

NILU TR : 3/84
REFERANSE : 0-8216
DATO : FEBRUAR 1984

**BAKGRUNNSVERDIER FOR CO OG NO₂ I
TRAFIKKERTE GATER**

Steinar Larssen

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

ISBN 82-7247-465-3

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.

Et delprosjekt under 0-8216 har vært å søke å utvikle enkle metoder for å anslå den bakgrunnsforurensning av CO og NO₂ i byer en skal anvende, for å kunne beregne den samlede CO- og NO₂-forurensningen i gater. Denne rapporten beskriver resultatet av arbeidet på dette delprosjekt.

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	3
1 GENERELT	7
2 KARBONMONOKSID (CO)	8
3 NITROGENDIOKSID (NO ₂)	11
4 REFERANSER	13

BAKGRUNNSVERDIER FOR CO OG NO₂ I TRAFIKKERTE GATER

1 GENERELT

Bakgrunnsverdien av forurensning i en gate kan defineres som den forurensning som skyldes andre utslippskilder enn trafikken i gaten selv. Bakgrunnsverdien definert slik er vanskelig å måle og å beregne, og en må benytte tilnærmelser.

Bakgrunnsverdien kan måles tilnærmet riktig ved å måle i nærheten av gaten, på punkt(er) over tak eller inne i kvartal, på en slik måte at bidraget fra utslippet i gaten selv blir lite. Standardiserte anvisninger for utførelse av slike målinger er ikke gitt.

Beregninger av bakgrunnsverdien kan utføres ved å beregne utslippet i de ulike deler av byområdet (f.eks. km²-skala eller mindre) og beregne spredningen av utslippet. Gjennomsnittsverdier av forurensningskonsentrasjonen i f.eks. km²-ruter med høyde som refererer seg til typisk blandingshøyde for ulike meteorologiske situasjoner, kan beregnes, og antas å være rimelig gode estimater av bakgrunnskonsentrasjonen.

Slike beregninger vil med nåværende kunnskapsnivå gi mer korrekte verdier for CO enn for NO₂. Hovedårsaken til dette er at CO er en tilnærmet inert gass på byskala, mens NO₂ hovedsakelig dannes fra utslipp av NO som i byatmosfæren transformeres til NO₂. En har ikke i dag nok kunnskap til å kunne beregne den resulterende NO₂-konsentrasjon under gitte meteorologiske og forurensningsmessige forhold.

Bakgrunnskonsentrasjoner av CO og NO₂ er målt eller beregnet i bare et lite antall byer i Norden. Grunnet for å fastsette bakgrunnsverdier av CO og NO₂ til bruk i metoder for beregning av samlet forurensningsnivå i gater er derfor relativt svakt. Metoden skal gi et estimat av 99-prosentil-verdier av foru-

rensning (dvs. den 88. høyeste verdi på årsbasis, når en regner timesmiddel- eller glidende 8-timersmiddel-verdier). Det er vanskeligere å angi 99-prosentil-verdier for CO- og NO₂-bakgrunn enn å angi middelveidier.

2 KARBONMONOKSID (CO)

CO-bakgrunnen i et byområde er tilnærmet proporsjonal med det samlede CO-utslipp i området. CO-konsentrasjonen i luften som kommer inn over byområdet er så liten at den kan oftest neglisjeres.

CO-utslippet vil oftest være større i de sentrale deler av byen enn i utkanten av byområdet. I tillegg vil spredningsforholdene til enhver tid bestemme CO-nivået. Nivået øker med avtakende vindstyrke og blandingshøyde. CO-bakgrunnen kan dermed være forskjellig i byer med samme utslippsstyrke, men som ligger i ulike klimasoner.

Utenfor tettstedsområder kan CO-bakgrunnen settes lik null, når en er interessert i å beregne CO-nivået nær sterkt trafikkerte veier.

Målinger av CO i tre byer i Sverige i 1979-1981 (Statens Naturvårdsverks Luftlaboratoriums målinger i Stockholm, Örebro og Umeå) ble brukt som grunnlag for å fastsette følgende bakgrunnsverdier (99-prosentilen av glidende 8-timers middelveidier på årsbasis):

	CO (mg/m ³)	
	Indre by	Ytre by
Stockholm	2	1
Örebro	2	1
Umeå	4	2

Disse verdiene brukes i den svenske Bilavgaskommittèns beregningsmodell for gateforurensning (1).

CO-nivået er målt på takstasjoner i følgende norske byer; Oslo, Fredrikstad og Bergen. Målingene har gått kontinuerlig over 2-3 vintermåneder i ett år i Bergen (1983) (2), to år i Fredrikstad (1981/82 og 1982/83) (3, 4) og fire år i Oslo (1980-1983) (5). Målestasjonene er plassert i park eller på tak inne i kvartal av typisk størrelse 75 meter.

Fra målingene kan en estimere følgende 99-prosentiler av glidende 8-timers middelveidier på årsbasis for målestedene:

Oslo sentrum	1979/80	5.5	mg/m ³
	1980/81	5.5	"
	1981/82	6	"
Fredrikstad sentrum	1981/82	5	"
	1982/83	5	"
Bergen sentrum	1982/83	2-3	"

Disse verdiene ble overskredet 10 - 14 dager pr år.

For Oslo er det også utført beregninger av 8-timers middelveid av CO på km²-skala for dager med svært dårlige spredningsforhold. Det ble beregnet maksimalverdier på ca. 8 mg/m³ over deler av bykjernen (6). Målte maksimalkonsentrasjoner av 8-timers CO-konsentrasjon på takstasjonen i Oslo sentrum lå til sammenligning på 12-15 mg/m³.

Den midlere vindstyrke om vinteren er i Oslo 1.5 - 2 m/s, i Fredrikstad ca. 2.5 m/s og i Bergen 3 - 3.5 m/s. Vindstyrken i de 10 døgn som hadde høyest CO-nivå var imidlertid 0.5 - 1 m/s både i Oslo og Fredrikstad, mens den var 1 - 2 m/s i Bergen. Dette ga da omtrent like stor 99-prosentil for CO på målestasjonene i Oslo og Fredrikstad, mens den var halvparten så stor i Bergen.

Dette tyder på at CO-nivået i bykjernen kan bli like høyt i middelstore byer (Fredrikstad) som i større byer (Oslo), og at det i stor grad er vindstyrken i de 10 - 14 dagene med dårligst spredningsforhold i løpet av vinteren som bestemmer 99-prosentil-nivået av CO-bakgrunnen.

Dette gir en mulighet til å klassifisere CO-nivået i byer etter klimasoner eller vindsoner, samt bystørrelse og posisjon i byområdet. Om CO-nivået i byer skal klassifiseres etter vindsoner, må en ha kjennskap til vindstatistikken for byer i ulike områder i Norden, med spesiell vekt på de lave vindstyrker.

I første omgang kan en dele inn byene i to klasser. Oslo og Umeå kan være representative for en klasse med dårlig spredningsklima, og Stockholm, Örebro og Bergen for byer med bedre spredningsklima. "Dårlig" og "bedre" spredningsklima brukes da for å angi om lav vindstyrke om vinteren opptrer hyppig nok eller ikke til å påvirke 99-prosentil-verdien av CO-forurensningen. De to klassene (sonene) kan benevnes "vindsoner".

Med det kjennskap en nå har til CO-nivået i byer i Norden, kan følgende forslag til bakgrunnsnivå av CO (99-prosentil av 8-timers middelvei på årsbasis) i byområder framsettes:

	Innbygger-tall	CO mg/m ³		
		Indre by	Ytre by	Randsone
Klimasone I	> 200.000	3	2	1
(f.eks. Stockholm Örebro, Bergen)	50-200.000	3	1	0
	< 50.000	2	0	0
Klimasone II	> 200.000	6	4	2
(f.eks. Oslo, Umeå)	50-200.000	4	2	1
	< 50.000	2	1	0

3 NITROGENDIOKSID (NO₂)

NO₂-bakgrunnen i et byområde er et resultat av en mye mer komplisert prosess enn når det gjelder CO, fordi NO₂ delvis dannes ved kjemiske reaksjoner i byatmosfæren etter at utslippet har skjedd. Reaksjonen mellom NO og O₃ er den viktigste av de transformasjonsveier en kjenner. En annen kompliserende faktor er at mens CO bare har en hovedkilde, biltrafikken, er det flere viktige kilder til NO_x og NO₂.

Den del av NO₂-bakgrunnen som skyldes primærutslippet av NO₂ (NO₂-andelen av NO_x i utslippet fra biler og fyringsanlegg) vil i første tilnærming oppføre seg som CO, og variere på samme måte som denne med utslippsstyrke og spredningsforhold.

NO₂-nivået i byer skyldes imidlertid bare til en viss grad primærutslipp av NO₂. I større grad skyldes det utslipp av NO som transformeres til NO₂ i atmosfæren. Reaksjonen går også videre til HNO₃, men den er ikke rask nok til å ha betydning på by-skala.

Det resulterende NO₂-nivå er derved avhengig av en rekke forhold, blant annet:

- utslippsmengde av NO og NO₂
- O₃-konsentrasjonen
- spredningsforholdene
- oppholdstiden innen byområdet (dvs. bystørrelse)

En modell for å beregne NO₂-nivået i byer som tar hensyn til disse faktorer, kan formuleres.

En del målinger av NO₂-bakgrunnen i byområder er utført både i Sverige og Norge. Noen måleserier er gjort med kontinuerlig registrerende instrumenter, og noen er utført med integrerende metoder som gir døgnmiddelverdier. De kontinuerlig registrerte måleserier er til størst nytte her, idet det er 99-prosentilen av timesmiddelverdien av NO₂ på årsbasis som er av interesse.

SNVs Luftlaboratoriums målinger i 1979-1981 har gitt grunnlag for å estimere følgende 99-prosentil (av timesverdier på årsbasis) for NO_2 -bakgrunn i sentrale byområder (7):

	ppb	NO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Stockholm	40	80
Örebro	25	45
Umeå	35	65

Kontinuerlige målinger i Oslo (5), Fredrikstad (3, 4) og Bergen (2) har gitt grunnlag for følgende estimerte 99-prosentil-verdier av NO_2 -bakgrunnen på årsbasis:

		NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Oslo sentrum	1980/81	ca. 100
	1981/82	" 70
	1982/83	" 85
Bergen sentrum	1983	" 110
Fredrikstad sentrum	1981/82	" 70
	1982/83	" 60

Den store forskjellen fra år til år i Oslo står i kontrast til at CO -nivået på samme sted var nesten det samme i de tre årene (se side 9).

I Gøteborg er det også utført målinger av NO_x og NO_2 i en årrekke (fra 1974 til i dag) på en stasjon 20 meter over bakken i et sterkt trafikkert område. 99-prosentil-verdiene av NO_2 på årsbasis ligger i området $100 - 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, med store variasjoner fra år til år, som i Oslo (8).

Disse variasjoner lar seg ikke lett forklare. En får heller ikke et entydig bilde når en sammenholder de estimerte 99-prosentil-verdier fra de ulike byene.

Målematerialet er pr. i dag ikke stort nok og modellarbeidet ikke ført langt nok til at en kan sette anbefalte verdier (sjablonverdier) for bakgrunnen av NO_2 i byområder avhengig av bystørrelse, spredningsklima etc.

En kan imidlertid si at 99-prosentil-verdiene oftest vil ligge innenfor $40 - 160 \mu\text{g}/\text{m}^3$. O_3 -konsentrasjonen og primærutslippet av NO_2 vil sette en nedre grense for NO_2 -bakgrunnen i byområder på anslagsvis $30 - 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4 REFERANSER

- (1) Boström, C.-E.
Persson, B.
Christiansen, J. Beräkningsmodell för bilavgaser. Revidering av preliminär beräkningsmodell redovisad i december 1980. 1980. Solna, Statens naturvårdsverk, 1982.
- (2) Larssen, S. Luftkvalitetsmålinger i Bergen, 1983. Rapport under utarbeidelse.
- (3) Hagen, L.O.
Grønskei, K.E.
Haagenrud, S.E.
Sivertsen, B. Basisundersøkelse i Sarpsborg og Fredrikstad. Framdriftsrapport oktober 1981-mars 1982. Lillestrøm 1982 (NILU OR 44/82).
- (4) Hagen, L.O.
Grønskei, K.E.
Haagenrud, S.E.
Sivertsen, B. Basisundersøkelse i Sarpsborg og Fredrikstad. Framdriftsrapport nr. 2 pr. 1. mars 1983. Lillestrøm 1983 (NILU OR 25/83).
- (5) Larssen, S. Overvåking av biltrafikk forurensninger i Oslo 1980 - 1982. Rapporter under utarbeidelse.
- (6) Grønskei, K.E.
Gram, F.
Larssen, S. Beregning av sprednings- og eksponeringsforhold for visse luftforurensningskomponenter i Oslo. Lillestrøm 1982. (NILU OR 8/82.)
- (7) Boström, C.-E. Upubliserte data. Statens naturvårdsverk, Sverige. (Tekniska avdelningen, Trafikenheten).

(8) Grennfelt, P.

Sammanställning av luftförorenings-
data från Hälsovårdsnämndens mät-
station i Central Göteborg 1975-
1981.

Göteborg Hälsovårdsförvaltning,
1983. (Rapport nr 1983:3)
(Institutet för vatten- och
luftvårdsforskning. EM 915.)



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 3/84	ISBN--82-7247- 465-3
DATO FEBRUAR 1984	ANSV.SIGN. O.F.Skogvold	ANT. SIDER 14
TITTEL Bakgrunnsverdier for CO og NO ₂ i trafikkerte gater		PROSJEKTLEDER St. Larssen
FORFATTER(E) Steinar Larssen		NILU PROSJEKT NR. O-8216
		TILGJENGELIGHET** A
		OPPDRAGSGIVERS REF.
OPPDRAGSGIVER Nordisk Ministerråd		
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Luftforurensning Bakgrunnsforurens. Byer		
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) Bakgrunnsforurensning av CO og NO ₂ i gater ("bybakgrunn") i Norden er diskutert ut fra resultater av målinger av CO og NO ₂ i endel byer i Norge og Sverige.		
TITLE Background air pollution levels of CO and NO ₂ in city streets		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines.) The background air pollution levels of CO and NO ₂ in city streets is discussed based on results of CO and NO ₂ measurements in cities in Norway and in Sweden.		

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