

NILU  
Oppdragsrapport nr 43/72  
Referanse: EO 020872  
Dato: August 1972

SPREDNINGSBEREGNINGER  
I FORBINDELSE MED  
PLANLAGT KOKSVERK VED FINNFJORDBOTN

av

Harald Dovland

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING  
POSTBOKS 15, 2007 KJELLER  
NORGE

INNHOLDSFORTEGNELSE

		Side
1	<u>INNLEDNING</u> .....	2
2	<u>TEKNISKE DATA</u> .....	2
	2.1 <u>Eksisterende FeSi-verk</u> .....	2
	2.2 <u>Planlagt koksverk</u> .....	3
3	<u>BELIGGENHET OG TOPOGRAFI</u> .....	4
4	<u>METOROLOGISKE DATA</u> .....	6
	4.1 <u>Vind</u> .....	6
	4.1.1 <u>Vindfordeling på Gibostad og Sommarøy i Senja</u> ....	8
	4.1.2 <u>Vindfordeling ved Finnfjordbotn</u> .....	9
	4.2 <u>Stabilitet</u> .....	10
	4.3 <u>Nedbør</u> .....	12
5	<u>SPREDNINGSBEREGNINGER</u> .....	12
	5.1 <u>Forutsetninger</u> .....	12
	5.2 <u>Spredningsformler</u> .....	13
	5.2.1 <u>Spredning uten kjemiske reaksjoner</u> .....	13
	5.2.2 <u>Korreksjon for SO<sub>2</sub>-oksydasjon</u> .....	14
	5.2.3 <u>Spredningsparametre</u> .....	16
	5.3 <u>Effektiv skorsteinshøyde</u> .....	16
	5.3.1 <u>Tyske krav til skorsteinshøyde</u> .....	17
	5.4 <u>Resultater av beregningene</u> .....	18
	5.4.1 <u>Korttidskonsentrasjoner</u> .....	18
	5.4.2 <u>Langtidsmiddel - belastning</u> .....	20
6	<u>UTVASKING OG TØRRAVSETNING</u> .....	23
	6.1 <u>Utvasking ved nedbør</u> .....	23
	6.2 <u>Tørravsetning</u> .....	24
7	<u>KONKLUSJON</u> .....	26
8	<u>LITTERATURLISTE</u> .....	28
	<u>TABELLTILLEGG</u> .....	29

SPREDNINGSBEREGNINGER I FORBINDELSE MED PLANLAGT KOKSVERK  
VED FINNFJORDBOTN

1 INNLEDNING

Etter oppdrag fra SINTEF via I/S Miljøplan har Norsk Institutt for Luftforskning (NILU) foretatt idealiserte spredningsberegninger for utslipp av svoveldioksyd ( $SO_2$ ) fra det planlagte koksverk ved Finnfjordbotn. Også tørrravsetning og utvasking av svoveldioksyd/svovelsyre er beregnet. Utslippene fra det eksisterende ferrosilisiumverk på stedet er også tatt med i beregningene.

Spredningsberegningene bygger blant annet på meteorologiske data (vind og stabilitet) som ikke er observert ved byggestedet. Ut fra data fra meteorologiske stasjoner i distriktet har en gitt grove estimer av de meteorologiske forhold på stedet. Dette medfører usikkerhetsmomenter i beregningene.

2 TEKNISKE DATA

Det påtenkte koksverk ved Finnfjordbotn planlegges plassert like ved det eksisterende ferrosilisiumverk. Fabrikktomten ligger 4,5 m.o.h. De tekniske data for verkene er levert av I/S Miljøplan.

2.1 Eksisterende FeSi-verk

Ferrosilisiumverket har tidligere benyttet to ovner på 8 MW hver. Det er dessuten nylig installert en ovn på 25 MW. Det er ikke klart hvorvidt verket i fremtiden vil benytte alle tre ovner samtidig. I beregningene vil en imidlertid anta at samtlige ovner kjøres, for derved å kunne vurdere maksimalt  $SO_2$ -bidrag fra denne bedriften.

De to ovnene på 8 MW har hver sin skorstein. For hver skorstein er følgende data angitt:

Røykmengde : 150.000 Nm<sup>3</sup>/h  
SO<sub>2</sub>-utslipp : 30 kg SO<sub>2</sub>/h  
Røykgasstemperatur : 120<sup>o</sup>C  
Skorsteinshøyde : 50 m.o.h.  
Skorsteinsdiameter : 2,60 m  
Diffusordiameter : 3,20 m

Varmeoverskuddet blir da ca  $1,4 \times 10^6$  cal/s (5.9 MW).

(Varmeoverskuddet er beregnet etter formelen  $Q_h = \rho V c_p \Delta T$ , hvor  $\rho$  er luftens tetthet,  $V$  utslippsvolum pr tidsenhet,  $c_p$  luftens varmekapasitet og  $\Delta T$  er temperaturdifferansen mellom røykgassen og luften. Luft-temperaturen er satt lik 10<sup>o</sup>C).

Den nye ovnen (25 MW) har to skorsteiner. Antas utslippene å være likt fordelt på de to skorsteiner gjelder følgende data for hver skorstein:

Røykmengde : 125.000 Nm<sup>3</sup>/h  
SO<sub>2</sub>-utslipp : 45 kg SO<sub>2</sub>/h  
Røykgasstemperatur : 200<sup>o</sup>C  
Skorsteinshøyde : 50 m.o.h.  
Skorsteinsdiameter : 2,60 m  
Diffusordiameter : 3,35 m

Varmeoverskuddet blir for hver skorstein ca  $2,1 \times 10^6$  cal/s (8,6 MW).

## 2.2 Planlagt koksverk

Etter planen skal koksverket ferdig utbygget ha fire ovner, hver med en skorstein. Det er oppgitt to alternative sett av utslippsdata. Totalt utslipp fra de fire skorsteinene er:

Alternativ I (utnyttelse av varmen i røykgassen)

Røykgassmengde : 310.000 Nm<sup>3</sup>/h  
SO<sub>2</sub>- utslipp : 700 kg SO<sub>2</sub>/h  
Røykgasstemperatur : 200°C  
Skorsteinshøyde : 70 m.o.h.  
Skorsteinsdiameter : 2,75 meter<sup>1)</sup>  
Det er ikke planlagt diffusor

Disse data gir for hver av de fire skorsteiner et varmeoverskudd på ca  $1,3 \times 10^6$  cal/s (5,5 MW).

Alternativ II (ingen utnyttelse av varmen i røykgassen)

Røykgassmengde : 530.000 Nm<sup>3</sup>/h  
Røykgasstemperatur : 600°C

De øvrige data er som for alternativ I. Dette gir for hver av de fire skorsteiner et varmeoverskudd på ca  $6.9 \times 10^6$  cal/s (28.8 MW).

Vi har i konsentrasjonsberegningene hovedsakelig behandlet alternativ I. Alternativ II har samme SO<sub>2</sub>-utslipp, men på grunn av større varmeoverskudd vil den effektive utslippshøyde øke, og dermed vil bakkekonsentrasjonene generelt bli lavere sammenlignet med alternativ I.

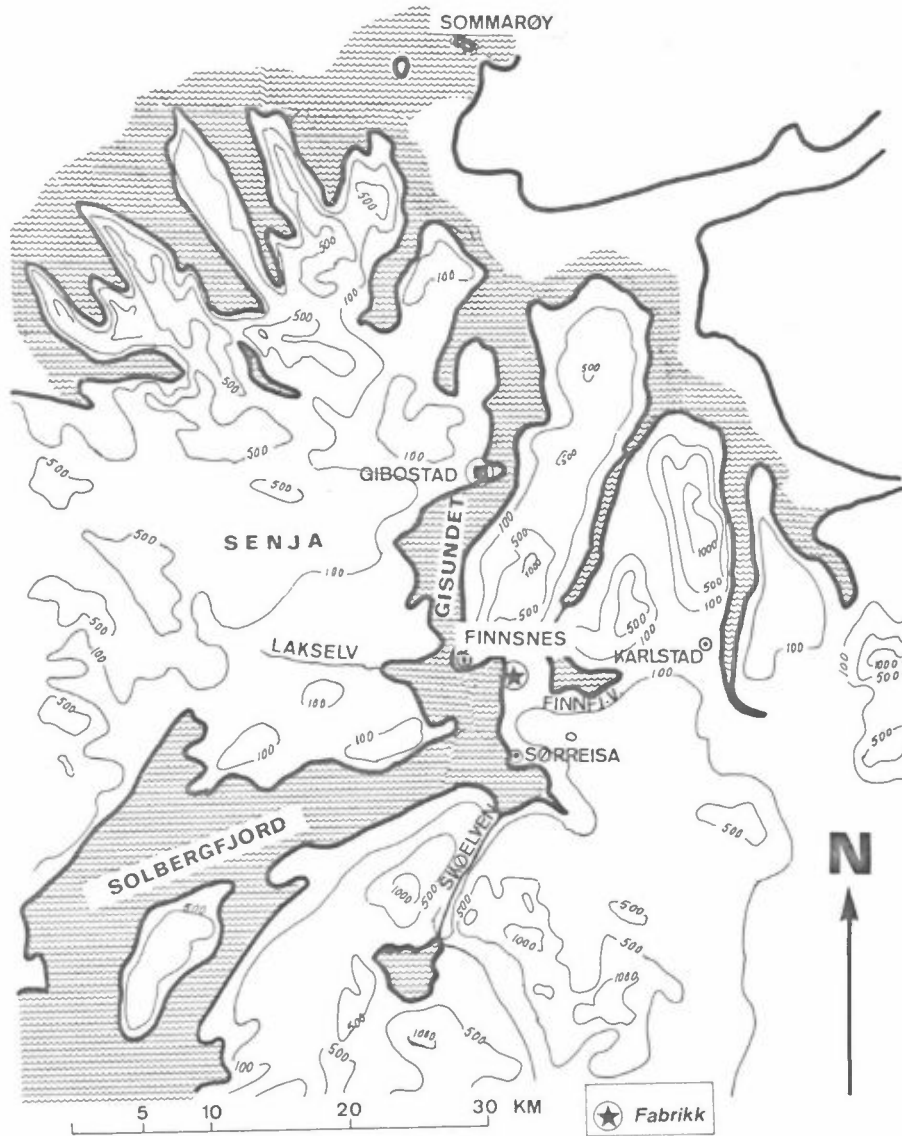
3 BELIGGENHET OG TOPOGRAFI

Den geografiske plassering av den planlagte bedriften er vist på figur 1. Koksverket tenkes plassert like ved det eksisterende ferrosilisiumverket, ca 2 km sør for Finnfjordbotn. Tettstedet Finnsnes ligger ca 4 km nord-vest for stedet.

Som en ser av kartskissen er de topografiske forhold omkring byggestedet meget kompliserte. Stedet ligger ved Finnfjorden som går over i henholdsvis Solbergfjorden (sør) og Gisundet (nord). Gisundet, mellom Senja og fastlandet, har hovedretningen nord-sør. Solbergfjorden går i sør-vestlig retning fra fabrikk. På østsiden av

---

<sup>1)</sup> Det er senere opplyst at skorsteinsdiameteren blir 2,0 meter. Dette har imidlertid ingen betydning for våre beregninger.



Figur 1: Kartskisse over området

Gisundet er det relativt høye fjell, opp til 1000 m.o.h. På vestsiden (på Senja) er fjellene lavere, stort sett under 300 meter nærmest sundet. Også langs Solbergfjorden er fjellene høyest på fastlandsiden hvor de går opp mot 1000 meter.

Øst og nord-øst for byggestedet er det relativt åpent. Terrenget stiger opp mot en ca 100 meter høy åsrygg, flater så ut og synker igjen mot Finnfjordvatnet. Mot øst går det derfra en forholdsvis bred dal mot Målselvfjorden, og mot nord-øst går en trangere dal mot Rossfjordvatnet og videre ut i Malangen. Mellom disse to dalførene ligger Fagerfjell med høyder opp mot 900 meter.

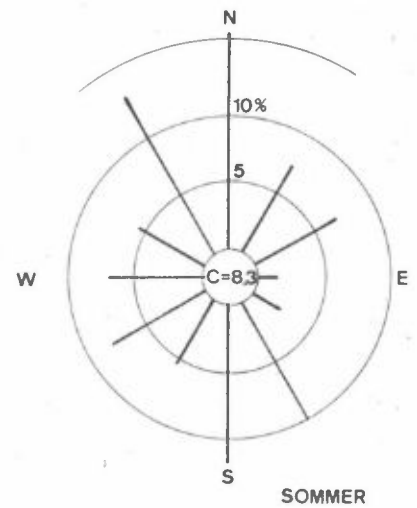
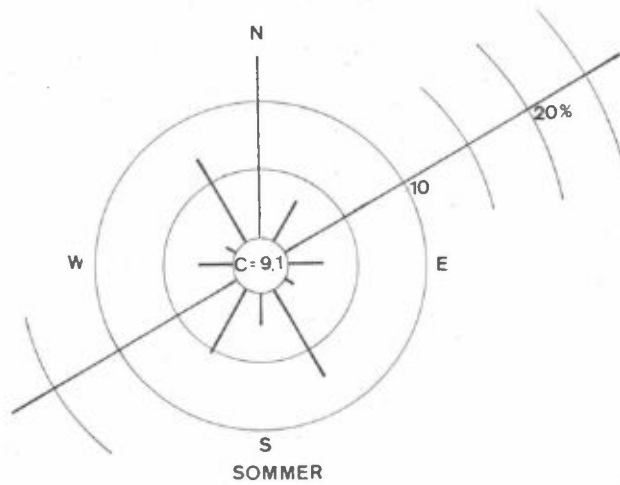
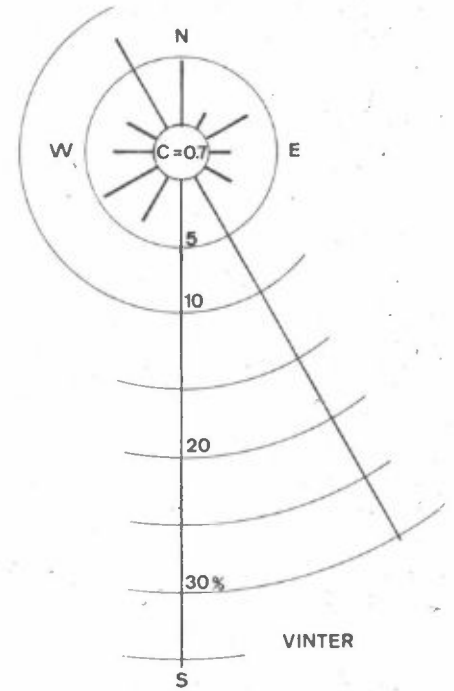
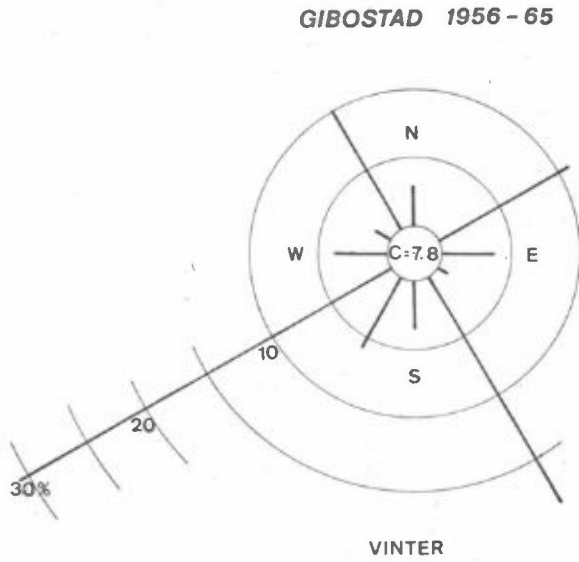
#### 4 METEOROLOGISKE DATA

##### 4.1 Vind

Det foreligger ingen vinddata fra det planlagte byggestedet. Vi har derfor estimert en vindfordeling ut fra vinddata ved meteorologiske stasjoner i området og ved å ta hensyn til den lokale topografi. Vi har til en viss grad også benyttet opplysninger fra lokalbefolkningen ved vurdering av vindforholdene.

Den nærmeste meteorologiske stasjon er Gibostad, ca 15 km nord for byggestedet. De andre meteorologiske stasjoner i området ligger forholdsvis langt unna, men vi har likevel tatt med data også fra Sommarøy i Senja, ca 50 km nord for byggestedet (se figur 1).

SOMMARØY I SENJA 1956-65



Figur 2: Vindfrekvenser for Gibostad og Sommarøy i Senja 1956-65. (Stillefrekvensen angitt i sirkelen).



Det foreligger også en del upubliserte data fra Målselvdalen, blant annet fra Karlstad, men disse målinger er sterkt influert av dalføret, og lar seg derfor vanskelig overføre til byggestedet.

#### 4.1.1 Vindfordeling på Gibostad og Sommarøy i Senja

Den midlere vindfordeling for Gibostad og for Sommarøy i Senja for 10 års perioden 1956 - 1965 er vist på figur 2 (1). Vindfordelingene er gitt for sommer (juni, juli og august) og vinter (desember, januar og februar).

Som en ser av figuren er vindrosene svært forskjellige. Det viser at en må være meget forsiktig med å overføre data fra ett sted til et annet.

På Sommarøy i Senja er sørlig til sør-østlig vind (fralandsvind) meget dominerende om vinteren, mens en om sommeren har at nord og nord-vest er de hyppigste vindretninger.

På Gibostad er de dominerende vindretninger nord-øst og sør-vest. Det er om vinteren dessuten to andre forholdsvis markerte retninger, nord-vest og sør-øst, altså mer på tvers av sundet. Disse skyldes vinder på større skala.

I tabell 1 er midlere vindstyrke (i Beaufort) for Gibostad gitt for forskjellige vindretninger og for henholdsvis sommer og vinter. Vindretningen er her gitt i dekadgrader, dvs. 36 gir vind fra nord, 09 fra øst, 18 fra sør og 27 fra vest. Generelt er det høyere vindstyrker om vinteren enn om sommeren. De høyeste middelvindstyrker har en både sommer og vinter med vind fra sør-vest (retning 24). (Retning 30 har om vinteren så lav frekvens at vindstyrken 3.5 ikke må tillegges særlig betydning).

Vindretning	36	03	06	09	12	15	18	21	24	27	30	33
Sommer	2.2	2.0	2.4	1.8	1.5	1.9	1.5	2.1	2.9	2.2	1.9	2.2
Vinter	2.1	-	2.0	2.4	2.6	2.5	2.1	2.7	3.4	2.8	3.5	2.5

Tabell 1: Midlere vindstyrker (Beaufort) for Gibostad fordelt på forskjellig vindretninger

#### 4.1.2 Vindfordeling ved Finnfjordbotn

Som tidligere nevnt er det på grunn av det relativt kompliserte terreng i området vanskelig å overføre vindfordelingene ovenfor til Finnfjordbotn. Topografien tyder på at en kan vente at hovedvindretningen blir fra sektorene nord-nordøst til øst og fra sør-sørvest til vest.

En detaljert vindrose for Finnfjordbotn basert på de tilgjengelige data må selvsagt bli meget spekulativ, og den vil lett kunne bli tillagt større vekt enn det er grunnlag for. Vi finner det derfor riktigst bare å angi estimert frekvens av vinder fra sektorene nord til øst og sør til vest.

	Sektor nord-øst	Sektor sør-vest	Vindstille
Sommer	40%	30%	< 10%
Vinter	30%	30%	< 10%

Tabell 2: Estimerte vindfrekvenser for Finnfjordbotn.

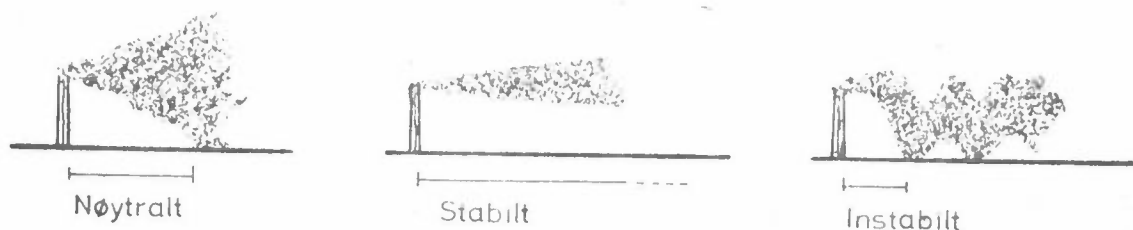
Vindstyrkene på Finnfjordbotn vil neppe avvike vesentlig fra Gibostad. Det vil være riktig å anta at vindstyrkene i utslipps-høyde (ca 100 meter) er større enn de som er angitt for Gibostad (tabell 1). Midlere vindhastigheter vil sannsynligvis ligge omkring 5 m/s.

## 4.2 Stabilitet

Spredningen eller fortynningen av en røyksky skjer i første rekke ved de uordnede bevegelser (turbulens) som alltid finnes i luftlagene nærmest bakken. Turbulensintensiteten er avhengig av underlagets ujevnheter, av vindstyrken og av den vertikale temperaturfordeling (statisk stabilitet).

Den vertikale temperaturfordeling brukes ofte som parameter for å beskrive spredningsmønsteret. Når temperaturen avtar  $1^{\circ}\text{C}$  pr 100 m kalles temperatursjiktningen nøytral. Avtar temperaturen mindre enn  $1^{\circ}\text{C}$  pr 100 m eller eventuelt øker med høyden (inversjon) er temperatursjiktningen stabil. Ved stabil sjiktning er den vertikale spredning liten, røykskyen blir smal og når bakken lenger borte enn ved nøytral sjiktning. Når temperaturen avtar mer enn  $1^{\circ}\text{C}$  pr 100 m er luften instabil. Turbulensen er da sterk og spredningen god. Røyken kan imidlertid følge store turbulenselementer, slå ned mot bakken og resultere i høye, kortvarige bakkekonsentrasjoner nær kilden.

I figur 3 er røykskyens utseende ved forskjellige temperatursjiktninger grovt skissert.



Figur 3: Røykskyens utseende ved forskjellige stabiliteter.

Vanligvis vil en i atmosfæren finne at stabiliteten endrer seg med høyden. Nærmest bakken (10 - 20 m) vil en finne den største variasjon i stabilitet. Høyere opp vil variasjonen være mindre, der vil nøytrale og svakt stabile situasjoner dominere.

Høyden av inversjonene vil være av stor betydning. Hvis utslippet skjer over inversjonen vil denne effektivt skjerme mot forurensninger i bakkenivå. Målinger av den vertikale temperaturgradient har vært gjort i Målselvdalen. Disse målingene er imidlertid gjort i de aller nederste luftlag (25 m), og vil derfor ikke være representative for utslippene fra koksverket, da disse vil finne sted mer enn 100 meter over bakken.

For å få opplysninger om hyppigheten av høye bakkeinversjoner i området, har vi gått gjennom data fra den tidligere radiosonde-stasjonen på Skattøra (ved Tromsø). Vi har ikke hatt anledning til å foreta en fullstendig bearbeidelse av materialet, og har derfor bare brukt data fra fire vintre (1957-60).

Om vinteren ligger inversjonshyppigheten mellom 15 og 20%. Hvis en antar at instabile situasjoner ikke forekommer i de aktuelle utslippshøyder om vinteren, blir frekvensen av nøytrale situasjoner 80 - 85%. Det er en tydelig tendens til overvekt av svake og høye inversjoner. Ved ca 45% av inversjonene øker temperaturen med mellom 0,0 og 0,5°C pr 100 meter, og ca 60% av inversjonene når over 300 meter.

Også om sommeren vil en kunne få en del stabile situasjoner på grunn av at sjøen er relativt kald i forhold til luften. Stabiliteten vil imidlertid brytes ned når luften kommer over land. Omvendt vil fralandsvinden ofte stabiliseres når den kommer ut over kald sjø. Tar en i betraktning de høye utslipp og de store usikkerheter som er forbundet med spredningsberegningene, vil en neppe gjøre stor feil ved å anta nøytral stabilitet i alle situasjoner om sommeren.

#### 4.3 Nedbør

Nedbørmengde og -intensitet har betydning for utvaskingen av  $SO_2$  og  $H_2SO_4$ . Basert på nedbørstasjoner i området, synes normal årsnedbør å være omkring 900 mm. Nedbøren er sannsynligvis fordelt med halvparten regn og halvparten snø. Mesteparten av regnet kommer med vind fra sør-vest, men en vil også få noe fra nord-vest som byger. Snøen kommer hovedsakelig fra nord og nord-vest.

Nedbørintensitet og samlet tid med nedbør er vanskelig å estimere selv om nedbørmengden er kjent.

### 5 SPREDNINGSBEREGNINGER

#### 5.1 Forutsetninger

De vanlige spredningsformler bygger på en rekke fundamentale forutsetninger. Vi skal kort kommentere de viktigste forutsetninger:

##### 1. Flatt utbredningsområde

Denne betingelsen er ikke oppfylt for alle retninger omkring det planlagte koksverk. For å kunne ta hensyn til det kupert terrenget, må en ha et meget detaljert kjennskap til vindfeltet under forskjellige stabilitetsforhold, men disse opplysninger foreligger ikke. Topografiens innflytelse har vi derfor sett bort fra ved spredningsberegningene, men den er tatt hensyn til ved vindestimatene. Dens innvirkning på spredningsberegningene er sannsynligvis liten.

##### 2. Gassformig emisjon

Denne betingelsen betrakter vi som oppfylt for  $SO_2$ .

##### 3. Kontinuerlig emisjon

Denne betingelsen kan betraktes som oppfylt.

#### 4. Røykgassens sammensetning

Spredningsformlene er basert på at det ikke skjer kjemiske eller fysiske forandringer under spredningen. Under spredning av SO<sub>2</sub> vil det skje en overgang fra SO<sub>2</sub> til svovelsyre, og dette må derfor tas hensyn til i beregningene (se 5.2.2). Spredningsformlene forutsetter også at det ikke avsettes eller utvaskes stoff under spredningsprosessen. SO<sub>2</sub> og svovelsyre vil både tørravsettes på bakken og utvaskes under nedbør. Dette burde derfor inngå som korreksjon av spredningsformlene, idet disse prosessene virker som en reduksjon av kilden. Den feilen en gjør ved ikke å korrigere for dette er meget liten, under vanlige spredningsforhold kan en se bort fra denne feilen innenfor de nærmeste 20 km fra kilden (2).

#### 5. Ingen endring av vinden med høyden

Denne betingelsen vil vanligvis ikke være oppfylt, men det er ikke mulig å korrigere for dette.

### 5.2 Spredningsformler

#### 5.2.1 Spredning uten kjemiske reaksjoner

Hvis vi benytter et rettvinklet koordinatsystem med origo i skorsteinsbasis, x-aksen horisontalt i vindens retning, y-aksen normalt på denne i horisontalplanet og z-aksen vertikalt, er konsentrasjonen  $\chi$  i punktet (x,y,z) gitt ved 3:

$$\chi(x,y,z,H) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} \left[ e^{-\frac{(H-z)^2}{2\sigma_z^2}} + e^{-\frac{(H+z)^2}{2\sigma_z^2}} \right]$$

Formelen gjelder for utslipp fra en enkelt kilde. Q er utslippsmengden (g/s), u er middelvindhastighet (m/s), H er den effektive skorsteinshøyde (m) og  $\sigma_y$  og  $\sigma_z$  er henholdsvis horisontal og vertikal spredningsparameter (m).  $\sigma_y$  og  $\sigma_z$  avhenger av avstand fra utslippet og av stabilitet (se 5.2.3).

Maksimalkonsentrasjonene på bakken ( $z = 0$ ) finner en langs røykfanens akse ( $y = 0$ )

$$\chi(x, 0, 0; H) = \frac{Q}{\pi u \sigma_y \sigma_z} e^{-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}} \quad (1)$$

Det vil også være av interesse å beregne midlere konsentrasjon for en lengere periode, f.eks en årstid eller ett år. Hvis en har fullstendig informasjon om sammenheng mellom vind og stabilitet, vil midlere konsentrasjon i en avstand  $x$  i retningen  $\phi$  fra kilden være gitt ved:

$$\bar{\chi}(x, \phi) = \sum_S \sum_N \frac{2Q f(\phi, S, N)}{\sqrt{2\pi} \sigma_{z,S} u_N \frac{2\pi x}{12}} e^{-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}} \quad (2)$$

Her tenkes vindfrekvensene  $f(\phi, S, N)$  gitt for  $30^\circ$ -sektorer (12 vindretninger), og at vindretningene innen hver sektor er tilfeldig fordelt.  $S$  refererer til stabilitetsklasse og  $N$  til vindstyrkeklasse.

### 5.2.2 Korreksjon for SO<sub>2</sub>-oksydasjon

Svoveldioksydgassen vil under innvirkning av vanndamp samt katalytisk virkende stoffer oksyderes, og det dannes svovelsyre-aerosoler bestående av små dråper ( $< 10\mu$ ) med fortynnet svovelsyre.

Vi skal i disse beregninger anta en første ordens oksydasjonsprosess med reaksjonskoeffisient  $k(s^{-1})$ :

$$\frac{d \chi_{SO_2}}{dt} = -k \cdot \chi_{SO_2}$$

eller

$$x_{\text{SO}_2} = x_{\text{SO}_2}^0 e^{-kt}$$

hvor  $x_{\text{SO}_2}^0$  er  $\text{SO}_2$ -konsentrasjonen ved  $t = 0$ . Reaksjonskoeffisienten  $k$  vil variere blant annet med temperaturen og mengden av andre forurensninger i luften. Verdien ligger i området  $10^{-4} \text{ s}^{-1} - 10^{-6} \text{ s}^{-1}$  ifølge (4). Størrelsen av koeffisienten har betydning for luftkonsentrasjonene av  $\text{SO}_2$  og  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Ved tørravsetning og utvasking er svovelforbindelsene her regnet som svovelsyre. Feilen en gjør ved å bruke gal verdi for  $k$  vil øke med tiden, altså med avstanden fra kilden. Det er imidlertid de maksimale konsentrasjonene av  $\text{SO}_2$  som har størst betydning. For koksverket og ferrosilisiumverket finner en at de høyeste konsentrasjonene er så nær kilden (nærmere enn 8 km), at for rimelige vindhastigheter er tiden så kort at valget av  $k$ -verdi ikke er kritisk. I beregningene vil vi derfor anta  $k = 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ .

På grunn av oksydasjon i skorsteinen, vil allerede ved utslippet en del av  $\text{SO}_2$ -mengden være oksydert til  $\text{SO}_3$ . Denne delen antas å være omkring 3% (4). Tatt i betraktning usikkerheten i utslippsmengden, vil det ha liten betydning for resultatene om en korrigerer utslippsmengden eller ikke.

Antar en at all  $\text{SO}_2$  som er oksydert foreligger som svovelsyre ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), er svovelsyrekonsentrasjonen gitt ved

$$\begin{aligned} x_{\text{H}_2\text{SO}_4} &= (x_{\text{SO}_2}^0 - x_{\text{SO}_2}) \cdot \frac{98}{64} = \\ &= x_{\text{SO}_2}^0 \cdot \frac{98}{64} (1 - e^{-kt}) \end{aligned}$$

( $\frac{98}{64}$  er forholdstallet mellom molekylvektene for  $\text{H}_2\text{SO}_4$  og  $\text{SO}_2$ )

Tiden  $t$  fra røyken forlater skorsteinen til den når bakken kan tilnærmet settes  $t \approx x/u$ , hvor  $x$  er avstanden og  $u$  middelvindstyrken.



Oksydasjonseffekten kombineres ofte med spredningseffekten ved følgende ligninger:

$$X_{SO_2} = \frac{Q_{SO_2}}{\pi u \sigma_y \sigma_z} e^{-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}} \cdot e^{-k \frac{x}{u}} \quad (3)$$

$$X_{H_2SO_4} = \frac{98}{64} \frac{Q_{SO_2}}{\pi u \sigma_y \sigma_z} e^{-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}} \cdot \left(1 - e^{-k \frac{x}{u}}\right) \quad (4)$$

For å finne et langtidsmiddel, må ligningene (3) og (4) modifiseres analogt med ligning (2).

### 5.2.3 Spredningsparametre

For spredningsparametrene  $\sigma_y$  og  $\sigma_z$  som inngår i spredningsformlene har vi benyttet verdier fra Turner (3). Verdiene er der gitt for 6 forskjellige stabilitetsklasser (A-F). Vi har i beregningene brukt tre klasser, instabilt (B), nær nøytralt (C-D) og stabilt (E). Verdiene representerer midlingstider på 10 minutter. Generelt øker usikkerheten i spredningsparametrene med avstanden fra kilden.

### 5.3 Effektiv skorsteinshøyde

Effektiv skorsteinshøyde er summen av den fysiske skorsteinshøyde (byggehøyde) og den overhøyde røykgassene får på grunn av utslippshastigheten og varmeoverskuddet i forhold til omgivelsene. Både på ferrosilisiumverket og det planlagte koksverk er temperaturen av røykgassene så høy at oppdriften på grunn av varmeoverskuddet vil dominere i forhold til effekten av utslippshastigheten.

For beregning av overhøyder er det utviklet en mengde forskjellige formler. En oversikt over de viktigste er gitt av blant annet Carson og Moses (5). Det er stor spredning i resultatene fra disse formlene. Vi har brukt flere av de vanligste formlene, og på det grunnlag har vi i tabell 3 gitt hva vi mener er rimelige overhøyder. Verdiene ligger forholdsvis nær de en får ved den såkalte CONCAWE-formelen ( $\Delta h = 2.58 \cdot Q_h^{0,58} / u^{0,7}$ ,

hvor  $\Delta h$  er overhøyden,  $Q_h$  varmeoverskudd i kcal/s og  $u$  er vindhastighet i m/s). For stabile situasjoner er det brukt en stabilitetsfaktor gitt av Carson og Moses (5). For ustabile situasjoner, som sannsynligvis vil være sjeldne i de aktuelle utslippshøyder, kan en regne samme overhøyde som for nøytrale situasjoner. Bakkekonsentrasjonene vil da bli overestimert, da en i ustabile situasjoner oftest får større overhøyder.

u m/s	FeSi-verk Koksverk, alt I		Koksverk, alt II	
	Nøytralt/ Instabilt	Stabilt	Nøytralt/ Instabilt	Stabilt
10	30	-	70	-
5	55	40	140	100
4	65	45	160	115
3	80	55	200	140
2	110	75	250	175

Tabell 3: Estimerte overhøyder

Det planlagte koksverk (alternativ I) og de gamle ovnene på ferrosilisiumverket har omtrent samme varmeoverskudd i utslippene og vil derfor få samme overhøyde. Den nye ovnen på ferrosilisiumverket har noe større varmeoverskudd og får derfor litt større overhøyde (10-15 m høyere). For enkelhets skyld kan en imidlertid anta at en også her får samme overhøyde som for koksverket og de gamle ovnene. Konsentrasjonene vil dermed bli litt overestimert.

Koksverkets alternativ II gir vesentlig større overhøyder på grunn av den høye temperaturen i røykgassene.

Vi vil her få flere skorsteiner som ligger nær hverandre og utslippene vil muligens kunne blandes et stykke over skorsteinene. Hvilken effekt dette måtte ha på overhøyden er ukjent, men det er ikke grunn til å anta at dette vil redusere overhøyden.

### 5.3.1 Tyske krav til skorsteinshøyde

For enkelt å kunne bestemme f.eks. den skorsteinshøyde som kreves

for at SO<sub>2</sub>-konsentrasjonene skal holdes under en gitt grense, har en i Tyskland konstruert et nomogram til dette formål (6).

Hvis en ønsker at koksverket høyst skal øke korttids-konsentrasjonene av SO<sub>2</sub> i området med 0,5 mg/m<sup>3</sup> (høyeste tillatte økning i Tyskland), finner en med de angitte utslippsdata, at minste tillatte fysiske skorsteinshøyde blir 40 meter for koksverkets alternativ I.

#### 5.4 Resultater av beregningene

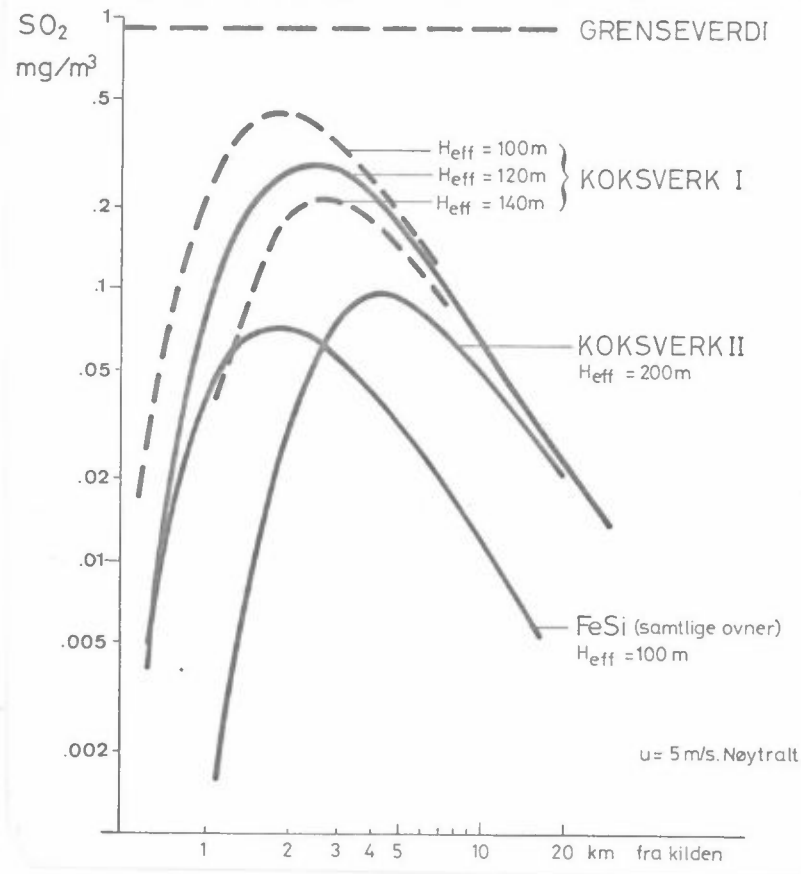
I beregningene har vi antatt at alle utslipp skjer i ett punkt, selv om de kommer fra forskjellige skorsteiner. Feilen en gjør ved dette varierer med vindretningen. Tilnærmelsen medfører overestimerte korttidskonsentrasjoner, men for større avstander er betydningen liten.

Resultatene er hovedsakelig presentert i et tabelltillegg. I samtlige tabeller og figurer er det de maksimale bakkekonsentrasjoner, dvs. konsentrasjonene langs røykfanens akse som er gitt. Tabellene gir resultater for avstander opp til ca 40 km, men for så store avstander er usikkerheten i resultatene meget stor.

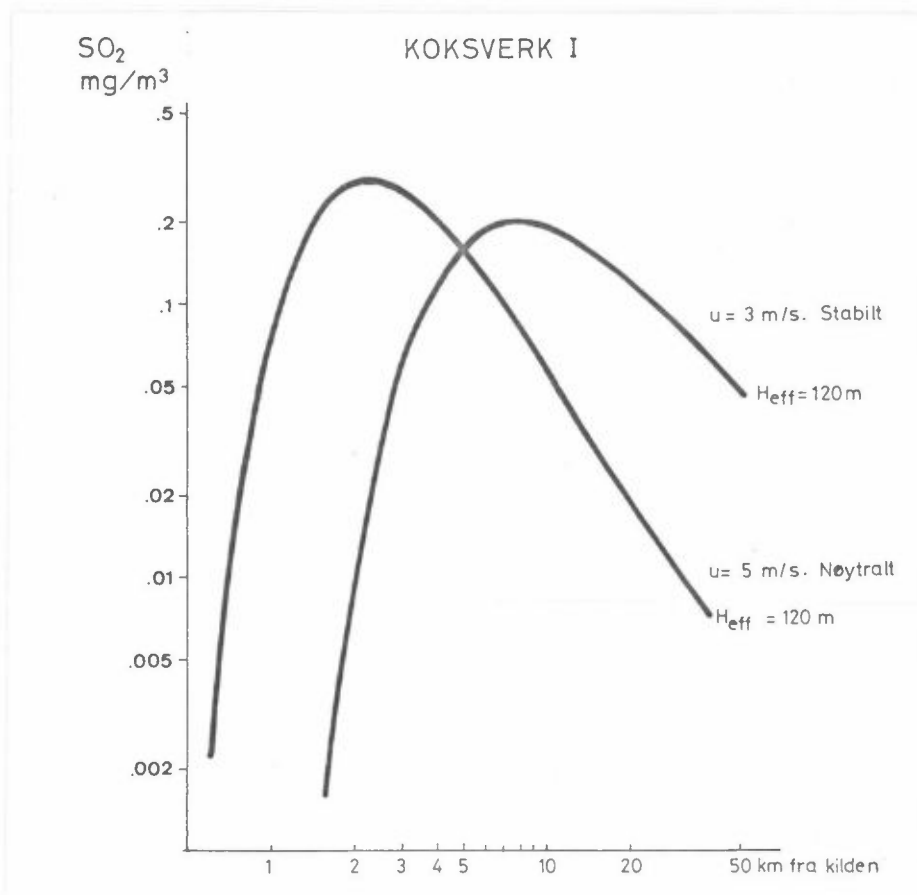
##### 5.4.1 Korttidskonsentrasjoner

Ved hjelp av ligningene (3) og (4) har vi beregnet 10 minutters middel for bakkekonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> og H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> som kan ventes fra det planlagte koksverk, og dessuten er tilsvarende beregninger utført for det eksisterende ferrosilisiumverk. Tabellene gir verdier for forskjellige verdier av vindstyrke, stabilitet og effektiv skorsteinshøyde.

I figur 4 har vi som illustrasjon vist korttidskonsentrasjonene av SO<sub>2</sub> som funksjon av avstanden fra kilden. Figuren er ment å angi en forholdsvis representativ vær-situasjon; u = 5 m/s og nøytral stabilitet. Av figuren ser en tydelig den gunstige innvirkning av den store overhøyden ved koksverkets alternativ II.



Figur 4: Beregnede bakkekonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> langs røykfanens akse (10-minutters verdier). Grenseverdien er beregnet på grunnlag av svenske retningslinjer for 30-minutters verdier.



Figur 5: Beregnede bakkekonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> langs røykfanens akse ved to forskjellige vær-situasjoner.

For alternativ I har en tatt med tre effektive høyder, svarende til fysiske skorsteinshøyder på henholdsvis 50, 70 og 90 meter.

Det finnes foreløpig ingen norske retningslinjer for tillatte  $\text{SO}_2$ -konsentrasjoner i luften. Vanligvis brukes derfor svenske retningslinjer. Ifølge disse er grensen for halvtimes verdier av  $\text{SO}_2$  0.25 ppm (part per million), svarende til  $0.72 \text{ mg/m}^3$ . Denne verdi tillates overskredet i 1% av tiden. Det er ikke gitt retningslinjer for 10-minutters verdier. Halvtimes verdier kan omregnes til 10-minutters verdier ved at de divideres med 0.8. Grenseverdien skulle da bli  $0.9 \text{ mg/m}^3$ , og det er denne verdi som er tegnet inn på figur 4.

I figur 5 er vist hvordan  $\text{SO}_2$ -konsentrasjonene avhenger av værforholdene. Figuren viser bakkekonsentrasjoner fra koksverkets alternativ I for to situasjoner: nøytralt med  $u = 5 \text{ m/s}$  og stabil sjiktning med  $3 \text{ m/s}$ . Disse situasjonene vil ha nær samme effektive skorsteinshøyde. Nær kilden vil konsentrasjonene i stabile situasjoner være vesentlig lavere enn i nøytrale situasjoner, men for avstander større enn 5 km vil stabile situasjoner gi de høyeste konsentrasjoner. Avstander til maksimal  $\text{SO}_2$ -konsentrasjon øker fra ca 2 km til ca 8 km.

Med de antatte verdier for overhøyder, er det ikke grunn til å vente at  $\text{SO}_2$ -utslippene fra koksverket og ferrosilisiumverket vil føre til overskridelse av de svenske retningslinjer, unntatt muligens i spesielle vær-situasjoner, f eks ved røyknedslag nær kilden. Åsryggen øst for verket må en anta vil være mest utsatt for kortvarige høye konsentrasjoner.

#### 5.4.2 Langtidsmiddel - belastning

I tabelltillegget er det også gitt verdier for videre beregning av forurensningsbelastninger (konsentrasjon x tid). Tabellene er basert på ligning (3) og (4) modifisert ved hjelp av ligning (2). Verdiene er gitt pr prosent vind i  $30^\circ$ -sektoren, dvs hvis det blåser fra verket mot stedet i 10% av tiden, må tallene

multipliseres med 10. Tabellene er ellers analoge med de for korttidskonsentrasjoner. Det er imidlertid ikke tatt med verdier for ferrosilisiumverket. Med maksimal drift av ferrosilisiumverket vil det grovt regnet gi et bidrag på omkring 1/5 av koksverkets alternativ I. Det betyr at bidraget sannsynligvis er mindre enn usikkerheten i spredningsberegningene. Bidraget er noe større sammenlignet med koksverkets alternativ II (se figur 4), men for avstander større enn 4 km vil det også her være relativt beskjedent.

På grunn av manglende meteorologiske data blir nytten av langtidsmidlene sterkt redusert. Skal noenlunde pålitelige belastningsverdier beregnes, må en kjenne sammenhengen mellom vindretning, vindstyrke og stabilitet (se ligning (2)).

Som et eksempel skal vi utføre beregningene for et par vindsektorer. Resultatene må imidlertid ansees som meget grove estimater. Som eksempler tar vi belastningen i  $30^{\circ}$ -sektoren som ligger rett vest for fabrikken, dvs mot Laksfjorden og Lakselva på Senja (en må da anslå hyppigheten av vind fra øst), og dessuten belastningen i  $30^{\circ}$ -sektoren mot øst, dvs mot Målselv.

I retning vest er det sjø de nærmeste 7 km og dermed ingen topografiske hindringer. På østsiden av verket stiger terrenget, men under nøytrale forhold kan en anta at hele luftmassen heves, og vi tar derfor ikke hensyn til topografiske effekter.

Eksempelvis kan en anta at sektoren mot øst er belastet i 20% av tiden, og hele tiden med vindstyrke 5 m/s og nøytral stabilitet. Sektoren mot vest antas også belastet i 20% av tiden, halvparten av tiden med  $u = 5$  m/s og nøytral stabilitet og halvparten med  $u = 3$  m/s og stabilt. Resultatene er vist i tabell 4. (De tilsynelatende ufornuftige verdier for avstandene skyldes intervaller i  $\log x$  på 0.2).

Avstand (km)	Sektor mot vest $f_1=10\%$ $u_1=3$ m/s Stabilt $f_2=10\%$ $u_2=5$ m/s Nøytralt		Sektor mot øst $f=20\%$ $u=5$ m/s Nøytralt	
	SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
0.6	0.1	-	0.2	-
1.0	3.1	0.2	6.2	0.4
1.6	9.2	0.5	18.4	1.0
2.5	10.7	0.6	20.0	1.2
4.0	9.7	0.7	14.4	1.0
6.3	7.7	0.6	7.8	0.6
10.0	5.6	0.6	3.8	0.3
15.8	3.6	0.5	1.8	0.2
25.1	2.2	0.3	0.8	0.1
40.0	1.2	0.3	0.4	0.08

Tabell 4: Årsmidler for SO<sub>2</sub>- og H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>- konsentrasjonene.

I en svensk rapport som ble utarbeidet til FN's miljøvernkonferanse (10), karakteriseres følgende tall som typiske verdier for luftens SO<sub>2</sub>-innhold i Sverige: Mindre byer 0.015 ppm (ca 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), land-distrikter 0.003 ppm (ca 8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Tallene representerer middelværdier for årets fjerde kvartal.

I den samme rapporten (10), er det oppgitt at for månedsmidler under 0.01 - 0.02 ppm (ca 30 - 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) forekommer det ingen påvisbare skader forårsaket av SO<sub>2</sub>.

Det kan nevnes at den svenske retningslinje for månedsmidler av SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner er 0.05 ppm eller ca 140  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Ved sammenligning med tallene i tabell 4, er det viktig å være oppmerksom på at disse er grove estimater for årsmidler. Vindfrekvensene for en enkelt måned vil kunne være vesentlig høyere enn de som er antatt i tabell 4, og månedsmidlene vil da øke tilsvarende.

## 6 UTVASKING OG TØRRAVSETNING

Svovelkomponentene fjernes fra atmosfæren hovedsakelig gjennom følgende prosesser: Utvasking av svovelkomponenter gjennom nedbør, tørravsetning som skjer ved at svovelholdige aerosoler fester seg til bakken og vegetasjonen, og dessuten vil  $\text{SO}_2$  kunne absorberes av vegetasjon, jordbunn og vann. Kjennskapet til disse prosesser er dårlig, det gjelder i første rekke for absorpsjon av  $\text{SO}_2$ .

### 6.1 Utvasking ved nedbør

Utvaskingen som foregår ved nedbør skjer ved to prosesser: washout og rainout. Ved washout rives forurensningene med og løses i det fallende regnvannet, ved rainout deltar forurensningene i dannelsen av nedbør. Den dominerende prosess er for vårt problem washout.

Etter de eksisterende teorier (2), antas konsentrasjonen av en forurensning i atmosfæren ved utvasking å avta etter

$$\chi = \chi_0 e^{-\Lambda t} \quad (5)$$

hvor  $\chi_0$  er konsentrasjonen uten utvasking og  $\Lambda$  er en utvaskingskoeffisient ( $\text{s}^{-1}$ ) som er avhengig av nedbørintensitet, dråpestørrelse og kjemisk sammensetning av regnvannet.

Størrelsen av utvaskingskoeffisienten er selvsagt av stor betydning, men den er meget dårlig kjent. Angitte verdier ligger i området  $10^{-3} \text{ s}^{-1}$  -  $10^{-5} \text{ s}^{-1}$  (Beilke og Georgii (7) og Granat og Rohde (8)).

Det har i det siste vært reist tvil om hvorvidt ligning (5) gir en tilfredsstillende beskrivelse av utvaskingsprosessene, da samsvaret mellom beregnede og observerte størrelser ofte er dårlig (9). Blant annet er det observert at utvaskingen har et maksimum flere kilometer fra kilden, mens den ifølge teorien skulle avta raskt med avstanden. Det er derfor grunn til å tro at den eksisterende teori er for enkel, og det har derfor liten verdi å gjennomføre detaljerte beregninger.



For et punkt 1 km fra kilden, som ligger under røykfanens akse i 100 nedbørtimer pr år, finner en ved å gjennomføre beregninger på grunnlag av ligning (5), at belastningen blir mellom  $80 \text{ g H}_2\text{SO}_4/\text{m}^2 \cdot \text{år}$  ( $\Lambda = 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ ) og  $1 \text{ g H}_2\text{SO}_4/\text{m}^2 \cdot \text{år}$  ( $\Lambda = 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ). Dette viser at beregninger basert på den eksisterende teori og med de usikre koeffisienter, nærmest er en gjetning.

Målinger i Sør-Norge antyder at mengden av svovel som tilføres jorden gjennom nedbør er omkring  $3 \text{ g H}_2\text{SO}_4/\text{m}^2 \cdot \text{år}$  (10).

Siden hovedvindretning for regn ved Finnsnes er sør-vest (kapittel 4.3), vil belastningen på grunn av utvasking være størst for områdene nord-øst til øst for bedriften.

## 6.2 Tørravsetning

Tørravsetning antas hovedsakelig å skje ved at svovelholdige aerosoler avsettes på vegetasjon, bygninger, etc. Svoveldioksyd er en gass, og kan derfor ikke avsettes direkte, men den kan absorberes av vegetasjon, jordbunn og vann, og dette kan regnes som avsetning. Ifølge en svensk FN-rapport (10) er tørravsetningen neppe større enn utvaskingen.

Avsetningshastighetene som angis i litteraturen varierer mellom 2 og 0.5 cm/s avhengig av bakkens beskaffenhet. De beste estimerer synes ifølge (4) å være 1.2 cm/s for landområder med noe skog og 0.7 cm/s over sjø. Antar en at midlere konsentrasjon av  $\text{SO}_2$  og svovelsyre er henholdsvis  $a_1$  og  $a_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), og dessuten at all  $\text{SO}_2$  oksyderes til  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , får en følgende tilførsel på grunn av tørravsetning:

	Fra $\text{SO}_2$	Fra $\text{H}_2\text{SO}_4$
Over land :	$0.6 \cdot a_1$	$0.4 \cdot a_2$
Over sjø :	$0.3 \cdot a_1$	$0.2 \cdot a_2$

Enheten blir da  $\text{g H}_2\text{SO}_4/\text{m}^2 \cdot \text{år}$ . (Hvis annet enn årsmidler av konsentrasjonene brukes, må omregningsfaktoren justeres).

Vi har her antatt at absorpsjonen av  $\text{SO}_2$  skjer med samme hastighet som avsetningen av svovelholdige aerosoler. Den svenske FN-rapporten (10) sier at på det nåværende tidspunkt er det ikke mulig å estimere mengden av  $\text{SO}_2$  som absorberes. Vår antagelse må derfor betraktes som en gjetning.

Som eksempel kan brukes konsentrasjonene i tabell 4. Hvis disse verdiene ansees som noenlunde fornuftige årsmidler, finner vi f eks:

Avstand	Mot vest ( $\text{g H}_2\text{SO}_4/\text{m}^2 \cdot \text{år}$ )	Mot øst ( $\text{g H}_2\text{SO}_4/\text{m}^2 \cdot \text{år}$ )
2,5 km	3.3	12.5
10 km	3.6	2.4
25 km	1.4	0.5

Tabell 5: Estimert tørravsetning ( $\text{g H}_2\text{SO}_4/\text{m}^2 \cdot \text{år}$ ) i tre avstander fra kilden.

Om vinteren vil en som regel ofte ha lave og kraftige bakkeinversjoner. Disse vil effektivt hindre transport ned til bakken, og dermed redusere avsetningen, da forurensningene slippes ut over disse lave inversjonene.

For å kunne sette tallene i tabell 5 i en viss sammenheng, kan det nevnes at i Nord-Sverige regnes den totale avsetningen av svovel til  $0.58 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{år}$ , svarende til ca  $1.8 \text{ g H}_2\text{SO}_4/\text{m}^2 \cdot \text{år}$  (10).

Sett i relasjon til de konsentrasjoner som er gitt i tabell 4 og til de angitte verdier for langtidsmidler av  $\text{SO}_2$  og svovelavsetning i Sverige, synes tallene i tabell 5 å være for høye. Dette tyder på at våre avsetningshastigheter er for store. Tallene i tabell 5 antas derfor å representere en øvre grense for tørravsetningen.

## KONKLUSJON

Spredningsberegningene som er presentert i denne rapporten er utført etter spredningsformeler som bygger på idealiserte forhold, f eks at utbredningsområdet er flatt og at vindhastigheten ikke endres med høyden. Disse betingelsene vil ikke være oppfylt, men usikkerhetene som dette medfører vil sannsynligvis ikke være av avgjørende betydning for resultatene.

Den antagelig største usikkerhetsfaktor i spredningsberegningene skyldes mangelen på meteorologiske data fra byggestedet. Dette har særlig betydning for beregning av langtidsmidler, der frekvenser for vindretning og vindstyrke inngår. Vi har i rapporten anslått vindfrekvenser ved hjelp av meteorologiske data fra andre steder i området. Med den forholdsvis kompliserte topografi i området, fører dette til en betydelig usikkerhet i resultatene.

Overhøydene er beregnet på grunnlag av oppgitte tekniske data. Hvis overhøydene reduseres, f eks ved endrede utslippsdata, vil bakkekonsentrasjonene kunne øke betydelig.

Beregningene av SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner viser at koksverkets alternativ II (uten utnyttelse av varmen i røykgassen) er det mest gunstige med hensyn til luftforurensning. Konsentrasjonene blir da med de aktuelle skorsteinshøyder (50 meter eller mer) langt under de svenske retningslinjer for SO<sub>2</sub>-konsentrasjoner.

Også for alternativ I (utnyttelse av varmen i røykgassene) viser beregningene at det ikke er grunn til å vente overskridelse av de svenske retningslinjer for SO<sub>2</sub> under det vi antar er normale spredningsforhold på stedet og med en fysisk skorsteinshøyde på minimum 50 meter.

Det vil kunne forekomme situasjoner hvor konsentrasjonene overstiger de svenske retningslinjene. Disse situasjonene er sannsynligvis kortvarige, men det er ikke mulig å angi frekvensen av disse uten bedre meteorologiske data. Røyknedslag vil sannsynligvis kunne forekomme ved både alternativ I og alternativ II. Det er imidlertid grunn til å anta at frekvensen av røyknedslag vil være størst for alternativ I. Generelt vil en

høyere skorstein føre til lavere frekvens av høye konsentrasjoner, og det er derfor å anbefale en fysisk skorsteinshøyde på minimum 70 meter.

Kjennskapet til avsetning, absorpsjon og utvasking av svovel-dioksyd og svovelholdige aerosoler er meget dårlig og det har derfor ikke vært mulig å utføre tilfredsstillende beregninger for tilførsel av svovelforbindelser til jordbunn og vann.

De beregnede verdier for tørravsetning synes å ligge relativt høyt sammenlignet med blant annet målinger av svovelinnhold i nedbøren i Sør-Norge og i forhold til oppgitte verdier for svovelavsetning i Sverige. Det er derfor grunn til å betrakte resultatene som en øvre grense.

Eventuelle forurensningsproblemer som skyldes utslipp av andre stoffer enn  $\text{SO}_2$  er ikke undersøkt.

Hvis det planlagte koksverk bygges etter alternativ I (utnyttelse av varmen i røykgassene), vil det være av stor betydning at det utarbeides måleprogram for å kunne påvise eventuelle forurensningsskader. Målingene bør minimum omfatte meteorologiske observasjoner (i første rekke vindmålinger) og  $\text{SO}_2$ -konsentrasjoner.

8 LITTERATURLISTE

- (1) Johannesen, T W,  
Håland, L  
Standard Normals 1931-60 of monthly  
wind summaries for Norway.  
Meteorologisk Institutt, Oslo 1969.
- (2) Slade, D H  
Meteorology and Atomic Energy 1968.  
US Atomic Energy Commission, 1968.
- (3) Turner, B D  
Workbook of atmospheric dispersion  
estimates.  
US Dept of Health, Education and  
Welfare, 1970.
- (4) Gram, F,  
Sivertsen, B  
Undersøkelse i forbindelse med varme-  
kraftverk på Slagentangen.  
NILU Oppdragsrapport 14/70,  
november 1970.
- (5) Carson, J E  
The Validity of Several Plume Rise  
Formulas.  
JAPCA, 19, 862-866, (1968).
- (6)  
VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft,  
Blatt 2289,  
Juni 1963.
- (7) Beilke, S,  
Georgii, H W  
Investigation on the incorporation  
of sulphur-dioxide into fog- and  
rain-droplets.  
Tellus, 20, 435, (1968).
- (8) Granat, L,  
Rohde, H  
A study of fallout by precipitation  
around an oil-fired power plant.  
Institute of Meteorology, University  
of Stockholm, Report AC-22, May 1972.
- (9) Hales, J M,  
Thorp, J M,  
Wolf, M A  
Theory and field measurements of  
sulfur dioxide washout from an elevated  
plume.  
Conference on Air Pollution Meteorology,  
April 1971, Raleigh, North-Carolina.
- (10)  
Air pollution across national  
boundaries. The impact on the  
environment of sulfur in air  
precipitation.  
Sweden's case study for the United  
Nations conference on the human  
environment, 1971.

TABELLTILLEGG

Regnemaskinutskriftene i de følgende tabeller gir følgende data:

- 1) Overskriftene gir utgangsparametrene: Utslippsmengde, stabilitet, vind og reaksjonskoeffisient.
- 2) Beregningene er foretatt for avstandene gitt ved x (meter). Avstandene svarer til intervaller i log x på 0.2.
- 3) H angir effektiv utslippshøyde.
- 4) CS02, bakkekonsentrasjoner av SO<sub>2</sub> i mg/m<sup>3</sup>. Tallene er skrevet i såkalt E-format, dvs 0.3 - 001 betyr  $9.3 \times 10^{-1}$ , 2.3 + 000 betyr 2.3, osv!
- 5) CH2S04, bakkekonsentrasjoner av H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (svovelsyre-aerosoler) i mg/m<sup>3</sup>.
- 6) TID fra utslippet i minutter.
- 7) S02 gir forholdet  $\chi_{\text{SO}_2} / \chi_{\text{SO}_2}^0$
- 8) H2S04 gir forholdet  $\chi_{\text{H}_2\text{SO}_4} / \chi_{\text{SO}_2}^0$
- 9) O/OFRA OX gir svovelsyremengden i prosent som skriver seg fra atmosfærisk oksydasjon.
- 10) O/O OX gir prosent av den totale SO<sub>2</sub>-mengde som er oksydert.

3.20 0/0 S03 I GASSENE, v = 1.000-005SEC-1 \*\* FINNSNES FESI-VERK

INSTABIL, VIND 1,0M/S, UTCLIPP		41 G SO2/S									
H	x=	251	39a	631	1000	1585	2512	3981	6310	10000	15849
70	CS02	2.5-001	1.1+000	1.1+000	6.1-001	2.8-001	1.2-001	4.5-002	1.8-002	7.0-003	4.3-003
100	CS02	4.9-003	2.2-001	6.0-001	4.9-001	2.6-001	1.1-001	4.5-002	1.8-002	7.0-003	4.3-003
120	CS02	1.6-004	5.9-002	3.6-001	4.1-001	2.4-001	1.1-001	4.5-002	1.8-002	7.0-003	4.3-003
140	CS02	2.9-006	1.2-002	2.0-001	3.3-001	2.2-001	1.1-001	4.4-002	1.7-002	6.9-003	4.3-003
160	CS02	2.8-008	2.0-003	9.9-002	2.6-001	2.0-001	1.0-001	4.4-002	1.7-002	6.9-003	4.3-003
180	CS02	1.5-010	2.5-004	4.5-002	2.0-001	1.8-001	9.9-002	4.3-002	1.7-002	6.9-003	4.3-003
200	CS02	4.1-013	2.5-005	1.9-002	1.4-001	1.6-001	9.5-002	4.2-002	1.7-002	6.9-003	4.3-003
250	CS02	1.1-020	2.7-002	1.4-003	5.6-002	1.1-001	8.3-002	4.0-002	1.7-002	6.9-003	4.3-003
70	CH2S04	1.4-002	6.0-002	6.5-002	4.0-002	2.1-002	1.1-002	5.2-003	2.7-003	1.5-003	1.4-003
100	CH2S04	2.7-004	1.3-002	3.6-002	3.3-002	2.0-002	1.0-002	5.2-003	2.7-003	1.5-003	1.4-003
120	CH2S04	9.0-006	3.4-003	2.2-002	2.7-002	1.8-002	1.0-002	5.1-003	2.7-003	1.5-003	1.4-003
140	CH2S04	1.6-007	6.9-004	1.2-002	2.2-002	1.7-002	9.7-003	5.1-003	2.7-003	1.5-003	1.4-003
160	CH2S04	1.6-009	1.1-004	6.0-003	1.7-002	1.5-002	9.3-003	5.0-003	2.7-003	1.5-003	1.4-003
180	CH2S04	8.1-012	1.4-005	2.8-003	1.3-002	1.4-002	9.0-003	4.9-003	2.7-003	1.5-003	1.4-003
200	CH2S04	2.3-014	1.4-006	1.2-003	9.5-003	1.2-002	8.6-003	4.9-003	2.6-003	1.5-003	1.4-003
250	CH2S04	6.3-022	1.6-009	8.7-005	3.7-003	8.5-003	7.6-003	4.6-003	2.6-003	1.5-003	1.4-003
	TID	4	6	10	16	26	41	66	105	166	264
	SO2	0.9656	0.9647	0.9619	0.9584	0.9528	0.9440	0.9302	0.9088	0.8759	0.8261
	H2S04	0.0527	0.0549	0.0583	0.0637	0.0723	0.0858	0.1069	0.1396	0.1901	0.2663
0/0FRA	Ox	7.0537	10.7294	15.9852	23.1359	32.2336	42.8700	54.1419	64.9087	74.2183	81.5966
0/0	Ox	0.2509	0.3973	0.6290	0.9950	1.5724	2.4806	3.9029	6.1148	9.5164	14.6571

INSTABIL, VIND 3,0M/S, UTCLIPP		41 G SO2/S									
H	x=	251	39a	631	1000	1585	2512	3981	6310	10000	15849
70	CS02	8.5-002	3.5-001	3.0-001	2.0-001	9.4-002	3.9-002	1.6-002	6.1-003	2.5-003	1.6-003
100	CS02	1.6-003	7.5-002	2.0-001	1.7-001	8.7-002	3.8-002	1.5-002	6.1-003	2.5-003	1.6-003
120	CS02	5.5-005	2.0-002	1.2-001	1.4-001	8.1-002	3.7-002	1.5-002	6.1-003	2.5-003	1.6-003
140	CS02	9.8-007	4.1-003	6.6-002	1.1-001	7.5-002	3.6-002	1.5-002	6.1-003	2.5-003	1.6-003
160	CS02	9.5-009	6.6-004	3.3-002	8.7-002	6.8-002	3.5-002	1.5-002	6.1-003	2.5-003	1.6-003
180	CS02	4.9-011	8.4-005	1.5-002	6.6-002	6.1-002	3.4-002	1.5-002	6.0-003	2.5-003	1.6-003
200	CS02	1.4-013	8.4-006	6.4-003	4.8-002	5.4-002	3.2-002	1.4-002	6.0-003	2.5-003	1.6-003
250	CS02	3.8-021	9.1-009	4.8-004	1.9-002	3.8-002	2.8-002	1.4-002	5.9-003	2.4-003	1.6-003
70	CH2S04	4.4-003	1.9-002	1.9-002	1.1-002	5.6-003	2.5-003	1.1-003	5.2-004	2.6-004	2.2-004
100	CH2S04	8.6-005	3.9-003	1.1-002	9.2-003	5.1-003	2.4-003	1.1-003	5.2-004	2.6-004	2.2-004
120	CH2S04	2.8-006	1.0-003	6.5-003	7.7-003	4.8-003	2.4-003	1.1-003	5.1-004	2.6-004	2.2-004
140	CH2S04	5.1-008	2.1-004	3.6-003	6.2-003	4.4-003	2.3-003	1.1-003	5.1-004	2.6-004	2.2-004
160	CH2S04	4.9-010	3.5-005	1.8-003	4.9-003	4.0-003	2.2-003	1.1-003	5.1-004	2.6-004	2.2-004
180	CH2S04	2.6-012	4.4-006	8.2-004	3.7-003	3.6-003	2.1-003	1.1-003	5.1-004	2.6-004	2.2-004
200	CH2S04	7.2-015	4.4-007	3.4-004	2.7-003	3.2-003	2.1-003	1.0-003	5.0-004	2.6-004	2.2-004
250	CH2S04	2.0-022	4.8-012	2.8-005	1.1-003	2.2-003	1.8-003	9.9-004	5.0-004	2.5-004	2.2-004
	TID	1	3	5	8	13	22	35	55	88	
	SO2	0.9672	0.9667	0.9660	0.9648	0.9629	0.9599	0.9552	0.9479	0.9363	0.9182
	H2S04	0.0502	0.0517	0.0521	0.0539	0.0568	0.0614	0.0685	0.0798	0.0976	0.1253
0/0FRA	Ox	2.4693	3.8569	5.9758	9.1460	13.7478	20.1424	28.5091	38.6346	49.7924	60.8863
0/0	Ox	0.0837	0.1326	0.2101	0.3328	0.5269	0.8338	1.3183	2.0813	3.2785	5.1460

INSTABIL, VIND 5,0M/S, UTCLIPP		41 G SO2/S									
H	x=	251	39a	631	1000	1585	2512	3981	6310	10000	15849
70	CS02	5.1-002	2.1-001	2.2-001	1.2-001	5.7-002	2.4-002	9.4-003	3.7-003	1.5-003	9.9-004
100	CS02	9.9-004	4.5-002	1.2-001	4.9-002	5.2-002	2.3-002	9.3-003	3.7-003	1.5-003	9.9-004
120	CS02	3.3-005	1.2-002	7.2-002	4.3-002	4.9-002	2.2-002	9.2-003	3.7-003	1.5-003	9.8-004
140	CS02	5.9-007	2.4-003	4.0-002	6.7-002	4.5-002	2.2-002	9.1-003	3.7-003	1.5-003	9.8-004
160	CS02	5.7-009	4.0-004	2.0-002	2.2-002	4.1-002	2.1-002	9.0-003	3.7-003	1.5-003	9.8-004
180	CS02	3.0-011	5.0-005	9.1-003	3.9-002	3.7-002	2.0-002	8.9-003	3.6-003	1.5-003	9.8-004
200	CS02	8.3-014	5.0-006	3.8-003	2.9-002	3.3-002	1.9-002	8.7-003	3.6-003	1.5-003	9.8-004
250	CS02	2.3-021	5.5-007	2.9-004	1.1-002	2.3-002	1.7-002	8.4-003	3.6-003	1.5-003	9.7-004
70	CH2S04	2.6-003	1.1-002	1.1-002	6.6-003	3.2-003	1.4-003	5.9-004	2.6-004	1.2-004	1.0-004
100	CH2S04	5.1-005	2.3-003	6.3-003	3.3-003	2.9-003	1.3-003	5.9-004	2.6-004	1.2-004	1.0-004
120	CH2S04	1.7-006	6.1-004	3.8-003	4.5-003	2.7-003	1.3-003	5.8-004	2.6-004	1.2-004	1.0-004
140	CH2S04	3.0-008	1.3-004	2.1-003	3.6-003	2.5-003	1.3-003	5.8-004	2.6-004	1.2-004	1.0-004
160	CH2S04	2.9-010	2.1-005	1.1-003	2.8-003	2.3-003	1.2-003	5.7-004	2.6-004	1.2-004	1.0-004
180	CH2S04	1.5-012	2.6-006	4.8-004	2.1-003	2.0-003	1.2-003	5.6-004	2.6-004	1.2-004	9.9-005
200	CH2S04	4.3-015	2.6-007	2.0-004	1.5-003	1.8-003	1.1-003	5.5-004	2.6-004	1.2-004	9.9-005
250	CH2S04	1.2-022	2.8-011	1.5-005	0.1-004	1.3-003	1.0-003	5.3-004	2.5-004	1.2-004	9.9-005
	TID	0	2	3	5	8	13	21	33	52	
	SO2	0.9675	0.9672	0.9668	0.9661	0.9649	0.9631	0.9603	0.9559	0.9488	0.9378
	H2S04	0.0497	0.0502	0.0509	0.0520	0.0537	0.0564	0.0608	0.0676	0.0784	0.0952
0/0FRA	Ox	1.4966	2.3517	3.6747	5.6996	8.7371	13.1636	19.3485	27.5014	37.4610	48.5555
0/0	Ox	0.0502	0.0796	0.1261	0.1998	0.3165	0.5011	0.7931	1.2540	1.9802	3.1201

3.20 0/0 S03 I GASSENE, K= 1.000-005SEC-1 \*\* FINNSNES FESI-VERK

STABIL		VIND 1,0M/S, UTSLIPP										41 G S02/S	
H	X=	251	398	631	1000	1585	2512	3981	6310	10000	15849	25119	39812
70	CS02	1.4-017	5.4-008	8.5-004	5.9-002	3.0-001	5.2-001	5.2-001	3.9-001	2.5-001	1.4-001	7.7-002	3.9-002
100	CS02	2.6-037	2.3-017	1.9-008	2.4-004	1.4-002	9.0-002	1.8-001	2.0-001	1.7-001	1.1-001	6.4-002	3.4-002
120	CS02	2.6-054	1.9-025	1.8-012	2.0-006	9.9-004	2.0-002	7.3-002	1.2-001	1.2-001	8.7-002	5.5-002	3.1-002
140	CS02	2.0-074	5.5-035	3.3-017	7.4-009	4.3-005	3.2-003	2.5-002	6.0-002	7.7-002	6.7-002	4.6-002	2.7-002
160	CS02	1.3-097	5.3-046	1.1-022	1.1-011	1.2-006	4.0-004	7.2-003	2.8-002	4.7-002	4.9-002	3.7-002	2.3-002
180	CS02	6.8-124	1.7-058	7.1-029	7.2-015	1.9-008	3.8-005	1.8-003	1.2-002	2.8-002	3.4-002	2.9-002	2.0-002
200	CS02	2.9-153	1.9-072	8.3-036	1.9-018	2.0-010	2.8-006	3.7-004	4.4-003	1.5-002	2.3-002	2.3-002	1.6-002
250	CS02	3.1-240	9.3-114	2.5-056	5.2-029	2.6-016	1.1-009	3.5-006	2.5-004	2.5-003	7.0-003	1.0-002	9.4-003
70	CH2S04	7.4-019	3.1-009	5.1-005	3.9-003	2.3-002	4.8-002	6.0-002	6.0-002	5.4-002	4.6-002	3.9-002	3.2-002
100	CH2S04	1.4-038	1.3-018	1.1-009	1.6-005	1.1-003	8.2-003	2.1-002	3.1-002	3.6-002	3.5-002	3.2-002	2.8-002
120	CH2S04	1.4-055	1.1-026	1.1-013	1.4-007	7.5-005	1.8-003	8.4-003	1.8-002	2.5-002	2.8-002	2.8-002	2.5-002
140	CH2S04	1.1-075	3.1-036	2.0-018	4.9-010	3.3-006	2.9-004	2.9-003	9.2-003	1.7-002	2.1-002	2.3-002	2.2-002
160	CH2S04	7.2-099	3.0-047	6.8-024	7.4-013	8.9-008	3.7-005	8.3-004	4.3-003	1.0-002	1.6-002	1.9-002	1.9-002
180	CH2S04	3.7-125	9.8-060	4.3-030	4.8-016	1.5-009	3.5-006	2.0-004	1.8-003	6.0-003	1.1-002	1.5-002	1.6-002
200	CH2S04	1.6-154	1.1-073	5.0-037	1.3-019	1.5-011	2.5-007	4.2-005	6.8-004	3.2-003	7.4-003	1.1-002	1.3-002
250	CH2S04	1.7-241	5.3-115	1.5-057	3.5-030	2.0-017	1.0-010	4.0-007	3.8-005	5.4-004	2.3-003	5.2-003	7.7-003
	TID	4	6	10	16	26	41	66	105	166	264	418	663
	S02	0.9656	0.9642	0.9619	0.9584	0.9528	0.9440	0.9302	0.9088	0.8759	0.8261	0.7530	0.6501
	H2S04	0.0527	0.0549	0.0583	0.0637	0.0723	0.0858	0.1069	0.1396	0.1901	0.2663	0.3783	0.5358
	O/O FRA 0x	7.0537	10.7294	15.9852	23.1359	32.2336	42.8700	54.1419	64.9087	74.2183	81.5966	87.0456	90.8547
	O/O 0x	0.2509	0.3973	0.6290	0.9950	1.5724	2.4806	3.9029	6.1148	9.5164	14.6571	22.2129	32.8416

STABIL		VIND 3,0M/S, UTSLIPP										41 G S02/S	
H	X=	251	398	631	1000	1585	2512	3981	6310	10000	15849	25119	39812
70	CS02	4.5-018	1.8-008	2.8-004	2.0-002	1.0-001	1.8-001	1.8-001	1.4-001	8.9-002	5.3-002	3.0-002	1.7-002
100	CS02	8.8-038	7.8-018	6.3-009	8.0-005	4.7-003	3.0-002	6.2-002	7.1-002	5.9-002	4.1-002	2.5-002	1.5-002
120	CS02	8.6-055	6.5-026	6.2-013	6.8-007	3.3-004	6.6-003	2.5-002	4.0-002	4.1-002	3.2-002	2.2-002	1.3-002
140	CS02	6.8-075	1.8-035	1.1-017	2.5-009	1.5-005	1.1-003	8.5-003	2.1-002	2.7-002	2.5-002	1.8-002	1.2-002
160	CS02	4.4-098	1.8-046	3.8-023	3.8-012	3.9-007	1.4-004	2.5-003	9.7-003	1.7-002	1.8-002	1.5-002	1.0-002
180	CS02	2.3-124	5.8-059	2.4-029	2.4-015	6.5-009	1.3-005	6.0-004	4.0-003	9.8-003	1.3-002	1.2-002	8.6-003
200	CS02	9.6-154	6.4-073	2.8-036	6.5-019	6.7-011	9.3-007	1.3-004	1.5-003	5.3-003	8.5-003	8.9-003	7.1-003
250	CS02	1.0-240	3.1-114	8.4-057	1.8-029	8.8-017	3.8-010	1.2-006	8.6-005	8.8-004	2.6-003	4.0-003	4.1-003
70	CH2S04	2.3-019	9.5-010	1.5-005	1.1-003	6.0-003	1.1-002	1.3-002	1.1-002	9.2-003	7.3-003	5.7-003	4.6-003
100	CH2S04	4.5-039	4.1-019	3.4-010	4.4-006	2.8-004	1.9-003	4.5-003	6.0-003	6.1-003	5.6-003	4.8-003	4.1-003
120	CH2S04	4.5-056	3.4-027	3.3-014	3.8-008	2.0-005	4.2-004	1.8-003	3.4-003	4.3-003	4.4-003	4.1-003	3.7-003
140	CH2S04	3.6-076	9.7-037	6.0-019	1.4-010	8.6-007	7.0-005	6.1-004	1.8-003	2.8-003	3.4-003	3.4-003	3.2-003
160	CH2S04	2.3-099	9.3-048	2.0-024	2.1-013	3.3-008	8.7-006	1.8-004	8.1-004	1.8-003	2.5-003	2.8-003	2.8-003
180	CH2S04	1.2-125	3.0-060	1.3-030	1.3-016	2.9-010	8.3-007	4.3-005	3.4-004	1.0-003	1.7-003	2.2-003	2.4-003
200	CH2S04	5.0-155	3.4-074	1.5-037	3.6-020	4.0-012	6.0-008	9.0-006	1.3-004	5.6-004	1.2-003	1.7-003	2.0-003
250	CH2S04	5.4-242	1.6-115	4.5-058	9.8-031	5.2-018	2.5-011	8.5-008	7.3-006	9.2-005	3.6-004	7.6-004	1.1-003
	TID	1	2	3	5	8	13	22	35	55	88	139	221
	S02	0.9672	0.9667	0.9660	0.9648	0.9629	0.9599	0.9552	0.9479	0.9363	0.9182	0.8902	0.8477
	H2S04	0.0502	0.0510	0.0521	0.0539	0.0568	0.0614	0.0685	0.0798	0.0976	0.1253	0.1681	0.2332
	O/O FRA 0x	2.4693	3.8569	5.9758	9.1460	13.7478	20.1424	28.5091	38.6346	49.7924	60.8863	70.8432	78.9888
	O/O 0x	0.0837	0.1326	0.2101	0.3328	0.5269	0.8338	1.3183	2.0813	3.2785	5.1460	8.0322	12.4277

STABIL		VIND 5,0M/S, UTSLIPP										41 G S02/S	
H	X=	251	398	631	1000	1585	2512	3981	6310	10000	15849	25119	39812
70	CS02	2.7-018	1.1-008	1.7-004	1.2-002	6.1-002	1.1-001	1.1-001	8.2-002	5.4-002	3.3-002	1.9-002	1.1-002
100	CS02	5.3-038	4.7-018	3.8-009	4.8-005	2.8-003	1.8-002	3.8-002	4.3-002	3.6-002	2.5-002	1.6-002	9.4-003
120	CS02	5.2-055	3.9-026	3.7-013	4.1-007	2.0-004	4.0-003	1.5-002	2.4-002	2.5-002	2.0-002	1.4-002	8.4-003
140	CS02	4.1-075	1.1-035	6.7-018	1.5-009	8.8-006	6.6-004	5.1-003	1.3-002	1.7-002	1.5-002	1.1-002	7.4-003
160	CS02	2.6-098	1.1-046	2.3-023	2.3-012	2.4-007	8.2-005	1.5-003	5.8-003	1.0-002	1.1-002	9.1-003	6.4-003
180	CS02	1.4-124	3.5-059	1.4-029	1.4-015	3.9-009	7.8-006	3.6-004	2.4-003	6.0-003	7.7-003	7.2-003	5.4-003
200	CS02	5.8-154	3.8-073	1.7-036	3.9-019	4.1-011	5.6-007	7.5-005	9.3-004	3.2-003	5.2-003	5.5-003	4.5-003
250	CS02	6.2-241	1.9-114	5.0-057	1.1-029	5.3-017	2.3-010	7.2-007	5.2-005	5.3-004	1.6-003	2.5-003	2.6-003
70	CH2S04	1.4-019	5.6-010	9.0-006	6.4-004	3.4-003	6.3-003	6.8-003	5.8-003	4.5-003	3.3-003	2.5-003	1.9-003
100	CH2S04	2.7-039	2.4-010	2.1-010	2.6-006	1.6-004	1.1-003	2.4-003	3.0-003	3.0-003	2.5-003	2.1-003	1.7-003
120	CH2S04	2.7-056	2.0-027	1.9-014	2.2-008	1.1-005	2.3-004	9.6-004	1.7-003	2.1-003	2.0-003	1.8-003	1.5-003
140	CH2S04	2.1-076	5.7-037	3.5-019	8.0-011	4.9-007	3.9-005	3.3-004	8.9-004	1.4-003	1.5-003	1.5-003	1.3-003
160	CH2S04	1.4-099	5.5-048	1.3-024	1.2-013	1.3-008	4.8-006	9.4-005	4.1-004	8.5-004	1.1-003	1.2-003	1.2-003
180	CH2S04	7.1-126	1.8-060	7.5-031	7.8-017	2.2-010	4.6-007	2.3-005	1.7-004	4.9-004	7.8-004	9.5-004	9.9-004
200	CH2S04	3.0-155	2.0-074	8.8-038	2.1-020	2.3-012	3.3-008	4.8-006	6.6-005	2.7-004	5.3-004	7.3-004	8.2-004
250	CH2S04	3.2-242	9.7-116	2.7-058	2.7-031	2.9-018	1.4-011	4.5-008	3.7-006	4.4-005	1.6-004	3.3-004	4.7-004
	TID	0	1	2	3	5	8	13	21	33	52	83	132
	S02	0.9675	0.9672	0.9668	0.9661	0.9649	0.9631	0.9603	0.9559	0.9488	0.9378	0.9206	0.8939
	H2S04	0.0497	0.0502	0.0509	0.0520	0.0537	0.0564	0.0608	0.0676	0.0784	0.0952	0.1216	0.1624
	O/O FRA 0x	1.4966	2.3510	3.6747	5.6996	8.7371	13.1636	19.3485	27.5014	37.4610	48.5555	59.7128	69.8360
	O/O 0x	0.0502	0.0796	0.1261	0.1998	0.3165	0.5011	0.7931	1.2540	1.9802	3.1201	4.8998	7.6536



3.20 0/0 SO3 I GASSENE, K= 1.000-005SEC-1 \*\* FINNSNES KOKSVERK

STARIL , VIND 1.0M/S, UTSLIPP		199 G SO2/S											
H	x=	251	398	631	1000	1585	2512	3981	6310	10000	15849	25119	398
70	CS02	6.4-017	2.5-007	4.0-003	2.8-001	1.4+000	2.5+000	2.5+000	1.8+000	1.2+000	6.7-001	3.6-001	1.8-0
100	CS02	1.2-036	1.1-016	8.9-008	1.1-003	6.6-002	4.2-001	8.5-001	9.6-001	7.8-001	5.2-001	3.0-001	1.6-0
120	CS02	1.2-053	9.1-025	6.6-012	9.5-006	4.6-003	9.2-002	3.4-001	5.4-001	5.5-001	4.1-001	2.6-001	1.4-0
140	CS02	9.6-074	2.6-034	1.6-016	3.4-008	2.0-004	1.5-002	1.2-001	2.8-001	3.6-001	3.1-001	2.2-001	1.3-0
160	CS02	6.2-097	2.5-045	5.3-022	2.2-011	5.5-006	1.9-003	3.4-002	1.3-001	2.2-001	2.3-001	1.8-001	1.1-0
180	CS02	3.2-123	8.1-058	3.3-028	3.4-014	9.1-008	1.8-004	8.3-003	5.5-002	1.3-001	1.6-001	1.4-001	9.2-0
200	CS02	1.3-152	9.0-072	3.9-035	9.1-018	9.4-010	1.3-005	1.7-003	2.1-002	7.0-002	1.1-001	1.1-001	7.7-0
250	CS02	1.4-239	4.3-113	1.2-055	2.5-028	1.2-015	5.3-009	1.6-005	1.2-003	1.2-002	3.3-002	4.8-002	4.4-0
70	CH2S04	3.5-018	1.4-008	2.4-004	1.8-002	1.1-001	2.2-001	2.8-001	2.8-001	2.5-001	2.2-001	1.8-001	1.5-0
100	CH2S04	6.7-038	6.2-018	5.4-009	7.4-005	5.0-003	3.8-002	9.8-002	1.5-001	1.7-001	1.7-001	1.5-001	1.3-0
120	CH2S04	6.6-055	5.2-026	5.2-013	6.3-007	3.5-004	3.3-003	3.9-002	8.4-002	1.2-001	1.3-001	1.3-001	1.2-0
140	CH2S04	5.2-075	1.5-035	9.5-018	2.3-009	1.5-005	1.4-003	1.3-002	4.3-002	7.8-002	1.0-001	1.1-001	1.0-0
160	CH2S04	3.4-098	1.4-046	3.2-023	3.5-012	4.1-007	1.7-004	3.9-003	2.0-002	4.8-002	7.3-002	8.8-002	9.0-0
180	CH2S04	1.8-124	4.6-059	2.0-029	2.2-015	6.9-009	1.6-005	9.5-004	8.4-003	2.8-002	5.1-002	6.9-002	7.6-0
200	CH2S04	7.4-154	5.1-073	2.4-036	0.6-019	7.1-011	1.2-006	2.0-004	3.2-003	1.5-002	3.5-002	5.3-002	6.3-0
250	CH2S04	7.9-241	2.5-114	7.1-057	1.6-029	9.3-017	4.8-010	1.9-006	1.8-004	2.5-003	1.1-002	2.4-002	3.6-0
	TID	4	6	10	16	26	41	66	105	166	264	418	61
	SO2	0.9656	0.9642	0.9619	0.9584	0.9528	0.9440	0.9302	0.9088	0.8759	0.8261	0.7530	0.651
	H2S04	0.0527	0.0549	0.0583	0.0637	0.0723	0.0858	0.1069	0.1396	0.1901	0.2663	0.3783	0.531
0/0FRA 0x		7.0537	10.7294	15.9822	23.1359	32.2336	42.8700	54.1419	64.9087	74.2183	81.5966	87.0456	90.851
0/0 0x		0.2509	0.3973	0.6290	0.9950	1.5724	2.4806	3.9029	6.1148	9.5164	14.6571	22.2129	32.841

STARIL , VIND 3.0M/S, UTSLIPP		199 G SO2/S											
H	x=	251	398	631	1000	1585	2512	3981	6310	10000	15849	25119	398
70	CS02	2.1-017	8.5-008	1.3-003	9.3-002	4.8-001	8.3-001	8.4-001	6.4-001	4.2-001	2.5-001	1.4-001	7.9-0
100	CS02	4.1-037	3.7-017	3.0-008	3.7-004	2.2-002	1.4-001	2.9-001	3.3-001	2.8-001	1.9-001	1.2-001	7.0-0
120	CS02	4.0-054	3.0-025	2.9-012	3.2-006	1.6-003	3.1-002	1.2-001	1.9-001	1.9-001	1.5-001	1.0-001	6.3-0
140	CS02	3.2-074	8.6-035	5.2-017	1.2-008	6.6-005	5.1-003	4.0-002	9.7-002	1.3-001	1.2-001	8.5-002	5.5-0
160	CS02	2.1-097	8.3-046	1.8-022	1.8-011	1.8-006	6.4-004	1.2-002	4.5-002	7.9-002	8.4-002	6.9-002	4.7-0
180	CS02	1.1-123	2.7-058	1.1-028	1.1-014	3.1-008	6.1-005	2.8-003	1.9-002	4.6-002	5.9-002	5.4-002	4.0-0
200	CS02	4.5-153	3.0-072	1.3-035	3.0-018	3.2-010	4.4-006	5.9-004	7.2-003	2.5-002	4.0-002	4.2-002	3.3-0
250	CS02	4.8-240	1.5-113	3.9-056	8.2-029	4.1-016	1.8-009	5.6-006	4.1-004	4.1-003	1.2-002	1.9-002	1.9-0
70	CH2S04	1.1-018	4.5-009	7.2-005	2.2-003	2.8-002	5.3-002	6.0-002	4.4-002	4.3-002	3.4-002	2.7-002	2.2-0
100	CH2S04	2.1-038	1.9-018	1.6-009	2.1-005	1.3-003	9.1-003	2.1-002	2.8-002	2.9-002	2.6-002	2.2-002	1.9-0
120	CH2S04	2.1-055	1.6-026	1.6-013	1.8-007	9.2-005	2.0-003	8.4-003	1.6-002	2.0-002	2.1-002	1.9-002	1.7-0
140	CH2S04	1.7-075	4.5-036	2.8-018	6.5-010	4.0-006	3.3-004	2.9-003	8.2-003	1.3-002	1.6-002	1.6-002	1.5-0
160	CH2S04	1.1-098	4.4-047	9.5-024	9.8-013	1.1-007	4.1-005	8.3-004	3.8-003	8.3-003	1.2-002	1.3-002	1.3-0
180	CH2S04	5.6-125	1.4-059	6.0-030	6.3-016	1.8-009	3.9-006	2.0-004	1.6-003	4.8-003	8.1-003	1.0-002	1.1-0
200	CH2S04	2.3-154	1.6-073	7.0-037	1.7-019	1.9-011	2.8-007	4.2-005	6.1-004	2.6-003	5.4-003	7.9-003	9.2-0
250	CH2S04	2.5-241	7.7-115	2.1-057	4.6-030	2.4-017	1.2-010	4.0-007	3.4-005	4.3-004	1.7-003	3.6-003	5.3-0
	TID	1	2	3	5	8	13	22	35	55	88	139	22
	SO2	0.9672	0.9667	0.9660	0.9648	0.9629	0.9599	0.9552	0.9479	0.9363	0.9182	0.8902	0.847
	H2S04	0.0502	0.0510	0.0521	0.0539	0.0568	0.0614	0.0685	0.0798	0.0976	0.1253	0.1681	0.233
0/0FRA 0x		2.4693	3.8569	5.9758	9.1460	13.7478	20.1424	28.5091	38.6346	49.7924	60.8863	70.8432	78.988
0/0 0x		0.0837	0.1326	0.2101	0.3328	0.5269	0.8338	1.3183	2.0813	3.2785	5.1460	8.0322	12.427

STARIL , VIND 5.0M/S, UTSLIPP		199 G SO2/S											
H	x=	251	398	631	1000	1585	2512	3981	6310	10000	15849	25119	3981
70	CS02	1.3-017	5.1-008	8.0-004	2.6-002	2.9-001	5.0-001	5.1-001	3.9-001	2.5-001	1.5-001	8.8-002	5.0-0
100	CS02	2.5-037	2.2-017	1.8-008	2.2-004	1.3-002	2.6-002	1.8-001	2.0-001	1.7-001	1.2-001	7.4-002	4.4-0
120	CS02	2.4-054	1.8-025	1.7-012	1.9-006	9.4-004	1.9-002	7.1-002	1.1-001	1.2-001	9.3-002	6.3-002	4.0-0
140	CS02	1.9-074	5.2-035	3.1-017	0.9-009	4.1-005	3.1-003	2.4-002	5.9-002	7.8-002	7.1-002	5.3-002	3.5-0
160	CS02	1.2-097	5.0-046	1.1-022	1.1-011	1.1-006	3.9-004	7.0-003	2.7-002	4.8-002	5.2-002	4.3-002	3.0-0
180	CS02	6.4-124	1.6-058	6.7-029	0.8-015	1.8-008	3.7-005	1.7-003	1.1-002	2.8-002	3.6-002	3.4-002	2.5-0
200	CS02	2.7-153	1.8-072	7.6-036	1.8-018	1.9-010	2.6-006	3.5-004	4.3-003	1.5-002	2.4-002	2.6-002	2.1-0
250	CS02	2.9-240	6.7-114	2.4-056	2.0-029	2.5-016	1.1-009	3.4-006	2.5-004	2.5-003	7.5-003	1.2-002	1.2-0
70	CH2S04	6.5-019	2.6-009	4.2-005	3.0-003	1.6-002	2.9-002	3.2-002	2.7-002	2.1-002	1.6-002	1.2-002	9.1-0
100	CH2S04	1.3-038	1.1-018	9.4-010	1.2-005	7.4-004	5.0-003	1.1-002	1.4-002	1.4-002	1.2-002	9.8-003	8.0-0
120	CH2S04	1.2-055	9.5-027	9.1-014	1.0-007	5.2-005	1.1-003	4.5-003	8.1-003	9.8-003	9.4-003	8.4-003	7.2-0
140	CH2S04	9.9-076	2.7-036	1.7-018	3.7-010	2.3-006	1.8-004	1.5-003	4.2-003	6.4-003	7.2-003	7.0-003	6.3-0
160	CH2S04	6.4-099	2.6-047	5.6-024	2.7-013	6.2-008	2.3-005	4.4-004	1.9-003	4.0-003	5.3-003	5.7-003	5.5-0
180	CH2S04	3.3-125	8.4-060	3.5-030	3.6-016	1.0-009	2.1-006	1.1-004	8.1-004	2.3-003	3.7-003	4.5-003	4.6-0
200	CH2S04	1.4-154	9.3-074	4.1-037	9.8-020	1.1-011	1.5-007	2.2-005	3.1-004	1.3-003	2.5-003	3.4-003	3.8-0
250	CH2S04	1.5-241	4.5-115	1.2-057	4.7-030	1.4-017	6.4-011	2.1-007	1.7-005	2.1-004	7.6-004	1.6-003	2.2-0
	TID	0	1	2	3	5	8	13	21	33	52	83	13
	SO2	0.9675	0.9672	0.9668	0.9661	0.9649	0.9631	0.9603	0.9559	0.9488	0.9378	0.9206	0.893
	H2S04	0.0497	0.0502	0.0509	0.0520	0.0537	0.0564	0.0608	0.0676	0.0784	0.0952	0.1216	0.162
0/0FRA 0x		1.4966	2.3510	3.6747	5.6998	8.7371	13.1636	19.3485	27.5014	37.4610	48.5555	59.7128	69.836
0/0 0x		0.0502	0.0796	0.1201	0.1998	0.3365	0.5011	0.7931	1.2540	1.9802	3.1201	4.8998	7.653

3.20 0/0 S03 I GASSENE, K= 1.000-005SEC-1 \*\* FINNSNES KOKSVERK LANGTIDSMIDDEL

NØYTRAL , VIND 1.0M/S, UTSLIPP 19> G S02/S

Table with 13 columns (H, x=, 251, 398, 631, 1000, 1585, 2512, 3981, 6310, 10000, 15849, 25119, 39812) and 25 rows of data including CS02, CH2S04, TID, S02, H2S04, O/FRA OX, and O/O OX.

NØYTRAL , VIND 3.0M/S, UTSLIPP 19> G S02/S

Table with 13 columns (H, x=, 251, 398, 631, 1000, 1585, 2512, 3981, 6310, 10000, 15849, 25119, 39812) and 25 rows of data including CS02, CH2S04, TID, S02, H2S04, O/FRA OX, and O/O OX.

NØYTRAL , VIND 5.0M/S, UTSLIPP 19> G S02/S

Table with 13 columns (H, x=, 251, 398, 631, 1000, 1585, 2512, 3981, 6310, 10000, 15849, 25119, 39812) and 25 rows of data including CS02, CH2S04, TID, S02, H2S04, O/FRA OX, and O/O OX.

3.20 0/0 S03 I GASSENE, K= 1.000-005SEC-1 \*\* FINNSNES KOKSVERK LANGTIDSMIDDEL

STARIL , VIND 1.0M/S, UTSLIPP 192 G SO2/S

H	X=	251	398	631	1000	1585	2512	3981	6310	10000	15849	25119	3981
70	CS02	1.7-019	6.7-010	1.0-005	0.6-004	3.2-003	5.4-003	5.1-003	3.7-003	2.2-003	1.2-003	6.3-004	3.0-00
100	CS02	3.4-039	2.9-019	2.2-010	2.7-006	1.5-004	9.2-004	1.8-003	1.9-003	1.5-003	9.4-004	5.3-004	2.7-00
120	CS02	3.3-056	2.4-027	2.2-014	2.3-008	1.1-005	2.0-004	7.2-004	1.1-003	1.0-003	7.5-004	4.5-004	2.4-00
140	CS02	2.6-076	6.8-037	3.9-019	0.3-011	4.6-007	3.3-005	2.4-004	5.6-004	6.9-004	5.7-004	3.8-004	2.1-00
160	CS02	1.7-099	6.5-048	1.3-024	1.3-013	1.3-008	4.1-006	7.1-005	2.6-004	4.2-004	4.1-004	3.0-004	1.8-00
180	CS02	8.8-126	2.1-060	8.3-031	0.1-017	2.1-010	3.9-007	1.7-005	1.1-004	2.5-004	2.9-004	2.4-004	1.5-00
200	CS02	3.7-155	2.4-074	9.8-038	2.2-020	2.1-012	2.8-008	3.6-006	4.1-005	1.3-004	1.9-004	1.8-004	1.3-00
250	CS02	4.0-242	1.1-115	3.0-058	5.9-031	2.8-018	1.2-011	3.4-008	2.3-006	2.2-005	6.0-005	8.4-005	7.3-00
70	CH2S04	9.6-021	3.8-011	6.1-007	4.4-005	2.5-004	4.9-004	5.9-004	5.6-004	4.8-004	4.0-004	3.2-004	2.5-00
100	CH2S04	1.8-040	1.6-020	1.4-011	1.8-007	1.1-005	8.4-005	2.0-004	2.9-004	3.2-004	3.0-004	2.6-004	2.2-00
120	CH2S04	1.8-057	1.4-028	1.3-015	1.5-009	8.1-007	1.8-005	8.2-005	1.7-004	2.3-004	2.4-004	2.3-004	2.0-00
140	CH2S04	1.4-077	3.9-038	2.4-020	5.5-012	3.5-008	3.0-006	2.8-005	8.6-005	1.5-004	1.8-004	1.9-004	1.7-00
160	CH2S04	9.3-101	3.7-049	8.0-026	6.4-015	9.5-010	3.8-007	8.1-006	4.0-005	9.2-005	1.3-004	1.5-004	1.5-00
180	CH2S04	4.8-127	1.2-061	5.0-032	7.4-018	1.6-011	3.6-008	2.0-006	1.7-005	5.3-005	9.4-005	1.2-004	1.3-00
200	CH2S04	2.0-156	1.3-075	5.9-039	1.4-021	1.6-013	2.6-009	4.1-007	6.3-006	2.9-005	6.3-005	9.2-005	1.0-00
250	CH2S04	2.2-243	6.5-117	1.8-059	9.9-032	2.1-019	1.1-012	3.9-009	3.6-007	4.8-006	1.9-005	4.2-005	6.0-00
	TID	4	6	10	16	26	41	66	105	166	264	418	663
	S02	0.9656	0.9642	0.9619	0.9584	0.9528	0.9440	0.9302	0.9088	0.8759	0.8261	0.7530	0.6501
	H2S04	0.0527	0.0549	0.0583	0.0637	0.0723	0.0858	0.1069	0.1396	0.1901	0.2663	0.3783	0.5358
	0/0FRA OX	7.0537	10.7294	15.9822	23.1359	32.2336	42.8700	54.1419	64.9087	74.2183	81.5966	87.0456	90.8547
	0/0 OX	0.2509	0.3973	0.6290	0.9950	1.5724	2.4806	3.9029	6.1148	9.5164	14.6571	22.2129	32.8416

STARIL , VIND 3.0M/S, UTSLIPP 192 G SO2/S

H	X=	251	398	631	1000	1585	2512	3981	6310	10000	15849	25119	3981
70	CS02	5.8-020	2.2-010	3.3-006	2.2-004	1.1-003	1.8-003	1.8-003	1.3-003	7.9-004	4.5-004	2.5-004	1.3-00
100	CS02	1.1-039	9.6-020	7.5-011	0.9-007	5.1-005	3.1-004	6.1-004	6.6-004	5.3-004	3.5-004	2.1-004	1.2-00
120	CS02	1.1-056	8.0-028	7.2-015	7.7-009	3.6-006	5.8-005	2.5-004	3.8-004	3.7-004	2.8-004	1.8-004	1.0-00
140	CS02	8.8-077	2.3-037	1.3-019	2.8-011	1.6-007	1.1-005	8.4-005	1.9-004	2.4-004	2.1-004	1.5-004	9.1-00
160	CS02	5.7-100	2.2-048	4.4-025	4.2-014	4.2-009	1.4-006	2.4-005	9.0-005	1.5-004	1.5-004	1.2-004	7.9-00
180	CS02	3.0-126	7.1-061	2.8-031	2.7-017	7.0-011	1.3-007	5.9-006	3.8-005	8.8-005	1.1-004	9.5-005	6.7-00
200	CS02	1.2-155	7.9-075	3.3-038	7.3-021	7.2-013	9.6-009	1.2-006	1.4-005	4.8-005	7.2-005	7.2-005	5.5-00
250	CS02	1.3-242	3.8-116	9.9-059	2.0-031	9.5-019	3.9-012	1.2-008	8.1-007	7.9-006	2.2-005	3.3-005	3.2-00
70	CH2S04	3.0-021	1.2-011	1.8-007	1.2-005	6.4-005	1.2-004	1.3-004	1.1-004	8.3-005	6.2-005	4.7-005	3.6-00
100	CH2S04	5.9-041	5.1-021	4.0-012	5.0-008	3.0-006	2.0-005	4.4-005	5.6-005	5.5-005	4.7-005	3.9-005	3.2-00
120	CH2S04	5.8-058	4.2-029	3.9-016	4.3-010	2.1-007	4.3-006	1.8-005	3.2-005	3.9-005	3.8-005	3.3-005	2.9-00
140	CH2S04	4.6-078	1.2-038	7.1-021	2.8-012	9.2-009	7.2-007	6.0-006	1.6-005	2.5-005	2.9-005	2.8-005	2.5-00
160	CH2S04	3.0-101	1.1-049	2.4-026	2.4-015	2.5-010	9.0-008	1.7-006	7.6-006	1.6-005	2.1-005	2.3-005	2.2-00
180	CH2S04	1.5-127	3.7-062	1.5-032	1.5-018	4.1-112	5.5-009	4.2-007	3.2-006	9.1-006	1.5-005	1.8-005	1.8-00
200	CH2S04	6.4-157	4.2-076	1.8-039	4.1-022	4.3-014	6.1-010	8.8-008	1.2-006	5.0-006	9.9-006	1.4-005	1.5-00
250	CH2S04	6.9-244	2.0-117	5.3-060	1.1-032	5.6-020	2.5-013	8.3-010	6.8-008	8.2-007	3.0-006	6.2-006	8.7-00
	TID	1	2	3	5	8	13	22	35	55	88	139	221
	S02	0.9672	0.9667	0.9660	0.9648	0.9629	0.9599	0.9552	0.9479	0.9363	0.9182	0.8902	0.8477
	H2S04	0.0502	0.0510	0.0521	0.0539	0.0568	0.0614	0.0685	0.0798	0.0976	0.1253	0.1681	0.2332
	0/0FRA OX	2.4693	0.8569	5.9758	9.1460	13.7478	20.1424	28.5091	38.6346	49.7924	60.8863	70.8432	78.9888
	0/0 OX	0.0637	0.1326	0.2101	0.3328	0.5269	0.8338	1.3163	2.0813	3.2785	5.1460	8.0322	12.4277

STARIL , VIND 5.0M/S, UTSLIPP 192 G SO2/S

H	X=	251	398	631	1000	1585	2512	3981	6310	10000	15849	25119	3981
70	CS02	3.5-020	1.3-010	2.0-006	1.3-004	6.6-004	1.1-003	1.1-003	7.7-004	4.8-004	2.8-004	1.5-004	8.3-00
100	CS02	6.8-040	5.3-020	4.5-011	7.4-007	3.0-005	1.9-004	3.7-004	4.0-004	3.2-004	2.1-004	1.3-004	7.3-00
120	CS02	6.7-057	4.8-028	4.4-015	9.6-009	2.2-006	4.1-005	1.5-004	2.3-004	2.3-004	1.7-004	1.1-004	6.6-00
140	CS02	5.3-077	1.4-037	7.9-026	1.7-011	9.4-008	6.8-006	5.0-005	1.2-004	1.5-004	1.3-004	9.2-005	5.8-00
160	CS02	3.4-100	1.3-048	2.7-025	2.5-014	2.5-009	8.4-007	1.5-005	5.5-005	9.2-005	9.4-005	7.4-005	5.0-00
180	CS02	1.8-126	4.3-061	1.7-031	1.8-017	4.2-011	8.0-008	3.6-006	2.3-005	5.3-005	6.6-005	5.9-005	4.2-00
200	CS02	7.4-156	4.7-075	2.0-038	4.4-021	4.4-013	5.8-009	7.4-007	8.7-006	2.9-005	4.4-005	4.5-005	3.5-00
250	CS02	8.0-243	2.3-116	5.9-059	1.2-031	5.7-019	2.4-012	7.0-009	4.9-007	4.8-006	1.4-005	2.0-005	2.0-00
70	CH2S04	1.8-021	6.9-012	1.1-007	7.2-006	3.7-005	6.4-005	6.7-005	5.4-005	4.0-005	2.8-005	2.0-005	1.5-00
100	CH2S04	3.5-041	3.0-021	2.4-012	2.9-008	1.7-006	1.1-005	2.3-005	2.8-005	2.6-005	2.2-005	1.7-005	1.3-00
120	CH2S04	3.4-058	2.5-029	2.3-016	2.5-010	1.2-007	2.4-006	9.4-006	1.6-005	1.9-005	1.7-005	1.5-005	1.2-00
140	CH2S04	2.7-078	7.1-039	4.1-021	9.0-013	5.2-009	4.0-007	3.2-006	8.3-006	1.2-005	1.3-005	1.2-005	1.1-00
160	CH2S04	1.8-101	6.4-050	1.4-026	1.4-015	1.4-010	4.9-008	9.2-007	3.9-006	7.6-006	9.6-006	9.8-006	9.1-00
180	CH2S04	9.1-128	2.2-062	8.6-033	0.7-019	2.4-012	4.7-009	2.3-007	1.6-006	4.4-006	6.7-006	7.7-006	7.7-00
200	CH2S04	3.8-157	2.5-076	1.0-039	2.4-022	2.4-014	3.4-010	4.7-008	6.1-007	2.4-006	4.5-006	5.9-006	6.4-00
250	CH2S04	4.1-244	1.2-117	3.1-060	0.4-033	3.2-020	1.4-013	4.4-010	3.5-008	3.9-007	1.4-006	2.7-006	3.7-00
	TID	0	1	2	3	5	8	13	21	33	52	83	132
	S02	0.9675	0.9672	0.9668	0.9661	0.9649	0.9631	0.9603	0.9559	0.9488	0.9378	0.9206	0.8939
	H2S04	0.0497	0.0502	0.0509	0.0520	0.0537	0.0564	0.0608	0.0676	0.0784	0.0952	0.1216	0.1624
	0/0FRA OX	1.4966	2.3510	3.6747	5.6996	8.7371	13.1636	19.3465	27.5014	37.4610	48.5555	59.7128	69.8360
	0/0 OX	0.0502	0.0796	0.1201	0.1996	0.3165	0.5011	0.7931	1.2540	1.9802	3.1201	4.8998	7.6536