

NILU
Teknisk notat nr 38/72
Referanse:
Dato: August 1972

FORSLAG TIL PROSJEKTER
SOM BYGGER PÅ ERFARINGER VED
UTVIKLINGEN AV
EN SPREDNINGSMODELL FOR OSLO

av

K E Grønskei

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 15, 2007 KJELLER
NORGE

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
<u>INNLEDNING</u>	2
I <u>ANVENDELSE AV MODELLBEREGNINGER VED LUFT- FORURENSNINGSSSTUDIER I OSLO</u>	2
II <u>MODELLBEREGNINGER I FORBINDELSE MED TRAFIKALE FORURENSNINGER. ORIENTERENDE BEREGNINGER</u>	4
III <u>ANVENDELSE AV MODELLBEREGNINGER VED STUDIET AV RENSEPROSESSENE I ATMOSFÆREN</u>	5
IV <u>SAMMENLIGNING MELLOM RESULTATENE AV MODELLBEREGNINGER AV ULIK TYPE I FORSKJELLIGE OMRÅDER</u>	7
V <u>ANVENDELSER AV MODELLBEREGNINGER I NORSKE KOMMUNER...</u>	8
<u>SLUTTBEMERKNINGER</u>	11
<u>LITTERATURLISTE</u>	12

FORSLAG TIL PROSJEKTER
SOM BYGGER PÅ ERFARINGER VED
UTVIKLINGEN AV
EN SPREDNINGSMODELL FOR OSLO

INNLEDNING

NILU's Oslo-prosjekt har blant annet resultert i en modell for sammenhengen mellom SO₂-konsentrasjonen og utslipp på grunn av oljeforbrenning i Oslo. Modellen er utviklet ifølge planen for Oslo-prosjektet og er beskrevet i NILU rapport nr 41/72 (1). I utviklingsfasen har en foretatt beregninger av timesvise SO₂-konsentrasjoner i noen utvalgte meteorologiske situasjoner (4 døgn) og sammenlignet disse med målte verdier. Det er funnet en rimelig overensstemmelse og modellen kan enkelt benyttes til å beregne konsentrasjonene i et stort antall meteorologiske situasjoner. For å få størst mulig utbytte av det arbeidet som er utført ved utviklingen, bør spredningsmodellen anvendes ved aktuelle problemstillinger.

I dette notatet er det satt opp noen begrunnede forslag til prosjekter hvor den utviklede modellen benyttes. Prosjektene omkostningsoverslag viser at anvendelsen er rimelig i forhold til utviklingsomkostningene.

I ANVENDELSE AV MODELLBEREGNINGER VED LUFTFORURENSNINGSSSTUDIER I OSLO

Den utviklede modellen i Oslo kan og bør anvendes ved utredning av problemer som er angitt av professor Fortak (2) og B. Bringfelt (3). Kort kan en si at modellen egner seg for å beregne luftforurensningskonsentrasjonene ved forskjellige utslippsmønstre og meteorologiske situasjoner. Utviklingen av et byområde vil føre til endrede utslippsforhold som ofte kan estimeres. Spredningsmodellen kan så anvendes til å beregne virkningen på luftkonsentrasjonene.

Dette kan være til hjelp for byplanleggerne, og modellberegningene bør utføres i nært samarbeid med de som skal bruke resultatene. For å gi denne informasjonen bør forurensningskonsentrasjonen beregnes gjennom lengre tid, f eks 3 måneder, for å få med et rimelig utvalg av meteorologiske situasjoner. En får dermed den statistiske fordelingen av timesvise SO₂-konsentrasjoner som er viktigere enn konsentrasjonene i noen enkeltsituasjoner. Bare i utviklingsfasen har en utført beregninger i noen utvalgte situasjoner. Fremtidens utslippsmønster bør estimeres ifølge eksisterende planer. En første tilnærming for disse dataene kan utarbeides etter en metode som er foreslått av CCMS's gruppe for luftforurensninger (4). Dette er beregninger som utføres i St Louis, Ankara og Frankfurth. Ved NILU's Oslo-prosjekt har en lagt forholdene til rette for å utføre lignende beregninger i Oslo. Detaljerte problemstillinger i Oslo bør drøftes med kommunale myndigheter. Som et eksempel på en aktuell problemstilling kan det nevnes at Oslo Lysverker er interessert i en vurdering av virkningen på luftkvaliteten i Oslo av elektrokjelene i området som benytter billig spillkraft. Dersom billig spillkraft ikke er tilgjengelig, dekkes energibehovet ved oljeforbrenning og medfører utslipp av SO₂.

En beregning av luftforurensningene i en vintersesong som følge av en spesifisert utslippsfordeling vil kreve en regnetid på ca 8 timer på CDC 3600¹. Tilrettelegging av data samt vurdering av resultater vil kreve ca 1 måned forskertid og 1 måned assistenttid.

Omkostningsoverslag:

Regnemaskin ² : 8 timer a kr 1.200,-	kr 9.600,-
150 timer forskertid a kr 90,- ³	" 13.500,-
150 timer assistenttid a kr 50,-	" 7.500,-
	<hr/>
	kr 30.600,-
	=====

¹ Regneanlegget på Kjeller før 1973.

² Timeprisen på regnemaskinen er beregnet på grunnlag av KIRA's rabattpris for interne forskningsoppgaver. Ved et eksternt oppdrag er det nødvendig å regne med en timepris på kr 2.400,-

³ Timeprisen må regnes som veiledende.

II MODELLBEREGNINGER I FORBINDELSE MED TRAFIKALE FORURENSNINGER.
ORIENTERENDE BEREGNINGER

Den utviklede modellen kan enkelt anvendes på andre forurensningskomponenter enn SO₂.

Ved NILU vil en senere undersøke trafikale forurensninger.

Carbonmonoksyd (CO) i luften kommer for det meste fra biltrafikken. Da denne gassen regnes for å være inert, egner den seg meget godt i modellstudier. Spesielt er den velegnet for undersøkelser i Oslo da en utviklet modell allerede foreligger.

På grunnlag av trafikkteellinger (5), (6), er det mulig å skaffe en oversikt over utslippene av CO eller andre trafikale forurensningskomponenter innen hver km². En metode er foreslått av N.B. Johnson et. al. (7). Modellberegninger kan så utføres for en del utvalgte meteorologiske situasjoner.

Resultatene kan brukes ved planlegging av et større måleprogram for trafikale forurensninger i Oslo. Først gir beregningene informasjon om nødvendigheten og det optimale omfanget av et større måleprogram. Ved siden av dette får en grovt vite hvor en bør plassere målestasjonene for å vurdere den trafikale forurensning i Oslo på regional skala.

Det meste av arbeidet i dette forprosjektet vil gå med til å skaffe en oversikt over utslippsforholdene. Disse dataene kan direkte benyttes dersom det viser seg nødvendig å utvide undersøkelsene med et større måleprogram. Prosjektet foreslås igangsatt omgående.

Omkostningsoverslag:

100 timer forskertid a kr 90,-	kr 9.000,-
100 timer assistenttid a kr 50,-	" 5.000,-
4 timer regnemaskinkjøring a kr 1.200,-	" 4.800,-
	<hr/>
	kr 18.800,-
	=====

III ANVENDELSE AV MODELLBEREGNINGER VED STUDIET AV RENSEPROSESSENE
I ATMOSFÆREN

Fra laboratorieundersøkelser er en rekke fysiske og kjemiske prosesser med rensende evne på atmosfæren kjent. Effektiviteten av de forskjellige prosesser i naturen er imidlertid dårlig kjent (jfr debatt i Teknisk Ukeblad om utvasking av svovelkomponentene fra avgassene fra et påtenkt varmekraftverk på Slagentangen).

Modellberegningene av SO_2 -konsentrasjonene i Oslo er sammenlignet med observerte SO_2 -konsentrasjoner ved hjelp av en regresjonsanalyse med meteorologiske parametre. Resultatene av denne analysen viste at en beregner relativt for høye SO_2 -konsentrasjoner når fuktigheten er høy og temperaturen er lav. Korrelasjonen mellom differensen (beregnete - observerte SO_2 -konsentrasjoner) og disse meteorologiske parametrene var mellom 0.75 og 0.85. Sammenhengen mellom sulfatinnholdet på 24 timers eksponerte filtere fra Oslo og meteorologiske parametre viser at en får et relativt høyere sulfatinnhold ved høy luftfuktighet. Dette kan imidlertid ifølge A. Semb skyldes en økt absorpsjon av SO_2 -gassen på filteret i fuktig vær. Noen sikre konklusjoner kan en ikke komme med på det nåværende tidspunkt. Resultatene kan også tyde på at renseprosessene i atmosfæren virker på en måte som en bør ta bedre hensyn til i modellberegningene. På denne måten kan en ved hjelp av eksperimentelle data undersøke hvilke kjemiske eller fysiske renseprosesser som er viktige i den virkelige atmosfæren.

Undersøkelser av denne typen bygger på et samspill mellom modellberegninger og målinger. Flere målinger vil sannsynligvis være nødvendige dersom metoden viser seg å være brukbar. Ved å utføre flere beregninger på de målingene som eksisterer, kan en si om denne metoden er brukbar. Beregningsdata for å foreta en slik undersøkelse vil i alt vesentlig foreligge ved utførelsen av prosjektforslag nr I. Dersom en velger å utføre denne undersøkelsen separat (nr III) behøver en ikke å foreta en så omfattende beregninger som foreslått i prosjekt I. Omkostningsoverslaget er basert på en separat undersøkelse.

Regnemaskin:	3 timer a kr 1.200,-	kr 3.600,-
	100 timer forskertid a kr 90,-	" 9.000,-
	50 timer assistenttid a kr 50,-	" 2.500,-
		<hr/>
		kr 15.100,-
		=====

Resultatene av denne undersøkelsen vil gi informasjon om denne metoden kan benyttes til å gi informasjon om renseprosessene i en aktuell byatmosfære. Tidligere har en vesentlig benyttet data fra idealiserte laboratorie-eksperimenter til å vurdere disse effektene.

IV SAMMENLIGNING MELLOM RESULTATENE AV MODELLBEREGNINGER AV ULIK
TYPE I FORSKJELLIGE OMRÅDER

I Stockholm (3) har man valgt en modell av samme type som professor Fortag utviklet for Bremen (8). Denne modellen har mange fordeler i et område hvor det eksisterer mange enkeltkilder og hvor en har enkle vindforhold. B. Bringfelt og L. E. Olsson ved SMHI har ytret ønske om at vi utvekslet modellene fra Stockholm og Oslo og sammenlignet resultatene. Sammenligningen vil være interessant i seg selv, idet modellene sannsynligvis kan supplere hverandre. Det vil også føre til et nærmere samarbeide mellom SMHI og NILU på dette området. Ved at NILU får Stockholm-modellen utvider NILU sitt verktøy for modellberegninger i andre områder.

Omkostningsoverslag:

Regnemaskintid: 15 timer a kr 1.200,-	kr 18.000,-
100 timer forskertid a kr 90,-	" 9.000,-
100 timer assistenttid a kr 50,-	" 5.000,-
Reiser	" 5.000,-
	<hr/>
	kr 37.000,-
	=====

Beregningsresultatene i dette prosjektet kan direkte benyttes i prosjektforslag nr I.

V

ANVENDELSER AV MODELLBEREGNINGER I NORSKE KOMMUNER

Hensikten med beregningene må spesifiseres, og den bør diskuteres grundig med brukerne av resultatene. Muligheter for anvendelse av slike beregninger er grundig beskrevet av Mahoney (9) og Fortag (2).

Modellberegninger må knyttes til målinger i utviklings- og verifikasjonsfasen.

NILU har foretatt innledende målinger i en rekke kommuner. Resultatene viser om grundigere undersøkelser er nødvendige. Fra kommunens synspunkt kan en generelt si at modellberegninger vil være av interesse under følgende forhold:

- a) Dagens målinger viser konsentrasjoner høyere enn f eks de rådgivende svenske normer.
- b) Det planlegges stor utbygging i kommunen slik at vesentlig større luftforurensninger må ventes.

Fra NILU's synspunkt kan en generelt si at modellberegninger vil være av interesse dersom forholdene ligger til rette for undersøkelser som vil gi resultater av generell karakter.

En vil omtale de forskjellige områdene i Norge der en modellberegning av luftforurensninger har vært på tale. For hvert av områdene er hensikten og hvilke målinger som er tilgjengelige omtalt:

Skien - Porsgrunn: Området har i dag en meget komplisert luftforurensningssituasjon idet svært mange kjemiske komponenter slippes ut i atmosfæren i betydelige mengder. De kjemiske komponenter reagerer med hverandre i luften slik at nye komponenter må taes med i vurderingen. Tilsynsutvalget for luftforurensninger i Nedre Telemark driver sitt eget laboratorium som har utført målinger siden mai 1969.

NILU har levert en plan for overtagelse av administrasjonen av laboratoriet. I denne planen inngår det et opplegg for å knytte sammen emisjonspredning og luftkonsentrasjoner i området. De innledende beregningene som er foreslått på eksisterende data vil gi informasjon av betydning for de lokale myndigheter. NILU vil få informasjon om området egner seg for undersøkelser av mer grunnleggende karakter.

Årdal: ASV's fabrikker i Årdal må betraktes som volumkilder for luftforurensning. Samtidig med luftforurensningene er det et betydelig utslipp av varme. Den horisontale størrelsesorden på utslippet er 100 meter og på siden av utslippet er det høye fjell. Det store varmeutslippet fra fabrikken vil påvirke luftstrømmene i området og dermed spredningen av luftforurensninger.

Det er velkjent at spredningen av forurensningsutslipp fra en enkelt pipe blir påvirket av varmeutslippet fra pipen (10). Modellstudiene i Oslo viser at oppvarmingen av luften over et byområde har vesentlig betydning for spredningen av luftforurensningen (1).

ASV's fabrikanlegg representerer et forurensnings-/varmeutslipp på en skala mellom byområdet og det enkelte pipeutslipp. Det er av generell interesse å undersøke spredningen av forurensning fra en slik kilde.

For NILU har en slik spredningsundersøkelse praktisk interesse idet en ofte påtar seg konsulentoppdrag i forbindelse med forurensningsutslipp som må karakteriseres som volumutslipp.

Et opplegg for modellberegninger i forbindelse med målinger som NILU utfører i området, er sendt til Årdal kommune. Dette opplegget er tilpasset kommuneprosjektet, men vil samtidig gi indikasjoner på om grundigere modellberegninger vil være fruktbare. For å tilfredsstille NILU's ønske om en generell undersøkelse av spredningsforholdene bør de nåværende målinger suppleres med 5 - 10 case-studies. Utviklingen av en detaljert spredningsundersøkelse bør bygge på korttidsmålinger (midlingstid under 1 time) av en kjemisk komponent som en kjenner utslippet av. Verken utslippsdata eller konsentrasjonsmålingene av fluor ligger til rette for dette.

Kristiansand: 12 målestasjoner for SO₂-konsentrasjoner på døgnbasis er satt i gang av NILU på kommunens regning. To imcometerstasjoner samt to vindstasjoner drives av industrien i området. Dette sett av målinger vil sannsynligvis kunne brukes i modellberegninger.

Konsentrasjonsmålingene viser at de rådgivende svenske normene for luftens innhold av SO₂ av og til blir overskredet i området, og dette betyr at momenter i forbindelse med luftforurensninger bør taes med ved planlegging av byens utvikling. Disse momenter utredes best ved modellberegninger som fordrer:

- a) En oversikt over utslippene i dag.
- b) Samtidige målinger av luftkonsentrasjonen av forurensninger og meteorologiske forhold for utviklingen av modellen.
- c) En prognose for utviklingen av utslippene.

Resultatene av modellberegninger som bygger på disse dataene vil vesentlig være av interesse for de lokale myndigheter som bør betale driftsomkostningene ved et slikt prosjekt. Omkostningene ved en tilpasning av eksisterende modeller, regnemaskinkjøring samt vurdering av resultatene, vil være i området kr 30 - 50.000,-.

Østfold: Sarpsborg - Fredrikstad: Området er sterkt belastet og en undersøkelse av sammenhengen mellom utslipp, spredning og forurensningskonsentrasjoner er påkrevet for å gi en informasjon om fremtidige forhold. NILU har hatt flere prosjekter i området med bestemte formål. Disse dataene vil være nyttige ved planleggingen av modellberegningene og hvilken form disse skal ha. Det er vanskelig på det nåværende tidspunkt å antyde omfanget av undersøkelsen.

Bergen: Universitetet i Bergen vil her foreta vurderinger av sammenhengen mellom utslipp, spredning og forurensningskonsentrasjoner i byområdet. NILU har tatt kontakt med amanuensis Dugstad ved Universitetet i Bergen, og en ble enig om å utveksle erfaringer.

Det er også andre områder, f eks Trondheim hvor lignende beregninger og vurderinger bør utføres.

SLUTTBEMERKNING

Alle de nevnte prosjekter kan selvsagt ikke igangsettes samtidig. Prioriteringen bør fastsettes på grunnlag av en samlet vurdering av kommunenes og NILU's interesser. Dette vil si at det bør være en passende fordeling mellom prosjekter med en praktisk anvendbar målsetning for kommunene og prosjekter av generell interesse for NILU. Prosjektene med en generell interesse for NILU vil i neste omgang komme til nytte ved praktisk konsulentarbeide. Allerede på det nåværende tidspunkt mener en å kunne påta seg prosjekter som vil gi planleggingsetatene i kommunene nyttig informasjon i forbindelse med utviklingen av forurensningssituasjonen.

LITTERATURLISTE

- (1) Grønskei, K.E.: A Three-Dimensional Transport Model for Air Pollution in an Urban Area with Application to SO₂-concentration in Oslo.
Oppdragsrapport nr 41/72, juli 1972.
- (2) Fortak, H.: Anwendungsmöglichkeiten von Mathematisch-meteorologischen diffusionsmodellen zur Lösung von Fragen der Luftreinhaltung.
Minister für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, 1972.
- (3) Bringfelt, B.
SMHI och
Wikstrøm, O.
Stockholm El-verk Matematisk modell för spridningsberäkningar av luftföroreningar i Stor-Stockholmsregionen.
- (4) NATO/CCMS Document No 6:
Air Pollution. Guidelines to Assessment of Air Quality, 1971.
- (5) Trafikkundersøkelser 1969.
Oslo Byplankontor. Kommunikasjonsavdelingen.
- (6) Sentrumsundersøkelsen 1969.
Oslo Byplankontor. Kommunikasjonsavdelingen.
- (7) Johnsen, W.B.,
Ludwig, F.L.,
Dabberdt, W.F.,
Allen, R.J. An Urban Diffusion Simulation Model for Carbon Monoxide. Presented at 1972 Summer Simulation Conference, June 14-16, San Diego, California.
- (8) Fortag, H.: Mathematische Modelle zur Immissionsermittlung in industriellen Ballungsgebieten.
VDI Berichte Nr 149, 1970.
VDI-Verlag Düsseldorf.
- (9) Mahoney, J.R.: Models for the Prediction of Air Pollution. Report for the Organization for Economic Cooperation and Development. (Paris), 1970.
- (10) Briggs, G.A.: Plume Rise.
US Atomic Energy Commission 1969.