

NILU
Oppdragsrapport nr 34/72
Referanse: IO 001171
Dato: Februar 1972

GENERELLE OG TRAFIKALE LUFTFORURENSNINGER
I DRAMMEN

Vurderingsgrunnlaget for
motorveiparsellen Høvik-Rundtom

av

Knut Erik Grønskei

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
Postboks 15, 2007 Kjeller
Norge

INNHALDSFORTEGNELSE

Side

1	<u>INNLEDNING</u>	1
2	<u>TRAFIKALE FORURENSNINGER</u>	2
2.1	<u>Carbonmonoksyd (CO)</u>	3
2.2	<u>Hydrocarboner (HC)</u>	4
2.3	<u>Nitrogenoksyder NO_x</u>	5
2.4	<u>Fotokjemisk smog</u>	5
2.5	<u>Bly</u>	6
2.6	<u>Sot og støv</u>	7
2.7	<u>Lukt</u>	7
2.8	<u>Mulighetene for å rense bilavgassene før de slippes ut</u>	8
2.9	<u>Variasjon av utslippet med kjøreforholdene</u> ...	9
2.10	<u>Sammendrag og estimering av utslippsforholdene som benyttes i de videre vurderingene</u>	11
3	<u>TRAFIKKTETTHETEN PÅ VEIENE GJENNOM DEN DEL AV DRAMMEN SOM BERØRES AV MOTORVEIEN</u>	13
4	<u>GENERELLE FORURENSNINGER I DRAMMEN SETT I FORHOLD TIL DE TRAFIKALE FORURENSNINGER PÅ REGIONAL SKALA</u>	16
4.1	<u>Målinger av SO₂ og sot</u>	16
4.2	<u>Utslipp av forurensning fra fyringsanlegg</u>	17
4.3	<u>Utslipp av forurensning fra biltrafikk</u>	18
4.4	<u>Nitrogenoksyder</u>	19
4.5	<u>CO og HC</u>	19
5	<u>SPREDNINGEN AV FORURENSNING OMKRING EN VEITRASE OG SAMMENHENGEN MELLOM LOKALE TRAFIKALE FORURENSNINGER OG DEN GENERELLE FORURENSNINGEN</u>	20
6	<u>CO-MÅLINGER I DRAMMEN-OMRÅDET</u>	24
6.1	<u>Beskrivelse av de tre målestedene i Drammen</u> ..	25
7	<u>LITTERATUROVERSIKT</u>	31

1 INNLEDNING

Ifølge mandatet tar denne utredningen sikte på å vurdere luftforurensningene ved eiendommene som berøres av del-ekspropriasjonene ved motorveiparsellen Høvik-Rundtom. En skiller mellom trafikale og generelle luftforurensninger, tar for seg forholdene i dag og sammenligner disse med ventede forhold i 1980 og 1990.

Til støtte for vurderingene i Drammen-området har en hatt:

- døgnverdier av SO₂ i Drammen gjennom vintrene 69-70 og 70-71, samt
- målinger av sotverdiene fra vinteren 70-71 (1).

En antar at SO₂-målingene gir et tilfredsstillende bilde av den generelle luftforurensningssituasjonen i dag.

Vinteren 71-72 ble det innført restriksjoner på svovelinnholdet i oljen som vil redusere svovelutslippet i Drammen-området med mer enn 20%. Konsentrasjonene i bakkenivå vil ventelig ikke reduseres like mye da den svovelholdige tungoljen stort sett forbrennes i større anlegg som slipper avgassene ut relativt høyt og berører bakkenivået i mindre grad, men lave småutslipp.

Det er utført kontinuerlige CO-målinger i Drammen gjennom 3 måneder vinteren 71-72 sammen med registrering av trafikk tetthet på timesbasis og værforholdene er vurdert ut fra fotografier av vær-situasjonen 1 gang pr dag. CO-målingene antas å gi et utsagn for den trafikale luftforurensning i det nåværende gatenett som vil berøres av byggingen av motorveien.

CO-måleren var plassert i Storgt 21 i november 1971, i Tomtegt 63 i desember 1971 og i Kjellstadkrysset i januar 1972. Det er rimelig å anta at CO-konsentrasjonen er et mål for den trafikale forurensning i det nåværende gatenett (Storgaten og Tomtegaten). Forholdene ved den nåværende motorvei belyses av målingene ved Kjellstadkrysset.

For å vurdere forholdene omkring den nye motorveiparsellen, bygger en dels på beregninger ut fra trafikk tettheten og spredningsforholdene, dels på målinger fra andre byer, særlig i Stockholm (9).

Utredningen gir først en generell orientering om de trafikale forurensninger. Videre beskrives trafikk tettheten på veiene gjennom den delen av Drammen som berøres av motorveien. En tar videre for seg den generelle luftforurensningssituasjonen i Drammen og sammenligner denne med den trafikale forurensningen nå og i fremtiden på regionalskala (Drammen-området). Det gis en orientering om spredningen av forurensning før en fremstiller resultatene av målingene i Drammen og sammenligner disse med målinger i andre byer. Til slutt vurderes spesielle forhold omkring hver av eiendommene.

2 TRAFIKALE FORURENSNINGER

Luftforurensning fra motorkjøretøyer stammer hovedsakelig fra motorer og drivstofftanker. I tillegg skyldes en viss partikulær forurensning slitasje av dekk, bremses og veibane.

Det meste av drivstoffet forbrennes til CO₂ og vanndamp. Disse stoffene finnes i store mengder i luften fra før og er en naturlig del av vår atmosfære.

Av tekniske grunner kan forbrenningen aldri bli fullstendig. For bensindrevne motorkjøretøyer fører dette til utslipp av uforbrente og bare delvis forbrente hydrocarboner (HC), samt carbonmonoksyd (CO). Dessuten oppstår det ved forbrenningen sotpartikler som inneholder tjærestoffer. Dette skjer særlig fra dårlig vedlikeholdte dieselmotorer.

Moderne bilmotorer arbeider med et høyt kompresjonsforhold for å få stor effekt. Disse motorene fordrer et høyt oktantal på bensinen, og for å oppnå dette tilsettes etylbly som er oppløst i klor- og bromholdige organiske forbindelser. På grunn av dette dannes det under forbrenningen partikler av blyklorid og blykromid. I bensin er det under 0.1% svovel og i diesellolje opptil 0.5%. Dette gir opphav til små mengder SO₂ ved forbrenningen.

På grunn av den høye forbrenningstemperaturen i motoren vil det alltid dannes nitrogenoksyder. Etter denne korte orienteringen om årsaken til de forurensningene fra bilene vil en omtale stoffene hver for seg og deres virkning på omgivelsene.

2.1 Carbonmonoksyd (CO)

CO er en giftig gass uten lukt og farge. CO forbinder seg lettere med hemoglobinet i blodet enn oksygen. Dersom luften som innåndes, inneholder CO vil dette føre til nedsatt oksygentransport ved blodet fra lungene og ut i kroppen. Høye konsentrasjoner (over 200 ppm CO i luften)¹⁾ medfører av denne grunn bevisstløshet og kan ha døden til følge. Det hersker imidlertid usikkerhet om hvorvidt konsentrasjoner på 10-20 ppm med kortvarige toppe på opptil 100 ppm har noen skadelige virkning (2). Det kan nevnes at et opphold på 8 timer i gateluft med 30 ppm CO vil medføre at ca 5% av hemoglobinet i blodet er bundet til CO. En sigaretttrøyker som innhalerer får, selv med moderat forbruk, 5 - 10% av blodets hemoglobin bundet til CO. Slike konsentrasjoner kan virke nedsettende på synsskarpheten og reaksjonshastigheten. Det er imidlertid vanlig å vurdere helsemessige effekter i forhold til sensitive personer. I flere land er det satt opp normer for luftens innhold av de forskjellige forurensningskomponentene. Her nevnes noen av de rådgivende normer for luftens innhold av CO:

New York og Ontario:	15 ppm CO som 8 timers middelerverdier skal ikke overskrides mer enn 15% av tiden i ett år. 60 ppm som timesmiddel skal ikke overskrides mer enn 1% av tiden i ett år.
Pennsylvania	: 25 ppm som 24 timers middelerverdi.
USSR	: 1 ppm som 24 timers middelerverdi.

¹⁾ ppm = parts per million. Enheten angir konsentrasjonen av en forurensning i luften som volumdeler forurensning pr million volumdeler luft.

I Tyskland foreslåes følgende normer: 8 ppm i 24 timer, 16 ppm i 8 timer, 80 ppm i 1 time.

Environmental Protection Agency i USA (det føderale administrative organ som behandler forurensningsproblemer) utstedte nylig følgende "air quality standards": 9 ppm CO i 8 timer og 35 ppm i 1 time. De sistnevnte grenser kan bare overskrides en gang pr år.

Som man ser varierer normene meget fra land til land, og det virker som en tar hensyn til hva som er praktisk mulig å gjennomføre. Normene i de øst-europeiske landene virker meget lave. De målte CO-konsentrasjonene vil i det følgende bli sammenlignet med de siste normene fra USA.

Utslipet av CO varierer meget med motortype og tilstand, samt kjøreforholdene. Under vanlig bykjøring varierer det midlere utslippet fra bil til bil fra under 10 g CO/km til over 100 g CO/km. Et middeltall for den svenske bilpark oppgis å være 46 g CO/km (3) og en antar at dette utslipp også er representativt for norske forhold.

2.2 Hydrocarboner (HC)

Deres helsemessige effekt er uklar (2). Dette skyldes at de polycykliske hydrocarboner kan fremkalle kreft på forsøksdyr under eksperimentelle forhold. Epidemiologiske studier viser imidlertid at noen viktig årsak til lungekreft kan ikke bileksom være.

Andre hydrocarboner (de alifatiske) kan imidlertid forårsake dårlig lukt i omgivelsene, men en kan se helt bort fra deres giftvirkning i de konsentrasjonene som finnes i gateluften. Det er disse som kan gi eksosen fra dieseldrevne biler deres ubehagelige lukt. Helsemessig sett er imidlertid disse stoffene ufarlige. Gjennomsnittlig utslipp fra den svenske bilparken under vanlig bykjøring er 2,3 g/km (3). Det er imidlertid store forskjeller mellom bilene her som ved utslippet av CO.

"Environmental Protection Agency" i USA har nylig innført en norm for luftens innhold av hydrocarboner unntatt metan på 0.24 ppm (160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) som 3 timers middel mellom kl 0600 og 0900 om morgenen. Hensikten med denne normen er å redusere muligheten for dannelse av oksydanter.

2.3 Nitrogenoksyder (NO_x)

7 forskjellige nitrogenoksyder er kjente, men bare nitrogenmonoksyd (NO) og nitrogendioksyd (NO_2) har interesse sett fra et luftforurensningssynspunkt. NO -gassen er fargeløs, mens NO_2 har en brunlig farge. Fra biler sendes det nesten bare ut NO , men denne reagerer med luften og danner NO_2 . Denne overgangen skjer lettere ved innvirkning av sollys og hydrocarboner.

Når det gjelder biologiske effekter er NO_2 av størst interesse. Hos planter er det påvist at veksten nedsettes ved konsentrasjoner på 0.3 - 0.5 ppm ved 10 - 22 dagers eksponeringstid. Effekten på bronkiene og lungevev synes å være den viktigste av virkningen på mennesket. Environmental Protection Agency har nylig innført en norm for luftens innhold av NO_x på 0.05 ppm (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) som årsmiddelverdi (15). En norm på 0.25 ppm NO_x (500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) som timesmiddelverdi regnes på annet hold for å være en rimelig verdi (11).

2.4 Fotokjemisk smog

Interessen for hydrocarboner og nitrogenoksyder i forbindelse med luftforurensning skyldes vesentlig at det kan foregå fotokjemiske reaksjoner mellom dem og at det kan dannes aerosoler og gasser med betydelig større giftvirkning enn de opprinnelige komponentene hver for seg.

En vet at disse reaksjonene innledes av sollys. Alle detaljer vedrørende dette er ennå ikke klarlagt.

Fotokjemisk smog opptrådte først i Los Angeles, men finnes i dag i flere større byer i USA og Europa. Når den dannes, opptrer det først dis (aerosol) med en karakteristisk lukt. Øyne og slimhinner irriteres. Denne virkningen skyldes luftens innhold av oksydanter. Det tar timer å danne fotokjemisk smog, og de skadelige virkningene vil dermed påvirke områder som helhet og ikke bare i den umiddelbare nærhet av de mest trafikkerte gater. Det er dessuten lite sannsynlig at fotokjemisk smog vil bli noe problem i Norge. Kombinasjonen av sterk sol og dårlige spredningsforhold er ikke så sannsynlige hos oss. Ifølge dr W Lindberg ved Hygienisk Institutt er det imidlertid målt betydelige oksydantkonsentrasjoner i Oslo om sommeren. En kan dermed ikke utelukke at oksydantproblemet vil opptre ved større biltrafikk. Det bør nevnes at den naturlige bakgrunnen for oksydanter er relativt høy ved høye breddegrader. Environmental Protection Agency har nylig innført en norm for luftens innhold av oksydanter på $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for konsentrasjonen i 1 time.

2.5 Bly

Blyet slippes vesentlig ut i luften som uorganiske partikler. Organisk bly er mye mer giftig og utgjør ca 10% av det totale blyutslippet (2). Partiklene har gjennomgående en diameter på under $1 \mu\text{m}$ (10^{-6} m) og ved innånding vil 25 - 50% av disse absorberes i lungene og blyet blir på denne måten tilført kroppen (2). Mennesket innånder omkring 0.5 m^3 luft pr time. Konsentrasjonen i bygater er gjennomsnittlig 2 - $4 \mu\text{g Pb}/\text{m}^3$. Dette vil føre til et opptak av bly som må vurderes sammen med hva vi daglig får i oss gjennom maten, og disse kildene må sees i sammenheng (4 og 5). Det hersker fortsatt tvil om virkningen av det blyet som menneskene får i seg fra luften (2).

For generelt å redusere blyforgiftningen av naturen er det allerede nå innført restriksjoner på blyinnholdet i bensinen i flere land. I Norge har oljeselskapene lovet å holde blyinnholdet i bensinen under $0.7 \text{ g}/\text{liter}$. Utslippet av bly fra bensinmotorer er knyttet sammen med bensinforbruket, og veidirektoratet foreslår å innføre regler for bensinens blyinnhold i nær fremtid. Innen 1980 og 1990 må en regne med at blyinnholdet reduseres ytterligere. I USA taes det sikte på å eliminere blyinnholdet i bensinen (15).

2.6 Sot og støv

Under forbrenningen vil det dannes en viss mengde sot. Denne opptrer først som ytterst fine partikler. Disse klumper seg sammen til større partikler og blir synlig røyk.

Den samlede mengden utgjør som regel 1/1000 av bensinens vekt. 3 - 4 ganger så stor del av dieseloljens vekt. Dette svarer til et utslipp på ca 0.1 g partikler/km. Totalt for et byområde vil bilens forbrenning av drivstoff bidra med ca 1/100 av den samlede mengde svevestøv (5 og 8).

En bør dog merke seg at bilene forårsaker en partikulær forurensning ved sin slitasje på veibanen og bildekkene (piggdekkene om vinteren). Det forekommer her en del større partikler som vil sedimenteres nær veibanen. Det vil på grunn av dette foregå en generell nedsmussing av de nærmeste omgivelsene (dekameter) omkring veibanen. Dette vil representere en belastning for de eiendommer som ligger nærmest opp til motorveien.

2.7 Lukt

Lukt kan vanskelig kvantifiseres, og den kan skyldes en eller flere av komponentene i bilavgassene. Lukt angis derved som lukteterskel. For bilavgassene defineres denne som hvor mange ganger avgassen må uttynnes før 50% av en samling forsøkspersoner ikke merker lukten. Resultatet av undersøkelsene i Studsvik viser at avgassene fra bensinbilene må uttynnes 5000 til 10 000 ganger. Avgassene fra dieselbilene må uttynnes 1000 til 4000 ganger (3).

Dersom en anvender dette på CO-konsentrasjoner, vil en fortykning som svarer til lukteterskelen gi en CO-konsentrasjon på omkring 3 ppm.

2.8 Mulighetene for å rense bilavgassene før de slippes ut

Det gis ved motorvognlovgivningen anledning til å begrense skadelig og generende utslipp fra motorkjøretøyer. Det er utarbeidet konkrete regler for røykutslippet fra dieselmotortøyer (2). I land hvor forurensningen fra biltrafikken representerer et større problem enn hos oss har myndighetene fastsatt strenge regler for utslippene av forurensninger fra motorkjøretøyene.

Det er teknisk mulig å redusere utslippet betydelig, og en må vente at også norske myndigheter vil innføre flere begrensende regler etter hvert som biltrafikken øker. For å belyse disse forholdene nærmere viser tabellen under hvilke krav man vil sette til fremtidens biler i USA:

Årsmodell	CO g/km	Rensing %	CH g/km	Rensing %	NO g/km	Rensing %	Partikler g/km	Rensing %
1970	14.3	70	1.37	75	4.2	25	-	-
1975	7.2	85	0.37	94	0.59	82	0.06	70
1980	2.9	94	0.16	98	0.25	93	0.02	90

Tabell 1: Utslippsmengder i USA.

Tabellen er hentet fra (3) side 110, og er i overensstemmelse med opplysninger som gis i (2). Disse strenge kravene til utslippene gir en realistisk mulighet til å tilfredsstille de strenge normene for luftens innhold av trafikale forurensninger på tross av den store biltrafikken.

Dette viser at utslippene av trafikale luftforurensninger i 1980 og 1990 er helt avhengig av hvor strenge krav myndighetene vil sette til motorkjøretøyene, og at det er helt urealistisk å benytte de eksisterende utslipp fra i dag. Tallene i tabellen bygger på utslipp under betingelser som ikke er direkte sammenlignbare med de svenske tallene for utslipp. De svenske utslipps-tallene er imidlertid best sammenlignbare med norske kjøreforhold i bytrafikk.

2.9 Variasjon av utslippet med kjøreforholdene

Utslippene vil variere betydelig med kjøreforholdene. Den største delen av forurensningen fra bilene sendes ut under akselerasjon og retardasjonsfasene under vanlig bykjøring. For å belyse dette nærmere gjengis en tabell under med en typisk sammensetning av avgassene fra et bensindrevet kjøretøy under forskjellige kjørefaser:

	Enhet	Tomgang	Akselerasjon	Jevn hastighet	Retardasjon
CO	%	6.9	2.9	2.7	3.9
HC	%	0.53	0.16	0.1	1.0
NO _x	ppm	33	1020	650	20
Aldehyder	ppm	30	20	10	290

Tabell 2: Sammensetning av avgassene ved forskjellige kjøreforhold.

Tabellen er hentet fra (5). Denne viser at det slippes ut relativt mye CO under tomgang, HC under tomgang og retardasjon, NO_x ved akselerasjon og tildels ved jevn hastighet, aldehyder ved retardasjon. Aldehyder er en gruppe hydrocarboner som særlig har interesse i forbindelse med dannelsen av fotokjemiske oksydanter.

Ifølge vurderinger som er utført ved University of Washington (6) er utslippet av trafikale forurensninger direkte proporsjonalt med frekvensen av retardasjon - akselerasjonsoperasjoner. Utslipp av CO og HC avtar vesentlig når kjøretøyets middelhastighet økes. Denne sammenhengen sees av figur 1 og 2 som er hentet fra (5).

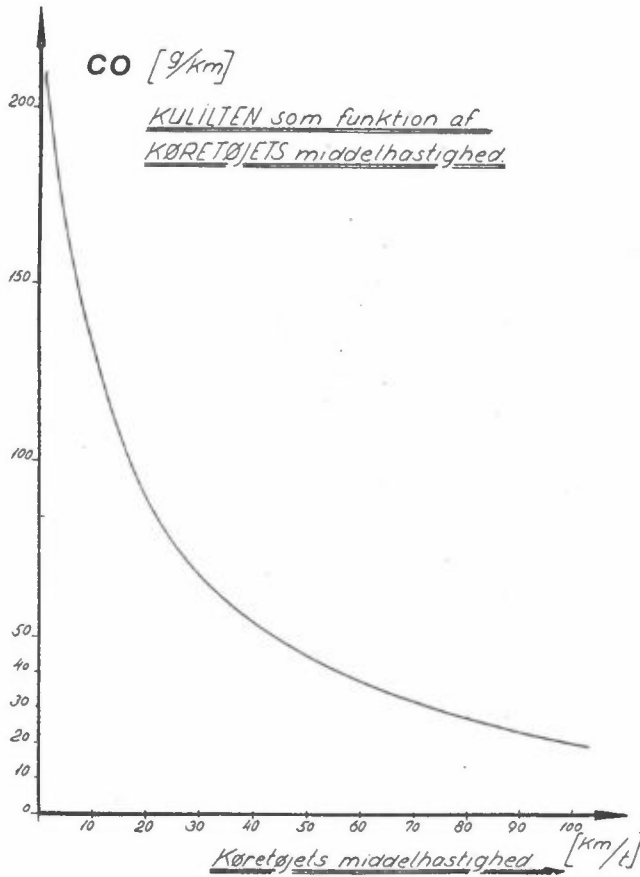


Fig. 1

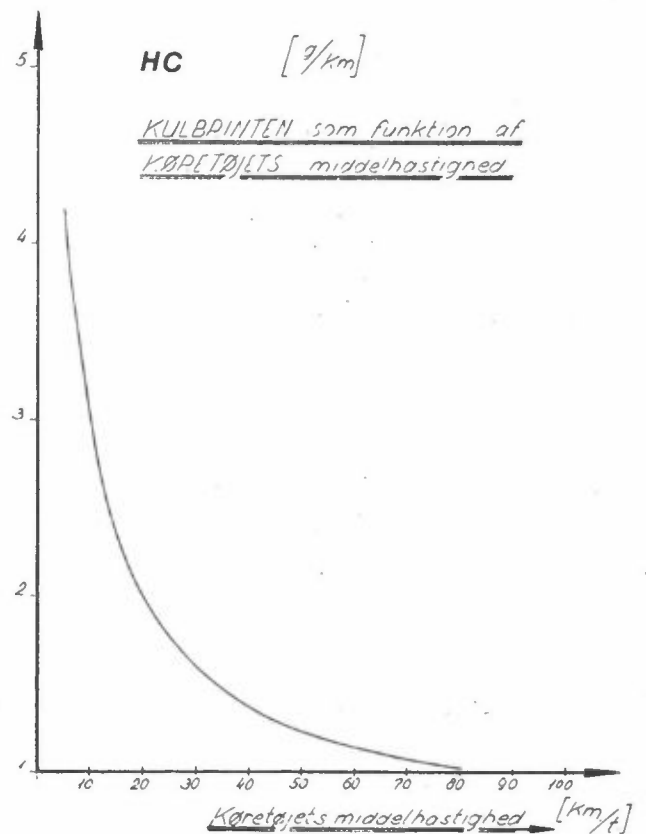


Fig. 2

En observerer også de høyeste trafikale forurensninger i hovedgater som er regulert ved trafikklys og i gatene i byenes sentrum (6).

Av dette ser en at en ubrutt motorvei gjennom Drammen vil redusere det samlede trafikale forurensningsutslipp vesentlig i området dersom trafikktettheten er den samme.

2.10 Sammendrag og estimering av utslippsforholdene som benyttes i de videre vurderingene

Ifølge punktene 2.1, 2.2, 2.3, 2.5 og 2.6 er det rimelig å regne med følgende gjennomsnittlige utslipp fra biltrafikken i Drammen-gatene:

År	CO	HC	NO _x	Pb	Sot
1971	46	2.3	1.1	0.07	0.1
1980	30	1.8	1.1	0.04	0.1
1990	23	1.5	1.1	0.04	0.1

Tabell 3: Estimerte utslipp ved bykjøring. Enhet: g/km.

Den antatte reduksjonen i utslippet fra 1971 til 1980 og fra 1980 til 1990 må sies å være forsiktig. Grupper inne ECE og OECD arbeider med krav til utslippet av trafikale forurensninger. Disse reglene vil innebære krav til utslippet som er sammenlignbare med de amerikanske og være retningsgivende for all bilproduksjon i Europa.

Etter hvert som bilparken i Norge fornyes vil det skje en vesentlig reduksjon i utslippet av trafikale luftforurensninger. Det er også rimelig å redusere utslippet ved kjøring på motorveien i forhold til utslippet ved kjøring i bygater. Reduksjonen gjelder vesentlig for CO og HC.

År	CO	HC	NO _x	Pb	Sot
1971	23	1.2	1.1	0.07	0.1
1980	15	0.9	1.1	0.04	0.1
1990	12	0.8	1.1	0.04	0.1

Tabell 4: Estimerte utslipp ved kjøring på motorvei. Enhet: g/km.

Tabellen må vurderes som et estimat av forurensningsutslippet fra bilene som kjører på en ubrutt motorvei.

For å vurdere den relative betydningen av de trafikale forurensninger har en tatt utgangspunkt i følgende normer for luftens innhold av trafikale forurensninger.

CO	HC	NO _x	Støv
40 mg/m ³	0.16 mg/m ³	0.5 µg/m ³	0.26 mg/m ³

Tabell 5: Normer for timesmidler av forurensningskonsentrasjoner. (For HC 3-timers middel).

Forholdet mellom utslippet pr km og normene gir et mål for den relative betydningen av de forskjellige komponenter. Utviklingen i tiden er belyst ved å multiplisere disse forholdstallene med den prognoserte økningen i biltrafikken.

År	CO	HC	NO _x	Støv
1971	1.15	14.4	2.2	0.38
1980	1.50	22.4	4.4	0.76
1990	2.28	37.6	8.8	1.52

Tabell 6: Forholdet mellom utslipp og normer av forurensningskomponenter multiplisert med prognosert trafikkøkning.

Dette viser at et område som har overskridelser av CO også vil ha overskridelser av grensen for NO_x og av HC. Den relative betydningen av HC- og NO_x-forurensningen vil øke betydelig med tiden frem til 1980 og 1990. Tallene for hydrocarboner gir sannsynligvis et skjevt bilde av deres betydning idet fotokjemiske oksydanter vanskelig kan dannes på grunn av lite sollys kombinert med dårlige spredningsforhold og liten konsentrasjon av hydrocarboner regionalt sett. Tallen kan være rettleidende ved fremtidige undersøkelser av trafikale forurensninger.

I det følgende benyttes CO som et mål for den relative belastningen for den trafikale luftforurensning ved eiendommene som betraktes. Det understrekes imidlertid at NO₂ og fotokjemiske oksydanter kan bli et større problem enn CO i 1980 og 1990. Da disse stoffene vesentlig fremkommer ved kjemiske reaksjoner i luften som tar noen timer, vil disse problemene ramme større deler av byen og ikke bare de nærmeste omgivelsene omkring motorveien. Det synes å være vanskelig å redusere utslippet av nitrogenoksyder.

3 TRAFIKKTETTHETEN PÅ VEIENE GJENNOM DEN DELEN AV DRAMMEN SOM
BERØRES AV MOTORVEIEN

Denne vurderingen av trafikk tettheten bygger på grunnlaget for prosjekteringen av motorveibrua gjennom Drammen.

Prognosene er beregnet på grunnlag av en årlig vekst på 8% for den midlere årlige døgntrafikk (ÅDT). En antar videre at variasjonsmønsteret med hensyn på time på døgnet, ukedag og årstid vil være det samme som ved trafikkanalysen 1965 utført av Dahlen og Toftenes A/S (7). En har hentet figurene 3, 4 og 5 fra denne publikasjonen.

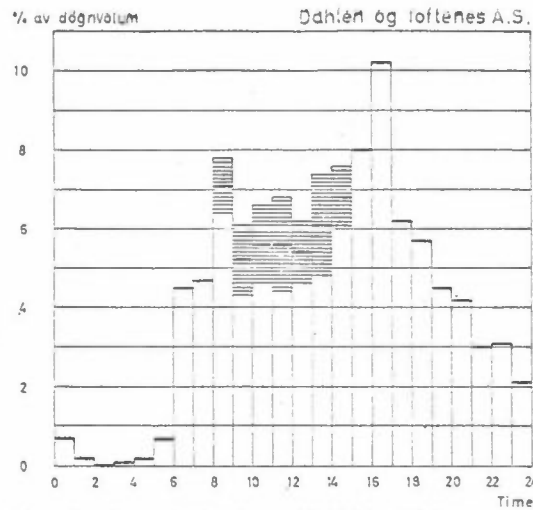
Prognosene for ÅDT er delvis kontrollert ved maskinelle trafikk-tellinger i Drammen 1960-1971. Motorveikontoret i Drammen har skaffet til veie disse dataene gjennom Veidirektoratet og vært hjelpelig med ekstraheringen av de data for trafikk tettheten som benyttes i denne utredningen.

Dette har ført til følgende verdier for trafikk tettheten (ÅDT).

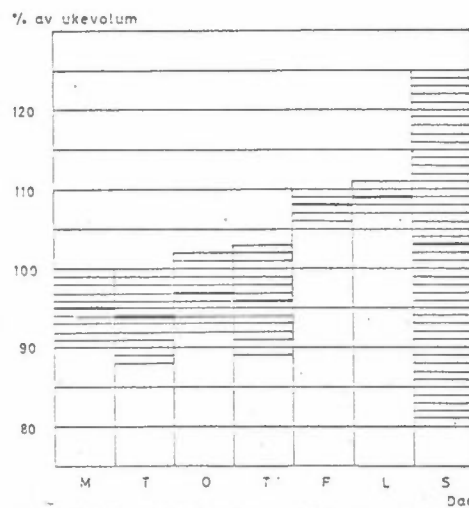
Sted	1971	1980	1990
Lierstranda	25 000	50 000	100 000
Lierskogen	18 000	28 000	52 000
Differanse	7 000	22 000	48 000
Holmenbrua	18 000	35 000	73 000
Rundtom	16 000	30 000	65 000
Kobbervikdalen	12 000	22 000	51 000

Tabell 7: Trafikk tettheten i Drammen. Enhet: biler/døgn.

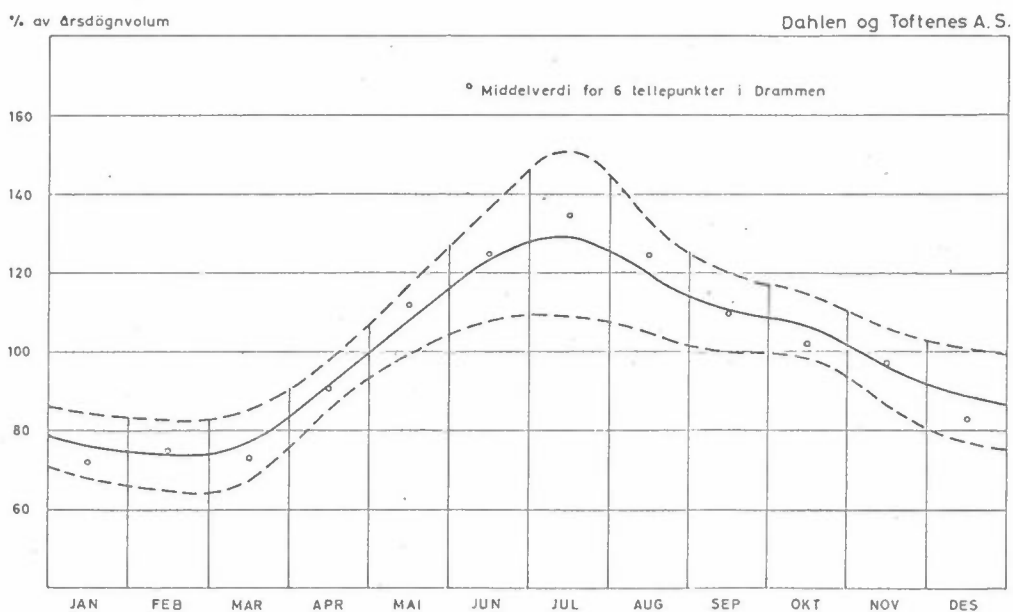
På grunnlag av disse tallene har en estimert trafikk tettheten forbi de eiendommene som er berørt. Dersom trafikken fortsetter å utvikle seg i det nåværende gatenett må en regne med at trafikken vil spre seg betydelig. En vanlig bygate har en maksimal kapasitet. Målinger i Sverige (12) viser eksempel fra Gøteborg og Stockholm hvor denne maksimale kapasiteten ligger på ca 2000 biler/time. Hastigheten på bilene går betydelig ned (trafikkork) og forurensningsutslippet i gaten pr bil vil øke betydelig, særlig CO.



Figur 3 - Døgnavariasjonskurve. Middelverdi \pm 1 standard avvik for 15 tellepunkter i Drammen



Figur 4 - Ukevariasjonskurve. Middelverdi \pm 1 standard avvik for 4 tellepunkter i Drammen



Figur 5 - Årsvariasjonskurve. Middelverdi \pm 1 standard avvik for 14 tellepunkter (Drammen, Sandefjord og Trondheim)

Trafikken på Lierstranda fordeles i dag mellom Storgt og Strandveien som begge er enveiskjørte. Dersom utviklingen skjer i det nåværende system har en for hver av gatene:

	1971	1980	1990	
Storgt	12 500	25 000	50 000	Enhet: biler/time
Strandveien	12 500	25 000	50 000	

Mellom klokka 0600 og klokka 2200 passerer det tilnærmet 6% av ÅDT pr time (se figur 3).

	1971	1980	1990	
Storgt	750	1 500	3 000	Enhet: biler/time
Strandveien	750	1 500	3 000	

Dette viser at det nåværende gatenett vil være overbelastet trolig omkring 1980. Rush-trafikken kan f eks ikke avvikles uten at trafikken spres til andre gater.

Det er dermed ikke realistisk å ekstrapolere forurensning fra det nåværende gatenett frem til 1980 og 1990. Det er rimelig å regne med forholdene ved 2000 biler/time i langsom fart. Disse forholdene vil eksistere store deler av dagen i det nåværende gatenett i 1980 og 1990. Veinettet omkring Nøsteveien, Løkkebergveien og Solbakken vil få vesentlig større belastning i forhold til det de har i dag. På Strømsø-siden vil trafikken kunne spres betydelig mer i det nåværende gatenett.

For å estimere den lokale virkningen av motorveien i forhold til det nåværende gatenett har en for hver av eiendommene som skal vurderes estimert ÅDT på veiene i nærheten i det nåværende gatenett. Det er satt en øvre grense på midlere ÅDT. En ÅDT på under 1000 er regnet for ubetydelig i denne sammenhengen.

4 GENERELLE FORURENSNINGER I DRAMMEN SETT I FORHOLD TIL DE
TRAFIKALE FORURENSNINGER PÅ REGIONAL SKALA

Målingene i Drammen-området som er utført av Norsk Brændselolje A/S 69/70 og Sentrallaboratoriet for Lier Sykehus (69-70 og 70/71) i samarbeid med Drammen Helseråd viser at det i Drammen er et høyt innhold av SO₂ i luften om vinteren og at en observerer betydelige overskridelser av de rådgivende svenske normene for SO₂.

Dette har medført at det er innført restriksjoner på svovelinnholdet i oljen som skal benyttes i Drammen-området.

En har hittil vesentlig målt luftens innhold av SO₂ idet dette er en relativt enkel måling å utføre. SO₂-konsentrasjonen kan dessuten ofte betraktes som et mål for den generelle forurensningen i et område.

4.1 Målinger av SO₂ og sot

Av SO₂ og sotmålinger de siste årene kan en trekke ut følgende typiske verdier for den generelle forurensning i det området som brua går gjennom.

For området Strømsø - Rundtom er det rimelig å bruke resultatene fra Strømsø Pleiehjem og Tangen kirke. For å vurdere områdene ved Brakerøya, kan en benytte resultatene fra Brannposten. BP har dessuten hatt en målestasjon på Holmen i perioden 69/70.

En typisk døgnmiddelverdi for SO₂-konsentrasjonen i en periode med dårlig utlufting om vinteren er 300 - 450 µg SO₂/m³ før restriksjonene på svovelinnholdet i oljen ble innført. Enkelte døgnverdier kunne ligge betydelig over.

I sommerhalvåret ligger de typiske verdiene på 60 - 90 µg/m³. En har da mindre utslipp av SO₂ og bedre spredningsforhold. Verdier omkring 100 µg SO₂/m³ er ikke uvanlige. Luftens røyk- og sotkonsentrasjoner er omkring 1/3 av SO₂-konsentrasjonene. Dette forholdstall kan imidlertid variere betydelig med tid og sted.

4.2 Utslipp av forurensning fra fyringsanlegg

SO₂-innholdet i atmosfæren skyldes for en stor del forbrenning av olje. I Drammen-området må en også ta med bidraget fra industrielle prosesser. NILU har i forbindelse med prosjektet som undersøker luftforurensninger på europeisk skala estimert SO₂ utslipp i norske fylker og tettsteder. En har da kommet til at i 1971 før restriksjonene på olje ble innført var utslippet av SO₂ ca 4 600 tonn SO₂/år. I vinterhalvåret er utslippet ca 3 000 tonn SO₂ og i sommerhalvåret er utslippet ca 1 600 tonn SO₂. Det er videre estimert at ca 2 800 tonn SO₂/år skyldes forbrenning av olje mens ca 1 800 tonn SO₂/år skyldes industriens egenproduksjon av SO₂. Tallene for SO₂ fra oljeforbrenning er i rimelig overensstemmelse med BP's rapport fra vintersesongen 69/70 (16). Dette tilsvarer et forbruk på ca 54 500 tonn tungolje (2,2% S) og ca 25 000 tonn lette oljer (0,8% S).

For nærmere å belyse oljeforbrenningens produksjon av andre forurensende stoffer setter vi opp følgende tabell, hentet fra (8):

Forurensning	Store kilder	Små kilder
Aldehyder	0.5	2
Carbonmonoksyd	0.04	2
Hydrocarboner	3.2	2
Nitrogendioksyd	104	72
Svoveldioksyd	157 S ¹	157 S ¹
Svoveltrioksyd	2.4 S ¹	2 S ¹
Partikler	8	12

¹ S betyr at en her må multiplisere med svovelprosenten i oljen

Tabell 8: Emisjonsfaktorer for oljeforbrenning (lb/1000 gal av forbrent olje). Enhet: 0.1 g/liter.

En kan anta at den tunge oljen benyttes ved store kilder og den lette oljen benyttes ved små kilder. Dette vil på grunnlag av de emisjonsfaktorene som er satt opp ovenfor medføre følgende årlige utslipp av andre forurensningskomponenter enn SO₂:

Forurensning	Store kilder	Små kilder	Sum 1970	Sum 1980	Sum 1990
Aldehyder	4.0	7.0	11.0	16.0	22.0
Carbonmonoksyd	0.32	7.0	7.32	10.0	14.6
Hydrocarboner	25.6	7.0	32.6	49.0	65.0
Nitrogendioksyd	830.0	252.0	1082.0	1620.0	2160.0
Partikler	64.0	42.0	106.0	159.0	212.0

Tabell 9: Utslipp fra oljeforbrenning i Drammen. Enhet: tonn/år.

Det er vanlig å regne en årlig vekst på 4% i oljeforbruket som i løpet av ca 20 år vil medføre en fordobling av utslippet. På dette grunnlaget har en foretatt et estimat av utslippet i 1980 og 1990.

4.3 Utslipp av forurensning fra biltrafikk

Årsdøgntrafikken inn mot Drammen (fra øst, nordvest og sør) kan estimeres til å være ca $2.75 \cdot 10^4$ kjøretøyer/døgn i 1970, ca $5.5 \cdot 10^4$ kjøretøyer/døgn i 1980 og ca $1.1 \cdot 10^5$ kjøretøyer/døgn i 1990. Dersom en antar at hver av disse kjøretøyene kjører ca 4 km i Drammen, vil dette medføre et årlig utslipp av CO, HC, NO_x og sot:

	1970	1980	1990
CO	1825	2410	2730
HC	92	144	240
NO _x	44	88	176
Sot	4	8	16

Tabell 10: Utslipp av trafikale forurensninger i Drammen. Enhet: tonn/år.

Ved hjelp av disse tallene kan en sammenligne betydningen av biltrafikken med oljeforbrenningen som forurensningskilder i Drammen-området totalt sett.

Biltrafikken slipper ut forurensning i gatenivå mens forurensning fra oljeforbrenningen vesentlig slippes ut gjennom piper. Ved de store kildene er det bygget høye piper slik at bare en del av forurensningene merkes i bakkenivået. Av denne grunn er ikke utslippstallene direkte sammenlignbare som mål for forurensningssituasjonen.

4.4 Nitrogenoksyder

Estimatet for utslippet av ulike forurensningskomponenter (tabellene 9 og 10) viser at det i Drammen-området kan være betydelige utslipp av nitrogenoksyder. Fra forbrenning av olje er utslippet estimert til 1082 tonn NO_2 /år. Ser en dette i relasjon til utslipp og målte konsentrasjoner av SO_2 , vil det gi typiske konsentrasjoner i forurensningssituasjoner på ca $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som 24 timers middelvei. Utslippet av nitrogenoksyder fra biltrafikken er beskjedent på regional skala, men vil være av betydning omkring veiene idet utslippene fra bilene skjer i bakkenivå. Det er vanskelig å fjerne nitrogenoksyder og en må anta at konsentrasjonen vil øke i takt med økningen i biltrafikken og oljeforbruket. Det er ikke overensstemmelse mellom det estimerte utslippet av sot og de målte konsentrasjonene, og en får nøye seg med å konstatere at både biltrafikken og annen virksomhet bidrar.

4.5 CO og HC

Når det gjelder CO ser en at dette er en typisk trafikal forurensning. Sammenligner en utslippet av CO med utslippet og de målte konsentrasjoner av SO_2 , får en ubetydelige konsentrasjoner av CO på regional skala. Det samme gjelder hydrocarbonene. Det er rimelig å anta at det er konsentrasjonene av hydrocarboner og nitrogenoksyder på regional skala som sammen med sollyset er avgjørende for dannelsen av fotokjemiske oksydanter. De lave konsentrasjonene av hydrocarboner på regional skala fører dermed til at problemer med fotokjemiske oksydanter vil bli ubetydelige i Drammen.

5 SPREDNINGEN AV FORURENSNING OMKRING EN VEITRASE OG SAMMENHENGEN
MELLOM LOKALE TRAFIKALE FORURENSNINGER OG DEN GENERELLE
FORURENSNINGEN

Bileksosen vil spres dels horisontalt, dels vertikalt etter at den er sluppet ut over gaten. Bilen kjører langs gaten og slipper ut forurensning, og gaten eller veien kan derfor betraktes som en linjekilde. Vindkomponenten vinkelrett på veibanen transporterer forurensningen bort og representerer den horisontale spredningen. Den vertikale spredningen forårsakes stort sett av uordnede bevegelser (turbulens) som blander luftmassene vertikalt. Den vertikale blanding har sammenheng med den vertikale temperatursjiktningen i atmosfæren. Dersom temperaturen stiger med høyden (inversjon) ligger den kaldeste og dermed tyngste luften lavest og vertikale bevegelser blir undertrykket. Den vertikale spredningen blir derfor liten i forhold til når temperaturen avtar med høyden. I bygater blir den horisontale transporten hindret ved husrekkene som er plassert tett inntil gaten. Det er her vesentlig uordnede vertikalbevegelser som bevirker utluftingen.

Denne utluftingen vil ved siden av den vertikale temperaturgradienten være avhengig av vindstyrken over hustakene og strukturen av husene omkring gaten. I en gate som er omgitt av noen høye og noen lave hus, vil den vertikale utluftingen bli bedre enn i en gate med helt jevne husrekker på begge sider. CO-målinger i Sverige viser at dette har en reell innvirkning på konsentrasjonene i gatenivå (9).

Når en skal beskrive spredningen er det helt vesentlig å skille mellom områder hvor det er rimelig å regne med horisontaltransport og områder hvor denne blir hindret.

Dersom det er rimelig å regne med horisontaltransport ved siden av vertikalblanding slik at veien kan betraktes som en linjekilde, har en:

$$C(r) = Q_L \sqrt{\frac{2}{\pi}} / (u\sigma_z) \quad ; \quad \sigma_z = a \cdot r^b$$

- C : forurensningskonsentrasjonen i en avstand r fra veien. Enhet: g/m³.
- Q_L : utslippet av forurensningskomponenten langs veien. Enhet: g/m³.
- u : vindhastigheten vinkelrett på veien. Enhet: m/s.
- σ_z : vertikal spredningsparameter som uttrykker tykkelsen av luftsjiktet som forurensningene er blandet i. Enhet: m.
- a og b : a og b er parametre som endrer seg med vær-situasjonen.
- r : avstanden fra veien.

Dersom en betrakter forholdet mellom konsentrasjonen i to avstander r₁ og r₂ fra veien, får en

$$\frac{C(r_2)}{C(r_1)} = \frac{\sigma_z(r_1)}{\sigma_z(r_2)} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^b$$

b kan estimeres til å være 0.75 (13).

Bilene lager en omrøring i luften på grunn av sin egen bevegelse langs veien. Dessuten har veien en viss bredde. Dette gjør at det er rimelig å regne med at forurensningen fordeles over et volum som svarer til veibredden B multiplisert med blandingshøyden H. Blandingshøyden H varierer med værforholdene og bilens hastighet. Denne effekten kan en ta hensyn til ved å anta at konsentrasjonene omkring veibanen skyldes en tenkt linjekilde i avstanden r₁ fra veien opp mot vinden slik at r₂ blir r₁ + A der A betyr avstanden fra veien med vinden til det punkt hvor en ønsker å beregne konsentrasjonen. En får da:

$$\frac{C(A)}{C_M} = \left(\frac{r_1}{r_1 + A}\right)^b$$

Den tenkte avstanden kan en estimere ved formelen

$$r_1 = \left(\frac{H}{a}\right)^{1/b}$$

Avstanden r_1 vil variere mellom ca 40 meter i vær-situasjoner med god vertikal blanding og vel 200 meter i vær-situasjoner med liten vertikal blanding. I middel kan en regne med en avstand på 100 - 125 meter. Når avstanden fra motorveien er 100 meter, har en

$$C(100 \text{ meter}) \sim C_M \cdot 0.5^{0.75} = C_M \cdot 0.6.$$

Dette betyr at på de avstandene fra motorveien som inngår i vurderingen er fortynningen relativt liten i forhold til den som foregår ved veibanen.

Når en har en transport av forurensninger horisontalt, kan konsentrasjonene på motorveien grovt estimeres ved å anta at utslippet blandes i et volum som er transporten vinkelrett på veien multiplisert med blandingshøyden:

$$C_M = \frac{Q_L}{u \cdot H}.$$

Ved en trafikk tetthet på 1500 biler/time, en vindhastighet på 1 meter/sekund og en blandingshøyde $H = 2,5$ meter, får en av denne formelen en CO-konsentrasjon på motorveien på:

$$C_M = 3.5 \text{ mg CO/m}^3 = 3.1 \text{ ppm CO}$$

Dette er en relativt høy verdi som av og til vil observeres omkring motorveien ved den trafikk som vil belaste denne i dag.

Ved lave vindhastigheter (under 1 m/s) vil vinden vinkelrett på veien ofte være uordnet. Teorien svikter i dette tilfellet. For å belyse dette nærmere har en i Sverige foretatt CO-målinger i Stockholm (9). En har her målt samtidig forurensningen ved veibanen og ca 100 meter fra den. Dataene er statistisk behandlet og resultatene viser at 99 prosentilen (den verdien som luft-konsentrasjonene holder seg under i 99% av tiden) ca 100 meter fra veien er ca 1/4 av 99 prosentilen ved veien. 50-prosentilen ca 100 meter fra veien er 1/2 - 1/3 av verdien ved veien.

Nær veibanen får en åpenbart de høyeste konsentrasjonene (verdier over 99 prosentilen) ved små og uordnede vindforhold. 100 meter fra veien kan en imidlertid få de høyeste konsentrasjonene under systematiske transportforhold ved vinden.

Det er etter dette rimelig å anta at maksimalkonsentrasjonene 100 meter fra veien vil være ca $1/4$ av maksimalkonsentrasjonene ved veien. Middelerverdiene ca 100 meter fra veien er $1/2 - 1/3$ av verdiene ved veien. Dette vil gjelde når området omkring veibanen er relativt åpent. I et byområde kan det være helt lokale og spesielle forhold som bestemmer spredningen i bakkenivå. Forholdet er undersøkt ved forsøk i vindtuneller (14), men noen anvendbare resultater er ikke funnet. Generelt er det rimelig å anta at konsentrasjonene faller raskere med avstanden fra gaten i byområdet i forhold til et åpent område.

Målingene fra Drammen viser tydelig hvorledes utluftingsforholdene påvirker gatekonsentrasjonene. Konsentrasjonen av en forurensningskomponent på et sted er sammensatt av et bidrag fra den generelle forurensningen i området og et bidrag fra den eller de veiene en ønsker å vurdere. Ved den metoden som er skissert ovenfor beregner en bidraget fra den eller de veiene en ønsker å vurdere. Når dette bidraget blir mindre enn den generelle forurensningen, kan en ikke lenger si at forurensningen skyldes den spesielle veien som betraktes.

Av utredningen i punkt 4 ser en at de trafikale forurensninger betyr relativt lite på regional skala i Drammen. Når det gjelder nitrogenoksyder er det på forhånd en forurensning på regional skala. Det relativt beskjedne bidraget fra biltrafikken virker særlig uheldig idet utslippet foregår nær bakken og i områder hvor menneskene oppholder seg.

CO-MÅLINGER I DRAMMEN-OMRÅDET

Målingene tok sikte på å få en oversikt over hvilke trafikale forurensninger som eksisterer i området av Drammen der motorveien er planlagt.

Det ble benyttet et instrument av typen UNOR-2 med måleområdet 1 - 100 ppm CO. CO-absorpsjon av lys i det infrarøde området benyttes som måleprinsipp. Apparatet er studert ved bilavgasslaboratoriet i Studsvik og funnet å være vel egnet til formålet (9).

I slutten av oktober valgte en ut tre målepunkter og foretok kontinuerlige CO-målinger i ca 1 måned på hvert sted. Motorveikontoret i Drammen var behjelpelig med å registrere trafikk-tettheten i tilknytning til CO-målingene, og en gang pr dag ble det tatt to bilder fra Tinghuset i Drammen. Bildene ble benyttet til å vurdere endringer i de vertikale spredningsforholdene fra dag til dag.

De daglige bildene viser værtyper med forskjellige spredningsforhold som inndeles i fire klasser:

- 1) Nøytral atmosfære (god vertikalblanding)
- 2) Stabil atmosfære (dårlig vertikalblanding)
- 3) Meget stabil atmosfære (meget dårlig vertikalblanding)
- 4) Gråvær, tåke, nedbør (vanskelig å vurdere de vertikale blandingsforhold)

Sentrallaboratoriet ved Lier Sykehus registrerer vinden ved Gulskogen i forbindelse med sine SO₂-målinger. De vil stille disse dataene til disposisjon og når de foreligger, vil de bli benyttet som et estimat for de generelle vindforholdene og knyttet sammen med CO-målingene som vil fortsette for å få et bilde av forholdene ved samtlige årstider. Veivesenet har sørget for trafikkteLLinger i forbindelse med CO-målingene.

6.1 Beskrivelse av de tre målestedene i Drammen

Storgt_21

Luftinntaket var plassert 2 meter over gatenivå midt på huset. Avstanden fra husveggen til kanten av veibanen er ca 3 meter, og bredden av veibanen er ca 7 meter. I Storgaten er det enveiskjøring mot Drammen sentrum. Bebyggelsen består av 1½ - 2 etasjes trehus på begge sider frem til nummer 21. På vestsiden av nummer 21 er det åpent over Strandveien og ned mot Drammensfjorden.

Målingene ble foretatt her i perioden 3/11 - 1/12 1971.

Tomtegt_63

Luftinntaket var plassert 2 meter over gatenivå midt på huset. Avstanden fra husveggen til kanten av veibanen er ca 2 meter, og bredden av veibanen er ca 7 meter. Bebyggelsen langs Tomtegangen består av 1½ - 2 etasjes trehus på begge sider av gaten, og har dermed dårligere utluftingsforhold enn i Storgaten ved nummer 21.

Målingene ble foretatt her i perioden 1/12 1971 - 6/1 1972. Dataene etter 14/12 1971 er ikke benyttet på grunn av usikre målinger. Registreringen av værforholdene viser at en i perioden 3 - 14/12 1971 har fått et rimelig utvalg av vær-situasjoner med forskjellige spredningsforhold.

Kjellstadkrysset

Luftinntaket var plassert 2 meter over bakken i en brakke på stedet. Brakken ligger ca 30 meter nordvest for motorveien. Området er åpent og ligger vel tilrette for gode utluftingsforhold. Målingene ble foretatt her i perioden 13/1 - 29/1 1972.

Målingene er presentert som tre 8 timers middelerverdier gjennom hvert døgn (kl 0600 - 1400, kl 1400 - 2200, kl 2200 - 0600). I hver 8 timers periode er det avlest den maksimale timesmiddelerverdien for CO-konsentrasjonen. Resultatene av målingene er fremstilt i tabellene 11, 12 og 13 fra henholdsvis Storgt 21, Tomtegt 63 og Kjellstadkrysset. For hver 8 timers periode har en angitt midlere trafikk tetthet.

TABELL 11

Stasjon: Storgt. 21, Drammen
 Periode: 3/11-30/11, 1971

Enhet: ppm

Dato	06-14	Time Max.	Trafikk Biler/ time	14-22	Time Max.	Trafikk Biler/ time	22-06	Time Max.	Trafikk Biler/ time	BILDE
3	-	-		5	8		0.5	3		1
4	6	8		3	7		0.5	2		1
5	7	9		3	8		0	0		2
6	1	2		1	2		0	0		
7	5	7		5	6		0	1		
8	8	9		7	8		0	0.5		1
9	8	10		7	10		0.5	3		2
10	6	10		9	10		0.5	3		2
11	5	6		5	9		2	4		1
12	5	7		15	20		4	7		2
13	9	14		4	6		3	5		
14	6	8		9	11		4	7		
15	10	13		7	11		0.5	1		3/4
16	8	11		9	15		2	5		1
17	5	9		6	8		5	9		1
18	9	13		10	14		2	5		2
19	6	9	487	11	15	622	2	4	84	1
20	10	12	651	8	10	408	1	3	89	
21	3	5	257	1	2	452	1	1	99	
22	3	4	480	3	5	456	2	2	50	4
23	3	4	486	5	6	484	3	6	63	4
24	6	7	311	9	15		3	5		2
25	9	14		13	17		5	11		3
26	9	15		15	15	734	5	10	95	2
27	8	10	627	1	3	391	0	2	99	
28	3	6	265	7	11	485	4	8	104	
29	9	11	519	10	17	483	3	3	61	4
30	6	9	516	7	8	663	5	7		4
MIDL	6.40	8.96	460	6.96	9.89	518	2.08	4.17	83	

TABELL 12

Stasjon: Tomtegt. 63, Drammen
 Periode: 1/12-14/12, 1971

Enhet: ppm

Dato	06-14	Time Max.	Trafikk Biler/ time	14-22	Time Max.	Trafikk Biler/ time	22-06	Time Max.	Trafikk Biler/ time	BILDE
1	-	-		7	15	391	3	5	88	1
2	7	8	413	9	15	443	3	5	83	
3	8	10	473	11	14	443	5	7	66	1
4	25	43	401	20	40	395	3	5	80	
5	9	11	262	12	18	651	4	7	194	
6	13	16	566	21	40	411	2	5	76	3
7	9	11	504	5	8	375	3	4	71	
8	8	8	469	10	18	473	5	7	102	2
9			540			540	5	10	78	2
10	15	18	486	16	21	528	2	6	80	2
11	20	39	460	2	4	394	2	3	81	3
12	5	7	276	14	20	680	5	10	173	
13	9	11	596	14	17	411	4	7	79	4
14	12	14	565	18	28	456	2	5	81	
MIDL	11.66	16.33	462	12.23	19.84	471	3.42	6.14	95	

TABELL 13

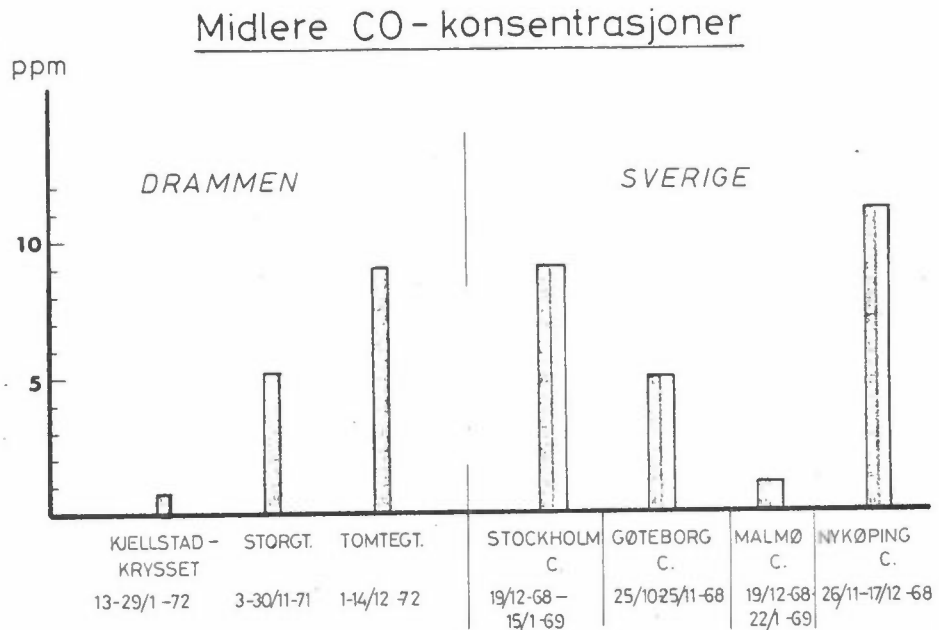
Stasjon: Kjellstadkrysset
 Periode: 13/1-29/1, 1972

Enhet: ppm

Dato	06-14	Time Max	Trafikk Biler/ time	14-22	Time Max.	Trafikk Biler/ time	22-06	Time Max.	Trafikk Biler/ time	BILDE
13	0	0.5		1	1.5		0	0		
14	0	1.0		0	0.5		0	0		
15	0.5	1.0	250	1.5	1.0	251	0	0	46	
16	0.5	0.5	154	0.5	0.5	353	0.5	0.5	90	
17	2	5	336	0	0	364	0.5	0.5	54	
18	0.5	1	293	0.5	0.5	278	0	0.5	46	
19	1.0	1.5	274	0.5	0.5	261	0.5	1.0	50	
20	2.5	3.5	265	0	0	283	1.5	4.0	51	
21	0	0	278	1.5	2.5	380	0	0	54	
22	0.5	1.0	233	0.5	0.5	205	1.0	2.0	51	
23	1.5	1.5	136	1.5	2.0	289	1	1	51	
24	0	0.5	326	0	0.5	254	0	0.5	93	
25	1	1.5	289	1.5	1.5	273	0.5	1	45	
26	2	2.5	280	1.5	2.0	274	1	1.5	50	
27	1	1	289	0.5	1	286	0.5	1	56	
28	1	1	288	1.5	2	408	0.5	1	58	
29							1.5	2	55	
MIDL	0.87	1.43	263	0.78	1.03	297	0.52	0.97	57	

Tabellene 11 og 12 viser grovt sammenhengen mellom biltetthet, værforhold og CO-konsentrasjon på de respektive målestedene.

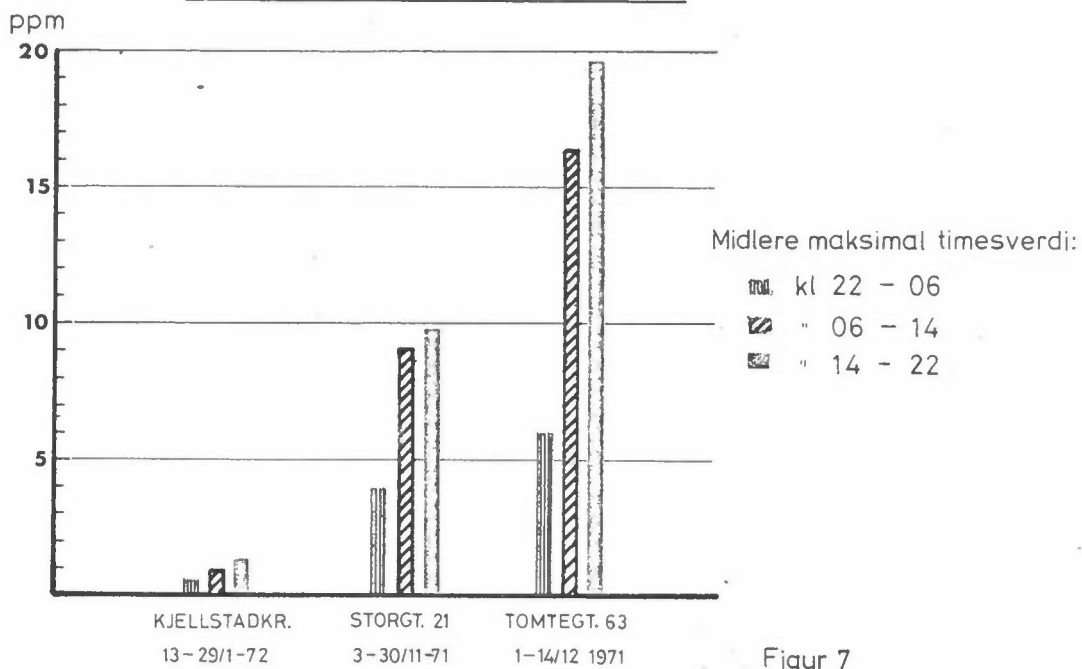
Klassifikasjonen av bildene i hver av måleperiodene viser at en har et rimelig utvalg av vær-situasjoner med forskjellige spredningsforhold. Middelerverdiene over perioden skulle dermed være ganske representative for CO-konsentrasjonene om vinteren ved de aktuelle målepunktene.



Figur 6

Figur 6 viser middelerverdiene av CO-målingene i Drammen og sammenligner disse med forholdene i svenske byer (9). En ser at det er betydelige CO-konsentrasjoner i Storgaten og Tomtegaten. I Tomtegaten finner en CO-konsentrasjoner som kan sammenlignes med forholdene ved Kungsgatan i Stockholm. Målingene fra Nyköping viser at også i Sverige kan en ha betydelige konsentrasjoner i relativt små byer. Det er utluftingsforholdene i gaten som er avgjørende sammen med biltrafikken.

CO - målinger i Drammen



De midlere maksimale timesverdiene i hver av 8 timers periodene er fremstilt i figur 7. Tabellene viser at en kan observere konsentrasjoner på ca det dobbelte av disse middelveidene. Figurene viser hvor ubetydelige konsentrasjonene ved Kjellstadkrysset er i forhold til konsentrasjonene i Storgaten og Tomtegaten.

Det kan innvendes mot målingene i Kjellstadkrysset at vinden ofte blåser fra målepunktet mot veien om vinteren slik at middelveidene dermed blir for lave. I løpet av måleperioden har en imidlertid hatt flere episoder med vind fra motorveien mot målepunktet. Tabell 3 viser en maksimal timesmiddelverdi på 3.5 - 4 ppm i måleperioden.

For nærmere å belyse målingene ved de faste målestedene ble det den 6/1 1972 utført kortvarige målinger av CO ved noen andre målesteder i Drammen. CO-måleren ble plassert i en bil som ble parkert på fortauet nær veibanen på de forskjellige målepunktene som er angitt. Samtidig ble det registrert vind og trafikk tetthet. Resultatene er angitt i tabell 4.

TABELL 14

CO-målinger i Drammen 6/1 1972

Sted	Tid	CO	Trafikk- tetthet	Vind
		ppm	biler/time	m/s
Rundtom	1145-1318	6	420	1.2
Bragernes torg	1335-1445	6-12	Stor	1.6
Holmenbrua	1504-1530	4	950	4.2
Brunsgaardsvei	1540-1610	2-3	< 30	
Tomtegt 63	1638-1658	10-12	~ 500	0.6

Av målingene i tabell 4 ser det ut til å være et generelt innhold på 2 - 3 ppm CO i Drammen-luften den 6/1 1972. Dette var en dag med nøytral temperatursjiktning og relativt gode utluftingsforhold.

Målingene viste de høyeste CO-konsentrasjonene på Bragernes torg og i Tomtegaten. Bragernes torg utmerker seg ved stor biltrafikk, mens Tomtegaten utmerker seg ved dårlige utluftingsforhold. Det siste belyses også av midlere vindhastighet under målingene. Disse målingene støtter opp om konklusjonene i foregående punkt, der en beregnet lave konsentrasjoner på steder hvor vinden transporterte forurensningen bort.

Målingene viser dessuten at en i Drammen finner de høyeste konsentrasjonene i de smale bygatene med stor trafikk og dårlig utlufting. Tomtegaten er et typisk eksempel på dette.

Ut fra målingene av CO kan en grovt estimere konsentrasjonene av de andre trafikale forurensningskomponentene (NO_x , HC, Pb osv) ved å multiplisere med de relative utslippstallene. Andre målinger (10 minutters midler) av bly og CO-konsentrasjoner i Larvik, Bergen og Oslo som er utført av Norsk Institutt for Luftforskning viser at forholdet blir tilnærmet riktig dersom en tar hensyn til de spesielle kjøreforhold på stedet.

LITTERATUROVERSIKT

- (1a) Mag scient R Haavaldsen, Rapport over luftforurensning i
overlege O R Skaug Drammen-området vinteren 1969/70.
Fra Sentrallaboratoriet Lier
Sykehus 19/8 1970.
- (1b) Norsk Brændselolje A/S Måling av svoveldioksyd i
Drammen vinteren 1969/70
- (1c) Overlege O R Skaug, Luftforurensning vinteren 1970-71
mag scient R Haavaldsen i Øvre Eiker kommune, Nedre Eiker
kommune, Drammen kommune.
Rapport fra Sentrallaboratoriet
Lier Sykehus juni 1971.
- (2) Innstilling om "Lov om vern mot
luftforurensning". Innstilling
nr 3 (Hovedinnstilling) fra
Luftforurensningsutvalget av 1967
avgitt april 1971.
- (3) Bilavgaser - En sammanfattande
rapport. Del 1. Kommunikasjons-
departementets ledningsgrupp
rörande utveklingsarbeite på
bilavgasområdet. 14.8.1970.
- (4) WHO Technical Report Urban Air Pollution with Particular
Series No 410 Reference to Motor Vehicles.
Geneva 1969.
- (5) Luftforurening. Benzin og diesel-
drevne biler.
Forureningsrådet - Sekretariatet.
Publikation nr 4.
København april 1971.
- (6) Ibrahim M Jammal Vehicular Air Pollution:
Variables influencing the Urban
Transportation System.
Development of Air Quality
Standards.
- (7) Dahlen og Toftenes A/S Drammen. Trafikkanalyse 1965.
Ajourføring av tellingene i 1967.
- (8) G Ozolins, Rapid Survey Technique for
R Smith Estimating Community Air Pollution
Emissions.
Environmental Health Series,
Air Pollution. U.S. Department of
Health, Education and Welfare 1966.

- (9) AB Atomenergi
Bilavgasgruppens undersökningar av gatuluft.
AB Atomenergi, TPM-Bil-60-I og II, oktober 1970.
- (10) W B Johnson,
F L Ludwig,
A E Moon
Development of a Practical Multipurpose Diffusion Model for Carbon Monoxide.
Proceedings of symposium on Multiple Sources Urban Diffusion Models.
U.S. Environmental Protection Agency, North Carolina 1970.
- (11) J M Heuss et al
General Motors Research Laboratories
National Air Quality Standards for Automotive Pollutants. A Criterical Review.
Journ. of the Air Pol. Cont. Ass. Vol 21 No 9, Sept. 1971.
- (12) Sten-Erik Mörstedt
Bilavgasundersökningar i Studsvik. Projektledarens rapport, april 1970.
- (13) O Wayne et al
Calculating Future Carbon Monoxide Emissions and Concentrations from Urban Traffic Data. NAPCA Publ. No 999-AP-41, June 1967.
- (14) W G Hoydysh,
H H Chin
An Experimental and Theoretical Investigation of the Dispersion of Carbon Monoxide in the Urban Complex. AIAA Paper No 71-523, May 1971.
- (15)
Environmental Protection Agency Proposes National Air Quality Standards. Journ. of the Air Poll. Count. Ass. Vol 21 No 3, March 1971, page 149.