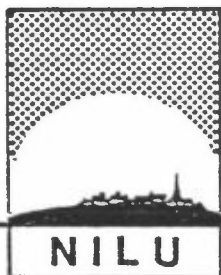


NILU
Oppdragsrapport nr 38/72
Referanse: EO 021069
Dato: Mai 1972

MÅLINGER AV BLY OG CARBONMONOKSYD
I LUFTEN I TRAFIKKERTE GATER

av

K. E. Thrane



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

POSTBOKS 130 - 2001 LILLESTRØM

NILU
Oppdragsrapport nr 38/72
Referanse: EO 021069
Dato: Mai 1972

MÅLINGER AV BLY OG CARBONMONOKSYD
I LUFTEN I TRAFIKKERTE GATER

av

K. E. Thrane

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
Postboks 15, 2007 Kjeller
Norge

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
1	<u>INNLEDNING</u> 2
1.1	<u>Oversikt over målingene</u> 2
1.2	<u>Kilder for forurensning av bly og carbonmonoksyd i gateluft</u> 3
1.3	<u>En kort oversikt over måleresultater og grenseverdier</u> 4
2	<u>METODIKK</u> 5
2.1	<u>Plassering av målestasjon og prøvetaker</u> 5
2.2	<u>Meteorologiske observasjoner. Trafikktelling</u> 5
2.3	<u>Beskrivelse av apparatur for prøvetaking av av bly. Analysemetode for bly</u> 6
2.4	<u>Beskrivelse av apparatur for måling av carbonmonoksyd</u> 7
3	<u>BESKRIVELSE AV MÅLESTEDER. RESULTATER AV MÅLINGENE</u> 8
3.1	<u>Oslo</u> 8
3.1.1	<u>Henrik Ibsensgate/Torggaten</u> 9
3.1.2	<u>Schweigaardsgate/Grønlandsleiret</u> 14
3.2	<u>Bergen</u> 19
3.2.1	<u>Danmarksplass</u> 20
3.2.2	<u>Nygårdsgate</u> 23
3.2.3	<u>Bjørnsonsgate</u> 24
3.3	<u>Larvik</u> 25
4	<u>SAMMENDRAG OG DISKUSJON</u> 30
5	<u>TABELL OVER MIDDELVERDIER OG STANDARDAVVIK</u> 32
6	<u>LITTERATURLISTE</u> 34

1 INNLEDNING

1.1 Oversikt over målingene

NILU har etter oppdrag fra Helsedirektoratet foretatt målinger av bly (Pb) og carbonmonoksyd (CO) i luften i trafikkerte gater i tre norske byer. Hensikten var å undersøke nivået av luftforurensninger fra biltrafikk i Norge. Målingene skulle tas på flere steder i hver by og på en tid da folk ferdes ute, dvs om dagen. Det var også viktig at det ble målt i flere forskjellige nivåer over bakken.

Oslo, Bergen og Larvik ble valgt ut, og målingene ble foretatt på 2 - 3 forskjellige steder med forholdsvis stor trafikk i hver by.

Planen var å starte målinger av både bly og carbonmonoksyd vinteren 1970/71. Leveringstiden for instrumentet for måling av carbonmonoksyd ble imidlertid forlenget, og målingene ble startet ved bare å samle luftprøver for bly-analyser.

Disse prøvene ble tatt i Oslo (Henrik Ibsensgate/Torggaten) i desember 1970 og i januar 1971 og i Bergen (Danmarks plass, Nygårdsgate og Bjørnsonsgate) i mars 1971.

I begynnelsen av april hadde det lyktes å få leid et instrument for måling av carbonmonoksyd i luft i noen uker.

De første paralelle målinger av bly og carbonmonoksyd ble gjort i Oslo i krysset Schweigaardsgate/Grønlandsleiret, (det ble opplyst fra trafikpolitiet at dette var et av de mest trafikkerte kryss i byen). Disse målingene ble foretatt den 2/4 1971 og dessuten dagene fra og med 14/4 til og med 17/4 1971. Fra og med 19/4 til og med 22/4 ble det målt i Larvik (E-18). I Bergen ble det målt fra og med 27/4 til og med 29/4 1971. (Danmarks plass, Nygårdsgate).

1.2 Kilder for forurensning av bly (Pb) og carbonmonoksyd (CO) i gateluft

En regner med at både bly og carbonmonoksyd i gateluft skriver seg fra forbrenning av bensin i bilmotoren. En del carbonmonoksyd kommer fra boligoppvarming og industriutslipp, men dette slippes ut over tak og har derfor forholdsvis liten betydning for forurensningene av carbonmonoksyd i gatene.

Ved fullstendig forbrenning av bensin ville en få carbondioksyd og vanndamp som inngår som en naturlig del av vår atmosfære. Ved ufullstendig forbrenning blir det frigjort blant annet uforbrente hydrocarboner, nitrogenoksyder og carbonmonoksyd. Carbonmonoksyd er en giftig, luktfri gass som ved atmosfæriske betingelser er meget bestandig. Halveringstiden for carbonmonoksyd i luft ved normal temperatur og trykk har vært diskutert, men er sannsynligvis fra 5 måneder til 2 år.

For Tyskland og USA var det beregnede utslipp av carbonmonoksyd fra biler i 1969 henholdsvis 62,5% og 64,7% av det totale carbonmonoksyd-utslipp. Carbonmonoksyd fra boligoppvarming og industri i 1969 var i Tyskland anslått til 31,8% og i USA til 9,1% av det totale. I Norge hvor en stor del av boligoppvarmingen skjer med elektrisitet, har vi forholdsvis lite carbonmonoksyd fra fyring.

Bly tilsettes bensinen som tetrametyl- og tetraetylbly i et brom- og klorholdig organisk løsningsmiddel, og kommer ut sammen med eksosen som blyoksyd og blyhalogenider. En liten del (5 - 10%) av den totale blykonsentrasjon er alkylbly (1). Alkylbly er en flyktig forbindelse, og vil lett opptas av organismen. Blyoksyder og blyhalogenider fra bileksos under vanlig kjøring forekommer i partikler hvor 62 - 80% er mindre enn 2μ (2) og av disse er ca $3/4$ mindre enn $0,3\mu$. Partikler av denne størrelse holder seg lenge svevende og avleires lett i de nedre åndedrettsorganene.

1.3 En kort oversikt over måleresultater og grenseverdier for bly og carbonmonoksyd i andre land

Blykonsentrasjonen i luft varierer med befolkningstetthet og trafikk.

Konsentrasjoner på $0.001 \mu\text{g Pb/m}^3$ i luftprøver tatt over Stillehavet (3) er de laveste en kjenner fra den nordlige halvkules tempererte sone. Målinger foretatt i Thule i Alaska, viste at middelkonsentrasjonen der var lavere enn $0.01 \mu\text{g Pb/m}^3$, mens en antar at konsentrasjonen ved motorveier kan komme opp i over $50 \mu\text{g Pb/m}^3$ (4). Den høyeste konsentrasjon som er målt i trafikkerte gater i en by er $42,4 \mu\text{g Pb/m}^3$ i Los Angeles (1). I byer med innbyggertall på over 2,5 millioner som f eks Los Angeles, finner en en middelkonsentrasjon på $5 \mu\text{g/m}^3$ (5). For andre byer med over 2 millioner innbyggere er tallet $2,5 \mu\text{g/m}^3$. I byer med mindre enn 1 million er middelkonsentrasjonen omkring $2 \mu\text{g/m}^3$, og i byer med mindre enn 100 000 innbyggere er middelkonsentrasjonen ca $1,7 \mu\text{g/m}^3$. En regner med at middelkonsentrasjonene av bly i tettbygde strøk øker med 5% pr år (5).

Grenseverdier for blykonsentrasjoner i luft er i Montana og Pennsylvania, USA, satt til $5 \mu\text{g/m}^3$ midlet over 30 dager (4). I USSR er det maksimale tillatte døgnmiddel $0,7 \mu\text{g/m}^3$ (6).

Bakgrunnskonsentrasjonen for carbonmonoksyd i atmosfæren er beregnet til å ligge i området fra 0.01 til 0.2 ppm (7), og målinger har vist at dette stemmer. En finner en middelverdi på ca 0.1 ppm (8 - 10). Laveste konsentrasjon målt over den nordlige del av Stillehavet er 0.025 ppm og over den sydlige del 0.020 ppm (11).

De største konsentrasjoner av carbonmonoksyd finner en i trafikkerte gater i "rush-tiden". Den høyeste målte verdi av carbonmonoksyd i gateluft som er oppgitt i litteraturen er 360 ppm (12). Årsmiddel for en rekke storbyer for året 1965 er satt opp i følgende tabell (13):

Frankfurt/M	10 ppm
Chicago	12 "
Los Angeles	11 "
Philadelphia	7 "
Cincinnati	6 "
St Louis	6 "
Washington D.C.	6 "
San Fransisco	5 "

I USA har Environmental Protection Agency utstedt følgende normer for carbonmonoksyd i luft:

Middelverdi over 8 timer = 9 ppm
" " 1 " = 35 "

I USSR er middelverdien over 24 timer = 1 ppm.

I Tyskland har en fremmet følgende forslag til normer for konsentrasjonen av carbonmonoksyd i luft:

Middelverdi over 24 timer = 8 ppm
" " 8 " = 16 "
" " 1 " = 80 "

2 METODIKK

2.1 Plassering av målestasjon og prøvetaker

Det ble brukt en mobil målestasjon (VW-buss innredet med instrumenter og utstyr for måling av luftforurensninger). Stasjonen ble parkert ved målestedet om morgenen og stod som regel på ett sted hele dagen. For ikke å være til hinder for trafikken ble den plassert på fortauet, og inntaket for luftprøvene ble montert ut mot gaten.

Det ble tatt prøver fra 1 meter, 2 meter og 5 meter over bakken. Prøvene ble tatt i én høyde av gangen, men høyden ble skiftet så ofte at en regnet med å få prøver fra alle høyder ved forskjellig trafikk tetthet og værforhold. Det hadde vært ønskelig med målinger på begge sider av gaten, men i praksis var det vanskelig å gjennomføre uten å være til hinder for biltrafikken eller for gående. Målingene ble foretatt i nærheten av gatekryss.

2.2 Meteorologiske observasjoner. Måling av trafikk tetthet

Luft-temperaturen ble målt med et termometer (inndeling $1/5^{\circ}\text{C}$) som var montert utenfor målestasjonen. Den ble notert ved start og stopp for hver luftprøve.

Vindstyrken ble målt ved hjelp av en håndvindmåler (Fuess) som stod på taket av målestasjonen. Vindstyrken ble avlest hver halvtime. Vindretning over hustak ble notert hver halvtime. Været under prøvetakingen ble kort beskrevet. Trafikktettheten ble målt ved å legge ut en trafikk-teller tvers over gaten fra det stedet målestasjonen var plassert. Trafikktettheten ble målt som antall biler pr 10 minutter, men er her oppgitt i antall biler som har passert pr time.

2.3 Beskrivelse av apparatur for prøvetaking av bly. Analysemetode for bly

Partikulært bly ble samlet opp ved å suge 2000 liter luft gjennom et filter. Luftmengden ble målt med gassur.

Til å begynne med ble det brukt en "high volume sampler" (Gelman), men den viste seg å være uhensiktsmessig og ble senere skiftet ut med en Alfa-Laval-melkemaskin. En "high volume sampler" av den type vi først brukte hadde en kapasitet på 70 liter/minutt, mens melkemaskinens kapasitet var ca 200 liter/minutt, begge med samme belastning (membranfilter med porestørrelse 0,8 μ).

Pumpen, gassuret og filterholderen var montert inne i målestasjonen. Luften ble suget inn gjennom en slange med diameter 2,5 cm. Slangen var festet til en mast og høyden for inntaket kunne varieres. Inntaket besto av en trakt (diameter 9,5 cm) som vendte nedover.

Følgende filtertyper ble prøvet:

Papirfilter Whatman nr 1

Membranfilter Millipore, 0,8 μ , med glassfiberunderlag

Membranfilter Gelman, Acropore AN-800, 0,8 μ

Glassfiberfilter, som er anbefalt flere steder i litteraturen for oppsamling av partikulære forurensninger, egnet seg ikke for analyse ved røntgenfluorescens.

Papirfilteret holdt ikke tilbake partikler av den størrelse som avsettes i åndedrettsorganene. Millipore-filterne var sprø og meget vanskelig å håndtere under prøvetakingen. Gelman-filterne som er nylonforsterkede PVC-filtere, egnet seg best både for prøvetaking og for den videre analyse. Gjennomsnittlig pore-

størrelse var oppgitt til $0,8\mu$, men forsøk har vist at membranfiltere av denne type holder tilbake partikler med langt mindre diameter (14 - 15).

Ca 3/4 av membran-filterne som ble brukt var fra en og samme "batch", resten var fra den etterfølgende. Diameter av eksponert filterflate var 8 cm. Filteret ble analysert med hensyn på bly ved hjelp av røntgenfluorescens-spektroskopi utført ved Institutt for Atomenergi. Resultatene som kom frem har vist seg å være noe usikre. (Detaljert notat om analyse av bly på filter foreligger ved NILU).

Analyseresultatene er likevel brukt i denne rapporten for å anslå nivået av bly-forurensninger i gateluft. Det kan nevnes at nedre grense (terskelverdien) for analysen av bly på filtere var meget usikker (den varierte fra $0.06 \mu\text{g Pb/cm}^2$ til $0.15 \mu\text{g Pb/cm}^2$).

2.4 Beskrivelse av apparatur for måling av carbonmonoksyd

Til disse målingene ble det brukt et instrument basert på infrarød spektroskopi, (UNOR 2, Maihak, Vest-Tyskland). Instrumentet ble plassert i bilen med inntaket festet til en mast utenpå bilen som for bly-målingene. Trakten ved inntaket hadde en diameter på 8 cm, og slangen en diameter på 0,5 cm.

Luften ble først ledet gjennom kalsiumklorid (CaCl_2) for å fjerne fuktighet og deretter gjennom natron-asbest for å ta bort carbondioksyd (CO_2) (både H_2O og CO_2 absorberer infrarødt lys i samme område som CO, og må derfor fjernes). Partikler forstyrrer også målingene, og disse ble holdt tilbake av et glassfiberfilter som sitter foran inntaket til selve instrumentet. Instrumentet var koblet til en punkt-skriver og resultatet kunne leses av direkte i ppm, (parts pr million). (Ved 25°C , 760 mm Hg: 1 ppm CO = $1,145 \text{ mg CO/m}^3$).

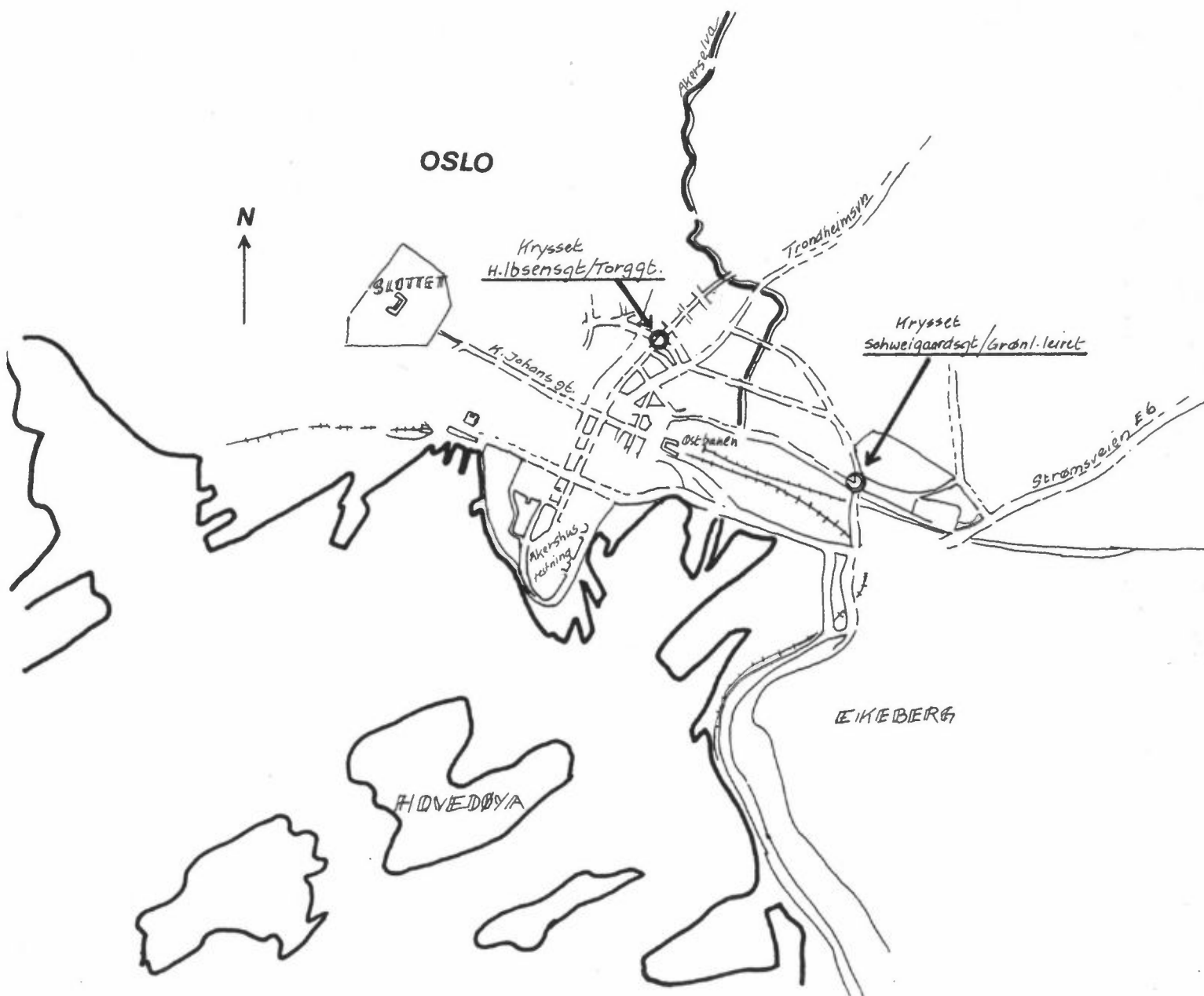
Verdiene ble avlest som middelkonsentrasjoner over 10 minutter for å få samme tidsintervall som for blymålingene.

Usikkerheten ved målingene av carbonmonoksyd er mindre enn for blymålingene, instrumentet er oppgitt å ha en målefeil på $\pm 2\%$ og en feil i kalibreringsgassen på $\pm 5\%$ på fullt utslag. Avlesningsfeil (ca 2 ppm) kommer i tillegg.

3 BESKRIVELSE AV MÅLESTEDER. RESULTATER AV MÅLINGENE PÅ HVERT STED

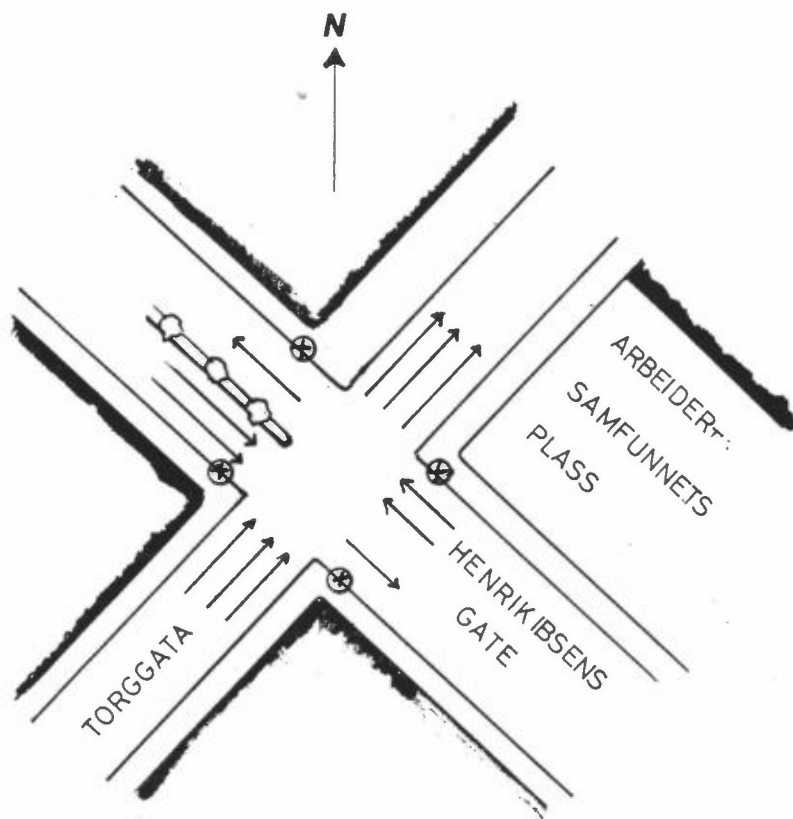
3.1 Oslo

Målingene i Oslo er foretatt i krysset Henrik Ibsensgate/Torggaten i desember 1970 og januar 1971, samt i Schweigaardsgate/Grønlandsleiret i april 1971, se kart nedenfor. I desember og januar ble det bare tatt luftprøver for analyse av bly, mens det i april også ble målt carbonmonoksyd.



3.1.1 Henrik Ibsensgate/Torggaten

Krysset er lysregulert med jevn trafikk hele ettermiddagen. Henrik Ibsensgate er smal ovenfor krysset og det står trær midt etter gaten. Bygningene er høye (3 - 5 etasjer). Det samme gjelder Torggaten vest for krysset. Øst for krysset er en stor åpen parkeringsplass, og en skulle kunne vente en viss grad av utlufting på grunn av denne. Prøvene er tatt fra alle fire hjørner i krysset, se skisse nedenfor.



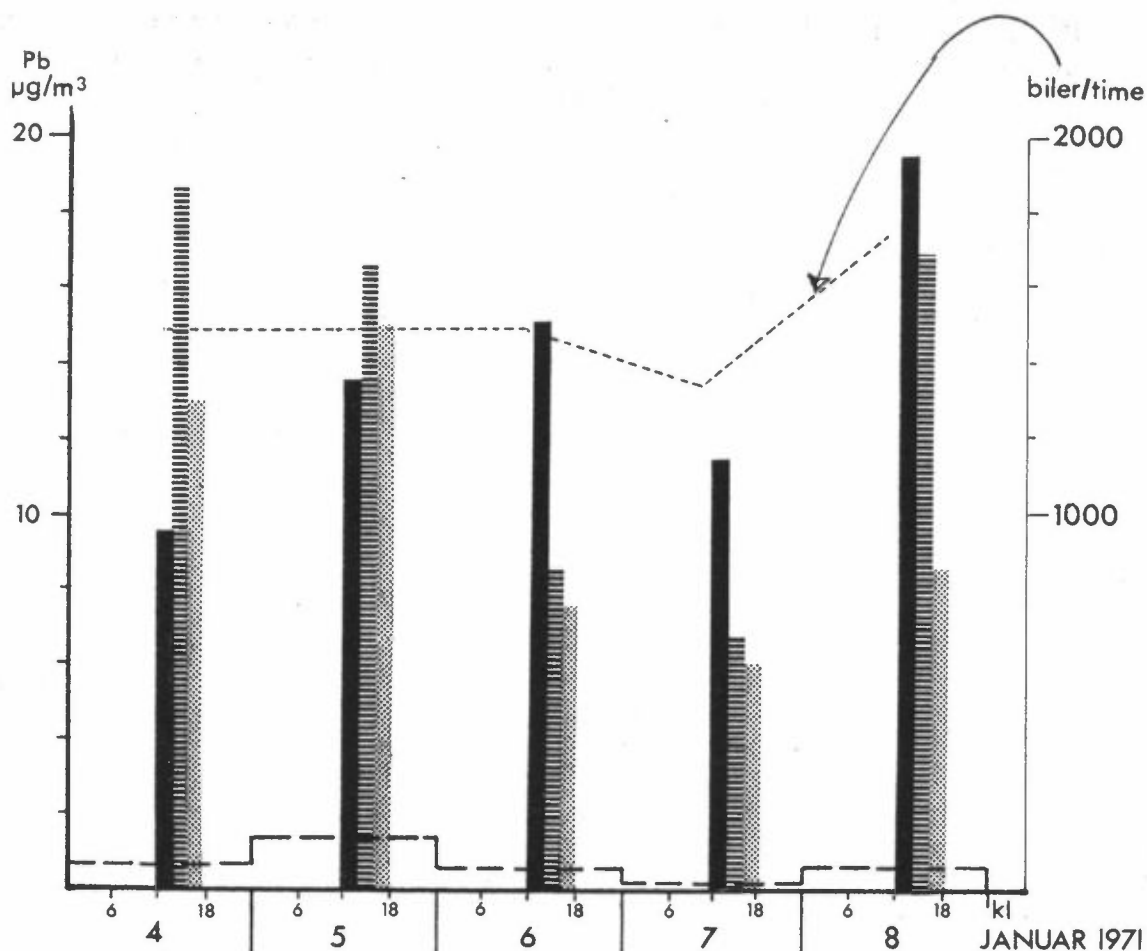
I tabell 1 finner en middelverdiene av målingene pr dag i tiden 4/1 til 8/1 1971 fra krysset Henrik Ibsensgate/Torggaten i ettermiddagstrafikken (kl 1300-1700). Middelverdier av temperatur, vindstyrke og trafikktetthet målt i dette krysset er tatt med. I denne tabellen er det også satt opp resultater fra analyse av døgnprøver som ble tatt i Heimdalsgate og Kingosgate i samme tidsrom.

		Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag
		4/1	5/1	6/1	7/1	8/1
Temperatur	°C	-0.3	-4.0	-10.6	0.1	7.3
Vindstyrke	m/s	0.5	0.5	1.0	0.7	0.6
Værbeskrivelse	-	Tåke- dis	Tåke- dis sol	Tåke- dis sol	Tåke- dis snø sludd	Tåke- dis sol
Trafikktetthet	biler/h	1472	1483	1484	1342	1738
Heimdalsgaten (døgnprøver)	4,5 m $\mu\text{g Pb/m}^3$	0.8	1.1	0.7	0.2	0.5
Kingosgate (døgnprøver)	2,5 m "	0.6	1.8	0.4	0.2	0.8
Henrik Ibsens gate/ Torggaten (prøver fra ettermiddags- trafikken)	1 m "	9.5	13.5	15.1	11.4	19.7
	2 m "	18.6	16.6	8.5	6.7	16.8
	5 m "	12.8	14.9	7.5	6.0	8.5

Tabell 1: Pb-målinger fra Oslo for tidsintervallet 4/1 1971 til 8/1 1971. Det er også tatt med midlet av temperatur og vindstyrke i måleperioden (13 - 17) samt trafikktetthet.

Prøvetakeren for Heimdalsgate var plassert ca 4,5 meter over bakken og for Kingosgate 2,5 meter over bakken. Disse tallene gir et inntrykk av bakgrunnsverdiene i Oslo i forhold til de resultater en får ved målinger i ettermiddagstrafikken, men en skal være oppmerksom på at det her var brukt papirfiltere av type Whatman no 1.

I figur 1 er tabell 1 anskueliggjort. Det aritmetiske middel av målingene i Heimdalsgaten og Kingosgate er tegnet inn på figuren.



Figur 1: Den midlere konsentrasjonen i ettermiddagstrafikken i krysset Henrik Ibsensgt/Torggt, døgnet av blykonsentrasjonene i Heimdalsgt og Kingosgt samt trafikk tettheten i krysset Henrik Ibsensgt/Torggt fra 4/1 til 8/1 1971.

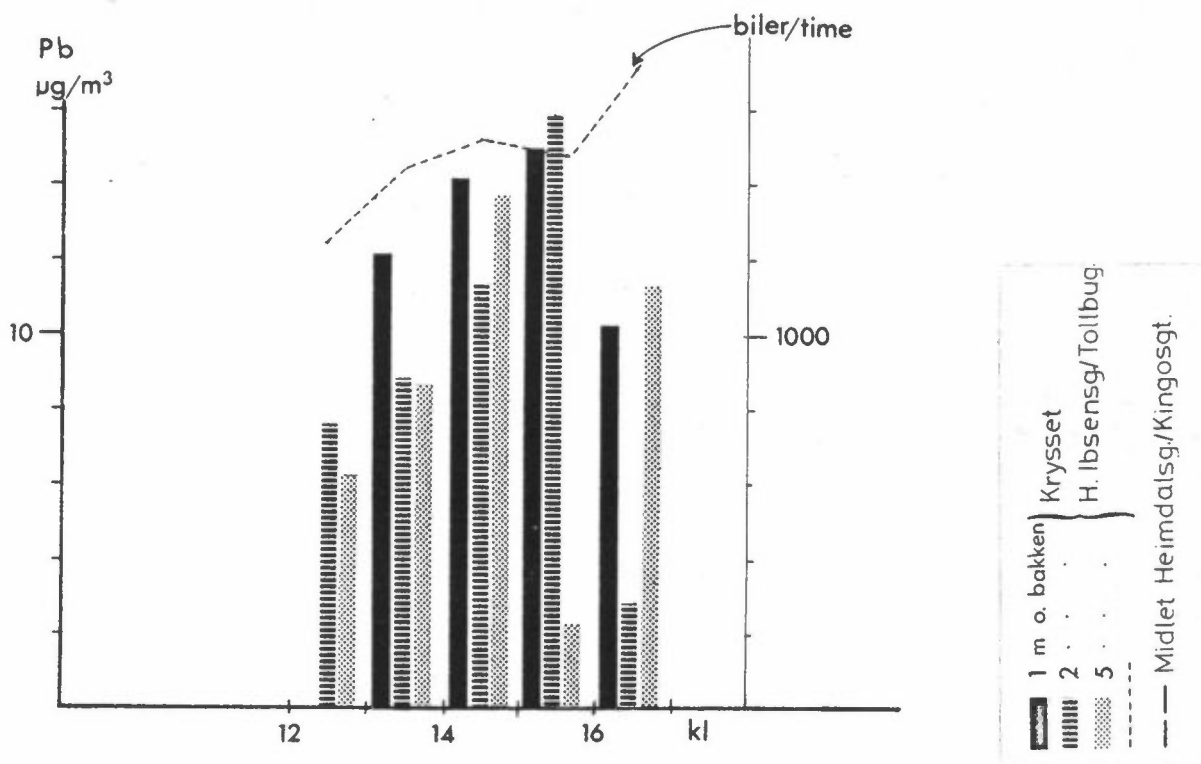
1 m o. bakken
 2 . . .
 5 . . .
 Midlet Heimdalsg./Kingosgt.

} Krysset
 } H. Ibsensg/Tollbug

I tabell 2 finner en timesmidler for blykonsentrasjonen i de forskjellige høyder samt temperatur, vindstyrke og trafikk tetthet.

Figur 2 viser gjennomsnittet av målingene av blykonsentrasjonen og trafikk tettheten pr time i tiden kl 1200 til kl 1700.

I tabell 2 og figur 2 er samtlige målinger av bly tatt med, det vil si målinger fra desember 1970 og fra januar 1971. En må her være oppmerksom på at ca 1/4 av disse prøvene er tatt på papirfiltere. Papirfilterne gav omtrent samme resultat ved lave høyder som membranfilterne, mens en ved luftprøver tatt ved 5 meters høyde fikk lavere blyinnhold på papirfiltere enn på membranfiltere. Dette henger sannsynligvis sammen med at papirfilterne ikke holder tilbake de små partiklene som en finner i denne høyden. Tiden for prøvetakingen var ca 10 minutter for papirfiltere og ca 30 minutter for membranfilterne, luftvolumet var det samme for begge filtertyper (2000 liter).



Figur 2: Gjennomsnitt av blykonsentrasjonen samt trafikk tettheten for hver time i ettermiddagstrafikken i Henrik Ibsensgt/Torggt.

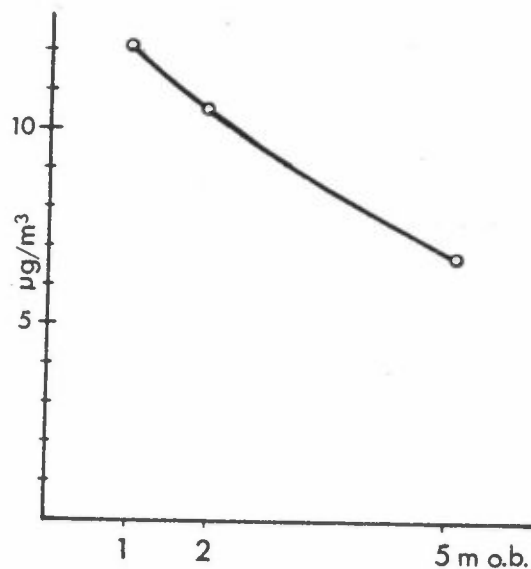
	kl	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17
Temp.	$^{\circ}\text{C}$	- 3.0	- 0.9	- 0.6	+ 0.3	- 0.4
Vindstyrke	m/s	0.6	0.6	0.5	0.8	0.8
Trafikk tetthet	bil/h	1240	1438	1521	1471	1711
Bly i $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 m	-	12.1	14.1	14.9	10.2
	2 m	7.5	8.7	11.3	15.7	(2.7) ¹
	5 m	6.1	8.6	13.6	(2.2) ¹	11.2

¹ Papirfiltere. Alle prøvene er fra samme dag (7/12 1970).

Tabell 2: Timesmidler over samtlige målinger av bly i Henrik Ibsensgt/Torggt. Samt midlet av temperatur, vindstyrke og trafikk tetthet.

Prøvene fra Henrik Ibsensgate/Torggaten viste et høyt innhold av bly i luften i forhold til publiserte verdier (1, 16). Av tabell 1 og figur 1 ser en at 7/1 1971 har laveste konsentrasjoner av bly, både i Kingosgate, Heimdalsgaten og lavest gjennomsnittsverdi for krysset Henrik Ibsensgate/Torggaten. Trafikken er noe lavere enn resten av uken, og det er også den eneste dag i uken hvor det har vært registrert nedbør (Meteorologisk institutt: 7,8 mm).

Figur 3 viser fordelingen av blykonsentrasjonen i luft i forskjellige høyder over bakken. Kurven er kommet frem ved å midle samtlige måleresultater (tabell 13).



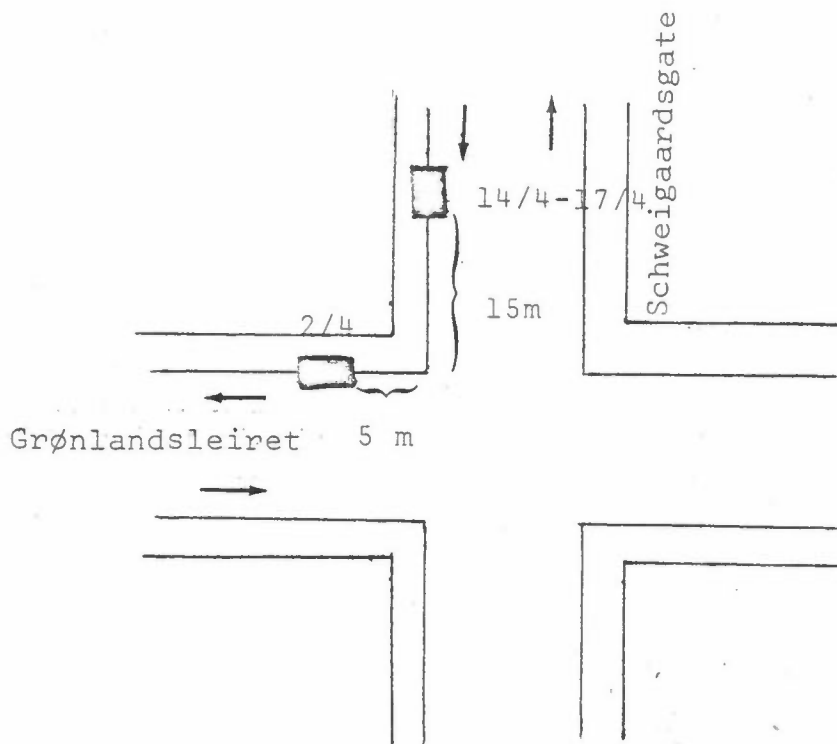
Figur 3 Krysset Henrik Ibsensgt-Torggt, Oslo

Figur 3: Fordelingen av blykonsentrasjonen i luften fra 1 til 5 meter over gatelegemet i krysset Henrik Ibsensgate/Torggaten

3.1.2 Schweigaardsgate/Grønlandsleiret

I dette krysset ble det foretatt målinger av både bly og carbonmonoksyd i april 1971.

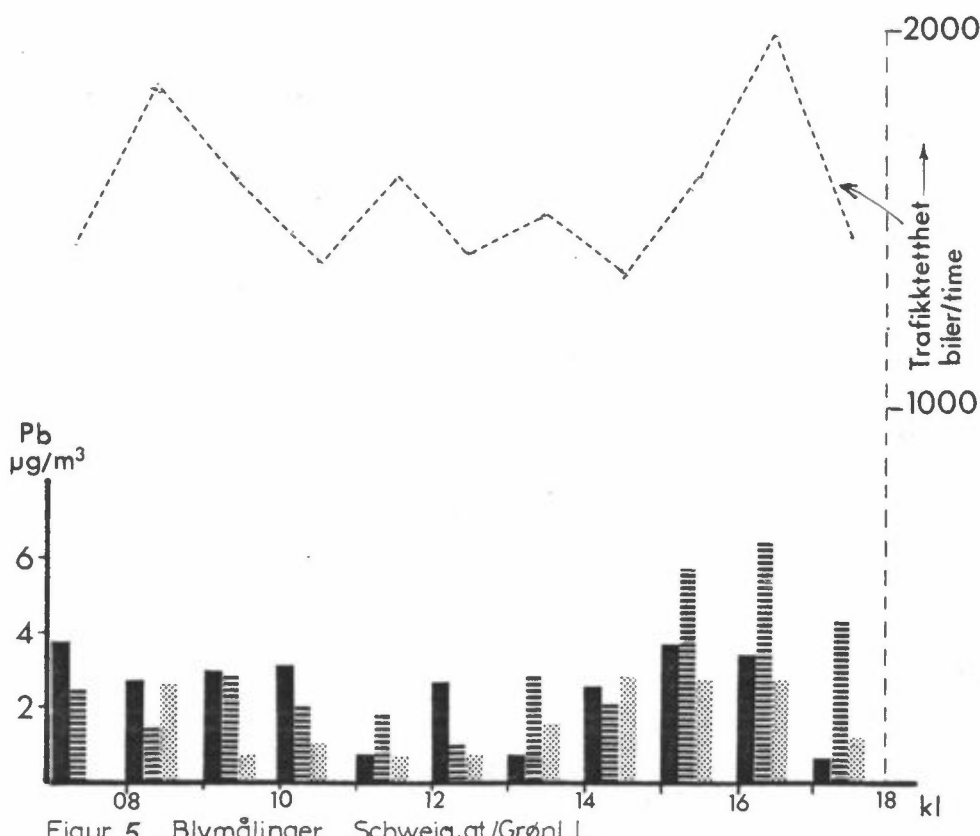
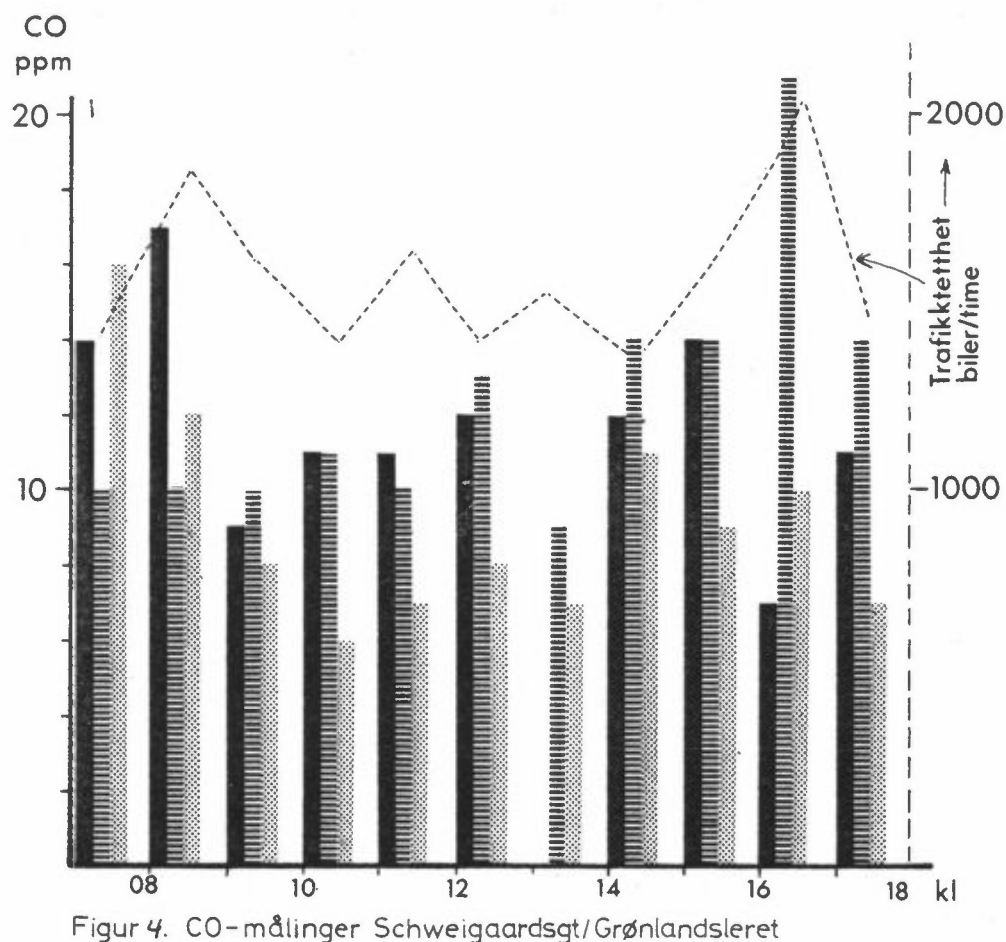
Krysset er omgitt av fire etasjers bygninger på alle sider, og gatene er smale (ca 10 meter). Trafikktettheten er jevn hele dagen, men med et maksimum ca kl 1600 (se figur 4 og 5). Krysset er lysregulert. 2/4 var målestasjonen plassert i Grønlandsleiret, resten av tiden (14/4 - 17/4) stod den i Schweigaardsgate (se skissen).



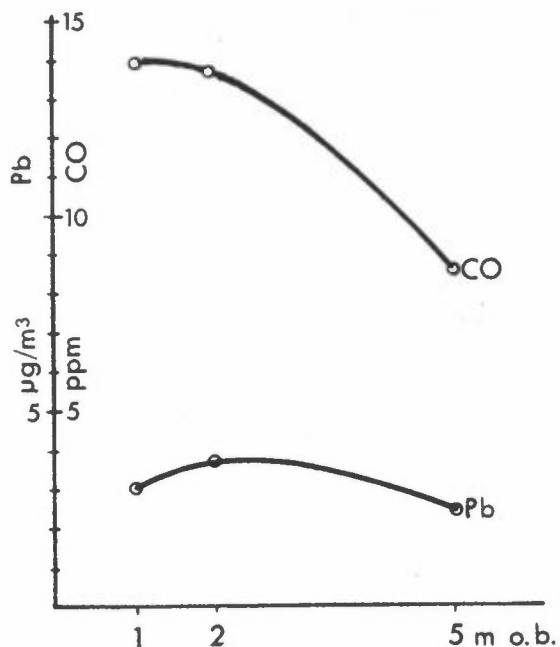
Figur 4 og 5 viser timesmidler av målinger foretatt i krysset, for carbonmonoksyd og bly sammen med trafikktettheten.

Figur 6 viser fordelingen av bly og carbonmonoksyd i forskjellige nivåer over bakken, se tabell 13. Blykonsentrasjonene har for en stor del vært under den målbare terskel og er i de tilfelle satt lik halvparten av terskelen. (En bør derfor ikke legge for stor vekt på disse data).

Som en ser av skissen ovenfor har målestasjonen fra 14/4 til 17/4 vært plassert foran krysset slik at biler som har måttet stoppe for trafikklyset, har blitt stående rett under inntaket for luft-



Gjennomsnitt av carbonomonoksyd-konsentrasjoner og blykonsentrasjoner samt trafikktettheten for hver time fra kl 0700 til 1800, i krysset Schweigaardsgate/Grønlandsleiret.



Figur 6. Krysset Schweigaardsgt.-Grønlandsleiret, Oslo

Fordelingen av blykonsentrasjonen og carbonmonoksydkonsentrasjonen i høyden fra 1 meter til 5 meter over bakken i krysset Schweigaardsgt/Grønlandsleiret. Midlet over samtlige målinger. Se tabell 13.

prøvene. Dette kan være årsaken til at en finner høye verdier for carbonmonoksydkonsentrasjonen i forhold til blykonsentrasjonene, da utslippet av carbonmonoksyd fra bilen er høyere ved tomgang enn under kjøring, mens blyutslippet er lavere. I Sverige har en funnet at utslippet av carbonmonoksyd ved vanlig bykjøring er 46 g/km, og at det slippes ut 0,6 kg bly pr 1000 liter forbrukt bensin (17). Hvis en regner at en under bykjøring bruker noe over 1 liter bensin pr 10 km skulle forholdet mellom carbonmonoksyd og bly i gater bli $\sim 0,7 \times 10^3$. Forholdet mellom målt carbonmonoksyd og bly i dette krysset er for de forskjellige høydene vist i tabell 3:

Høyde over bakken	CO/Pb
1 meter	$5,9 \times 10^3$
2 meter	$4,5 \times 10^3$
5 meter	$4,7 \times 10^3$

Tabell 3

Tabell 4 viser timesmidlene for målingene i krysset Schweigaardsgate/Grønlandsleiret og tabell 5 viser gjennomsnittsverdiene pr dag.

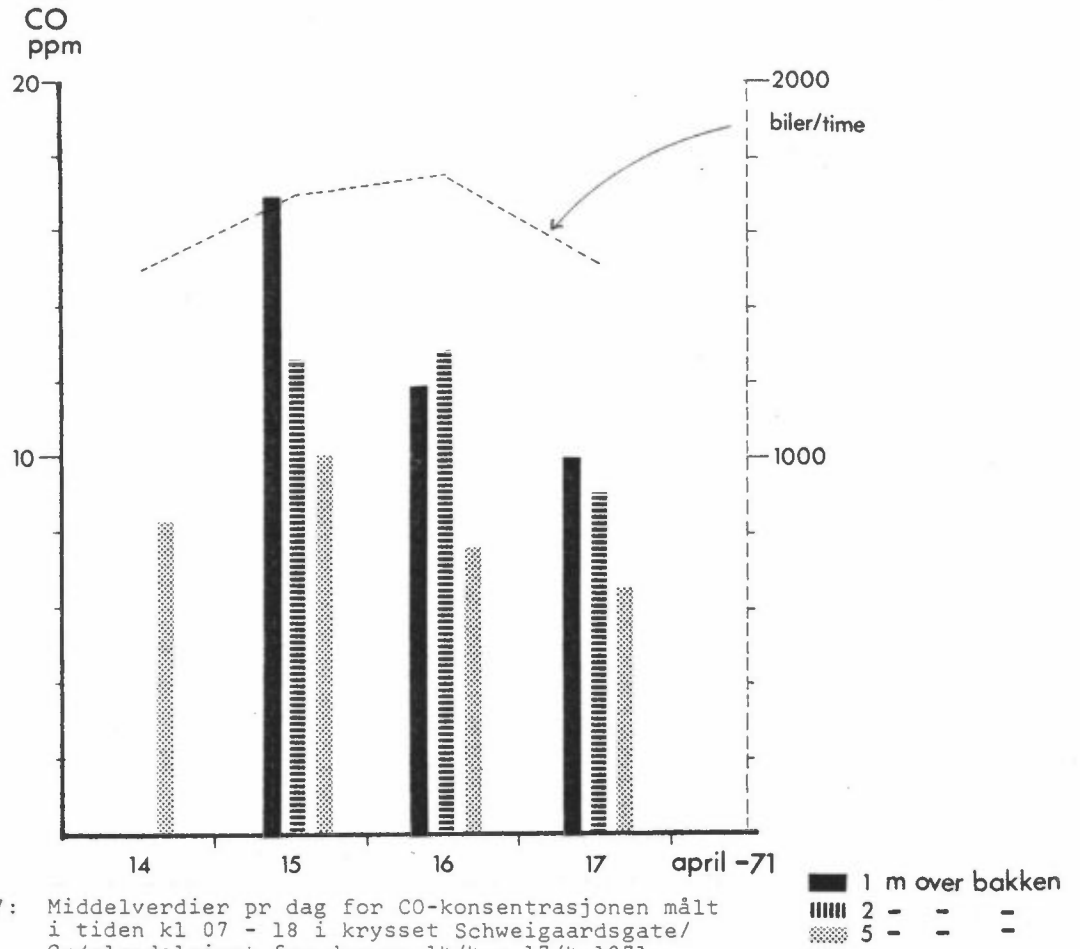
2/4 1971 var trafikken stillestående i lange tider derfor får en her et annet forhold mellom trafikk tetthet og utslipp. I figur 7 og 8 finner en variasjoner fra dag til dag i tidsrommet 14/4 - 17/4 for carbonmonoksyd og bly, samt den gjennomsnittlige trafikk tetthet.

Kl	7 - 8	8 - 9	9 - 10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	
Temperatur °C	6.8	7.4	8.3	8.7	8.8	10.0	9.7	8.6	9.2	9.6	9.0	
Vindstyrke m/s	0.8	0.8	0.8	1.1	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	
Trafikktetthet biler/h	1405	1860	1625	1395	1622	1410	1523	1375	1615	2007	1462	
CO i ppm	1m	14	17	9	11	11	12	-	12	14	7	11
	2m	10	10	10	11	10	13	9	14	14	21	14
	5m	16	12	8	6	7	8	7	11	9	10	7
Pb i µg/m ³	1m	3.7	2.7	2.9	3.0	0.7	2.7	0.7	2.5	3.7	3.4	0.7
	2m	2.5	1.5	2.8	2.0	1.8	1.0	2.8	2.2	5.6	6.4	4.4
	5m	-	2.7	0.7	1.0	0.7	0.7	1.6	2.9	2.8	2.8	1.1

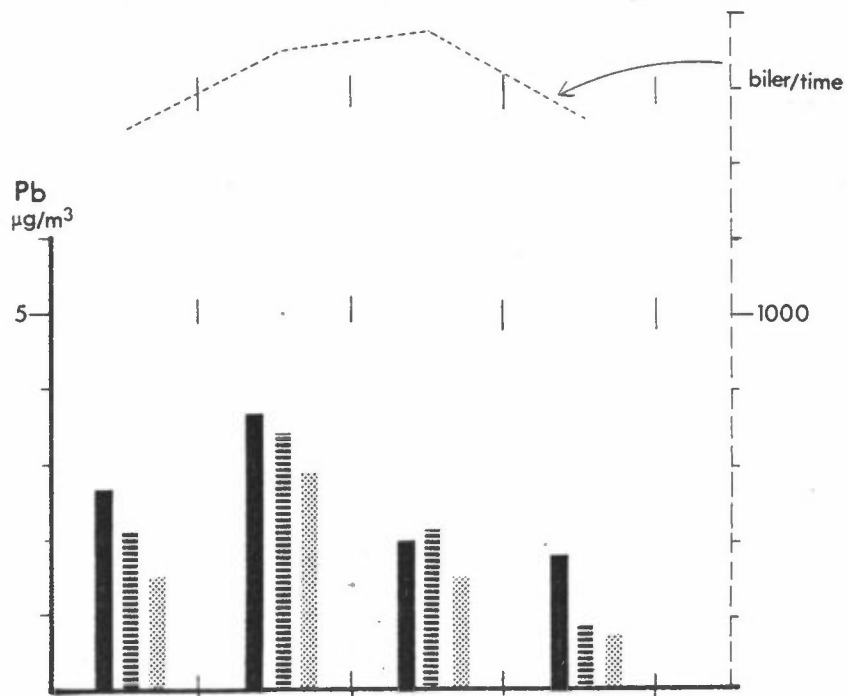
Tabell 4: Oslo - Schweigaardsgate/Grønlandsleiret
 Tabell over middelværdier i timesintervaller for CO og Pb, samt temperatur, vindstyrke og trafikktetthet i tiden kl 07 til kl 18 for datoene 2/4, 14/4, 15/4, 16/4 og 17/4 1971.

Dato		2/4	14/4	15/4	16/4	17/4
Temperatur	°C	7.3	11.0	7.9	8.1	7.9
Vindstyrke	m/s	1.0	1.2	1.0	0.8	1.2
Trafikktetthet	biler/h	1065	1495	1700	1750	1520
Beskrivelse av været		Tåke- dis	Tåke- dis sol	Tåke- dis/ sol	Tåke- dis/ yr	Tåke- dis regn
CO i ppm	1 m	-	-	16.9	11.9	10.0
	2 m	22.9	-	12.5	12.8	8.9
	5 m	15.2	8.3	10.0	7.6	6.5
Pb i µg/m ³	1 m	-	2.7	3.7	2.0	1.8
	2 m	12.0	2.1	3.4	2.1	0.8
	5 m	3.5	1.5	2.9	1.5	0.7

Tabell 5: Tabell over gjennomsnittsverdiene pr dag for målinger i krysset Schweigaardsgate/Grønlandsleiret i april 1971 (kl 07 - 18)



Figur 7: Middelerdier pr dag for CO-konsentrasjonen målt i tiden kl 07 - 18 i krysset Schweigaardsgate/Grønlandsleiret for dagene 14/4 - 17/4 1971

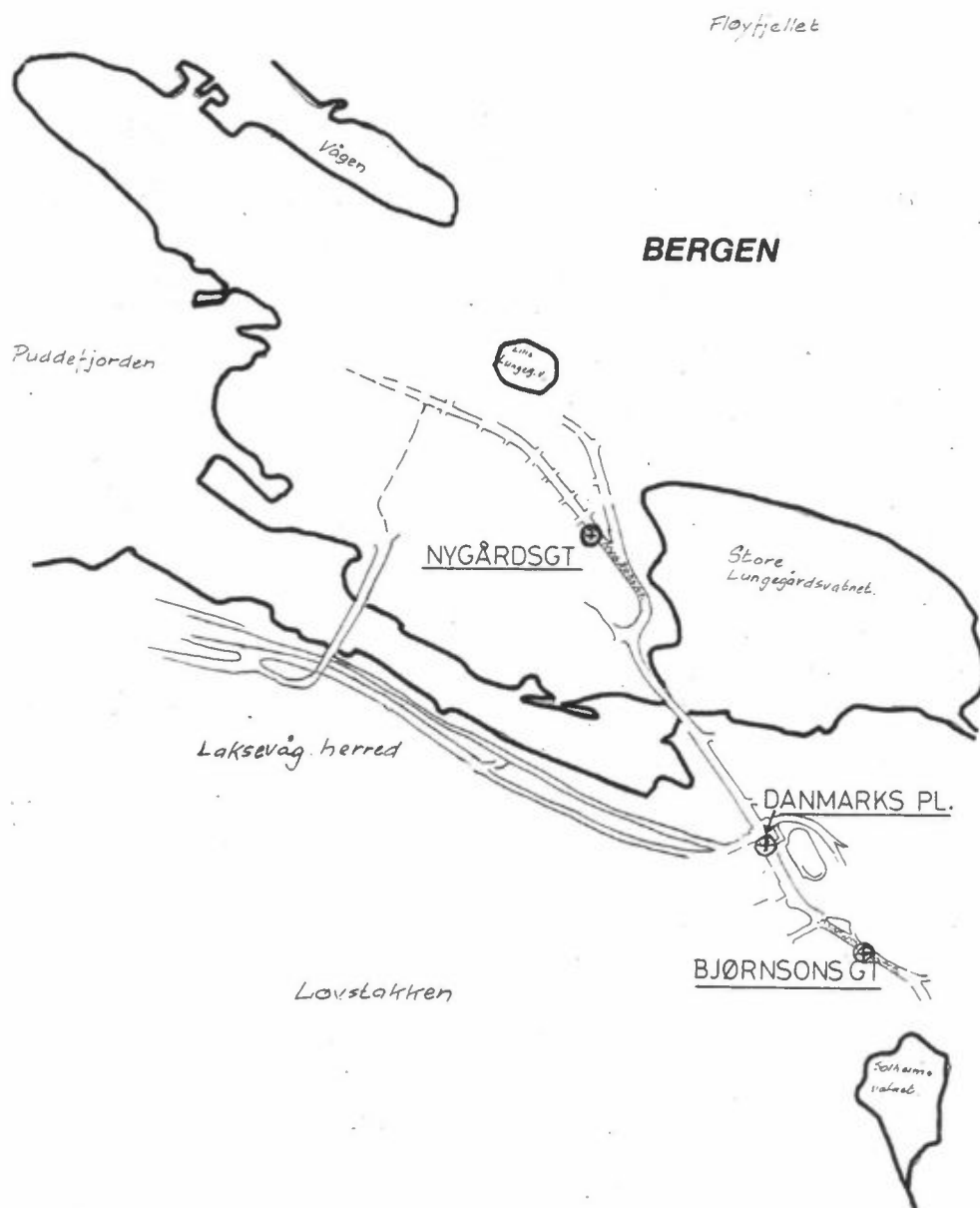


Figur 8. Krysset Schweigaardsgt - Grønlandsleiret

Middelerdier pr dag for Pb-konsentrasjonen målt i tiden kl 07 - 18 for dagene 14/4 - 17/4 1971

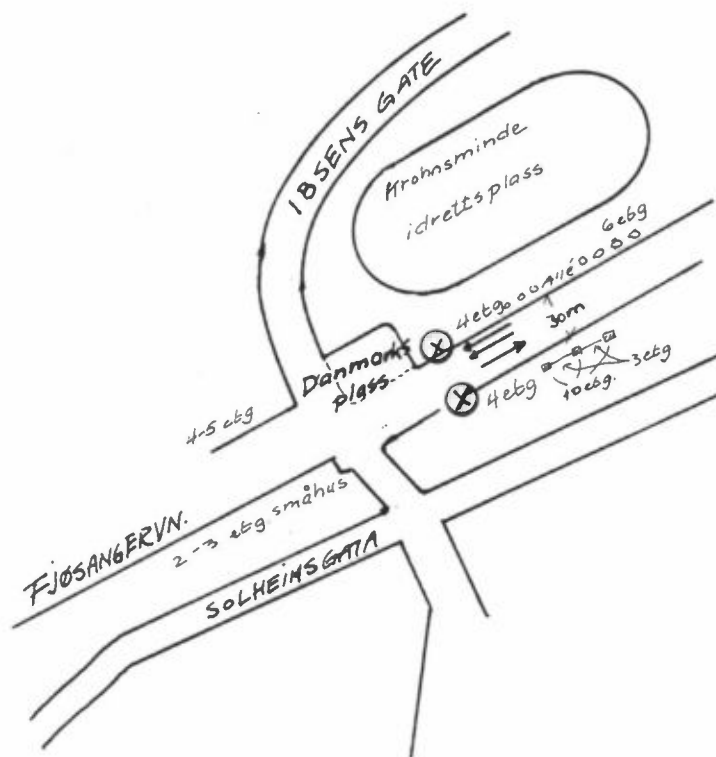
3.2 Bergen

I Bergen ble det foretatt blymålinger både i mars og i april 1971, mens målingene av carbonmonoksyd bare ble foretatt i april. De fleste målingene er fra Danmarks plass og Nygårdsgate, mens noen få blymålinger er gjort i Bjørnsonsgate (se kart). Trafikktettheten i Bergen er høy i forhold til Oslo og Larvik (se tabell 13) og de største konsentrasjoner av bly ble funnet her. En del av luftprøvene var samlet over 30 minutter, mens de øvrige var 10 minutters prøver. Luftvolumet var det samme for alle (2000 liter).



3.2.1 Danmarks plass

Målestasjonen var plassert i Fjøsangerveien sydøst for Danmarks plass (se skissen). Gaten er ca 30 meter bred og krysset er åpent så en skulle kunne regne med god utlufting. Gaten har to kjørebaner i retning mot Danmarks plass og en fra plassen. Som en ser av tabell 6 og figur 9 er blykonsentrasjonen lavere i april enn i mars. Biltettheten i april er noe mindre enn i mars, men det er mulig at en har bedre utlufting over byen i april enn hva en har tidligere på våren. I figur 10 finner en midlere blykonsentrasjoner for hver time ved Danmarks plass fra kl 0700 til kl 2000, samt den gjennomsnittlige trafikk tetthet. I denne figur er data fra mars og april slått sammen. I tabell 7 er gjennomsnittet av målingene for hver dag satt sammen med temperatur, vindstyrke, trafikk tetthet og en kort beskrivelse av været. Den 29/4 er målingene ved 2 meters høyde over bakken gjort tidlig på dagen mens vindstyrken var ca 1,2 m/sek, mens målingene ved 1 meter og 5 meter ble foretatt etter at vinden hadde øket til 3,0 m/sek. Disse verdier er derfor lite sammenlignbare. Tabell 8 viser timesmidlene for samtlige målinger av bly som er foretatt ved Danmarks plass i mars og april 1971.



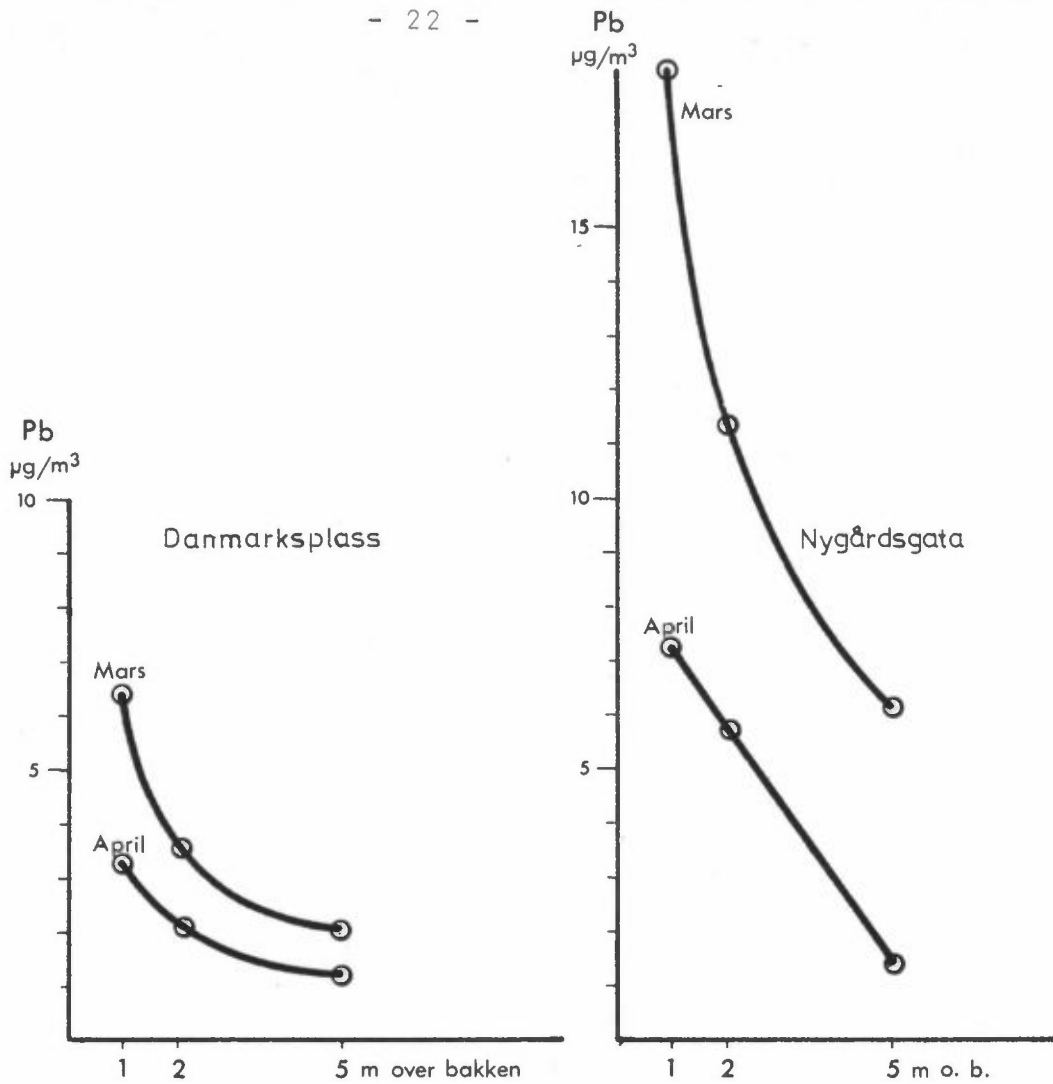
	Måned	Temperatur °C	Vind m/s	Trafikk biler/h	Pb i $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
					1 m	2 m	5 m
Danmarks plass	Mars	5.7	1.3	1450	6.5	3.7	2.1
	April	4.8	1.2	1110	3.3	2.2	1.3
Nygårdsgate	Mars	6.3	1.4	1550	17.8	11.6	6.1
	April	6.5	1.3	690	7.2	5.8	1.5

Tabell 6: Tabell over middelverdier av målinger av bly-konsentrasjonen, temperatur, vindstyrke og trafikk tetthet ved Danmarks plass og Nygårdsgate, Bergen

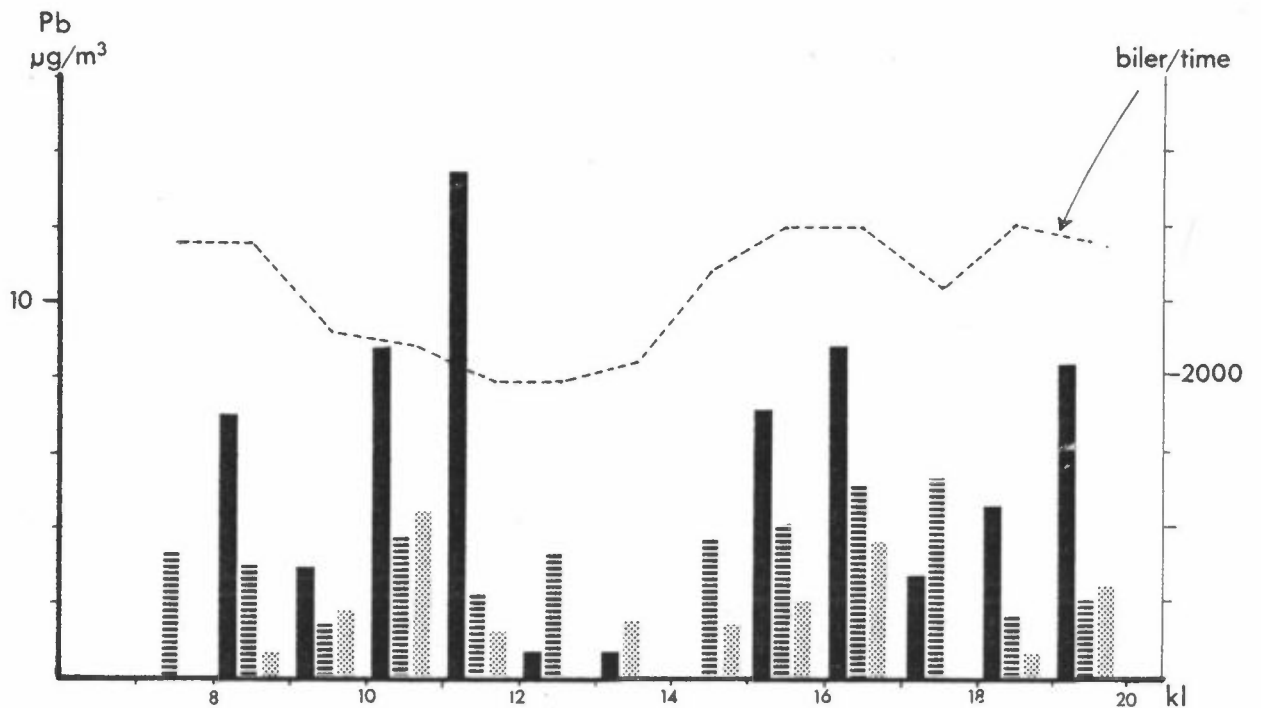
Dato	18/3	19/3	22/3	23/3	24/3	25/3	28/4	29/4	
Værbeskrivelse	Skyet	Skyet regn	delvis skyet	snø	regn	lett skyet	skyet	klart	
Temperatur °C	6.1	6.8	2.2	2.9	4.7	7.7	5.1	6.8	
Vindstyrke m/s	1.5	1.1	1.3	2.4	1.1	1.3	1.1	2.2	
Trafikk tetthet biler/h	1850	2450	3150	3200	2700	3316	2281	2086	
CO i ppm	1 m						10.3	3.6 ¹	
	2 m						10.6	12.3	
	5 m						-	2.0 ¹	
Pb i $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 m	-	8.4	7.6	-	6.5	5.2	3.1	2.5 ¹
	2 m	-	3.9	4.0	3.8	3.6	4.0	2.4	3.1
	5 m	2.8	0.7	2.9	-	2.2	2.0	1.3	1.3 ¹

¹ Vindstyrken ved disse målingene var 3,0 m/s.

Tabell 7: Tabell over middelverdier pr dag for alle målinger foretatt ved Danmarks plass



Figur 9. Fordeling av blykonsentrasjonen i 1971 i Bergen.



Figur 10. Danmarks plass.

Gjennomsnitt pr time av blykonsentrasjonen samt trafikk tettheten fra kl 0700 til kl 2000. Samtlige målinger er tatt med.

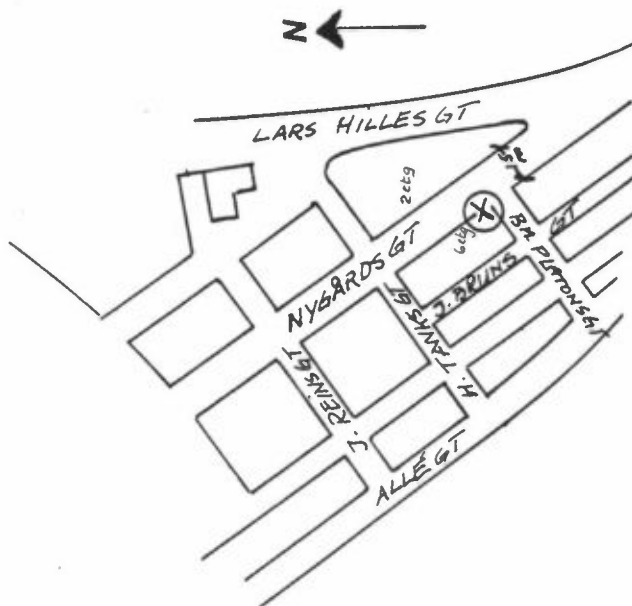
■ 1 m over bakken
 ▨ 2 - - -
 ▩ 5 - - -

kl	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	
Temp. °C	3.7	4.6	4.9	5.2	6.3	6.2	6.5	7.3	5.5	5.8	4.3	7.2	4.3	
Vindst. m/s	1.0	1.1	1.3	1.3	1.4	1.7	1.6	1.6	1.7	1.9	1.3	1.1	1.6	
Traf. tetth. biler/h	2900	2900	2300	2200	1985	1985	2110	2710	2990	2970	2630	(3000)	2900	
Pb µg/m ³	1m	-	7.1	2.9	8.8	13.5	0.7	0.7	-	7.1	8.8	2.7	4.5	8.3
	2m	3.3	3.0	1.4	3.7	2.2	3.2	-	3.7	4.1	5.1	5.3	1.7	2.1
	5m	-	0.7	1.8	4.4	1.3	-	1.6	1.5	2.1	3.7	-	0.7	2.5

Tabell 8: Bergen - Danmarks plass
 Tabell over middelerverdier for Pb, temperatur, vindstyrke og trafikk tetthet i timesintervaller.

3.2.2 Nygårdsgate

Skissen viser plassering av målestasjonen. Gaten er her smal (ca 15 meter), og det var 2 etasjers bygninger på motsatt side av målestasjonen og 6 etasjers på samme side. Gaten er enveiskjørt med jevn trafikk hele dagen til ca kl 1500 da trafikken økte sterkt. Målestasjonen var plassert nederst i en bakke. Trafikken gikk oppover. De høyeste målinger av bly ble gjort i denne gaten i ettermiddagstrafikken. I tabell 9 finner en gjennomsnittsverdien for målinger foretatt i tiden kl 1500 til kl 1800. I figur 9 finner en også fordelingen av bly i høyden over bakken for mars og april 1971 (se tabell 13).

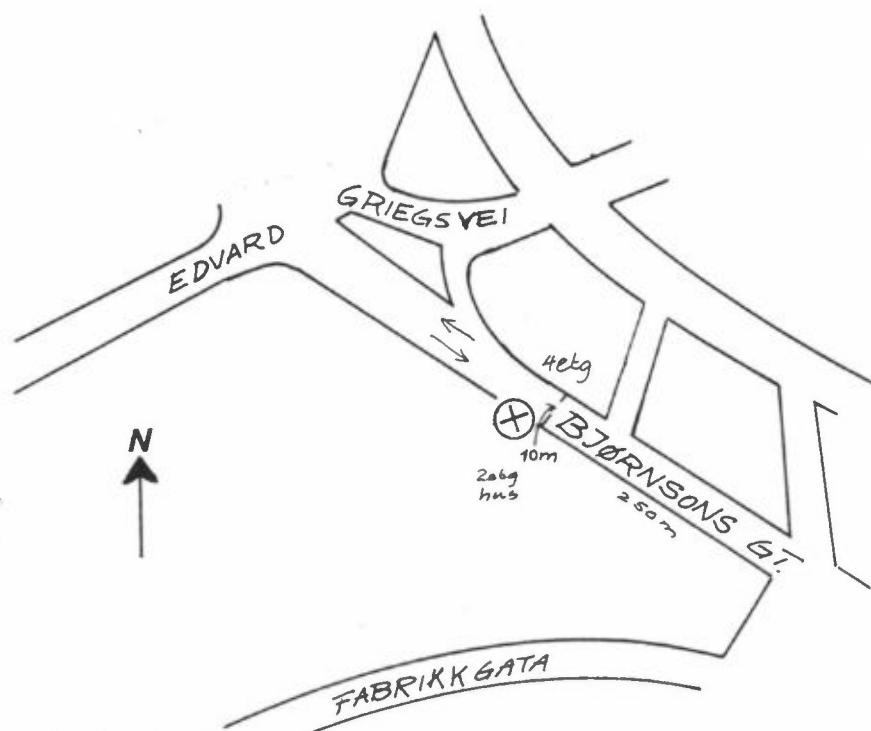


Temperatur	°C	6.6
Vindstyrke	m/s	1.4
Trafikktetthet	biler/h	2440
CO i ppm	1 m	8
	2 m	11
	5 m	6
Pb i $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 m	13.8
	2 m	9.7
	5 m	2.6

Tabell 9: Gjennomsnittsverdiene for målinger foretatt i Nygårdsgate i tiden kl 1500 til kl 1800.

3.2.3 Bjørnsonsgate

I Bjørnsonsgate er det bare målt bly i "morgen-rushet" 26/3 1971. Målestasjonen var plassert vis a vis Sivlesgate. Gatebredden er her ca 12 meter, med 4 - 5 etasjers bygninger på motsatt side og 1 - 2 etasjers på samme side. Gaten er skrånende og trafikken gikk hovedsakelig mot sentrum, det vil si nedover bakke.



Analyseresultatene var meget lave. Halvparten av 16 målinger lå under terskelen på $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Enkeltresultatene er derfor meget usikre, men en må likevel kunne si at nivået er meget lavt sett i sammenheng med den høye trafikktettheten i gaten. Det hadde ikke kommet nedbør i måleperioden.

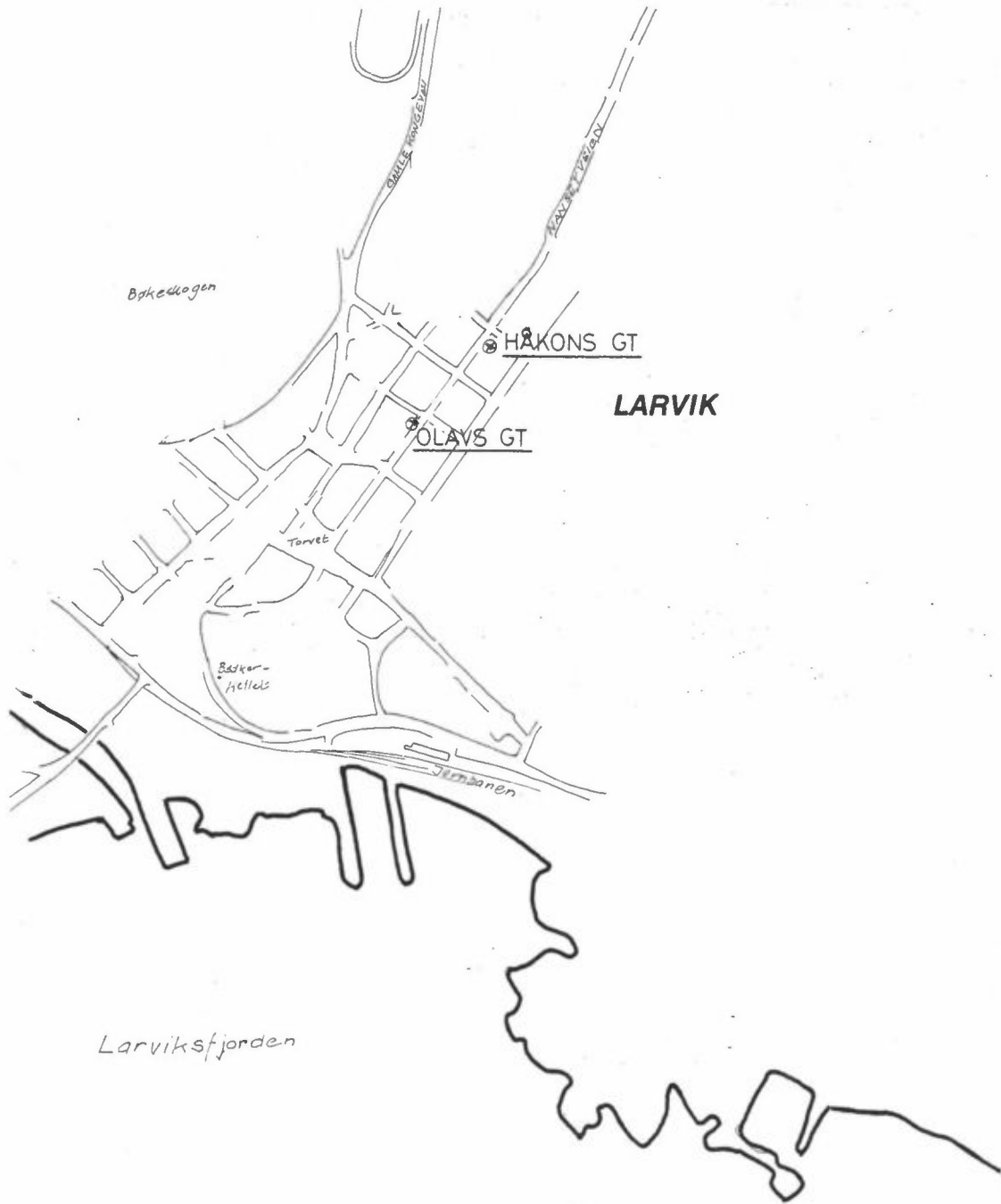
		Klokken		
		0700-0800	0800-0900	0900-1000
Temperatur °C		4.5	5.6	5.4
Vindstyrke m/s		0.9	1.1	1.3
Trafikktetthet biler/h		2600	2800	2200
Pb i $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 m	3.2	5.6	0.7
	2 m	0.7	2.0	2.0
	5 m	0.7	5.3	0.7

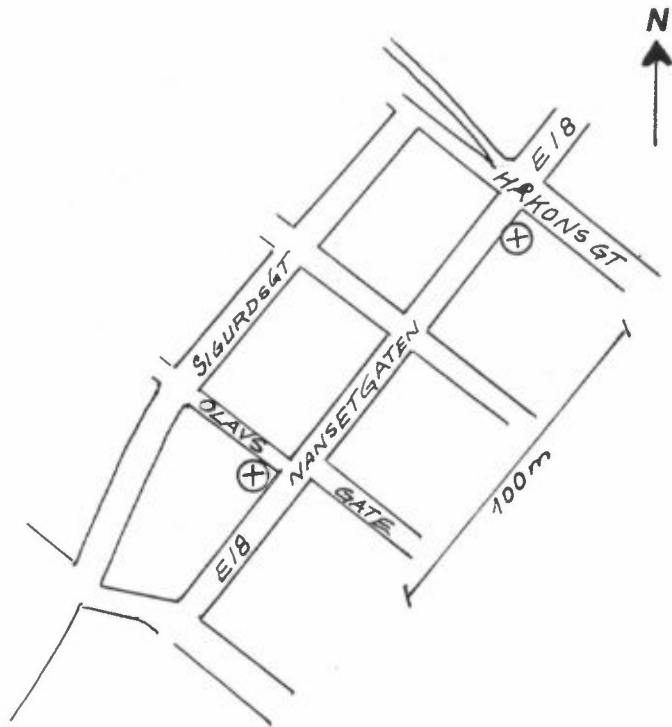
Tabell 10: Bergen: Bjørnsonsgate
Tabell over timesmidler av målinger foretatt 26/3 1971

3.3 Larvik

Målingene ble foretatt i tiden fra og med 19/4 til og med 22/4 1971, ved to forskjellige gatekryss langs E-18 (Nansetveien) som går gjennom byen (se kart). Gaten er sterkt skrånende og retningen nordøst/sydvest. Trafikken var jevn i det tidsrommet prøvetakingen foregikk (ca kl 0800-1900) uten merkbare maksimums- og minimumsverdier. Vindretningen varierte mellom SSW og W og vindstyrken var forholdsvis høy alle dagene (se tabell 12). Utluftingen i gaten var derfor meget god.

Skissen side 27 viser plasseringen av målestasjonen i Nansetveien (E-18).



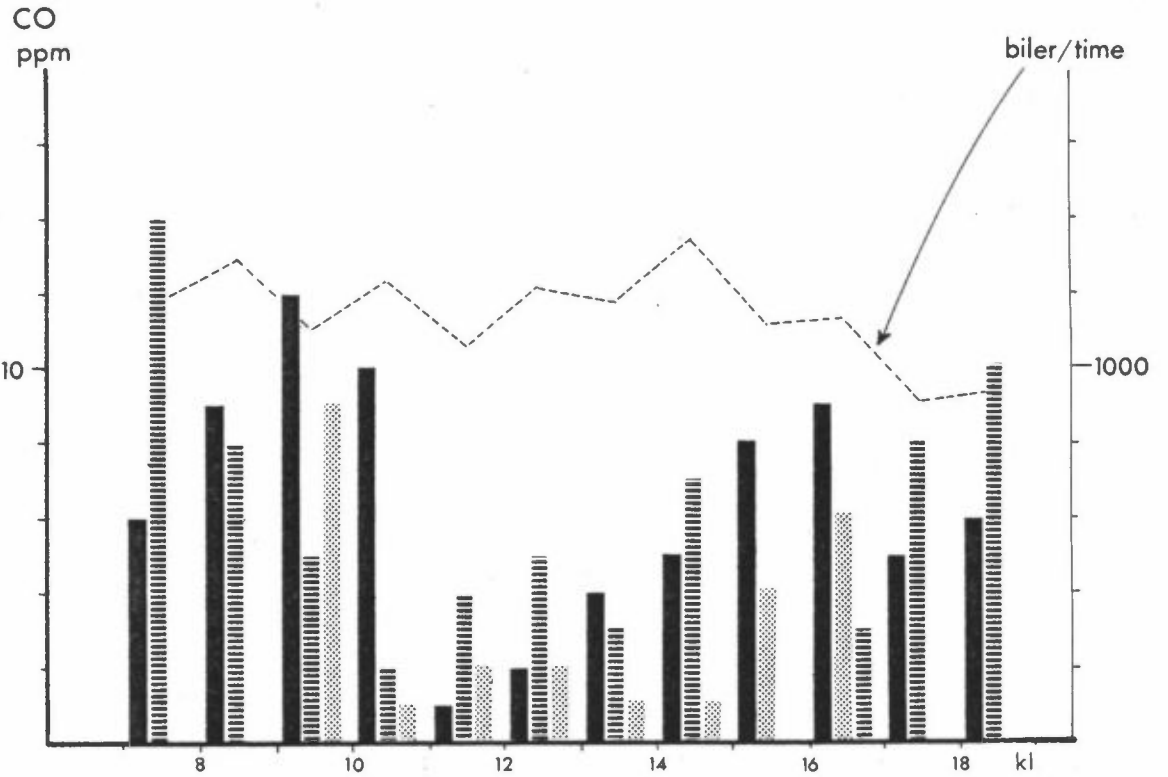


Verdiene for konsentrasjonene av både carbonmonoksyd og bly er meget lave, og for bly er de fleste prøvene under den målbare terskel for analyse ved røntgenfluorescens, dvs $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ved utregning av gjennomsnittsverdiene ble alle analyseresultater som var lavere enn $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ satt lik halvparten av terskelen. Middeltallet for begge målesteder og for alle høyder blir da ca $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tabell 11).

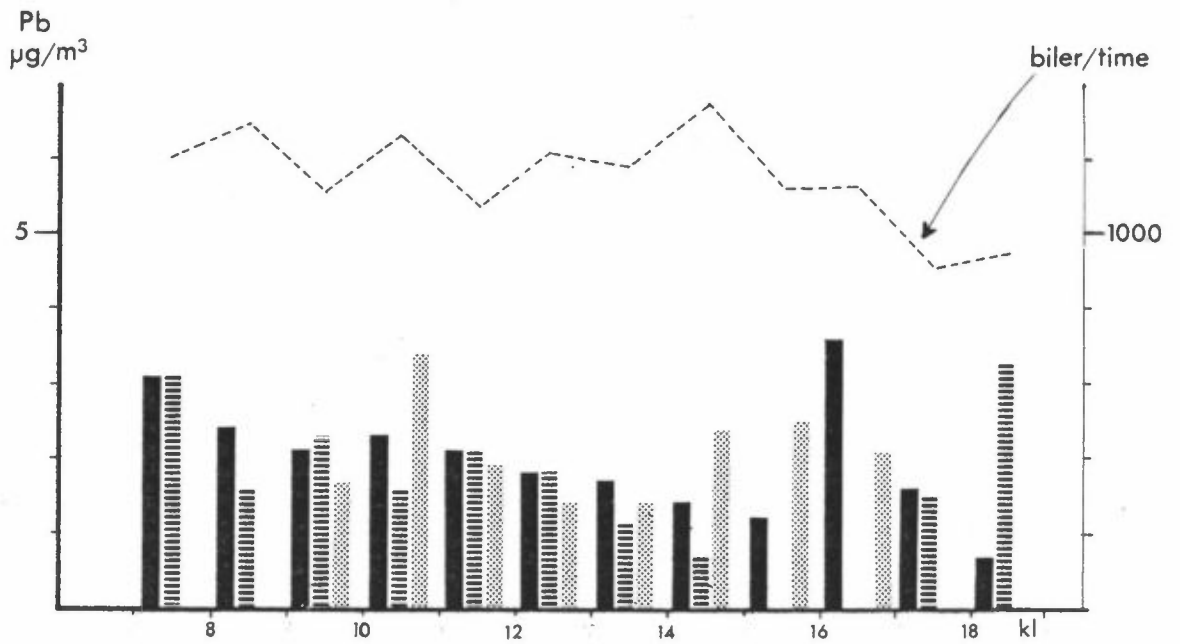
En del av filtrene for Larvik er analysert om igjen ved atomabsorpsjonsspektrometri, og resultatene av disse analysene indikerer at blynivået ligger lavere enn $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I figur 11 er gjennomsnittsverdiene for hver time fra kl 0800 til 1900 satt opp for konsentrasjoner av carbonmonoksyd og i figur 12 for blykonsentrasjonen, sammen med trafikk tettheten. Tabell 11 viser fordelingen av carbonmonoksyd og bly i høyden over bakken.



Figur 11: Gjennomsnitt av carbonmonoksyd-konsentrasjoner pr time samt trafikk-tettheten fra kl 0700 til kl 1900 i Larvik.

■ 1 m over bakken
▨ 2 . . .
▩ 5 . . .



Figur 12: Gjennomsnitt av blykonsentrasjonen og trafikk-tettheten pr time fra kl 0700 til kl 1900 i Larvik.

	Temperatur	Vind- styrke	Trafikk- tetthet	Høyde	CO	Pb
	°C	m/s	biler/h	m	ppm	µg/m ³
E-18/Håkonsgt	11.5	1.5	630	1	4.6	2.1
	10.6	1.5	550	2	5.7	2.1
	13.0	1.9	600	5	3.5	2.0
E-18/Olafsgt	10.7	1.7	590	1	9.1	1.8
	12.2	1.5	520	2	6.2	1.6
	12.8	1.6	590	5	4.6	1.8

Tabell 11: Middelerdier for CO og Pb i 1, 2 og 5 meters høyde over bakken, samt middelerdier for temperatur, vindstyrke og trafikk-tetthet målt samtidig med prøve-takingen.

Målinger av temperatur, vindstyrke og trafikk-tetthet foretatt samtidig med målingene av forurensningene, er også midlet og tatt med i tabellen. Disse middelerdiene varierer lite og viser at forholdene har vært ganske like for målingene i de forskjellige høyder, og i de to kryss. Det var klart vær og ingen nedbør under hele måleperioden.

Fordelingen av carbonmonoksyd i høyden over bakken er forskjellig ved de to målepunkter i Larvik (tabell 11). Ved målinger foretatt ved Håkonsgate er konsentrasjonen størst ved 1 meters nivå, det vil si nærmest kilden, og synker så med stigende høyde. Målingene ved Olafsgate viser høyeste konsentrasjon av carbonmonoksyd ved 2 meter over bakken (tabell 11). Ved Håkonsgate er luftprøvene tatt i nærheten av trafikken oppover, mens en ved Olafsgate har tatt luftprøver nær trafikken nedover bakke. Både hastigheten og belastningen på motoren vil være forskjellige i de to tilfeller. Fordelingen av forurensninger i gaten er avhengig av vindstyrke og

-retning over tak (13). Det er derfor grunn til å tro at vinden kan forårsake virvler i gateluften som kan gi en noe uventet fordeling av forurensningene.

I tabell 12 finner en middelveidien for hver time for samtlige målinger i Larvik. Denne tabell er anskueliggjort i figurene 11 og 12.

Kl		7 - 8	8 - 9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Temperatur	°C	6.5	8.1	9.7	11.2	12.9	13.3	14.2	14.1	14.0	13.2	11.8	9.8
Vindstyrke	m/s	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.6	1.7	1.9	2.0	1.8	1.8	1.9
Trafikktetthet	biler/h	1200	1290	1110	1225	1070	1210	1180	1340	1120	1120	910	935
CO i ppm	1m	6	9	12	10	1	2	4	5	8	9	5	6
	2m	14	8	5	2	4	5	3	7	-	3	8	10
	5m	-	-	9	1	2	2	1	1	4	6	-	-
Pb i µg/m ³	1m	3.1	2.4	2.1	2.3	2.1	1.8	1.7	1.4	1.2	3.6	1.6	0.7
	2m	3.1	1.6	2.3	1.6	2.1	1.8	1.1	0.7	-	-	1.5	3.3
	5m	-	-	1.7	3.4	1.9	1.4	1.4	2.4	2.5	2.1	-	-

Tabell 12: Middelveidier av målinger av Pb, CO, temperatur, vindstyrke og trafikktetthet i Larvik (E-18), 19/4 - 22/4 1971 i timesintervaller.

4

SAMMENDRAG OG DISKUSJON

Alle resultater i denne rapport er basert på kort-tidsmålinger i gater med forholdsvis tett trafikk. Noen få bakgrunnsmålinger er gjort på Kjeller ca 500 meter fra nærmeste trafikklåre. Det ble suget 10 m³ luft gjennom filtrene, og samtlige av disse lå under den målbare terskel på 0.06 µg Pb/cm², det vil si lavere enn 0.3 µg Pb/m³.

Det har vist seg å være en del usikkerhet i resultatene fra de røntgenspektrografiske analyser og en del av filterene er derfor analysert på nytt ved hjelp av atomabsorbsjonsspektrometri. Resultatet av disse analysene viser samme nivået av blykonsentrasjonen i luft som analyseresultater ved røntgenfluorescens viste, bortsett fra ved målingene i Larvik.

En skal være forsiktig med å trekke konklusjoner fra så få målinger som det her er gjort på hvert sted, fordi faktorer som for eksempel vindstyrke og nedbør, influerer sterkt på konsentrasjonen av forurensninger (18). Graden av utlufting i gatene avhenger av hushøyde, gatens bredde og vindstyrken over tak (13).

Målingene i de forskjellige gatekryss har vært foretatt under vidt forskjellige vær- og trafikkforhold. En direkte sammenligning mellom måleresultatene i kryssene vil derfor være uriktig.

Forurensning av carbonmonoksyd og bly ble målt i høydene 1 meter, 2 meter og 5 meter over gaten, og fordeling av konsentrasjonene ble ikke alltid som ventet, det vil si med høyest konsentrasjon nærmest kilden. Konsentrasjonen av carbonmonoksyd var ofte større ved 2 meters høyde enn ved 1 meter. Den målte fordelingen skyldes sannsynligvis turbulens som gir en blanding av luften bak bilen, og vindretningen over tak i forhold til gatens lengderetning. Temperaturforskjellen mellom eksosen og luften kan være en medvirkende årsak. For bly fikk man en mer forventet fordeling, men det er stor mulighet for at en har fått en del blyholdig veistøv på filteret ved lav høyde. De utførte målinger bør betraktes som et første forsøk på å kartlegge forurensningen fra biltrafikk i norske byer.

Ved en eventuell videre undersøkelse burde andre forurensninger fra biltrafikken, som for eksempel nitrogenoksyder og hydrocarboner, måles samtidig med carbonmonoksyd og bly. Nitrogenoksyder og hydrocarboner inngår i fotokjemiske reaksjoner under dannelse av gasser og aerosoler som kan være skadelige. Sot, støv og lukt er sjenerende faktorer som også bør komme i betraktning.

Det hadde vært ønskelig å kunne foreta flere målinger på hvert sted under forskjellige værforhold. Parallelle prøvetakere hadde vært langt å foretrekke for på den måten å få målinger samtidig i forskjellig høyde over gaten og på begge sider av gaten. En ville da ha kunnet beregne fordelingen av forurensningene i gate-luften, og likeså sammenhengen mellom konsentrasjonen av forurensningene og de meteorologiske parametre. De data som foreligger angir nivået av forurensningene i de forskjellige kryss, men dataene er for spredt til at en kan danne seg et fullstendig bilde av situasjonen. Målepunktene er i eller nær sentrum i byene og ikke ved typiske inn- og utfartsveier, og trafikken har derfor ikke markerte maksimumsverdier morgen og ettermiddag. Det hadde vært en fordel med kontinuerlige målinger over lang tid for beregninger av timesmidler, 8-timers midler og døgnmidler. En ville da ha hatt grunnlag for sammenligning med målinger foretatt andre steder, og med de normer som andre land har satt opp for for eksempel carbonmonoksydkonsentrasjonen i luft.

5 TABELL OVER MIDDELVERDIER OG STANDARDVARIASJON

I tabell 13 finner en middelverdier og standardavvik for alle målingene for hvert gatekryss og for hver høyde. Antall målinger som det er midlet over er også tatt med i tabellen.

Oslo	Temperatur		Vindstyrke		Trafikktetthet		Høyde	CO		Pb	
	°C	σ	m/s	σ	biler/h	σ	m	ppm	σ	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	σ
Henrik Ibsensgate/ Torggaten	4.2	3.4	0.6	0.4	819	128	1	-	-	12.1 (18)	5.5
	4.8	3.4	0.8	0.6	751	89	2	-	-	10.5 (25)	5.9
	4.3	3.6	0.7	0.4	737	122	5	-	-	7.5 (19)	4.5
Schweigaardsgate/ Grønlandsleiret	8.2	2.2	1.0	0.4	870	180	1	13.9 (35)	6.0	2.7 (42)	2.0
	8.4	1.9	1.0	0.4	790	190	2	13.7(107)	5.9	3.5(135)	4.2
	10.0	2.5	1.1	0.4	760	240	5	8.6 (94)	4.1	2.1 (42)	2.2

Bergen

Nygårdsgate Mars	6.6	0.6	1.3	0.2	1612	238	1	-	-	17.8 (5)	4.0
	6.2	0.7	1.4	0.2	1561	153	2	-	-	11.6 (8)	4.6
	6.1	0.8	1.5	0.3	1485	325	5	-	-	6.1 (2)	2.2
Nygårdsgate April	6.8	1.1	1.3	0.1	710	130	1	5.2 (20)	2.6	7.2 (9)	2.6
	5.8	1.7	1.2	0.2	620	80	2	8.1 (25)	2.7	5.8 (14)	2.7
	7.2	0.6	1.4	0.1	670	190	5	4.1 (8)	1.5	1.5 (8)	0.5
Danmarks plass Mars	5.6	2.4	1.3	0.5	1454	302	1	-	-	6.5 (25)	5.0
	5.0	2.3	1.2	0.6	1484	323	2	-	-	3.7 (47)	2.4
	6.4	1.9	1.3	0.4	1430	386	5	-	-	2.1 (26)	1.4
Danmarks plass April	5.6	1.2	1.5	0.6	1070	110	1	5.8 (66)	7.7	3.3 (17)	2.7
	5.0	1.3	1.2	0.4	1230	250	2	11.4 (21)	6.8	2.2 (20)	1.5
	4.7	1.2	1.1	0.2	1030	70	5	8.2 (6)	6.7	1.3 (6)	0.0
Bjørnsonsgate	4.9	0.6	1.0	0.3	1160	140	1	-	-	3.2 (3)	2.0
	5.2	0.6	1.1	0.2	1274	153	2	-	-	1.4 (10)	0.8
	5.0	0.6	1.1	0.2	1353	116	5	-	-	2.3 (3)	2.1

Larvik

E-18/Håkonsgate	10.7	3.1	1.7	0.7	590	120	1	9.1 (35)	2.6	1.8 (34)	1.8
	12.2	1.8	1.5	0.5	520	70	2	6.2 (45)	2.8	1.6 (45)	1.4
	12.8	2.1	1.6	0.3	590	110	5	4.6 (17)	2.2	1.8 (16)	1.6
E-18/Olafsgate	11.5	3.1	1.5	0.7	630	130	1	4.6 (28)	3.0	2.1 (30)	1.8
	10.6	2.9	1.5	0.8	550	120	2	5.7 (35)	4.7	2.1 (36)	1.9
	13.0	2.3	1.9	0.7	600	140	5	3.5 (38)	3.1	2.0 (40)	1.6

Tabell 13: Tabell over middelerverdier og standardavvik (σ) for alle målinger av Pb, CO, temperatur, vindstyrke og trafikktetthet i hvert enkelt gatekryss. I parentes finner en antall målinger som det er midlet over.

LITTERATURLISTE

- (1) Danielson, L. Blynivåer i och omkring oss. Bly i bensin och avgas. Konflikt hälsa - teknik. P.A. Norstedt & Sønners förlag, Stockholm 1967.
- (2) Mueller, P.K., Helwig, H.L., Alcocer, A.E., Gong, W.K., Jones, E.E. Concentration of fine particles and lead in car exhaust. ASTM Special Tech. Publ., 352, 60-73 (1964).
- (3) Lead concentration in city air increases. Chemical & Engineering News, March 9, 1970, side 42.
- (4) Lead in the air. Environmental Science & Technology, Vol 3, No 6, June 1969, side 529.
- (5) Hall, S.K. Lead feature, pollution and poisoning. Environmental Science & Technology, Vol 6, No 1, January 1972, side 31.
- (6) Zykova, A.S. F - 7132 s F 97 Air Pollution Translations. A bibliography with abstracts. U.S. Department of Health, Education and Welfare. NAPCA, Arlington, Virginia, May 1969.
- (7) Junge, E.C. Air Chemistry and Radioactivity. New York, Academic Press, 1963.
- (8) Migeotte, M., Neven, L. Recents Progres Dans L'Observation du Spectre Infrarouge du Soleil a la Station Scientifique du Jungfrauoch (Suisse). Mem. Soc. Sci. Liege 12 (I-II): 165-178, 1952.
- (9) Benesch, W., Migeotte, M., Neven, L. Investigation of Atmospheric CO at the Jungfrauoch. J. Opt. Soc. Amer. 43: 1119-1123, November 1953.
- (10) Locke, J.L., Herzberg, L. The Absorption Due to Carbon Monoxide in the Infrared Solar Spectrum. Can. J. Phys. 31 (4): 504-516, May 1953.

- (11) Robbins R.C.,
Borg, K.M.,
Robinson, E. Carbon Monoxide in the Atmosphere.
J. Air Poll. Contr. Ass. 18:
106-110, February 1968.
- (12) Lawther, P.J.,
Commins, B.T.,
Henderson, M. Carbon Monoxide in Town Air.
Ann. Occup. Hyg.: Vol 5, 1962,
side 241-248.
- (13) Georgii, H.W. Ermittlung des CO-Immissions-
konzentrationen unter
Berücksichtigung meteorologischer
Einflussgrößen.
Staub. Reinhaltung Luft, 70-74,
Nr 2, (1972).
- (14) Katz, M. Measurement of Air Pollution.
WHO Geneva 1969, side 24.
- (15) Millipore Catalogue MC/1, USA, 1970,
January, side IA030.
- (16) Atkins, P.R. Lead in Suburban Environment.
Journal of the Air Pollution Control
Association 1969, August 19, 8,
591-593.
- (17) Bilavgaser. En sammenfattande
rapport Del 1. Kommunikasjons-
departementets ledningsgruppe rörande
utviklingsarbeite på bilavgasområdet
14.8.1970.
- (18) Parungo, F.P.,
Rhea, J.O. Lead Measurement in Urban Air As
it Relates to Weather Modifications.
Journal of Applied Meteorology,
1970 June, 9, 468-475.