



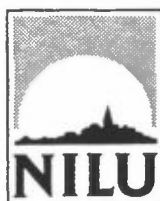
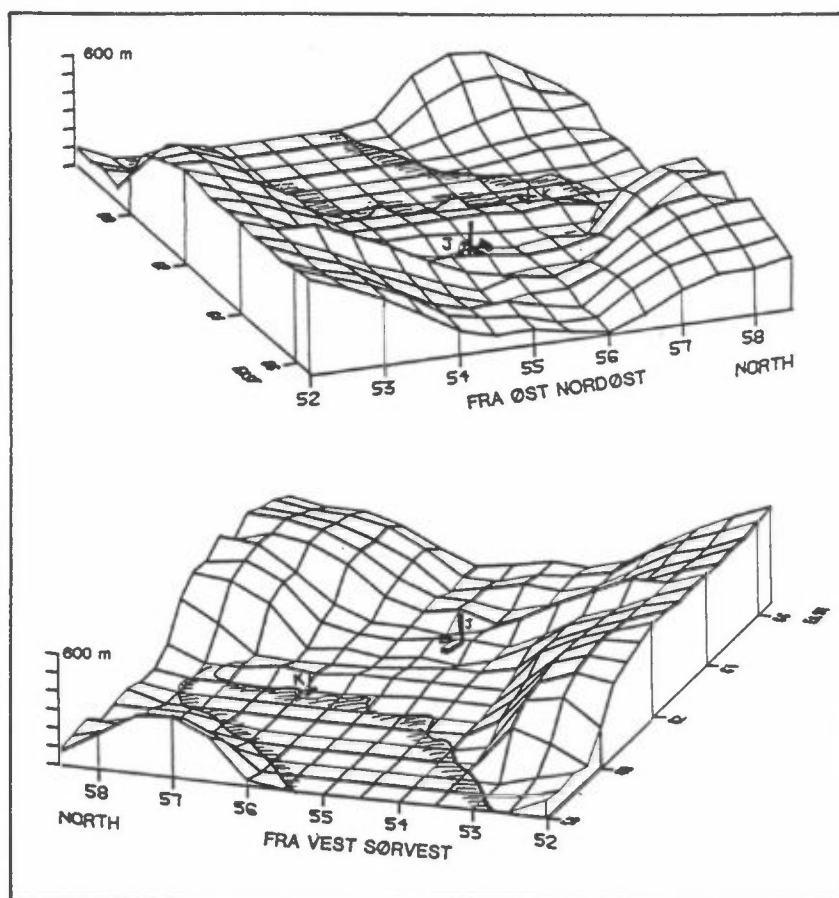
Statlig program for
forurensningsovervåking

RAPPORT NR 250/86

Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

BASISUNDERSØKELSE AV LUFTKVALITETEN I MO I RANA 1983 – 1985 SLUTTRAPPORT



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
Norwegian Institute For Air Research
POSTBOKS 64 — N-2001 LILLESTRØM — NORWAY



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 : 44/87
REFERANSE: O-8220
DATO : JULI 1987
ISBN : 82-7247-833-1

BASISUNDERSØKELSE AV LUFTKVALITETEN
I MO I RANA 1983-1985
SLUTTRAPPORT

B. Sivertsen

Utført på 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) i perioden 1983 til 1985 gjennomført en basisundersøkelse av luftkvaliteten i Mo i Rana. Undersøkelsen inngår som en del av Statlig program for forurensningsovervåking.

I tillegg til SFT har representanter fra A/S Norsk jernverk, A/S Norsk Koksverk og Rana Kommune deltatt i planleggingen og deler av gjennomførelsen av basisundersøkelsen. Undersøkelsen er også støttet økonomisk av de nevnte bedriftene og Rana Kommune.

Hensikten med basisundersøkelsen har vært å :

- kartlegge forurensningsnivået
- peke på problemer
- kvantifisere forskjellige kilders betydning
- gir grunnlag for å vurdere tiltak mot luftforurensningene
- skissere et fremtidig overvåkingsprogram.

I tillegg til denne hovedrapporten er det utgitt fire delrapporter som omhandler:

A: Meteorologi og spredning	SFT-rapport 251/86
B: Luftkvalitet	SFT-rapport 252/86
C: Spredningsforsøk	SFT-rapport 253/86
D: Modellberegninger	SFT-rapport 254/86

Rapportene kan fås ved henvendelse til Statens forurensningstilsyn.

Konklusjon

Industriutslippene i Mo representert ved støvutslippene fra A/S Norsk Jernverk og utslipp av organiske forurensninger (PAH) fra A/S Norsk Koksverk forårsaker de største luftforurensningsproblemene i området.

Følgende oversikt gir en rangering av de undersøkte luftforurensingene i Mo.

Forurensning	Nivå	Kilde(r)/årsak
Støvfall	Svært høyt	Stålverket/jernverket
PAH	Til tider høyt	Koksbatteri/koksverket biltrafikk om vinteren
Svevestøv	Vanligvis under G, til tider over G	Vesentlig jernverket. Biltrafikk og koksverket i perioder og i enkelte områder
NO ₂ (nitrogendioksid)	Middels nivå i sentrum,	Biltrafikk
SO ₂ (svoveldioksid)	Lavt til middels, aldri opp mot G	Industriutslipp og husoppvarming

G = forslag til grenseverdier (SFT, 1983).

PROBLEMETS OMFANG

Kildene til de største forurensningsproblemene er vist å være jernverket (for støvfall og svevestøv) og koksverket (for organiske PAH-forbindelser). Husoppvarming og biltrafikken bidrar til tider til de SO_2 -, NO_2 - og PAH-konsentrasjonene som ble målt over Mo sentrum.

Støvfallet representerer et nedsmussings- og trivselsproblem, som når det forekommer i så sterk grad som i Mo, krever at det iverksettes tiltak for å redusere denne plagen.

Mange av de organiske luftforurensingene, PAH-forbindelser, inneholder kreftfremkallende stoffer. Hvis konsentrasjonene varer over så lange tider at eksponeringen til befolkningen blir høy nok, kan dette føre til helsemessige konsekvenser. Vi vet for lite om nivåer, sammensetning og eksponering i Mo. Basisundersøkelsen har pekt på at det kan være nødvendig å studere problemet nærmere.

Benzo(a)pyren (BaP) har vært brukt som mål for mengden kreftframkallende stoffer i atmosfæren. Konsentrasjonene av BaP målt ved E6 og Sentrum i Mo varierte mellom 0 og 16 ng/m^3 . Ved Selfors ble det om sommeren målt ca. 5 ng/m^3 i middel over 7 dager. BaP-nivået i Mo var omtrent som i andre større byer i Norge.

SO_2 og svevestøv som opptrer samtidig i lufta, kan i høye nok konsentrasjoner føre til forventet økt sykkelighet hos utsatte grupper, som eldre og pasienter med hjerte- eller lungelidelser. Nivåene antas ikke å være så høye i Mo, men det er grunn til å fortsatt overvåke utviklingen av luftkvaliteten m.h.t. disse komponentene.

TILTAK

Ved Norsk Jernverk er det satt igang en del tiltak for å redusere støvutslippene. Dette gjelder i første omgang primærrensing av ovner på stålverket. Dessuten vil det bli krevd sekundærrensing av en ny elektrostaalovn, som har erstattet tre mindre ovner.

Etter basisundersøkelsen er dessuten støvutslipp fra 2 råjernovner og fra pelletverk opphørt ved nedleggelse av disse enhetene.

Ved Norsk Koksverk må det gjøres noe med de store diffuse utslippene av PAH. Her er det lagt fram en handlingsplan for perioden 1987-89, som gjennom modernisering og reparasjonstiltak kan føre til at PAH-utslipp og røykutslipp for øvrig fra koksbatteriene blir tilfredsstillende redusert.

FRAMTIDIG OVERVÅKING

For å klarlegge virkningene av tiltak og behov for eventuelle ytterligere tiltak, er det nødvendig med en oppfølging av basisundersøkelsen. Et framtidig overvåkingsprogram bør inneholde; støvfall ved 3-4 stasjoner, svevestøvmålinger ved minst én stasjon, PAH-målinger i utvalgte perioder samt SO₂ som en vanlig overvåkingsstasjon og i korte perioder kontinuerlig.

INNHOOLD

	Side
FORORD	1
KONKLUSJON	3
1 INNLEDNING	9
2 UNDERSØKELSESONRÅDET	9
3 BASISUNDERSØKELSEN, MÅL OG MIDLER	11
4 LUFTKVALITET	12
4.1 Støvfall	13
4.2 PAH-forbindelser	17
4.3 Svevestøv og sot	22
4.4 Nitrogendioksid (NO ₂)	31
4.5 Svoveldioksid (SO ₂) ²	32
4.6 Nedbørens sammensetning	35
5 METEOROLOGI OG SPREDNING	36
6 OPPSUMMERING	41
6.1 Luftkvalitet	41
6.2 Framtidig overvåking	41
7 REFERANSER	42
Vedlegg A	45
Vedlegg B	53

BASISUNDERSØKELSE AV LUFTKVALITETEN
I MO I RANA 1983 - 1985
SLUTTRAPPORT

1 Innledning

Etter oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) har Norsk institutt for luftforskning (NILU) foretatt en omfattende undersøkelse av luftforurensningene i Mo i Rana (Sivertsen, 1983). Basisundersøkelsen har bestått av:

- utslippskartlegging
- meteorologiske målinger
- luftkvalitetsmålinger
- modellberegninger

Dessuten er det gjennomført spesielle spredningsforsøk med sporstoffet svovelheksafluorid (SF_6) for å kvantifisere utslipp og studere transport og spredning av luftforurensninger på kilometerskala.

Denne rapporten inneholder en oppsummering av de viktigste resultatene av undersøkelsen. For nærmere detaljer om måleprogrammet, beregninger og vurderinger vises det til fire delrapporter:

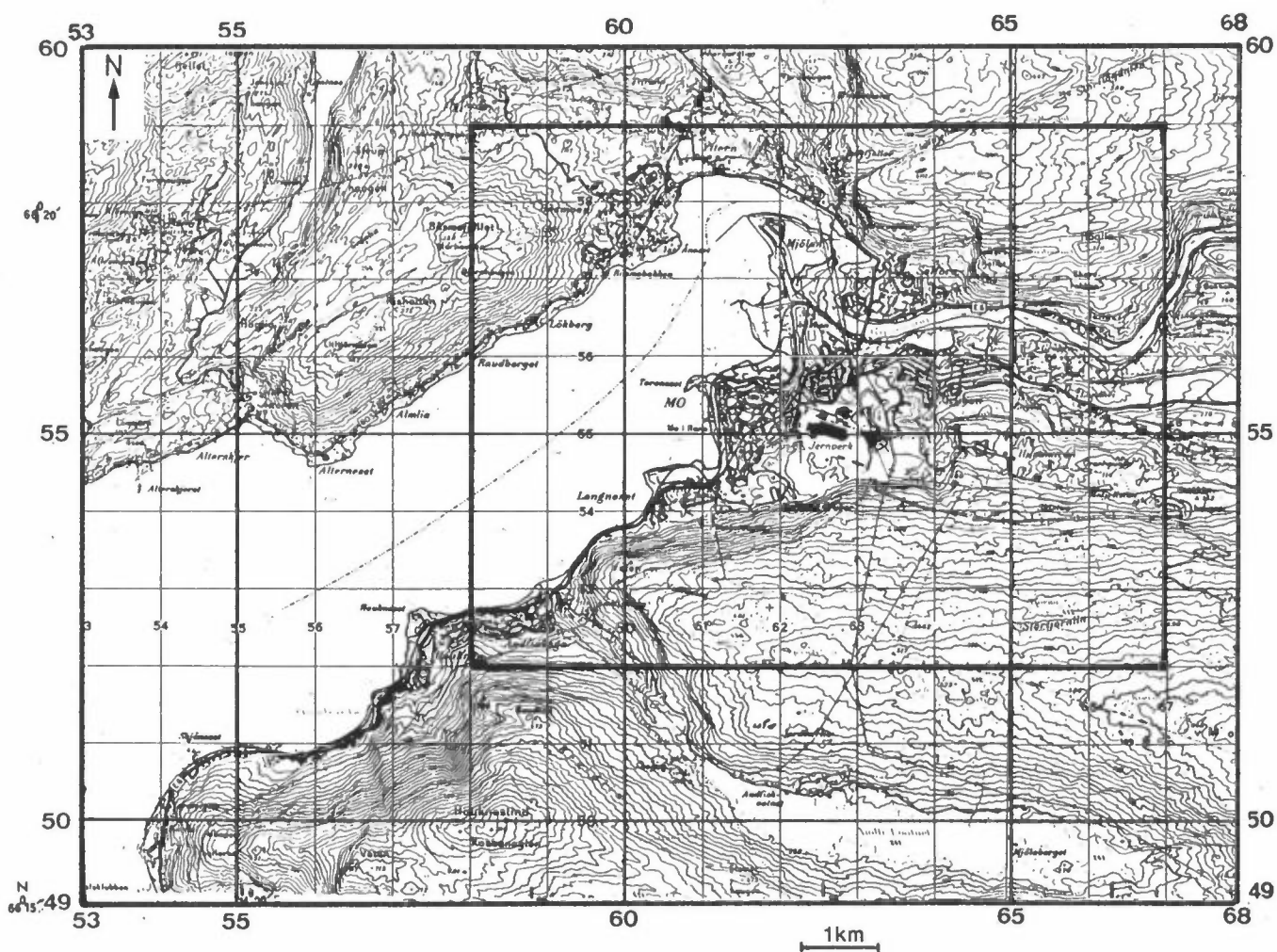
- | | |
|---|--------------|
| A: Meteorologi og spredning (NILU OR 74/85) | (SFT 251/86) |
| B: Luftkvalitet (NILU OR 75/85) | (SFT 252/86) |
| C: Spredningsforsøk (NILU OR 76/85) | (SFT 253/86) |
| D: Modellberegninger (NILU OR 77/85) | (SFT 254/86) |

2 Undersøkelsesområdet

Mo i Rana ligger ved enden av en relativt dyp fjordarm i Nordland fylke. Fra Mo går Ranafjorden vestsørvestover. Østover deler dalen seg i Dunderlandsdalen mot østnordøst og Tverrvåg-dalen mot øst.

Området for basisundersøkelsen er vist i figur 1, og omfatter 165 km². Det inneholder tettbebyggelsen i Mo, samt områder utover langs Rana-fjorden og innover langs Ranaelva og Revelåga (langs RV 77), som kan bli belastet av utslippene fra tettstedene og industrien i Mo.

Området er skjermet av 800 m høye fjell i sør og 300-500 m høye fjell i nord. For basisundersøkelsen har en delt inn området i kvadratiske ruter på 1 x 1 km. Rutenettet er basert på det internasjonale UTM-systemet ("Universal Transversal Mercator" rutenett), og vist på kartet.

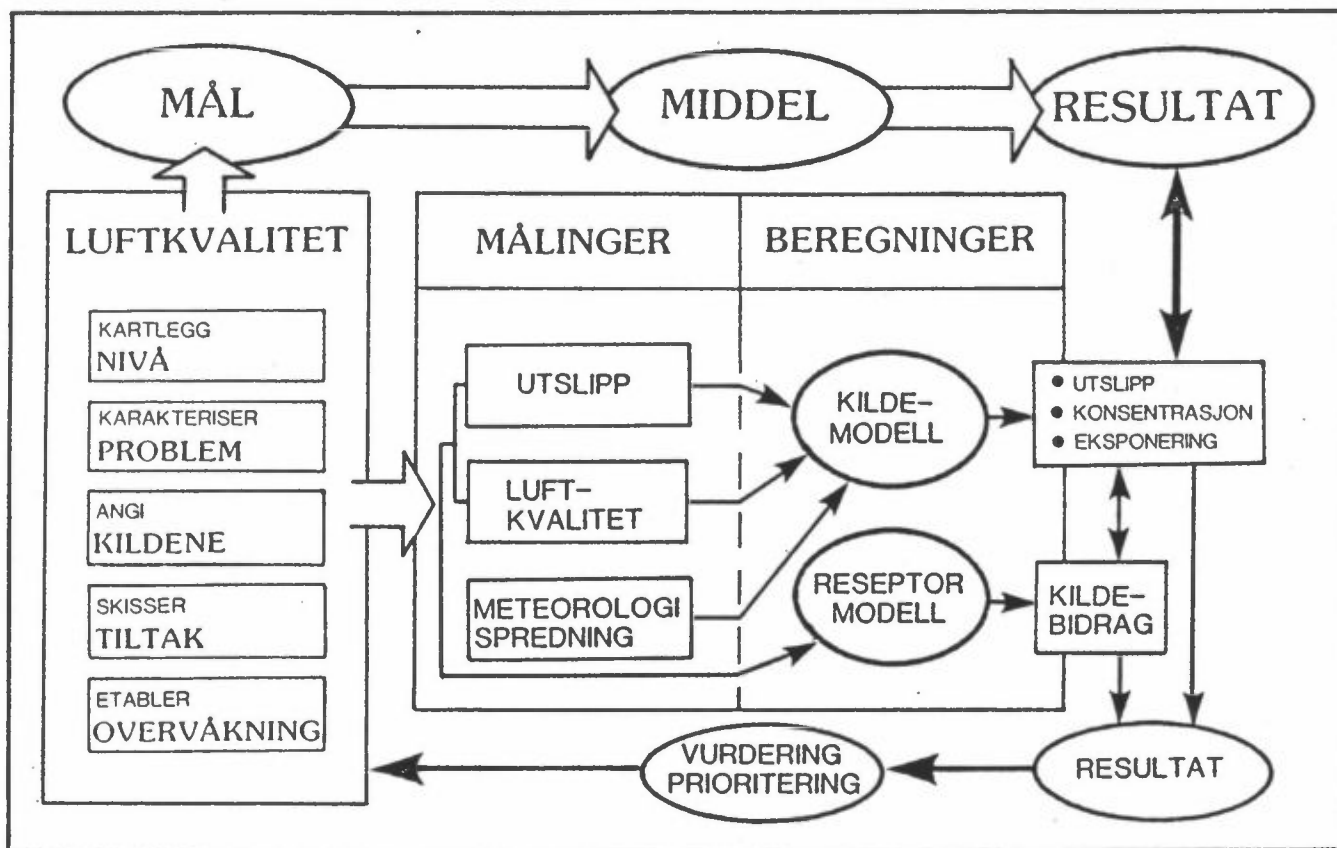


Figur 1: Kart over basisområdet i Mo i Rana. Modellområdets gridnett er inntegnet.

Utstrekningen av det området det er utført mer detaljerte spredningsberegninger for er også vist. I dette området er utslippene og konsentrasjonen beregnet i ruter på 500x500 m.

3 Basisundersøkelsen, mål og midler

Basisundersøkelsen inneholder en rekke elementer som angitt i figur 2.



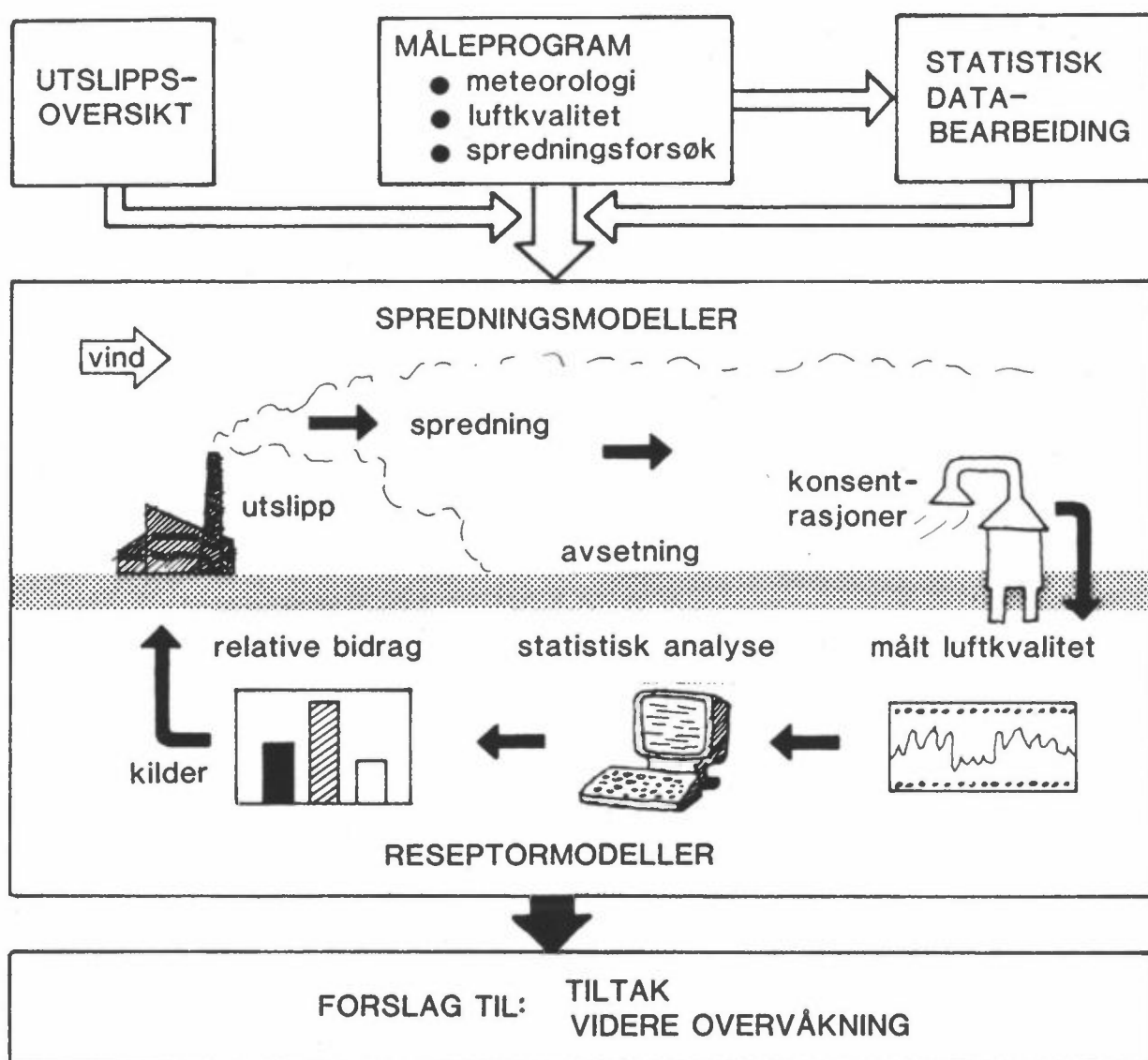
Figur 2: Innholdet i en basisundersøkelse som den gjennomført i Mo.

Målene med undersøkelsen har blant annet vært å:

- Kartlegge forurensningsnivået i Mo.
- Peke på problemer, om slike finnes.
- Kvantifisere de forskjellige kildenes bidrag.
- Angi tiltak, eller angi hvordan luftkvaliteten mest effektivt kan bedres

En slik basisundersøkelse er således både problemorientert og tiltaksorientert.

For å nå de målene som ble stilt til undersøkelsen er det utført målinger, statistiske analyser, modellberegninger og vurderinger av resultater. Måleprogram, beregningsresultater samt diskusjoner og vurderinger er presentert i vedleggsrapportene.



Figur 3: I basisundersøkelsen er det brukt forskjellige metoder for å nå målene.

Måleprogrammet som det refereres til i denne rapporten er også presentert i Vedlegg A.

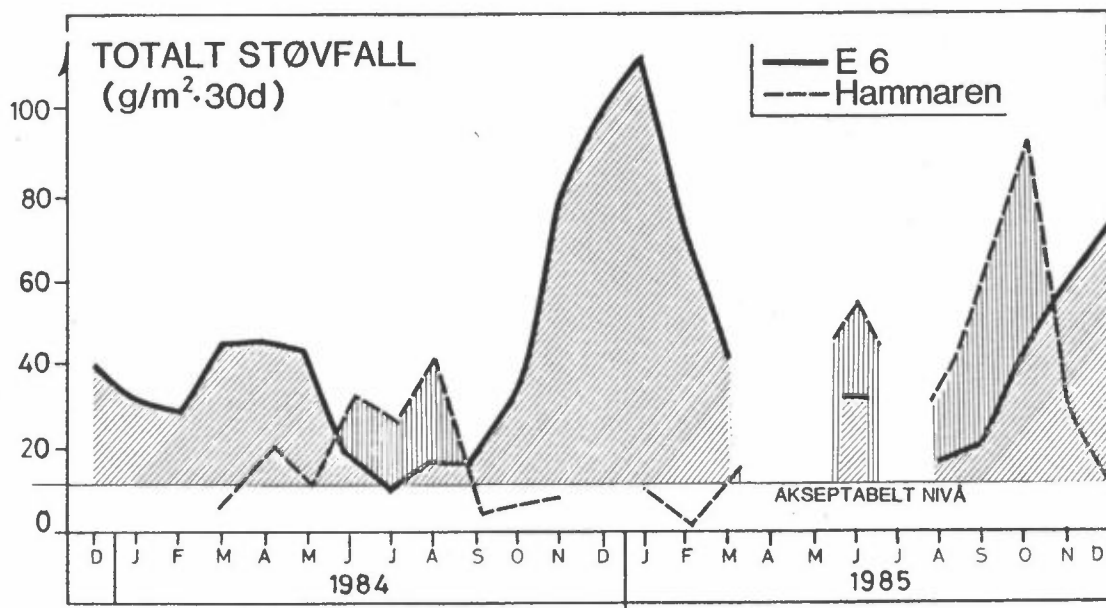
4 Luftkvalitet

Nedenfor presenteres en kortfattet oversikt over luftkvaliteten i Mo. De forskjellige typer luftforurensninger er forsøkt presentert i prioritert rekkefølge etter problemets omfang. Dessuten oppgis kildene, eventuelle tiltak for å redusere "problemets" omfang og framtidig behov for videre overvåkning, der dette er tilstede.

4.1 STØVFALL

Støvfallet i Mo representerer det største luftforurensningsproblemet i området og vil særlig ha betydning for nedsmussing og folks trivsel.

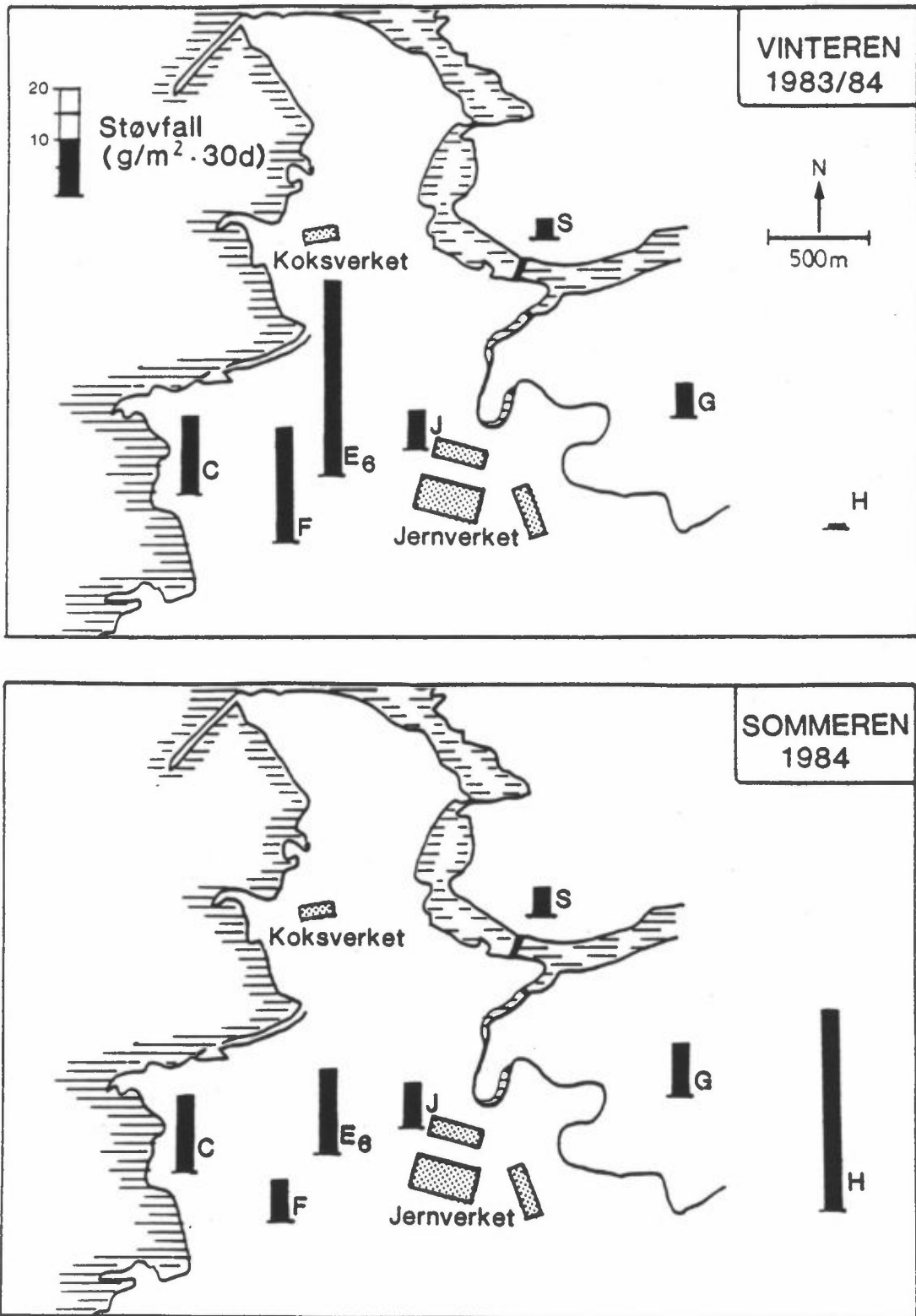
Støvfallet har variert sterkt fra måned til måned i tiden 1982-1985 i Mo. Figur 4 viser et typisk eksempel på hvordan støvfallet på en stasjon vest for jernverket (E6) og én stasjon øst for jernverket (Hammaren) varierer i perioden.



Figur 4: Støvfall (g/m^2 pr 30 d) ved E6 (vest for jernverket) og Hammaren (øst for jernverket) varierer i perioden 1983-1985.

I vinterhalvåret med dominerende vind fra østlig kant, ble det største støvfallet målt på målestasjonene vest for jernverket. I sommerhalvåret, når det vanligvis er mest pålandsvind (fra vest), var det høyest støvfall øst for jernverket.

Figur 5 viser fordelingen av totalt støvfallmengde på 7 målestasjoner i Mo.



Figur 5: Total støvfallsmengde (g/m² · 30 d) målt ved 7 målestasjoner i Mo, vinter- og sommer-sesongen.

I Norge er det ingen offisielle retningslinjer for vurdering av støvfall. Statens Naturvårdsverk i Sverige har i brev til NILU anbefalt støvfallsmålinger med samme utstyr som anvendes her, og at støvfallsmålingene bør karakteriseres ut fra følgende "tommelfingerregel" for totalt støvfall:

Bakgrunnsforurensning	:	1 - 2 g/m ²	pr 30 dogn		
Tilfredsstillende	:	5	" " " "		
Ikke tilfredsstillende	:	10	" " " "		
Ubehagelig	:	15	" " " "		

Høye støvfallsverdier representerer et nedsmussing- og trivselsproblem, men er normalt ikke forbundet med helseeffekter.

Støvfallet har økt den siste tiden.

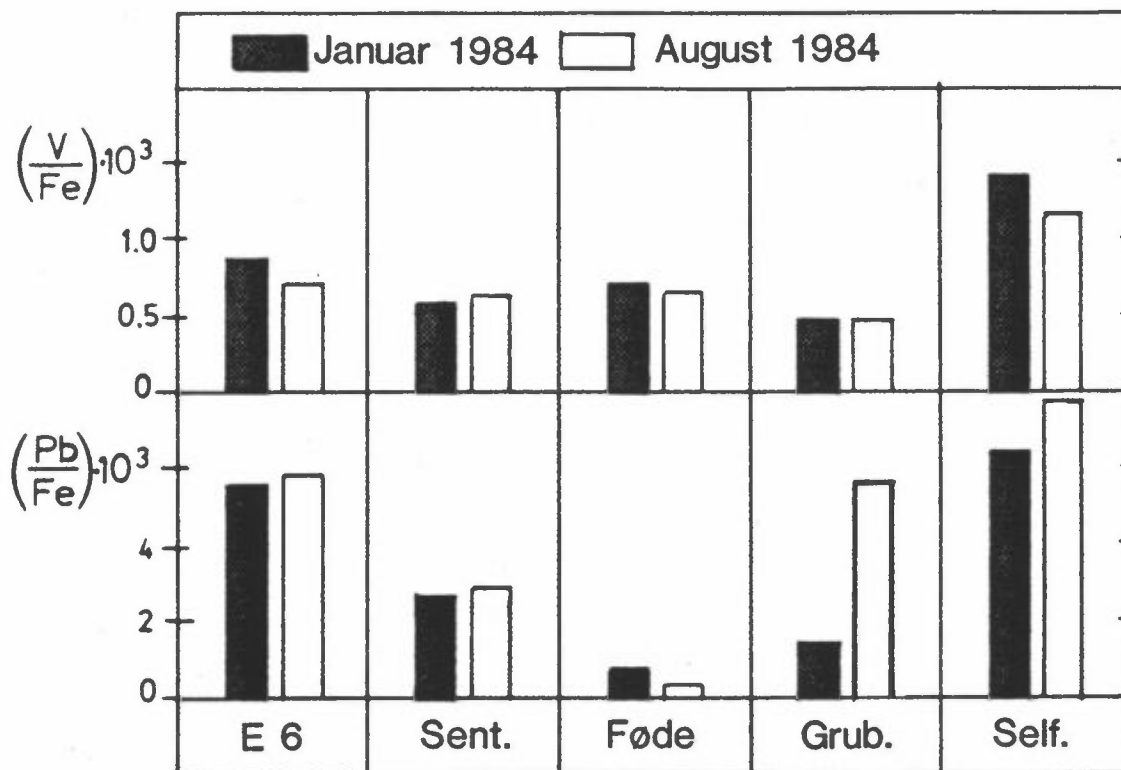
Fra denne måleserien og tidligere støvfallsmålinger ser det ut som det har vært en generell økning av støvfallet ved alle stasjonene fra høsten 1984. I de månedene da målestedene hadde høyest belastning, lå nivået langt over det som anses som akseptabelt for boligområder.

Jernverket er en vesentlig kilde til støvfallet.

Analyser av støvfallet har vist at jernverket er en vesentlig kilde til det høye støvfallsnivået. Bare ved målestasjonen E6, som ligger nært den mest trafikerte gjennomfartsveien i undersøkelsesområdet, er det også bidrag fra oppvirvlet veistøv. Dette skjer særlig i vårmånedene, og en stor del av det oppvirvlete støvet skriver seg fra avsetning gjennom vinteren (vesentlig av jernverkstøv).

Figur 6 viser forholdet mellom bly (Pb) og jern (Fe) og mellom vanadium (V) og jern. Bly slipper særlig ut fra biltrafikk og fra industrikildene, mens vanadium stammer fra oljeforbrenning. Figuren viser at målestedet Selfors skiller seg fra de andre ved å være lite belastet med jern i forhold til bly og vanadium. For bly tyder det økte bidraget i august i forhold til januar på at koksverket kan være

en kilde til blybelastningen her. Fødehjemmet og Gruben har lite bly i forhold til jern, mens det høye bidraget av bly ved E6 og i noe mindre grad i sentrum av Mo kan skyldes biltrafikken.



Figur 6: Forhold mellom Pb/Fe og V/Fe i støvfallet ved fem målesteder for januar og august 1984.

For å redusere støvfallsproblemet vil det være naturlig å undersøke utslippene ved jernverket. Det antas at særlig utslippet fra stålverket har stor betydning, og det kan synes som om utslippet kommer "støtvis" og har med driften av smelteovnene å gjøre.

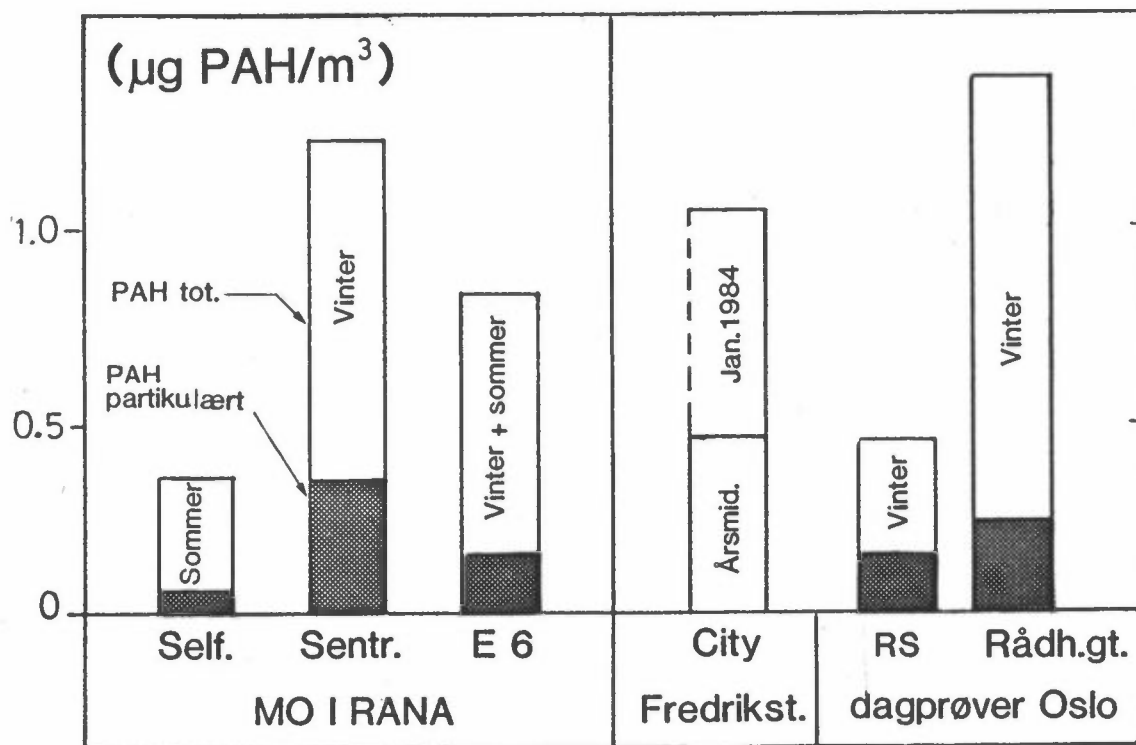
En fortsatt overvåkning av støvfallet anbefales. Basert på bruk av meteorologiske data og spredningsberegninger, synes det som om en i det minste bør beholde målestedene Hammaren/Gruben, Fødehjemmet og Langneset. Dessuten bør E6 opprettholdes som en kontroll av kombinasjonen jernverkstøv/veistøv.

4.2 PAH-FORBINDELSER

PAH-konsentrasjonene i deler av Mo og omegnen var overraskende høye i enkelte perioder. Nivået er til tider det samme som i sentrale deler av Oslo.

Konsentrasjoner av inntil 43 forbindelser av polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) ble målt inne på koksverkets område for å estimere diffuse utslipp av PAH-forbindelser. Dessuten ble det i utvalgte døgn målt døgnmiddelkonsentrasjoner av PAH i forskjellige deler av bebyggelsen.

Figur 7 oppsummerer midlere konsentrasjoner ved 3 målesteder i Mo, sammenstilt med middel konsentrasjoner fra tre andre målesteder; ett i Fredrikstad og to i Oslo.



Figur 7: Midlere PAH-konsentrasjoner i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ved tre målesteder i Mo samt City Fredrikstad. Tak Rådhusgate/St. Hanshaugen (RS) og i Rådhusgate i Oslo. Prøvene fra Mo er døgnmiddelverdier basert på 7, 3 og 7 prøver ved henholdsvis Selfors, Sentrum og E6.

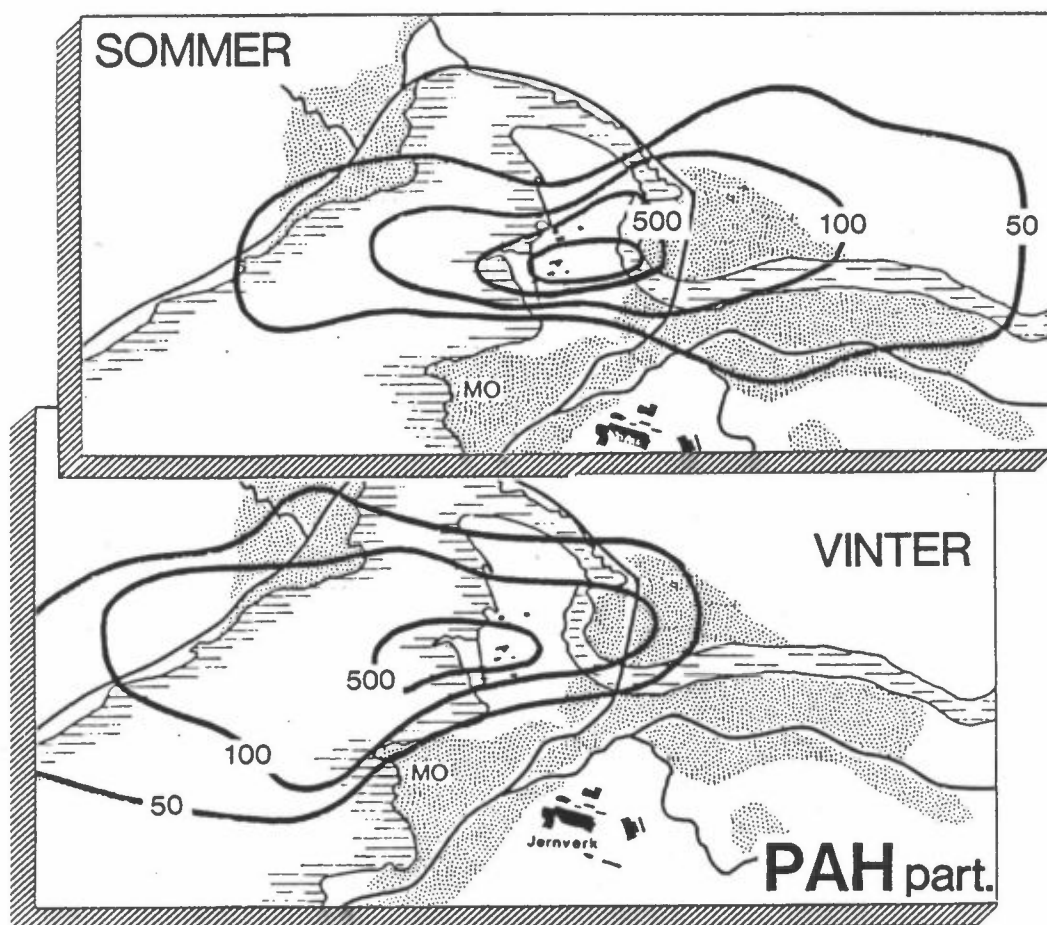
De høyeste PAH-konsentrasjonene ble funnet om vinteren.

Konsentrasjonene ved E6 og i sentrum av Mo varierte svært fra døgn til døgn og fra vinter til sommer. De høyeste konsentrasjonene ble funnet om vinteren. Om sommeren da målingene ved Selfors ble utført, var nivået her like høyt eller høyere enn det som ble målt ved E6 i samme perioden.

PAH-nivået ved Selfors er høyt også om sommeren

Sommermålingene ved Selfors tyder på at PAH-nivået her, som resultat av utslipp fra koksverket, er like høyt eller høyere enn i de større byene. Da det knytter seg stor usikkerhet til hva som skjer med de gassformige PAHforbindelsene i atmosfæren er det gjort et meget grovt overslag av konsentrasjonsfordelingen av partikkelbundet PAH som resultat av estimerte utslipp fra koks batteriene. Resultatene er vist i figur 8.

Konsentrasjonene er gitt som sesongmidler, for et antatt utslipp på ca 1 kg/h partikulært bundet PAH. Dette svarer til den utslipps-mengden som ble funnet ved sporstoff-forsøk. (Se Delrapport D). Beregningene viser noe høyere verdier enn de målte konsentrasjonene. På Selfors ble det målt i middel over 7 sommerdøgn $61 \pm 22 \text{ ng/m}^3$, mens beregningen viser over 100 ng/m^3 .



Figur 8: Beregnete konsentrasjoner av partikkelbundete PAH-forbindelser (ng/m^3) som resultat av et estimert utslipp fra koksbatteriene på $\sim 1 \text{ kg}/\text{h}$ for sommer- og vintersesongen.

Modellberegninger viser at PAH-nivået som resultat av utslipp fra koksbatteriene til tider kunne være høyere enn de som ble målt i august 1984.

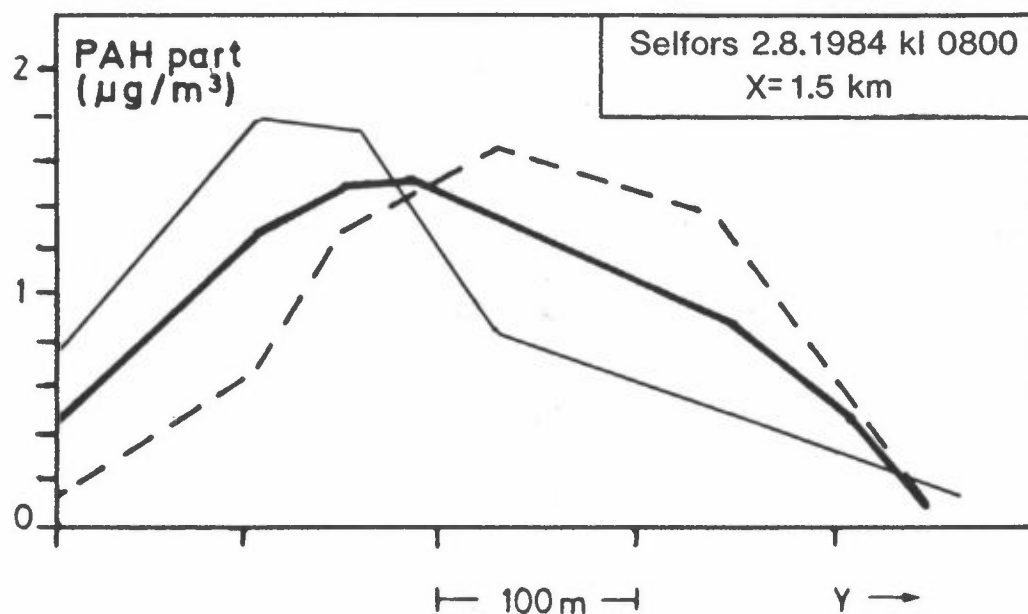
Selv om dette kan tyde på usikkerheter i modellberegningene, utslipps-estimatene eller spredningsbeskrivelsen, viser en sammenligning mellom beregnete og observerte døgnmiddelverdier for de aktuelle meteorologiske forholdene at modellen gir godt samsvar med observasjonene. Det er derfor grunn til å tro at modellberegningene faktisk gjenspeiler forventete langtidsmiddelkonsentrasjoner. Grunnen til at

det er såvidt stor forskjell mellom observasjoner og beregninger kan være følgende:

- SF_6 og PAH konsentrasjonsmålinger tyder på at PAH avsettes og forsvinner ut av skyen mellom utslippet og målepunktet (dette er ikke inkludert i modellen).
- De høyeste belastningene ved Selfors skjer ved svært svak vind og stabil sjikting. Ingen av sommermålingene våre ble utført under slike forhold, slik at måldata eventuelt kunne verifisere modellberegningene på dette punkt.

Beregningene inkluderer ikke PAH-utslipp fra biltrafikk og annen industri, noe som ville ført til en høyere belastning langs store trafikkarer og i sentrum av Mo, slik målingene antyder.

For å estimere maksimale halvtimesmiddelverdier av PAH har en brukt data fra spredningsforsøkene, og relatert målte SF_6 -konsentrasjoner til estimerte PAH-utslipp. Figur 9 viser som eksempel konsentrasjonsfordelingen av partikulært PAH på tvers av vindretningen ved Selfors, 1.5 km fra koksbatteriene.



Figur 9: Partikulært bundet PAH beregnet fra målte SF_6 -konsentrasjoner langs en linje på tvers av vindretningen over bebyggelsen Selfors, 1.5 km øst for koksbatteriene. (De tynne strekene representerer to 15 minutters midleste konsentrasjonsfordelinger, den tykke halvtimesmiddelverdien.)

PAH-forbindelser avsettes og forsvinner ut av skyen under transporten i atmosfæren.

Den 02.08.1984 kl 1800 kunne halvtimesmiddelverdien av partikulært PAH ha vært 1400 ng/m^3 . Bredden av skyen der konsentrasjonen var høyere enn 100 ng/m^3 , var ca 500 m. Dette er i samsvar med beregningene ovenfor, men igjen er det måledata for denne dagen som tyder på at PAH reagerer og avsettes på bakken så raskt at målingene viser lavere konsentrasjoner enn de beregnete på så stor avstand fra utslippet. Bruk av samtlige spredningsforsøk antyder at maksimale konsentrasjoner av partikulært PAH i Selfors kan variere mellom 100 og 1900 ng/m^3 , og ved Båsmo og Ytteren mellom $500\text{-}900 \text{ ng/m}^3$ som timesmiddel når det blåser fra koksverket mot de angitte områdene.

Koksbatteriene er den største kilden til PAH-belastningen i boligområder.

PAH-utslippene fra koksbatteriene ved koksverket representerer således en betydelig kilde til PAH-belastningen i boligområdene. Utslippene fra biltrafikken langs de mest trafikerte veiene og i Mo sentrum er ikke kvantifisert. PAH-målingene, særlig om vinteren, har vist at trafikkens bidrag nær gater og veier kan være betydelig.

Benzo(a)pyren-konsentrasjonene var i Mo på samme nivå som i Oslo, Bergen og Fredrikstad.

Benso(a)pyren (BaP) har vært brukt som et mål for mengden kreftfremkallende stoffer i atmosfæren. Konsentrasjonene av BaP målt ved E6 og sentrum varierte mellom 0 og 16 ng/m^3 , sommer og vinter. På Hammeren ble det ikke funnet BaP, mens det ved Selfors om sommeren ble målt $(4.8 \pm 1.8) \text{ ng/m}^3$. Nivåene i bebyggelsen i Mo sentrum om

vinteren og på Selfors om sommeren er de samme som vist ved målinger i større byer som Oslo, Bergen og Fredrikstad.

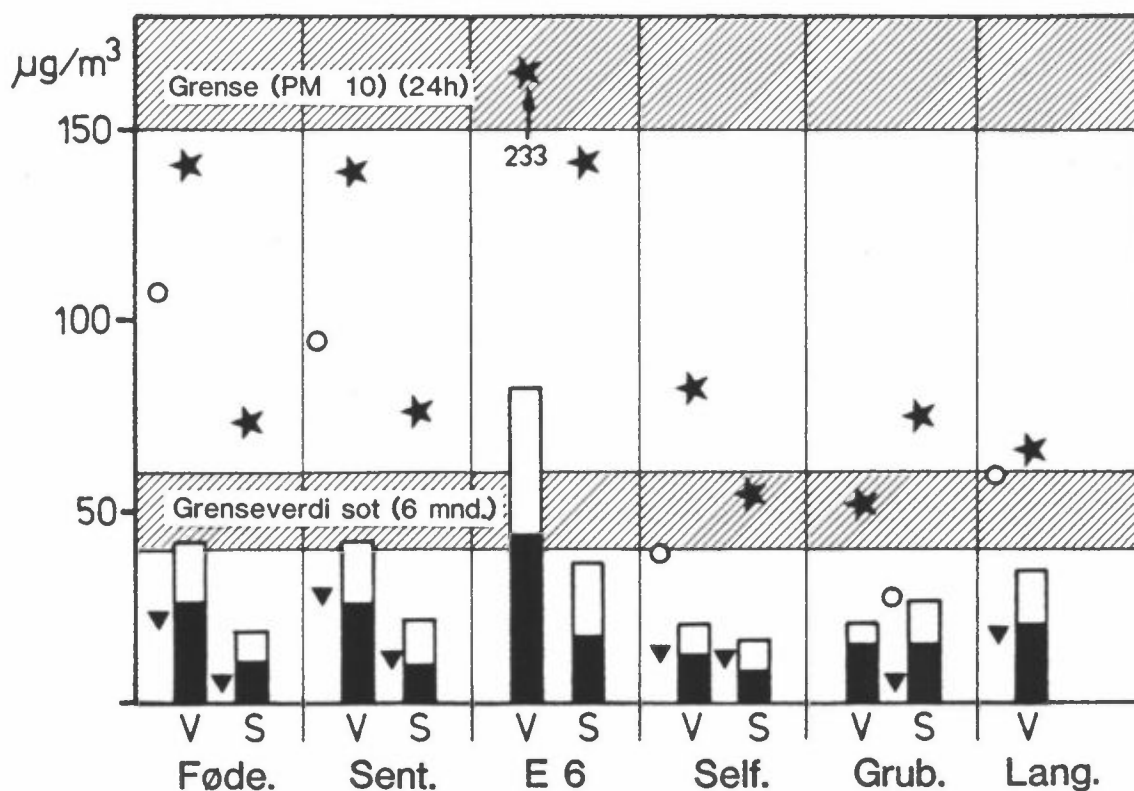
I et framtidig overvåkningsprogram for luftkvalitet i Mo, bør PAH-belastningen kartlegges ved minst to målesteder. Forslagsvis burde én målestasjon plasseres ved Selfors og én nær sentrum i Mo, eventuelt nær E6. PAH kan også måles med mobilt utstyr over kortere utvalgte perioder.

4.3 SVEVESTØV

Konsentrasjonene av sot og svevestøv i lufta kan i enkelte situasjoner og på noen stasjoner i Mo sentrum komme opp mot foreslåtte grenseverdier for luftkvalitet.

Både konsentrasjonen av svevestøv og sot er bestemt i denne undersøkelsen. Døgnmiddelkonsentrasjoner av sot ble bestemt reflektometrisk (OECD-metoden) ved 7 målestasjoner, mens totalt svevestøv ble bestemt gravimetrisk (ved veiing) i to størrelsesfraksjoner basert på høyvolumprøvetaking (Dichotomous prøvetaker) ved 6 målesteder. Av praktiske grunner er bare svevestøvresultatene omtalt i sluttrapporten. Sotmålingene finnes omtalt i Delrapport B.

Figur 10 oppsummerer resultatene av disse målingene.



Figur 10: Sesongmiddelkonsentrasjoner og maksimalt observert døgnmiddel av sot og svevestøv. Grenseverdiene for halvårsmidlet sotkonsentrasjon (SFT, 1983) og maksimalt tillatt 24 h middel av svevestøv ($<10 \mu\text{m}$). (US EPA, 1971) er skravert.

- Π = svevestøv, $<10 \mu\text{m}$, sesongmiddelverdi
- = svevestøv, $<2.5 \mu\text{m}$, sesongmiddelverdi
- ▼ = sotkonsentrasjon, sesongmiddelverdi
- = sotkonsentrasjon, maksimal døgnmiddelverdi
- ★ = svevestøv, $<10 \mu\text{m}$, maksimal døgnmiddelverdi
- V = vintersesong (des-jan-feb)
- S = sommersesong (juni-juli-aug)

Høyest svevestøvbelastning ble målt ved E6 om vinteren.

Svevestøv med diameter mindre enn $10 \mu\text{m}$ (PM_{10}) kalles ofte inhalerbare partikler, mens de minste partiklene ($<2.5 \mu\text{m}$) er den "respirable" delen, som kan følge med luftstrømmen ned i lungene og gi helseeffekter. De høyeste middelkonsentrasjonene av svevestøv (PM_{10}) forekom ved E6 om vinteren. Vintermiddelkonsentrasjonen var $81 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hvorav vel halvparten var respirable partikler. Svevestøvkonsentrasjoner over $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (US EPA secondary standard, 1971) forekom ca 9% av tiden i vintersesongen, eller ca 4% av tiden på årsbasis.

Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen ble målt til $217 \mu\text{g}/\text{m}^3$ den 09.12.1983 til 10.12.1983 ved E6. Det var ved svak variabel vind fra østlig kant og inversjonsforhold over Mo. En hovedkilde til svevestøvet ved E6 dette døgnet kan ha vært stålverket, idet 75% av støvet var i grovfraksjonen og hele 61% av analyserte elementer antas å være relatert til aktiviteter på jernverket. Forøvrig var konsentrasjonene i finfraksjonen nær den samme på alle stasjon-ene, noe som tyder på at det også kan være et bidrag fra langtransporterte forurensninger.

De laveste utslippene (over tak på stålverket) har stor betydning for belastningen over Mo om vinteren.

En annen situasjon som ga høy svevestøvbelastning ved E6, Langneset og i sentrum (og høye sotverdier ved Fødehjemmet, Sentrum og Langneset) ble registrert 27.01.1984 og 28.01.1984. Det ble gjennomført spredningsforsøk denne dagen i en kald, stabil vintersituasjon med svak østlig vind.

Resultatene viser at de laveste utslippene fra jernverksområdet (stålverket) kan ventes å belaste sentrale deler av Mo og sørsiden av

Ranafjorden, mens de høyere utslippene (sinterverket og en stor del av de varmeste takutslippene på stålverket) transporteres over bakkeinversjonen og kommer ikke ned til bakken. Dette bekreftes av luftkvalitetsdataene som viser svevestøvkonsentrasjoner på 92 til 164 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og sotverdier på rundt 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mens SO_2 -konsentrasjonen er bare 12, 15 og 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ved henholdsvis Langneset, Fødehjemmet og Sentrum.

For å kvantifiserer de forskjellige kildenes bidrag til svevestøvbelastningen over Mo er det brukt såkalte reseptormodeller. Sammensetningen av svevestøvet ble analysert for 17 elementer ved E6, Mo Fødehjem, Sentrum, Langneset, Gruben og Selfors. To typer reseptormodeller ble brukt:

- Hovedkomponent analyse

(bruker tidsvariasjonen i datamaterialet uttrykt ved variansen av hvert element og finner hvor mye av variasjonen som forklares for hver hovedkomponent (kilder)).

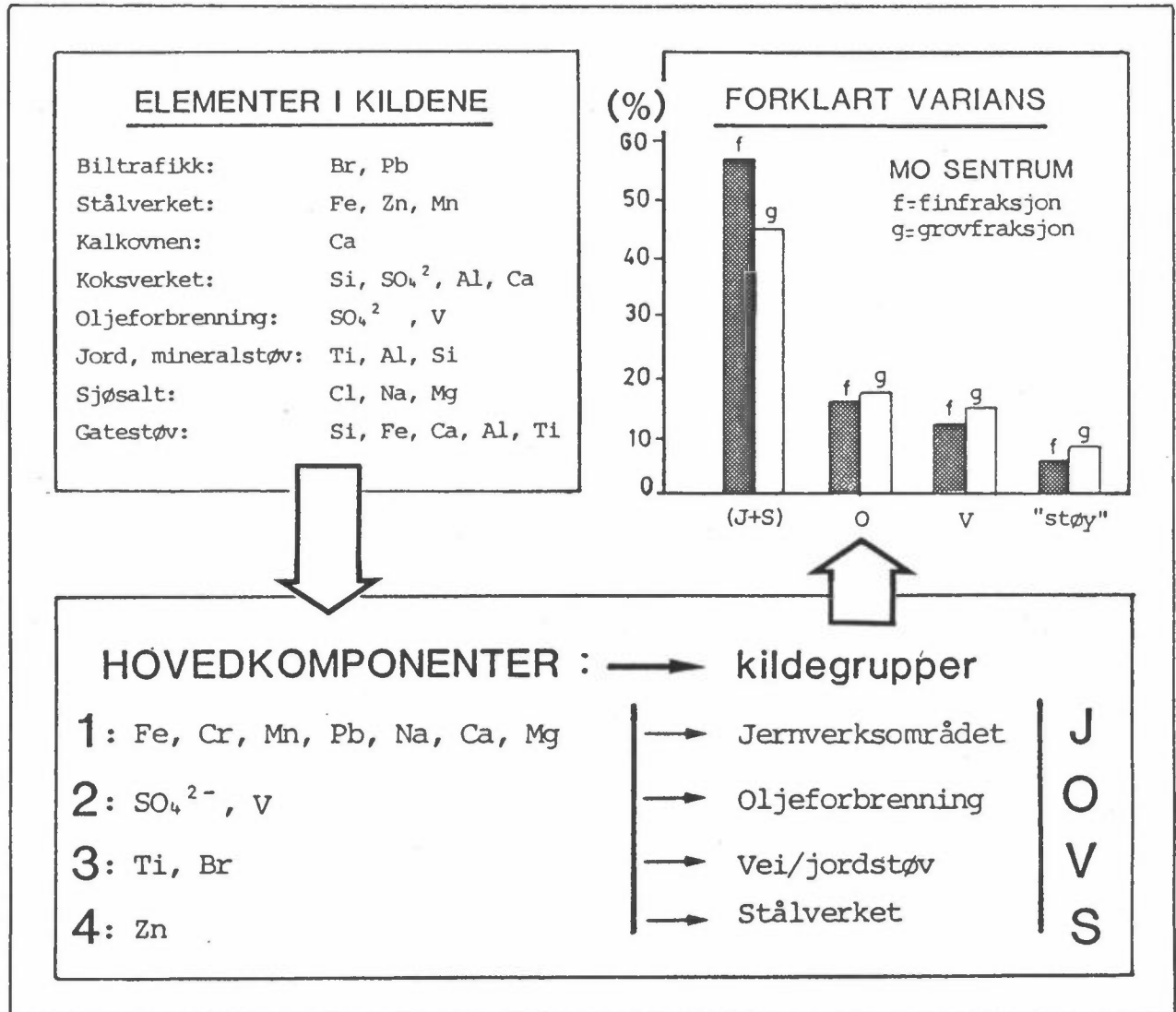
- Kjemisk massebalanse modell

(bruker data om kildesammensetningene til å beregne kildenes bidrag i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ved hvert målested).

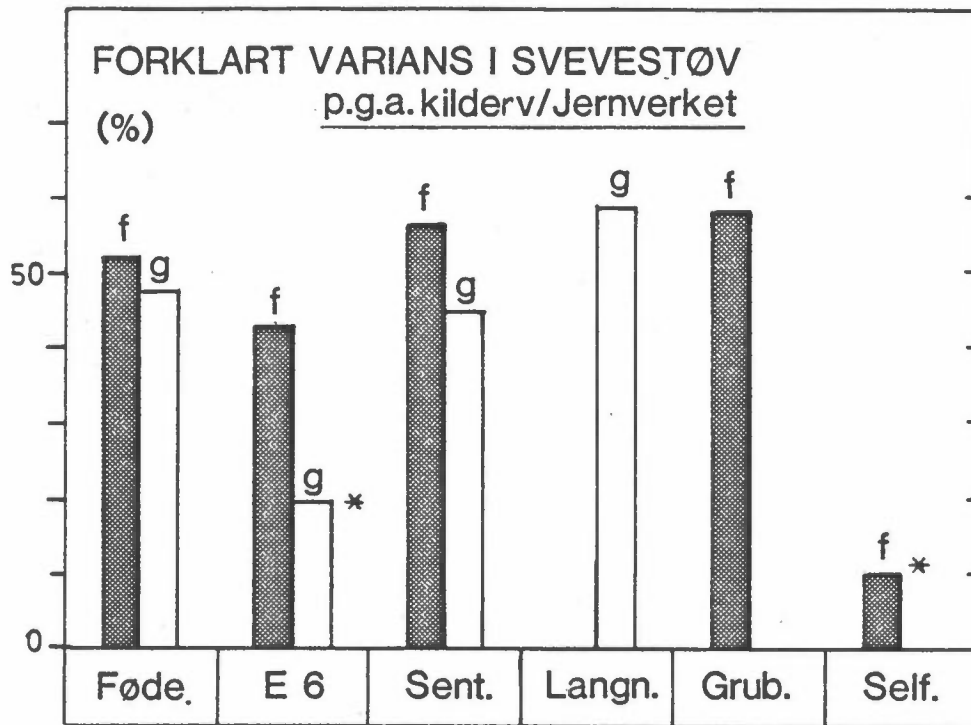
Figur 11 illustrerer bruk av hovedkomponentanalyse på analyserte elementer i svevestøvet ved Mo sentrum. Analysen identifiserte 4 kildegrupper. Av disse kildegruppene er det komponenter som er typiske i utslipp fra jernverksområdet (første hovedkomponent) og Zn-utslipp som ble antatt å stamme fra stålverket (tredje komponent). Disse kildegruppene (komponentene) kunne forklare 56% av variansen i det fine svevestøvet (<2.5 μm) ved Mo sentrum, og 45% av variansen i det grove støvet. Variansen gir et mål for hvor mye konsentrasjonene varierer i tid (spredningen i måleresultatene). Oljeforbrenning forklarte ca 18% av variansen mens jord og resuspendert veistøv forklarte ca 15% av variansen her.

En slik hovedkomponentanalyse er utført for alle målestedene for de 26 utvalgte døgnene da 17 elementer ble analysert. Middelkonsentrasjonen for de utvalgte døgnene er noe høyere (10-40%) enn middelverdien for hele måleperioden. Figur 12 oppsummerer den forklarte variansen i fin-

og grovfraksjonen av svevestøv som stammer fra jernverket, der dette er mulig.



Figur 11: Eksempel på bruk av hovedkomponentanalyse ved Mo sentrum. Bidraget fra identifiserte kildegrupper er gitt ved variansen i prosent av den totale



Figur 12: Bidraget til svevestøv med diameter $< 2.5 \mu\text{m}$ (f) og diameter $> 2.5 \mu\text{m}$, men $< 10 \mu\text{m}$ (g), fra alle kilder på jernverket, uttrykt ved forklart varians (i %) ved 6 målesteder.

* Resuspendert støv vanskeligjør estimatet.

Utslipp fra jernverket representerer ca halvparten av variasjonen i svevestøvet målt ved 4 andre målesteder i Mo.

Figuren kan, med alle de usikkerheter som ligger i kildekarakteriseringen, gi uttrykk for jernverkets bidrag til variasjonen i svevestøvbeklastningen i Mo. Ved stasjonene Fødehjemmet, Sentrum og Gruben kan således ca 50% av svevestøvet i finfraksjonen skrive seg fra jernverket, ved E6 ca 40% og ved Selfors bare ca 10%. Enkelte beregninger skiller dårlig mellom kildene, idet resuspendert støv samt dominerende vindretninger "blander sammen" kildegrupper.

Resultatet av slike beregninger er avhengige av

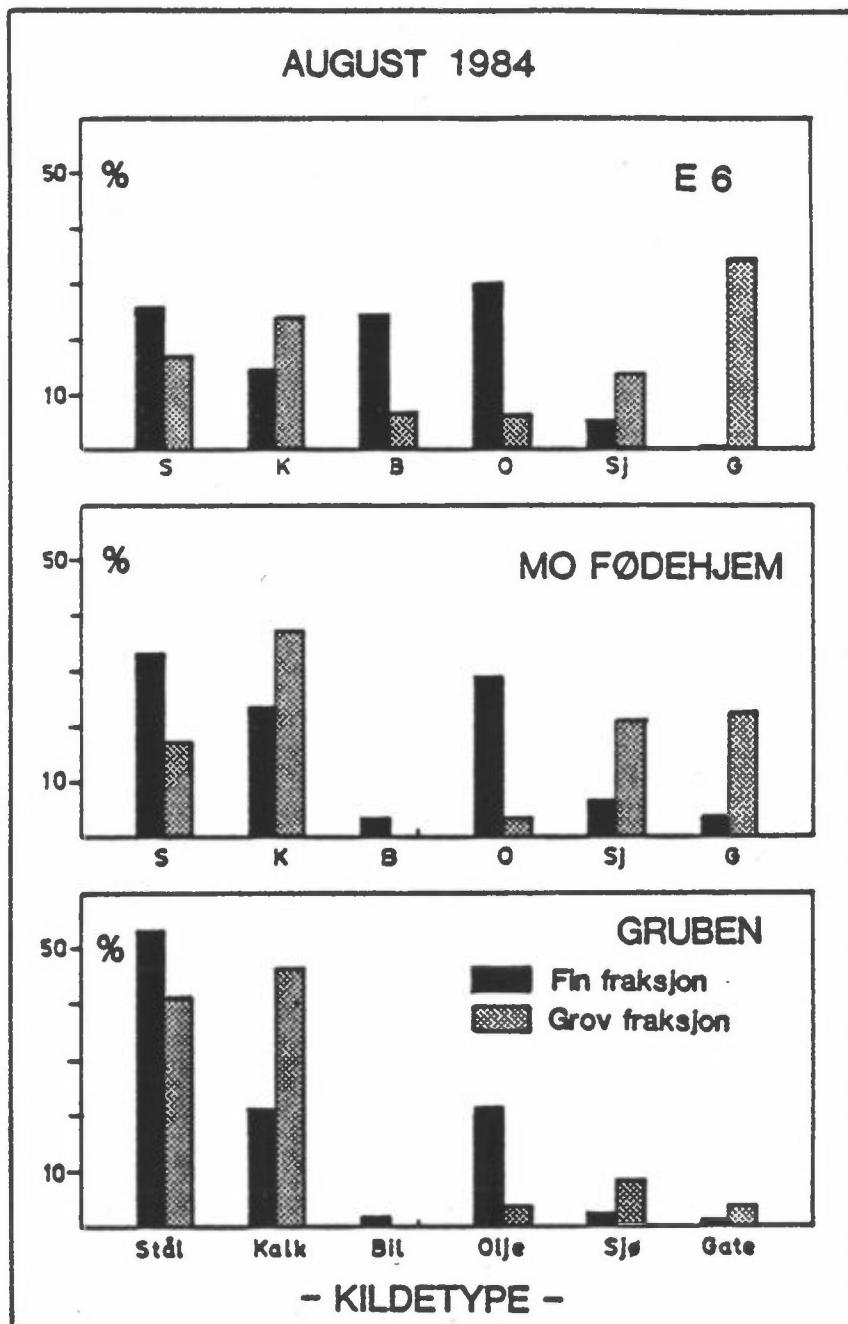
- kildesammensetningene
- vekten tillagt det enkelte kjemiske element i beregningene
- usikkerhetene knyttet til konsentrasjonene av hvert element i kildene
- konsentrasjonene av elementene bestemt i målepunktene i reseptoren
- usikkerheten knyttet til konsentrasjonene i målepunktene

Sammensetningen av utslippene fra jernverket, gatestøv og koksverket er estimert ut fra analyser av støvprøver tatt i utslippsområdet. Kildesammensetningene er dessuten hentet fra litteraturen og andre rapporter.

Det relative bidraget fra 6 kildegrupper er estimert.

De kjemiske analysene av utslippene omfatter også silisium, en komponent som viste seg ved beregningene å være viktig for karakteriseringen av veistøv.

Til tross for usikkerheter i dataene og i metodene, har en forsøkt å gjøre et grovt estimat av 6 kildegrupperes relative bidrag til støvbelastningen ved 3 målestasjoner i Mo, basert på data fra 4 dagers målinger i august 1984. Bidragene varierer naturligvis sterkt fra dag til dag, avhengig av vindretninger, meteorologiske forhold forøvrig og utslippsforhold. Figur 13 oppsummerer likevel de midlere bidragene, og gir et bilde av hvilke kilder som betyr mest for støvbelastningen på disse dagene. Den totale støvbelastningen på de utvalgte dagene ligger omtrent på middelbelastningen for sommermånedene.



Figur 13: Relative bidrag (i %) til svevestøvbelastningen på to størrelsesfraksjoner (fin: $<2.5 \mu\text{m}$, grov: $>2.5 \mu\text{m}$) målt ved tre målesteder i Mo i august 1984. Kildegruppene representerer svevestøv som kan stamme fra:

S = stålverket	K = kalkovnen ved jernverket
B = biltrafikken	O = oljefyring
G = oppvirvlet gatestøv	S = sjøsalter

Utslipp fra jernverket representerer en betydelig del av svevestøvet ved de fleste målestasjonene i Mo.

Figur 11 viser at ved E6 er det største bidraget til grovfraksjonen (34%) fra oppvirvlet veistøv, mens oljefyring, biltrafikken og jernverket (stålverket) bidrar omtrent med like andeler til fint svevestøv. Ved Fødehemmet er biltrafikkens andel nesten borte, mens de to hovedkildene ved jernverket bidrar til 57% av det fine støvet, og kalkovnen alene bidrar med 37% av det grove støvet.

Ved Gruben, der det ofte er sterk belastning fra jernverket om sommeren, bidrar stålverket alene til 53% av støvbelastningen i finfraksjonen, mens stålverket og kalkovnen bidrar til totalt 87% av det grove støvet ved Gruben. Bare det fine støvet som stammer fra oljefyring (sulfat og vanadium) har omtrent likt bidrag på alle stasjonene (mellom 21 og 30%).

Bidrag fra langtransporterte forurensninger kan ses i episoder.

Som det fremgår av diskusjonen ovenfor, representerer utslippene fra jernverket en betydelig del av svevestøvbelastningen i Mo. Fyringsanleggene og dieseltrafikk betyr mer for sotbelastningen. Bare i visse episoder kan en se bidrag fra langtransporterte forurensninger.

For å redusere svevestøvbelastningen i Mo vil det som for støvfall være naturlig å vurdere utslippene ved jernverket.

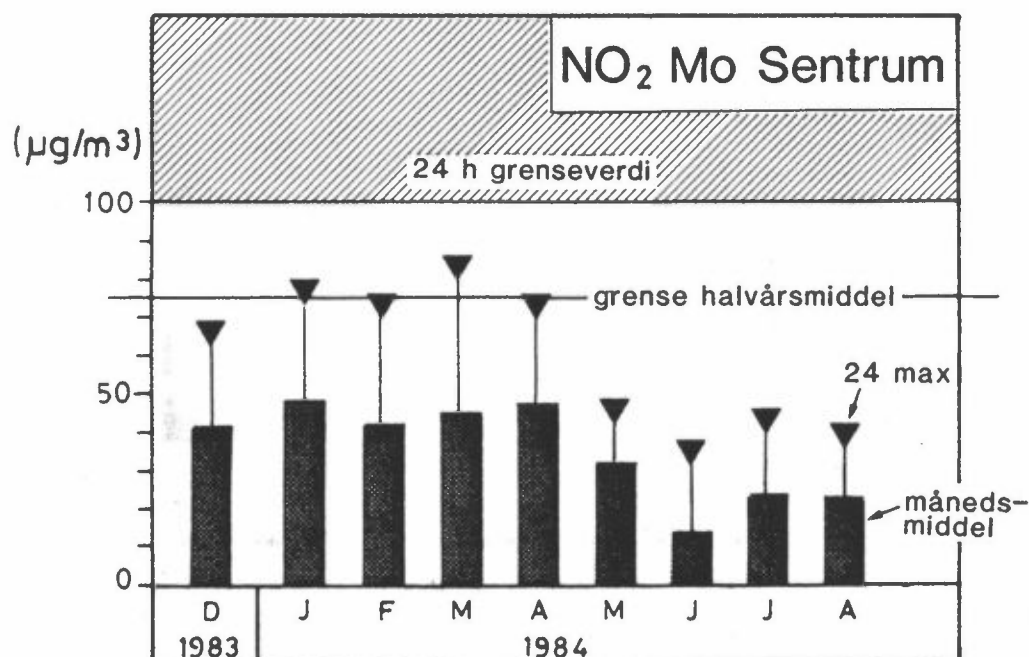
Et framtidig overvåkningsprogram bør også inneholde minst én målestasjon for svevestøv. Vi tror det er viktigere å ta prøver av totalt svevestøv, helst oppdelt i inhalerbart og respirablet støv, enn å måle sotverdier. Svevestøvet bør i utvalgte perioder analyseres på en del elementer. Da svevestøvnivået i Mo sjelden overskrider gitte grenseverdier kan det være tilstrekkelig å måle svevestøv på én eller to stasjoner. Den mest belastete stasjonen har vist seg å være E6, hvor også bidraget fra trafikken og jernverket summeres. Det kan likevel

være aktuelt å velge området Fødehemmet eller Mo sentrum som sted for overvåkning av svevestøvet.

4.4 NITROGENDIOKSID (NO₂)

Nitrogendioksidkonsentrasjonene i Mo sentrum var høyest om vinteren, men nådde aldri opp mot det nivå som angis i forslag til grenseverdier.

Nitrogendioksid (NO₂) ble målt som døgnmiddelverdier ved Mo sentrum i perioden 01.12.83-31.08.84. En oppsummering av månedsmiddelverdier og maksimale døgnmiddelkonsentrasjoner hver måned er vist i figur 14.



Figur 14: Nitrogendioksidkonsentrasjonen ved Mo sentrum. Månedsmiddelverdier, maksimale 24 h-middelverdier samt forslag til grenseverdier for halvårsmiddel og 24 h-middel (SFT 1983) er vist.

Den viktigste kilden til NO_2 -belastningen er biltrafikken.

Det er relativt liten forskjell mellom månedsmiddelkonsentrasjonene og de høyeste døgnmiddelverdiene, noe som tyder på at kilden til NO_2 -belastningen er spredt rundt målestedet på alle kanter (ikke utslipp fra enkeltkilde). Dette bekrefter at biltrafikken er den vesentlige kilden til NO_2 -belastningen i Mo sentrum. Variasjonene skyldes hovedsakelig endringer i spredningsforholdene.

De høyeste konsentrasjonene av NO_2 forekommer om ettermiddagene i vinterhalvåret.

Det ble over en periode i januar og august 1984 målt NO_2 med midlings-tid 6 h. Om sommeren var det ingen systematisk døgnvariasjon. Om vinteren forekom de høyeste konsentrasjonene mellom kl 12 og kl 18. Forholdet mellom høyeste og laveste 6 h-middel (om natta) var 2.2 .

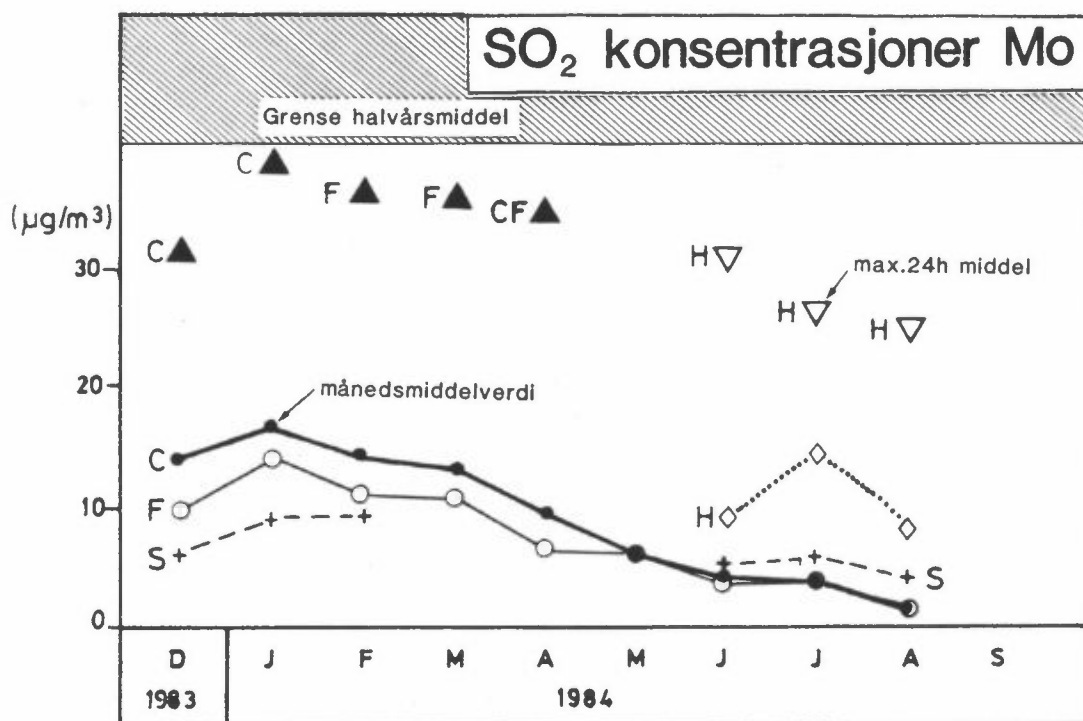
Nitrogendioksid representerer ikke et stort problem i Mo. Reduksjonen av utslippene fra biltrafikken vil redusere konsentrasjonene.

En overvåking av nitrogendioksid i Mo er strengt tatt ikke nødvendig, om det ikke skulle forekomme endringer i utslippene fra industrien eller en økning eller omlegging av trafikken.

4.5 SVOVELDIOKSID (SO_2)

SO_2 -konsentrasjonene i Mo var lave, og overskred aldri forslag til grenseverdier for luftkvalitet.

Døgnmiddelkonsentrasjoner av SO_2 ble målt ved 7 målestasjoenr i Mo. Måleresultatene er oppsummert i figur 15.



Figur 15: SO₂-konsentrasjoner (µg/m³) ved utvalgte målesteder i Mo gitt som månedsmiddelverdier og høyeste observerte døgnmiddel (av alle stasjoner) hver måned. C = sentrum, S = Selfors, F = Fødehjemmet, H = Hammaren.

Den høyeste månedsmiddelkonsentrasjonen av SO₂ ble målt ved Mo sentrum i januar 1984 til 17 µg/m³. Ved Hammaren ble det i juli målt 13 µg/m³.

SO₂-nivået skyldes utslipp fra jernverket og koksverket. Om vinteren gir også husoppvarming lokale bidrag.

Om vinteren var det god sammenheng mellom nivåene på alle målestedene, noe som tyder på at utslipp pga husoppvarming bidrar til belastningen. De forhøyde konsentrasjonene ved Hammaren om sommeren skyldtes vesentlig SO₂-utslipp fra skorsteinen på Sinterverket.

Også ved Selfors er midlere SO₂-konsentrasjon noe høyere enn over Mo sentrum om sommeren, noe som tyder på at det er et bidrag til SO₂-belastningen fra koksverket.

De høyeste døgnmidlele SO₂-konsentrasjonene forekommer om vinteren som resultat av fyring og industriutslipp og i enkelte perioder langtransporterte forurensninger.

De høyeste døgnmiddelkonsentrasjonene forekom over Mo sentrum (sentrum og Fødehjemmet) om vinteren, og var mellom 30 og 40 µg/m³. Den høyeste døgnmiddelverdien, 39 µg/m³, ble målt samtidig ved sentrum og Langneset den 29.1.84. Også de øvrige stasjonene viste høye verdier denne dagen. Det blåste 3 til 6 m/s vind fra øst. Ved Tustervatn, som er en bakgrunnstasjon for overvåking av langtransporterte forurensninger, ble det samme dag målt 28 µgSO₂/m³ (SFT 1985). Denne spesielle dagen var det derfor et vesentlig bidrag til SO₂-belastningen over Mo fra langtransporterte forurensninger.

SO₂-konsentrasjonene i Mo kom aldri opp i mer enn ca 30% av foreliggende forslag til grenseverdi for SO₂ (SFT, 1983).

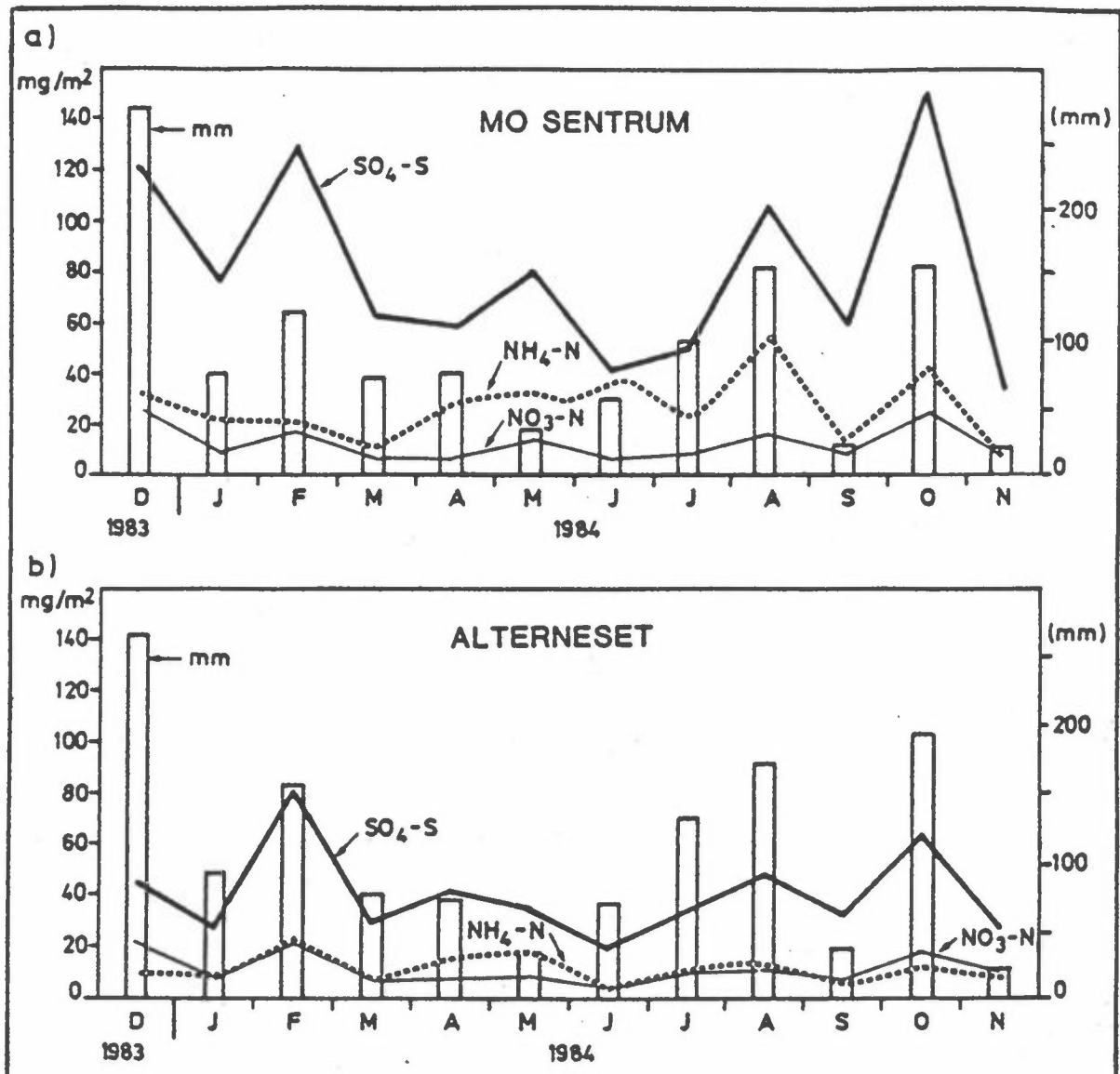
Tiltak mot utslipp av SO₂ i Mo synes ikke umiddelbart presserende ut fra målte konsentrasjoner av SO₂. Spredningsberegninger (se delrapport D) tyder imidlertid på at SO₂-konsentrasjonene, som resultat av de SO₂-utslipp som er oppgitt fra koksverket og fra sinterverket, til tider kan komme opp mot 200 µg/m³ som timesmiddelverdier i de mest belastede områdene nedvinds fra disse kildene (Tønnesen, 1986). I de samme situasjonene kan det forekomme høye samtidige konsentrasjoner av svevestøv.

Det er på denne bakgrunn behov for en fortsatt overvåking av SO₂-nivået i Mo. En aktuell målestasjon i sentrale deler av Mo kan være Fødehjemmet. Områdene omkring Hammaren og Selfors synes særlig belastet i sommerhalvåret. I stedet for bare å måle 24 h middelkonsentrasjoner, burde man i korte perioder også måle SO₂ kontinuerlig.

4.6 NEDBØRENS SAMMENSETNING

Avsetningen av sulfat i nedbøren var dobbelt så stor i Mo sentrum som ute ved alterneset. Likevel var nedbøren over sentrum mindre "sur".

Nedbørmengder og kjemisk sammensetning av nedbøren ble målt ved 2 målestasjoner; Mo sentrum og Alterneset 6 km vest for Mo. En oppsummering av resultatene er vist i figur 16.



Figur 16: Månedsnedbør (i mm) samt månedsvise avsetning (i mg/m³) av sulfat (SO₄ som S), nitrat (NO₂ som N) og ammonium (NH₃ som N) ved:
 a) Mo sentrum
 b) Alterneset

Nedbørmengdene er omtrent de samme for de to målestedene. Mest nedbør falt det i desember 1983 (266 mm i sentrum og 261 mm ved Alterneset).

Avsetningen av sulfat var dobbelt så stor i Mo sentrum som ved Alterneset, som en midlere avsetning på $150 \text{ mg SO}_4\text{-S/m}^2$ pr måned i sentrum og $75 \text{ mg SO}_4\text{-S/m}^2$ pr måned ved Alterneset.

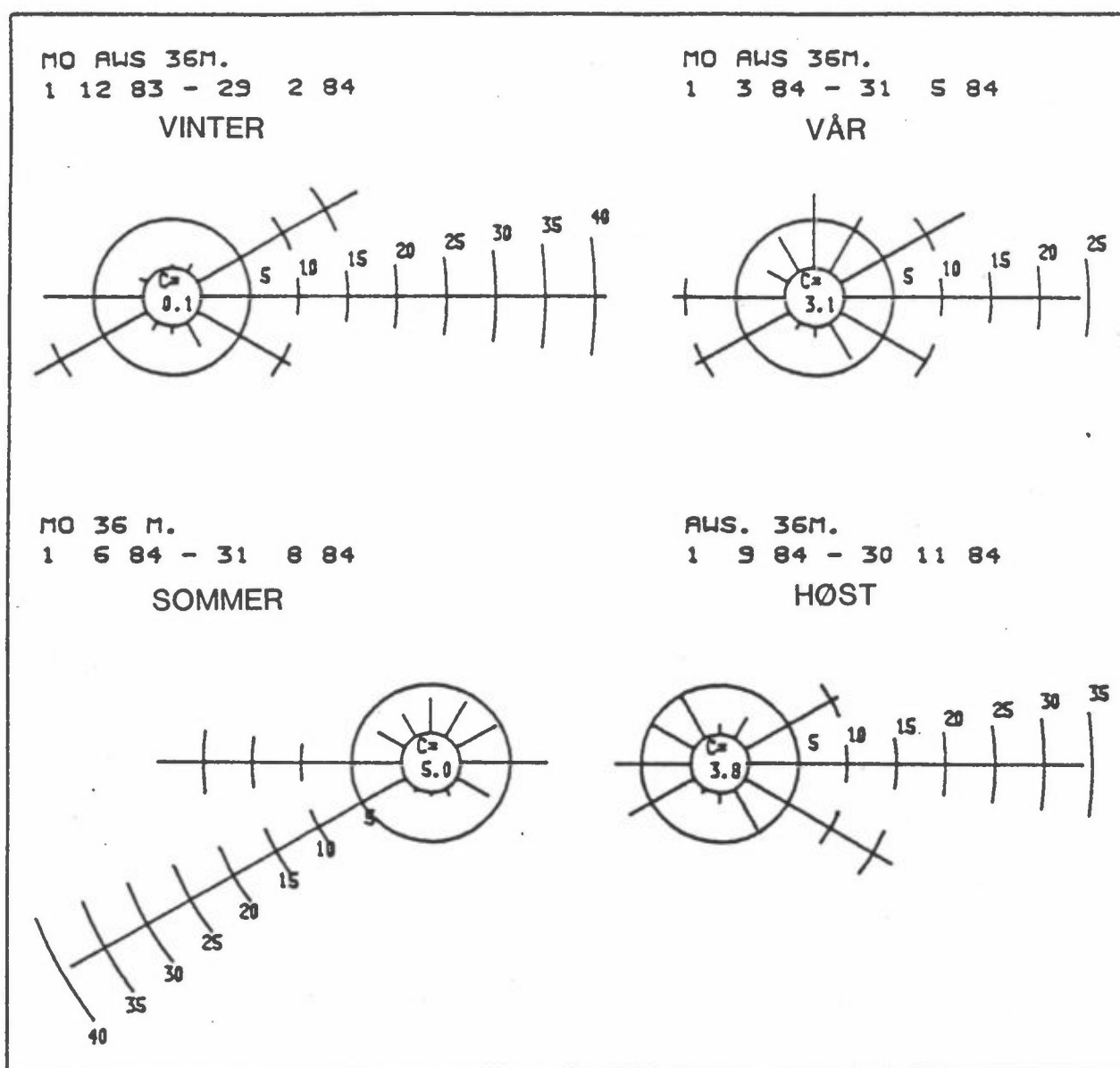
Ved Birkenes i Aust-Agder var det til sammenlikning en våtavsetning av sulfat i perioden 1980-1984 på ca $130 \text{ mg SO}_4\text{-S/m}^2$ pr måned (SFT, 1985). Det ble i nedbøren avsatt noe mer ammonium i sentrum enn ved Alterneset og omtrent samme mengder nitrat på de to stasjonene. Nedbøren var mindre "sur" i Mo sentrum (pH-verdier mellom 6.1 og 6.6) enn ved Alterneset, hvor pH-verdiene lå mellom 4.8 og 5.1.

5 Meteorologi og spredning

Spredningsforholdene i Mo er påvirket av topografiske føringer og en sterk årsvariasjon av vind og spredningsforhold.

Det meteorologiske måleprogrammet er presentert i delrapport A (Sivertsen, 1985a) og kort skissert i vedlegg A.

En oppsummering av resultatene fra de meteorologiske målingene viser at vinden var tydelig kanalisert innover fjorden og dalen om sommeren og på dagtid, utover fjorden om vinteren og om natta. Dette er tydelig demonstrert i figur 17, som viser vindrosene fra målingene i en 36 m høy mast ved Langneset.



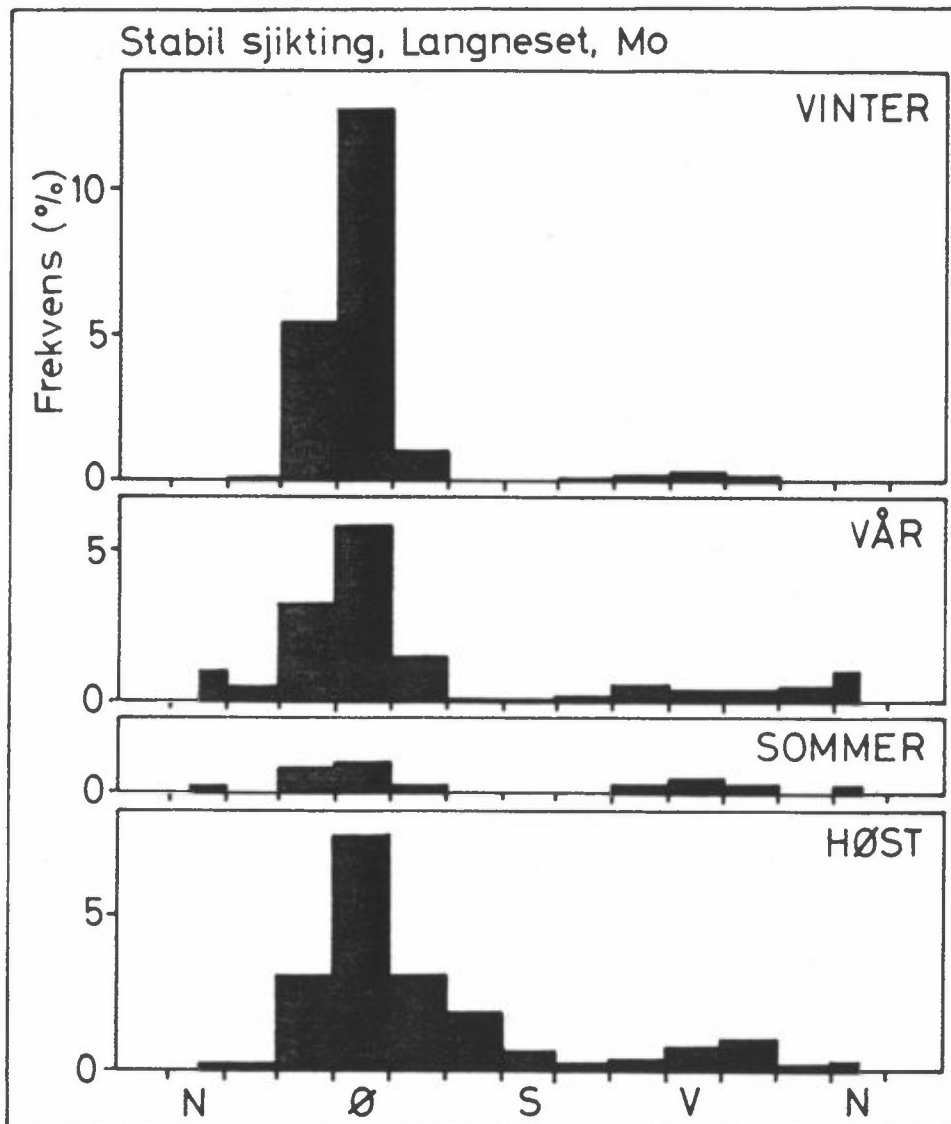
Figur 17: Kvartalsvise vindroser (frekvens av vind i % i 12 sektorer målt 36 m over bakken ved Langneset. I sommerperioden blåste det fra vest og vest-sørvest i hele 60% av observasjonene, og i vinterperioden forekom vind fra øst i 41.1% av observasjonene.

Den døgnlige variasjonen av vinden er ikke utpreget i Mo. Den er størst om sommeren, da det er oftere fralandsvind om natta og pålandsvind om ettermiddagen. Dette skyldes lokal oppvarming og avkjøling over land.

Stabilitetsmålinger basert på temperaturvariasjonen med høyden over bakken gir et mål for spredningen av luftforurensninger. Ved såkalte stabile forhold er spredningen dårlig, og for lave utslipp (fra hus-

oppvarming, trafikk etc.) kan høye konsentrasjoner forekomme nær bakken.

Stabile forhold forekommer oftest ved fralandsvind (om vinteren og om natta), som vist i figur 18.



Figur 18: Forekomst (i %) av stabil sjikting som funksjon av vindretningen ved Langneset for hver årstid i perioden 1.12.83-30.11.84.

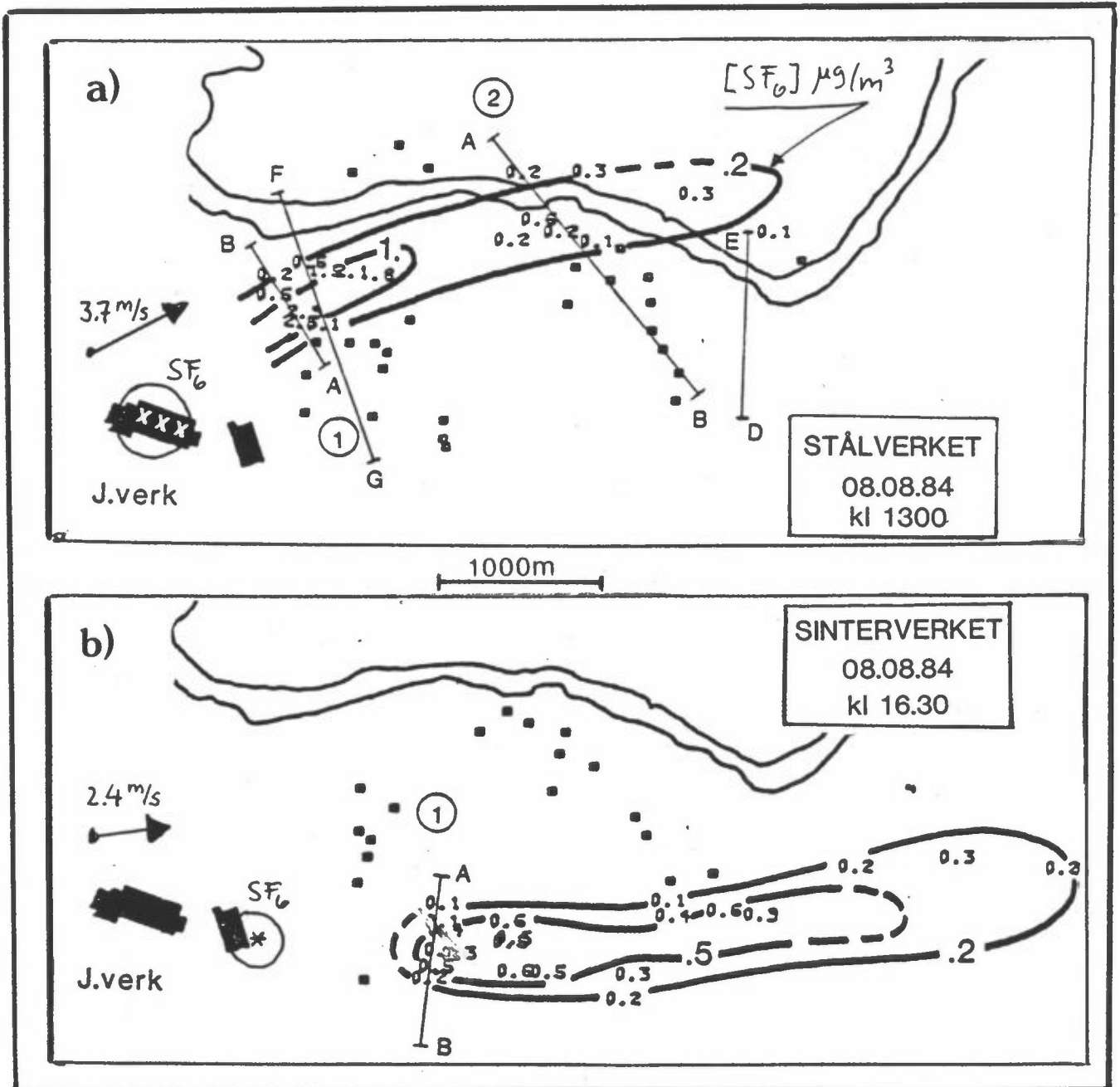
Vindretningsfluktuasjonene (målt ved horisontal turbulens), og dermed den horisontale utbredelsen av luftforurensninger, er minst når det blåser langs dalaksen og særlig lav ved pålandsvind om sommeren. Konsentrasjonene av luftforurensninger må derfor ventes å være større når vinden blåser langs dalen enn ved vind på tvers av dalen. Bakkekonsen-

trasjoner som resultat av utslipp fra høye skorsteiner venter å være størst ved pålandsvind om sommeren, (timesmiddelkonsentrasjoner).

Som basis for framtidige spredningsberegninger i Mo er det etablert en database ved NILU med de meteorologiske dataene samlet i perioden 1.1.83-30.11.84. Representativiteten av måleperioden er undersøkt i delrapport A. Både vindforholdene og temperaturforholdene avvek lite fra et "typisk" år. I vedlegg B er frekvensfordelinger av vind og stabilitet presentert for hver årstid og for hele året. Dette kan brukes i framtidige vurderinger, og er allerede demonstrert brukt i forbindelse med vurderinger av endringer i utslipp fra koksverket (Tønnesen, 1986).

Spredningsforhold er brukt til å estimere utslipp og teste spredningsberegninger.

Det ble utført en rekke spredningsforsøk med utslipp av sporstoff fra koksverket og fra jernverket. Resultatene er vist i delrapport C. Figur 19 viser et eksempel på hvordan utslipp fra stålverket og sinterverket spres i en sommersituasjon.



Figur 19: Utbredelse av SF₆-skyen for utslipp fra
 a) stålverket 8.8.84 kl 1300
 b) sinterverket 8.8.84 kl 1630
 Konsentrasjonene representerer 15 min. verdier.

6 Oppsummering

6.1 LUFTKVALITET

Målingene av meteorologi, spredning og luftkvalitet i Mo har vist at:

- Støvfall representerer det største forurensningsproblemet i Mo. En vesentlig kilde til støvet er utslippene fra jernverket.
- Organiske luftforurensninger målt ved PAH-konsentrasjoner kan representere et problem i Mo. Nivået kan nå opp i de verdier som måles i Oslo, og skyldes bl.a. utslipp fra koksverket og fra biltrafikken.
- Svevestøvet ligger vanligvis under de forslag til grenseverdier som foreligger i Norge. Til tider kan belastningen være opp mot grenseverdien og da forårsaker utslippene ved jernverket mer enn halvparten av belastningene.
- Konsentrasjonene av SO₂ og NO₂ når sjelden de nivå som angis i norske forslag til grenseverdier. Spredningsberegninger har dog vist at i enkelte kritiske meteorologiske situasjoner kan kort-tidssituasjonene nedvinds fra koksverket og jernverket bli høye.

6.2 FRAMTIDIG OVERVÅKING

I et framtidig overvåkingsprogram for luftforurensninger kan det være aktuelt å etablere følgende målenett:

- Støvfall måles ved 3 eller 4 stasjoner, eksempelvis Fødehjemmet, E6, Langneset og Hammaren.
- Svevestøv måles kontinuerlig ved minst én stasjon, eksempelvis Fødehjemmet. I perioder (om sommeren) bør svevestøv måles og analyseres for visse elementer også ved Hammaren og muligens Selfors.

- PAH måles i utvalgte perioder av året, eksempelvis ved sentrum (evt. E6) om vinteren (og sommeren) og ved Selfors om sommeren. Det er behov for nærmere undersøkelser om utslipp, sammensetning og utbredelse av PAH i Mo. (Nivåene i bebyggelsen Bosmo/Ytteren kan være interessant å kartlegge om vinteren).
- SO₂ bør fortsatt overvåkes i sentrale deler av Mo, eksempelvis Fødehjemmet og måles rutinemessig som 24-h-verdier, samt i utvalgte perioder kontinuerlig.

7 Referanser

Alfheim, I., Møller, M., Larssen, S., Mikalsen, A. (1979) Undersøkelse av PAH og mutagene stoffer i Oslo-luft. Lillestrøm (NILU/SI-rapport).

Hagen, L.O. Rutineovervåkning av luftforurensning. Årsrapporter i perioden 1980-1985. Lillestrøm (NILU OR 13/82, 43/82, 60/83, 49/84).

Hagen, L.O. (1984) Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Sarpsborg og Fredrikstad 1981-1983. Delrapport A: Målinger av meteorologi og luftkvalitet. Lillestrøm (NILU OR 22/84).

Sivertsen, B. (1983) Forslag til plan for basisundersøkelse i Mo 1983-1985. Lillestrøm (NILU OR 37/83).

Sivertsen, B. (1985a) Basisundersøkelsen i Mo i Rana 1983-1985. Delrapport A: Meteorologi og spredning. Lillestrøm (NILU OR 74/85).

Sivertsen, B. (1985b) Basisundersøkelsen i Mo i Rana 1983-1985. Delrapport B: Luftkvalitet. Lillestrøm (NILU OR 75/85).

Sivertsen, B., Haugsbakk, I. (1985) Basisundersøkelsen i Mo i Rana 1983-1985. Delrapport C: Spredningsforsøk. Lillestrøm (NILU OR 76/85).

Sivertsen, B., Schaug, J., Skaug, K., Tønnesen, D. (1985) Basisundersøkelsen i Mo i Rana 1983-1985, Delrapport D: Modellberegninger. Lillestrøm (NILU OR 77/85).

Sivertsen, B., Berntsen, T. (1986) Støvfall og svevestøv rundt A/S Norsk Jernverks losseanlegg ved Langnes. Lillestrøm (NILU OR 1/86).

Statens forurensningstilsyn (1983) Luftforurensningsvirkning på helse og miljø. Oslo 1982 (SFT-rapport nr. 38).

Statens forurensningstilsyn (1985) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1984. Oslo (SFT-rapport 201/85).

Thrane, K.E., Aune, T., Hongslo, J. (1983) Luftkvalitetsmålinger ved aluminiumverk. Lillestrøm (NILU OR 1/83).

Tønnesen, D. (1986) Endring av luftforurensningsbidrag som følge av driftsendringer ved koksverket Mo i Rana. Lillestrøm (NILU OR 38/86).

U.S. Environmental Protection Agency (1971) Part 410 - National Primary and Secondary Ambient Air Quality Standards. Federal register, 36, 8186-8201.

VEDLEGG A

Måleprogram for luftkvalitet og meteorologi i Mo
1983-84

MÅLEPROGRAM

A.1 STASJONSPASSERING

Målestasjonenes plassering er vist i kartutsnittet i figur A1. Det ble foretatt målinger av luftkvalitet (over lengere perioder) ved totalt 10 målesteder i Mo. Følgende komponenter i luft ble målt over perioder på minst 3 måneder:

- svoveldioksid (SO_2) (døgnmiddel)
- nitrogendioksid (NO_2) (døgnmiddel)
- svevestøv (to fraksjoner, døgnverdier, flere elementer)
- sot (døgnverdier)
- polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) (døgn)
- støvfall (månedsmiddelverdier)

Følgende målestasjoner er brukt i denne rapporten:

Mo Sentrum : Representativ for de sentrale deler av Mo. SO_2 , NO_2 , svevestøv, støvfall, sot og nedbør.

Mo Fødehjem: Antatt belastning fra jernverket ved fralandsvind. SO_2 , svevestøv, støvfall og sot.

Mo E6 : Trafikkbelastet og belastet av jernverket ved fralandsvind. Svevestøv og støvfall.

Selfors : Til ulike tider belastet fra både jernverket, koksverket og lokal trafikk. Velegnet til bestemmelse av relative bidrag. SO_2 , svevestøv, støvfall, sot og PAH om sommeren.

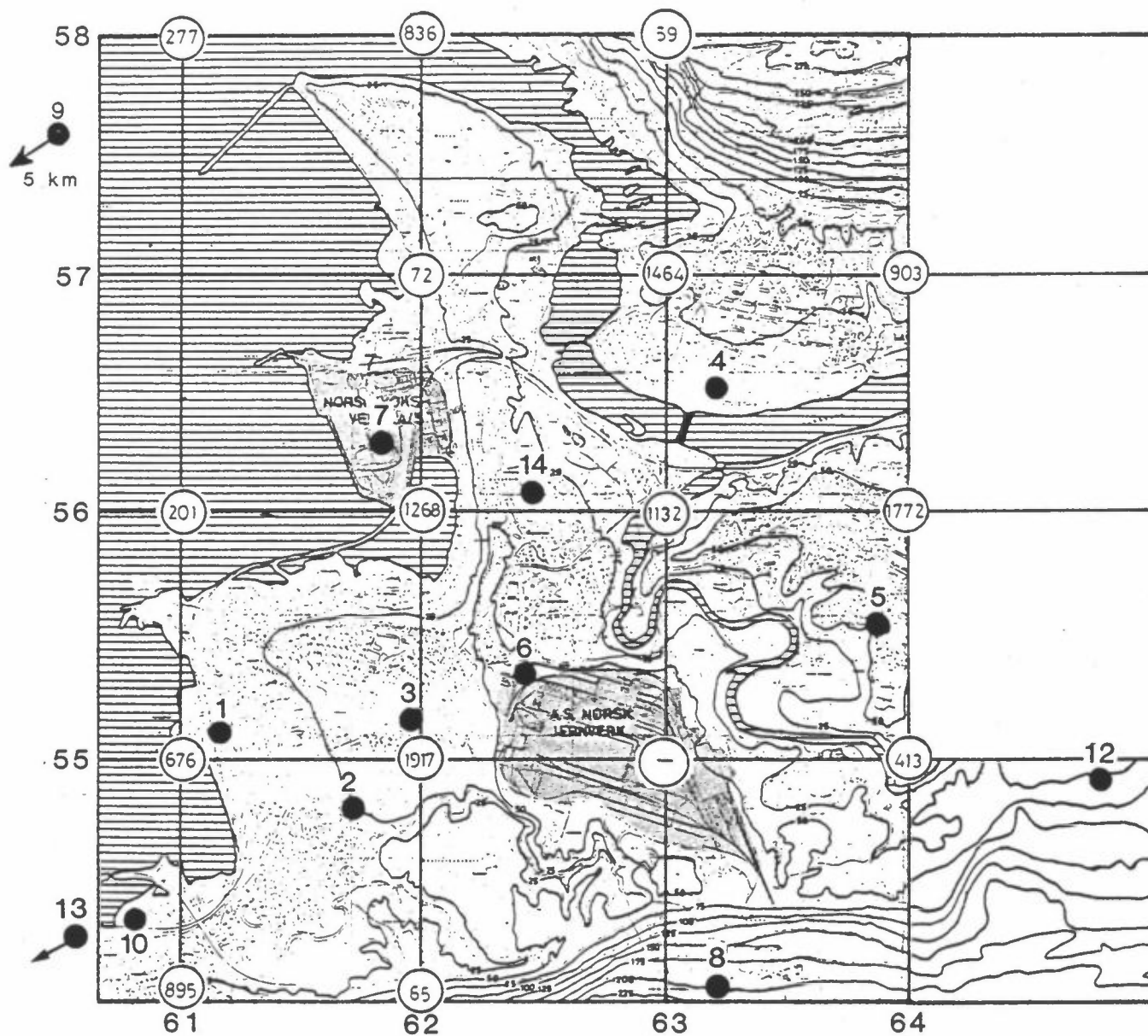
Gruben : Belastet både fra jernverket og koksverket. SO_2 , svevestøv, støvfall og sot.

Langneset : Forventes å kunne belastes av høye SO_2 -utslipp ved jernverket og av utslipp fra Mo sentrum. SO_2 , svevestøv og sot.

Jernverket : Støvfall. Sagbakken : SO_2 og sot.

Hammaren : Belastes mest av utslipp fra jernverksområdet om sommeren. SO_2 , sot og støvfall.

Alterneset : Nedbør.



Figur A1: Lokalisering av målestasjoner i Mo 1983-84.
(UTM km-rutekoordinat).

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1: Mo sentrum (61.2, 55.1) | 7: Koksverket (61.8, 56.5) |
| 2: Mo fødehjem (61.7, 54.8) | 8: Mofjell (63.3, 54.1) |
| 3: E6 (62.0, 55.2) | 9: Alterneset (56.2, 54.7) |
| 4: Selfors (63.2, 56.5) | 10: Langneset (60.9, 54.5) |
| 5: Gruben (63.8, 55.7) | 12: Hammaren (64.7, 54.9) |
| 6: Jernverket (62.4, 55.3) | 13: Haukeneset (57.5, 52.6) |
| | 14: Sagbakken (62.4, 56.1) |

x Antall mennesker i omliggende km².

A.2 INSTRUMENTERING

Svoveldioksid (SO_2) og nitrogendioksid (NO_2) ble målt med NILUs automatiske luftprøvetakere for gasser og partikler. Gasser og partikler samles ved at prøveluften suges gjennom en absorpsjonsløsning i en "bobleflaske". SO_2 -gassen blir absorbert i hydrogenperoksidoppløsning (0.3%) justert til pH 4.5 med perklorsyre og analysert ifølge Norsk Standard 4851.

NO_2 -gassen blir absorbert i en løsning av trietanolamin, o-metoksyfenol og natriumdisulfitt. Det dannes nitritt (NO_2^-), som blir bestemt spektrofotometrisk (ved bølgelengde 550 nm) etter reaksjon med sulfanilamid og ammonium-8-anilin-1-naftalensulfonat (ANSA). I perioden 25-30.1.1984 ble det i tillegg til døgnprøvene også tatt 6-timersprøver av NO_2 .

Svevestøv i to fraksjoner (partikkeldiameter mindre enn $2.5 \mu\text{m}$ og partikler mellom $2.5 \mu\text{m}$ og $10 \mu\text{m}$) ble målt ved hjelp av en Sierra 245 Automatic Dichotomous Sampler. Svevestøvet i de to fraksjonene ble bestemt gravimetrisk (ved veiing) på alle filtrene. For utvalgte perioder ble det også foretatt analyser av sulfat, Pb, Cd, Mn, Fe, Ni, As, V, Zn, Cr, Al, Si og Mg.

Nedfallstøv ble analysert for to deler, en vannløselig og en vannuløselig. I januar og august 1984 ble begge fraksjonene analysert på elementene Fr, Pb, Cd, Mn, Zn, Cr og V. Det ble dessuten målt svertningsgrad (sot) på filtrene på Nilus automatiske prøvetakere for SO_2 .

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) ble målt ved hjelp av NILUs PUR-prøvetakere med filter for partikulært bundet PAH og polyuretanskumpropper for absorpsjon av gassformige PAH-forbindelse. PAH ble målt rutinemessig (hvert døgn) bare i sommersesongen ved Selfors, for eventuelt å vurdere belastningen fra PAH-utslippene ved koksverket. I utvalgte perioder ble PAH målt på flere steder i området (Mo sentrum, E6, Hammaren). PAH-prøvene ble analysert for 35 komponenter.

I nedbøren ble følgende parametre målt:

- Nedbørmengde (mm)
- Nitrat, som nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$) (mg/l)
- Sulfat, som svovel ($\text{SO}_4\text{-S}$) (mg/l)
- Ammonium, som nitrogen ($\text{NH}_4\text{-N}$) (mg/l)
- Magnesium (Mg) (mg/l)
- Klor (Cl) (mg/l)
- Ledningsevne (konduktivitet) ($\mu\text{s/cm}$)
- Surhetsgrad (pH)
- Nitrat, som nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$) (mg/l)
- Natrium (Na) (mg/l)
- Kalsium (Ca) (mg/l)
- Kalium (K) (mg/l)

A.3 MÅLEPERIODER

Den vesentligste delen av måleprogrammet for luftkvalitet ble gjennomført vinteren 1983/84 (1.12.83-29.2.8) og sommeren 1984 (1.6.-31.8.84). En del av SO_2 - og NO_2 -målingene ble i tillegg til planen også gjennomført våren 1984. Figur 2 oppsummerer måleperiodene for de forskjellige parametrene inkludert meteorologiske data.

I tillegg til de kontinuerlige målingene skissert i figur 2, ble det gjennomført to intensive måleperioder med spredningsforsøk og spesielle prøvetakere inkludert målinger fra NILUs forskningsfly. Disse perioden var:

- om vinteren, 24.1-30.1.1984
- om sommeren, 2.8-10.8.1984

For nærmere beskrivelse av disse situasjonene og spredningsforsøkene, se Vedleggsrapport C, (Sivertsen, Haugsbakk, 1985).

	Instrument	Midlings- tid	Måleperiode															
			1983	1984														
				D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N			
1 Mo sentrum (612.551) nedbør (analyse) støvfall svevestøv NO _x SO ₂ /sot	NILU nedb. NILU støvf. Sierra DVI NILU FK NILU FK	uke måned døgn døgn døgn																
2 Mo fødehjem (617.548) støvfall svevestøv SO ₂	NILU støvf. Sierra DVI NILU FK	måned døgn døg																
3 E6 (620.552) støvfall svevestøv	NILU støvf. Sierra DVI	måned døgn																
4 Selfors (632.565) støvfall svevestøv SO ₂ /sot PAH vind	NILU støvf. Sierra DVI NILU FK NILU PUR Woelfle	måned døgn døgn døgn time																
5 Gruben (638.555) støvfall svevestøv SO ₂ (sommer)	NILU støvf. Sierra DVI NILU FK	måned døgn døgn																
6 Jernverket (624.553) støvfall vind	NILU støvf. Woelfle	måned time																
7 Koksverket (618.565) vind		time																
8 Mofjell (200 m o.h.) temperatur	Fuess T-graf	time																
9 Alterneset (562.547) nedbør (analyse)	NILU nedb.	uke																
10 Langneset (609.545) meteorologi svevestøv SO ₂ /sot (vinter) støvfall	NILU AWS Sierra DVI NILU FK NILU støvf.	time døgn døgn																
12 Hammaren (647.549) støvfall SO ₂ /sot vind	NILU støvf. NILU FK Woelfle	måned døgn time																
13 Haukeneset (575.526) Vind	Woelfle	time																
14 Sagbakken (624.561) SO ₂ /sot	NILU FK	døgn																

Figur A2: Måleprogram for luftkvalitet og meteorologi i Mo (korttids-målinger og spredningsforsøk er ikke inkludert).

VEDLEGG B

Frekvenser av vind og stabilitet for hver årstid
og for året i Mo basert på data fra Langneset

- vindretning og vindstyrke målt i 36 m
- temperaturforskjellen (stabilitet) målt mellom
36 og 10 m.

LANGNESET 01.12.83 - 30.11.84
 FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNINGEN ENHET: PROSENT
 VINDSTYRKER MINDRE ENN .20M/S REGNES SOM VINDSTILLE

	.0- 2.0 M/S				2.0- 4.0 M/S				4.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S				ROSE	
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
30	.1	1.7	.2	.1	.2	.7	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.2
60	.2	3.3	1.9	1.6	.1	1.4	1.6	1.6	.0	.1	.1	.0	.0	.1	.0	.0	.0	12.1
90	.0	2.6	3.6	4.0	.2	2.8	2.8	2.5	.3	2.8	2.5	.3	.1	2.1	.6	.1	.1	27.3
120	.0	.3	.6	.5	.2	1.6	1.2	.3	.2	1.7	1.2	.1	.0	1.2	.5	.1	.1	9.6
150	.0	.1	.1	.1	.0	.2	.0	.1	.0	.2	.2	.1	.0	1.0	.4	.1	.1	2.6
180	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.4
210	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.4
240	.0	.4	.6	.2	.1	2.4	1.3	.0	.4	5.9	1.2	.0	.8	4.4	2.2	.0	.1	19.8
270	.0	1.5	1.3	.2	.1	2.5	1.1	.1	.4	1.8	1.0	.1	.2	2.1	1.8	.0	.1	14.3
300	.0	.5	.5	.1	.0	.2	.1	.0	.0	.1	.0	.1	.0	.1	.0	.1	.1	1.8
330	.1	.4	.2	.1	.1	.3	.0	.0	.1	.2	.0	.2	.1	.3	.0	.2	.2	2.4
360	.2	1.1	.3	.1	.2	.4	.3	.1	.0	.1	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	3.2
STILLE	.0	1.0	1.2	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.8
TOTAL	.7	13.1	10.9	7.6	1.1	12.7	8.7	4.7	1.4	13.1	6.3	.9	1.3	11.4	5.7	.7	100.0	

FORDELING PÅ VINDHASTIGHET

.0- 2.0 M/S	2.0- 4.0 M/S	4.0- 6.0 M/S	OVER 6.0 M/S
32.2	27.1	21.6	19.0

FORDELING AV STABILITETSKLASSENE

4.5	50.2	31.5	13.8

ANTALL TIMER = 8784, ANTALL OBSERVASJONER = 7256

LANGNESET 01.12.83 - 28.02.84
 FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNINGEN ENHET: PROSENT
 VINDSTYRKER MINDRE ENN .20M/S REGNES SOM VINDSTILLE

	.0- 2.0 M/S				2.0- 4.0 M/S				4.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S				ROSE
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
30	.0	.2	.1	.1	.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.6
60	.0	4.2	2.9	2.7	.0	2.7	3.2	2.7	.0	.2	.1	.0	.0	.0	.0	.0	18.5
90	.0	4.0	5.8	6.7	.0	3.8	5.3	5.3	.0	2.7	5.8	.6	.0	1.1	1.0	.1	42.2
120	.0	.3	1.0	.7	.0	1.7	2.3	.3	.0	.8	2.2	.0	.0	1.4	.7	.0	11.3
150	.0	.0	.2	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.2	.1	.0	.0	.8	1.1	.0	2.3
180	.0	.1	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.1	.1	.0	.0	.1	.0	.0	.5
210	.0	.1	.1	.1	.0	.0	.1	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.9
240	.0	.1	.3	.1	.0	.1	1.1	.1	.0	.9	1.3	.0	.0	4.8	3.6	.0	12.5
270	.0	.2	.1	.1	.0	.4	1.1	.1	.0	1.5	1.6	.0	.0	1.9	3.6	.1	10.5
300	.0	.0	.1	.1	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.3
330	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
360	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
STILLE	.0	.1	.4	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
TOTAL	.0	9.1	10.8	10.4	.0	9.2	13.1	8.5	.0	6.8	11.0	.6	.0	10.3	10.1	.0	2100.0

FORDELING PÅ VINDHASTIGHET

.0- 2.0 M/S	2.0- 4.0 M/S	4.0- 6.0 M/S	OVER 6.0 M/S
30.3	30.8	18.4	20.5

FORDELING AV STABILITETSKLASSENE

.0	35.4	44.9	19.6
----	------	------	------

ANTALL TIMER = 2184, ANTALL OBSERVASJONER = 1960

LANGNESET 01.03.84 - 31.05.84
 FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNINGEN ENHET: PROSENT
 VINDSTYRKER MINDRE ENN .20M/S REGNES SOM VINDSTILLE

	.0- 2.0 M/S				2.0- 4.0 M/S				4.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S				ROSE
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
30	.0	.2	.1	.1	.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.6
60	.0	4.2	2.9	2.7	.0	2.7	3.2	2.7	.0	.2	.1	.0	.0	.0	.0	.0	18.5
90	.0	4.0	5.8	6.7	.0	3.8	5.3	5.3	.0	2.7	5.8	.6	.0	1.1	1.0	.1	42.2
120	.0	.3	1.0	.7	.0	1.7	2.3	.3	.0	.8	2.2	.0	.0	1.4	.7	.0	11.3
150	.0	.0	.2	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.2	.1	.0	.0	.8	1.1	.0	2.3
180	.0	.1	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.1	.1	.0	.0	.1	.0	.0	.5
210	.0	.1	.1	.1	.0	.0	.1	.0	.0	.5	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.9
240	.0	.1	.3	.1	.0	.1	1.1	.1	.0	.9	1.3	.0	.0	4.8	3.6	.0	12.5
270	.0	.2	.1	.1	.0	.4	1.1	.1	.0	1.5	1.6	.0	.0	1.9	3.6	.1	10.5
300	.0	.0	.1	.1	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.3
330	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
360	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
STILLE	.0	.1	.4	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
TOTAL	.0	9.1	10.8	10.4	.0	9.2	13.1	8.5	.0	6.8	11.0	.6	.0	10.3	10.1	.0	2100.0

FORDELING PÅ VINDHASTIGHET

.0- 2.0 M/S	2.0- 4.0 M/S	4.0- 6.0 M/S	OVER 6.0 M/S
30.3	30.8	18.4	20.5

FORDELING AV STABILITETSKLASSENE

.0	35.4	44.9	19.6
----	------	------	------

ANTALL TIMER = 2184, ANTALL OBSERVASJONER = 1960

LANGNESET 01.06.84 - 31.08.84
 FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNINGEN ENHET: PROSENT
 VINDSTYRKER MINDRE ENN .20M/S REGNES SOM VINDSTILLE

	.0- 2.0 M/S				2.0- 4.0 M/S				4.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S				ROSE	
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
30	.2	2.0	.2	.0	.2	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.7
60	.2	1.7	.8	.5	.0	.5	.4	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.5
90	.0	1.4	1.8	.5	.1	1.6	.7	.4	.3	1.0	.2	.0	.0	.3	.0	.0	.0	8.5
120	.0	.3	.2	.1	.1	.8	.1	.0	.2	.7	.1	.0	.1	.4	.0	.0	.0	3.4
150	.0	.1	.1	.0	.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.7
180	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
210	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2
240	.0	.9	.7	.2	.2	6.9	1.2	.0	1.0	16.9	1.6	.0	2.6	7.4	1.4	.0	.0	41.0
270	.0	3.7	2.4	.4	.3	6.8	1.3	.1	1.2	3.0	.6	.0	.7	3.6	.8	.0	.0	25.1
300	.0	1.0	.6	.0	.0	.2	.1	.0	.1	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.6
330	.1	.5	.1	.0	.1	.2	.0	.0	.4	.1	.0	.0	.5	.3	.0	.0	.0	2.5
360	.2	1.3	.4	.1	.3	.5	.2	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	3.4
STILLE	.0	1.7	1.6	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.3
TOTAL	.7	14.8	9.2	3.0	1.6	18.6	4.2	1.0	3.3	22.2	2.7	.0	3.9	12.4	2.4	.0	.0	100.0

FORDELING PÅ VINDHASTIGHET

.0- 2.0 M/S	2.0- 4.0 M/S	4.0- 6.0 M/S	OVER 6.0 M/S
27.7	25.3	28.3	18.7

FORDELING AV STABILITETSKLASSENE

9.6	68.0	18.4	4.0
-----	------	------	-----

ANTALL TIMER = 2208, ANTALL OBSERVASJONER = 2060

LANGNESET 01.09.84 - 31.11.84
 FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNINGEN ENHET: PROSENT
 VINDSTYRKER MINDRE ENN .20M/S REGNES SOM VINDSTILLE

	.0- 2.0 M/S				2.0- 4.0 M/S				4.0- 6.0 M/S				OVER 6.0 M/S				ROSE
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
30	.2	1.5	.2	.1	.1	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.3
60	.2	2.5	2.1	2.7	.0	.9	.5	.8	.0	.0	.1	.0	.0	.4	.0	.0	10.2
90	.0	1.4	4.3	6.3	.3	2.8	2.8	2.2	.4	5.4	2.0	.3	.3	6.9	1.5	.2	37.2
120	.0	.3	.6	.8	.3	3.1	1.1	.3	.3	4.2	1.0	.5	.0	2.6	1.0	.7	16.7
150	.0	.1	.2	.2	.0	.4	.0	.3	.1	.6	.2	.2	.0	1.3	.2	.6	4.3
180	.0	.0	.0	.2	.0	.0	.0	.1	.0	.2	.0	.1	.0	.0	.2	.2	.8
210	.0	.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2
240	.0	.2	1.1	.2	.0	.8	1.1	.1	.1	1.4	1.1	.0	.1	1.0	2.3	.0	9.4
270	.0	1.0	1.6	.2	.0	.4	1.0	.2	.2	.6	.5	.3	.1	.7	1.0	.0	7.6
300	.0	.5	.6	.2	.0	.1	.1	.1	.0	.1	.0	.4	.0	.3	.0	.4	2.6
330	.0	.5	.2	.0	.0	.1	.0	.2	.0	.1	.0	.5	.0	.4	.1	1.4	3.3
360	.0	.5	.2	.2	.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.1
STILLE	.0	2.1	1.7	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.2
TOTAL	.3	10.7	12.8	11.3	.7	9.1	6.6	4.2	1.0	12.6	4.9	2.2	.5	13.6	6.3	3.4	100.0

FORDELING PÅ VINDHASTIGHET

.0- 2.0 M/S	2.0- 4.0 M/S	4.0- 6.0 M/S	OVER 6.0 M/S
35.2	20.5	20.7	23.7

FORDELING AV STABILITETSKLASSENE

2.4	46.0	30.6	21.1
-----	------	------	------

ANTALL TIMER = 2184, ANTALL OBSERVASJONER = 1325

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

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTNR. OR 44/87	ISBN-82-7247-833-1	
DATO Juli 1987	ANSV. SIGN. <i>J. Schjordeggen</i>	ANT. SIDER 59	PRIS kr 50.00
TITTEL Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Mo i Rana 1983-1985. Sluttrapport		PROSJEKTLEDER B. Sivertsen	
		NILU PROSJEKT NR. 0-8220	
FORFATTER(E) Bjarne Sivertsen		TILGJENGELIGHET A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statens forurensningstilsyn Postboks 8100, Dep 0032 OSLO 1			
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Luftkvalitet Meteorologi			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Det er gjennomført en omfattende undersøkelse av luftforurensningene i Mo. Målinger, spredningsforsøk og modellberegninger (kildeorienterte og reseptormodeller) har vist at støvfall og PAH representerer de største problemene. Industriutslippene representerer de vesentligste kildene til disse problemene.			
TITLE Air pollution investigations in Mo i Ra Rana, 1983-1985. Final Report.			
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines) A comprehensive air quality study contained measurements, tracer experiments and model estimates (dispersion models and source receptor models). It has been shown that dust fall and PAH represented the largest air pollution problem in the area. The main sources were dust emissions from steel industry and PAH-emissions from a coak plant.			

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