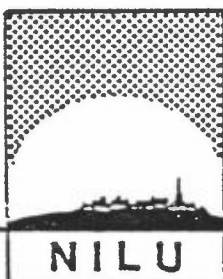


NILU  
OPPDRAGSRAPPORT NR: 8/82  
REFERANSE: 20580  
DATO: MAI 1982

BEREGNING AV SPREDNING OG  
EKSPONERINGSFORHOLD FOR VISSE LUFT-  
FORURENSNINGSKOMPONENTER I OSLO  
VEDLEGG A - J



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

POSTBOKS 130.- 2001 LILLESTRØM

NILU  
OPPDRAGSRAPPORT NR: 8/82  
REFERANSE: 20580  
DATO: MAI 1982

BEREGNING AV SPREDNING OG  
EKSPONERINGSFORHOLD FOR VISSE LUFT-  
FORURENSNINGSKOMPONENTER I OSLO  
VEDLEGG A - J

ISBN-82-7247-295-3

	Side
Vedlegg A: Utslippsdata .....	5
Vedlegg B: Data for spredningsforholdene som er benyttet ved beregningene.....	17
Vedlegg C: Befolkningsdata .....	25
Vedlegg D: Frekvens av høye konsentrasjoner og data for befolkningseksponering. ....	33
Vedlegg E: Ozon- og NO <sub>2</sub> -dannelse sommerstid..... Av Ø.Hov	67
Vedlegg F: Lokalforurensning av SO <sub>2</sub> ved punktkilder.....	75
Vedlegg G: Beregning av forurensningskonsentrasjoner i sterkt trafikkerte gater. ....	85
Vedlegg H: Eksponering av luftforurensninger i motor- kjøretøyer .....	105
Av H. Hæreid, SFT <sup>1)</sup>	
Vedlegg I: Utslippsfaktorer og målemetoder for sot og partikler .....	115
Av A. Semb.	
Vedlegg J: Benzeneksponering i Oslo estimert på grunnlag av beregninger og målinger.....	123

1)  
SFT: Statens forurensningstilsyn.



VEDLEGG A  
UTSLIPPSDATA



INNHOLD

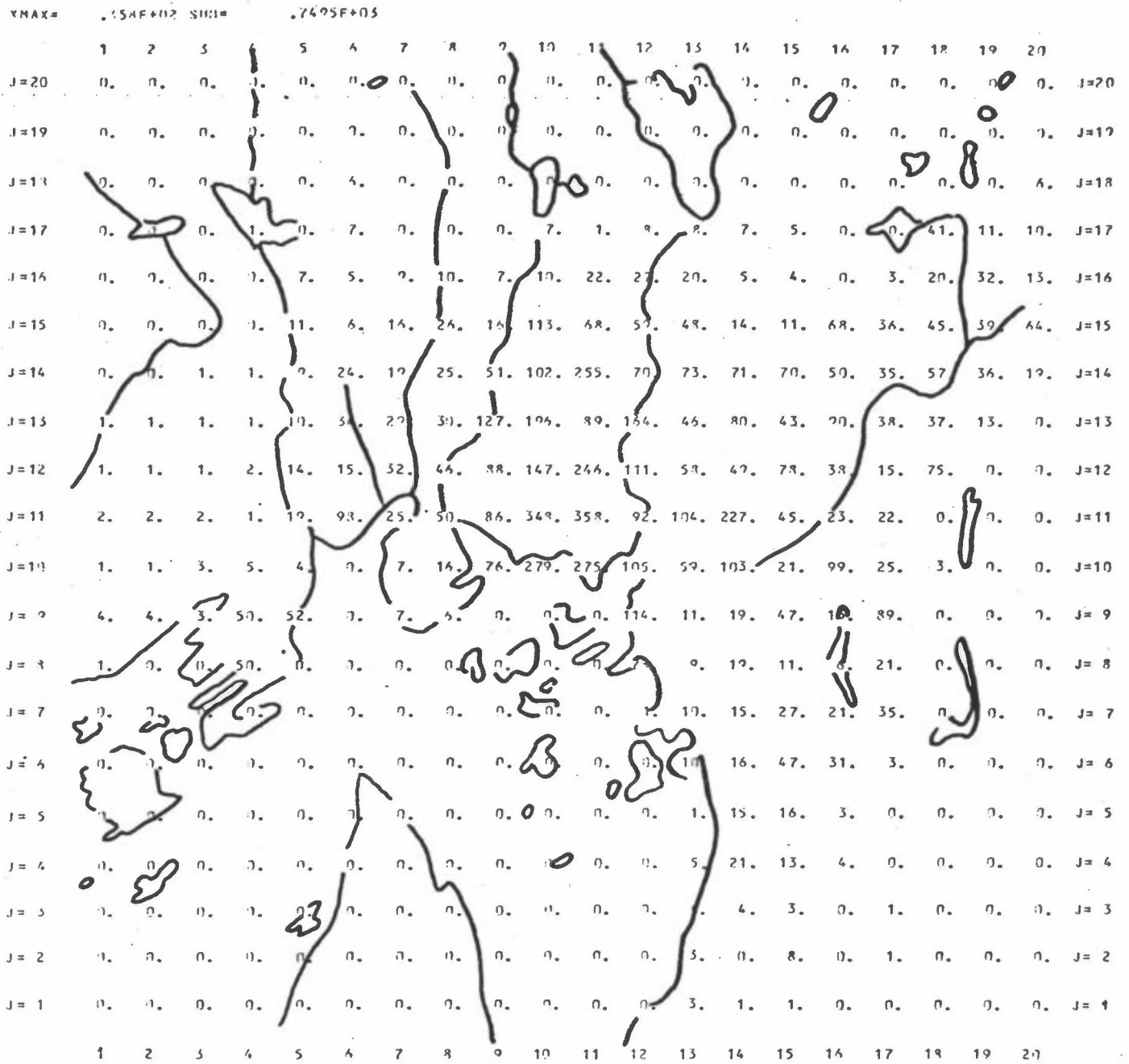
Figurene A1 - A7 viser midlere timesutslipp vinteren 1979 for

- A1: Svoveldioksyd,  $\text{SO}_2$
- A2: Sot/støv.
- A3: Karbonmonoksyd, CO
- A4: Hydrokarboner, HC
- A5: Nitrogenoksyder,  $\text{NO}_x$
- A6: Bly, Pb
- A7: Benzen,  $\text{C}_6\text{H}_6$ .



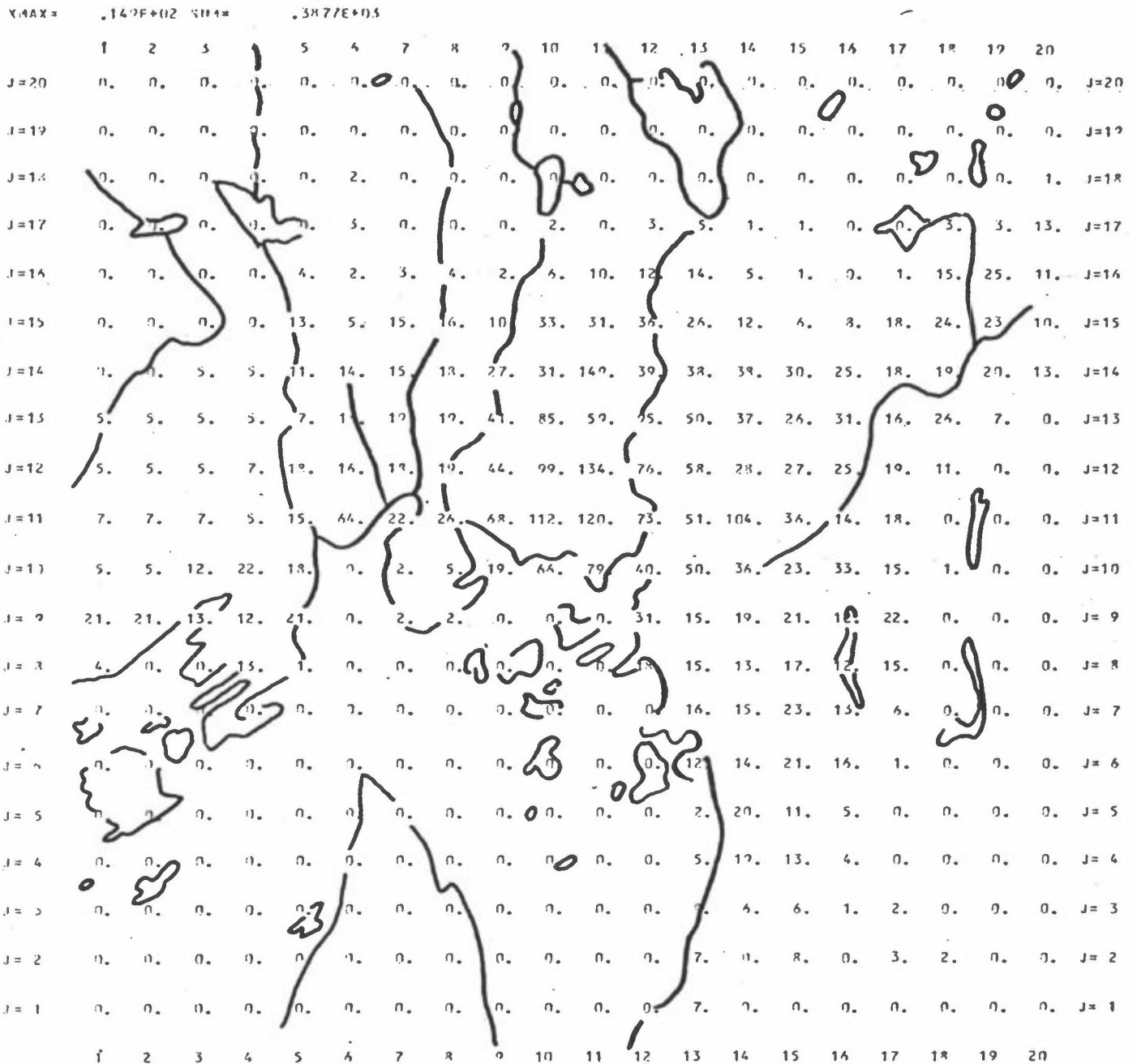


TITSLIPP AV SO2



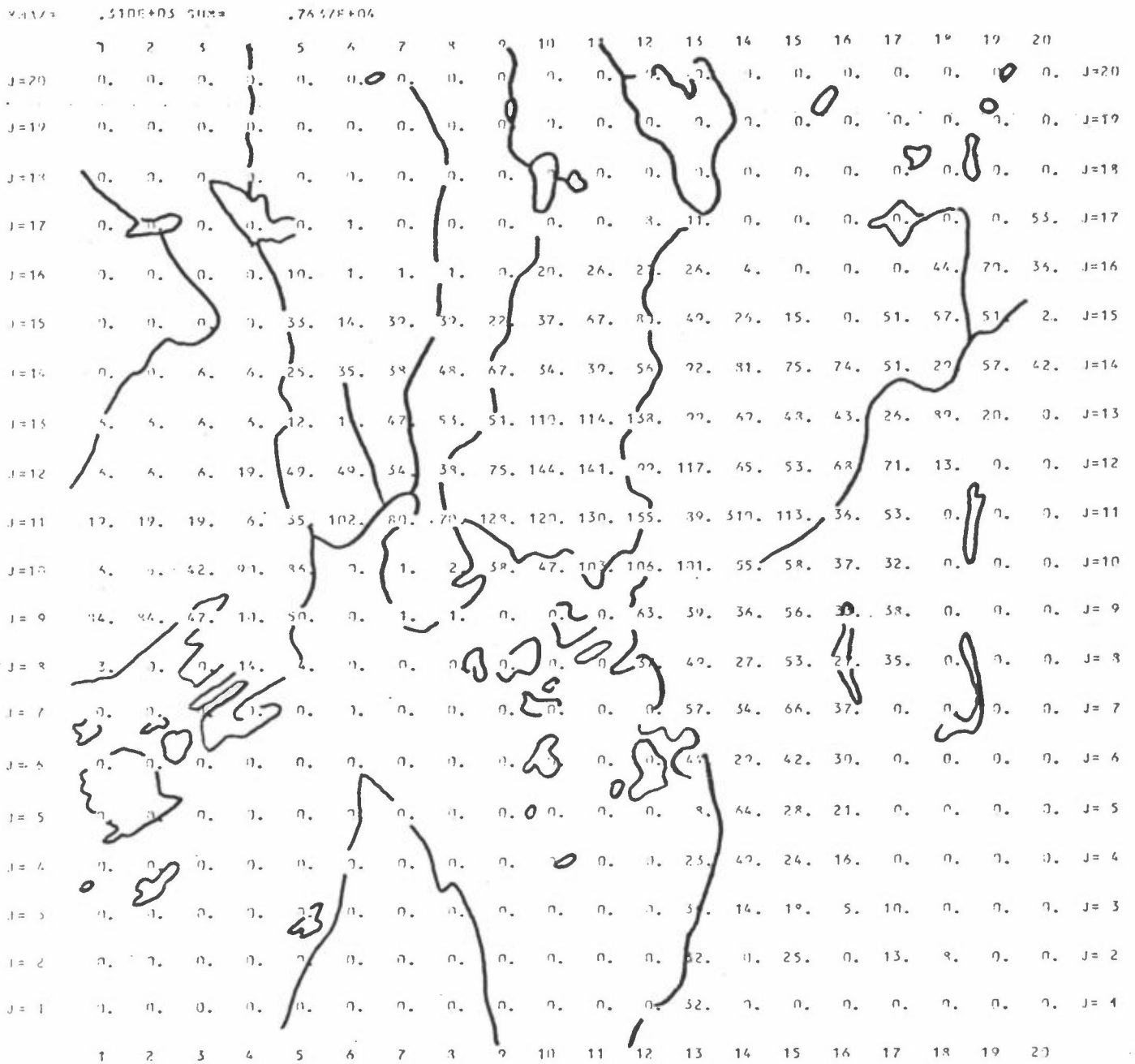
Figur A.1: Timesutslipp av SO<sub>2</sub> 1979, vinter. Enhet: 0.1 kgSO<sub>2</sub>/t

UTSLIPP AV STØV



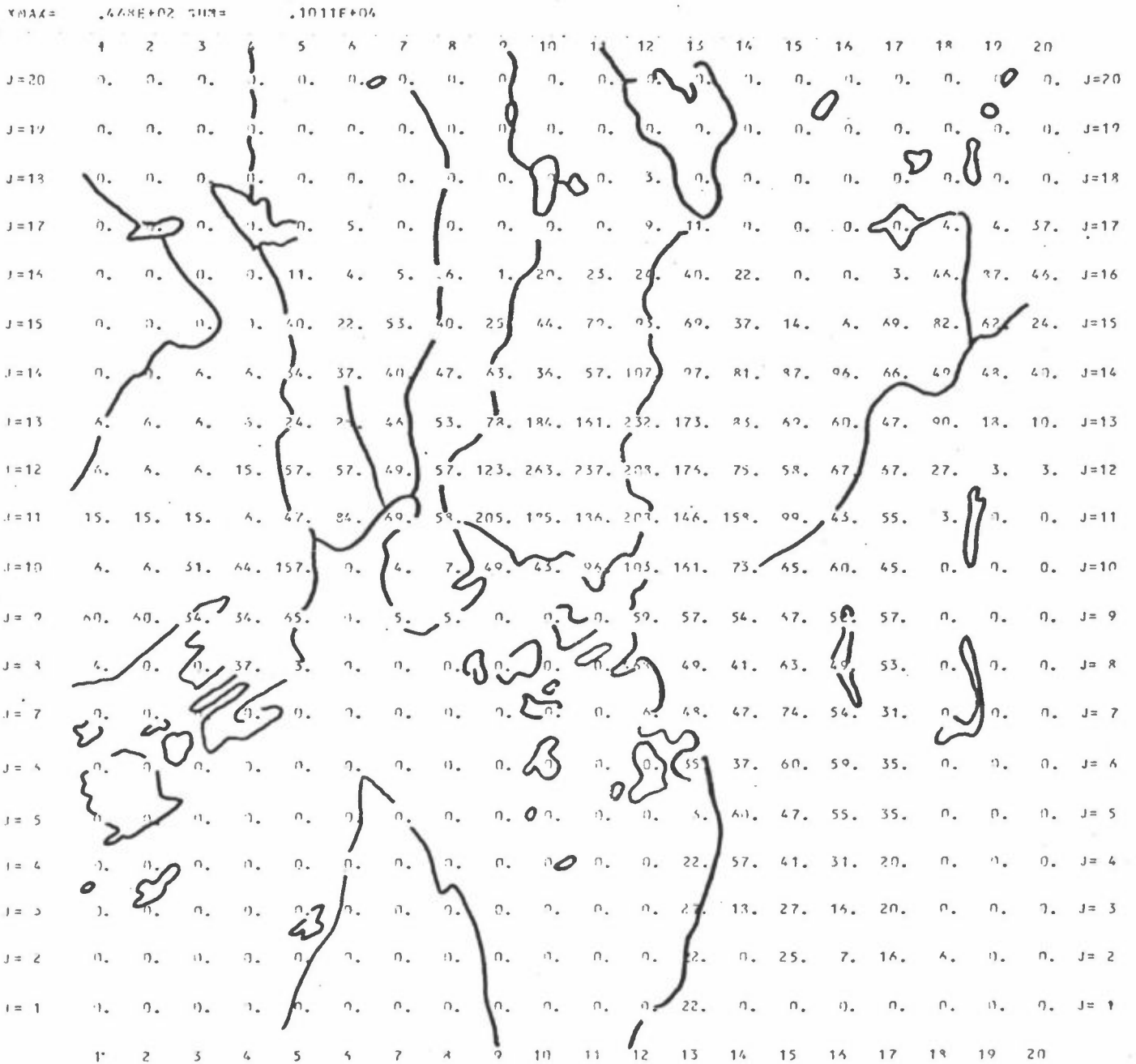
Figur A.2: Timesutslipp av støv 1979, vinter. Enhet: 0.1 kg støv/t

DEFINITION OF CO



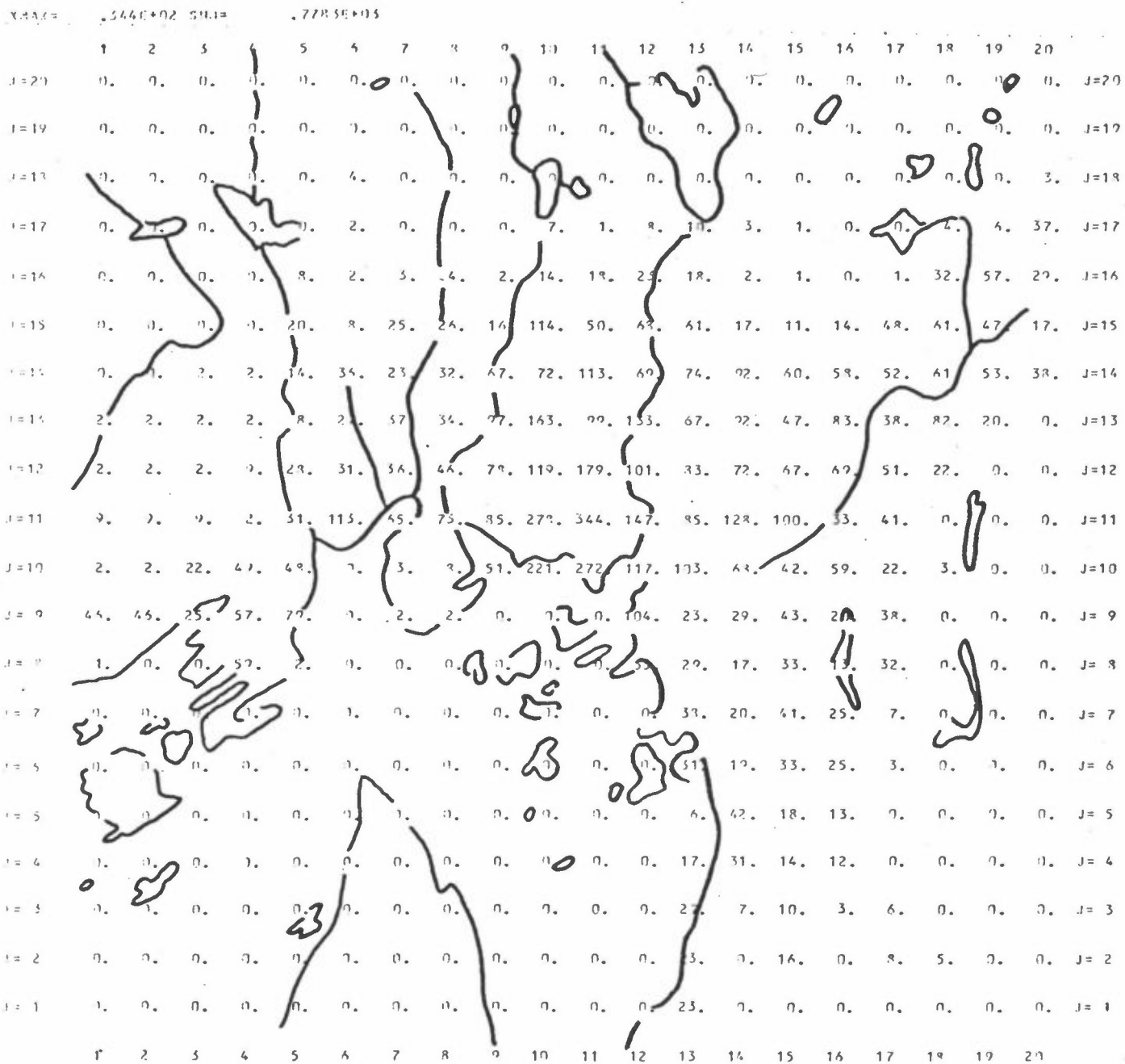
Figur A.3: Timesutslipp av CO 1979, vinter. Enhet: 1.0 kg CO/t

UTSLIPP AV HC



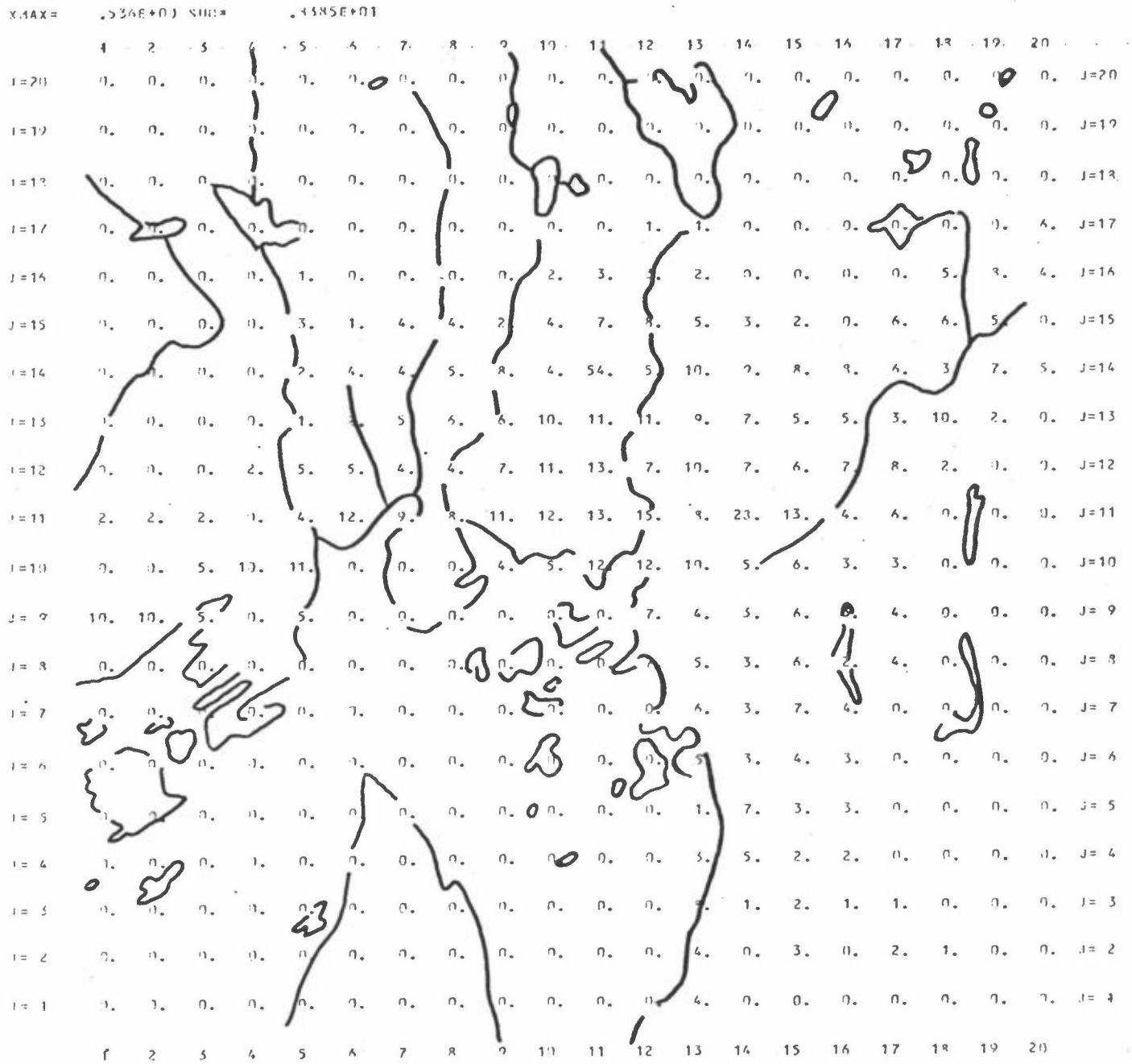
Figur A.4: Timesutslipp hydrokarboner 1979, vinter. Enhet: 0.1 kgHC/t

UTSLIPP AV NOx



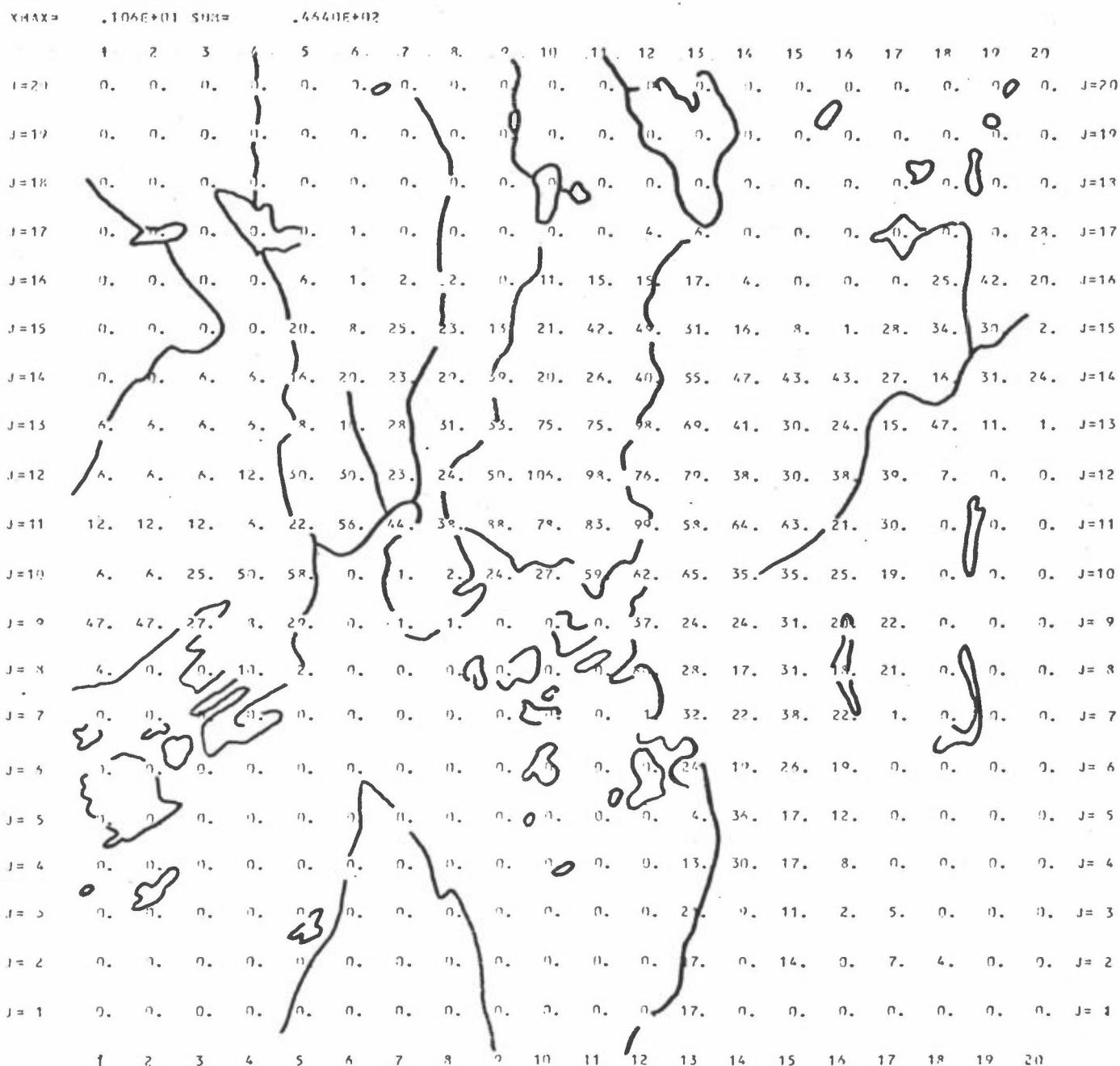
Figur A.5: Timesutslipp nitrogenoksyder, NO<sub>x</sub> 1979, vinter.  
 Enhet: 0.1 kgNO<sub>2</sub>/t

HTSLEIPP VY BLY



Figur A.6: Timesutslipp bly 1979, vinter. Enhet: 0.1 kgPb/t

UTSLIPP AV BENZEN



Figur A.7: Timesutslipp benzen, 1979, vinter. Enhet: 0.01 kgC<sub>6</sub>H<sub>6</sub>/t





VEDLEGG B

DATA FOR SPREDNINGSFORHOLDENE SOM ER  
BENYTTET VED BEREGNINGENE



Til beregning av langtidskonsentrasjoner er det benyttet vinddata fra Valle-Hovin og stabilitetsdata fra Blindern-Holmenkollåsen for vinteren 1970-71. Disse er så korrigert ved hjelp av vinddata fra Blindern samme vinter og med 30 års middelvindroser fra Blindern til å gi "normale" spredningsforhold. Tabell B.1 viser frekvenser av vind i forskjellige retninger, stabilitets- og vindstyrkeklasser for en "normal" vintersesong. Til beregning av 3 mnd-belastning av bly er det benyttet frekvensfordelingen vist i tabell B.2.

Til beregning av times- og døgnverdier er det benyttet meteorologiske data for følgende 10 dager:

Desember 1970	: 3 - 4
	9 - 10
	10 - 11
	12 - 13
	14 - 15
Januar 1971	: 1 - 2
	3 - 4
	5 - 6
	6 - 7
Februar 1971	: 4 - 5

Utvalget er foretatt på grunnlag av de høyeste SO<sub>2</sub>-registreringer (timesverdier og døgnverdier).

Tabell B.1: Frekvens av vind i forskjellige retninger, stabilitets- og vindstyrkeklasser. Stabilitet 1 = instabil, 2 = nøytral, 3 = lett stabil, 4 = stabil. "Normal-fordeling", vinter, Valle Hovin. Vindstillefrekvensen er 1.5%, og den tas med i beregningene i vindstyrkeklassen under 2 m/s.

Vind fra	Under 2 m/s				2-4 m/s				4-6 m/s				over 6 m/s				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
30	0.3	1.9	0.3	0.1	0.7	3.1	0.1	0.0	0.4	1.9	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	9.0
60	0.7	6.5	4.7	5.5	3.1	8.4	1.6	0.9	0.8	1.0	0.3	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	33.7
90	0.3	3.6	4.0	4.7	0.5	0.6	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	15.3
120	0.2	0.9	0.8	0.9	0.0	0.5	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3
150	0.1	2.1	0.6	0.6	0.3	0.6	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8
180	0.5	2.7	0.5	0.3	0.5	2.0	0.1	0.0	0.8	2.4	0.1	0.0	0.7	1.5	0.0	0.1	12.2
210	0.4	2.4	0.7	0.4	0.3	1.8	0.2	0.0	0.2	0.4	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	7.2
240	0.2	1.5	1.2	0.1	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5
270	0.1	0.5	0.8	0.4	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
300	0.1	0.3	0.3	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
330	0.0	0.4	0.1	0.0	0.3	0.8	0.1	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	2.6
360	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.7	0.1	0.0	0.3	1.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	2.5
	2.9	22.9	14.0	13.2	6.0	19.2	2.5	1.0	5.2	7.3	0.7	0.2	1.3	2.0	0.0	0.1	

Tabell B.2: Frekvens av vind i forskjellige retninger, stabilitets- og vindstyrkeklasser.  
 Vinter 70/71, Valle Hovin 3 mmd.  
 Vindstillefrekvensen er 2.4% og den tas med i beregningene i vindstyrkeklassen  
 under 2 m/s.

	under 2 m/s				2-4 m/s				4-6 m/s				over 6 m/s				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
	30	.2	1.3	.2	.2	.5	2.1	.1	.3	.3	1.3	.0	.0	.1	.1	.0	.0
60	.6	1.5	5.0	5.7	2.6	7.2	1.4	.8	.7	.9	.3	.1	.0	.1	.0	.0	26.9
90	.2	2.8	4.3	3.9	.3	.4	.0	.0	.9	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	12.9
120	.1	.6	.5	.7	.0	.3	.0	.0	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.9
150	.1	2.3	.6	.8	.3	.7	.2	.0	.1	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	5.3
180	.7	4.3	1.3	.5	.7	2.7	.1	.0	1.1	3.2	.1	.0	1.0	2.0	.0	.1	17.8
210	.6	4.0	1.3	.8	.5	2.5	.2	.0	.2	.5	.3	.1	.0	.1	.0	.0	11.1
240	.2	1.6	1.6	.2	.1	.3	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.1
270	.1	.7	1.3	.6	.1	.2	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.1
300	.1	.4	.4	.3	.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.4
330	.0	.6	.1	.0	.4	1.1	.2	.0	.3	.6	.0	.0	.3	.1	.0	.0	3.7
360	.0	.1	.0	.0	.1	.4	.1	.0	.2	.6	.0	.0	.1	.1	.0	.0	1.7
	2.9	20.2	16.6	13.7	5.6	18.1	2.4	1.2	4.5	7.2	0.8	0.2	1.6	2.5	0.0	0.1	

### Frekvenser av episoder

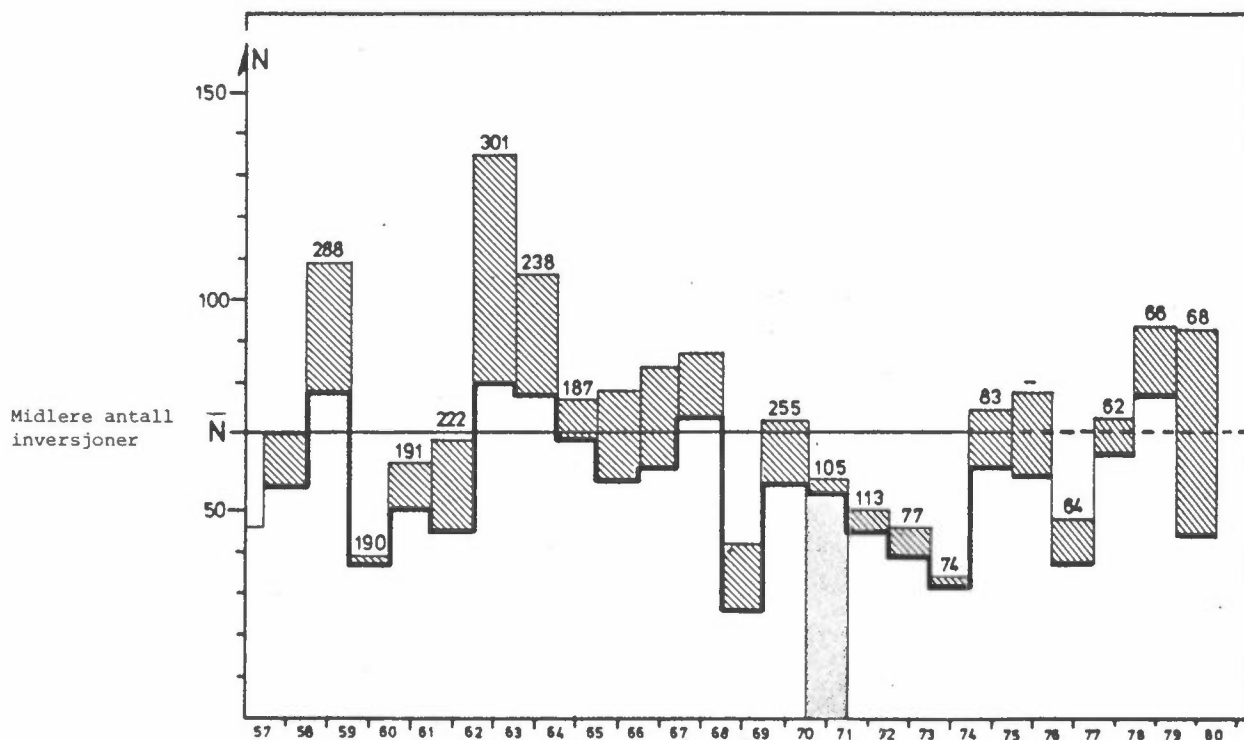
Forurensningsepisodene karakteriseres av svak vind, bakke-inversjoner og av kaldluftstrømmer i dalene. Overvåking av luftforurensning fra fyringsanlegg og biltrafikk i Oslo viser at overskridelser av kortperiodiske grenseverdier (midlingstid på 1 time, 8 timer og 24 timer) vanligvis forekommer i slike episoder.

Frekvensen av episoder med dårlige spredningsforhold (antall inversjoner) er derfor vist i figur B.1 for vintermånedene desember-februar for 23-års perioden 1957/58-1979/80. Histogrammet viser antall tilfeller med høyere temperatur på Tryvann enn på Blindern, basert på daglige observasjoner kl 07, kl 13 og kl 19. Den skraverte delen av diagrammet viser antall observasjoner når temperaturen på Tryvann er mer enn 5°C høyere enn på Blindern (sterk inversjon).

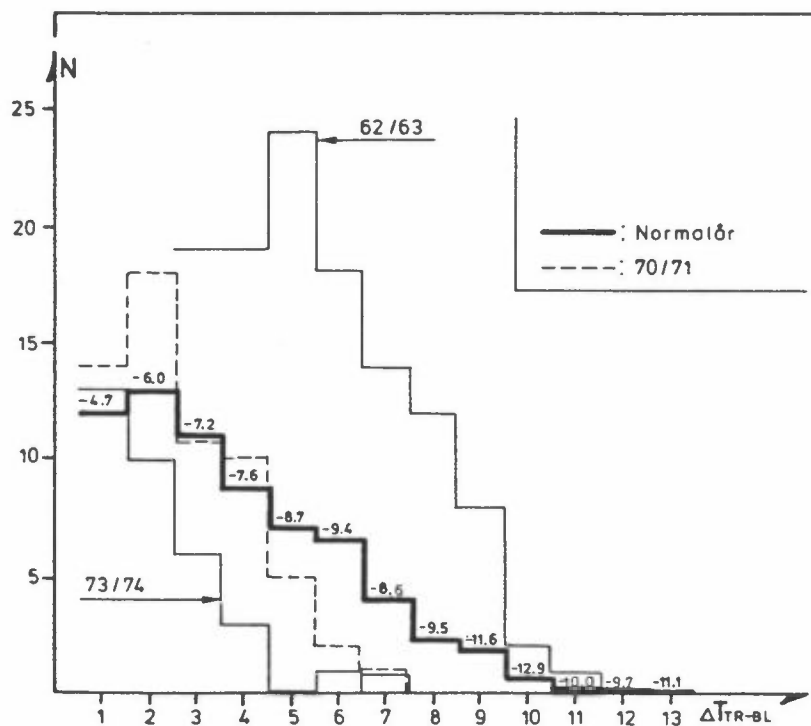
For å se hvorledes forurensningskonsentrasjonen varierer med denne parameteren (antall inversjoner) er midlere SO<sub>2</sub>-konsentrasjon fra Oslo sentrum for hvert år avsatt på figuren. Midlere antall inversjoner er avsatt ved en horisontal linje merket  $\bar{N}$  (normalår). I figur B.2 er avsatt frekvensfordelingen av inversjonsstyrken for de ekstreme vintrene 62/63 (dårlige spredningsforhold) og 73/74 (gode spredningsforhold). Det midlere antall observasjoner i hver gruppe i 23-års perioden er avsatt som tykk strek og antallet vinteren 70/71 er avsatt som brutt linje.

Resultatene indikerer at i 1970/71 var spredningsforholdene noe bedre enn normalt fordi en registrerte få sterke inversjoner. Frekvensen av forurensningsepisoder varierer fra år til år og får dermed virkning på langtidsmiddelbelastningen.

Beregningene som er utført må regnes som et estimat for typiske langtidsmiddelverdier i Oslo-området. Statistiske vurderinger av variasjonen i SO<sub>2</sub>-konsentrasjonen indikerer en variasjon på  $\pm 10\%$  på grunn av variasjoner i inversjonsfrekvensen (B1). Figur B.1 samt overslagsberegninger indikerer en variasjon på  $\pm 20\%$ . Før en kan bruke modellene til å angi denne variasjonen,



Figur B.1: Antall inversjoner (temperaturen på Tryvann er høyere enn på Blindern) i vintermånedene desember, januar og februar. Antall sterke inversjoner (temperaturforskjellen er mer enn 5°C) er skravert på histogrammet. Over histogrammet er avsatt midlere SO<sub>2</sub>-konsentrasjon målt i Oslo sentrum i hvert vinterhalvår. Enhet: µg/m<sup>3</sup>. Meteorologiske data fra 1970-1971 (markert på figuren) er benyttet i våre spredningsberegninger.



Figur B.2: Antall inversjoner med ulik styrke for ekstremårene 1962/63 og 1973/74. Gjennomsnittlig antall i hver gruppe og middeltemperaturen i hver gruppe er avsatt (tykk strek), stiplet linje angir forholdene i året 1970/71.



må en ha en bedre beskrivelse av sammenhengen mellom spredningsparametrene og inversjonsstyrken. Sammenhengen bør beskrives slik at den kan brukes i alle områder, også utenfor Oslo.

I et normalår forekommer det sterkere inversjoner og dårligere vertikalspredning enn vinteren 70/71. Ved beregning av maksimal-konsentrasjoner i episoder har en på den andre siden regnet med litt dårligere vertikalspredning enn inversjonsstyrken tilsier.

#### REFERANSER

(B1) Gram, F.  
Grønskei, K.E.

Forurensninger av sot og svovel-  
dioksyd i Oslo. Bruken av fyrings-  
oljer.  
Lillestrøm 1977. (NILU OR 5/77.)

VEDLEGG C

BEFOLKNINGSDATA



Befolkningsfordelingen som funksjon av tid på døgnet er beregnet på grunnlag av bosettingsmønsteret i Oslo,  $B(x,y)$ , fordeling av arbeidsplasser,  $A(x,y)$  og fordeling av trafikkarbeidet,  $R(x,y)$ .  $B(x,y)$ ,  $A(x,y)$  og  $R(x,y)$  er vist i figurene C1, C2 og C3, (se ref. (C1), (C2) og (C3)).

Totalbefolkningen  $B_s$ , samlet antall arbeidsplasser  $A_s$  og samlet trafikkarbeid  $R_s$  er funnet ved å summere tallene i henholdsvis C1, C2 og C3 med følgende resultat:

$$\begin{aligned} B_s &= 450\ 400 \text{ personer} \\ A_s &= 237\ 400 \text{ arbeidsplasser} \\ R_s &= 211\ 300 \text{ bil-km/time} \end{aligned}$$

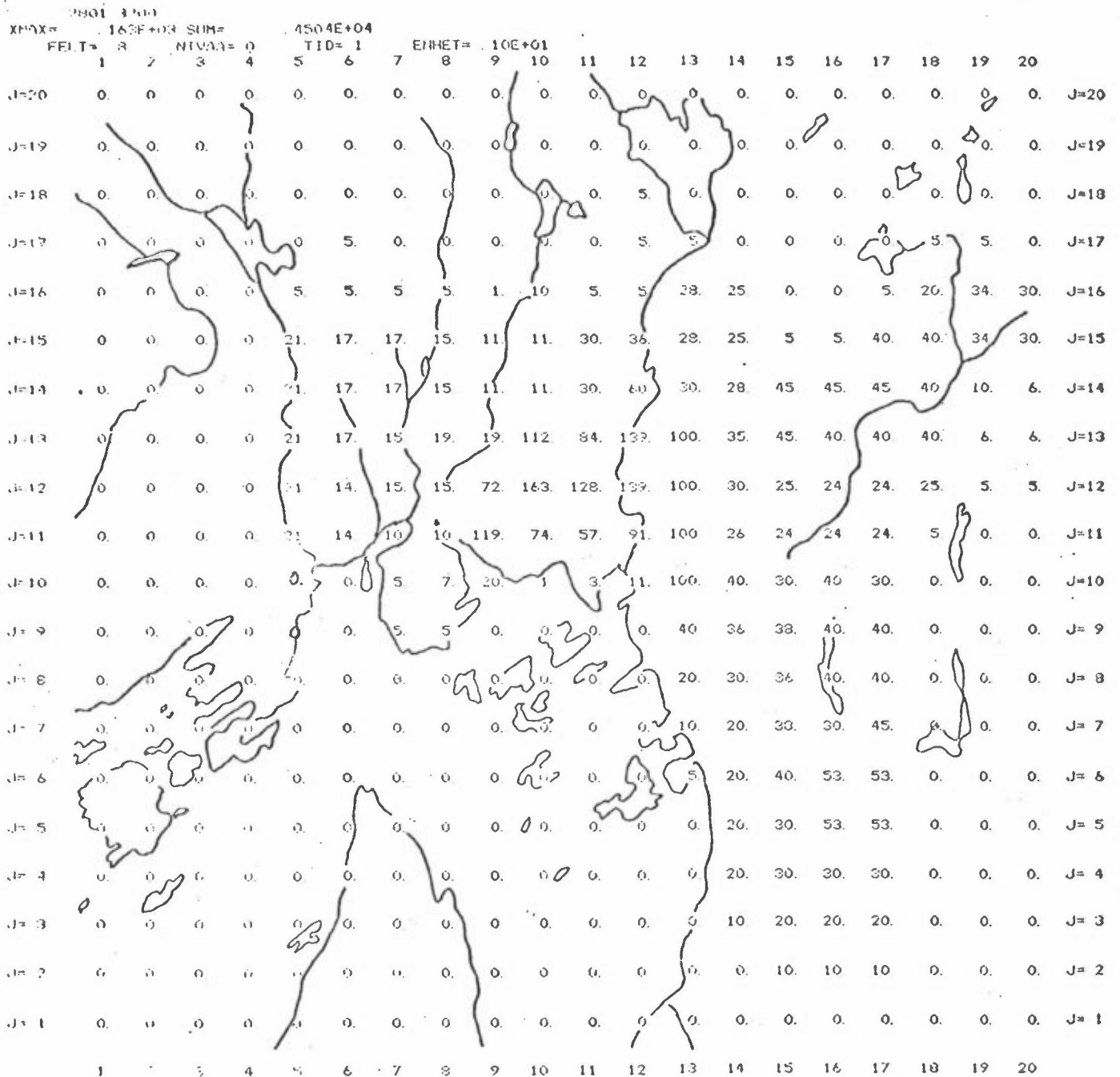
Data fra Statistisk Sentralbyrå (C4), angir hvor stor del av befolkningen som er henholdsvis i eller ved sin bolig,  $\gamma_B(t_k)$ , på arbeid (eller annen aktivitet utenfor hjemmet),  $\gamma_A(t_k)$ , og på reise,  $\gamma_R(t_k)$ , til enhver tid på døgnet. Verdiene for  $\gamma_A$ ,  $\gamma_B$  og  $\gamma_R$  er gitt i tabell C1.

Ligning C1 er benyttet ved beregning av hvor mange mennesker som oppholder seg i hver  $\text{km}^2$ -rute.

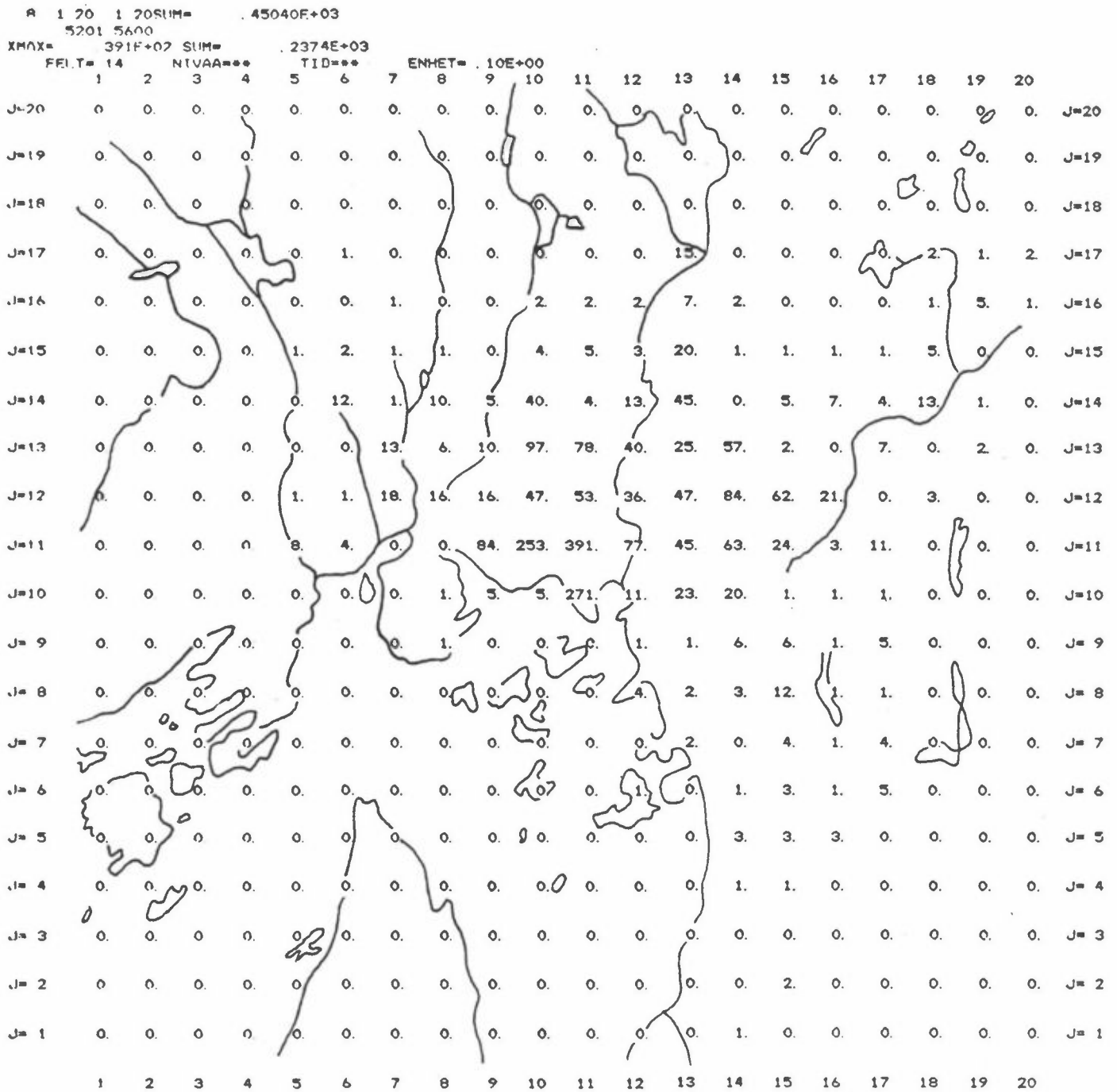
$$B_k(x,y) = \gamma_B(t_k) \cdot B(x,y) + B_s \left( \gamma_A(t_k) \frac{A(x,y)}{A_s} + \gamma_R(t_k) \frac{R(x,y)}{R_s} \right) \quad (C1)$$

Midt på dagen, kl 12, vil 177 908 mennesker av Oslo fordeles etter boligene (se figur C1), 245 468 fordeles etter arbeidsplassene (se figur C2) og 27 024 fordeles etter trafikkarbeidet.

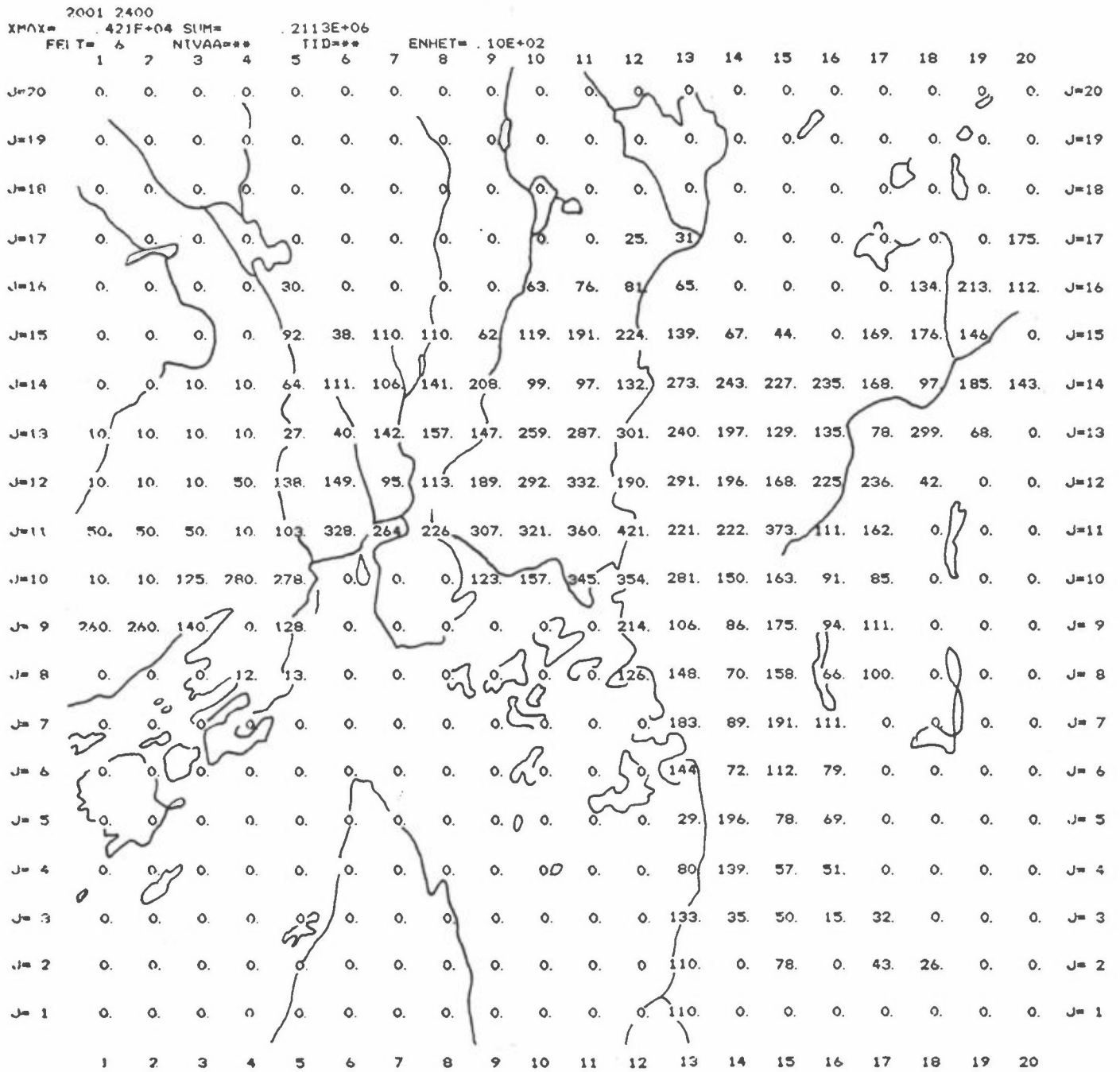
Befolkningsfordelingen som er benyttet er vist i figur C.1. Denne er basert på folketallet i forskjellige roder av Oslo pr. 31.12.76, og dette er så fordelt jevnt på de aktuelle km<sup>2</sup>-ruter.



Figur C.1: Befolkningsfordelingen i Oslo pr. 31.12.76.  
 Enhet: 100 personer pr km<sup>2</sup>.



Figur C2: Fordelingen av arbeidsplasser i Oslo 1974/1978.  
 Enhet: 100 arbeidsplasser pr. km<sup>2</sup>.



Figur C3: Fordelingen av trafikkarbeidet i Oslo.  
 Enhet: 10 bil-km/km<sup>2</sup> pr. time.

Tabell C1: Den prosentvise andel av befolkningen som er i eller ved sin bolig  $\gamma_B(t_k)$ , på sitt arbeidssted  $\gamma_A(t_k)$  og på reise  $\gamma_R(t_k)$ , gitt som funksjon av tid på døgnet ( $t_k$ ).

$t_k$	$\gamma_B$	$\gamma_A$	$\gamma_R$
1	96.0	4.0	0
2	97.0	3.0	0
3	97.0	3.0	0
4	97.0	3.0	0
5	97.0	3.0	0
6	96.0	3.5	0.5
7	87.5	7.0	5.5
8	69.5	22.5	7.0
9	53.0	40.5	6.5
10	46.0	49.5	4.5
11	41.0	53.0	6.0
12	39.5	54.5	6.0
13	41.5	52.0	6.5
14	41.0	51.5	7.5
15	45.0	47.5	7.5
16	49.5	43.0	7.5
17	60.5	27.5	12.0
18	71.0	21.0	8.0
19	71.0	22.5	6.5
20	70.0	24.0	6.0
21	74.0	24.0	4.0
22	78.5	17.5	4.0
23	86.0	11.5	2.5
24	92.5	6.5	1.0



REFERANSER

- |      |                                   |  |
|------|-----------------------------------|--|
| (C1) | Oslo kommune<br>Statistisk kontor | Oslo statistikken.<br>Folkemengden i Oslo pr. 31.12.76.<br>Soner og roder. Ytre og indre<br>sone. Oslo 1977. |
| (C2) | Oslo Byplankontor                 | Kart med standard soneinndeling<br>i Oslo. Angivelse av antall<br>arbeidsplasser. Oslo 1980.                 |
| (C3) | Oslo Helseråd                     | Trafikkstrømskart for Oslo.<br>Oslo 1980.  |
| (C4) | Statistisk sentralbyrå            | Tidsnyttingsundersøkelsen<br>1971-72. Hefte 1. Oslo 1975.  |

VEDLEGG D

FREKVENNS AV HØYE KONSENTRASJONER OG  
DATA FOR BEFOLKNINGSEKSPONERING



INNHOOLD

Figurene D1 - D23 angir antall timesverdier over angitte grenser.

Tabellene D1 - D9 angir antall personer som utsettes for angitt forurensningsnivå. Data angis for levert episodedøgn.



#### VEDLEGG D

I vedlagte figurer er vist antall beregnede verdier korttids-konsentrasjoner som overskrider angitte grenser innen hver km<sup>2</sup>. Antallet bestemmes ut fra timesvise beregnede verdier i 10 episodedøgn (nevnt i Vedlegg B).

- Figur D1: Beregnede SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner. Antall timesverdier større enn 200 µg/m<sup>3</sup>.
- Figur D2: Beregnede SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner. Antall timesverdier større enn 300 µg/m<sup>3</sup>.
- Figur D3: Beregnede SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner. Antall timesverdier større enn 400 µg/m<sup>3</sup>.
- Figur D4: Beregnede SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner. Antall døgnverdier større enn 100 µg/m<sup>3</sup>.
- Figur D5: Beregnede SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner. Antall døgnverdier større enn 150 µg/m<sup>3</sup>.
- Figur D6: Beregnede SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner. Antall døgnverdier større enn 300 µg/m<sup>3</sup>.
- Figur D7: Beregnede svevestøvkonsentrasjoner. Antall timesverdier større enn 200 µg/m<sup>3</sup>.
- Figur D8: Beregnede svevestøvkonsentrasjoner. Antall timesverdier større enn 300 µg/m<sup>3</sup>.
- Figur D9: Beregnede svevestøvkonsentrasjoner. Antall timesverdier større enn 400 µg/m<sup>3</sup>.
- Figur D10: Beregnede svevestøvkonsentrasjoner. Antall døgnverdier større enn 100 µg/m<sup>3</sup>.
- Figur D11: Beregnede svevestøvkonsentrasjoner. Antall døgnverdier større enn 150 µg/m<sup>3</sup>.
- Figur D12: Beregnede konsentrasjoner, nitrogenoksyder. Antall timesverdier større enn 200 µg/m<sup>3</sup>.
- Figur D13: Beregnede konsentrasjoner, nitrogenoksyder. Antall timesverdier større enn 300 µg/m<sup>3</sup>.
- Figur D14: Beregnede konsentrasjoner, nitrogenoksyder. Antall timesverdier større enn 400 µg/m<sup>3</sup>.
- Figur D15: Beregnede konsentrasjoner, nitrogenoksyder. Antall timesverdier større enn 600 µg/m<sup>3</sup>.
- Figur D16: Beregnede konsentrasjoner, nitrogenoksyder. Antall døgnverdier større enn 100 µg/m<sup>3</sup>.

Figur D17: Beregnede konsentrasjoner, nitrogenoksyder. Antall døgnverdier større enn  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Figur D18: Beregnede konsentrasjoner, nitrogenoksyder. Antall døgnverdier større enn  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Figur D.19: Beregnede konsentrasjoner, nitrogenoksyder. Antall døgnverdier større enn  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Figur D20: Beregnede karbonmonoksydkonsentrasjoner. Antall timesverdier større enn  $5 \text{mg}/\text{m}^3$ .

Figur D21: Beregnede karbonmonoksydkonsentrasjoner. Antall timesverdier større enn  $7 \text{mg}/\text{m}^3$ .

Figur D22: Beregnede karbonmonoksydkonsentrasjoner. Antall timesverdier større enn  $10 \text{mg}/\text{m}^3$ .

Figur D23: Beregnede karbonmonoksydkonsentrasjoner. Antall timesverdier større enn  $15 \text{mg}/\text{m}^3$ .

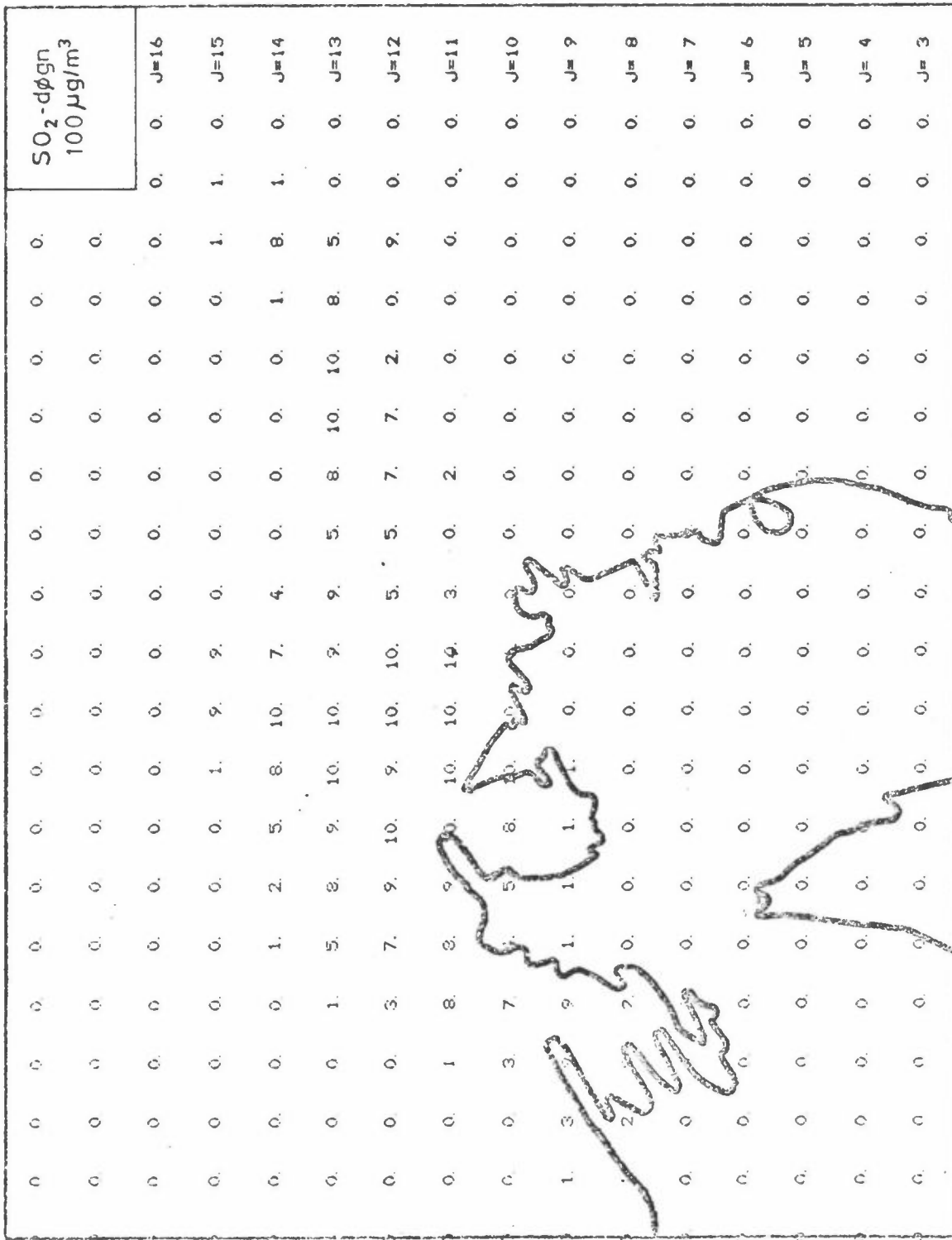
															SO <sub>2</sub> -time 200 µg/m <sup>3</sup>	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	84	37	0	0	0	0	0	0	3	1
0	0	0	0	1	8	41	133	18	0	0	0	0	0	0	2	42
0	0	1	2	12	19	41	102	110	40	47	3	12	58	89	25	16
0	0	1	6	22	56	92	74	103	67	7	3	6	6	0	29	0
0	1	2	33	48	70	111	97	165	74	0	0	0	0	0	0	0
0	1	9	22	16	39	107	165	107	0	0	0	0	0	0	0	0
2	5	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figur D1: Beregnede SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner. Antall timesverdier større enn 200 µg/m<sup>3</sup>.

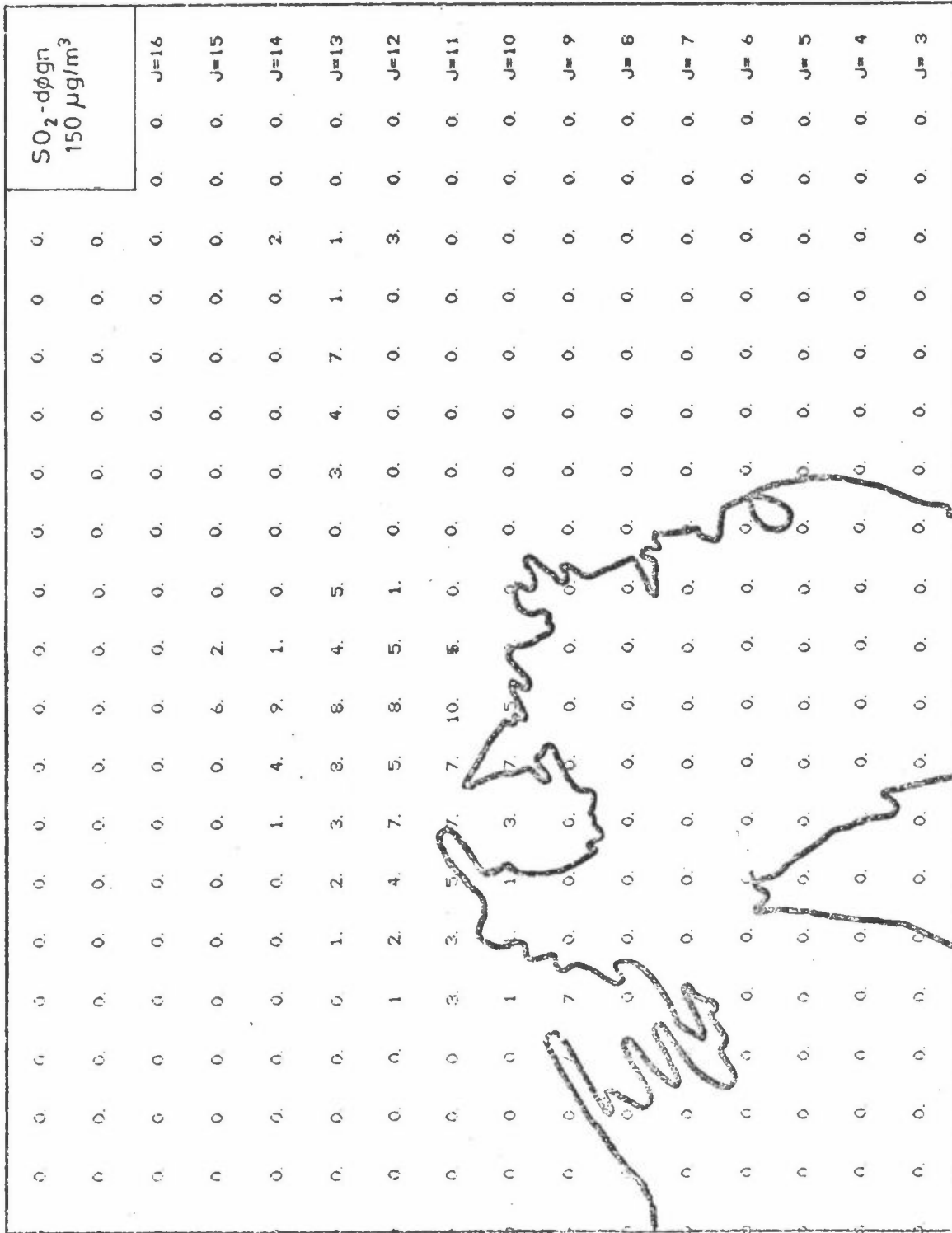








Figur D4: Beregnede SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner. Antall døgnverdier større enn 100 µg/m<sup>3</sup>.



Figur D.5: Beregnede SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner. Antall døgnverdier større enn 150 µg/m<sup>3</sup>.

																SO <sub>2</sub> -døgn 300 µg/m <sup>3</sup>		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=16
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=14
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=13
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=12
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=3

Figur D.6: Beregnede SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner. Antall døgnverdier større enn 300 µg/m<sup>3</sup>.

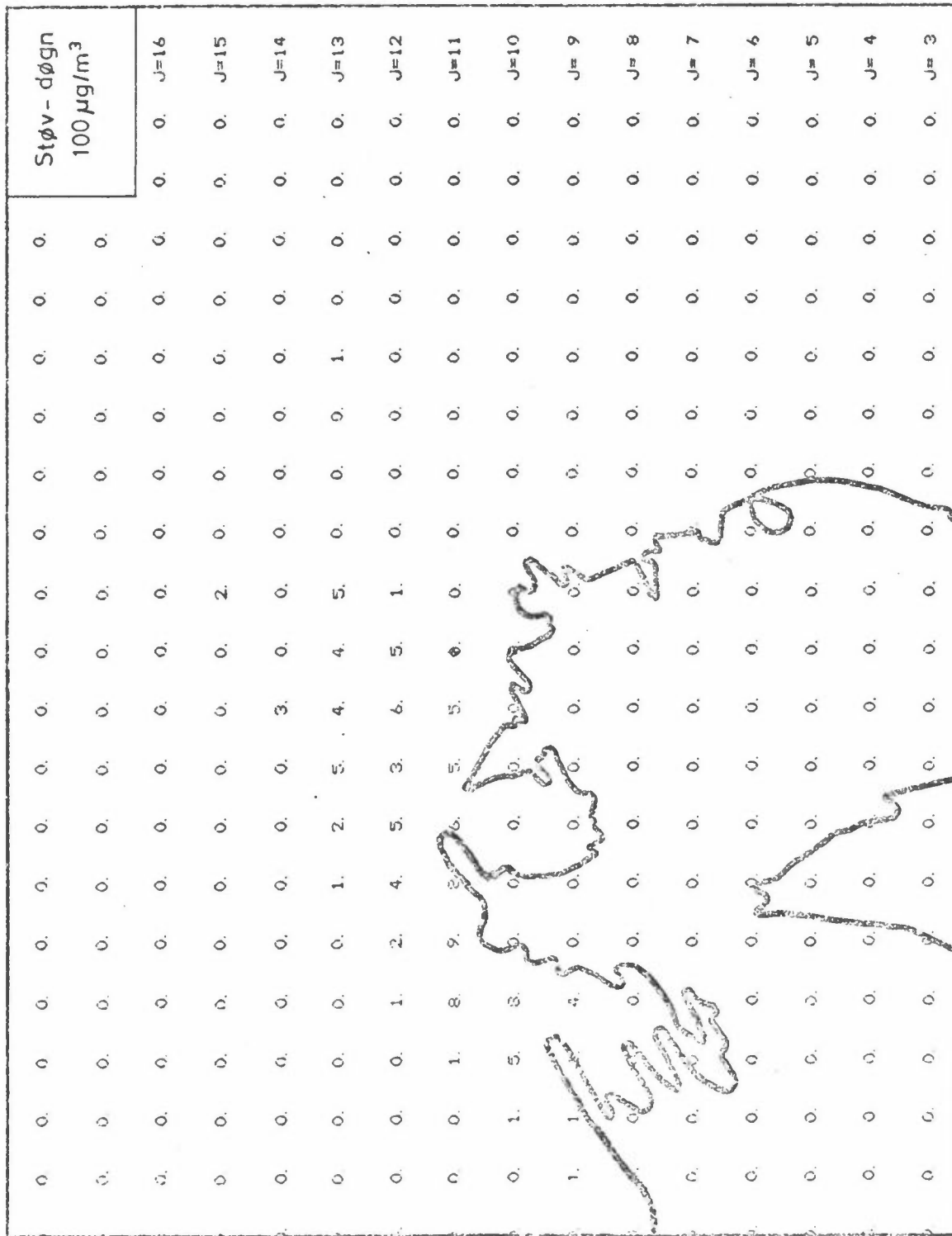




																Støv-time 400 µg/m <sup>3</sup>			
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=16
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=15
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=14
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=13
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=12
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=11
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=10
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=9
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=8
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=7
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=6
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=5
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=4
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=3

Figur D9: Beregnede svevestøvkonentrasjoner. Antall timesverdier større enn 400 µg/m<sup>3</sup>.





Figur D10: Beregnede svevestøvkonsentrasjoner. Antall døgnverdier større enn 100 µg/m³.

																Støv - døgn 150 µg/m <sup>3</sup>	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=16
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=14
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=13
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=12
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=3



Figur D.11: Beregnede svevestøvkonsentrasjoner. Antall døgnverdier større enn 150 µg/m<sup>3</sup>.

																	NO <sub>x</sub> -time		
																	200 μg/m <sup>3</sup>		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	J=16
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	J=15
0	0	1	2	11	13	30	76	110	21	8	7	6	8	10	18	75	24	0	J=14
0	0	1	6	29	57	82	114	98	63	62	33	61	97	115	77	74	0	0	J=13
0	1	6	47	82	104	119	90	100	83	42	52	72	47	24	10	4	0	0	J=12
1	6	21	81	129	134	118	112	136	99	17	10	14	11	0	0	0	0	0	J=11
5	41	98	115	2	53	53	9	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=10
74	77	133	25	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=9
2	29	101	32	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=8
5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=3

Figur D 12: Beregnede konsentrasjoner, nitrogenoksyder. Antall timesverdier større enn 200 μg/m<sup>3</sup>.

																NO <sub>x</sub> -time			
																300 µg/m <sup>3</sup>			
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	7.	0.	J=16
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	3.	0.	J=15
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	6.	0.	J=14
0.	0.	0.	1.	4.	14.	22.	38.	28.	12.	10.	6.	9.	21.	42.	21.	30.	0.	0.	J=13
0.	1.	1.	11.	29.	39.	49.	20.	23.	13.	8.	9.	12.	10.	8.	0.	0.	0.	0.	J=12
0.	1.	4.	33.	87.	89.	22.	26.	53.	14.	3.	0.	1.	1.	0.	0.	0.	0.	0.	J=11
1.	11.	54.	69.	2.	10.	7.	1.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=10
0.	78.	25.	57.	76.	4.	1.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=9
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=8
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=7
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=6
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=5
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=4
0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	J=3

Figur D 13: Beregnede konsentrasjoner, nitrogenoksyder. Antall timesverdier større enn 300 µg/m<sup>3</sup>.

																						NO <sub>x</sub> -time 400 µg/m <sup>3</sup>
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=16
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=14
0	0	0	0	1	4	9	12	6	1	3	0	1	7	14	7	15	0	0	0	0	0	J=13
0	0	0	1	8	11	15	5	5	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=12
0	1	1	10	40	39	4	9	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=11
1	2	22	29	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=10
0	12	10	15	25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=9
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=3

Figur D14: Beregnede konsentrasjoner, nitrogenoksyder. Antall timesverdier større enn 400 µg/m<sup>3</sup>.

																NO <sub>x</sub> -tlme 600 µg/m <sup>3</sup>		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=16
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	J=14
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	J=13
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=12
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=10
1	1	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=3

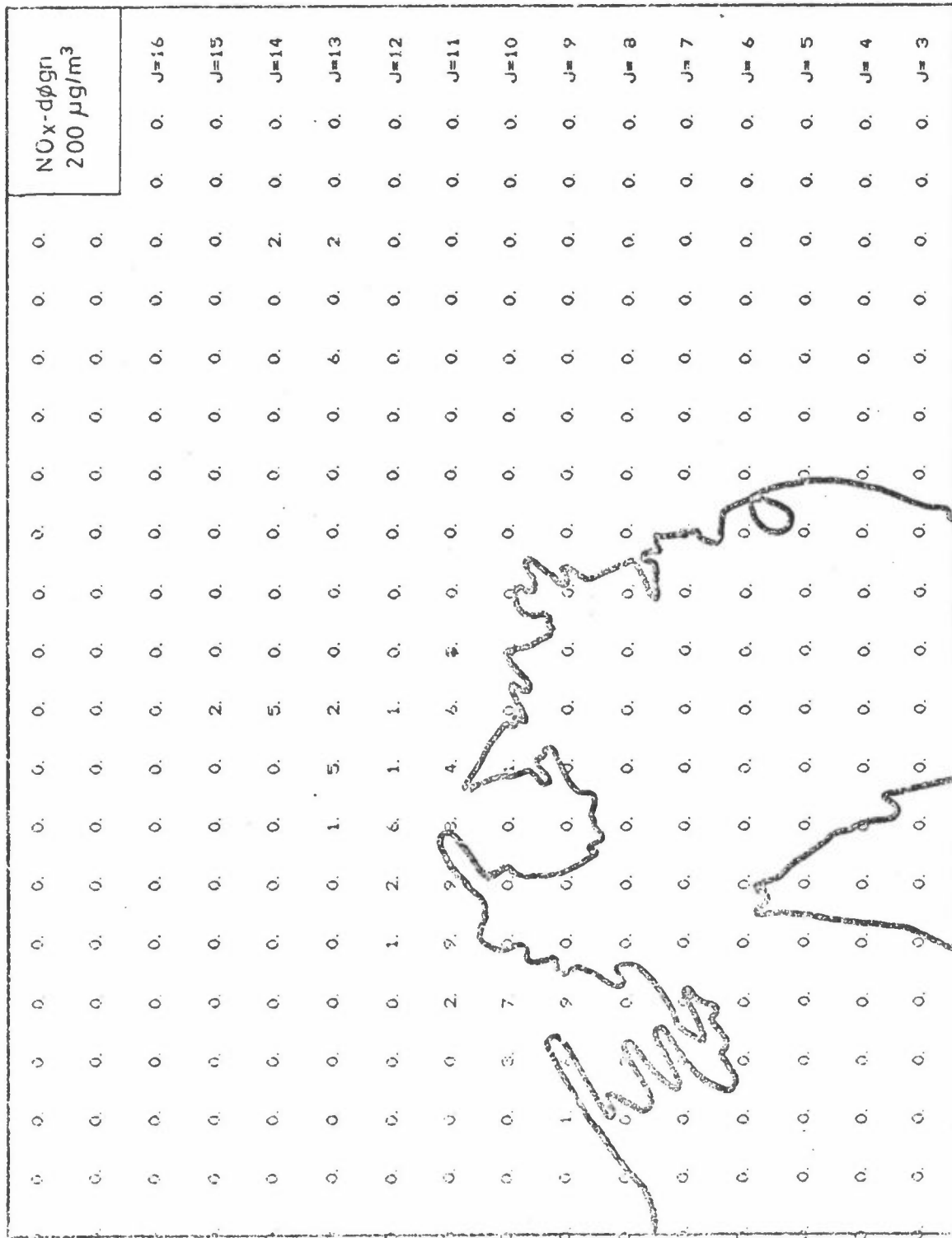
Figur D15: Beregnede konsentrasjoner, nitrogenoksyder. Antall timesverdier større enn 600 µg/m<sup>3</sup>.

																NO <sub>x</sub> -døgn 100 µg/m <sup>3</sup>			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	J=16
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8	J=15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9	J=14
0	0	0	1	5	9	9	10	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	9	J=13
0	0	1	6	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	0	0	J=12
0	0	2	9	10	10	10	10	10	10	10	10	7	1	0	0	0	0	0	J=11
0	7	9	10	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	J=10
9	9	10	10	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=8
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=3

Figur D16: Beregnede konsentrasjoner, nitrogenoksyder. Antall døgnverdier større enn 100 µg/m<sup>3</sup>.







Figur D18: Beregnede konsentrasjoner, nitrogenoksyder. Antall døgner. Antall døgner større enn 200 µg/m³.

																NOx-døgn 300 µg/m <sup>3</sup>		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=16
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=14
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=13
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=12
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=3

Figur D.19: Beregnede konsentrasjoner, nitrogenoksyder. Antall døgnverdier større enn 300 µg/m<sup>3</sup>.

																CO -tíme > 5 mg/m <sup>3</sup>		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	J=16
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	J=15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	J=14
0	0	0	1	5	15	22	23	13	10	9	5	8	11	15	11	23	0	J=13
0	1	2	15	30	32	28	14	11	9	5	9	9	8	6	3	0	0	J=12
0	2	7	34	87	73	17	7	4	1	0	1	3	0	0	0	0	0	J=11
0	1	25	70	75	2	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=10
0	4	33	30	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=3

Figur D20: Beregnede karbonmonoksydkonsentrasjoner. Antall timesverdier større enn 5 mg/m<sup>3</sup>.

																CO -time > 7 mg/m <sup>3</sup>			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	J=16	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	J=15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	J=14
0	0	0	1	1	7	9	9	5	4	4	0	1	6	7	5	9	0	0	J=13
0	1	1	6	9	10	12	5	5	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	J=12
0	1	1	9	34	26	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=11
1	8	79	35	9	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=10
27	15	7	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=9
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=3

Figur D21: Beregnede karbonmonoksydkonsentrasjoner. Antall timesverdier større enn 7 mg/m<sup>3</sup>.



																CO -time >15 mg/m <sup>3</sup>		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=16
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=14
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=13
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=12
0	0	0	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=11
0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=10
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	J=3

Figur D23: Beregnede karbonmonoksydkonsentrasjoner. Antall timesverdier større enn 15 mg/m<sup>3</sup>.

I tabellene som følger (tabell D1-D9) er angitt hvor mange mennesker som er eksponert for ulike konsentrasjoner. For korttidsverdier er angitt antall eksponerte for hvert episodedøgn.

Tabell D1: Befolkningseksposering for langtidsmiddelverdier.  
For hver komponent er angitt antall mennesker som bor i områder med angitte langtidsmiddelverdier.

	Konsentrasjon $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Antall personer $10^3$ personer
For $\frac{1}{2}$ års midlere $\text{SO}_2$	over 160	0
	80-160	0
	60-80	59.2
	40-60	175.4
For $\frac{1}{2}$ års midlere svevestøv-konsentrasjoner	over 160	0
	80-160	0
	60-80	0
	40-60	85.4
For $\frac{1}{2}$ års midlere $\text{NO}_2$ -konsentrasjoner	over 150	0
	100-150	0
	70-100	0
	40-70	38.5
For maksimal 3 måneders bly-konsentrasjon	over 2	0
	1.5-2	5
	1.0-1.5	19.5
	0.5-1.0	281.1

Tabell D2: Befolkningseksposering for SO<sub>2</sub> i Oslo.  
24-timesverdier. Enhet: 10<sup>3</sup> personer.

Dag nr/C (µg/m <sup>3</sup> )	>300 µg/m <sup>3</sup>	200-300	150-200	100-150
1	-	50.9	56.	85.
2	-	-	16.5	122.
3	-	7.4	52.4	89.
4	-	7.4	31.6	89.
5	-	-	7.4	85.5
6	7.4	62.8	63.	82.
7	-	68.	84.	72.
8	-	66.5	61.5	88.
9	-	72.8	51.2	73.
10	-	7.4	51.4	94.2

Tabell D3: Befolkningseksposeringer for SO<sub>2</sub> i maksimaltimer  
i hvert episodedøgn. Enhet: 10<sup>3</sup> personer.

Dag nr/C (µg/m <sup>3</sup> )	over 600	400-600	300-400	200-300	k1
1			78.	126.	16
2			4.8	7.9	13
3			33.-	117.	16
4			0.5	39.3	21
5				28.6	16
6		5.8	81.2	100.	9
7		4.0	112.-	123.	16
8		24.8	66.1	144.	16
9		13.8	79.	72.	17
10			1.3	68.6	9



Tabell D4: Befolkningseksposering for støv i Oslo.  
24-timesverdier. Enhet:  $10^3$  personer.

Dag nr/C ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	>300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200-300	150-200	100-150
1				72.3
2				3.5
3				7.1
4				19.8
5				-
6			2.1	107
7				117
8				101
9			3.5	105
10				6.1

Tabell D5: Befolkningseksposeringen for støv i maksimaltimer  
hvert episodedøgn. Enhet:  $10^3$  personer.

Dag nr/C ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	over 600	400-600	300-400	200-300	k1
1			2.46	7.24	16
2			3.45	13.25	"
3			1.91	3.86	"
4			-	22.6	"
5			-	-	"
6			4.32	103.	"
7		2.53	4.08	110.	"
8			4.46	103.	"
9		1.54	5.48	134.	"
		3.85	9.45	43.3	17
10				4.31	16

Tabell D6: Befolkningseksposering for CO i Oslo.  
8-times middelveidier. Enhet:  $10^3$  personer.

Døgn/C ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	over 15	10-15	7-10	5-7
1				-
2				4.5
3				-
4				4.5
5				-
6				5.
7				-
8				3.5
9				-
10				-
11				1.4
12				-
13				1.1
14			3.5	4.9
15				-
16				4.5
17				3.5
18			5.6	9.9
19				2.5
20				2.5

Tabell D7: Befolkningseksposeringen for CO i maksimaltimer  
i hvert episodedøgn.

Dag nr/C ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	over 15	10-15	7-10	5-7	k1
1		4.8	72	205	16
2		5.0	31.2	153	16
3		7.2	41.5	145	16
4		3.0	19.7	130	16
5				28.2	16
6	1.5	12.4	81.3	109	16
7	3.9	13.2	112	96	16
8	1.5	11.4	86.9	117	16
9	4.3	19.7	137	131	16
10		3.4	4.5	125	16

Tabell D8: Befolkningseksposering for  $NO_x$  i Oslo.  
24-timesverdier. Enhet:  $10^3$  personer.

Dag nr/C ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	> 300	200-300	150-200	100-150
1	-	31.7	99.	85.
2	-	17.-	54.7	146.
3	-	17.9	81.9	121.
4	-	4.	81.7	64.
5	-	-	13.4	146.
6	-	77.9	76.	71.
7	0.5	46.4	120.	65.
8	-	37.4	89.	87.
9	2.4	35.3	93.	72.
10	-	5.-	93.8	111.

Tabell D9: Befolkningseksposeringen for  $NO_x$  i maksimaltimer  
i hvert episodedøgn.

dag nr/C ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	over 600	400-600	300-400	200-300	kl
1	3.32	118	114	97	16
2	4.3	69.0	168	82	16
3	10.4	65.1	160	81	16
4		35.0	174	97	16
5			72.2	219	16
6	3.32	106	125	94	16
7	7.66	203	51	71	16
8	3.32	166	77	86	16
9	13.1	24.	62.6	115	16
10	2.53	15.2	216	92	16

VEDLEGG E  
OZON OG NO<sub>2</sub>-DANNELSE SOMMERSTID

AV  
Ø. HOV



Nitrogenoksyd-utslippene i Oslo-området forårsaker ozon-nedbryting i luftmassene som passerer over byen, samtidig som nitrogendioksyd dannes. Utslippene av nitrogenoksyder og hydrokarboner forårsaker videre en dannelse som forårsaker et ozonoverskudd på lesiden av byen om dagen. Ozonnedbrytningen er virksom både dag og natt og uansett værtype. Effektiviteten er imidlertid temperaturavhengig, og mengden av ozon i luftmassene som kommer inn over byen, er avhengig av den synoptiske situasjonen. I en godværs periode sommertid med luftmasser som har passert industrialiserte områder på kontinentet, i England eller syd Sverige, kan ozoninnholdet i lufta som kommer inn over syd Norge være  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eller høyere. Samtidig er gjerne nitrogenoksyd ( $\text{NO}_x$ ) konsentrasjonene lave, fordi  $\text{NO}_x$  har en kort halveringstid i forhold til  $\text{O}_3$ .

Virkingen av utslipp av hydrokarboner, nitrogen oksyder og karbonmonoksyd i Oslo er undersøkt ved hjelp av en kombinert kjemi og transport modell. I modellen følges en vertikal søyle som beveger seg med luftmassenes middelhastighet. Den vertikale utveksling innenfor søylen er bestemt av intensiteten av vertikal turbulent blanding, som i godt vær er svært avhengig av fordelingen og styrken av varmekildene i bakkenivå. Søylen strekker seg fra bakken og opp til 2 km.

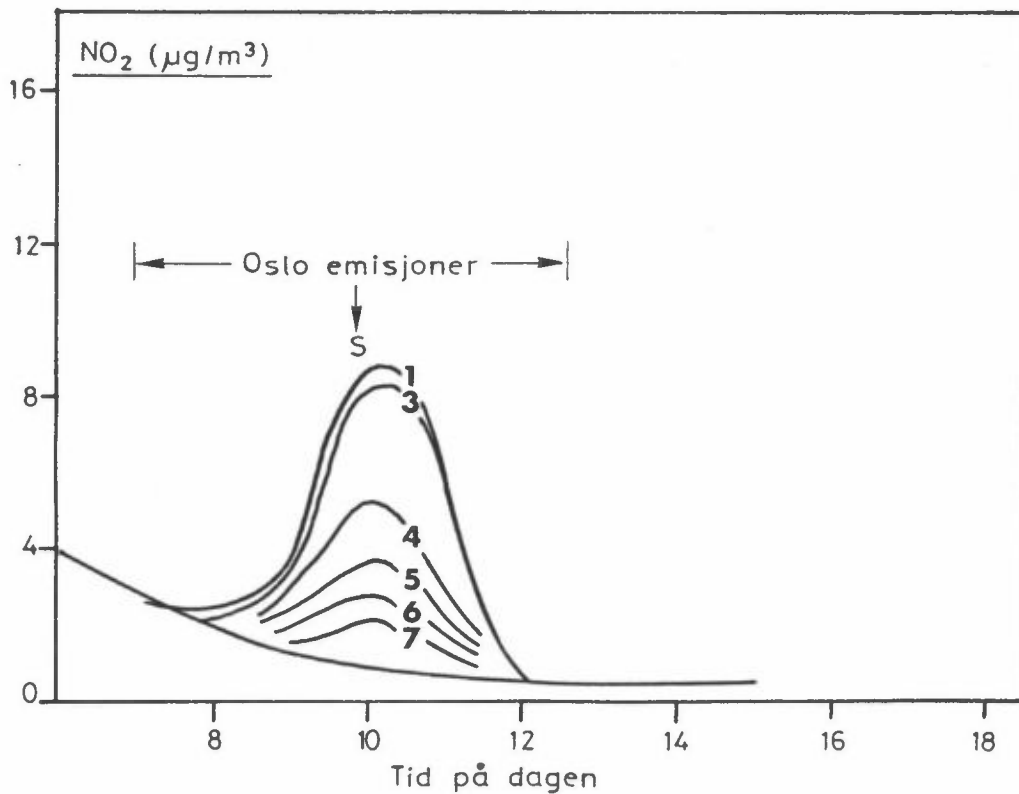
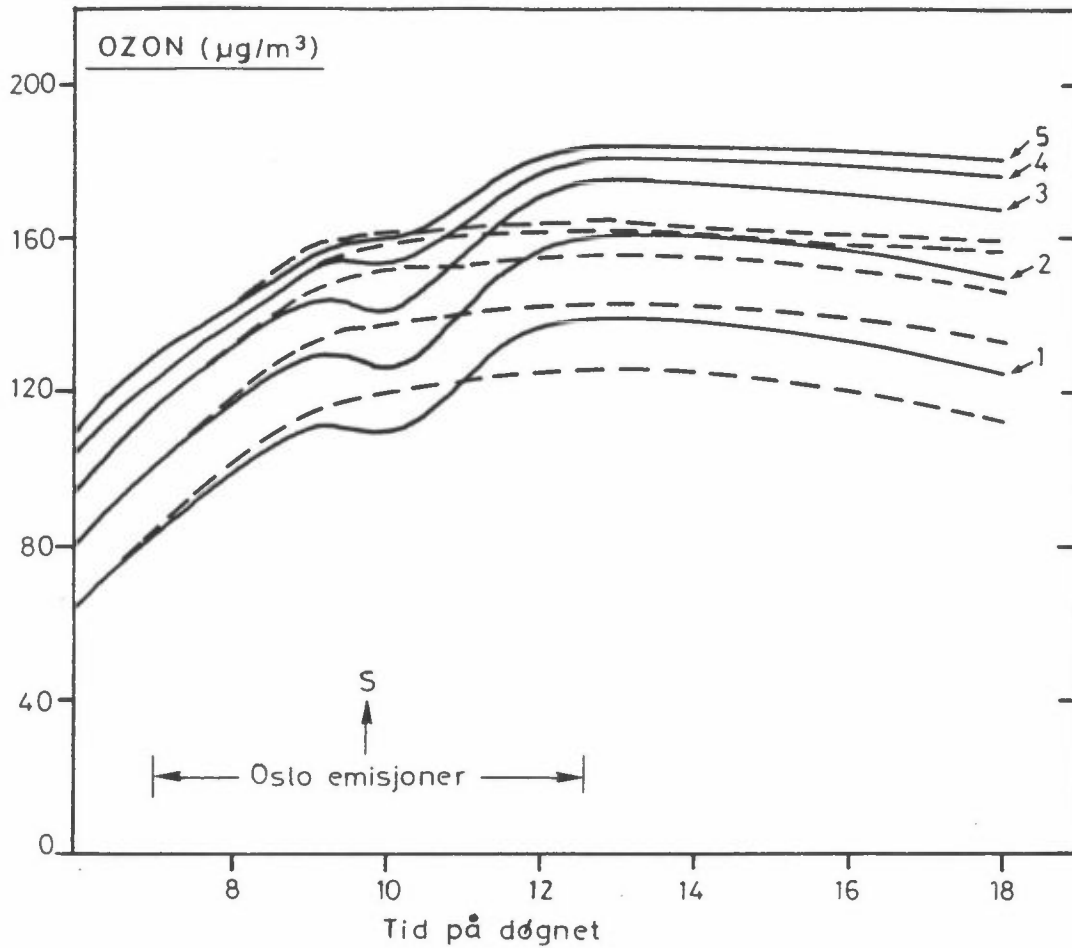
Blandingshøyden varierer mellom ca 125 m natterstid og opp til ca 1300 m om ettermiddagen. I fig. E.1 er vist forløpet for ozon i de 5 nederste nivåer (nivå 1: 1 m, 2: 3.7 m, 3: 12.8 m, 4: 38.2 m, 5: 90.6 m høyde) for en vertikal søyle med ca  $170\text{--}180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som midlere ozonkonsentrasjon i de nederste 1200 m. Konsentrasjonene er lave kl 06, noe som skyldes at de 5 nederste nivåer ligger under inversjonen, hvor deposisjon og kjemiske prosesser bryter ned ozon om natten. Utover dagen øker ozon konsentrasjonene fordi det foregår kjemisk dannelse, og fordi ozonrik luft blandes ned ettersom inversjonen brytes opp. Luftmassene antas å ha en horisontal hastighet på 1 m/s, og kommer inn over Oslo-området fra sør kl 07. Osloutslippene er midlet over  $20 \times 1$  km striper på tvers av vindretningen, slik at utslippene skifter for hver km (hvert 1000 s). Mellom kl 9.30 og 10 passerer Oslo sentrum,

og luftmassen forlater gridområdet ca kl 1230. På fig. E.1 er stiplet forløpet av ozon i en luftmasse i en analog modellberegning hvor Oslo-utslippene er utelatt. Forskjellen mellom de heltrukne og stiplede kurvene er følgelig et mål for Oslo-utslippenes effekt på ozon og  $\text{NO}_2$ .

Den maksimale ozonnedbrytning over bykjernen og det maksimale ozonoverskudd på lesiden av byen i forhold til et uforurenset tilfelle, er vist i fig. E.2, som en funksjon av høyden. Maksimal nedbrytning er ca  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  like ved bakken, mens overskuddet på lesiden er ca  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Det er verdt å merke seg at nedbrytningen er konsentrert til lagene nærmest bakken, overskuddet på lesiden strekker seg over hele det blandete laget (opp til ca 1200 m kl 18). Hvis vinden økes til 2 m/s passerer luften raskere over kildene og nedbrytningen over bykjernen blir større, mens effekten på lesiden halveres. Tilsvarende vises for  $\text{NO}_2$  øverst på fig. E.2.

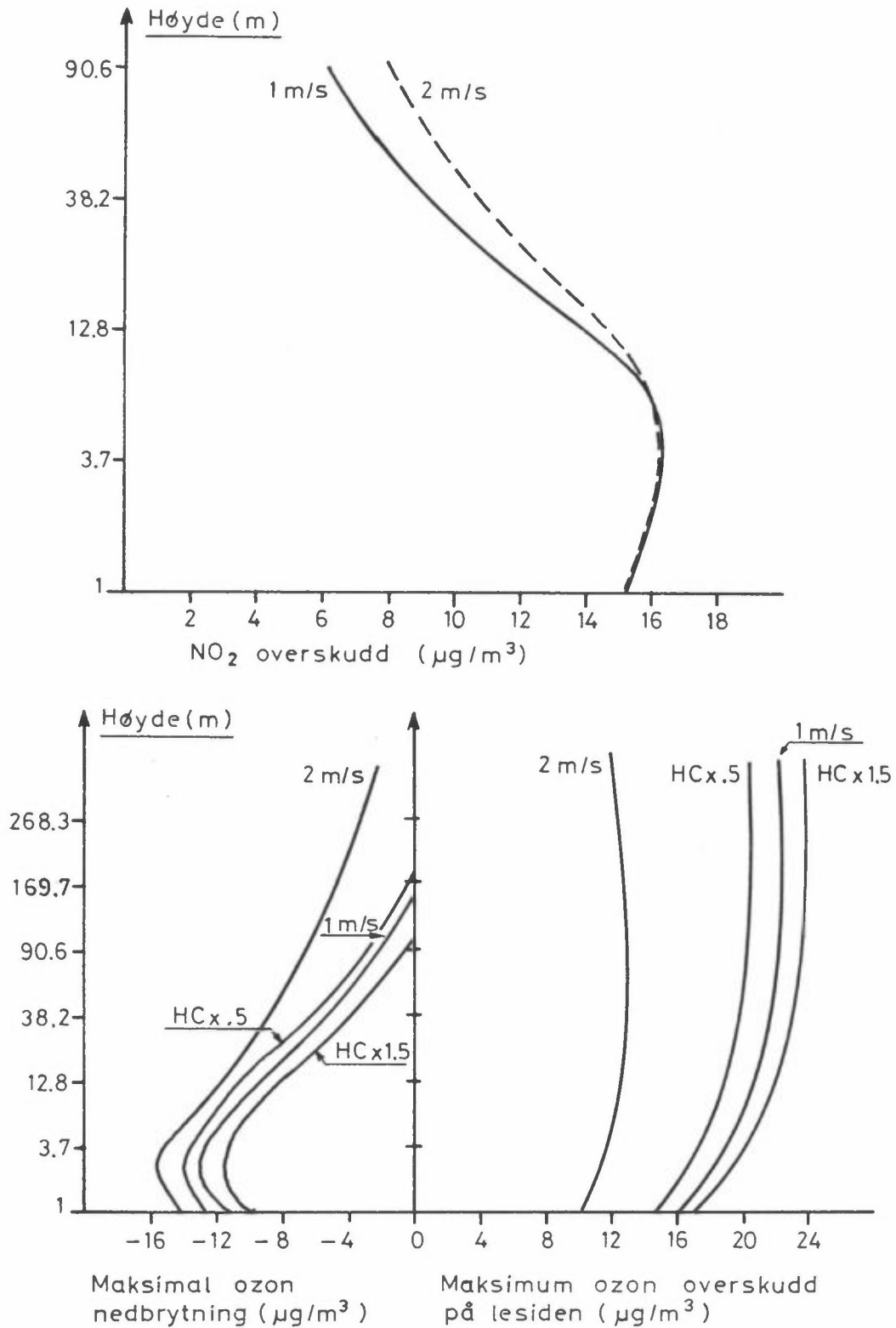
Maksimalt  $\text{NO}_2$  overskudd over bykjernen er ca  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2$  nær overflaten, med virkning som avtar raskt med høyden. På lesiden er  $\text{NO}_2$  konsentrasjonene i byluften noe høyere enn i lufta omkring, men konsentrasjonene er lave ( $\approx 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

På fig. E.2 er vist effekten på ozon ved en 50% økning og en halvering av hydrokarbonutslippene over Oslo, mens  $\text{NO}_x$  holdes uendret. Dette har relativt liten virkning på ozon, neglisjerbar for  $\text{NO}_2$ . HC-utslippene kommer nesten utelukkende fra trafikk sommerstid. En ren HC-kontroll på trafikk utslipp er følgelig ikke særlig effektiv med hensyn til ozon eller  $\text{NO}_2$  reduksjon, etter disse beregninger å dømme. Hvis imidlertid både HC og  $\text{NO}_x$  utslippene halveres, blir  $\text{NO}_2$  overskuddet og  $\text{O}_3$  underskuddet over bykjernen nær halvert, det samme skjer med  $\text{O}_3$  overskuddet på lesiden av byen.



Figur E.1: Ozon og  $\text{NO}_2$  i en vertikal søyle som beveger seg fra sør innover Oslo kl 07, passerer Oslo sentrum ca 0945, og ut av grid-området kl 1230. De 5 nederste nivåer er vist, svarende til 1 m, 3.7 m, 12.8 m, 38.2 m og 90.6 m. De stiplede kurver angir forløpet i en tilsvarende luftmasse som passerer utenom forurensningskildene i Oslo.





Figur E.2: Maksimalt NO<sub>2</sub> overskudd over Oslo i en luftstøyle som passerer byen med hhv. 1 og 2 ms<sup>-1</sup> hastighet (øverst). Nederst tilsvarende for ozon, med maksimal nedbrytning over bykjernen og maksimum overskudd på lesiden av byen. Beregningene er utført med 2 og 1 ms<sup>-1</sup> vind, i det siste tilfelle også med halvering og 50% økning av Oslo's hydrokarbonutslipp.

Resultatene som er referert her endres ikke markert om luftmassene som modelleres passerer over byen noe senere på dagen (f.eks. kommer inn over gridområdet kl 10), eller om ozon-nivået i luften som kommer inn er noe lavere. Modellen som er anvendt til beregningene som er referert her, er nærmere beskrevet i ref. (E1), (E2) og (E3).

#### REFERANSER

- (E.1) Hov, Ø. (1981) One dimensional vertical model for ozone and other gases in the atmospheric boundary layer. Lillestrøm 1981. (NILU TR 10/81). Sendt til Atmospheric Environment.
- (E.2) Hov, Ø. (1981) Numerical solution of a diffusion equation for chemically reactive atmospheric species. Lillestrøm 1981. (NILU TR 11/81). Sendt til Atmospheric Environment.
- (E.3) Hov, Ø. (1981) The turnover of sulphur dioxide and nitrogen oxides in the atmospheric boundary layer. NILU F 11/81. Proceedings, 2nd European Symposium on "Physico-Chemical Behaviour of Atmospheric Pollutants", Varese, 29/9-1/10 1981, s. 625-634. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland.



VEDLEGG F  
LOKALFORURENSNING AV SO<sub>2</sub> VED PUNKTKILDER



MAKSIMALKONSENTRASJONER (TIMESMIDDELVEODIER) VED 12  
ENKELTKILDER I OSLO

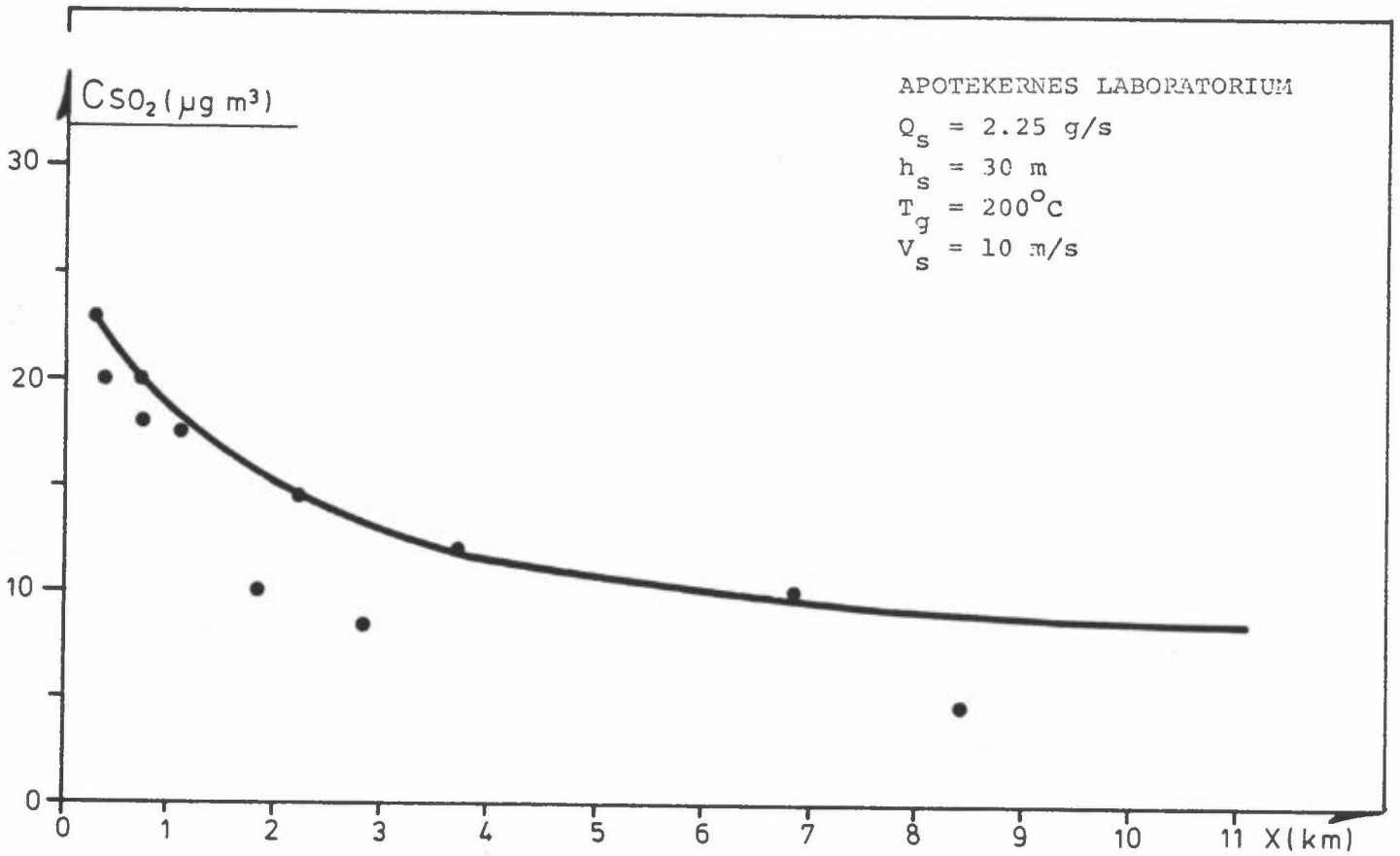
For hver kilde er avsatt maksimalkonsentrasjon (y-aksen) og avstanden til maksimalkonsentrasjonen (x-aksen) ved forskjellige meteorologiske situasjoner, (avmerket med prikker på figuren). På dette grunnlaget har en søkt å angi en øvre grense for konsentrasjonene som kan forekomme i forskjellig avstand fra kildene. Beregnede konsentrasjoner er avmerket i figurene F1-F12.

- F 1: Apotekernes Laboratorium
- F 2: DENOFA
- F 3: Haraldrud søppelbrenning
- F 4: Emil Moestue
- F 5: Varmesentralen
- F 6: NSB, Dyveke
- F 7: Rikshospitalet
- F 8: Spigerverket
- F 9: Standard Telefon og Kabelfabrikk
- F10: Tveitas Varmesentral
- F11: Ullevål sykehus
- F12: Universitetets fyringsanlegg

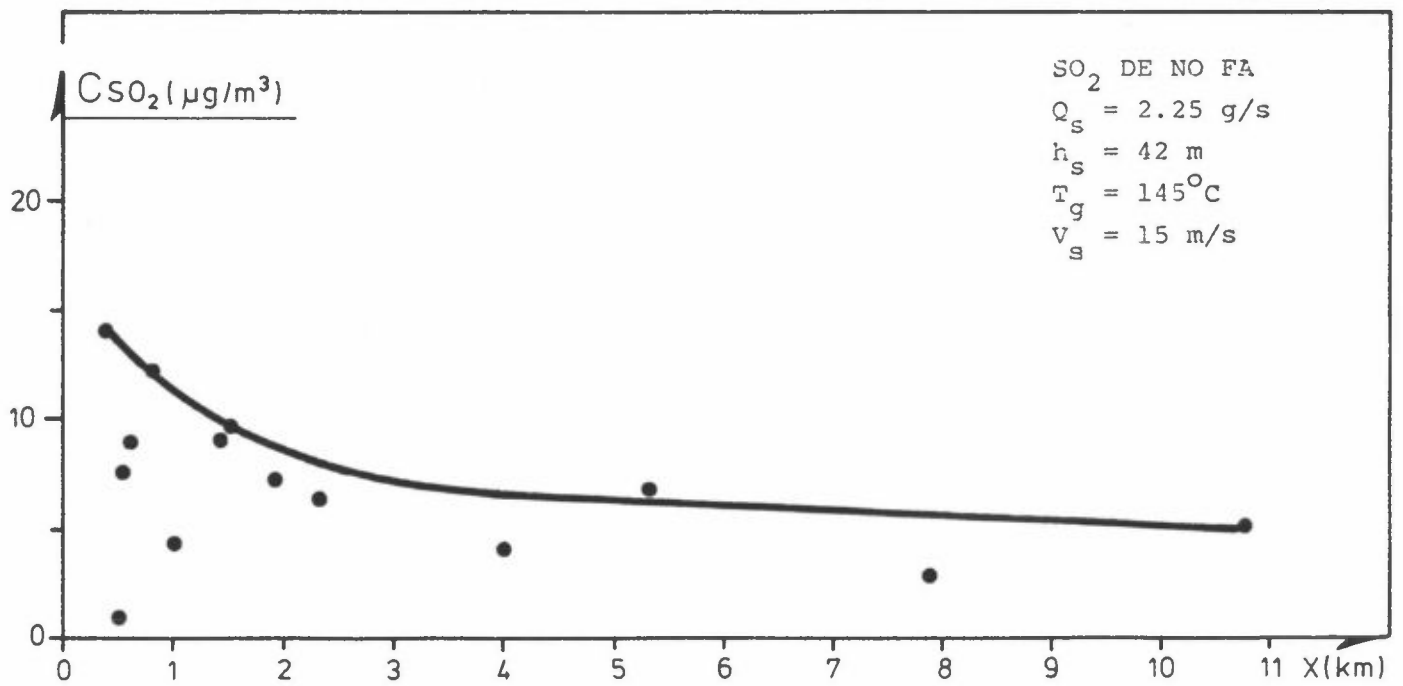
På hver figur oppgis navn og utslippsdata i øvre høyere hjørne:

- $Q_s$ : Utslipp av  $SO_2$  (g/s)
- $h_s$ : Utslippshøyde (m)
- $T_g$ : Temperatur i avgassene ( $^{\circ}C$ )
- $V_s$ : Utslippshastighet (m/s)

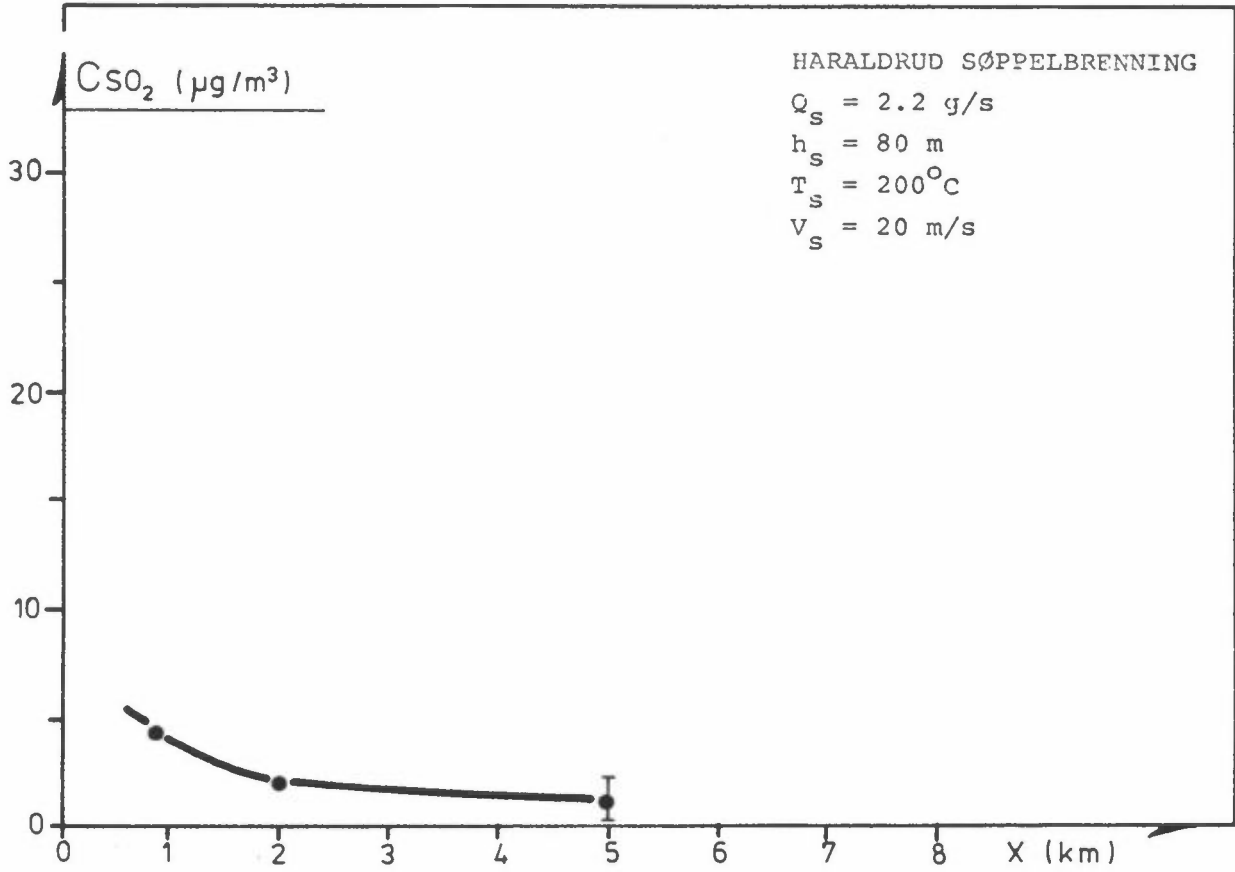
Når forurensningsutslippet skjer høyt over bakken forekommer de høyeste konsentrasjonene nær bakken ved gode vertikale blandingsforhold. Når vertikalblandingen er dårlig (inversjon), blir avstanden stor før forurensningene blandes ned til bakken. Horisontalspredningen vil da være så stor at konsentrasjonen ved bakken blir mindre.



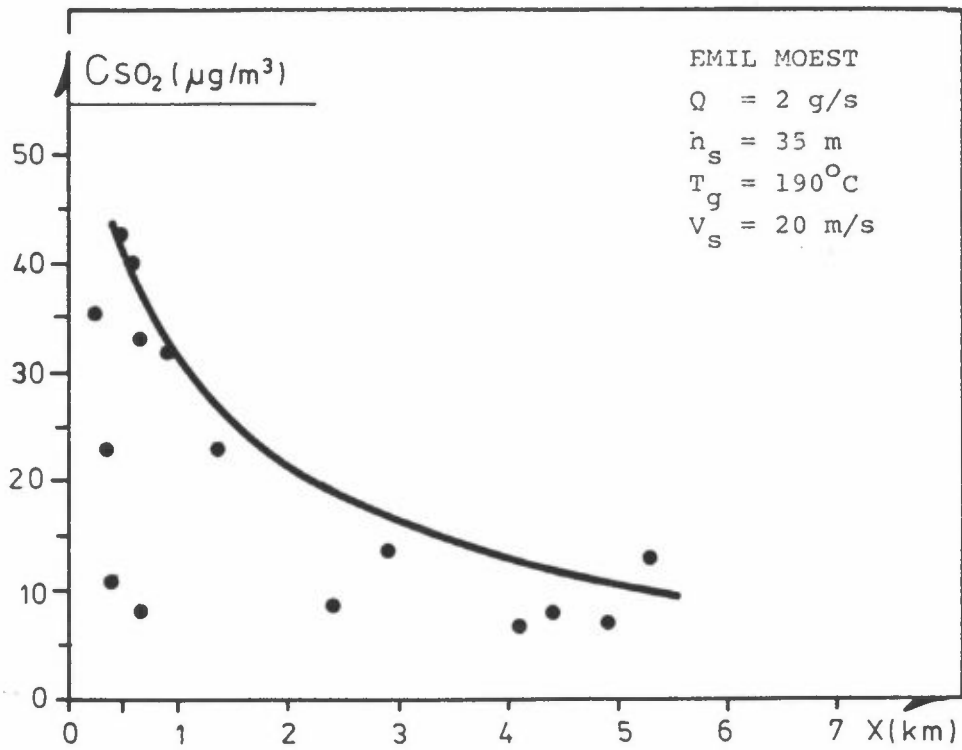
Figur F1: Apotekernes Laboratorium



Figur F2: DENOFA

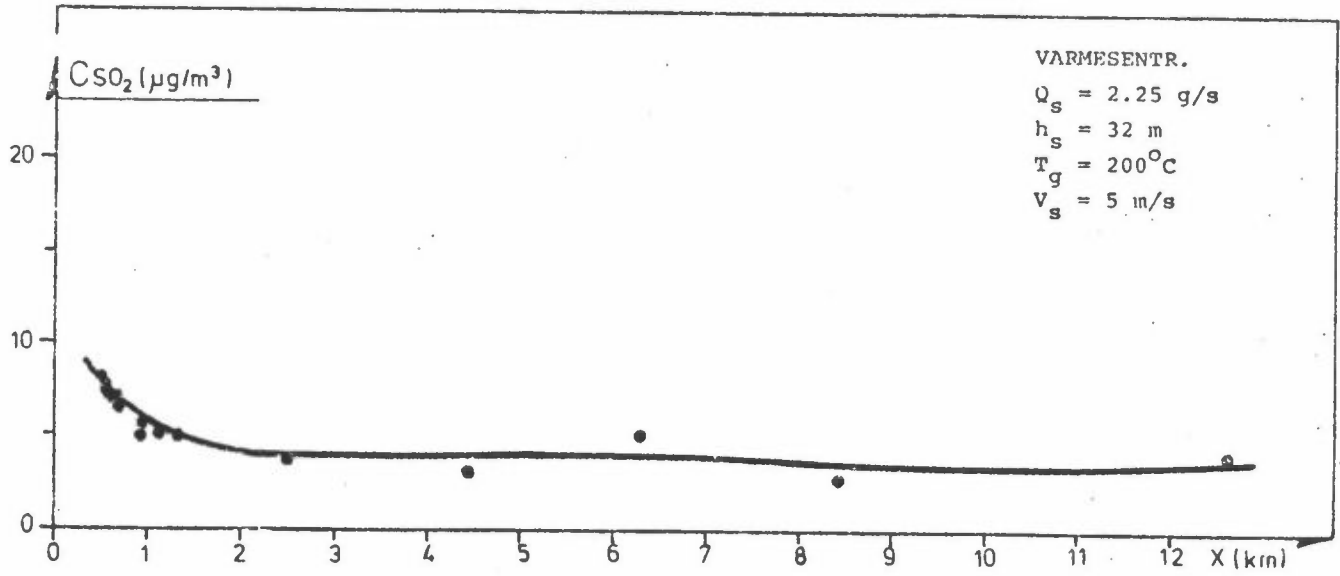


Figur F3: Haraldrud søppelbrenning

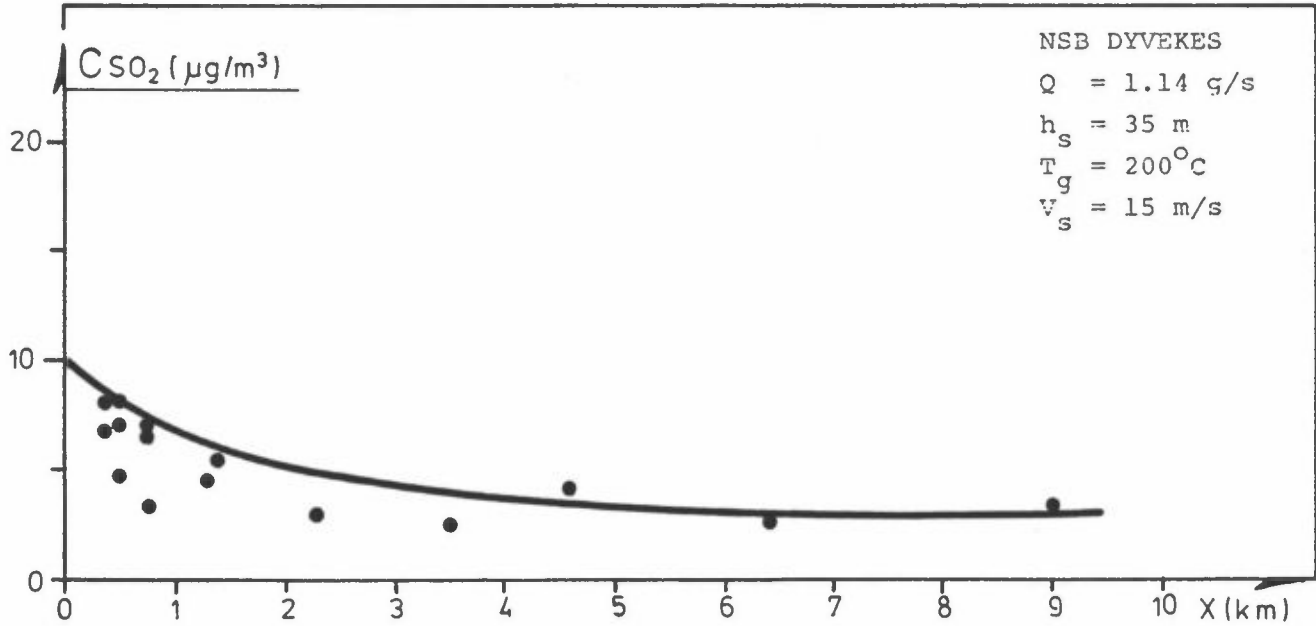


Figur F4: Emil Mostu

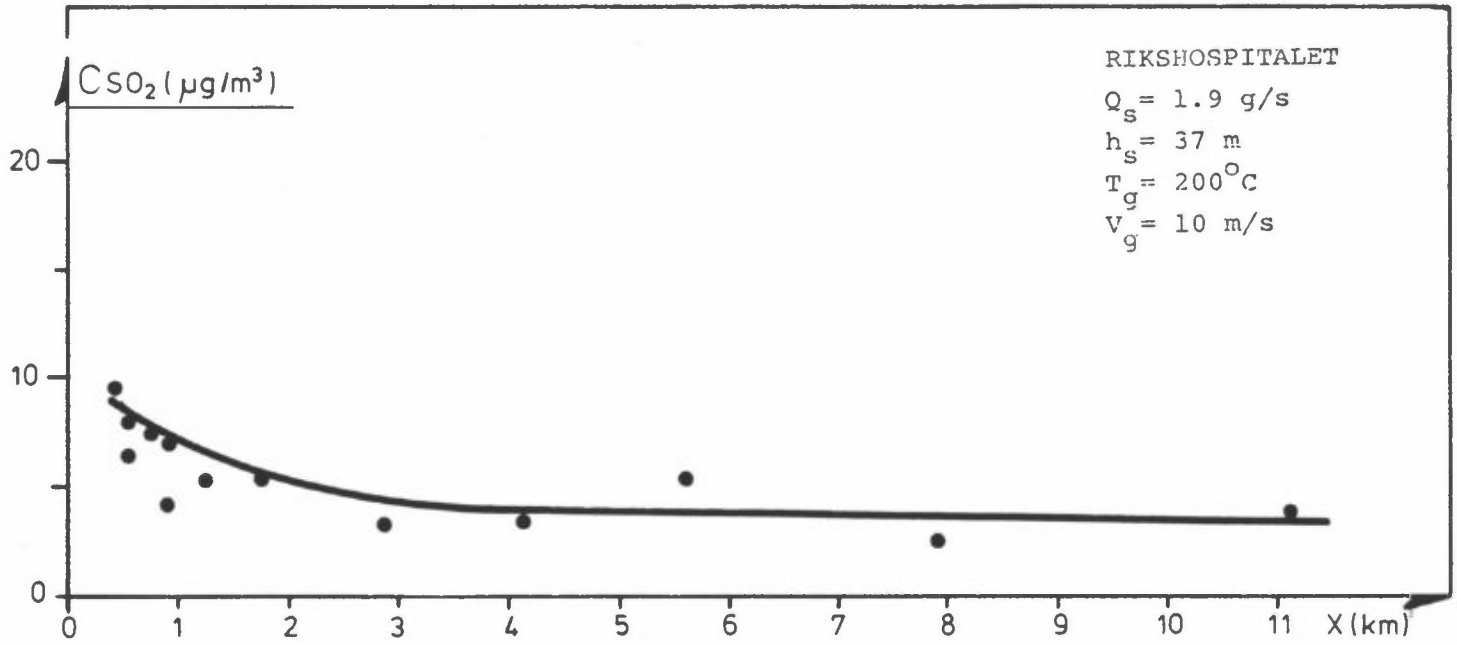




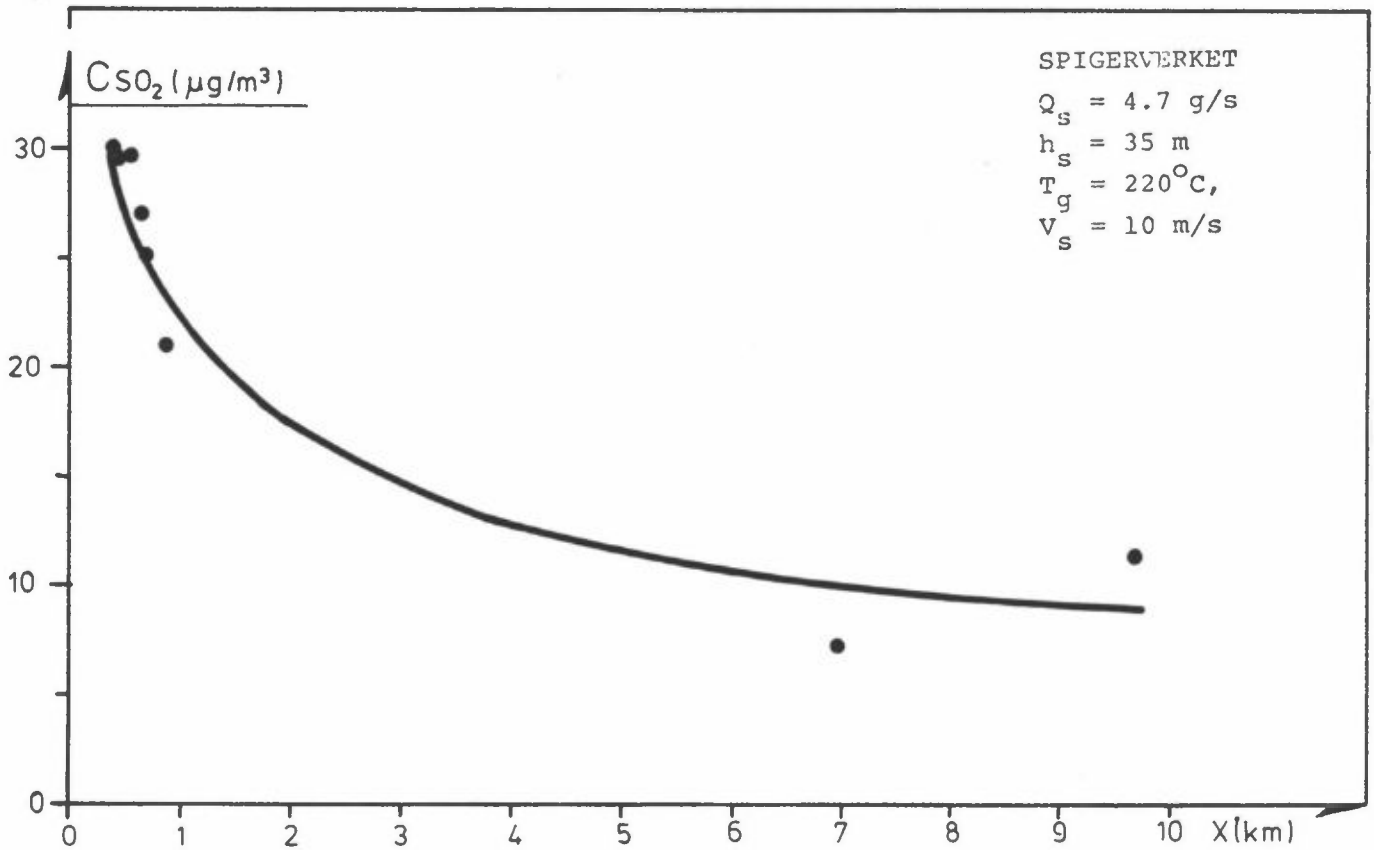
Figur F5: Varmesentralen.



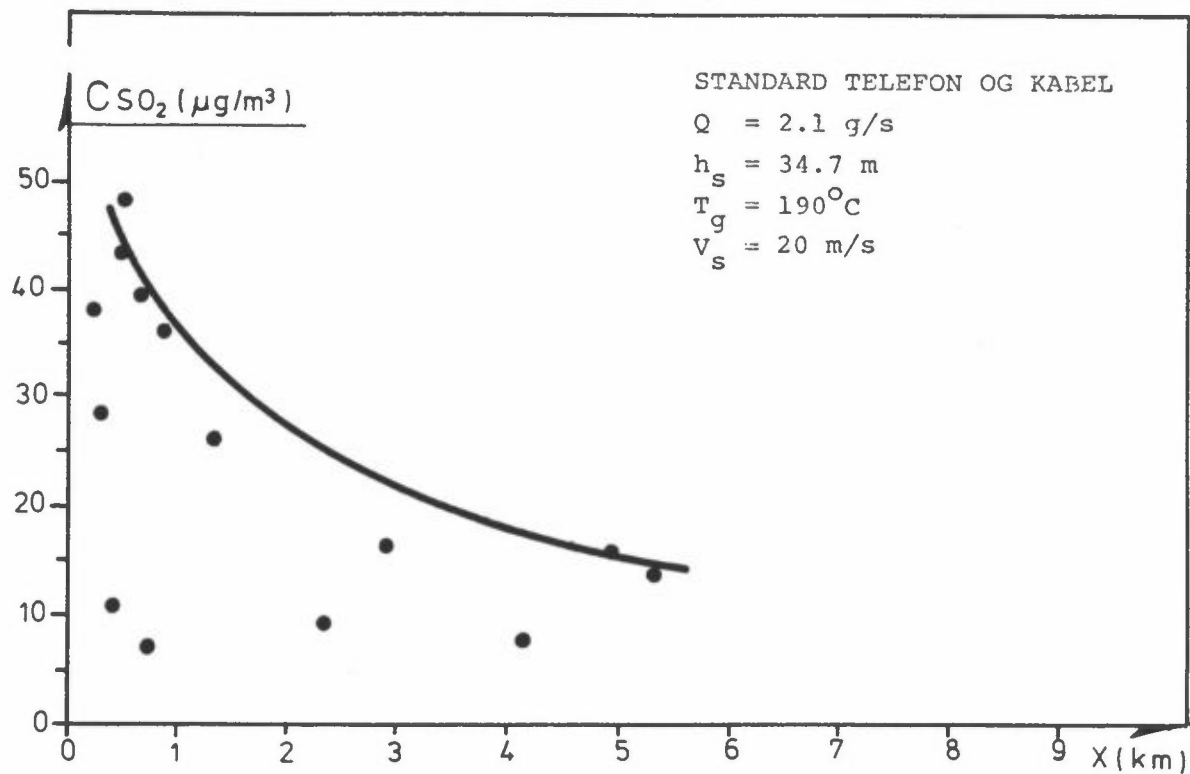
Figur F6: NSB, Dyveke



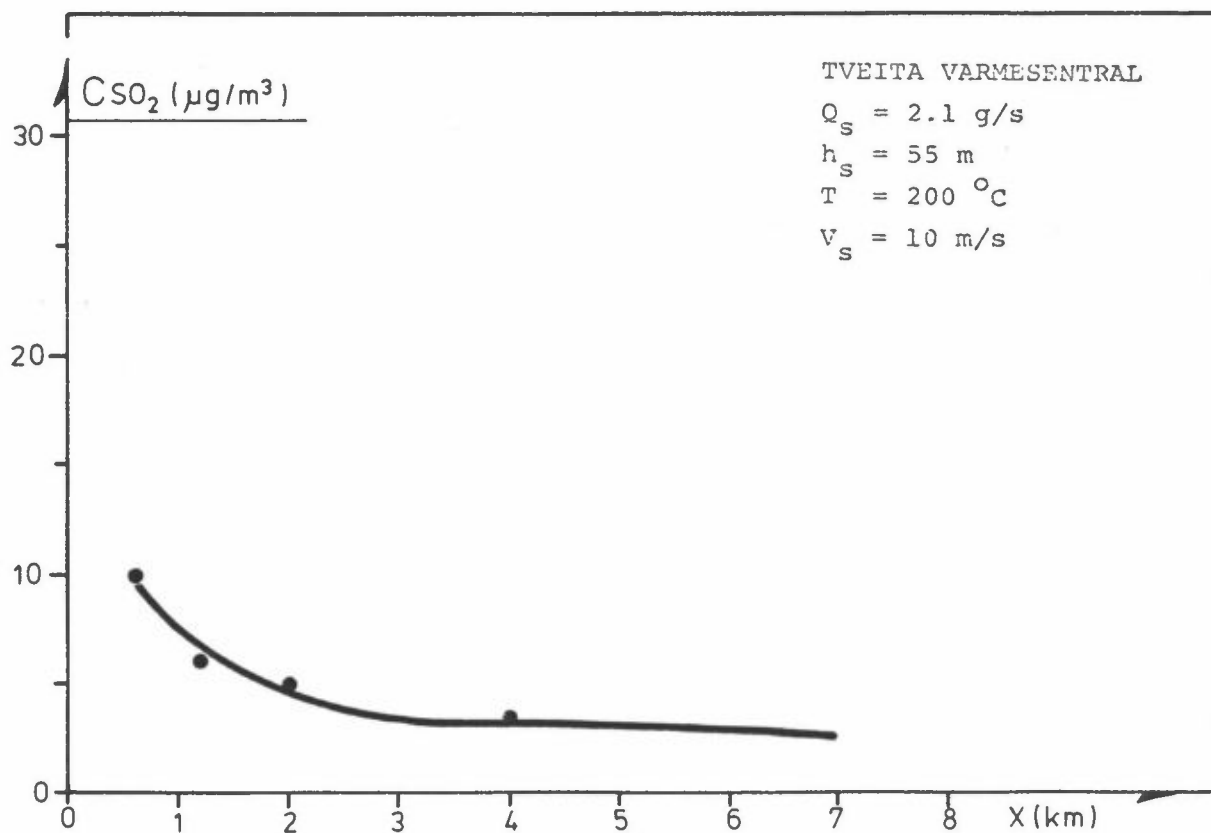
Figur F7: Rikshospitalet



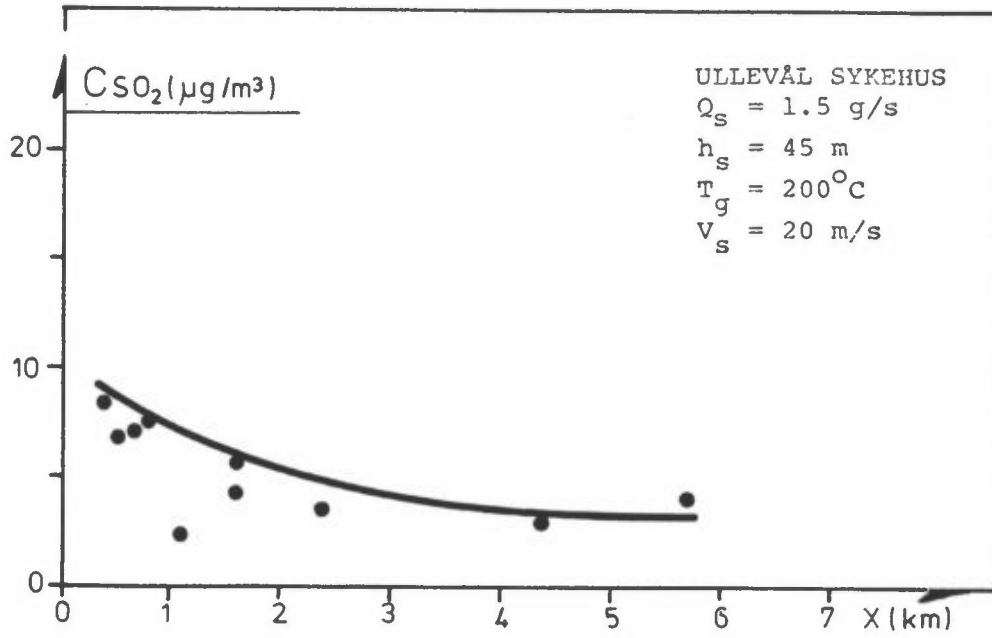
Figur F8: Spigerverket



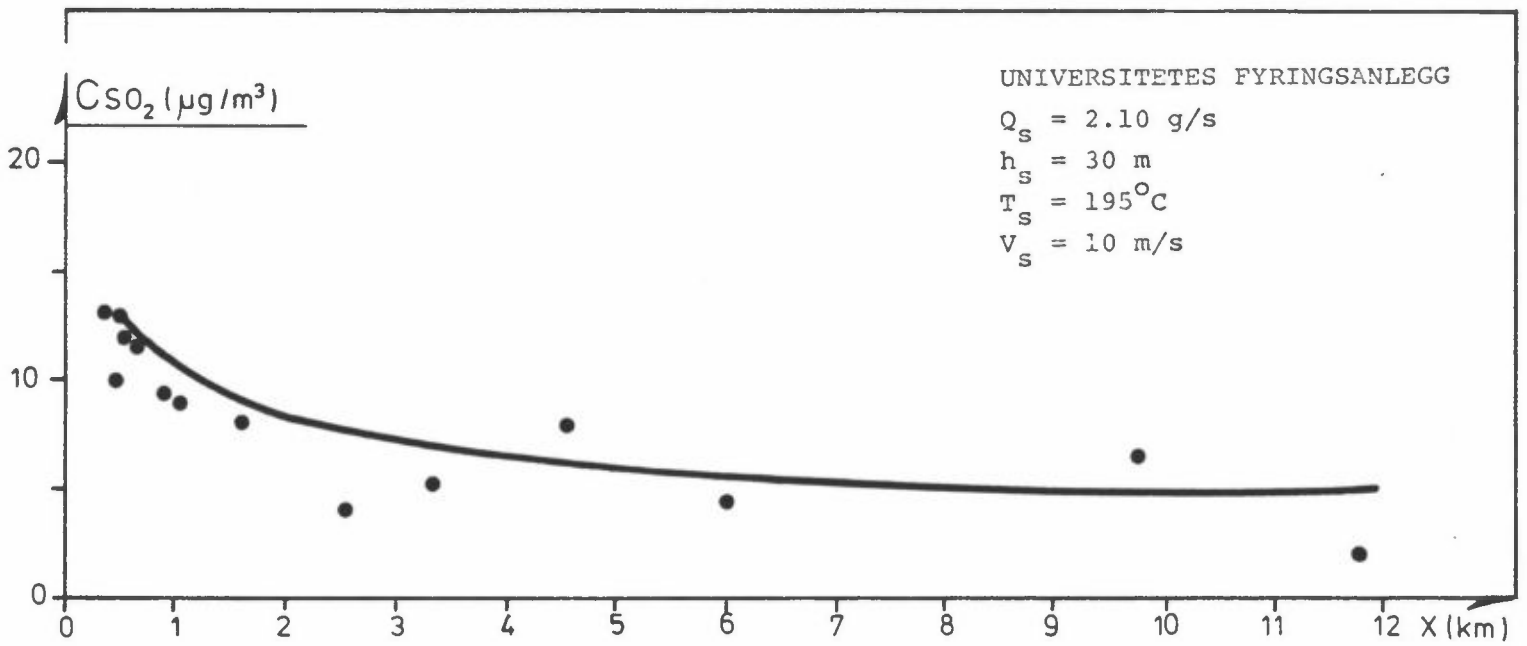
Figur F9: Standard Telefon og Kabelfabrik



Figur F10: Tveitas Varmesentral



Figur F11: Ullevål sykehus



Figur F12: Universitets fyringsanlegg.



## VEDLEGG G

BEREGNING AV FORURENSNINGSKONSENTRASJONER  
I STERKT TRAFIKKERTE GATER



INNHOLDSFORTEGNELSE

- 1 METODIKK
- 2 BEREGNINGSMETODE
- 3 INNGANGSDATA
  - 3.1 Data for bestemmelse av totalutslippet
  - 3.2 Vindhastighet
  - 3.3 Dimensjoner på gate, kvartal og bebyggelse
- 4 BEREGNINGER
- 5 VURDERING AV RESULTATER
  - 5.1 Sammenligning mellom beregnete og målte verdier
  - 5.2 Vurdering av beregningsmetoden
- 6 REFERANSER





## 1 METODIKK

Forurensningskonsentrasjoner ved gater beregnes på bakgrunn av data for:

- eksosutslipp
- spredningsforhold
- bakgrunnsforurensning

Utslippet estimeres på basis av utslippsfaktorer for eksosutslipp fra biler, samt data for trafikkvolum (kjøretøy/tidsenhet), kjørehastighet og andel tunge dieselkjøretøy. Spredningsforholdene bestemmes av de meteorologiske forhold, i første rekke vindstyrke, og av bygningstopografien ved veien.

## 2 BEREGNINGSMETODE

Til beregning av forurensningskonsentrasjonene benyttes det forslag til beregningsmetode som NILU har utarbeidet for SFT (G1). Metoden er utarbeidet på basis av det datamaterialet som var tilgjengelig fra måling av forurensninger ved trafikkårer i Norge, utført stort sett i perioden 1974-79.

Metoden uttrykker sammenhengen mellom utslipp, spredningsgrad og resulterende forurensning. Ved valg av inngangsdata som er representative for midlere forhold eller ekstrem-forhold gir metoden henholdsvis midlere forurensningsverdier og typiske høye forurensningsverdier.

Beregningsmetoden har følgende form:

$$C = K_0 \frac{Q (1 + H/B)}{(V+V_0) B} + C_0$$

- C - forurensningskonsentrasjon, mg/m<sup>3</sup>  
K<sub>0</sub> - tilpasningskonstant, dimensjonløs  
Q - forurensningsutslipp, mg/ms

- H - fasadehøyde, m  
 B - gateromsbredde (mellom fasader), m  
 V - vindhastighet over tak m/s  
 $V_0$  - initialvindhastighet, m/s  
 $C_0$  - bakgrunnskonsentrasjon

Tilpasningskonstanten  $K_0$  varierer med hvor i kvartalet en vil beregne forurensningen. For beregning i et punkt midt på kvartalet, 2-3 m over fortau, benyttes følgende verdier for  $K_0$ :

<u>Kvartalslengde, m</u>	<u><math>K_0</math></u>
40	7.5
60	10
80	12.5
100	15

$K_0$ -verdiene er basert på tilpasning mellom målte og beregnede verdier for et antall målepunkter i norske byer.

Initialvindhastigheten  $V_0$  kan sies hovedsakelig å gi uttrykk for den spredning som forårsakes av luftturbulensen i bakkenivå, både på grunn av vinden og på grunn av bilturbulensen.

Verdien av  $V_0$  synes å være nær 0.5 m/s.

### 3 INNGANGSDATA

#### 3.1 Data for bestemmelse av totalutslippet

Totalutslippet  $Q$  (mg/m·s) bestemmes av produktet mellom spesifikk utslippsfaktor  $q_s$  (mg/m·kjøretøy) og trafikk tettheten  $T$  (kjøretøy/s).  $q_s$  er en funksjon av kjøreforholdene i gaten.

#### Trafikk tetthet

Tall for årsmidlere døgntrafikk (årsdøgntrafikk, ÅDT) og tungtrafikkandel er innhentet fra Oslo Byplankontor, og er de samme som er benyttet i utslippsoversikten for arealutslipp, utarbeidet for hovedrapporten. Høyeste timestrafikk, som andel av ÅDT, var også

gitt for en del gater. Der dette ikke var gitt ble høyeste times-  
trafikk satt til 8% av ÅDT.

### Kjøreforhold

Spesifikk utslippsfaktor  $q_s$  er en funksjon av kjøreforholdene i gaten. I første rekke er det trafikkens midlere kjørehastighet som er avgjørende. Det går fram av STI's datagrunnlag (G2) at spesielt utslippet av CO og HC fra bensinbiler øker sterkt med avtakende midlere kjørehastighet. I definisjonen av middel-  
hastighet inngår retardasjoner, stopp og akselerasjoner i trafikken. Lav middelhastighet i en bygate innebærer oftest ujevn kjørehastighet med mye stans. Det er dette som gir de høye CO- og HC-utslippene ved lav middelhastighet.

Data for midlere kjørehastigheter i gateseksjoner i Oslo finnes bare i svært liten grad. For dette prosjektet var det derfor behov for å lage en enkel klassifisering av gatene til bruk for anslag av middelhastighet. Tabell G1 viser klassifiseringsskjemaet. Det er forelagt trafikkseksjonen ved Oslo Byplankontor og er, med tilleggs vurdering, benyttet til å gi tall for midlere kjørehastighet i de enkelte gateseksjoner i Oslo.

### Spesifikk utslippsfaktor, $q_s$

Utslippsfaktorer til bruk i dette prosjektet er gitt av STI (G2, G3, G4) for stoffene CO, NO, HC, PAH, benzen og bly for bensinbiler og i tillegg til disse stoffer også SO<sub>2</sub> og sot fra dieslbiler. Det er gitt utslippsfaktorer for ECE-syklus for disse stoffene (G3). For bensinbiler er det i tillegg gitt funksjoner for utslipp i kaldstartfasen som funksjon av utetemperaturen (G4). For CO, NO og HC fra bensinbiler er det også gitt utslippstall som funksjon av midlere kjørehastighet (varmstart) (G2).

Ved bestemmelse av utslippet av CO og NO<sub>x</sub> er STI's utslippsfaktorer benyttet direkte. Ved bestemmelse av utslippsfaktorer for bly, sot og benzen i gatemiljø, har en tatt med i vurderingen resultater av målinger av disse stoffene, sammenholdt med CO-målinger, foretatt ved gater. De benyttede utslippsfaktorer er gitt i tabell G2 som funksjon av gateklasse.

CO

Utslippsfaktorene for CO i g/km, er gitt i tabell G2 som funksjon av gateklasse. En har gitt tall for middelerdi og rushtid (times-middelerdi) i henhold til inndelingen i tabell G1.

Tabell G1: Klassifisering av gater etter kjørehastighet, Oslo.

Gateklasse	Kjørehastighet km/h	
	Middel	Rushtid
1. Sentrumssonen		
1A Prefererte gater		
1A1 Lange kvartaler, få lys	40	25
1A2 Normale kvart. lysreg.	25-30	20
1B Andre gater		
1B1 Normal kø i rushtid	25	20
1B2 Ekstrem kø	25	10-15
2. Indre by forøvrig		
2A Prefererte gater		
2A1 Lange kvartaler, få lys	45	30
2A2 Normale kvart. lysreg.	35	20-25
2B Andre gater		
2B1 Normal kø	30	25
2B2 Ekstrem kø	30	20
3. Ytre by		
3A1 Prefererte gater	45	30
3B1 Andre gater, normal kø	40	30
3B2 Andre gater, ekstrem kø	40	25

Sentrumssonen: Øst for Vestbanen/Fredensgt., sør for St.Olavs gt., vest for Akerselva.

Indre by : Innenfor Kirkeveiringen - Ullevål sykehus - Storo - Ringveien, sørover til Lodalen.

CO-utslippet fra dieselkjøretøy ligger noe lavere enn fra bensinbiler. STI gir 23 g/km, ECE-syklus, varmstart, for bensinbiler og henholdsvis 6 og 12 g/km for lette og tunge dieseldrevne lastebiler ved samme betingelser. Dieselandelen i gater i Oslo kommer bare sjelden over 15%. For enkelhets skyld har en innen hver gateklasse regnet samme CO-utslipp fra alle bil-kategorier. CO-utslippet kan derved overvurderes noe, opptil 5-10% i enkelte gater.

### NO<sub>x</sub>

NO<sub>x</sub>-utslippet, regnet som NO<sub>2</sub>, for bensinbiler og tyngre dieseldrevne lastebiler, er gitt i tabell G2.

For tyngre dieseldrevne lastebiler har en ikke grunnlag for å si kvalitativt hvordan utslippet varierer med midlere kjørehastighet. En benytter derfor 15 g/km for alle gateklasser.

### Bly

STI oppgir følgende utslippsfaktorer for bly (ECE kaldstart):

0.4 g/l : 42 ± 9 mg/km

0.15 g/l: 16 ± 4 mg/km

Disse tallene innebærer at en regner at ca 80% av blyet i bensinen som forbrennes, slippes ut. Med en fordeling 30%/70% mellom normalbensin med 0.15 g bly/l og superbensin med 0.4 g bly/l, gir dette 34 mg/km. Forholdstallet mellom utslippsfaktorene for bly og CO blir  $1.13 \cdot 10^{-3}$  (ECE kaldstart).

Målinger i Rådhusgata i Oslo i februar 1979 ga et forholdstall mellom langtidsmiddel bly- og CO-konsentrasjon i gata på  $0.43 \cdot 10^{-3}$  med et blyinnhold i bensinen på 0.4 g/l. Justert til 30%/70% normal/superbensin, som over, blir dette  $0.35 \cdot 10^{-3}$ . CO-utslippet (middel) i Rådhusgata, justert for kaldstartandel, er ca 38 g/km. Det tilsvarende blyutslipp blir da ca 13 mg/km.

Blymålingene er utført med NILU automatiske luftprøvetaker. Med denne prøvetaker får man stort sett partikkelfraksjonen med diameter mindre enn 5-10 µm, dvs. noe nær det en kan kalle den respirable fraksjonen.

Tabell G2: Spesifikke utslippsfaktorer ( $q_s$ ) for stoffer i bilekser som funksjon av gateklasse.

Gate- klasse	CO g/km		NO <sub>x</sub> (som NO <sub>2</sub> ) g/km			Bly mg/km		Sot g/km		Benzen, g/km	
	Rushtid	Middel	Bensin		Diesel	Bensin Middel	Bensin Middel	Bensin Middel	Diesel Middel	Bensin Middel	
			Rushtid	Middel							
1A1	27	20	1.65	1.8	15	12	0.12	0.12	2.0	0.19	
1A2	31	25	1.6	1.7	15	16	0.15	0.15	2.0	0.19	
1B1	31	27	1.6	1.65	15	17	0.17	0.17	2.0	0.19	
1B2	43	27	1.55	1.65	15	17	0.17	0.17	2.0	0.19	
2A1	24	19	1.7	1.85	15	12	0.12	0.12	2.0	0.19	
2A2	29	21	1.65	1.75	15	12	0.12	0.12	2.0	0.19	
2B1	27	24	1.65	1.7	15	16	0.15	0.15	2.0	0.19	
2B2	31	24	1.6	1.7	15	16	0.15	0.15	2.0	0.19	
3A1	24	19	1.7	1.85	15	12	0.12	0.12	2.0	0.19	
3B1	24	20	1.7	1.8	15	12	0.12	0.12	2.0	0.19	
3B2	27	20	1.65	1.8	15	12	0.12	0.12	2.0	0.19	

Dette tyder på at bare en mindre del, nærmere bestemt ca 30% av det blyet som finnes i bensinen som forbrennes i gata, blir å finne igjen på den respirable partikkelfraksjonen. Prøver tatt i gatemiljø med kaskadeimpaktor, viser at typisk 10-20% av blyet finnes på partikler større enn noen få mikrometer. Man kan altså regne med at 35-40% av blyet i bensinen som forbrennes i gata er å finne på svevestøvet i lufta ved gata. Dette er i rimelig bra overensstemmelse med data fra andre undersøkelser (G5). Det øvrige blyet avsettes enten i eksosystemet eller slippes ut enten som flyktige organiske forbindelser eller som store partikler, større enn noen ti-talls mikrometer, som i stor grad avsettes på bakken.

Dette fører til de utslippstallene for bly som er gitt i tabell G2 for beregning av blyinnholdet på respirable partikler (blyinnholdet i bensin som i 1979: 0.4 g/l). Om en vil ha et anslag på blyinnholdet i inhalerbare partikler (diameter <15 µm), bør utslippstallene i tabell G2 økes med 10-20%.

Disse utslippstall for bly er en god del lavere enn de STI har gitt, og som er benyttet i beregningen av km<sup>2</sup>-konsentrasjonene (G3). En bør ta sikte på å klarlegge hva uoverensstemmelsen kan skyldes, og vurdere både utslippstall og målemetoder.

#### Sot

STI har i sitt materiale ikke gitt utslippsfaktor for sot fra bensindrevne personbiler. For dieseldrevne biler har de gitt følgende faktorer:

Dieseldrevne personbiler (<2.5 tonn)	: 0.25 g/km
Lette lastebiler (2.5 >< 7.5 tonn)	: 0.4 g/km
Tunge dieselmotorer (> 7.5 tonn)	: 0.6 g/km

Bilavgaslaboratoriet ved Statens Naturvårdsverk i Studsvik har gjort noen få målinger av partikkelutslippet fra bensinbiler og fått tall i nærheten av 0.1 g/km (bestemt gravimetrisk) (G6).

Berthilsson ved Bilavgaslaboratoriet har antydnet følgende tall for partikkelutslipp fra tyngre dieselkjøretøy (G7):

Uten turbolading	: ca 2 g/Hkh
Med turbolading	: ca 1 g/Hkh
Energiforbruk	: 1-1.5 Hkh/km



Statens naturvårdsverks utredning "Energi, Hälsa och Miljö"  
(G8) angir følgende utslippstall for partikler:

Bensindrevne biler : 1.1 kg/tonn drivstoff  
Dieseldrevne biler : 6.5 kg/tonn drivstoff

Når en tar i betraktning at tyngre dieselkjøretøy har et 3-4 ganger så høyt drivstoff-forbruk som bensinbiler, antyder dette at tyngre dieselkjøretøy har et partikkelutslipp anslagsvis 20 ganger høyere enn bensinbiler, når en regner i g/km, gravimetrisk bestemt.

En har ovenfor angitt utslippstall for partikler bestemt gravimetrisk. Når en skal gå over på angivelse av utslipp av sot på en måte som er konsistent med de målinger av sot som utføres i gatemiljø, blir usikkerheten større. En henviser i denne forbindelse til vedlegg I.

La oss likevel anta at forholdet mellom diesel og bensin når det gjelder sotutslipp er på 20 (samme som for partikler på vektbasis).

Målinger av sot og CO i Rådhusgata, der dieselandelen er ca 15%, (middelerverdi), viser at forholdet mellom sot- og CO-konsentrasjon er lik ca  $15 \cdot 10^{-3}$ , når en korrigerer for bakgrunnskonsentrasjonene.

Om en så regner et CO-utslipp i Rådhusgata på 25 g/km (varmkjørte biler, middel), får man følgende tilsvarende tall for sotutslipp:

Bensinbiler : 0.10 g/km  
Dieselbiler : 2.0 g/km

De utslippstall som er benyttet for sot i beregningene, er gitt i tabell G2. En har da tatt hensyn til kaldstartandel for bensinbiler, og antatt at sotutslippet når det gjelder kaldstart varierer som CO-utslippet. En har ikke grunnlag for å angi hvordan sotutslippet fra diesel varierer med temperatur og kjøreforhold, og har derfor benyttet 2 g/km for alle gateklasser.

## Benzen

Utslippsfaktoren for benzen er bestemt ut fra resultatene av parallelle målinger av benzen og CO foretatt i St.Olavs gate i 1980 (G9). Disse ga en regresjonskoeffisient mellom benzen og CO på ca 0.006. På bakgrunn av dette er utslippsfaktoren for benzen i eksos, for bestemmelse av årsmiddelverdi, satt til 0.19 g/km. En har ikke funnet grunn til å skille mellom de ulike gateklassene.

For å få den reelle konsentrasjon av benzen fra biler i gater, må bidraget fra fordampning fra parkerte biler legges til. Det kan gi et betydelig bidrag, spesielt om sommeren.

### 3.2 Vindhastighet

En har benyttet følgende dimensjonerende verdier for vindhastighet:

For beregning av middelerverdier over kortere tid enn 24 h	: 1.0 m/s*
For beregning av middelerverdier over tider 1-6 måneder	: 2.0 m/s
> 6 mndr.	: 2.5 m/s

\*Unntatt er enveiskjørtte gater med tette fasaderekker og relativt stor trafikk tetthet (f.eks. Rådhusgata) der en har brukt 1.5 m/s for å ta hensyn til trafikkens pumpevirkning på luftbevegelsen langs gaten.

### 3.3 Dimensjoner på gate, kvartal og bebyggelse

Gatebredder (mellom fasader ) og kvartalslengder er bestemt fra kart med målestokk 1:10000. Fasadehøyder er bestemt ut fra tall for midlere antall etasjer langs det enkelte kvartal.

Beregningene av forurensning med metoden beskrevet foran, er kun utført for kvartaler med tette fasaderekker på begge sider av veien. Slike kvartaler er definert på følgende måte:

- kvartalslengde større enn 40 m
- hull i fasaderekker ikke lengre enn 5 m
- fasaderekkenes høyde større enn 0.4 av bredden mellom fasadene.

### 3.4 Bakgrunnskonsentrasjoner

Som "bakgrunnskonsentrasjon" i gatemiljø regnes de forurensningskonsentrasjoner som beregnes i  $\text{km}^2$ -ruter. En har for hver forurensningskomponent valgt samme bakgrunnsverdi for hele Oslo sentrumsområde. De benyttede bakgrunnsverdier går fram av figurtekstene i figurene 3.19-3.25 i hovedrapporten.

## 4 BEREGNINGER

Ut fra en overslagsmessig vurdering av datamaterialet, ble det plukket ut i alt ca 120 veistrekninger (kvartaler) der forurensningsnivået ble beregnet. I de øvrige kvartaler med tette fasaderekker, vil forurensningsnivået stort sett ligge på samme eller lavere nivå enn det en har i de minst forurensede kvartaler som er beregnet.

Det gjøres spesielt oppmerksom på at beregninger ikke er utført for de veistrekninger der det ikke er tette fasaderekker langs veien. Dette gjelder bl.a. større deler av veier som E6 og E18, indre og ytre ringvei.

Det gjøres oppmerksom på at forurensningsnivået er beregnet for et punkt over fortau midt på kvartalet. Forholdene ved kryss med trafikkopphopning er ikke tatt med i vurderingen.

Konsentrasjoner av følgende forurensningskomponenter ble beregnet:

<u>Komponent</u>	<u>Midlingstid</u>
CO	1 h og 8 h (maksimalverdier)
NO <sub>2</sub>	1 h (maks.verdi) og halvårsmiddelverdi
Bly	3 måneders middelverdi (vinter)
Sot	24 h (maks. verdi) og halvårsmiddelverdi
Benzen	Årsmiddelverdi

Resultatene av beregningene er gitt på kart, figurene 3.19-3.25 i hovedrapporten.

Følgende uttrykk og sammenhenger ble benyttet:

#### CO

1h middelverdi: Beregnet direkte etter uttrykket gitt i kapittel 2. Verdier for  $q_s$  som gitt i tabell G2.

8h middelverdi: Fra målinger ved 6 målestasjoner i Oslo, foretatt i perioden 1974-80, har en funnet at forholdet mellom høyeste 8h middelverdi og høyeste 1h middelverdi for CO på alle målestedene ligger i området 0.56-0.67. I beregningene her er forholdstallet 0.6 benyttet. Høyeste 8h middelverdi av CO er altså for alle gater, uavhengig av trafikkhastighet, beregnet ved å multiplisere beregnet høyeste 1h middelverdi med 0.6.

#### NO<sub>2</sub>

1h middelverdi: NO<sub>x</sub>-konsentrasjonen beregnes etter uttrykket i kapittel 2. Utslippsfaktorene  $q_s$ , for bensin og diesel fra tabell G2. En har benyttet utslippsfaktorer for tyngre dieselkjøretøy (15 g/km) for hele dieselandelen, og derved ikke tatt hensyn til at en viss del av dieselkjøretøyene er lettere lastebiler, og også en liten del personbiler. Dette gir et visst overestimat av NO<sub>x</sub>-utslippet fra diesel-andelen av trafikken. NO<sub>2</sub>-andelen av NO<sub>x</sub> er satt til 15% (på volumbasis).

Halvårsmiddelverdi: Målinger av NO<sub>2</sub> på St.Hanshaugen i 6 måneder vinteren 1978-79 (G10) og i St.Olavs gate og Nordahl Bruns gate (regionalstasjon) i 3 måneder vinteren 1979-80 antydnet at halvårsmiddelverdien av NO<sub>2</sub> ligger i nærheten av 25% av den høyeste forekommende timesmiddelverdi. Halvårsmiddelverdien er funnet fra timesmiddelverdien av NO<sub>2</sub> ved å multiplisere med 0.25.

#### Bly

3-måneders middelverdi av bly er beregnet direkte ut fra uttrykket i kapittel 2, med utslippsfaktor $q_s$  for bensinandelen av trafikken fra tabell G2, og vindstyrke 2.0 m/s.

### Sot

24h middelvei. Beregnes direkte fra uttrykket i kapittel 2, med utslippsfaktorer for bensin og diesel fra tabell G2.

Halvårsmiddelvei. Målinger av sot i St.Olavs gate vinteren 1979-80 antydnet at halvårsmiddelveien lå på 30-35% av høyeste målte døgnvei. Halvårsmiddelveien av sot ble bestemt ved å multiplisere beregnet høyeste 24h-vei med 1/3.

### Benzen

Årsmiddelveien av benzen ble beregnet direkte fra uttrykket i kapittel 2, med utslippsfaktor  $q_s$  for bensinandelen fra tabell 2, og middelvindstyrke satt lik 2.5 m/s.

## 5 VURDERING AV RESULTATER

### 5.1 Sammenligning mellom beregnete og målte verdier

Ved to målesteder i trafikkerte gater i Oslo er det foretatt målinger av et omfang stort nok til å gi sammenligningsgrunnlag for de beregnete verdier. Tabell G3 gir en oversikt over målestedene og måleprogrammene.

*Tabell G3: Oversikt over måleprogrammer i Oslo som gir data for sammenligning med beregnete verdier.*

Gate	Kvartal	Periode	Komponenter målt
Rådhusgata	Kongens gt.- Kirkegt.	jan-mars 75	CO, NO <sub>2</sub>
		jan-mars 79	CO, NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , sot, bly
St.Olavs gate	Frederiks gt.- Pilestredet	des-mars 79/80	CO, NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , sot, bly, benzen
		des-feb 80/81	" " "

I tabell G4 er vist målte verdier, sammenholdt med de beregnete. For å komme fram til den beregnete verdi som i tabellen er kalt "beregnet samlet", er gatebidraget ( $C_g$ ) beregnet ut fra formelsen kapittel 2.

Dette er bidraget fra trafikken i gata, beregnet for et punkt over fortau midt på kvartalet. Målingene i Rådhusgata og i St. Olavs gate har ikke foregått midt i kvartalet. En justering av de beregnete verdier til å representere målepunktet er derfor nødvendig. Justeringen ( $f(x)$ ) er utført ut fra de resultater som har kommet til ved en samlet vurdering av bilforurensningsmålinger som er utført i Norge (G1,G11). Denne antyder at forurensningsnivået i et gatekvartal med tette fasader på begge sider øker med avstanden inn i kvartalet, i retning med overveiende vindretning. Til denne justerte verdi legges en "bakgrunnsverdi" (CO). De verdier som benyttes som bakgrunnsverdi for de enkelte komponenter framgår av tabellen.

3-måneders- og halvårsmiddelverdiene er estimert, basert på målt middelverdi i løpet av måleperiodene, som er 3-4 måneder for NO<sub>2</sub> og sot og én måned for bly. Disse estimerte langtidsmiddelverdier inneholder derfor en viss usikkerhet.

Tabellen gir grunnlag for følgende kommentarer:

1. De maksimalkonsentrasjoner som måles i løpet av en vinterperiode kan variere relativt mye fra år til år. Dette er viktig å ha for øye, ved sammenligninger mellom beregning og måling av høye verdier.
2. Den største uoverensstemmelsen mellom beregninger og målinger opptrer for timesverdier av NO<sub>2</sub>. En har som beskrevet tidligere brukt et NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-forhold i gatebidraget på 0.15. Senere bearbeiding av måledata fra St.Olavs gate tyder på at 0.25 er en riktigere verdi for ekstremstusjasjoner. Selv med en oppjustering på grunnlag av dette, vil man få for lave beregnete verdier av NO<sub>2</sub>, i forhold til målte. Dette kan antyde at de benyttede utslippsfaktorer for NO<sub>x</sub> undervurderer de reelle NO<sub>x</sub>-utslipp fra trafikken noe.
3. Sotberegningene ligger også en del lavere enn målte verdier, spesielt når det gjelder høye døgnverdier.

Forøvrig er det rimelig bra overensstemmelse mellom målte og beregnete verdier. Målingene fra Rådhusgata er benyttet i forbindelse med utvikling av beregningsmetoden som er anvendt. Målingene i St. Olavs gate er ikke benyttet til dette, og representerer for så vidt en mere uavhengig test.

Tabell G4: Målte og beregnede verdier av forurensningskomponenter, Oslo.  
(3 mnd. og halvårs "målte" middelveier er estimert fra kortere måleserier).

MÅLESTED	MÅLT			Gatebidrag midt på kvartal C <sub>g</sub>	BEREGNET Justert til målested C <sub>g</sub> x f(x)	Bakgrunn C <sub>o</sub>	Beregnet samlet C
<u>St. Olavs gate</u>	<u>1979/80</u>	<u>1980/81</u>			<u>f(x)=1.25</u>		
CO 1H <sup>1</sup> mg/m <sup>3</sup>	43 31	-	20	25	5	30	
CO 8H <sup>1</sup> "	24 19	-	12	15	3	18	
NO <sub>2</sub> 1H "	0.40	0.52	0.09	0.11	0.15	0.26	
NO <sub>2</sub> halvår "	≈0.10	-	0.03	0.04	0.05	0.09	
Sot 24H µg/m <sup>3</sup>	160	215	36	45	100	145	
Sot halvår "	≈ 45	-	12	15	30	45	
Bly, 3 mnd "	≈ 1.5	-	1.05	1.3	0.5	1.8	
Benzen, år "	≈ 20	-	10	13	5-10 <sup>2</sup>	18-23 <sup>2</sup>	
<u>Rådhusgata</u>	<u>1975</u>	<u>1979</u>		<u>f(x)=0.75</u>			
CO 1H <sup>1</sup> mg/m <sup>3</sup>	63 50	34 33	48	36	5	41	
CO 8H <sup>1</sup> "	39 30	19 17	29	22	3	25	
NO <sub>2</sub> 1H "	>0.50	0.60	0.41	0.31	0.15	0.46	
NO <sub>2</sub> halvår "	-	≈ 0.17	0.10	0.08	0.05	0.13	
Sot 24 H µg/m <sup>3</sup>	-	260	135	100	100	200	
Sot halvår "	-	≈ 90	45	35	30	65	
Bly 3 mnd "	-	≈ 2.0	2.2	1.7	0.5	2.2	

1) To høyeste verdier målt i løpet av perioden

2) I tillegg kommer bidrag fra fordampning av bensin fra parkerte biler.

## 5.2 Vurdering av beregningsmetoden

Beregningsmetoden som er benyttet, ble utviklet i 1979 på basis av resultater av målinger ved gater i Norge som til da forelå (G1). Senere har Statens Naturvårdsverk (SNV) foreslått en nomogrammetode for beregning av høye korttidsverdier av CO og NO<sub>2</sub> (G2) og en har også fått tilgang til resultater fra et større svensk måleprogram som ble gjennomført i perioden 1979-1981.

Den viktigste forskjellen mellom den her benyttede beregningsmetode og SNV's metode, ligger i behandlingen av fasadehøyden. I SNV's modell inngår ikke fasadehøyden (H) eksplisitt, mens den i metoden brukt her inngår i form av uttrykket  $(1+H/B)$ , hvor B er veibredda. Det utvidete datamateriale en nå har tilgang til, synes å peke i retning av at uttrykket  $(1+H/B)$  vil overvurdere betydningen av fasadehøyden, når det gjelder beregning av høye korttids middelveidier. Når det gjelder middelveidier over lengre tid ( $> 24h$ ) synes det imidlertid rimelig at fasadehøyden kommer inn i bildet.

Dette betyr at den beregningsmetode som er benyttet, vil overvurdere høye korttidsverdier av forurensningen i gatetverrsnitt der  $H/B$ -forholdet er større enn 1.5-2.0, og undervurdere, når  $H/B$  er mindre enn 1.0-1.5.

## 6 REFERANSER

- |      |                               |  |
|------|-------------------------------|--|
| (G1) | Larssen, S.<br>Grønskei, K.E. | Beregningsmetoder for luftforurensning ved trafikkåarer. Lillestrøm 1981 (NILU OR 5/81.)               |
| (G2) | Haugstuen, W.<br>Bang, J.R.   | Utslipp fra kjøretøy. Forprosjekt. Oslo, Statens teknologiske institutt, 1980.                         |
| (G3) | Haugstuen, W.<br>Bang, J.R.   | Kartlegging av avgassutslipp pr. bil fra ulike kjøretøyer. Oslo, Statens teknologiske institutt, 1980. |



- (G4) Haugstuen, W. Utslippsfaktorer som funksjon av omgivelsestemperatur. Oslo, Statens teknologiske institutt, 1980.
- (G5) Little, P.  
Wiffen, R.D. Emission and deposition of petrol engine exhaust Pb-l. Deposition of exhaust Pb to plant and soil surfaces. *Atmos. environ.*, 11, 437-447 (1977).
- (G6) Mörtstedt, S.-E.  
Egebäck, K.-E.  
Laveskog, A. Stoftutsläpp med bilavgaser. Stockholm 1971. (AB Atomenergi. Teknisk PM. BIL-70).
- (G7) Berthilsson, T. Personlig meddelelse fra T. Berthilsson, Bilavgaslaboratoriet, Statens naturvårdsverk, Sverige.
- (G8) Energi, hälsa, miljö. Bilaga 1 Hälsa- och miljöverkningsar vid användning av fossila bränslen. Stockholm, Energi- og miljøkommittén, 1977. (Statens offentliga utredningar. SOU 1977:68.)
- (G9) Wathne, B.M. Målinger av benzen fra biltrafikk. Lillestrøm 1981. (NILU OR 30/81.)
- (G10) Larssen, S. Nitrogenoksyder i Oslo-luft. Målinger på St.Hans-haugen november 1978-april 1979. Lillestrøm 1980. (NILU OR 4/80.)
- (G11) Larssen, S. Utvikling av beregningsmetode for bilavgasser ved veier, basert på norske data. Test av metoden på Bilavgaskommitténs måldata. Foredrag på "Nordisk seminar for beregningsmetoder for bilavgasser", Vettre, 9.-10.12.1981.
- (G12) Boström, C.-E. Delredovising av oppdrag avseende beräkningsmodell för bilavgaser. Solna 1980. (Statens naturvårdsverk. Dnr. 336-5258-80-Ti 2.)

VEDLEGG H

EKSPONERING FOR LUFTFORURENSNINGER

I MOTORKJØRETØYER

AV

H. HÆREID, SFT



INNHOLD

- 1 INNLEDNING
- 2 GENERELL MODELL FOR FORURESNINGSNIVÅET I ET KJØRETØY
- 3 BEREGNING AV BIDRAG FRA VEITRAFIKKEN
- 4 RESULTATER
- 5 KOLLEKTIVE TRANSPORTMIDLER
- 6 SVAKHETER VED DATAGRUNNLAGET
- 7 LITTERATURREFERANSER



## EKSPONERING FOR LUFTFORURENSNINGER I MOTORKJØRETØY

1. Innledning

Dette notatet framstiller i forkortet form et første forsøk på å beregne eksponering i ferdsel i gate-rommet og langs landeveien. Som utgangspunkt benyttes NILUs beregningsmodell (se Vedlegg G) for beregning av verdier ca. 2 m over fortau. Data for sammenhengen mellom fortausverdier og verdier inne i kjøretøyer og i veibanen er hentet fra litteraturen. Idet materialet her er meget spinkelt, er resultatene svært usikre.

2. Generell modell for forurensningsnivået i et kjøretøy

Følgende modell er utviklet:

$$\Delta C^{\text{bil}} = K \left[ \sum_{n=1}^{n=x} G_n \Delta C_n^{\text{fortau}} t_n \right] \cdot \left[ \frac{1}{\sum_{n=1}^{n=x} t_n} \right], \text{ hvor}$$

$\Delta C^{\text{bil}}$  = bidraget fra veitrafikken i vedkommende gate til forurensningsnivået i bilen

$\Delta C^{\text{fortau}}$  = veitrafikkens bidrag til forurensning 2 m over fortau

$K$  = forholdet mellom forurensningskonsentrasjonen i bilen og konsentrasjonen ved luftinntaket på kjøretøyet

$G_n$  = forholdet mellom forurensningen ved luftinntaket og ca. 2 m over fortau for kvartal  $n$

$t_n$  = hjelpestørrelse som uttrykker den tid bilen bruker på å passere kvartalet  $n$

I uttrykket er det for enkelthets skyld forutsatt at forholdene langs et kvartal er konstante, eller at det brukes midlere verdier for hvert kvartal. Ytterligere forenkling kan oppnås ved å slå sammen K og G, men det er ikke gjort her.

Hvis vi setter inn  $t_n = l_n/V_n$  og forutsetter at hastigheten er konstant (eller at den fordeler seg tilfeldig over kvartalene), fås:

$$\Delta C^{bil} = K \left[ \sum_{n=1}^{n=x} G_n \Delta C_n^{fortau} l_n \right] \cdot \left[ \frac{1}{\sum_{n=1}^{n=x} l_n} \right], \text{ hvor}$$

$l_n$  = lengden av kvartal n

$V_n$  = hastigheten ved passering av kvartal n

Det er viktig å være oppmerksom på at  $\Delta C_n^{fortau}$  varierer både med tid og sted. Det vil være mulig å nå fram til gode anslag for variasjonen av  $\Delta C^{fortau}$  over tid i en bestemt gate når gatetype og konsentrasjon på et gitt tidspunkt er kjent.

### 3. Beregninger av bidrag fra veitrafikken

De beregninger som er nevnt her er foretatt manuelt. Det var derfor nødvendig å gjøre en rekke forenklinger basert på mer eller mindre plausible antakelser. Det vil føre for langt å beskrive alle disse antakelsene her, men følgende skal nevnes:

- Som hjelpemiddel ved beregningene er det benyttet et trafikkstrømskart fra Oslo kommune. Dette kartet angir ÅDT for de viktigste gatene, og klassifiserer disse i 3 kategorier. SFT har anslått en gjennomsnittlig ÅDT for de 3 nevnte kategorier samt for de øvrige gater - altså kategori 4. Dermed kan forurensningsbelastningen ved kjøringen ved en bestemt trase beregnes på grunnlag av andelen av gater i de forskjellige kategorier.
  
- På grunn av den nevnte klassifisering er gatene også delt inn i grove klasser ved antatt bredde og fasadehøyde.
  
- På grunnlag av data publisert av Rudolf og av Colwill & Hickman antas at  $K = 0,7$  (H3) og (H1).
  
- Forurensningen ved fortau for veier/gater uten bebyggelse er beregnet fra NILUs gatemodell ved å anta at gatens bredde går mot uendelig. (Dette er trolig en av de mest usikre antakelsene i disse beregningene.)



- Døgnmiddelverdi i et av årets verste døgn i en gate typisk for den sterkest belastede kategori (Wdm. Thranes gate) er på grunnlag av data fra NILU anslått til 15 mg CO/m<sup>3</sup>. Tilsvarende timesmiddel er anslått til 26 mg/m<sup>3</sup>.

#### 4. Resultater

Noen eksempler på beregnede verdier er oppstilt i tabell 1. Samtidig er anslag over antall eksponerte personer gitt.

Tabell 1: Noen beregnede verdier for bilister,  
eksklusive bakgrunn

Kjøreforhold/rute	mg CO/m <sup>3</sup>	Anslått antall personer
gjennomsnitt for vilkårlig bil i trafikk i et av årets verste døgn	22	-
middel for verste time i et av verste døgn	31 <sup>x</sup>	ca.
middel for verste time i et av verste døgn	27 <sup>x</sup>	22.000
verste 8-timersmiddel for et av verste døgn	21	yrkes-sjåfører
verste trase og time i en av verste døgn	45	2-500

<sup>x</sup>Det er ikke undersøkt hvor lang tid de 22.000 personer utsettes for den aktuelle eksponeringen. De to oppgitte verdier representerer to alternative beregningsmetoder.

## 5. Kollektive transportmidler

På grunnlag av målinger av benzen foretatt av Gøran Petersson, (H2), og antatt lineær sammenheng mellom CO og benzen antas at benzen- og CO-nivået inne i busser og trikker er 1/3 til halvparten av nivået i personbiler. Det er ikke foretatt nærmere beregninger og vurderinger av eksponeringen i kollektive transportmidler.

## 6. Svakheter ved datagrunnlaget

De beregninger som er gjort foran må sies å representere et første forsøk på en tilnærming til problemet. Det er svært vanskelig å si noe om hvor stor usikkerheten eventuelt kan være - og noe forsøk på det vil ikke bli gjort her. Det vil derfor være aktuelt både å foreta nærmere målinger for å verifisere denne foreløpige modellen, for å utvikle alternative, forbedrede modeller, og for å bestemme størrelsen av de faktorer som inngår i modellene. Det siste gjelder særlig den faktoren som er avhengig av kjøretøyets ventilasjon.

## 7. Litteraturreferanser

- (H1) Colwill, D.M. og Hickman, A.J.: Exposure of Drivers to Carbon Monoxide, JAPCA 30, Vol. 12 s. 1316.
- (H2) Petersson, G.: Bilavgaser i fordon och gatmiljö. Expositionsläge och åtgärdsunderlag. Inst för teknisk kemi, Chalmers tekniska högskola, Göteborg, 1979.
- (H3) Rudolf, W.: Belastung der Kfz-Insassen durch Automobilabgase. Staub-Reinhalt-Luft 40 (1980) Nr. 11, s. 485.



VEDLEGG I  
UTSLIPPSFAKTORER OG MÅLEMETODER FOR SOT  
OG PARTIKLER  
AV  
ARNE SEMB



## UTSLIPPSFAKTORER OG MÅLEMETODER FOR SOT OG PARTIKLER

De tradisjonelle metodene for å bestemme mengden av svevestøv i luft er enten basert på veiing av filtre, eller på ulike optiske metoder som baserer seg på lysabsorpsjon eller refleksjon av lys fra ekponerte filtre. Det siste er egentlig et mål på luftens innhold av lysabsorberende materiale, vesentlig sot fra ufullstendig forbrenning. Metoden, slik den er brukt i Oslo, er en videreføring av "British Standard Smoke Method", og resultatene angis i  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , på grunnlag av en internasjonal standardisert kalibreringskurve (11).

Det er imidlertid presisert i forarbeidet til denne<sup>1</sup> at forholdet mellom sverting og totalvekt av svevestøv på filter er meget variabelt. Forholdet mellom mengden av svarte partikler fra forbrenning, og svertingen er imidlertid mindre varierende.

- (i) The relation between total weight of suspended matter and darkness of stain is very variable and smoke stains cannot be used to measure total weight. The relation between dark material arising from combustion and darkness of stain is less variable and within useful limits the stain may be used as a measure of this material.
- (ii) An exact additive scale is not possible but a form or shape of calibration curve that can give reasonable satisfaction, may be constructed. (See below, concluding section of draft standard "Calibration of reflectometer reading in terms of surface concentration of a standard smoke".)

Svertingsgraden, slik den oppgis i  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , er altså ikke noe absolutt mål for svevestøvmengden.

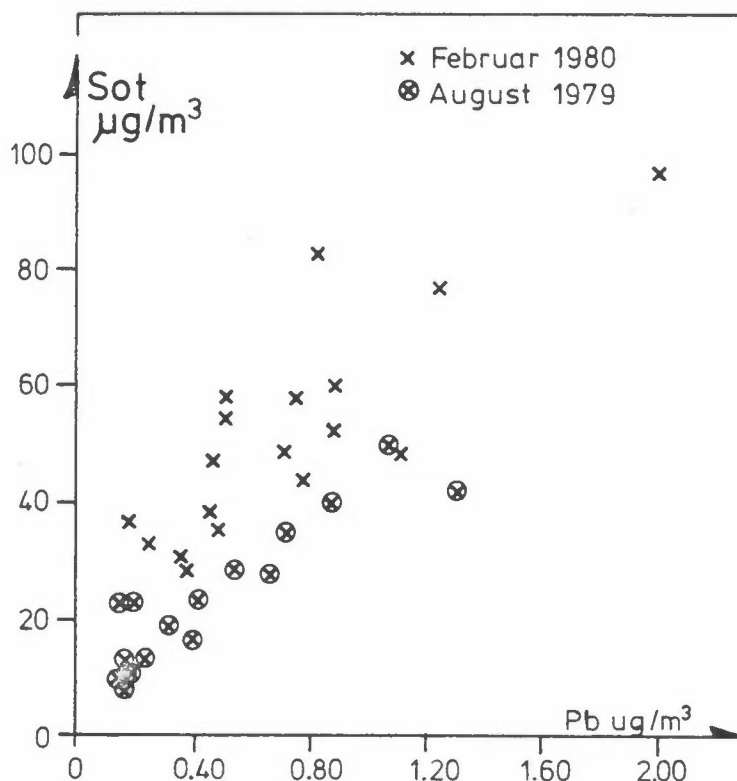
Det er derimot høy korrelasjon mellom sot-verdier basert på sverting, og konsentrasjonen av andre stoffer som skyldes pyrolyse og ufullstendig forbrenning, som f.eks. polisykliske aromater (PAH). Lysabsorpsjon skyldes vesentlig fin-fordelte partikler av elementært karbon. Et spesielt forhold ved lysabsorpsjonen er at den domineres av små partikler under 0.1  $\mu\text{m}$  dia.

Den spesifikke lysabsorpsjon for aktiv-kull(I2) eller sot fra acetylen-flammer (I3) er meget høy, ca 10-15  $\text{m}^2/\text{g}$ .

Til sammenligning er det funnet lysabsorpsjonskoeffisienter på  $\approx 6 \text{ m}^2/\text{gC}$  i Denver (I4) og 5.09  $\text{m}^2/\text{g}$  partikler fra bilexhaust i en veitunnel i USA (I5).

Ser vi på kalibreringskurven for svertingsmålingene på filter viser det seg at denne er noenlunde i samsvar med en lysabsorpsjon på  $\approx 1.5 \text{ m}^2/\text{g}$  "sot". En mulig framgangsmåte kan derfor være å anslå den spesifikke lysabsorpsjon pr g støv for de ulike kildene og vurdere bidragene til den målte svertingsgrad på filtre.

En annen mulighet er å se på sammenhengen mellom "sot" og andre forurensningskomponenter fra biltrafikken. Hagen (6) har analysert målinger av sot og bly fra overvåkingsstasjoner, og finner høy korrelasjon, både fra dag til dag og for ulike målesteder.



Figur 11: Månedsmiddelverdier av sot og bly ved 18 sentrumsstasjoner i august 1979 og februar 1980 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Figuren viser at sot/bly-forholdet er klart høyere om vinteren enn om sommeren. Sannsynligvis skyldes dette et visst bidrag fra husoppvarming. Dersom vi antar at dette bidraget er ubetydelig i august, får vi et forhold mellom sot og bly i biltrafikk-komponenten på ca 50. Blyinnholdet i bensin er ca 0.3 g/l, og forholdet mellom dieselolje- og bensinforbruket er  $\approx 2:5$ . Dette gir et "sotutslipp" på 15 g/l diesel, dersom vi antar at dieserbiler er eneste kilde.

Siden den spesifikke lysabsorpsjonen for dieselexhaust er vesentlig høyere enn for den hypotetiske blandingen kalibreringskurven er basert på, vil utslippet av partikler basert på veiing av filtre være vesentlig lavere, anslagsvis 2-5 g/l. Dette avviker ikke så mye fra aksepterte emisjonsfaktorer for dieselskjøretøyer.



Exhaust fra bensindrevne biler gir også et visst bidrag, men det er viktig å være klar over at emisjonen av partikler fra bensindrevne biler vektmessig er dominert av blyklorid og blybromid (I9). Under 10% er sot i form av elementært karbon (4).

Ellers er det grunn til å regne med et vesentlig bidrag fra oljefyring. Dette kan muligens kvantifiseres i noen grad ved statistiske metoder, idet man går ut fra at den delen som ikke er korrelert med veitrafikk, er korrelert med  $SO_2$ , og bestemmer bidraget på dette grunnlag. Emisjonsfaktorer basert på vekt er til liten nytte dersom en ikke kan bestemme de optiske egenskapene ut fra sammensetning og størrelsesfordeling.

I det hele varierer aerosolenes fysiske egenskaper både med ulik kjemisk sammensetning, og med partikkelstørrelsesfordeling. Antagelig er dette også tilfelle for de helsemessige egenskaper. Siden ulike kildetyper er såvidt forskjellige, m.h.t. partiklens egenskaper, må det advares mot at luftkvalitetsvurderinger baseres ensidig på vektkonsentrasjon av partikler uansett kildetype. Tvertimot er det behov for mer spesifikke målinger som gir mer detaljerte opplysninger om sammensetning og egenskaper.

Komponenten "sot" er viktig ikke bare i forbindelse med nedsmussing og optiske egenskaper, men også fordi den meget store reaktive overflaten til de agglomererte kjedene av karbonpartiklene adsorberer høymolekylære helseskadelige forbindelser som PAH. Den reaktive overflaten kan også fungere som katalysator for kjemiske reaksjoner, som f.eks. oksydasjonen av  $SO_2$  til svovelsyre (I7, I8).

REFERANSER

- (I1) OECD 1964 Methods of measuring air pollution. Paris, Organisation for economic Co-operation and Development.
- (I2) Donoian, H.C. 1967 Scattering and absorption of light by carbon black. *J. Paint Techn.* 39, 716-727.  
Medalia, A.
- (I3) Roessler, D.M. 1980 Optical properties of agglomerated acetylene smoke particles at 0.5145  $\mu\text{m}$  and 10.6  $\mu\text{m}$  wavelengths. *J. Opt. Soc. Am.* 70, 230-235.  
Faxvog F.R.
- (I4) Heisler, S.L. 1980 The 1978 Denver winter haze study. Final report. (Environmental Research and Technology. Westlake Calif. March 1980).  
Henry, R.C.  
Watson, J.G.  
Hidy, G.M.
- (I5) Japar, S.M. 1981 Optical properties of particulate emissions from on-road vehicles. *Atmos. Environ.* 15, 2063-2070.  
Szkarlát, C.  
Gorse, R.A.
- (I6) Hagen, L.O. 1980 Overvåking av luftforurensnings-tilstanden i Norge. Lillestrøm 1980. (NILU OR 34/80.)
- (I7) Novakov, T. 1974 Sulphates as pollution particulates; catalytic formation on carbon (soot) particles. *Science* 186, 259.  
Chang, S.G.  
Harker, A.B.
- (I8) Tartarelli, R. 1978 Interactions between SO<sub>2</sub> and carbonaceous particulates. *Atmos. Environ.* 12, 289-293.  
Darni, P.  
Morelli, F.  
Corsi, P.
- (I9) Ter Haar, G.L. 1971 Composition, size and control of automobile exhaust particulates. Presented at 64th annual meeting of the Pollution Control Association, Atlantic City, N.J.  
Lenane, D.L.  
Hu, J.N.  
Brandt, M.



VEDLEGG J  
BENZENEKSPONERING I OSLO ESTIMERT PÅ  
GRUNNLAG AV BEREGNINGER OG MÅLINGER



INNHold

1 INNLEDNING

2 UTSLIPP

2.1 Biltrafikk

2.2 Andre kilder

2.3 Oppsummering for utslipp

3 LANGTIDSEKSPONERING

4 SAMMENDRAG

5 REFERANSER



ESTIMAT FOR BENZENEKSPONERING I OSLO.  
BASERT PÅ MÅLINGER OG MODELLBEREGNINGER.

1 INNLEDNING

NILU har utført beregninger av sprednings- og eksponeringsforhold for visse luftforurensningskomponenter i Oslo for Statens forurensningstilsyn (SFT). Benzen er en av disse komponentene. Når det gjelder mulige helsevirkninger av benzen er det vesentlig langtidsmiddelbelastning som er av betydning.

I samme tidsrom har NILU registrert benzenkonsentrasjonen ved noen målestasjoner i Oslo. SFT har bidratt i vesentlig grad ved innsamling og vurdering av utslippsdata (J1).

Til beregning av utslipp i Oslo benytter en data for forbruk av fyringsoljer og fast brensel, trafikktegninger samt informasjon om industriprosesser, om trafikken i havneområdet og ved Fornebu lufthavn. Det er anvendt utslippstall som er tilpasset norske forhold. Litteraturen viser at utslippsfaktorene for benzen er usikre. Ved valg av faktorer har en tatt hensyn til målingene som er utført i Oslo-området (J2).

Ved beregning av eksponering har en dels tatt hensyn til boligfordelingen i området, dels til resultater av tidsnyttingsundersøkelsene 1971-72 (J3). Beregningene indikerte at det var konsentrasjonen i boliger som var av størst betydning, ved siden av eksponering i biler og på bensinstasjoner.

2 UTSLIPP

2.1 Biltrafikk

Statistisk bearbeiding av måledata i St. Olavs gt. viser at benzenkonsentrasjonen er korrelert med CO-konsentrasjonen. Om vinteren er korrelasjonskoeffisienten 0.83, om sommeren 0.57.



Ved lav CO-konsentrasjon (mindre enn 1 mg/cm<sup>3</sup>) registreres det ca 5 µg benzen/m<sup>3</sup> om vinteren, ca 30 µg benzen/m<sup>3</sup> om sommeren.

CO-nivået i gatene er i vesentlig grad bestemt av CO-utslippet fra bilene i den samme gaten. Når CO-konsentrasjonen øker med 1 mg/m<sup>3</sup>, øker benzenkonsentrasjonen med 5.8 µg/m<sup>3</sup> om vinteren, 4.7 µg/m<sup>3</sup> om sommeren. Spredningen for CO-utslipp og for utslipp av benzen fra bilene i en gate foregår på samme måte, og en har likhet mellom konsentrasjonsforholdet ( $\frac{\Delta C_{\text{benzen}}}{\Delta C_{\text{CO}}}$ ) og utslippsforholdet ( $\frac{Q_{\text{benzen}}}{Q_{\text{CO}}}$ ):

$$Q_{\text{benzen}} = Q_{\text{CO}} \frac{\Delta C_{\text{benzen}}}{\Delta C_{\text{CO}}}$$

$\Delta C_{\text{benzen}}$  og  $\Delta C_{\text{CO}}$ : Økningen av henholdsvis benzen og CO-konsentrasjonen som følge av økning i biltrafikken i den samme gaten. Forholdet tilnærmes ved helningen på regresjonslinjen bestemt om vinteren. Sammenhengen er dårligere om sommeren (andre kilder) og helningen på regresjonslinjen får større usikkerhet.

Det midlere utslippet av CO forbi målepunktet i St. Olavs gt. er estimert til 33 g CO/km. Det gir:

$$\begin{aligned} Q_{\text{benzen}} &= 33 \text{ g/km} \cdot 5.8 \cdot 10^{-3} \\ &= \underline{0.19 \text{ g/km}} \end{aligned}$$

Som en første tilnærmelse kan en regne med at benzenutslippet er knyttet til bensinforbruket og i middel benytter bilene 0.13 l/km. Det gir et benzenutslipp fra bensinbiler på 1.5 g benzen/l bensin. Fra dieselbiler er det regnet med et utslipp på 45 mg benzen/km. Dette gir et samlet middelutslipp på 34 kg benzen/time fra biltrafikk i Osloområdet.

## 2.2 Andre kilder

Fast brensel: Det er regnet med et årsforbruk på 1900 tonn kull, 4500 tonn koks og 61700 m<sup>3</sup> ved ( $\rho = 0.6 \text{ tonn/m}^3$ ) i Oslo. Følgende utslippsfaktorer er benyttet for benzen:

Kull og koks:	0.2 kg benzen/tonn
Ved	: 1 " " "

Ifølge Rudling og Ahling (J7) varierer benzenutslippet mellom 0.03 og 1.6 kg benzen/(tonn ved). Utslippsfaktorene gir et samlet årsutslipp av benzen på 38 tonn/år. Etter samråd med Oslo kommune regner vi at dette slippes ut i vinterhalvåret og fordeles proporsjonalt med befolkningen som bor i områder med gammel bebyggelse i Oslo. Midlere halvårsutslipp: 8.7 kg/time.

Oljefyring: Et midlere benzenutslipp for bruk av fyringsoljer er benyttet:

8.5 g benzen/tonn fyringsolje
60 " " " parafin

som gir et utslipp på ca 2.5 tonn benzen i vinterhalvåret. I middel gir dette 0.55 kg benzen/time.

### Fordampning av bensin

Middelutslippet av benzen på grunn av fordampning er anslått til:

Fra lagertanker på Lysaker	: 0.12 kg benzen/time
Fra lagertanker på Sjursøya	: 0.58 kg benzen/time
Fra bensinstasjoner i Oslo	: <u>0.83 kg benzen/time</u>
Sum:	<u>1.54 kg benzen/time</u>

Målinger tyder på at fordampning av bensin fra parkerte biler med varm motor har virkning på konsentrasjonsnivået (J5). Disse utslippene er ikke tatt med i oversikten.

### Andre kilder

Ved Oslo Havn og Fornebu har en regnet med et samlet utslipp på 0.36 kg benzen/time.

### 2.3 Oppsummering for utslipp

Tilgjengelige data viser at biltrafikken er den dominerende kilden til benzenutslipp. Det samlede benzenutslippet som er benyttet til beregning av befolkningens langtidseksposering er vist i Tabell J.1.

*Tabell J.1: Benzenutslipp fra ulike kildegrupper i Oslo.  
Enhet: kg benzen/time.*

Biltrafikken	: 34.4 kg
Biltrafikk i Østre Bærum	: 0.88 kg
Fast brensel	: 8.68 kg
Oljefyring	: 0.55 kg
Bensindistribusjon	: 1.54 kg
<u>Oslo Havn og Fornebu</u>	<u>: 0.36 kg</u>
<u>Sum</u>	<u>: 46.22 kg</u>

### 3 LANGTIDSEKSPONERING

Bidrag utendørs i boligområder ( $E_0$ ):

Midlere benzenkonsentrasjon beregnet for vinterhalvåret er multiplisert med antall mennesker som bor i hver  $\text{km}^2$ . Det gir en samlet belastning på  $1.6 \cdot 10^6$   $\mu\text{g benzen} \cdot \text{personer}/\text{m}^3$  i vinterhalvåret.

Beregnete/målte konsentrasjoner:

Midlere benzenkonsentrasjon målt i St. Olavs gt. var

41  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  om dagen - 24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  om natten

i mars måned 1980. I august/september 1980 var verdiene

64  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  om dagen og 39  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  om natten. De tilsvarende verdiene som er registrert ved Nordahl Bruns gt. er 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  om dagen og 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  om natten i mars måned. 33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  om dagen og 21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  om natten i august/september.

Når en sammenligner måleresultatene med modellberegninger, indikerer høye målte benzenverdier ved lave CO-verdier at det eksisterer kilder til benzen i Oslo-området som ikke er tatt med i utslippsoversikten (kap. 2). Avviket kan også skyldes fordampning fra parkerte biler nær målestasjonene. Belastningen karakteriseres av ca 5-10  $\mu\text{g}$  benzen/ $\text{m}^3$  i mars måned, 10-20  $\mu\text{g}$  benzen/ $\text{m}^3$  i august/september måned. En bakgrunnsverdi på 2-4  $\mu\text{g}$  benzen/ $\text{m}^3$  i Oslo-området er rimelig når en tar hensyn til målinger i Oslo (J4) og til data fra Concave (J5). Beregningene som er utført for CO kan videre brukes til å anslå benzenkonsentrasjonen i sterkt trafikerte gater og i  $\text{km}^2$ -ruter i episoder.

Konsentrasjonene vil utgjøre en tilleggseksponering på

$$1-2 \cdot 10^6 \mu\text{g benzen person}/\text{m}^3$$

På grunnlag av det foregående kan en gi følgende verdi for eksponeringen dersom folk oppholdt seg ved sine boliger.

$$\underline{E_0 \approx 3 \cdot 10^6 \mu\text{g benzen person}/\text{m}^3}$$

#### Bidrag i gatemiljø ( $E_g$ )

Ifølge tidsnyttigundersøkelsen 70/71 er 2% av befolkningen fotgjengere eller syklister i middel over døgnet (se tabell 1). De vil oppholde seg i gatemiljøet i Oslo. I samsvar med målinger og spredningsberegninger vil tilleggseksponeringen i gatemiljøet skyldes middelkonsentrasjoner mellom ca 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i de sterkest trafikerte gatene, og 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i lite trafikerte gater. Vi benytter en verdi på 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  til å anslå denne delen av eksponeringen

$$E_g = 30 \mu\text{g benzen/m}^3 \cdot 4.8 \cdot 10^5 \cdot 0.02 \text{ personer}$$

$$\underline{E_g = 0.3 \cdot 10^6 \mu\text{g benzen personer/m}^3}$$

Bidrag i biler ( $E_b$ ):

I middel tilbringer befolkningen 2% av tiden i personbil (tabell 1). Det er utført ni målinger i biler som kjørte i og ved Oslo. Middelerdien var  $280 \mu\text{g/m}^3$  (ref. J2). Når en legger middelerdien av tallene til grunn i eksponeringsberegningen finner en:

$$E_b = 280 \mu\text{g/m}^3 \cdot 4.8 \cdot 10^5 \cdot 0.02 \text{ personer}$$

$$= \underline{2.7 \cdot 10^6 \mu\text{g benzen personer/m}^3}$$

Verdien er usikker på grunn av få målinger.

Bidrag innendørs ( $E_H$ ):

Benzenkonsentrasjonene er registrert i ulike type boliger i og utenfor forurenset område nær Oslo. Det er utført 41 målinger i 7 boliger samt spesielle undersøkelser av årsaken til benzenkonsentrasjoner i en bolig. Måleverdiene viste store variasjoner (J2 og J4). I enkeltboliger fant en høyere verdier enn konsentrasjoner som ble beregnet for utendørskonsentrasjonen. Nyere undersøkelser indikerer at årsaken kan være parkerte biler i garasjer nær huset (J4). Middelerdien for de ulike boligene var  $23 \mu\text{g/m}^3$ . Befolkningen oppholder seg innendørs i boligen eller på arbeidsplassen ca 80% av tiden (J3). Dette medfører en belastning på

$$E_H = 23 \mu\text{g benzen/m}^3 \cdot 0.8 \cdot 4.8 \cdot 10^5 \text{ personer}$$

$$\underline{E_H = 8.8 \cdot 10^6 \mu\text{g/benzen/m}^3 \text{ personer}}$$

Denne verdien må betegnes som meget usikker. Enkelte av første målingene som ble utført kan være for høye, men en har ikke grunnlag for å redusere bidraget til befolkningseksponeringen.

Eksponering ved bensinstasjoner ( $E_B$ ):

Data for biltrafikken indikerer at hver 3. person i Oslo bruker 3 min. av sin tid hver uke på en bensinstasjon for å fylle 30 l bensin. Basert på utslippsfaktorer fra Norsk Petroleumsinstitutt har en anslått en konsentrasjon på 10-20 mg/ benzen/m<sup>3</sup> ved bensinpumpene ved fylling. Andre steder på bensinstasjonen vil konsentrasjonen være lavere. På grunnlag av disse data har en anslått befolkningseksponeringen:

$$\underline{E_B \approx 1 \cdot 10^6 \mu\text{g benzen/m}^3 \text{ personer i Oslo.}}$$

4 SAMMENDRAG

På grunnlag av foreliggende data kan en anslå følgende bidrag til benzeneksponeringen i Oslo:

Eksponering i utendørsluft ved bolig:	$E_0 \approx 3 \cdot 10^6$	$\mu\text{g benzen/m}^3$	personer i Oslo
Ekstra eksponering i bolig	: $E_H \approx 9 \cdot 10^6$	"	"
Ekstra eksponering i bil	: $E_b \approx 3 \cdot 10^6$	"	"
Eksponering av fotgjengere og syklistere i gatemiljø	: $E_g \approx 0.3 \cdot 10^6$	"	"
Eksponering på bensinstasjoner	: $E_B \approx 1 \cdot 10^6$	"	"
Samlet eksponering	: ca 7-13 · 10 <sup>6</sup>	$\mu\text{g benzen/m}^3$ *	personer i Oslo

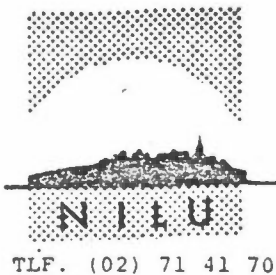
Idet befolkningen tilbringer mye av sin tid innendørs, blir konsentrasjonene bestemmende for benzenbelastningen. Konsentrasjonene innendørs bør undersøkes nærmere før en kan angi befolkningseksponeringen for benzen. Dersom en benytter  $E_0$  vil en finne et for lavt estimat for befolkningseksponeringen.

Benzenkonsentrasjonen inne i biler kan også gi et betydelig bidrag til totaleksponeringen. Målingene utendørs indikerer videre at den samlede utslippsoversikten er ufullstendig, særlig gjelder dette om sommeren. Data indikerer at uoverensstemmelsen delvis kan forklares ved fordampning av bensin fra parkerte biler.

\*Divideres den samlede eksponering av Oslos befolkning finner en middelkonsentrasjonen som en Oslo-borger utsettes for. (15-27  $\mu\text{g benzen/m}^3$ ).

5 REFERANSER

- (J1) Arbeidsgruppe benzen fra bensin.  
Møte 25.11.80. Vedlegg 7 til sak 6:  
Benzenutslippet: Størrelse og kilder.
- (J2) Wathne, B.M. Målinger av benzen fra biltrafikk.  
Lillestrøm 1981. (NILU OR 30/81.)
- (J3) Statistisk sentralbyrå Tidsnyttingsundersøkelsen 1971-72.  
Hefte 1. Oslo 1975.
- (J4) Wathne, B.M. Benzen i boliger. Lillestrøm 1981.  
(NILU OR 52/81.)
- (J5) Exposure to atmospheric benzen  
vapour associated with motor  
gasoline. Den Haag 1981.  
(CONCAWE report No. 2/81.)
- (J6) Gram, F. Utslipp av Luftforurensninger i  
Oslo-området 1979.
- (J7) Rudling, L. Kemisk och biologisk karakterisering  
Ahling, B. av røkgaser från småskalig eldning  
av flis och ved. Stockholm 1980.  
(Naturvårdsverket Rapport SNV PM 1331.)



# NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

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

TLF. (02) 71 41 70

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 8/82	ISBN--82-7247-295-3
DATO FEBRUAR 1982	ANSV.SIGN. B. Ottar	ANT.SIDER 134
TITTEL Beregning av sprednings- og eksponeringsforhold for visse luftforureningskomponenter i Oslo.		PROSJEKTLEDER K.E. Grønskei
		NILU PROSJEKT NR 20580
FORFATTER(E) K.E. Grønskei, F. Gram og St. Larssen		TILGJENGELIGHET ** A
		OPPDRAGSGIVERS REF.
OPPDRAGSGIVER Statens forurensningstilsyn		
3 STIKKORD (å maks.20 anslag)		
Utslipp	Spredning	Eksponering
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) På grunnlag av utslippsdata og meteorologiske data er det utført spredningsberegninger for SO <sub>2</sub> , svevestøv/sot, NO <sub>x</sub> /NO <sub>2</sub> , CO, Pb, O <sub>3</sub> og benzen. På grunnlag av befolkningsdata er videre befolkningseksponeringen estimert for korte og lange midlingstider. Virkning av reduksjon av avgassutslipp fra biler på eksponeringskurvene er vurdert.		
TITLE Calculation of dispersion and exposure conditions for some air pollution components in Oslo.		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines) Based on emission data and meteorological data from Oslo dispersion calculations are carried out for SO <sub>2</sub> , particulates, NO <sub>x</sub> , CO, Pb, O <sub>3</sub> and benzen. Population data are further used to evaluate population exposure for short and long exposure times. The effect of pollution reduction from car emission on exposure curves are considered.		

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