et kullfyrt varmekraftverk kan NO<sub>2</sub>-konsentrasjonene over Oslo ved 4 m/s vind fra sør ligge i området 20-170 µg/m<sup>3</sup>.

Disse konsentrasjonene vil variere omvendt proporsjonalt med vindstyrken. Lavere vind vil kunne gi høyere konsentrasjon. Transporttiden blir imidlertid i disse tilfellene så lang at spredningen kan endre seg under transporten. Dessuten vil svakere vinder sjelden blåse i samme sektor i over 3 timer. Det er mer sannsynlig at en noe sterkere vind (5-6 m/s) kan gi bidrag til NO<sub>2</sub>-belastningen over Oslo. I det tilfellet vil NO<sub>2</sub>-konsentrasjonene bli noe lavere enn de estimert i tabell 2.

## 7. KONKLUSJON

Observasjoner av NO<sub>2</sub> i Rådhusgata i Oslo viste vinteren 1979 at 13% av timeskonsentrasjonene var høyere enn 400 µg/m<sup>3</sup>. De fleste av disse tilfellene forekom i februar ved vind fra nord og nordøst, i situasjoner da en ikke kan vente bidrag fra et varmekraftverk ved Oslofjorden.

NO<sub>2</sub>-konsentrasjonene var i de tilfellene som mest sannsynlig gir bidrag fra et varmekraftverk ved Emmerstad-Hurum (4-6 m/s vind fra sør), oftest rundt 150 µgNO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>. I 0.5% av tilfellene ble det vinteren 1979 observert NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner over 200 µg/m<sup>3</sup> ved vind sterkere enn 4 m/s fra sør. I disse tilfellene kan bidraget fra et 1200 MWe kullfyrt varmekraftverk bli over 100 µg/m<sup>3</sup>, mens et tilsvarende oljefyrt varmekraftverk kan gi NO<sub>2</sub>-bidrag på over 50 µg/m<sup>3</sup>.

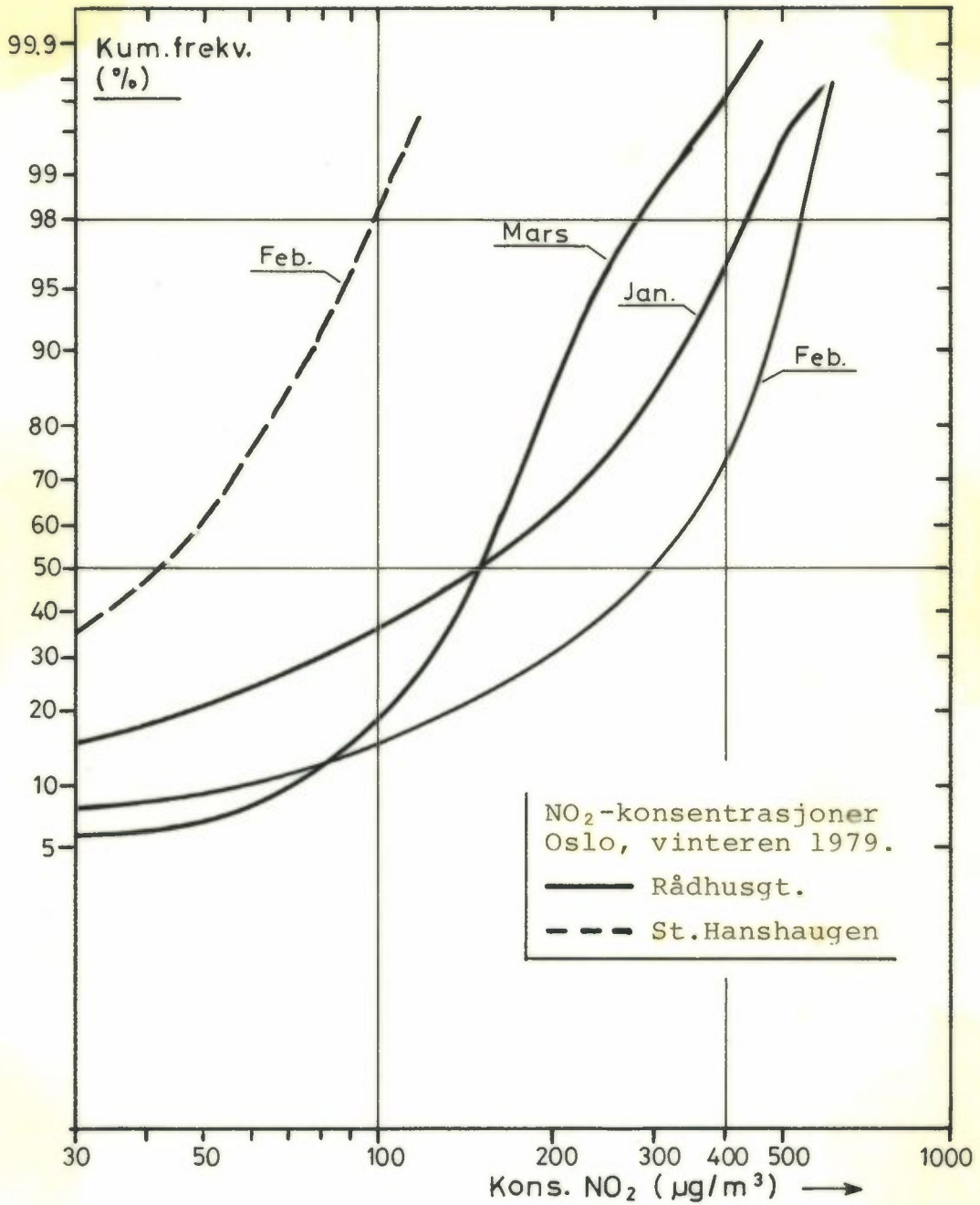
Vind fra sør, svakere enn 2 m/s opptrer bare i 1,7% av tiden ved Emmerstad. I disse tilfellene kan NO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i Oslo's gater i dag overskride 300 µg/m<sup>3</sup>. Bidraget fra et kullfyrt kraftverk kan i noen av disse tilfellene teoretisk føre til at de totale bakkekonsentrasjonene overskrider 400 µg/m<sup>3</sup>, og dermed øke sannsynligheten for overskridelser av normene.

8. REFERANSER

- (1) Larssen, S. Undersøkelser av luftforurensning fra biltrafikk i Norge. Lillestrøm April 1976. (NILU OR 10/77.)
- (2) Larssen, S. Luftforurensningsmålinger i Oslo vinteren 1978/79. Rapport for SFT under utarbeidelse.
- (3) Forslag fra SFT Røyskaderådet til Miljøverndepartementet om retningslinjer for utendørs luftkvalitet, Oslo 13.10.1977.
- (4) Oxides of nitrogen, Geneve 1977. (WHO Environmental Health Criteria 4.)
- (5) Sivertsen, B. Meteorologiske data fra Oslofjordområdet 1971-74. (Statistiske tabeller), Lillestrøm 1978. (NILU TN 6/78.)
- (6) Sivertsen, B. Luftforurensninger fra et kull- og oljefyrt varmekraftverk ved Oslofjorden. Lillestrøm 1978. (NILU OR 41/78.)
- (7) Smith, M. Recommended Guide for the Prediction of the Dispersion of Airborne Effluents. New York, ASME, 1969.
- (8) Vogt, K.I. Empirical investigation of the diffusion of waste air plumes in the atmosphere. *Nucl. Techn.* 34, 43-57 (1977.)

VEDLEGG A

Frekvensfordeling av NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner i Oslo,  
vinteren 1979.



Figur A1: Kumulativ frekvensfordeling av NO<sub>2</sub>-konsentrasjoner i Oslo vinteren 1979. Kurvene angir frekvens av konsentrasjoner mindre enn angitt langs X-aksen. Bare den mest belastete måned (februar) er angitt for stasjonen St. Hanshaugen. (Data fra prosjektet for Statens forurensningstilsyn).



# NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

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

TLF. (02) 71 41 70

RAPPORTTYPE OR	RAPPORTNR. 40/79	ISBN--82-7247-139-6
DATO Oktober 1979	ANSV. SIGN. B Ottar	ANT. SIDER OG BILAG 11 1
TITTEL Om bidrag til konsentrasjonen av NO <sub>2</sub> over Oslo sentrum frå et varmekraftverk ved Oslofjorden.		PROSJEKTLEDER B. Sivertsen
FORFATTER(E) B. Sivertsen		NILU PROSJEKT NR 21878
		TILGJENGELIGHET **
		OPPDRAGSGIVERS REF.
OPPDRAGSGIVER NVE, Statskraftverkene		
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Nitrogenoksyder   Varmekraftverk		
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) Innflytelsen av nitrogenoksyd-utslippet fra et varmekraftverk ved Oslofjorden på NO <sub>2</sub> -konsentrasjonen over Oslo sentrum er vurdert. I tilfeller med vind fra sør kan et oljefyrt varmekraftverk føre til en 50% økning i nåværende belastning. Et kullfyrt kraftverk kan føre til en fordobling av konsentrasjonen. Ingen av disse tilfellene vil føre til overskridelser av forslag til norske retningslinjer.		
TITTEL		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines) The report contains an estimate of the influence of NO <sub>x</sub> -emission from a fossil fired power plant near the Oslofjord, on the NO <sub>2</sub> -concentrations in Oslo.		

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