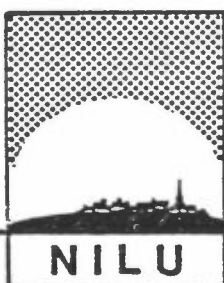


NILU
OPPDRAGSRAPPORT NR 20/77
REFERANSE: 21173
DATO: August 1977

LUFTFORURENSNINGER VED
DRAMMENSVEIEN (E-18) I BÆRUM KOMMUNE

HOVEDRAPPORT

STEINAR LARSEN



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

POSTBOKS 130.- 2001 LILLESTRØM

NILU
OPPDRAGSRAPPORT NR 20/77
REFERANSE: 21173
DATO: August 1977

LUFTFORURENSNINGER VED
DRAMMENSVEIEN (E-18) I BÆRUM KOMMUNE

HOVEDRAPPORT

STEINAR LARSEN

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
<u>FORORD</u>	5
<u>SAMMENDRAG</u>	7
1 <u>INNLEDNING</u>	9
2 <u>BESKRIVELSE AV MÅLEPROGRAMMET</u>	12
2.1 <u>Hensikten med måleprogrammet</u>	12
2.2 <u>Målestasjoner</u>	13
2.3 <u>Målingenes nøyaktighet</u>	19
3 <u>RESULTATER OG VURDERING</u>	20
3.1 <u>Midlere luftforurensningskonsentrasjoner</u> ...	20
3.2 <u>Luftforurensningens variasjon med årstiden</u>	23
3.2.1 <u>Bly</u>	24
3.2.2 <u>Svevestøv</u>	30
3.2.3 <u>CO</u>	32
3.2.4 <u>NO₂</u>	34
3.2.5 <u>Sammendrag</u>	34
3.3 <u>Luftforurensningens variasjon med</u> <u>avstand fra og høyde over veien</u>	36
3.3.1 <u>Variasjon med avstanden fra veien</u>	36
3.3.2 <u>Variasjon med høyden over veien</u>	39
3.3.3 <u>Andre komponenter</u>	40
3.3.4 <u>Sammendrag</u>	41
3.4 <u>Overskridelser av luftkvalitetsnormer</u>	42
3.4.1 <u>Bly</u>	42
3.4.2 <u>Svevestøv</u>	46
3.4.3 <u>CO</u>	47
3.4.4 <u>NO₂</u>	49
3.4.5 <u>Konsentrasjoner innendørs</u>	49
3.4.6 <u>Sammendrag</u>	50

	Side
4 <u>STATISTISK SAMMENHENG MELLOM FORURENSNINGSKONSEN-</u> <u>TRASJONER, TRAFIKKTETTHET OG METEOROLOGISKE</u> <u>PARAMETRE</u>	52
4.1 <u>CO, NO, NO₂, NO_x, HC og svevestøv</u>	53
4.2 <u>Bly i svevestøv</u>	60
4.3 <u>Sammendrag</u>	64
5 <u>BILTRAFIKKENS ANDEL AV LUFTFORURENSNINGEN</u> <u>VED DRAMMENSVEIEN</u>	65
6 <u>GJENNOMSNIITTLIGE UTSLIPPSTALL FOR</u> <u>TRAFIKKEN PÅ DRAMMENSVEIEN</u>	67
<u>REFERANSER</u>	70

FORORD

Norsk Institutt for Luftforskning (NILU) ble i brev av 29. desember 1971 fra veisjefen i Bærum kommune (ref. RSt/SH) forespurt om å foreta en utredning av spørsmål angående luftforurensninger i kommunen. Det ble da spesielt nevnt at en var interessert i lokalklimatologiske undersøkelser.

I møte på veisjefens kontor den 12. februar 1973 mellom renovasjonskomiteen og NILU ble utredningsbehovet diskutert. En kom fram til at det var behov for en utredning som belyste både de lokalklimatologiske forhold og luftforurensningssituasjonen i kommunen. Oppgaven ble delt i 4 deler:

- 1) Den nåværende luftforurensningssituasjon (svoveldioksyd og svevestøv).
- 2) En lokalklimatologisk undersøkelse for blant annet å finne den spredningsmessige beste plassering av søppelbehandlingsanlegg og for et mulig nytt sykehus.
- 3) Forurensningen fra E-18, Drammensveien.
- 4) Forurensningen som skyldes Oslo Lufthavn (Fornebu).

I brev av 3. april 1973 (ref. OFS/LJH/21173) sendte NILU et detaljert forslag til gjennomføring av undersøkelsen, delt inn i de 4 nevnte hovedpunkter. I brev fra Bærum Kommune av 12. juli 1973 (ref. RSt/ra) med vedlegg, gikk det fram at renovasjonskomiteen støttet forslaget, og at formannskapet i møte den 3. juli 1973 vedtok at undersøkelsen skulle gjennomføres. Det var forutsetningen at hele undersøkelsen skulle gjennomføres uavkortet, og i løpet av 1973-74 (bortsett fra den lokalklimatologiske undersøkelsen som ble forutsatt å gå i minst 2 år).

Undersøkelsen kom i gang i løpet av september og oktober 1973. De første målestasjoner ble opprettet 21. september, og de øvrige ble montert kort tid etter. Måleprogrammet ble stort sett gjennomført som foreslått. Noen endringer ble gjennomført av årsaker av praktisk og teknisk karakter, og på bakgrunn av erfaringer fra andre måleoppdrag. Endringene har imidlertid ingen innflytelse på hovedpunktene i programmet, og vil ikke endre grunnlaget for konklusjoner i forhold til det foreslåtte program.

Målingene i forbindelse med punktene 1 og 4 ble avsluttet i november 1974. Målingene under punkt 3 ble avsluttet i februar 1975. Målingene under punkt 2, den lokalklimatologiske undersøkelsen vil foreløpig fortsette til 1. desember 1975.

De forskjellige delene av undersøkelsen, som nevnt i punktene 1-4 foran, blir behandlet i 3 delrapporter til Bærum Kommune.

En delrapport behandler de lokalklimatologiske undersøkelser, en delrapport behandler den nåværende luftforurensningssituasjonen i Bærum Kommune, samt forurensningen som skyldes Oslo Lufthavn, Fornebu, mens en delrapport behandler luftforurensningen fra E-18, Drammensveien.

LUFTFORURENSNINGER VED DRAMMENSVEIEN (E-18) I BÆRUM KOMMUNE

SAMMENDRAG

Undersøkelsen av luftforurensninger fra biltrafikken langs Drammensveien (E-18) ble gjennomført i løpet av perioden november 1973 - februar 1975. Undersøkelsen omfattet måling av forurensningskomponentene karbonmonoksyd (CO), nitrogenoksyder (NO₂ og NO_x), hydrokarboner (HC), svevestøv og bly i svevestøv. I tillegg ble de meteorologiske forhold i området undersøkt. Trafikktellinger ble utført, på bestilling, av trafikkseksjonen, Oslo Byplankontor.

Hovedresultatene av undersøkelsen oppsummeres nedenfor:

- 1) Forurensningskonsentrasjonene av CO, NO₂, svevestøv og bly i svevestøv overskred nær Drammensveien ved Lysaker utenlandske luftkvalitetsnormer i deler av måleperiodene. Luftkvalitetsnormene (beskrevet i vedlegg 5) er basert på å gi en befolkning beskyttelse mot den virkning av helsemessig art som det er vist at luftforurensninger i høyere konsentrasjoner kan gi.
- 2) Restriksjoner i blytilsetningen i bilbensin ble innført pr. 1.1.1974. Målingene viser at reduksjonen i blytilsetningen som dette førte til, ga tilsvarende lavere konsentrasjoner av bly ved veien, slik at hyppigheten av overskridelser av luftkvalitetsnormer for bly er blitt betraktelig redusert.
- 3) En har funnet på hvilken måte luftforurensningen varierer over året. Det er anslått hvor stor del av variasjonen som skyldes forandringer i utslippet (fra biler og fra andre kilder) over året, og hvor stor del som skyldes forandringer i de atmosfæriske spredningsforhold i området ved veien.

- 4) En har på bakgrunn av målingene anslått hvordan luftforurensningene vil avta med avstanden fra veien.
- 5) En statistisk analyse av dataene gir sammenhengen mellom luftforurensningskonsentrasjonene og henholdsvis trafikk tetthet og meteorologiske parametre. Resultatene av denne analysen gjør det mulig å anslå luftforurensningskonsentrasjonen ved andre trafikkforhold og spredningsforhold enn de en hadde under måleperiodene, og gjør det også til en viss grad mulig å anslå virkningen av eventuelle tiltak til reduksjon av luftforurensningen.
- 6) De atmosfæriske spredningsforhold i området var i måleperioden 1973 - 1975 ikke spesielt ugunstige. Det var milde vintre, og i perioder var det vesentlig høyere midlere vindstyrker enn normalt. En kan regne med å få år med gjennomsnittlig dårligere spredningsforhold som vil gi høyere konsentrasjoner enn de som ble målt i 1973 - 1975.
- 7) En har vurdert utslipp fra andre kilder i forhold til utslipp fra biltrafikken, når det gjelder innflytelsen på luftkvaliteten nær veien.

Mer detaljerte beskrivelser av hovedresultatene finnes bak hvert hovedavsnitt i rapporten, seksjon 3.2.5 (side 34), seksjon 3.3.4 (side 41), seksjon 3.4.6 (side 50) og seksjon 4.3 (side 64).

1 INNLEDNING

Denne rapport behandler luftforurensningsforholdene ved E-18, Drammensveien i Bærum Kommune. Det henvises til brev fra Norsk Institutt for Luftforskning (NILU) av 3. april 1973 (ref. OFS/LJH/21173), hvor planen for gjennomføringen av undersøkelsen er beskrevet.

Hensikten med undersøkelsen var å bestemme luftforurensningen som skriver seg fra biltrafikken på Drammensveien, spesielt for å kunne anslå de helsemessige konsekvenser av forurensningen. En tok ved planleggingen av undersøkelsen sikte på å bestemme luftforurensningen ved veien, samt hvordan den avhenger av trafikk tettheten, vindforholdene ved veien og avstanden fra veien. En planla å bestemme de viktigste luftforurensningskomponenter som skriver seg fra trafikk på vei. Disse anses å være karbonmonoksyd (CO), nitrogenoksyder (NO-NO₂), hydrokarboner (HC), svevestøv, samt innholdet av bly i svevestøvet.

I luftforurensning ved veier finnes stoffer som i større mengder kan være kreftframbringende. Noen av disse er spesielle hydrokarbonforbindelser (f. eks. bensopyren). Asbestfiber (fra bremsebånd) er et annet. Disse stoffene er ikke målt ved norske veier, og en vet ikke hvor store konsentrasjonene av disse stoffer kan være. Dette problemet behandles heller ikke i denne rapporten.

I vedlegg 1 til rapporten er gitt en generell beskrivelse av de trafikale luftforurensninger og deres helsemessige konsekvenser. For å indikere sammenhengen mellom luftforurensningskonsentrasjoner og uønskede effekter, beskrives også luftkvalitetsnormer fra forskjellige land. Det anbefales å lese vedlegg 1 før hovedrapporten, dersom en ikke på forhånd har kjennskap til det stoff som beskrives der.

Målingene ble utført i løpet av perioden november 1973 - februar 1975. Måleprogrammet ble stort sett gjennomført som planlagt med noen mindre endringer. I stedet for å måle CO i to perioder á 2 måneder og NO_x i en av periodene, målte man både CO og NO₂ i 2 måneder tilsammen, samt NO og NO_x (NO₂+NO) i den ene av periodene. En regnet med at 2 perioder á 1 måned ville gi nok informasjon om CO-konsentrasjonen, samtidig som en ønsket mere informasjon om nitrogenoksydkonsentrasjonene. HC ble målt i den ene av periodene. Videre ble det foreslått å måle svevestøv i 3 høyder over gaten i en periode. Dette ble redusert til 2 høyder, og måling både av bly og svevestøv, i lys av erfaringer fra tilsvarende målinger i Oslo.

Subjektivt sett oppfattes ofte støy, lukt og nedsmussing som de mest merkbare problemer for befolkningen som bor nær en sterkt trafikkert vei.

Luktproblemet er vanskelig å kvantifisere, og NILU har ikke instrumenter som kan kvantifisere dette problemet. De fleste luktstoffer i bileksos er hydrokarbonforbindelser. Målingene av samlede hydrokarbonforbindelser kan bidra til å beskrive luktproblemet ved veien, dersom dette ansees ønskelig. Nedsmussingen skyldes "utslipp" av partikler av alle størrelser fra bileksos og trafikken på veien, fra sølesprut til partikler mindre enn 0.1 mikrometer ($\mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$). For å kvantifisere støvproblemet deles partiklene gjerne inn i to klasser, svevestøv (partikler mindre enn ca 10 μm i diameter) og nedfallstøv (partikler større enn ca 10 μm). I denne undersøkelsen er svevestøvmålinger inkludert, mens støvnedfallproblemet ved veien ikke er behandlet. Støvnedfall regnes i første rekke som et trivselsproblem. Dog inneholder støvnedfallet ved en vei bly som skriver seg fra bilutslipp. Når det gjelder helsemessig eller annen betydning av dette, henvises til andre undersøkelser hvor dette problem er utredet, utført ved Landbrukshøgskolen og Veterinærhøgskolen.

Støyproblemet er ikke behandlet i denne undersøkelsen. En anser imidlertid støyen fra trafikken som et like viktig problem som luftforurensningen, når det gjelder trivselsmessige konsekvenser for beboere ved veien.

Rapporten leveres i to deler. Hoveddelen beskriver måleprogrammet kort, og resultater og diskusjon av disse presenteres. I vedleggsdelen er beskrivende bakgrunnsstoff og resultat-tabeller samlet. Diskusjonen i hoveddelen er inndelt i emner som tydelig viser hovedresultatene av undersøkelsen. En har søkt å diskutere resultatene på en slik måte at de kan være anvendbare i kommunens arbeid med eventuelt å redusere luftforurensningene fra Drammensveien. For de som bare er interessert i hovedresultatene av undersøkelsen, har en skrevet korte sammendrag av de viktigste deler av presentasjonen. Disse sammendragene er gjentakelser av hovedpunktene som er mer inngående beskrevet i de enkelte seksjoner.

I vedleggsdelen beskrives de enkelte komponenter i utslipp fra biler med hensyn på virkninger (vedlegg 1). Faktorer som bestemmer luftforurensningsforholdene ved Drammensveien diskuteres (trafikk tetthet, meteorologiske forhold og topografi (vedlegg 2). En beskrivelse av måle- og analysemetoder er også gitt (vedlegg 3). Primærresultatene av målingene presenteres i tabellform (vedlegg 4). Til slutt gis en oversikt over normer og retningslinjer for luftkvalitet (vedlegg 5).

2 BESKRIVELSE AV MÅLEPROGRAMMET

2.1 Hensikten med måleprogrammet

Hensikten med måleprogrammet var å bestemme den trafikale luftforurensningsbelastning en har langs Drammensveien i Bærum kommune. Luftforurensningsbelastningen vil variere fra sted til sted med variasjoner i lokale spredningsforhold og avstand fra veien og med årstiden. Av praktiske og økonomiske grunner kunne en utføre målinger bare ved noen steder og i deler av den måleperioden (1 år) som var bestemt.

Av de to typiske trafikale luftforurensningskomponenter CO og bly i svevestøv, ble den siste valgt til å beskrive luftforurensningenes variasjon med årstiden. Denne ble valgt fordi det var den enkleste og rimeligste å måle av de to komponenter. Døgnprøver av bly i svevestøv ble derfor tatt ved en målestasjon (Lysaker I, figur 2.2) i hele perioden november 1973 - november 1974. Denne prøvetakeren ble også brukt til å ta prøver av samlet svevestøv. Prøver for svevestøv og blybestemmelse ble tatt vekselvis annenhver dag.

For å bestemme hvordan luftforurensningene kan variere med avstand fra og høyde over veien, ble tilsvarende målere for bly og svevestøv i perioder plassert i ulike avstander fra og høyder over veien (stasjonene Lysaker II, III, I/U, Høvik I, II, III, figur 2.1). Blyprøver ble tatt enten hver dag eller annenhver dag vekselvis med svevestøv.

Målinger av andre trafikale luftforurensninger (karbonmonoksyd, CO, nitrogenoksyder, NO, NO₂, hydrokarboner, HC) samt svevestøv og bly ble foretatt i to perioder (ca 1 måned hver) i september - oktober 1974 og i januar - februar 1975. En høstperiode og en vinterperiode ble valgt med hensikt for å ha mulighet til å uttale seg om forurensningenes variasjon med årstiden. Disse målingene ble foretatt ved stasjon Lysaker T.

For å ha mulighet til å bestemme hvordan forurensningene varierer med trafikk tetthet og meteorologiske parametre, ble det foretatt målinger av trafikk tetthet, vindstyrke, vindretning og temperatur. Sammenhengen mellom utslipp, spredning og forurensningskonsentrasjoner kan brukes til å ekstrapolere målinger til andre utslipp og spredningsforhold. Under måleperiodene ved Lysaker T ble vindstyrke og vindretning målt over veien ved Lysaker (stasjon Lysaker V). Det ble ikke utført temperaturmålinger ved Lysaker. Slike målinger ble imidlertid foretatt på flere steder i Bærum i løpet av tiden forurensningsmålingene foregikk, blant annet ved Løxa og på Tanum.

Tidsplanen for gjennomføring av måleprogrammet framgår av tabell 2.1. Prøvetakings- og analysemetoder er beskrevet i vedlegg 3.

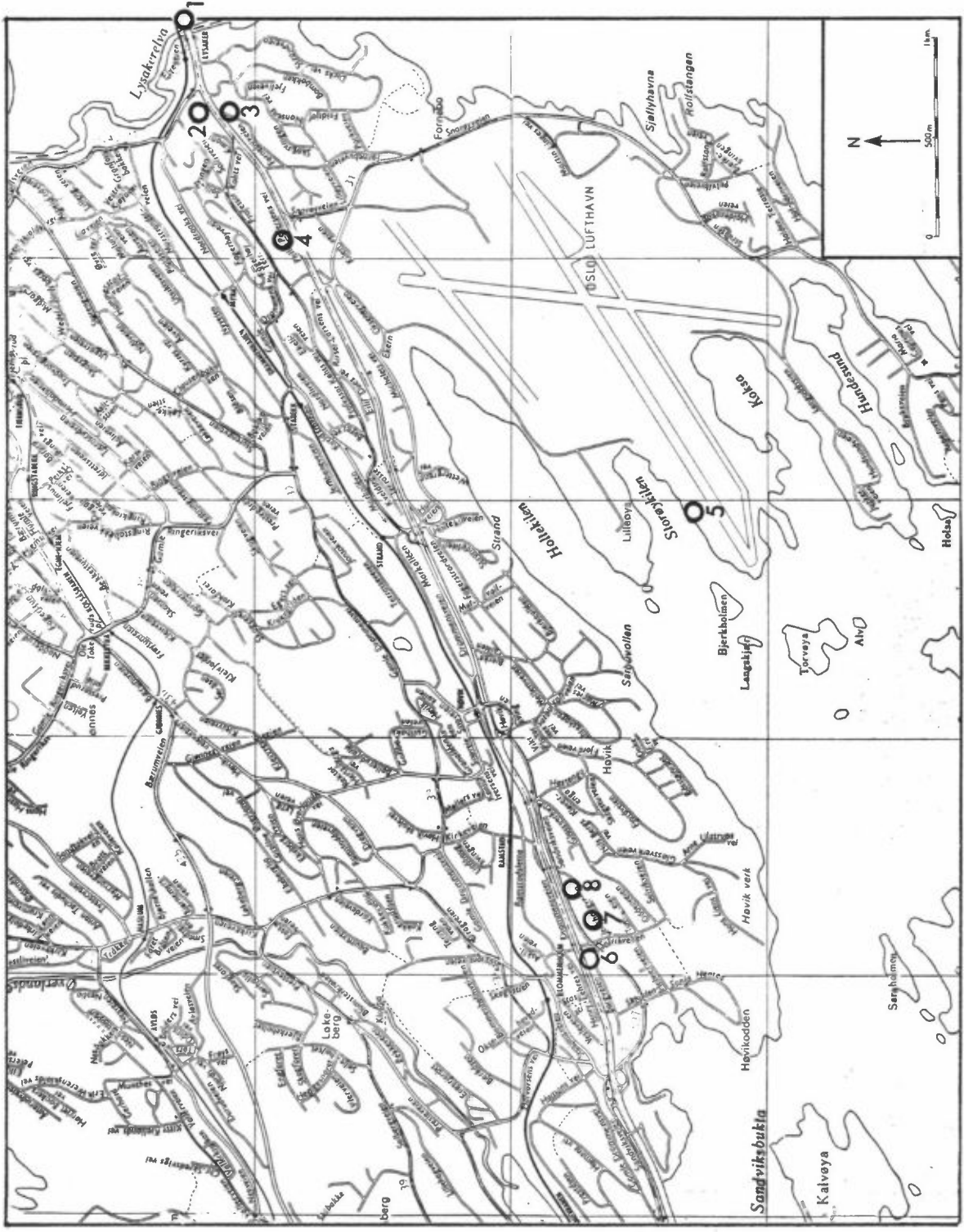
2.2 Målestasjoner

Figur 2.1 viser plasseringen av de målestasjoner som behandles i denne rapporten. Figur 2.2 viser en mer detaljert skisse over plasseringen av stasjonene ved Lysaker. I det følgende vil stasjonsnavn som gitt i figurteksten bli brukt.

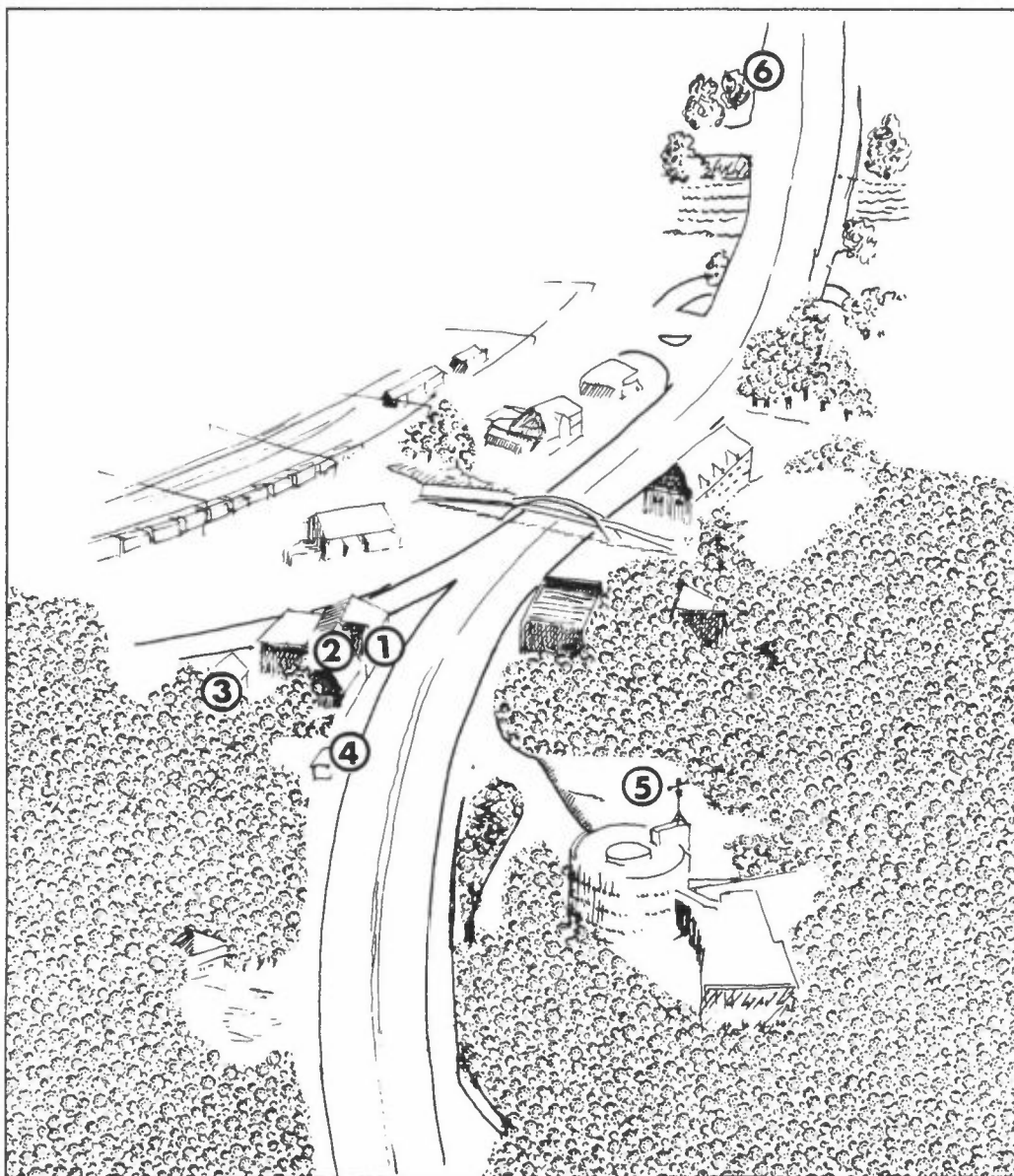
Tabell 2.1: Oversikt over gjennomføringen av måleprogrammet.

Målinger	Måned	1973		1974												1975			
		11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
<u>Svevestøv og bly langs E-18</u>																			
Lysaker I		16		—————												31			
Lysaker III, Høvik I		16		6															
Høvik II og III				6	6														
Lysaker I, II, I/U												25	31						
<u>Andre trafikale luftforurensninger</u>																			
CO, NO _x , HC, svevestøv v/Lysaker T												19	28			10	13		
<u>Meteorologiske målinger</u>																			
Vind, Fornebu																	7		
Vind, Lysaker V												19	28			10	13		
Temperatur, relativ fuktighet Løxa, Tanum																			
<u>Trafikktellinger</u>																			
E-18		-----																	

1. Trafikktellinger
2. Lysaker I, II, III, T. Måling av forurensningskomponenter.
3. Lysaker V Måling av vindstyrke og retning.
4. Lysaker I/U Måling av bly.
5. Fornebu Måling av vindstyrke og retning.
6. Høvik I Måling av bly.
7. Høvik III Måling av bly.
8. Høvik II Måling av bly.



Figur 2.1: Plassering av målestasjoner.



Figur 2.2: Målestasjonenes plassering ved Drammensveien, Lysaker.

1. Lysaker I
2. Lysaker II
3. Lysaker III
4. Lysaker T
5. Lysaker V
6. Trafikktellinger

Lysaker I, II og III

Prøvetaking av svevestøv, blyinnholdet i svevestøv og svovel-
dioksyd (SO₂). Instrumenter var plassert i hovedhuset (I og II)
og i bakgården (III) av Drammensveien 307. Hovedhuset har en
ca 30 m lang og ca 7 m høy vegg mot Drammensveien, ca 3 m fra
nærmeste veikant. Drammensveien har her 5 kjørebane, 3 vest-
gående og 2 østgående. Veien er totalt ca 22 m bred. Farts-
grensen er 50 km/t. Luftinntakene til stasjon I og II var
plassert ca midt på veggen i henholdsvis ca 2.5 og 7 m høyde
over bakken. Stasjon III var plassert ca 2 m over bakken i
bakgården ca 30 m fra veien.

Lysaker T

Måling av trafikale luftforurensninger, karbonmonoksyd,
nitrogenoksyder, hydrokarboner, prøvetaking av svevestøv og
bly. Instrumentene var plassert i en liten hytte (1.8 x 2 x 2 m)
ca 3 m fra nærmeste veikant, ca 20 m vest for Drammensveien 307.
Luftinntaket til instrumentene var plassert ca 2 m over
bakken. Luften til CO, NO_x og HC-målerne ble sugd inn
gjennom et sentralt luftinntak ved hjelp av en vifte. Instru-
mentene sugde luft fra dette gjennom teflon- eller polyetylen-
slanger. Svevestøvinstrumentet hadde separat luftinntak av
samme type som de andre svevestøvstasjonene (se vedlegg 2).

Lysaker I/U

Prøvetaking av svevestøv (bly). Instrumentene er plassert i
Philip Pedersens vei 7. Målinger ble utført samtidig inne
i og utenfor huset. Ett luftinntak var plassert inne i
stuen i andre etasje mot Drammensveien og ett utenfor, ca 3 m
over bakken (ca 2 m over Drammensveien) og ca 6 m fra nærmeste
veikant (E-18).

Lysaker V

Måling av vindstyrke og vindretning. Vindmåleren var plassert på en 10 m høy mast på taket av Drammensveien 314. Total høyde over Drammensveien var ca 30 m.

Høvik I

Måling av svevestøv og bly i svevestøv. Instrumentet var plassert i Solvikveien 11 med luftinntaket ca 2 m over bakken og ca 30 m fra nærmeste veikant (Drammensveien).

Høvik II

Måling av bly i svevestøv. Instrumentet var plassert i Sandviksveien 66 med luftinntaket ca 2 m over bakken, ca 15 m fra Sandviksveien og ca 40 m fra Drammensveien.

Høvik III

Måling av bly i svevestøv. Instrumentet var plassert i Jenshaugveien 11 med luftinntaket ca 2 m over bakken, ca 80 m fra Sandviksveien og ca 110 m fra Drammensveien.

Fornebu

Måling av vindstyrke og vindretning. Instrumentet var plassert på en 10 m høy mast ved den vestlige enden av øst/vest-gående rullebane.

Løxa og Tanum

Måling av temperatur og relativ fuktighet. Instrumentene var plassert i standard hytter (Linke-bur) ca 2 m over bakken. Løxa ligger på ca 30 m.o.h. og Tanum ligger på ca 170 m.o.h.

2.3 Målingenes nøyaktighet

Ved behandling og vurdering av resultatene må en ta hensyn til at det er unøyaktigheter i målinger og analyser. Unøyaktigheten i enkeltmålinger av bly og svevestøv kan være opptil $\pm 30\%$. Den absolutte usikkerheten i månedsmiddelverdien av de samme komponenter reduseres med faktoren $1/\sqrt{N}$ i forhold til usikkerheten i enkeltmålingene, hvor N er antall målinger pr måned. Usikkerheten i en middelvei med 15 målinger i løpet av måneden vil tilnærmet være $\pm 10\%$.

Tilfeldige feil i målingene av CO, NO, NO₂, NO_x og HC skriver seg hovedsakelig fra usikkerheten i avlesningen, og fra drift i instrumentets kalibrering. En kan anslå følgende usikkerheter i halvtimesverdiene av disse komponenter:

CO : ± 1 ppm
NO : ± 0.02 ppm
NO₂: ± 0.02 ppm
NO_x: ± 0.02 ppm
HC : ± 0.2 ppm

Usikkerheten i de middelveier en senere vil operere med reduseres også her anslagsvis med faktoren $1/\sqrt{N}$. Den statistiske feil i middelveier på 6 timer og over vil derfor bli svært liten.

Det kan være systematiske feil i disse målingene, på grunn av usikkerheten i bestemmelsen av konsentrasjonen av kalibreringsgassene (på trykkflasker) som er brukt. For CO og HC vil denne feilen være innenfor $\pm 10\%$ for alle måleverdier. Usikkerheten i kalibrering av NO, NO₂ og NO_x kan være større, anslagsvis $\pm 20\%$.

3 RESULTATER OG VURDERING

Resultatene av alle forurensningsmålingene diskutert i denne rapporten er vedlagt i tabellform i vedlegg 1. Dette gjelder halvtimes middelerverdier av CO, NO, NO₂, NO_x og HC, 3- og 5-timers middelerverdier av svevestøv og 24-timers middelerverdier av svevestøv og bly. Svevestøv og blykonsentrasjonen er gitt i µg/m³ luft, mens gassene er oppgitt i ppm (parts per million), som betegner volumet av forurensningsgassen i forhold til volumet av luft.

3.1 Midlere luftforurensningskonsentrasjoner

De midlere luftforurensningskonsentrasjoner (\bar{x}), samt standardavviket fra middelerverdien (σ) og høyeste (max) og laveste (min) målte verdi i de forskjellige måleperioder er gitt i tabellene 3.1 og 3.2. Når det gjelder bly og svevestøv er året delt inn i de samme kvartaler som brukt under diskusjonen av de meteorologiske forhold, vedlegg 2. Resultater fra stasjoner hvor bly og/eller svevestøv ble målt i en periode vesentlig kortere enn et kvartal er ikke tatt med. Månedsmiddelerverdier fra disse stasjonene er inkludert i tabellene i vedlegg 1. I tabell 3.1 står en del av tallene i parentes. Dette betyr at analyser er foretatt bare for deler av kvartalet. Det framgår av tabellene i vedlegget når analyser er utført.

Tabell 3.1 viser at døgnmiddelerkonsentrasjonene av bly og svevestøv var ca dobbelt så høye om vinteren som i andre perioder. Det framgår også at konsentrasjonene er vesentlig lavere et stykke fra veien (Lysaker III, Høvik I) enn like ved veien (Lysaker I).

Tabell 3.1: Resultater av målinger av bly og svevestøv ved stasjon Lysaker I, Lysaker, Bærum.

\bar{x} : middelferdi
 max: høyeste døgnmiddelferdi
 min: laveste døgnmiddelferdi

Komponent	Vinter 1973/74 1.12 - 28.2			Vår 1974 1.3 - 31.5			Sommer 1974 1.6 - 31.8			Høst 1974 1.9 - 31.11		
	\bar{x}	max	min	\bar{x}	max	min	\bar{x}	max	min	\bar{x}	max	min
<u>Bly i svevestøv, $\mu\text{g}/\text{m}^3$</u>												
Lysaker I	4.2	7.8	0.9	2.3	4.8	0.7	(1.5)	(2.9)	(0.3)	2.4	4.2	(0.9)
Lysaker III	(1.3)	(3.4)	(0.2)									
Høvik I	(2.5)	(6.3)	(0.2)									
<u>Svevestøv, $\mu\text{g}/\text{m}^3$</u>												
Lysaker I	190	325	86	(95)	(200)	(39)	(93)	(181)	(24)			

Tabell 3.2 viser at også timemiddelfkonsentrasjonene av CO og NO₂ er omtrent dobbelt så høye om vinteren. Dette gjelder både middelf- og maksimalkonsentrasjoner.

Begge tabellene viser store variasjoner i luftforurensningskonsentrasjonene. Dette reflekterer den store variasjon i trafikk-tetthet (spesielt når det gjelder 1-times middelfkonsentrasjoner av gasser) og variasjoner i de atmosfæriske spredningsforhold.

Tabell 3.2: Resultater av målinger av gassformige luftforurensninger ved stasjon Lysaker T, Bærum.

\bar{x} : middelerverdi
 σ : standard avvik
 max: høyeste 1-times middelerverdi
 min: laveste 1-times middelerverdi

Komponent, måleperioder	Antall døgn	Høst 1974				Vinter 1975			
		\bar{x} ppm	σ ppm	max ppm	min ppm	\bar{x} ppm	σ ppm	max ppm	min ppm
<u>CO</u>									
20. september - 18. oktober	29	3.0	2.8	15.5	0				
7. januar - 10. februar	35					6.7	5.7	31	0
<u>NO</u>									
20. september - 7. oktober	18	0.29	0.24	0.98	0.0				
<u>NO₂</u>									
8. - 18. oktober	11	0.05	0.03	0.14	0.0				
7. januar - 10. februar	35					0.10	0.04	0.31	0.0
<u>NO_x</u>									
20. september - 8. oktober	29	0.36	0.29	1.44	0.0				
<u>HC (samlet)</u>									
20. september - 18. oktober	29	2.52	0.92	7.05	0.75				
<u>HC (ikke metan)</u>									
20. september - 18. oktober	29	0.93	0.85	5.15	0.0				

En sammenligning mellom middelkonsentrasjonene av NO og NO_x og mellom NO₂ og NO_x i periodene henholdsvis 20.9. - 7.10. og 8. - 18.10. viser at av samlede nitrogenoksyder utgjør NO₂ ca 10 - 15%, og NO de resterende 85 - 90%. Dette gjelder ved veien (stasjon Lysaker T) og reflekterer at nitrogenoksydene i bilutslipp består vesentlig av NO (>95%). NO₂-konsentrasjonen skyldes dels at NO i friluft oksyderes langsomt til NO₂, og dels andre kilder til NO/NO₂-utslipp. Økningen i NO₂-konsentrasjonen fra høst til vinter skyldes vesentlig utslippet av nitrogenoksyder fra oljeforbrenning i Oslo/Bærum. Om vinteren vil NO₂-konsentrasjonen sannsynligvis utgjøre en større andel av samlede nitrogenoksyder ved veien, anslagsvis 20 - 30% (se seksjon 4.1).

I tabell 3.2 skilles det mellom samlet HC og ikke-metan HC. Av hydrokarbonene er metan (CH_4) oftest den komponent som opptrer i størst konsentrasjon, og utgjør oftest 50 - 100% av samlet HC. Metan har vesentlig naturlige kilder og er av liten interesse både for helsemessige vurderinger og når det gjelder dannelsen av fotokjemisk smog.

Måleinstrumentet brukt her måler samlede hydrokarboner. En har antatt at det om natten, når det er svært lav trafikk bare finnes metan og forøvrig svært små mengder av høyere hydrokarboner i luften. En har videre antatt at metan-konsentrasjonen er konstant over døgnet. En har da funnet konsentrasjonen av ikke-metan hydrokarboner ved å ta differansen mellom de totale HC-verdier og den laveste HC-registrering (om natten) for hvert døgn.

3.2 Luftforurensningenes variasjon med årstiden

Datatabellene viser at for alle komponenter som er målt i en vinterperiode og en vår/sommer/høst-periode (bly, svevestøv, CO , NO_2) er det høyere konsentrasjoner om vinteren (spesielt månedene desember - februar) enn i de øvrige deler av året. Dette er i samsvar med det en ofte finner ved slike undersøkelser, og skyldes dels økt utslipp om vinteren (kjøring med kald motor, piggdekk), og dels at de forskjellige klimatiske forhold vinter/sommer fører til mindre effektiv spredning av forurensningene i atmosfæren om vinteren enn om sommeren, som forklart i vedlegg 2.

I dette avsnittet vil en se nærmere på den variasjon de enkelte luftforurensningskomponenter viser med årstiden.

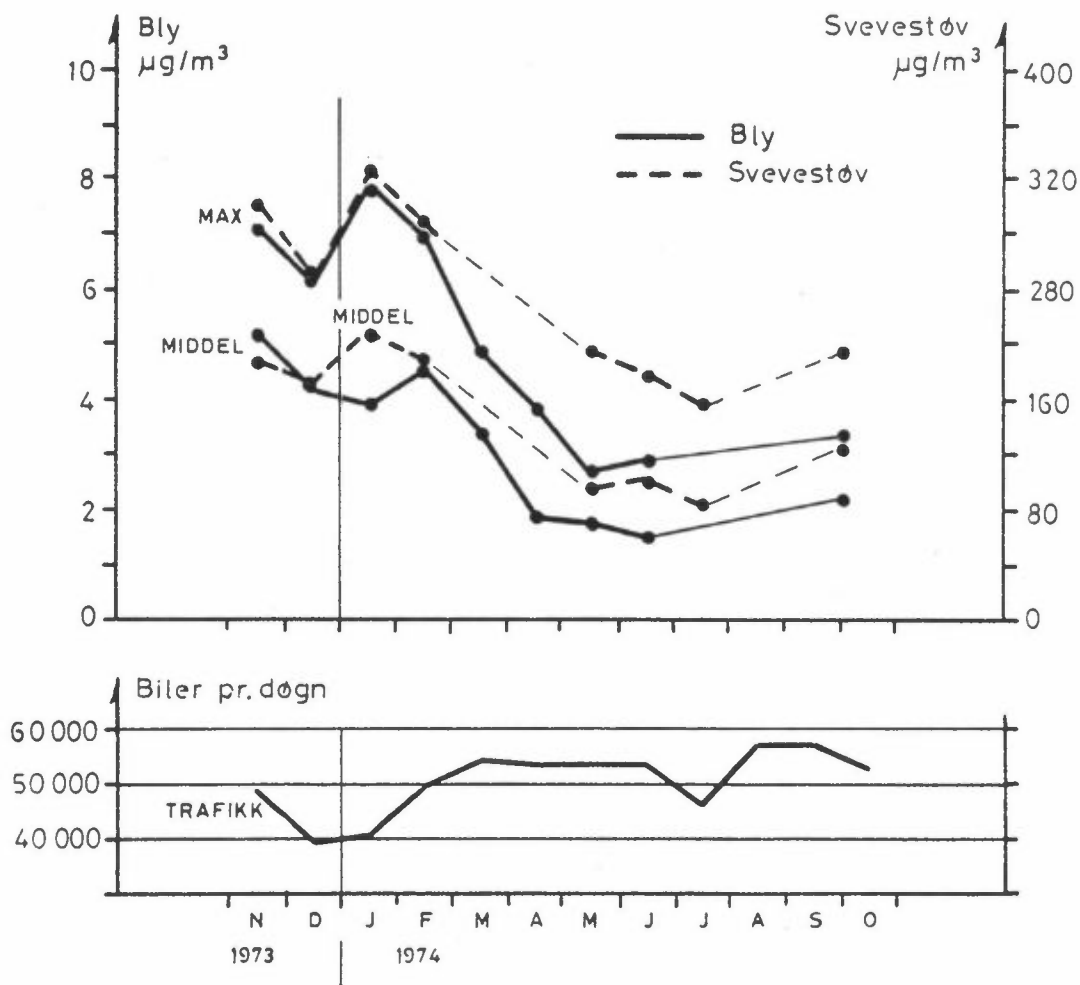
3.2.1 Bly

Figur 3.1 viser månedsmiddelverdier og maksimale døgnverdier for hver måned av blykonsentrasjoner ved Lysaker I i 1973 - 1974. Figuren viser en vesentlig høyere konsentrasjon om vinteren (desember - februar) enn i de øvrige månedene. Til sammenlikning er også månedlig trafikk tetthet plottet. Vinteren har gjennomgående relativt lav månedstrafikk, men altså høye blykonsentrasjoner.

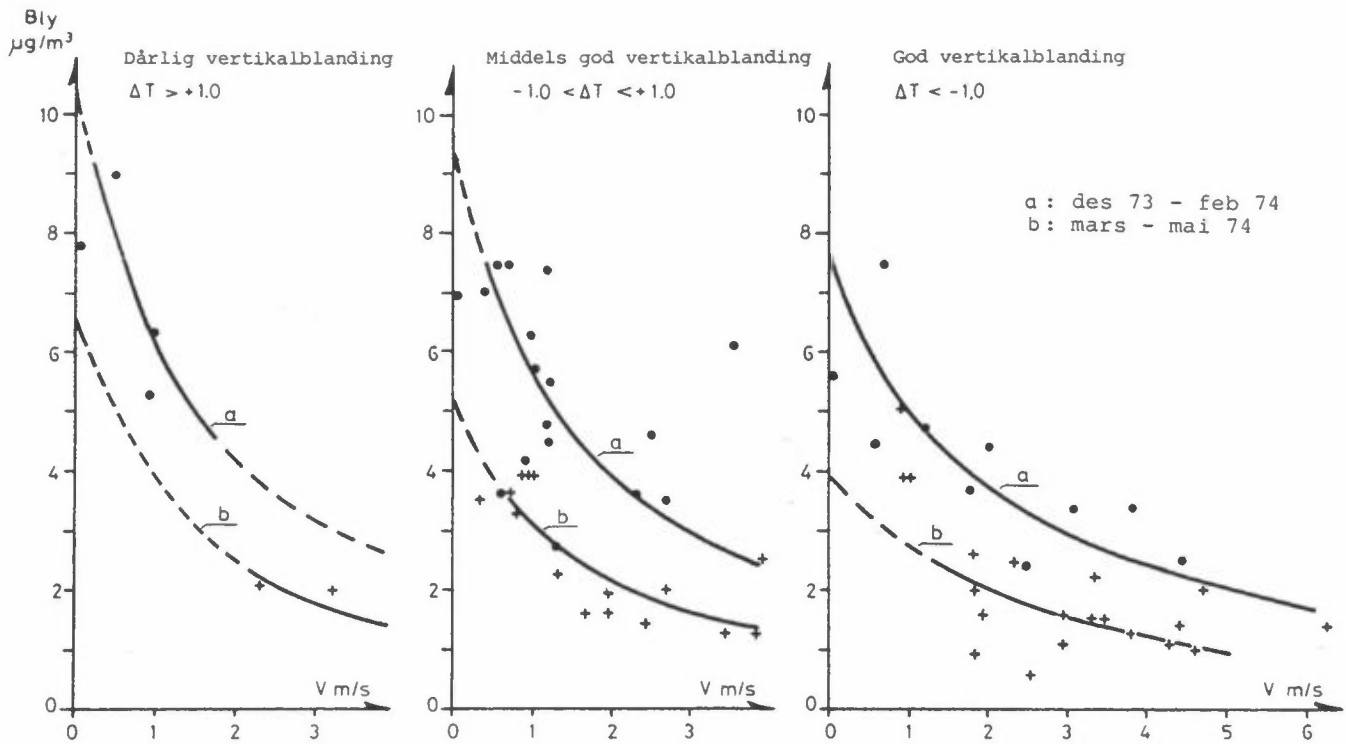
Variasjonen i 24-timers blykonsentrasjon med meteorologiske parametre blir belyst i figurene 3.2 og 3.3. Her er blykonsentrasjonen framstilt som funksjon av vindhastighet (ved Fornebu) og vertikal temperaturdifferens (Tanum - Løxa). Alle punktene er referert til en biltetthet (ved målepunkt 6, figur 3.2) på 50.000 biler/døgn, idet en antar linear sammenheng mellom blykonsentrasjon og trafikk tetthet. Temperaturdifferansen er delt i 3 klasser:

God vertikalblanding	$\Delta T < -1.0^{\circ}\text{C}$	pr 100 m positiv høydeforskjell
Middels god vertikalblanding	$-1.0 < \Delta T < +1.0^{\circ}\text{C}$	"
Dårlig vertikalblanding	$\Delta T > +1.0^{\circ}\text{C}$	"

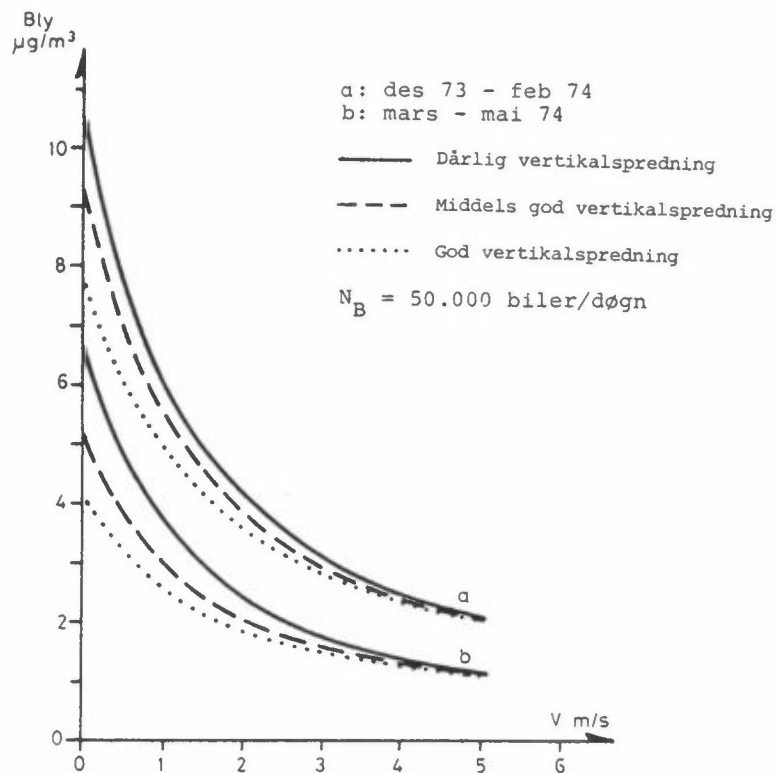
En ser at det er relativt stor spredning rundt de enkelte kurvene. Likevel er det markert forskjell mellom verdier fra vinter og vår, og også en forskjell mellom de forskjellige stabilitetsforhold.



Figur 3.1: Konsentrasjoner av svevestøv og bly i svevestøv ved stasjon Lysaker I, Bærum, samt månedstrafikk 1973-74.



Figur 3.2: Blykonsentrasjonens variasjon med vindstyrke og vertikalblandingsforhold, stasjon Lysaker I, Lysaker, Bærum, 1973-74.



Figur 3.3: Som figur 3.2, men kurvene trukket sammen.

Når det gjelder vertikalblandingsforholdene er det en sammenheng mellom vindhastighet og temperaturgradient. Ved dårlig vertikalblanding ($\Delta T > +1.0^{\circ}\text{C}$) har man også lave vindhastigheter. Ved høye vindhastigheter vil man oftest ha god vertikalblanding ($\Delta T < -1.0^{\circ}\text{C}$). Derfor er det naturlig at kurvene løper sammen mot høye vindhastigheter (figur 3.3).

Tar en sammenhengen mellom vindhastighet og temperaturgradient med i betraktning, vil forskjellen i luftforurensningskonsentrasjonene under typisk gode blandingsforhold og typisk dårlige blandingsforhold (inversjon) bli større enn figur 4.3 synes å vise ved første øyekast. Figuren viser at konsentrasjonen under typisk dårlige blandingsforhold ($\Delta T > +1.0^{\circ}\text{C}$, vindhastighet < 1 m/s) kan være 3-4 ganger høyere enn under gode blandingsforhold ($\Delta T < -1.0^{\circ}\text{C}$, vindhastighet $> 2-3$ m/s) ved samme trafikk tetthet.

Punktene på figur 3.2 viser imidlertid at en også kan ha en temperaturdifferens som tilsier middels god og god vertikalblanding ved lave vindhastigheter. Ved samme vindhastighet viser da figur 3.3 at temperaturgradientens innflytelse isolert sett er relativt liten. Ved vindhastigheter lavere enn 1 m/s er den merkbar. Ved hastigheter over 2 m/s er det imidlertid liten forskjell mellom kurvene.

Punktspredningen fra kurvene på figur 3.2 kan skyldes en eller flere av følgende forhold:

1. Usikkerheten i blymålingene er $\pm 30\%$.
2. Vindhastigheten er målt på Fornebu, ikke like ved/over veien, og er midlet over de tidene av døgnet som har størst trafikk.
3. Den vertikale temperaturdifferansen er tatt fra stasjoner plassert ved Løxa (ca 30 m o.h.) og Tanum (ca 175 m o.h.) i Bærum kommune, og ikke rett over Drammensveien ved Lysaker. Stabiliteten er også midlet over de tider av døgnet som har størst trafikk.
4. Stasjonenes plassering på en side av veien gjør at vindretningen kan ha en del betydning for blykonsentrasjonen ved stasjonen.

Figurene 3.2 og 3.3 viser ca dobbelt så høye blykonsentrasjoner i perioden desember - februar som i perioden mars - mai, selv når en tar hensyn til forskjeller i de meteorologiske forhold. Tar en imidlertid hensyn til den reduksjonen i blyinnholdet i bensin som er skjedd siden 1.1.1974, vil kurvene for vinter og vår nærme seg betraktelig. Før denne dato var gjennomsnittlig blytilsetning i bensin solgt i Norge ca 0.6 g/l. Nåværende blytilsetning ligger på ca 0.3 - 0.35 g/l.

Ved å bruke den sammenhengen mellom konsentrasjon og meteorologiske forhold som kurvene på figur 3.3 viser, kan man anslå hvor stor del av forskjellen mellom blykonsentrasjonene i de to periodene som skyldes forskjeller i midlere meteorologiske forhold. Tabell 3.3 viser middelveidier for blykonsentrasjonen, temperaturdifferensen Tanum - Løxa og vindhastigheten på Fornebu.

Den midlere forskjellen i de meteorologiske parametre i de to periodene gir på grunnlag av figur 3.3 en midlere blykonsentrasjon vinter 1973/74 som ligger ca 40% høyere enn om våren 1974.

Tabell 3.3: Sammenhørende middelerverdier av blykonsentrasjon, temperaturdifferens og vindhastighet, vinter 1973/74 og vår 1974, Lysaker, Bærum.

	desember 1973- februar 1974	mars - mai 1974
Midlere blykonsentrasjon (Lysaker I) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4.4	2.2
Midlere temperatur- differens, Tanum-Løxa $^{\circ}\text{C}$	-0.3	-1.3
Midlere vindhastighet Fornebu, m/s	1.5	2.6

I realiteten lå konsentrasjonen om vinteren ca 100% høyere enn om våren (se figur 3.2). Den resterende forskjellen må da tilskrives forskjellen i samlet blyutslipp i de to periodene. For det første ble gjennomsnittlig blytilsetning bare gradvis redusert fra 1.1.1974. For det andre er bensinforbruket om vinteren noe høyere enn i varmere årstider, på grunn av kald luft, kjøring med kald motor og bruk av vinter/pigg-dekk. Dette medfører økt utslipp om vinteren. Det er ikke mulig å si hvor stor del av økningen i blykonsentrasjon som skyldes økt bensinforbruk, og hvor mye som skyldes at blytilsetningen var høyere om vinteren enn om våren.

Diskusjonen av blydataene viser altså at en kan forklare årsvariasjonen av blykonsentrasjonene på grunnlag av forandringer i utslipp og variasjoner i de meteorologiske forhold. I et år der blytilsetningen i bensinen er konstant, vil en få høyere konsentrasjon om vinteren enn i varmere årstider både på grunn av noe økt bensinforbruk (og dermed økt utslipp) og på grunn av generelt dårligere spredningsforhold om vinteren. Figur 3.3 kan benyttes til å anslå den økning en får på grunn av spredningsforholdene.

3.2.2 Svevestøv

Svevestøvkonsentrasjonen ved veien varierte i 1973-74 på tilsvarende måte som blykonsentrasjonen, se figur 3.1. Imidlertid er både kildene og spredningsmekanismen forskjellig for de to komponentene. Blyet slippes ut med avgassene og består av svært små partikler ($< 1 \mu\text{m}$). Bare en del av svevestøvet skrives seg fra avgassene og resten fra dekk, gatelegeme og andre kilder som industriutslipp, boligoppvarming etc. og består av partikler mindre enn ca $10 \mu\text{m}$ i diameter.

Vindhastigheten vil ha en annen innvirkning på svevestøvet enn på blykonsentrasjonen, fordi høye vindhastigheter fører til opphvirvling av veistøv og støv fra andre kilder i omgivelsene, spesielt i tørre perioder. Fuktigheten og eventuelt snødekke på bakken har derfor også betydning for svevestøvkonsentrasjonen.

På grunn av at den analysemetoden en har brukt for svevestøv innebærer relativt store usikkerheter, skal en ikke føre diskusjonen om variasjonen med meteorologiske parametre videre, men bare se på middelerverdier av svevestøvkonsentrasjonen i forskjellige måleperioder, tabell 3.4.

Tabell 3.4: Middelerverdier av svevestøvkonsentrasjonen ved målestasjoner ved Lysaker, Bærum.

Periode	Antall døgnmålinger	Svevestøv, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Lysaker I	Lysaker T
des 1973 - feb 1974 (vinter)	45	190	-
mars - mai 1974 (vår)	-	120*	-
sept - okt 1974 (høst)	24	-	80
jan - feb 1975 (vinter)	35	-	90

*Estimert fra figur 3.1.

Tabellen viser at ved begge stasjonene var konsentrasjonen størst om vinteren. Forskjellen er større ved Lysaker I i 1973-74 enn ved Lysaker T i 1974-75.

En direkte sammenligning av verdiene ved de to stasjonene er ikke mulig, fordi instrumentene var noe forskjellige, og fordi målestasjonenes ulike plassering i forhold til spredningsmessige hindringer har innflytelse på resultatene, slik at Lysaker I vil vise høyere verdier enn Lysaker T.

Tabell 3.5 gir en oversikt over vind, nedbør og snødekkeforhold i de enkelte periodene.

Tabell 3.5: Vind, nedbør og snødekkeforhold på Fornebu i utvalgte perioder i 1973-1975.

Periode	Midlere vindstyrke (Fornebu) m/s	Døgn med nedbør %	Døgn med snødekke (75% dekke) %
vinter 1973 - 1974	1.3	81	87
vår 1974	2.1	3	≈ 0
høst 1974	3.1	79	0
vinter 1975	2.4	83	86

Sammenholdes tabellene, ser en at den svært høye svevestøv-konsentrasjonen vinteren 1973-74 (desember - februar) i forhold til vinteren 1975 (januar - februar) dels kan skyldes en vesentlig lavere middelvindstyrke som gir dårligere spredningsforhold. Forskjellen er ikke å finne i forskjeller i snødekke eller nedbørforhold, som er omtrent de samme i de to periodene.

En har funnet at svevestøvkonsentrasjonene i måleperioden var høyere om vinteren enn i øvrige perioder. Hvor mye høyere avhenger av meteorologiske forhold som atmosfærens vertikale blandingsevne og nedbørhyppighet, og utslippenes variasjoner med årstiden.

Resultatene gir grunnlag for å tro at den høye svevestøv-konsentrasjonen i desember 1973 - februar 1974 har sammenheng med den relativt lave midlere vindstyrke i perioden. Forøvrig gir ikke resultatene grunnlag for å trekke slutninger om innflytelsen av de andre meteorologiske parametre.

De høyere konsentrasjoner om vinteren skyldes også høyere utslipp av sot fra boligoppvarming. Om forholdet mellom de enkelte kilder til svevestøvet ved en vei, se seksjon 5.

3.2.3 CO

CO-konsentrasjonen ble målt ved stasjon Lysaker T i en høstperiode (september - oktober 1974) og en vinterperiode (januar - februar 1974). Middel og maksimalkonsentrasjoner i de to måleperiodene er vist i tabell 3.6.

Tabell 3.6: CO-konsentrasjoner ved stasjon Lysaker T, Lysaker, Bærum.

Periode	CO, ppm		
	Middelverdi	2 høyeste 8-timers middelverdier	2 høyeste 1-timers middelverdier
Høst 1974	3.0	8.6 8.3	16.5 15.5
Vinter 1975	6.7	21.8 18.2	31 27.5

En ser at konsentrasjonene er vesentlig høyere i vinterperioden enn i sommerperioden, med mer enn dobbelt så høye middel- og maksimalkonsentrasjoner om vinteren.

For bly fant man en sammenheng mellom døgnmiddelverdier og midlere meteorologiske parametre som vindstyrke og vertikalblandingforhold (figur 3.2). En tilsvarende analyse av maksimale 8-timers middelverdier hvert døgn gir ikke et så klart bilde av sammenhengen med de meteorologiske parametre. Dette kan komme av at stasjon Lysaker T er mer influert av vindretningen enn Lysaker I, der blyet er målt, på grunn av at Lysaker I skjermes for vind av en stor husvegg. Vindretningen er ikke tatt med i figur 3.2. (En videre diskusjon finnes i seksjon 4, hvor 1-times middelverdier av CO behandles statistisk for å finne sammenhengen med meteorologiske parametre.)

Det er rimelig å anta at når en ser bort fra vindretningens innflytelse, vil CO-konsentrasjonen (Lysaker T) vise samme avhengighet med vindstyrke og temperaturstabilitet som vist for bly (Lysaker I) i figur 3.3. Bruk av figur 3.3 i forbindelse med 8-timers maksimalverdier av CO hver dag gir da at i gjennomsnitt ca halvparten av økningen i CO-konsentrasjonen kan forklares av den forskjell en har i gjennomsnittlige meteorologiske spredningsforhold. Resten skyldes økte CO-utslipp fra biler om vinteren. Også CO-utslippet fra boligoppvarming (olje) vil være høyere om vinteren. En antar imidlertid at dette utslippet bare gir en neglisjerbar økning av CO-konsentrasjonen i gatenivå, i forhold til den trafikken gir (se forøvrig seksjon 3.6).

Lav lufttemperatur, kjøring på kald motor, bruk av choke og bruk av vinter/piggdekk er alle faktorer som fører til økt bensinforbruk og/eller mindre effektiv forbrenning av drivstoffet i motoren, og derved til økt utslipp av CO.

3.2.4 NO₂

NO₂-konsentrasjonen ble målt ved stasjon Lysaker T i perioden 7. - 18. oktober 1974 og 10. januar - 13. februar 1975. Middelkonsentrasjonen i disse periodene framgår av tabell 3.2.

Middelkonsentrasjonen er dobbelt så høy om vinteren som om høsten. Måleperioden om høsten var såpass kort at en må være forsiktig med konklusjonene, men NO₂-målingene viser omtrent samme variasjon mellom høst- og vinterperiodene som CO gjør.

Noe av økningen skyldes som for CO dårligere spredningsforhold i vinterperioden. Den resterende økning skyldes økt utslipp. Her har utslippene fra oljeforbrenning (oppvarming, industri etc.) om vinteren betydning. En vil få en viss økning i utslippet fra biler på grunn av økt bensinforbruk. Bruk av choke vil imidlertid samlet heller føre til reduksjon av utslippet enn en økning. Det vesentligste av økningen i NO₂-konsentrasjonen fra høst til vinter skyldes derfor dårligere atmosfæriske spredningsforhold og økning i utslipp fra annen oljeforbrenning.

3.2.5 Sammendrag

Målinger av bly, svevestøv, CO og NO₂ ved Drammensveien (Lysaker) i forskjellige årstider viser vesentlig høyere konsentrasjoner i vintermånedene enn i øvrige perioder. Ved vurdering av resultatene har en funnet at økningen dels skyldes at de atmosfæriske spredningsforhold om vinteren er dårligere enn i øvrige perioder, dels skyldes økningen av utslipp fra biler og andre kilder om vinteren.

Den midlere blykonsentrasjonen var vinteren 1973 - 1974 ca dobbelt så høy som om våren 1974. Ca halvparten av økningen kan forklares ut fra dårligere spredningsforhold. Resten skyldes høyere utslipp på grunn av noe økt bensinforbruk om vinteren og høyere blyinnhold i bensinen i vinterperioden. Med uendret blytilsetning i bensinen, vil variasjonen i spredningsforhold være den faktor som bestemmer forskjellen i blykonsentrasjonen fra vinter til øvrige perioder. Dog vil økt bensinforbruk om vinteren føre til litt større utslippsmengde og noe høyere konsentrasjoner av den grunn.

Den midlere CO-konsentrasjonen var i vinterperioden 1975 vel dobbelt så høy som i høstperioden 1974. Her kan ca 50% av økningen forklares ut fra dårligere spredningsforhold. Resten skyldes økt utslipp av CO om vinteren (kald motor, choke, større bensinforbruk). For CO vil både dårligere spredningsforhold og økt utslipp om vinteren gi sammenlignbare bidrag til økningen i middelkonsentrasjonen.

Den midlere NO₂-konsentrasjonen var som for CO ca dobbelt så høy om vinteren som om høsten. De dårligere spredningsforhold antas å gi samme økning (ca 50%) som for CO, mens økningen i utslipp om vinteren først og fremst antas å skyldes utslipp fra andre kilder (f.eks. oljeforbrenning). En regner ikke med at utslippet av NO fra biler er vesentlig forskjellig i de forskjellige årstidene.

Svevestøv-konsentrasjonen var høyere i vinterperiodene 1973 - 1974 og 1975 sammenliknet med vår og høst 1974. En regner med at dette dels skyldes dårligere spredningsforhold om vinteren. Innflytelsen fra andre svevestøvkilder enn trafikken på Drammensveien og usikkerheten i målemetoden gjør det vanskelig å bestemme hvilke faktorer som betyr mest til å øke svevestøvkonsentrasjonene om vinteren.

En har her vist sammenhengen mellom økte konsentrasjoner, dårligere spredningsforhold og økte utslipp fra forskjellige kilder om vinteren i forhold til andre perioder. Dette er av betydning for å avgjøre hvilke virkemidler en må ty til, dersom en vil forbedre luftkvaliteten ved Drammensveien, når det gjelder trafikale forurensningskomponenter.

3.3 Luftforurensningenes variasjon med avstand fra og høyde over veien

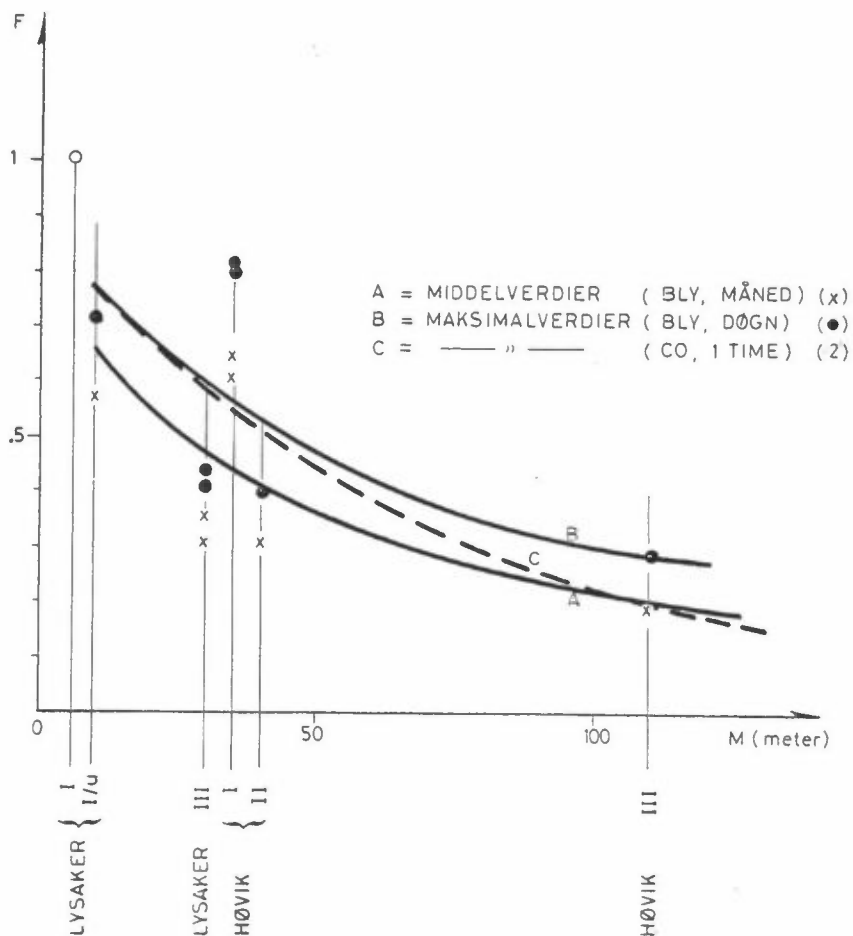
Den trafikale luftforurensning vil avta med avstanden fra og høyden over veien mot det nivå en har i god avstand fra veien.

Målinger av blykonsentrasjoner i forskjellige avstander fra og høyder over Drammensveien gjør det mulig å uttale seg om den romlige fordelingen (i middel over en lang tidsperiode) av denne komponent ved veien.

3.3.1 Variasjon med avstanden fra veien

I figur 3.4 er sammenliknbare månedsmiddelverdier og maksimale døgnmiddelverdier av blykonsentrasjonen plottet som funksjon av avstanden fra veien. Punktene representerer forholdstall (F) mellom konsentrasjonene ved hver enkelt stasjon og konsentrasjoner ved Lysaker I. Målingene er fra periodene november 1973 - februar 1974 og september - oktober 1974. Kurvene antyder hvordan månedsmiddelverdi og maksimal døgnverdi for bly i gjennomsnitt vil avta med avstanden fra veien.

Den stiplede kurven på figuren representerer målinger foretatt i Stockholm (1) av maksimale 1-times CO-konsentrasjoner som funksjon av avstanden fra veibanen.



Figur 3.4: Blykonsentrasjonens variasjon med avstanden fra Drammensveien, Bærum. Stiplet kurve, fra ref. (1).

Den store spredningen rundt kurvene skyldes dels at punktene representerer ulike tidsperioder slik at variasjoner i meteorologiske forhold fra periode til periode kommer inn som en varierende faktor. Dessuten skyldes punktspredningen at lokale forhold ved de enkelte stasjoner kan virke inn på spredningen av forurensninger. For eksempel er Lysaker III, som gir punkter under kurvene, til en viss grad skjermet for forurensninger fra veien av et stort hus mellom stasjonen og veien.

Kurvene på figur 3.4 antyder altså hvordan blykonsentrasjonen i gjennomsnitt vil avta med avstanden fra veien. En må imidlertid regne med relativt store avvik fra kurven, på grunn av helt lokale spredningsforhold og variasjoner i meteorologiske forhold. Kurvene er ikke tegnet for avstander mindre enn ca 10 m fra midten av nærmeste veibane. I dette området er det god blanding på grunn av turbulensen som trafikken skaper, og konsentrasjonen vil være relativt uavhengig av avstanden.

Kurvene kan brukes til å anslå midlere månedsmiddel- og maksimale døgnmiddelverdier av blykonsentrasjonen i en avstand større enn 10 m fra veien i forhold til den konsentrasjonen en har 10 m fra veien.

En ser av disse målingene at bly ved Drammensveien gir en avstandsavhengighet som faller relativt godt sammen med resultater av svenske CO-målinger i Stockholm. Denne kurven gjelder maksimale 1-times middelveidier av CO-konsentrasjonen. Like ved veien viser den omtrent samme reduksjon med avstanden som maksimale døgnverdier av bly. Ved større avstander synker kurven raskere enn blykurven. Dette kan forklares ved at basisnivået for CO i god avstand fra veien er svært lavt mens en i svevestøv i byer alltid vil ha en viss blykonsentrasjon, selv relativt langt fra trafikerte veier. Dette basisnivået av bly skyldes andre kilder, og også at bakkestøv som virvles opp av vinden inneholder bly som skriver seg fra blyutslippet fra biler.

Punktet som representerer stasjon Lysaker I (ved $F=1.0$) ligger vesentlig over en tenkt forlengelse av kurvene nær veien. Dette skyldes sannsynligvis at Lysaker I var skjermet for vinden av den brede og høye veggen ved veien, slik at den ga for høye verdier av blykonsentrasjonen i forhold til en stasjon som ikke er influert av lokale spredningsmessige hindringer.

Kurvene representerer forholdene i områder som ligger i nær samme høyde som veibanen og med relativt fri sikt mot veien, uten større spredningsmessige hindringer. I denne forbindelse vil ikke toetasjes, frittstående hus eller enkeltstående trær representere vesentlige hindringer. Områder som ligger vesentlig over veien vil være bedre stillet enn kurven antyder.

3.3.2 Variasjon med høyden over veien

Målinger av bly og svevestøv i to forskjellige høyder i perioden 26. september - 5. november 1974 ble utført ved stasjonene Lysaker I (2.5 m over veien) og Lysaker II (7 m over veien). Tabell 3.7 viser forholdet mellom konsentrasjonene i de to høydene.

I middel for hele måleperioden er blykonsentrasjonen i 7 meters høyde ca 85% av hva den er i 2.5 meters høyde. En ser av tabellen at forholdet varierer mye, slik at konsentrasjonen ved 7 meter enkelte dager kan være høyere enn ved 2.5 meter.

Tabell 3.7: Forholdet mellom konsentrasjoner av bly og svevestøv i 7 meters og 2.5 meters høyde over Drømmensveien, Lysaker, Bærum.

	Antall prøver	Bly, $\mu\text{g}/\text{m}^3$			Svevestøv, $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
		Min.	Middel	Maks.	Min.	Middel	Maks.
25. september - 6. november 1974	18	0.6	0.85	1.4	-	-	-
25. september - 16. oktober 1974	9	0.6	0.8	1.1	0.5	0.75	1.1

Ni målinger fra 25. september - 16. oktober 1974 kan brukes til å sammenlikne spredningen av bly og svevestøv. Forholdet mellom de to høydene er tilnærmet det samme for de to komponentene, nemlig 0.75 - 0.8. Ved målestedet spres altså de to komponentene bly og svevestøv på omtrent samme måte i høyden.

Veggens skjermende virkning ved det anvendte målestedet kan influere en del på disse resultatene. Skjermvirkningen er større ved 2.5 meter enn ved 7 meter, slik at det er sannsynlig at den nedre måleren gir noe for høye verdier i forhold til den øvre.

Det er derfor sannsynlig at en ved veien, noen meter fra veikanten, i middel har omtrent samme bly- og svevestøvs-konsentrasjon i de laveste 5 - 7 meter over bakken. Dette skyldes den blandingen av luften som trafikken selv forårsaker.

3.3.3 Andre komponenter

En har brukt bly- og svevestøvmålinger til å anslå hvordan luftforurensninger i gjennomsnitt spres nær veien. De resultatene en har kommet fram til kan utvides til også å gjelde svevestøv og gasser (CO, NO, HC etc.). En har allerede beskrevet at bly og svevestøv spres på omtrent samme måte i høyden. Svevestøvmålinger foretatt ved stasjonene Lysaker I og III viser også at det er omtrent samme forhold mellom svevestøvverdiene ved de to stasjoner som mellom blyverdiene. Det tyder på at nær veien har svevestøv nær samme avhengighet med avstanden fra veien som bly.

Figur 3.4 viser at bly (døgnverdien) nær veien avtar med avstanden på omtrent samme måte som CO (1-times verdier).

Kurvene på figur 3.4 kan derfor brukes for alle komponenter til å antyde hvordan konsentrasjonene i gjennomsnitt avtar med avstanden fra veikanten. En må imidlertid ta i betraktning den usikkerhet som ligger i kurvene. De kan bare brukes til å anslå grovt innenfor hvilket område ved veien konsentrasjonene kan tenkes å overstige visse verdier.

3.3.4 Sammendrag

Målingene av blykonsentrasjonen på forskjellige steder langs Drammensveien gir grunnlag for å anslå luftforurensningens variasjon med avstanden fra og høyden over veien. Avstandsavhengigheten er vist i figur 3.4. Kurvene viser hvordan konsentrasjonen i gjennomsnitt vil avta med avstanden, når det gjelder månedsmiddelverdier og maksimale døgnmiddelverdier innen hver periode. Spredningen av punktene rundt kurvene viser at variasjoner i lokale spredningsforhold og meteorologiske forhold har stor innflytelse på hvilke konsentrasjoner en kan vente i en viss avstand fra veien.

En må bruke kurvene med forsiktighet, og regne med relativt store avvik fra den midlere avstandsavhengighet som kurven representerer. Kurvene kan brukes i områder uten vesentlig spredningsmessige hindringer. Steder som er skjermet av større bygg eller ligger vesentlig over veien er bedre stillet. Kurvene representerer målinger 2 m over bakken.

Målinger av bly og svevestøv i 2 forskjellige høyder ved Lysaker viser at man i 7 meters høyde over veien har nær den samme konsentrasjon som 2 meter over veien. Dette skyldes den gode vertikalblanding som turbulensen fra bilene gir.

En kan benytte eksisterende beregningsmetoder til å finne hvordan luftforurensningskonsentrasjonene vil avta med avstanden fra en vei, når en kjenner veiens fysiske mål, trafikkbildet og meteorologiske forhold. Slike beregninger kan brukes til å verifisere de sammenhenger mellom konsentrasjon og avstand en har funnet her.

3.4 Overskridelser av luftkvalitetsnormer

I løpet av måleperioden er luftkvalitetsnormer overskredet ved Lysaker I og T for bly, svevestøv, CO og sannsynligvis for NO₂. Normene er beskrevet i vedlegg 3.

3.4.1 Bly

Tabell 3.8 gir en oversikt over månedsmiddel og de to høyeste døgnmiddelverdier i hver måned, samt de overskridelser av vest-tyske blynormer en har funnet ved de enkelte målestasjonene. Inkludert er også dato og trafikk tetthet (når denne er målt) for dagene med maksimalverdier. Verdiene er satt i parentes der det bare er målt i en del av måneden.

24-timers normen ble overskredet på flere av stasjonene. Overskridelsene er naturlig nok hyppigst på Lysaker I som ligger nærmest veien og er skjermet for vinden. Normen er også overskredet ved Lysaker III og Høvik I, som begge ligger ca 30 - 35 meter fra veien. Overskridelsene er hyppigst i vintermånedene, på grunn av høyere utslipp og dårlige spredningsforhold. Alle døgnmålinger foretatt ved Lysaker I i november 1973 og februar 1974 oversteg normen.

Tabell 3.8: Overskridelser av vest-tysk norm for bly i svevestøv, Drammensveien, Lysaker (stasjon Lysaker I), 1973-74.

Bly µg/m ³	Lysaker I													Lysaker III		Høvik I	
	1973			1974						Hele måleperioden				1974		1974	
	Nov.	Des.	Jan.	Feb.	Mars	April	Mai	Juni	Okt.	Nov.	1975	1974	Nov.	Des.	1973	1974	
											Feb.	Jan.	Nov.	Des.	Jan.	Jan.	
Antall døgnmålinger	7	15	14	14	15	15	15	11	10	6	(7)	15	6	16	15		
Månedsmiddelverdi	(5.2)	4.2	3.9	4.6	3.6	1.8	1.7	(1.5)	(2.3)	(2.6)	(3.0)	1.2	(1.4)	2.7	2.4		
Høyeste døgnmiddelverdi	(7.1)	6.1	7.8	6.9	4.8	3.9	2.7	(2.9)	(3.4)	(4.6)	(3.9)	3.4	(3.4)	4.9	6.3		
	(7.0)	6.1	5.8	6.4	4.4	2.9	2.5	(2.2)	(3.1)	(3.2)	(3.3)	2.1	(3.1)	4.2	4.7		
Dato (for høyeste verdi)	27-28	23-24 27-28	24-25	11-12	25-26	6-7	22-23		14-15	5-6	3-4	22-23	29-30	15-16	2-3		
Trafikk (for høyeste verdi)	-	-	50000	46800	-	-	56000	-	56900	54400	51100	51800	-	-	-		
Overskridelser av vest-tyske normer, % av måletiden	(100)	80	70	100	65	7	0	0	30	(50)	(57)	7	(30)	44	30		
Døgnmiddelverdi																	

*Antatt årsmiddelverdi.

På grunn av innvirkningen av lokale forhold (se seksjon 3.3.1) kan en regne med at enkelte steder kan ha overskridelser i større avstander fra veien enn det som her er antydnet, og andre steder ikke ha overskridelser i disse avstandene.

Etter at loven om redusert blyinnhold i bensinen fikk full virkning, ca mars 1974 er forholdene forbedret betraktelig. Den halvering av blyinnholdet som har skjedd fører til at årsnormen for bly bare vil bli overskredet så nær veien at ingen oppholder seg der i lengre tid.

Når det gjelder døgnnormen, vil den fremdeles bli overskredet innen et visst område fra veien. I januar - februar 1975, da blymålinger ble foretatt ved stasjon Lysaker T (ca 6 m fra midten av nærmeste kjørebane), var høyeste døgnverdi for bly $3.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det er sannsynlig at en under spesielt dårlige spredningsforhold vil få høyere konsentrasjoner enn dette. Figur 3.4 (kurve B) antyder at en kan få overskridelser av døgnnormen innen ca 30 m fra veien.

Ifølge vedlegg 2 skilte måleperioden 1973 - 1974 seg meteorologisk sett noe fra de midlere forhold i 1956 - 1965. Spesielt hadde en om høsten 1974 (september - november) dobbelt så høy midlere vindhastighet som normalt. Spredningsforholdene i 1973 - 1974 sett under ett var ikke spesielt ugunstige. En kan få år med dårligere spredningsforhold som vil gi høyere årsmiddelverdi for bly.

Når det gjelder maksimale døgnkonsentrasjoner kan en ikke uttale seg om årets representativitet, fordi de ekstreme meteorologiske forhold som gir maksimalkonsentrasjonene ikke kommer fram i statistikken. Hyppigheten av overskridelser av døgnnormen vil være avhengig av inversjonshyppigheten i det år en betrakter.

3.4.2 Svevestøv

Tabell 3.9 viser månedsmiddelverdier og høyeste døgnverdier av svevestøv målt ved stasjonen Lysaker I, samt overskridelser av amerikanske luftkvalitetsnormer. Antatt årsmiddelverdi er funnet ved å la mai - juni representere perioden april - september, og november - februar representerer perioden oktober - mars.

På grunn av usikkerheten i analysemetoden (seksjon 2.3 og vedlegg 3) må en være forsiktig med å sammenlikne svevestøvverdiene som er målt her med normer. Imidlertid er verdiene så høyt over årsnormen at det ikke er tvil om at denne overskrides.

En ser at årsnormen ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$) overskrides med en faktor på ca 1.8. WHO's anbefaling til norm ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) overskrides med en faktor på ca 3.5. Overskridelsene av døgnnormen i USA skjer vesentlig sjeldnere enn overskridelser av blynormen. Høyeste målte verdi ligger en faktor 1.25 over normen. En må regne med at Lysaker I på grunn av skjermvirkning gir verdier som er høyere enn det en finner på åpne strekninger langs veien. Overskridelser av USA's døgnnorm for svevestøv i de fleste områder langs veien er derfor ikke vesentlige.

Tabell 3.9: Overskridelser av amerikansk svevestøvnorm. Drammensveien, Lysaker (stasjon Lysaker I) 1973-74.

Svevestøv, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1973		1974					
	November	Desember	Januar	Februar	Mai	Juni	Oktober	Hele perioden
Antall døgnmålinger	20	15	15	15	13	18	6	
Månedsmiddelverdi	193	171	211	189	95	102	(129)	138*
Høyeste døgnmiddelverdi	303 282	259 248	325 303	282 270	200 150	181 150	(200) (173)	325 303
Dato (for høyeste verdi)	26-27	20-21	25-26	20-21	21-22	19-20	7-8	
Trafikk (for høyeste verdi)	-	-	48500	46800	58500	-	-	
Overskridelser av amerikanske normer % av måletiden								
Døgnmiddelverdi	15	0	20	12	0	0	(0)	

* Antatt årsmiddelverdi (geometrisk).

3.4.3 CO

Tabell 3.10 gir en oversikt over overskridelsene av utenlandske CO-normer i løpet av de to måleperiodene høsten 1974 og vinteren 1975 målt ved Lysaker T.

En finner overskridelser av 8-timers normen i vinterperioden. Den amerikanske norm overskrides de fleste dagene det er målt, med høyeste verdi på 2.4 ganger normen. Den vest-tyske norm overskrides i mindre utstrekning.

Ut fra vedlegg 2 og seksjon 3.2 kan en betrakte resultatene for januar/februar-perioden 1975 som typiske for den lengre vinterperiode desember 1974 - februar 1975. En kan derfor regne med en hyppighet av overskridelser av 8-timers normene i hele denne perioden, som svarer til hyppigheten en fant i januar - februar 1975.

Tabell 3.10: Overskridelser av amerikansk og vest-tysk norm (forslag) for CO, Drammensveien, Lysaker (stasjon Lysaker T), 1973-74.

CO, ppm	8-timers verdier		1-times verdier	
	1974 20. sept/27. okt	1975 10. jan/7. feb	1974 20. sept/27. okt	1975 10. jan/7 feb
Antall dager	35	28	35	28
Høyeste middel- verdier	8.6 8.3	21.8 18.2	16.5 15.5	31 27.5
Dato, tid (for høyeste verdi)	20. sept, 12-20	31. jan 11-19	20. sept, 16-17	31. jan, 15-16
Trafikk (for høyeste verdi)	35670	29650	5460	4870
Overskridelse av normer % av -----				
USA	0	82	0	0
Vest-Tyskland	0	14	0	0

Figur 3.4 antyder at USAs 8-timers norm i måleperioden ble overskredet i områder innenfor en avstand på ca 60 - 70 m fra veien (kurve B), mens tilsvarende vest-tysk norm ble overskredet innen ca 20 m fra veien. Usikkerheten ved disse avstandsangivelser er som tidligere nevnt stor.

Tabellene 1 og 2 i vedlegg 2 viser at måleperiodene meteorologisk sett skiller seg noe fra midlet i perioden 1956 - 1965. I begge periodene (september - oktober 1974 og januar 1975) var midlere vindhastighet dobbelt så høy som normalt.

I et normalår vil en derfor i gjennomsnitt vente noe høyere konsentrasjoner enn det som ble målt i de to periodene i 1974 - 1975. En kan også ta med at januar var vesentlig varmere enn normalt (+ 4.7°C). I en normalt kaldere januar vil utslippet av CO øke noe og bidra til høyere CO-konsentrasjoner.

3.4.4 NO₂

Tabell 3.2 viser middelverdiene av NO₂ i de to måleperiodene september - oktober 1974 og januar - februar 1975. Begge middelverdiene er lik eller overstiger amerikansk og japansk luftkvalitetsnormer for NO₂.

Kildene til NO₂ er først og fremst biltrafikken og utslipp fra boligoppvarming (olje) og industri. Biltrafikken og de andre kilder gir sammenliknbare bidrag til konsentrasjonen ved veien om vinteren, mens bilutslippet er dominerende i andre perioder. Dersom en lar høstmiddelverdien representere middelverdien for perioden mars - november, får man en konservativt estimert årsmiddelverdi ved Lysaker T i 1974 - 1975 på ca 0.06 - 0.07 ppm.

I et normalår vil en vente høyere konsentrasjoner av NO₂ enn det som ble målt i 1974 - 1975. I en normalt kaldere vinter vil en ha større utslipp av NO₂ fra boligoppvarming.

Det ligger en relativt stor usikkerhet i årsmiddelverdien, på grunn av de korte periodene målingene er foretatt i.

3.4.5 Konsentrasjoner innendørs

I det foregående gjelder alle diskusjoner de konsentrasjoner en finner i uteluft. En fullstendig vurdering av den luftforurensningsbelastning som beboerne ved Drammensveien blir utsatt for, fordrer kjennskap til konsentrasjonen innendørs, der beboerne oppholder seg det meste av tiden.

Problemet er komplekst, og avhenger først og fremst av husets konstruksjon og av ventilasjonsanlegg og ventilasjonspraksis (lufting).

En skal ikke behandle problemet i denne rapporten, men bare presentere resultater av målinger av blykonsentrasjonen innendørs og utendørs ved et hus ca 6 m fra Drammensveien ved krysset Drammensveien/Fornebuveien (stasjon Lysaker I/U).

Disse målingene ble gjennomført i perioden 25. september - 30. oktober 1974. Instrumentene var plassert på en veranda i andre etasje av huset, med et inntak mot Drammensveien og et inntak inne i stua i leiligheten i annen etasje mot Drammensveien.

Resultatene er presentert i tabell 2 i vedlegg 4. I middel over hele måleperioden var konsentrasjonen inne ca en tredjedel av konsentrasjonen ute. En ser av tabellen at konsentrasjonen inne er vesentlig lavere i oktober enn i de seks dagene av september målinger ble foretatt. Dette kan ha sammenheng med mindre lufting i oktober, på grunn av lavere middeltemperatur (se tabell 2 i vedlegg 2).

Målingene må bare betraktes som et eksempel. Konklusjoner må baseres på mer omfattende målinger. Konsentrasjonen av bly og andre forurensninger vil oftest være lavere inne enn ute, forutsatt at huset ikke har ventilasjonsanlegg med inntak av ufiltrert uteluft i større mengder.

3.4.6 Sammendrag

Diskusjonen har vist at en i 1973 - 1975 hadde overskridelser av luftkvalitetsnormer av bly, svevestøv, CO og NO₂.

Døgnnormen for bly ble ved Lysaker I overskredet på 47% av de dagene målinger ble foretatt (i perioden november 1973 - november 1974). Høyeste verdi lå ca 160% over normen. En må regne med at i denne perioden hadde man enkelte steder overskridelser av denne normen opptil ca 70 m veien. Årsnormen for bly ble sannsynligvis overskredet opptil 20 m fra veien.

Etter at blytilsetningen i bensinen pr 1.1.1974 ble redusert til maksimalt 0.4 g/l, er forholdene betraktelig forbedret. En kan regne med at årsnormen nå bare overskrides like ved veien, mens en stadig kan regne med et område langs veien hvor døgnnormen vil overskrides, anslagsvis 30 m. Overskridelsene av døgnnormen vil være vesentlig mindre hyppig enn i 1973 - 1974.

1973 - 1974 var ikke et spesielt ugunstig år når det gjelder atmosfæriske spredningsforhold. En kan regne med at enkelte år vil vise høyere konsentrasjoner, både middelerverdier og maksimalverdier, og gi overskridelser lengre fra veien enn det som er anslått ovenfor.

8-timers normene for CO (USA og Vest-Tyskland) ble overskredet ved Lysaker T i januar - februar 1975. USAs norm ble overskredet på 23 av de 28 dagene målinger ble foretatt. Vest-tysk norm ble overskredet på 4 av dagene.

Høyeste verdi lå ca 140% over USAs norm. Etter figur 4.4 hadde en overskridelser av USAs norm innenfor 60 - 70 m fra veien, mens vest-tysk norm ble overskredet innenfor ca 20 m fra veien. En hadde ikke overskridelser av 1-timesnormene.

En kan vente høyere konsentrasjoner og hyppigere overskridelser i år med normal middeltemperatur i desember - februar og dårligere spredningsforhold (januar 1975 hadde en middeltemperatur 4.5°C høyere enn middelet i perioden 1956 - 1965).

Årsnormene for svevestøv (USA og WHO) ble overskredet betraktelig ved Lysaker I i 1973 - 1974. Målingene av svevestøv har relativt stor unøyaktighet, slik at en ikke kan uttale seg med sikkerhet om døgnnorm-overskridelser.

Årsnormene for NO₂ (USA og Japan) ble sannsynligvis overskredet ved Lysaker T i 1974 - 1975.

4 STATISTISK SAMMENHENG MELLOM FORURENSNINGSKONSENTRASJONER, TRAFIKKTETTHET OG METEOROLOGISKE PARAMETRE

Trafikktettheten er den faktor som i første rekke bestemmer forurensningsgraden.

Figur 4.2 antyder hvilken sammenheng en kan ha mellom forurensningskonsentrasjoner, vindhastighet og vertikal temperaturdifferanse (blandingsevne). For å kunne ekstrapolere resultater fra en måleperiode til andre perioder med andre trafikk- og spredningsforhold, er det nyttig å uttrykke forurensningen som en funksjon av de nevnte parametre. Virkningen av eventuelle tiltak for å redusere forurensningen kan anslås, når en kjenner denne funksjonssammenhengen.

For dette formål er det beregnet statistiske sammenhenger mellom forurensningskonsentrasjoner, trafikktetthet og meteorologiske parametre (regresjonsanalyse). Analysen er utført 1 times middelerverdier av CO, NO, NO₂, NO_x og HC og for døgnmiddelerverdier av bly i svevestøv.

Følgende lineære regresjonslikninger er benyttet:

$$1. \quad q = a_1 N_B + d_1 ; R_1$$

$$2. \quad q = a_2 N_B + b_2 V_S + d_2 ; R_2$$

$$3. \quad q = a_3 N_B + b_3 V_S + C_3 \Delta T + d_3 ; R_3$$

hvor q - luftforurensningskonsentrasjoner.

N_B - trafikktetthet (Drammensveien).

V_S - vindstyrke m/s (Lysaker V eller Fornebu).

ΔT - temperaturdifferanse, °C (Tanum - Løxa).

a_1, a_2, a_3, b_1 etc. : regresjonskoeffisienter.

R_1, R_2, R_3 : korrelasjonskoeffisienter.

Regresjonsanalysen gir den beste lineære sammenhengen mellom de variable, basert på tilpasning etter minste kvadraters metode. Korrelasjonskoeffisienten angir hvor mye av variansen i den avhengige variable (q) som kan forklares ut fra sam-

tidige variasjoner i de uavhengige variable (N_B , V_S , ΔT)

$$\text{Prosent forklart} \\ \text{varians} = R^2 \cdot 100$$

4.1 CO, NO, NO₂, NO_x, HC og svevestøv

Regresjonslikningene er benyttet for data i periodene 20.9 - 18.10.1974 og 10.1 - 7.2.1975. For komponentene CO, NO₂, NO_x, HC (samlet) og HC (ikke-metan) har en beregnet alle tre regresjonslinjene, mens en når det gjelder NO og svevestøv bare har tatt med trafikk tettheten.

Trafikk tettheten ved målestasjonen er beregnet ut fra tellinger av trafikken mot sentrum og fra sentrum hver for seg ved punkt 6, figur 2.2. En har tatt hensyn til trafikken som kommer inn fra Lilleakerveien. Likeledes har en tatt hensyn til at trafikken mot sentrum passerer i større avstand fra målestasjonen enn trafikken fra sentrum. Totaltrafikken (N_B) er således beregnet som:

$$N_B = 1.2 \cdot N_{B, \text{ FRA}} + 0.7 \cdot N_{B, \text{ MOT}}$$

Vindmålingene er fra Lysaker V. Resultatene av analysen er vist i tabell 4.1, hvor en har gitt regresjonskoeffisienter og korrelasjonskoeffisienter for de enkelte forurensningskomponenter og perioder.

1-times middelerverdier

Tabellen viser at det er variasjonen i trafikken (regresjonslinje 1) som best beskriver variasjonen i konsentrasjonene. For CO, NO, NO_x og HC (ikke-metan) er sammenhengen mellom konsentrasjoner og trafikk tetthet god. Mellom ca 60 og 70% av variansen i konsentrasjonene av de forskjellige stoffer kan forklares ut fra variasjoner i trafikk tettheten.

Tabell 4.1: Resultater av regresjonsanalyser på data fra stasjon Lysaker T, Bærum.
 Regresjonslikninger og symboler - se side 52.

	a	b	c	d	R	Forklart varians %	Middelverdier			Antall obs.
							q	NB biler/ time	V _s m/s	
<u>1-timers middelverdier</u>										
CO ppm										
20.9 - 18.10.74	1 1,60	- 0,32	- 0,11	- 0,34	0,82	68	3,1	2170	1,5	0,0
	2 1,62	- 0,35		+ 0,07	0,83	70				
	3 1,59			+ 0,17	0,83	70				
10.1 - 7.2.75	1 3,20	- 0,80	+ 0,08	+ 0,6	0,79	63	6,7	1910	1,5	+ 1,1
	2 3,11	- 0,76		+ 2,0	0,81	66				
	3 3,13			+ 1,8	0,81	66				
NO ppm										
20.9 - 7.10.74	1 0,13			+ 0,02	0,79	62	0,31	2300		
NO ₂ ppm										
8. - 18.10.74	1 0,013			+ 0,02	0,69	48	0,05	2120		
10.1 - 7.2.75	1 0,016	- 0,005	+ 0,001	+ 0,07	0,52	27	0,10	1910	1,4	+ 1,2
	2 0,016	- 0,004		+ 0,08	0,54	29				
	3 0,016			+ 0,08	0,54	29				
NO _x ppm										
20.9 - 18.10.74	1 0,15	- 0,05	- 0,02	+ 0,04	0,78	62	0,38	2160	1,5	0,0
	2 0,16	- 0,06		+ 0,11	0,81	66				
	3 0,15			+ 0,13	0,82	67				
HC (samlet) ppm										
20.9 - 18.10.74	1 0,47	- 0,11	0,0009	+ 1,50	0,74	55	2,5	2180	1,4	+ 0,1
	2 0,48	- 0,11		+ 1,64	0,75	56				
	3 0,48			+ 1,63	0,75	56				
HC (ikkē-metan) ppm										
20.9 - 18.10.74	1 0,48	- 0,12	- 0,0014	+ 0,09	0,82	68	1,0	2180	1,4	+ 0,1
	2 0,49	- 0,13		+ 0,06	0,84	71				
	3 0,49			+ 0,06	0,84	71				
<u>3-timers middelverdier</u>										
CO ppm										
20.9 - 18.10.74	1 1,57			- 0,3	0,86	74	3,1	2170		
NO _x ppm	1 0,16			+ 0,03	0,82	68	0,38	2170		
Svevestøv, μg/m ³	1 30,5			+15,9	0,66	44	82	2190		

Sammenhengen er ikke like god for NO_2 og HC (samlet). Dette skyldes at andre kilder enn biltrafikken bidrar. Korrelasjonskoeffisienten mellom HC (samlet) og trafikk er 0.74. 55% av variansen kan forklares av trafikken. En del av variansen skyldes at metan-konsentrasjonen, som hovedsakelig har naturlige kilder, kan variere over døgnet. Korrelasjonen mellom NO_2 og trafikk er ganske god om høsten, 0.69, når andre oljeforbrenningskilder ikke gir vesentlige bidrag. Ca 50% av variansen kan da forklares av trafikken. Om vinteren, når oljeforbrenningen (f.eks. husoppvarming) gir større utslipp er korrelasjonskoeffisienten 0.51, og bare ca 25% av variansen kan forklares ut fra trafikken. En del av restvariansen skyldes da andre utslipp av NO/NO_2 som ikke varierer i takt med trafikken.

Tabellen viser at man ikke forbedrer beskrivelsen av 1-times forurensningskonsentrasjoner vesentlig ved å ta vindstyrken og den vertikale temperaturdifferens med i sammenhengen (regresjonslikning 2 og 3).

3-timers middelerverdier

I høstperioden er regresjonslikninger for 3-timers middelerverdier av CO , NO_x og svevestøv beregnet. Bare trafikktettheten (N_B) er tatt med som uavhengig variabel (regresjonslikning 1).

En ser at 3-timers verdier for CO og NO_x viser bedre sammenheng med trafikken enn 1-times verdier. Den beste korrelasjonen har en mellom CO og trafikk, hvor ca 75% av variansen kan forklares av trafikken. Bedringen i korrelasjonen skyldes dels at variasjonen av vindretningen og vindhastigheten er mindre når en tar 3-timers middelerverdier av dataene, enn når en opererer med 1-times verdier. Vindforholdenes innflytelse på dataene vil da reduseres, slik at en venter en bedre korrelasjon med utslippsmengden, dvs. trafikken. Også målefeil og annen "støy" i dataene vil utjevnes over 3-timers perioder og redusere støyvariansen, slik at støyens maskering av eventuelle statistiske sammenhenger vil reduseres.

Uforklart varians

Regresjonsanalysen viser en god del uforklart varians i data-materialet, selv når en tar med alle de tre uavhengige variable en har valgt (N_B , V_S , ΔT). (Uforklart varians = 100 - forklart varians.) Uforklart varians ligger mellom ca 25% og ca 75% for de forskjellige komponenter og perioder og kan skyldes:

1. Målefeil.
2. Utslippene er ikke proporsjonal med trafikk tettheten. Diskusjonen i vedlegg 2, seksjon 2.2 viser at variasjoner i trafikksammensetning og gjennomsnittshastighet fra time til time gir en varians i utslippsmengden som ikke har direkte sammenheng med trafikk tettheten.
3. De meteorologiske parametre en har valgt (vindhastighet 20 m over bakken, temperaturdifferansen Tanum - Løxa) ikke er helt representative for forholdene like over veien ved Lysaker.
4. Vindretningen, som ikke er tatt med som uavhengig variabel, har innflytelse på konsentrasjonen ved målestasjonen.

Det er rimelig å anta at man reduserer virkningen av punktene 1, 2 og 4 ved å øke midlingstiden for dataene fra 1 til 3 timer.

Den tilsynelatende manglende sammenhengen mellom forureningskonsentrasjoner (1- og 3-timers middelerverdier) målt ved Lysaker T og meteorologiske parametre kan skyldes at stasjonen ligger så nær trafikken. Turbulensen i luften nær veien som forårsakes av trafikken fører til en effektiv blanding av forureningsningene innen de nærmeste metre fra veikanten. Innflytelsen som vindforholdene over veien har på forureningskonsentrasjonen er derfor ikke like stor nær veien som lenger unna.

En kan muligens forbedre beskrivelsen av forurensningskonsentrasjonene (dvs. få høyere korrelasjonskoeffisienter) ved å velge en kombinasjon av vindhastigheten og vindretningen som uavhengig variabel i regresjonslikningen i stedet for vindhastigheten direkte. I forbindelse med en større undersøkelse av luftforurensning fra biltrafikk vil NILU arbeide videre med dette.

Regresjonslinjer

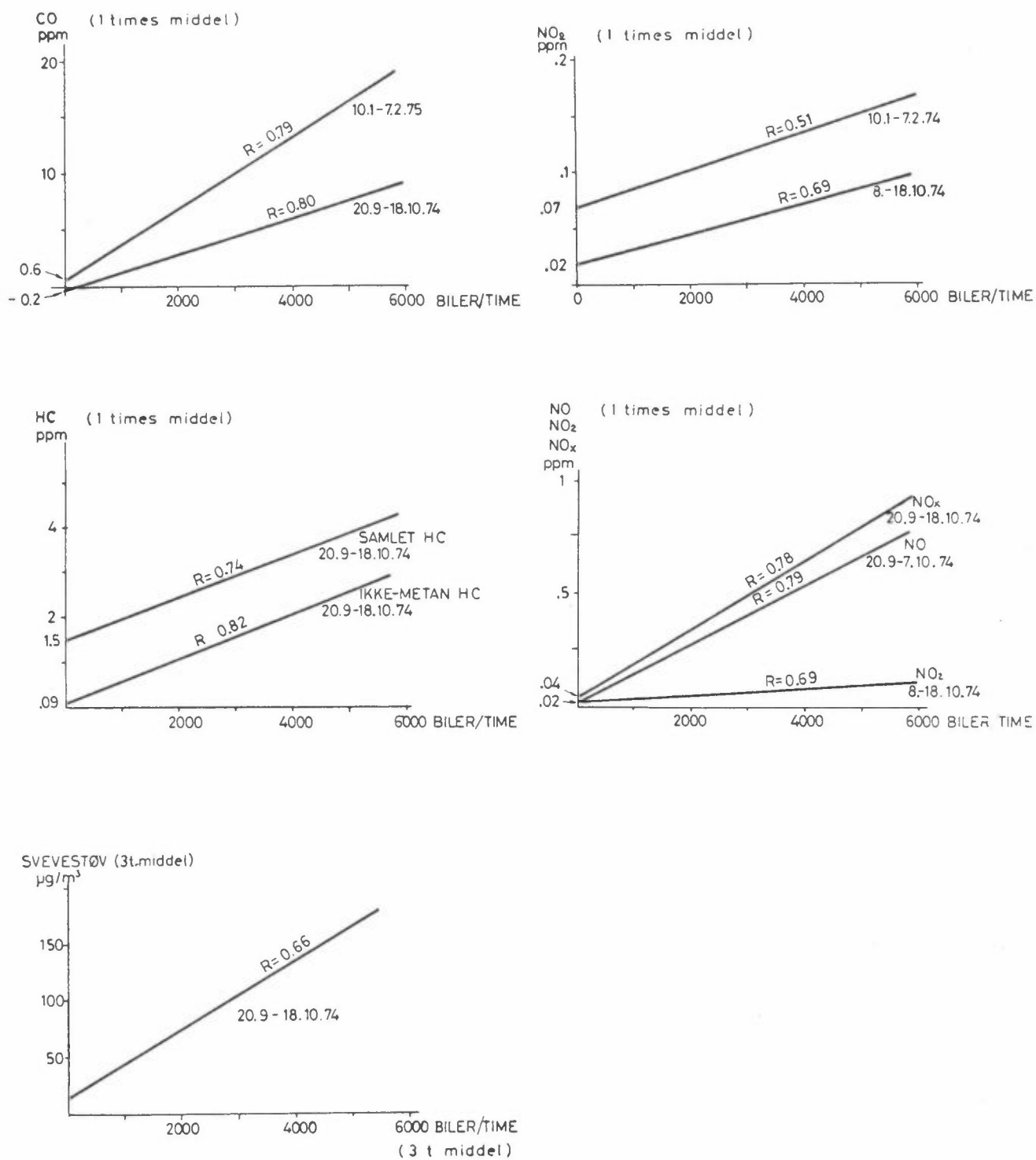
Figur 4.1 viser regresjonslinjene mellom forurensningskonsentrasjoner og trafikk (regresjonslikning 1). Fra linjene kan en anslå hva konsentrasjonene vil være i gjennomsnitt ved en viss trafikktetthet i perioder med samme midlere meteorologiske spredningsforhold som en hadde under målingene. Den reelle konsentrasjon kan til enhver tid avvike mye fra kurven. De høyeste målte konsentrasjoner ligger for alle komponenters vedkommende 50 - 100% høyere enn det kurven antyder. I gjennomsnitt over en lang periode (1 måned) vil imidlertid konsentrasjonene ved en gitt trafikktetthet ligge nær kurvene.

Linjene for CO og NO₂ viser økningen i konsentrasjonen ved veien om vinteren som diskutert i seksjon 3.2.

Linjene for HC (samlet) og HC (ikke metan) er nær parallelle. Kilden til variasjon i HC-konsentrasjon ved veien er biltrafikken. Den naturlige bakgrunn av metan er i gjennomsnitt ca 1.5 ppm ved målestedet.

Linjene for nitrogenoksyder (NO, NO₂, NO_x) fra høstperioden viser dominansen av NO i forhold til NO₂ nær veien.

Linjen for svevestøv viser at bakgrunnsverdien (ved null trafikk om natten) for svevestøv ved Lysaker om høsten er ca 15 - 20 µg/m³.



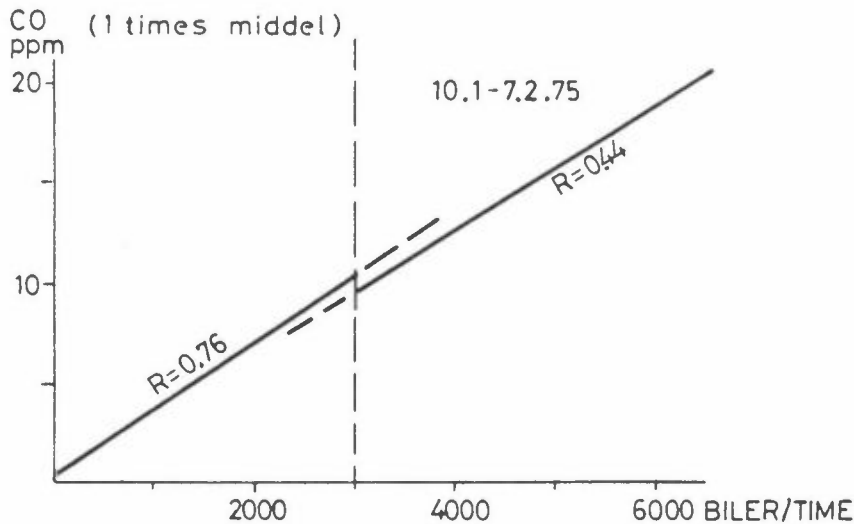
Figur 4.1: Statistisk sammenheng (lineær regresjon) mellom forurensningskonsentrasjoner og trafikk tetthet (1-times og 3-timers middelværdier), Drammensveien, Lysaker.

Regresjonskoeffisienten a i tabell 4.1 angir kurvenes stigning, og gir direkte den gjennomsnittlige økningen i konsentrasjonen av de enkelte komponenter ved en økning i trafikk tettheten på 1000 biler/time.

Trafikkavviklingen på Drammensveien ved Lysaker

Det er forklart i vedlegg 1 at kjøring ved lav gjennomsnittshastighet fører til vesentlig økte utslipp og høye konsentrasjoner ved veien. En skulle derfor vente at luftforurensningene på timesbasis økte eksponentielt, og ikke rent lineært med trafikk tettheten, som forutsatt i regresjonsanalysen. For å se om dette er tilfelle, ble regresjonsanalyser for CO utført separat for bil tettheter lavere og høyere enn 3000 biler/time. En ser av figur 3 i vedlegg 2 at en ved mer enn 3000 biler/time i hovedsak bare får med trafikk toppene under morgen- og ettermiddag-rushene. De to resulterende regresjonslinjer er vist i figur 4.2. En ser at korrelasjonskoeffisienten er vesentlig dårligere ved trafikk over 3000 biler/time, men linjene faller nesten sammen. Dette betyr at det i gjennomsnitt ikke er høyere utslipp pr bil under rush-tidene ved Lysaker enn det er i andre perioder ved lavere trafikk. Grunnen er at selv i rush-tidene flyter trafikken relativt jevnt forbi målestasjonene ved Lysaker.

Det er ved grensen fra høy (80 km/t) til lav (50 km/t) hastighets sone en vil få de kødannelser som fører til økte forurensningskonsentrasjoner. Ved en viss trafikk tetthet (høyere enn 3000 - 4000 biler/time) vil konsentrasjonene for CO og HC her sannsynligvis ligge høyere enn det som regresjonslinjene på figur 4.2 gir.



Figur 4.2: Statistisk sammenheng mellom CO og trafikk-tettheter større enn og mindre enn 3000 biler/time, Drammensveien, Lysaker.

4.2 Bly i svevestøv

Regresjonsanalysen er også utført for døgnmiddelverdiene av bly i periodene desember 1973 - februar 1974 og mars - mai 1974. Datamaterialet er det samme som ble presentert i seksjon 3.2.1. Figur 3.2 antyder at blykonsentrasjonen ved Lysaker T avtar når midlere vindstyrke øker, og avtar også med bedre vertikale blandingsforhold (gitt ved ΔT). Vindstyrken er her målt på Fornebu og ΔT mellom Tanum og Løxa.

Resultatene av regresjonsanalysen er vist i tabell 4.2. Det er gitt regresjons- og korrelasjonskoeffisienter for sammenhenger mellom bly og henholdsvis trafikk tetthet, vindhastighet og temperaturdifferans, (tilsvarende regresjonslikning 1, side 52) samt for regresjonslikning 2 og 3.

Tabell 4.2: Resultater av lineær regresjonsanalyse på døgnmiddelverdier av bly i svevestøv, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Lysaker I, Bærum.

Regresjonslikninger og symboler - se side 52.

	a	b	c	d	R	Forklart varians	Middelverdier				Antall obs.	
							$\frac{q}{1000 \text{ biler/time}}$	$\frac{q}{\text{m/s}}$	$\frac{q}{^\circ\text{C}}$	q		N_B biler/time
Bly i svevestøv, $\mu\text{g}/\text{m}^3$												
desember 1973- februar 1974	1	0.082		1.35	0.48	23	4.3	36430	1.5	-0.25	28	
	1		-0.78	5.5	-0.61	37						
	1		0.32	2.2	0.43	19						
	2	0.067	-0.70	3.0	0.71	52						
	3	0.067	-0.56	0.18	2.7	0.75						
mars - mai 1974	1	0.053		-0.1	0.37	14	2.2	43680	2.6	-1.25	33	
	1		-0.58	3.7	-0.69	48						
	1		0.22	2.5	0.23	5						
	2	0.031	-0.54	2.25	0.72	52						
	3	0.031	-0.53	0.03	2.25	0.72						

En ser at av de tre variable beskriver vindstyrken blykonsentrasjonen best, med korrelasjonskoeffisienter på -0.61 (vinter) og -0.69 (vår). (Negativ regresjons- og korrelasjonskoeffisient betyr at bly avtar med økende vindstyrke.)

Variasjonen i trafikk tettheten gir alene ingen god beskrivelse av blykonsentrasjonen. Dette kommer av at det er liten variasjonsbredde i trafikk tettheten. Den varierer lite fra dag til dag i forhold til den variasjonen en har i blykonsentrasjonene. En ville sannsynligvis fått bedre korrelasjon mellom bly og trafikk, dersom en hadde hatt dager med svært lav trafikk med i datamaterialet.

Ved å ta med vindhastigheten i tillegg til trafikk tettheten (likning 2) forbedres beskrivelsen av blyvariasjonen betraktelig, med korrelasjonskoeffisienter på 0.71 - 0.72. Ved også å ta med ΔT (Tanum - Løxa) får man ytterligere litt forbedring om vinteren.

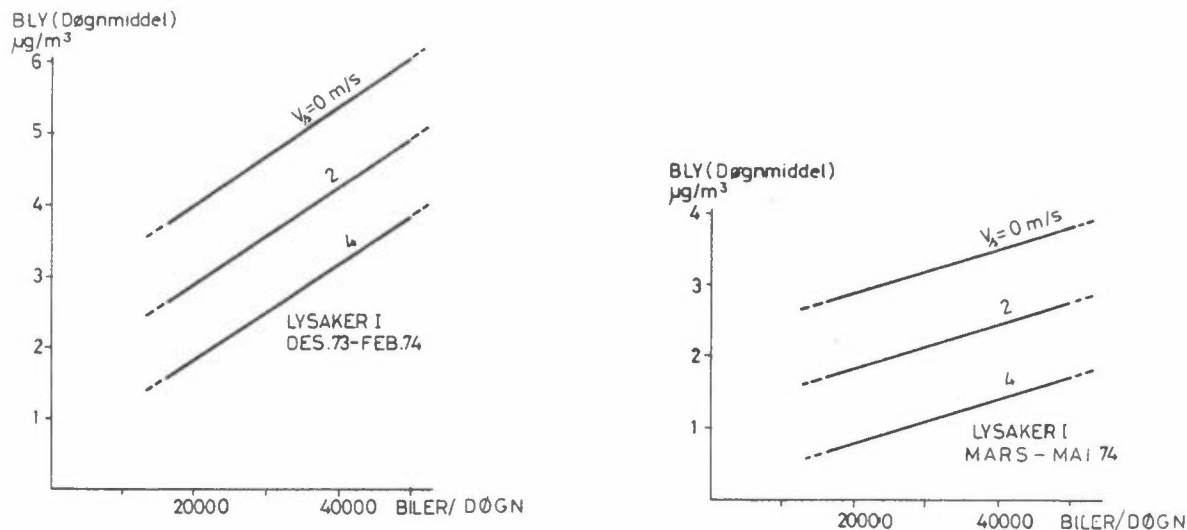
Den lineære regresjonsanalysen kvantifiserer den sammenhengen som er vist i figur 4.2. Regresjonskoeffisientene a, b og c gir forandringen i blykonsentrasjonen ved forandringer i trafikk tetthet (pr 1000 biler/døgn), vindstyrke (pr m/s) og temperaturdifferans (pr $^{\circ}\text{C}$ mellom Tanum og Løxa).

For eksempel i vinterperioden 1973 - 1974 økte blykonsentrasjonen med $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pr 10.000 biler/døgn, den avtok med ca $0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ når vindhastigheten økte med 1 m/s, og økte med $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ når temperaturdifferansen Tanum - Løxa økte med $+1.0^{\circ}\text{C}$.

Koeffisienten i tabellen representerer den beste lineære sammenheng innenfor en variasjon i trafikk tettheten fra ca 15.000 til ca 50.000 biler/døgn. Dette er laveste og høyeste målte trafikk tetthet. Sammenhengen gjelder ikke vesentlig utenfor dette området og kan ikke ekstrapoleres ned til null trafikk.

Uforklart varians

Ca 45% av variansen i blykonsentrasjonene er uforklart, når alle 3 variable er tatt med i betraktning. Denne skyldes dels usikkerheten i målingene ($\pm 30\%$ for bly), dels at målingene av vind ved Fornebu og temperaturdifferansen mellom Tanum og Løxa ikke er helt representative for forholdene ved Lysaker. Utslipps- og spredningsforhold varierer dessuten betydelig i løpet av hvert døgn på en måte som ikke alltid kommer fram i døgnmiddelverdiene.



Figur 4.3: Statistisk sammenheng (lineær regresjon) mellom bly i svevestøv (døgnmiddelverdier), trafikk-tetthet og vindstyrke, Drammensveien, Lysaker.

Regresjonslinjer

I figur 4.3. har en framstilt sammenhengen mellom bly og trafikk ved gitte vindstyrker. Innflytelsen av ΔT er relativt liten og er ikke tatt med på figuren. Linjene gjelder for $\Delta T = 0$.

Årsakene til forskjellen mellom blykonsentrasjonene i de to periodene er diskutert tidligere (seksjon 3.2.1). Nåværende blytilsetning i bensinen er omtrent som i mars - mai 1974. Linjene for denne perioden kan nå benyttes til å anslå blykonsentrasjoner også om vinteren, som funksjon av trafikk-tetthet og midlere vindstyrke. Om vinteren er det ikke uvanlig med en temperaturdifferans (ΔT) Tanum - Løxa på $+3-4^{\circ}\text{C}$. Ved en slik ΔT vil linjene for vintre etter 1973-74 ligge $0.6 - 0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ over de linjene som er gitt i figur 4.3 for mars - mai. I denne årstid er ΔT sjelden av en slik størrelsesorden at en behøver å ta hensyn til den.

4.3 Sammendrag

Regresjonsanalyse av dataene gir den beste lineære sammenheng mellom forurensningskonsentrasjonene og trafikk tetthet, vindstyrke og vertikal temperaturdifferanse (tilpasning etter minste kvadraters metode).

Analysen er utført for 1- og 3-timers middeler verdier av gasser og svevestøv og for døgnmiddeler verdier av bly i svevestøv.

Regresjonslikningene kan benyttes til å anslå gjennomsnittlige forurensningskonsentrasjoner ved gitte verdier av trafikk tettheten og de meteorologiske parametre. Resultatene er presentert i tabellene 4.1 og 4.2 og i figurene 4.1, 4.2 og 4.3.

Maksimumsverdiene av de enkelte komponenter kan overstige det som linjene antyder med 50 - 100%.

Resultatene viser at det er god sammenheng mellom konsentrasjonen av henholdsvis CO, NO, NO_x og HC (ikke-metan) og trafikk tettheten. Sammenhengen er dårligere mellom henholdsvis NO₂, HC (samlet) og svevestøv og trafikk tettheten. Dette skyldes at trafikken på Drammensveien er hovedkilden til de tre første forurensningskomponenter, mens andre kilder bidrar til konsentrasjonene av de andre komponentene ved veien.

En finner liten eller ingen sammenheng mellom henholdsvis 1-times og 3-timers middeler verdier av forurensningen og de tilgjengelige meteorologiske parametre (vindstyrke 20 m over veien ved Lysaker, temperaturdifferansen Tanum - Løxa).

En regresjonsanalyse hvor man tar også vindretningen med i betraktning kan muligens gi bedre korrelasjoner mellom konsentrasjoner og vindforholdene. NILU arbeider videre med å forbedre beskrivelsen av variasjonene i forurensningskonsentrasjonene med de meteorologiske forhold. Mellom døgnmiddelverdier av bly og de meteorologiske parametre er det imidlertid en statistisk signifikant sammenheng.

En del av variansen i forurensningsmålingene kan ikke forklares av variasjoner i trafikk tetthet og meteorologiske parametre. Den uforklarte variansen kan skyldes målefeil, variasjoner i trafikksammensetningen og kjøreforholdene som påvirker den samlede utslippsmengden, ikke-representative meteorologiske målinger og vindretningens innflytelse. Vindretningen er ikke tatt med i analysen.

5 BILTRAFIKKENS ANDEL AV LUFTFORURENSNINGEN VED DRAMMENSVEIEN

I et byområde er utslipp fra industriprosesser, husoppvarming (olje) og biltrafikk de viktigste kilder til luftforurensning. Ved Drammensveien vil biltrafikken på veien utgjøre den vesentligste kilden til luftforurensninger. De andre kildene vil føre til en "bakgrunnskonsentrasjon" som utslippene fra biltrafikken adderes til.

Regresjonsanalysen gjør det mulig å anslå hvor stort bidraget fra andre kilder er i forhold til biltrafikken på Drammensveien. Tabell 5.1 viser gjennomsnittlige bakgrunnskonsentrasjoner når trafikken er liten (basert på den lineære regresjonsanalysen), samt middelkonsentrasjoner for hele måleperioden av de enkelte komponenter.

Tabell 5.1: Luftforurensningskonsentrasjoner ved Lysaker ved null trafikk, samt middelkonsentrasjoner.

	HØST 1974		VINTER 1975	
	Ved $N_B=0$	Middel	Ved $N_B=0$	Middel
CO	≈ 0 ppm	3.0 ppm	0.6 ppm	6.7 ppm
HC (ikke-metan)	0.1 ppm	0.9 ppm	-	-
NO	0.02 ppm	0.31 ppm	-	-
NO ₂	0.02 ppm	0.05 ppm	0.07 ppm	0.10 ppm
Svevestøv	≈ 20 µg/m ³	81 µg/m ³	≈ 40 µg/m ³	90 µg/m ³

N_B - trafikk tetthet

Nær null trafikk opptrer om natten. Tabellen viser at kilder som er i virksomhet om natten, som boligoppvarming, og industriutslipp, gir små bidrag til CO, HC (ikke-metan) og NO-konsentrasjonene ved Lysaker i forhold til den middelkonsentrasjon over døgnet som skyldes trafikken.

Bakgrunnskonsentrasjonen av NO₂, spesielt om vinteren er betydelig i forhold til middelkonsentrasjonen. Man har da om natten en konsentrasjon (0.07 ppm) som er sammenliknbar med middelkonsentrasjonen over hele døgnet (0.10 ppm). Dette bekrefter at utslipp fra boligoppvarming og annen forbrenning av olje også gir bidrag til NO₂-konsentrasjonen om vinteren.

Svevestøvkonsentrasjonen om natten er ikke ubetydelig. Om høsten utgjør den ca 25% av middelverdien, og om vinteren ca 35%. Denne bakgrunnskonsentrasjon skyldes oppvirvlet støy fra bakken og utslipp fra industri og boligoppvarming. Økningen i bakgrunnskonsentrasjonen fra høsten til vinteren skyldes dårligere spredningsforhold og dels økte utslipp av sot fra oljeforbrenning.

En har ikke korttidsmålinger av bly som kan vise bakgrunnskonsentrasjonen. Blymålinger vel 100 m fra Drammensveien tyder imidlertid på at bakgrunnsverdien ligger i området 0 - 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Biltrafikken på Drammensveien er altså i praksis den eneste kilden til CO, HC (ikke-metan), NO og NO₂-konsentrasjonen ved veien om høsten (gjelder også for vår og sommer), mens andre kilder er vesentlige, når det gjelder svevestøvet og NO₂-konsentrasjoner, spesielt om vinteren.

6 GJENNOMSNIITTLIGE UTSLIPPSTALL FOR TRAFIKKEN PÅ DRAMMENSVEIEN

Estimerte utslippstall for luftforurensningskomponenter fra biltrafikk er gitt i tabell 3 i vedlegg 1. Tallene representerer typisk bykjøring med bensinbiler og er tatt fra en test med gjennomsnittshastighet ca 20 km/t.

Utslippstallene i forhold til utslippet av CO er gitt i tabell 6.1. Tallene representerer vektforholdet mellom de forskjellige komponenter. Her er også gitt tilsvarende tall ved en gjennomsnittlig hastighet på 50 km/t, ved bruk av tabell 3 og figur 1 i vedlegg 1.

En kan anslå gjennomsnittlige utslippstall for trafikken på Drammensveien ved Lysaker ved hjelp av de middelkonsentrasjonene av de enkelte trafikale forurensningskomponenter en har målt ved veien. I tabellen er gjengitt middelkonsentrasjonene målt ved stasjon Lysaker T, gitt i forhold til middelkonsentrasjonen av CO. En har beregnet forholdstallene for de to periodene høst og vinter.

Utslippstallene basert på målte forurensningskonsentrasjoner ved veien adskiller seg en del fra de tall som er basert på måling av utslipp ved forskjellige middelhastigheter. Uoverensstemmelsene kan skyldes flere faktorer.

Tabell 6.1: Utslippstall for trafikale forurensninger i forhold til utslippet av CO.

Utslippstall i forhold til utslippet av CO. (Vektforholdet)	Basert på måling av utslipp (bensinmotorer)		Basert på måling av forurensningskons. Lysaker T	
	20 km/t	50 km/t	Høst 1974	Vinter 1975
$\frac{HC}{CO}$ (ikke-metan)	0.09	0.1	0.18	-
$\frac{NO_x \text{ (som } NO_2)}{CO}$	0.05	0.09	0.19	-
$\frac{Bly}{CO}$	$0.9 \cdot 10^{-3}$	$1.2 \cdot 10^{-3}$	$0.5 \cdot 10^{-3**}$	$0.27 \cdot 10^{-3}$
$\frac{Sot}{CO}$	$4 \cdot 10^{-3*}$	-	$26 \cdot 10^{-3}$	$15 \cdot 10^{-3}$

* Basert på et sotutslipp på 0.2% av bensinens vekt.

** Basert på målinger ved Lysaker I. (Disse er multiplisert med 0.7 på grunn av skjermingseffekten ved Lysaker I.)

HC/CO Biltrafikken er hovedkilden til ikke-metan HC og CO ved veien. En skulle derfor vente at målinger ved veien skulle gi nær det riktige forholdet mellom disse gassene i utslippet. Forholdet (0.18) er imidlertid vesentlig høyere enn det en har fra målinger av utslipp i laboratorietester, både ved 20 km/t og 50 km/t (ca 0.1). Målingene ble utført på bensinbiler. Dieserbiler har et vesentlig høyere utslipp av HC i forhold til CO (se tabell 1 i vedlegg 1). En vil derfor vente at en ved Lysaker, hvor en del av trafikken består av dieserbiler, vil ha et forholdstall mellom HC og CO som er høyere enn 0.1.

NO_x/CO Også her er forholdet basert på forurensningsmålingene (0.19) vesentlig høyere enn fra utslippsmålinger av bensinbiler. Igjen er utslippet av NO fra dieserbiler vesentlig større i forhold til CO enn tilfellet er for bensinbiler. Forholdstallet 0.19 reflekterer da at en del av trafikken ved Lysaker består av dieserbiler. Om høsten er utslipp fra biltrafikken den vesentligste kilde til nitrogenoksyder ved veien.

Bly/CO Biltrafikken er den vesentligste kilde til begge disse komponenter. Begge komponenter er målt både høst og vinter. En finner at forholdstallet mellom de målte konsentrasjoner av bly og CO er lavere enn de som er gitt for utslippet. Dette skyldes sannsynligvis (som det ble antydnet i vedlegg 1, seksjon 2.2) at ved lave hastigheter vil blyet akkumuleres i avgassystemet for så å bli blåst ut på strekninger med høyere hastighet. Lysaker er en sone med relativt lav hastighet.

Forholdet mellom målte verdier er om vinteren ca halvparten av det en finner om høsten. Dette skyldes og at CO-utslippet om vinteren øker i forhold til blyutslippet, på grunn av kald motor, choke etc. (se seksjon 3.2).

Sot/CO Forholdet mellom sot og CO ved veien er vesentlig høyere enn det en skulle vente fra utslippstallene. Årsaken ligger i at utslippet av sot fra biltrafikken ikke er den viktigste kilde til svevestøv ved veien. Veistøvet er den vesentligste kilden.

Tallene i høyre del av tabell 6.1 kan brukes direkte til å anslå det midlere utslippet av de ulike komponenter i forhold til CO-utslippet. På grunn av at utslippet av de enkelte komponenter vil variere med årstiden (se seksjon 4.2), får man forskjellige utslippstall for høst (kan også brukes for vår og sommer) og vinter. Tallene kan også inngå direkte i beregninger av forurensningskonsentrasjonen ved veien der en bruker tilgjengelige beregningsmetoder for sammenhengen mellom utslipp, spredningsforhold og konsentrasjoner.

REFERANSER

- (1) Walde, N. et al. Bilavgasgruppens undersøkingar av gatuluft. Del II. Tabeller och diagram. AB Atomenergi, TPM-Bil-60-11, Oktober 1970, Sverige.