

NILU
Teknisk notat nr. 4/75.
Ref.: 03072.
Dato: Mars 1975.

TRAFIKALE FORURENSNINGER I OSLOMRÅDET
(Beregninger og vurderinger av
middelkonsentrasjonen for hver km²
under forurensningsperioder.)

K E Grønskei.

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 115, 2007 KJELLER
NORGE

<u>INNHOLDSFORTEGNELSE</u>		Side
1	<u>INNLEDNING</u>	3
1.1	<u>Formål og metode</u>	3
1.2	<u>Bakgrunn</u>	3
2	<u>UTSLIPP</u>	3
2.1	<u>Samlet utslipp av forurensnings-</u> <u>komponenter i Osloområdet</u>	3
2.2	<u>Romlig fordeling av SO₂ utslippet -</u> <u>Romlig fordeling av de trafikale</u> <u>forurensningskomponentene</u>	5
3	<u>METEOROLOGISKE MÅLINGER</u>	6
4	<u>RESULTATER</u>	8
4.1	<u>Beregnete og målte NO_x-konsentrasjoner</u>	8
4.2	<u>Estimerte konsentrasjoner av andre trafikale</u> <u>forurensningskonsentrasjoner</u>	11
4.3	<u>Mulighet for dannelse av fotokjemiske</u> <u>oksydanter i Oslo</u>	11
5	<u>KONKLUSJON</u>	13

1 INNLEDNING

1.1 Formål og metode.

Undersøkelsen tar sikte på å benytte metoder utviklet ved NILU (1) til å beregne romlige middelkonsentrasjoner av de trafikale forurensningskonsentrasjonene nær bakken innen hver km² i Oslo. Med trafikale forurensningskomponenter menes her NO_x, CO og HC.

Beregningene er ment å være et første estimat som kan brukes ved planlegging av grundigere undersøkelser.

1.2 Bakgrunn.

En beregningsmetode er utviklet for Osloområdet for midlere SO₂-konsentrasjoner innen hver km² (1). Spredning av andre gassformige luftforurensninger i Osloområdet foregår på samme måte ved de konsentrasjoner som opptrer med en romlig skala på noen km. Regnemaskinprogrammene for Osloområdets SO₂ modell kan dermed benyttes direkte dersom utslippene av de trafikale forurensningskomponenter og de meteorologiske spredningsforhold er kjente.

Ved NILU pågår det dessuten målinger av NO_x og CO i forskjellige avstander fra trafikerte gater som kan benyttes som kontroll av beregningene. Beregningene kan på sin side benyttes til å tolke målingene og til å varsle endringer i luftkvalitet ved endrede utslippsforhold.

2 UTSLIPP

2.1 Samlet utslipp av forurensningskomponenter i Osloområdet.

Gram ved NILU estimerte det totale utslipp sa SO₂, partikler, CO, HC og NO_x i Osloområdet i året 1970 (1). Dataene er presentert i tabell 1.

SOURCE CATEGORY		Sulphur Oxides as SO ₂	Particulates	Carbon Monoxide	Hydro-Carbons	Nitrogen Oxides as NO ₂
FUEL COMBUSTION in MOBILE SOURCES	GASOLINE	120	160	68 000	9 800	3 300
	DIESEL	420	420	1 100	2 000	1 200
FUEL COMBUSTION in STATIONARY SOURCES	OIL	8 730	480	n	n	1 180
	COAL & COKE	230	420	n	n	170
REFUSE DISPOSAL	INCINERATION	100	30	n	n	n
INDUSTRIAL PROCESSES		n		n	n	n
TOTAL		9 600		69 100	11 800	5 850

Tabell 1: Utslipp av luftforurensninger i Oslo 1970
i tonn pr. år.
n = ubetydelig.

Kildekategorien "Fuel combustion in mobile sources" omfatter i alt vesentlig utslipp fra biltrafikken i Osloområdet. Kildekategorien "Fuel combustion in stationary sources" omfatter i alt vesentlig utslipp fra oljebrenning i Osloområdet.

En ser av tabellen at utslippet av CO og HC i alt vesentlig kommer fra biltrafikken og at utslippet er henholdsvis 11,8 og 2,0 ganger større enn for SO₂. Utslippet av nitrogenoksyder skyldes dels biltrafikken (77%) dels boligoppvarming (23%) og er 0,6 ganger så stort som utslippet av SO₂.

2.2 Romlig fordeling av SO₂ utslippet - Romlig fordeling av de trafikale forurensningskomponentene.

SO₂-utslippet i Osloområdet er estimert på grunnlag av leveringsoppgaver for svovelholdig olje. Resultatet er vist i figur 1.

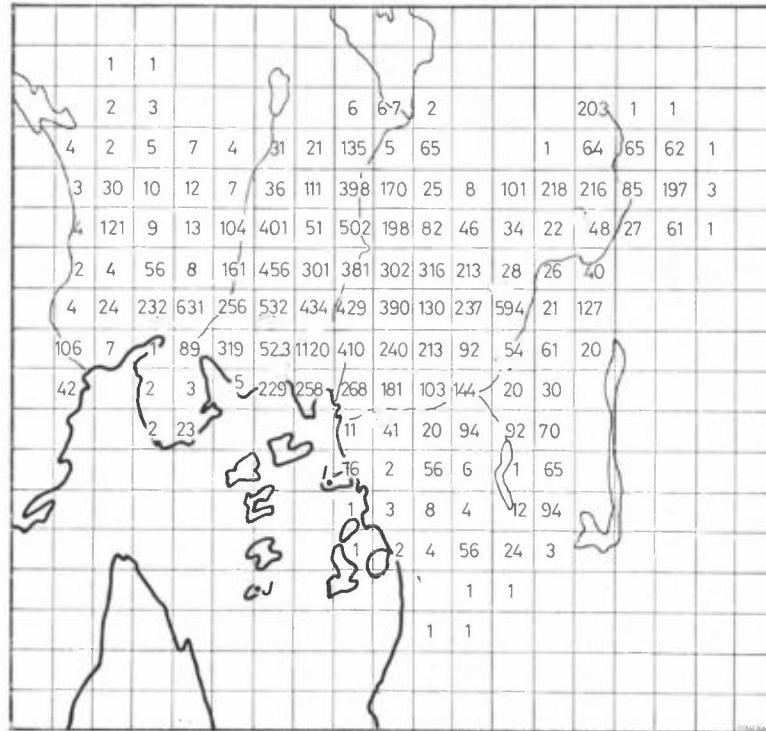


Fig. 1. Levering av svovel i oljen Januar - mars 1970.
 Enhet: 100 kg S/km².

Som et første estimat antar en at denne fordelingen er et mål for aktiviteten i byområdet og at utslippet av NO_x og CO følger den samme fordelingen. Denne antakelsen innebærer åpenbare feil, f.eks. en del av utslippet av trafikale forurensningskomponenter foregår langs hovedveiene inn mot Oslo. På den annen side er imidlertid utslippet størst i sentrum og avtar ut mot utkantene som vist på figuren.

I modellberegningene har en benyttet et midlere døgnutslipp for vinterhalvåret og antatt samme døgnlige variasjon som ved utslippet av SO₂ (se ref. 1). De timesvise utslippstallene for

trafikkale forurensningskomponenter representerer dermed et overestimat om natten og et underestimat i tiden med rushtrafikk.

3 METEOROLOGISKE MÅLINGER

Timesvise målinger av vindhastigheten og retningen ved Haraldrud (se fig. 2), samt 10 min. middelerverdier hver 2. time på Blindern er benyttet til å estimere vindforholdene i Osloområdet. Som testperiode har en valgt 3 dager i desember (fra og med 18/12 kl. 01 til og med 20/12 kl. 00). I perioden finner en betydelig variasjon i vind og spredningsforholdene. Utslippene varierer dessuten betydelig gjennom døgnet. Modellen kan dermed testes ved å sammenligne målte med beregnede konsentrasjoner. Nedenfor følger en kort beskrivelse av de meteorologiske forholdene av betydning for spredningen i løpet av hver av de tre dagene.

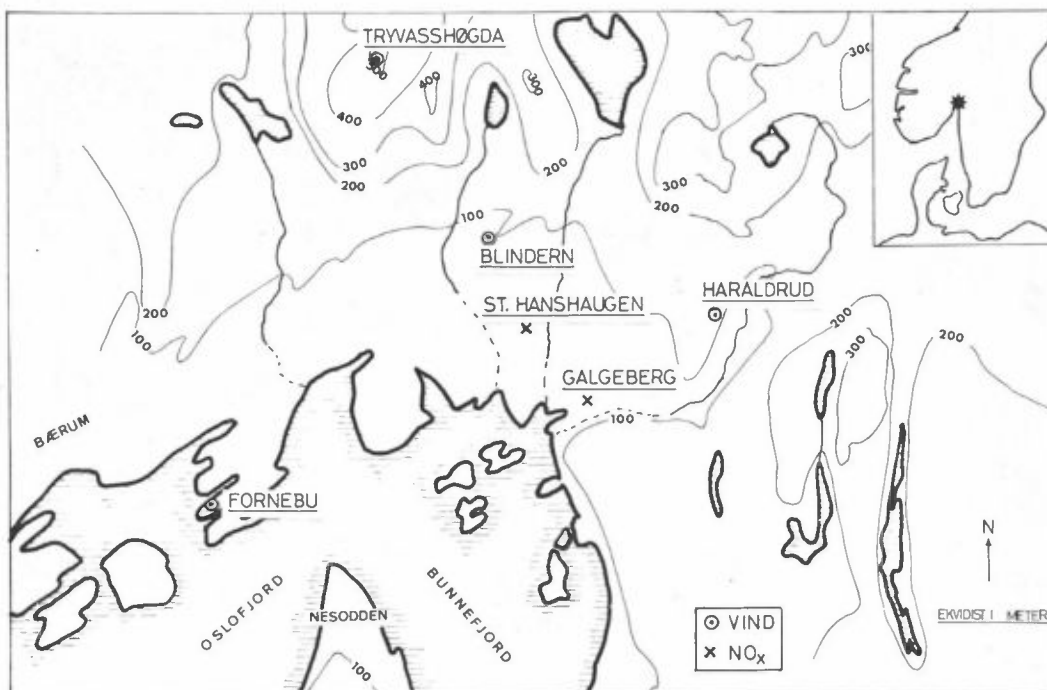


Fig. 2. Målestasjoner for vind og NO_x.

Tirsdag den 18. desember 1973.

I 850 mb (ca. 1500 m over bakken) blåste det en vind fra NV med styrke 15 m/s. Ved bakken blåste det en svak vind (1-3 m/s) fra nord til nordøst. Det var overskyet, -5°C og ingen inversjon og dermed ingen typisk forurensningssituasjon.

Onsdag den 19. desember 1973.

I 850 mb (ca. 1500 m over bakken) blåste det en vind fra NV med 10 m/s. Vinden skyldtes et lavtrykk i nordøstlig retning. Ved bakken observerte en et høytrykk over Trøndelag - Midt Sverige mens et lite lavtrykk var lokalisert i ytre delen av Oslofjorden. I Oslo ble det observert inversjon med kaldluft - strømmer ned dalene i morgentimene. En vindøkning midt på dagen og en avtagning om ettermiddagen hadde stor betydning for spredningen av forurensningene over Oslo.

Torsdag den 20. desember 1973.

Høytrykket har flyttet seg nordøstover, mens frontalsonen og lavtrykket i sør holdt seg i ro. Dette medførte svake vinder i 850 mb. Ved bakken ble det observert relativt sterke vinder (2-5 m/s) fra nord og nordøst. Det var overskyet vær med nøytral termisk stabilitet.

4 RESULTATER

4.1 Beregnete og målte NO_x-konsentrasjoner.

Med de antagelser i forbindelse med utslipps- og vindforholdene som er presentert i de to foregående kapitlene beregnet en generelt for lave NO_x-konsentrasjoner i Osloområdet.

Ved St. Hanshaugen fant en følgende resultater:

Den 18/12 og 19/12 beregnet en NO_x-konsentrasjoner som varierte omkring 100 µg/m³, mens en observerte variasjoner omkring 200 µg/m³ som NO₂.

Den 20/12 beregnet en variasjoner omkring 30 µg/m³, mens en observerte konsentrasjoner omkring 20 µg/m³.

Avviket mellom beregnede verdier den 18. og 19.12 kan skyldes følgende forhold:

1. Utslippet av nitrogenoksyder har økt med omkring 20% fra 1970 til 1973 på grunn av økt oljeforbrenning og økt biltrafikk (2).
2. Den systematiske vertikale transporten av forurensninger var relativt liten under de rådende værforhold.
3. Den romlige utslippsfordelingen for NO_x og SO_x er forskjellig.
4. Under beregningen er det bare benyttet informasjon fra to vindstasjoner i Osloområdet.
5. Den vertikale transport av NO_x ved uordnede atmosfærebevegelser er lite kjent.

Når utslippet ble økt med 20% og utslippshøyden ble redusert med 20% fant en overensstemmelse (se fig. 3). En kan imidlertid få like god overensstemmelse mellom beregninger og observasjoner ved å modifisere antagelsene på annen måte. Ved praktisk bruk av modellberegningene er det nødvendig å etterprøve antagelsene mer i detalj.

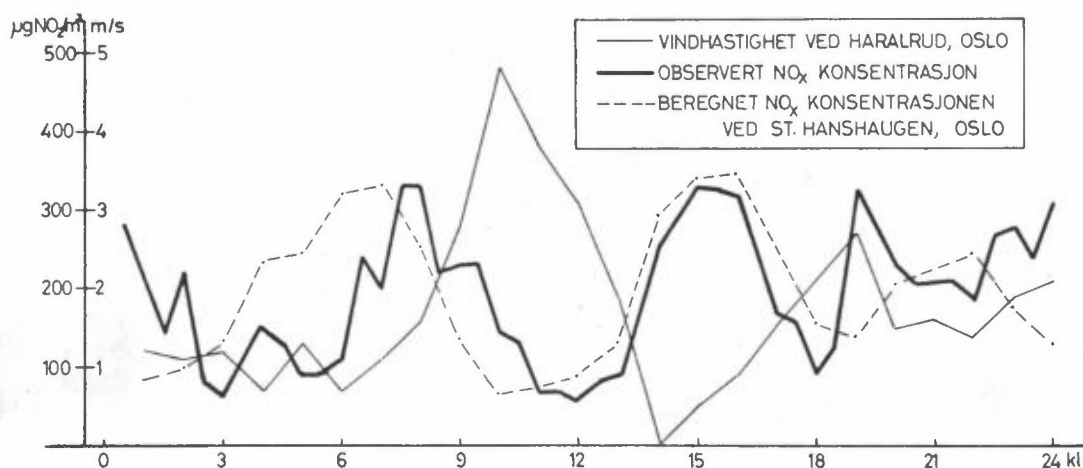


Fig. 3. Observerte og beregnede NO_x -konsentrasjoner ved St. Hanshaugen som funksjon av tid på døgnet den 19. desember 1973. Vindhastigheten målt ved Haraldrud er avsatt i det samme diagrammet.

Det beregnes høyere konsentrasjoner enn de som observeres om natten. Dette skyldes sannsynligvis at utslippet av NO_x fra biltrafikken har en annen døgnlignig variasjon enn utslippet på grunn av oljefyringen. Den høye observerte konsentrasjonen kl. 1900 er ikke i overensstemmelse med økningen i utluftingen på grunn av den relativt høye vindhastigheten som ble målt ved Haraldrud. For om mulig å forklare dette må en ta hensyn til at NO_x -konsentrasjonen ikke er jevnt fordelt innen hver km^2 . Konsentrasjonen vil være betydelig høyere innen en røyksky som sendes ut av en skorstein og nede i et gatetverrsnitt med biltrafikk. Andre modeller må til for å beskrive disse forholdene. De høye målingene på St. Hanshaugen ved dette tidspunkt kan skyldes at målepunktet

er påvirket av en forurensningssky som ikke er representativ for konsentrasjonen innen en km² av omgivelsene.

For å vise den regionale fordelingen av NO_x i Osloområdet har en i fig. 4 vist den beregnede konsentrasjonsfordelingen om kvelden den 19/12. I forhold til utslippsfordelingen strekkes konsentrasjonsfordelingen ut langs lufttransportaksen som vil variere med vindforholdene.

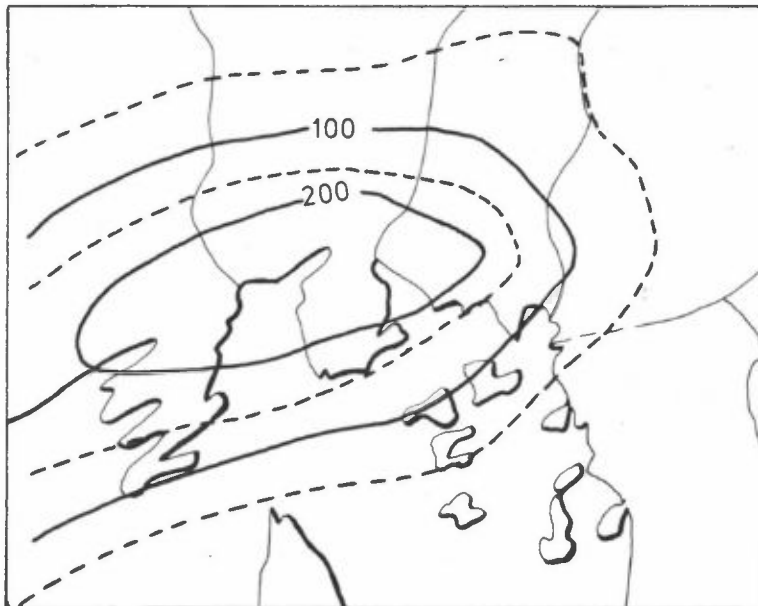


Fig. 4: Beregnet NO_x fordeling over Oslo den 19/12 kl. 2400.
Enhet: µg NO_x/m³ (som NO₂).

Konsentrasjonsfordelingen som er vist i fig. 4 kan betraktes som bakgrunnsverdier dersom sammenhengen mellom NO_x -konsentrasjonen og biltrafikken i en bestemt gate studeres. For å belyse den relative betydning av den regionale fordelingen av NO_x kan det nevnes at den midlere konsentrasjonen innen en km^2 omkring Galgeberg beregnes til omkring $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ den 19. desember 1973.

Til sammenligning varierer den observerte verdien nær den sterkt trafikerte Strømsveien ved Galgeberg omkring $1500 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Denne konsentrasjonen avtar imidlertid raskt med avstanden fra gaten og er ikke representativ for de konsentrasjoner menneskene utsettes for gjennom lengre tid.

4.2 Estimerte konsentrasjoner av andre trafikale forurensninger.

I tabell 1 har en estimert det samlede utslipp av CO og HC som i det alt vesentlige kommer fra biltrafikken i Oslogryta. Dersom en multipliserer de beregnede og/eller observerte NO_x -konsentrasjonene med de relative utslippstall, kan ventede konsentrasjoner av HC og CO beregnes.

Som romlige middelveidier for hver km^2 over Oslo sentrum finner en da HC-konsentrasjoner omkring $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og CO-konsentrasjonen omkring $2400 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.3 Mulighet for dannelse av fotokjemiske oksydanter i Oslo.

De beregnede og observerte konsentrasjonene av NO_x samt estimater av HC-konsentrasjonene innen hver km^2 er store nok til at betydelige konsentrasjoner av oksydanter kan dannes i Osloområdet.

Denne konklusjonen bygger på målinger og erfaringer fra Tyskland, USA og Nederland (3), (4), (5), (6).

Det er rimelig å anta at når NO_x og HC-konsentrasjoner innen hver km^2 er tilstrekkelig høy, er også oppholdstiden for luften i Osloområdet tilstrekkelig lang til at fotokjemiske oksydanter kan dannes. Modellberegningene viser at oppholdstiden er noen timer under disse episodene.

Kombinasjonen av dårlige spredningsforhold som regionalt gir høye forurensningskonsentrasjoner og sterk solstråling er imidlertid skjelden idet den sterke solstrålingen samtidig danner gode vertikale spredningsforhold. Målinger av nitrogenoksyder ved St. Hanshaugen viser stort sett lave verdier sommerstid. I enkelte situasjoner kan imidlertid høye oksydantkonsentrasjoner som følge av fotokjemiske reaksjoner forekomme i korte tidsrom (noen timer) samtidig med sterkt sollys.

NO_x forurensningene om vinteren (des./jan.) over Oslo består vesentlig av NO som raskt reagerer med ozon, og en venter å observere spesielt lave verdier av ozon (lavere enn naturlig bakgrunn) under disse situasjonene (bakgrunnskonsentrasjonen av ozon brytes ned). Disse reaksjonene vil nesten alltid foregå effektivt nær gater eller motorveier med høy trafikk og dermed høy konsentrasjon av nitrogenmonoxyd.

5 KONKLUSJON

Middelkonsentrasjonene av trafikale forurensninger i kvadrat-kilomiterruter overskrider ikke kjente normer for nitrogenoksyder, men beregningene viser at en må regne med overskridelser av 3 timers normene for hydrokarboner, anbefalt av EPA - USA.

Denne normen er opprettet for å unngå dannelse av fotokjemiske oksydanter. Dette antyder at muligheten for dannelse av oksydanter i Oslo er til stede på regional skala. Kombinasjonen av høye konsentrasjoner og sterk solstråling er imidlertid lite sannsynlig. En vil imidlertid vente å finne høye oksydantkonsentrasjoner i spesielle sjø-landbrissituasjoner om sommeren. Dette bør undersøkes ved målinger.

Osonkonsentrasjonen om vinteren er i Oslo sannsynligvis lavere enn den naturlige bakgrunnskonsentrasjonen over Norge.

De regionale konsentrasjonene er små i forhold til de som observeres nær sterkt trafikerte gater og motorveier.

Ved utarbeidelsen av planer for trafikkavvikling i Oslo kan en derfor ta hensyn til luftkvaliteten ved å vurdere sammenhengen mellom trafikken og luftkvaliteten i hver gate for seg. En beregning og vurdering av den regionale belastningen bør imidlertid utføres når konkrete alternativer foreligger.

REFERANSER

- (1) Grønskei, K E
Joranger, E
Gram, F
Assessment of Air Quality in Oslo, NORWAY. Published as Appendix D to the NATO/CCMS Air Pollution Document No 6 "Guidelines to Assessment of Air Quality (Revised) SO_x, TSP, CO, HC, NO_x and Oxidants".
- (2) Fjeld, B
Emissions of Nitrogen Oxides and Hydrocarbons in Norway.
NILU Teknisk Notat nr. 81/74.
June 1974.
- (3) Birkle, M
Immissionsmessungen von O₃ zur Erfassung photochemischer Umsetzung in bodennahen Luftschichten
Staub-Reinhaltung der Luft Bd. 35 (1975) Nr. 2 Februar.
- (4) Edinger, J G et al.
Penetration and Duration of Oxidant Air Pollution in the South Coast Air Basin of California.
Journal of A.P.C.A. Vol 22, No 11
Nov. 1972.
- (5) Sklarew, R C et al.
Mathematical Modeling of Photochemical Smog Using the PICK Method.
Journal of A.P.C.A. Vol 22 No 11,
Nov. 1973.
- (6) Guicherit, R
Photochemical Smog Formation in the Netherlands. S. C 98 in Proceedings of the 3rd International Clean Air Congress, VDI-Verlag, Düsseldorf (1973).