



Statlig program for forurensningsovervåking

RAPPORT NR 178/85

Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

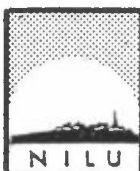
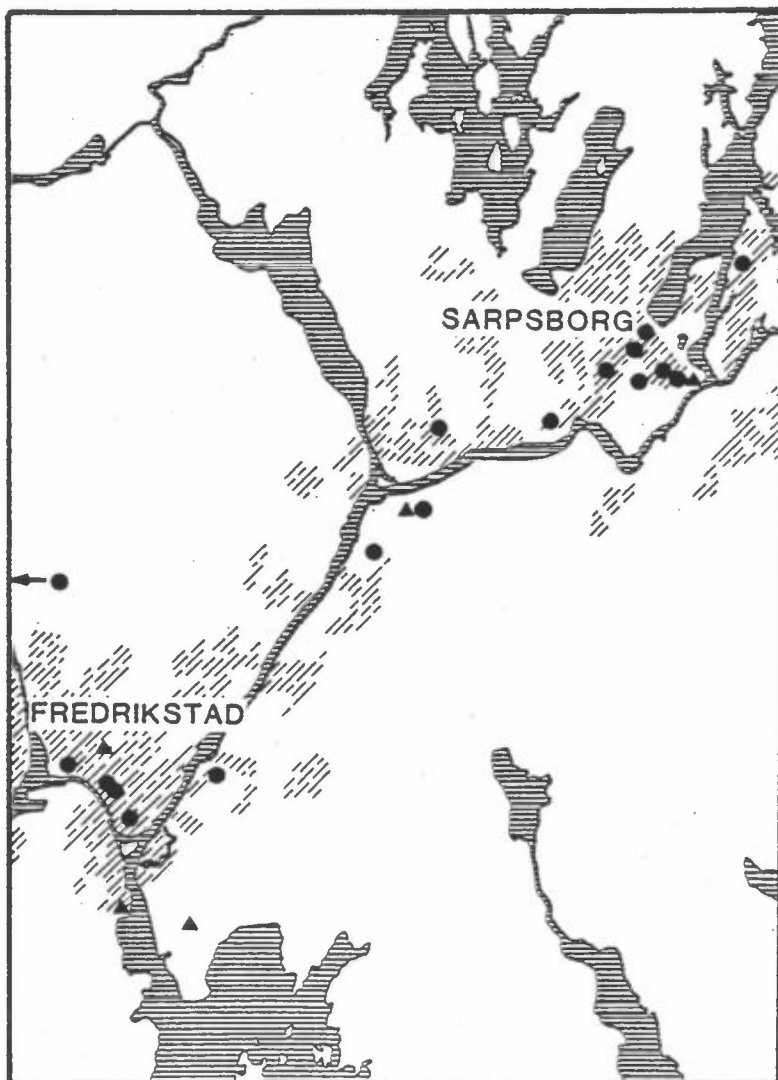
Deltakende institusjon

NILU

BASISUNDERSØKELSE AV LUFTKVALITETEN I SARPSBORG OG FREDRIKSTAD 1981-1983

DELRAPPORT A

MÅLINGER AV
METEOROLOGI
OG LUFTKVALITET



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

Postboks 130 - 2001 Lillestrøm



Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

luft og nedbør
grunnvann
vassdrag og fjorder
havområder

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.

registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.

påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.

over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)
Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)
Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Statens forurensningstilsyn (SFT)

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter vil bli publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1, tlf. 02 - 22 98 10.

NILU OR : 22/84
RERERANSE: 0-8130
DATO : JUNI 1984

**BASISUNDERSØKELSE AV LUFTKVALITETEN
I SARPSBORG OG FREDRIKSTAD 1981-1983**

DELRAPPORT A: MÅLINGER AV
METEOROLOGI OG LUFTKVALITET

Leif Otto Hagen

Utført etter oppdrag av Statens forurensningstilsyn

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

ISBN 82-7247-489-1

KONKLUSJON

Luftkvalitetsmålingene viste at svoveldioksid (SO_2) er det største luftforurensningsproblemet i Sarpsborg/Fredrikstad-området. SO_2 er den komponent som overskred de anbefalte grenseverdiene oftest. Overskridelsene skjedde hyppigst om vinteren.

Vinteren 1981/82 bodde vel 50.000 personer i områder hvor den høyeste døgnmiddelverdien av SO_2 var over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nedre grenseverdi). 4.000 personer var eksponert for halvårs-middelverdi av SO_2 over $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nedre grenseverdi).

Målingene viste at de mange utslippene i lav høyde inne på Borregaards område er hovedkilden til SO_2 -forurensningen i Sarpsborg-området. I Sarpsborg sentrum gav imidlertid de mange små fyringsanleggene like stort bidrag til konsentrasjonen som Borregaards utslipp.

I Fredrikstad sentrum er forurensningen fra biltrafikken det største problemet. Grenseverdiene for CO ble overskredet hyppig på gatestasjonen Brochs gt og enkelte ganger på områdestasjonen City hotell. Bare rundt 1.000 personer som bor langs de mest trafikkerte gatene i sentrumsområdene i Sarpsborg og Fredrikstad er imidlertid eksponert for konsentrasjoner av karbonmonoksid (CO) over grenseverdiene.

Konsentrasjonene av luftforurensning i regionen er avhengig av de meteorologiske forholdene. De høyeste konsentrasjonene ble målt om vinteren når det var særlig kaldt, vindstyrken var lav og temperaturen økte med høyden (stabil sjiktning).

Det nåværende statlige rutinemessige overvåkingsprogrammet på St.Olavs Vold og Alvim i Sarpsborg og Brochs gt i Fredrikstad bør fortsette. Stasjonen på Alvim bør imidlertid vurderes flyttet til Sarpsborg sentrum.

SAMMENDRAG

Målinger av luftkvalitet og meteorologi er utført på henholdsvis 18 og 5 stasjoner under basisundersøkelsen i Sarpsborg/ Fredrikstad-området. En nærmere beskrivelse av basisundersøkelsen og måleprogrammene for luftkvalitet og meteorologi er gitt i Grunnlagsmateriale 7.

De meteorologiske forholdene har stor betydning for spredning av forurensede utslipp til luft (se Grunnlagsmateriale 1). Om vinteren føres utslipp i Sarpsborg-området ofte nedover langs Glomma. Samtidig er spredningen dårlig på grunn av lav vindstyrke og dårlige vertikale spredningsforhold (inversjon-temperaturen øker med høyden). Konsentrasjonen av eksempelvis svoveldioksid kan derfor bli høy i hele Sarpsborg/Fredrikstad-området. Om sommeren føres utslippene i stor grad oppover langs vassdraget, men samtidig er spredningsforholdene vanligvis langt bedre og utslippene mindre enn om vinteren.

Målingene viste betydelig dårligere spredningsforhold vinteren 1981/82 enn vinteren 1982/83. Dette skyldes lavere temperatur, mindre vindstyrke og høyere frekvens av inversjoner. Dette har medført høyere konsentrasjoner av luftforurensninger vinteren 1981/82 enn vinteren 1982/83. Nærmere omtale av de meteorologiske spredningsforholdene finnes i Grunnlagsmateriale 1.

Luftkvalitetsmålingene viste at mengden luftforurensning kan klassifiseres som "mye" ved 13 av 18 stasjoner (se Grunnlagsmateriale 2). "Middels" og "lite" luftforurensning var det ved henholdsvis to og tre stasjoner. Grunnlaget for klassifiseringen er gitt i Grunnlagsmateriale 8.

De tre stasjonene med "lite" luftforurensning var Hafslundsøy, Nordre Moum og Hoff (bakgrunnstasjon). Hafslundsøy og Nordre Moum hadde bare sommermålinger. Vintermålinger ville kunne gitt en høyere klassifisering. "Middels" luftforurensning ble målt på Greåker og Torp-Hafslund, begge på vinterstid.

Grenseverdiene for SO_2 , sot, CO og NO_2 er overskredet, mens blyverdiene ikke er overskredet (se Grunnlagsmateriale 2). De fleste overskridelsene er målt ved St.Olavs Vold i Sarpsborg (SO_2) og i Brochs gt i Fredrikstad (CO). Vinteren 1981/82 var det overskridelser av nedre grenseverdi for SO_2 på samtlige stasjoner unntatt bakgrunnstasjonen Hoff i Onsøy. Nedre grenseverdi for SO_2 (døgnmiddel) er overskredet med en faktor på 8 på St.Olavs Vold. Færre og mindre overskridelser av grenseverdiene vinteren 1982/83 skyldes bedre meteorologiske spredningsforhold enn vinteren 1981/82.

Målinger av SO_2 siden 1973 og av sot og bly siden 1977 har vist at forurensningsnivået synker på stasjoner som ikke er direkte påvirket av større SO_2 -utslipp fra industrien (se Grunnlagsmateriale 2). På St.Olavs Vold, som er industripåvirket, må en imidlertid 10 år tilbake for å finne så høye SO_2 -konsentrasjoner som under første del av basisundersøkelsen. De klart høyeste SO_2 -verdiene ble også målt på denne stasjonen. Det ble i gjennomsnitt målt høyere SO_2 -verdier i Sarpsborg sentrum enn i Fredrikstad sentrum. Dette skyldes for en del de store industriutslippene i Sarpsborg. Målingene i Brochs gt i Fredrikstad viste at biltrafikken er en liten kilde til SO_2 .

Det var liten forskjell i NO_2 -nivået mellom Sarpsborg og Fredrikstad sentrum. Nivået på den regionale bakgrunnstasjonen Hoff var lavere enn i byene, men forskjellen var mindre enn for SO_2 .

Biltrafikken (bensinbiler) er den dominerende kilden til bly i Sarpsborg/Fredrikstad. (For nærmere informasjon om utslippenes størrelse henvises det til Delrapport C.) Blynivået var høyere i Fredrikstad enn i Sarpsborg og meget lavt utenfor de tettbygde områdene. Målinger i februar 1984 viste en vesentlig nedgang i blykonsentrasjonen fordi blytilsetningen i høyoktanbensin ble redusert høsten 1983 (se Grunnlagsmateriale 2).

De høyeste sotverdiene ble målt på gatestasjonen i Fredrikstad. Hovedkildene til sot er forbrenning av oljeprodukter og utslipp

fra trafikken (vesentlig dieselbiler).

Biltrafikken er hovedkilden også til CO-utslippet, og målingene viste et tre ganger så høyt nivå på gatestasjonen Brochs gt som på sentrumsstasjonen City hotell. Som for de andre forurensende stoffene viste målingene lavere verdier vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82.

Svevestøvmålingene viste at det meste støvet er partikler med diameter under ca 2.5 μm , som er den respirable delen av partiklene. Svevestøvverdiene var høyere enn sotverdiene, men forskjellen var minst i trafikkerte gater, der biltrafikken er en vesentlig sotkilde.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner dannes ved ufullstendig forbrenning. Målingene viste de høyeste verdiene på gatestasjonen og høyere i Fredrikstad sentrum enn i Sarpsborg sentrum. Også benzen og benzenderivater hadde høyest konsentrasjon på gatestasjonen.

Forurensningsnivået på gate- og områdestasjonen i Fredrikstad er sammenlignet med nivået på tilsvarende stasjoner i Oslo. Målingene viste noe lavere forurensning i Fredrikstad enn i Oslo både vinter og sommer for alle komponenter (se Grunnlagsmateriale 2).

Det er utført beregninger av hvor mange personer som bor i områder med luftforurensninger over visse nivåer (se Grunnlagsmateriale 3). En vurdering av mulige helsevirkninger av luftforurensninger er utført av Statens institutt for folkehelse.

Over 50.000 personer (dvs. halve befolkningen i området) var eksponert for høyeste døgnmiddelverdi av SO_2 over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (nedre grenseverdi) vinteren 1981/82. Av disse var knapt 7.000 personer utsatt for samtidige døgnmiddelverdier av sot over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (nedre grenseverdi). Knapt 4.000 personer var eksponert for halvårsmiddelverdier av SO_2 over 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (nedre

grenseverdi), men ingen var eksponert for tilsvarende sotverdi.

Grunnlagsmateriale 3 viser også at rundt 1.000 personer var eksponert for NO_2 - og CO-nivåer over grenseverdiene. For benzo(a)pyren, som er en indikator for organiske forurensninger, finnes ingen grenseverdier. Nærmere 60.000 mennesker bodde i områder med halvårsverdier over 1 ng/m^3 vinteren 1981/82.

Foruten utslippet er luftkvaliteten i hovedsak avhengig av spredningen og fortynningen som skjer mellom utslippet og målestedet (se Grunnlagsmateriale 4). De viktigste meteorologiske parametrene er temperatur, termisk stabilitet, vindstyrke og vindretning. Variasjonen av forurensningskonsentrasjoner fra time til time i episoder med høy forurensning gav informasjon om betydningen av utslippsvariasjoner og meteorologiske forhold. De høyeste konsentrasjonene ble målt om vinteren når det var kaldt, vindstyrken var lav og temperaturen økte med høyden (stabilt, inversjon). Ved plutselige endringer i vær-situasjonen og dermed spredningsforholdene ble forurensningsnivået endret dramatisk. Sterk vind ved nøytral eller ustabil temperatursjiktning gav meget lavt forurensningsnivå.

Ved å sammenholde målinger av luftkvalitet og meteorologi (timesmiddelverdier) kan en bedømme hvilke utslippskilder som betyr mest for luftkvaliteten (se Grunnlagsmateriale 5). SO_2 -målingene på Kirkegt p.plass og Torp-Hafslund viste at Borregaard-området var hovedkilden. På Fellesbanken i Sarpsborg sentrum var de mange små fyringsutslippene i sentrum av størst betydning, men Borregaard gav merkbar belastning i perioder. Stasjonen på Greåker var noe påvirket av lokale SO_2 -utslipp.

Den overveiende delen av CO-utslippet skyldes biltrafikken. Målingene i Fredrikstad viste de høyeste luftkonsentrasjonene når vindretningen var fra de delene av byen hvor trafikken var størst. NO_x - og NO_2 -målingene i Fredrikstad viste at biltrafikken var hovedkilden. Borregaard var ingen vesentlig kilde

til disse forurensningene.

Det statlige rutinemessige overvåkingsprogrammet omfatter for tiden tre stasjoner i Sarpsborg/Fredrikstad-området: St.Olavs Vold og Alvim i Sarpsborg og Brochs gt i Fredrikstad. Basisundersøkelsen har vist at disse tre stasjonene bør fortsette (se Grunnlagsmateriale 6). Eventuelt bør stasjonen på Alvim flyttes til Sarpsborg sentrum. På grunn av de to godt utbygde overvåkingsstasjonene for trafikkforurensning i Oslo, er det neppe nødvendig med slike målinger i Fredrikstad. Det er trolig at forurensningen vil følge samme mønster i de to byene framover. Dessuten vil forurensningen fra biltrafikken for en del kunne kontrolleres ved de nåværende rutinemessige bly- og sotmålingene.

Basisundersøkelsen har vist at det er mange og betydelige utslipp av SO_2 fra lave skorsteiner på Borregaard-området som ennå ikke er godt nok kartlagt (se omtale i Delrapport D). I tillegg til en fortsatt utslippskartlegging og oppdatering synes det å være behov for kontinuerlige registrerende målinger av SO_2 og vind inne på Borregaard-området. Hensikten med dette er å kartlegge bedre fra hvilke kilder utslippene kommer og å bedømme størrelsen på utslippene. Dette vil gi bedre informasjon om hvor utslippsbegrensende tiltak bør settes inn, og hvilken virkning slike tiltak vil få.

Det meget store SO_2 -utslippet gjennom den 146 m høye fyrhus-pipa på Borregaard er redusert med flere tusen tonn pr år i løpet av basisundersøkelsen. Både SO_2 -målingene og spredningsberegningene har vist at dette knapt har bedret luftkvaliteten i Sarpsborg. Dette skyldes at spredningen og fortynningen av utslippet er meget god på grunn av den høye pipa. For å bedre luftkvaliteten i Sarpsborg må tiltakene settes inn på de mange mindre utslippene i lav høyde på Borregaards område.

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
KONKLUSJON	3
SAMMENDRAG	5
GRUNNLAGSMATERIALE 1 - Måleresultater, meteorologi	13
GRUNNLAGSMATERIALE 2 - Måleresultater, luftkvalitet	43
GRUNNLAGSMATERIALE 3 - Befolkningens eksponering for luftforurensninger	79
GRUNNLAGSMATERIALE 4 - Luftkvalitet avhenger av meteorologiske forhold	96
GRUNNLAGSMATERIALE 5 - Identifisering av utslipp ved hjelp av målinger av luftkvalitet og meteorologi	103
GRUNNLAGSMATERIALE 6 - Forslag til fremtidig måleprogram for luftkvalitet	113
GRUNNLAGSMATERIALE 7 - Prosjektbeskrivelse	115
GRUNNLAGSMATERIALE 8 - Grenseverdier og vurderingsgrunnlag for luftkvalitet	126

GRUNNLAGSMATERIALE 1 - MÅLERESULTATER, METEOROLOGI

Meteorologiske data er viktige inngangsparametre i spredningsmodellene. De benyttes også til å vurdere representativiteten av luftkvalitetsmålingene.

Beskrivelse av vindfelt og spredningsparametre krever meteorologiske data. Det er derfor i en basisundersøkelse ofte behov for å utføre meteorologiske målinger på flere punkter, avhengig av topografi, klimaforhold og fordeling av utslippskilder.

Meteorologiske data er også viktige for å vurdere hvor representativ undersøkelsesperioden er. Fyringsutslippene avhenger av den midlere temperaturen. Luftkvaliteten avhenger av bl.a. temperatur, stabilitet, vindstyrke og vindretning.

Ved hjelp av meteorologiske data kan en også beregne/vurdere bidraget fra ulike kilder/kildegrupper til de målte/beregnete luftkonsentrasjonene. Dette har betydning for vurdering av eventuelle utslippsreducerende tiltak.

Vindmålingene på Nordre Moum viste at nordlige til nordøstlige og sørlige til sørvestlige vinder forekom oftere enn vind fra andre retninger. Stasjonen var representativ for de generelle luftstrømningsforholdene i Sarpsborg/Fredrikstadorrådet.

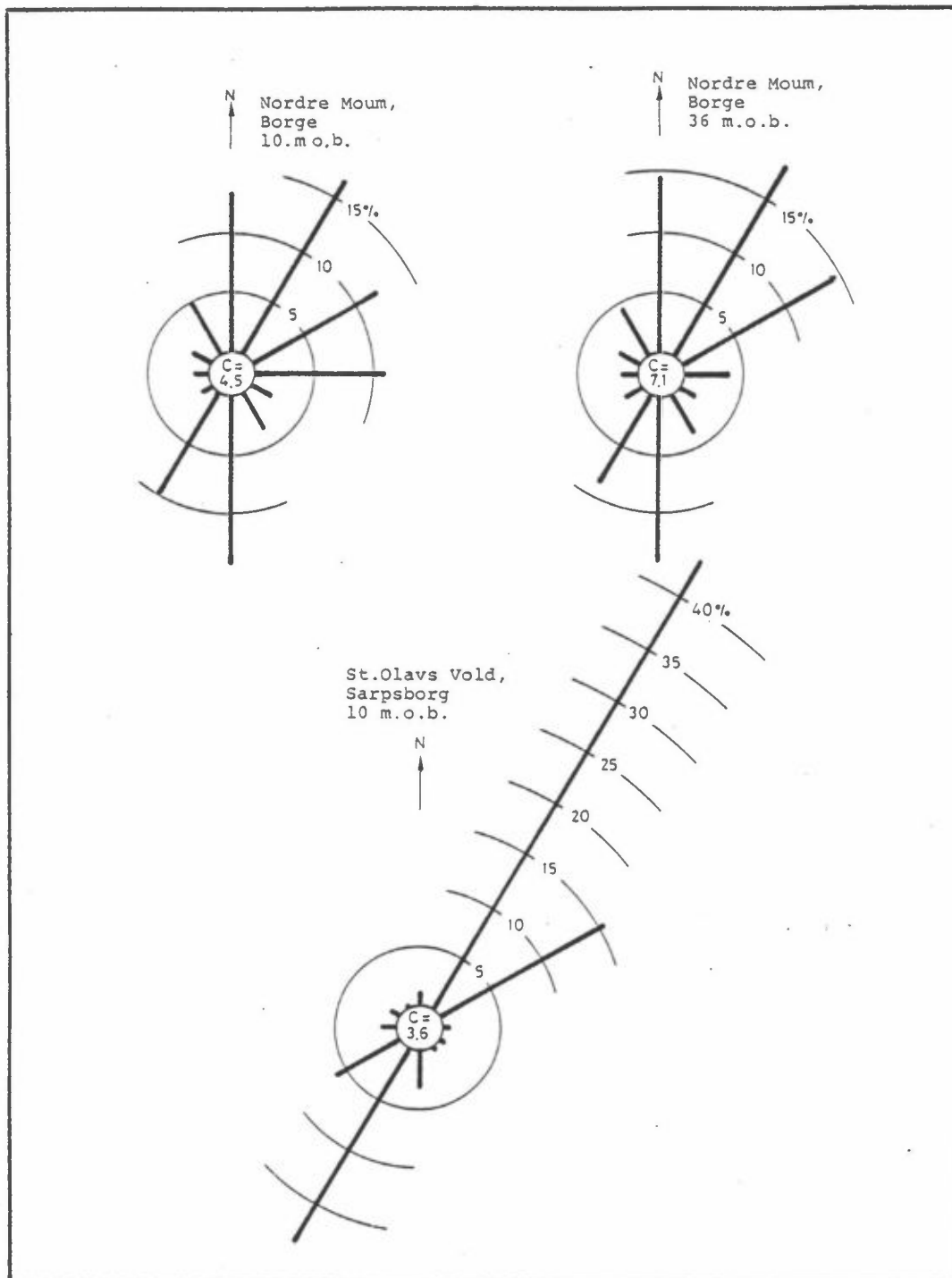
Figurene 1-7 viser vindroser for hver årstid i perioden 1.12.1981-31.8.1983. Med vinter forstås månedene desember, januar og februar. De andre årstidene er definert tilsvarende: vår er mars-mai, sommer er juni-august og høst er september-november.

En vindrose er en vindretningsfrekvensfordeling, dvs den viser hvor ofte det blåser fra bestemte retninger. I vindrosene er frekvensene gitt for 12 30⁰-sektorer. Symbolet C betegner frekvensen av vindstille. Med vindstille forstås her timesmiddelverdi av vindstyrken mindre eller lik 0.3 m/s.

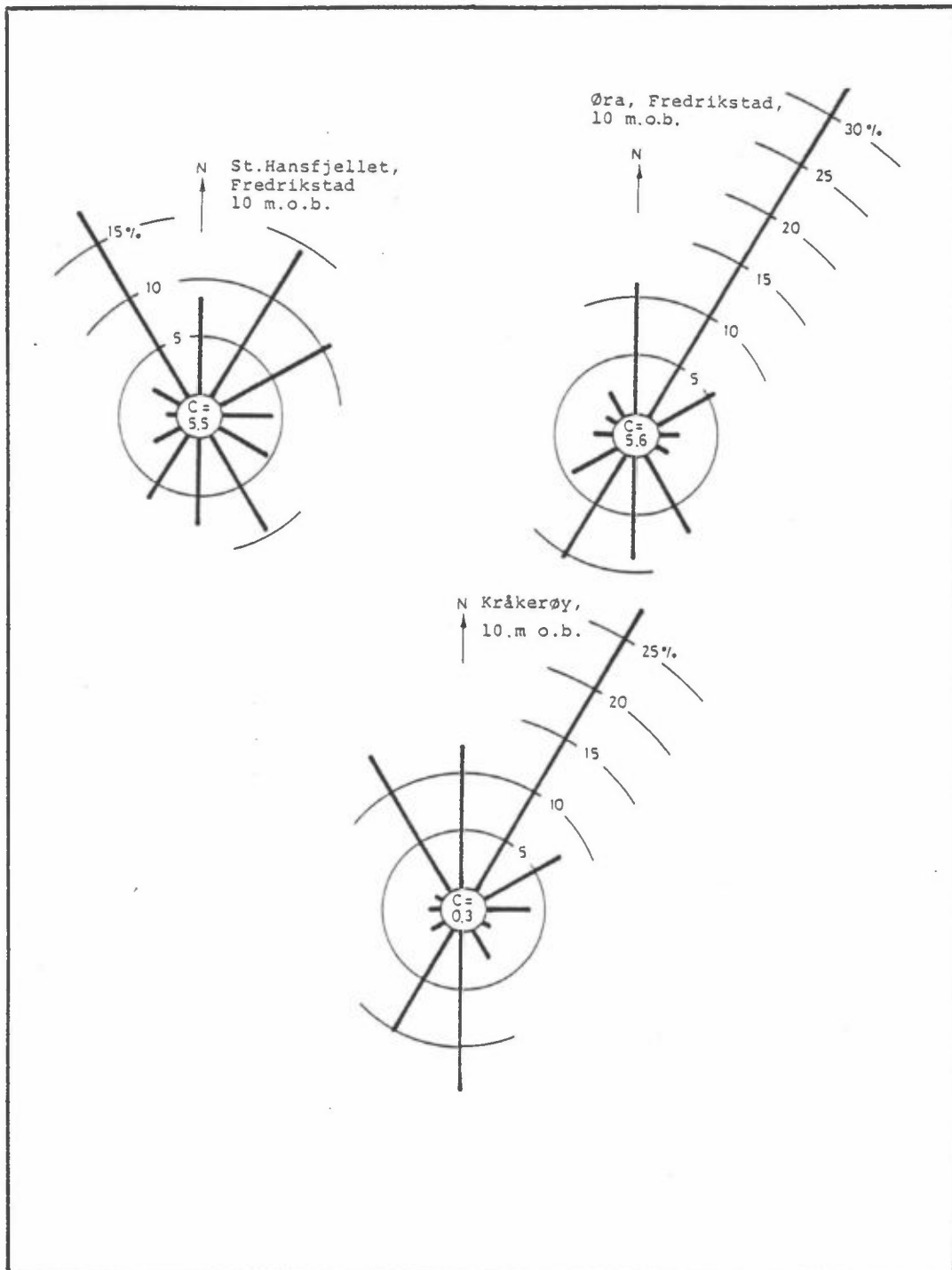
Stasjonen på Nordre Moum ble plassert på et stort åpent område. Denne stasjonen gav et godt bilde av de generelle luftstrømningsforholdene i området. Målingene viste at nordlige til nordøstlige og sørlige til sørsørvestlige vinder forekom oftest. Vinder fra sørøst, vest og nordvest hadde lav hyppighet. Stasjonen på Nordre Moum viste små forskjeller mellom vindrosene 10 m o.b. og 36 m o.b., men vinden kom mer fra nordøst enn øst 36 m o.b. sammenlignet med 10 m o.b.

St.Olavs Vold viste en sterk kanalisering av vinden i bestemte retninger. Vind som på Nordre Moum kom fra en bred sektor fra nord til øst blåste nesten utelukkende fra nordøst, dvs. langs Glomma, på St.Olavs Vold. Denne stasjonen gav data om hvordan lavtliggende forurensningsutslipp fra Borregaardområdet spres. Det var sannsynlig at vindfordelingen i høyde med utslippet fra fyrhuspipa tilsvarte forholdene på Nordre Moum.

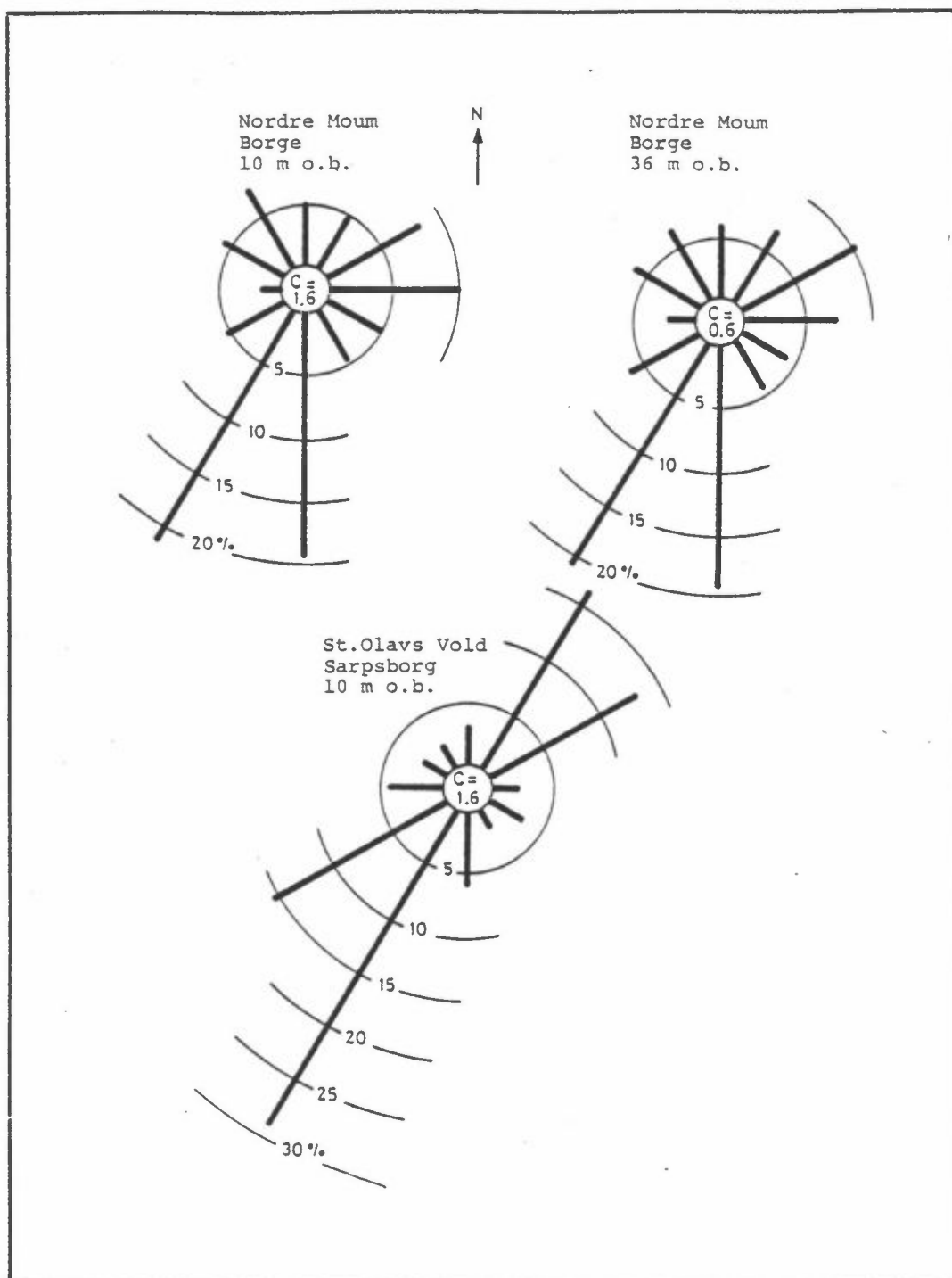
Også stasjonene i Fredrikstad-området viste noe kanalisering av vinden, særlig fra nordøst. I tillegg viste St.Hansfjellet kanalisering langs Seutelva fra nordvest. Øra viste en frekvensfordeling av vinden som lå betydelig nærmere Nordre Moum enn St.Olavs Vold. Dette er rimelig da stasjonen var plassert i et åpent område.



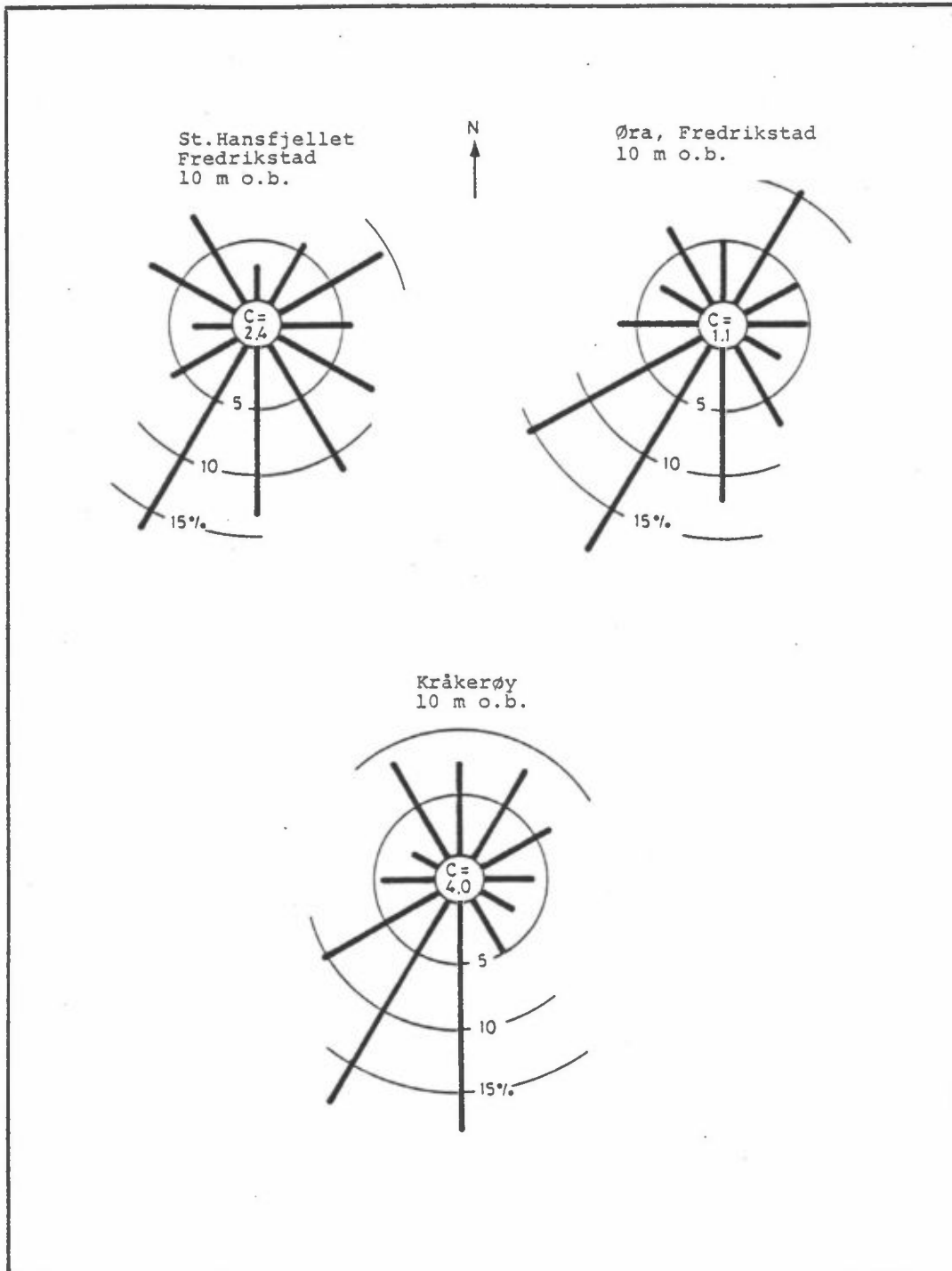
Figur 1: Vindroser for perioden desember 1981-februar 1982.
C = stillefrekvensen.



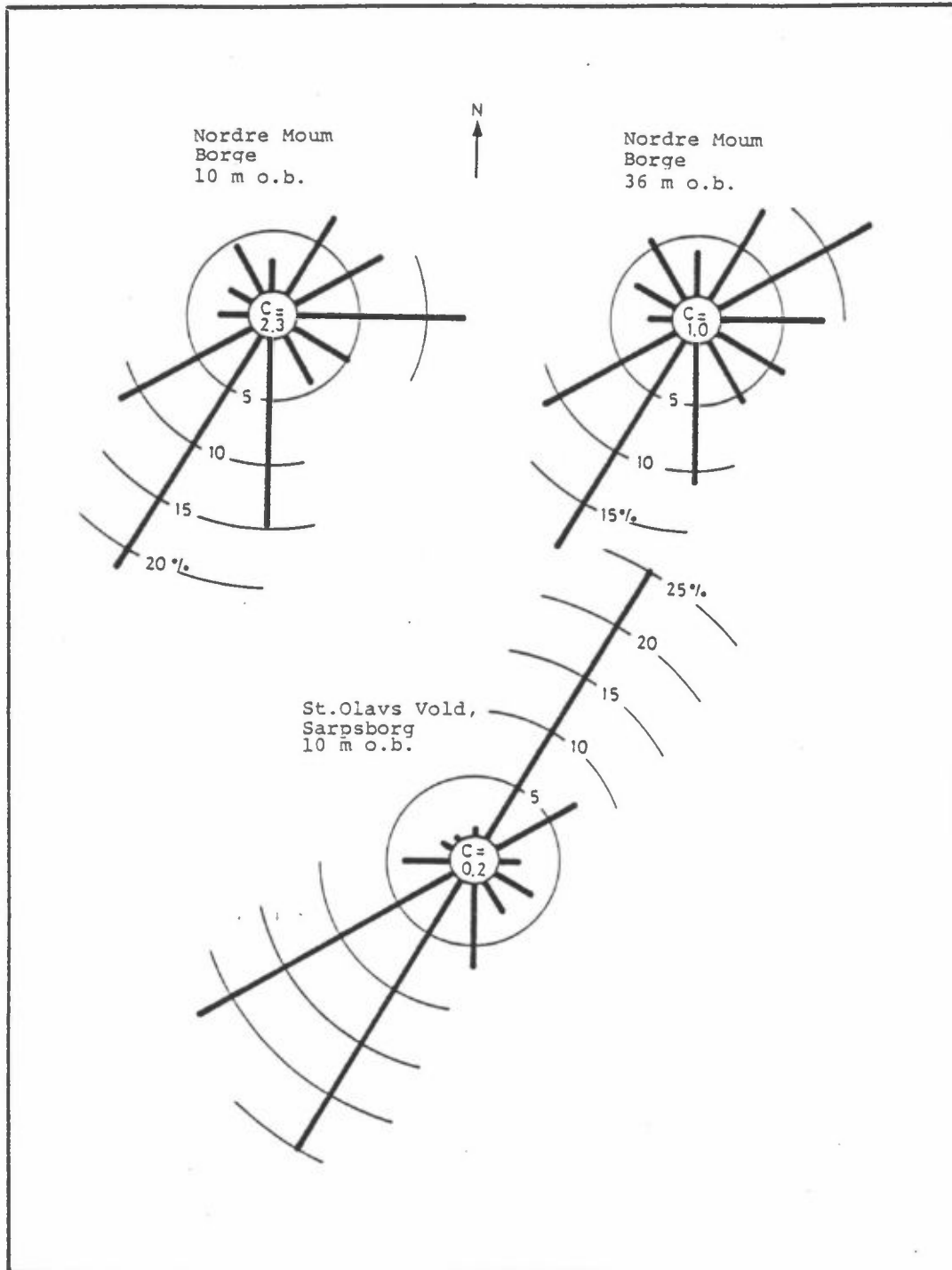
Figur 1 forts.



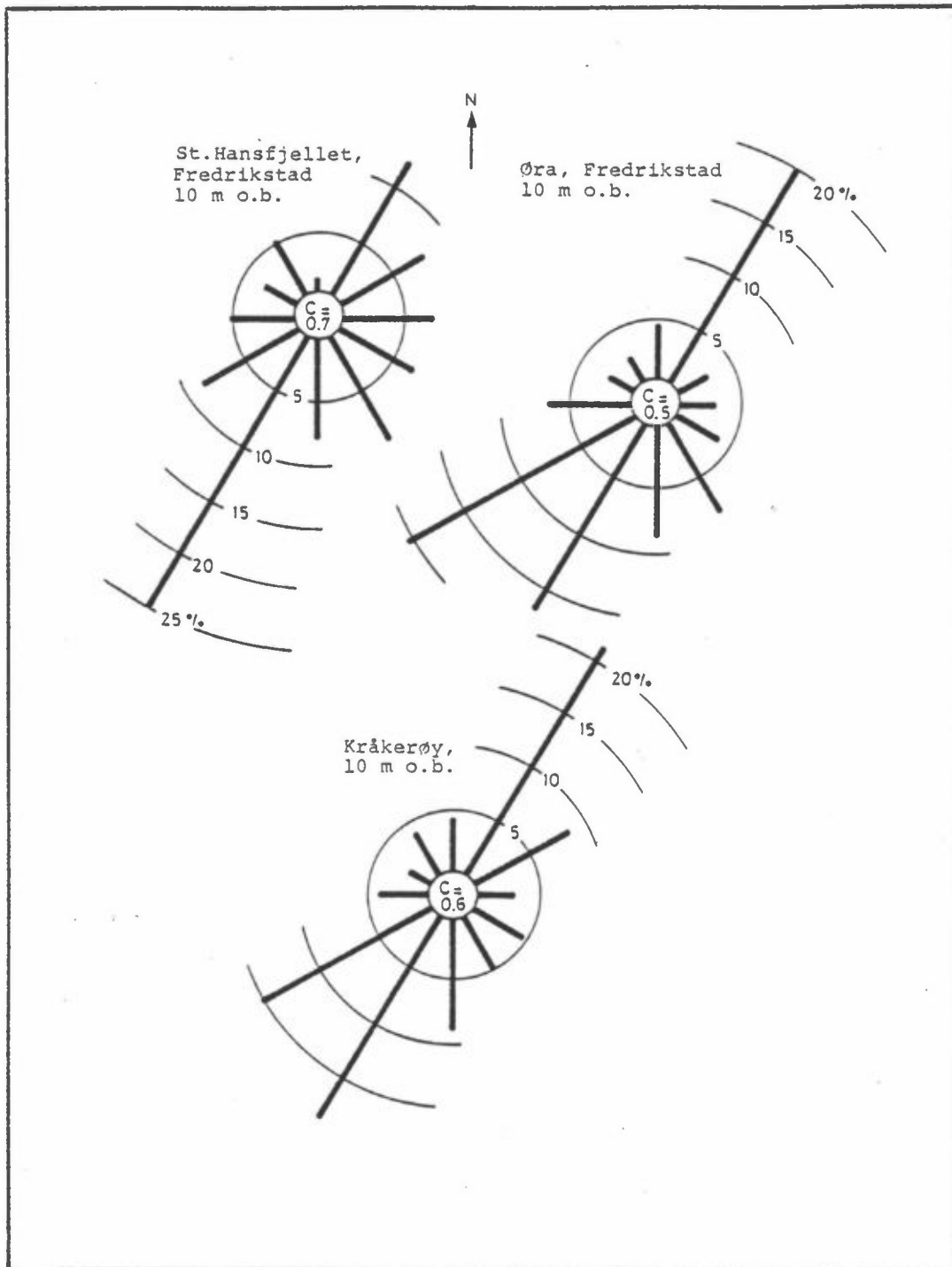
Figur 2: Vindroser for perioden mars-mai 1982.
C = stillefrekvensen.



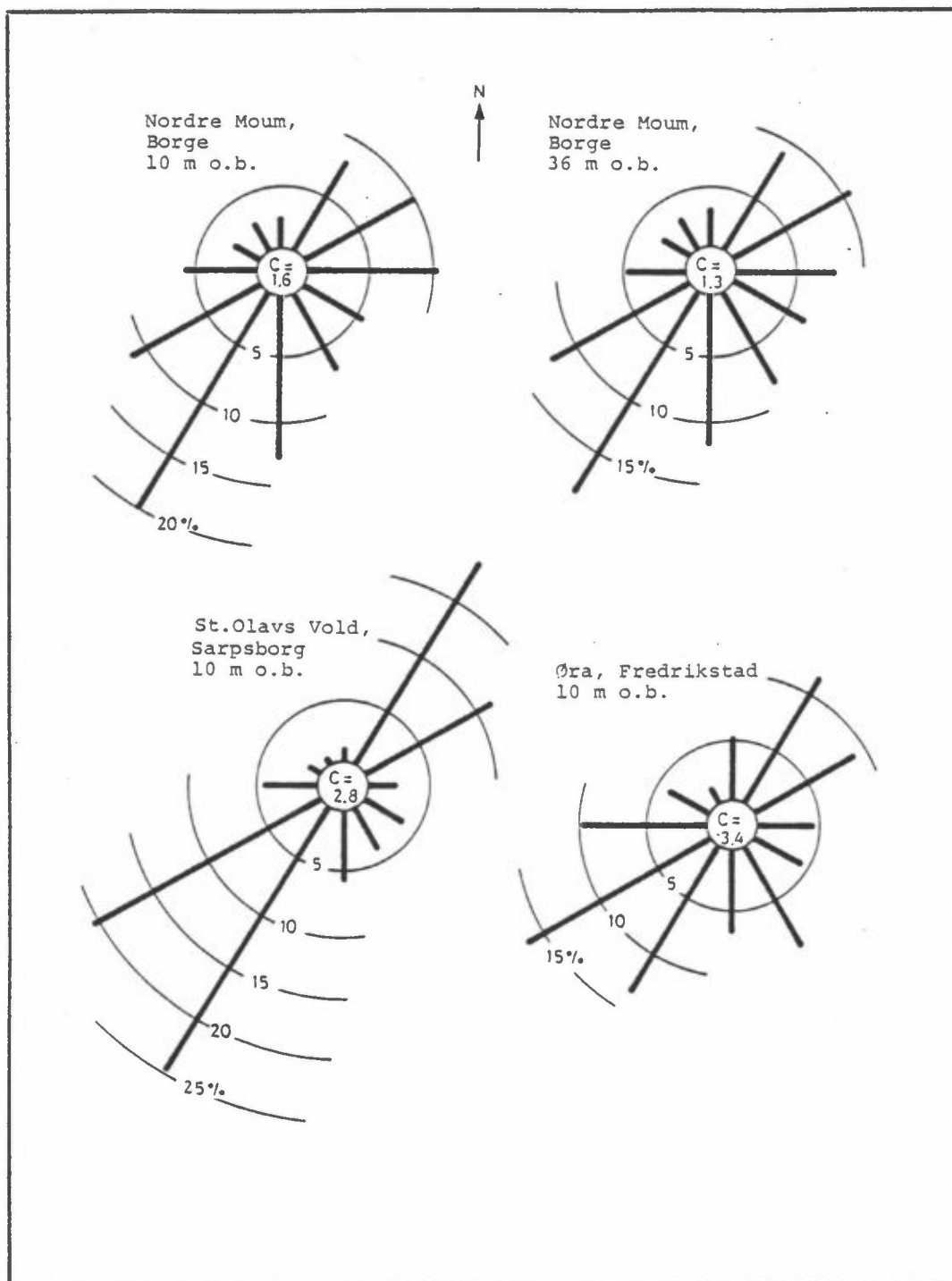
Figur 2 forts.



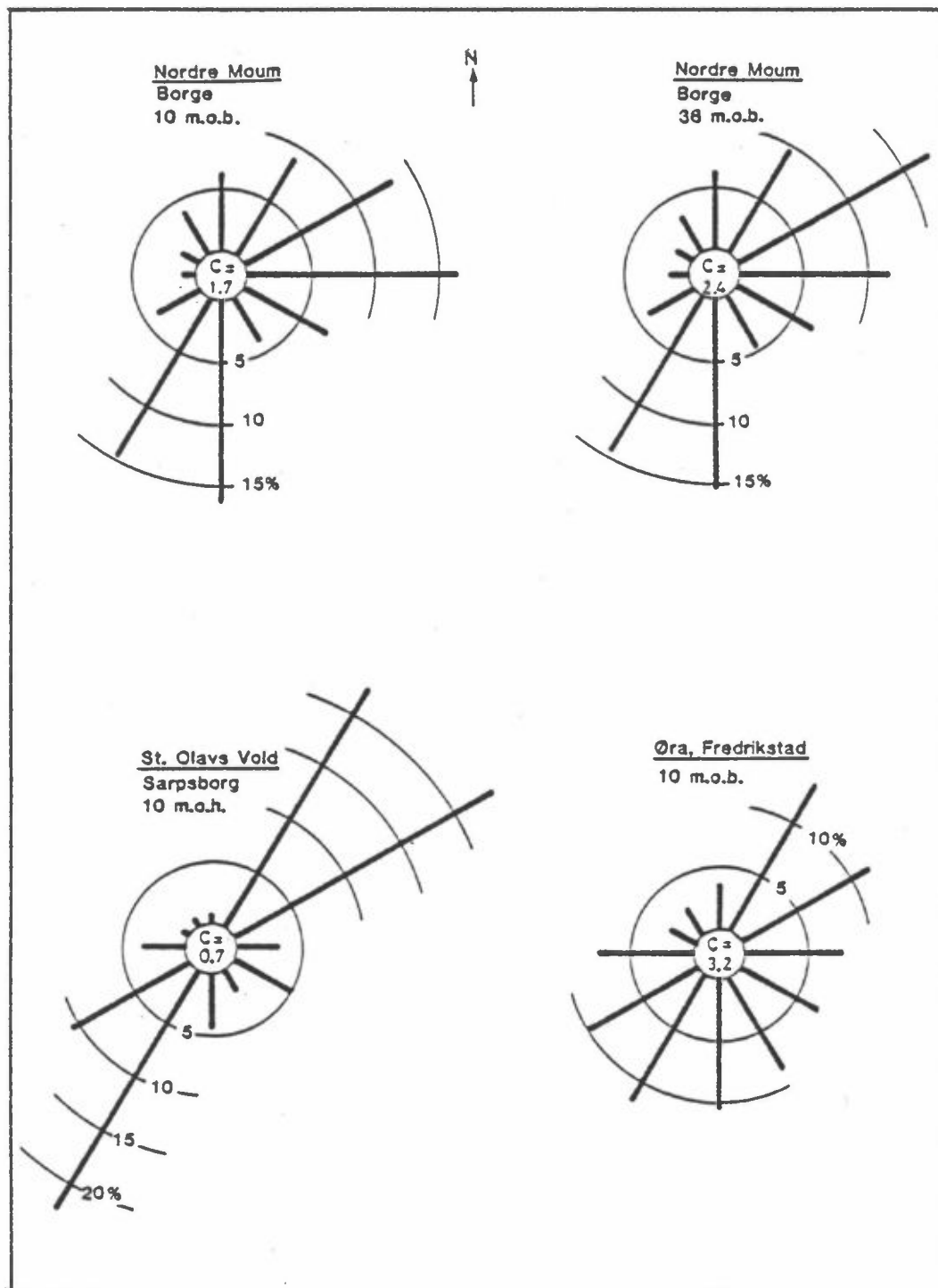
Figur 3: Vindroser for perioden juni-august 1982.
C = stillefrekvensen.



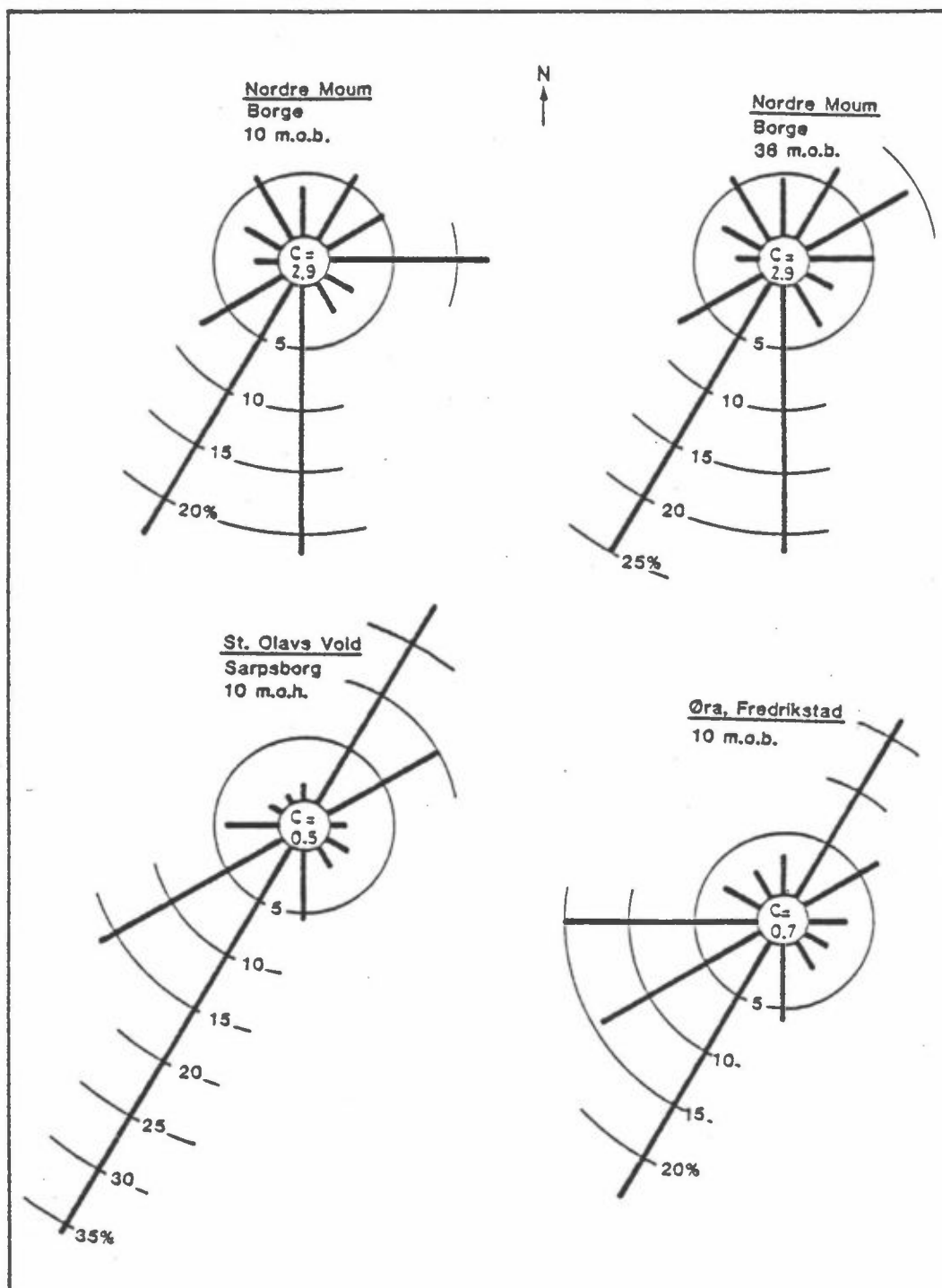
Figur 3 forts.



Figur 4: Vindroser for perioden september-november 1982.
C = stillefrekvensen.



Figur 6: Vindroser for perioden mars-mai 1983.
C = stillefrekvensen.



Figur 7: Vindroser for perioden juni-august 1983.
C = stillefrekvensen.

Det største avviket fra "normalen" ble funnet vinteren 1982/83 da sørlige vinder var betydelig mer hyppige enn vanlig og nordlige vinder tilsvarende mindre hyppige.

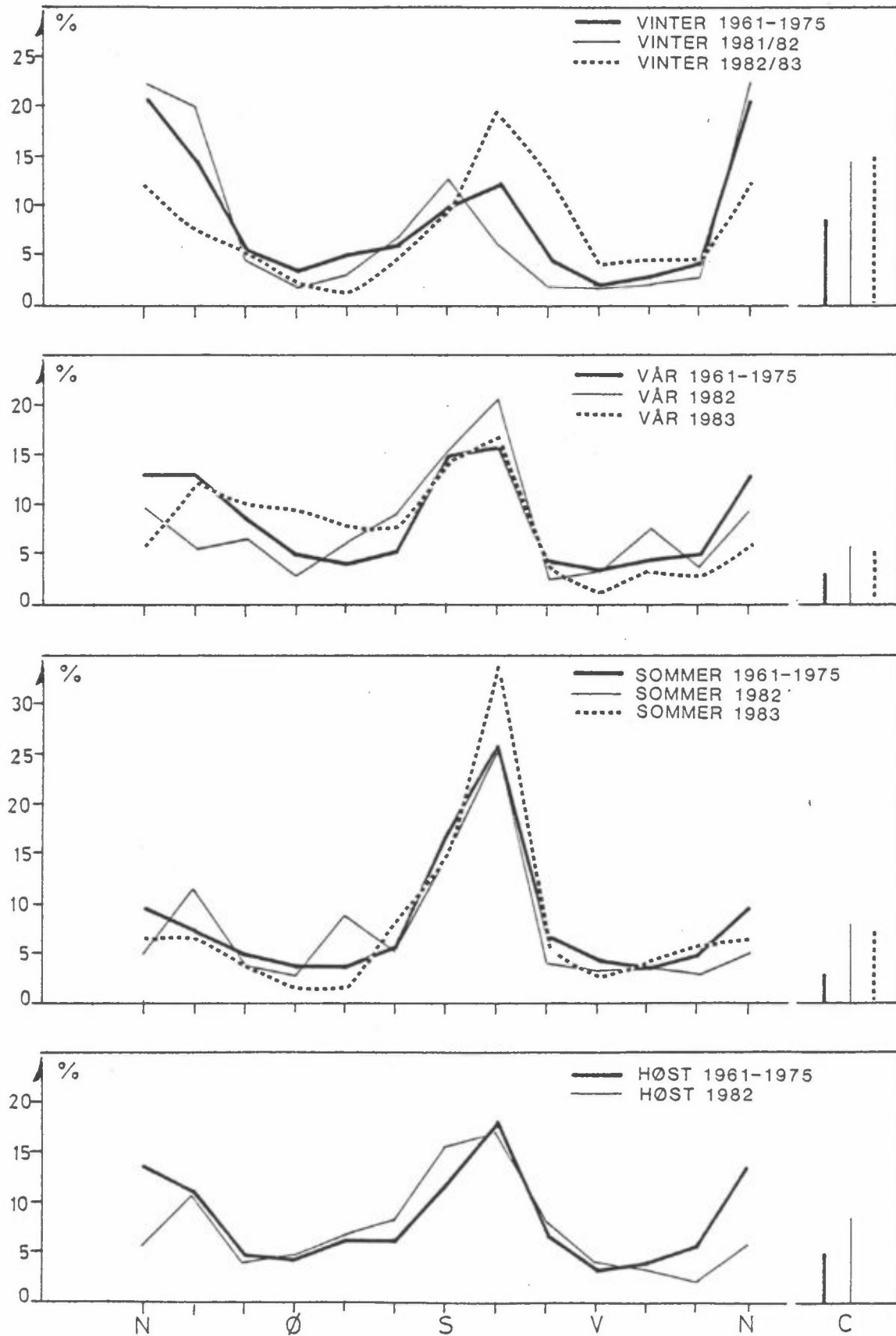
I figur 8 er det vist frekvensfordelinger av vindretninger fra Meteorologisk institutts stasjon Rygge for hver årstid i undersøkelsesperioden og for hver årstid i "normalperioden" 1961-1975.

De største avvikene fra gjennomsnittet ble registrert vinteren 1982/83. Da var det vesentlig lavere frekvens av nordlige og nordøstlige vinder enn "normalt", mens sørvestlige vinder forekom tilsvarende oftere. Denne forskjellen i vindfordelingen fra en "normal" vinter er typisk for en mild vinter og har medført reduserte utslipp og bedre spredning av luftforurensninger.

Vinteren 1981/82 var forholdsvis "normal" når det gjelder frekvensfordeling av vindretninger. Lav temperatur og store utslipp gav imidlertid høye konsentrasjoner av luftforurensninger.

Våren 1982 hadde også lavere frekvens av nordlige og nordøstlige vinder og høyere frekvens av sørvestlige vinder enn "normalt", men forskjellene var mindre markerte enn vinteren 1982/83.

Om sommeren var det ingen vesentlig avvik fra "normalen" i vindretningsfrekvensene. Høsten 1982 var det mindre nordlig vind enn "normalt" og tilsvarende mer sørlig vind.



Figur 8: Frekvensfordeling av vindretning ved Meteorologisk institutts stasjon Rygge for 15-årsperioden 1961-1975 og for perioden 1.12.1981 - 31.8.1983. C = stillefrekvensen.

Vindstyrken var høyest i hovedvindretningene, økte med høyden over bakken og var vanligvis høyere om dagen enn om natta.

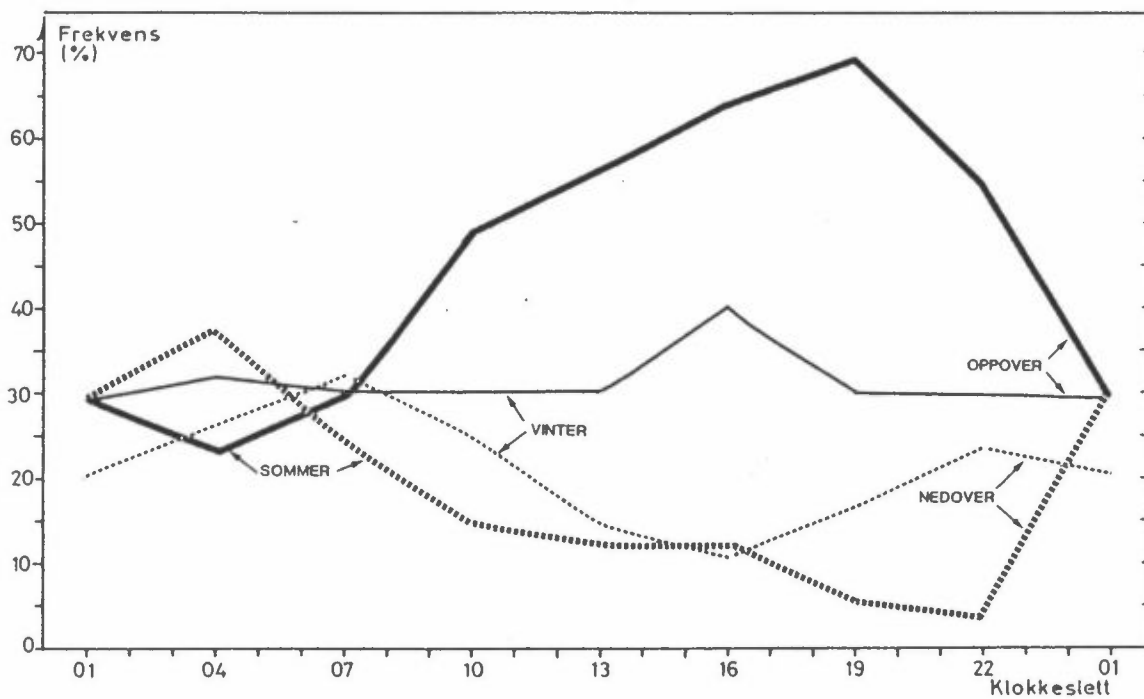
Figurene 9 og 10 viser frekvensen av vind nedover (nord og nordøst) og oppover (sør og sørvest) langs Glomma vinteren 1982/83 og sommeren 1983 for hver tredje time for henholdsvis Nordre Moum og St.Olavs Vold. Om sommeren var det stor døgnlig variasjon i vind oppover og nedover langs Glomma. Dette skyldes land/sjøbris (solgangsvind). Om dagen varmes landet opp, luften blir varm og stiger opp og kjøligere luft trekkes inn fra sjøen. Vinden blåser oppover langs Glomma. Om kvelden og natten blir landet avkjølt og kaldere luft strømmer nedover langs Glomma mot sjøen.

Figur 11 viser midlere vindstyrke for hver årstid i måleperioden 1.12.1981-31.8.1983 ved Nordre Moum, St.Olavs Vold, Øra og Meteorologisk institutts stasjon Rygge. Middelvindstyrken var gjennomgående i intervallet 2.5-3.5 m/s og varierte relativt lite fra en årstid til en annen. Den laveste middelvindstyrken ble målt vinteren 1981/82. Dette hadde sammenheng med kaldt vær og høyere frekvens av nordlige og nordøstlige vinder enn i de andre periodene.

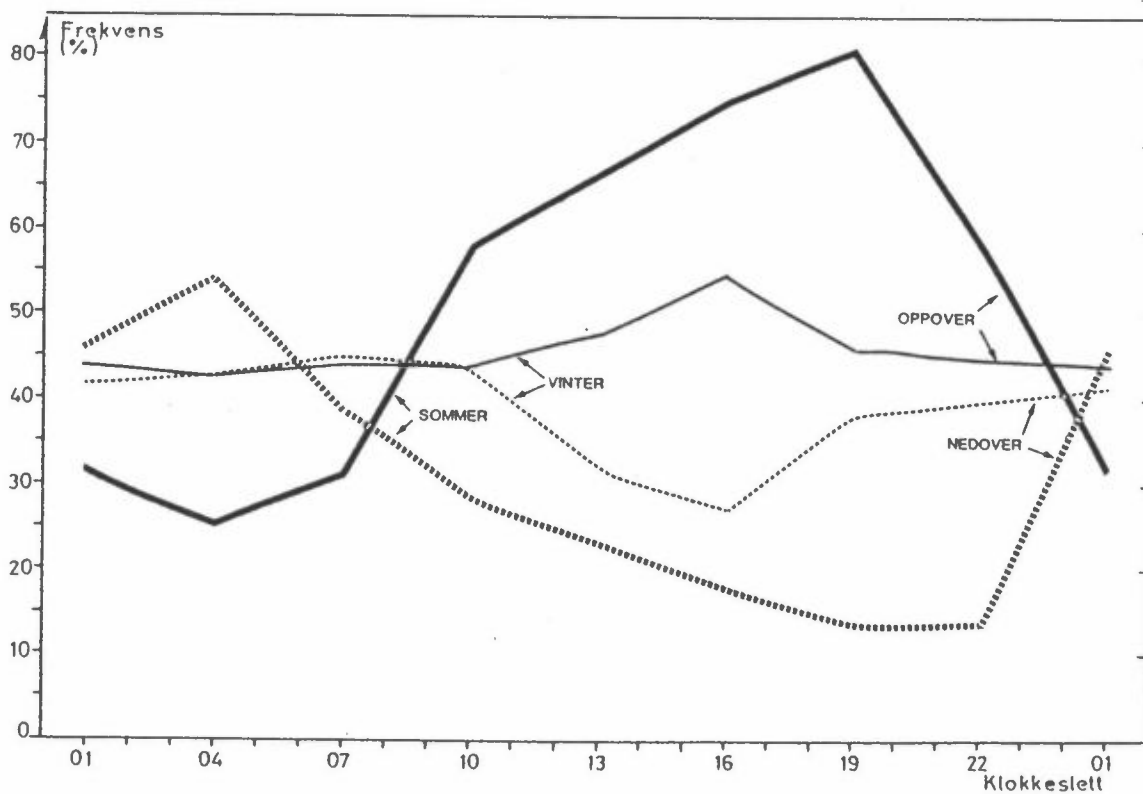
I figur 12a er det vist midlere vindstyrke i 12 hovedvindretninger på Nordre Moum vinter og sommer. Vinder i hovedvindretningene (nord-nordøst og sør-sørvest) hadde høyest vindstyrke. Østlige og nordvestlige vinder var i gjennomsnitt relativt svake. Målingene viste at vindstyrken var høyere 36 m o.b. enn 10 m o.b. Forskjellen var størst for sørlige og sørvestlige vinder. Lavere vindstyrke nede ved bakken skyldes friksjonen mot underlaget.

Østlig og sørøstlig vind fører forurensningene fra Borregaard-området mot Sarpsborg sentrum. Lav vindstyrke i disse retningene gir mindre effektiv spredning av utslippene.

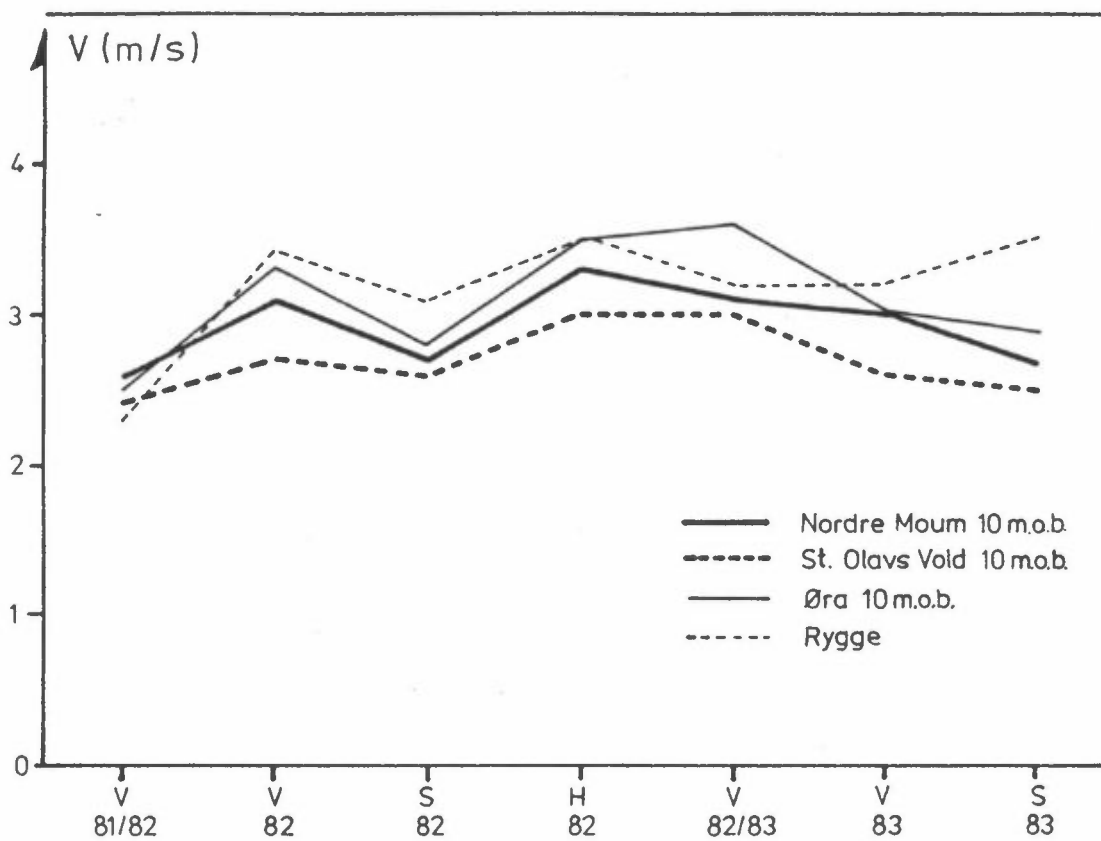
Figur 13 viser midlere døgnvariasjon av vindstyrken på Nordre Moum til forskjellige årstider. Vanligvis var vindstyrken høyere om dagen enn om natta. Forskjellen var størst om sommeren og skyldes i stor grad land/sjøbrisen (solgangsvinden). Om vinteren var det liten eller ingen forskjell i vindstyrken dag og natt.



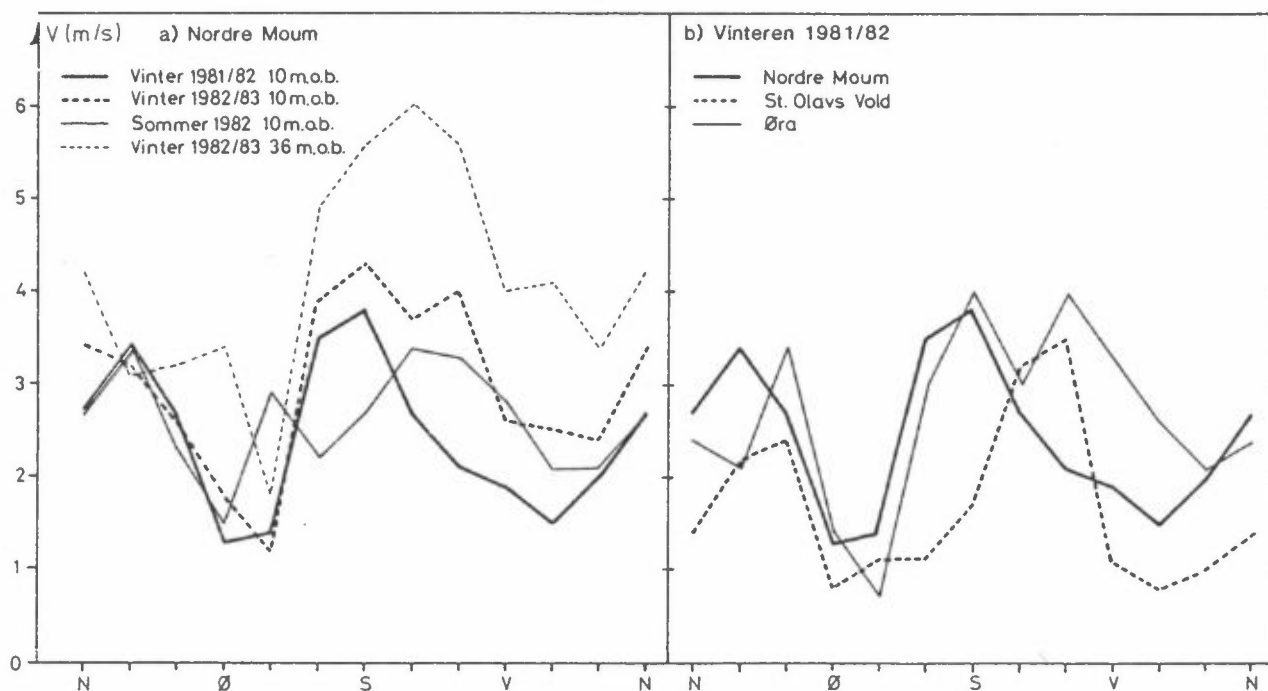
Figur 9: Midlere døgnfordeling av vindfrekvens oppover (180° og 210°) og nedover (30° og 60°) langs Glomma ved Nordre Møum (36 m.o.b.) i Borge vinteren 1982/83 og sommeren 1983.



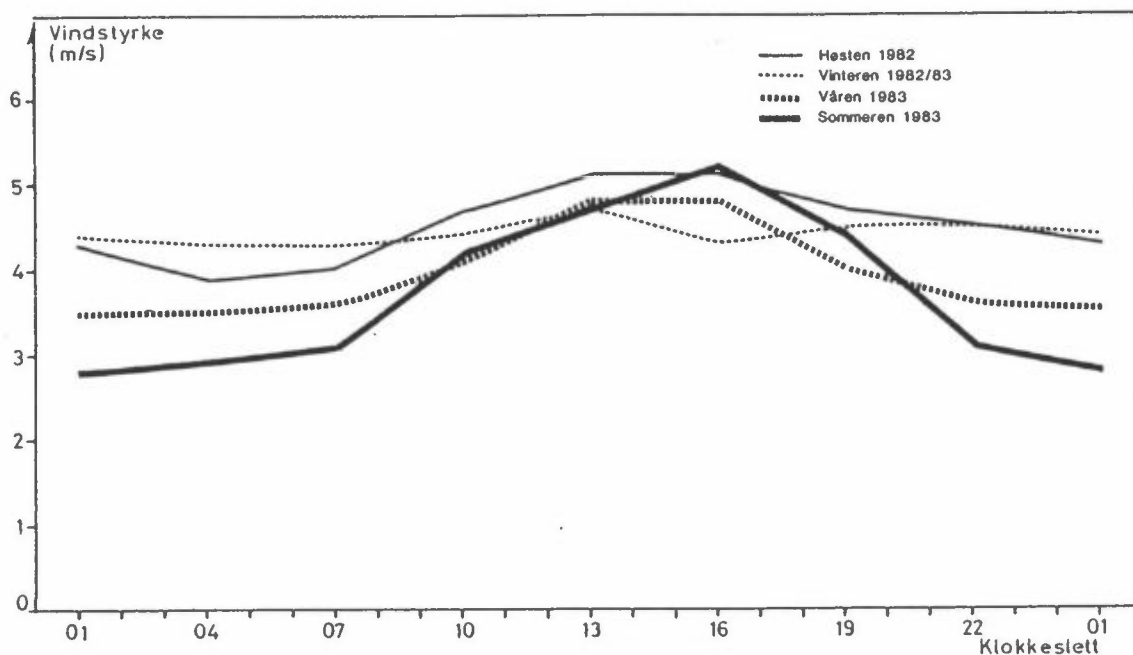
Figur 10: Midlere døgnfordeling av vindfrekvens oppover (210° og 240°) og nedover (30° og 60°) langs Glomma ved St. Olavs Vold (10 m.o.b.) i Sarpsborg vinteren 1982/83 og sommeren 1983.



Figur 11: Midlere vindstyrke i hver årstid i perioden 1.12.1981 - 31.8.1983 (m/s).



Figur 12: Midlere vindstyrke i 12 hovedvindretninger (m/s).



Figur 13: Midlere døgnvariasjon av vindstyrke på Nordre Moum (36 m.o.b.) i Borge for ulike årstider (m/s).

Temperaturmålingene viste at desember 1981 og januar 1982 var betydelig kaldere enn "normalt", mens januar 1983 var betydelig mildere enn "normalt". Juli og august var relativt varme både i 1982 og 1983.

I figur 14 er det vist månedsmiddeltemperaturer på Nordre Moum og Rygge for hver måned i perioden desember 1981-august 1983. For Rygge er det også sammenlignet med "normalperioden" 1961-1975.

Målingene viste store avvik fra "normalen" i enkelte vintermånedene. Særlig kalde var desember 1981 og januar 1982, mens januar 1983 var betydelig mildere enn "normalt". Denne forskjellen har medført betydelig større forurensningsutslipp som følge av oppvarming med oljeprodukter vinteren 1981/82 enn vinteren 1982/83. Både i 1982 og 1983 var sommermånedene juli og august relativt varme.

Det var som ventet liten eller ingen forskjell i midlere temperatur mellom Rygge og Nordre Moum. "Normalt" varierer månedsmiddeltemperaturene mellom -4°C i januar/februar og 15°C i juni-august.

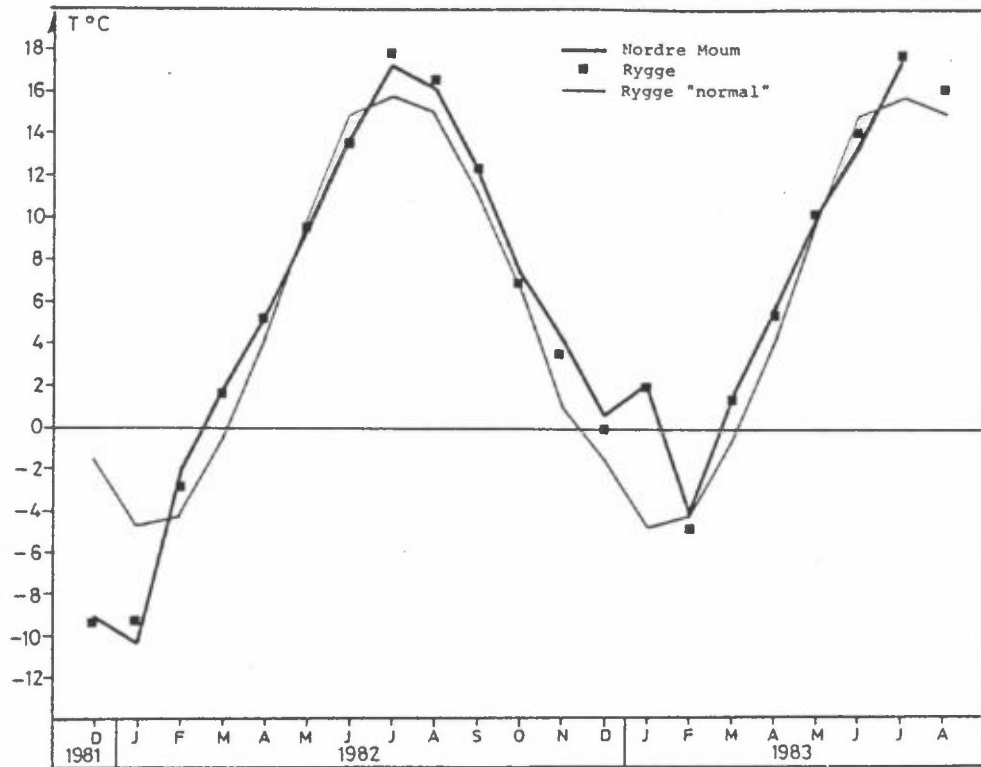
I figur 15 er det vist hvordan maksimums-, midlere maksimums-, månedsmiddel-, midlere minimums- og minimumstemperaturen på Nordre Moum varierte fra måned til måned. De laveste temperaturene ble målt vinteren 1981/82. I januar 1982 var laveste temperatur -24.9°C som middel over én time. Også i desember 1981 ble det målt godt under -20°C . Til sammenligning var laveste temperatur vinteren 1982/83 -14.6°C i februar.

Den høyeste temperaturen ble målt under varmebølgen i begynnelsen av august 1982 til 32.6°C . I middel var maksimumstemperaturen over 20°C i juli og august både i 1982 og 1983. Kuldegrader ble ikke målt i månedene mai-september i 3 m.o.b. Nede på bakken kan det ha vært frost i korte perioder både i mai og september. Døgnmiddeltemperaturen er vanligvis over 10°C (sommer) fra slutten av mai til nær månedskiftet september/oktober.

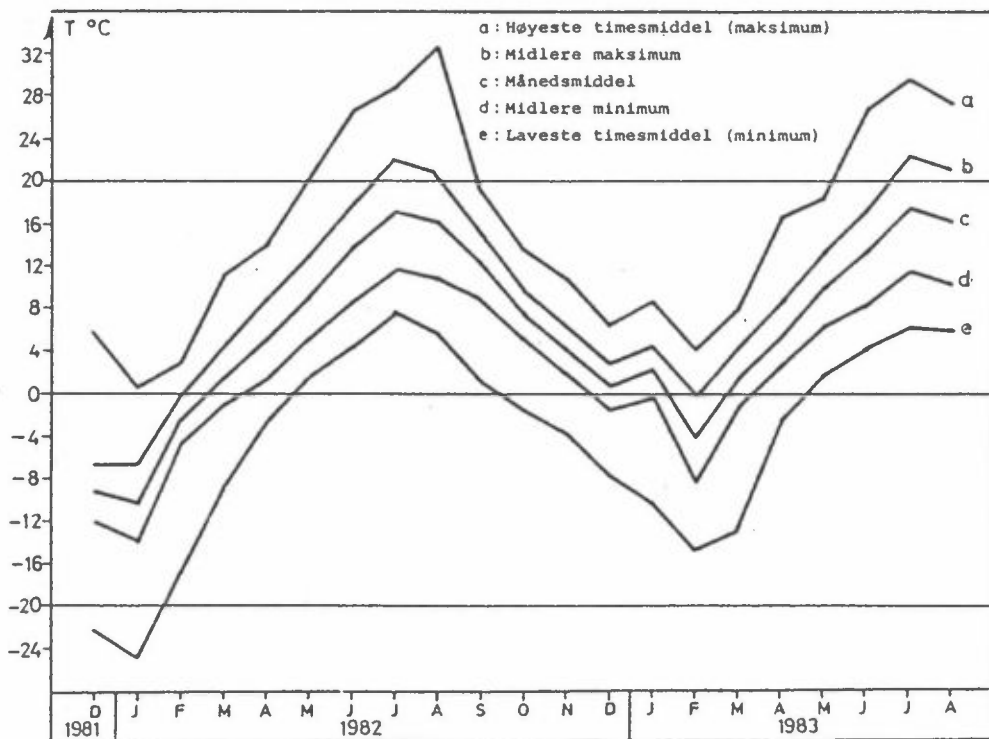
Figur 16 viser midlere døgnvariasjon av temperatur for noen utvalgte måneder. Om sommeren var vanligvis temperaturen godt over 20°C midt på dagen og om ettermiddagen. Den laveste temperaturen var rundt soloppgang.

Januar 1982 var en usedvanlig kald måned (middel -10.3°C). Selv midt på dagen var middeltemperaturen så lav som under -8°C . I en høstmåned som oktober varierte temperaturen også lite over døgnet, vanligvis pga. lange perioder med nedbør og vind.

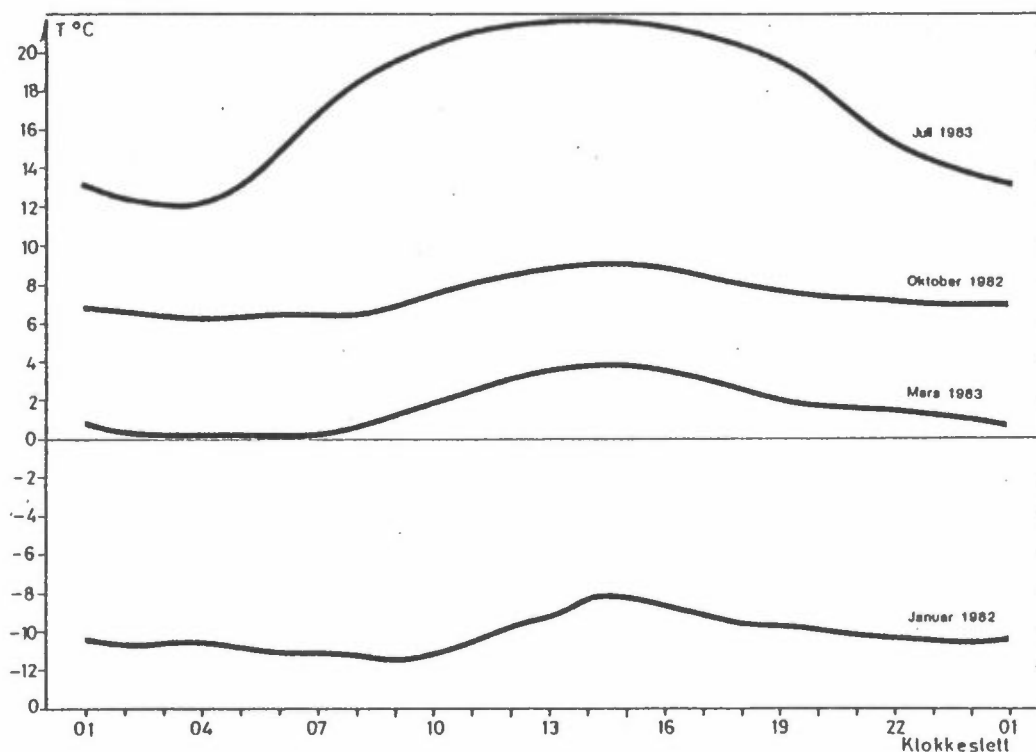
Om våren varierte temperaturen mer over døgnet enn høst og vinter, men mindre enn om sommeren. På denne årstiden står sola høyt på himmelen, og på klare og stille dager kan temperaturforskjellen bli stor mellom natt og dag.



Figur 14: Månedsmiddeltemperaturer på Nordre Moum (3 m.o.b.) og Rygge i perioden 1.12.1981-31.8.1983 (°C). "Normaltemperaturen" for Rygge (middel 1961-1975) er også angitt.



Figur 15: Temperaturforholdene på Nordre Moum (3 m.o.b.) for hver måned i perioden 1.12.1981-31.8.1983 (°C).

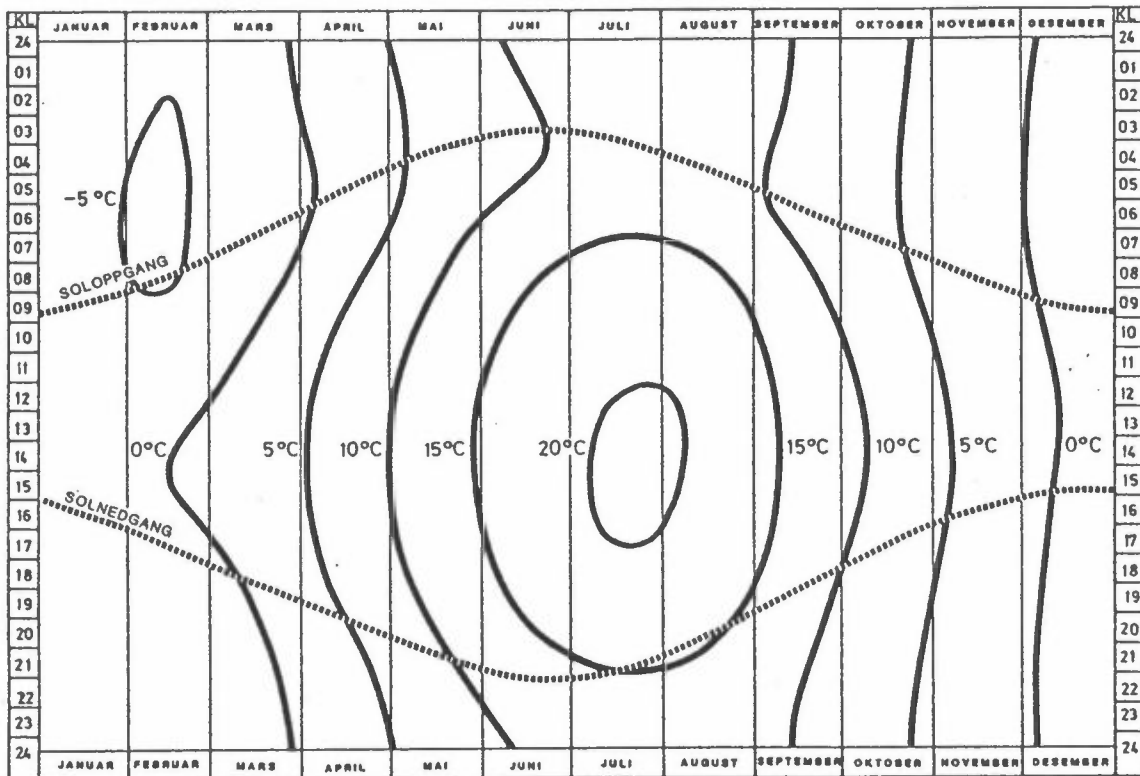


Figur 16: Midlere døgnvariasjon av temperatur på Nordre Moum (3 m.o.b.) i utvalgte måneder (°C).

På grunnlag av temperaturmålingene på Nordre Moum og Rygge er det utarbeidet et "normalkart" over temperaturforholdene på Nordre Moum.

Figur 17 viser de gjennomsnittlige ("normale") temperaturforholdene på Nordre Moum som funksjon både av tid på døgnet og tid på året. Figuren bygger på målingene på Nordre Moum i perioden desember 1981-august 1983. Det er tatt hensyn til observert avvik fra "normalen" på Rygge.

Kaldest er det vanligvis tidlig om morgenen i februar med under -5°C . Fra midten av februar stiger dagtemperaturen over 0°C . Frostnettene forsvinner vanligvis i begynnelsen av april. Om våren og sommeren stiger temperaturen raskt etter soloppgang. Over 20°C er det vanligvis i juli om ettermiddagen. I november og særlig i desember og januar er det liten forskjell i temperaturen over døgnet, hovedsakelig på grunn av lite sol og lav solhøyde. Frost er vanlig fra begynnelsen av desember.

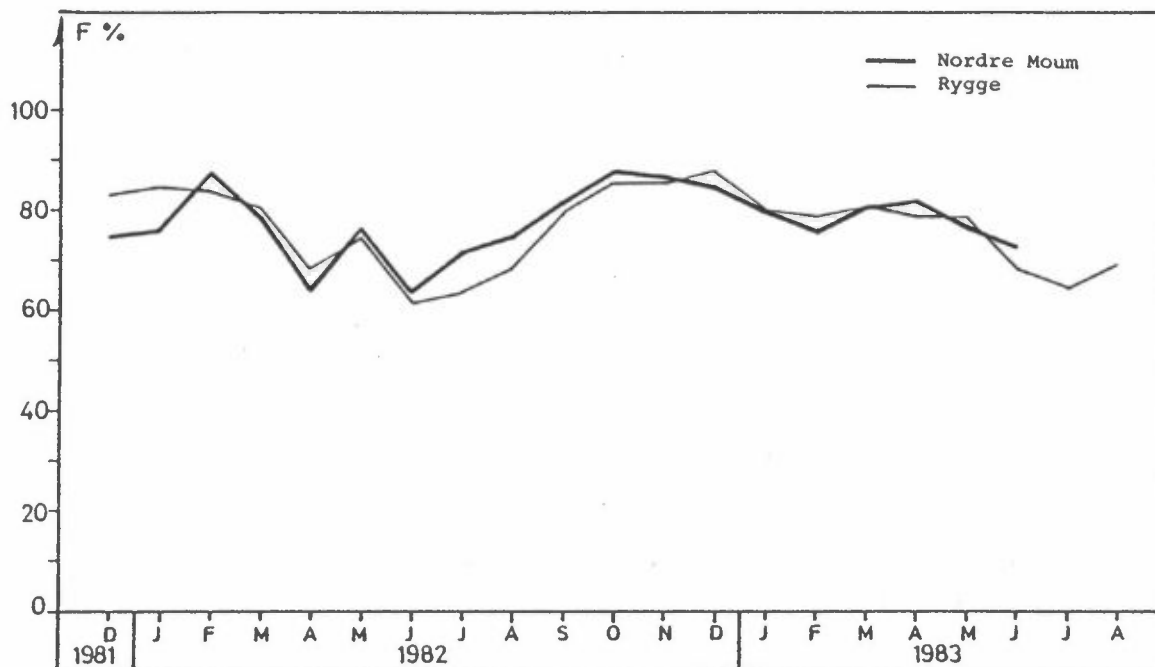


Figur 17: Gjennomsnittlige temperaturforhold på Nordre Moum (3 m.o.b.) som funksjon både av tid på året og tid på døgnet ($^{\circ}\text{C}$). Når sommertid gjelder må alle klokkeslett økes med én time.

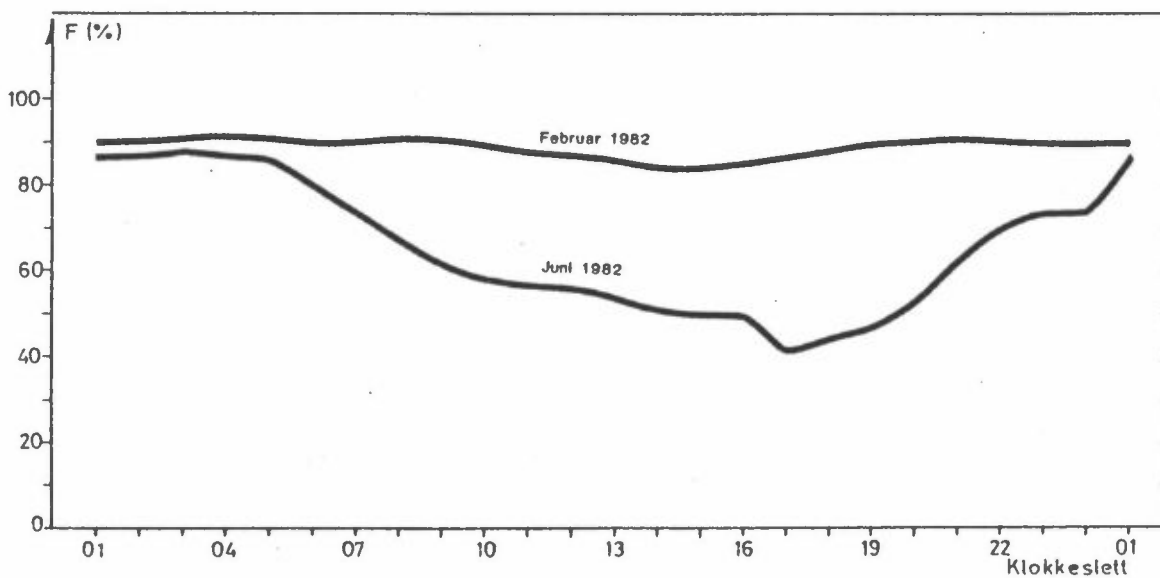
Målingene av luftas relative fuktighet viste små forskjeller mellom Nordre Moum og Rygge. Luftfuktigheten var vanligvis lavest om sommeren og høyest om høsten og forvinteren.

Månedsmiddelerverdier av luftas relative fuktighet på Nordre Moum og Rygge er vist i figur 18 for perioden desember 1981- august 1983. De to siste månedene mangler målingene fra Nordre Moum. I gjennomsnitt var det god overensstemmelse mellom de to stasjonene. Sommermånedene hadde i middel lavest relativ fuktighet, mens høst- og delvis vintermånedene lå høyest.

I figur 19 er det vist et eksempel på hvordan den relative fuktigheten varierte over døgnet i én sommer- og én vintermåned. Om sommeren var fuktigheten høy om natta, men avtok raskt etter hvert som temperaturen steg utover dagen. Om vinteren var den relative fuktigheten nokså jevn og høy hele døgnet. Årsaken til dette er liten effekt av sola om vinteren.



Figur 18: Månedsmiddelerverdier av relativ fuktighet i perioden 1.12.1981-31.8.1983 (%).



Figur 19: Midlere døgnvariasjon av relativ fuktighet på Nordre Moum (3 m.o.b.) i utvalgte måneder (°C).

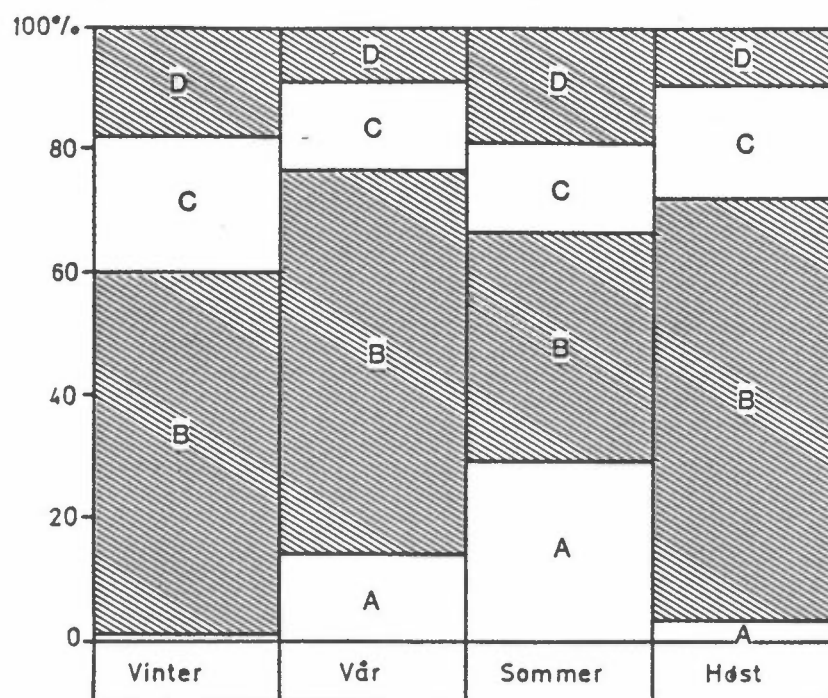
Atmosfærens termiske stabilitet er viktig for spredning av luftforurensninger. Når temperaturen øker med høyden over bakken, er spredningen dårlig.

På Nordre Moum er atmosfærens termiske stabilitet bestemt ved målinger av temperaturdifferansen (ΔT) mellom 36 m o.b. og 10 m o.b. På grunnlag av målingene er det delt inn i følgende fire klasser:

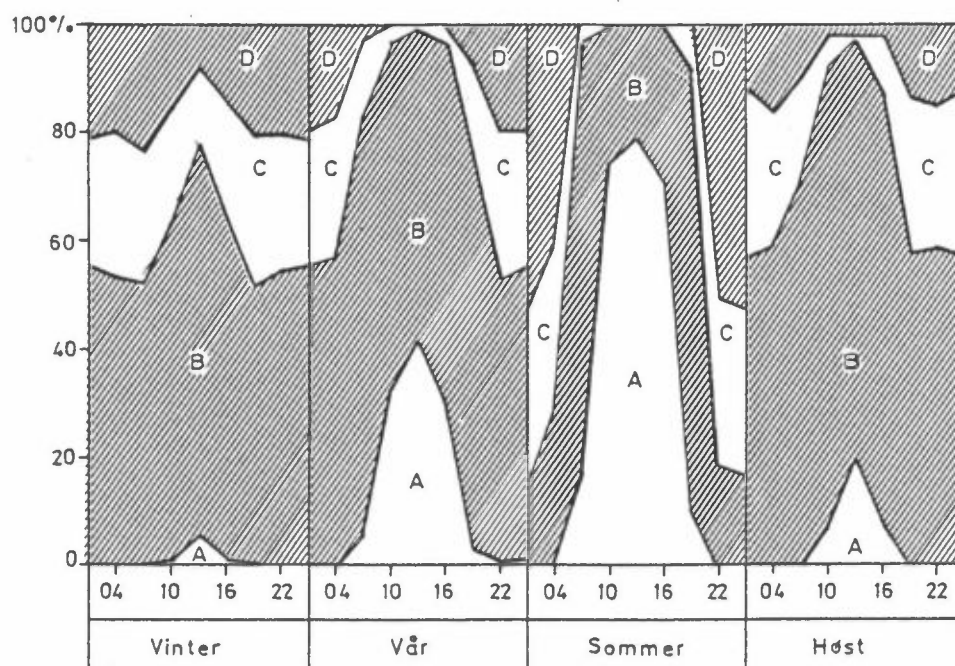
A	ustabilt		$\Delta T \leq -0.5^{\circ} \text{C}$
B	nøytralt	-0.5°C	$< \Delta T \leq 0.0^{\circ} \text{C}$
C	lett stabilt	0.0°C	$< \Delta T \leq 0.5^{\circ} \text{C}$
D	stabilt	0.5°C	$< \Delta T$

Vanligvis avtar temperaturen litt med høyden, og en har nøytral stabilitet. Ved sterk solstråling oppvarmes bakken mye, og temperaturen avtar raskt med høyden (ustabilt). Både nøytralt og særlig ustabilt gir god spredning av luftforurensende utslipp. Ved sterk utstråling (vanligvis om natta og om vinteren) avkjøles bakken sterkt og temperaturen øker med høyden (lett stabilt eller stabilt-inversjon). Ved slike forhold undertrykkes spredningen av forurensning. Det dannes et inversjonssjikt nær bakken som forurensende utslipp ikke unnslipper.

I figur 20 er det vist frekvensen av de fire stabilitetsklassene til hver årstid på Nordre Moum. Inversjoner (lett stabilt og stabilt) forekom ca 40% av tiden om vinteren. Om vinteren kan slike situasjoner vare flere døgn i trekk, og forurensningen kan akkumuleres i sjiktet nærmest bakken. Om sommeren var det også en del inversjoner (se figur 21), men disse forekom hovedsakelig om natta. På dagtid ble inversjonene raskt brutt ned av soloppvarmingen, og spredningen ble god.



Figur 20: Frekvens (%) av fire stabilitetsklasser for hver årstid på Nordre Moum basert på temperaturforskjellen mellom 36 m.o.b. og 10 m.o.b. (A = ustabilt, B = nøytralt, C = lett stabilt og D = stabilt).



Figur 21: Frekvens (%) av fire stabilitetsklasser for hver tredje time midlet for hver årstid på Nordre Moum basert på temperaturforskjellen mellom 36 m.o.b. og 10 m.o.b. (A = ustabilt, B = nøytralt, C = lett stabilt og D = stabilt).

Atmosfærens termiske stabilitet viste en karakteristisk årlig variasjon. I gjennomsnitt var ΔT som oftest positiv (inversjon) i vintermånedene og negativ om våren og sommeren.

I figur 22 er det vist månedsmiddelverdier av atmosfærens stabilitet (ΔT). I enkelte vintermåned er middelverdien av ΔT opptil $+0.4^{\circ}\text{C}$. I meget kalde perioder kunne inversjonene være meget sterke. Som timesmiddel ble det registrert en temperaturforskjell opptil 7°C mellom 36 m o.b. og 10 m o.b. Om våren, sommeren og tildels om høsten var ΔT i middel vanligvis negativ (gode spredningsforhold).

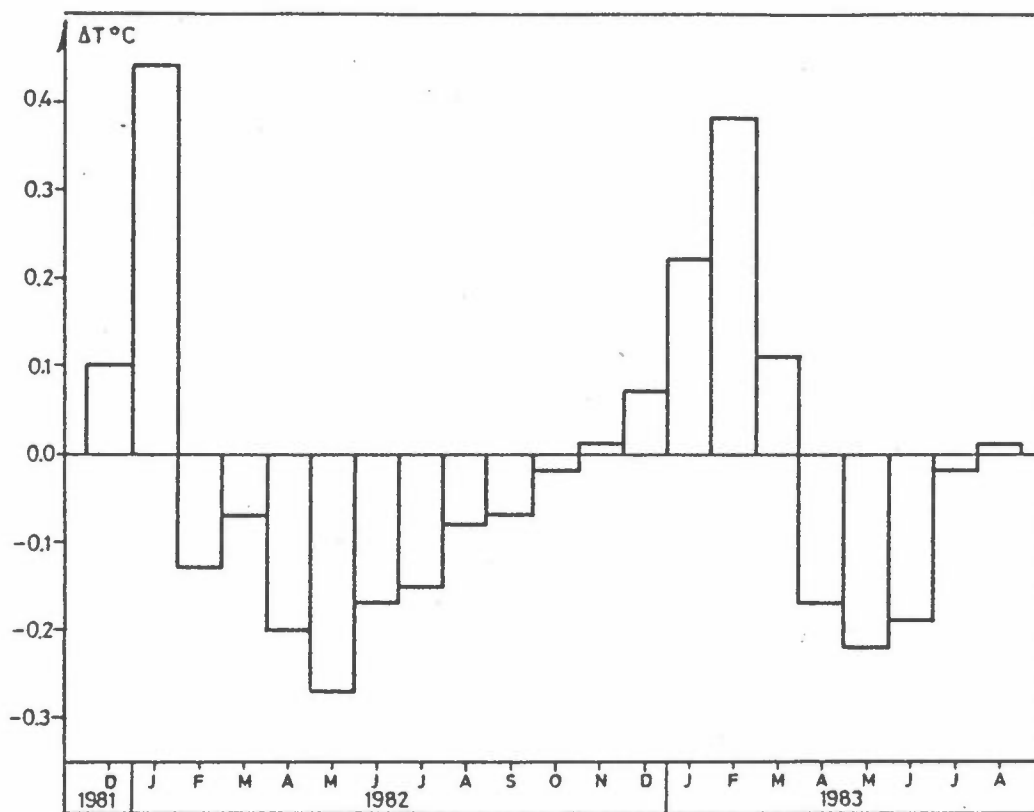
Midlere døgnvariasjon av atmosfærens termiske stabilitet i to utvalgte måneder er vist i figur 23. Om vinteren var ΔT positiv hele døgnet, selv om inversjonen nesten ble brutt ned midt på dagen.

I mai var det i middel en svak inversjon om natta, som ble brutt raskt ned når sola stod opp. Lufta var mest ustabil når sola stod høyest på himmelen. Etter solnedgang ble inversjonen bygget opp igjen.

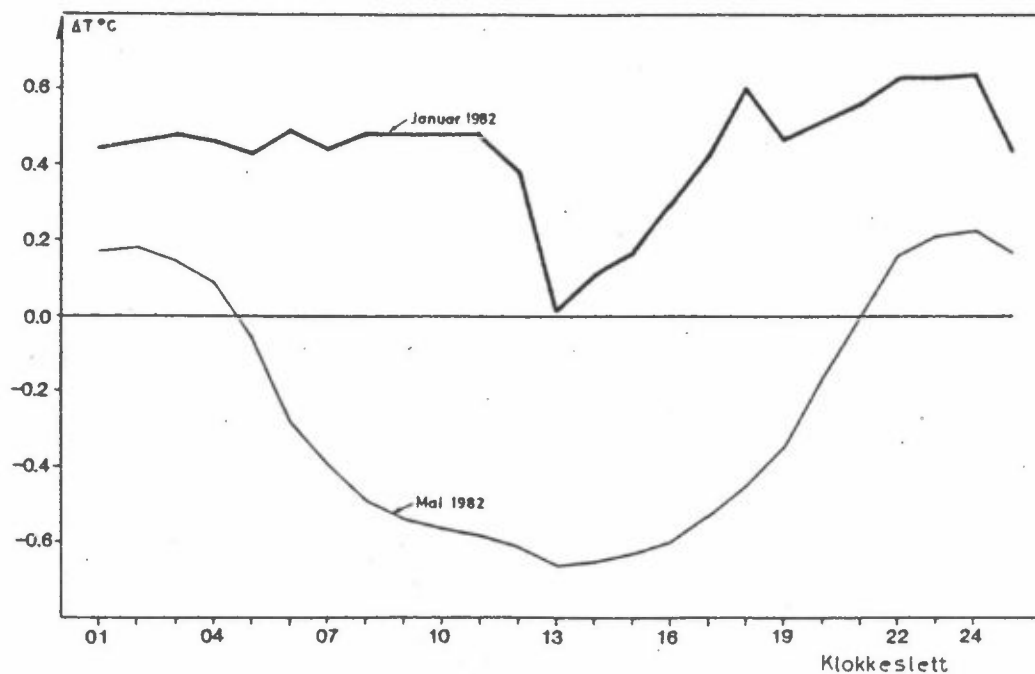
Stabil atmosfærisk sjiktning var mest framtrædende om vinteren og da ved nordøstlig vind, slik det framgår av figur 24. Når vinden blåste i den andre hovedretningen om vinteren, sør til sørvest, var det liten frekvens av stabilt.

Derimot var det en høy frekvens av ustabilitet om våren og sommeren ved vind fra sør og sørvest. Som om vinteren var det ofte stabilt om sommeren ved nordøstlig vind. Disse situasjonene forekom i hovedsak om natta.

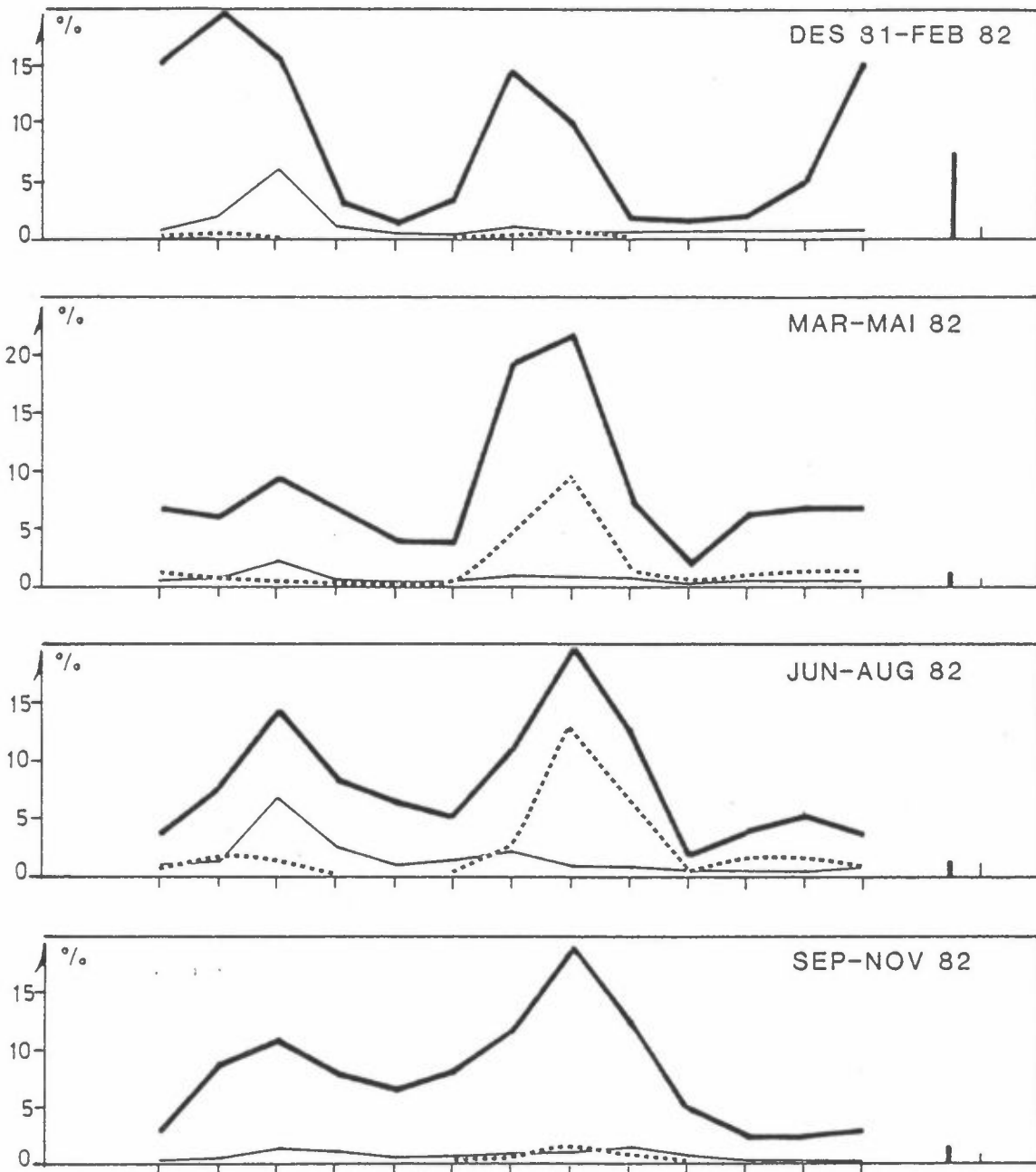
Spredningsmessig betyr disse forholdene at forurensende utslipp i Sarpsborg-området om vinteren ofte føres nedover langs Glomma, samtidig som spredningen er dårlig. Konsentrasjonen av eksempelvis svoveldioksid kan derfor bli høy i hele Sarpsborg/Fredrikstad-området. Om sommeren føres utslippene i stor grad oppover langs vassdraget, men samtidig er spredningsforholdene vanligvis langt bedre og utslippene lavere enn om vinteren.



Figur 22: Månedsmiddelverdier av atmosfærens termiske stabilitet (temperaturdifferansen mellom 36 og 10 m.o.b.) på Nordre Moum i perioden 1.12.1981 - 31.8.1983 ($^{\circ}\text{C}$).

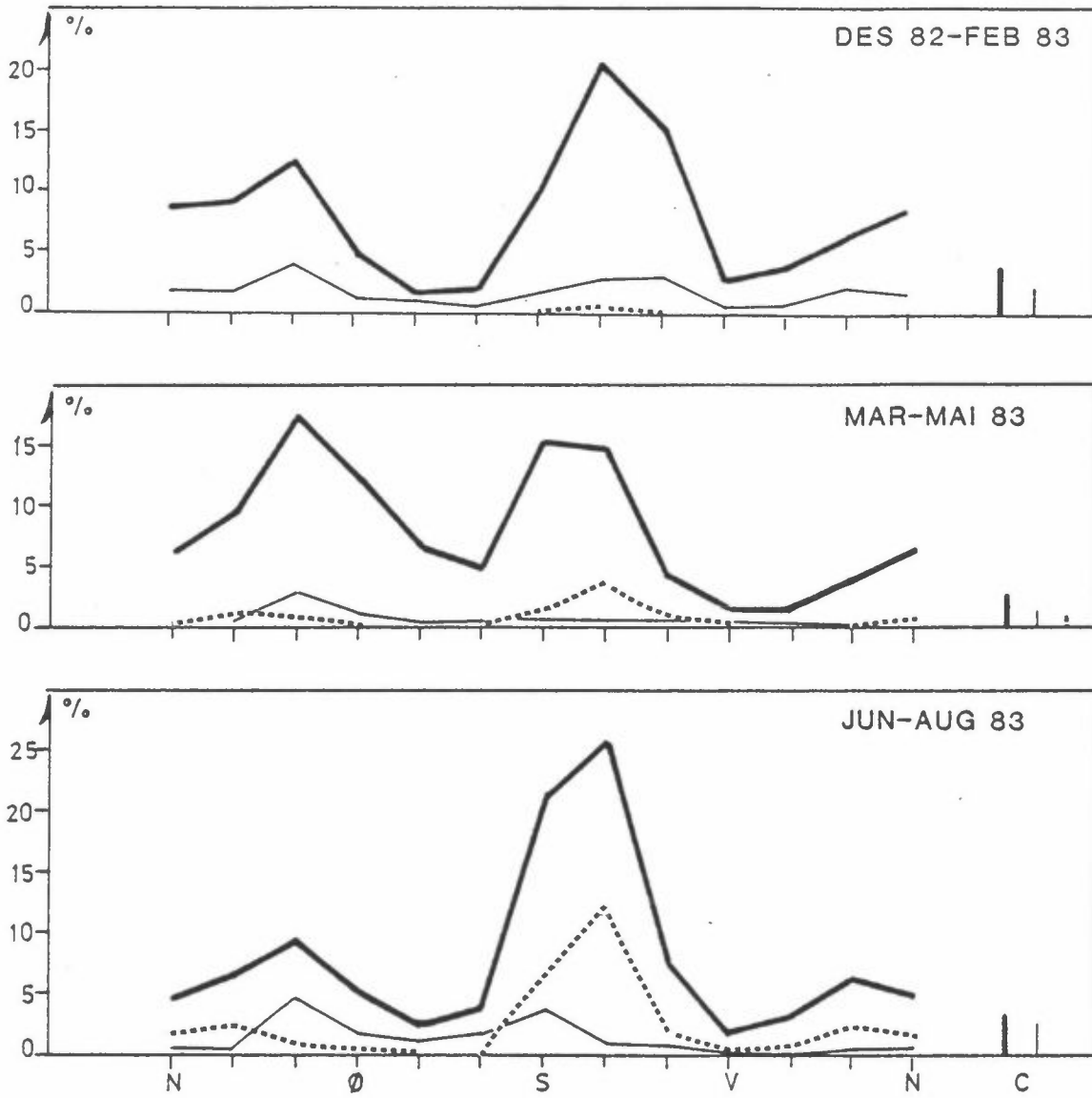


Figur 23: Midlere døgnvariasjon av atmosfærens termiske stabilitet (temperaturdifferansen mellom 36 og 10 m.o.b.) på Nordre Moum i utvalgte måneder ($^{\circ}\text{C}$).



Figur 24: Frekvens av vind (36 m.o.b.) og stabile og ustabile situasjoner som funksjon av vindretningen for hver årstid på Nordre Moum (%).

————— vindfrekvens
 ————— stabilt
 ustabilt

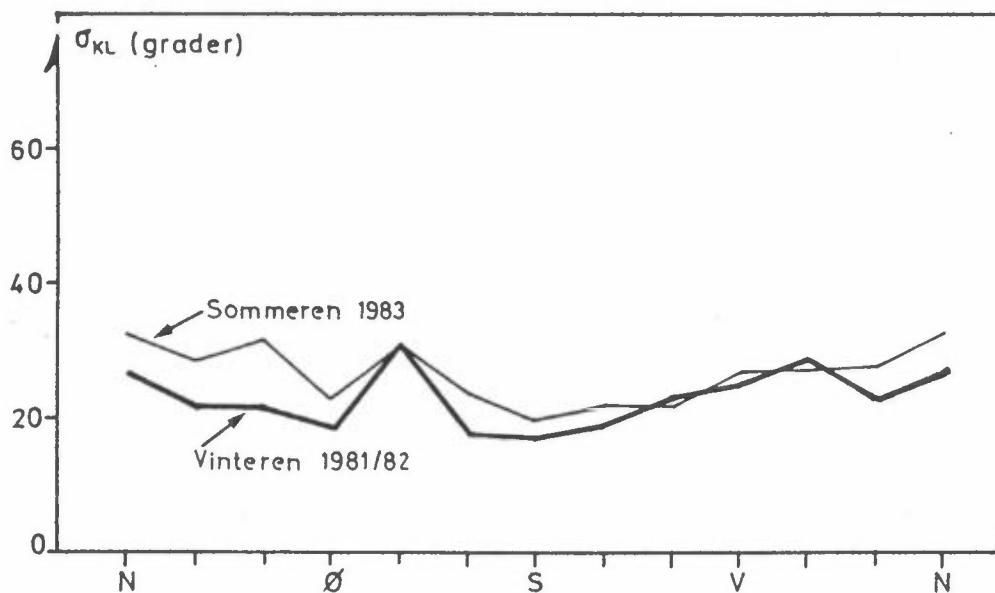


Figur 24 forts.

Standardavviket av den horisontale fluktuasjonen i vindretningen (horizontal turbulens) var oftest mellom 20 og 30 grader. For de fleste retninger var turbulensen større om sommeren enn om vinteren. Dette medfører bedre spredning av luftforurensninger om sommeren.

Standardavviket av den horisontale vindretningsfluktuasjonen (turbulens), σ_{KL} , observert 36 m o.b. på Nordre Moum er et mål for den horisontale spredningen av luftforurensninger. Figur 25 viser at turbulensen varierte lite med retningen og vanligvis var mellom 20 og 30 grader. Fluktuasjonene var vanligvis litt større om sommeren enn om vinteren. Dette betyr bedre spredning om sommeren enn om vinteren.

Av vel så stor betydning for spredningen av forurensninger er at den horisontale turbulensen til alle årstider viste økende verdier med avtakende vindstyrke og økende stabilitet. Lav vindstyrke og sterk stabilitet gir vanligvis høye forureningskonsentrasjoner. Relativt stor horisontal turbulens i disse situasjonene er med på å dempe utslagene noe. Virkningen er imidlertid marginal fordi den horisontale turbulensen generelt er lav i området, på grunn av åpent og flatt lende.



Figur 25: Horisontal turbulens (deg) (36 m.o.b.) på Nordre Moum som funksjon av vindretningen vinteren 1981/82 og sommeren 1983.

GRUNNLAGSMATERIALE 2 - MÅLERESULTATER, LUFTKVALITET

Luftkvalitetsmålingene viste at grenseverdiene for SO₂, sot, CO og NO₂ ble overskredet i Sarpsborg/Fredrikstad-området. Grenseverdiene for bly ble ikke overskredet. Vinteren 1981/82 var det overskridelser av nedre grenseverdi for SO₂ på samtlige stasjoner unntatt på bakgrunnstasjonen Hoff i Onsøy.

Tabellene 1-4 gir en oversikt over hvilke stasjoner som har hatt overskridelser av grenseverdier for henholdsvis SO₂, sot, CO og NO₂. Vinteren 1981/82 hadde 14 av 15 stasjoner med SO₂-målinger overskridelse av nedre grenseverdi for SO₂. Bare bakgrunnstasjonen Hoff i Onsøy lå under grenseverdien. Vinteren 1982/83 hadde 10 av 14 stasjoner overskridelse av nedre grenseverdi for SO₂. Om sommeren hadde færre stasjoner overskridelse av grenseverdiene. Det er redegjort nærmere for grenseverdiene i Grunnlagsmateriale 8.

For sot var det færre overskridelser av grenseverdiene enn for SO₂. Grenseverdiene ble overskredet på stasjoner som var påvirket av utslipp fra biltrafikken. Overskridelsene var hyppigst på gatestasjonen Brochs gt i Fredrikstad. Det ble ikke registrert overskridelser av grenseverdiene for sot om sommeren.

Begge grenseverdiene for CO ble overskredet på stasjonen i Brochs gt om vinteren. På City hotell ble grenseverdien for åtte timer overskredet. Det vesentligste av utslippet skyldes biltrafikken.

For NO₂ ble nedre grensesverdi overskredet på City hotell i Fredrikstad og Sarpsborghallen i Sarpsborg vinteren 1981/82.

For bly ble det ikke registrert overskridelser av grenseverdiene. For svevestøv, PAH, benzen og benzenderivater har en ikke grenseverdier å sammenligne med. For alle målte komponenter har en imidlertid senere i rapporten sammenlignet måleresultatene fra Fredrikstad sentrum med tilsvarende målinger i Oslo sentrum (se bakerst i dette grunnlagsmaterialet).

Tabell 1: Overskridelser av nedre og øvre grenseverdi for SO_2 .
Overskridelser er merket x. i betyr ingen målinger i perioden.

Periode	Okt. 1981- mars 1982		April 1982- sept. 1982		Okt. 1982- mars 1983		April 1983- sept. 1983	
	Nedre	Øvre	Nedre	Øvre	Nedre	Øvre	Nedre	Øvre
Kirkegt., Sarpsborg	x	x	i	i	x		i	i
Hafslundsøy, Tune	i	i			i	i	i	i
Greåker, Tune	x						i	i
Nordre Moum, Borge	i	i	i	i				
City hotell, Fredrikstad	x	x	i	i	x		i	i
Brochs gt, Fredrikstad	x	x						
Sarpsborghallen, Sarpsb.	x	x	i	i	i	i	i	i
Fellesbanken, Sarpsborg	x	x	i	i	x			
Phønix, Fredrikstad	x	x	i	i	i	i	i	i
Hoff, Onsøy			i	i			i	i
St.Olavs Vold, Sarpsborg	x	x	x	x	x	x	x	x
Alvim, Sarpsborg	x	x			x	x		
Adm.boligen, Borregaard, Sarpsborg	x	x	x		x		x	
Brannstasjonen, Sarpsborg	x		x		x	x		
Østli, Leca, Borge	x	x	x		x		x	
Nabbetorp, Fredrikstad	x	x			x	x	x	
Teglverksvn, Fredrikstad	x	x			i	i	i	i
Torp-Hafslund, Skjeberg	i	i	i	i	x		i	i

Tabell 2: Overskridelser av nedre og øvre grenseverdi for sot.
Overskridelser er merket x. i betyr ingen målinger i perioden.

Periode	Okt. 1981- mars 1982		April 1982- sept. 1982		Okt. 1982- mars 1983		April 1983- sept. 1983	
	Nedre	Øvre	Nedre	Øvre	Nedre	Øvre	Nedre	Øvre
City hotell, Fredrikstad	x		i	i			i	i
Brochs gt, Fredrikstad	x	x			x			
Sarpsborghallen, Sarpsborg	x	x	i	i	i	i	i	i
Fellesbanken, Sarpsborg			i	i			i	i
Phønix, Fredrikstad	x		i	i	i	i	i	i
Hoff, Onsøy			i	i			i	i
St.Olavs Vold, Sarpsborg								
Alvim, Sarpsborg								
Adm.boligen, Borregaard, Sarpsborg			i	i			i	i
Brannstasjonen, Sarpsborg			i	i			i	i
Østli, Leca, Borge			i	i			i	i
Nabbetorp, Fredrikstad	x		i	i			i	i
Teglverksvn, Fredrikstad	x	x	i	i	i	i	i	i

Tabell 3: Overskridelser av grenseverdier for CO. Overskridelser er merket x. i betyr ingen målinger i perioden.

Periode	Desember 1981- februar 1982		Desember 1982- februar 1983	
	1 time	8 timer	1 time	8 timer
City hotell, Fredrikstad		x		x
Brochs gt, Fredrikstad	x	x	i	i

Tabell 4: Overskridelser av nedre og øvre grenseverdi for NO₂. Overskridelser er merket x. i betyr ingen målinger i perioden.

Periode	November 1981- mars 1982		April 1982- juni 1982		Oktober 1982- mars 1983	
	Nedre	Øvre	Nedre	Øvre	Nedre	Øvre
Hafslundsøy, Tune	i	i			i	i
City hotell, Fredrikstad	x		i	i		
Sarpsborghallen, Sarpsborg	x		i	i	i	i
Fellesbanken, Sarpsborg			i	i		
Phønix, Fredrikstad			i	i	i	i
Hoff, Onsøy			i	i		

De fleste overskridelsene av grenseverdiene ble målt ved St.Olavs Vold i Sarpsborg (SO₂) og i Brochs gt i Fredrikstad (CO). Grenseverdiene for SO₂ ble overskredet relativt ofte på et flertall av målestedene.

Tabell 5 viser prosent av antall dager med overskridelser av nedre grenseverdi for døgnmiddel av SO₂, NO₂, sot og av grenseverdien for 8 timer for CO i periodene desember 1981-februar 1982 og desember 1982-februar 1983. Ved St.Olavs Vold i Sarpsborg ble grenseverdiene for SO₂ overskredet i gjennomsnitt hver tredje dag om vinteren. Et flertall av stasjonene hadde overskridelser oftere enn hver tiende dag. Færre overskridelser den andre vinteren skyldes mindre utslipp og bedre meteorologiske spredningsforhold.

Grenseverdiene for NO₂ ble bare overskredet noen få ganger ved et par av stasjonene vinteren 1981/82.

For sot forekom de fleste overskridelsene ved stasjoner som var påvirket av utslipp fra bilparken. Den siste vinteren ble overskridelser bare målt på gatestasjonen i Brochs gt.

Grenseverdien for CO for 8 timer ble overskredet vel så ofte i Brochs gt. som SO₂-grenseverdien på St.Olavs Vold. Også på City hotell, som lå i Fredrikstad sentrum, men som ikke var direkte eksponert for biltrafikk, ble grenseverdien for CO for 8 timer overskredet.

Grenseverdien for CO på timesbasis ble overskredet 15 ganger i Brochs gt. i månedene desember 1981 - februar 1982 (< 1% av tiden). På City hotell ble verken timesverdien for CO eller NO₂ overskredet. NO₂ ble ikke målt i Brochs gt.

Tabell 5: Prosent av antall dager med overskridelser av nedre grenseverdi for døgnmiddel for SO₂, NO₂ og sot og av grenseverdien for CO for 8 timer i periodene desember 1981-februar 1982 og desember 1982- februar 1983.

Stasjon	SO ₂		NO ₂		SOT		CO	
	Des-feb 1981/82	Des-feb 1982/83	Des-feb 1981/82	Des-feb 1982/83	Des-feb 1981/82	Des-feb 1982/83	Des-feb 1981/82	Des-feb 1982/83
Kirkegt, Sarpsborg	19	3						
Greåker, Tune	1							
City hotell, Fredrikstad	14	0	2	0	2	0	2	2
Brochs gt, Fredrikstad	11	0			16	3	38	
Sarpsborghallen, Sarpsb.	12		1		3			
Fellesbanken, Sarpsborg	12	3	0	0	0	0		
Phønix, Fredrikstad	13		0		3			
Hoff, Onsjø	0	0	0	0	0	0		
St.Olavs Vold, Sarpsborg	34	33			0	0		
Alvim, Sarpsborg	0	2			0	0		
Adm.boligen, Borregaard, Sarpsborg	6	1			0	0		
Brannstasjonen, Sarpsborg	1	1			0	0		
Østli, Leca, Borge	4	2			0	0		
Nabbetorp, Fredrikstad	13	6			0	0		
Teglverksvn, Fredrikstad	13				6			
Torp-Hafslund, Skjeberg		4						

Nedre grenseverdi for SO₂ (døgnmiddel) ble overskredet med en faktor på 8 på St.Olavs Vold. Gjennomående ble det målt høyere verdier i Sarpsborg enn i Fredrikstad. Grenseverdiene for CO ble overskredet mer enn for NO₂ og sot. Grenseverdiene for bly ble ikke overskredet.

I tabell 6 vises de høyeste målte døgnverdiene av SO₂, NO₂, sot og bly og de høyeste målte 8-timersverdiene av CO sett i forhold til de tilsvarende grenseverdiene. De største overskridelsene ble målt for SO₂ på St.Olavs Vold. Høyeste døgnverdi på denne stasjonen ble målt til 811 µg/m³, mens nedre grenseverdi er 100 µg/m³. Flere andre stasjoner i Sarpsborg har overskredet grenseverdien med mer enn en faktor på tre. I Fredrikstad var de høyeste døgnverdiene omlag dobbelt så høye som grenseverdien.

For NO₂ har det vært noen få overskridelser av nedre grenseverdi, men ingen av øvre grenseverdi. For sot ble nedre grenseverdi overskredet vel 50% på noen stasjoner, mens øvre grenseverdi ble knapt overskredet på tre stasjoner.

Alle blyverdiene var under den vest-tyske grenseverdien for 24 timer, men Brochs gt lå nær opp til grenseverdien. Derimot ble grenseverdien for CO for 8 timer overskredet med en faktor på 2-3 i Brochs gt. På City hotell var overskridelsen liten.

Tabell 6: Høyeste målte døgnverdier for SO₂, NO₂, sot og bly og høyeste målte 8-timers-verdier for CO₂ sett i forhold til tilsvarende grenseverdier. (For SO₂, NO₂ og sot er valgt nedre grenseverdi. Sammenligning med øvre grenseverdi fås ved å dividere tallene i tabellen med 1.5). Tallene er normalisert ved å dividere med grenseverdien.

Stasjon	SO ₂	NO ₂	Sot	Pb	CO
Kirkegt, Sarpsborg	1.52				
Hafslundsøy, Tune	0.51*	0.49*			
Greåker, Tune	1.04				
Nordre Moum, Borge	0.20*				
City hotell, Fredrikstad	2.03	1.13	1.31	0.56	1.27
Brochs gt, Fredrikstad	1.57		1.60	0.96	2.74
Sarpsborghallen, Sarpsborg	3.40	1.01	1.74	0.49	
Fellesbanken, Sarpsborg	2.48	0.90	0.95	0.15	
Phønix, Fredrikstad	2.10	0.83	1.31	0.36	
Hoff, Onsøy	0.50	0.60	0.36	0.05	
St.Olavs Vold, Sarpsborg	8.11		0.91	0.38	
Alvim, Sarpsborg	2.05		0.97	0.16	
Adm.boligen, Borreg., Sarpsborg	3.73		0.87	0.20	
Brannstasjonen, Sarpsborg	1.61		0.78	0.24	
Østli, Leca, Borge	1.66		0.96	0.16	
Nabbetorp, Fredrikstad	2.06		1.14	0.26	
Teglverksvn, Fredrikstad	1.88		1.61	0.34	
Torp-Hafslund, Skjeberg	1.23				

* bare sommermålinger.

Ved 13 av 18 stasjoner ble mengden luftforurensning klassifisert som "mye". "Middels" og "lite" luftforurensning var det ved henholdsvis to og tre stasjoner.

Ut fra grenseverdier for luftforurensning er det i Grunnlagsmateriale 8 utarbeidet en klassifisering i kategoriene "lite", "middels" og "mye" luftforurensning. I tabell 7 har en for hver årstid i måleperioden klassifisert måleverdiene i disse kategoriene. Av ialt 18 stasjoner har 13 fått én eller flere klassifiseringer i kategori "mye", mens to stasjoner har fått "middels" og tre stasjoner "lite". De tre stasjonene med "lite" luftforurensning var Hafslundsøy, Nordre Moum og Hoff. Ved Hafslundsøy og Nordre Moum er målinger bare utført vår og sommer. En kan ikke se bort fra at vintermålinger kunne gitt en høyere klassifisering. Hoff i Onsøy lå 6 km vest for Fredrikstad og for langt fra utslippene til at grenseverdiene kunne overskrides.

De to stasjonene med "middels" luftforurensning var Greåker og Torp-Hafslund, begge på vinterstid.

Ved de 13 stasjonene som har fått klassifisering "mye" luftforurensning har samtlige denne klassen for SO_2 , tre for sot og én for CO (Brochs gt). Dette viser at SO_2 -forurensningen var et problem i hele området. I en sterkt trafikkert gate som Brochs gt i Fredrikstad sentrum var det også "mye" luftforurensning (sot og CO).

Tabell 7 viser imidlertid også at i en mild vinter som i 1982/83 med gode spredningsforhold ble luftforurensningene vesentlig redusert på en rekke stasjoner. Da ble bare St.Olavs Vold og Alvim klassifisert i kategorien "mye" luftforurensning (industriutslipp av SO_2). Ved St.Olavs Vold var det "mye" luftforurensning til alle årstider (SO_2).

Tabell 7: Klassifisering av luftforurensning (virkningskategori helse) for hver årstid i perioden desember 1981-august 1983. (Tall i parentes betyr at målinger er foretatt i mindre enn halve perioden).

- 1 = "lite" luftforurensning
 2 = "middels" luftforurensning
 3 = "mye" luftforurensning

Stasjon	Komponent	Des 81- feb 82 vinter	Mar- mai 82 vår	Jun- aug 82 sommer	Sep- nov 82 høst	Des 82- feb 83 vinter	Mar- mai 83 vår	Jun- aug 83 sommer
Kirkegt.p.plass, Sarpsborg	SO ₂	3				2	(2)	
Hafslundsøy, Tune	SO ₂		1	(1)				
	NO ₂		1	(1)				
Greåker, Tune	SO ₂	2	1	1	1			
Nordre Moum, Borge	SO ₂						1	
City hotell, Fredrikstad	SO ₂	3	(1)		2	1	(1)	
	NO ₂	2	(1)		1	1	(1)	
	So _t	2	(1)		1	1	(1)	
	Bly	2						
	CO	2				2		
Brochs gt, Fredrikstad	SO ₂	3	1	1	1	1	1	1
	So _t	3	1	(1)	2	2	1	(1)
	Bly	2		(1)		2		(1)
	CO	3						
Sarpsborghallen, Sarpsborg	SO ₂	3	(2)					
	NO ₂	2	(1)					
	So _t	3	(1)					
	Bly	1						
Fellesbanken, Sarpsborg	SO ₂	3	(1)		2	2	1	
	NO ₂	1	(1)		1	1	(1)	
	So _t	1	(1)		1	1	(1)	
	Bly	1				1		
Phønix, Fredrikstad	SO ₂	3	(1)					
	NO ₂	1	(1)					
	So _t	2	(1)					
	Bly	1						
Hoff, Onsøy	SO ₂	(1)	(1)		1	1	(1)	
	NO ₂	(1)	(1)		1	1	(1)	
	So _t	(1)	(1)		1	1	(1)	
	Bly	(1)				1		
St.Olavs Vold, Sarpsborg	SO ₂	3	3	3	3	3	3	3
	So _t	1	1	(1)	1	1	1	(1)
	Bly	1		(1)				

Tabell 7 fortsetter

Stasjon	Komponent	Des 81- feb 82 vinter	Mar- mai 82 vår	Jun- aug 82 sommer	Sep- nov 82 høst	Des 82- feb 83 vinter	Mar- mai 83 vår	Jun- aug 83 sommer
Alvim, Sarpsborg	SO ₂	1	2	1	1	3	2	1
	So _t	1	1	(1)	1	1	1	(1)
	Bly	1		(1)				
Adm.boligen, Borregaard	SO ₂	3	1	2	2	2	1	1
	So _t	1	(1)		1	1	(1)	
	Bly	1						
Brannstasjonen, Sarpsborg	SO ₂	2	1	2	3	2	2	1
	So _t	1	(1)		1	1	(1)	
	Bly	1						
Østli, Leca, Borge	SO ₂	3	1	2	2	2	1	1
	So _t	1	(1)		1	1	(1)	
	Bly	1						
Nabbetorp, Fredrikstad	SO ₂	3	1	1	3	2	3	1
	So _t	2	(1)		1	1	(1)	
	Bly	1						
Teglverksvn, Fredrikstad	SO ₂	3	1	1				
	So _t	3	(1)					
	Bly	1						
Torp-Hafslund, Skjeberg	SO ₂					2		

Forurensningsnivået har gått ned på stasjoner som ikke er direkte påvirket av større SO₂-utslipp fra industrien. På St.Olavs Vold, som er industripåvirket, må en imidlertid nesten 10 år tilbake for å finne så høye SO₂-konsentrasjoner som under basisundersøkelsen.

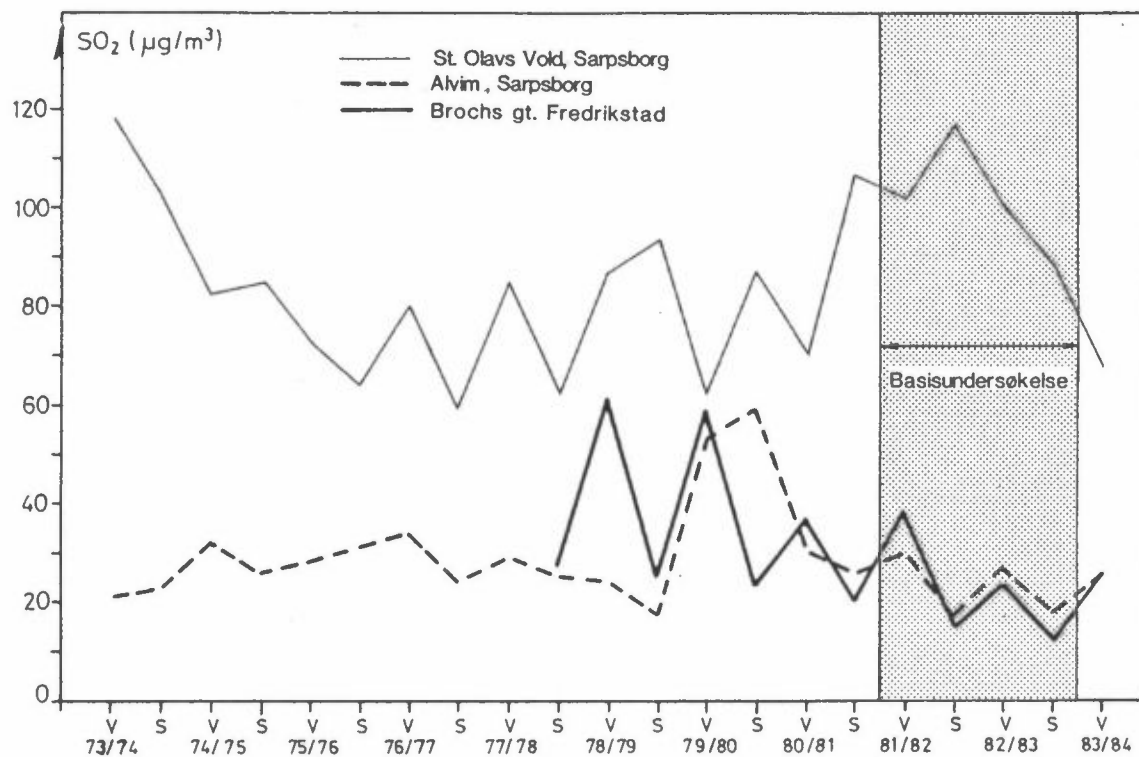
På stasjonene St.Olavs Vold, Alvim og Brochs gt, som inngår i det statlige rutinemessige luftovervåkingsprogrammet, har en måleresultater fra en del år tilbake. Et sammendrag av disse resultatene er gitt i figurene 26-28 for henholdsvis SO₂, sot og bly.

På stasjonen i Brochs gt, som er mest påvirket av fyringsutslipp (SO₂, sot) og biltrafikk (bly, sot) har målingene vist en synkende tendens de siste årene både for SO₂, sot og bly. Dette er i samsvar med den utviklingen en finner i de fleste større byer i landet. De relativt lave verdiene for sot, og særlig bly, vinteren 1981/82 i Brochs gt skyldes at stasjonen midlertidig måtte flyttes noe mer midt i kvartalet enn tidligere. Den har dermed kommet noe lengre fra et lyskryss og er blitt mindre utsatt for trafikkøer. Dette har medført et vesentlig redusert forurensningsnivå. Dette er et viktig moment også for vurdering av de målte konsentrasjonene av CO, nitrogenoksider, PAH, benzen og benzenderivater. Etter vinteren 1981/82 er stasjonen flyttet tilbake til sin opprinnelige plass, og det har medført høyere konsentrasjoner igjen.

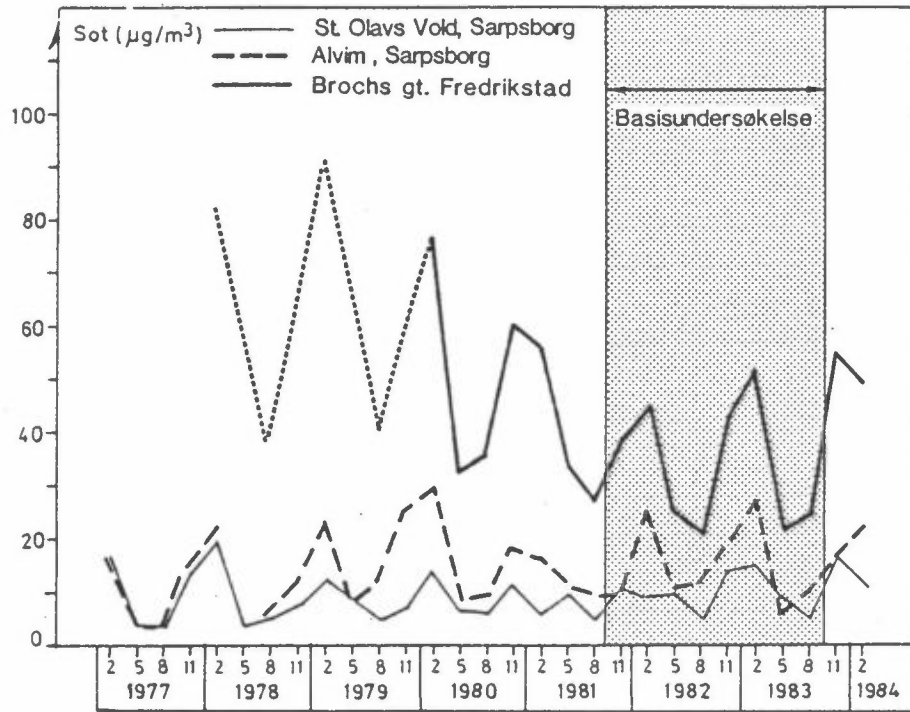
Blymålingene ved St.Olavs Vold og Alvim, som gav meget lave verdier, antyder også nedgang i nivået de senere år. Et jevnt og lavt sotnivå på disse stasjonene viser at de er lite påvirket av biltrafikk. På gatestasjonen Brochs gt avtok sot- og blynivået på grunn av reduserte utslipp fra biltrafikken.

På St.Olavs Vold må en tilbake til 1973/74 for å finne så høye SO₂-konsentrasjoner som under basisundersøkelsen. At SO₂-utslippene fra den nesten 150 m høye fyrhuspipa er vesentlig redusert har hatt liten betydning for luftkvaliteten på St.Olavs Vold. Hovedkildene til de høye verdiene er utslipp som skjer i lav høyde på Borregaards område.

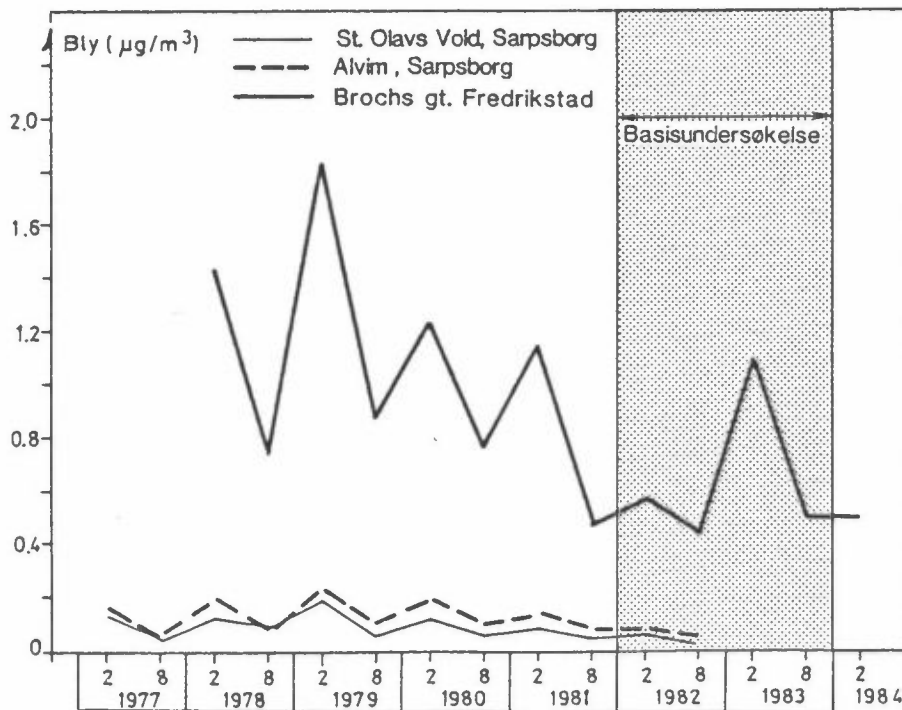
SO₂-nivået i Brochs gt vinteren 1981/82 er ikke påvirket av flyttingen av stasjonen. Dette skyldes at biltrafikk bare i liten grad er en kilde til SO₂.



Figur 26: Halvårsmiddeler av SO₂ i perioden 1973-1984 (µg/m³). V = vinterhalvår (oktober-mars), S = sommerhalvår (april-september).



Figur 27: Månedsmiddelverdier av sot (februar, mai, august, november) i perioden februar 1977-februar 1984 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). (Brochs gt bare februar og august i 1978/79).



Figur 28: Månedsmiddelverdier av bly (februar og august) i perioden februar 1977-februar 1984 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). (Ingen målinger på St.Olavs Vold og Alvim etter august 1982).

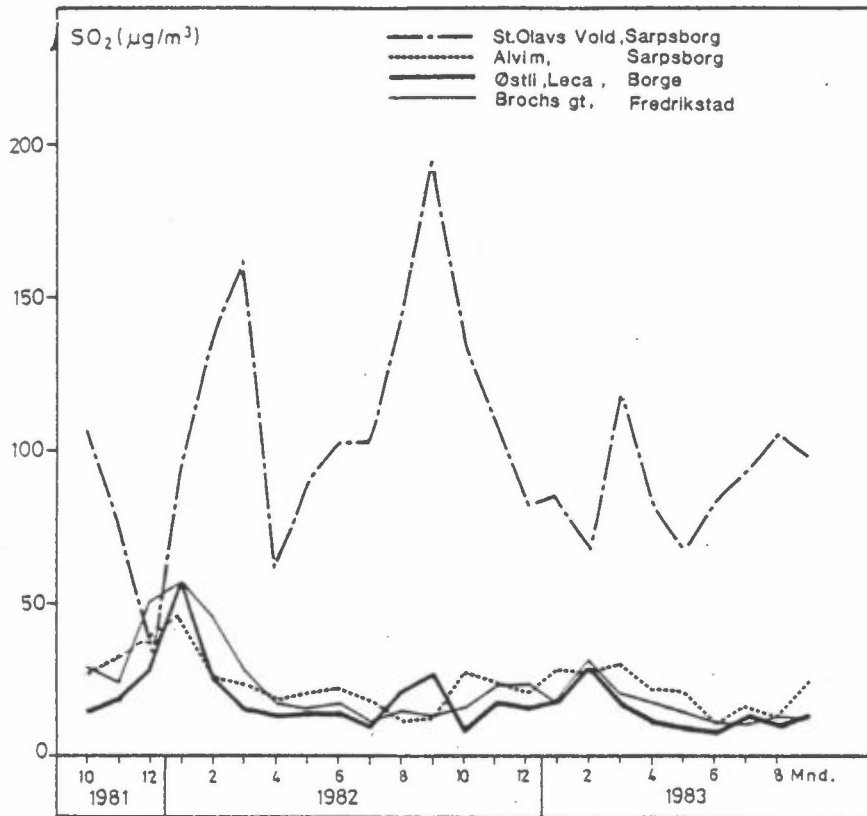
De klart høyeste SO₂-verdiene ble målt på St.Olavs Vold i Sarpsborg. I Sarpsborg sentrum er gjennomsnittsverdiene litt høyere enn i Fredrikstad. Målingene i Brochs gt viste at biltrafikken er en liten kilde til SO₂.

Figur 29 og 30 viser hvordan månedsmiddelverdiene av SO₂ varierte på et utvalg av stasjonene. Ved St.Olavs Vold var det høye verdier og en usystematisk variasjon i SO₂-nivået fra måned til måned. Dette er typisk for en stasjon som er særlig påvirket av industriutslipp. En hovedgrunn til denne store variasjonen er at frekvensen av vind fra utslippet mot målestedet varierte mye. De fleste andre stasjonene viste et forløp som er mer typisk for stasjoner som er påvirket av en rekke små fyringsutslipp om vinteren. Konsentrasjonene gikk raskt ned når fyringssesongen var slutt.

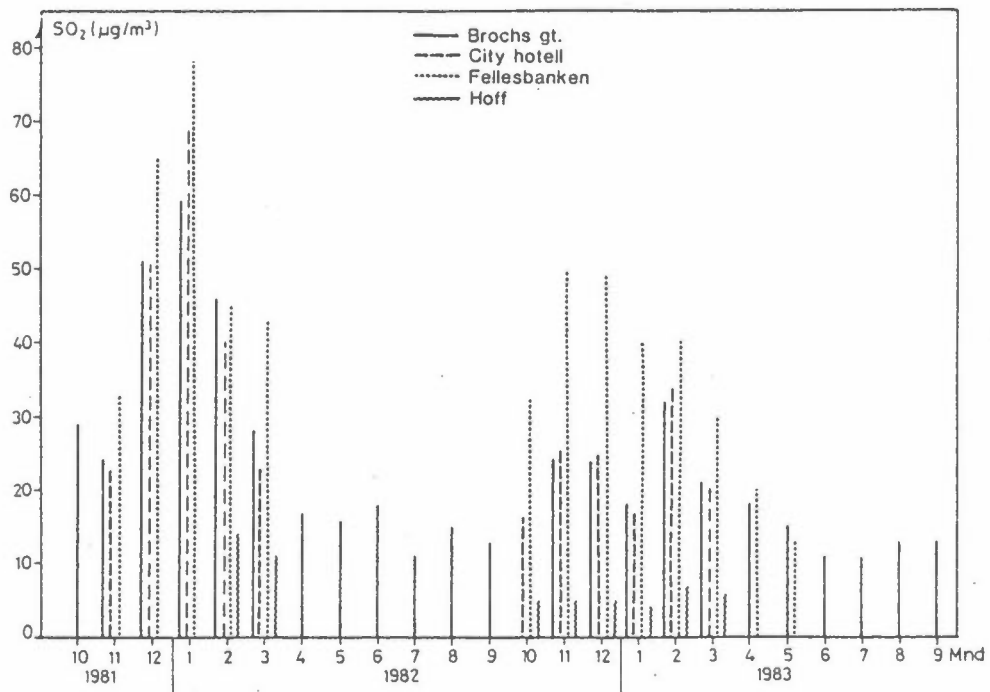
I Fredrikstad var stasjonen i Brochs gt spesielt utsatt for mye biltrafikk. City hotell lå bare noen hundre meter unna midt i sentrum, men var plassert på et 10 m høyt tak og var ikke direkte påvirket av biltrafikk. Figur 30 viser liten forskjell i SO₂-konsentrasjoner mellom disse stasjonene. Dette viser at SO₂-utslippene fra biltrafikken gav lite bidrag til de målte luftkonsentrasjonene.

Figur 29, 30 og 31 viser at SO₂-nivået var høyere i Sarpsborg enn i Fredrikstad. I området mellom byene var nivået lavere enn i sentrumsområdene. Alle stasjoner unntatt St.Olavs Vold viste lavere verdier om sommeren enn om vinteren. Vinteren 1982/83 var SO₂-nivået gjennomgående lavere enn vinteren 1981/82, særlig i Fredrikstad-området. Dette skyldes det milde været, som medførte redusert fyringsbehov, samtidig som spredningsforholdene i atmosfæren var bedre.

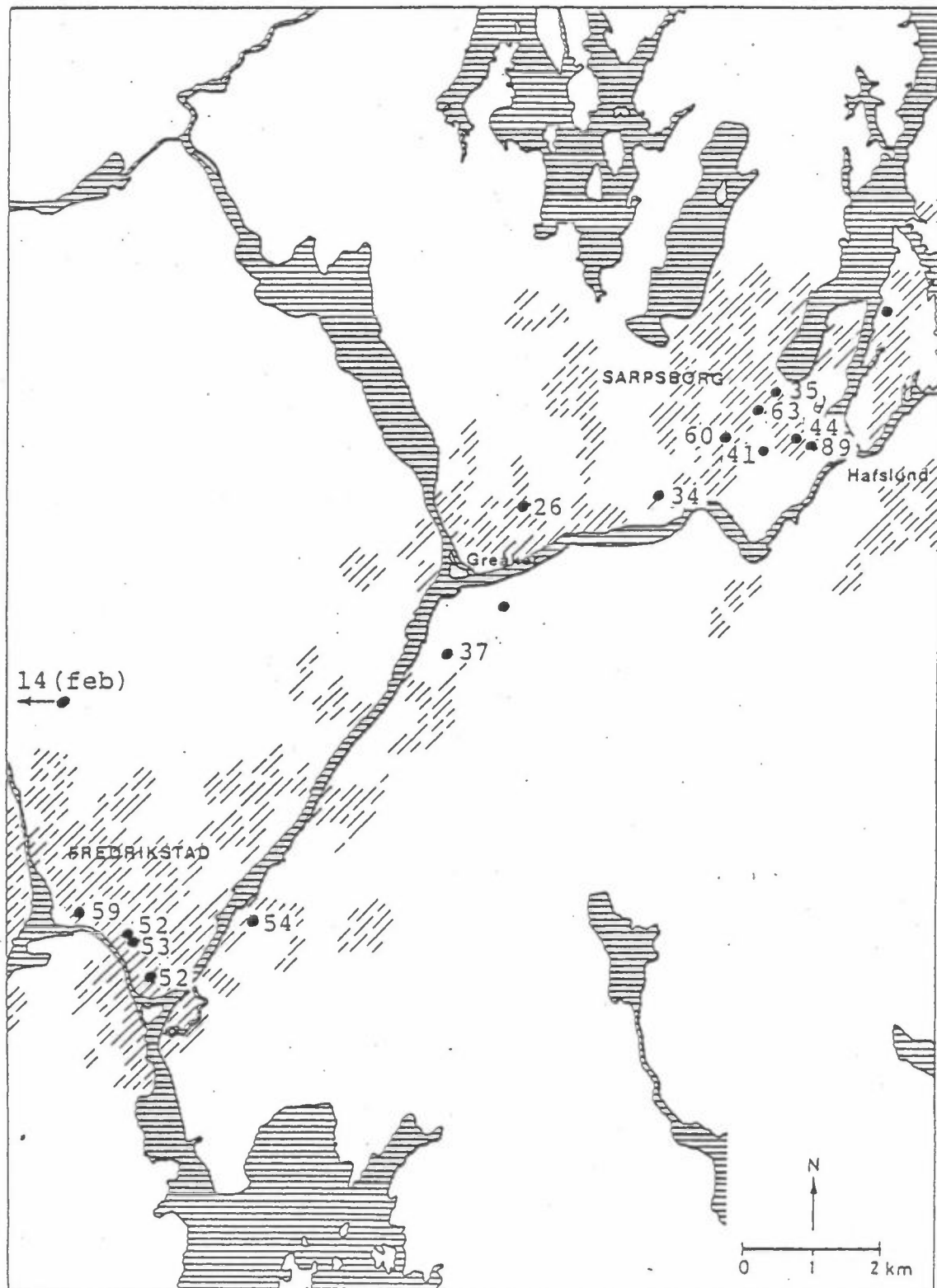
Figur 32 viser en kumulativ frekvensfordeling av døgnmiddelverdier av SO₂ ved noen utvalgte stasjoner vinteren 1981/82. Det var liten eller ingen forskjell i frekvensfordelingene ved City hotell og Brochs gt i Fredrikstad sentrum og Fellesbanken i Sarpsborg sentrum, selv om SO₂-verdiene i Sarpsborg var litt høyere. Frekvensfordelingen av døgnverdiene ved disse



Figur 29: Månedsmiddeler av SO_2 ved utvalgte stasjoner i perioden 1.10.1981 - 30.9.1983 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

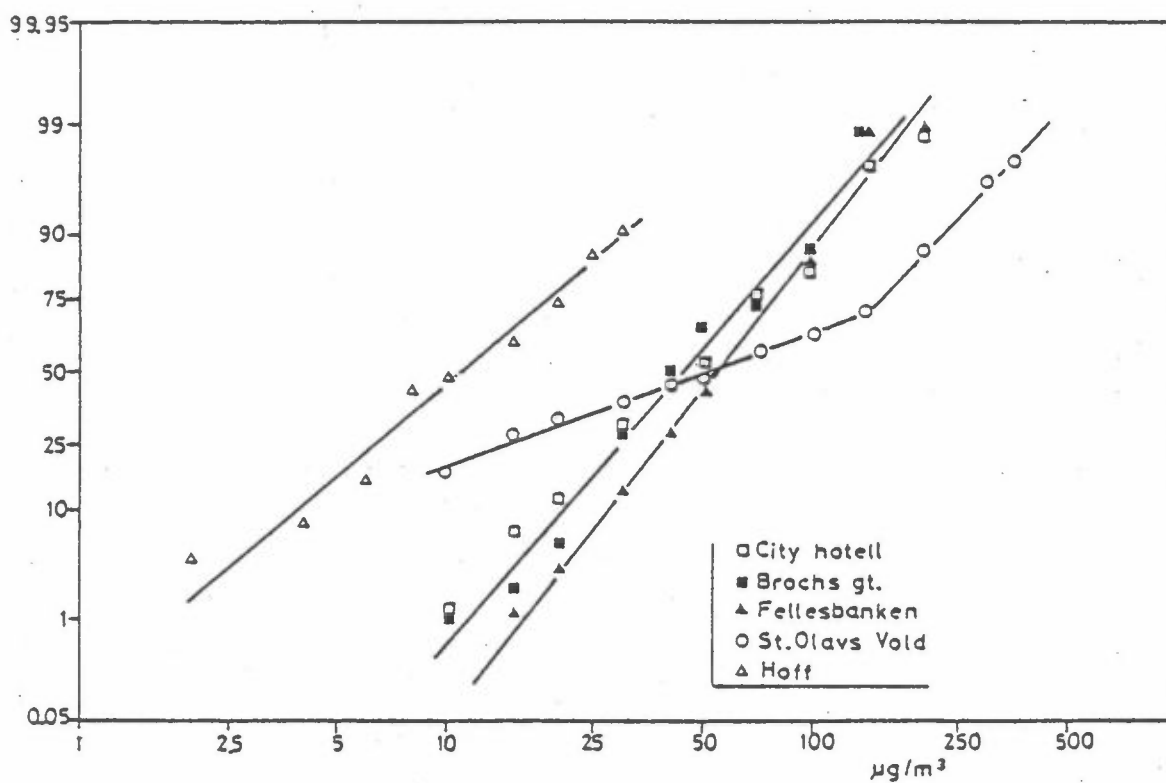


Figur 30: Månedsmiddeler av SO_2 ved utvalgte stasjoner i perioden 1.10.1981-30.9.1983 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Figur 31: Gjennomsnittsverdier av SO_2 for perioden desember 1981-februar 1982 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

stasjonene var logaritmisk normalfordelt. St.Olavs Vold i Sarpsborg var tydelig påvirket av et eller flere større enkeltutslipp og viste avvik. Ved denne stasjonen ble det målt flere både høye og lave verdier enn på de andre stasjonene. Dette har sammenheng med hvordan stasjonen var eksponert i forhold til hovedkilden(e). De andre stasjonene var mer påvirket av en rekke mindre fyringsutslipp. Den regionale stasjonen hadde noenlunde samme frekvensfordeling som i bysentrene, men SO_2 -nivået var vesentlig lavere.



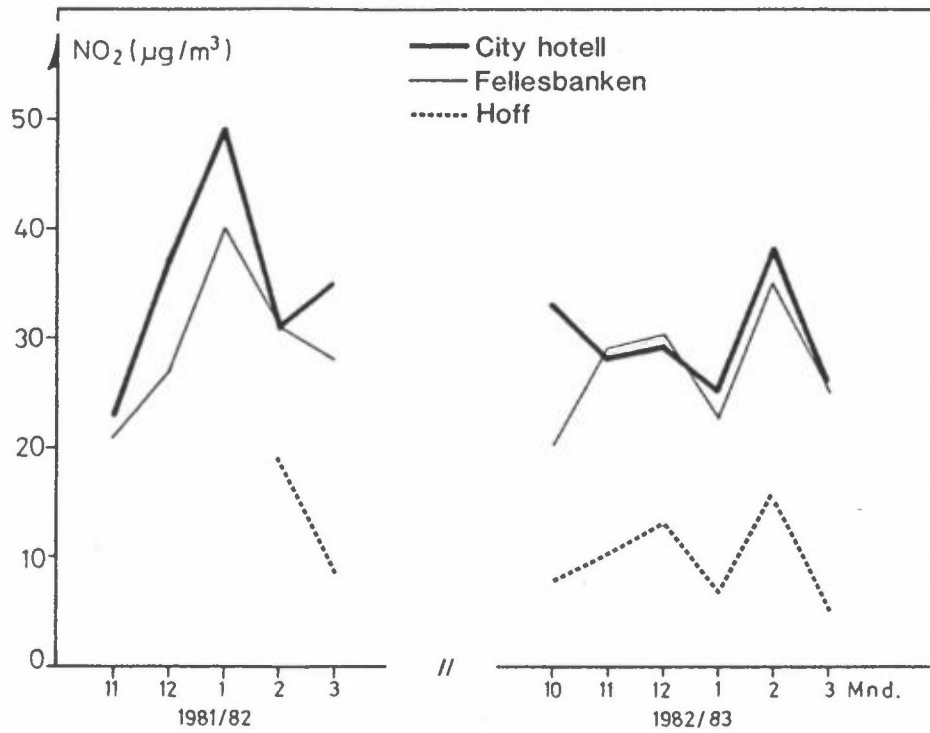
Figur 32: Frekvensfordeling av døgnmiddelverdier av SO_2 i perioden desember 1981-februar 1982 (Hoff bare februar 1982).

Målingene av nitrogendioksid (NO₂) viste liten forskjell mellom Sarpsborg og Fredrikstad sentrum. Nivået på den regionale stasjonen var lavere enn i byene, men forskjellen var mindre enn for SO₂.

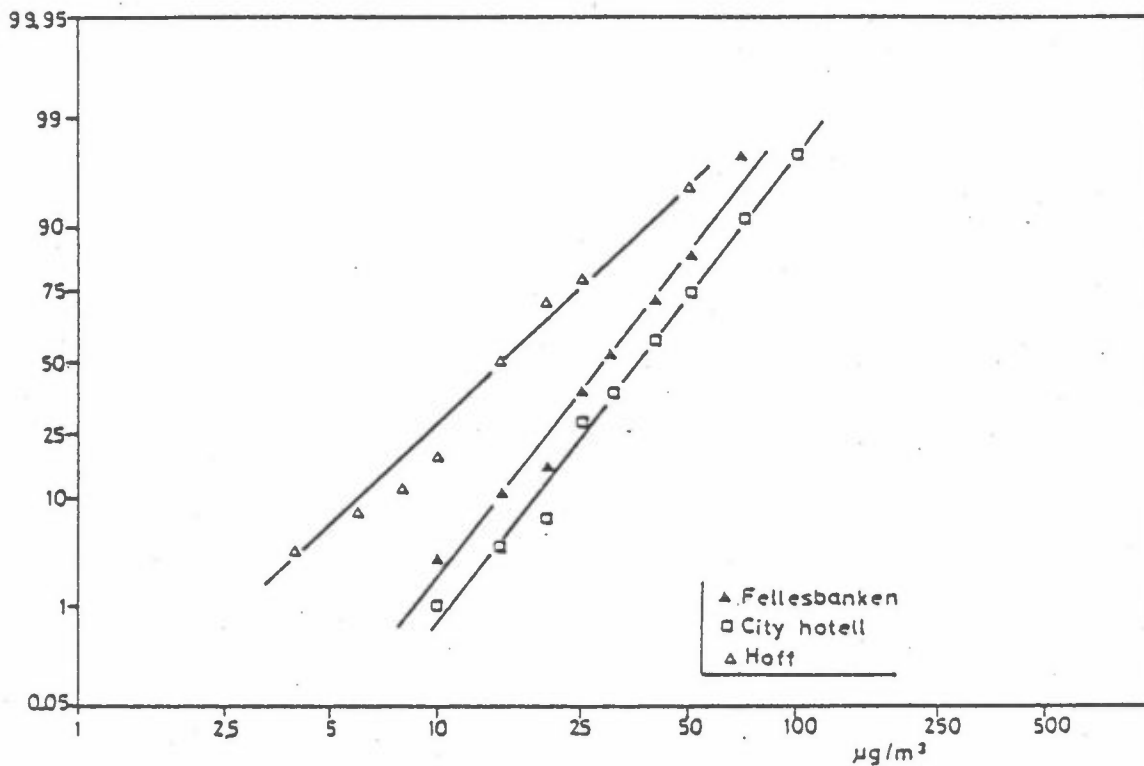
I figur 33 er det vist månedsmiddelverdier av NO₂ på noen utvalgte stasjoner. Det var liten forskjell i konsentrasjonene i Fredrikstad og Sarpsborg sentrum. Verdiene i Fredrikstad var vanligvis litt høyere, antagelig på grunn av større biltrafikk. NO₂-verdiene har gått noe ned fra vinteren 1981/82 til vinteren 1982/83, men likevel mindre markert enn for SO₂. Dette antyder også at biltrafikken gav vesentlige bidrag til NO₂-konsentrasjonene i området.

Figur 34 viser at frekvensfordelingen av døgnmiddelverdier fulgte samme mønster i Sarpsborg og Fredrikstad. Nivået på den regionale stasjonen Hoff var lavere enn i byene, men forskjellen var mindre enn for SO₂.

På City hotell ble det i tillegg til døgnprøvetakeren for NO₂ også benyttet en kontinuerlig registrerende prøvetaker for nitrogenoksid (NO) og sum av nitrogenoksider (NO_x). Ut fra disse verdiene ble det beregnet nitrogendioksid (NO₂). NO₂-døgnverdier beregnet fra timesverdier av NO- og NO_x-målingene viste tilfredsstillende overensstemmelse med målte døgnverdier ved lave og midlere NO₂-nivåer. Ved høyt NO₂-nivå viste døgnprøvetakeren de høyeste verdiene.



Figur 33: Månedsmiddelverdier av NO₂ ved utvalgte stasjoner vintrene 1981/82 og 1982/83 (µg/m³).

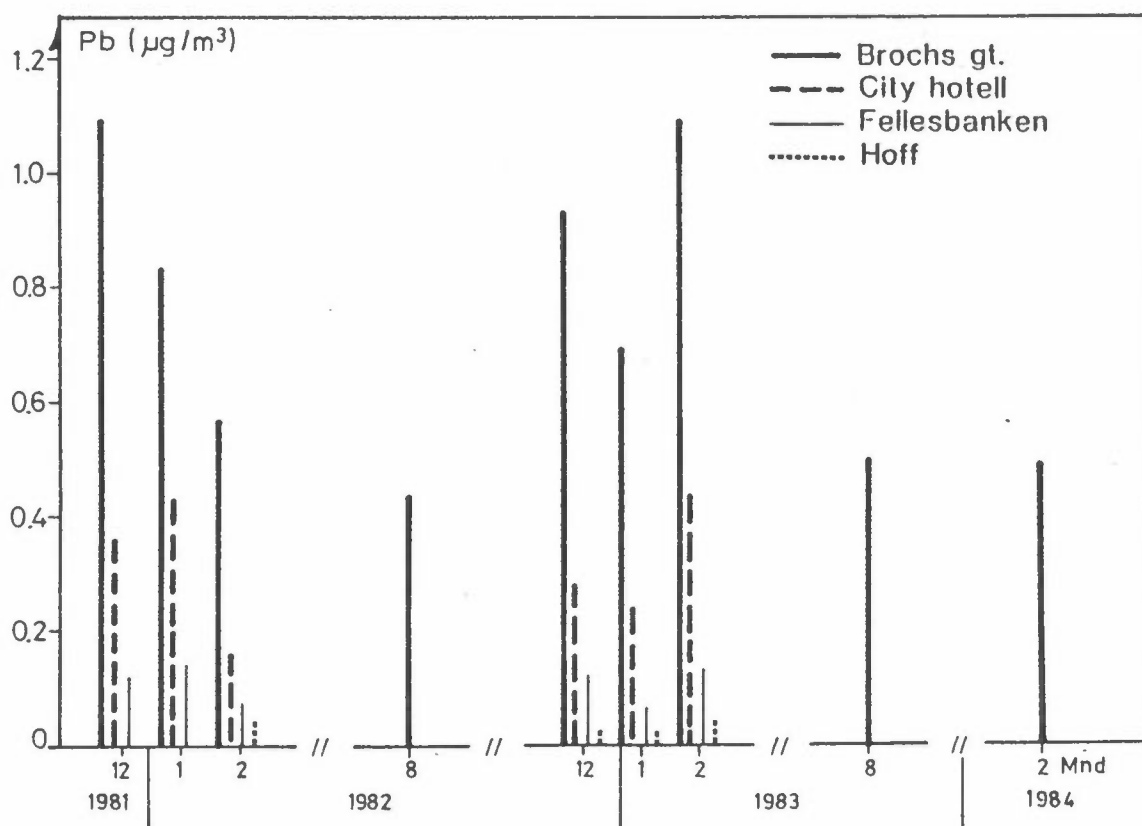


Figur 34: Frekvensfordeling av døgnmiddelverdier av NO₂ i perioden desember 1981-februar 1982 (Hoff bare februar 1982).

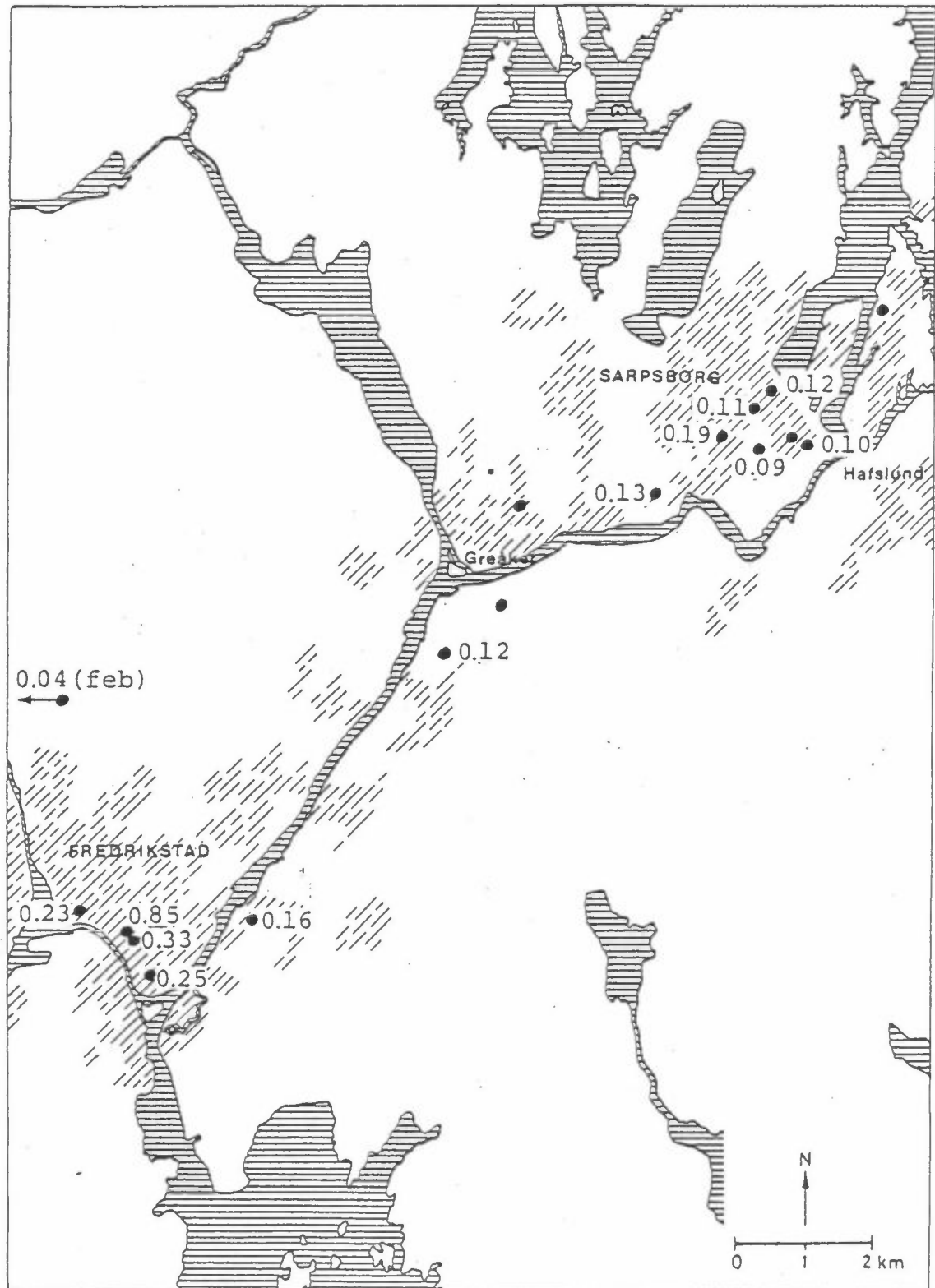
Biltrafikken er den dominerende kilden til bly i Sarpsborg/Fredrikstad-området. Blykonsentrasjonen var generelt høyere i Fredrikstad enn i Sarpsborg. Utenfor de tettbygde strøkene var blynivået meget lavt. Ingen av stasjonene har hatt verdier over grenseverdiene.

Biltrafikken er den alt vesentlige kilden til blyutslipp. Dette vises tydelig i målingene slik det framgår av figur 35 og 36. Brochs gt hadde en middelværdi rundt tre ganger høyere enn City hotell, som bare lå noen hundre meter unna, men som ikke var direkte eksponert for blyutslipp. Sommerverdiene var betydelig lavere enn om vinteren, hovedsakelig på grunn av bedre meteorologiske spredningsforhold. Alle målte verdier var under de grenseverdier som benyttes i USA og Vest-Tyskland.

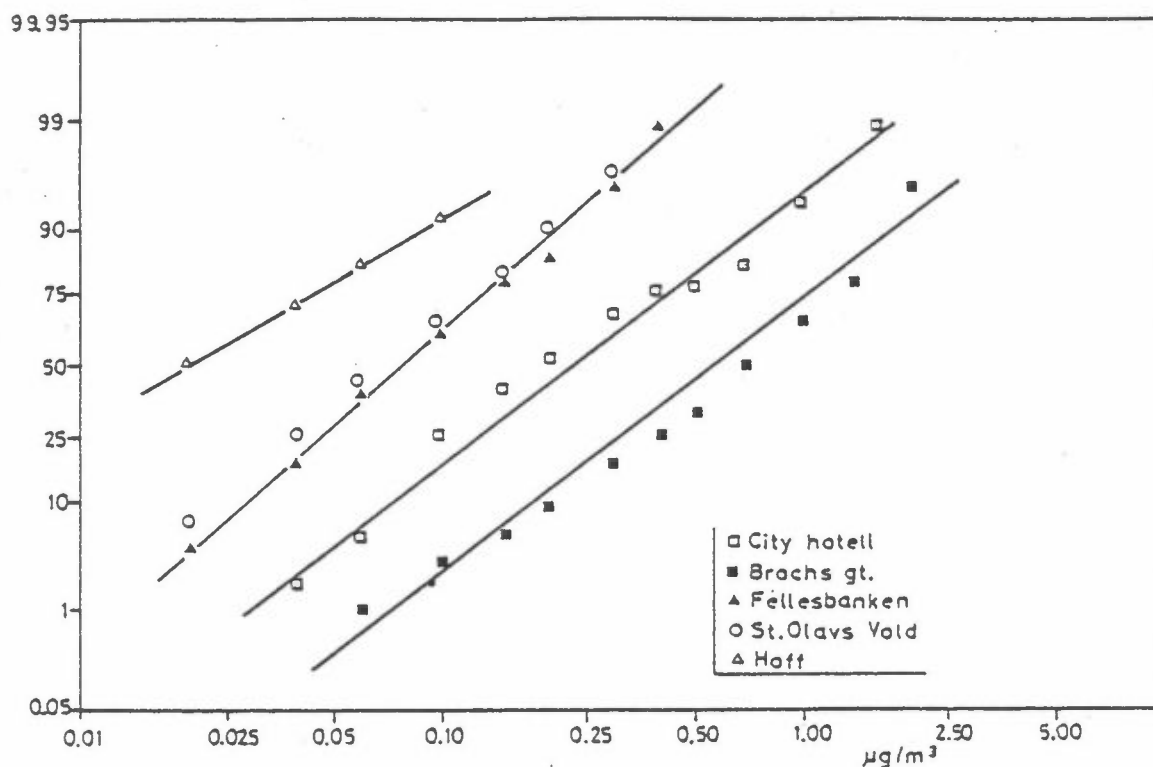
Som tidligere nevnt ble stasjonen i Brochs gt litt flyttet vinteren 1981/82. Dette medførte noe reduserte konsentrasjoner denne vinteren.



Figur 35: Månedsmiddelværdier av bly (Pb) ved utvalgte stasjoner (µg/m³).



Figur 36: Middelerdier av bly for perioden desember 1981-februar 1982 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Figur 37: Frekvensfordeling av døgnmiddelverdier av bly i perioden desember 1981-februar 1982 (Hoff bare februar 1982).

Etter basisundersøkelsens slutt er blyinnholdet i høyoktan bensin vesentlig redusert. Målinger i februar 1984 viste at blykonsentrasjonen i lufta har gått tilsvarende ned.

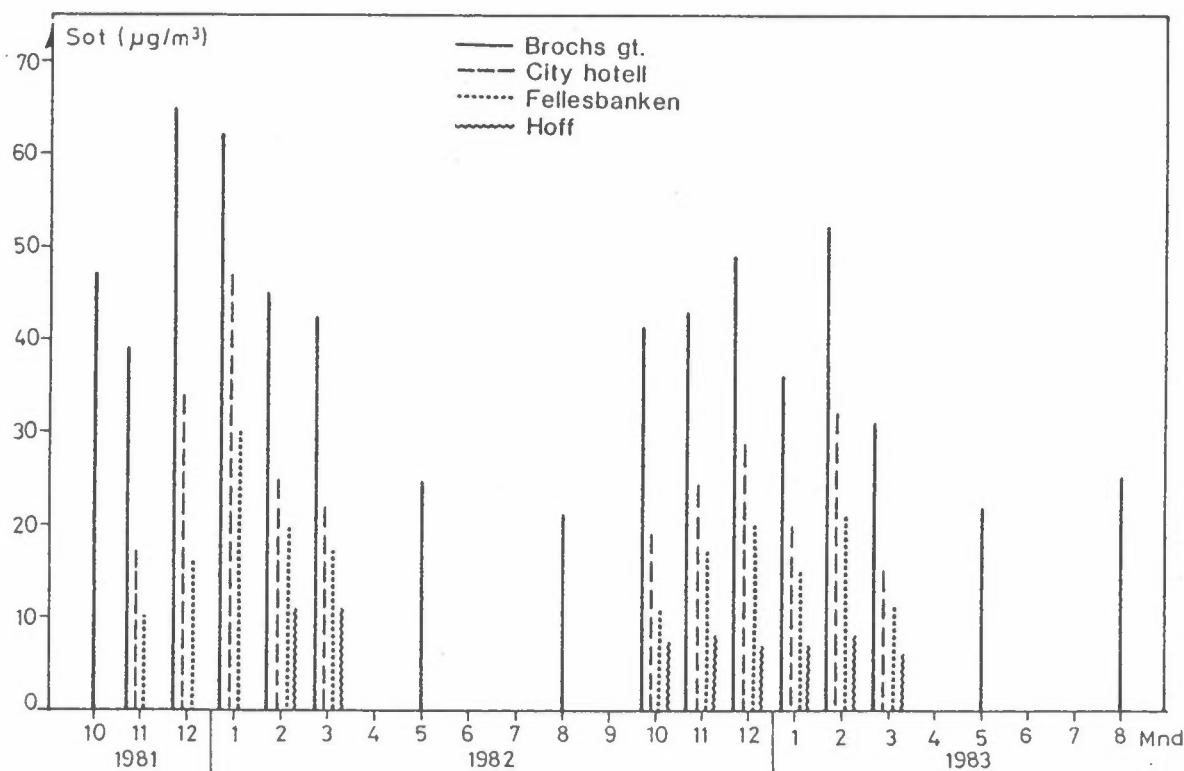
Figur 36 viser at blynivået i Fredrikstad var høyere enn i Sarpsborg. Forskjellen var imidlertid noe mindre enn figuren gir inntrykk av, fordi stasjonene i Fredrikstad sentrum var mer eksponert for biltrafikk. Utenfor selve sentrumsområdene var blynivået litt høyere i Fredrikstad enn i Sarpsborg.

Figur 37 viser at frekvensfordelingen av døgnmiddelverdier av bly var logaritmisk normalfordelt, på samme måte som for de fleste andre luftforurensende stoffer. Figuren viser også omtrent samme fordeling på stasjonene, men det absolute nivået varierte mye. Særlig lave verdier ble målt på den regionale stasjonen hvor biltrafikken var minimal.

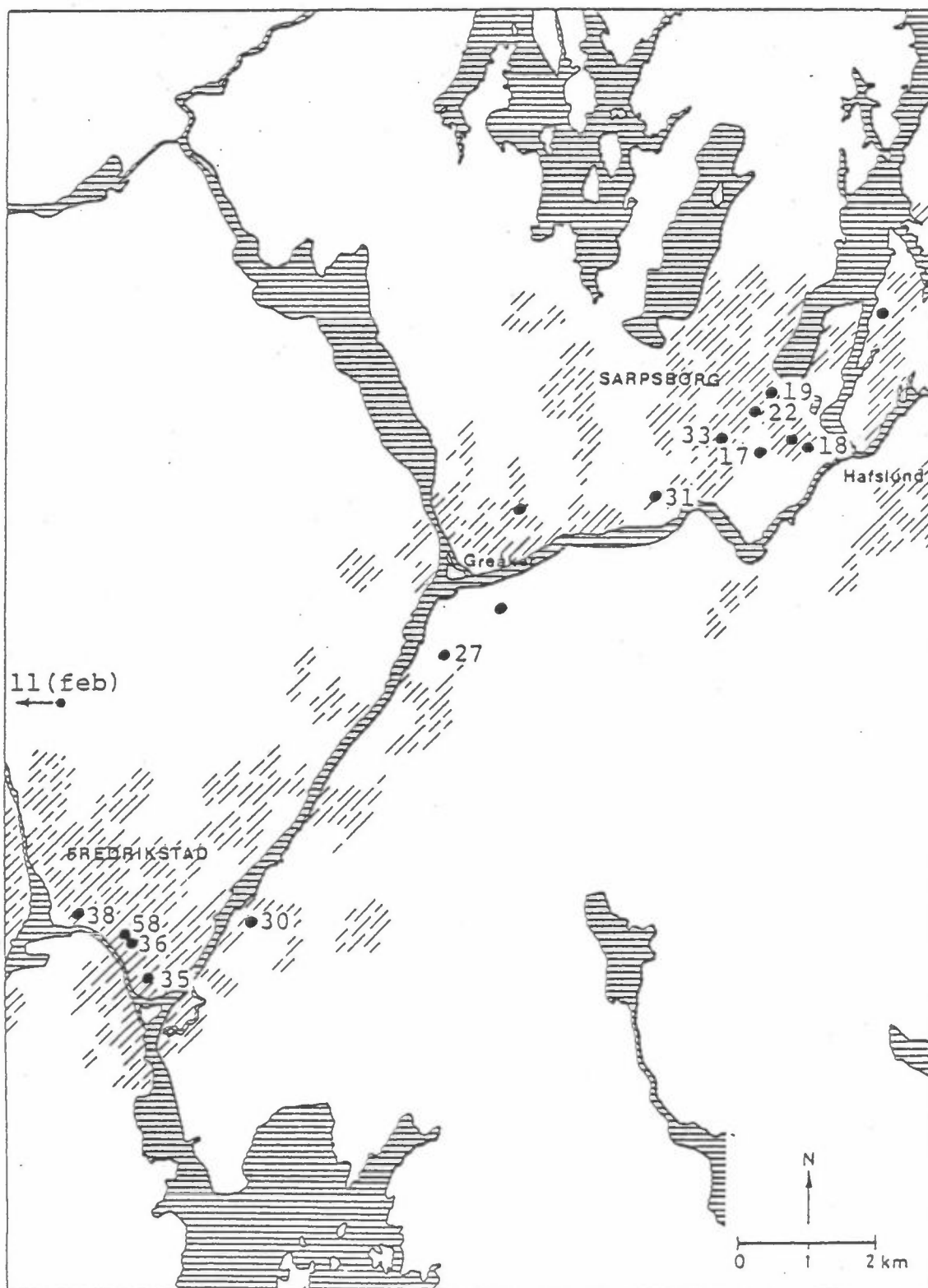
Hovedkilden til sot er forbrenning av oljeprodukter og utslipp fra trafikken (vesentlig dieselbiler). De høyeste sotverdiene ble derfor målt på gatestasjonen. Som for bly var sotnivået høyere i Fredrikstad enn i Sarpsborg.

Sotmengden bestemmes ved å måle lysrefleksjonen fra et eksponert filter i forhold til et rent filter. Sot er et indirekte mål for mengden av svarte støvpartikler med diameter under 5-10 μm . Som kalibrering er benyttet den støvsammensetningen en vanligvis finner i større byer.

Hovedkilder til sot er forbrenning av oljeprodukter og utslipp fra trafikken (vesentlig dieselbiler). Det er derfor naturlig at de høyeste verdiene ble målt på gatestasjonen. Dette forholdet framgår tydelig av figurene 38 og 39. Disse viser som for bly at sotnivået var høyere i Fredrikstad enn i Sarpsborg.



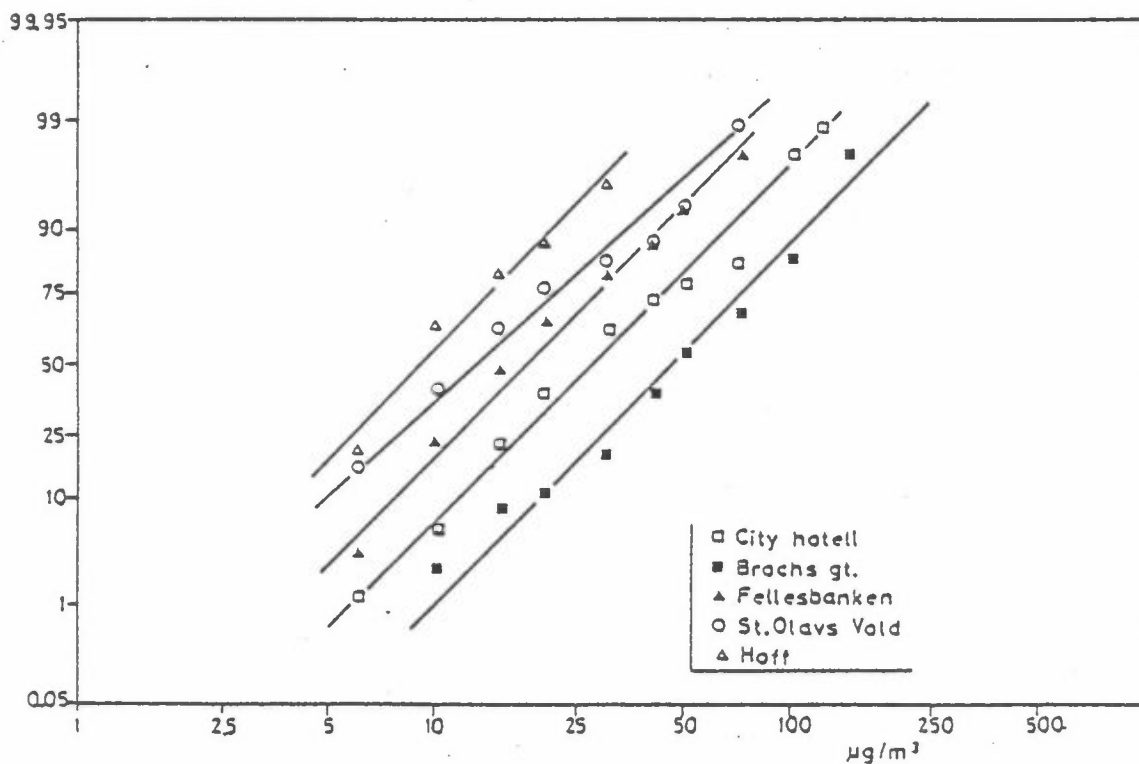
Figur 38: Månedsmiddelverdier av sot ved utvalgte stasjoner i perioden 1.10.1981-31.8.1983 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Figur 39: Middelerdier av sgt for perioden desember 1981-februar 1982 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Målingene viste lavere verdier vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82 på grunn av mindre fyringsutslipp og bedre spredningsforhold. Nedgangen var omtrent som for NO_2 , men mindre enn for SO_2 , på grunn av biltrafikkens innflytelse. Målingene viste som for andre stoffer lavere konsentrasjoner om sommeren enn om vinteren og de laveste verdiene på den regionale bakgrunnstasjonen.

Figur 40 viser frekvensfordelingen av døgnmiddelverdier av sot på noen stasjoner vinteren 1981/82. På St.Olavs Vold i Sarpsborg var bidraget fra oljeforbrenning sannsynligvis relativt større enn på sentrumstasjonene, men det absolutte nivået var lavere.



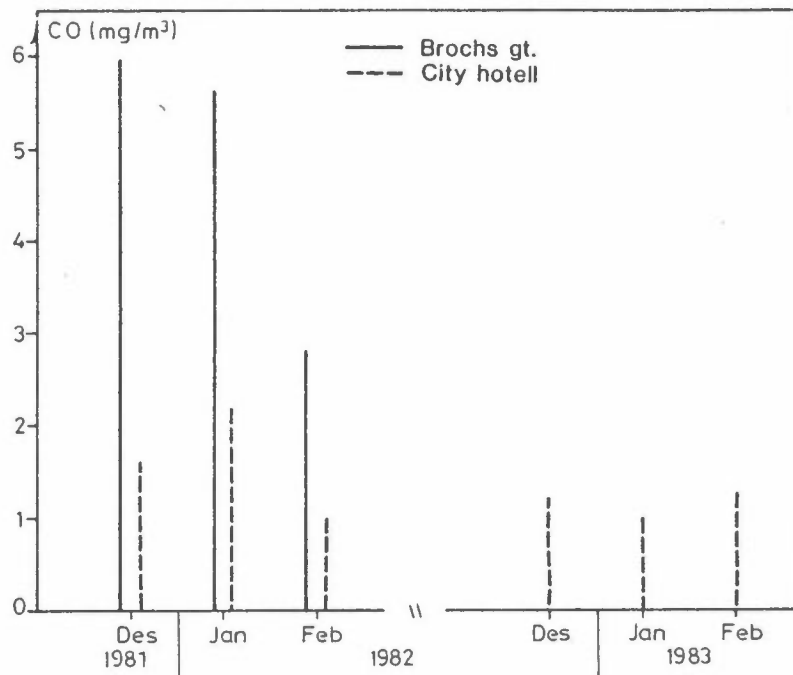
Figur 40: Frekvensfordeling av døgnmiddelverdier av sot i perioden desember 1981-februar 1982 (Hoff bare februar 1982).

Biltrafikken er hovedkilden til CO. Målingene viste et tre ganger så høyt nivå i Brochs gt som på City hotell. Lavere verdier vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82 skyldes bedre meteorologiske spredningsforhold.

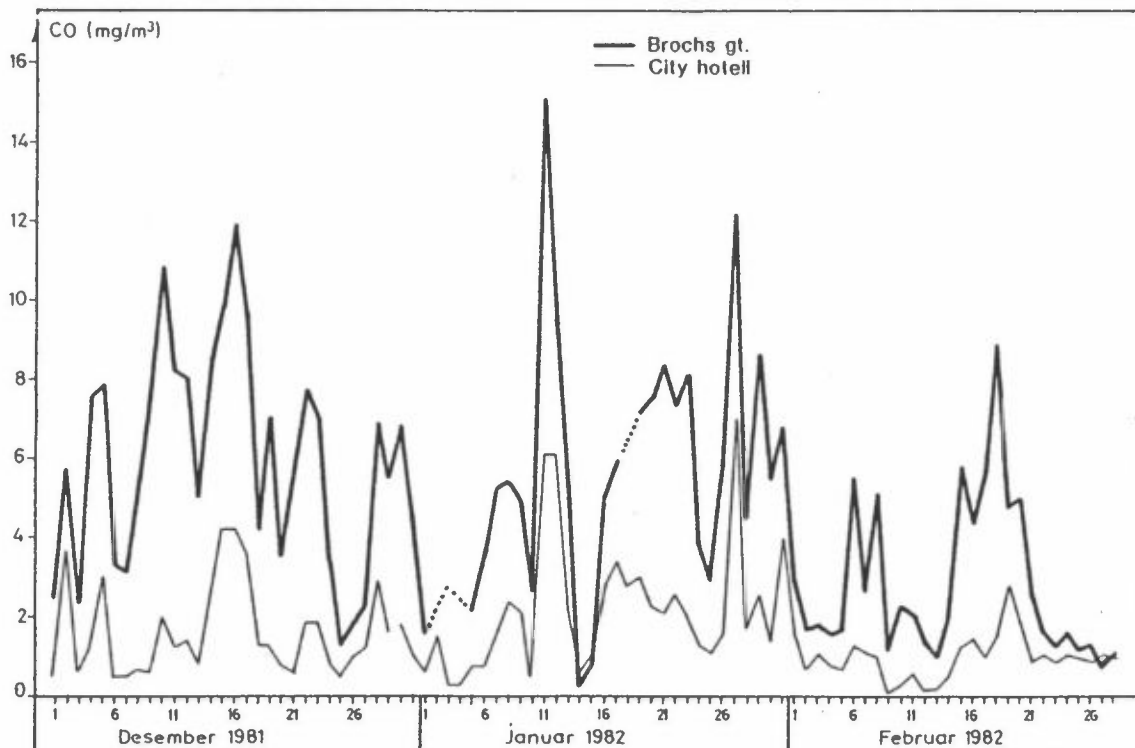
Som for bly er biltrafikken hovedkilden til CO. Denne parameteren er målt med kontinuerlig registrerende instrument i Brochs gate (bare vinteren 1981/82) og på City hotell i Fredrikstad sentrum. Døgnverdier og 8-timers verdier er beregnet fra timesverdier. Som tidligere vist er grenseverdiene overskredet betydelig på gatestasjonen.

Et sammendrag av månedsmiddelverdiene er vist i figur 41, og døgnmiddelverdiene i perioden desember 1981-februar 1982 er vist i figur 42. Generelt varierte de to stasjonene i takt. Særlig lave verdier ble målt på helgedager (jul, nyttår og søndager) og på enkelte dager med spesielt gode meteorologiske spredningsforhold.

Lavere verdier vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82 skyldes hovedsakelig bedre meteorologiske spredningsforhold vinteren 1982/83. Særlig stor var forskjellen i de to januar månedene. Januar 1982 var usedvanlig kald, mens januar 1983 var meget mild og hadde gjennomgående høyere vindstyrke og mer ustabil temperatursjiktning.



Figur 41: Månedsmiddelverdier av CO i Brochs gt. og på City hotell vintrene 1981/82 og 1982/83 (mg/m³).

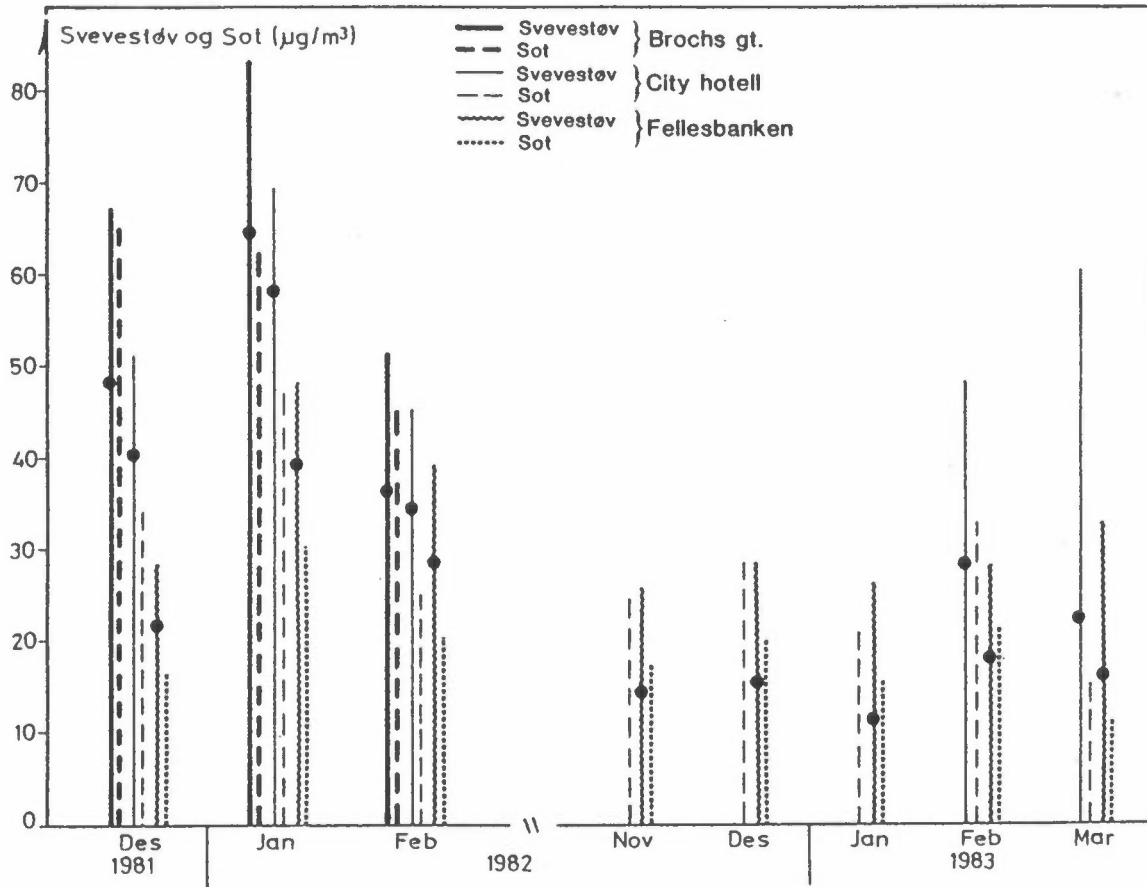


Figur 42: Døgnmiddelverdier av CO i Brochs gt. og på City hotell i perioden desember 1981-februar 1982 (mg/m³).

Svevestøvmengden var høyere enn sotverdiene, men forskjellen var minst i trafikkerte gater. Økende mengder av store partikler i februar/mars 1983 skyldes antagelig snøbare forhold og oppvirvling av støv fra bakken pga. biltrafikk.

I motsetning til sotmålingene har en ved disse prøvene tatt så stort prøvevolum at svevestøvmengden kan bestemmes ved veiing av filtrene. Ved prøvetakingen er det skilt mellom en finfraksjon og en grovfraksjon av partiklene. Partiklene i finfraksjonen har diameter mindre enn ca 2.5 μm . Dette er den respirable delen av partiklene, dvs. de partiklene som er så små at de kan følge med luftstrømmen ned i menneskers lunger. Partiklene i grovfraksjonen har diameter ca 2.5-15 μm . Disse partiklene kan følge med luftstrømmen inn i nese og svelg, men ikke lengre ned i åndingssystemet. Partikler med diameter under ca 15 μm kalles inhalerbare partikler.

Figur 43 viser månedsmiddelerverdier av svevestøv fordelt på fin- og grovfraksjonen, og også en sammenligning med de målte sotverdiene. Generelt var totalt svevestøv høyere enn sot. Denne forskjellen var minst markert på gatestasjonen, der biltrafikken var en vesentlig sotkilde. Vinteren 1982/83 viste lavere svevestøvverdier enn vinteren 1981/82. Særlig stor var nedgangen i finfraksjonen, som nesten gikk like mye ned som SO_2 . Grovfraksjonen derimot økte. Dette kan ha sammenheng med den milde vinteren med lite snø på bakken. Grovfraksjonen skyldes hovedsakelig naturlige kilder, som f.eks. oppvirvling av støv fra bakken og slitasje av veidekket.



Figur 43: Månedsmiddeler av totalt svevestøv og sot i Brochs gt., på City hotell og på Fellesbanken vintrene 1981/82 og 1982/83 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Finfraksjonen i svevestøvet er merket med ●.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner dannes ved ufullstendig forbrenning. Målingene viste de høyeste verdiene på gatestasjonen og høyere i Fredrikstad sentrum enn i Sarpsborg sentrum. For alle PAH-komponenter viste målingene lavere verdier vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82.

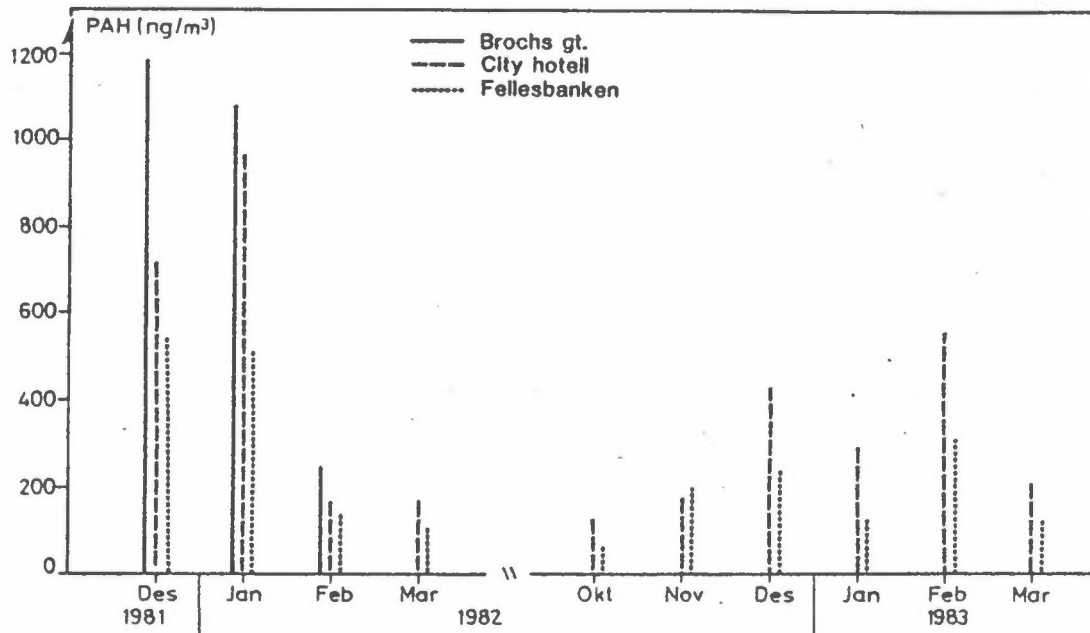
PAH dannes ved ufullstendig forbrenning av olje, kull, ved, søppel og bildrivstoff. Flere av PAH-komponentene, som f.eks. benzo(a)pyrene kan være kreftfremkallende. Ved målingene ble det benyttet en såkalt PUR-prøvetaker hvor en kan skille mellom PAH på partikler og i gassfase. I alt er det analysert på mer enn 30 ulike PAH-komponenter. På grunn av analysekostnadene er det tatt målinger kun hver 6.dag.

Figur 44 gir månedsmiddelverdier av PAH for de to vintrene. Målingene antydte noenlunde samme forskjellen mellom stasjonene som for sot, med de høyeste verdiene på gatestasjonen og lavere verdier i Sarpsborg sentrum enn i Fredrikstad sentrum. Det synes derfor som biltrafikken er en viktig kilde for PAH.

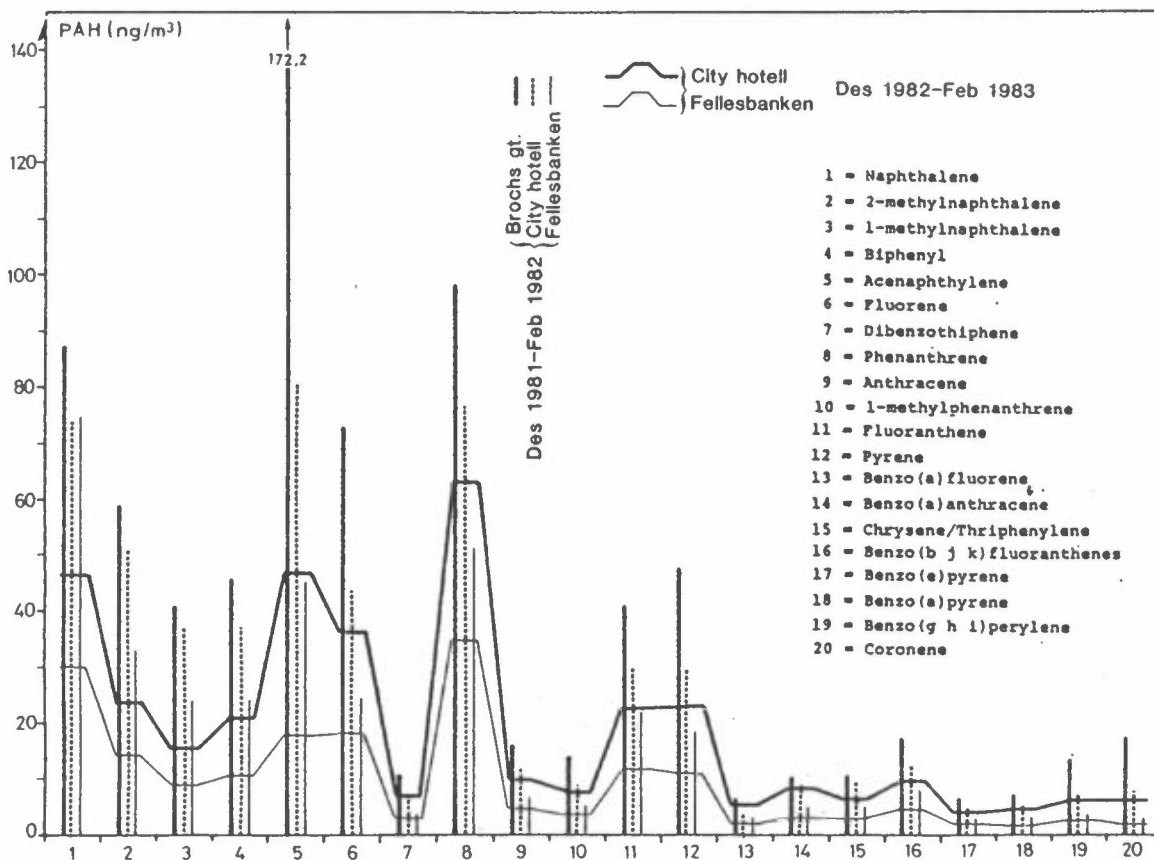
I figur 45 er det gitt middelverdier for 20 av de analyserte PAH-komponentene både for vinteren 1981/82 og vinteren 1982/83. For samtlige komponenter viste gatestasjonen Brochs gt de høyeste verdiene. City hotell viste høyere verdier enn Fellesbanken i Sarpsborg. Selv om stasjonen på Fellesbanken var plassert høyere over bakken enn på City hotell, viste målingene at det var en reell forskjell i nivået mellom de to byene.

Figur 45 viser også at nivået på samtlige PAH-komponenter var lavere vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82.

Det høyeste forholdstallet mellom konsentrasjonen i Brochs gt og på City hotell var for komponent nr 20, coronene, som har biltrafikk som eneste hovedkilde. For noen komponenter var forholdstallet relativt lavt. Dette antyder at også forbrenning til oppvarmingsformål er en vesentlig kilde til disse PAH-komponentene.



Figur 44: Månedsmiddeler av totalt PAH i Brochs gt., på City hotell og på Fellesbanken vintrene 1981/82 og 1982/83 (ng/m³). (Verdiene kan være usikre da de kun er basert på 3-6 døgnmiddeler).

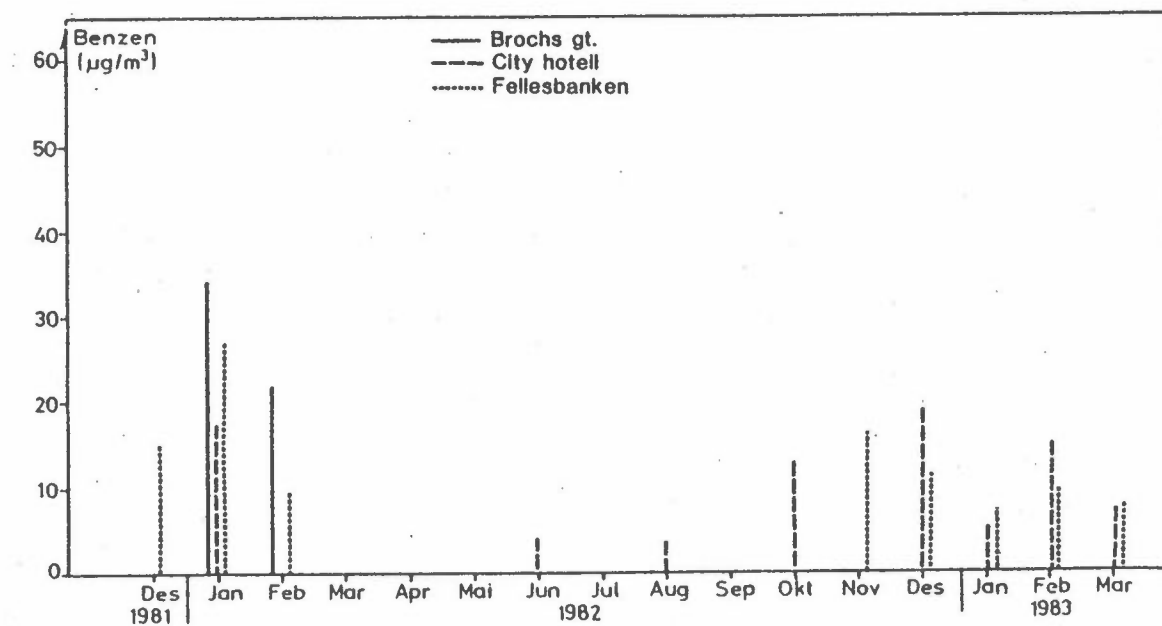


Figur 45: Middeler av 20 PAH-komponenter vintrene 1981/82 og 1982/83 i Brochs gt. (bare første vinteren), på City hotell og på Fellesbanken (ng/m³).

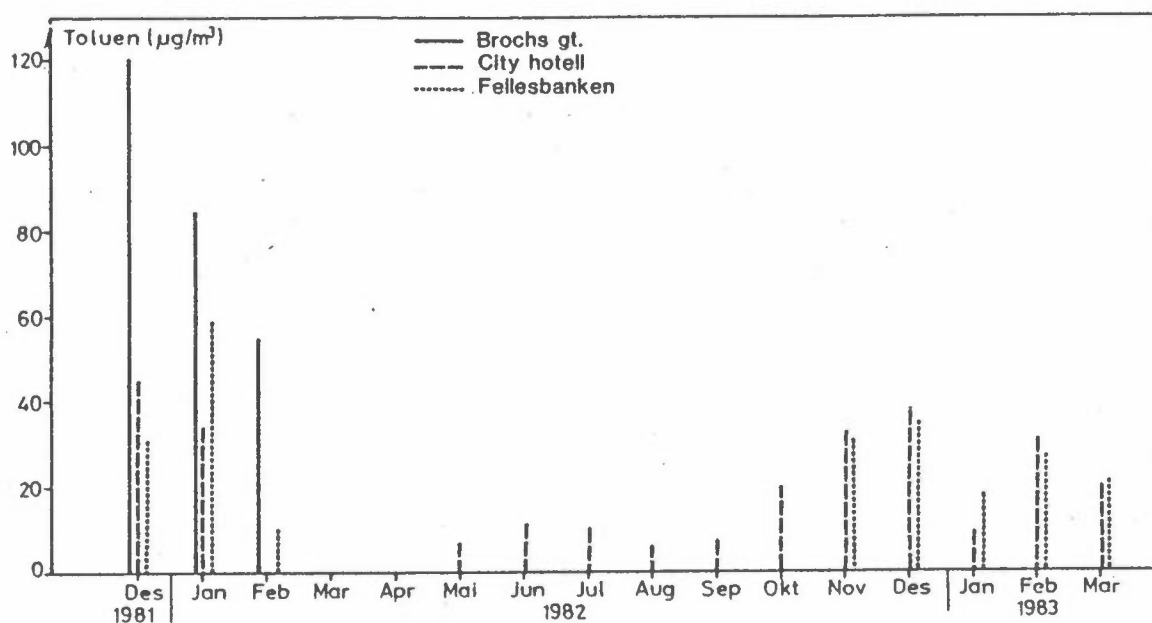
Også benzen og benzenderivater hadde høyest konsentrasjon på gatestasjonen. Målinger på City hotell i sommerhalvåret viste betydelig lavere verdier enn om vinteren.

Benzen er det enkleste av de aromatiske hydrokarbonene. Benzen og benzenderivater (toluen og xylen) er flyktige komponenter ved f.eks. fordampning av bensin og oljeprodukter.

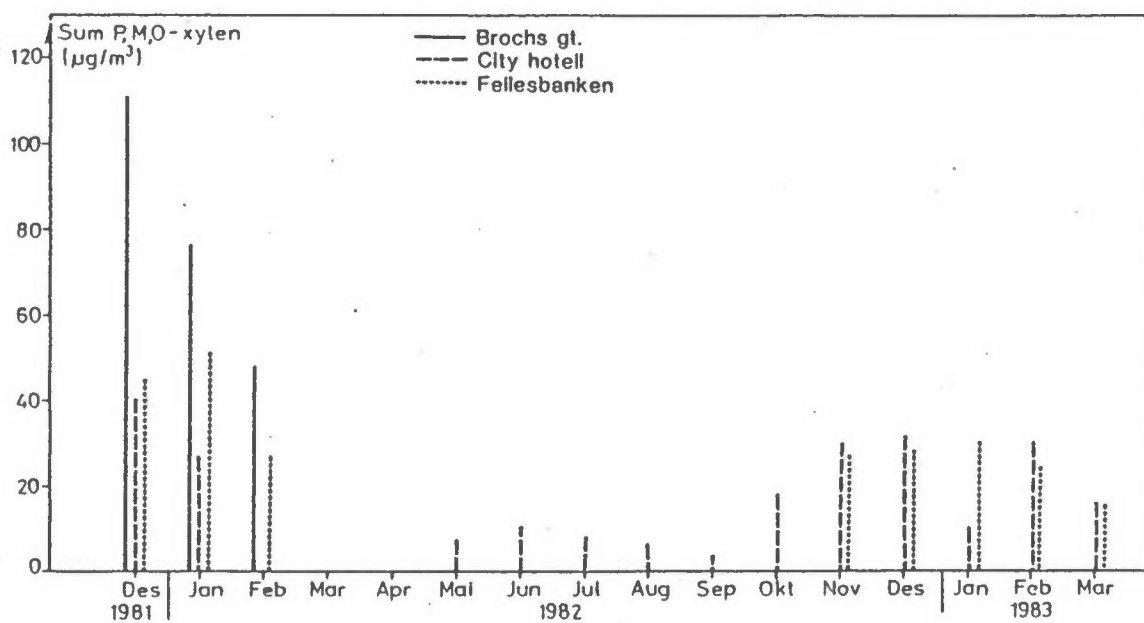
Et sammendrag av måleresultatene er gitt i figurene 46-48. For alle komponenter ble de høyeste verdiene målt i Brochs gt. Målinger på City hotell sommeren 1982 viste betydelig lavere verdier enn om vinteren.



Figur 46: Månedsmiddelverdier av benzen i Brochs gt., på City hotell og på Fellesbanken ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). (Verdiene kan være usikre da de kun er basert på 3-5 døgnmiddelverdier).



Figur 47: Månedsmiddelverdier av toluen i Brochs gt., på City hotell og på Fellesbanken ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). (Verdiene kan være usikre da de kun er basert på 3-5 døgnmiddelverdier).



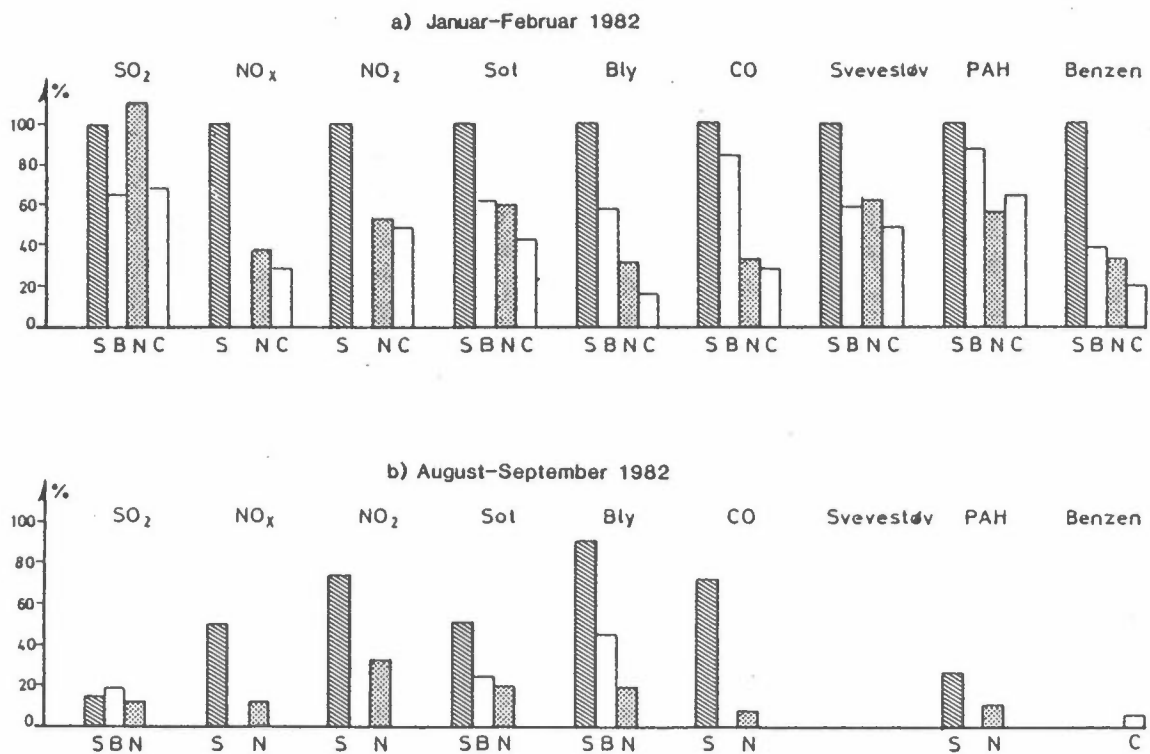
Figur 48: Månedsmiddelverdier av sum av p,m,o-xylen i Brochs gt., på City hotell og på Fellesbanken ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). (Verdiene kan være usikre da de kun er basert på 3-5 døgnmiddelverdier).

Målingene viste at forurensningsnivået i Fredrikstad var lavere enn i Oslo. I begge byene var luftkonsentrasjonene lavere om sommeren enn om vinteren for alle målte komponenter. Dessuten var forurensningsnivået høyere på gatestasjonen enn på områdestasjonen i begge byene for alle komponenter unntatt SO₂.

I Oslo ble det i 1980 opprettet to stasjoner spesielt for overvåking av trafikkforurensninger. De to stasjonene, Nordahl Bruns gt og St.Olavs gt, ble plassert i prinsippet på samme måte som henholdsvis City hotell og Brochs gt i Fredrikstad. Måleprogrammet var også i hovedsak det samme, men målingene var mindre omfattende i Fredrikstad om sommeren. Det kan derfor være av interesse å sammenligne forurensningsnivået i de to byene. For hver komponent er forurensningsnivået i St.Olavs gt om vinteren satt lik 100%.

Figur 49 viser at for alle stoffer var luftkonsentrasjonene lavere i Fredrikstad enn i Oslo både om vinteren og sommeren, unntatt for SO₂ hvor det var liten forskjell om sommeren. For SO₂ var det liten forskjell i nivået mellom gate- og områdestasjonen i de to byene. For de andre komponentene viste gatestasjonen høyest nivå. Biltrafikken er en vesentlig kilde til alle stoffer unntatt SO₂, som hovedsakelig skyldes oljefyring.

Høyere forurensning i Oslo enn i Fredrikstad skyldes større trafikk og litt dårligere meteorologiske spredningsforhold. Høyere midlere vindstyrke i Fredrikstad medførte bedre spredning og mer utjevning av forurensningsnivået, slik at forskjellen i konsentrasjoner mellom gate- og områdestasjonen gjennomgående var mindre i Fredrikstad.



Figur 49: Sammenligning av forurensningsnivået i Fredrikstad og Oslo vinteren og sommeren 1982. For hver komponent er nivået satt lik 100% i St.Olavs gt. i Oslo om vinteren. (S = St.Olavs gt, Oslo; B = Brochs gt, Fredrikstad; N = Nordahl Bruns gt, Oslo; C = City hotell, Fredrikstad).

GRUNNLAGSMATERIALE 3. BEFOLKNINGENS EKSPONERING FOR
LUFTFORURENSNINGER

Hyppige og til dels store overskridelser av grenseverdier for luftkvalitet i Sarpsborg og Fredrikstad har gjort det ønskelig å vurdere mulige helsevirkninger. Denne vurderingen er utført av Statens institutt for folkehelse og presentert i egen rapport.

Grenseverdier for luftkvalitet er satt ut fra ønsket om å unngå uønskede helsevirkninger. Som vist i Grunnlagsmateriale 2 er det i Sarpsborg/Fredrikstad-området registrert til dels hyppige og store overskridelser av norske forslag til grenseverdier for luftkvalitet. Det ble derfor fra Statens forurensningstilsyn (SFT) satt fram ønske om å få en vurdering av mulige helseeffekter i området som følge av luftforurensning. Denne vurderingen er utført av Statens institutt for folkehelse (SIFF) og presentert i egen rapport.

Grunnlaget for helsevurderingen er en vurdering av luftkvaliteten i området og hvor mange mennesker som ble eksponert for forurensning over gitte nivåer. Forurensningsnivået er vurdert i Grunnlagsmateriale 2. Her gis det en vurdering av hvor mange mennesker som ble utsatt for luftforurensning over visse nivåer. Som grunnlag for beregningene er det benyttet målinger og beregninger av luftkvalitet, meteorologiske data, kunnskap om fordelingen og størrelsen av utslippene i området og befolkningsfordelingen i området. Eksponeringen er beregnet for det sted folk bor.

Virkingen av de to komponentene svoveldioksid (SO₂) og sot forsterker hverandre.

Både for SO₂ og sot er følgende grenseverdier for helsevirkninger foreslått:

1 døgn : 100 - 150 µg/m³
6 mnd. : 40 - 60 µg/m³

Virksomheten av de to komponentene forsterker hverandre. Forslaget til grenseverdier forutsetter at den forurensede luften inneholder begge komponenter (det gjør den jo alltid i byer som Sarpsborg og Fredrikstad). "WHO-ekspertgruppen" har anbefalt at forurensningsnivået for hver av disse komponentene burde ligge under de fastsatte grenseverdiene.

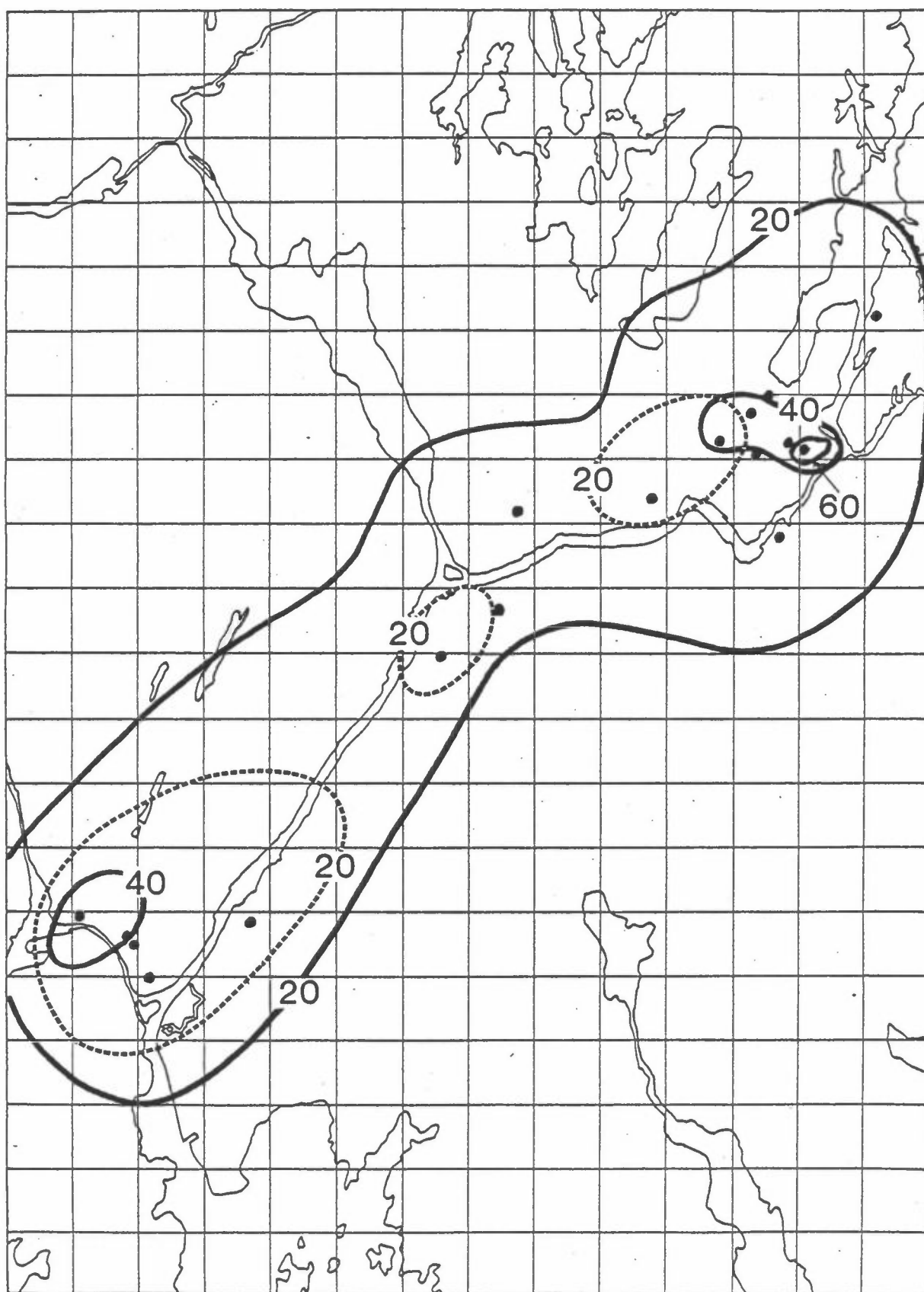
Knapt 4000 personer var eksponert for halvårsmiddelverdier av SO₂ over 40 µg/m³ vinteren 1981/82. Halvparten av disse var samtidig eksponert for sotverdier under 20 µg/m³ og halvparten for 20-40 µg/m³.

Ut fra målingene av SO₂ og sot og beregninger av konsentrasjonsfelt av SO₂ ved hjelp av matematiske spredningsmodeller har en kommet fram til konsentrasjonsfelt som vist i figurene 50-51. Ut fra disse figurene og befolkningsfordelingen i området, er det beregnet følgende eksponering for SO₂ og sot (halvårsverdier) i Sarpsborg- og Fredrikstad-området (Sarpsborg regnes til og med Greåker), se tabell 8:

Tabell 8: Samtidige eksponeringsdata for SO₂ og sot, halvårsmiddelverdier (antall eksponerte personer).

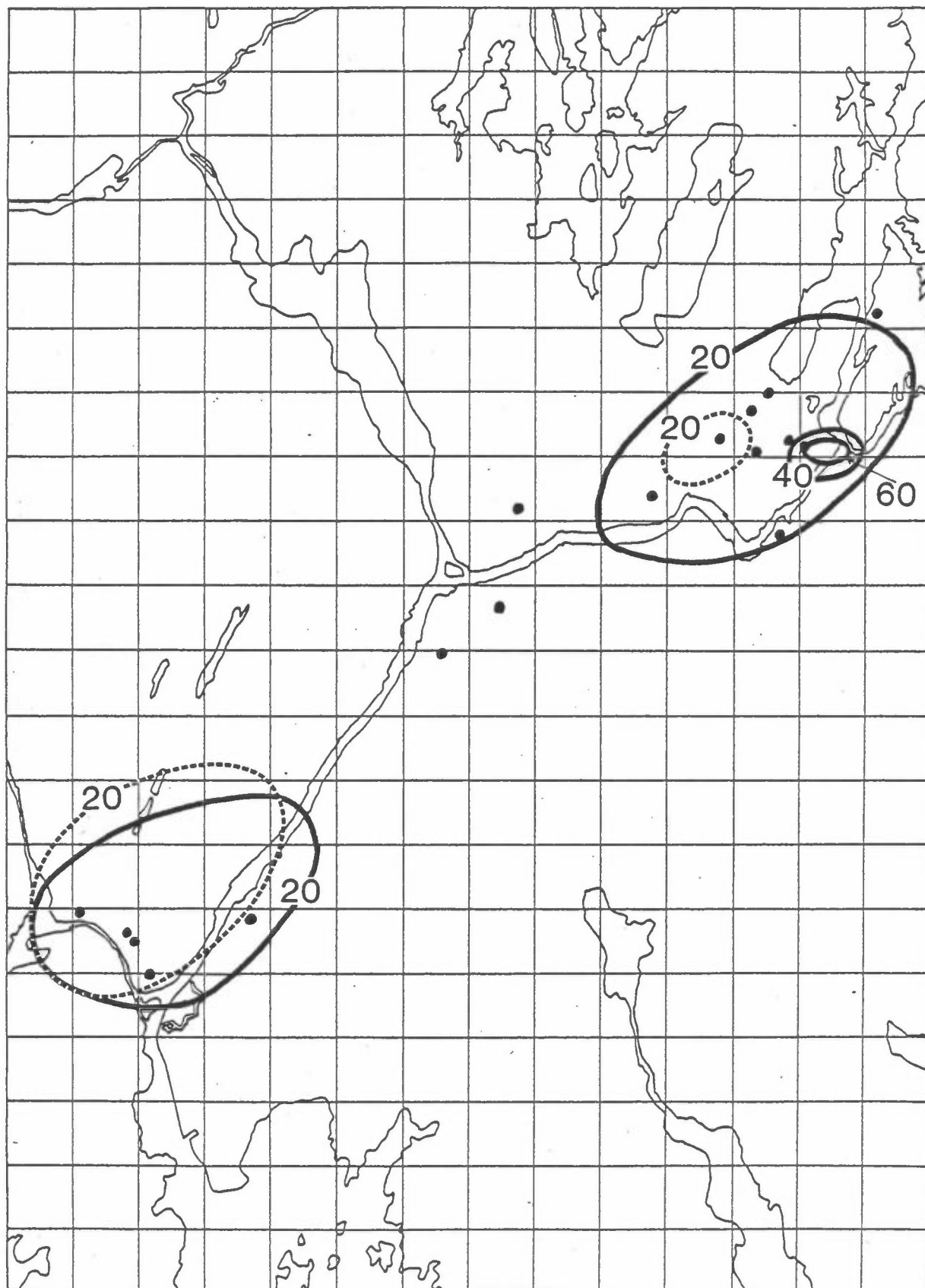
Område og vinter	Middelverdi av SO ₂ (µg/m ³)	Middelverdi av sot (µg/m ³)			Sum antall eksponerte personer
		<20	20-40	>40	
Sarpsborg 1981/82	20-40	25.700	2.500	0	28.200
	40-60	1.900	500	0	2.400
	>60	100	0	0	100
Sarpsborg 1982/83	20-40	9.700	900	0	10.600
	40-60	400	0	0	400
	>60	100	0	0	100
Fredrikstad 1981/82	20-40	17.500	16.500	0	34.000
	40-60	0	1.400	0	1.400
	>60	0	0	0	0
Fredrikstad 1982/83	20-40	2.400	9.700	0	12.100
	40-60	0	0	0	0
	>60	0	0	0	0

Område og vinter	Middelverdi av sot (µg/m ³)	Middelverdi av SO ₂ (µg/m ³)			Sum antall eksponerte personer
		<20	20-40	40-60	
Sarpsborg 1981/82	20-40	0	2.500	500	3.000
Sarpsborg 1981/82	20-40	0	900	0	900
Fredrikstad 1982/83	20-40	0	16.500	1.400	17.900
Fredrikstad 1982/83	20-40	3.000	9.700	0	12.700



Figur 50: Halvårsmiddelerverdier av SO_2 og sot vinteren 1981/82 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

SO_2 —————
sot - - - - -



Figur 51: Halvårsmiddelerverdier av SO₂ og sot vinteren 1982/83 (µg/m³).

SO₂ —————
sot - - - - -

Tabellen viser at tilsammen 3.900 personer var eksponert for halvårsmiddelverdier av SO_2 over $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nedre grenseverdi) vinteren 1981/82. Av disse bodde 2.500 personer i Sarpsborg og 1.400 i Fredrikstad. 100 personer i Sarpsborg var eksponert for halvårsmiddelverdi av SO_2 over $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (øvre grenseverdi). Disse personene bodde nær Borregaard. Imidlertid var sotnivået så lavt som under $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i dette området.

Middelverdien av sot var under $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som halvårsverdi i hele området. 3.000 personer i Sarpsborg og 17.900 personer i Fredrikstad var vinteren 1981/82 eksponert for sotverdier i området $20-40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabellen viser at betydelig færre personer var eksponert for høye SO_2 -konsentrasjoner vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82. Dette skyldes en mildere vinter med bedre meteorologiske spredningsforhold og mindre utslipp av luftforurensende stoffer.

Betydelig flere personer var eksponert for døgnmiddelverdier over grenseverdiene enn for halvårsmiddelverdier. Eksempelvis var ialt 51.500 personer eksponert for høyeste døgnmiddelverdi av SO_2 over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 6.800 av disse var samtidig eksponert for døgnmiddelverdi av sot over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Den samtidige døgneksposeringen for SO_2 og sot er vanskeligere å beregne enn halvårsmiddeleksposeringen. Dette skyldes at de maksimale dognverdiene av SO_2 og sot vanligvis inntraff på forskjellige dager på de ulike stasjonene og heller ikke på samme dag for begge stoffer på hver stasjon. Den beste måten å estimere befolkningens eksponering for SO_2 og sot er følgende:

- a) SO_2 - Det tas utgangspunkt i de maksimale døgnmiddelverdiene for SO_2 på hver stasjon i løpet av vinterhalvåret og de samtidige sotverdiene (som da vanligvis ikke var de maksimale i løpet av vinterhalvåret). På denne måten fås konsentrasjonsfelt som vist i figurene 52 og 53.

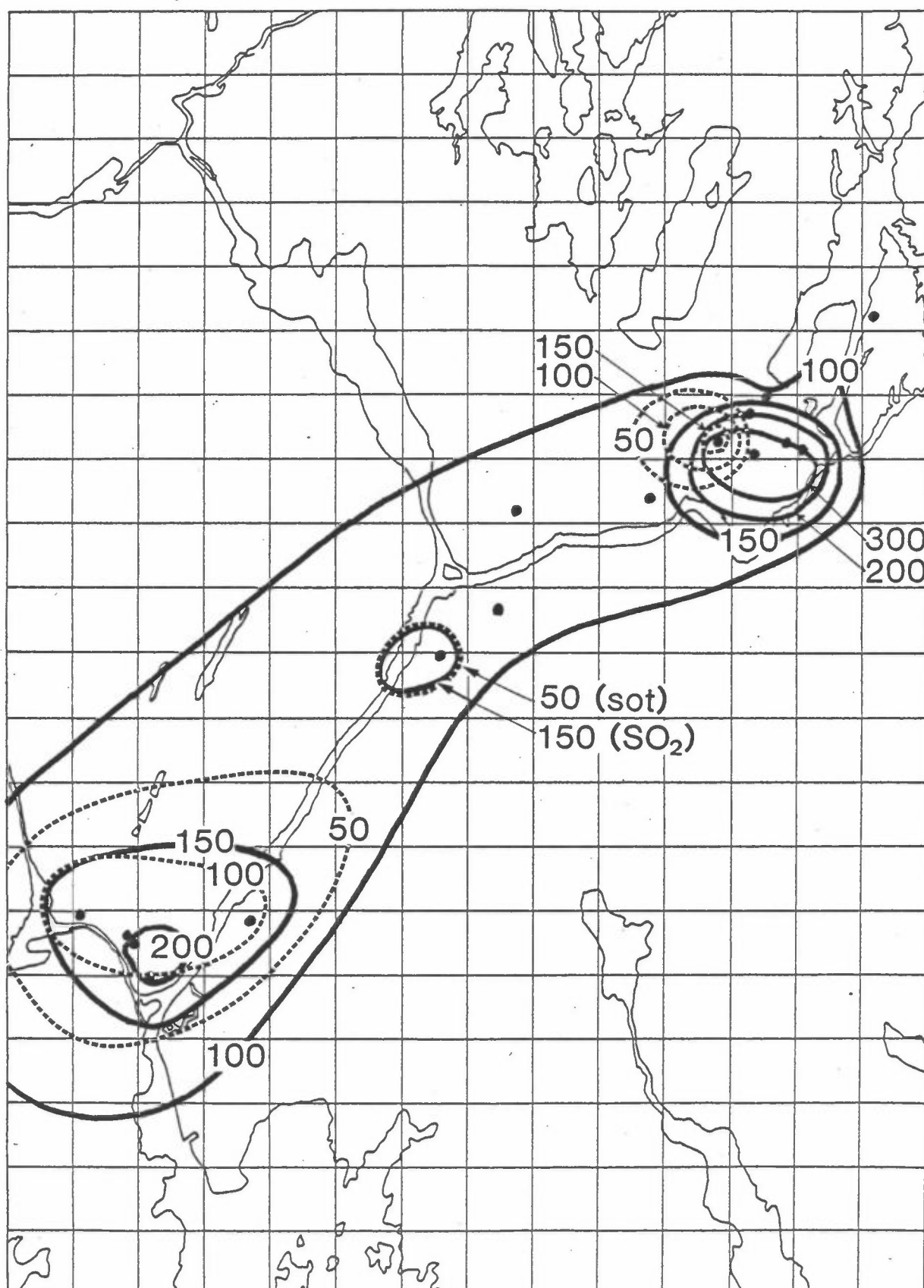
b) Sot - På tilsvarende måte som for SO_2 tas det nå utgangspunkt i de maksimale døgnmiddelverdiene for sot på hver stasjon i løpet av vinterhalvåret og de samtidige SO_2 -verdiene. Dette gir konsentrasjonsfelt som vist i figurene 54 og 55.

Ut fra figurene 52-55 er det beregnet følgende eksponeringsdata for døgnmiddelverdier av SO_2 og sot, se tabell 9:

Tabell 9: Samtidige eksponeringsdata for SO_2 og sot, høyeste døgnmiddelverdier (antall eksponerte personer).

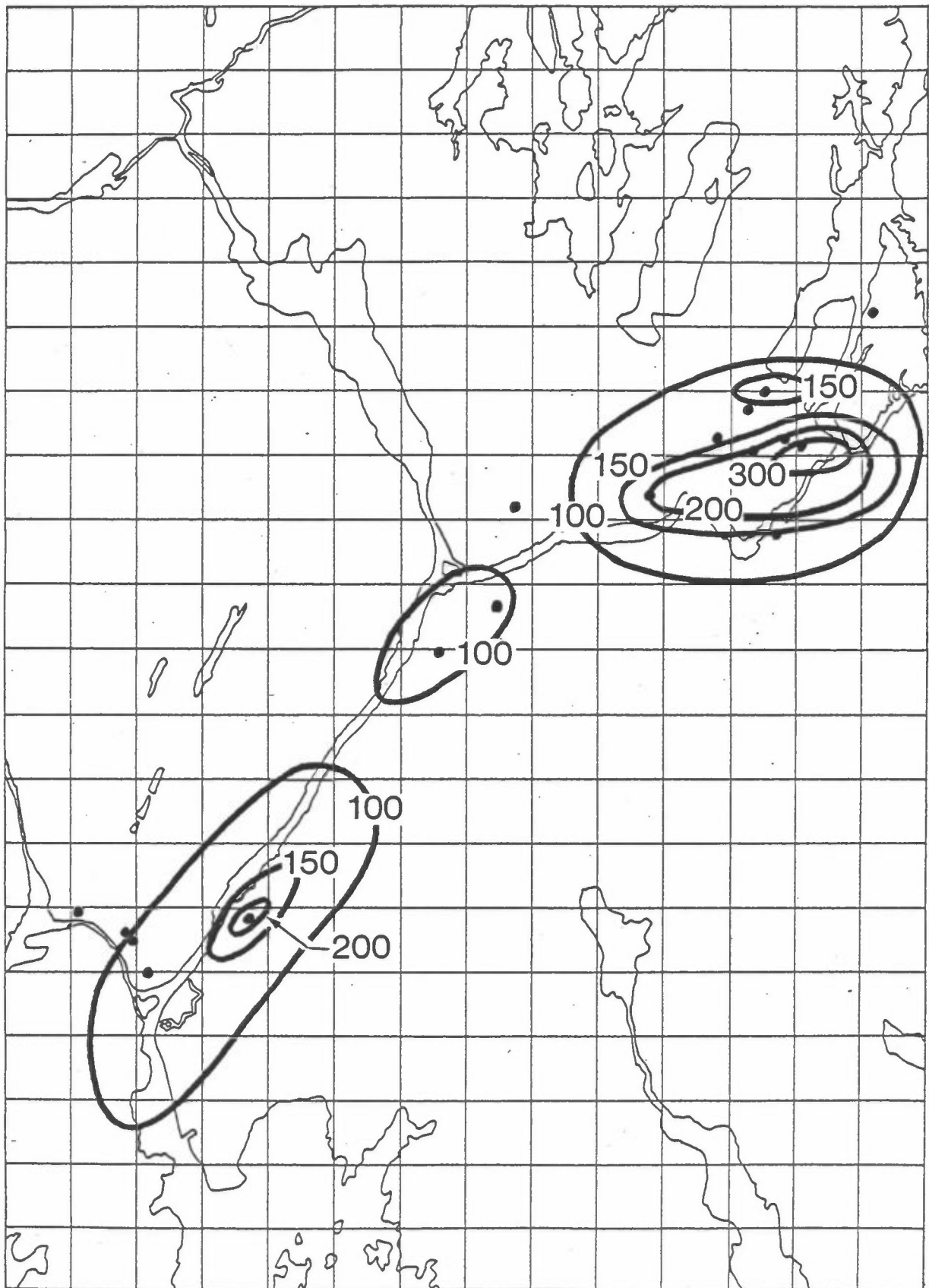
a) Område og vinter	Høyeste døgnmiddelverdi av SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Samtidig døgnmiddelverdi av sot ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				Sum antall eksponerte personer
		<50	50-100	100-150	>150	
Sarpsborg 1981/82	100-150	8.500	800	200	0	9.500
	150-200	700	200	300	0	1.200
	200-300	700	200	200	100	1.200
	>300	400	200	100	100	800
Sarpsborg 1982/83	100-150	7.800	0	0	0	7.800
	150-200	3.200	0	0	0	3.200
	200-300	1.100	0	0	0	1.100
	>300	200	0	0	0	200
Fredrikstad 1981/82	100-150	19.400	10.200	200	0	29.800
	150-200	1.000	2.400	5.000	0	8.400
	200-300	0	0	600	0	600
Fredrikstad 1982/83	100-150	12.200	0	0	0	12.200
	150-200	800	0	0	0	800
	200-300	200	0	0	0	200

b) Område og vinter	Høyeste døgnmiddelverdi av sot ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Samtidig døgnmiddelverdi av SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				Sum antall eksponerte personer
		<50	50-100	100-150	>150	
Sarpsborg 1981/82	50-100	0	20.500	900	0	21.400
	100-150	0	700	1.300	900	2.900
	150-200	0	0	0	500	500
Sarpsborg 1982/83	50-100	0	2.800	3.300	0	6.100
Fredrikstad 1981/82	50-100	0	14.100	13.300	0	27.400
	100-150	0	0	9.200	4.000	13.200
	150-200	0	0	0	1.000	1.000
Fredrikstad 1982/83	50-100	15.400	2.800	0	0	18.200
	100-150	900	0	0	0	900

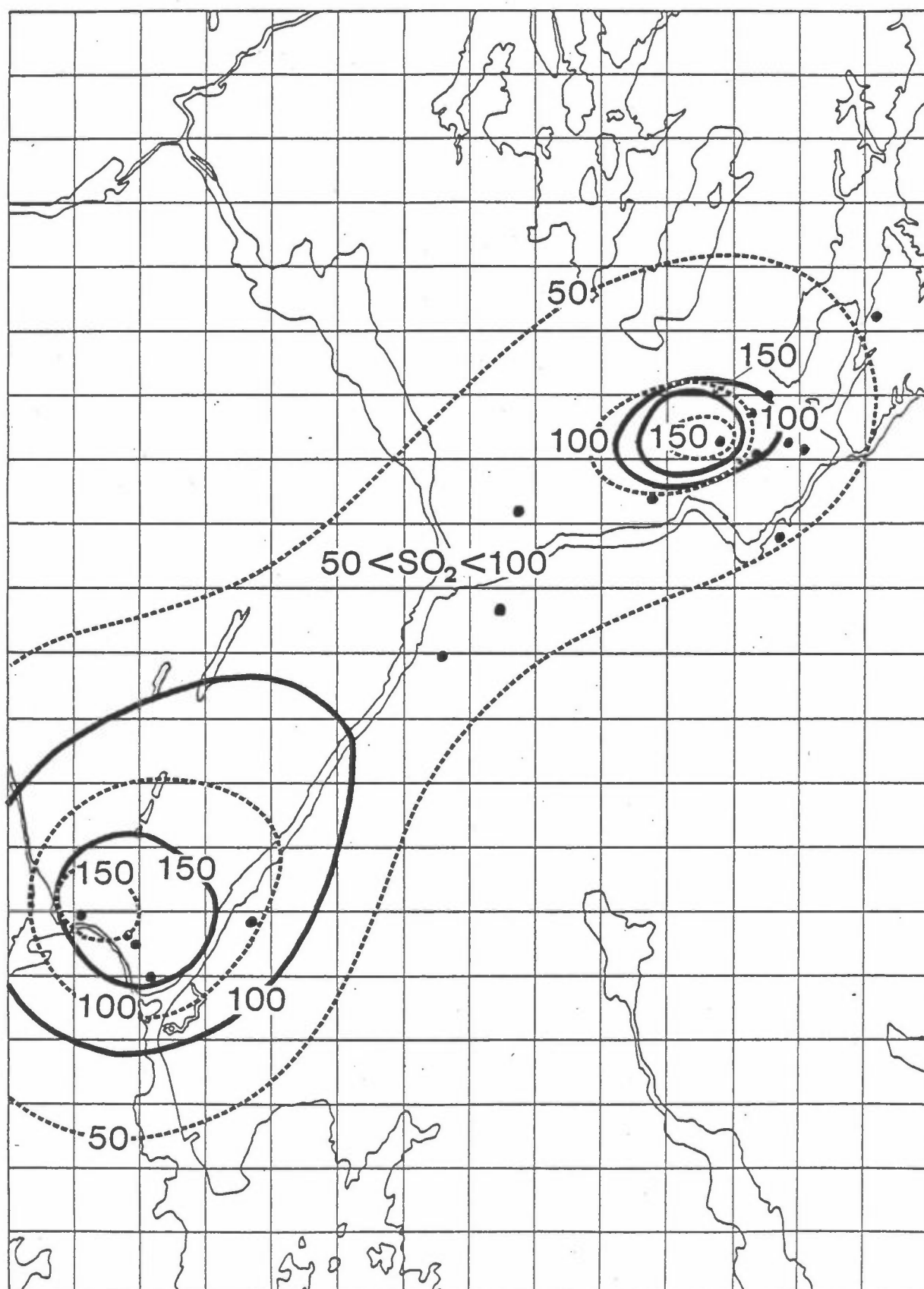


Figur 52: Høyeste døgnmiddelverdier av SO₂ og samtidige sotverdier vinteren 1981/82 (µg/m³).

SO₂ —————
 sot - - - - -



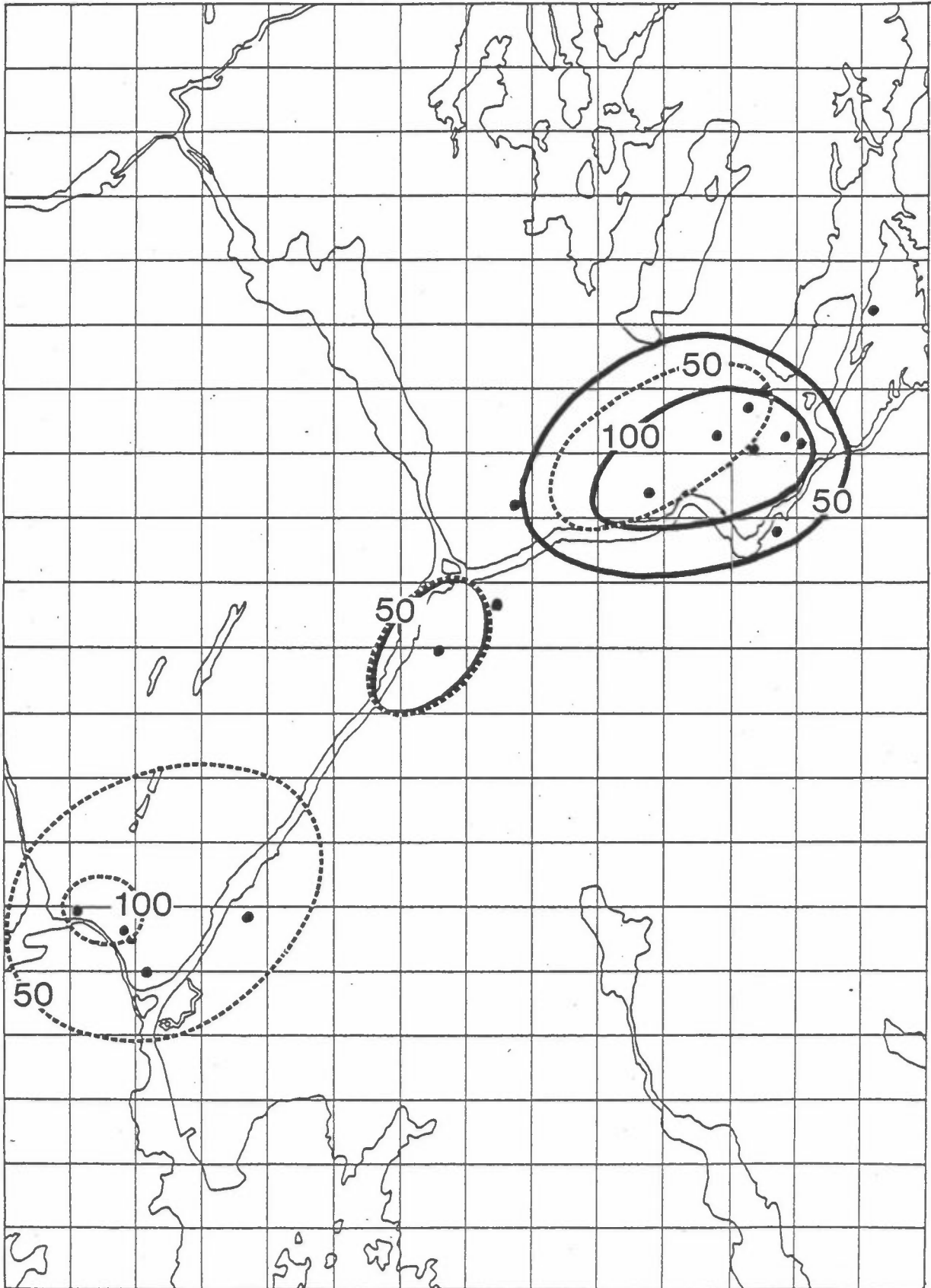
Figur 53: Høyeste døgnmiddelverdier av SO₂ og samtidige sotverdier vinteren 1982/83 (µg/m³). (Sot er <50µg/m³ i hele området og derfor ikke tegnet.)



Figur 54: Høyeste døgnmiddelverdier av sot og samtidige SO_2 -verdier vinteren 1981/82 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

SO_2 —————

sot - - - - -



Figur 55: Høyeste døgnmiddelverdier av sot og samtidige SO₂-verdier vinteren 1982/83 (µg/m³).

SO₂ ———
sot - - - - -

Tabell 9a viser at ca 51.500 personer i området ble eksponert for maksimale døgnmiddelverdier av SO_2 over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nedre grenseverdi) vinteren 1981/82. Av disse var 6.800 eksponert for samtidige døgnmiddelverdier av sot over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nedre grenseverdi). Av disse igjen bodde 5.800 i Fredrikstad og 1.000 i Sarpsborg. I Sarpsborg sentrum ble ca 100 personer eksponert for høyeste døgnmiddelverdi av SO_2 over $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og samtidig døgnverdi av sot over $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Som for halvårsverdier var færre personer eksponert for høye døgnverdier vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82.

Tabell 9b viser at ialt 17.600 personer ble eksponert for høyeste døgnmiddelverdi av sot over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nedre grenseverdi) vinteren 1981/82. Av disse var det bare 700 personer i Sarpsborg som ikke samtidig var eksponert for SO_2 -verdi over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 1.000 personer i Fredrikstad sentrum bodde i områder med høyeste døgnmiddelverdi av sot over $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og samtidig døgnmiddelverdi av SO_2 over $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De meteorologiske målingene og luftkvalitetsmålingene viste at i en "normal" vinter vil færre personer enn i 1981/82, men flere enn i 1982/83 være eksponert for luftforurensning over grenseverdiene.

Ca 1.100 personer i Fredrikstad ble eksponert for høyeste døgnmiddelverdier av NO_2 over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vinteren 1981/82. Grenseverdier for 1 time og for halvår er ikke overskredet.

For NO_2 er følgende grenseverdier foreslått:

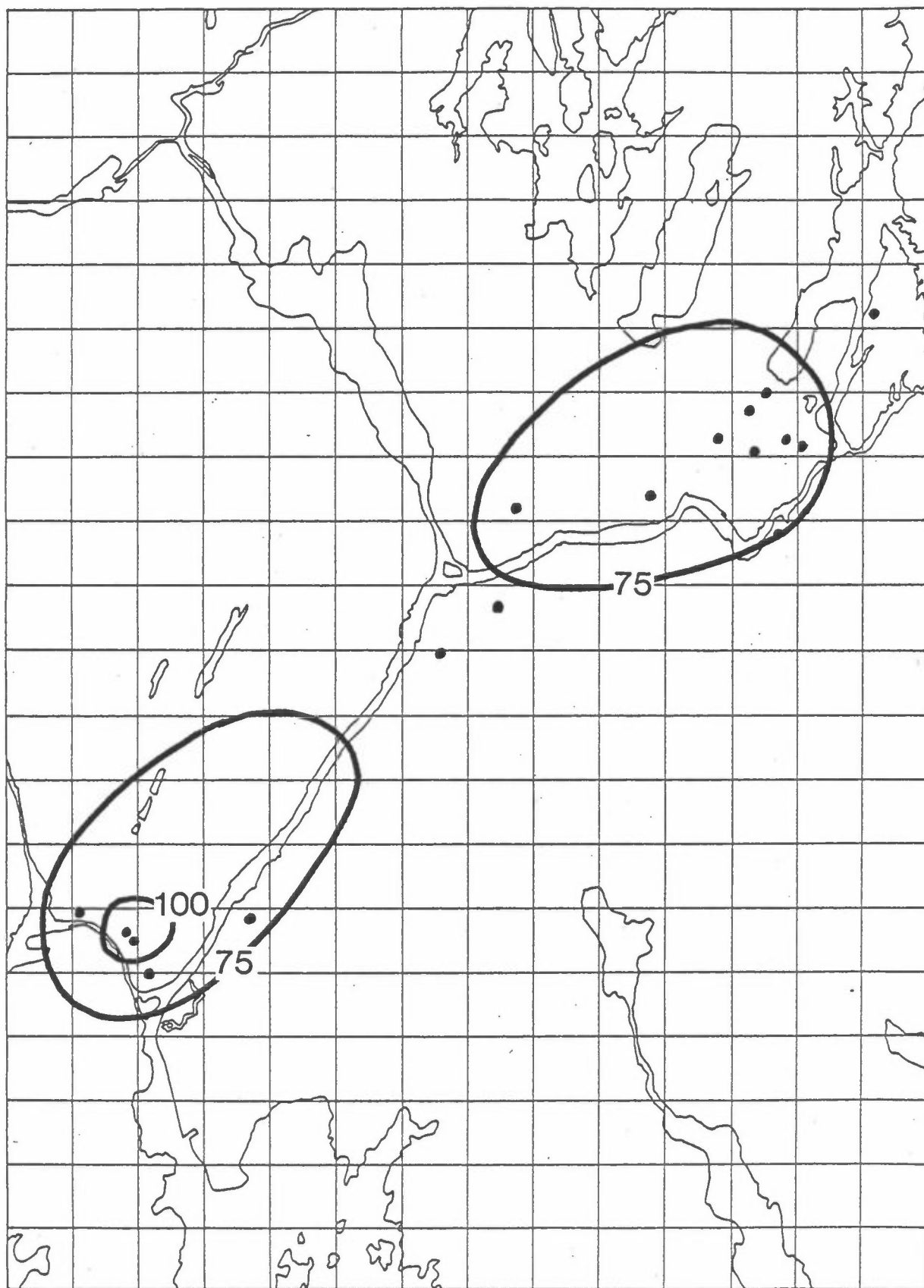
1 time:	200-350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 døgn:	100-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
6 mnd.:	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Målingene av NO_2 viste at ingen personer ble eksponert for verdier over grenseverdiene for 1 time og for 6 måneder. Derimot ble ca 1.100 personer i Fredrikstad sentrum eksponert for høyeste døgnmiddelverdi over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vinteren 1981/82 (mot ingen vinteren 1982/83). Over 30.000 personer ble eksponert for verdier opp imot grenseverdien, slik det framgår

av tabell 10. Isokonsentrasjonslinjer for NO_2 er vist i figur 56. Også for NO_2 var forurensningsnivået betydelig lavere vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82.

Tabell 10: Eksponeringsdata for NO_2 vinteren 1981/82, høyeste døgnmiddelverdi (antall² eksponerte personer).

Høyeste døgnmiddelverdi av NO_2 vinteren 1981/82	Fredrikstad-området	Sarpsborg-området
75-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	17.300	15.600
>100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.100	0



Figur 56: Høyeste døgnmiddelverdier av NO₂ vinteren 1981/82 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Det er anslått at 500-750 personer i Fredrikstad sentrum og 200-400 personer i Sarpsborg sentrum ble eksponert for CO-konsentrasjoner over grenseverdien for 8 timer i løpet av vintermånedene.

For CO er følgende grenseverdier foreslått:

1 time : 25 mg/m³

8 timer: 10 mg/m³

Målinger er utført i Brochs gt. (ved fortau, ÅDT = 5000 biler) og City hotell (20 - 30 m fra Torbjørns gt., ÅDT = 6000 biler) i Fredrikstad.

Målingene viste høyere verdier enn beregninger ved spredningsmodeller. I følge beregninger skulle det ikke være overskridelser av CO-grenseverdier langs gater/veier i Sarpsborg og Fredrikstad. I eksponeringsberegningene er det valgt å legge mest vekt på måleresultatene.

Målingene viste som ventet at CO-nivået synker raskt med avstanden fra kjørebanelen. Resultatene er vurdert slik at CO-grenseverdien for 8 timer ble overskredet i en sone på 20-30 m fra veikanten langs gater/veier i sentrumsområdet med ÅDT > ca 5000 biler. Folk som bodde eller arbeidet i den nærmeste husrekka langs disse veiene ville således kunne utsettes for 8-timers CO-konsentrasjoner over grenseverdien én eller flere ganger i løpet av vintermånedene.

Ut fra en samlet vurdering er det anslått at 500-750 personer i Fredrikstad sentrum og 200-400 personer i Sarpsborg sentrum ble eksponert for CO-konsentrasjoner over 10 mg/m³ som 8-timers middel én eller flere ganger i løpet av vintermånedene.

Benzo(a)pyren (BaP) benyttes ofte som en indikator på organiske luftforurensninger. Nærmere 59.000 personer var eksponert for halvårsmiddelverdier over 1 ng/m³ vinteren 1981/82. Det tilsvarende tallet vinteren 1982/83 var vel 41.000 personer.

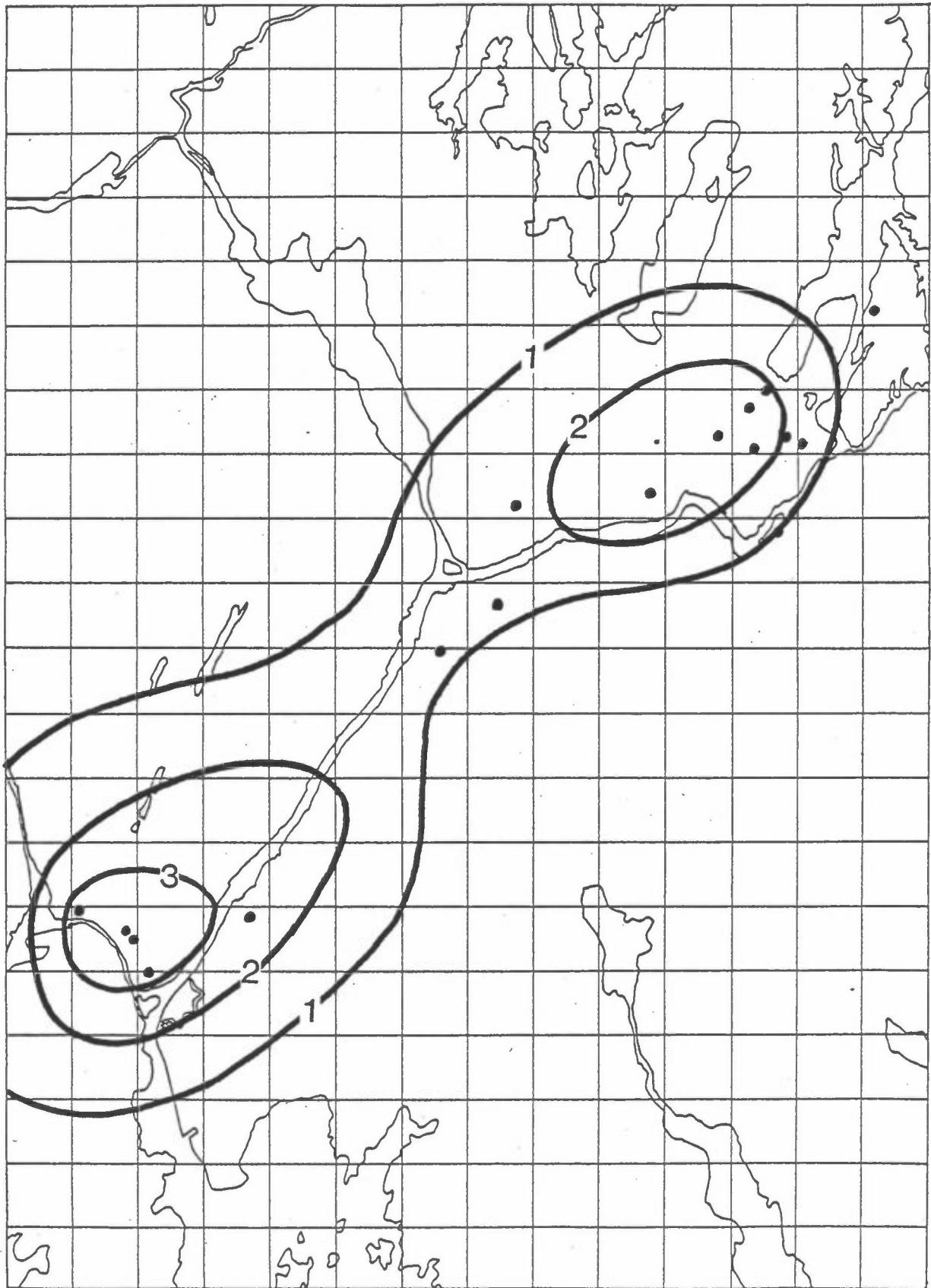
Grenseverdier for BaP finnes ikke i Norge, men SIFF mener at langtidsverdier (halvår) over 1 ng/m³ er av betydning. Målinger er utført på City hotell og Brochs gt. i Fredrikstad og Fellesbanken i Sarpsborg hver 6.dag i vintermånedene desember, januar og februar.

Middelverdiene var over 1 ng/m³ over store områder. Verdiene var som ventet høyest i trafikkerte gater. Fellesbanken (20 m.o.b.) hadde de laveste verdiene. Målingene av BaP og sot antydte en relativt god sammenheng mellom disse stoffene.

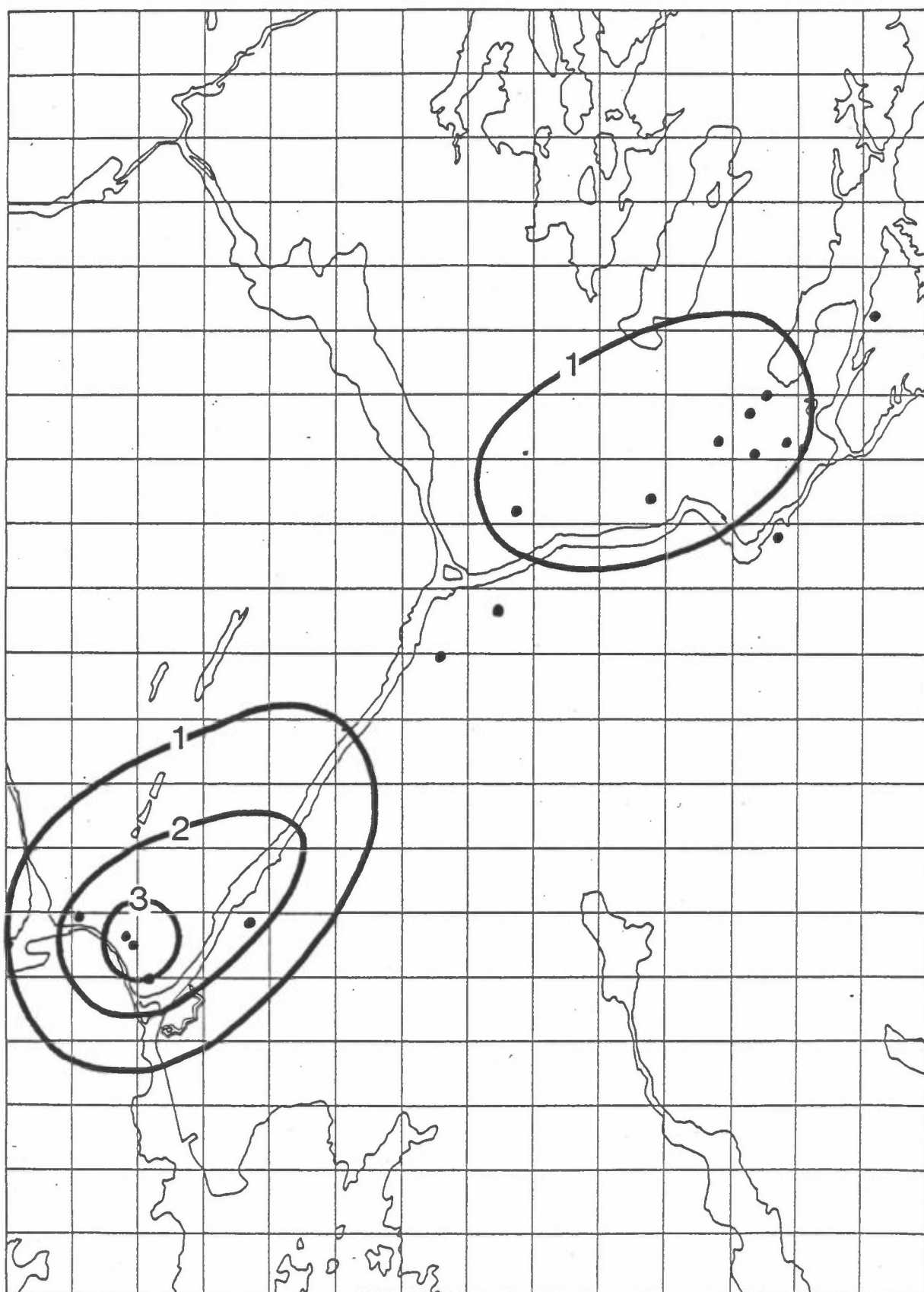
I figurene 57 og 58 er det tegnet isolinjer for BaP-konsentrasjoner for vinterhalvårene 1981/82 og 1982/83. Vurderingen er basert på målinger og sammenligning med de tilsvarende sotfeltene. Ut fra disse figurene er det estimert at følgende antall mennesker har vært eksponert for langtidsmiddelverdier på henholdsvis 1-2, 2-3 og over 3 ng/m³ vintrene 1981/82 og 1982/83, se tabell 11.

Tabell 11: Eksponeringsdata for BaP, halvårsmiddelverdier (antall eksponerte personer)

Halvårs middel- verdi	Fredrikstad-området		Sarpsborg-området	
	Vinter 1981/82	Vinter 1982/83	Vinter 1981/82	Vinter 1982/83
1-2 ng/m ³	20.600	16.800	13.600	15.300
2-3 ng/m ³	12.800	7.900	8.000	0
> 3 ng/m ³	3.900	1.300	0	0



Figur 57: Halvårsmiddelverdier av BaP vinteren 1981/82 (ng/m³).



Figur 58: Halvårsmiddelværdier av BaP vinteren 1982/83 (ng/m^3)

GRUNNLAGSMATERIALE 4. LUFTKVALITET AVHENGER AV METEOROLOGISKE FORHOLD

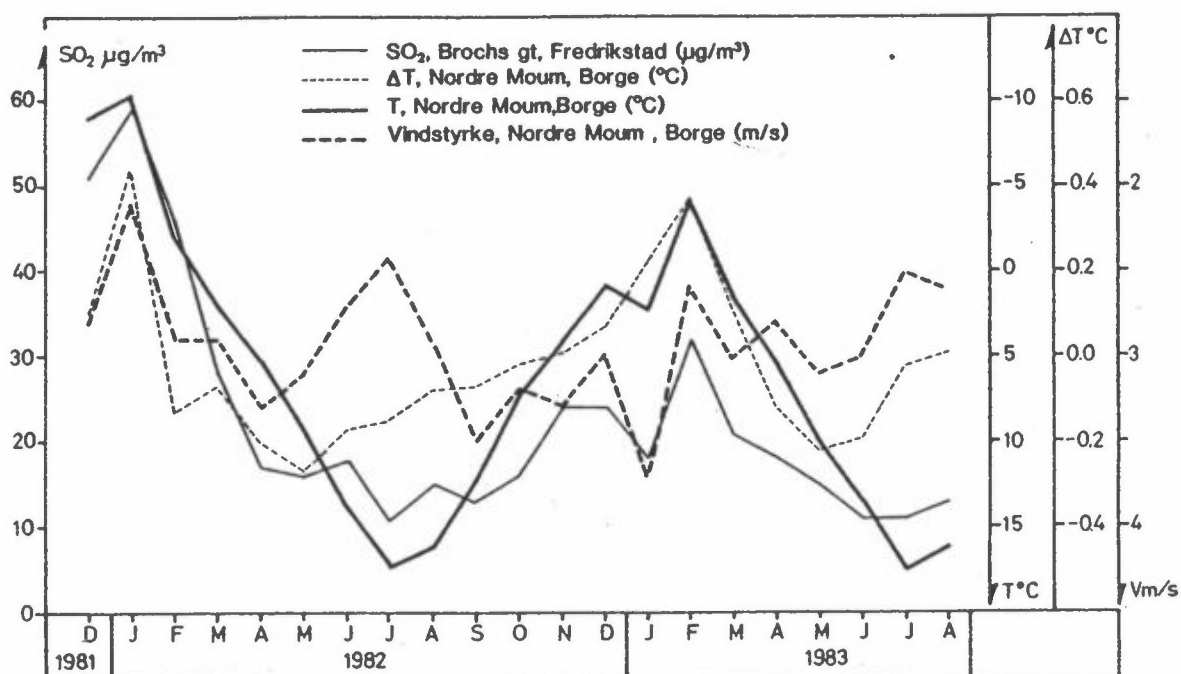
Foruten utslippet er luftkvaliteten hovedsakelig avhengig av spredningen og fortynningen mellom utslippsstedet og målestedet. De viktigste meteorologiske parametrene er temperatur, termisk stabilitet, vindstyrke og vindretning.

Som vist foran i rapporten varierte luftkvaliteten mye over året og fra år til år i samme årstid. Dette har sammenheng med variasjon i utslippene og de meteorologiske forholdene.

Figur 59 illustrer i grove trekk hvordan luftkvaliteten avhenger av utslipp og meteorologiske forhold. Figuren viser månedsmiddelerverdier av SO₂ i Fredrikstad sentrum i hele måleperioden som funksjon av temperatur, termisk stabilitt (ΔT) og vindstyrke. (Legg merke til at ordinaten både for temperatur og vindstyrke går motsatt vei).

Hovedkildene til SO₂ i Fredrikstad var mange små fyringsanlegg spredt rundt i hele byen. På en målestasjon i sentrum spilte derfor ikke vindretningen så stor rolle. Utslippet fulgte temperaturen, med stort utslipp om vinteren og lite om sommeren. Også den termiske stabiliteten varierte på samme måte, med positiv ΔT om vinteren (stabil) og negativ ΔT om sommeren (ustabil). Vindstyrken varierte litt mer usystematisk fra måned til måned. Imidlertid viser figuren at den høye vindstyrken i januar 1983 var en vesentlig årsak til den lave SO₂-konsentrasjonen denne måneden (selv om høy temperatur også har redusert utslippet vesentlig).

Det generelle bildet er at økende temperatur reduserer utslippet (og dermed SO₂-konsentrasjonen), økende vindstyrke reduserer SO₂-nivået og økende termisk stabilitet øker SO₂-nivået. I det følgende vil en vise mer i detalj hvilken betydning de ulike meteorologiske parametre har.

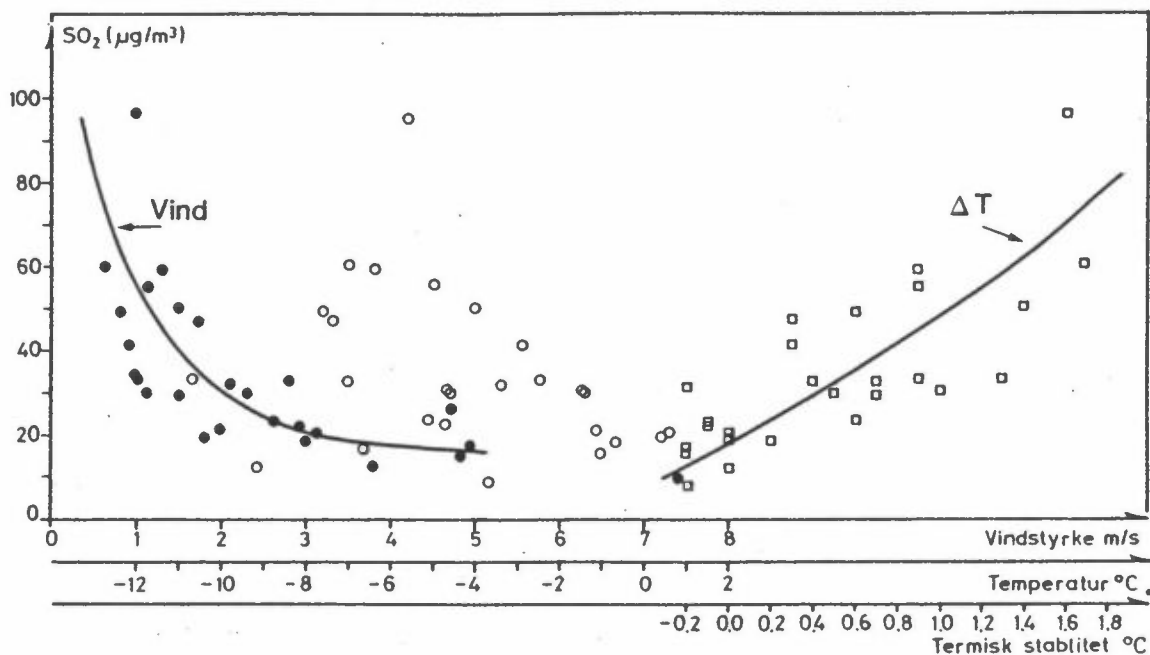


Figur 59: Sammenheng mellom månedsmiddelerverdier av SO₂ (µg/m³) i Brochs gt og meteorologiske parametre i perioden 1.12.1981-31.8.1983.

På månedsbasis hadde variasjon i middeltemperaturen avgjørende betydning for utslippet og dermed luftkvaliteten. Innen én bestemt måned kunne endringen i SO₂-nivået i et bysentrum hovedsaklig forklares ved endringer i termisk stabilitet og vindstyrke.

I forrige avsnitt ble det vist at månedsmiddelerverdiene av SO₂ i Fredrikstad sentrum stort sett varierte i takt med middeltemperaturen, dvs. med fyringsbehovet.

I figur 60 har en vist døgnmiddelerverdier av SO₂ i Fredrikstad i februar 1983 som funksjon av døgnmiddelerverdier av vindstyrke, temperatur og termisk stabilitet. Figuren viser tydelig at SO₂-konsentrasjonen steg merkbart med avtagende vindstyrke og økende stabilitet, og at lav vindstyrke og sterk stabilitet forekom samtidig. Det var også en svak tendens til at økende temperatur gav lavere SO₂-nivå. Ved midlingstid et døgn var effekten av vindstyrke og stabilitet tydeligere enn ved midlingstid en måned, hvor temperaturen hadde større betydning.



Figur 60: Døgnmiddelverdier av SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Brochs gt i februar 1983 som funksjon av døgnmiddelverdier av

- vindstyrke (m/s), Nordre Moum
- temperatur ($^{\circ}\text{C}$), Nordre Moum
- termisk stabilitet ($^{\circ}\text{C}$), Nordre Moum.

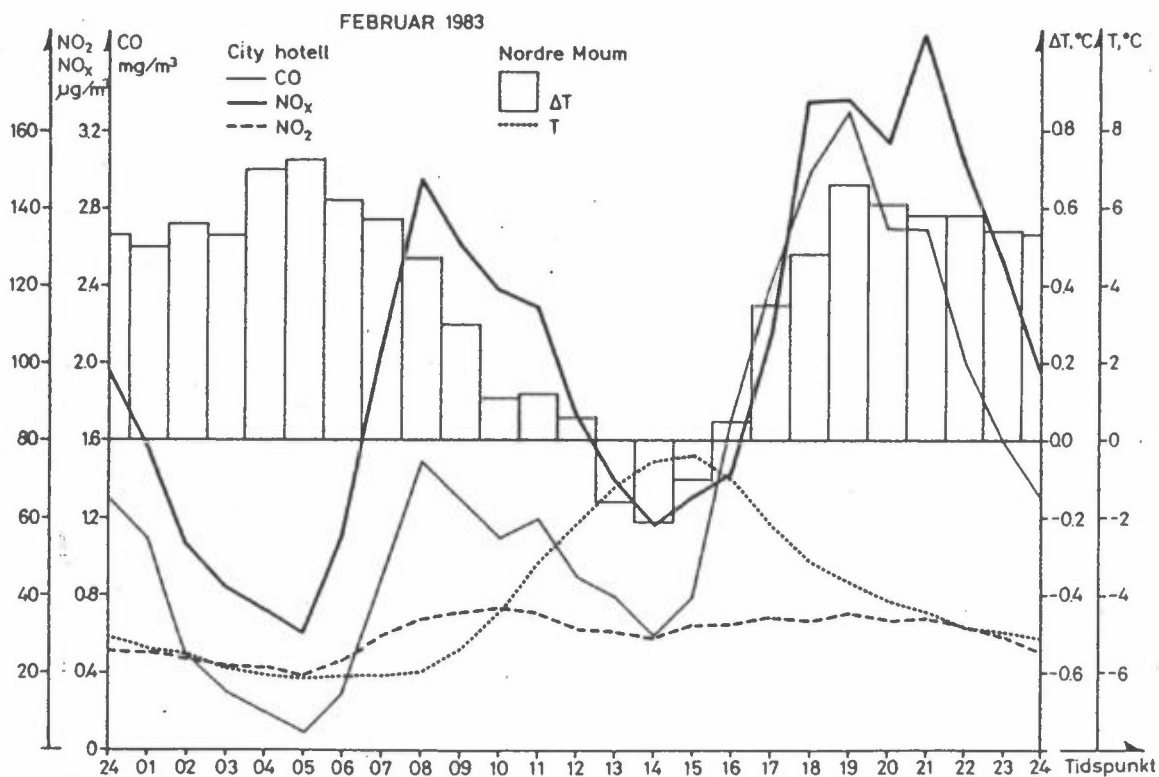
Konsentrasjonen av forurensing på grunn av utslipp fra biltrafikk var avhengig av trafikkmengden og meteorologiske forhold. Meget lave konsentrasjoner om natta og høye konsentrasjoner om formiddagen fulgte trafikkmønstret. Om kvelden ble vanligvis de høyeste konsentrasjonene målt etter at trafikken hadde begynt å avta. Dette skyldes en kraftig oppbygging av inversjoner som forverrer spredningsforholdene.

I figur 61 er det vist hvordan luftkonsentrasjoner og meteorologiske parametre varierte over "middeldøgnet" i februar 1983. CO-konsentrasjonen kl 08 er altså gjennomsnittet av timesmiddelkonsentrasjonene kl 08 hver dag i måneden.

De meteorologiske parametrene viste en karakteristisk døgnlig variasjon. Temperaturen nådde et minimum tidlig om morgenen og et maksimum tidlig på ettermiddagen. Den termiske stabiliteten (inversjonen) var relativt sterk fra solnedgang til soloppgang. På grunn av soloppvarmingen ble inversjonen brutt ned noen timer midt på dagen, for så å bli bygget raskt opp igjen etter solnedgang.

Luftkvalitetsmålingene på City hotell viste store døgnlige variasjoner i CO- og NO_x -nivået, som begge tydelig hadde med biltrafikken å gjøre. Konsentrasjonene var lavest tidlig om morgenen når trafikken var meget liten, for så å bli bygget raskt opp når trafikken økte. Utover dagen avtok konsentrasjonene mer enn trafikkmengden sank. Dette skyldes at inversjonen ble brutt ned og spredningsforholdene ble bedre. Utover kvelden ble forurensningsnivået og inversjonen bygget opp igjen. De høyeste konsentrasjonene ble målt etter at ettermiddagsrushet var slutt. Under første del av ettermiddagsrushet var spredningsforholdene gode og konsentrasjonene ble ikke så høye. Etter hvert som inversjonsstyrken økte, ble forurensningene akkumulert og en fant en kveldstopp i forurensningene. Et annet forhold som også hadde betydning, var at det var noe trafikk i sentrum langt ut over kvelden.

Figur 61 viser også variasjonen av NO_2 over døgnet. Denne

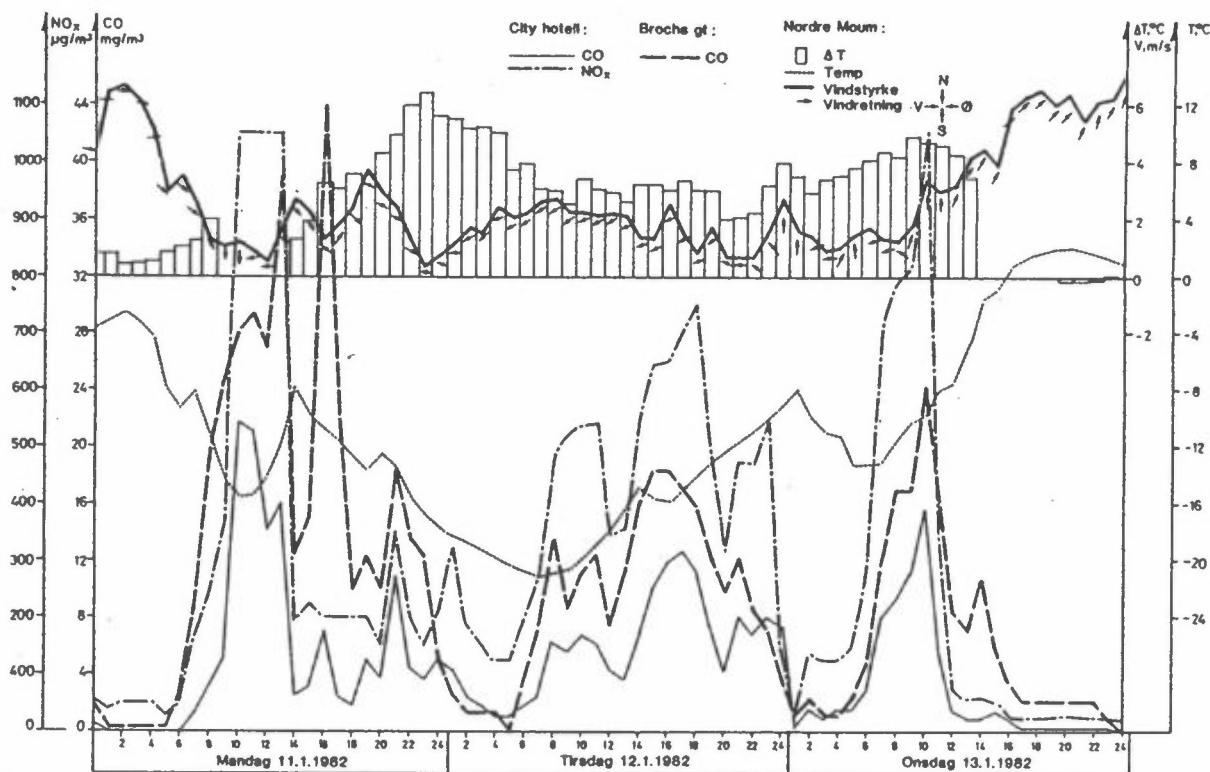


Figur 61: Variasjon over "middeldøgnet" i februar 1983 av kjemiske (City hotell) og meteorologiske (Nordre Moum) parametre.

parametren viste betydelig mindre variasjon enn CO og NO_x. Noe av NO₂-forurensningen skyldes utslipp fra oljeforbrenning. Disse utslippene hadde en mindre døgnlig variasjon enn utslippene fra biltrafikken.

Ved plutselige endringer i vær-situasjonen (og dermed spredningsforholdene) ble forurensningsnivået endret dramatisk. Sterk vind ved nøytral eller ustabil temperatur-sjiktning gav meget lavt forurensningsnivå.

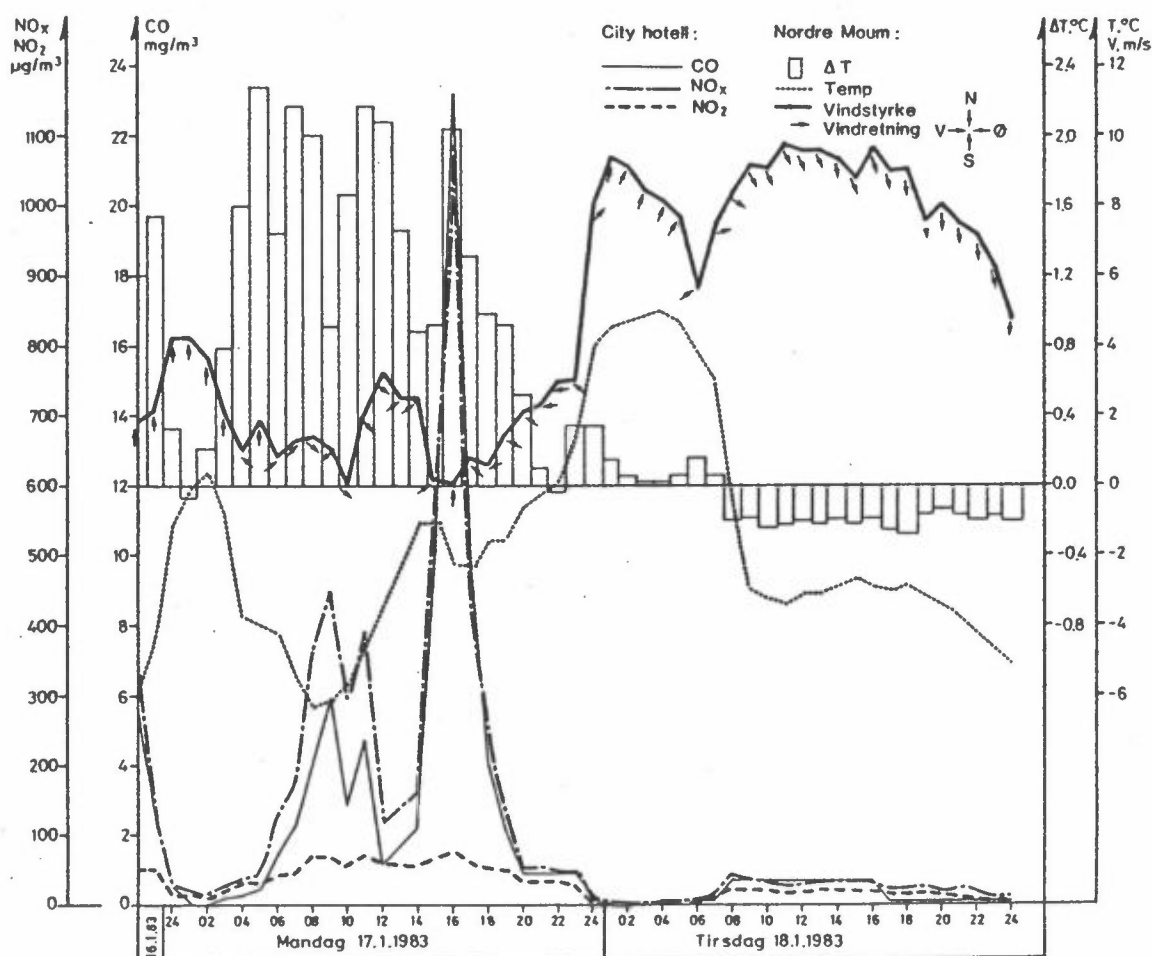
I figur 62 og 63 er det vist hvordan forurensnings- og meteorologiske parametre varierte fra time til time i perioder på to til tre døgn. I begge tilfeller ble spredningsforholdene bedret drastisk i slutten av perioden, og forurensningsnivået ble meget lavt.



Figur 62: Variasjon fra time til time i forurensningsnivå (City hotell og Brochs gt) og meteorologiske forhold (Nordre Moum) i perioden 11.1.1982 kl 00 - 13.1.1982 kl 24.

Figur 62 dekker dagene 11-13. januar 1982 som var den perioden som gav det høyeste generelle forurensningsnivået i hele basisundersøkelsen. Perioden er karakterisert ved meget kaldt vær (ned til -20°C), samt meget sterk inversjon (opptil 6°C) og svak vind (under 2 m/s) i store deler av perioden. Dette har medført meget høyt forurensningsnivå, her illustrert ved CO og NO_x på City hotell og CO i Brochs gt. (Alle andre forurensningskomponenter har også vist meget høye verdier denne perioden).

Både CO og NO_x viste en vanlig døgnvariasjon med de høyeste verdiene i rushtidene. CO-nivået var høyere i Brochs gt enn på City hotell, unntatt noen timer på natta når trafikken var minimal.



Figur 63: Variasjon fra time til time i forurensningsnivå (City hotell) og meteorologiske forhold (Nordre Moum) i perioden 16.1.1983 kl 22 - 18.1.1983 kl 24.

Utover natta steg temperaturen, vinden snudde til sørvest og økte kraftig i styrke, samtidig som inversjonen ble brutt ned, og forurensningsnivået gikk ned mot null. Tidlig om morgenen den 18. snudde vinden til nordvest med styrke 8-10 m/s, temperaturen falt og det ble nøytral temperatursjikting. Denne situasjonen holdt seg resten av døgnet. Forurensningsnivået var meget lavt på grunn av de gode spredningsforholdene.

Midt på dagen onsdag 13. januar snudde vinden til sørvest og økte vesentlig i styrke. Temperaturen økte raskt og inverversjonen ble brutt ned. Dette medførte et drastisk fall i forurensningskonsentrasjonene. Ettermiddagsrushet medførte ikke noe utslag på luftkvalitetsmålingene. Nøytral temperatursjikting og vindstyrke på 6 m/s betydde meget gode spredningsforhold og meget lave luftforurensningskonsentrasjoner.

I figur 63 er det vist en episode den 17-18. januar 1983. Den 17. var det sterk inversjon og svak vind fra skiftende retning, som gav meget høye konsentrasjoner, særlig i ettermiddagsrushet.

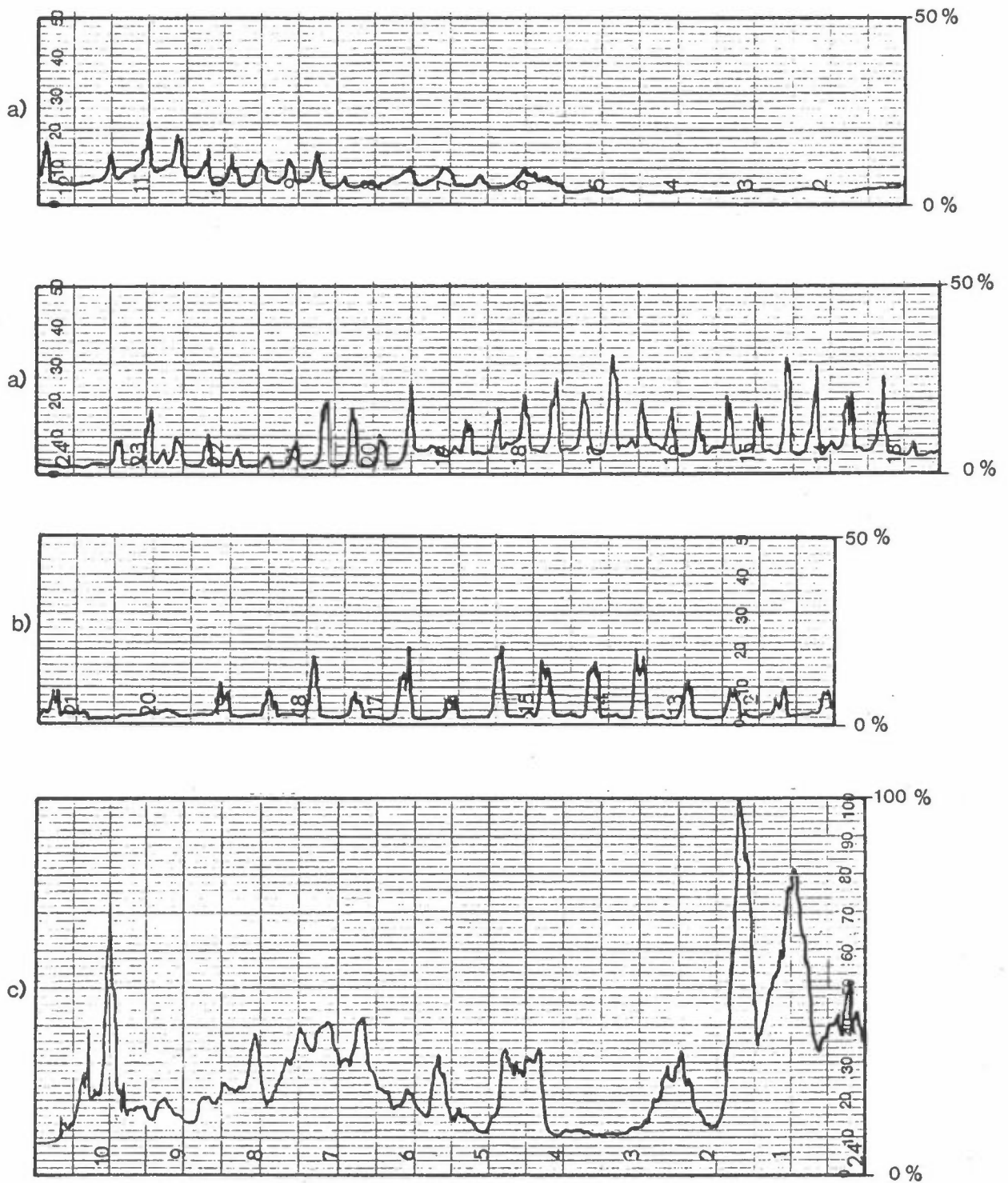
GRUNNLAGSMATERIALE 5 - IDENTIFISERING AV UTSLIPP VED HJELP AV
MÅLINGER AV LUFTKVALITET OG METEOROLOGI

Ved å sammenholde måleresultater av luftkvalitet og meteorologi fra kontinuerlig registrerende instrumenter kan en finne hvilke kilder eller kildegrupper som betyr mest. Målinger på Fellesbanken i Sarpsborg viste at både utslipp fra Borregaard og fyringsutslipp i sentrumsområdet gav merkbare bidrag til SO_2 -forurensningen.

Som det framgår av Grunnlagsmateriale 7 - prosjektbeskrivelse, er det utført luftkvalitetsmålinger med kontinuerlig registrerende instrumenter på flere stasjoner. På denne måten fås en kontinuerlig registrering av forurensningsnivået. Ved å sammenholde dette med en tilsvarende registrering av vindretningen, kan en finne hvilken eller hvilke kilder som gir det største bidraget.

I figur 64 er det vist tre eksempler fra SO_2 -målingene på Fellesbanken i Sarpsborg sentrum våren 1983. Den 5.mars 1983 var vindretningen hovedsakelig fra sørvest. SO_2 -nivået viste relativt små utslag på måleskalaen, men det var tydelige kortvarige og skarpe topper med jevne mellomrom på 20-25 minutter. I dette tilfellet ble stasjonen påvirket av et nærliggende fyringsutslipp. Utslipet er nært fordi toppene var smale og skarpe. Fyrkjelen gikk ca hvert 20-25. minutt og bare ca 5 minutter pr gang. Sørvest for stasjonen er det bare få mulige kilder til dette utslippet. Det er sannsynlig at utslippet kom fra et større hotell.

I situasjonen den 7.mars 1983 var vinden fra nordvest. Et fyringsutslipp slo inn med jevne mellomrom på litt over en halv time. Toppene var vanligvis nå bredere enn i det første tilfellet. Dette tyder på at utslippet lå på litt større avstand. To sannsynlige kilder var nordvest for stasjonen, byens sykehus og en pappfabrikk. Når fyrkjelen ikke gikk, var SO_2 -nivået meget lavt ved denne vindretningen.



Figur 64: Kontinuerlig registrering av SO₂-nivået.

a) Fellesbanken 5.3.1983 (sørvestlig vind)

b) Fellesbanken 7.3.1983 (nordvestlig vind)

c) Fellesbanken 14.4.1983 (østlig, sørøstlig og sørlig vind).

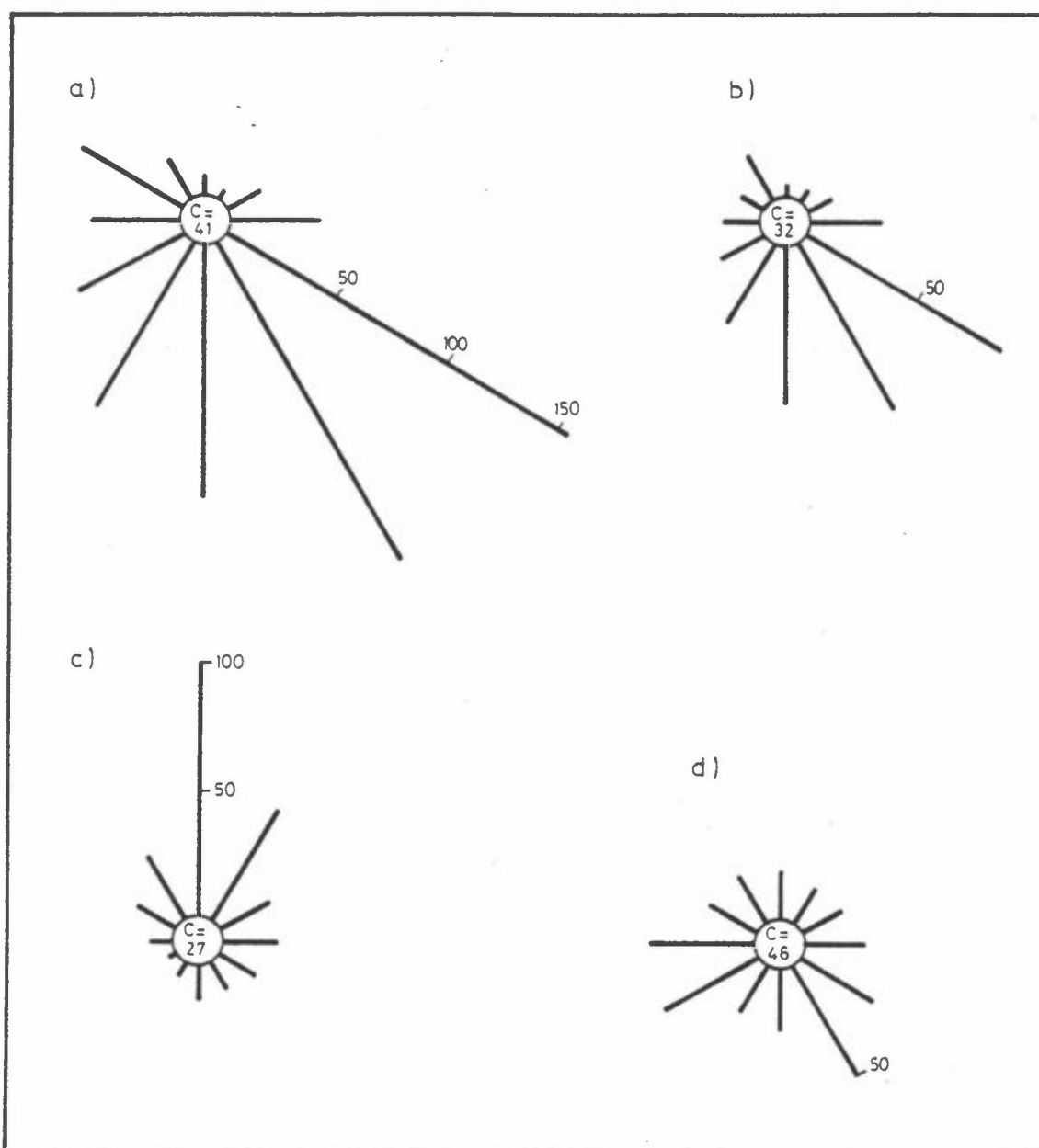
Den 14. april 1983 var vindretningen mer skiftende fra østlig, sørøstlig og sørlig kant. Det generelle SO_2 -nivået var klart høyere enn de tidligere nevnte episodene. Toppene var markerte, men betydelig bredere og mer uregelmessige i formen. Dette tyder på ganske store SO_2 -utslipp på lengre avstand. Det er overveiende sannsynlig at ulike kilder på Borregaard-området slo inn i denne situasjonen. De høyeste øyeblikkskonsentrasjonene var betydelig høyere enn gjennomsnittsnivået. Fullt skalautslag (100%) tilsvarte her omlag $800 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$. Gjennomsnittsnivået for perioden var ca $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (som tilsvarende ca 25% utslag på skalaen).

Kontinuerlig registrerende SO_2 -målinger er utført på i alt 6 stasjoner. På stasjonene Kirkegt p.plass og Torp-Hafslund var Borregaard-området en vesentlig SO_2 -kilde. På Fellesbanken i Sarpsborg sentrum var de mange små fyringsutslippene i sentrum av størst betydning for gjennomsnittsnivået. Stasjonen på Greåker var noe påvirket av lokale industriutslipp.

På grunnlag av de kontinuerlig registrerende målingene av luftkvalitet og meteorologiske parametre er det utarbeidet forurensningsroser. Figurene 65 og 66 gir gjennomsnittskonsentrasjonen av SO_2 ved 12 vindretninger og ved vindstille. Målingene på Kirkegt p.plass viste de klart høyeste verdiene når vinden blåste i en sektor fra øst-sørøst til sør-sørvest. Denne sektoren dekker hele Borregaardsområdet. De aller høyeste verdiene ble registrert ved vind fra øst-sørøst, dvs fra den delen av området som var nærmest målestedet. Det er usannsynlig at utslippet fra fyrhuspipa gav nevneverdig bidrag, da pipa er for høy og lå for nær stasjonen.

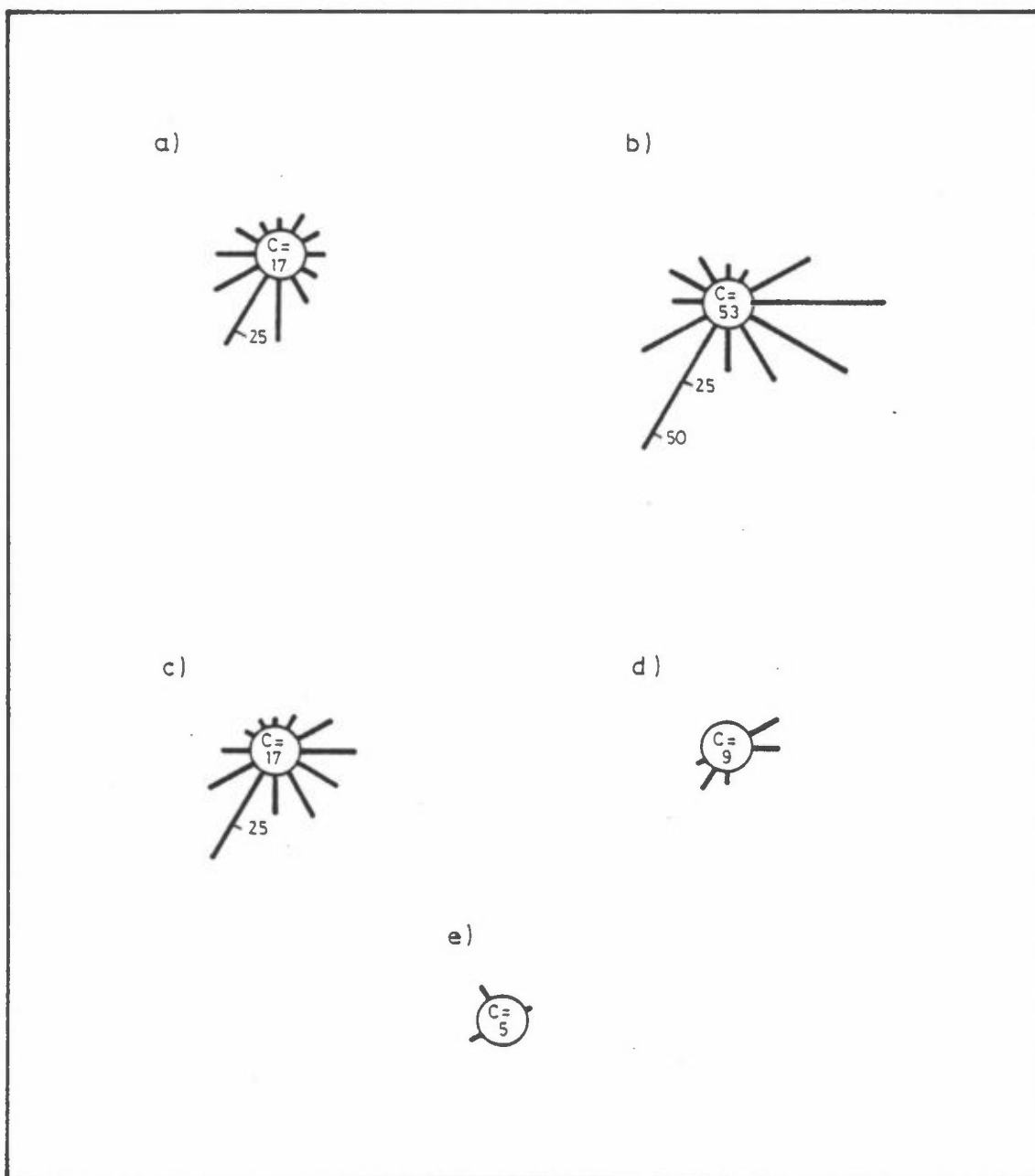
Stasjonen Torp-Hafslund på andre siden av Glomma viste klart forhøyede verdier ved nordlig vind, dvs fra den sørlige delen av Borregaard-området, som lå rett nord for stasjonen. Vind fra øst-sørøst (dvs. fra smelteverket A/S Hafslund) gav relativt lave SO_2 -verdier.

På Fellesbanken i Sarpsborg sentrum var det et visst SO_2 -bidrag i alle retninger forårsaket av mange små



Figur 65: Middelkonsentrasjoner av SO_2 i 12 hovedvindretninger og ved vindstille (C) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

- a) Kirkegt p.plass 1.12.1981-28.2.1982
- b) Kirkegt p.plass 1.12.1982-28.2.1983
- c) Torp-Hafslund 1.12.1982-31.1.1983
- d) Fellesbanken 1. 2.1983-31.5.1983



Figur 66: Middelkonsentrasjoner av SO_2 i 12 hovedvindretninger og ved vindstille (C) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

a) Hafslundsøy	1. 4-30.6.1982
b) Greåker	1.12.1981-28.2.1982
c) Greåker	1.3-31.5.1982
d) Greåker	1.6-31.8.1982
e) Nordre Moum	1.3-31.5.1983

fyringsutslipp i byområdet. Ved sørøstlig vind ble det målt forhøyede verdier, som antyder kilder på Borregaard-området. Forhøyede verdier ved vestlig og sør-sørvestlig vind skyldes sannsynligvis et lokalt fyringsutslipp i nærheten av stasjonen (et av byens hoteller).

Stasjonen på Hafslundsøy hadde klart forhøyede verdier ved vind i en sektor fra sør til vest-sørvest, dvs at Borregaard-området var den mest sannsynlige kilden. De høyeste verdiene ble målt ved ustabil temperatursjiktning og vind under 6 m/s, dvs at en kunne få nedslag fra fyrhuspipa.

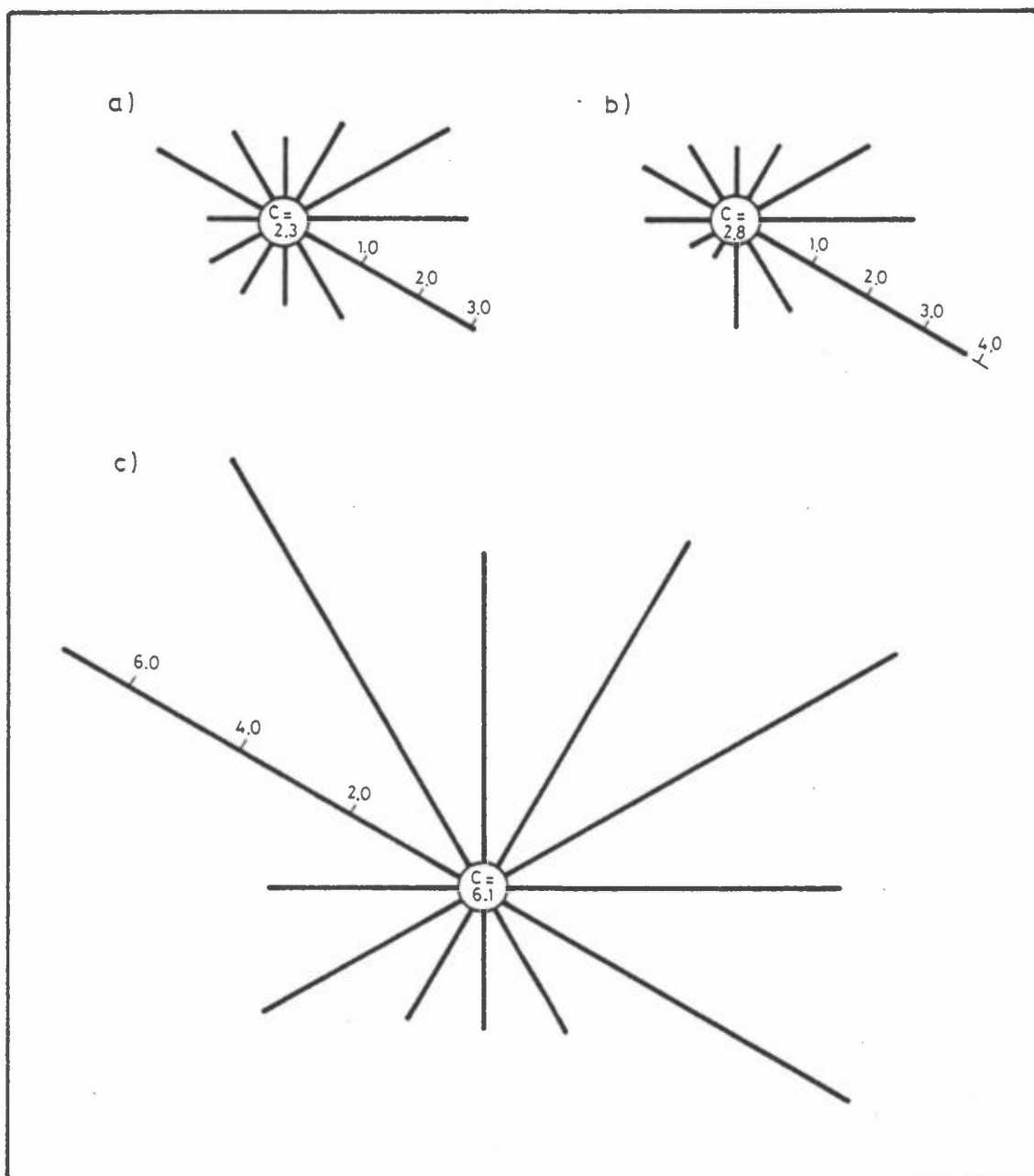
På Greåker var det forhøyede SO_2 -konsentrasjoner ved sørvestlig vind og ved vind i en bred sektor fra øst-nordøst til sør-sørøst. Mulige kilder ved sørvestlig vind var Greåker industrier og Norsk Leca, med det førstnevnte som det mest sannsynlige. Fra den brede østlige sektoren var det noe bidrag fra Sarpsborgområdet og noe fra industri langs Glomma nærmere Greåker.

På Nordre Moum var det meget lave SO_2 -konsentrasjoner i måleperioden med bakgrunnsverdier i de fleste vindretninger. Målingene antydte kilder i nordøst (Sarpsborg/Borregaard), nord-nordvest (Greåker) og sørvest (Fredrikstad/Leca).

Den overveiende delen av CO-utslippet skyldes biltrafikk. Målingene i Fredrikstad viste de høyeste verdiene fra de delene av byen hvor trafikken var størst.

Figur 67 viser middelkonsentrasjoner av CO i 12 vindretninger og ved vindstille (vindmålingene er fra Nordre Moum 36 m o.b.). På City hotell ble de høyeste verdiene målt ved vind fra øst-sørøst. Dette tydet på at trafikken i den nærmeste gata, Torbjørnsgt, gav det største bidraget på stasjonen. De laveste verdiene ble målt ved sørvestlig vind, dvs ved vind fra Kråkerøy - siden og havneområdet, hvor det var lenger avstand til trafikken og hvor trafikken var mindre.

På gatestasjonen Brochs gt ble det målt høyere verdier ved alle vindretninger enn på City hotell. I området sør for stasjonen var trafikken mindre, og dette gav et klart utslag på målingene.



Figur 67: Middelkonsentrasjoner av CO i 12 hovedvindretninger og ved vindstille (C) (mg/m^3).

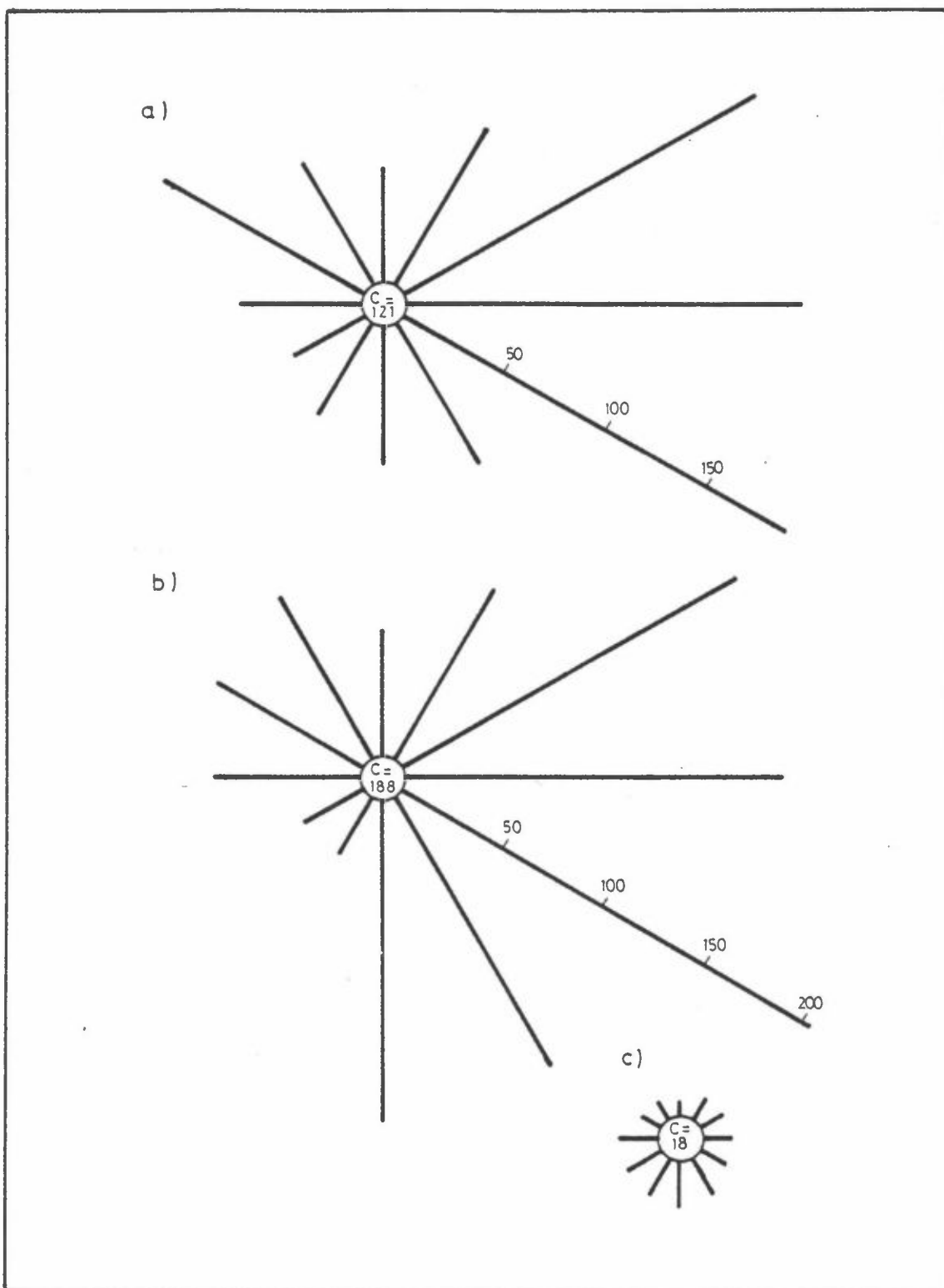
- a) City hotell 1.12.1981-28.2.1982
- b) City hotell 1.12.1982-28.2.1983
- c) Brochs gt 1.12.1981-28.2.1982

NO_x-målingene i Fredrikstad viste at utslippene fra biltrafikken var en viktig kilde. På Hafslundsøy var Sarpsborg byområde en større NO_x-kilde enn Borregaard-området.

I figur 68 er det vist middelkonsentrasjoner av NO_x i 12 vindretninger og ved vindstille på City hotell i Fredrikstad og på Hafslundsøy nordøst for Sarpsborg. På City hotell har NO_x-rosene i hovedsak samme form som CO-rosene (se figur 67). Dette antyder at biltrafikken var en viktig kilde til NO_x i området. Fyringsutslippenes fordeling var også av betydning.

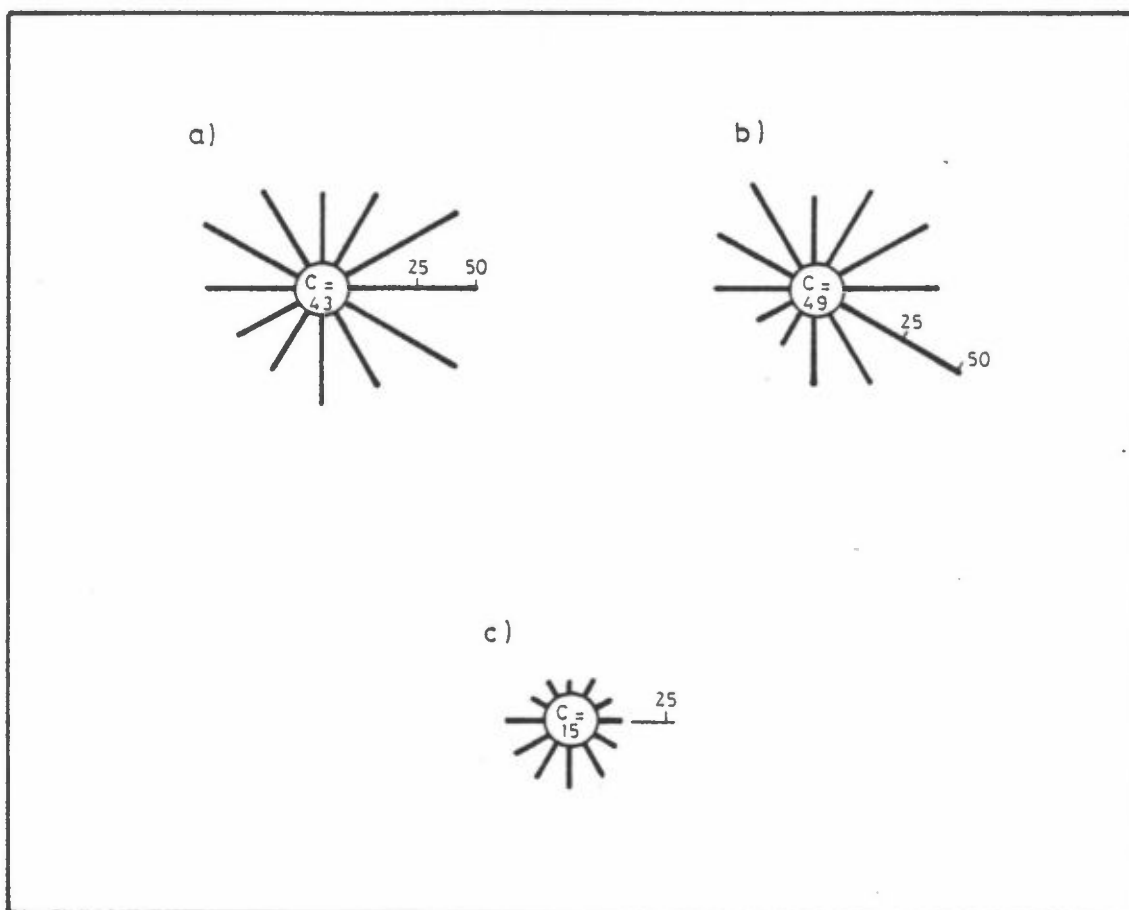
På Hafslundsøy var NO_x-verdiene lave og målingene antydte litt forhøyede verdier i en bred sektor som omfatter hele Sarpsborg byområde. Hvis Borregaard-området hadde vært en vesentlig NO_x-kilde måtte en ventet klart forhøyede verdier ved sørlig og sør-sørvestlig vind, slik som for SO₂ (se figur 66a).

Forurensningsrosene for NO₂ er vist i figur 69. Figurene for Fredrikstad antyder de høyeste konsentrasjonene i de samme retningene som for CO og NO_x, dvs. NO_x-utslippet fra biltrafikken var en viktig kilde til NO₂-forurensningen i Fredrikstad sentrum. På Hafslundsøy har NO₂-rosa samme form som for NO_x, dvs. hovedkildene var i Sarpsborg byområde.



Figur 68: Middelkonsentrasjoner av NO_x i 12 hovedvindretninger og ved vindstille (C) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

- a) City hotell 1.12.1981-28.2.1982
- b) City hotell 1.12.1982-28.2.1983
- c) Hafslundsøy 1.4-30.6.1982



Figur 69: Middelkonsentrasjoner av NO₂ i 12 hovedvindretninger og ved vindstille (C) (µg/m³).

- a) City hotell 1.12.1981-28.2.1982
- b) City hotell 1.12.1982-28.2.1983
- c) Hafslundsøy 1.4-30.6.1982

GRUNNLAGSMATERIALE 6 - FORSLAG TIL FRAMTIDIG MÅLEPROGRAM FOR
LUFTKVALITET

Basisundersøkelsen i Sarpsborg og Fredrikstad skal bl.a. gi det nødvendige grunnlaget for utformingen av det framtidige rutinemessige overvåkingsprogrammet. Luftkvalitetsmålingene bør prinsipielt omfatte de komponenter hvor vanlig aksepterte grenseverdier overskrides.

Det nåværende statlige rutinemessige overvåkingsprogrammet skal endres i henhold til de resultater en kommer fram til i basisundersøkelsene (se Grunnlagsmateriale 7). Det er derfor i basisundersøkelsen i Sarpsborg og Fredrikstad gjennomført et omfattende måleprogram, både for å kartlegge forurensningsnivået og hvilke kilder som gir de største bidragene.

Luftkvalitetsmålingene er sammenlignet med vanlig aksepterte grenseverdier (hovedsakelig norske forslag til grenseverdier). Det er rimelig at framtidige målinger konsentreres til de steder og stoffer hvor grenseverdiene overskrides. Som vist i Grunnlagsmateriale 2 er overskridelser av SO₂-grenseverdiene registrert en eller flere ganger på samtlige stasjoner unntatt bakgrunnstasjonen i Onsøy. I tillegg er grenseverdier for CO, NO₂ og sot overskredet hovedsakelig på stasjoner som er påvirket av utslipp fra biltrafikken.

De nåværende rutinemessige målingene på St.Olavs Vold i Sarpsborg og i Brochs gt i Fredrikstad bør fortsette. Stasjonen på Alvim bør vurderes flyttet til Sarpsborg sentrum. For en bedre kartlegging av utslippene på Borregaard bør det gjennomføres kontinuerlige målinger av SO₂ og vindstyrke/-vindretning på bedriftens område.

Grenseverdiene for SO₂ er overskredet på 14 av de 15 stasjonene som hadde SO₂-målinger. For å følge utviklingen av forurensningssituasjonen er det imidlertid nødvendig bare med et begrenset antall stasjoner, f.eks. to i Sarpsborg og én i Fredrikstad. Det foreslås derfor at de nåværende rutinemessige

stasjonene St.Olavs Vold i Sarpsborg og Brochs gt i Fredrikstad fortsetter. St.Olavs Vold dekker et maksimalt belastet område, mens Brochs gt står i Fredrikstad sentrum. Ut fra målingene synes det naturlig at den andre stasjonen i Sarpsborg bør plasseres i sentrumsområdet. En bør derfor vurdere å flytte stasjonen på Alvim dit.

Målingene i Fredrikstad har vist høye konsentrasjoner på grunn av utslipp fra biltrafikk. Når det her likevel ikke foreslås rutinemessige målinger av f.eks. CO og nitrogenoksider, er det fordi nivået er lavere enn i Oslo og fordi det i Oslo er omfattende overvåkingsmålinger av bilforurensning. De to stasjonene i Oslo er i hovedsak plassert på samme måte som i Fredrikstad, og det er trolig at forurensningen vil følge samme mønster i framtida. Som en kontroll på dette bør imidlertid det nåværende programmet for sot og bly fortsette. Disse målingene og analysene er enkle, og en kan sammenligne måleresultatene direkte med f.eks. Oslo.

Utslippskartleggingen, sporstoffundersøkelsene og spredningsberegningene har vist at det er mange og betydelige utslipp av SO₂ på Borregaard-området som en ennå ikke har god nok kunnskap om (se grundigere omtale i Delrapport C og D). I tillegg til en fortsatt utslippskartlegging og oppdatering synes det å være behov for kontinuerlige registrerende målinger inne på Borregaard-området. Hensikten med dette er å kartlegge bedre fra hvilke kilder utslippene kommer og å bedømme størrelsen på utslippene. Dette vil gi bedre informasjon om hvor utslippsbegrensende tiltak bør settes inn og hvilken virkning slike tiltak vil få. Spredningsberegningene har vist at det er de mange relativt små utslippene i lav høyde som gir det vesentligste bidraget til luftkvaliteten i Sarpsborg. En reduksjon på flere tusen tonn SO₂ av utslippet fra fyrhuspipa de siste årene har knapt endret luftkvaliteten i Sarpsborg. Dette skyldes at pipa er nærmere 150 m høy og at spredningen av forurensningene er meget god. For å bedre luftkvaliteten i Sarpsborg må tiltakene settes inn på de mange mindre utslippene i lav høyde på Borregaards område.

GRUNNLAGSMATERIALE 7 - PROSJEKTBEKRIVELSE

Basisundersøkelser og rutinemessig overvåking er viktige elementer i det statlige programmet for forurensningsovervåking som administreres av Statens forurensningstilsyn. Basisundersøkelsene skal gi det nødvendige grunnlaget for utformingen av det fremtidige rutinemessige overvåkingsprogrammet.

Et statlig opplegg for overvåking av luftforurensningstilstanden i Norge startet i januar 1977 etter oppdrag fra Miljøverndepartementet/Statens forurensningstilsyn. Norsk institutt for luftforskning (NILU) har ansvaret for den faglige og praktiske gjennomføringen av programmet. Målingene foregår ved 35 stasjoner i 29 byer og tettsteder, og omfatter døgnmålinger av svoveldioksid (SO_2), sot, partikulært sulfat (SO_4) og bly.

Den rutinemessige overvåkingen inngår som en del av Statlig program for forurensningsovervåking som administreres av Statens forurensningstilsyn. I dette programmet forutsettes det at rutinemessig overvåking etter hvert skal bygge på basisundersøkelser. Basisundersøkelser er omfattende undersøkelser for å kartlegge forurensningstilstanden, skaffe oversikt over meteorologiske og andre naturgitte forhold av betydning, samt gi kunnskap om eksponeringssituasjonen. Basisundersøkelsene skal bl.a. avgjøre i hvilken grad framtidig rutinemessig overvåking er nødvendig og gi grunnlaget for utformingen av denne overvåkingen. Etter hvert som basisundersøkelser gjennomføres i byer og tettsteder er det meningen at det nåværende rutinemessige overvåkingsprogrammet skal endres i henhold til de resultater en kommer fram til.

Basisundersøkelsen i Sarpsborg/Fredrikstad var den første av flere konsentrerte og målrettede undersøkelser.

Den basisundersøkelsen som ble satt i gang i Sarpsborg og Fredrikstad høsten 1981 var den første av flere konsentrerte og målrettede undersøkelser. Grunnen til at en valgte

Sarpsborg og Fredrikstad som første undersøkelsesområde, er at en der hadde alle de viktigste hovedkildene til luftforurensning representert: industri, husoppvarming og trafikk. Dessuten er landskapsformen enkel og homogen, og fra før hadde en noe kjennskap til utslippsfordelingen av SO_2 i området.

Basisundersøkelsen ble bygd opp omkring en del deloppgaver. Utslipp, spredning og virkninger av forurensning ble studert i detalj.

I Sarpsborg og Fredrikstad har undersøkelsen omfattet følgende deloppgaver:

- kartlegging av utslippene
- måling av meteorologiske forhold
- måling av luftkvalitet
- beregning av konsentrasjonsfelt ved hjelp av modeller
- virkninger av luftforurensning (effektregistrering)
- vurdering av resultatene og rapportering.

Ved dette opplegget ble luftkvaliteten i området estimert ved hjelp av spredningsmodeller og andre beregningsmetoder på basis av utslippsoversiktene. Målinger i enkeltpunkter gav data for luftkvaliteten og dens variasjoner i tid på målestedene. De ble benyttet til test av beregningsmetodene og vurdering av utgangsdata. Sammenligning mellom målte verdier av forurensning og beregnede verdier gav mulighet for modifisering, tilpasning og forbedring av spredningsmodellene.

Med dette fikk en oversikt over luftkvaliteten i området, som bl.a. gav følgende informasjon:

- geografisk fordeling av midlere forureningskonsentrasjoner, basert på et rutenett med oppløsning 1 km.
- geografisk fordeling av forurenninger i typiske og/eller ekstreme vær-situasjoner.
- frekvensfordeling av forurenningen i gitte "punkter" (km^2 -ruter).
- antall personer i området som utsettes for forurenninger over forskjellige grenser (eksponeringsdata).

Det meteorologiske måleprogrammet hadde flere formål. I spredningsmodellene kreves det en inngående beskrivelse av vindfeltet og spredningsparametrene. Meteorologiske data ble benyttet også til å vurdere representativiteten av utslippet og luftkvalitetmålingene og til kartlegging av utslippskilder.

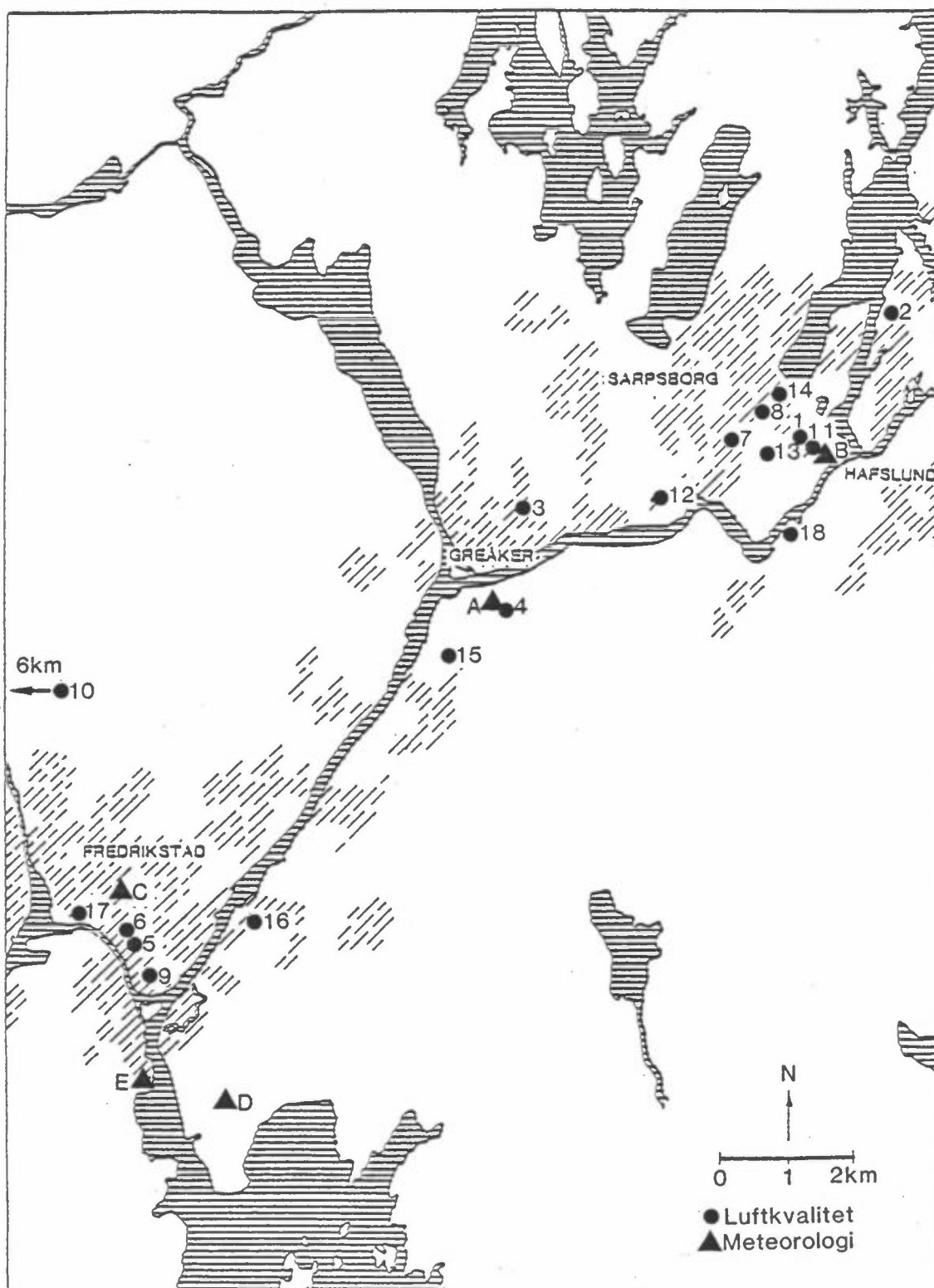
Beskrivelse av vindfelt og spredningsparametre krever meteorologiske data. Et komplisert vindfelt krever detaljerte vindmålinger for å få en god nok spredningsbeskrivelse. Det er derfor i en basisundersøkelse ofte behov for å utføre meteorologiske målinger på flere punkter avhengig av topografi, klimaforhold og kildefordeling.

Meteorologiske data var også viktige for å vurdere hvor representativ undersøkelsesperioden var. Fyringsutslippene avhenger av den midlere temperaturen. Luftkvaliteten avhenger av bl.a. temperatur, stabilitet, vindstyrke og vindretning.

Ved hjelp av meteorologiske data har en også beregnet/vurdert bidraget fra ulike kilder/kildegrupper til de målte/beregnete luftkonsentrasjonene. Dette har betydning for vurdering av eventuelle utslippsreducerende tiltak.

Meteorologiske målinger er utført på fem stasjoner i Sarpsborg/ Fredrikstad-regionen. Ved fire av stasjonene er bare vindforholdene registrert.

Meteorologiske målinger er utført i perioden oktober 1981 - september 1983 (ved to av stasjonene bare til september 1982). Figur 70 viser en oversikt over måleprogrammet, mens stasjonsplasseringen framgår av figur 71. Hovedstasjonen på Nordre Moum i Borge har hatt et omfattende program med målinger i tre forskjellige høyder over bakken (3, 10 og 36 m). Ved de fire øvrige stasjonene har en kartlagt vindforholdene 10 m o.b.



Figur 71: Målestasjoner for meteorologi og luftkvalitet i Sarpsborg og Fredrikstad. (For stasjonsnavn se figur 70 og 72).

Ved alle stasjonene ble de meteorologiske parametrene registrert kontinuerlig. Registreringene ble imidlertid avlest eller beregnet til timesmiddelverdier, som ble benyttet i den videre databearbeidelsen.

Data fra Meteorologisk institutts stasjon på Rygge, som har lange tidsserier, er benyttet til å vurdere representativiteten av undersøkelsesperioden.

Målinger og beregninger av luftkonsentrasjoner av forurensende stoffer må sees som en enhet.

Måleprogrammet for luftkvalitet hadde to viktige formål:

- karakterisering av luftkvaliteten i enkeltpunkter, enten valgt ut for å være representative for større områder, eller for å representere områder med svært høy forurensning
- grunnlag for sammenligning med spredningsberegningene for å klarlegge årsakssammenhengen mellom utslipp og forureningsnivå.

En del av stasjonene hadde korte og intensive måleprogram, mens andre hadde målinger av langsiktig og rutinemessig karakter.

En oversikt over målestasjonene for luftkvalitet med måleprogram og stasjonsplassering er vist i henholdsvis figur 72 og figur 71. Stasjonene 6, 11 og 12 inngår i det statlige rutinemessige overvåkingsprogrammet på landsbasis. Her utføres sotanalyser rutinemessig i februar, mai, august og november, og blyanalyser i februar og august. Øvrige sot- og blyanalyser fra disse stasjonene og fra stasjonene 13-17 (bly bare vinteren 1981/82) er utført i tillegg til det opprinnelige foreslåtte måleprogrammet for basisundersøkelsen.

Hovedtanken bak måleprogrammet var at stasjonene 1-10 og 18

Stasjons- nr.	Målested	Kommune	Komponent	Målingstid	1981				1982				1983						
					O	N	D	J	O	N	D	J	O	N	D	J			
7	Sarpsborg - hallen	Sarpsborg	SO ₂	Døgn															
			NO ₂	Døgn															
			Sot	Døgn															
			Bly	Døgn															
8	Fellesbanken	Sarpsborg	Time																
			SO ₂	Døgn															
			NO ₂	Døgn															
			Sot	Døgn															
			Bly	Døgn															
			Tot. svevestøv	Døgn															
			PAH	Døgn															
			Benzen	Døgn															
9	Phønix	Fredrikstad	SO ₂	Døgn															
			NO ₂	Døgn															
			Sot	Døgn															
			Bly	Døgn															
10	Hoff	Onsøy	SO ₂	Døgn															
			NO ₂	Døgn															
			Sot	Døgn															
			Bly	Døgn															
11	St.Olavs vold	Sarpsborg	SO ₂	Døgn															
			Sot	Døgn															
			Bly	Døgn															

Figur 72 fortsetter

Stasjons- nr.	Målested	Kommune	Komponent	Målingstid	1981				1982				1983							
					O	N	D		J	F	M	A	J	F	M	A	J	F	M	A
12	Alvim	Sarpsborg	SO ₂	Døgn																
			Sot	Døgn																
			Bly	Døgn																
13	Adm. boligen, Borregaard	Sarpsborg	SO ₂	Døgn																
			Sot	Døgn																
			Bly	Døgn																
14	Brann - stasjonen	Sarpsborg	SO ₂	Døgn																
			Sot	Døgn																
			Bly	Døgn																
15	Østli, Leca	Borge	SO ₂	Døgn																
			Sot	Døgn																
			Bly	Døgn																
16	Nabbetorp	Fredrikstad	SO ₂	Døgn																
			Sot	Døgn																
			Bly	Døgn																
17	Teglverksvn.	Fredrikstad	SO ₂	Døgn																
			Sot	Døgn																
			Bly	Døgn																
18	Torp- Hafslund	Skjeberg	SO ₂	Time																

Figur 72 fortsetter

(unntatt 6), som ble spesielt opprettet for basisundersøkelsen, skulle ha et intensivt måleprogram om vinteren. Stasjonene 6 og 11-17, som hadde et mer rutinemessig måleprogram, skulle gi informasjon om det generelle forurensningsnivået også om sommeren. Erfaringsmessig er forurensningsnivået vesentlig lavere om sommeren enn om vinteren (som også denne rapporten har vist). Utover de rutinemessige målingene, ble derfor sommerprogrammet begrenset til å kartlegge spesielle industriforurensninger.

Måleprogrammet på den enkelte stasjon var forskjellig, avhengig av formålet med undersøkelsen.

Formålet med de enkelte stasjoner kan kort beskrives som følger:

- Stasjon 1 : Målinger i maksimalt belastet område for lave SO_2 -kilder på Borregaard.
- Stasjon 2 : Målinger i nedslagsområdet for utslippet fra fyrhuspipa på Borregaard.
- Stasjon 3 : Målinger i maksimalt belastet område for lave SO_2 -kilder på Greåker.
- Stasjon 4 : Målinger mellom bedriftene på Greåker og Borge (Norsk Leca).
- Stasjon 5 : Målinger i maksimalt belastet område for arealkilder i Fredrikstad.
- Stasjon 6 : Målinger på fortau ved sterkt trafikkert gate i Fredrikstad (i samme område som stasjon 5).
- Stasjon 7 : Målinger i boligområde i Sarpsborg med forurensningsbelastning hovedsakelig fra arealkilder.
- Stasjon 8 : Målinger i maksimalt belastet område for arealkilder i Sarpsborg.
- Stasjon 9 : Målinger i boligområde i Fredrikstad med forurensningsbelastning hovedsakelig fra arealkilder.
- Stasjon 10: Målinger av bakgrunnsforurensninger på sted som påvirkes i liten grad av byområdet Sarpsborg/Fredrikstad.

Stasjon 11-17: Målinger av rutinemessig karakter som går året rundt (SO_2 , med mulighet for bestemmelse av sot og bly).

Stasjon 18: Målinger i belastet område øst for Glomma for bedre å kunne skille mellom ulike kilder på Borregaard-området. Målingene er kommet i tillegg til det opprinnelige foreslåtte programmet.

De nyopprettede stasjonene i basisundersøkelsen ble plassert i åpne områder uten spesielle kilder nærmere enn 50-100 m.

De nyopprettede stasjonene ble plassert i spesielle målebuer, slik at en har stått noenlunde fritt med hensyn til stasjonsvalg. En har i stor utstrekning benyttet relativt åpne områder uten spesielle kilder nærmere enn 50-100 m (unntatt luftkvalitetsstasjon 6, som ble plassert i en sterkt trafikkert gate). Dette forenklet sammenlikningen mellom de målte verdiene og beregningene fra spredningsmodellene. Målepunktene skulle være mest mulig representative for kvadrater på ca 1 km^2 , som var den oppløsningen en benyttet ved utarbeidelsen av utslippsoversiktene.

Til den daglige drift av måleprogrammet har en hatt god hjelp av Borregaard og de interkommunale næringsmiddelkontrollene i Sarpsborg og Fredrikstad.

Til den daglige drift av måleprogrammet etablerte NILU et samarbeid med de interkommunale næringsmiddelkontrollene i Sarpsborg og Fredrikstad og med Borregaard. Disse institusjonene hadde den daglige drift av de fleste instrumentene på luftkvalitetsstasjonene 5-17, mens NILU i hovedsak drev stasjonene 1-4, 18 og det meteorologiske måleprogrammet. Næringsmiddelkontrollene og Borregaard utførte også SO_2 -analysene på "sine" stasjoner (unntatt bakgrunnstasjonen 10 som ble analysert ved NILU). Interkalibreringer ble arrangert flere ganger av NILU.

GRUNNLAGSMATERIALE 8 - GRENSEVERDIER OG VURDERINGSGRUNNLAG
FOR LUFTKVALITET

En arbeidsgruppe oppnevnt av SFT har beskrevet sammenhengen mellom luftforurensning og skadevirkninger på helse og miljø.

Ved vurdering av luftkvaliteten i et område er det vanlig å sammenligne målte eller beregnede konsentrasjoner med retningslinjer for luftkvalitet. SFT/Røykskaderådet utarbeidet i 1977 et forslag til retningslinjer for de mest alminnelig forekommende forurensningskomponenter (svoveldioksid (SO_2), sot, nitrogendioksid (NO_2) og fluorid).

I 1978 kom det et forslag fra Bilforurensningsutvalget om å utarbeide luftkvalitetsverdier også for bly, karbonmonoksid (CO) og fotokjemiske oksidanter. SFT oppnevnte i 1979 en arbeidsgruppe for å se på sammenhengen mellom luftforurensning og skadevirkninger på helse og miljø.

Resultatet av arbeidet er presentert i SFT-rapport nr 38: "Luftforurensning. Virkninger på helse og miljø." Arbeidsgruppen har på grunnlag av litteraturstudier beskrevet sammenhengen mellom luftforurensning og skadevirkninger på helse og miljø (dose-effektforhold) for stoffene svoveldioksid (SO_2), svevestøv (målt med OECD-metoden (sot)), nitrogendioksid (NO_2), karbonmonoksid (CO), fotokjemiske oksidanter, bly og fluorider. For samtlige stoffer, unntatt bly, har gruppen angitt luftkvalitetsverdier for helsevirkninger.

Med "grenseverdier for helsevirkninger" for et stoff menes her et eksponeringsnivå (den mengden av forurensning) som en ut fra nåværende viten antar befolkningen kan utsettes for uten at helsevirkninger forekommer.

Grenseverdier for luftkvalitet er gitt både for korte (1-24 timer) og lange (3 eller 6 måneder) midlingtider.

For SO_2 og sot har "SFT-gruppen" ikke funnet grunnlag for å

fastsette en bestemt grenseverdi. Det er derfor foreslått følgende konsentrasjonsområder:

Svoveldioksid

Halvårsmiddel : 40- 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Døgnmiddel : 100-150 "

Sot

Halvårsmiddel : 40- 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Døgnmiddel : 100-150 "

Nitrogendioksid

Halvårsmiddel : 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Døgnmiddel : 100-150 "
Timesmiddel : 200-350 "

Karbonmonoksid

8-timers middel: 10 mg/m^3
Timesmiddel : 25 "

For bly har "SFT-gruppen" ikke funnet grunnlag for å angi en grenseverdi for luftkvalitet. Dette skyldes mangelfull kunnskap om blybelastningen i den norske befolkning, og at det ikke er nok bare å ta hensyn til den direkte tilførselen av bly fra luft. I denne rapporten har en valgt å bruke den grenseverdien Environmental Protection Agency i USA vedtok i 1978. Denne er strengere enn de retningslinjer som brukes i Vest-Tyskland.

Bly Kvartalsmiddel: 1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. "Air Quality Criteria", USA.
Til sammenligning har Vest-Tyskland følgende retningslinjer:
Årsmiddel : 1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Døgnmiddel : 3 "

I samarbeid med SFT er det utarbeidet et vurderingsgrunnlag for klassifisering av luftforurensninger i klassene "lite", "middels" og "mye" luftforurensning.

Inndeling i klassene "lite", "middels" og "mye" luftforurensning er vist i tabell 12. Klassifiseringen bygger på norske forslag til grenseverdier. For bly er grunnlaget grenseverdier i Vest-Tyskland og USA.

Klassifiseringen er utarbeidet på grunnlag av grenseverdier for virkningskategori helse. For virkningskategori vegetasjon er grenseverdiene for svoveldioksid lavere enn for virkningskategori helse.

Tabell 12: Grenseverdier for luftforurensning og klassifisering i kategoriene "lite", "middels" og "mye" luftforurensning. Grenseverdiene og klassifiseringen gjelder virkningskategori helse. (Alle verdier i $\mu\text{g}/\text{m}^3$, unntatt CO som er i mg/m^3).

Stoff	Midlingstid	Norske grenseverdier	"Lite"	"Middels"	"Mye"
SO ₂	24 h	100-150	≤ 100	101-150	>150
	6 mnd	40- 60	≤ 40	41- 60	> 60
NO ₂	1 h	200-350	≤ 200	201-350	>350
	24 h	100-150	≤ 100	101-150	>150
	6 mnd	75	≤ 60	61- 90	> 90
Sot	24 h	100-150	≤ 100	101-150	>150
	6 mnd	40- 60	≤ 40	41- 60	> 60
Bly	24 h		≤ 1.5	1.5- 3	> 3
	1 mnd		≤ 1	1- 2	> 2
CO	1 h	25	≤ 20	20- 35	> 35
	8 h	10	≤ 8	8- 15	> 15

Klassifiseringen for bly tar utgangspunkt i amerikanske (3 mnd: $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) og vest-tyske (døgn: $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, år: $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) grenseverdier.

