

NILU
OPPDRAGSRAPPORT NR:49/78
REFERANSE: 20278
DATO: FEBRUAR 1979

LUFTFORURENSNINGER FRA VEGTRAFIKK
MÅLINGER I TRONDHEIM KOMMUNE, 1978

AV

STEINAR LARSEN

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

FØRORD

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.

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 to målesteder i Trondheim by - i Øvre Bakklandet og i Søndre gate. 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. Under målingene i Trondheim bidro Institutt for Samferdselsteknikk (IS), NTH med å utføre og rapportere målinger av trafikkens midlere hastighet i Øvre Bakklandet (2). Disse målingene ble delvis finansiert av IS' egne midler.

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	3
SAMMENDRAG	7
1 INNLEDNING	11
2 PROBLEMBESKRIVELSE	12
3 MÅLEOPPLEGG	17
3.1 Metodikk	17
3.2 Målesteder	18
3.3 Gjennomføring	20
4 RESULTATER OG DISKUSJON	22
4.1 Kilden - vegtrafikken	24
4.2 De spredningsmessige forhold	32
4.2.1 Vindforholdene	33
4.2.2 Luft-temperaturen	36
4.2.3 Stabiliteten (vertikal temperaturprofil)	38
4.2.4 Koblet frekvensfordeling vind/stabilitet	41
4.2.5 Representativiteten av de meteorologiske målinger	41
4.2.6 Sammendrag	44
4.3 Luftforurensningsnivået	45
4.3.1 Øvre Bakklandet	46
4.3.2 Søndre gate	53
4.3.3 Sammenligning Øvre Bakklandet - Søndre gate	55
5 VURDERING AV FORURENSNINGSNIVÅET	56
5.1 Overskridelser av luftkvalitetsnormer	56
5.2 Innendørs forurensning i boliger ved trafikkårer	59
5.3 Sammenligning med tidligere målinger i Norge ...	60
5.4 Representativiteten av forurensningsmålingene ..	63
5.5 Forurensningen av andre komponenter	64
5.6 Bilavgassutslipp - antatt fremtidig utvikling ..	65
6 KONKLUSJON	66
7 REFERANSER	69

	Side
VEDLEGG 1: Datatabeller	71
VEDLEGG 2: Metoder og rutiner for måling, analyse, kalibrering og dataframføring	83
VEDLEGG 3: Utslipp fra vegtrafikk - hovedkomponenter og virkninger	89
VEDLEGG 4: Normer og retningslinjer for luftkvalitet	99

SAMMENDRAG

Det er utført målinger av biltrafikkforurensninger ved to trafikkåre i Trondheim - Øvre Bakklandet og Søndre gate - i perioden januar-juli 1978. Målingene omfattet komponentene karbonmonoksyd (CO), svevestøv, bly i svevestøv og svovel-dioksyd (SO₂). Samtidig med forureningsmålingene ble det foretatt kontinuerlig registrering av meteorologiske forhold (vind samt temperatur i to høyder over bakken) og registrering av trafikkvolum og hastighet. Tilsvarende målinger ble foretatt samtidig i Bergen, 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 forureningsnivå 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 og andre land.

De mest omfattende målinger ble foretatt i Øvre Bakklandet. Gaten har en årsdøgntrafikk på ca 15000 biler/døgn. Her ble det målt overskridelser av grenseverdier for konsentrasjonen av CO, bly og sot. Grenseverdien for CO ble overskredet hyppigst (37 av 119 måledager).

De høyeste konsentrasjoner opptrådte i januar og februar. Dette skyldtes innflytelsen av spredningsforholdene over gaterommet. Spredningsforholdene, gitt av vindhastighet og temperaturgradient vertikalt, ga dårligst spredning av forurensninger i januar. Utover våren og sommeren ble spredningsforholdene vesentlig bedret på grunn av sterkere solinnstråling.

Variasjonene i forureningsnivået lot seg i stor grad forklare av de samtidige variasjoner i trafikkvolum og hastighet og i vind og temperaturforholdene.

Målingene av CO i Søndre gate ble gjennomført i mars-april for å gi bedre mulighet for vurdering av forurensningen i andre gater enn i Øvre Bakklandet. Søndre gate har en årsdøgntrafikk på ca 11000 biler/døgn. Her ble grenseverdier for CO ikke overskredet i måleperioden, men på grunnlag av målingene i Øvre Bakklandet er det grunn til å tro at grenseverdier ble overskredet også i Søndre gate i januar/februar 1978.

De grenseverdier for luftforurensning i utendørs luft som er benyttet i denne rapporten er generelt satt så lavt at de ikke skal gi målbare endringer i de fysiologiske prosesser som en i dag vet påvirkes av luftforurensende stoffer. Grenseverdiene tilsvarer derfor en luftkvalitet som er bedre enn det nivå der det er fare for at de akutte eller kroniske symptomer en i dag kjenner til, kan opptre hos friske, voksne individer. Denne sikkerheten mot virkninger kan være mindre for enkelte sensitive grupper.

Resultatene for Trondheim stemmer godt overens med hva en ville vente ut fra resultater fra tidligere målinger foretatt i Oslo/Bærum i 1974-75. Absolutt sett var forurensningsnivået i Øvre Bakklandet i 1978 omtrent lik det en hadde ved Drammensveien (E18) ved Lysaker i 1975. Med hensyn tatt til trafikkvolumet, er det stor likhet mellom resultatene for Øvre Bakklandet i 1978 og for Rådhusgata i Oslo i 1975.

Meteorologiske målinger på Voll og Tyholt viser at det i perioden januar-juli 1978 var visse avvik fra "normale" meteorologiske forhold (perioden 1931-60). Spesielt var februar vesentlig mildere enn normalt. Vindstyrken i januar-mars 1978 var vesentlig lavere enn normalt.

De maksimale konsentrasjoner av forurensning (1 times-, 8-times- og 24-timers middelveidier) er representative for hva en kan vente et hvilket som helst år. Hyppigheten av overskridelser av grenseverdier er noe større enn hva en skulle vente i et meteorologisk

normalår. Det samme gjelder midlere forurensningsnivåer på månedsbasis for månedene januar-mars 1978.

Datamaterialet vil bearbeides videre, sammen med data fra samtidige undersøkelser i Bergen, Lillehammer og Sarpsborg, og data fra tidligere målinger i Norge, for å klargjøre de statistiske sammenhenger en har mellom forurensningsnivået og faktorer som trafikkforhold, lokalklimatiske forhold og lokal-topografiske forhold. Resultatene av bearbeidingen av det samlede datamaterialet vil danne et bedre grunnlag enn målinger i Trondheim isolert sett, også for videre vurdering av vegtrafikkforurensningenes omfang i Trondheim.

LUFTFORURENSNINGER FRA VEGTRAFIKK MÅLINGER I TRONDHEIM KOMMUNE 1978

1 INNLEDNING

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

På bakgrunn av dette vedtak ble det tatt kontakt med plansjef B. Skaslien i Trondheim i et møte ved Institutt for Samferdselsteknikk, NTH den 14. desember 1977, og med byveterinær Kyrkjebø pr telefon den 20. desember 1977. Ved disse kontaktene ble det fra NILUs side søkt samarbeid med kommunen om gjennomføringen av prosjektet. Dette ble konkretisert i vårt brev av 23. desember 1977 (ref. StL/AGH/02777). I brev av 4. januar 1978 bekreftet kommunen sin positive innstilling til samarbeidet. På befaring den 2. januar 1978 ble det valgt å plassere et målested i Øvre Bakklandet. Begrunnelsen for plasseringen var delvis at resultatene kunne gå inn i en planlagt kommunal utredning om Bakklandforbindelsen. Målestedet var også egnet for vårt kartleggingsformål. På ønske fra kommunen ble også et målested i Søndre gate tatt ut.

Hensikten med målingene i Trondheim var:

- a) å skaffe data til veie for vurdering av graden og omfanget av bilforurensninger i Trondheim 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 klima-forholdenes innflytelse på forurensningsnivået ved trafikkårer og generelt over tettstedsområdet.

I rapporten presenteres først en kortfattet beskrivelse av det problemområdet vegtrafikkforurensninger representerer. Deretter følger en kort beskrivelse av målemetodikk og opplegg. Resultatene presenteres og diskuteres i kapittel 4. For å få en logisk framstilling av resultatene beskrives først kilden (biltrafikken), deretter de spredningsmessige forhold (meteorologiske forhold). Dette danner så et godt grunnlag for beskrivelsen av forurensningsnivået i seksjon 4.3. I kapittel 5 vurderes forurensningsnivået i forhold til luftkvalitetsnormer og i forhold til resultater av målinger i Oslo/Bærum-området.

2 PROBLEMBESKRIVELSE

Vegtrafikk er en av hovedkildene til luftforurensninger. Andre hovedkilder er olje- og kullforbrenning i stasjonære kilder, industriprosesser og avfallsforbrenning. I tillegg til disse kan naturlige kilder også gi opphav til målbare konsentrasjoner av stoffer som anses for å være forurensende.

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

Langs trafikkårer utenfor bebygde område er vegtrafikken hovedkilden til luftforurensninger. De problemer forurensningene kan gi opphav til er da begrenset til området nær veien. I byområder vil de fleste kildegruppene bidra til forurensningsnivået, og på grunn av dette og de store mengder forurensninger som totalt slippes ut, vil ikke problemene begrense seg bare til den umiddelbare nærhet av trafikkårer. For å velge utslippsreducerende tiltak som får størst virkning i form av bedret luftkvalitet, er det ofte nødvendig å vurdere bidraget fra flere kildegrupper.

Som eksempel på fordelingen på kildegrupper i byområder, viser tabell 2.1 de enkelte hovedkildegrupperes utslipp av en del forurensningskomponenter i Oslo i 1975.

De hovedkomponenter av luftforurensning som har vært viet mest oppmerksomhet og som anses for å være viktige, er følgende: Svoveldioksyd (SO_2), karbonmonoksyd (CO), nitrogenoksyder (NO_x), hydrokarboner (HC) og svevestøv (partikler med diameter mindre enn ca 10 mikrometer). Alle disse komponentene finnes i større eller mindre konsentrasjon i utslipp fra biler. Vegtrafikken er i typiske byområder hovedkilden til utslipp av CO, NO_x og HC. Støvforurensningen (partikler) får bidrag fra alle kildegruppene. Bidraget fra industriprosesser og veistøv er vanskelig å anslå på nåværende tidspunkt. Tabell 2.1 viser at veitrafikken er en av hovedkildene til støvforurensningen. Innholdet av bly i svevestøv skyldes også i hovedsak utslipp fra vegtrafikken. De mulige virkninger av stoffer i bileksos er kort beskrevet i vedlegg 3. For en mer fyldig beskrivelse henvises til publikasjonene i vedleggets referanseliste.

Det som her er kalt hydrokarboner (HC) er en del av den store gruppen av organiske stoffer som finnes i byatmosfæren. Denne gruppen inneholder stoffer som gir effekter som lukt og slimhinneirritasjon. Noen er også klassifisert som karsinogener eller mutagener. Utslippsmengden av disse spesielle stoffgrupper er idag ikke kjent, men kan estimeres til nærmeste størrelsesorden.

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

Kombinasjonen av lav utslippshøyde med biltrafikkens fordeling over hele byområdet fører til at forurensningsutslipp fra vegtrafikk kan gi både lokale problemer nær ved trafikkårer og regionale problemer over hele området. Utslipp av CO, NO_x, HC, svovelforbindelser og støv (sot og vegstøv) kan gi høye konsentrasjoner lokalt ved trafikkårer. Nivået kan overskride luftkvalitetsstandarder som er fastsatt med basis i helsemessige kriterier. Utslipp av NO_x og støv kan, på grunn av et stort totalutslipp fra flere kildegrupper (vegtrafikk, oljefyring, industri) over større byområder også gi regionale konsentrasjoner som kommer opp mot de nevnte standarder. Utslipp av NO_x og HC kan i kombinasjon med sollys gi opphav til fotokjemiske oksydanter i uønsket høye konsentrasjoner.

En presentasjon og diskusjon av normer, retningslinjer og standarder for luftkvalitet som er gitt i forskjellige land er gitt i vedlegg 4.

Luftforurensningsnivået på et hvert sted er en funksjon av utslippets størrelse og av spredningen, se figur 2.1.

Utslippet angis pr. tidsenhet og veglengdeenhet, g/km·s, evt. arealenhet, g/km²·s, avhengig av om en regner med en linjekilde (motorveg) eller en arealkilde (byområde).

Utslippet ved trafikkårer bestemmes i første rekke av trafikkmengden pr. tidsenhet. Utslippet fra hver enkelt bil varierer imidlertid i stor grad med motortype (bensin, diesel), drivstofforbruk og motorens driftstilstand (temperatur, justering). Kjøreforholdene har stor betydning for utslippets størrelse. Utslippet øker vesentlig ved svært lave gjennomsnittshastigheter og ved ujevn kjørehastighet.

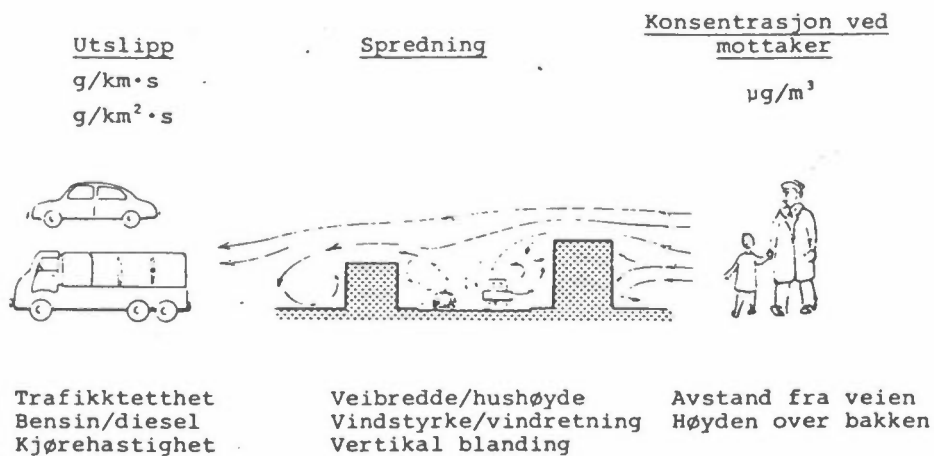
Spredningen kan angis ved en fortynningsfaktor som overfører utslippet til en konsentrasjon (µg/m³) ved mottaker.

Spredningsgraden mellom utslipp og mottaker er en funksjon av avstanden og de meteorologiske forhold. I første rekke er det vindstyrken og luftens blandingsevne (turbulens) som

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

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

u: ubetydelig



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

bestemmer meteorologiens innvirkning. Ved økende vindstyrker øker det volumet av "ren" luft som er tilgjengelig for blanding med utslippet pr. tidsenhet, og dette gir lavere konsentrasjoner. Blandingsevnen påvirkes i stor grad av topografien og den vertikale temperaturprofil (stabilitetsgrad). Stor overflate-ruhet (kupert terreng, vegetasjon, bygninger) øker blandingsevnen. Under bakkeinversjoner (kaldere luft ved bakken enn i ovenforliggende luftlag) nedsettes blandingsevnen ved at den kalde luften vil forbli ved bakken.

I gatetverrsnitt med høye bygninger på begge sider, vil utluftingen over gaten hindres, slik at en der vil få vesentlig høyere konsentrasjoner i gatenivå enn ved åpne trafikkårer.

Beregningsmetoder gjør det mulig ut fra utslippene å estimere luftforurensningskonsentrasjonene under kjente forutsetninger. Metodene kan brukes i Norge under vanlig forekommende meteorologiske forhold. Disse er egnet til å beregne den lokale og regionale luftforurensning som utslipp fra biltrafikk medfører. Sammenligninger mellom målinger og beregninger viser at modeller under visse forutsetninger estimerer de virkelige forhold godt, mens under andre forhold er det i Norge behov for en tilpasning og en videreutvikling.

Målinger og beregninger utfyller hverandre. Ved målinger bestemmes forurensningen under de rådende forhold. Beregningsmodellene kan brukes til å ekstrapolere målingene til endrede utslipps- og spredningsforhold, f.eks. endret trafikk tetthet og vegbredde.

Normer og retningslinjer for luftkvalitet (miljøstandarder) er i flere land gitt for å beskytte befolkningen mot høye konsentrasjoner av stoffer som kan ha virkning på helsetilstanden. Standarder fra USA, Vest-Tyskland, Sverige, Japan og Canada, samt forslag til norske miljøstandarder og Verdens Helseorganisasjons anbefalte normer er presentert og diskutert i vedlegg 4. De ulike lands normer kan avvike betydelig fra

hverandre. Spesielt gjelder dette normene for CO. De er også gjenstand for revisjon, når nye resultater vedrørende stoffenes virkninger gir grunnlag for det.

3 MÅLEOPPLEGG

3.1 Metodikk

På bakgrunn av beskrivelsen i kapittel 2 bør en fullstendig beskrivelse av luftforurensningssituasjonen ved en trafikkåre omfatte innsamling av følgende data:

- Forurensningsdata : Karbonmonoksyd (CO)
Nitrogenoksyder (NO, NO₂)
Svoveldioksyd (SO₂)
Hydrokarboner,
 gassformige
 partikkelformige
Partikler
 i utslipp (bly, sot)
 vegstøv (mineralsk, toksiske metaller)
- Vegdata : Gatetverrsnittets utforming
Vegstigning/vegdekke
Topografi ved vegen
- Trafikkdata : Trafikkvolum
Trafikkhastighet
Kjøretøysammensetning
- Meteorologiske data : Vindretning og styrke
Vertikal temperaturprofil

For å redusere omfanget av målingene og på bakgrunn av resultatene av de tidligere utførte målingene i Norge (1) ble i denne undersøkelsen forurensningsmålingene redusert til å omfatte bare CO, bly og støv. Basert på disse målingene kan

nivået av de fleste andre nevnte komponenter estimeres, dersom en antar at bilparken utslippsmessig er den samme i Trondheim som i Oslo (der det meste av de tidligere undersøkelser er foretatt) og at kildefordelingen mellom biltrafikk og oljeforbrenning er nær den samme.

Målingene foregikk ved å registrere de ulike parametre på følgende måte:

CO: kontinuerlig registrering
SO₂, bly og støv: 24-timers middelverdier.
Meteorologiske data: Øyeblikksverdier hvert 5.minutt.
Trafikkvolum: Antall kjøretøy over 1-timesperioder.
Trafikkhastighet: Midlere kjøretøy-hastighet for hvert 15. minutt ved time-lapse fotografering (3-6 sekunders intervall). (Utført av Inst. for Samferdselsteknikk, NTH).

De registrerte verdier ble midlet til 1-times middelverdier som danner basis for all videre bearbeiding av resultatene (bortsett fra SO₂, bly og støv-verdier som bearbeides på 24-times basis).

Registrering, prøvetaking og analyse-metoder er beskrevet nærmere i vedlegg 2.

3.2 Målesteder

Figur 3.1 viser plasseringen av de to målepunktene i Trondheim, Øvre Bakklandet og Søndre gate. Figuren viser også plasseringen av stasjoner i Trondheim som er en del av NILUs landsomfattende overvåkingsprogram.

Stasjonene ble plassert på steder i gatene der trafikken går mest mulig fritt, altså i god avstand fra kryss og trafikklys, for å få best mulig definerte trafikkforhold, og for å muliggjøre sammenligning med målinger foretatt tidligere andre steder i Norge.

Øvre Bakklandet

Stasjonen var plassert i kvartalet mellom Øvre Bakklandet 15 og 25. Figurene 3.2 og 3.3 viser skisser av topografien og de enkelte enheters plassering.

Gaten løper langs østsiden av Nidelven i nord-sør-retning ca 35 meter fra elven. Terrenget er sterkt stigende fra veien mot øst. Gaten fungerer som hovedferdselsåre til og fra sentrum fra byens sørøstlige deler, og også som gjennomfartsåre for trafikk forbi Trondheim sentrum. Russtrafikken mot sentrum om morgenen og fra sentrum om ettermiddagen er utpreget. Det er ikke busstrafikk i gaten.

Luftinntaket ved nr 21 ble forbundet med instrumentet i målebua ved hjelp av en slange. En fikk derved plassert CO-inntaket midt på strekningen med sammenhengende fasade mot veien. Inntaket ble plassert i 2.5 m høyde, ca 1 m fra vegg. For bly og støv-målinger er det av stor betydning å redusere lengden på inntaksslangen mest mulig. For disse målingene og for SO₂ ble luftinntaket derfor plassert ved nr 25. Masten for meteorologiske målinger ble plassert slik at vind og temperatur-følerne var ca 20 meter over gatenivået. Temperaturmåleren i gatetverrsnittet var plassert ved CO-inntaket ca 2 meter over bakken.

Søndre gate

Stasjonen var plassert ved Søndre gate 7. Gaten representerer en typisk sentrumsgate i Trondheim med ubrutte bygningsrekker mot gaten. Gaten er relativt bred med brede fortau. Figur 3.4 viser skisser av gatetverrsnitt og plassering av detaljer. Gaten løper i nord-sør-retning.

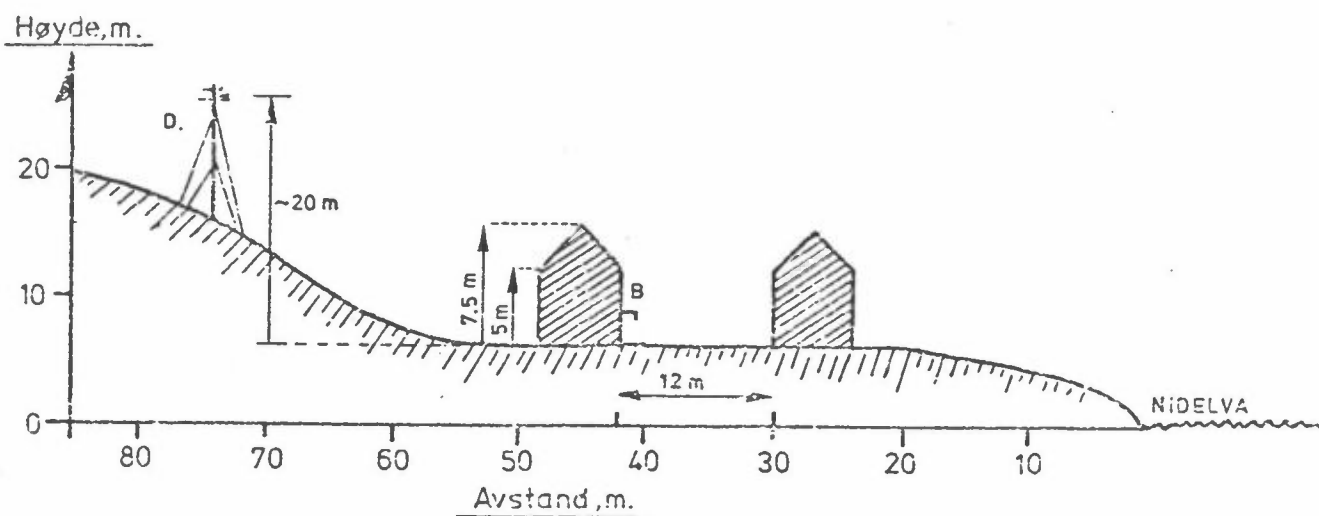
3.3 Gjennomføring

Som nevnt innledningsvis ble målingene utført ved et samarbeid mellom Trondheim kommune og NILU. Teknisk etat v/overing. Ødegaard stilte målebu og assistanse under montering og demontering av utstyret til rådighet, mens Byveterinæren ved siv.ing. Reidun



Figur 3.2: Målestasjon Bakklundet

- A. Brakke for instrumenter
- B. Inntak for måleluft, CO.
Temperaturføler. Trafikktelling
- C. Inntak for måleluft, SO₂, sot, bly.
- D. 10 m mast. Følere for vindhastighet,
vindretning, temperatur i høyde 20 m
over gaten.
- E. Brakke for TV-kamera. Trafikk-
hastighetsmåling.



Figur 3.3: Målestasjon Bakklundet.
Gatetverrsnitt, topografi (snitt a-a, figur 3.2)

Semb sto for den daglige drift og ettersyn av instrumenter og utstyr. NILU sto ansvarlig for gjennomføringen av programmet, og inspeksjoner av målestasjonene ble utført hver annen måned, ved siden av ekstra inspeksjoner forårsaket av funksjonsfeil ved deler av utstyret.

Måleprogrammet var lagt opp til å dekke 3 vinter måneder og 2 sommer måneder. Målinger pågikk kontinuerlig i perioden 18.1.-13.7.78 i Bakklandet og i perioden 2.3-16.4.78 i Søndre gate. Funksjonsfeil ved utstyret førte til at data mangler for deler av måleperioden, ifølge nedenstående oversikt:

CO	:	ingen data for 33 av totalt 176 dager				
Meteorologiske						
parametre	:	"	"	"	15 " " 176 "	
SO ₂ , støv	:	"	"	"	44 " " 176 "	
Trafikktellinger	:	"	"	"	50 " " 176 "	

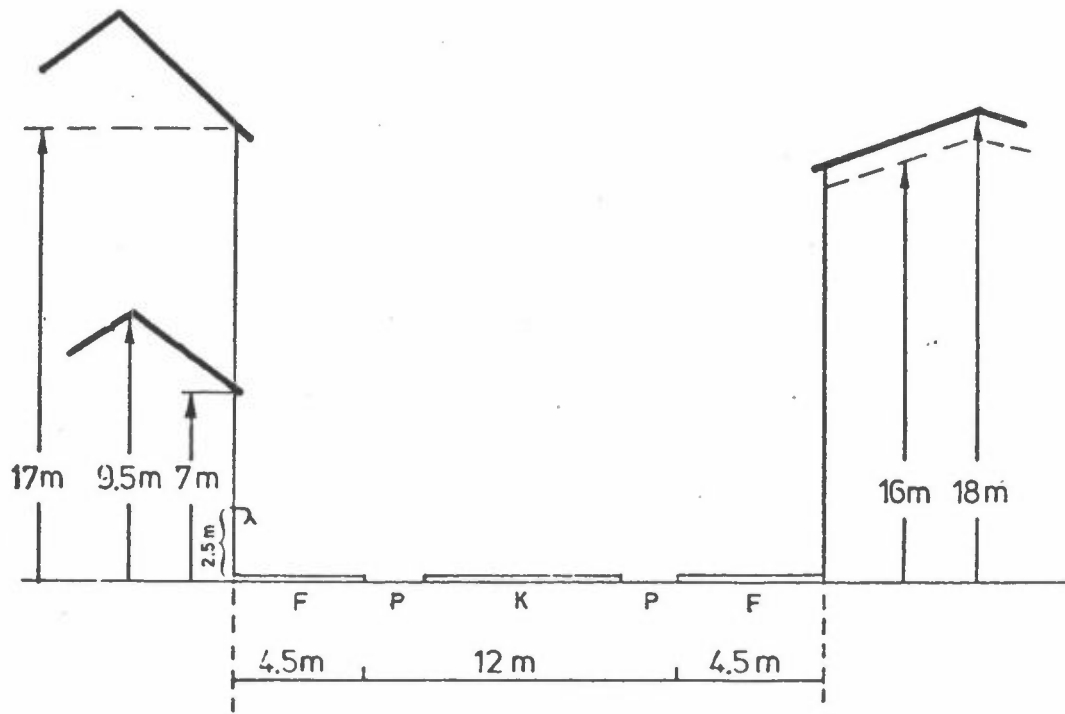
Figur 3.5 viser tidsplanen for gjennomføring av de ulike typer målinger.

4 RESULTATER OG DISKUSJON

Lister av times-data for alle parametre blir av plasshensyn ikke presentert i rapporten. Resultater fra statistisk bearbeiding av 1 times-data for CO, meteorologiske parametre og trafikkvolum og av 24t-data for SO₂, sot og bly blir presentert i dette kapitlet.

Tabell 4.1 og 4.2 gir månedsvise oversikter over døgnmiddelverdier av forurensningsparametre og trafikkvolum for henholdsvis Øvre Bakklandet og Søndre gate.

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



Figur 3.4: Målestasjon, Søndre gate. Gatetverrsnitt.

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul
<u>Øvre Bakklandet</u>							
CO, SO ₂ , støv, bly	18						11
Metecrologiske parametre	18						12
<u>Søndre gate</u>							
CO			15				
<u>Erattøra, Tyholt</u>							
SO ₂ , støv							31

Figur 3.5: Tidsplan for gjennomføring av målingene.

enn trafikkvolumet, 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 4.1 viser også i hvilken grad forurensningsnivået reduseres gradvis fra vinter mot sommer. Også her er det de spredningsmessige forhold som gir denne avhengigheten.

I de følgende avsnitt vil kilden (vegtrafikken), de spredningsmessige forhold og forurensningen bli behandlet hver for seg.

4.1 Kilden - vegtrafikken

En oversikt over det midlere trafikkvolum i Øvre Bakklandet og i Søndre gate er gitt i tabell 4.3. En har tatt ut de perioder i hver måned, der en også har CO-målinger tilgjengelige. Et unntak her er Søndre gate i mars, der tabell 4.2 viser at en har CO-målinger for perioden 2-16 mars, mens en har trafikkteLLinger fra 13-19 mars.

Tabell 4.1: Øvre Bakklandet, Trondheim. Forurensninger og trafikk-data, januar - juli 1978. (n-antall observasjoner).

Januar 1978, Øvre Bakklandet

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									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16	0.0	0.0	0			-1	0.0	0.0	0
17	0.0	0.0	0			-1	0.0	0.0	0
18	20.6	37.7	10			-1	887.5	1600.0	10
19	7.9	22.0	24			-1	792.5	1575.0	24
20	12.7	27.0	24			-1	551.5	1535.0	17
21	8.9	25.1	24			-1	534.6	1355.0	24
22	3.8	8.5	24			-1	400.6	795.0	24
23	11.0	29.6	24			18	724.6	1525.0	24
24	9.3	24.6	24			24	719.4	1415.0	24
25	7.4	20.5	24			33	732.9	1445.0	24
26	10.7	29.3	24			42	762.3	1525.0	24
27	9.4	27.5	24			16	737.9	1570.0	24
28	4.8	12.5	24			-1	480.4	1345.0	24
29	5.7	14.9	24			25	344.0	695.0	24
30	10.1	28.0	24			26	45.8	100.0	6
31	7.8	19.1	24			-1	0.0	0.0	0

-1 } Ingen data
0.0 }

Februar 1978, Øvre Bakklandet

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	6.1	13.8	24	-1	-1	-1	938.9	1475.0	19
2	8.7	23.1	24	46	114	32	769.2	1525.0	24
3	6.4	16.1	12	35	126	42	747.3	1520.0	24
4	0.0	0.0	0	31	100	30	0.0	0.0	0
5	0.0	0.0	0	20	86	26	0.0	0.0	0
6	0.0	0.0	0	33	243	48	0.0	0.0	0
7	0.0	0.0	0	30	171	33	0.0	0.0	0
8	0.0	0.0	0	27	160	32	0.0	0.0	0
9	0.0	0.0	0	13	139	29	0.0	0.0	0
10	0.0	0.0	0	29	116	22	0.0	0.0	0
11	0.0	0.0	0	39	98	21	0.0	0.0	0
12	0.0	0.0	0	-1	-1	21	0.0	0.0	0
13	0.0	0.0	0	28	121	18	0.0	0.0	0
14	7.2	21.8	15	32	121	19	715.0	1185.0	19
15	5.5	12.4	24	29	103	12	534.8	1045.0	24
16	2.8	10.7	24	5	51	.8	532.4	905.0	23
17	5.7	14.9	24	23	59	1.1	0.0	0.0	0
18	3.1	5.3	18	21	20	.6	0.0	0.0	0
19	1.9	4.1	24	18	16	.4	0.0	0.0	0
20	1.8	4.2	24	22	24	.5	0.0	0.0	0
21	3.7	8.4	24	-1	-1	.9	0.0	0.0	0
22	6.0	12.5	24	22	103	16	789.0	1225.0	15
23	3.4	7.3	24	34	58	13	911.9	1925.0	24
24	2.8	7.3	24	30	58	.9	697.5	1445.0	24
25	7.0	13.3	24	24	119	25	475.8	1195.0	24
26	2.0	5.5	24	-1	45	.9	359.2	685.0	24
27	4.1	19.1	24	29	105	12	676.5	1415.0	24
28	9.4	21.5	24	27	101	-1	694.4	1305.0	24

Juli 1978 -

Param.	CO mg/m ³			SO ₂ µg/m ³	SOT µg/m ³	bly µg/m ³	Trafikk biler/time		
	Middel	Max	n				Middel	Max	n
1	3.8	10.6	24	7	29		413.1	990.0	24
2	1.7	5.2	24	0	25		302.3	560.0	24
3	4.8	11.0	24	11	72		683.5	1320.0	24
4	4.4	9.9	21	12	59		691.5	1345.0	24
5	4.3	8.8	24	9	56		692.7	1375.0	24
6	4.6	9.9	24	5	67		767.3	1425.0	24
7	3.8	12.1	24	6	65		746.5	1520.0	24
8	1.8	4.4	24	9	31		457.5	1005.0	24
9	1.5	4.4	24	7	18		335.6	705.0	24
10	2.8	6.6	24	8	42		635.4	1370.0	24
11	3.2	7.2	24	12	42		612.5	1250.0	24
12	2.9	7.7	24	2	36		631.5	1310.0	24
13				-1	-1		684.8	1365.0	24
14				-1	-1		664.8	1460.0	24
15				-1	-1		414.2	1045.0	24

Tabell 4.2: Søndre gate, Trondheim. Forurensnings- og trafikk-data, mars-april 1978.

Param.	CO mg/m ³			SO ₂ µg/m ³	SOT µg/m ³	bly µg/m ³	Trafikk biler/time		
	Middel	Max	n				Middel	Max	n
1	0.0	0.0	0						
2	7.6	12.7	12						
3	5.9	16.8	24						
4	5.7	15.6	24						
5	1.9	6.2	24						
6	4.3	11.0	24						
7	5.9	11.3	24						
8	2.7	7.4	24						
9	1.7	4.7	24						
10	4.4	17.6	22						
11	3.3	9.1	24						
12	4.4	10.5	24						
13	4.3	16.2	24				451.1	990.0	19
14	3.2	6.7	24				515.6	870.0	24
15	3.3	9.3	21				527.5	1055.0	24
16	5.1	10.1	24				615.0	1170.0	24
17	0.0	0.0	0				567.3	1085.0	24
18	0.0	0.0	0				382.9	815.0	24
19	0.0	0.0	0				253.3	575.0	24
20	0.0	0.0	0				0.0	0.0	0
21	0.0	0.0	0				9.0	9.0	2
22	0.0	0.0	0				0.0	0.0	0
23	0.0	0.0	0				0.0	0.0	0
24	0.0	0.0	0				0.0	0.0	0
25	0.0	0.0	0				0.0	0.0	0
26	0.0	0.0	0				0.0	0.0	0
27	0.0	0.0	0				0.0	0.0	0
28	0.0	0.0	0				0.0	0.0	0
29	0.0	0.0	0				0.0	0.0	0
30	0.0	0.0	0				370.0	370.0	1
31	5.3	13.6	13				535.8	1030.0	24

April 1978 - Søndre gate

Param.	CO mg/m ³			SO ₂ µg/m ³	SOT µg/m ³	bly µg/m ³	Trafikk biler/time		
	Middel	Max	n				Middel	Max	n
1	3.8	9.5	24				398.5	805.0	24
2	3.2	8.5	24				349.4	785.0	24
3	3.8	12.4	24				512.7	920.0	24
4	4.0	10.6	24				507.9	900.0	24
5	4.5	14.3	24				509.6	875.0	24
6	1.2	3.5	24				574.0	1015.0	24
7	2.3	7.8	24				533.1	945.0	24
8	2.7	8.2	24				397.5	825.0	24
9	1.5	7.7	24				297.1	605.0	24
10	4.6	10.0	24				465.6	820.0	24
11	2.4	8.6	24				472.3	825.0	24
12	3.7	10.3	24				430.0	860.0	24
13	.9	2.5	24				101.1	260.0	9
14	1.1	1.9	24				0.0	0.0	0
15	1.4	3.6	24				0.0	0.0	0

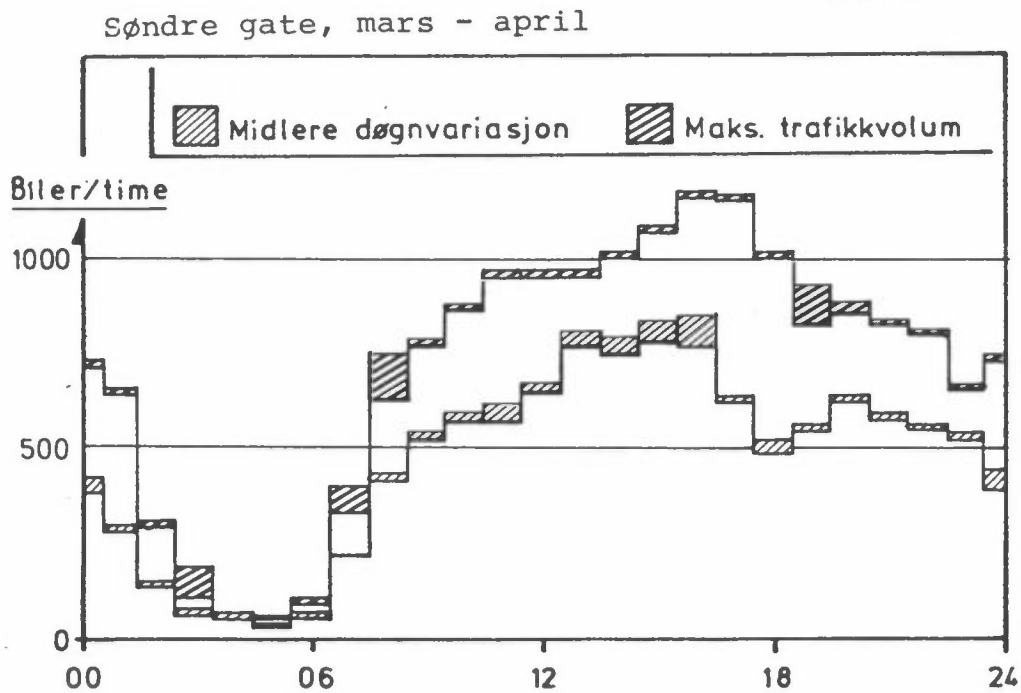
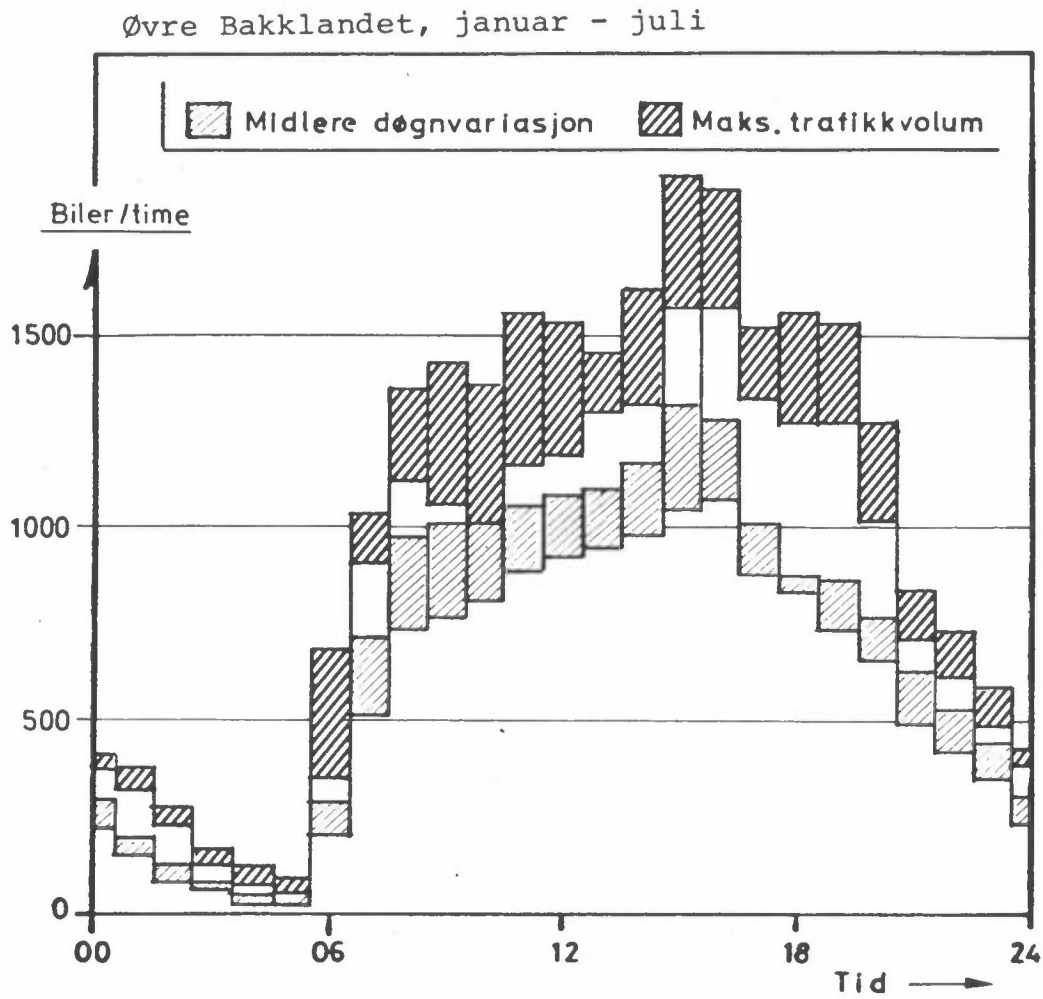
Tabell 4.3: Oversikt over trafikkvolum-data for Øvre Bakklandet og Søndre gate. Periodene som er tatt ut for hver måned stemmer overens med periodene med CO-målinger (bortsett fra for mars i Søndre gate)..

Målested Periode	Midlere* trafikkvolum (biler/døgn)				Høyeste døgnmiddel	Høyeste timemiddel	Antall måledøgn
	hele perioden	Mandag- fredag	Lørdag	Søndag			
BAKKLANDET							
1978 jan	14810	17280	12120	8880	18960	1600	12
feb	15480	19080	11400	8640	21864	1925	10
mars	14400	16200	11280	7680	19200	1540	15
april	15120	17520	11640	7920	18720	1695	12
mai	14760	16560	12240	9000	22440	1775	26
juni	16680	19080	11760	8640	21120	1750	30
juli	13320	16320	10320	7440	18360	1520	16
Middel	14940	17430	11540	8310			
SØNDRE GATE							
1978 mars	11400	13200	9120	6000	14760	1170	7
april	11040	12000	9600	7800	13800	1015	12
Middel	11220	12600	9360	6900			

* Middel for perioden 00-24

Det midlere trafikkvolum i Øvre Bakklandet varierer relativt lite fra måned til måned i forhold til de variasjoner som forurensningsmålingene viser (se kapittel 4.3). I juli fører ferietiden til noe redusert trafikk. Døgn med svært høy trafikk (ca 21000 biler/døgn og høyere) opptrer både vinter og sommer. Også trafikktopper på timesbasis ligger på omtrent samme nivå sommer som vinter. En kan derved si at variasjoner i forurensningsnivået på månedsbasis som overstiger $\pm 10\%$ ikke kan skyldes endringer i trafikkvolumet.

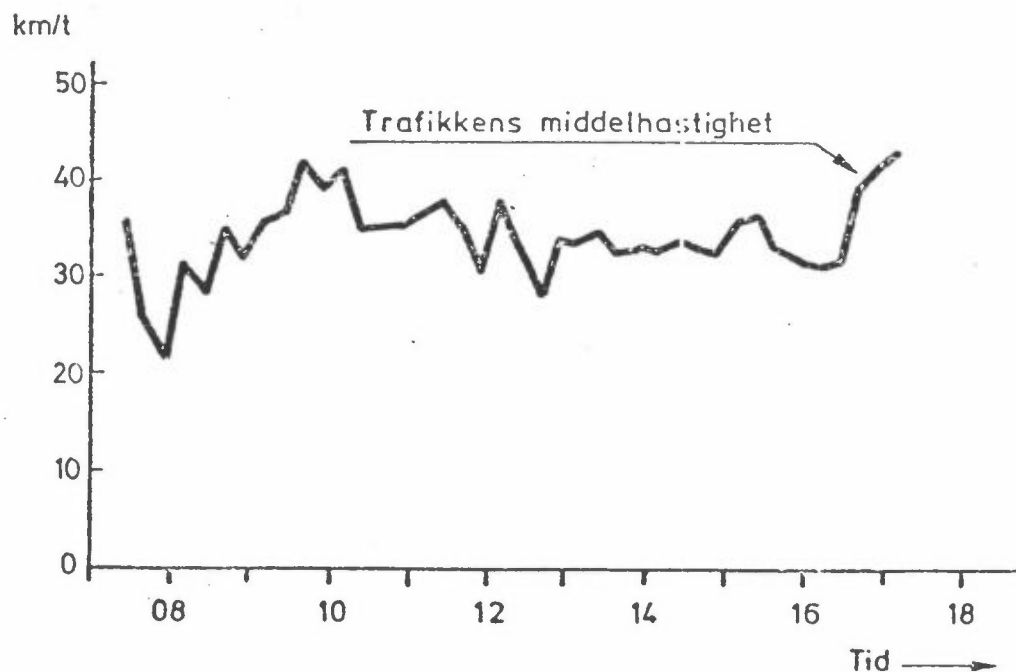
Figur 4.1 viser trafikkvolumets variasjon over døgnet på de to målesteder. Kurver er tegnet for døgnvariasjonen i middel, og for maksimalverdiene for hver time. Figuren er basert på statistikk på månedsbasis. Variasjonene i døgnforløpene fra måned til måned er angitt ved de skraverte områder på figuren.



Figur 4.1: Døgnforløp for trafikkvolumet, Øvre Bakklandet og Søndre gate. Middell- og maksimalverdier. Variasjonsbredden er angitt for middel- og maksimalverdier på månedsbasis.

Trafikkvolumet i Øvre Bakklandet (summen av trafikk i begge retninger) øker jevnt fra kl 06 til kl 16, for deretter å avta jevnt. Det er noe overraskende at morgenrushet ikke framtrer som en topp. Det skyldes at toppen i trafikken inn mot byen om morgenen kompenseres av at trafikken fra byen er svært lav, men øker vesentlig utover dagen. For hver time ligger maksimaltrafikken en faktor 1.4 - 2.0 høyere enn middeltrafikken for samme time. Trafikkforløpet i Søndre gate og Øvre Bakklandet er svært like bortsett fra en trafikktopp i 20-23-tiden som framtrer i Søndre gate.

Figur 4.2 viser et sammendrag av målingene av midlere trafikkhastighet som Institutt for samferdselsteknikk (IS), NTH utførte i Øvre Bakklandet (målested E, figur 3.2). Resultater av dette arbeidet er rapportert i (2). Kurven i figur 4.2 er basert på målinger på 10 ulike dager. På den enkelte dag dekket målingene hele eller deler av perioden 0715-1700.



Figur 4.2: Trafikkdata (middelverdier) for perioder av dagene 25.1, 22.2, 23.2, 27.2, 2.3, 3.3, 6.3, 7.3, 8.3. Målinger av midlere kjørehastighet utført av Institutt for samferdselsteknikk, NTH.

Hastighetskurven viser variasjoner mellom 22 og 43 km/t, med den laveste hastighet i rushperioden 0730-0830. Disse variasjonene i midlere hastighet påvirker CO-utslippet sterkt. Tabell 4.4 gir utslippstall for CO fra bensinkjøretøyer som funksjon av kjørehastighet og akselerasjon. Tallene er fra laboratorietester i Sverige (4). Ved en reduksjon av hastigheten fra 45 km/t til 15 km/t øker utslippet (g/km) med en faktor på 2.4 ved jevn hastighet, vesentlig mere ved retardasjon og ved akselerasjon.

Tabell 4.4: CO-utslipp (middelverdi av 35 biler av ulike modeller).
Aritmetisk middelverdi (ref. 4).
Enhet: g/km.

Hastighet km/t	Akselerasjon m/s ²				
	- 1.2	-0.6	0	0.6	1.2
15	56	59	56	118	129
30	19	20	33	57	71
45	11	14	23	37	44

4.2 De spredningsmessige forhold

De meteorologiske parametre som har størst betydning for spredningsforholdene ved en trafikkert bygate, er i første rekke vindhastigheten og temperatur-sjiktningen i de laveste 10-20 meter over gaten. Vindretningen kan også ha betydning, i den grad den er langs veien eller på tvers av veien og også

fordi forurensninger fra andre områder kan bringes inn. Lufttemperaturen har betydning idet eksosutslippet gjerne øker på kalde dager. Den har også betydning for SO₂ og sot-nivået, fordi utslippet fra oljeforbrenning (f.eks. til boligoppvarming) øker med lav lufttemperatur, og derved øker det generelle SO₂ og sot-nivå over området som helhet.

4.2.1 Vindforholdene

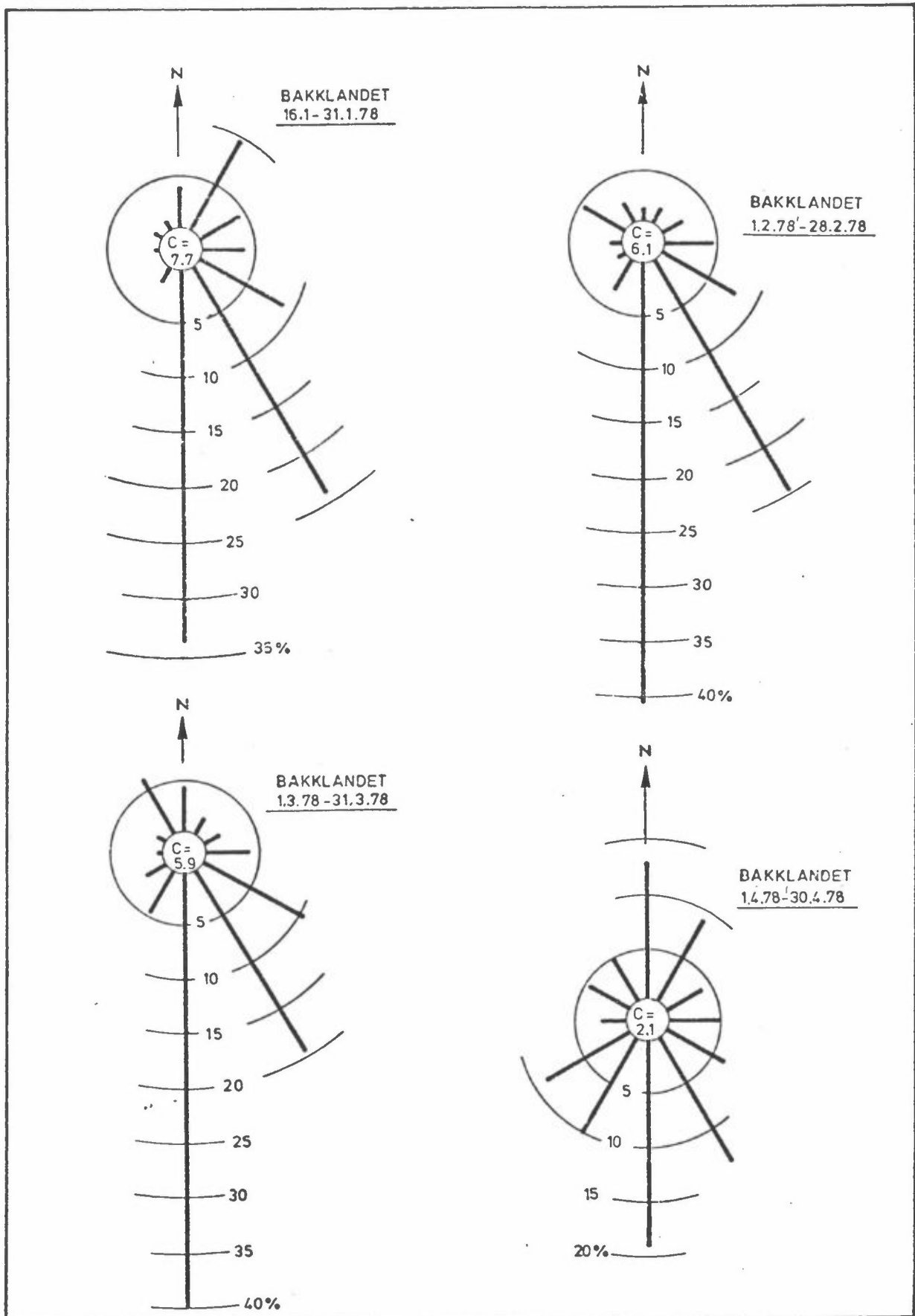
Figur 4.3 gir vindroser fra Øvre Bakklandet, målt ca 20 meter over gaten. Rosene angir frekvensfordelingen for vindretningen, samt vindstillefrekvensen (C). Vindstatistikken er gitt i tabell 1 i vedlegg 1. Rosene viser den sterke kanalisering av vinden en har i nord/sør-aksen, langs elveløpet og brinken som stiger opp fra gaten mot øst. I vintermånedene (januar-mars) trekker vinden stort sett fra sør-sørøstlig retning hele døgnet, ned dalen fra Singsaker. Utover våren og sommeren trekker vinden stadig ned dalen om natten, men snur over på nordlig retning om dagen, når solstrålingen fører til en oppvarming over land.

Tabell 4.5 viser månedsmiddelverdier for vindhastigheten.

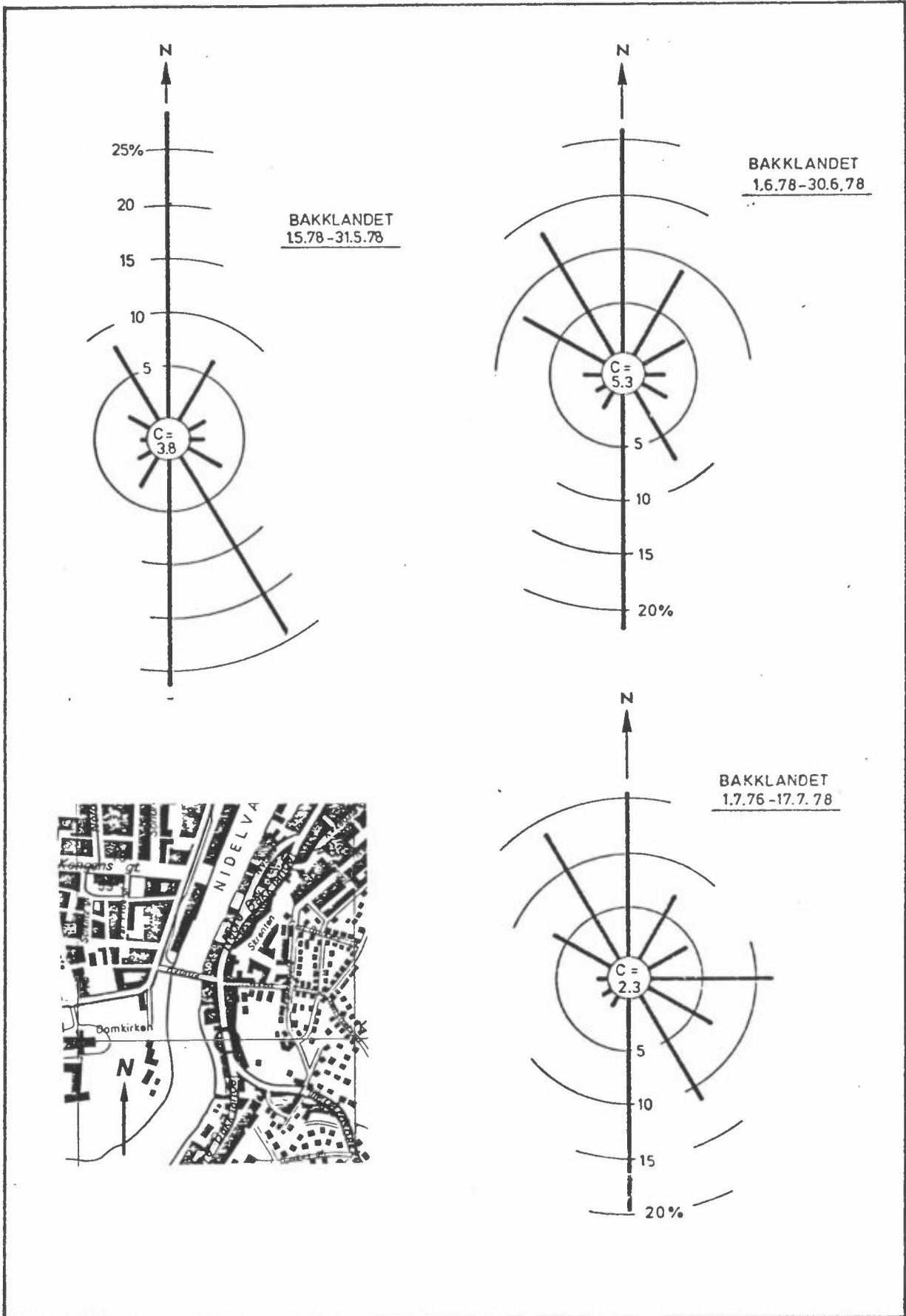
*Tabell 4.5: Midlere vindhastighet, Øvre Bakklandet.
Månedsmiddelverdier.*

1978	m/s	1978	m/s
18-31 jan.	1.1	1-31 mai	1.5
1-28 feb.	1.8	1-30 juni	1.4
1-31 mars	2.0	1-12 juli	1.3
1-30 april	1.7		

Midlere vindhastighet var lavest i januar, og økte til mars, for deretter å synke jevnt mot juli-verdien på 1.3 m/s. En vil derved vente spesielt høyt forurensningsnivå i januar.



Figur 4.3: Vindroser (månedsvise) for Øvre Baklandet, (januar-juli 1978). Figuren viser hyppighet av vind fra angitte retninger.



Figur 4.3 forts.

Figur 4.4 viser midlere vindhastighet som funksjon av retningen. Generelt er vinden sterkest i kanaliserings(nord-sør)retningen langs gaten. De sjeldne, østlige vinder er svake.

Figur 4.5 viser døgnforløpet av vindhastigheten, basert på midlere månedsforløp. I januar var vindhastigheten som nevnt lav, og varierte lite over døgnet. I perioden februar - april var vindhastigheten i middel merkbart høyere. Soloppvarmingen førte til en vesentlig økning av vindhastigheten utover dagen. Den var lavest i 06-08 tiden (morgenrushet). I mai-juni fører sterkere soloppvarming til at dette døgnforløpet er enda mer markert.

4.2.2 Luft-temperaturen

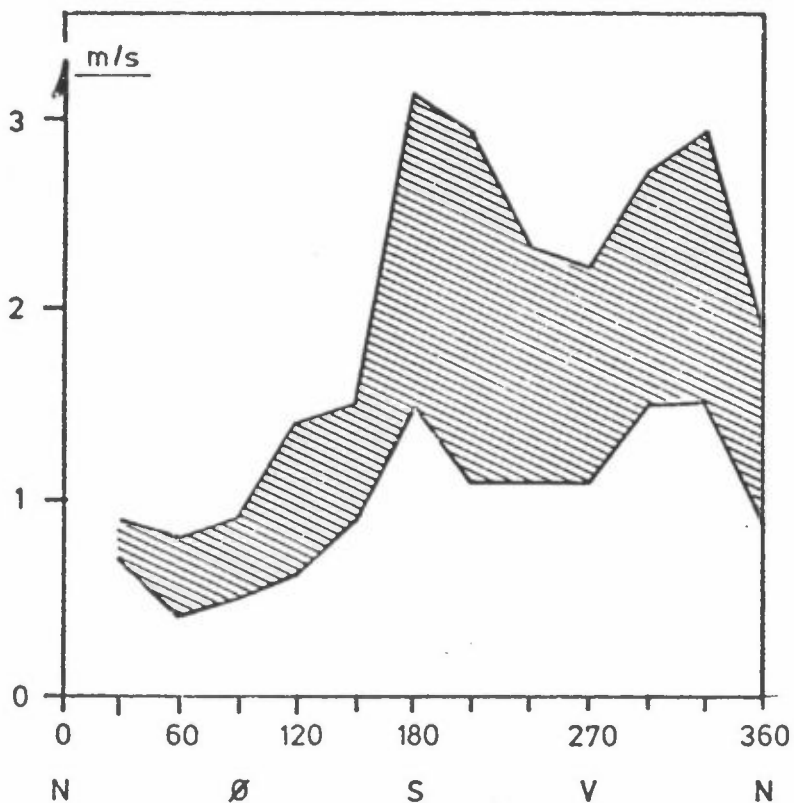
Temperaturstatistikken for Øvre Bakklandet er gitt i tabell 2 i vedlegg 1. Middelttemperaturen til enkelte tider på døgnet er gjengitt i tabell 4.6.

Tabell 4.6: Middeltemperaturer ($^{\circ}\text{C}$) i Øvre Bakklandet, januar-juli 1978.

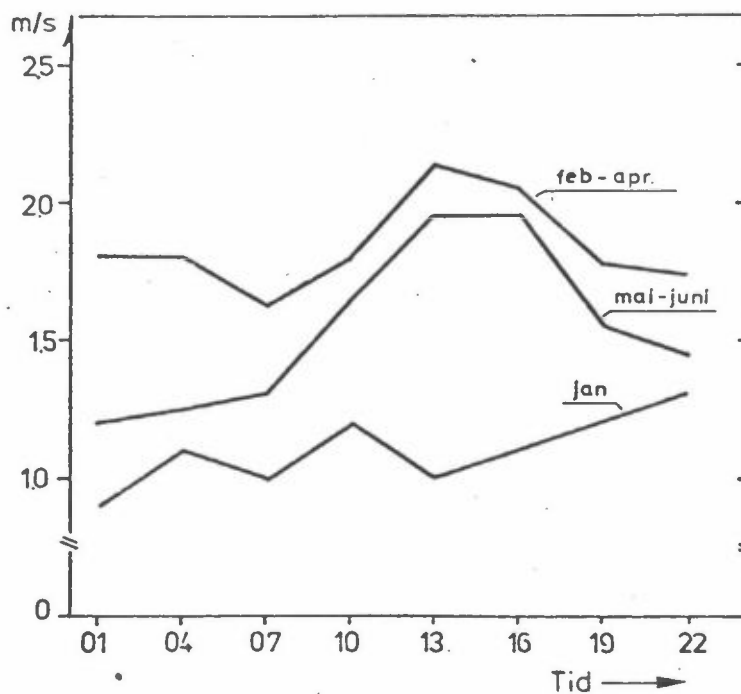
Periode 1978	Middeltemperaturer			
	Måned	kl 01	kl 07	kl 16
18-31 januar	-4.3	-4.6	-5.3	-3.1
1-28 februar	-5.5	-6.4	-6.9	-3.4
14-28 "	-4.0	-5.3	-5.4	-2.1
1-31 mars	0.5	-0.5	-1.5	2.9
1-30 april	2.2	0.9	0.9	4.1
1-31 mai	10.3	7.6	8.4	13.9
1-30 juni	13.9	11.3	13.3	16.7
1-12 juli	16.4	13.3	15.2	19.9

Sett i relasjon til de forurensningsdata som blir diskutert i kapittel 4.3, kan en merke seg følgende:

I februar har en CO-data bare for perioden 14-28. Denne del av måneden var betydelig mildere enn hele måneden under ett. En vil derfor vente at CO-målinger utført under hele februar ville gi et månedsmiddel som er endel høyere enn det midlere nivå en fant for perioden 14-28.



Figur 4.4: Midlere vindhastighet som funksjon av retning, basert på månedsverdier januar-juli 1978. Skraveringen angir variasjonsområdet for månedsverdiene.



Figur 4.5: Vindhastigheten som funksjon av klokkeslett.

4.2.3 Stabiliteten (vertikal temperaturprofil)

Temperaturdifferansen (dT) mellom detektoren i mastetoppen (20 m) og detektoren i gatetverrsnittet (2 m) ble målt som en indikator på den vertikale utlufting i gatetverrsnittet. Dataene er inndelt i fire klasser på følgende måte:

1. Ustabil (god utlufting) : $dT \leq -0.3$ grader
2. Nøytral -0.3 grader $< dT < 0$ grader
3. Lett stabil 0 grader $< dT < 0.3$ grader
4. Stabil (dårlig utlufting) $dT > 0.3$ grader

I figur 4.6 er frekvensen (månedsmiddel) av de fire stabilitetsklasser som funksjon av klokkeslett presentert for hver måned.

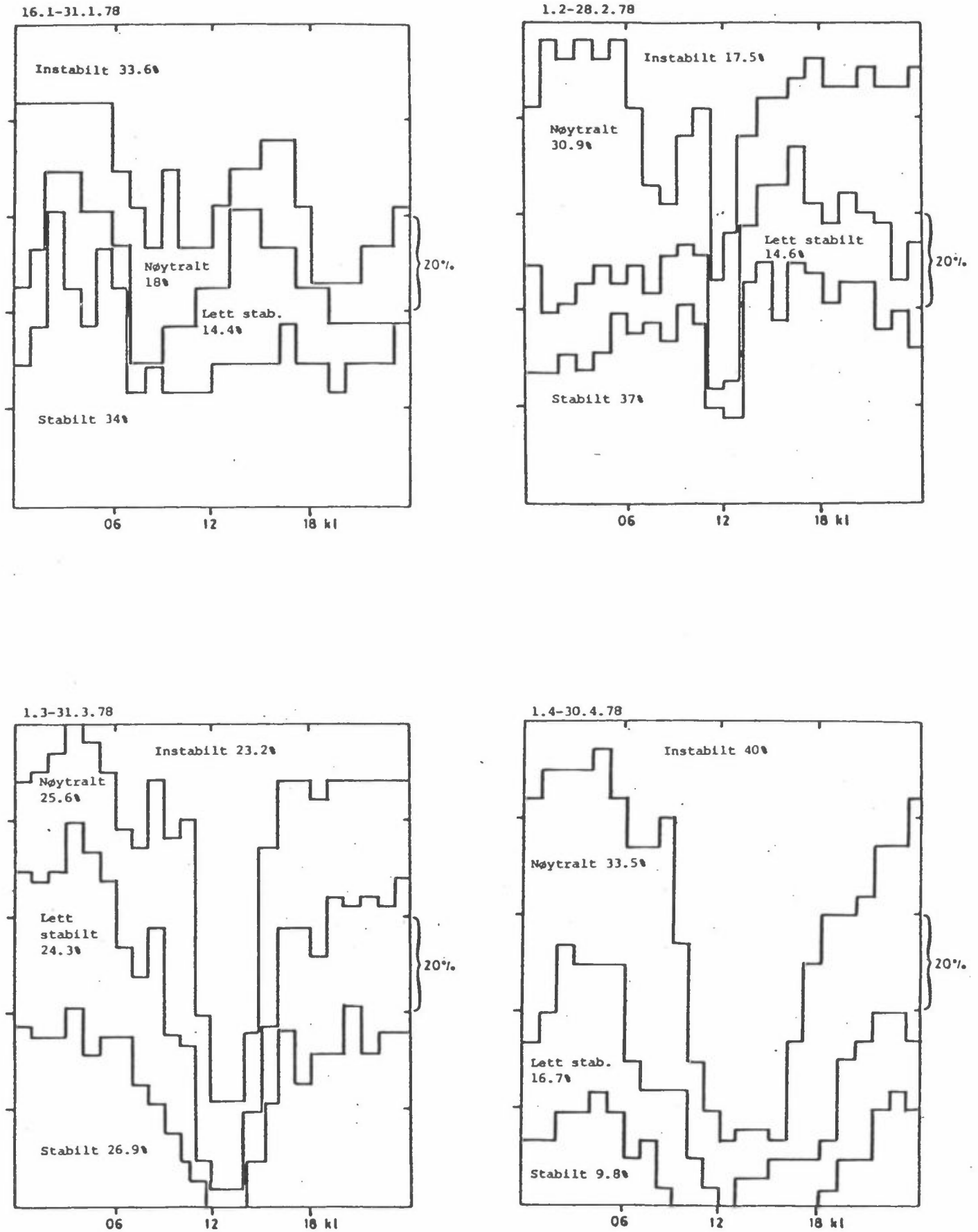
Frekvensen av stabil og lett stabil luft avtar gradvis fra januar til juli med ca 50 prosent i januar-februar til ca 10-20 prosent i juni - juli. Slik variasjon over året er ventet. Den høyere frekvens av stabile forhold om vinteren gir sitt bidrag til at en da observerer høyere forurensningsnivå enn om sommeren.

Den døgnlige variasjon av forekomsten av temperaturinversjoner (klassene stabil og lett stabil) er utpreget og normal med høy inversjonsfrekvens om natten og lavere på dagen.

Frekvensen av stabil sjikting er høy i trafikkcrush-periodene i månedene januar-mars. Deretter er frekvensen av stabil luft under morgen- og ettermiddagsrushet svært lav. Kombinasjonen stabil luft og trafikktopper fører til sterkt økte konsentrasjoner i rushtidene.

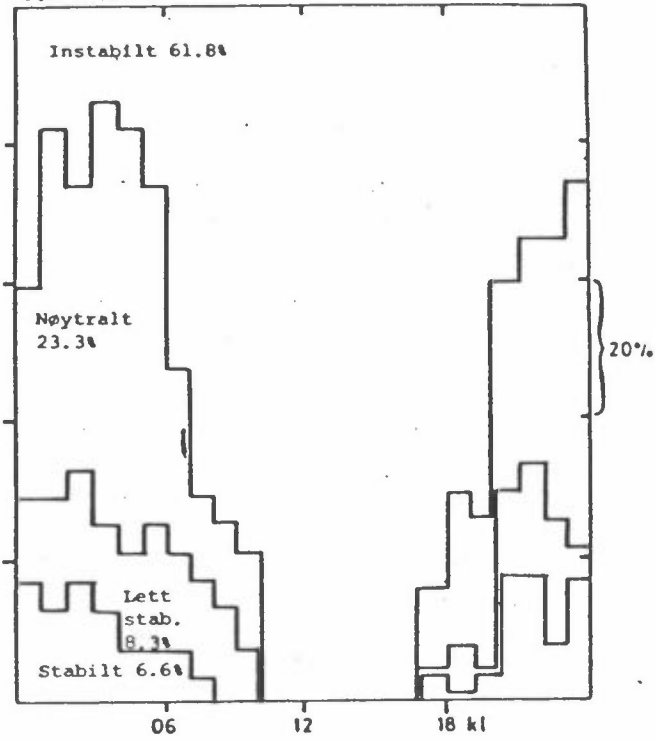
Etter mars observeres nesten ikke stabil sjikting i "trafikk-tiden" (kl 07-17).

Virkningen av solinnstrålingen i gatetverrsnittet demonstreres tydelig av figuren for februar måned. Frekvensen av stabil luft reduseres sterkt i 11-12 tiden, da sola står i sør og opphever skyggevirkningen av husene på østsiden av gaten. Allerede kl. 14 øker stabiliteten igjen på grunn av avtakende solhøyde.

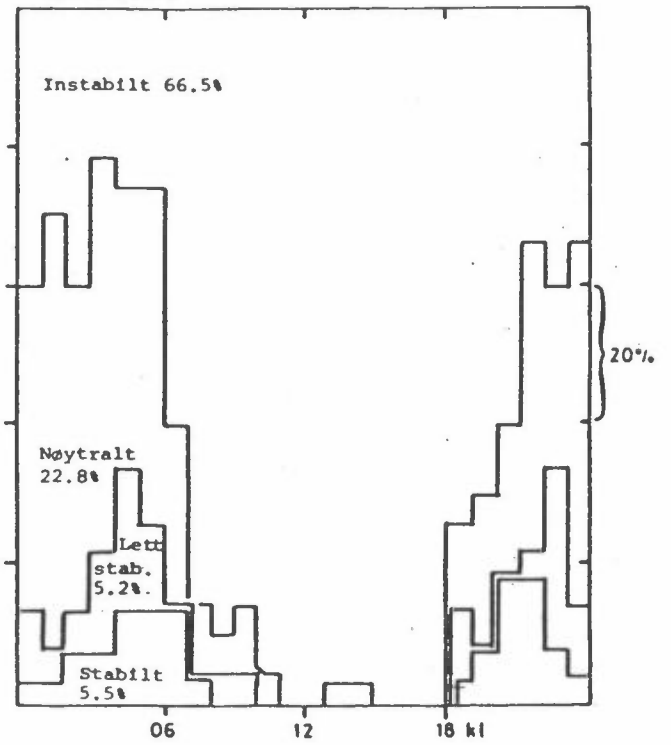


Figur 4.6: Luftstabiliteten fordelt på de fire stabilitetsklasser som funksjon av tid på døgnet. Månedsmiddel-statistikk.

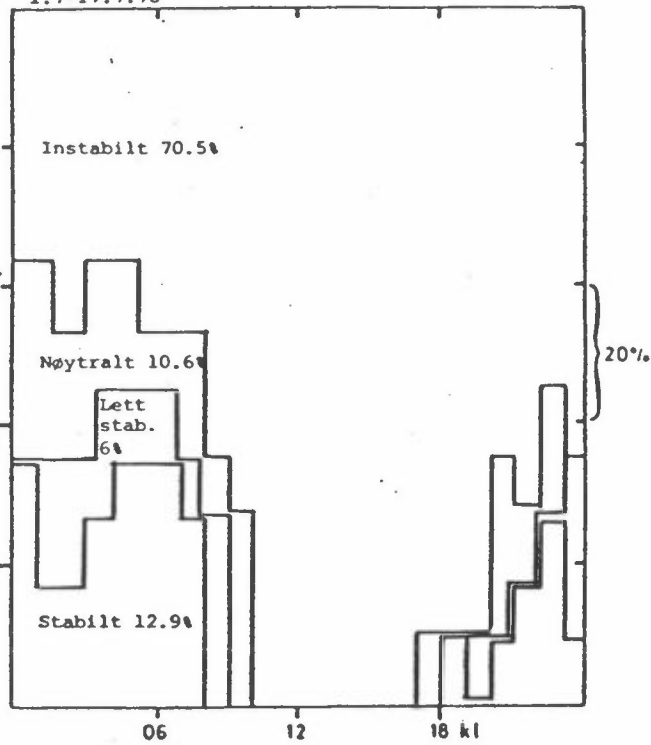
1.5-31.5.78



1.6-30.6.78



1.7-17.7.78



4.2.4 Koblet frekvensfordeling vind/stabilitet

Tabell 4.7 viser frekvensen av de 4 stabilitetsklasser som funksjon av vindstyrken (inndelt i 4 klasser) og vindretningen. Tabellen gir statistikken for januar og juni. De øvrige måneder er vist i tabell 3 i vedlegg 1.

Denne statistikken viser at stabil luft (klasse 4) opptrer hyppigst ved lave vindstyrker i retning fra sør, altså langs Øvre Bakklandet. I januar er luften stabil i ca 27 prosent av tiden da det samtidig er lav vindstyrke (0-1 m/s), og dette utgjør ca 80 prosent av den samlede tiden med stabil luft. I juni opptrer som vi har sett stabil luft vesentlig sjeldnere og bare i nær stille vær (<1 m/s) om natten.

4.2.5 Representativiteten av de meteorologiske målinger

Vindforhold

I figur 4.7 er vindobservasjoner på Tyholt i 1978 (periodene januar-mars og april-juni) sammenlignet med tilsvarende for "normal"-perioden 1931-60 for stasjonen Voll.

Data fra Meteorologisk institutt viser at vindforholdene på Voll og Tyholt er svært like, bortsett fra at vindstillefrekvensen er vesentlig høyere på Voll. Midlere vindstyrke er svært lik, mens sørvestlige vinder på Voll dreier noe mer i sørlig retning på Tyholt. Dette trer også frem i figur 4.7.

Midlere vindstyrke var lavere enn normalt i januar-mars-perioden, mens vindstyrken avvek lite fra normalen i perioden april-juni. Den relativt sett lave midlere vindstyrke i januar-mars innebærer at forurensningsnivået målt i denne perioden sannsynligvis ligger noe høyere enn det en ville ha i et år med "normale" vindforhold, forutsatt uendrede utslippsmengder.

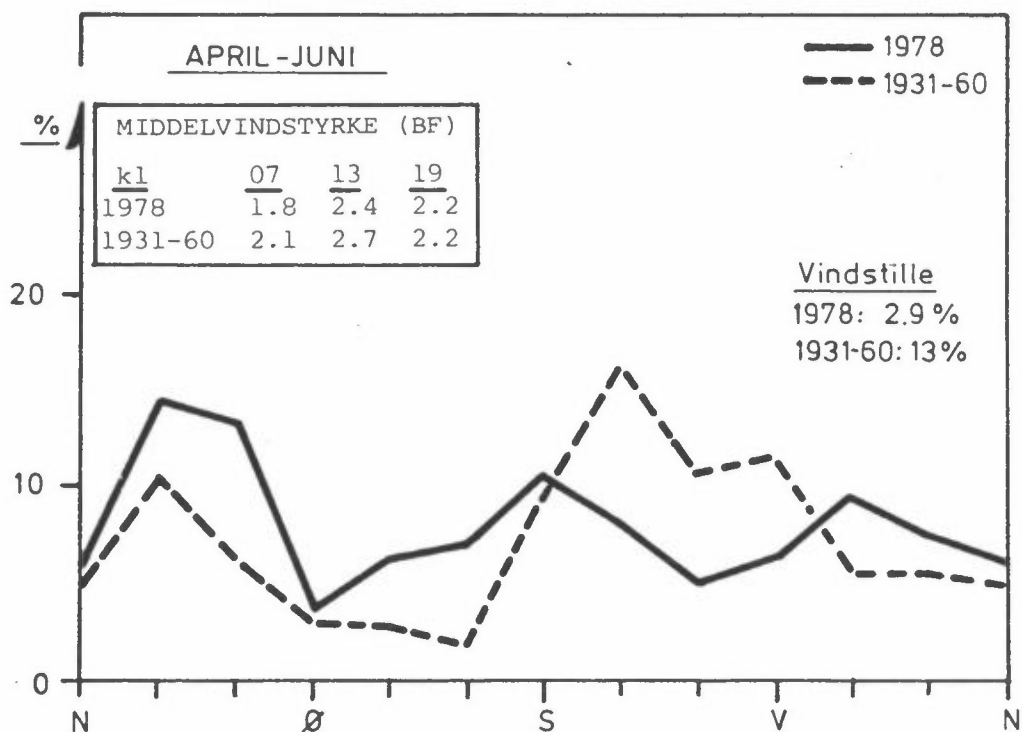
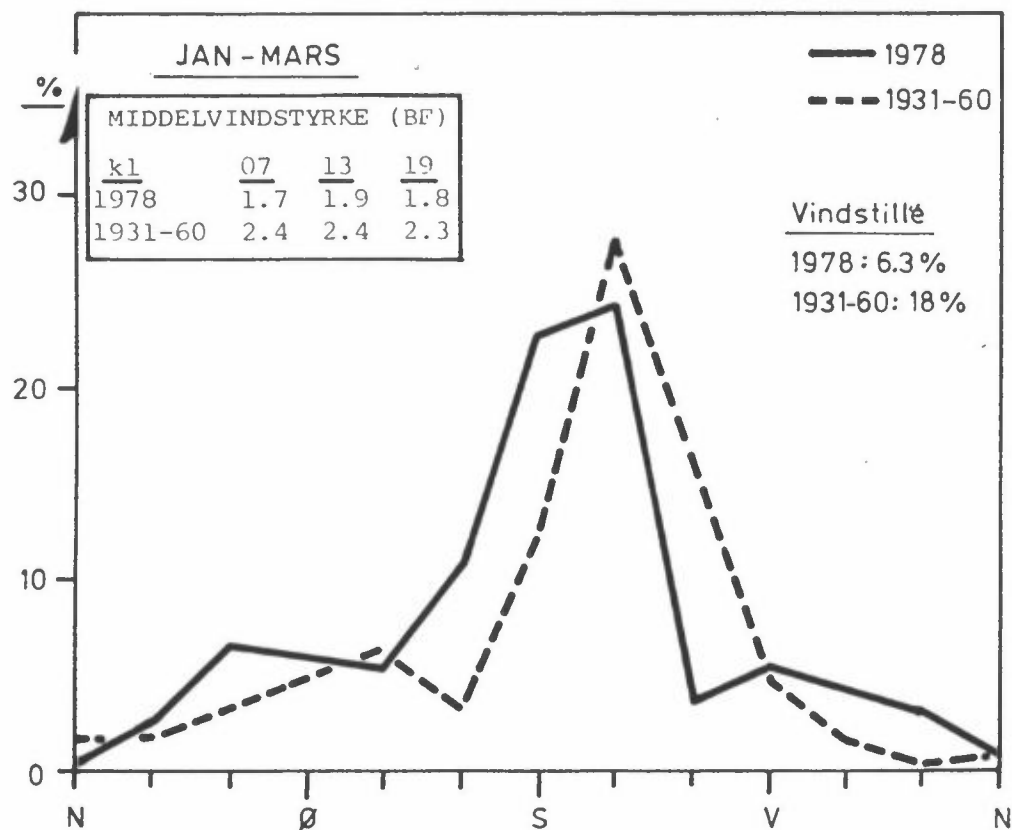
Tabell 4.7: Koblet frekvensfordeling vind/stabilitet
Øvre Baklandet, januar og juni 1978.

Januar

	0.0- 1.0 M/S				1.0- 2.0 M/S				2.0- 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	3.5	2.9	1.0	0	1.9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.0
60	2.6	6	3	1.6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.8
90	1.0	1.6	0	1.3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.2
120	1.9	1.0	3	3.2	0	0	1.0	1.0	0	3	0	0	0	0	0	0	8.7
150	5.4	1.3	2.6	4.8	2.2	1.3	1.6	1.3	6	3	1.0	6	0	0	0	0	23.1
180	1.3	1.9	1.3	11.9	4.8	1.3	3	1.9	4.5	1.3	3.2	1.9	0	0	0	0	35.6
210	0	0	3	3	0	0	0	6	0	0	3	0	0	0	0	0	1.6
240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
270	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	6
330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	6
360	1.0	1.6	0	0	2	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.8
STILLE	1.9	3	0	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.8
TOTAL	18.6	11.2	5.8	26.6	9.9	4.5	3.2	4.8	5.1	2.2	5.4	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
FORDELING PÅ VINDHASTIGHET																	
0.0- 1.0 M/S				1.0- 2.0 M/S				2.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S					
62.2				22.4				15.4				0.0					
FORDELING AV STABILITETSKLASSENE																	
33.7				17.9				14.4				34.0					

Juni

	0.0- 1.0 M/S				1.0- 2.0 M/S				2.0- 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	5.5	1.7	0	6	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.4
60	2.0	1.8	6	1.1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.9
90	9	6	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4
120	1.5	4	2	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1
150	1.5	1.8	6	1.3	1.1	6	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	7.4
180	1.8	1.3	1.1	2	2.9	3.3	6	0	5.7	3.9	2	0	0	0	0	0	21.0
210	7	6	4	0	2	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2.4
240	2	4	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
270	2	2	0	0	7	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.7
300	2	2	0	0	1.8	1.1	0	0	3.3	1.5	0	0	0	0	0	0	8.1
330	1.1	2	0	2	7.2	4	2	0	4.4	0	0	0	0	0	0	0	13.6
360	4.1	6	2	6	12.7	2	4	0	2.0	0	0	0	0	0	0	0	20.6
STILLE	9	1.3	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3
TOTAL	20.6	10.9	3.5	5.3	30.0	6.4	1.5	2	15.6	5.5	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
FORDELING PÅ VINDHASTIGHET																	
0.0- 1.0 M/S				1.0- 2.0 M/S				2.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S					
40.3				38.1				21.5				0.0					
FORDELING AV STABILITETSKLASSENE																	
65.5				22.8				5.2				5.5					



Figur 4.7: Vindstatistikk for Tyholt (1978) og Voll (1931-60), Trondheim.

Temperaturforhold

Tabell 4.8 viser månedlige middeltemperaturer på Tyholt i 1978 sammenlignet med normal-temperaturen (1931-60) på samme sted.

Tabell 4.8: Temperaturstatistikk for Tyholt, Trondheim

	Middeltemp. 1978 °C	Avvik fra normalen 1931 - 60 °C
Januar	- 2.2	+ 0.9
Februar	- 5.9	- 3.3
Mars	- 0.1	+ 0.3
April	2.2	- 1.3
Mai	8.7	+ 0.5
Juni	12.8	+ 1.2

Februar måned var vesentlig kaldere enn normalt. Forøvrig avvek temperaturforholdene i 1978 relativt lite fra normalen.

4.2.6 Sammendrag

Analysen av trafikkforholdene (kapittel 4.1) har vist at i begge gatene er det bare ettermiddagsrushet som gir seg utslag i en topp i døgnforløpet for trafikkvolum (bortsett fra kveldstoppen i Søndre gate). Bilenes midlere kjørehastighet blir imidlertid betydelig redusert både i morgen og ettermiddags- trafikken, og dette gir vesentlig økt utslipp av forurensninger i disse perioder.

Analysen av spredningsforholdene viser en sterk kanalisering av vinden i retning langs gatene (nord-sør). Vind langs gaten er den retning som gir høyest forurensningsnivå ved lave vindstyrker. Kombinasjonen lav vindstyrke og stabil luft opptreer relativt hyppig under morgen- og ettermiddagstrafikken i perioden januar-mars, og fører da til dårlig spredning av forurensningene og høyt forurensningsnivå.

Frekvensen av stabil luft i Øvre Bakklandet avtok i 1978 sterkt fra perioden januar-februar henimot sommeren. Imidlertid avtok også middelvindstyrken fra februar mot juli, og dette motvirker til en viss grad den bedringen av spredningsforholdene som reduksjonen i frekvensen av stabil luft gir. Januar danner et unntak, idet middelvindstyrken da var svært lav.

Til sammen betyr dette at en venter de høyeste konsentrasjoner i morgen- og ettermiddagstrafikken i januar måned. Senere synker nivået fordi den stabile luft som ofte dannes om natten brytes opp av soloppvarmingen før trafikken setter inn. Reduksjonen i vindstyrken fra februar til juli fører dog til at man ikke venter den helt store reduksjonen i forurensningsnivå over denne perioden.

Målingene i 1978 foregikk under værforhold som avvek noe fra det som er normalt. Spesielt var vindstyrken i perioden januar-mars vesentlig lavere enn normalt. Det samme gjelder middeltemperaturen for februar. Begge disse forhold leder til at en i denne perioden målte et midlere luftforurensningsnivå som er noe høyere enn det en ville vente i et år med "normale" meteorologiske forhold.

Et spesielt forhold knytter seg til februar. En har da CO-målinger bare for perioden 14-28 februar. I denne tiden var temperaturen vesentlig høyere enn for måneden som helhet, og middelvinden var også noe høyere. Målinger av CO for hele måneden ville derfor gi høyere middel- og maksimalkonsentrasjoner enn de som rapporteres for perioden 14-28.

4.3 Luftforurensningsnivået

I dette avsnitt presenteres forurensningsnivået av CO, SO₂, sot og bly (1t-, 8t-, 24t- og månedsmiddelerverdier) og variasjonen med tid på døgnet og årstid.

4.3.1 Øvre Bakklandet

Karbonmonoksyd, CO

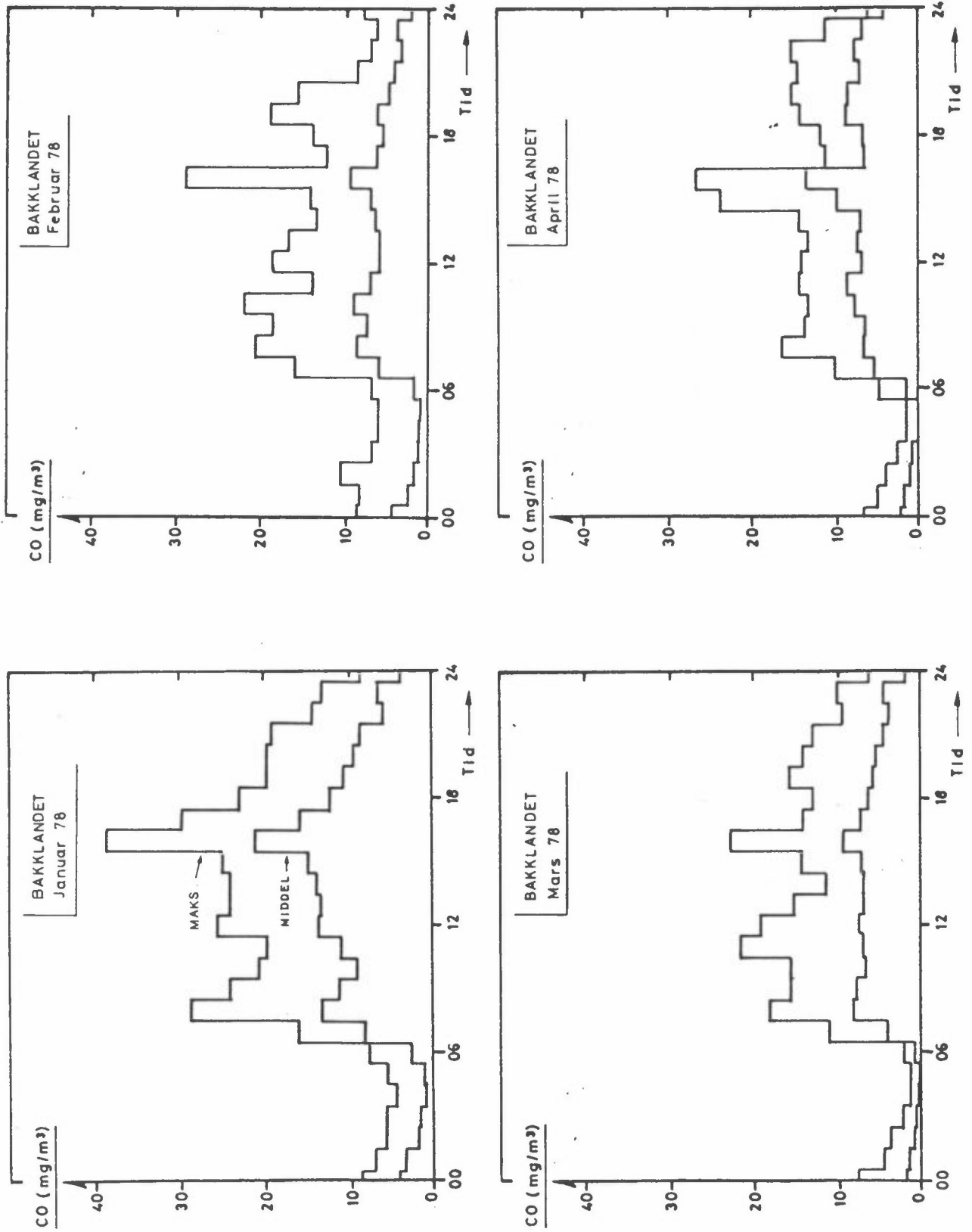
Variasjon av CO over døgnet er vist for hver måned i figur 4.8. Midlere døgnsforløp samt de høyeste målte verdier for hver time på døgnet er vist.

Generelt trer rushperiodene morgen og ettermiddag sterkere fram på CO-forløpet enn de gjør i trafikk-forløpet i figur 4.1. Dette skyldes innvirkningen av flere faktorer. For det første ser en her virkningen av den reduserte kjørehastighet gjennom gaten, (se figur 4.2), og dermed økt utslipp. Den lavere hastigheten fører også til redusert turbulens i gatetverrsnittet og derved redusert spredning. For det andre betyr variasjonen av spredningsforholdene over døgnet mye. Som vist i seksjon 4.2 er luftlaget ved bakken ofte stabilt om natten, og under morgen- og ettermiddagstrafikken, spesielt om vinteren. Dette fører til redusert spredning. Ved solnedgang øker hyppigheten av stabil sjiktning, og vindstyrken avtar noe. Dette gir seg utslag i toppene i CO-kurvene om kvelden.

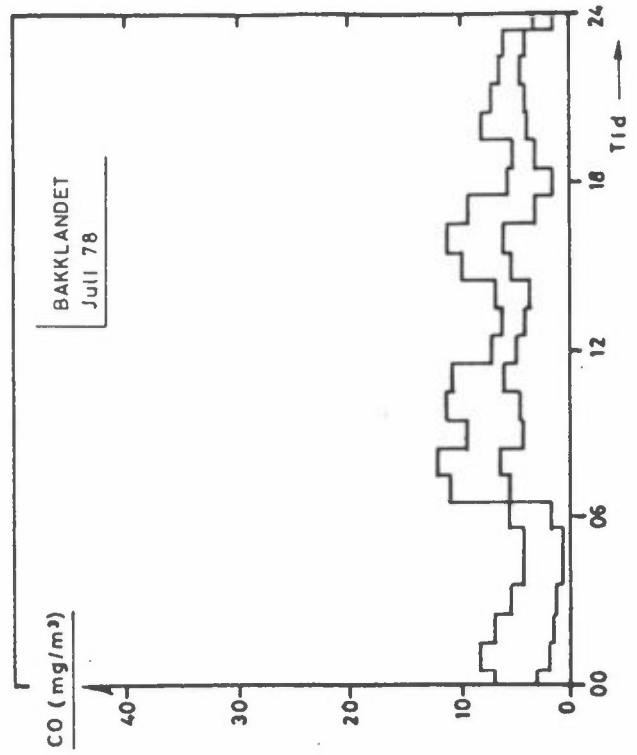
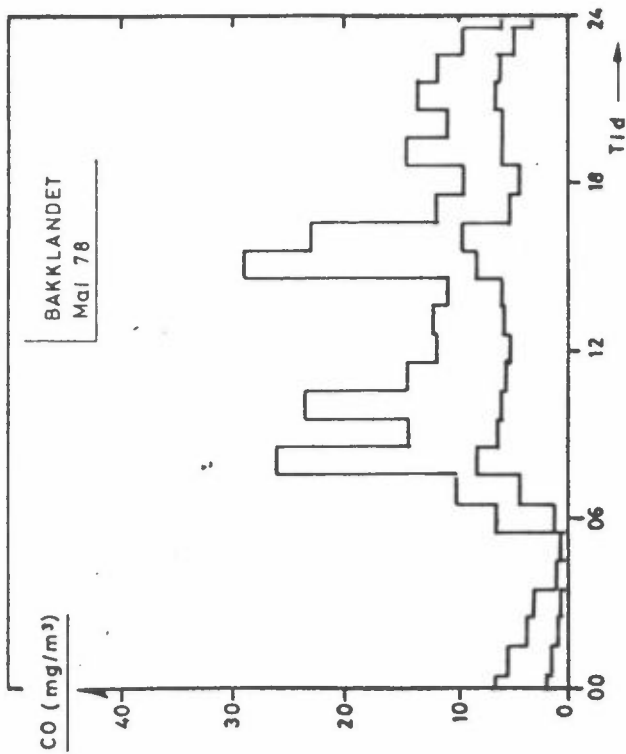
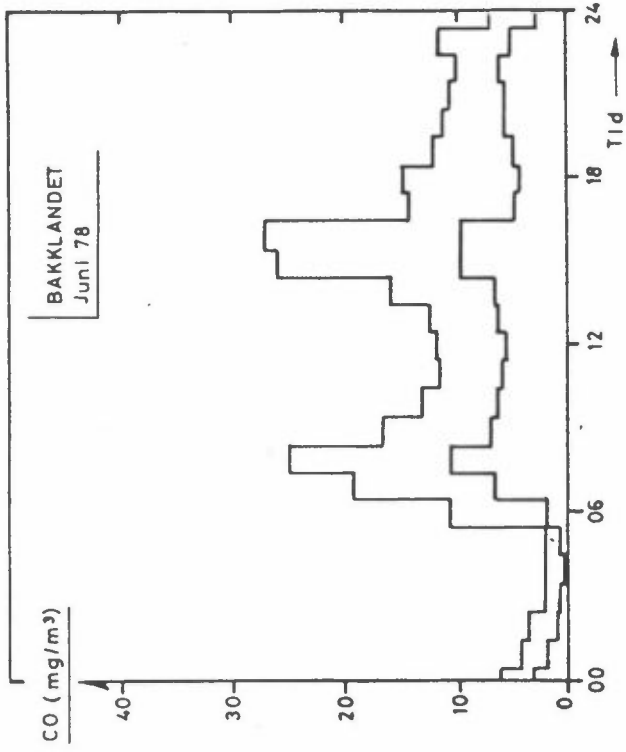
Maksimal-verdiene ligger typisk en faktor 1.5-2.5 over middelnivået. Dette er en større forskjell enn variasjonene i trafikkvolumet skulle tilsi, og skyldes at forhold som kødannelse, dårlige spredningsforhold eller en kombinasjon av disse kan opptre tilfeldig og gi ekstreme konsentrasjoner til ulike tider på døgnet.

Som eksempel kan man se på toppene i maksimal-kurven for Øvre Bakklandet i mars. Toppen i 11-12-tiden skyldes en liten topp i trafikkvolumet den 4. mars (1100-1200 biler/time) kombinert med lav vindhastighet (0.1-0.2 m/s) og stabil temperatur-sjiktning. Toppen i 16-tiden skyldes en sterk trafikktopp den 10. mars, kombinert med lav vindhastighet (0.4 m/s).

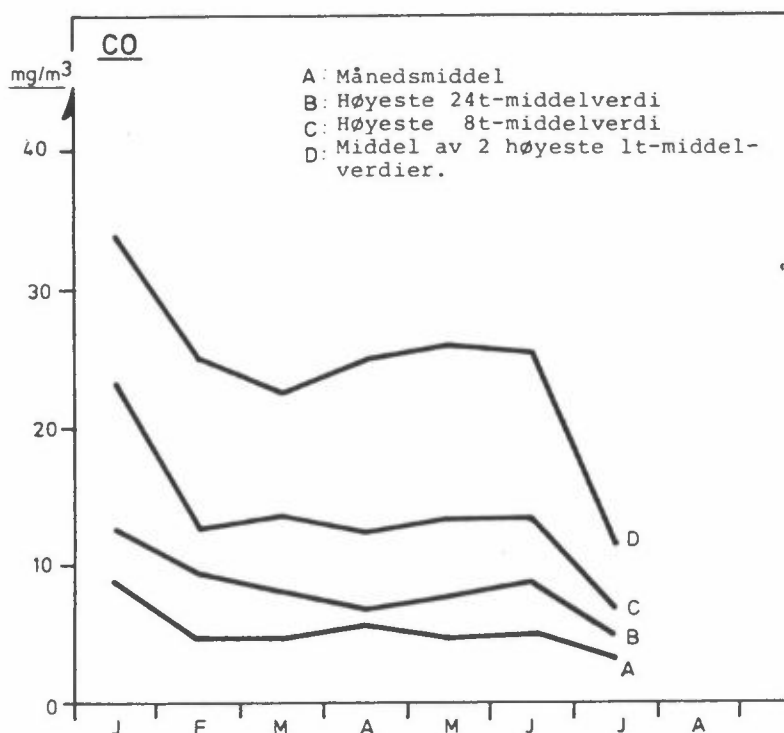
Tabell 4.9 og figur 4.9 viser CO-nivåets forløp fra måned til måned.



Figur 4.8: CO-nivået i Øvre Bakklundet, januar - juli 1978
Månedsvise middel- og maksimalverdier.



Figur 4.8 forts.



Figur 4.9: CO-nivåets forløp i Øvre Bakklandet i perioden januar-juli 1978.

Tabell 4.9: CO-statistikk basert på 1t-middelverdi.

	2 høyeste 1t middel		Høyeste 8t middel	Høyeste 24t middel	Månedsmiddel	Antall dager med målinger (≥ 15 av 24 obs.)
<u>BAKKLANDET</u>						
1978 januar	38	30	23.5	12.7	8.8	13
februar	28	22	12.9	9.4	4.8	17
mars	23	22	13.8	8.1	4.8	14
april	27	23	12.4	7.0	5.7	12
mai	29	23	13.4	7.7	4.6	31
juni	26	25	13.4	8.4	4.9	30
juli	12	11	6.8	4.8	3.3	12
<u>SØNDRE GATE</u>						
1978 mars	18	17	10.2	5.9	4.2	14
april	14	12	7.4	4.8	2.7	16

CO-nivået i januar ligger vesentlig høyere enn i perioden 14-28 februar. Det er sannsynlig at det er økningen i vindstyrken (fra 1.1 m/s i januar til 2.1 m/s i perioden 14-28 februar) som forklarer den store forskjellen. I perioden februar-juni er det liten endring. Effekten av redusert stabilitetsfrekvens og økt middelvindstyrke motvirker hverandre og resultatet synes å være et relativt konstant nivå. Det lave nivået i juli synes å være et resultat av redusert trafikk tetthet, derved også redusert kødannelse og gode spredningsforhold (nøytral/instabil sjikting fra kl. 09) vesentlig på grunn av soloppvarmingen.

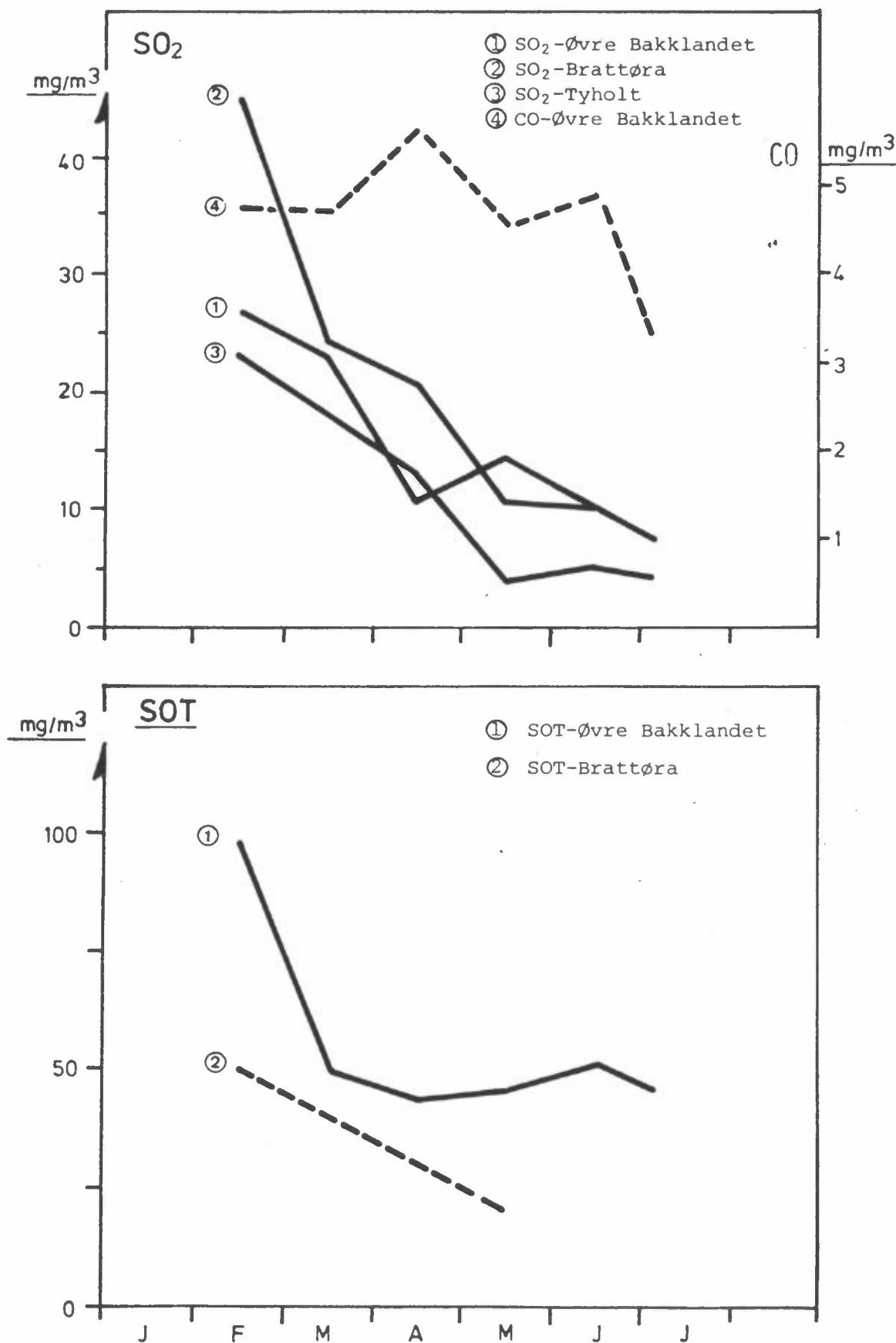
SO₂ og svevestøv

Både vegtrafikken og utslipp fra oljeforbrenning er viktige kilder til SO₂- og svevestøvforurensning. Nær trafikkårer vil vegtrafikken (utslipp og vegslitasje) gi det største bidrag til svevestøvnivået og et bidrag til SO₂-nivået. SO₂-nivået skyldes dog i hovedsak oljeforbrenning og industri-utslipp.

Døgnverdier av SO₂ og svevestøv er gitt i tabell 4 i vedlegg 1. Et sammendrag av disse er gitt her i tabell 4.10 og figur 4.10.

SO₂-nivået i Øvre Bakklandet er lavt og ligger bare noe høyere enn på Tyholt. Brattøra har om vinteren høyere nivå enn Øvre Bakklandet. Dette skyldes sannsynligvis at den overveiende frekvens av sørlige vinder om vinteren gjør at Brattøra påvirkes av SO₂-utslippet i sentrumsonen i større grad enn Bakklandet. Om sommeren (mai-juli) er det liten forskjell mellom Brattøra og Bakklandet.

Svevestøvet er målt som sotverdi (sverting av støvet avsatt på en filterflate) som beskrevet i vedlegg 2. Ved denne metoden måles ikke støvets vekt direkte, men indirekte via svertingsmålinger og en kalibreringskurve for overgang fra sverting til vekt-konsentrasjon ($\mu\text{g støv}/\text{m}^3$ luft). Denne kurven er basert på sammenligningsmålinger fra ulike byer i Europa, og stemmer bra for byatmosfærer om vinteren også i Norge, når oljeforbrenning utgjør en vesentlig partikkelkilde. Ved trafikkårer der vegdekk-slitastjen vil utgjøre en vesentlig støvkilde, kan bruken



Figur 4.10: SO₂ og sot-nivået (månedsmiddeler) ved målesteder i Trondheim, 1978.

av sotmålinger medføre at svertingsmålinger gir en svevestøv-verdi som avviker fra det en veie-analyse ville gitt. Vegstøvet vil ikke gi tilsvarende sverting som en like stor mengde sot fra oljeforbrenning. Det er derfor sannsynlig at svertningsmålinger gir et underestimat av det reelle svevestøvnivået ved trafikkårer.

Svevestøvnivået i Øvre Bakklandet, basert på svertingsmålinger, ligger vesentlig høyere enn på Brattøra. Dette skyldes åpenbart det vesentlige bidraget fra vegtrafikken i gaten.

Figur 4.10 viser forurensningsnivået fra måned til måned. SO₂-nivået avtar sterkt fra februar til juli. Dette skyldes i første rekke reduksjon av utslipp, men også bedre spredningsforhold fra vinter henimot sommer. Svevestøvnivået på Brattøra viser en lignende reduksjon, mens nivået i Øvre Bakklandet endrer seg lite fra mars til juli. Den helt dominerende støvkilden må da være vegtrafikken. Forhold som frekvensen av stabil luft, midlere vindstyrke og hyppigheten av dager med tørr bakke ga i kombinasjon et relativt konstant svevestøvnivå i Øvre Bakklandet i perioden mars-juli 1978. En ser ikke den samme reduksjon fra juni til juli som en hadde for CO på grunn av lavere trafikkvolum. Det lavere volum vil gi økte middelhastigheter som øker genereringen av vegstøv, nok til å motvirke reduksjonen i trafikkvolumet.

Tabell 4.10: Sammendrag av døgrmålinger av SO₂, sot og bly i Trondheim i januar - juli 1978.

	SO ₂ µg/m ³				SOT µg/m ³			BLY µg/m ³					
	Bakklandet		Brattøra		Tyholt	Bakklandet		Brattøra		Bakklandet		Brattøra	
	Middel	Maks. døgnverdi	Middel	Middel		Middel	Maks. døgnverdi	Middel	Middel	Maks. døgnverdi	Middel	Maks. døgnverdi	
Februar	27	46	45	23	98	243	50	2.0	4.8	0.4	1.0		
Mars	23	43	24	18	50	119							
April	11	21	21	13	43	84							
Mai	14	45	11	4	46	83	20						
Juni	10	31	10	5	51	91							
Juli (1-12 juli)	7	12	7	4	45	72							
Middel	16	-	21	12	61	-	(35)	-	-	-	-		

Bly

Blykonsentrasjonen i luften skyldes nesten utelukkende utslipp fra biltrafikk. Resultatene av blyanalysene i Øvre Bakklandet og på Brattøra for januar og februar måned er gitt i tabell 4 i vedlegg 1. Månedsmiddel- og maksimal døgnmiddelverdi er gitt i tabell 4.10. Verdiene på Brattøra gir en god indikasjon på typisk nivå i sentrumsområdet på steder der en ikke er direkte utsatt for utslipp fra vegtrafikken. Verdiene i Øvre Bakklandet ligger som ventet vesentlig høyere enn dette.

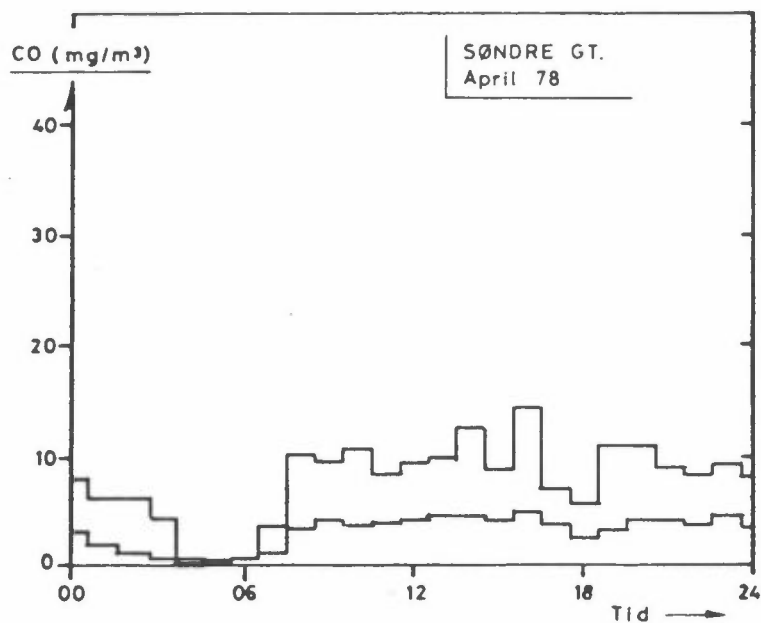
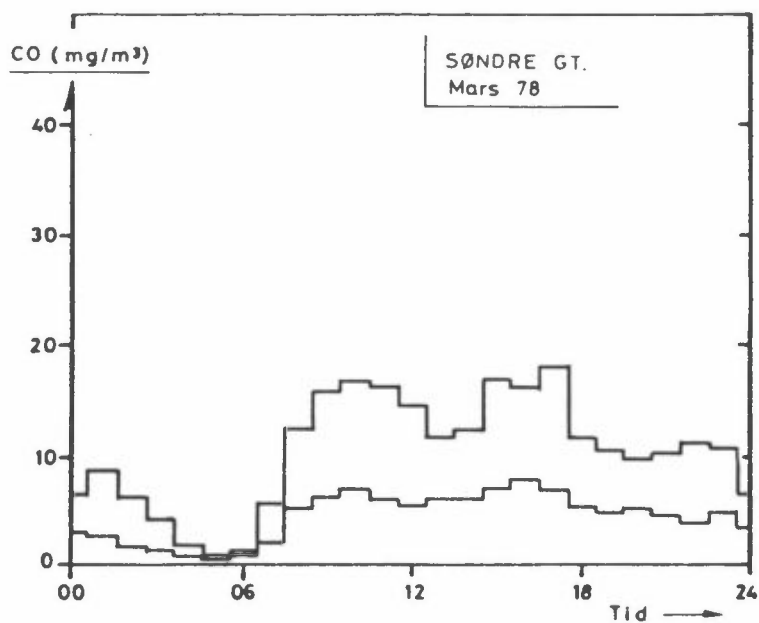
Sammenhengen mellom døgnmiddelverdien av sot- og bly-konsentrasjonen i Øvre Bakklandet i februar uttrykkes ved følgende ligning (r = korrelasjonskoeffisienten).

$$\begin{aligned} \text{BLY} &= 0.017 \times \text{SOT} + 0.50 \text{ (}\mu\text{g/m}^3\text{)} \\ r &= 0.75 \end{aligned}$$

Blynivået ligger på 1.7 prosent av sotnivået. Dette er normalt for gatestasjoner. "Bakgrunnsnivået" på 0.5 $\mu\text{g bly/m}^3$ stemmer godt overens med nivået på Brattøra i samme måned, 0.4 $\mu\text{g/m}^3$. Korrelasjonskoeffisienten er høy nok til å bekrefte at sot- og blynivået i stor grad skyldes samme kilde, vegtrafikken.

4.3.2 Søndre gate

I Søndre gate er bare CO-nivået målt. Døgnforløpet av CO for mars (2-16 mars) og april (1-16 april) er vist i figur 4.11. Forløpet skiller seg lite fra det en finner for Øvre Bakklandet i samme periode, med et midlere forløp nokså konstant over dagen, men med utpregede rushtopper i maksimum-kurven.



Figur 4.11: CO-nivået i Søndre gate, mars - april 1978.
Månedsvise middel- og maksimalverdier.

Forøvrig gjør de samme vurderinger seg gjeldende her som for Øvre Bakklandet, når det gjelder virkningen på CO-nivået av lav hastighet i rushtrafikken og innvirkningen av de spredningsmessige forhold. En må anta at vind og temperaturforhold på de to stedene ikke skiller seg vesentlig fra hverandre.

4.3.3 Sammenligning Øvre Bakklandet - Søndre gate

Målinger av CO og trafikktegninger i mars og april danner grunnlag for en slik sammenligning. I tabell 4.11 er middel- og maksimalverdier satt opp for CO og trafikk for perioder der en har CO-målinger samtidig på begge steder.

Tabell 4.11: Sammenligning av CO-nivå i Øvre Bakklandet (B.L) og Søndre gate.

	CO, mg/m ³		Trafikkvolum, biler/t	
	B.L	Søndre	B.L	Søndre
<u>2-15 mars</u>				
Middel	4.8	4.2	598	476
Maks.(1t-verdi) (dato)	22.6 (10.3)	17.6 (10.3)	1575	-
<u>4-10 april</u>				
Middel	5.6	3.1	674	469
Maks.(1t-verdi) (dato)	23.2 (7.4)	14.3 (5.4)	1615	875
	Justert til samme trafikkvolum (Søndre)			
2-15 mars (middel)	3.8	4.2		
4-10 april (middel)	3.9	3.1		

Det absolutte CO-nivå er noe høyere i Øvre Bakklandet enn i Søndre gate. Dette er å vente, fordi trafikkvolumet der er høyere. Som nevnt i kapittel 2 vil forhold som trafikkvolum, hastighet, spredning og gatetverrsnitt i kombinasjon bestemme forurensningsnivået. Det er rimelig å anta at de meteorologiske forhold i de to gatene er relativt like, idet de løper i samme retning og begge er påvirket av luftkanaliseringen nær Nidelven.

I nedre del av tabell 4.11 er CO-nivået i begge gater referert til samme trafikkvolum. En sammenligning gir der noe lavere nivå i Øvre Bakklandet i mars og lavere nivå i Søndre gate i april. Gatetverrsnittets utforming skulle tilsi lavere nivå i Øvre Bakklandet. Imidlertid har målepunktets plassering i forhold til kjørebane betydning. Begge inntak var ca 1 meter fra husvegg, men i Øvre Bakklandet foregikk målingen ca 1 meter fra nærmeste kant av kjørebane, mens avstanden i Søndre gate var vesentlig større, 3-4 meter. Dette kan forklare det lave nivå ved målepunktet i Søndre gate i april. Det faktum at nivået relativt til trafikkvolumet likevel i mars er høyere i Søndre gate enn på Bakklandet må søkes forklart ved trafikk-messige forhold som for eksempel forskjeller i kødannelse-frekvens.

5 VURDERING AV FORURENSNINGSNIVÅET

5.1 Overskridelser av luftkvalitetsnormer

For vurderingen av SO₂ og sot-nivået benyttes naturlig nok det norske forslag til retningslinjer for luftkvalitet som grunnlag. Når det gjelder CO og bly foreligger det ikke forslag til retningslinjer i Norge. Ved vurdering av slik forurensning har man tidligere benyttet luftkvalitetsnormene fastsatt i USA og Vest-Tyskland. En vil bruke disse også for vurderingen av nivået i Trondheim.

CO

Tabell 5.1 gir en oversikt over overskridelsene av normer for CO satt i USA (ref, se vedlegg 4).

1t-normen på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ble ikke overskredet i de perioder en har målinger. 8t-normen ble overskredet hyppig, spesielt i januar. Høyeste 8t-verdi på $23.5 \text{ mg}/\text{m}^3$, målt 18. januar, kl. 15-23 lå en faktor 2.3 høyere enn normen.

Tabell 5.1: Oversikt over overskridelser av luftkvalitetsnormer for CO fastsatt i USA (Air Quality Standard, 1971).

CO, mg/m^3	1t-middel		8t-middel	
	Høyeste verdi	Overskr. av norm	Høyeste verdi	Overskr. av norm
<u>BAKKLANDET</u>				
Januar 1978	37.7	0 av 13 dager	23.5	12 av 14 dager
Februar "	28.1	0 " 18 "	12.9	3 " 18 "
Mars "	22.6	0 " 14 "	13.8	4 " 14 "
April "	26.7	0 " 14 "	12.4	6 " 12 "
Mai "	28.7	0 " 31 "	13.4	4 " 31 "
Juni "	25.9	0 " 30 "	13.4	8 " 30 "
Juli "	12.1	0 " 12 "	6.8	0 " 12 "
<u>SØNDRE GATE</u>				
Mars 1978	17.6	0 av 15 dager	10.2	3 av 15 dager
April "	14.3	0 " 16 "	7.4	0 " 15 "
Luftkvalitetsnorm USA	40		10	

BLY

Blymålingene på Bakklandet i januar og februar ga overskridelser av normer iflg. tabell 5.2.

Tabell 5.2: Oversikt over overskridelser av blynormer.

BLY, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24t-middel Vest-Tyskland		Månedsmiddel USA	
	Høyeste verdi	Overskr. av norm	Verdi	Overskr. av norm
<u>BAKKLANDET</u>				
Januar 1978	4.2	2 av 7 dager	-	-
Februar "	4.8	5 " 26 "	2.0	x
Luftkvalitets- norm	3.0		1.5	

Døgn-normen på $3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ble overskredet på i alt 7 av 33 dager med målinger. Månedsmiddelverdien for februar på $2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ representerer også en normoverskridelse.

SO₂ og sot

Norske retningslinjer for SO₂ (forslag 1977) ble ikke overskredet i løpet av måleperioden på Øvre Bakklandet.

Døgnnormen for sot på $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ble overskredet på 7 av 24 dager med målinger i februar. Halvårsmiddelverdien på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ble overskredet vesentlig i 6-måneders perioden februar-juli. Middelerdien for perioden oktober-mars vil med all sannsynlighet ligge vesentlig høyere enn i februar-juli, og dermed representere en større overskridelse.

Tabell 5.3: Oversikt over overskridelser av norsk retningslinje for sotinnhold i luft (forslag 1977).

SOT, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24t-middel		Halvårsmiddel	
	Høyeste verdi	Overskr. av norm	Verdi	Overskr. av norm
<u>BAKKLANDET</u>				
Februar	243	7 av 24 dager	}	x
Mars	119	0 " 25 "		
April	84	0 " 14 "		
Mai	83	0 " 24 "		
Juni	91	0 " 31 "		
Juli	72	0 " 12 "		
Luftkvalitetsnorm. Norsk forslag 1977)	120		40	

5.2 Innendørs forurensning i boliger ved trafikkårer

Overskridelsene av normene gjelder utendørs luftkvalitet ved målestedene, slik det er forutsatt at normer for utendørs luftkvalitet skal anvendes.

Forurensningsnivået innendørs i boliger langs trafikkårer vil være en funksjon av nivået utendørs, eventuelle innendørs forurensningskilder (eks. ved/koks-ovn, parafinbrenner) og luftvekslingshastigheten i boligene. De to sistnevnte forhold har ikke vært vurdert i dette prosjektet. Det er foretatt studier i USA av slike forhold (5,6). Likeledes er det foretatt et begrenset antall målinger ved Drammensveien i Oslo av forholdet mellom innendørs og utendørs nivå av bly i svevestøv (7).

Når det gjelder gasser (CO, NO_x, etc) vil maksimal kort-tids-konsentrasjon (1 time) være lavere inne enn ute, og lavere jo mindre luftvekslingen i huset er. En forutsetter da at det ikke er innendørs kilder av betydning. Ved en luftveksling på 0.2 pr time kan maksimalkonsentrasjonen inne være ca. halvparten av hva den er ute, og opptrer da på et noe senere tidspunkt. Imidlertid vil midlere konsentrasjon på 8-timers og 24-timers basis variere lite med luftvekslingen, selv om tidsforløpet flates mer ut ved lav luftveksling. De undersøkelser som er gjort tyder på at midlere 8t- eller 24t-nivå inne ikke ligger vesentlig lavere enn utenivået for luftvekslingshastigheter større enn 0.2 pr time.

Forholdet kan være annerledes for partikler, spesielt dersom luftvekslingen skjer vesentlig gjennom lekkasjer ved dører og vinduer eller andre steder. En kan da ha en viss filtereffekt ved at partikler skilles fra luften ved avsetning. Målinger i september-oktober 1974 ved et hus ca 10 m fra Drammensveien (E-18) ved Lysaker ga i middel et innendørs nivå av bly i svevestøv på ca 0.3 av nivået utendørs. Det var vesentlig større forurensning inne i forhold til ute i september enn i oktober, noe som kan ha sammenheng med oftere lufting gjennom åpne dører og vinduer i september enn i oktober.

En har forøvrig ikke tall for luftvekslingshastigheten i huset under målingene.

Disse eksempler gir ikke tilstrekkelig grunnlag for å uttale seg om innendørs luftkvalitet ved målestedene i Trondheim. En mer omfattende vurdering må baseres på samtidige målinger inne og ute.

5.3 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.

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 bilutslippet 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 5.4 viser forurensningstall fra Øvre Bakklandet for 1978 sammenlignet med tilsvarende for Rådhusgaten og El8-Lysaker i Oslo for 1975.

Tabellen viser at det absolutte nivå i Øvre Bakklandet ligger i nærheten av det en har ved El8, Lysaker, både for CO, bly og sot. Dog danner den svært høye maksimale døgnmiddelverdien for sot på Bakklandet, $243 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ett unntak.

Når verdiene justeres til samme trafikkvolum (lik volumet i Øvre Bakklandet), viser Øvre Bakklandet og Rådhusgaten i Oslo svært like tall, mens El8, Lysaker ligger vesentlig lavere.

Tabell 5.4: Sammenligning av luftforurensningsnivå i Øvre Bakklandet i 1978 med Rådhusgaten og E18, Lysaker i Oslo/Bærum i 1975.

	Absolutt nivå			Nivå justert til lik. ÅDT (Bakklandet=15000 biler/døgn)		
	BL	RH	E18	BL	RH	E18
<u>Januar-mars</u>						
<u>CO</u>						
Middelverdi	6	9.6	7.8	6	6	2
Maks 1t middel	38	63	36	38	39	9
Maks 8t "	24	39	22	24	24	5.5
<u>BLY</u>						
Maks 24t middel	4.8	5.8	3.9	4.8	3.6	1.0
<u>SOT</u>						
Middelverdi	74	105	90	74	66	23
Maks. 24t middel	243	197	150	243	123	38

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

I forhold til gatebredden er husene i Rådhusgaten vesentlig høyere enn i Øvre Bakklandet. En ville derfor vente høyere nivå i Rådhusgaten. Midlere trafikkhastighet og de spredningsmessige forhold må da trekkes inn i vurderingen. En videre sammenligning av forurensningen ved de ulike gatene nevnt her, med hensyn til innvirkningen av de ulike faktorer som påvirker den, vil bli foretatt for alle data fra kartleggingsprosjektet under ett.

5.4 Representativiteten av forurensningsmålingene.

Representativiteten av forurensningsmålinger over en periode, på ett målepunkt ved en trafikkåre, må vurderes på følgende kriterier:

- representativiteten av de trafikkmessige og spredningsmessige forhold i måleperioden
- representativiteten av målepunktets plassering.

Trafikkmessig må en anta at perioden januar-juli 1978 var normal. Riktignok var Lillegårdsbakken stengt i tiden 10.2-1.3, men ut fra tall for trafikkvolumet synes ikke dette å ha påvirket trafikken vesentlig.

De meteorologiske forholds avvik fra "normale" forhold er beskrevet i seksjon 4.2.5. Dette avviket medfører at det midlere forurensningsnivå målt i perioden januar-mars 1978 er noe høyere enn det en ville vente i et "normalår". Når det gjelder maksimumskonsentrasjonene for midlingstider på 24 timer og kortere, kan verdiene for 1978 regnes for representative, idet perioder med svært dårlige spredningsforhold vil opptre i et hvilket som helst år, uavhengig av de midlere meteorologiske forholds avvik fra normalen. Hyppigheten av ekstremisituasjoner med overskridelser av normer vil imidlertid være en funksjon av de midlere værforhold. Hyppigheten av normoverskridelser notert i januar-mars 1978 ligger noe høyere enn det en ville vente i et "normalår".

De rapporterte målinger er strengt tatt representative kun for det punkt der inntak av måleluft til instrumentene skjer. Både i Øvre Bakklandet og i Søndre gate er det målt kun i ett punkt i gatetverrsnittet. Begge representerer ganske godt forurensningen som folk som ferdes på fortauet utsettes for.

Analysen av de meteorologiske forhold viste at vinden ofte, spesielt i ekstremisituasjonene, blåser i nord-sør-retning langs gatene. Meteorologisk sett er det derfor liten forskjell

mellom de to sidene i gatene der en har foretatt målinger. Trafikkmessig er det en forskjell. I Øvre Bakklandet er det kø i kjørebane nærmest målepunktet både morgen og ettermiddag, og kø i den vestlige kjørebane bare om ettermiddagen. Siden gatetverrsnittet er symmetrisk, ville en derfor vente noe lavere middelkonsentrasjoner på vestsiden av gaten enn på østsiden, der en har målt.

I Søndre gate er det kø i morgenrushet i kjørebane nærmest målepunktet, og kø i den vestlige banen om ettermiddagen og om kvelden. I middel er gaten relativt symmetrisk, trafikkmessig sett. Gatetverrsnittet er usymmetrisk med vesentlig høyere hus på vestsiden. Det er usikkert om dette fører til høyere forurensningsnivå på vestsiden av gaten.

Forurensningsnivået varierer langs gatene, som funksjon av trafikkforholdene og gatetverrsnittets utforming. Målepunktet i Øvre Bakklandet representerer noe nær det høyeste nivå en kan finne der, midt i et kvartal med ubrutte fasader. I Søndre gate kan en finne høyere nivå i gatekryssene, spesielt ved trafikklys, der tendensen til kødannelse og ujevn hastighet er større enn ved målepunktet, og der en også får bidrag fra kryssende gater.

5.5 Forurensningen av andre komponenter

Av de forurensningskomponenter som ikke ble tatt med i denne undersøkelsen, er det først og fremst nitrogendioksyd, NO_2 , som har interesse.

Målinger i Oslo/Bærum-området (1) viser at sett i forhold til luftkvalitetsnormer er CO den komponent som først gir overskridelse, mens NO_2 og bly relativt sett er likeverdige. De observerte overskridelser av blynormen i Øvre Bakklandet medfører at det er sannsynlig at også NO_2 -nivået overskrider norsk forslag til miljøstandard for NO_2 . Det knytter seg en

usikkerhet til dette utsagnet, idet det forutsetter samme fordeling av nitrogenoksydutslippet mellom kildene vegtrafikk og oljeforbrenning som ved målestedene i Oslo. Dette synes imidlertid å være en rimelig antakelse.

5.6 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 av 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.

Det bør understrekes at kravene i dag gjelder nye biler. (Bare USA har for tiden bestemmelser som medfører at utslippsbestemmelsene følges opp, når bilene blir eldre.) Dette betyr at full effekt av restriktive utslippskrav bare kan ventes etter flere år, når hoveddelen av bilparken er utskiftet, og da under den forutsetning at utslippet fra de nye biler ikke øker med alderen. Dette er en forutsetning som i stor grad ikke oppfylles. Slitasje av motor og andre komponenter spesielt i forgasser- og tenningssystem fører til at utslippet øker utover det som var krav da bilen var ny. Hvor stor denne økning kan være er umulig å si på bakgrunn av nåværende datagrunnlag. Restriksjoner i avgasskrav som bare gjelder nye biler vil derfor kun gi en relativt liten effekt på luftkvaliteten ved trafikkårer, når forhold ellers (trafikk/bebyggelse etc) ikke endres.

I Norge har Bilforurensningsutvalget som oppgave blant annet å foreslå tiltak for å redusere luftforurensningsnivået ved trafikkårer, der dette ansees 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 å 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 slike krav kan bli gjennomført. Det er mulig at kravene vil følge bilene med tiden, slik at en etterhvert får kontroll også med eldre biler. Når slike avgasskrav kan komme og hvor effektiv kontrollen kan bli er i dag et åpent spørsmål.

6 KONKLUSJON

Målingene i Øvre Bakklandet og i Søndre gate har gitt en oversikt over luftkvaliteten ved de to målestedene, og gitt grunnlag for å kunne vurdere effekten av de ulike faktorer som påvirker forurensningsnivået og bestemmer dets variasjoner.

Målingene har vist at forurensningsnivået er høyest i vintermånedene, og at dette skyldes at spredningsforholdene, bestemt av vind- og temperatursjikting er dårligst da.

Luftkvaliteten i Øvre Bakklandet tilfredsstilte i perioden januar-juni 1978 ikke fullt ut de krav som stilles av normer og retningslinjer for luftkvalitet. I denne perioden lå CO-nivået høyere enn 10 mg/m³ (USA's norm for 8-timers middelværdi) på 37 av 119 dager med målinger. Blynivået overskred 3.0 µg/m³

(vest-tysk norm for døgnmiddelverdi) på 7 av 33 måledager i januar-februar 1978. Sot-nivået overskred $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (norsk døgn-norm) på 7 av 24 dager i februar, mens halvårsmiddelverdien for februar-juli ($61 \mu\text{g}/\text{m}^3$) overskred $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (norsk halvårsnorm).

I Søndre gate viste CO-målingene tilfredsstillende luftkvalitet i mars-april. Målinger i januar-februar ville sannsynligvis gitt overskridelser av CO-normen også der, men i mindre grad enn i Øvre Bakklandet.

Variasjonene i forurensningsnivået over døgnet og fra døgn til døgn er i stor grad forklart kvalitativt av variasjonene i trafikk tettheten, midlere trafikk hastighet og de spredningsmessige forhold. Ved uendrede spredningsforhold er forurensningsnivået proporsjonalt med utslippet for trafikken. For hver dag separat følger forurensningen i stor grad trafikkforløpet med en utpreget topp spesielt i rushtiden om ettermiddagen. Trafikk tettheten er da størst og hastigheten lav. Begge disse faktorer bidrar til økt utslipp.

Endringer i spredningsforholdene forklarer en variasjon i forurensningen fra dag til dag. De høyeste konsentrasjoner i gatenivå opptrådte under trafikk ruspriodene om vinteren under forhold med lav vindstyrke og temperaturinversjon ved bakken, som gir dårlig utlufting av gaterommet.

Målingene i Trondheim ga resultater som ligger i det området en skulle vente ut fra resultater fra målinger i Oslo/Bærum-området. Absolutt sett ligger forurensningsnivået i Øvre Bakklandet i 1978 på samme nivå som det en fant ved El8 ved Lysaker ved målinger i 1975.

De meteorologiske forhold i januar-juni 1978 er sammenlignet med "normal"-forholdene for perioden 1931-60 ved hjelp av meteorologiske observasjoner for stasjonene Voll og Tyholt. Vindstyrken i januar-mars var betydelig lavere enn normalt. Det samme gjelder middeltemperaturen for februar. Begge disse forhold leder til at en denne perioden hadde et midlere for-

urensningsnivå som var noe høyere enn det en vil vente i et år med normale meteorologiske forhold. Maksimalkonsentrasjonene er representative for hva en kan vente et hvilket som helst år, forutsatt uendret trafikk, mens hyppigheten av overskridelser i 1978 sannsynligvis ligger noe høyere enn det en vil vente i et normal-år.

De to målestedene, Øvre Bakklandet og Søndre gate, er valgt ut fra krav til gatetverrsnitt, trafikkvolum og hastighet og ønsker fra kommunens side. Forurensningen ved andre trafikkårer i Trondheim kan estimeres ut fra resultatene fra Øvre Bakklandet og Søndre gate, ved å ta hensyn til lokale trafikk- og spredningsmessige forhold.

7 REFERANSER

- (1) Larssen, S. Undersøkelser av luftforurensning fra biltrafikk i Norge. Lillestrøm 1977. (NILU OR 10/77.)
- (2) Sundal, R. Trafikk og luftforurensninger. En registrering av trafikkdata i forbindelse med måling av luftforurensninger på Bakklandet i Trondheim. Sammenstilling av trafikkdata og målt CO-innhold. Trondheim 1978. (Norges Tekniske Høgskole, Institutt for Samferdselsteknikk, Forskningsgruppen.)
- (3) Statens forurensningstilsyn Referat fra møte 9 desember 1977 i samarbeidsutvalget for å vurdere tiltak mot forurensninger fra veitrafikk. Oslo, 3. januar 1978.
- (4) Statens Naturvårdsverk Bilavgaser i gatumuljø-modell och modelltest. Stockholm 1977. (SNV Rapport - PM 871.)
- (5) Benson, F.B.
Henderson, J.J.
Caldwell, D.E. Indoor-outdoor air pollution relationships: A literature review Research Triangle Park, North Carolina, 1972. (Environmental Protection Agency, AP 112.)
- (6) Maschandreass, D.J.
Stark, J.W. The residential environment and energy conservation. Predicting indoor air quality. Presented at the 71st annual meeting of the Air Pollution Control Association, Houston, Texas, 25-30 juni 1978.
- (7) Larssen, S. Luftforurensninger ved Drammensveien (E-18) i Bærum kommune. Lillestrøm 1977 (NILU OR 20/77.)

VEDLEGG 1

DATATABELLER

Tabell 1: Vindstatistikk, Bakklandet, januar-juli 1978.
Månedstabeller.

Tabell 2: Temperaturstatistikk, Bakklandet, januar-juli 1978.
Månedstabeller.

Tabell 3: Koblet frekvensfordeling, vind/stabilitet,
Bakklandet, februar-mai og juli 1978.

Tabell 4: Døgnmiddelverdier for SO₂, sot og bly ved
stasjoner i Trondheim, januar-juli 1978.
Månedstabeller.

Tabell 1: Vindstatistikk, Bakklandet, januar-juni 1978.
Månedstabeller (se også vindroser i figur 4.3
i rapporten).

VINDROSE FRA BAKKLANDET													
MÅNEDSVISE UTSKRIFTER FOR PERIODEN:													
16/ 1-78 - 28/ 2-78 FRA TAPE 1													
MÅNED: JANUAR 1978													
SEKTOR	VINDROSE KL.								DØGN				
	1	4	7	10	13	16	19	22					
20- 40	15.4	15.4	7.7	23.1	0.0	7.7	7.7	7.7	9.6				
50- 70	7.7	7.7	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	4.5				
80-100	7.7	0.0	0.0	0.0	7.7	0.0	15.4	7.7	4.2				
110-130	0.0	15.4	7.7	0.0	15.4	15.4	0.0	7.7	9.0				
140-160	23.1	7.7	15.4	38.5	15.4	30.8	23.1	23.1	23.4				
170-190	23.1	38.5	46.2	38.5	38.5	30.8	53.8	38.5	34.6				
200-220	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6				
230-250	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
260-280	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.3				
290-310	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.6				
320-340	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.6				
350- 10	7.7	0.0	7.7	0.0	15.4	0.0	0.0	7.7	3.8				
STILLE	7.7	7.7	15.4	0.0	0.0	15.4	0.0	7.7	7.7				
ANT. OBS.	13	13	13	13	13	13	13	13	312				
MIDL. VIND	.9	1.1	1.0	1.2	1.0	1.1	1.2	1.3	1.1				
VINDANALYSE													
DØGNMIDDEL	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	TOTAL
STILLE													7.7
3- 2.0 M/S	9.6	4.5	4.2	8.7	20.8	24.7	1.3	0.0	.3	0.0	0.0	3.8	77.9
2.1- 4.0 M/S	0.0	0.0	0.0	.3	2.6	9.9	.3	0.0	0.0	.6	.6	0.0	14.4
4.1- 6.0 M/S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
OVER 6.0 M/S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL	9.6	4.5	4.2	9.0	23.4	34.6	1.6	0.0	.3	.6	.6	3.8	100.0
MIDL. VIND M/S	.7	.5	.5	.8	1.0	1.5	1.3	0.0	1.7	2.5	2.5	.9	1.1
ANT. OBS.	30	14	13	28	73	109	5	0	1	2	2	12	312
MIDLERE VINDSTYRKE FOR HELE DATASETET ER 1.1 M/S, BASERT PÅ 312 OBSERVASJONER													

VINDROSE FRA BAKKLANDET													
MÅNED: FEBRUAR 1978													
SEKTOR	VINDROSE KL.								DØGN				
	1	4	7	10	13	16	19	22					
20- 40	7.1	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0	0.0	1.3				
50- 70	3.6	0.0	3.6	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8				
80-100	7.1	0.0	3.6	10.7	3.6	3.6	17.9	3.6	4.3				
110-130	14.3	7.1	10.7	3.6	0.0	10.7	7.1	3.6	7.6				
140-160	25.0	32.1	21.4	14.3	25.0	25.0	14.3	32.1	24.4				
170-190	25.0	39.3	42.9	50.0	42.9	35.7	42.9	46.4	42.1				
200-220	10.7	0.0	3.6	0.0	3.6	3.6	7.1	0.0	3.0				
230-250	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	.6				
260-280	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0				
290-310	7.1	7.1	0.0	7.1	7.1	10.7	7.1	0.0	4.5				
320-340	0.0	3.6	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	2.1				
350- 10	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	1.2				
STILLE	0.0	7.1	7.1	10.7	7.1	7.1	3.6	7.1	6.1				
ANT. OBS.	28	28	28	28	28	28	28	28	672				
MIDL. VIND	1.5	1.9	1.6	1.7	2.2	1.8	1.7	1.7	1.8				
VINDANALYSE													
DØGNMIDDEL	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	TOTAL
STILLE													6.1
3- 2.0 M/S	1.2	1.8	4.3	7.3	19.3	19.0	1.8	.1	.6	.9	.4	7.57	6
2.1- 4.0 M/S	.1	0.0	0.0	.3	4.3	17.6	1.2	.4	.4	3.4	1.3	.3	29.9
4.1- 6.0 M/S	0.0	0.0	0.0	0.0	.3	5.4	0.0	0.0	0.0	.1	.3	.1	6.3
OVER 6.0 M/S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.1
TOTAL	1.3	1.8	4.3	7.6	24.4	42.1	3.0	.6	1.0	4.5	2.1	1.2	100.0
MIDL. VIND M/S	.8	.5	.6	.9	1.5	2.4	2.0	2.1	2.0	2.7	2.9	1.9	1.8
ANT. OBS.	9	12	29	51	164	283	20	4	7	30	14	8	672
MIDLERE VINDSTYRKE FOR HELE DATASETET ER 1.8 M/S, BASERT PÅ 672 OBSERVASJONER													

VINDROSE FRA BAKKLANDET
MÅNEDSVISE UTSKRIFTER FOR PERIODEN:
1/ 3-78 - 31/ 5-78 FRA TAPE 1

MÅNED: MARS 1978

SEKTOR	VINDROSE KL.									DØGN
	1	4	7	10	13	16	19	22		
20- 40	0.0	3.2	0.0	6.5	9.7	3.2	0.0	0.0	1.7	
50- 70	0.0	3.2	3.2	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	1.6	
80-100	0.0	0.0	6.5	6.5	0.0	0.0	3.2	0.0	3.9	
110-130	9.7	19.4	9.7	9.7	6.5	9.7	6.5	9.7	10.4	
140-160	35.5	25.8	29.0	6.5	9.7	19.4	16.1	25.8	19.1	
170-190	38.7	35.5	35.5	51.6	35.5	35.5	38.7	48.4	39.7	
200-220	3.2	0.0	0.0	3.2	9.7	3.2	9.7	0.0	4.6	
230-250	3.2	0.0	0.0	0.0	12.9	9.7	0.0	3.2	2.0	
260-280	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.3	
290-310	3.2	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	.8	
320-340	3.2	6.5	9.7	3.2	3.2	9.7	9.7	3.2	5.7	
350- 10	0.0	0.0	0.0	6.5	6.5	9.7	3.2	0.0	4.3	
STILLE	3.2	6.5	6.5	6.5	3.2	0.0	9.7	9.7	5.9	
ANT. OBS.	31	31	31	31	31	31	31	31	743	
MIDL. VIND	2.1	1.8	1.6	1.9	2.2	2.3	2.0	2.1	2.0	

VINDANALYSE

DØGNMIDDEL	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	TOTAL
STILLE													5.9
3- 2.0 M/S	1.7	1.6	3.9	10.1	14.7	13.3	2.6	.8	.3	0.0	2.3	3.9	55.2
2.1- 4.0 M/S	0.0	0.0	0.0	.3	4.3	19.2	2.0	1.2	0.0	.8	3.4	.4	31.6
4.1- 6.0 M/S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6
OVER 6.0 M/S	0.0	0.0	0.0	0.0	.1	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7
TOTAL	1.7	1.6	3.9	10.4	19.1	39.7	4.6	2.0	.3	.8	5.7	4.3	100.0
MIDL. VIND M/S	.7	.7	.7	1.0	1.4	3.1	1.9	2.1	1.1	2.5	2.2	1.2	2.0
ANT. OBS.	13	12	29	77	142	295	34	15	2	6	42	32	743

MIDLERE VINDSTYRKE FOR HELE DATASETET ER 2.0 M/S, BASERT PÅ 744 OBSERVASJONER

VINDROSE FRA BAKKLANDET

MÅNED: APRIL 1978

SEKTOR	VINDROSE KL.									DØGN
	1	4	7	10	13	16	19	22		
20- 40	10.0	5.0	0.0	10.0	20.0	10.5	5.0	5.0	8.6	
50- 70	10.0	5.0	5.0	5.0	0.0	5.3	10.0	5.0	3.6	
80-100	0.0	5.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	4.8	
110-130	5.0	0.0	0.0	10.0	5.0	5.3	10.0	5.0	5.7	
140-160	10.0	30.0	30.0	0.0	5.0	5.3	10.0	20.0	13.4	
170-190	35.0	35.0	20.0	20.0	5.0	5.3	0.0	20.0	18.7	
200-220	25.0	0.0	20.0	15.0	10.0	10.5	10.0	0.0	10.1	
230-250	0.0	15.0	0.0	5.0	0.0	10.5	20.0	15.0	8.8	
260-280	0.0	0.0	5.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	2.3	
290-310	5.0	0.0	5.0	5.0	15.0	5.3	10.0	0.0	4.4	
320-340	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	5.3	5.0	10.0	4.8	
350- 10	0.0	0.0	10.0	25.0	30.0	36.8	15.0	0.0	12.8	
STILLE	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	2.1	
ANT. OBS.	20	20	20	20	20	19	20	20	477	
MIDL. VIND	1.8	1.7	1.7	1.8	2.0	2.0	1.6	1.4	1.7	

VINDANALYSE

DØGNMIDDEL	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	TOTAL
STILLE													2.1
3- 2.0 M/S	8.6	3.6	4.8	4.0	12.4	9.4	3.4	4.0	1.5	2.1	3.6	9.6	66.9
2.1- 4.0 M/S	0.0	0.0	0.0	1.7	1.0	8.8	4.4	4.8	.8	2.3	1.3	3.1	28.3
4.1- 6.0 M/S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.4	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7
OVER 6.0 M/S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL	8.6	3.6	4.8	5.7	13.4	18.7	10.1	8.8	2.3	4.4	4.8	12.8	100.0
MIDL. VIND M/S	.8	.8	.9	1.4	1.3	2.0	2.9	2.3	1.9	2.0	1.9	1.6	1.7
ANT. OBS.	41	17	23	27	64	89	48	42	11	21	23	61	477

MIDLERE VINDSTYRKE FOR HELE DATASETET ER 1.7 M/S, BASERT PÅ 478 OBSERVASJONER

VINDROSE FRA BAKKLANDET													
MANED: MAI 1978													
SEKTOR	VINDROSE KL.								DØGN				
	1	4	7	10	13	16	19	22					
20- 40	4.3	4.3	13.0	4.3	4.3	4.2	4.2	0.0	6.3				
50- 70	8.7	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	4.3	1.6				
80-100	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	1.1				
110-130	4.3	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	0.0	3.6				
140-160	26.1	39.1	21.7	8.7	8.7	20.8	8.3	26.1	18.6				
170-190	47.8	39.1	39.1	4.3	0.0	0.0	0.0	34.8	20.6				
200-220	0.0	0.0	4.3	8.7	0.0	0.0	0.0	4.3	3.4				
230-250	0.0	0.0	4.3	8.7	4.3	0.0	4.2	0.0	1.3				
260-280	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	4.2	0.0	.5				
290-310	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	8.3	0.0	2.0				
320-340	0.0	0.0	4.3	8.7	26.1	16.7	8.3	4.3	8.1				
350- 10	4.3	4.3	13.0	52.2	52.2	54.2	50.0	4.3	29.2				
STILLE	4.3	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.7	3.8				
ANT. OBS.	23	23	23	23	23	24	24	23	558				
MIDL. VIND	1.3	1.1	1.3	1.7	2.1	2.0	1.5	1.0	1.5				
VINDANALYSE													
DØGNMIDDEL	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	TOTAL
STILLE													3.8
.3- 2.0 M/S	6.3	1.6	1.1	3.4	14.5	13.3	2.3	.7	.2	.7	5.7	25.6	75.4
2.1- 4.0 M/S	0.0	0.0	0.0	.2	3.9	6.6	1.1	.5	.4	1.3	2.3	3.6	19.9
4.1- 6.0 M/S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.5
OVER 6.0 M/S	0.0	0.0	0.0	0.0	.2	.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.4
TOTAL	6.3	1.6	1.1	3.6	18.6	20.6	3.4	1.3	.5	2.0	8.1	29.2	100.0
MIDL. VIND M/S	.7	.5	.6	.7	1.5	1.8	1.6	1.9	2.2	2.1	1.8	1.5	1.5
ANT. OBS.	35	9	6	20	104	115	19	7	3	11	45	163	558
MIDLERE VINDSTYRKE FOR HELE DATASETTET ER 1.5 M/S, BASERT PA 558 OBSERVASJONER													

VINDROSE FRA BAKKLANDET													
MANEDSVISE UTSKRIFTER FOR PERIODEN:													
1/ 6-78 - 17/ 7-78 FRA TAPE 1													
MANED: JUNI 1978													
SEKTOR	VINDROSE KL.								DØGN				
	1	4	7	10	13	16	19	22					
20- 40	0.0	8.7	22.7	9.1	13.6	4.3	8.7	0.0	9.2				
50- 70	4.3	4.3	13.6	0.0	0.0	0.0	4.3	13.0	4.8				
80-100	8.7	4.3	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	4.3	2.0				
110-130	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	4.3	0.0	2.8				
140-160	17.4	13.0	4.5	0.0	0.0	4.3	4.3	21.7	7.6				
170-190	39.1	39.1	27.3	13.6	4.5	4.3	17.4	8.7	21.4				
200-220	4.3	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	2.0				
230-250	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7	0.0	0.0	.9				
260-280	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0	4.3	1.7				
290-310	0.0	8.7	4.5	13.6	9.1	13.0	13.0	13.0	8.5				
320-340	4.3	0.0	0.0	22.7	13.6	26.1	21.7	8.7	13.3				
350- 10	4.3	0.0	22.7	36.4	54.5	34.8	21.7	4.3	20.6				
STILLE	8.7	21.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.7	5.3				
ANT. OBS.	23	23	22	22	22	23	23	23	543				
MIDL. VIND	1.1	1.2	1.3	1.6	1.8	1.9	1.6	.9	1.4				
VINDANALYSE													
DØGNMIDDEL	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	TOTAL
STILLE													5.3
.3- 2.0 M/S	9.2	4.8	2.0	2.8	7.2	11.6	1.8	.9	1.7	3.5	9.2	19.0	73.7
2.1- 4.0 M/S	0.0	0.0	0.0	0.0	.2	6.1	.2	0.0	0.0	4.8	4.1	1.7	16.9
4.1- 6.0 M/S	0.0	0.0	0.0	0.0	.2	3.7	0.0	0.0	0.0	.2	0.0	0.0	4.1
OVER 6.0 M/S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL	9.2	4.8	2.0	2.8	7.6	21.4	2.0	.9	1.7	8.5	13.3	20.6	100.0
MIDL. VIND M/S	.7	.5	.7	.6	.9	2.3	1.1	1.1	1.3	2.2	1.7	1.3	1.4
ANT. OBS.	50	26	11	15	41	116	11	5	9	46	72	112	543
MIDLERE VINDSTYRKE FOR HELE DATASETTET ER 1.4 M/S, BASERT PA 543 OBSERVASJONER													

Tabell 2: Temperaturstatistikk, Bakklandet, januar-juli 1978.

451 BAKKLANDET		16 1 78 28 2 78						MIDLERE		T>-10.0		T> 0.0		T> 10.0		T
MANED	NDAG	TMIDL	MAX			MIN			TMAX	TMIN	DØGN	TIMER	DØGN	TIMER	DØGN	TIMER
		T	DAG	KL	T	DAG	KL									
JAN 1978	13	-4.3	3.6	31	14	-12.9	27	8	-1.8	-6.7	13	298	4	47	0	0
FEB 1978	28	-5.5	9.5	26	14	-18.3	23	4	-2.5	-8.4	26	473	7	98	0	0
MIDDELTEMPERATUR, STANDARDAVVIK OG ANTALL OBS.																
MANED	KL	1	4	7	10	13	16	19	22							
JAN 1978		-4.6	-4.7	-5.3	-5.2	-3.2	-3.1	-3.9	-4.1							
		3.7	3.8	3.5	3.2	3.3	3.8	3.7	3.6							
		13	13	13	13	13	13	13	13	312						
FEB 1978		-6.4	-6.5	-6.7	-6.1	-3.5	-3.4	-5.1	-5.8							
		6.3	6.5	6.3	6.2	5.5	5.4	5.9	6.5							
		28	28	28	28	28	28	28	28	672						

451 BAKKLANDET		1 3 78 31 5 78						MIDLERE		T>-10.0		T> 0.0		T> 10.0		T
MANED	NDAG	TMIDL	MAX			MIN			TMAX	TMIN	DØGN	TIMER	DØGN	TIMER	DØGN	TIMER
		T	DAG	KL	T	DAG	KL									
MAR 1978	31	.5	11.6	29	14	-15.9	18	7	3.6	-2.8	31	706	24	492	2	8
APR 1978	21	2.2	8.1	3	15	-5.1	25	5	4.7	-.9	21	478	21	381	0	0
MAI 1978	24	10.3	24.2	23	17	-1.0	2	5	14.3	5.8	24	558	24	551	19	288
MIDDELTEMPERATUR, STANDARDAVVIK OG ANTALL OBS.																
MANED	KL	1	4	7	10	13	16	19	22							
MAR 1978		-5	-8	-1.5	.9	3.0	2.9	.9	-.2							
		5.4	5.8	6.1	5.3	4.6	4.4	4.4	4.9							
		31	31	31	31	31	31	31	31	744						
APR 1978		.9	.3	.9	3.0	3.9	4.1	3.3	1.9							
		2.2	2.6	2.4	1.7	1.8	1.8	2.0	2.2							
		20	20	20	20	20	20	20	20	478						
MAI 1978		7.6	6.4	8.4	10.6	12.6	13.9	12.4	10.3							
		4.2	4.4	4.0	4.3	4.5	4.9	4.8	4.3							
		23	23	23	23	23	24	24	23	558						

451 BAKKLANDET		1 6 78 17 7 78						MIDLERE		T>-10.0		T> 0.0		T> 10.0		T
MANED	NDAG	TMIDL	MAX			MIN			TMAX	TMIN	DØGN	TIMER	DØGN	TIMER	DØGN	TIMER
		T	DAG	KL	T	DAG	KL									
JUN 1978	24	13.9	26.1	23	15	6.1	10	2	17.6	10.2	24	543	24	543	23	450
JUL 1978	11	16.4	25.0	1	14	10.3	11	24	20.4	12.3	11	264	11	264	11	264
MIDDELTEMPERATUR, STANDARDAVVIK OG ANTALL OBS.																
MANED	KL	1	4	7	10	13	16	19	22							
JUN 1978		11.3	10.8	13.3	14.9	16.2	16.7	15.6	13.2							
		2.3	2.0	2.3	2.9	3.8	4.3	4.5	3.1							
		23	23	22	22	22	23	23	23	543						
JUL 1978		13.3	12.8	15.2	17.2	19.5	19.9	18.4	15.1							
		1.1	1.2	1.9	2.3	2.8	3.0	3.0	2.2							
		11	11	11	11	11	11	11	11	264						

Tabell 3: Koblet frekvensfordeling, vind/stabilitet.
Øvre Baklandet, februar-mai og juli 1978.

Februar

	0.0- 1.0 M/S				1.0- 2.0 M/S				2.0- 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	.5	.2	.0	.5	.0	.2	.0	.0	.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.4
60	.5	.2	.2	1.4	.0	.0	.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.3
90	.6	.2	.0	3.3	.0	.2	.3	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.7
120	1.1	.6	.0	3.2	.5	1.1	.3	.8	.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	7.9
150	1.1	2.1	1.1	3.7	2.6	2.9	2.3	3.0	.5	1.7	2.7	.6	.0	.0	.0	.0	24.2
180	.9	.8	.9	3.7	4.7	3.7	1.5	3.5	3.5	6.7	3.7	9.0	.0	.0	.2	.0	42.6
210	.0	.0	.0	.6	.0	.9	.2	.0	.5	.6	.2	.0	.0	.0	.0	.0	2.9
240	.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.6
270	.0	.2	.0	.0	.2	.2	.0	.0	.0	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.1
300	.0	.0	.0	.0	.2	.6	.2	.0	.0	3.3	.3	.0	.0	.0	.0	.0	4.6
330	.0	.0	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.2	1.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.1
360	.0	.3	.0	.3	.0	.2	.0	.0	.0	.3	.2	.0	.0	.0	.0	.0	1.2
STILLE	.3	.5	.6	3.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.6
TOTAL	4.9	5.0	2.7	19.8	8.1	10.2	4.7	7.6	4.6	15.7	7.0	9.6	0.0	0.0	.2	0.0	100.0
FORDELING PÅ VINDHASTIGHET																	
0.0- 1.0 M/S				1.0- 2.0 M/S				2.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S					
32.4				30.6				36.8				2					
FORDELING AV STABILITETSKLASSENE																	
17.5				30.9				14.6				37.0					

Mars

	0.0- 1.0 M/S				1.0- 2.0 M/S				2.0- 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	.7	.8	.1	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.9
60	.7	.3	.1	.4	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.8
90	1.2	.0	.5	1.2	.4	.1	.1	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.9
120	.4	.8	.4	3.9	2.0	.3	1.2	.9	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	10.4
150	.8	2.3	1.5	3.5	1.4	1.8	.9	2.3	1.2	1.4	1.1	.9	.0	.0	.1	.0	19.2
180	.8	1.2	.4	1.6	1.8	2.7	2.3	1.9	3.6	6.4	7.3	5.3	1.1	1.5	2.0	.0	39.2
210	.5	.1	.3	.3	.4	.4	.3	.1	.5	.7	.9	.1	.0	.0	.0	.0	4.7
240	.1	.3	.0	.0	.0	.3	.1	.0	.0	.4	.3	.0	.0	.0	.0	.0	2.0
270	.0	.0	.1	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3
300	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.1	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.8
330	.3	.4	.1	.4	.4	.3	.4	.0	1.1	1.6	.7	.0	.0	.0	.0	.0	5.7
360	.8	.4	.4	.3	.3	.3	.4	.5	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.3
STILLE	.8	.5	1.1	2.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	5.1
TOTAL	7.2	7.2	5.1	14.5	7.6	6.2	5.8	6.1	7.3	10.9	11.2	6.4	1.1	1.5	2.2	0.0	100.0
FORDELING PÅ VINDHASTIGHET																	
0.0- 1.0 M/S				1.0- 2.0 M/S				2.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S					
33.9				25.7				35.7				4.7					
FORDELING AV STABILITETSKLASSENE																	
23.1				25.7				24.3				26.9					

April

	0.0- 1.0 M/S				1.0- 2.0 M/S				2.0- 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		
50	3.1	1.3	1.0	.4	2.9	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	9.2
60	1.3	.4	.0	.8	1.0	.0	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.0
90	.6	.2	.2	1.5	1.7	.4	.2	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	5.0
120	1.3	.2	.0	.8	.6	.6	.6	.0	1.5	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	5.9
150	1.5	.8	.4	2.1	1.7	3.8	1.7	.0	.2	.6	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	13.2
180	.8	.4	.6	1.3	1.5	2.5	.8	1.3	.8	7.5	1.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	13.9
210	.4	.0	.0	.2	1.5	1.3	.0	.0	.4	3.4	2.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	10.1
240	.0	.4	.2	.2	.8	1.5	.8	.0	.2	1.7	2.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	8.8
270	.2	.0	.2	.0	.2	.6	.2	.0	.2	.4	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.3
300	.4	.0	.0	.2	.6	.4	.4	.0	.8	1.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.4
330	.2	.2	.0	.0	2.5	.4	.0	.0	.6	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.0
360	1.0	.2	.2	.0	5.2	1.3	.8	.2	3.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	12.4
STILLE	.4	.0	.0	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.0
TOTAL	11.3	4.2	2.9	8.2	20.3	13.2	6.1	1.7	8.2	16.1	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
FORDELING PÅ VINDHASTIGHET																		
0.0- 1.0 M/S				1.0- 2.0 M/S				2.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S						
26.6				41.3				32.1				0.0						
FORDELING AV STABILITETSKLASSENE																		
39.8				33.5				16.8				9.9						

Mai

	0.0- 1.0 M/S				1.0- 2.0 M/S				2.0- 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		
50	3.8	.5	.5	.4	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	6.5
60	1.3	.4	.4	.2	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.3
90	.4	.4	.2	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.3
120	.4	.9	.4	1.3	.2	.2	.4	.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.8
150	2.7	2.0	1.6	1.4	1.6	3.6	.7	.4	2.3	2.0	.2	.0	.2	.0	.0	.0	.0	18.6
180	1.8	1.8	1.1	1.1	3.4	3.4	.2	.4	3.8	2.9	.7	.0	.2	.0	.0	.0	.0	20.4
210	.4	.2	.2	.4	1.1	.2	.0	.0	1.3	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.8
240	.2	.0	.0	.0	.4	.2	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.3
270	.0	.0	.0	.0	.2	.0	.0	.0	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
300	.2	.0	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.4	.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.0
330	.5	.5	.0	.0	4.1	.0	.0	.0	2.5	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	7.9
360	3.0	.7	.4	.4	18.1	1.4	1.3	.0	3.9	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	29.4
STILLE	.7	.7	.2	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.2
TOTAL	15.2	8.1	4.8	5.9	31.0	9.0	2.5	.7	15.2	6.3	.9	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
FORDELING PÅ VINDHASTIGHET																		
0.0- 1.0 M/S				1.0- 2.0 M/S				2.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S						
34.1				43.2				22.4				4						
FORDELING AV STABILITETSKLASSENE																		
31.9				23.3				9.2				6.6						

Juli

	0.0- 1.0 M/S				1.0- 2.0 M/S				2.0- 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	2.3	.4	.8	1.9	1.5	.0	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	7.2
60	1.5	.0	.8	3.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	5.3
90	4.5	2.3	.8	3.0	.0	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	11.0
120	1.5	.4	1.1	2.3	1.9	.0	.0	.0	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	7.6
150	1.7	1.1	.4	.0	4.2	.8	.4	.0	2.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	11.4
180	1.9	.8	.4	.4	5.3	1.1	.8	.4	7.6	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	19.3
210	.0	.0	.0	.4	.4	.0	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.1
240	.0	.0	.0	.0	.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.8
270	.0	.4	.0	.0	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3
300	.0	.0	.0	.0	4.2	.0	.0	.0	.6	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	5.3
350	.8	.0	.0	.0	9.1	.4	.0	.0	3.4	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	14.4
360	.4	.0	.0	.3	12.1	.3	.0	.0	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	14.2
STILLE	.4	.0	.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.1
TOTAL	15.2	5.3	4.2	12.5	39.8	3.4	1.9	.4	15.5	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
FORDELING PA VINDHASTIGHET																	
0.0- 1.0 M/S				1.0- 2.0 M/S				2.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S					
37.1				45.5				17.4				0.0					
FORDELING AV STABILITETSKLASSENE																	
70.5				10.6				6.1				12.9					

Tabell 4: Døgnmiddelverdier for SO₂, sot og bly ved stasjoner i Trondheim, januar-juli 1978. (-1 betyr manglende data)

BLY, µg/m³

Stasjon

Bakklandet

Dato

Januar 1978

22	-
23	1.8
24	2.4
25	3.3
26	4.2
27	1.6
28	-
29	2.5
30	2.6
31	

FEBRUAR 1978

STASJON DATO	SO2			SOT		BLY *10	
	1 BAKKLANDET	2 BRATTØRA	3 TYHOLT	1 BAKKLANDET	2 BRATTØRA	1 BAKKLANDET	2 BRATTØRA
1	-1	42	20	-1	24	-1	2
2	46	78	35	114	47	32	3
3	35	57	46	126	73	42	7
4	31	29	28	100	29	20	2
5	20	39	27	86	22	26	3
6	33	50	23	243	92	40	8
7	30	54	27	171	87	33	10
8	27	47	27	169	65	22	6
9	13	47	19	139	56	29	6
10	29	58	23	116	57	22	5
11	39	67	29	98	64	21	6
12	-1	61	25	-1	61	21	6
13	26	42	26	121	58	18	5
14	32	49	15	121	50	19	5
15	29	49	23	103	47	18	4
16	5	29	19	51	26	0	2
17	23	-1	19	39	-1	11	-1
18	21	20	15	20	22	6	1
19	19	30	11	16	23	4	1
20	22	16	14	24	24	5	1
21	-1	24	15	-1	41	9	2
22	22	64	10	103	77	16	6
23	34	35	19	58	41	13	3
24	30	35	17	58	32	9	2
25	24	60	28	110	66	25	8
26	-1	57	15	45	30	9	2
27	29	38	30	105	37	12	3
28	27	40	22	121	-1	-1	-1
ANTALL OBS	24	27	23	25	26	24	24
MIDDEL	27	45	23	98	50	20	4
MAKSIMUM	46	78	46	243	94	48	10
MINIMUM	5	16	11	16	22	4	1
ANTALL OVER:							
200 UG/M3	0	0	0	1	0	0	0
300 UG/M3	0	0	0	0	0	0	0

-1 BETYR MANGLENDE DATA

MARS 1978

STASJON DATO	SO2			SOT	
	1 BAKKLANDET	2 BRATTØRA	3 TYHOLT	1 BAKKLANDET	
1	12	35	10	119	
2	28	46	13	101	
3	23	27	18	61	
4	23	34	8	68	
5	12	17	17	22	
6	17	21	5	81	
7	43	55	37	69	
8	32	38	30	39	
9	26	32	27	31	
10	32	42	31	76	
11	24	36	36	54	
12	33	52	33	74	
13	34	49	53	83	
14	17	1	8	43	
15	13	0	11	53	
16	-1	0	8	-1	
17	26	2	13	64	
18	17	1	14	41	
19	19	1	16	14	
20	15	0	5	21	
21	22	5	13	33	
22	22	5	15	33	
23	23	26	12	10	
24	20	34	14	17	
25	23	22	21	21	
26	14	20	14	20	
27	-1	20	12	-1	
28	-1	36	14	-1	
29	-1	28	14	-1	
30	-1	27	14	-1	
31	-1	34	14	-1	
ANTALL OBS	25	31	31	25	
MIDDEL	23	24	18	50	
MAKSIMUM	43	55	53	119	
MINIMUM	12	0	5	10	
ANTALL OVER:					
200 UG/M3	0	0	0	0	
300 UG/M3	0	0	0	0	

-1 BETYR MANGLENDE DATA

APRIL 1978

STASJON DATO	SO2			SOT	
	1 BAKKLANDET	2 BRATTØRA	3 TYHOLT	1 BAKKLANDET	
1	-1	11	31	-1	
2	-1	27	15	-1	
3	-1	23	14	-1	
4	17	38	32	82	
5	6	36	28	73	
6	7	23	13	26	
7	5	16	17	53	
8	15	27	13	37	
9	8	17	21	29	
10	16	37	22	64	
11	9	15	11	38	
12	21	32	17	34	
13	6	10	23	13	
14	9	20	17	18	
15	4	9	8	14	
16	7	14	17	31	
17	18	35	16	66	
18	-1	9	2	-1	
19	-1	22	6	-1	
20	-1	33	16	-1	
21	-1	20	12	-1	
22	-1	8	6	-1	
23	-1	6	0	-1	
24	-1	25	0	-1	
25	-1	21	3	-1	
26	-1	22	2	-1	
27	-1	24	10	-1	
28	-1	19	11	-1	
29	-1	11	8	-1	
30	-1	7	4	-1	
ANTALL OBS	14	30	30	14	
MIDDEL	11	21	13	43	
MAKSIMUM	21	38	32	64	
MINIMUM	4	6	0	13	
ANTALL OVER:					
200 UG/M3	0	0	0	0	
300 UG/M3	0	0	0	0	

-1 BETYR MANGLENDE DATA

MAI 1978

STASJON DATO	SO2			SOT	
	1 BAKKLANDET	2 BRATTØRA	3 TYHOLT	1 BAKKLANDET	2 BRATTØRA
1	-1	7	4	-1	2
2	3	17	6	37	43
3	7	17	9	37	24
4	0	5	3	33	5
5	11	13	7	39	22
6	8	12	6	40	12
7	9	11	8	38	12
8	15	16	7	54	39
9	9	23	6	50	40
10	16	12	3	52	23
11	15	11	4	49	18
12	14	10	3	42	11
13	8	4	2	20	7
14	0	7	2	15	5
15	6	8	7	23	4
16	14	26	1	62	12
17	0	4	7	65	27
18	26	9	2	70	36
19	36	14	3	59	-1
20	19	5	0	36	13
21	42	7	4	50	33
22	45	14	1	83	37
23	16	8	7	55	27
24	1	3	0	47	11
25	-1	10	0	-1	8
26	-1	7	4	-1	23
27	-1	4	0	-1	8
28	-1	0	0	-1	2
29	-1	15	1	-1	55
30	17	18	5	21	-1
31	14	10	10	67	-1
ANTALL OBS	25	31	31	25	28
MIDDEL	14	11	4	46	20
MAKSIMUM	45	26	10	83	55
MINIMUM	0	0	0	15	2
ANTALL OVER:					
200 UG/M3	0	0	0	0	0
300 UG/M3	0	0	0	0	0

-1 BETYR MANGLENDE DATA

JUNI 1978

STASJON DATO	SO2			SOT
	1 BAKKLANDET	2 BRATTØRA	3 TYHOLT	1 BAKKLANDET
1	18	15	9	68
2	31	18	11	62
3	3	7	6	20
4	0	4	2	41
5	16	16	8	74
6	23	12	11	66
7	-1	9	5	66
8	-1	8	5	47
9	1	11	5	65
10	0	8	6	23
11	0	8	3	25
12	6	8	0	42
13	11	0	1	52
14	12	21	4	55
15	14	5	7	56
16	6	7	2	37
17	6	3	7	13
18	1	2	0	25
19	16	5	0	57
20	8	26	2	60
21	11	9	3	50
22	17	18	3	80
23	19	15	7	91
24	4	4	3	25
25	2	2	0	21
26	0	7	0	28
27	18	8	4	68
28	-1	6	9	68
29	5	10	9	90
30	12	13	8	65
ANTALL OBS	27	30	30	30
MIDDEL	10	10	5	51
MAKSIMUM	31	26	11	91
MINIMUM	0	0	0	13
ANTALL OVER 200 UG/M3	0	0	0	0
300 UG/M3	0	0	0	0

-1 BETYR MANGLENDE DATA

JULI 1978

STASJON DATO	SO2			SOT
	1 BAKKLANDET	2 BRATTØRA	3 TYHOLT	1 BAKKLANDET
1	7	4	7	29
2	0	4	4	25
3	11	14	3	72
4	12	9	7	59
5	9	7	4	56
6	5	10	5	67
7	6	12	5	65
8	9	4	0	31
9	7	4	3	18
10	8	3	0	42
11	12	6	5	42
12	2	11	5	36
13	-1	-1	-1	-1
14	-1	-1	-1	-1
15	-1	-1	-1	-1
16	-1	-1	-1	-1
17	-1	-1	-1	-1
18	-1	-1	-1	-1
19	-1	-1	-1	-1
20	-1	-1	-1	-1
21	-1	-1	-1	-1
22	-1	-1	-1	-1
23	-1	-1	-1	-1
24	-1	-1	-1	-1
25	-1	-1	-1	-1
26	-1	-1	-1	-1
27	-1	-1	-1	-1
28	-1	-1	-1	-1
29	-1	-1	-1	-1
30	-1	-1	-1	-1
31	-1	-1	-1	-1
ANTALL OBS	12	12	12	12
MIDDEL	7	7	4	45
MAKSIMUM	12	14	7	72
MINIMUM	0	3	0	18
ANTALL OVER 200 UG/M3	0	0	0	0
300 UG/M3	0	0	0	0

-1 BETYR MANGLENDE DATA

VEDLEGG 2

METODER OG RUTINER FOR MÅLING, ANALYSE,
KALIBRERING OG DATAFRAMFØRING

1 MÅLE OG ANALYSEMETODER

Karbonmonoksyd, CO

Instrument: Maihak Unor 2

Dette instrument måler CO-konsentrasjonen 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

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 hydrogenperoksydopløsning (0.3%). Et programverk skifter til ny prøve hver 6. eller 24. time.

Totalt luftvolum beregnes på bakgrunn av måling av flow ved start og slutt på 24t-perioden. Luftstrømmen er nær 25 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 opplutning av filtret i en syreløsning (salpetersyre ved ca 80°C).

Meteorologiske målinger

Instrument: NILU automatiske værstasjon (AWS).

Stasjonen på Bakklandet består av en 10 meter høy mast med følere montert i toppen på masten samt i gatetverrsnittet. Fra masten og gatetverrsnittet ble signaler ført i kabler til en datalogger plassert i målehytta.

Stasjonen var utstyrt for følgende parametre:

Parameter	Type	Område	Oppløselighet
Vindretning 10m	Øyeblikksverdi	$0-360^{\circ}$	1.4°
Vindhastighet 10m	Integrert vindvei	0-80 m/s	0.1 m/s
Temperatur 10m	Platinamotstand Øyeblikksverdi	-50° til $+40^{\circ}\text{C}$	0.1°C
Temp.diff. mastetopp/gate	"	-20°C til $+20^{\circ}\text{C}$	0.05°C

Dataloggeren registrerer samtlige parametre hver 5. minutt, konverterer disse til 10 bits kode og skriver dataene inn på magnetbånd. Dataloggeren har en oppløselighet på $250 \mu\text{V}$ pr bit.

Dette tilsvarer et måleområde på 0 - 250 mV. Hver annen måned må stasjonen inspiseres og bytte av magnetbånd foretas. Disse magnetbånd tas med tilbake til NILU, hvor de spilles av og omformes til IBM kompatible magnetbånd som danner grunnlaget for bearbeiding av resultatene med datamaskin.

Referanse:

Berg, T.C. -"An automatic weather station"
 Intern rapport K-317
 Norwegian Defence Research Establishment
 (1970).

2 DATAFRAMFØRING, CO

Gassanalysatoren måler forurensningskonsentrasjonen kontinuerlig. Dette registreres på skriver. Skriverregistreringene avleses deretter manuelt som halvtimesmidler. 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 middelveidier av forurensningen foreligger på file, klar for statistisk bearbeiding.

3 DATANØYAKTIGHET, FORURENSNINGSMÅLINGER

Følgende feilkilder kan føre til at måleverdien for CO kan avvike fra den sanne verdi:

- a. Feil i bestemmelsen av gassblandingstandarden.
- b. Kontinuerlig drift i instrumentet, som korrigeres på et bestemt tidspunkt hver dag.
- c. Unøyaktighet i avlesningen.
- d. Ukontrollerte, instrumentelle, og andre feil som gir feil registrering.

Ved behandling og vurdering av resultatene må en ta hensyn til unøyaktigheter i målinger og analyser. Unøyaktigheten i enkeltmålinger av bly og svevestøv kan være opptil $\pm 30\%$. Den absolutte usikkerheten i månedsmiddelverdien av de samme komponenter reduseres med faktoren $1/\sqrt{N}$ i forhold til usikkerheten i enkeltmålingene, hvor N er antall målinger pr måned. Usikkerheten i en middelværdi med 30 målinger i løpet av måneden vil tilnærmet være $\pm 5-7\%$.

Tilfeldige feil i målingen av CO skriver seg hovedsakelig fra usikkerheten i avlesningen, og fra drift i instrumentets kalibrering. En kan anslå at usikkerheten i halvtimesverdiene av CO er $\pm 1-1.5 \text{ mg/m}^3$.

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

Det kan være systematiske feil i disse målingene, på grunn av usikkerheten i bestemmelsen av konsentrasjonen av kalibreringsgassene (på trykkflasker) som er brukt. For CO vil denne feilen være innenfor $\pm 5-10\%$ for alle måleverdiene.

VEDLEGG 3

UTSLIPP FRA VEGTRAFIKK -
HOVEDKOMPONENTER OG VIRKNINGER

Karbonmonoksyd (kulløs), CO (1)

CO er en giftig gass. Giftvirkningen skyldes først og fremst at CO forbinder seg lettere til hemoglobinet i blodet enn oksygen gjør. Dersom luften som innåndes inneholder CO, vil dette føre til nedsatt oksygentransport i blodet. Høye konsentrasjoner (anslagsvis over 200-300 mg/m³) kan av denne grunn i løpet av en viss tid (mere enn ca 10 timer) medføre hodepine, bevisstløshet og alvorligere symptomer.

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

Et opphold på 8 timer i gateluft med 35 mg/m³ CO for et "normalt" individ vil medføre at ca 4 prosent av hemoglobinet i blodet er bundet til CO. Slike konsentrasjoner kan virke nedsettende på synsskarpheten og reaksjonshastigheten og kan derved redusere trafikksikkerheten. På personer med normalt god helsetilstand vil det ikke oppstå akutte virkninger av CO i de konsentrasjoner som opptrer ved veier. Av kroniske virkninger synes det som et innhold av CO i blodet på mer enn 4 prosent øker risikoen for utvikling og forverring av hjerte/kar-sykdommer (1, 2).

Nitrogenoksyder, NO, NO₂ (3)

Flere forskjellige nitrogenoksyder er kjente, men nitrogenmonoksyd (NO) og nitrogendioksyd (NO₂) har størst interesse i forbindelse med luftforurensning fra biler. Det slippes ut nesten bare NO, men denne reagerer med luften og danner NO₂. Denne overgangen kan skje betraktelig raskere ved innvirkning av sollys og når reaktive hydrokarboner er tilstede.

I et byområde er utslipp fra biltrafikk og utslipp fra boligoppvarming (olje) og industri de viktigste nitrogenoksydkildene. På grunn av at bilutslippet skjer i bakkehøyde, er det likevel dette utslippet som det meste av tiden vil bestemme konsentrasjonen ved trafikkårer.

NO₂ har størst interesse for biologiske effekter. Hos planter er det påvist at veksten nedsettes ved konsentrasjoner på 0.55-0.95 mg/m³ ved 10-22 dagers eksponeringstid. Effekten på bronkiene og lungevev synes å være den viktigste virkningen på mennesker. Høye konsentrasjoner kan føre til lungeødem. Epidemiologiske undersøkelser i USA tyder på en sammenheng mellom innholdet av NO₂ i luften og forekomsten av lungesykdommer hos befolkningen. NO₂ er et stoff med kumulativ virkning, slik at skader kan oppstå ved lang eksponering til relativt lave konsentrasjoner.

Hydrokarboner (HC)

Det finnes et stort antall forskjellige hydrokarboner i bensin. I utslippet kan de forekomme dels som gasser, del som aerosoler (partikler). Ved forbrenning med luftunderskudd (tomgang, sterk akselerasjon og retardasjon) kan store mengder uforbrente hydrokarboner finnes i utslippet. Noen av disse stoffene forårsaker hodepine og tretthet. Eksoslukt skriver seg i første rekke fra en del delvis oksyderte forbindelser (f.eks. aldehyder og ketoner). Det er ikke påvist noen sammenheng mellom disse luktstoffer og sykdomsforekomster. Eksoslukt kan imidlertid virke som en utløsende faktor for anfall hos astmapasienter (2).

Enkelte hydrokarboner (f.eks. noen tjærestoffer som polysykliske aromater) er påvist å være karsinogene (dvs. kreftfrembringende ved dosering i høye konsentrasjoner på forsøksdyr). Disse stoffer forekommer i bilutslipp hovedsakelig som aerosoler. Andre kilder som boligoppvarming (olje) er også viktige i denne forbindelse. Motordrivstoff inneholder en viss mengde benzen, som også er et karsinogen. Et eventuelt benzenproblem vil i første rekke være konsentrert til steder der fylling og lagring av drivstoff foregår.

Prøver av partikler i byluft kan gi mutagen effekt på enkelte biologiske test-celle-kulturer. Det er trolig at en stor del av denne mutagene effekt skyldes de ulike typer gass- og partikkelformige organiske stoffer som forekommer i byluft som resultat av utslipp fra biltrafikk, oljefyring og industri.

En del av hydrokarbonene er reaktive i den forstand at de kan reagere med andre stoffer i atmosfæren og produsere stoffer med skadelig virkning. Se f.eks. nedenfor under fotokjemiske oksydanter.

Sot og støv

Under forbrenningen av bensin og diesel i bilmotorer vil det dannes sot. Denne opptrer først som ytterst fine partikler. Disse kan agglomerere til større partikler og blir synlig røyk. Den samlede mengden utgjør omtrent 1/1000 av bensinens vekt og 3-4/1000 av dieseloljens vekt.

Bilene forårsaker dessuten en betydelig partikulær forurensning ved oppvirvling av veistøv og ved sin slitasje på veibanen (særlig med piggdekk om vinteren), bildekkene og bremsebånd. En stor del av dette støvet består av relativt store partikler som vil falle ned nær veibanen. Det vil på grunn av dette foregå en generell nedsmussing av de nærmeste omgivelsene omkring veibanen.

Støvet i forbindelse med trafikken gir også opphav til den største delen av respirabelt svevestøv (partikler så små at de følger luften ned i lungene) nær gater/veier. Dette svevestøvet inneholder en mengde komponenter som skriver seg fra utslippet (bly, sot, tjærestoffer) fra veidekke (asfaltstøv), bremsebånd (asbest), dekk etc. For eksempel er bly, tjærestoffer og asbest helseskadelige stoffer. Det er til nå ikke foretatt analyser på asbest i nærheten av norske veier.

Bly (4,5)

Bly er et giftig metall som kommer i organismen via luft, mat og vann og opptas i blod og akkumuleres i enkelte organer. De første symptomer på mild blyforgiftning kan være nervøsitet, irritabilitet og søvnløshet. For stor tilførsel av bly til organismen fører til anemi og kroniske nerveskader.

Organismen tilføres bly gjennom mat og drikke. Denne tilførselen varierer med dietten og vannets blyinnhold, og gir et visst blyinnhold i blodet hos befolkningen.

Tilførselen av bly til organismen via luftveien skyldes først og fremst utslipp av bly fra biler som bruker blyblandet bensin.

Blyutslipp fra biler består vesentlig av små partikler som inneholder uorganiske blyforbindelser. Også en del organiske forbindelser finnes. Disse har størst betydning når det gjelder helsevirkninger. De fleste av disse partiklene har en diameter på mindre enn $1 \mu\text{m}$ (10^{-6}m). Ved innånding vil en del av disse partiklene avsettes i lungene og bli oppløst i blodet.

Undersøkelser i USA (5) viser at et innhold av uorganisk bly i luften på mer enn $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fører ved lengre tids eksponering til vesentlig økt blyinnhold i blodet hos normale individer. En kunne ved denne konsentrasjonen ikke detektere skadelige virkninger på individene som deltok i undersøkelsen.

Usikkerheten om ved hvilken blykonsentrasjon i blodet skadevirkninger kan opptre er stor. For barns vedkommende kan denne ligge så lavt som ved $0.5 \mu\text{g}/\text{ml}$. Den omtalte undersøkelsen viste at blyinnholdet i blodet hos voksne individer nærmer seg denne grensen ved 3 måneders eksponering til ca $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ uorganisk bly i luft. Disse konsentrasjoner er høye

i forhold til de en finner i luften ved veier i Norge. Imidlertid har den organiske delen av blyutslippet fra biler muligens større virkning til å øke blyinnholdet i blodet enn den nevnte undersøkelsen med uorganisk bly viste.

I Norge er det innført restriksjoner på blyinnholdet i bilbensin. Etter 1.4.1974 selges ikke bensin med blyinnhold større enn 0.4 g/l. Tidligere kunne blyinnholdet i bensinen variere med verdier opp til 0.8 g/l. Det er sannsynlig at blyinnholdet vil bli redusert ytterligere.

Blyutslippet fra biler vil gi en tilførsel til naturen av blyholdige forbindelser, spesielt i nærheten av gater og veier. Dette kan føre til et opptak av bly i næringsmidler som kan ha helsemessig betydning.

Fotokjemiske oksydanter

Fotokjemiske oksydanter kan dannes ved kjemiske reaksjoner mellom nitrogenoksyder og hydrokarboner under påvirkning av sollyst. I områder med sterk trafikk vil en under visse meteorologiske forhold ha muligheter for dannelse av fotokjemiske oksydanter. Disse virker irriterende på slimhinner (f.eks. øyne) og har også skadelig virkning på vegetasjon.

Dannelsen av fotokjemiske oksydanter skjer over et typisk tidsrom av fra en halv til noen timer, dersom konsentrasjonen av primærkomponenter er av passende størrelse. På grunn av den tid det tar før reaksjonsproduktene dannes vil ikke smog-problemet være lokalisert til umiddelbar nærhet av veien, slik det er for de andre forurensningskomponentene, men vil opptre i de områder hvor forurensningene blir transportert. Vegetasjonsskader (grønnsaker og bartrær) og også skader på materialer (plast, maling, gummi) opptrer ved lavere konsentrasjoner enn der helsevirkningene melder seg.

Svovelforbindelser

Disse regnes ikke i første rekke å skyldes utslipp fra biler. Imidlertid vil det relativt beskjedne innholdet av svovel i bensin og diesel føre til en økning av konsentrasjonen av svovelforbindelser i luften nær veier. En har tidligere regnet svoveldioksyd (SO_2) for å være den helsemessig sett viktigste svovelforbindelse i luftforurensning. I den senere tid har en imidlertid lagt mer vekt på andre svovelforbindelser som svovelsyre og andre sulfater. Nyere undersøkelser i USA (6) tyder på at uheldige helsevirkninger har en nærmere sammenheng med konsentrasjonen av sure sulfater enn med SO_2 -konsentrasjonen.

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

REFERANSER

- (1) Air quality criteria for carbon monoxide.
Washington D.C., 1970.
(US Environmental Protection Agency. Publ. No. AP-62.)
- (2) Nordisk Seminar: Forurensninger og de hjerte- og lungesyke.
Nordisk Medisin, 89, 313-328 (1974).
- (3) Air quality criteria for nitrogen oxides. Washington D.C., 1971.
(US Environmental Protection Agency. Publ. No. AP-84.)
- (4) EPAs position on health implications of airborne lead.
Washington D.C., 1973.
US Environmental Protection Agency.
- (5) Griffin, T.B. et al. Clinical studies on men continuously exposed to airborne particulate lead.
Institute of Comparative and Human Toxicology.
Albany Medical College, Albany, New York.
- (6) Health consequences of sulfur oxides: A report from CHES, 1970-1971. Washington D.C., 1974.
(US Environmental Protection Agency, Publ. No. EPA-650/1-74-004.)

VEDLEGG 4

NORMER OG RETNINGSLINJER FOR LUFTKVALITET

INNHold

- 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 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, mere akutte effekter kan opptre.

For noen av luftkvalitetsnormene (støvnedfall) er det oppgitt i hvilke områder de gjelder (industriområde, boligområde, etc.). For de fleste normer er dette ikke angitt. Når det gjelder de normer som er satt for å beskytte helsen og som er basert på direkte studier av effekter, er det imidlertid klart at de bør gjelde i alle områder hvor individer oppholder seg i minst så lang tid som den angitte midlingstid for normen. Normene er gitt for midlingstider fra 1 time til 1 år. På/ved gater i tettbygde strøk kan 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.

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

De forskjellige land gir normene på følgende måte:

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

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

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

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

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

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

Canada Tre nivåer defineres på følgende måte:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Det er ikke fastsatt normer for Nederland som helhet.

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

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)
Canada	15 35	6 15 20				Max desirable level } " acceptable " } " tolerable " } Clean Air Act
Vest-Tyskland				30	10	Bundes-Immissionsschutzgesetz, 1974 (4)
Japan		20				(6)
Rijnmond	60 120 300		12			Fase 2
Nederland			23			Fase 3
Alarmnivåer			46			Fase 4

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

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

En direkte sammenligning mellom vest-tysk og amerikansk CO-norm er vanskelig, fordi de er gitt på forskjellige måter. Ut fra middelveiden og .95-prosentilen som er bestemt i vest-tysk norm, kan en imidlertid anslå hvilken maksimal 1/2-times middelveidi dette tilsvarer. Som resultatene av den foreliggende undersøkelsen viser, er den kumulative frekvensfordelingen av 1/2-times middelveidier av CO i en bygate log-normal-fordelt. Basert på en slik fordeling, vil den vest-tyske norm i realiteten tillate 1/2-times middelveidier på ca 150 mg/m³. Slik forurensningsforholdene er i en bygate, vil dette tilsvare en maksimal en-times middelveidi på over 100 mg/m³, som ligger på over det dobbelte av hva som ansees akseptabelt i USA.

Kommentarer til de enkelte lands normer

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

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

Canada Landets målsetting krever konsentrasjoner som er lavere enn USA's normer. I dag aksepteres 35 mg/m^3 (1 time) og 15 mg/m^3 (8 timer), altså i nærheten av USA's normer. Ved en 8-timers middelerdi 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 vil 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/m^3), ligger ikke svært langt over den døgnverdi som i realiteten tillates ved veier i vest-tysk norm (ca 35 mg/m^3). 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 nitroøse gasser i USA, Canada, Vest-Tyskland, samt WHO's anbefalte retningslinje, slik den foreligger i dag, samt det norske forslag til veiledende miljøstandarder. Når en ser bort fra Japan, er overensstemmelsen mellom normene for nitrogendioksyd, NO₂ i de forskjellige land ganske god. Bare Vest-Tyskland har fastsatt en norm for nitrogenmonoksyd, NO.

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

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

Kommentarer til de enkelte lands normer

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

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

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

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

Norge Det norske forslag faller helt sammen med den kanadiske "max acceptable level", bortsett fra at 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 høy-volum prøvetakere, som suger en stor mengde luft gjennom et filter (300 - 2000 m³/døgn). Disse prøvetakere samler partikler med størrelser ≈ 0.01 - ≈ 100 μm . Filtrene veies før og etter prøvetakingen.

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

Svevestøv - sotverdi

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

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

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

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

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

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

2) Vinterhalvår

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

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

2.4 Bly i svevestøv

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

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

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

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

Midlingstid	Konsentrasjon	Merknad
3 måneder	1.5 µg/m ³	

USA har fastsatt et 3-måneders middel som er lik Vest-Tysklands årsmiddel. USA's 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 ved dannelse av fotokjemiske oksydanter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

	Fotokjemiske oksydanter, $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Reaktive hydrokarboner $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Merknad
	1 time	8 timer	24 timer	år	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 Max. tolerable level } Act
	160		50	30		
	300					
Japan	120*					
Rijnmond	200					Fase 2
Nederland	400					Fase 3
Alarmnivåer	600					Fase 4

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

Fotokjemiske oksydanter

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

Primærkomponenter

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

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 helsorganisasjons ekspertgruppes kriterier for luftkvalitet med hensyn på SO₂ og sot.

Forurensning	Overdødlighet Økt antall sykehus- innleggelser	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

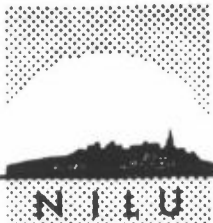
1) Målt ifølge British Standard Procedure som er en reflektrometrisk bestemmelse ved hjelp av svertingsgraden på en filterprøve.

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 Immisionswerte. Düsseldorf, 1974. (Vereinigte Deutsche 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).



TLF. (02) 71 41 70

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

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

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTNR. 49/78	ISBN--82-7247-062-4
DATO Januar 1979	ANSV.SIGN. O.F.Skogvold <i>O.F.g.</i>	ANT.SIDER OG BILAG 118 4
TITTEL Luftforurensninger fra vegtrafikk. Målinger i Trondheim kommune 1978.		PROSJEKTLEDER Steinar Larssen
		NILU PROSJEKT NR 20278
FORFATTER(E) Steinar Larssen		TILGJENGELIGHET * A
		OPPDRAAGSGIVERS REF.
OPPDRAAGSGIVER Trondheim 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 to målesteder i Trondheim i tiden januar-juli 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 Trondheim, 1978.		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines) There were performed measurements of air pollution near two different streets in Trondheim in the period january - july 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