

NILU  
OPPDRAGSRAPPORT NR 11/76  
REF: EO-2-11.76  
DATO: JULI 1976

TRAFIKALE LUFTFORURENSNINGER -  
UTSLIPP, VIRKNINGER OG FOREKOMST  
I NORGE

STEINAR LARSEN

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING  
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM  
NORGE

---



INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1 <u>INNLEDNING</u> .....	5
2 <u>PROBLEMDEFINISJON</u> .....	6
2.1 <u>Kilder til luftforurensning</u> .....	6
2.2 <u>Trafikale luftforurensninger, komponenter og virkninger</u> .....	8
3 <u>TRAFIKALE LUFTFORURENSNINGER I NORSKE BYER</u> .....	11
3.1 <u>Karbonmonoksyd, CO</u> .....	12
3.2 <u>Nitrogendioksyd, NO<sub>2</sub></u> .....	15
3.3 <u>Svevestøv (sot)</u> .....	16
3.4 <u>Bly i svevestøv</u> .....	18
3.5 <u>Regional luftforurensning</u> .....	20
4 <u>FAKTORER SOM BESTEMMER LUFTFORURENSNINGSNIVÅET</u> ....	21
4.1 <u>Utslippets størrelse og variasjon</u> .....	22
4.2 <u>Meteorologiske forhold</u> .....	26
4.3 <u>Avstand fra og høyde over veibanen</u> .....	29
4.4 <u>Gatetverrsnitt</u> .....	32
5 <u>TRAFIKKREGULERING - LUFTFORURENSNING</u> .....	33
6 <u>REFERANSER</u> .....	35
VEDLEGG 1 Trafikale luftforurensninger: Hovedkomponenter og virkninger .....	37
VEDLEGG 2 Normer og retningslinjer for luftkvalitet .....	47



## TRAFIKALE LUFTFORURENSNINGER - UTSLIPP, VIRKNINGER OG FOREKOMST I NORGE

### 1 INNLEDNING

Dette notat om luftforurensning fra biltrafikk i Norge er utarbeidet på oppdrag fra Hovedsekretariatet for Norsk Vegplan II i Vegdirektoratet.

Luftforurensning fra biltrafikk er et problemområde som omfatter følgende prosesser:

- utslipp av forurensende stoffer
- spredning av stoffene i atmosfæren
- virkning av stoffene på omgivelsene

En representativ redegjørelse for problemet må dekke disse tre prosesser, og spesielt beskrive de faktorer som har nevneverdig betydning for den resulterende luftforurensning.

Innholdet i notatet er basert blant annet på det stoff som er beskrevet i publikasjonene i referanselisten (side 35), og på resultater av målinger av trafikale luftforurensninger utført av Norsk institutt for luftforskning (NILU). Hovedmengden av målingene er utført i tiden 1974 - 1975. Disse målingene er finansiert av midler bevilget av Miljøverndepartementet. En del av de resultater som er vurdert, og som har interesse for dette notatet, er inkludert.

Fremstillingen er ment å gi en enkel oversikt over problemområdet og de faktorer som har betydning for luftkvaliteten ved en trafikert gate/vei. Data fra NILUs målinger gir eksempler på luftforurensningen ved veier i Norge, og gir også kvantitative eksempler på sammenhenger mellom forurensningsnivået og de faktorer som bestemmer dette.

En understreker at de eksempler som er gitt ikke nødvendigvis representerer forholdene ved trafikkerte veier/gater generelt, og at målinger andre steder under andre forhold kan gi resultater som avviker fra de som er gitt.

Stoffet som er presentert gir et grunnlag for å vurdere den endring i luftkvalitet som trafikkregulerende tiltak kan medføre. En mer omfattende rapport fra NILUs målinger vil foreligge på et senere tidspunkt.

## 2 PROBLEMDEFINISJON

### 2.1 Kilder til luftforurensning

I byer og tettbygde områder regner en ofte med følgende kildegrupper til luftforurensning (i vilkårlig rekkefølge):

- Forbrenning av fossilt brensel i stasjonære installasjoner
- Biltrafikk
- Industriprosesser
- Avfallsforbrenning

Kildegruppene skiller seg fra hverandre ved den kjemisk/fysiske sammensetningen av utslippet og ved selve utslippsforholdene. Samlet utslippsmengde av et stoff sett i forhold til stoffets giftighet, sammen med utslippshøyde og kildens arealfordeling avgjør utslippets potensial som luftforurensningsproblem.

Som et eksempel på fordelingen av utslippsmengden av forurensende stoffer fra de enkelte kildegrupper, vises i tabell 2.1 utslippene i Oslo i 1970, fordelt på kildegrupper (1):

Source category		Sulphur oxides as SO <sub>2</sub>	Particulates	Carbon monoxide	Hydrocarbons	Nitrogen oxides as NO <sub>2</sub>
Fuel combustion in mobile sources	Gasoline	120	160	68 000	9 800	3 300
	Diesel	420	420	1 100	2 000	1 200
Fuel combustion in stationary sources	Oil	8 730	480	n	n	1 180
	Coal & Coke	230	420	n	n	170
Refuse disposal	Incineration	100	30	n	n	n
Industrial processes		n		n	n	n
Total		9 600		69 100	11 800	5 850

Tabell 2.1: Utslipp av luftforurensninger i Oslo 1970, tonn pr. år  
n = ubetydelig. Fra ref. (1).

Totalt sett skyldes utslipp av karbonmonoksyd, CO og hydrokarboner, HC hovedsakelig bensinbiler, mens utslipp av svoveldioksyd, SO<sub>2</sub> skyldes stort sett oljeforbrenning i stasjonære kilder. Ansvar for utslippet av nitrogenoksyder, NO<sub>x</sub> deles mellom biltrafikk og oljeforbrenning i stasjonære kilder, med biltrafikk som den viktigste kilden. Forholdene kan være vesentlig forskjellig i andre byer som har store industrielle kilder som for eksempel papirfabrikker, aluminiumverk, smelteverk etc.

Utslipp fra biltrafikk skiller seg ut fra de andre kilder først og fremst ved at utslippet skjer svært nær bakken og kan karakteriseres som en linjekilde (motorvei) eller arealkilde (byområde). Utslipp fra industri og avfallsforbrenning skjer oftest i relativt stor høyde over bakken i skorsteiner (punktkilder), mens oljeforbrenning i et byområde (husoppvarming) er en arealkilde med utslippshøyder 10 - 50 meter over bakken.

## 2.2 Trafikale luftforurensninger, komponenter og virkninger

Kombinasjonen lav utslippshøyde/arealkilde fører til at utslipp fra biltrafikk kan gi både lokale problemer nær ved de trafikkerte gater/veier og regionale problemer, hvor regionen omfatter det trafikkerte areal og også arealer utenfor dette, som kan motta vindtransporterte luftforurensninger fra utslippsarealet.

De uheldige virkningene av luftforurensning fra biltrafikk omfatter mulige negative virkninger på helsen til eksponerte mennesker, samt forringelse av miljøkvaliteten som kan skyldes følelse av ubehag framkalt av for eksempel lukt, irritasjon av utsatte slimhinner, nedsmussing, etc. Virkningene kan skyldes en rekke av det store antall kjemiske forbindelser som utslipp fra bensin- og dieselmotorer består av.

I tabell 2.2 gis en oversikt over de viktigste hovedgruppene av luftforurensende stoffer i bileksos, sammen med en karakterisering av de problemer de kan medføre. Dette er nærmere beskrevet i vedlegg 1. "Helseeffekt" angir potensiell skadevirkning på den menneskelige organisme, når stoffet finnes i konsentrasjoner som kan tenkes å opptre nær sterkt trafikkerte gater/veier. "Lokal effekt" angir at problemet gjør seg gjeldende i umiddelbar nærhet av veien, dvs. innenfor anslagsvis 50 meter fra denne.



Forurensning	Virkning
<u>LOKAL EFFEKT (NÆR VEI)</u>	
Karbonmonoksyd (CO)	Helseeffekt
Nitrogendioksyd (NO <sub>2</sub> )	Helseeffekt
Bly	Helseeffekt
Svevestøv (sot, asbest, asfalt, tjærestoffer)	Nedsmussing, ubehag, helseeffekt
Støvnedfall	Nedsmussing, virkning på vegetasjon
Hydrokarboner (HC)	Lukt, (helseeffekt)
<u>REGIONAL EFFEKT</u>	
Nitrøse gasser (NO <sub>x</sub> )	} Oksydanter, helseeffekt
Reaktive hydrokarboner (HC)	

Tabell 2.2: Virkninger av trafikale forurensninger.

Miljøforringelsen og de mulige helseeffekter av forurensningen har ført til at enkelte land har fastsatt normer og retningslinjer for luftkvalitet med hensyn på de enkelte stoffer. Slike normer er gjengitt i vedlegg 2. Generelt bør normene gjelde i alle områder der mennesker oppholder seg over tidsrom lik normenes midlingstid eller lengere.

Normene er søkt fastsatt slik at de skal gi befolkningen tilstrekkelig beskyttelse mot negative virkninger. Tabell 2.3 viser noen av de virkninger høye konsentrasjoner av CO, NO<sub>2</sub> og bly kan ha på organismen (for referanser, se vedlegg 1 og 2).

Kolonne 3 og 4 i tabellen søker å illustrere den graden av sikkerhet som normene normalt gir mot skadelig påvirkning fra forurensningen.

Komponent	Effekter ved høye konsentr.	Første effekter påvist ved	Norm
CO	Redusert synsevne og psykisk klarhet, virkning på hjerte/kar-system	<u>COHb</u> 2.5%	<u>COHb</u> Ca.1.5% (USA, 8t) ca.3.0% (Japan, 8t)
NO <sub>2</sub>	Redusert lungeventilasjon Bronkitt, Ødem	<u>ppm</u> 0.06	<u>ppm</u> 0.05 (USA, år) 0.02 (Japan, 24t)
Bly	Anemi, virkning på nervesystemet	<u>µg/ml blod</u> 0.4 - 0.6	

COHb-Karbonmonoksydhemoglobin (CO-innhold i blodet)

Tabell 2.3: Helse-effekter av trafikale forurensninger.

Tredje kolonne angir nedre grense for påvirkning som kan føre til målbar virkning på den menneskelige organisme. Når det gjelder CO og bly er dette gitt som innholdet av hhv. CO og bly i blodet. Når det gjelder NO<sub>2</sub> er luftkonsentrasjonen gitt direkte. Tallet representerer et resultat av epidemiologiske studier, hvor en har sammenlignet befolkningens helsetilstand i områder med forskjellig NO<sub>2</sub>-konsentrasjon i luften.

Siste kolonne angir, for CO og NO<sub>2</sub>, den påvirkning som en vil bli utsatt for dersom luftkonsentrasjonen er lik den norm som er gitt i parentes i kolonnen. En understreker at dette er middel-tall som kan representere den friske del av befolkningen. For enkeltindivider kan tallene avvike fra de som er gitt i tabellen.

Konsentrasjoner som ikke overstiger normene gir derfor rimelig sikkerhet mot ikke-tolerabel påvirkning for "friske" individer. Sikkerheten kan være langt mindre for spesielt følsomme grupper.

Når det gjelder bly, er det ikke kjent hvilken blykonsentrasjon i blodet en påvirkning lik Vest-Tysklands årsnorm ( $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vil gi. Det er i USA gjort forsøk med uorganiske blypartikler. De organiske blypartikler som utslipp fra biler dels består av, har imidlertid en mere skadelig virkning. I USA ansees bly fra bilutslipp å være en forurensning som en ikke kan gi en nedre grense for, og som bør reduseres mest mulig.

Et relevant spørsmål er om komponentene skal vurderes hver for seg i forhold til normer, eller om en skal ta med i betraktningen at to eller flere komponenter kan gi en større virkning enn enkeltvirkningene lagt sammen. Fastsettelsen av enkelte av normene bygger dog på epidemiologiske studier der befolkningen har vært utsatt for hele spekteret av forureningskomponenter.

### 3 TRAFIKALE LUFTFORURENSNINGER I NORSKE BYER

I løpet av tiden 1970 - 1975 har NILU utført målinger av trafikale forurensninger ved forskjellige målesteder i Oslo, Bærum (2), Drammen (3), Bergen og Larvik (4), Holmestrand (5) og Tromsø. Målingene i Drammen, Bergen og i Larvik ble utført i 1970 - 1972. I Bergen og Larvik ble CO og blyinnholdet i luften målt i korte perioder i flere høyder over bakken. I Drammen ble CO-konsentrasjonen målt kontinuerlig i lengre perioder i Tomtegaten og i Storgaten, før trafikkomleggingen og rivningsarbeidet begynte i forbindelse med motorveibroen over Drammenselva. I desember 1973 ble det utført målinger i Oslo (Galgeberg, Trondheimsvn ved Schous bryggeri) i forbindelse med helgene med kjøreforbud for privat biltrafikk. Målingene i 1974/75 i Oslo, Bærum og Holmestrand

omfattet målinger i flere perioder av varighet fra 2 uker til flere måneder. Målesteder: Oslo: Rådhusgt, Tøyengt, Torggt, St.Hans-haugen; Bærum: El8 (Lysaker); Holmestrand: Langgt. Måleprogrammet omfattet komponentene CO, NO, NO<sub>x</sub>, HC, bly og svevestøv. I Oslo og Bærum ble det målt ved flere årstider inklusive vinter, mens målingene i Holmestrand ble utført under sommertrafikken (august 1974). I Tromsø ble CO-konsentrasjonen målt i Storgt over en 2-måneders-periode i november - desember 1974.

Alle målinger er foretatt ved veikant eller ca. 1 - 2 meter fra husvegg. De fleste målinger er foretatt ca. 2 meter over bakken. I tillegg er svevestøv og bly enkelte steder målt i høyder opptil 7 meter over bakken.

Forurensningskonsentrasjonene vil kunne variere fra punkt til punkt i gatetverrsnittet, avhengig av høyde over veibanen, avstanden fra trafikken og avstanden fra kryss og trafikklys. Ved de fleste målesteder har en målt forurensningen i kun ett punkt i gatetverrsnittet. En har forsøkt å plassere målestedene slik at en har en størst mulig grad av jevnt flytende trafikk forbi stasjonen. Dette er tilfelle i for eksempel Rådhusgt, Tøyengt, og Lysaker i Oslo/Bærum, mens i Holmestrand ble målingene foretatt nær et trafikkregulert kryss (ca. 15 meter fra).

For å gi en oversikt over det problem som trafikale luftforurensninger kan representere i Norge, presenteres resultatene i det følgende i form av høyeste målte verdier og sett i forhold til utenlandske luftkvalitetsnormer.

### 3.1 Karbonmonoksyd, CO

Tabell 3.1 gir en oversikt over overskridelser av CO-normer som gjelder i USA og Japan (se vedlegg 2).

En kan trekke følgende konklusjoner fra tabellen:

- En har funnet overskridelser av alle de nevnte CO-normer.
- Normene, spesielt USA's 8-timers norm, overskrides betraktelig. Høyeste måling (Rådhusgt) ligger ca 4 ganger høyere enn denne.
- En har funnet overskridelser i alle byer der målinger er foretatt. Dog varierer frekvensen av overskridelsene mye. Sterkt trafikkerte gater i Oslo (Rådhusgt, Torggt), Bærum (E-18, Lysaker) og Drammen (Storgt, Tomtegt) viser høyeste frekvenser av overskridelser.
- I de tilfeller der en har målt både sommer og vinter ved samme målested, ser en at det er langt flere overskridelser om vinteren enn om sommeren. Dette skyldes først og fremst de dårligere atmosfæriske utluftingsforhold om vinteren enn om sommeren.
- I vinterperiodene i Rådhusgt, Torggt, E-18 (Lysaker) og Tomtegt (Drammen) fant en overskridelser av USA's 8-timers norm på fra 75 til 100 prosent av dagene målingene ble foretatt.
- Rådhusgt (Oslo) har langt høyere verdier enn E-18 ved Lysaker, selv om trafikk tettheten er bare ca. halvparten av hva den er ved Lysaker. Dette viser at gatetverrsnittet (bebyggelse, ikke bebyggelse langs veien) har stor innflytelse på spredningen og dermed på konsentrasjonene.

MÅLESTED	PERIODE	Antall døgn	Høyeste målte verdier ppm		Overskridelse av normer, % av tiden			ÅDT TRAFIKK
			1t	8t	USA 1t	USA 8t	Japan 8t	
<u>OSLO</u>								
Rådhusgt	mars-juni 74	91	27.5 22	14.5 13.5	0	19	0	~22 000
	jan -mars 75	69	54 39	34 25	12	75	12	
Torggt	juni 74	15	22 24	18 18	0	60	0	~10 000
	feb -mars 75	13	39 34	24 23	8	92	54	
Tøyengt	mars 74	10	18 13	11 10	0	20	0	~ 5 500
Tr.heimsveien	des73-jan 74	18	31 31	19 18	0	39	0	~13 000
<u>BÆRUM</u>								
E18, Lysaker	okt 74	26			0	0	0	~50 000
	jan - feb 75	31	31 28	22 19	3	87	3	
<u>HOLME-STRAND</u>								
Langgt	aug 74	17	29 27	19.5 13	0	18	0	~11 000
<u>TROMSØ</u>								
Storgt	nov - des 74	41	21 23	12.5 11	0	22	0	~15 000
<u>DRAMMEN</u>								
Storgt	nov 71	28	20 17	15 15	0	43	0	~ 9 000
	april-mai 72	28	35 14	11.5 7	4	4	0	
Tomtegt	des 71	12	43 40	25 21	25	100	25	~ 9 500
	mars 72	30	15 12	24 21	0	20	0	

Tabell 3.1: Oversikt over CO-målinger ved trafikerte gater sett i forhold til utenlandske luftkvalitetsnormer.

Normer USA 1 times middelerdi: 35 ppm  
8 " " 9 "  
Japan 8 " " 20 "

### 3.2 Nitrogendioksyd, NO<sub>2</sub>

Av de nitrøse gasser er det bare konsentrasjonen av nitrogendioksyd, NO<sub>2</sub>, som er normsatt foreløpig når det gjelder utendørs luftkvalitet. Som det framgår av vedlegg 2 har USA og Japan normer for NO<sub>2</sub>, henholdsvis 100 µg/m<sup>3</sup> (årsmiddel) og 40 µg/m<sup>3</sup> (døgnmiddel). Den amerikanske normen er satt ut fra epidemiologiske undersøkelser av helseeffekten av NO<sub>2</sub>. Den japanske norm synes å søke å hindre dannelsen av fotokjemisk smog. Dette kan være grunnen til at den er vesentlig strengere enn den amerikanske. Fra et helsesynspunkt synes det mest naturlig å bruke den amerikanske normen for NO<sub>2</sub>.

Målinger av NO<sub>2</sub> er utført på stasjonene i Rådhusgaten, Torggaten, ved Lysaker og på St. Hanshaugen. Målingene er utført over en eller flere perioder av lengde 2-9 uker. En årsmiddelverdi må derfor estimeres ut fra de middelverdier målingene gir.

Basert på informasjoner om variasjonen av forurensningskonsentrasjonen over året for forskjellige komponenter, kan årsmiddelverdier for NO<sub>2</sub> i 1974-1975 estimeres til å ligge innenfor følgende grenser:

Rådhusgaten, Oslo	~ 150-250 µg/m <sup>3</sup>
Torggaten, Oslo	~ 120-180 µg/m <sup>3</sup>
Lysaker, Bærum	~ 120-180 µg/m <sup>3</sup>
St. Hanshaugen, Oslo	~ 20- 50 µg/m <sup>3</sup>

En sammenligning med USA's norm gir da, ut fra de estimerte verdiene, overskridelser ved de trafikkerte gatene Rådhusgaten, Torggaten og El8 (Lysaker). Spesielt i Rådhusgaten synes overskridelser å være vesentlig. Konsentrasjonen på St. Hanshaugen, en stasjon trukket tilbake fra direkte påvirkning fra trafikken, ligger godt under normen.

Overskridelse av en årsmiddel-norm har betydning både for personer som bor på stedet og i praksis oppholder seg der hele året, og for personer som har sitt arbeidssted der, fordi NO<sub>2</sub>-nivået er vesentlig høyere om dagen enn om natten. Nattnivået er lavt, og ikke vesentlig forskjellig i boligstrøk enn ved gater.

Konsentrasjonen av nitrogenoksyd, NO, kan være opptil 10 ganger høyere enn NO<sub>2</sub>-konsentrasjonen. NO er imidlertid ikke gjort gjenstand for luftkvalitetsnormer.

### 3.3 Svevestøv (sot)

Sverige og USA har normer for svevestøv (sot)-innholdet i ute-luft. Dessuten har WHO (World Health Organization) anbefalt en norm (se Vedlegg 2). Den svenske normen og WHO's anbefaling er basert på samme målemetode som benyttet under målingene som rapporteres her. USA's norm er basert på en annen målemetode, og en bør være forsiktig med å sammenligne støvverdiene som gies her med USA's norm.

Tabell 3.2 gir en oversikt over måleresultatene fra de forskjellige stasjonene. Målingene er ved hvert målested utført i en eller flere perioder av varighet 2 - 8 uker. Vinterhalvårs- og årsmiddelverdier kan derfor kun estimeres på basis av periode-målingene.

Man finner for svevestøv (sot), som for CO, stort sett høyere verdier om vinteren enn om sommeren. I tabellen er ikke denne tendensen helt klar, fordi andre kilder som oljeforbrenning og bakkestøv og disses posisjon i forhold til målestedet er av betydning.



MÅLESTED		Antall døgn	Middel verdi	Maks døgn-verdi	Overskridelse av svensk døgn-norm % av tiden
<u>Oslo</u>					
Rådhusgt	Mars-april 74	14	~ 150		
	Jan-mars 75	63	~ 105	197	38
Torggt	Juni 74	18	~ 20	37	
	Feb-mars 75	36	~ 70	145	3
Tøyengt	Mars-april 74	15	~ 115		
<u>Bærum</u>					
E18	Sept-okt 74	30	~ 80	160	10
Lysaker	Jan-febr 74	33	~ 90	150	12
<u>Holmestrand</u>					
Langgt	Aug 74	16	~ 30	57	0

Tabell 3.2: Målinger av svevestøv (sot) ved trafikkerte gater i Norge, 1974-75. Oversikt over resultater.

Svenske normer: Døgnmiddelverdi: 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Middelverdi-vinter-  
halvår: 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Overskridelser av svensk døgnorm ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) skjer ofte i sterkt trafikkerte gatetverrsnitt som f.eks. Rådhusgt.

Vinterhalvårsmidler kan estimeres, basert på utførte målinger og informasjon om den årlige variasjon i forurensningen. Den svenske halvårnorm ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) overskrides vesentlig ved sterkt trafikkerte veier som Rådhusgt, El8 og sannsynligvis også i Torggt.

### 3.4 Bly i svevestøv

I tabell 3.3 er vist en del resultater av blymålinger foretatt i Oslo og Bærum i 1973-75.

Pr 1.1.1974 ble innført nye regler for høyeste tillatte blytilskudd i bilbensin. Den nye grensen er  $0.4 \text{ g/l}$ . Tidligere lå tilskuddet i gjennomsnitt i nærheten av  $0.7 \text{ g/l}$ . Dette må en ta i betraktning ved vurdering av tallene i tabellen. En må regne med at det gikk noen måneder ut i 1974 før reduksjonen ble 100% effektiv.

Når det gjelder variasjonen av blykonsentrasjoner over års-tidene, finner man nær samme variasjon som CO viser, nemlig vesentlig høyere konsentrasjoner om vinteren, ved uendrede trafikk- og utslippsforhold. Overskridelser av vest-tyske retningslinjer (se vedlegg 2):

- Under målinger utført før våren 1974 fant man overskridelser av døgnormen ved alle målesteder og perioder.
- De høyeste døgnmiddelverdier er målt ved Lysaker og i Rådhusgt, h.h.v.  $7.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $6.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Reduksjonen av blytilsetningen i bensin har ført til en nær tilsvarende reduksjon i blykonsentrasjonen i luften. Dette har ført til at vest-tyske retningslinjer for bly nå overskrides mindre hyppig.

MÅLESTED	PERIODE	Antall døgn	Middelverdi $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maks døgnmiddelverdi $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Merknad
<u>Oslo</u>					
Galgeberg	8 - 9 des 73	2	0.9	-	Trafikkstans
	10 - 12 des 73	2	4.7	-	
Trondheimsvn (Schous bryggeri)	15 - 16 des 73	2	1.4	-	Trafikkstans
	17 - 18 des 73	2	6.7	-	
Rådhusgt.	22 mars-4 april 74	13	4.3	6.2	
	21 - 28 jan 75	7	2.0	3.0	
Tøyengt	22 mars-4 april 74	13	2.8	4.3	
Torggt	12 - 19 juni 74	7	1.25	-	
	4 - 11 mars 75	7	1.6	2.3	
<u>Bærum</u>					
Lysaker (E18)	Jan-feb 74	28	4.3	7.8	Ulike målesteder
	13 jan-8 feb 75	24	2.4	3.9	
<u>Holmestrand</u>					
Langgt	9 - 26 aug 74	18	1.6	3.3	

Tabell 3.3: Målinger av bly i luft, Oslo, Bærum og Holmestrand 1973-75. Oversikt over resultater.

Vest-tyske retningslinjer: Døgnmiddelverdi:  $3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$   
 Årsmiddelverdi:  $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

- Også med nåværende blytilsetning overskrides døgnormer for bly ved sterkt trafikkerte gater som E18 og Rådhusgt, og muligens også i Torggt, under ugunstige atmosfæriske spredningsforhold.
- De korte måleperioder gir ikke grunnlag for å estimere årsmiddelverdien med målestedene.

### 3.5 Regional luftforurensning

Beregninger basert på en spredningsmodell for luftforurensninger i Oslo-området (6) viser at man på regional skala sannsynligvis ikke vil få overskridelser av luftkvalitetsnormer på grunn av utslipp fra biltrafikk, når det gjelder forurensningskomponenter som kan ha en helseeffekt. Målingene av NO<sub>2</sub> på St.Hanshaugen bekrefter også dette. Med ordet "regional" menes byområdet som helhet, bortsett fra områdene tett ved veien, der lokal forurensning er dominerende.

Beregningene viser imidlertid at normer som er satt i forbindelse med fotokjemisk smogdannelse kan overskrides i sommerperioder. Dette gjelder spesielt USA's norm for ikke-metan hydrokarboner (160 µg/m<sup>3</sup> - maksimal 3-timers konsentrasjon i tiden 0600 - 0900). Muligheten for dannelse av oksydanter (som i fotokjemisk smog) i Oslo-området er dermed til stede. Dette kan skje under spesielle meteorologiske situasjoner som f.eks. land-sjøbris-situasjoner om sommeren. Det bør klarlegges hvorvidt den fotokjemiske aktivitet i Oslo-luften representerer et forurensningsproblem ved at det utføres målinger over en lengre sommerperiode. Muligheten for oksydantdannelse i forbindelse med utslipp fra biltrafikk i andre norske byer er hittil ikke vurdert, og bidraget fra biltrafikken må i så fall vurderes sammen med bidraget fra andre forurensningskilder.

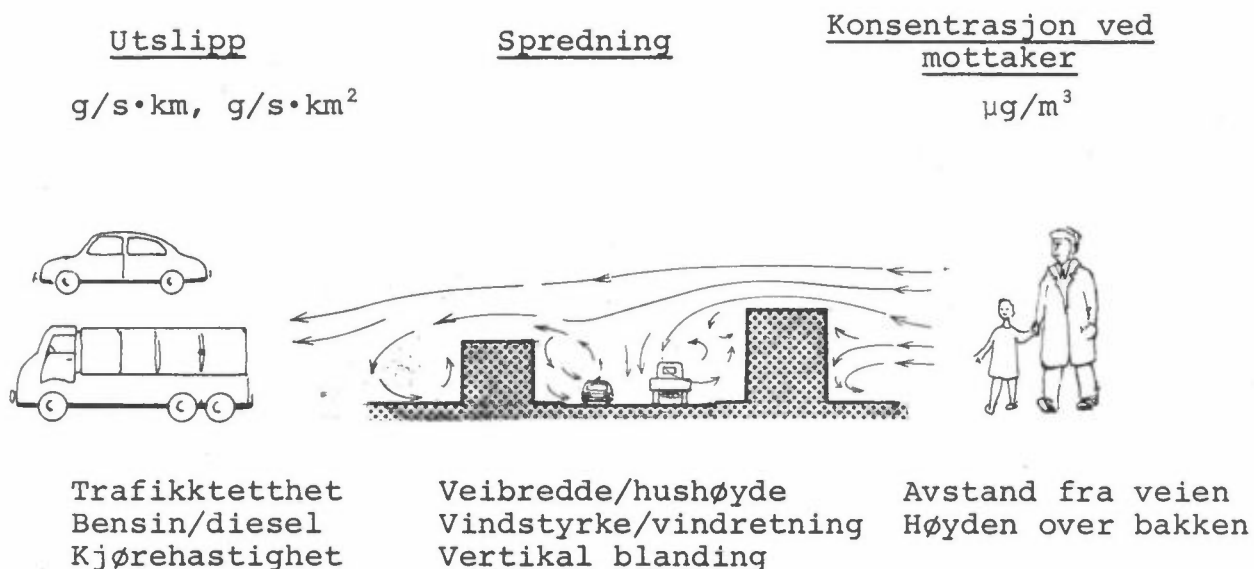
#### 4 FAKTORER SOM BESTEMMER LUFTFORURENSNINGSNIVÅET

Luftforurensningsnivået på ethvert sted er en funksjon av utslippets størrelse og den fortykning av utslippet som skjer under transport fra utslippsted til mottaker (spredning).

Kildestyrken må angis pr. tidsenhet og veilengdeenhet,  $g/km \cdot s$ , evt. arealenhet,  $g/km^2 \cdot s$ , avhengig av om en regner med en linjekilde eller en arealkilde.

Spredningen gir en fortynningsfaktor som transformerer utslippet til en konsentrasjon ( $\mu g/m^3$ ) ved mottaker.

I figuren nedenfor er angitt de viktigste faktorer som har betydning for disse prosesser:



Figur 4.1: Faktorer som bestemmer luftforurensninger ved en trafikkert vei.

Matematisk formulerte sammenhenger mellom disse faktorer gjør det mulig å beregne luftforurensningskonsentrasjonene under kjente forutsetninger. Flere beregningsmodeller for luftforurensningen langs en linjekilde med/uten bebyggelse og for arealkilder er utviklet. Disse er godt egnet til å beregne den lokale og regionale luftforurensning som utslipp fra biltrafikk medfører. Empiriske sammenhenger basert på målinger av flere av faktorene samtidig gir også grunnlag for å kunne anslå forurensningsnivået ut fra kjente forutsetninger om trafikk tetthet (utslipp), gateutforming, vindstyrke etc.

#### 4.1 Utslippets størrelse og variasjon

Utslipet av forurensninger fra biler varierer blant annet med drivstofforbruk, drivstofftype (bensin/diesel etc.), motorens driftstilstand (kald/varm, tenningsjustering) og trafikkavviklingen (lav/høy hastighet, jevn/ujevn hastighet).

Som utgangspunkt for å angi utslippenes størrelse, gjengis her tall som er gitt i regjeringens Langtidsprogram 1974 - 1977 (7). Tallene er anslåtte gjennomsnittstall for utslipp ved by og landeveiskjøring, og er basert på undersøkelser av utslipp fra biler i USA og Sverige. Tabell 4.1 viser disse utslippstall i kg pr. 1000 liter drivstoff for bensin og dieselolje.

Tabellen viser at samlet utslipp er vesentlig mindre fra dieserbiler enn fra bensinbiler ved samme drivstofforbruk. Dette skyldes først og fremst det relativt beskjedne utslippet av CO fra diesel. Hoveddelen av dieserbiler er lastebiler, trailere og busser. Disse bruker vesentlig mer drivstoff enn bensindrevne personbiler. Typisk drivstofforbruk er ca. 1 l/mil for bensindrevne personbiler og 3 - 4 l/mil for tyngre dieselkjøretøyer.

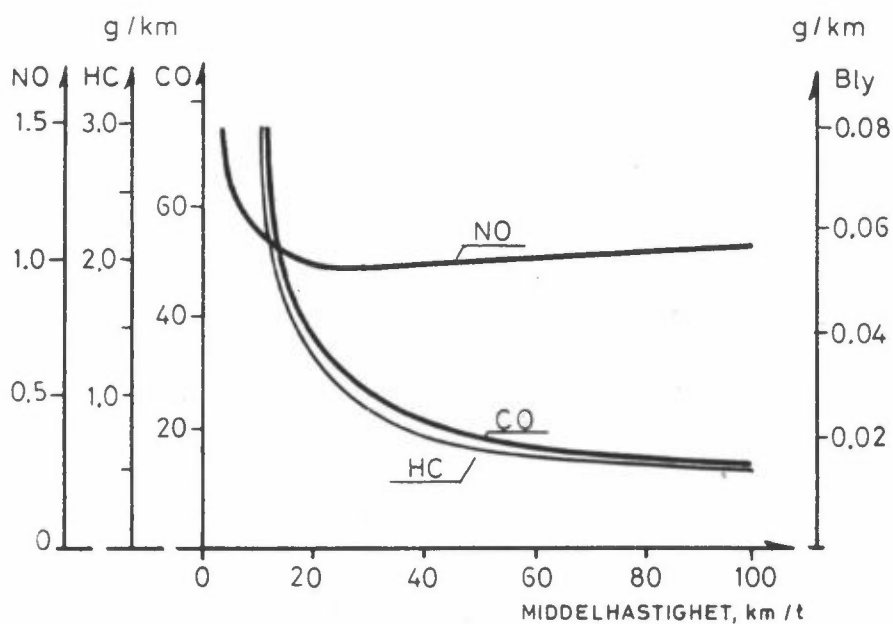
	Utslipp kg pr. 1000 liter drivstoff	
	Bensin	Diesel
Karbonmonoksyd (kulløs), CO	250	20
Hydrokarboner (samlet), HC	40	39
Nitrogenoksyd, NO	11	23
Blyforbindelser	0.3 <sup>1)</sup>	0
Svoveldioksyd, SO <sub>2</sub>	0.7	8
Faste partikler	1.5 <sup>2)</sup>	8
Aldehyder og organiske syrer	1.0	4.9

1) Basert på lov om redusert blytilsetning i bensin pr. 1.1.1974.

2) Kilde: (8).

Tabell 4.1: Gjennomsnittstall for utslipp av luftforurensninger fra biler, fra (7).

Utslipet ved bykjøring kan være adskillig større enn tabellen viser. Typisk bykjøring karakteriseres av kjøring med ujevn hastighet, stopp, akselerasjoner og motorbremsing. Den innflytelsen kjøreforholdene har på luftkvaliteten ved veien kan sees direkte ved å uttrykke utslippet pr. bil i g/km veilengde, og se på utslippet som funksjon av kjøretøyets middelhastighet. Dette er vist i figur 4.2 for et bensindrevet kjøretøy (9).

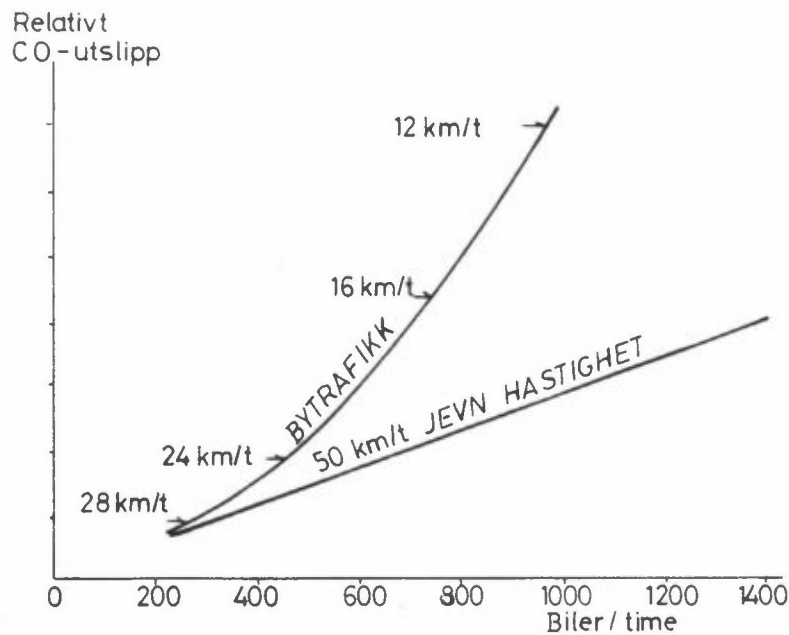


Figur 4.2: Utslippet fra bensinbiler i g/km som funksjon av bilens middel- hastighet. Fra (9).

En ser at utslippet i g/km av alle de 4 komponenter øker sterkt når middelhastigheten synker. Utslippet av NO er dog relativt konstant, og øker først ved hastigheter lavere enn ca. 20 km/t.

For å illustrere hvordan dette påvirker sammenhengen mellom totalt utslipp pr. km veilengde og trafikk tettheten, vises i figur 4.3 hvordan CO-utslippet varierer med trafikk tetthet og kjøretilstand (10). Implisitt i figuren er sammenhengen mellom trafikk tetthet og midlere kjørehastighet i en bygate. Ved 1000 biler pr. time er CO-utslippet pr. km i en bygate ca. 2.7 ganger høyere enn ved en vei med jevn hastighet på 50 km/t.

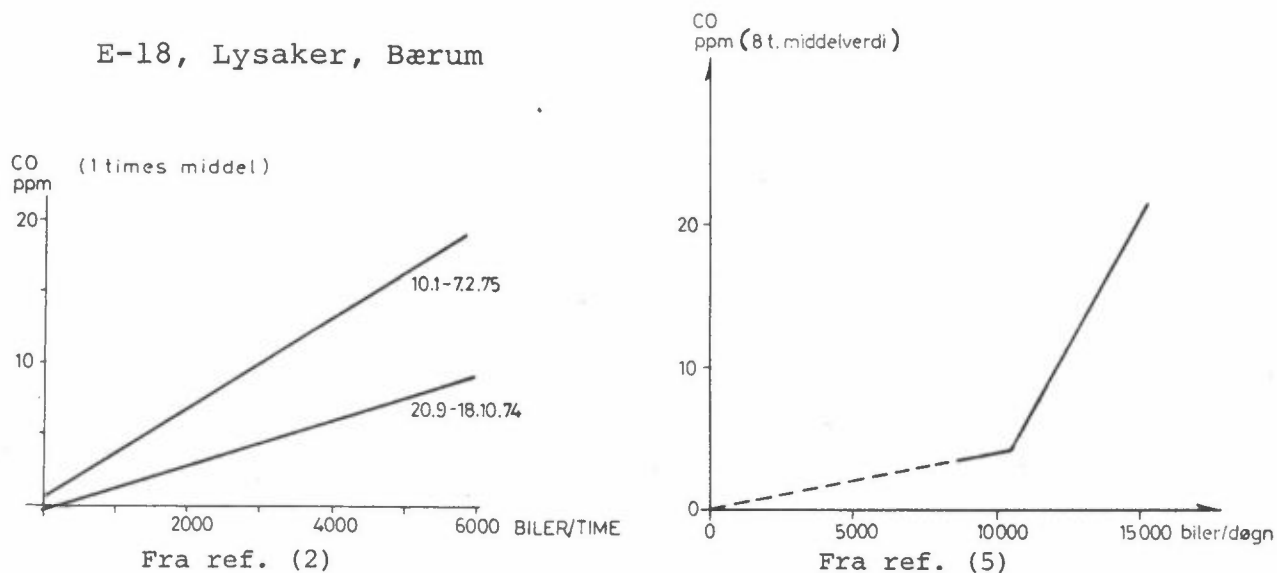




Figur 4.3: Sammenhengen mellom utslipp og CO ved ulike trafikkforhold. Fra (10).

Målinger er utført som viser hvilken innflytelse trafikk-tetthet og kjøreforhold har på luftkvaliteten. Figur 4.4 viser at ved Drammensveien på Lysaker øker CO-konsentrasjonen (1 times middelerverdi) proporsjonalt med trafikk-tettheten, også ved de høyeste trafikk-tettheter. I Langgaten i Holmestrand øker CO-konsentrasjonen (største 8 timers middelerverdi pr. døgn) vesentlig mer ved trafikk større enn ca. 10.000 biler pr. døgn enn under denne grensen. Målingene i Holmestrand ble utført ved et trafikkregulert kryss, og ved trafikk større enn ca. 10.000 biler/døgn er det en svært langsom bilkø i Langgaten i en stor del av 8 timers perioden. Dette fører til vesentlig økning i CO-utslippet, som vist i figur 4.2. Ved Lysaker glir derimot trafikken relativt jevnt selv i rush-periodene.

Langgaten, Holmestrand



Figur 4.4: Eksempler på CO-konsentrasjonen ved veikant som funksjon av trafikk-tettheten.

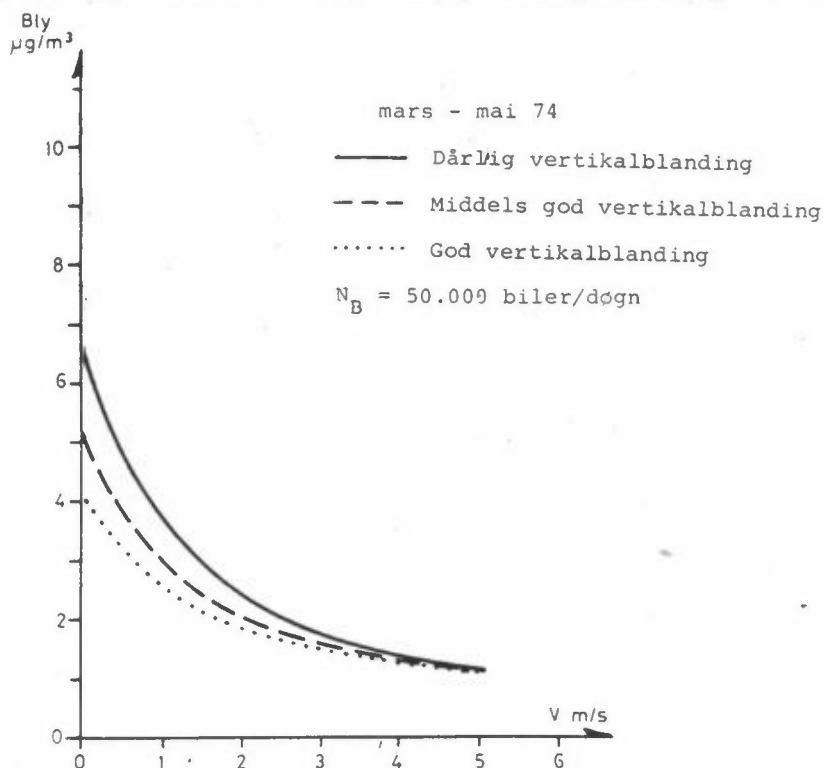
#### 4.2 Meteorologiske forhold

De meteorologiske forhold bestemmer i stor grad spredningen av forurensningene, og derved forurensningsnivået.

Vindretning. Ved en åpen vei/gate vil vindretningen bestemme hvilke områder ved veien som blir eksponert til forurensningen. I et lukket gaterom hvor forurensningene hindres i å spres til siden av husveggene, kan vindretningen over tak ha innflytelse på utluftingen av gatetverrsnittet. Slik gatebildet i en by ofte er med gater som krysser hverandre og hus av varierende høyde og dybde, vil en dog oftest ha mer eller mindre turbulente vindbevegelser i gatetverrsnittet som gir en utluftingsgrad som kan være relativt uavhengig av vindretningen.

Blandingsgrad. Forurensningen blandes med luft først og fremst gjennom luftens turbulente bevegelser. Disse bestemmes av vindstyrke, topografi (overflateruhet) og vertikal temperaturgradient. Blandingen skjer både i horisontal og vertikal retning.

Blandingsgradens innflytelse på luftkvaliteten ved en åpen gate illustreres i figur 4.5, der døgnverdier av blykonsentrasjonen ved E-18 ved Lysaker er fremstilt som funksjon av vindstyrke og vertikal blanding (temperaturgradient).



Figur 4.5: Blykonsentrasjonens variasjon med vindstyrke og vertikalblandingsforhold, E-18, Lysaker, Bærum, 1974. Døgnmiddelverdier,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Forurensningsnivået synker sterkt med midlere vindstyrke, mens vertikalblandingen også har en viss innflytelse. Betydningen av vertikalblandingen øker med avstanden fra veibanen og dersom horisontalutluftingen er skjermet av hus ved veibanen.

En enkel måte å se den totale innflytelse av de meteorologiske forhold på luftkvaliteten, er å sammenlikne målinger fra vinterperioden med målinger fra andre perioder i samme gate. Tabell 4.2 viser slike sammenlikninger, der CO er brukt som eksempel.

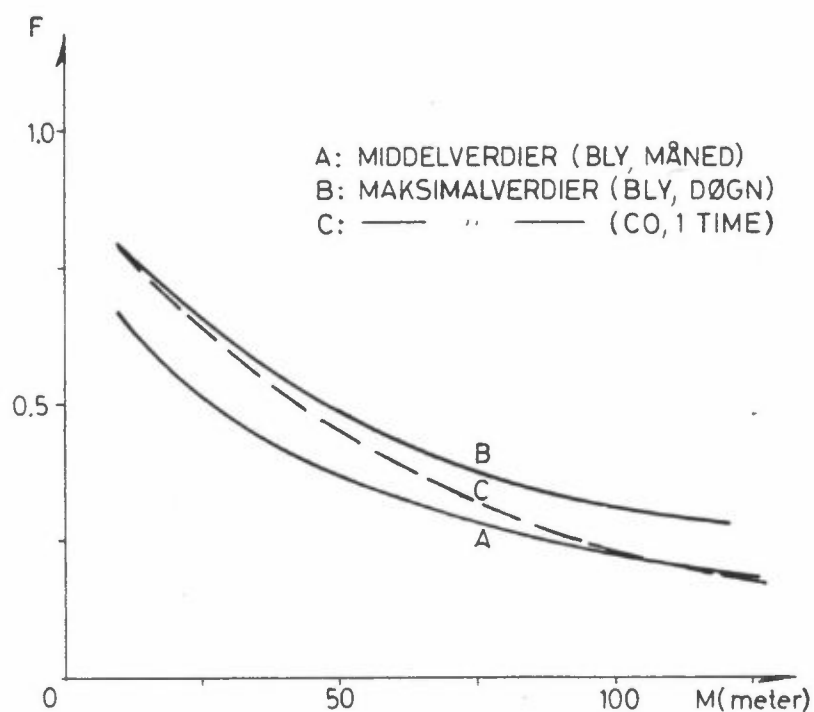
CO, ppm	<u>Åpent gaterom</u> <u>Lysaker, ÅDT ≈ 50.000</u>		<u>Lukket gaterom</u> <u>Rådhusgt, ÅDT ≈ 22.000</u>	
	Vinter	Annen periode	Vinter	Annen periode
Middel	6.7	3.0		
Høyeste 1 times middel	31	16.5	54	28
Høyeste 8 timers middel	22	9	34	15

Tabell 4.2: Eksempel på trafikale luftforurensningers variasjon med årstiden.

En ser at forholdet mellom nivået om vinteren og i andre perioder typisk ligger i overkant av 2.0. Dette går igjen ved andre målesteder og for andre komponenter. De høyere vinterkonsentrasjoner skyldes både dårligere spredningsforhold og større utslipp fra hver bil. Lave temperaturer og bruk av vinterutstyr på biler fører til økt bensinforbruk og noe dårligere forbrenning av drivstoffet og dermed til større utslipp.

#### 4.3 Avstand fra og høyde over veibanen

Ved åpne veier vil forurensningen spres til områdene langs veien, og nivået vil avta med avstanden fra veibanen. Figur 4.6 viser et eksempel på hvordan blykonsentrasjonen avtar med avstand fra veibanen. Målingene er utført ved E-18 på strekningen Lysaker - Høvik i Bærum. Kurven er ikke trukket for avstander mindre enn 10 meter fra midten av nærmeste veibane. Stiplet inn på figuren er resultater fra tilsvarende målinger i Stockholm, basert på 1 times verdier av CO-konsentrasjonen. Blymålingene viser at middelerdier over lange perioder (1 måned) avtar noe raskere med avstanden fra veien enn middelerdier over korte perioder (døgn).



Figur 4.6: Blykonsentrasjonens variasjon med avstand fra Drammensveien, E-18, Bærum.

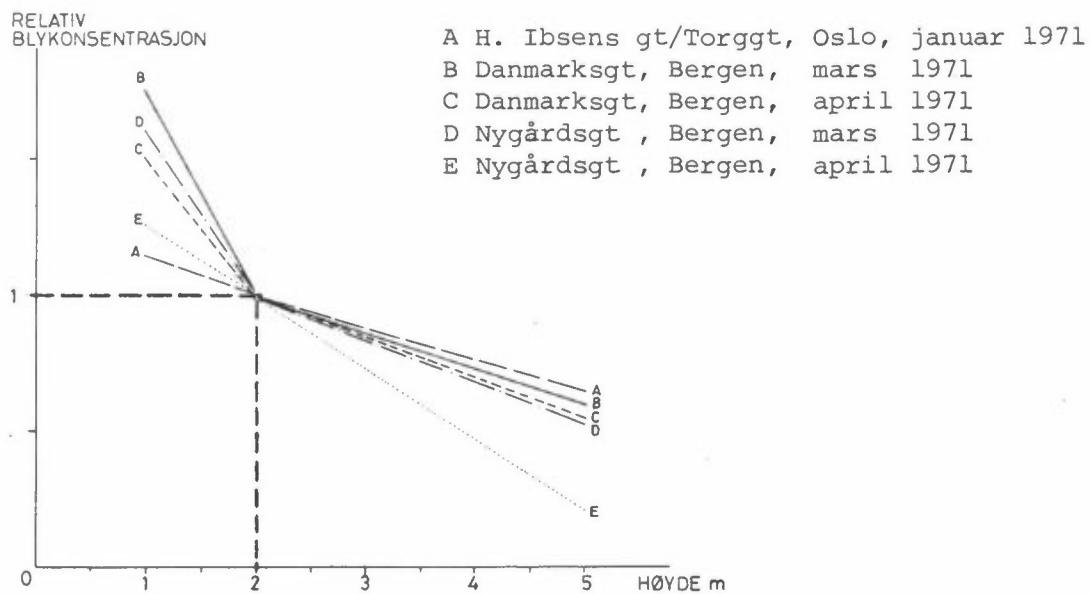
Stiplet kurve, fra (11).

Figuren antyder at ved åpne gaterom er luftforurensningen 50 meter fra midten av veibanen omtrent halvparten av hva den er ved veikanten.

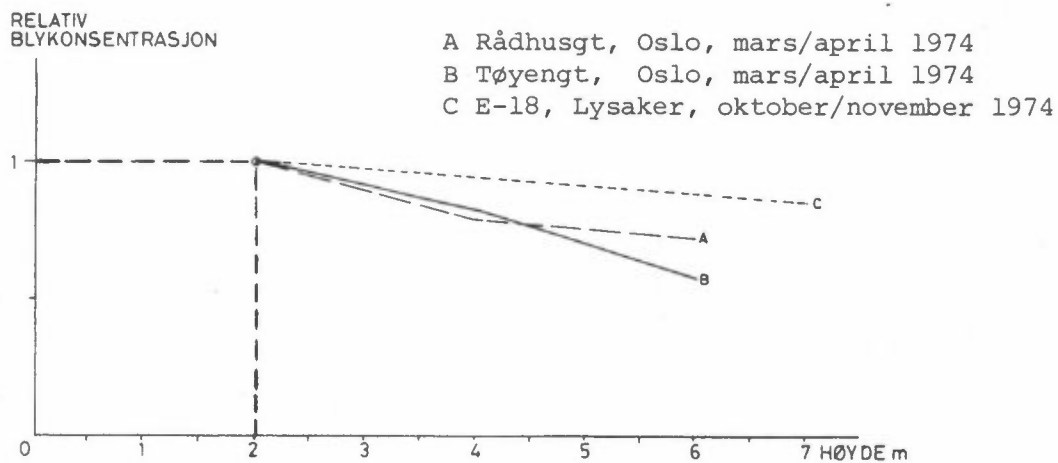
I lukkede gaterom vil forurensningene bli begrenset i rommet av husvegger, og det har liten mening å snakke om reduksjon med avstanden fra veien. I et typisk byområde hvor avstanden mellom parallelle gater er av størrelsesorden 100 meter, vil forurensningen i en gate være bestemt av trafikken i den gaten. Tilskuddet fra gater ved siden av vil generelt være lite i forhold, med mindre det er svært stor forskjell i trafikk tettheten i de to gater.

Spredningen i høyden vil være avhengig av turbulensen i luftbevegelsene, som igjen er avhengig av blant annet gatetverrsnittets utforming. Resultater fra NILUs målinger av bly i forskjellige høyder er vist i figurene 4.7 og 4.8. Figur 4.7 representerer middelerverdier basert på kortvarige målinger (10 minutter) i løpet av rush-tidene ved forskjellige gatekryss i Oslo og Bergen i 1971. Figur 4.8 representerer døgnmiddelerverdier målt i Rådhusgaten og Torggaten i Oslo og ved E-18 ved Lysaker i Bærum i 1974. I begge figurene er konsentrasjonen 2 meter over bakken satt lik 1.0. Linjene representerer middelerverdier av et antall målinger.

Figur 4.7 viser at konsentrasjonen kan øke sterkt fra 2 meter til 1 meter høyde. Dette tyder på at barn blir utsatt for større konsentrasjoner enn voksne. Begge figurene viser at konsentrasjonen avtar ved høyder over 2 meter. Målingene i 1971 (basert på 10 minutters målinger) gir en reduksjon til ca. 0.6 ved 5 meters høyde, mens målingene fra 1974 (døgnverdier) gir en reduksjon til ca. 0.7 - 0.8 ved 5 meter.



Figur 4.7: Blykonsentrasjon (10-minutters verdier) som funksjon av høyden over gaten, målesteder i Oslo og Bergen, 1971. Fra ref (4).



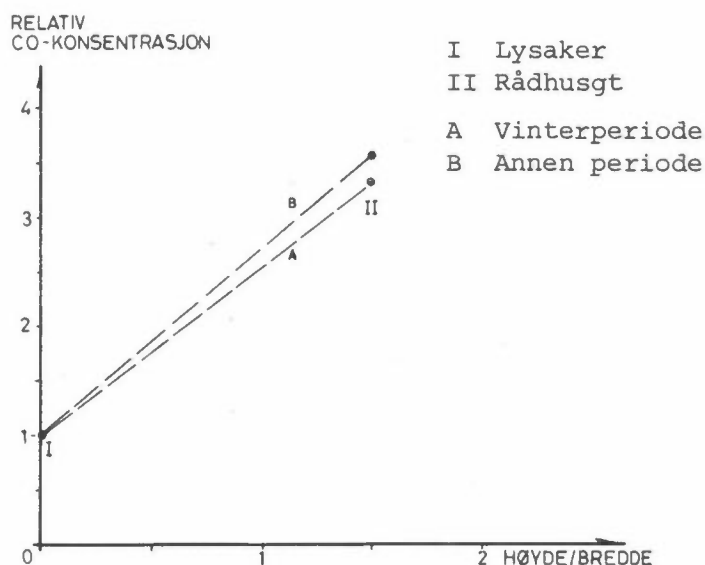
Figur 4.8: Blykonsentrasjon (døgnverdier) som funksjon av høyden over gaten, målesteder i Oslo og Bærum, 1974.

A og B: Lukkede gaterom.  
C : Åpent gaterom.

#### 4.4 Gatetverrsnitt

Gatetverrsnittets utforming, eksempelvis representert ved forholdet mellom hushøyde og gatebredde, har sterk innvirkning på konsentrasjonene i gaten. Husene skjermer delvis for den naturlige utlufting som luftbevegelsene gir ved en åpen gate.

En sammenlikning av resultater fra E-18 ved Lysaker og i Rådhusgaten i Oslo vil anskueliggjøre gatetverrsnittets innflytelse. Figur 4.9 viser relativ CO-konsentrasjon (gjennomsnitt av de 2 høyeste målte 1-times middelverdier) som funksjon av høyde/bredde-forholdet. Konsentrasjonen ved Lysaker er satt lik 1.0, og høyde/bredde-forholdet er her satt lik 0. Det er korrigert for forskjellen i trafikkmengde ved hjelp av årsdøgntrafikk tallene. Figuren viser at i det lukkede gaterommet i Rådhusgaten er konsentrasjonene 3 - 4 ganger høyere enn de en ville få ved Lysaker ved samme trafikkmengde. En har antatt at gjennomsnittlig utslipp av CO pr. bil er det samme ved de to målestedenes.



Figur 4.9: Relativ CO-konsentrasjon som funksjon av forholdet mellom hushøyde og gatebredde.



Punktene for de to målestedene er på figuren forbundet med en rett linje. Den mest korrekte sammenhengen kan avvike fra dette, idet det er flere faktorer ved gatetverrsnittet og trafikkforholdene som kan ha betydning. Dette vil bli vurdert ut fra et større datamateriale. Figuren illustrerer imidlertid den tydelige innflytelse som skjermingen av utluftingen i gaten ved tette husrekker medfører.

## 5 TRAFIKKREGULERING - LUFTFORURENSNING

I kapittel 4 er det lagt fram resultater som viser hvordan trafikkavviklingen og gatetverrsnittet virker inn på luftkvaliteten. De virkemidler en vil bruke i trafikkregulering og trafikkplanlegging for å redusere luftforurensningen må ta hensyn til begge de to nevnte faktorer.

Forskjellige virkemidler i trafikkregulering vil nedenfor bli kort vurdert ut fra et luftforurensningssynspunkt.

### Reduksjon av trafikkmengden

Reduksjon av trafikkmengden både regionalt og i en gate vil i sterkt trafikkerte områder gi en større bedring av luftkvaliteten enn trafikkreduksjonen direkte skulle tilsi. Grunnen er at utslippet avtar mer enn proporsjonalt med trafikk tettheten fordi trafikkavviklingen bedres.

### Trafikkregulering i gater - trafikklys

Lysregulering som vanligvis monteres for å bedre trafiksikkerheten, kan bedre eller forverre luftkvaliteten på stedet, alt etter hvordan trafikkavviklingen påvirkes av reguleringen. Ved flere etterfølgende lys i en gate vil en koordinering av lysene bedre luftkvaliteten vesentlig, dersom gaten er sterkt trafikkert. Trafikkens gjennomsnittshastighet har stor betydning.

Figur 4.2 og 4.3 viser den store forbedring en kan oppnå ved å øke gjennomsnittshastigheten, for eksempel ved regulering i bølger. Inngangssonen til den regulerte strekningen, der en vil få en kø av biler som venter, bør hvis mulig, være i et åpent område.

#### Konsentrasjon av trafikk i hovedårer

Trafikkregulering som omfatter konsentrasjon av trafikk i hovedårer kan gi, totalt sett, en bedring av luftkvaliteten i området som omfattes av reguleringen. Dette forutsetter at hovedåren er dimensjonert til å kunne avvikle trafikken uten for store kødannelser.

Luftkvaliteten i gatene trafikken flyttes fra, bedres naturligvis. Luftkvaliteten i området sett som helhet er avhengig av samlet utslipp fra biler i området, og kan forringes eller forbedres, alt etter hvor god trafikkavviklingen er i hovedåren.

Luftkvaliteten ved hovedåren vil forverres på grunn av økningen i trafikk tettheten. Dersom hovedåren ligger i åpent område, hvor boliger er trukket tilbake fra veien, skal det en meget stor trafikk tetthet til for at luftkvalitetsnormer skal overskrides ved boligene. Dersom hovedåren går gjennom trange gatetverrsnitt, som for eksempel Rådhusgaten i Oslo, vil overskridelser av normer skje allerede ved årstdøgntrafikk omkring 10.000 biler/døgn, og muligens også ved noe lavere ÅDT enn dette.

Ved konsentrasjon av trafikk i hovedårer i trange gatetverrsnitt kan en da få den situasjon at en før reguleringen hadde spredt trafikk med moderate konsentrasjoner av luftforurensninger i hele området, mens en etter reguleringen får svært lave konsentrasjoner i det meste av området, mens en langs hovedåren kan få vesentlige overskridelser av luftkvalitetsnormer. Dette kan være uheldig, idet de som arbeider og bor langs hovedåren kan bli utsatt for en uakseptabel påvirkning.

6 REFERANSER

- (1) Grønskei, K.E.,  
Joranger, E.,  
Gram, F.                      Assessment of Air Quality in  
Oslo, Norway.  
NATO/CCMS Air Pollution Document  
"Guidelines to Assessment of Air  
Quality (Revised)", Appendix D,  
NILU, Oslo Februar 1973.
- (2) Larssen, S.                      Luftforurensninger ved  
Drammensveien (E18) i Bærum  
kommune.  
Foreløpig NILU-rapport,  
november 1975.
- (3) Grønskei, K.E.                      Sammenhengen mellom CO-konsen-  
trasjonen og trafikkforholdene  
i Drammen-området.  
NILU Oppdragsrapport nr 49/73,  
februar 1973.
- (4) Thrane, K.E.                      Målinger av bly og karbon-  
monoksyd i luften i trafikkerte  
gater.  
NILU Oppdragsrapport nr 38/72,  
mai 1972.
- (5) Larssen, S.                      Luftforurensninger fra bil-  
trafikk i Langgaten i Holme-  
strand.  
NILU Oppdragsrapport nr 11/75,  
juni 1975.
- (6) Grønskei, K.E.                      Trafikale forurensninger i Oslo-  
området. (Beregninger og vurderinger  
av middelkonsentrasjonen i hver km<sup>2</sup>  
under forureningsperioder).  
NILU Teknisk notat 4/75, mars 1975.
- (7)                                      Langtidsprogrammet 1974 - 1977.  
Spesialanalyse 1: Forurensninger.  
Finansdepartementet, Norge,  
Særskilt vedlegg 1 til st.meld.  
nr. 71 for 1973 - 1974.
- (8)                                      Luftföroreningar genom bil-  
avgaser. Kommunikations-  
departementets Ledningsgrupp  
rörande utvecklingsarbete på  
bilavgasområdet.  
Kommunikationsdepartementet,  
Stockholm 1971.

- (9) May, H. et al. Neuere Untersuchungen über die Emission von Kraftfahrzeugen im Ballingsgebiet Köln, Staub - Reinhaltung der Luft, februar 1972.
- (10) Frøysadal, E. Forurensning fra biltrafikk. Et litteraturstudium. TØI-rapport av 5.12.1973, 2475 Forurensninger.
- (11) Walde, N. et al. Bilavgasgruppens undersøkingar av gatuluft. Del II. AB Atomenergi, TPM-Bil-60-II, oktober 1970, Sverige.

VEDLEGG 1

Trafikale luftforurensninger:  
Hovedkomponenter og virkninger.



### Karbonmonoksyd (kulløs), CO (1)

CO er en giftig gass. Giftvirkningen skyldes først og fremst at CO forbinder seg lettere til hemoglobinet i blodet enn oksygen gjør. Dersom luften som innåndes inneholder CO, vil dette føre til nedsatt oksygentransport i blodet fra lungene og ut i kroppen. Høye konsentrasjoner (anslagsvis over 200 ppm (parts per million i volum) kan av denne grunn medføre bevisstløshet og alvorligere symptomer.

Konsentrasjoner i nærheten av trafikerte veier vil sjelden overstige 100 ppm (korte topper). 1 times og 8 timers gjennomsnittsverdier vil være lavere og sjelden overstige henholdsvis ca. 60 - 70 ppm og 20 - 30 ppm.

Et opphold på 8 timer i gateluft med 30 ppm CO for et "normalt" individ vil medføre at ca. 5 prosent av hemoglobinet i blodet er bundet til CO. Slike konsentrasjoner kan virke nedsettende på synsskarpheten og reaksjonshastigheten, og kan derved redusere trafiksikkerheten. På personer med normalt god helsetilstand vil det ikke være snakk om akutte virkninger av CO i de konsentrasjoner som opptrer ved veier. Av kroniske virkninger synes det som et innhold av CO i blodet på mer enn 5 prosent øker risikoen for utvikling av hjerte-kar-sykdommer (1, 2). Røkere har et høyere CO-innhold i blodet enn ikke-røkere. Røkere har større sjanse til å få hjerte-kar-sykdommer enn ikke-røkere.

### Nitrogenoksyder, NO, NO<sub>2</sub> (3)

Flere forskjellige nitrogenoksyder er kjente, men nitrogenmonoksyd (NO) og nitrogendioksyd (NO<sub>2</sub>) har størst interesse i forbindelse med luftforurensning fra biler. Det slippes ut

nesten bare NO, men denne reagerer med luften og danner NO<sub>2</sub>. Denne overgangen kan skje betraktelig raskere ved innvirkning av sollys og når reaktive hydrokarboner er tilstede.

I et byområde er utslipp fra biltrafikk og utslipp fra boligoppvarming (olje) og industri de viktigste nitrogenoksydkildene. På grunn av at bilutslippet skjer i bakkehøyde, er det allikevel dette utslippet som det meste av tiden vil bestemme konsentrasjonen ved trafikerte veier/gater.

Når det gjelder biologiske effekter er NO<sub>2</sub> av størst interesse. Hos planter er det påvist at veksten nedsettes ved konsentrasjoner på 0.3 - 0.5 ppm ved 10 - 22 dagers eksponeringstid. Effekten på bronkiene og lungevev synes å være den viktigste av virkningene på mennesker. Høye konsentrasjoner fører til lungeødem. Epidemiologiske undersøkelser i USA tyder på en sammenheng mellom innholdet av NO<sub>2</sub> i luften og forekomsten av lungesykdommer hos befolkningen. NO<sub>2</sub> er et stoff med kumulativ giftvirkning, slik at skader kan oppstå ved lang eksponering til relativt lave konsentrasjoner.

#### Hydrokarboner (HC)

Det finnes et stort antall forskjellige hydrokarboner i bensin. I utslippet kan de forekomme dels som gasser, dels som aerosoler (partikler). Ved forbrenning med luftunderskudd (tomgang, sterk akselerasjon og retardasjon) kan store mengder uforbrente hydrokarboner finnes i utslippet. Noen av disse stoffene forårsaker hodepine og tretthet. Eksoslukt skriver seg i første rekke fra en del hydrokarbonforbindelser (aldehyder og organiske syrer). Det er ikke påvist noen sammenheng mellom disse luktstoffer og sykdomsforekomster. Eksoslukt kan imidlertid virke som en utløsende faktor for astmaanfall hos astmapasienter (2).



Enkelte hydrokarboner (polysykliske) er påvist å være kreftfrembringende, for eksempel bensopyren. Disse stoffer forekommer som aerosoler i bilutslipp. Andre kilder som boligoppvarming (olje) er også viktige i denne forbindelse. For disse hydrokarboner er det ikke mulig å angi en nedre grense for mulig effekt. En vet ikke hvor store konsentrasjoner en har i norske byer av disse stoffene.

En del av hydrokarbonene er reaktive i den forstand at de kan reagere med andre stoffer i atmosfæren og produsere stoffer med skadelig virkning. Se nedenfor under fotokjemisk smog.

### Sot\_og\_støv

Under drivstofforbrenningen vil det dannes sot. Denne opptrer først som ytterst fine partikler. Disse kan agglomerere til større partikler og blir synlig røyk. Den samlede mengden utgjør omtrent 1/1000 av bensinens vekt og 3 - 4/1000 av dieseloljens vekt.

Bilene forårsaker dessuten en betydelig partikulær forurensning ved oppvirvling av veistøv og ved sin slitasje på veibanen (særlig med piggekk om vinteren) og bildekkene. En stor del av dette støvet består av relativt store partikler som vil falle ned nær veibanen. Det vil på grunn av dette foregå en generell nedsmussing av de nærmeste omgivelsene omkring veibanen.

Støvet i forbindelse med trafikken gir også opphav til den største delen av respirabelt svevestøv (partikler så små at de følger luften ned i lungene) nær gater/veier. Dette svevestøvet inneholder en mengde komponenter som skraver seg fra utslippet (sot, tjærestoffer) fra veidekke (asfaltstøv), bremsebånd (asbest), dekk etc. For eksempel er tjærestoffer og asbest helseskadelige stoffer. Det er til nå ikke foretatt analyser på asbest i nærheten av norske veier. Svevestøvet nær veier kan dessuten gi sjenanse på grunn av nedsmussing og irritasjon av slimhinner (øye, svelg).

### Bly (4, 5)

Bly er et giftig metall som kan akkumuleres i blod og benstruktur. De første symptomer kan være nervøsitet, irritabilitet, søvnløshet. For stor tilførsel av bly til organismen fører til anemi og kroniske nerveskader.

Organismen tilføres bly gjennom mat og drikke. Denne tilførselen varierer med dietten og vannets blyinnhold, og gir et visst blyinnhold i blodet hos befolkningen. Dette kan ligge på 0.15 - 0.45 µg/ml.

Tilførselen av bly til organismen via luftveien skyldes først og fremst utslipp av bly fra biler som bruker blyblandet bensin.

Blyutslipp fra biler består vesentlig av små partikler som inneholder uorganiske blyforbindelser. Også en del organiske forbindelser finnes. Disse har størst betydning, når det gjelder helsevirkninger. De fleste av disse partiklene har en diameter på mindre enn 1 µm ( $10^{-6}$  m). Ved innånding vil en del av disse partiklene forbli i lungene og bli oppløst i blodet.

Undersøkelser i USA (5) viser at et innhold av bly i luften på mer enn 3 µg/m<sup>3</sup> fører ved lengre tids eksponering til vesentlig økt blyinnhold i blodet hos normale individer. En kunne ved denne konsentrasjonen ikke detektere skadelige virkninger på individene som deltok i undersøkelsen.

Usikkerheten om ved hvilken blykonsentrasjon i blodet skadevirkninger kan opptre er stor. For barns vedkommende kan denne ligge så lavt som ved 0.5 µg/ml. Den omtalte undersøkelsen viste at blyinnholdet i blodet hos voksne individer nærmer seg denne grensen ved 3 måneders eksponering til ca. 10 µg/m<sup>3</sup> uorganisk bly i luft. Disse konsentrasjoner er høye

i forhold til de en finner i luften ved veier i Norge. Imidlertid har den organiske delen av blyutslippet fra biler muligens større virkning til å øke blyinnholdet i blodet enn den nevnte undersøkelsen med uorganisk bly viste.

I Norge er det innført restriksjoner på blyinnholdet i bilbensin. Det selges nå (etter 1.1.1974) ikke bensin med blyinnhold større enn 0.4 g/l. Tidligere kunne blyinnholdet i bensinen variere med verdier opp til 0.8 g/l.

Blyutslippet fra biler vil gi en tilførsel til naturen av blyholdige forbindelser, spesielt i nærheten av gater og veier. Dette kan føre til et opptak av bly i næringsmidler som kan ha helsemessig betydning.

#### Fotokjemisk smog

Fotokjemisk smog kan dannes ved kjemiske reaksjoner mellom komponenter (nitrogenoksyder, hydrokarboner) i forurenset luft under påvirkning av sollys. I områder med sterk trafikk vil en under visse meteorologiske forhold ha muligheter for dannelsen av fotokjemisk smog. Reaksjonsproduktene i fotokjemisk smog (oksydanter) virker irriterende på slimhinner (f.eks. øye) og har også skadelig virkning på vegetasjon. Dannelsen av fotokjemisk smog skjer over et typisk tidsrom av fra en halv til noen timer, dersom konsentrasjonen av primærkomponenter er av passende størrelse.

Muligheten for dannelse av fotokjemisk smog i et byområde som for eksempel Oslo er tilstede. På grunn av den tid det tar før reaksjonsproduktene dannes vil ikke smog-problemet være lokalisert til nærheten av veien, slik det er for de andre forurensningskomponentene, men vil opptre i de områder hvortil forurensningen blir transportert.

### Svovelforbindelser

Disse regnes ikke i første rekke å skyldes utslipp fra biler. Imidlertid vil det relativt beskjedne innholdet av svovel i bensin og diesel føre til en økning av konsentrasjonen av svovelforbindelser i luften nær veier. En har tidligere regnet svoveldioksyd ( $\text{SO}_2$ ) for å være den i helsemessig henseende viktigste svovelforbindelse i luftforurensning. I den senere tid har en imidlertid lagt mer vekt på andre svovelforbindelser som sulfat og syre. Nyere undersøkelser i USA (6) tyder på at uheldige helsevirkninger har en bedre sammenheng med sulfatkonsentrasjonen enn med  $\text{SO}_2$ -konsentrasjonen.

Uheldige helsevirkninger kan omfatte kronisk bronkitt, akutte luftveissykdommer, samt forverring av andre symptomer som for eksempel astmaanfall.

Referanser

- (1) Air Quality Criteria for Carbon Monoxide.  
USA Environmental Protection Agency. Publ. No. AP-62, Washington D.C., Mars 1970.
- (2) Nordisk Seminar: Forurensninger og de hjerte- og lungesyke. Nordisk Medisin, Vol. 89, Desember 1974.
- (3) Air Quality Criteria for Nitrogen Oxides.  
USA Environmental Protection Agency, Publ. No. AP-84.
- (4) EPAs position on Health Implications of Airborne Lead.  
USA Environmental Protection Agency, Washington D.C., 28. november 1973.
- (5) Griffin, T.B. et al. Clinical studies on men continuously exposed to airborne particulate lead.  
Institute of Comparative and Human Toxicology.  
Albany Medical College, Albany, New York, USA.
- (6) Health Consequences of Sulfur Oxides: A report from CHES, 1970 - 1971.  
USA Environmental Protection Agency, Publ. No. EPA-650/1-74-004, Mai 1974.



VEDLEGG 2

Normer og retningslinjer  
for luftkvalitet.





En vurdering av luftforurensningsproblemet i forbindelse med biltrafikk må gjøres på grunnlag av en vurdering av de helsemessige konsekvenser den kan ha for befolkningen som utsettes for den. Som grunnlag for en slik vurdering kan en benytte grenseverdier (normer) basert på studier av de enkelte komponenters virkninger på helsen.

I Norge har man ikke fastsatt normer for å beskrive den luftkvalitet en ønsker å oppnå eller opprettholde.

Flere land har fastsatt slike normer og retningslinjer når det gjelder en del av de forurensende stoffer fra biltrafikk. USA (1), Vest-Tyskland (2, 3) og Japan (4) er blant disse. I tabell 1 er disse lands normer for stoffene karbonmonoksyd (CO), nitrogendioksyd (NO<sub>2</sub>), svevestøv og bly gjengitt. Anbefalinger fra Verdens Helseorganisasjon (WHO) er også inkludert (5). Normene er satt på grunnlag av studier som viser at disse stoffene i større konsentrasjoner kan ha en negativ virkning på menneskers helsetilstand. Her skal bakgrunnen for normene beskrives kort.

## CO

Av tabellen fremgår at det er en relativt stor forskjell på normene for CO i de tre nevnte land. Den amerikanske normen er basert på studier av CO-innholdet i blodet hos mennesker utsatt for forskjellige konsentrasjoner av CO i luften (6). Normen er satt slik at en hos "normale" individer skal unngå de første symptomer av påvirkning fra CO som kan detekteres, ved ca. 2.5% CO i blodet. De vest-tyske normene er gitt som grenseverdier for korttids- og langtidseksponering. Disse begrepene er ikke definert, men normene er i tabellen satt opp under 1 times og 8 timers normer.

## NO<sub>2</sub>

Den amerikanske norm for årsgjennomsnitt av NO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i luft er basert på resultater av epidemiologiske undersøkelser av NO<sub>2</sub>-innholdets virkning på befolkningens helsetilstand. Bakgrunnen er dokumentert i (7).

Den japanske 24-timers norm som synes å være fastsatt for å unngå dannelsen av fotokjemisk smog i byområder, er vesentlig lavere enn den amerikanske. Smog-dannelse kan skje ved lavere nitrogenoksydkonsentrasjoner enn grensen for helsemessige virkninger.

## Svevestøv

Den amerikanske normen for svevestøv er basert på epidemiologiske undersøkelser, samt andre uheldige virkninger av høy svevestøvkonsentrasjon (reduert siktbarhet, korrosjon etc.) (8). Virkningen av svevestøv er en funksjon av den kjemiske sammensetningen. I byatmosfærer vil høye konsentrasjoner av svevestøv ofte opptre samtidig med høye konsentrasjoner av andre komponenter som for eksempel SO<sub>2</sub>. Det er derfor vanskelig å bestemme hvor stor del av virkningen som skyldes svevestøvet i seg selv, og hvor stor del som skyldes andre komponenter. Imidlertid kan svevestøvkonsentrasjonen i byatmosfærer være en indikasjon på forekomster også av andre komponenter, og derfor brukes som en indeks for uheldige helsevirkninger. Nyere undersøkelser i USA (9) tyder på at grenseverdien for epidemiologiske helsevirkninger ved langtidseksponering til svevestøv i byatmosfærer ligger på ca. 100 µg/m<sup>3</sup>.

## Bly

En del av bakgrunnen for den vest-tyske, foreslåtte retningslinje for maksimalt blyinnhold i svevestøv i luften er dokumentert i (10), (11) og (12). Retningslinjene er basert på å unngå en vesentlig økning av blyinnholdet i blodet utover det som skyldes inntak av bly til organismen gjennom mat og drikke. De tar hensyn til å gi en tilstrekkelig beskyttelse for barn og gravide kvinner, som er spesielt følsomme grupper når det gjelder blyforurensning.

Komponent	Konsentrasjon		Merknader
	Volum (ved 20°C, 1 atm)	Vekt	
<u>Karbonmonoksyd - CO</u>	<u>ppm</u>	<u>mg/m<sup>3</sup></u>	
<u>1 times middelve</u> USA og WHO	35	40	Primary Air Quality Standard. Kan overskrides 1 gang pr år (1).
Vest-Tyskland (korttidseksposering)	26	30	(3)
<u>8 timers middelve</u> USA og WHO	9	10	Primary Air Quality Standard. Kan overskrides 1 gang pr år (1), (5).
Vest-Tyskland (langtidseksposering)	9	10	(3)
Japan	20	24	(4)
<u>Nitrogendioksyd, NO<sub>2</sub></u>	<u>ppm</u>	<u>µg/m<sup>3</sup></u>	
<u>Årsmiddelve</u> (aritmetisk) USA	0.05	100	Primary Air Quality Standard (1).
<u>Døgnmiddelve</u> Japan	0.02	40	(4)
<u>Svevestøv</u>		<u>µg/m<sup>3</sup></u>	
<u>Årsmiddelve</u> (geometrisk) USA		75	Primary Air Quality Standard (1), (5).
WHO		40	
<u>Døgnmiddelve</u> USA		260	Primary Air Quality Standard. Kan overskrides 1 gang pr år (1).
<u>Bly i svevestøv</u>		<u>µg/m<sup>3</sup></u>	
<u>Vest-Tyskland</u> Årsmiddelve		1.5	VDI Richtlinien (2).
Døgnmiddelve		3.0	

Tabell 1: Normer og retningslinjer for luftkvalitet (avrundet til nærmeste hele tall).

WHO - Verdens Helseorganisasjon. Verdiene representerer denne organisasjons anbefalinger.

Referanser

- (1) National Primary and Secondary Ambient Air Quality Standards. USA Environmental Protection Agency, Federal Register, Vol. 36, No. 84, Washington D.C., USA, 30. april 1971.
- (2) VDI-Richtlinien, Maximale Immissions-Werte. Vereinigte Deutsche Ingenieure, VDI 2310, Düsseldorf, September 1974.
- (3) Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft. Der Bundesminister des Innern, 28. august 1974 (GMBI 1974 S. 426,452), Bonn, Vest-Tyskland.
- (4) Development of Environmental Protection in Japan. Ministry of Foreign Affairs, Tokyo, Japan.
- (5) Air Quality Criteria and Guides for Urban Air Pollutants. World Health Organization, Technical Report Series No. 506, Geneva 1972.
- (6) Air Quality Criteria for Carbon Monoxide. USA Environmental Protection Agency. Publ. No. AP-62, Washington D.C., Mars 1970.
- (7) Air Quality Criteria for Nitrogen Oxides. USA Environmental Protection Agency, Publ. No. AP-84.
- (8) Air Quality Criteria for Suspended Particulate Matter. USA Environmental Protection Agency. Publ. No. AP-49.

- (9) Health Consequences of Sulfur Oxides: A Report from CHES, 1970 - 1971. USA Environmental Protection Agency, Publ. No. EPA-650/1-74-004, Mai 1974.
- (10) EPAs position on Health Implications of Airborne Lead. USA Environmental Protection Agency, Washington D.C., 28. november 1973.
- (11) Griffin, T.B. et al. Clinical studies on men continuously exposed to airborne particulate lead. Institute of Comparative and Human Toxicology. Albany Medical College, Albany, New York, USA.
- (12) Knelson, J.H. et al. The Role of Clinical Research in Establishing Standards for Atmospheric Lead. Staub-Reinhalung der Luft, Vol. 33, No. 11, November 1973.