

NILU  
OPPDRAGSRAPPORT NR: 26/83  
REFERANSE: O-8052  
DATO: APRIL 1983

MIL 4  
RELATIVE BIDRAG AV FORURENSNINGER TIL  
MENNESKE OG MILJØ FRA FORSKJELIGE  
KILDER  
STATUSRAPPORT MARS 1983  
AV  
BJARNE SIVERTSEN

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING  
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM  
NORGE

ISBN-82-7247-390-9

FORORD

Prosjektet MIL 4 "Relative bidrag av forurensninger til menneske og miljø fra forskjellige kilder" er ett av Nordisk Ministerråds (NMR) prosjekter "Miljøeffekter ved energiproduksjon (MIL)".

Kontaktgruppen for nordisk embetsmannskomiteé har nedsatt prosjektgrupper for de enkelte prosjektene som støtte for oppdragsinstituttene. Prosjektgruppen for MIL 4 har følgende sammensetning:

Danmark: Civ.ing.dr.phil. Jes Fenger, Miljøstyrelsens luftforureningslaboratorium

Finland: Tekn.lic. Alec Estlander, Meteorologiska institutionen

Norge : Overing. Leif Ongstad, Statens forurensningstilsyn

Sverige: Byråsjef Lars Lindau, Statens Naturvårdsverk.

Prosjektets mål er å kvantifisere energiproduksjonens bidrag til forurensningsbelastningen på menneske og miljø via luft, i forhold til bidragene fra andre kilder (trafikk, industri, langtransport). Begrensninger og grunnlaget for valget av delprosjekter er gitt i beskrivelsen av delprosjektene (fase 2 og 3) (1).



INNHOOLD

	Side
FORORD .....	3
1 INNLEDNING .....	7
2 DELPROSJEKTENE .....	8
3 ANDRE PROSJEKTER I NORDEN .....	21
3.1 Reseptormodeller i bruk ved NILU .....	22
3.2 Luftforurensning fra vedfyring i Elverum .....	23
4 REFERAT FRA ARBEIDSGRUPPENE .....	24
4.1 Gruppe 1: Eksponeringsberegninger av SO <sub>x</sub> og NO <sub>x</sub> .....	24
4.2 Gruppe 2: Metalleksponering, PAH, respetor- modeller .....	25
5 NYE DELPROSJEKTER .....	27
6 RAPPORTERING OG VIDERE TIDSPLAN .....	28
7 REFERANSER .....	30
VEDLEGG A .....	31



MIL 4  
RELATIVE BIDRAG AV FORURENSNINGER TIL MENNESKE OG MILJØ  
FRA FORSKJELLIGE KILDER  
STATUSRAPPORT MARS 1983

1 INNLEDNING

Følgende statusrapport er basert på presentasjoner ved et seminar om MIL 4-prosjektet i Gøteborg 22-23. mars 1983. Seminaret besto av to deler:

- 1) Presentasjon av delprosjektene og beslektete prosjekter i Norden.
- 2) "Workshop"
  - a) eksponeringsberegninger av  $SO_x$  og  $NO_x$
  - b) beregning av relative bidrag, metaller, PAH, reseptormodeller.

Programmet for seminaret samt deltakerliste er presentert i Vedlegg A. Etter en kort presentasjon av prosjektet og delprosjektene som er med i denne fasen av prosjektet (1), og en presentasjon av skissen til sluttrapport for MIL 4-prosjektet (2) ble hvert enkelt av delprosjektene presentert med utgangspunkt i:

- hva er gjort?
- metodikk, resultater, hva gjenstår
- problemer, spesielle/generelle
- hvilke sluttresultater kan forventes?
- når avsluttes delprosjektet?

## 2 DELPROSJEKTENE

### Delprosjekt 1a: Eksponering av SO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub> i Helsingfors

Pia Bremer presenterte arbeidet så langt. En del data om befolkningsfordeling er kjent. Spredningsberegningene er derimot ikke kommet igang, da emisjonsdata fra Energiverket fremdeles mangler. Det gjelder særlig tekniske data som skorsteinsparametre, røykgassmengde etc. NO<sub>x</sub>-utslippene vil bli beregnet i forhold til SO<sub>2</sub>-utslippene, som er det eneste direkte materialet som vil foreligge. Beregningene vil bli foretatt ved hjelp av "Stadsmodellen", og meteorologiske data blir tatt fra Helsingfors flygfält. Blandingshøyder regnes ut fra mastedata og stabilitetsforholdene på basis av Pasquill/Turner-klasser. Beregningene kommer til å inneholde:

- årsmiddelverdier
- maksimalt månedsmiddel
- nest høyeste døgnmiddel
- 94 prosentil av timesverdier.

En vil beregne hvor mange mennesker som belastes av konsentrasjoner over gitte grenser (fig. 3 ref. 2). Egentlig er man også interessert i å vite hvor mange ganger og hvor lenge mennesker er utsatt for konsentrasjoner over gitte grenser.

FMI regner med å få emisjonsdataene i løpet av april, og håper å ha beregningene utført i høst. Resultatene vil foreligge i løpet av 1983.

Utslippsdataene representerer en usikkerhet som bør kvantifiseres. Trafikkberegningene avhenger av data og ressurser, men det vil i hvert fall bli estimert utslipp i kvadratkilometer-ruter.



Delprosjekt lb: Eksponering SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> og svevestøv fra ulike kilder i Oslo

K.E. Grønskei presenterte følgende status:

Det er tidligere utført beregninger av eksponering for befolkning i Oslo (3). Utgangspunkt:

- forbruk olje/parafin/fast brensel og utslippsfaktorer → utslippsmengder
- trafikkarbeid/utslippsfaktorer
- meteorologiske data
- målinger i episoder.

Modellberegningene er sammenlignet/kalibrert mot målte data.

Det er en viss usikkerhet knyttet til utslippsfaktorene. Dette diskuteres for tiden. Konsentrasjonen av SO<sub>2</sub> i sentrum er beregnet til over 60 µg/m<sup>3</sup> (beregnet som halvårsmiddelverdi med bakgrunn på 10 µg/m<sup>3</sup>). Målinger viser 63 µg/m<sup>3</sup> innenfor maksimumsonen i Oslo sentrum. Resultatet er følsomt overfor antakelsen om vertikal-spredningen fra arealkildene. Dette undersøkes med sporstoff-studier som også direkte vil gi informasjon om de relative bidragene.

NO<sub>x</sub>-utslippet i sentrum er over 20 kg/h (som NO<sub>2</sub>) fra fyring. I kvadratkilometerruter er utslippet fra trafikken i gjennomsnitt ≈ 5 kg/h (som NO<sub>2</sub>) over hele sentrumssonen.

Partikkelkonsentrasjonene er på kilometerskala beregnet til over 40 µg/m<sup>3</sup> over Oslo sentrum i vinterhalvåret. For eksponeringsberegningene foreligger et tilfredsstillende bra estimat av sot/partikkelfordelingen over Oslo-området.

Befolkningsfordelingen er gitt for bosted og arbeidssted i Oslo, dessuten finnes tidsnyttingsdata samt trafikkarbeidsdata. Det er beregnet hvor mange mennesker som er belastet av gitte konsentrasjoner.

Utslippene av nitrogenoksyder og partikler revurderes. Dessuten spiller reemisjon, oppvirvling etc en vesentlig rolle på målingene. For støvberegninger bør resultatet av delprosjekt 3a og 3c vurderes.

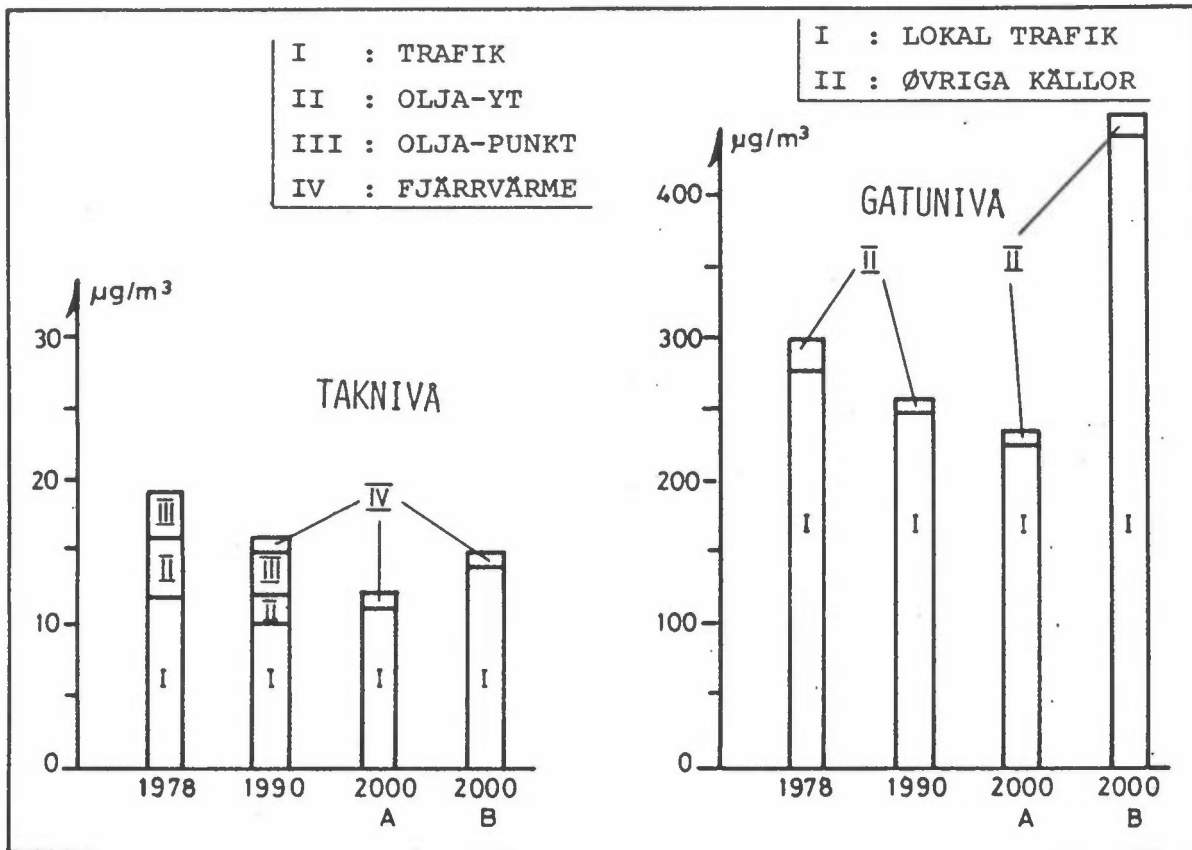
Tidstabell: Har grunndataene, vurderer sporstoff for å etablere en realistisk beskrivelse av arealkildene. Beregningene vil bli utført i løpet av 1983?

Delprosjekt 1c: Eksponering av SO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub> i Stockholm

Sten Laurin innledet om beregninger for "Kol, Hälsa och Miljö" (KHM). I forbindelse med KHM har SMHI beregnet relative bidrag av SO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub> i maksimalpunkt (mest belastete punkt), som resultat av utslipp fra varmekraftverk, trafikk etc. SMHI har beregnet forskjellige midlingstider i byens sentrum, byens utkant og i mest belastete punkt. Beregninger er utført for bakkenivå og taknivå. Modellbyer: Nyköping og Örebro.

Bidrag fra:	I	: Trafikk	} for år 1980, 1990, 2000
	II	: Olje-arealkilde	
	III	: Olje-punktkilde	
	IV	: Fjernvarme olje	
	V	: Fjernvarme kol	

Trafikken betyr en vesentlig del i sentrum. I gatenivå bidrar trafikken med over 90% av NO<sub>x</sub>-belastningen. I taknivå betyr andre kilder noe mer (men fremdeles gir trafikken ≈90%). Selv for SO<sub>2</sub> betyr trafikken mye i gatenivå. Fjernvarme fra kullfyring kan bety opptil ≈50% i Nyköping fram til 1990.



Figur 1: Høyeste timesverdi av NO<sub>x</sub> i mest belastete punkt i taknivå og gatenivå beregnet for Nyköping for vinterhalvåret.

Utredningen for KHM kommer i slutten av april. Det er også regnet på et område med vedfyring.

I Stockholm er beregningene av eksponering ikke kommet igang for alvor. Det er tidligere gjort estimat av SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner med Stockholmsmodellen. Vinterhalvårsverdiene viser over >80 µg/m<sup>3</sup> i sentrale deler av Stockholm. Har også beregnet nest høyeste døgnmiddelverdier (≈ 250 µg/m<sup>3</sup> i bykjernen). NO<sub>x</sub>-konsentrasjoner fra biltrafikken skal regnes ut fra gatemodellen. Har 24 stasjoner med målinger. SMHI har sammenlignet døgnmiddelverdier for målte og beregnede verdier ("stadsmodellen") av SO<sub>2</sub>. Det var meget god overensstemmelse for data fra høst 79 - vår 1980.

Bilavgassmodellen er verifisert mot CO-data. Overensstemmelsen er også her god, og beregningene viser døgnvariasjoner i samsvar med målingene. Også 8-h-verdier viser gode samsvar. Befolkningsfordeling for stor Stockholm for 1975-90 finnes. Dessuten er det tatt fram data for arbeidsplasser. Dataene skal overføres til 500x500 m ruter i bykjernen og km-ruter i ytterområdet.

Tidsplan: Venter på  $\text{NO}_x$ -utslippsdata fra faste anlegg. Vil se nærmere på  $\text{SO}_2$  fra biltrafikken. Et av problemene er detaljeringsgraden i beregningene. Hva med reduksjon av konsentrasjon med høyden over bakken? SMHI kan være ferdig med konsentrasjonsberegninger før mai 1983, men denne tidsplanen er noe usikker, da trafikkutslippene har vist seg å være feil. Resultater vil foreligge i løpet av høsten 1983.

Spørsmål: Er modellene kalibrert? Til en viss grad. Kan modellene anvendes i andre områder enn der de er "kalibrert"? SMHI mener ja. Skal taknivå- eller gatenivåkonsentrasjonene anvendes i eksponeringsberegningene?

#### Delprosjekt 1d; $\text{NO}_x$ i høghaltsepisoder i Göteborg

Bo Galle presenterte resultatene, som også er rapportert (4). Det er valgt ut tilfeller der  $\text{NO}_x$ -konsentrasjonene i Göteborg har vært over 600 ppb ("høghaltsepisoder"). I disse tilfellene er det gjort sammenligninger med andre forurensningskomponenter, for å studere årsakene.

Høghaltsepisodene (0.6% av tiden) forekom ved lave vinder i vinterhalvåret. Fordelingen over døgnet viser at de fleste toppene forekommer rundt rushtid om morgenen, mens de forekommer et par timer etter ettermiddagsrushet (sammenfall trafikk/inversjon). IVL har studert forholdet ( $\text{NO}_2/\text{NO}_x$ ) mot  $\text{NO}_x$ .  $\text{NO}_2$  er et resultat av:

1.  $\text{NO}_2$ -bakgrunnsverdier (LRTAP)
2.  $\text{O}_3 + \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$  (bakgrunn  $\text{O}_3$ )
3. Emisjon av  $\text{NO}_2$  ( $\approx 5\%$ )
4. Omvandling/reaksjoner ( $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ )

En tidligere anvendt likning for  $\text{NO}_2$ -konsentrasjon er:

$$|\text{NO}_2| = A + B|\text{NO}_x| + K_1 t |\text{NO}_x|^2$$

for å eliminere tidsavhengigheten antas:

$$K_1 t |\text{NO}_x|^2 = K_2 |\text{NO}_x|^2$$

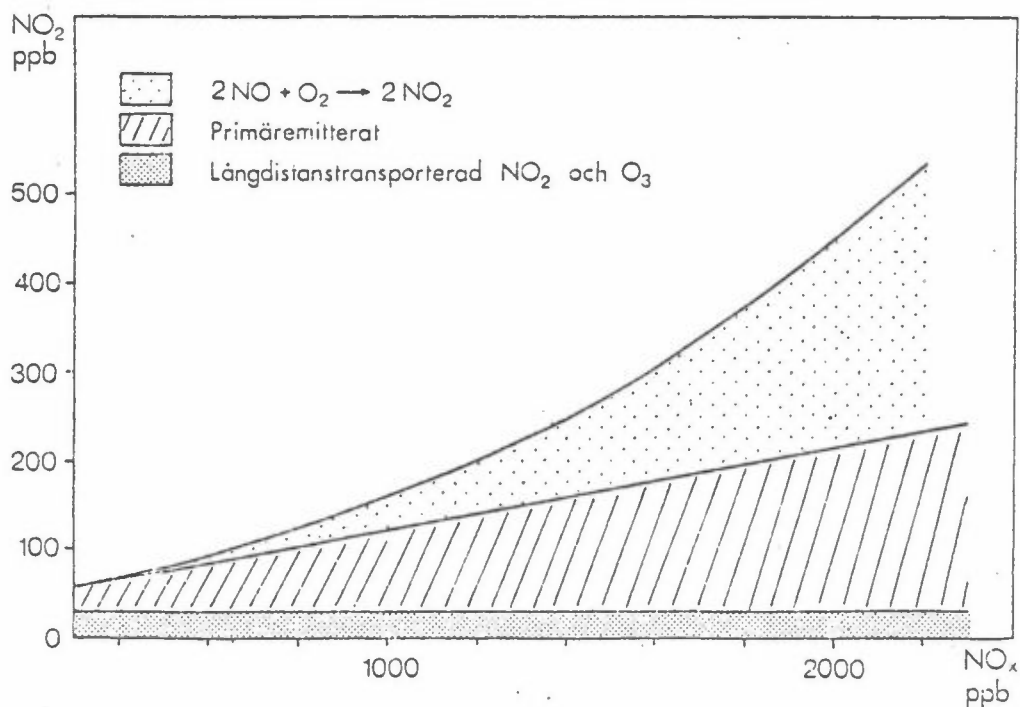
Fra analyse av dataene fås:

$$A = 30 \text{ ppb}$$

$$B = 0.09$$

$$p \approx 2.6 \text{ (jfr. } p = 3 \rightarrow \text{NO}_x \text{ at)}$$

Målingene er foretatt 20 m over gatenivå. Figur 2 viser kildenes bidrag til  $\text{NO}_2$ -belastningen som funksjon av  $\text{NO}_x$ -konsentrasjonen.



Figur 2: De ulike kildenes bidrag til  $\text{NO}_2$ -nivået.

IVL har også sett på  $\text{SO}_2/\text{NO}_x$ -forholdet hvor antall observasjoner i grupper (0.05-0.10 etc) er gitt. Finner at  $\approx 96\%$  av  $\text{NO}_x$  må komme fra biltrafikken.

Spørsmål: Hvor lenge varer höghaltsperiodene?

Har sett på timesmiddelverdier. Varigheten vanligvis 2-3 timer. En gang har episoden vart inntil 1 døgn.

### Delprosjekt 2a: Cd-eksponeringen over Sjælland

Spredningsbilder for Cd fra kraftverk over Sjælland ble presentert av Ove Edlund. Det er foretatt emisjonsinventering av kraftverkene og større forbrenningsanlegg på Sjælland. Røykløft og spredning er beregnet. Totalutslippet av Cd fra kraftverkene over Sjælland er beregnet til 360 kg Cd/år. (En kilde i København slipper ut 132 kg/år). Spredningen er beregnet ved en trajektoriemodell basert på trajektoriestatistikk fra Jönköping. Totalt 19 utslippspunkter er anvendt i konsentrasjonsberegningene. Maksimalkonsentrasjon er estimert til  $\approx 4 \cdot 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$  midt på Sjælland. Inhalasjon max. 0.4  $\mu\text{g}/\text{år}$ . Nedfallet beregnet til maksimalt 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pr år ved Sjællands østkyst. ( $V_{d2} = 0.003 \text{ m/s}$ ). Store deler av Sjælland belastes med  $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^2$ .

Edlund har fått befolkningsdata fra Risø (T. Petersen). Skal dessuten bruke en "nærsonemodell" for finere gridoppløsning.

Studsvik E. skal i fremtiden se på bruken av handelsgjødsel  
Vanskelig å si når beregningene er avsluttet. Muligens ferdig i 1983, i allefall i løpet av 1984.

Spørsmål: Bergnete konsentrasjoner mye lavere enn bakgrunnsverdiene. Når kommer de andre kildebidragene inn?  
Cd-utslipp fra Vest-Tyskland  $\approx 33$  tonn/år, derfor er Danmarks bidrag små. Her er det behov for et møte mellom Studsvik og DTH (J. Chr. Tjell).

Delprosjekt 2b: Eksponering av Cd og Pb til befolkningen i Sarpsborg/Fredrikstad

Basert på analyser av en rekke elementer på utvalgte filtre fra området, samt en vurdering av opptaksveier og virkninger, har en valgt å utføre eksponeringsberegninger for bly (Pb) og kadmium (Cd). En kvasistasjonær boksmodeell for blyeksponering til blod er under utvikling. Det er foretatt en grovsortering ("screening" = av de viktigste opptaksveiene gjennom matvarer relevant for folk som bor i Sarpsborg/Fredrikstad (se tabell 1).

Tabell 1: Totalinntak av bly fra matvarer grovt estimert basert på midlere konsentrasjoner og konsum i tettbygde strøk på Østlandet.

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

Totalinntaket av bly er estimert til 85 µg/dag. Det tyder på at ca 80% skyldes de 5 første produktene i tabell 1.

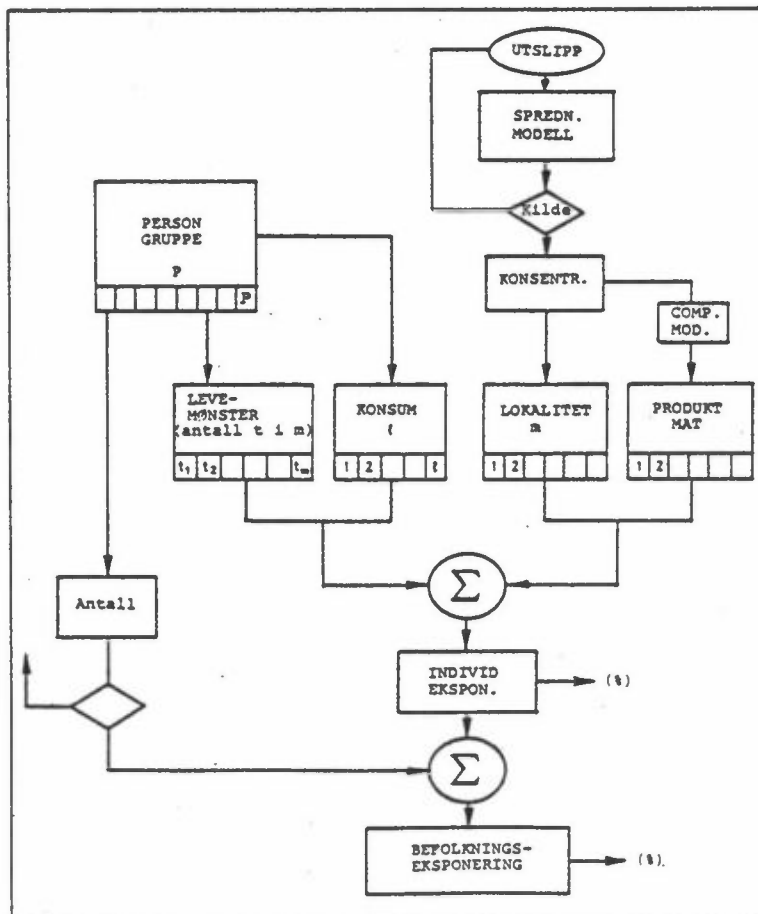
En tilsvarende analyse for Cd-inntaket tyder på at inntaket via kornprodukter, poteter, kjøtt og melkeprodukter kan representere ca 70% av totalinntaket.

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

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

En skisse av beregningsprosedyrene for å beregne individuell eksponering til spesifiserte persongrupper (gitt ved bosted og levemønster) og den totale befolkningseksposering i området er vist i figur 3. Fra informasjon om tidsforbruk (levemønster) og luftkonsentrasjon i de forskjellige "lokalitetene" kan en beregne inhalasjonseksposeringen. Fra konsum-data for de forskjellige persongrupper og estimerte konsentrasjoner i de forskjellige produkter (matvarer) kan en beregne inntak via føde.

De første resultatene av blyeksposeringsberegninger forventes på forsommeren 1983.



Figur 3: Prosedyre for beregning av befolkningseksposering som resultat av inhalasjon og opptak via matvarer.



Delprosjekt 2c: Metalldeposisjon i Helsingfors (mossbollteknik)

Ahti Mäkinen har anvendt "moss-bag"-metoden til å se på deposisjonsmønsteret i Helsingfors. Mossbagene renses før mossballene lages. Det er laget 400+200 mossballer, og hengt ut i tretopper rundt Helsingfors. I den første måleperioden over 3 mndr. sep - des 1981, var det hengt ut baller i 105 punkter med 3 til 6 baller i hvert punkt. Siste måleperiode vinteren 1982/83 var det hengt ut moss-baller i 168 punkter. Mäkinen har bl.a. analysert innholdet av Cd og Pb under ovenfornevnte perioder.

De største kildene i Helsingfors er avgassbly fra trafikken (trafikkintensiteten på hovedgatene er mer enn 45.000 biler/døgn), avfallsforbrenning i Byholmen (80.000 t/år, utslipp: Cd  $\approx$  410 kg/år og Pb  $\approx$  8000 kg/år) og det kullfyrte kraftverket i Hanaholmen (utslipp: Cd  $\approx$  15 kg/år, Pb  $\approx$  840 kg/år).

Blyinnholdet faller raskt med avstanden fra trafikkåre. Maksimale bly- og sinktilsats i mossballer var  $> 40$  ppm som månedsverdi i mest belastete område (av tørrvekt mose). Cd-innholdet var  $> 0.25$  ppm i maks-området (opptil 0.6 ppm), mens bakgrunnsverdiene er  $\approx 0.06$  ppm. Maks Hg  $\approx 0.3$  ppm.

Relative bidrag er vurdert ut fra analyser av "cross-section"-konsentrasjoner i området. Trafikkens bidrag slår ut nær trafikkårene. Også kadmiumkonsentrasjonene får en liten økning nær transportveiene, men lite i forhold til blyøkningen. Mäkinen har også utført analyser fra snøprøver i samme området. Hva skyldes økningen av andre metaller nær veibanen? Kan det være slitasje av dekk og veibane.

Det er aktuelt å utføre statistiske analyser av den store datamengden som foreligger. Kan kildenes relative bidrag kvantifiseres? Kjemiske analyser er nærmest avsluttet. Databehandling utføres i løpet av høsten 1983.

### Delprosjekt 3a: Source receptor modell data i Norden

Bengt Steen (IVL) har gått gjennom de data som finnes, og forsøkt å ta fram data fra områder som kan være anvendbare for bruk av en reseptormodell (5). Man må kjenne andelen av komponenter i kildene. IVL har ikke tatt med de steder der det finnes metallproduserende industri. Forurensninger med halveringstid  $\leq 10$  timer bør man ikke se på i reseptormodellene. Dette gjelder f.eks. partikler  $> 10 \mu\text{m}$ . I nedbørsituasjoner kan det skje endringer som er vanskelig å håndtere.

Partikkelstørrelsesfordelingen i utslippet kan være av betydning for måleresultatene. De lettest tilgjengelige emisjonsdata (for IVL) foreligger fra Ørebro og Gøteborg. IVL foreslår å konsentrere innsatsen på disse områdene. Det er beregnet relative bidrag i Ørebro, som viser at vinderodert støv er en dominerende kilde. Jord 36%, bil 0.42%, oljefyring 0.51%.

I fortsetningen foreslås:

- ta fram primærdata fra Ørebro og Gøteborg
- ta fram markerodert materiale (støvsuge gatene)
- anvende modeller.

Spørsmål:

- a) Hvor stor er den tilgjengelige delen av metaller? Har man fått tak i de metallene som finnes i prøvene? I Ørebro ble det brukt atomabsorpsjon.
- b) Hvorfor gå videre med markeroderte partikler (store partikler)? Se heller på finfraksjonen. - Andelen fra markerosjon er så usikker, derfor blir energiandelen også usikker. En bør bruke prøver bare av finfraksjonen ( $< 2 \mu\text{m}$ ). Dette er også gjort for Ørebrodataene (0-2.5  $\mu\text{m}$ ).
- c) Prøvetakingstid Ørebro? - 90 dager. Hva med episoder, de høyeste nivåer? Jorderosjonsbidraget mindre i høghaltsepisoder?

Delprosjekt 3b: Belastningen av PAH fra forskjellige kilder i Sundsvall ved bruk av reseptormodeller

Det er foretatt statistiske analyser av ca 30 PAH-komponenter målt på 4 stasjoner i Sundsvall (6). Middelerverdiene over alle måleperiodene fra de 4 målestedene viser at det er en viss forskjell i komponentsammensetningene fra stasjonen i Köbmannsgaten (KGT) som antas å være belastet av trafikk og f.eks. Kubikenberg (KU) som ligger nær aluminiumverket.

Bare en vurdering av forholdet (Fluoranten/koronen) (tabell 2) gir til en viss grad kvantitativ informasjon om trafikens relative bidrag i forhold til aluminiumverket, hvis en ser dette i forhold til stasjoner som er bortimot 100% belastet av biltrafikken (St. Olavs gt., Oslo). Dette er en "reseptormodell" i sin aller enkleste form.

Det er imidlertid også foretatt "hovedkomponentanalyser" og analyser ved hjelp av programpakken "Fuzzy logic" for å regne ut aluminiumverkets relative bidrag. Resultatet er vist i tabell 3.

Det som gjenstår er å beregne de andre kildenes relative bidrag i målestasjonene. Dette vil bli utført i løpet av sommeren 1983. Delprosjektet avsluttes høsten 1983.

Delprosjekt 3c: Deposisjon og resuspensjon av svevestøv i forbindelse med "glatte" overflater

Delprosjektlederen Niels Otto Jensen oppholder seg for tiden i Australia, og har sendt følgende statusrapport.

Arbeidet, der startede i december 1982, og som innebærer et litteraturstudium plus et eventuelt forslag til en eksperimentel undersøgelse såfremt studiet viser at der mangler viden på feltet og at der findes tekniske muligheder herfor, er gået planmässigt.

Tabell 2: Forholdet fluoranten /koronen ( $K_{FK}$ ).  
 (I Oslo: gate  $K_{FC} \approx 2.3 \pm 1.1$ , boligomr.  $K_{FC} \approx 9.4 \pm 6.1$ ).

Station	Ratios Fluoranthene/Coronene		
	Day	Night	24 h
Kubikenborg	43.9	62.4	65.9
Haga	40.2	62.2	24.1
Sidsjön	55.1	29.2	59.7
Köpmansgatan	18.1	30.5	4.6

Tabell 3: Estimerte bidrag (%) av total PAH ved 4 målesteder i Sundsvall som resultat av utslipp fra Gränges Aluminium (basert på "cluster membership computation", "fuzzy logic")

Station	Sample type	%	Estimate based on membership in clusters No.
KU	Day	83	1,2,3,5
	Night	86	1,3,4,5
	24h	75	1,2,4,5
HAGA	Day	87	1,2,3,5
	Night	84	1,2,4,5
	24h	72	2,3,4,5
KGT	Day	46	1,4,5
	Night	54	1,2,5
	24h	50	1,3,4
SID	Day	76	3,4,5
	Night	57	1,3,5
	24h	52	2,4,5

I forbindelse med litteraturstudierne søges følgende spørsmål besvarede:

- 1) Er tørdepositionen til en typisk stor by med dens cement, tegl og asfaltoverflader forskjellig fra depositionen til almindelige bevoksede landoverflader.
- 2) Er der konkrete eksperimentelle studier at bygge på, eller hvis ikke,
- 3) er det så eksperimentelle modelstudier (f.eks. vindtunnel forsøg) af depositionen til aerodynamiske ru overflader, hvor ruhedselementerne i sig selv er glatte, regulære elementer.
- 4) I det sidste tilfælde, hvorledes anvendes disse data i forbindelse med den "virkelige" situationen (er det scaling laws)?

I mangel af data af den ovennevnte art, hvorledes designer man da et passende eksperiment?

- a) Er der noget alternativ til eddy-correlations-målinger utført fra flyvemaskine.
- b) Hvordan tager man rede på lokale kilder? Kan der udvælges situationer, således at man kan bruke den naturlige aerosol (svävestøvet) eller må man bruke tracer-aerosoler.
- c) Det samme spørsmål går på problemet vedrørende resuspension.

En indikation af at svaret er ja til det første af de ovenstående spørsmål er gitt i statusrapport fra prosjektet.

Der er endnu ikke fundet positive svar på de ovenstående spørsmål 2), 3) og 4). Vedrørende punkterne a), b) og c) er der samlet noget relevant materiale der nu afventer en gjennomgang.

### 3 ANDRE PROSJEKTER I NORDEN

Det pågår i Norden flere prosjekter hvor det er aktuelt å vurdere kildegruppers relative belastning på miljø og menneske. MIL 4 er blitt kritisert for å være for mye rettet inn mot helsevirkninger (humansiden). Det er derfor aktuelt særlig å betrakte de prosjektene som arbeider med å beregne tilførselen til forurningen samt deponisjonen på nyttevekster. Bruk av reseptormodeller inneholder

eksempelvis begge disse aspektene. Som eksempler på dette representerer J. Schaug's reseptormodellarbeid på mosedata et interessant bidrag. I undersøkelser av vedfyringens bidrag til luftforurensningene i Elverum er det også brukt en enkel reseptormodell for å få fram betydningen av vedfyringen. I sluttrapporten vil også andre arbeider bli tatt med.

### 3.1 Reseptormodeller i bruk ved NILU

J. Schaug presenterte reseptormodellarbeidet ved NILU (7). Grunnlaget for bruk av reseptormodeller er delt i tre hovedgrupper:

- kjemiske metoder
- fysiske metoder
- mikroskopiske metoder

Forskjellige modeller har vært prøvd:

- kjemisk massebalansemodell
- faktoranalyse/hovedkomponent
- målrettet transformasjon
- cluster analyse

En må foreta en lineær transformasjon som består av lineære sammensetninger av de variable. Hvilke faktorer forklarer mest av variansen i dataene? Det er gjort en faktoranalyse av mosedata fra Steinnes' målinger i Norge og bidraget fra langtransport, industri og "sjøsprøyts" er beregnet.

### 3.2 Luftforurensning fra vedfyring i Elverum

T. Ramdahl presenterte resultater av målinger av luftforurensning i Elverum vintrene 1981 og 1982 (8). Prosjektet er gjennomført som et samarbeid mellom Norsk institutt for luftforskning (NILU) og Sentralinstitutt for industriell forskning (SI). Oppdragsgivere har vært Statens forurensningstilsyn i Norge og Statens naturvårdsverk i Sverige.

Det er lagt vekt på målinger på kalde dager. Målingene av luftkvalitet har omfattet respirable partikler, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og derivater av disse, harpikssyre, karbon, sulfat og metaller, benzenderivater og mutagenitet.

Konsentrasjonen av respirable partikler, PAH og benzen var på kalde dager i Elverum av omtrent samme størrelse som gjennomsnitt for vintermålinger i sentrale strøk av Oslo. Konsentrasjonen var høyest i en kald periode i januar, nest høyest i en kald periode i februar og lavest i en mild periode mellom disse. Mutagenitetstestene viste den samme variasjonen. Det er påvist organiske forbindelser som er karakteristiske for fyring med ved.

Konsentrasjonen av totalt karbon og karbon fra biomasse varierte på samme måte som respirable partikler og PAH. Karbon fra biomasse utgjorde 30-80% av den totale karbonkonsentrasjon. Middelerdien var 70%. Andelen var klart høyest på de kalde dagene.

Konsentrasjonen av sulfat og metaller var ikke spesielt høy sammenliknet med andre steder. Analysene av bly tyder på at biltrafikk har bidratt relativt lite (3-6%) til konsentrasjonen av respirable partikler.

En utslippsoversikt for PAH tyder også på at biltrafikkens bidrag til den samlede PAH-mengden er relativt lite, ca 5%, mens bidraget fra vedfyring er høyt, ca 60%.

Undersøkelsen peker i retning av at fyring med ved bidrar atskil-  
lig til luftforurensningen i Elverum. En har imidlertid ikke kunnet  
fastslå bidragets størrelse mer nøyaktig. Det er ønskelig med  
ytterligere undersøkelser for bedre å karakterisere luftforurensning  
ved vedfyring.

#### 4 REFERAT FRA ARBEIDSGRUPPENE

##### 4.1 Gruppe 1: Eksponeringsberegninger av SO<sub>x</sub> og NO<sub>x</sub>

Ordstyrer: L. Ongstad, SFT

Gruppen har sett på følgende:

- a) utslippsberegninger
- b) modellene for spredning
- c) eksponeringsberegninger/populasjon
- d) presentasjon av resultater.

SO<sub>2</sub>-data er godt kjent. Det er større usikkerheter når det gjelder  
NO<sub>x</sub>-utslippene. Bruk av felles emisjonsfaktorer ble diskutert,  
særlig for bilavgassene. Stockholmsdataene bør diskuteres med bil-  
avgassgruppen i SFT før eventuell anvendelse i Oslo.

Spredningsmodellene blir brukt slik de finnes. Biltrafikkbidragene  
i Helsingfors må også tas med.

Når det gjelder innendørs/utendørs konsentrasjon ble man i denne  
delen av MIL 4 enige om å bruke bare utendørskonsentrasjoner, da  
alle epidemiologiske data er basert på utemålinger.

Det er forskjellige metoder å kople konsentrasjonsdata til befolk-  
ningsdata. I Stockholm og Helsinki koples konsentrasjonsdata  
fra time til time til befolkningens rørelsesmønster. Befolknings-  
mønsterdata slik som de er brukt i Oslo kan danne modell for  
Stockholm og Helsinki. Det vil ikke i disse beregningene bli brukt  
"befolkningsgruppemodellen". Det bør i framtiden vurderes om det  
skal etableres karakteristiske levemønster for hver by, og således  
studere variasjonene fra by til by.



Beregningene bør også inneholde usikkerhetene. Er resultatene overestimat eller underestimert?

Delprosjektlederne må også komme inn på generaliteten i modellberegningene.

Beregningene i Gøteborg bør presenteres spesielt (for seg) i slutt-rapporten. Hvor generelle er resultatene som framkommer i Gøteborg?

Gruppen ble enig om å presentere følgende:

- halvårsmiddelverdier (vinter)
- nest høyeste døgnverdi
- 99-prosentil av timesverdier (på månedsbasis).

I Oslo må det gjøres visse evalueringer av episode-frekvens for å komme fram til 99-prosentilen. Doseberegninger (tabell 2, ref 2) vil bli gjennomført kun for å gi et mål for de relative bidrag.

Utslippene fordeles i kildekategorier, der energisiden deles i 3 deler:

små kilder	< 5 MW
mellomstore kilder	5-30 MW
store kilder	> 30 MW

Bidragene til annet enn mennesker (ikke-human eksponering) vil ikke bli vurdert. På nasjonal basis kan det i enkelte tilfeller være aktuelt å "endre" y-aksen til "tonn stål" (korrosjon) eller "m<sup>3</sup> barskog". Kan også bestemme antall personer i (dose-intervall) konsentrasjonsintervall. De som utfører beregningene må i allefall beregne konsentrasjonene i de samme intervallene. For timesverdiene brukes 50 µg/m<sup>3</sup>-intervall, for halvårsmiddelverdier 10 µg/m<sup>3</sup>-intervall.

#### 4.2 Gruppe 2: Metalleksponering, PAH, reseptormodeller

Lars Lindau, som var ordstyrer for gruppen, oppsummerte diskusjonene i gruppen.

I lokalmiljøet beregnes konsentrasjonene på forskjellige måter. Når det gjelder Sjælland blir det arrangert et møte mellom Studs-

vik, Risø og J.Chr. Tjell i København for å få med alle kildebidragene.

For bruk av reseptormodeller finnes en del data, men disse må komplementeres med hensyn til re-emisjon og jorderosjon. Gater vil bli "støvsugd" og analysert.

Kanskje data fra Trollhättan eller Mo i Rana kan anvendes til å se på depositions sammensetning. Reseptormodeller vil bli anvendt på data fra de områder der brukbare data finnes. Bidraget fra langtransport tas hensyn til gjennom målinger i bakgrunnsområdet.

Luft, nedbør og mosedata i Norge vil bli anvendt (av Steinnes) til å beregne langtransportens bidrag til inntransport av metaller til Skandinavia.

I Helsingfors vil det bli forsøkt å bruke reseptormodellteknikken (Schaug, NILU) for en detaljert analyse av mosedataene. Kopling mellom UiH/NILU?

Eksponering av PAH kan beregnes, men mange problemer må avklares først:

- komponenter (gassformige, partikulære, kanserogene?)
- befolkningsdata
- reaksjoner i atmosfæren
- utslippsfaktorer?

Stockholm og Oslo vil bli vurdert som mulige testområder. Prosjektgruppen vil anmode om en prosjektplan etter at en nærmere diskusjon om komponenter er diskutert. Når det gjelder eksponeringsberegningene bør framtaking av emisjonsdata og evaluering av resultatene skje i nært samarbeid med MIL 2.

PAH-bidraget fra langtransport kan estimeres fra data som foreligger fra Birkenes, Rørvik og andre stasjoner.

Det finnes PAH-data fra analyser av grønnkål i Gøteborg, som kanskje kan anvendes til å framregne de relative bidragene. En tysk studie viser at en vesentlig del av PAH-belastningen til mennesker skyldes avsetning på grønnsaker. Rapporten om PAH i grønnkål oversendes prosjektledelsen.

Generaliserbarheten av resultatene bør i sluttrapporten påpekes. Bymodellene skulle inneholde sammenkopling av gatemodeller, kilometerskalamodell - mesoskalamodell. Dette er også til en viss grad tilfelle i Oslo og Stockholm, mens det muligens ikke blir tid til dette i Helsingfors. Kan denne sammenkoplingen gjøres bedre? - på datasiden og beregningssiden. Det ble foreslått at det muligens var behov for en generalisering og forbedring av denne sammenkoplingen.

Det ble dessuten presisert at sensitivitetsanalyser, særlig av "compartment"-modellene bør gjennomføres etter enhetlige metoder for de delprosjektene der dette inngår. Det kan være aktuelt å spesifisere slike sensitivitetstester også for eksponeringsmodellene for SO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub>.

## 5 NYE DELPROSJEKTER

På grunnlag av forslag som ble fremmet under seminaret, samt ett skriftlig prosjektforslag ble det etter diskusjoner i prosjektgruppen, vedtatt å avsette midler til 4 nye delprosjekter.

### Delprosjekt 2d: Langtransportbidraget til metalldeposisjon i Sør-Skandinavia

Etter forslag fra prof. E. Steinnes ved Universitetet i Trondheim, er det ønskelig å få fram estimat av typiske konsentrasjoner og avsetninger av metaller som resultat av langtransport av luftforurensninger i Sør-Skandinavia. I tillegg til anvendelse av norske data som foreslått, bør lignende estimat også gjennomføres for Sør-Sverige.

### Delprosjekt 2e: PAH-eksponeringsberegninger.

Det vil bli foretatt en vurdering av foreliggende data (forbruk, utslipp, meteorologi, befolkning, PAH-konsentrasjoner) for Stockholm og Oslo, før SMHI/IVL eller NILU blir forespurt om å beregne eksponeringen til befolkningen av PAH som resultat av utslipp fra forskjellige kildegrupper. Avgrensninger mht. PAH-komponenter vil bli diskutert med eksperter på virkningssiden.

Utslippsestimat vil bli foretatt i nært samarbeid med MIL 2.

### Delprosjekt 3d: Reseptormodeller anvendt på mosedata fra Norden

En videreføring av reseptormodellering av mosedata som presentert av Jan Schaug ved seminaret, er ønskelig for om mulig å kvantifisere forskjellige kilders bidrag til avsetningen. Delprosjektet bør utføres i samarbeid med delpr. 2d.

### Delprosjekt 3e: Avsetning av PAH på grønnkål (Gøteborgområdet)

Det finnes et stort materiale med PAH-konsentrasjonsdata analysert i grønnkål fra Gøteborgområdet. Det er ønskelig å få vurdert om datasettet egner seg for å estimere forskjellige kilders bidrag til PAH-belastningen i området. I så fall bør slike estimat gjennomføres.

## 6 RAPPORTERING OG VIDERE TIDSPLAN

På grunnlag av de informasjoner som framkom under seminaret, samt det tidsskjema for rapportering av MIL-prosjektene som er gitt av styringsgruppen for MIL-prosjektene, har prosjektgruppen utarbeidet et tidsskjema for slutføringen av MIL 4.

Avrapportering fra delprosjektene kan skje på et skandinavisk språk eller på engelsk. Delrapportene kan være instituttrapporter, tekniske notater eller vitenskapelige publikasjoner (sendt til anerkjente tidsskrifter). De må foreligge i en form som er mulig å referere til og som kan framskaffes etter ønske. Delprosjektrapportene må imøtekomme de ønsker som er presentert i "skisse til

sluttrapport for MIL 4" (2), eller de vedtak som ble fattet ved seminaret.

Sluttrapporten for MIL 4-prosjektet blir utarbeidet av prosjektleder. Den skal være på engelsk og ikke være på mer enn 100 sider. Prosjektgruppen skal "gå god for" rapporten og være med på utformingen av et "executive summary" på 2-3 sider.

Følgende tidsplan er utarbeidet:

Tidspunkt	Aktivitet	Rapport må foreligge fra:
April 1983		Seminaret i mars 83 (statusrapport)
August 1983	Møte delpr.2a	Alle delprosjekter
Oktober 1983		Delpr. 3b PAH Sundsvall
Oktober 1983	Møte prosjektgruppen	
Des. 1983		Delpr. 1a. Helsingfors SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> Delpr. 1d. Gøteborg NO <sub>2</sub> Delpr. 3c. Svevestøv byomr.
Januar 84		Delpr. 2c Metaller Helsingf. Delpr. 1b Oslo SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub>
Februar 84		Delpr. 1c Stockholm SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> Delpr. 2a Sjælland, Cd Delpr. 3e PAH grønnkål
Mars 1984	Prosjektseminar (Finland)	Delpr. 2b 2d 3a 3d
Mai 1984		Deler av sluttrapport utkast
August 1984		delpr. 2e PAH-eksponering. Utkast til MIL 4-rapporter
≈Okt. 1984	Møte prosjektgr.	Slutføring rapport
Des. 1984		Sluttrapport MIL 4.

7 REFERANSER

- (1) Sivertsen, B. MIL 4, Relative bidrag av forurensninger til menneske og miljø fra forskjellige kilder. Program for fase 2 og 3. Lillestrøm 1982. (NILU OR 20/82.)
- (2) Sivertsen, B. Skisse til presentasjon av MIL 4-prosjektet. Lillestrøm oktober 1982. (Notat 25280).
- (3) Grønskei, K.E.  
Gram, F.  
Larssen, S. Beregning av sprednings- og eksponeringsforhold for visse luftforurensningskomponenter i Oslo. Lillestrøm 1982. (NILU OR 8/82.)
- (4) Galle, B.  
Grennfelt, P. Höghaltsepisoder av kväveoxider i Gøteborg 1975-1981. Gøteborg 1983. (IVL-EM 1064.)
- (5) Lövblad, G.  
Steen, B. Tillämpning av source-receptor-modeller på befintliga recipient-data - förprosjekt. Gøteborg 1982. (IVL-EM 905.)
- (6) Thrane, K.E. Polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air in Sundsvall, Sweden. Lillestrøm 1982. (NILU OR 40/82.)
- (7) Schaug, J. Reseptormodeller. Lillestrøm 1983. (Utkast til NILU OR, ref. 22682.)
- (8) Ramdahl, T.  
Schjoldager, J.  
Hanssen, J.E.  
Møller, M. Luftforurensning fra vedfyring. Målinger i Elverum vintrene 1981 og 1982. Lillestrøm 1982. (NILU OR 54/82.) (SI rapp. 82 01 36-1.)

VEDLEGG A

MIL 4-SEMINARET I GØTEBORG  
22-23. MARS 1983

- PROGRAM
- DELTAKERLISTE

P R O G R A M  
M I L - 4 S E M I N A R

Sted: Hotell Opalen, Engelbrektsgatan 73, S-412 52 GÖTEBORG

Tid : Tirsdag 22. og onsdag 23. mars 1983

Ordstyrer ved seminaret: Tekn.lic. Alec Estlander  
Meteorologiska Institutionen (FMI)  
Finland

Tirsdag 22. mars 1983

Fra kl 1030	Kaffe ved ankomst
" 1045	MIL4-status/sluttrapportering
" 1120	Delprosjekt 1 a: SO <sub>2</sub> - og NO <sub>x</sub> -eksponering i Helsingfors (Pia Bremer, FMI)
" 1140	Delprosjekt 1 b: Eksponeringsberegninger for Oslo (K.E. Grønskei, NILU)
" 1200	Lunsj
" 1330	KHM's tätortsprosjekt (Spridningsberegninger for ulike kildetyper bidrag til luftforurensningshalter) (S. Laurin, SMHI)
" 1350	Delprosjekt 1c: Modell for eksponering av SO <sub>2</sub> og NO <sub>x</sub> til befolkningen i Stockholm (S. Laurin, SMHI)
" 1410	Delprosjekt 1d: NO <sub>x</sub> i höghaltsepisoder, Göteborg (Bo Galle, IVL)
" 1430	Kaffe
" 1500	Delprosjekt 2a: Spridningsbild för beräkning av Cd-eksponering over Sjælland (O. Edlund, Studsvik E.)
" 1520	Cd- og Pb-eksponering i Sarpsborg/Fredrikstad (B. Sivertsen, NILU)
" 1540	Delprosjekt 2c: Metalldeposisjon, Helsingfors (A. Mäkinen, Univ. i Helsingfors)
" 1600	Delprosjekt 3a: Source reseptor modell data (B. Steen, IVL)
" 1620	Delprosjekt 3b: Reseptor modell PAH, Sundsvall (B. Sivertsen, NILU)
	Delprosjekt 3c: Deposisjon glatte flater (København) (N.O. Jensen er p.t. i Australia) (orientering av B. Sivertsen, NILU)



Tirsdag 22. mars 1983 (forts.)

- kl 1640 Pause
- " 1650 Reseptormodeller anvendt ved NILU  
(J. Schaug, NILU)
- " 1710 Luftforurensning fra vedfyring, Elverum  
(T. Ramdahl, SI)
- " 1720 Presentasjon av MIL2-prosjektet  
(T. Ramdahl, SI)
- " 1800 Middag (felles fra NMR)
- " 1930 Etablering av grupper (workshops)

Onsdag 23. mars 1983

- kl 0900 Workshops
  - 1) Eksponeringsberegninger ( $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_2$ , ...)  
(Ordstyrer: L. Ongstad, SFT)
  - 2) Beregning av relative bidrag  
Metaller, POM. reseptormodeller  
(Ordstyrer: L. Lindau, SNV)
- " 1015 Kaffe
- Workshops forts.
- " 1200 Lunsj
- " 1330 Rapportering fra arbeidsgruppene
- Ca " 1500 Avslutning

NMR MIL-4 SEMINAR I GØTEBORG 22. OG 23. MARS 1983

## LISTE OVER DELTAKERE

Bostrøm, Carl-Elis	Statens Naturvårdsverk Box 1302 S-17125 SOLNA, SVERIGE
Bremer, Pia	Finlands Meteorologiska Institut Box 503 SF-00101 HELSINKI 10, FINLAND
Døvland, Harald	Norsk institutt for luft- forskning Postboks 130, N-2001 LILLESTRØM NORGE
Edlund, Ove	Studsvik Energiteknik AB S-61182 NYKÖPING, SVERIGE
Estlander, Alec	Finlands Meteorologiska Institut Bultvägen 8 SF-00810 HELSINKI 81, FINLAND
Fenger, Jes	Miljøstyrelsen, Luftforurenings- laboratoriet, Forsøgsanlæg Risø DK-4000 ROSKILDE, DANMARK
Grønskei, Knut E	Norsk institutt for luft- forskning, Postboks 130, N-2001 LILLESTRØM, NORGE
Grennfelt, Peringe	Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning Box 5207, S-40224 GØTEBORG, SVERIGE
Kvæven, Berit	Statens forurensningstilsyn Postboks 8100, Dep. OSLO 1, NORGE
Laurin, Sten	Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut Box 923 S-601 19 NORRKÖPING, SVERIGE
Lindau, Lars (byråchef)	Statens Naturvårdsverk Box 1302 S-17125 SOLNA, SVERIGE
Lindgren, Hans Roland	Statens Naturvårdsverk Box 1302 S-17125 SOLNA, SVERIGE

Mäkinen, Ahti	Helsingfors Universitet Botan. Inst. Fabiansgt. 24 a SF-00100 HELSINKI 10, FINLAND
Ongstad, Leif	Statens forurensningstilsyn Postboks 8100, Dep. OSLO 1, NORGE
Petersen, Torben	Reaktorteknik. avd. Forsøgsanlæg Risø DK-4000 ROSKILDE, DANMARK
Ramdahl, Thomas	Sentralinstitutt for industriell forskning, Postboks 350, Blindern OSLO 3, NORGE
Schaug, Jan	Norsk institutt for luftforskning Postboks 130, N-2001 LILLESTRØM, NORGE
Sivertsen, Bjarne	Norsk institutt for luftforskning Postboks 130, N-2001 LILLESTRØM, NORGE
Steen, Bengt	Institutet för Vatten- och Luft- vårdsforskning, Box 5207, S-402 24 GÖTEBORG 5, SVERIGE

