



Statlig program for forurensningsovervåking

RAPPORT NR 272/87

Oppdragsgiver

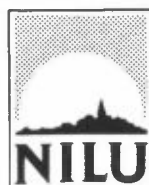
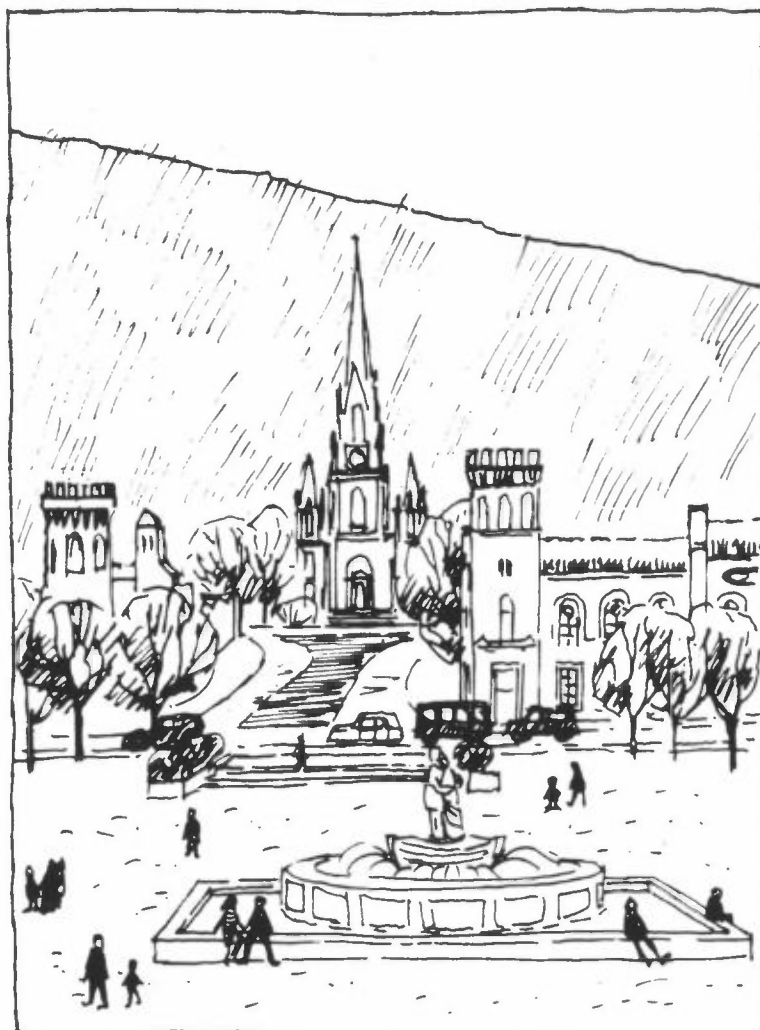
Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjoner

NILU

BASISUNDERSØKELSE AV LUFTKVALITETEN I DRAMMEN 1984-1986

HOVEDRAPPORT



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

Postboks 64 - 2001 Lillestrøm



Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

luft og nedbør
grunnvann
vassdrag og fjorder
havområder
skog

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.

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

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter publiseres i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo 1, tlf. 22 57 34 00.

NILU OR : 51/87
REFERANSE: O-8342
DATO : DESEMBER 1987
ISBN : 82-7247-842-0

BASISUNDERSØKELSE AV LUFTKVALITETEN
I DRAMMEN 1984 - 1986

HOVEDRAPPORT

Leif Otto Hagen

Utført etter oppdrag fra
Statens forurensningstilsyn

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 64, 2001 LILLESTRØM
NORGE

FORORD

Etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) har Norsk institutt for luftforskning (NILU) gjennomført en basisundersøkelse av luftkvaliteten i Drammen i perioden 1984-1986, som en del av Statlig program for forurensningsovervåking.

Hensikten med basisundersøkelsen har vært å gi

- informasjon om konsentrasjonsnivåer og befolkningens eksponering for luftforurensninger,
- en vurdering av eksponeringens helsemessige betydning,
- grunnlag for å vurdere tiltak mot luftforurensninger,
- grunnlag for å vurdere behovet for rutinemessig overvåking av luftkvaliteten i fremtiden.

Undersøkelsen var i hovedsak finansiert av SFT, med mindre bidrag fra Drammen kommune og NILU. Statens Institutt for Folkehelses deltagelse i vurderingen av basisundersøkelsens resultater ble dekket av egne midler.

Undersøkelsene vil bli etterfulgt av en analyse der ulike forurensningsbegrensende tiltak vurderes. Analysen skal munne ut i en prioritert rekkefølge av forurensningsbegrensende tiltak som bør settes i verk. Tiltakene skal vurderes ut fra kostnadseffektivitet.

Resultatene av undersøkelsen er presentert i rapportene på listen på neste side.

Rapportene kan skaffes ved henvendelse til NILU eller Statens forurensningstilsyn. Rapportene fra Statens Institutt for Folkehelse (SIFF) og Transportøkonomisk institutt (TØI) kan også fåes ved direkte henvendelse til instituttene.

Rapportliste

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------|
| Hovedrapport. | SFT-rapport | 272/87 |
| | NILU-rapport | OR 51/87 |
| Delrapport A Lavvegetasjon på bjørk. | SFT-rapport | 275/87 |
| | NILU-rapport | OR 45/87 |
| Delrapport B Meteorologi og luftkvalitet. | SFT-rapport | 276/87 |
| | NILU-rapport | OR 46/87 |
| Delrapport C Utslippsdata. | SFT-rapport | 277/87 |
| | NILU-rapport | OR 47/87 |
| Delrapport D Spredningsberegninger. | SFT-rapport | 278/87 |
| | NILU-rapport | OR 48/87 |
| Delrapport E Sporstoffundersøkelser. | SFT-rapport | 279/87 |
| | NILU-rapport | OR 49/87 |
| Delrapport F Eksponeringsberegninger og korrosjon. | SFT-rapport | 280/87 |
| | NILU-rapport | OR 50/87 |
| Delrapport G Helsevirkninger av luftforurensninger. | SFT-rapport | 281/87 |
| | SIFF/TOKS-rapport | 01/87 |
| Framdriftsrapport nr. 1. Pr. 1. oktober 1985. | SFT-rapport | 213/86 |
| | NILU-rapport | OR 5/86 |
| Framdriftsrapport nr. 2. Pr. 1. august 1986. | SFT-rapport | 244/86 |
| | NILU-rapport | OR 70/86 |
| Virkninger av luftforurensning på folks dagligliv, helse og trivsel. Resultater fra en intervjuundersøkelse i Drammen. | TØI-rapport | 1987 |
| Innsamling av utslippsdata til basisundersøkelsen i Drammen. | NILU-rapport | OR 20/85 |
| Plan for basisundersøkelse i Drammen 1984-1986. | NILU-rapport | OR 78/85 |

Under basisundersøkelsen i Drammen har NILU hatt samarbeid med og betydelig hjelp fra en rekke institusjoner.

Statens Institutt for Folkehelse har foretatt den helsemessige vurderingen av luftforurensningene i Drammensområdet. Vurderingen er gitt på basis av målinger og beregninger som er foretatt av Norsk institutt for luftforskning, og resultater av biologiske korttidstester foretatt ved Senter for Industrieforskning, Det Norske Radiumhospital og Institutt for Kreftforskning.

Næringsmiddelkontrollen i Drammen har foretatt prøvetaking av svoveldioksid, sot, nitrogendioksid, bly, kadmium, karbon og nedbør samt analyser av svoveldioksid og sot. Helseavdelingen i Drammen kommune har gitt bistand ved uttak av målesteder og nødvendig tillatelse til plassering av måleinstrumenter, drift av en termohygrograf, samt innhentet opplysninger om forekomsten av sykdommer i relasjon til luftforurensninger. Byplankontoret i Drammen kommune har gitt opplysninger om trafikkdata for veier og gater. Det er også foretatt en spørreundersøkelse om hvordan luftforurensninger og trafikkstøy virker inn på folks trivsel. Denne undersøkelsen har vært et samarbeid mellom Transportøkonomisk institutt, Statistisk sentralbyrå og Sosialøkonomisk institutt ved Universitetet i Oslo. Botanisk institutt, Den allmennvitenskapelige høgskolen, Universitetet i Trondheim utførte en undersøkelse av lavvegetasjonen på bjørk, og Norsk institutt for skogforskning samt Parkvesenet og Skogvesenet i Drammen kommune har vurdert skader på høyere vegetasjon på grunn av luftforurensninger.

INNHOOLD

| | Side |
|-----------------------------------------------------------------------------|------|
| FORORD | 1 |
| KONKLUSJON | 7 |
| SAMMENDRAG | 11 |
| 1 LUFTKVALITET | 19 |
| 2 BEFOLKNINGENS EKSPONERING FOR LUFTFORURENSNINGER | 23 |
| 3 HELSEVIRKNINGER AV LUFTFORURENSNINGER | 31 |
| 4 VIRKNINGER AV LUFTFORURENSNING PÅ FOLKS DAGLIGLIV, HELSE OG TRIVSEL | 34 |
| 5 LAVVEGETASJON PÅ BJØRK | 39 |
| 6 KORROSJON | 42 |
| 7 UTSLIPP TIL LUFT | 44 |
| 8 SPREDNINGSBEREGNINGER | 48 |
| 9 SPREDNINGSFORSØK | 51 |
| 10 RAPPORTOVERSIKT | 53 |
| VEDLEGG A - Forslag til framtidig måleprogram for luftkvalitet | 55 |
| VEDLEGG B - Prosjektbeskrivelse. Måleprogram | 59 |
| VEDLEGG C - Grenseverdier for luftkvalitet | 71 |

KONKLUSJON

Forurensningstyper og -omfang

Målinger har vist at grenseverdier* for luftkvalitet ble overskredet vinterstid i Drammen. Dette gjelder stoffene svoveldioksid (SO_2), sot, nitrogendioksid (NO_2), karbonmonoksid (CO) og svevestøv.

Beregninger viser at det er grenseverdien for sot som overskrides i størst omfang. Anslagsvis 23000 personer bor i områder der nedre grenseverdi for sot overskrides. Nesten like mange personer bor i områder med NO_2 -konsentrasjoner over nedre grenseverdi.

Undersøkelsen har vist at luftkvaliteten er vesentlig bedre om sommeren enn om vinteren. Dette skyldes reduserte utslipp, hovedsakelig av SO_2 og sot, og at spredningsforholdene er bedre om sommeren. De høyeste konsentrasjonene måles i kuldeperioder om vinteren når vindstyrken er lav og temperaturen øker med høyden over bakken (inversjon).

Målinger siden 1969 har vist en meget stor nedgang i SO_2 -konsentrasjonen fram til i dag. Dette skyldes både at restriksjoner på svovelinnholdet i fyringsoljer er gjennomført i flere omganger, og at forbruket er redusert. Nedgangen for sot har vært noe mindre. Blykonsentrasjonen i lufta har gått ned de siste åra i takt med redusert blytilsetning i bensinen. Konsentrasjonen av NO_2 og CO er økende, og det er grunn til å anta at dette skyldes økt biltrafikk, slik målinger andre steder viser.

Helseeffekter og trivselsulemper

Fra en helsemessig synsvinkel er det forurensning av sot og nitrogendioksid som har størst betydning i Drammen. Imidlertid er det bare i kortvarige perioder hvor forurensningen kommer opp mot nivåer hvor det kan forventes helseeffekter, og da spesielt hos de mest ømfintlige

* Med grenseverdien for et stoff menes her den mengden luftforurensning som en ut fra nåværende viten antar befolkningen kan utsettes for uten at helsevirkninger forekommer. Ved overskridelse av grenseverdien øker risikoen for at helseskade skal utløses.

individer. Det er ingen holdepunkter for at luftforurensningen i Drammen skulle representere noe stort helsemessig problem for innbyggerne.

I en spørreundersøkelse som omfattet ca 1000 tilfeldig utvalgte personer, oppga 60% at de merker én eller flere former for forurensning. De fleste oppgir biltrafikken som hovedkilden til forurensningen. Folk plages mest av forurensning i sentrale deler av Drammen, som også har høyest forurensningsnivå.

Nedsmussing er den daglige ulempen folk nevner oftest. Målinger av støvfall viser de høyeste verdiene nær de mest trafikkerte veiene.

Øvrige miljøvirkninger

En kartlegging av lav på bjørk viser store forskjeller i lavvegetasjon. I de sentrale strøkene og i dalbunnen er det færre arter enn i dalsidene på begge sider. Enda tydeligere er det at mengden av lav totalt sett minker når en nærmer seg byen og dalbunnen.

Et par forurensningstolerante lavarter øker i mengde på de sentrale lokalitetene fordi de tjener på redusert konkurranse fra andre arter.

Det er ingenting som tyder på at luftforurensning i området fører til skader på bjørk. Også undersøkelser gjennomført av Norsk institutt for skogforskning og Parkvesenet og Skogvesenet i Drammen konkluderer med at det ikke er registrert skader på skog og planter som skyldes luftforurensning.

Målinger av korrosjonshastigheten på eksponerte plater av stål, sink, kopper og aluminium viser at fuktighetsforholdene og SO_2 -konsentrasjonen betyr mest. I de kaldeste vintermånedene hadde imidlertid SO_2 -konsentrasjonen mindre innflytelse enn ventet, fordi temperaturen til tider var så lav at korrosjonen stanset fordi den nødvendige fuktighetsfilmen var frosset.

Kilder til luftforurensning

Hovedkilden til luftforurensning i Drammen er bileksosutslipp og utslipp fra oljefyring. Biltrafikken er hovedkilden til utslipp av NO_x, CO og partikler. Industrien er hovedkilden til SO₂. Det meste av SO₂-utslippet kommer fra forbrenning av olje til oppvarming. Skipstrafikken er samlet sett en liten kilde til luftforurensning i Drammen.

Beregninger av konsentrasjonsfelt over hele undersøkelsesområdet viser at forbrenning av olje til boligoppvarming i småindustrien gir størst bidrag til SO₂-konsentrasjonen. Større industriutslipp fra høye skorsteiner gir mindre lokale bidrag, fordi forurensningene spres over et mye større område.

SAMMENDRAG

Luftkvalitet

Målinger av luftkvalitet og meteorologiske forhold er gjennomført i perioden desember 1984-mars 1986. En nærmere beskrivelse av måleprogrammet i basisundersøkelsen er gitt i vedlegg B. På rutinemessig basis er målinger av svoveldioksid (SO_2) og sot gjennomført i Drammen siden 1969. Blymålinger startet i 1977.

Forurensningsnivået er høyest om vinteren og høyere i sentrum enn i omegnen. Stasjonen på Fjell, som ligger ca 150 m over dalbunnen, hadde klart lavest forurensning. De andre stasjonene viste overskridelser av norske forslag til grenseverdier for luftkvalitet for ett eller flere stoffer.

De fleste overskridelsene var av grenseverdien for døgnmiddel av nitrogendioksid (NO_2) vinteren 1985/86. De absolutt største overskridelsene var av grenseverdien for døgnmiddel for sot, som også ble overskredet på flest stasjoner. Overskridelser av grenseverdier for SO_2 , svevestøv og karbonmonoksid (CO) ble også registrert. Siden Norge ikke har grenseverdier for svevestøv, er det her sammenliknet med grenseverdier i USA.

Det ble ikke målt overskridelser av amerikanske grenseverdier for bly. Blyforurensningene er blitt mer enn halvert siden 1980 på grunn av gradvis reduksjon av blytilsetningen i bensin.

Målinger av SO_2 siden 1969 viser en vesentlig reduksjon i forurensningsnivået. Dette har sammenheng med redusert svovelinnhold i fyringsoljer og nedgang i forbruket, som har vært meget markert fra midten av 1970-årene til midten av 1980-årene.

Sot-nivået i Drammen har også vist nedgang, men ikke så markert som for SO_2 , fordi økt biltrafikk har medført økt utslipp fra denne kilden.

Biltrafikken er også hovedkilden til at NO_2 og CO overskrider grenseverdier og til mye svevestøv og støvfall nær de mest trafikkerte veiene og gatene.

Målinger av luftkvalitet i Drammen sentrum viser omtrent samme generelle forurensningsnivå som i Oslo sentrum. I begge byene er det forhøyede konsentrasjoner, særlig av CO, NO_2 og sot, nær sterkt trafikkerte gater.

Eksposering

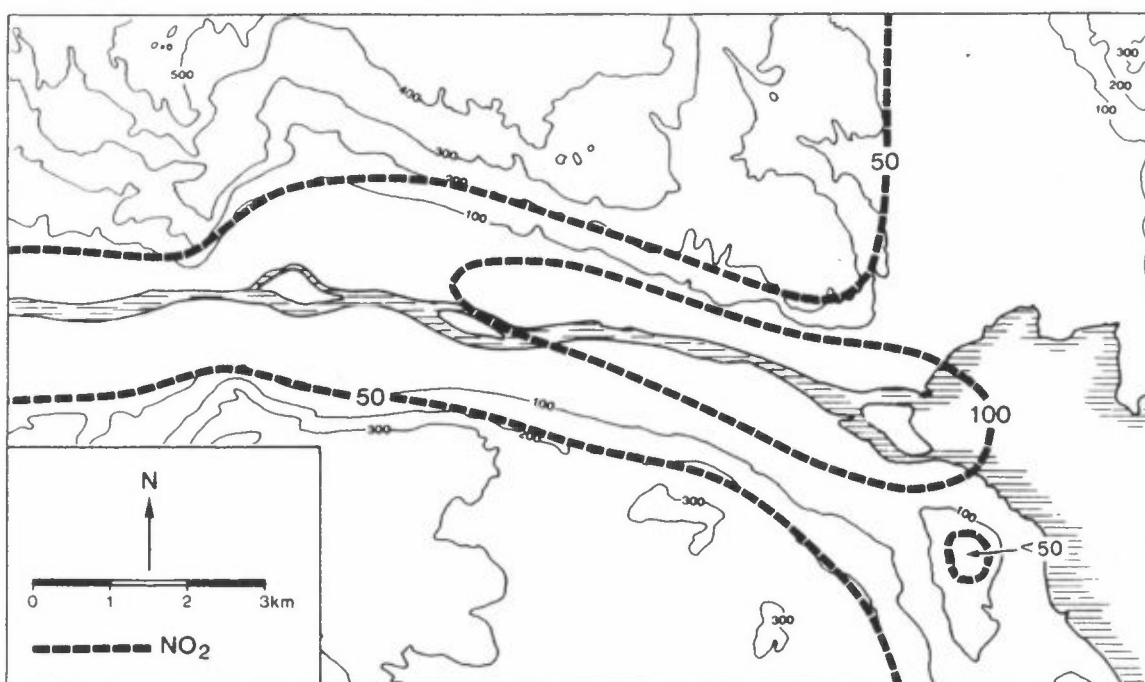
På grunnlag av luftkvalitetsmålinger, spredningsberegninger og befolkningsfordelingen i Drammen er det beregnet hvor mange mennesker som bor i områder hvor konsentrasjoner av forurensninger er over visse nivåer.

Tabellen nedenfor viser at ca 23 600 personer bor i områder hvor nedre grenseverdi for døgnmiddel av sot ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) overskrides. Helsevirkningene av stoffene sot og SO_2 forsterker hverandre når de er til stede samtidig i lufta. Ca 7 000 personer er eksponert for samtidige døgnmiddelverdier av SO_2 og sot over nedre grenseverdi på $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens over 40 000 personer er eksponert for SO_2 og sot samtidig over $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (halve grenseverdien).

| Stoff | Antall bosatte |
|-------------------------------|----------------|
| SO_2 | 7 000 |
| Sot | 23 600 |
| NO_2 | 18 000 |
| CO | 4 600* |
| SO_2 og sot samtidig | 7 000 |

*Gjelder personer som bor eller arbeider tett ved hovedveinettet.

Om lag 18 000 personer bor i områder der nedre grenseverdi for døgnmiddel av NO_2 på $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ overskrides om vinteren, men ingen er eksponert for verdier over $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, som er øvre grenseverdi. Det er beregnet at ca 4 400 personer bor eller arbeider tett ved veier der nedre grenseverdi for én time på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ overskrides. Figuren viser det området hvor høyeste døgnmiddelverdi av NO_2 overskred gitte verdier som gjennomsnitt for vintrene 1984/85 og 1985/86.



Maksimale døgnmiddelverdier av NO_2 som gjennomsnitt for vintrene 1984/85 og 1985/86 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Grenseverdi for luftkvalitet: $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Rundt 4 600 personer er beregnet å bo eller arbeide tett ved veier der grenseverdien for CO på $10 \text{mg}/\text{m}^3$ som gjennomsnitt for 8 timer overskrides. Rundt 1 000 personer eksponeres for maksimale konsentrasjoner 2-3 ganger grenseverdien.

Nivået av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) tilsvarer nivået i Oslo, Bergen og Fredrikstad. Ca 15 000 eksponeres for middelveidier av benzo(a)pyren (som indikator på PAH) i nivåer over $3 \text{ng}/\text{m}^3$. Dette

antallet er relativt usikkert da det bygger på bare få målinger på to stasjoner.

Helsevirkninger

Generelt er luftforurensningen i Drammensområdet vurdert slik at den ikke representerer noen betydelig helsefare for befolkningen. Bare unntaksvis er det registrert konsentrasjoner av forurensninger i nivåer hvor befolkningsstudier tyder på at helseskade kan inntre.

Overskridelser av døgnmidlet grenseverdi for sot med samtidig forurensning av svoveldioksid synes å være det problemet som berører det største antallet individer. Det er registrert nivåer av sot tilsvarende det som i en studie har medført redusert lungefunksjon hos spesielt følsomme barn. Det er likevel vanskelig å si hvilken helsemessig betydning en slik reduksjon har. I perioder med de høyeste eksponeringsnivåene kan man ikke se bort fra en øket risiko for akutte luftveissykdommer blant de mest følsomme for sot og svoveldioksid, som astmatikere og pasienter med kronisk bronkitt.

Det har vært overskridelser av døgn- og timesmiddelgrenseverdiene for nitrogendioksid. Disse forekom relativt sjelden, men resulterte i et stort antall eksponerte. De høyeste målte eller beregnede nivåer var imidlertid under, men dog svært nær, konsentrasjoner hvor man har holdepunkter for at helseeffekter skulle forekomme hos astmatikere, som antas å være mest følsomme.

Beregnet eksponering av karbonmonoksid midlet over 8 timer ligger i perioder opp mot nivåer hvor helseeffekter kan forekomme hos de mest følsomme. Ca 1 000 individer har vært eksponert for CO-nivåer som medfører at verdier av karboksyhemoglobin overskrider nedre grense hvor det er observert at pasienter med åreforkalkning har øket ubehag av sin sykdom.

Til sotpartiklene er det knyttet en rekke ulike kjemiske forbindelser som polysykliske aromatiske hydrokarboner og metaller. Biologiske korttidstester tyder på at den kvalitative sammensetningen av sotfraksjonen ikke avviker nevneverdig fra det som er funnet i sotprøver fra

andre større norske byer. Samtidig er nivået av polysykliske aromatiske hydrokarboner tilvarende det man har funnet i Fredrikstad, Bergen og Oslo. Ca 15 000 individer eksponeres for middelverdier av benzo(a)pyren som indikator på polysykliske aromatiske hydrokarboner, i nivåer over 3 ng/m^3 . Det synes å være akseptert at en slik eksponering i noen grad øker risikoen for lungekreft. Imidlertid må det påpekes at økningen er relativt liten.

Trivsel

I januar 1986 ble ca 1 000 tilfeldig utvalgte personer i alderen 20-70 år i Drammen intervjuet blant annet om hvordan de opplever luftforurensning i boligområdet sitt. Hensikten med undersøkelsen var å finne ut hvilke virkninger luftforurensningen har på folks dagligliv, helse og trivsel og omfanget av ulike plager og ulemper.

Intervju-dataene ble koplet med data for luftkvaliteten. Eksponeringskartene for SO_2 , NO_2 og sot viser hvilke deler av Drammen som er mye forurenset og lite forurenset. Denne grove inndelingen ble brukt som mål på hvor utsatt hver intervjuperson er for forurensning. I tillegg ble det registrert blant annet trafikkmengden i intervjupersonenes atkomstvei og avstand til hovedvei.

60% av intervjupersonene svarte at de merker én eller flere former for luftforurensning ved boligen sin. Det de merker er støv, skitt og lukt, og de fleste oppgir veitrafikken som kilden til forurensningene.

Folk er mest plaget i områder med høyt nivå av enten NO_2 , SO_2 eller sot, dvs i de sentrale delene av Drammen eller langs sterkt trafikkerte veier.

Intervjupersonene som bor i de mest forurenkede områdene, oppgir at de oftere har helseplager enn de som bor i lite forurenkede områder. Hoste og luftveisirritasjoner er de helseplager som synes å være mest forurensningsavhengige.

Den daglige ulempen folk flest nevner er nedsmussig i form av skitne vinduer, karmen eller gardiner, men også nedsmussing utendørs nevnes av mange.

54% av intervjupersonene kunne tenke seg å betale noe for "å redusere luftforurensningen i Drammen til det halve". Nesten halvparten av disse oppgir bekymring for at miljøet skal bli ødelagt som grunn.

Øvrige miljøvirkninger

Det er foretatt en kartlegging av skader på lav som vokser på bjørkestammer. En rekke lavarter er svært følsomme for luftforurensning. De kan bli misfarget, vokse dårlig eller dø ut i forurensede områder.

Lav har ikke noe rotsystem og er derfor avhengig av vann og næringsemner som blir tilført med vind og nedbør. Ulike tungmetaller kan akkumuleres i laven, og konsentrasjonene kan stige til det mangedobbelte i forhold til ikke-forurensede områder. Den viktigste årsaken til at lav dør og forsvinner fra et område er likevel høyt SO_2 -innhold i lufta.

Ulike lavarter har ulik ømfintlighet for luftforurensninger. Artssammensetningen i et område kan derfor brukes som et mål på luftkvaliteten.

Kartleggingen viste at det gjennomgående er færre arter i dalbunnen og i byområdet enn i dalsidene, og at lavdekningen øker kraftig når en kommer mer enn 100 m over dalbunnen.

Flere av de vanligste lavartene er ikke til stede i sentrum. Et par lavarter som er konkurransesvake overfor andre arter, men som er tolerante for forurensning, finnes imidlertid i byområdet i større grad enn utenfor de sentrale områdene.

Svært få av de undersøkte bjørkene hadde synlige tegn på redusert vitalitet. Det er ikke påvist ytre skader på bjørk i Drammensområdet som følge av luftforurensning.

Heller ikke en generell kartlegging av skader på trær og planter i området viser tegn på at luftforurensningen i området har skadelige effekter.

Korrosjonshastigheten på plater av stål, sink, kopper og aluminium bestemmes av fuktighetsforholdene og SO_2 -konsentrasjonen, slik at høy fuktighet kombinert med høy SO_2 -konsentrasjon gir høy korrosjonshastighet. I de kaldeste vintermånedene, som hadde de høyeste SO_2 -verdiene, hadde imidlertid SO_2 mindre innflytelse enn ventet fordi temperaturen var så lav at elektrolytten på prøveflatene frøs og de elektrokjemiske reaksjonene stoppet opp. I de kaldeste periodene om vinteren stopper derfor korrosjonen nesten opp.

Forurensningskilder

Utslippet av utvalgte luftforurensningskomponenter er kartlagt innenfor et område på 17 km x 10 km. Små utslipp er summert innen hver 0,25 km²-rute (500 m x 500 m). Større utslipp er angitt som punktkilder.

Oljeforbruket ble kartlagt ut fra spørreskjemaer til bedrifter og andre institusjoner, og ut fra oppgaver over oljeselskapenes salgstall.

Som i resten av landet har det i Buskerud vært en vesentlig nedgang i salget av oljeprodukter i perioden fra midten av 1970-årene til midten av 1980-årene. Da dessuten svovelinnholdet i olje i gjennomsnitt er redusert, har dette ført til en vesentlig reduksjon av SO_2 -utslippet og en tilsvarende bedring i luftkvaliteten.

Derimot har salget av autodiesel og bensin i Buskerud økt med henholdsvis ca 25% og ca 16% i perioden 1980-85. Biltrafikkens andel av de totale utslipp til luft i Drammensområdet har derfor vært stadig økende.

Utslippsoversikten i tabellen viser at industrien i området fremdeles er hovedkilden til SO_2 . Det største utslippet fra industrien er fra

forbrenning av olje til oppvarming, bare lite skyldes prosessutslipp. I tillegg er boligoppvarming en viktig SO₂-kilde, og noe skyldes trafikken.

Biltrafikken er den dominerende kilden til NOx (nitrogenoksider), CO (karbonmonoksid) og partikler. Hele 99% av utslippet av CO og 88% av utslippet av NOx skyldes trafikken.

Fordeling av utslipp fra hovedkilder.

| Kilde | SO ₂ | NOx | CO | Partikler |
|-------------------|-----------------|-------|--------|-----------|
| Biltrafikk | 13% | 88% | 99% | 72% |
| Skipstrafikk | 3% | 0% | 0% | 1% |
| Industri | 67% | 9% | 0,5% | 22% |
| Boligoppvarming | 17% | 3% | 0,5% | 5% |
| Sum (tonn pr. år) | 760 | 2 500 | 13 600 | 160 |

Spredningsberegninger

Det er beregnet langtidsmiddelkonsentrasjoner og konsentrasjoner fra time til time av SO₂ og NO₂ i en forurensningsepisode. Beregningene er utført med spredningsmodeller som er anvendt og utprøvd i flere områder tidligere. Inngangsdata i beregningene er utslippstall og meteorologiske forhold. Beregningene er sammenlignet med målte konsentrasjoner.

Vinteren 1984/85 ble det beregnet lavere gjennomsnittsverdi enn målt på de fleste stasjonene, mens det var bedre samsvar den neste vinteren. Avviket var størst i områdene ved Strømsø og Kobbervik.

Ved episodeberegningene beregnes det et vindfelt hver time, men vi har ikke kunnet ta hensyn til variasjoner i vind og spredningsforhold i løpet av den enkelte time. Også episodeberegningene viser lavere konsentrasjoner enn målt i områdene ved Strømsø og Kobbervik. En mulig forklaring på uoverenstemmelsen kan være at det finnes lokale utslipp som ikke er registrert og derved ikke er tatt med i beregningene. Det kan også skyldes at vindfeltet i området er mer komplisert enn beregningsmetoden kan ta hensyn til.

1 LUFTKVALITET

Målinger av luftkvalitet er utført under basisundersøkelsen i Drammen i perioden fra desember 1984 til mars 1986.

Målingene er utført på i alt sju stasjoner (se kart i vedlegg B). Målingene har omfattet stoffene svoveldioksid (SO_2), nitrogenoksider (NO , NO_2), karbonmonoksid (CO), sot, svevestøv, støvfall, bly, kadmium, benzen og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Ikke alle stoffene er målt på hver stasjon. Luftkonsentrasjonene er registrert kontinuerlig, dels som gjennomsnittsverdier over 24 timer og dels som gjennomsnittsverdier over 1 time.

Luftkvaliteten er vurdert i hovedsak ut fra et forslag til norske grenseverdier, utarbeidet av en arbeidsgruppe oppnevnt av Statens forurensningstilsyn (vedlegg C).

Målingene av luftkvalitet viste overskridelser av grenseverdier for SO_2 , sot, NO_2 , CO og svevestøv vinterstid. De hyppigste overskridelsene var av grenseverdien for NO_2 vinteren 1985/86. De absolutt største overskridelsene var av grenseverdien for sot, som også ble overskredet ved flest stasjoner.

Tabell 1 viser hvor ofte norske forslag til grenseverdier for SO_2 , NO_2 , sot og CO er overskredet vintrene 1984/85 og 1985/86.

Vinteren 1984/85 hadde Strømsø, Helserådet og Kobbervik gård overskridelser av nedre grenseverdi for SO_2 som er $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. På Strømsø var 8% av observasjonene over grenseverdien. Den høyeste verdien var $146 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vinteren 1985/86 var det ingen overskridelser av grenseverdien for SO_2 .

Nedre grenseverdi for sot ble overskredet ved 6 av 7 stasjoner vinteren 1984/85 og ved 2 stasjoner vinteren 1985/86. Den høyeste verdien ble målt på Helserådet i februar 1985 med $187 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens grenseverdien er $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabell 1: Antall døgn med overskridelser av foreslåtte grenseverdier for SO₂, NO₂, sot og CO vintrene 1984/85 og 1985/86 (desember-februar).

| Stoff | SO ₂ | | NO ₂ | | Sot | | CO | | SO ₂ og sot samtidig | |
|----------------|-----------------|---------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------------------|---------|
| | 1984/85 | 1985/86 | 1984/85 | 1985/86 | 1984/85 | 1985/86 | 1984/85 | 1985/86 | 1984/85 | 1985/86 |
| Stasjon | | | | | | | | | | |
| Strømsø | 8 | 0 | 3 | 11 | 1 | 0 | | | 1 | 0 |
| Fylkeshuset | 0 | 0 | 1 | 10 | 4 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| Åssiden skole | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | | | 0 | 0 |
| Gilhus | 0 | 0 | | | 1 | 0 | | | 0 | 0 |
| Helserådet | 2 | 0 | | | 5 | 1 | | | 2 | 0 |
| Kobbervik gård | 4 | 0 | | | 2 | 0 | | | 2 | 0 |
| Fjell | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | | 0 | 0 |

Nedre grenseverdi for NO₂ ble overskredet på de tre stasjonene som hadde målinger begge vintrene. Det var flere overskridelser vinteren 1985/86 enn vinteren 1984/85. De fleste overskridelsene var imidlertid forholdsvis små. Høyeste registrerte verdi var 135 µg/m³ på Strømsø vinteren 1984/85, mens grenseverdien er 100 µg/m³.

CO-målingene viste overskridelser av grenseverdien for 8 timer begge vintrene. Høyeste målte verdi var 12,1 mg/m³, mens grenseverdien er 10 mg/m³.

For svevestøv finnes ingen norske grenseverdier, men et amerikansk forslag ble overskredet begge vintrene både på Fylkeshuset og Strømsø (1-3 ganger). Høyeste døgnverdi var 192 µg/m³ på Fylkeshuset i november 1985, mens grenseverdien er 150 µg/m³.

Det er heller ingen grenseverdier for støvfall, men verdier over 10 g/m² pr. måned regnes vanligvis å være mye. Denne verdien ble overskredet 3 måneder vinteren 1985/86 ved Fylkeshuset. Ved de øvrige stasjonene var støvfallet vanligvis godt under 5 g/m² pr. måned.

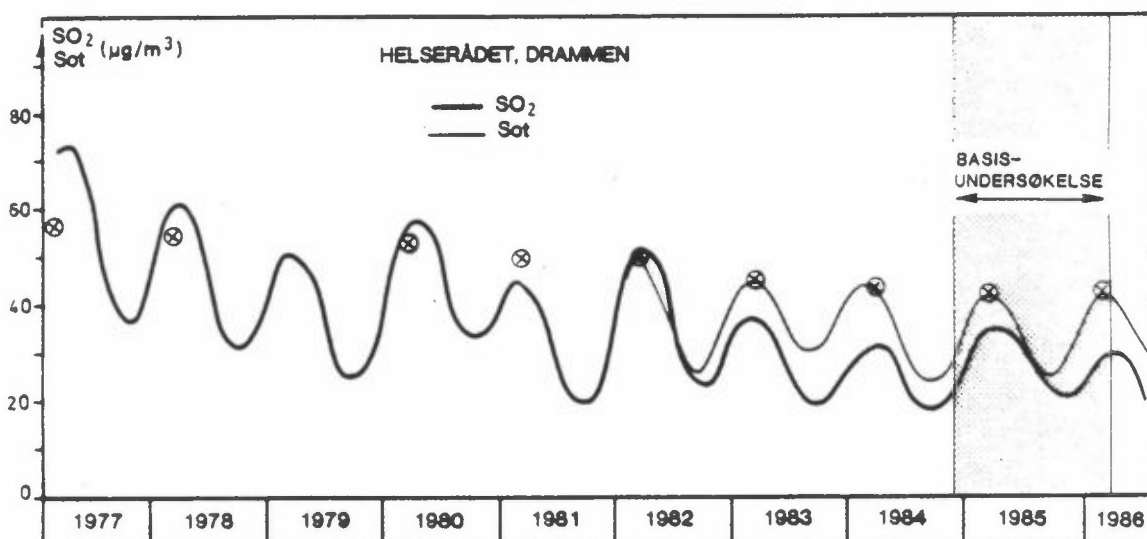
Alle målingene av bly var langt under grenseverdier i EF-landene og USA. Grenseverdien i EF-landene er 2,0 µg/m³ som årsmiddel, mens USA har 1,5 µg/m³ som gjennomsnitt for tre måneder.

For de øvrige stoffene finnes det ikke grenseverdier for luftkvalitet. Målte verdier av kadmium må imidlertid sies å være lave. Også benzenverdiene var forholdsvis lave. PAH-nivået var sammenlignbart med tilsvarende målinger i Oslo.

Målinger i Drammen de siste 10 årene har vist en forholdsvis jevn nedgang i SO₂- og sotnivået. Blynivået har gått vesentlig ned siden 1983.

Målinger av luftforurensninger er utført i Drammen siden slutten av 1960-årene. I figur 1 har vi vist utviklingen for SO₂ og sot siden 1977, da et rutinemessig overvåkingsprogram ble startet på 35 stasjoner over hele landet.

Figuren viser at middelverdien av SO₂ er mer enn halvert fra 1977 til 1986, mens sotnivået er redusert med omlag en firedel. Nedgangen i SO₂ skyldes både redusert svovelinnhold i fyringsoljer og nedgang i forbruket i perioden. Sot har vist mindre nedgang enn SO₂, fordi biltrafikken også er en vesentlig kilde til sot.



Figur 1: Glidende 6-mnd middelkonsentrasjoner av SO₂ og sot (µg/m³). Fram til 1982 ble sotmålingene bare utført om vinteren (verdier markert med ⊗). Konsentrasjonene er plottet på siste måned, f.eks. er middelkonsentrasjonene for perioden juni-desember 1983 plottet i posisjon desember 1983.

Vintrene 1984/1985 og 1985/86 var betydelig kaldere enn "normalt" og hadde dårlige spredningsforhold uten at dette medførte økte konsentrasjoner i forhold til årene før. Dårligere spredningsforhold ser ut til å være kompensert ved en fortsatt nedgang i utslippene.

Konsentrasjonene av bly i luft er redusert i takt med nedsetting av blyinnholdet i bensinen. Fra 1986 er både "blyfri" og "lavbly" bensin i salg. Etter hvert som flere går over til disse bensinkvalitetene, vil blykonsentrasjonen i luft gå ytterligere ned. De målte konsentrasjonene i Drammen er langt under de grenseverdiene som brukes i f.eks. EF-landene og USA.

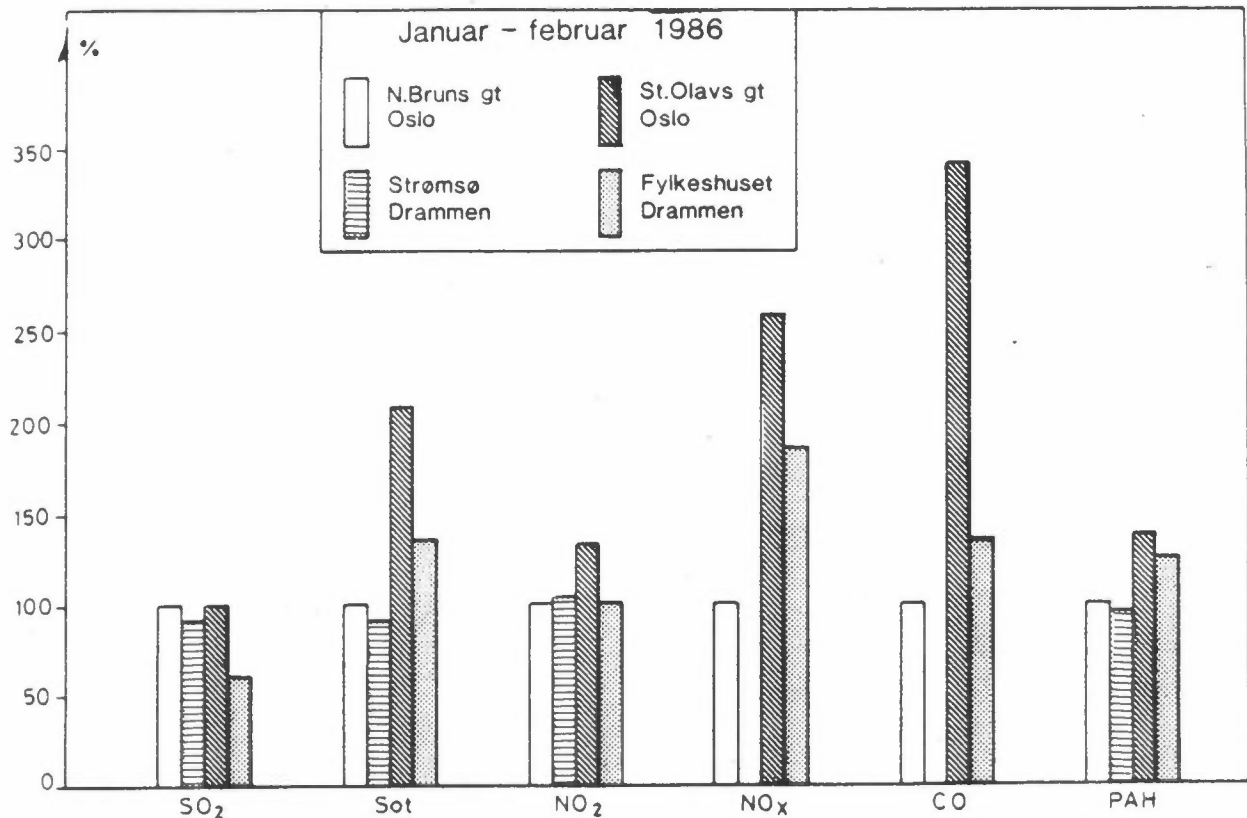
Det generelle forurensningsnivået i Drammen sentrum vinterstid er som i Oslo sentrum. Stasjoner som er plassert nær biltrafikk, gir forhøyede konsentrasjoner, særlig av CO, NOx og sot.

Forurensningsnivået på stasjonene Strømsø i Drammen sentrum (plassert på et hustak, ikke direkte påvirket av biltrafikk) og Fylkeshuset ved E-76 utenfor sentrumsområdet er sammenlignet med Oslo-stasjoner. N.Brunsgt. i Oslo er plassert på liknende måte som Strømsø i Drammen. St.Olavs gt. i Oslo er i sentrum med tette bygningsfasader på begge sider, mens Fylkeshuset i Drammen er plassert vesentlig mer åpent.

Figur 2 viser ingen nevneverdig forskjell mellom Strømsø og N.Brunsgt når det gjelder SO₂, sot, NO₂ og PAH i januar og februar 1986. Om vinteren synes det å være liten forskjell på forurensningsnivået i Oslo sentrum og Drammen sentrum for de undersøkte stoffene. Stasjonene som er direkte påvirket av utslipp fra trafikken, gir imidlertid et annet bilde. Til tross for bare halvparten så mye trafikk i St.Olavs gt. i Oslo som ved Fylkeshuset i Drammen, har St.Olavs gt. høyere konsentrasjoner, særlig for CO, NOx og sot, som har biltrafikken som en hovedkilde. Dette skyldes tette fasader på begge sider av gata i Oslo, slik at spredningen der blir vesentlig dårligere enn i det relativt åpne området i Drammen.

For alle stoffer unntatt SO₂ måles det høyere verdier på Fylkeshuset enn på Strømsø. Dette viser at utslippene fra biltrafikken spiller en vesentlig rolle for de målte konsentrasjonene på Fylkeshuset. For SO₂

er biltrafikken en forholdsvis liten kilde, og det måles lavere konsentrasjoner på Fylkeshuset enn i Drammen sentrum, der utslipp fra fyring og industri dominerer.



Figur 2: Sammenligning av forurensningsnivået i januar-februar 1986 i Oslo og Drammen.

2 BEFOLKNINGENS EKSPONERING FOR LUFTFORURENSNINGER

Befolkningens eksponering for luftforurensninger er beregnet på grunnlag av målt luftkvalitet, beregnete forurensningsfelter og bosetningsfordelingen.

Hele prosjektområdet er inndelt i ruter på 500m x 500m. Den totale befolkningen i undersøkelsesområdet er 65 600 personer ifølge folketellingen i 1980. Folketallet innen hver rute er beregnet på grunnlag av hustettheten og antall beboere pr. hus. Luftkvalitetsmålingene og beregninger av forurensningskonsentrasjonen i hver rute har gitt

grunnlag for å fastsette utstrekningen av områder med luftforurensninger over visse nivåer. Sammen med befolkningsfordelingen har dette videre gitt grunnlag for å beregne hvor mange personer som bor i områder med ulik grad av luftforurensning.

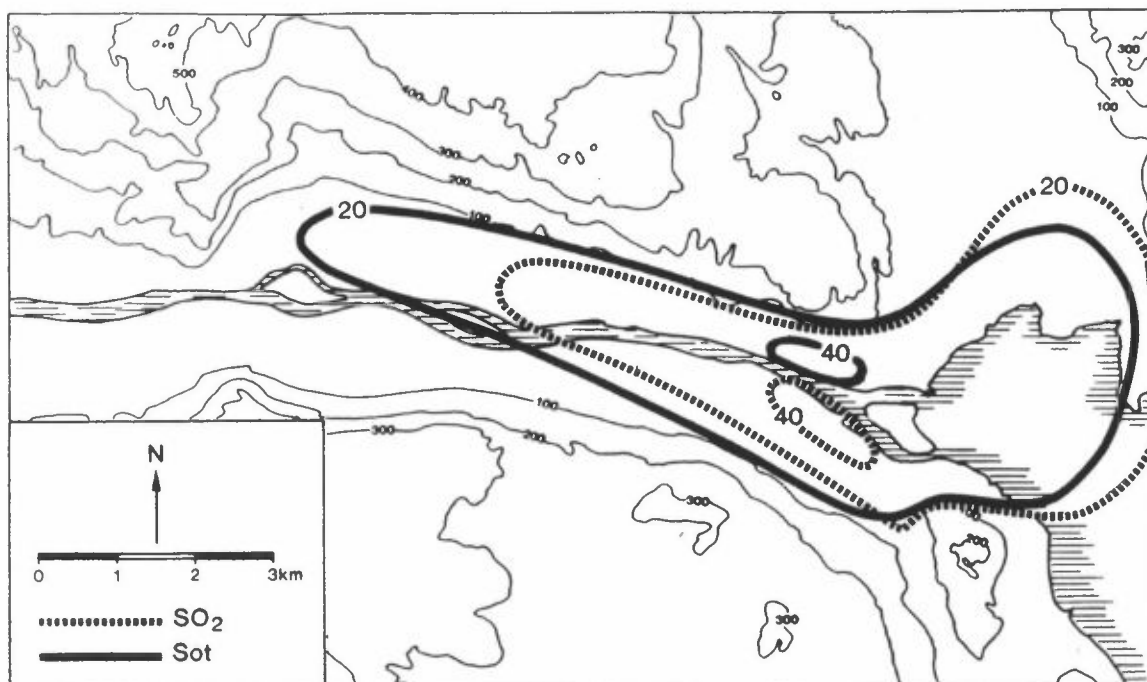
Det ligger en usikkerhet i å bruke en statisk befolkningsfordeling. Beregningene av befolkningens eksponering for luftforurensninger har bare tatt hensyn til bosted og ikke til at folk beveger og oppholder seg tidvis i andre deler av området.

Både vinteren 1984/85 og vinteren 1985/86 var kaldere enn normalt. Maksimumskonsentrasjonene av luftforurensninger i de verste forurensningsepisodene var antagelig nær det høyeste en kan få i Drammen med nåværende utslippsforhold. Det innebærer at eksponeringsnivåene som beskrives i det følgende, er over det normale når det gjelder døgnmiddelverdier. Eksponering av CO og NO₂ langs veier kan derimot bli like høy hver vinter.

Halvårsgrenseverdien på 40 µg/m³ for SO₂ og sot ble ikke overskredet samtidig i noe område. Henholdsvis ca 1 000 og ca 2 000 personer bor i områder hvor grenseverdiene for sot og SO₂ overskrides hver for seg.

Det var ingen vesentlige forskjeller i konsentrasjonene av SO₂ og sot de to vintrene, selv om SO₂-verdiene var litt lavere vinteren 1985/86. Begge vintrene var kaldere enn normalt og hadde dårlige spredningsforhold.

Ut fra målingene av SO₂ og sot og beregninger av konsentrasjonsfelt av SO₂ ved hjelp av spredningsmodeller har vi estimert konsentrasjonsfelt på halvårsbasis for hele undersøkelsesområdet. Figur 3 viser feltet for halvårsmiddelverdier av SO₂ og sot vinteren 1984/85. Tabell 2 viser hvor mange personer som på sitt bosted var eksponert for gitte konsentrasjoner av de to stoffene.



Figur 3: Halvårsmiddelverdier av SO₂ og sot vinteren 1984/85 (µg/m³).

Tabell 2: Antall personer som er eksponert for SO₂ og sot, halvårsmiddelverdier.

| Vinterhalvår | Middelverdi av SO ₂ (µg/m ³) | Middelverdi av sot (µg/m ³) | | |
|--------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------|-------|
| | | < 20 | 20-40 | > 40 |
| 1984/85 | < 20 | 33 000 | 10 000 | 0 |
| | 20-40 | 200 | 19 000 | 1 100 |
| | > 40 | 0 | 2 300 | 0 |
| 1985/86 | < 20 | 39 000 | 7 500 | 0 |
| | 20-40 | 0 | 18 000 | 1 100 |
| | > 40 | 0 | 0 | 0 |

I hele prosjektområdet bor det vel 65 000 personer. Av disse var 19 000-22 000 personer eksponert for samtidige middelverdier av SO₂ og sot over 20 µg/m³ (halve nedre grenseverdi) vinterstid. I et område med 2 300 innbyggere (Strømsø) lå SO₂-verdien knapt over nedre grenseverdi, mens sot-verdien var over halve nedre grenseverdi vinteren 1984/85. Begge vintrene var sotverdien over nedre grenseverdi og

SO₂-verdien over halve nedre grenseverdi i et område der det bor ca 1 000 personer (Bragernes). Begge grenseverdiene ble ikke overskredet samtidig i noe område.

Rundt 7 000 personer bor i områder der døgnmiddelverdiene av SO₂ og sot begge overskred nedre grenseverdi på 100 µg/m³ vinteren 1984/85. Nærmere 5 000 personer bor i områder der øvre grenseverdi for sot (150 µg/m³) ble overskredet denne vinteren. Lavere forurensningsgrad medførte at færre personer ble eksponert for høye døgnmiddelverdier vinteren 1985/86.

Forurensningssituasjonen i Drammen er slik at høye døgnmiddelverdier av SO₂ og sot oftest opptrer samtidig. Dette skyldes at ingen enkeltkilder for SO₂-utslipp dominerer, og at forurensningsnivået i stor grad "styres" av meteorologiske forhold, som har noe nær samme effekt på konsentrasjonen av sot som av SO₂.

Tabell 3 viser at langt flere personer var eksponert for høye døgnmiddelverdier av sot og SO₂ enn for høye halvårsmiddelverdier. Høyere konsentrasjoner vinteren 1984/85 medførte flere eksponerte personer denne vinteren enn vinteren 1985/86. F.eks. var ca 7 000 personer eksponert for samtidige døgnmiddelverdier av sot og SO₂ over nedre grenseverdi vinteren 1984/85. Ytterligere nesten 17 000 personer var eksponert for maksimal døgnmiddelverdi av sot over nedre grenseverdi denne vinteren.

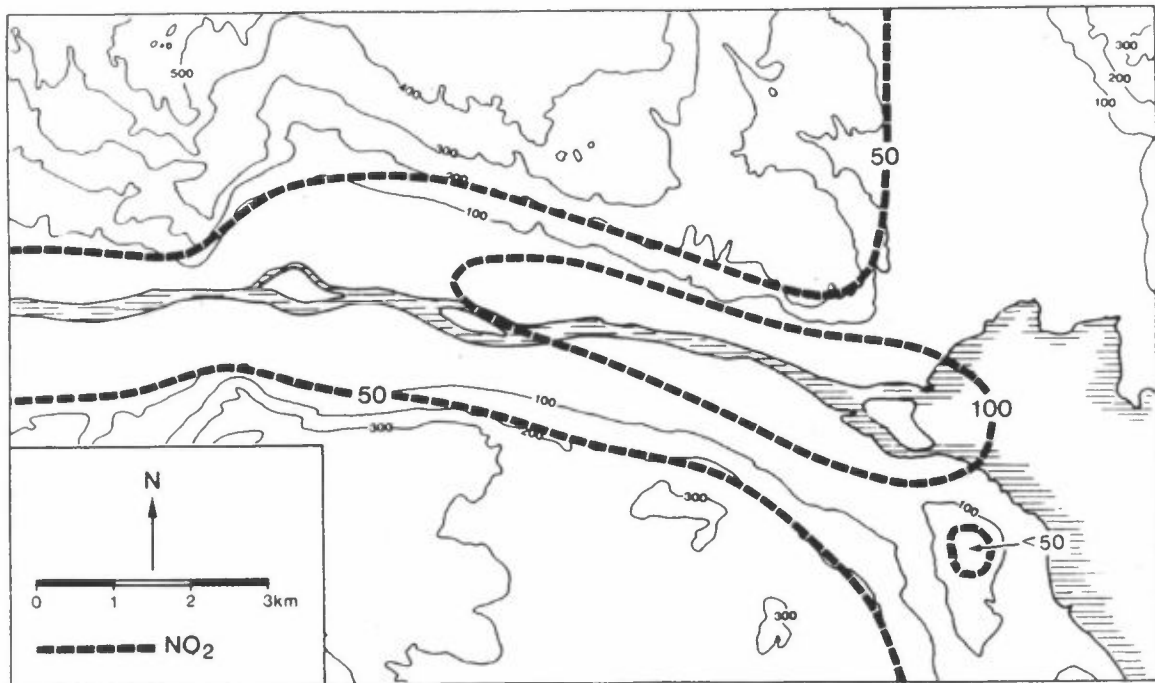
Tabell 3: Antall personer som er eksponert for SO₂ og sot, høyeste døgnmiddelverdier.

| Vinter- halvår | Høyeste døgnmiddel- verdi av sot (µg/m ³) | Samtidig høyeste døgnmiddel- verdi av SO ₂ (µg/m ³) | | | Sum antall eksponerte personer |
|-------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|--------------------------------------|
| | | 0 - 50 | 51-100 | 101-150 | |
| 1984/85 | 0- 50 | 15 000 | 9 000 | 0 | 24 000 |
| | 51-100 | 0 | 18 000 | 0 | 18 000 |
| | 101-150 | 0 | 16 000 | 3 000 | 19 000 |
| | 151-200 | 0 | 600 | 4 000 | 4 600 |
| 1985/86 | 0- 50 | 28 000 | 0 | 0 | 28 000 |
| | 51-100 | 0 | 36 500 | 0 | 36 000 |
| | 101-150 | 0 | 1 100 | 0 | 1 100 |

Grenseverdien for halvårsmiddelverdi for NO_2 på $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ble ikke overskredet i Drammen, men ca 18 000 personer bor i områder der nedre grenseverdi for døgnmiddel på $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ble overskredet. Anslagsvis 4 400 personer bor eller arbeider tett ved veier der nedre grenseverdi for en time på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ overskrides.

Alle målinger og beregninger viste halvårsmiddelverdier av NO_2 klart under grenseverdien på $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ca 28 000 personer bor i områder der middelkonsentrasjonen var over $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figur 4 viser hvilke områder som hadde maksimale døgnmiddelkonsentrasjoner over visse verdier, og tabell 4 viser eksponeringstallene.



Figur 4: Maksimale døgnmiddelverdier av NO_2 som gjennomsnitt for vintrene 1984/85 og 1985/86 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabell 4: Eksponering for NO₂ som gjennomsnitt for vintrene 1984/85 og 1985/86, høyeste døgnmiddelverdi (antall eksponerte personer).

| Høyeste døgnmiddelverdi av NO ₂ vintrene 1984/85 og 1985/86 (µg/m ³) | Antall eksponerte personer |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 0 - 50 | 8 600 |
| 51 - 100 | 39 000 |
| 101 - 150 | 18 000 |

Tabellen viser at ca 18 000 personer var eksponert for maksimale døgnmiddelverdier av NO₂ mellom nedre og øvre grenseverdi. Ingen var eksponert for konsentrasjoner over 150 µg/m³ (øvre grenseverdi) på sitt bosted.

I tillegg til målinger på Fylkeshuset er det foretatt beregninger av kortidskonsentrasjoner av CO og NO₂ langs gater og veier i Drammen. Nordisk beregningsmetode for bilavgasser er benyttet (se delrapport F.)

Tabell 5 viser at ca 4 400 personer bor eller arbeider tett ved veier/gater der maksimal timeskonsentrasjon av NO₂ var over nedre grenseverdi på 200 µg/m³. Av disse var ca 1 300 personer eksponert for over 350 µg/m³ (øvre grenseverdi).

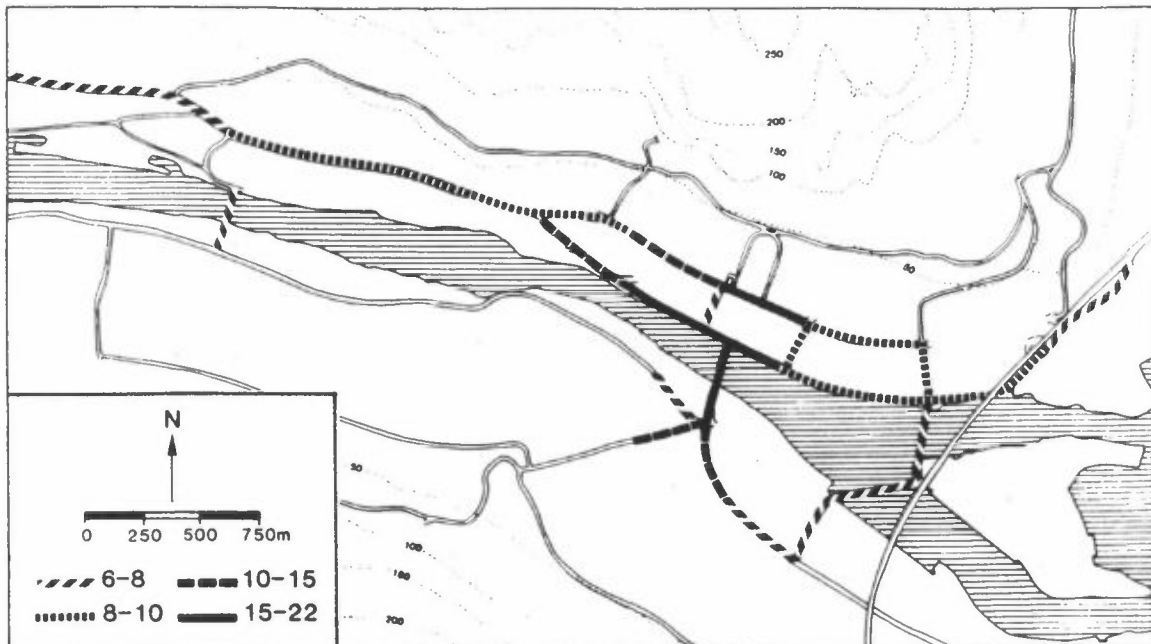
Tabell 5: Antall NO₂-eksponerte personer fordelt på intervaller av høyeste 1-times middelverdi.

| Maks. NO ₂ -konsentrasjon 1-times middelverdi | Tett fasade | Spredd bebyggelse | Sum |
|----------------------------------------------------------|-------------|-------------------|-------|
| 200 - 350 µg/m ³ | 2 900 | 200 | 3 100 |
| ≥ 350 µg/m ³ | 1 300 | | 1 300 |
| Sum | 4 200 | 200 | 4 400 |

Beregninger viser at anslagsvis 4 600 personer bor eller arbeider tett ved veier der grenseverdien for CO for 8 timer på 10 mg/m^3 overskrides utendørs.

Figur 5 viser beregningsresultater av 99-prosentilverdier av 8 timers middelkonsentrasjon av CO langs gater og veier i Drammen i 1984. De maksimale verdiene vil typisk være 40-60% høyere enn 99-prosentilverdiene. I 1% av tiden er konsentrasjonen høyere enn 99-prosentilverdien.

I tabell 6 er det vist hvor mange personer som er beregnet å være eksponert for maksimale 8-timers middelkonsentrasjoner av CO fordelt på visse intervaller. I alt ca 4 600 personer bor eller arbeider tett ved gater/veier hvor maksimal 8-timers konsentrasjon utendørs er over 10 mg/m^3 en eller flere ganger i løpet av vinteren.



Figur 5: Beregnede 99-prosentilverdier av 8 timers middelkonsentrasjoner av CO langs gater og veier i Drammen i 1984 (mg/m^3).

Tabell 6: Antall CO-eksponerte personer fordelt på intervaller av høyeste 8-timers middelvei.

| Maks. CO-konsentrasjon 8-timers middelvei (mg/m ³) | Tett fasade | Spredt bebyggelse | Sum |
|----------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------|-------|
| 10-13 | 1 000 | 100 | 1 100 |
| 13-15 | 1 700 | | 1 700 |
| 15-23 | 800 | | 800 |
| 23-33 | 1 000 | | 1 000 |
| Sum | 4 500 | 100 | 4 600 |

Rundt 1 000 personer bor eller arbeider i områder der maksimal konsentrasjon utendørs er 2-3 ganger grenseverdien på 10 mg/m³.

Omtrent 15 000 personer bor i områder der konsentrasjonen av benzo(a)-pyren var over 3 ng/m³ vinteren 1985/86.

Benzo(a)pyren (BaP) er en av mange PAH-komponenter. PAH står for polycykliske aromatiske hydrokarboner. Utslippet kommer hovedsakelig fra biltrafikk, forbrenning av olje og vedfyring.

Målinger av BaP er utført på Strømsø og Fylkeshuset hver 8. dag. Resultatene viser god samvariasjon med sot. Målingene antyder at området hvor middelveien av BaP er over 3 ng/m³ er større enn hvor sot er over 40 µg/m³, men mindre enn hvor sot er over 20 µg/m³.

Ut fra dette er det anslått at anslagsvis 15 000 personer bor i områder hvor vintermiddelveien av BaP er over 3 ng/m³. I gjennomsnitt for vintrene 1984/85 og 1985/86 (månedene desember-februar) var middelveien på Strømsø 4 ng/m³ og på Fylkeshuset 7 ng/m³.

3 HELSEVIRKNINGER AV LUFTFORURENSNINGER

Laboratoriesjef Jon E. Dahl, Statens Institutt for Folkehelse

Helsevirkninger av miljøforurensninger er bestemt av den mengde som når frem til det organ hvor skaden inntreffer (målorganet). I luftforurensningssammenheng er det imidlertid vanskelig å bestemme den mengde som tilføres målorganet. Det er derfor vanlig å oppgi konsentrasjonen av forurensningen i uteluften og over hvor lang tid eksponeringen skjer. Samtidig er det sparsomt med epidemiologiske data om helsevirkninger av luftforurensninger. Spesielt gjelder dette langtidseffekter og kombinasjonseffekter av flere samtidig opptredende luftforurensninger. Det er utarbeidet forslag til grenseverdier for en del forurensningskomponenter. Grenseverdiene har basert seg på resultater fra korttidseksponering av frivillige forsøkspersoner, høy eksponering i yrkesatmosfære og dyreforsøk.

Det er pasienter med allerede eksisterende lungesykdom og pasienter med hjerte-/blodkarsykdommer som er mest ømfintlige for luftforurensninger. I et utvalg av Oslos befolkning hadde 5-6% av de undersøkte i aldersgruppen 16-69 år obstruktiv lungesykdom, og av disse var det en firedel astmatikere. Det er ikke entydig fastslått hvilken rolle luftforurensning spiller for utvikling av lungekreft. En høyere frekvens av lungekreft i byer sammenlignet med landsbygda kan nok delvis forklares med høyere luftforurensning i byer. Ca 6,4% av den norske befolkningen lider av hjerte-/blodkarsykdommer, og andelen øker med alderen (14% i aldersgruppen 50-69 år, 25% i aldersgruppen over 70 år). Samtidig skjer ca 50% av alle dødsfall som følge av hjerte-/blodkarsykdommer.

Det ble i Drammen funnet som forventet en årstidsvarierende hyppighet av akutte luftveissykdommer. Størst sykefravær som følge av slike tilstander var ikke tidsmessig sammenfallende med de høyeste målte luftforurensningene. Dødeligheten som følge av kreft i åndedrettsorganene var ikke høyere i Drammen enn i andre byer i Norge.

Den gjennomførte luftkvalitetsundersøkelsen sammen med eksponeringsberegningene gir et bilde av den luftforurensning som befolkningen utsettes for. I disse beregningene tas det imidlertid ikke hensyn til befolkningens adferdsmønster som at man arbeider i andre områder enn der man bor, og at en viss tid av døgnet tilbringes i private og offentlige transportmidler.

Eksponeringsberegninger for svoveldioksid og sot viser at et lite antall mennesker bor der halvårsmiddelverdiene overskrider nedre grenseverdi for de to komponenter separat, mens det ikke er registrert samtidig grenseverdioverskridelse for begge forurensninger. Ut fra epidemiologiske data synes det ikke å være holdepunkter for at langtidsnivået av svoveldioksid og sot i Drammen skulle representere noen helsefare for befolkningen.

Døgnmiddelverdiene for svoveldioksid synes ikke å komme opp i nivåer hvor det er registrert helseeffekter. Imidlertid er det kun en faktor på ca 1,5 mellom de målte verdier og de nivåer hvor det er sett økt luftveissykelighet i undersøkte befolkninger. Den døgnmidlede soteksponering har vært på nivå hvor det er registrert lungefunksjonsendringer hos en gruppe barn som riktignok antas å være spesielt følsomme. Det er imidlertid vanskelig å si hvilken helsemessig betydning slik reduksjon av lungefunksjonen kan ha. Overskridelsene av døgnmidlet grenseverdi for sot omfatter et relativt stort antall personer, 24 000, men overskridelsene er ikke spesielt store. Man kan likevel ikke helt se bort fra at økt frekvens av luftveissykdommer kan forekomme blant de mest følsomme individer ved enkeltstående eksponeringsepisoder som er registrert i Drammen.

Til sotpartiklene er det også knyttet andre stoffer som polysykliske aromatiske hydrokarboner og metaller. Den biologiske aktivitet av ekstrakter fra sotpartikler er undersøkt i ulike korttidstester. Størrelsen på utslagene i testene var tilsvarende det man har observert med sotprøver fra andre norske byer. Dette tyder på at det ikke er betydelige kvalitative forskjeller mellom de sotprøver som er tatt i Drammen og i andre norske byer. Foreløpig har man ikke tilstrekkelig kunnskaper til at resultatene fra slike prøver kan brukes til kvantitativ risikovurdering av luftforurensning.

Målinger av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i sotprøvene har påvist nivåer tilsvarende dem man finner i Fredrikstad og Oslo. Eksponeringsestimatene fra Drammen viste at ca 15 000 mennesker bodde i områder hvor middelveien av en PAH-forbindelse, benzo(a)pyren, var høyere enn 3 ng/m^3 . Det er holdepunkter for at en slik eksponering i noen grad øker risikoen for utvikling av lungekreft. Økningen synes imidlertid å være liten.

Dyreforsøk tyder på at kortvarig, høy eksponering av nitrogendioksid er mer ugunstig enn langvarig, noe lavere eksponering med samme totaldose. Det var ingen overskridelse av halvårsmidlet grenseverdi for NO_2 , men forholdsvis mange overskridelser av nedre grenseverdi for døgnmiddelveien, selv om nivåene ikke var spesielt høye, og ingen overskred øvre grenseverdi. Videre viser beregninger av maksimale timesmiddelmålinger av NO_2 langs gater og veier i området at tilsvarende øvre grenseverdi overskrides, og ca 1 300 mennesker bor eller oppholder seg i disse områdene. Halvårs- og døgnmiddelveiene av NO_2 har ikke vært i nivåer hvor man har sikre holdepunkter for at uønskede effekter kan opptre. Det er beregnet maksimale timesmiddelmålinger opp mot det nivå hvor enkelte av de mest sårbare individer, eldre og pasienter med allerede eksisterende lungesykdom, kan føle ubehag. Det er imidlertid ingen holdepunkter for at man vil finne effekter i den generelle befolkning ved de forurensningsnivåer som er registrert.

Det ble ikke observert overskridelser av den timesmidlede grenseverdi for karbonmonoksid i løpet av undersøkelsesperioden. Ved de kontinuerlige målingene er det registrert overskridelser av åttetimersgrenseverdien i totalt fem dager i løpet av vintrene 1984/85 og 1985/86. Videre er det beregnet at langs 7,1 fortau-km vil den maksimale åttetimersmiddelveien kunne overskride grenseverdien, og langs 1,2 fortau-km vil maksimal åttetimersmiddelveien være i intervallet $23\text{--}33 \text{ mg/m}^3$. På dette grunnlag er det beregnet at ca 1 000 mennesker har vært utsatt for en eller flere episoder med CO-konsentrasjoner midlet over 8 timer som medfører at karboksyhemoglobinnivået i blodet overskrider 2,5% ved lett arbeid. Dette er nedre grense hvor det er registrert at pasienter med åreforkalkning kan få økt ubehag av sin sykdom. Imidlertid må det sies at forurensningen med CO i Drammen ikke representerer noe stort helseproblem.

4 VIRKNINGER AV LUFTFORURENSNING PÅ FOLKS DAGLIGLIV, HELSE OG TRIVSEL

RESULTATER FRA EN INTERVJUUNDERSØKELSE I DRAMMEN

Randi Hjorthol og Marika Kolbenstvedt, Transportøkonomisk institutt.

Luftforurensningenes virkninger på folks dagligliv, helse og trivsel er undersøkt.

I januar 1986 ble ca 1 000 tilfeldig utvalgte personer i alderen 20-70 år i Drammen intervjuet om hvordan de opplever luftforurensning i boligområdet sitt. Hensikten med undersøkelsen var å finne ut hvilke virkninger luftforurensningen har på folks dagligliv, helse og trivsel og omfanget av ulike plager og ulemper.

Intervju-dataene ble koplet med data fra NILUs målinger av luftkvaliteten. Eksponeringskartene for SO_2 , NO_2 og sot viser hvilke deler av Drammen som er mye forurenset og lite forurenset. Denne grove inndeling ble brukt som mål på hvor utsatt hver intervjuperson er for forurensning. I tillegg registrerte vi blant annet trafikkmengden i intervjupersonenes atkomstveg og avstand til hovedveg.

60% av intervjupersonene merker én eller flere former for forurensning. Vegtrafikkforurensningen er mest plagsom.

I Drammen svarer 60% av intervjupersonene at de merker én eller flere former for forurensning i eller ved boligen sin. Det de merker er støv, skitt og lukt. Selv om det er vanskelig for mennesker å skille klart mellom forurensning fra ulike kilder, var våre spørsmål både knyttet til kilde og type forurensning. Den forurensning folk i Drammen oppgir at de merker og plages av, kommer først og fremst fra vegtrafikken.

| | Forurensningskilde/type forurensning | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------|----------------------|-------|-----------------|-------|--------|---------------|
| | Vegtrafikk | | Industriforurensning | | Boligoppvarming | | Kloakk | Bråtebrenning |
| | Synlig | Lukt | Synlig | Lukt | Synlig | Lukt | Lukt | Lukt |
| Andel av hele utvalget som merker forurensning uten å plages | 9% | 5% | 3% | 1% | 6% | 4% | 5% | 9% |
| Andel av hele utvalget som merker forurensning og plages | 24% | 23% | 8% | 3% | 5% | 5% | 14% | 7% |
| Grovt anslag for antall plagede mennesker i Drammen (N=50 900) | 12 200 | 11 700 | 4 100 | 1 500 | 2 600 | 2 600 | 7 100 | 3 600 |

Trafikkforholdene er også den viktigste grunnen til at folk er misfornøyd med strøket de bor i. Til sammen uttrykte en firedel misnøye med forhold knyttet til trafikken. Det er flere som nevner trafikkfare og -støy enn forurensning. Misnøyen er størst i områder med høyt forurensningsnivå og mye trafikk.

Folk merker og plages mest av forurensning i de sentrale delene av Drammen som også har høyest forurensningsnivå.

At folk er særlig opptatt av vegtrafikkforurensning er naturlig, siden biltrafikken er en hovedkilde til luftforurensning i Drammen. Av totalutslippene stammer 99% av karbonmonoksid, 88% av nitrogenoksider og 72% av partiklene fra biltrafikk. Industrien står for to tredeler av svoveldioksidutslippet, mens boligoppvarming bare er kilde til en meget liten andel av forurensningene.

I tråd med dette finner vi klare sammenhenger mellom både målt forurensningsnivå, trafikkmengde og grad av plager. Særlig plaget er folk i områder med høyt nivå av enten NO_2 , SO_2 eller sot, dvs i de sentrale deler av Drammen, og som bor langs en sterkt trafikkert veg.

Kjennetegn ved intervjupersonenes bosted

| Andel av hele utvalget som er plaget av ulike typer forurensning: | Sentrale deler av Drammen | | Drammen ellers |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------|
| | Høyt nivå av SO ₂ , NO ₂ eller sot Sterkt trafikkert atkomstveg | Lite trafikkert atkomstveg | Lavt nivå av SO ₂ , NO ₂ eller sot |
| Vegtrafikkforurensning (synlig - lukt) | 69-64% | 34-35% | 16-14% |
| Industriforurensning (synlig - lukt) | 20- 8% | 5- 9% | 6- 2% |
| Forurensning fra boligoppvarming (synlig-lukt) | 8- 4% | 9- 7% | 4- 5% |

Det er også forholdsvis flere som trives godt eller meget godt i lite forurensede områder. Imidlertid samvarierer trivselen like mye med en rekke personlige forhold og trekk ved folks livssituasjon. Variasjoner i trivsel gir derfor ikke noe entydig mål på forurensningenes virkninger på folk.

Folk har oftere helseplager i sterkt forurensede områder enn i lite forurensede.

Forurensningenes mest alvorlige langsiktige virkninger på mennesker gjelder helsa. For risikogrupper kan høye konsentrasjoner også gi problemer på kort sikt. I en vanlig intervjuundersøkelse får vi ikke nok data om sykdomshistorie, eksponering eller om andre forhold som kan gi samme symptomer som forurensning. Vi stilte likevel spørsmål om forekomst og hyppighet av en del vanlige helseplager. Det ser ut til at de som bor i sentrale bydeler, oftere har helseplager enn andre. Hoste og luftveisirritasjoner er de helseplager som synes å være mest forurensningsavhengige.

| Andel av hele utvalget som har hatt forskjellige helseplager siste 6 måneder: | Sentrale deler av Drammen Høyt nivå av SO ₂ , NO ₂ eller sot | Drammen ellers Lavt nivå av SO ₂ , NO ₂ eller sot |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Hoste/luftveisirritasjon | 46% | 39% |
| Hodepine | 35% | 27% |
| Svimmelhet | 21% | 12% |
| Kvalme | 18% | 13% |
| Forkjølelse/influenza | 47% | 36% |

Når vi kontrollerer for effekten av kjønn, alder, sosio-økonomisk status og røykevaner, modifiseres sammenhengen mellom forurensningsnivå og helseplager. Kvinner som bor i sentrum, har oftere helseplager enn andre kvinner og enn menn. Verken når det gjelder hodepine, kvalme eller svimmelhet er det forskjell på menn som bor i og utenfor områder med høyt forurensningsnivå. Eldre er mer plaget av svimmelhet i forurensede områder enn andre, og røykere har oftere hoste og luftveisirritasjoner i disse områdene.

Nedsmussing er den daglige ulempen folk nevner oftest.

Den ulempe ved forurensningen som flest - en tredel - nevner, er skitne vinduer, karmen eller gardiner. Skitten bil og nedsmussing utendørs nevnes også av mange. Dette er ulemper som påfører folk kostnader i form av ekstra renhold.

Forurensning kan også medføre at folk må begrense forskjellige aktiviteter. 16% mener at forurensningene gjør at de ikke kan lufte leiligheten og 19% at de ikke kan bruke utearealene så mye som de egentlig ønsker.

Det er flere i Drammens sentrale områder som må vaske vinduer ofte, som synes det er vanskelig å lufte og som mener bil og hagemøbler blir fort skitne enn blant dem som bor utenfor disse områdene. Når det gjelder redusert bruk av utearealene, er det særlig avstand til hovedveg som har betydning. Naturlig nok opplever de som plages av forurensning også flere ulemper enn andre.

Miljøforhold er som regel ikke avgjørende for folks konkrete flytteplaner. Derimot kan flytteønsker være en god indikator på forhold i miljøet som folk er misfornøyd med eller plages av. Mens 13% av alle spurte ønsker å flytte, gjelder dette hele 40% av dem som er sterkt plaget av støv/nedfall fra vegtrafikk og 35% av dem som er sterkt plaget av eksos.

Forurensningene har både kort- og langsiktige virkninger. Uro og angst for framtidige virkninger kan være en daglig ulempe. Halvparten av dem som sier at de kan tenke seg å betale for å redusere luftforurensninger i Drammen, oppgir redsel for at miljøet skal bli ødelagt som grunn. Over en tredel nevner usikkerhet om virkninger på lang sikt. Bare 13% oppgir egne plager i dag som grunn til at de vil betale for redusert forurensning.

Forurensningsproblemene er sosialt skjevt fordelt.

Den fysiske belastningen har stor betydning for helsa, trivselen og dagliglivet til dem som bor i de sentrale bydelene. De plages av støv/skitt og nedfall, lukt, støy og også av andre trafikkproblem. De har oftere helseproblemer enn andre. De er langt mindre tilfredse med sin bosituasjon enn andre. Deres dagligliv påvirkes av forurensningene. De må vaske vinduer/gardiner oftere enn andre, og de kan ikke bruke utearealene så mye som de gjerne ville.

Undersøkelsen viser dessuten at negative virkninger av et kvalitativt dårlig miljø ikke er tilfeldig fordelt i befolkningen. De som bor i de belastede områder har lavere inntekt, sosio-økonomisk status og er også eldre enn gjennomsnittet for Drammen. De som må ta belastningene med forurensning og andre miljøproblemer tilhører grupper som har dårligere forutsetning enn andre til å skaffe seg bolig i problemfrie områder.

Dette, i tillegg til selve forurensningsnivået, taler sterkt for at det er viktig å sette inn spesielle miljøforbedringstiltak i sentrale deler av Drammen.

5 LAVVEGETASJON PÅ BJØRK

Inga Elise Bruteig, Botanisk institutt, Den allmennvitenskaplege høgskolen, Universitetet i Trondheim.

Det er gjort ei kartlegging av lav på bjørkestammer i Drammensområdet. Undersøkinga er gjort for å sjå om det finst skadar på lavvegetasjonen som kan skuldast luftforureining.

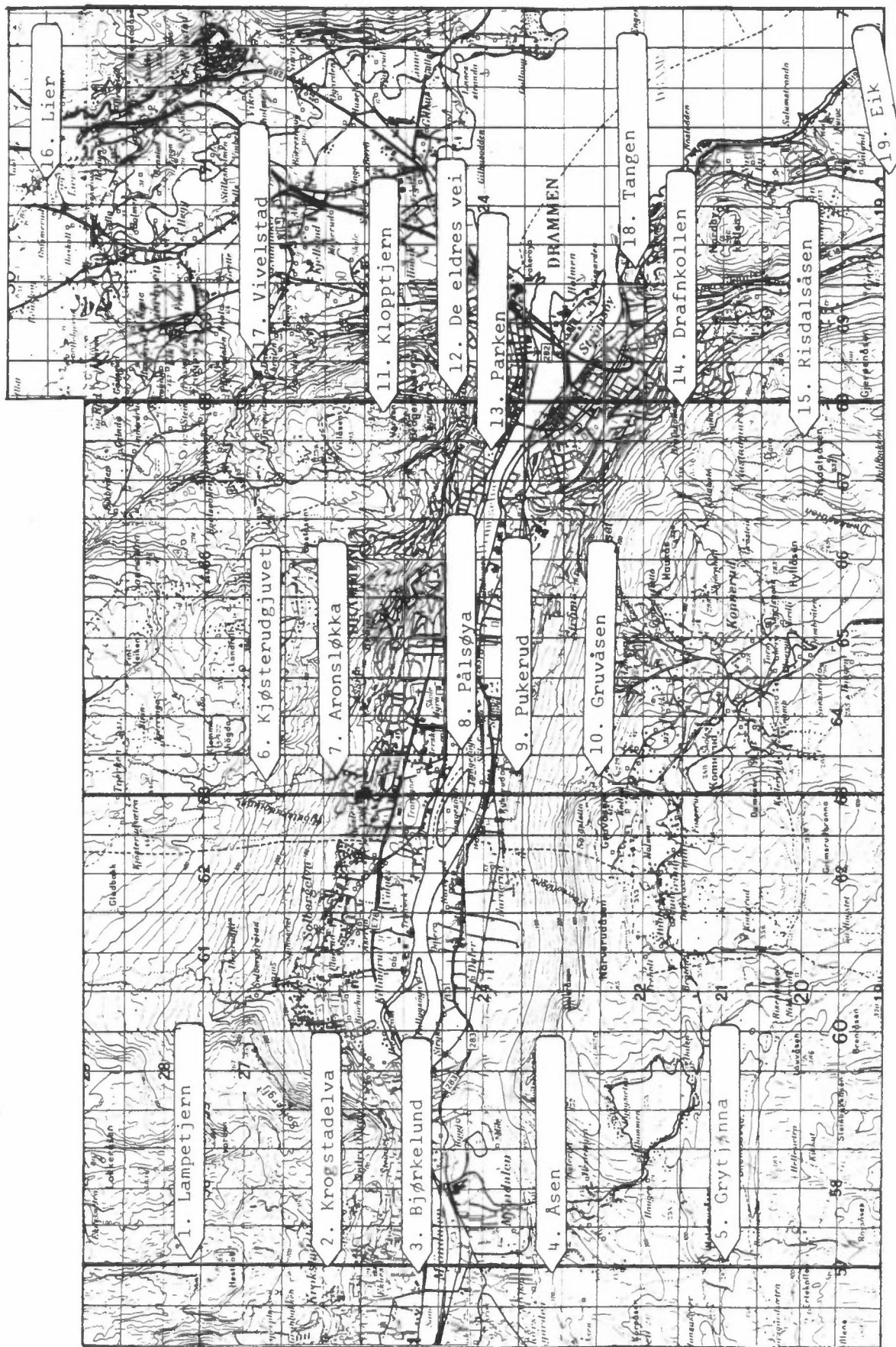
Ei rekkje lavartar er svært sensitive for luftforureining. Dei kan bli misfarga, vekse dårleg eller døyr heilt ut i forureina område. Så godt som alle større europeiske byar har såleis ein sentral "lavørken" som følge av luftforureining.

Årsaken til at lav er særleg utsett for forureiningar, ligg mellom anna i at lav ikkje har noko rotsystem, og difor er avhengig av vatn og næringsemne som blir tilført med vind og nedbør. Ulike tungmetall vil t.d. kunne akkumulerast i laven, og konsentrasjonane kan stige til det mangedoble av det ein finn i ikkje-forureina område.

Det har vist seg at høgt svoveldioksidinnhald i lufta er viktigaste årsaken til at lavartar døyr ut og forsvinn frå område. Men også fluor, tungmetall, støv og andre forureiningar vil påverke laven.

Ulike artar har ulik sensitivitet overfor luftforureiningane. Dette gjer at ein kan bruke artssamansetjinga i et område som mål på luftkvaliteten på staden.

I forureiningsundersøkingar er det mest vanlig å studere epifyttvegetasjonen, dvs. artar som veks på t.d. trestammar. Så også i denne kartlegginga, og her er bjørk valt som treslag. Dette fordi bjørk er eit av dei vanlegaste treslaga i Drammenområdet, og fordi ein finn bjørkebestand både i sjølve byen (parker og alléar), oppover langs dalen, og i skogsområda på begge sider.



Figur 6: Kart som viser plasseringa av lokalitetane i undersøkingsområdet.

Feltarbeidet er gjort sommaren 1985 og omfattar i alt 19 lokalitetar i området Lier-Drammen-Mjøndalen. Lokalitetane er presentert i figur 6. Lokalitetane er valt ut systematisk langs tre linjer på tvers av Drammensdalføret, med nokre tilleggslokalitetar. Langs linjene ligg lokalitetane på 300 og 100 m o.h. på nord- og sørsida av dalen, samt i dalbotnen.

Resultata av kartlegginga viser store forskjellar lokalitetane imellom, både når det gjeld antal artar, artssamansetjing og dekning.

Det er gjennomgåande færre artar i dalbotnen og i byområdet enn i dalssidene. Det er særleg artar som elghornslav (Pseudevernia furfuracea), vanleg papirlav (Platismatia glauca) og kulekvistlav (Hypogymnia tubulosa) som forsvinn tidleg. I dei mest sentrale strøka saknar ein også gullroselav (Cetraria pinastri) og gul stokklav (Parmeliopsis ambigua). Derimot dukkar forureiningsindikatoren Lecanora conizaeoides opp. Denne arten er konkurransesvak men forureiningstolerant, og er difor eit typisk kjenneteikn på forureina strøk. I Noreg er arten berre kjent fra det sentrale Austlandet og frå nokre stader på Vestlandet.

Ein annan toxitolerant art, Lecidea scalaris, finst også på ein del av dei meir sentrale lokalitetane. På lokalitet 9 og 12 finst han i store mengder (dekkjer opp til 50% av stammen på enkelte tre). Derimot er arten så godt som ikkje registrert på lokalitetane i 300 m høgde.

Forskjellane i lavdekning er endå meir markert enn forskjellane i artsantal og artssamansetjing.

Særleg aukar lavdekninga kraftig i området frå 100 til 300 m o.h. Dette stemmer godt med observasjonane av eit inversjonslokk som ofte blir danna i dalføret, og som iføljle kjentfolk gjerne ligg på ca 150 m o.h. Dette vil kunne medverke til at lavdekninga på lokalitetane 100 m o.h. er så vidt liten.

Det er også ein tendens til at nordsida av dalen har større lavdekning enn sørsida.

Det er særleg dei store mengdene av vanleg kvistlav, Hypogymnia physodes, som gjer at dei mest avsides lokalitetane får ei så høg samla lavdekning. Denne arten finst på samtlege lokalitetar, men i mykje mindre mengder mot sentrum. Eit typisk trekk her er også at dei enkelte individa er svært små. Dette kan anten tyde på at det skjer ei nykolonisering (i tilfelle pga reinare luft dei seinare år), eller det kan vere fordi tilveksten er dårlegare når laven er utsett for forureining.

På enkelte tre i sentrumsområda vart det registrert skadar på Lecanora conizaeoides og på frittlevande grønalgar som følge av soppangrep. Denne soppen, Athelia arachniodea, kan vere ein medverkande årsak til utarming av lavvegetasjonen i byar. I Drammen verkar han likevel vere heller sjeldan, og har nok liten innverknad i denne samanhengen.

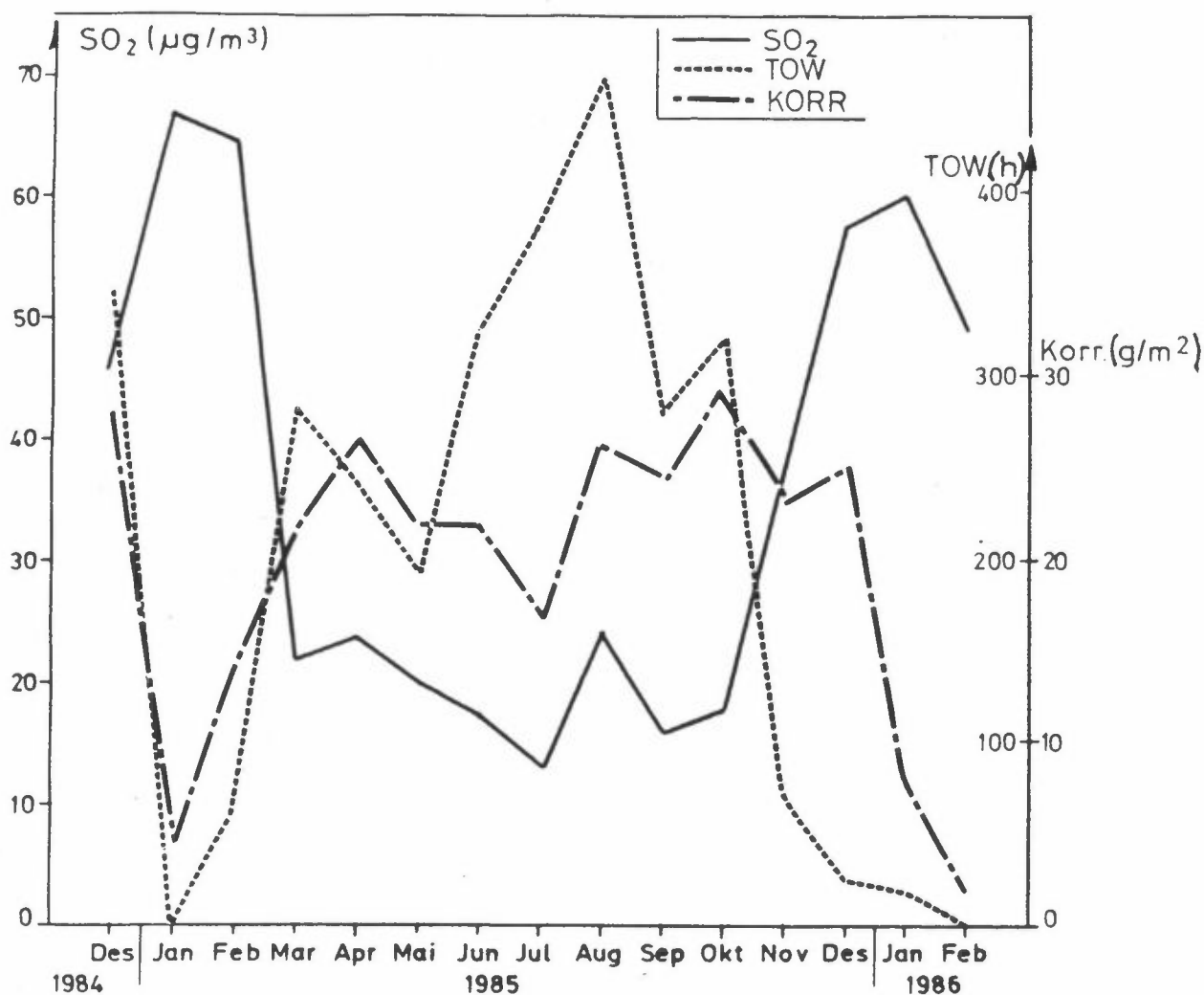
Svært få av prøvetakingstrea hadde synlege teikn på redusert vitalitet. Det var heller ingen teikn til at fleire tre i sentrumsområda hadde redusert vitalitet i høve til dei avsidesliggande områda. Det er såleis etter dette ikkje påvist ytre skadar på sjølve bjørka i Drammensområdet som følge av luftforureining.

6 KORROSJON

Som en del av basisundersøkelsen i Drammen ble det gjennomført et korrosjonsmåleprogram. Hovedhensikten med dette var å finne sammenhenger mellom miljøvariable og korrosjon (dose-effekt). Resultatene i Drammen skulle også sammenlignes med tilsvarende målinger i Sarpsborg og Fredrikstad.

Korrosjonsmålinger ble bare utført på Strømsø. Månedskorrosjon for stål ble målt i perioden 1.12.1984-1.3.1986, mens årskorrosjon for stål, aluminium, sink og kopper ble målt i perioden 1.12.1984-1.12.1985.

Målingene viste at korrosjonshastigheten i Drammen ble bestemt av fuktighetsforholdene og SO_2 -konsentrasjonen, se figur 7. I de kaldeste vintermånedene hadde SO_2 -konsentrasjonen mindre innflytelse enn ventet fordi temperaturen var for lav for elektrokjemiske reaksjoner.



Figur 7: Månedsverdier av SO₂ (µg/m³), våttid ("Time of wetness", TOW) (timer) og korrosjon av stål (g/m²) i perioden desember 1984-februar 1986.

Ved å se på sammenhengen mellom SO₂-konsentrasjon og temperatur har vi beregnet en effektiv SO₂-belastning på måneds- og årsbasis. Den effektive SO₂-belastningen beregnes ved at en ser bort fra SO₂-konsentrasjonen i de periodene hvor temperaturen er lavere enn bestemte grenser, se tabell 7.

Den beste funksjonen for månedskorrosjon fant vi ved å beregne en effektiv SO₂-belastning ut fra at SO₂ er ineffektiv ved temperatur under -4°C, se tabell 7. Ved lavere temperatur stopper korrosjonsprosessen opp fordi elektrolytten fryser på prøveplatene.

Tabell 7: Beste lineære regresjonsligning med korrelasjonskoeffisient (R) mellom månedskorrosjon og SO₂-belastning.

| | |
|-----------------------------------------------------------|----------|
| Korrosjon = 0,77 SO ₂ (0) + 11,2 | R = 0,73 |
| Korrosjon = 0,82 SO ₂ ² (-2) + 8,7 | R = 0,76 |
| Korrosjon = 0,91 SO ₂ ² (-4) + 5,3 | R = 0,77 |
| Korrosjon = 0,83 SO ₂ ² (-6) + 4,3 | R = 0,62 |
| Korrosjon = 0,41 SO ₂ ² (-8) + 10,9 | R = 0,32 |

En sammenligning med resultatene fra Sarpsborg og Fredrikstad viste dårlig overensstemmelse for månedskorrosjon, selv om vi benyttet en effektiv SO₂-belastning, mens det var tilfredsstillende overensstemmelse for årskorrosjonen. For å beskrive korrosjonsforholdene på månedsbasis trengs bedre kunnskaper om de fysikalske/kjemiske prosessene på overflaten. For å oppnå dette er det nødvendig med betydelig økt innsats på forskningssiden med enfaktor- og flerfaktorforsøk i klimaskap.

7 UTSLIPP TIL LUFT

I Drammensområdet ble utslippene av utvalgte luftforurensende stoffer kartlagt over et område på 17 x 10 km². Små utslipp ble summert i hver 0,25 km²-rute (500 m x 500 m). En vesentlig del av SO₂-utslippene kommer fra industrien, men lite av dette er prosessutslipp. I tillegg kommer utslippene fra boligoppvarming og trafikk. Biltrafikken er hovedkilden til mesteparten av utslipp av NO_x, CO og partikler. Utslippsberegningene er basert på utslippsfaktorer for trafikk og oljefyring og utslippsoppgaver fra de enkelte industribedriftene.

Oljeforbruket i området ble kartlagt ut fra spørreskjemaer til bedrifter og andre institusjoner, og oppgaver over oljeselskapenes salgstall. Oppfølging og etterkontroll har utgjort størstedelen av arbeidet med å framskaffe det ønskede datagrunnlaget. Det er i første rekke de større kildene som er kontrollert. En svarprosent på 86 er god, og det synes klart at de aller fleste punktkildene er registrert.

Salgsoppgavene for petroleumsprodukter viser at det har vært en vesentlig reduksjon av totalutslippene i Buskerud fylke siden 1980. Det er særlig salget av lette fyringsoljer og tung normalsvovlig olje

som er gått ned. Salget av bilbensin og autodiesel har derimot økt. Tabell 8 viser salgs- og forbrukstall i Drammensområdet i 1984.

Tabell 8: Oljeselskapenes salg av oljeprodukter, sammenlignet med registrert forbruk fra spørreundersøkelsen. Tallene er fra 1984 og enheten er m³/a (kull/koks har enheten t/a).

| | Salg | Registrert forbruk | Rest salg - forbruk |
|------------------------------|----------|--------------------|---------------------|
| Fyringsparafin | 8 066,3 | 197,8 | 7 868,5 |
| Fyringsolje nr 1+2 og diesel | 37 186,1 | 10 842,6 | 26 343,6 |
| Fyringsolje 3a+4a | 3 495,5 | 781,5 | 2 714,0 |
| Tung fyringsolje LS | 11 425,0 | 10 439,8 | 985,2 |
| Tung fyringsolje NS | 5 942,4 | 5 740,2 | 202,2 |
| Kull og koks | - | 653,1 | - |

Sammenligning av salgstall og forbrukstall viser et ikke-registrert forbruk på ca 7 900 m³ fyringsparafin. Dette er åpenbart brukt av vanlige husstander, som naturligvis ikke har fått spørreskjema tilsendt. For fyringsolje nr. 1, nr. 2 og diesel var det ikke-registrerte forbruket på ca 26 500 m³. Dette skyldes trolig mindre ikke-registrerte kilder (boligblokker, skoler, forretningsgårder o.l.). Differansen mellom salgs- og forbrukstallene er fordelt etter befolkningstettheten og regnet med i det arealfordelte forbruket.

Utslippene er delt i tre klasser: arealkilder, små punktkilder og store punktkilder. Ved modellberegningene er de små punktkildene med lave skorsteiner slått sammen med arealkildene, mens de store punktkildene er behandlet som enkeltkilder.

I det arealfordelte oljeforbruket inngikk alle bedrifter, institusjoner og boligenheter med et årsforbruk som gir et utslipp av SO₂ fra 5 til 250 kg. I tillegg er differansen mellom salg og registrert forbruk av fyringsolje fordelt på arealkildene etter folketettheten. Små punktkilder ble definert som kilder med et prosess- eller oljefyringsutslipp mindre enn ca 5 tonn SO₂ pr år. Store punktkilder vil således være de som har prosessutslipp eller oljeforbruk som gir utslipp på minst 5 tonn SO₂ pr år.

Utslipp fra biltrafikk er beregnet fra salgstall for bildrivstoff, trafikktegninger og utslippsfaktorer. Salget av bensin og autodiesel i Buskerud har økt med ca 16% for bensin og 25% for diesel i perioden 1980-85. Trafikkarbeidet (veilengder multiplisert med årsdøgntrafikk, ÅDT) innen hver 0,25 km²-rute ble multiplisert med utslippsfaktorer for å få utslippsmengder.

Skipstrafikken ved Drammen havn ga små utslipp til luft i forhold til utslippene fra oljefyring og trafikk. Beregningene av utslipp fra havneområdene i Drammen er basert på data fra havnefogden ved Drammen havne- og loskontor.

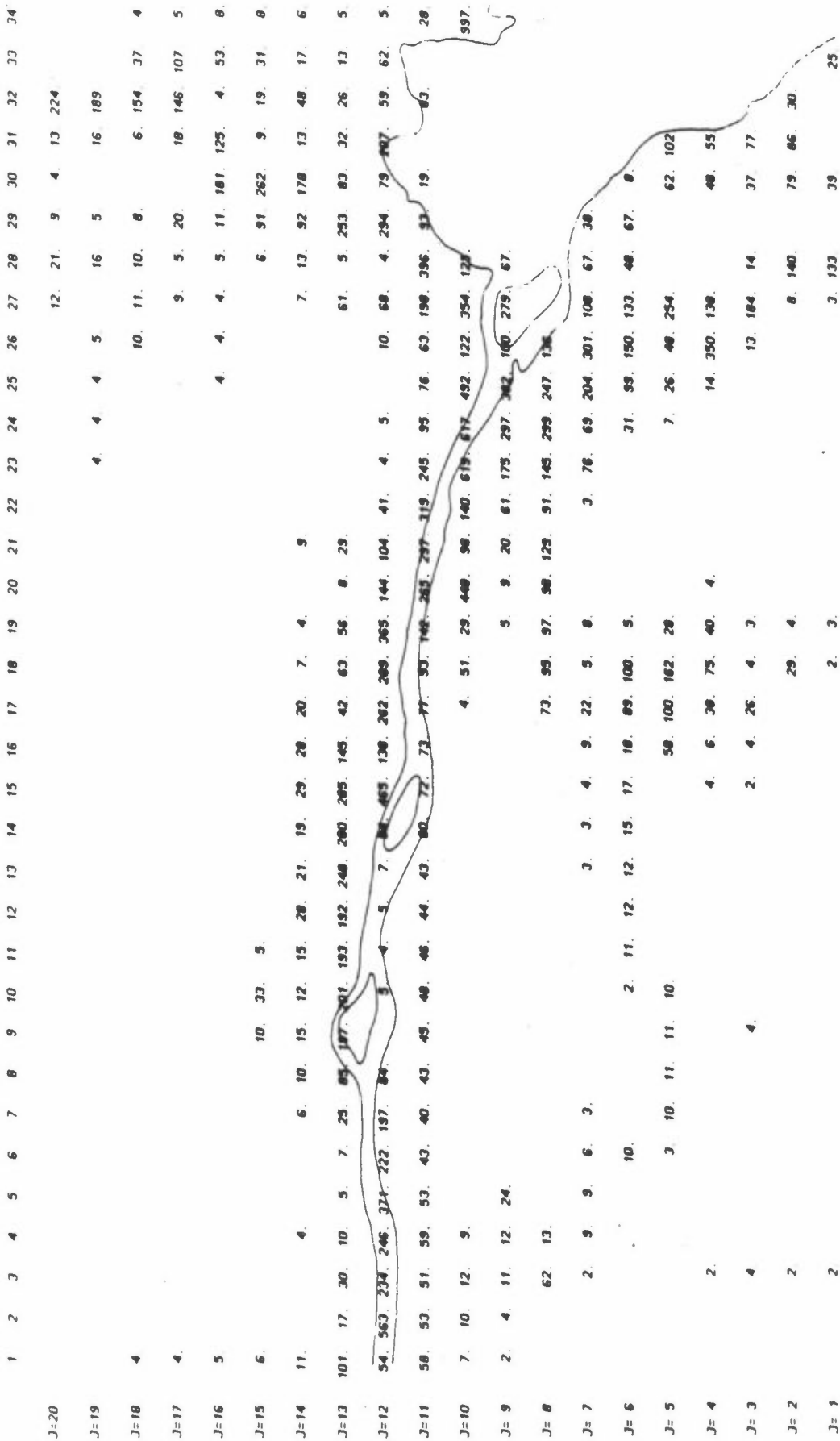
Tabell 9 viser samlet beregnet utslipp av SO₂, NO_x, CO og partikler i Drammensområdet 1984.

Tabell 9: Samlet utslipp av luftforurensende stoffer fra ulike kildegrupper i Drammen 1984.
Enhet: t/a.

| Kilde | SO ₂ | NO _x * | CO | Partikler |
|-----------------|-----------------|-------------------|---------------|-----------|
| Biltrafikk | 101 (13%) | 2 184 (88%) | 13 421 (99 %) | 116 (72%) |
| Skipstrafikk | 26 (3%) | 7 (0%) | 4 (0 %) | 1 (1%) |
| Industri | 506 (67%) | 218 (9%) | 62 (0,5%) | 36 (22%) |
| Boligoppvarming | 124 (17%) | 84 (3%) | 83 (0,5%) | 9 (5%) |
| Sum | 757 | 2 493 | 13 570 | 162 |

*Regnet som NO₂

I figur 8 er det som et eksempel vist fordelingen av NO_x-utslippet i hele undersøkelsesområdet i 1984. Utslippet er størst i Drammen sentrum og langs E-18 og E-76.



Figur 8: Totalt årsutslipp av NOx for alle kilder i Drammensområdet i 1984.

Enhet: 10² kg/a, regnet som NO_x.

Samlet utslipp for hele området: 2 493 t/a.

8 SPREDNINGSBEREGNINGER

Det er utført spredningsberegninger for stoffene SO_2 og NO_2 i Drammen. Hensikten har vært å se på sammenhengen mellom utslipp og målte og beregnede verdier.

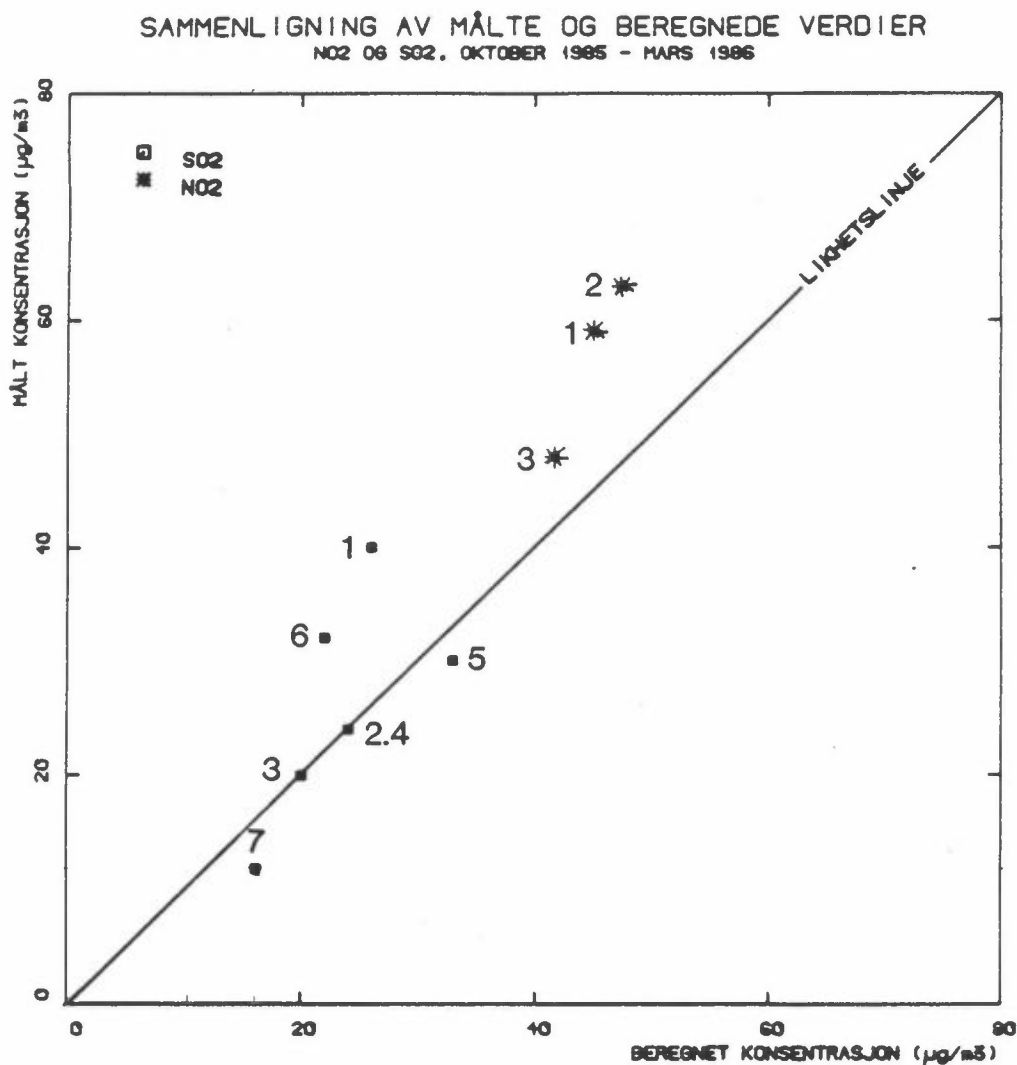
I Drammen sentrum og de nærmeste områdene omkring bidrar flere kildegrupper til det samlede forurensningsbildet. Biltrafikk, industri og boligoppvarming er i rekkefølge de viktigste bidragsyterne. Grunnlaget for beregningene er meteorologiske data og utslippsdata. Beregningene omfatter langtidsmidlede konsentrasjoner for to vinterperioder, og timesmidlede konsentrasjoner over to døgn med inversjonsforhold.

Langtidsmiddelkonsentrasjoner og forurensningsbidraget nær enkeltkilder ble beregnet ved gaussiske spredningsmodeller, som er anvendt og utprøvd i flere områder tidligere. Beregningsmetodene er best egnet til å spesifisere bidraget fra punktkilder når spredningsforholdene er forholdsvis homogene i beregningsområdet. Tabell 10 viser beregnede og målte langtidsmiddelverdier av SO_2 og NO_2 .

Vinteren 1984/85 ble det med ett unntak beregnet lavere verdier enn målingene viste. I vinterhalvåret 1985/86 var det mindre forskjell mellom målte og beregnede verdier enn vinteren 1984/85. Strømsø og Kobbervik hadde systematisk størst avvik mellom målte og beregnede konsentrasjoner av SO_2 og NO_2 . Figur 9 viser en sammenligning av målte og beregnede halvårsmiddelverdier av SO_2 og NO_2 i vinterhalvåret 1985/86.

Tabell 10: Målte og beregnede konsentrasjoner av SO_2 og NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for vinterkvartalet 1984/85 og vinterhalvåret 1985/86.

| | SO_2 | | | | NO_2 | | | |
|------------------|---------------|----------|---------------|----------|---------------|----------|---------------|----------|
| | Des 84-feb 85 | | Okt 85-mar 86 | | Des 84-feb 85 | | Okt 85-mar 86 | |
| | Målt | Beregnet | Målt | Beregnet | Målt | Beregnet | Målt | Beregnet |
| 1 Strømsø | 59 | 33 | 40 | 26 | 59 | 46 | 59 | 45 |
| 2 Fylkeshuset | 34 | 31 | 24 | 24 | - | - | 63 | 48 |
| 3 Åssiden skole | 30 | 28 | 20 | 20 | 46 | 42 | 48 | 43 |
| 4 Gilhus | 35 | 31 | 24 | 24 | - | - | - | - |
| 5 Helserådet | 44 | 38 | 30 | 33 | - | - | - | - |
| 6 Kobbervik gård | 45 | 29 | 32 | 22 | - | - | - | - |
| 7 Fjell | 17 | 18 | 12 | 16 | - | - | - | - |



Figur 9: Samhørende verdier av målte og beregnede konsentrasjoner av SO₂ og NO₂ for vinterhalvåret 1985/86.

Stasjoner: 1 = Strømsø 2 = Fylkeshuset 3 = Åssiden skole
4 = Gilhus 5 = Helserådet 6 = Kobbervik gård
7 = Fjell

I episoder med høye forurensningskonsentrasjoner vil vind- og spredningsforhold ofte variere fra time til time. Svak og varierende vind kan føre til en akkumulering av forurensninger i området dersom vertikalspredningen er dårlig (inversjonsforhold). Metoden som her er benyttet, er en modifisert versjon av en tidligere anvendt modell ved NILU, basert på numerisk løsning av kontinuitetslikningen. Den beskriver konsentrasjonsvariasjonen fra time til time når variasjonen av vind, utslipp og spredningsforhold er kjent. Tabell 11 viser beregnede og målte episodeverdier av SO₂ og NO₂.

Tabell 11: Målte og beregnede konsentrasjoner av SO₂ og NO₂ fra episodeberegninger i perioden 12.-14. februar² 1985.
Enhet: µg/m³.

| | SO ₂ | | | | NO ₂ | | | |
|------------------|-----------------|----------|----------------|----------|-----------------|----------|----------------|----------|
| | 12.-13. feb 85 | | 13.-14. feb 85 | | 12.-13. feb 85 | | 13.-14. feb 85 | |
| | Målt | Beregnet | Målt | Beregnet | Målt | Beregnet | Målt | Beregnet |
| 1 Strømsø | 146 | 75 | 99 | 49 | 135 | 77 | 96 | 60 |
| 2 Fylkeshuset | 74 | 82 | 62 | 53 | 110 | 90 | 69 | 74* |
| 3 Åssiden skole | 84 | 56 | 41 | 34 | 113 | 76 | 67 | 64 |
| 4 Gilhus | 93 | 47 | 40 | 29 | - | - | - | - |
| 5 Helserådet | 113 | 139 | 65 | 83 | - | - | - | - |
| 6 Kobbervik gård | 137 | 63 | 81 | 38 | - | - | - | - |
| 7 Fjell | 39 | 37 | 19 | 24 | - | - | - | - |

*Målte verdier registrert med kontinuerlig registrerende måleapparat.

Episodeberegningene viser i likhet med de langtidsmidlede spredningsberegningene at det beregnes lavere verdier på Strømsø og Kobbervik enn det måles. Ved episodeberegningene ble de observerte vindretningene på Gulskogen benyttet for hele området for hver time. Det ble observert variasjoner i vind og spredningsforhold innenfor beregningsområdet, og vi kan derfor bare vente samsvar i grove trekk når målinger og beregninger sammenlignes.

Spredningsberegningene gir oss holdepunkter for å konkludere med følgende:

For de fleste stedene og under ulike spredningsforhold ble det beregnet lavere konsentrasjoner enn målingene viste, særlig gjaldt dette området omkring Strømsø og Kobbervik gård. Dette gjelder både for langtidsmidlede beregninger og døgnmidlede beregninger. Uoverensstemmelsene kan skyldes lokale vinder som kan virke som en sperre for utluftingen i området eller medvirke til en dreining av vinden langs Drammenselva. En annen mulighet er at det finnes lokale forurensningskilder i området ved Strømsø og Kobbervik gård som ikke er registrert og derved ikke er tatt med i spredningsberegningene.

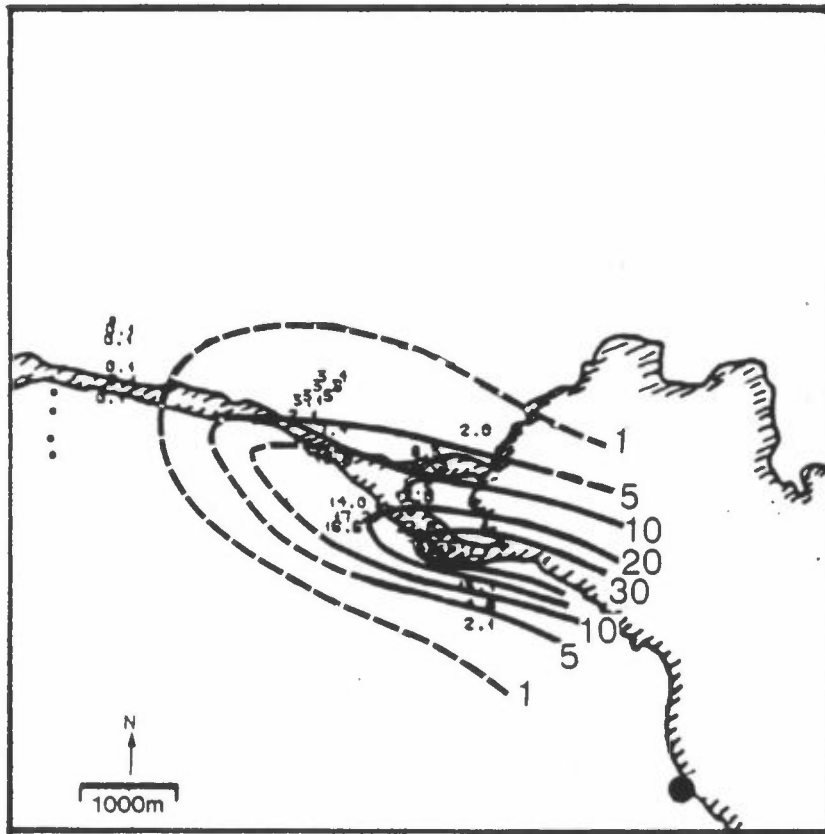
9 SPREDNINGSFORSØK

Som en del av basisundersøkelsen i Drammen ble det i tiden 12.-17. juni 1986 gjennomført spredningsforsøk med sporstoff fra Solumstranda sørøst for Drammen. Hensikten var å undersøke belastningen i Drammen sentrum og Lierdalen som resultat av et eventuelt utslipp på Solumstranda i vær-situasjoner med lokal solgangsvind inn Drammensfjorden. Sporstoffet ble sluppet fra en 10 m høy mast.

Svovelheksafluorid (SF_6) ble brukt som sporstoff. Dette er en ikke-giftig gass som er uløselig i vann og som ikke forekommer naturlig i atmosfæren. Den forsvinner ikke fra lufta ved avsetning på bakken eller utvasking med nedbør, og den nedbrytes bare langsomt ved kjemiske reaksjoner. Den har svært lav påvisningsgrense og kan analyseres over et stort konsentrasjonsområde.

I figur 10 har vi som eksempel vist konsentrasjonsfordelingen ved et av forsøkene 12.6.1986. I dette tilfellet ble sporstoffet hovedsakelig transportert innover mot Drammen. De høyeste konsentrasjonene ble målt på sørsida av elva. Det er også gjort forsøk som har vist transport av sporstoff hovedsakelig mot Lierdalen.

Forsøkene tyder på at ved transport av utslipp nord og nordvestover fra Solumstranda er det gode spredningsforhold for de værforholdene som rådet under forsøkene. Som en følge av dette er bakkekonsentrasjonene i Drammen sentrum og Lierdalen som skyldes utslipp på Solumstranda lave under disse værforholdene. Vindretninger i nivåer over bakkesjiktet og terrengformasjoner er også en bestemmende faktor selv for et såpass lavt utslipp (10 m over bakken) som undersøkt her. De høyeste bakkekonsentrasjonene ble målt ved øst-sørøstlig vind av ca 2 m/s styrke i området ved Rundtom. Bakkekonsentrasjonene var da antakelig høyere utover langs sørsiden av fjorden nærmere utslippet.



Figur 10: Sporstoffobservasjoner.
Enhet: $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

10 RAPPORTOVERSIKT

Denne hovedrapporten gir et sammendrag av basisundersøkelsen i Drammen. Den bygger på følgende delrapporter:

- Bruteig, I.E. Delrapport A. Lavvegetasjon på bjørk.
Lillestrøm 1987 (NILU OR 45/87).
(Rapport nr. 275/87 i Statlig program for
forurensningsovervåking).
- Hagen, L.O. Delrapport B. Meteorologi og luftkvalitet.
Lillestrøm 1987 (NILU OR 46/87).
(Rapport nr. 276/87 i Statlig program for
forurensningsovervåking).
- Haugsbakk, I. Delrapport C. Utslippsdata.
Lillestrøm 1987 (NILU OR 47/87).
(Rapport nr. 277/87 i Statlig program for
forurensningsovervåking).
- Haugsbakk, I. Delrapport D. Spredningsberegninger.
Lillestrøm 1987 (NILU OR 48/87).
(Rapport nr. 278/87 i Statlig program for
forurensningsovervåking).
- Tønnesen, D.A. Delrapport E. Sporstoffundersøkelser.
Lillestrøm 1987 (NILU OR 49/87).
(Rapport nr. 279/87 i Statlig program for
forurensningsovervåking).
- Hagen, L.O.
Henriksen, J.F.
Hoem, K.
Larssen, S. Delrapport F. Eksponeringsberegninger og korrosjon.
Lillestrøm 1987 (NILU OR 50/87).
(Rapport nr. 280/87 i Statlig program for
forurensningsovervåking).
- Dahl, J.E.
Hongslo, J.
Becher, R.
Curnock, K. Delrapport G. Helsevirkninger av luftforurens-
ninger.
Oslo 1987 (Statens Institutt for Folkehelse,
SIFF/TOKS-rapport 01/87).
(Rapport nr. 281/87 i Statlig program for
forurensningsovervåking).
- Hjorthol, R.
Kolbenstvedt, M. Virkninger av luftforurensning på folks dagligliv,
helse og trivsel.
Resultater fra en intervjuundersøkelse i Drammen.
Oslo 1987 (Rapport fra Transportøkonomisk
institutt).

Som grunnlag for luftforurensningers virkninger på helse og miljø henvises det til følgende rapport fra Statens forurensningstilsyn:

Luftforurensning. Virkninger på helse og miljø. En utredning om sammenhengen mellom konsentrasjoner og virkninger av noen vanlige forurensningskomponenter.
Oslo 1982 (SFT-rapport nr. 38).

Tidligere er det utgitt følgende rapporter fra basisundersøkelsen i Drammen:

Haugsbakk, I. Innsamling av utslippsdata til basisundersøkelsen i Drammen.
Lillestrøm 1985 (NILU OR 20/85).

Hagen, L.O. Plan for basisundersøkelse i Drammen 1984-1986.
Schjoldager, J. Lillestrøm 1985 (NILU OR 78/85).

Hagen, L.O. Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Drammen
Schjoldager, J. 1984-1986.
Framdriftsrapport nr. 1 pr. 1. oktober 1985.
Lillestrøm 1986 (NILU OR 5/86).
(Rapport nr. 213/86 i Statlig program for forurensningsovervåking).

Hagen, L.O. Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Drammen
Schjoldager, J. 1984-1986.
Framdriftsrapport nr. 2 pr. 1. august 1986.
Lillestrøm 1986 (NILU OR 70/86).
(Rapport nr. 244/86 i Statlig program for forurensningsovervåking).

Rutinemessige målinger av luftkvalitet (SO₂ og sot) har pågått i Drammen siden 1969. Resultatene er presentert i årsrapporter fra Norsk Brændselolje A/S, Sentrallaboratoriet ved Lier Sykehus og Næringsmiddelkontrollen i Drammen. Fra 1973 er disse data også tatt med i NILUs kvartals- og årsrapporter for tilsvarende målinger over hele landet. Dette prosjektet, "Rutineovervåking av luftforurensning", er en del av Statlig program for forurensningsovervåking, som administreres av Statens forurensningstilsyn.

VEDLEGG A

Forslag til framtidig måleprogram for luftkvalitet

FORSLAG TIL FRAMTIDIG MÅLEPROGRAM FOR LUFTKVALITET

Basisundersøkelsen i Drammen gir blant annet grunnlag for utforming av framtidig overvåkingsprogram. Målingene bør omfatte de stoffene og områdene hvor foreslåtte grenseverdier vanligvis overskrides.

De gjennomførte målingene av luftkvalitet og beregningene av konsentrasjonsfelt gir en god oversikt over luftkvaliteten i Drammen og dens variasjoner i rom og tid. Utslippskartleggingen og spredningsberegningene gir i tillegg oversikt over hvilke kildegrupper som gir hovedbidragene til konsentrasjonen av ulike forurensningsstoffer.

Basisundersøkelsen har vist at biltrafikken og oljefyring gir de største bidragene til luftforurensningen i Drammen. Problemene er derfor hovedsakelig knyttet til sentrumsområdene, der konsentrasjonen av biltrafikk, fyringsutslippet og befolkningsmengden er størst. Disse områdene må dekkes av den framtidige overvåkingen.

Det rutinemessige overvåkingsprogrammet i Drammen har fram til nå omfattet tre målestasjoner og stoffene SO₂, sot og bly.

Den rutinemessige overvåkingen har til nå omfattet målinger av SO₂ og sot hele året (døgnmiddelverdier) på Helserådet i sentrum og de samme stoffene på Kobbervik gård og Fjell i vinterhalvåret. Kobbervik ligger sørvest for og utenfor selve sentrumsområdet, mens Fjell ligger rundt 150 m over dalbunnen ca 3 km sør-sørvest for sentrum. Helserådet inngår i det statlige overvåkingsprogrammet, mens de to andre stasjonene er en del av den lokale overvåkingen. Alle stasjonene drives av Næringsmiddelkontrollen i Drammen. Analyser av bly på filtrene fra Helserådet er utført siden 1977, mens øvrige målinger i Drammen har foregått siden før 1970, i begynnelsen med et større antall stasjoner.

Det nåværende måleprogrammet bør fortsette på én stasjon i sentrumsområdet. Måleprogrammet bør utvides med NO₂ og svevestøv.

Målingene i Drammen har vist høyere konsentrasjoner av alle stoffer i sentrumsområdet enn utenfor sentrum på stasjoner som ikke er direkte eksponert for biltrafikk. Det er også målt høye konsentrasjoner av CO, NOx og PAH ved E-76 mot Hokksund, men det er likevel trolig at målinger ved veier i sentrum ville gitt enda høyere verdier.

I oktober 1986 ble stasjonen på Helserådet flyttet til Engene (Rådhuset). Engene er hovedtrafikkåren mot Hokksund (E-76) gjennom byen. Målingene omfatter nå som på Helserådet, SO₂, sot og bly. I tillegg er det startet målinger av NO₂ på denne og ytterligere åtte stasjoner i andre byer over hele landet fra 1. oktober 1986. NO₂-målingene på disse stasjonene er startet som et resultat av de basisundersøkelsene som er gjennomført til nå i Sarpsborg, Fredrikstad, Bergen, Mo i Rana og Drammen.

Siden også konsentrasjoner av svevestøv overskrider grenseverdier, bør slike målinger vurderes innført på stasjonen i Engene. Det bør også vurderes nærmere å innføre kontinuerlige målinger av CO og NOx på denne stasjonen for å følge utviklingen av forurensninger fra biltrafikken. På denne måten kan en få konstatert i hvilken grad framtidige skjerpede avgasskrav for biler reduserer luftforurensningen.

Målingene på Fjell har vist konsentrasjoner godt under foreslåtte grenseverdier. Målingene på denne stasjonen er derfor avsluttet.

Målingene på Kobbervik har vist relativt høye verdier, men som regel litt lavere enn i sentrum. Samvariasjonen med sentrum har også vært god. Selv om nivået er relativt høyt på denne stasjonen, er det derfor ikke nødvendig å fortsette målingene her. Vi mener at utviklingen i Drammen kan følges godt nok ved en stasjon i sentrum. Det er ikke gjennomført målinger på Kobbervik etter at basisundersøkelsen ble avsluttet.

VEDLEGG B

Prosjektbeskrivelse. Måleprogram

PROSJEKTBEKRIVELSE

Basisundersøkelsen i Drammen tok utgangspunkt i aktuelle virkninger av luftforurensninger.

Undersøkelsen i Drammen var "virkningsorientert", dvs. det ble tatt utgangspunkt i aktuelle virkninger av luftforurensning. Målinger, beregninger og observasjoner er gjort for å belyse virkningene nærmere.

En basisundersøkelse bør dessuten gi

- a) informasjon om luftforurensningsnivå sammenlignet med andre steder,
- b) grunnlag for å vurdere tiltak mot luftforurensning, og
- c) grunnlag for å vurdere rutinemessig overvåking av luftkvaliteten i framtida.

Pkt. a) innebærer at noen mulige "problemstoffer" måles selv om deres virkninger ikke er skikkelig kjent. Pkt. b) betyr at sammenhenger mellom utslipp og luftkvalitet bestemmes. Pkt. c) betyr at representative målesteder må finnes, og en del viktige stoffer følges over lengre tid.

Virkninger av luftforurensning kan deles inn i seks hovedtyper:

Helse
Trivsel
Jordsmonn og terrestrisk liv
Vannkvalitet og akvatisk liv
Materialer
Klima

En kortfattet oversikt over hvilke stoffer som gir disse virkningene, er gitt i tabell 12.

Tabell 12: Sammenheng mellom stoffer og virkningstyper.

| Virkningstype | Svovel- forb. | Nitrogen- forb. | Halogen- forb. | Karbon- forb. | Metal- ler | Partik- ler | Oksi- danter |
|----------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Helse | SO ₂ H ₂ S Sulfat | NO ₂ | Fluorid HCl Org.F Org.Cl | CO PAH Benzen Alde- hyder Sot | Pb Cd Hg As Cr | Sveve- støv | O ₃ PAN |
| Trivsel | Org.S H ₂ S | Org. N | | Lukt- forb. Sot | | Støv- fall Sveve- støv | |
| Jordsmonn, terrestrisk liv | SO ₂ Sulfat | NO ₂ Ammonium | Fluorid | Etylen | Ni Cu V Zn | | O ₃ PAN |
| Vannkvalitet, akvatisk liv | SO ₂ Sulfat | Nitrat Ammonium | Org.Cl | | Pb Hg | | |
| Materialer | SO ₂ H ₂ S Org.S | NO ₂ | HCl | | | | O ₃ |
| Klima | Sulfat | NO ₂ Nitrat Ammonium | Org.F Org.Cl | Sot CO CO ₂ | | Sveve- støv | O ₃ |

Luftveislidelser

Grunnlagsdata er forekomst av luftveislidelser innsamlet av Helseavdelingen i Drammen kommune, samt målte eller beregnede luftkonsentrasjoner av svoveldioksid, sot, svevestøv og nitrogendioksid. Helsevurderingen er gjort av Statens Institutt For Folkehelse (SIFF).

Eksponering av karbonmonoksid

Bærbare CO-målere er brukt til å måle den virkelige CO-eksponeringen til personer med ulikt atferdsmønster. Dessuten er en modell for sammenheng mellom CO-konsentrasjoner i luft og i blod brukt til å sammenlikne beregnet og målt CO-opptak. Undersøkelsen ble gjennomført vinteren 1986 i samarbeid med Helseavdelingen i Drammen kommune.

Undersøkelsen er gjennomført som en separat problemundersøkelse, men er av praktiske grunner utført samtidig med basisundersøkelsen.

Vurdering av lungekreft

Datagrunnlag er forekomst av lungekreft og luftkonsentrasjoner av PAH og andre mutagene stoffer. Mutagenitet er bestemt av Senter for industriforskning (SI), Det Norske Radiumhospital og Institutt for Kreftforskning. Vurderingen av lungekreft er foretatt av Radiumhospitalet og SIFF.

Lukt, nedsmussing og trafikkstøy

Lukt, nedsmussing og trafikkstøy virker inn på folks trivsel. Nedsmussing kan måles som sot, svevestøv eller støvfall. I tillegg til støvmålinger ble det gjennomført en spørreundersøkelse for å bestemme hvordan luftforurensninger og trafikkstøy virker inn på folks trivsel. Undersøkelsen ble utført av Transportøkonomisk institutt (TØI) og Statistisk sentralbyrå (SSB) i samarbeid med NILU og Sosialøkonomisk institutt ved Universitetet i Oslo. Undersøkelsen ble gjennomført vinteren 1986.

Korrosjon

Svoveldioksid ble antatt å være den mest korrosive luftforurensningen i Drammen. Virkningen ble målt ved eksponering av ulike metallplater. Sammenhengen mellom SO_2 -konsentrasjon og korrosjonshastighet er brukbart kjent. Det ble satt opp metallplater på et målested i Drammen sentrum for å undersøke om de vanlig brukte sammenhengene var i samsvar med målingene der.

Skade på vegetasjon

Visse lavarter er ømfintlige for luftforurensning, særlig SO_2 . En undersøkelse av lavforekomst ble antatt å si en del om fordelingen av SO_2 . En slik undersøkelse ble gjennomført sommeren 1985 av Botanisk institutt, Universitetet i Trondheim.

Høyere vegetasjon, særlig bartrær, kan påvirkes av luftforurensning, særlig SO₂ og ozon. Trær kan imidlertid også påvirkes av naturlige forhold, særlig tørke. Parkvesenet og Skogvesenet i Drammen har vurdert skader på vegetasjon på grunn av luftforurensning i Drammen.

Tungmetaller

Det har vært framholdt at gartnerier i Lierdalen kan slippe ut tungmetaller fra fyring. Dette ble undersøkt ved at bly og kadmium i luft ble målt på en stasjon i Lier (Gilhus).

Måleprogrammet omfattet luft- og nedbørkvalitet, korrosjon og spredningsforhold.

Måleprogrammet skulle gi nødvendige data for å bestemme de virkningene av luftforurensninger som er omtalt foran. Dessuten skulle målingene gi informasjon om luftforurensningsnivået sammenliknet med andre steder, gi grunnlag for å vurdere tiltak mot forurensninger og gi grunnlag for å vurdere et framtidig rutinemessig måleprogram.

Måleprogrammet var omfattende både for luftkvalitet og meteorologi. En detaljert beskrivelse er gitt i annen del av dette vedlegget.

Beregninger er utført for å knytte sammen utslipp av luftforurensende stoffer og luftkvalitet.

Beregningene gir informasjon om

- romlig fordeling av forurensning,
- bidrag fra ulike utslippskategorier og enkeltkilder, og
- konsekvenser av framtidige utslippsendringer.

Sammen med kart over befolkningsfordeling har spredningsberegningene vist hvor mange mennesker som utsettes for ulike forurensningskonsentrasjoner. Spredningsberegningene er gjort for SO₂ og NO₂. Det er benyttet gaussiske modeller som beregner spredning fra punkt- og arealkilder.

For å vurdere spredningen av forurensninger fra et mulig forbrenningsanlegg er det utført en sporstoffundersøkelse.

Et viktig spørsmål å få avklart var hvor forurensninger fra et mulig forbrenningsanlegg på Solumstranda ble transportert ved sørlig vind i Drammensfjorden. Hvor stor del av forurensningene bringes opp Lierdalen, og hvor mye føres oppover langs Drammenselva? Vindmålingene i basisundersøkelsen var ikke tilstrekkelig til å gi skikkelig svar på dette.

Det er derfor gjennomført en sporstoffundersøkelse, der svovelheksafluorid (SF_6) ble sluppet ut ved Solumsstranda og målt i Lierdalen og langs Drammenselva. Undersøkelsen foregikk over noen dager sommeren 1986 med sørlig vind (sjøbris) i fjorden.

Utslippene av luftforurensende stoffer i området er kartlagt

Kartlegging av utslipp foregikk i hovedsak som i tidligere basisundersøkelser. De viktigste utslippskategoriene er industri, husoppvarming og transport. Spesielt for Drammen er treforedlingsindustrien langs Drammenselva, en relativt stor havnetrafikk og riksveg E-76 (og til dels E-18) gjennom byen.

Data for forbruk av fossilt brensel er skaffet fra ca. 350 utslippssteder i Drammen. Disse forbrukstallene ga grunnlag for å beregne utslippet av de viktigste forurensningene. Utslippene ble fordelt i et rutenett på 500 m x 500 m. Spredningsberegningene dekket det samme rutenettet.

Trafikktellingsdata er mottatt fra Byplankontoret i Drammen.

Planleggingen av prosjektet startet ved årsskiftet 1983/84, feltundersøkelsene ble avsluttet i 1986, og rapporteringen ble avsluttet i 1987.

Figur 11: Prosjektframdrift.

| | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 |
|------------------------------------------|------|------|------|------|
| Prosjektplanlegging | | | | |
| Måleprogram, luftkvalitet og meteorologi | | | | |
| Utslippsoversikter | | | | |
| Spredningsmodeller-/beregninger | | | | |
| Eksponeringsberegninger | | | | |
| Korrosjonsundersøkelse | | | | |
| Øvrige virkningskategorier | | | | |
| Framdriftsrapporter | | * | * | |
| Avsluttende rapportering | | | | |

MÅLEPROGRAM

Målingene omfattet luftkvalitet, nedbørkvalitet, spredningsforhold (meteorologiske målinger) og korrosjon.

Målingene av luft- og nedbørkvalitet foregikk i 3-6 vintermånedene og 3 sommermånedene, mens målingene av spredningsforhold og korrosjon foregikk i hele perioden fra desember 1984 til mars 1986. Måleperiodene er vist i figur 12, og kart over målestedene er vist i figur 13.

| | 19 84 | 1985 | | | | | | | | | | | 1986 | | | |
|------------------|----------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|---|---|---|
| LUFTKVALITET | D | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | J | F | M |
| 1 Strømsø | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 Fylkeshuset | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 Åssiden skole | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Gilhus | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 Helserådet | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 Kobbervik gård | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 Fjell | | | | | | | | | | | | | | | | |
| METEOROLOGI | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A Gulskogen | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B Gilhus | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C Solumstranda | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D Bråtan | | | | | | | | | | | | | | | | |

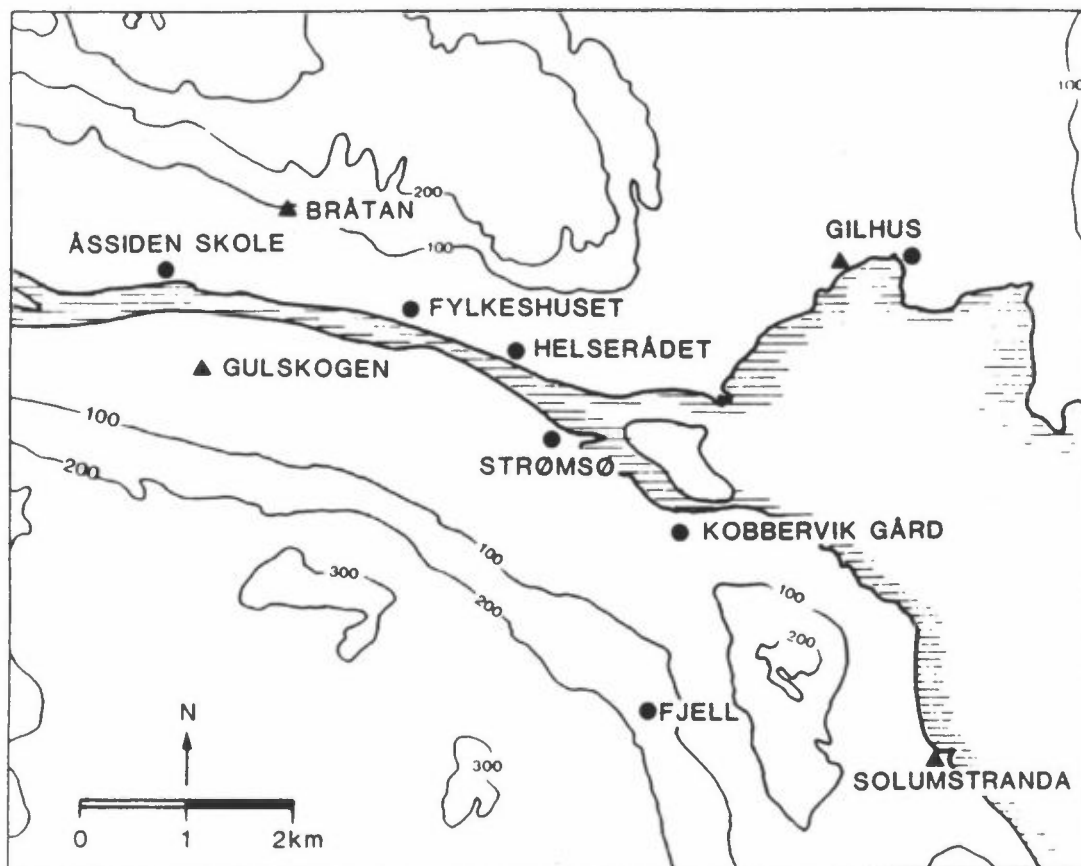
Figur 12: Måleprogram luftkvalitet og meteorologi.

Luftkvalitetsmålingene på hver stasjon var forskjellig, avhengig av formålet med undersøkelsen.

Et sammendrag av måleprogrammet for luftkvalitet er vist i tabell 13. Følgende stasjoner ble valgt ut:

1. Strømsø

Dette var en stasjon nær Drammen sentrum som antas representativ for sentrumsområdet. Stasjonen ble plassert på et hustak, ca. 15 m over bakken, og den var derfor ikke direkte trafikkpåvirket. Trafikken bidrar imidlertid til den generelle byforurensningen.



Figur 13: Stasjonsplassering i Drammen.

- Luftkvalitet
- ▲ Meteorologi

2. Fylkeshuset

Målingene foregikk på nabotomta til Fylkeshuset, langs E-76. Denne stasjonen var trafikkpåvirket og antas representativ for boligene langs E-76 utenfor selve bysentrum.

3. Åssiden skole

På dette stedet ble det målt svoveldioksid og sot fra 1979 til 1981. Stedet anses representativt for den vestre delen av Drammen.

4. Gilhus

Stedet ligger på Lierstranda og anses egnet til å måle forurensning fra gartnerier. Målinger av SO_2 er tidligere utført her i sommerhalvåret 1973.

5. Helserådet

Målestedet ligger nær Bragernes torg og er en del av "Statlig program for forurensningsovervåking", som finansieres av SFT. Målestedet er noe trafikkpåvirket, selv om E-76 ikke lengre går forbi stedet.

6. Kobbervik gård

Næringsmiddelkontrollen i Drammen har målt SO₂ og sot rutinemessig i vinterhalvåret gjennom mange år.

7. Fjell

Også på denne stasjonen har Næringsmiddelkontrollen målt SO₂ og sot i vinterhalvåret i noen år. Stedet ligger ca. 150 m over dalbunnen. Stasjonen ble opprettet i 1983 for å måle belastningen fra et lokalt forbrenningsanlegg i boligområdet på Fjell.

Tabell 13: Måleprogram for luft- og nedbørkvalitet og korrosjon på de enkelte stasjonene.

| Måleperioder | Kontinuerlig registrering | Døgnmiddelverdier, hvert døgn | | | | | | | Uke- middel- verdier | Døgnmiddel- verdier, hvert 8. døgn | Månedsmiddel- verdier | Korrosjon |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----|-----------------|----|----------------|-----------|----------------|----------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|-----------|
| 01.12.1984-01.03.1985 01.05.1985-01.08.1985 01.10.1985-01.04.1986 (Kont. registrering bare i des, jan og feb i siste periode) | NO _x NO ₂ CO | SO ₂ | Sot | NO ₂ | Pb | Cd | Svevestøv | Nedbør | PAH Benzen HCl | Støvfall | Eksp. Aero- plater sol- felle | |
| 1 Strømsø | | X | X | X | | | X | X ¹ | X X X | X | X X | |
| 2 Fylkeshuset | X X X | X | X | X | | | X | | X X | X | | |
| 3 Åssiden skole | | X | X | X | | | | | | X | | |
| 4 Gilhus | | X | X | | X | X | | | | X | | |
| 5 Helserådet | | X | X | | | X ² | | | | | | |
| 6 Kobbervik gård | | X | X | | | | | | | | | |
| 7 Fjell | | X | X | | | | | | | | | |

1 Analyseres på mengde (mm), SO₄, Mg, Cl, Cd, Pb, pH.

2 Analyseres rutinemessig i februar og august (overvåkingsstasjon).

Hovedhensikten med de meteorologiske målingene var å kartlegge spredningsforholdene og å vurdere representativiteten av undersøkelsesperioden.

Et sammendrag av måleprogrammet for de meteorologiske målingene er vist i tabell 14. Følgende stasjoner ble valgt ut:

A. Gulskogen

Dette var hovedstasjonen for måling av spredningsforhold. Stedet anses representativt for hoveddalføret. I en mast på 25 m ble vindstyrke, vindretning og temperatur målt i flere høyder. Dessuten ble turbulens og relativ fuktighet målt.

B. Gilhus

Stedet anses representativt for Lierstranda og nedre del av Lierdalen. Måling av vindretning og vindstyrke skjedde 10 m over bakken. Tilsvarende målinger ble utført sommerhalvåret 1973 på en stasjon bare noen hundre meter unna.

C. Solumstranda

Stedet har vært nevnt som mulig plass for forbrenningsanlegg. Måling av vindretning og vindstyrke ble foretatt 10 m over bakken.

D. Bråtan

Stedet ligger 100 m over dalbunnen. Temperaturmåling der og på Gulskogen gir informasjon om atmosfærisk stabilitet.

Tabell 14: Måleprogram for meteorologi på de enkelte stasjonene. Alle parametre gis som timesmiddelverdier.

| Måleperiode: 1.12.1984-1.4.1986 | | Vindretning | | Vindstyrke | | Temperatur | | Temperatur- differens 25 m-10 m | Turbulens 25 m | Relativ fuktighet 2 m |
|------------------------------------|--------------|-------------|------|------------|------|------------|------|---------------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| | | 10 m | 25 m | 10 m | 25 m | 2 m | 10 m | | | |
| A | Gulskogen | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| B | Gilhus | X | | X | | | | | | |
| C | Solumstranda | X | | X | | | | | | |
| D | Bråtan | | | | | X | | | | |

VEDLEGG C

Grenseverdier for luftkvalitet

GRENSEVERDIER FOR LUFTKVALITET

Nedenfor har en gjengitt sammendraget i SFT-rapport nr. 38: "Luftforurensninger. Virkninger på helse og miljø".

En arbeidsgruppe ble opprettet av Statens forurensningstilsyn i 1979. Gruppen har på grunnlag av litteraturstudier beskrevet sammenhengen mellom luftforurensning og skadevirkninger på helse og miljø (dose-effektforhold) for stoffene svoveldioksid (SO_2), svevestøv, nitrogen-dioksid (NO_2), karbonmonoksid (CO), fotokjemiske oksidanter, bly og fluorider. For samtlige stoffer, unntatt bly, har gruppen angitt luftkvalitetsgrenseverdier for helsevirkninger. For noen av komponentene oppstår skade på dyr eller vegetasjon ved tilsvarende eller lavere nivåer enn for helseskade. For disse stoffer har gruppen angitt grenseverdier også for slike virkninger. Grenseverdier for vegetasjonsskade er angitt for SO_2 , fotokjemiske oksidanter og fluorid og grenseverdier for skade på dyr er angitt for fluorid.

Med "grenseverdier for helsevirkninger" for et stoff menes her et eksponeringsnivå (den mengden av forurensning) som man ut fra nåværende viten antar befolkningen kan utsettes for uten at helsevirkninger forekommer. Det er regnet med samvirke mellom stoffet og vanlig forekomst av de andre omtalte forurensninger. Det er tatt hensyn til spesielt følsomme grupper i befolkningen.

Grenseverdiene for skade på vegetasjon og dyr skal oppfattes på tilsvarende måte.

Gruppens oppgave har ikke vært å legge fram forslag til nasjonale bestemmelser om luftkvalitet (normer), men å presentere det kunnskapsgrunnlag om virkninger på helse og miljø som er nødvendig for å fastsette slike bestemmelser.

Arbeidsgruppen ønsker å fremheve at dagens kunnskaper om de ovennevnte stoffers dose-effektforhold er mangelfulle. Ved valget av de foreslåtte grenseverdier er det derfor benyttet en sikkerhetsfaktor på mellom 2 og 5 for de ulike forurensningskomponenter. Dette betyr at man må opp i 2-5 ganger høyere eksponeringsnivåer enn de angitte grenseverdier før det med sikkerhet er konstatert skadelige effekter.

Selv ved dette terskelnivået, er effektene på grensen av hva man kan påvise med dagens teknikk. De angitte grenseverdier bør derfor ikke tolkes slik at nivåer over grensen er definitivt farlige, mens lavere nivåer ikke kan medføre skader.

Arbeidsgruppen gjør videre oppmerksom på at forurenset luft vanligvis også inneholder andre skadelige komponenter enn de som her er omtalt. At grenseverdiene overholdes er derfor ingen garanti for at den forurensete luft er uten skadevirkninger.

I de tilfeller gruppen ikke har funnet grunnlag for å fastsette en bestemt verdi, er det angitt et konsentrasjonsområde.

I det etterfølgende oppsummeres de angitte grenseverdier i tabellform. Tallverdiene bør ikke anvendes uten at dette skjer i sammenheng med den ledsagende tekst i rapporten.

Bly

For bly har gruppen ikke funnet grunnlag for å angi en grenseverdi for luftkvalitet. Årsaken til dette er at blybelastningen ved direkte innånding bare representerer en mindre del av den totale blybelastning hos en person.

Blyinnholdet i blod kan benyttes som en indikator på den samlede blybelastning. Det datamaterialet gruppen har samlet inn tyder på at nedre grense for helseeffekter ligger på følgende blod-blynivåer:

| | |
|----------------------|------------------------------------|
| Hos barn og gravide | 30-40 $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ |
| Hos voksne for øvrig | 40-50 $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ |

Utslipp av bly til luft kan føre til økt blybelastning både ved direkte innånding av bly i svevestøv og ved inntak av avsatt blyholdig støv i gater, forretninger, boliger, på gjenstander og matvarer. Især vil småbarn lett få i seg slikt blyholdig støv. Barn som vokser opp i bymiljøer der gjennomsnittkonsentrasjonene av bly i luften over lang tid er mer enn $2-3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vil ha påvisbar økning av blynivået i blodet og hos enkelte vil det forekomme blypåvirkning av betydning for helsen.

OVERSIKT OVER GRENSEVERDIER FOR LUFTKVALITET ANGITT AV ARBEIDSGRUPPEN

| Stoff | Måleenhet/ metode | Virkning på | Midlingstid | | | | |
|------------------------------------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-----|---------|-----------------------|---------|
| | | | 1 h | 8 h | 24 h | 30 d | 6 mndr. |
| Svoveldioksid (SO ₂) ^{a)} | µg/m ³ | Helse | | | 100-150 | | 40-60 |
| Svevestøv ^{a)} | " | Vegetasjon | | | 100-150 | | 40-60 |
| Svoveldioksid (SO ₂) | " | Vegetasjon | 150 | | 50 | | 25 |
| Nitrogendioksid (NO ₂) | µg/m ³ | Helse | 200-350 | | 100-150 | | 75 |
| Karbonmonksid (CO) | mg/m ³ | Helse | 25 | 10 | | | |
| Fotokjemiske oksidanter | mg/m ³ | Helse | 100-200 | | | | |
| " " | målt ved ozoninn- holdet | Vegetasjon | 200 | | | | |
| Fluorider ^{b)} | µg F pr. m ³ | Helse | | | 25 | 0,2-0,4 ^{d)} | 10 |
| Fluorider ^{b)} | | Dyr | | | | | |
| Fluorider ^{c)} | | Vegetasjon | | | 1,0 | | 0,3 |

a) Virkningen av de to komponentene forsterker hverandre når de kommer i luften. Forslaget til grenseverdier forutsetter at den forurensede luften inneholder begge komponenter.

b) Grenseverdi for totalfluorid.

c) Grenseverdi for gassformig fluorid.

d) Utgangspunkt for luftkvalitetsgrenseverdien er at høy og beitegras bare unntaksvis bør inneholde mer enn 30 mg fluor pr. kg tørrstoff. Dette er anslått til å svare til en konsentrasjon av totalfluorid av størrelsesorden 0,2-0,4 µ F pr. m³ luft.

Fra St.meld. nr. 51 (1984-85) "Om tiltak mot vann- og luftforurensninger og om kommunalt avfall" har en tatt med følgende om virkninger av og årsaker til luftforurensning (side 26-27):

- Svoveldioksid (SO₂) stammer først og fremst fra forbrenning av olje og kull, men også fra enkelte typer industri som treforedling, raffinerier og smelteverk. SO₂ virker irriterende på slimhinner og øker risikoen for luftveissykdommer. I høye konsentrasjoner kan SO₂ medføre økt sykkelighet og dødelighet for eldre og personer med kroniske luftveislidelser. Virkningen av SO₂ forsterkes av høye konsentrasjoner av svevestøv og sot.

- Svevestøv og sot stammer først og fremst fra forbrenningsprosesser, men i enkelte områder kan industriprosesser også gi betydelige bidrag. Særlig de minste partiklene anses å kunne gi helsevirkninger, ettersom de kan trekkes helt ned i lungene, og ofte fungerer som bærere av stoffer som virker kreftfremkallende eller kan gi arvelige skader.

- Nitrogenoksider (NO_x) kommer først og fremst fra forbrenningsprosesser, og vegtrafikk er i Norge den dominerende kilde. Produksjon av salpetersyre og kunstgjødsel medfører lokalt betydelige utslipp. Nitrogendioksid (NO₂) gir økt luftveismotstand og økt fare for luftveisinfeksjoner.

- Karbonmonoksid (kulløs, CO) kommer først og fremst fra bensinbiler. Ved høye konsentrasjoner reduseres blodets evne til å ta opp oksygen. Dette medfører redusert oppmerksomhet og konsentrasjonsevne og nedsatt arbeidsevne og utholdenhet. Hjertekrampepasienter kan få økt risiko for anfall.

- Bly kan påvirke menneskers helse gjennom direkte innånding eller ved inntak av drikkevann og mat. Blyet kommer i all hovedsak fra bruk av blyholdig bensin. Bly akkumuleres i kroppen og ved lengre tids eksponering kan virkninger som endret atferd, nedsatt intelligens og frukbarhet, anemi og økt risiko for spontan abort opptre.

- Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) slippes ut i atmosfæren fra biltrafikk, aluminiumverk, koksverk, samt anlegg for forbrenning av fossilt brensel, ved og avfall. Flere av tjærestoffene kan være kreftfremkallende.

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
 NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH
 POSTBOKS 64, N-2001 LILLESTRØM

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT | RAPPORTNR. OR 51/87 | ISBN-82-7247-842-0 | |
| DATO DESEMBER 1987 | ANSV. SIGN. <i>J. Schjorup</i> | ANT. SIDER 76 | PRIS kr 60,- |
| TITTEL Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Drammen 1984-1986. Hovedrapport | | PROSJEKTLEDER L.O. Hagen | NILU PROSJEKT NR. O-8342 |
| FORFATTER(E) Leif Otto Hagen | | TILGJENGELIGHET A | OPPDRAGSGIVERS REF. M. Steen, SFT |
| OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep 0032 Oslo 1 | | | |
| 3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Basisundersøkelse Luftkvalitet Drammen | | | |
| REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Sot og NO ₂ er de største luftforurensningsproblemene i Drammen. Biltrafikken gir hovedbidraget til utslipp av NO _x og partikler. anbefalte grenseverdier for sot, NO ₂ , SO ₂ og CO overskrides på kalde dager med dårlige spredningsforhold. Det er ingen holdepunkter for at luftforurensningen representerer noe stort helsemessig problem. | | | |

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TITLE Air Pollution Evaluation in Drammen 1984-1986. |
| ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines) Soot and NO ₂ constitutes the main air pollution problem in Drammen. Automotive traffic is the main source of NO _x and particles. Recommended air quality guidelines are exceeded on cold days with poor dispersion. There are no indications that air pollution causes health problems in the area. |

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