

NILU TR : 2/84
REFERANSE: 0-8216
DATO : FEBRUAR 1984

*ENKEL MODELL FOR BEREGNING AV NO₂-
KONSENTRASJONEN VED GATER*

Steinar Larssen

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

FORORD

Innen Nordisk Ministerråds prosjekt 180.21-2.6: "Beregningsmetoder for bilavgasser" (NILU-prosjekter 0-8102, 0-8215 og 0-8216) er det utviklet en metode for beregning av forurensningen av CO og NO₂ ved gater.

Utviklingen av en enkel modell for å beregne NO₂-konsentrasjonen ved gater, basert på kjennskap til NO_x-utslippet fra trafikken, har vært et delprosjekt av 0-8216. Denne rapporten, samt NILU OR 4/82 "Street canyon concentrations of Nitrogen dioxide in Oslo. Measurements and model calculations", beskriver resultatet av arbeidet på dette delprosjektet.

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	3
1 NO ₂ -KILDER I BYATMOSFÆRE	7
2 MODELL FOR NO ₂ -KONSENTRASJONEN VED TRAFIKKÅRER	8
3 EN ENKEL MODELL FOR BEREGNING AV HØYE NO ₂ -KONSENTRA- SJONER VED GATER	13
4 TEST AV DEN FORENKLEDE NO ₂ -MODELLEN	15
5 REFERANSER	17

ENKEL MODELL FOR BEREGNING AV NO_2 -KONSENTRASJONEN VED TRAFIKKÅRER

1 NO_2 -KILDER I BYATMOSFÆRE

Hovedkilden til nitrogenoksider (NO_x) i luften i byområder er avgassene fra forbrenning av fossilt brennstoff i fyringsanlegg og bilmotorer. NO_x -utslippet fra biltrafikken er idag i de fleste områder den dominerende. Ifølge utslippsoversikter fra Statens naturvårdsverk (Bostrøm, 1982) svarer biltrafikken for 64% av NO_x -utslippet i Sverige. Ifølge Statens forurensningstilsyn (Bilforurensningsutvalget 1983) er tilsvarende tall fra Norge 66%. Nasjonale utslippsoversikter for Nederland, Vest-Tyskland og UK gir biltrafikkandeler av totalt NO_x -utslipp på henholdsvis 47%, 45% og 25% (Commission of the European Communities, 1983). Det bør legges til at utslippsfaktorer for NO_x er usikre.

I avgassene utgjør nitrogenmonoksid (NO) hoveddelen av NO_x -utslippet. Like etter forbrenningen er NO_2 -andelen nær null. Størrelsen av NO_2 -andelen i utslippet fra skorsteiner og eksosrør avhenger av en rekke faktorer. Temperatur, andre forurensningskomponenter (partikler, reaktive gasser), overflater og oppholdstiden inne i skorsteinen eller eksosanlegget er viktige faktorer.

Ytterligere oksidasjon av NO til NO_2 ved hjelp av O_2 eller O_3 skjer etter utslippet til atmosfæren. O_2 -oksidasjon skjer langsomt (typisk tid er timer). O_3 -oksidasjonen skjer svært raskt (minutter). Videre fotokjemiske reaksjoner mellom NO, NO_2 , O_3 , reaktive hydrokarboner og andre gasser skjer langsommere (timer) og kan påvirke likevekten mellom NO og NO_2 . Beskrivelse av kilder til NO_x og reaksjonsmekanismer er gitt f.eks. av National Academy of Sciences (1977) og Grennfelt og Sjødin (1982a).

I tillegg til NO_x - og NO_2 -utslippene i byområdet selv, får byluften bidrag av NO_x og NO_2 fra kilder som ligger utenfor byområdet.

2 MODELL FOR NO_2 -KONSENTRASJONEN VED TRAFIKKÅRER.

Trafikken i gaten bidrar til NO_2 -konsentrasjonen i luften ved en trafikkåre. Trafikk og andre kilder i og utenfor byområdet bidrar også (by-bakgrunn):

$$[\text{NO}_2]_{\text{gate}} = [\text{NO}_2]_{\text{gatebidrag}} + [\text{NO}_2]_{\text{bybakgrunn}} \quad (1)$$

Gatebidraget er dels direkte NO_2 -utslipp i bileksosen, dels NO_2 dannet fra NO -utslippet fra trafikken i gaten via raske kjemiske reaksjoner (med reaksjonstid mye kortere enn utluftingstiden i gaten, som er av størrelsesorden noen minutter).

Bakgrunnskonsentrasjonen av NO_2 består av bidrag fra mange kilder, dels via kjemiske reaksjoner fra NO .

Ligning (1) kan skrives:

$$[\text{NO}_2]_{\text{gate}} = [\text{NO}_2]_{\text{gateutslipp}} + [\text{NO}_2]_{\text{oks. av NO-gateutslipp}} + [\text{NO}_2]_{\text{bybakgrunn}} \quad (2)$$

$$\text{dvs. } [\text{NO}_2]_{\text{gatebidrag}} = [\text{NO}_2]_{\text{gateutslipp}} + [\text{NO}_2]_{\text{oks. av NO-gateutslipp}}$$

Utslipp av NO_2 fra bensindrevne biler

Utslipet av NO_2 fra bensindrevne personbiler er relativt dårlig dokumentert. Før 1982 var det en vanlig oppfatning at NO_2 -andelen av NO_x -utslippet var svært liten, 0-5% (f.eks. Kolar, 1981) uansett motorens belastning og kjøretøyets hastighet.

Målinger av direkte NO_2 -utslipp fra en bensindrevet personbil er utført ved Institut för Oorganisk kemi ved Chalmers tekniska högskola i Göteborg (Lenner, Lindqvist og Rosèn,

1982). Testbilen hadde et avgassrensesystem med tilførsel av luft i eksosmanifolden ("Pulsed air system").

De målte en NO_2 -andel opp mot 30-40% under tomgang. NO_2 -andelen var en funksjon av motorens turtall. NO_2 -andelen sank fra 30-40% ved turtall mindre enn 1000 rpm til 5-10% ved turtall høyere enn 1000 rpm på den bilen som ble testet.

Lenner et al. fant også at motortemperaturen hadde stor betydning for NO_2 -andelen. Ved kald motor og tomgangskjøring var NO_2 -andelen svært lav, ca 5%. Andelen steg til ca 30% for varm motor på tomgang.

NO_2 -andelen av NO_x -utslippet fra en tenkt trafikkstrøm av biler lik testbilen kan beregnes på bakgrunn av Lenner et al's data. Den midlere NO_2 -andel av NO_x -utslippet vil være ca 15% fra en trafikkstrøm der bilene i 15% av tiden står stille (bilkø med 6 m fra bilfront til bilfront), 15% av tiden kjører med en hastighet på 10 km/h, og 70% av tiden har en hastighet på 30 km/h. En slik trafikksituasjon er ikke uvanlig i en bygate under trafikktopper morgen og ettermiddag.

Utslippsfaktoren for NO_2 ($\text{mg NO}_2/\text{m}$) for testbilen varierte med hastigheten, fra ca 0.2 mg/m ved 7 km/h, ned til ca 0.04 mg/m ved 30 km/h og oppover til 0.07 mg/m ved 60 km/h. Ved tomgang var utslippet ca 0.4 mg/s, eller ca 1.5 g NO_2/h .

Dette er den eneste test en kjenner til som gir grunnlag for å gi utslippstall for NO_2 fra bensindrevne biler. En kan ikke på nåværende tidspunkt si noe om hvor representativt dette er for bilparken i Sverige eller Norge.

Utslipp av NO_2 fra dieseldrevne biler

Det har vært angitt NO_2 -andeler fra svært små og opptil 40-50% i utslipp fra dieseldrevne kjøretøy, avhengig av motorbelastning og -turtall (f.eks. Harkins et al., 1964).

Bilavgaslaboratoriet (Statens naturvårdsverk) i Studsvik i Sverige gjennomførte i 1981 et måleprogram der NO_x - og NO_2 -utslippet fra ca 30 dieseldrevne lastebiler (både tunge og lette lastebiler) ble målt etter 13-mode-syklus (Berthilsson, 1981). Også dette programmet viste at NO_2 -andelen av NO_x -utslippet varierte mye med motorbelastning, og var i gjennomsnitt ca 20% ved 2% belastning, ca 5% ved 50% belastning og mindre ved høyere belastning. Ved tomgang var NO_2 -andelen ca 15%. Det var relativt stor variasjon fra kjøretøy til kjøretøy.

Kildestyrken av NO_2 var imidlertid nær konstant for belastninger 2-100%, i nærheten av 40 g NO_2 /h. NO_2 -utslippet pr meter blir derved nær omvendt proporsjonalt med kjørehastigheten. Det kan beregnes til ca 6 mg/m ved 7 km/h, ca 1.5 mg/m ved 30 km/h og ca 0.7 mg/m ved ca 60 km/h. Ved tomgang var kildestyrken 10- 15 g NO_2 /h, altså ca 10 ganger større enn fra den testede bensindrevne personbilen.

Disse målinger viser at NO_2 -utslippet fra et tyngre dieselkjøretøy er vesentlig større enn fra en bensindrevet personbil. Ved en hastighet på 7 km/h gir en tungtrafikkandel på ca 3.5% et like stort NO_2 -utslipp som bensinbilandelen på 96.5%. Ved henholdsvis 30 km/h og 60 km/h vil en tungtrafikkandel på henholdsvis 3% og 10% gi samme NO_2 -utslipp som bensinbilandelen.

Data for NO_2 -utslippet fra dieseldrevne personbiler og varebiler foreligger ikke.

NO_2 -utslippet fra en trafikkstrøm

Utslippstallene fra bensinbiler og tunge dieselbiler viser at både NO_x - og NO_2 -utslippet fra en trafikkstrøm vil kunne variere betraktelig avhengig av kjørehastighet, trafikkmønster og tungtrafikkandel. NO_2 -andelen av NO_x vil derved også kunne variere betydelig.

Ved relativt høye hastigheter (>50 km/h) og tungtrafikkandel på 10% (typisk for innfartsveier utenom rushtiden) gir både bensin- og diesebilene betydelige bidrag til NO_2 -utslippet. NO_2 -andelen av NO_x vil være lav, ca 5% eller mindre.

Også ved lave hastigheter (15-20 km/h) og tungtrafikkandel på ca 3% (typisk for bygater i rushtid) gir begge biltyper betydelige bidrag til NO_2 -utslippet, men NO_2 -andelen vil da være høyere, opp til 10-20%.

Utslippsmålingene viste at NO_2 -utslippet (mg/m) var størst ved lave hastigheter. Rushtidene med de laveste midlere kjørehastigheter vil derfor ifølge utslippsmålingene gi de høyeste NO_2 -bidrag fra trafikken, og derved være dimensjonerende for en modell som tar sikte på å beregne de høyeste NO_2 -konsentrasjoner som opptrer ved gater.

Det er middelveiden av NO_2 over en time (timesmiddelveid) som er interessant. Kjørehastigheten i en bygate blir svært sjelden lavere enn 20 km/h, regnet som timesmiddelveid. Som timesmiddelveid i rushtiden er det sannsynlig at NO_2 -andelen av NO_x ligger nærmere 10% enn 20%. Når tungtrafikkandelen er lav (noen få prosent), kan andelen også være lavere enn 10%.

Oksidasjon av NO til NO_2 i gaterommet.

Etter at NO-gassen har forlatt eksosrøret, skjer det i noen grad oksidasjon til NO_2 , mens eksosen spres i gaterommet og videre over byområdet. En betingelse for at NO-utslippet i gaten via oksidasjon også skal gi en økt NO_2 -konsentrasjon i gaten, er at oksidasjonen skjer raskt, i løpet av få minutter.

Hov og Larssen (1983) har beskrevet en modell som simulerer mørke-reaksjonene i eksosgassen under spredning fra eksosrøret. Oksidasjon av NO til NO_2 ved hjelp av O_2 og O_3 ble undersøkt, samt reaksjonenes avhengighet av en rekke parametre.

Oksidasjon ved hjelp av O_3 ($NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$) skjer svært raskt (sekunder). I en lukket boks med en viss O_3 -konsentrasjon initialt, og hvor $[NO]_0$ er større enn $[O_3]_0$, vil en ved god blanding etter ca 1 min få $[NO_2]_0 = [O_3]_0$ og $[O_3] = 0$. I et gaterom tilføres NO kontinuerlig fra eksosen, og luft med O_3 og NO blandes inn med turbulente luftbevegelser som samtidig sprer NO-utslippet. Ozonkonsentrasjonen i luften som eksosen blandes med, $[O_3]_0$, vil være den øvre begrensning for det NO_2 -bidraget i gaten som skyldes reaksjon mellom O_3 og NO sluppet ut i gaten.

Oksidasjon ved hjelp av O_2 ($NO + NO + O_2 \rightarrow NO_2 + NO_2$) er langsom ved de NO-konsentrasjoner som opptrer i gaterom, dvs. konsentrasjoner oftest mindre enn 1-2 ppm. Hov og Larssen viste at det ikke er realistisk å regne med at denne oksidasjonen bidrar særlig til NO_2 -dannelsen i en gate.

Bakgrunnskonsentrasjonen av NO_2 i byområder

Uttrykket "bakgrunn" benyttes her om det bidraget til NO_x - og NO_2 -nivået i en gate som ikke skriver seg fra utslippet fra trafikkstrømmen i gaten. Dette er i første tilnærming lik konsentrasjonen over tak.

Bidrag til NO_2 -bakgrunnen i en gate kommer fra direkte NO_2 -utslipp fra trafikk i andre gater, fra fyringsutslipp, og fra NO fra de samme kilder som oksideres til NO_2 over byområdet. NO_2 -innholdet i luften som kommer inn over byområdet, gir også et visst bidrag. Normalt ligger dette i området 1-5 ppb, men det kan episodevis (i perioder fra noen timer til noen døgn) komme opp mot 30 ppb, i forbindelse med langtransport av luftforurensninger fra kontinentet (Grennfelt og Sjødin, 1982b).

Det er utført en del målinger av bakgrunnskonsentrasjoner av NO_x og NO_2 i byområder i Norden de senere år (f.eks. Grennfelt 1982), og det er for tiden (1983) større måleundersøkelser i gang i Sverige og Norge.

Bybakgrunnskonsentrasjonen av NO_2 varierer mye med tid og sted. Oftest vil konsentrasjonen være innenfor området 20-200 ppb, målt som timesmiddelverdi. Konsentrasjoner opp mot 4-500 ppb har imidlertid vært målt i byer i Skandinavia (Galle og Grennfelt, 1983).

NO_2 -bakgrunnen bestemmes best ved målinger. Den kan også estimeres basert på utslippsoversikter for NO_x .

3 EN ENKEL MODELL FOR BEREGNING AV HØYE NO_2 -KONSENTRASJONER VED GATER.

De få målinger av NO_2 -utslippet fra kjøretøy som en kjenner til, gir ikke et godt nok datagrunnlag for en NO_2 -modell for gaten. En kan imidlertid ta utgangspunkt i det omfattende materialet om utslippsmålinger av NO_x , og bruke informasjon om NO_2 -andelen i utslippet.

Utslippsmålingene av NO_x har ledet fram til en modell for beregning av NO_x -utslippet fra en trafikkstrøm og NO_x -konsentrasjonen i en gate (Bostrøm et al., 1982). En forenklet NO_2 -modell kan benytte denne modellen som basis.

En andel, a , av NO_x -utslippet vil foreligge som NO_2 , som beskrevet i kapittel 2. Likeledes vil oksidasjon av NO -utslipp i gaten ved hjelp av O_3 i luften som blandes med eksosen, $[\text{O}_3]_0$, gi et visst lite NO_2 -bidrag. I tillegg kommer så bybakgrunnen av NO_2 .

Følgende enkle modell kan derved settes opp (konsentrasjoner regnet i volum, f.eks. ppb):

$$[\text{NO}_2]_{\text{gate}} = a [\text{NO}_x]_{\text{gatebidrag}} + [\text{O}_3]_0 + [\text{NO}_2]_{\text{bybakgrunn}} \quad (3)$$

Faktoren a vil variere med kjørehastighet, kjøremønster og tungtrafikkandel. Grunnlaget er svakt for å fastsette a for en gitt trafikkstrøm. Diskusjonen i kapittel 2 antyder en verdi for a på ca 0.1 som rimelig for rushtids-tilfeller, som etter utslippsdataene å dømme vil være dimensjonerende for NO_2 .

$[O_3]_0$ er avhengig av O_3 -konsentrasjonen i luften som kommer inn mot byområdet, $[O_3]_{atm}$, og den NO -konsentrasjonen som denne luften får på sin vei ned mot gaten, på grunn av turbulent innblanding av forurenset byluft.

$[O_3]_{atm}$ vil om vinteren oftest være 20-40 ppb. $[O_3]_0$ vil imidlertid oftest være mye mindre, kanskje 0-10 ppb, fordi NO -konsentrasjonen i byluft oftest er stor nok til at det meste av ozonet reagerer med NO til NO_2 innen lufta kommer ned i en gate. Unntatt fra dette er gater i randsonen av et tettstedsområde.

Dimensjonerende årstid vil i de fleste tilfeller i nordiske land være vinteren, under den forutsetning at trafikken i gaten ikke er vesentlig høyere til andre årstider. Målinger av NO_2 -konsentrasjonen ved gater til ulike årstider viser oftest høyeste NO_2 -konsentrasjoner om vinteren (Killingmo, 1982; Larssen, 1983). Årsaken er de svært dårlige spredningsforhold som til tider opptrer om vinteren (lav vindstyrke, stabil luftsjikting).

Under slike forhold kan en sette $[O_3]_0 \approx 0$ for gater som ligger inne i tettstedsområdet.

Fotokjemisk aktivitet om våren og sommeren gir generelt høyere NO_2 -andel av NO_x over byområder enn om vinteren. Spredningsforholdene er imidlertid oftest gode nok til at NO_2 -konsentrasjonen over byområdet ("bybakgrunn") likevel vil være vesentlig lavere enn om vinteren. En har imidlertid registrert tilfeller av høye NO_2 -konsentrasjoner ved gater i Skandinavia om våren. Dette skyldes trolig dårlige spredningsforhold kombinert med høyt O_3 -nivå og fotokjemisk NO_2 -dannelse.

Også i Nederland og UK er det ved målestasjoner nær trafikkårer registrert høyere maksimale NO_2 -nivået om sommeren enn om vinteren (Commission of the European Communities, 1983). Slike høye sommerverdier forekommer sjelden. Høye NO_2 -verdier om vinteren er mer konsistente og gir et bedre bilde av forureningsbelastningen ved trafikkårer. I NO_2 -modellen vil en der-

for benytte vinteren som dimensjonerende årstid.

4 TEST AV DEN FORENKLEDE NO₂-MODELLEN

Modellen er testet på NO₂-resultatene fra Bilavgaskomitéens målinger i 15 gater i Stockholm, Ørebro og Umeå i 1979-81. Målingene er beskrevet av Killingmo (1982). Laurin (1982) har beregnet NO_x-konsentrasjonene i gatene (99-prosentilverdier av årsmiddelverdier på årsbasis) ved hjelp av Bilavgaskomitéens modell (Boström et al., 1982). NO₂-konsentrasjonen ble satt lik 10% av gatebidraget til NO_x. Bakgrunnskonsentrasjonen (99-prosentil verdipå årsbasis) av NO₂ i de tre byene som ble benyttet ved modelltesten er følgende:

Stockholm	80 µg/m ³	eller ca	40 ppb
Ørebro	45 "	" "	25 "
Umeå	65 "	" "	35 "

I figur 1 er de beregnete og målte NO₂-konsentrasjoner plottet mot hverandre. Figur 1a viser summen av bakgrunn og gatebidrag, mens figur 1b viser bare gatebidraget. "Målt" gatebidrag framkommer ved å trekke den antatte bakgrunnen fra den målte totale NO₂-konsentrasjon.

Beregningsmetoden synes å overvurdere NO₂-konsentrasjonen i gatene noe. Dette kan skyldes at:

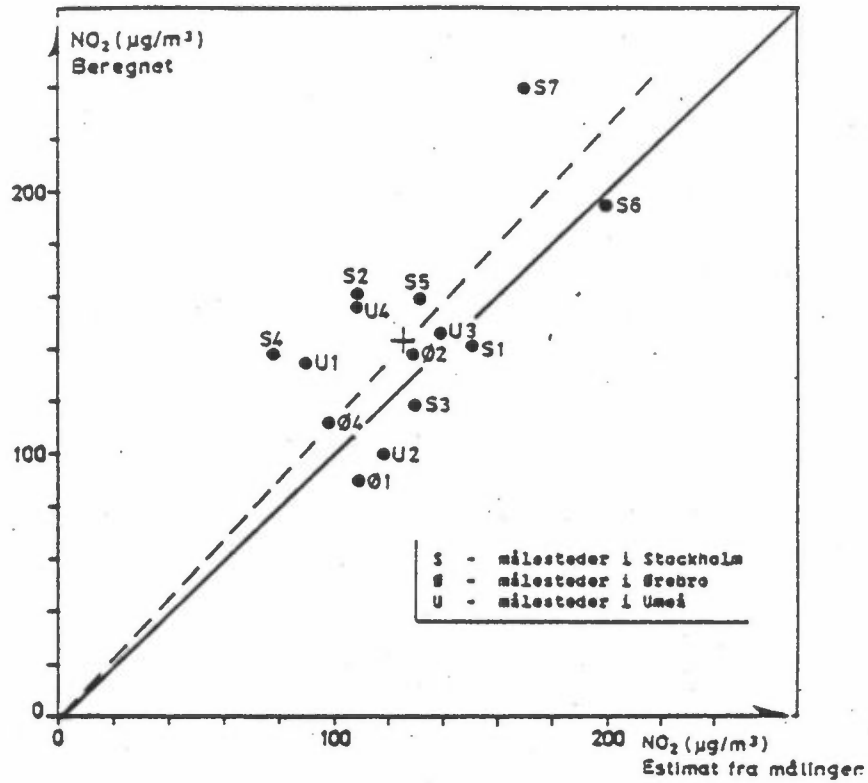
- 1: bakgrunnskonsentrasjonene som er benyttet er for høye
- 2: NO_x-utslippet er overvurdert
- 3: NO₂-andelen av NO_x i gjennomsnitt er mindre enn 10%.

Om en går ut fra at bakgrunnen og NO_x-utslippet er omtrent riktig, antyder figur 1b at NO₂-andelen av NO_x i middel er ca 8% i stedet for 10%, som benyttet i beregningen. Spredningen rundt 8%-linjen (stiplet i figur 1b) er ca ± 40% (anslått standardavvik).

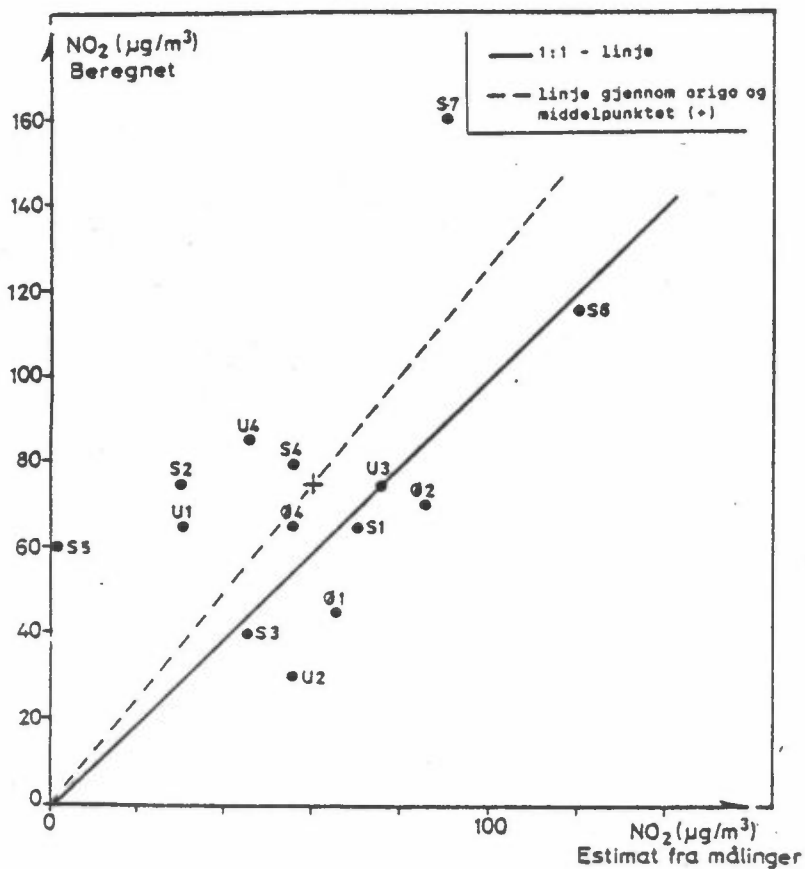
Den store spredningen tyder på at modellen ikke inkluderer alle viktige parametre som bestemmer NO₂-konsentrasjonen. Som nevnt tidligere er kjørehastigheten og tungtrafikkandelen sannsynligvis slike viktige parametre.

Testen av modellen viser at NO_2 -modellen i gjennomsnitt overvurderer samlet NO_2 -konsentrasjon med anslagsvis 10-15%.

a) Samlet NO_2 -konsentrasjon (gatebidrag + bakgrunn).



b) Gatebidrag til NO_2 .

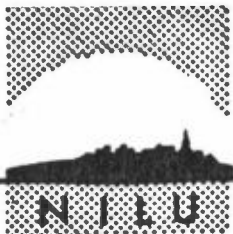


Figur 1: Sammenligning mellom målte og beregnede NO_2 -verdier (99-prosentil-verdi av 1-times middelerverdier på årsbasis).

5 REFERANSER

- Berthilsson, T. Upublicerade data.
Studsvik, Statens naturvårdsverk,
Bilavgaslaboratoriet, 1981.
- Boström, C.E. Utsläpp av kväveoxider i Sverige
och Europa 1980-2000.
Solna, Statens naturvårdsverk,
1982.
- Boström, C.-E.
Persson, B.
Christiansen, J. Beräkningsmodell för bilavgaser.
Revidering av preliminär beräk-
ningsmodell redovisad i december
1980.
Solna, Statens naturvårdsverk,
1982.
- Commission of the Report of the air quality subgroup
European Communities on item 1.2 of the ERGA programme.
Final report.
Brüssel 1983. (ERGA-AP no. 54).
- Galle, B.
Grennfelt, P. Höghaltsepisoder av kväveoxider i
Gøteborg 1975-1981.
Gøteborg 1983 (Institutet för
vatten- och luftvårdsforskning.
B 277).
- Grennfelt, P. Kväveoxider i svenska och norska
tätorter. Vällingby 1982.
(Kol - Hälsa - Miljö, KHM teknisk
rapport 32).
- Grennfelt, P.
Sjødin, Å. Icke-fotokemiska omvandlingsreak-
tioner för kväveoxider i atmosfären
och i nederbörd. Litteratursamman-
ställning.
Gøteborg 1982a (Institutet för
vatten- och luftvårdsforskning.
B670).
- Grennfelt, P.
Sjødin, Å. Kväveoxider i bakgrundsluft i
Sverige.
Gøteborg, IVL, 1982b (Kol-Hälsa
- Miljö. EM 750).

- Harkins, J.
Goodwine, J.K. Oxides of nitrogen in diesel exhaust.
J. Air Poll. Contr. Ass. 14, 34-38 (1964).
- Hov, Ø.
Larssen, S. Street canyon concentrations of nitrogen dioxide in Oslo. Measurements and model calculations.
Lillestrøm 1983. (NILU OR 4/82.)
- Killingmo, O.-H. Trafikrelaterade luftföroreningar. Utvärderingar och samband. Studsvik, Statens naturvårdsverk, 1982.
- Kolar, J. Anteil der Stickstoffdioxid-Immission an der gesamten Stickstoffoxid - Immission in Städten. Staub - Reinhalt Luft, 41, 85-91 (1981).
- Larssen, S. Overvåking av bilforurensninger i Oslo 1979-1980. Lillestrøm (NILU oppdragsrapport) (under arbeid).
- Laurin, S. Vidareutveckling av spridningsmodell för bilavgaser. Rapport till bilavgaskommittén. Norrköping, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, 1982.
- Lenner, M.
Lindvist, O.
Rosèn, Å. The NO₂/NO_x ratio in emissions from gasoline-powered cars: High NO₂ percentage in idle engine measurements. Preliminär manuskript.
Göteborg, Chalmers tekniska högskola och Göteborg Universitet, 1982.
- National Academy of Sciences Nitrogen oxides. Wash. D.C. 1977.



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

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

TLF. (02) 71 41 70

RAPPORTTYPE Teknisk rapport	RAPPORT NR. TR 2/84	ISBN--82-7247-464-6
DATO FEBRUAR 1984	ANSV.SIGN. O.F.Skogvold	ANT. SIDER 18
TITTEL Enkel modell for beregning av NO ₂ -konsentrasjonen ved gater.		PROSJEKTLEDER St. Larssen
		NILU PROSJEKT NR. O-8216
FORFATTER(E) Steinar Larssen		TILGJENGELIGHET** A
		OPPDRAGSGIVERS REF.
OPPDRAGSGIVER Nordisk Ministerråd		
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Luftforurensning Trafikk		Modeller
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) En enkel modell for beregning av NO ₂ -konsentrasjonen ved gater er utviklet, basert på utslippsmålinger for NO ₂ fra ulike biltyper, og målinger av NO ₂ ved gater.		
TITLE A simple model for calculating street level NO ₂ concentrations in air		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines.) A simple model for calculating the NO ₂ concentrations in street level air has been developed, based on emission measurements of NO ₂ from light and heavy duty automobiles, and on NO ₂ measurements near streets.		

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