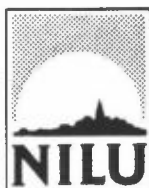
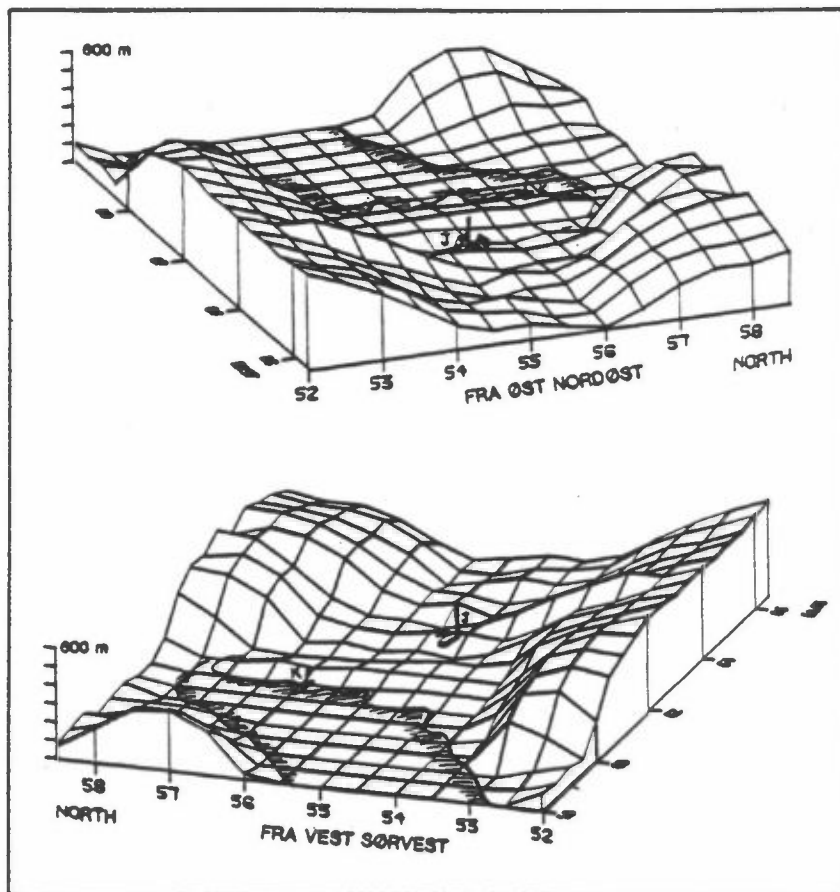




**BASISUNDERSØKELSE I MO I RANA
1983-1985**

DELRAPPORT D

MODELL -
BEREGNINGER





Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

luft og nedbør
grunnvann
vassdrag og fjorder
havområder

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

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

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

- gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.
- registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.
- påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.
- over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.

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

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

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

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

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

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

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

NILU OR : 77/85
REFERANSE: O-8220
DATO : MAI 1986
ISBN : 82-7247-653-3

BASISUNDERSØKELSEN I MO I RANA
1983-1985

DELRAPPORT D
Modellberegninger

B. Sivertsen, J. Schaug, K. Skaug, D. Tønnesen

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 64, 2001 LILLESTRØM
NORGE

SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Det er foretatt modellberegninger av luftkvalitet i Mo ved hjelp av tre hovedtyper av modeller:

- kildeorienterte spredningsmodeller
- reseptor-modeller
- enkle statistiske proporsjonalitets-modeller

De kildeorienterte spredningsmodellene har med utslippsdata og meteorologiske spredningsdata som utgangspunkt vist at:

- SO₂-utslippene fra koksverket og jernverket bidrar til en vesentlig del av konsentrasjonene i de mest belastete områdene om sommeren (totalbelastningene er likevel liten)
- SO₂-utslipp fra fyringsanlegg gir et større bidrag om vinteren særlig over Mo sentrum
- selv korttids konsentrasjoner av SO₂ i røykfanen fra de største kildeområdene kommer ikke opp mot de foreslåtte grenseverdiene for luftkvalitet.

Reseptormodellberegninger basert på målinger av elementsammensetning i svevestøv og variasjon i tid av disse konsentrasjonene har vist at:

- utslipp av svevestøv fra jernverket kan forklare 47% av variasjonene (prøver sommer og vinter) i konsentrasjonene målt i Mo sentrum
- ved E6 skyldtes 34% av den groveste støvfraksjonen (> 2.5 µm) opphvirvlet veistøv (i august 1984)
- ved E6 skyldtes det fineste svevestøvet (< 2.5 µm) oljefyring (30%), biltrafikk (25%) og stålverket (25%)

- ved Fødehjemmet representerte stålverket og "kalkovnen/sinterverket" totalt ca 55% av det fine støvet, mens oljefyring bidro med 25%
- det grovere støvet ved Fødehjemmet skyldtes til 33% utslipp fra kalkovnen på jernverket
- svevestøvet ved Gruben var om sommeren vesentlig fra jernverksområdet, idet stålverket bidro med over 50% av finstøvet og kalkovnen og stålverket tilsammen bidro med 87% av det grove støvet.

PAH-utslippene fra koksbatteriene ved koksverket ble beregnet basert på ti spredningsforsøk med sporstoff og PAH-prøvetaking til å være 7.9 ± 5.0 kg/h. Av dette var 1.2 ± 0.7 kg/h bundet til partikler, hvorav igjen 0.7 ± 0.4 kg/h besto av potensielt kreftfremkallende stoffer.

Beregnete konsentrasjoner av PAH i bebyggelsen 0.6 til 2.5 km fra koksverket, basert på informasjonen fra spredningsforsøkene, viser at:

- partikulært bundet PAH-konsentrasjoner kan forekomme i området 0.1 til $1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som typisk timesmiddelverdi
- summen av alle de analyserte PAH-forbindelsene ble beregnet til mellom 1 og $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i bebyggelsen (timesmiddel). Basert på en meteorologisk vurdering er det estimert døgnmiddel fra de beregnede times-middelkonsentrasjonene. Disse var i samsvar med målte døgnmiddelkonsentrasjoner ved Selfors, som i august 1984 var fra $0.2-0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PAH-total.
- av total PAH forbindelser ble 1.3% observert som benzo(a)pyren (BaP), hvilket skulle tilsi mellom 3 og $9 \text{ ng}/\text{m}^3$ som døgnmiddel. Det ble observert et døgnmiddel ved Selfors ca. $5 \text{ ng}/\text{m}^3$ BaP.

INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	1
1 INNLEDNING	5
2 KILDEORIENTERTE MODELLER	5
2.1 Modellområdet	6
2.2 Utslippsoversikt	9
2.2.1 Grunnlag	9
2.2.2 Utslipp fordelt på kildegrupper	9
2.2.3 Utslippskart	10
2.3 Beregnete konsentrasjoner	12
2.3.1 Langtidsmiddelkonsentrasjoner	12
2.3.2 Timesmiddelkonsentrasjoner	16
2.3.3 Forventet maksimal timesmiddelkonsentrasjon i området	17
2.3.4 Maksimale døgnverdier	19
2.3.5 Sammenlikning mellom målte og beregnete konsentra- sjoner	20
3 KILDENES BIDRAG TIL AEROSOLFORURENSNINGEN	22
3.1 Målesteder	23
3.2 Prøvetaking av aerosoler	23
3.3 Kjemiske analyser	23
3.4 Emisjonsdata	24
3.5 Resultater	26
3.5.1 Middelveier og standard avvik	26
3.5.2 Hovedkomponentanalyse	27
3.5.3 Beregninger med en massebalansemodell	31
4 PAH-UTSLIPP FRA KOKSVERKET	37
5 BEREGNETE PAH-KONSENTRASJONER PÅ STØRRE AVSTAND FRA KOKSVERKET	40
6 REFERANSER	42
VEDLEGG A Innsamling av utslippsdata.....	45
VEDLEGG B Endel inndata og utdata ved beregningene med en kjemisk massebalanse modell	61
VEDLEGG C Resultater av hovedkomponentanalysen	65
VEDLEGG D Samtidige konsentrasjoner av SF ₆ og PAH	79

BASISUNDERSØKELSEN I MO I RANA 1983-1985
DELRAPPORT D: Modellberegninger

1 INNLEDNING

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

- utslippskartlegging
- meteorologiske målinger
- luftkvalitetsmålinger
- spredningsforsøk med sporstoff
- modellberegninger

Denne rapporten inneholder bruk av tre typer modeller i Mo:

- 1) Kildeorienterte modeller
(for beregning av midlere og maksimale SO₂-konsentrasjoner i området)
- 2) Reseptormodeller
(for beregning av forskjellige kilders relative bidrag, basert på målinger av elementsammensetning i svevestøv)
- 3) Enkle proporsjonalitetsmodeller
(for å beregne utslippene av PAH ved koksverket)

2 KILDEORIENTERTE SPREDNINGSMODELLER

De kildeorienterte spredningsmodellene beregner ved hjelp av utslippsdata og meteorologiske data, konsentrasjonsfelter innenfor et angitt område. Slike modeller representerer et supplement til målte data, og er i mange tilfeller mer nyttig enn et måleprogram, da de gir fordelingen i området midlet over et visst areal, mens målingene gir

konsentrasjonene i ett punkt. Modellene kan dessuten nyttes til å tolke representativiteten av en måling.

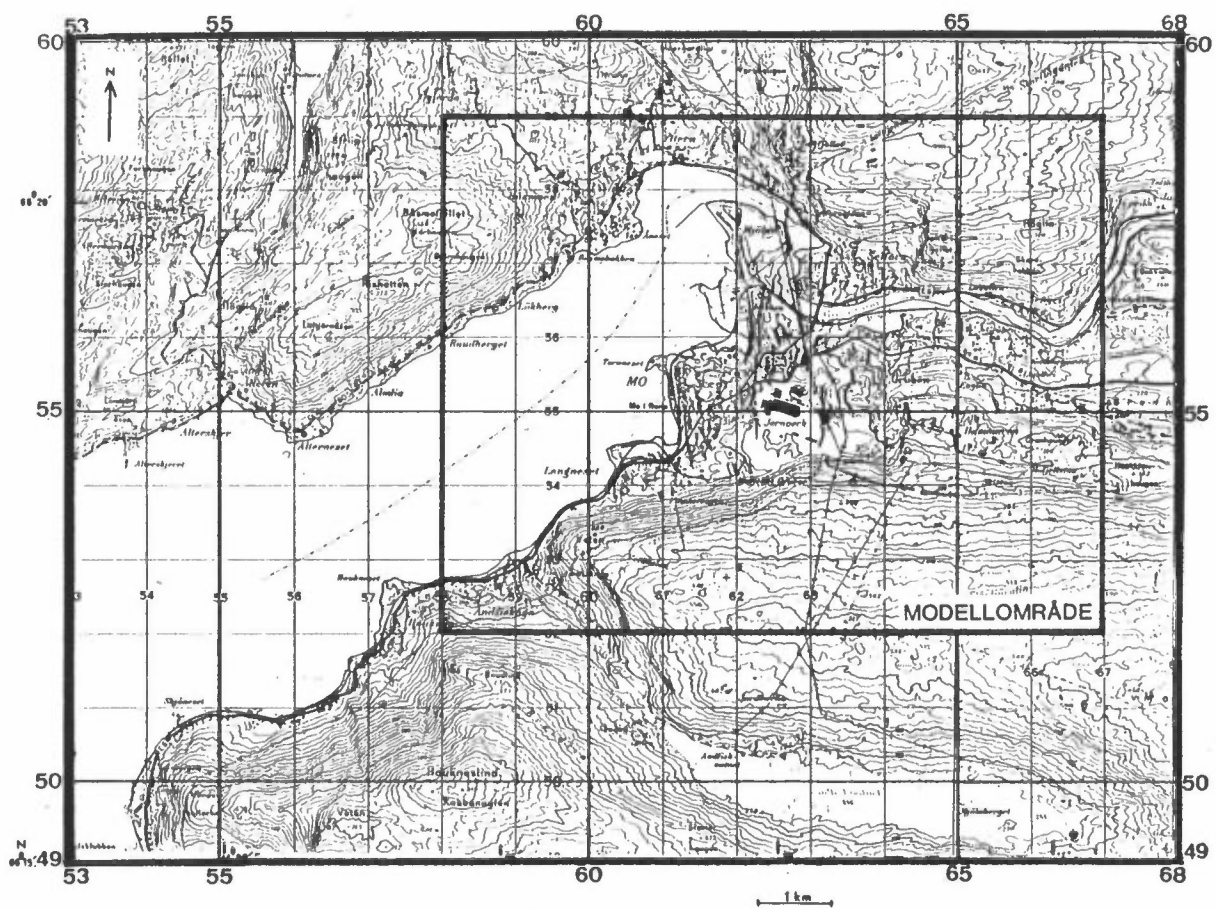
Modeller av denne type har det vært arbeidet med i en årrekke ved NILU (Sivertsen, 1979). For spredningsberegninger i Mo er en multippelkilde Gaussisk modell tilpasset (Schjoldager, 1974). En grundig analyse av de meteorologiske inngangsdataene, og deres variasjon i området er foretatt i delrapport A (Sivertsen, 1985a). Resultatene av disse beregningene er sammenholdt med målte luftkonsentrasjoner.

Kildeorienterte modeller er basert på:

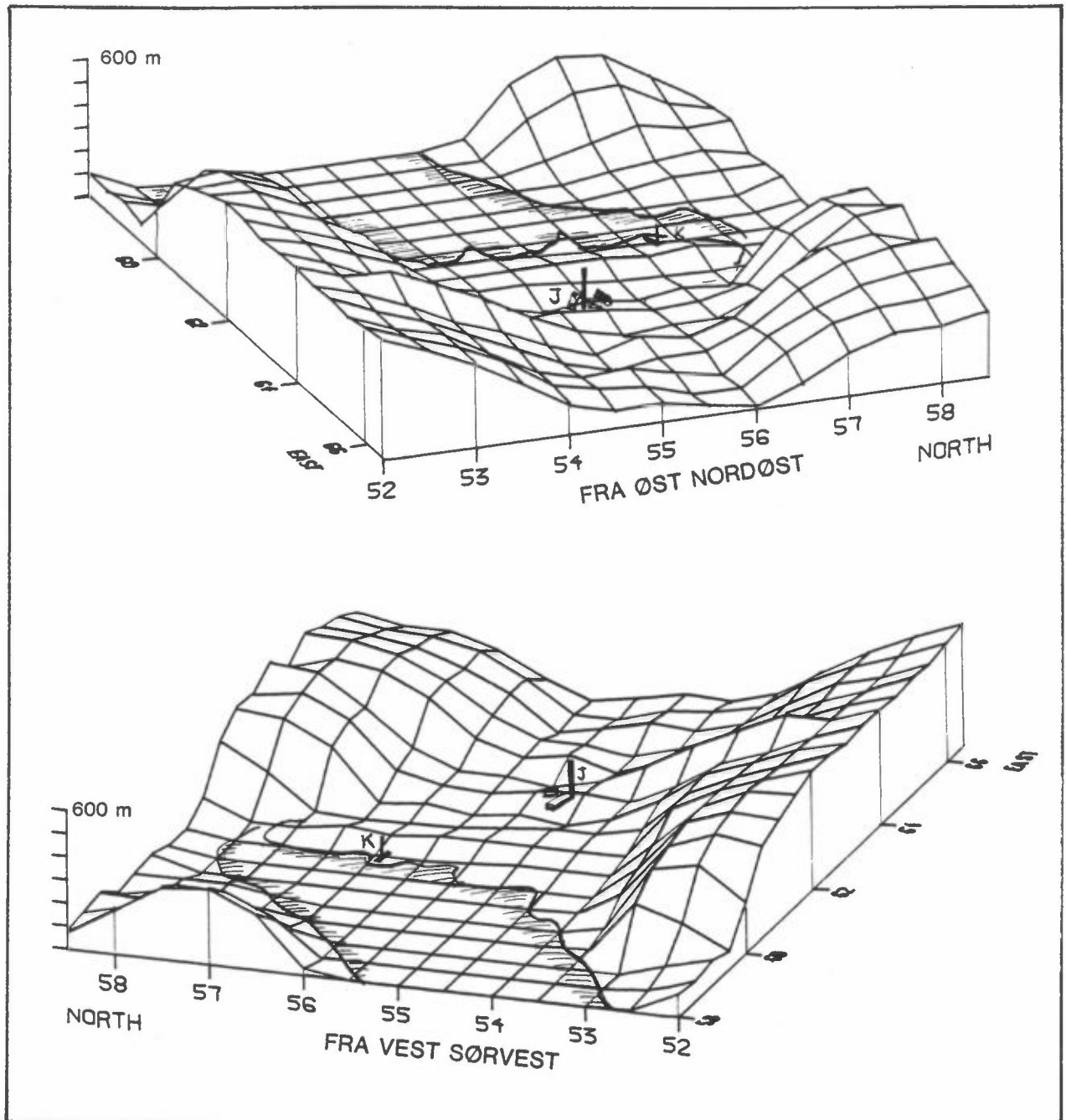
- utslippsdata for enkeltkilder, arealkilder og linjekilder
- meteorologiske spredningsdata
- informasjon om luftkvalitet (målt)
- vurdering av topografi

2.1 MODELLOMRÅDET

Modellområdets utstrekning er vist i figur 1. Grid-nettet for beregningene er også angitt. Området består av en forholdsvis flat dalbunn og Ranafjorden som en orientert øst-vest, med bratte fjellsider på nordsiden og sørsiden. Dette medfører en markert kanalisering av vinden i området (Sivertsen, 1985a). Et markert platå på ca 60 m o.h. ligger midt i modellområdet. De største utslippskildene ligger på dette platået (jernverket). Utslippene fra koksverket, samt de fleste av de små utslippskildene ligger vest for dette platået. Topografien er gjengitt som tre-dimensjonale plott i figur 2.



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



Figur 2: Topografien i modellområdet for basisundersøkelsen i Mo.
a) sett fra østsørøst.
b) sett fra vestsørvest.

2.2 UTSLIPPSOVERSIKT

2.2.1 Grunnlag

Grunnlaget for utslippsoversikten er et spørreskjema utsendt fra NILU til bedrifter, institusjoner og forretninger i området, samt supplerende opplysninger fra oljeselskapene om oljesalg i området. Nøyaktigheten i utslippstallene er størst der det har vært gjennomført utslippsmålinger. Dette gjelder først og fremst utslipp fra industri. På bakgrunn av opplysninger om skorsteinshøyder, utslippshastighet og utslippsmengde er kildene inndelt i punktkilder og arealkilder. Grunnlaget for utslippsoversikten er presentert i Vedlegg A.

2.2.2 Utslipp fordelt på kildegrupper

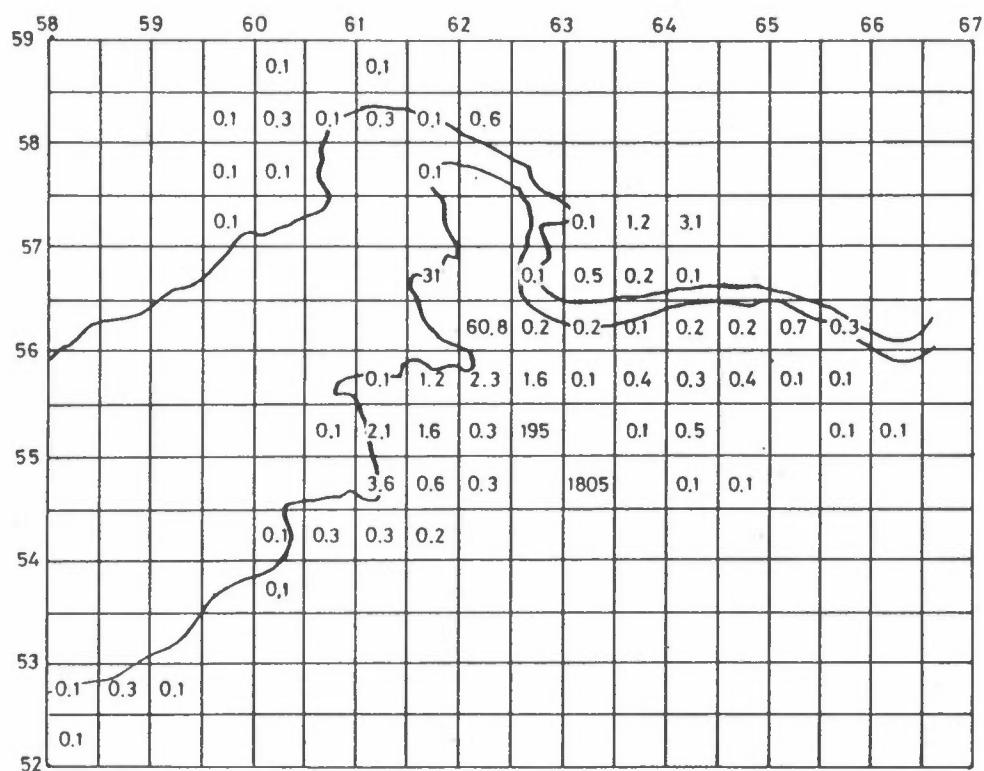
Tabell 1 viser de største enkeltkildene for svovelutslipp i området, og beregnet totalutslipp fordelt på ulike kildetyper.

Tabell 1: Årsutslipp av SO₂ innenfor modellområdet i Mo. Enhet: tonn pr. år.

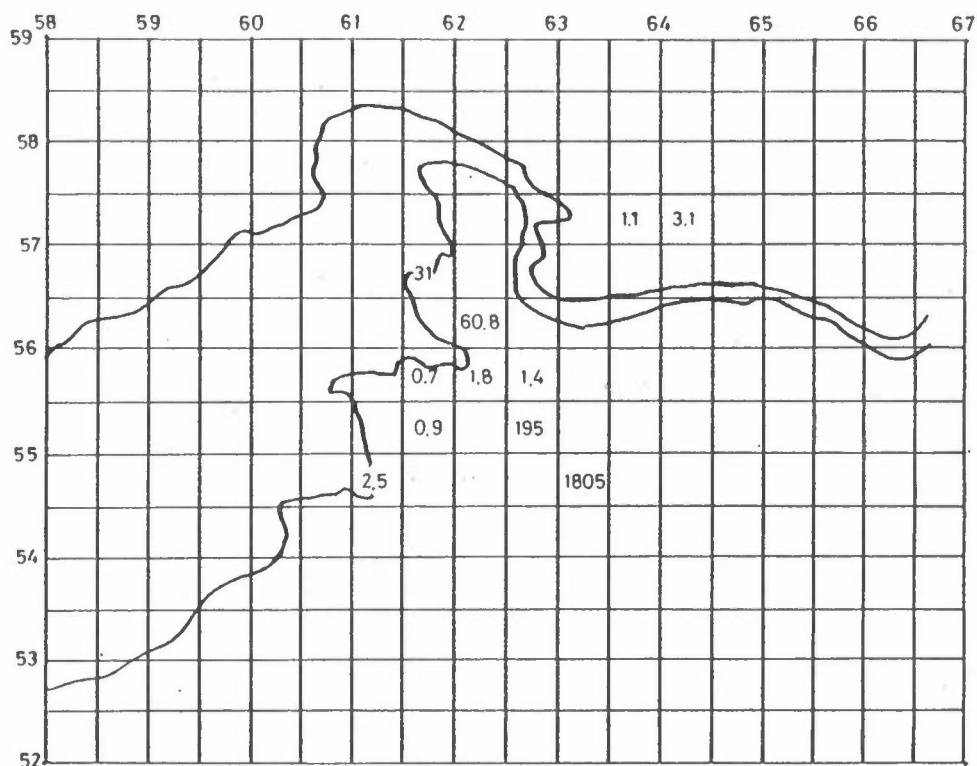
Kilder/kildetyper	Utslipp (tonn SO ₂ /år)	Merknad
Sinterverket	3100	4 ovner á 65 tonn
Valseverket, grovemneovn	390	
Råjernovner	260	
Pelletverket	250	
Koksverket, dampproduksjon	120	
Koksmelproduksjon	62	
Sum industri	4182	
Større fyringsanlegg, oppvarming	16	10 anlegg, oljeforbruk > 100000 l
Sum punktkilder	4198	
Mindre fyringsanlegg, oppvarming	9	69 anlegg Fordelt etter befolkning og oljesalg
Generell husoppvarming	10	
Sum arealkilder	19	
Totalt	4217	

2.2.3 Utslippskart

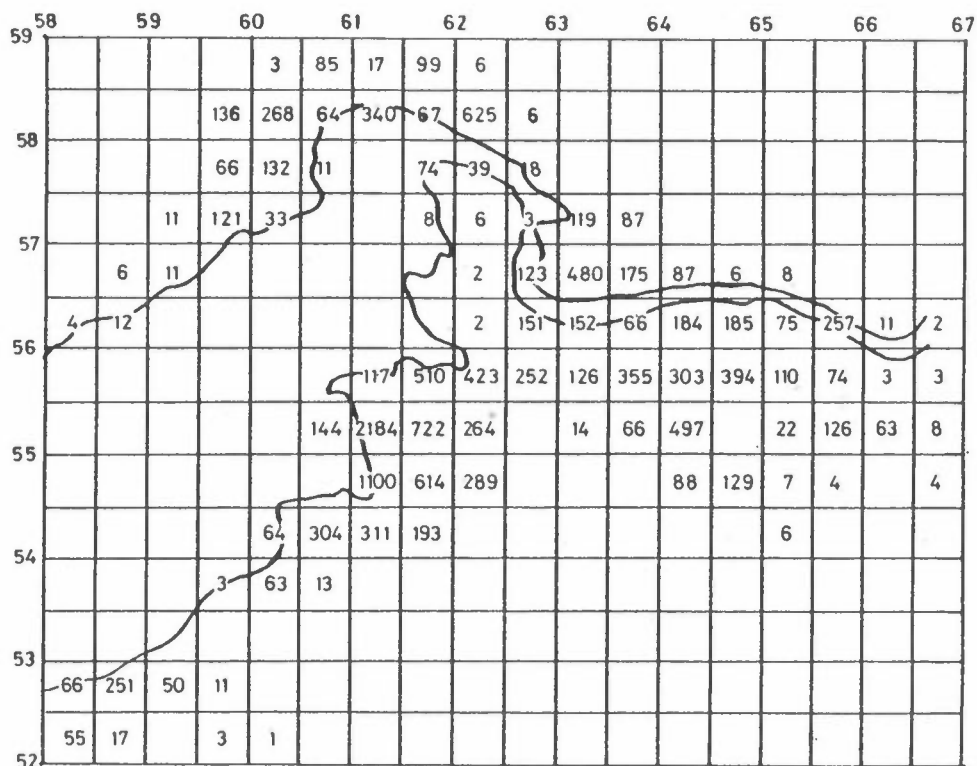
De følgende figurene viser estimert utslipp av SO_2 i vinterhalvåret basert på årsutslippet. Der opplysninger om variasjon i drift/oljeforbruk over året foreligger, er disse brukt ved å fordele utslippet. Ellers er det estimert et vinterutslipp på mellom 50 og 85 prosent av totalutslippet, avhengig av kildens virksomhet. Utslippet er fordelt over et rutenett med 0.5 km x 0.5 km rutestørrelse. Figur 3 viser totalt utslipp for alle kildetyper, figur 4 viser utslipp fra punkt-kilder, og figur 5 viser utslipp fra arealkilder.



Figur 3: Utslippsoversikt for SO_2 fordelt over 500 m-rutenett. Totalutslipp i tonn SO_2 pr vinterhalvår.



Figur 4: Utslippsoversikt for SO_2 fordelt over 500 m-rutenett. Utslipp fra punktkilder i tonn SO_2 pr. vinterhalvår.

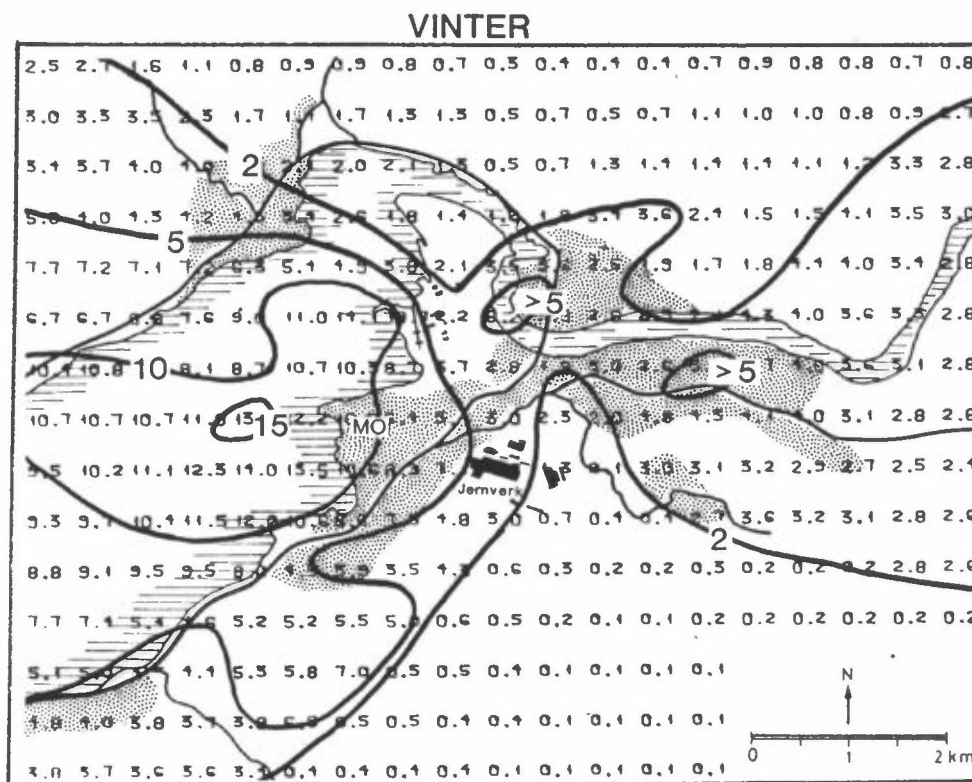


Figur 5: Utslippsoversikt for SO_2 fordelt over 500 m-rutenett. Utslipp fra arealkilder i kg SO_2 pr. vinterhalvår.

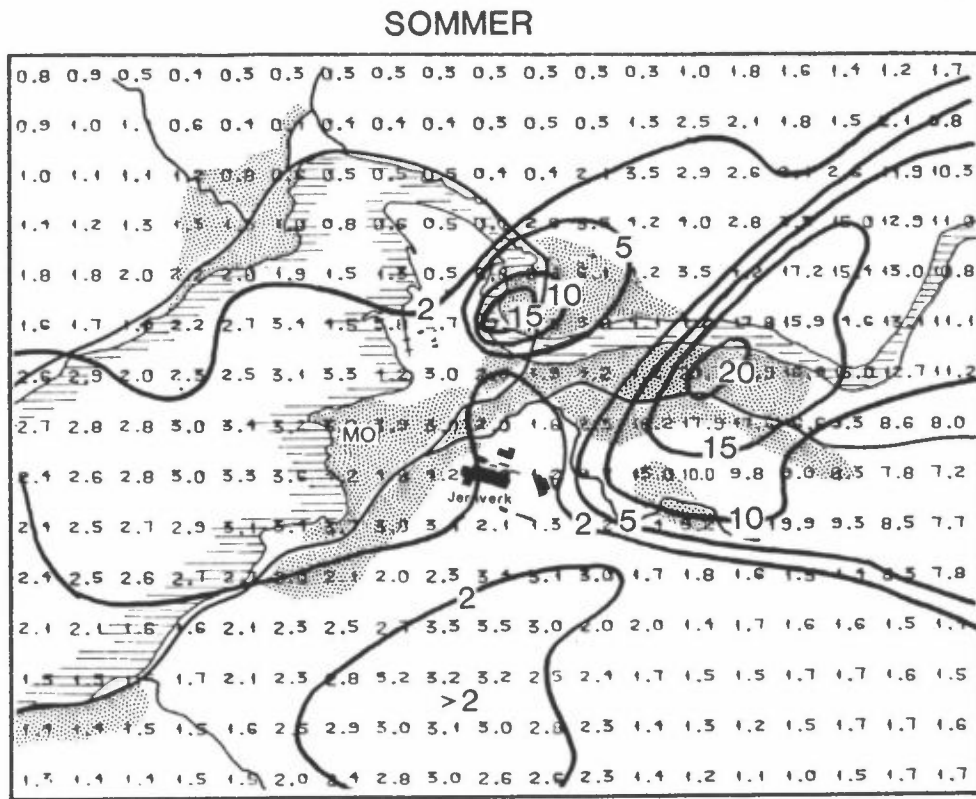
2.3 BEREGNETE KONSENTRASJONER

2.3.1 Langtidsmiddelkonsentrasjoner

På grunnlag av oppgitte og estimerte utslippstall og målt sammenheng mellom vindstyrke, vindretning og stabilitet, er det beregnet middelkonsentrasjoner av svoveldioksid i bakkenivå for sommerhalvår og vinterhalvår. De meteorologiske parametre er gjengitt i delrapport A (Sivertsen, 1985a). Figur 6 og 7 viser de beregnede konsentrasjonene for henholdsvis vinterhalvår og sommerhalvår. Maksimal halvårsmiddelkonsentrasjon er $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for vinteren og $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for sommeren. De høyeste konsentrasjonene forekommer over Ranafjorden om vinteren, og nordøst for jernverket om sommeren.

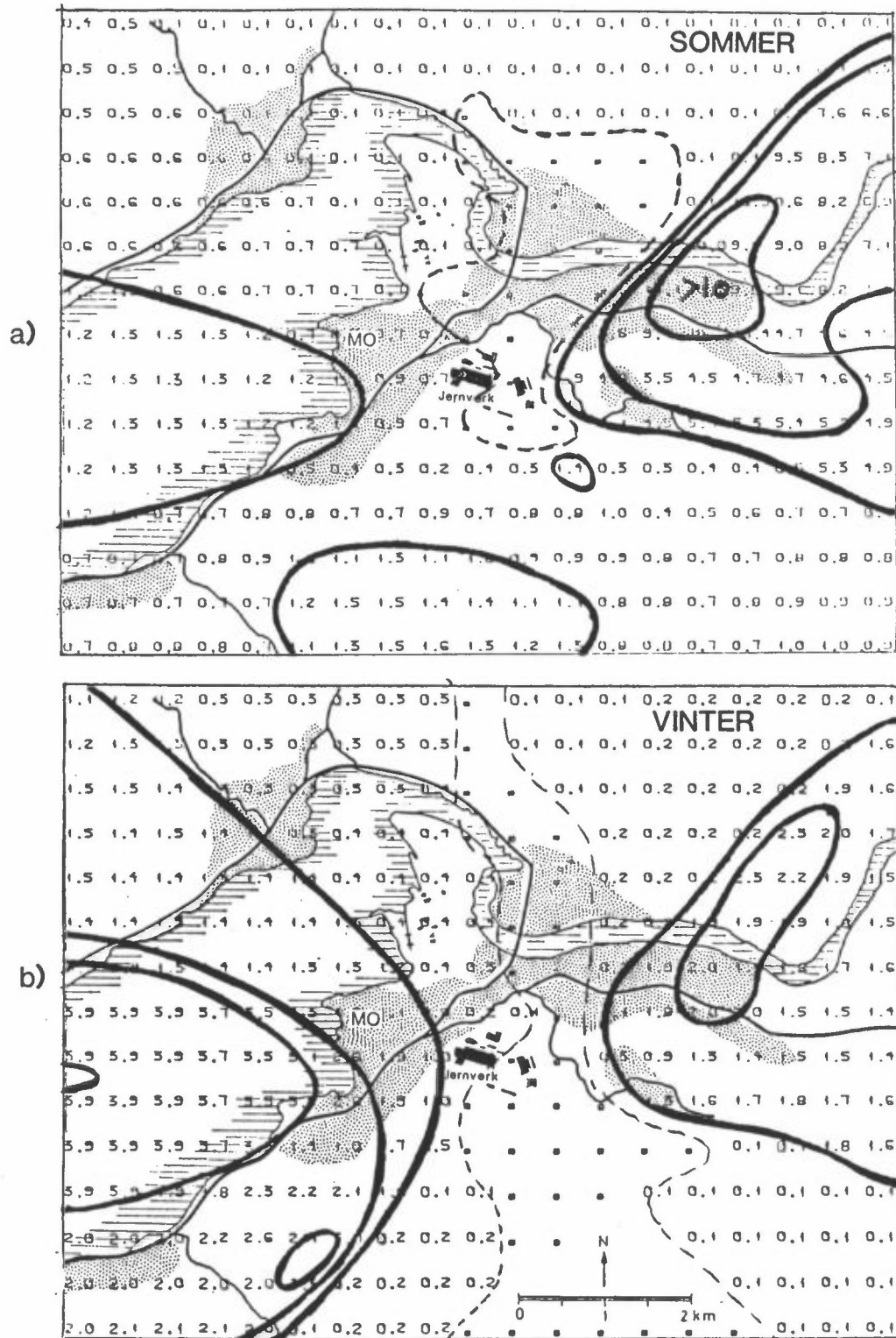


Figur 6: Halvårsmiddelverdi av SO₂-konsentrasjoner i bakkenivå, vinter.
Enhet $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

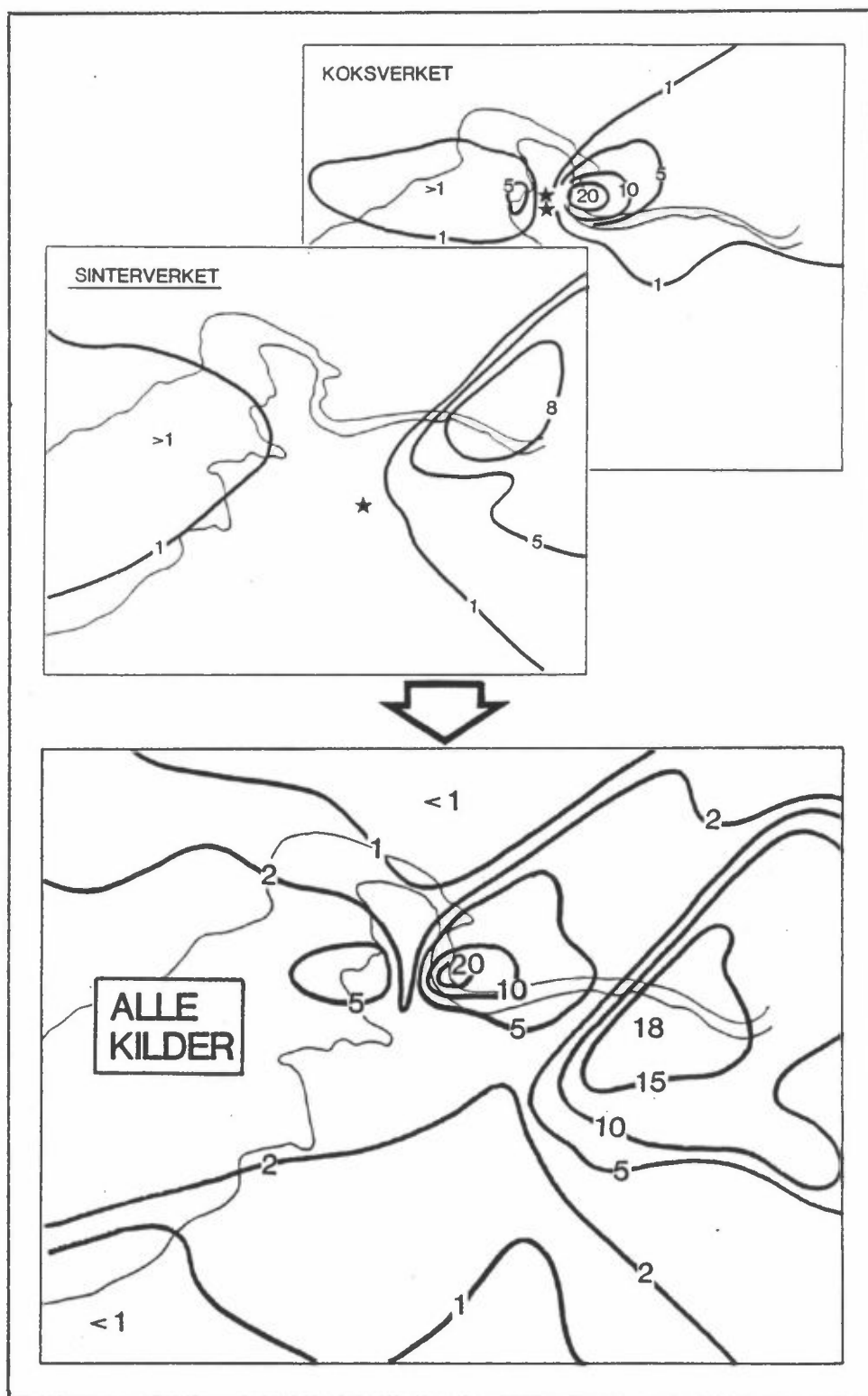


Figur 7: Halvårsmiddelverdi av SO_2 -konsentrasjoner i bakkenivå, sommer. Enhet $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figur 8 viser beregnet bidrag til halvårsmiddelverdiene fra Sinterverket, som er den største utslippskilden for SO_2 i området. Maksimalt bidrag til halvårsmiddelverdiene fra denne kilden er vesentlig større om sommeren ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) enn om vinteren ($4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Årsaken til dette er at utslipp fra en såpass høy skorstein i liten grad når ned til bakken med stabil atmosfærisk skiktning, som forekommer hyppigst i vinterhalvåret. Vindretningene er hentet fra NILUs automatstasjon ved Langneset. Representativiteten av disse for transport av utslipp fra Sinterverket er diskutert i Delrapport B (Sivertsen og Haugsbakk, 1985). Ved å bruke vinddata for jernverket ligger maksimumsområdet om sommeren lengere sør (over Hammaren - Selfors sør). Dette er nok mer realistisk i forhold til de målingene som er foretatt.



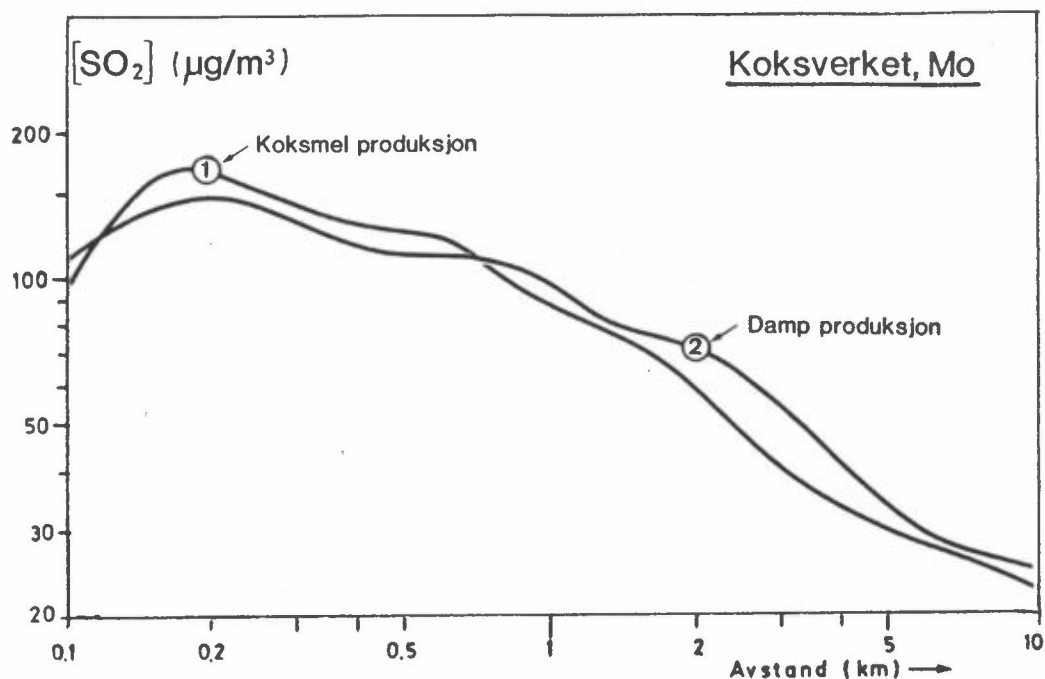
Figur 8: Bidrag fra Sinterverket til middelkonsentrasjonene av SO₂ i
 a) sommerhalvåret
 b) vinterhalvåret.
 Enhet µg/m³.



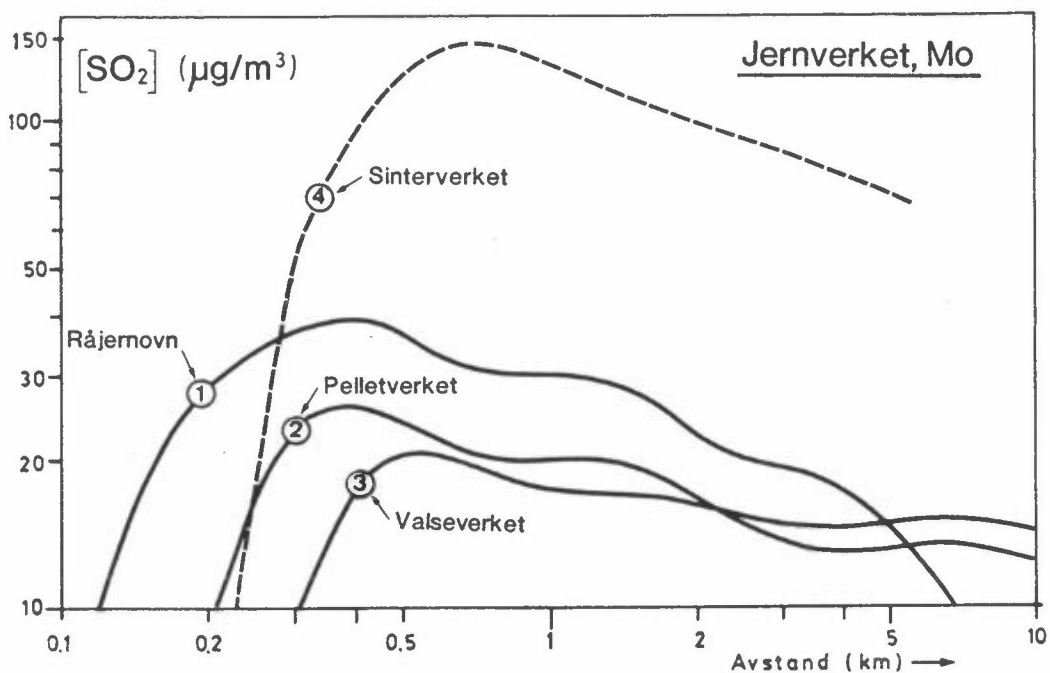
Figur 9: Bidraget fra Sinterverket, Koksverket og sum fra alle kilder til SO₂ for sommerhalvåret. (µg/m³).

2.3.2 Timesmiddelkonsentrasjoner fra enkelte punktkilder

De største enkeltutslippenes maksimale bidrag til timesmidlele SO_2 -konsentrasjoner i bakkenivå er vist som funksjon av avstand fra kildene i figur 9 og 10. Figurene gjelder for vindstyrker under 8 m/s.



Figur 10: Maksimale bidrag til SO_2 -konsentrasjonen i bakkenivå (timesmiddel) fra Koksverkets² koksmelproduksjon (1) og dampproduksjon (2).



Figur 11: Maksimale bidrag til SO_2 -konsentrasjonen i bakkenivå (timesmiddel) fra Råjernovnen² (1), Pelletsverket (2), Valseverkes grovemneovnen (3), og Sinterverket (4).

Maksimalt bidrag til timesmidlede SO₂-konsentrasjoner i bakkenivå for alle avstander fra utvalgte enkeltkilder er vist i tabell 2 for de største enkeltutslippene.

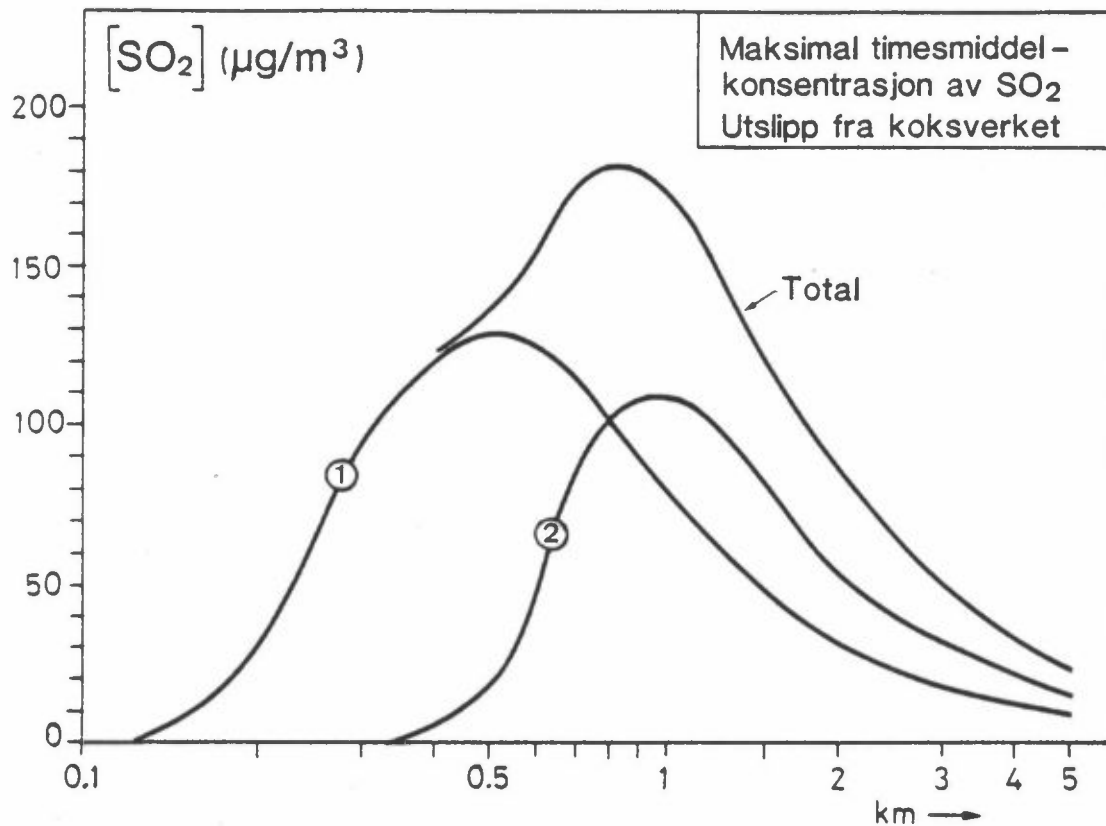
Tabell 2: Maksimalt bidrag til timesmidlet SO₂-konsentrasjon i bakkenivå for de største enkeltutslipp for vindstyrker under 8 m/s.

Kilde	Utslipp (g/s)	Maksimal konsentrasjon (µg/m ³)	Avstand til maks. konsentrasjon (m)
Sinterverket	98.3	150	700
Koksverk, dampproduksjon	3.8	150	200
Koksmelprod.	2.0	175	180
Råjernovn 1	2.1	39	400
Råjernovn 2	2.1	32	400
Råjernovn 3	2.1	28	400
Råjernovn 4	2.1	37	400
Pelletsverket	7.9	26	380
Valseverket	12.4	21	600

2.3.3 Forventet maksimal timesmiddel-konsentrasjon i området

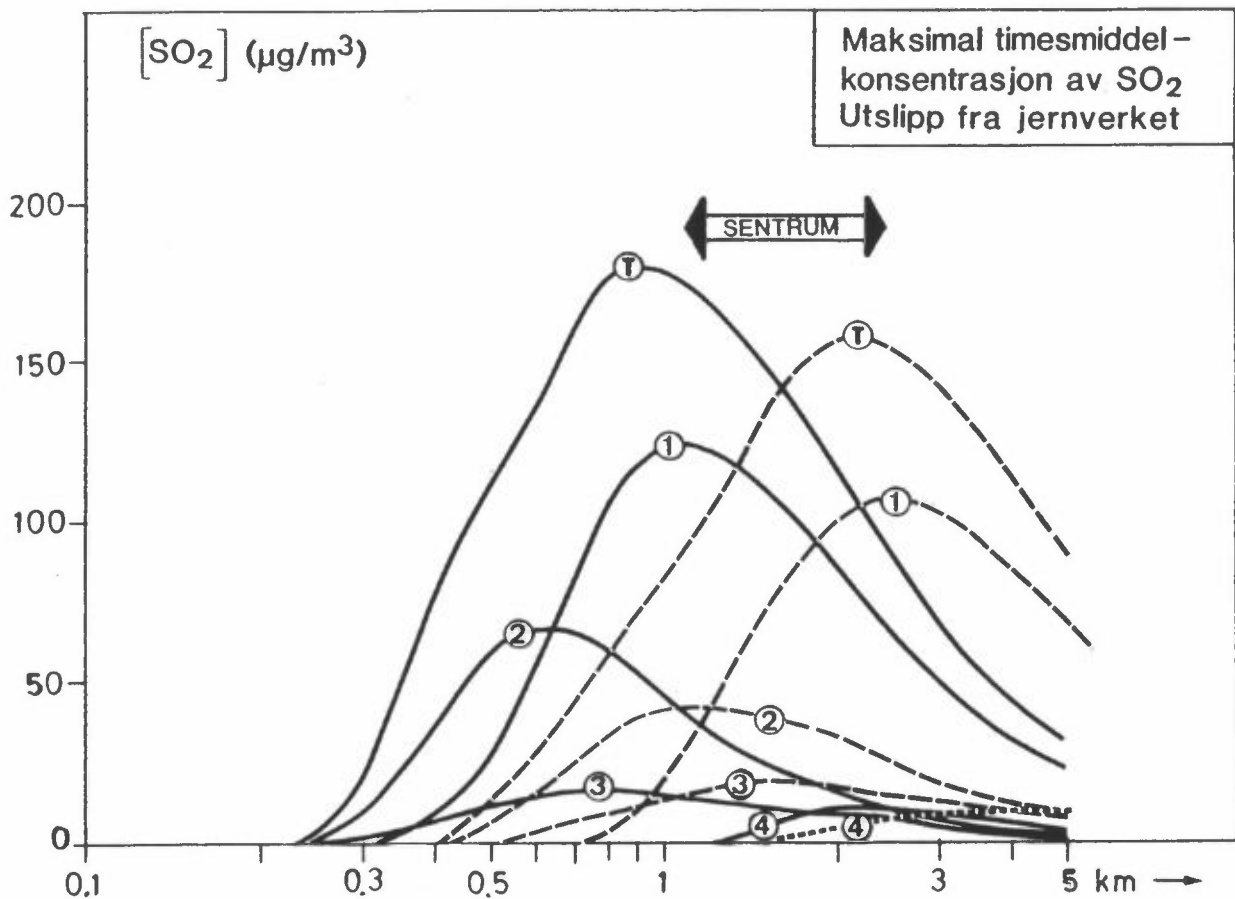
For noen meteorologiske forhold vil timesmiddelkonsentrasjonen av svoveldioksid i bakkenivå kunne bli spesielt høy. Vindretningen må da være langs eller nær en linje trukket gjennom utslipp som ligger tilstrekkelig nær hverandre. Figur 12 viser maksimale forventede timesmiddelverdier som skyldes utslipp fra koksverket. Situasjonen kan oppstå ved vindretning 340 grader. Den viste kurven gjelder ved nøytral skiktning og vindstyrke 1.5 m/s. (Forekommer ca 0.5% av tiden på årsbasis).

Figuren viser at under de angitte meteorologiske forhold kan timesmidlede SO₂-konsentrasjoner som skyldes utslipp fra koksverket komme opp i litt over 180 µg/m³. Dette kan inntreffe ca 800 m fra koksmelproduksjonens utslipp i bebyggelsen mellom Mo sentrum og Selfors.



Figur 12: SO₂-belastning fra koksverket (timesmiddelverdi).
 1: Koksmelproduksjonen, 2: Dampproduksjonen, T: totalbelastning. Vindretning: 340 grader, vindstyrke 1.5 m/s, nøytral atmosfærisk skiktning.

Figur 13 viser maksimale forventede timesmiddelverdier som skyldes utslipp fra jernverket når vindretningen er fra omkring øst. Konsentrasjonene er vist langs en linje gjennom pelletsverkets skorstein. Mo sentrum er avmerket på figuren. Maksimal timesmiddelkonsentrasjon i bakkenivå med ustabil skiktning og 3 m/s vindstyrke (ca 0.5% av tiden på årsbasis) blir 180 µg/m³. Med nøytral skiktning og 5 m/s vindstyrke, en situasjon som forekommer i ca 2.5% av tiden på årsbasis, blir maksimalkonsentrasjonen i bakkenivå ca 160 µg/m³.



Figur 13; SO₂-belastning fra jernverket (timesmiddelverdi).
 1:²Sinterverket, 2: Råjernovnene, 3: Pelletsverket,
 4: Valseverkets grovemneovn, T: totalbelastning. Vindretning
 100 grader. Heltrukket linje: Ustabilit, 3 m/s. Stiplet
 linje: Nøytralt 5 m/s.

Bidrag fra andre kilder (boligoppvarming, trafikk) kan komme i tillegg til maksimalverdiene angitt i figur 10 og figur 11. Disse bidragene vil antagelig være små i forhold til de angitte maksimalverdier. Vindretningene oppgitt i figur 12 og 13 er de som gir maksimalbelastning over boligområder fra de angitte kildene.

2.3.4 Maksimale døgnverdier

Over et døgn vil vindretningen nesten alltid variere over mange sektorer. Variasjon i vindretning kan deles i kortvarige fluktuasjoner, med varighet fra sekund til noen minutter (turbulens) og i mer langvarige,

periodiske variasjoner rundt en middelvindretning (meandring). Målinger av turbulens og vindfluktusjon er behandlet i delrapport A. I tillegg til at vindretningen varierer, vil det også være variasjon i vindstyrke og atmosfærisk stabilitet over døgnet. Dette er momenter som vanskeliggjør beregning av døgnmiddelkonsentrasjoner.

De kritiske vindretninger i forhold til bebyggelsen for utslipp fra koksverket (160 og 340 grader) er såpass sjeldne at den beregnede maksimale timesmiddelkonsentrasjon trolig ikke vil opptre mer enn høyst en eller to ganger i døgnet. Vindretninger som gir belastning over Mo sentrum av utslipp fra jernverket (vind fra omkring 100 grader) opptrer vesentlig hyppigere, særlig i vinterhalvåret. Om man antar at vindretningen vil ligge innenfor en 30 graders sektor rundt vind fra øst i opptil 12 timer i døgnet, vil man med vindstyrke rundt 5 m/s og nøytral atmosfærisk skiktning kunne få døgnmiddelkonsentrasjoner av SO₂ på rundt 40 µg/m³ bare på grunn av utslippene fra jernverket.

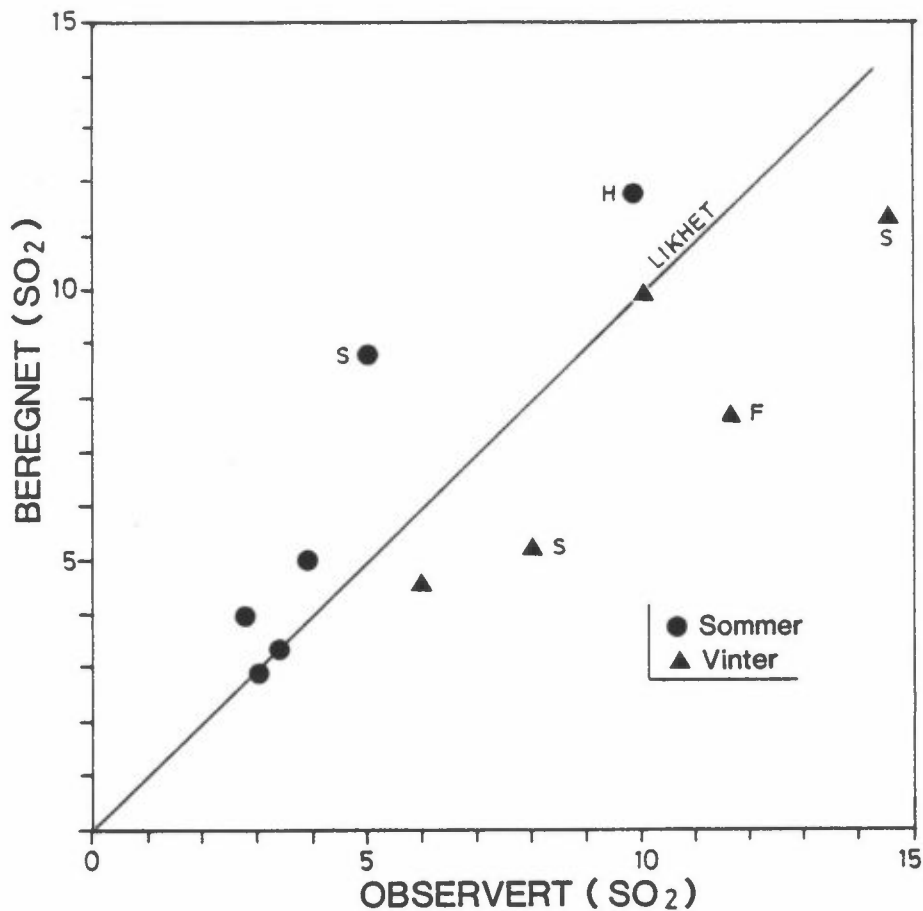
2.3.5 Sammenligning mellom målte og beregnete konsentrasjoner

Modellberegninger er avhengige av en rimelig god beskrivelse av en rekke fysiske prosesser, som gjør at beregninger alltid vil være bekreftet med usikkerheter. For å vurdere hvor godt modellberegningene i Mo kan reprodusere målte konsentrasjoner er det nedenfor gjort en sammenlikning mellom målte og beregnete konsentrasjoner.

Kvaliteten og nøyaktigheten av en beregnet konsentrasjon er avhengig av:

- nøyaktigheten og representativiteten av inngangsdata (utslipp, meteorologi)
- modellens evne til å beskrive de fysiske prosessene i atmosfæren (transport, spredning, avsetning etc.)

Figur 14 viser en sammenligning mellom observerte og beregnete sesong-middelkonsentrasjonen for 6 målestasjoner sommer og vinter.



Figur 14: Beregnete og observerte konsentrasjoner av SO₂ ved 6 målesteder i Mo.

▲ vinteren 1983/84

● sommeren 1984

Stasjonene Selfors (S), Fødehjemmet (F), sentrum (C) og Hammaren (H) er markert spesielt.

Om sommeren synes modellberegningene å overestimere konsentrasjonene i Mo, mens det om vinteren beregnes for lave konsentrasjoner i forhold til observasjonene. Den midlere relative feilen er estimert til + 24% om sommeren, - 34% om vinteren. Årsaken til dette kan være at utslippet av SO₂ fra koksverket og Sinterverket er noe overvurdert i sommermånedene (juni-august), mens bidraget fra alle de små arealkildene (boligoppvarming) er undervurdert om vinteren.

Det skal også påpekes at målinger nødvendigvis ikke er "bedre" enn beregninger, selv om de målte konsentrasjonene må antas å gi informasjon om konsentrasjonen akkurat på det stedet måleinstrumentet står (med en usikkerhet gitt av målemetoden, vanligvis ca ± 10%). Representativiteten av målinger er derimot et stort spørsmål. Enkelte målepunkter kan til tider belastes en helt lokale kilder som ikke gir et

riktig bilde av forholdet på kilometerskala. En modellberegning kan derfor i enkelte tilfeller være like "god" som en måling.

De høyeste døgnmiddelkonsentrasjonene kan forekomme over Mo sentrum ved stabil sterk vind fra østlig kant, noe som gir et vesentlig bidrag fra SO₂-utslippene ved jernverket. Estimater viser at dette bidraget kan bli ca 40 µg/m³. Målinger har vist at konsentrasjonen over 40 µg/m³ måles i 1 til 2% av tiden både ved Mo sentrum, Fødehemmet og Langneset. En annen situasjon som kan gi høye døgnmiddelkonsentrasjoner er kalde vinterperioder med nær vindstille og stabil skiktning. Bidraget er da vesentlig fra alle de små fyringsanleggene, men mindre fra jernverket. Det er ikke utført beregninger av totalbelastningen over Mo i en slik situasjon.

3 KILDENES BIDRAG TIL AEROSOLFORURENSNINGEN

Hensikten med disse beregningene var å tallfeste størrelsen på kilders eller kildegruppers bidrag til støvbelastningen i Mo i Rana. De metodene som ble brukt var hovedkomponent analyse ("principal component analysis"), og en kjemisk-massebalanse modell. Hovedkomponent analysen benytter seg av tidsvariasjonen i datamaterialet uttrykt ved variansen av hver målt kjemisk forurensningskomponent. Modellen krever således en tidsrekke som inndata. Resultatet av beregningen gir prosent forklart varians for hver kilde eller kildegruppe.

Den kjemiske massebalanse modellen gir direkte antall µg støv pr. m³ fra hver kilde eller kildegruppe i målestedet. Det er imidlertid ikke alltid mulig å skille kilder ved en massebalanse beregning og samtidig oppnå en tilfredsstillende nøyaktighet i resultatet. Dette forekommer når kilder har forholdsvis like sammensetninger. Problemet kan omgås ved å samle disse kildene i større kildegrupper. Et annet problem er at massebalanse modeller krever sammensetningen av kildene som inndata, og slike data er det vanskelig å finne med ønsket nøyaktighet.

3.1 MÅLESTEDER

Data fra følgende seks målesteder er brukt i denne undersøkelsen: Mo fødehjem, Sentrum, Langneset, Gruben, E6 og Selfors. Målestedene er nærmere omtalt i planen for basis-undersøkelsen i Mo (Sivertsen, 1983a) og i delrapport B (Sivertsen 1985b).

3.2 PRØVETAKING AV AEROSOLER

Prøvene i resipienten ble samlet med to-fraksjon prøvetakere av typen dichotomous. Skille mellom de to fraksjonene er 2.5 μm . Øvre grense for grovfraksjonen er 10.0 μm . Alle prøver er døgnprøver.

Støvprøvene ble samlet i en vinter og en sommerperiode. Vinterperioden er 5.12.1983 til 29.2.1984, og sommerperioden 1.6.1984 til 15.8-1984. I hovedkomponent analysen er begge disse periodene slått sammen for å få en tilstrekkelig lang tidsrekke.

3.3 KJEMISKE ANALYSER

Analysene ble utført dels ved Norsk institutt for luftforskning, dels ved Institutt for energiteknikk (IFE) på Kjeller og dels ved Niels Bohr Instituttet, Københavns Universitet (NB) som vist i tabell 1.

Resultatene fra IFEs og NILUs analyser er brukt i hovedkomponent analysen og Niels Bohr Instituttets PIXE resultater i massebalanse beregningene. Antall prøver analysert med PIXE er ikke tilstrekkelig til en hovedkomponent analyse.

Tabell 3: Kjemiske elementer bestemt i støvfraksjoner med dele ved 2.5 μm , analysemetode og ansvarlig laboratorium.

Komponent	Metode	Laboratorium
S	IC	NILU
Mg	AA-f	"
Pb, Cd, Ni	AA-l	"
Na, Al, Cl, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Zn, As, Br	NAA	IFE
Al, Si, P S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr, Zr, Nb, Mo, Cd, Sn, Ba, Pb	PIXE	NB

IC: jonekromatograf, AA-f: atomabsorpsjon med flamme, AA-l: flammeløs atomabsorpsjon, NAA: nøytronaktiverings analyse, PIXE: "particle induced X-ray emission".

3.4 EMISJONSDATA

Det finnes tre måter å få kjennskap til den kjemiske sammensetningen til et utslipp fra en kilde:

- ved prøvetaking i utslippet eller i røykfanen fra utslippet og etterfølgende kjemisk analyse
- ved hjelp av litteraturen og tidligere målinger fra tilsvarende kilder
- ved hjelp av immisjonsmålinger og meteorologiske data når en kan se bort fra andre kilder

Det er de to første metodene som er brukt for å estimere utslipps-sammensetningen fra kildene i Mo. Det ble foretatt prøvetaking av aerosolene i røykfanene ved hjelp av fly. Denne siste metoden som i prinsippet er meget god, var i vårt tilfelle mislykket fordi for lite støv ble samlet på filteret. Prøvetaking av støv i umiddelbar nærhet av utslippene ble også foretatt, og disse målingene samt kildesammensetninger fra litteraturen er brukt i vurderinger og beregninger i denne rapporten.

Estimater av kildesammensetningen fra sjøsalt, oljeforbrenning og biltrafikk er hentet fra litteraturen (EPA 1981). Kildesammensetninger fra stålverket og kalkovnen på jernverket, og fra koksverket er hentet fra analyser av støv i nærheten av utslippet. Det ble også foretatt analyser av gatestøv.

I hovedkomponentanalysen har det ikke vært mulig å skille stålverket og kalkovnen og disse er da omtalt som jernverket.

Det er for kilden biltrafikk, og trolig også for koksverket, betydlige utslipp av organisk og/eller elementært karbon i tillegg til de uorganiske aerosolene. Dette er det forsøkt tatt hensyn til for kilden biltrafikk. Sammensetningen av aerosolutslippet fra koksverket ser ut til å være lite spesifikt, og det har ikke vært mulig å bestemme bidragene fra denne kilden. Mer omfattende kildemålinger kan muligens gjøre beregninger mulig.

Utslippssammensetningene som er brukt og usikkerhetene som er antatt i disse sammensetningene, er gjengitt i Vedlegg B. Det er ikke antatt noen forskjell i sammensetningene av aerosolenes finfraksjon og grovfraksjon.

Kjemiske elementer som er typiske for endel aktuelle kilder er gjengitt i tabell 4.

Tabell 4: Viktige kjemiske komponenter fra endel kilder i Mo.

Biltrafikk:	Br, Pb
Stålverket:	Fe, Zn, Mn
Kalkovnen:	Ca
Koksverket:	Si, SO_4^{2-} , Al, Ca
Oljeforbrenning:	SO_4^{2-} , V
Jord, mineralstøv:	Ti, Al, Si
Sjøsalt:	Cl, Na, Mg
Gatestøv:	Si, Fe, Ca, Al, Ti

3.5 RESULTATER

3.5.1 Middelverdier og standard avvik

Det er beregnet middelverdier og standard avvik av den delen av data-materialet som ble analysert ved IFE og NILU. Dette datamaterialet er brukt i hovedkomponent analysen. Resultatene fra PIXE undersøkelsen er ikke tatt med. Under hovedkomponent analyser er enkelte prøver utelatt fordi for mange analyser av enkeltkomponenter mangler, og disse prøvene er heller ikke tatt med i beregningene av middelverdier og standard avvik.

Metallene nikkel og cadmium har meget lave konsentrasjoner i alle prøver (i området nanogram pr. m^3) og middelkonsentrasjonene er derfor bare tabulert som "<dg". Dette gjelder også for enkelte andre elementer i flere prøver; vanadium, krom, arsen og bromid.

De kjemiske komponentene med de høyeste middelkonsentrasjonene er vanligvis sulfat, jern og kalsium. Sulfat er knyttet til små partikler og det finnes mest sulfat i finfraksjonen. Jern og kalsium er knyttet til aerosoler i både grov og finfraksjonen, men de høyeste konsentrasjonene er i grovfraksjonen.

Resultatene er presentert komplett i delrapport B, Vedlegg G (Sivertsen, 1985b). Et eksempel på resultater fra én stasjon (Mo sentrum) er vist i tabell 5.

Tabell 5: Middelerverdier, standard avvik og antall data for kjemiske komponenter i aerosolprøver samlet i Mo sentrum.
Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (SO_4^{2-} : $\mu\text{S}/\text{m}^3$).

Element	Fin fraksjonen			Grov fraksjonen		
	Middel	St.avvik	Antall	Middel	St.avvik	Antall
Na	0.55	0.42	26	0.24	0.15	25
Al	0.065	0.050	26	0.15	0.14	25
Cl	0.29	0.40	26	0.11	0.24	25
Ca	0.57	0.54	26	0.94	0.89	25
Ti	0.009	0.018	26	0.009	0.015	25
Mn	0.26	0.31	26	0.094	0.096	25
Fe	1.56	1.73	26	1.37	1.08	25
Zn	0.12	0.11	26	0.089	0.091	25
SO_4^{2-}	1.45	1.386	26	0.13	0.11	25
Mg^4	0.13	0.12	26	0.10	0.077	25
Pb	0.21	0.17	26	0.050	0.035	25
V	0.004	0.004	26	0.001	0.001	24
Cr	0.006	0.008	26	<dg		
As	0.001	0.002	25	<dg		
Br	0.13	0.17	26	<dg		
Cd	0.001	0.001	27	<dg		
Ni	0.001	0.002	23	<dg		

3.5.2. Hovedkomponent analyse

Resultatene fra hovedkomponent analysen er gjengitt komplett i Vedlegg C. En kort innføring i metoden er presentert av Schaug (1983).

Antall prøver fra de målestedene som er tatt med i analysene, varierer fra 17 til 26. Prøvene som er 24 timers prøver ble tatt med en to-fraksjon prøvetaker, og 17 kjemiske komponenter ble bestemt i disse fraksjonene.

Antallet variable i en hovedkomponent analyse må være høyst lik antall datasett (prøver) for å få et løselig ligningsett. Det er ønskelig å ha mange datasett for å minske virkningen av tilfeldige feil, og for å

få fram samvariasjonen mellom elementene under forskjellige meteorologiske forhold. I denne undersøkelsen er en vinterperiode og en sommerperiode slått sammen for å få tilstrekkelig mange prøver, og data-materialet er så lite at en eventuell generalisering fra resultatene må gjøres med stor forsiktighet. Det ble kjørt separate analyser for finfraksjonen og for grovfraksjonen.

Enkelte kjemiske elementer har så lave konsentrasjoner at de er tilnærmet invariante innenfor de deteksjonsgrensene som en har. Dette gjelder i stor grad nikkel og kadmium, og i mindre grad også arsen, bromit, vanadium og krom. Slike elementer er utelatt fra analysen. I enkelte tilfeller er elementer utelatt fra analysen for å øke antall prøver i forhold til antall kjemiske elementer. En konsekvens av dette er at elementene som er tatt med kan variere fra målested til målested.

I de fleste tilfellene er loadings rotert etter Varimax metoden for å lette tolkningen av resultatet. Loadings i tabellene er derfor oftest de roterte loadings. Loadings lavere enn 0.5 er ikke tatt med eller tillagt vekt i tabell 4 og de andre tabellene og erfaringsmessig kan en få god korrelasjon mellom variable utelukkene på grunn av tilfeldige feil når antall prøver er lavt.

Variansen er standardisert i beregningene slik at variansen i hvert kjemisk element er 1. Den totale varians i hver analyse er derfor lik antall elementer. Det er eksempelvis ofte 14 forskjellige kjemiske elementer med i en analyse, og den totale varians i beregningen er da 14.0. Hovedkomponenter som har en standardisert varians større enn 1 forklarer minst en kjemisk komponent, mens hovedkomponenter med lavere varians inneholder forholdsvis mye støy og lite informasjon. De sistnevnte hovedkomponentene er ikke kommentert og i tabellene er ikke alle hovedkomponenter mindre enn 1 tatt med. Sammen med tabellene for loadings er tabellene over variansen gjengitt.

Prøvene som danner grunnlaget for beregningene er ikke tilfeldig valgt og resultatet gir derfor ikke nødvendigvis informasjon om forurensningene generelt på stedet.

Tabell 6: Loadings basert på konsentrasjoner i finfraksjonen målt ved Mo sentrum.

Hovedkomponent Kjemisk komponent	→ ↓	1	2	3	4
natrium		-.82			
aluminium					
klorid					
kalsium		-.79			
titan				.91	
vanadium			-.89		
krom		-.94			
mangan		-.94			
jern		-.96			
sink					.95
bromid				.81	
sulfat			-.93		
magnesium		-.61			
bly		-.89			

Første og annen hovedkomponent skyldes henholdsvis jernverket og oljeforbrenning. Tredje komponent inneholder jordkomponenter (titan) og biltrafikk (bromid). Den siste komponenten inneholder sink alene og hører trolig også til komponent 1, jernverket.

Tabell 7: Bidrag fra kilder uttrykt ved standardisert varians for hver hovedkomponent, variansen uttrykt i prosent av den totale, og den kumulative prosent basert på målinger av støv i finfraksjonen ved Mo sentrum.

Hovedkomponent	Forklart varians		
	Standardisert	i prosent	kum. prosent
1. Jernverket	6.58	47.0	47.0
2. Oljeforbr.	2.14	15.3	62.3
3. Jord/bil	1.58	11.3	73.6
4. Jernverket	1.23	8.8	82.4
5. "Støy"	0.78	5.6	87.9

Resultatene viser at mangan alltid inngår i den først og viktigst hovedkomponenten i finfraksjonen, med Gruben som et unntak. Kalsium og jern fra jernverket er nesten alltid sammen med mangan. Andre metaller som stammer fra jernverket, sink, krom, magnesium, bly, inngår ofte

sammen med elementene over. Den viktigste enkeltkilden til støvet i finfraksjonen i denne undersøkelsen er jernverket. På målestedet Selfors er imidlertid sjøsalt den viktigste bidragsyteren til finfraksjonen, og på Fødehjemmet er sjøsalt like viktig som jernverket som aerosolkilde. Den første hovedkomponenten er ofte dårlig oppløst og spesielt gjelder dette finfraksjonen på Langneset. Målestedene E6 og Mo sentrum har jernverket som viktigste kilde i finfraksjonen og dette bidraget forklarer henholdsvis 44 og 47% av variansen i finfraksjonen. På Selfors hvor sjøsalt er den viktigste kilden, forklarer sjøsalt 32% av støvet. Den dårlig oppløste første hovedkomponenten på Langneset som inneholder flere kilder forklarer 59% av variasjonen i svestøvbelastningen der.

Oljeforbrenning vil medføre utslipp av svoveldioksid som vil omdannes til sulfat etter en tid, og av partikulært vanadium. Sulfat og vanadium fra oljefyring er også en betydelig faktor i finfraksjonen. Vanadium er ikke alltid med i analysene. På E6, Gruben og Mo sentrum inngår sulfat og vanadium som eneste elementer i den andre hovedkomponenten, og forklarer 14%, 17% og 15% av støvet i finfraksjonen der. Månedsmidlene for sulfat på bakgrunnstasjonen Tustervatn 9 mil sør for Mo, varierte mellom 0.26 og 1.21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i måleperioden mot middelværdier fra 1.14 til 1.78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i finfraksjonen på målestedene i Mo. Sulfatkonsentrasjonene i Mo skyldes derfor delvis utslipp i og omkring byen selv, og delvis forurensninger som er transportert over større avstander (langtransport).

Utslipp fra bensindrevne biler inneholder partikulært bly og bromid. Bly slippes også ut fra jernverket, og resultatene viser at biltrafikken ofte er karakterisert av bromid alene i finfraksjonen mens bly varierer sammen med elementer fra jernverket. På Selfors inngår biltrafikk og sulfat som den tredje hovedkomponenten og forklarer 16% av støvet der.

Titan har nesten utelukkende jord og mineralstøv som kilde og forekommer der sammen med aluminium. Når titan varierer sammen med elementer som opprinnelig har hatt andre kilder, kan dette skyldes en dårlig oppløsning i analysen, men også oppvirvling (resuspensjon) av støv fra bakken. Konsentrasjonene av titan i finfraksjonen er oftest så lave at elementet ikke er tatt med. I grovfraksjonene varierer titan oftest

sammen med aluminium. Første hovedkomponent i grovfraksjonen på Selfors inneholder både komponenter fra jordstøv og fra jernverket og kan være resuspendert støv. Den første hovedkomponenten fra E6 i grovfraksjonen inneholder derimot bare jordstøv og bromid fra biltrafikk mens den tilsvarende komponenten fra Mo sentrum inneholder bare komponenter fra jernverket.

Vedlegg C inneholder resultatene fra hvert målested med kommentar.

3.5.3 Beregninger med en massebalanse modell

Resultatet av slike beregninger er avhengig 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

Vektene som er brukt i beregningene er de inverse av usikkerhetene i konsentrasjonene av de kjemiske elementene målt i reseptoren.

Kildesammensetningene er til dels hentet fra litteraturen og andre rapporter, men sammensetningen av utslippene fra jernverket, gatestøv og koksverket er estimert ut fra analyser av støvprøver tatt i utslippsområdet.

De kjemiske analysene av utslippene som ble foretatt med PIXE, omfatter også silisium. Denne komponenten viste seg ved beregningene å være viktig for karakteriseringen av gatestøvet. PIXE-analyser av de kjemiske elementene ble derfor foretrukket ved de massebalanse beregningene som er foretatt.

Usikkerhetene i utslippene er anslått ut fra usikkerhetene knyttet til PIXE-analyse, og varierer fra 10 til 30% i utslippssammensetninger hentet fra litteraturen. Sammensetningen av "oljeforbrenning" som er tatt med i beregningene, er svært usikker på grunn av manglende

kjennskap til metallkonsentrasjoner i oljefraksjoner og forbrenningsprodukter. Den viktigste kjemiske komponenten som er tatt med her er sulfat. Gassformige forbrenningsprodukter som svoveldioksid og nitrogenoksider er ikke med i beregningene.

Organiske aerosoler og elementært karbon utgjør en meget stor del av utslippet fra enkelte kilder. Et typisk eksempel på en kilde med stort utslipp av denne typen forurensninger er biltrafikk. Biltrafikk med drivstoff tilsatt blyforbindelser (ikke diesel) har utslipp hvor organisk og elementært karbon utgjør 50-60% av den totale aerosolmengden ifølge Cooper og Watson (1979). I kilden "biltrafikk" er det tatt hensyn til dette i beregningene, men ikke i andre kildetyper fordi mengden organisk karbon/elementært karbon er ukjent.

Den totale støvmengden ble ikke bestemt i de prøvene som danner grunnlaget for utslippssammensetningene til "stålverket", "kalkovnen", "koksverket" og "gatestøv". Konsekvensen av dette er at den riktige prosentvise sammensetning av kildene ikke kan beregnes. De prosentvise sammensetningene av disse kildene som er gjengitt i Vedlegg B, er basert på de kjemiske elementene som ble bestemt og for estimerer for natrium og magnesium. De to sistnevnte elementene kan ikke bestemmes med PIXE.

Metallene kan antas å foreligge som oksider i aerosolene. Dette er det ikke tatt hensyn til i de prosentvise kildesammensetningene for "stålverket", "kalkovnen" og "gatestøv" i Vedlegg B og ved beregningene. Kildebidragene ble derfor multiplisert med faktorer til sist for bedre å estimere de faktiske kildebidragene. De faktorene som ble brukt var 1.5 for "kalkovnen", 1.4 for "stålverket" og 1.7 for "gatestøvet". Også de korrigerede kildebidragene i tabellene under er trolig for lave fordi komponenter som ikke er bestemt ikke er med i sammensetningene, magnesium og natrium unntatt.

Beregningene som er foretatt på prøver fra målestedet E6, viste at sammensetningen av gatestøv var lik sammensetningen av utslippet fra koksverket. Koksverkets utslipp ble derfor tatt ut av disse beregningene.

Fire prøver av finfraksjonen og fire av grovfraksjonen ble brukt i beregningene. Beregninger på et større antall prøver ble ikke foretatt på grunn av all usikkerheten som er knyttet til utslipp-sammensetningene. En del av resultatene er vist i Tabell 8.

Tabell 8: Kildebidrag til prøver samlet ved E6.

Enhet: $\mu\text{g støv}/\text{m}^3$.

f: fraksjon $<2.5 \mu\text{m}$, g: fraksjon $>2.5 \mu\text{m}$.

	Dato	Stålverk	Kalkovn	Bil- trafikk	Olje- forbrenning	Sjøsalt	Gatestøv
Grov	23.08.84	0.2 \pm 0.2	0.2 \pm 0.5	0.3 \pm 0.1	\pm 0.4	2.2 \pm 0.3	2.6 \pm 0.5
	24.08.84	0.8 \pm 0.1	1.4 \pm 0.8	0.5 \pm 0.1	0.2 \pm 0.3	1.2 \pm 0.3	4.6 \pm 0.7
	28.08.84	2.2 \pm 0.7	2.7 \pm 1.4	0.7 \pm 0.1	0.6 \pm 0.3	0.3 \pm 0.2	3.4 \pm 0.5
	29.08.84	2.0 \pm 0.7	3.8 \pm 1.8	0.6 \pm 0.1	1.3 \pm 0.4	0.8 \pm 0.2	0.9 \pm 0.5
Fin	24.08.84	1-5 \pm 0.4	0.5 \pm 0.3	1.8 \pm 0.5	1.2 \pm 0.3	0.4 \pm 0.3	\pm 0.2
	25.08.84	0.3 \pm 0.3	0.5 \pm 0.3	1.3 \pm 0.4	0.5 \pm 0.2	0.2 \pm 0.3	\pm 0.2
	28.08.84	2.8 \pm 1.0	1.2 \pm 0.6	2.5 \pm 0.7	2.8 \pm 0.7	0.2 \pm 0.3	\pm 0.2
	29.08.84	2.9 \pm 1.5	2.3 \pm 1.1	2.2 \pm 0.6	4.8 \pm 1.2	0.6 \pm 0.3	\pm 0.2

Bidragene fra sjøsalt, oljeforbrenning og biltrafikk er riktig skalert mens bidragene fra de andre kildene er for lave. Beregningene viser at biltrafikk og oljeforbrenning vesentlig gir bidrag til de fine partiklene, mens gatestøvet ikke bidrar til denne fraksjonen. De andre kildene ser ut til å bidra til begge fraksjoner. I fraksjonen med partikler større enn $2.5 \mu\text{m}$ er oppvirket gatestøv den betydeligste kilden. Også kalkovnen og stålverket bidrar mye til grovfraksjonen.

Tabell 9: Kildebidrag til prøver samlet ved Gruben.
 Enhet: $\mu\text{g støv}/\text{m}^3$.
 f: fraksjon $<2.5 \mu\text{m}$, g: fraksjon $>2.5 \mu\text{m}$.

	Dato	Stålverk	Kalkovn	Bil- trafikk	Olje- forbrenning	Sjøsalt	Gatestøv
Grov	23.08.84	6.9 \pm 1.1	5.9 \pm 2.7	\pm 0.1	0.2 \pm 0.8	0.9 \pm 0.3	-
	24.08.84	2.9 \pm 0.3	2.0 \pm 0.9	-	0.3 \pm 0.1	0.7 \pm 0.1	0.2 \pm 0.2
	25.08.84	0.8 \pm 0.1	3.9 \pm 1.8	-	0.1 \pm 0.1	1.0 \pm 0.2	0.3 \pm 0.2
	26.08.84	2.9 \pm 0.3	3.6 \pm 1.7	-	0.5 \pm 0.2	-	0.2 \pm 0.2
Fin	23.08.84	11.9 \pm 1.5	2.9 \pm 1.4	0.3 \pm 0.1	4.2 \pm 1.3	0.2 \pm 0.3	-
	24.08.84	4.1 \pm 0.4	1.4 \pm 0.6	-	2.1 \pm 0.5	0.6 \pm 0.1	-
	25.08.84	1.3 \pm 0.1	2.6 \pm 1.2	-	0.5 \pm 0.2	0.3 \pm 0.1	-
	26.08.84	5.3 \pm 0.6	2.6 \pm 1.2	-	1.9 \pm 0.5	\pm 0.1	-

Tabell 10: Kildebidrag til prøver samlet ved Fødehjemmet.
 Enhet: $\mu\text{g støv}/\text{m}^3$.
 f: fraksjon $<2.5 \mu\text{m}$, g: fraksjon $>2.5 \mu\text{m}$.

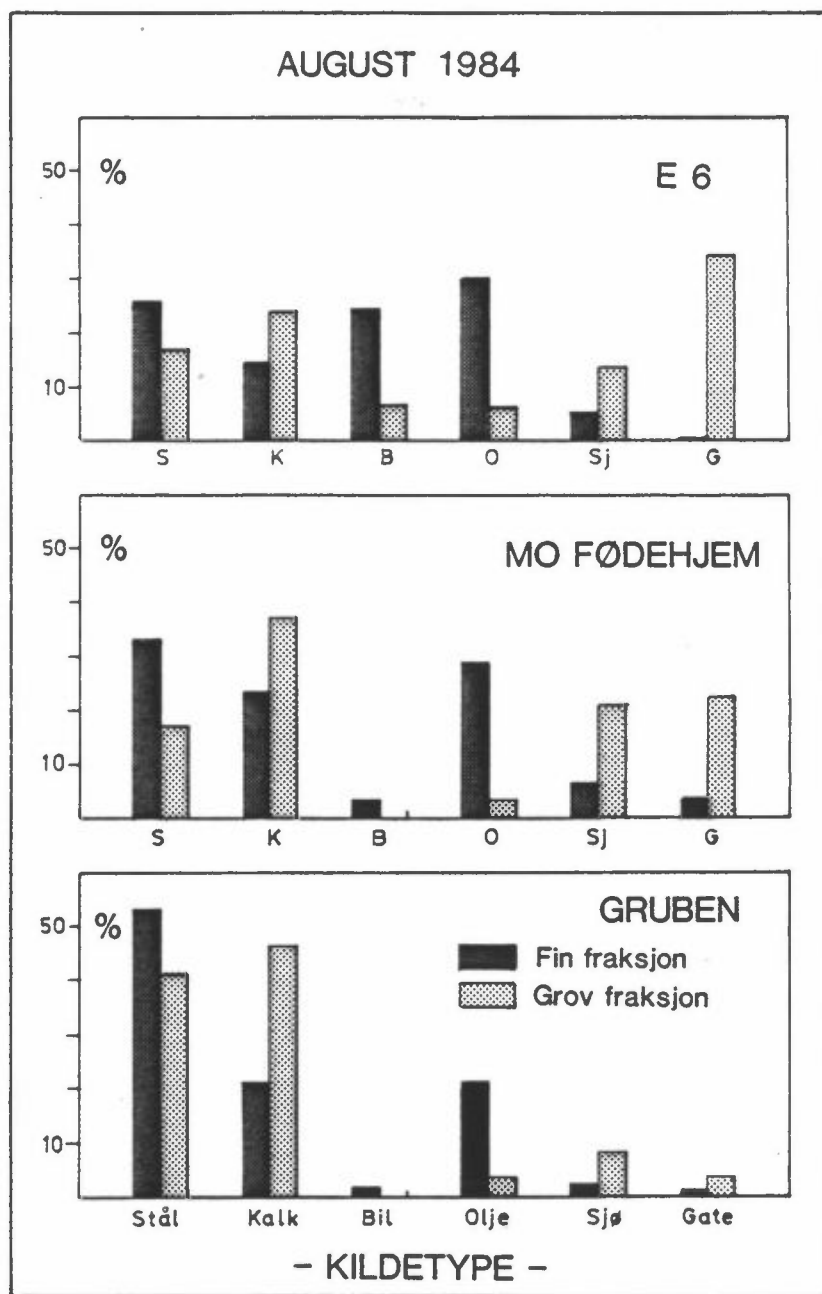
	Dato	Stålverk	Kalkovn	Bil- trafikk	Olje- forbrenning	Sjøsalt	Gatestøv
Grov	24.08.84	0.4 \pm 0.1	1.4 \pm 0.6	\pm 0.1	-	1.3 \pm 0.2	1.2 \pm 0.2
	25.08.84	0.1 \pm 0.1	1.2 \pm 0.6	\pm 0.1	-	1.3 \pm 0.2	0.7 \pm 0.2
	27.08.84	0.7 \pm 0.1	2.3 \pm 1.1	\pm 0.1	-	1.4 \pm 0.2	1.5 \pm 0.2
	29.08.84	2.2 \pm 0.3	2.7 \pm 1.2	-	0.4 \pm 0.1	0.4 \pm 0.1	1.4 \pm 0.2
Fin	24.08.84	0.6 \pm 0.1	0.6 \pm 0.3	0.2 \pm 0.1	-	0.4 \pm 0.1	0.2 \pm 0.2
	25.08.84	0.3 \pm 0.1	0.8 \pm 0.3	0.1 \pm 0.1	0.3 \pm 0.1	0.3 \pm 0.1	0.2 \pm 0.2
	28.08.84	0.6 \pm 0.1	0.8 \pm 0.3	\pm 0.1	0.6 \pm 0.2	0.3 \pm 0.1	0.2 \pm 0.2
	29.08.84	3.6 \pm 1.1	1.5 \pm 0.8	0.2 \pm 0.1	3.6 \pm 1.2	0.1 \pm 0.2	-

Med utgangspunkt i de antatte kildesammensetningene og de beregnede kildebidragene kan konsentrasjonene i reseptorens målepunkter estimeres og sammenlignes med de målte. De fleste estimerte konsentrasjonene ligger mindre enn 10 til 20% fra de målte, dvs innen usikkerheten i målingen. I tre tilfeller beregnes konsentrasjoner som ligger mer enn 30% fra de målte. I grovfraksjonene fra 29.08.84 er den beregnete silisiumkonsentrasjonen det dobbelte av den målte, og den beregnete jernkonsentrasjonen er det halve av det målte. Dette indikerer at resultatene fra denne prøven er usikre. I Vedlegg B finner en sammenligninger av beregnete og målte reseptorkonsentrasjoner fra noen prøver.

Med alle de usikkerheter som ligger i dataene og i metodene, gjengitt ovenfor, har en likevel forsøkt å gjøre et grovt estimat av 6 kildegruppers 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 14 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 15 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 Fødehjemmet 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%).



Figur 15: 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

4 PAH-UTSLIPP FRA KOKSVERKET

NILUs sporstoffteknikk har vært brukt i flere sammenhenger for å beregne spredning og utslipp av forurensninger (Sivertsen et al., 1983c).

Også ved koksverket i Mo er det tidligere utført spredningsforsøk med mål å estimere diffuse lekkasjer av PAH-forbindelser (Heggen og Sivertsen, 1983; Sivertsen, 1983b).

Metoden går i korthet ut på at man slipper en kjent mengde sporstoff (svovelheksafluorid, SF_6) i anleggene der man tror lekkasjene finnes. Det er viktig å gå nøye gjennom anleggene på forhånd for å finne potensielle lekkasje-områder. Det er ikke kritisk om ikke sporstoffutslippet er helt nøyaktig plassert. Plassering innenfor ca 10% av avstanden til den traversen der målinger foretas antas å være tilstrekkelig. Konsentrasjoner av SF_6 og PAH-forbindelser måles på nedvindsiden av utslippene. Disse målingene foretas langs traverser på tvers av vindretningen. For kontrollens skyld bør målinger foretas på flere traverser med forskjellig avstand fra anleggene.

Når man kjenner de nøyaktige utslippsratene for sporstoff kan gasslekkasjenes størrelse beregnes. Dette krever imidlertid at forsøksbetingelsene er tilfredsstillende og at måleopplegget er riktig utformet. For å redusere usikkerhetene i utslippsestimatet bør følgende være oppfylt:

- vindhastighet over 3 m/s (for å sikre mekanisk turbulens i anlegget og god blanding av SF_6 og PAH i gasskyen)
- ingen nedbør
- utslippstidene må tilpasses vind og avstand til prøvetakingspunktene
- prøvetakingstiden bør være lang nok til å unngå kortvarige fluktuasjoner og så kort at en unngår store vindretningsendringer.

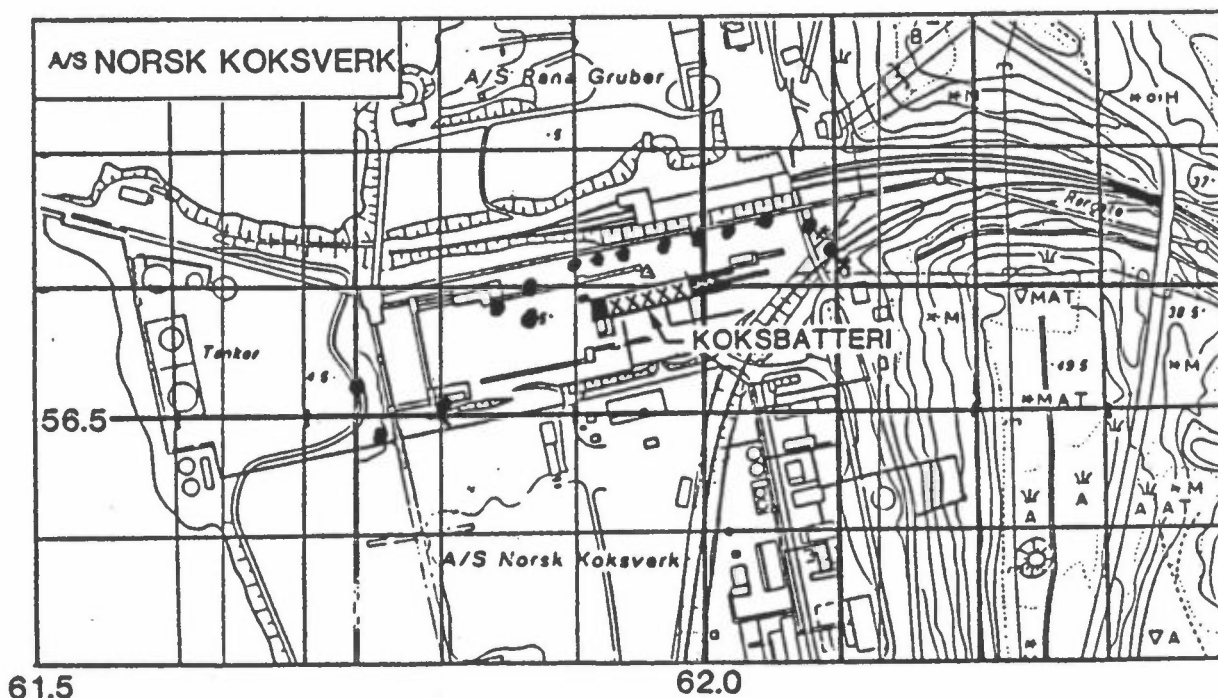
Da avstandene mellom prøvene langs traversene ikke var nøyaktig like, ble utslippet estimert ved forholdet mellom "cross-wind"-integreert konsentrasjon av sporstoff og PAH-komponent:

$$Q_{\text{PAH}} = Q_{\text{T}} \left[\frac{\int_{\text{Y}} C_{\text{PAH}} \, dy}{\int_{\text{Y}} C_{\text{T}} \, dy} \right]$$

der Q_{PAH} = utslipp av PAH-komponenter, Q_{T} er utslipp av sporstoff og $\int_{\text{Y}} C_{\text{PAH}} \, dy$ er konsentrasjon av PAH integrert langs traversen y.

En detaljert beskrivelse av spredningsforsøkene er presentert i delrapport C: "Spredningsforsøk" (Sivertsen og Haugsbakk, 1985). Samtlige prøver av alle PAH-komponenter er presentert i delrapport B, "Luftkvalitet" (Sivertsen, 1985b). Vi skal derfor nedenfor kort skissere forsøkene og oppsummere resultatene av utslippsestimatene.

Figur 16 viser utslippspunktene for SF_6 samt målepunkter for SF_6 og PAH.



Figur 16: Utslippspunkter for SF_6 (x) og prøvetakingspunkter for SF_6 og PAH ved A/S Norsk Koksverk.

I Vedlegg D er samtidige konsentrasjoner av SF_6 og PAH tabulert for alle forsøkene som danner grunnlaget for å beregne utslipp.

PAH-konsentrasjonene er fordelt på partikulært bundet PAH (målt på filter), total PAH (målt på filter og PUR-propp) og kreftframkallende (kanserogene) PAH-forbindelser. De kreftframkallende PAH-forbindelsene

er summen av fluoranten, benz(a)antrasen, chrysen trifenylen, benzo(a)pyren, dibenzo(ac/ah)-antracen og benzo(ghi)perylen.

En oppsummering av resultatene fra utslippsberegningene er gitt i Tabell 11, for de 10 spredningsforsøkene som ble gjennomført i januar og august 1984. Det synes ikke å være noen signifikant forskjell mellom totalutslippene i januar og august. Det var imidlertid (som påpekt i delrapport B) lavere konsentrasjoner av gassformige (flyktige) PAH-forbindelser om sommeren enn om vinteren. Det ble målt noe høyere konsentrasjoner av kanserogene og partikkelbundet PAH i august-forsøkene.

Tabell 11: Estimerte utslipp av PAH-forbindelser fra A/S Norsk Koksverk.

		Estimerte utslipp (kg/h)		
Forsøk	Dato	PAH totalt	PAH partikulært	Kanserogen PAH
1	24.01.84	3.0	0.6	0.4
2	25.01.84	6.7	1.7	0.6
3	26.01.84	6.3	0.8	0.4
4	27.01.84	18.5*	0.6	0.3
10	02.08.84	4.4	0.4	0.3
11	02.08.84	5.9	0.9	0.6
12	02.08.84	2.9	1.8	1.0
13	03.08.84	10.1	1.2	0.8
14	03.08.84	14.2	2.6	1.6
15	04.08.84	6.8	1.3	0.8
(Middel + standardavvik)		7.9 + 5.0	1.2 + 0.7	0.7 + 0.4

* Svært kald dag med nesten vindstille og vesentlig gassformig naftalen i prøven.

Det midlere utslippet av gass- og partikkelbundet PAH-forbindelser er beregnet for alle forsøkene til 7.9 ± 5.0 kg/h. Av dette er 1.2 ± 0.7 kg/h bundet til partikler og 0.7 ± 0.4 kg/h består av potensielt kreftframkallende stoffer.

Diskusjoner av selve metodenes usikkerhet er også beskrevet tidligere (Sivertsen, 1981). De største usikkerhetene ligger i hvor godt en klarer å "simulere" de diffuse lekkasjene ved hjelp av sporstoff. Disse usikkerhetene lar seg ikke kvantifisere, men gjenspeiler seg i variansen i midlere estimerte utslipp. Dette inkluderer også den virkelige variasjonen i utslippsmengde fra forsøk til forsøk.

Utslippsmengdene som presenteres nedenfor er kun representative for de periodene da forsøkene ble gjennomført. Diffuse utslipp fra koksbat-
teriene kan variere sterkt over døgnet og over år og årstider. Det advares derfor sterkt mot å ekstrapolere de gitte utslippsratene til utslipp over lengere perioder eller til "midlere årsutslipp". Til dette ville det være behov for å gjennomføre flere forsøk til tilfeldige tidspunkt over hele året. Et slikt opplegg kan utmerket godt utformes og drives av industriene selv, slik det er gjort på Rafnes.

5 BEREGNETE PAH-KONSENTRASJONER PÅ STØRRE AVSTAND FRA KOKSVERKET

På grunnlag av utslippsestimatene i kapittel 6 og spredningsforsøk referert i delrapport C (Sivertsen og Haugsbakk, 1985), er det mulig å estimere PAH-konsentrasjoner i bebyggelsen, der SF_6 -målinger ble foretatt. Det er brukt en meget enkel proporsjonalitetsbetraktning for å anslå forventete konsentrasjoner av totalt PAH og partikkelbundet PAH. SF_6 -skyenes transportretning og utbredelse kan ses i delrapport C i figurene 7 til 28.

En oppsummering av resultatene av slike beregninger er vist i Tabell 12.

Tabell 12: Estimerte konsentrasjoner i bebyggelsen av totalt og partikulært PAH sluppet ut fra koksverket under en del utvalgte spredningsforsøk i januar og august 1984 (timesmiddelkonsentrasjoner).

Forsøk	PAH totalt ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PAH partikulært ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Avstand fra koksverket (km)	Bebyggelse
3	0.8	0.1	2.5	Langneset
4	14*	0.4	1	Toranes/Jernbanestasjonen
10	1.6	0.1	~1	Selfors
11	3.2	0.5	~0.6-1.2	Selfors
12	3.1	1.9	~1.5	Selfors
13	4.6	0.5	0.6-0.8	Båsmo
14	3.8	0.7	0.6-0.8	Båsmo
15	4.9	0.9	0.6-0.8	Båsmo

* Kald vinterdag, mye naftalen.

De beregnede konsentrasjonene av partikkelbundet PAH antas å være "sikrere" enn totalkonsentrasjonene. Dette skyldes at mange av de gassformige forbindelsene er svært flyktige og nødvendigvis ikke vil forekomme på en kilometers avstand, selv om de er estimert i utslippet. De kanserogene forbindelsene finnes hovedsakelig i partikkel-fasen. Beregningene viser at koks batterienes bidrag til maksimale konsentrasjoner av partikkelbundet PAH i bebyggelsen fra 0.6 + 2.5 km fra koksverket, kan være i området 0.1 til 1.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. I bebyggelsen ved Selfors ble det beregnet konsentrasjoner som er i samsvar med de målinger som er foretatt ved Selfors av døgnmiddelkonsentrasjoner av PAH (se delrapport B). En forutsetter da at forholdet mellom maksimal timesmiddelkonsentrasjon i skyen og en midlere døgnkonsentrasjon målt i ett målepunkt er ca 10.

6 REFERANSER

- Cooper, J.A. (1979) Portland Aerosol Characterization Study. Final Report to the State of Oregon Department of Environmental Quality, July 1979.
- Gram, F. (1982) Utslipp av luftforurensninger i Oslo-området 1979. Lillestrøm (NILU OR 10/82).
- EPA (1981) Receptor Model Guideline Series, Volume II: Chemical Mass balance EPA-450/4-81-016b. Office of Air Quality Planning and Standards. US Environmental Protection Agency, North Carolina, USA.
- Heggen, R. og Sivertsen, B. (1983) Tracer gas techniques at NILU. Lillestrøm (NILU TR 8/83).
- Larssen, S. og Haugsbakk, I. (1986) Utslippsfaktorer fra biler. Forslag til faktorer for bruk i basisundersøkelsene. Lillestrøm (NILU OR under utarbeidelse).
- Schaug, J. (1983) Reseptormodeller. Lillestrøm (NILU OR 9/83).
- Schjoldager, J. (1974) Program Kilder. Beregning av spredning fra punktkilder og volumkilder. Kjeller (NILU TN 2/75).
- Sivertsen, B. (1979) Luftkvalitetsmodeller. Sluttrapport NORDFORSK-prosjektet Mesoskaliga spridningsmodeller. Helsingfors (NORDFORSK Miljövardsektariat Publ. 1979: 1).
- Sivertsen, B. (1981) Tracer experiments to assess diffuse emissions of hydrocarbons from the petrochemical factories at Rafnes. Lillestrøm (NILU OR 27/80).
- Sivertsen, B. (1983a) Forslag til plan for basisundersøkelser i Mo 1983-1985. Lillestrøm (NILU OR 37/83).
- Sivertsen, B. (1983b) PAH-målinger ved A/S Norsk Koksverk, desember 1982. Lillestrøm (NILU OR 36/83).
- Sivertsen, B. (1983c) Estimation of diffuse hydrocarbon leakages from petrochemical factories. APCA Journal, 33, p. 323-327.
- Sivertsen, B. (1985a) Basisundersøkelsen i Mo i Rana 1983-1985, Delrapport A, Meteorologi og spredning. Lillestrøm (NILU OR 74/85).

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

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

VEDLEGG A

INNSAMLING AV UTSLIPPSDATA TIL BASISUNDERSØKELSEN I MO I RANA

INNSAMLING AV UTSLIPPSDATA TIL BASISUNDERSØKELSEN I MO I RANA

A1 INNLEDNING

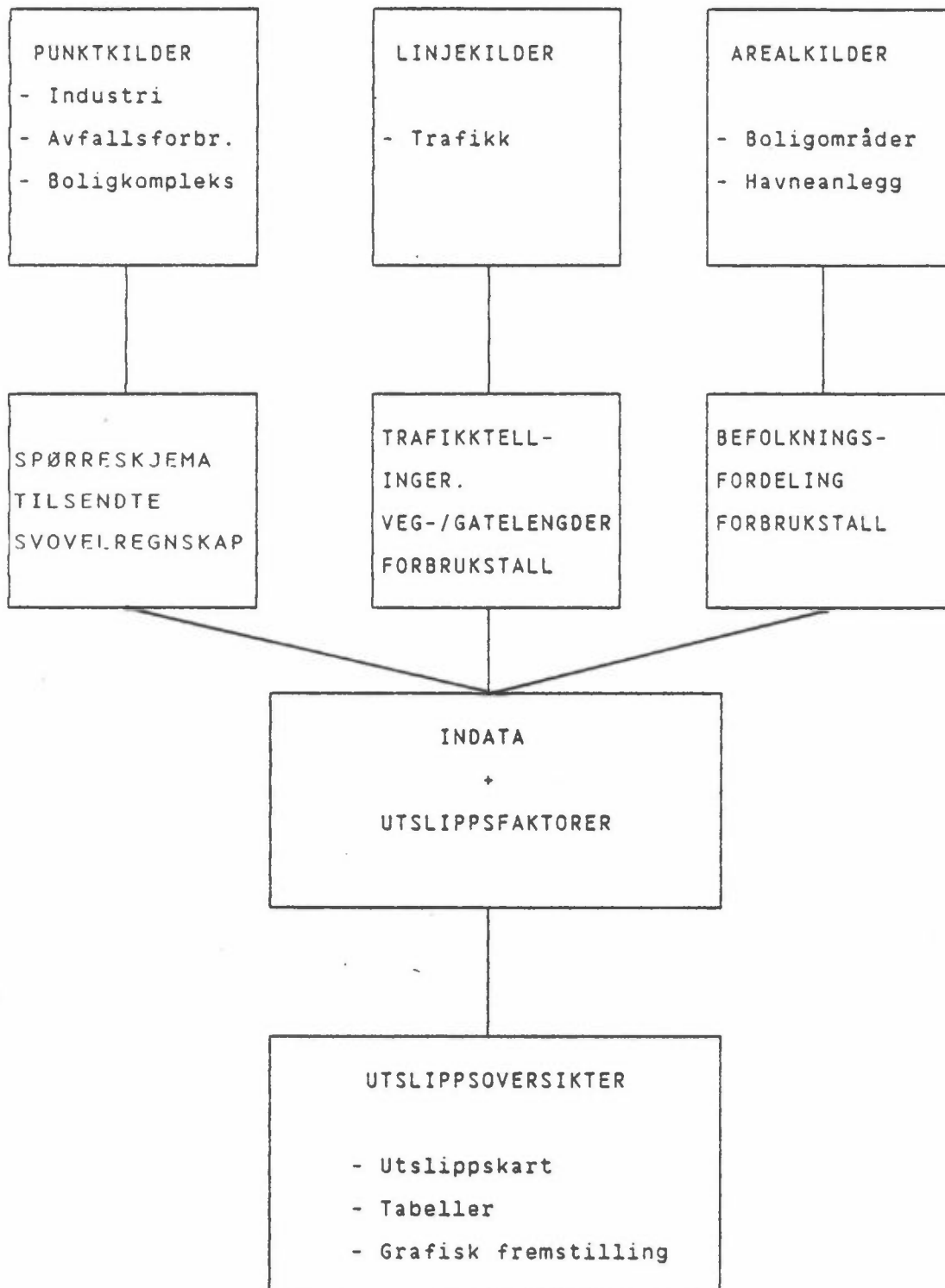
Norsk institutt for luftforskning (NILU) har tidligere foretatt basisundersøkelser i Sarpsborg/Fredrikstad og Bergen. Disse undersøkelsene har gitt erfaring i ulike metoder for innsamling av utslippsdata.

I dette vedelgget er prosedyre som ble benyttet i undersøkelsen i Mo i Rana presentert.

I undersøkelsen i Mo i Rana ble det beregnet utslippsmengder til luft av stoffene svoveldioksid (SO_2), karbonmonoksid (CO), nitrogenoksider (NO_x), hydrokarboner (HC), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), partikler og tungmetaller bly (Pb) og kadmium (Cd).

På grunnlag av informasjon om blant annet årsforbruk av oljeprodukter, produksjon, driftsforhold og trafikk kan utslippsmengder beregnes med en rimelig god nøyaktighet.

Figur A1 viser en skjematisk fremstilling av registrering, bearbeiding og presentasjon av utslippsdata fra ulike kildegrupper i Mo i Rana.



Figur A1: Skjematisk fremstilling av datainnsamling ved basisundersøkelsen i Mo i Rana.

A2 PUNKTKILDER

Punktkilder er større, enkeltstående kilder. I denne sammenheng ble det brukt to uavhengige kriterier for å avgjøre om en kilde falt inn under betegnelsen punktkilde. Det var tilstrekkelig at ett av kriteriene var oppfylt:

- 1) Forbruket av fyringsoljer* er $100 \text{ m}^3/\text{a}$ (100.000 l/a) eller mer.
- 2) Bedriften har industriprosesser som slipper ut stoffer som kommer inn under betegnelsen luftforurensninger.

Bedrifter med industriprosesser ble behandlet som punktkilder dersom utslippet av ett eller flere stoff samlet ble vurdert til å være av betydning. Dette var også tilfellet dersom utslipp fra oljeforbruk og industriprosesser skjedde samlet, og dessuten minst var ekvivalent med forbrenning av 100 m^3 fyringsolje pr år.

Bedrifter som hadde forbruk av kull, koks, ved eller annet trevirke ble behandlet som punktkilder dersom forbruket gav utslipp som tilsvarer forbruk av 100 m^3 fyringsolje pr år.

Ved innsamling av data ble det benyttet spørreskjema som ble sendt ut til bedrifter og institusjoner. En punktkilde ble angitt på kart i UTM-systemet med en nøyaktighet på nærmeste hundre meter. Et unntak var jernverket hvor enkeltutslippene ble angitt med 10 meters nøyaktighet.

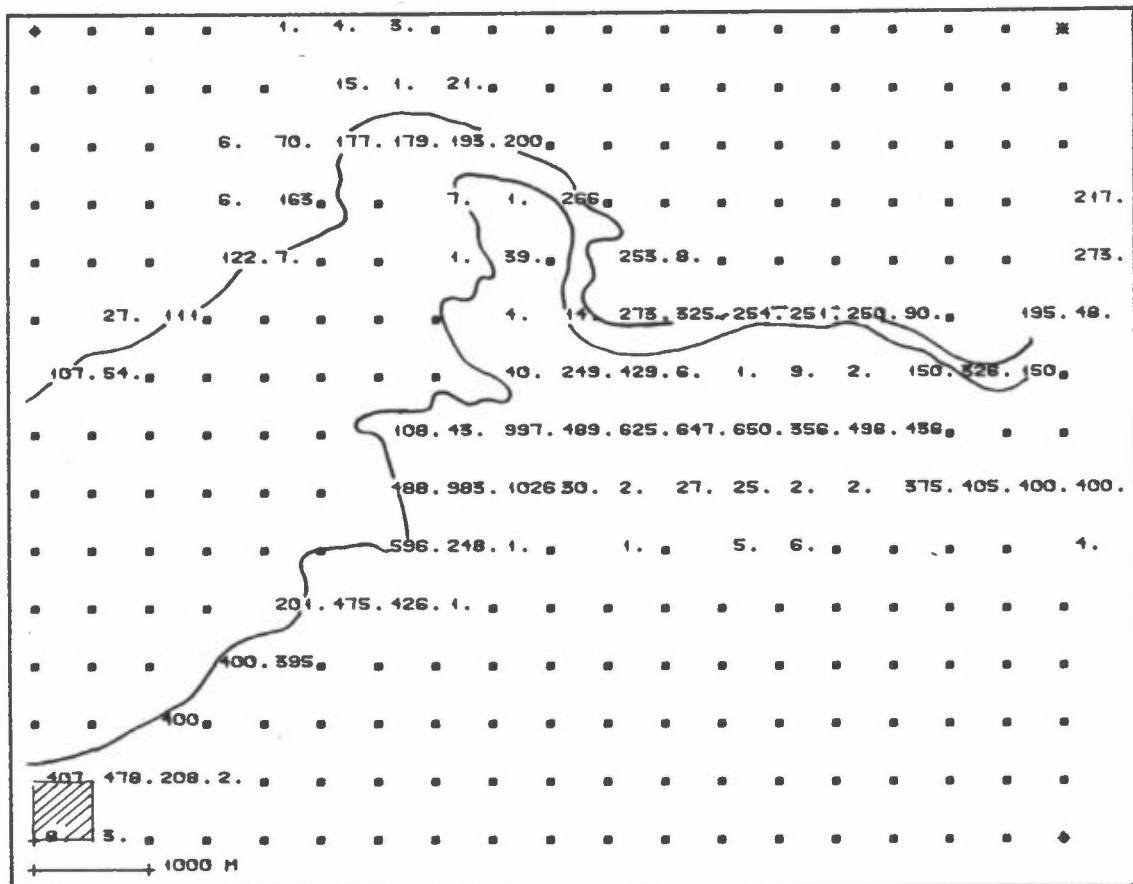
Adresser til bedrifter og institusjoner blir hentet fra følgende:

- Telefonkatalogen
- Kompasskatalogen
- EFIs oversikt over fyringsanlegg i Rana kommune

* Lette fyringsoljer (<0.5% S-innhold). Forbruk av tyngre fyringsoljer krever en lavere grense. Fyringsolje med 1.0% S-innhold eksempelvis en grense på $250 \text{ m}^3/\text{a}$.

A3 LINJEKILDER

For å beregne biltrafikkens andel av forurensende utslipp til luft ble det tatt utgangspunkt i trafikkbelastningen innenfor ruter på 500 x 500 m i UTM-systemet som vist i figur A2.



Figur A2: Trafikkarbeidet i Mo gitt i 500 x 500 m ruter. Enhet: 10 km pr døgn. Det største trafikkarbeidet finner en i området rundt krysset E6/'Svenskveien' der det i ruta er et midlere trafikkarbeid på 10.260 kjørte km pr døgn.

I området der det var foretatt trafikktellinger, danner disse grunnlaget for utslippsberengingene. produktet av veilengde og årsdøgnstrafikk kalles trafikkarbeid. Ut fra trafikkarbeidet og utslippsfaktorer ble det beregnet utslippstall for de aktuelle luftforurensende stoffene.

Trafikktellinger var imidlertid bare tilgjengelige for hovedtrafikkårene. Forbrukstallene i områder med trafikktellinger ble trukket fra salgstallene for hele området, og de resterende drivstoffmengder ble skjønnsmessig fordelt på de resterende veier.

Ofte er ikke trafikktellingene spesifisert for diesel- og bensinandel. I disse tilfellene ble det brukt én diselandel i byen og i tettbebygde strøk og én annen ellers.

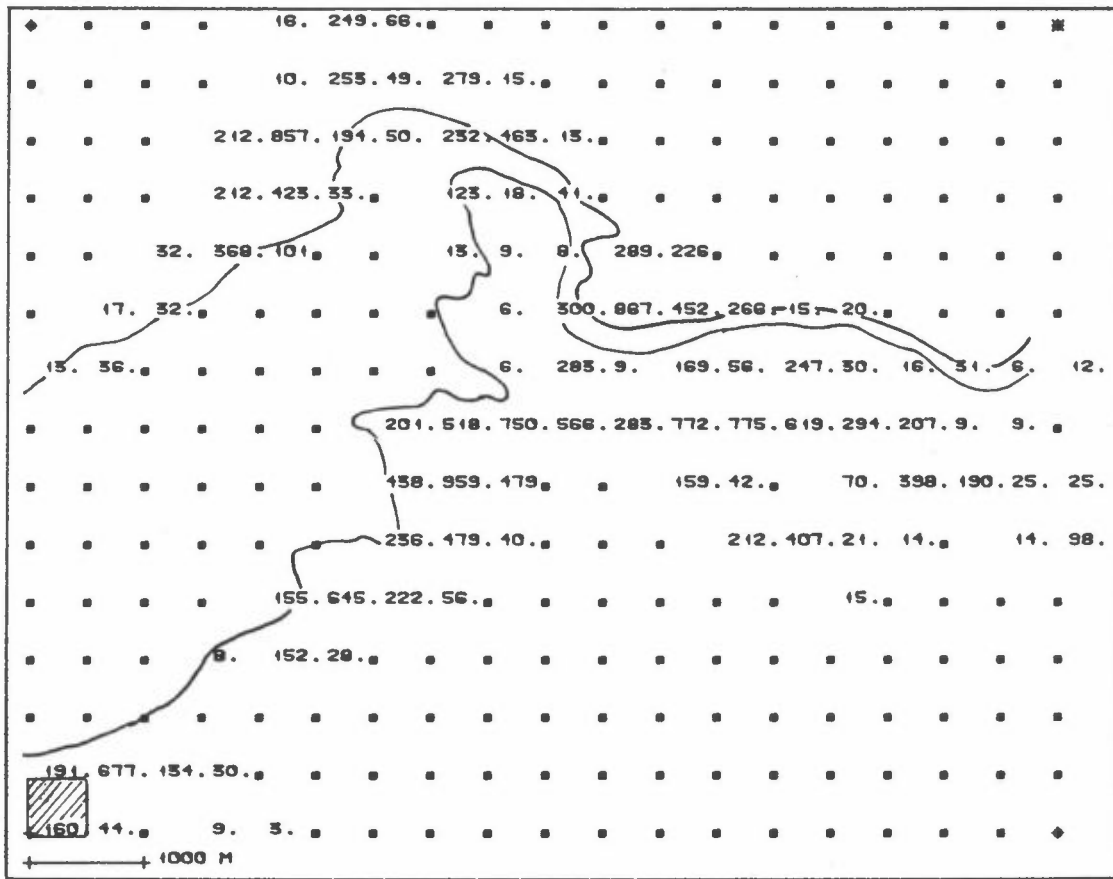
A4 AREALKILDER

Arealkilder er en samling av mindre punktkilder og linjekilder innenfor et gitt område som blir behandlet under ett. Undersøkellesområdet ble delt opp i kvadratiske ruter på 500 x 500 m, i UTM-systemet. Mindre punktkilder var definert ved at de hadde forbruk av fyringsoljer som overskred $100 \text{ m}^3/\text{a}$.

Det lar seg ikke gjøre å registrere alt småforbruk av fyringsoljer. Ved å trekke forbrukstallene (registrert ved spørreskjema) fra salgstallene oppgitt av oljeselskapene ble det igjen en rest som ble fordelt etter befolkningstettheten i området.

Figur A3 viser befolkningsfordelingskart som ble utarbeidet på grunnlag av kommunehefte, folke- og boligtellingerne 1980.

Etter at oljeforbruket er registrert og lokalisert, kan utslippstallene for de aktuelle forurensningskomponentene beregnes ved hjelp av utslippsfaktorer.



Tabell A3: Kart over befolkningsfordeling og husholdningsfordeling i det området av Rana som omfattes av undersøkelsen. Tallene angir antall mennesker i hver 500 x 500 m rute. Størst befolkningstetthet finner en i sentrum (959 personer) og på Selfors (867 personer).

A5 UTSLIPPSFAKTORER

Tabell A1 gir utslippsfaktorer for oljeforbrenning. Forslag til utslippsfaktorer fra biler er gitt av Larsen (1985).

Tabell A1: Utslippsfaktorer for forbrenning av fyringsolje (Gram, 1982).

	Fyrings- parafin	Fyrings- olje nr. 1	Fyrings- olje nr. 2	Tungolje lav S	Tungolje normal S
Tetthet (kg/l)	0.79	0.83	0.85	0.95	0.95
S-innhold (vekt-%)	0.05	0.40	0.45	0.90	2.30
SO ₂ (kg/m ³)	0.79	6.60	7.65	17.10	43.70
NOx*	"	2.1	2.1	2.7	7.2
Støv	"	0.25	0.25	0.20	1.50
CO	"	2.3	2.3	2.3	0.2
HC	"	0.5	0.5	0.3	0.3

* Regnet som NO₂.

Tabell A2: Spørreskjema til bedrifter og institusjoner.

NILU
Postboks 130, 2001 Lillestrøm

FORTROLIG
- undergitt taushetsplikt

A: HOVEDSKJEMA side 1 - fylles ut av alle

Firmaets/
institusjonens navn: _____
Adresse : _____
Bransje : _____
Telefon : _____
Kontaktperson : _____

Kort beskrivelse av bedriftens virksomhet: _____

Drift av anlegg med forurensende utslipp :

Driftsdager med foru- Driftstimer pr døgn: _____
rensende utslipp pr år: _____

Regulære driftsstansperioder: _____

Forbruk av brensel og drivstoff i driftsåret 1982:

	Enhet	Mengde	Nyttet til	Leverandør (oljeselskap)
Kull	m ³ eller tonn			
Koks	"			
Flis, ved, trevirke	"			
Bensin*	liter			
Autodiesel*	"			
Fyringsparafin	"			
Fyringsolje nr. 1	"			
Fyringsolje nr. 2	"			
Tung fyringsolje - lavsvovlig	"			
Tung fyringsolje - norm.svovlig	"			
Flytende gass	"			
Andre oljetyper (spesifiser type)	"			

* Bensin og autodiesel forbrukt ved bedriften
(inne på bedriftens område).

Avmerk utslippsstedet/området på vedlagte kart (evt. eget
kartvedlegg dersom dette måtte passe bedre).

NILU
Postboks 130, 2001 Lillestrøm

FORTROLIG
- undergitt taushetsplikt

A: HOVEDSKJEMA side 2 - fylles ut av alle.

Er det store variasjoner i olje og koks-
forbruket fra år til år?

Er det montert elektrokjel i tilknytning
til fyringsanlegget?

Er det store variasjoner i bruken av elektro-
kjel fra år til år?

Ja	Nei

B: PROSESSUTSLIPP - fylles ut av alle som har prosessutslipp
(et skjema pr utslippsted/skorstein).

Virksomhet: _____

Utslippspunktets høyde over bakken: _____ m

Skorsteinsdiameter, topp-innvendig: _____ cm

Felles skorstein med andre utslipp? Ja/Nei, og i så fall hvilke:

Avgassmengde: _____ Nm³/h*, eller avgasshastighet: _____ m/s

Avgasstemperatur: _____ °C

Prosess/arbeidsoperasjon som forårsaker utslippet: _____

Er utslippsdata basert på målinger? Ja/Nei, når? _____

Referanser til rapporter om utslippsdata: _____

Beskriv evt. tidsvariasjoner i utslippet: _____

Renseanlegg, type og effektivitet: _____

UTSLIPPSDATA:

Utslippsstoff til luft	Mengde kg/time	Utslippstimer pr år	Merknader

Avmerk utslippstedet/området på vedlagte kart (evt. eget kart-vedlegg dersom dette måtte passe bedre).

* Nm³/h: avgassmengde pr time, normalisert til 0°C og 1 atm trykk.

C: OLJEFYRINGSUTSLIPP - fylles ut av alle med totalt oljeforbruk større enn $500 \text{ m}^3/\text{år}$ (et skjema pr utslippssted/skorstein).

Fyringshensikt (oppvarming, vanndamp-produksjon etc): _____

Utslippspunktets høyde over bakken: _____ m

Skorsteinsdiameter, topp-innvendig: _____ cm

Felles skorstein med andre utslipp? Ja/Nei, og i så fall hvilke: _____

Avgassmengde: _____ Nm^3/h^* , eller avgasshastighet: _____ m/s

Avgasstemperatur: _____ $^{\circ}\text{C}$

Forbruk av fyringsolje type: _____, _____ $\text{m}^3/\text{år}$, _____ % S-innh.
: _____, _____ " _____ % S-innh.
: _____, _____ " _____ % S-innh.

Utslipp av de enkelte forurensningskomponenter samt utslippets tidsvariasjon vil bli beregnet på grunnlag av forbrukstall og utslippsfaktorer, noe som nødvendiggjør følgende tilleggsopplysninger:

Fyringsforbrukets variasjon over døgnet og året: _____

Renseanlegg, type og effektivitet: _____

Type fyringsanlegg: _____ Kapasitet: _____

Avmerk utslippstedet/området på vedlagte kart (evt. eget kart-vedlegg dersom dette måtte passe bedre)

* Nm^3/h : avgassmengde pr time, normalisert til 0°C og 1 atm trykk

VEDLEGG B

Endel inndata og utdata ved beregningene
med en kjemisk massebalanse modell.

Tabell B1: Kildesammensetningene for stålverket, koksverket, kalkovnen, biltrafikk, oljeforbrenning og gatestøv.
Enhet: prosent av det totale utslipp fra hver kilde.

	Stål	Koks	Kalk	Bil	olje	sjø	gate
AL	.9	13.8	.5	1.1	.53	.0	8.1
SI	2.7	27.1	.5	.8	1.0	.0	42.2
SO4	2.7	28.1	3.6	1.3	48.1	10.	1.3
CL	4.4	5.9	.2	3.0	.00	40.0	.2
CA	1.8	7.0	61.5	1.25	1.58	1.04	7.0
TI	.5	.2	.1	0.0	.11	.0	1.2
MN	5.6	.1	.0	0.0	1.1	.0	.7
FE	64.9	6.7	.9	2.1	3.0	.0	22.5
ZN	9.4	.2	.0	.35	3.5	.0	.1
BR	.1	.1	.0	5.0	.27	.2	.0
PB	0.8	.1	.0	20.0	5.3	.0	.3

Tabell B2: Antatt usikkerhet i sammensetningene til de overnevnte kilder.
Enhet: prosent av det totale utslipp fra hver kilde.

	Stål	Koks	Kalk	Bil	olje	sjø	gate
AL	.47	8.40	.3	.32	.2	.00	4.0
SI	.00	.00	.1	.00	.3	.1	4.5
SO4	.14	1.25	1.8	.24	12.	6.6	.4
CL	.48	.93	.1	.87	.1	4.	.1
CA	.56	.93	28.	.36	.5	.1	3.5
TI	.07	.05	.1	.005	.1	.1	.2
MN	.59	.04	.1	.005	.1	.1	.1
FE	8.71	.81	.2	.61	1.0	.1	2.3
ZN	1.10	.03	.1	.10	1.1	.1	.1
BR	.02	.04	.1	1.45	.1	.1	.1
PB	.12	.02	.1	5.78	1.8	.1	.1

Tabell B3: Typiske usikkerheter i reseptormålingene.
Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Al	.13
Si	.12
SO4	.11
Cl	.09
Ca	.17
Mn	.011
Fe	.21
Zn	.017
Br	.005
Pb	.015

Tabell B4: Estimert og målt reseptorkonsentrasjon.
 Målested: E6
 Prøve: Grovfraksjonen 840829
 Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	Estimert	Målt	Forhold
Al	.075	.069	1.08
Si	.307	.15	2.02
SO ²⁻	.866	.86	1.01
Cl ⁴	.422	.43	.98
Ca	1.657	1.65	1.00
Mn	.080	.073	1.09
Fe	1.057	2.08	.51
Zn	.135	.10	1.35
Br	.033	.037	.90
Pb	1.28	1.20	1.07

Tabell B5: Estimert og målt reseptorkonsentrasjon.
 Målested: E6
 Prøve: Finfraksjonen 840829
 Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	Estimert	Målt	Forhold
Al	.063	.069	.92
Si	.097	.098	.99
SO ²⁻	2.51	2.51	1.00
Cl ⁴	.41	.38	1.08
Ca	1.06	1.06	1.00
Mn	.117	.144	.82
Fe	1.52	1.30	1.17
Zn	.22	.24	.92
Br	.12	.12	1.00
Pb	.46	.38	1.22

VEDLEGG C

RESULTATER FRA HOVEDKOMPONENT ANALYSEN

Tabell C1 : Loadings fra Fødehjemmet for finfraksjonen.

Hovedkomponent → Kjemisk komponent↓	1	2	3
natrium	-.96		
aluminium			-.82
klorid	-.72		
kalsium	-.94		
titan		-.85	
mangan	-.91		
jern	-.92		
sink			-.85
bromid		-.86	
sulfat		-.74	
magnesium	-.94		
bly			

Første hovedkomponent i finfraksjonen inneholder kalsium, mangan, jern og magnesium fra jernverket og de tre sjøsaltelementene natrium, klorid og magnesium. Den andre hovedkomponenten er sammensatt av mineralstøv (titan), støv fra biltrafikk (bromid) og oljeforbrenning (sulfat).

Den tredje komponenten kan også skyldes flere kilder. Her kommer sink trolig opprinnelig fra jernverket. Aluminium kan komme fra koksverket.

Tabell C2: Loadings fra Fødehjemmet for grovfraksjonen.

Hovedkomponent → Kjemisk komponent↓	1	2	3
natrium			-.88
aluminium		.85	
klorid			-.96
kalsium	-.92		
titan		.50	
mangan	-.93		
jern	-.93		
sink			
bromid		.90	
sulfat	-.92		
magnesium	-.90		
bly	-.75		

Første hovedkomponent i grovfraksjonen fra Fødehjemmet inneholder elementer fra jernverket med kalkovnen.

Den andre hovedkomponenten skyldes trolig resuspensjon av støv. Titan er først og fremst en jordkomponent og det finnes ikke andre kjente kilder til titan i Mo. Hovedkilden til bromid er eksos fra biltrafikken.

Det er videre nærliggende å tro at hovedkomponent 3 med natrium og klorid skyldes sjøsalt.

Tabell C3: Hovedkomponentenes relative bidrag til variasjonen i data-materialet uttrykt ved forklart varians. Finfraksjonen, Fødehjemmet.

Hovedkomponent	Forklart varians		
	standardisert	i prosent	kum. prosent
1	6.11	51.0	51.0
2	2.22	18.5	69.5
3	1.33	11.1	80.6
4	0.71	5.9	86.5

Tabell C4: Hovedkomponentenes relative bidrag til variasjonen i data-materialet uttrykt ved forklart varians. Grovfraksjonen, Fødehjemmet.

Hovedkomponent	Forklart varians		
	standardisert	i prosent	kum. prosent
1	5.73	47.8	47.8
2	2.37	19.8	67.6
3	1.44	12.0	79.5
4	0.98	8.1	87.7

4. hovedkomponent med forklart varians mindre enn 1 er vesentlig støy.

Tabell C5: Loadings fra Langneset for finfraksjonen.

Hovedkomponent → Kjemisk komponent ↓	1	2	
natrium	-.84		
aluminium	-.90		
klorid		.66	
kalsium	-.94		
vanadium		-.77	
krom	-.69		
mangan	-.96		
jern	-.98		
sink	-.86		
bromid			.88
sulfat	-.51	-.80	
magnesium	-.89		
bly	-.86		

Resultatene fra finfraksjonen er meget dårlig oppløst. Årsaken kan være at målestedet påvirkes fra mange kilder samtidig med vind fra nordøst til sørøst. I første hovedkomponent er en rekke kjemiske elementer fra virksomheten ved jernverket og også andre kilder bidrar her.

I andre komponent har loadings for klorid på den ene siden og vanadium og sulfat på den andre forskjellig fortegn. Dette betyr at elementene varierer i motfase og resultatet kan reflektere forurensninger med fralandsvind og med pålandsvind til dette målestedet. Sulfat og vanadium er typiske for oljeforbrenning, og klorid kan skyldes sjøsalt. Bromid skyldes nok biltrafikk.

Tabell C6: Loadings fra Langneset for grovfraksjonen.

Hovedkomponent → Kjemisk komponent ↓	1	2	3
natrium	-.73	.59	
aluminium			-.91
klorid		.94	
kalsium	-.91		
titan			-.80
mangan	-.97		
jern	-.95		
sink	-.76		
sulfat	-.81		
magnesium	-.92		
bly	-.81		

Antall tilgjengelige prøver fra grovfraksjonen er lavt. Den første hovedkomponenten er som for fin-fraksjonen. Bly er imidlertid også med i denne komponenten og indikerer at også biltrafikken er med her. Annen hovedkomponent er mest sannsynlig sjøsalt og tredje jord/mine-
ralstøv.

Tabell C7: Hovedkomponentenes relative bidrag til variasjonen i data-
materialet uttrykt ved forklart varians. Finfraksjonen,
Langneset.

Hovedkomponent	Forklart varians		
	standardisert	i prosent	kum. prosent
1	7.62	58.6	58.6
2	1.81	13.9	72.6
3	1.11	8.6	81.1
4	.89	6.9	88.0

Tabell C8: Hovedkomponentenes relative bidrag til variasjonen i data-
materialet uttrykt ved forklart varians. Grovfraksjonen,
Langneset.

Hovedkomponent	Forklart varians		
	standardisert	i prosent	kum. prosent
1	6.79	56.6	56.6
2	1.55	12.9	69.5
3	1.23	10.3	79.8
4	.84	7.0	86.8

Tabell C9: Loadings fra Gruben for finfraksjonen.

Hovedkomponent → Kjemisk komponent↓	1	2	3	4
natrium			.84	
aluminium	-.83			
klorid			.98	
kalsium	-.88			
titan				-.77
vanadium		-.89		
krom				
mangan			.62	
jern	-.59		.51	
sink	-.60		.51	
bromid				-.77
sulfat		-.91		
magnesium	-.81			
bly	-.52		.72	

Støvet i første hovedkomponent fra finfraksjonen Gruben kommer først og fremst fra jernverket, og spesielt har kalkovnen påvirket disse prøvene. Annen hovedkomponent skyldes oljeforbrenning, mens tredje komponent kan skyldes stålverket. Titan i den fjerde komponenten indikerer jord/mineralstøv og bromid indikerer biltrafikk.

Tabell C10: Loadings fra Gruben for grovfraksjonen.

Hovedkomponent → Kjemisk komponent↓	1	2	3
natrium	-.96		
aluminium			
klorid	-.97		
kalsium			-.90
titan			-.85
mangan	-.55		-.77
jern			-.92
sink	-.70		-.64
bromid		-.77	
sulfat		-.71	
magnesium		-.88	
bly		-.94	

Kildene er dårlig oppløst i resultatene fra grovfraksjonen som er basert på 17 prøver. Den tredje kilden, som inneholder titan, er

trolig resuspendert støv som opprinnelig har kommet fra jernverket. De to første komponentene er sammensatt av flere kilder. Hverken kalsium eller jern inngår slik at målestedet neppe har ikke vært direkte påvirket av jernverket i nevneverdig grad i måleperioden. Biltrafikk, sulfat fra oljeforbrenning, sjøsaltkomponenter og enkelte elementer fra jernverket inngår i de to første hovedkomponentene.

Tabell C11: Hovedkomponentenes relative bidrag til variasjonen i data-materialet uttrykt ved forklart varians. Finfraksjonen, Gruben.

Hovedkomponent	Forklart varians		
	standardisert	i prosent	kum. prosent
1	6.85	48.9	48.9
2	2.32	16.6	65.5
3	1.41	10.1	75.6
4	1.19	8.5	84.1
5	.77	5.5	89.6

Tabell C12: Hovedkomponentenes relative bidrag til variasjonen i data-materialet uttrykt ved forklart varians. Grovfraksjonen, Gruben.

Hovedkomponent	Forklart varians		
	standardisert	i prosent	kum. prosent
1	5.69	47.4	47.4
2	2.49	20.7	68.1
3	1.63	13.6	81.7
4	.82	6.8	88.6

Tabell C13: Loadings fra Mo sentrum for finfraksjonen.

Hovedkomponent → Kjemisk komponent↓	1	2	3	4
natrium	-.82			
aluminium				
klorid				
kalsium	-.79			
titan			.91	
vanadium		-.89		
krom	-.94			
mangan	-.94			
jern	-.96			
sink				.95
bromid			.81	
sulfat		-.93		
magnesium	-.61			
bly	-.89			

Første og annen hovedkomponent skyldes henholdsvis jernverket og oljeforbrenning. Tredje komponent inneholder jordkomponenter (titan) og biltrafikk (bromid). Den siste komponenten inneholder sink alene og hører egentlig med til komponent 1, jernverket.

Tabell C14: Loadings fra Mo sentrum for grovfraksjonen.

Hovedkomponent → Kjemisk komponent↓	1	2	3
natrium		-.81	
aluminium			-.92
klorid		-.90	
kalsium	-.92		
titan			-.53
mangan	-.91		
jern	-.77		
sink	-.66		
sulfat			
magnesium	-.81		
bly	-.86		

Første hovedkomponent skyldes jernverket, og andre hovedkomponent trolig sjøsalt. Tredje komponent kan skyldes jord/mineralstøv/resuspendert støv.

Tabell C15: Hovedkomponentenes relative bidrag til variasjonen i datamaterialet uttrykt ved forklart varians. Finfraksjonen, Mo sentrum.

Hovedkomponent	Forklart varians		
	standardisert	i prosent	kum. prosent
1	6.58	47.0	47.0
2	2.14	15.3	62.3
3	1.58	11.3	73.6
4	1.23	8.8	82.4
5	0.78	5.6	87.9

Tabell C16: Hovedkomponentenes relative bidrag til variasjonen i datamaterialet uttrykt ved forklart varians. Grovfraksjonen, Mo sentrum.

Hovedkomponent	Forklart varians		
	standardisert	i prosent	kum. prosent
1	5.01	45.5	45.5
2	1.81	16.5	62.0
3	1.60	14.6	76.6
4	0.89	8.1	84.6

Tabell C17: Loadings fra E6 for finfraksjonen.

Hovedkomponent → Kjemisk komponent ↓	1	2	3	4
natrium	-.86			
aluminium			.78	
klorid				
kalsium				-.79
titan			.50	-.69
vanadium		-.91		
krom	-.88			
mangan	-.86			
jern	-.83			
sink	-.94			
bromid			.95	
sulfat		-.75		
magnesium				-.75
bly				-.57

De to første hovedkomponentene skyldes henholdsvis stålverket og oljeforbrenning. Den tredje hovedkomponenten skyldes nok resuspendert veistøv med bidrag fra biltrafikk, fra vanlig jord/mineralstøv. Kalsium i hovedkomponent 4 tyder på bidrag fra kalkovnen på jernverket.

Tabell C18: Loadings fra E6 for grovfraksjonen.

Hovedkomponent → Kjemisk komponent↓	1	2	3
natrium	-.93		
aluminium	-.91		
klorid			.94
kalsium		-.86	
titan	-.77		
mangan		-.91	
jern		-.80	
sink	-.79		
bromid	-.71		
sulfat			
magnesium		-.73	
bly			

Første hovedkomponent i grov-fraksjonen skyldes nok vesentlig jord/mineralstøv og støv fra biltrafikk, slik at dette kan ses på som resuspendert støv. Denne hovedkomponenten ligner komponent 3 i finfraksjonen. Den andre komponenten skyldes utslipp fra jernverket. Den tredje faktoren er dominert av en høy klorid konsentrasjon og gir ingen informasjon.

Tabell C19: Hovedkomponentenes relative bidrag til variasjonen i data-materialet uttrykt ved forklart varians. Finfraksjonen, E6.

Hovedkomponent	Forklart varians		
	standardisert	i prosent	kum. prosent
1	6.17	44.1	44.1
2	2.00	14.3	58.4
3	1.60	11.5	69.8
4	1.31	9.4	79.2
5	.92	6.6	85.8

Tabell C20: Hovedkomponentenes relative bidra til variasjonen i data- materialet uttrykt ved forklart varians. Grovfraksjonen, E6.

Hovedkomponent	Forklart varians		
	standardisert	i prosent	kum. prosent
1	6.14	51.1	51.1
2	2.12	17.7	68.8
3	1.19	9.9	78.7
4	0.80	6.6	85.3

Tabell C21: Loadings fra Selfors for finfraksjonen.

Hovedkomponent → Kjemisk komponent↓	1	2	3	4
natrium	-.91			
aluminium		.94		
klorid	-.90			
kalsium	-.52			.75
titan				
vanadium		.91		
mangan	-.56			.68
jern				.83
sink				.78
arsen				
bromid			.52	
sulfat			.77	
magnesium	-.88			
bly			.87	

Også resultatene fra finfraksjonen fra Selfors viser en dårlig oppløsning. Første hovedkomponent kan være sjøsalt, men inneholder også mangan og kalsium fra jernverket. Vanadium i andre komponent skyldes oljeforbrenning, men aluminium kan skyldes jord/mineralstøv. Den tredje hovedkomponenten skyldes biltrafikk, men har også med sulfat fra oljeforbrenning. Den fjerde komponenten har jernverket som kilde.

Tabell C22: Loadings fra Selfors for grovfraksjonen.

Hovedkomponent → Kjemisk komponent ↓	1	2	3	4
natrium	-.77			-.56
aluminium	-.96			
klorid				-.80
kalsium	-.87			
titan	-.98			
mangan	-.68			
jern				
sink		-.80		
bromid		-.91		
sulfat			.86	
magnesium	-.52			-.76
bly			.87	

Første hovedkomponent inneholder trolig resuspendert støv som opprinnelig kommer fra flere kilder. Annen og tredje hovedkomponent inneholder støv fra biltrafikk, oljeforbrenning og jernverket. Oppløsningen mellom kildene er således meget dårlig. Den fjerde hovedkomponenten representerer sjøsalt.

Tabell C23: Hovedkomponentenes relative bidrag til variasjonen i data-materialet uttrykt ved forklart varians. Finfraksjonen, Selfors.

Hovedkomponent	Forklart varians		
	standardisert	i prosent	kum. prosent
1	4.54	32.4	32.4
2	2.46	17.5	49.9
3	2.25	16.1	66.0
4	1.36	9.7	75.8
5	1.04	7.5	83.2
6	0.69	5.0	88.2

Tabell C24: Hovedkomponentenes relative bidrag til variasjonen i data-
materialet uttrykt ved forklart varians. Grovfraksjonen,
Selfors.

Hovedkomponent	Forklart varians		
	standardisert	i prosent	kum. prosent
1	5.16	43.0	43.0
2	2.27	18.9	61.9
3	1.59	13.3	75.1
4	1.15	9.6	84.7
5	0.56	4.6	89.3

VEDLEGG D

Samtidige konsentrasjoner av SF₆ og PAH
(totalt, partikulært og kanserogent)
målt ved A/S Norsk Koksverk.

INDUSTRI: KOKSVERKET

FORSØK : 1

DATO : 1984-01-24 TID: 1445-1545

Utslipp SF6 (kg/h)	Antall SF6- pkt (N)	Antall HC-pkt (M)	Antall HC-komp (NM)
0.6624	4	4	3

Koordinat		Konsentrasjon (ng/m3)			
X	Y	SF6	PAH Totalt	PAH Part.	PAH Kanserogent *
61.83	56.59	1050	4446	1019	492
61.80	56.52	630	-	-	-
61.75	56.49	700	5411	864	706
61.73	56.52	690	8109	1871	883

* : Fluoranthene
Benz(a)anthracene
Chrysene/Thriphenylene
Benzo(a)pyrene
Dibenzo(ac/ah)anthracenes
Benzo(g h i)perylene

INDUSTRI: KOKSVERKET

FORSØK : 2

DATO : 1984-01-25 TID: 1015-1215

Utslipp SF6 (kg/h)	Antall SF6- pkt (N)	Antall HC-pkt (M)	Antall HC-komp (NM)
1.3248	4	4	3

Koordinat		Konsentrasjon (ng/m3)			
X	Y	SF6	PAH Totalt	PAH Part.	PAH Kanserogent
61.83	56.59	790	3200	469	200
61.80	56.52	2320	12590	3595	1208
61.75	56.49	2400	10929	2342	1047
61.73	56.52	615	5023	1251	573

INDUSTRI: KOKSVERKET
 FORSØK : 3
 DATO : 1984-01-26 TID: 1030-1130

Utslipp SF6 (kg/h)	Antall SF6- pkt (N)	Antall HC-pkt (M)	Antall HC-komp (NM)
1.3248	4	4	3

Koordinat		Konsentrasjon (ng/m3)			
X	Y	SF6	PAH Totalt	PAH Part.	PAH Kanserogent
61.83	56.59	1880	22218	1403	640
61.80	56.52	12180	47761	6739	3109
61.75	56.49	8800	44229	5124	2433
61.73	56.52	5870	32499	5290	2484

INDUSTRI: KOKSVERKET
 FORSØK : 4
 DATO : 1984-01-27 TID: 1430-1530

Utslipp SF6 (kg/h)	Antall SF6- pkt (N)	Antall HC-pkt (M)	Antall HC-komp (NM)
0.6624	4	4	3

Koordinat		Konsentrasjon (ng/m3)			
X	Y	SF6	PAH Totalt	PAH Part.	PAH Kanserogent
61.83	56.59	1560	65410	975	465
61.80	56.52	1840	47035	1595	791
61.75	56.49	990	19634	759	368
61.73	56.52	1160	25201	1451	666

INDUSTRI: KOKSVERKET
 FORSØK : 10
 DATO : 1984-08-02 TID: 1000-1115

Utslipp SF6 (kg/h)	Antall SF6- pkt (N)	Antall HC-pkt (M)	Antall HC-komp (NM)
1.1052	4	4	3

Koordinat		Konsentrasjon (ng/m3)			
X	Y	SF6	PAH Totalt	PAH Part.	PAH Kanserogent
62.08	56.65	1700	5615	461	451
62.02	56.64	1490	5668	322	375
62.00	56.64	1730	4999	302	363
61.10	56.30	2240	10873	1056	814

INDUSTRI: KOKSVERKET
 FORSØK : 11
 DATO : 1984-08-02 TID: 1330-1530

Utslipp SF6 (kg/h)	Antall SF6- pkt (N)	Antall HC-pkt (M)	Antall HC-komp (NM)
1.1052	4	4	3

Koordinat		Konsentrasjon (ng/m3)			
X	Y	SF6	PAH Totalt	PAH Part.	PAH Kanserogent
62.10	56.63	1080	4007	395	328
62.08	56.65	3230	16281	2920	1798
62.02	56.64	1660	11091	1261	845
62.00	56.64	1730	7336	720	522

FORSØK : 12
 DATO : 1984-08-02 TID: 1800-1910

Utslipp SF6 (kg/h)	Antall SF6- pkt (N)	Antall HC-pkt (M)	Antall HC-komp (NM)
1.1052	4	4	3

Koordinat		Konsentrasjon (ng/m3)			
X	Y	SF6	PAH Totalt	PAH Part.	PAH Kanserogent
62.10	56.63	30	1373	8	27
62.08	56.65	1710	1395	2699	1583
62.02	56.64	4930	40682	8101	4385
62.00	56.64	3110	28416	5315	2769

FORSØK : 13
 DATO : 1984-08-03 TID: 1400-1510

Utslipp SF6 (kg/h)	Antall SF6- pkt (N)	Antall HC-pkt (M)	Antall HC-komp (NM)
1.1052	4	4	3

Koordinat		Konsentrasjon (ng/m3)			
X	Y	SF6	PAH Totalt	PAH Part.	PAH Kanserogent
62.05	56.65	520	44227	59	88
62.02	56.65	4820	35133	1386	819
61.94	56.63	4890	47292	9329	5773
61.90	56.62	3840	24748	3991	2982

FORSØK : 14
 DATO : 1984-08-03 TID: 1730-1840

Utslipp SF6 (kg/h)	Antall SF6- pkt (N)	Antall HC-pkt (M)	Antall HC-komp (NM)
1.1052	4	4	3

Koordinat		Konsentrasjon (ng/m3)			
X	Y	SF6	PAH Totalt	PAH Part.	PAH Kanserogent
62.05	56.65	390	12300	65	78
61.98	56.64	3840	33558	5229	3591
61.94	56.63	3550	63112	14308	8496
61.90	56.62	2330	24778	5015	3304

FORSØK : 15
 DATO : 1984-08-04 TID: 1300-1410

Utslipp SF6 (kg/h)	Antall SF6- pkt (N)	Antall HC-pkt (M)	Antall HC-komp (NM)
1.1052	4	4	3

Koordinat		Konsentrasjon (ng/m3)			
X	Y	SF6	PAH Totalt	PAH Part.	PAH Kanserogent
61.91	56.63	4450	31180	6556	4087
61.90	56.62	1840	26008	5830	3339
61.87	56.60	4710	15831	2713	1579
61.87	56.58	3040	15489	1047	830

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

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 77/85	ISBN-82-7247-653-3	
DATO MAI 1986	ANSV. SIGN. <i>J. Schjoldager</i>	ANT. SIDER 84	PRIS Kr 70,-
TITTEL Basisundersøkelsen i Mo i Rana 1983-1985 Delrapport D; Modellberegninger		PROSJEKTLEDER B. Sivertsen	
		NILU PROSJEKT NR. O-8220	
FORFATTER(E) B. Sivertsen J. Schaug K. Skaug D.A. Tønnesen		TILGJENGELIGHET A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statens forurensningstilsyn (SFT) P.O.Box 8100 Dep 0032 Oslo 1			
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Modeller Luftkvalitet Mo i Rana			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Modelberegninger har vist at A/S Norsk Jernverk er en vesentlig kilde til støvbelastningen i Mo, mens A/S Norsk Koksverk's utslipp av PAH betyr mye for PAH-belastningen i boligområder. SO ₂ og NOx-nivåene i Mo er lave, og særlig om vinteren betyr boligoppvarming og trafikk en del for luftkvaliteten.			

TITLE Air pollution study in Mo 1983-1985. Part D; Model estimates.

ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines)

Model estimates have indicated that dust emissions from the A/S Norsk Jernverk area is a dominant source for the suspended particulate matter in Mo. PAH emissions from A/S Norsk Koksverk are significant for the PAH exposure in population areas of Mo.

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