

NOTAT

Til: Elise Førde Statkraft-Grøner
Kopi:
Fra: Svein Knudsen
Dato: Kjeller, 12. desember 2003
Ref.: SK/O2228

Konsentrasjoner i uteluft fra produksjon av strøm ved flyttbare gassturbiner på Tjeldbergodden

Statnett har bedt Norsk institutt for luftforskning (NILU) om å utrede konsentrasjoner i luft rundt Tjeldbergodden som følge av utslipp av NO_x fra produksjon av strøm ved bruk av mobile gassturbiner. Det er tenkt benyttet 7 enheter på til sammen 150 MW med hver sin avgasskanal. Hver turbin har en avgassmengde på 220 000 til 250 000 kg/h. Dette tilsvarer et volum på 170 000-190 000 m^3/h ved 20°C . Utslipet har en temperatur på 515°C . Dette fører til at volumstrømmen ut av utslippskanalen blir 450 000-500 000 m^3/h . Utslipet og utslippsbetingelser er gitt i Tabell 1.

Tabell 1: Utslipp av NO_x (regnet som NO_2) som følge av midlertidig produksjon av strøm på Tjeldbergodden ved hjelp av gassturbiner.

	Enhet	Verdi	Totalt
Skorsteinshøyde	m	6.1	6.1
Skorsteinsdiameter	m	2.7	-
Avgasstemperatur	$^\circ\text{C}$	515	515
Utslippshastighet	m/s	22	-
Utslippsmengde NO_x	g/s	12.4	86.8
Utslippskonsentrasjon NO_x	ppm	176	176

Gass fra norsk sokkel inneholder lite svovelforbindelser. Derfor antas det at det ikke er betydelige utslipp av svovelforbindelser. Det er NO_x -utslippet som normalt er dimensjonerende for påvirkningen av konsentrasjoner i uteluft, da det er denne gassen der konsentrasjonene ligger nærmest grenseverdier satt av myndighetene. Det er derfor ikke nødvendig å gjøre beregninger for SO_2 , partikler og CO. NO_x er en fellesbetegnelse for NO og NO_2 . For gassturbiner er det NO-utslippet som er størst, og normalt er utslippet av NO_x fra gassturbiner 10% NO_2 og 90% NO. NO reagerer imidlertid raskt med ozon i atmosfæren til NO_2 . Ved å beregne konsentrasjonen av NO_x og anta at all ozon overfører NO til NO_2 oppnås et estimat på NO_2 konsentrasjonen som følge av NO_x utslippene

1 Regelverk og anbefalte luftkvalitetskriterier.

Der er flere regelverk for konsentrasjoner av NO₂ i uteluft. Det er her valgt å bruke "Forskrift om lokal luftforurensning" som angir grenseverdier, som er juridisk bindende. Det er her også referert SFTs anbefalte luftkvalitets kriterier som er retningslinjer og ikke juridisk bindende.

Forskrift om lokal luftkvalitet

Fastsatt ved kgl.res. 4. oktober 2002 med hjemmel i lov 13. mars 1981 nr. 6 om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven) §§ 5, 9, 39, 49, 51 og 81, jf. EØS-avtalens vedlegg XX pkt. 14a (direktivene 96/62/EF, 99/30/EF og 2000/69/EF). Fremmet av Miljøverndepartementet.

Nitrogendioksid og nitrogenoksid	Midlingstid	Grenseverdi	Tillatt antall overskridelser	Gyldig fra
Timegrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	1 time	200 µg/m ³ NO ₂	Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 18 ganger pr. kalenderår	1. januar 2010
SFTs anbefalte luftkvalitets kriterium	1 time	100 µg/m ³ NO ₂	Ikke juridisk bindende	

For anlegg som bare skal være i drift i noen måneder er det den maksimale timemiddelkonsentrasjonen som er mest kritisk for vurdering av luftkvaliteten. Langtidsmiddelverdien for NO₂ vil ved drift i mindre enn ett år være betydelig lavere enn grenseverdiene når kravet til den maksimale timemiddelverdien er oppfylt.

2 Situasjonen på Tjeldbergodden i dag

Målinger viser at luftkvaliteten på Tjeldbergodden er god. Det er imidlertid en betydelig industriell aktivitet på Tjeldbergodden, der det blant annet er utslipp av NO_x. Utslippene av NO_x kommer hovedsakelig fra metanolfabrikken, Bioprotein anlegget og fra gassterminalen. Dampkjelen på metanolfabrikken har de største utslippene. Ved produksjonsuregelmessigheter vil det også foregå en viss fakling. Det vil også være utslipp av NO_x fra biltrafikken i området og fra skip i skipsleia og skip som loss og laster ved kaianlegget. Konsentrasjonene av NO_x vil være dominert av de lokale utslippene. Skipstrafikken og biltrafikken vil også ha utslipp av partikler, men disse aktivitetene vil ikke bli påvirket av det mobile gasskraftverket. Det vil sannsynligvis også være utslipp av hydrokarboner fra anleggene, men disse vil ikke bli behandlet her fordi det er NO_x-konsentrasjonen i luft som er dimensjonerende for utslippet. Ozon-konsentrasjonen vil være dominert av langtransportert luftforurensning og vil være svært lik et lite forurensset sted på Vestlandet.

Det er ikke målt konsentrasjoner av SO₂ på Tjeldbergodden i den senere tid. Det er imidlertid målt konsentrasjoner av SO₂ på Kårvatn som døgnmiddelverdier. Disse er svært lave den høyeste verdien er i 1999 målt til 0.47 µg/m³ og årsmiddelverdien var 0.03 µg/m³. Konsentrasjonene av SO₂ på Tjeldbergodden vil være høyere enn dette. Dette skyldes at skipstrafikken har utslipp av SO₂. Det er imidlertid grunn til å anta at denne er lavere enn 30 µg/m³ som en maksimalverdi og at langtidsmiddelkonsentrasjonen er langt under dette sannsynligvis langt under 1 µg/m³. Det er målt konsentrasjoner av nitrogenoksider på Tjeldbergodden i perioden august 1998 til juli 1999. Det ble ikke registrert noen overskridelser av anbefalte luftkvalitetskriterier eller grenseverdier for NO₂ i

måleperioden. Det ble målt konsentrasjoner av NO₂ på to stasjoner og det er her referert til den stasjonen som til enhver tid hadde den høyeste konsentrasjonen. Årsmiddelkonsentrasjonen av NO_x ble målt til 8.4 µg/m³, hvorav 7 µg/m³ var nitrogendioksid. Den maksimale timemiddele konsentrasjonen av NO₂ ble målt til 51 µg/m³. Målestasjonene var plassert nær vei og er sannsynligvis påvirket av utslipp fra biltrafikken på disse veiene. Beregninger for utslipp av NO_x fra metanolfabrikken viser at den maksimale beregnede timemiddel konsentrasjonen var mindre enn 20 µg/m³ i en avstand av 100-1000m fra hovedkilden. Målepunktene lå i de to mest belastede vindsektorene for denne kilden.

Konsentrasjonene av ozon er normalt høye sammenlignet med gjeldende luftkvalitetskriterier på Tjeldbergodden, men normale for kysten av Vest-Norge. Konsentrasjonen av ozon varierer også mye fra år til år. Dette kommer av at konsentrasjonen er dominert av langtransport av forurensninger og at transporten fra kontinentet til Norge og Nord-Vestlandet varierer. Det ble målt timemiddelverdier av ozon over anbefalt luftkvalitetskriterium (100 µg/m³) i 42 timer for 1989. Det ble ikke målt konsentrasjoner over 150 µg/m³. Den høyeste målte timeverdien for ozon var 122 µg/m³.

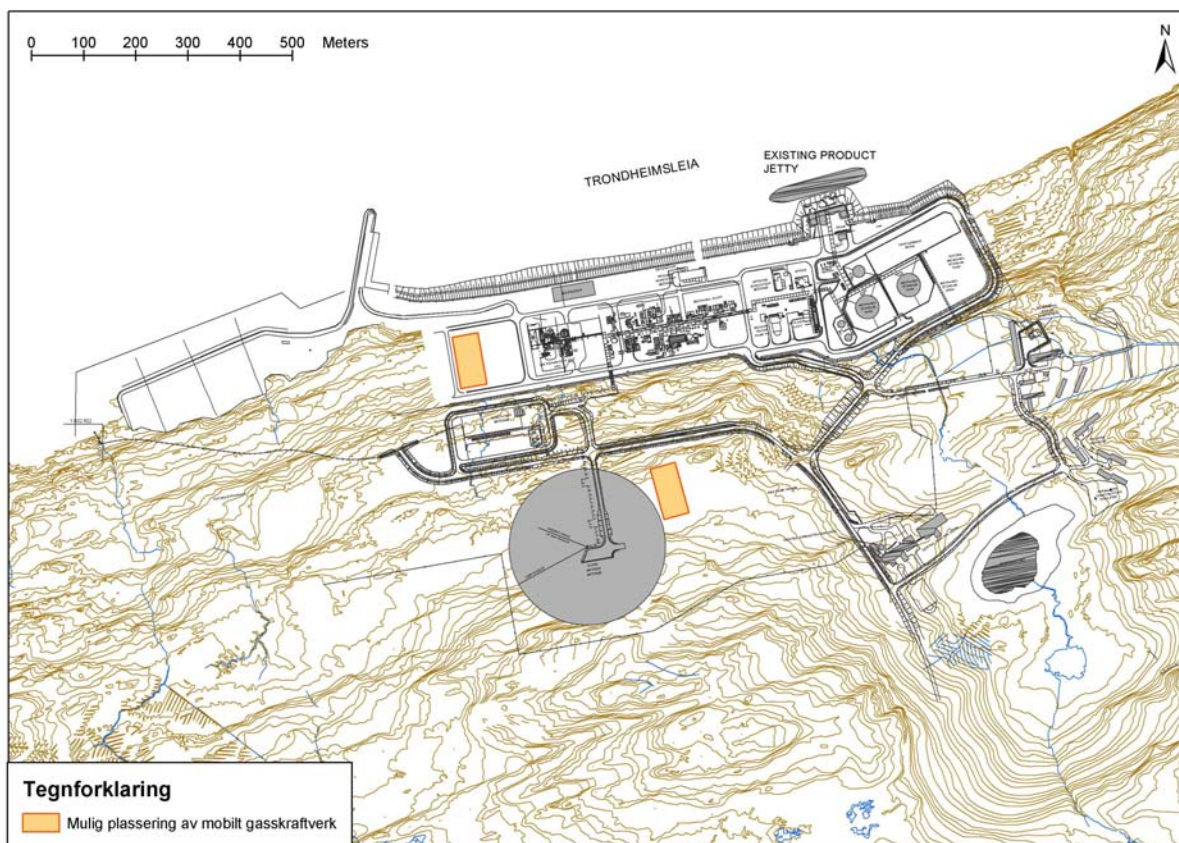
Tabell 2: Statistikk for kontinuerlige målinger av NO₂ på Tjeldbergodden i perioden august 1998- juli 1999. Enhet: µg/m³.

Måned	Månedsmiddelverdi (µg/m ³)	Maks. døgn-middelverdi (µg/m ³)	Ant. obs (døgn)	Maks time-middelverdi (µg/m ³)	Ant. obs. (timer)
Aug. '98	7	11	30	39	740
Sep. '98	11	18	30	46	701
Okt. '98	9	14	31	34	735
Nov. '98	9	16	30	32	715
Des. '98	9	16	31	38	741
Jan. '99	8	12	30	27	685
Feb. '99	10	19	18	51	427
Mar. '99	4	10	31	22	735
Apr. '99	5	10	30	48	714
Mai '99	4	6	31	30	739
Juni '99	4	9	30	25	715
Juli '99	3	7	31	28	740
Hele perioden	7	19	354	51	8 387

3 Spredningsberegninger

Det er gjort spredningsberegninger for utslipp fra 7 mobile enheter som produserer strøm. Enhetene vil bli satt opp ved siden av hverandre og har separate skorsteiner. Avstanden mellom skorsteinene vil bli ca 15 m. Det er vurdert to forskjellige plasseringer. Plasseringen av enhetene er vist i Figur 1. Skorsteinene vil være 6,1 m høye.

Lokaliteten nær fakkelen er det området som egner seg best for spredning av utslipp til luft. Dette på grunn av at det ikke er store strukturer i nærheten som danner turbulens og at det ikke er en skjæring i bakkant. Utslippene vil ligge høyere i terrenget. Denne plasseringen vil imidlertid kunne belaste administrasjonsbygget ved sterk vind fra utslippet mot denne bygningen. For plasseringen nær luftgassfabrikken vil avstanden til administrasjonsbygget bli noe lenger, men konsentrasjonene nær luftgassfabrikken, bioproteinfabrikken og metanolfabrikken vil bli betydelig høyere.



Figur 1: Plassering av enheter for midlertidig strømproduksjon på Tjeldbergodden . Anlegget er tenkt plassert på de to gule områdene.

3.1 Beregninger av NO₂-konsentrasjoner

Beregningene viser med en utslippshastighet på 22 m/s og en temperatur på 515 °C, vil avgassene ved svak til moderat vind ha et betydelig røykløft etter at avgassene har forlatt utslippskanalene. Ved sterk vind, dvs at vindstyrken er over 15 m/s, vil røykfanene fanges av turbulensen fra nærliggende strukturer. Konsentrasjonene vil gå over verdien gitt i forskriften ut til ca 100 m fra anlegget for en enhet. For syv enheter viser beregningene at konsentrasjonen av NO₂ for et utslipp med konsentrasjon 176 ppm vil være over forskriften ut til 500 m fra anlegget. Det er målt meteorologi i to perioder, 1990-91 og 2000-2001. Vindstyrker over 15 m/s er målt til å opptre 9 ganger i perioden 1990-91 og 14 ganger i perioden 2000-2001. Forskriften tillater 18 overskridelser i løpet av et kalenderår og det er derfor lite sannsynlig at konsentrasjoner over 200 µg/m³ vil inntreffe 18 ganger i løpet av den perioden det mobile kraftverket er i drift.

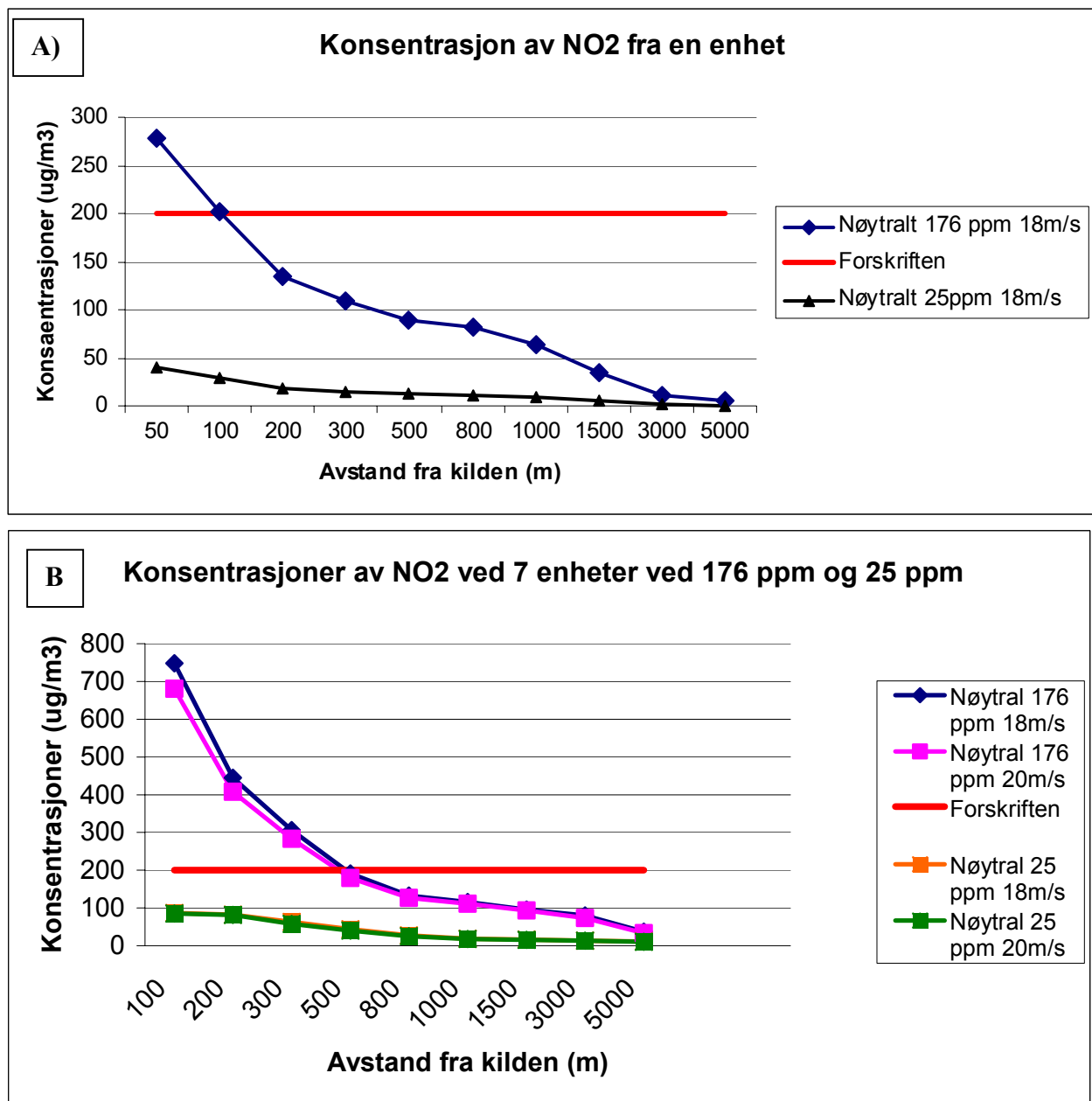
Hvis det er nok vann tilgjengelig vil utslippet kunne bringes ned til ca 25 ppm og konsentrasjonene vil da være lavere enn både forskriften og SFTs anbefalte luftkvalitets kriterium.

Konsentrasjonen vil kunne variere noe som følge av hvordan de mobile enhetene blir plassert i forhold til hverandre og hvilken lokalitet som velges. Turbinene bør plasseres slik at turbinrekken ligger på tvers av hoved vindretningen. I figur 1 er det angitt to plasseringer. Plasseringen ved fakkelen er gunstigst sett fra utslipp til luft. Dette fordi det er færre strukturer og bygninger som kan påvirke turbulensen i atmosfæren, som igjen påvirker røykløftet. Spredningsberegningene er

gjort slik at røykfanen blir fanget i bakkenivå. Dette er gjort for å sikre at den maksimale konsentrasjonen ikke blir undervurdert. Røykfanen vil fanges i turbulenssonen oftere ved plassering nær luftgassfabrikken enn ved en plassering ved fakkelen, fordi sonen med turbulens er sterkere her enn ved fakkelen.

Maksimalkonsentrasjonene av NO_2 nær anlegget bygger på den midlere konsentrasjonen av ozon i området. Denne er satt til $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette medfører at når NO konsentrasjonen er under $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vil all NO være oksydet til NO_2 . Når konsentrasjonen av NO er over $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vil den delen som er over $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ forbli NO og NO_2 konsentrasjonen vil bare få bidrag fra utslippet av NO_2 . Utslipet av NO_2 er estimert til 10 % av NO_x utslippet.

Konsentrasjonsnivåene som funksjon av avstand er vist i Figur 2.



Figur 2: Konsentrasjoner av NO_2 som funksjon av avstand fra de mobile enhetene. A) utslipp fra en enhet med 176 ppm og 25 ppm. B) utslipp fra 7 enheter med 176 ppm og 25 ppm. Enhet $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Hvis konsentrasjonene skal holdes under konsentrasjonsnivået gitt i forskriften for alle avstander og det ikke tillates overskridelser viser beregningene at konsentrasjonen av NO_x i utslippet bør være mindre enn 80 ppm.

I tillegg til de beregnede konsentrasjonene kommer konsentrasjoner forårsaket av andre utslipp og langtransport av forurensninger. De siste målingene målt på Tjeldbergodden i 1998-1999 viser at den maksimale konsentrasjonen var $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ved sterk vind er det gode spredningsforhold. Da vil bakgrunns konsentrasjonene som må adderes til beregningene være under $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og sannsynligvis under $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ved svak vind er konsentrasjonene målt til maksimalt $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Disse konsentrasjonene er sannsynligvis forårsaket av eksisterende industri på Tjeldbergodden, skipstrafikken og veitrafikken i området. Det mobile gasskraftverket har maksimalt bidrag ved sterk vind, veitrafikken ved svak vind. Dette medfører at belastningen fra veier er liten når gasskraftverket belaster mest og omvendt. Metanolfabrikken belaster mest når det er sterk vind. Belastningen fra metanolfabrikken vil komme lengre vekk fra utslippet fordi utformingen av skorsteinen for metanolfabrikken er designet slik at røykfanen går klar av turbulenssonen. Dette er ikke tilfellet for det mobile gasskraftverket. Belastningen fra metanolfabrikken vil komme lengre vekk fra utslippet og ikke overstige $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det mobile kraftverket vil ha høyest belastning ved sterk vind. Ved sterk vind vil røykfanen fanges i turbulenssonen og spres i bakkenivå. Bakgrunnskonsentrasjonen som skal legges til er derfor sannsynligvis mindre enn $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og kan i praksis ses bort fra.

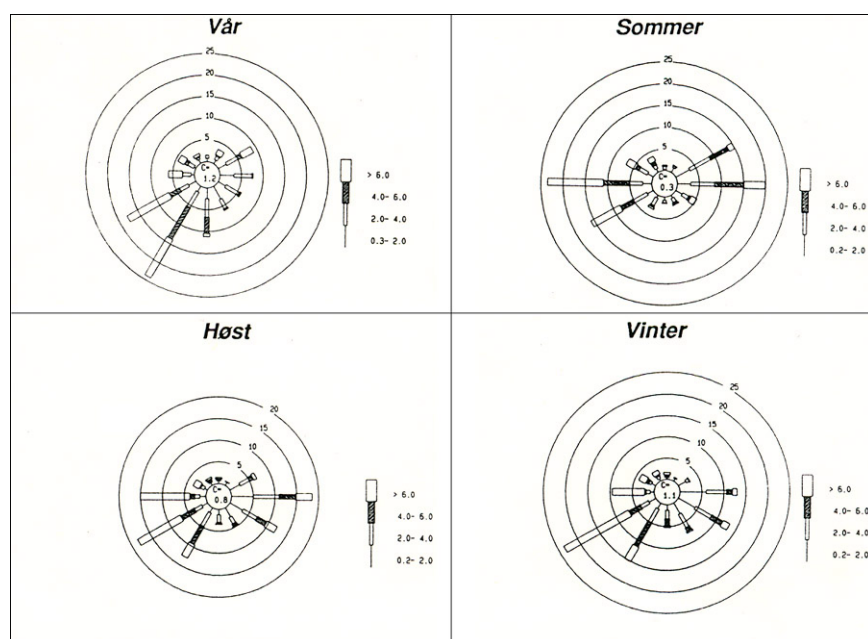
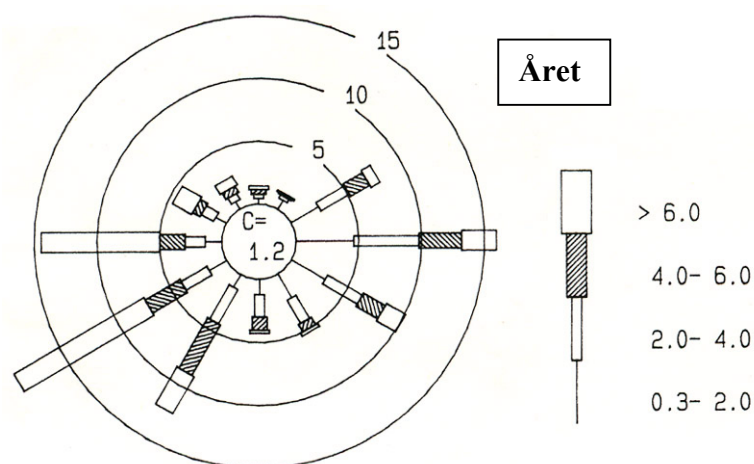
Ved normale værforhold vil gasskraftverket bidra med små konsentrasjoner i bakkenivå. Dette er fordi det er et varmt utslipp med høy utslippshastighet og stort volum. Dette fører til at selv om skorsteinen er lav og sannsynligvis ikke mye høyere enn strukturen selv vil den allikevel ha et betydelig røykløft ved svak til moderat vind. Den typiske konsentrasjonen ved svak til moderat vind for en enhet vil være mindre enn $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og fra 7 enheter under $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Den nærmeste bebyggelsen til anlegget ligger ca 1 km fra anlegget og vil ut fra beregningene kunne bli belastet med konsentrasjoner som kommer opp mot SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium på $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som er halvparten av forskriften. Det forventes altså ikke konsentrasjoner over grensene for steder der folk bor.

3.2 Hyppighet av spredningssituasjoner på Tjeldbergodden

Målinger av meteorologi i området er vist i Figur 3. Figuren viser at for vinter og vårmånedene var den mest hyppige vindretningen fra sørvest på Tjeldbergodden. Pålandsvind sterkere enn 5 m/s forekom i mindre enn 7% av tiden. I perioden 1990-91 ble det målt vindstyrker over 15 m/s i mindre enn 1 % av tiden. Det vil si ca. 9 ganger i løpet av dette året. I perioden 2000-2001 var det 14 timer med vindstyrke over 15 m/s. De sterkeste vindstyrkene forekom med vind fra sørvest. Den midlere vindstyrken var høy med midlere vindstyrke på 5.7 m/s i 1990-91 og 3.7 m/s i 2000-01 for vintermånedene og 4.8 m/s i 1990-91 og 3.4 m/s i 2000-01 for vårmånedene. Vindstyrken var størst med vind fra vest sørvest og sør-sørvest.

Det kan være betydelige forskjeller mellom hyppighet av sterke vindstyrker fra år til år, men den lave frekvensen på 9-14 timer med vind over 15 m/s løpet av måleperiodene tilsier at det er lav sannsynlighet for at de mest kritiske spredningsforholdene for det mobile anlegget skal inntreffe mer enn 18 ganger i løpet av driftsperioden, som er grensen i forskriften.



Figur 3: Vindroser for året, og årstidene målt på Tjeldbergodden i perioden mars 1990 til februar 1991. Vindrosen er delt inn i 4 vindstyrkeklasser. Enhet: % av tiden det blåste fra de enkelte vindretninger. Stillefrekvensen er gitt i sentrum av vindrosen.

3.3 Konklusjoner

Ut fra spredningsmessige vurderinger vil alternativet der det mobile kraftverket blir plassert ved fakkelen være gunstigst. Den maksimale konsentrasjonen av NO_2 vil være den samme for de to plasseringene, men vil ha en lavere hyppighet ved plassering nær fakkelen. Ved normale meteorologiske forhold vil ikke NO_2 konsentrasjonen overstige verdien gitt i forskriften, men ved sterk vind (>15 m/s) vil konsentrasjonen ved et utslipp på 176 ppm overskride forskriften ut til 500m fra skorsteinene. Forskriften tillater imidlertid 18 overskridelser i løpet av et kalenderår. Målingene av vindstyrke viser at dette inntreffer 9-14 timer i løpet av ett år. Gasskraftverket skal bare være i drift en del av året og det forventes derfor ikke at frekvensen av konsentrasjoner over forskriften er høy nok til at forskriften ikke er tilfredsstillt. Hvis konsentrasjonen skal holdes under $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ viser beregningene at utslippskonsentrasjonen av NO_x må være under 80 ppm.

Den nærmeste bebyggelsen til anlegget ligger litt over 1 km fra den planlagte plasseringen. Kjørsvigbogen ligger ca. 1,5-2 km fra anlegget. Den nærmeste bebyggelsen vil ut fra beregningene kunne bli belastet med konsentrasjoner på maksimalt 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette er noe over SFTs anbefalte luftkvalitetskriterie men godt under forskriften. Kjørsvigbogen vil ha en maksimal belastning som er under Forskriften og under SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium.