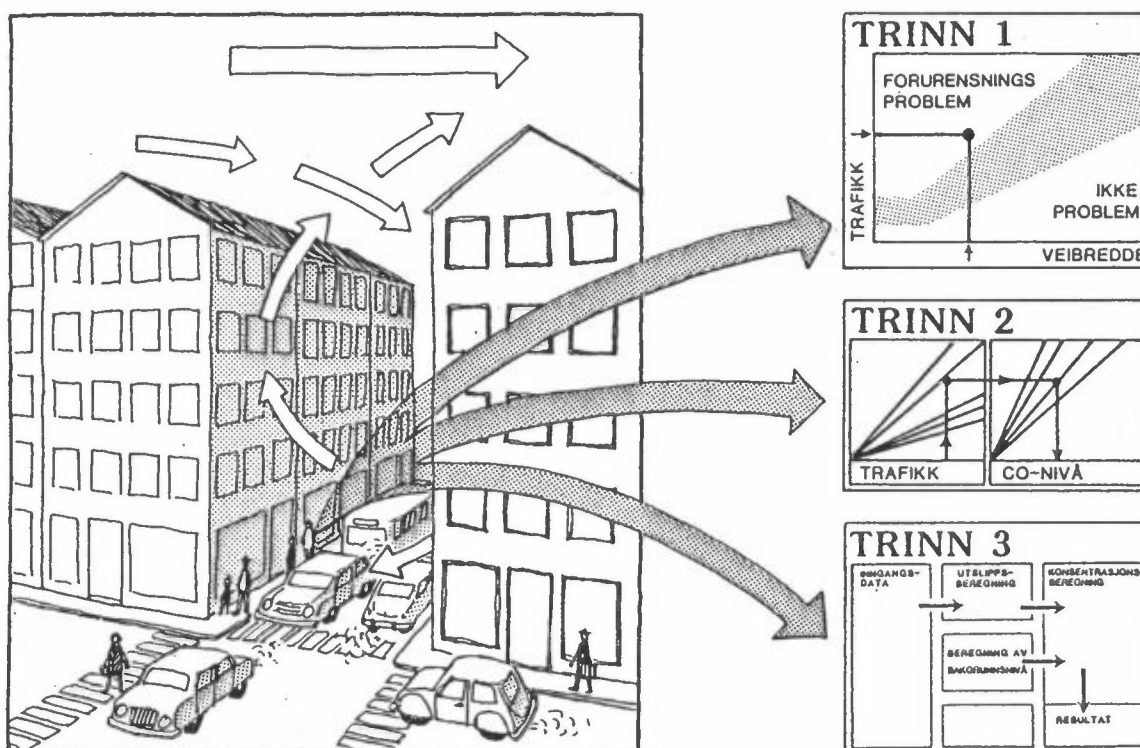


NORDISK BEREGNINGSMETODE FOR BILAVGASSER

SLUTTRAPPORT AUGUST 1984

Nordisk ministerråd prosjekt 180.21-2.6



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM

NILU OR : 56/84
REFERANSE: 0-8216
DATO : NOVEMBER 1984

NORDISK BEREGNINGSMETODE FOR BILAVGASSER

SLUTTRAPPORT AUGUST 1984

NORDISK MINISTERRÅD PROSJEKT 180.21-2.6

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

ISBN-82-7247-528-6

FORORD

Embedsmannskomiteen for miljøvernsspørsmål i Nordisk ministerråd nedsatte i juni 1980 "Styringsgruppen for nordisk samarbeid om bilavgasser". Styringsgruppen var slik sammensatt:

Olle Åslander, Statens naturvårdsverk, Sverige (formann)

Erik Iversen, Miljøstyrelsen, Danmark

Vuokko Carlson, Meteorologiska institutet, Finland.

Hannu Vornamo, Miljøministeriet, Finland

Trond Syversen, Statens forurensningstilsyn, Norge

Sigurd Tvedt, Statens forurensningstilsyn, (sekretær)

Per Sitje, Vegdirektoratet, Norge (obs. fra NET/NBK)

Styringsgruppen har senere endret sammensetning. Blant annet overtok overing. T. Syversen formannsvervet fra mars 1984.

Styringsgruppen initierte i 1981 prosjektet "Nordisk beregningsmodell for bilavgasser" (NMR-prosjekt 180.21-2.6). Prosjektet har som målsetting "å framskaffe grunnlag for å beregne konsentrasjoner av kritiske luftforurensningskomponenter fra veitrafikk i og i nærheten av trafikkerte gater. I første omgang omfatter prosjektet beregningsmodeller for karbonmonoksid (CO) og nitrogendioksid (NO₂)"*.

En prosjektgruppe ble opprettet for å bearbeide prosjektet, med forsker Steinar Larssen, Norsk institutt for luftforskning, som prosjektleder. Prosjektgruppen har bearbeidet prosjektet i perioden 1981-84, og tilsammen avholdt 6 prosjektmøter.

Den praktiske utformingen som beregningsmetoden er gitt i denne rapporten har framkommet etter samarbeide innen prosjektgruppen. Utformingen anses å være et rimelig kompromiss

*Nordisk Vegteknisk forbund (NVF) tok i 1979-80 opp spørsmålet om beregningsmetoder for bilavgasser innen sitt utvalg 64:Miljø. Arbeidet ble fra 1981 videreført under Nordisk ministerråd.

mellom krav til enkel bruk på den ene side, og nødvendigheten av å få fram forutsetninger og begrensninger på den annen side. Også andre utforminger av metoden er blitt utarbeidet og diskutert i løpet av arbeidet fram mot den utforming som er presentert her.

Det anbefales at hvert land utarbeider nasjonale håndbøker basert på den nordiske beregningsmetoden presentert her.

I denne rapportens DEL 1 presenteres prosjektgruppens forslag til "Nordisk beregningsmetode for bilavgasser". I DEL 2 og DEL 3 beskrives henholdsvis metodens systematikk og dens nøyaktighet, svakheter og forslag til forbedringer. I rapportens DEL 4 (en egen vedleggsrapport) framlegges bakgrunnsmateriale for beregningsmetoden, inklusive relevante delrapporter og notater.

I tillegg til arbeidet med å formulere en nordisk beregningsmetode for bilavgasser har prosjektet bestått av følgende delprosjekter:

- Utarbeidelse av en enkel metode for beregning av NO_2 -konsentrasjonen ved gater.
- Undersøkelse av bakgrunnskonsentrasjoner av CO og NO_2 i byer og tettsteder i Norden.

Følgende personer utenom prosjektgruppen har deltatt i prosjektarbeidet:

Trafikking. Anders Berggren, Stadsarkitektkontoret, Uppsala
Siv.ing. Wenche Haugstuen, Statens teknologiske institutt,
Oslo

Forsker Øystein Hov, Norsk institutt for luftforskning
Meteorolog Sten Laurin, Svenska meteorologiska och hydro-
logiska institutet (SMHI), Norrköping
Siv.ing Janne Rusk, K-konsult, Stockholm.

Anders Berggren har utført det meste av det praktiske arbeidet med utformingen av beregningsskjema, korreksjonsfaktorer, etc.

I tillegg deltok følgende personer i en kontaktgruppe som ble opprettet for å utarbeide gateklassedefinisjoner og utgangsverdier (sjablonverdier) for trafikkparametre:

Civ.ing. Lene Denver, Cowiconsult, København
Diploming. Risto Jokinen, Helsingfors Stadsplaneringskontor,
Siv.ing. Nils Skarra, Transportøkonomisk inst., Oslo.

Forøvrig har arbeidet som er utført innen Bilavgaskommitten i Sverige vært et utgangspunkt for prosjektgruppens arbeide.

Innenfor prosjektets ramme ble det i desember 1981 holdt et nordisk seminar i Asker ved Oslo, med tittel "Nordisk beregningsmetode for bilavgasser". Seminaretts målsetting var å få sammen eksperter, myndigheter og brukere i de nordiske land for å legge fram og diskutere status for arbeidet med beregningsmetoder for bilavgasser og status for grunnlagsmateriale og -data for slike metoder.

Den foreliggende rapporten er med hensikt inndelt i atskilte deler som skal kunne leses/brukes hver for seg. Dette gjelder spesielt DEL 1, som er selve beregningsmetoden. Ved praktisk bruk av metoden er det derfor tilstrekkelig å gå direkte inn i DEL 1.

Lillestrøm, august 1984.

Prosjektgruppen for NMR-prosjekt 180.21-2.6:

Civ.ing. Jørgen Markvorsen, Cowiconsult, Danmark
Meteorolog Lea Leskinen, Meteorologiska institutet, Finland.
Meteorolog Sakari Kajosaari, Meteorologiska institutet,
Finland (sept. 81-aug. 82).
Byrådir. Carl-Elis Bostrøm, Statens naturvårdsverk, Sverige
Førstekons. Trygve Hallingstad, Vegdirektoratet, (p.t. Miljø-
verndepartementet) Norge

Prosjektleder: Forsker Steinar Larssen, Norsk institutt for
luftforskning.

NORDISK BEREGNINGSMETODE FOR BILAVGASSER, AUGUST 1984

<u>Innhold</u>	<u>Side</u>
Forord	5
Sammendrag	9

DEL 1

NORDISK BEREGNINGSMETODE FOR BILAVGASSER, AUGUST 1984.	13
Oversikt	17
Ordliste	22
Trinn 1 GROVSORTERINGSMETODE	25
Trinn 2 SJABLONMETODE	33
Trinn 3 BEREGNING MED EGNE INN-DATA	59
Litteraturliste	84

DEL 2

OVERSIKT OVER SYSTEMATIKKEN I NORDISK BEREGNINGSMETODE FOR BILAVGASSER.	87
--	----

DEL 3

BEREGNINGSMETODENS NØYAKTIGHET OG SVAKHETER, OG FORSLAG TIL FORBEDRINGER.	107
Metodens nøyaktighet	109
Beregningsmetodens svakheter, og forslag til forbedring av datagrunnlag og metodikk.	123

DEL 4

VEDLEGGSDDEL (EGEN RAPPORT).	
-------------------------------------	--

NORDISK BEREGNINGSMETODE FOR BILAVGASSER, AUGUST 1984SAMMENDRAG

Den nordiske beregningsmetode for bilavgasser er en enkel metode for beregning av luftforurensningsnivået ved trafikkårer. Metoden er utviklet for bruk på veinettet i byer og tettsteder. Den kan brukes direkte på dagens veinett og på plansituasjoner fram til 1990. For situasjoner etter 1990 vil metoden, brukt direkte, sannsynligvis overvurdere forurensningen noe. Metoden bør revideres før 1990.

Metoden gjelder beregning av forurensningsnivået midt på relativt horisontale gatekvartaler. Resultatene er ikke representative for områder nær kryss med trafikk-kø, f.eks. lysregulerte kryss, eller for veier med sterk stigning (>20 o/oo). Her vil en oftest ha høyere forurensningsnivå enn det som beregningsmetoden gir nær midten av kvartalet for nær horisontale veier.

Metoden har tre trinn, slik at vurderinger og beregninger kan utføres svært enkelt og overslagsmessig eller mere nøyaktig.

Trinn 1, grovsorteringsmetoden, skiller ut de gater som sannsynligvis har et forurensningsproblem fra de som mest sannsynlig ikke har det.

I trinn 2, sjablonmetoden, beregnes forurensningsnivået overslagsmessig. Trinn 2 brukes på gater som etter trinn 1 anses å ha et forurensningsproblem, og der trafikkdata, utover midlere døgntrafikk, er lite kjent. Det defineres fire gateklasser som hovedveinettet i tettsteder kan inndeles i. For disse gateklassene er gitt utgangsverdier, sjablonverdier, for de viktigste trafikkparametre.

I trinn 3, beregning med egne inn-data, kan rimelig nøyaktige beregninger av forurensningsnivået gjøres for gater der de viktigste trafikkdata er godt kjent fra målinger.

Nødvendige inngangsdata til metoden er i hovedsak veigeometri og trafikkdata. Kravet til inngangsdataene øker med ønsket om større nøyaktighet i beregningsresultatet, og er derved størst i metodens trinn 3.

På trinn 2 og 3 beregnes 99-prosentilnivået av forurensning langs veien, regnet på årsbasis. Det innebærer at de beregnete verdier forventes å overskrides i én prosent av tiden i et normalt år, hva gjelder trafikk og meteorologiske forhold. På side 98 foreslås omregningsfaktorer til andre prosentilverdier.

De beregnete forurensningsverdier danner utgangspunkt for vurdering av forurensningsnivået, ved sammenligning med anbefalte grenseverdier for luftkvalitet.

Nytten av en nordisk beregningsmetode ligger hovedsakelig i at vurderingen av forurensningsproblemer ved trafikkarer i de nordiske land kan gjøres på et felles grunnlag, og derved være sammenlignbar.

Det ligger begrensninger i anvendelsen av metoden. Begrensningene er hovedsakelig knyttet til i hvilke områder langs gater beregninger kan utføres med akseptabel nøyaktighet.

Beregningsmetoden bør forbedres på flere punkter. For eksempel når det gjelder konsentrasjonen av nitrogendioksid (NO_2) ved veier, bakgrunnsverdien av forurensning i byområder og sprednings- og utslippsbeskrivelse ved kryss og på gater med stigning, bør datagrunnlaget utvides og metodikken forbedres. I DEL 3 utdypes beregningsmetodens svakheter og forslag til forbedringer nærmere.

Grunnlaget for metoden er hovedsakelig lagt gjennom følgende arbeider (i kronologisk rekkefølge):

- En spredningsmodell for gate-rom (street canyons) utviklet ved Stanford University, California i begynnelsen av 1970-tallet (Dabberdt et al., 1973).
- Test og videreutvikling av spredningsmodellen, utført i Sverige ved samarbeid mellom Statens naturvårdsverk, Svenska meteorologiska och hydrologiska instituttet (SMHI) og Stockholm kommune (SNV, 1977; Bringfelt et al., 1980, 1982; Laurin, 1980, 1982).
- Resultatet av målinger av luftforurensning ved trafikkårer i tiden 1974-1982, hovedsakelig ved Luftlaboratoriet ved Statens naturvårdsverk i Sverige og Norsk institutt for luftforskning.
- Målinger av eksosutslipp fra ulike typer kjøretøy, hovedsakelig utført ved Bilavgaslaboratoriet i Sverige og ved Statens teknologiske institutt i Norge.
- Arbeidet innen Naturvårdsverket i Sverige i tiden 1979-84 med å få fram en beregningsmetode anvendbar i plansammenheng. Naturvårdsverkets arbeide har vært et utgangspunkt for den nordiske beregningsmetode som her presenteres (Bostrøm, 1980; Bostrøm et al., 1982; Berggren, 1982).
- Arbeidet innen den nordiske prosjektgruppen med ytterligere forenkling av metoden, og med spesielle delprosjekter, hovedsakelig med NO₂-konsentrasjonen ved trafikkårer og bakgrunnsnivå av forurensning i tettsteder, (se bl.a DEL 4).

Disse og andre arbeider er referert i litteraturlisten i DEL 1.

Rapporten har følgende inndeling:

DEL 1: Nordisk beregningsmetode for bilavgasser, august 1984.

(Inneholder detaljert brukerbeskrivelse, og kan benyttes direkte til beregninger, uavhengig av rapportens øvrige deler).

DEL 2: Oversikt over systematikken i nordisk beregningsmetode for bilavgasser.

DEL 3: Beregningsmetodens nøyaktighet og svakheter, og forslag til forbedringer.

DEL 4: Vedleggsdel (delrapporter og notater). DEL 4 utgis som separat rapport.

NORDISK BEREGNINGSMETODE FOR BILAVGASSER. AUGUST 1984

<u>Innhold:</u>	<u>Side</u>
Oversikt	17
Ordliste	22
Trinn 1. GROVSORTERINGSMETODE	25
1.1 Bruksområde	25
1.2 Inngangsdata	25
1.3 Beskrivelse	26
1.4 <u>Veiledning</u>	27
1.5 Regneeksempel	31
Trinn 2. SJABLONMETODE	33
2.1 Bruksområde	33
2.2 Inngangsdata	33
2.3 Beskrivelse	34
2.4 <u>Veiledning</u>	38
2.5 Skjema, nomogram og datatabeller	41
2.6 Regneeksempel	53
Trinn 3. BEREGNING MED EGNE INN-DATA	59
3.1 Bruksområde	59
3.2 Inngangsdata	59
3.3 Beskrivelse	60
3.4 <u>Veiledning</u>	61
3.5 Skjema, nomogram og datatabeller	71
3.6 Regneeksempel	80
Litteraturliste	84

NORDISK BEREGNINGSMETODE FOR BILAVGASSER. AUGUST 1984

OVERSIKT

Denne nordiske beregningsmetode for bilavgasser anviser en forenklet beregning av luftforurensningsnivået ved trafikkårer i byer og tettsteder. Metoden er utviklet for at planleggere og vei- og miljøvernmyndigheter på en enkelt måte skal kunne foreta en vurdering av forurensningsbelastningen ved deler av det eksisterende veinett og for plansituasjoner fram til 1990.

Metoden og dens forutsetninger er beskrevet i DEL 2. Metoden representerer en forenkling fra mere kompliserte modeller som forutsetter bruk av større datamaskinprogrammer.

Metoden baserer seg på forenklete beskrivelser av trafikkstrømmer og spredning av eksosutslippet ved gaten. Dette begrenser metodens nøyaktighet, og begrenser bruken til visse, definerte betingelser.

Den er utviklet for gater med tette fasaderekker langs begge sider (street canyons), men kan også benyttes, dog med mindre nøyaktighet, i nrområdet langs gater med spredt bebyggelse.

Metoden kan benyttes til følgende:

- Beregning av forurensningsnivået av karbonmonoksid (CO) og nitrogendioksid (NO₂) langs den midtre del av relativt flate gatekvartaler, dvs. den del som ikke har vesentlig kødannelse på grunn av nærliggende kryss.
- Beregning av forurensningen i en høyde ca 3 m over bakken og minst 1 meter fra fasade.

- Beregninger kan utføres for ulike avstander fra veikant. Nøyaktigheten av metoden er best for avstander mellom 5 og 15 meter fra midten av nærmeste kjørebane. En bør ikke gå lenger enn ca 15 m ut fra veikant.
- Beregninger for nær horisontale veier (<20 o/oo stigning. For veier med sterk stigning vil resultatene ved bruk av metoden ikke være korrekte).
- Beregninger for eksisterende veier og for planlagte veier fram til 1990.

Beregningsresultatene må korrigeres for å beskrive forholdene:

- i eller nær gatekryss
- på større avstand enn ca 15 m fra veikant
- på andre høyder enn 3 m over marken
- langs gater med sterk stigning (>20 o/oo)
- for andre komponenter enn CO og NO₂

Korreksjonsfaktorer for dette kan eventuelt innarbeides i metoden, når datamaterialet foreligger.

For plansituasjoner etter 1990 kan man også alternativt benytte metoden direkte. Man vil da overvurdere forurensningen noe, mer jo lenger en går fram i tid. Alternativt kan man i samråd med landets myndigheter justere utslippsverdiene for bilparken. Metoden bør revideres før 1990.

En må være klar over at forurensningsnivået ved kryss med køoppbygging oftest er høyere enn det nivået som beregnes med denne metoden, og som gjelder området nær midten av gatekvar-talet. Metoden i sin nåværende form muliggjør derfor ikke en fullstendig kartlegging, men gir forurensningsverdier som kan brukes som utgangspunkt for en forurensningsvurdering av gaten.

Metoden kan benyttes til å beregne hvordan trafikkmengde, -hastighet og -sammensetning påvirker forurensningsnivået nær midten av kvartaler. Ved aktiv bruk av denne mulighet til å beregne nødvendige trafikkendringer for å redusere forurensningsnivået til lavere enn grenseverdier, må en huske køsonene, som fremdeles oftest vil ha et høyere forurensningsnivå.

Metoden består av 3 trinn som sammen dekker behovene både for raske overslagsberegninger og mer nøyaktige beregninger.

Trinn 1 Grovsorteringsmetode, (side 25-32).

På bakgrunn av enkle inngangsparametre skilles de gater som ikke har et forurensningsproblem fra de som har eller kanskje har et forurensningsproblem.

Trinn 2 Sjablonmetode, (side 33-58).

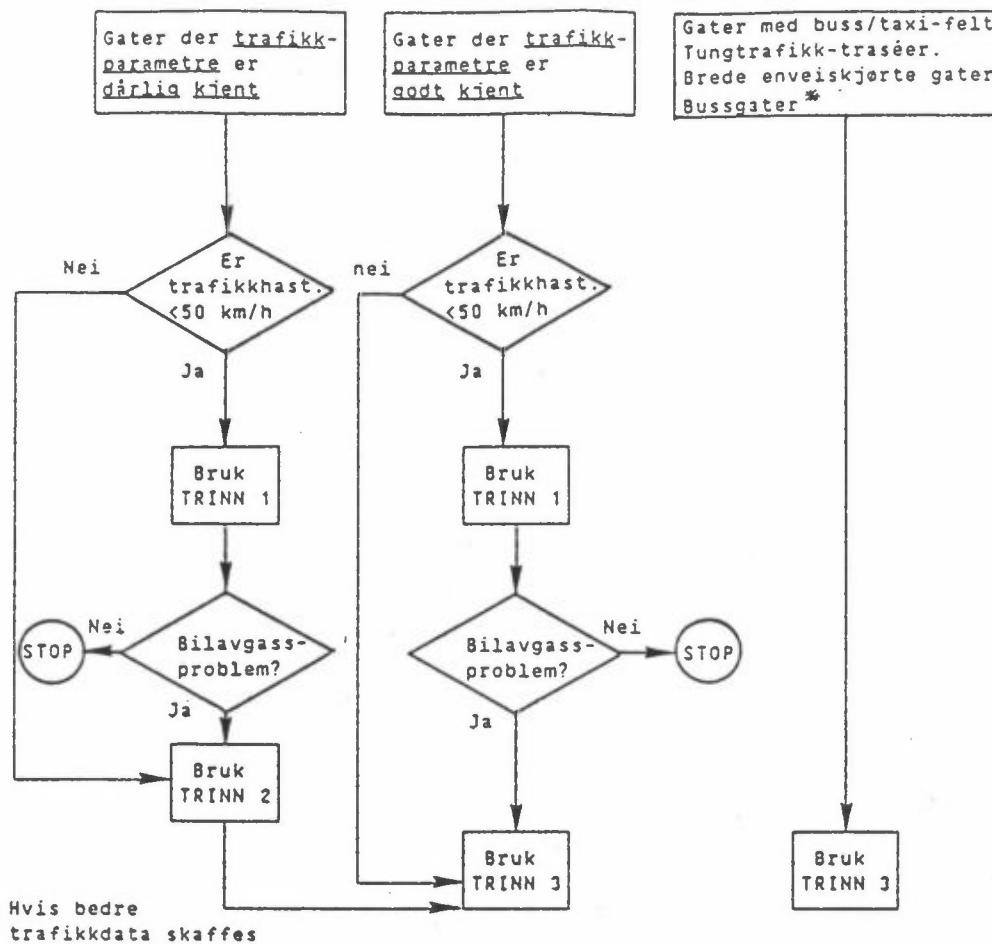
Beregning av forurensningsnivå langs gater som etter trinn 1 kan ha et forurensningsproblem og der trafikk-dataene, utover midlere døgntrafikk, ikke er godt kjent.

Trinn 3 Beregning med egne inn-data, (side 59-83).

Beregning av forurensningsnivå langs gater som etter trinn 1 kan ha et forurensningsproblem, og der de nødvendige trafikkparametre er kjent eller kan skaffes til veie fra målinger.

Skjemaet under viser hvordan metoden bør brukes.

I metodens trinn 2 og 3 beregnes forurensningsverdier av karbonmonoksid (CO) og nitrogendioksid (NO₂). Disse verdier danner grunnlag for en vurdering av forurensningsnivået. De beregnede forurensningsverdier kan, etter en eventuell omregning, benyttes som utgangspunkt for å vurdere luftkvaliteten



* I nasjonale håndbøker kan bussgater om ønskelig behandles spesielt i trinn 2.

ut fra de grenseverdier som myndighetene i hvert land anbefaler.

På trinn 2 og 3 beregnes 99-prosentilnivået av forurensning langs veien, regnet på årsbasis. Det innebærer at de beregnete verdier forventes å overskrides i én prosent av tiden i et normalt år, hva gjelder trafikk og meteorologiske forhold. På side 98 foreslås omregningsfaktorer til andre prosentilverdier.

CO er en ikke-reaktiv gass. Dette gjør beregningen av CO sikrere enn beregningen av NO_2 . NO_2 dannes ved oksidasjon av NO (nitrogenmonoksid) som er dannet under forbrenningen. Oksidasjonen fra NO til NO_2 skjer dels før og dels etter utslippet av eksosrøret. NO_2 må derved beregnes ut fra NO_x -utslippet (Larssen, 1984a, se DEL 4). (Her er $\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$). Dette medfører at ekstra steg i NO_2 -beregningen.

Forurensningsnivået ved en gate er summen av bidraget fra trafikken i gaten selv og bidraget fra trafikk og andre forurensningskilder i og utenfor tettstedet ellers (kalt bakgrunnsnivået). I metodens trinn 2 og 3 beregnes disse bidrag hver for seg og adderes.

Bakgrunnsverdiene bestemmes ved målinger eller beregninger, eller velges fra tabeller som er gitt i metoden. De anbefalte bakgrunnsverdier er basert på resultater av målinger utført i en del byer i Norge og Sverige (Larssen, 1984b, se DEL 4).

I metoden deles kjøretøyene inn i kjøretøyklasser (bensin- og dieseldrevne kjøretøy, lette og tunge kjøretøy). Også gatene klassifiseres etter sin funksjon (J. Rusk, 1983, se DEL 4). I gater der trafikkparametrene ikke er godt kjent, benyttes utgangsverdier (sjablonverdier) for trafikkparametre (J. Rusk, 1982).

Inngangsdataene til beregningen består av veigeometri, trafikkdata, avgass-data (utslippsfaktorer), samt data som gir grunnlag for å anslå bakgrunnsforurensningen. Kravet til inngangsdata øker fra trinn 1 til trinn 3.

Gjennomsnittlig avgassutslipp pr bil kan være noe forskjellig fra land til land. Eventuelle forskjeller er ikke kvantifisert (bl.a. Haugstuen, 1981, se DEL 4), men det er ikke grunn til å tro at forskjellene er store. I denne metoden går en ut fra at de utslippsfaktorer som er utarbeidet i Sverige (B. Persson, 1980) kan benyttes for alle nordiske land.

Test av metodens trinn 3 på uavhengige data tyder på at det systematiske avvik mellom beregnede og målte verdier er akseptabelt. Samlet usikkerhet (standard avvik) for en enkeltberegning synes å være ca $\pm 25\%$ for CO (basert på 19 testpunkter i Norge og Sverige) og $\pm 35-40\%$ for NO₂ (14 testpunkter i Sverige).

ORDLISTE

CO	Karbonmonoksid (kullos). Giftig gass som fortrenger surstoff i blodet. CO-innholdet i byluft skrives seg vesentlig fra eksosutslipp fra biler.
NO _x	Nitrogenoksyder (nitrose gasser). Består i byluft hovedsakelig av nitrogenmonoksid (NO) og nitrogendioksid (NO ₂). NO _x -innholdet i byluft skrives seg hovedsakelig fra utslipp fra biler og fra oljefyringsanlegg.
NO ₂	Nitrogendioksid. Lungevevs-irriterende gass. NO ₂ -innholdet i byluft skrives seg hovedsakelig fra utslipp fra biler og fyringsanlegg.
1h-middelverdi	Gjennomsnittlig forurensningskonsentrasjon over én time.
Glidende 8h-middelverdi (g8h)	Gjennomsnittlig forurensningskonsentrasjon over 8 timer. Glidende middelverdier over 8 timer (g8h) innebærer at man danner middelverdi over 8 etterfølgende timer, og flytter 8-time-gruppen i step på én time fram i tid, og danner ny middelverdi for hvert step. I et døgn får en derved 24 glidende 8-timers middelverdier.
99-prosentil-verdi	Verdien som overskrides av 1% av enkeltobservasjonene.

ÅDT	Årsdøgnetrafikk (gjennomsnittlig døgnetrafikk på årsbasis).
Maks.time-trafikk	Typisk trafikkmengde i den mest trafikkbelastete timen (ofte også kalt dimensjonerende time-trafikk).
Dimensjonerende time	Den timen på dagen da forurensningsnivået ved en gate er høyest. Dimensjonerende time er oftest, men ikke nødvendigvis, den samme som maks.timen.
Kaldstartandel	Andelen av biler i en trafikkstrøm som kjører med motor som ennå ikke er gjennomvarm. De første 6 minutter av en kjøretur regnes som kaldstartfase.
Utslippsfaktor	Utslipp av forurensende stoffer i bileksos, f.eks. CO, NO _x , regnet i g/km, fra hver enkelt bil. En har gjennomsnittlige utslippsfaktorer for hver bilklasse, som representerer gjennomsnittsbilen i hver klasse. Utslippsfaktorene varierer med f.eks. trafikkhastigheten.
Utslippsstyrke	Utslipp fra en trafikkstrøm, regnet i g(ms) ⁻¹ . Produktet av utslippsfaktor og trafikkmengde pr. tidsenhet.
Spredning	Fortynning av eksosutslippet i "ren" luft.

Gatebidrag	Bidraget til forurensningen i en gate som skyldes trafikken i gaten selv.
Bakgrunnsverdi	Bidraget til forurensningen i en gate som skrives seg fra andre forurensningskilder og fra trafikk i nærliggende gater.
Grenseverdier for luftkvalitet	Grenseverdier for forurensende stoffer i luft, f.eks. CO og NO ₂ som er satt for å beskytte befolkningen mot uønskete virkninger av forurensningen.

TRINN 1. GROVSORTERINGSMETODE

1.1 Bruksområde

Metoden brukes til å skille gater uten forurensningsproblem fra gater som sikkert eller sannsynligvis har et forurensningsproblem. Nøyaktigere beregninger utføres på trinn 2 eller 3.

Trinn 1 gjelder for tidsrommet 1984-1990.

Trinn 1 er spesielt tilpasset gater i tettstedsområder med trafikkhastighet mindre enn eller lik ca 50 km/h i rushtidene. Gater med større hastigheter må behandles i trinn 2 eller trinn 3.

Gater med egne buss- og taxi-filer og også bussgater, tungtrafikktrasèer og svært brede gater med brede midt-rabatter behandles i trinn 3. (I nasjonale håndbøker kan bussgater om ønskelig behandles spesielt i trinn 2).

1.2 Inngangsdata

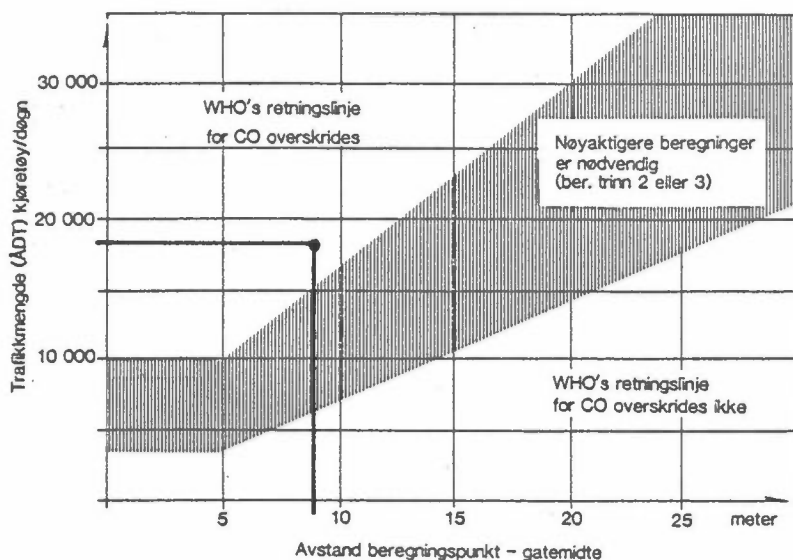
. årsmidlere døgntrafikk, ÅDT

. avstanden fra midten av veibanen til beregningspunktet.

1.3 Beskrivelse av trinn 1

Trinn 1 består av én figur, der en går inn med årsdøgntrafikken på y-aksen, og avstanden mellom beregningspunkt og midten av veien på x-aksen. Figuren har et skravert område som angir overgangen mellom gater uten bilavgassproblem og gater med et bilavgassproblem, slik dette skillet er definert nedenfor.

Inngangsdata avsettes på de to aksene som vist i eksemplet til høyre.



Gater som plottes inn lavere enn den nedre begrensning av skraveringen har med stor sannsynlighet ikke et bilavgassproblem, mens de fleste gater som plottes inn over øvre begrensning med stor sannsynlighet har et bilavgassproblem.

Kriteriet i trinn 1 for begrepet "bilavgassproblem" er om gatens eget bidrag til CO-konsentrasjonen kan bli større enn 3.5 mg/m^3 (som 99-prosentilverdi, tilsvarende ca 5 mg/m^3 som maksimalverdi). Dette gir en sikkerhetsmargin mot overskridelse av den CO-verdi (10 mg/m^3) som ved lett fysisk aktivitet (ifølge WHO) gir ca 1.5% CO i blod (1.5% COHb). Verdens helseorganisasjon (WHO) anbefaler dette som det mål det arbeides mot ("long term goal").

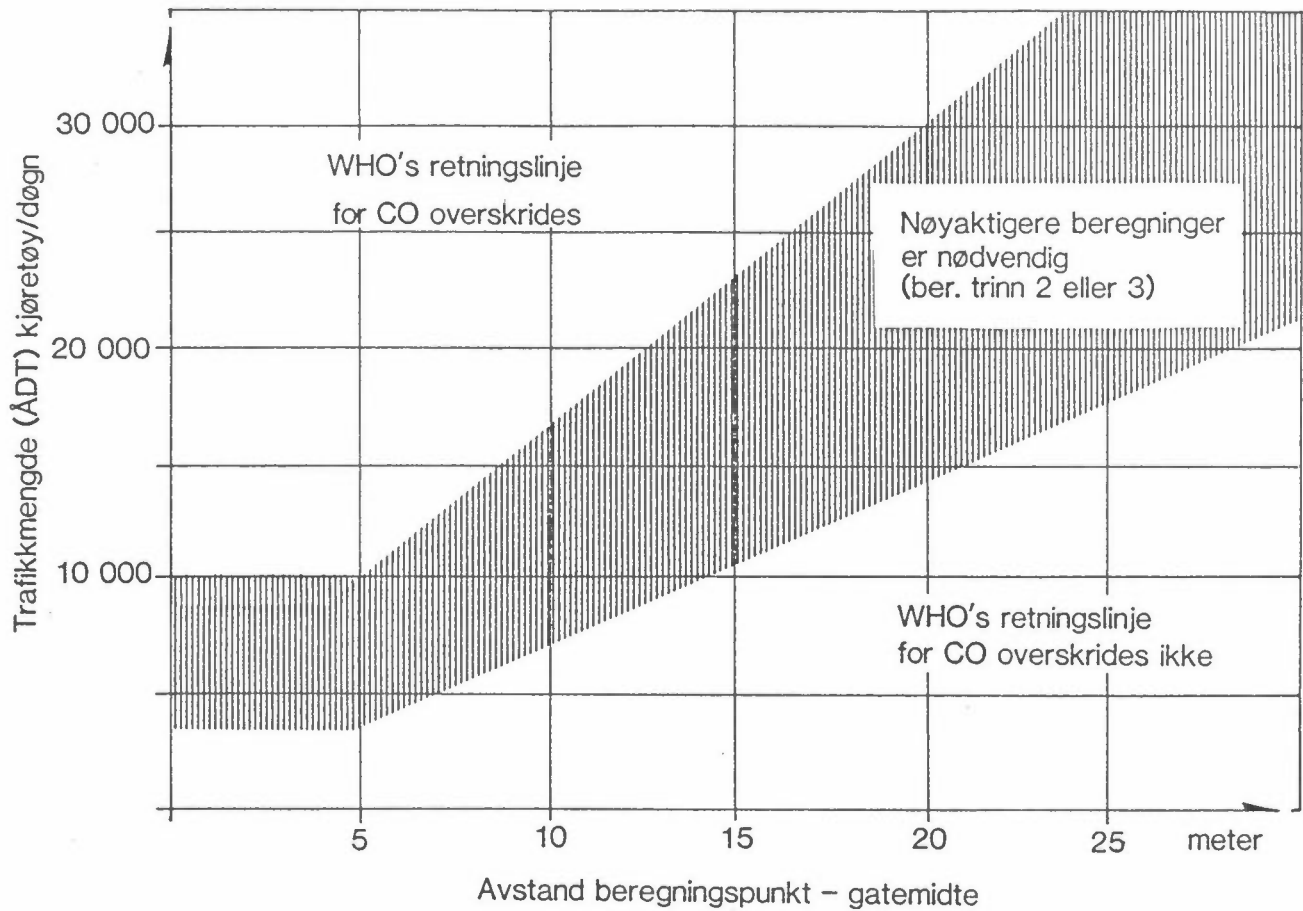
1.4. Veiledning

Grovsorteringen utføres ved plotting på grovsorterings-nomogrammet (side 29). Resultatene kan føres på et resultatskjema (et eksempel på resultatskjema er vist på side 30).

1. Gatene inndeles i kvartaler eller strekninger med tilnærmet lik veg-geometri og trafikk.
2. Beregningspunkter velges nær midten av kvartaler, 1-2 meter fra fasade. En bør ikke gå lenger ut enn ca 15 meter fra gatekant.
3. Inngangsdataene, trafikkmengde (årsdøgntrafikk, ÅDT) og avstand fra midten av veien til beregningspunkt føres på resultatskjemaet.
4. Gå inn med avstanden mellom gate-midte og beregningspunkt på x-aksen, og trafikkmengde (ÅDT) på y-aksen. Gater som plottes inn lavere enn nedre del av skraveringen har høyst sannsynlig ikke et bilavgassproblem. Gatekryss langs disse veier kan likevel være problemområder. Gater som plottes inn innenfor det skraverte feltet kan ha et bilavgassproblem, mens gater som plottes inn høyere enn det skraverte felt høyst sannsynlig har det. For begge sistnevnte grupper settes kryss i resultatskjemaet. Nøyaktigere beregninger utføres på trinn 2 eller 3.
5. Det minnes om at grovsorterings-nomogrammet ikke kan brukes for kjørehastigheter større enn ca 50 km/h, for bussgater, for gater med kollektivfelt, for tungtrafikktraséer og for landeveier.

NORDISK BEREGNINGSMETODE FOR BILAVGASSER, AUGUST 1984

TRINN 1. GROVSORTERINGS - NOMOGRAM



1.5 Regneeksempel

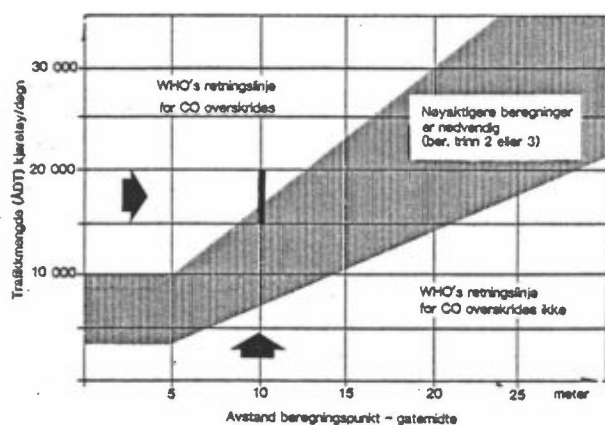
Grovsorterings-metoden

En trafikkregulering i X-by planlegges. Trafikken i Storgaten, som ligger i sentrum, vil ved reguleringen øke fra ca 10.000 til 15-20.000 kjøretøy/døgn (årsdøgntrafikk) i kvartalet med Kirkegata og Kongens gate. Trafikkreguleringen planlegges gjennomført i 1990.

Er det risiko for at avgassnivået ved gaten da blir for høye?

Storgaten er i nevnte kvartal ca 20 meter bred, inkl. fortau. Avstanden fra beregningspunkt til midten av gaten er ca 10 meter.

Svaret på spørsmålet fås fra nomogrammet på side 29.



Med 20.000 kjøretøy/døgn vil CO-nivået overskride WHO's retningslinjer.

Begrenses trafikken til 15.000 kjøretøy er nøyaktigere beregninger nødvendig for å finne om overskridelser da vil skje.

TRINN 2. SJABLONMETODE

2.1 Bruksområde

Trinn 2, Sjablonmetoden, benyttes for overslagsberegninger på gater som etter trinn 1 kan ha et bilavgassproblem, der en har data for døgntrafikken, men ikke kjenner trafikkens variasjon og fordeling. Trinn 2 gjelder direkte for tidsrommet 1984-1990. For situasjoner etter 1990 vil forurensningene sannsynligvis bli overvurdert noe, om en ikke i samarbeid med landets myndigheter justerer ned utslippsfaktorene.

Gater med egne buss- og taxi-felt beregnes i trinn 3. Dette gjelder også rene bussgater samt tungtrafikktraséer. (I nasjonale håndbøker kan en velge å ha egen gateklasse og nomogram for rene bussgater også på trinn 2).

Smale gater med enveis trafikk (<10-12 m gatebredde) kan behandles i trinn 2. Bredere enveiskjørtede gater og alle enveiskjørtede gater med svært ulik trafikkbelastning i de ulike kjørefeltene beregnes i trinn 3.

Trinn 3 bør benyttes når gaten ikke lar seg plassere i en av de fire gateklasser som er definert i trinn 2 på side 43.

2.2 Inngangsdata

For beregning av gatens bidrag til forurensningen:

- . årsdøgntrafikken (ÅDT)
- . kjørehastigheten i den mest belastede timen på døgnet (maks.timen)
- . avstanden fra midten av veibanen til beregningspunktet.

For beregning av bakgrunnsforurensningen:

- . bystørrelse (innbyggertall)*
- . vindzone (en av to soner)
- . gatens plassering i byområdet

* Det er innbyggertallet i den bymessige del av en kommune som skal brukes. Samlet innbyggertall i en bykommune som også inkluderer større, spredt befolkete områder, er av mindre interesse.

Andre trafikkparametre (retningsfordeling, andel av midlere døgntrafikk i dimensjonerende time, trafikkhastighet, andel tungtrafikk etc) er bygget inn i metoden, dels i form av utgangsverdier (sjablonverdier).

2.3 Beskrivelse av trinn 2

Sjablonmetoden består av et beregningsskjema, et nomogram for hver av 4 gateklasser, samt tabeller for beregning av CO- og NO₂-nivået.

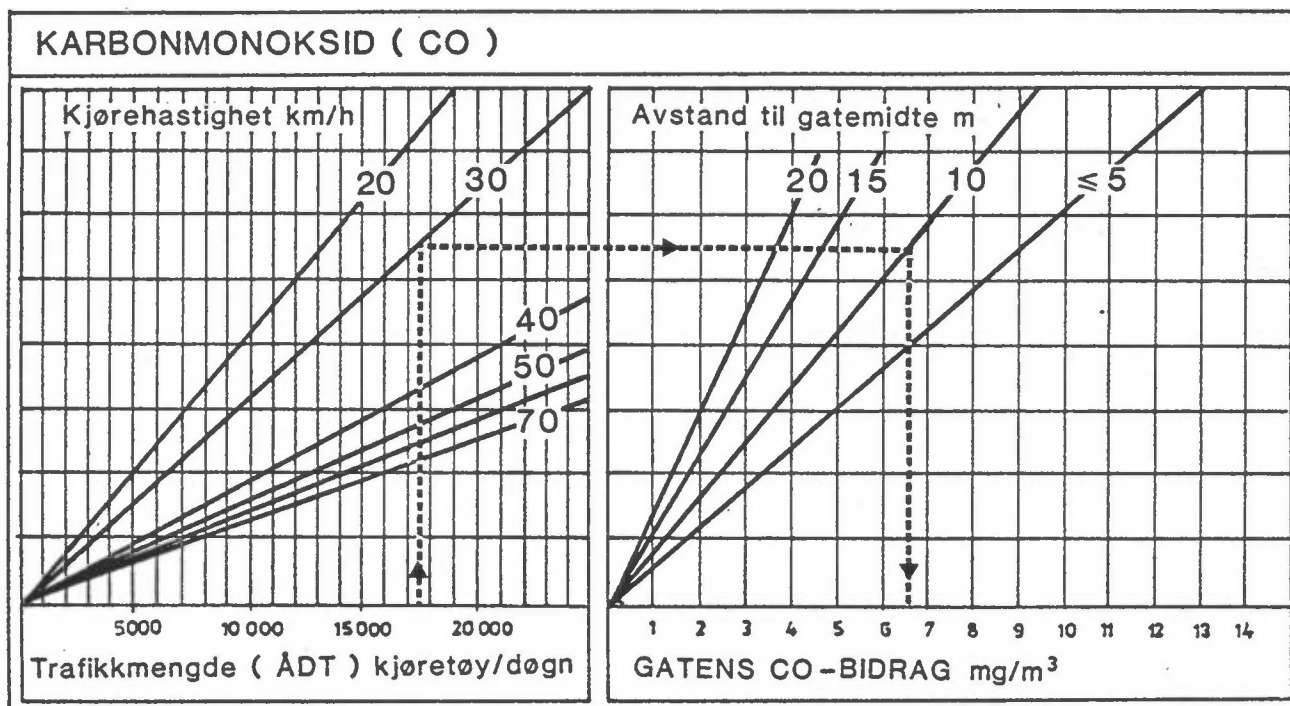
På dette trinnet beregnes 99-prosentilverdien på årsbasis av CO-g8h (glidende 8-timers middelvei) og NO₂-1h (1-times middelvei). Verdiene gir uttrykk for det forurensningsnivå en kan vente seg ved gateseksjonen i et år med normale trafikk- og meteorologiske forhold. De beregnede verdier danner utgangspunktet for sammenligning med anbefalte grenseverdier for luftkvalitet.

De 4 gateklassene er:

- Gjennomfarts/innfartsgate
- Hovedgate i sentrum
- Hovedgate i boligområde
- Hovedgate i arbeidsområde

Gateklassene er definert på side 43.

I nomogrammet for hver gateklasse avleses gatens bidrag til forurensningsnivået av CO og NO₂, ut fra årsdøgntrafikk, kjørehastighet og avstanden fra veimidte til beregningspunkt, som vist i eksemplet under for CO.



Bakgrunnsverdien av CO og NO₂ legges så til gatebidraget. Venstre del av nomogrammet representerer egentlig utslippet fra trafikkstrømmen, mens høyre del representerer spredningen av utslippet.

Utslippsnomogrammene for hver gateklasse er basert på utgangsverdier (sjablonverdier) for følgende trafikkparametre (verdiene gjelder maks.timetrafikken):

- . andelen i maks.timen av årsdøgntrafikken
- . fordeling på de to kjøreretninger
- . kaldstartandelen i hver kjøreretning
- . andel dieseldrevne personbiler
- . andel tunge kjøretøyer (totalvekt > 3.5 tonn)
- . vektfordelingen av tunge kjøretøyer (totalvekt 3.5-10/10-20/>20 tonn).

De sjablonverdier som skjult inngår i nomogrammene er valgt ut fra tilgjengelig trafikk- og kjøretøystatistikk i de nordiske land (Janne Rusk, 1982). De er for informasjon vist i tabell 2.1.

I nomogrammene er også forutsatt en gitt kjørebanebredde, 8 meter. Korreksjon gjøres for andre bredder.

Metodens følsomhet overfor variasjoner i de enkelte trafikkparametre er behandlet i DEL 3. Beregningen er mest følsom for feil i maks. timens andel av døgntrafikken, samt fordelingen av trafikken i de to kjøreretninger. Deretter er CO-beregningen svært følsom for trafikkhastigheten, og NO_x -beregningen er følsom for andelen tungtrafikk. Det er derfor disse parametre det er viktigst å ha korrekte verdier for.

Utslippsnomogrammene er basert på en lufttemperatur på 0°C .

Beregningen av NO_2 -utslippet fra trafikkstrømmen er basert på den forutsetning at NO_2 -andelen av samlet NO_x -utslipp fra trafikken er 8% (se vedlegg 4 i DEL 4), og lik for alle gate typer og hastigheter. Unntak er rene bussgater eller gater der dieseltrafikk dominerer. Her må en høyere NO_2 -andel brukes. Det vises da til trinn 3.

Det er kjent at NO_2 -andelen av NO_x i utslippet fra både bensin- og dieserbiler øker mot lav belastning og tomgang. Det er også sannsynlig at NO_2 -andelen i dieselutslipp er større enn i bensinutslipp. Det foreligger forslag (Bostrøm, 1983) å sette NO_2 -andelen lik 5% og 15% for henholdsvis bensinutslipp og dieselutslipp, uavhengig av hastighet og motorbelastning. Om dette er riktig, betyr det at det er mest effektivt å redusere dieselandelen i trafikken, om en vil redusere NO_2 -problemet. Prosjektgruppen føler at datagrunnlaget ennå er for svakt til å foreslå differensieringen mellom bensin- og dieserbiler bygget inn i metoden, men mener det er meget viktig at kunnskapen om NO_2 -utslippet fra bensin- og dieseldrevne kjøretøyer forbedres.

Bakgrunnskonsentrasjonen av CO og NO₂ bestemmes fra tabeller basert på bystørrelse, posisjon i byen og vindzone. På side 51 vises en inndeling av Norden i to vindsoner. Inndelingen er gjort på basis av vindstyrkestatistikk for en rekke meteorologiske stasjoner i Norden (Lea Leskinen, 1983, se DEL 4). En har sett på frekvensen av vindstyrke mindre enn 2 Beaufort i løpet av vintermånedene desember-februar. I vindzone 1 er denne frekvensen mindre enn 50%, og i vindzone 2 er den større enn 50%. Inndelingen er grov, men anses å ta hensyn til den parameter som er viktigst når det gjelder å bestemme 99-percentilen av CO og NO₂ i tettsteder i de to soner, bortsett fra selve utslippet som tas hensyn til ved bystørrelse og posisjon innen byen. Topografiske forhold kan føre til at byer som på kartet ligger i vindzone 1 bør være i sone 2. Dette gjelder for eksempel skjermete steder i fjorder på Vestlandet i Norge. En lokal vurdering i de tilfeller der topografien virker reduserende på vindstyrken, kan derfor være nødvendig.

NO₂-bakgrunnen er påvirket av flere faktorer enn CO-bakgrunnen er. Biltrafikken er hovedkilden til CO, mens for NO₂ er oljeforbrenning en viktig kilde i tillegg til biltrafikken. I tillegg kommer det forhold at NO₂ dels slippes ut direkte i eksos/avgasser, dels dannes ved oksidasjon av NO i byatmosfæren (Larssen, 1984 a og b). Bakgrunnen for NO₂ anbefales derfor valgt innenfor foreslåtte intervaller (Bostrøm, 1984).

Denne usikkerheten i NO₂ bakgrunnsverdi kan gi en feil i sluttresultatet som ikke er ubetydelig, fordi NO₂-bakgrunnen kan være relativt stor i forhold til gatebidraget. Det anbefales å ta kontakt med nasjonale institusjoner som arbeider med forurensning fra bilavgasser, for å få råd om valg av NO₂-bakgrunn.

2.4 Veiledning

Beregningene gjennomføres på beregningsskjemaet (side 41) ved bruk av nomogrammer (side 46-49) og tabeller (side 50-52). Inngangsdata og resultater av beregningene kan føres på et resultatskjema (side 42). Dette gir oversikt, dersom en rekke gate-seksjoner skal beregnes.

Beregningsskjemaet, nomogrammene og tabellene er utarbeidet av trafikking. A. Berggren, Uppsala (Statens naturvårdsverk, 1984).

1. Gate-nettet deles inn i kvartaler eller lengre seksjoner med tilnærmet lik trafikk og geometri.
2. Angi på skjemaet hvilken gate og beregningspunkt beregningen gjelder.
3. Angi forutsetningene for beregningen:
 - Året beregningen gjelder. Korreksjon gjøres senere for beregningsår t.o.m. 1990.
 - Gateklasse ifølge definisjonene på side 43.
 - Trafikkmengden angis i gjennomsnittlig antall kjøretøy pr døgn (årsdøgntrafikk, ÅDT).
 - Kjørehastigheten skal være for maks.timen. Den settes lik for begge kjøreretninger. Om egne hastighetsdata ikke finnes, brukes de sjablonverdier som er angitt nederst på nomogrammene.
 - Gateseksjonen skisseres i ruten. Kjørebanebredden angis inkludert evt. midtrabatt. Felt for parkerte biler tas ikke med .
 - Avstanden angis fra beregningspunktet til midten av kjørebane. Beregningspunktet må være minst 1 m fra husfasade. Om avstanden til midten av kjørebane er mindre enn 5 m, settes den lik 5 m.

4. Beregn gatens bidrag til forurensningsnivået av CO og NO₂.

Utgangsverdien avleses på nomogrammet for den gatetypen beregningen gjelder (tabeller 2.2-2.5) slik:

- avsett trafikkmengden i venstre del av nomogrammet,
- følg en linje vertikalt opp til den kjørehastighet beregningen gjelder,
- følg en horisontal linje mot høyre til den "avstand til gatemidte" beregningen gjelder,
- følg en linje vertikalt ned til aksene, og avles utgangsverdien.

Korreksjon for kjørebanebredder større enn 8 m leses av i tabell 2.6.

Korreksjon for beregningsår leses av i tabell 2.7.

5. Bedøm bakgrunnsnivået av CO og NO₂.

Egne målinger av bakgrunnsnivået bør anvendes. Om slikt ikke finnes, gir tabell 2.8 anslåtte bakgrunnsverdier. Disse varierer med vindzone, bystørrelse og posisjonen i byen. (For CO kan verdier ned mot null velges, dersom gaten ligger i tettstedets randzone). Disse anslåtte verdier er naturlig nok usikre, fordi det ikke tas hensyn til lokale forhold. Spesielt gjelder dette NO₂. For NO₂ er derfor bakgrunnsverdien gitt som intervaller. Som ytterligere veiledning, gis i tabell 2.9 og 2.10 bakgrunnsverdier for CO og NO₂ i sentrum av endel byer i Norge og Sverige, som er basert på målinger. Dersom målinger ikke finnes, eller annen vurdering ikke gjøres, benyttes midten av NO₂-intervallet som bakgrunnsnivå.

Bakgrunnsverdien er bl.a. avhengig av den total trafikken i tettstedet, og den vil minke når total-emisjonen minsker. Utgangsverdien for bakgrunnsnivået korrigeres derfor med de faktorer for beregningsår som er gitt i tabell 2.11.

6. Beregn det totale forurensningsnivå av CO-g8h og NO₂-1h som summen av gatens bidrag og bakgrunnsnivået. Verdiene angir 99-prosentilen, dvs. overskridelser av denne kan forventes i 1% av tiden.

NORDISK BEREGNINGSMETODE FOR BILAVGASSER, AUGUST 1984

TRINN 2: SJABLONMETODEN. BEREGNINGSKJEMA

BEREGNINGSPUNKT/GATE

.....

FORUTSETNINGER:

Gateseksjon Kjørebanebreddem Avstand til kjørebane midtem	År beregningen gjelder Gatetype: Innfart/gjennomfart Hovedgate i sentrumområde Hovedgate i boligområde Hovedgate i arbeids/industriområde	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 30px; height: 40px;"> <tr><td style="width: 100%; height: 100%;"></td></tr> <tr><td style="width: 100%; height: 100%;"></td></tr> <tr><td style="width: 100%; height: 100%;"></td></tr> <tr><td style="width: 100%; height: 100%;"></td></tr> </table>				
	Trafikkmengde (ADT).....kjøretøy/døgn Kjørehastighet.....km/h					

BEREGNETE AVGASSKONSENTRASJONER

KARBONMONOKSID (CO)	
<u>Gatens bidrag</u>	
Utgangsverdi	Korr.faktorer
Ifølge nomogram	Kjøre- Beregn. bane- år bredde
..... x x = <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
+	
<u>Bakgrunnsnivå</u>	
Utgangsverdi	Korr.faktorer
følge tabell	Beregn.år
..... x = <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
↓	
<u>BEREGNET CO-NIVÅ</u>	
(g8h, 99%-il, mg/m ³)	
gatens bidrag+bakgrunnsnivå= <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	

NITROGENDIOKSID (NO ₂)	
<u>Gatens bidrag</u>	
Utgangsverdi	Korr.faktorer
Ifølge nomogram	Kjøre- Beregn. bane- år bredde
..... x x = <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
+	
<u>Bakgrunnsnivå</u>	
Utgangsverdi	Korr.faktorer
Ifølge tabell	Beregn.år
..... x = <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
↓	
<u>BEREGNET NO₂-NIVÅ</u>	
(1h, 99%-il, µg/m ³)	
gatens bidrag+bakgrunnsnivå= <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	

Kommentarer

.....

.....

Beregningen utført 19 av

GATEKLASSER

A. Gjennomfart/innfartsgate

Hovedgate mot sentrum eller gjennomfart gjennom sentrum. Ringvei med halvsentral beliggenhet. Gaten har markerte trafikktopper morgen og ettermiddag, og relativt stor andel tung trafikk.



B. Hovedgate i sentrumsområde

Gate i sentral bebyggelse som avvikler lokaltrafikk i byens/tettstedets sentrumsområde. Trafikken er jevnere fordelt over dagen, og andelen tung trafikk er liten, om gaten ikke har vesentlig busstrafikk. Trafikkrytmen på gaten er ujevn, forstyrrelser forekommer ofte.



C. Hovedgate i boligområde

Gate som fører trafikk mellom innfartsgater og ett eller flere boligområder. Gaten har kraftige trafikktopper morgen og ettermiddag, og har liten andel tung trafikk.



D. Hovedgate i arbeidsområde

Gate som betjener større arbeids/industriområde. Gaten har stor andel tung trafikk.



Tabell 2.1: Utgangsverdier (sjablonverdier) for ulike gatetyper.

Gatetype	Bereg- nings- år	Dim. time	Andel trf. under dim. time	Retn. for- del.	Kaldstartandel		Andel dieselkjøretøy			Kjøre- banens bredde m	
					Maks. retn.	Min. retn.	pb	lb <10t	lb 10-20t		lb >20t
Innfart/ gjennom- fart	1985	EM	10%	60/40	25%	25%	6%	3%	3%	4%	8
Hoved- gate i sentrum- område	1985	EM	8%	55/45	25%	25%	8%	3%	2%	1%	8
Hoved- gate i bolig- område	1985	FM	10%	70/30	40%	15%	4%	2%	2%	-	8
Hoved- gate i arbeids/ industri- område	1985	EM	10%	65/35	40%	15%	6%	3%	3%	6%	8

pb - personbiler

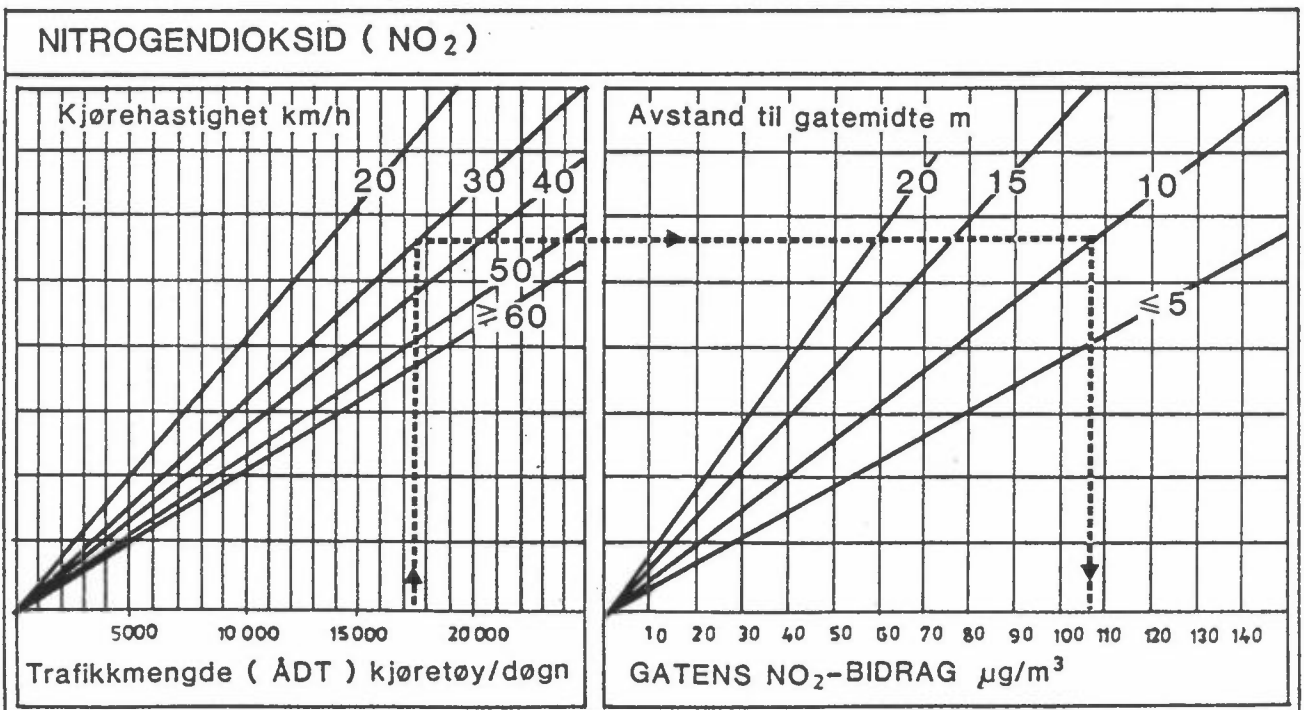
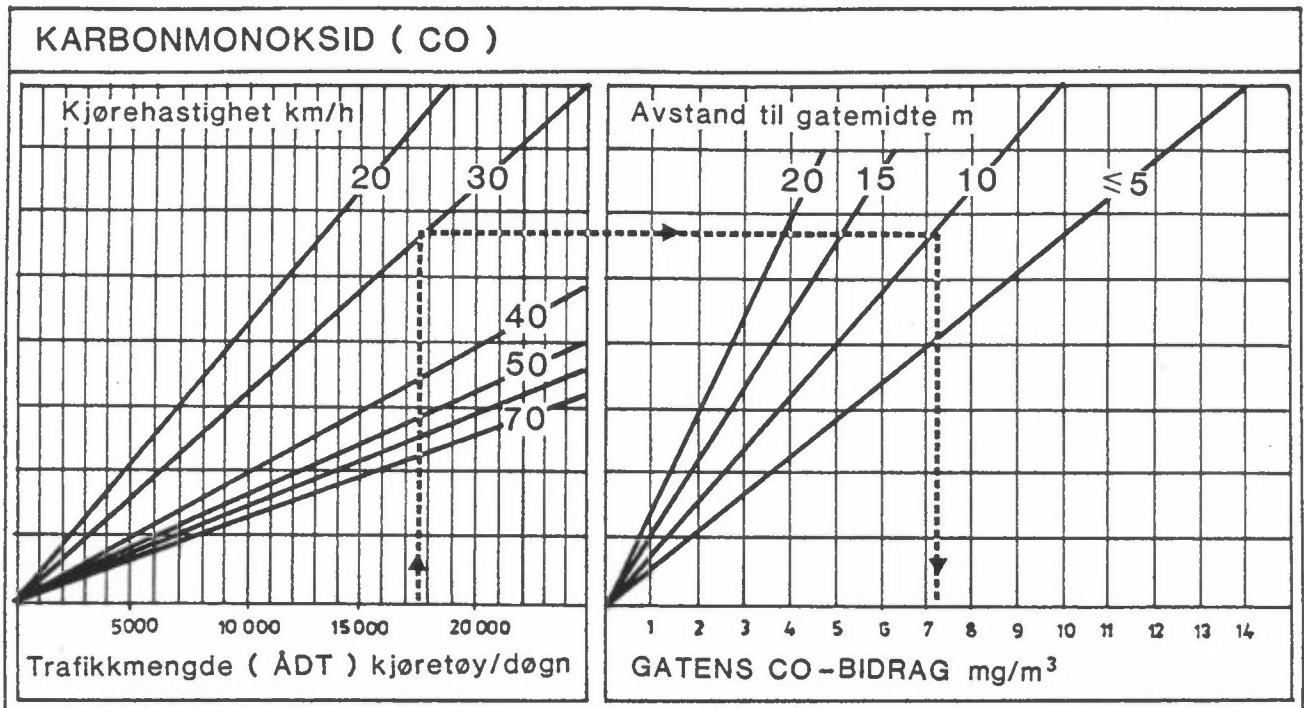
lb - lastebiler

FM - morgen (formiddag)

EM - ettermiddag

Tabell 2.2: Nomogram for beregning av gatens bidrag til CO og NO₂ ved:

INNFART / GJENNOMFART

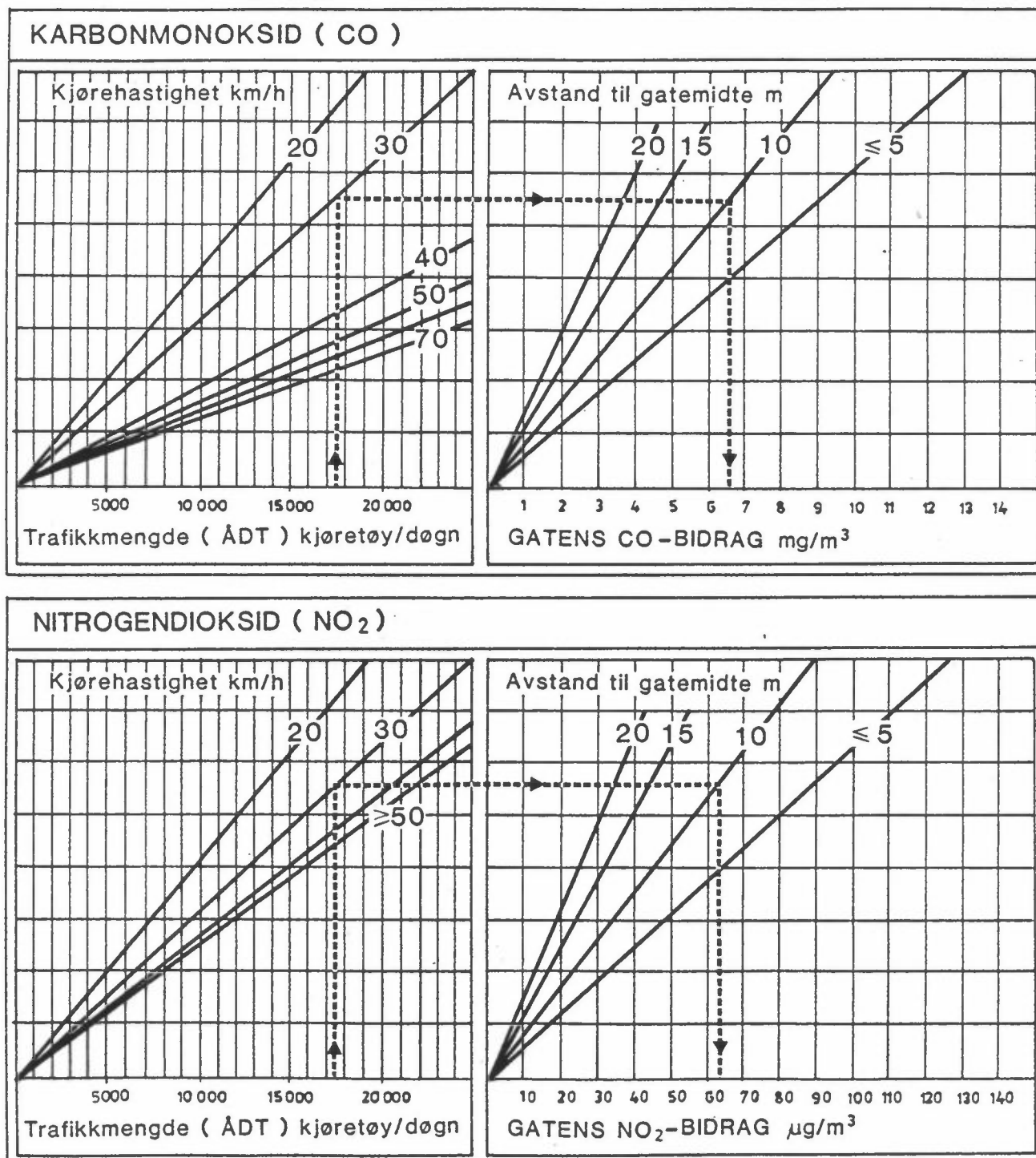


Utgangsverdier for kjørehastighet

- gate uten kapasitetsproblemer: 45 km/h
- gate med kapasitetsproblemer : 30 km/h

Tabell 2.3: Nomogram for beregning av gatens bidrag til CO og NO₂ ved:

HOVEDGATE I SENTRUMOMRÅDE

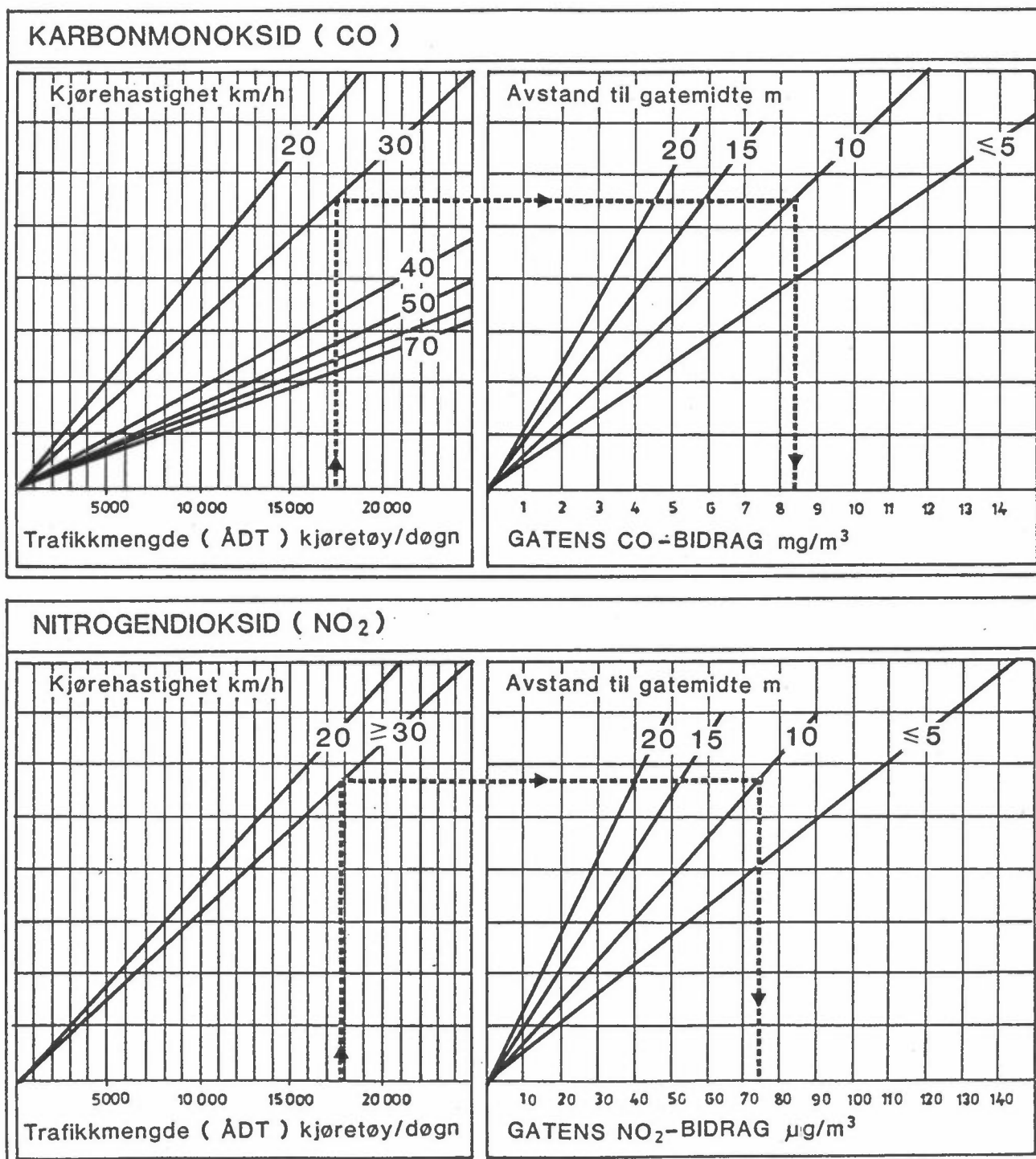


Utgangsverdier for kjørehastighet

- gate uten kapasitetsproblemer: 40 km/h
- gate med kapasitetsproblemer : 30 km/h

Tabell 2.4: Nomogram for beregning av gatens bidrag til CO og NO₂ ved:

HOVEDGATE I BOLIGOMRÅDE

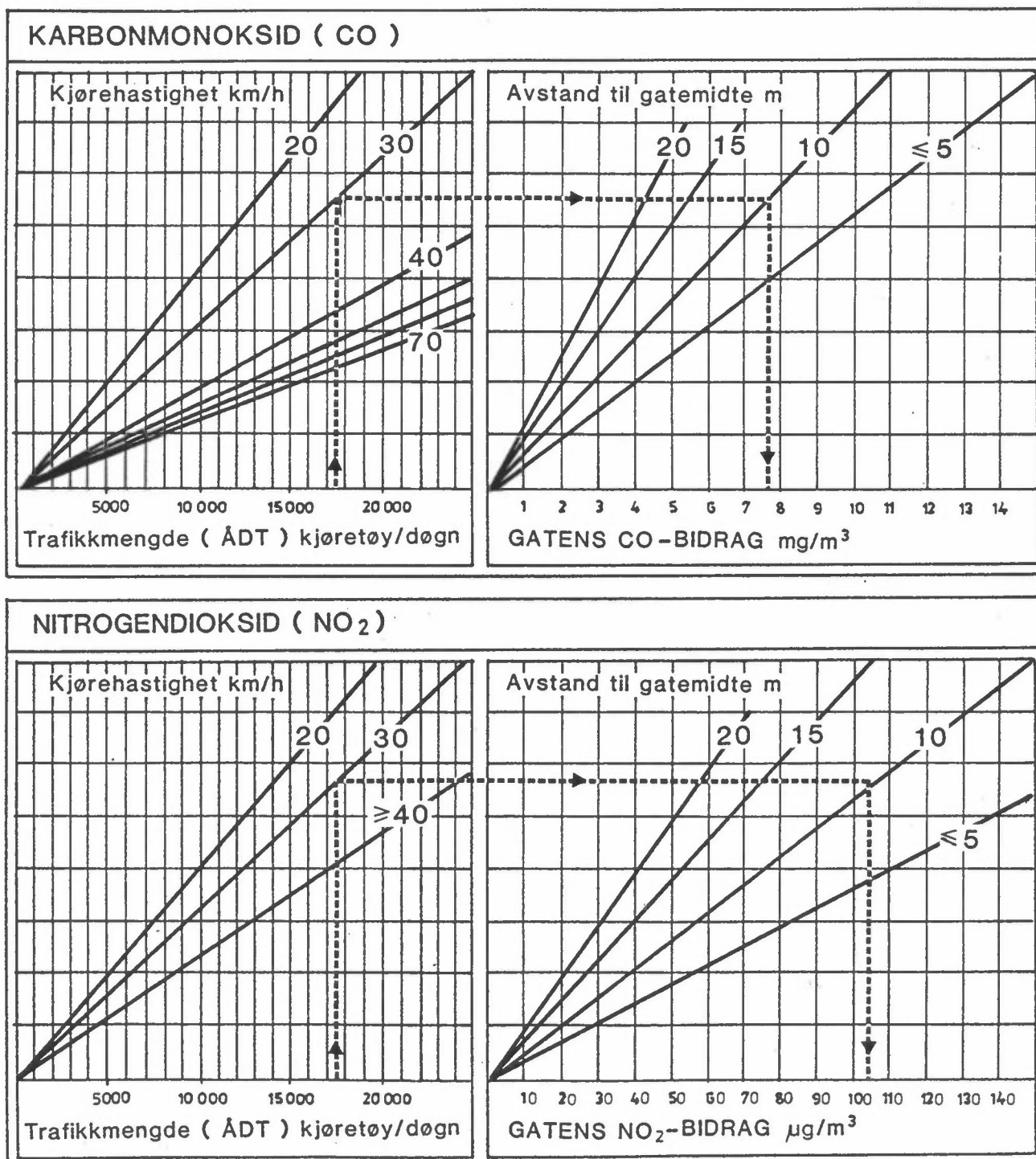


Utgangsverdier for kjørehastighet

- gate uten kapasitetsproblemer: 45 km/h
- gate med kapasitetsproblemer : 35 km/h

Tabell 2.5: Nomogram for beregning av gatens bidrag til CO og NO₂ ved:

HOVEDGATE I ARBEIDS/INDUSTRI-OMRÅDE



Utgangsverdier for kjørehastighet

- gate uten kapasitetsproblemer: 50 km/h
- gate med kapasitetsproblemer : 40 km/h

Tabell 2.6: Korreksjoner for KJØREBANEBREDDE.

Gatetype	Avstand til gate- midte, m	Kjørebanebredde (inkl. midtrabatt) m							
		8	10	12	14	16	18	20	22
<u>Innfart/ gjennomfart</u>	5	1.0	1.03	-	-	-	-	-	-
	10	1.0	1.02	1.04	1.07	1.10	1.13	1.16	-
	15	1.0	1.02	1.03	1.05	1.07	1.11	1.15	1.25
	20	1.0	1.01	1.02	1.03	1.04	1.07	1.10	1.15
Hovedgate i <u>sentrum-</u> område	5	1.0	1.03	-	-	-	-	-	-
	10	1.0	1.02	1.04	1.05	1.07	1.10	1.15	-
	15	1.0	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.09	1.14
	20	1.0	1.01	1.01	1.02	1.03	1.04	1.07	1.09
Hovedgate i <u>bolig-</u> område	5	1.0	1.04	-	-	-	-	-	-
	10	1.0	1.03	1.07	1.11	1.16	1.20	1.26	-
	15	1.0	1.02	1.05	1.07	1.11	1.16	1.24	1.35
	20	1.0	1.01	1.03	1.05	1.07	1.11	1.15	1.20
Hovedgate i <u>arbeids/ industri-</u> område	5	1.0	1.04	-	-	-	-	-	-
	10	1.0	1.03	1.06	1.09	1.14	1.18	1.25	-
	15	1.0	1.02	1.04	1.07	1.10	1.16	1.23	-
	20	1.0	1.01	1.03	1.06	1.07	1.11	1.16	-

Tabell 2.7: Korreksjon for BEREGNINGÅR

	CO			NO ₂		
	1984	1985	1990	1984	1985	1990
Beregningsår	1984	1985	1990	1984	1985	1990
Korr.faktor	1.05	1.0	0.8	0.99	1.0	0.95

Bedømmelse av BAKGRUNNSNIVÅ

Tabell 2.8: Utgangsverdier

Vindsone	Tettstedets størrelse (innbyggertall)*	Bakgrunnsnivå			
		CO, mg/m ³		NO ₂ , µg/m ³	
		Indre by	Ytter område	Indre by	Ytter område
1 ifølge kart	<50 000	1	0.5	20-40	10-30
	50-200 000	2	1	30-60	20-40
	>200 000	3	1.5	50-150	25-125
2 ifølge kart	<50 000	2	1	20-60	20-40
	50-200 000	4	2	50-100	25-75
	>200 000	6	3	80-200	50-150

*NB: Bruk innbyggertallet i den bymessige delen av kommunen. (Samlet innbyggertall i en bykommune som også inkluderer større, spredt befolkete områder, er av mindre interesse).



- Vindsone 1
 Vindstyrke <2 Beaufort
 i <50% av tiden om vinteren.
- Vindsone 2
 Vindstyrke <2 Beaufort
 i >50% av tiden om vinteren.

NB:: Topografiske forhold kan føre til at byer som på kartet ligger i vindsone 1 bør være i sone 2. Dette gjelder f.eks skjermete steder langs fjorder på Vestlandet i Norge. En lokal vurdering bør gjøres i de tilfeller der topografien virker reduserende på vindstyrken.

Tabell 2.9:

Bakgrunnsnivå, CO, i endel byer i Norge og Sverige. 99-prosentilverdier på årsbasis, basert på resultater av målinger på sentrumstasjoner.

<u>Norge</u>		<u>CO, mg/m³</u>	
Oslo sentrum	1979/80	5.5	
	1980/81	5.5	
	1981/82	6	
Fredrikstad sentrum	1981/82	5	
	1982/83	5	
Bergen sentrum	1982/83	2-3	
<u>Sverige</u>		Indre by	Ytter-område
Stockholm	1980/81	2	1
Ørebro	"	2	1
Umeå	"	4	2

Tabell 2.10:

Bakgrunnsnivå, NO₂, i sentrum av endel byer i Norge og Sverige. 99-prosentilverdier på årsbasis, basert på resultater av målinger på sentrumstasjoner.

<u>Norge</u>		<u>NO₂ µg/m³</u>	
Oslo sentrum	1980/81	ca	100
	1981/82	"	70
	1982/83	"	85
Bergen sentrum	1983	"	110
Fredrikstad sentrum	1981/82	"	70
	1982/83	"	60
<u>Sverige</u>			
Stockholm sentrum	1980/81	"	80
Ørebro sentrum	"	"	45
Umeå sentrum	"	"	65
Göteborg ¹	1975/80	"	100-200 ²

¹ Spesielt sterkt trafikkpåvirket stasjon (Hälsövarðsnemden).

² 99-prosentilverdier på årsbasis varierte innen dette området over 6-årsperioden.

Tabell 2.11: Bakgrunnsnivå, CO. Korreksjon for BEREGNINGÅR.

Beregningsår	CO		NO ₂	
	1985	1990	1985	1990
Korr.faktor	1.0	0.8	1.0	1.0

2.6 Regne-eksempel

Sjablonmetoden

Grovsorteringsmetoden kunne (på side 31) ikke direkte besvare spørsmålet om WHO's retningslinjer vil overskrides i Storgaten mellom Kirkegaten og Kongens gate, om trafikken der økte til 15000 kjøretøy/døgn (årsdøgntrafikk) eller noe mer. Nøyaktigere beregninger er nødvendig.

Det er ennå ikke utført en nærmere analyse av hvilken kjørehastighet, retningsfordeling og trafikksammesetning (bensin/diesel, personbiler/tunge biler) en kan regne med å få i Storgaten i 1990, etter trafikkreguleringen. I trinn 2, Sjablonmetoden, kan likevel beregninger av forurensningsnivå utføres ved hjelp av utgangsverdiene for trafikkparametre.

I Sjablonmetoden tas hensyn, foruten til trafikkmengde og spredningsavstand, også til gatetypen med sine gitte forutsetninger, kjørehastigheten og forurensningens bakgrunnsnivå. Beregningen av avgassnivået ved gaten utføres på dette beregningsnivå som vist i det følgende.

På beregningsskjemaet (side 56) angis forutsetningene og beregningene utføres også der, ved hjelp også av korreksjonstabellene.

Storgaten er i det aktuelle kvartal 20 m mellom husfasadene. Fortauene er 3 m brede, og kjørebanelen 14 m bred. Beregningspunktet velges å ligge midt på fortau, 1.5 m foran fasaden. Seksjonen skisseres på skjemaet. Avstanden fra beregningspunkt til gate-midte angis.

Trafikkreguleringen forutsettes gjennomført i 1990, og beregningen skal gjelde dette år. Storgaten er en hovedgate i sentrum. Trafikkmengden (ÅDT) antas til 17.500 kjøretøy/døgn. Måling av kjørehastigheten på gaten i dag er ikke utført, og en har dårlig grunnlag pr idag til å anslå hastigheten i 1990. En regner imidlertid med at kapasitetsproblem som regel vil oppstå i rushtidene.

Avgass-nivået i beregningspunktet består dels av Storgatens bidrag, dels av det generelle bakgrunnsnivået i sentrum. Målinger eller beregninger av denne er ikke utført.

Gatens bidrag fås fra nomogram 2.3 (side 47). Sjablonverdien for kjørehastigheten i dimensjonerende time angis under nomogrammet til 30 km/h for gater med kapasitetsproblem. Inngangsverdiene i nomogrammet er således 17.500 kjøretøy/døgn, 30 km/h, og 8.5 m til gate-midten.

Fra nomogrammet fås utgangsverdien for gatens bidrag til CO-nivået, ca 7 mg/m^3 , og til NO_2 -nivået, ca $70 \text{ } \mu\text{g/m}^3$.

Korreksjonsfaktoren for kjørebanebredde fås fra tabell 2.6. For kjørebanebredde 14 m og avstand 8.5 m blir den 1.06. Korreksjonsfaktoren for beregningsåret 1990 tas fra tabell 2.7 og blir 0.8 for CO og 0.95 for NO_2 .

Gatens bidrag beregnes som produktet av utgangsverdien og korreksjonsfaktorene, og blir for CO ca 5.9 mg/m^3 og for NO_2 ca $70 \text{ } \mu\text{g/m}^3$.

Utgangsverdien for bakgrunnsnivået bedømmes i tabell 2.8. X-by har ca 100.000 innbyggere i den bymessige del av kommunen, og den ligger i et kystområde i vindzone 1. Utgangsverdiene blir 2 mg/m^3 for CO og $50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ for NO_2 . Korreksjonsfaktoren for beregningsår blir 0.8 for CO og 1.0 for NO_2 , ifølge tabell 2.10, dvs. den beregnete bakgrunnen blir 1.6 mg/m^3 for CO og $50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ for NO_2 .

Det beregnete totale avgass-nivået i beregningspunktet er summen av gatens bidrag og bakgrunnsnivået. For CO fås 7.5 mg/m^3 og for NO_2 $120 \text{ } \mu\text{g/m}^3$.

De beregnete nivåer er 99-prosentil-verdier på årsbasis. En kan sammenligne disse med WHO's retningslinjer for luftkvalitet (10 mg/m^3 for 8-timers CO-nivå og $190\text{-}320 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ for 1-times NO_2 -nivå). I dette eksemplet tar vi som utgangspunkt at disse kan tolkes som 99.9-prosentiler. Sambandet mellom 99.9-prosen-

tiler og 99.0-prosentiler er analysert empirisk, og en faktor på 1.4 mellom disse er angitt. WHOs retningslinjer blir da på 99-prosentil-nivå 7 mg/m^3 for CO og $135\text{-}230 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ for NO_2 .

I Storgaten mellom Kirkegaten og Kongens gate kommer derved, etter beregninger på trinn 2, CO-nivået til å overskride WHOs retningslinje, mens NO_2 -nivået vil være noe lavere enn laveste verdi i grenseverdi-intervallet.

REGNE - EKSEMPEL

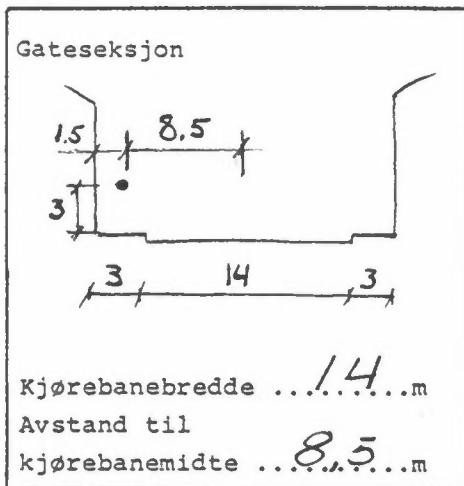
NORDISK BEREGNINGSMETODE FOR BILAVGASSER, AUGUST 1984

TRINN 2: SJABLONMETODEN. BEREGNINGSKJEMA

BEREGNINGSPUNKT/GATE

Storgaten,
kvartalet Kirkegata - Kongensgate

FORUTSETNINGER:



År beregningen gjelder

1990

Gatetype: Innfart/gjennomfart

Hovedgate i sentrumområde

Hovedgate i boligområde

Hovedgate i arbeids/industriområde

<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Trafikkmengde (ADT).....*17.500*.....kjøretøy/døgnKjørehastighet.....*30*.....km/hBEREGNETE AVGASSKONSENTRASJONER

KARBONMONOKSID (CO)

Gatens bidrag

Utgangsverdi Korr.faktorer

Ifølge Kjøre- Beregn.
nomogram bane- år
bredde

$$7,0 \dots \times 1,06 \times 0,8 = \boxed{5,9}$$

Bakgrunnsnivå

Utgangsverdi Korr.faktorer

følge tabell Beregn.år

$$2,0 \dots \times 0,8 \dots = \boxed{1,6}$$

BEREGNET CO-NIVA(g8h, 99%-il, mg/m³)

gatens bidrag+bakgrunnsnivå= $\boxed{7,5}$

NITROGENDIOKSID (NO₂)Gatens bidrag

Utgangsverdi Korr.faktorer

Ifølge Kjøre- Beregn.
nomogram bane- år
bredde

$$70 \dots \times 1,06 \times 0,95 = \boxed{70}$$

Bakgrunnsnivå

Utgangsverdi Korr.faktorer

Ifølge tabell Beregn.år

$$\dots 50 \dots \times 0,95 \dots = \boxed{\sim 50}$$

BEREGNET NO₂-NIVA(1h, 99%-il, µg/m³)

gatens bidrag+bakgrunnsnivå= $\boxed{120}$

Kommentarer

Andelen busser langs Storgaten er vesentlig større enn utgangsverdien brukt her på trinn 2. Derfor undervurderes NO₂-nivået i dette eksempelet.

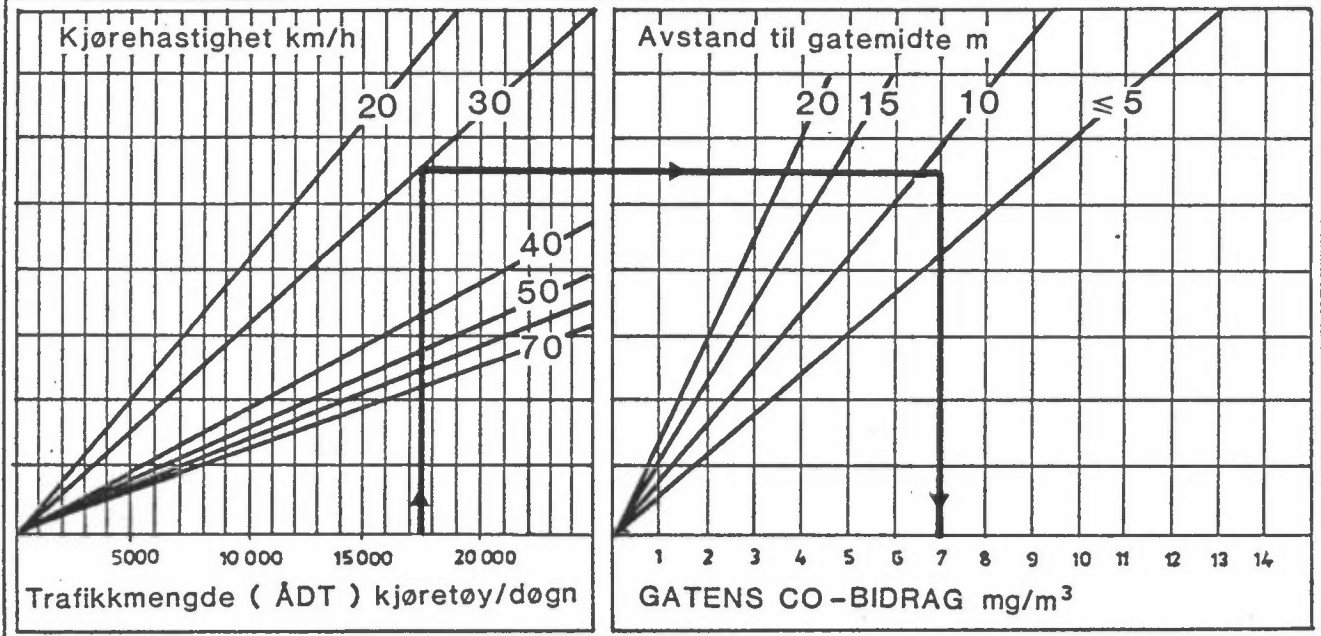
Beregningen utført 19

*84-06-09**SB.*

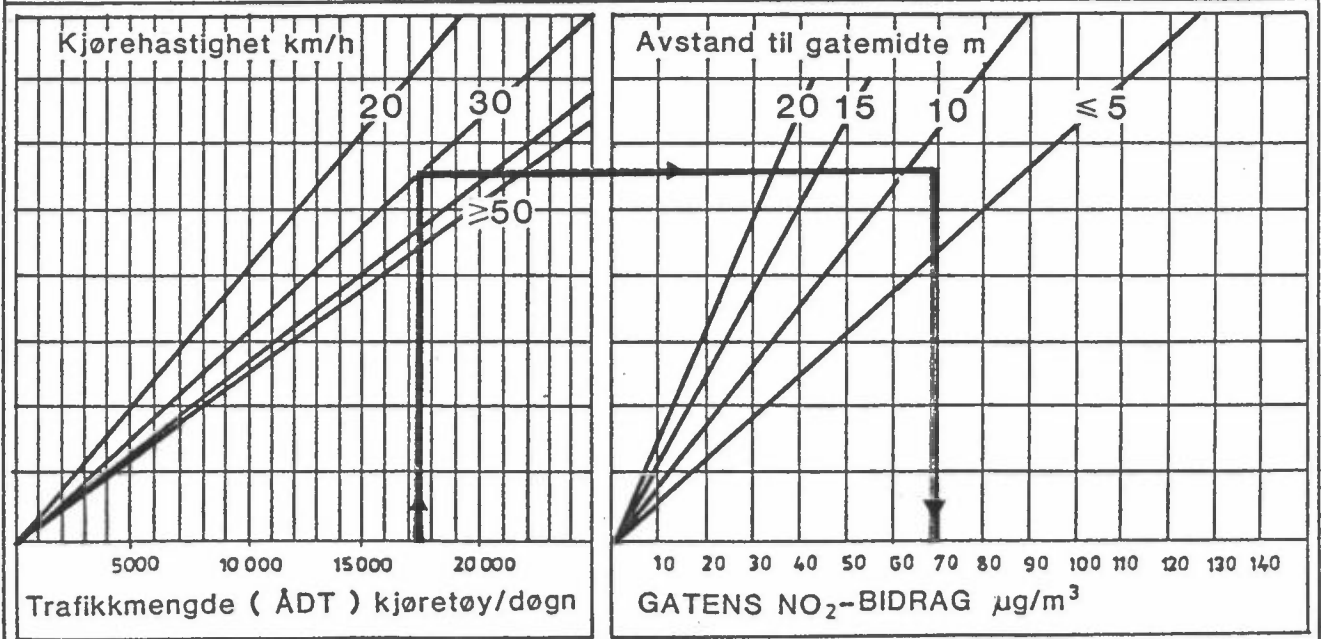
NOMOGRAM FOR BEREGNINGSEKSEMPLER

HOVEDGATE I SENTRUMOMRÅDE

KARBONMONOKSID (CO)



NITROGENDIOKSID (NO₂)



TRINN 3. BEREGNING MED EGNE INN-DATA

3.1 Bruksområde

Trinn 3 benyttes når trafikkenes variasjon og sammensetning er kjent. Som for trinn 2 bør en ved bruk på situasjoner etter 1990 justere utslippstallene ned, i samråd med landets forurensningsmyndigheter.

Trinn 3 benyttes alltid for rene bussgater, gater med buss- og taxi-felt, tungtrafikk-traséer og enveiskjørt gater bredere enn 10-12 m.

3.2 Inngangsdata

- . trafikk tetthet, enten årsdøgnetrafikk (ÅDT) og maks.timens andel av denne, eller maks.time-trafikken direkte, for hver trafikkstrøm.
- . trafikksammensetning (dieselandel av personbiler, andel tunge biler og vektfordelingen av disse)
- . trafikkhastighet i maks.timen for hver trafikkstrøm
- . kaldstartandel for bensindrevne biler, for hver trafikkstrøm i maks.timen.
- . avstanden fra trafikkstrømmene til beregningspunkt.
- . bakgrunnskonsentrasjonen av CO og NO₂.

Alle trafikkdata skal gjelde maks.timen for vinter-trafikk.

3.3 Beskrivelse av trinn 3.

Metoden består av et beregningsskjema samt nomogrammer og korreksjonstabeller, for beregning av CO- og NO₂-nivået.

Metoden gir 99-prosentilverdien av CO-g8h og NO₂-1h. Disse verdier danner utgangspunktet for sammenligning med anbefalte grenseverdier for luftkvalitet.

Med utgangspunkt i trafikkdata beregnes utslippet fra trafikken. Via en spredningsmodell beregnes så det forurensningsbidrag ved gaten som dette utslippet gir. Bakgrunnsnivået legges så til trafikkens bidrag, og summen gir det samlede forurensningsnivå ved gaten.

Om enkelte trafikkparameterverdier ikke er kjent og ikke kan bestemmes, anbefales brukt sjablonverdiene fra trinn 2 gjengitt i tabell 3.1, (side 73).

Utslippet beregnes for følgende bilklasser hver for seg:

- . bensindrevne personbiler og varebiler, (bpb) (totalvekt <3.5 tonn)
- . dieseldrevne personbiler og varebiler, (dpb) (totalvekt <3.5 tonn)
- . lette lastebiler (lb) med totalvekt 3.5-10 tonn
- . lastebiler og busser, totalvekt 10-20 tonn
- . tunge lastebiler, totalvekt >20 tonn

Utslippet beregnes for hver trafikkstrøm for seg. Bidragene fra hver strøm til forurensningen i gata tas fra nomogram og bidragene adderes.

Bakgrunnskonsentrasjonen måles eller beregnes eller estimeres som i trinn 2 (se side 37 og 39) og adderes til gatebidraget.

Bakgrunnsnivået kan måles tilnærmet riktig ved å velge et målepunkt på et tak, inne i et kvartal eller park i nærheten av gateseksjonen, slik at målepunktet ikke påvirkes vesentlig

og direkte fra enkeltgater i nærheten. I åpent terreng bør avstanden fra enkeltgater med større trafikk være 100-200 m, mens det inne i kvartaler må være skjermet fra gater, av tette husrekker. Målingene bør foregå over vesent- lige deler av vinteren (minst 1-2 måneder). På basis av målingene må en vurdering gjøres av hvor høyt bakgrunnsnivået (99-prosentilnivået på årsbasis) er.

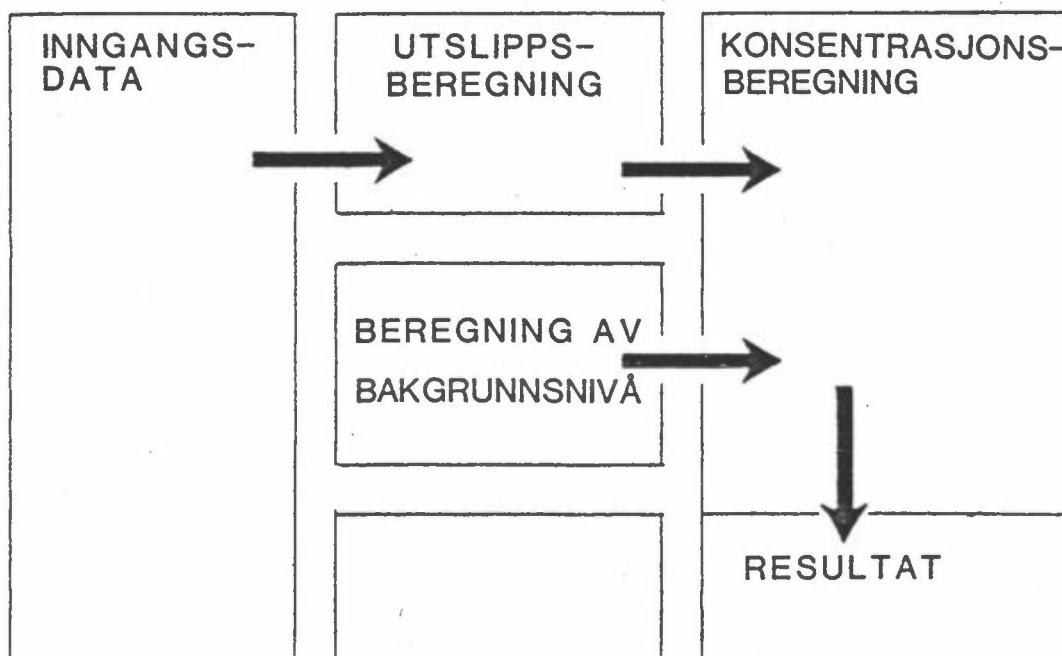
Bakgrunnsnivået kan også beregnes ved hjelp av spredningsmodeller, basert på utslippsoversikter for CO og NO₂.

3.4 Veiledning

Beregningene gjennomføres på beregningsskjemaet (side 71) med bruk av data fra tabeller og nomogrammer (sidene 73-79). Inngangsdata og resultater av beregningene kan føres på et resultatskjema (side 72).

Beregningsskjemaet, nomogrammene og tabellene er utarbeidet av trafikking. Anders Berggren, Uppsala (Statens naturvårdsverk, 1984).

Beregningsskjemaet er delt i ulike felt. I det venstre føres inn de nødvendige inngangsdata. I det øvre midtre felt beregnes avgassutslippets størrelse, og i det nedre felt bakgrunnsnivået. I høyre felt beregnes det samlede forurensningsnivået ved gaten.



Inngangsdata

1	Beregningspunkt/gate	Storgaten 14	
2	Ar beregningen gjelder	1990	
3	Arstid	Helt år	
	Temp. °C	0	
4	Gateseksjon og trafikktrekk		
5	Trafikkmengde (ADT)	17500 kjøretøy/døgn	
6	Dim.time fm <input type="checkbox"/> om <input checked="" type="checkbox"/>		
7	Andel av ADT under dim.time	8%	
8	Dim.time-trafikk		
		kjøretøy/h	
9		Inngangsdata for trafikstr.	
		T1	T2
10	Andel av dim.time-trafikk	0,4	0,4
11	- bensin pb	0,85	0,80
12	- diesel pb	0,05	0,07
13	- lastebiler < 10t	0,03	0,03
14	- lb, busser, 10-20t	0,07	0,10
15	- lastebiler > 20t	-	-
16	Kjørehastighet, km/h	30	40
17	Kaldstart andel	0,30	0,20
18	Kjøremønstre		
	- andel retardasjoner	-	-
	- andel akselerasjoner	-	-
19	Avstand beregningspunkt- trafikkstrøm - midte, m	5	12

1. Beregningene skal gjelde et punkt midt på kvartalet, 3 m over bakken, 1-2 m fra fasade. Modellens begrensninger er nærmere beskrevet på side 17-18 og i DEL 2 pkt. 13.

2. Modellen kan brukes direkte for beregning av forurensningsnivå fram til 1990. For situasjoner etter 1990 vil modellen sannsynligvis overvurdere forurensningen, dersom ikke utslippsfaktorene justeres ned. Landets myndigheter bør kontaktes om evt. justering av utslippsverdier.

3 Modellen beregner 99-prosentilverdien på årsbasis. 99-prosentilen antas å inntreffe ved en temperatur på ca 0°C og vindhastighet 1-2 m/s, og på denne basis er modellen kalibrert mot målinger. CO-utslippet øker mot lavere temperaturer, men denne effekten er foreløpig Det er mer usikkert hvordan NO_x-utslippet varierer med temperaturen. På modellens nåværende utviklingsnivå benyttes derfor temperaturen 0°C. Dette introduserer en viss usikkerhet på steder med svært lave vintertemperaturer.

- 4 Gateseksjonen skisseres og målsettes i ruten, og de ulike trafikkstrømmer angis. Oftest er det tilstrekkelig å behandle de to kjøreretninger hver for seg, men iblant er en ytterligere oppdeling ønskelig, eksempelvis om det er eget buss- og taxi-felt eller tungtrafikkfelt. Da utføres beregningene på to skjema.
- 5-8 Trafikkmengden er den viktigste faktor for avgassutslippet. Inngangsverdien skal være den timens trafikk som gir høyest avgassnivå i beregningspunktet. Normalt er dette ettermiddagens maks.time, men det kan inntreffe at formiddagens kanskje mindre belastede maks.time gir høyere nivå, beroende på en annen retningsfordeling, kaldstartandel og andel tung trafikk. Den dimensjonerende timens trafikk er oftest kjent som andel av årsdøgntrafikken. Om dim.timens trafikk er kjent direkte, (kjøretøy/h) føres den inn på linje 8).
- 9 Beregningene gjennomføres separat for hver trafikkstrøm. Mangler egne data for noen parameter, kan sjablonverdiene på trinn 2 benyttes som grunnlag for rimelige anslag. Disse verdiene viser derfor på nytt i tabell 3.1.
- 10 Andelen av dim.timetrafikk pr trafikstrøm tilsvarer retningsfordelingen på gaten, om trafikkstrømmene representerer hver sin retning.
- 11-15 Trafikkens sammensetning under den dimensjonerende timen, hva gjelder bilklasser, angis for hver trafikkstrøm. Telling av andelen busser og lastebiler kan være nødvendig. Det finnes ingen enkel metode å bedømme om en lastebils totalvekt er større eller mindre enn de angitte grenser. Fordi NO_x -utslippet er svært avhengig av totalvekten, er dog en grov oppdeling bedre enn ingen. Det henvises til DEL 2, pkt. 3 om kjøretøyklasser, og sjablonverdiene i tabell 3.1.

- 16 Kjøre­hastig­he­ten gjel­der trafikk­strøm­mens mid­del­hastig­het for­bi bereg­nings­punkt­et un­der dim.­time. Ved må­ling­er ved tid­taking bør kjøre­stre­k­ning­en om­fat­te en av­stand (om mulig ca 25 m) på hver side av bereg­nings­punkt­et, og ikke hele kvartalet.
- 17 Kald­start­andelen, definert som andelen biler med kortere kjøretid enn 6 minutter etter kaldstart, har stor betydning for avgassutslippene. Når kravet til nøyaktighet er stort, er det nødvendig med spesielle utredninger av kaldstartandelen enten i form av intervjuer eller ved hjelp av trafikkfordelingsmodeller som kan beregne kjøretidsfordelingen til gate-seksjonen. Det henvises forøvrig til sjablonverdiene i tabell 3.1 som kan gi grunnlag for en vurdering av kaldstartandelen.
- 18 I modellen er det antatt at trafikken har visse ulike kjøremønstre ved ulike hastigheter. Er trafikksituasjonen noenlunde normal og kravet til nøyaktighet rimelig, gjøres ingen korreksjon for kjøremønstre i forhold til det som er antatt. I motsatt fall må andelen av akselererende og retarderende kjøretøy i trafikkstrømmene bedømmes eller måles. Kjøremønstre-korreksjonen utføres bare for CO, ettersom tilstrekkelige utslippsdata for NO₂ mangler.
- 19 Avstanden måles horisontalt fra beregningspunkt og vinkelrett ut til midten av trafikkstrømmene. Avstander mindre enn 5 m settes til 5 m i spredningsberegningene.

Beregning av avgassutslippenes størrelse

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17	
Trafikkstrøm T1			KARBONMONOKSID (CO)										NITROGENDIOKSID (NO ₂)																				
Kjøretøy type	Trafikkmengde kjt/time	Ekv. utgangsverdi	Korreksjonsfaktorer						Beregn. CO-utsl.	Ekv. utgangsverdi	Korreksjonsfaktorer						Beregn. NO ₂ -utsl.																
			Ber. år	Døgnford.	Temp.	Kjørehast.	Kaldstartandel	Kjøremønstret			NO _x	Ber. år	Temp.	Kjørehast.	Kaldstartandel																		
bbp	714	0.0091	0,8	1,15	-	1,0	1,07	1,0	6,40	0.66	0,08	0,95	-	1,0	-	-	-	35,8															
dpp	42	0.0010	-	"	-	"	-	"	0,05	0.20	"	-	-	"	-	-	-	0,7															
lb<10t	25	0.0004	-	"	-	"	-	"	0,01	2.1	"	-	-	"	-	-	-	4,2															
lb, buss 10-20t	59	0.0011	-	"	-	"	-	"	0,07	4.1	"	-	-	"	-	-	-	19,4															
lb>20t	0	0.0025	-	-	-	-	-	-	-	8.3	-	-	-	-	-	-	-	-															
Trafikkstrøm T1 CO-utslipp										6,53	NO ₂ -utslipp										60,1												

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17	
Trafikkstrøm T2			KARBONMONOKSID (CO)										NITROGENDIOKSID (NO ₂)																				
Kjøretøy type	Trafikkmengde kjt/time	Ekv. utgangsverdi	Korreksjonsfaktorer						Beregn. CO-utsl.	Ekv. utgangsverdi	Korreksjonsfaktorer						Beregn. NO ₂ -utsl.																
			Ber. år	Døgnford.	Temp.	Kjørehast.	Kaldstartandel	Kjøremønstret			NO _x	Ber. år	Temp.	Kjørehast.	Kaldstartandel																		
bbp	448	0.0091	0,8	1,15	-	0,6	0,9	1,0	2,03	0.66	0,08	0,95	-	1,1	-	-	-	24,7															
dpp	39	0.0010	-	"	-	0,6	-	"	0,03	0.20	"	-	-	1,0	-	-	-	0,8															
lb<10t	16	0.0004	-	"	-	1,0	-	"	0,01	2.1	"	-	-	1,0	-	-	-	2,7															
lb, buss 10-20t	56	0.0011	-	"	-	1,0	-	"	0,07	4.1	"	-	-	0,8	-	-	-	14,7															
lb>20t	-	0.0025	-	-	-	-	-	-	-	8.3	-	-	-	-	-	-	-	-															
Trafikkstrøm T2 CO-utslipp										2,14	NO ₂ -utslipp										42,9												

1 Beregning av utslippene av CO og NO₂ gjøres pr kjøretøytype og trafikkstrøm.

2 Trafikkmengden angis i kjøretøy/time. Trafikktallet for trafikkstrømmen beregnes som produktet av ÅDT, trafikkandel under dim.time (eller dim.time-trafikken direkte), trafikkstrømmens andel av dim.trafikken, og andelen pr kjøretøytype. I eksemplet blir dette for bensindrevne personbiler i trafikkstrøm T1: $17500 \times 0.08 \times 0.6 \times 0.85 = 714$.

3 og

11 Den ekvivalente utgangsverdien er utslippsfaktoren pr kjøretøy under visse, gitte forutsetninger for hver kjøretøytype, gitt i mg pr m.s, kjøretøy/time.

- 4 Utgangsverdiene gjelder 1985. Etter som bilparken fornyes, endres det gjennomsnittlige utslippet pr kjøretøy. For andre år enn 1985 korrigeres utslippsfaktoren for bensindrevne personbiler ifølge tabell 3.2. For dieseldrevne biler gjøres ingen korreksjon.
- 5 Det beregnete forurensningsnivå for CO gjelder den høyeste 8-timers middelerdi over dagen, mens utslippet beregnes ut fra dim.time-trafikken. Utgangsverdien for CO-utslipp er basert på en viss døgfordeling av trafikken, med 10% av døgtrafikken under dim.time. Ved en andel på 10% er korreksjonsfaktoren lik 1.0. Ved andre andeler av dim.time-trafikk korrigeres ifølge tabell 3.3. Ingen korreksjoner gjøres for NO₂, idet NO₂-nivået beregnes som timesmiddelerdi, og ikke 8-timers middelerdi.
- 6 Det ekvivalente utslippet er beregnet for en temperatur på 0⁰C. På modellens nåværende utviklingsnivå korrigeres ikke for annen temperatur.
- 7 Det ekvivalente utslippet er beregnet for en kjørehastighet på 30 km/h. Ved andre hastigheter korrigeres ifølge tabell 3.4.
- 8 Det ekvivalente utslippet for bensinbiler er beregnet for en kaldstartandel på 25%. For andre kaldstartandeler korrigeres ifølge tabell 3.5. For diesalbiler gjøres ingen kaldstartkorreksjon.

- 9 En har i modellen gått ut fra et gitt kjøremønster (andel kjøretøy med jevn hastighet, akselerasjon, retardasjon) i trafikkstrømmen som funksjon av trafikkenes midlere kjørehastighet. Dersom en har data for kjøremønsteret, kan utgangsverdien for utslipp av CO korrigeres ifølge tabell 3.6. I motsatt fall settes 1.0.
- 10 CO-emisjon for hver kjøretøytype beregnes som produktet av tallene i kolonnene 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 og 9. Utslippet får da dimensjonen mg pr m og s. Summering over alle kjøretøytyper gir trafikkstrømmens totale utslipp.
- 12 Andelen NO_2 av NO_x i utslippet er en funksjon av kjørehastighet. Kunnskapen om NO_2 -andelen av NO_x i utslippet fra bensin- og dieseldrevne biler er ikke god nok til å ta hensyn til dette. For alle gater bortsett fra rene bussgater og tungtrafikk-traseer der dieseltrafikken dominerer, settes på nåværende tidspunkt NO_2 -andelen til 8%, uavhengig av sammensetning og hastighet. I gater med kun dieseltrafikk, f.eks. rene bussgater, settes NO_2 -andelen til 15% (se tabell 3.7).
- 13 og
- 15 Korreksjoner i NO_2 for beregningsår og kjørehastighet gis i tabell 3.8 og 3.9. For dieseldrevne biler gjøres ingen korreksjon for beregningsår.
- 14 og
- 16 Det gjøres ingen korreksjoner i NO_2 -utslippet for temperatur og kaldstartandel.
- 17 NO_2 -utslippet for hver kjøretøytype beregnes som produktet av kolonne 2, 11, 12, 13 og 15. Utslippet får da dimensjonen mg pr m og s. Summering av alle kjøretøytyper gir trafikkstrømmens totale utslipp.

Beregning av bakgrunnsnivået

Bakgrunnsnivået er det forurensningsnivå en ville finne i gaten, om trafikken forbi beregningspunktet var null.

Vind- sone	1		2			3			4		5		6		7	
	Tettstedstr. Innbyggere i 1000	Gatens posisjon		CO mg/m ³			NO ₂ (µg/m ³)			Utgangs- verdi	Korr.fakt. beregn.år	Ber.CO- bakgr.	Utgangs- verdi	Korr.fakt. beregn.år	Ber.NO ₂ bakgr.	
		Sentrum område	Ytter- område	Utgangs- verdi	Korr.fakt. beregn.år	Ber.CO- bakgr.	Utgangs- verdi	Korr.fakt. beregn.år	Ber.NO ₂ bakgr.							
1	100	x		2	0,8	1,6	50	-	50							

1 Egne målinger eller beregninger av bakgrunns- nivået bør benyttes. Om slikt mangler, kan bystørrelse (innbygger-tall) og posisjon i byen benyttes som grunnlag for å bedømme bakgrunnsnivået.

2 og

5 I tabell 3.10 gis anbefalte utgangsverdier for bakgrunnsnivået, for ulike vindsoner. For CO er utgangsverdiene enkeltverdier, mens de for NO₂ er gitt som intervaller. Dette skyldes at bakgrunnsverdien av NO₂ i byområder påvirkes av flere faktorer enn CO-bakgrunnen, bl.a. størrelsen av utslipp fra oljefyring i byområdet. Dersom ingen egen vurdering av NO₂-bakgrunnen kan gjøres, velges midten av intervallet.

Til ytterligere hjelp gis i tabell 3.11 og 3.12 bakgrunnsverdier av CO og NO₂ i sentrum av endel byer i Norge og Sverige, verdier som er basert på målinger.

3 Bakgrunnsverdien av CO antas å minske fram mot år 1990 ifølge tabell 3.13, fordi det midlere CO-utslipp fra bilparken vil minske, etterhvert som den skiftes ut.

- 4 Produktet av kolonne 2 og 3 gir beregnet verdi for CO-bakgrunn.
- 6 Korreksjonsfaktorer for NO₂-bakgrunnen som funksjon av årstall gjøres ikke på modellens nåværende utviklingsnivå, hovedsakelig fordi utgangsverdien allerede er usikker.
- 7 Beregnet NO₂-bakgrunn er lik utgangsverdien.

Beregning av forurensningsnivået

- 1 Bidraget til CO- og NO₂-nivået fra hver trafikkstrøm fås fra spredningsnomogrammet, tabell 3.14. En går inn i nomogrammet med det totale CO-, resp. NO₂-utslipp fra hver trafikkstrøm, og avstanden til trafikkstrømmen.
- 2 Bakgrunnsnivået overføres fra foregående beregningsrute.
- 3 Samlet forurensningsnivå fås som summen av delbidragene fra hver trafikkstrøm samt bakgrunnsnivået.

Resultatet er 99-prosentilverdien av CO-g8h og NO₂-1h på årsbasis, dvs. at de beregnete verdier forventes overskredet i 80-90 1-times eller glidende 8-timers middelerverdier pr år.

Delbidrag fra	Luftforurensningsnivå i beregningspunkt (99%-il)	
	CO g8h	NO ₂ 1h
	mg/m ³	µg/m ³
1 → t1	5,3	70
1 → t2	0,9	25
2 → Bakgrunnsverdi	1,6	50
3 RESULTAT (99%-il) (sum av delbidrag)	7,8	145

NORDISK BEREGNINGSMETODE FOR BILAVGASSER, AUGUST 1984

TRINN 3. BEREGNING MED EGNE INN-DATA; BEREGNINGSSKJEMA

BEREGNING AV FORURENSINGSNIVÅ

INNGANGSDATA

Beregningspunkt/gate Ar beregningen gjelder Årstid Temp. °C Gateseksjon og trafikkstrømmer	Trafikkmengde (ADT) kjøretøy/døgn Dim.time fm <input type="checkbox"/> em <input type="checkbox"/> Andel av ADT under dim.time % Dim.time-trafikk kjøretøy/h Inngangsdata for trafikkstr. T1 T2 Andel av dim.time-trafikk: " bensin pb " diesel pb " lastebiler <10t " lb, busser, 10-20t " lastebiler >20t Kjørehastighet, km/h Kaldstart andel Kjøremønster - andel retardaasjoner - andel akselerasjoner Avstand beregningspunkt-trafikkstrøm - midte, m
---	---

UTSLIPPSBEREGNING

Trafikkstrøm T1	KARBONMONOKSID (CO)				NITROGENDIOKSID (NO ₂)			
	Kjøretøy type	Ekv. utgangsverdi	Korreksjonsfaktorer		Ekv. utgangsverdi	Korreksjonsfaktorer		Beregnet NO ₂ utsl.
			Ber. år	Døgnford.		Ber. år	NO _x	
bpb	0.0091	-	-	-	0.66	-	-	-
dpb	0.0010	-	-	-	0.20	-	-	-
lb <10t	0.0004	-	-	-	2.1	-	-	-
lb, buss 10-20t	0.0011	-	-	-	4.1	-	-	-
lb >20t	0.0025	-	-	-	8.3	-	-	-

Trafikkstrøm T1 CO-utslipp

Trafikkstrøm T2	KARBONMONOKSID (CO)				NITROGENDIOKSID (NO ₂)			
	Kjøretøy type	Ekv. utgangsverdi	Korreksjonsfaktorer		Ekv. utgangsverdi	Korreksjonsfaktorer		Beregnet NO ₂ utsl.
			Ber. år	Døgnford.		Ber. år	NO _x	
bpb	0.0091	-	-	-	0.66	-	-	-
dpb	0.0010	-	-	-	0.20	-	-	-
lb <10t	0.0004	-	-	-	2.1	-	-	-
lb, buss 10-20t	0.0011	-	-	-	4.1	-	-	-
lb >20t	0.0025	-	-	-	8.3	-	-	-

Trafikkstrøm T2 CO-utslipp

BEREGNING AV BAKGRUNNSNIVÅ

Vind-soner	Tettstedstr. i 1000	CO mg/m ³		NO ₂ (µg/m ³)		
		Sentrum område	Ytterområde	Utgangsverdi	Korr.faktor beregn. år	Ber. bakgr.

Kommentarer

Beregningen utført/.....19... av

Delbidrag fra	Luftforurensningsnivå i beregningspunkt (99t-11)
CO 98h	NO ₂ 1h
mg/m ³	µg/m ³

Tabell 3.1: Utgangsverdier, benyttet i trinn 2, for trafikkparametre under dimensjonerende time. Disse kan i trinn 3 benyttes som utgangspunkt for valg av verdier.

Gatetype	Andel trf. under dim. time	Retn. fordeling	Kaldstartandel		Andel dieserbiler			
			Maks. retn.	Min. retn.	dpb lb <10t	lb 10-20t	lb >20t	
Innfart/gjennomfart	10%	60/40	25%	25%	6%	3%	3%	4%
Hovedgate i sentrumsområde	8%	55/45	25%	25%	8%	3%	2%	1%
Hovedgate i boligområde	10%	70/30	40%	15%	4%	2%	2%	-
Hovedgate i arbeids/industriområde	10%	65/35	40%	15%	6%	3%	3%	6%

DEFINISJONER AV GATEKLASSER

A: Gjennomfart/innfartsgate	Hovedgate mot sentrum eller gjennomfart gjennom sentrum. Ringvei med halvsentral beliggenhet. Gaten har markerte trafikk-topper morgen og ettermiddag, og relativt stor andel tung trafikk.
B: Hovedgate i sentrumsområde	Gate i sentral bebyggelse som avvikler lokaltrafikk i byens/tettstedets sentrumsområde. Trafikken er jevnere fordelt over dagen, og andelen tung trafikk er liten, om gaten ikke har vesentlig busstrafikk. Trafikkrytmen på gaten er ujevn, forstyrrelser forekommer ofte.
C: Hovedgate i boligområde	Gate som fører trafikk mellom innfartsgater og ett eller flere boligområder. Gaten har kraftige trafikk-topper morgen og ettermiddag, og har liten andel tung trafikk.
D: Hovedgate i arbeidsområde	Gate som betjener større arbeids/industriområde. Gaten har stor andel tung trafikk.

Korreksjonsfaktorer for CO

Tabell 3.2: Korreksjon for BEREGNINGSÅR, for bensindrevne biler.

År	1984	1985	1990
Korr.faktor CO	1.05	1.00	0.8

Tabell 3.3: Korreksjon for DIM.TIMENS ANDEL AV ÅDT

	Andel trafikk i dim.time				
	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14
Korr.faktor CO	1.3	1.15	1.0	0.85	0.7

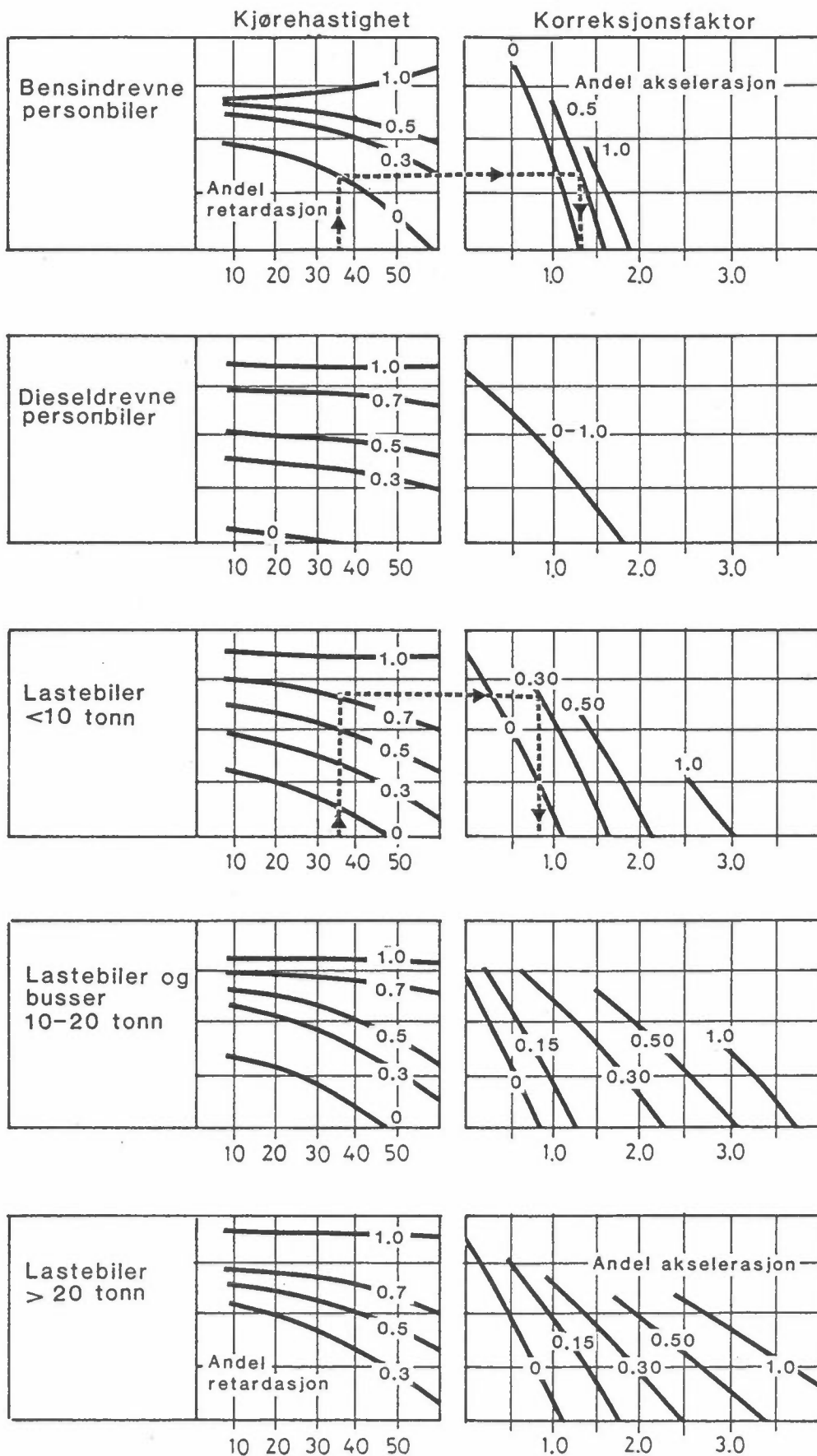
Tabell 3.4: Korreksjon for KJØREHASTIGHET

CO	KJØREHASTIGHET KM/TIME						
	10	20	30	40	50	60	70
bpb	2.2	1.3	1.0	0.6	0.5	0.5	0.4
dpb	2.6	1.3	1.0	0.6	0.5	0.4	0.4
lb<10t	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
lb o busser 10-20t	2.3	1.4	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8
lb>20t	1.6	1.3	1.0	0.8	0.6	0.6	0.6

Tabell 3.5: Korreksjon for KALDSTARTANDEL, bensindrevne biler.

Kaldstart- andel	0	0.15	0.25	0.40	0.60
Korr.faktor CO	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4

Tabell 3.6: Nomogram for KJØREMØNSTERKORREKSJON for CO.



Korreksjonsfaktorer for NO_xTabell 3.7: NO₂-andel av NO_x

	Ved sammensatt trafikk	Bussgater
bpb dpb lb<10t lb og busser 10-20t lb>20t	} 0.08	0.15

Tabell 3.8: Korreksjon for BEREGNINGSÅR for bensindrevne biler.

År	1984	1985	1990
Korrfaktor NO _x	0.99	1.0	0.95

Tabell 3.9: Korreksjon for KJØREHASTIGHET.

NO _x	KJØREHASTIGHET/KM TIME						
	10	20	30	40	50	60	70
bpb	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3
dpb	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
lb<10t	1.5	1.1	1.0	1.0	0.8	0.7	0.6
lb o busser 10-20t	1.5	1.2	1.0	0.8	0.7	0.5	0.5
lb>20t	1.5	1.3	1.0	0.7	0.5	0.4	0.4

Bedømmelse av BAKGRUNNSNIVÅ

Tabell 3.10: Utgangsverdier

Vindsoner	Tettstedets størrelse (innbyggertall)*	Bakgrunnsnivå			
		CO, mg/m ³		NO ₂ , µg/m ³	
		Indre by	Ytter område	Indre by	Ytter område
1 ifølge kart	<50 000	1	0.5	20-40	10-30
	50-200 000	2	1	30-60	20-40
	>200 000	3	1.5	50-150	25-125
2 ifølge kart	<50 000	2	1	20-60	20-40
	50-200 000	4	2	50-100	25-75
	>200 000	6	3	80-200	50-150

*NB: Bruk innbyggertallet i den bymessige delen av kommunen. (Samlet innbyggertall i en bykommune som også inkluderer større, spredt befolkete områder, er av mindre interesse).



- Vindsoner
- Vindstyrke <2 Beaufort
i <50% av tiden om vinteren.
- Vindstyrke <2 Beaufort
i >50% av tiden om vinteren.

NB:: Topografiske forhold kan føre til at byer som på kartet ligger i vindsoner 1 bør være i sone 2. Dette gjelder f.eks skjermete steder langs fjorder på Vestlandet i Norge. En lokal vurdering bør gjøres i de tilfeller der topografien virker reduserende på vindstyrken.

Tabell 3.11:

Bakgrunnsnivå, CO, i endel byer i Norge og Sverige. 99-prosentilverdier på årsbasis, basert på resultater av målinger på sentrumstasjoner.

<u>Norge</u>		<u>CO, mg/m³</u>	
Oslo sentrum	1979/80	5.5	
	1980/81	5.5	
	1981/82	6	
Fredrikstad sentrum	1981/82	5	
	1982/83	5	
Bergen sentrum	1982/83	2-3	
<u>Sverige</u>		Indre by	Ytterområde
Stockholm	1980/81	2	1
Ørebro	"	2	1
Umeå	"	4	2

Tabell 3.12:

Bakgrunnsnivå, NO₂, i sentrum av endel byer i Norge og Sverige. 99-prosentilverdier på årsbasis, basert på resultater av målinger.

<u>Norge</u>		<u>NO₂ µg/m³</u>	
Oslo sentrum	1980/81	ca 100	
	1981/82	70	
	1982/83	85	
Bergen sentrum	1983	110	
Fredrikstad sentrum	1981/82	70	
	1982/83	60	
<u>Sverige</u>			
Stockholm sentrum	1980/81	"	80
Ørebro sentrum	"	"	45
Umeå sentrum	"	"	65
Göteborg ¹	1975/80	"	100-200 ²

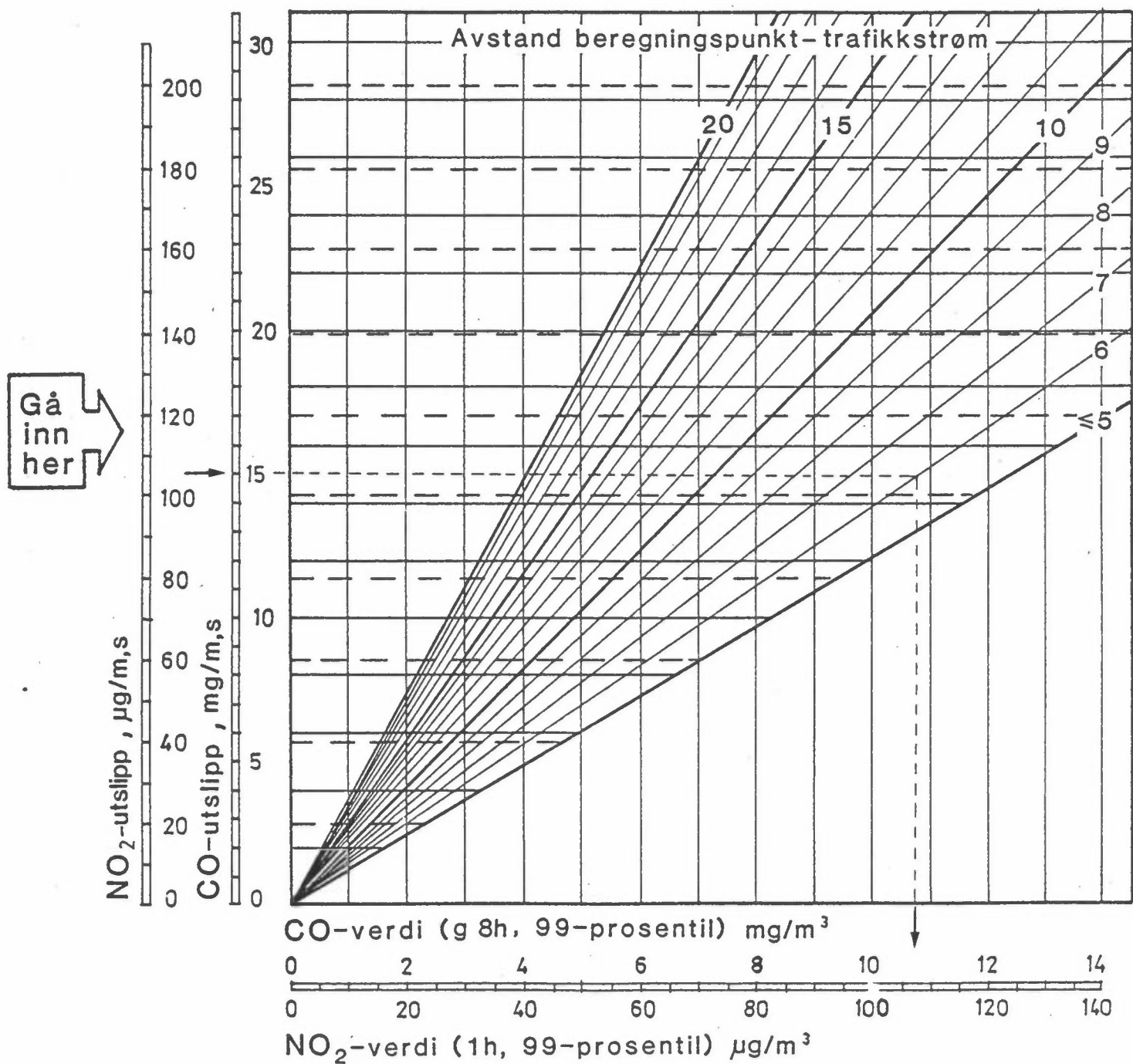
¹ Spesielt sterkt trafikkpåvirket stasjon (Hälsövärdsmenden).

² 99-prosentilverdien på årsbasis varierte innen dette området over 6-årsperioden.

Tabell 3.13: Bakgrunnsnivå, CO. Korreksjon for BEREGNINGÅR.

Beregningsår	CO		NO ₂	
	1985	1990	1985	1990
Korr.faktor	1.0	0.8	1.0	1.0

Tabell 3.14 :

Spredningsnomogram for CO og NO₂

3.6 Regne-eksempel

Egne inn-data - beregningstrinn 3

I trinn 2 kom en fram til at Storgaten i X-by etter trafikkreguleringen i 1990 sannsynligvis ville få et CO-nivå som ligger høyere enn WHO's retningslinjer, mens NO₂-nivået ville ligge noe lavere enn disse.

En har hatt grunn til å tro at de utgangsverdier for trafikk-sammensetningen som ble benyttet i trinn 2 ikke gir et riktig bilde av de forholdene en venter seg i Storgaten i 1990. Gaten reguleres til busstrafikk, og buss-andelen blir derfor sannsynligvis vesentlig høyere enn de 2% det ble kalkulert med i trinn 2.

Det er derfor utført en analyse av forventede trafikkforhold i Storgaten i 1990, som ga som resultat følgende trafikkparametre for dimensjonerende time:

	Trafikkstrøm	
	<u>I1</u>	<u>I2</u>
Dim.timens andel av ÅDT	0.08	0.08
Retningsfordeling	0.6	0.4
Andel bensin pb	0.85	0.80
Andel diesel pb	0.05	0.07
Lastebiler <10 tonn	0.03	0.03
Lb og busser, 10-20 tonn	0.07	0.10
Kjørehastighet, km/h	30	40
Kaldstartandel	0.30	0.20

Dette eksemplet er anvendt som illustrasjon i veiledningen for beregningstrinn 3 (side 61-69).

Med de angitte egne inn-data for gatens trafikk-sammensetning, retningsfordeling, kjøremønster etc. blir gatens bidrag til CO-nivået 1.6 mg/m³, og til NO₂-nivået 90 µg/m³, som summen fra begge trafikktretninger.

Bakgrunnsnivået er fremdeles ikke målt eller beregnet slik at verdier må beregnes på samme måte som på trinn 2. De ble der beregnet til 1.6 mg/m^3 for CO og $50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ for NO_2 .

Det beregnete totale avgassnivå blir således på beregnings-trinn 3 for CO 7.7 mg/m^3 og for NO_2 $140 \text{ } \mu\text{g/m}^3$.

For CO er overensstemmelsen med resultatet fra trinn 2 (7.6 mg/m^3) svært god, mens det for NO_2 er relativt stor forskjell ($122 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ på trinn 2). Etter resultatet på trinn 3 vil WHO's nedre grenseverdi for NO_2 overskrides i Storgaten.

Årsaken til forskjellen mellom NO_2 -resultatene fra beregnings-trinn 2 og 3 er først og fremst at Storgatens trafikksammensetning skiller seg vesentlig fra utgangsverdiene (sjablon-verdiene) på trinn 2 for en sentrumsgate. For lastebiler og busser er utgangsverdien 2%, mens Storgaten vil få stor buss-trafikk, og andelen tunge kjøretøy blir derfor stor (7-10%). NO_2 -utslippet er svært mye større fra dieseldrevne busser enn fra bensin personbiler, og dette forklarer forskjellen i resultatene fra trinn 2 og 3.

Konklusjonen er altså at når trafikksammensetningen for den aktuelle gaten er vesentlig forskjellig fra gjennomsnittet, som er det utgangsverdiene på trinn 2 gir uttrykk for, bør beregninger utføres på trinn 3 med egne inn-data.

NORDISK BEREGNINGSMETODE FOR BILAVGASSER, AUGUST 1984
 TRINN 3. BEREGNING MED EGNE INN-DATA: BEREGNINGSSKJEMA

BEREGNING AV FORURENSINGSNIVA

INNGANGSDATA

Beregningspunkt/gate
 Storgaten 14
 Ar beregningen gjelder 1990
 Arstid Helt of Temp. 0 °C
 Gateseksjon og trafikkstrømmer

Trafikkmengde (ADT) 7500...kjøretøy/døgn
 Dim.time fm em
 Andel av ADT under dim.time 8%.....
 Dim.time-trafikk.....kjøretøy/h

Inngangsdata for trafikkstr. T1 T2
 " bensin pb 0,6 0,4
 " diesel pb 0,85 0,80
 " lastebiler<10t 0,05 0,07
 " lb,busser,10-20t 0,03 0,03
 " lastebiler>20t 0,07 0,10
 Kjørehastighet, km/h 30 40
 Kaldstart andel 0,30 0,20
 Kjøremønstre

-andel retardasjoner
 -andel akselerasjoner
 Avstand beregningspunkt-trafikkstrøm - midte, m 5 12

UTSLIPPSBEREGNING

Kjøretøy type	KARBONMONOKSID (CO)				NITROGENDIOKSID (NO ₂)						
	Trafikkstrøm T1	Ekv. utgangsverdi	Korreksjonsfaktorer		Bereg. CO-utsl.	Ekv. utgangsverdi	Korreksjonsfaktorer		Bereg. NO ₂ -utsl.		
			Ber. år	Døgn-ford.			Temp.	Kjø-re-hast.		Kald-start andel	
bbp	714	0.0091	0.8	1.15	1.0	1.0	1.0	0.08	0.95	0.66	35.8
dpb	42	0.0010	-	-	-	0.20	-	-	-	0.20	0.7
lb<10t	25	0.0004	-	-	0.01	2.1	-	-	-	2.1	4.2
lb,buss 10-20t	59	0.0011	-	-	0.07	4.1	-	-	-	4.1	19.4
lb>20t	-	0.0025	-	-	-	8.3	-	-	-	8.3	-
Trafikkstrøm T1 CO-utslipp										6.53	
Trafikkstrøm T1 NO ₂ -utslipp										60.1	

Kjøretøy type	KARBONMONOKSID (CO)				NITROGENDIOKSID (NO ₂)						
	Trafikkstrøm T2	Ekv. utgangsverdi	Korreksjonsfaktorer		Bereg. CO-utsl.	Ekv. utgangsverdi	Korreksjonsfaktorer		Bereg. NO ₂ -utsl.		
			Ber. år	Døgn-ford.			Temp.	Kjø-re-hast.		Kald-start andel	
bbp	448	0.0091	0.8	1.15	1.0	0.66	0.08	0.95	0.66	24.7	
dpb	39	0.0010	-	-	0.03	0.20	-	-	-	0.8	
lb<10t	16	0.0004	-	-	0.01	2.1	-	-	-	2.1	
lb,buss 10-20t	56	0.0011	-	-	0.07	4.1	-	-	-	4.1	
lb>20t	-	0.0025	-	-	-	8.3	-	-	-	8.3	
Trafikkstrøm T2 CO-utslipp										2.14	
Trafikkstrøm T2 NO ₂ -utslipp										42.9	

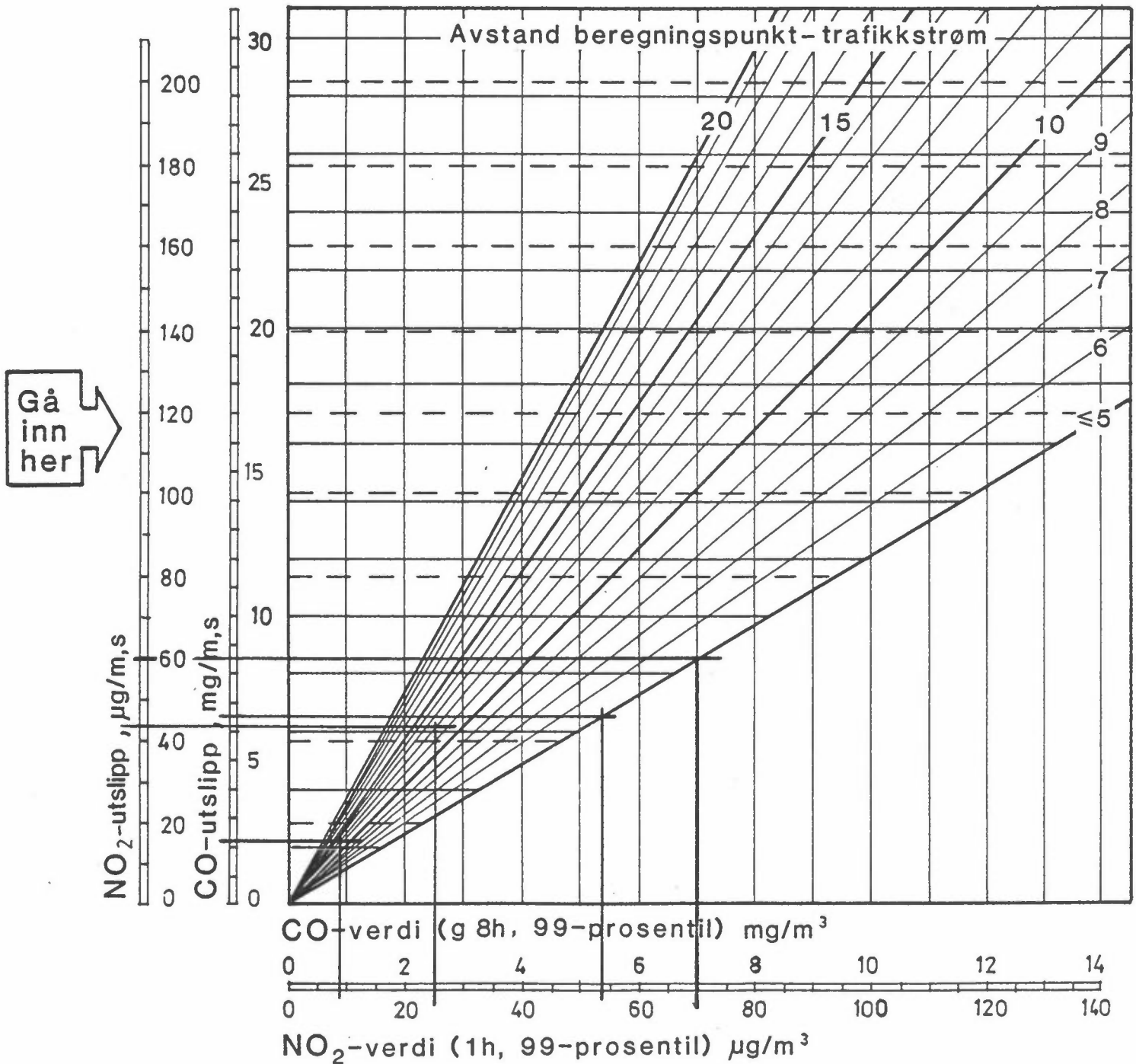
BEREGNING AV BAKGRUNNSNIVA

Vind-soner	Tettstedstr. Innbyggere i 1000	Gatens posisjon	CO mg/m ³	NO ₂ (µg/m ³)
1	100	X	2	0.8
			0.8	1.6
			50	50

Kommentarer
 Beregningen utført/.....19... av.....

Delbidrag fra	Luftforurensningsnivå i beregningspunkt (99t-f1)	
	CO 98h	NO ₂ 1h
	mg/m ³	µg/m ³
T1	5.3	70
T2	0.9	25
Bakgrunnsverdi	1.6	50
RESULTAT (99t-f1) (sum av delbidrag)	7.8	145

REGNE - EKSEMPEL

Spredningsnomogram for CO og NO₂

LITTERATURLISTE

- Berggren, A. Blankett och handledning för beräkning av bilavgaser enl. SNV's modell, febr. 1982. Bilavgaskommittén 1982.
- SNV Bilavgaser i gatumiljö - modell och modelltest. Stockholm 1977. (Statens naturvårdsverk. PM 891 och 891 bilagor.)
- Boström, C.-E. Delredovisning av uppdrag avseende beräkningsmodell för bilavgaser. Solna, Statens naturvårdsverk, 1980.
- Boström, C.-E.
Persson, B.
Christiansen, J. Beräkningsmodell för bilavgaser. Revidering av preliminär beräkningsmodell redovisad i desember 1980. Solna, Statens naturvårdsverk, 1982.
- Boström, C.-E. Beräkning av kvävedioxidemissionen från en trafikström. Utkast 1. Solna 1983. (Statens naturvårdsverk. PM 1983-12-22).
- Boström, C.-E. Brev av 22.februar 1984 til Styringsgruppen for nordisk samarbeide om bilavgasser, Nordisk ministerråd, fra C.-E. Boström, Tekniska avd., Trafikenheten, Statens naturvårdsverk, S-171 25 Solna, Sverige.
- Bringfelt, B.
m.fl. Bilavgaser i gatumiljö - modell och modelltest. Slutrapport CO. Solna 1982. (Statens naturvårdsverk. PM 1393.)
- Bringfelt, B.
Laurin, S. Förbättring och slutkalibrering av matematisk spridningsmodell för koldioxid. Norrköping, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, 1980.
- Dabberdt, W.F.
Ludwig, F.L.
Johnson, W.B. Validation and applications of an urban diffusion model for vehicular pollutants. Atmos. Environ., 7, 603-618 (1973).

- Haugstuen, W. Utslippsfaktorer for norsk bilpark i forhold til svenske utslippsfaktorer.
I: Nordisk beregningsmetode for bilavgasser. Rapport fra nordisk seminar, Vettre v/Oslo, 9-10.12.81. Lillestrøm 1982. (NILU OR 29/82), s. 73-82.
- Larssen, S. Test av bilavgaskommitténs nomogrammetode på norske data.
I: Nordisk beregningsmetode for bilavgasser. Rapport fra nordisk seminar, Vettre v/Oslo, 9-10.12.81. Lillestrøm 1982. (NILU OR 29/82), s. 163-166.
- Larssen, S. Enkel modell for beregning av NO_2 -konsentrasjonen ved trafikkårer. Lillestrøm 1984a. (NILU TR 2/84.)
- Larssen, S. Bakgrunnsverdier for CO og NO_2 i trafikkerte gater. Lillestrøm 1984b. (NILU TR 3/84.)
- Larssen, S.
Grønskei, K.E. Beregningsmetoder for luftforurensning ved trafikkårer. Lillestrøm 1982. (NILU OR 5/81.)
- Laurin, S. Enkel beräkningsmodell för spridning av bilavgaser. Rapport till Naturvårdsverket och Bilavgaskommittén. Norrköping, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, 1980.
- Laurin, S. Vidareutveckling av spridningsmodell för bilavgaser. Rapport till bilavgaskommittén. Norrköping, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, 1982.
- Nordisk vegteknisk forbund
Utvalg 64-Miljø Luftforurensning ved trafikkårer. Dataoversikt og skisse til beregningsmetode. Oslo 1980. (NVF-rapport nr. 33:1980.)

- Persson, B. Utsläppsfaktorer för personbilar och lastbilar. Studsvik, Statens naturvårdsverk, 1980.
- Rusk, J. Beräkningsmodell för bilavgaser. Ingångsparametrar på trafiksidan. Stockholm, K-konsult, 1982. (Statens naturvårdsverk, PM 1662.)
- Rusk, J. Förenklad beräkningsmodell för bilavgaser. Stockholm, K-konsult, 1983.
- Statens naturvårdsverk Beräkning av avgashalter vid gator och väger. Manual. Solna 1984. (Statens naturvårdsverk. Meddelande 8/84.)

DEL 2OVERSIKT OVER SYSTEMATIKKEN I NORDISK
BEREGNINGSMETODE FOR BILAVGASSER

	Side
1. Forurensningsbidrag ved en trafikkåre	90
2. Eksosutslippet	91
3. Kjøretøyklasser	93
4. Trafikkparametre	94
5. Gateklasser	94
6. Spredningen av eksosutslippet	95
7. Tidsvariasjon og 99-prosentilen	97
8. Vurdering av forurensningsnivået	98
9. Spesielle forhold ved karbonmonoksid, CO	99
10. Spesielle forhold for NO _x , NO og NO ₂	100
11. Hva gjør beregningsmetoden?	101
12. Inngangsparametre	102
13. Begrensninger i metoden	103

OVERSIKT OVER SYSTEMATIKKEN I NORDISK BEREGNINGSMETODE FOR BILAV-
GASSER (BEREGNING AV LUFTFORURENSNINGSNIVÅET VED TRAFIKKÅRER)

Beregningsmetoden er en tre-trinns metode for enkel beregning av luftforurensningsnivået langs gater. Beregninger gjøres på grunnlag av idealiserte betingelser med hensyn til spredning av forurensninger, samt trafikkparametre.

Hovedkravet til metoden har under utarbeidelsen vært at man uten spesielle hjelpemidler skal kunne beregne forurensningen ved en trafikkåre ut fra de vei-, trafikk- og eksosutslippsdata som vanligvis er kjente eller relativt enkle å skaffe til veie.

Luftforurensningssituasjonen ved en trafikkåre i tettsteder er ofte komplisert. Forurensningsnivået varierer med sted og tid, fordi eksosutslippet og spredningsforholdene i atmosfæren varierer. For å kunne beregne forurensningsnivået på et gitt sted til en gitt tid med god nøyaktighet, må en kjenne verdien av en rekke parametre som karakteriserer trafikkstrømmen langs gaten, samt spredningsforholdene. En må også kjenne verdien på den forurensning i området som skyldes andre forurensningskilder i nærheten (kalt bakgrunnsverdien).

Det eksisterer metoder som på et teoretisk-empirisk grunnlag muliggjør detaljerte beregninger. Slike metoder krever et detaljert datagrunnlag, og beregninger utføres ved hjelp av større datamaskin-programmer.

Arbeidet med den foreliggende beregningsmetoden har hatt som utgangspunkt å gjennomføre en forenkling av eksisterende metoder. Den forenklede metodikk muliggjør enkle beregninger av forurensningsnivå, på bakgrunn av noe idealiserte betingelser.

Metoden skal gi verdier for forurensningen i en gate som kan benyttes til

- vurdering av forurensningsnivået i forhold til grenseverdier for luftkvalitet
- sammenligning av forurensningen i ulike gater
- beregning av virkningen på forurensningen ved endringer i trafikkstrømmen.

I det etterfølgende gis en punktvis oversikt over de ulike elementene i metoden.

1 Forurensningsbidrag ved en trafikkåre

Områdene langs trafikkårer kan ha svært høy luftforurensningsbelastning (spesielt ved stor trafikk, dårlig trafikkavvikling, lav vindstyrke). Eksosutslippet fra biltrafikken på trafikkåren gir oftest hovedbidraget. I tettsteder bidrar imidlertid også trafikk på nærliggende gater og andre forurensningskilder i tettstedet til forurensningsnivået i en gate.

$$C = C_g + C_b \quad (1)$$

Gatebidraget, C_g

Eksosutslippet fra en trafikkstrøm inneholder mange kjemiske forbindelser (komponenter). Utslippsmenden er proporsjonal med trafikkvolumet, og avhenger av trafikkparametre som hastighet, kjøremønster* og andelen dieselkjøretøy. Utslippsvariasjonen er forskjellig for de ulike komponenter i utslippet. Raske kjemiske reaksjoner finner sted som gjør stoffsammensetningen i gateluften til en annen enn i eksosutslippet. Et eksempel er reaksjonen mellom nitrogenmonoksid (NO) og ozon (O_3) til nitrogendioksid (NO_2). Eksosutslippet uttynnes i gateluften slik at konsentrasjonen² avtar med avstanden fra trafikkstrømmen. Uttynningsgraden øker med bl.a. vindhastigheten.

* andeler kjøretøy som kjører med jevn hastighet, aksellererer, retarderer og står stille.

Følgende formel ligger til grunn for beregning av C_g :

$$C_g = K \frac{(q \cdot T)_B + (q \cdot T)_D}{(V + V_0) (L + L_0)}$$

q - spesifikk utslippsfaktor (mg/m og bil)
T - trafikkmengde (biler/s)

- B - bensindrevne biler
 D - dieseldrevne biler
 V - vindhastighet (m/s)
 V_0 - konstant (m/s)
 L^0 - avstand fra trafikkstrøm til beregningspunkt (m)
 L_0 - konstant (m)
 K^0 - tilpasningskonstant (dimensjonsløs).

Bidraget fra bakgrunnen, C_b

Bakgrunnsverdien av forurensning i en gate defineres som forurensningen en ville ha uten trafikk i den aktuelle gaten. C_b skyldes utslipp fra annen biltrafikk og andre forurensningskilder (f.eks. fyringsanlegg og industri) i området. C_b øker med utslippstettheten i området ved gaten (utslipp pr arealenhet) og med byområdets størrelse, opp til en viss grense. Klimaet i og topografien rundt tettstedet har stor betydning for C_b . Utslipppet øker ved lave temperaturer, og uttynningen blir mindre effektiv ved liten vindhastighet. Hyppigheten av perioder med liten vindstyrke og lav temperatur bestemmer i stor grad den verdien av C_b som skal benyttes.

2 Eksosutslippet

Utslipppet fra bensindrevne og dieseldrevne kjøretøy er i mengde og sammensetning svært forskjellig fra hverandre. Utslipppet øker grovt sett med motorstørrelse og vekten av kjøretøyet.

De viktigste stoffene er:

Bensindrevne kjøretøy

Karbonmonoksid (CO)
 Nitrogenoksider (NO_x)
 Hydrokarboner, gassformig (HC)

Partikler, inkl.

- organiske stoffer
- bly
- sotpartikler

Dieseldrevne kjøretøy

CO
 NO_x
 Svoveldioksid (SO_2)
 HC

Partikler, inkl.

- sotpartikler
- organiske stoffer
- sulfat (SO_4)

Utslippsmengdene av de ulike stoffer fra hver enkelt bil, kalt utslippsfaktorer, regnes i g/s eller i g/km. Utslipppet kan variere mye fra bil til bil, avhengig av biltype, produksjonsår, kjørelengde og vedlikehold. Utslippsfaktorer som

benyttes i denne metoden er basert på målinger av et relativt stort antall biler, og gir uttrykk for midlere utslipp fra kjøretøyparken. Faktorene som gis i metoden, inklusive korreksjonsfaktorer, regnes å være bra representative fram til 1990.

Utslippet fra en trafikkstrøm, utslippsstyrken, beregnes ved å multiplisere utslippsfaktorer med trafikk tetthet (kjøretøy pr tidsenhet) og oppgis i gram pr tidsenhet og veilengde ($g(ms)^{-1}$).

I eksos fra bensindrevne biler er utslippsstyrken av CO, HC og partikler stor ved tomgang (stillstand) og lave hastigheter, mens NO_x-utslippet da er lavt. Ved økende hastigheter avtar utslippsstyrken av CO, HC og partikler, mens NO_x-utslippet øker noe.

I eksos fra dieseldrevne biler avtar utslippsstyrken både av CO, NO_x og HC med kjørehastigheten.

Andre viktige faktorer som innvirker på utslippsfaktorene er bensinbilers motortemperatur (i kombinasjon med utetemperaturen) og bensin- og diesebilers motorbelastning. Bensinbiler med kald motor har vesentlig høyere CO-, HC- og partikkelutslipp enn biler med gjennomvarm motor. For begge motortyper øker utslippene ved økende motorbelastning (f.eks. ved aksellerasjon og stigning).

Beregning av utslippet fra en trafikkstrøm fordrer derfor kjennskap til trafikkmengde og hastighet, kjøremønster (motorbelastning), kjøretøysammensetning og kaldstartandel.

3 Kjøretøyklasser

I beregningsmetoden brukes de kjøretøyklasser som er satt opp nedenfor. De ulike klassene har svært forskjellige utslippsfaktorer for de fleste komponenter.

Lette kjøretøy

- . Bensindrevne personbiler inkl. varebiler med totalvekt mindre enn ca 3.5 tonn
- . Dieseldrevne personbiler " " " "

Tunge kjøretøy

- . Bensindrevne og dieseldrevne lastebiler og busser inndelt i 3 klasser:
 - . totalvekt 3.5-10 tonn
 - . totalvekt 10-20 tonn
 - . totalvekt > 20 tonn

Delingen mellom lette og tunge kjøretøy er den samme som i praksis brukes ved gjennomføring av trafikktellinger, slik at data fra trafikktellinger kan brukes direkte i modellen. Til opplysning kan nevnes at vektgrensen 3.5 tonn mellom lette og tunge kjøretøy etter norske erfaringer i store trekk faller sammen med enkle/doble hjul på bilenes bak-aksel.

I trafikktellinger er det sjelden mulig å bestemme andelen av dieseldrevne personbiler og vektsammensetningen av tunge kjøretøy. Kjøretøystatistikken, samt resultater fra spesielle undersøkelser, gir grunnlag for å sette opp verdier for dieselandeler og vektsammensetning, avhengig av en trafikkkåres funksjon. Dette er gjort i beregningsmetodens trinn 1 og 2 (grovsorteringsmetoden og sjablonmetoden).

4 Trafikkparametre

Trafikkstrømmens parametre bestemmer utslippsstyrken. I beregningsmetoden benyttes følgende trafikkparametre som inngangsdata for beregning av utslippsstyrken. Det er disse parametre som i første rekke påvirker utslippets størrelse:

- . trafikkmengde
- . trafikkenes midlere hastighet
- . trafikkenes døgnfordeling (hovedsakelig maks.timetrafikken)
- . kjøretøysammensetningen (klasser som angitt over)
- . kaldstartandelen av bensindrevne kjøretøy

Et gitt kjøremønster, som funksjon av kjørehastigheten, er innebygd i beregningsmetoden.

Det er forholdene under rushtrafikkperiodene (morgen eller ettermiddag (i beregningsmetodene kalt "maks.timen") som gir de høyeste forurensningskonsentrasjoner av CO og NO₂. Det er derfor trafikkparametrene for rushtiden som inngår i beregningsmetoden.

5 Gateklasser

I praksis vil ofte trafikkparametrene for en tilfeldig valgt gate være dårlig kjent. Til hjelp i slike situasjoner er det i beregningsmetoden definert et antall gateklasser ut fra gatens funksjon. For hver gateklasse er det gitt utgangsverdier (sjablonverdier) for trafikkparametrene.

Utgangsverdiene er basert på den kunnskap en har om trafikkparametre fra målinger på et relativt stort antall gater i byer i Norden.

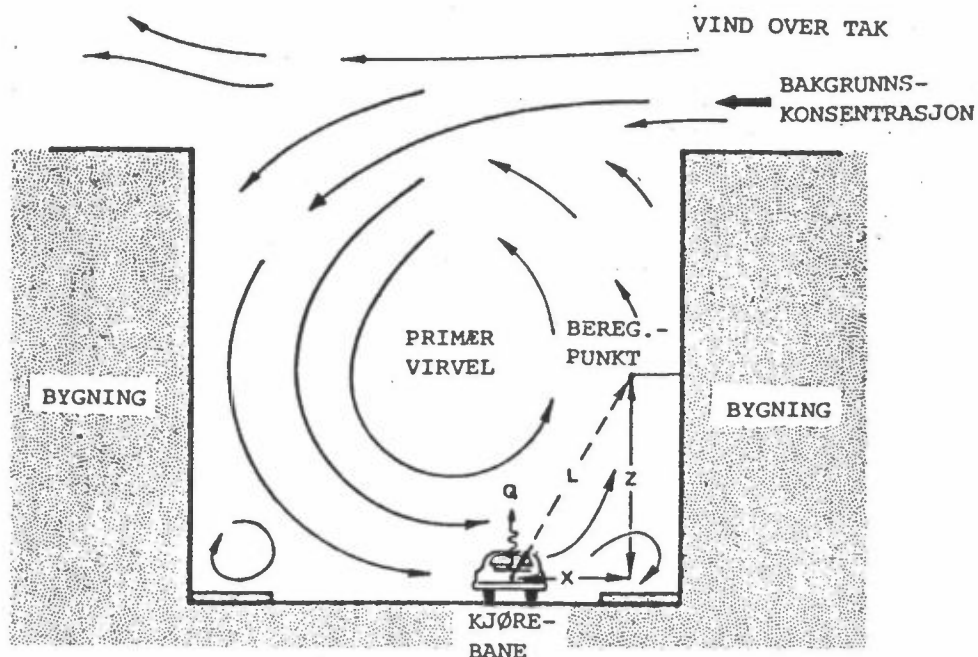
Følgende gateklasser er valgt:

- A: Gjennomfart/innfartsgate - Hovedgate mot sentrum eller gjennomfart gjennom sentrum. Ringvei med halvsentral beliggenhet. Gaten har markerte trafikktopper morgen og ettermiddag, og relativt stor andel tung trafikk.
- B: Hovedgate i sentrums-område - Gate i sentral bebyggelse som avviker lokaltrafikk i byens/-tettstedets sentrumsområde. Trafikken er jevnere fordelt over dagen, og andelen tung trafikk er liten. Trafikkrytmen på gaten er ujevn.
- C: Hovedgate i boligområde - Gate som fører trafikk mellom innfartsgater og ett eller flere boligområder. Gaten har kraftige trafikktopper morgen og ettermiddag, og har liten andel tung trafikk.
- D: Hovedgate i arbeidsområde - Gate som betjener større industriområde. Gaten har stor andel tung trafikk.

6 Spredningen av eksosutslippet

Eksosutslippet uttynnes ved innblanding av renere gateluft. Uttynning med en faktor 1000-10.000 kan skje i løpet av få sekunder.

Utslippet fra trafikkstrømmen betraktes som en eller flere linjekilder, avhengig av hvor mange kjørefelt gaten har. Spredningen fra en linjekilde kan modelleres matematisk ut fra visse forutsetninger. Den grunnleggende forutsetning for beregningsmetoden er at en gate med tette husrekker langs begge sider utluftes ved at vindhastigheten over tak gir en virvel i gaterommet som fører "ren" luft fra taknivå ned mot gaten langs en fasade og opp igjen langs den andre fasaden, (se skissen). Denne forutsetning fører til en forenklet formel for beregning av konsentrasjonen av forurensning som funksjon av avstanden fra linjekilden. Metoden gjelder for begrensede avstander fra trafikkstrømmen (10-20 meter). Spredningsformelen benyttes i denne metoden også ved gater med fasaderekke bare på en side, og gater med spredt eller ingen bebyggelse langs veien, selv om nøyaktigheten under slike forhold ikke er så god som når det er fasaderekker på begge sider.



7 Tidsvariasjon og 99-prosentilverdi

Trafikkens døgnlige variasjon og variasjonen i spredningsforholdene fører til at forurensningsnivået ved en gate kan variere sterkt fra time til time, fra dag til dag og fra årstid til årstid. De høyeste verdier opptrer alltid når trafikkavviklingen er svært dårlig samtidig som spredningsforholdene er tilsvarende dårlige (dvs. liten vindstyrke og stagnerende luft). De høyeste konsentrasjoner, og også frekvensen av høye konsentrasjoner, er de fleste steder større (til dels vesentlig større) om vinteren enn til andre årstider.

Hovedårsakene til dette er at utslippet av forurensninger fra en trafikkstrøm øker med lavere temperaturer. Likeledes er frekvensen av dårlige spredningsforhold om dagen, når trafikken er stor, høyere om vinteren enn om sommeren de fleste steder i Norden. Spredningsforholdene for forurensninger blir dårligere, desto lavere vindstyrken er, og desto dårligere evne luften har til blanding vertikalt (inversjonsforhold, med kaldere luft ved bakken enn i høyden). I Danmark, Nord-Norge, Sør-Sverige og Sør-Finland er dog frekvensen av svake vinder noe høyere om sommeren enn om vinteren. Spredningen vertikalt er imidlertid oftest bedre om sommeren.

Vinteren vil derfor de fleste steder være den dimensjonerende årstid når det gjelder forurensninger. Unntak kan være trafikkarer der trafikken om sommeren er vesentlig større enn om vinteren, f.eks. på grunn av ferietrafikk.

De ekstreme forurensningskonsentrasjoner er vanskelige å beregne, fordi de skyldes sammentreff av sjeldne begivenheter som ikke er enkle å beskrive. I en beregningsmetode vil en få et bedre, mer robust resultat ved å søke å beregne forholdene ved en mer typisk forekommende situasjon. I dette tilfelle vil det si ved vanlig forekommende rushtrafikkforhold ved relativt liten vindstyrke (ca 1-2 m/s) og midlere vintertemperatur.

Beregningsmetoden er kalibrert slik at en beregning med inngangsparametre for situasjonen beskrevet ovenfor, gir en forurensningskonsentrasjon som ligger nær den 99-prosentilverdien en vil måle på årsbasis, det vil si den ca. 90. høyeste målte timesmiddelverdi i løpet av ett år.

Ut fra beregnet 99-prosentilverdi kan andre prosentilverdier estimeres, f.eks. de maksimale konsentrasjoner en kan vente å finne ved gaten, ut fra statistikk fra utførte undersøkelser med lange måleserier.

Ut fra en begrenset analyse av dataene fra lengre måleserier i Sverige og Norge, foreslås følgende omregningsfaktorer mellom ulike prosentilverdier av forurensning ved gater:

	<u>CO-g8h</u>	<u>NO₂-1h</u>
<u>99.9-prosentil</u>		
99-prosentil	1.3-1.5	1.3-1.5
<u>98-prosentil</u>		
99-prosentil	0.77-0.87	0.83-0.93

Disse faktorenes størrelse er avhengig av blant annet variasjonen i meteorologiske forhold (dvs. spredningsforhold), bakgrunnsnivåets variasjon, og variasjonen i trafikkparametrene. I de fleste tilfeller regner en med at faktorene vil ligge innenfor grensene angitt ovenfor.

Forholdet mellom maksimale og 99-prosentilverdi er enda noe større enn mellom 99.9- og 99-prosentilen.

8 Vurdering av forurensningsnivået

Konsentrasjoner av luftforurensning ved trafikkårer kan sammenlignes med anbefalte grenseverdier eller retningslinjer for luftkvalitet. Slike retningslinjer er gitt bl.a. av Verdens helseorganisasjon (WHO). Retningslinjer er ofte gitt både for

korttidseksposering (time-døgn) og for langtidseksposering (måned-år), avhengig av hvilket stoff det gjelder.

Det er korttidsbelastningen som er dimensjonerende ved trafikkårer. CO og nitrogendioksid (NO_2) er stoffer som det i flere land er gitt eller foreslått korttidsgrenseverdier for, og som får betydelige bidrag fra bilavgasser. For CO er det 8-timers middelvei (CO-8h) som er dimensjonerende, mens for NO_2 er det 1-times middelvei ($\text{NO}_2\text{-1h}$) som er av interesse, og det er derfor disse som beregnes i beregningsmetoden. Disse verdier danner grunnlaget for vurdering av forurensningsnivået mot anbefalte grenseverdier for luftkvalitet.

De 99-prosentilverdier som beregnes i metoden er ikke nødvendigvis direkte sammenlignbare med grenseverdier, som kan være gitt f.eks. som maksimalverdier eller 98-prosentilverdier. En omregning må derfor oftest gjøres, for å gjøre beregnet verdi og grenseverdi sammenlignbare.

9. Spesielle forhold ved karbonmonoksid, CO

CO er en stabil gass som ikke reagerer i nevneverdig grad, på tettstedskala, med andre stoffer i luften. For CO kommer det derfor ikke inn noe transformasjonsledd.

Den omtalte 8-timers middelvei er imidlertid spesiell for CO. Det er grenseverdien som er gitt som 8-timers middelvei. Bakgrunnen for det er at oppbyggingen av CO-innholdet i blodet, ved eksponering til CO i luft, tar tid, og at det midlere CO-nivå over den mest trafikkerte tiden på døgnet derfor har interesse.

Modellen for spredning av forurensning opererer egentlig på korttidsbasis (utslipp på ett tidspunkt gir opphav til forurensning i luften umiddelbart etterpå). I praksis opererer modellen på 1-times-basis, og gir derved 1-times middelveier av forurensningen. Overgangen fra 1-times til 8-timers middelvei skjer i beregningsmetoden ved hjelp av kjennskap til

statistikk av måleverdier fra målinger av CO over lengre tid på samme sted ved en gate.

Ved statistisk beskrivelse av målte 8-timers middelveidier av CO, brukes begrepet "glidende 8-timers middelveidi", CO-g8h. Glidende 8-timers middelveidi fremkommer ved å ta middelveidi for 8 påfølgende timer, og la denne 8-timers-gruppe flyttes fram i step på én time, og beregne ny middelveidi hver gang.

Forholdet mellom 99-prosentil-verdiene av CO-g8h og CO-1h fra lengre måleserier varierer fra målested til målested. Variasjonsområdet er ca. 0.6-0.9. Forholdet er blant annet avhengig av trafikkens fordeling over dagen. På gater med utpregete rushtrafikktopper og relativt liten trafikk ellers, vil forholdstallet være lavere enn på gater der trafikken er mer jevnt fordelt over dagen.

I denne beregningsmodellen er forholdet mellom 99-prosentil-verdiene av CO-g8h og CO-1h satt lik 0.7 når maks. time-trafikken er 10% av døgntrafikken, og lik 0.8, når den er 8% av døgntrafikken. Dette er basert på en vurdering av det samlede svenske og norske målematerialet. I den svenske Statens naturvårdsverks modell (A. Berggren, 1982) er 0.7 tidligere benyttet for alle gater.

10. Spesielle forhold ved nitrogenoksider, NO, NO₂, NO_x

De viktigste nitrogenoksider er nitrogenmonoksid, NO, og nitrogendioksid, NO₂. Summen av disse betegnes NO_x.

NO utgjør den største delen av NO_x-utslippet fra biler. NO₂-andelen varierer mellom ca 2% og ca 30%. NO₂-andelen er større i dieselbil-utslipp enn i bensinbil-utslipp. NO₂-andelen i utslippet varierer dessuten med motorbelastningen og turtallet. Utslippsfaktorene for NO_x er vesentlig bedre kjent enn utslippet av NO₂. Etter utslippet skjer det en videre transformasjon av NO til NO₂.

Det er NO_2 som er den mest helseskadelige av disse gasser. Det er i enkelte land anbefalt grenseverdier for konsentrasjonen av NO_2 i utendørsluft, men ikke for NO_x .

I beregningsmetoden beregnes utslippet av NO_x og den resulterende NO_x -konsentrasjonen i gata. Basert på det en vet om NO_2 -andelen av NO_x i utslippet og transformasjonen av NO til NO_2 i gaten, beregnes så NO_2 -konsentrasjonen.

I denne metoden settes NO_2 -andelen av NO_x (i gatebidraget) fast til 8%. I realiteten varierer NO_2 -andelen med faktorer som dieselandel, trafikkhastighet og kjøremønster. Datagrunnlaget er imidlertid ikke godt nok til å trekke disse og eventuelle andre faktorer inn i beregningsmetoden.

11. Hva gjør beregningsmetoden?

Basert på ulike sett med inngangsparametre kan beregning og vurdering av forurensningsnivået ved en trafikkåre utføres på tre ulike nivåer:

- . Grovsorteringsmetode (Trinn 1)
- . Sjablonmetode (Trinn 2)
- . Beregning med egne inn-data (Trinn 3)

En inndeling i flere trinn er valgt, dels for å gi mulighet for raske beregninger for på en enkel måte å sortere ut gater uten vesentlige forurensningsproblemer (grovsorteringsmetoden), og også fordi et fullstendig sett av inngangsparametre for en gitt gate ikke alltid er tilgjengelig. I slike tilfeller kan sjablonmetoden benyttes. Beregning med egne inn-data gir de sikreste resultater for gater der de fleste av inngangsdataene er kjente.

I grovsorteringsmetoden plasseres den gateseksjon en ser på i en av to kategorier (sannsynlig forurensningsproblem eller ikke).

I sjablonmetoden og ved beregning med egne inn-data beregnes 99-prosentilverdien av CO-g8h- og NO₂-1h-konsentrasjonen basert på følgende tre elementer:

- . Beregning av utslippet fra trafikkstrømmene
- . Beregning av gatebidraget (C_g) av CO og NO₂
- . Fastlegging av bakgrunnen (C_b) og addisjon av C_g og C_b

12 Inngangsparametre

Beregningen utføres ut fra følgende inngangsparametre:

Grovsorteringsmetoden:

- . årsdøgntrafikk (ÅDT)
- . avstanden fra gatemidte til beregningspunkt

Sjablonmetoden:

- . årsdøgntrafikk (ÅDT)
- . avstanden fra kjørefeltene (fra midtpunkt til beregningspunkt)
- . bystørrelse (innbyggertall)
- . vindsoner (en av to soner)
- . gatens plassering i byområdet (en av to soner)

Sjablonverdier benyttes for trafikkparametre (hastighet, sammensetning etc) for de fire gateklasser. Egne data kan også benyttes for noen av trafikkparametrene, der slike er kjent.

Beregning av egne inn-data:

- . maks.time-trafikk
- trafikksammensetning (dieselandel av lette og tunge biler, vektfordeling av tunge kjøretøy) i maks.timen
- . trafikkhastighet i maks.timen
- . trafikkenes retningsfordeling i maks.timen
- . andel lette bensindrevne biler med ikke varmkjørt motor (kaldstartandel) i maks.timen
- . avstander fra kjørefelt til beregningspunkt
- . bakgrunnskonsentrasjon av CO og NO₂ (målt, beregnet eller anslått)

13 Begrensninger i metoden

Det ligger begrensninger i metoden, både fordi beskrivelsen av spredning av forurensningene fra en trafikkstrøm er idealisert, og fordi forenklinger er innført for å gjøre metoden enkel anvendbar.

De viktigste begrensninger i beregningsmetoden er følgende:

1. Beregninger skal fortrinnsvis gjøres for punkter nær midten av relativt flate gatekvartal. Det beregnete forurensningsnivå gjelder et punkt 3 meter over bakken.

I praksis kan en si at det beregnete forurensningsnivå gjelder for den midtre del av kvartalet (eller en veistrekning) som ikke påvirkes for mye av trafikkøer som dannes ved kryss.

Begrensningen til midtre del av gatekvartal skyldes i hovedsak at trafikkenes kjøremønster (andeler av trafikken som aksellererer, har jevn hastighet, retarderer, står stille) i stor grad bestemmer eksosutslippets størrelse. Kjøremønsterbeskrivelsen i modellen er basert på målinger

som er gjort midt på flate kvartaler. Eksosutslippets størrelse er følsomt for kjøremønsteret.

Begrensningen gjelder også spredningsbeskrivelsen, som i sin idealiserte form egentlig gjelder for gater med lengre sammenhengende fasaderekker. Spredningsbildet ved to kryssende veier i et bebygget område er mer komplisert. Likeledes vil utslippet på den kryssende veien måtte tas i betraktning.

Forurensningsnivået vil oftest være høyere ved kø-sone mot kryss enn det er midt på kvartalet, fordi utslippene der er større. Disse høyere nivåer kan ikke beregnes med denne metoden, med de begrensninger den har i dag.

2. Beregningene bør begrenses til avstander innenfor ca 15 meter fra veikant.

Spredningsbeskrivelsen er mest nøyaktig ved fortau, dvs. noen meter fra veikanten. Nøyaktigheten vil avta med økende avstand fra veien.

3. Veien må være nær horisontal.

Utslippsfaktorene i modellen gjelder for kjøring på horisontale veier. Utslippet på veier med sterk stigning (>20 o/oo) er ikke så godt kjent.

4. Beregninger for plansituasjoner etter 1990 vil være usikre.

Eksosutslippet fra bilparken endrer seg med tiden. Den motortekniske utvikling samt strengere avgasskrav vil med tiden gi en bilpark med renere eksosutslipp enn en har i dag. En regner med at fram til 1990 vil endringen i eksosutslippet fra "middelbilen" i bilparken være begrenset, slik at metoden med de innebygde korreksjons-faktorer kan

benyttes for plansituasjoner fram mot 1990. Etter 1990 blir situasjonen når det gjelder utslipp mer usikker, blant annet fordi virkningen av eventuelle nye utslippsrestriksjoner for biler i de nordiske land da vil begynne å bli vesentlige.

DEL 3BEREGNINGSMETODENS NØYAKTIGHET OG SVAKHETER, OG
FORSLAG TIL FORBEDRINGERInnhold

1.	Beregningsmetodens nøyaktighet	109
1.1	Feilkilder	109
1.2	Estimert beregningsusikkerhet pga. usikkerheter i modellbeskrivelsen og inngangsdataene.	110
1.3	Metodens nøyaktighet i praksis	111
1.4	Følsomhetsanalyse	116
2.	Beregningsmetodens svakheter.	123
3.	Forslag til forbedring av datagrunnlag og metodikk.	124

DEL 3BEREGNINGSMETODENS SVAKHETER, NØYAKTIGHET OG FORSLAG TIL
FORBEDRINGER1 Beregningsmetodens nøyaktighet

I det følgende blir usikkerheten i beregning med metodens trinn 3, fullstendig beregningsmetode, vurdert. Usikkerheten i trinn 2 og trinn 1 blir naturlig nok større, fordi en der baserer seg på sjablonverdier for trafikkparametre.

1.1 Feilkilder

Følgende formel ligger til grunn for beregningen av gatens bidrag, C_g , til forurensningen:

$$C_g = K \cdot \frac{(q \cdot T)_B + (q \cdot T)_D}{(V + V_0)(L + L_0)}$$

- q - spesifikk utslippsfaktor for lette og tunge biler, mg/m og bil
- T - trafikkmengde, biler/s
- B - bensindrevne biler
- D - dieseldrevne biler
- V - vindhastighet, m/s
- V_0 - konstant, m/s
- L - avstand fra trafikkstrøm til ber. pkt., m
- L_0 - konstant, m
- K - tilpasningskoeffisient, dimensjonsløs.

Følgende viktige feilkilder forekommer:

1. Feil i utslippsfaktor, q, for hver kjøretøygruppe. Utslippsfaktoren er gitt som funksjon av kjørehastighet, kaldstartandel og temperatur.

Feil skyldes i hovedsak:

- at utslippsfaktoren for en gitt hastighet, kaldstartandel og temperatur er feil, fordi den er basert på målinger av et gitt antall biler i en laboratorietest
- at kjørehastigheten som er målt/anslått for gaten er feil.
- at kaldstartandelen er feil

2. Feil i dimensjonerende timetrafikk

3. Feil i tungtrafikkandelen

4. Feil som skyldes at spredningen av forurensningene på det sted en betrakter skiller seg fra den spredningsbeskrivelsen som ligger til grunn for metoden.

5. Feil som skyldes at den kumulative fordelingen av forureningskonsentrasjoner på årsbasis er forskjellig fra det som er forutsatt i metoden. Det kan skyldes ulike klimaforhold, og ulik trafikkvariasjon over døgn, uke og år.

1.2 Estimert beregningsusikkerhet pga. usikkerheter i modellbeskrivelsen og inngangsdataene.

En usikkerhetsanalyse kan gjøres, basert på nokså grove anslag av den tilfeldige, relative feil i hvert av punktene 1-5 i kapittel 1.1.

Feilanslag

- | | | |
|---|---|-------|
| 1. Utslippsfaktor | Lette kjøretøy: CO og NO _x : | ± 20% |
| | Tunge kjøretøy: CO og NO _x : | ± 30% |
| 2. Dimensjonerende timetrafikk: | | ± 10% |
| 3. Tungtrafikkandel: | | ± 20% |
| 4. Spredning | | ± 20% |
| 5. Kumulativ fordeling og 99-prosentil-verdi: | | ± 10% |

Samlet usikkerhet

Disse feilanslag gir følgende samlet usikkerhet (tilnærmet standard avvik):

i CO-beregningen : ca \pm 30%

i NO_x-beregningen : ca \pm 40%

Overgangen fra NO_x til NO₂ gir en ytterligere usikkerhet på ca \pm 20%. Samlet anslått usikkerhet i beregningen av NO₂ blir ca \pm 45%.

1.3 Metodens nøyaktighet i praksis

Den fullstendige beregningsmetoden (trinn 3) er brukt til beregning av en del gater i byer i Sverige og Norge der det også er utført kontinuerlige målinger av CO og NO₂ over perioder på noen måneder. Disse testene av beregningsmetoden er nærmere beskrevet i vedlegg 2 og 4 i vedleggsrapporten.

Testingen av beregningsmetoden lider noe under det faktum at målingene alltid er gjennomført over begrensede perioder, typisk 2-3 måneder i vintertiden, eller i 3-4 uker i hver av 4 årstider. Den 99-prosentil-verdi på årsbasis som anslås fra målingene blir derved noe usikker. Den kan bare bestemmes korrekt ved kontinuerlige målinger over ett helt år som har "normale" trafikk- og klimaforhold. Forurensnings-nivået som måles ved en gate vil kunne variere fra år til år, på grunn av endringer i trafikk- og klimaforhold.

Med disse forbehold kan en sammenligne målte og beregnete 99-prosentil-verdier av forurensning ved en gate.

I Sverige er beregningsmetoden testet på 16 målesteder (8 i Stockholm, 4 i Ørebro og 4 i Umeå).

CO:

Figur 1 viser et plott av målte og beregnete verdier. Målematerialet var ufullstendig på noen av de 16 målepunktene. Disse er derfor utelatt fra teksten. (Figuren er basert på materialet i vedlegg 4).

For ca 65% av målestedene lå de beregnete verdier innenfor et avvik på $\pm 25\%$ fra 1:1-linjen. Tilsynelatende ligger de noe lavere enn de målte verdier. Dette skyldes sannsynligvis at det i målematerialet er en overvekt av vintermålinger i forhold til målinger til andre årstider. En riktigere fordeling av måleperiodene (like lange måleperioder til alle årstider) ville gitt noe lavere målte 99-prosentiler, og dermed verdier som stemmer bedre med de beregnete.

Denne testen ga en nøyaktighet i CO-beregningen som stemmer bra overens med det usikkerhetsestimert på $\pm 30\%$ som ble utviklet under pkt. 1.2.

NO₂:

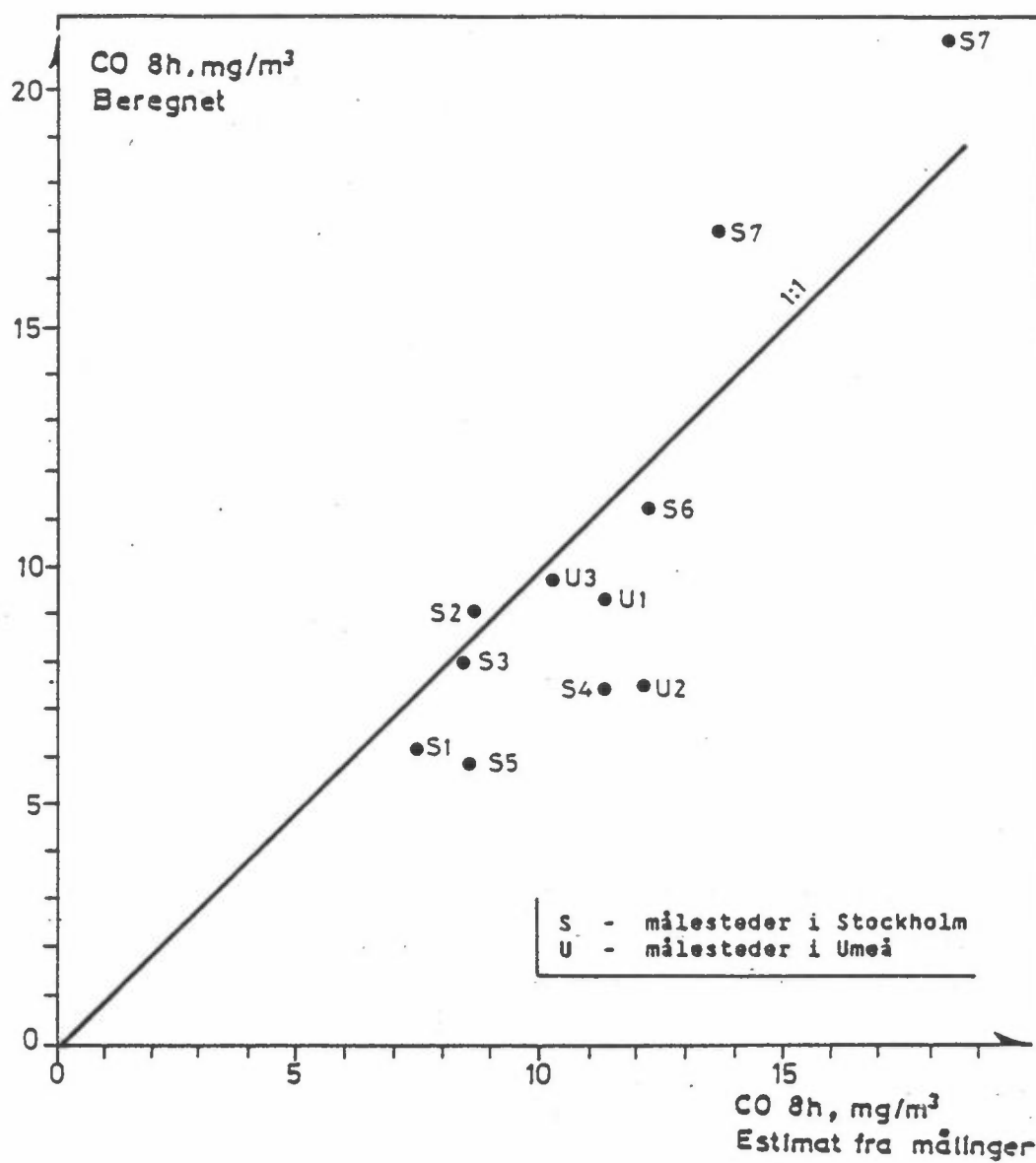
Et plott av målte og beregnete verdier er vist i figur 2. Her er NO₂-andelen av NO_x satt lik 10%. Figuren viser samlet NO₂-forurensning (figur 2a) og gatebidraget separat (figur 2b).

Beregningsmetoden overvurderer gatebidraget til NO₂-forurensningen med i gjennomsnitt ca 20%. Når bakgrunnen legges til, blir overestimert i gjennomsnitt 10-15%.

Ca 65% av punktene ligger innenfor et avvik på $\pm 35\%$ fra 1:1-linjen. Dette er noe bedre enn usikkerheten på $\pm 45\%$ som ble anslått under punkt 1.2.

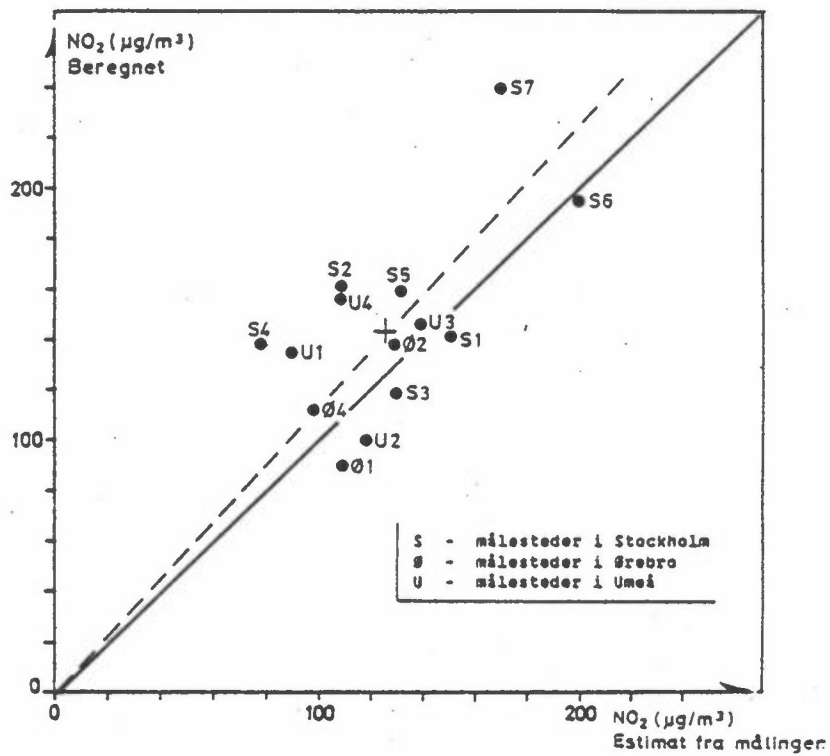
Testen antyder at en NO₂-andel av NO_x på 8% er mer korrekt.

Testen er nærmere beskrevet i vedlegg 4 i DEL 4.

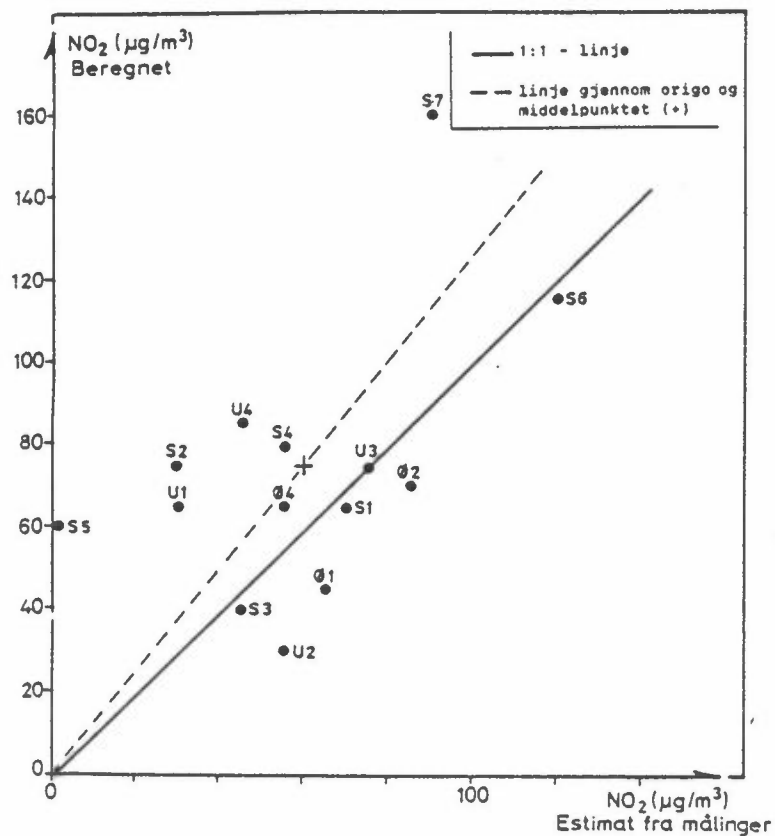


Figur 1: Sammenligning mellom målte og beregnede CO-verdier (beregnet etter trinn 3) (99-prosentil av glidende 8-timers middelerverdier på årsbasis) (Laurin, 1982).

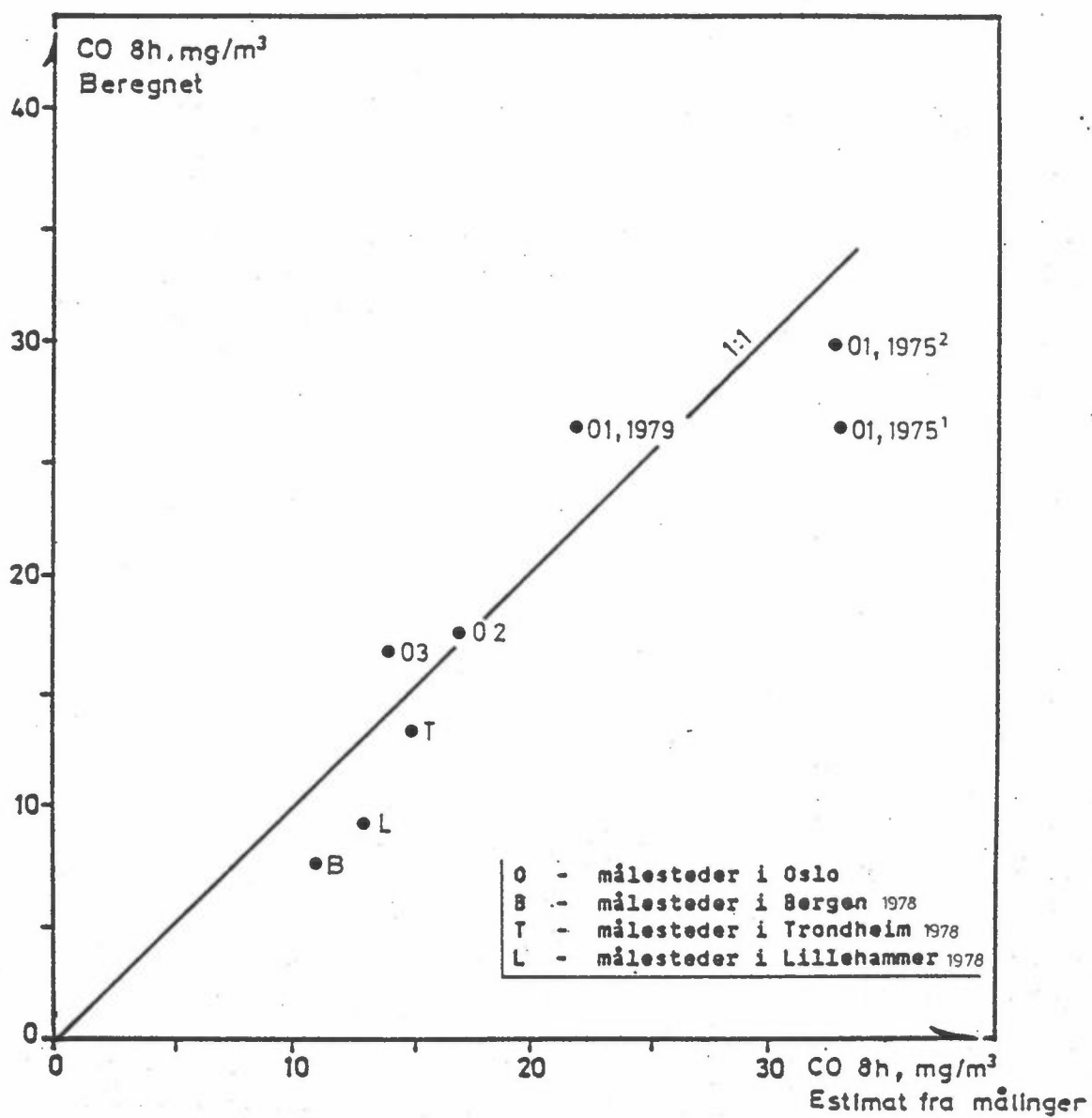
a) Samlet NO_2 -konsentrasjon (gatebidrag + bakgrunn).



b) Gatebidrag til NO_2 .



Figur 2: Sammenligning mellom målte og beregnede NO_2 -verdier (99-prosentil av 1-times-verdier på årsbasis).



Figur 3: Sammenligning mellom målte og beregnede CO-verdier (beregnet etter trinn 3) (99-prosentil av glidende 8-timers middelerverdier på årsbasis).

I Norge er beregningsmetoden testet for CO på 6 målesteder i ulike byer, se figur 3 (Larssen, 1982).

Noen av de norske målestedene oppfylte ikke metodens krav til å ligge i nærheten av midten av gatekvartaler. En har søkt, etter skjønn, basert på måleerfaringer, å justere de målte verdier til å være representative for midten av gatekvartalet. Det ligger derved en ekstra usikkerhet i sammenligningen her mellom målte og beregnete verdier.

Figur 3 viser relativt bra overensstemmelse mellom verdiene anslått fra målinger og beregnete verdier.

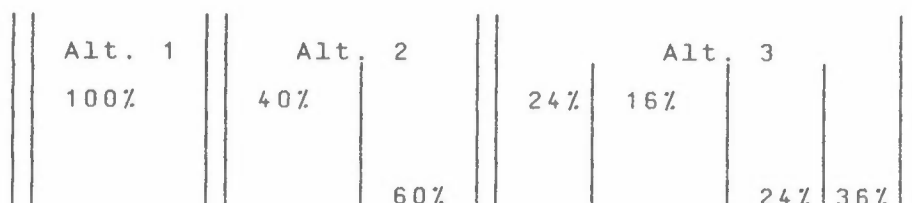
For målepunktet 01 (Rådhusgata, Oslo), målinger i 1975, er plottet inn to punkter. Ved det laveste er brukt beregningsmetodens utslippsfaktorer som gjelder for dagens forhold. Ved det høyeste er utslippsfaktorene økt med 20%, for å ta hensyn til at utslippet i 1975 sannsynligvis var en del høyere enn i dag.

1.4 Følsomhetsanalyse

Modellens følsomhet for variasjon i noen av inngangsparametrene er analysert (Janne Rusk, 1982, 1983) (se også vedlegg 7):

Fordeling av trafikken i kjørefelt

Eksempel: Firefelts vei, beregning av CO på fortau.



Relativ

CO-kons. 100

115

120

Retningsfordeling

Eksempel: Relativ CO-konsentrasjon 10 m fra midten av en 4-felts vei:

Retningsfordeling	Relativ CO-konsentrasjon
50/50	100
60/40	106
70/30	111

Kaldstartandel, bensindrevne biler

Kaldstartandelen varierer normalt innenfor 15-40%. Den kan være vanskelig å bedømme riktig.

Eksempel: Antatt kaldstartandel er 25% (ved utetemp. 0⁰C)

Om virkelig andel er 15%, blir feilen i CO = + 20%

Om virkelig andel er 40%, blir feilen i CO = - 20%

Kaldstartandelen har mindre effekt på NO_x-utslippet fra bensindrevne personbiler, eller på CO- og NO_x-utslippet fra dieselbiler.

Dimensjonerende timetrafikk

Feilen i beregnet forurensning er proporsjonal med feilen i angitt dimensjonerende timetrafikk. Tabellen nedenfor viser dette.

Antatt maks timeandel	Virkelig maks timeandel					
	7	8	9	10	11	12
7	0	-13	-22	-30	-36	-42
8	+14	0	-11	-20	-27	-33
9	+29	+13	0	-10	-18	-25
10	+43	+25	+11	0	-9	-17
11	+57	+38	+22	+10	0	-8
12	+71	+50	+33	+20	+9	0

Andel tung trafikk

Nedenfor vises en tabell over følsomheten i beregnet forureningskonsentrasjon overfor tungtrafikkandelen. En har da antatt at fordelingen mellom lette, middeltunge og tunge dieselmotorer er som 3/2/1.

Andel tung trafikk %	Prosentuelle endringer i beregnet avgassutslipp	
	CO	NO _x
4	+ 2	- 4
6	0	0
8	- 2	+ 5
10	- 4	+10

Tabellen nedenfor viser beregningenes følsomhet for vektsammensetningen av dieselbilene (klasser for totalvekt 3.5-10 / 10-20/ >20 tonn).

Prosentuell fordeling mellom lett/middeltung/tung lastebil	Prosentuelle endringer i beregnet avgassutslipp			
	6% tung trafikk		8% tung trafikk	
	CO	NO _x	CO	NO _x
60/40/0	0	-5	0	-5
60/30/10	0	-4	0	-3
50/30/20	0	0	0	0
40/30/30	0	+3	0	+3
30/30/40	0	+6	0	+7
30/20/50	0	+8	0	+9

Maksimal timestrafikkmengde (maks.trafikk)

Trafikkmengden og trafikens sammensetning varierer over dagen. Normalt er det topper i trafikkbelastningen om morgenen og ettermiddagen, med størst belastning om ettermiddagen. Andelen tung trafikk er som regel størst midt på dagen, og minst i ettermiddagsrushet. I tabellen nedenfor er beregnet forskjellene i avgassutslipp ved ulike trafikkforhold:

Timeandel av døgn- trafikken %	Andel tung trafikk %	Prosentuell endring i avgass- utslipp	
		CO	NO _x
8	4	0	0
7	8	-17	0
6	8	-29	-11
6	12	-31	-2
5	12	-42	-15
4	12	-53	-27

Kjørehastighet

Tabellen nedenfor viser følsomheten i beregningen av utslipp av hhv CO og NO_x for feil i angitt middelhastighet. (Beregningen er gjort for en tungtrafikkandel på 6%).

CO

Antatt hastighet km/h	Virkelig hastighet km/h						
	20	25	30	35	40	45	50
20	0	+12	+33	+80	+97	+118	+146
25	-10	0	+19	+61	+77	+95	+120
30	-25	-16	0	+35	+49	+64	+85
35	-44	-38	-26	0	+10	+21	+37
40	-49	-43	-33	-9	0	+10	+25
45	-54	-49	-39	-17	-9	0	+13
50	-59	-55	-46	-27	-20	-11	0

NO_x

Antatt hastighet km/h	Virkelig hastighet km/h						
	20	25	30	35	40	45	50
20	0	+3	+14	+20	+11	+14	+16
25	-3	0	+11	+16	+8	+11	+13
30	-13	-10	0	+5	-3	-1	+1
35	-16	-14	-4	0	-7	-5	-3
40	-10	-7	+3	+8	0	+2	+4
45	-12	-10	0	+5	-2	0	+3
50	-14	-11	-1	+3	-4	-2	0

Samlet følsomhet

Det ovenstående viser at modellen er mest følsom for feil i maks.time-trafikken (både for CO og NO_x) og kjørehastigheten (spesielt for CO). Følsomheten er også relativt stor for feil i fordelingen av trafikken i kjøreretninger og kjørefelt. Begrensede feil i kaldstartandel, andel tung trafikk og retningsfordeling gir bare mindre feil i beregningene.

Nedenfor gis et eksempel på en samlet følsomhetsanalyse.

Det er angitt hva som kan betraktes som ganske ekstreme verdier for ulike inngangsparametre på en gjennomfarts-/innfartsgate. CO-konsentrasjonen er beregnet 10 m fra midten av en gate med trafikkbelastning 20.000 biler/døgn.

	<u>Lav</u>	<u>Høy</u>
Kaldstartandel	15%	40%
Dieseldrevne personbiler	8%	4%
Andel tungtrafikk	12%	6%
Maks.time andel	8%	12%
Retningsfordeling	50/50	75/25
Middelhastighet	50 km/h	40 km/h
CO-konsentrasjon (8h)	5.3 mg/m ³	12 mg/m ³

Forskjellen mellom "høy" og "lav" er stor. Dette viser at det er viktig med en så god bestemmelse som mulig av trafikkparametre.

Følsomhetsanalysen er nærmere beskrevet av Janne Rusk (1982, 1983) (se vedlegg 7, DEL 4).

2 Beregningsmetodens svakheter.

Svakhetene i metoden er knyttet til følgende punkter:

- I. Beregningene er begrenset til punkter nær midten av relativt flate gatekvartaler, 3 m over bakken.
Begrensningen skyldes dels at spredningsbeskrivelsen blir mer unøyaktig nærmere gatekryss, dels at utslippsberegningen blir mer unøyaktig fordi kjøremønstret nær gatekryss og på veier med stigning er dårlig beskrevet.

I tillegg gjelder at spredningsbeskrivelsen i metoden er mer korrekt for gater med tette fasaderekker enn for gater gjennom spredt eller ingen bebyggelse.

- II. Utslippsfaktorer for NO₂ er dårlig kjent.
Målinger av NO₂ direkte i eksosutslipp er utført bare i liten grad. Metodens antakelse av at 8% av NO_x-utslippet er NO₂ er en første tilnærming. NO₂-andelen varierer sannsynligvis en del med trafikkhastigheten og andel tung trafikk. En vet ikke nok idag om denne variasjonen til å bygge den inn i modellen.
- III. De bakgrunnsverdier av CO og NO₂ i tettsteder som er bygget inn i modellen er basert på et begrenset målemateriale. Dette gjelder spesielt bakgrunnsverdien for NO₂, men også CO.
- IV Trafikkdata (trafikkens variasjon og sammensetning) er generelt dårlig kjent, selv for større trafikkårer i tett- steder i Norden. Dette er ikke en svakhet i beregnings- metoden som sådan, men det øker usikkerheten i beregnings- resultatet.
- V. Datagrunnlaget for de kaldstartandeler som foreslås i modellen er begrenset.

3 Forslag til forbedring av datagrunnlag og metodikk

I. Utslippsfaktorer, NO₂

Det direkte NO₂-utslipp fra ulike biltyper (lette og tunge biler, bensin- og dieseldrevne) og hastigeter etc. bør bestemmes bedre ved målinger. Bilutvalget må være tilstrekkelig stort til at utslippsfaktorene kan anses representative for bilparken.

II. Utslipp fra veier med sterk stigning

Det er ønskelig å utvide beregningsmetoden til å gjelde veier med stigning. Utslippsfaktorer for kjøring på veier med stigning må da skaffes tilveie.

III. Bakgrunnsverdi i tettsteder, CO og NO₂

Metodene for fastsettelse av bakgrunnsverdiene av CO og NO₂ bør forbedres. Et større målemateriale er nødvendig for å komme fram til bedre metoder. Dette gjelder spesielt NO₂.

IV. Trafikkdata

Grunnlaget bør forbedres for fastsettelse av verdier på de trafikkparametre som er nødvendig for å beregne utslippet fra en trafikkstrøm mest mulig korrekt. Omfanget av trafikkundersøkelser i ulike typer gater, der følgende trafikkparametre bestemmes, bør derfor økes:

- andel av døgntrafikken i maks.timen
- retningsfordelingen i maks.timen
- andel tungtrafikk i maks.timen
- tungtrafikkens sammensetning i maks.timen

V. Kaldstartandelen

Ytterligere undersøkelser bør utføres av kaldstartandelen av de bensindrevne personbiler i dimensjonerende time i ulike typer gater.

VI. Forurensningskonsentrasjon som funksjon av høyde over bakken

Det kan være behov for å anslå forurensningen i større høyder enn 3 m over bakken langs gater med bebyggelse. Det materialet som eksisterer i Norden fra målinger av forurensning i ulike høyder over bakken bør sammenstilles for å fastslå om det er grunnlag for å utvide metoden til å gjelde flere høyder over bakken.

VII. Spredningsbeskrivelse

Det er nødvendig med forbedret beskrivelse av spredningen ved veier, for å oppnå mer nøyaktige beregninger langs åpne veier, og for å utvide modellen til å gjelde gatekryss.

**NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH**

(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)

POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM (ELVEGT. 52), NORGE

RAPPORRTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTRNR. OR 56/84	ISBN-82-7247-528-6	
DATO NOVEMBER 1984	ANSV. SIGN. <i>Steinar Larssen</i>	ANT. SIDER 125	PRIS kr 100
TITTEL Nordisk beregningsmetode for bilavgasser Sluttrapport, august 1984.		PROSJEKTLEDER S. Larssen	
		NILU PROSJEKT NR. 0-8216	
FORFATTER(E) Steinar Larssen		TILGJENGELIGHET A	
		OPPDRAUGSGIVERS REF.	
OPPDRAUGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Nordisk ministerråd, Embetsmannskomiteen for miljøvernsspørsmål, St.Olavs gate 29, Oslo.			
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Luftforurensning Biltrafikk Beregningsmetode			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Rapporten presenterer en håndbok for Nordisk beregningsmetode for bilavgasser, samt oversikt over beregningsmetodikk, test av metodens nøyaktighet og forslag til forbedringer i datagrunnlag og metodikk. Beregningsmetoden muliggjør beregning av bilavgass-konsentrasjoner nær gater og veier i tettsteder. Beregninger kan gjøres svært overslagsmessig (på trinn 1) eller mer nøyaktig (på trinn 2 og trinn 3). Bakgrunnstoff presenteres i egen vedleggsrapport.			

TITLE Nordic method for calculation of automotive pollutant concentrations near streets.
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines) The report includes a manual of the method to calculate automotive pollutant (CO and NO ₂) concentrations near streets. Calculations may be done roughly (calculation level 1) or more accurately (calculation levels 2 and 3). The report also includes a test of the method's accuracy, and suggestions for improvement. Background material is presented in a separate report.

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