

NILU OR : 55/92
REFERANSE : O-8946
DATO : JUNI 1992
ISBN : 82-425-0395-8

Spredningsberegninger
for on-line overvåking
i Grenland
*Programbeskrivelse
og brukerveiledning*

S.-E. Walker og K.E. Grønскеi

INNHold

	Side
SAMMENDRAG	3
1 INNLEDNING	7
2 BESKRIVELSE AV PROGRAMSYSTEMET	8
2.1 Programmene	8
2.2 Installasjonen i Grenland	8
2.3 Katalog-struktur	9
2.4 Filtyper	10
2.5 Data og kommentar-linjer	10
3 PROGRAM FOR METEOROLOGISKE INNGANGSDATA (PREPROC) ...	11
3.1 Inngangsdata til PREPROC	12
3.1.1 Fil med database-nøkler for meteorologi	12
3.1.2 Fil med "override" parametre	13
3.1.3 Fil med sted og rutenett beskrivelse	14
3.1.4 Fil med starttid og sluttid	16
3.1.5 Hovedfil for meteorologiske data	16
3.1.6 Fil med spesielle inngangsdata til programmet DEMOEPI	17
3.2 Kjøring av PREPROC. Meldinger	18
3.3 Resultater fra PREPROC	19
3.3.1 Temperaturfelder	19
3.3.2 Vindfelder i 3 nivåer	19
3.3.3 Turbulensfelder i 3 nivåer	19
3.3.4 Felt med aerodynamisk motstand	20
4 PROGRAM FOR SPREDNINGSBEREGNINGER (EPISODE)	20
4.1 Inngangsdata til EPISODE	21
4.1.1 Hovedfil for utslippsdata	22
4.1.2 Hovedfil for konsentrasjonsdata	23
4.2 Kjøring av EPISODE. Meldinger	25
4.3 Resultater fra EPISODE	26
4.3.1 Fil med konsentrasjoner i 3 nivåer (utgangsdata)	26
4.3.2 Fil med hovedrute-konsentrasjoner (primær fil)	27
4.3.3 Fil med hovedrute-konsentrasjoner (sekundær fil)	27
4.3.4 Fil med subgrid-konsentrasjoner (primær fil) ..	27
4.3.5 Fil med subgrid-konsentrasjoner (sekundær fil)	28
4.3.6 Fil med puff (utgangsdata)	28

5	PROGRAM MED EVALUERING AV SPREDNINGSMODELLEN OG FOR KORREKSJON AV BEREGNETE KONSENTRASJONER (POSTPRO) ...	28
5.1	Inngangsdata til POSTPRO	29
5.1.1	Fil med hovedrute-konsentrasjoner (primær fil)	29
5.1.2	Fil med hovedrute-konsentrasjoner (sekundær fil)	29
5.1.3	Fil med subgrid-konsentrasjoner (primær fil) .	29
5.1.4	Fil med subgrid-konsentrasjoner (sekundær fil)	30
5.1.5	Fil med spesielle inngangsdata til POSTPRO ...	30
5.1.6	Fil med database-nøkler for luftkvalitet	31
5.2	Kjøring av POSTPRO. Meldinger	32
5.3	Resultater fra POSTPRO	33
5.3.1	Fil med korrigerte hovedrute-konsentrasjoner (primær fil)	33
5.3.2	Fil med korrigerte hovedrute-konsentrasjoner (sekundær fil)	33
5.3.3	Fil med korrigerte subgrid-konsentrasjoner (primær fil)	33
5.3.4	Fil med korrigerte subgrid-konsentrasjoner (sekundær fil)	34
5.3.5	Fil med observerte og beregnete verdier	34
5.3.6	Fil med alarm-meldinger	34
5.3.7	Spesielle filer i forbindelse med NO ₂ -O ₃ - modellen	35
6	USIKKERHETER I BEREGNINGENE	35
7	REFERANSER	37
	VEDLEGG A: Beregning av temperatur- og temperaturgra- dientfelter	39
	VEDLEGG B: Beregning av vindfelter	45
	VEDLEGG C: Beregning av turbulensfelter	51
	VEDLEGG D: Beregning av utslipp fra arealkilder	57
	VEDLEGG E: Overhøyde-formler for punktkilder	67
	VEDLEGG F: Beskrivelse av adveksjon-diffusjon boks- modellen	71
	VEDLEGG G: Beskrivelse av gaussisk puff-trajektorie- modell	77
	VEDLEGG H: Beskrivelse av modell for NO ₂ -O ₃ kjemi ...	87
	VEDLEGG I: Korreksjon av spredningsberegninger basert på målinger	93
	VEDLEGG J: Meldinger ved kjøring av programmene	97
	VEDLEGG K: Beskrivelse av binær- og ASCII-feltfiler .	107

SAMMENDRAG

På oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) har Norsk institutt for luftforskning (NILU) videreutviklet overvåkings-systemet i Grenland ved å anvende konsentrasjonsberegninger på grunnlag av data for utslipp og spredning.

Beregnete konsentrasjoner sammenlignes med målinger og konsentrasjonsfordelingene korrigeres i samsvar med målingene innenfor rammer angitt i en usikkerhetsmodell. Når avviket mellom beregnede og observerte konsentrasjoner ikke kan forklares av usikkerhet i inngangsdata til modellen, forkastes beregningsresultatet og overvåkingssystemet gir alarmmelding. Alarmnivåene kan justeres av brukerne.

NILUs programmer for timevise spredningsberegninger i tilknytning til "on-line" overvåking av luftforurensninger i Grenland, nedre Telemark er beskrevet. Timevise målinger av spredningsmeteorologiske parametere, og data for timevise utslipp fra enkeltkilder og arealkilder benyttes som inngangsdata for beregning av middelkonsentrasjoner i km^2 -ruter i tre nivå over bakken. Beregningsområdet består av $16 \times 23 \text{ km}^2$ -ruter. Målinger av forurensningskonsentrasjoner fra området benyttes til å

- estimere forurensningskonsentrasjoner i luften som strømmer inn i beregningsområdet
- korrigere beregnete verdier på grunnlag av målinger.

I to områder med store forurensningsgradienter beregnes konsentrasjoner i $100 \times 100 \text{ m}^2$ -ruter ved hjelp av en puff-trajektorie modell. Disse beregningene utføres innenfor delområder som hver består av $4 \times 4 \text{ km}^2$ -ruter omkring henholdsvis Herøya i Porsgrunn og Union-anleggene i Skien.

Beregnete konsentrasjoner overføres til SFTs HP-maskin for presentasjon og videre bearbeiding i Indics Airvirossystem. NILUs programsystem, som består av tre hovedprogrammer, er generelt beskrevet i kapittel 2. En mer detaljert beskrivelse av hvert

av hovedprogrammene er gitt i kapitlene 3, 4 og 5. Beskrivelsen omhandler datafiler for inngangsdata og beregningsresultater, samt en instruksjon i kjøring av programmene.

Programsystemet er installert på SFTs arbeidsstasjon i Skien som er en Apollo DN 2500.

Beregnete konsentrasjoner lagres i 7 dager som konsentrasjonsfelter i 16×23 km²-ruter og i 2 delområder som hver består av 1 600 100 x 100 m²-ruter, samt som timeverdier ved de enkelte målestasjonene. Konsentrasjonsfeltene overføres rutinemessig til HP-maskinen for presentasjon og videre bearbeiding. Tids-serier av beregnete konsentrasjoner på målestasjonene lagres i Apollo-maskinen, og disse kan også overføres til HP-maskinen for presentasjon og videre bearbeiding.

Timevise beregninger blir utført for SO₂, NO_x, NO, NO₂, O₃ og partikler. Det er videre lagt til rette for timevise beregninger av Cl₂ (klor) og NH₃ (ammoniakk).

NILU baserer beregningene på data for samtlige betydelige kilder til utslipp av SO₂ og NO_x. Utslippsdata for partikler er usikre og utslippsdata for klor og ammoniakk foreligger bare for enkeltkilder på Herøya-området.

NO₂-beregningene bygger på målinger av O_x-konsentrasjoner (O_x: O₃ + NO₂) og NO_x-konsentrasjoner (NO_x: NO + NO₂) i luften som strømmer inn i beregningsområdet. NO₂-konsentrasjonen i luften som strømmer inn i området beregnes på grunnlag av en forutsetning om fotokjemisk balanse. Bakgrunnskonsentrasjoner bestemmes på grunnlag av de timevise målingene i området.

For utslipp fra store enkeltkilder er det benyttet en empirisk NO₂-modell for enkeltkilder, basert på data for ozon-konsentrasjonen omkring utslippet og data for utslipp og spredning fra enkeltkildene. I km²-rutene er NO₂-konsentrasjonene beregnet på

grunnlag av fotokjemisk balanse mellom bakgrunnskonsentrasjonene og konsentrasjonsbidragene på grunn av lokale utslipp i området.

Før korreksjonsfaktoren bestemmes tas det hensyn til en romlig usikkerhet i beregningene ved å benytte den beregnede konsentrasjon som stemmer best med måleverdien innenfor en avstand på 1 km fra målepunktet. Det er utført anslag for usikkerheten på grunnlag av sammenligning av beregnede og observerte konsentrasjonsverdier fra området.

I overvåkingssystemet gis det alarmmeldinger når

- observerte konsentrasjoner er over SFTs retningslinjer
- korreksjonsfaktoren er større enn 3.0. Under disse forholdene må forutsetningene i modellen forkastes.

Alarmnivåene kan justeres av brukerne.

De beregnede konsentrasjonene korrigeres ved å addere til bakgrunnskonsentrasjonen og multiplisere resultatet med en korreksjonsfaktor. Korreksjonsfaktoren bestemmes ved å beregne et gjennomsnittlig avvik (forholdstall) mellom observerte og beregnede verdier på målestasjonene.

SPREDNINGSBEREGNINGER FOR ON-LINE OVERVÅKING I GRENLAND

PROGRAMBESKRIVELSE OG BRUKERVEILEDNING

1 INNLEDNING

Norsk Institutt for Luftforskning (NILU) har på oppdrag fra SFTs kontrollseksjon i nedre Telemark laget et programsystem for on-line timevise spredningsberegninger i Grenland. Programsystemet benyttes i forbindelse med en kontinuerlig timevis overvåking av luftkvaliteten i området. Overvåkingssystemet er etablert i samarbeid med Indic System AB, Norrkøping Sverige.

Programsystemet bygger på beregningsmetodene som er beskrevet i rapporten fra helseundersøkelsen i Grenland (Grønskei et al., 1990). Tilpasningen av beregningsmetodene til målingene i overvåkingssystemet er beskrevet i vedlegg A-I.

NILUs programsystem benytter data for utslipp i området sammen med måledata for meteorologi og luftkvalitet fra Indics Airviro database og utfører beregninger som presenteres i form av timemidlete konsentrasjonsfordelinger (felter) av de aktuelle forurensnings-komponentene.

Programsystemet beregner konsentrasjoner i et hovedrute-område på 16x23 ruter der hver rute dekker 1x1 km², samt i to mindre del-områder (subgrid) på 40x40 ruter hver på 100x100 m². Delområdene dekker 16 km² ved Union Skien og ved Norsk Hydros anlegg på Herøya.

Programsystemet er generelt beskrevet i kapittel 2. De tre hovedprogrammene i systemet er beskrevet mer detaljert i henholdsvis kapitlene 3, 4 og 5. Beskrivelsen omhandler inngangsdata til og resultater fra programmene samt kjøring av disse.

2 BESKRIVELSE AV PROGRAMSYSTEMET

2.1 PROGRAMMENE

NILUs programsystem består av tre programmer:

- Program for meteorologiske inngangsdata (PREPROC)
- Program for spredningsberegninger (EPISODE)
- Program for evaluering av spredningsmodellen og for korreksjon av beregnede konsentrasjoner basert på målinger (POST-PRO)

Programmene er skrevet i standard Fortran 77 og består av totalt ca. 9000 programlinjer kode.

Det er to typer beregninger som blir utført: regulære beregninger og spesial beregninger. Regulære beregninger går automatisk time for time uten inngripen fra operatøren. Spesial beregninger er beregninger for utvalgte tidspunkt eller tidsperioder som operatøren selv kan starte, uavhengig av og i tillegg til de regulære beregningene.

2.2 INSTALLASJONEN I GRENLAND

Programsystemet er installert på en Apollo DN 2500 arbeidsstasjon under Domain/OS 10.3 operativsystem. Domain/OS inkluderer bl.a. SYS V.3 og Berkeley BSD 4.3 UNIX i tillegg til Aegis som er et Apollo spesifikt operativsystem. Programmene er kompilert og blir kjørt under Berkeley BSD 4.3 UNIX delen av Domain/OS.

Kompilering av programsystemet er utført med Apollo Fortran kompilator 68 K rev. 10.8 og med høyeste grad av optimalisering (-opt 4 og -cpu mathchip), slik at programmene skal eksekveres så raskt som mulig.

Apollo DN 2500 har en teoretisk ytelse på 4 MIPS (Mill. Instruksjoner Per Sek.) og 0.4 MFlops (Mill. Flyttals operasjoner per sek.). Beregningstiden er ca. 2 minutter pr. komponent pr. time.

Arbeidsstasjonen har en intern hukommelse på 8 MB RAM og en diskkapasitet på 400 MB, hvorav ca. 200 MB er tilgjengelig for programsystemet. Ved vanlige regulære beregninger bruker programsystemet ca. 20 MB med diskplass.

2.3 KATALOG-STRUKTUR

Alle program og datafiler for de regulære beregningene er samlet under katalogen '/usr/sft/run'. For spesialberegningene er program og datafiler samlet under katalogen '/usr/sft/special'. Begge katalogene består av fire underkataloger: 'dat', 'pro', 'res' og 'tmp'.

Katalogen 'tmp' er en katalog som vil inneholde temporære filer ved hver overflytting av beregningsresultater fra Apollo til HP arbeidsstasjonen.

Primært befinner inngangsdatafiler til programsystemet seg under 'dat'-katalogen mens utgangsdatafiler (resultater) befinner seg under 'res'-katalogen.

Programfilene for de regulære beregningene og for spesialberegningene er identiske, dvs. programfilene i 'special/pro'-katalogen er kopier av tilsvarende filer som finnes i 'run/pro'-katalogen.

Alle datafiler har samme navn i 'run' og 'special'-katalogene. Vi vil derfor bruke betegnelsen '../dat/filnavn' eller '../res/filnavn' for å navngi en fil med navn 'filnavn' i en av disse to katalogene. Uttrykket '..' skal da enten erstattes med '/usr/sft/run' for filer i forbindelse med regulære beregninger

eller '/usr/sft/special' for filer i forbindelse med spesialberegninger.

2.4 FILTYPER

I programsystemet er det benyttet to typer datafiler: ASCII-filer og binære filer. ASCII-filene er vanlige tekstfiler som er lesbare i en editor. De binære filene består av felter av verdier og filene er ikke lesbare i en editor. Det er mulig å skille mellom disse to typer filer i programsystemet ved at alle ASCII-filene har filnavn som ender på '.dat', mens alle binær-filene har filnavn som ender på '.fld' ('.fld' er forkortelse for 'field').

En nærmere beskrivelse av strukturen på de binære feltfilene og programmer for konvertering mellom binær og ASCII versjoner av disse filene er gitt i vedlegg K.

2.5 DATA OG KOMMENTAR-LINJER

Inngangsfiler på ASCII-form består av data og kommentarlinjer.

En '*' i kolonne 1 betyr at linjen er en kommentarlinje og blir hoppet over ved innlesning av data. På denne måten kan et vilkårlig antall kommentarlinjer plasseres hvor som helst i inngangsdatafilene.

Datalinjene består av parametre (tall eller tekst). Tall leses alltid inn i fritt format hvis ikke annet er angitt i beskrivelsen av parameteren. Formatet spiller derfor ingen rolle da det er tilstrekkelig at tallene blir skilt med komma eller minst et blankt tegn. Tekst blir lest formatert og dette blir beskrevet nedenfor for de parametre det gjelder. Generelt gjelder at alle filnavn leses i format A80, dvs. at alle filnavn som angis som parameter kan være på inntil 80 karakterers lengde.

3 PROGRAM FOR METEOROLOGISKE INNGANGSDATA (PREPROC)

Programmet leser meteorologiske måledata fra Indic Airviro databasen og genererer felter med temperatur, vertikal temperatur-gradient, vind (u- og v-komponent), horisontal (σ_v) og vertikal (σ_w) turbulens samt aerodynamisk motstand (r_a) som inngangsdata til spredningsberegninger med programmet EPISODE.

Programmet leser inn starttid og sluttid og utfører deretter beregninger av de meteorologiske feltene for hver time i den angitte perioden. De meteorologiske feltene som blir generert av PREPROC består alle av hovedrutefelt på 16x23 verdier.

Programmet genererer for hver time et temperaturfelt i høyde 25 m o.b., samt et vertikalt temperatur-gradient felt. Metoden som er benyttet er beskrevet i vedlegg A.

Programmet genererer et vindfelt for hver time i høyde 25 m o.b., 75 m o.b. og 150 m o.b. som tilsvarer høyden i midtpunktene av de tre lagene som beregningsområdet er oppdelt i. Metoden som er benyttet til beregning av vindfelter er beskrevet i vedlegg B.

Siden det ikke finnes målinger av horisontal (σ_v) eller vertikal (σ_w) turbulens i området, benyttes empiriske verdier basert på resultater fra målinger utført i Grenland i to perioder i 1988 (Grønseth et al., 1990). Turbulens-parametrene er gitt som funksjon av vindstyrken i området. Metoden er beskrevet i vedlegg C.

Det er ikke regnet med tørravsetning i denne anvendelsen av beregningsmetodene i Grenland, og den aerodynamiske motstand som påvirker tørravsetningen er derfor neglisjert (feltverdiene er satt lik 0) i denne anvendelsen av programsystemet.

Dersom det er manglende data i måledatabasen vil programmet utnytte tilgjengelige måledata til å generere de meteorologiske feltene. Dette er nærmere beskrevet i vedlegg A, B og C.

I de følgende avsnitt vil inngangsdata til og resultater fra PREPROC bli nærmere beskrevet. I tillegg vil det bli beskrevet hvordan programmet manuelt kan kjøres på Apollo arbeidsstasjonen.

3.1 INNGANGSDATA TIL PREPROC

Alle inngangsdata til PREPROC leses i utgangspunktet fra inngangs-datafilen '../dat/main_prep.dat'.

Filen inneholder følgende navn på datafiler:

- Navn på fil med database-nøkler for meteorologi (3.1.1)
- Navn på fil med "override" parametre (3.1.2)
- Navn på fil med sted og rutenett beskrivelse (3.1.3)
- Navn på fil med starttidspunkt og sluttidspunkt (3.1.4)
- Navn på hovedfil for utslippsdata (4.1.1)
- Navn på hovedfil for meteorologiske data (3.1.5)
- Navn på hovedfil for konsentrasjonsdata (4.1.2)
- Navn på fil med spesielle inngangsdata til POSTPRO (5.1.5)
- Navn på fil med database-nøkler for luftkvalitet (5.1.6)
- Navn på fil med spesielle inngangsdata til DEMOEPI (3.1.6)

I parentes refereres det til kapitler i rapporten hvor de enkelte typer datafiler er nærmere beskrevet.

3.1.1 Fil med database-nøkler for meteorologi

Alle "nøkler" som brukes for å hente meteorologiske måledata fra Indic Airviro databasen leses fra filen '../dat/keym_gren.dat'.

Filen inneholder nøkler til følgende parametre:

- Antall nøkler (10)
- Vindstyrke Hydro ('NM1+MWSPD010')
- Vindretning Hydro ('NM1+MWDIR010')
- Temperatur Hydro ('NM1+MTEMP010')
- Vindstyrke Union ('NM2+MWSPD010')
- Vindretning Union ('NM2+MWDIR010')
- Temperatur Union ('NM2+MTEMP010')
- Vindstyrke Ås ('NM4+MWSPD025')
- Vindretning Ås ('NM4+MWDIR025')
- Temperatur Ås ('NM4+MTEMP002')
- Delta-T Ås ('NM4+MDTMP025')

De tre siste sifre i nøklene betegner målingens høyde i meter over bakken. Disse høydene blir aktivt brukt i forbindelse med beregning av temperatur- og vindfelt. Metodene for beregning av temperatur- og vindfelt er gitt vedlegg A og B.

3.1.2 Fil med "override" parametre ('../dat/over_gren.dat')

Filen inneholder følgende parametre:

- Temperatur og temperaturdifferanse (ΔT_{2510}) ved Ås i °C
- Vindstyrke og vindretning ved Hydro Herøya i m/s og grader
- Vindstyrke og vindretning ved Union Skien i m/s og grader
- Vindstyrke og vindretning ved Ås i m/s og grader
- Vindstyrke og vindretning i lag 3 (150 m) i m/s og grader
- Skaleringsfaktorer for σ_w i tre nivåer
- Skaleringsfaktorer for arealkildene (fyring og trafikk)
- Bakgrunnskonsentrasjon av O_3 i $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Data i denne filen vil erstatte tilsvarende parametre i databasen. Dersom en parameter er satt lik -9900.0 (NILUs kode for manglende data) vil korresponderende verdi i måledatabasen benyttes, ellers vil parameterverdien i filen erstatte måleverdien.

Hvis en vindstyrke er satt til mindre enn 0.3 m/s vil denne bli erstattet med 0.3 m/s i beregningene, dvs. programsystemet tillater ikke lavere vindstyrke enn 0,3 m/s.

Skalering av σ_w i de tre nivåene 50 m, 100 m og 200 m utføres ved å multiplisere σ_w -feltene med skaleringsparametrene. Disse må være positive (> 0), men det er for øvrig ingen øvre grense for skalering av σ_w .

Skalering av arealkildene (fyring og trafikk) utføres ved å multiplisere utslippsfeltene med skaleringsparametrene. Begge parametre skal i utgangspunktet være 1.0. Lavere verdier (< 1.0) betyr nedskalering av kilden og settes verdien til 0.0 betyr det at kilden ikke tas med i beregningene.

Bakgrunnskonsentrasjonen av O_3 vil kunne erstatte en tilsvarende verdi for O_3 bakgrunn estimert i programmet POSTPRO ved hjelp av målinger av O_3 . Parameteren må da være ≥ 0 .

Filen med brukerdefinerte "override" parametre brukes aktivt kun i forbindelse med spesial-beregningene. For de regulære beregningene vil alle parametre i denne filen være satt lik -9900.0 (NILUs kode for manglende data) som betyr at måledata i Indic Airviro databasen blir benyttet fullt ut.

3.1.3 Fil med sted og rutenett beskrivelse

Geografiske data for Grenland samt beskrivelse av rutenettet i modellen blir lest fra filen '../dat/site_gren.dat'.

Filen inneholder følgende parametre:

- Stedsidentifikasjon (Grenland)
- UTM-koordinater for nederste venstre hjørne av rutenettet (28,43)

- Antall ruter i x-, y- og z-retning (16,23,3)
- Størrelsen av hovedrutene i x- og y-retning (1000 m) og i z-retning (50 m, 50 m og 100 m).
- Antall subgrid-punkter i x-, y- og z-retning (10,10,1)
- Navn på fil med overflate ruhet
- Navn på fil med subgrid 0-1 indikatorer
- Navn på fil med topografi 0-1 indikatorer
- Navn på fil med hovedrute topografi
- Navn på fil med subgrid topografi

Fil med overflate ruhet ('../dat/surf_gren.fld')

Filen inneholder et felt med verdier som beskriver terreng-overflatens ruhet. I den nåværende versjonen av programsystemet er verdien for ruhet satt lik 0.1 i alle hovedrutene.

Fil med subgrid indikatorer ('../dat/subf_gren.fld')

Filen inneholder et felt med indikatorverdier 0 eller 1. Tallet 1 i en rute betegner at ruten er en subgrid-rute, dvs. delt i 10x10 delruter på 100x100 m²), mens 0 i en rute betegner at ruten ikke er en subgrid-rute.

Fil med topografi indikatorer ('../dat/topf_gren.fld')

Filen inneholder et felt med indikatorverdier 0 eller 1. Tallet 1 i en rute betegner at det er lagret subgrid-topografi for ruten på datafilen for subgrid-topografi. Tallet 0 i en rute betegner at det ikke er lagret subgrid-topografi for ruten.

Fil med hovedrute topografi ('../dat/topm_gren.fld')

Filen inneholder et felt med hovedrute topografi (høyde i m o.h).

Fil med subgrid topografi ('../dat/tops_gren.fld')

Filen inneholder felter med subgrid topografi (høyde i m o.h.) for hver hovedrute som har indikatorverdi 1 i indikator filen for subgrid topografi ('../dat/topf-gren.fld').

3.1.4 Fil med starttid og sluttid ('../dat/time_gren.dat')

Filen inneholder følgende parametre:

- Starttid for programmet, f.eks. 1991,12,31,01
- Sluttid for programmet, f.eks. 1991,12,31,24
- Tidskritt faktor (1.0)

Tidsangivelsen er generelt år (>1900), måned, dag og time og er angitt som heltall med komma eller blank imellom. Beregningene i programsystemet vil utføres for hver time fra og med det angitte starttidspunktet til og med det angitte sluttidspunktet.

Tidskrittfaktoren brukes i programmet EPISODE til å styre tidskrittet i spredningsmodellen. Faktoren må være mellom 0.0 og 1.0. Lavere verdier gir nøyaktigere beregninger men lengre regnetid i EPISODE.

3.1.5 Hovedfil for meteorologiske data ('../dat/mete_gren.dat')

Filen inneholder følgende parametre:

- Navn på fil med synoptisk meteorologi (3.1.5)
- Navn på fil med temperaturfelte (3.3.1)
- Navn på fil med målestasjonsvekter for temperatur (3.1.5)

- Navn på fil med vindfelter (3.3.2)
- Navn på fil med målestasjonsvekker for vind (3.1.5)
- Navn på fil med turbulensfelter (3.3.3)
- Navn på fil med aerodynamisk motstandsfelt (3.3.4)
- Skydekke i åttendedeler (4) (3.1.5)

Fil med synoptisk meteorologi

Denne filen blir ikke brukt i forbindelse med beregningene i Grenland. Navnet på filen er derfor blankt (en blank linje på filen '../dat/mete_gren.dat').

Fil med målestasjonsvekker for temperatur ('../dat/twgh_gren.fld')

Denne filen inneholder tre felter med vektorer (vektverdier) for de tre målestasjonene for temperatur (Union Skien, Hydro Herøya og Ås). Filen leses inn og brukes i forbindelse med beregning av temperaturfelter basert på temperaturmålingene som beskrevet i vedlegg A.

Fil med målestasjonsvekker for vind ('../dat/wwgh_gren.fld')

Denne filen inneholder felter med vektorer for de tre målestasjonene for vind (Hydro Herøya, Union Skien og Ås). Filen leses inn og brukes i forbindelse med beregning av vindfelter basert på vindmålingene som beskrevet i vedlegg B.

3.1.6 Fil med spesielle inngangsdata til programmet DEMOEPI

Denne filen blir ikke brukt i Grenland. Programmet DEMOEPI benyttes på NILU for farge-grafisk fremstilling av konsentrasjonsfelt fra EPISODE.

3.2 KJØRING AV PREPROC. MELDINGER.

Det forutsettes i beskrivelsen her at brukeren etter innlogging går til program-katalogen for spesial beregninger ved hjelp av UNIX-kommandoen 'cd' (change directory). Dette utføres ved:

```
% cd /usr/sft/special/pro
```

Deretter kan PREPROC kjøres med kommandoen:

```
% preproc < ../dat/sdio_prep.dat
```

Filen '../dat/sdio_prep.dat' inneholder navnet på inngangsdatafilen '../dat/main_prep.dat' og meldingsfilen '../res/mess_prep.dat'.

I 'pro'-katalogen finnes også en såkalt script-fil 'run_prep' som inneholder denne kommandoen. Brukeren kan derfor alternativt kjøre programmet med kommandoen:

```
% run_prep
```

Meldinger fra programmet skrives til filen '../res/mess_prep.dat'. Dette er en vanlig ASCII-fil som er lesbar i en editor. I vedlegg J er det gitt eksempel på meldingsfil fra PREPROC.

Programmet kan også startes interaktivt ved:

```
% preproc
```

Programmet vil da spørre brukeren om navn på inngangsdatafil og meldingsfil. Dersom brukeren oppgir filnavnet '-stdout' som meldingsfil vil alle meldinger fra programmet bli skrevet til skjermen (terminalen) istedenfor til en fil.

3.3 RESULTATER FRA PREPROC

3.3.1 Temperaturfelter ('../dat/temp_gren.fld')

Denne filen vil inneholde to felter (16x23) per time. Første felt inneholder temperatur (i °C) i 25 m o.b. som tilsvarer midtpunktet i lag 1 i spredningsmodellen. Det andre feltet inneholder vertikal temperatur-gradient (i °C/m).

Temperaturfeltene beregnes på grunnlag av målt temperatur på de tre målestasjonene Hydro Herøya, Union Skien og Ås. Temperatur-gradient feltet er basert på målt temperatur-differanse på Ås. Metoden for beregning av temperaturfelt er gitt i vedlegg A.

3.3.2 Vindfelter i 3 nivåer ('../dat/wind_gren.fld')

Filen inneholder felter med u- og v-komponent av vind i 25 m, 75 m og i 150 m o.b. som tilsvarer høyden i midtpunktene av de tre vertikale lagene i spredningsmodellen.

Vindfeltene beregnes på grunnlag av målt vindstyrke og retning på de tre målestasjonene Hydro Herøya, Union Skien, og Ås. Metoden for beregning av vindfelt er gitt i vedlegg B.

3.3.3 Turbulensfelter i 3 nivåer ('../dat/sdvw_gren.fld')

Filen inneholder felter med horisontal (σ_v) og vertikal (σ_w) turbulens i 50 m, 100 m og 200 m o.b. Høydene tilsvarer grensene mellom de tre vertikale lagene i spredningsmodellen.

Verdiene for horisontal (σ_v) og vertikal (σ_w) turbulens er basert på empiriske data fra nedre Telemark for hvordan de turbulente vindfluktuasjonene varierer med vindhastigheten. En nærmere beskrivelse av metoden er gitt i vedlegg C.

3.3.4 Felt med aerodynamisk motstand ('../dat/aero_gren.fld')

Filen inneholder et felt med aerodynamisk motstand. I det den nåværende anvendelsen av beregningsmetoden ikke tar med tørravsetning er verdien satt lik 0 i hele området.

4 PROGRAM FOR SPREDNINGSBEREGNINGER (EPISODE)

Programmet leser utslippsdata for arealkilder (fyring og trafikk) og punktkilder (industriutslipp) samt meteorologiske felter med temperatur, vind og turbulens fra programmet PREPROC og utfører spredningsberegninger for ulike forurensningskomponenter. De aktuelle komponentene i den nåværende versjonen av programsystemet er NO_x , NO_2 , O_3 , SO_2 og partikler samt Cl_2 og NH_3 .

Utslippsdata for arealkildene (fyring og trafikk) definerer utslipp fra disse to kildekategoriene som funksjon av temperatur og tid på døgnet. Metoden for beregning av utslipp fra arealkilder er gitt i vedlegg D. Metoden for overhøydeberegninger for punktkildene er gitt i vedlegg E.

Programmet EPISODE beregner timevise felter med konsentrasjonsverdier for hver av de aktuelle komponentene. Konsentrasjonsfeltene representerer timemidlete konsentrasjoner i hovedruteområdet.

I tillegg utfører programmet beregninger av timemidlete konsentrasjoner i to mindre subgridområder ved Union i Skien og ved Norsk Hydro på Herøya. Beregningen i subgridområdene tar spesielt hensyn til topografien i disse områdene.

Programmet EPISODE er basert på to typer modeller som gir supplerende informasjon om konsentrasjonsfordelingene i området:

- En adveksjons-diffusjons boksmodell for beskrivelse av spredning fra arealkildene og fra punktkildene på større avstand.
- En Gaussisk puff-trajektorie modell for beskrivelse av spredning nær punktkildene.

Konsentrasjonsbidragene fra den enkelte kilden er additive i hele området. Adveksjons-diffusjons boksmodellen er beskrevet i vedlegg F og puff-trajektorie modellen er beskrevet i vedlegg G. Boksmodellen er også beskrevet i Grønskei et al. (1990).

4.1 INNGANGSDATA TIL EPISODE

For programmet EPISODE er det laget en inngangsdatafil for hver forurensnings-komponent programmet skal utføre beregninger for. Navnet på filene er generelt '../dat/main_xxx_gren.dat' der 'xxx' betegner aktuell forurensningskomponent (nox, no2, so2 og par, samt cl2 og nh3).

Inngangsdatafilene til EPISODE inneholder samme type parametre (filnavn) som inngangsdatafilen til PREPROC ('../dat/main_prep.dat') som er beskrevet i avsnitt 3.1. Det er derfor kun nødvendig å beskrive her de parametre (filnavn) som aktivt benyttes av EPISODE, og som ikke benyttes av PREPROC. Dette gjelder hovedfil for utslippsdata og hovedfil for konsentrasjonsdata. De andre parametrene på inngangsdatafilen til EPISODE er beskrevet i kapittel 3 eller blir beskrevet i kapittel 5.

4.1.1 Hovedfil for utslippsdata ('../dat/emis_XXX_gren.dat')

Filen inneholder følgende parametre:

- Navn på fil med utslipp fra arealkilder
- Navn på fil med utslippsfaktorer for arealkilder
- Navn på fil med utslipp fra punktkilder

Fil med utslipp fra arealkilder ('../dat/asrc_XXX_gren.fld')

Filen inneholder to felter med hovedruteverdier der det første beskriver midlere utslipp fra fyring og det andre beskriver midlere utslipp fra trafikk. For nærmere beskrivelse av innholdet av filene, se vedlegg D.

Fil med faktorer for utslipp fra arealkilder ('../dat/asrf_gren.dat')

Filen inneholder faktorer som beskriver hvordan utslipp fra fyring og trafikk varierer over døgnet og over uken, inkludert variasjon over virkedag eller helgedag (lørdag og søndag).

Fil med utslipp fra punktkilder ('../dat/psrc_gren.dat')

Filen inneholder alle utslippsparametre for punktkildene i Grenland for de aktuelle komponentene (NO_x , NO_2 , SO_2 og partikler samt Cl_2 og NH_3). For nærmere beskrivelse av innholdet av filen, se vedlegg G.

4.1.2 Hovedfil for konsentrasjonsdata ('../dat/conc_xxx_gren.dat')

Filen inneholder følgende parametre:

- Navn på komponent og enhet ('xxx' og ' $\mu\text{g xxx/m}^3$ ')
- Tørravsetningshastighet (1.0E-9)
- Bakgrunnskonsentrasjon (0.0 $\mu\text{g xxx/m}^3$)
- Navn på fil med konsentrasjoner i tre lag (inngangsdata)
- Navn på fil med konsentrasjoner i tre lag (utgangsdata)
- Navn på fil med hovedrute-konsentrasjoner (primær fil)
- Navn på fil med hovedrute-konsentrasjoner (sekundær fil)
- Navn på fil med subgrid-konsentrasjoner (primær fil)
- Navn på fil med subgrid-konsentrasjoner (sekundær fil)
- Navn på fil med puff data (inngangsdata)
- Navn på fil med puff data (utgangsdata)
- Grenseverdi for bevaring av puff ved vindskift
- Grenseverdier for bevaring av puff ved adveksjon
- Avstandsfaktor i NO_2 - O_3 -modellen

Navn på komponent og enhet

Dette er to 10 karakterers tekststrenger med navn på aktuell forurensnings-komponent og tilhørende enhet. Enheten er gitt som $\mu\text{g xxx/m}^3$ der 'xxx' betegner aktuell forurensningskomponent.

Tørravsetningshastighet

I beregningene regner vi ikke med tørravsetning. Tørravsetnings-hastigheten er derfor satt lik 1.0E-9 for alle komponenter.

Bakgrunnskonsentrasjon

Med bakgrunnskonsentrasjon menes en konstant konsentrasjon som adderes til de beregnede konsentrasjonsfeltene fra EPISODE. Denne parameteren er i programsystemet satt lik 0.0 da verdier for bakgrunnskonsentrasjon av de forskjellige komponentene blir estimert for hver time i programmet POSTPRO ved hjelp av målinger i deler av beregningsområdet som karakteriseres av lave konsentrasjonsbidrag fra lokale utslipp.

Fil med konsentrasjoner i tre nivåer (inngangsdata)

Filnavn: '../res/conc_xxx_gren.fld'

Filen inneholder beregnete konsentrasjoner fra forrige time. Konsentrasjonene leses inn i EPISODE og benyttes som initial konsentrasjoner i beregningen for nåværende time.

Fil med "puff" inngangsdata ('../res/puff xxx gren.dat')

Filen inneholder data for posisjon, størrelse og forurensning i gaussiske puff fra punktkildene etter forrige times beregninger. Disse data leses inn i EPISODE og benyttes som initielle puff ved beregningen for nåværende time. For nærmere beskrivelse av innholdet av filen, se vedlegg G.

Grenseverdi for bevaring av puff ved vindskift

Hvis vindretningen lokalt der et puff befinner seg endres med mer enn $\bar{\theta}$ grader fra en time til den neste vil puffet bli eliminert og massen til puffet tilført rutenettet i boks-modellen. Vi regner at puff-geometrien blir for komplisert og i realiteten ubestemt i slike vindskift-situasjoner og slike puff blir derfor ikke lenger regnet med i puff-trajektoriemodellen. I den nåværende versjonen av programsystemet er $\bar{\theta}$ satt lik 30° .

Grenseverdi for bevaring av puff ved adveksjon

Hvis et puffs størrelse, målt ved puffets spredningsparametre σ_y og σ_z , blir større enn visse fraksjoner f_y og f_z av boksstørrelsen vil puffet bli eliminert og massen til puffet tilført rutenettet i boks-modellen. Dette skjer dersom $\sigma_y > f_y \cdot \min(\Delta_x, \Delta_y)$ eller $\sigma_z > f_{z_k} \cdot \Delta_{z_k}$ der Δ_x og Δ_y betegner rute-størrelsen horisontalt ($\Delta_x = \Delta_y = 100$ m), og Δ_{z_k} betegner rutestørrelsen vertikalt i boksmodellen der k betegner det vertikale laget puffet befinner seg i ($\Delta_{z_1} = 50$ m, $\Delta_{z_2} = 50$ m og $\Delta_{z_3} = 100$ m). I den nåværende versjonen av programsystemet er f_y satt lik 0.01 mens f_{z_k} er satt lik henholdsvis 0,2, 0,2 og 0,1 for $k=1, 2$, og 3.

4.2 KJØRING AV EPISODE. MELDINGER.

Det forutsettes at brukeren etter innlogging går til programkatalogen for spesial beregninger ved hjelp av UNIX-kommandoen 'cd' (change directory). Dette utføres ved:

```
% cd /usr/sft/special/pro
```

Deretter kan EPISODE kjøres med kommandoen:

```
% episode < ../dat/sdio_xxx_gren.dat
```

Navn på inngangsdatafil ('../dat/main_xxx_epis.dat') og meldingsfil ('../res/mess_xxx_epis.dat') leses fra filen '../dat/sdio_xxx_epis.dat'.

Her må 'xxx' byttes ut med navnet på den komponent man ønsker å utføre beregninger for. Aktuelle komponenter er 'nox' for beregning av NO_x , 'so2' for beregning av SO_2 og 'par' for beregning av partikler, samt eventuelt 'cl2' og 'nh3' for beregning av henholdsvis Cl_2 og NH_3 .

For beregning av NO_2 og ozon (O_3) må man først gjøre beregninger for NO_x . Deretter gjøres beregninger av NO_2 og ozon samtidig ved å benytte komponentnavnet 'oxx' (oksidanter).

I program-katalogen finnes også script-filer 'run_xxx_epis' for kjøring av EPISODE. Brukeren kan derfor alternativt kjøre programmet for komponent 'xxx' med kommandoen:

```
% run_xxx_epis
```

Meldinger fra programmet skrives til '../res/mess_xxx_epis.dat'. Dette er en vanlig ASCII-fil som er lesbar i en editor. I vedlegg J er det gitt eksempel på meldingsfil fra EPISODE.

Programmet kan også startes interaktivt ved:

```
% episode
```

Programmet vil da spørre brukeren om navn på inngangsdatafil og meldingsfil. Brukes filnavnet '-stdout' som meldingsfil vil alle meldinger fra programmet bli skrevet til skjermen (terminalen) istedenfor til en fil på tilsvarende måte som i programmet PREPROC.

4.3 RESULTATER FRA EPISODE

4.3.1 Fil med konsentrasjoner i tre nivåer (utgangsdata)

Filnavn: '../res/conc_xxx_gren.fld'

Etter beregningene med EPISODE vil denne filen inneholde konsentrasjonsfelter (hovedruteverdier) i de tre vertikale lag (nivåer) i området, i samsvar med nye utslipp og spredningsforhold. Det er i programsystemet i Grenland benyttet samme filnavn for konsentrasjonsfelt utgangsdata som for inngangsdata. Inngangsdatafilen med konsentrasjonsverdier blir derfor

for hver kjøring av EPISODE oppdatert med aktuelle konsentrasjoner.

4.3.2 Fil med hovedrute-konsentrasjoner (primær fil)

Filnavn: '../res/mcon_xxx_gren.fld'

Filen vil inneholde konsentrasjonsfelt (hovedruteverdier) i bakkenivå. I programsystemet i Grenland blir konsentrasjonsverdiene på denne filen oversendt til HP-maskinen for grafisk fremstilling.

4.3.3 Fil med hovedrute-konsentrasjoner (sekundær fil)

Denne filen blir kun benyttet i forbindelse med beregninger for NO_x . Filnavnet vil da være '../res/mcob_nox_gren.fld'. For alle andre komponenter vil filnavnet være blankt. Ved beregninger for NO_x vil filen inneholde konsentrasjonsfelt (hovedruteverdier) av NO_x i bakkenivå som kun er beregnet av adveksjons-diffusjons boks-modellen i EPISODE og der konsentrasjonsbidrag fra puff-trajektorie modellen ikke er tatt med. Disse konsentrasjonsverdiene bevares separat for senere å kunne regnes om til NO_2 -verdier basert på en antagelse om fotokjemisk likevekt.

4.3.4 Fil med subgrid-konsentrasjoner (primær fil)

Filnavn: '../res/scon_xxx_gren.fld'

Filen vil inneholde konsentrasjonsfelt (subgrid-verdier) i bakkenivå. Også konsentrasjonsverdiene på denne filen blir oversendt til HP-maskinen for grafisk fremstilling.

4.3.5 Fil med subgrid-konsentrasjoner (sekundær fil)

Denne filen blir også kun benyttet i forbindelse med beregninger for NO_x . Filnavnet vil da være '../res/scop_nox_gren.fled'. For alle andre komponenter vil filnavnet være blankt. Ved beregninger for NO_x vil filen inneholde konsentrasjonsfelt (subgridruteverdier) av NO_x i bakkenivå som kun er beregnet av puff-trajektorie modellen i EPISODE og der konsentrasjonsbidrag fra adveksjons-diffusjons boks-modellen ikke er tatt med. Disse konsentrasjonsverdiene baseres separat for senere å kunne regnes om til NO_2 -verdier basert på en modell for lokal dannelse av NO_2 i plumer.

4.3.6 Fil med puff (utgangsdata)

Filnavn: '../res/puff_xxx_gren.dat'

Etter beregningene med EPISODE vil filen inneholde data for puff i samsvar med nye utslipp og spredningsforhold. Det er i programsystemet i Grenland benyttet samme filnavn for puff utgangsdata som for puff inngangsdata. Inngangsdatafilen blir derfor for hver kjøring av EPISODE oppdatert med aktuelle puff-data. For nærmere beskrivelse av innholdet av filen, se vedlegg G.

5 PROGRAM FOR EVALUERING AV SPREDNINGSMODELLEN OG FOR KORREKSJON AV BEREGNETE KONSENTRASJONER (POSTPRO)

Programmet leser konsentrasjonsfelter beregnet med EPISODE samt måledata for luftkvalitet fra Indic Airviro databasen og beregner timevise korrigerte konsentrasjonsfelter. De korrigerte konsentrasjonsfeltene er basert på estimering av en bakgrunns-konsentrasjon samt en beregnet korreksjonsfaktor for de spredningsberegnete feltene.

I tillegg skriver programmet ut en alarm-melding på fil dersom enten målte konsentrasjoner overskrider bestemte brukerdefinererte nivåer eller dersom det forekommer større avvik mellom målte og beregnete verdier på målestasjonene i området.

Programmet utfører også beregning av NO_2 og O_3 basert på en modell for fotokjemisk likevekt og basert på beregninger av NO_x og O_x ($\text{NO}_2 + \text{O}_3$) med programmet EPISODE.

5.1 INNGANGSDATA TIL POSTPRO

5.1.1 Fil med hovedrute-konsentrasjoner (primær fil)

Filnavn: `'../res/mcon_xxx_gren.fld'`

Filen inneholder konsentrasjonsfelt (hovedruteverdier) i bakkenivå for komponent 'xxx' beregnet i programmet EPISODE.

5.1.2 Fil med hovedrute-konsentrasjoner (sekundær fil)

Denne filen blir kun benyttet i forbindelse med beregninger for NO_x . Filnavnet vil da være `'../res/mcob_nox_gren.fld'`. For alle andre komponenter vil filnavnet være blankt. For beskrivelse av innholdet av filen, se avsnitt 4.3.3.

5.1.3 Fil med subgrid-konsentrasjoner (primær fil)

Filnavn: `'../res/scon_xxx_gren.fld'`.

Filen inneholder konsentrasjonsfelt (subgridverdier) i bakkenivå for komponent 'xxx' beregnet i programmet EPISODE.

5.1.4 Fil med subgrid-konsentrasjoner (sekundær fil)

Denne filen blir kun benyttet i forbindelse med beregninger for NO_x . Filnavnet vil da være '../res/scop_nox_gren.fld'. For alle andre komponenter vil filnavnet være blankt. For beskrivelse av innholdet av filen, se avsnitt 4.3.5.

5.1.5 Fil med spesielle inngangsdata til POSTPRO ('../dat/post_XXX_gren.dat')

Filen inneholder følgende parametre:

- Navn på fil med korrigerte hovedrute konsentrasjoner (primær fil)
- Navn på fil med korrigerte hovedrute konsentrasjoner (sekundærfil)
- Navn på fil med korrigerte subgrid konsentrasjoner (primær fil)
- Navn på fil med korrigerte subgrid konsentrasjoner (sekundær fil)
- Navn på fil med observerte og beregnete verdier
- Søkerradius for "matching"-prosedyren
- Navn på fil med "alarm"-meldinger
- Grenseverdi for alarm (konsentrasjonsnivå)
- Grenseverdi for alarm (forhold observert/beregnet)
- Navn på fil med bakgrunnskonsentrasjon av NO_x
- Navn på fil med hovedrute konsentrasjoner av NO_x
- Navn på fil med subgrid konsentrasjoner av NO_x
- Navn på fil med hovedrute konsentrasjoner av NO_2
- Navn på fil med subgrid konsentrasjoner av NO_2
- Navn på fil med hovedrute konsentrasjoner av O_3
- Navn på fil med subgrid konsentrasjoner av O_3 .

5.1.6 Fil med database-nøkler for luftkvalitet

Alle "nøkler" som brukes for å hente måledata for luftkvalitet fra Indic Airviro databasen leses fra filen '..dat/keyc_gren.dat'.

Filen inneholder følgende parametre:

```

-   Antall nøkler (24)
-   NO      Klyve      ('NK1+K0002000','NO-KL', 34,7, 57,3)
-   NO2    Klyve      ('NK1+K0003000','NO2-KL', 34,7, 57,3)
-   O3     Klyve      ('NK1+K0008000','O3-KL', 34,7, 57,3)
-   NO      Ås         ('NK2+K0002000','NO-ÅS', 37,8, 50,4)
-   NO2    Ås         ('NK2+K0003000','NO2-ÅS', 37,8, 50,4)
-   SO2    Skistredet ('NK3+K0001000','SO2-SK', 34,6, 63,4)
-   SO2    Georg St.gt. ('NK4+K0001000','SO2-GE', 35,5, 62,8)
-   O3     Langesund  ('NK5+K0008000','O3-LA', 42,7, 42,7)
-   O3     Haukenes   ('NK9+K0008000','O3-HA', 27,8, 62,8)
-   SO2    DOAS 1     ('N01+00001001','SO2-P1', 35,4, 55,1, 37,6, 55,1)
-   SO2    DOAS 2     ('N01+00001001','SO2-P2', 35,4, 55,1, 35,9, 55,0)
-   SO2    DOAS 3     ('N01+00001003','SO2-P3', 35,4, 55,1, 35,0, 54,8)
-   NO      DOAS 4     ('N01+00002004','NO-P4', 35,4, 55,1, 35,2, 55,0)
-   NO2    DOAS 1     ('N01+00003001','NO2-P1', 35,4, 55,1, 37,6, 55,1)
-   NO2    DOAS 2     ('N01+00003002','NO2-P2', 35,4, 55,1, 35,9, 55,0)
-   NO2    DOAS 3     ('N01+00003003','NO2-P3', 35,4, 55,1, 35,0, 54,8)
-   O3     DOAS 2     ('N01+00008002','O3-P2', 35,4, 55,1, 35,9, 55,0)
-   O3     DOAS 3     ('N01+00008003','O3-P3', 35,4, 55,1, 35,0, 54,8)
-   NH3    DOAS 2     ('N01+00017002','NH3-P2', 35,4, 55,1, 35,9, 55,0)
-   NH3    DOAS 3     ('N01+00017003','NH3-P3', 35,4, 55,1, 35,0, 54,8)
-   NH3    DOAS 4     ('N01+00017004','NH3-P4', 35,4, 55,1, 35,2, 55,0)
-   Cl2    DOAS 1     ('N01+00040001','Cl2-P1', 35,4, 55,1, 37,6, 55,1)
-   Cl2    DOAS 2     ('N01+00040002','Cl2-P2', 35,4, 55,1, 35,9, 55,0)
-   Cl2    DOAS 3     ('N01+00040003','Cl2-P3', 35,4, 55,1, 35,0, 54,8)

```

Parameter nr. 1 er selve databasenøkkelen. Parameter nr. 2 er en tekststreng som skrives på filen for samtidige observerte og beregnede konsentrasjoner '..res/sync_xxx_gren.dat' der 'xxx' betegner aktuell forurensningskomponent. De to siste parametre for 'K'-type stasjon betegner UTM-koordinaten for målestasjonen, mens det for 'O'-type stasjon dvs. DOAS-instrumentet er angitt start- og slutt-koordinater for lys-strålen.

5.2 KJØRING AV POSTPRO. MELDINGER.

Det forutsettes at brukeren etter innlogging går til program-katalogen for spesial beregninger ved hjelp av UNIX-kommandoen 'cd' (change directory). Dette utføres ved:

```
% cd /usr/sft/special/pro
```

Deretter kan POSTPRO kjøres med kommandoen:

```
% postpro < ../dat/sdio_xxx_post.dat
```

Navn på inngangsdatafil ('../dat/main_xxx_post.dat') og meldingsfil ('../res/mess_xxx_post.dat') leses fra filen '../dat/sdio_xxx_post.dat'.

Her må 'xxx' byttes ut med navnet på den komponent man ønsker å kjøre for. Aktuelle komponenter er 'nox', 'no2', 'ozo' (ozon), 'so2', og 'par' (partikler). For beregning av NO₂ og ozon (O₃) må man først gjøre beregninger for NO_x.

I program-katalogen finnes også script-filer 'run_xxx_post' som inneholder disse kommandoene. Brukeren kan derfor alternativt kjøre programmet for komponent 'xxx' med kommandoen:

```
% run_xxx_post
```

Meldinger fra programmet skrives til '../res/mess_xxx_epis.dat'. Dette er en vanlig ASCII-fil som er lesbar i en editor. I vedlegg J er det gitt eksempel på meldingsfil fra POSTPRO.

Programmet kan også startes interaktivt ved:

```
% postpro
```

Programmet vil da spørre brukeren om navn på inngangsdatafil og meldingsfil. Brukes filnavnet '-stdout' som meldingsfil vil

alle meldinger fra programmet bli skrevet til skjermen (terminalen) istedenfor til en fil på tilsvarende måte som i programmene PREPROC og EPISODE.

5.3 RESULTATER FRA POSTPRO

5.3.1 Fil med korrigerte hovedrute-konsentrasjoner (primær fil)

Filnavn: './res/mcor_xxx_gren.fld'

Filen vil inneholde korrigerte konsentrasjonsfelt (hovedruteverdier) i bakkenivå der det er addert til bakgrunnskonsentrasjoner og multiplisert med en korreksjonsfaktor basert på både målte og beregnede verdier (EPISODE). I programsystemet i Grenland blir også disse konsentrasjonsfeltene oversendt til HP-maskinen for grafisk fremstilling.

5.3.2 Fil med korrigerte hovedrute-konsentrasjoner (sekundær fil)

Denne filen blir kun benyttet i forbindelse med beregninger for NO_x . Filnavnet vil da være './res/mcrb_nox_gren.fld'. For alle andre komponenter vil filnavnet være blankt. Ved beregninger for NO_x vil innholdet av filen være basert på inngangsdatafilen beskrevet i avsnitt 5.1.2, og med samme type korreksjoner som beskrevet i avsnitt 5.3.1.

5.3.3 Fil med korrigerte subgrid-konsentrasjoner (primær fil)

Filnavn: './res/scor_xxx_gren.fld'

Filen vil inneholde korrigerte konsentrasjonsfelt (subgrid ruteverdier) i bakkenivå. (Korrigert på samme måte som for hovedrutefeltene.) Også disse konsentrasjonsverdiene blir oversendt til HP-maskinen for grafisk fremstilling.

5.3.4 Fil med korrigerte subgrid-konsentrasjoner (sekundær fil)

Denne filen blir også kun benyttet i forbindelse med beregninger for NO_x. Filnavnet vil da være './res/scrp_nox_gren.fld'. For alle andre komponenter vil filnavnet være blankt. Ved beregninger for NO_x vil innholdet av filen være basert på inngangsdata-filen beskrevet i avsnitt 5.1.4, og med samme type korreksjoner som beskrevet i avsnitt 5.3.1 bortsett fra at bakgrunnskonsentrasjoner ikke blir addert til.

5.3.5 Fil med observerte og beregnete verdier

Filnavn: './res/sync_xxx_01km.dat'

Filen vil inneholde observerte og beregnete verdier på de forskjellige målestasjonene, samt bakgrunnskonsentrasjon og korreksjonsfaktor for hver time det er utført beregninger for.

De beregnete verdiene i filen inkluderer såkalt "matching" med 1 km søkeradius. Dette innebærer at man velger den verdi i beregningsfeltet som best overensstemmer med målingen innenfor en radius på 1 km fra målestasjonen. Det eneste unntaket er for SO₂ der vi har valgt en søkeradius på 250 m.

5.3.6 Fil med alarm-meldinger

Filnavn: './res/alar_xxx_gren.dat'

Alarm-meldinger skrives ut på denne filen for den aktuelle forurensningskomponent 'xxx' dersom enten observert konsentrasjon overskrider bestemte brukerdefinerte grenseverdier eller dersom det forekommer større avvik mellom observerte og beregnete verdier. Avvik blir beregnet som forholdet mellom observert og beregnet verdi Φ_i definert ved

$$\Phi_i = \frac{\max(O_i - \beta, 30.0)}{\max(P_i, 30.0)}$$

der O_i og P_i betegner observert og beregnet verdi på målestasjon i og β betegner estimert bakgrunnskonsentrasjon. Alarmmelding skrives ut dersom $\Phi_i > \bar{\Phi}$ der $\bar{\Phi}$ er en brukerdefinert grense. I programsystemet i Grenland er $\bar{\Phi} = 3.0$.

5.3.7 Spesielle filer i forbindelse med NO₂-O₃ modellen

De siste 7 parametre på filen som er beskrevet i avsnitt 5.1.5 er filnavn som brukes spesielt av NO₂-O₃ modellen i POSTPRO. Disse filnavnene er i programsystemet følgende:

Parameter	Filnavn
10	'../res/back_nox_gren.dat'
11	'../res/mcon_nox_gren.fld'
12	'../res/scon_nox_gren.fld'
13	'../res/mcon_no2_gren.fld'
14	'../res/scon_no2_gren.fld'
15	'../res/mcon_ozo_gren.fld'
16	'../res/scon_ozo_gren.fld'

6 USIKKERHETER I BEREGNINGENE

På grunnlag av målinger og beregninger i 1988, ble en statistisk korreksjonsmodell utarbeidet basert på følgende ligning:

$$c_i = \varphi_A \cdot A_i + \varphi_P \left(\varphi_i + \left(\frac{\partial P}{\partial X} \right)_i \Delta x_i + \left(\frac{\partial P}{\partial Y} \right)_i \Delta y_i + \left(\frac{\partial P}{\partial Z} \right)_i \Delta z_i \right) + \beta$$

c_i = korrigerede konsentrasjoner på målestasjonene.
 $i = 1, \dots, n$.

A, P = beregnet romlig konsentrasjonsfordeling fra henholdsvis arealkildene (A) og punktkildene (P).

A_i, P_i = konsentrasjonsverdier for arealkildene og punktkildene på målestasjonene $i=1, \dots, n$.

φ_A, φ_P =amplitude-korreksjon for den romlige konsentrasjonsfordelingen som følge av arealkildene (φ_A) og som følge av punktkildene (φ_P).

$\Delta x_i, \Delta y_i, \Delta z_i$ = lokale usikkerheter i lokaliseringen av forurensningsskyen fra punktkildene ved målestasjonene $i=1, \dots, n$.

β = konsentrasjonsbidraget fra kilder utenfor området.

På grunnlag av timevise data ble korreksjonsparametrene $\varphi_A, \varphi_P, \Delta x_i, \Delta y_i, \Delta z_i$ og β valgt slik at avviket mellom målte og beregnede konsentrasjoner (ε_i) ble minimalisert på målestasjonene.

$$\varepsilon_i = O_i - c_i (\varphi_A, \varphi_P, \Delta \vec{r}, \beta) \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Korreksjonsparametrene φ_A og φ_P for vinterperioden 1988 er vist i tabell 1 for stasjonene Ås, Klyve og Kleiva.

Tabell 1: Korreksjonsparametere bestemt for vinterperioden 1988.

	Middelverdi	Standardavvik
φ_A : Korreksjonsfaktor for areal-kildebidraget	0,98	0,3
φ_P : Korreksjonsfaktor for punkt-kildebidraget	0,88	0,3
ε_i : Uforklart avvik mellom observerte og beregnede konsentrasjoner på enkeltstasjoner. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Ås	-16	24
Klyve	- 6	19
Kleiva	- 9	27

Disse beregningene har indikert grenser for nøyaktighet som kan innarbeides i overvåkingssystemet.

Beregningsmodellen overestimerer svakt bidraget fra arealkildene (skaleringfaktor 0.98) og bidraget fra punktkildene (skaleringfaktor 0.88). Standardavviket i timevise variasjoner i korreksjonsfaktorene var både for arealkilder og for punktkilder 0.3.

Når måleverdiene fra fem målestasjoner betraktes under ett, kan usikkerheten i timevise beregningsverdier for konsentrasjonsbidrag fra punktkilder og fra arealkilder anslås til 30-60%. I tillegg må en regne med at konsentrasjonsbidrag på enkeltstasjoner ($20-40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) som ikke er innarbeidet i modellen. NILU foreslår derfor at målte konsentrasjoner som avviker mer enn 50% fra beregningsverdien bevares for videre bearbeiding når konsentrasjonen av NO_x er over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Når flere timeverdier med avvik mellom observerte og beregnete konsentrasjoner bearbeides samlet, kan usikkerheten reduseres. Disse vurderingene gjelder for observerte og beregnete verdier på Ås, Klyve og Kleiva som inngår i overvåkingsnettets.

7 REFERANSER

- Grønskei K.E., Walker S.E, Gram F. (1990) Korttidsstudie av sammenhengen mellom luftforurensninger og helsevirkninger i Grenland. Beregning av romlige konsentrasjonsfordelinger basert på timevise målinger. Datagrunnlag for eksponering. Lillestrøm (NILU OR 65/90).
- Journel A.G., Huijbregts Ch.J. (1981) Mining Geostatistics. London, Academic Press.

VEDLEGG A

Beregning av temperatur og
temperatur-gradient felter

- A1 Beskrivelse av metoden
- A2 Referanser

A1 BESKRIVELSE AV METODEN

Temperaturfeltet er definert som verdier av temperatur i 25 m o.b. som tilsvarer midtpunktet i det nederste laget i spredningsmodellen. I Indic Airviro databasen er det lagret målt temperatur på de tre målestasjonene Hydro Herøya, Union Skien og Ås. Det har derfor vært nødvendig å interpolere målte temperaturer til et hovedrutefelt av verdier i 25 m o.b. Metoden er basert på bruk av statistisk interpolasjon (Ordinary Kriging) av måleverdiene.

Siden temperaturfeltet er definert i 25 m o.b. blir først de målte temperaturene justert opp til 25 m o.b. Dette gjøres ved å bruke målt temperaturdifferanse ΔT på Ås. Temperaturen T_{25m} på en målestasjon er da definert ved:

$$T_{25m} = T_h + (25-h) \frac{\Delta T}{15}$$

der h er høyden som temperaturen er målt i på målestasjonen og ΔT er temperaturdifferansen målt på Ås.

La T_1 , T_2 og T_3 betegne målt temperatur justert til 25 m o.b. for de tre målestasjonene i området. Da vil temperaturen $T_{i,j}$ i hovedrute (i,j) bli beregnet ved:

$$T_{i,j} = w_{i,j}(1)T_1 + w_{i,j}(2)T_2 + w_{i,j}(3)T_3$$

der $w_{i,j}(k)$ for $k=1,2,3$ betegner vekten som målestasjon k tillegges i rute (i,j) . Metoden for å bestemme vektene $w_{i,j}(k)$ ved Ordinary Kriging er beskrevet av Walker i 1990.

Under Ordinary Kriging gjelder at

$$w_{i,j}(1) + w_{i,j}(2) + w_{i,j}(3) = 1$$

Dette innebærer at dersom temperaturen er lik på alle målestasjonene vil temperaturfeltet bli konstant og homogent med denne temperatur-verdien. I tillegg vil det interpolerte temperaturfeltet alltid overenstemme med målt verdi for temperatur i den rute som målestasjonen befinner seg i.

Dersom en måleverdi for temperatur mangler på en stasjon vil måleverdien på denne stasjonen bli erstattet av temperaturverdi basert på de eksisterende målingene. Dette gjøres på følgende måte: Hvis en måleverdi mangler vil den bli erstattet av gjennomsnittet av de to andre måleverdiene. Dersom to måleverdier mangler settes de begge lik den tredje måleverdien. Hvis derimot alle tre måleverdiene for temperatur mangler vil det bli generert et temperaturfelt med konstant verdi -9900.0 (NILUs betegnelse som betyr manglende data).

Temperaturgradient-feltet er basert på den ene målingen av temperatur-differansen som gjøres i området nemlig på AWS-stasjonen på Ås. Dette feltet vil derfor alltid være et konstant homogent felt med den samme verdien i alle ruter:

$$\left(\frac{\partial T}{\partial Z}\right)_{ij} = \frac{\Delta T}{15.0}$$

Dersom målt temperaturdifferanse på Ås mangler vil det bli generert et temperaturgradient-felt med konstant verdi -9900.0 (NILU-kode for manglende data).

A2 REFERANSER

Grønskei K.E., Walker S.E, Gram F. (1990) Korttidsstudie av sammenhengen mellom luftforurensninger og helsevirkninger i Grenland. Beregning av romlige konsentrasjonsfordelinger basert på timevise målinger. Datagrunnlag for eksponering. Lillestrøm (NILU OR 65/90).

Journel A.G., Huijbregts Ch.J. (1981) Mining Geostatistics. London, Academic Press.

VEDLEGG B

Beregning av vindfelter

B1 Beskrivelse av metoden

B2 Referanser

B1 BESKRIVELSE AV METODEN

Vindfeltet er definert som verdier av u- og v-komponent av vind i 25 m, 75 m og i 150 m o.b som tilsvarer midtpunktene av de tre lagene spredningsmodellen er delt inn i. I Indic Airviro databasen er det lagret målt vindstyrke og retning på de tre målestasjonene Hydro Herøya, Union Skien og Ås. Det har derfor vært nødvendig å konvertere målt vindstyrke og retning til u- og v-komponenter av vind og interpolere verdiene til hovedrutefelt av u- og v-verdier av vind. Metoden er basert på bruk av statistisk interpolasjon (Ordinary Kriging) av måleverdiene.

Målt vindstyrke FF_h på målestasjonene blir først justert opp til 25 m o.b. ved bruk av følgende formel for vindprofil:

$$FF_{25m} = FF_h \left(\frac{25}{h}\right)^{k_s}$$

der h er høyden som vindmålingen er utført i og k_s en eksponent som er avhengig av stabiliteten. I beregningene er $k_s = 0,20, 0,28, 0,36$ og $0,42$ for henholdsvis ustabile, nøytrale, lett stabile og stabile forhold.

La u_1, u_2 og u_3 betegne målt u-komponent av vind justert til 25 m o.b. for de tre målestasjonene i området, og la u_1, v_1, u_2, v_2, u_3 og v_3 på tilsvarende måte betegne målte vindkomponenter på de tre stasjonene. Da vil u- og v-komponenter u_{ij} og v_{ij} i hovedrute (i,j) bli beregnet ved:

$$\begin{aligned} u_{ij} &= w_{ij}^u(1)u_1 + w_{ij}^u(2)u_2 + w_{ij}^u(3)u_3 \\ v_{ij} &= w_{ij}^v(1)v_1 + w_{ij}^v(2)v_2 + w_{ij}^v(3)v_3 \end{aligned}$$

der $w_{ij}^u(k)$ og $w_{ij}^v(k)$ for $k=1,2,3$ betegner vektene som målestasjon k tillegges i hovedrute (i,j) . Metoden for å bestemme vektene $w_{ij}^u(k)$ og $w_{ij}^v(k)$ ved Ordinary Kriging er beskrevet av Walker i 1990.

Under Ordinary Kriging gjelder at

$$w_{ij}^u(1) + w_{ij}^u(2) + w_{ij}^u(3) = 1$$

$$w_{ij}^v(1) + w_{ij}^v(2) + w_{ij}^v(3) = 1$$

Dette innebærer at dersom vindstyrke og retning er lik på alle målestasjonene vil vindfeltet bli konstant og homogent. I tillegg vil det interpolerte vindfeltet alltid overenstemme med målt verdi for vind i den rute der målestasjonen befinner seg.

Dersom en vindmåling (u og v) på en stasjon mangler vil måleverdien på denne stasjonen bli erstattet av en verdi basert på de eksisterende målingene. Dette gjøres på følgende måte: Hvis en måleverdi mangler vil den bli erstattet av gjennomsnittet av de to andre måleverdiene. Dersom to måleverdier mangler settes de begge lik den tredje måleverdien. Hvis derimot alle tre måleverdiene for vind mangler vil det bli generert et vindfelt med konstant verdi -9900.0 (NILUs betegnelse for manglende data).

Vindfeltet i lag 3 (150 m) er basert på måling av vind i 25 m på AWS-stasjonen på Ås. Dette feltet vil derfor alltid være et konstant homogent vindfelt lik målt vind på Ås.

Vindfeltet i lag 2 (75 m) er basert på lineær interpolasjon av vindfeltene i lag 1 og 3.

$$u_{ij}^2 = 0.6 u_{ij}^1 + 0.4 u_{ij}^3$$

$$v_{ij}^2 = 0.6 v_{ij}^1 + 0.4 v_{ij}^3$$

B2 REFERANSER

Grønskei K.E., Walker S.E, Gram F. (1990) Korttidsstudie av sammenhengen mellom luftforurensninger og helsevirkninger i Grenland. Beregning av romlige konsentrasjonsfordelinger basert på timevise målinger. Datagrunnlag for eksponering. Lillestrøm (NILU OR 65/90).

Journel A.G., Huijbregts Ch.J. (1981) Mining Geostatistics. London, Academic Press.

VEDLEGG C

Beregning av turbulensfelter

- C1 Beskrivelse av metoden
- C2 Referanser

C1 BESKRIVELSE AV METODEN

Spredning av forurensninger i atmosfæren er avhengig av turbulensen i atmosfæren og av gradientene i forurensningskonsentrasjonene. Fluksen beskrives på følgende form langt fra utslippene:

$$\vec{F} = C'W' \vec{k} + \overline{\vec{V}_u' C'} = -K_z \frac{\partial C}{\partial z} \vec{k} - K_h \cdot \Delta_h C \quad (C1)$$

$$K_z = \sigma_w^2 \cdot T_L \quad (C2)$$

$$K_h \approx K_x \approx K_y = \sigma_v^2 \cdot T_{Lh} \quad (C3)$$

Utvekslingskoeffisienten K estimeres ved hjelp av standardavviket av hastighetsfluktuasjonene og turbulensskalaen i hver retning. For å generalisere beregningsprosedyrene til å gjelde i ulik avstand fra utslippene er "plumeformelen" benyttet til å beregne utvekslingen mellom lagene (se vedleggene F og G).

I helseprosjektet i 1988 ble hastighetsfluktuasjonene målt ved hjelp av timevise sodardata i høydeintervallet 50-200 m over bakken. Bearbeiding av data indikerte at ved vanlig forekommende vindhastigheter er turbulensintensiteten tilnærmet konstant innenfor angitte intervaller av vindhastigheten. Når en ikke har sodarmålinger av vind og turbulens som funksjon av høyden over bakken, er følgende formler benyttet:

$$|V| < 2.0 \text{ m/s}$$

$$\sigma_v(25\text{m}) = \sigma_v(75\text{m}) = 0.74 \text{ m/s}, \quad \sigma_v(150\text{m}) = 0.85 \text{ m/s} \quad (C4)$$

$$\sigma_w(50\text{m}) = 0.37 \text{ m/s}, \quad \sigma_w(100\text{m}) = \sigma_w(200\text{m}) = 0.4 \text{ m/s}$$

$$2 \text{ m/s} \leq |V| < 4 \text{ m/s}$$

$$\sigma_v(25\text{m}) = \sigma_v(75\text{m}) = 1.0 \text{ m/s}, \quad \sigma_v(150\text{m}) = 1.05 \text{ m/s}$$

$$\sigma_w(50\text{m}) = \sigma_w(100\text{m}) = \sigma_w(200\text{m}) = 0.5 \text{ m/s}$$

$$4 \text{ m/s} \leq |V| < 6 \text{ m/s}$$

$$\sigma_v (25\text{m}) = \sigma_v (75\text{m}) = 1.5 \text{ m/s}, \sigma_v (150\text{m}) = 1.6 \text{ m/s}$$

$$\sigma_w (50\text{m}) = \sigma_w (100\text{m}) = 0.7 \text{ m/s}, \sigma_w (200\text{m}) = 0.85 \text{ m/s}$$

$$6 \text{ m/s} \leq |V|$$

$$\sigma_v (25\text{m}) = \sigma_v (75\text{m}) = 1.7 \text{ m/s}, \sigma_v (150\text{m}) = 2 \text{ m/s}$$

$$\sigma_w (50\text{m}) = 0.90, \sigma_w (100\text{m}) = \sigma_w (200\text{m}) = 1 \text{ m/s}$$

Skalaen på turbulensen er parameterisert ved høyden over bakken og ved den vertikale temperaturgradienten $\frac{d\theta}{dz}$ ifølge Venkatram (1984).

$$T_L \stackrel{\text{def}}{=} \frac{l}{\sigma_w}$$

l : turbulensens lengdeskala

σ_w : standardavvik av vertikale hastighetsfluktuasjoner

l_n : turbulensens lengdeskala ved nøytral temperaturskiktning

l_s : lengdeskalaen ved stabil temperaturskiktning

N : lokal verdi av Brunt-Väisälä frekvensen

Z_0 : ruhet

H : mixing høyde

$$\frac{1}{l} = \frac{1}{l_n} + \frac{1}{l_s}$$

$$l_n = \alpha z \quad \text{forutsatt at } z_0 \ll z \ll H$$

$$l_s = \gamma^2 \frac{\sigma_w}{N}$$

$\gamma = 0,52$, $\alpha = 0,36$ empiriske proporsjonalitetsfaktorer

$$N = \left(\frac{g}{\theta} \frac{d\theta}{dz} \right)^{0.5}$$

På grunnlag av timevise verdier for σ_w og for temperaturstrukturen vertikalt finnes verdier for T_L som funksjon av høyden.

Spredningen i horisontal retning er beskrevet ved formlene foreslått av Irwin i 1983.

$$\sigma_y = \sigma_v \cdot t / (1.0 + 0.9 (t/T_{Lh})^{0.5})$$

$$T_{Lh} = 1\ 000\ s \quad (C5)$$

Det er regnet med samme turbulensforhold i hele området. Turbulens og blandingsforholdene varierer med høyden i samsvar med typiske forhold som ble registrert av SODAR-instrumentet i 1988. Den største feilkilden forbundet med spredningsberegningene er sannsynligvis forbundet med ufullstendig kjennskap til vindforholdene i hele beregningsområdet. I denne forbindelsen kunne nøyaktigheten i overvåkingssystemet forbedres ved SODAR-målinger og/eller ved en vindmodell for området, basert på bevegelsesligningene for luftstrømmene i atmosfæren. Det foreligger planer på meteorologisk institutt om å utvikle en dynamisk vindmodell som også kan benyttes til varsling på lokalskala (f.eks. Grenland). På det nåværende tidspunkt er usikkerheten i beskrivelsen av vind og turbulensforhold innarbeidet i overvåkingssystemets usikkerhetsmodell.

C2 REFERANSER

Irwin, J.S. (1983) Estimating Plume Dispersion - A Comparison of Several Sigma Schemes. J. Climate and Appl. Meteor., 22, 92-114.

Venkatram, A., Strimaitis, D. og Dicristofaro, D. (1984) A Semiempirical model to estimate vertical dispersion of elevated releases in the stable boundary layer. Atmos. Environ., 18, 923-928.

VEDLEGG D

Beregning av utslipp fra arealkilder

D1 Beskrivelse av metoden

D2 Referanser

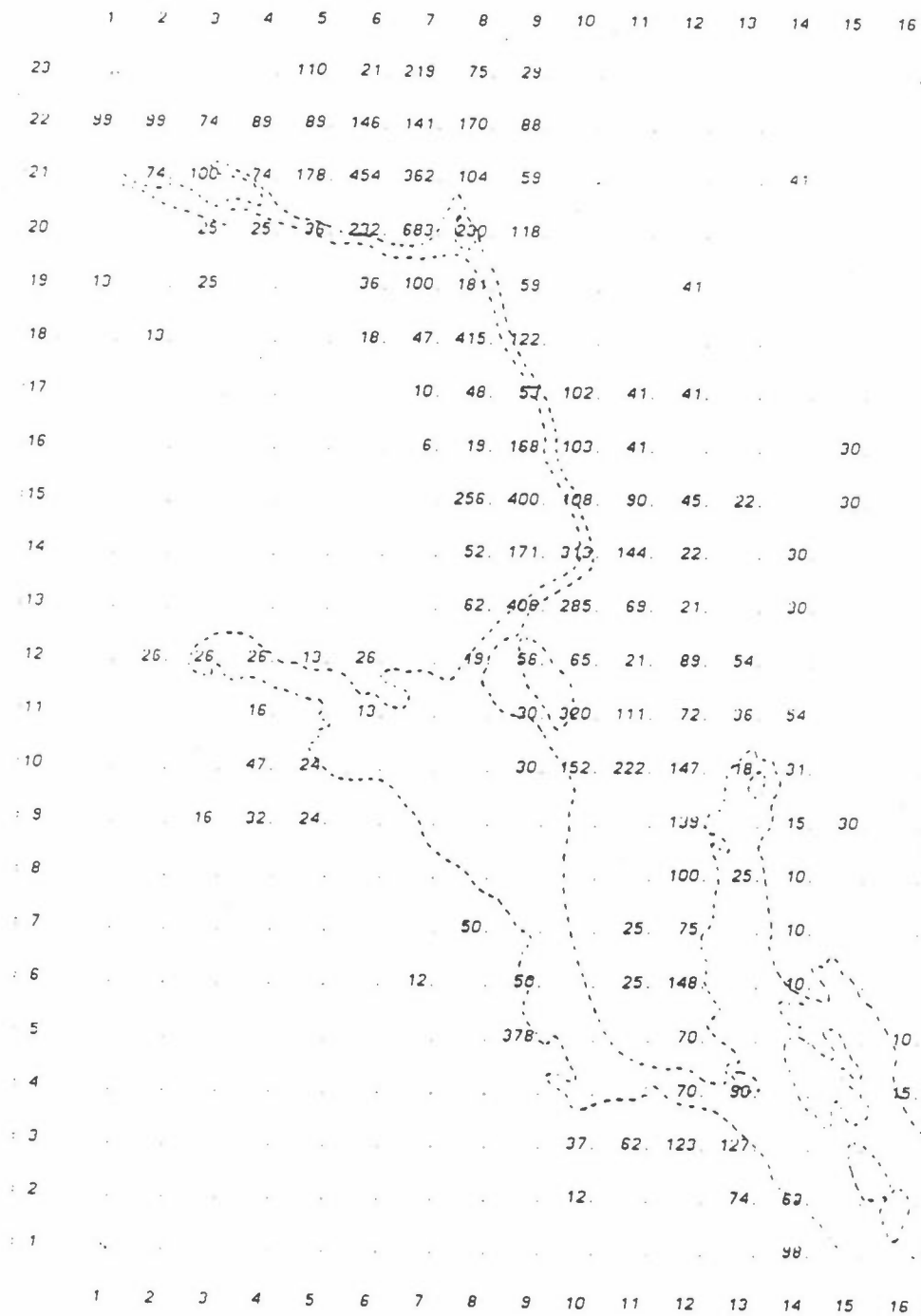
D1 BESKRIVELSE AV METODEN

I 1988 ble det gjennomført en undersøkelse av utslipp fra samtlige kildegrupper i Grenland. Data ble samlet inn ved å sende ut spørreskjema til ca. 120 bedrifter og institusjoner.

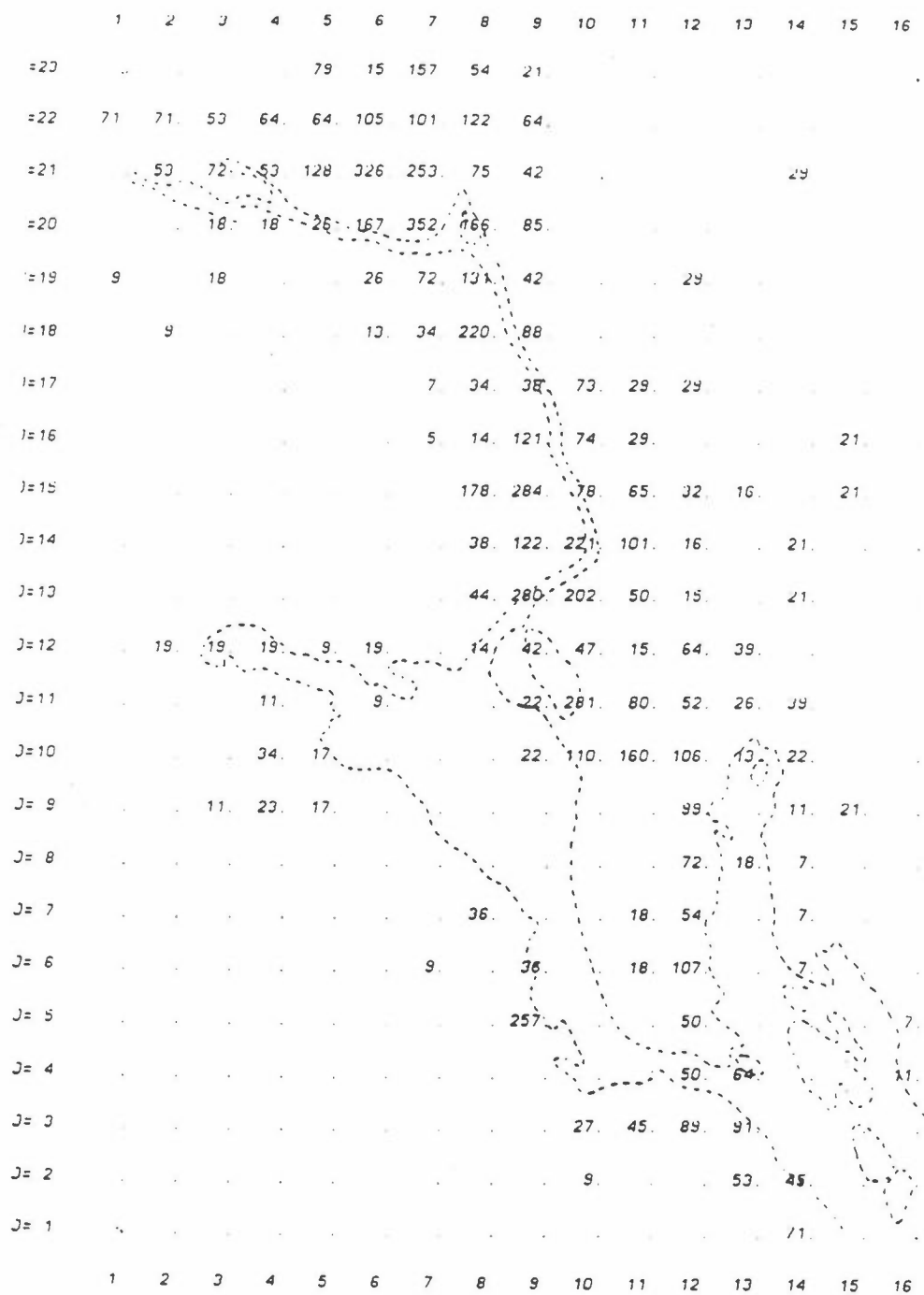
I tillegg ble det sendt spørreskjema til oljeselskapene om informasjon om totalsalget til forbruk innenfor beregningsområdet. Metoden og resultatene er beskrevet av Haugsbakk og Grønskei i 1989.

I tillegg til utslipp fra oljefyring er det regnet med utslipp fra trafikkarbeidet i området. Trafikkdata er utarbeidet av Telemark Vegkontor. Utslipet fra arealkildene som følge av oljefyring i små anlegg, når det gjelder SO_2 og NO_x , er vist i figurene D1 og D2. For NO_x er det også tatt hensyn til utslipp fra estimert vedfyring i området som vist i figur D3. Midlere utslipp fra arealkilder for SO_2 og NO_x fra biltrafikk er vist i figurene D4 og D5.

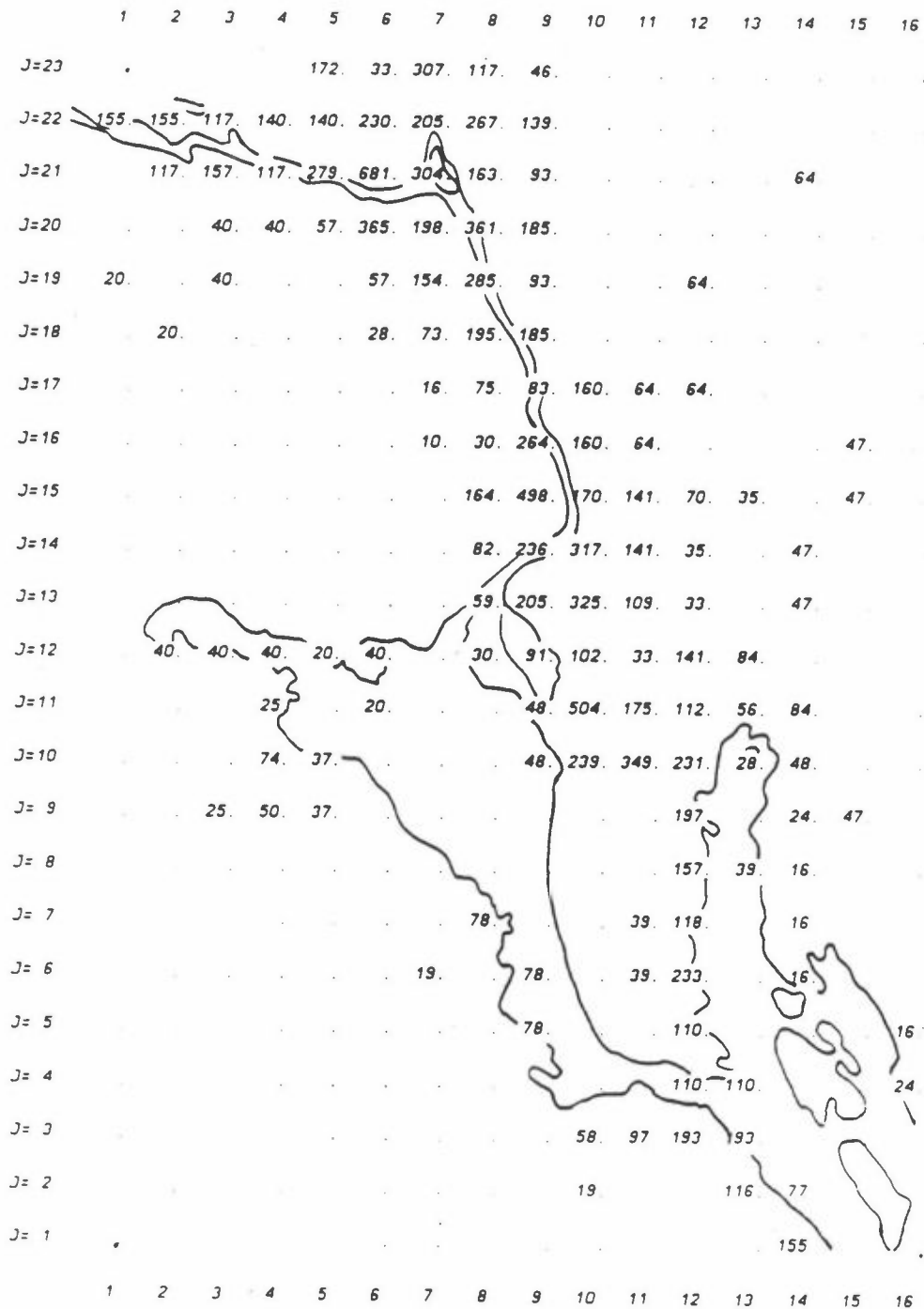
Middelutslippene er multiplisert med en faktor som varierer med tid på døgnet. Det er regnet med en faktor for biltrafikk og en faktor for fyring. Variasjonene i utslippet fra biltrafikken varierer dessuten med ukedagen i samsvar med empiriske data fra området.



Figur D1: Utslipp av SO_2 fra arealkilder som følge av oljefyring i små anlegg. Enhet: 10^{-3} kg/h.



Figur D2: Utslipp av NO_x fra arealkilder som følge av oljefyring i små anlegg. Enhet: 10^{-3} kg/h.



Figur D3: Utslipp av NO_x fra arealkilder som følge av vedfy-
ring. Enhet: 10^{-4} kg/h.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=23	1.				101.	28.	198.	68.	29.							
J=22	30.	92.	80.	80.	80.	134.	161.	161.	81.							
J=21	67.	33.	81.	193.	441.	296.	139.	53.	1.					37.		
J=20			29.	23.	61.	380.	249.	258.	122.		1.	1.	1.	1.		
J=19	43.	6.	52.	37.	29.	111.	220.	247.	96.			37.	2.			
J=18		38.	1.		49.	64.	78.	246.	181.	18.			2.			1.
J=17		1.		1.	24.	17.	60.	43.	242.	124.	47.	43.	2.			4.
J=16				4.	15.		33.	23.	275.	155.	44.	6.			28.	2.
J=15				18.				110.	438.	150.	87.	43.	20.		30.	
J=14			14.	14.			1.	48.	295.	281.	81.	20.		28.	2.	
J=13		11.	20.				1.	51.	210.	246.	179.	27.		31.		
J=12	7.	45.	28.	35.	24.	36.	20.	26.	91.	68.	19.	188.	94.			
J=11		6.	11.	21.		72.			80.	356.	101.	65.	107.	179.		
J=10				51.	26.				28.	190.	201.	133.	109.	35.	86.	88.
J=9			14.	29.	33.	21.					52.	232.	27.	21.	27.	
J=8							23.			1.		180.	23.	16.		
J=7								63.			23.	186.		20.	2.	
J=6							11.	9.	53.		23.	250.		9.	5.	7.
J=5									60.			175.				18.
J=4									20.			184.	63.			16.
J=3										1.	51.	100.	271.	111.		
J=2											11.	69.		67.	45.	
J=1												69.			89.	

Figur D4: Utslipp av SO₂ fra trafikk. Enhet: 10⁻³ kg/h.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=23	3.	1.			150.	49.	318.	98.	45.							
J=22	130.	139.	137.	117.	117.	198.	273.	227.	119.	1.						
J=21	37.	140.	141.	124.	657.	540.	243.	77.	4.				53.			
J=20			56.	33.	120.	718.	469.	420.	194.	2.	4.	3.	2.	3.		
J=19	96.	12.	96.	94.	70.	219.	387.	420.	201.			53.	7.			
J=18		76.	5.	2.	121.	135.	151.	400.	335.	41.			6.			2.
J=17		3.	1.	4.	61.	41.	139.	63.	412.	212.	84.	72.	7.			7.
J=16		3.	1.	10.	35.		74.	38.	434.	310.	73.	17.			42.	4.
J=15		3.		43.				173.	673.	292.	137.	67.	29.		46.	
J=14		1.	34.	32.			3.	72.	497.	484.	118.	29.		41.	4.	
J=13		27.	49.				2.	98.	367.	404.	344.	46.		47.		
J=12	20.	95.	48.	67.	51.	68.	55.	49.	171.	105.	27.	349.	153.	1.		
J=11		18.	30.	39.		17.		98.	547.	146.	94.	206.	301.			
J=10				83.	44.			37.	305.	292.	193.	211.	51.	152.	155.	
J=9			21.	41.	64.	58.				132.	449.	56.	32.	39.		
J=8							63.		2.		379.	37.	25.			
J=7								115.	2.	35.	377.		31.	3.		
J=6							16.	25.	86.	34.	446.		13.	8.	12.	
J=5									107.		330.					27.
J=4									56.		339.	86.				23.
J=3									4.	98.	182.	488.	162.			
J=2										16.	173.		97.	65.		
J=1											173.			129.		

Figur D5: Utslipp av NO_x fra trafikk. Enhet: 10⁻² kg/h.

D2 REFERANSER

Haugsbakk, I. og Grønskei, K.E. (1989) Korttidsstudie av sammenhengen mellom luftforurensninger og helsevirkninger i Grenland. Luftforurensende utslipp. Lillestrøm (NILU OR 7/89).

VEDLEGG E

Overhøyde-formler for punktkilder

E1 Beskrivelse av metoden

E2 Referanser

E1 BESKRIVELSE AV METODEN

Overhøydeformlene for punktkildeberegningemetodene er basert på Briggs metoder (Briggs, 1969, 1971, 1974 og 1975). Ligningene (8-18) i Bøhlers beskrivelse (Bøhler, 1987) ligger til grunn for utarbeidelsen av overhøydeberegningene i Grenland.

Stabilitetsparameteren ($S=g (\partial\theta/\partial z)/Ta$) beregnes på grunnlag av observasjonen av temperaturdifferansen mellom 25 og 10 m nivå på Ås. Data for vindhastigheten i utslippspunktet benyttes i formlene.

Noen enkeltkilder er registrert uten utslippshastighet. Disse enkeltkildene behandles som volumkilder nær bakken der bygningens høyde (H_B) og bredde (W_B) benyttes som data for røykfanens dimensjon ved utslippet (σ_y og σ_z) og for røykfanens utslippshøyde over bakken (h_s)

$$h_s = \frac{H_B}{2.0} \quad (E1)$$

$$\sigma_y = \frac{W_B}{2.0} \quad (E2)$$

$$\sigma_z = \frac{H_B}{2.0} \quad (E3)$$

For andre enkeltkilder gjelder at røykfanens høyde og bredde settes lik pipediameteren D

$$\sigma_y = D \quad (E4)$$

$$\sigma_z = D \quad (E5)$$

Topografien i området nær utslippet påvirker røykfanens høyde over bakken. Effekten av topografien reduseres med økende avstand fra utslippet etter følgende formel

$$H = h_1 - k \cdot h_t \quad (E6)$$

H : røykfanens høyde over bakken

h_1 : røykfanens høyde over bakken ved utslippet

h_t : topografiens nivåforskjell mellom pipefot og målepunkt

k : terrengfaktor. Variasjonen med avstanden fra utslippet er vist i tabell E1.

Tabell E1: Terrengfaktoren k gitt som funksjon av avstanden x fra utslippet.

Avstand	k
0 < x ≤ 5 h _s	0,7
5 h _s < x ≤ 10 h _s	0,5
10 h _s < x ≤ 20 h _s	0,3
20 h _s < x ≤ 30 h _s	0,1
30 h _s < x	0,0

E2 REFERANSER

Briggs, G.A. (1969) Plume Rise, Springfield, U.S. Atomic Energy Commission.

Briggs, G.A. (1971) Some Recent Analyses of Plume Rise Observation. In: Proceedings of the Second International Clean Air Congress. Ed. by H.M. Englund and W.T. Berry. New York Academic Press. pp. 1029-1032.

Briggs, G.A. (1974) Diffusion Estimation for Small Emissions. In: Atmospheric Turbulence and Diffusion Laboratory 1973 Annual Report 1973. Oak Ridge, Atmos. Turbulence and Diffusion Lab.

Briggs, G.A. (1975) Plume rise predictions. In: Lectures on Air Pollution and Environmental Impact Analysis. Ed. by D.A. Haugen. Boston, MA., Amer.Meteor.Soc. pp. 59-111.

Bøhler, T. (1987) Users guide for the Gaussian type dispersion models CONX and CONDEP. Lillestrøm (NILU TR 8/87).

VEDLEGG F

Beskrivelse av adveksjon-diffusjon boksmodellen

F1 Beskrivelse av metoden

F2 Referanser

F1 BESKRIVELSE AV METODEN

Figur F1 viser den horisontale og vertikale strukturen i modellen. Over hver km²-rute beregnes fluksen av forurensning inn og ut av bokser som er 50-100 m tykke. Figur F2 illustrerer beregningsmetoden.

Beregningene av forurensningsfluksen mellom lagene finnes ved beregninger av den turbulente veksten av en forurensningssky med samme 1. moment i z-retning. Det vil si:

$$\begin{aligned}
 F_{1-2} &: \left(\frac{dz}{dt} \right)_{1-2} (C_2 - C_1) \\
 F_{2-3} &: \left(\frac{dz}{dt} \right)_{2-3} (C_3 - C_2) \\
 F_{3-6} &: \left(\frac{dz}{dt} \right)_{3-6} (C_6 - C_3)
 \end{aligned}
 \tag{F1}$$

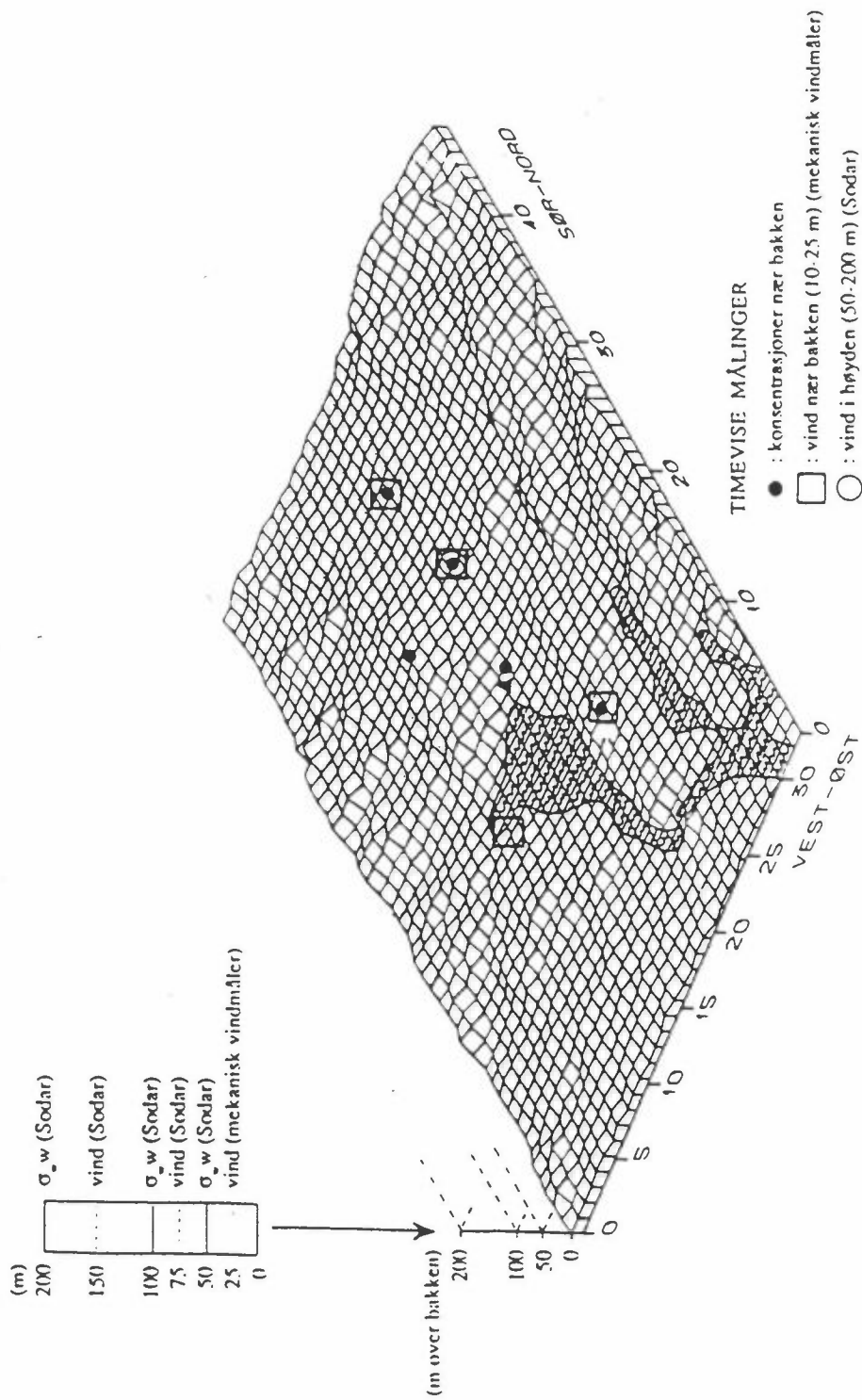
Når en antar at 1. momentet av den vertikale konsentrasjonsfordelingen mellom lag 2 og lag 1 ($\Delta Z_{1,2}$) kan tilnærmes ved hjelp av en gaussisk profil vil standardavviket ($\sigma_{z_{1,2}}$) i denne fordelingen være

$$\begin{aligned}
 \bar{z} = \Delta Z_{1,2} &= 2 b \sigma_{z_{1,2}}, \quad b = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \\
 \Delta Z_{1,2} &= 0,5 (\Delta Z_1 + \Delta Z_2)
 \end{aligned}
 \tag{F2}$$

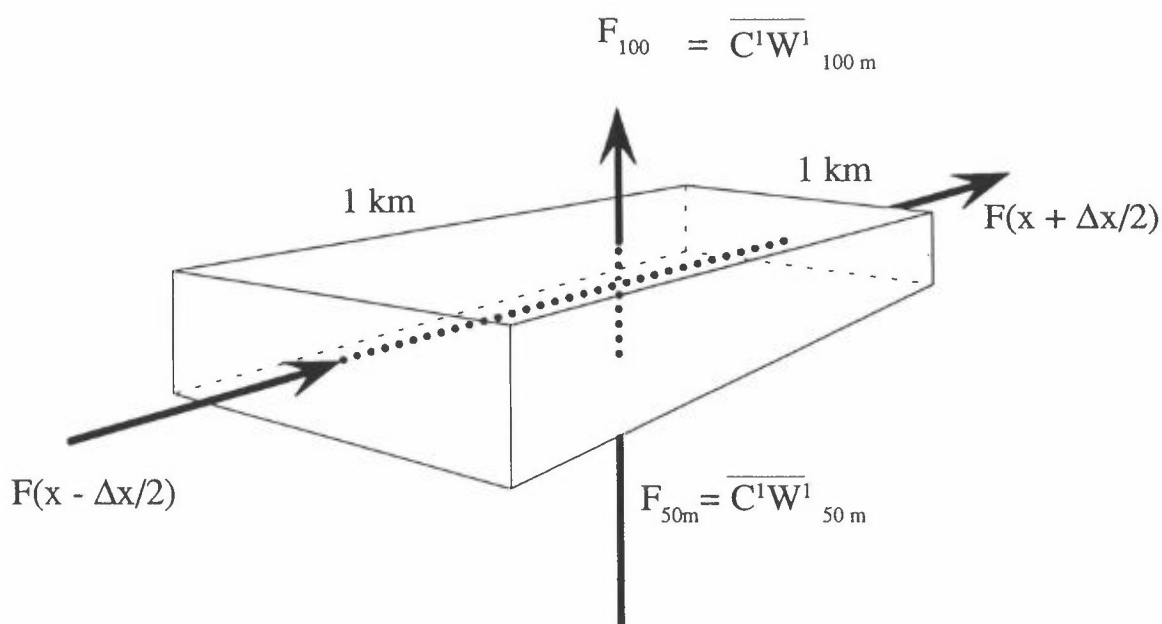
Den midlere konsentrasjonsfordeling som resultat av spredning kan tilnærmes ved en spredningsformel. For standardavviket i den vertikale konsentrasjonsfordelingen (σ_z) kan følgende formel anvendes

$$\sigma_z = \frac{\sigma_w t}{(1 + t/2 T_L)^{0.5}}
 \tag{F3}$$

$$\frac{d\sigma_z}{dt} = \sigma_z \frac{4T_L + t}{t (4T_L + 2t)}
 \tag{F4}$$



Figur F1: Horisontal og vertikal struktur av beregningsområdet.



$$\frac{\Delta C}{\Delta t} = - \left(F_{100m} - F_{50m} \right) / \Delta z - \left(F(x + \frac{\Delta x}{2}) - F(x - \frac{\Delta x}{2}) \right) / \Delta x$$

Figur F2: Illustrasjon av beregningsmetode i hver boks.

På grunnlag av ligningene F1, F2 og F3 har en følgende ligning for fluksen mellom lagene 1 og 2 (F_{1-2}) over et tidsskritt Δt

$$F_{1-2} \cdot \Delta t = (C_2 - C_1) \cdot \int_{t_0}^{t_0 + \Delta t} \left(\frac{dz}{dt} \right)_{1,2} dt \quad (F5)$$

$$= (C_2 - C_1) \cdot b (\sigma_{z1,2}(t_0 + \Delta t) - \sigma_{z1,2}(t_0))$$

$$= (C_2 - C_1) \cdot b \Delta \sigma_{z1,2}$$

$$\sigma_{z1,2}(t_0) = b \frac{\Delta z_{1,2}}{2} = b \cdot 0,25 \cdot (\Delta z_1 + \Delta z_2)$$

VEDLEGG G

Beskrivelse av gaussisk puff-trajektorie modell

G1 Beskrivelse av metoden

G2 Referanser

G1 BESKRIVELSE AV METODEN

Tabell G1 viser data for punktkildene som er av betydning for modellberegningene. Mindre skorsteinsutslipp er tatt med i arealkildene.

Som det fremgår av tabellen skjer de fleste utslippene lavere enn 100 m, men utslippsbetingelsene fører til en effektiv utslippshøyde i nivå 3. Endringer i høyde og posisjon skjer i samsvar med aktuelle vindhastigheter i hver rute. Det er regnet med homogen og kvasistasjonær vind i hver km²-rute.

I et stasjonært vindfelt vil røykfanens trajektorie være identisk med strømlinjene, og dette er utnyttet i spredningsberegningene. Metoden er foreslått av Grønskei i 1986 og tidligere anvendt i spredningsberegninger i Bergen.

Atmosfærens bevegelsesligninger kan også formuleres i et koordinatsystem basert på strømlinjer og avstand langs strømlinjene (Finnigan, 1983). For å ta hensyn til høye konsentrasjoner ble utslipp fra hver av enkeltkildene identifisert ved "puffutslipp" av forurensninger ved hvert tidsskritt.

Tabell G1: Punktkilder innarbeidet i overvåkingssystemet i Grenland. Lokalisering og utslipp

X, Y, Z : Punktkildens koordinater.

H, D, T : Punktkildens høyde over bakken, pipediameter og avgasstemperatur.

SO₂, NO_x, NO₂, PAR:

Utslipp av SO₂, NO_x, NO₂ og partikler i kg/time.

SPAR(%): Prosentandel små partikler.

Source	X(km)	Y(km)	Z(m)	H(m)	D(m)	T(c)	V(m/s)	HB(m)	WB(m)	Grp	SO ₂	NO _x	NO ₂	Par	SPAR(%)
SENTRALSJK	34.00	61.90	20.0	25.0	0.6	220.0	1.0			1	1.00	1.70	0.17	0.10	
POLLY	34.30	62.30	10.0	15.0	0.64	205.0	2.9	12.0	50.0	1	0.30	0.20	0.02		
BORGESTAD	36.80	58.50	5.0	16.0	0.67	165.0	10.2	12.0	50.0	2	4.00	1.60	0.16	0.80	
BORGESTAD	36.80	58.50	5.0	12.0	0.67	10.0	7.8	12.0	50.0	2				2.70	
FJELDHAMME	38.70	54.50	75.0	20.0	1.0	60.0	15.6	15.0	30.0	2					
HY-RA-CRAC	34.17	51.05	5.0	50.0	1.8	215.0	6.8		31.0	3		41.00	4.10		
HY-RA-ETYL	33.73	51.06	5.0	90.0	2.7	300.0	2.0			3		5.60	0.56		
HY-RA-KJEL	34.20	51.03	5.0	50.0	2.8	160.0	3.3			3		4.70	0.47		
HY-RA-VCMF	33.73	51.56	5.0	50.0	1.2	300.0	7.2			3		14.00	1.40		
NORCEM	39.60	47.40	5.0	85.0	3.2	150.0	7.1			3	26.40	104.60	10.46	15.40	
NORCEM5	39.60	47.40	5.0	23.0	1.35	200.0	22.2			3				4.70	
STATOIL	35.10	50.20	5.0	60.0	4.0	120.0	1.1			3		11.60	1.16		
LAND-DA1	36.07	53.47	5.0	38.0	30.0	10.0				4	1.60	5.26	0.53	0.50	
LAND-F1	35.74	53.67	5.0	59.0	1.5	20.0	10.0			4		8.21	0.82		80.00
LAND-F15	35.50	54.07	5.0	53.0	0.4	15.0	10.0			4				0.40	
LAND-F17	35.48	54.06	5.0	50.0	1.6	40.0	16.0			4				5.30	10.00
LAND-F19	35.48	54.02	5.0	83.0	1.3	20.0	20.0			4		6.57	0.66		
LAND-F2	35.74	53.66	5.0	62.0	1.1	15.0	1.5			4				0.60	20.00
LAND-F24A	35.49	54.02	5.0	50.0	0.9	80.0	22.0			4	0.20			4.40	5.00
LAND-F26	35.85	54.02	5.0	50.0	0.7	40.0	18.0			4				0.10	
LAND-F27	35.47	54.03	5.0	83.0	3.9	30.0	22.0			4				2.10	80.00
LAND-F29	35.47	54.02	5.0	82.0	0.7	20.0	14.0			4				0.80	80.00
LAND-F31	35.48	54.02	5.0	82.0	0.4	40.0	18.0			4				1.80	80.00
LAND-F32	35.46	54.04	5.0	82.0	0.3	10.0	10.0			4					
LAND-F33	35.48	54.05	5.0	53.0	1.8	40.0	10.0			4				2.10	20.00
LAND-F37	35.61	54.27	5.0	29.0	0.4	15.0	10.0			4				0.10	
LAND-F39	35.54	54.10	5.0	58.0	0.4	15.0	15.0			4				0.10	
LAND-F41	35.56	53.85	5.0	13.0	0.6	15.0	15.0			4				0.10	
LAND-F43	35.40	54.02	5.0	45.0	1.2	30.0	18.0			4				0.30	
LAND-F50	35.81	53.65	5.0	42.0	0.3	10.0	12.0			4					
LAND-F51	35.81	53.56	5.0	20.0	0.4	10.0	11.0			4					
LAND-F61	35.52	54.01	5.0	115.0	4.2	30.0	20.0			4				3.10	80.00
LAND-F62	35.52	54.00	5.0	115.0	1.0	50.0	17.0			4				0.10	
LAND-F63	35.55	54.05	5.0	70.0	0.6	35.0	21.0			4				0.10	
LAND-F64	35.53	54.04	5.0	63.0	0.3	60.0	8.0			4				0.10	
LAND-F65	35.54	54.02	5.0	70.0	2.2	40.0	7.0			4				0.80	
LAND-F66	35.55	54.06	5.0	70.0	0.3	20.0	4.0			4				0.10	
LAND-F67	35.56	54.03	5.0	30.0	0.2	30.0	19.0			4				0.10	
LAND-F70	35.53	54.01	5.0	114.0	0.4	25.0	10.0			4					80.00
LAND-F71	35.55	54.04	5.0	70.0	0.6	60.0	16.0			4					80.00
LAND-Hj1	35.28	53.71	5.0	35.0	0.3	10.0	16.0			4					

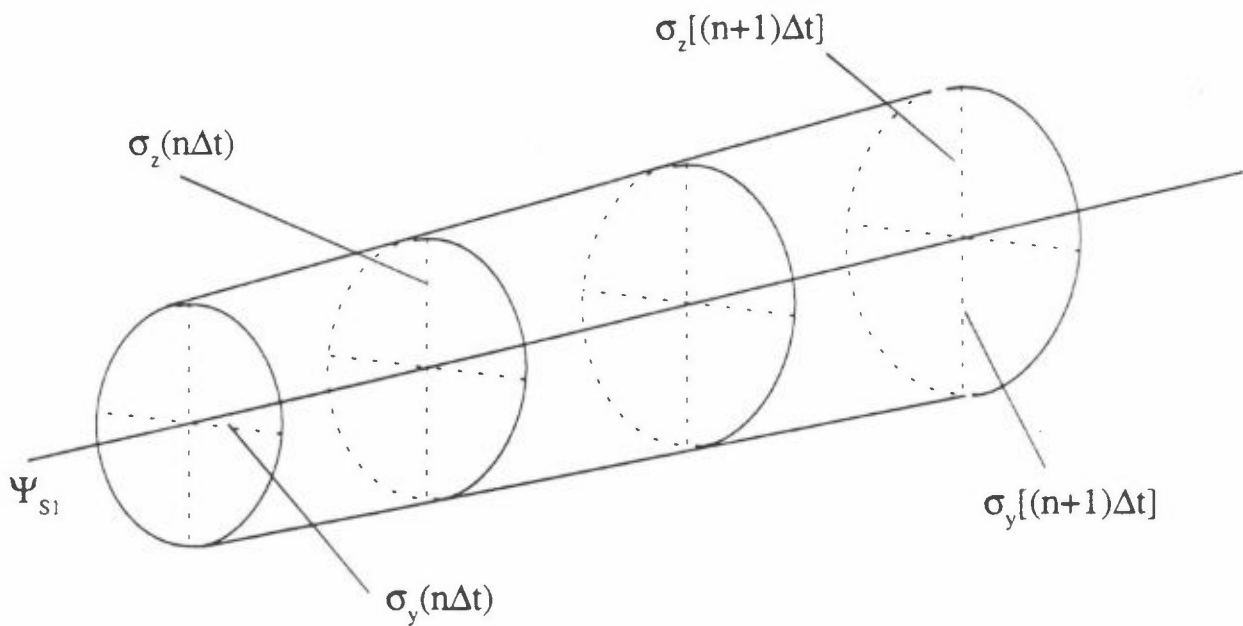
Tabell G1: forts.

Source	X(km)	Y(km)	Z(m)	H(m)	D(m)	T(c)	V(m/s)	HB(m)	WB(m)	Grp	SO ₂	NO _x	NO ₂	Par	SPar(%)
LAND-Kr1	35.91	53.57	5.0	43.0	0.8	15.0	6.0			4				0.60	
LAND-KS-Ba	36.02	53.49	5.0	35.0	0.8	8.0	7.0			4					80.00
LAND-KS-Su	36.02	53.50	5.0	35.0	0.7	8.0	4.0			4					80.00
LAND-KS7A	35.93	53.53	5.0	63.0	2.2	30.0	13.0			4				3.70	
LAND-KS8B	35.89	53.55	5.0	63.0	2.2	30.0	13.0			4				5.20	
LAND-MY-6	36.31	53.71	5.0	20.0	0.3	15.0	16.0			4				0.10	
LAND-NH3F	35.96	54.32	5.0	20.0	50.0	20.0				4		24.64	2.46		
LAND-NO ₃ F	36.02	53.60	5.0	100.0	3.0	20.0	18.0			4		100.00	70.00		
MAGN-B104	35.82	54.00	5.0	30.0	50.0	35.0				4					
MAGN-B124	35.76	54.02	5.0	30.0	50.0	35.0				4					
MAGN-Mg10	35.95	53.94	5.0	25.0	0.6	15.0	12.0			4				0.20	
MAGN-Mg12	35.95	53.93	5.0	30.0	1.0	25.0	12.0			4				2.30	
MAGN-Mg13	36.01	53.92	5.0	45.0	1.6	55.0	9.0			4	3.40	0.33	0.03	1.10	
MAGN-Mg14	36.00	53.91	5.0	35.0	0.5	20.0	7.0			4				0.10	
MAGN-Mg17	36.02	53.91	5.0	25.0	0.2	15.0	12.0			4				0.10	
MAGN-Mg18	35.83	54.07	5.0	26.0	0.5	15.0	6.0			4				0.60	
MAGN-Mg1A	36.47	53.65	5.0	35.0	1.2	215.0	16.0			4	1.00	1.64	0.16	2.00	80.00
MAGN-Mg2	36.19	53.76	5.0	20.0	0.3	15.0	9.0			4				0.10	
MAGN-Mg20	35.82	53.96	5.0	28.0	0.6	25.0	10.0			4				0.30	
MAGN-Mg21	36.01	53.91	5.0	35.0	0.7	50.0	14.0			4				1.50	
MAGN-Mg26	35.89	54.18	5.0	21.0	0.9	45.0	17.0			4				0.10	
MAGN-Mg28	35.90	54.23	5.0	45.0	10.0	30.0	12.0			4		2.63	0.26	0.20	
MAGN-Mg3	36.16	53.78	5.0	25.0	0.5	15.0	14.0			4				0.10	
MAGN-Mg30	35.69	54.20	5.0	20.0	0.9	15.0	12.0			4				0.70	
MAGN-Mg32	36.40	53.53	5.0	20.0	0.5	15.0	14.0			4				0.10	
MAGN-Mg4	36.00	53.83	5.0	42.0	2.0	190.0	11.0			4	6.00	10.51	1.05	0.90	80.00
MAGN-Mg4D	36.42	53.54	5.0	72.0	1.6	300.0	18.5			4	2.80	1.31	0.13	25.70	80.00
MAGN-Mg6	35.92	53.93	5.0	30.0	0.7	25.0	15.0			4				0.30	
MAGN-Mg9	35.95	53.94	5.0	25.0	0.7	15.0	11.0			4				0.60	
MAGN-S2	35.93	54.03	5.0	91.0	3.0	20.0	10.0			4	1.60			3.00	80.00
MAGN-S3	35.86	54.00	5.0	100.0	3.5	20.0	9.0			4	3.20			4.10	80.00
MAGN-S4	35.98	54.11	5.0	85.0	3.2	60.0	5.0			4	0.20	0.66	0.07	1.60	80.00
PL-PVC1	36.17	53.67	5.0	35.0	10.0	20.0				4				1.40	
PEA-FeMn	35.85	54.82	5.0	33.0				20.0	33.0	4	6.80			6.70	
PEA-Aff	35.82	54.79	5.0	33.0				20.0	33.0	4				6.70	
PEA-SiMn	35.74	54.66	5.0	33.0				20.0	33.0	4	3.20			6.70	
SU-CELUF	34.98	62.98	5.0	40.0	2.0	70.0	7.1	30.0	50.0	5	18.00	6.90	0.69	4.40	
DIFFUS	34.96	62.95	5.0	30.0				30.0	50.0	5	26.30				
FYRHUS	35.13	62.61	5.0	50.0	1.9	170.0	5.0			5	14.80	12.90	1.29		
BREVIK1	40.30	47.10						10.0	10.0	6		3.20	0.32		
DYPVANN1	35.35	54.10						10.0	10.0	6		3.20	0.32		
DYPVANN2	35.40	54.20						10.0	10.0	6		3.20	0.32		
ELKEM1	35.55	54.65						10.0	10.0	6		3.20	0.32		
ELKEM2	35.65	54.75						10.0	10.0	6		3.20	0.32		
HYDRO1	35.62	53.65						10.0	10.0	6		3.20	0.32		
HYDRO2	35.75	53.47						10.0	10.0	6		3.20	0.32		
HYDRO3	35.84	53.32						10.0	10.0	6		3.20	0.32		
HYDRO4	35.95	53.34						10.0	10.0	6		3.20	0.32		
LECA1	35.48	54.92						10.0	10.0	6		3.20	0.32		
LECA2	35.56	55.00						10.0	10.0	6		3.20	0.32		

Tabell G1: forts.

Source	X(km)	Y(km)	Z(m)	H(m)	D(m)	T(c)	V(m/s)	HB(m)	WB(m)	Grp	SO ₂	NO _x	NO ₂	Par	SPar(%)
RAFNES1	33.30	52.20						10.0	10.0	6		3.20	0.32		
RAFNES2	33.50	52.15						10.0	10.0	6		3.20	0.32		
RAFNES3	33.70	52.10						10.0	10.0	6		3.20	0.32		

I tillegg til forurensningsmengde holder programmet regnskap med størrelsen av puffene horisontalt og vertikalt som vist i figur G1.



Figur G1: Puffgeometri og posisjon av puff langs en vindfelt-trajektorie.

Følgende parametere bevares for hvert puff:

Posisjon av puffets tyngdepunkt:	X_{s1}	$(n\Delta t)$	[m]
	Y_{s1}	$(n\Delta t)$	[m]
	$Z = H_0$		[m]
Forurensningsmengde	:	$\Delta m = q_{s1}\Delta t$	[g]
Tid etter utslipp	:	$t = n\Delta t$	[s]
Bredden av puffet	:	σ_y	$(n\Delta t)$ [m]
Høyden av puffet	:	σ_z	$(n\Delta t)$ [m]
Lengden av puffet	:	$l = u_0\Delta t$	[m]
Retningen av puffet	:	DD	[grader]

n : antall tidsskritt Δt etter utslippet

S_1 : skorsteinsutslippet betegnet med S_1

H_0 : effektiv utslippshøyde

q_{s1} : utslippsintensiteten som angitt i tabell G1

u_0 : vindhastigheten ved utslippet.

Posisjonen (X_{s1}, Y_{s1}) , høyden over bakken ($h = H - h_s$) og dimensjonen, σ_y og σ_z benyttes til konsentrasjonsberegningene i subgridområdene.

Endringen i puffgeometrien beregnes ved ligningen i vedlegg C. Ved punktkilden tar en hensyn til initialspredningen som gitt i ligningene E1-E5. Røykfanens høyde over bakken beregnes på grunnlag av ligning E6 og en korreksjonsfaktor er gitt i tabell E1.

Puffenes størrelse er et resultat av initialspredning og variable turbulensforhold langs trajektorien. På hvert tidspunkt benyttes derfor lokale turbulensdata (σ_v , σ_w og T_L) til å beregne en virtuell spredningstid t_0 for å gi den aktuelle størrelsen på puffene (σ_y og σ_z). Virtuell spredningstid (t_{0z}) finnes ved følgende formler:

$$t_{0z} = (\sigma_z/\sigma_w)^2/4T_L + ((\sigma_z/\sigma_w)^4/(4T_L)^2 + (\frac{\sigma_z}{\sigma_w})^2)^{0.5} \quad (G1)$$

Dersom det er homogene og stasjonære spredningsforhold, angir den virtuelle spredningstiden den tid som er nødvendig for å utvikle en røykfane med den aktuelle størrelsen.

Endringen i puffstørrelsen med tiden beregnes deretter ved å benytte ligning F3 med $t = t_{0z} + \Delta t$.

På lignende måte benyttes Irwins formel for horisontal spredning som i en tilsvarende puff modell utviklet ved EPA (Irwin, 1983; Petersen et al., 1986).

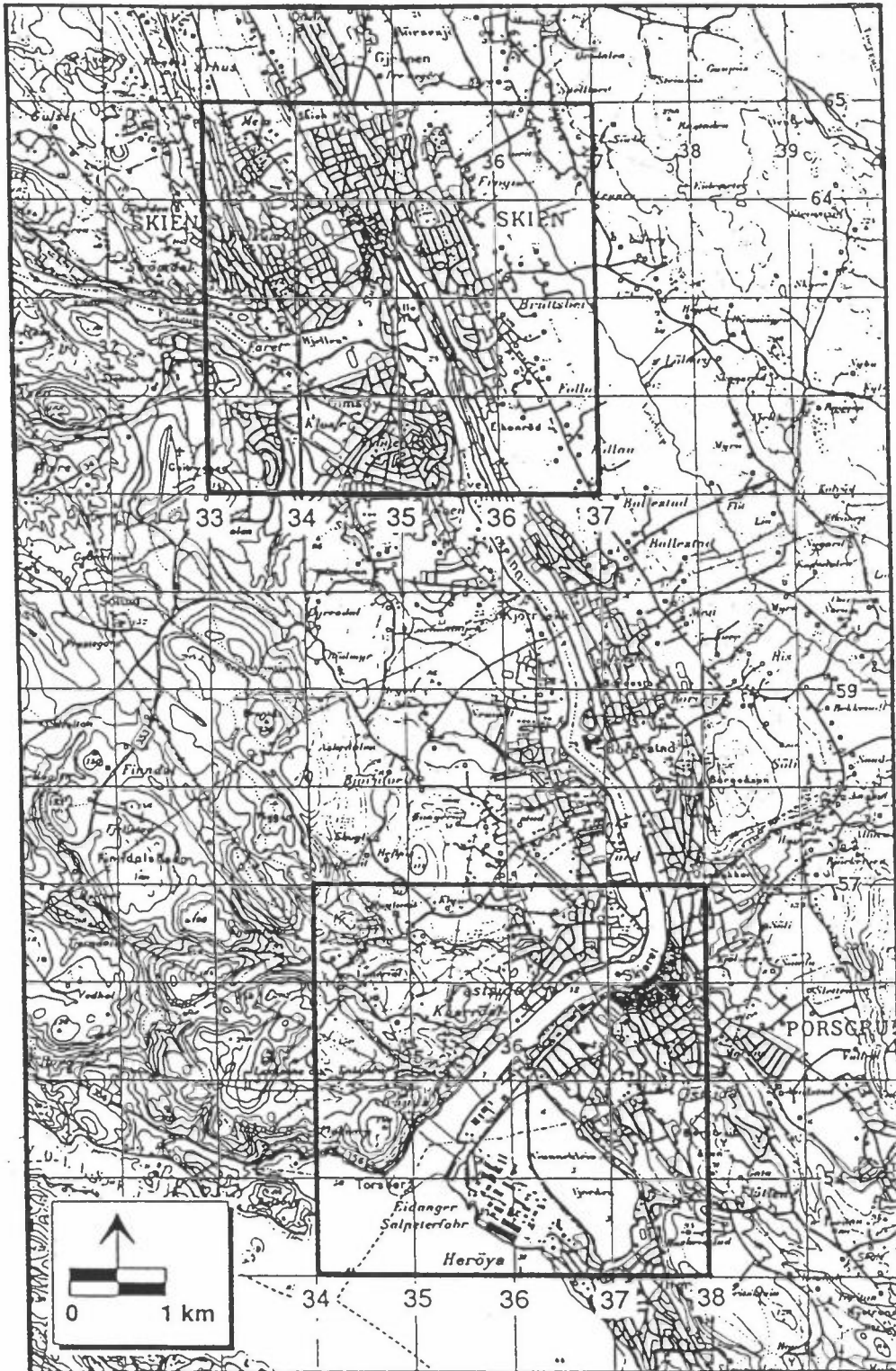
$$\sigma_y = \frac{\sigma_v t}{(1 + 0,9 \left(\frac{t}{1000}\right)^{0,5})}$$

Ved en gitt σ_y gir det følgende formel for beregning av t_0 :

$$t_{0,y} = ((0,014 \cdot \sigma_y/\sigma_v) + (0,014 \cdot \sigma_y/\sigma_v)^2 + \sigma_y/\sigma_v)^{0,5}$$

Når puffene får tilstrekkelig størrelse i forhold til beregningsboksene horisontalt eller vertikalt "sprekker" de og forurensningsmengden tilføres den ruten puffet befinner seg i. Nærmere beskrivelse av dette er gitt i avsnitt 4.1.

I to områder hver på 4x4 km² er konsentrasjonsfordelingen angitt på grunnlag av konsentrasjonen for hver 100 m langs x- og y-aksen. De detaljerte beregningsområdene er angitt omkring Herøya ved Porsgrunn og omkring Union ved Skien som vist i figur G2. Konsentrasjonsverdiene er beregnet i km²-ruter og punktverdier i midtpunktet av 100x100 m²-ruter. Punktverdiene beregnes som summen av bidraget fra puffene fra enkeltkildene.



Figur G2: Områdene hvor det utføres beregninger i 100 x 100 m² ruter, Hydro, Herøya og Union, Skien.

G2 REFERANSER

Grønskei, K.E. (1986) Stationary stream function for air pollution modelling. Proceedings of the WMO conference on air pollution modelling and its application (Volume 1) (Leningrad, USSR, 19-24 May 1986) Technical document WMO/TD No 187.

Finnigan, J.J. (1983) A streamline coordinate system for distorted two-dimensional shear flows. *J. Fluid Mech.* Vol 130 pp 241-258.

Irwin, J.S. (1983) Estimating Plume Dispersion - A Comparison of several Sigma Schemes. *J. Climate Applied Meteorol.*, 22, 92-114.

VEDLEGG H

Beskrivelse av modell for NO_2 - O_3 kjemi

H1 Beskrivelse av metoden

H2 Referanser

H1 BESKRIVELSE AV METODEN

I bakgrunnsatmosfæren er det tilnærmet balanse mellom konsentrasjonene av NO, NO₂ og O₃. Denne balansen er uttrykt i ligning H1.

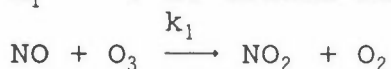
$$\frac{[\text{NO}_2]}{[\text{NO}_x]} = \frac{k_1 [\text{O}_3]}{k_2 + k_1 [\text{O}_3]} \quad (\text{H1})$$

[NO₂] : konsentrasjonen av nitrogenoksid i ppb

[NO_x] = [NO₂] + [NO]:

konsentrasjonen av nitrogenoksider i ppb

k₁ : 1. ordens reaksjonskoeffisient



I helseundersøkelsen i 1988 ble fotodissosiasjonskoeffisienten (k₂) i Grenland beregnet ved å benytte data for solhøyden og middeltallet for skydekket observert på Langøytangen og i Gvarv.

Fotodissosiasjonskoeffisienten (k₂) beregnes ved ligning H2.

$$k_2 = S_j \cdot a \cdot \exp(-0,39/\sin h) \quad (\text{H2})$$

$$S_j = (1 - \frac{\sigma}{8} \cdot 0,5)$$

σ : skydekke i åttedeler

h : solhøyden

a : 0,01 s⁻¹

Konsentrasjonen i bakgrunnsatmosfæren ble bestemt på grunnlag av målinger og antagelsen om at nydannelse av O₃ i området er liten. Lokale utslipp skjer vesentlig som NO, og overgangen fra NO til NO₂ under påvirkning av ozon skjer i løpet av minutter ved de konsentrasjonene som observeres i Grenland. Under slike forhold er det forutsatt at følgende komponenter som ikke forandres som følge av kjemiske reaksjoner. I denne forbindelse refereres det til tidsskriftartikler i januar i 1990 og i 1991. I Grenland forekommer det avvik fra denne tilnærmelsen i

områder som påvirkes av forurensning som inneholder mye reaktive hydrokarboner eller som inneholder klor i gassform.

$$[\text{NO}_x] = [\text{NO}] + [\text{NO}_2]$$

$$[\text{O}_x] = [\text{NO}_2] + [\text{O}_3]$$

I beregningsområdet modifiseres $[\text{O}_x]$ ved lokale utslipp av NO_2 .

1. NO_2 -bidraget til O_x -konsentrasjonen beregnes ved hjelp av spredningsmodellen på grunnlag av data for utslipp av NO_2 og på grunnlag av spredningsdata.
2. På grunnlag av avviket mellom beregnet og observert $[\text{O}_x]$ beregnes bakgrunnsverdien av $[\text{O}_x]$ ved hjelp av bakgrunns-estimatoren som er beskrevet av Sam-Erik Walker i helseundersøkelsen i 1988 (Appendix C til Grønскеi et al., 1990).
3. NO_x -konsentrasjonen som følge av lokale utslipp beregnes og bakgrunnskonsentrasjonen estimeres på samme måte som for $[\text{O}_x]$.
4. O_3 -konsentrasjonen i bakgrunnen $[\text{O}_3]_B$ bestemmes på grunnlag av $[\text{O}_x]$ og $[\text{NO}_x]$ og antagelsen om fotokjemisk balanse ved ligning H1.

$$\frac{[\text{O}_x]_B - [\text{O}_3]_B}{[\text{NO}_x]_B} = \frac{k_1 [\text{O}_3]_B}{k_2 + k_1 [\text{O}_3]_B} \quad (\text{H3})$$

$$[\text{O}_3]_B = \frac{[\text{O}_x]_B - [\text{NO}_x]_B}{2} - \frac{k_2}{k_1} + \left(\left(\frac{[\text{NO}_x]_B - [\text{O}_x]_B}{2} \right)^2 + \frac{k_2}{k_1} [\text{O}_x]_B \right)^{0.5}$$

5. Beregnete $[\text{O}_x]$ og $[\text{NO}_x]$ konsentrasjoner korrigeres i hver km^2 -rute på grunnlag av målte konsentrasjoner og estimerte bakgrunnsverdier.

6. Det forutsettes at rommidlere konsentrasjonsverdier bestemt for hver km²-rute tilfredsstillter kravet om fotokjemisk balanse og [O₃] beregnes på grunnlag av korrigererte [NO_x] og [O_x] verdier ved ligning H1.
7. Middelkonsentrasjonene av [NO₂] og [NO] beregnes i hver km²-rute ved ligningene

$$[\text{NO}_2] = [\text{O}_x] - [\text{O}_3] \quad (\text{H4})$$

$$[\text{NO}] = [\text{NO}_x] - [\text{NO}_2] \quad (\text{H5})$$

8. I hver av rutene vil det forekomme lokale områder hvor det ikke er fotokjemisk balanse spesielt nær lokale utslipp av NO. Det er nødvendig å korrigere for disse avvikene ved målestasjoner som påvirkes av nærliggende utslipp. Det gjelder spesielt konsentrasjonsberegninger i punkter med 100 m avstand fra hverandre i områdene ved Herøya og ved Union.

I puffmodellen har en derfor anvendt en spesiell enkeltkilde modell for overgangen fra NO til NO₂ ved påvirkning av O₃ i omgivelsene. Metoden er beskrevet av Janssen og Jaarsveld i 1989.

I subgridområdene ved Herøya og ved Union bestemmes beregnede NO₂-konsentrasjoner ved km²-bidraget [NO₂]_{km²} og ved puffbidraget [NO₂]_p beregnet ved den forenklete plumemetoden

$$[\text{NO}_2] = [\text{NO}_2]_{\text{km}^2} + [\text{NO}_2]_p$$

9. På grunnlag av beregnede verdier i gridsystemet med 100 m gridavstand beregnes middelveidene av NO₂ over målesnittene.

Beregnete og målte konsentrasjonsverdier sammenlignes og det gis alarm når avvikene er større enn fastsatte grenseverdier.

H2 REFERANSER

- Grønskei, K.E., Walker, S.-E. og Gram, F. (1990) Korttidsstudie av sammenhengen mellom luftforurensninger og helsevirkninger i Grenland. Beregning av romlige konsentrasjonsfordelinger basert på timevise målinger. Datagrunnlag for eksponering. Lillestrøm (NILU OR 65/90).
- Janssen, L.H.J.M. og van Jaarsveld, J.A. (1989) Calculation of NO₂-concentrations in a power plant plume using a classification of NO oxidation rates based on atmospheric conditions. pp. 567-577. Air pollution modelling and its application. Ed. Han van Dop Plenum Press, New York.
- Janssen, L.H.J.M, Niewstadt, F.T.M. and Donje, M. (1990) Time scales of physical and chemical processes in chemically reacted plumes atmospheric. Atmospheric Environment, 24A, 2861-2874.
- Janssen, L.H.J.M., van Haren, F., Bange, P. and van Duuren, H. (1991) Measurements and modelling of nitrogen oxides in power plant plumes at night. Atmospheric Environment, 25A, 829-840.

VEDLEGG I

Korreksjon av spredningsberegninger
basert på målinger

I1 Beskrivelse av metoden

I2 Referanser

I1 BESKRIVELSE AV METODEN

Spredningsberegningene blir korrigert på basis av målingene av den aktuelle forurensningskomponenten. Dette gjøres ved først å estimere en bakgrunnskonsentrasjon, β , som en konstant konsentrasjonsverdi for området. Deretter estimeres en korreksjonsfaktor Φ_M for spredningsmodellen.

La O_i og P_i betegne henholdsvis observert og beregnet konsentrasjon på målestasjon i for $i=1, \dots, n$, der n betegner antall målestasjoner. Først estimeres bakgrunnskonsentrasjonen β fra verdiene O_i og P_i for $i=1, \dots, n$ ved følgende uttrykk:

$$\beta = \max (0.0, \min (O_i - P_i))$$

$$i=1, \dots, n$$

Deretter bestemmes et estimat for modellkorreksjonsfaktoren Φ_M ved

$$\Phi_i = \frac{\max (O_i - \beta, 30.0)}{\max (P_i, 30.0)} \quad i=1, \dots, n$$

$$\Phi_M = \exp \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log (\Phi_i) \right)$$

Φ_M representerer altså et geometrisk gjennomsnitt av forholdstallene Φ_i for $i=1, \dots, n$. Dersom det ikke finnes målinger (f.eks. for partikler, eller hvis det er manglende data) settes $\beta=0$ og $\Phi_M=1.0$. Det vil i så fall ikke utføres noen korreksjon av spredningsberegningen. Det korrigerede modellberegningfeltet $M_{i,j}$ blir beregnet slik:

$$\hat{M}_{i,j} = \Phi_M M_{i,j} + \beta$$

der $M_{i,j}$ betegner modellberegnet konsentrasjon i rute (i,j) .

I2 REFERANSER

Grønskei K.E., Walker S.E, Gram F. (1990) Korttidsstudie av sammenhengen mellom luftforurensninger og helsevirkninger i Grenland. Beregning av romlige konsentrasjonsfordelinger basert på timevise målinger. Datagrunnlag for eksponering. Lillestrøm (NILU OR 65/90).

VEDLEGG J

Meldinger ved kjøring av programmene

For alle tre programmene PREPROC, EPISODE og POSTPRO blir det skrevet ut meldinger på egne meldingsfiler under eksekveringen. Disse filene inneholder en beskrivelse av de fleste inngangsparametre med verdier samt andre viktige parametre som blir beregnet i programmene.

Navnet på meldingsfilen fra PREPROC er '../res/mess_prep.dat'. For EPISODE og POSTPRO heter meldingsfilene '../res/mess_xxx_epis.dat' og '../res/mess_xxx_post.dat' respektivt der 'xxx' betegner aktuell forurensningskomponent.

Eksempel på innhold av disse meldingsfilene for beregning av SO₂ for 1. mai 1991 er vist nedenfor.

J.1 Meldinger fra kjøring av PREPROC

```

** NILU PREPROC v1.0 (Rev. 920116) **
PREPROC: Start 1992/05/19 at 10:37:07
RSDIO: Main input data on file ../dat/main_prep.dat
RSDIO: Messages ..... on file ../res/mess_prep.dat
RMAIN: Meteorological data keys on file ../dat/keym_gren.dat
RMAIN: Override ..... data on file ../dat/over_gren.dat
RMAIN: Main site ..... data on file ../dat/site_gren.dat
RMAIN: Time ..... data on file ../dat/time_gren.dat
RMAIN: Main emission .... data on file
RMAIN: Main meteorological data on file ../dat/mete_gren.dat
RMAIN: Main concentrations data on file
RMAIN: Postpro ..... data on file
RMAIN: Concentration data keys on file
RMAIN: Demoepi ..... data on file
RKEYM: Number of database keys = 10
RKEYM: Database key number 1 = NM1+MWSPD010
RKEYM: Database key number 2 = NM1+MWDIR010
RKEYM: Database key number 3 = NM1+MTEMP010
RKEYM: Database key number 4 = NM2+MWSPD010
RKEYM: Database key number 5 = NM2+MWDIR010
RKEYM: Database key number 6 = NM2+MTEMP010
RKEYM: Database key number 7 = NM4+MWSPD025
RKEYM: Database key number 8 = NM4+MWDIR025
RKEYM: Database key number 9 = NM4+MTEMP002
RKEYM: Database key number 10 = NM4+MDTMP025
ROVER: Override temp. and delta-T Ås .. = -9900.0 deg C -9900.0 deg C
ROVER: Override windspeed/direction Hydro = -9900.0 m/s -9900.0 deg
ROVER: Override windspeed/direction Union = -9900.0 m/s -9900.0 deg
ROVER: Override windspeed/direction Ås .. = -9900.0 m/s -9900.0 deg
ROVER: Override windspeed/direction lay 3 = -9900.0 m/s -9900.0 deg
ROVER: Override sigma-w coeff. lay 1,2,3 = 1.0 1.0 1.0

```

```

ROVER: Scaling of area srcs (heat.,traf.) =      1.0      1.0
ROVER: Override NOx and Ox (NO2+O3) conc. = -9900.0 ug/m3 -9900.0 ug/m3
RSITE: Site name: Grenland
RSITE: Site latitude = 60.0 deg
RSITE: Main grid origo UTMX = 28.0 UTM Y = 43.0
RSITE: Main grid NX = 16 NY = 23 NZ = 3
RSITE: Main grid DX = 1000.0 m DY = 1000.0 m
RSITE: Main grid DZ(1:3) = 50.0 m 50.0 m 100.0 m
RSITE: Sub grid NXS = 10 NYS = 10 NZS = 1
RSITE: Surface roughness .. on file ../dat/surf_gren.fld
RSITE: Subgrid .. flags ... on file ../dat/subf_gren.fld
RSITE: Topography flags ... on file ../dat/topf_gren.fld
RSITE: Main grid topography on file ../dat/topm_gren.fld
RSITE: Sub grid topography on file ../dat/tops_gren.fld
RTIME: Begin time 1 May 1991 1h
RTIME: End time 1 May 1991 1h
RTIME: Timestep factor DTF = 1.00
RMETE: Synoptic meteorology .. on file
RMETE: Air temperature ..... on file ../dat/temp_gren.fld
RMETE: Air temperature weights on file ../dat/twgh_gren.fld
RMETE: Wind ..... on file ../dat/wind_gren.fld
RMETE: Wind ..... weights on file ../dat/wwgh_gren.fld
RMETE: Wind standard deviation on file ../dat/sdvw_gren.fld
RMETE: Aerodynamic resistance on file ../dat/aero_gren.fld
RMETE: Cloud cover = 4.0 octals
RTWGH: Read air temperature weights
RWWGH: Read wind ..... weights
RDBAM: Read Indic Airviro database for time 91050101
CTEMP: Air temperature vertical gradient = -0.010 deg C/m
CTEMP: Air temperature average ..... = 6.7 deg C
CTEMP: Air temperature field is based on 3 stations
WTEMP: Write air temperature ..... for time 91050101
CWIND: Wind speed in 25 meter ..... = 4.0 m/s
CWIND: Wind ..... field is based on 3 stations
WWIND: Write wind ..... for time 91050101
WSDVW: Write wind standard deviation for time 91050101
CAERO: Aerodynamic resistance ..... = 0.0 s/m
WAERO: Write aerodynamic resistance for time 91050101
PREPROC: Finish 1992/05/19 at 10:37:15

```

J.2 Meldinger fra kjøring av EPISODE for SO₂

```

** NILU EPISODE v1.0 (Rev. 920116) **
EPISODE: Start 1992/05/19 at 10:39:42
RSDIO: Main input data on file ../dat/main_so2_gren.dat
RSDIO: Messages ..... on file ../res/mess_so2_epis.dat
RMAIN: Meteorological data keys on file ../dat/keym_gren.dat
RMAIN: Override ..... data on file ../dat/over_gren.dat
RMAIN: Main site ..... data on file ../dat/site_gren.dat
RMAIN: Time ..... data on file ../dat/time_gren.dat
RMAIN: Main emission ..... data on file ../dat/emis_so2_gren.dat
RMAIN: Main meteorological data on file ../dat/mete_gren.dat
RMAIN: Main concentrations data on file ../dat/conc_so2_gren.dat

```

RMAIN: Postpro data on file ../dat/post_so2_gren.dat
RMAIN: Concentration data keys on file ../dat/keyc_gren.dat
RMAIN: Demoepe data on file ../dat/demo_so2_gren.dat
ROVER: Override temp. and delta-T Ås .. = -9900.0 deg C -9900.0 deg C
ROVER: Override windspeed/direction Hydro = -9900.0 m/s -9900.0 deg
ROVER: Override windspeed/direction Union = -9900.0 m/s -9900.0 deg
ROVER: Override windspeed/direction Ås .. = -9900.0 m/s -9900.0 deg
ROVER: Override windspeed/direction lay 3 = -9900.0 m/s -9900.0 deg
ROVER: Override sigma-w coeff. lay 1,2,3 = 1.0 1.0 1.0
ROVER: Scaling of area sracs (heat.,traf.) = 1.0 1.0
ROVER: Override NOx and O_x (NO₂+O₃) conc. = -9900.0 ug/m³ -9900.0 ug/m³
RSITE: Site name: Grenland
RSITE: Site latitude = 60.0 deg
RSITE: Main grid origo UTMX = 28.0 UTM Y = 43.0
RSITE: Main grid NX = 16 NY = 23 NZ = 3
RSITE: Main grid DX = 1000.0 m DY = 1000.0 m
RSITE: Main grid DZ(1:3) = 50.0 m 50.0 m 100.0 m
RSITE: Sub grid NXS = 10 NYS = 10 NZS = 1
RSITE: Surface roughness .. on file ../dat/surf_gren.fld
RSITE: Subgrid .. flags ... on file ../dat/subf_gren.fld
RSITE: Topography flags ... on file ../dat/topf_gren.fld
RSITE: Main grid topography on file ../dat/topm_gren.fld
RSITE: Sub grid topography on file ../dat/tops_gren.fld
RTIME: Begin time 1 May 1991 1h
RTIME: End time 1 May 1991 1h
RTIME: Timestep factor DTF = 1.00
RCONC: Compound name = SO₂ Unit = ug SO₂/m³
RCONC: Dry deposition velocity = .10E-08 m/s
RCONC: Background concentration = 0.0 ug SO₂/m³
RCONC: Old concentrations on file ../res/conc_so2_gren.fld
RCONC: New concentrations on file ../res/conc_so2_gren.fld
RCONC: Main grid concentrations on file ../res/mcon_so2_gren.fld
RCONC: Main grid second. conc. on file
RCONC: Sub grid concentrations on file ../res/scon_so2_gren.fld
RCONC: Sub grid second. conc. on file
RCONC: Old puffs on file ../res/puff_so2_gren.dat
RCONC: New puffs on file ../res/puff_so2_gren.dat
RCONC: Puff redirection limit RDL = 30.0 deg
RCONC: Puff Y limit fraction YLF = 0.01
RCONC: Puff Z limit fractions ZLF(1:3) = 0.20 0.20 0.10
RCONC: NO₂ plume mod. dist. fact. = .70E-04 /m
REMIS: Area sources on file ../dat/asrc_so2_gren.fld
REMIS: Area sources factors on file ../dat/asrf_gren.dat
REMIS: Point sources on file ../dat/psrc_gren.dat
RASRC: Area source number 1 SO₂-Heat included
RASRC: Area source number 2 SO₂-Traf included
RPSRC: Grid origo UTMX = 28.0 UTM Y = 43.0
RPSRC: Compound column index = 1
RPSRC: Emission and temperature unit indicators = 2,1
RPSRC: Read format (A10,9F6.2,I3,10(F6.2,I2))
RPSRC: Point source number 1 SENTRALSJK included
RPSRC: Point source number 2 POLLY included
RPSRC: Point source number 3 BORGESTAD included
RPSRC: Point source number 10 NORCEM included
RPSRC: Point source number 13 LAND-DA1 included
RPSRC: Point source number 19 LAND-F24A included

```

RPSRC: Point source number 54 MAGN-Mg13 included
RPSRC: Point source number 58 MAGN-Mg1A included
RPSRC: Point source number 67 MAGN-Mg4 included
RPSRC: Point source number 68 MAGN-Mg4D included
RPSRC: Point source number 71 MAGN-S2 included
RPSRC: Point source number 72 MAGN-S3 included
RPSRC: Point source number 73 MAGN-S4 included
RPSRC: Point source number 75 PEA-FeMn included
RPSRC: Point source number 77 PEA-SiMn included
RPSRC: Point source number 78 SU-CELUF included
RPSRC: Point source number 79 DIFFUS included
RPSRC: Point source number 80 FYRHUS included
RMETE: Synoptic meteorology .. on file
RMETE: Air temperature ..... on file ../dat/temp_gren.fld
RMETE: Air temperature weights on file ../dat/twgh_gren.fld
RMETE: Wind ..... on file ../dat/wind_gren.fld
RMETE: Wind ..... weights on file ../dat/wwgh_gren.fld
RMETE: Wind standard deviation on file ../dat/sdvw_gren.fld
RMETE: Aerodynamic resistance on file ../dat/aero_gren.fld
RMETE: Cloud cover = 4.0 octals
ROLDC: Read old ..... concentrations for time 91050101
RPUFF: Read 182 old puffs ..... for time 91050101
RTEMP: Read air temperature ..... for time 91050101
RWIND: Read wind ..... for time 91050101
RSDVW: Read wind standard deviation for time 91050101
RAERO: Read aerodynamic resistance .. for time 91050101
CALCDT: 82 timesteps of 43.9 s
CONPUF: Calculating on 167 puffs
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 7, 11)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 8, 11)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 9, 11)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 10, 11)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 7, 12)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 8, 12)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 9, 12)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 10, 12)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 7, 13)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 8, 13)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 9, 13)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 10, 13)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 7, 14)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 8, 14)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 9, 14)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 10, 14)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 6, 19)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 7, 19)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 8, 19)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 9, 19)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 6, 20)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 7, 20)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 8, 20)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 9, 20)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 6, 21)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 7, 21)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 8, 21)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 9, 21)

```

```

WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 6, 22)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 7, 22)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 8, 22)
WSCON: Write sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 9, 22)
WMCON: Write main grid concentrations for time 91050101
WNEWC: Write new ..... concentrations for time 91050101
WPUFF: Write 167 new puffs ..... for time 91050101
EPISODE: Finish 1992/05/19 at 10:40:26

```

J.3 Meldinger fra kjøring av POSTPRO for SO₂

```

** NILU POSTPRO v1.0 (Rev. 920116) **
POSTPRO: Start 1992/05/19 at 10:40:27
RSDIO: Main input data on file ../dat/main_so2_gren.dat
RSDIO: Messages ..... on file ../res/mess_so2_post.dat
RMAIN: Meteorological data keys on file ../dat/keym_gren.dat
RMAIN: Override ..... data on file ../dat/over_gren.dat
RMAIN: Main site ..... data on file ../dat/site_gren.dat
RMAIN: Time ..... data on file ../dat/time_gren.dat
RMAIN: Main emission ..... data on file ../dat/emis_so2_gren.dat
RMAIN: Main meteorological data on file ../dat/mete_gren.dat
RMAIN: Main concentrations data on file ../dat/conc_so2_gren.dat
RMAIN: Postpro ..... data on file ../dat/post_so2_gren.dat
RMAIN: Concentration data keys on file ../dat/keyc_gren.dat
RMAIN: Demoepi ..... data on file ../dat/demo_so2_gren.dat
ROVER: Override temp. and delta-T Ås .. = -9900.0 deg C -9900.0 deg C
ROVER: Override windspeed/direction Hydro = -9900.0 m/s -9900.0 deg
ROVER: Override windspeed/direction Union = -9900.0 m/s -9900.0 deg
ROVER: Override windspeed/direction Ås .. = -9900.0 m/s -9900.0 deg
ROVER: Override windspeed/direction lay 3 = -9900.0 m/s -9900.0 deg
ROVER: Override sigma-w coeff. lay 1,2,3 = 1.0 1.0 1.0
ROVER: Scaling of area srcs (heat.,traf.) = 1.0 1.0
ROVER: Override NOx and Ox (NO2+O3) conc. = -9900.0 ug/m3 -9900.0 ug/m3
RSITE: Site name: Grenland
RSITE: Site latitude = 60.0 deg
RSITE: Main grid origo UTMX = 28.0 UTM Y = 43.0
RSITE: Main grid NX = 16 NY = 23 NZ = 3
RSITE: Main grid DX = 1000.0 m DY = 1000.0 m
RSITE: Main grid DZ(1:3) = 50.0 m 50.0 m 100.0 m
RSITE: Sub grid NXS = 10 NYS = 10 NZS = 1
RSITE: Surface roughness .. on file ../dat/surf_gren.fld
RSITE: Subgrid .. flags ... on file ../dat/subf_gren.fld
RSITE: Topography flags ... on file ../dat/topf_gren.fld
RSITE: Main grid topography on file ../dat/topm_gren.fld
RSITE: Sub grid topography on file ../dat/tops_gren.fld
RTIME: Begin time 1 May 1991 1h
RTIME: End time 1 May 1991 1h
RTIME: Timestep factor DTF = 1.00
RMETE: Synoptic meteorology .. on file
RMETE: Air temperature ..... on file ../dat/temp_gren.fld
RMETE: Air temperature weights on file ../dat/twgh_gren.fld
RMETE: Wind ..... on file ../dat/wind_gren.fld
RMETE: Wind ..... weights on file ../dat/wwgh_gren.fld

```

```

RMETE: Wind standard deviation on file ../dat/sdvw_gren.fld
RMETE: Aerodynamic resistance on file ../dat/aero_gren.fld
RMETE: Cloud cover = 4.0 octals
RCONC: Compound name = SO2 Unit = ug SO2/m3
RCONC: Dry deposition velocity = .10E-08 m/s
RCONC: Background concentration = 0.0 ug SO2/m3
RCONC: Old ..... concentrations on file ../res/conc_so2_gren.fld
RCONC: New ..... concentrations on file ../res/conc_so2_gren.fld
RCONC: Main grid concentrations on file ../res/mcon_so2_gren.fld
RCONC: Main grid second. conc. on file
RCONC: Sub grid concentrations on file ../res/scon_so2_gren.fld
RCONC: Sub grid second. conc. on file
RCONC: Old puffs ..... on file ../res/puff_so2_gren.dat
RCONC: New puffs ..... on file ../res/puff_so2_gren.dat
RCONC: Puff redirection limit RDL = 30.0 deg
RCONC: Puff Y limit fraction YLF = 0.01
RCONC: Puff Z limit fractions ZLF(1:3) = 0.20 0.20 0.10
RCONC: NO2 plume mod. dist. fact. = .70E-04 /m
RPOST: Main grid correct. conc. on file ../res/mcor_so2_gren.fld
RPOST: Main grid co. sec. conc. on file
RPOST: Sub grid correct. conc. on file ../res/scor_so2_gren.fld
RPOST: Sub grid co. sec. conc. on file
RPOST: Synoptic concentrations on file ../res/sync_so2_250m.dat
RPOST: Concentrations search radius = 250.0 m
RPOST: Alarm messages ..... on file ../res/alar_so2_gren.dat
RPOST: Conc. threshold for alarm = 150.0 ug/m3
RPOST: Ratio threshold for alarm = 3.0
RPOST: NOx background conc. ... on file ../res/back_nox_gren.dat
RPOST: NOx main grid conc. ... on file ../res/mcrb_nox_gren.fld
RPOST: NOx sub grid conc. ... on file ../res/scrp_nox_gren.fld
RPOST: NO2 main grid photochem. on file ../res/mcon_no2_gren.fld
RPOST: NO2 sub grid photochem. on file ../res/scon_no2_gren.fld
RPOST: O3 main grid photochem. on file ../res/mcon_ozo_gren.fld
RPOST: O3 sub grid photochem. on file ../res/scon_ozo_gren.fld
RKEYC: Number of database keys = 24
RKEYC: Database key number 1 = NK1+K0002000 NO-KL 34.7 57.3
RKEYC: Database key number 2 = NK1+K0003000 NO2-KL 34.7 57.3
RKEYC: Database key number 3 = NK1+K0008000 O3-KL 34.7 57.3
RKEYC: Database key number 4 = NK2+K0002000 NO-ÅS 37.8 50.4
RKEYC: Database key number 5 = NK2+K0003000 NO2-ÅS 37.8 50.4
RKEYC: Database key number 6 = NK3+K0001000 SO2-SK 34.6 63.4
RKEYC: Database key number 7 = NK4+K0001000 SO2-GE 35.5 62.8
RKEYC: Database key number 8 = NK5+K0008000 O3-LA 42.7 42.7
RKEYC: Database key number 9 = NK9+K0008000 O3-HA 27.8 62.8
RKEYC: Database key number 10 = N01+00001001 SO2-P1 35.4 55.1 37.6 55.1
RKEYC: Database key number 11 = N01+00001002 SO2-P2 35.4 55.1 35.9 55.0
RKEYC: Database key number 12 = N01+00001003 SO2-P3 35.4 55.1 35.0 54.8
RKEYC: Database key number 13 = N01+00002004 NO-P4 35.4 55.1 35.2 55.0
RKEYC: Database key number 14 = N01+00003001 NO2-P1 35.4 55.1 37.6 55.1
RKEYC: Database key number 15 = N01+00003002 NO2-P2 35.4 55.1 35.9 55.0
RKEYC: Database key number 16 = N01+00003003 NO2-P3 35.4 55.1 35.0 54.8
RKEYC: Database key number 17 = N01+00008002 O3-P2 35.4 55.1 35.9 55.0
RKEYC: Database key number 18 = N01+00008003 O3-P3 35.4 55.1 35.0 54.8
RKEYC: Database key number 19 = N01+00017002 NH3-P2 35.4 55.1 35.9 55.0
RKEYC: Database key number 20 = N01+00017003 NH3-P3 35.4 55.1 35.0 54.8
RKEYC: Database key number 21 = N01+00017004 NH3-P4 35.4 55.1 35.2 55.0

```



```

RKEYC: Database key number 22 = N01+00040001 C12-P1 35.4 55.1 37.6 55.1
RKEYC: Database key number 23 = N01+00040002 C12-P2 35.4 55.1 35.9 55.0
RKEYC: Database key number 24 = N01+00040003 C12-P3 35.4 55.1 35.0 54.8
RDBAC: Read Indic Airviro database .. for time 91050101
RMCON: Read main grid concentrations for time 91050101
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 7, 11)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 8, 11)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 9, 11)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 10, 11)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 7, 12)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 8, 12)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 9, 12)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 10, 12)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 7, 13)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 8, 13)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 9, 13)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 10, 13)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 7, 14)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 8, 14)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 9, 14)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 10, 14)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 6, 19)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 7, 19)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 8, 19)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 9, 19)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 6, 20)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 7, 20)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 8, 20)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 9, 20)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 6, 21)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 7, 21)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 8, 21)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 9, 21)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 6, 22)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 7, 22)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 8, 22)
RSCON: Read sub grid concentrations for time 91050101 (MGrid 9, 22)
CPOST: Write observed and predicted concentrations
WMCOR: Write main grid correct. conc. for time 91050101
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 7, 11)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 8, 11)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 9, 11)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 10, 11)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 7, 12)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 8, 12)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 9, 12)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 10, 12)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 7, 13)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 8, 13)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 9, 13)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 10, 13)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 7, 14)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 8, 14)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 9, 14)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 10, 14)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 6, 19)

```

WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 7, 19)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 8, 19)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 9, 19)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 6, 20)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 7, 20)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 8, 20)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 9, 20)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 6, 21)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 7, 21)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 8, 21)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 9, 21)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 6, 22)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 7, 22)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 8, 22)
WSCOR: Write sub grid correct. conc. for time 91050101 (MGrid 9, 22)
POSTPRO: Finish 1992/05/19 at 10:40:34

VEDLEGG K

Beskrivelse av binær- og ASCII-felt filer

En binær feltfil er en binær datafil som består av en eller flere felter av verdier. Eksempel på slike felter i programsystemet er bl.a. meteorologiske felter (vind- og temperatur-felter) og konsentrasjons-felter.

Et felt på filen består av følgende data:

- To tekststrenger som hver er på 10 bytes (2 x CHAR*10)
- To tall NX og NY hver på 4 bytes (2 x INTEGER*4)
- Feltverdier på NX x NY tall hver på 4 bytes (NX x NY x REAL*4)

Tekststrengene inneholder identifikasjon av feltene med navn på komponent, tidsangivelse og enhet. Tallene NX og NY betegner antall felter i x- og y-retning. For programsystemet i Grenland er NX = 16 og NY = 23.

Alle binære feltfiler i programsystemet er gjenkjennelige ved at de har filnavn som ender på '.fld'. Disse filene er altså ikke lesbare i en editor. Isteden må man konvertere til og fra ASCII-versjoner av disse filene dersom man ønsker å se på eller forandre innholdet.

Til dette bruk er det laget to ekstra programmer convta og convtb for å konvertere til og fra ASCII-format. Programmet convta er et program for å konvertere fra binær til ASCII-format (convert to ascii) mens convtb konverterer tilbake igjen fra ASCII til binært (convert to binary).

Ved kjøring av programmene må man gi følgende inndata:

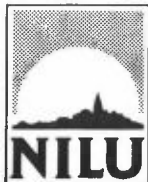
- Navn på fil som det skal konverteres fra
- Navn på fil som det skal konverteres til
- Start indeks og slutt indeks for feltene samt inkrement
- Skaleringsfaktor

Start indeks og slutt indeks betyr nummeret til første og siste felt som skal konverteres, f.eks. 1 og N der N er antall felter

på filen dersom man ønsker å konvertere alle feltene. Vanligvis velges inkrementet lik 1 som betyr alle feltene imellom start og slutt. Hvis man velger inkrement lik 2 betyr dette f.eks. annethvert felt imellom startindeks og sluttindeks. Skaleringsfaktor velges vanligvis lik 1.0 dersom man ikke ønsker skalering av feltene.

Når man har konvertert en binær feltfil til ASCII-format kan man f.eks. hente inn ASCII-filen i en editor for å se på filen eller å editere verdiene. Et felt på ASCII-filen består av følgende data:

- De to tekststrengene på 10 karakterer hver, samt de to tallene NX og NY på samme linje. Fortran format 2A10,2I3.
- Deretter følger på hver linje indeks IX,IY til ruten samt ruteverdi. Fortran format 2I3,F16.8.



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

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 55/92	ISBN-82-425-0395-8	
DATO 30.7.1992	ANSV. SIGN. <i>S. Walker</i>	ANT. SIDER 110	PRIS NOK 165,-
TITTEL Spredningsberegninger for on-line overvåking i Grenland. Programbeskrivelse og brukerveiledning		PROSJEKTLEDER K.E. Grønскеi	
		NILU PROSJEKT NR. O-8946	
FORFATTER(E) S.-E. Walker og K.E. Grønскеi		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. L. Stige, SFT	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep 0032 Oslo			
STIKKORD Spredningsberegninger Overvåking Grenland			
REFERAT Rapporten inneholder brukerveiledning og beskrivelse av programsystemet som er tilpasset overvåkingssystemet i Grenland. Det er utarbeidet en beskrivelse av beregningsmetoder, datafiler og programmer.			

TITLE	Dispersion calculations for on-line surveillance in Grenland Description of programs and Users Guide.
ABSTRACT	The report contains guidelines for users and a description of programs for dispersion calculations for the system of air pollution surveillance in Grenland. Methods for calculations, datafiles and programs are described.

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