



Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport nr 117/83

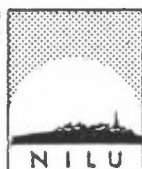
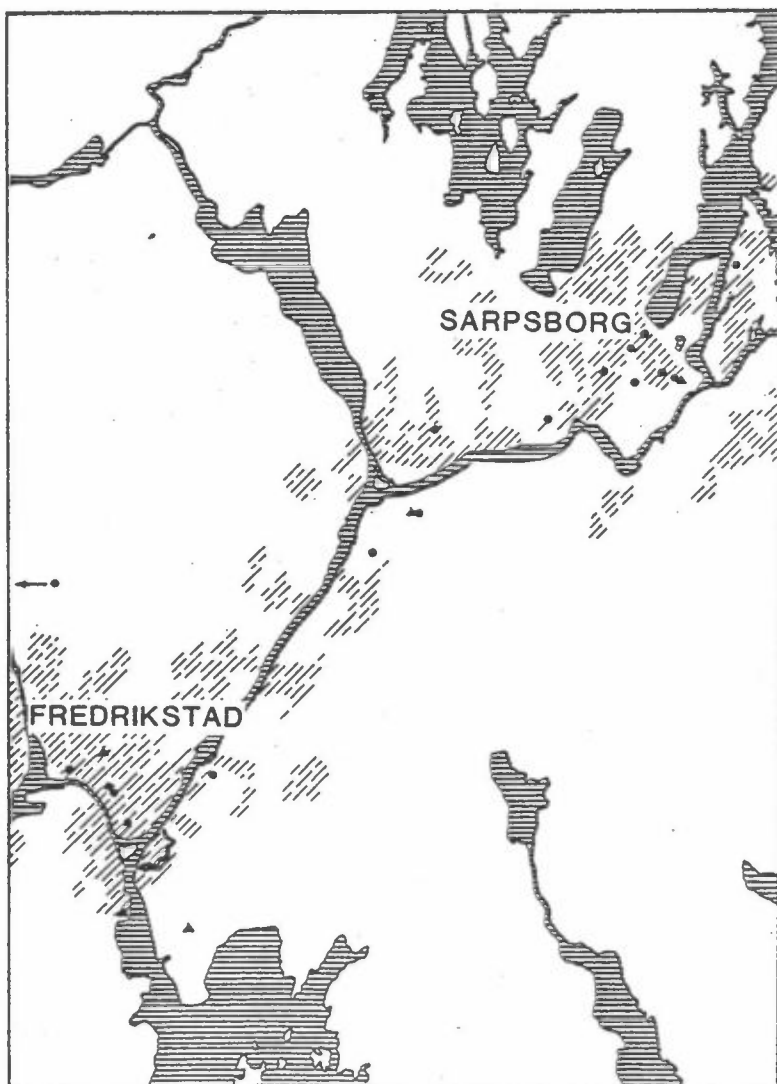
Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjon

NILU

Basis-
undersøkelse
i
**SARPSBORG og
FREDRIKSTAD**
Framdriftsrapport
nr 3 pr 1. oktober
1983



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 : 57/83
REFERANSE: 0-8130
DATO : NOVEMBER 1983

**BASISUNDERSØKELSE I
SARPSBORG OG FREDRIKSTAD
FRAMDRIFTSRAPPORT NR 3
PR. 1. OKTOBER 1983**

L.O. HAGEN, K.E. GRØNSKEI, I. HAUGSBAKK
S.E. HAAGENRUD OG B. SIVERTSEN

UTFØRT ETTER OPPDRAG AV
STATENS FORURENSNINGSTILSYN

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

ISBN-82-7247-426-3

KONKLUSJON

Luftkvalitetsmålingene viser at SO_2 er det største luftforurensningsproblemet i Sarpsborg/Fredrikstad-området. SO_2 er den komponent som overskrider de anbefalte grenseverdiene oftest. Overskridelsene skjer hyppigst om vinteren.

Industriutslipp fra høye piper utgjør ca 80% av det totale SO_2 -utslippet i regionen. Spredningsberegningene viser imidlertid at disse utslippene bare i liten grad bidrar til SO_2 -konsentrasjonen i Sarpsborg/Fredrikstad-området. I Sarpsborg representerer industriutslipp fra lave piper, særlig på Borregaards område, hovedkilden til det høye SO_2 -nivået i området, selv om disse utslippene utgjør bare 10% av totalutslippet i regionen. I Fredrikstad er det de mindre fyringsanleggene (hovedsakelig boligoppvarming) som er hovedkilden til SO_2 -nivået. I hele regionen utgjør disse utslippene ca 8% av totalutslippet.

Konsentrasjonene av luftforurensning i regionen er avhengig av de meteorologiske forhold. Høyere vindstyrke gir reduserte konsentrasjoner pga. bedre spredning av utslippene. En mild vinter reduserer utslippene fra boligoppvarmingen. Dette har særlig betydning for SO_2 -nivået i Fredrikstad, hvor boligoppvarming er hovedkilden til de målte SO_2 -konsentrasjonene. En gjennomsnittsvinter antas å gi forurensningsnivåer mellom de to vintrene 1981/82 og 1982/83.

SAMMENDRAG

Luftkvalitetsmålingene viste lavere forurensning i Sarpsborg/Fredrikstad vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82. Hovedgrunnen til dette er at den siste vinteren var over 7°C mildere (se Grunnlagsmateriale 2). I tillegg var det en høyere frekvens av vind fra sørlig og sørvestlig kant, og den midlere vindstyrken var høyere. Forskjellen i de meteorologiske forholdene de to vintrene betyr reduserte forurensningsutslipp vinteren 1982/83, særlig fra boligoppvarming, og også bedre spredning av forurensningene. I en gjennomsnittsvinter er det sannsynlig at forurensningsnivået vil ligge omtrent midt mellom det som er målt vinteren 1981/82 og vinteren 1982/83. I Sarpsborg var nedgangen i forurensningsnivået vinteren 1982/83 mindre enn i Fredrikstad, fordi industriutslippene har større betydning.

I perioden desember 1982-september 1983 ble nedre grenseverdi for SO_2 (døgnverdi) overskredet ved 9 av 13 stasjoner (se Grunnlagsmateriale 1). Det er nærmere redegjort for grenseverdiene i Grunnlagsmateriale 8. Bare ved St.Olavs Vold i Sarpsborg var det overskridelse av grenseverdiene for 6-måneders midlingstid.

Om sommeren er SO_2 -nivået vesentlig lavere enn om vinteren ved alle stasjoner, unntatt St.Olavs Vold, som i det alt vesentligste er påvirket av nærliggende industriutslipp.

Den regionale bakgrunnstasjonen Hoff i Onsøy viser meget lave verdier og er lite påvirket av SO_2 -utslippene i Sarpsborg/Fredrikstad.

Det har ikke vært overskridelser av grenseverdiene for NO_2 vinteren 1982/83. Nivået er noe redusert fra foregående vinter, men mindre markert enn for SO_2 . Dette har sammenheng med at biltrafikk, i tillegg til oljeforbrenning, er en viktig kilde til NO_2 . Utslippet fra biltrafikken varierer lite med de klimatiske forholdene.

Sotmålingene har vist lave verdier i forhold til grenseverdiene på alle stasjoner unntatt gatestasjonen i Brochs gt i Fredrikstad, hvor nedre grenseverdi for døgnmiddel ble overskredet. Middelverdien i Brochs gt var vel 70% høyere enn på City hotell, som bare ligger noen hundre meter fra Brochs gt, men som ikke er direkte påvirket av biltrafikken.

Sotverdiene gikk noe ned fra vinteren 1981/82 til vinteren 1982/83. Nedgangen i sotnivået er sammenlignbar med tilsvarende nedgang for NO_2 .

For bly finnes ingen norske grenseverdier. Amerikanske og vest-tyske grenseverdier ble ikke overskredet. Blynivået viste liten endring fra vinteren 1981/82 til vinteren 1982/83. På gatestasjonen måles det vesentlig høyere verdier enn på de andre stasjonene. Om sommeren er nivået betydelig lavere enn om vinteren, hovedsakelig på grunn av bedre meteorologiske spredningsforhold.

Vinteren 1982/83 ble CO-målinger utført bare på City hotell, som ikke er direkte påvirket av utslipp fra biltrafikken. Likevel ble grenseverdien for 8 timer overskredet. Målinger vinteren 1981/82 viste et CO-nivå som i middel var tre ganger høyere i Brochs gt enn på City hotell. I et gatemiljø overskrides derfor grenseverdiene for CO betydelig. Målingene på City hotell viste et lavere nivå vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82. Nedgangen er av samme størrelse som f.eks. for sot og NO_2 .

Ved svevestøvprøvetakingen skilles det mellom partikler under ca 2.5 μm (finfraksjon) og partikler i intervallet 2.5-15 μm (grovfraksjon). Innholdet av totalt svevestøv var lavere vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82. Det var en forskyvning i sammensetningen, slik at grovfraksjonen utgjorde knapt halvparten av det totale svevestøv vinteren 1982/83, mot ca en femdel vinteren 1981/82. Det finnes ikke norske grenseverdier for svevestøv. Hvis en imidlertid vurderer måleresultatene i forhold til grenseverdiene for sot, ble grenseverdiene overskredet ved City hotell vinteren 1982/83.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) har forbrenning av olje, kull, ved og søppel, samt utslipp fra biltrafikken som de viktigste kildene. Flere av PAH-komponentene, som f.eks. benzo(a)pyrene, kan være kreftfremkallende. Målingene av PAH viser om lag den samme forskjellen mellom stasjonene som for sot. Biltrafikken er antagelig en viktig kilde for PAH i Sarpsborg/Fredrikstad.

Korrosjonsmålingene, både de kvartalsvise og årsvise, viser en tilnærmet rettlinjet og god sammenheng mellom korrosjon (vekttap på eksponerte plater) og SO_2 -konsentrasjonen i lufta (se Grunnlagsmateriale 3). For de kvartalsvise eksponeringene varierer sammenhengen noe fra kvartal til kvartal. Dette skyldes at fuktigheten på platene også har stor betydning for korrosjonshastigheten.

På kobberplatene foregår det en patinautvikling i form av skjolder, flekker og brunfargetoner. Utviklingen av dette beskyttende patinabelegget påvirkes av forurensningsnivået.

Det samlede SO_2 -utslippet i Sarpsborg/Fredrikstad-området i 1981 utgjorde nesten 8900 tonn, tilsvarende ca 7.5% av Norges totale utslipp (se Grunnlagsmateriale 4). Det største utslippet i 1981 hadde Borregaard med vel 60%, og industriutslippene samlet utgjorde over 90%. Store industriutslipp er også registrert i Øra-området i Fredrikstad og i Greåker og Borge.

I løpet av perioden 1979-82 har det skjedd en vesentlig nedgang av totalutslippene av SO_2 i regionen. Særlig viktig er nedgangen i bruken av tung fyringsolje. Eksempelvis er SO_2 -utslippet fra Boregaards fyrhuspipe i løpet av basisundersøkelsen redusert fra 392 kg/time til 95 kg/time.

På grunnlag av utslippsdata og meteorologiske forhold har en beregnet konsentrasjonsfelt av SO_2 i hele området (se Grunnlagsmateriale 5). Spredningsberegningene er dels basert på empiriske modeller, dels på lokale sporstoffundersøkelser.

Sporstoffundersøkelsene viste at ved utslipp fra lave piper over tak ble utslippet virvlet effektivt ned bak bygningene. På avstander 5-7 ganger bygningshøyden registrerte en samme bakkekonsentrasjon som om utslippet hadde vært i bakkenivå.

Beregningene av SO_2 -konsentrasjonsfelt viser i hovedtrekk godt samsvar mellom beregnede og observerte konsentrasjoner. De høyeste konsentrasjonene beregnes i Borregaards nærområde. Hovedkilden er flere relativt små utslipp som skjer gjennom piper med så lav utslippshøyde at de påvirkes av turbulenssonen rundt bygningene. En av hovedkildene til de høye SO_2 -konsentrasjonene på St.Olavs Vold kan være utslipp fra tanker for kokesyre, som bare ligger noen hundre meter unna.

Utslipp som skjer gjennom så høye piper at de ikke påvirkes av bygningenes turbulenssoner gir lite bidrag til de målte SO_2 -konsentrasjonene, selv om disse utslippene utgjør rundt 80% av det totale utslippet i Sarpsborg/Fredrikstad-området. Dette er i samsvar også med målingene. En vesentlig reduksjon de siste årene av det største enkeltutslippet av SO_2 , som kommer fra fyrhuspipa på Borregaard, har knapt endret luftkvaliteten i Sarpsborg.

I Fredrikstad-området er mindre fyringsanlegg og boligoppvarming hovedkilden til de målte SO_2 -konsentrasjonene. Stor reduksjon av utslippene fra disse kildene den milde vinteren 1982/83 var hovedårsaken til de reduserte SO_2 -konsentrasjonene denne vinteren.

Befolkningens eksponering for de toksiske tungmetallene bly og kadmium vil bli beregnet (se Grunnlagsmateriale 6). For begge komponenter utgjør inntaket gjennom matvarer den klart største delen, henholdsvis 85% og 70% for bly og kadmium.

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
KONKLUSJON	3
SAMMENDRAG	5
GRUNNLAGSMATERIALE 1 - Luftkvalitet	11
GRUNNLAGSMATERIALE 2 - Meteorologi	35
GRUNNLAGSMATERIALE 3 - Korrosjon	41
GRUNNLAGSMATERIALE 4 - Utslippsdata	51
GRUNNLAGSMATERIALE 5 - Spredningsberegninger	55
GRUNNLAGSMATERIALE 6 - Eksponeringsberegninger	67
GRUNNLAGSMATERIALE 7 - Prosjektbeskrivelse	71
GRUNNLAGSMATERIALE 8 - Grenseverdier for luftkvalitet ...	81

GRUNNLAGSMATERIALE 1 - LUFTKVALITET

I denne rapporten er det gitt et sammendrag av hovedresultatene av luftkvalitetsmålingene i perioden desember 1982-september 1983. En mer omfattende bearbeidelse vil bli presentert i hovedrapporten fra basisundersøkelsen, som ventes å foreligge i løpet av 1.halvår 1984.

For en del komponenter er måleresultatene sammenliknet med de grenseverdier en arbeidsgruppe opprettet av Statens forurensningstilsyn (SFT) har foreslått (se Grunnlagsmateriale 8). I noen tilfeller er denne sammenlikningen skjønnsmessig, idet måleperiode og angitt midlingstid for grenseverdiene kan variere noe.

De enkelte måleresultater for luftkvalitet (og meteorologi) vil bli presentert i en egen datarapport. Denne vil inneholde alle målte times- og døgnverdier for alle komponenter. For hver stasjon blir det dessuten listet døgnverdier for alle komponenter, sammen med noen av de meteorologiske parametrene som antas å ha størst betydning for spredningen av luftforurensninger. I denne stasjonsvise listingen av døgnverdier blir det også beregnet døgnverdier av timesverdier.

Nedre grenseverdi for SO₂ ble overskredet ved 9 av 13 stasjoner i perioden desember 1982-september 1983. Bare St.Olavs Vold i Sarpsborg hadde overskridelse av 6-mnd grenseverdiene.

Ved stasjonene Kirkegt, Torp-Hafslund, Nordre Moum og Fellesbanken er det benyttet kontinuerlig registrerende instrumenter. Registreringen er avlest som timesverdier. På grunnlag av timesverdiene er det også beregnet døgnverdier. Ved de øvrige stasjonene er det målt døgnverdier. Et sammendrag av måleresultatene er vist i tabellene 1 og 2.

Ialt 9 av 13 stasjoner har hatt overskridelser av en eller flere av grenseverdiene (se tabell 3). Bare ved St.Olavs Vold i Sarpsborg var det overskridelse av 6-mnd grenseverdiene.

SO₂-nivået er betydelig høyere på St Olavs Vold enn på andre stasjoner. Stasjonen er i det vesentligste påvirket av nærliggende industriutslipp.

Figur 1 viser hvordan månedsmiddelverdiene varierer ved noen utvalgte stasjoner. Ved St Olavs Vold er 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. De andre stasjonene viser et forløp som er typisk for stasjoner som er mer påvirket av en rekke små fyringsutslipp om vinteren. Konsentrasjonene går ned når fyringssesongen avsluttes.

Målingene viser lavere SO₂-verdier vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82. Nedgangen er størst i Fredrikstad hvor fyringsutslippene har størst betydning. Disse utslippene er sannsynligvis vesentlig redusert på grunn av den milde vinteren siste året.

I figur 2 har en vist middelverdiene for månedene desember 1982-februar 1983. I parentes er gitt de tilsvarende verdiene for året før.

De samme tallene er også gitt i tabell 4, som i tillegg også har verdier for sommermånedene i 1982 og 1983. De fleste stasjoner viser en vesentlig nedgang siste vinter. Nedgangen er mest markert i Fredrikstad sentrum, hvor nivået er halvert. Dette skyldes sannsynligvis vesentlig reduserte utslipp fra boligoppvarming, da siste vinter var over 7⁰ C mildere enn den forrige vinteren. I Sarpsborg er nedgangen mindre enn i Fredrikstad, fordi industriutslippene har større betydning her. Alle stasjoner unntatt St. Olavs Vold, som i det alt vesentligste er påvirket av nærliggende industriutslipp, viser vesentlig høyere SO₂-verdier om vinteren enn om sommeren.

Den regionale bakgrunnstasjonen Hoff i Onsøy viser meget lave verdier og er lite påvirket av SO₂-utslippene i Sarpsborg/Fredrikstad-området.

NO₂-målingene har ikke vist overskridelser av grenseverdier vinteren 1982/83. Nedgangen i NO₂-nivået fra vinteren 1981/82 er størst i Fredrikstad, men likevel mindre markert enn for SO₂.

På City hotell i Fredrikstad er det benyttet en kontinuerlig registrerende prøvetaker for nitrogenoksid (NO) og sum av nitrogenoksider (NO_x). Ut fra disse verdiene beregnes nitrogendioksid (NO₂)-konsentrasjoner. Et sammendrag av disse resultatene er vist i tabell 5. Ved City hotell er det også benyttet en døgnprøvetaker for NO₂, samt ved Fellesbanken og Hoff slik det framgår av tabell 6.

Resultatene viser at det ikke har vært noen overskridelse av grenseverdiene for NO₂ siste vinter. Tabell 7 viser at nivået er gått ned siste vinter. Nedgangen er størst i Fredrikstad, men er likevel mindre markert enn for SO₂. En årsak til dette er at i tillegg til oljeforbrenning er også utslipp fra biltrafikken en kilde til NO₂, og dette utslippet varierer lite med de meteorologiske forholdene.

NO₂-døgnverdier beregnet fra timesverdier av NO- og NO_x-målinger viser tilfredsstillende overensstemmelse med målte døgnverdier på City hotell ved lave og midlere NO₂-nivåer. Ved høyt NO₂-nivå viser døgnprøvetakeren de høyeste verdiene.

Målinger av nitrogenoksider med disse to metodene er gjennomført flere steder. En rapport med en samlet vurdering av disse resultatene vil bli utarbeidet.

Sot-målingene viser overskridelse av nedre grenseverdi for døgnmiddel på gatestasjonen Brochs gt. i Fredrikstad vinteren 1982/83. Også sot viser lavere verdier vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82. Nedgangen er omtrent som for NO₂.

Sot-mengden 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 dieselmotorer). Det er derfor naturlig at de høyeste verdiene måles på gatestasjonen. Dette forholdet framgår tydelig av tabell 8 som gir et sammendrag av sot-målingene i perioden desember 1982-august 1983. Brochs gt i Fredrikstad hadde de klart høyeste verdiene. Middelveien i Brochs gt var vel 70% høyere enn på City hotell, som bare ligger noen hundre meter fra Brochs gt, men som ikke er direkte påvirket av biltrafikken.

Tabell 9 viser lavere sotverdier vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82. Absolutt sett er nedgangen størst i Fredrikstad, som har det høyeste nivået. Nedgangen i sotnivå er sammenlignbart med tilsvarende nedgang for NO₂.

Bly viser ingen overskridelser av utenlandske grenseverdier. Luftkonsentrasjonene var nær samme nivå vinteren 1982/83 som vinteren 1981/82.

Biltrafikken (bensinbiler) er den alt vesentligste kilden til blyutslipp. Dette vises tydelig i målingene slik det framgår av tabell 10. Brochs gt har en middelveien nesten tre ganger høyere enn på City hotell, som bare ligger noen hundre meter unna, men som ikke er direkte eksponert for blyutslipp. Alle målte verdier er under de grenseverdiene som benyttes i USA og Vest-Tyskland (se Grunnlagsmateriale 8).

Tabell 11 viser at blynivået var nær det samme vinteren 1982/-83 som vinteren 1981/82. Sommerverdiene er betydelig lavere enn om vinteren, hovedsakelig på grunn av bedre meteorologiske spredningsforhold.

Grenseverdien for CO for 8 timer er overskredet på City hotell vinteren 1982/83. Middelerdien har imidlertid gått ned i forhold til vinteren 1981/82.

Som for bly er biltrafikken hovedkilden til CO. Denne parameteren er målt med kontinuerlig registrerende instrument på City hotell i Fredrikstad. Døgnverdier og 8-timers verdier er beregnet fra timesverdiene. Et sammendrag av resultatene er vist i tabell 12.

Grenseverdien for 8-timers verdi er overskredet, mens høyeste timesverdi ligger nær opp til grenseverdien. Målingene vinteren 1981/82 viste et CO-nivå på gatestasjonen i Brochs gt som i middel var tre ganger høyere enn på City hotell. I et gatemiljø overskrides derfor grenseverdiene for CO betydelig.

Tabell 13 viser et lavere midlere CO-nivå vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82. Nedgangen er av samme størrelse som f.eks. for sot og NO_2 .

For svevestøv er det ingen grenseverdier, men vurdert i forhold til grenseverdiene for sot, er det målt overskridelser ved City hotell sist vinter. Grovfraksjonen av svevestøvet har økt i forhold til vinteren 1981/82, mens totalt svevestøv har gått ned.

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 helt 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.

På grunn av tekniske problemer med prøvetakeren på City hotell, er det lite målinger her før februar.

Totalt svevestøv viser høyere verdier enn sotmålingene, bl.a. fordi sot-verdien er basert bare på partikler med svart farge (vesentlig sotpartikler) og på prøvetakere som bare får med partikler under 10 µm. Tabell 14 viser at det meste støvet finnes i finfraksjonen.

For totalt svevestøv er det ikke angitt grenseverdier. Hvis en imidlertid vurderer måleresultatene i forhold til grenseverdiene for sot, overskrides grenseverdiene ved City hotell.

Tabell 15 viser lavere verdier for totalt svevestøv vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82. Særlig stor er nedgangen i finfraksjonen, som nesten har gått like mye ned som SO₂. Grovfraksjonen har derimot økt. 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.

Som for de fleste andre komponenter viser også PAH nedgang i konsentrasjonen vinteren 1982/83 i forhold til vinteren 1981/82.

PAH har forbrenning av olje, kull, ved og søppel, samt utslipp fra biltrafikken som de viktigste kildene. Flere av PAH-komponentene, som f.eks. benzo(a)pyrene kan være kreftfremkallende. Ved målingene benyttes en såkalt PUR-prøvetaker hvor en kan skille mellom PAH på partikler og i gassfase.

Et sammendrag av måleresultatene er gitt i tabell 16. Middelerverdiene må brukes med forsiktighet idet målinger kun er utført hver 6. dag pga. analysekostnadene. Målingene antyder likevel noenlunde den samme forskjellen mellom stasjonene som en finner for sot. Biltrafikken synes altså å være en viktig kilde for PAH i Sarpsborg/Fredrikstad.

Tabell 17 viser lavere PAH-verdier vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82.

Benzen og benzenderivatene viser lavere verdier siste vinter enn foregående.

Benzen er det enkleste av de aromatiske hydrokarbonene. En vesentlig del av utslippene antas å komme fra forbrenning av bensin og oljeprodukter. Sammen med benzen følger gjerne også utslipp av toluen og xylen. Et sammendrag av resultatene er vist i tabellene 18 og 19.

Luftkvalitetsmålingene viste lavere forurensning i Sarpsborg/Fredrikstad-området vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82. Den siste vinteren var betydelig mildere, og dette har medført lavere utslipp, særlig fra boligoppvarming. I en "normal" vinter vil ventelig konsentrasjonene av forurensning ligge omtrent midt mellom verdiene fra de to siste vintrene.

I tabell 20 er det vist en sammenligning av luftkonsentrasjoner i periodene desember 1981-februar 1982 og desember 1982-februar 1983 ved City hotell i Fredrikstad. Noen meteorologiske parametre av betydning for vurdering av luftkvaliteten er også tatt med.

Med ett enkelt unntak (grovfraksjonen i svevestøv) viste alle komponenter lavere verdier i vintermånedene 1982/83 enn i tilsvarende periode 1981/82. Mest markert var nedgangen for SO_2 . En vesentlig årsak til dette var at vinteren 1982/83 var hele 7.3°C mildere enn vinteren 1981/82. Dette betyr en stor reduk-

sjon i fyringsbehovet, med en tilsvarende reduksjon av oljeforbruket. Hovedkilden til de målte SO_2 -konsentrasjonene i Fredrikstad er de mange små utslippene fra oljeforbrenning til oppvarming.

Biltrafikken gir bare små bidrag til de målte SO_2 -konsentrasjonene, men har større betydning for de andre komponentene. De fleste andre stoffene viste mindre nedgang i konsentrasjon siste vinter enn SO_2 . Dette skyldes at utslippene bare i mindre grad påvirkes av høyere lufttemperatur. Målingene viste f.eks. at blynivået er lite redusert. De fleste andre komponenter, som f.eks. NO_2 , sot og PAH, har både fyring og biltrafikk som viktige kilder. Det er sannsynlig at den observerte nedgangen i luftkonsentrasjonene har sammenheng med reduksjon i den delen av utslippene som skyldes oljeforbrenning. Årsaken til økningen av grovfraksjonen i svevestøv er sannsynligvis den milde vinteren med lite snø på bakken, som kan medføre oppvirvling fra bakken og slitasje av veidekket.

Meteorologiske målinger viste at vinteren 1981/82 var omlag $3.5-4^{\circ}\text{C}$ kaldere enn "normalt", mens vinteren 1982/83 var ca 2.5°C mildere enn "normalt" i Sarpsborg/ Fredrikstad-området. Det er derfor sannsynlig at forurensningsnivået i en gjennomsnittsvinter ligger omtrent midt mellom det som er målt de to siste vintrene.

Tabell 1: Sammendrag av SO₂-målinger med kontinuerlig registrerende instrumenter (µg/m³).

SO ₂ -kontinuerlig registrerende målinger										
	Månedsmiddel	Høyeste døgn-middel	Høyeste ant. obs.	Ant. >50	Ant. døgnmidler >100	Høyeste times-middel	Ant. obs.	Ant. >100	Ant. timesmidler >250	
Kirkegt	Des 82	36	129	29	8	1	386	653	43	6
	Jan 83	26	115	23	4	1	472	499	24	4
	Feb 83	15	65	18	1		201	388	12	
	Mar 83	54	144	14	5	3	430	308	47	18
	Des-feb	27	129	70	13	2	472	1540	79	10
Torp-Hafslund	Des 82	24	123	31	4	2	208	676	40	
	Jan 83	13	34	14			106	283	1	
	Des-jan	21	123	45	4	2	208	959	41	
Nordre Moum	Mar 83	3	10	8			77	162		
	Apr 83	2	20	30			120	654	1	
	Mai 83	1	3	24			34	529		
	Mar-mai	2	20	62			120	1345	1	
Fellesbanken	Feb 83	36	71	21	5		152	483	19	
	Mar 83	31	62	17	3		334	371	10	3
	Apr 83	20	93	27	2		442	603	19	3
	Mai 83	13	28	23			79	487		
	Feb-mai	24	93	88	10		442	1944	48	6

Tabell 2: Sammendrag av SO₂-resultatene ved stasjoner med døgnpåmålinger (µg/m³).

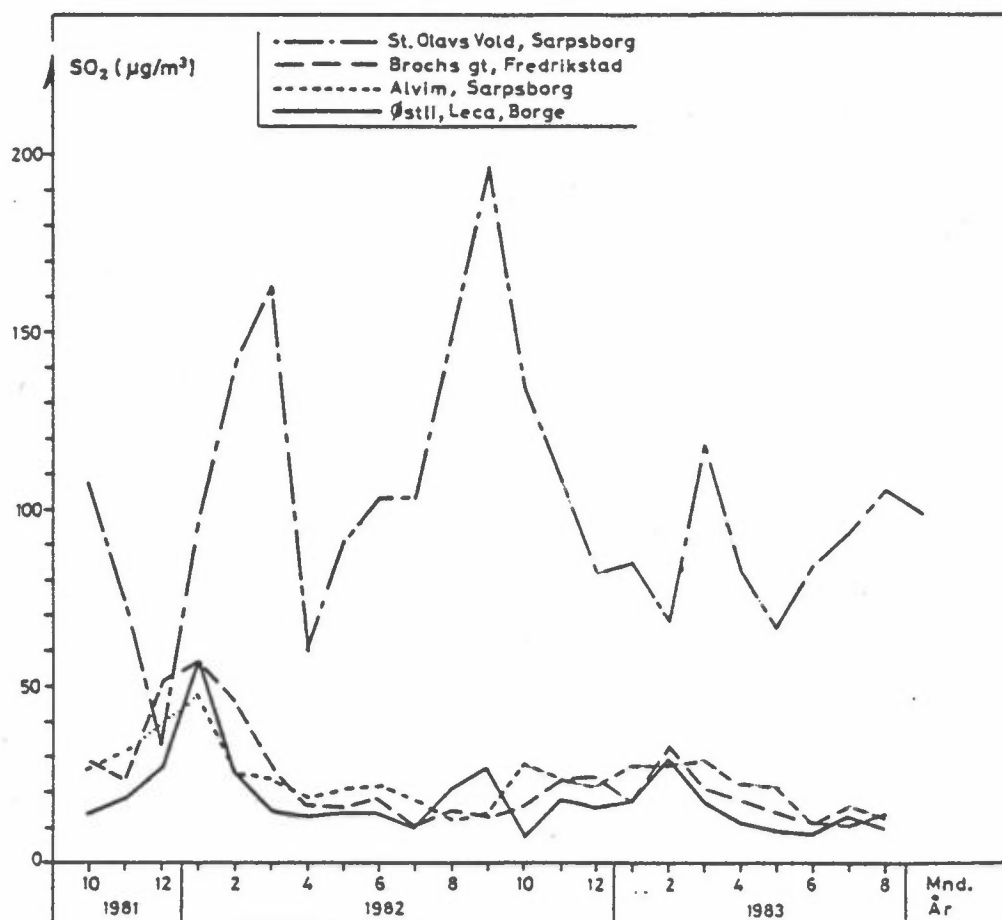
		SO ₂ -døgnmiddelverdier								
		Middel	Maks	Min	Ant.	>50	>100	>150	>200	>300
		obs.								
City hotell	Des 82	25	93	3	31	3				
	Jan 83	17	48	4	31					
	Feb	34	96	8	26	4				
	Mar	20	50	3	29					
	Des-feb	25	96	3	88	7				
Brochs gt	Des 82	24	86	7	31	1				
	Jan 83	18	39	4	31					
	Feb	32	81	14	28	3				
	Mar	21	57	8	31	1				
	Apr	18	36	7	30					
	Mai	15	38	7	31					
	Jun	11	23	3	30					
	Jul	11	45	4	31					
	Aug	13	20	4	31					
	Sep	13	33	4	30					
	Des-feb	24	86	4	90	4				
	Apr-sep	13	45	3	183					
	Jul-Aug	12	45	3	92					
Fellesbanken	Des 82	49	117	17	31	11	2			
	Jan 83	40	124	16	31	5	1			
	Feb	40	94	7	28	8				
	Mar	30	62	6	22	1				
	Des-feb	43	124	7	90	24	3			
Hoff	Des 82	5	13	1	31					
	Jan 83	4	11	1	31					
	Feb	7	20	2	28					
	Mar	6	21	2	29					
	Des-feb	5	20	1	90					

Tabell 2 forts.

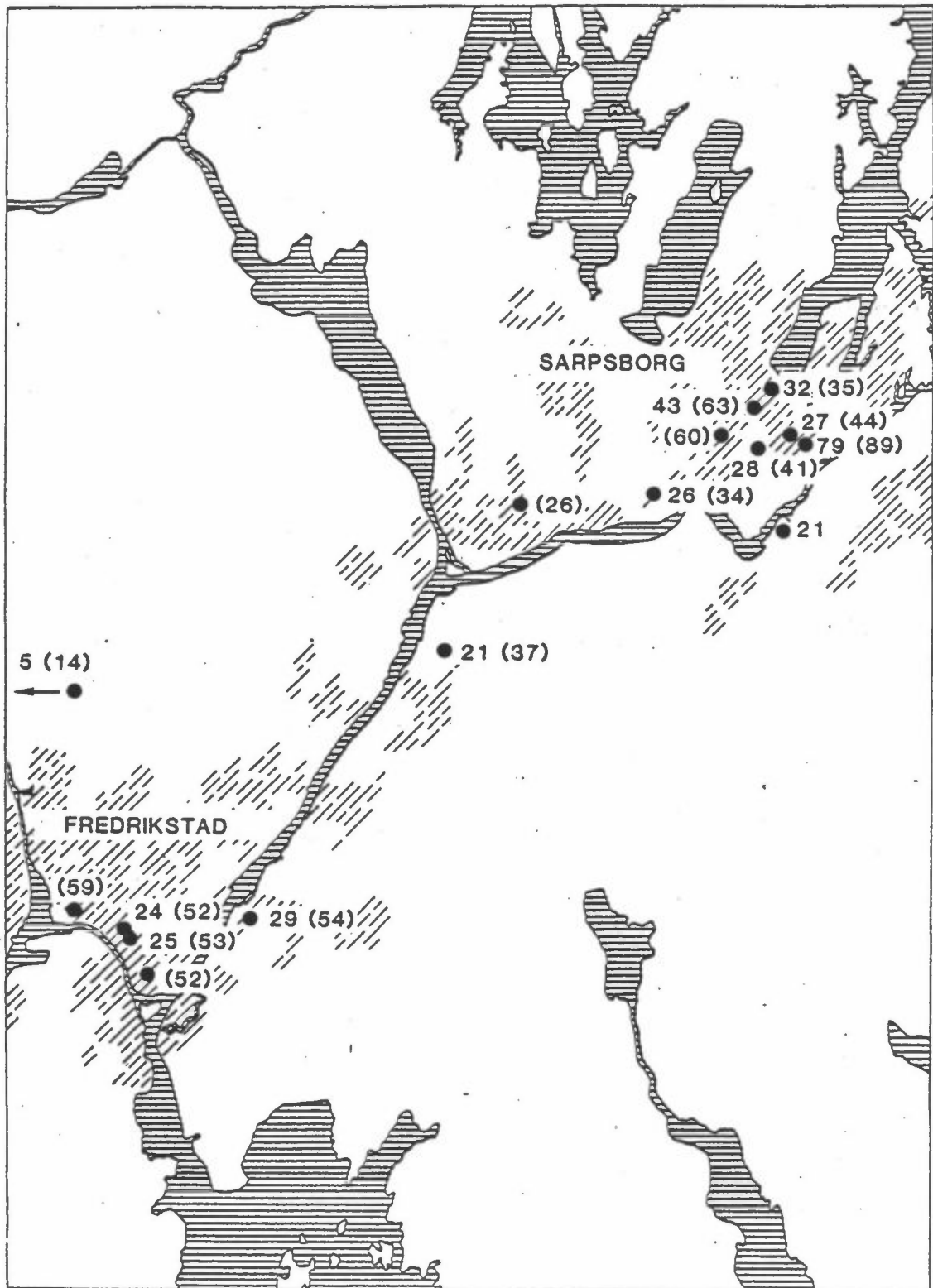
		Middel	Maks	Min	Ant. obs.	>50	>100	>150	>200	>300	
Brannstasjonen	Des 82	30	95	2	23	3					
	Jan 83	33	60	3	30	5					
	Feb	32	101	1	28	7	1				
	Mar	36	101	8	31	8	1				
	Apr	22	61	1	30	1					
	Mai	16	31	1	31						
	Jun	20	50	4	30						
	Jul	29	65	6	31	5					
	Aug										
	Sep										
	Des-feb	32	101	1	81	15	1				
	Apr-sep										
	Jun-aug										
Østli	Des 82	16	122	2	31	1	1				
	Jan 83	18	51	2	24	1					
	Feb	30	109	14	28	3	1				
	Mar	17	51	4	31	1					
	Apr	11	37	2	30						
	Mai	9	24	2	31						
	Jun	8	22	1	30						
	Jul	13	35	3	31						
	Aug	10	25	1	31						
	Sep	13	104	1	30	3	1				
	Des-feb	21	122	2	83	5	2				
	Apr-sep	11	104	1	183	3	1				
	Jun-aug	10	35	1	92						
Nabbetorp	Des 82	31	133	4	31	4	1				
	Jan 83	26	121	2	31	3	2				
	Feb	30	122	2	28	5	2				
	Mar	27	176	2	31	4	1				
	Apr	15	34	4	30						
	Mai	11	28	2	24						
	Jun	12	25	3	30						
	Jul	9	31	2	31						
	Aug	14	37	2	28						
	Sep	22	132	2	30	4	2				
	Des-feb	29	133	2	90	12	5				
	Apr-sep	14	132	2	173	4	2				
	Jun-aug	12	37	2	89						

Tabell 3: Overskridelser av grenseverdier for SO_2 i perioden desember 1982-september 1983. Overskridelser av grenseverdier er merket med X.

Stasjon	Døgnverdi ₃ >100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Døgnverdi ₃ >150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	6-mnd verdi >40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	6-mnd verdi >60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Kirkegt., Sarpsborg	X			
Torp-Hafslund, Skjeberg	X			
Nordre Moum, Borge				
Fellesbanken, Sarpsborg	X			
City hotell, Fredrikstad				
Brochs gt, Fredrikstad				
Hoff, Onsøy				
St.Olavs Vold, Sarpsborg	X	X	X	X
Alvim, Sarpsborg	X	X		
Adm.boligen, Borregaard, Sarpsborg	X			
Brannstasj., Sarpsborg	X			
Østli, Leca, Borge	X			
Nabbetorp, Fredrikstad	X			



Figur 1: Månedsmiddelverdier av SO_2 ved utvalgte stasjoner oktober 1981 - september 1983 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Figur 2: Middelerverdier av SO_2 for perioden desember 1982-februar 1983 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Tallene i parentes er tilsvarende verdier for perioden desember 1981-februar 1982.

Tabell 4: Sammenligning av middelveier av SO_2 ($\mu g/m^3$).
Tall i parentes er usikre pga. få målinger.

Stasjon	Des 81- feb 82	Jun-aug 82	Des 82- feb 83	Jun-aug 83
Kirkegt	44		27	
Greåker	26	7		
City hotell	53		25	
Brochs gt	52	15	24	12
Sarpsborghallen	60			
Fellesbanken	63		43	
Phenix	52			
Hoff	(14)		5	
St. Olavs Vold	89	117	79	94
Alvim	34	17	26	13
Adm.boligen	41	20	28	20
Brannstasjonen	35	25	32	24
Østli	37	15	21	10
Nabbetorp	54	14	29	12
Teglverksvn	59	10		
Torp-Hafslund			(21)	

Tabell 5: Sammendrag av målinger av nitrogenoksider med kontinuerlig registrerende instrumenter ved City hotell, Fredrikstad ($\mu g/m^3$).

NO - kontinuerlig registrerende målinger									
	Måneds- middel	Høyeste døgn- middel	Ant. obs.	Høyeste times- middel	Ant. obs.	Ant. timesmidler			
						>100	>200	>350	>500
City hotell Des 82	46	156	19	655	460	57	26	10	5
Jan 83	28	154	31	650	734	50	27	13	5
Feb	47	142	24	491	557	67	40	13	
Des-feb	39	156	74	655	1751	174	93	36	10
NO _x -kontinuerlig registrerende målinger									
	Måneds- middel	Høyeste døgn- middel	Ant. obs.	Høyeste times- middel	Ant. obs.	Ant. timesmidler			
						>100	>250	>500	>1000
City hotell Des 82	88	275	31	1061	375	175	47	19	2
Jan 83	65	267	31	1069	734	96	42	17	1
Feb	101	266	24	808	559	145	67	23	
Des-feb	83	275	86	1069	2028	416	156	59	3
NO ₂ -kontinuerlig registrerende målinger									
	Måneds- middel	Høyeste døgn- middel	Ant. obs.	Ant. døgn- midler >50	Høyeste times- middel	Ant. times- midler			
						>100	>150	>100	>150
City hotell Des 82	27	61	19	1	181	460	7	2	
Jan 83	23	55	31	1	163	734	6	2	
Feb	30	49	24		90	557			
Des-feb	26	61	74	2	181	1751	13	4	

Tabell 6: Sammendrag av døgnmålinger av NO₂ (µg/m³)

		NO ₂ -døgnmiddelverdier				
		Middel	Maks	Min	Ant.obs.	>50
City hotell	Des 82	29	61	2	31	3
	Jan 83	25	53	5	31	4
	Feb	38	74	19	14	3
	Mar	31	65	11	29	3
	Des-feb	29	74	2	76	10
Fellesbanken	Des 82	30	53	9	31	2
	Jan 83	23	46	2	31	
	Feb	35	64	9	28	6
	Mar	25	51	8	30	1
	Des-feb	29	64	2	90	8
Hoff	Des 82	13	41	2	24	
	Jan 83	7	24	2	31	
	Feb	16	58	2	23	1
	Mar	7	44	2	22	
	Des-feb	12	58	2	78	1

Tabell 7: Sammenligning av middelveidier av NO₂ (µg/m³).
Tall i parentes er usikre pga. få målinger.

Stasjon	Des 81-feb 82	Des 82-feb 83
City hotell	39	29
Sarpsborghallen	33	
Fellesbanken	33	29
Phønix	36	
Hoff	(18)	12

Tabell 8: Sammendrag av døgnmålinger av sot ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

		Sot - døgnmiddelverdier						
		Middel	Maks	Min	Ant. obs.	> 50	>100	
City hotell	Des 82	28	80	6	31	7		
	Jan 83	20	82	6	31	2		
	Feb	32	69	9	25	7		
	Mar	15	44	4	29			
	Des-feb	26	82	6	87	16		
Brochs gt	Des 82	49	117	5	31	14	2	
	Jan 83	36	104	7	31	7	1	
	Feb	52	97	16	27	12		
	Mar	31	88	7	31	2		
	Des-feb	45	117	5	89	33	3	
	Mai	22	41	5	31			
Fellesbanken.	Aug	25	56	8	31	1		
	Des 82	20	59	6	31	2		
	Jan 83	15	32	6	31			
	Feb	21	45	7	28			
	Mar	11	27	2	22			
Hoff	Des-feb	19	59	6	90	2		
	Des 82	7	21	2	31			
	Jan 83	7	12	4	31			
	Feb	8	16	0	28			
	Mar	6	21	0	29			
St Olavs Vold	Des-feb	7	21	0	90			
	Des 82	12	26	2	31			
	Jan 83	9	34	3	31			
	Feb	15	33	6	28			
	Mar	9	23	1	31			
	Des-feb	12	34	2	90			
	Mai	9	15	3	25			
Aug	5	10	0	31				

Tabell 8 forts.

		Middel	Maks	Min	Ant. obs.	> 50	>100
Alvim	Des 82	20	56	5	31	1	
	Jan 83	17	57	5	31	1	
	Feb	27	64	10	26	2	
	Mar	17	65	6	31	1	
	Des-feb	21	64	5	88	4	
	Mai	6	11	1	31		
	Aug	10	17	2	31		
Adm.boligen	Des 82	16	33	8	31		
	Jan 83	13	33	5	31		
	Feb	16	34	3	28		
	Mar	9	18	1	31		
	Des-feb	15	34	3	90		
Brannstasj.	Des 82	24	51	5	31	2	
	Jan 83	19	43	8	30		
	Feb	21	51	7	28	1	
	Mar	15	30	4	31		
	Des-feb	21	51	5	90	3	
Østli	Des 82	16	38	4	31		
	Jan 83	15	36	6	31		
	Feb	21	56	5	27	1	
	Mar	7	24	0	31		
	Des-feb	17	56	4	89	1	
Nabbetorp	Des 82	19	59	5	31	2	
	Jan 83	13	37	6	31		
	Feb	22	51	5	27	1	
	Mar	11	30	3	31		
	Des-feb	18	59	5	89	3	

Tabell 9: Sammenligning av middelveidier av sot ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Tall i parentes er usikre pga. få målinger.

Stasjon	Des 81-feb 82	Aug 82	Des 82-feb 83	Aug 83
City hotell	36		26	
Brochs gt	58	21	45	25
Sarpsborghallen	33			
Fellesbanken	22		19	
Phønix	35			
Hoff	(11)		7	
St.Olavs Vold	18	5	12	5
Alvim	31	12	21	10
Adm.boligen	17		15	
Brannstasjonen	19		21	
Østli	27		17	
Nabbetorp	30		18	
Teglverksvn	38			

Tabell 10: Sammendrag av døgnmålinger av bly ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

		Bly - døgnmiddelveidier							
		Middel	Maks	Min	Ant.	>0.5	>1.0	>1.5	>2.0
		obs.							
City hotell	Des 82	0.28	1.12	0.01	31	7	2		
	Jan 83	0.24	1.13	0.01	31	5	1		
	Feb	0.44	1.27	0.03	25	8	3		
	Des-feb	0.31	1.27	0.01	87	20	6		
Brochs gt	Des 82	0.93	2.30	0.05	31	18	13	8	3
	Jan 83	0.69	2.37	0.08	31	13	8	4	1
	Feb	1.09	2.27	0.09	27	21	12	9	4
	Des-feb	0.89	2.37	0.05	89	52	33	21	8
Fellesbanken	Aug	0.50	1.23	0.15	31	14	3		
	Des 82	0.12	0.36	0.02	31				
	Jan 83	0.06	0.19	0.01	31				
	Feb	0.13	0.31	0.01	28				
Hoff	Des-feb	0.10	0.36	0.01	90				
	Des 82	0.02	0.12	0.00	31				
	Jan 83	0.01	0.09	0.00	31				
	Feb	0.04	0.15	0.01	28				
Hoff	Des-feb	0.02	0.15	0.00	90				

Tabell 11: Sammenligning av middelveidier av bly ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
Tall i parentes er usikre pga. få målinger.

Stasjon	Des 81-feb 82	Aug 82	Des 82-feb 83	Aug 83
City hotell	0.33		0.31	
Brochs gt	0.85	0.44	0.89	0.50
Sarpsborghallen	0.19			
Fellesbanken	0.11		0.10	
Phønix	0.25			
Hoff	(0.04)		0.02	
St.Olavs Vold	0.10	0.02		
Alvim	0.13	0.04		
Adm.boligen	0.09			
Brannstasjonen	0.12			
Østli	0.12			
Nabbetorp	0.16			
Teglverkssvn	0.23			

Tabell 12: Sammendrag av CO-målingene (mg/m^3)

CO-kontinuerlig registrerende målinger											
		Måneds- middel	Høyeste døgn- middel	Ant. obs.	Høyeste times- middel	Ant.timesmidler obs. >10	>15	Høyeste 8-timers middel	Ant.dager med 8-timers >5	Ant.dager med 8-timers >10	
City hotell	Des 82	1.2	4.0	31	23.6	721	11	2	11.1	6	1
	Jan 83	1.0	3.8	31	23.1	735	10	1	9.3	5	
	Feb	1.3	4.1	26	18.8	613	11	2	10.2	7	1
	Des-feb	1.2	4.1	88	23.6	2069	32	5	11.1	18	2

Tabell 13: Sammenligning av middelveidier av CO (mg/m^3).

Stasjon	Des 81-feb 82	Des 82-feb 83
City hotell	1.6	1.2
Brochs gt	4.8	

Tabell 14: Sammendrag av døgnmålinger av svevestøv ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
 (Grovfraksjon er partikler ca 2.5-15 μm ,
 finfraksjon er partikler < 2.5 μm).

Svevestøv - grovfraksjon - døgnmiddelverdier							
		Middel	Maks	Min	Ant. obs.	>50	>100
City hotell	Des 82	18	50	6	8		
	Jan 83	14	18	10	2		
	Feb	21	101	3	25	3	1
	Mar	38	144	6	25	4	3
	Des-feb	20	101	3	35	3	1
Fellesbanken	Des 82	13	41	2	30		
	Jan 83	15	54	2	29	1	
	Feb	10	37	3	26		
	Mar	19	83	2	30	1	
	Des-feb	13	54	2	85	1	
Svevestøv - finfraksjon - døgnmiddelverdier							
		Middel	Maks	Min	Ant. obs.	>50	>100
City hotell	Des 82	17	39	6	8		
	Jan 83	10	10	9	2		
	Feb	28	50	11	25		
	Mar	22	49	8	25		
	Des-feb	24	50	6	35		
Fellesbanken	Des 82	15	28	6	30		
	Jan 83	11	29	5	29		
	Feb	18	36	7	26		
	Mar	16	43	3	30		
	Des-feb	15	36	5	85		
Totalt svevestøv - døgnmiddelverdier							
		Middel	Maks	Min	Ant. obs.	>50	>100
City hotell	Des 82	35	89	13	8	1	
	Jan 83	24	28	19	2		
	Feb	48	140	17	25	10	2
	Mar	60	161	24	25	11	3
	Des-feb	44	140	13	35	11	2
Fellesbanken	Des 82	28	69	8	30	4	
	Jan 83	26	66	10	29	1	
	Feb	28	63	11	26	3	
	Mar	35	93	5	30	5	
	Des-feb	28	69	8	85	8	

Tabell 15: Sammenligning av middelveier av svevestøv ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Stasjon	Grovfraksjon		Finfraksjon		Totalt svevestøv	
	Des 81- feb 82	Des 82- feb 83	Des 81- feb 82	Des 82- feb 83	Des 81- feb 82	Des 82- feb 83
City hotell	11	20	45	24	56	44
Brochs gt	18		51		69	
Fellesbanken	9	13	30	15	39	28

Tabell 16: Sammendrag av døgnmålinger av polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) (ng/m^3).

PAH-partikler - døgnmiddelveier						
		Middel	Maks	Min	Ant. obs.	
City hotell	Des 82-feb 83	85	243	3	15	
Fellesbanken	Des 82-feb 83	34	107	2	13	
PAH-gass - døgnmiddelveier						
		Middel	Maks	Min	Ant. >500 obs.	
City hotell	Des 82-feb 83	336	767	51	15	5
Fellesbanken	Des 82-feb 83	181	404	49	13	
Totalt PAH - døgnmiddelveier						
		Middel	Maks	Min	Ant. >500 obs.	
City hotell	Des 82-feb 83	421	972	64	15	6
Fellesbanken	Des 82-feb 83	215	483	51	13	
Benzo(a)pyrene - døgnmiddelveier						
		Middel	Maks	Min	Ant. >5 >10 obs.	
City hotell	Des 82-feb 83	4.5	14.0	0.0	15	5 3
Fellesbanken	Des 82-feb 83	1.8	6.3	0.0	13	2

Tabell 17: Sammenligning av middelverdier av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) (ng/m^3).

Stasjon	PAH-partikler		PAH-gass	
	Des 81- feb 82	Des 82- feb 83	Des 81- feb 82	Des 82- feb 83
City hotell	115	85	478	336
Brochs gt	164		707	
Fellesbanken	62	34	331	181

Stasjon	Totalt PAH		Benzo(a)pyrene	
	Des 81- feb 82	Des 82- feb 83	Des 81- feb 82	Des 82- feb 83
City hotell	593	421	4.8	4.5
Brochs gt	871		6.6	
Fellesbanken	393	215	2.7	1.8

Tabell 18: Sammendrag av døgnmålinger av benzen og benzenderivater ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Benzen - døgnmiddelverdier							
		Middel	Maks	Min	Ant. >10 obs.	>25	
City hotell	Des 82-feb 83	14	32	3	13	7	2
Fellesbanken	Des 82-feb 83	9	18	2	10	3	
Toluen - døgnmiddelverdier							
		Middel	Maks	Min	Ant. >50 obs.		
City hotell	Des 82-feb 83	29	60	8	13	2	
Fellesbanken	Des 82-feb 83	25	40	5	11		
Sum P,M,O-xylen - døgnmiddelverdier							
		Middel	Maks	Min	Ant. >25 obs.	>50	
City hotell	Des 82-feb 83	26	53	8	13	7	1
Fellesbanken	Des 82-feb 83	28	83	5	11	5	1

Tabell 19: Sammenligning av middelverdier av benzen og benzen-derivater ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Stasjon	Benzen		Toluen		Sum P,M,O-xylen	
	Des 81- feb 82	Des 82- feb 83	Des 81- feb 82	Des 82- feb 83	Des 81- feb 82	Des 82- feb 83
City hotell	17	14	34	29	28	26
Brochs gt	32		81		73	
Fellesbanken	18	9	36	25	40	28

Tabell 20: Sammenligning av forurensningsnivå og meteorologiske forhold vintrene 1981/82 og 1982/83.

City hotell, Fredrikstad	Des 81-feb 82	Des 82-feb 83
SO ₂ µg/m ³	53	25
NO ₂ , kont. "	42	39
NO _x , kont. "	98	83
NO _x , kont. "	34	26
NO ₂ , kont. "	39	29
SO ₂ "	36	26
Bly "	0.33	0.31
CO, kont. mg/m ³	1.6	1.2
Svevestøv, grovfraksjon µg/m ³	11	20
Svevestøv, finfraksjon "	45	24
Svevestøv, totalt "	56	44
PAH,partikler ng/m ³	115	85
PAH, gass "	478	336
PAH, totalt "	593	421
Benzo(a)pyrene "	4.8	4.5
Benzen µg/m ³	17	14
Toluen "	34	29
Sum P,M,O- xylen "	28	26
Temperatur °C (Nordre Moum, 10 m)	- 7.0*	+ 0.3*
Vindstyrke m/s (Nordre Moum, 10 m)	2.6	3.1
Temp.diff. °C (Nordre Moum,36-10 m)	0.25	0.23

* Middelttemperatur på Rygge om vinteren for årene 1961-75, var -3.5°C. Vinteren 1981/82 hadde Rygge -7.2°C og vinteren 1982/83 -1.0°C.

GRUNNLAGSMATERIALE 2 - METEOROLOGI

Vindmålingene på Nordre Moum gir et bilde av de generelle luftstrømningsforholdene i området. Ved St.Olavs Vold i Sarpsborg kanaliseres vinden i bestemte retninger. Stasjonen gir imidlertid nødvendige data om hvordan lavtliggende forurensningsutslipp fra Borregaard-området spres. Målestasjonene viste en høyere frekvens av sørlige vinder vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82, samtidig som vindhastigheten i middel var høyere.

Figurene 3,4 og 5 viser vindroser for henholdsvis periodene desember 1982-februar 1983, mars-mai 1983 og juni-august 1983. En vindrose er en vindretningsfrekvensfordeling, dvs. den viser frekvensen gitt for $12 \cdot 30^0$ -sektorer. Symbolet C betegner vindstillefrekvensen.

Stasjonen på Nordre Moum er plassert på et stort åpent område. Målingene viser at nordlige til nordøstlige og sørlige til sørsørvestlige vinder forekom oftest. Vinder fra sørøst, vest og nordvest hadde lav hyppighet. Stasjonen på Nordre Moum viser små forskjeller mellom vindrosene 10 m o.b. og 36 m o.b., men vinden kommer 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 kommer fra en bred sektor fra nord til øst blåser nesten utelukkende fra nordøst, dvs. langs Glomma, på St.Olavs Vold. Denne stasjonen gir data om hvordan lavtliggende forurensningsutslipp fra Borregaard-området spres. Det er sannsynlig at vindfordelingen i høyde med utslippet fra fyrhuspipa tilsvarer forholdene på Nordre Moum.

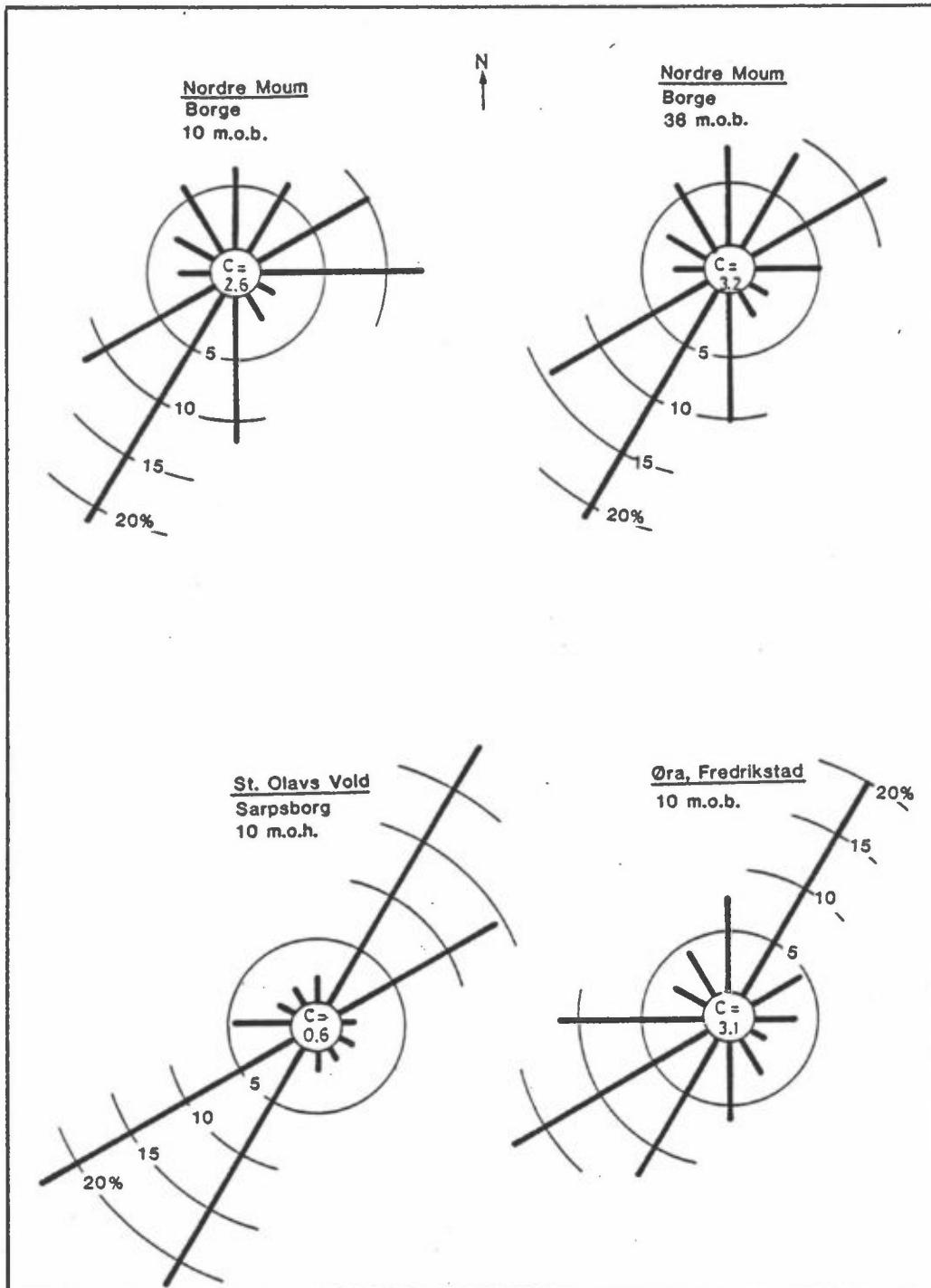
Stasjonen på Øra i Fredrikstad viser en frekvensfordeling av vinden som ligger betydelig nærmere Nordre Moum enn St.Olavs Vold. Dette er rimelig da stasjonen ligger i et relativt åpent område.

Alle stasjonene viste en høyere frekvens av vind fra sørlig til sørvestlig kant og lavere frekvens av vind fra nordlig til nordøstlig kant vinteren 1982/83 enn vinteren 1981/82. Samtidig var vindstyrken 0.5-1 m/s høyere over hele området den siste vinteren. Tabell 21 viser at de sterkeste vindene i middel er fra sørlig og sørvestlig kant. Vind fra østlig kant på Nordre Moum er svak om vinteren.

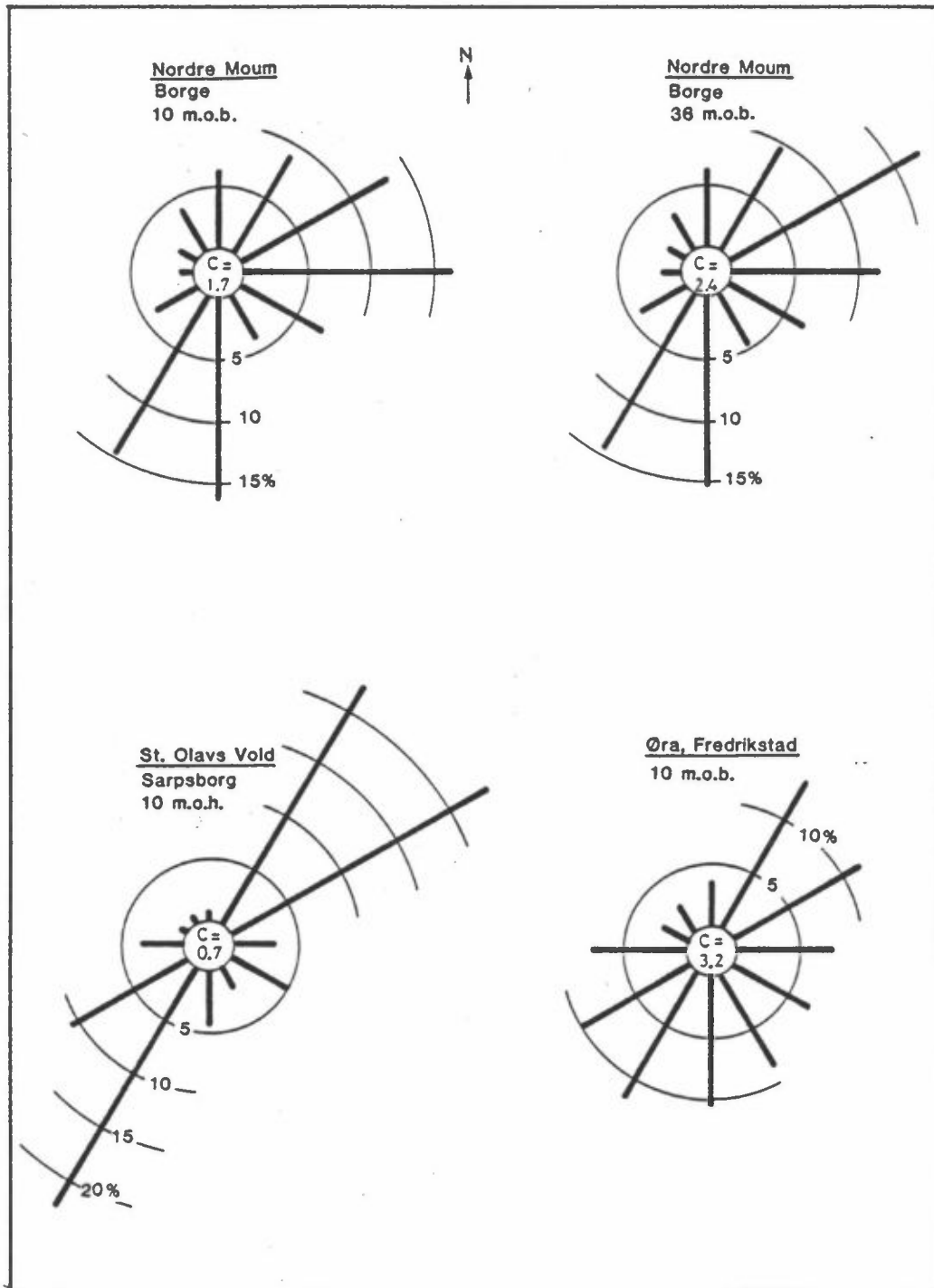
Vinteren 1982/83 (desember-februar) var rundt 7°C mildere enn vinteren 1981/82. Både i desember og januar var forskjellen nærmere 9°C .

På Nordre Moum er temperaturen målt både 3 m og 10 m over bakken. Et sammendrag av resultatene er gitt i tabell 22, som også gir data fra MIs stasjon Rygge. Sammenlignet med vinteren 1981/82 er middeltemperaturen for månedene desember 1982-februar 1983 rundt 7°C høyere. Særlig stor er forskjellen i desember og januar (ca 9°C). Februar 1983 var kaldere enn februar 1982 og viste samtidig omtrent "normal" temperatur på Rygge. Som "normaltemperatur" på Rygge er det her brukt middeltemperaturen for årene 1961-75. Den milde vinteren har medført et betydelig redusert fyringsbehov og dermed mindre utslipp av forurensende stoffer, særlig SO_2 .

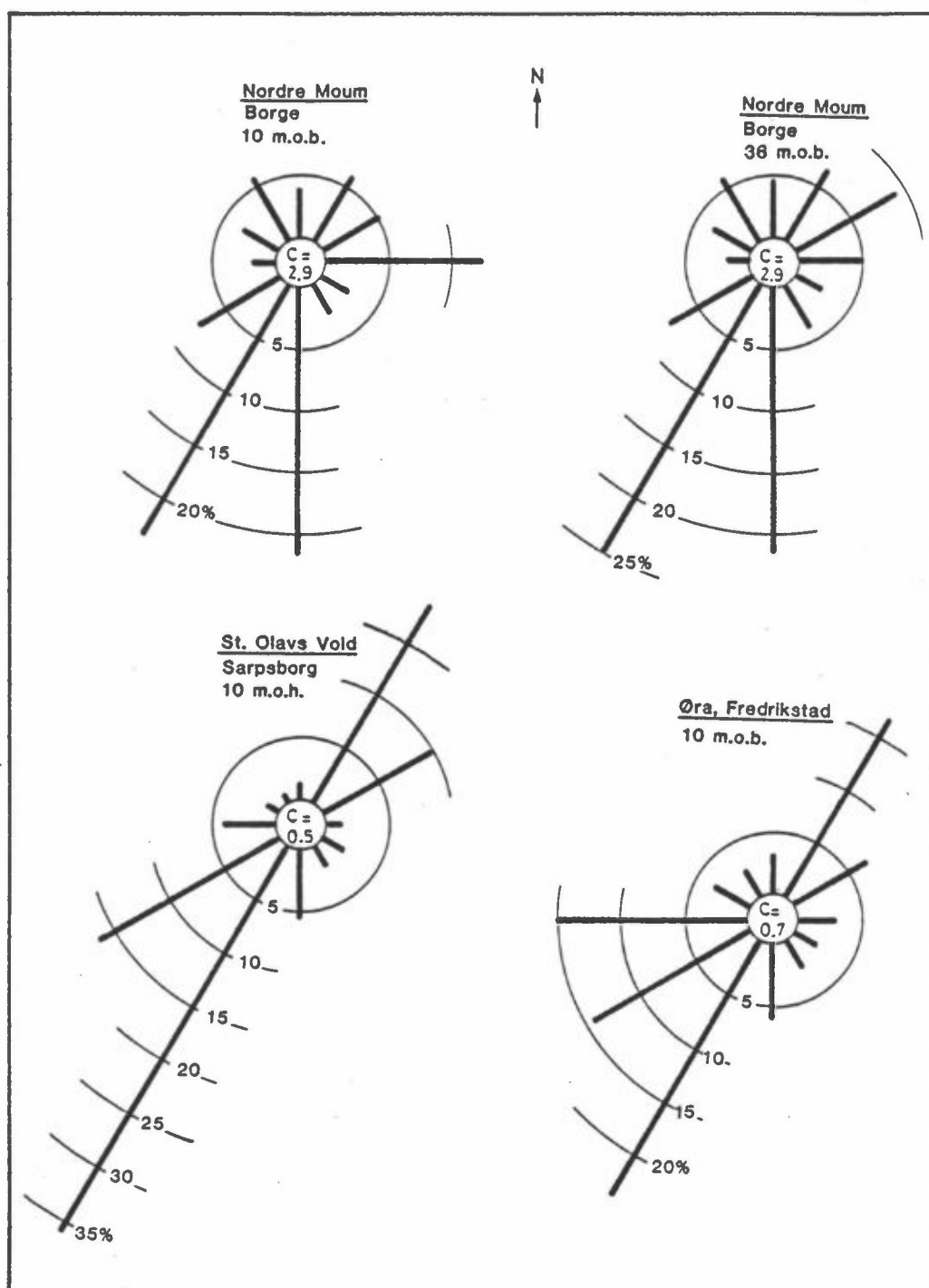
Temperaturforholdene våren og sommeren 1983 viste mindre avvik både i forhold til året før og i forhold til "normaltemperaturen". Våren var imidlertid relativt mild.



Figur 3: Vindroser for perioden desember 1982-februar 1983.



Figur 4: Vindroser for perioden mars-mai 1983.



Figur 5: Vindroser for perioden juni-august 1983.

Tabell 21: Midlere vindstyrke (m/s) i 12 hovedvindretninger vinteren 1982/83, våren 1983 og sommeren 1983.

Periode	Vindretning Stasjon	30°	60°	Ø 90°	120°	150°	S 180°	210°	240°	V 270°	300°	330°	N 360°	Totalt
		Desember 1982 - februar 1983	Nordre Moum, Borge (10m)	3.2	2.6	1.8	1.2	3.9	4.3	3.7	4.0	2.6	2.5	
	Nordre Moum, Borge (36m), St.Olavs Vold, Sarpsborg	3.1	3.2	3.4	1.8	4.9	5.6	6.0	5.6	4.0	4.1	3.4	4.2	4.4
	Øra, Fr.stad	1.9	2.6	1.0	0.9	0.9	1.9	4.3	4.2	1.2	1.2	0.7	1.6	3.0
	Øra, Fr.stad	2.2	3.2	2.9	1.8	3.1	5.4	4.4	5.8	3.9	2.6	2.2	2.7	3.6
Mars 1983 - Mai 1983	Nordre Moum, Borge (10m)	2.9	3.2	2.6	3.6	2.8	3.2	3.3	3.1	2.3	2.5	2.9	2.9	3.0
	Nordre Moum, Borge (36m) St.Olavs Vold, Sarpsborg	3.4	3.7	4.1	4.7	3.1	4.5	5.0	4.3	3.1	3.7	3.7	3.8	4.0
	Øra, Fr.stad	2.0	2.7	2.0	2.7	1.4	1.3	3.3	3.6	1.6	0.9	1.2	1.6	2.6
	Øra, Fr.stad	2.7	2.7	2.5	3.0	3.4	2.6	3.1	4.8	3.6	2.2	2.3	2.5	3.0
Juni 1983 - August 1983	Nordre Moum, Borge (10m)	2.9	2.1	1.3	1.2	2.2	3.1	3.4	3.2	2.5	2.8	2.4	3.0	2.7
	Nordre Moum, Borge (36m) St.Olavs Vold, Sarpsborg	3.5	2.4	2.1	1.9	2.5	4.6	5.0	4.4	4.0	3.6	3.1	3.5	3.8
	Øra, Fr.stad	1.6	1.8	0.8	0.8	1.0	1.2	3.4	3.5	1.5	0.9	1.1	1.1	2.5
	Øra, Fr.stad	1.7	2.4	2.0	1.5	1.8	2.2	3.1	4.1	4.1	3.0	3.0	2.6	2.9

Tabell 22: Resultater av temperaturmålingene (°C).

Stasjon	Nordre Moum, Borge						Rygge	
	Middel		Maksimum		Minimum		Middel	
Måned	3 m	10m	3m	10m	3m	10m	Middel	1961-75
Des 82	0.7	1.3	6.6	7.5	-7.8	-7.6	-0.1	-1.5
Jan 83	2.2	3.0	8.8	9.9	-10.3	-9.1	1.9	-4.7
Feb	-4.1	-3.3	4.2	4.2	-14.6	-12.9	-4.8	-4.2
Mar	1.5	2.2	8.1	8.6	-12.9	-11.9	1.4	-0.5
Apr	5.4	5.8	16.5	16.3	-2.3	-2.0	5.4	4.2
Mai	10.1	10.6	18.4	18.7	1.9	2.4	10.2	10.0
Jun	13.4	13.8	26.9	26.7	4.4	6.0	14.0	14.9
Jul	17.5	17.6	29.5	29.2	6.2	7.8	17.7	15.8
Aug	16.2	16.3	27.4	26.8	5.9	7.5	16.1	15.0

GRUNNLAGSMATERIALE 3 - KORROSJON

Hovedhensikten med korrosjonsundersøkelsen er å etablere sammenhenger mellom miljøvariable og korrosjon (dose/effekt). I Sarpsborg/Fredrikstad-området kan en regne med at de klimatiske forhold, som også påvirker korrosjonen, er konstante.

Sammenhenger mellom miljøvariable og korrosjon (dose/effekt) er nødvendige for å beregne skadevirkninger og for å foreslå tiltak med sikte på å redusere slike skadevirkninger. Den samlede virkning av mange miljøvariable er et problem ved bestemmelsen av slike reaksjoner. Ved en basisundersøkelse foregår imidlertid målingene innen et såvidt begrenset område at de klimatiske forhold kan regnes å være konstante. Sammenligning av resultatene fra ulike tidsperioder (og også fra korrosjonsundersøkelser i andre områder) vil gi informasjon om den delen av bidraget til korrosjonen som skyldes klimatiske forhold.

I Sarpsborg/Fredrikstad-området er korrosjonsmålinger utført på 15 stasjoner. Plater av stål, sink, kopper og aluminium er eksponert.

I Sarpsborg/Fredrikstad utføres korrosjonsmålinger på 15 stasjoner og omfatter måneds- og kvartalsvise korrosjonsverdier for stål i henholdsvis 1 år og 2 år, samt årsverdier for korrosjon av stål, sink, kopper og aluminium i 2 år. Dette gir 180 månedsverdier og 120 kvartalsverdier for korrosjonen av stål, og 30 årsverdier for hvert materiale. Sammenhengen mellom korrosjon og miljøvariable bestemmes ved regresjonsanalyser.

Måleprogrammet vil bli avsluttet 1. november 1983, og det er ikke utført ytterligere analyse av måleresultatene etter Framdriftsrapport nr 2 pr 1. mars 1983. Selve måledataene presenteres imidlertid nedenfor. De konklusjoner som trekkes er foreløpige og er tidligere presentert i forrige framdriftsrapport og i SFTs årsrapport for 1982 for Statlig program for forurensningsovervåking.

Sammenligning av en del meteorologiske variable viser samme klimatiske forhold i Sarpsborg/Fredrikstad-området.

Sammenligning av temperatur, fuktighet, nedbørmengde og nedbørvarighet målt på 5 stasjoner i området viser tilnærmet samme klimatiske forhold innen Sarpsborg/Fredrikstad regionen. Tabellene 23 og 24 inkluderer månedsvise verdier for de samme klimavariablene fram til juli 1983.

De kvartalsvise eksponeringene av stål viser god sammenheng mellom korrosjon (vekttap) og SO₂-konsentrasjon i luft. Fuktigheten på overflaten av platene har også stor betydning for korrosjonen.

De første kvartalsvise eksponeringene av stål viser en tilnærmet rettlinjet og god sammenheng mellom korrosjonen av stål (vekttap) og svoveldioksidkonsentrasjonen i lufta, se figur 6. Effekten av SO₂ påvirkes imidlertid også av om det er tilstrekkelig fuktighet på overflaten. Derfor varierer sammenhengen mellom korrosjonen og SO₂ noe fra kvartal til kvartal, avhengig av de klimavariablene som påvirker fuktigheten på overflaten. Dette kommer til uttrykk ved spredningen av punktene omkring linjen i figur 6. Tabell 25 viser kvartalsvise verdier av korrosjonen av stål og SO₂-konsentrasjonen i luft for 7 av de 8 kvartalene.

Månedsvise eksponeringer av stål ble igangsatt i november 1982. Tabell 26 viser månedsverdier for korrosjon og SO₂-konsentrasjonen i luft for 9 måneder. Analyse av resultatene vil ikke bli gjort før målingene er avsluttet.

Årsverdier av korrosjon for stål, sink, kopper og aluminium viser god sammenheng med SO₂-konsentrasjoner i luften. Utviklingen av det beskyttende patinabelegget på kopper registreres ved fotografering etter ett og to års eksponering.

Årskorrosjonen på de 15 stasjonene for perioden november 1981-oktober 1982 viser for alle de fire materialene stål, sink, kopper og aluminium en tilnærmet rettlinjet og god sammenheng med svoveldioksidkonsentrasjonen i luften, se figur 7 til 10. Figurene viser imidlertid også at den gode sammenhengen i stor grad styres av det meget høye SO₂-nivået på Borregaard. Ved nye 1 års-eksponeringer vil datamengden fordobles og forhåpentligvis vil også SO₂-konsentrasjonen da spre seg noe bedre utover måleintervallet. Mer omfattende statistisk analyse av dataene er nødvendig for å fastslå de reelle sammenhenger.

Når det gjelder utviklingen av det beskyttende patinabelegget på kopper, er det ikke foretatt noen ytterligere fotografering utover det som er rapportert i Framdriftsrapport nr. 2. Fullstendig fotografering vil bli foretatt etter 2 års eksponering.

Tabell 23: Basisundersøkelse Sarpsborg/Fredrikstad. Måned-, kvartals- og årsverdier for en del meteorologiske variable fra ulike stasjoner. Våttid defineres som den tiden hvor overflaten er så fuktig at korrosjonshastigheten er betydelig. Våttid kan definisjonsmessig beregnes fra meteorologiske data, som her, eller måles direkte.

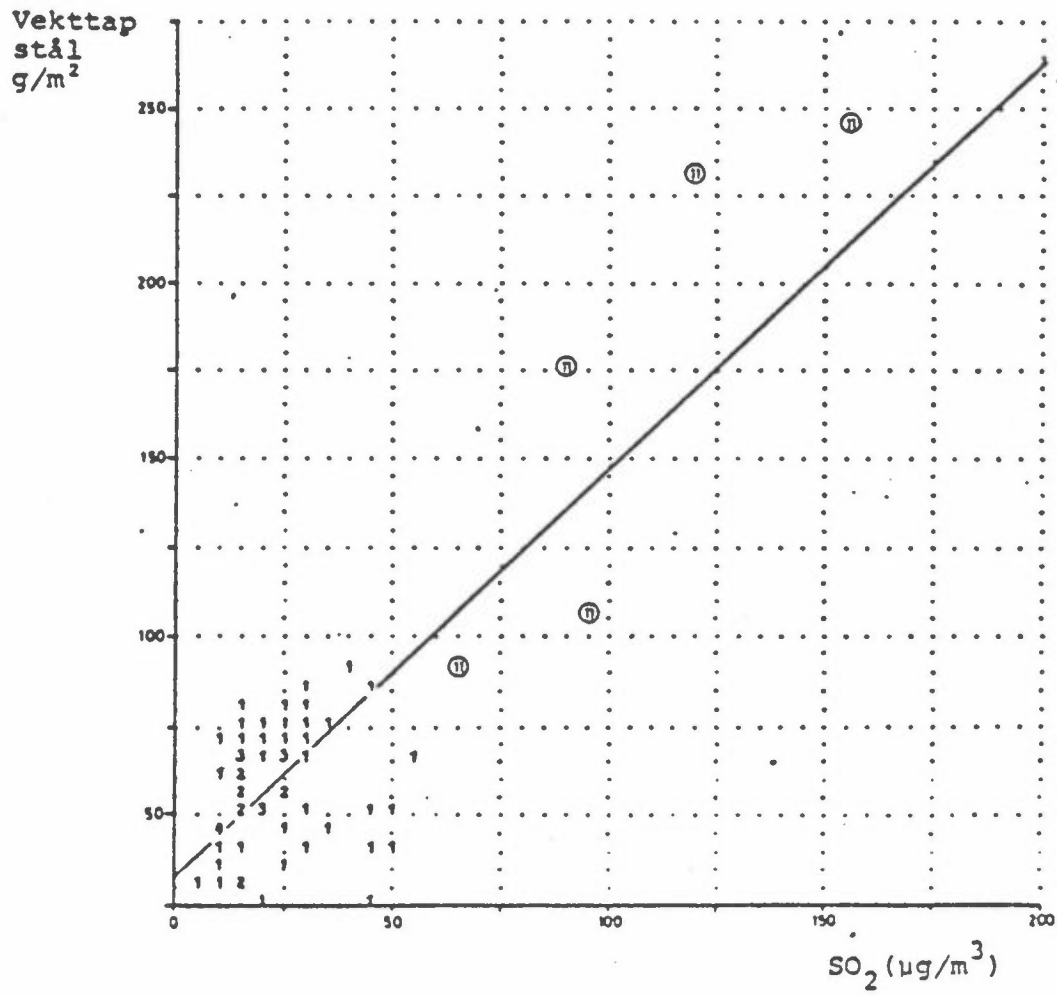
År-måned	TERMOHYGROGRAF					
	Middeltemp. 0°C		Mid.rel. fuktighet %		Våttid-tid >80%, >0°C (timer)	
	Alvim	Borge	Alvim	Borge	Alvim	Borge
81 11	2.7	2.0	-	-	-	128*
12	-7.1	-9.1	-	75	-	14
82 01	-	-9.9	-	76	-	38
Kv 1		-6.7				180
82 02	-2.6	-2.2	88	88	108	179
03	2.1	1.8	84	79	476	345
04	6.2	5.2	66	65	246	239
Kv 2	1.9	1.6	79	77	830	763
05	9.9	9.3	72	77	327	405
06	15.5	13.3	63	64	178	219
07	21.2	17.3	64	72	204	312
Kv 3	15.5	13.3	66	71	709	936
08	17.6	16.6	68	75	279	361
09	14.0	12.6	77	82	372	475
10	8.7	7.8	84	88	498	472
Kv 4	13.4	12.3	76	82	1149	1308
81-82		5.1				3187
11	4.8	4.6	86	87	393	444
12	0.3	1.3	87	85	327	376
83 01	3.0	3.0	80	80	281	323
Korrelasjons- koeffisienter	R = 0.99		R = 0.75		R = 0.92	
Kv 5		3.0		84		1143
83 02	0.1	-3.3	77	76	67	77
03	2.5	2.2	82	81	314	396
04	6.9	5.8	78	82	362	436
Kv 6		1.6		80		909
05	10.8	10.6	75	77	329	434
06	13.5	13.8	73	73	274	222*
07	18.0		68		202	
Kv 7						

En del dataserier er ufullstendige og vil bli gjenstand for senere korrigeringer.

Tabell 24: Basisundersøkelse Sarpsborg/Fredrikstad. Måneds-, kvartals- og årsverdier for en del meteorologiske variable fra ulike stasjoner.

År-måned	NEDBØRSAMLER				PLUVIOGRAF				Merknader
	NILU			MI	NILU - ALVIM		Brannstasjonen (14)		
	Hoff	Borge	Alvim	Kalnes	Mengde (mm)	Varighet (timer)	Mengde (mm)	Varighet (timer)	
81 11	100 ¹	114	111 ²	161	141	128	114	111	1) Anslått 2) Anslått 3) Anslått
12	36	18	20 ³	16	2	3	17	37	
82 01	21	14	20 ³	27	0	0	13	40	
Kv 1	157	146	151	204	143	131	144	188	
82 02	46	33	15	42	-	-	21	50	
03	81	76	95	111	-	-	79	139	
04	54	26	0	29	-	-	30	34	
Kv 2	181	135	110	182			130	223	
05	74	65	76	90	57	73	63	77	
06	9	8	8	7	13	13	2	7	
07	19	14	4	21	19	17	15	15	
Kv 3	102	87	88	118	89	103	80	99	
08	87	86	110	123	94	89	133	80	4) Anslått 5) Anslått
09	100	87	117	-	96 ⁴	98 ⁵	106	94	
10	90	76	68	93	63	90	66	92	
Kv 4	277	249	295		253	277	305	266	
81-82	717	617	644				659	776	
11	143	147	-	190	171	155			
12	104	89	89	106	108	110	80	95	
83 01	19	48	-		67	62	49	62	
Korrelasjonskoeffisienter					$R = 0.92$ $R = 0.92$ $R = 0.95$				
Kv 5									
83 02	63				7	12	9	23	
03	45	28			51	109	32	59	
04	38	40			46	112			
Kv 6									
05	55	90			74	91			
06	27	63			42	60			
07					38	34			
Kv 7									

En del dataserier er ufullstendige og vil bli gjenstand for senere korrigeringer.



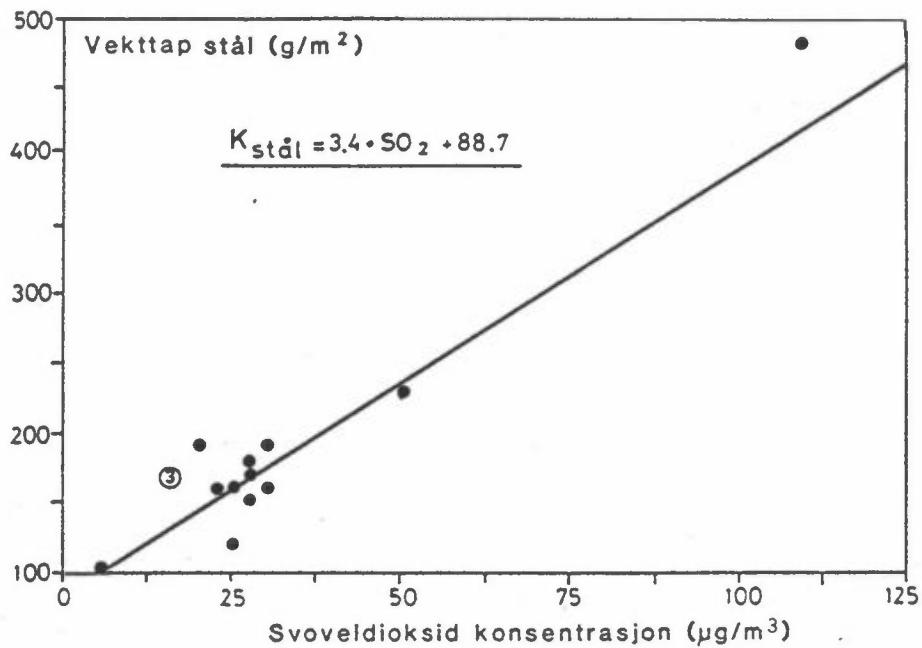
Figur 6: Korrosjon av stål og midlere SO₂-konsentrasjon for 5 kvartalseksponeeringer i perioden nov. 81-jan. 83. De 5 kvartalene for Borregaard (II) er merket av spesielt.

Tabell 25: Kvartalsvise korrosjonshastigheter for stål og midlere SO₂-konsentrasjoner. (Enkelte SO₂-data vil bli korrigert senere på grunn av ufullstendige målinger).

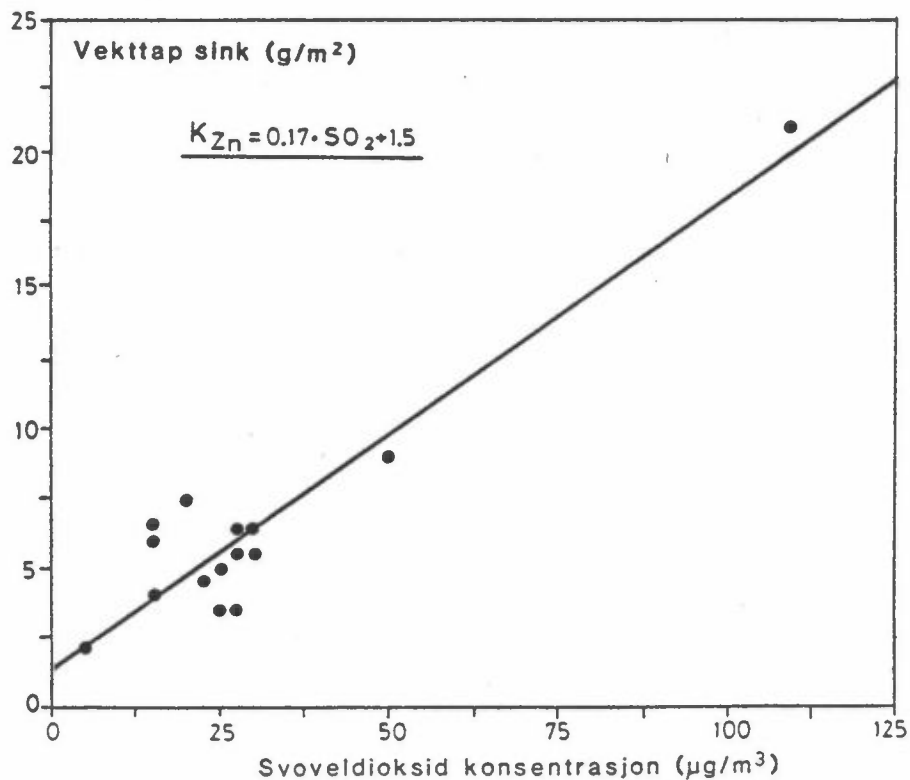
KORROSJON AV STÅL FOR PERIODEN NOV-JAN 82			KORROSJON AV STÅL FOR PERIODEN FEB-APR 82			KORROSJON AV STÅL FOR PERIODEN MAI-JUL 82		
STASJON	VEKTTAP G/M2	TYKK.RED. MY/KVART	STASJON	VEKTTAP G/M2	TYKK.RED. MY/KVART	STASJON	VEKTTAP G/M2	TYKK.RED. MY/KVART
2 HAFSLUNDØ	37.8	4.8	2 HAFSLUNDØ	66.2	0.1	2 HAFSLUNDØ	61.3	7.8
3 GREAKER	48.5	6.2	3 GREAKER	54.5	0.9	3 GREAKER	46.5	6.2
4 BORGE	53.3	6.8	4 BORGE	55.2	7.0	4 BORGE	46.7	5.9
5 CITY HOTEL	0.0	0.0	5 CITY HOTEL	0.0	0.0	5 CITY HOTEL	31.0	3.9
6 BROCHSGT	53.2	6.8	6 BROCHSGT	73.3	9.3	6 BROCHSGT	0.0	0.0
7 SARPSBORG	65.8	8.4	7 SARPSBORG	90.0	11.6	7 SARPSBORG	43.5	5.5
8 FELLESBANK	42.8	5.4	8 FELLESBANK	52.5	6.7	8 FELLESBANK	41.0	5.2
9 PHØNIX	21.8	2.8	9 PHØNIX	37.3	5.7	9 PHØNIX	34.3	4.4
10 HOFF	94.7	12.0	10 HOFF	230.2	29.3	10 HOFF	22.7	2.9
11 ST.OLAVS.V	46.0	5.8	11 ST.OLAVS.V	51.3	6.5	11 ST.OLAVS.V	109.9	14.0
12 ALVIM	43.3	5.5	12 ALVIM	80.0	10.2	12 ALVIM	53.3	6.8
13 ADM.BOLIGE	47.5	6.0	13 ADM.BOLIGE	79.7	10.1	13 ADM.BOLIGE	37.5	4.1
14 BRANNST.	53.0	6.8	14 BRANNST.	59.0	7.5	14 BRANNST.	20.8	3.7
15 ØSTLI.LECA	23.7	3.0	15 ØSTLI.LECA	55.8	7.1	15 ØSTLI.LECA	49.8	6.3
16 NABBETORP	43.3	5.5	16 NABBETORP	60.2	8.7	16 NABBETORP	41.2	5.2
17 TEGLV.V	0.0	0.0	17 TEGLV.V	0.0	0.0	17 TEGLV.V	30.6	3.9
2 HAFSLUNDØ	70.2	8.9	2 HAFSLUNDØ	74.7	9.5	2 HAFSLUNDØ	51.2	6.5
3 GREAKER	60.0	7.6	3 GREAKER	75.0	9.5	3 GREAKER	57.2	7.3
4 BORGE	53.2	6.8	4 BORGE	69.2	8.8	4 BORGE	49.3	6.3
5 CITY HOTEL	0.0	0.0	5 CITY HOTEL	88.0	10.6	5 CITY HOTEL	55.2	7.0
6 BROCHSGT	76.7	9.7	6 BROCHSGT	77.2	9.8	6 BROCHSGT	0.0	0.0
7 SARPSBORG	87.6	11.1	7 SARPSBORG	80.9	11.3	7 SARPSBORG	55.8	7.1
8 FELLESBANK	47.5	6.0	8 FELLESBANK	62.3	7.9	8 FELLESBANK	63.2	8.0
9 PHØNIX	34.0	4.3	9 PHØNIX	43.5	5.5	9 PHØNIX	49.7	6.3
10 HOFF	245.7	31.2	10 HOFF	177.5	22.5	10 HOFF	31.0	3.9
11 ST.OLAVS.V	66.7	8.5	11 ST.OLAVS.V	74.2	9.4	11 ST.OLAVS.V	121.9	15.5
12 ALVIM	84.5	10.7	12 ALVIM	65.3	8.3	12 ALVIM	51.5	6.5
13 ADM.BOLIGE	73.3	9.3	13 ADM.BOLIGE	75.7	9.5	13 ADM.BOLIGE	48.8	6.2
14 BRANNST.	78.2	9.9	14 BRANNST.	80.0	10.3	14 BRANNST.	101.0	12.8
15 ØSTLI.LECA	57.0	7.2	15 ØSTLI.LECA	67.3	8.6	15 ØSTLI.LECA	52.3	6.7
16 NABBETORP	54.0	6.9	16 NABBETORP	64.7	8.2	16 NABBETORP	42.7	5.4
17 TEGLV.V	0.0	0.0	17 TEGLV.V	0.0	0.0	17 TEGLV.V	52.0	6.6
2 HAFSLUNDØ	85.2	10.8	2 HAFSLUNDØ	44.3	5.6	2 HAFSLUNDØ	0.0	0.0
3 GREAKER	75.7	9.6	3 GREAKER	66.5	8.5	3 GREAKER	0.0	0.0
4 BORGE	56.5	6.5	4 BORGE	73.2	9.3	4 BORGE	0.0	0.0
5 CITY HOTEL	73.2	9.3	5 CITY HOTEL	75.8	9.5	5 CITY HOTEL	0.0	0.0
6 BROCHSGT	64.5	8.2	6 BROCHSGT	62.5	7.9	6 BROCHSGT	0.0	0.0
7 SARPSBORG	25.7	3.3	7 SARPSBORG	167.4	21.3	7 SARPSBORG	0.0	0.0
8 FELLESBANK	167.4	21.3	8 FELLESBANK	50.7	6.4	8 FELLESBANK	0.0	0.0
9 PHØNIX	50.7	6.4	9 PHØNIX	68.2	8.7	9 PHØNIX	0.0	0.0
10 HOFF	68.2	8.7	10 HOFF	69.5	8.8	10 HOFF	0.0	0.0
11 ST.OLAVS.V	69.5	8.8	11 ST.OLAVS.V	80.5	10.2	11 ST.OLAVS.V	0.0	0.0
12 ALVIM	80.5	10.2	12 ALVIM	65.5	8.3	12 ALVIM	0.0	0.0
13 ADM.BOLIGE	65.5	8.3	13 ADM.BOLIGE	65.5	8.3	13 ADM.BOLIGE	0.0	0.0
14 BRANNST.	65.5	8.3	14 BRANNST.	10.2	1.0	14 BRANNST.	0.0	0.0
15 ØSTLI.LECA	10.2	1.0	15 ØSTLI.LECA	8.3	1.0	15 ØSTLI.LECA	0.0	0.0
16 NABBETORP	8.3	1.0	16 NABBETORP	4.3	0.5	16 NABBETORP	0.0	0.0
17 TEGLV.V	4.3	0.5	17 TEGLV.V	0.0	0.0	17 TEGLV.V	0.0	0.0

Tabell 26: Månedsvise korrosjonshastigheter for stål og midlere SO₂-konsentrasjoner.
(Enkelte SO₂-data vil bli korrigert senere på grunn av ufullstendige målinger).

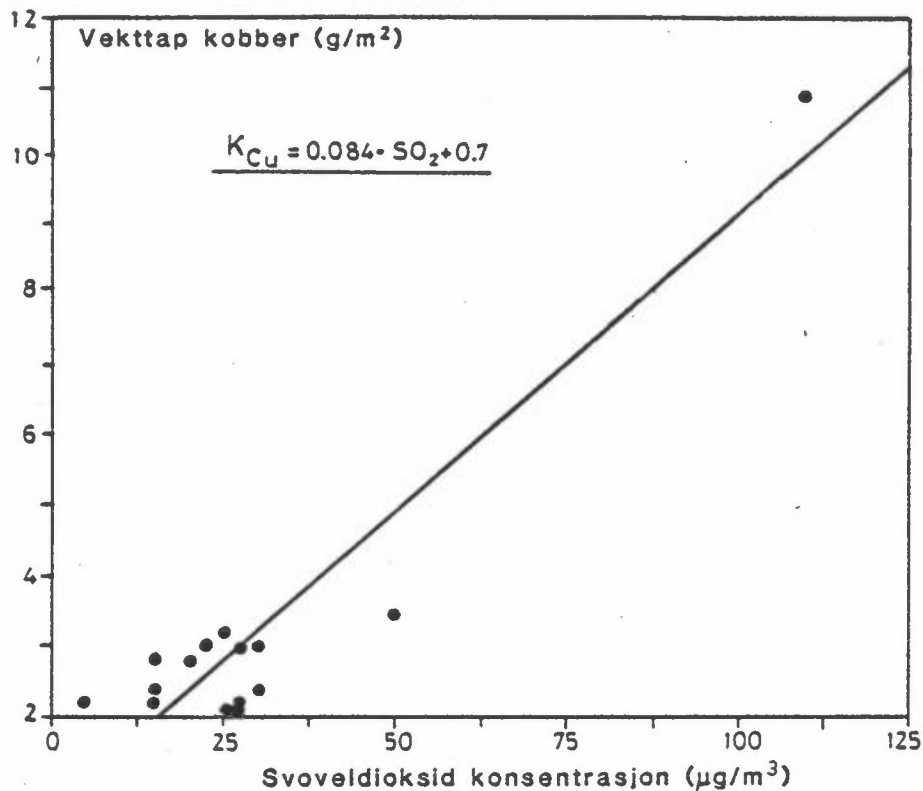
KORROSJON AV STÅL FOR PERIODEN 1102				KORROSJON AV STÅL FOR PERIODEN 1202				KORROSJON AV STÅL FOR PERIODEN 0103			
STASJON	VEKTTAP G/M2	TYKK.RED. MY/MND.	SO2 UG/M3	STASJON	VEKTTAP G/M2	TYKK.RED. MY/MND.	SO2 UG/M3	STASJON	VEKTTAP G/M2	TYKK.RED. MY/MND.	SO2 UG/M3
2 HAFSLUNDSØ	26.5	3.4	12	2 HAFSLUNDSØ	22.2	2.8	17	2 HAFSLUNDSØ	36.7	4.7	22
3 GREAKER	49.8	6.3	0	3 GREAKER	27.0	3.4	0	3 GREAKER	32.0	4.2	0
4 BORGE	26.5	3.4	17	4 BORGE	21.3	2.7	0	4 BORGE	32.2	4.1	19
5 CITY HOTEL	26.5	3.4	26	5 CITY HOTEL	29.0	3.7	18	5 CITY HOTEL	33.5	4.3	17
6 BROCHSGT	0	0	24	6 BROCHSGT	0	0	24	6 BROCHSGT	0	0	18
7 SARPSBORG	27.7	3.5	22	7 SARPSBORG	29.0	3.7	24	7 SARPSBORG	34.5	4.4	0
8 FELLESBANK	31.2	4.0	50	8 FELLESBANK	33.3	4.2	49	8 FELLESBANK	36.2	4.6	40
9 PHØNIX	21.3	2.7	13	9 PHØNIX	23.7	3.0	15	9 PHØNIX	23.3	3.0	12
10 HOFF	15.5	2.0	5	10 HOFF	15.2	1.9	5	10 HOFF	16.3	2.1	4
11 ST.-OLAVS.V	53.8	6.8	109	11 ST.-OLAVS.V	68.2	8.7	82	11 ST.-OLAVS.V	65.0	8.3	85
12 ALVIM	26.7	3.4	24	12 ALVIM	29.8	3.8	22	12 ALVIM	35.0	4.4	28
13 ADM.BOLIGE	24.8	3.2	26	13 ADM.BOLIGE	26.7	3.4	24	13 ADM.BOLIGE	28.2	3.6	25
14 BRANNST.	29.0	3.7	30	14 BRANNST.	32.2	4.1	30	14 BRANNST.	30.7	3.9	33
15 ØSTLI.LECA	30.7	3.9	18	15 ØSTLI.LECA	28.2	3.6	16	15 ØSTLI.LECA	41.0	5.2	18
16 MABBETORP	24.2	3.1	20	16 MABBETORP	24.7	3.1	31	16 MABBETORP	31.5	4.0	26
17 TEGLV.V	24.5	3.1	0	17 TEGLV.V	25.0	3.3	0	17 TEGLV.V	29.8	3.8	0
KORROSJON AV STÅL FOR PERIODEN 0203				KORROSJON AV STÅL FOR PERIODEN 0303				KORROSJON AV STÅL FOR PERIODEN 0403			
STASJON	VEKTTAP G/M2	TYKK.RED. MY/MND.	SO2 UG/M3	STASJON	VEKTTAP G/M2	TYKK.RED. MY/MND.	SO2 UG/M3	STASJON	VEKTTAP G/M2	TYKK.RED. MY/MND.	SO2 UG/M3
2 HAFSLUNDSØ	7.8	1.0	17	2 HAFSLUNDSØ	26.3	3.3	17	2 HAFSLUNDSØ	16.5	2.1	9
3 GREAKER	10.2	1.3	0	3 GREAKER	26.2	3.3	0	3 GREAKER	22.6	2.9	0
4 BORGE	11.0	1.4	22	4 BORGE	21.0	2.7	17	4 BORGE	22.2	2.8	34
5 CITY HOTEL	9.8	1.2	34	5 CITY HOTEL	23.0	2.9	20	5 CITY HOTEL	22.0	2.8	0
6 BROCHSGT	0	0	32	6 BROCHSGT	0	0	21	6 BROCHSGT	0	0	18
7 SARPSBORG	11.2	1.4	49	7 SARPSBORG	24.7	3.1	0	7 SARPSBORG	26.7	3.4	21
8 FELLESBANK	11.7	1.5	40	8 FELLESBANK	27.5	3.5	30	8 FELLESBANK	27.3	3.5	0
9 PHØNIX	12.0	1.5	44	9 PHØNIX	19.7	2.5	17	9 PHØNIX	19.5	2.5	16
10 HOFF	6.7	0.6	7	10 HOFF	12.8	1.6	6	10 HOFF	11.7	1.5	5
11 ST.-OLAVS.V	19.0	2.4	68	11 ST.-OLAVS.V	64.5	8.2	119	11 ST.-OLAVS.V	63.3	8.0	82
12 ALVIM	9.0	1.1	28	12 ALVIM	24.0	3.1	29	12 ALVIM	72.0	9.3	22
13 ADM.BOLIGE	9.8	1.2	36	13 ADM.BOLIGE	24.5	3.1	25	13 ADM.BOLIGE	21.0	2.7	20
14 BRANNST.	8.2	1.0	32	14 BRANNST.	27.7	3.5	36	14 BRANNST.	22.7	2.9	22
15 ØSTLI.LECA	11.7	1.5	30	15 ØSTLI.LECA	25.0	3.2	17	15 ØSTLI.LECA	20.5	2.6	11
16 MABBETORP	7.3	0.9	30	16 MABBETORP	21.7	2.8	27	16 MABBETORP	15.8	2.0	15
17 TEGLV.V	9.7	1.2	0	17 TEGLV.V	24.2	3.1	0	17 TEGLV.V	19.3	2.5	0
KORROSJON AV STÅL FOR PERIODEN 0503				KORROSJON AV STÅL FOR PERIODEN 0603				KORROSJON AV STÅL FOR PERIODEN 0703			
STASJON	VEKTTAP G/M2	TYKK.RED. MY/MND.	SO2 UG/M3	STASJON	VEKTTAP G/M2	TYKK.RED. MY/MND.	SO2 UG/M3	STASJON	VEKTTAP G/M2	TYKK.RED. MY/MND.	SO2 UG/M3
2 HAFSLUNDSØ	19.5	2.5	2	2 HAFSLUNDSØ	28.8	3.7	12	2 HAFSLUNDSØ	19.2	2.4	12
3 GREAKER	20.5	2.6	0	3 GREAKER	25.0	3.2	0	3 GREAKER	16.8	1.9	0
4 BORGE	16.7	2.1	0	4 BORGE	20.0	2.5	2	4 BORGE	12.3	1.6	0
5 CITY HOTEL	17.5	2.2	0	5 CITY HOTEL	19.7	2.5	0	5 CITY HOTEL	7.0	0.9	0
6 BROCHSGT	0	0	15	6 BROCHSGT	0	0	11	6 BROCHSGT	0	0	11
7 SARPSBORG	18.0	2.4	14	7 SARPSBORG	22.3	2.8	10	7 SARPSBORG	17.7	2.2	16
8 FELLESBANK	18.3	2.3	17	8 FELLESBANK	25.2	3.2	16	8 FELLESBANK	15.7	2.0	18
9 PHØNIX	16.3	2.1	14	9 PHØNIX	17.2	2.2	9	9 PHØNIX	6.0	0.9	7
10 HOFF	12.3	1.6	5	10 HOFF	14.7	1.9	5	10 HOFF	5.2	0.7	5
11 ST.-OLAVS.V	53.7	6.8	67	11 ST.-OLAVS.V	54.2	6.9	64	11 ST.-OLAVS.V	44.7	5.7	93
12 ALVIM	24.0	3.1	21	12 ALVIM	23.3	3.0	11	12 ALVIM	18.7	2.4	15
13 ADM.BOLIGE	16.0	2.1	13	13 ADM.BOLIGE	25.5	3.2	15	13 ADM.BOLIGE	9.0	1.2	21
14 BRANNST.	15.0	2.1	16	14 BRANNST.	25.2	3.2	20	14 BRANNST.	12.0	1.6	29
15 ØSTLI.LECA	19.7	2.5	9	15 ØSTLI.LECA	26.7	3.4	8	15 ØSTLI.LECA	18.3	2.3	13
16 MABBETORP	16.0	2.1	11	16 MABBETORP	21.8	2.8	12	16 MABBETORP	13.3	1.7	8
17 TEGLV.V	15.2	1.9	0	17 TEGLV.V	18.8	2.4	0	17 TEGLV.V	7.2	0.9	0



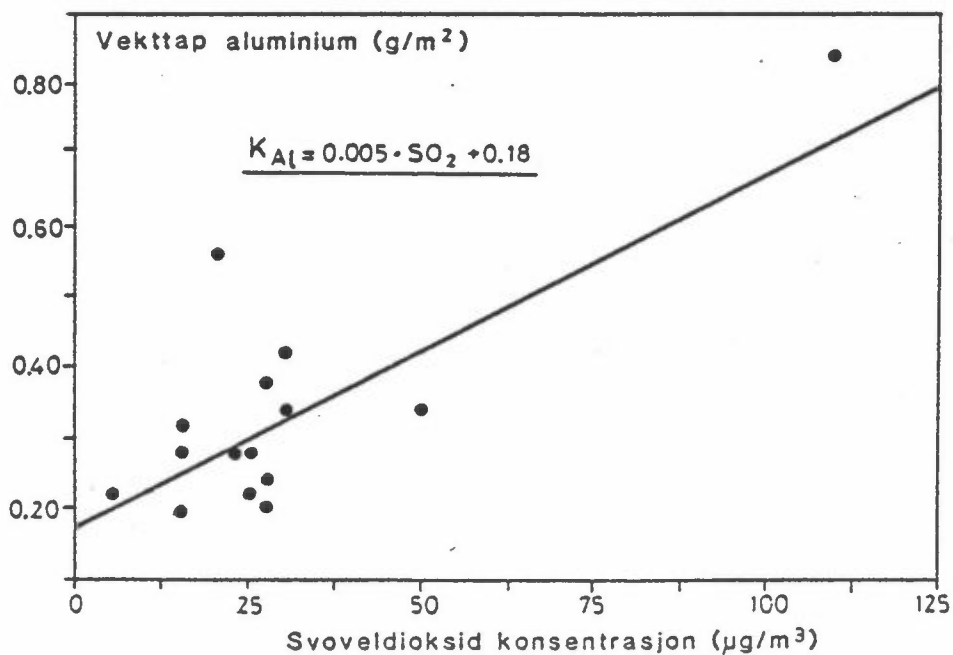
Figur 7: Sammenhengen mellom årskorrosjonen av stål (nov 81-okt 82) og SO_2 -konsentrasjon i luft. ③ betyr 3 sammenfallende observasjoner.



Figur 8: Sammenheng mellom årskorrosjonen av sink (nov 81-okt 82) og SO_2 -konsentrasjon i luft.



Figur 9: Sammenheng mellom årskorrosjonen av kobber (nov 81-okt 82) og SO₂-konsentrasjon i luft.



Figur 10: Sammenheng mellom årskorrosjonen av aluminium (nov 81-okt 82) og SO₂-konsentrasjon i luft.

GRUNNLAGSMATERIALE 4 - UTSLIPPSDATA

Utslippet av forurensende stoffer til luft er kartlagt over et område på 26x31 km² (oppløsning km²-ruter). I 1981 var det samlede SO₂-utslippet i området ca 8900 tonn. Industriutslippene utgjorde over 90%.

Utslippsdata til luft er skaffet til veie gjennom en spørreundersøkelse og opplysninger fra oljeselskapene. I figur 11 er det vist de samlede SO₂-utslipp innen et sentralt område på 14x20 km² fordelt på km²-ruter. Tallene i figuren er i tonn SO₂ pr år. Over 90% av utslippene kommer fra industrien. Det største utslippet i 1981 hadde Borregaard med vel 60% av det totale utslippet i regionen. Store industriutslipp er også registrert i Øra-området i Fredrikstad og i Greåker og Borge. Fordelingen av SO₂-utslippet mellom forskjellige hovedgrupper er vist i tabell 27.

Til sammenligning har Statens forurensningstilsyn beregnet de samlede SO₂-utslippene i Norge i 1981 til ca 117.000 tonn. Utslippet i Sarpsborg/Fredrikstad-regionen utgjorde da ca 7.5% av Norges totale utslipp.

I samsvar med salgsoppgavene for petroleumsprodukter er det skjedd en vesentlig reduksjon av totalutslippene i Sarpsborg/Fredrikstad i løpet av basisundersøkelsen.

Tabell 28 viser salget av ulike petroleumsprodukter for Østfold fylke i perioden 1979-82. Salgsoppgavene viser nedgang for fyringsparafin og fyringsoljer, mens bilbensin og autodiesel viser liten endring.

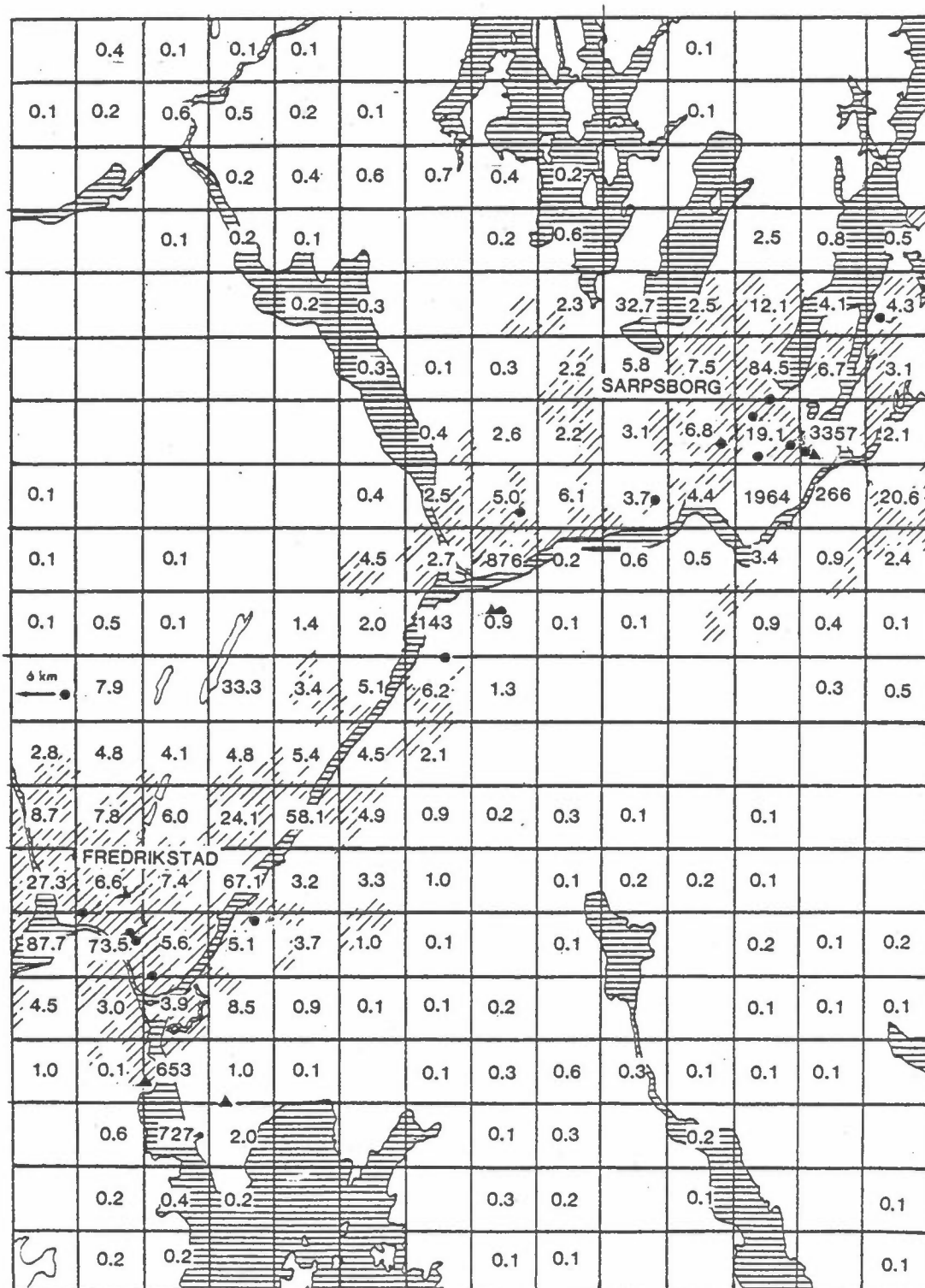
For vurdering av endringer i SO₂-utslippet er det særlig viktig å merke seg nedgangen i salget av tung fyringsolje. I løpet av basisundersøkelsen er det skjedd en vesentlig reduksjon av SO₂-utslippet. Særlig er SO₂-utslippet fra fyrhuspipa på Borregaard betydelig redusert slik det framgår av figur 12, fra rundt 600 kg/time fram til 1980 til 92 kg/time vinteren

1982/83. Figuren viser imidlertid også at SO_2 -konsentrasjonene på St. Olavs Vold ikke er redusert i samme tidsrom. Dette er i samsvar med spredningsberegningene. Dette forholdet vil en komme nærmere tilbake til senere i rapporten.

Nedgangen i SO_2 -utslippet fra fyrhuspipa fra vinteren 1980/81 til vinteren 1982/83 skyldes dels produksjonsendringer og dels bruk av elektrokjeler.

Et forslag til utslippsfaktorer fra biltrafikk er utarbeidet og vil bli sendt Statens forurensningstilsyn for kommentarer.

For utslipp fra biltrafikken av stoffer som NO , NO_x , sot og støvpartikler foreligger det ulike utslippsfaktorer i litteraturen. Utslippsfaktorene varierer eksempelvis med kjøreforholdene og lufttemperaturen. Foreløpig har derfor arbeidet vært konsentrert om å begrunne et sett utslippsfaktorer til bruk under norske forhold.



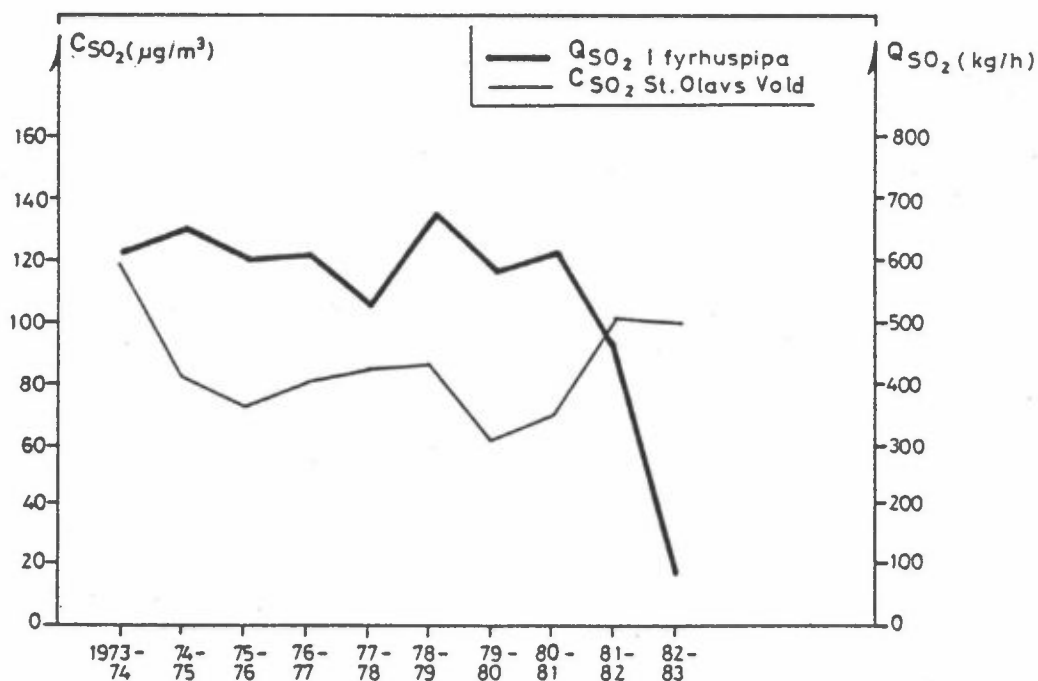
Figur 11: Totalt utslipp av SO₂ -i Sarpsborg/Fredrikstad-området i 1981 (tonn/år). (I² ruter med over 100 tonn/år er desimaler ikke angitt).

Tabell 27: Samlede SO_2 -utslipp i Sarpsborg/Fredrikstad-området i 1981 (tonn/år).

Industri	8.489
Boligoppvarming	334
Veitrafikk	61
Sum	8.884

Tabell 28: Salg av petroleumsprodukter i Østfold 1979-82 (m^3 /år).

	1979	1980	1981	1982
Fyringsparafin	55.937	43.208	32.368	24.712
Fyringsolje 1	95.960	84.830	78.297	64.829
Fyringsolje 2	42.740	37.042	33.930	29.269
Tung fyringsolje	290.300	281.929	183.307	156.525
Bilbensin	111.724	109.612	109.057	105.243
Autodiesel	47.392	47.717	47.931	46.386



Figur 12: Midlere SO_2 -konsentrasjon (C_{SO_2} i $\mu\text{g}/\text{m}^3$) målt på St. Olavs Vold nær Borregaard i vinterhalvåret sammenliknet med tilsvarende utslipp fra fyrhuspipa (Q_{SO_2} i kg/h).

GRUNNLAGSMATERIALE 5 - SPREDNINGSBEREGNINGER

Ved hjelp av utslippsdata og meteorologiske forhold har en beregnet konsentrasjonsfelt av SO_2 i hele området. Dårlig overensstemmelse med målinger i Borregaards nærområde i de innledende beregningene var bakgrunnen for gjennomføring av sporstoffundersøkelser for å klarlegge spredningsforholdene ved kjente kilder på fabrikkområdet bedre.

Sporstoffundersøkelsene ble utført i nært samarbeid med Miljøvernkontoret på Borregaard, som også har gått nøye gjennom bedriften for å kartlegge mulige andre SO_2 -utslipp.

Ved en sporstoffundersøkelse simuleres utslipp og spredning av disse ved å slippe ut en eller flere gasser som kan registreres i meget lave konsentrasjoner og som ikke forekommer naturlig i atmosfæren. Ut fra de gjennomførte sporstoffundersøkelsene har en kunnet trekke flere viktige konklusjoner for vurdering av spredningsforholdene på Borregaard-området.

Utslipp fra lave skorsteiner over tak virvles effektivt ned bak bygninger og medfører på avstander over 5-7 ganger bygningshøyden samme konsentrasjon som et tilsvarende utslipp på bakken.

Spredningen av forurensning påvirkes av turbulensen rundt bygninger. Uttynningen skjer raskt, men høye konsentrasjoner kan forekomme nær utslippet.

I figur 13 har en vist konsentrasjonsfordelingen av SF_6 fra utslipp i en ventilasjonspipe på taket av Borregaards spritfabrikk (a) og av $CBrF_3$ fra tilsvarende utslipp i bakkenivå (b). Vertikalfordelingen av konsentrasjonene er også vist på hver del av figuren. Allerede nær bygningen er takutslippet spredd effektivt ned til bakken.

Disse resultatene er innarbeidet i spredningsberegningene og har ført til at en nå beregner betydelig høyere SO_2 -konsentrasjoner, og dermed bedre i overensstemmelse med målingene.

Sporstoffundersøkelser ved Borregaards spraytørkeanlegg viste at dette gir de høyeste konsentrasjonene i området mellom anlegget og boligbebyggelsen i nordøst. Karakteristisk lukt fra anlegget kan sannsynligvis merkes i området hvor SO_2 -konsentrasjonen samtidig er over omlag $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hvilke stoffer som forårsaker lukten er ikke undersøkt.

Utslippet fra spraytørkeanlegget påvirkes også av bygningsturbulensen, slik at den effektive utslippshøyden over bakken påvirkes. De maksimale bakkekonsentrasjonene fant en i et område mellom anlegget og boligområdene i nordøst.

Figur 14 viser konsentrasjonsfordelingen av SF_6 fra utslipp i pipen på nordvestsiden av anlegget og for CBrF_3 fra utslipp i bakkenivå ved bygningen. Konsentrasjonene er normalisert ved å dividere med utslippet og multiplisere med vindstyrken. Verdiene angir konsentrasjonene i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ved et utslipp på 1 g/s og en vindstyrke på 1 m/s og er middelerverdier for 15 minutter.

I tillegg ble det tatt øyeblikksprøver i måleperioden. Verdiene er avsatt i parentes. Dersom det samtidig ble registrert karakteristisk lukt fra spraytørkeanlegget ble det angitt med + i parentensen. Ingen lukt ble avmerket med -.

Sporstoffundersøkelsene indikerer at spraytørkeanlegget kan forårsake SO_2 -konsentrasjoner på $200\text{-}300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timesmiddelverdi. Samtidige observasjoner av sporstoffkonsentrasjoner og av lukt indikerer at avgassene som slippes gjennom pipa forårsaker lukt ved en uttynning som fører til SO_2 -konsentrasjoner større enn omlag $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Det er overveiende sannsynlig at utslipp fra kokesyre-tankene er hovedårsaken til de høye SO₂-konsentrasjonene som er målt på St. Olavs Vold.

Resultatet av forsøkene utført med utslipp fra spritfabrikken kan sannsynligvis overføres også til utslipp fra andre bygninger i denne delen av fabrikkområdet. Spredningen av tak- og bakkekilder i dette området er illustrert i figur 15, som viser normalisert konsentrasjon som funksjon av avstanden fra utslippet.

Om lag 200 m fra målestasjonen på St.Olavs Vold ligger tankene for kokesyre. Forutsatt at spredningen ved disse tankene skjer på lignende måte som den registrerte spredningen ved spritfabrikken kan figur 15 brukes til å beskrive uttynningen. Et utslipp fra tankene på 1 g SO₂/s vil ved svak vind (1 m/s) medføre en konsentrasjon i intervallet 140-240 µg SO₂/m³ ved St.Olavs Vold, avhengig av utslippshøyden.

I følge Miljøvernkontoret på Borregaard kan det forekomme utslipp på 10 g SO₂/s i dette området. Et slikt utslipp kan forklare de høye konsentrasjonene som er målt på St.Olavs Vold. Borregaard har utarbeidet planer for å eliminere slike utslipp.

Sporstoffundersøkelsene har vist at utslipp fra lave piper og i bakkenivå vil spres effektivt over fabrikkområdet hvor mange store bygninger skaper god vertikalblanding. Disse resultatene er innarbeidet i spredningsmodellene.

Konsentrasjonsfeltet for SO₂ for perioden november 1981- mars 1982 er beregnet for hele undersøkelsesområdet. I hovedtrekk er det godt samsvar mellom beregnede og målte konsentrasjoner.

Ut fra utslippsoversikten, meteorologiske forhold og resultatene fra sporstoffundersøkelsene har en beregnet midlere SO₂-konsentrasjoner i Sarpsborg/Fredrikstad-området. Figur 16 viser resultatene for perioden november 1981-mars 1982. Kon-

sentrasjonene er framstilt som isolinjer. Resultatene fra SO_2 -målingene i samme periode er også avsatt på den nederste delen av figuren (mindre tall).

I hovedtrekk er det godt samsvar mellom beregnede og observerte verdier. Årsaken til enkelte avvik undersøkes nærmere.

På stasjonene nærmest Borregaard måles det lavere verdier enn beregnet. I beregningene benyttes vinddata fra Nordre Moum som representative for hele Sarpsborg/Fredrikstad-regionen. Vindmålingene viser at det blåser i de aktuelle retningene (sør og sørvest) i ca 15% av tiden. Vindregistreringene fra St.Olavs Vold viser at denne frekvensen er mindre enn 5%. Arbeid pågår med å tilpasse spredningsmodellene slik at variable vindfelter kan benyttes i beregningene.

I det sørlige og sørvestlige sentrumsområdet i Sarpsborg måles det høyere verdier enn beregnet. Dette skyldes sannsynligvis SO_2 -kilder i Sarpsborgs nordvestlige deler som ikke er kommet i utslippsoversiktene.

De ni største industriutslippene fra piper med utslippshøyde over bygningenes turbulenssone utgjør ca 80% av det totale utslippet i området. Utslippene bidrar maksimalt med $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i midlere bakkekonsentrasjon. En kraftig reduksjon i utslippet fra Borregaards fyrhuspipe de siste årene har knapt endret luftkvaliteten i Sarpsborg.

De ni største industriutslippene fra piper med utslippshøyde over bygningenes turbulenssone (merket P i tabell 29) hadde et samlet utslipp på 856 kg SO_2 pr time i vinterhalvåret 1981/82. Disse utslippene spres uten å påvirkes av nærliggende bygninger før de når bakken (maksimal bakkekonsentrasjon $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Målte verdier indikerer også lave konsentrasjoner på grunn av disse pipeutslippene. Utslippet fra Borregaards fyr-

huspipe er redusert betydelig i løpet av basisundersøkelsen, fra 392 kg/time til 95 kg/time. Denne reduksjonen ble knapt registrert på luftkvalitetsmålingene i Sarpsborg (se også kommentarer til figur 12 foran i rapporten).

De ni største industriutslippene med lav utslippshøyde står for vel 10% av de samlede utslipp i regionen. Det er imidlertid disse kildene som gir det største bidraget til SO₂-konsentrasjonene i lufta i Sarpsborg og særlig i Borregaards nærområde.

Ni industrikilder merket V i tabell 29 har så lav utslippshøyde at en del av forurensningen virvles ned bak bygningene. Det samlede utslippet fra disse kildene er ca 110 kg pr time (vel 10% av det totale utslippet i området), men fører til høye konsentrasjoner ved bakken som vist i figur 16. Disse kildene er av vesentlig betydning for SO₂-belastningen i den delen av Sarpsborg som ligger nærmest Borregaard.

SO₂-utslippene fra mindre fyringsanlegg (hovedsakelig boligoppvarming) utgjør knapt 8% av de totale utslippene i området. I Fredrikstad gir imidlertid disse kildene det klart største bidraget til luftkonsentrasjonen.

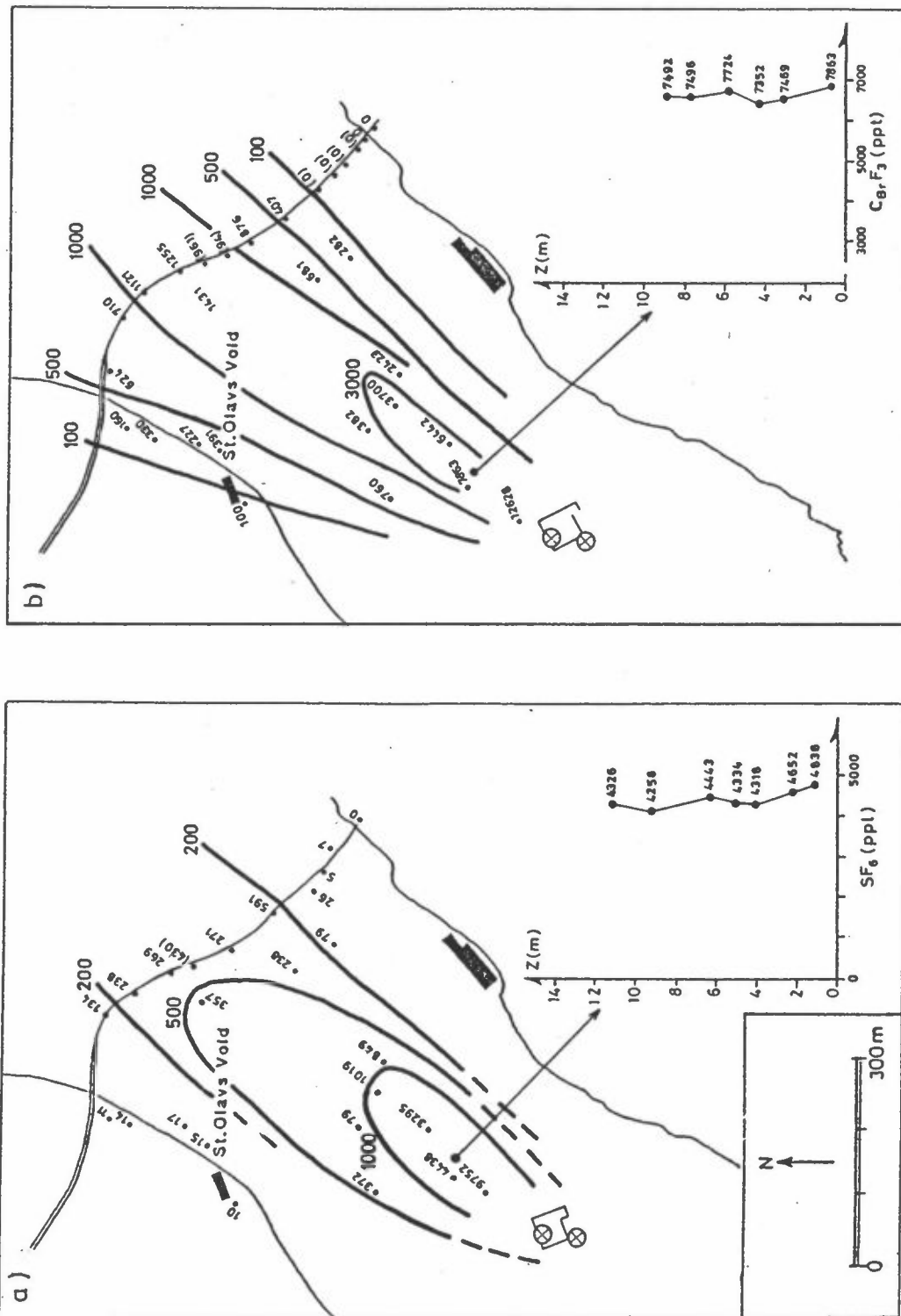
Mindre fyringsanlegg i Sarpsborg/Fredrikstad-området hadde et samlet utslipp på ca 80 kg SO₂ pr time. Forurensningsbelastningen på grunn av disse kildene forekom i den nærmeste omegn av utslippet. De høyeste konsentrasjonene er beregnet i Fredrikstad.

Usikkerheten i beregningene skyldes usikkerhet i data for utslipp og spredning, samt forenklinger innarbeidet i beregningsmetodene. I hovedtrekk er imidlertid overensstemmelsen med målingene god.

Beregningene viser at en har oversikt over hovedårsakene til forurensningsforholdene i Sarpsborg/Fredrikstad, selv om en rekke detaljer vedrørende utslipp og spredning fortsatt må klarlegges. Usikkerheter i beregningene søkes klarlagt ved å sammenligne målinger og beregninger. En foreløpig sammenligning indikerer:

- Den største usikkerheten er knyttet til forholdsvis store industriutslipp fra piper lavere enn ca 1.5 ganger bygningshøyden. Miljøvernkontoret på Borregaard har kartlagt mulige kilder på sin bedrift. Andre kildeområder kan gi avvik mellom beregninger og målinger i andre områder.
- På grunn av spesielle driftsforhold og spredningsforhold i perioder kan forurensningsbidraget fra de ni største punktkildene være underestimert. Et annet usikkerhetsmoment er at utslippet fra noen av de lave kildene er diskontinuerlige.

Hovedkonklusjonen blir likevel at de foreløpige beregningene beskriver hovedtrekkene i forurensningssituasjonen i regionen bra. Modellberegningene gir viktig informasjon for forurensningsmyndighetene med tanke på konsesjonsbetingelser/utslippsbegrensende tiltak. Resultatene kan benyttes til å velge effektive tiltak for å bedre situasjonen samt til å gjennomføre en overvåking av de viktigste årsakene til forurensningsbelastningen.



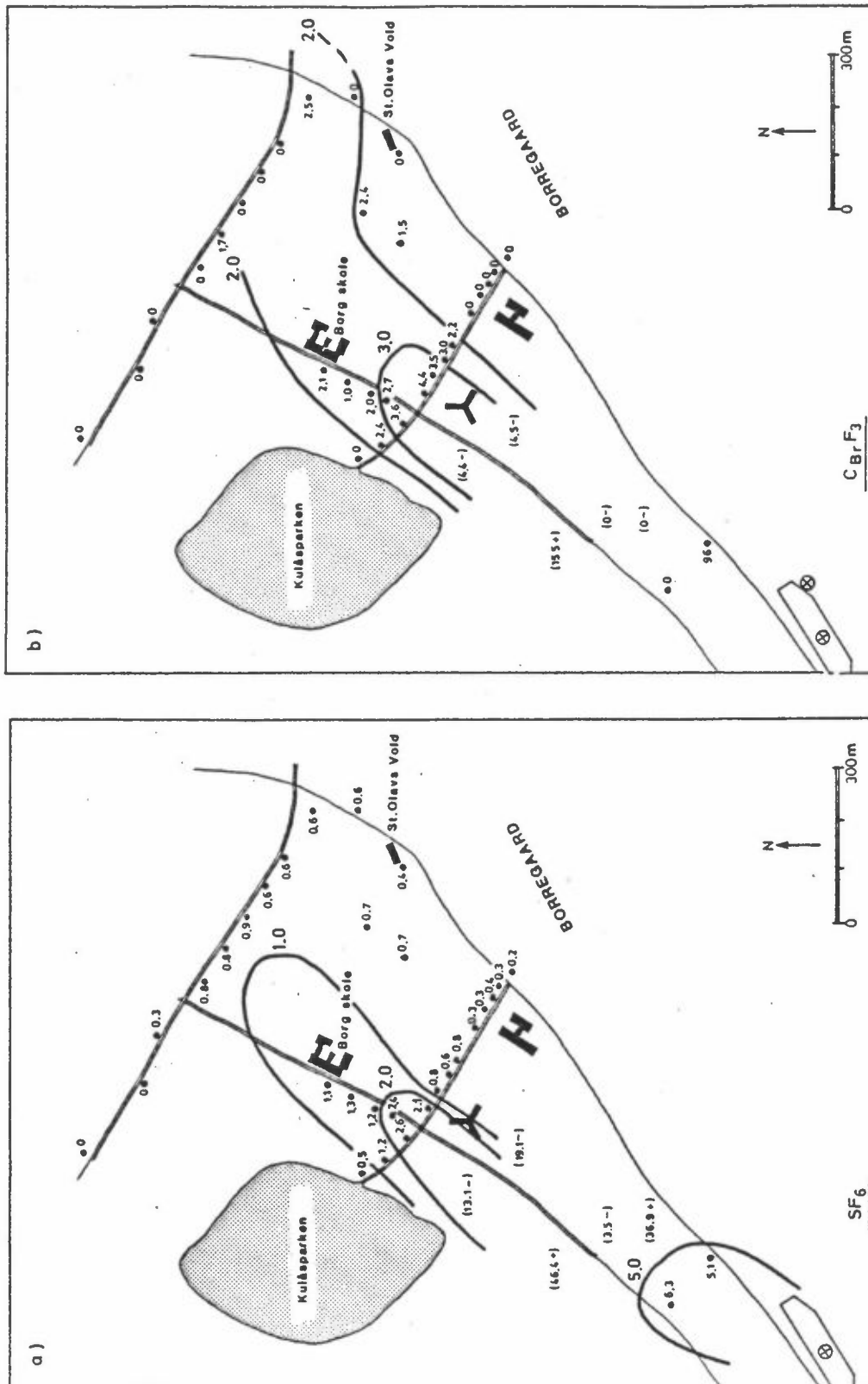
Figur 13: Konsentrasjonsfordelinger av sporstoff ved utslipp i spritfabrikken.

Enhet: ppt

a) SF_6 fra utslipp i en ventilasjonspipe på taket.

b) $CBrF_3$ fra utslipp i bakkenivå.

Vertikalfordelingen av utslipp er vist på hver figur.

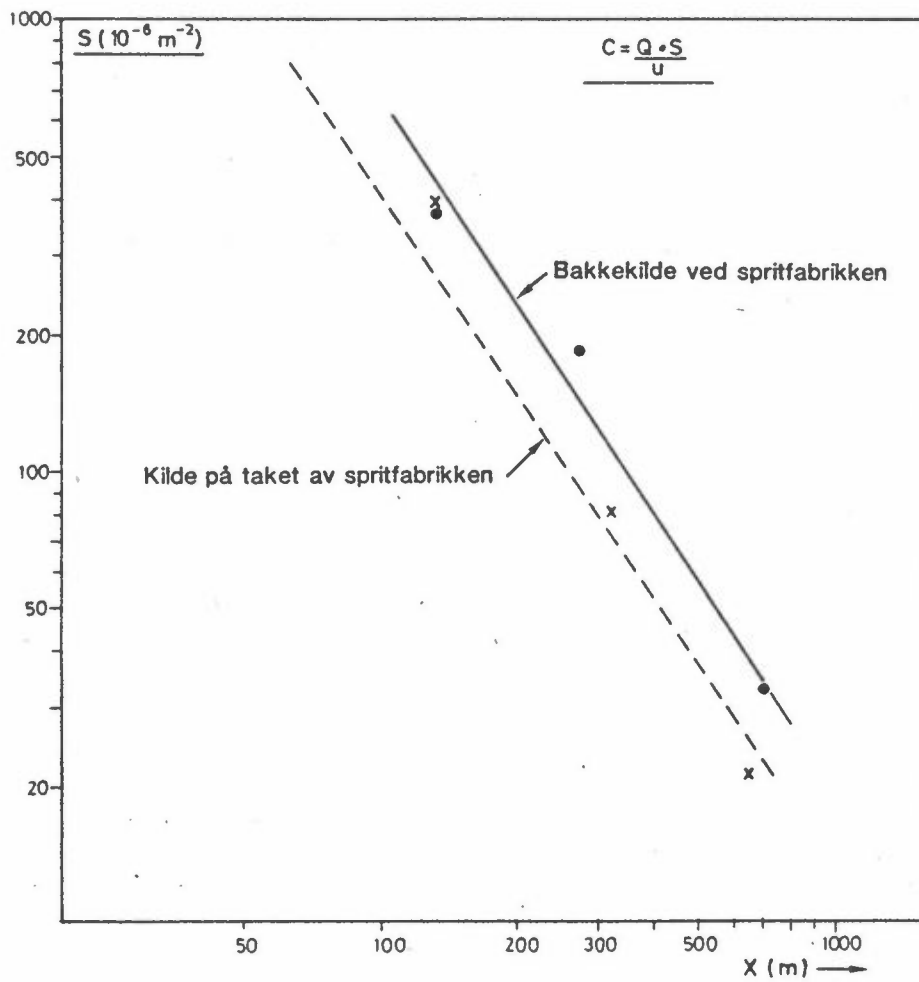


Figur 14: Normaliserte konsentrasjonsfordelinger av sporstoff ved utslipp i spraytørkeren.

Enhet: 10^{-6} m^{-3} .

a) SF₆ fra utslipp i pipa på nordvestsiden av taket.

b) CBrF₃ fra utslipp i bakkenivå ved bygningen.

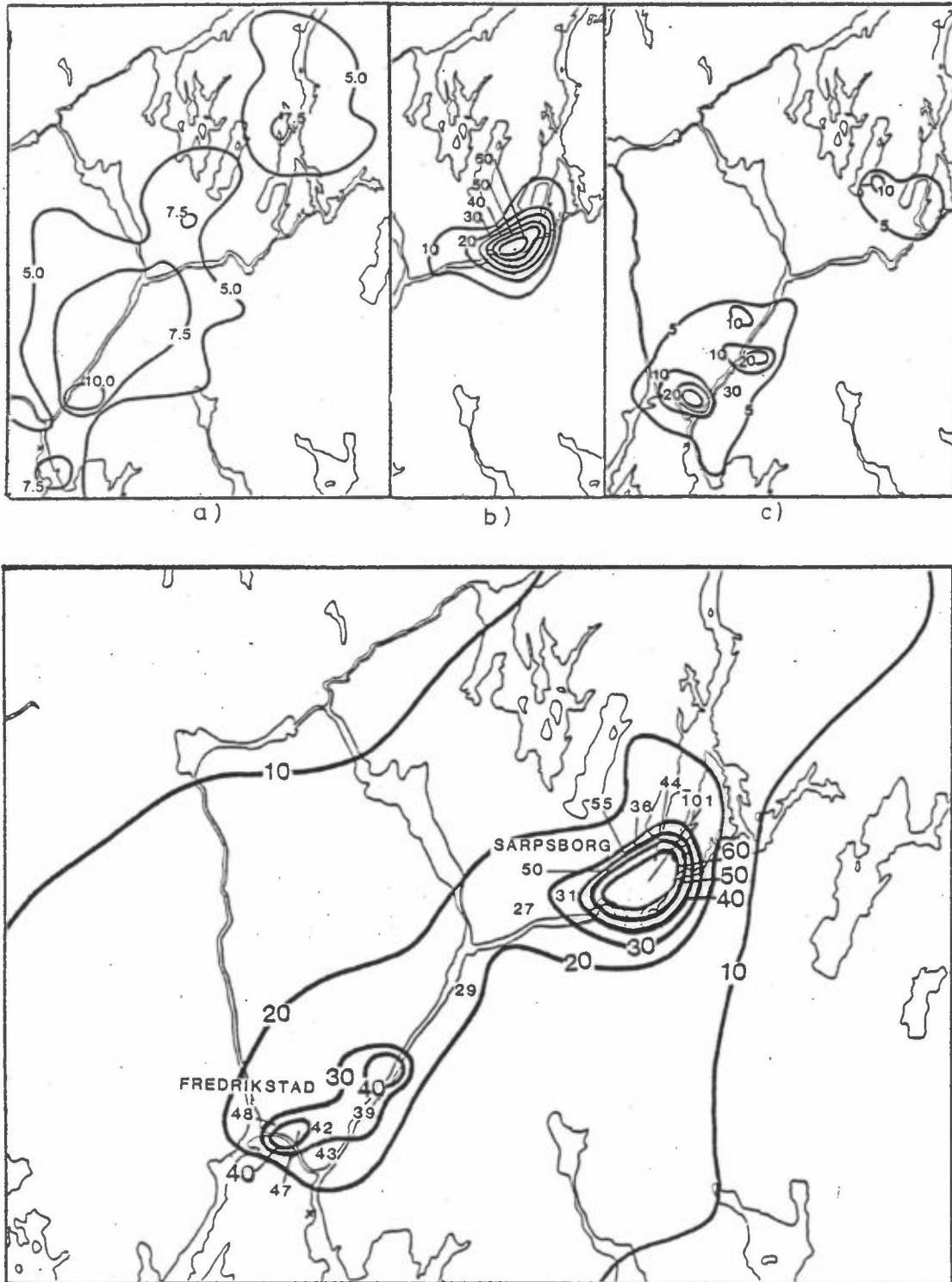


Figur 15: Normalisert maksimalkonsentrasjon av forurensning som funksjon av avstanden fra spritfabrikken. Konsentrasjonen er normalisert ved å dividere med utslippsintensiteten (Q i g/s) og multiplisere med vindstyrken (u i m/s).

Piper med utslippshøyde
over bygningers turbu-
lenssone

Piper med utslipps-
høyde i bygningers
turbulenssone

Små fyrings-
anlegg



Figur 16: Beregnede midlere SO_2 -konsentrasjon i perioden november 1981 - mars 1982, de enkelte kildetyper bidrag (a-c) og det samlede resultat (nederste figur). Målte konsentrasjoner er avsatt ved målestasjonene med små tall på nederste figur.

Tabell 29: Utslippsdata for enkeltkilder (industri). Lokaliseringen er gitt ved kartreferanser i UTM-koordinater. Pipehøyden er gitt i meter og utslippsmengden i kg SO₂ pr time.

Kilde	UTM-koord.		Pipe- høyde	Utslipp kg SO ₂ /time
	X	Y		
P BORG FYRHUS	22.34	74.00	146.7	392.00
P BORG SYREFAB	21.60	73.35	100.0	158.00
P GREAKER AS	17.10	72.40	50.0	104.05
P DENOFA	12.70	64.50	60.0	77.36
P KRON TITAN	12.70	63.80	60.0	72.78
V BORG FLASHTØ	21.79	73.58	26.4	49.00
P GLOMMA PAP	22.30	73.50	30.0	19.51
P LECA BORGE	16.30	71.10	29.0	16.39
V BORG SPRAYT1	21.18	73.36	25.0	13.40
V BORG SPRAYT2	21.20	73.34	25.0	13.40
P NYE FR MEK	10.60	66.50	35.0	8.32
V SARPS PAPP	21.30	75.30	30.0	8.32
P KRON TITAN	12.70	63.80	46.0	7.80
V UNGER FABR	13.40	67.00	20.0	7.28
V BORG CELLULK	22.35	74.22	40.8	7.00
V BORG SYRETAN	22.17	73.96	13.3	6.20
V BORG LIGNINF	22.11	73.72	25.0	5.00
V BORG SYRETÅR	22.24	73.93	32.5	.50

GRUNNLAGSMATERIALE 6 - EKSPONERINGSBEREGNINGER

Befolkningens eksponering for toksiske tungmetaller vil bli beregnet . Beregningene vil bli konsentrert til bly (Pb) og kadmium (Cd). Av befolkningens totalinntak regnes ca 85% å komme fra matvarer.

Beregninger av befolkningens eksponering for toksiske metaller fra forskjellige kildegrupper (industri, energi, trafikk, langtransport) vil bli utført. Beregningene vil bli konsentrert til bly og kadmium. For å utføre disse beregningene har en bl.a. kartlagt luftkonsentrasjonen i området, avsetningen på bakken, inntak i jord og opptak i planter. Data for metallkonsentrasjonen i drikkevann er skaffet til veie.

Særlig stor betydning har opptaket av tungmetaller fra matvarer. En grovsortering av de viktigste opptaksveiene gjennom matvarer relevant for befolkningen i området er foretatt. (Ref.: SFT-rapport nr 8/80). Tabell 30 viser inntaket av bly fra forskjellige typer matvarer. Inntaket via disse matvarene utgjør ca 85% av totalinntaket av bly og ca 70% av totalinntaket for kadmium.

Eksponeeringsberegningene baseres på kvasistasjonære boksmodeller ("compartment"-modeller). Beregningen gjøres for spesifiserte persongrupper.

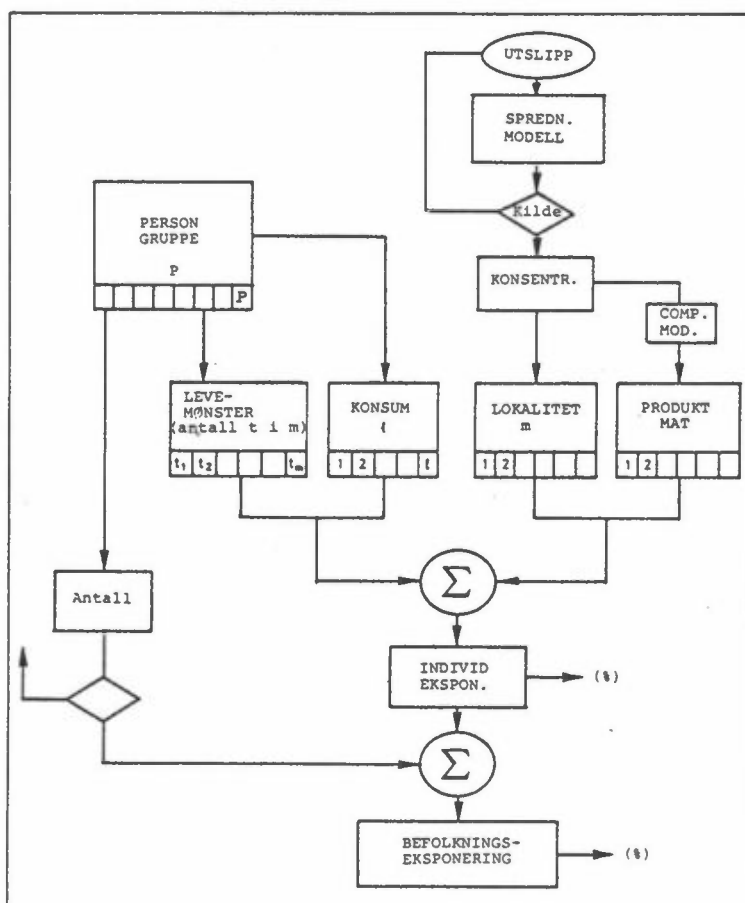
Boksmodellene baseres på forholdet mellom likevektskonsentrasjoner ("overføringsfaktorer") mellom de forskjellige media. Ved hjelp av overføringsfaktorene kan en direkte beregne det relative inntaket av en spesifisert opptaksvei, når luftkonsentrasjonene er kjent. Inntaket ved direkte inhalasjon via lungene vil også bli estimert. En viktig del av arbeidet er å verifisere overføringsfaktorer mot målte konsentrasjoner i forskjellige media. Her foreligger det data for luft, nedfall, jord, vann, samt en del matvarer.

Når boksmoellene er etablert, vil en gå tilbake til kildefordelingene og gjenta beregningene for utslipp fra hver kildegruppe (industri, biler, energiproduksjon etc) for å finne de relative bidragene til totaleksponeringen.

En skisse av prosedyren for å beregne individuell eksponering til spesifiserte persongrupper (gitt ved bosted og levemønster) og den totale befolkningseksponering i området er vist i figur 17. Fra informasjon om tidsforbruk (levemønster) og luftkonsentrasjon i de forskjellige "lokalitetene" beregnes inhalasjonseksponeringen. Fra konsum-data for de forskjellige persongrupper og estimerte konsentrasjoner i de forskjellige produkter (matvarer) beregnes inntak via føde. De første resultatene av blyeksponeringsberegninger forventes i løpet av 1983.

Tabell 30: Totalinntak av bly fra matvarer grovt estimert basert på midlere konsentrasjoner og konsum i tettbygde strøk på Østlandet.

Produkt	Midlere konsentrasjon (ppm)	Konsum (g/dag)	Inntak ($\mu\text{g Pb/dag}$)
Korn, mel, brød	0.1	214	21.4
Frukt, bær	0.1	127	12.7
Kjøtt	0.1	105	10.2
Melkeprodukter	0.02	497	9.9
Poteter	0.05	182	9.1
Grønnsaker (overfl.)	0.02-0.05	28	0.9
Fisk	0.16	55	8.7



Figur 17: Prosedyre for beregning av befolkningseksponering som resultat av inhalasjon og opptak via matvarer.

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 det statlige programmet for forurensningsovervåking som administreres av Statens forurensningstilsyn. I dette programmet forutsettes det at rutinemessig overvåking bygger på basisundersøkelser. Basisundersøkelser er omfattende undersøkelser for å kartlegge forurensningstilstanden, skaffe oversikt over meteorologiske og andre naturgitte forhold av betydning, samt 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 er den første av flere konsentrerte og målrettede undersøkelser.

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

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

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

I Sarpsborg og Fredrikstad omfatter undersøkelsen følgende nødvendige 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 kan luftkvaliteten i området estimeres ved hjelp av spredningsmodeller og andre beregningsmetoder på basis av utslippsoversiktene. Målinger i enkeltpunkter gir data for luftkvaliteten og dens variasjoner i tid på målestedene. De benyttes til test av beregningsmetodene og vurdering av utgangsdata. Sammenligning mellom målte verdier av forurensning og beregnede verdier gir mulighet for modifisering, tilpasning og forbedring av spredningsmodellene.

Systemet vil gi en oversikt over luftkvaliteten i området, som bl.a. gir følgende informasjon:

- geografisk fordeling av midlere forurensningskonsentrasjoner, basert på et rutenett med oppløsning 1 km.
- geografisk fordeling av forurensninger i typiske og/eller ekstreme vær-situasjoner.
- frekvensfordeling av forurensningen i gitte "punkter" (km^2 -ruter).

- antall personer i området som utsettes for forurensninger over forskjellige grenser.

Tabellene 31 og 32 og figur 18 gir en generell oversikt over måleprogram og stasjonsplassering for luftkvalitet, meteorologi og korrosjon.

Selve måleprogrammet for luftkvalitet, meteorologi og korrosjon er omfattende beskrevet i framdriftsrapporten for perioden oktober 1981-mars 1982. En vil derfor her nøye seg med å presentere tabellene 31 og 32 og figur 18 som gir en oversikt over alle målestasjoner med måleprogram og plassering.

En detaljert oversikt over luftkvalitetsmålingene i perioden desember 1982-september 1983 er gitt i tabell 33. I forhold til de opprinnelige planene har det vært enkelte mindre endringer.

I tabell 33 er det gitt en oversikt over hvilke målinger som er utført i perioden desember 1982-september 1983. Stasjonene 11-17 var i drift før basisundersøkelsen ble igangsatt og gir tilleggsinformasjoner til basis-stasjonene 1-10 og 18.

I forhold til de opprinnelige planene har det vært følgende endringer i måleprogrammet i perioden desember 1982- september 1983:

- stasjon 4 : SO₂-målinger (timesverdier) i perioden mars-mai erstatter tilsvarende måleperiode i 1982 (mislykkede målinger).
- stasjon 5 : få svevestøvprøver i desember og januar på grunn av instrumentfeil.
- stasjon 8 : SO₂-målinger (timesverdier) i perioden februar - mai kommer i tillegg for å skille mellom forskjellige kilder.

- stasjon 17 : stasjonen ble nedlagt i august 1982 (en av Fredrikstad kommunes stasjoner).
- stasjon 18 : SO₂-målinger (timesverdier) i perioden desember - januar kommer i tillegg for bedre å kunne skille mellom ulike kilder på Borregaard-området.

Målinger og beregninger av luftkonsentrasjoner av forurensende stoffer må sees som en enhet. En del av stasjonene har hatt korte og intensive måleprogram, mens andre har målinger av langsiktig og rutinemessig karakter.

Måleprogrammet for luftkvalitet har 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 forurensningsnivå.

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 er at stasjonene 1-10 og 18 (unntatt 6), som er spesielt opprettet for basisundersøkelsen, skal ha et intensivt måleprogram om vinteren. Stasjonene 6 og 11-17, som har et mer rutinemessig måleprogram, vil gi informasjon om det generelle forurensningsnivået om sommeren. Erfaringsmessig er forurensningsnivået vesentlig lavere om

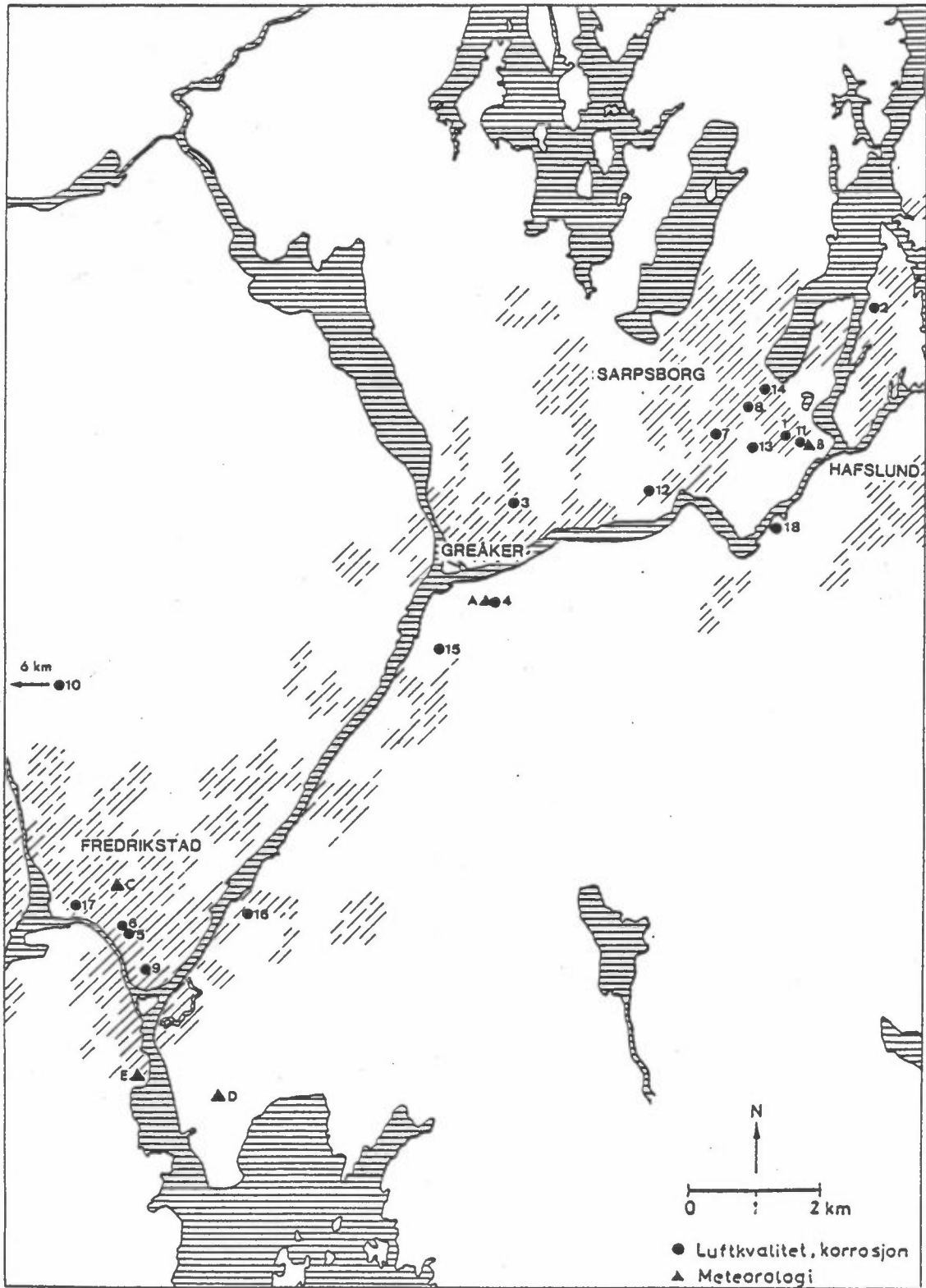
sommeren enn om vinteren (som også denne rapporten har vist). Utover de rutinemessige målingene, er derfor sommerprogrammet begrenset til å kartlegge spesielle industriforurensninger.

Tabell 31: Måleprogram for luftkvalitet og korrosjon , parametre og prøvetakere.

MALEPROGRAM		LUFTKVALITET					KORROSJON						
Sta- sjons- nr.	Målested	Kommune	Kont. registrerende prøvetakere, verdier avleses som timesmidler	NILU's aut. luftprøvetakere type FK, RK eller KK, prøver tas over dagn, hvert dagn			Andre prøvetakere, prøver tas overdagn, hvert dagn eller hvert 6. dagn	To-årig program	Langtids- program med linke- bur og platestativ				
			SO ₂ NO _x , NO ₂ CO	SO ₂	NO ₂	Sot	Bly	Totalt svevestøv		PAH	Benzen	Plate- stativ prøvetak- for SO ₂	
1	Kirkegt.-p.plass	Sarpsborg	X										
2	Hafslundøya	Tune	X	X						X	X		
3	Greåker	Tune	X							X	X		
4	Nordre Mønm	Borge	X							X	X		
5	City hotell	Fredrikstad		X						X	X		
6	Broche gt	Fredrikstad		X						X	X		
7	Sarpsborghallen	Sarpsborg		X						X	X		
8	Fellebanken	Sarpsborg	X	X						X	X		
9	Phønix	Fredrikstad		X						X	X		
10	Hoff	Onsøy		X						X	X		
11	St.Olavs Vold	Sarpsborg		X						X	X		
12	Alvim	Sarpsborg		X						X	X		
13	Adm.boligen	Sarpsborg		X						X	X		
14	Borregaard	Sarpsborg		X						X	X		
15	Brannstasjon	Sarpsborg		X						X	X		
16	Østli, Leca	Borge		X						X	X		
17	Nabbetorp	Fredrikstad		X						X	X		
18	Teglverkavn Torp-Hafslund	Fredrikstad Skjeberg	X	X						X	X		

Tabell 32: Meteorologiske målinger.

Stasjon	Målested	Kommune	Vindretning 10 m - 36 m	Vindhastighet 10 m - 36 m	Temperatur 3 m - 10 m	Temperaturdiff. 10 m - 36 m	Turbulens 36 m	Rel. fuktighet 3 m
A	Nordre Houm	Borge	X	X	X	X	X	X
B	St.Olavs Vold	Sarpsborg	X	X				
C	St.Hansfjellet	Fredrikstad	X	X				
D	Øra	Fredrikstad	X	X				
E	Kråkøy	Kråkøy	X	X				



Figur 18: Målestasjoner i Sarpsborg/Fredrikstad.
(For stasjonsnavn se tabell 31 og 32).

Tabell 33: Luftkvalitetstmålinger desember 1982 - september 1983

Stasj. nr.	Målested	Kommune	Forurensning	Midlings-tid	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep			
					82	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	
1	Kirkegt Nordre Moum City hotell	Sarpsborg Borge Fredrikstad	SO ₂ SO ₂ CO ₂ NO, NOx SO ₂ SO ₂ Bly NO ₂ Svevestøv PAH Benzen	Time Time Time " Døgn " " " " "	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Brochs gt	Fredrikstad	SO ₂ SO ₂ Bly	Døgn " "	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
8	Fellesbanken	Sarpsborg	SO ₂ SO ₂ SO ₂ Bly NO ₂ Svevestøv PAH Benzen	Time Døgn " " " " " "	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
10	Hoff	Onsøy	SO ₂ SO ₂ Bly NO ₂	Døgn " " "	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			

GRUNNLAGSMATERIALE 8 - GRENSEVERDIER 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) midlingstider.

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 "

