

NILU
OPPDRAGSRAPPORT NR 24/79
REFERANSE: 20378
DATO: JULI 1979

LUFTFORURENSNINGER FRA VEITRAFIKK
MÅLINGER I BERGEN KOMMUNE, 1978

AV
STEINAR LARSEN

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

FORORD

På bakgrunn av at biltrafikken på landsbasis utgjør en av de største kilder til luftforurensning i Norge, som i andre industrialiserte land, har NILU i tiden 1970-75 gjennomført en rekke undersøkelser med sikte på å kartlegge og vurdere omfanget av slike forurensninger i byer og tettsteder. Et sammendrag av resultater av målinger utført i Oslo, Bergen, Drammen, Holmestrand og Tromsø (1) viste at forurensningsnivået ved trafikkårer ofte overskrider normer og retningslinjer for luftkvalitet.

I oktober 1977 ble det av Miljøverndepartementet opprettet et interdepartementalt utvalg - Bilforurensningsutvalget - med representanter fra myndigheter (miljø, samferdsel, helse) og faggrupper (forurensning, medisin, kjøretøYTEknikk) med ansvar og interesse for bilforurensningsspørsmålet (2).

Som en del av sin utredningsaktivitet for 1978, vedtok utvalget å be NILU å foreta en videregående kartlegging av bilforurensningene, slik at det ville være mulig å trekke sikrere konklusjoner om forholdene på landsbasis. De tidligere målingene var stort sett konsentrert til Oslo-området. Det ble valgt å foreta målinger i byene Trondheim, Bergen, Sarpsborg og Lillehammer.

Denne rapporten omhandler resultater av målinger av biltrafikkforurensning ved tre målesteder i Bergen by - i Strandgaten og Lars Hilles gate og på Christian Mikkelsens institutt. Forholdene ved andre gater kan vurderes ut fra de foretatte målinger, når hensyn tas til trafikkparametre og utluftingsforhold.

Kartleggingsprosjektet ble finansiert av midler fra de nevnte kommuner (36 prosent), MD (47 prosent) og NILU (17 prosent). Den praktiske gjennomføring ble utført av NILU og de enkelte kommuner i samarbeid, der NILU skaffet utstyr til veie og hadde det faglige ansvar for datakvaliteten, mens personell fra de enkelte kommuner var ansvarlig for den daglige drift av målestasjonene. Samarbeidet fungerte godt, og ved siden av den rent finansielle støtte, betydde denne innsats fra kommunenes side svært mye for en effektiv og god gjennomføring av prosjektet.

SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Det er utført målinger av bilforurensninger ved tre målesteder i Bergen i perioden januar - juni 1978. To av målestedene var plassert ved trafikkerte veier - Strandgaten og Lars Hilles gate. Her omfattet målingene komponentene karbonmonoksyd (CO), sot, bly i svevestøv og svoveldioksyd (SO₂). Målingene her gir et grunnlag for en samlet vurdering av bilforurensninger ved trafikkårene i Bergen. Trafikktellinger ble gjennomført i perioder samtidig med forurensningsmålingene. Det tredje målestedet var plassert på taket av Christian Mikkelsens institutt. Her ble målt konsentrasjoner av nitrogenoksyder (NO, NO₂), sot, bly, svevestøv og SO₂. Målingene her gir grunnlag for å vurdere den generelle bilforurensningsbelastning over Bergen. Meteorologiske data fra klimastasjonen Florida ble benyttet til å forklare værforholdenes innflytelse på forurensningen.

Tilsvarende målinger ble gjennomført samtidig i Trondheim, Lillehammer og Sarpsborg. Hensikten med målingene var dels å fastslå luftkvaliteten ved de målesteder som ble valgt i hver kommune, dels å finne kvantitative sammenhenger mellom forurensningsnivå på den ene siden og trafikk- og spredningsmessige forhold på den andre siden. Luftkvaliteten ble sammenlignet med de normer og retningslinjer til luftens innhold av forurensninger som er gitt i Norge. For stoffer der norske retningslinjer ikke foreligger, er standarder og retningslinjer fra andre land benyttet.

Luftkvalitetsnormene definerer et forurensningsnivå som ut i fra nåværende viten ikke medfører helseskader, eller ulemper av betydning for menneskers trivsel eller andre vesentlige skadevirkninger. I grenseverdiene er det dessuten innebygd en viss sikkerhetsmargin slik at en ikke uten videre kan forvente negative effekter ved overskridelser. Retningslinjene må derfor ses i sammenheng med sitt grunnlagsmateriale.

De angitte grenseverdier må ikke oppfattes som et absolutt krav til luftkvalitet som må oppfylles umiddelbart. Overskridelser av grenseverdiene tilsier at utslippsreducerende tiltak bør vurderes med sikte på å redusere konsentrasjonene av forurensende stoffer til et nivå som ikke medfører uønskede skader eller ulemper, og som gir en forsvarlig sikkerhetsmargin.

Data fra målingene i alle fire byer skal danne grunnlaget for en omfattende sammenlignende vurdering av bilforurensninger og kvantitative sammenhenger mellom forurensningsnivå og bestemmende faktorer.

De mest omfattende målinger ble utført i Strandgaten. Gaten har en årsdøgntrafikk på ca. 9000 kjøretøy/døgn. Her ble høyeste 1-times middelvei av CO målt til 30 mg/m^3 . Tilsvarende luftkvalitetsstandard for USA er 40 mg/m^3 . 8-timers middelvei av CO lå i Strandgaten en rekke dager høyere enn i USAs tilsvarende standard på 10 mg/m^3 . Høyeste målte verdi var ca. 22 mg/m^3 .

Likeledes lå døgnmiddelveidien for bly i svevestøv en rekke dager høyere enn en retningslinje på $3 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, som anvendes i Vest-Tyskland. Høyeste målte verdi var $5.1 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Også døgnmiddelveidien av sot overskred i begge gater den foreslåtte norske miljøstandard. Det er imidlertid uklart om det er rimelig at luftkvalitetsstandarder som gjelder for midlingstider lengre enn noen timer, kommer til anvendelse på målingene i Strandgaten. Luftkvalitetsstandardene bør anvendes på målinger som gir uttrykk for den midlere belastning en befolkningsgruppe utsettes for. Målinger i gatetverrsnitt vil gi et overestimat av den belastning folk som ferdes i gaten eller arbeider inne, ved gaten, utsettes for, når en snakker om midlere belastning over et tidsrom lengre enn noen timer. Få mennesker oppholder seg ved veier i så lang tid. Dette gjelder ikke når det ligger boliger langs gaten, dvs. folk bor i første etasje. Strandgaten er en forretningsgate. Folk som arbeider i første etasje vil i større eller mindre grad være beskyttet mot forurensningen ute. Graden av

beskyttelse er avhengig av bygningens ventilasjonsanlegg og andre forhold. Lars Hilles gate er delvis omgitt av beboelseshus. Her er bare sotmålinger utført. Den norske miljøstandard for sot, på $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som døgnmiddel, og $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som halvårsmiddel, burde med rimelighet kunne anvendes på målinger i Lars Hilles gate. Døgnmiddelverdien ble overskredet på 11 av 28 dager i februar og 3 av de første 14 dager i mars. Høyeste verdi var $296 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Også halvårsmiddel-normen ble overskredet vesentlig i Lars Hilles gate i 1978.

De utførte målinger ved gatestasjonene gir grunnlag for å vurdere graden av luftforurensninger langs øvrige gater og veier i Bergen.

Forurensningsnivået ved gatestasjonene varierte mye med tiden. Forurensningen var vesentlig høyere om vinteren enn utover våren og sommeren, og den varierte innen hver enkelt dag naturlig nok med trafikk tettheten. Variasjonene med tiden lot seg i stor grad forklare av samtidige variasjoner i trafikk tetthet og hastighet i gaten og værforhold over Bergen.

Forurensningsnivået i Strandgaten i Bergen var vesentlig lavere enn nivået målt i Rådhusgata i 1975, og på nær samme nivå som ved El8, Lysaker, målt i 1975 og i Øvre Bakklandet i Trondheim, målt i 1978. Når forurensningsnivået justeres til ens trafikk tetthet ($\text{ADT} = 15000$ kjøretøy/døgn), lå det i Strandgaten vesentlig høyere enn i de nevnte andre gater. Årsaken er sannsynligvis å finne i at den midlere kjørehastighet forbi målestedet i Strandgaten er vesentlig lavere enn i de nevnte gater i Oslo og Trondheim, der det er god flyt i trafikken, bortsett fra i rushtidene.

En av hensiktene med målestedet i Lars Hilles gate var å se den eventuelle effekten av asfaltdekket i gaten på sotmålingene der, i forhold til målingene i Strandgaten som har brosteinsdekke. Asfalten i Lars Hilles gate synes å gi et noe høyere sotnivå der, ved sammen trafikk tetthet. Effekten er imidlertid ikke stor.

Kvantifisering av tillegget fra asfalten vanskeligjøres ved at trafikkhastigheten er større i Lars Hilles gate enn i Strandgaten, og av at en ikke kjenner den relative styrken av andre sotkilder, f.eks. oljeforbrenning, nær de to målestedene.

På taket av CMI lå sotnivået på grensen av overskridelse av foreslått norsk miljøstandard. Nitrogendioksyd-nivået overskred her foreslått norsk miljøstandard, både for middelveidier på 1 time, 24 timer og 6 måneder. Nivået var om vinteren ca. 25 prosent høyere enn det miljøstandardens tillater.

Hovedkildene til sot- og NO₂-forurensningen på taket av CMI er biltrafikken på begge sider av bygningen, samt utslipp fra Florida sykehus. Under perioder med vindretning fra Bergen sentrum mot CMI, var NO- og NO₂-nivået lavere enn fra andre retninger. De utførte målinger kan benyttes til å vurdere nærmere NO₂-nivået over sentrumsområdet i Bergen.

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	3
SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	4
1 INNLEDNING	11
2 MÅLEOPPLEGG	12
2.1 Metodikk	13
2.2 Målesteder	14
2.3 Gjennomføring	18
2 RESULTATER OG DISKUSJON	19
3.1 Kilden - veitrafikken	20
3.2 De spredningsmessige forhold	22
3.2.1 Vindforholdene ved Florida	22
3.2.2 Lufttemperaturen på Florida	26
3.2.3 Stabiliteten (vertikal temperatur-gradient). ..	27
3.2.4 Koblet frekvensfordeling, vind/stabilitet ..	29
3.2.5 De meteorologiske forhold i Bergen i 1978 i forhold til normalperioden 1931-60	29
3.3 Luftforurensningsnivået	33
3.3.1 Karbonmonoksyd, CO	33
3.3.2 SO ₂ og sot	36
3.3.3 Bly	37
3.3.4 Nitrogenoksyder, NO og NO ₂	39
4 VURDERING AV FORURENSNINGSNIVÅET	44
4.1 Overskridelser av standarder for luft- kvalitet	44
4.1.1 Karbonmonoksyd	46
4.1.2 Sot og SO ₂	46
4.1.3 Bly	47
4.1.4 Nitrogendioksyd	47
4.2 Representativiteten av forurensnings- målingene	48
4.3 Sammenligning med tidligere målinger i Norge	50
4.4 Bilavgassutslipp - antatt fremtidig utvikling	52
5 REFERANSER	54

1 INNLEDNING

På Bilforurensningsutvalgets møte den 9. september 1977, ble det fattet vedtak om å gi NILU i oppdrag å foreta en begrenset kartlegging av bilforurensninger i Trondheim, Bergen, Sarpsborg og Lillehammer (3).

På bakgrunn av dette vedtak tok NILU kontakt med Helseseksjonen i Bergen kommune v/overlege P. Vollset og overing. J.A. Brinkmann for å søke samarbeide med kommunen for gjennomføring av prosjektet. På møte i Helseseksjonen den 16. desember 1977 med representanter fra Helseseksjonen og Plan- og økonomiavdelingen i Bergen og fra Hordaland Vegkontor, ble prosjektet og samarbeidet diskutert. Befaring av eventuelle målepunkter ble også foretatt. Prosjektet ble konkretisert i vårt brev av 29. desember 1977 (StL/VW/02777). Kommunens positive innstilling til prosjektet førte til at det kom igang i slutten av januar 1978, med målinger av forurensninger i Strandgaten og i Lars Hilles gate, samt på taket av Christian Michelsens institutt (CMI). Kommunens deltakelse i prosjektet ble bekreftet i brev av 13. mars 1978, (JAB/GAa). Det ble avsatt midler fra kommunens side til delvis dekning av utgiftene til prosjektet, i tillegg til verdien av kommunens betydelig egeninnsats. Kommunen stilte til rådighet instrumenter for måling av karbonmonoksyd (CO), støv og bly, og klargjorde brakker/rom ved målestedene for plassering av utstyr. Helseseksjonen og Bergen Ingeniørhøgskole foresto driften av alt måleutstyr som var i funksjon under prosjektet. Kommunen sto for gjennomføring av trafikktegninger.

Hensikten med målingene i Bergen var:

- a) å skaffe data til veie for vurdering av graden og omfanget av bilforurensninger i Bergen ved å foreta målinger på få målesteder med definerte betingelser over en lengre periode
- b) å inngå som en del av en større undersøkelse med målinger i flere byer for om mulig å kvantifisere klimaforholdenes innflytelse på forurensningsnivået ved trafikkårer.

Rapporten er redigert som følger:

I rapporten presenteres i kapittel 2 en kortfattet beskrivelse av måleopplegg, målesteder og metoder. I kapittel 3 presenteres og diskuteres resultatene. En ser først på hovedkilden til forurensninger i gatenivå, biltrafikken, og deretter på de spredningsmessige forhold. Dette danner grunnlaget for beskrivelsen av forurensningsnivået i seksjon 3.3. I kapittel 4 vurderes forurensningsnivået i forhold til standarder for luftkvalitet, og i forhold til tilsvarende målinger i andre byer. Representativiteten av målingene vurderes også.

Primærdata er presentert i vedlegg 1. Målemetodikk for de ulike forurensningskomponenter er beskrevet i vedlegg 2. I vedlegg 3 presenteres et sammendrag av normer og retningslinjer for luftkvalitet som er vedtatt eller foreslått i en rekke land.

Det henvises forøvrig til NILU-rapport OR 10/78:

Luftforurensninger fra veitrafikk - oversiktsrapport(4).

Der beskrives det problemområdet veitrafikkforurensninger representerer, samt tilsvarende målinger som inntil 1976 var utført i andre norske byer.

2 MÅLEOPPLEGG

Denne undersøkelsen omfattet målinger ved to gatestasjoner i Bergen (Strandgaten og Lars Hilles gate) og ved en stasjon som var ment å skulle representere den regionale forurensningsbelastning over byen. Denne stasjon ble plassert på taket av CMI, der en av kommunens faste overvåkningsstasjoner for luftforurensninger er i drift.

Hovedstasjonen i gatenivå var Strandgaten. Her ble det utført målinger av karbonmonoksyd (CO), sot, svoveldioksyd (SO₂) og bly. Veidekket i Strandgaten er brostein. Hensikten med stasjonen i Lars Hilles gate var å få en indikasjon på veidekkets betydning

for sot-konsentrasjonen i gatenivå. Lars Hilles gate har asfalt-dekke. Ved begge gatestasjonene ble trafikk tettheten registrert i deler av måleperioden.

I Strandgaten ble det i forbindelse med et internt NILU-prosjekt utført prøvetaking for bestemmelse av totalt svevestøv, støvets størrelsesfordeling og innhold av polyaromatiske hydrokarboner. Resultatene av disse målingene vil bli behandlet i en separat rapport.

Det regionale forurensningsnivå på CMI ble karakterisert ved målinger av nitrogenoksyder (NO og NO₂), sot, SO₂ og bly. Samtidig med disse målingene ble det foretatt målinger av totalt svevestøv, for å finne i hvilken grad sot-målinger er en god indikator for den totale støvkonsentrasjonen i luften over byen. Resultatene av disse målingene presenteres i en egen rapport til Helseseksjonen i Bergen.

Meteorologiske data for Bergen ble gjort tilgjengelig for oss fra Værvarslinga på Vestlandet, som har klimastasjoner i drift ved Geofysisk Institutt på Universitetet i Bergen (Florida) og på Fredriksberg.

2.1 Metodikk

Data ble innhentet på følgende måte:

CO	: kontinuerlig registrering
SO ₂ , sot og bly	: 24-timers middeler verdier
Meteorologiske data	: kontinuerlig registrering av vindstyrke, og retning. Observasjon av temperatur i ulike høyder over bakken hver tredje time (utført av Værvarslinga på Vestlandet).
Trafikk tetthet	: automatisk telling av kjøretøy, utskrift av data hver time.

De registrerte verdier ble midlet til 1-times middeler verdier som danner basis for all videre bearbeiding av resultatene (bortsett fra SO₂, bly og støv-verdier som bearbeides på 24-times basis). Registrerings-, prøvetakings- og analyse-metoder er beskrevet nærmere i vedlegg 2.

2.2 Målesteder

Figur 2.1 viser plasseringen av målesteder for luftforurensning i Bergen. Målestedene i Strandgaten og Lars Hilles gate ble opprettet i forbindelse med det foreliggende prosjekt, mens stasjonene Christian Michelsens institutt (CMI) og Kronstad er i drift i forbindelse med kommunens overvåkingsprogram for luftforurensninger.

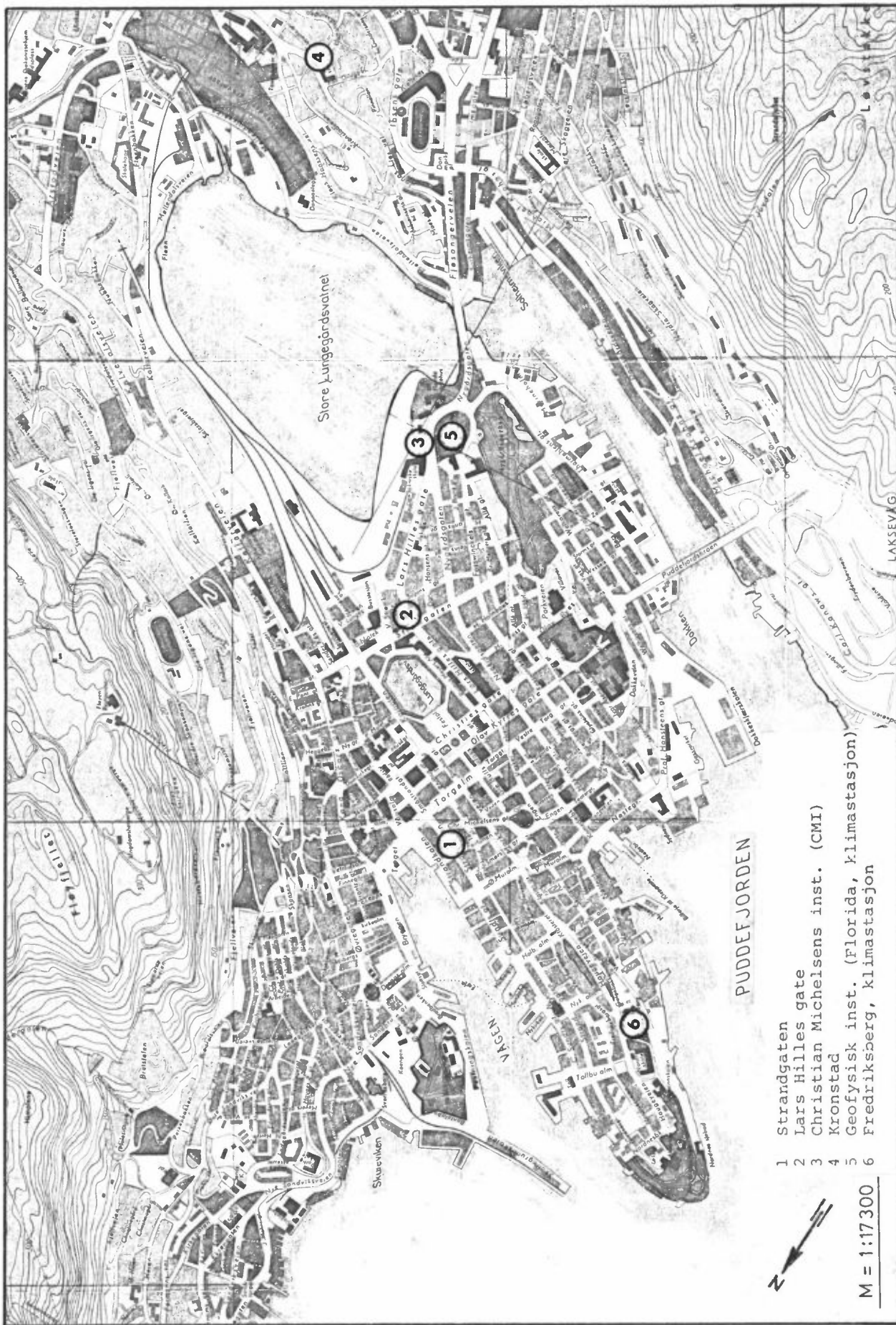
Strandgaten

Målestedet var plassert ved nr. 12 (på gatens sørside) i kvartalet mellom Fortunen og Chr. Michelsens gate. Figur 2.2 viser en skisse av gateplanet og gatetverrsnittet. Gaten er tilnærmet horisontal og løper parallelt med Vågen. Veidekket er brostein. Terrenget er svakt stigende på tvers av veiretningen, fra Vågen og opp mot Engen. Det er parkeringsplasser langs begge sidene av gaten, bortsett fra ved busslommer. Målebrakken ble plassert på en parkeringsplass ved enden av en busslomme. Gaten har enveis-trafikk med to kjørebener mot øst (mot sentrum). Trafikkforholdene i gaten må anses å være representative for en sentrumsgate i Bergen som ikke fungerer som gjennomfartsåre. Det er busstrafikk i gaten, og ikke god flyt i trafikken. Slik målestedet er plassert, er det sjelden at biler står i kø i umiddelbar nærhet av stasjonen, bortsett fra i rushtidene.

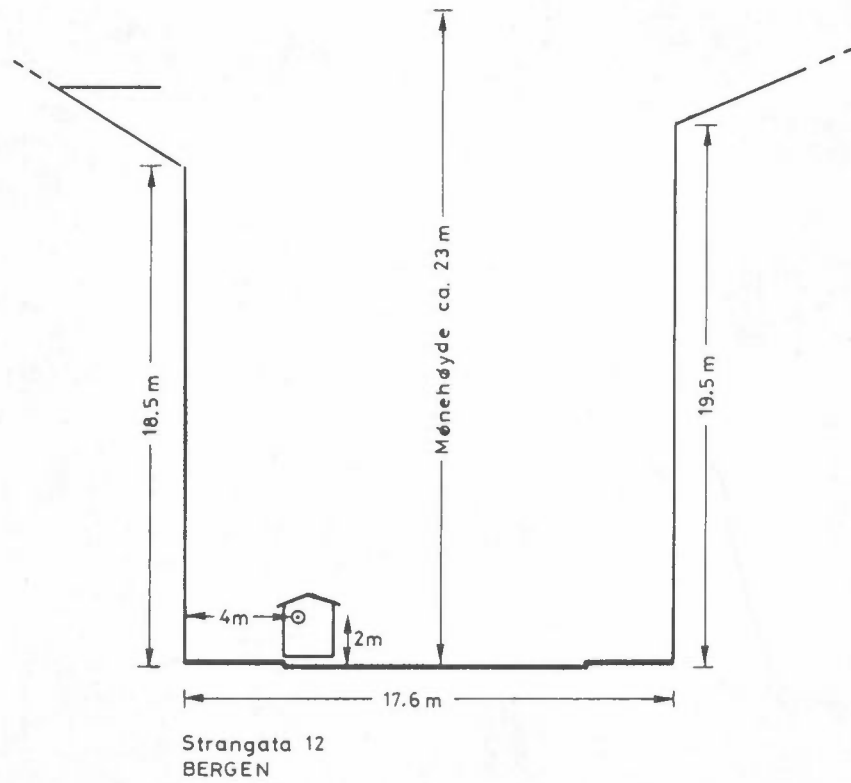
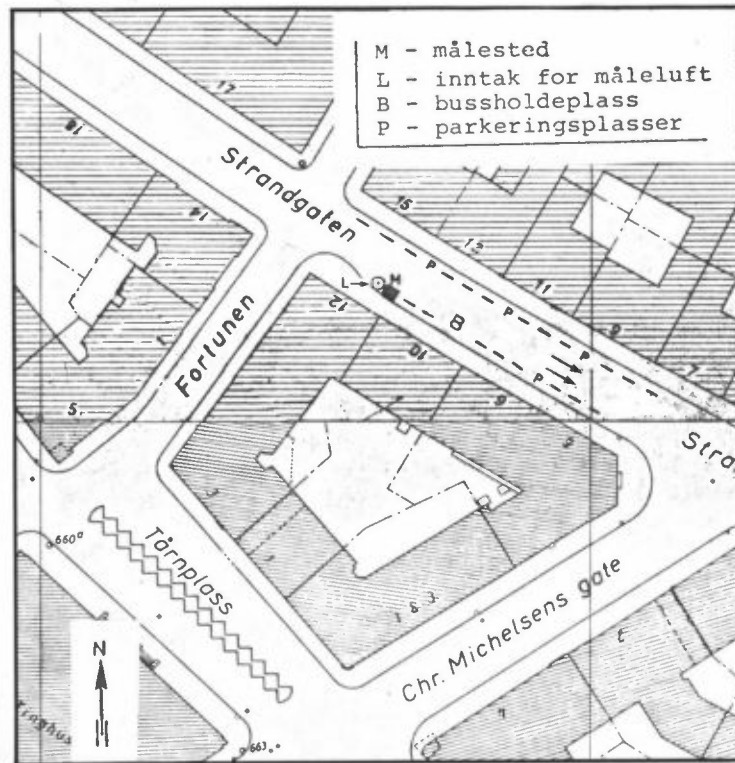
Inntaket for måleluften til CO-, støv- og blymålinger var plassert i ca. 2 meters høyde over bakken, ca. 4 meter fra husvegg og ca. 1,5 meter fra kanten av nærmeste kjørebane.

Lars Hilles gate

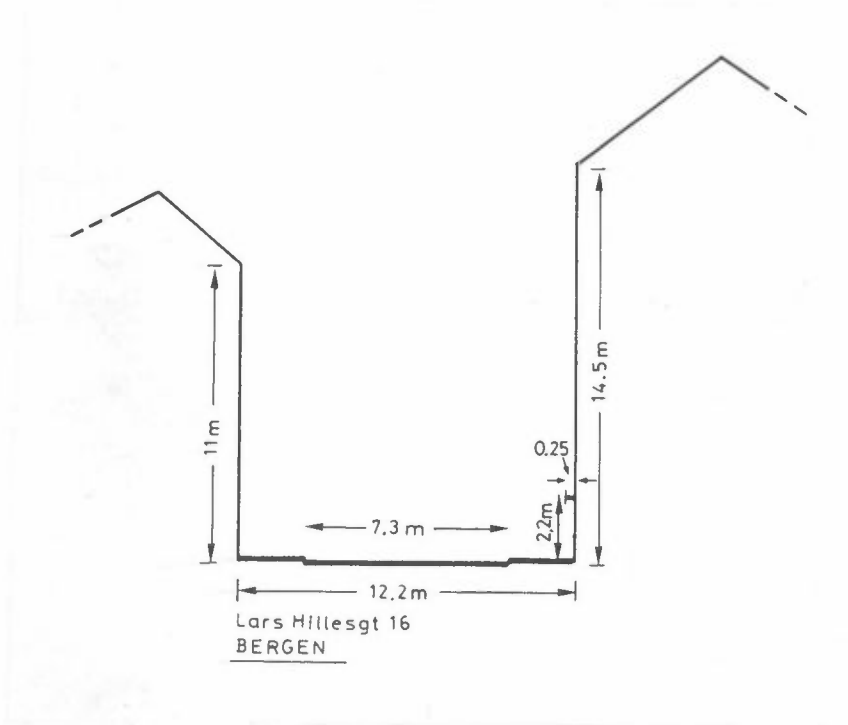
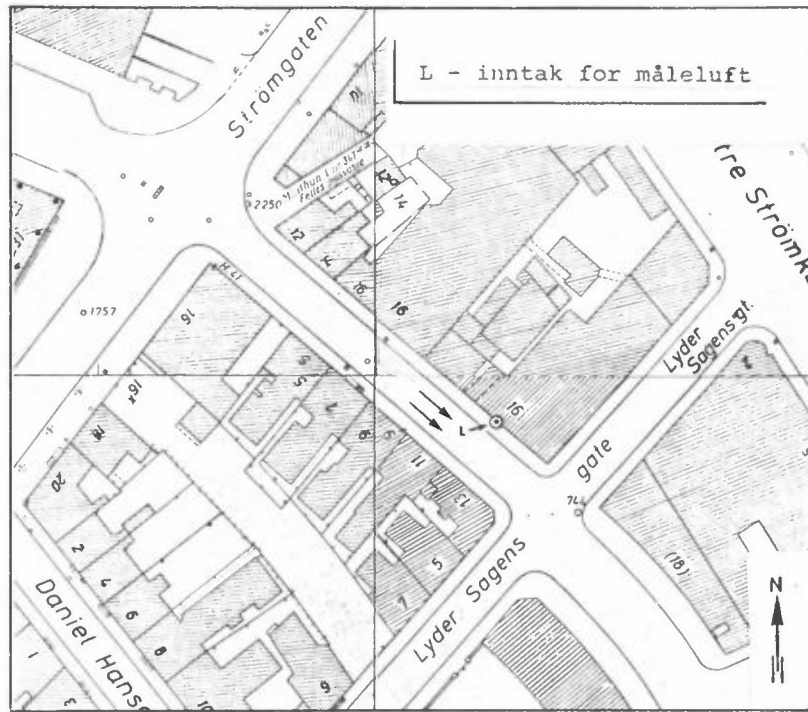
Målestedet var plassert i Lars Hilles gate 16, (på gatens nordside), i kvartalet mellom Lyder Sagens gate og Strømgaten. Gaten er horisontal og har 2 kjørebener mot sørøst (fra sentrum). Veidekket er asfalt. Figur 2.3 viser skisser av gateplanet og gatetverrsnittet. Det er ikke parkeringsplasser langs fortau. Målestedet er slik plassert at det er sjelden at biler står i kø ved målestedet, bortsett fra i rushtiden om ettermiddagen. Området nær målestedet er tilnærmet horisontalt.



Figur 2.1: Målestedenes plassering.



Figur 2.2. Plassering av målestedet i Strandgaten.



Figur 2.3. Plassering av målestedet i Lars Hilles gate.

CMI

Stasjonen ble plassert på taket av CMI's bygning, ca. 13 meter over bakken, ved kommunens overvåkningsstasjon for luftforurensninger (SO₂ og sot).

Florida

Vindmåleren er plassert på toppen av Geofysisk institutt's bygning, ca. 55 meter over havet. Temperaturfølerne som danner grunnlaget for vurdering av stabilitetsforholdene i luften over Bergen er montert 2 meter og 30 meter over bakken.

2.3 Gjennomføring

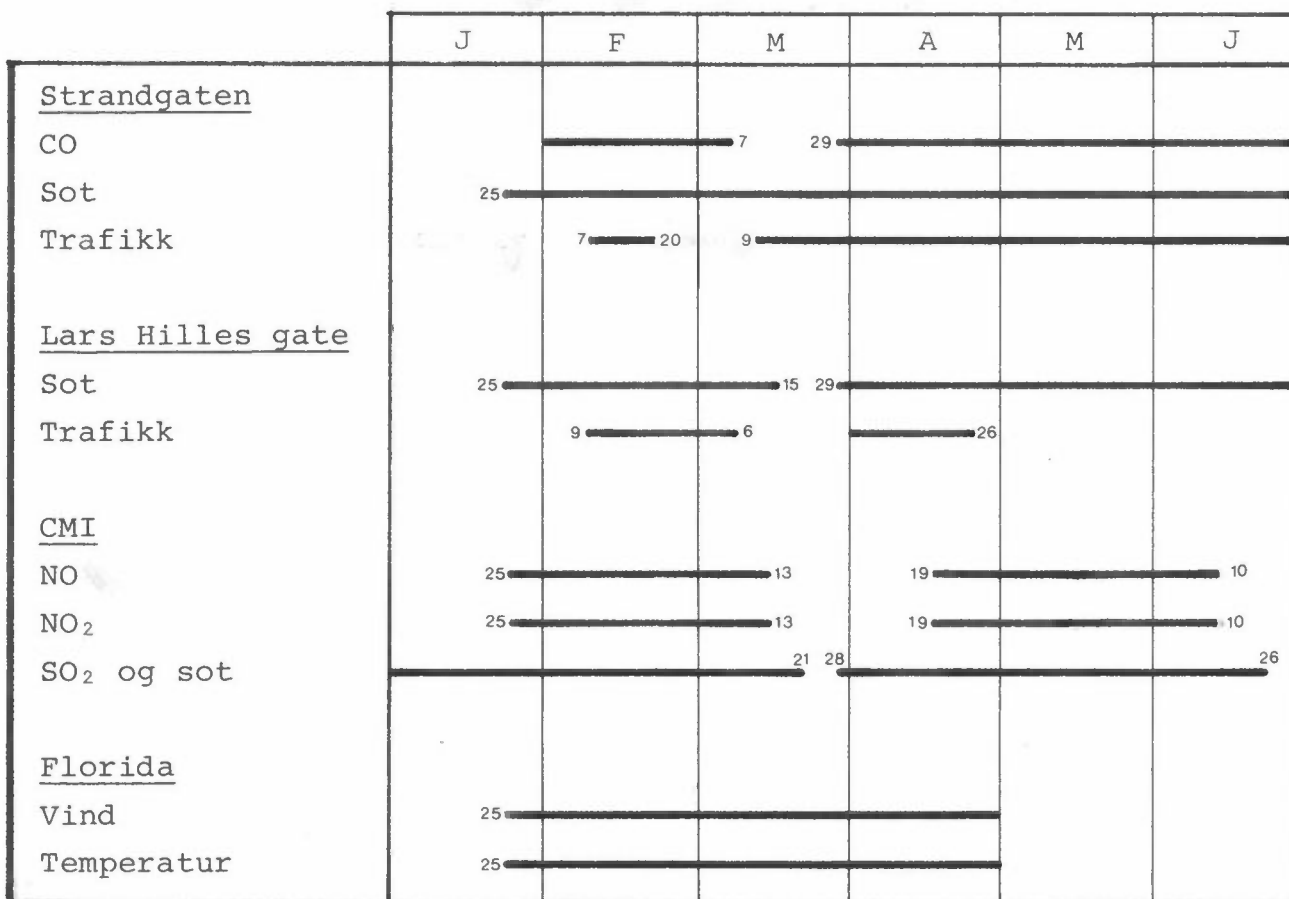
Målingene ble gjennomført ved et samarbeide mellom Helseseksjonen i Bergen Kommune, Bergen Ingeniørhøgskole og NILU.

Overingeniør Brinkmann ved Helseseksjonen deltok i befaringer, stilte til rådighet målebu og assistanse ved montering og demontering av utstyret, og sto for driften av utstyret for trafikkteiling. Lektor Meisingset ved Bergen Ingeniørhøgskole var ansvarlig for den daglige drift av instrumentene. NILU sto for gjennomføringen av programmet. Det ble gjennomført to inspeksjoner av målestasjonene i løpet av måleperioden.

Målinger var lagt opp til å dekke 3 vintermånedene og 2 sommermånedene. Målinger pågikk kontinuerlig i perioden 25.1-30.6.79 ved alle målestasjoner. En hadde følgende datatilgjengelighet for de ulike typer målinger:

CO	:	83 %	(data mangler for 27 dg)
Sot, Strandgaten	:	100 %	" " " 0 "
Sot, Lars Hilles gate	:	91 %	" " " 14 "
Meteorologiske parametre	:	100 %	" " " 0 "
Trafikkteilinger, Strandgaten	:	34 %	" " " 104 "

Figur 2.4 viser periodene en har data for.



Figur 2.4. Perioder med tilgjengelige data.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

I dette kapitlet presenteres resultater av statistisk bearbeiding av 1-times middelerverdier av CO, NO_x, meteorologiske parametre og trafikkvolum, samt 24-timers middelerverdier av SO₂, sot og bly.

Tabellene 1, 2 og 3 i vedlegg 1 gir månedsvis oversikter over døgnmiddelerverdier av forurensningsparametre og trafikkvolum for henholdsvis Strandgaten, Lars Hilles gate og CMI.

Tabellene gir en oversikt over typiske variasjoner i forurensningsnivå og trafikk fra døgn til døgn. En ser umiddelbart at forurensningsnivåets variasjon fra døgn til døgn er vesentlig

større enn trafikkvolumets variasjon, og at døgnverdiene av forurensning og trafikkvolum synes å være dårlig korrelert. Dette er i overensstemmelse med resultater fra tidligere målinger i Norge (1). Det er i første rekke variasjoner i de meteorologiske parametre og trafikkhastighet som reduserer korrelasjonen mellom forurensning og trafikkvolum. Tabell 1 viser også i hvilken grad forurensningsnivået reduseres gradvis fra vinter mot sommer. Også her er det de spredningsmessige forhold som gir denne avhengigheten.

3.1 Kilden - veitrafikken

En oversikt over midlere trafikkvolum i Strandgaten og i Lars Hilles gate er gitt i tabell 3.1.

I Strandgaten var midlere trafikkvolum størst i april med 9970 kjøretøy/døgn. For perioden som helhet var midlere trafikkvolum ca 9200 kjøretøy/døgn. Høyeste times- og døgntrafikk opptrådte i mai (14. mai).

Tabell 3.1. Trafikkvolumet i Strandgaten og Lars Hilles gate, Bergen, februar-juni 1978.

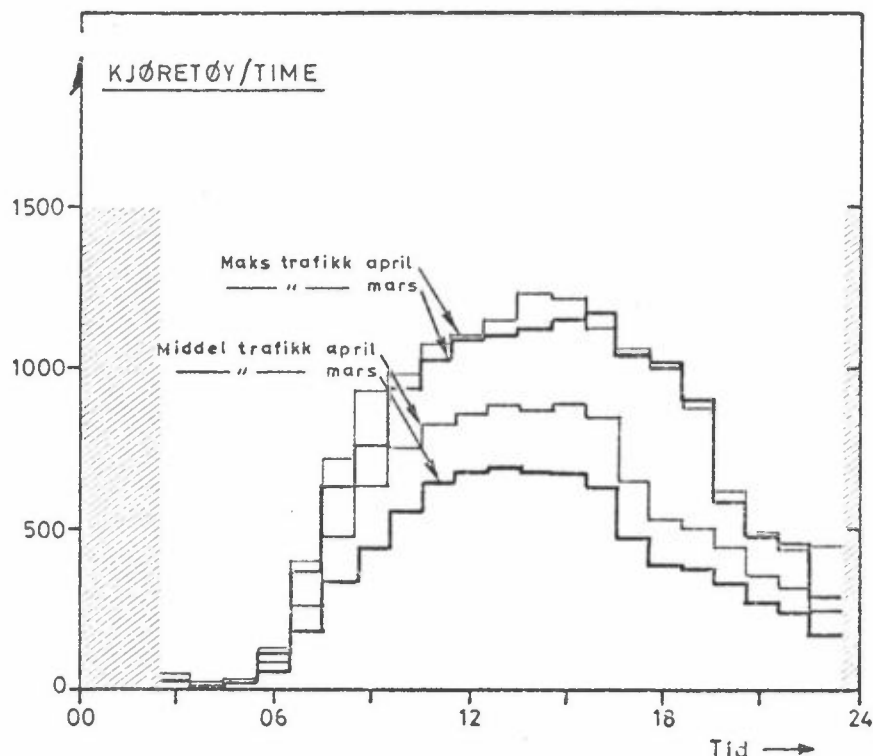
Målested periode	Midlere trafikkvolum kjøretøy/døgn				Høyeste døgnmiddel kjt/døgn	Høyeste døgnmiddel kjt/time
	hele perioden	mandag fredag	lørdag	søndag		
<u>Strandgaten</u>						
8.-18. februar	8505	9900	6300	4300	10860	1010
9.-30. mars	8180	9330	5950	3970	11580	1170
1.-30. april	9970	12200	8400	5600	13830	1220
1.-31. mai	9600	11200	8200	5000	14860	1250
1.-30. juni	9500	10900	7100	4500	12740	1150
<u>Lars Hilles gate</u>						
9.-28. februar	7290	8400	5400	4300	9470	990
1.-6. og 31. mars	7720	8800	5500	4600	9150	950
1.-26. april	7210	8300	5400	4100	9400	

Ser man på høyeste døgnmiddel- og timesmiddeltrafikk innenfor hver måned, ser en at trafikken i Strandgaten øker fra februar til mai, mens en reduksjon finner sted i juni. En ser ikke den samme jevne økning for februar til mai i midlere trafikkvolum, på grunn av at påsken i mars og helligdagene i mai reduserer månedsmiddeltrafikken i de månedene.

Trafikkbelastningen i Strandgaten på virkedager øker altså fra februar til mai, og reduseres noe i juni.

I Lars Hilles gate er trafikkbelastningen ganske jevn i de tre månedene målinger er foretatt (februar-april), med en midlere døgntrafikk på ca. 7500 kjøretøy/døgn.

Figur 3.1 viser hvordan trafikkvolumet varierer over døgnet i Strandgaten. En har som eksempler valgt ut månedene mars og april som har henholdsvis lavest og høyest midlere trafikkvolum. De øvrige måneder avviker svært lite fra de som er vist når det gjelder variasjon over døgnet. For begge månedene vises midlere døgnavariasjon, samt kurver for maksimalverdien for hver time på døgnet.



Figur 3.1: Trafikktetthetens døgnsforløp i Strandgaten, Bergen, mars-april 1978. Middell- og maksimalverdier.

Midlere trafikk tetthet i Strandgaten øker fra kl. 06 til kl. 13-14, og avtar deretter jevnt mot natten. Det fremtrer altså ingen tydelige trafikktopper i Strandgaten i rushtidene.

Maksimaltrafikken for hver time ligger ca. 1.5-2 ganger høyere enn middeltrafikken for samme time.

En betraktning av trafikken på virkedager (mandag-fredag) gir et bilde ganske likt figur 3.1, bortsett fra at trafikken da kulminerer først kl. 16-17, og avtar raskere umiddelbart etterpå.

Trafikkmønstret i Lars Hilles gate er svært likt det i Strandgaten. Døgnforløpet er ikke presentert i figur. I Lars Hilles gate er alle forurensningsmålinger foretatt på døgnbasis, og variasjonen i trafikk over døgnet har derfor ikke spesiell interesse i denne sammenheng.

3.2 De spredningsmessige forhold

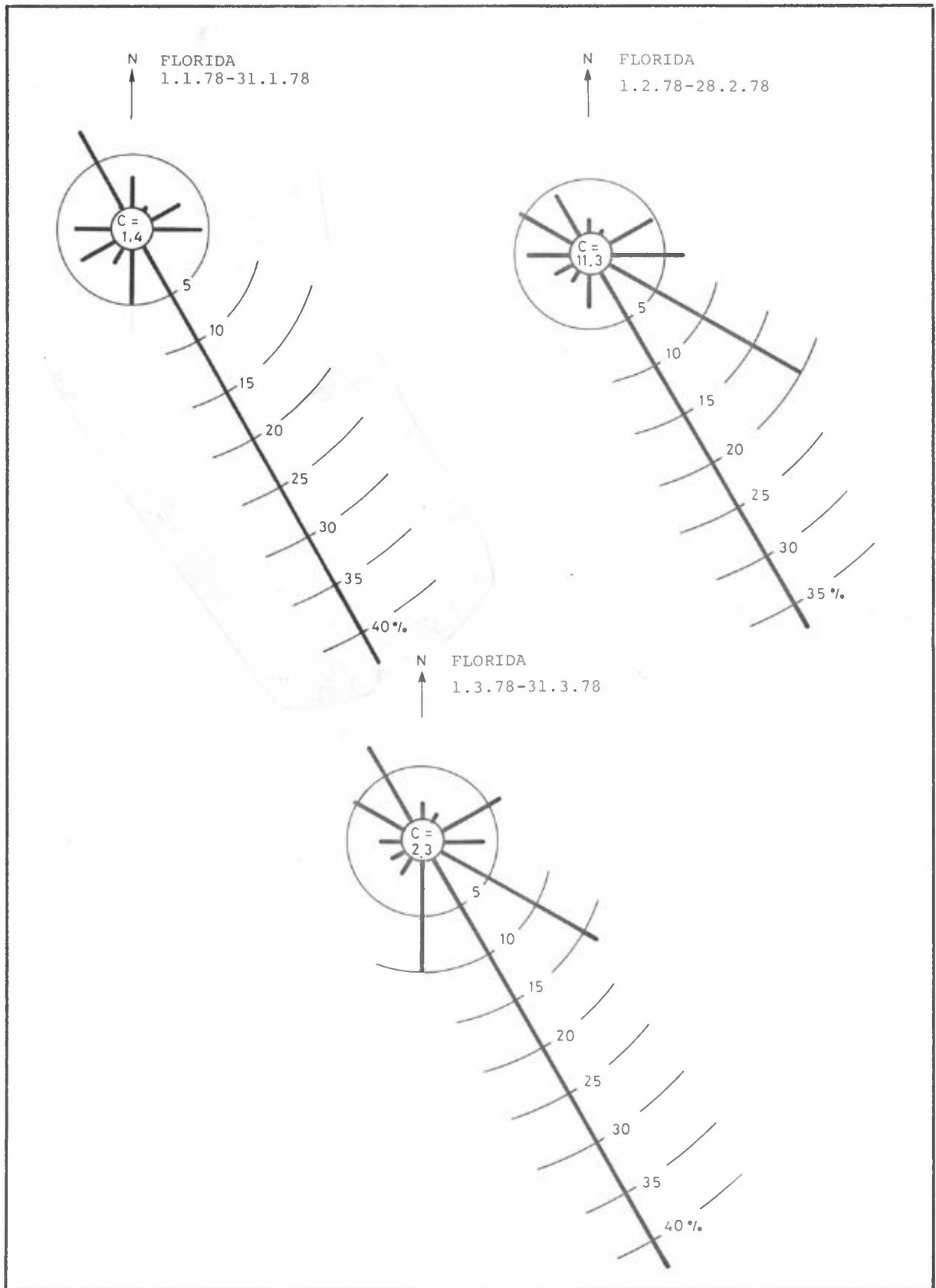
Målinger av de meteorologiske variable vind, temperatur og vertikal temperaturgradient ved Geofysisk institutt (stasjon Florida), danner grunnlaget for vurdering av de meteorologiske forholds innflytelse på forurensningsnivået ved målestasjonene.

De meteorologiske forhold ved CMI representeres godt av målingene ved Florida. I Strandgaten kan de meteorologiske forhold avvike fra de en måler ved Florida.

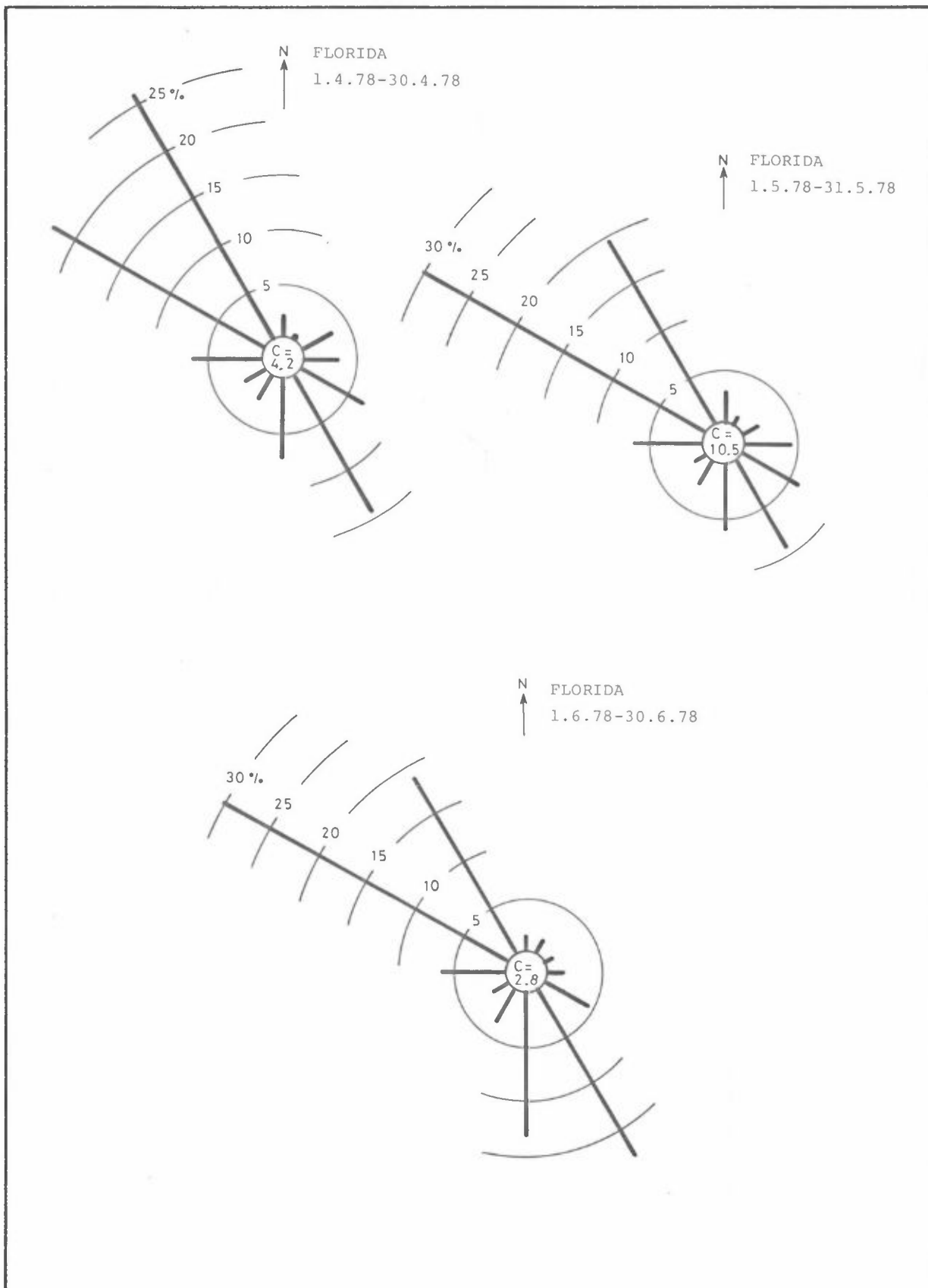
3.2.1 Vindforholdene ved Florida

Figur 3.2 viser vindroser for Florida. Vinden er målt ca. 55 meter over havet og ca. 45 meter over bakken. Vindstatistikken som vindrosene er basert på er gjengitt i tabell 4 i vedlegg 1.

Vindrosene viser kanalisering av vinden fra retningene sør-sørvest og nordvest, i overensstemmelse med de topografiske forhold. I januar - mars var hovedvind-



Figur 3.2: Vindroser for Florida, Bergen, februar-juni 1978.
Figuren angir frekvensen av vind fra angitte retninger,
samt vindstille-frekvensen (c).



Figur 3.2 forts.

retningen fra sør-sørøst, ned dalen mellom Løvstakken og Ulriken-Landåsfjellet. Vinden sto slik i 50-60 prosent av tiden. I enkelte perioder (5-10 prosent av tiden) slo den om til nordvest inn fjorden, midt på dagen og om ettermiddagen. Nordvestvinden var svak i februar (overveiende lavere enn 1,5 m/s), og sterkere i mars (opptil 6 m/s).

I perioden april-juni var hovedvindretningen fra nordvest, inn fjorden. En hadde stadig et innslag av sør-sørvestlige vinder. Disse opptrådte i april mest om natten, mens de i mai-juni også opptrådte om dagen med relativt stor hyppighet.

Tabell 3.2 viser middelvindstyrken i hver måned. Den var vesentlig høyere i januar og mars enn i de øvrige månedene.

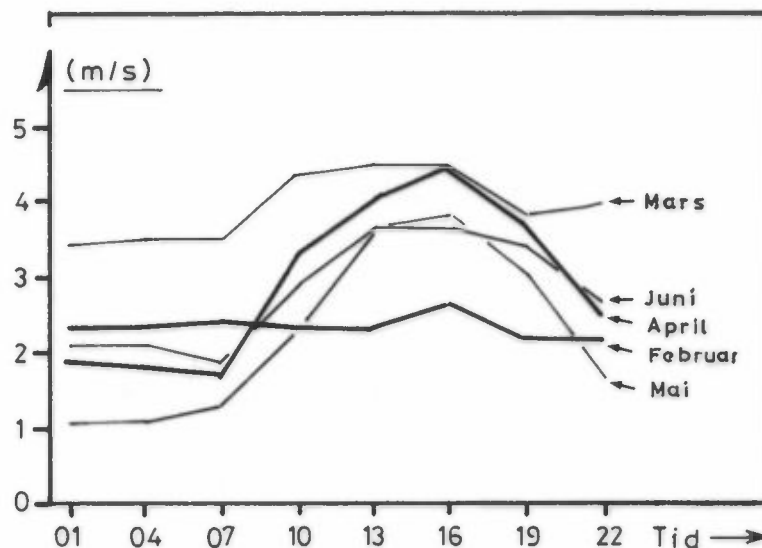
Tabell 3.2. Middelvindstyrken målt på Florida.

Tid på døgnet	Middelvindstyrke m/s					
	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni
00-24	3.8	2.3	3.8	2.9	2.3	2.8
07-19	4.0	2.4	4.1	3.5	2.8	3.1

De høyeste vindstyrker opptrådte fra sør-sørvest og nordvest, dvs. i hovedvindretningene. Nordøstlige vinder var i februar-mai-perioden tildels svært sterke, men de opptrådte sjelden.

Figur 3.3 viser hvordan vindhastigheten varierte over døgnet. I februar var den relativt konstant, mens den typiske døgnlige variasjon med vindøkning om morgenen og avtaking om kvelden ble mer og mer utpreget fra mars og utover våren.

Vindmålingene antyder at i Strandgaten, der gatestasjonen var plassert, blåste vinden langs gaten det meste av tiden. I februar varierte vinden lite over døgnet. Vindøkningen utover dagen om våren motvirker den økning i forurensning som trafikkøkningen gir fra morgenen utover dagen.



Figur 3.3: Vindhastighetens variasjon over døgnet. Florida, Bergen. Månedsmiddel-kurver februar-juni 1978.

3.2.2 Lufttemperaturen på Florida

Temperaturstatistikken for Florida, målt i 2 meters høyde, for månedene januar-juni, er vist i tabell 5 i datavedlegget. Et sammendrag er vist i tabell 3.3.

Tabell 3.3: Temperaturforhold, Florida, Bergen.

	T _{mid}	T ₀₇	T ₁₆	Midlere	
				T _{max}	T _{min}
Januar	2,0	1,7	2,2	3,6	0,2
Februar	-1,3	-2,6	0,2	1,8	-4,0
Mars	3,2	1,8	5,0	5,6	1,0
April	5,4	3,2	8,9	9,4	1,6
Mai					
Juni					

3.2.3 Luftstabilitet (vertikal temperatur-gradient)

Temperaturdifferensen (dT) mellom temperaturfølerne 45 meter og 2 meter over bakken ved Geofysisk institutt presenteres her for å indikere hvor effektiv den vertikale utlufting var i løpet av måleperioden. Dataene er inndelt i fire klasser på følgende måte:

1. Ustabil (god utlufting) : $dT \leq - 0.3^{\circ}\text{C}$
2. Nøytral : $-0.3^{\circ}\text{C} < dT < 0^{\circ}\text{C}$
3. Lett stabil : $0^{\circ}\text{C} < dT < 0.3^{\circ}\text{C}$
4. Stabil (dårlig utlufting) : $dT > 0.3^{\circ}\text{C}$

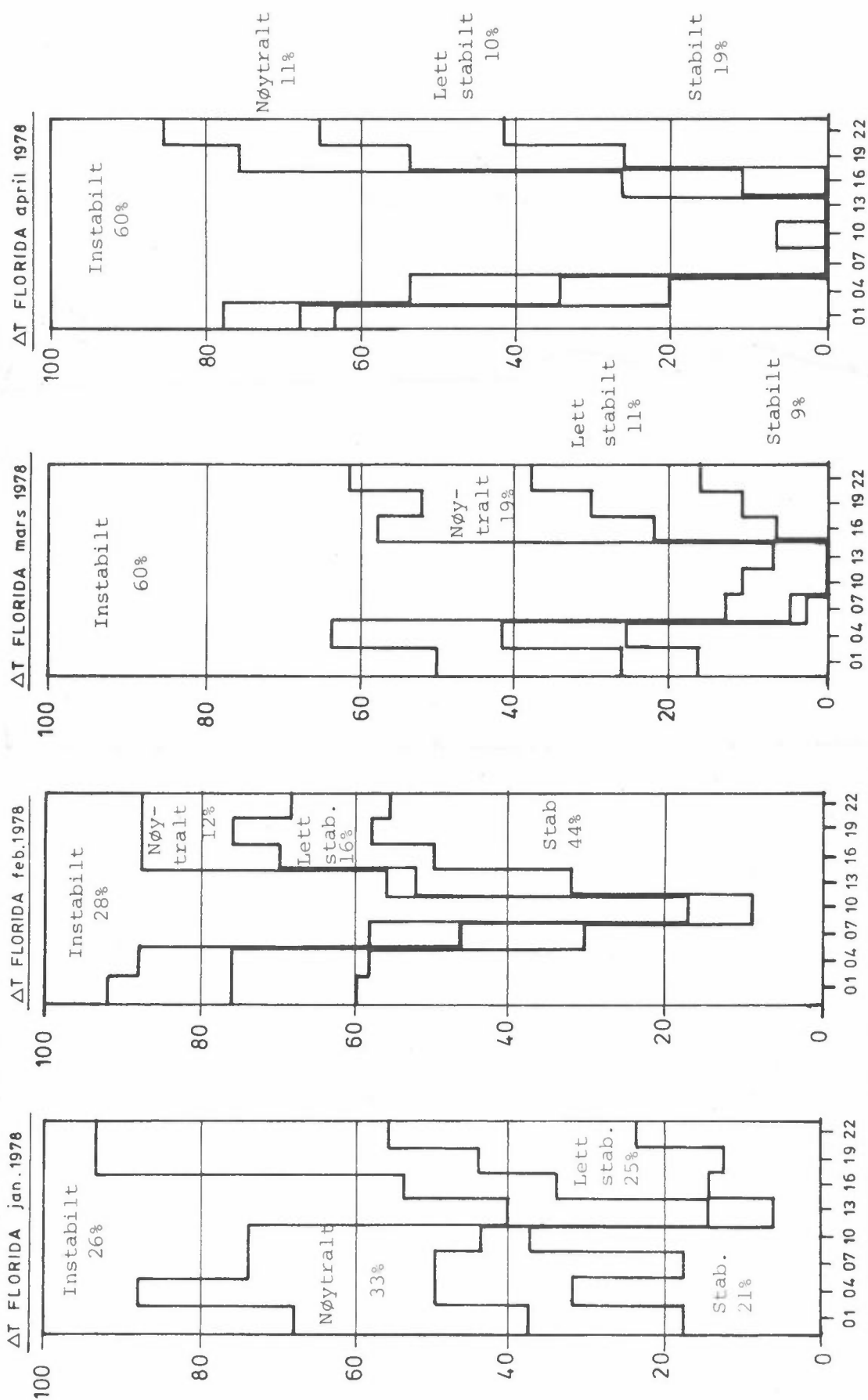
Den vertikale utlufting skjer mest effektivt under ustabil temperaturskiktning og minst effektivt under stabil temperaturskiktning.

Midlere døgnforløp av luftstabiliteten for januar-april er vist i figur 3.4.

Frekvensen av stabil/lett stabil skiktning var 41% i januar, 60% i februar, 20% i mars og 29% i februar.

Den døgnlige variasjon av forekomsten av temperaturinversjoner (klassene stabil og lett stabil) er utpreget og normal, med vesentlig lavere frekvens om dagen enn om natten. Fra vinteren utover våren brytes inversjonen om natten opp tidligere og tidligere på morgenen, og dannes senere om ettermiddagen/kvelden.

I forbindelse med biltrafikkforurensninger har dette sin betydning ved at om vinteren vil inversjonen stadig være effektiv når morgenrushet setter inn, og dermed føre til forhøyde konsentrasjoner. Utover våren er det mere sjelden at nattinversjonen ikke brytes opp før trafikken setter inn. Samme resonnement kan gjøres for forholdene om ettermiddagen, da inversjonen om vinteren ofte dannes tidlig slik at utluftingen under ettermiddagsrushet nedsettes og kan gi høye konsentrasjoner.



Figur 3.4: Luftstabiliteten delt på fire stabilitetsklasser. Florida, Bergen. Månedsmiddel-statistikk.

3.2.4 Koblet frekvensfordeling, vind/stabilitet

Tabeller over frekvensfordelingen av vind og stabilitetsforhold på Florida for månedene januar-april er vist i tabell 6 i vedlegg 1.

Stabil luft opptrer hyppigst når vindretningen ved Florida er fra sørøst og sør-sørøst, og vindhastigheten er lav. Slike forhold opptrer hyppigst i februar.

I januar, februar og mars var det et visst innslag av stabil luft ved vind fra øst og sørøst med hastighet større enn 3 m/s. I april var det et innslag av stabil luft med vind fra vest og nordvest med hastighet mindre enn 3 m/s.

Forurensningsmessig er situasjoner med samtidig stabil luft og lav vindhastighet av størst interesse. Slike situasjoner opptrådte hyppigst om natten og utover morgenen i februar, når vindretningen var fra sør-sørøst.

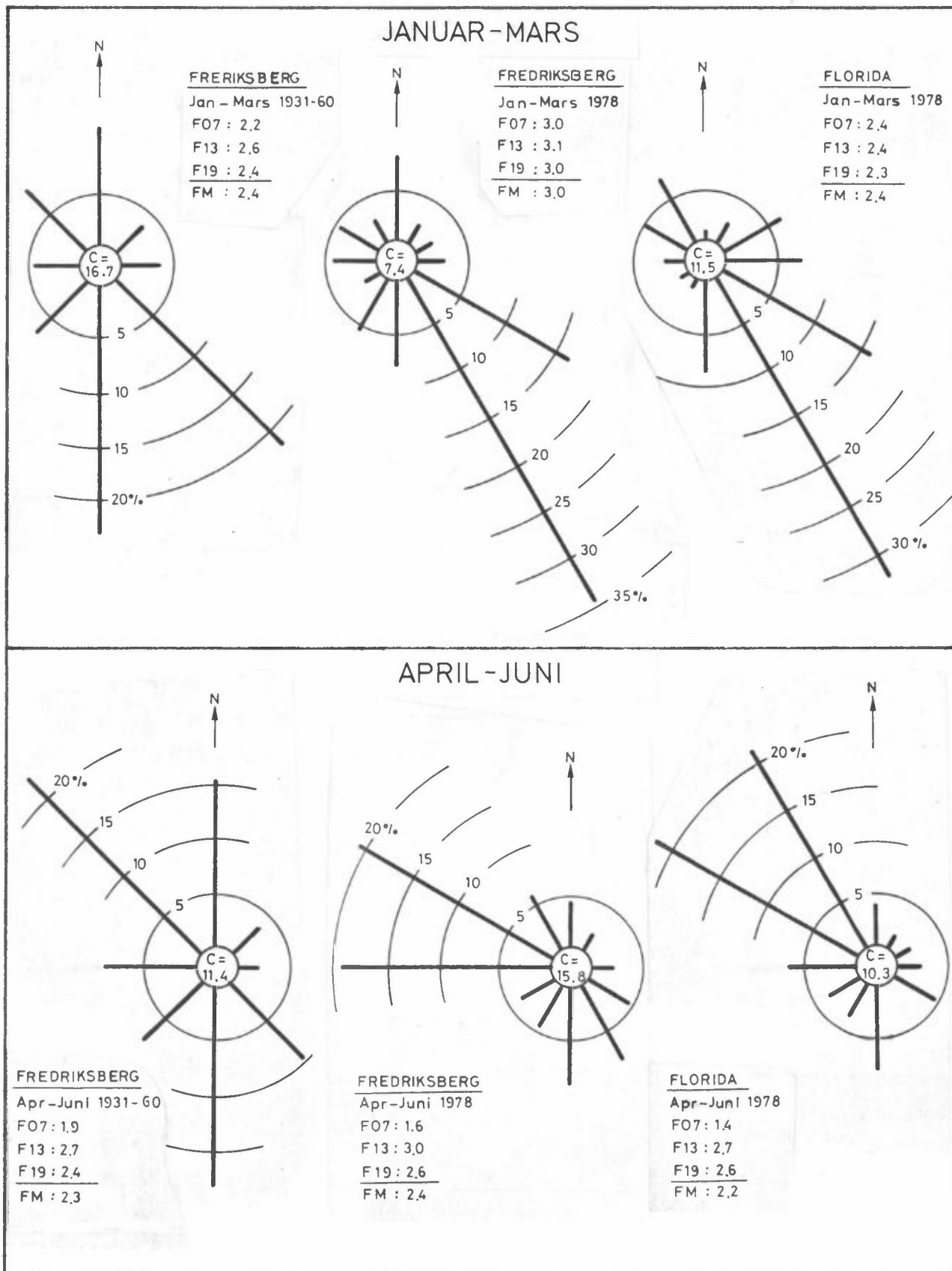
3.2.5 De meteorologiske forhold i Bergen i 1978 i forhold til normalperioden 1931-60

Meteorologi-data fra normalperioden 1931-60 foreligger for stasjonen Fredriksberg.

Vindforhold

Figur 3.5 viser vindroser og midlere vindstyrker (i Beaufort) for Fredriksberg for 1931-60, (45° sektorer) og for Fredriksberg og Florida i 1978, (30° sektorer).

I januar-mars var middelvindstyrken (observasjoner kl. 07, 13 og 19) 3.0 Beaufort, mot 2.4 Beaufort i normalperioden. Middelvindstyrken på Florida var da vesentlig lavere enn observert på Fredriksberg.



Figur 3.5: Vindroser for Fredriksberg for normalperioden 1931-60 og for Fredriksberg og Florida for 1978.

Ifølge opplysninger fra Meteorologisk institutt har en fra 1970-71 fått en tilsynelatende vindøkning på Fredriksberg på ca 0.5 Beaufort. En slik vindøkning kommer ikke frem i vindobservasjoner ved øvrige stasjoner i området. En forklaring på dette er ikke gitt. Det kan derfor ikke sies sikkert om vindstyrken i Bergen i januar-mars 1978 reelt var høyere enn i normalperioden.

Vindretningsfordelingen på Fredriksberg i januar-mars 1978 var nær den normale (merk 45° -sektorer for 1931-60 og 30° -sektorer for 1978). I april-juni var det noe mere vestlig vind og mindre nordlig og sørlig vind enn normalt. Dette betyr at vindretningen i Strandgaten utover våren i 1978 var parallelt med gaten oftere enn under normalperioden 1931-60.

Figur 3.5 viser at vestavinden på Fredriksberg dreies mot nordvest på Florida-stasjonen. Nordlige og sørlige vinder dreier sannsynligvis også mere mot nordvest og sørøst på grunn av topografien. Avviket fra normalperioden i vindretningsfordeling i april-mai 1978 på Fredriksberg førte derfor sannsynligvis ikke til et tilsvarende avvik på Florida.

Temperatur

Tabell 3.6 viser temperaturen på Fredriksberg i 1978 (T_m-middel av observasjoner kl. 07, 13, 19), og avviket fra normalen. Januar og juni var varmere enn normalt, mens februar var vesentlig kaldere enn normalt.

Tabell 3.6. Temperaturforhold, Fredriksberg, 1978.

Temperatur (°C), Fredriksberg		
	T _m , 1978	Avvik fra normalen 1931-60
Januar	2.6	+1.1
Februar	-0.5	-1.8
Mars	3.3	+0.2
April	5.2	-0.6
Mai	10.7	+0.5
Juni	13.6	+1.0

Nedbør

Tabell 3.7 viser månedlig nedbørshøyde på Fredriksberg i 1978 sammenlignet med normalen.

Hålvåret hadde mindre nedbør enn normalt. Spesielt februar og april var tørre måneder i forhold til normalen.

Tabell 3.7. Nedbørforhold, Fredriksberg, 1978.

Nedbør (mm), Fredriksberg		
	1978	1931-60
Januar	211	179
Februar	62	139
Mars	147	109
April	26	140
Mai	39	83
Juni	118	126
Januar-juni	603	776

3.3 Luftforurensningsnivået

3.3.1 Karbonmonoksyd, CO

Variasjon av CO over døgnet i Strandgaten er vist for hver måned i figur 3.6. Figurene viser midlere døgnsforløp samt de høyeste verdier målt for hver time på døgnet.

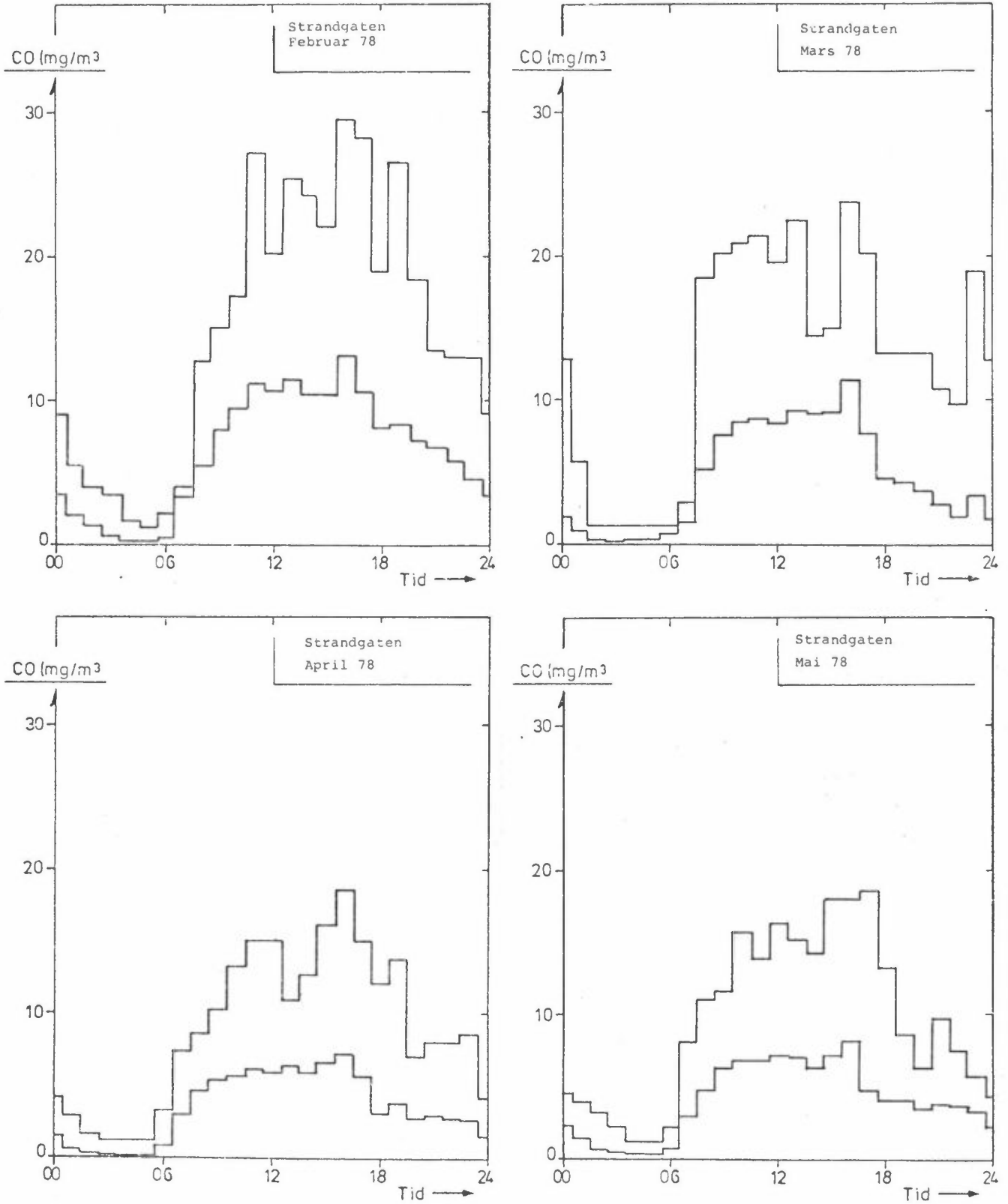
En ser at CO-forløpet er svært lik forløpet av trafikk over døgnet som vist i figur 3.1. Imidlertid reduseres ikke CO-nivået før ved 16-17 tiden, mens trafikken reduseres alt ved 13-14 tiden. Dette skyldes trolig at den dårligere trafikkavvikling i rushtiden fører til kødannelser og derved økt utslipp da.

Tabell 3.4 viser tall for CO-nivåets forløp fra måned til måned.

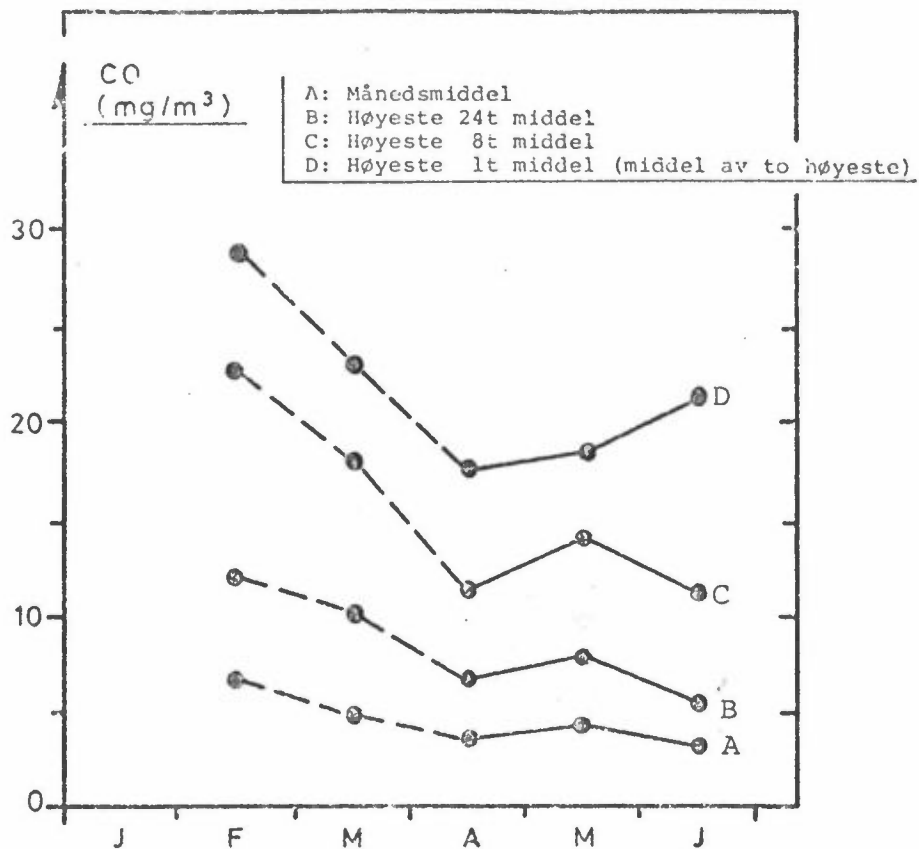
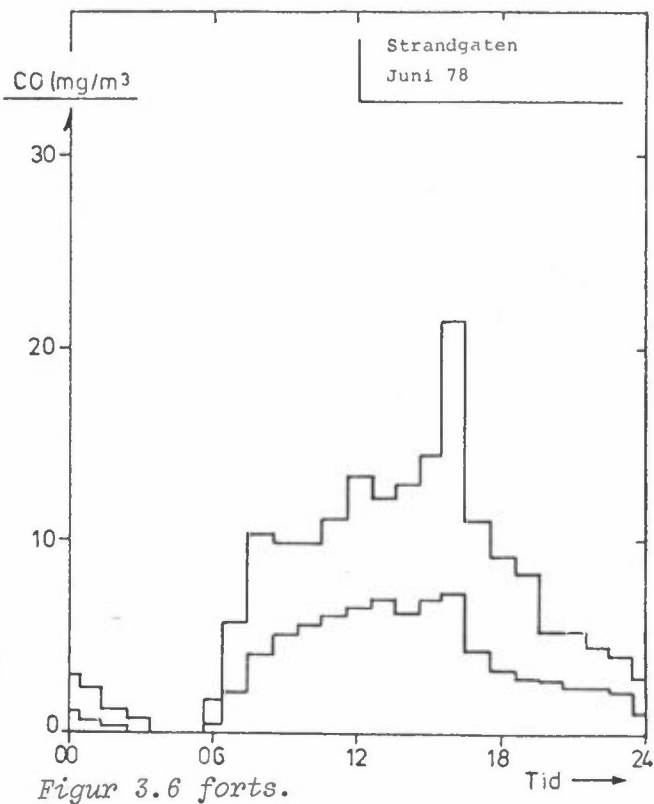
Tabell 3.4: CO-nivået i Strandgaten fra februar til juni 1978.

	2 høyeste 1 t.middel	høyeste 8t.middel	høyeste døgnmid.	måneds- middel	Ant. dager m/målinger	
1978 februar	30	28	22.6	11.9	6.4	28
mars	24	22	18.1	10.1	4.7	9
april	19	16	11.2	6.5	3.6	30
mai	19	18	14.0	6.9	4.1	31
juni	22	21	11.0	5.3	3.3	26

Forløpet er fremstilt grafisk i figur 3.7.



Figur 3.6: CO-nivåets variasjon over døgnet i Strandgaten, Bergen. Middell og maksimalverdier for hver time av døgnet på månedsbasis.



Figur 3.7: CO-nivåets forløp i Strandgaten.
for februar-juni 1978.
data for bare 9 døgn i mars

3.3.2 SO₂ og sot

Døgnverdier av SO₂ og sot målt i Strandgaten, Lars Hilles gate, på CMI og på Kronstad er gitt i tabeller i vedlegg 1. Et sammendrag av målingene er vist i figur 3.8 og 3.9, som viser forløpet av månedsmiddelverdiene.

Sotverdiene representerer den delen av partikkelforurensningen som gir sverting når den avsettes på et filter. Sotverdiene, regnet som $\mu\text{g}/\text{m}^3$, kan være forskjellig fra den støvkonsentrasjonen en får ved veiling av støvet.

Sotnivået ved gatestasjonene var vesentlig høyere enn ved CMI og Kronstad. Bidrag fra utslipp fra biltrafikk og fra veistøv utgjør sannsynligvis den vesentligste delen av økningen. Noe av økningen kan også skyldes større sot-utslipp fra oljeforbrenning i Strandgateområdet enn nær CMI og Kronstad.

Sot-forløpet i Strandgaten fra februar til juni ligner på CO-forløpet, se figur 3.7. For alle stasjonene var sot-nivået relativt konstant fra mars til juni. Februar hadde et vesentlig høyere nivå. Nivået i januar på CMI og Kronstad var lavt, og ikke vesentlig høyere enn nivået i mars-juni.

De høye februar-verdiene kan forklares av den relativt lave middeltemperaturen da, (tabell 3.2), samt av den relativt høye frekvensen av stabil luftskikking over byområdet (figur 3.4).

SO₂-forløpet på CMI og Kronstad fulgte sot-forløpet godt, bortsett fra i juni. At SO₂ og sot følger hverandre i denne perioden tyder på at oljeforbrenning er den vesentligste kilden til sotforurensningen på CMI og Kronstad. Det noe høyere sot-nivået på CMI enn på Kronstad skyldes sannsynligvis bidraget fra veitrafikken i området rundt CMI. En tilsvarende forskjell finner en ikke i SO₂-nivået.

SO₂-målinger er foretatt i gatemiljø ved stasjonen i Strandgaten i februar. SO₂-nivået her var vesentlig høyere enn på CMI og Kronstad. Forskjellen er imidlertid ikke så stor som for sot.

Det høyere nivå i Strandgaten skyldes nok til dels utslipp av svovel fra dieselmotorer ved målestasjonen. Bussholdeplassen nær stasjonen kan ha betydning i så henseende. En del av økningen kan også skyldes at det generelle SO₂-nivå, på grunn av oljeforbrenningskilder, er større i området ved målestasjonen i Strandgaten enn det er nær CMI og Kronstad.

Det kan ha interesse å se på betydningen av veidekket, når det gjelder sotnivået. Strandgaten har brostein, mens Lars Hilles gate har asfalt. Sotverdiene er en del høyere i Strandgaten enn i Lars Hilles gate, bortsett fra februar, da nivåene er nær de samme.

Trafikktettheten i Strandgaten var for perioden 10.-18. februar 13% høyere i Strandgaten, mens sotverdiene for samme perioden var 8% høyere. I april var trafikktettheten 38% høyere i Strandgaten, mens sotverdien bare var 20% høyere.

Det synes derfor som om veidekket har en viss betydning for sotnivået i gatetverrsnittet. Asfalten i Lars Hilles gate synes å gi et sotnivå som er høyere enn det den samme trafikken ville gi i Strandgaten. En underliggende forutsetning er da at sot fra oljeforbrenning ikke gir et større bidrag til sotnivået i Lars Hilles gate enn i Strandgaten.

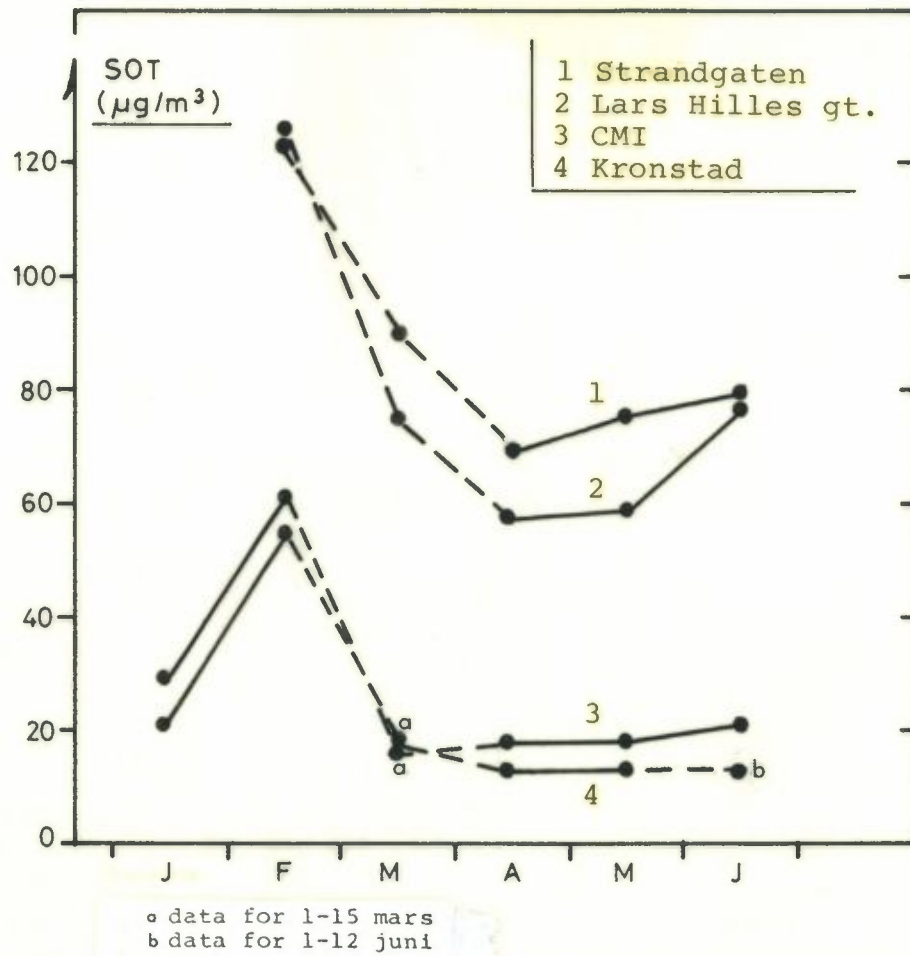
3.3.3 Bly

Blymålinger ble utført i februar i Strandgaten, på CMI og på Kronstad. De ga følgende resultater:

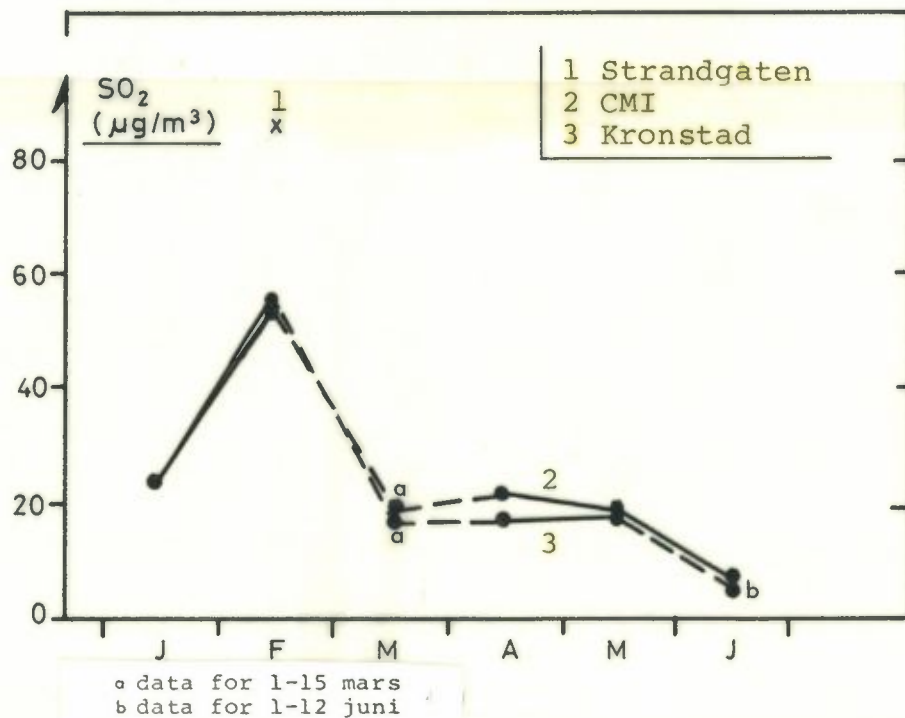
Tabell 3.5: Resultater av blymålinger i Bergen i februar 1979.

Bly µg/m ³	Strandgaten	CMI	Kronstad
Middel	2.5	0.6	0.5
Høyeste døgnerverdi	5.1	1.6	1.2

Noen enkeltanalyser for mars, april og juni er også utført og gitt i tabell 1 i vedlegg 1.



Figur 3.8: Sotmålinger i Bergen, januar-juni 1979. Månedsmiddelverdier.



Figur 3.9: SO₂-målinger i Bergen, januar-juni 1979. Månedsmiddelverdier.

Biltrafikken er den vesentligste kilde til blyutslipp i byområder. Resultatene for CMI og Kronstad gir det regionale blynivå i Bergen. Nivået, nær $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, svarer til det en har funnet ved tilsvarende målinger i vinterperioder i Oslo og Trondheim.

Verdiene fra Strandgaten ligger naturlig nok vesentlig høyere, og indikerer i hvilket størrelsesområde blykonsentrasjonen ligger nær trafikkerte gater i Bergen sentrum. I kapittel 4 blir resultatene sammenlignet med målinger fra andre byer. En sammenligning av sot- og bly-nivået i Strandgaten viser at blyinnholdet i februar var 2.1% av sotnivået. Dette er normalt for gatestasjoner under vinterforhold i Norge.

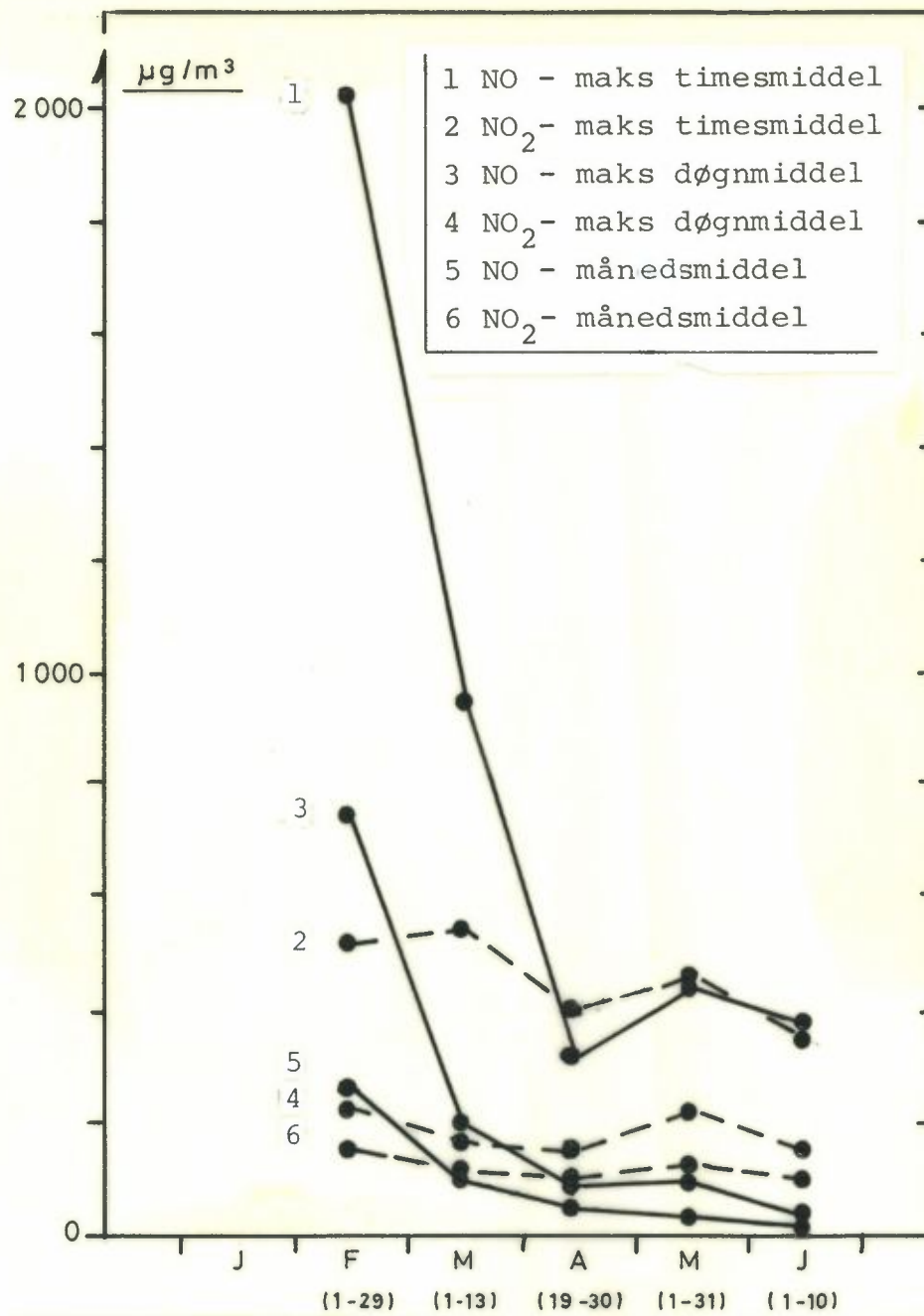
3.3.4 Nitrogenoksyder, NO og NO₂

Nitrogenoksyder ble målt på taket av CMI i perioden 25.1-10.6. 1978. Instrumentproblemer førte til at det mangler data for deler av perioden.

Figur 3.10 viser NO- og NO₂-nivået forløp fra måned til måned. NO-nivået ble redusert betraktelig fra februar til juni. Kurven for månedsmiddelverdien av NO ligner på tilsvarende kurver for sot og SO₂ på CMI (se figurer 3.8 og 3.9).

NO₂-nivået ble også noe redusert fra februar til juni, men i langt mindre grad enn tilfellet var for NO.

Den overveiende kilden til NO i et byområde er utslipp fra biltrafikken. For NO₂ er oljeforbrenning den viktigste utslippskilden, men NO-utslippet fra biler vil oksyderes til NO₂ etter en tid som avhenger i første rekke av konsentrasjonen, temperatur og tilstedeværelsen av andre stoffer som kan virke som katalysatorer. Når NO₂-nivået ikke reduseres betraktelig fra februar til juni, mens oljeforbrenningen i samme periode reduseres betraktelig, kan forklaringen søkes i at NO-utslippet fra biltrafikk oksyderes til NO₂ raskere og i større grad utover



Figur 3.10: NO- og NO₂-nivåets forløp, CMI, Bergen, februar-juni 1978.

våren og sommeren enn om vinteren. Dette er konsistent med at NO-nivået på CMI reduseres sterkere enn tilfellet er for sot og SO₂.

NO- og NO₂-nivåets midlere døgnforløp er vist i figur 3.11 for februar og mai.

NO-forløpet viser i februar tydelige rushtrafikktopper, spesielt om morgenen. NO₂-forløpet økte også noe om morgenen, og økte forøvrig jevnt utover mot 18-tiden. Dette kan tyde på en økende overgang NO-NO₂ utover dagen.

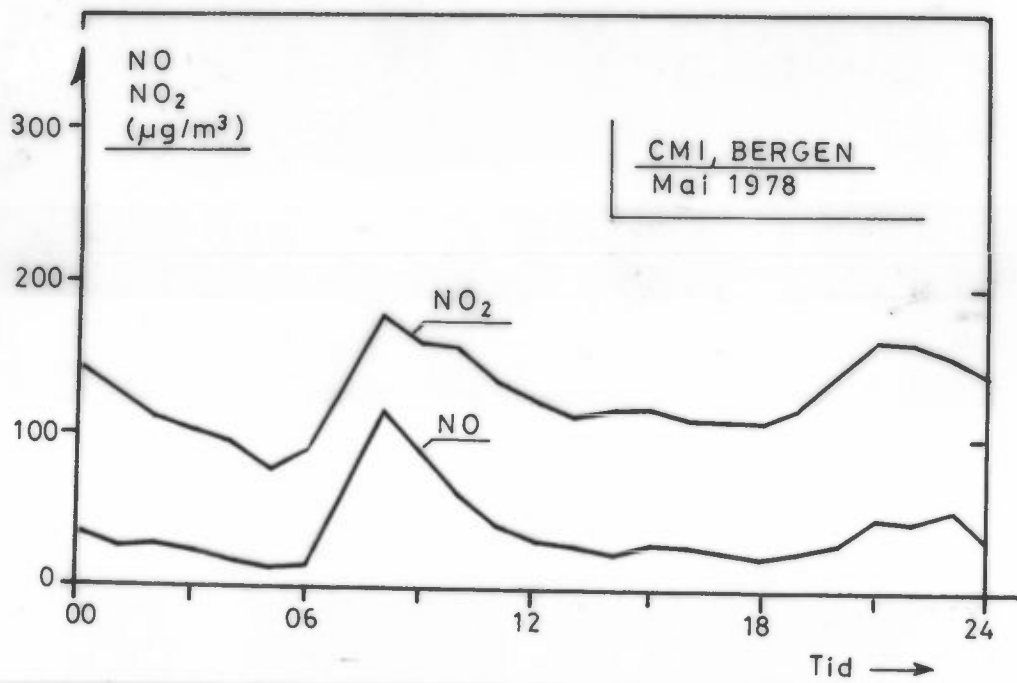
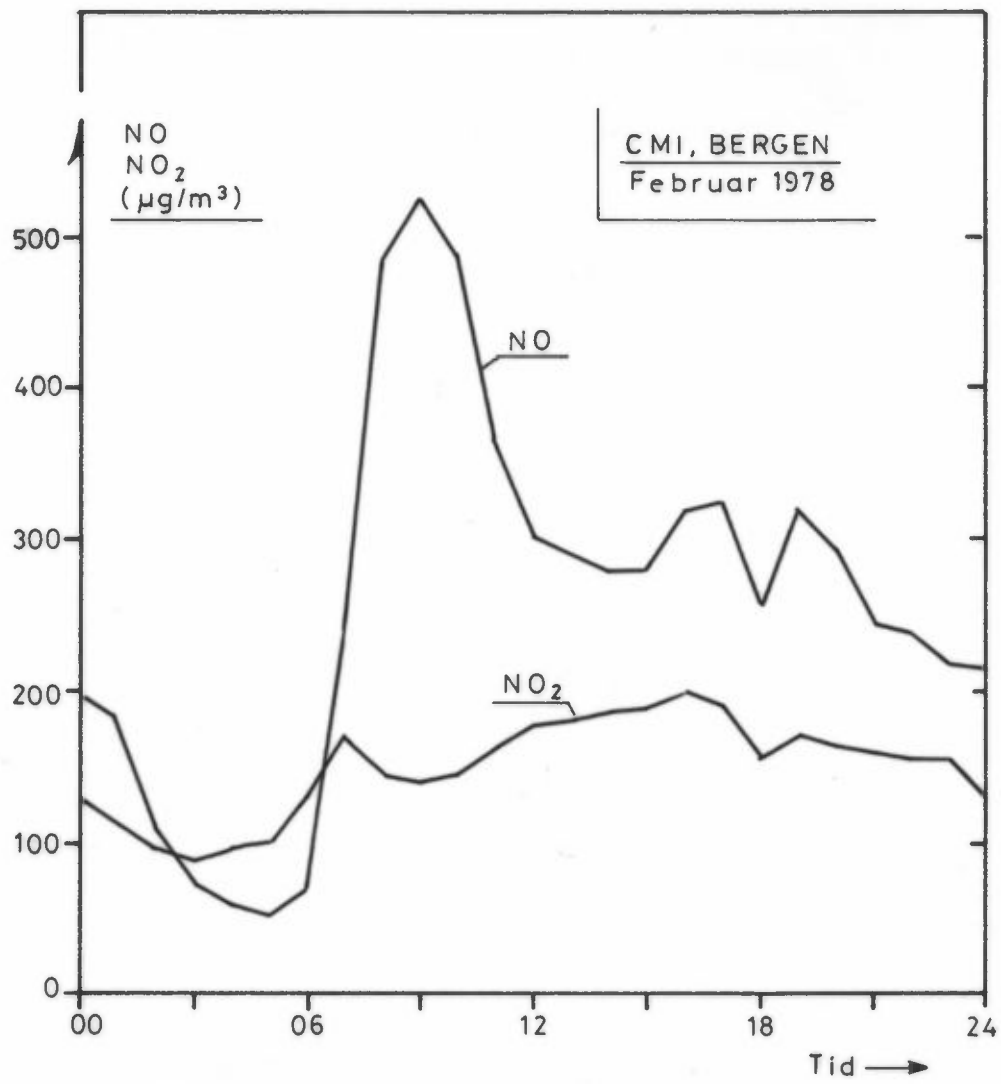
I mai trådte rushtrafikktoppen om morgenen tydelig frem både for NO og NO₂. Dette skyldes sannsynligvis rask overgang av NO-utslippet til NO₂. Det er å vente at denne overgangen skjedde i større grad i mai enn i februar.

Det økende NO- og NO₂-nivå etter ca. kl. 19, ser en også tendenser til i CO-forløpet i Strandgaten for mars og april. Liknende forhold har en også detektert ved tilsvarende målinger i Oslo. Det skyldes etter alt å dømme at spredningsforholdene blir dårligere utover kvelden, idet vindhastigheten avtar (se figur 3.3) og stabil luftfrekvensen øker (se figur 3.4).

Figur 3.12 viser belastningsroser for NO, NO₂ og vind for perioden 21.1.-10.4. og for februar for seg. NO-belastningen øker med vind fra bestemte retninger og skyldes sannsynligvis:

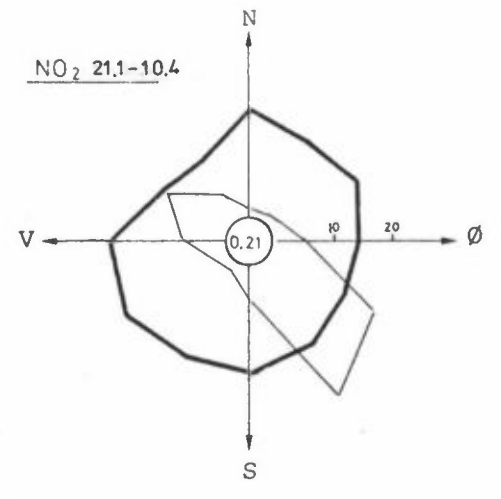
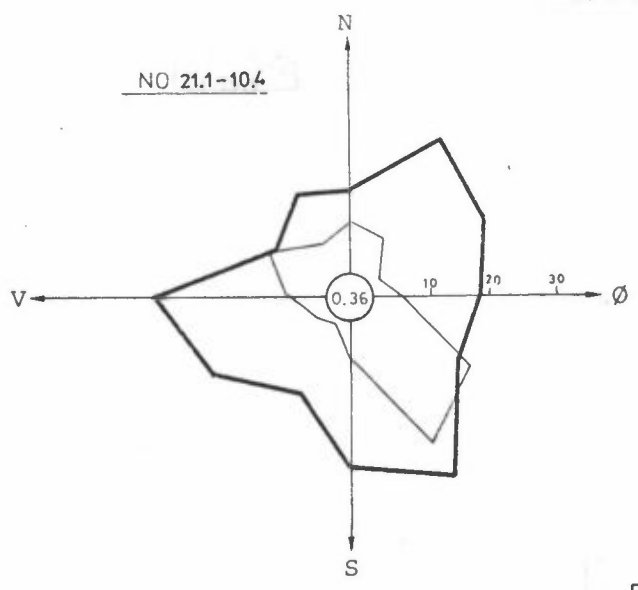
- NNØ-ØNØ - biltrafikk på den nye veitraseen
- SSV-S - oljeforbrenning, Florida sykehus
- VSV-V - biltrafikk i Nygårdsgaten
- NV - biltrafikk Nygårdsgaten - Lars Hilles gate samt utslipp fra biltrafikk og oljeforbrenning generelt over Bergen sentrum.

Forøvrig er NO-konsentrasjonen høy når det er vindstille (< 0.2 m/s, målt på Florida).

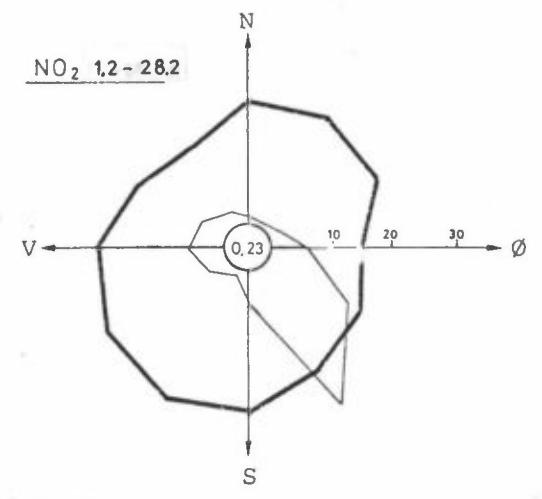
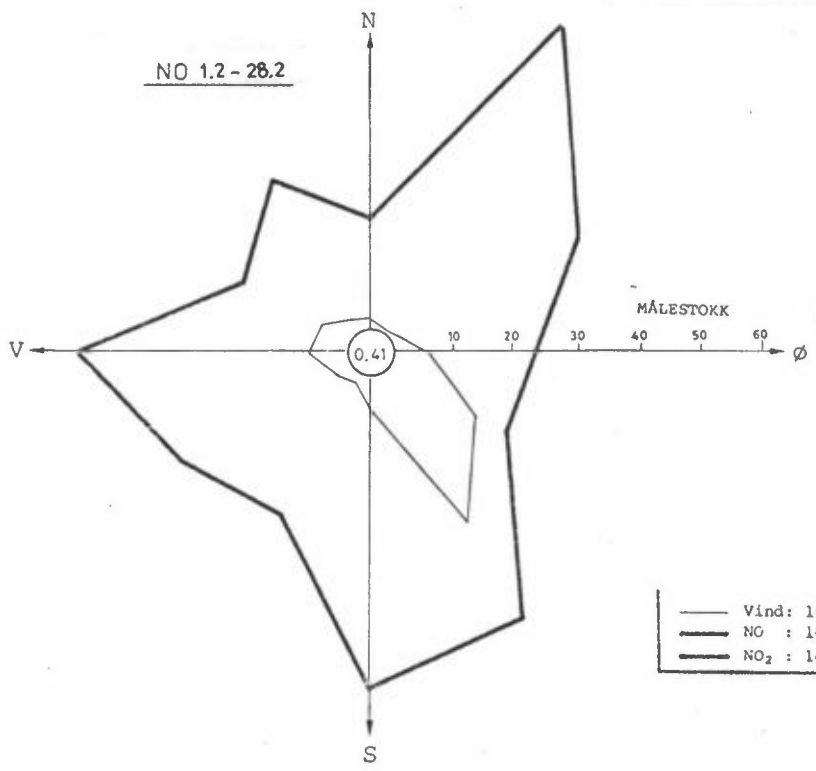


Figur 3.11: Midlere døgnforløp for NO og NO₂ i februar og mai 1978, CMI, Bergen.

JANUAR-APRIL



FEBRUAR



— Vind: 10 betyr 10%
— NO : 10 betyr 100 µg/m³
— NO₂ : 10 betyr 100 µg/m³

Figur 3.12: Belastningsroser for NO, NO₂ og vind for CMI Bergen 1978.

NO₂-belastningen er mere jevn, for alle retninger. Dette har sammenheng med den tiden det tar for overgang NO-NO₂.

Belastningsanalysen viser at NO-konsentrasjonen i middel avtar vesentlig når vindhastigheten øker. NO₂-nivået avtar også en del. NO-nivået øker betraktelig, med en faktor på i overkant av 2.0, når temperatursjiktningen vertikalt går fra instabil/nøytral til stabil. NO₂-nivået øker også med stabiliteten, men ikke i samme grad som NO.

Variasjoner i NO-belastningen på CMI kan derved forklares ut fra det en vet om kilder og spredningsmessige forhold. NO₂-nivået påvirkes i mindre grad enn NO av variasjoner i kildestyrke og spredning, fordi en ikke ubetydelig del av NO₂-nivået skyldes overgang fra NO til NO₂, en reaksjon som tar tid, og som er avhengig av andre meteorologiske forhold enn de som er framstilt her.

4 VURDERING AV FORURENSNINGSNIVÅET

4.1 Overskridelser av standarder for luftkvalitet

I Norge foreligger det forslag til retningslinjer for luftkvalitet for stoffene SO₂, sot, svevestøv og NO₂ (5). Retningslinjene er veiledende og ikke juridisk bindende. Disse vil bli brukt i vurderingen av de foreliggende måleresultater fra Bergen. For stoffene CO og bly foreligger det ikke forslag til norske retningslinjer. Det har hittil vært vanlig å sammenligne CO-nivået med retningslinjer anbefalt av Verdens helseorganisasjon og vedtatt i USA, og blynivået med amerikanske og vest-tyske retningslinjer. En oversikt over retningslinjer for luftkvalitet, med referenser til grunnlagsmaterialet, er gitt i vedlegg 3.

Luftkvalitetsnormene definerer et forurensningsnivå som ut i fra nåværende viten ikke medfører helseskader, eller ulemper av betydning for menneskers trivsel eller andre vesentlige skadevirkninger. I grenseverdiene er det dessuten innebygd en viss sikkerhetsmargin slik at en ikke uten videre kan forvente negative effekter ved overskridelser. Retningslinjene må derfor ses i sammenheng med sitt grunnlagsmateriale.

De angitte grenseverdier må ikke oppfattes som et absolutt krav til luftkvalitet som må oppfylles umiddelbart. Overskridelser av grenseverdiene tilsier at utslippsreducerende tiltak bør vurderes med sikte på å redusere konsentrasjonene av forurensende stoffer til et nivå som ikke medfører uønskede skader eller ulemper, og som gir en forsvarlig sikkerhetsmargin. Grunnlaget for retningslinjene med hensyn til SO₂, sot, svevestøv og NO₂ har først og fremst vært det materiale som foreligger fra Verdens helseorganisasjons (WHO) ekspertkomité (6), samt det materiale som ellers ligger til grunn for tilsvarende retningslinjer i Sverige (7).

Det er i Norge ennå ikke formulert krav til plassering av målestasjon i forbindelse med overvåking av luftkvalitet, når resultatene skal vurderes mot miljøstandarder. I USA anvendes standardene for CO og bly oftest i forbindelse med målinger fra stasjoner som ikke er plassert i umiddelbar nærhet av kilder som for eksempel en trafikkert vei. Standarden er tenkt anvendt på utendørs målinger som gir uttrykk for den midlere belastning på en befolkningsgruppe i et område, midlet over den tidsperiode standarden gjelder for, f.eks. 1 time, 24 timer, osv. Målinger i gatetverrsnitt er representative for den midlere belastning for den delen av befolkningen som ferdes ved gaten hoveddelen av tiden som standarden gjelder for. Målinger av 1-times middelveidier av f.eks. CO kan derved sammenlignes med 1-times standarden for CO og representere korttidsbelastningen som en stor del av bybefolkningen utsettes for. 8-timers og 24-timers middelveidier av CO og andre komponenter, målt i gatetverrsnitt, vil imidlertid oftest være et overestimat av den midlere belastning folk flest daglig utsettes for i bymiljø. Boliger, forretninger og kontorer langs trafikkerte veier vil i større eller mindre grad være beskyttet fra forurensningen uten-dørs, avhengig av bygningens ventilasjon og andre forhold. Forurensningen innendørs, som middel for hele dagen, vil være mindre enn ute. I bygninger som ikke har sentral ventilasjon med luftinntak i "rent" område, vil forurensningen inne dog kunne være sammenlignbar med den ute. Det er for øvrig et generelt prinsipp at overvåking av luftkvalitet skjer ved utendørs målinger, selv om folk oftest oppholder seg innendørs det meste av tiden.

Det er uklart på det nåværende tidspunkt hvilke krav til standarder og målesteder som vil bli satt i Norge med hensyn til luftforu-

rensning fra biltrafikk. Et betydelig antall mennesker i Norge bor i bymiljøer som forurensningsmessig påvirkes i stor grad av utslipp fra biltrafikk. Det er også uklart om det er rimelig generelt å anvende luftkvalitetsstandarder med midlingstider lengre enn noen timer til vurdering av målinger foretatt tett ved trafikkerte gater. Vi vil anse det som rimelig, dersom det bor mennesker i første etasje i bygninger langs den gaten der målingene foretas. Strandgaten i Bergen er i første rekke en forretningsgate. En vil derfor i denne rapporten kun vurdere forurensningsnivået i gatenivået i Strandgaten i forhold til USAs 1-times standard for CO. For målinger foretatt på taket av CMI kommer alle standarder til anvendelse.

4.1.1 Karbonmonoksyd

USAs og WHOs anbefalte 1-times standard på 40 mg/m^3 ble ikke overskredet i løpet av måleperioden. Høyeste 1-times middelerverdi av CO i Strandgaten var 30 mg/m^3 (se tabell 3.4), og ble målt den 3.2., kl. 15.30-16.30. Det var da lav vindstyrke (0.5 m/s), relativt mildt, (ca. 0°C), og lett stabil temperatursjiktning over Bergen. Det kan ikke utelukkes at en i Strandgaten kan måle verdier høyere enn standarden under mere ekstreme trafikk- og spredningsforhold enn de som opptrådte under måleperioden.

4.1.2 Sot og SO₂

Norsk forslag til veiledende miljøstandard for døgnmiddelerverdi av sot, er $120 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Denne verdi ble i Lars Hilles gate overskredet på 11 av 28 dager i februar og 3 av de 14 første dagene i mars. Høyeste verdi var $296 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, målt 2.-3.2. Middelerverdien for 5-månedperioden februar-juni var ca. $80 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Middelerverdien for en 6-måneders vinterperiode vil sannsynligvis være vesentlig høyere enn dette. Den tilsvarende foreslåtte norske miljøstandard er $40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Sotnivået i Lars Hilles gate lå altså i 1978 vesentlig høyere enn norsk miljøstandard.

Høyeste døgnmiddelerverdi av sot på CMI var $144 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ målt den 3.2., på Kronstad $106 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ målt den 6.2. og 10.2. Denne verdi skal ikke overskrides mer enn 3 døgn i løpet av vinterhalvåret. Standarden ble overskredet i 3 døgn på CMI i løpet av februar. Dette representerer på CMI sannsynligvis en overskridelse av det norske standardforslaget, fordi en må kunne vente at sotnivået i desember og januar kan ligge høyere enn standardverdien enkelte ganger også i de månedene. Ingen overskridelser ble målt på Kronstad.

Høyeste døgnmiddelverdi av SO₂ på CMI var 104 µg/m³, målt den 2.2. og på Kronstad 105 µg/m³, målt samme dag. Norsk forslag til veiledende miljøstandard, 200 µg/m³ som døgnmiddel, ble derved ikke overskredet i løpet av måleperioden. Det er lite trolig at halvårs-standardene på 60 µg/m³ ble overskredet på noen av disse stasjonene. Miljøstandardene for 6-måneders middelvei av SO₂ (60 µg/m³) og sot (40 µg/m³) ble ikke overskredet på CMI og Kronstad vinteren 1977/78. På CMI var verdiene for SO₂ og sot for perioden oktober-mars hhv. 27 µg/m³ og 32 µg/m³. På Kronstad var tilsvarende tall 25 µg/m³ og 27 µg/m³.

4.1.3 Bly

Høyeste døgnmiddelverdi av bly på CMI i februar var 1.6 µg/m³, målt den 3.2. På Kronstad var høyeste verdi 1.2 µg/m³, målt den 6.2. Vest-tyske retningslinje for døgnmiddelverdier, 3.0 µg/m³, ble derved ikke overskredet i februar.

Det er lite trolig at døgnmiddelverdien av bly på disse stedene kan komme opp mot 3.0 µg/m³ under dagens trafikkforhold. På basis av målingene i februar kan en også si at det er lite trolig at middelvei for en 3-måneders periode på disse stasjonene kan komme opp mot USAs standard på 1.5 µg/m³.

4.1.4 Nitrogendioksyd

På CMI ble det målt NO₂-konsentrasjoner som lå høyere enn norsk forslag til veiledende miljøstandard. Tabell 4.1 gir en oversikt over hyppigheten av overskridelser.

1978	Antall døgn med overskridelser av:		
	1 t. standard	24 t. standard	6 mnd. standard
Februar	4 av 28	5 av 21	} x
Mars	1 av 12	0	
April	0 av 11	0	
Mai	1 av 30	2 av 30	
Juni	0 av 10	0	

Tabell 4.1. Overskridelser av veiledende miljøstandard for NO₂, CMI, Bergen 1978.

Foreslått miljøstandard for 1-times middelvei er $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Høyeste 1-times middelvei var $530 \mu\text{g}/\text{m}^3$, målt den 7.2., kl. 07.30-08.30. Vinden var fra retning 120° med styrke 1.5 m/s. Temperatursjiktningen over området var lett stabil.

Foreslått miljøstandard for 24-timers middelvei er $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Høyeste målte verdi var $225 \mu\text{g}/\text{m}^3$, målt den 7.2.

Foreslått miljøstandard for 6-måneders middelvei er $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Middelveiden for 5-måneders perioden februar-juni var $118 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Middelveiden for vinterhalvåret (november-april) vil sannsynligvis være høyere enn dette. Middelveiden av NO_2 på CMI lå derved vinteren 1977-78 høyst sannsynlig høyere enn 6-måneders standarden.

4.2 Representativiteten av forurensningsmålingene

Representativiteten av forurensningsmålinger ved et målested må vurderes ut fra:

- representativiteten av de trafikkmessige forhold i perioden
- representativiteten av de meteorologiske forhold i perioden
- representativiteten av målepunktets plassering

Trafikkforholdene i området rundt målepunktene i Strandgaten var normale under perioden januar-juni 1978. Ved CMI ble trafikken på den nye Nygårdsbroen åpnet den 17. januar 1978. Trafikkforholdene ved CMI og i Lars Hilles gate var derved under måleperioden representative for forholdene en vil møte i de nærmeste år fram i tiden.

De meteorologiske forhold i måleperioden sett i forhold til normalperioden 1931-60, ble beskrevet i seksjon 3.2.5. Anomaliteten i vindstyrkemålingene på Fredriksberg, som inntrådte i 1970-71, gjør at man ikke sikkert kan avgjøre om vindstyrken i måleperioden i 1978 reelt var høyere enn i normalperioden. Den var i hvert fall ikke lavere.

Middeltemperaturen i februar var 1.8°C kaldere enn normalt. Dette førte til større utslipp av forurensninger, spesielt fra oljeforbrenning.

Det var lavere nedbørsmengder enn normalt, spesielt i februar og april.

Usikkerheten i vindstyrkemålingene på Fredriksberg etter 1970-71 gjør det vanskelig å vurdere representativiteten av forurensningsmålingene i 1978 ut fra de meteorologiske forhold. De desidert høyeste konsentrasjoner ble målt i februar. Kulden førte da til høyere utslipp av forurensninger enn normalt for måneden, spesielt utslipp fra oljefyring. Usikkerheten i vindmålingene gjør imidlertid at en ikke kan si om det midlere forurensningsnivået målt da var høyere enn det en vil vente i et normalår.

Når det gjelder maksimalkonsentrasjoner for midlingstider på 24-timer eller kortere, opptrer de i perioder med svært dårlige spredningsforhold. Slike kan opptre i et hvilket som helst år, og er ikke i så høy grad avhengig av de midlere værforhold som er diskutert her.

Maksimalverdier på høyde med de som er målt i 1978 kan derfor opptre i et hvilket som helst år. En kan heller ikke se bort fra at høyere konsentrasjoner kan opptre.

De rapporterte målinger er strengt tatt representative kun for det punkt der inntak av måleluft til instrumentene skjer. Ved gatestasjonen er det målt bare i ett punkt i gatetverrsnittet. Dette representerer ganske godt forurensningen som voksne mennesker som ferdes på fortauet der, utsettes for. Forurensningsnivået varierer langs gatene, som funksjon av trafikkforholdene og gatetverrsnittets utforming.

Analysen av de meteorologiske forhold har vist at vinden oftest blåser fra retningene nordvest og sørvest, dvs. i retning langs Strandgaten og Lars Hilles gate. Meteorologisk sett er det derfor liten forskjell mellom de to sidene av gatene.

4.3 Sammenligning med tidligere målinger i Norge

I 1974-75 ble det ved flere målesteder i Oslo foretatt målinger (1) av CO, sot og bly og andre komponenter på tilsvarende måte som under denne undersøkelsen. I perioden januar-juni 1978 ble tilsvarende målinger foretatt ved en gatestasjon i Trondheim.

Utslippsmessig har det skjedd bare små endringer i perioden 1974-78. Blyinnholdet i bensin er det samme (maks. 0.4 g/l). Det er ikke innført bestemmelser om restriksjoner i utslippet av CO og HC i denne perioden. Imidlertid kan en anta at CO-utslippet fra nye biler i 1978 er noe lavere enn fra nye biler i 1974, som resultat av en generell reduksjon av utslippsmengdene fra en del bilmodeller i denne perioden. Dette vil dog ha relativt liten betydning for bilparken som helhet.

Tabell 4.2 viser tall fra forurensningsmålinger i Strandgaten, sammenlignet med tilsvarende tall fra Rådhusgaten i Oslo og El8 ved Lysaker fra 1975 og Bakklandet i Trondheim i 1978. Ved ingen av stasjonene dekker målingene hele januar-mars perioden.

Forurensningsnivået i Strandgaten skiller seg ikke vesentlig fra nivået i Bakklandet i Trondheim og ved El8 på Lysaker, både når det gjelder CO, bly og sot.

Når verdiene justeres til lik trafikk tetthet (valgt lik 15000 kjøretøy/døgn), får en høyere forurensningstall for Strandgaten enn for Rådhusgaten og Bakklandet. Ved Lysaker er tallene svært mye lavere, på grunn av den åpne topografien ved veien der.

Strandgaten, Rådhusgaten og Bakklandet er alle bygater med husrekker på begge sider, mens det er relativt åpent og vesentlig bedre spredning ved Lysaker.

Gaterommet i Strandgaten og Rådhusgaten er relativt lite med nær samme gatebredde og hushøyder. I Strandgaten er fortauene bredere og det er bare to kjørebaneler, mot tre i Rådhusgaten. Begge gater har enveiskjøring. Både gatebredde og hushøyde er mindre i Bakklandet, og hushøyden er lavere også sett i forhold til gatebredden.

Tabell 4.2. Sammenligning av forurensningsnivå ved gatestasjoner i Bergen, Oslo og Trondheim.

	Absolutt nivå				Nivå justert til lik ÅDT (=15000 kjøretøy/døgn)			
	Strand- gaten Bergen	Rådhus- gaten Oslo	El8- Lysaker	Bakk- landet T.heim	Strand- gaten Bergen	Rådhus- gaten Oslo	El8 Lysaker	Bakk- landet T.heim
	1978	1975	1975	1978	1978	1975	1975	1978
<u>Jan./mars</u>								
<u>CO</u>								
Middel- verdi	5.6	9.6	7.8	6.0	10	6	2	6
Maks 1t. middel- verdi	30	63	36	38	54	39	9	38
Maks 8t. middel- verdi	23	39	22	24	41	24	5.5	24
<u>Bly</u>								
Maks 24 t. middel- verdi	5.1	5.8	3.9	4.8	9.2	3.6	1.0	4.8
<u>Sot</u>								
Middel- verdi	97	105	90	74	175	66	23	74
Maks 24 t. middel- verdi	236	197	150	243	426	123	38	243

Utformingen av gatetverrsnittet er ikke årsaken til de høyere tall i Strandgaten enn i Rådhusgaten, ved samme trafikk tetthet.

Årsaken må søkes forklart ved å trekke midlere trafikkhastighet og spredningsmessige forhold inn i vurderingen. Midlere trafikkhastighet i Rådhusgaten er nær 50 km/t. Den er sannsynligvis vesentlig lavere ved målestedet i Strandgaten. En videre sammenligning av forurensningen ved de ulike gatene nevnt her vil bli foretatt for alle data fra kartleggingsprosjektet i de fire byene under ett.

4.4 Bilavgassutslipp - antatt fremtidig utvikling

Basert på de krav til lavere bilavgass-utslipp som stilles av myndigheter i en rekke land, først og fremst i Europa, USA og Japan arbeider de fleste større bilkonserner med reduksjon av utslippene ved motormodifikasjoner, ettermonterbare komponenter, f.eks. ulike typer etterbrennere, eller ved andre metoder.

I Norge er det fastsatt øvre grenser for utslippet CO, NO_x og HC fra nye biler. Fra 1.1.1978 er de norske kravene i overensstemmelse med de som er fastsatt i "ECE Regulation no 15, Amendmend 02" (ECE-FN's Economic Commission for Europe). Disse krav er vedtatt av de fleste land i Europa bortsett fra Sverige. Sverige følger nå til en viss grad de amerikanske bestemmelser som er strengere enn nåværende ECE-krav. Også i Japan er kravene strengere enn i Europa.

I Norge har Bilforurensningsutvalget som oppgave blant annet å foreslå tiltak for å redusere luftforurensningsnivået ved trafikkårer, der dette anses nødvendig på bakgrunn av en helsemessig vurdering.

Nødvendigheten av strengere avgasskrav er under utredning. En kan vente at det i løpet av 1979 vil bli fremsatt forslag til redusere blyinnholdet i bensin ytterligere fra nåværende grense på 0.4 g/l. Det vil ta noen tid før slike bestemmelser eventuelt vil tre i kraft.

Når det gjelder utslipp av CO, NO_x, HC og andre avgasskomponenter er det muligheter for at en her i landet vil gå inn for strengere avgasskrav for nye biler enn de som gjelder i dag. I praksis vil det imidlertid ta flere år før slik krav kan bli gjennomført. Det er mulig at kravene vil følge bilene med tiden, slik at en etterhvert får kontroll også med eldre biler.

5 REFERANSER

- (1) Larssen, S. Undersøkelser av luftforurensning fra biltrafikk i Norge. Lillestrøm 1977. (NILU OR 10/77.)
- (2) Miljøverndepartementet Opprettelse av et interdepartementalt samarbeidsutvalg for å vurdere tiltak mot forurensning fra veitrafikk. Kongelig resolusjon av 19. august 1977. Oslo 1977.
- (3) Statens forurensnings- tilsyn, Bilforurensningsutvalget Referat fra møte 9. desember 1977 i samarbeidsutvalget for å vurdere tiltak mot forurensninger fra veitrafikk. Oslo 1978.
- (4) Larssen, S. Grønskei, K.E. Luftforurensninger fra veitrafikk - Oversiktsrapport. Lillestrøm 1978. (NILU OR 19/78.)
- (5) Forslag fra SFT Røykskaderådet til Miljøverndepartementet om retningslinjer for utendørs luftkvalitet. Oslo 13.10.1977.
- (6) Air quality criteria and guides for urban air pollutants. Geneve 1972. (WHO Tech.report Ser. No 506.)
- (7) Riktvärden för luftkvalitet. Svaveldioxid och stoft. Stockholm 1976. (Statens Naturvårdsverk, Publikation 1976:8).

VEDLEGG 1

DATA-TABELLER

- Tabell 1: Strandgaten. Forurensnings- og trafikkdata, februar-juni 1978.
- Tabell 2: CMI. Forurensningsdata.
- Tabell 3: Døgnmiddelverdier av SO₂, sot og bly ved stasjoner i Bergen, januar-juni 1978.
- Tabell 4: Vindstatistikk, Florida, Bergen, januar-juni 1978.
- Tabell 5: Temperaturstatistikk, Florida, Bergen, januar-april 1978.
- Tabell 6: Koblet frekvensfordeling, vind/stabilitet, Florida, Bergen, januar-april 1978
- Tabell 7: Belastning-statistikk, NO og NO₂ mot vindforhold, CMI/ Florida, Bergen, februar-april 1978.

Tabell 1. Strandgaten, Bergen. Forurensnings- og trafikkdata.

Februar 1978, Strandgaten.

Param. Dato	CO mg/m ³			SO ₂ ug/m ³	SOT ug/m ³	bly ug/m ³	Trafikk biler/time		
	Middel	Max	n	Middel	Middel	Middel	Middel	Max	n
1	6.6	13.3	24	79	104	31	0.0	0.0	0
2	11.5	26.7	24	121	179	44	0.0	0.0	0
3	11.9	29.6	24	191	225	51	0.0	0.0	0
4	5.3	17.4	24	117	101	33	0.0	0.0	0
5	4.3	11.0	24	149	58	13	0.0	0.0	0
6	10.6	21.5	24	139	205	37	0.0	0.0	0
7	9.8	20.9	24	146	236	43	548.0	870.0	10
8	9.2	19.7	24	176	177	33	442.3	900.0	22
9	8.9	18.6	24	108	206	38	512.6	920.0	21
10	8.6	22.0	24	166	216	37	470.7	1005.0	21
11	6.8	20.9	24	125	167	33	327.1	975.0	21
12	4.2	9.9	24	129	114	23	201.7	365.0	21
13	6.2	19.7	24	87	127	20	481.2	910.0	21
14	5.5	15.1	24	58	102	22	468.3	860.0	20
15	4.0	12.2	24	54	80	15	454.3	885.0	21
16	7.1	18.6	24	62	101	17	492.4	935.0	21
17	6.2	15.1	24	38	93	19	450.3	960.0	19
18	3.8	12.8	24	43	54	13	262.6	750.0	21
19	1.7	3.5	24	61	37	6	60.0	190.0	9
20	4.4	11.0	24	19	91	14	0.0	0.0	0
21	6.6	19.7	15	37	97	25	0.0	0.0	0
22	5.9	25.5	24	25	86	16	0.0	0.0	0
23	4.3	12.8	24	54	86	23	0.0	0.0	0
24	5.1	19.1	24	32	92	16	0.0	0.0	0
25	5.5	12.8	24	46	93	26	0.0	0.0	0
26	2.2	8.7	24	52	32	12	0.0	0.0	0
27	5.3	16.8	24	44	97	22	0.0	0.0	0
28	7.9	24.4	24	36	129	31	0.0	0.0	0
29									
30									
31									

Middel: CO, trafikk: for tiden 00-00

SO₂, sot, bly for tiden 08-08

Max : Høyeste 1-times middelværdi

-1 : Manglende data

Tabell 1 forts.

Mars 1978, Strandgaten

Param.	CO mg/m ³			SO ₂ µg/m ³	SOT µg/m ³	bly µg/m ³	Trafikk biler/time		
	Dato	Middel	Max				n	Middel	Max
1	9.1	23.8	24		82		0 0	0 0	0
2	10.1	21.5	24		119		0 0	0 0	0
3	6.4	22.6	24		78		0 0	0 0	0
4	3.8	17.4	24		124		0 0	0 0	0
5	0.0	0.0	24		54		0 0	0 0	0
6	2.2	12.8	24		78		0 0	0 0	0
7	3.1	14.5	24		135	3.3	0 0	0 0	0
8	0.0	0.0	0		87		0 0	0 0	0
9	0.0	0.0	0		106	2.2	488 9	908 8	21
10	0.0	0.0	0		67		450 8	979 4	21
11	0.0	0.0	0		67		304 0	825 8	21
12	0.0	0.0	0		1		207 3	365 2	21
13	0.0	0.0	0		125		447 6	925 4	21
14	0.0	0.0	0		113		472 3	913 0	21
15	0.0	0.0	0		103		469 1	925 4	21
16	0.0	0.0	0		92		541 7	1000 2	21
17	0.0	0.0	0		66		535 5	1120 5	21
18	0.0	0.0	0		55		336 5	937 9	21
19	0.0	0.0	0		43		241 4	489 7	21
20	0.0	0.0	0		75		487 3	1041 7	21
21	0.0	0.0	0		30		518 7	1070 7	21
22	0.0	0.0	0		41		416 4	1091 5	21
23	0.0	0.0	0		34		179 3	398 4	21
24	0.0	0.0	0		82		163 5	286 4	21
25	0.0	0.0	0		39		209 5	589 3	21
26	0.0	0.0	0		42		182 0	307 1	21
27	0.0	0.0	0		64		236 7	460 7	21
28	0.0	0.0	0		47		564 8	1149 6	21
29	3.5	9.3	13		35		537 1	1054 1	21
30	4.2	11.6	24		63		639 3	1170 3	21
31	4.5	15.1	24		86	2.3	4 5	15 1	24

April 1978, Strandgaten

Param.	CO mg/m ³			SO ₂ µg/m ³	SOT µg/m ³	bly µg/m ³	Trafikk biler/time		
	Dato	Middel	Max				n	Middel	Max
1	2.8	8.7	24		62		401 2	1033 4	21
2	2.1	6.4	24		22		262 6	473 1	21
3	3.9	8.1	24		86		596 4	1103 9	21
4	4.9	9.3	24		98	2.0	597 8	1087 3	21
5	4.6	10.4	23		98		590 1	1149 6	21
6	3.5	8.7	24		66	1.2	592 9	1050 0	21
7	3.2	8.7	24		56		500 6	1004 3	21*
8	4.0	15.1	24		68		328 6	838 3	21*
9	1.7	4.6	24		26		231 2	439 9	21*
10	3.8	9.3	24		74		454 6	913 0	21*
11	4.3	13.3	24		77		478 6	921 3	21*
12	5.7	18.6	24		90		451 4	925 4	21*
13	6.5	14.5	24		92		464 0	863 2	21*
14	4.6	9.3	24		91		483 8	966 9	21*
15	2.2	6.4	24		32		316 6	809 3	21*
16	2.1	6.1	24		40		204 5	415 0	21*
17	4.0	9.6	24		105	2.2	421 9	850 7	21*
18	3.6	8.1	24		68		435 9	871 5	21*
19	3.9	8.6	24		96	1.9	445 8	825 6	21*
20	4.5	11.9	24		86	1.7	500 2	892 2	21*
21	5.1	15.2	24		85		484 2	979 4	21*
22	3.9	14.0	24		74		317 8	846 6	21*
23	1.9	4.6	24		26		236 0	444 1	21*
24	2.6	6.1	24		58	1.2	479 6	971 1	21*
25	4.1	10.6	24		78		484 4	929 6	21*
26	3.0	6.3	24		61		487 3	921 3	21*
27	3.6	7.0	24		82	1.7	500 9	950 4	21*
28	3.4	8.6	24		91		509 1	1016 8	21*
29	2.0	5.9	24		46		342 3	875 6	21*
30	1.6	3.8	24		30		190 1	365 2	21*
31									

* Tallene må divideres med 0.83

Tabell 2. Christian Michelsens institutt, Bergen
Forurensningsdata

Februar 1978, CMI

Param. Dato	NO $\mu\text{g}/\text{m}^3$			NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$			SO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SOT $\mu\text{g}/\text{m}^3$	bly $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Middel	Max	n	Middel	Max	n	Middel	Middel	Middel
1	93.2	437.5	24	72.0	200.6	24	63	62	.7
2	585.5	1200.0	22	124.6	267.4	22	104	141	1.4
3	303.6	612.5	7	189.6	382.0	7	101	144	1.6
4	87.5	87.5	1	0.0	0.0	0	57	61	.7
5	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	90	74	.8
6	918.5	1283.8	11	295.8	510.4	11	113	141	1.4
7	738.7	2045.8	24	225.7	382.4	24	84	100	1.1
8	585.1	1039.5	24	266.6	485.3	24	83	116	1.1
9	384.1	1171.9	24	232.8	417.8	24	95	108	1.1
10	532.2	1468.8	24	199.5	310.4	24	93	111	1.1
11	376.0	781.3	24	207.4	334.3	24	91	92	.9
12	225.6	545.7	24	206.1	326.8	24	72	95	.9
13	194.2	663.8	24	198.1	338.1	24	37	52	.4
14	82.8	298.4	24	125.0	264.7	24	26	26	.2
15	54.5	154.0	24	113.3	220.6	24	33	33	.3
16	173.2	683.4	24	192.4	470.6	24	37	41	.4
17	237.2	1058.8	17	141.9	235.3	17	36	32	.4
18	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	47	34	.3
19	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	18	24	.2
20	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	26	38	.3
21	166.4	404.3	14	166.0	353.0	14	27	37	.3
22	94.2	481.3	24	68.2	220.6	24	4	7	.1
23	82.6	240.6	24	92.5	191.2	24	23	22	.2
24	124.3	721.9	24	107.9	250.0	24	30	28	.2
25	178.6	876.4	24	89.3	271.2	24	36	32	.5
26	30.0	79.9	24	47.5	108.5	24	20	9	.1
27	58.8	150.9	24	70.6	176.3	24	24	27	.2
28	160.5	683.4	24	129.4	271.2	24	18	28	.3
29									
30									
31									

Mars 1978, CMI

Param. Dato	NO $\mu\text{g}/\text{m}^3$			NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$			SO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SOT $\mu\text{g}/\text{m}^3$	bly $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Middel	Max	n	Middel	Max	n	Middel	Middel	Middel
1	193.3	943.2	24	141.7	353.0	24	30	82	
2	76.6	385.0	24	125.0	205.9	24	32	119	
3	134.8	471.6	24	166.7	323.6	24	13	78	.27
4	92.2	317.6	24	90.1	161.8	24	14	124	
5	22.9	48.1	24	78.4	161.8	24	18	54	
6	112.3	394.6	24	115.2	191.2	24	32	78	
7	83.8	625.6	24	137.9	529.5	24	11	135	.09
8	83.8	539.0	24	83.3	205.9	24	19	87	
9	114.3	298.4	24	135.4	264.7	24	17	106	.29
10	49.3	182.9	24	100.5	235.3	24	17	67	
11	55.3	279.1	24	71.7	205.9	24	10	67	
12	46.9	105.9	24	51.5	132.4	24	6	1	
13	42.1	77.0	8	47.8	117.7	8	13	125	.16
14	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	42	113	
15	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	28	103	.11
16	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	14	92	
17	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	29	66	.16
18	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	21	55	
19	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	5	43	
20	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	16	75	.05
21	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	-1	30	
22	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	-1	41	
23	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	-1	34	
24	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	-1	82	
25	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	-1	39	
26	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	-1	42	
27	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	-1	64	
28	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	7	47	
29	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	8	35	.07
30	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	6	68	
31	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	6	86	.19

Tabell 2 forts.

April 1978, CMI

Param. Dato	NO $\mu\text{g}/\text{m}^3$			NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$			SO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SOT $\mu\text{g}/\text{m}^3$	bly $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Middel	Max	n	Middel	Max	n	Middel	Middel	Middel
1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	16	11	
2	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	12	7	
3	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	45	25	
4	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	29	20	.18
5	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	19	28	
6	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	26	17	
7	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	21	15	
8	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	19	11	
9	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	7	6	
10	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	20	19	
11	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	14	13	
12	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	38	23	
13	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	26	10	
14	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	42	19	
15	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	23	8	
16	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	27	11	
17	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	26	13	
18	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	5	15	
19	37.5	37.5	14	83.2	124.2	14	16	19	
20	38.8	81.2	24	92.7	181.5	24	11	15	
21	75.5	318.8	24	143.6	391.6	24	24	36	
22	40.9	150.0	24	92.3	181.5	24	13	20	
23	21.9	56.3	24	59.7	143.3	24	3	8	
24	41.1	61.2	24	90.7	162.4	24	9	18	
25	46.6	106.3	24	85.7	362.9	24	18	24	
26	65.1	268.8	24	92.3	285.5	24	20	21	
27	57.0	206.3	24	83.3	181.5	24	19	16	
28	51.0	293.8	24	132.5	277.0	24	32	18	
29	29.9	118.8	24	103.2	219.7	24	21	15	
30	40.6	118.8	24	117.4	248.3	24	19	17	
31									

Mai 1978, CMI

Param. Dato	NO $\mu\text{g}/\text{m}^3$			NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$			SO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SOT $\mu\text{g}/\text{m}^3$	bly $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Middel	Max	n	Middel	Max	n	Middel	Middel	Middel
1	91.5	210.1	24	5.2	62.5	24	15	11	
2	146.4	296.1	24	32.8	218.8	24	32	16	
3	121.0	210.1	24	16.9	43.8	24	13	4	
4	91.9	181.5	24	11.5	31.3	24	19	11	
5	206.9	372.5	24	95.8	237.5	24	41	35	
6	168.3	257.9	24	69.8	156.3	24	36	19	
7	138.1	248.3	24	60.9	206.3	24	29	18	
8	183.6	410.6	24	89.8	381.3	24	40	31	
9	158.0	257.9	24	71.4	181.3	24	19	17	
10	93.1	162.4	24	47.4	118.8	24	7	11	
11	79.6	171.9	24	25.5	62.5	24	3	9	
12	92.3	200.6	24	6.8	37.5	24	4	8	
13	101.1	229.2	24	1.8	12.5	24	4	8	
14	82.8	210.1	24	5	6.3	24	8	6	
15	138.9	285.5	24	8.1	68.7	24	27	19	
16	213.7	324.7	24	45.1	175.0	24	25	18	
17	165.7	296.1	24	16.7	37.5	24	26	21	
18	225.0	439.3	16	97.1	425.0	24	38	33	
19	130.1	238.8	24	44.0	243.8	24	20	25	
20	120.6	248.3	24	39.3	218.8	24	19	19	
21	136.1	324.7	24	49.0	325.0	24	21	22	
22	150.8	410.6	24	28.6	200.0	24	22	25	
23	104.3	277.0	24	29.2	218.8	24	5	16	
24	127.7	286.5	24	28.6	156.3	24	4	19	
25	72.8	133.7	24	27.6	62.5	24	10	11	
26	105.2	248.3	24	55.2	293.8	24	13	20	
27	67.6	152.8	24	12.0	50.0	24	7	9	
28	63.3	152.8	24	25.3	87.5	24	5	7	
29	117.0	210.1	24	56.2	281.3	24	20	21	
30	156.8	286.5	24	37.5	231.3	24	32	19	
31	118.6	200.6	24	43.7	300.0	24	24	14	

Tabell 3. Døgnmiddelverdier for SO₂, sot og bly ved stasjoner i Bergen, januar-juni 1978.

JANUAR 1978

STASJON DATO	SO ₂		SOT	
	3 CMI	4 KRONSTAD	3 CMI	4 KRONSTAD
1	6	-1	8	-1
2	27	-1	40	-1
3	37	-1	23	-1
4	34	-1	35	-1
5	11	10	19	17
6	11	5	16	10
7	6	3	5	6
8	5	3	7	6
9	12	11	2	29
10	14	14	23	22
11	22	23	29	15
12	14	20	22	20
13	56	59	116	48
14	6	15	13	24
15	6	5	12	1
16	23	17	24	12
17	27	22	33	14
18	41	46	68	60
19	42	46	39	37
20	56	47	76	45
21	25	34	27	20
22	10	15	8	8
23	23	24	24	27
24	36	32	32	14
25	48	43	47	48
26	16	15	14	9
27	23	17	20	15
28	13	22	12	13
29	29	27	23	20
30	32	22	37	16
31	26	30	19	23
ANTALL OBS.	31	27	31	27
MIDDEL	24	23	28	21
MAKSIMUM	56	59	116	60
MINIMUM	5	3	2	1
ANTALL OVER:				
200 UG/M3	0	0	0	0
300 UG/M3	0	0	0	0

-1 BETYR MANGLENDE DATA

Tabell 3 forts.

STASJON DATO	502		503		504		505		506		507		508		509		510		511		
	STRANDST.	CHM	KRONSTAD	CHM	STRANDST.	CHM	L. HILLES	G	CHM	KRONSTAD	CHM	STRANDST.	CHM	KRONSTAD	CHM	STRANDST.	CHM	KRONSTAD	CHM	STRANDST.	CHM
1	79	63	47	104	109	67	109	109	67	82	31	31	82	31	31	31	31	31	31	31	31
2	121	104	105	179	226	141	226	226	141	88	44	44	88	44	44	44	44	44	44	44	44
3	121	101	93	225	242	144	242	242	144	100	51	51	100	51	51	51	51	51	51	51	51
4	117	57	51	101	118	61	118	118	61	49	33	33	49	33	33	33	33	33	33	33	33
5	149	90	72	58	103	74	103	103	74	51	13	13	51	13	13	13	13	13	13	13	13
6	132	113	105	205	252	141	252	252	141	106	37	37	106	37	37	37	37	37	37	37	37
7	146	84	79	236	179	116	179	179	116	75	33	33	75	33	33	33	33	33	33	33	33
8	176	83	66	177	143	108	143	143	108	90	38	38	90	38	38	38	38	38	38	38	38
9	108	95	83	206	148	111	148	148	111	106	37	37	106	37	37	37	37	37	37	37	37
10	166	93	82	216	133	92	133	133	92	85	33	33	85	33	33	33	33	33	33	33	33
11	125	91	79	167	90	95	90	90	95	95	23	23	95	23	23	23	23	23	23	23	23
12	129	72	90	114	188	52	188	188	52	43	20	20	43	20	20	20	20	20	20	20	20
13	87	37	56	127	60	26	60	60	26	23	22	22	23	22	22	22	22	22	22	22	22
14	58	26	38	102	67	33	67	67	33	34	15	15	34	15	15	15	15	15	15	15	15
15	54	33	39	80	114	41	114	114	41	41	17	17	41	17	17	17	17	17	17	17	17
16	62	37	40	101	93	32	93	93	32	61	13	13	61	13	13	13	13	13	13	13	13
17	38	36	57	54	65	34	65	65	34	36	3	3	36	3	3	3	3	3	3	3	3
18	43	47	57	37	40	24	40	40	24	20	6	6	20	6	6	6	6	6	6	6	6
19	61	18	18	37	80	38	80	80	38	27	14	14	27	14	14	14	14	14	14	14	14
20	19	26	31	91	145	37	145	145	37	26	25	25	26	25	25	25	25	25	25	25	25
21	37	27	22	97	93	7	93	93	7	19	16	16	19	16	16	16	16	16	16	16	16
22	25	4	23	86	117	22	117	117	22	21	23	23	21	23	23	23	23	23	23	23	23
23	54	23	25	86	65	28	65	65	28	21	2	2	21	2	2	2	2	2	2	2	2
24	32	30	29	92	76	32	76	76	32	21	16	16	21	16	16	16	16	16	16	16	16
25	46	36	-1	93	15	9	15	15	9	-1	12	12	-1	12	12	12	12	12	12	12	12
26	52	20	-1	32	60	27	60	60	27	18	22	22	18	22	22	22	22	22	22	22	22
27	44	24	15	97	167	28	167	167	28	41	31	31	41	31	31	31	31	31	31	31	31
28	36	18	21	129	28	28	28	28	28	26	28	28	26	28	28	28	28	28	28	28	28
ANTALL OBS	28	28	26	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
MIDDEL	86	53	55	121	126	61	126	126	61	54	25	25	54	25	25	25	25	25	25	25	25
MAX/SIMUM	191	113	105	236	296	144	296	296	144	106	51	51	106	51	51	51	51	51	51	51	51
MINIMUM	19	4	15	32	15	7	15	15	7	18	6	6	18	6	6	6	6	6	6	6	6
ANTALL OVER:	0	0	0	5	4	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200 UG/M3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300 UG/M3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

-1 BETYR MANGLENDE DATA

Tabell 3 forts.

MARS 1978

STASJON DATO	SU2		SOT				BLY #10	
	CMI	3	4 KRONSTAD	1 STRANDGT	2 L HILLES G	3 CMT	4 KRONSTAD	3 CMT
1	30		23	82	148	32	30	-1
2	32		28	119	53	39	23	-1
3	23		20	78	139	32	27	3
4	14		16	124	78	15	25	-1
5	18		9	54	61	13	10	-1
6	32		24	78	156	35	37	-1
7	11		18	135	91	14	25	1
8	19		13	87	49	21	17	-1
9	17		16	106	68	20	22	3
10	17		6	67	63	14	14	-1
11	10		6	67	37	8	15	-1
12	6		5	1	23	19	15	-1
13	13		11	125	78	15	19	2
14	42		38	113	84	18	18	-1
15	28		12	103	-1	12	2	1
16	14		20	92	-1	8	1	-1
17	29		-1	66	-1	11	-1	2
18	21		-1	55	-1	9	-1	-1
19	5		-1	43	-1	1	-1	-1
20	16		-1	75	-1	5	-1	1
21	-1		-1	30	-1	-1	-1	-1
22	-1		-1	41	-1	-1	-1	-1
23	-1		-1	34	-1	-1	-1	-1
24	-1		-1	82	-1	-1	-1	-1
25	-1		-1	39	-1	-1	-1	-1
26	-1		-1	42	-1	-1	-1	-1
27	-1		-1	64	-1	-1	-1	-1
28	7		-1	47	-1	3	-1	-1
29	8		-1	35	21	7	-1	1
30	6		3	68	27	10	3	-1
31	6		26	86	61	17	19	2
ANTALL OBS.	24		18	31	17	24	18	9
MIDDEL	18		16	72	73	16	18	2
MAKSIMUM	42		38	135	156	39	37	3
MINIMUM	5		3	1	21	1	1	1
ANTALL OVER:								
200 UG/M3	0		0	0	0	0	0	0
300 UG/M3	0		0	0	0	0	0	0

-1 BETYR MANGLENDE DATA

APRIL 1978

STASJON DATO	SU2		SOT				
	CMI	3	4 KRONSTAD	1 STRANDGT	2 L HILLES G	3 CMT	4 KRONSTAD
1	16		9	62	27	11	9
2	12		22	22	56	7	10
3	45		27	86	74	25	17
4	29		31	98	92	20	24
5	49		27	98	83	28	17
6	26		11	66	55	17	5
7	21		11	56	46	15	11
8	19		-1	68	38	11	-1
9	7		13	26	40	6	7
10	20		11	74	39	19	8
11	14		20	77	59	13	9
12	32		22	90	57	23	8
13	26		31	92	95	10	16
14	42		14	91	50	19	11
15	23		15	32	29	8	9
16	27		13	40	39	11	7
17	26		18	105	66	13	14
18	5		3	68	48	15	16
19	16		11	96	46	19	11
20	11		8	86	82	15	14
21	24		25	86	91	36	36
22	13		5	74	29	20	22
23	3		3	26	42	8	15
24	9		6	58	66	18	17
25	18		10	78	42	24	20
26	20		15	61	84	21	17
27	19		28	82	89	16	15
28	32		17	91	77	18	21
29	21		19	46	41	15	21
30	19		11	30	33	17	19
ANTALL OBS.	30		29	30	30	30	29
MIDDEL	22		16	69	57	17	14
MAKSIMUM	49		31	105	95	36	36
MINIMUM	3		3	22	27	6	3
ANTALL OVER:							
200 UG/M3	0		0	0	0	0	0
300 UG/M3	0		0	0	0	0	0

-1 BETYR MANGLENDE DATA

Tabell 3 forts.

MAI 1978

STASJON DATO	S02		S0T			
	3	4	1	2	3	4
	CM1	KRONSTAD	STRANDGT	L HILLES G	CMT	KRONSTAD
1	15	25	39	57	11	13
2	32	16	86	83	16	14
3	13	8	80	49	4	3
4	19	13	29	55	11	8
5	41	31	114	107	35	31
6	36	29	53	45	12	17
7	29	23	42	67	18	21
8	40	68	102	83	31	17
9	19	5	89	40	17	6
10	7	4	99	51	11	11
11	3	2	86	22	9	5
12	4	1	122	50	8	8
13	4	3	43	36	8	8
14	8	8	32	20	6	7
15	27	28	38	42	19	17
16	25	25	109	71	18	14
17	26	25	44	36	21	19
18	38	33	146	73	33	14
19	20	24	159	60	25	20
20	19	32	26	44	19	15
21	21	24	40	44	22	18
22	22	6	125	51	25	27
23	5	3	89	96	16	15
24	4	3	82	59	19	15
25	10	7	45	38	11	11
26	13	13	86	65	20	14
27	7	3	42	28	9	11
28	5	5	19	21	7	2
29	20	21	75	97	21	18
30	32	27	81	114	19	22
31	24	25	88	128	14	4
ANTALL OBS.	31	31	31	31	31	31
MIJDEL	19	17	75	59	17	14
MAKSIMUM	41	68	159	128	35	31
MINIMUM	3	1	19	20	4	2
ANTALL OVER:						
200 UG/M3	0	0	0	0	0	0
300 UG/M3	0	0	0	0	0	0

-1 BETYR MANGLENDE DATA

JUNI 1978

STASJON DATO	S02		S0T			
	3	4	1	2	3	4
	CM1	KRONSTAD	STRANDGT	L HILLES G	CMT	KRONSTAD
1	23	22	93	119	28	9
2	22	16	123	140	39	38
3	5	3	58	87	14	10
4	3	3	44	63	14	8
5	3	3	100	75	18	9
6	4	4	84	63	15	18
7	2	2	-1	63	25	10
8	2	2	81	186	22	17
9	2	2	118	37	27	19
10	2	1	27	44	14	11
11	3	1	33	74	14	11
12	5	3	79	109	20	16
13	10	-1	86	50	34	-1
14	13	-1	90	50	27	-1
15	14	-1	100	117	34	-1
16	4	-1	102	104	25	-1
17	1	-1	45	41	21	-1
18	3	-1	38	36	26	-1
19	4	-1	89	68	7	-1
20	3	-1	85	53	13	-1
21	6	-1	105	78	11	-1
22	21	-1	109	120	30	-1
23	1	-1	118	106	24	-1
24	1	-1	64	64	10	-1
25	8	-1	49	56	10	-1
26	-1	-1	83	52	-1	-1
27	-1	-1	78	92	-1	-1
28	-1	-1	60	52	-1	-1
29	-1	-1	74	76	-1	-1
30	-1	-1	-1	-1	-1	-1
ANTALL OBS.	25	12	28	29	25	12
MIJDEL	7	5	79	78	21	14
MAKSIMUM	23	22	123	186	39	28
MINIMUM	1	1	27	36	7	8
ANTALL OVER:						
200 UG/M3	0	0	0	0	0	0
300 UG/M3	0	0	0	0	0	0

-1 BETYR MANGLENDE DATA

Tabell 4. Vindstatistikk, Florida, Bergen, januar-juni 1978
(se også vindroser i figur 3.2 i rapporten).

VINDROSE FRA FLORIDA													
MANEDSVISE UTSKRIFTER FOR PERIODEN:													
1/ 1-78 - 31/ 1-78 FRA TAPE 2													
MÅNED: JANUAR 1978													
SEKTOR	VINDROSE KL.								DØGN				
	1	4	7	10	13	16	19	22					
20- 40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3			
50- 70	4.2	3.8	7.1	0.0	0.0	4.0	3.7	0.0	0.0	3.1			
80-100	4.2	3.8	7.1	7.7	10.3	0.0	3.7	7.7	7.7	4.4			
110-130	8.3	11.5	17.9	26.9	10.3	12.0	7.4	19.2	16.3	16.3			
140-160	58.3	50.0	42.9	38.5	34.5	48.0	48.1	38.5	44.3	44.3			
170-190	0.0	11.5	3.6	7.7	6.9	8.0	3.7	7.7	5.0	5.0			
200-220	4.2	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	3.7	3.8	1.6	1.6			
230-250	4.2	7.7	0.0	3.8	6.9	8.0	3.7	0.0	3.6	3.6			
260-280	4.2	0.0	0.0	3.8	10.3	4.0	0.0	3.8	3.5	3.5			
290-310	0.0	3.8	3.6	0.0	10.3	4.0	7.4	7.7	5.5	5.5			
320-340	8.3	3.8	7.1	7.7	6.9	12.0	11.5	11.5	8.3	8.3			
350- 10	4.2	3.8	3.6	3.8	3.4	0.0	0.0	0.0	2.7	2.7			
STILLE	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.4			
ANT. OBS.	24	26	28	26	29	25	27	26	637	637			
MIDL. VIND	4.3	4.0	4.2	4.1	4.1	4.0	3.8	3.8	4.0	4.0			
VINDANALYSE													
DØGNMIDDEL	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	TOTAL
STILLE													1.4
0.3- 1.5 M/S	0.0	0.0	0.3	5.0	4.7	0.9	0.5	0.3	1.3	2.8	2.4	0.3	18.5
1.6- 3.0 M/S	0.0	0.2	0.5	5.0	9.1	1.3	0.5	0.8	0.3	0.6	2.0	0.9	21.2
3.1- 6.0 M/S	0.3	1.7	1.7	4.6	21.8	1.9	0.6	1.4	0.3	1.4	1.9	1.4	39.1
OVER 6.0 M/S	0.0	1.3	1.9	1.7	8.6	0.9	0.0	1.1	1.6	0.6	2.0	0.0	19.8
TOTAL	0.3	3.1	4.4	16.3	44.3	5.0	1.6	3.6	3.5	5.5	8.3	2.7	100.0
MIDL. VIND M/S	4.0	5.7	5.9	3.2	4.3	4.0	2.8	4.7	4.6	3.0	3.7	3.4	4.0
ANT. OBS.	2	20	28	104	282	32	10	23	22	35	53	17	637
MIDLERE VINDSTYRKE FOR HELE DATASETET ER 3.8 M/S, BASERT PÅ 683 OBSERVASJONER													

VINDROSE FRA FLORIDA													
MANEDSVISE UTSKRIFTER FOR PERIODEN:													
1/ 2-78 - 28/ 2-78 FRA TAPE 1													
MÅNED: FEBRUAR 1978													
SEKTOR	VINDROSE KL.								DØGN				
	1	4	7	10	13	16	19	22					
20- 40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2			
50- 70	0.0	11.5	3.7	3.6	8.7	12.5	0.0	0.0	0.0	4.8			
80-100	8.0	0.0	7.4	14.3	13.0	4.2	7.4	7.4	6.8	6.8			
110-130	16.0	15.4	18.5	21.4	21.7	16.7	29.6	22.2	19.8	19.8			
140-160	40.0	46.2	40.7	39.3	13.0	20.8	40.7	44.4	37.7	37.7			
170-190	0.0	0.0	3.7	0.0	8.7	4.2	7.4	0.0	3.2	3.2			
200-220	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	3.7	0.0	0.8	0.8			
230-250	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	4.2	0.0	0.0	1.6	1.6			
260-280	4.0	0.0	0.0	0.0	17.4	20.8	0.0	0.0	3.5	3.5			
290-310	12.0	3.8	3.7	7.1	0.0	4.2	0.0	7.4	5.2	5.2			
320-340	4.0	3.8	7.4	3.6	0.0	4.2	3.7	0.0	4.2	4.2			
350- 10	4.0	3.8	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0			
STILLE	12.0	15.4	7.4	7.1	17.4	4.2	7.4	18.5	11.3	11.3			
ANT. OBS.	25	26	27	28	23	24	27	27	621	621			
MIDL. VIND	2.3	2.3	2.4	2.3	2.3	2.7	2.2	2.2	2.4	2.4			
VINDANALYSE													
DØGNMIDDEL	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	TOTAL
STILLE													11.3
0.3- 1.5 M/S	0.2	0.6	1.8	8.7	18.4	2.6	0.6	1.0	2.7	2.9	1.4	0.6	41.5
1.6- 3.0 M/S	0.0	0.6	1.8	6.4	5.0	0.3	0.2	0.6	0.8	1.9	1.9	0.2	19.8
3.1- 6.0 M/S	0.0	3.2	2.4	2.6	9.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.8	0.2	19.5
OVER 6.0 M/S	0.0	0.3	0.8	2.1	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9
TOTAL	0.2	4.8	6.8	19.8	37.7	3.2	0.8	1.6	3.5	5.2	4.2	1.0	100.0
MIDL. VIND M/S	0.5	4.1	3.4	2.7	2.9	1.4	1.4	1.5	1.2	1.7	2.3	1.9	2.4
ANT. OBS.	1	30	42	123	234	20	5	10	22	32	26	6	621
MIDLERE VINDSTYRKE FOR HELE DATASETET ER 2.3 M/S, BASERT PÅ 672 OBSERVASJONER													

Tabell 4 forts.

VINDROSE FRA FLORIDA
 MANEDSVISE UTSKRIFTER FOR PERIODEN:
 1/ 3-78 - 31/ 3-78 FRA TAPE 1

MANED: MARS 1978

SEKTOR	VINDROSE KL.								DØGN
	1	4	7	10	13	16	19	22	
20- 40	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7
50- 70	6.7	6.5	9.7	3.4	0.0	3.3	13.8	6.9	5.8
80-100	13.3	0.0	3.2	6.9	3.4	3.3	6.9	0.0	3.7
110-130	20.0	25.8	22.6	24.1	3.4	13.3	10.3	17.2	16.2
140-160	26.7	38.7	38.7	48.3	44.8	26.7	41.4	51.7	43.1
170-190	20.0	6.5	3.2	3.4	17.2	16.7	6.9	3.4	9.7
200-220	0.0	3.2	3.2	0.0	3.4	3.3	0.0	0.0	1.3
230-250	0.0	3.2	3.2	0.0	3.4	6.7	0.0	0.0	1.3
260-280	0.0	0.0	3.2	0.0	3.4	6.7	0.0	0.0	1.8
290-310	0.0	3.2	0.0	0.0	6.9	6.7	6.9	13.8	5.1
320-340	6.7	3.2	3.2	6.9	10.3	13.3	13.8	3.4	7.6
350- 10	0.0	3.2	3.2	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	1.4
STILLE	0.0	6.5	6.5	6.9	0.0	0.0	0.0	3.4	2.3
ANT. OBS.	30	31	31	29	29	30	29	29	708
MIDL. VIND	3.4	3.5	3.5	4.3	4.5	4.5	3.8	4.0	3.9

VINDANALYSE

DØGNMIDDEL	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	TOTAL
STILLE													2.3
3- 1.5 M/S	.3	.6	1.0	4.8	7.6	8	8	1.0	.7	1.0	1.7		120.5
1.6- 3.0 M/S	.1	1.3	1.0	5.1	6.8	1.1	3	3	7	2.0	2.4		321.3
3.1- 6.0 M/S	.3	2.7	1.0	3.1	16.7	5.9		1.0	4	2.1	3.5		1036.9
OVER 6.0 M/S	0.0	1.3	.7	3.2	12.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		19.1
TOTAL	.7	5.8	3.7	16.2	43.1	9.7	1.3	1.3	1.8	5.1	7.6		14100.0
MIDL. VIND M/S	2.6	4.4	3.8	3.6	4.5	4.7	1.7	1.4	2.3	3.2	3.0		3.9
ANT. OBS.	5	41	26	115	305	69	9	9	13	36	54		10708

MIDLERE VINDSTYRKE FOR HELE DATASETTET ER 3.8 M/S, BASERT PÅ 744 OBSERVASJONER

VINDROSE FRA FLORIDA
 MANEDSVISE UTSKRIFTER FOR PERIODEN:
 1/ 4-78 - 30/ 4-78 FRA TAPE 1

MANED: APRIL 1978

SEKTOR	VINDROSE KL.								DØGN
	1	4	7	10	13	16	19	22	
20- 40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	4
50- 70	0.0	3.4	6.7	6.7	0.0	6.9	3.4	3.6	3.1
80-100	3.4	3.4	0.0	6.7	7.7	0.0	0.0	3.6	3.1
110-130	13.8	6.9	10.0	3.3	0.0	3.4	3.4	7.1	6.6
140-160	20.7	24.1	13.3	20.0	11.5	3.4	3.4	7.1	14.3
170-190	3.4	17.2	13.3	3.3	0.0	10.3	3.4	7.1	7.4
200-220	3.4	3.4	0.0	0.0	11.5	0.0	3.4	3.6	2.3
230-250	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	3.4	7.1	1.9
260-280	13.8	10.3	6.7	10.0	3.8	6.9	3.4	7.1	6.3
290-310	20.7	3.4	10.0	23.3	50.0	27.6	27.6	28.6	22.5
320-340	6.9	20.7	13.3	26.7	11.5	41.4	44.8	17.9	26.0
350- 10	6.9	3.4	3.3	0.0	3.8	0.0	3.4	3.6	1.9
STILLE	6.9	3.4	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2
ANT. OBS.	29	29	30	30	26	29	29	28	685
MIDL. VIND	1.9	1.8	1.7	3.3	4.1	4.5	3.7	2.5	2.9

VINDANALYSE

DØGNMIDDEL	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	TOTAL
STILLE													4.2
3- 1.5 M/S	.1	.4	.9	3.6	5.1	3.5	.3	.7	3.9	4.1	2.2		725.7
1.6- 3.0 M/S	.1	.3	.3	2.5	4.5	1.2	1.2	.7	1.3	8.0	6.1		727.0
3.1- 6.0 M/S	.1	1.5	1.8	.4	4.7	2.8	.9	4	1.0	9.9	16.8		440.7
OVER 6.0 M/S	0.0	.9	.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.4	.9		0.02.3
TOTAL	.4	3.1	3.1	6.6	14.3	7.4	2.3	1.9	6.3	22.5	26.0		1.9100.0
MIDL. VIND M/S	2.3	4.7	3.4	1.8	2.5	2.5	2.6	2.2	1.8	3.3	3.8		2.9
ANT. OBS.	3	21	21	45	98	51	16	13	43	154	178		13685

MIDLERE VINDSTYRKE FOR HELE DATASETTET ER 2.9 M/S, BASERT PÅ 777 OBSERVASJONER

Tabell 4 forts.

VINDROSE FRA FLORIDA
 MÅNEDSVISE UTSKRIFTER FOR PERIODEN:
 1/ 5-78 - 31/ 5-78 FRA TAPE 1

MANED: MÅI 1978

SEKTOR	VINDROSE KL.								DØGN
	1	4	7	10	13	16	19	22	
20- 40	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	7
50- 70	0 0	0 0	0 0	0 0	3 2	0 0	6 5	0 0	1 3
80-100	3 4	6 5	0 0	3 4	0 0	3 2	6 5	6 7	4 5
110-130	13 8	9 7	10 3	0 0	3 2	3 2	3 2	6 7	6 0
140-160	10 3	16 1	13 8	10 3	12 9	9 7	6 5	0 0	9 2
170-190	0 0	3 2	0 0	6 9	6 5	6 5	6 5	6 7	6 0
200-220	3 4	3 2	0 0	6 9	3 2	0 0	6 5	3 3	2 5
230-250	6 9	0 0	0 0	3 4	3 2	3 2	0 0	0 0	1 1
260-280	3 4	6 5	6 9	13 8	0 0	3 2	6 5	6 7	6 0
290-310	20 7	19 4	27 6	13 8	45 2	35 5	45 2	43 3	29 9
320-340	17 2	3 2	13 8	37 9	19 4	32 3	12 9	10 0	19 7
350- 10	3 4	3 2	3 4	3 4	3 2	3 2	0 0	10 0	2 7
STILLE	17 2	29 0	24 1	0 0	0 0	0 0	0 0	6 7	10 5
ANT. OBS.	29	31	29	29	31	31	31	30	716
MIDL. VIND	1.1	1.1	1.3	2.4	3.7	3.8	3.0	1.7	2.3

VINDANALYSE

DØGNMIDDEL	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	TOTAL
STILLE													10.5
.3- 1.5 M/S	.6	.3	1.7	1.7	1.4	1.5	2.0	.4	4.2	9.1	5.2	1.1	29.1
1.6- 3.0 M/S	.1	.6	.7	3.5	4.9	1.5	.6	.6	1.4	9.6	6.6	1.1	31.1
3.1- 6.0 M/S	0.0	.3	1.1	.8	2.5	1.8	0.0	.1	.4	11.0	7.7	.4	26.3
OVER 6.0 M/S	0 0	1 1	0 0	0 0	.4	1.1	0 0	0 0	0 0	.1	.3	0 0	3.1
TOTAL	.7	1.3	4.5	6.0	9.2	6.0	2.5	1.1	6.0	29.9	19.7	2.7	100.0
MIDL. VIND M/S	1.1	2.9	3.5	2.1	2.9	3.6	1.1	2.1	1.4	2.6	2.7	1.9	2.3
ANT. OBS.	5	9	32	43	66	43	18	8	43	214	141	19	716

MIDLERE VINDSTYRKE FOR HELE DATASETTET ER 2.3 M/S. BASERT PÅ 740 OBSERVASJONER

VINDROSE FRA FLORIDA
 MÅNEDSVISE UTSKRIFTER FOR PERIODEN:
 1/ 6-78 - 30/ 6-78 FRA TAPE 1

MANED: JUNI 1978

SEKTOR	VINDROSE KL.								DØGN
	1	4	7	10	13	16	19	22	
20- 40	0 0	0 0	3 6	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 0
50- 70	0 0	6 9	7 1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	6
80-100	3 6	0 0	3 6	0 0	0 0	0 0	0 0	3 7	1 3
110-130	7 1	10 3	0 0	3 3	3 4	0 0	3 3	7 4	4 8
140-160	21 4	24 1	35 7	16 7	17 2	10 0	16 7	14 8	15 6
170-190	10 7	3 4	3 6	16 7	17 2	13 3	10 0	3 7	13 4
200-220	0 0	0 0	3 6	6 7	3 4	6 7	3 3	3 7	2 9
230-250	0 0	3 4	0 0	0 0	3 4	0 0	0 0	0 0	1 6
260-280	7 1	6 9	3 6	3 3	3 4	3 3	3 3	3 7	5 5
290-310	28 6	17 2	10 7	16 7	31 0	40 0	50 0	25 9	30 1
320-340	10 7	13 8	28 6	36 7	20 7	26 7	13 3	33 3	18 7
350- 10	7 1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 6
STILLE	3 6	13 8	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	3 7	2 8
ANT. OBS.	28	29	28	30	29	30	30	27	685
MIDL. VIND	2.1	2.1	1.8	2.8	3.7	3.7	3.4	2.6	2.8

VINDANALYSE

DØGNMIDDEL	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	TOTAL
STILLE													2.8
.3- 1.5 M/S	1.0	.6	.9	2.0	3.2	.7	.9	.4	3.1	4.4	2.8	.6	20.6
1.6- 3.0 M/S	0 0	0 0	.4	2.3	5.0	3.8	.9	.7	1.5	13.1	6.1	.1	34.0
3.1- 6.0 M/S	0 0	0 0	0 0	.4	7.4	8.2	1.2	.4	1.0	10.2	8.2	.9	38.0
OVER 6.0 M/S	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	.7	0 0	0 0	0 0	2.3	1.6	0 0	4.7
TOTAL	1.0	.6	1.3	4.8	15.6	13.4	2.9	1.6	5.5	30.1	18.7	1.6	100.0
MIDL. VIND M/S	.6	.6	1.0	1.8	2.8	3.7	2.4	2.1	1.8	3.0	3.4	3.0	2.8
ANT. OBS.	7	4	9	33	107	92	20	11	38	206	128	11	685

MIDLERE VINDSTYRKE FOR HELE DATASETTET ER 2.8 M/S. BASERT PÅ 719 OBSERVASJONER

Tabell 5. Temperatur-statistikk, Florida, Bergen, januar-april 1978.

<u>462 FLORIDA</u>		<u>1 1 78 31 1 78</u>													
MANED	NDAG	TMIDL	MAX		MIN		MIDLERE		T>-10.0		T> 0.0		T> 10.0		T
			T	DAG KL	T	DAG KL	TMAX	TMIN	DØGN	TIMER	DØGN	TIMER	DØGN	TIMER	
JAN 1978	16	2.0	6.1	*17 19	-6.4	*31 10	3.6	.2	16	378	16	309	0	0	
MIDDELTEMPERATUR, STANDARDAVVIK OG ANTALL OBS.															
MANED	KL	1	4	7	10	13	16	19	22						
JAN 1978		1.9	1.5	1.7	1.5	2.7	2.2	2.5	2.1						
		2.3	2.5	2.8	2.8	1.6	1.5	2.0	2.1						
		16	16	16	16	15	15	16	16	378					

<u>462 FLORIDA</u>		<u>1 2 78 28 2 78</u>													
MANED	NDAG	TMIDL	MAX		MIN		MIDLERE		T>-10.0		T> 0.0		T> 10.0		T
			T	DAG KL	T	DAG KL	TMAX	TMIN	DØGN	TIMER	DØGN	TIMER	DØGN	TIMER	
FEB 1978	27	-1.3	14.1	*27 10	-10.3	*11 4	1.8	-4.0	27	603	16	198	2	15	
MIDDELTEMPERATUR, STANDARDAVVIK OG ANTALL OBS.															
MANED	KL	1	4	7	10	13	16	19	22						
FEB 1978		-2.0	-2.5	-2.6	-1.2	1.6	.2	-1.5	-2.1						
		5.1	4.6	4.8	5.0	3.4	3.8	3.9	4.6						
		25	25	24	26	25	25	26	26	606					

<u>462 FLORIDA</u>		<u>1 3 78 31 3 78</u>													
MANED	NDAG	TMIDL	MAX		MIN		MIDLERE		T>-10.0		T> 0.0		T> 10.0		T
			T	DAG KL	T	DAG KL	TMAX	TMIN	DØGN	TIMER	DØGN	TIMER	DØGN	TIMER	
MAR 1978	31	3.2	13.2	* 2 13	-5.7	*17 7	5.6	1.0	31	732	31	618	2	12	
MIDDELTEMPERATUR, STANDARDAVVIK OG ANTALL OBS.															
MANED	KL	1	4	7	10	13	16	19	22						
MAR 1978		2.4	1.9	1.8	3.6	5.0	5.0	3.4	2.8						
		3.0	3.1	3.3	2.9	3.0	2.9	2.6	2.8						
		31	30	31	31	30	29	31	31	732					

<u>462 FLORIDA</u>		<u>1 4 78 30 4 78</u>													
MANED	NDAG	TMIDL	MAX		MIN		MIDLERE		T>-10.0		T> 0.0		T> 10.0		T
			T	DAG KL	T	DAG KL	TMAX	TMIN	DØGN	TIMER	DØGN	TIMER	DØGN	TIMER	
APR 1978	30	5.4	14.6	* 1 13	-3.8	*13 4	9.4	1.6	30	705	30	651	15	93	
MIDDELTEMPERATUR, STANDARDAVVIK OG ANTALL OBS.															
MANED	KL	1	4	7	10	13	16	19	22						
APR 1978		3.0	2.1	3.2	7.1	8.8	8.9	6.2	4.5						
		2.7	3.0	2.8	2.9	3.3	3.1	2.5	2.3						
		30	28	30	30	30	29	30	28	705					

SLUTT

Tabell 6. Koblet frekvensfordeling, vind/stabilitet, Florida, Bergen, januar-april 1978

JANUAR 1978

	0.0- 1.5 M/S				1.5- 3.0 M/S				3.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S				ROSE	
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	1.2	9	0	6	3.2
90	0	3	0	0	0	0	0	3	3	3	0	3	6	9	2.1	1.8	6.7	
120	0	9	3	1.8	9	6	1.8	3.2	1.2	1.5	1.5	1.8	1.8	2.3	9	0	20.2	
150	0	3	6	1.2	2.1	1.5	1.8	3.8	11.7	13.8	4.1	0	4.4	2.1	0	0	47.2	
180	0	0	3	6	3	0	0	0	9	3	6	0	3	0	0	0	3.2	
210	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
240	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
270	0	6	0	0	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	
300	0	9	9	0	9	6	9	3	3	1.5	6	0	0	0	0	0	6.7	
330	0	6	3	9	0	1.2	6	0	3	6	9	0	6	9	3	0	7.0	
360	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	6	0	0	0	0	0	9	
STILLE	0	3	9	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3	
TOTAL	0.0	4.1	3.2	5.9	4.1	4.1	5.9	7.9	14.7	18.2	8.5	2.1	8.8	7.0	3.2	2.3	100.0	

FORDELING PÅ VINDHASTIGHET	
0.0- 1.5 M/S	1.5- 3.0 M/S
13.2	22.0
FORDELING AV STABILITETSKLASSENE	
27.6	33.4

0.0- 1.5 M/S		1.5- 3.0 M/S		3.0- 6.0 M/S		OVER 6.0 M/S	
13.2	22.0	43.4	21.4				

FEBRUAR 1978

	0.0- 1.5 M/S				1.5- 3.0 M/S				3.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S				ROSE
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
30	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
60	0	0	0	4	5	0	0	2	1.8	5	1.3	2	2	2	0	2	5.4
90	0	4	2	4	1.6	2	5	4	1.3	4	4	2	4	5	4	0	7.0
120	9	2	1.4	3.2	2.1	2	1.8	3.0	1.1	5	1.3	1.3	2	4	0	2.1	19.6
150	1.4	0	1.4	10.9	5	5	1.4	5.2	2.9	2.7	2.1	2.1	2.1	1.3	1.3	2	36.1
180	7	2	5	1.4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3.4
210	2	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
240	7	2	2	0	0	2	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1.8
270	9	0	2	1.3	1.1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	3.9
300	4	5	2	7	2.0	0	2	2	4	2	0	0	0	0	0	0	4.6
330	0	4	0	2	1.4	2	4	5	4	2	2	4	0	0	0	0	4.1
360	0	0	0	5	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	1.1
STILLE	2.5	5	9	8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.0
TOTAL	7.7	2.3	5.0	27.1	9.6	2.0	4.8	10.2	7.7	4.6	5.2	4.3	2.9	2.5	1.6	2.5	100.0

FORDELING PÅ VINDHASTIGHET	
0.0- 1.5 M/S	1.5- 3.0 M/S
42.1	26.6
FORDELING AV STABILITETSKLASSENE	
27.9	11.4

0.0- 1.5 M/S		1.5- 3.0 M/S		3.0- 6.0 M/S		OVER 6.0 M/S	
42.1	26.6	21.8	9.5				

Vindmålinger : 40 m over bakken
 Temperaturmålinger : 2 m og 30 m over bakken

Tabell 6 forts.

MARS 1978

	0.0- 1.5 M/S				1.5- 3.0 M/S				3.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S				ROSE	
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
30	0	0	0	1	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	7
60	3	0	3	0	4	3	1	1	1	1.1	4	1.1	0	7	9	0	0	5.9
90	3	0	1	1	7	1	3	0	0	9	1	1	0	9	0	0	0	3.7
120	4	4	4	4	2.2	2.3	1.0	1.6	0	2.2	7	4	7	3.3	4	0	0	16.5
150	9	6	1.7	1.1	3.2	2.4	1.1	1.3	0	12.8	3.0	3	3	12.5	1.4	3	0	42.9
180	0	3	1	3	6	0	1	1	1	4.3	1.3	1	0	1.9	4	0	0	9.6
210	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.3
240	0	3	0	3	3	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1
270	0	0	1	1	1.0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1.7
300	0	0	4	0	1.1	3	3	1	1	1.7	1.0	0	1	0	0	0	0	5.2
330	4	1	6	0	1.9	1	3	0	0	2.9	1.4	0	0	0	0	0	0	7.7
360	0	0	0	0	1	0	1	0	0	4	4	0	0	3	0	0	0	1.4
STILLE	4	0	7	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.2
TOTAL	2.7	1.7	4.6	4.2	12.1	5.9	3.6	3.4	0	26.7	8.9	2.2	1.1	19.5	3.2	3	0.0	100.0
FORDELING PÅ VINDHASTIGHET																		
0.0- 1.5 M/S				1.5- 3.0 M/S				3.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S						
13.2				25.0				38.9				23.0						
FORDELING AV STABILITETSKLASSENE																		
61.0				19.7				10.6				8.8						

APRIL 1978

	0.0- 1.5 M/S				1.5- 3.0 M/S				3.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S				ROSE	
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
30	0	2	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4
60	0	2	0	0	6	0	0	0	0	9	3	3	0	4	4	0	0	3.1
90	3	0	2	2	4	0	0	0	0	1.9	0	0	0	0	2	0	0	3.1
120	3	3	3	6	1.6	0	6	1.5	0	9	2	2	0	0	0	0	0	6.4
150	3	1.0	3	2.1	2.8	3	4	1.2	0	4.9	4	3	2	2	0	0	0	14.5
180	3	0	3	1.6	1.3	0	0	6	0	2.4	3	0	3	0	0	0	0	7.2
210	0	0	2	2	1.0	2	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	2.4
240	0	2	3	3	3	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	1.6
270	6	2	6	1.6	1.0	0	2	6	0	9	6	2	0	0	0	0	0	6.4
300	0	2	4	9	3.0	1.6	1.5	1.5	0	10.7	1.0	6	3	7	2	0	0	22.7
330	3	3	4	2	2.4	4	9	1.3	0	14.5	1.8	6	3	2.4	0	0	0	25.8
360	0	0	0	4	3	2	3	2	0	4	2	0	0	0	0	0	0	1.9
STILLE	6	7	6	2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.3
TOTAL	2.7	3.1	3.6	10.4	15.1	2.7	3.9	6.9	0	39.3	4.8	2.1	1.0	3.7	7	0.0	0.0	100.0
FORDELING PÅ VINDHASTIGHET																		
0.0- 1.5 M/S				1.5- 3.0 M/S				3.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S						
19.9				28.5				47.2				4.5						
FORDELING AV STABILITETSKLASSENE																		
60.7				11.3				9.6				18.4						

Tabell 7. Belastnings-statistikk, NO og NO₂ mot vindforhold, CMI/Florida, Bergen

NO, NO₂ : Målt på CMI
Vind,temp: Målt på Florida klimastasjon

NO, januar-april 1978

BELASTNING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING OG STABILITET. ENHET: NO MG/M3																	
	0.0- 1.5 M/S				1.5- 3.0 M/S				3.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S				ROSE
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
30	I	I	I	.40	10	.17	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	.27
60	I	.01	.08	.85	16	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	.23
90	.11	.66	.07	.31	11	.09	.04	.23	I	I	I	I	I	I	I	I	.19
120	.21	.07	.25	.21	17	.05	.06	.29	I	I	I	I	I	I	I	I	.18
150	.35	.13	.35	.43	08	.11	.17	.32	I	I	I	I	I	I	I	I	.30
180	.35	.13	.70	.27	07	0.00	.09	.07	I	I	I	I	I	I	I	I	.24
210	I	I	.22	.11	I	.20	.01	I	I	I	I	I	I	I	I	I	.16
240	.43	.16	.34	.05	I	.11	.13	I	I	I	I	I	I	I	I	I	.22
270	.49	I	.44	.35	10	.24	.23	.26	I	I	I	I	I	I	I	I	.28
300	.16	.22	.26	.36	08	.02	.08	.04	I	I	I	I	I	I	I	I	.11
330	.54	.06	.12	I	14	.03	.28	.17	I	I	I	I	I	I	I	I	.15
360	I	I	I	.26	10	I	I	.10	I	I	I	I	I	I	I	I	.16
STILLE	.31	.13	.36	.40	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	.36
TOTAL	.32	.20	.31	.36	11	.09	.11	.25	I	I	I	I	I	I	I	I	.24
FORDELING PÅ VINDHASTIGHET																	
	0.0- 1.5 M/S				1.5- 3.0 M/S				3.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S				
	.33				.14				I				I				
FORDELING AV STABILITETSKLASSENE																	
	.18				.13				.21				.32				
ANTALL TIMER = 2880, ANTALL OBSERVASJONER = 572																	

BELASTNING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING OG STABILITET. ENHET: NO ₂ MG/M3																	
	0.0- 1.5 M/S				1.5- 3.0 M/S				3.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S				ROSE
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
30	I	I	I	.18	.12	.13	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	.15
60	I	.06	.15	.25	.18	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	.17
90	.12	.14	.17	.12	.13	.14	.08	.20	I	I	I	I	I	I	I	I	.14
120	.19	.15	.17	.14	.14	.08	.13	.17	I	I	I	I	I	I	I	I	.14
150	.21	.18	.16	.19	.11	.12	.13	.14	I	I	I	I	I	I	I	I	.16
180	.25	.21	.22	.19	.13	.02	.15	.16	I	I	I	I	I	I	I	I	.19
210	I	I	.25	.19	I	.20	.04	I	I	I	I	I	I	I	I	I	.18
240	.27	.13	.32	.18	I	.15	.18	I	I	I	I	I	I	I	I	I	.20
270	.23	I	.27	.21	.14	.06	.06	.23	I	I	I	I	I	I	I	I	.19
300	.14	.17	.14	.21	.12	.06	.10	.14	I	I	I	I	I	I	I	I	.13
330	.15	.15	.12	I	.12	.08	.14	.15	I	I	I	I	I	I	I	I	.12
360	I	I	I	.26	.16	I	I	.11	I	I	I	I	I	I	I	I	.18
STILLE	.20	.20	.20	.21	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	.21
TOTAL	.21	.16	.19	.19	.13	.10	.12	.16	I	I	I	I	I	I	I	I	.16
FORDELING PÅ VINDHASTIGHET																	
	0.0- 1.5 M/S				1.5- 3.0 M/S				3.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S				
	.19				.13				I				I				
FORDELING AV STABILITETSKLASSENE																	
	.15				.12				.15				.18				
ANTALL TIMER = 2880, ANTALL OBSERVASJONER = 565																	

NO₂, januar-april 1978

VEDLEGG 2

METODER OG RUTINER FOR MÅLING, ANALYSE,
KALIBRERING OG DATAFREMFORING

1 Måle- og analysemetoder

Karbonmonoksyd, CO

Maihak UNOR 2

Dette instrument måler CO-konsentrasjonene ved å måle absorpsjonen av infrarødt lys som sendes gjennom luftprøven som pumpes kontinuerlig gjennom detektoren med luftstrøm ca 0.7 l/min. Som intern referanse i instrumentet benyttes et volum av ren nitrogengass i en beholder av samme dimensjoner som den luftprøven pumpes gjennom.

Luftprøven renses for partikler, vanndamp og kulldioksyd CO₂ før den når detektorcellen. Disse partikler og gasser ville ellers gi interferens i målingen av CO. Metoden er standardisert i USA og i vest-Tyskland for måling av CO i forurenset luft.

Instrumentet kalibreres ved å føre kjente gassblandinger av CO i ren nitrogen inn i detektorcellen ved samme lufthastighet som prøveluften.

Måleområde: ca 0 - 100 mg/m³.

Nitrogenoksyder, NO og NO₂

Bendix Nitrogen Oxides analyzer, model 8101 B

Nitrøse gasser bestemmes ved hjelp av en chemiluminescensreaksjon. I detektoren føres prøveluften sammen med ozon, O₃, ved et undertrykk på ca 630 mm Hg. Chemiluminescensen mellom NO og O₃ detekteres av en fotomultiplikator. Ozon produseres av en osonkilde i instrumentet (ultrafiolett lys). Ved hjelp av en katalytisk ovn (converter) i instrumentet kan også konsentrasjonen av NO₂ og andre nitrogenforbindelser bestemmes. I ovnen, som holdes på en temperatur på 280°C, reduseres NO₂ til NO. NO₂-konsentrasjonen finnes som differensen mellom måleverdiene en får med og uten converter.

Målingen av NO, uten katalytisk ovn, er interferensfri. Instrumentet kalibreres ved å føre en kjent gassblanding av NO i nitrogen inn i detektorcellen.

Måleområde: ca 0 - 2 mg/m³.

SO₂, svevestøv og bly

Instrument: NILU automatiske luftprøvetaker, type KK.

Tar prøver av luften for måling av støv og svoveldioksyd, SO₂. Støvprøvene samles på et papirfilter, type Whatman 40, eksponert flate ϕ 25 mm. Svovelinnholdet i luften absorberes i en bobleflaske som inneholder 100 ml hydrogenperoksydoppløsning (0.3%). Et programverk skifter til ny prøve hver time. ~~per 3- time.~~

Totalt luftvolum beregnes på bakgrunn av måling av flow ved start og slutt på 24t-perioden. Luftstrømmen er nær 2.5 l/min.

Analyse av svevestøv (sotverdi)

Mengden av svevestøv avsatt på filteret bestemmes ved å måle forskjellen i lysintensiteten reflektert fra et rent filter og det filtret en vil bestemme. Svevestøvmengden bestemmes da som sotverdi og angis som $\mu\text{g støv}/\text{m}^3$ luft. Metoden er standardisert i England. I byatmosfære under vinterforhold gir metoden verdier som stemmer i rimelig grad med svevestøvverdier gitt av nøyaktigere metoder basert på veiing av støvet avsatt på et filter.

Analyse av bly i svevestøv

Bestemmes ved atomabsorpsjonsspektrofotometri (flammeløs eller acetylen/luft-flamme) etter oppslutning av filtret i en syreløsning (salpetersyre ved ca 80°C).

Meteorologiske målinger

De meteorologiske målinger fra klimastasjonen Florida, Bergen utføres rutinemessig av Værvarslinga på Vestlandet. Vindskriveren registrerer vindstyrke og vindretning kontinuerlig. Temperaturmålerne avleses hver tredje time.

2 DATAFREMFØRING

De kontinuerlige målinger av CO, NO og NO₂ samt vindforhold registreres på skriver. Registreringene avleses deretter manuelt som halvtimes middelerverdier. Disse avlesninger korrigeres på regnemaskin ut fra en loggbok med opplysninger fra de kalibreringer og justeringer som er utført i løpet av perioden. I de tilfeller der drift i instrumentet gir grunnlag for endring i korreksjonen av dataene fra dag til dag, skjer korreksjonsendringen kl 1200.

Korrigerte 1-times middelerverdier av forurensning, vind og temperatur og trafikkteiling, foreligger på file, klar for statistisk bearbeiding.

VEDLEGG 3

NORMER OG RETNINGSLINJER FOR LUFTKVALITET

INNHOOLD

- 1 INNLEDNING
- 2 NORMER OG RETNINGSLINJER
 - 2.1 Karbonmonoksyd, CO
 - 2.2 Nitrogenoksyd gasser, NO og NO₂
 - 2.3 Svevestøv
 - 2.4 Bly i svevestøv
 - 2.5 Fotokjemiske oksydanter
 - 2.6 Svoveldioksyd, SO₂
- 3 REFERANSER

1 INNLEDNING

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

I Norge har man ennå ikke fastsatt normer for luftkvalitet, men det foreligger et forslag til veiledende miljøstandarder for luftforurensning med hensyn på bl.a. svoveldioksyd/svevestøv og nitrogendioksyd, utarbeidet av Statens Forurensningstilsyn. Miljøstandardene er vedtatt av Røykskaderådet.

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

Normene skal beskytte befolkningen som helhet mot uheldig helsepåvirkning. Ved fastsettelse av normer må det tas hensyn til befolkningsgrupper som er mer sensitive enn andre overfor påvirkningen. Luftforurensning gir sin påvirkning først og fremst via lungene. Hjerte- og lungesyke regnes som en spesiell sensitiv gruppe overfor luftforurensninger (1).

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

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

Det stilles visse krav til målestasjonenes plassering, for sammenligning av måleresultater mot de grenseverdier normene setter. Når det gjelder de normer som er satt for å beskytte helsen og som er basert på direkte studier av effekter, vil en anse det som rimelig at de bør gjelde i alle områder hvor individer oppholder seg i minst så lang tid som den angitte midlingstid for normen. Normene er gitt for midlingstider fra 1 time til 1 år. På/ved gater i tettbygde strøk kan ferdselen av mennesker inndeles i grupper etter hvor lang tid de oppholder seg på/ved veien: kjørende (kort tid), gående (noen timer), de som har sitt arbeidssted ved veien (8 t pr. dag), de som bor ved veien (hele året). En beskyttelse av alle disse grupper innebærer at normer med midlingstid fra 1 time til 1 år bør komme til anvendelse ved trafikkårer med boliger langs sidene.

I det følgende presenteres og diskuteres enkelte lands normer. Vi har valgt å legge hovedvekten på normer i vesteuropeiske land, USA, Canada og Japan. De forskjellige land gir normene på følgende måte:

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

Normene er gitt som maksimale konsentrasjoner som gjennomsnitt over en tid, fra 1 time til 1 år.

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

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

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

Normen spesifiserer et kvadratisk stasjonsnett med 4 km mellom hver målestasjon. Stasjonens plassering skal være representativ for området.

Canada Tre nivåer defineres på følgende måte:

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

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

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

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

Nivåene er gitt som maksimale konsentrasjoner som gjennomsnitt over en viss tid, fra 1 time til 1 år.

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

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

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

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

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

Det er ikke fastsatt normer for Nederland som helhet.

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

Norge Det forslag til veiledende luftkvalitets-standarder som Statens forurensningstilsyn la fram i oktober 1977 for stoffene SO₂, NO₂ og støv, ligger nå til videre behandling i Miljøvern-departementet. Det er ikke avklart hvilken status norske miljøstandarder vil få. De norske forslagene bygger på utenlandske standarder og det kjennskap til helsemessige effekter som disse er basert på.

2 NORMER OG RETNINGSLINJER

2.1 Karbonmonoksyd, CO

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

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

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

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

Det er stor forskjell på normene i USA (anbefalt av WHO), Vest-Tyskland og Japan. Japan tillater et dobbelt så høyt 8t-nivå som USA. Vest-Tyskland har den minst restriktive norm av disse land. Canadas ønskelige og akseptable nivåer ligger i nærheten av USAs normer.

En direkte sammenligning mellom vest-tysk og amerikansk CO-norm er vanskelig, fordi de er gitt på forskjellige måter. Ut fra middelveiden og 95-prosentilen som er bestemt i vest-tysk norm,

kan en imidlertid anslå hvilken maksimal $\frac{1}{2}$ -times middelve­rdi dette tilsvarer. Den kumulative frekvensfordelingen av $\frac{1}{2}$ -times middelve­rdier av CO i en bygata er nær log-normal-fordelt. Basert på en slik fordeling, vil den vest-tyske norm i realiteten til­late $\frac{1}{2}$ -times middelve­rdier på ca. 150 mg/m^3 . Slik forurensnings­forholdene er i en bygata, vil dette tilsvare en maksimal en­times middelve­rdi på over 100 mg/m^3 , som ligger på over det dobbelte av hva som anses akseptabelt i USA.

Kommentarer til de enkelte lands normer

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

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

Canada Landets målsetting krever konsentrasjoner som er lavere enn USAs normer. I dag aksepteres 35 mg/m^3 (1 time) og 15 mg/m^3 (8 timer), altså i nærheten av USAs normer. Ved en 8-timers middelve­rdi på 20 mg/m^3 (= Japans norm), som tilsvarer et COHb-innhold på ca. 2.5% kreves omgående tiltak fra lokale myndigheter.

Vest-Tyskland En konsentrasjon på 75 mg/m^3 i 8 timer (som i realiteten tillates av normen vil "normalt" gi over 8% COHb i blodet hos en person i lett fysisk aktivitet (2). Nivået ligger høyere ved høyere fysisk aktivitet, dvs. med økende lungeventila­sjon. Dette ligger vesentlig over WHO's anbefaling at COHb ikke skal overstige 4%. Forskjellige forandringer i hjertekar-systemet

som kan ha betydning for utvikling og forverring av patologiske symptomer opptrer ved COHb på ca. 6% og over. I befolkningen er det et antall mennesker med allerede redusert hjertekar-funksjon for hvem en ytterligere reduksjon i oksygen-metningen i blodet kan være skadelig.

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

2.2 Nitrogenoksyder, NO og NO₂

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

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

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

Kommentarer til de enkelte lands normer

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

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

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

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

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

2.3 Svevestøv

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

Svevestøv - veiing

En oversikt over slike normer er gitt i tabell 3.

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

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

Svevestøv - sotverdi

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

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

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

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

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

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

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

2) Vinterhalvår

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

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

2.4 Bly i svevestøv

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

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

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

USA har fastsatt følgende normer for bly i luften (15).

Midlingstid	Konsentrasjon	Merknad
3 måneder	1.5 µg/m ³	"Primary and secondary Air Quality Std.

USA har fastsatt et 3-måneders middel som er lik Vest-Tysklands årsmiddel. USAs norm er derved vesentlig mer restriktiv.

2.5 Fotokjemiske oksydanter

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

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

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

	Fotokjemiske oksydanter, $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Reaktive hydrokarboner $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Merknad
	1 time	8 timer	24 timer	år	3 timer (kl 06-09)	
WHO	120	60				Recommended longterm goal, 1972 (2)
USA	160				160	Prim. and sec. air quality standard 1971 (3) Dokumentasjon: ref. (15)
Canada	100		30			Max. desirable level } Clean Max. acceptable level } Air Act Max. tolerable level
	160		50	30		
	300					
Japan	120*					
Rijnmond	200					Fase 2
Nederland	400					Fase 3
Alarmnivåer	600					Fase 4

Fotokjemiske oksydanter

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

Primærkomponenter

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

2.6 Svoveldioksyd, SO₂

Tabell 6 viser SFT's forslag til veiledende miljøstandarder for SO₂ i luft. Tabell 7 indikerer den sikkerhetsmargin som er innebygd i verdiene. Som nevnt for sotverdien av svevestøv, må nivået og normene for SO₂ og sot ses i sammenheng.

Tabell 6: Grenseverdier for svoveldioksyd (SO₂).
(Forslag SFT, 1977).

Midlingstid	Grenseverdi (µg/m ³)	Anmerkning
6 måneder	60	Aritmetisk middelvei i en vilkårlig 6 mnd. periode
24 timer	200	Bør ikke overskrides i mer enn 2% av tiden i en vilkårlig 6 mnd. periode og ikke som en sammenhengende periode
1 time	400	Bør ikke overskrides mer enn 1% av tiden i en vilkårlig 30 dagers periode

Tabell 7: Verdens helseorganisasjons ekspertgruppes kriterier for luftkvalitet med hensyn på SO₂ og sot.

Forurensning	Overdødelighet Økt antall sykehus- innleggelseser	Tilstandsforverring hos pasienter med lungesykdommer	Påvirkning av åndings- funksjonen	Nedsatt sikt, ubehags- effekter
Svoveldioksyd	500 µg/m ³ døgnmiddel- verdi	500-250 µg/m ³ døgnmiddelverdi	100 µg/m ³ årsmiddel- verdi	80 µg/m ³ geometrisk årsmiddel- verdi
Sot ¹⁾	500 µg/m ³ døgnmiddel- verdi	250 µg/m ³ døgnmiddel- verdi	100 µg/m ³ årsmiddel- verdi	80 µg/m ³ geometrisk årsmiddel- verdi

1) Målt ifølge British Standard Procedure som er en reflektrometrisk bestemmelse ved hjelp av svertingsgraden på en filterprøve.

3 REFERANSER

- (1) Nordisk Seminar: Forurensninger og de hjerte- og lungesyke.
Nordisk Medicin, 89, 313-328, (1974).
- (2) Air quality criteria and guides for urban air pollutants.
Geneva 1972. (World Health Organization. Technical Report Series no. 506.)
- (3) National primary and secondary ambient air quality standards.
Washington D.C. US Environmental Protection Agency. Federal Register, 36, No. 84, (1971.)
- (4) Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft. Bonn, Der Bundesminister des Innern, 28. august 1974.
(GMBI 1974 S. 426, 452.)
- (5) Personlig meddelelse fra Byråsjef Dreissigacher, det Vest-tyske Innenriksdepartement, Bonn, via den Norske Ambassade i Bonn.

- (6) Development of environmental protection in Japan. Tokyo, Ministry of Foreign Affairs, 1975.
- (7) Air quality criteria for carbon monoxide. Washington D.C., 1970. (US Environmental Protection Agency. Publ. No. AP-62.)
- (8) Knelson, J.H. Discussion of the carbon monoxide standards for the Federal German Republic. *Staub - Reinhalt. Luft*, 32, 4 (1972).
- (9) Air quality criteria for nitrogen oxides. Washington D.C., 1971. (US Environmental Protection Agency, Publ. No. AP-84).
- (10) Methods of measuring air pollution. Paris, OECD, 1974.
- (11) VDI-Richtlinien, Maximale Immissionswerte. Düsseldorf 1974. (Vereinigte Deutsch Ingenieure, VDI 2310).
- (12) EPAs position on health implications of airborne lead. Washington, D.C., 1973. (US Environmental Protection Agency).
- (13) Griffin, T.B. et al. Clinical studies on men continuously exposed to airborne particulate lead. Institute of Comparative and Human Toxicology. Albany Medical College, Albany, New York.
- (14) Knelson, J.H. et al. The role of clinical research in establishing standards for atmospheric lead. *Staub-Reinhalt. Luft*, 33, 446-448 (1973).
- (15) US Environmental Protection Agency. National primary and secondary standards for lead. *Federal Register*, 43, 46246 (1977).



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
ELVEGT. 52.

TLF. (02) 71 41 70

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTNR. 24/79	ISBN--82-7247-118-3
DATO AUGUST 1979	ANSV.SIGN. O.F. Skogvold	ANT.SIDER OG BILAG 98 3
TITTEL Luftforurensninger fra veitrafikk målinger i Bergen kommune, 1978		PROSJEKTLEDER Steinar Larssen
		NILU PROSJEKT NR 20378
FORFATTER(E) Steinar Larssen		TILGJENGELIGHET ** A
		OPPDRAGSGIVERS REF.
OPPDRAGSGIVER Helseseksjonen, Bergen kommune		
3 STIKKORD (å maks.20 anslag) Luftforurensning		Biltrafikk Kartlegging
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) Det ble foretatt målinger av luftforurensninger fra vegtrafikk ved 3 målesteder i Bergen i tiden januar-juni 1978. Kontinuerlige målinger av meteorologiske- og trafikkparametre ble foretatt samtidig. Nivå og variasjoner i forurensningen ble i stor grad forklart ved samtidige variasjoner i trafikkparametre og meteorologiske forhold.		
TITTEL Air pollution from road traffic. Measurements in Bergen 1978.		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines) There were performed measurements of air pollution near three different streets in Bergen in the period January-June 1978. Continuous measurements were done simultaneously of meteorological and traffic parameters. The level and variations in pollution concentrations were to a large extent explained by the measured variations in traffic and meteorological parameters.		

**Kategorier: Åpen - kan bestilles fra NILU A
Må bestilles gjennom oppdragsgiver B
Kan ikke utleveres C