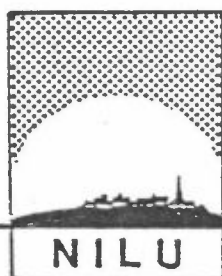


NILU
OPPDRAGSRAPPORT NR. 10/77
REFERANSE: 21373
DATO: APRIL 1976

UNDERSØKELSER AV LUFTFORURENSNING
FRA BILTRAFIKK I NORGE

AV
STEINAR LARSEN



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

POSTBOKS 130 - 2001 LILLESTRØM

NILU
OPPDRAGSRAPPORT NR. 10/77
REFERANSE: 21373
DATO: APRIL 1976

UNDERSØKELSER AV LUFTFORURENSNING
FRA BILTRAFIKK I NORGE

AV
STEINAR LARSEN

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

FORORD

Denne rapporten behandler resultater fra alle målinger av luftforurensninger fra biltrafikk utført av Norsk institutt for luftforskning i tiden desember 1973 - mars 1975. Det er i denne tiden foretatt målinger i Oslo, Bærum, Holmestrand og Tromsø. Målingene i Oslo er dels finansiert av Miljøverndepartementet, dels dekket av NILUs interne midler. Bærum kommune ved Vegkontoret dekket omkostningene til målingene langs Drammensveien (E-18) inklusive ved Lysaker. Holmestrand kommune ved Helserådet dekket målingene i Holmestrand, og Tromsø kommune målingene i Tromsø.

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
1 <u>INNLEDNING</u>	7
2 <u>BESKRIVELSE AV PROBLEMET</u>	9
2.1 <u>Kilder til luftforurensning</u>	9
2.2 <u>Luftforurensninger fra biltrafikk, komponenter og virkninger</u>	11
2.3 <u>Faktorer som bestemmer luftforurensnings- nivået ved trafikkårer</u>	13
2.4 <u>Biltrafikk - fotokjemiske oksydanter</u>	17
3 <u>BESKRIVELSE AV MÅLEPROGRAMMET</u>	17
4 <u>RESULTATER</u>	31
5 <u>FORURENSNINGSSITUASJONEN VED TRAFIKKÅRER</u>	37
5.1 <u>Overskridelser av luftkvalitetsnormer</u>	38
5.1.1 <u>Karbonmonoksyd, CO</u>	38
5.1.2 <u>Nitrogendioksyd, NO₂</u>	41
5.1.3 <u>Nitrogenmonoksyd, NO</u>	43
5.1.4 <u>Svevestøv (sotverdi)</u>	45
5.1.5 <u>Bly i svevestøv</u>	47
5.2 <u>Sammenlignende vurdering</u>	49
6 <u>REPRESENTATIVITET</u>	53
6.1 <u>Utslippsmengde pr. bilenhet</u>	53
6.2 <u>Trafikktetthet</u>	55
6.3 <u>Utluftingsforhold</u>	56
7 <u>BILTRAFIKKENS BIDRAG TIL FORURENSNINGER I GATENIVÅ</u> ..	58
7.1 <u>NO₂</u>	58
7.2 <u>NO_x</u>	59
7.3 <u>Svevestøv (sotverdi)</u>	60
7.4 <u>Resultater av målinger under helger med kjøreforbud, desember 1973-januar 1974</u>	61

	Side	
8	<u>SAMMENHENGER MELLOM FORURENSNINGSNIVÅ OG</u>	
	<u>BESTEMMENDE FAKTORER</u>	65
8.1	<u>Trafikktetthet</u>	65
8.2	<u>Trafikkavvikling</u>	66
8.3	<u>Meteorologiske forhold</u>	74
8.4	<u>Avstand fra og høyde over veibanen</u>	77
8.5	<u>Gatetverrsnitt</u>	80
9	<u>KONKLUSJONER</u>	82
10	<u>REFERENSER</u>	86
	 VEDLEGG 1. UTSLIPP FRA BILER -	
	HOVEDKOMPONENTER OG VIRKNINGER	87
	 VEDLEGG 2. NORMER OG RETNINGSLINJER FOR	
	LUFTKVALITET	97

UNDERSØKELSER AV LUFTFORURENSNING FRA BILTRAFIKK I NORGE

1 INNLEDNING

Norsk Institutt for Luftforskning (NILU) fikk i april 1973 av Miljøverndepartementet (MD) i oppdrag å utføre en undersøkelse av luftforurensninger fra biltrafikk (MD Ref. 589/73 F PAG/JW, 12 april 1973).

Undersøkelsen omfatter følgende:

- undersøkelse av forurensningsnivået ved typiske trafikkårer i tettbygde strøk
- undersøkelse av forurensningenes avhengighet av faktorer som trafikk tetthet, meteorologiske forhold og gatetverrsnittets utforming
- tilpassing til norske forhold av metoder for spredningsberegninger for forurensninger fra biltrafikk, ved hjelp av resultatene av målingene
- undersøkelse av spredningen av forurensning fra biltrafikk på regional skala

Prosjektplanen er beskrevet i brev fra NILU til MD av 6. februar 1973.

Måleprogrammet ble gjennomført i løpet av perioden desember 1973 - mars 1975. Gjennomføringen skjedde i store trekk ifølge den nevnte prosjektplan.

Denne rapporten behandler de to første punktene nevnt i oversikten ovenfor.

I rapporten er det først gitt en kort oversikt over problemområdet "Luftforurensning fra biltrafikk". (kapittel 2). Deretter er måleprogrammet (kapittel 3) og resultatene beskrevet. Diskusjonen av resultatene er delt i kapitler som beskriver forskjellige sider av undersøkelsen:

Kapittel 5: Overskridelse av normer, kapittel 6: Målingenes representativitet, kapittel 7: Biltrafikkens bidrag til forurensninger i gatenivå, kapittel 8: Sammenhenger mellom forurensning og bestemmende faktorer. Hovedkonklusjonene er gitt i kapittel 9.

I Vedlegg 1 til rapporten er hovedkomponentene i luftforurensning fra biltrafikk kort beskrevet. I Vedlegg 2 er forskjellige lands normer og retningslinjer for luftkvalitet for disse komponenter samlet og diskutert.

Måleresultatene er samlet i et "Datavedlegg". Her er dataene presentert i tabeller og figurer etter en enkel statistisk bearbeidelse.

Undersøkelsen dekker de fleste av de hovedkomponenter som ansees å ha betydning for påvirkningen av forurensningen på befolkningens helse. Støvet ved en trafikkåre kan inneholde en rekke komponenter som kan være helseskadelige. En har lagt hovedvekten på bly. Andre stoffer som benso-a-pyren og asbest er ikke undersøkt.

Undersøkelsen dekker ikke på en fullstendig måte de virkninger av forurensninger som er mest merkbare, nemlig lukt og nedsmussing. Luktproblemet er ikke berørt. Støvproblemet er delvis behandlet ved at det er foretatt omfattende målinger av svevestøvet, partikler mindre enn ca 10 μm i diameter (tilnærmet lik respirabelt støv). Forekomsten av større partikler som bidrar mye til nedsmussing (støvnedfall) er ikke undersøkt.

2 BESKRIVELSE AV PROBLEMET

2.1 Kilder til luftforurensning

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

- Forbrenning av fossilt brensel i stasjonære installasjoner
- Biltrafikk
- Industriprosesser
- Avfallsforbrenning
- Naturlige kilder
- Transport av forurensninger inn i området

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

De to siste gruppene utgjør "bakgrunnsverdien" av forurensninger. Forurensninger fra eksterne kilder kan transporteres over lange avstander og i enkelte situasjoner gi et tilskudd til forurensningen over byområdet, f eks av svovelforbindelser (spesielt sulfater), svevestøv, sot og andre komponenter (f eks ozon) som er av betydning i forhold til byområdets egenforurensning.

Naturlige kilder bidrar til en viss svevestøvforurensning (vindblåst bakkestøv). Dette kan utgjøre en relativt stor del av den totale støvmengde. Luftens naturlige ozoninnhold er heller ikke uvesentlig i forhold til de verdier som kan opptre i forbindelse med fotokjemisk oksydantdannelse. Forøvrig er bakgrunnsverdien i "ren" luft av de forurensninger som diskuteres i denne rapporten av liten betydning. Luftens

naturlige metaninnhold på 1-2 ppm detekteres av det instrument som brukes til å måle konsentrasjonen av andre typer hydrokarboner. Metan regnes imidlertid ikke som en luftforurensningskomponent, slik at dette metaninnholdet er uten betydning fra et forurensningssynspunkt.

Som et eksempel på fordelingen av totalutslippet av forurensende stoffer fra de enkelte kildegrupper i byområder, vises i tabell 2.1 utslippene i Oslo i 1975 (1):

Tabell 2.1: *Utslipp av luftforurensninger i Oslo 1975.*
Enhet: tonn/år.

Kildetype		SO ₂	Part	CO	HC	NO _x (som NO ₂)
Mobile kilder	Bensin	60	60	47250	7560	2080
	Diesel	360	480	1200	2340	1380
Stasjonære kilder	Olje-fyring	3265	300	u	u	800
	kull-koks	200	400	u	u	160
Avfall	Søppel-forbrenning	100	100	u	u	u
Industriprosesser		u	?	u	u	u
Total		3985		48450	9900	4420

u : ubetydelig

Tabellen viser at i Oslo er karbonmonoksyd (CO) og ikke-metan hydrokarboner (HC) typiske bilutslipp, med bensinmotorer som hovedkilde. Svovelforurensningen (representert som svoveldioksyd, SO₂) skyldes hovedsakelig utslipp fra oljefyring for oppvarming av boliger, industri og kontorlokaler. Noe svovel kommer også fra bilutslipp. Dette svovelutslippet er stort nok til å ha en vesentlig betydning for konsentrasjonen like ved veier. Utslipp av bly skyldes i alt vesentlig utslipp fra bensinmotorer (biltrafikk). Totalinnholdet av bly i bensin solgt i Oslo i 1975 var ca 75 tonn. Det meste av dette finnes i utslippet, men noe avsettes også i eksosanlegget.

Partikkelutslippene fra biltrafikk og olje og kullforbrenning anslås å være av samme størrelsesorden. Utslipp fra industriprosesser kan ikke estimeres, men antas å være relativt betydelig i Oslo. Likeledes er ikke veistøv som skyldes trafikkens slitasje på veibanen tatt med. Dette utgjør også en betydelig kilde til svevestøvverdien både ved veier og regionalt sett. I tillegg kommer også vindblåst støv (naturlig kilde).

Som middelvei for Oslo sentrum om vinteren måler man ca dobbelt så høye konsentrasjoner av SO_2 som av svevestøv (sotverdi) (henholdsvis $80 \mu g SO_2/m^3$ og $42 \mu g \text{ sot}/m^3$ i 1974/75) (1). Dette tyder på at totalutslippet av partikler som bidrar til regionale sot-konsentrasjoner kan anslås til ca 2000 tonn/år.

Utslipet av nitrøse gasser, NO_x , skyldes hovedsakelig biltrafikken, men en vesentlig del kommer også fra oljeforbrenning.

Denne fordelingen av totalutslippet mellom kildegrupper kan antas å være representativ også for andre byer som ikke har dominerende industrielle hovedkilder.

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

2.2 Luftforurensninger fra biltrafikk, komponenter og virkninger

Kombinasjonen lav utslippshøyde/arealkilde fører til at utslipp fra biltrafikk kan gi både lokale problemer nær ved

trafikkårer, og regionale problemer hvor regionen omfatter det trafikkerte areal og også arealer utenfor dette, som kan motta luftforurensninger ved vindtransport fra utslippsarealet.

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. "Helseeffekt" angir potensiell virkning på den menneskelige organisme, når stoffet forefinnes 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.

I vedlegg 1 er de potensielle virkningene av stoffene kort beskrevet. For en mere fyldig beskrivelse henvises til publikasjonene i vedleggets referenseliste.

Tabell 2.2: Hovedkomponenter i forurensning fra biltrafikk.

Forurensning	Virkning
<u>LOKAL EFFEKT (NÆR VEI)</u>	
Karbonmonoksyd (CO)	Helseeffekt
Nitrogendioksyd (NO ₂)	Helseeffekt
Hydrokarboner (HC)	Lukt, helseeffekt
Svovelforbindelser (SO ₂ og SO ₄)	Helseeffekt
Bly	Helseeffekt
Svevestøv (f eks sot, tjærestoffer, metaller)	Nedsmussing, ubehag, helseeffekt
Støvnedfall	Nedsmussing, virkning på vegetasjon
<u>REGIONAL EFFEKT</u>	
Nitrogenoksyder (NO _x)	Fotokjemiske oksydanter
Reaktive hydrokarboner (HC)	Irritasjon (helse-effekt), virkning på vegetasjon

Enkelte land har fastsatt normer og retningslinjer for luftkvalitet for de enkelte stoffer. Slike normer er gjengitt og diskutert i vedlegg 2. Generelt bør normene gjelde i alle områder der mennesker oppholder seg over tidsrom lik normenes midlingstid eller lengre.

Det kan være stor forskjell på normer gitt i forskjellige land. Dette gjelder spesielt for CO, hvor USA, Vest-Tyskland og Japan har normer som skiller seg vesentlig fra hverandre. Normene reflekterer oppfatningen i de enkelte land av hvilken forurensningsbelastning som kan ansees akseptabel. Noen grupper i befolkningen, spesielt hjerte og lungesyke, og også til en viss grad barn og gravide kvinner, er mere utsatt for skadelige virkninger av forurensninger enn "normalbefolkningen". Alle lands normer gir sannsynligvis god sikkerhetsmargin for "normalbefolkningen". Sikkerhetsmarginen kan være langt mindre for disse spesielt følsomme grupper.

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.

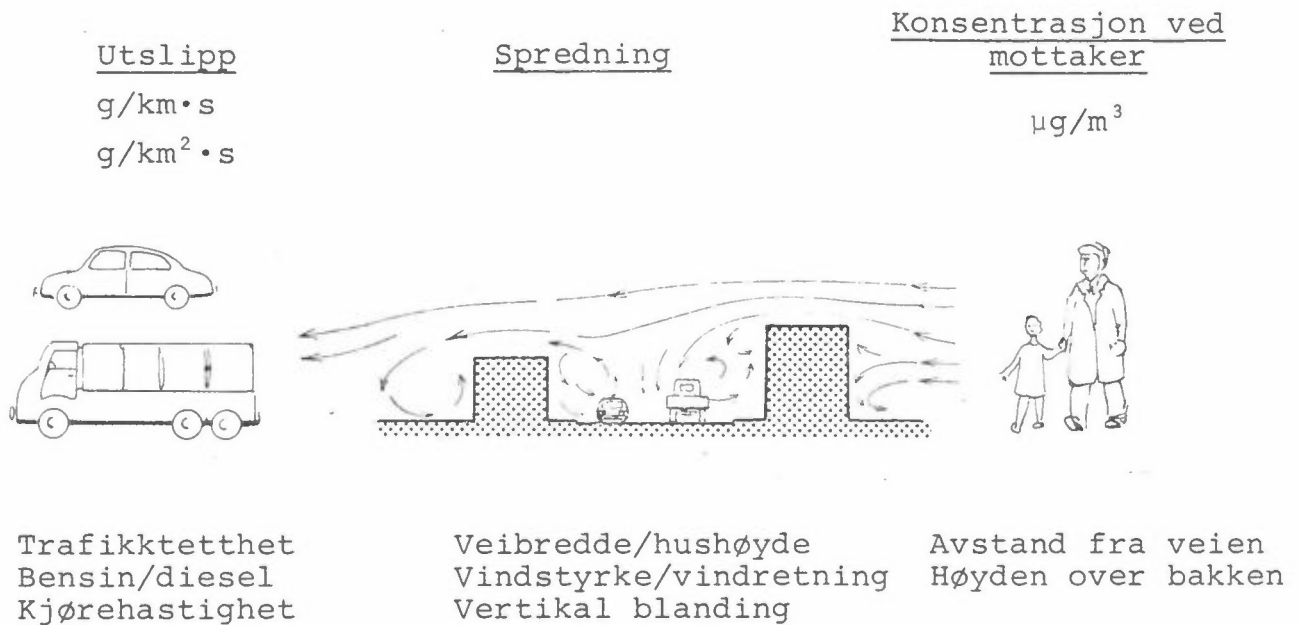
2.3 Faktorer som bestemmer luftforurensningsnivået ved trafikkårer

Luftforurensningsnivået på ethvert sted er en funksjon av utslippets størrelse og av spredningen.

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 (motorvei) eller en arealkilde (byområde).

Spredningen kan angis ved 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 forurensningsnivået.



Figur 2.1: Faktorer som bestemmer luftforurensningsnivået ved en trafikkert vei.

Matematisk formulerte sammenhenger mellom disse faktorer gjør det mulig å beregne luftforurensningskonsentrasjonene under kjente forutsetninger. Flere beregningsmodeller for luftforurensninger langs en linjekilde med/uten bebyggelse og for arealkilder er utviklet bl a i USA. Disse er egnet til å beregne den lokale og regionale luftforurensning som utslipp fra biltrafikk medfører. Sammenligninger mellom målinger og beregninger viser at modellen under visse forutsetninger estimerer de virkelige forhold godt, under andre forhold mindre godt. Målinger og beregninger utfyller hverandre. Ved målinger bestemmes forurensningen under de rådende forhold. Beregningsmodellene kan brukes til å ekstrapolere målingene til endrede utslipps- og spredningsforhold, f.eks. endret trafikktetthet og veibredde.

I det følgende gis en kort beskrivelse av sammenhengen mellom forurensningsnivået og hver av de nevnte faktorer, for å gi en oppfatning av hva hver enkelt faktor betyr. Noen av utsagnene er basert på de målinger som blir presentert i denne rapporten. Kapittel 8 gir en mere detaljert oversikt over forurensningsvariasjonen med de enkelte faktorer.

Utslippsvariasjoner

Utslippet av forurensninger fra biler varierer blant annet med drivstofforbruk, drivstofftype (bensin/diesel etc.), motorens driftstilstand (kald/varm, tenningsjustering) og trafikkavviklingen (høy/lav hastighet, jevn/ujevn hastighet). Totalutslippet fra godt justerte dieselmotorer er vesentlig mindre enn for bensinmotorer ved samme drivstoff-forbruk. Det er spesielt CO-utslippet som er mindre, ca 1/10-del. HC-utslippet er omtrent det samme, mens NO-utslippet for diesel er ca det dobbelte av fra bensin. I bensin fører blytilsetningen til utslipp av bly. Det er ikke bly i diesel. Svovelinnholdet i diesel er derimot vesentlig høyere enn i bensin, og fører til et vesentlig større utslipp av svoveldioksyd og sulfater. Utslippet av faste partikler og uforbrent bensin er også vesentlig høyere fra diesel, ca 5 ganger mere enn fra bensin.

Kjøretilstanden påvirker spesielt utslippet av CO fra bensinbiler. For eksempel vil utslippet av CO ved tomgang og motorbrems være ca 4-5 ganger høyere enn ved kjøring med jevn hastighet, ca 50 km/t. Dette fører til en helt vesentlig økning av CO-konsentrasjonen ved trafikklys, i køkjøring og ved veier med stigning. CO og HC-utslippet pr bil i vanlig bytrafikk kan i middel ligge 2-3 ganger høyere enn ved kjøring på jevn hastighet. Utslippet av de andre stoffene vil også øke, men ikke i samme grad som CO og HC.

Meteorologiske forhold

Det er i første rekke vindstyrke og vertikale blandingsforhold som bestemmer meteorologiens innvirkning på forurensningsnivået.

Vindstyrkens innflytelse er vesentlig. Ved økende vindstyrker øker det volumet av "ren" luft som er tilgjengelig for blanding med utslippet pr tidsenhet, og dette gir lavere konsentrasjoner. Vindstyrken synes å ha noenlunde samme innflytelse både ved åpne og lukkede gatetverrsnitt. Eksempelvis økte døgnmiddelverdien av bly ved El8, Lysaker, i middel med en faktor på vel 2.0, når midlere vindhastighet minket fra 4 m/s til 1 m/s.

Den vertikale temperaturgradient bestemmer den vertikale utluftingsgrad. Ved stabile forhold, inversjon, er den vertikale utlufting dårlig. Dette fører til høye konsentrasjoner.

Gatetverrsnitt

Gatetverrsnittets utforming har stor betydning for utluftingen og derved forurensningsnivået. Forurensningen pr bilenhet øker i regelen med smalere gater og høyere husrekker (forutsatt at gatebredden ikke har innflytelse på trafikkavviklingen). Eksempelvis viser målinger i Rådhusgata og ved El8, Lysaker, at hver bilenhet gir anslagsvis 3 ganger høyere forurensningsnivå i Rådhusgata enn ved Lysaker. Dette skyldes vesentlig det trange gatetverrsnittet i Rådhusgata, i motsetning til El8's åpne tverrsnitt.

Avstand fra og høyde over veibane

Ved veier uten tett bebyggelse langs veien avtar forurensningsnivået relativt raskt med avstanden. Blymålinger langs El8 i Bærum viste f eks at 50 meter fra veibanen ble forurensningsnivået i middel redusert til ca halvparten av hva den var ved veikanten. I bygater hindres spredningen av forurensninger av husrekkene på begge sider. Konsentrasjonen i gaten er helt bestemt av trafikken i gaten, med lite tilskudd fra parallelle gater, med mindre det er svært stor forskjell i trafikk tettheten. Forurensningsnivået avtar med høyden over veibanen. Målinger har vist relativt rask avtaking fra 1 meter til 2 meter over bakken. Fra 2 meter og oppover avtar forurensningen langsommere, og avhengig av bl.a. grad av bebyggelse.

2.4 Biltrafikk - fotokjemiske oksydanter

Dannelsen av fotokjemiske oksydanter i atmosfæren er et regionalt problem. Fotokjemiske reaksjoner foregår i en luftmasse som inneholder nitrogenoksyder og hydrokarboner dersom den utsettes for relativt sterkt sollys. En vil kunne få dannet stoffer som med en samlebetegnelse kalles fotokjemiske oksydanter. Noen viktige forbindelser er ozon (O_3), peroksyacetylnitrat (PAN), andre peroksy-forbindelser, aldehyder etc. Reaksjonen tar en viss tid, fra 1/2 til 3-4 timer, avhengig av blandingsforhold og solintensitet. Dermed blir problemet regionalt, fordi den forurensede luftmassen spres over større områder i løpet av denne tiden. Utslippsmengder, sammensetning og spredning på regional skala er faktorer av betydning for denne prosessen. En generell beskrivelse av muligheten for dannelse av fotokjemiske oksydanter i Norge er gitt i (2).

Forholdet mellom nitrøse gasser og hydrokarboner i bilutslipp ligger innenfor de betingelser som settes for at fotokjemiske reaksjoner med dannelse av oksydanter kan foregå. Solintensiteten på Oslo's breddegrad er sterk nok i perioden april-august til å underholde fotokjemiske reaksjoner (2). Muligheten for dannelse av fotokjemiske oksydanter i forbindelse med utslipp fra biltrafikk i Norge er altså tilstede.

3 BESKRIVELSE AV MÅLEPROGRAMMET

Målingene i forbindelse med denne utredningen kom i gang i desember 1973. Forberedelsene før målefasen omfattet bl.a. klargjøring, kalibrering og prøvekjøring av instrumenter. To instrumenter for måling av hydrokarboner og et instrument for måling av karbonmonoksyd ble innkjøpt i forbindelse med dette prosjektet. Det ble også avtalt å leie en del instrumenter fra Environmental Protection Agency i USA. Disse ankom først på forsommeren 1974, og ble ikke tatt i bruk på dette prosjektet før høsten 1974.

Måleprogrammet hadde til hensikt å belyse følgende:

- Forurensningskonsentrasjonene som opptrer ved sterkt trafikkerte veier i Norge, sett i forhold til gjeldende luftkvalitetsnormer i andre land.
- Sammenhengen mellom forurensninger og faktorer som trafikk tetthet, trafikkavviklingsforhold, spredningsforhold i atmosfæren, gatetverrsnitt.
- Spredningen av forurensningen fra biltrafikk på regional skala (10-20 km).
- Biltrafikkens bidrag til forurensningsnivået ved trafikkårer.

Målesteder i Oslo-området ble valgt ut for å representere:

- typiske gater i Oslo.
- forskjellige gatetverrsnitt, uten tett bebyggelse, med relativt lav og med høy bebyggelse langs gaten.
- relativt høye forurensningsnivåer.
- forskjellige trafikk-avviklingsforhold.

I tillegg skulle en stasjon være representativ for den regionale "bakgrunns"-forurensning.

Følgende målesteder ble valgt:

- | | |
|-----------------------------------|---|
| - Rådhusgata | høy trafikk tetthet, relativt god flyt i trafikken ved målestedet, høy bebyggelse, enveistrafikk |
| - Tøyengata | relativt lav trafikk tetthet, god flyt i trafikk, middels stigning, middels høy bebyggelse, enveistrafikk |
| - Torggata | middels trafikk tetthet, dårlig trafikkflyt (ved trafikklys), middels høy bebyggelse, enveistrafikk |
| - Drammensveien (E18) ved Lysaker | svært høy trafikk tetthet, god trafikkflyt, nesten ingen bebyggelse, toveis-
trafikk |
| - Sankthanshaugen | regional "bakgrunn"-stasjon, tilbake-
trukket fra direkte påvirkning fra
trafikale og andre kilder |

Figur 3.1 viser stasjonenes plassering.

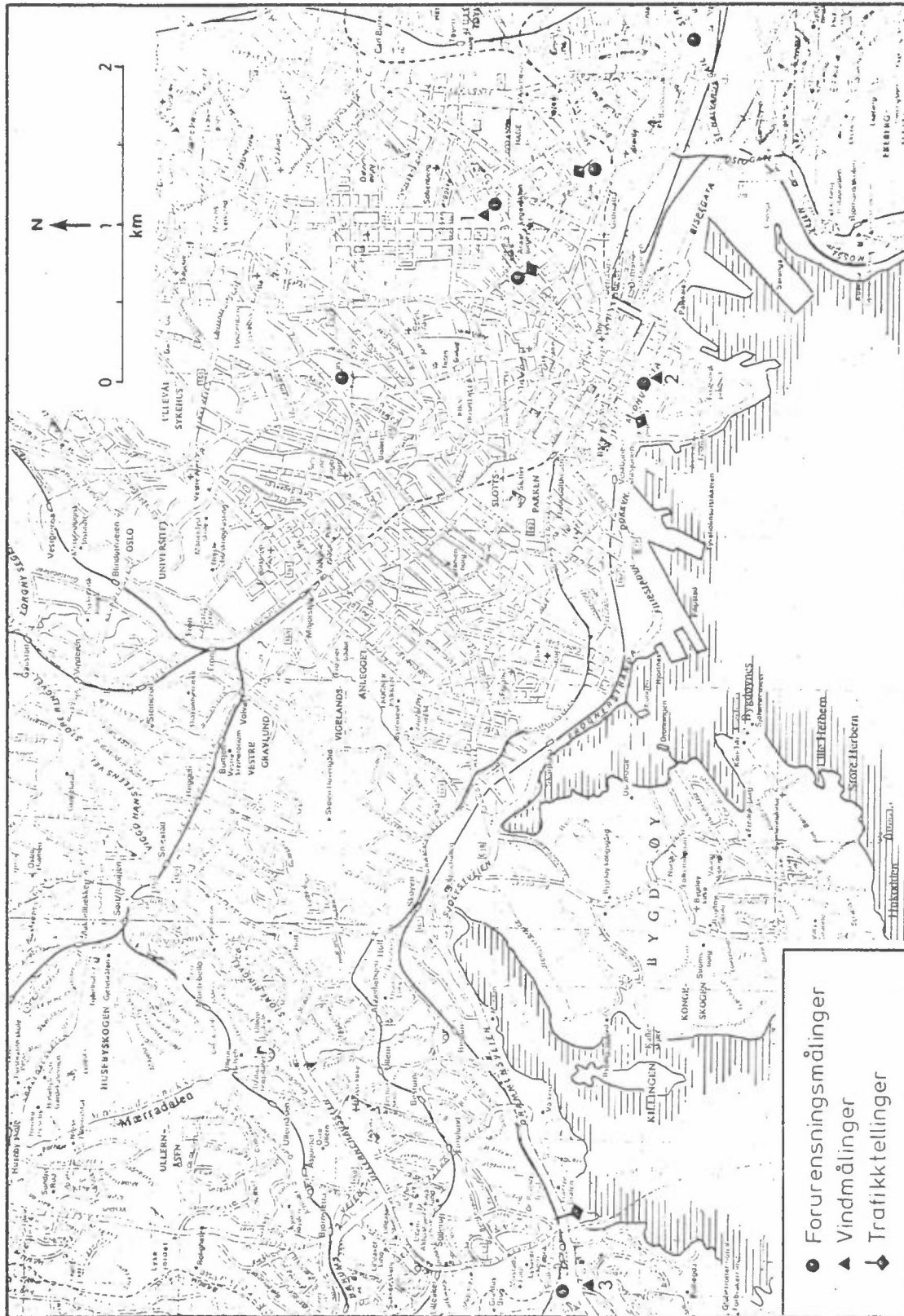
Tøyengata ble valgt fordi Norsk institutt for by og regionplanlegging (NIBR) var i gang med en bydelsundersøkelse i området (3) og var derfor interessert i luftforurensningsdata.

I de periodene målinger ble foretatt, var to målestasjoner i drift til enhver tid. Rådhusgata var hovedstasjon. Et varierende antall instrumenter var i drift her under alle måleperioder. Den andre målestasjonen ble flyttet mellom de øvrige nevnte målesteder. Ved å ha to målestasjoner i drift samtidig, har man ved statistisk behandling av dataene muligheten til å isolere sammenhengen mellom forurensningsnivået og spredningsforholdene (avhengig av vind og temperaturforhold) over Osloregionen fra andre sammenhenger.

Under bensinkrisen vinteren 1973-74 ble det gjennomført 3 helger med totalt forbud mot privat bilkjøring. I denne perioden gjennomførte NILU målinger av luftforurensninger ved Galgeberg, i Trondheimsveien (ved Schou's bryggeri) og i Torggata (ved Torggata bad). Målestedene er vist i figur 3.1.

I tillegg til de ovenfor nevnte steder, er det i forbindelse med andre prosjekter foretatt målinger av trafikale forurensninger i Oslo, Bergen og Larvik i 1970/71, i Drammen i 1970/71 (Storgata, Tomtegata, Kjellstadkrysset), i Holmestrand i august 1974 (Langgata) og i Tromsø i november-desember 1974 (Storgata). Data fra disse målingene er presentert i andre rapporter (4,5,6,7). Noen av resultatene vil også bli behandlet her.

Figur 3.2 gir en oversikt over den tidsmessige gjennomføringen av målingene. De enkelte måleperioder varierte i lengde fra 2 uker til 8 uker. Denne tidsplanen representerer et kompromiss mellom de krav til programmet som de ulike formål stilte, og den samlede tids- og kostnadsramme.



Figur 3.1: Oversikt over målestasjoner i Oslo-Bærum for målingene i tiden des. 1973 - mars 1975. (Vindstasjoner: 1. Schous bryggeri, 2. Viktoriagården, 3. Lysaker).

Målested	Des.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Feb.	Mar.
OSLO																
<u>Galgeberg</u>																
Forurensning	7	21														
<u>Trondheimsvn.</u>																
Forurensning	14	8														
<u>Rådhusgt.</u>																
Forurensning				14						17				8		20
Trafikktelling				14												
<u>Tøyengt.</u>																
Forurensning				14												
Trafikktelling				14	26											
<u>Torggt.</u>																
Forurensning															13	20
Trafikktelling															22	11
<u>Viktorlagården</u>																
Vindmåling				7												20
<u>Schous bryggeri</u>																
Vindmåling		8														20
BÆRUM																
<u>E18 Lysaker</u>																
Forurensning										17	27			8	13	
Trafikktelling										20	27			9	10	
Vindmåling										19	27			8	10	
HOLMESTRAND																
<u>Langgt.</u>																
Forurensning									9	26						
Trafikktelling									9	26						
Vindmåling									9	26						
TROMSØ																
<u>Storgt.</u>																
Forurensning													8	17		
Trafikktelling													8	18		
	1973	1974											1975			

Figur 3.2: Oversikt over målingene i Oslo, Bærum, Holmestrand og Tromsø i tidsrommet desember 1973 - mars 1975.

Figurene 3.3 - 3.10 viser skisser av de enkelte målesteder, der målestedets plassering i gatebildet og plasseringer av luftinntaket er vist i detalj, samt en kort beskrivelse av vei- og trafikksituasjonen.

I de trange gatetverrsnittene var det liten plass for målestasjoner, fordi en ikke kunne stenge fortauene. To spesielt smale hytter ble bygget for formålet. Hyttene ble utstyrt med elektrisk, termostatert oppvarming, senere også med luftkondisjoneringsenheter for å holde temperaturen nede om sommeren. Disse brakkene ble plassert på fortauet inntil husveggen. Prøvelufta ble tatt fra et punkt i gatetverrsnittet 1.5-2 meter fra nærmeste veikant og ca 2 meter over bakken.

Forekomsten av trafikale forurensninger ble bestemt ut fra målinger av følgende komponenter (målemetoder nevnt i parentes):

Karbonmonoksyd CO	(ikke-dispersiv absorpsjon av infrarødt lys; elektrokjemisk katalytisk oksydasjon av CO til CO ₂)
Nitrogenoksyder NO _x	(kolorimetrisk metode, Saltzmanns reagens; kjemiluminescence, oson-nitrogenoksyd)
Totale hydrokarboner, THC	(flammeionisasjonsdetektor, hydrogenflamme)
Støv	(oppsamlet ved filtrering av prøveluft, reflektometrisk støv (sot)-bestemmelse)
Bly	(analyse av oppsamlet støv, atomabsorpsjon)

Følgende tilleggsmålinger er utført:

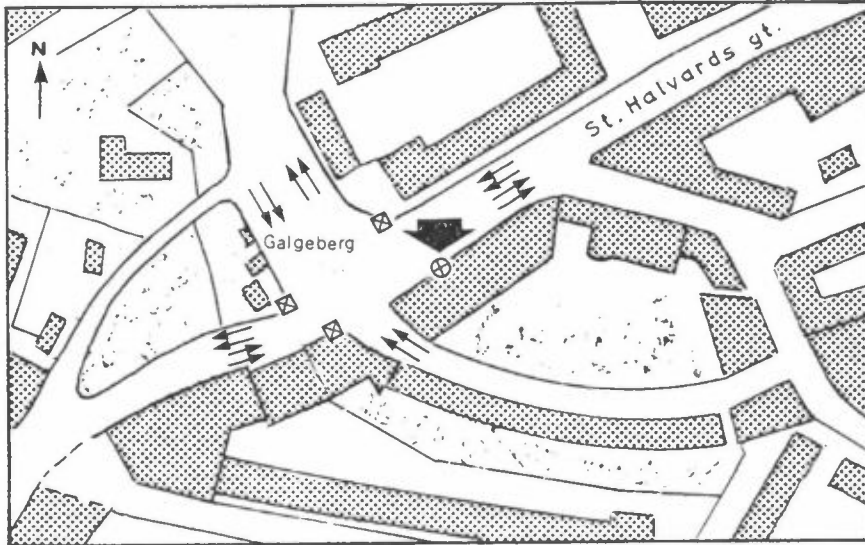
Trafikktellinger	(automatiske tellere, utført på vår bestilling av Oslo Kommune, trafikkseksjonen)
Vindmålinger	(måling av vindstyrke og vindretning over tak, registrerende mekanisk vindmåler montert på 10 meter høy mast på tak)

Målestedene for disse målingene er også vist i figur 3.1.

Data fra de kontinuerlig registrerende gassanalyatorene, vindmålerne og data fra trafikktellingene ble registrert på skrivere. Etter avlesning forelå forurensningsdataene som korrigerede halvtimesmiddelverdier, vinddataene og trafikktellingene som 1-times middelverdier. Disse data foreligger punchet på hullkort, tilrettelagt for statistisk bearbeidelse.

Støvprøvene på filtre representerer middelverdier over perioder av varierende lengde, fra 3 timer til 24 timer. Filtrene ble tatt inn til laboratoriet for analyse av sotverdi og for blybestemmelse.

I datavedlegget, del 2 er gitt en detaljert beskrivelse av måleopplegget, måle- og analysemetoder, kalibreringsrutiner og målenøyaktigheter, samt en beskrivelse av databearbeidningen.



- ⊗ Målestasjon
- ⊗ Trafikklys

Figur 3.3: Galgeberg (E6), Oslo. Plassering av målestasjon.

Målestasjonen ble plassert innvendig i hus ved veien. Sonde gjennom veggen.

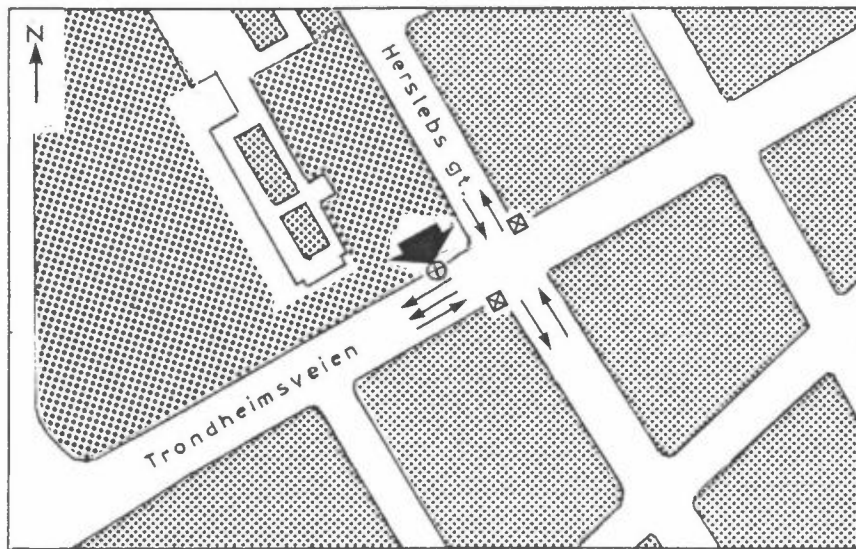
Sondens høyde over bakken: ca 5 m

Sondens avstand fra veggen: ca 1 m

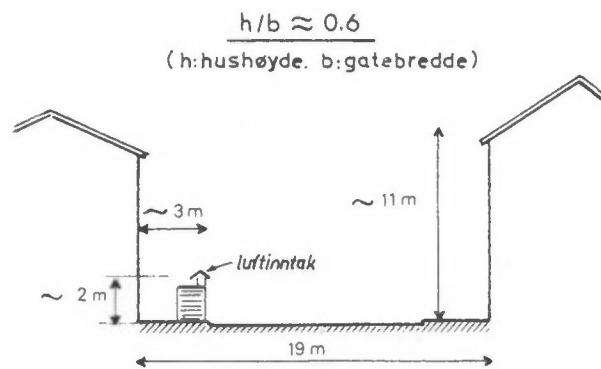
Veg og trafikkbilde: Lysregulert kryss, to kjørebaneer i hver retning ved stasjonen. Veien stiger svakt mot nordøst. St. Halvards gate (E6) er en hovedåre fra Oslo sentrum nordøstover. Relativt stor andel dieselskjøretøyer (trailere, busser). To rushtrafikktopper pr døgn, forøvrig relativt sterk trafikk hele dagen. Trafikken i nordøstlig retning starter ved grønt lys i motbakke.

ÅDT: St. Halvards gate: ca 25000 biler/døgn (1974)

(ÅDT: årsdøgntrafikk)



- ⊗ Målestasjon
- ⊠ Trafikkllys

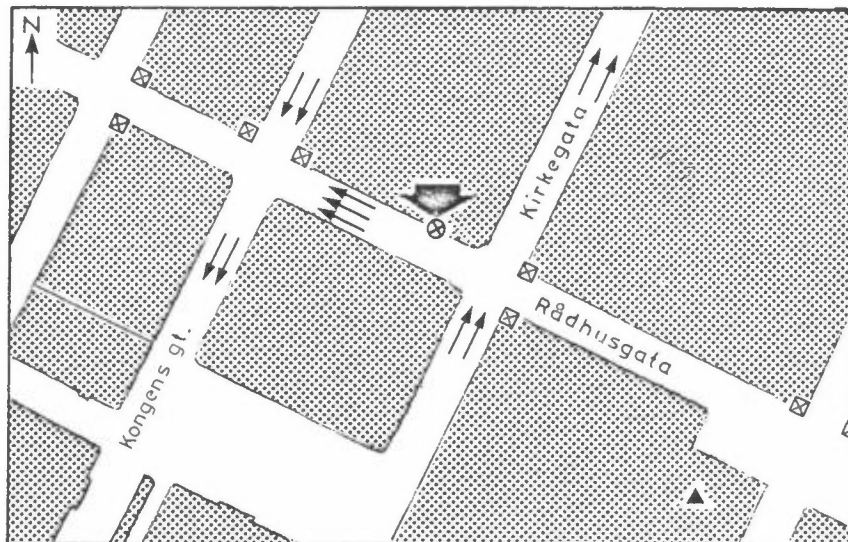


Figur 3.4: Trondheimsveien (Schous bryggeri), Oslo. Plassering av målestasjon.

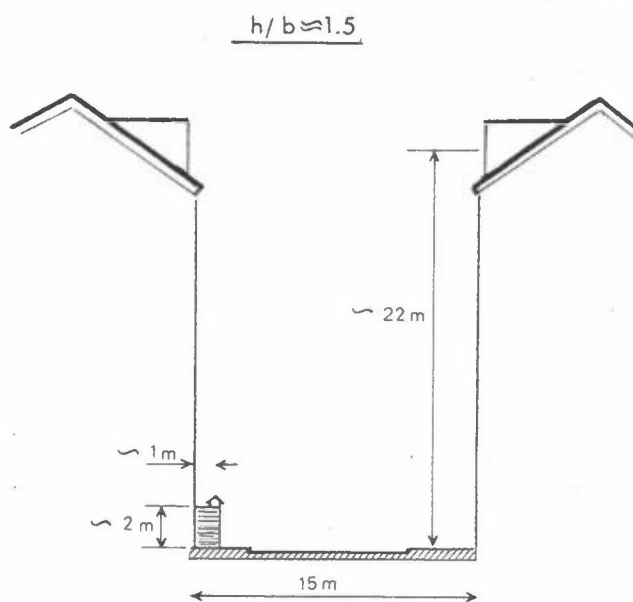
Målestasjonen ble plassert i en hytte på fortauet, tett inntil kjørebane.

Veg og trafikkilde: Lysregulert kryss, 1 kjørebane mot NØ (ut av byen), 2 kjørebaner mot SV. Horizontal vei. Normal andel diesekjøretøyer. 2 rushtrafikktopper pr døgn.

ÅDT: Ca 13000 biler/døgn (1974)



- ⊗ Målestasjon
- ▲ Vind
- ⊠ Trafikkllys

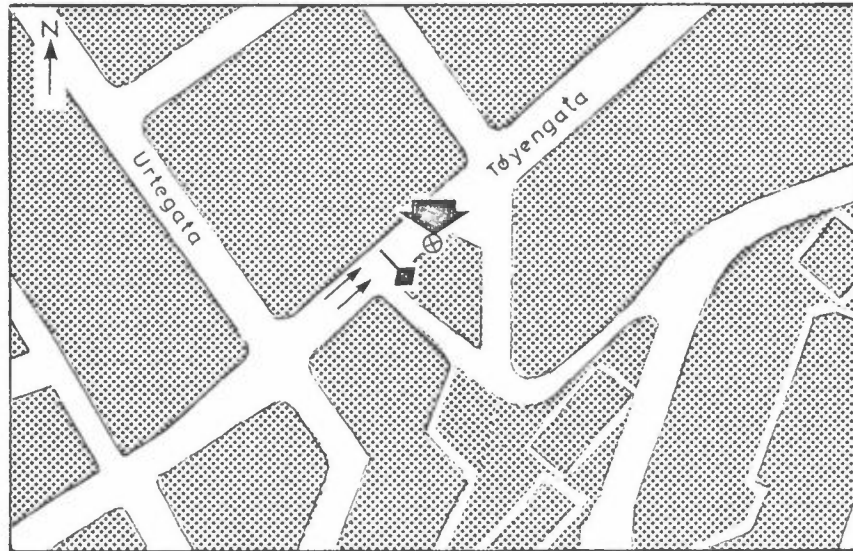


Figur 3.5: Rådhusgata, Oslo. Plassering av målestasjon.

Målestasjonen ble plassert i hytte på fortauet, inntil husveggen.

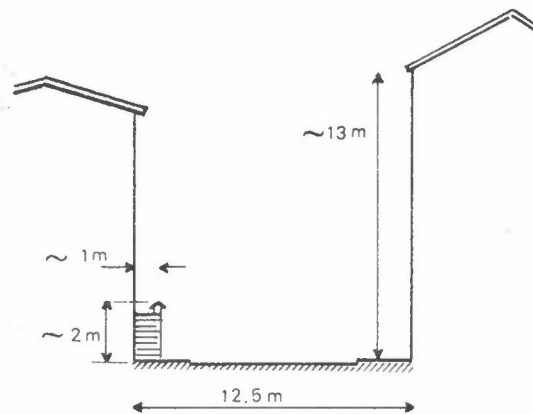
Veg og trafikkbilde: Lysregulert kryss. En kjøreretning (mot NV). 3 kjørebener. Horizontal vei. Hovedåre for gjennomgangstrafikk gjennom Oslo sentrum. Relativt stor andel dieselkjøretøyer. 2 rushtrafikktopper pr. døgn. Trafikklysene er regulert i grønn bølge. Hoveddelen av trafikken går derfor forbi stasjonen med relativt jevn hastighet. Trafikklyskøen ved Kongens gate rekker ikke til målestasjonen, bortsett fra midt i rushtiden.

ADT: ca 24000 biler/døgn (1975)



⊗ Målestasjon
◆ Trafikktellinger

$h/b \approx 1.0$

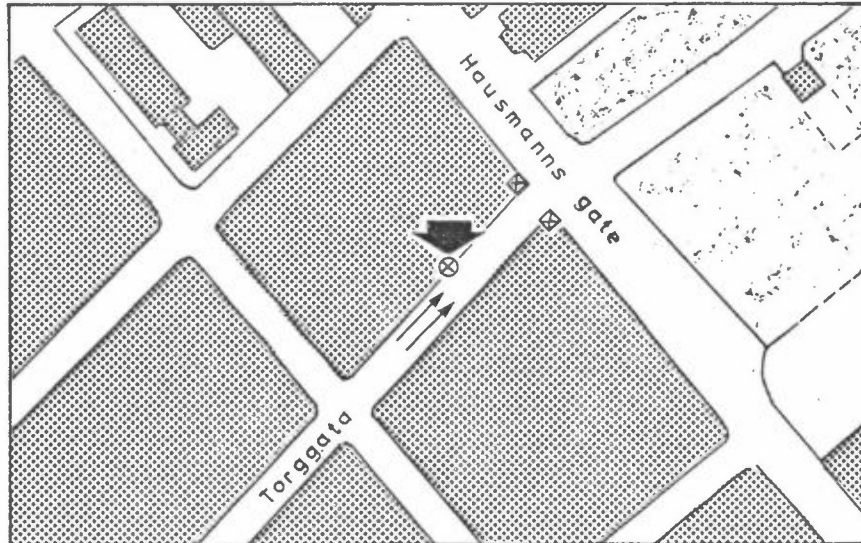


Figur 3.6: Tøyengata, Oslo. Plassering av målestasjon

Målestasjonen ble plassert i hytte på fortauet, inntil husvegg.

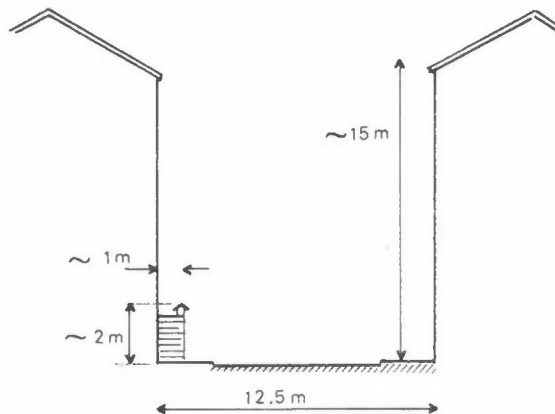
Veg og trafikkbilde: Ingen lysregulering. En kjøreretning (mot NØ), 2 kjørebane. Moderat stigning på veien mot NØ. Rushtrafikktopp om ettermiddagen. Relativt liten andel dieselkjøretøyer.

ADT: ca 5000 biler/døgn (1974)



- ⊗ Målestasjon
- ⊗ Trafikkllys

$$h/b \approx 1.2$$



Figur 3.7: Torggata, Oslo. Plassering av målestasjon.

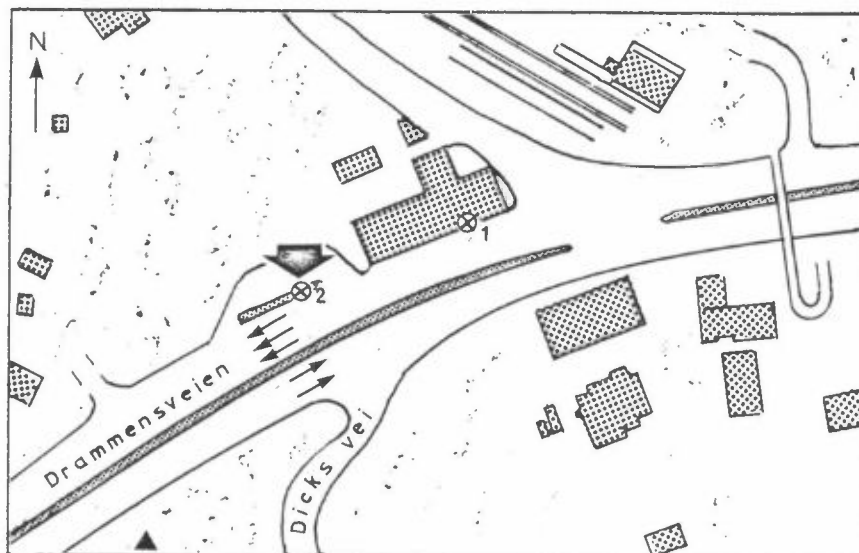
Målestasjonen ble plassert i hytte på fortauet, inntil husvegg.

Veg og trafikkbilde: Lysregulert kryss mot Hausmannsgt.

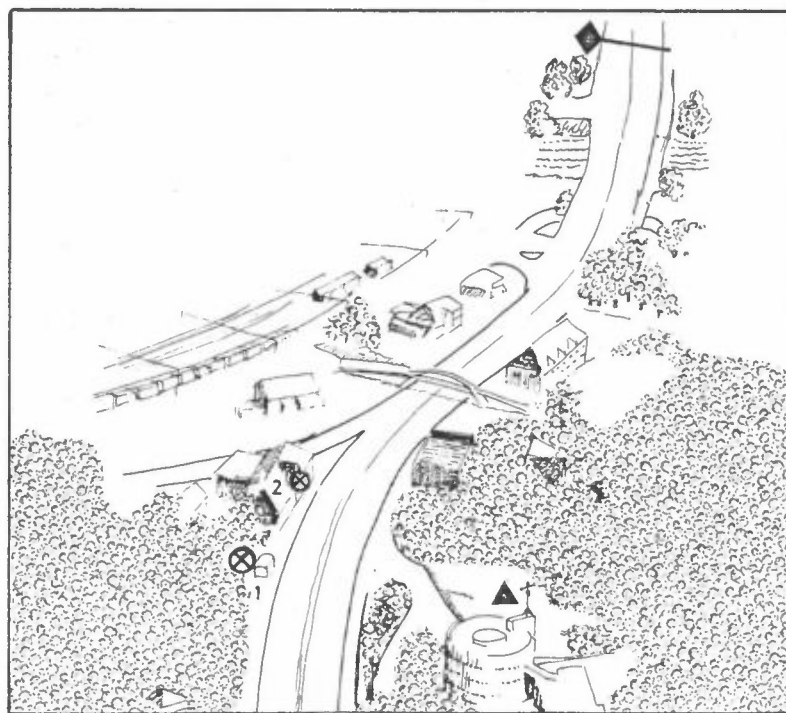
En kjøreretning (mot NØ), 2 kjørebaneer. Horizontal veg.

Rushtrafikktopp om ettermiddagen. Relativt stor trafikk ut-
over kvelden. Relativt liten andel dieselkjøretøyer. Trafikk-
lyskøen er oftest lang nok til å rekke bort til målestasjonen.
Derfor tomgangsutslipp ved stasjonen en relativt stor del av
tiden.

ADT: ca 9000 biler/døgn (1975)



- ⊗ Målestasjon (1: før sept 1974, 2: etter)
- ▲ Vind
- ◆ Trafikktellinger



Figur 3.8: E18, Lysaker, Bærum. Plassering av målestasjon.

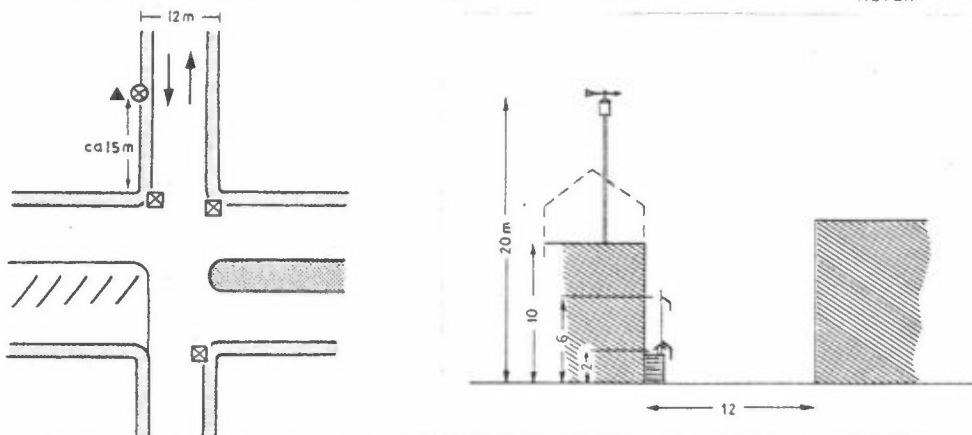
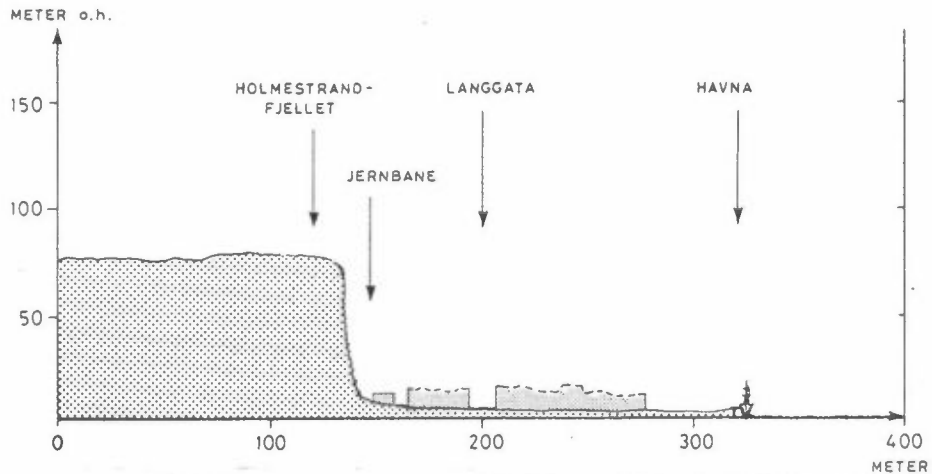
Målestasjonen ble plassert i hytte ved veien.

Sondens høyde over bakken ca 2 m

Sondens avstand fra kanten
av nærmeste veibane: ca 3 m

Veg og trafikkbilde: Ingen lysregulering. 3 kjørebaneer mot V (ut fra byen), 2 kjørebaneer mot Ø. Horisontal veg. Hovedåre for trafikk fra Oslo mot vest og sør. Norges sterkest trafikkerte vegtrase. Relativt stor andel dieselkjøretøyer. 2 rushtrafikk-topper. God flyt på trafikken forbi målestasjonen.

ADT: ca 59000 biler/døgn (1975)

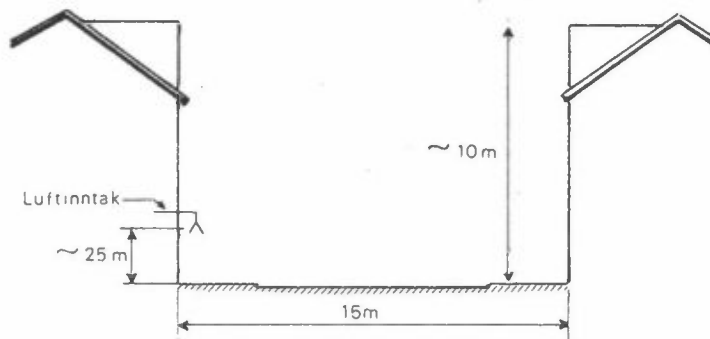
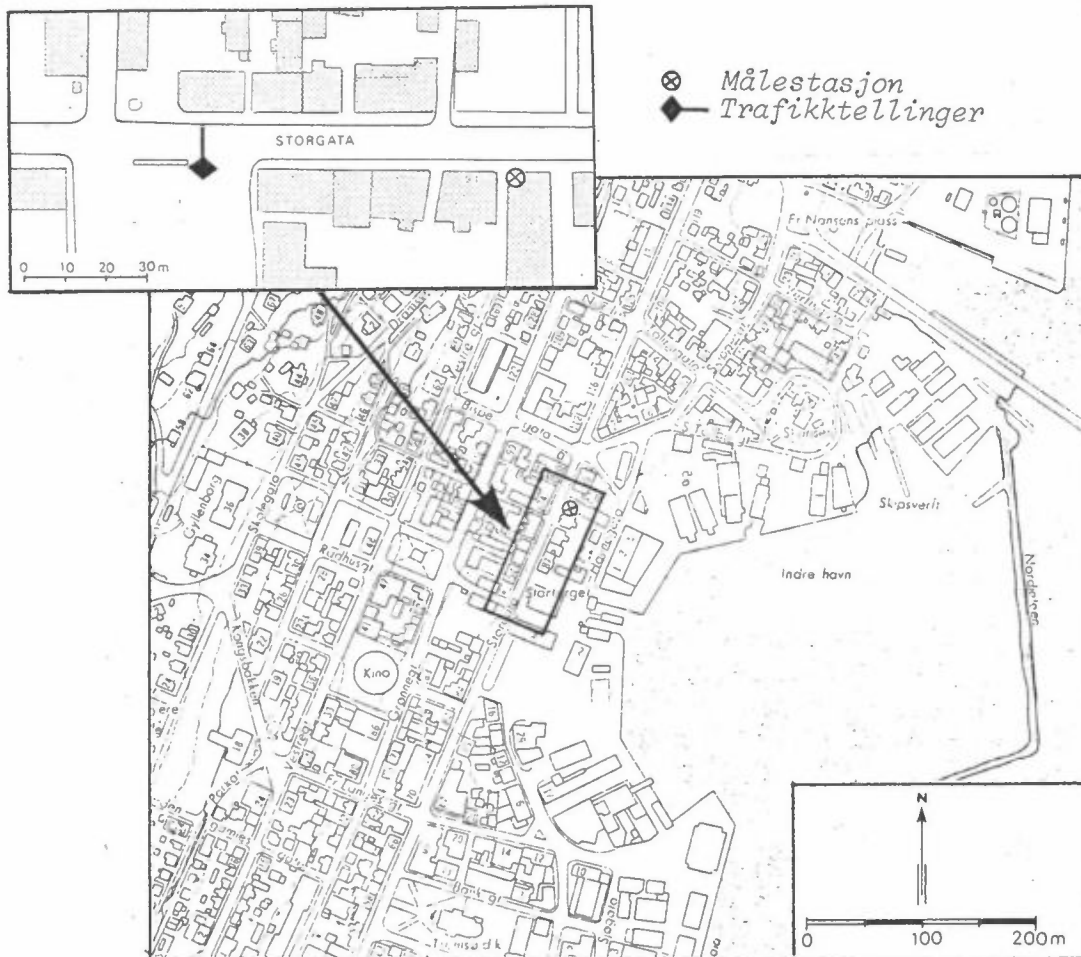


Figur 3.9: Langgata (E18), Holmestrand. Plassering av målestasjon.

Målestasjonen ble plassert i hytte på fortauet, inntil husvegg.

Veg og trafikkbilde: Lysregulert kryss. Toveis trafikk, en kjørebane i hver retning. Horisontal veg. Hovedåre for bytrafikk og gjennomgangstrafikk. Stor trafikk med lang kødannelse om sommeren, spesielt i helgene. Trafikklyskøen rekker ofte forbi målestasjonen.

ADT: ca 11000 biler/døgn (1974)



Figur 3.10: Storgata, Tromsø. Plassering av målestasjon.

Målestasjonen ble plassert innvendig i hus ved veien, med sonde gjennom veggen, luftinntak ca 1 m fra veggen.

Veg og trafikkbilde: Ingen lysregulering, 2 veis trafikk, 1 kjørebane i hver retning. Horisontal veg.

ADT: ca 15000 biler/døgn (1974)

4 RESULTATER

Primærresultatene for målingene er presentert i form av tabeller og figurer som er samlet i datavedlegget.

På grunn av omfanget av datamaterialet har en ikke funnet det hensiktsmessig å presentere dataene som halvtimes- og times-middelverdier. Presentasjon av resultatene av enkel statistisk bearbeiding av dataene vil gi en vesentlig bedre oversikt over datamaterialet. En har valgt å presentere primærresultatene på følgende måte:

- middel- og maksimalverdier pr døgn og stasjon (tabeller 1-11 i datavedlegget)
- midlere døgnforløp av forurensninger og trafikk (figurer 4-10 i datavedlegget)
- kumulative frekvensfordelinger (figurer 11-18, tabeller 12-15 i datavedlegget)

Tabellene 1-9 viser i detalj i hvilke perioder man har gode data fra de enkelte instrumentene ved hver stasjon. Rubrikken NOB gir antall gyldige halvtimes middelverdier hvert døgn.

Middel- og maksimalverdier for de fleste komponenter ved hver stasjon kan variere med en faktor på 5-6 fra en dag til en annen, mens tilsvarende variasjon i trafikken sjelden overstiger en faktor på 2. Dette viser tydelig den avgjørende innvirkning værforhold og trafikkavvikling har for forurensningskonsentrasjonene. (se seksjoner 8.2 og 8.3).

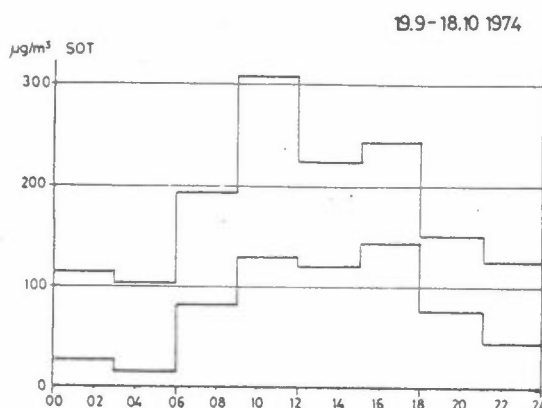
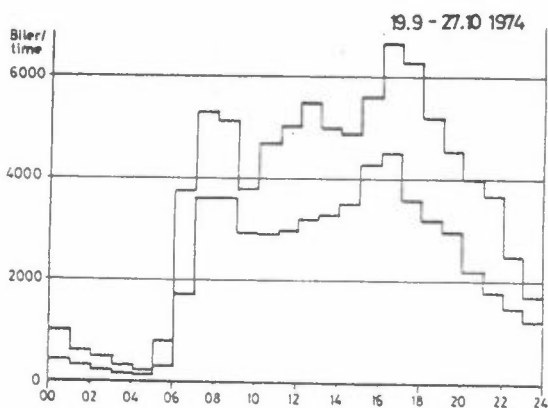
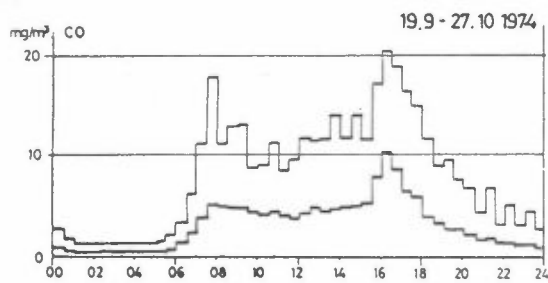
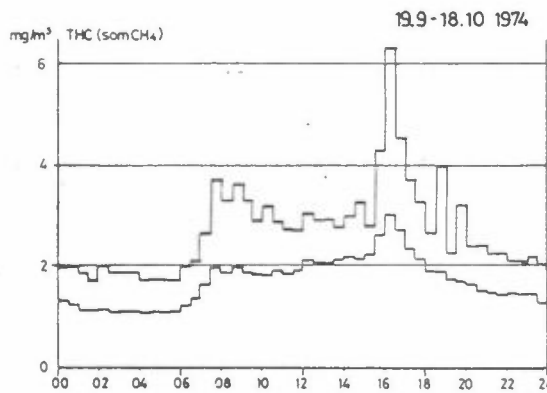
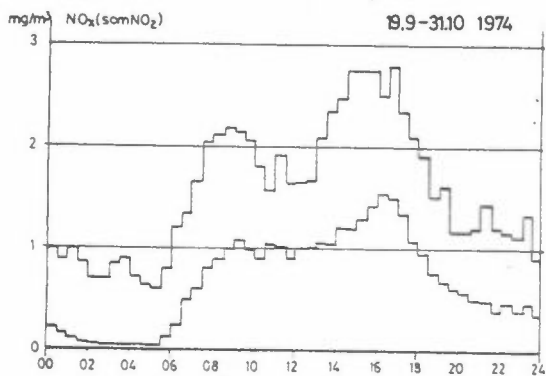
Tabellene 12-15 gir en oversikt over hvordan forurensningen varierer med årstiden. Både middel- og maksimalverdier av CO, NO_x og bly ligger en faktor 2-2.5 høyere om vinteren enn i øvrige årstider. Variasjonen i trafikk tetthet over året er i bygater relativt liten. De høyere konsentrasjonene om vinteren skyldes dels dårligere spredningsforhold da, og dels at utslippet pr bil er høyere på grunn av kjøring med kald motor, choke og piggdekk. (se seksjoner 8.2 og 8.3).

Døgnforløpet av forurensningen (figurer 4-10 i datavedlegget) viser generelt en god overensstemmelse med trafikkforløpet. Utslipp fra biltrafikken er hovedkilden til de forurensninger som er målt ved veibanen, og trafikk tettheten er den parameter som i første rekke bestemmer det midlere forurensningsnivå. I figurene 4.1 og 4.2 vises som eksempel resultater fra El8, Lysaker, i september-oktober 74 og januar-februar 75. Overensstemmelsen mellom forurensning og trafikk tetthet er best for CO, NO_x, HC og støv, mindre god for NO₂. Den dårlige overensstemmelsen skyldes i første rekke at det er mere enn 95% NO i bilutslippet.

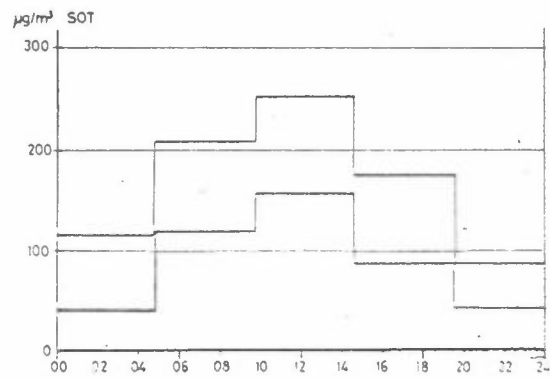
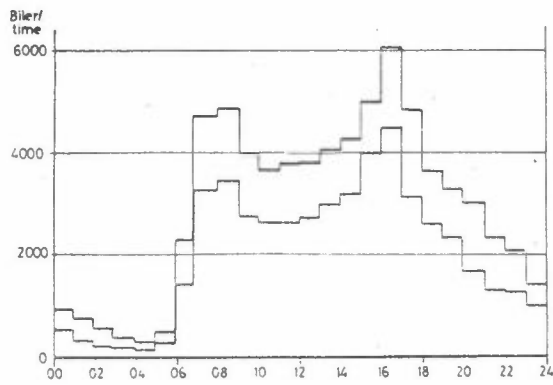
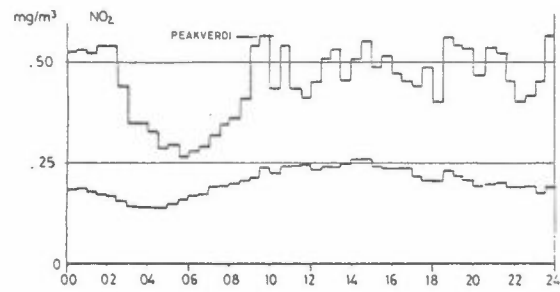
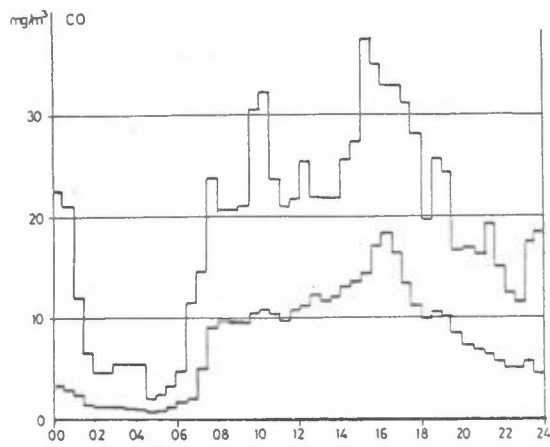
Ved ubetydelig trafikk (om natten) er konsentrasjonen av CO også nær null. HC-konsentrasjonen om natten er ikke ubetydelig. Dette skyldes det før nevnte naturlige innholdet av hydrokarboner i atmosfæren, nesten utelukkende metan (CH₄). Konsentrasjonen av NO₂, NO_x og sot ved lav trafikk er også, spesielt om vinteren, godt over null-nivået. For disse stoffene er det andre kilder enn biltrafikken som også er av betydning, særlig utslipp fra husoppvarming (se kapittel 7).

Figurene for døgnforløpet viser også at maksimalverdiene for forurensningen er typisk 1.5-4 ganger høyere enn middelverdiene, mens det tilsvarende tall for trafikken er 1.2-1.5. Dette indikerer igjen dels spredningsforholdenes (værforholdenes) betydning, dels den innflytelse trafikkavviklingsforholdene har på konsentrasjonene av forurensning. Ved maksimal trafikk i bygater har en ofte dårlig trafikk-avvikling. Dette fører til økte utslipp.

Figurene viser også topper i forurensningsforløpet i tider på døgnet der en ikke har en topp i trafikkforløpet (se f eks CO i Rådhusgata mars 1974, side 35 i datavedlegget der man har en CO-topp ved 18-20 tiden). Dette indikerer igjen betydningen for forurensningsnivået av spredningsforholdene i atmosfæren.



Figur 4.1: Døgnforløp, middel- og maksimalverdier E18, Lysaker, Bærum, sept-okt -74.



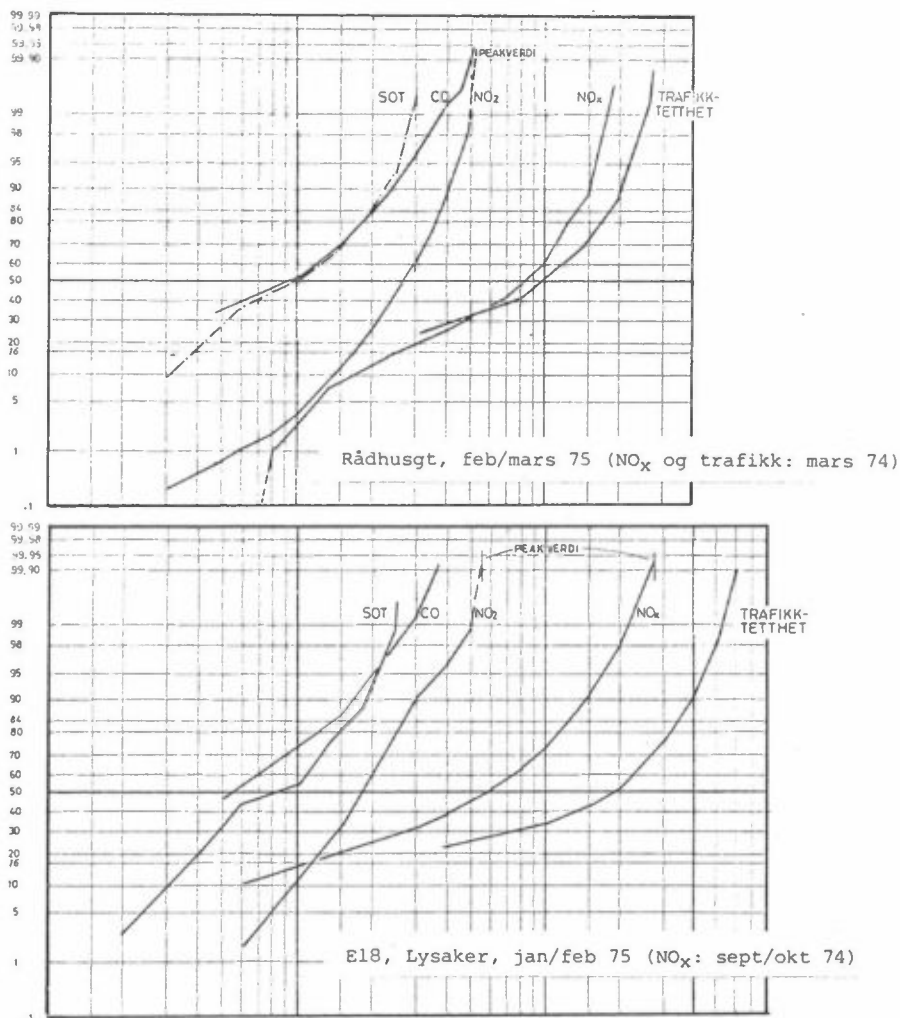
Figur 4.2: Døgnforløp, middel- og maksimalverdier
E18, Lysaker, Bærum, 8.1-13.2.75.

De kumulative frekvensfordelinger, figurer 11-18 er tegnet opp i et aksesystem der forurensningen avsettes logaritmisk (langs abscissen) og ordinaten representerer en Gauss-fordeling. Aksesystemet kalles ofte et "log-normalt" aksesystem. Figurene gir hvor stor del av tiden konsentrasjonen (eller trafikk-tettheten) har vært mindre enn et visst, valgt nivå.

Eksempel: De tyske luftkvalitetsnormer setter krav til at 95-prosentilen ikke skal overskride et visst nivå. Ved å gå inn på 95%-linjen på den loddrette akse og følge denne vannrett bort til fordelingskurven for forurensningen, kan man lese av den tilsvarende konsentrasjon på den vannrette aksene og sammenligne denne med 95-prosentil-normen direkte.

En statistisk modell for forurensningskonsentrasjoner (8) som ofte brukes, forutsetter at frekvensfordelingen av konsentrasjonene er "log-normal"-fordelt. Dette har vist seg ofte å være tilfelle i tettbygde områder, når en ikke er i umiddelbar nærhet av en dominerende kilde. En log-normal fordeling vil gi en rett linje i det aksesystem som er beskrevet.

Figur 4.3 viser som eksempel frekvensfordelinger for CO, NO_x, NO₂, sot og trafikk-tetthet i Rådhusgata og ved El8, Lysaker. Den viser at trafikkfordelingen (hovedkilden for CO, NO_x, støv) avviker vesentlig fra log-normal-fordelingen. Fordelingene av NO_x, og støv følger trafikkfordelingen relativt godt, mens CO og NO₂-fordelingene er tilnærmet rette linjer, spesielt mellom 50 og 99.9-prosentilene. De ligger altså nokså nær den log-normale modellen. Årsakene til at disse fordelinger avviker fra trafikkfordelingen er for CO's del først og fremst at CO-utslippet øker sterkt ved høy trafikk-tetthet (dsv lave hastigheter, kø-kjøring). For NO₂, ligger årsaken dels i at bilutslippet består for det meste av NO. NO₂-konsentrasjonen er derfor ikke direkte koblet til bilutslippet og skyldes også dels utslipp fra oljeforbrenning.



Figur 4.3: Kumulative frekvensfordelinger for forurensning ved trafikkåre samt for trafikk tetthet. Eksempler fra Rådhusgt, Oslo og E18, Lysaker.

Betydningen av å undersøke frekvensfordelingen av forurensningen, ligger først og fremst i at dersom man finner at fordelingen tilnærmet følger en teoretisk modell, kan dette benyttes til å estimere maksimalkonsentrasjoner av forurensningen når en kjenner middelveiden.

I de følgende avsnitt blir de informasjonen som datamaterialet gir diskutert mer i detalj.

5 FORURENSNINGSSITUASJONEN VED TRAFIKKÅRER

Luftforurensningssituasjonen ved våre veier kan vurderes ut fra ulike kriterier. Den "subjektive" opplevelsen av forurensningen, først og fremst gitt av lukt og støv, er en måte å basere vurderingen på. Den influerer i stor grad på folks trivsel, et begrep som igjen er en del av helsebegrepet.

Situasjonen kan også vurderes ut fra en sammenligning mellom målte forurensningskonsentrasjoner og luftkvalitetsnormer som er fastsatt i en rekke land. Forurensningssituasjonen kan derved vurderes "objektivt" og kontrolleres. En reduksjon av forurensningen basert på et krav om overholdelse av visse normer, vil ikke nødvendigvis redusere tilstrekkelig de faktorer (luft, støv) som nedsetter trivselen. Vurderingen av disse faktorer bør derfor også tas med i en total vurdering av forurensningssituasjonen.

Luftkvalitetsnormer fastsatt i andre land er presentert og diskutert i vedlegg 2. I Norge foreligger det ikke luftkvalitetsnormer, men det foreligger nå (pr februar 77) forslag til "veiledende miljøstandarder" utarbeidet av Statens Forurensnings-tilsyn. Det er foreslått veiledende standarder for svoveldioksyd (SO_2), NO_2 og støv (sotverdi). NO_2 -standardene faller sammen med kanadiske normer for "maximum acceptable level", bortsett fra årsmiddelverdien, som i Norge foreslås anvendt som halvårsmiddelverdi (vinter). Sotstandardene faller sammen med de svenske normer.

På basis av vurderingen i vedlegg 2 har en valgt å se på situasjonen ved veiene i Norge ut fra normer i USA og Vest-Tyskland, samt norske forslag (NO_2) når det gjelder CO og NO_2 , Vest-Tyskland når det gjelder bly og Norge (forslag) og Sverige når det gjelder støv (sot-verdien). Verdens Helseorganisasjons (WHO) anbefalinger faller sammen med de amerikanske normene for CO og de svenske normene for sot.

De forskjellige lands normer gir ikke spesifikasjoner for hvor målestasjoner skal plasseres. Et unntak er de vest-tyske normer, som foreskriver et kvadratisk stasjonsnett med 4 km mellom hver stasjon, der stasjonsplasseringen skal være representativ for området som helhet.

Når det gjelder de normer som er satt ut fra helsekriteria (omfattende CO, NO, NO₂, bly, sot) er det klart at konsentrasjoner som overskrider normene bør unngås i alle områder der personer oppholder seg i minst så lang tid som normens midlingstid. Normer er gitt med midlingstider fra 1 time til 1 år. En beskyttelse av alle persongrupper som oppholder seg på/ved veier (kjørende, gående, de som har arbeidsplass ved veier, de som bor ved veier) innebærer at normer med midlingstider fra 1 time til 1 år bør komme til anvendelse.

5.1 Overskridelser av luftkvalitetsnormer

5.1.1 Karbonmonoksyd, CO

I vedlegg 2 går det fram at det er relativt stor forskjell på CO-normene i de enkelte land som har satt normer. Dette kan skyldes usikkerheten med hensyn til langtidseffekten av CO og også forskjellig hensyntagen til sårbare befolkningsgrupper. Normene fra USA, Japan og Vest-Tyskland representerer henholdsvis restriktive, middels og lite restriktive normer. Tabell 5.1 gir en oversikt over de høyeste konsentrasjoner og hyppigheten av overskridelsene av normer ved de enkelte målesteder.

En har valgt å presentere hyppigheten i prosent av antall måledager de enkelte normer ble overskredet. Tabellene 1-11 i datavedlegget gir en oversikt over de maksimale verdiene (1/2t og 8t-middelverdier) hver dag for hvert enkelt stasjon.

Tabell 5.1: Oversikt over høyeste målte CO-verdier og overskridelser av luftkvalitetsnormer.

Målested	Periode	Antall døgn	Målte verdier CO mg/m ³				% av antall dager med overskridelse av normer				Trafikk ÅDT	
			Middel verdi	95 pros	Max 8t	Max 1t	USA WHO 8 t	USA WHO 1 t	Japan 8 t	Vest-Tyskl.		
<u>OSLO</u>												
Rådhusgt.	mars-jun 74 jan-mars 75	91 64	3.7 9.6	11 26	17 39	32 63	20 80	0 15	0 15	0		~ 24 000
Torggt.	juni 74 feb-mars 75	15 14	7.3 13.4	20 28	21 28	26 42	50 95	0 5	0 40	0		~ 9 000
Tøyengt.	mars 74	9	5.0	13	13	21	20	0	0	0		~ 5 000
Trond.h.vn.	des 73-jan 74	18	3.9	15	22	36	40	0	0	0		~ 13 000
<u>BÆRUM</u>												
E18, Lysaker	okt 74 jan-feb 75	26 27	3.2 7.8	9.5 21	<10 22	16 36	0 80	0 0	0 3	0		~ 59 000
<u>HOLMESTRAND</u>												
Langgt.	aug 74	17	3.9	13	23	34	20	0	0	0		~ 11 000
<u>TROMSØ</u>												
Storgt.	nov-des 74	41	4.2	12.5	15	23	20	0	0	0		~ 15 000
Normer			10 ¹	30 ¹			10	40	20			
Alarmnivåer	Fase 2				12 ²	60						
(Rotterdam)	Fase 3				23 ²	120						

¹ Vest-Tyskland

² Døgnmiddelverdi

Tabellen viser følgende:

- USAs 8t-norm ble overskredet ved alle målesteder, Japans 8t-norm ved noen målesteder. Vest-Tysklands normer overskrides sannsynligvis ikke på noen av målestedene.
- Årsmiddelverdien ved målestedet i Torggata var sannsynligvis ikke særlig mye lavere enn 10 mg/m^3 , som er vest-tysk norm. Ved trafikklyskøer i gater med endel høyere trafikk tetthet enn Torggata, vil sannsynligvis også vest-tysk norm overskrides.
- Høyeste målte 1-timesverdi og døgnmiddelverdi i Rådhusgata lå høyere enn nederlandske alarmnivåer (Rotterdam), henholdsvis fase 2 og fase 3, da myndighetene ber om frivillige utslippsbegrensende tiltak.
- USAs 8-timersnorm ble overskredet vesentlig og hyppig om vinteren. Høyeste målte verdi, i Rådhusgata 10. januar 1975, var 4 ganger høyere enn normen. Normen ble overskredet på 80 prosent eller flere av dagene om vinteren, ved målestedene i Rådhusgata, Torggata og Lysaker (E18).

De målinger som er utført viser eksempler på hvor høye CO-konsentrasjoner som opptrer ved gater og veier i Norge. På andre steder med tilsvarende biltetthet, gatetverrsnitt og meteorologiske forhold vil tilsvarende konsentrasjoner opptre. Det er kombinasjonen mellom biltetthet, trafikkavvikling, gatetverrsnitt og meteorologiske forhold som bestemmer forurensningsnivået.

Det er målt på ett punkt i gatetverrsnittet ved hvert av målestedene. Målingene er representative for forholdene på fortauet ca 1-2 meter fra veikanten og ca 2 meter over bakken. Konsentrasjonene vil avta med høyden over og avstanden fra veien (se seksjon 8.4). Går man langs gaten, kan forurensningen variere mye. Forurensningen av CO er minst der trafikken flyter best, og der gatetverrsnittet er åpent. Størst er den ved trafikklyskøer, større jo lenger køen er, og der gaten er smalest og husene høyest.

På strekninger med stigning synes CO-konsentrasjonen å være høyere enn ved flat vei. Dette vises av målingene fra Tøyengata, som i mars 1974 ga omtrent like høye konsentrasjoner som i Rådhusgata, selv om trafikk tettheten i Tøyengata er bare ca en fjerdedel.

5.1.2 Nitrogendioksyd, NO₂

Normer og retningslinjer for NO₂ foreligger for 1-times, døgn- og årsmiddelverdier. I Norge foreligger et forslag (pr februar 77) til veiledende miljøstandard for NO₂, som er lik tilsvarende kanadiske normer (se vedlegg 2). Overensstemmelse mellom de enkelte lands normer er bedre enn for CO, igjen bortsett fra Japan. Tabell 5.2 gir en oversikt over de høyeste NO₂-konsentrasjoner målt ved hvert målestед, samt overskridelse av amerikanske, vest-tyske og WHO-normer og norsk forslag. For timesnormene er det angitt antall dager med normoverskridelser i prosent av totalt antall måledager. På de fleste dager da timesnormene overskrides, skjer dette over flere timer.

Som det framgår av vedlegg 2, har WHO foreløpig angitt et område, 0.19-0.32 mg/m³, innenfor hvilken den endelige anbefaling kommer til å ligge. I tabell 5.2 er det angitt, i prosent, med hvilken hyppighet den nedre og øvre grense av dette området overskrides. F.eks. i Rådhusgata i april 74 ble 0.19-grensen overskredet ca 50% av dagene, mens 0.32-grensen ble overskredet ca 20% av dagene.

Som for CO var overskridelsene av NO₂-normene vesentlige og hyppige. Spesielt om vinteren ble både Norges og WHOs 1-timesnorm (forslag) overskredet hyppig. Høyeste målte verdi, 0.53 mg/m³ tilsvarer øvre grense for instrumentets måleområde. Høyeste verdi ligger reelt høyere enn 0.53 mg/m³.

Tabell 5.2: Oversikt over høyeste målte NO₂-verdier og overskridelser av luftkvalitetsnormer

Målested	Periode	Antall døgn	Målte verdier NO ₂ mg/m ³				Overskridelse av normer, % av antall dager						
			Middel verdi	95 pros	Max 24t	Max 1 t	USA og VT år	VT 95 pros	WHO lt	Norge forslag (feb. 77)			
									halvår	24t	1t		
<u>OSLO</u>													
Rådhusgt.	april 74	11	0.16	0.30	0.22	0.38						0	
	juni 74	17	0.15	0.26	0.21	0.33	x		(x)			20	
	jan-mars 75	66	0.24	0.43	0.40	0.53 ¹						30	
Torggt.	feb-mars 75	30	0.21	0.38	0.31	0.53 ¹	(x)					25	
<u>BERUM</u>													
E18, Lysaker	okt 74	12	0.10	0.21	0.15	0.26						0	
	jan-feb 75	34	0.20	0.38	0.34	0.53 ¹	x					20	
Normer								0,10	0.30	0.19-0.32	0.10	0.20	0.40
Alarmnivåer (Rotterdam)	Fase 2				0.15	0.30							
	Fase 3				0.20	0.50							
	Fase 4				0.30	0.75							

¹ Peakverdi

x overskridelse av norm

(x) sannsynlig overskridelse av norm

Selv om NO₂ er målt i begrensede perioder, er det utvilsomt at halvårsnormen (norsk forslag) og årsnormen (USA og Vest-Tyskland) overskrides ved målestedene i Rådhusgata og ved El8, Lysaker. Det er også muligheter for at de overskrides ved trafikklyskøen i Torggata.

Høyeste målte døgnverdier ved alle 3 målesteder overskrider Rotterdams alarmnivå, fase 4, der tvungne utslippsbegrensende tiltak iverksettes. Høyeste målte 1-times middelvei ligger høyere enn alarmnivå fase 3, og sannsynligvis nært opptil fase 4.

Utluftingen (gatetverrsnittet) har samme innflytelse på NO₂ som på CO-konsentrasjonen. Variasjonen langs gaten som følge av forskjellig trafikkflyt er ikke så utpreget som for CO. NO_x-utslippet fra biler varierer ikke på samme måte som CO-utslippet (se tabell 8.2). NO₂-konsentrasjonen ved en trafikklyskø vil derfor ikke øke så mye som CO-konsentrasjonen, i forhold til steder med god trafikkflyt.

5.1.3 Nitrogenmonoksyd, NO

Bare Vest-Tyskland har fastsatt normer for NO, uttrykt som årsmiddelvei og 95-prosentil av halvtimesmiddelveier (over et år), se vedlegg 2.

NILU har for det meste målt NO_x og NO₂. I de tilfelle hvor bare NO_x (summen av NO og NO₂) er målt, kan disse målinger likevel brukes til å sjekke overskridelser av NO-normen. Målinger har vist at ved en bygata vil 80-95% av NO_x-konsentrasjonen foreligge som NO.

Tabell 5.3 viser en oversikt over NO_x-målingene. Målingene strekker seg over relativt korte perioder, slik at en må vise forsiktighet ved sammenligning med normer basert på årsmiddelveier. Det kan imidlertid sies at begge de vest-tyske normene med stor sannsynlighet overskrides ved målestedene i Rådhusgata og på Lysaker. Det samme er sannsynligvis tilfelle også ved de andre målestedene i Oslo, bortsett fra på St.Hanshaugen.

Tabell 5.3: Oversikt over målte NO_x -verdier, samt overskridelser av luftkvalitetsnormer for NO .

Målested	Periode	Antall dager	Målte verdier, NO_x mg/m^3 (som NO_2)		Overskridelse av vest-tyske normer		Trafikktetthet ÅDT
			Middel verdi	95 pros	Årsmiddel	95%	
<u>OSLO</u>							
Trondh. vn.	des 73-jan 74	22	0.53	1.7			~ 13 000
Rådhusgt.	mars 74	8	0.84	1.6	} (x)	} (x)	~ 24 000
	sept-okt 74 nov 74	45 25	0.65 0.57	1.4 1.3			
Tøyengt.	mars 74	18	0.35	0.86			~ 5 000
	april 74	25	0.23	0.56			
Torggt.	juni 74	13	0.32	0.86			~ 9 000
St. Hansh.	des 73-jan 74	27	0.14	0.45			-
	juni 74	17	0.04	0.10			
	sept-okt 74	39	0.10	0.35			
	nov 74	26	0.14	~0.45			
	des 74	20	0.19	~0.60			
<u>BÆRUM</u>							
Lysaker	sept-okt 74	29	0.67	1.7	(x)	(x)	~ 59 000
<u>HOLMESTRAND</u>							
Langgt. (som NO)	aug 74	18	0.45	1.1			~ 11 000
Vest-tyske normer			0.20	0.60			

1 mg/m^3 NO_x som NO_2 = 0.65 mg/m^3 som NO

5.1.4 Svevestøv (sotverdi)

Normer for svevestøv er gitt i sammenheng med forskjellige målemetoder. Noen metoder bestemmer støvet gravimetrisk (vekt), mens en annen bestemmer "sotverdien", dvs den svartning støvet gir på et filter. Fra svartningsgraden kan en vektkonsentrasjon i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ angis, ut fra en kalibreringskurve.

NILUs målinger av svevestøv er basert på bestemmelse av sotverdien. Ved prøvetakingen oppsamles partikler med diameter mindre enn 5-10 μm . Støvprøven på filtret representerer dermed ganske godt det som defineres som respirabelt støv. I Norge foreligger nå (februar 77) forslag til normer for svevestøv (sotverdi). Også Sverige og WHO har gitt tilsvarende retningslinjer (se vedlegg 2).

Tabell 5.4 viser en oversikt over resultatene av sotverdimålingene, samt overskridelser av slike normer.

Måleperiodene dekket ikke hele halvåret. Målingene tyder likevel på at langtidsmiddelverdien på 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sannsynligvis ble overskredet ved målestedene i Rådhusgata og ved E18 på Lysaker. Halvårsestimatet for Torggata blir noe usikkert.

Korttidsverdien på 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ overskrides også ved Rådhusgata og ved E18, Lysaker. Høyeste enkeltmåling, 197 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ målt i Rådhusgata, ligger ca 60 prosent høyere enn normen. De høyeste målte døgnverdier i Rådhusgata nærmer seg Rotterdams alarmnivå, fase 3, der frivillige utslippsbegrensende tiltak ønskes.

Overskridelsene av halvårnormen for sotverdi er like vesentlig som for NO_2 , mens døgnnormen ikke overskrides så hyppig som tilsvarende normer for NO_2 og CO .

Tabell 5.4: Oversikt over resultater av sotmålinger, samt overskridelser av normer.

Målested	Periode	Antall døgn	Målte verdier µg/m ³ sot			Overskridelse av normer		
			Middelverdi	Max 24 t	98 pros	WHO år	98 pros	Norge (og Sverige) halvår
<u>OSLO</u>								
Rådhusgt.	mar-apr 74	14	~150					~ 7
	jan-mar 75	63	~105	197	270	x	?	x
Tøyengt.	mar-apr 74	15	~115					23
Torggt.	juni 74	18	~ 20	37	45			0
	feb-mar 75	37	~ 70	145	160	?	?	(x)
<u>BÆRUM</u>								
E18, Lysaker	sep-okt 74	30	~ 80	155	275			3
	jan-feb 75	33	~ 90	150	240	x	x	3
<u>HOLMESTR.</u>								
Langgt.	aug 74	16	~ 30	57	95	-	-	0
Normer								
Alarmnivåer (Rotterdam)	Fase 2			125				
	Fase 3			200				
	Fase 4			250				
					40	120	40	120

* Normen kan overskrides 3 dager i løpet av vinterhalvåret. Tallene i kolonnen angir antall dager i løpet av måleperioden normen ble overskredet.

x overskridelse av norm.

(x) sannsynlig overskridelse av norm.

I Rådhusgata er sotverdien om natten (ubetydelig trafikk) i vintermånedene i middel ca $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$, eller ca 45% av middelverdien for hele døgnet. De tilsvarende tall for Lysaker er ca $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eller ca 25% om høsten (sep - okt 74), og ca $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eller ca 55% om vinteren. Kildene til denne del av sotforurensningen er hovedsakelig utslipp fra oljeforbrenning og vindblåst bakkestøv (se kapittel 7).

5.1.5 Bly i svevestøv

I Vest-Tyskland foreligger det forslag til retningslinje for luftkvaliteten når det gjelder bly i svevestøv. Flere land (bl.a. Norge, Sverige, USA) har imidlertid redusert blytilsetningen i bensin, ut fra den kjensgjerning at bly er et giftig metall som bør unngås i størst mulig grad i miljøet.

Tabell 5.5 gir en oversikt over de blymålinger som er foretatt, samt overskridelser av vest-tyske retningslinjer.

De mest omfattende blymålinger er foretatt ved E18 på Lysaker. Ved målestedene i Oslo er det målt bly bare i kortere perioder. I desember 1973 ble det målt bly i forbindelse med kjøreforbudet for privat bilkjøring i to helger.

Ved vurderingen av blymålingene må en ta hensyn til at det pr 1.1.1974 ble innført restriksjoner på høyeste tillatte blytilskudd i høy-oktan bensin. Tidligere lå gjennomsnittlig blytilskudd på 0.7-0.8 g/l. Etter 1.4.1974 ble høyeste tillatte tilskudd satt til 0.4 g/l.

Fra resultatene fra Lysaker ser man tydeligst virkningen av restriksjonen. Nå ble målingene før juli 74 foretatt ved et målepunkt (se figur 3.8) som sannsynligvis gir noe høyere verdier (ca 30%) enn målestedet for målingene etter september 1974 (9). Imidlertid ser man at konsentrasjonene vinteren 75 er bare ca halvparten av de en hadde vinteren 74. En tilsvarende reduksjon kan en se også av resultatene fra Rådhusgata.

Tabell 5.5: Oversikt over målinger av bly i svevestøv, samt overskridelser av vest-tysk retningslinje.

Pr. 1.4.74: Reduksjon i blytilskudd i bensin fra ca 0,8 g/l til maks 0,4 g/l

Målested	Periode	Antall døgner	Målte verdier, bly $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Overskridelse av vest-tyske normer	Merknad
			Middell	Maks døgnerverdi		
<u>OSLO</u>						
Galgeberg	8-9 des 73	2	0,9			
	10-12 des 73	2	4,7			Kjøreforbud
Trondheimsvei (Schou's bryggeri)	15-16 des 73	2	1,4			Vanlig trafikk
	17-18 des 73	2	6,7	7,5		Kjøreforbud
Rådhusgt	mar-apr 74	7	4,3	6,2		Vanlig trafikk
	juni 74	9	2,1	3,7	(x)	
	jan-mar 75	12	3,0	5,8		
Tøyengt	mar-apr 74	7	2,9	4,3		
Torggt	juni 74	9	1,2	2,4		
	feb-mars 75	11	2,1	4,0		
<u>BÆRUM</u>						
Lysaker (E18)	nov 73-mar 74	64	4,3	7,8		
	apr-juni 74	41	1,7	3,9		
	sep-nov 74	23	2,3	4,6		
	jan-feb 75	24	2,4	3,9	x	Ulike målesteder (se fig.3.8)
<u>HOLMESTR.</u>						
Langgt	aug 74	18	1,6	3,3		
Vest-tysk retningslinje					1,5	3,0

Bare resultatene etter sommeren 74 har dermed interesse for vurderingen av nåværende luftkvalitet. Tabellen viser at døgnnormen vinteren 75 ble overskredet både i Rådhusgata, i Torggata og ved El8, Lysaker. Høyeste døgnerverdi i Rådhusgata ligger på nesten det dobbelte av normen.

Ved Lysaker har måleperiodene vært lange nok til å kunne vurdere årsmiddelverdien i forhold til normen. Både om høsten og vinteren ligger middelverdien godt over (ca 50% over) årsnormen. Det er derfor sannsynlig at den vest-tyske årsnormen overskrides like ved El8 ved Lysaker med den nåværende blytilsetning i bensin.

Ved de andre målestedene er måleperiodene for korte til å estimere årsmiddelverdien for bly. Ved hjelp av forholdet mellom middelverdiene for CO ved Lysaker og i Rådhusgata kan man imidlertid anslå årsmiddelverdien for bly også i Rådhusgata. De to gatene har tilnærmet like kjøreforhold, og derved tilnærmet like utslippsforhold. Årsmiddelverdien av CO ligger noe høyere i Rådhusgata enn ved Lysaker (se tabellene 12 og 14 i datavedlegget). En skulle vente det samme når det gjelder bly, dvs overskridelse av årsnormen også i Rådhusgata.

Målingene under kjøreforbudet (desember 73) viser at det vesentligste av blyforurensningen skyldes biltrafikken, enten direkte utslipp fra motorer, eller opphvirvling av veistøv som inneholder bly som også skriver seg fra bilutslipp. (se kapittel 7.4).

5.2 Sammenlignende vurdering

Som vist overskrides luftkvalitetsnormer for samtlige av komponentene CO, NO, NO₂, støv (sotverdi) og bly i svevestøv ved målestedene Rådhusgata og Torggata i Oslo og El8 ved Lysaker i Bærum. Målinger ved andre gater i Oslo, Holmestrand og Tromsø viser også overskridelser av enkelte av stoffene (CO, bly).

I tabell 5.6 er forholdet mellom de høyeste målte konsentrasjoner og de respektive luftkvalitetsnormer gitt.

Målestedene representerer følgende forhold:

- Rådhusgata - bygata med trangt gatetverrsnitt ($h/b \approx 1.5$) relativt bra trafikkflyt ("grønn bølge").
- Torggata - bygata med trangt gatetverrsnitt ($h/b \approx 1.2$), ved trafikklyskø.
- El8, Lysaker - åpen vei, god trafikkflyt, fartsgrense 50 km/t.

Basert på tabell 5.6 og antakelsen at de maksimale forurensningskonsentrasjoner er proporsjonal med årsdøgntrafikken, har man estimert tall for den årsdøgntrafikk som vil gi forurensningsnivåer som ligger på grensen til normoverskridelser, tabell 5.7. En underliggende forutsetning er at en har samme kildefordeling og atmosfæriske spredningsforhold som en hadde i Oslo/Bærum vinteren 1975.

Grensene for årsdøgntrafikken bør anvendes rettlede for den ÅDT som kan medføre luftforurensningsproblemer som igjen bør vurderes i forbindelse med for eksempel transport/arealplanlegging.

Tabell 5.6: Forholdstall mellom høyeste målte konsentrasjoner og luftkvalitetsnorm.

Målested	Trafikk ÅDT biler/døgn	CO		NO ₂			Svevestøv (sotverdi)	Bly i svevestøv ⁴
		USA,WHO 1t	USA,WHO 8t	WHO ¹ 1t	Norge ² 1t	Norge ² 24t	Norge ² ,Sverige 24t	Vest-Tyskland 24t
<u>Oslo</u>								
Rådhusgt	≈ 24 000	1.6	3.9	> 1.7 ³	>1.3 ³	> 2.0 ³	1.65	1.9
Torggt	≈ 9 000	1.15	2.8	> 1.7 ³	>1.3 ³	> 1.6 ³	1.2	1.3
<u>Bærum</u>								
El8, Lysaker	≈ 59 000	1.0	2.2	> 1.7 ³	>1.3 ³	> 1.7 ³	1.3	1.5

1) Høyeste grense for det området WHO foreløpig har anbefalt.

2) Forslag til veiledende miljøstandard, februar 77.

3) Basert på peakverdier.

4) Retningslinje foreslått av VDI, Vest-Tyskland.

Tabell 5.7: Trafikktetthet (ÅDT) som ville gitt konsentrasjoner lik luftkvalitetsnormer.

Trafikkåre	CO	NO ₂	Svevestøv (sotverdi)	Bly i svevestøv	Høyeste ÅDT som ikke gir norm- overskridelser
Trangt gatetverrsnitt, rel.god trafikkflyt (repr ved Rådhusgt, Oslo)	≈6 000	<12 000	≈ 14 000	≈ 12 000	≈ 6 000
Trangt gatetverrsnitt, trafikklyskø (repr. ved Torggata, Oslo)	≈3 000	< 5 000	≈ 7 000	≈ 6 000	≈ 3 000
Åpen vei, rel.god trafikkflyt 50 km/t (repr. ved E18, Lysaker)	≈25 000	<35 000	≈ 45 000	≈ 40 000	≈ 25 000

For alle de 3 typene målesteder overskrides CO-normen (8t-middel) først, deretter NO₂ (24t-middel), bly i svevestøv (24t-middel) og sotverdi (24-middel).

Tabellen gir tydelig inntrykk av hvor stor betydning gate-tverrsnitt og trafikkforhold har. En vei som E18 ved Lysaker tåler, ved god trafikkflyt, en trafikktetthet (ÅDT) på ca 25 000 biler/døgn uten at normer overskrides ved veikanten. En vei som Rådhusgata, med trafikklys regulert i grønn bølge, tåler en ÅDT på bare 6 000 biler/døgn for ikke å få overskridelser av normer på fortauet. Dette er basert på konsentrasjonene på steder der en ikke har trafikklyskø i særlig grad. Ved trafikklyskøen er målingene fra stasjonen i Torggata representativ. Lar en forholdene ved køen være bestemmende, tåler gaten bare ca 3 000 biler/time (ÅDT), uten normoverskridelser. En gjentar at disse tall baseres på den kildefordeling og de spredningsforhold en hadde i Oslo/Bærum vinteren 1975.

Diskusjonen har vist at det er USAs 8-timers CO-norm (også WHO anbefaling) som er den mest restriktive av de anvendte normer. Dersom man ser bort fra denne norm og går ut fra Japans eller Vest-Tysklands CO-normer, blir det NO₂-konsentrasjonen som blir bestemmende. På det grunnlag tåler gatene ca 1.5-2 ganger høyere trafikk enn tallene gitt i tabell 5.7, før normer overskrides, under forutsetning av at frekvensen og lengden av kødannelser da ikke øker vesentlig.

6 REPRESENTATIVITET

Som beskrevet i seksjon 2 avhenger forurensningsnivået ved trafikkerte veger bl a av følgende hovedfaktorer:

- utslippsmengde pr bilenhet
- trafikk tetthet og trafikkavvikling
- utluftingsforhold (meteorologi)

Det må klargjøres i hvilken grad de nevnte faktorer under måleperioden var representative for de forhold en kan vente i framtiden.

6.1 Utslippsmengde pr bilenhet

En antar at det utvalg av biler som passerte våre målesteder i løpet av målingene var representativt for den gjennomsnittlige norske bilpark i 1974-75.

Utviklingen av bilmotorer og utslippsbegrensende anlegg vil føre til at utslippet av endel forurensende stoffer vil bli redusert i årene som kommer. En vurdering av hvor stor denne reduksjon kan bli, må komme direkte inn ved ekstrapolering av måleresultatene fram i tiden.

Utviklingen vil bestemmes både av motorfabrikantenes utviklingsinnsats og norske og europeiske myndigheters krav til utslipp. En oversikt over mulige og sannsynlige utviklingsretninger, når det gjelder reduksjon av utslipp fra norsk bilpark i framtiden, er gitt i regjeringens langtidsprogram for 1974-77, avsnitt 4 i vedlegg til spesialanalyse 1: Forurensninger (10).

Den sannsynlige utvikling på kort sikt er at følgende bestemmelser for nye biler sannsynligvis vil innføres før 1979:

- CO : 20% reduksjon i forhold til nye biler i dag
- HC : 15% reduksjon i forhold til nye biler i dag
- NO_x: Ingen reduksjon, men en fastfrysing av nåværende utslippsforhold.

Ytterligere reduksjoner av CO og HC-utslippet er sannsynlig. Hvor stor denne kan bli er uklart på nåværende tidspunkt.

Bare en liten del av bilparken består av nye biler. For bilparken som helhet vil derfor ventede reduksjoner i CO og HC-utslippet for nye biler gi svært små utslag til å begynne med. Den nevnte reduksjon vil derfor ikke kunne merkes særlig mye før noen år etter innføringen.

Spesielle forhold gjør seg gjeldende med NO-utslippet. Etter hvert som strengere krav til CO og HC-utslipp innføres, er det fare for at NO-utslippet pr bilenheter som et resultat kan øke i forhold til de utslipp man har i dag.

Utslippet av bly vil være proporsjonalt med blytilsetningen i bensin. I Norge er det restriksjoner i dag som setter maks. blytilskudd til 0.4 g/l. Vest-Tyskland har i dag gjennomført en reduksjon til 0.15 g/l, Sverige overveier det samme. En kan derfor kanskje vente at en ytterligere reduksjon også kan gjennomføres i Norge innen noen år.

Utslippet av svovel pr bilenheter antas å holde seg på det nåværende nivå, med mindre man i stor utstrekning går over til nordsjø-diesel.

Svovelutslippet fra biler har lenge vært oppe til diskusjon i USA, fordi de etterbrennere man der måtte satse på for å oppnå

de strenge krav til utslipp som myndighetene ville gjennomføre, i stor grad omformet svovelutslippet til sulfater. Det er kjent at enkelte typer sulfater har en mere alvorlig helseeffekt enn ren svoveldioksyd. Man estimerte at ved sterkt trafikkerte veier ville en komme opp i uønskede sulfatkonsentrasjoner. Dersom man satser på å oppnå utslippsreduksjoner ved motormodifikasjoner i stedet for etterbrennere, vil ikke sulfatproblemet gjøre seg gjeldende i samme grad.

Ved forbedrede motortyper og nedsatt blytilskudd i bensin kan man altså vente reduserte totalutslipp av CO, HC og bly på relativt kort sikt. NO_x-utslippet (totalt) må man vente vil øke, slik at den relative betydning av NO_x-forurensninger vil bli større. Målingene viser at allerede i dag er NO_x-konsentrasjonene ved veier vesentlig høyere enn normer.

6.2 Trafikktetthet

Regjeringens langtidsplan 1974-1977 (10) regner med økninger i biltallet i Norge i forhold til 1975 på ca 15% til 1980 og ca 60% til 1990. Usikkerheten ved slike prognoser er kjent, men det er rimelig å vente en økning i biltallet i de nærmeste år.

Dette vil først og fremst øke forurensningsproblemene på regional skala, idet totaltrafikken i byregioner vil øke. I hvilken grad en framtidig økning av totalbiltallet vil føre til vesentlig økte forurensningsnivåer lokalt ved trafikkårer er helt avhengig av framtidig vei- og trafikkplanlegging. Forurensningen er sterkt avhengig av trafikkavviklingen.

Forurensningsutslippet øker vesentlig, når gjennomsnittshastigheten reduseres ytterligere fra en allerede lav hastighet. En liten økning i trafikktettheten i et gatenett som allerede er bortimot maksimalt belastet, vil derfor kunne gi vesentlige økninger i forurensningsnivået.

6.3 Utluftingsforhold

Utluftingsforholdene i atmosfæren, de atmosfæriske spredningsforhold, kan variere svært mye fra område til område og fra år til år. En parameter som i stor grad karakteriserer spredningsforholdene i Oslo, er temperaturforskjellen mellom Blindern og Tryvasshøgda. For høsten/vinteren 1974-75, da de fleste av våre målinger ble utført, var temperaturforskjellen nær gjennomsnittet for alle vintre i perioden 1959-76 (1). Således vil de halvårsmiddelverdier vi opererer med i våre resultater være representative for en typisk vinter. Det betyr samtidig at i vintre med dårlige spredningsforhold vil langtidsmidler av forurensninger være større enn de våre resultater viser.

Når det gjelder de maksimale konsentrasjoner på 1-times, døgn og månedsbasis, er det utluftingsforholdene i de aktuelle timer, døgn og måneder som er bestemmende. Februar 1975 var en måned med ekstremt dårlige utluftingsforhold. Månedsmiddelverdier for denne måned representerer derfor noe av det høyeste man kan vente med uendrede utslippsforhold.

Maksimale 1-times, 8-times og døgnmiddelverdier vil opptre under kortere perioder om vinteren med stagnerende luft og inversjonsforhold. Frekvensen av slike situasjoner vil variere fra vinter til vinter, men de ekstreme enkeltsituasjonene vil komme igjen år om annet. De maksimale konsentrasjoner som ble målt i 1974-75 er derfor et representativt grunnlag for å bestemme hva man kan vente i senere år, når man i tillegg tar hensyn til endringer i utslipp og trafikkavviklingsforhold.

Middeltemperaturen for vinteren er en parameter som er med på å bestemme halvårsmiddelverdien av SO_2 , NO_2 og sot-nivået, fordi utslipp fra oljeforbrenning gir et vesentlig tilskudd til nivået av disse komponenter. Totalforbruket av olje, og dermed utslippet av SO_2 , NO_2 og sot øker med avtagende middeltemperatur. Vinteren 1974-75 var i gjennomsnitt relativt

mild, ca 1°C varmere enn gjennomsnittlig vinter i perioden 1959-76. I normalt kalde vintre vil man derfor kunne vente høyere forurensningsnivåer av SO_2 , NO_2 og sot enn målt i 1974-75.

I sammendrag kan man si at de målte maksimalkonsentrasjoner (midlingstid kortere enn en måned) danner et representativt grunnlag for hva man kan vente i framtiden.

Halvårsmiddelverdiene av SO_2 , NO_2 og sot for 1974-75 er relativt lave i forhold til hva man kan vente i vintre med lavere middeltemperaturer enn normalt, og med dårligere spredningsforhold i middel enn de man hadde i 1974-75. Slike vintre vil forekomme.

7 BILTRAFIKKENS BIDRAG TIL FORURENSNINGER I GATENIVÅ

Tabell 2.1 viser at nesten alt CO-utslipp i Oslo skyldes bilers forbrenning av bensin og diesel. Forurensningen av NO og NO₂ og svevestøv skyldes også andre kilder. Data for midlere døgnforløp av NO₂ og svevestøv (sotverdi), se datavedlegget, kan brukes til å estimere biltrafikkens bidrag.

7.1 NO₂

Tabell 7.1 viser midlere konsentrasjoner av NO₂ ved ubetydelig trafikk (minimum natt-konsentrasjon) og midlere konsentrasjon over hele døgnet, samt forholdet mellom disse.

Tabell 7.1: Eksempler på biltrafikkens andel av NO₂-forurensninger ved trafikkerte veier.

	Midlere konsentrasjoner av NO ₂ , mg/m ³		Døgnmiddel	Biltrafikkens bidrag til middelverdien
	Nattmin. (≈null traf)	Døgnmiddel	Nattmin.	
Rådhusgt, april 74	0.10	0.16	1.6	≈40%
Oslo juni 74	0.05	0.15	3.0	≈65%
jan-mars 75	0.14	0.24	1.7	≈50%
Torggt.Oslo feb-mars 75	0.12	0.21	1.8	≈45%
E18,Lysaker oktober 74	0.04	0.10	2.5	≈60%
jan-feb. 75	0.14	0.20	1.4	≈30%

Forholdet mellom middelverdi og nattminimum synes å ligge mellom 1.0 og 2.0 om vinteren og mellom 2.0 og 3.0 i øvrige årstider. Dette reflekterer årstidsvariasjonen i utslipp fra oljeforbrenning for oppvarmingsformål.

Ved å anta at døgnvariasjonen i fyringsutslippet er liten i forhold til variasjonen på grunn av trafikken, kan man anslå biltrafikkens bidrag til NO₂-forurensningen ved trafikkårer i Oslo-området å være høyst 60-70% utenom fyringssesongen og høyst 30-50% i fyringssesongen.

7.2 NO_x

Figur 7.2 viser biltrafikkens bidrag til NO_x-konsentrasjonen ved trafikkårer. Dette synes å ligge på ca 85-90% utenom fyringssesongen. Det er sparsomt med målinger av NO_x i fyringssesongen. Målinger ved Trondheimsvn. tyder på at bidraget da kan gå ned mot 60%.

St.Hanshaugen viser et eksempel på forholdene slik de kan være på en stasjon tilbaketrukket fra direkte påvirkning av biltrafikk og andre kilder ("by-bakgrunn"). Dersom man antar at døgnvariasjonen hovedsakelig skyldes bilutslipp, ligger biltrafikkens bidrag av NO_x-forurensninger her på høyst ca 60-75%, og noe høyere i juni enn i fyringssesongen.

Tabell 7.2: Eksempler på biltrafikkens andel av NO_x-forurensninger ved trafikkerte veier.

	Middelkonsentrasjoner av NO _x , mg/m ³		Middel Nattmin	Biltrafikkens bidrag
	Nattmin.	Døgnmiddel		
Trondheimsvn. des 73-jan74 Oslo	0.18	0.53	2.9	~65%
Rådhusgt.Oslo mars 74	0.13	0.84	6.5	~85%
sept-okt 74	0.09	0.65	7.2	~85%
nov 74	0.08	0.57	7.1	~85%
Tøyengt.Oslo mars 74	0.09	0.35	3.9	~75%
april 74	0.06	0.23	3.8	~75%
Torggt.Oslo juni 74	0.04	0.32	8.0	~85%
El8 Lysaker sept-okt 74	0.08	0.69	8.6	~90%
Langgt. Holmestrand aug 74	0.05	0.45	9.0	~90%
St.Hanshaugen des73-jan74	0.05	0.14	2.8	~65%
Oslo juni 74	0.01	0.04	4.0	~75%
sept-okt 74	0.04	0.10	2.5	~60%
nov 74	0.05	0.14	2.8	~65%
des 74	0.07	0.19	2.7	~65%

7.3 Svevestøv(sotverdi)

Figur 7.3 gir eksempler på biltrafikkens bidrag til sotforurensninger ved trafikkårer. Bidraget varierer fra målested til målested, og ligger i området 45-80%, under forutsetningen at bidraget fra andre kilder varierer lite over døgnet. Denne forutsetningen kan være noe mere tvilsom enn når det gjelder NO₂, blant annet fordi industriutslipp bidrar til støvforurensninger.

Det synes ikke å være en like tydelig årstidsvariasjon i bidraget her som for NO₂. Dette kan ha sin årsak i at en kilde til sot, oljeforbrenning, har størst utslipp om vinteren, mens en annen kilde, vegstøvet, kan ha minimum om vinteren, på grunn av snø/is-dekke og våte veier. Disse variasjonene oppveier hverandre delvis.

Tabell 7.3: Eksempler på biltrafikkens andel av svevestøv(sotverdi)-forurensninger ved trafikkerte veier.

	Middelkonsentrasjoner av svevestøv(sot) µg/m ³		Middel Nattmin.	Biltrafikkens bidrag
	Nattmin.	Døgnmiddel		
Rådhusgt. jan-mars 75 Oslo	35	102	2.9	~65%
Torggt.Oslo juni 74	10	20	2.0	~50%
feb-mars 75	38	69	1.8	~45%
El18,Lysaker sept-okt 74	18	81	4.5	~80%
jan-feb 75	44	90	2.0	~50%
Langgt. Holmestrand aug 74	9	33	3.7	~73%

7.4 Resultater fra målinger under helger med kjøreforbud, desember 1973 - januar 1974

Under helgene med forbud mot privat bilkjøring i årsskiftet 1973/74, fikk man anledning til direkte å måle biltrafikkens innflytelse på luftforurensninger i gatenivå under de gjeldende meteorologiske forhold.

Målinger ble gjennomført ved Galgeberg i tiden 7-13.12.73 i Trondheimsveien ved Schous bryggeri i tiden 14.12.73-8.1.74, ved St.Hanshaugen i tiden 13.12.73-8.1.74 og ved Torggata bad i tiden 12.-14.10.74.

Som ventet viste målingene at biltrafikken er den helt dominerende kilde til CO og blyinnholdet i luften ved veibanen. Konsentrasjonen av disse stoffene sank til henimot null under trafikkstoppen. Figurene 7.1, 7.2 og 7.3 viser forurensningsforløpet under trafikkstansen.

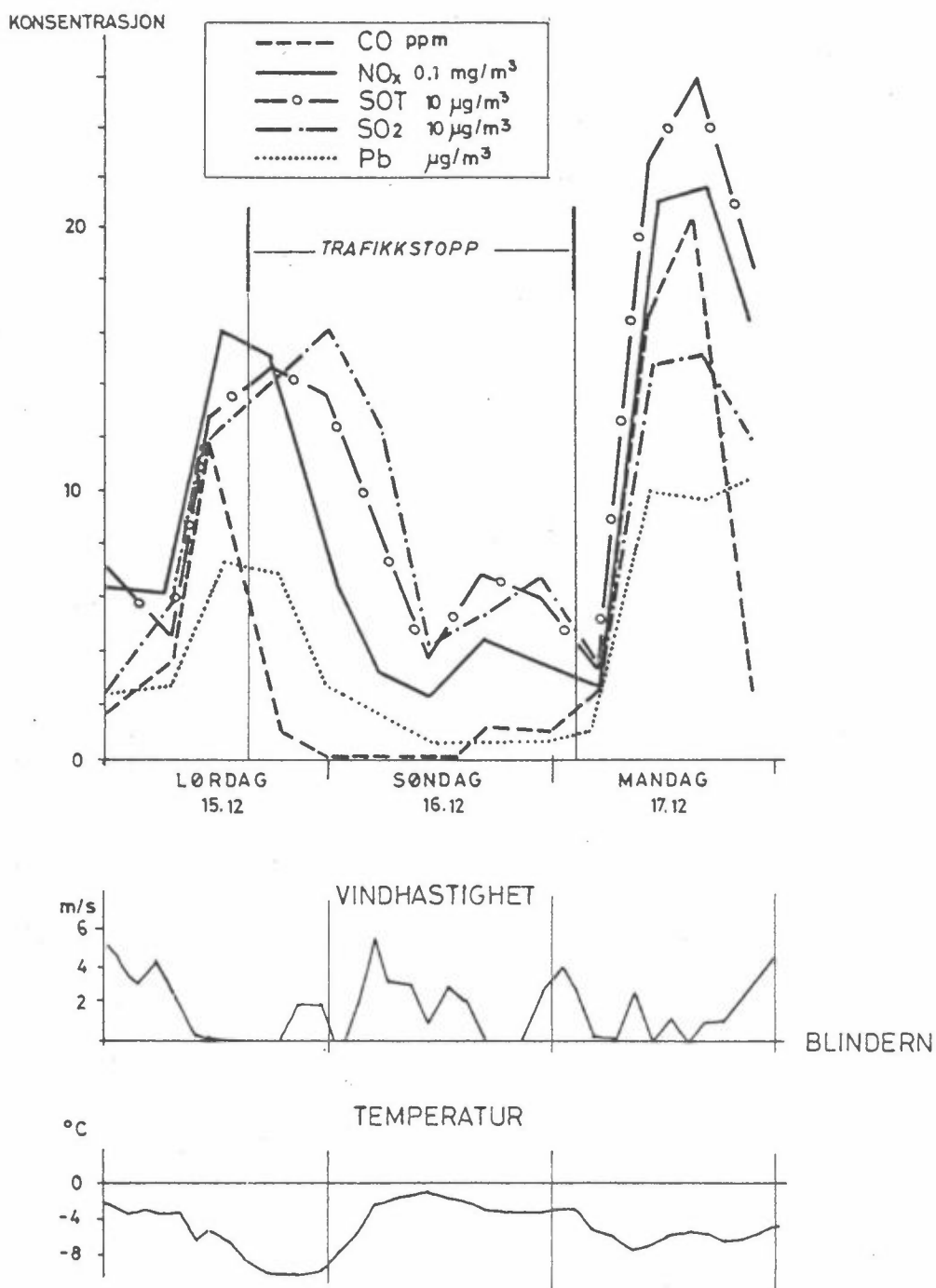
Fordi forurensningsnivået varierer med meteorologiske forhold, kan resultatene av disse målingene bare tjene som eksempler på hvordan forurensningen vil avta ved en trafikkstans.

Figur 7.1 viser resultater av CO, bly, NO_x, sot og SO₂ fra målinger i Trondheimsveien (6-timers middelerverdier), samt temperatur og vindhastighetsforløp (Blindern).

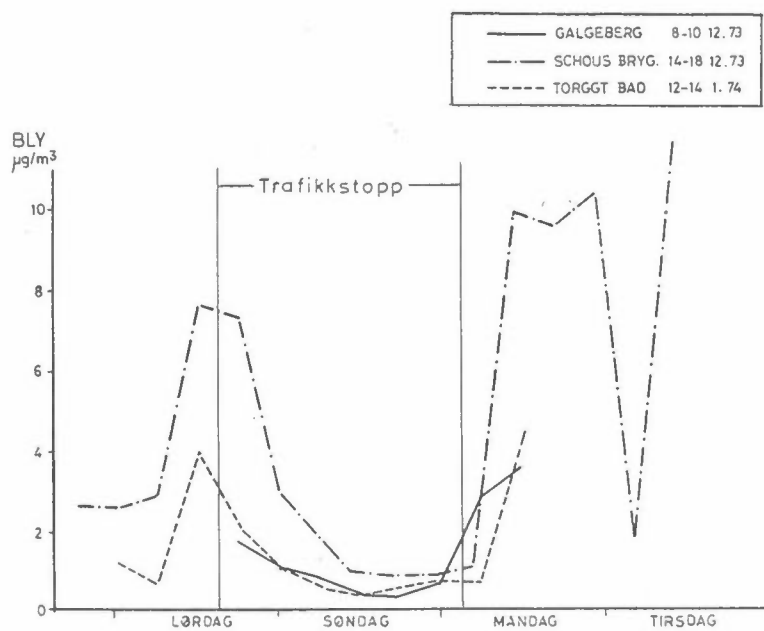
CO og bly sank raskere til lave nivåer enn de andre komponenter. NO_x, sot og SO₂ faller også til vesentlig lavere verdier på søndag enn de øvrige dagene, men det er et betydelig nivå selv uten trafikk. Utslippet fra oljeforbrenning er temperaturavhengig (forbruket av olje øker med synkende temperatur). En ser at temperaturen varierer så mye i løpet av de 3 dagene at en ikke kan bruke resultatene på figuren til å anslå biltrafikkens andel av komponentene NO_x, sot og SO₂ direkte.

Figur 7.2 viser forløpet av blyforurensninger (6-timers middelverdier) ved målestedene Galgeberg (8.-12.12.73), Schous bryggeri (14.-18.12.73) og Torggata bad (12.-14.1.74). Den manglende topp på søndag viser tydelig at biltrafikken er hovedkilden. "Søndagskonsentrasjonen" på 1-2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ skyldes sannsynligvis at opphvirvlet støv fra bakken (p.g.a. vind, drosje og buss- trafikken) vil inneholde en del bly som tidligere er avsatt på bakken, og som også skriver seg fra bilutslipp.

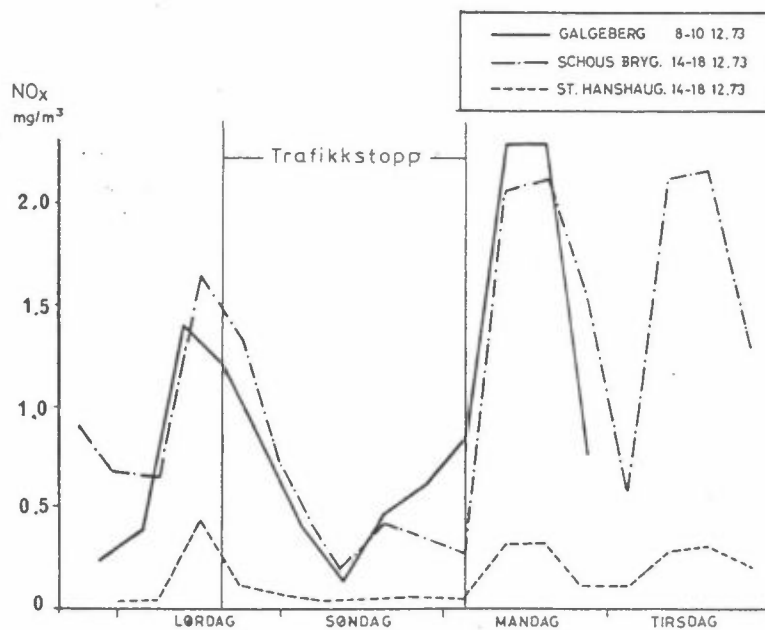
Figur 7.3 viser forløpet av NO_x -konsentrasjonen ved 3 målesteder under trafikkstans. Det mest interessante ved denne figuren er resultatene fra St.Hanshaugen som er en stasjon tilbaketrukket fra direkte påvirkning fra bilutslipp. En ser at også her synker NO_x -konsentrasjonen raskt når trafikken stanser. Dette viser tydelig at utslippet av nitrøse gasser fra biler har stor betydning for det regionale konsentrasjonsnivået av NO_x .



Figur 7.1: Forløp av forurensning i Trondheimsvn, temperatur og vindhastighet (Blindern), Oslo, 15-17.12.73.



Figur 7.2: Blyforurensningens forløp under helger med kjøreforbud, desember 73 - januar 74. Målesteder i Oslo.



Figur 7.3: NO_x-konsentrasjonens forløp under helger med kjøreforbud, desember 73. Målesteder i Oslo.

8 SAMMENHENGER MELLOM FORURENSNINGSNIVÅ OG BESTEMMENDE
FAKTORER

8.1 Trafikktetthet

Forurensningen som skyldes utslipp fra biltrafikken øker proporsjonalt med trafikktettheten, under forutsetning av uendrede trafikkavviklingsforhold.

Som eksempel ga en enkel regresjonsanalyse av data fra Lysaker i høstperioden 1974 og i vinterperioden 1975 følgende resultater for sammenhengen mellom forurensning og trafikk (Det er i denne analysen ikke tatt hensyn til at det kan være en viss kobling mellom tidsrekkene av forurensning og trafikktetthet):

Tabell 8.1: Resultater av regresjonsanalyse mellom forurensning (q) og biltetthet (N_B), E18, Lysaker 1974-75.

	a $\frac{\text{mg/m}^3}{100 \text{ biler/t}}$	b mg/m^3	R	Forklart varians	Middel- verdi mg/m^3
CO (1 t middel)					
sept-okt 74	0.16	-0.34	0.82	68%	3.2
jan-feb 75	0.32	+0.6	0.79	63%	7.8
NO _x (1 t middel)					
sept-okt 74	0.015	+0.04	0.78	62%	0.69
NO ₂ (1 t middel)					
okt 74	0.0013	+0.02	0.69	48%	0.010
jan-feb 75	0.0016	+0.07	0.52	27%	0.020
<u>Svevestøv(sot)</u>					
(3 t middel)					
sept-okt 74	3.1	+0.016	0.66	44%	0.081

Regresjonsligning: $q = a \cdot N_B + b$

Samplestørrelse: $n \approx 700$

Det var relativt god korrelasjon mellom CO og NO_x og trafikk-tetthet. Ca 60-70% av variasjonen i CO og NO_x-konsentrasjonen kan forklares ut fra samtidige variasjoner i trafikk-tettheten.

Korrelasjonen er mindre god for NO₂ og støv(sot). Bare 30 - 50% av variansen kan forklares ut fra trafikk-tettheten. Dette skyldes dels de andre kilder til NO₂ og sot enn bil-trafikken. Dette ses ved å sammenligne b-verdiene (q ved null trafikk) med middelverdiene i høyre i tabellen. Sammenhengen mellom NO₂ og trafikk er vesentlig bedre i høstperioden enn i vinterperioden. Utslipp fra oljeforbrenning er lite om høsten, slik at NO₂-konsentrasjonen da mest skyldes utslipp fra bil-trafikk. Om vinteren kommer oljefyringen inn og gir en dårligere sammenheng mellom NO₂ og trafikk.

a-kolonnen gir forurensninger i gaten pr 100 biler/time. Verdiene er vesentlig høyere i vinterperioden enn om høsten. Årsaken diskuteres i seksjon 8.2 og 8.3.

8.2 Trafikkavvikling

Forurensningsutslippet for biler er svært avhengig av trafikkenes gjennomsnittshastighet og graden av flyt i trafikken.

Tabell 8.2 viser eksempler på avgass-sammensetning under forskjellige driftstilstander for bensinbiler. Tallene er fra svensk bilpark i 1970. De vil ikke være helt representative for norsk bilpark i dag, men viser likevel den typiske variasjon en har i utslippet.

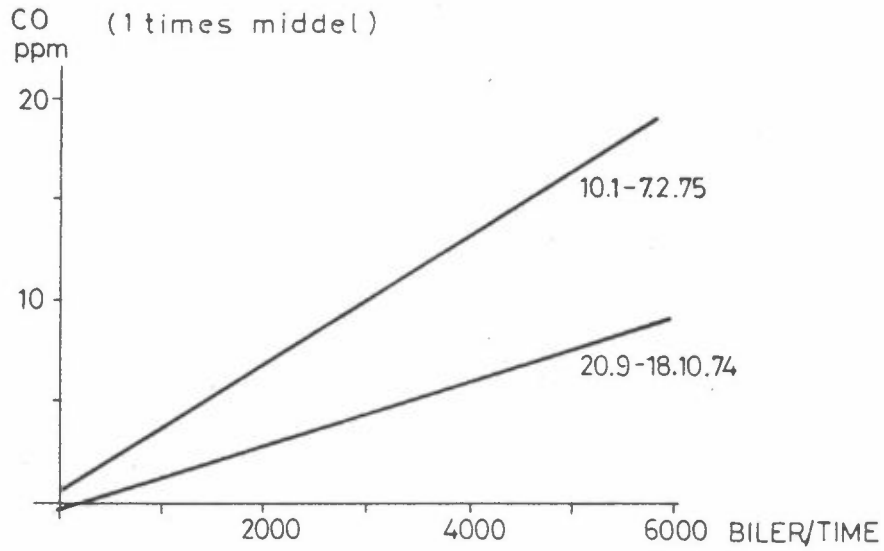
Tabell 8.2: Avgassammensetning under forskjellige driftsforhold, bensinbiler (9).

		Tomgang	Akselerasjon	Jevn hastighet (48 km/t)	Motorbrems
CO	(%)	5.2	4.2	0.8	5.2
HC	(ppm)	750	400	300	4000
NO _x	(ppm)	30	3000	1500	60

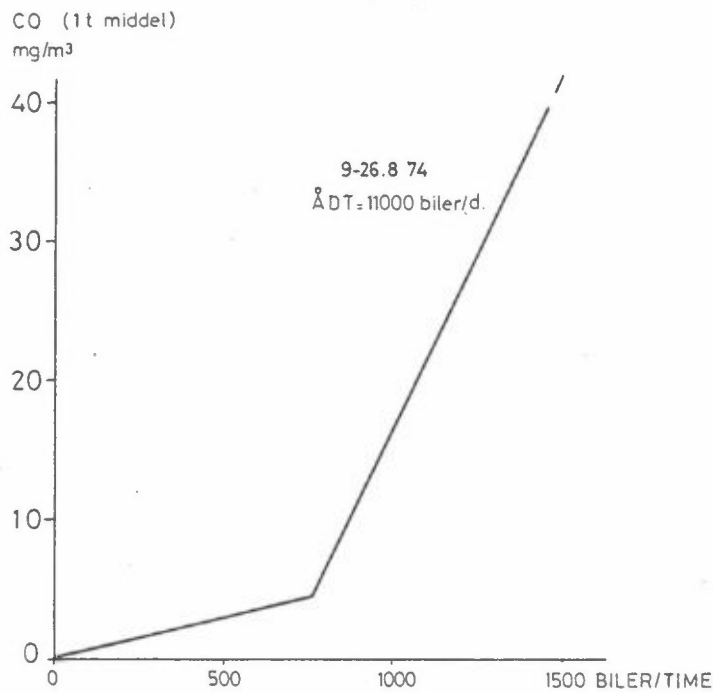
Tabellen viser tydelig at man får sterkt økt CO-utslipp ved køkjøring og ved trafikklys med ventende biler. NO_x -utslippet vil da også øke en del.

Ujevnt flytende trafikk vil gi økte utslipp av både CO, NO_x og HC i forhold til ved jevn hastighet.

Figurene 8.1 og 8.2 viser et eksempel på effekten av kødannelse på CO-konsentrasjonen. Figur 8.1 viser sammenhengen mellom CO og trafikk tetthet ved relativt god trafikkflyt (Lysaker). Det er en rettlinjet sammenheng helt opp til de maksimale trafikk tettheter. Figur 8.2 viser tilsvarende sammenheng ved et trafikklys (Langgata i Holmestrand). Ved trafikk tettheter større enn ca 8-900 biler/time dannes trafikkø. Ved dette punktet får man en knekk i kurven. Stigningen på kurven øker med en faktor på ca 5. CO-utslippet pr bil er da ca 5 ganger høyere enn når trafikkavviklingen er god, i overensstemmelse med tallene for CO i tabell 8.2.



Figur 8.1: E18, Lysaker. Sammenhengen mellom CO-konsentrasjon og trafikk tetthet, 1974-75.



Figur 8.2: Langgata, Holmestrand. Sammenheng mellom CO-konsentrasjon og trafikk tetthet, august 1974.

CO-trafikk tetthet

I tabell 8.3 ser en at CO-konsentrasjonen i middel pr. trafikk-enhet (100 biler/time) er ca dobbelt så stor om vinteren som i øvrige perioder. Sammenligner man målestedene, ser en at faktoren er spesielt høy i Tøyengata og i Torggata. I Tøyengata går veien i stigning, og dette synes da å øke CO-utslippet vesentlig. I Torggata er målestasjonen plassert ved trafikklyskøen. Dette betyr kjøring på tomgang, akselerasjoner og varierende hastighet ved målestedet. Tabell 8.2 viser da et 4-5 dobbelt CO-utslipp pr. bil.

Ved Lysaker er CO-faktoren vesentlig lavere enn ved de øvrige stasjoner. Dette skyldes at mangelen på bebyggelse tett ved veikanten gir vesentlig bedre spredningsforhold. (se kapittel 8.5).

Tabell 8.3: Forholdet mellom CO-konsentrasjon og trafikk-tetthet (mg/m³/100 biler/t).

Målested	Periode	<u>CO</u> Trafikk	Målested	Periode	<u>CO</u> Trafikk
Rådhusgata Oslo	mars 74	0.44	El8 Lysaker	sept-okt 74	0.14
	april 74	0.32		jan-feb 75	0.39
	juni 74	0.32	Langata Holmestrand	aug 74	0.81
	jan-mars 75	0.87			
Tøyengata Oslo	mars 74	2.4	Storgata Tromsø	nov-des 74	1.05
Torggata Oslo	juni 74	1.8			
	feb-mars 75	3.4			
Trondheims- veien, Oslo	des 73	0.60			

NO_x-trafikk tetthet

Faktorene NO_x/trafikk er vist i tabell 8.4. Tabell 8.2 viser en annen variasjon med kjøreforholdene for NO_x enn CO, og dette reflekteres også av tallene i tabell 8.4. NO_x-utslippet ved akselerasjon (eller stigning) er det dobbelte av utslippet ved jevn hastighet (50 km/t). Dette stemmer med målingene i Tøyengata, som gir en dobbelt så høy faktor som Rådhusgata (mars 74). Torggata gir omtrent samme faktor som Rådhusgata. Dette kan forklares ved at tomgangsutslippet av NO_x er svært lavt, mens akselerasjon gir det dobbelte av jevn hastighet. I middel gir dette da noenlunde samme utslippsforhold for NO_x som en har i Rådhusgata (~ jevn hastighet). Det samme er tilfelle i Holmestrand. NO_x-faktoren ved Lysaker er lav som CO-faktoren er det, på grunn av de bedre spredningsforhold, se kapittel 8.5.

Tabell 8.4: Forholdet mellom NO_x-konsentrasjon og trafikk tetthet (mg/m³/100 biler/t).

Målested	Periode	$\frac{NO_x}{\text{Trafikk}}$	Målested	Periode	$\frac{NO_x}{\text{Trafikk}}$
Rådhusgata Oslo	mars 74	0.082	El8, Lysaker	sept-okt 74	0.03
	sept-okt 74	0.054		Langgata Holmestrand	aug 74
Tøyengata Oslo	mars 74	0.17			
Torggata Oslo	juni 74	0.08			

NO₂-trafikk tetthet

Tabell 8.5 viser faktorer for NO₂/trafikk. Som for CO øker NO₂-faktoren til henimot det dobbelte om vinteren.

Faktoren i Torggata er ca dobbelt så stor som i Rådhusgata (februar-mars 75). Dette kan ikke enkelt forklares ut fra utslippsforholdene. "Bakgrunnskonsentrasjonen" om natten er den samme de to stedene (se tabell 7.1), mens NO_x-utslippet pr. bil, som vist i forrige avsnitt, ikke er vesentlig større i Torggata enn i Rådhusgata. De lave faktorene ved Lysaker reflekterer, som for CO og NO_x, bedre spredningsforhold der.

Tabell 8.5: Forholdet mellom NO₂-konsentrasjon og trafikk tetthet (mg/m³/100 biler/t).

Målested	Periode	<u>NO₂</u> Trafikk
Rådhusgata Oslo	april 74	0.016
	juni 74	0.012
	jan-mars 75	0.024
Torggata Oslo	feb-mars 75	0.050
E18, Lysaker	okt 74	0.005
	jan-feb 75	0.010

Bly - trafikk tetthet

Faktorene for bly/trafikk er vist i tabell 8.6. En har bare tatt med perioder etter våren 74, da blyinnholdet i bensin var kommet ned på 0.4 g/l. Faktorene er høyere om vinteren, om enn i noe mindre grad enn tilfellet er for CO. Årsaken er den samme: dårligere spredningsforhold og større utslipp (større bensinforbruk). Blyutslippet øker ikke like mye som CO-utslippet under vinterkjøring.

Torggata med trafikkø har omtrent dobbelt så stort utslipp, i overensstemmelse med resultatene for NO_x. Lysaker med sparsom bebyggelse og god spredning har lave faktorer. I Holmestrand ligger faktoren på det ventede nivå, basert på utslippsforholdene.

Tabell 8.6: Forholdet mellom bly-konsentrasjon og trafikk tetthet ($\mu\text{g}/\text{m}^3/100$ biler/t).

Målested	Periode	<u>Bly</u> Trafikk
Rådhusgata, Oslo	juni 74	0.17
	jan-feb 75	0.27
Torggata, Oslo	juni 74	0.30
	feb-mars 75	0.53
E18, Lysaker	jan-feb 75	0.12
Langgata, Holmestrand	aug 74	0.32

Sot - trafikk tetthet

Faktorene for sot/trafikk er vist i tabell 8.7. Variasjonene fra målested til målested ligner mye på NO₂-variasjonene. Faktorene er høyere om vinteren, svarende til større utslipp fra biler og oljeforbrenning, og dårligere spredningsforhold. Torggata (trafikklyskø) har en faktor dobbelt så stor som Rådhusgata (jevn hastighet), svarende til større tomgang og akselerasjonsutslipp. Ved Lysaker er faktorene ca halvparten av i Rådhusgata, svarende til bedre spredningsforhold på grunn av sparsom bebyggelse. Det eneste som ikke følger mønsteret, er faktorene ved Lysaker som er nær den samme for både høst og vinter.

Tabell 8.7: Forholdet mellom sot-konsentrasjon og trafikk tetthet ($\mu\text{g}/\text{m}^3/100$ biler/t).

Målested	Periode	<u>Sot</u> Trafikk
Rådhusgata, Oslo	jan-mars 75	9.0
Torggata, Oslo	juni 74	5.0
	feb-mars 75	18.0
El18, Lysaker	okt 74	3.6
	jan-feb 75	4.5
Langgata Holmestrand	aug 74	6.9

8.3 Meteorologiske forhold

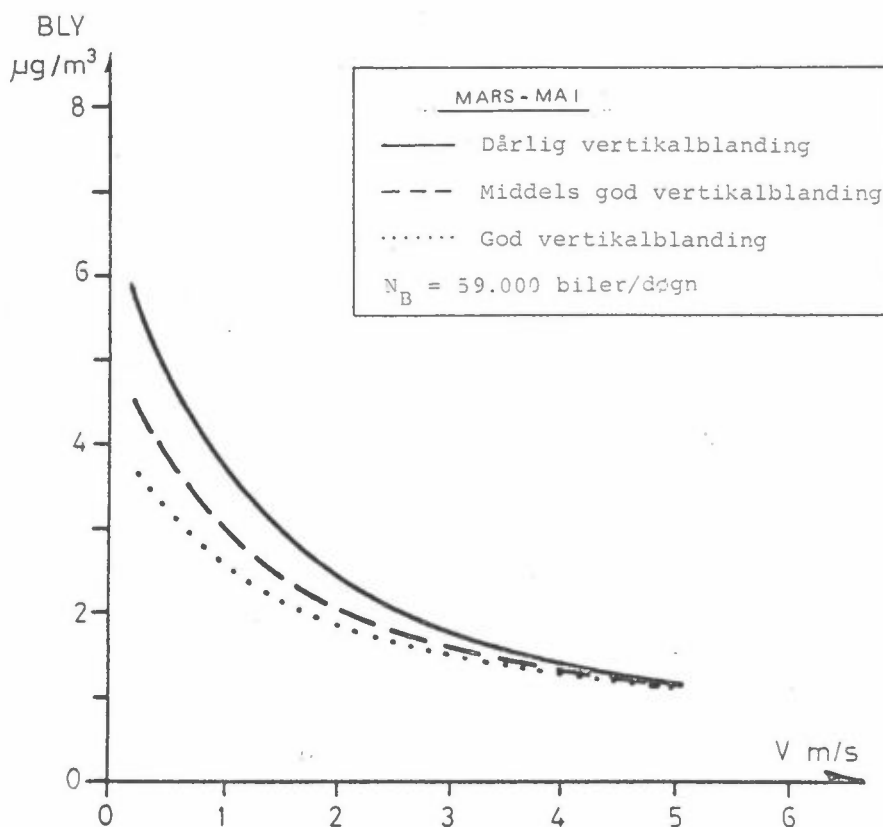
Vindretning. Ved en åpen vei/gate vil vindretningen bestemme hvilke områder ved veien som blir eksponert. I et lukket gaterom hvor forurensningene hindres i å spres til siden av husveggene, kan vindretningen over tak ha innflytelse på utluftingen av gatetverrsnittet. Slik gatebildet i en by ofte er med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

Utluftingsgrad. Forurensningen blandes med luft først og fremst gjennom luftens turbulente bevegelser. Disse bestemmes av vindstyrke, topografi (overflateruhet) og vertikal temperaturgradient. Blandingen skjer både horisontalt og vertikalt.

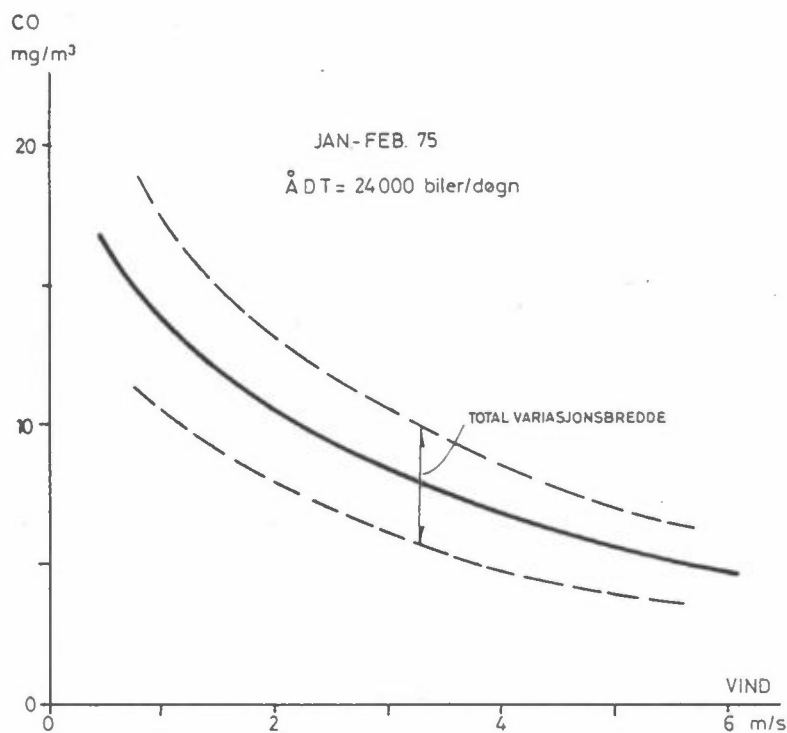
Eksempler på utluftingsgradens innflytelse på forurensningsnivået er gitt i figur 8.3 og 8.4.

Figur 8.3 viser at blykonsentrasjonen ved Lysaker (døgnmiddelverdi) økte til det dobbelte når midlere vindhastighet minket fra 4 m/s til 1 m/s. Figur 8.4 viser tilsvarende forhold for døgnmiddelet av CO i Rådhusgata.

Som ventet synes altså vindstyrken å være den viktigste meteorologiske parameter som bestemmer konsentrasjonen både ved en åpen vei og i et gatetversnitt.



Figur 8.3: E18, Lysaker. Blykonsentrasjons(døgnmiddelverier)-variasjon med midlere vindstyrke og vertikalblandingsforhold, mars-mai 1974.



Figur 8.4: Rådhusgata. CO-konsentrasjonens (døgnmiddelverdier)-variasjon med midlere vindstyrke, jan-febr 1975.

En direkte måte å se den totale innflytelse av de meteorologiske forhold på forurensningen, er å sammenlikne målinger av f.eks. CO fra vinterperioden med målinger fra andre perioder i samme gate. Tabell 8.8 viser slike sammenlikninger fra El8, Lysaker og Rådhusgata.

Tabell 8.8: Eksempel på trafikale luftforurensningers variasjon med årstiden.

CO, mg/m ³	<u>Åpent gaterom</u> Lysaker, ÅDT ≈ 59.000		<u>Lukket gaterom</u> Rådhusgt, ÅDT ≈ 24.000	
	Vinter 75	Høst 74	Vinter 75	Vår 74
Middel	7.8	3.2	9.6	3.7
Høyeste 1 times middel	36	16	63	32
Høyeste 8 timers middel	22	9	39	17

Forholdet mellom nivået om vinteren og i andre perioder ligger typisk i området 2.0-2.5. Dette er også tilfelle ved andre målesteder og for andre komponenter. De høyere vinterkonsentrasjoner skyldes som tidligere beskrevet både dårligere spredningsforhold og større utslipp fra hver bil.

Dataene i figur 8.4 gjør det mulig å estimere hvor stor del som skyldes forskjellen i middelvindstyrke i de forskjellige perioder. Tabell 8.9 gir en oversikt over disse.

Tabell 8.9: Middelvindstyrker over E18, Lysaker og Rådhusgata.

	Lysaker		Rådhusgata	
	Vinter 75	Høst 74	Vinter 75	Vår 74
Midlere vindstyrke m/s	1.3	2.1	1.8	2.1
CO (middel) mg/m ³	7.8	3.2	9.6	3.7

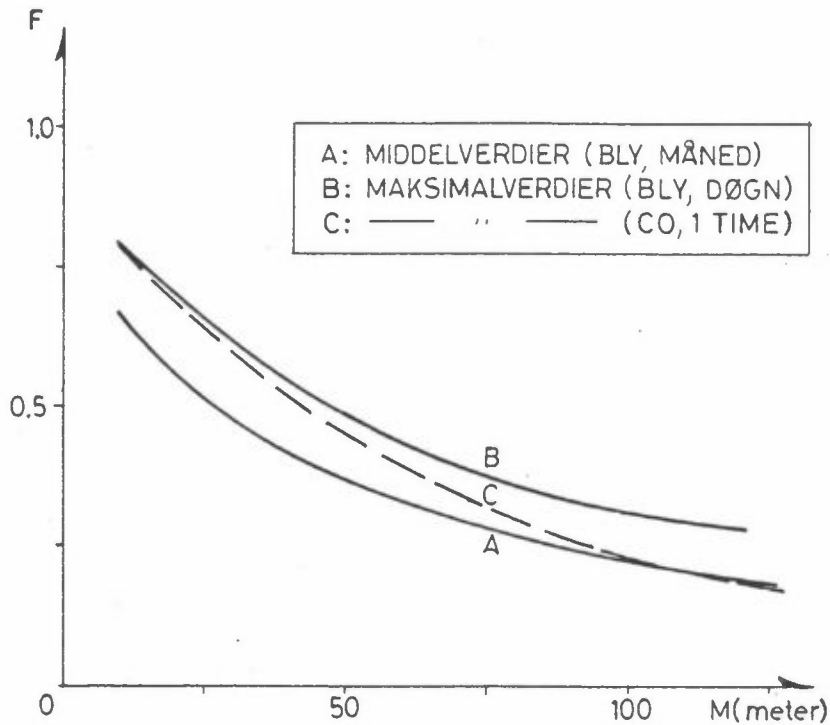
Figur 8.4 gir da at den lavere midlere vindstyrke i vinterperioden gir årsak til en økning i periodemiddelverdiene for CO på 10-20%.

Med de foreliggende data kan en ikke estimere hvor stor del av den resterende økning som skyldes dårligere vertikalblanding, og hvor stor del som skyldes større utslipp om vinteren.

8.4 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 8.5 viser et eksempel på hvordan blykonsentrasjonen avtar med avstand fra veibanen. Målingene er utført ved E18 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 CO-målinger i Stockholm. Blymålingene viser at middelerverdier over lange perioder (1 måned) avtar noe raskere med avstanden fra veien enn middelerverdier over korte perioder (døgn).

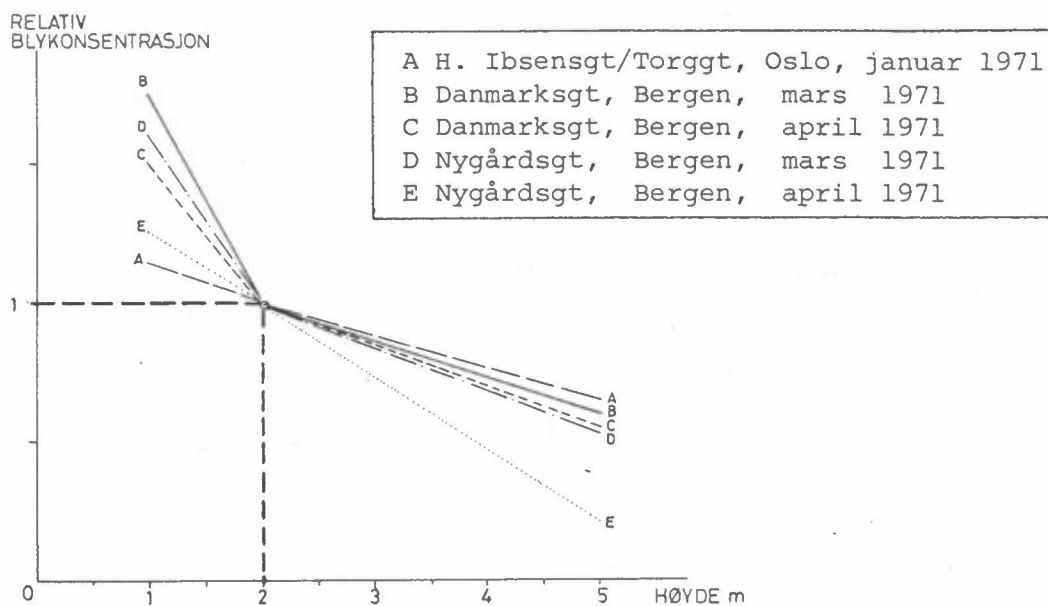


Figur 8.5: Blykonsentrasjonens variasjon med avstand fra Drammensveien, E18, Bærum. Stiplet kurve, fra (6).

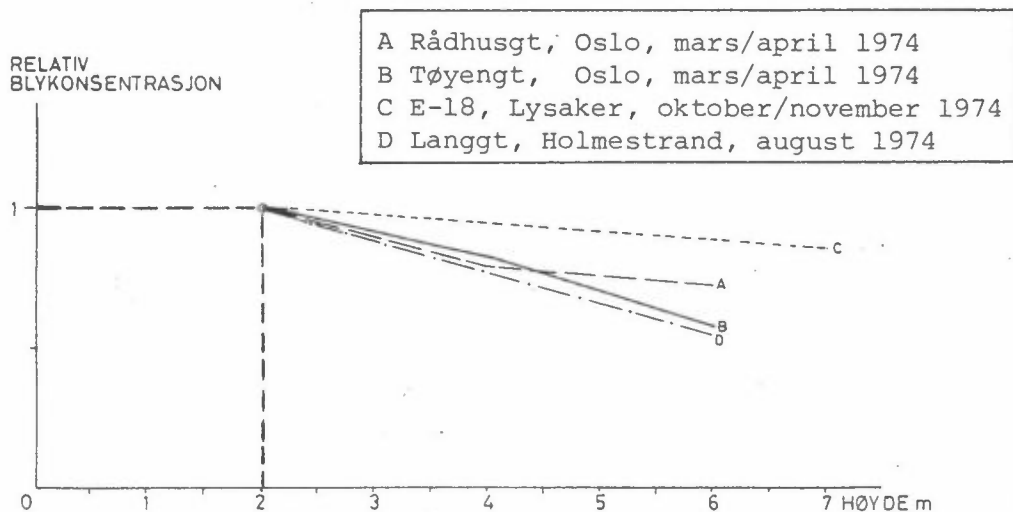
Figuren antyder at ved åpne gaterom er luftforurensningsnivået 50 meter fra midten av veibanen omtrent halvparten av hva den er ved veikanten. Dette gjelder både for middelkonsentrasjoner over lengre perioder, og for maksimalkonsentrasjoner på time og døgnbasis.

I et gatetverrsnitt vil spredningen til siden bli begrenset 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 forurensningsnivået 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 8.6 og 8.7.



Figur 8.6: Blykonsentrasjon (10-minutters verdier) som funksjon av høyden over gaten, målesteder i Oslo og Bergen, 1971. Fra ref (4).



Figur 8.7: Blykonsentrasjon (døgnverdier) som funksjon av høyden over gaten, målesteder i Oslo og Bærum, 1974.

A, B, D : gatetverrsnitt
C : åpen gate

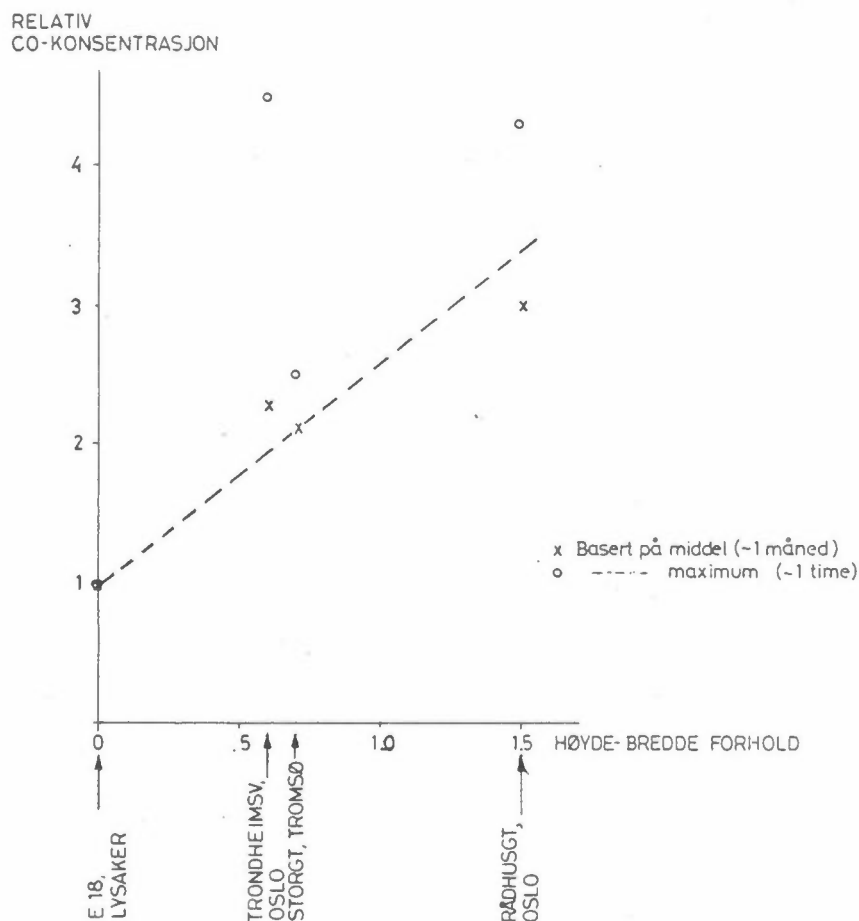
Figur 8.6 representerer middelveidier basert på kortvarige målinger (10 minutter) i løpet av rush-tidene ved forskjellige gatekryss i Oslo og Bergen i 1971. Figur 8.7 representerer døgnmiddelveidier målt i Rådhusgaten og Torggaten i Oslo og ved El8 ved Lysaker i Bærum i 1974. I begge figurene er konsentrasjonen 2 meter over bakken satt lik 1.0. Punktene som er forbundet med rette linjer representerer middelveidier av et antall målinger.

Figur 8.6 viser at konsentrasjonen kan øke sterkt fra 2 meter til 1 meter over bakken. Dette tyder på at barn kan bli 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.

8.5 Gatetverrsnitt

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

En sammenlikning av resultater fra El8 ved Lysaker og fra andre målesteder, vil anskueliggjøre gatetverrsnittets innflytelse. Figur 8.8 viser relativ CO-konsentrasjon som funksjon av høyde/bredde-forholdet. Bare målesteder med sammenliknbare utslippsforhold (trafikkavvikling) er tatt med. Konsentrasjonen ved Lysaker er satt lik 1.0, og høyde/bredde-forholdet er her satt lik 0. Det er korrigeret for forskjellen i trafikkmengde ved hjelp av årsdøgntrafikk tallene.



Figur 8.8: Relativ CO-konsentrasjon i forhold til E18, Lysaker (korrigert til ens trafikk tetthet) som funksjon av gatetverrsnittets høyde-bredde-forhold.

Kons. ved E18, Lysaker = 1.0

Punktene basert på periodemiddeler verdier (x) gir en tilnærmet rettlinjet sammenheng mellom CO-konsentrasjon og høyde/bredde-forhold. En ser at i Rådhusgata, med høyde/bredde-forhold lik ca 1.5, vil en viss trafikk tetthet gi en ca 3-3.5 ganger så høy CO-konsentrasjon som ved E18 (åpen vei).

Det er større spredning mellom punktene basert på høyeste 1-times middeler verdi (o). En ser at trange gatetverrsnitt kan gi maksimal konsentrasjoner opptil 4-5 ganger høyere enn de en finner ved åpne veier med samme trafikk tetthet.

9 KONKLUSJONER

Målingene av luftforurensninger fra biltrafikk gjennomført ved NILU i løpet av perioden 1970-75, har gitt grunnlag for følgende viktige konklusjoner:

1. Det ble observert betydelige overskridelser av luftkvalitetsnormer for alle målte forurensningskomponenter (karbonmonoksyd CO, nitrogenmonoksyd NO, nitrogendioksyd NO₂, bly i svevestøv og sotverdi) ved flere av de målesteder som er valgt (se seksjon 5.1). Målestedene representerte forskjellige trafikkavviklingsforhold, forskjellige gatetverrsnitt og forskjellige trafikk tettheter. Målingene ble foretatt i et punkt i gatetverrsnittet, 1-2 meter fra veikant og ca 2 meter over bakken, og er således representativ for konsentrasjonene på fortau. Vurderingen av normoverskridelsene er gjort ut fra den generelle forutsetning at normer med midlingstider fra 1 time til 1 år bør komme til anvendelse ved trafikkårer i Norge. Begrunnelsen for dette er at normene skal gi beskyttelse for alle persongrupper som oppholder seg på/ved trafikkårer : kjørende, gående, de som har sin arbeidsplass og de som bor ved trafikkårer.
2. Dersom en legger de mest restriktive normer til grunn ved vurderingen av nivået for hver komponent, framtrer CO som den viktigste forurensningskomponent ved veier i Norge. Den høyeste konsentrasjonen målt i løpet av måleprogrammet overskred USAs norm (8-timers middelvei) med 300 prosent. Dette er også den norm som overskrides hyppigst på målestedene.

Listen over største overskridelser av normer for de forskjellige komponenter ser slik ut (se seksjon 5.2):

Karbonmonoksyd CO	(8 t middel)	ca 300 prosent
Nitrogendioksyd NO ₂	(24 t middel)	ca 100 prosent
Bly i svevestøv	(24 t middel)	ca 90 prosent
(etter at reduksjon i blytilsetningen i bensin er innført)		
Svevestøv (sotverdi)	(24 t middel)	ca 65 prosent

3. Ser en bort fra USAs 8-timers norm for CO og legger USA's 1 times norm eller Japans eller Vest-Tysklands CO-normer til grunn, blir NO₂ og bly de komponenter som gir størst overskridelse.

Vest-Tysklands normer for CO ble sannsynligvis ikke overskredet ved noen av de steder en har målt. Disse normer vil imidlertid kunne overskrides ved trafikklyskøer i gater med trafikk tettheter (årsdøgntrafikk) over ca 10 000 biler/døgn.

4. De tre viktigste målesteder, Rådhusgata og Torggata i Oslo og El8 ved Lysaker i Bærum representerer følgende vei og trafikkbilder:

Rådhusgata - trangt gatetverrsnitt (høyde/bredde \approx 1.5), 3 kjørefelt i en retning, relativt god trafikkflyt (trafikklysregulert i "grønn bølge"), ÅDT = 24 000 biler/døgn.

Torggata - trangt gatetverrsnitt (h/b \approx 1.2), 2 kjørefelt i en retning, målestasjon ved trafikklyskø. ÅDT = 9 000 biler/døgn.

El8, Lysaker - åpent gatetverrsnitt (lav og ikke sammenhengende bebyggelse). 2-3 kjørefelt i hver retning, relativt god trafikkflyt. ÅDT = 59 000 biler/døgn.

Målestedene representerer ikke de sterkeste forurensede steder ved trafikkårer i Oslo-områder.

På bakgrunn av resultatene fra disse målesteder, kan en sette opp følgende veiledende tabell for den trafikk tetthet som vil gi overskridelser av CO og NO₂-normer (se seksjon 5.2):

	<u>CO</u>	<u>NO₂</u>
Trangt gatetverrsnitt ved god trafikkflyt (Rådhusgt)	6000 ÅDT	<12000 ÅDT
Trangt gatetverrsnitt trafikklyskø (Torggt)	3000 "	< 5000 "
Åpen veg, rel. god trafikkflyt 50 km/t (El8Lysaker)	25000 "	<35000 "

(ÅDT: Årsdøgntrafikk)

5. En sammenligning mellom resultatene fra de enkelte målesteder ga følgende:

- konsentrasjonen av CO var i middel 4-5 ganger høyere ved en trafikklyskø enn på en strekning med god trafikkflyt. NO₂ og bly-konsentrasjonen var omtrent dobbelt så stor (se seksjon 8.2).
- konsentrasjonen av alle komponenter, ved vegbanen, er en funksjon av gatetverrsnittets utforming. Ved et høyde/bredde-forhold på ca 1.5 (Rådhusgt) var konsentrasjonene 3-4 ganger høyere enn ved en åpen gate med samme trafikk tetthet og trafikkavvikling. (se seksjon 8.5).

6. Konsentrasjonene av alle komponenter var i vinterperioden (november-februar) i middel ca 2-2.5 ganger høyere enn i øvrige årstider. Dette skyldes, for alle komponenter, til en viss grad dårligere atmosfæriske spredningsforhold om vinteren. Dels er den midlere vindstyrke ofte lavere om vinteren, og den vertikale blandingsgrad dårligere (høyere frekvens av inversjonsperioder). Andre årsaker er at bilutslippet (pr bilenhet) er høyere om vinteren (spesielt av CO og bly) p.g.a. kjøring med kald motor, piggdekk og choke, og at andre kilder enn biltrafikk gir et vesentlig bidrag til konsentrasjonene om vinteren (spesielt for SO₂, NO₂ og sot).

7. Konsentrasjonen avtar med avstanden fra vegen (når det ikke er tett bebyggelse langs vegen) og høyden over vegen. Konsentrasjonene synker ved 50 meter fra veien til ca halvparten av hva de er ved vegbanen.

Det relativt begrensede antall målinger av forurensninger som funksjon av høyden viser at konsentrasjonen øker ganske vesentlig fra 2 meter til 1 meter over bakken.

8. Biltrafikken er hovedkilden til forurensningen av CO og bly. Andre kilder gir her ubetydelige bidrag ved de målesteder som er anvendt. Oljeforbrenning er en forurensningskilde som i byområder gir et vesentlig bidrag til forurensningen av SO₂, NO₂ og sot. Biltrafikkens bidrag til forurensningen av NO₂ og sot er estimert på grunnlag av de døgnlige variasjonene i målingene. Dette indikerer at biltrafikken bidrar med 60-70% av NO₂-forurensningene ved målestasjonene om sommeren, 30-40% om vinteren. Bidraget til sotverdiene er anslått til 45-80%.
9. Målingenes representativitet for de forurensningsforhold en kan vente i framtiden i forbindelse med biltrafikk, er avhengig av om følgende forhold var representative:

- meteorologiske forhold
- utslippsmengde pr. bilenheter
- trafikk tetthet og trafikkavvikling

Meteorologiske data fra måleperioden sammenholdt med midlere klimaforhold i Oslo indikerer:

- de maksimale konsentrasjoner (midlingstid \leq 24 timer) målt i 1974-75 representerer godt de maksimale konsentrasjoner en kan vente i framtiden under uendrede utslipps- og trafikkforhold.
- middelkonsentrasjonene (midlingstid \leq 1 måned) målt i 1974-75 er lavere enn de en kan vente i perioder med lavere middeltemperaturer og dårligere atmosfæriske spredningsforhold enn normalt. Forholdene i 1974-75 var nær de gjennomsnittlige for perioden 1959-76.

10 REFERENSER

- (1) Gram, F.
Grønskei, K.E. Forurensninger av svoveldioksyd og sot i Oslo - bruk av fyringsoljer. (Foreløpig NILU OR-rapport nr. 5/77).
- (2) Schjoldager, J. The influence of latitude and season on photochemical smog formation. Lillestrøm, mars 1977 NILU TN-rapport nr 2/77).
- (3) Thorenfeldt et.al Bygata. Oslo, juni 1975 (Norsk Institutt for by- og regionforskning, rapport nr 38).
- (4) Thrane, K.E. Målinger av bly og karbonmonoksyd i luften i trafikkerte gater. Kjeller, mai 1972 (NILU OR-rapport nr. 38/72).
- (5) Grønskei, K.E. Sammenhengen mellom CO-konsentrasjonen og trafikkforholdene i Drammen-området. Kjeller, februar 1973 (NILU OR-rapport nr. 49/73).
- (6) Larssen, S. Luftforurensninger fra biltrafikk i Langgaten, Holmestrand. Kjeller, juni 1975. (NILU OR-rapport nr. 11/75).
- (7) Hagen, L.O. Brev til Tromsø kommune v/teknisk rådmann 5.7.1976, ref. 22974.
- (8) Larsen, R.I. A new mathematical model of air pollutant concentration averaging time and frequency. J. of Air Poll. Contr. Assoc., 19, 24-30 (1969).
- (9) Larssen, S. Luftforurensninger ved Drammensv. (E18) i Bærum Kommune. Foreløpig NILU-OR-rapport, november 1975.
- (10) Langtidsprogrammet 1974-1977. Spesialanalyse 1: Forurensninger. Særskilt vedlegg 1 til Stortingsmelding nr. 71 for 1973-74. Finansdepartementet, Oslo.

VEDLEGG 1

UTSLIPP FRA BILER -
HOVEDKOMPONENTER OG VIRKNINGER

Karbonmonoksyd (kullos), 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. Høye konsentrasjoner (anslagsvis over 200-300 mg/m³) kan av denne grunn i løpet av en viss tid (mere enn ca 10 timer) medføre hodepine, bevisstløshet og alvorligere symptomer.

Konsentrasjoner i nærheten av trafikkerte veier vil sjelden overstige 100 mg/m³ (korte topper). 1-timers og 8-timers gjennomsnittsverdier vil være lavere og sjelden overstige henholdsvis ca 70-80 mg/m³ og 40-50 mg/m³.

Et opphold på 8 timer i gateluft med 35 mg/m³ CO for et "normalt" individ vil medføre at ca 4 prosent av hemoglobinet i blodet er bundet til CO. Slike konsentrasjoner kan virke nedsettende på synsskarpheten og reaksjonshastigheten, og kan derved redusere trafikksikkerheten. På personer med normalt god helsetilstand vil det ikke oppstå 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 og forverring 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, NO₂ (3)

Flere forskjellige nitrogenoksyder er kjente, men nitrogenmonoksyd (NO) og nitrogendioksyd (NO₂) har størst interesse i forbindelse med luftforurensning fra biler. Det slippes ut nesten bare NO, men denne reagerer med luften og danner NO₂. Denne overgangen kan skje betraktelig raskt 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 trafikkårer.

NO₂ har størst interesse for biologiske effekter. 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 virkningen på mennesker. Høye konsentrasjoner kan føre til lungeødem. Epidemiologiske undersøkelser i USA tyder på en sammenheng mellom innholdet av NO₂ i luften og forekomsten av lungesykdommer hos befolkningen. NO₂ er et stoff med kumulativ virkning, 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 delvis oksyderte forbindelser (aldehyder og organiske syrer). Det er ikke påvist noen sammenheng mellom disse luktstoffer og sykdomsforekomster. Eksoslukt kan imidlertid virke som en utløsende faktor for anfall hos astmapasienter (2).

Enkelte hydrokarboner (polysykliske) er påvist å være kreftfrembringende, for eksempel benzo-a-pyren. 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 fotokjemiske oksydanter.

Sot og støv

Under forbrenningen 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 piggdekk om vinteren), bildekkene og bremsebånd. 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 (bly, sot, tjærestoffer) fra veidekke (asfaltstøv), bremsebånd (asbest), dekk etc. For eksempel er bly, tjærestoffer og asbest helseskadelige stoffer. Det er til nå ikke foretatt analyser på asbest i nærheten av norske veier. Svevestøvet nær veier kan 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 og 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.

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 $1 \mu\text{m}$ (10^{-6}m). Ved innånding vil en del av disse partiklene avsettes i lungene og bli oppløst i blodet.

Undersøkelser i USA (5) viser at et innhold av uorganisk bly i luften på mer enn $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $0.5 \mu\text{g}/\text{ml}$. Den omtalte undersøkelsen viste at blyinnholdet i blodet hos voksne individer nærmer seg denne grensen ved 3 måneders eksponering til ca $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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. Etter 1.1.1974 selges 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.

Fotokjemiske oksydanter

Fotokjemiske oksydanter kan dannes ved kjemiske reaksjoner mellom nitrogenoksyder og hydrokarboner under påvirkning av sollys. I områder med sterk trafikk vil en under visse meteorologiske forhold ha muligheter for dannelsen av fotokjemiske oksydanter. Disse virker irriterende på slimhinner (f.eks. øye) og har også skadelig virkning på vegetasjon. Dannelsen av fotokjemiske oksydanter 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 Oslo er tilstede. På grunn av den tid det tar før reaksjonsproduktene dannes vil ikke smog-problemet være lokalisert til middelbar nærhet av veien, slik det er for de andre forurensningskomponentene, men vil opptre i de områder hvor forurensningene 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 vesentlig økning av konsentrasjonen av svovelforbindelser i luften nær veier. En har tidligere regnet svoveldioksyd (SO_2) for å være den helsemessig sett viktigste svovelforbindelse i luftforurensning. I den senere tid har en imidlertid lagt mer vekt på andre svovelforbindelser som svovelsyre og andre sulfater. Nyere undersøkelser i USA (6) tyder på at uheldige helsevirkninger har en nærmere sammenheng med sulfatkonsentrasjonen enn med SO_2 -konsentrasjonen.

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

REFERENSER

- (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 CHESS, 1970-1971.
USA Environmental Protection Agency, Publ. No. EPA-650/1-74-004, Mai 1974.

VEDLEGG 2

NORMER OG RETNINGSLINJER FOR LUFTKVALITET

INNHOOLD

- 1 INNLEDNING
- 2 NORMER OG RETNINGSLINJER
 - 2.1 Karbonmonoksyd, CO
 - 2.2 Nitrogenoksyd gasser, NO og NO₂
 - 2.3 Svevestøv
 - 2.4 Bly i svevestøv
 - 2.5 Fotokjemiske oksydanter
- 3 REFERENSER

1 INNLEDNING

I forskjellige land er det fastsatt normer og retningslinjer for høyeste tillatte konsentrasjoner av forurensninger som kan settes i forbindelse med utslipp fra biltrafikk. I tillegg har Verdens Helseorganisasjon (WHO) utgitt en liste over anbefalte normer, som betegnes som "recommended long-term goals".

I Norge har man ennå ikke fastsatt normer for luftkvalitet, men det foreligger nå (jan 1977) et forslag til veiledende miljøstandarder for luftforurensning med hensyn på svovel-dioksyd/svevestøv og nitrogendioksyd, utarbeidet av Statens Forurensningstilsyn. Disse blir kommentert sammen med de andre lands normer.

En luftkvalitetsnorm består blant annet av en konsentrasjon og en midlingstid, samt en foreskrevet målemetode. Generelt reduseres den tillatte konsentrasjon når midlingstiden øker. Noen normer angir den høyeste tillatte verdi for 95 eller 98-prosentilen for alle data for et år. Kravet er med andre ord i det tilfelle at henholdsvis 95 prosent eller 98 prosent av alle data skal ligge lavere enn en gitt verdi.

Normene skal beskytte befolkningen som helhet mot uheldig påvirkning. Ved fastsettelse av normer må det tas hensyn til befolkningsgrupper som er mer sårbare enn andre overfor påvirkningen. Luftforurensning gir sin påvirkning først og fremst via lungene. Hjerte og lungesyke regnes som en spesiell sårbar gruppe overfor luftforurensninger. Dette ble belyst på et nordisk seminar, "Forurensninger og de hjerte-lunge-syke", i Sandefjord i 1974 (1). I sammendraget fra seminaret ble det slått fast at hjerte og lungesyke, med en lav reservekapasitet og oksygentransportevne, er de første som påvirkes av akutte effekter av luftforurensninger.

Også barn, eldre mennesker og gravide kvinner kan i enkelte sammenhenger regnes som mer sårbare enn et voksent, helsemessig friskt individ. En luftkvalitetsnorm bør derfor, når en tar hensyn til det store antall individer i sårbare grupper, settes så lavt at også disse får en ønsket sikkerhet mot uheldig påvirkning.

Eventuelle langtidsvirkninger av luftforurensninger i moderate konsentrasjoner er lite kjent. Enkelte undersøkelser tyder for eksempel på at karbonmonoksyd (CO) kan ha en langtidsvirkning på hjertekar-systemet, når CO-innholdet i blodet (COHb) overstiger 4%. (2). Hos røykere er COHb-innholdet ofte høyere enn dette. Indikasjoner som kan tyde på langtidsvirkninger tas hensyn til i enkelte av normene, ved at disse settes vesentlig lavere enn de nivåer der kjente, mere akutte effekter kan opptre.

For noen av luftkvalitetsnormene (støvnedfall) er det oppgitt i hvilke områder de gjelder (industriområde, boligområde, etc.). For de fleste normer er dette ikke angitt. Når det gjelder de normer som er satt for å beskytte helsen, er det imidlertid klart at de bør gjelde i alle områder hvor individer oppholder seg i minst så lang tid som den angitte midlingstid for normen. Normene er gitt for midlingstider fra 1 time til 1 år. På/ved gater i tettbygde strøk kan ferdsele av mennesker inndeles i grupper etter hvor lang tid de oppholder seg på/ved veien: kjørende (kort tid), gående (noen timer), de som har sitt arbeidssted ved veien (8 t pr dag), de som bor ved veien (hele året). En beskyttelse av alle disse grupper innebærer at normer med midlingstid fra 1 time til 1 år bør komme til anvendelse.

I det følgende presenteres og diskuteres enkelte landsnormer. Vi har valgt å legge hovedvekten på normer i vest-europeiske land, USA, Canada og Japan.

De forskjellige land gir normene på følgende måte:

USA Normene er fastsatt i lovs form i 1971 som National Primary and Secondary Air Quality Standards (3). Bakgrunnen for normene er dokumentert i et "criteria document" for hver komponent. "Primary Standard" definerer en grense som med tilstrekkelig sikkerhetsmargin skal beskytte befolkningens helse. "Secondary Standard" definerer en grense som skal beskytte mot negative virkninger på befolkningens trivsel og virkninger på naturgrunnlag og materialer.

Normene er gitt som maksimale konsentrasjoner som gjennomsnitt over en tid, fra 1 time til 1 år. Normen foreskriver ingen regler for plassering av målepunkter eller ekstrapolering av data fra et punkt til et annet. Det må derfor antas at normen skal gjelde i alle områder.

Vest-Tyskland Normene er fastsatt i Bundes-Immissions-schutzgesetz av 28 august 1974 (4). Grunnlaget for normen er ikke spesifikt dokumentert.

En talsmann for det tyske innenriksdepartement (5) nevner at følgende danner grunnlaget for normene : uttalelser fra tyske vitenskapsmenn og fagfolk (VDI); litteraturstudier; uttalelser fra miljøkommisjonen i NATO og WHO. På toppen av dette er det så gjort en politisk vurdering. Normene representerer et kompromiss mellom ønskelige forhold og de forhold som reelt kan oppnås i dagens situasjon, en avveining mellom hensyn til helse og hensyn til kostnader.

Normen spesifiserer en årsmiddelverdi, samt en 95-prosentil, dvs at 95 prosent av alle havltimesverdier i løpet av året skal ligge lavere enn verdien som er spesifisert.

Normen spesifiserer et kvadratisk stasjonsnett med 4 km mellom hver målestasjon. Stasjonenes plassering skal være representativ for området. Dette tyder på at normen ikke først og fremst er anvendbar for målinger i bygater. En må imidlertid gå ut fra at man egentlig ikke vil tillate at høyere konsentrasjoner enn de som er gitt i normene opptrer der mennesker bor og ferdes. Normene vil derfor her antas å gjelde også ved bygater.

Canada Tre nivåer defineres på følgende måte:

Maksimalt ønskelig nivå : Langtidsmålsetting for luftkvalitet, og en basis for å holde luften ren i uforurensede områder.

Maksimalt akseptabelt nivå: Et realistisk nivå som kan oppnås i dag. Gir beskyttelse mot uheldige virkninger med hensyn til bl.a. "personal comfort and well being".

Maksimalt tolerabelt nivå : Indikerer dårlige luftkvalitetsforhold som krever omgående aksjon fra myndighetene.

De to første nivåer er gitt i Canada's "Clean Air Act", altså i lovs form.

Nivåene er gitt som maksimale konsentrasjoner som gjennomsnitt over en viss tid, fra 1 time til 1 år. Normen spesifiserer ikke spesielle regler for stasjonsplassering.

Japan De japanske normene er beskrevet i (6). Grunnlaget for normene er ikke dokumentert der. Normene er gitt på samme måte som i USA, og uten spesifikasjoner for målepunktens plassering.

Rijnmonddistriktet, Nederland Myndighetene i Rijnmond-distriktet (Rotterdam) har fastsatt alarmnivåer som kommer til anvendelse under episoder med høy forurensning. De forskjellige fasene er koblet til tidsbegrensede utslippsreduksjoner.

Fase 2 : Rijnmond ber bedriftene om å sette i gang frivillige tiltak for å redusere utslipp.

Fase 3 : Fylkesmannen ber om frivillige tiltak for å redusere utslipp.

Fase 4 : Utillatelige konsentrasjoner. Med hjemmel i lov settes tvungne tiltak i verk.

Det er ikke fastsatt normer for Nederland som helhet.

Verdens helseorganisasjon, WHO har gitt "Air Quality Criteria and Guides for Urban Air Pollutants" (2) for komponentene svoveloksyder, svevestøv, karbonmonoksyd og fotokjemiske oksydanter. Verdiene presenteres som "Recommended long-term goals", og spesifiseres dels maksimale middelverdier over midlingstider fra 1 time til 1 år, dels 98-prosentiler, sannsynligvis basert på 1-times midlede observasjoner. Bakgrunnen for anbefalingene er også dokumentert i (2). Anbefalingene tar sikte på å gi en beskyttelse, med en innebygd sikkerhetsmargin, mot helseeffekter.

2 NORMER OG RETNINGSLINJER

2.1 Karbonmonoksyd, CO

Tabell 1 gir en oversikt over normer for CO, samt WHO's anbefalte verdier.

Tabell 1: Oversikt over luftkvalitetsnormer for CO (mg/m³).

CO mg/m ³	Midlingstid					Merknad
	1 time	8 timer	24 timer	95 pros.	1 år	
USA og WHO ¹	40	10				USA: Primary and Secondary air Quality Standard 1971 (3) WHO: Recommended long term goal, 1972 (2)
Canada	15	6				Max desirable level } " acceptable " } " tolerable " } Clean Air Act
	35	15				
		20				
Vest-Tyskland				30	10	Bundes-Immissionsschutzgesetz, 1974 (4)
Japan		20				(6)
Rijnmond	} 60		12			Fase 2
Nederland		120	23			Fase 3
Alarmnivåer		300	46			Fase 4

¹⁾ WHO stiller i tillegg krav til at CO-innholdet i blodet ikke skal overskride 4% COHb.

Det er stor forskjell på normene i USA (anbefalt av WHO), Vest-Tyskland og Japan. Japan tillater et dobbelt så høyt 8t-nivå som USA. Vest-Tyskland har den minst restriktive norm av disse land. Canada's ønskelige og akseptable nivåer ligger i nærheten av USA's normer.

En direkte sammenligning mellom vest-tysk og amerikansk CO-norm er vanskelig, fordi de er gitt på forskjellige måter. Ut fra middelveiden og 95-prosentilen som er bestemt i vest-tysk norm, kan en imidlertid anslå hvilken maksimal 1/2-times middelveidi dette tilsvarer. Som resultatene av den foreliggende undersøkelsen viser, er den kumulative frekvensfordelingen av 1/2-times middelveidier av CO i en bygata log-normal-fordelt. Basert på en slik fordeling, vil den vest-tyske norm i realiteten tillate 1/2-times middelveidier på ca 150 mg/m^3 . Slik forurensningsforholdene er i en bygata, vil dette tilsvare en maksimal en-times middelveidi på over 100 mg/m^3 , som ligger på over det dobbelte av hva som ansees akseptabelt i USA.

Kommentarer til de enkelte lands normer

USA Normen kan overskrides en gang pr. år. Grunnlaget for normen er dokumentert i (7). Normen gir en rimelig sikkerhet for at CO-innholdet i blodet (COHb) til individer som utsettes for disse konsentrasjoner ikke overstiger 2% COHb (8). De første merkbare effekter av CO-påvirkning kan opptre ved 2.5% COHb (7). Over dette nivå har man detektert f.eks. redusert synskarphet og reaksjonshastighet.

Den amerikanske normen er altså bevisst satt så lavt at en ikke bare skal unngå de første merkbare virkninger av svak CO-forgiftning, men også ha en viss sikkerhetsmargin innebygd. Dette mener man er nødvendig også fordi eventuelle virkninger av CO-påvirkning over lang tid er lite kjent.

Canada Landets målsetting krever konsentrasjoner som er lavere enn USA's normer. I dag aksepteres 35 mg/m³ (1 time) og 15 mg/m³ (8 timer), altså i nærheten av USA's normer. Ved en 8-timers middelvei på 20 mg/m³ (= Japans norm), som tilsvarer et COHb-innhold på ca 2.5% kreves omgående tiltak fra lokale myndigheter.

Vest-Tyskland En konsentrasjon på 75 mg/m³ i 8 timer (som i realiteten tillates av normen vil "normalt" gi over 8% COHb i blodet hos en person i lett fysisk aktivitet (2)). Nivået ligger høyere ved høyere fysisk aktivitet, dvs med økende lungeventilasjon. Dette ligger vesentlig over WHO's anbefaling at COHb ikke skal overstige 4%. Forskjellige forandringer i hjertekar-systemet som kan ha betydning for utvikling og forverring av patologiske symptomer opptrer ved COHb på ca 6% og over. I befolkningen er det et antall mennesker med allerede redusert hjertekar-funksjon for hvem en ytterligere reduksjon i oksygen-metningen i blodet vil være skadelig.

Rijnmond Fra distriktsmyndigheter anmodes altså om reduisering av utslipp (fase 2), når verdiene kommer opp på 1.5 ganger høyere enn amerikansk norm (1-times middel). Rijnmond-nivået (fase 2) er dermed i relativt god overensstemmelse med amerikansk norm. Døgnverdien for fase 4, når tvungne tiltak innføres (46 mg/m³), ligger ikke svært langt over den døgnverdi som i realiteten tillates ved veier i vest-tysk norm (ca 35 mg/m³). Dette understreker at den vest-tyske normen er vesentlig mindre restriktiv enn de øvrige.

2.2 Nitrogenoksyder, NO og NO₂

Tabell 2 gir en oversikt over normer for nitrøse gasser i USA, Canada, Vest-Tyskland, samt WHO's anbefalte retningslinje, slik den foreligger i dag, samt det norske forslag til veiledende miljøstandarder. Når en ser bort fra Japan, er overensstemmelsen mellom normene for nitrogendioksyd, NO₂ i de forskjellige land ganske god. Bare Vest-Tyskland har fastsatt en norm for nitrogenmonoksyd, NO.

Tabell 2: Oversikt over luftkvalitetsnormer for nitrøse gasser (mg/m³).

Nitrøse gasser mg/m ³	Midlingstid				Merknad
	1 time	24 timer	95 pros	år	
NO ₂					
USA				0.10	Primary and Secondary Air Quality Standard 1971 (3)
Vest-Tyskland			0.30	0.10	Federal immisjonskontroll- lov 1974 (4)
Japan		0.04			(5)
Canada				0.06	max desirable level
	0.40	0.20		0.10	max acceptable level
	1.0	0.30			max tolerable level
WHO	0.19-0.32				(9)
Nederland	0.30	0.15			Fase 2
(Rijnmond)	0.50	0.20			Fase 3
Alarmnivåer	0.75	0.30			Fase 4
Norge (vei- ledende miljø- standardforslag jan. 1977)	0.40	0.20		0.10*	*halvårsmiddel (vinter)
<u>NO</u>					
Vest-Tyskland			0.60	0.20	Federal immisjonskontroll- lov 1974 (4)

Kommentarer til de enkelte lands normer

USA Grunnlaget er dokumentert i (9). I hovedsak hviler normen på epidemiologiske undersøkelser, hvor sammenhengen mellom NO₂-forurensningen og frekvensen av luftveisykdommer hos befolkningen ble undersøkt, den såkalte Chattanooga-undersøkelsen. Gjennomføringen av denne undersøkelsen er blitt kritisert, men ikke desto mindre har andre land senere satt normer for NO₂ som svarer til de amerikanske. Resultatene fra Chattanooga ga etter amerikanernes mening bare grunnlag for å sette en norm på årsbasis.

Canada Som når det gjelder CO, krever Canada's målsetting lavere konsentrasjoner enn USA's normer. I dag aksepteres imidlertid et årsmiddelnivå som er lik USA's norm. Vest-Tyskland tolererer høyere korttidsnivåer enn Canada (en 95-prosentil på 0.30 mg/m³ er mindre restriktiv enn en døgnorm på samme verdi, se figur 1).

Vest-Tyskland Bakgrunnen for denne vest-tyske normen er tilsvarende den for CO, nemlig en vurdering av tilgjengelige data, samt en politisk vurdering. Her har de lagt seg på samme nivå som amerikanerne (i motsetning til når det gjelder CO).

Rijnmond Alarmnivåene stemmer godt overens med Canadas nivåer. Begge anser 0.30 mg/m³ som døgnmiddel for å være ikke-tolerabelt.

Norge Det norske forslag faller helt sammen med den kanadiske "max acceptable level", bortsett fra at årsmiddelveidien på 0.10 mg/m³ i Norge foreslås anvendt som 6-måneders middelveidi. Forslaget blir dermed vesentlig mere restriktivt, og er mere i overensstemmelse med den kanadiske "max desirable level", som er den mest restriktive av alle.

2.3 Svevestøv

To metoder for måling av svevestøv er vanlig i dag i forbindelse med luftkvalitetsnormer. De to metodene kan i enkelte tilfeller gi svært forskjellige resultater, og bør ikke sammenlignes. En er basert på veiing av støvet og den andre på en bestemmelse av den svertningen (sotverdi) partiklene gir på et filter. Resultatene av en svevestøvmåling er svært avhengig av prøvetakingsmetoden. Ved sammenligning med normer bør man derfor bruke nøyaktig det utstyr som er foreskrevet i normen.

Svevestøv - veiing

En oversikt over slike normer er gitt i tabell 3.

Normene er basert på at støv samles med standardiserte typer av såkalte høy-volum prøvetakere, som suger en stor mengde luft gjennom et filter (300 - 2000 m³/døgn). Disse prøvetakere samler partikler med størrelser ~ 0.01 - ~ 100 μm . Filtrene veies før og etter prøvetakingen.

Det er relativt god overensstemmelse mellom de enkelte lands normer. Canada's er mest restriktiv, spesielt på døgnbasis.

Svevestøv - sotverdi

En oversikt over normer for sotverdi er gitt i tabell 4.

Støv samles her på et filter ved hjelp av en prøvetaker som suger ca 3-4 m³/døgn. Partikler med størrelser ~ 0.01 - ~ 5 μm samles. Støvet analyseres ved å måle svertningen av partiklene på filtret (reflektrometrisk måling). Svertningsmålingen overføres til en vektkonsentrasjon, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ved hjelp av en kalibreringskurve, som er utarbeidet av OECD (10) for bruk ved måling av støv i byområder.

Tabell 3: Oversikt over luftkvalitetsnormer for svevestøv ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), vektmetode.

Svevestøv, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Midlingstid			Prøvetaker	Merknad
	24 t	95 pros.	år		
USA	260*		75	Standard høyvolum (3)	(3) Annual geometric mean *Kan overskrides 1 gang pr år
Canada			60	- " -	Max desirable level
	120		70	- " -	" acceptable "
	400				" tolerable "
Vest-Tyskland		200	100	LIB-sonde (11)	(4)

Tabell 4: Oversikt over luftkvalitetsnormer for sotverdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) reflektometrisk metode.

Sotverdi, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Midlingstid					Merknad
	1t	24 t	98 pros.	halvår	år	
Sverige		120 ¹		40 ²		
WHO			120		40	(2)
Rijnmond	250	125				Fase 2
	500	200				Fase 3
	750	250				Fase 4
Norge (veiledende miljøstandard, forslag jan. 1977)		120 ¹		40 ²		

- 1) Bør ikke overskrides mer enn 2% av tiden (3 dager), dog ikke som en sammenhengende periode.
- 2) Vinterhalvår

For døgnverdier er det relativt god overensstemmelse mellom de enkelte land (Rijnmond, fase 2). For langtidsmidler (halvår - år) er imidlertid den svenske normen, sammenfallende med norsk forslag, mer restriktiv enn WHO's anbefaling.

Både USA, WHO, Sverige og Norge poengterer at svevestøv (sot)-konsentrasjonen bør sees i sammenheng med konsentrasjonen av SO₂ på stedet. Dette kommer av at observasjoner av de effekter som er lagt til grunn for normen er gjort når en har hatt relativt høye konsentrasjoner av både støv og SO₂, og således er man ikke i stand til å skille virkningen av de to komponentene fra hverandre. Sannsynligvis er det snakk om en kombinert effekt.

2.4 Bly i svevestøv

I Vest-Tyskland foreligger følgende forslag til retningslinjer for maksimalt blyinnhold i uteluft fra VDI (Vereinigte Deutsche Ingenieure).

Midlingstid	Konsentrasjon	Merknad
24 timer	3.0 µg/m ³	VDI 2310 (13)
1 år	1.5 µg/m ³	

En del av basis for dette forslaget er beskrevet i (12), (13) og (14).

Andre land har ikke fastsatt eller foreslått normer, men blyinnholdet i svevestøv søkes likevel begrenset ved å redusere blyinnholdet i bensin, (f.eks. i USA, Vest-Tyskland, Sverige, Norge). USA's holdning synes å være at blyets potensielle skadevirkninger er såpass alvorlige at fremfor å sette en norm, satses det på å eliminere blyinnholdet i bensin helt, samtidig som annen bruk av bly som kan medføre utslipp til luft og vann begrenses i størst mulig grad.

2.5 Fotokjemiske oksydanter

Luftkvalitetsnormer i forbindelse med fotokjemiske oksydanter går enten på konsentrasjonen av oksydantene selv, vanligvis representert ved konsentrasjonen av ozon, eller på primærkomponentene, som i første rekke er nitrogendioksyd og reaktive hydrokarboner.

I tabell 5 er de enkelte normer som er satt i forbindelse med oksydanter gitt.

Tabell 5: Oversikt over luftkvalitetsnormer satt i forbindelse ved dannelse av fotokjemiske oksydanter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

	Fotokjemiske oksydanter, $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Reaktive hydrokarboner $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Merknad
	1 time	8 timer	24 timer	år		
WHO	120	60				Recommended longterm goal, 1972 (2)
USA	160				160	Prim. and sec. air quality standard 1971 (3) Dokumentasjon: ref. (15)
Canada	100		30			Max. desirable level } Clean Max. acceptable level } Air Max. tolerable level } Act
	160		50	30		
	300					
Japan	120*					
Rijnmond	200					Fase 2
Nederland	400					Fase 3
Alarmnivåer	600					Fase 4

* Egentlig gitt som 0.06 ppm. Omregnet til $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ved å anta at alt er ozon, O_3 .

Fotokjemiske oksydanter

Bortsett fra Canadas "maximum desirable level", er WHO's "long term recommendation" og Japans norm de mest restriktive. USA og Canada (max. acceptable level) er på linje med hverandre. Alarmnivåene i Rotterdam (Rijnmond) begynner (fase 2) på et nivå som er noe høyere enn USAs norm.

Primærkomponenter

USA har satt en norm for høyeste tillatte konsentrasjon av reaktive hydrokarboner, målt som middelkonsentrasjon i perioden 06-09 om morgenen. Utslipp i denne perioden kan føre til fotokjemisk oksydantdannelse senere på en solrik dag.

3 REFERENSER

- (1) Nordisk seminar: Forurensninger og de hjerte- og lungesyke. Nordisk Medicin, 89, 313-328, (1974).
- (2) Air Quality Criteria and Guides for Urban Air Pollutants. World Health Organization Technical Report Series no. 506, Geneva 1972.
- (3) 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.
- (4) Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft. Der Bundesminister des Innern, 28. august 1974 (GMBI 1974 S. 426,452), Bonn, Vest-Tyskland.
- (5) Personlig meddelelse fra Byråsjef Dreissigacher, det Vest-tyske Innenriksdepartement, Bonn, via den Norske Ambassade i Bonn.

- (6) Development of Environmental Protection in Japan. Ministry of Foreign Affairs, Tokyo, Japan.
- (7) Air Quality Criteria for Carbon Monoxide. USA Environmental Protection Agency. Publ. No. AP-62, Washington D.C., Mars 1970.
- (8) Knelson, J.H. Discussion of the carbon monoxide standards for the Federal German Republic. Staub - Reinhaltung der Luft, 32, 4 (1972).
- (9) Air Quality Criteria for Nitrogen Oxides. USA Environmental Protection Agency, Publ. No. AP-84.
- (10) Methods of measuring air pollution. OECD, Paris 1974.
- (11) VDI-Richtlinien, Maximale Immissions-Werte. Vereinigte Deutsche Ingenieure, VDI 2310, Düsseldorf, September 1974.
- (12) EPAs position on Health Implications of Airborne Lead. USA Environmental Protection Agency, Washington D.C., 28 november 1973.
- (13) 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.
- (14) Knelson, J.H. et al. The Role of Clinical Research in Establishing Standards for Atmospheric Lead. Staub-Reinhaltung der Luft, Vol. 33, No. 11, November 1973.