

NILU : OR 40/97  
REFERANSE : O-97075  
DATO : JULI 1997  
ISBN : 82-425-0897-6

# **Konsekvensvurdering av utslipp til luft fra Sture-terminalen**

**S. Knudsen, B. Innset, L.H. Slørdal**

# Innhold

	Side
<b>Sammendrag og konklusjon .....</b>	<b>2</b>
<b>1. Innledning.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Anbefalte luftkvalitetskriterier og tålegrenser .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Luftkvalitet og avsetning i området i dag .....</b>	<b>7</b>
<b>4. Utslipp til luft .....</b>	<b>8</b>
<b>5. Meteorologi spredningsforhold .....</b>	<b>8</b>
<b>6. Spredningsberegninger .....</b>	<b>11</b>
6.1 Maksimale timemidlete bakkekonsentrasjoner .....	12
6.2 Langtidsmiddelkonsentrasjoner .....	13
6.3 Avsetning av nitrogen forbindelser .....	16
<b>7. Dannelse av ozon.....</b>	<b>19</b>
<b>8. Referanser.....</b>	<b>20</b>
<b>Vedlegg A Meteorologiske frekvensmatriser for Sture .....</b>	<b>21</b>

## Sammendrag og konklusjon

Norsk Hydro ASA har bedt Norsk institutt for luftforskning (NILU) om å vurdere konsekvenser ved utslipp fra et planlagt gassgjenvinningsanlegg på Sture i Øygarden kommune. Det nye anlegget skal destillere metan og nafta fra råoljen. Utslippene av flyktige organiske forbindelser (VOC) fra lastning av oljen vil delvis bli gjenvunnet. En slik gjenvinning vil føre til betydelige reduksjoner i utslippene av VOC.

Det er vurdert effekter av utslipp til luft lokalt rundt anlegget, regional avsetning av nitrogenforbindelser og dannelse av ozon som følge av utslippene av VOC og  $\text{NO}_x$ .

Den nåværende luftforurensningssituasjonen i området rundt Sture er dominert av langtransportert luftforurensning. Biltrafikk i området kan forårsake høye konsentrasjoner langs veiene. De maksimale bakkekonsentrasjonene av  $\text{NO}_x$  fra veitrafikk vil oppstå ved svake vinder og stabile atmosfæriske forhold. Ved svake vinder bidrar ikke utslippene fra Sture vesentlig til konsentrasjoner av  $\text{NO}_2$  i bakkenivå. Med 30 m skorsteinshøyde og nærliggende bygninger på 15 m, vil maksimal timemiddelkonsentrasjon være  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ca. 500 m fra skorsteinen. Dette utgjør ca. 12 % av anbefalt luftkvalitetskriterier for  $\text{NO}_2$ . Maksimal konsentrasjon vil forkomme ved sterk vind og nøytrale atmosfæriske forhold.

Den maksimale halvårsmiddelkonsentrasjonen av  $\text{NO}_x$  (regnet som  $\text{NO}_2$ ) er beregnet til  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for vinterhalvåret og  $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for sommerhalvåret. Disse verdiene utgjør ca. 1 % (vinter) og 0,6 % (sommer) av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for halvårsmiddelkonsentrasjon av  $\text{NO}_2$  for helse. Om vinteren vil konsentrasjonene forekomme ca. 500 m nord for anlegget og om sommeren ca. 500 m sør for anlegget.

Avsetning av nitrogenforbindelser foregår ved tørravsetning og våtavsetning. Tørravsetning er opptak av gasser av planter eller avsetning av gasser på overflater. Våtavsetning er avsetning av gasser som er absorbert i nedbøren.

Beregninger viser at avsetningen av nitrogenforbindelser fra utslipp av nitrogenoksider fra Sture bidrar lite til avsetningen av nitrogen i området. Det ble avsatt  $890 \text{ mg N}/\text{m}^2$  pr. år nær Sture i perioden juni 1991-juni 1992. For den samme perioden ble det beregnet et bidrag på  $5 \text{ mg N}/\text{m}^2$  som følge av utslippene på Sture. Dette representerer en økning på 0,5 %.

Tidligere tålegrenseberegninger for syretilførsel fra andre utslipp i området, med ti ganger belastningen fra Sture, har konkludert med at selv når det antas at all nitrogenavsetningen bidrar til forsuring, vil syrebidraget som følge av nitrogenoksidutslipp være så lavt at det ikke kan ventes å ha målbare konsekvenser for forsuringstilstanden i innsjøene i det berørte området. I tillegg vil en stor andel av nitrogentilførselen bli tatt opp i nedbørfeltene. Siden bidraget

fra Sture bare utgjør en tiendedel av det omtalte bidraget, vil bidraget fra Stureanleggene ha minimal virkning på forsureningssituasjonen.

Ozon i troposfæren har et varierende bakgrunnsnivå og forekommer dessuten episodisk med høye konsentrasjoner. Bakgrunnsnivået er vanligvis lavere enn anbefalte luftkvalitetskriterier, men likevel relativt høyt i forhold til de fleste andre luftforurensende komponenter. Bakgrunnsnivået av ozon på Sture i dag (ca.  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som halvårsmiddel) er periodisk høyt nok til å kunne gi skader på vegetasjon som medfører redusert fotosyntese og plantevekst.

Tidligere beregninger for utslipp fra petroleumsindustrien på norsk sokkel viser at det er nitrogenoksidutslippene som er begrensende faktor for dannelse av ozon i dette området.

De fotokjemiske reaksjonene vil i den første fasen raskt oksidere NO til  $\text{NO}_2$  og omdanne ozon til oksygen. Nitrogenoksidene vil så danne ozon ved reaksjoner med hydrokarboner på litt lengre tidsskala.

Utslippene fra gassgjennvinningsanlegg er relativt små. Utslipet av  $\text{NO}_x$  er litt større enn utslippene fra gassterminalen for Trollgass på Kollsnes.

Beregninger utført for røykfaner med større utslipp av  $\text{NO}_x$  viser at påvirkningen av ozonkonsentrasjonen inne i røykfanen ved et utslipp på 68 tonn  $\text{NO}_x$  er vurdert til å bli mindre enn  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ozonkonsentrasjonene vil bli lite påvirket av utslippene av VOC fordi det vil ta relativt lang tid før disse blandes, og tidligere beregninger har vist at ozonkonsentrasjonen i dette området blir lite påvirket av VOC-utslipp.

Økningen i ozonkonsentrasjonen i bakkenivå som følge av utslipp av nitrogenoksid og hydrokarboner på Sture er imidlertid så lav (mindre enn  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som timemiddel) at den ikke vil påvirke vegetasjonen i området.

# Konsekvensvurdering av utslipp til luft fra Stureterminalen

## 1. Innledning

Norsk Hydro ASA har bedt Norsk institutt for luftforskning (NILU) om å vurdere konsekvenser ved utslipp fra et planlagt gassgjenvinningsanlegg på Sture i Øygarden kommune. Det nye anlegget skal destillere metan og nafta fra råoljen. Utslippene av flyktige organiske forbindelser (VOC) fra lastning av oljen vil delvis bli gjenvunnet. En slik gjenvinning vil føre til betydelige reduksjoner i utslippene av VOC.

Norsk Hydro ASA har gitt utslippstall for nitrogenoksider og flyktige organiske forbindelser (VOC). Det er vurdert effekter av utslipp til luft lokalt rundt anlegget, regional avsetning av nitrogenforbindelser og dannelse av ozon som følge av utslippene av VOC og NO<sub>x</sub>.

## 2. Anbefalte luftkvalitetskriterier og tålegrenser

Ved vurdering av luftkvaliteten i et område er det vanlig å sammenligne målte og beregnede konsentrasjoner med luftkvalitetskriterier eller grenseverdier for luftkvalitet. SFT utarbeidet i 1977 et forslag til luftkvalitetskriterier for de mest alminnelig forekommende forurensningskomponentene (svoveldioksid (SO<sub>2</sub>), sot, nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>) og fluorid).

En arbeidsgruppe oppnevnt av SFT la i 1982 fram forslag til luftkvalitetskriterier for stoffene SO<sub>2</sub>, sot, NO<sub>2</sub>, karbonmonoksid, fotokjemiske oksidanter og fluorider, på grunnlag av litteraturstudier om sammenhengen mellom luftforurensninger og skade på helse og miljø.

I 1992 gjennomførte en ny arbeidsgruppe oppnevnt av SFT en revisjon av kriteriearbeidet fra 1982. Resultatet av revisjonen er lagt fram i SFT-rapport nr. 92:16, "Virkninger av luftforurensning på helse og miljø, anbefalte luftkvalitetskriterier".

Et forkortet sammendrag fra denne rapporten er gjengitt nedenfor:

"SFT-gruppen har på grunnlag av litteraturstudier beskrevet sammenhengen mellom luftforurensninger og skadevirkninger på helse og vegetasjon (dose-effektforhold) for stoffene nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>), nitrogenmonoksid (NO), ozon (O<sub>3</sub>), svoveldioksid (SO<sub>2</sub>), svevestøv, sure aerosoler, karbonmonoksid (CO), fluorider (F), bly (Pb) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Eventuelle effekter på materialer er også kort beskrevet.

For NO<sub>2</sub>, ozon, SO<sub>2</sub>, svevestøv, CO og fluorider har gruppen foreslått anbefalte luftkvalitetskriterier med hensyn til helseeffekter. For NO<sub>2</sub>, ozon, SO<sub>2</sub> og fluorider har gruppen foreslått anbefalte luftkriterier med hensyn til effekter på vegetasjon, og for fluorider er det i tillegg foreslått et anbefalt luftkvalitetskriterium med hensyn til virkning på dyr.

Gruppen har foreslått anbefalte luftkvalitetskriterier for eksponeringsnivå som man ut fra nåværende viten antar befolkningen og miljøet kan utsettes for uten at alvorlige skadevirkninger oppstår. Det er forsøkt å ta hensyn til sårbare grupper i befolkningen/sårbare plantegrupper, og det er tatt hensyn til eventuelle samspilleffekter mellom den aktuelle komponenten og de andre omtalte forurensningskomponentene.

For flere av komponentene innebærer revisjonen ingen vesentlige endringer med hensyn til hva som anbefales som luftkvalitetskriterier. For enkelte komponenter derimot foreslår SFT-gruppen til dels betydelig skjerpede anbefalte luftkvalitetskriterier. Dette gjelder spesielt verdien for NO<sub>2</sub> med hensyn til helseeffekter.

Hovedårsaken til at de anbefalte luftkvalitetskriteriene for en del komponenter er skjerpet, er at nyere undersøkelser viser effekter på lavere nivåer enn tidligere kjent. Dessuten har SFT-gruppen, når det gjelder de helsebaserte anbefalte luftkvalitetskriteriene, funnet det påkrevet å anvende større usikkerhetsfaktorer for enkelte av komponentene.

Ved fastsettelse av de helsebaserte luftkvalitetskriteriene er det benyttet usikkerhetsfaktorer på mellom 2 og 5. Dette betyr at eksponeringsnivåene må opp i 2-5 ganger høyere enn de angitte verdiene før det med sikkerhet er konstatert skadelige effekter. De anbefalte kriteriene kan derfor ikke tolkes slik at nivåer over disse er definitivt helseskadelig, men det kan heller ikke utelukkes effekter hos spesielt sårbare individer selv ved nivåer under anbefalte luftkvalitetskriterier.

Arbeidsgruppen gjør videre oppmerksom på at forurenset luft vanligvis også inneholder andre skadelige komponenter enn dem som her er omtalt. Overholdelse av de anbefalte luftkvalitetskriteriene er derfor ingen garanti for at forurenset luft er uten skadevirkninger."

Tabell 1 gir anbefalte luftkvalitetskriterier for stoffer som er aktuelle i undersøkelsen for Sture.

Tabell 1: Anbefalte luftkvalitetskriterier.

Komponent	Måleenhet	Virknings- område	Midlingstid						
			15 min.	1 t	8 t	24 t	30 d	6 mnd.	1 år
NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Helse Vegetasjon	500	100		75		50	30
Ozon	µg/m <sup>3</sup>	Helse Vegetasjon		100 150	80 60			50 <sup>1)</sup>	
SO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Helse <sup>2)</sup> Helse <sup>3)</sup> Vegetasjon	400			90 50		40	20
CO	mg/m <sup>3</sup>	Helse	80	25	10				

1) Gjennomsnittlig 7-timers middel (kl 0900-1600) for vekstperioden

2) Hvor SO<sub>2</sub> er helt dominerende forurensning

3) I samspill med svevestøv og annen forurensning

### 3. Luftkvalitet og avsetning i området i dag

Den eksisterende luftforurensningssituasjonen i området rundt Sture er influert av langtransportert luftforurensning. Det vil også være påvirkning av de lokale utslippene på Kollsnes og Sture. Målingene av innholdet av nitrøse gasser i luft utført i 1991/92 viser at det midlere nivået er lavt og sammenlignbart med konsentrasjonsnivået på lite forurensede steder i Norge.

Det ble utført kontinuerlige målinger av meteorologi, svoveldioksid (SO<sub>2</sub>), nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) og ozon (O<sub>3</sub>) på Rossnes, ca. 2 km øst for Kollsnes, i perioden 20. juni 1991-30. juni 1992.

Målingene viser at luftkvaliteten i området er god. Konsentrasjoner i luft og avsetning av nitrogen og svovel er dominert av langtransportert luftforurensning og er svært lik lite forurensede steder på Vestlandet. Årsmiddelkonsentrasjonen av svoveldioksid ble målt til 0,93 µg/m<sup>3</sup>, og den maksimale timemiddel konsentrasjonen var 49,9 µg/m<sup>3</sup>. Årsmiddelkonsentrasjonen av nitrogenoksider ble målt til 5,4 µg/m<sup>3</sup>, hvorav 4,5 µg/m<sup>3</sup> var nitrogendioksid. Den maksimale timemidlede konsentrasjonen av NO<sub>x</sub> ble målt til 99,5 µg/m<sup>3</sup> og for NO<sub>2</sub> til 69,1 µg/m<sup>3</sup>. De høyeste konsentrasjonene forekommer ved vind fra øst og er sannsynligvis hovedsakelig forårsaket av veitrafikk. Konsentrasjonene av svovelforbindelser og nitrogenforbindelser er lavere enn anbefalte luftkvalitetskriterier.

Konsentrasjonene av ozon var høye sammenlignet med gjeldende luftkvalitetskriterier men normale for kysten av Vest-Norge. Det ble målt timemiddelverdier av ozon over anbefalt luftkvalitetskriterium (100 µg/m<sup>3</sup>) i 459 timer i måleperioden. Det ble målt konsentrasjoner over 150 µg/m<sup>3</sup> i 16 timer. Den høyeste målte timeverdien for ozon var 184 µg/m<sup>3</sup>. De høye ozonkonsentrasjonene er hovedsakelig forårsaket av langtransportert luftforurensning.

Nitrogenavsetningen med nedbøren var 890 mg N/m<sup>2</sup> i måleperioden. Svovelavsetningen med nedbøren var 679 mg S/m<sup>2</sup>. Den nærmeste stasjonen i statlig program for luftkvalitetsovervåking, Haukeland i Hordaland, hadde en avsetning ved nedbør i 1992 på 1 421 mg S/m<sup>2</sup> og en nitrogen avsetning på 1 500 mg N/m<sup>2</sup>. Avsetningen er sterkt avhengig av nedbørmengden, som varierer fra år til år. Avsetningen på Haukeland har variert mellom 1 200 og 1 600 mg N/m<sup>2</sup> pr. år de siste årene. Nedbørmengden øker innover i landet fra Sture fordi topografien i hovedtrekk stiger, og dette medfører større nedbørmengder og dermed større avsetning av nitrogen og svovel.

I tillegg til våtavsetningen vil det bli avsatt nitrogenforbindelser ved opptak i planter og på overflater (tørravsetning). Det er ikke grunnlag i målingene for å beregne tørravsetningen nær Sture. De nærmeste stasjonene der tørravsetning er målt er Kårvatn på Nordmøre og Skreådalen på Sørvestlandet. Tørravsetningen av svovelkomponenter på disse to stasjonene varierte mellom 50-170 mg S/m<sup>2</sup> pr. år. Den totale svovelavsetningen i området vil da være 700-850 mg S/m<sup>2</sup> pr. år. Tørravsetningen av nitrogenforbindelser varierer mellom 90 og 415 mg N/m<sup>2</sup> pr. år. Den totale avsetningen av nitrogen i måleperioden i området vil da være 1 000-1 350 mg N/m<sup>2</sup> pr. år.



#### 4. Utslipp til luft

Norsk Hydro ASA har planer om å bygge et gassgjenvinningsanlegg med utskilling av metan og nafta fra oljen som behandles på Stureanlegget. Dette vil føre til et økt energibehov. Dette energibehovet er tenkt fremskaffet ved bruk av fossilt brensel. Gassgjenvinningsanlegget vil redusere utslippene av hydrokarboner fra lastning av olje vesentlig. Det er i denne utredningen antatt at utslipp til luft vil være NO<sub>x</sub> og hydrokarboner. Det er ikke tatt i betraktning utslipp av klimagasser, som f.eks. CO<sub>2</sub>.

Gassgjenvinningsanlegget vil bli plassert litt høyere i terrenget enn de eksisterende anleggene. Det nye anlegget vil ligge nord for dagens anlegg og vil fremstå som en egen enhet.

Tabell 2 gir en oppsummering av utslippsbetingelsene for NO<sub>x</sub>. Beregnet timeutslipp er basert på at anlegget er i drift i 8 760 timer i året.

Tabell 2: Utslippsbetingelser for NO<sub>x</sub>.

	Enhet	
Utslippsmengde NO <sub>x</sub> (regnet som NO <sub>2</sub> )	tonn/år (g/s)	68 (2,16)
Skorsteinshøyde	m	30
Skorsteinsdiameter	m	1,6
Utslippshastighet	m/s	21
Avgasstemperatur	° C	240

Utslippet av hydrokarboner skjer ved lastning av tankbåter. Dette utslippet er fysisk skilt fra NO<sub>x</sub>-utslippet. VOC-utslippet vil ikke være kontinuerlig og vil komme fra kaiområdet. Det slippes ut i bakkenivå og vil ikke transporteres i samme høyde som utslippet av NO<sub>x</sub>. Det vil derfor ta relativt lang tid før disse utslippene blandes. En fremskriving for VOC-utslippet fra Stureterminalen uten gassgjenvinningsanlegg gir for år 2000 et utslipp på 7 740 tonn VOC pr. år. Med gassgjenvinningsanlegget i drift vil utslippet bli lavere. Det er antatt at reduksjonen vil bli ca. 3 000 tonn VOC pr. år, slik at utslippet i år 2000 vil bli redusert til 4 740 tonn VOC pr. år.

#### 5. Meteorologi spredningsforhold

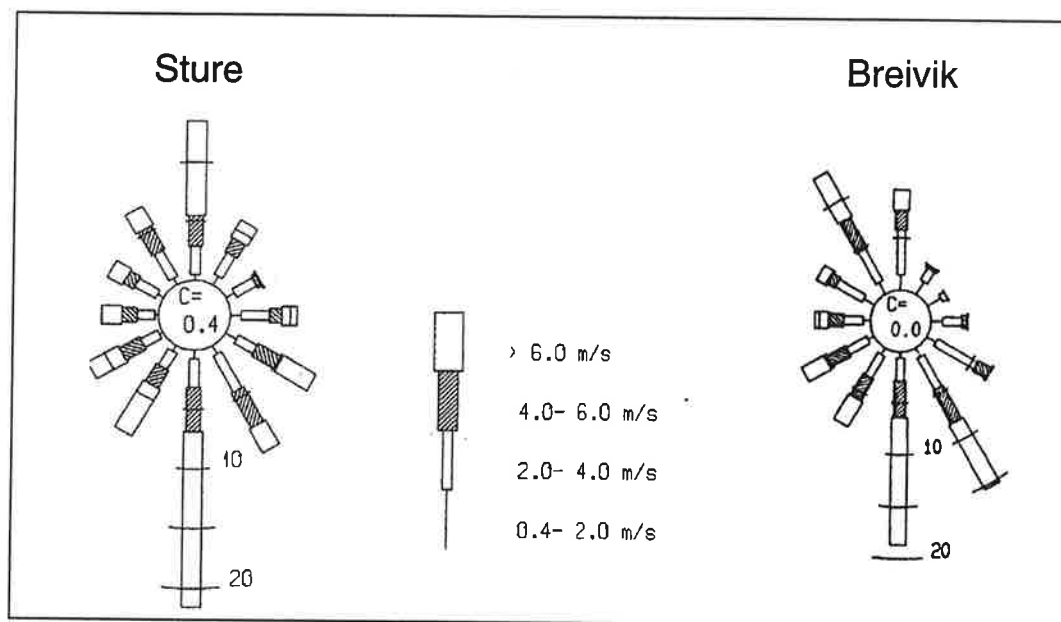
Spredningsforholdene på Sture er typiske for kystklima. Det er gode spredningsforhold med sterk vind. Den mest forekommende vindretning er langs kysten. Det er også relativt mye nedbør.

De meteorologiske målingene som er benyttet i spredningsberegningene er hentet fra to måleperioder, én fra november 1984-november 1985 innhentet ved Stureterminalen, og én fra juni 1991-juni 1992 innhentet på Kollsnes ca. 10 km sør for Sture. Grunnen for å velge disse to måleperiodene er at dataene fra Kollsnes allerede var tilrettelagt for beregningen av avsetning ved nedbør, noe som krever samtidig informasjon om meteorologi, spredningsparametre,

bakgrunnskonsentrasjoner av ozon og nedbør. Det var ikke mulig å tilrettelegge slike data basert på målinger fra Sture på den korte tiden som var tilgjengelig.

Vindrosene for de to måleperiodene er vist i Figur 1.

Det ses ut fra vindrosene at hovedvindretningen er nord- sør og at det er størst hyppighet av sterk vind fra sør. De svakeste vindene er forbundet med fralandsvind og pålandsvind. Dette vindmønsteret er typisk for Vestlandet. En sammenligning av vindroser for Hellisøy fyr for de to periodene med en vindrose for de siste 30 årene viser at vindklimaet i de to periodene som er benyttet til spredningsberegninger er representative for vindklimaet i området.



Figur 1: Vindroser for november 1984-november 1985 for Sture, og for Kollsnes i perioden juni 1991-juni 1992.

Tabell 3 viser midlere vindstyrke og maksimal timemiddelverdi målt på Sture. Vindstyrken på Sture var i gjennomsnitt lavere enn på Hellisøy i samme periode. Dette kommer sannsynligvis av at Hellisøy fyr ligger mer vindutsatt til.

Tabell 3: Maksimal og midlere vindstyrke målt i 36 m på Sture i perioden november 1984- november 1985.

	Midlere vindstyrke m/s	Maksimal vindstyrke m/s
Sommer Sture	5.1	17.3
Høst Sture	6.8	22.3
Vinter Sture	6.7	16.6
Vår Sture	5.5	21
1984/85 Sture	6.0	22.3
1984/85 Hellisøy	7.2	32

På bakgrunn av vind- og stabilitetsdataene er det utført en statistisk bearbeidelse av frekvensfordeling av vind og stabilitet for vinter- og sommerhalvåret, og for året fordelt på tolv 30° vindsektorer, fire stabilitetsklasser og fire vindstyrkeklasser. Frekvensfordelingen av vind og stabilitet gitt i Tabell 4 er benyttet til beregning av langtidsmiddelverdier av nitrogenoksider for utslipp fra Stureterminalen.

Frekvensfordelingen av vind og stabilitet for vinterhalvåret gir en estimert fordeling mellom ustabil, nøytral, lett stabil og stabil sjiktning på henholdsvis 10,0 %, 73,5 %, 12,5 % og 3,9 %, mens tilsvarende tall for sommerhalvåret er 36,6 %, 47,2 %, 10,8 % og 5,6 %. Fordelingen av forekomst av stabilitet over hele året er 23,3 %, 60,3 %, 11,7 % og 4,7 % for henholdsvis ustabil, nøytral, lett stabil og stabil sjiktning.

Middeltemperaturen på Sture er 4,0 °C i vinterhalvåret, 10,4 °C i sommerhalvåret og 7,2 °C for hele året.

Tabell 4: Vind og stabilitetsfordeling for perioden november 1984-november 1985 på Sture fordelt på 12 vindsektorer, 4 vindstyrkeklasser og 4 stabilitetsklasser.

Delta T	: Sture1																
Vind	: Sture1																
Periode	: 01.11.84 - 31.10.85																
Enhet	: Prosent																
FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET																	
	Klasse I: Ustabil				DT < -0.5				Grader C								
	Klasse II: Nøytral				-0.5 < DT < 0.0				Grader C								
	Klasse III: Lett stabil				0.0 < DT < 0.5				Grader C								
	Klasse IV: Stabil				0.5 < DT				Grader C								
Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s																	
	0.0- 8.0 m/s				8.0- 10.0 m/s				10.0- 12.0 m/s				over12.0 m/s				
Vindretning	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	Rose
30	1.3	1.6	1.8	0.7	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	5.9
60	0.4	1.4	0.9	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2
90	0.5	2.6	1.0	0.7	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6
120	1.0	4.7	1.2	0.5	0.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4
150	1.2	5.7	1.7	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	10.0
180	1.9	7.8	0.9	0.3	0.5	3.5	0.0	0.0	0.2	2.5	0.0	0.0	0.2	3.7	0.0	0.0	21.6
210	1.8	3.0	0.6	0.2	0.2	1.2	0.0	0.0	0.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	8.4
240	1.6	3.2	0.5	0.2	0.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	6.6
270	1.1	2.0	0.3	0.2	0.0	0.5	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	4.6
300	1.8	1.7	0.3	0.2	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8
330	2.8	2.9	0.5	0.3	0.2	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	7.2
360	3.6	2.8	1.3	0.7	1.2	1.6	0.3	0.0	0.7	0.6	0.0	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	13.5
Stille	0.0	0.1	0.0	0.0													0.1
Total	18.8	39.4	11.0	4.8	2.6	10.0	0.4	0.0	1.4	5.5	0.1	0.0	0.7	5.2	0.1	0.0	100.0
Forekomst	74.0 %				13.0 %				7.0 %				5.9 %				100.0 %
Vindstyrke	4.4 m/s				8.9 m/s				10.9 m/s				13.9 m/s				6.0 m/s
Fordeling på stabilitetsklasser																	
	Klasse I				Klasse II				Klasse III				Klasse IV				
Forekomst	23.6 %				60.1 %				11.6 %				4.8 %				100.0 %
Antall obs.	: 8313																
Manglende obs.:	: 447																

## 6. Spredningsberegninger

Det er utført spredningsberegninger for maksimale timemiddelkonsentrasjoner og middelkonsentrasjoner for sommer- og vinterhalvår for  $\text{NO}_x$  (regnet som  $\text{NO}_2$ ). Det er også utført beregninger for avsetning av nitrogen og en vurdering av dannelse av ozon som følge av utslipp fra det planlagte gassgjenvinningsanlegget på Sture.

Beregninger av maksimale timemiddelkonsentrasjoner utført med NILUs gaussiske spredningsmodeller (CONCX) (Bøhler, 1987) som beregner timemiddelkonsentrasjon som funksjon av avstand fra kilden for en rekke meteorologiske situasjoner. Meteorologiske situasjoner som forårsaker maksimale timemiddelkonsentrasjoner i bakkenivå for området er identifisert, og de maksimale timemiddelverdiene er vurdert mot anbefalte kriterier for luftkvalitet. I denne beregningen inngår en vurdering av bygnings-/skorsteinshøyde. Bygningsdimensjonene og skorsteinshøyden er avpasset slik at konsentrasjonen ikke overstiger 50 % av anbefalte luftkvalitetskriterier.

Langtidsmiddelkonsentrasjoner er beregnet med en av NILUs gaussiske spredningsmodeller (CONDEP) (Bøhler, 1987). Denne modellen fordeler meteorologiske situasjoner i fire vindstyrkeklasser, fire atmosfæriske stabilitetsklasser og tolv 30 °-vindretningssektorer. Langtidsmiddelkonsentrasjon som funksjon av avstand er beregnet for hver 30 °-sektor på grunnlag av den meteorologiske statistikken for perioden.

Utslipp gjennom skorsteiner vil få en tilleggshøyde på grunn av utslippshastighet og at utslippet er varmere enn i den omkringliggende luften. Dersom skorsteinen er for lav i forhold til omkringliggende bygninger, kan turbulenssonen rundt bygningene redusere røykløftet eller føre til røyknedslag. Røyknedslag vil medføre høye bakkekonsentrasjoner.

Det nye gassgjenvinningsanlegget vil bli plassert i nordlig ende av terminalområdet og vil ligge på et høyere nivå i terrenget enn eksisterende anlegg. Den endelige beslutningen om utformingen av gassgjenvinningsanlegget er ikke tatt, men i henhold til den mest sannsynlige løsning vil det ikke være bygninger inne på terminalområdet som har en størrelse eller plassering som tilsier at de kan påvirke røykløftet. Tre destillasjonskolonner som har en planlagt plassering tilstrekkelig nær skorsteinen til å kunne påvirke røykløftet, har en midlere høyde på ca. 23 m og en diameter på ca. 2,5 m. På grunn av deres spredte plassering og relativt begrenset omfang vil heller ikke disse påvirke røykløftet i vesentlig grad. Nærmeste bebyggelse utenfor terminalområdet ligger ca. 800 m vest for anlegget.

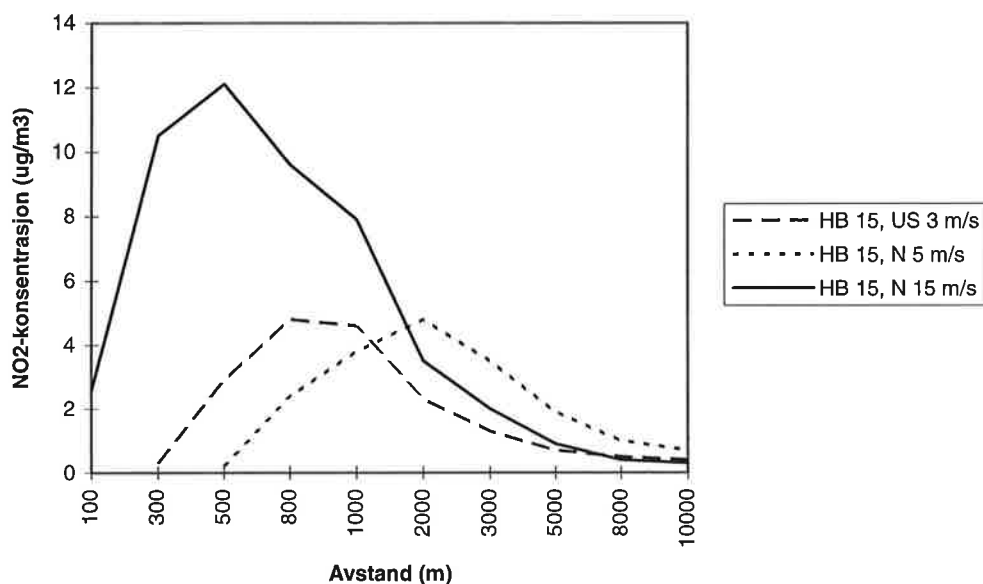
SFT har som krav til nye anlegg at disse ikke skal bidra med mer enn 50% av anbefalte luftkvalitetskriterier. Utslippet av  $\text{NO}_x$  fra anlegget vil i hovedsak bestå av NO med en liten andel  $\text{NO}_2$ . NO oksyderes imidlertid raskt til  $\text{NO}_2$  i atmosfæren, og all  $\text{NO}_x$  er regnet som  $\text{NO}_2$  i spredningsmodellen.  $\text{NO}_2$ -konsentrasjonen vil da være den dimensjonerende komponenten for skorsteinshøyden.

Resultatene er sammenlignet med norske anbefalte luftkvalitetskriterier for helse og vegetasjon gitt av Statens forurensningstilsyn (SFT, 1992). Grenseverdiene for kort- og langtidsmiddelverdi for  $\text{NO}_2$  er gitt i Tabell 1.

### 6.1 Maksimale timemidlele bakkekonsentrasjoner

Bygningshøyden på gassgjenvinningsanlegget er ikke endelig fastsatt. NILU har forutsatt at bygningshøyden ikke vil overstige 15 m, slik at røykløftet ikke blir påvirket vesentlig av bygningsturbulens. Det er utført spredningsberegninger for forskjellige bygningshøyder. Beregningene viser at ved sterk vind, 30 m skorsteinshøyde og 20 m høye bygninger vil røykfanen fanges i turbulenssonen bak bygningene. Dette vil føre til høye bakkekonsentrasjoner nær bygningen. Dette er uønsket, og skorstenshøyden må derfor økes dersom høyden på bygningene blir høyere enn 15 m.

Resultatene av spredningsberegningene for utslipp av  $\text{NO}_x$  (regnet som  $\text{NO}_2$ ) til luft er vist i Figur 2. Figuren viser timemidlele bakkekonsentrasjoner for de mest kritiske meteorologiske situasjonene: ustabile atmosfæriske forhold og vindstyrke 3 m/s, samt nøytrale atmosfæriske forhold og vindstyrke 5 m/s og 15 m/s.



Figur 2: Maksimale timemidlele bakkekonsentrasjoner av nitrogendioksid ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for ulike kritiske meteorologiske situasjoner som funksjon av avstand fra gassgjenvinningsanlegget. Bygningshøyde 15 m og skorsteinshøyde 30 m.

N: Nøytrale atmosfæriske forhold

US: Ustabile atmosfæriske forhold.

Figur 2 viser at de maksimale timemidlete bakkekonsentrasjonene av nitrogendioksid som følge av utslipp fra energianlegget med bygningshøyde 15 m og skorsteinshøyde 30 m er beregnet til  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i en avstand på ca. 500 m fra utslippet. Denne konsentrasjonen vil kunne oppstå ved nøytrale meteorologiske forhold og vindhastighet 15 m/s. Konsentrasjonen utgjør 12 % av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium.

Figur 2 viser også at for nøytrale meteorologiske forhold og en vindhastighet på 5 m/s er maksimalkonsentrasjonen beregnet til å bli i underkant av  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Denne konsentrasjonen vil kunne forekomme i en avstand på ca. 2 000 m fra energianlegget, mens ustabile meteorologiske forhold og vindhastighet 3 m/s gir maksimalkonsentrasjon i underkant av  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i en avstand ca. 800 m.

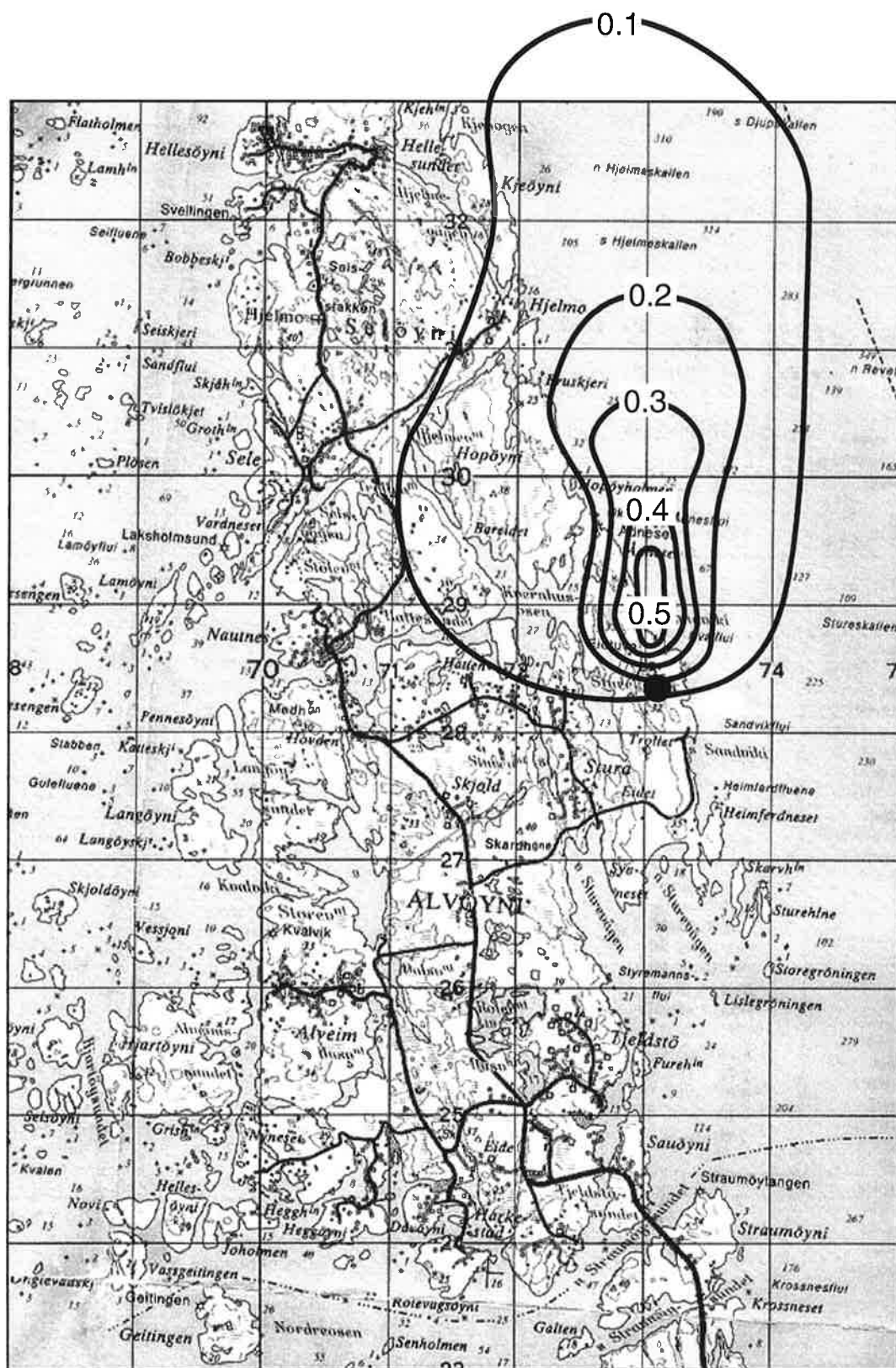
Den maksimale beregnede bakkekonsentrasjonen av  $\text{NO}_x$  (regnet som  $\text{NO}_2$ ) vil komme opp i overkant av  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ved nøytrale meteorologiske forhold og sterk vind. Vind fra anlegget mot bebyggelse, d.v.s. østlig vind, med vindstyrke over 12 m/s ble imidlertid ikke målt på Sture i måleperioden november 1984-november 1985.

De høyeste konsentrasjonene av nitrogendioksid vil oppstå ved sterk vind og nøytrale atmosfæriske forhold. Vindstyrker over 12 m/s er målt på Sture i 8 % av tiden i perioden november 1984-november 1985, dvs. vindhastigheter lavere eller lik 12 m/s forekom 92 % av tiden i måleperioden.

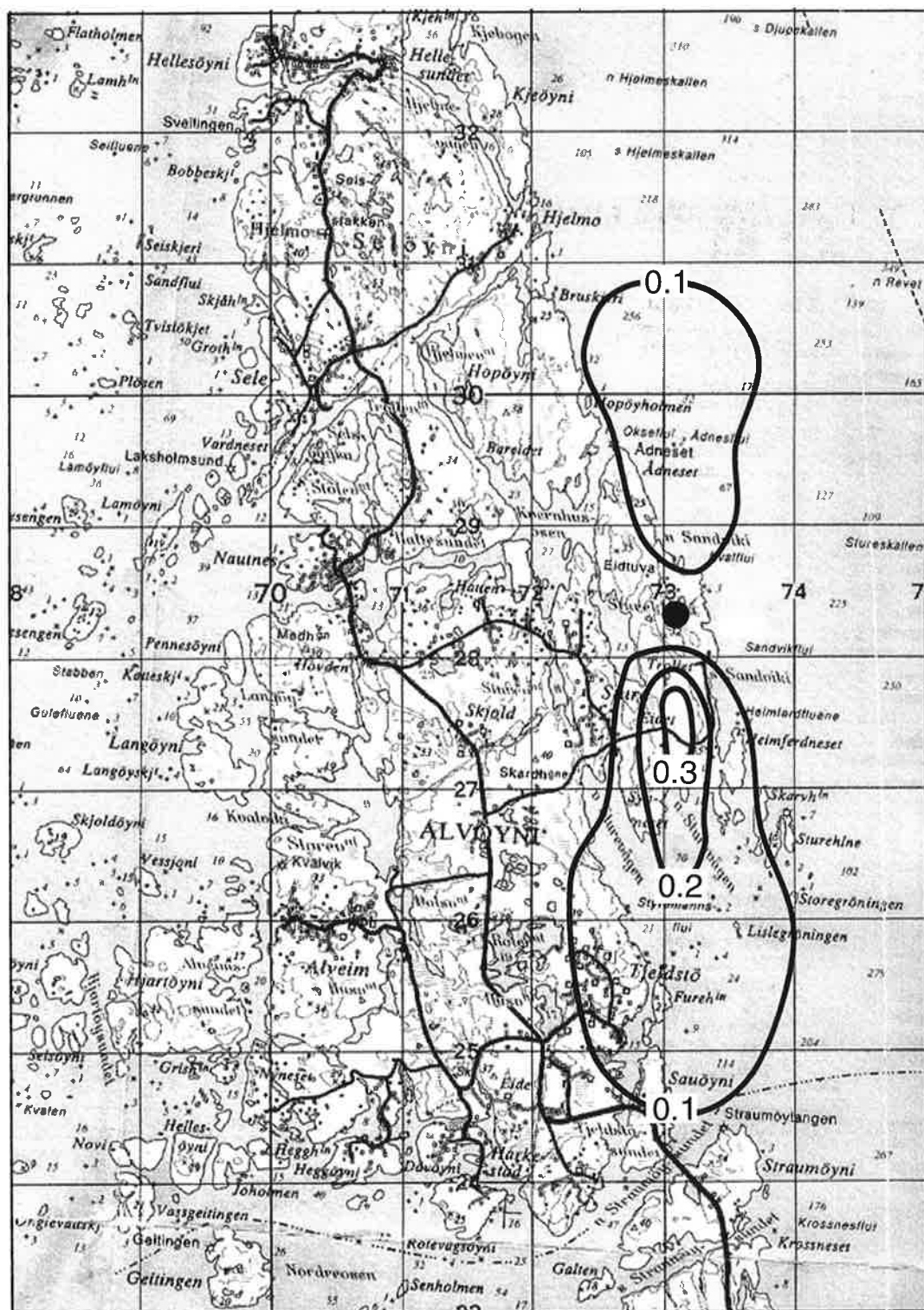
Målinger i området i dag viser at konsentrasjonsnivået av  $\text{NO}_2$  nær veier kan være høyt. Dette vil imidlertid være knyttet til perioder med svak vind og stabile atmosfæriske forhold. Det største bidraget fra Sture vil oppstå ved sterk vind og nøytrale atmosfæriske forhold. Dette tilsier at når utslippene fra Sture belaster mest er konsentrasjonen i området fra andre kilder lav. Den maksimale timemiddelkonsentrasjonen i bakkenivå vil altså bli lite påvirket av utslippet fra Sture.

## 6.2 Langtidsmiddelkonsentrasjoner

Basert på målingene av vindretning, vindstyrke og stabilitet på Sture i perioden november 1984-november 1985, har NILU utarbeidet tre meteorologiske frekvensmatriser for Sture, en for vinterhalvåret, en for sommerhalvåret og en for året (Vedlegg A). De estimerte vind- og stabilitetsfordelingene for sommer- og vinterhalvåret er benyttet ved beregning av halvårsmiddelkonsentrasjoner av  $\text{NO}_x$  (regnet som  $\text{NO}_2$ ), mens årsmatrisen er brukt til beregning av deposisjon (tørravsetning) av  $\text{NO}_x$  (regnet som  $\text{NO}_2$ ).



Figur 3: Beregnede middelverdier av  $\text{NO}_x$  (regnet som  $\text{NO}_2$ ) over vinterhalvåret.  
Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Figur 4: Beregnede middelverdier av  $\text{NO}_x$  (regnet som  $\text{NO}_2$ ) over sommerhalvåret.  
Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Spredningsberegningene gav maksimal halvårsmiddelkonsentrasjon av  $\text{NO}_x$  (regnet som  $\text{NO}_2$ ) i overkant av  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ca. 500 m nord for utslippet i vinterhalvåret (Figur 3) og i overkant av  $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ca. 500 m sør for utslippet i sommerhalvåret (Figur 4). Resultatet for vinterhalvåret tilsvarer ca. 1 % av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for helse. For sommerhalvåret tilsvarer resultatet ca. 0,6 % av kriteriet.

Maksimumsområdet for vinterhalvåret med  $\text{NO}_x$ -konsentrasjoner over  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vil dekke et område på ca.  $0,5 \text{ km}^2$  i en avstand ca. 500-1 000 m nord for anlegget. For sommerhalvåret viser beregningene at maksimumskonsentrasjonen av  $\text{NO}_x$  var ca.  $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og vil dekke et område på ca.  $0,5 \text{ km}^2$  i en avstand ca. 500-1 000 m sør for anlegget.

Beregningene viser at bakkekonsentrasjonene av  $\text{NO}_x$  (regnet som  $\text{NO}_2$ ) midlet over et halvt år vil ligge langt under de anbefalte luftkvalitetskriteriene for vegetasjon.

Beregningene gjelder kun bidrag fra energianlegget til det planlagte gassgjennvinningsanlegget. Bakgrunnskonsentrasjoner og bidrag fra eventuelle andre utslippskilder inne på terminalområdet er ikke inkludert. Typiske bakgrunnskonsentrasjoner av  $\text{NO}_2$  på bakgrunnstasjoner i Norge ligger mellom  $0,6$  og  $5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Til sammenligning viste målinger nær Sture i perioden juni 1991-juni 1992 en middelmiddelkonsentrasjon for  $\text{NO}_2$  på  $4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De beregnede halvårsmiddelkonsentrasjonene av  $\text{NO}_x$  (regnet som  $\text{NO}_2$ ) er derfor lavere enn de målte bakgrunnskonsentrasjonene av  $\text{NO}_2$  i området.

Den maksimale konsentrasjonen midlet over ett år ble beregnet til  $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette utgjør 1,3 % av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for vegetasjon.

### 6.3 Avsetning av nitrogen forbindelser

Avsetning av nitrogenforbindelser foregår ved tørravsetning og ved våtavsetning.

Tørravsetning av gasser er avhengig av konsentrasjonen nær bakken og planters eller overflaters evne til å absorbere gasser. Tørravsetningen representeres vanligvis ved en avsetningshastighet.

Våtavsetning av gasser er sterkt avhengig av gassens løselighet i vann.  $\text{NO}$  og  $\text{NO}_2$  er lite løselige i vann og avsettes derfor ikke ved våtavsetning. For at utslipp av nitrogenoksider skal kunne avsettes ved våtavsetning, må nitrogenoksidene omdannes kjemisk til nitrat eller salpetersyre. Nitrat er lett løselig i vann og avsettes effektivt med nedbør.

Bidraget til tørravsetningen av nitrogenforbindelser er avhengig av konsentrasjoner i bakkenivå. Utslippene av  $\text{NO}_x$  vil forårsake små konsentrasjoner i bakkenivå og tørravsetningen vil derfor komme nær anlegget. Den maksimale beregnede tørravsetningen av nitrogen er beregnet til ca.  $10 \text{ mg N}/\text{m}^2$  pr. år og vil komme ca. 500 m nord og 500 m sør for utslippet. Denne avsetningen vil dekke et

område som er 0,5-1 km<sup>2</sup>. Tørravsetningen vil ha liten påvirkning på naturmiljøet på grunn av utstrekningen og mengden. Tørravsetningen vil utgjøre mindre enn 1 % av avsetningen i området i dag (1 000 og 1 350 mg N/m<sup>2</sup> pr. år).

Våtavsetningen er beregnet med en trajektoriemodell (Knudsen, 1992), som regner kjemiske reaksjoner mellom NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> og nitrat fra time til time. Modellen tar hensyn til nedbør og nedbørintensitet.

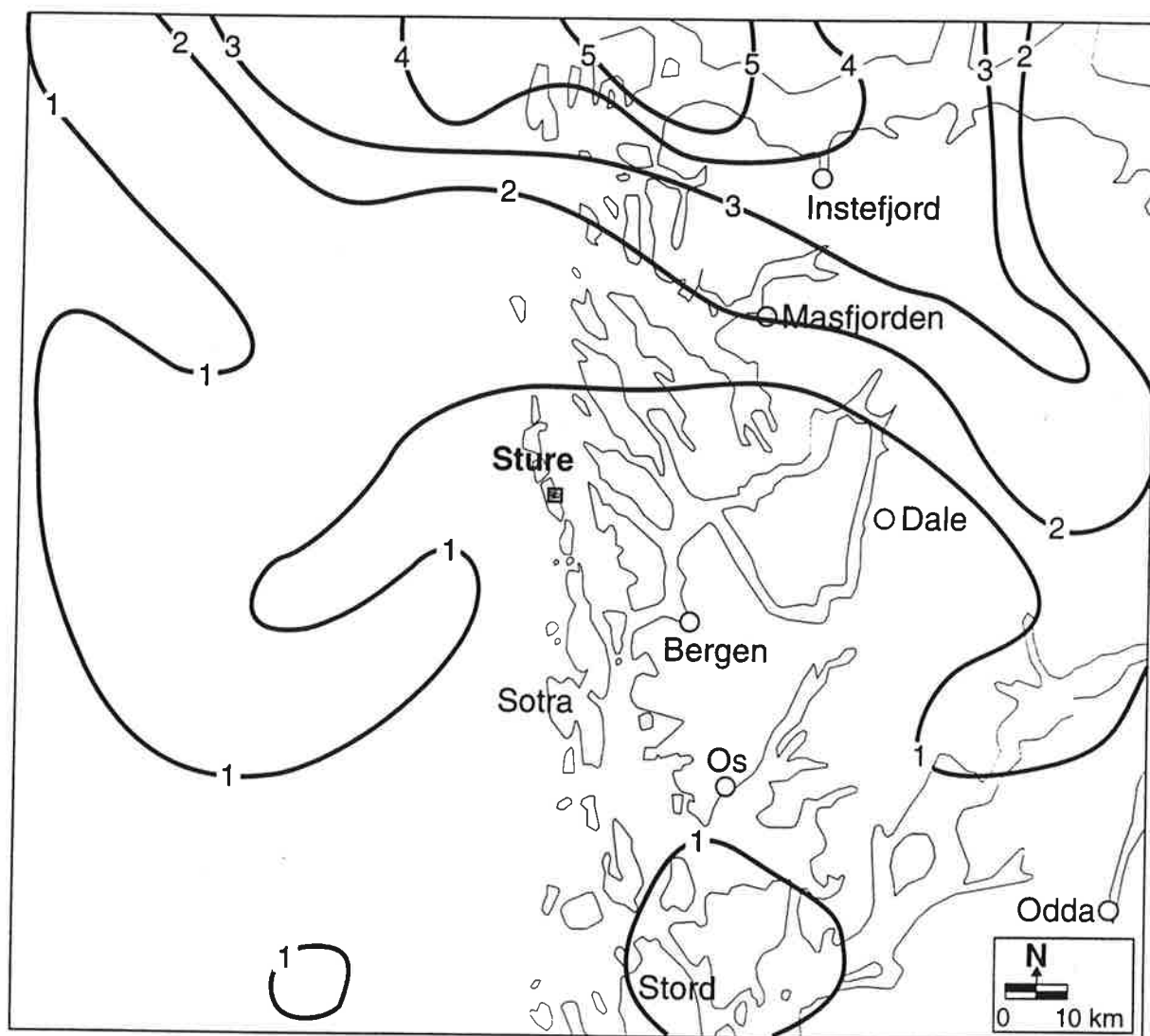
Modellen beregner bidraget fra kjente kilder. Modellen har også "hukommelse", slik at utslipp i timer før den aktuelle beregningstimen kan bidra til konsentrasjoner og avsetning. Dette er spesielt viktig for modeller som skal beskrive kjemiske reaksjoner der reaksjonene er langsomme og skjer over tid.

Størrelsen på våtavsetningen er avhengig av hvor mye nitrat som er tilgjengelig for avsetning. Den kjemiske reaksjonshastigheten er blant annet avhengig av konsentrasjonen i røykfanen. Hvis det er dårlig spredning skjer reaksjonene raskere. Tilgjengelig nitrat er også sterkt avhengig av at det ikke har regnet i timene før. Ved én millimeter nedbør pr. time er all tilgjengelig nitrat vasket ut. Den neste timen er det bare nitrat dannet i løpet av en time som er tilgjengelig for utvasking.

Våtavsetningen fra eksisterende og planlagte utslipp på Sture er beregnet fra time til time for perioden juni 1991-juni 1992. Det er beregnet for timer der data for meteorologi, spredningsparametere og nedbør er tilgjengelige.

De eksisterende utslipp fra terminalen på Sture er 68 tonn nitrogenoksider pr. år. Figur 5 viser den beregnede avsetningen av nitrogen fra Stureterminalen. Avsetningen vil komme opp i ca. 5 mg N/m<sup>2</sup> pr. år. Dette området dekker 1 200 km<sup>2</sup>.

Avsetningen ved nedbør er målt til 890 mg N/m<sup>2</sup> i perioden juni 1991-juni 1992. Det beregnede maksimale bidraget fra Stureterminalen er 5 mg N/m<sup>2</sup> for samme periode. Dette utgjør i maksimumssonen ca. 0,5 % av den målte avsetningen ved nedbør. Tidligere undersøkelser med ti ganger større bidrag til nitrogenavsetningen enn utslippene fra Sture har vist at selv når det antas at all nitrogenavsetning bidrar til forsurening, vil syrebidraget som følge av nitrogenutslipp være så lavt at det ikke kan ventes å ha målbare konsekvenser for forureningstilstanden i innsjøene i de berørte områdene. I tillegg vil en stor andel av nitrogentilførselen bli tatt opp i nedbørfeltene. Det er derfor svært lite sannsynlig at nitrogen utslippene fra Sture (som er ti ganger lavere) vil ha negativ innvirkning på forureningstilstanden i vann i områder som er berørt av nitrogenavsetningen.



*Figur 5: Beregnet avsetning av nitrogen som følge av utlipp fra Stureterminalen. Enhet: mg N/m<sup>3</sup>.*

## 7. Dannelse av ozon

Bakkenært ozon er skadelig for planter og mennesker. Plantene får redusert vekst når konsentrasjonene av ozon kommer over visse grenser, og ozon nedsetter lungefunksjonen hos mennesker. Høye ozonkonsentrasjoner kan også forårsake betennelsesreaksjoner i luftveiene hos dyr og mennesker.

Ozon i troposfæren (nær bakken) dannes ved kjemiske reaksjoner mellom flyktige organiske stoffer og nitrogenoksider under påvirkning av sollys.

Ozon i troposfæren har et varierende bakgrunnsnivå og forekommer dessuten episodisk med høye konsentrasjoner. Bakgrunnsnivået er vanligvis lavere enn anbefalte luftkvalitetskriterier, men likevel relativt høyt i forhold de fleste andre luftforurensende komponenter. Bakgrunnsnivået av ozon på Sture i dag (ca.  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som halvårsmiddel) er periodisk høyt nok til å kunne gi skader på vegetasjon som medfører redusert fotosyntese og plantevekst.

Tidligere beregninger for utslipp fra petroleumsindustrien på norsk sokkel viser at det er nitrogenoksid utslippene som er begrensende faktor for dannelse av ozon i dette området.

De fotokjemiske reaksjonene vil i den første fasen raskt oksidere NO til  $\text{NO}_2$  og omdanne ozon til oksygen. Nitrogenoksidene vil så danne ozon ved reaksjoner med hydrokarboner på litt lengre tidsskala.

Bakgrunnskonsentrasjonene er viktige for den fotokjemiske aktiviteten i røykfanen.

Utslippene av  $\text{NO}_x$  fra gassrenseanlegget er relativt små. Utslipperet er litt større enn utslippene av  $\text{NO}_x$  fra gassterminalen for Trollgass på Kollsnes.

Utslippene av VOC fra Stureterminalen fremskrevet til år 2000 er på ca. 7 740 tonn pr. år. Ved bygging av gassgjenvinningsanlegget vil utslippet av VOC reduseres med 3 000 tonn pr. år til 4 740 tonn pr. år. Utslipperet av VOC i Norge i 1993 er 580 000 tonn, hvorav 293 000 tonn var metan og 287 000 tonn var NMVOC. Utslipperet av VOC fra Stureterminalen er beregnet til å utgjøre ca. 1,3 % av VOC utslippet i Norge. Ved bygging av gassgjenvinningsanlegget vil dette reduseres til ca. 0,8 %.

Det er ikke utført beregninger for dannelsen av ozon for disse utslippene. Tidligere beregninger for lignende utslipp viser at det blir produsert mest ozon ved lave bakgrunnskonsentrasjoner. Ozonkonsentrasjonen inne i røykfanen påvirkes lite når konsentrasjonene i bakgrunnslufta er høy.

Beregninger utført for røykfaner med større utslipp av  $\text{NO}_x$  viser at påvirkningen av ozonkonsentrasjonen inne i røykfanen ved et utslipp på 68 tonn  $\text{NO}_x$  er vurdert til å bli mindre enn  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ozonkonsentrasjonene vil bli lite påvirket av utslippene av VOC fordi det vil ta relativt lang tid før disse blandes, og tidligere

beregninger har vist at ozon konsentrasjonen i dette området blir lite påvirket av VOC utslipp.

Produksjonen av ozon vil være begrenset fordi utslippet av  $\text{NO}_x$  er relativt lite. Bidraget til ozonkonsentrasjonen i bakkenivå vil være under  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  der røykfanen til enhver tid befinner seg. Dette vil ha liten betydning for luftkvaliteten i området.

Økningen i ozonkonsentrasjonen i bakkenivå som følge av utslipp av nitrogenoksider og hydrokarboner er så lav (mindre enn  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som timemiddel) at den ikke vil påvirke vegetasjonen i området.

## 8. Referanser

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

Bøhler, T. og Larsen, M. (1992) Meteorologi, luft- og nedbørskvalitet på Kollsnes juni 1991-juni 1992. Lillestrøm (NILU OR 70/92).

Henriksen, A., Lien, L. og Traaen, T. (1990) Tålegrenser for overflatevann: Kjemiske kriterier for tilførsler av sterke syrer. Oslo (Norsk institutt for vannforskning. Rapport 89210). (Naturens Tålegrense. Fagrapport 2).

Henriksen, A., Lien, L., Traaen, T., og Taubøll, S. (1992) Tålegrenser for overflatevann - Kartlegging av tålegrenser og overskridelser av tålegrenser for tilførsler av sterke syrer. Oslo (Norsk institutt for vannforskning. Rapport 89210). (Naturens Tålegrense. Fagrapport 34).

Hornung, M., Sutton, M.A. & Wilson, R.B. (1995) Mapping and Modelling of Critical Loads for Nitrogen: a Workshop Report. Institute of Terrestrial Ecology, Edinburgh Research station.

Knudsen, S., Hellevik, O. (1992) INPUFF 2.0, A multiple source gaussian puff dispersion algorithm with  $\text{NO}_x/\text{SO}_2$  chemical reactions and wet deposition. User's guide. Lillestrøm (NILU IR 3/92).

Nilsson, V.J. og Grennfelt, P. (1988) Critical loads for sulphur and nitrogen. Report from a workshop held at Skokloster, Sweden 19-24 March, 1998. København, Nordisk Ministerråd (Miljørapport 1988:15) (NORD 1988:97).

SFT (1992) Virkninger av luftforurensinger på helse og miljø - anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo, Statens forurensningstilsyn (SFT-rapport 92:16).

SFT (1995) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1994. Red. B.L. Skjelkvåle. Oslo, Statens forurensningstilsyn (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 628/95).

## **Vedlegg A**

### **Meteorologiske frekvensmatriser for Sture**

Delta T : Sture1  
 Vind : Sture1  
 Periode : 01.11.84 - 31.10.85  
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.1	0.2	0.1	0.0	0.3	0.4	0.5	0.5	0.1	0.5	1.0	0.1	0.3	0.9	0.7	0.1	5.9
60	0.2	0.4	0.2	0.0	0.0	0.7	0.9	0.4	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	3.4
90	0.1	0.4	0.2	0.1	0.1	1.9	0.7	0.3	0.2	1.1	0.0	0.0	0.2	2.0	0.1	0.0	7.5
120	0.3	0.5	0.2	0.1	0.2	1.1	0.7	0.1	0.5	2.5	0.2	0.0	0.5	4.9	0.3	0.0	12.1
150	0.1	0.5	0.1	0.0	0.4	1.5	1.5	0.3	0.3	3.9	0.5	0.0	0.0	3.0	0.1	0.0	12.3
180	0.0	0.4	0.2	0.0	0.2	2.1	0.5	0.3	0.5	3.6	0.3	0.0	1.3	19.0	0.3	0.0	28.8
210	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1	0.4	0.2	0.1	0.1	1.0	0.2	0.1	0.2	4.7	0.2	0.0	7.6
240	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.1	0.1	1.3	0.2	0.1	0.2	3.3	0.0	0.0	6.1
270	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.6	0.1	0.1	0.0	0.5	0.1	0.1	0.3	1.4	0.1	0.0	3.6
300	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.6	0.1	0.2	0.0	0.4	0.1	0.0	0.3	1.4	0.1	0.0	3.6
330	0.0	0.3	0.1	0.0	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.8	0.1	0.0	0.2	1.2	0.0	0.0	4.0
360	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1	0.3	0.2	0.1	0.8	1.7	0.5	0.0	4.8
Stille	0.0	0.1	0.0	0.0													0.1
Total	1.0	3.5	1.4	0.4	2.3	10.3	5.8	2.8	2.3	16.0	2.9	0.5	4.4	43.7	2.4	0.2	100.0
Forekomst		6.3 %				21.3 %				21.8 %				50.6 %			100.0 %
Vindstyrke		1.4 m/s				3.0 m/s				5.0 m/s				9.4 m/s			6.6 m/s

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	10.1 %	73.5 %	12.5 %	3.9 %	100.0 %

Antall obs. : 4051  
 Manglende obs.: 317

Delta T : Sture1  
 Vind : Sture1  
 Periode : 01.04.85 - 30.09.85  
 Enhet : Prosent

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.4	0.4	0.3	0.1	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.4	0.1	0.5	0.6	0.2	0.0	5.9
60	0.1	0.4	0.1	0.2	0.3	0.7	0.5	0.4	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
90	0.1	0.4	0.2	0.2	0.3	0.5	0.5	0.5	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.0	3.8
120	0.1	0.4	0.4	0.2	0.2	0.6	0.3	0.3	0.3	0.9	0.2	0.2	0.2	0.6	0.1	0.0	4.9
150	0.2	0.3	0.2	0.1	0.8	1.4	0.8	0.3	0.4	1.4	0.3	0.1	0.1	1.3	0.0	0.0	7.8
180	0.1	0.4	0.2	0.1	0.5	1.0	0.3	0.0	0.9	2.0	0.1	0.1	2.0	7.1	0.1	0.0	14.8
210	0.1	0.4	0.2	0.0	0.7	1.2	0.2	0.1	1.3	0.8	0.0	0.0	1.5	2.4	0.0	0.0	9.2
240	0.0	0.3	0.1	0.0	0.9	0.9	0.4	0.1	0.8	0.9	0.2	0.0	0.9	1.4	0.0	0.0	7.0
270	0.0	0.2	0.0	0.1	1.1	0.6	0.1	0.1	0.6	0.9	0.2	0.0	0.2	1.3	0.1	0.0	5.5
300	0.3	0.5	0.0	0.0	1.9	0.5	0.2	0.1	1.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.8	0.0	0.0	6.0
330	0.2	0.4	0.1	0.0	2.1	1.3	0.4	0.2	2.0	1.2	0.0	0.0	1.1	0.9	0.1	0.0	10.1
360	0.3	0.3	0.1	0.1	1.4	1.1	0.8	0.7	2.0	1.4	0.6	0.2	6.9	5.2	0.7	0.1	21.8
Stille	0.0	0.0	0.1	0.0													0.2
Total	1.9	4.4	2.1	1.1	11.1	10.5	5.0	3.2	9.6	10.5	2.3	1.1	13.7	21.8	1.5	0.2	100.0
Forekomst		9.6 %				29.8 %				23.5 %				37.2 %			100.0 %
Vindstyrke		1.4 m/s				3.1 m/s				4.9 m/s				8.7 m/s			5.4 m/s

Fordeling på stabilitetsklasser

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	
Forekomst	36.4 %	47.2 %	10.8 %	5.6 %	100.0 %

Antall obs. : 4262  
 Manglende obs.: 130

Delta T : Sturel  
 Vind : Sturel  
 Periode : 01.11.84 - 30.11.85  
 Enhet : Present

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDRETNING, VINDSTYRKE OG STABILITET

Klasse I: Ustabil DT < -0.5 Grader C  
 Klasse II: Nøytral -0.5 < DT < 0.0 Grader C  
 Klasse III: Lett stabil 0.0 < DT < 0.5 Grader C  
 Klasse IV: Stabil 0.5 < DT Grader C

Vindstille: U mindre eller lik 0.4 m/s

Vind- retning	0.0- 2.0 m/s				2.0- 4.0 m/s				4.0- 6.0 m/s				over 6.0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0.2	0.3	0.2	0.1	0.6	0.5	0.6	0.4	0.2	0.4	0.6	0.1	0.4	0.7	0.4	0.0	5.9
60	0.1	0.4	0.2	0.1	0.1	0.7	0.7	0.4	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	3.2
90	0.1	0.4	0.2	0.1	0.2	1.2	0.6	0.4	0.2	0.6	0.1	0.1	0.1	1.1	0.1	0.0	5.6
120	0.2	0.4	0.3	0.1	0.2	0.9	0.5	0.2	0.4	1.6	0.2	0.1	0.3	2.7	0.2	0.0	8.4
150	0.2	0.4	0.2	0.1	0.6	1.5	1.2	0.3	0.3	2.6	0.4	0.1	0.1	2.1	0.1	0.0	10.0
180	0.1	0.4	0.2	0.0	0.3	1.5	0.4	0.1	0.7	2.7	0.2	0.1	1.7	12.9	0.2	0.0	21.5
210	0.1	0.3	0.2	0.0	0.4	0.8	0.2	0.1	0.7	0.9	0.1	0.0	0.9	3.7	0.1	0.0	8.6
240	0.0	0.2	0.1	0.0	0.6	0.7	0.2	0.1	0.5	1.1	0.2	0.0	0.5	2.4	0.0	0.0	6.6
270	0.0	0.2	0.0	0.0	0.6	0.6	0.1	0.1	0.3	0.7	0.1	0.0	0.2	1.3	0.1	0.0	4.6
300	0.2	0.3	0.0	0.0	1.1	0.5	0.2	0.2	0.5	0.4	0.1	0.0	0.2	1.1	0.1	0.0	4.8
330	0.1	0.4	0.1	0.0	1.1	0.9	0.3	0.2	1.1	1.1	0.1	0.0	0.7	1.1	0.0	0.0	7.2
360	0.2	0.2	0.1	0.0	0.8	0.7	0.5	0.4	1.1	0.9	0.4	0.2	3.9	3.5	0.6	0.1	13.6
Stille	0.0	0.1	0.0	0.0													0.1
Total	1.5	4.0	1.8	0.8	6.7	10.4	5.4	3.0	6.0	13.2	2.6	0.8	9.1	32.7	1.9	0.2	100.0
Forekomst		8.0 %				25.5 %				22.6 %				43.9 %			100.0 %
Vindstyrke		1.4 m/s				3.0 m/s				5.0 m/s				9.2 m/s			6.0 m/s
Fordeling på stabilitetsklasser																	
	Klasse I				Klasse II				Klasse III				Klasse IV				
Forekomst	23.3 %				60.3 %				11.7 %				4.7 %				100.0 %

Antall obs. : 8412  
 Manglende obs.: 1068





# Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE	RAPPORT NR. OR 40/97	ISBN 82-425-0897-6 ISSN 0807-7207	
DATO 30.7.97	ANSV. SIGN. <i>Øystein Hov</i>	ANT. SIDER 23	PRIS NOK 45,-
TITTEL Konsekvensvurdering av utslipp til luft fra Sture-terminalen		PROSJEKTLEDER Svein Knudsen	
		NILU PROSJEKT NR. O-97075	
FORFATTER(E) S. Knudsen, B. Innset, L.H. Slørdal		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. Sonja Gjesdal	
OPPDRAKSGIVER Norsk Hydro ASA Postboks 200 1321 STABEKK			
STIKKORD Spredningsberegninger	Avsetning	Fotokjemi	
REFERAT <p>Det er utført en vurdering av konsekvenser av NO<sub>x</sub>-utslipp og VOC-utslipp fra et planlagt gassgjenvinningsanlegg på Sture i Øygarden. Det er vurdert lokale og regionale påvirkninger av luftkvaliteten i området.</p>			
TITLE Evaluation of consequences of emissions to air from the Sture oil terminal.			
ABSTRACT <p>An evaluation of consequences of emissions of NO<sub>x</sub> and VOCs from a planned gas recovery plant at Sture in Øygarden. The evaluation includes local and regional effects on air quality.</p>			

\* Kategorier:    A    Åpen - kan bestilles fra NILU  
                      B    Begrenset distribusjon  
                      C    Kan ikke utleveres