

Vår dato
2006-10-03

Vår referanse
BR-SNØ-MYN-0744



Deres dato
2004-09-13

Deres referanse
2002/1169 408/2003-003

Vår saksbehandler
Knut Åsnes

Statoil ASA

Statens forurensningstilsyn
Postboks 8100 Dep.
0032 Oslo

Søknad om økt utslipp fra fakkel på Snøhvit LNG for de 2 første driftsår etter oppstartsfasen

1 Bakgrunn – utslipp i oppstartsfasen

Statens forurensningstilsyn (SFT) ba i utslippstillatelsen for Snøhvit, datert 13. september 2004, Statoil om å sende en redegjørelse om forventede utslipp i oppstartsfasen, da utslipp i denne fasen forventes å ligge høyere enn ved normal drift. SFT skriver i utslippstillatelsen: *”Erfaringsmessig vil det i oppstartsfasen (6-10 måneder) fakles i betydelig grad og være ekstraordinære utslipp til luft og vann. SFT gir tillatelse til at utslippene i denne fasen kan ligge over de fastsatte grensene i tillatelsen, som jo er basert på normal drift i LNG-anlegget. Tillatelsen gis under forutsetning av at anlegget drives miljømessig forsvarlig, herunder forsvarlig drift av det biologiske renseanlegget. Utslippene ved oppstart skal rapporteres sammen med de øvrige utslippene i den årlige rapporteringen til SFT, og med en særskilt begrunnelse for eventuelle overskridelser av utslippsgrensen.”*

Statoil sendte redegjørelse til SFT om utslipp i oppstartsfasen 2. september 2005. SFT gav en tilbakemelding på Statoils redegjørelse 30. mars 2006. I denne tilbakemeldingen fremheves det at fakling skal begrenses til et minimum.

2 Bakgrunn – utslipp fra fakling i driftsfasen

I vår utslippsøknad fra november 2002 er det søkt om utslipp fra fakling ved normal drift og avvik fra normal drift på henholdsvis 15 000 tonn CO₂ per år, 14 tonn NO_x pr år, 96 tonn CH₄ pr år og 29 tonn NMVOC pr år.

Fakkelsystemet er en del av sikkerhetssystemet i anlegget. I utslippstillatelsen, datert 13. september 2004, gav SFT utslippstillatelse for disse utslippene fra fakkel. Utslippstillatelsen dekker utslipp ved normal pilotflamme på fakkelen ved normal drift (lave utslipp) og utslipp ved avvik fra normal drift.

Type fakling	CO ₂ , tonn	NO _x tonn	CH ₄ tonn	NMVOC, tonn
Utslippstillatelse for fakling, gitt 13.09.04	15 000	14	96	29

Selskap
Statoil ASA

Postadresse
N-4035 STAVANGER
Norge

Besøksadresse
Forusbeen 50
Forus
4033 Stavanger

Telefon
+47 51 99 00 00

Internett
www.statoil.com

Foretaksregister
NO 923 609 016 MVA

Telefaks
+47 51 99 00 50

Basert på interne gjennomganger i Statoil siste året, viser det seg at utslippene fra fakling ved avvik fra normal drift vil bli høyere enn spesifisert i utslippstillatelsen og Statoils utslippssøknad fra november 2002. Avvik fra normal drift vil føre til helt eller delvis nedstengning av prosessanlegget. Fakling skjer i all hovedsak ved oppstart av prosessanlegget etter nedstengning, og ikke ved normal drift. Statoils mål er å unngå slike avvik som fører til nedstengning av anlegget, men noen vil inntreffe. Utslipp i forbindelse med slike avvik fra normal drift som fører til nedstengning av anlegget må derfor inkluderes i utslippssøknaden, selv om det er vanskelig å forutsi hvor mange slike nedstengninger som inntreffer, og hva fakling vil bli i hver enkelt hendelse.

3 Revidert utslippssøknad for fakling ved avvik fra normal drift

For de 2 første driftsårene etter oppstartfasen søker Statoil om utslippstillatelse ved avvik fra normal drift for følgende utslipp.

Type fakling	CO ₂ , tonn	NO _x tonn	CH ₄ tonn	NMVOC, tonn
Sum fakling ved oppstart etter uønsket nedstengning av hele LNG-anlegget	150 000	79	620	160
Delsystemer er nedstengt. Sum fakling uten at hele produksjonen stenges ned	50 000	28	80	120
Sum fakling	200 000	107	700	280

Tallene bygger på forventet antall avvik i henhold til en regularitetsanalyse som er utført for Snøhvit LNG, ikke på driftserfaring og vil av den grunn være usikre. I de etterfølgende kapitler er det redegjort for hvordan disse tallene er framkommet.

SFT har i utslippstillatelsen fra 13. september 2004 gitt tillatelse til at utslippene i oppstartfasen (6 – 10 måneder) kan ligge over de fastsatte grensene i tillatelsen. Statoil sendte redegjørelse til SFT om utslipp i oppstartfasen 2. september 2005. SFT gav en tilbakemelding på Statoils redegjørelse 30. mars 2006. I denne tilbakemeldingen fremheves det at fakling skal begrenses til et minimum.

Dato for oppstart av Snøhvit LNG har endret seg etter at Statoils redegjørelse ble sendt 2. september 2005. Basert på de siste oppdaterte planene vil gassproduksjon fra Snøhvit-feltet til prosessanlegget på Melkøya starte 1. juli 2007. Utslippene fra fakkel vil bli høyest de 2 første måneder etter oppstart (juli og august 2007), og bli gradvis redusert utover i oppstartsfasen, som vil ta slutt i løpet av første kvartal 2008. Denne utslippssøknaden for de 2 første driftsårene gjelder for 2 år framover i tid fra oppstartsfasens slutt i første kvartal 2008.

Det søkes om økte utslipp fra fakling fra de to første driftsårene. Det er vanskelig å estimere utslippene siden de bygger på uønskede avvik fra normal drift. Etter disse to første driftsårene vil man ha driftserfaring, og man vil vite mer om hvilket omfang avvik fra normal drift har og hva utslippene vil bli. For senere år vil man bruke denne erfaringen når ny søknad for etterfølgende år skal sendes.

4 Regularitetsanalysen

Regularitetsanalysen for LNG-anlegget på Snøhvit ble utgitt 29. juni 2005. Den baseres på kvalifiserte pålitelighetsdata og er gjennomført i henhold til NOROK Z-016 og Statoils analysepraksis. Hensikten med en slik analyse er å beregne en sannsynlig regularitet for anlegget og å identifisere mulige tiltak som kan forbedre regulariteten og redusere antall uønskede nedstengninger. På basis av denne analysen har man videre beregnet behov for fakling i forbindelse med oppstart etter en uønsket nedstengning.

Regularitetsanalysen for Snøhvit estimerer at det i gjennomsnitt vil skje 15 uønskede hendelser pr år som kan føre til driftsstans i kortere eller lengre tid. Disse hendelsene har følgende årsaker:

- 4,7 hendelser skyldes forstyrrelser fra ekstern kraftforsyning (nettet)
- 1,6 hendelser skyldes intern kraftforsyning
- 8,5 hendelser skyldes hendelser i LNG-anlegget
- 0,6 hendelser skyldes offshore problemer.

Regularitetsanalysen viser statistisk

- hvor hendelsene skjer
- hvor lang nedstengning de medfører
- årsaker til at de skjer
- utstyr som er involvert

Regularitetsanalysen kan altså brukes til å finne årsaker til uønskede hendelser og til å sette inn tiltak mot disse. Utstyr som bidrar til uønskede nedstengninger i LNG-anlegget er ventiler, varmevekslere, kompressorer og liggende prosesstanker.

Regularitetsanalysen viser at 4,7 hendelser skyldes kraftforsyningen fra det offentlige kraftnettet. LNG-anlegget på Snøhvit benytter elektriske motorer med turtallsregulering (VSD – Variable Speed Drives) som drivere for kjølekompressorene. En elektrisk driverløsning ble valgt framfor bruk av gassturbiner med direkte drift av kjølekompressorene for på den måte å oppnå høyere regularitet og bedre energiutnyttelse. Under normal drift vil LNG anlegget være elektrisk sammenkoblet med det regionale 132 kV linjenettet i Finnmark. Driften av energianlegget vil bli regulert på en slik måte at kraftutvekslingen mellom LNG anlegget og linjenettet reguleres til null. Dersom en av anleggets turbogeneratorer er ute av drift på grunn av feil eller vedlikehold vil linjenettet bli benyttet som reservekraftkilde. Denne løsningen sikrer reserve i kraftforsyningen til anlegget i henhold til n-1 kriteriet (det vil si at utfall av en enhet ikke medfører underskudd i kraftleveranse til LNG-anlegget). Basert på dette vil LNG produksjonen kunne opprettholdes selv ved feil på en av gassturbinene i energianlegget, ettersom kraftunderskuddet dekkes ved import av kraft fra linjenettet og antall uønskede nedstengninger fra LNG-anlegget blir redusert.

I senere tid har det framkommet at nettilkoblingen medfører at LNG-anlegget får 4,7 uønskede nedstengninger pr. år på grunn av relativt små spenningsforstyrrelser forårsaket av transiente feil i nettet. Da de store kjølekompressorene i LNG-anlegget, bestående av kompressor, motor og antisurge system, ikke evner å opprettholde driften eller re-akselerere, dersom spenningen kortvarig (millisekunder) har vært lavere enn 80 % av nominell spenning, vil anlegget stenge ned.

Den høye integreringen av systemer på Snøhvit gjør at anlegget totalt betraktet blir mer utsatt for uønskede stanser enn konvensjonelle LNG-anlegg, idet feil i et system påvirker andre systemer, noe som til slutt kan ende med nedstengning. Et eksempel på integrering av systemer er at Hammerfest LNG gjenvinner varme fra eksosgass, noe som gir et energieffektivt system. Snøhvit gjennomfører også rekompresjon og reinjeksjon av CO₂, noe som bidrar til økt kompleksitet i anlegget i forhold til andre LNG-anlegg.

5 Fakling på Snøhvit LNG-anlegg ved oppstart etter uønsket nedstengning

Ved hver uønskede nedstengning av LNG-anlegget vil full strømningsrate gå til fakkell for en kort periode før rørledningen stenges av. Reduksjon av full gassgjennomstrømning vil skje i løpet av det første kvarteret, deretter blir det gradvis trykkavlastning i anlegget.

Det er imidlertid ved oppstart at mesteparten av faklingen vil finne sted. Snøhvit LNG består av mange delsystemer som skal startes opp. Før gassen kan kjøles ned i kjølesystemet må strenge krav til tørrhet, CO₂-innhold og kvikksølv-innhold tilfredstilles. CO₂ må først fjernes fra gassen før den kan tørkes, gassen må tørkes før nedkjølingsprosessen kan starte og kvikksølv må fjernes før gassen kan kjøles ned. Nedkjøling tar lang tid. I perioden før nedkjøling av gassen kan starte og mens nedkjøling av varmevekslere pågår må gassen fra rørledning fakles. Statoil har arbeidet med å redusere tiden det tar for å oppnå gassens krav til renhet før nedkjøling kan starte, for på den måten å redusere faklingen. For å minimalisere oppstartstid og dermed fakling etter en uønsket nedstengning er det lagt opp til å starte systemer parallelt, noe som i de første driftsårene vil være en spesielt krevende oppgave. Etter hvert som man får erfaring med anlegget vil disse prosedyrene sannsynligvis bli enklere å gjennomføre.

Brønnstrømmen fra Snøhvit-feltet fraktes i en rørledning inn til LNG-anlegget på Melkøya. Slik 3-fasestrømning av gass, kondensat og vann er kompleks. Temperaturen er lav og for å unngå hydratdannelse tilsettes store mengder frostvæske i form av monoetylglykol. Det er viktig å opprettholde dynamikken i flerfasestrømmen slik at væskepropper i rørledningen unngås. Væskepropper i rørledningen vil medføre forlenget oppstartstid, med økte utslipp fra fakling som konsekvens.

Før nedkjøling i LNG-anlegget må gassen gjennom noen systemer hvor fakling er nødvendig inntil systemet er i balanse og gassen kan videreføres gjennom prosessanlegget. For å minimalisere fakling i denne perioden er det viktig å holde så lav strømningsrate som mulig i rørledningen. Den tekniske anbefalingen indikerer at det er mulig å produsere med 30 % av full strømningsrate i kortere perioder etter uønskede nedstengninger og når gass må fakles. Å operere anlegget med 30 % strømningsrate er krevende, idet væske, ved så lav gjennomstrømning, akkumulerer i rørledningen. Mengde væske som akkumuleres er avhengig av varigheten av denne lave strømningsraten. Dersom for mye væske blir

akkumulert i rørledningen vil væskefangeren i anlegget kunne få kapasitetsproblemer, noe som kan føre til ny nedstengning og påfølgende økt fakling.

Når både kravene til gassens renhet før nedkjøling i LNG-anlegget og de tekniske kravene til strømningsrate i rørledningen skal tilfredstilles samtidig vil dette føre til en periode med fakling. Ved hver slik hendelse vil tida fakling fra rørledningen pågå ligge mellom 10 og 24 timer, alt etter hvilken situasjon som inntreffer. I tillegg vil det etter dette bli noe fakling fra enkelte mindre delsystemer etter at nedkjøling har kommet i gang. Dersom en hendelse inntreffer foran eller i kjølesystemet vil faklingstida bli relativt lang, idet systemene som renser gassen krever en del tid før de er i balanse, og gassen kan ledes videre til nedkjøling. Dersom hendelsen inntreffer etter kjøleanlegget vil faklingstida være av kortere varighet, idet kjøleanlegget er i drift. Oppstart av delsystemene som ligger nedstrøms kjøleanlegget er altså relativt mindre tidskrevende.

6 Beregning av utslipp fra fakkel ved uønsket nedstengning

Utslippene fra fakkel i drift er avhengig av:

- Antall uønskede nedstengninger som oppstår
- Type driftsavvik, det vil si hvor hendelsen skjer i anlegget
- Oppstartstid etter en nedstengning
- Strømningsrate i rørledningen ved fakling

Statoil har estimert typiske driftssituasjoner hvor det fakles, hvor lang tid oppstart av de ulike delsystemene krever etter en nedstengning og hvilke utslipp dette vil medføre. Usikkerheten er imidlertid stor fordi faklingen vil være avhengig av antall og type uønskede nedstengninger. Det er sammenfallende miljø- og produksjonsmessige interesser i å unngå utilsiktet nedstengning fordi dette medfører både økt fakling og produksjonstap. For å kunne lage estimater over utslipp har Statoil valgt å bruke regularitetsanalysen, og kombinert denne med utslipp i forbindelse med ulike typer nedstengning.

Oppstart etter en uønsket hendelse har vi valgt å dele i 3 ulike typer alt etter hvor hendelsen skjer.

- Kald oppstart: Det tar relativt kort tid å starte opp prosessen igjen etter en uønsket hendelse
- Semi-kald oppstart: Det tar noe lengre tid å starte opp prosessen igjen etter en uønsket hendelse
- Varm oppstart: Det tar lang tid å starte opp prosessen igjen etter en uønsket hendelse

Dersom man velger å bruke inndelingen over viser Regularitetsanalysen følgende fordeling av uønskede stanser fordelt på kald, semikald og varm oppstart etter en stans.

- 7,1 uønskede hendelser pr år som fører til kald oppstart
- 5,6 uønskede hendelser pr år som fører til semikald oppstart
- 2,7 (inkludert 0,3 for revisjonsstans) uønskede hendelser pr år som fører til varm oppstart

I estimatene er det tatt utgangspunkt i at faklingstida vil være den samme innenfor ulike scenarioer av hver enkelt hendelse. I praksis vil hver hendelse være unik og faklingstida vil variere noe fra hendelse til hendelse. Imidlertid må den over nevnte tilnærmelsen gjøres for i det hele tatt å være i stand til å tallfeste utslippene. Det understrekes derfor at tallene medfører usikkerhet. Estimatene som er utarbeidet viser hva

som er mulig å oppnå. Dersom det i tillegg oppstår problemer i oppstartperioden vil tidsperspektivet forlenges, noe som kan medføre økt fakling.

Det er lagt opp til å starte opp noen delsystemer parallelt, noe som krever godt trente operatører. De første driftsårene vil slik oppstart være en utfordrende oppgave. Fraksjoneringsystemet forutsettes blant annet startet opp parallelt med LPG-systemet. Dette for å minimalisere fakling av gasstrømmen som ledes inn i tårnet som fjerner tunge hydrokarboner. Etter hver som man får erfaring med anlegget vil disse prosedyrene sannsynligvis bli lettere å gjennomføre.

Årlige utslipp på grunn av uønskede hendelser, nedstengning av hele anlegget og etterfølgende oppstart er vist i tabellen under:

Type fakling	Hendelser pr år	CO ₂ , tonn	NO _x tonn	CH ₄ tonn	NMVOC tonn
Fakling ved kald oppstart	7,1	45 000	21	110	50
Fakling ved semikald oppstart	5,6	61000	34	390	67
Fakling ved varm oppstart	2,7 (inkludert 0,3 for revisjonsstans)	44 000	24	120	43
Sum fakling		150 000	79	620	160

Bak tallene i tabellen ligger det detaljerte utslippsberegninger for de ulike trinnene i oppstarten.

7 Driftsproblemer som medfører økt fakling, uten at produksjonen stenges ned

Ved drift av anlegget kan det også oppstå andre driftsproblemer som ikke medfører nedstengning av anlegget. I slike tilfeller kan det hende at det må fakles noe for å trykkavlaste kondensatanlegget, LPG-anlegget, fraksjoneringsanlegget eller nitrogenfjerningsanlegget. Dette for å unngå stengning av nedkjølingsanlegget. En slik preventiv fakling vil gi en utslippsmessig gevinst, da man kan unngå å stenge ned hele LNG-anlegget når slike driftsproblemer oppstår. Disse utslippene er vist i tabellen under.

	CO ₂ , tonn	NO _x tonn	CH ₄ tonn	NMVOC tonn
Sum fakling ved bortfall av delsystemer uten at LNG-produksjonen stenges ned	50 000	28	80	120

Tabellen er en samletabell hvor det er tatt hensyn til nedetid for kondensatsystemet, tørkesystemet, fraksjoneringsystemet, nitrogenfjerningssystemet, LNG-lagringssystemet og LNG-lastesystemet.

8 CO₂-ventilering når CO₂-injektor er ute av drift

Revurdering av CO₂-ventilering i forbindelse med operasjon av CO₂-anlegget når injektor er ute av drift viser ingen endringer og utslippene vil være innenfor eksisterende utslippstillatelse.

9 Støy

I vår utslippssøknad fra november 2002 lå retningslinje TA-506 til grunn. Utslippstillatelsen fra september 2004 ble gitt mens nye retningslinjer for støy var ute på høring, og utslippstillatelsen for støy bygger på en blanding av den nye og den gamle retningslinjen. I oversendelsesbrevet til utslippstillatelsen sier SFT at støygrensene for Snøhvit LNG er fastsatt i samsvar med nye anbefalte verdier i den nye retningslinjen, dvs. 55 L_{den} (over døgnet) og 45 L_{night} (over natten). Nye retningslinjer for støy, T-1442, ble vedtatt januar 2005. Disse sier imidlertid at grenseverdiene gjelder støynivå midlet over år, som angitt i definisjonen av L_{den} og L_{night}.

Det er i 2006 blitt utarbeidet en oppdatert konsekvensvurdering av støy ved fakling fra Hammerfest LNG. Dette dokumentet "*Konsekvensvurdering av støy ved fakling Hammerfest LNG*" er vist i vedlegg 1.

Beregninger som er gjennomført for de ulike fakkelsituasjonene viser at årsmidlet L_{den} og L_{night} ikke vil overstige støygrensene satt i retningslinjen T-1442.

Retningslinjen T-1442 sier også at støynivået i det enkelte driftsdøgn ikke bør overstige anbefalt årsmidlet gjennomsnitt med mer enn 3 dB. De nye støyberegningene viser imidlertid at støynivået for enkelte driftsdøgn med fakling vil overstige anbefalt årsmidlet gjennomsnitt med mer enn 3 dB. Den høyeste støyen over døgnet vil forekomme dersom faklingen skulle starte klokka 23:00 om kvelden.

Basert på de nye støyberegningene som er gjort søker Statoil om at grenseverdiene for Snøhvit LNG fastsettes i henhold til dagens retningslinjer (T-1442), det vil si 55 L_{den} og 45 L_{night} midlet over år, men at støynivået enkelte døgn kan gå opp til 65 dB L_{den}/24t og opp til 60 dB L_{night}. Det søkes om disse maksimumsverdiene for å kunne dekke inn høyeste støybelastning ("worst case") for de mulige faklingssituasjonene. Se vedlegg 1 "*Konsekvensvurdering av støy ved fakling fra Hammerfest LNG*" for ytterligere informasjon.

Det er gjennom prosjekteringsfasen gjennomført tiltak for å redusere støynivå ved fakling, og det er valgt en lavstøy fakkeltupp (subsonisk), hvilket er beregnet å gi om lag 13 dB lavere støynivå enn opprinnelig design.

Tatt i betraktning forventet lydreduksjonstall for de nærmeste boligenes fasade forventes ikke tiltaksgrensene for innendørs støynivå i forurensningsforskriften å overstiges.

Det vil bli gjennomført detaljerte målinger av fakkelstøy i oppstartsfasen. Basert på målingene vil eventuelt behov for kartlegging av innendørs støynivå vurderes. Støy til omgivelsene vil bli overvåket i driftsfasen.

10 Konsekvenser av utslipp til luft fra Hammerfest LNG

Det er i 2006 blitt utarbeidet en oppdatert konsekvensbeskrivelse for utslipp til luft i forhold til den beskrivelsen som ble gitt i konsekvensutredningen til Snøhvit. Denne konsekvensbeskrivelsen baserer seg på oppdaterte spredningsberegninger fra NILU og er kvalitetsikret av NILU, NIVA og NINA. De totale estimerte utslipp til luft fra Hammerfest LNG i fase 1 av driftsperioden er lagt til grunn og inkluderer også de nye utslippsberegningene for fakling. Dette dokumentet *”Konsekvenser av utslipp til luft fra Hammerfest LNG (fase 1)”* er vist i vedlegg 2.

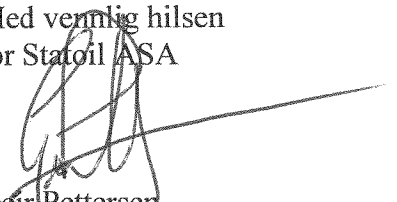
11 Utslippsreducerende tiltak

Det viktigste tiltaket for å redusere utslippene fra fakkelen vil være å redusere antall avvik fra normal drift av LNG-anlegget. Antallet hendelser vil trolig være størst de første driftsårene, og etter hvert reduseres.

Regularitetsanalysen viser også at 4,7 hendelser som fører til nedstengning av anlegget skyldes spenningsvariasjoner i kraftforsyningen fra det offentlige kraftnettet. Dersom man klarer å få bort denne kilden til nedstegning vil produksjonstap kunne reduseres og utslipp fra fakling vil kunne reduseres med omtrent en tredjedel. Hyppigheten av disse feil vil typisk opptre ved svært dårlige værforhold i Finnmark. Et mulig kompenserende tiltak kan være at LNG-anlegget frakobles linjenettet ved varsel om svært dårlige værforhold, og at man på en slik måte unngår at nettforstyrrelse påvirker driften. Andre tiltak vil være å høste driftserfaringer med driften av linjenettet, og eventuelt sørge for å gjøre nettet mer robust i forhold til ytre påvirkninger. Videre vil driftserfaringer med kompressortoget kunne vise at kompressorene er mer robuste i forhold til driftsområdet, og dermed mindre følsomme i forhold til spenningsvariasjoner.

Statoil ser også på om det vil være mulig å utføre modifikasjoner på anlegget for å redusere faklingen. Det som er mest aktuelt her er å få utført modifikasjoner som kan redusere tida som går med før gassen kan kjøles ned i kjølesystemet. Et mulig tiltak kan være å injisere butan/propan rett inn i kolonnen for tunge hydrokarboner slik at tida det tar å få akseptabel kvalitet på gass i denne kolonnen kan reduseres. Dersom tida det tar å få akseptabel gasskvalitet i denne kolonnen kan reduseres vil også faklingstida bli redusert. Det er igangsatt studier for å se på injeksjon av butan og propan i kolonnen for tunge hydrokarboner. Studiene vil avdekke om tiltakene er verdt å gå videre med eller ikke.

Med vennlig hilsen
for Statoil ASA



Geir Pettersen
Direktør Tromsøflaket

Vedlegg 1: Konsekvensvurdering av støy ved fakling fra Hammerfest LNG, T&P ANT HMST TA/06005
RA-SNØ-0677

Vedlegg 2: Konsekvenser av utslipp til luft fra Hammerfest LNG (fase 1), RA-SNØ-0676

Konsekvensvurdering av støy ved fakling fra Hammerfest LNG (T&P ANT HMST TA/06005)

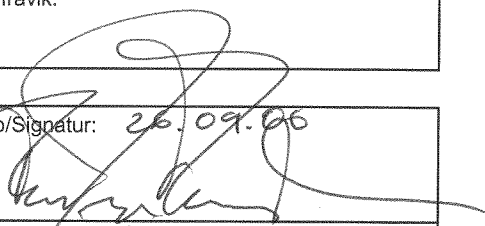
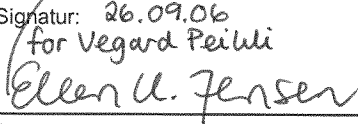
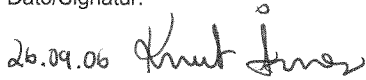
RA-SNØ-0677

Tittel:		
Konsekvensvurdering av støy ved faking fra Hammerfest LNG		
Dokumentnr.: RA-SNØ-0677 T&P ANT HMST TA/06005	Kontrakt:	Prosjekt:

Gradering: Statoil internal	Distribusjon: Fritt i Statoilkonsernet
Expiry date:	Status Final

Utgivelsesdato: 2006-09-26	Rev. nr.: 01	Eksemplar nr.:
--------------------------------------	------------------------	----------------

Forfatter(e)/Kilde(r): Vegard Peikli	
Omhandler (fagområde/emneord): Støy, fakkel	
Merknader:	
Trer i kraft: 2006-09-26	Oppdatering:
Ansvarlig for utgivelse:	Myndighet til å godkjenne fravik:

Fagansvarlig (organisasjonsenhet): T&P ANT HMST	Fagansvarlig (navn): Thor Inge Throndsen	Dato/Signatur: 26.09.06 
Utarbeidet (organisasjonsenhet): T&P ANT HMST-TA	Utarbeidet (navn): Vegard Peikli	Dato/Signatur: 26.09.06 for Vegard Peikli 
Anbefalt (organisasjonsenhet): T&P ANT HMST-MT	Anbefalt (navn): Knut Åsnes	Dato/Signatur: 26.09.06 
Godkjent (organisasjonsenhet): T&P ANT HMST	Godkjent (navn): Jakob Nærheim	Dato/Signatur: 26.09.06 

Innhold

1	Bakgrunn	4
2	Støyberegninger	4
3	Bakgrunnsnivå i Hammerfest	7
4	Konsekvensvurdering	9
5	Kartlegging av støy og støyreduserende tiltak	10
6	Referanser	12

1 Bakgrunn

Hammerfest LNG ble tildelt utslippstillatelse fra Statens forurensningstilsyn 2004 /1/. I Statoils utslippssøknad fra november 2002 /2/ lå retningslinje TA-506 til grunn. Utslippstillatelsen ble gitt mens utkast til nye retningslinjer for støy var ute på høring. Nye retningslinjer for støy, T-1442, ble vedtatt januar 2005. Eksisterende utslippstillatelse for Snøhvit er noe forskjellig fra retningslinje T-1442.

Basert på interne gjennomganger i Statoil siste året, viser det seg at støyutslippene fra fakling ved avvik fra normal drift vil bli høyere enn spesifisert i utslippstillatelsen og Statoils utslippssøknad fra november 2002 /2/. Regularitetsanalysen for Snøhvit estimerer at det i gjennomsnitt vil skje 15 uønskede hendelser pr år som kan føre til driftsstans i kortere eller lengre tid. Uønskede hendelser vil føre til helt eller delvis nedstengning av prosessanlegget. Fakling skjer i all hovedsak ved oppstart av anlegget etter slike uønskede hendelser, og ikke ved normal drift.

Statoils mål er å unngå slike uønskede hendelser, men noen vil inntreffe. Utslipp i forbindelse med slike uønskede hendelser må derfor inkluderes i utslippssøknaden, selv om det er vanskelig å forutsi hvor mange slike uønskede hendelser som inntreffer, og hva fakling vil bli i hver enkelt hendelse.

Basert på dette søker Statoil om at grenseverdiene for Snøhvit LNG fastsettes i henhold til dagens retningslinjer (T-1442), dvs. 55 L_{den} og 45 L_{night} midlet over år, men at støynivået enkelte døgn kan gå opp til 65 dB $L_{den/24t}$ og opp til 60 dB L_{night} . Det søkes om disse maksimumsverdiene for å kunne dekke inn høyeste støybelastning for de mulige faklingssituasjonene som beskrevet i kapittel 2.

Dette dokumentet er et vedlegg til ny utslippssøknad som følge av økt fakling og gir en oppdatert konsekvensvurdering for støy i forhold til beskrivelsen som er gitt i konsekvensutredning for Snøhvit LNG /3/ og tidligere søknad om utslippstillatelse /2/ .

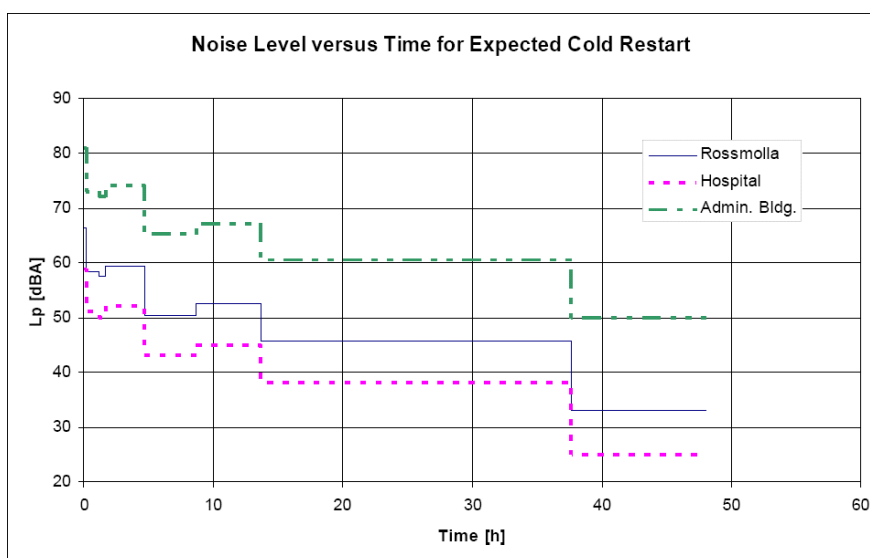
Konsekvensvurderingen baserer seg på oppdaterte støyberegninger fra Linde AG. Støyberegningene omfatter både støy fra normal drift og støy i forbindelse med faklingssituasjonene.

2 Støyberegninger

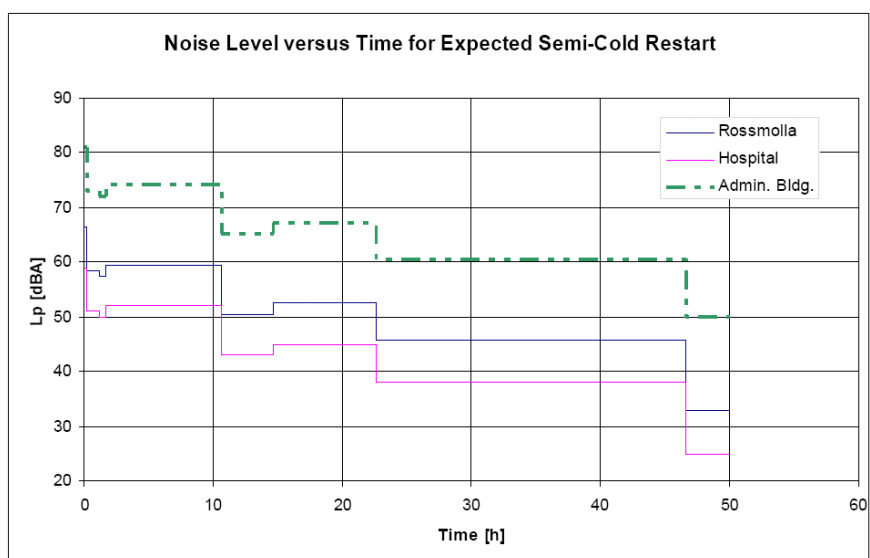
Beregning av støy til omgivelsene er gjennomført i henhold til Nordisk beregningsmetode med dataprogrammet Cadna/A. Beregningene omfatter både støy fra normal drift og fra fakling ved trykkavlastning og oppstart etter uønskede hendelser (nedstengninger). Beregningene er gjennomført for nærmeste boligområde (Rossmolla) samt for sykehuset i Hammerfest. I vedlegg A finnes støykart som viser støynivå for høyeste faklingsrate ved oppstart etter nedstengning.

Støydata i beregningene er enten forventede verdier, garanterte verdier eller testverdier fra utstyrslleverandører. For fakkeltupp foreligger av praktiske årsaker kun forventede verdier fra leverandør. En sikkerhetsmargin på 3 dB er lagt til leverandørdata for fakkeltupp da det er usikkerhet knyttet til disse data.

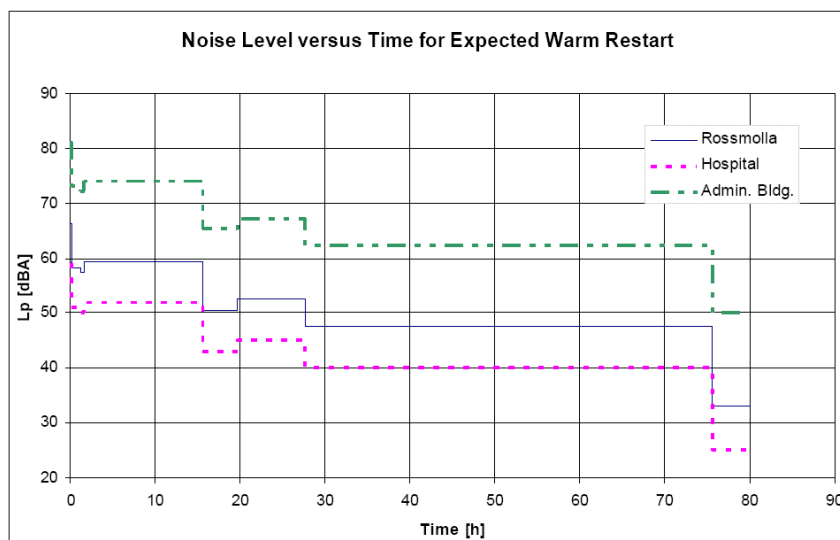
Regularitetsanalysen for Snøhvit beskriver de ulike nedstengningssituasjoner som forventes og angir hyppighet og varighet av fakling ved trykkavlastning og oppstart. Oppstarten er delt inn i tre ulike typer avhengig av hvilke deler av anlegget som er stengt ned: kald oppstart, semi-kald oppstart og varm oppstart. Antall nedstengninger med kald, semi-kald og varm oppstart er forventet å være henholdsvis 7.1, 5.6 og 2.7 ganger pr år. Følgende figurer illustrerer immisjonsnivå ved nærmeste boligområde (Rossmolla), sykehuset i Hammerfest og administrasjonsbygget på Melkøya, som funksjon av tid for de tre oppstartstypene.



Figur 1, Støynivå som funksjon av tid for forventet ”kald oppstart”



Figur 2, Støynivå som funksjon av tid for forventet ”semi-kald oppstart”



Figur 3, Støynivå som funksjon av tid for forventet ”varm oppstart”

Figurene illustrerer at varigheten på de tre faklingstypene er en del forskjellig hvilket skyldes at det tar lengre tid å starte opp (kjøle ned) et varmt anlegg enn et kaldt anlegg. I beregningene er det tatt høyde for både varighet og frekvens av disse faklingstypene.

Ettersom tidspunktene for fakling er umulig å anslå (uønskede hendelser) er det valgt å gjennomføre beregninger av fakkelstøy med to ulike start-tidspunkter; kl 07.00 og 23.00. Dette gir hhv ”best case” og ”worst case” situasjon for L_{den} og L_{night} , forutsatt at frekvens og varighet av faklingssituasjonene er som gitt i regularitetsanalysen. Reelt støynivå forventes å ligge et sted i mellom.

Støyberegningene er oppsummert i tabellen nedenfor (alle verdier i dBA):

Start-tidspunkt 07:00	L_{den} årsmiddel	Maksimum $L_{den/24t}$	L_{night} årsmiddel	Maksimum L_{night}
Rossmolla	46,8	61,4	38,7	51,7
Sykehuset	38,9	53,9	31,0	44,4
Start-tidspunkt 23:00	L_{den} årsmiddel	Maksimum $L_{den/24t}$	L_{night} årsmiddel	Maksimum L_{night}
Rossmolla	51,2	65,3	45,5	59,5
Sykehuset	45,7	60,3	39,8	54,8

Tabell 1, Beregningsresultater for normal drift og fakkelstøy ved Rossmolla og sykehuset

L_{den} og L_{night} er beregnet i henhold til definisjonen i T-1442. Maksimum $L_{den/24t}$ og Maksimum L_{night} angir høyeste verdi for et enkelt driftsdøgn.

Som det fremgår av tabellen vil årsmidlet L_{den} og L_{night} være innenfor støygrensene i T-1442 (hhv 55 dBA og 45 dBA). Støynivået i enkelte driftsdøgn vil imidlertid overstige anbefalt årsmidlet gjennomsnitt med mer enn 3 dB. Dette gjelder spesielt dersom faklingen starter kl 23.00.

Mellom 8 og 15 dager pr år (avhengig av faklingens start-tidspunkt) vil $L_{den/24t}$ kunne overstige anbefalingen i T-1442. Tilsvarende vil L_{night} overstige anbefalingen mellom 8 og 18 netter pr år.

Det presiseres at det er lagt inn 3 dB sikkerhetsmargin i beregningene.

Frekvensspekteret ved Rossmolla forventes å være lavfrekvent uten rentoner. Immisjonsnivået forventes å være relativt konstant, men med variasjoner som følge av endret faklingsmengde (Figur 1-3) og som følge av meteorologisk påvirkning.

$f_{m, Oct.}$ [Hz]	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Sum
$L_{p, A}$ [dB(A)]		55.4	59.8	57.6	54.3	46.8	29.4	-	-	63.4

Tabell 2, Frekvensspekter Rossmolla

Ved normal drift av anlegget uten fakling vil immisjonsnivået ved Rossmolla være 33 dBA.

3 Bakgrunnsnivå i Hammerfest

Bakgrunnsmålinger ble gjennomført 16. august til 24. september 2002 for å dokumentere støynivået i nærmeste boligområde og ved sykehuset før bygging av LNG anlegget.

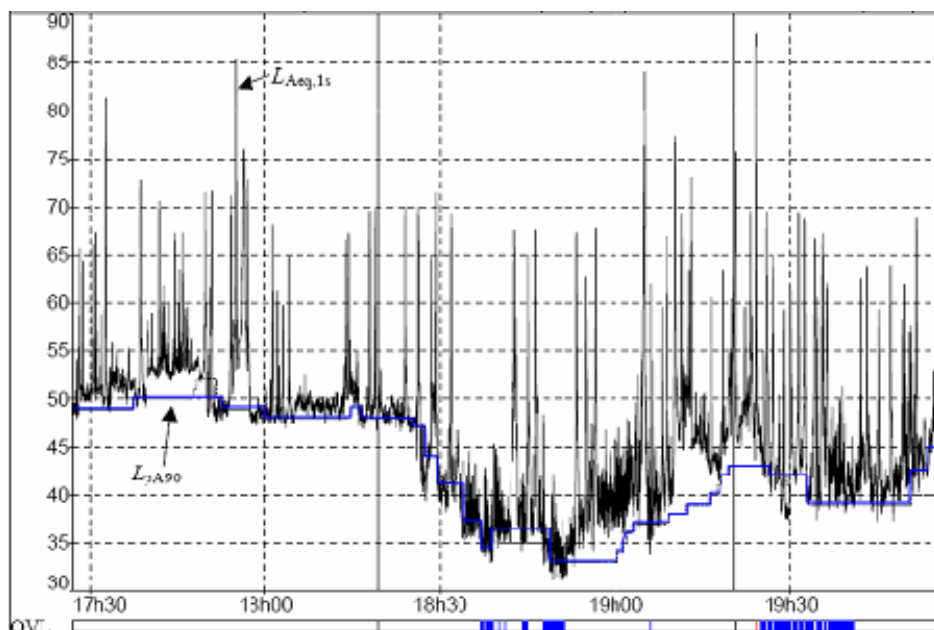
Ekvivalent støynivå for måleperioden var som følger:

Periode	L_{Aeq} dB re. 20 μ Pa
Day – 7 a.m. to 6 p.m.	60
Evening – 6 p.m. to 10 p.m.	56
Night – 10 p.m. to 7 a.m.	54
Night – 0 a.m. to 5 a.m.	50

Tabell 3, Ekvivalent bakgrunnsstøynivå på Rossmolla

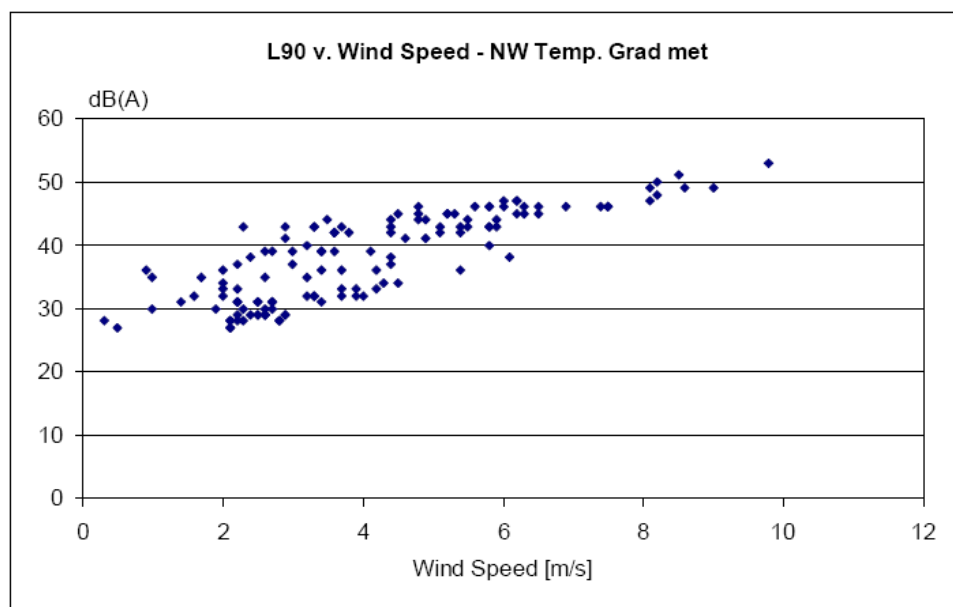
Dette omfatter alle målinger i tidsrommet som tilfredsstiller de meteorologiske kravene i retningslinje TA-590.

Støyen er karakterisert ved et relativt konstant støynivå fra bølger, vind, vegetasjon, fjern trafikk og fjerne aktiviteter samt en rekke hendelser med høyere støynivå som skyldes passerende biler, lastebiler og fly med mer. Dette er eksemplifisert i Figur 4. L_{pA90} er benyttet for å beskrive det relativt konstante støynivået uten disse hendelsene.



Figur 4, Eksempel på støybilde for en typisk ettermiddag ved målestasjonen på Rossmolla

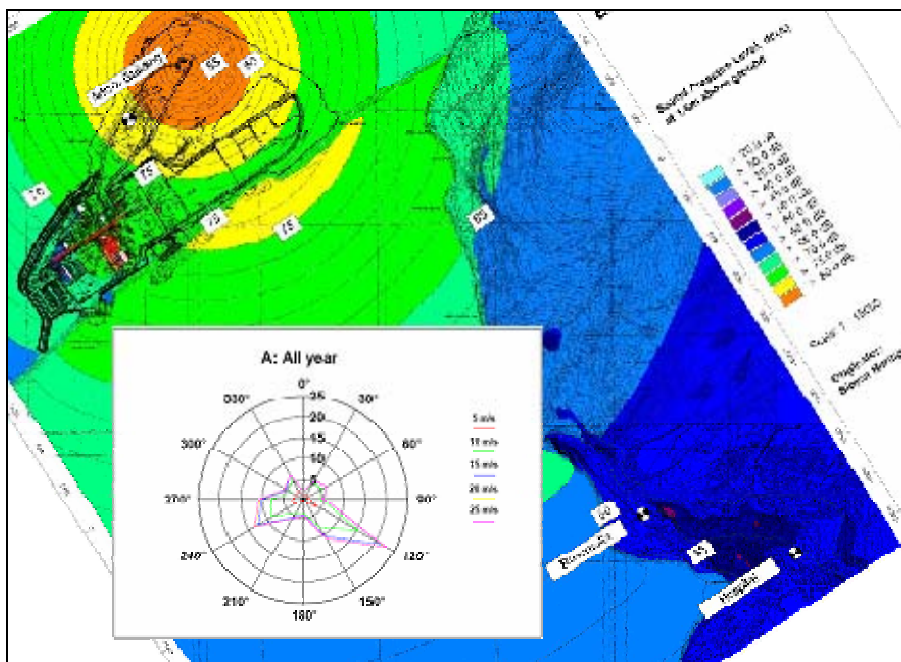
Det ble gjennomført undersøkelser for å se på sammenhengen mellom vindhastighet / retning og bakgrunnsnivå. Som forventet øker støynivået med vindhastigheten (lyd fra hav, vind, vegetasjon).



Figur 5, variasjon i støynivå som funksjon av vindhastighet nattestid

Basert på meteorologiske data for området er det beregnet at vindhastigheten i Hammerfest /5/ overstiger 5 m/s og 10 m/s henholdsvis 77% og 25,5% av tiden pr år, hvilket betyr at bakgrunnsnivå (L90) i store deler av året vil være over 40 -50 dBA.

I tillegg viser de meteorologiske data at dominerende vindretning i all hovedsak er fra Sørøst eller Sørvest og i liten grad fra Nordvest (Figur 6). Dette betyr at lydtransmisjonen i stor grad vil foregå under motvindsforhold, hvilket tilsier at faktisk støynivå i Hammerfest vil være betydelig lavere enn de verdier som er beregnet. Maksimalt støynivå vil imidlertid kunne være som beregnet (Tabell 1), men sannsynligheten / hyppigheten av høye verdier (over retningslinjene) vil være vesentlig lavere enn beregnet. Det er ikke foretatt noen ytterligere statistisk beregning av dette.



Figur 6, Dominerende vindretninger for Melkøya

Størst påvirkning på støyforholdene i Hammerfest vil skje ved vind under 5-10 m/s og medvindsforhold. Spesielt vil dette merkes på økning i det konstante støynivået (representert ved L90), mens antall og størrelsen på enkelthendelsene vil være det samme. Ved vindhastigheter over 5-10 m/s og motvind/sidevind vil det være minimal eller ingen økning av det konstante støynivået.

4 Konsekvensvurdering

Støynivået i forbindelse med fakling vil som tidligere beskrevet kunne overstige anbefalingen i T-1442 om at ingen driftsdøgn bør overstige årsmiddelet med mer enn 3 dB.

Immisjonsnivået fra faklingen ved LNG anlegget (ref. Figur 1 til Figur 3) vil hovedsakelig være lavere enn normalt ekvivalent bakgrunnsnivå om dagen og kvelden på Rossmolla (ref. Tabell 3). Dette medfører en mindre økning (0-3 dB) i utendørs støynivå på dagtid og kveld de dagene støyen fra faklingen er høyest (omlag 15 dager pr. år). Ved selve nedstengningen vil et kortvarig (15 minutter) støynivå på omlag 67 dBA forventes som følge av sikkerhetsmessig trykkavlastning.

Dersom alle nedstengningene skjer kl. 07:00 vil immisjonsnivået fra faklingen være omkring bakgrunnsnivået nattetid på Rossmolla. Dette vil medføre en økning på 0-3 dB de dagene støyen fra faklingen er størst. Antall dager som gir denne økningen er beregnet til 26, men kun 8 antas å gi en økning større enn 1-1,5 dB.

Når nedstengningene skjer om natten derimot er det beregnet at økning i støynivå på Rossmolla vil skje samtlige faklingsdager (36). Om lag halvparten av dagene vil medføre en økning over 1-1,5 dB og av disse vil omtrent 12 dager medføre en økning mellom på 3 - 8 dB. Høyeste støynivå nattestid er beregnet til 60 dB.

Som tidligere nevnt er det umulig å vite når på døgnet nedstengningene vil skje og det antas at reell faklingsnivå vil ligge mellom disse to scenarioene.

Ut fra de meteorologiske data forventes samtidig at antall dager med økning i eksisterende bakgrunnsnivå og overskridelse av anbefalt støygrense for enkelte driftsdøgn i T-1442 vil være betydelig lavere enn beregnet som følge av motvindsforhold. Maksimalverdiene i Tabell 1 vil imidlertid kunne inntreffe dersom det er medvindsforhold (vind fra Nordvest) men sannsynligheten / hyppigheten vil være vesentlig lavere enn beregnet.

Ved sykehuset i Hammerfest vil støynivået på dagtid, kveldstid og natt være 7-8 dB lavere enn for Rossmolla og anses å ha liten negativ konsekvens.

Med forventet lydisolasjon i boliger og sykehus på 20-25 dB eller mer (ved de dominerende frekvenser) vil innendørs støynivå forventes å ligge under tiltaksgrensen i forurensningsforskriften de aller fleste faklingsdager. Lyden er lavfrekvent, uten rentoner og relativt konstant hvilket gir mindre forstyrrelser på nattesøvnen enn om det hadde vært markerte impulser eller rentoner. Faklingen anses basert på dette ikke å gi betydelig negativ konsekvens i lokalsamfunnet. Faklingen vil merkes mest ved innsoving om kvelden og om natten ettersom det både vil kunne være økt konstant lydnivå og en del lys. Det kan ikke utelukkes at enkelte vil oppleve dette som sjenerende, kanskje spesielt i innsovningsfasen. Det kan også tenkes at faklingen vil kunne skape bekymring (sikkerhetsmessig) hos folk i lokalsamfunnet (lyd, lys, røyk).

God dialog med lokalsamfunnet er viktig for å kommunisere nødvendigheten av, årsakene til og konsekvensene av faklingen.

5 Kartlegging av støy og støyreducerende tiltak

Det vil bli gjennomført detaljerte målinger av fakkelsestøy i oppstartsfasen. Det vil både bli utført målinger på Rossmolla og på anlegget nær fakkelen for å dokumentere støyemisjonen fra fakkelen i detalj. Dette vil også bidra til å redusere usikkerheten i de leverandørdata som er benyttet i støyberegningene og vil således danne grunnlag for eventuell oppdatering av disse. Det vil bli gjennomført både korttidsmålinger og kontinuerlige målinger i oppstartsperioden.

Basert på målingene vil eventuelt behov for kartlegging av innendørs støynivå vurderes i henhold til forurensningsforskriften.

Støy til omgivelsene vil bli overvåket i driftsfasen og vil bidra til å dokumentere reell støypåvirkning i lokalsamfunnet fra normal drift og fra fakling.

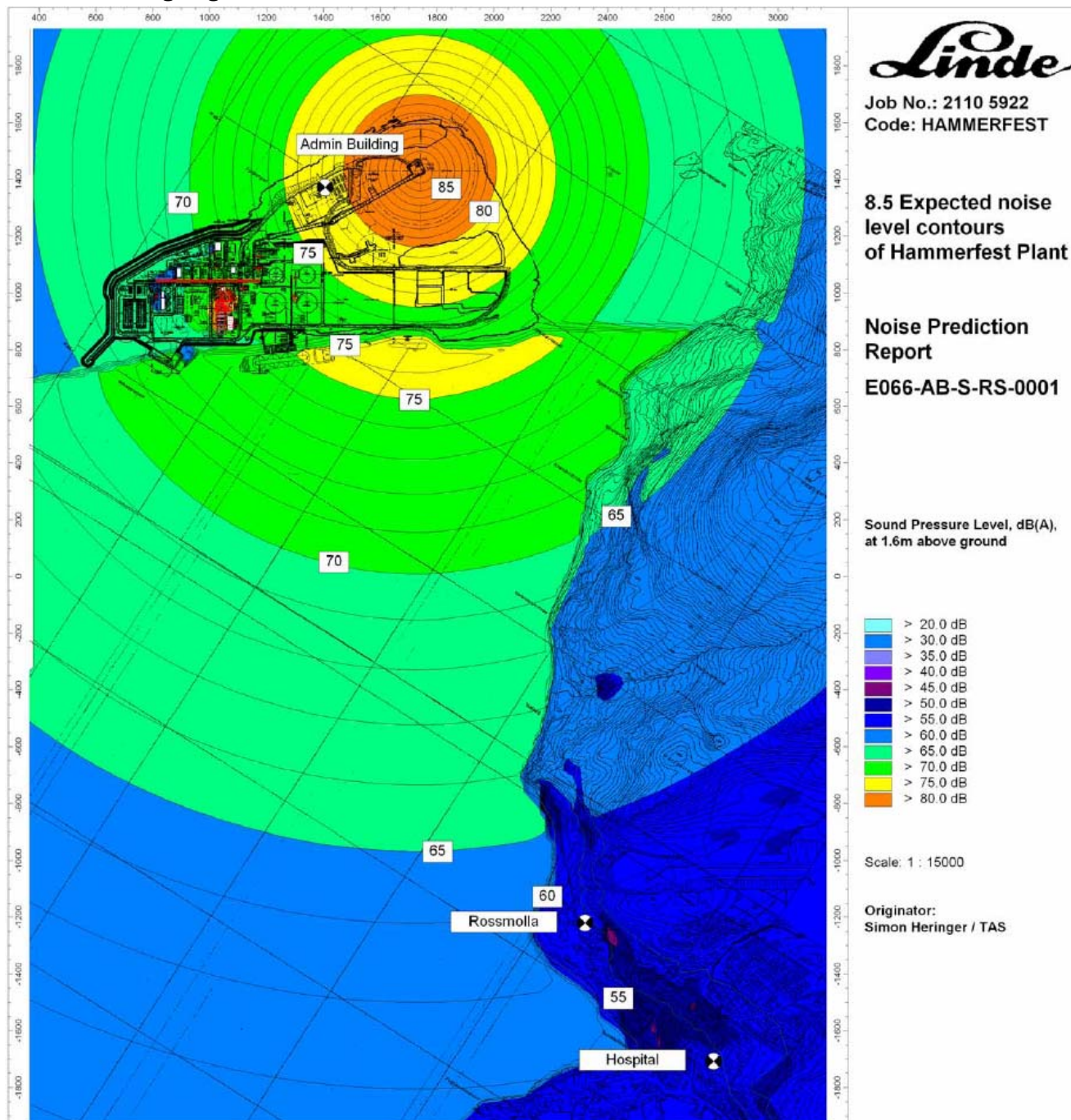
Det er gjennom prosjekteringsfasen gjennomført tiltak for å redusere støynivå ved fakling. Underveis i prosjektet ble fakkell design endret til en lavstøy fakkeltupp (subsonisk), denne er beregnet å gi om lag 13 dB lavere støynivå enn opprinnelig design. Det er trolig lite mulig å redusere støynivået fra fakkelen ytterligere. Det viktigste tiltaket for å redusere støybelastningen fra fakling vil være å redusere antall uønskede nedstengninger på LNG-anlegget. Antallet hendelser vil trolig være størst de første driftsårene, og etter hvert reduseres. Å unngå uønskede nedstengninger vil ha en høy prioritet hos Statoil ettersom det gir negative konsekvenser på flere områder.

Statoil arbeider videre med å optimalisere driftsprosedyrer og oppstartsprosedyrer ved uønsket nedstengning slik at fakling kan bli redusert til et minimum når uønskede hendelser skjer. Statoil ser også på om det vil være mulig å utføre modifikasjoner på anlegget for å redusere faklingstiden.

6 Referanser

- 1 SFT. 2004. Utslipptillatelse for Snøhvit LNG , 2002/1169 408/2003-3
- 2 Statoil. 2002. Snøhvit LNG utslippssøknad - RA-SNØ 0280, rev. 01:November 2002
- 3 Statoil .2002. Snøhvit LNG, Energianlegg, Konsekvensutredning
- 4 Statoil . 2001. Snøhvit LNG, Konsekvensutredning
- 5 Statoil, 2002. Hammerfest Terminal at Melkøya – Metocean Design Criteria, 98S97*5191, Rev. 06

**Vedlegg A, Støykart: fakling av brønnstrøm ved oppstart av Hammerfest LNG anlegget
etter nedstengning**



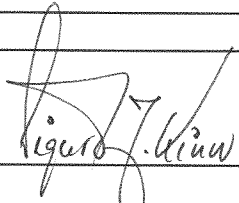
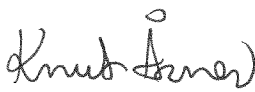
Konsekvenser av utslipp til luft fra Hammerfest LNG (fase 1)

Tittel:		
Konsekvenser av utslipp til luft fra Hammerfest LNG (fase 1)		
Dokumentnr.: RA-SNØ_0676	Kontrakt:	Prosjekt:

Gradering: Open	Distribusjon: Kan distribueres fritt
Expiry date: 2006-09-26	Status Final

Utgivelsesdato: 2006-09-26	Rev. nr.:	Eksempel nr.:
--------------------------------------	-----------	---------------

Forfatter(e)/Kilde(r): Dagestad, Kjersti	
Omhandler (fagområde/emneord):	
Merknader:	
Trer i kraft:	Oppdatering:
Ansvarlig for utgivelse:	Myndighet til å godkjenne fravik:

Fagansvarlig (organisasjonsenhet): T&P ANT HMST	Fagansvarlig (navn): Sigurd J. Kinn	Dato/Signatur: 26.09.06 
Utarbeidet (organisasjonsenhet): T&P ANT HMST	Utarbeidet (navn): Kjersti Dagestad	Dato/Signatur: 26.09.06 
Anbefalt (organisasjonsenhet): T&P ANT HMST	Anbefalt (navn): Knut Åsnes	Dato/Signatur: 26.09.06 
Godkjent (organisasjonsenhet): T&P ANT HMST	Godkjent (navn): Kåre Salte	Dato/Signatur: 26.09.06 

Innhold

1	Bakgrunn	5
2	Utslipp til luft i drift, fase 1	6
3	Spredning- og avsetningsberegninger	8
3.1	Forutsetninger	8
3.2	Resultater av spredningsberegningene	9
3.3	Resultater av avsetningsberegningene	10
4	Konsekvensbeskrivelse	11
4.1	Utslipp regionalt og nasjonalt	11
4.2	Luftkvalitet	12
4.3	Virkning av nitrogen og svovelavsetning - Forsuring og eutrofiering	14
4.3.1	Avsetning fra Hammerfest LNG sammenlignet med dagens avsetning	14
4.3.2	Forsuring og eutrofiering av ferskvann	15
4.3.3	Forsuring og overgjødning av vegetasjon og jordsmonn	17
4.4	Økt konsentrasjon av Ozon som følge av økte utslipp av NOx	18
5	Referanser	19

Figurer

Figur 1: Kart over Melkøya med stasjonære utslippspunkt inkludert havneleie for skipstrafikk/1/	8
Figur 2: Maksimal timemiddelkonsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) av NO_2 fra utslipp fra Hammerfest LNG/1/	9
Figur 3: Summert tørr- og våtavsetning av nitrogen for utslipp fra Hammerfest LNG i $\text{mg N} / \text{m}^2$ per år/1/ ..	10
Figur 4: Summert tørr- og våtavsetning av nitrogen for utslipp fra Hammerfest LNG i $\text{mg N} / \text{m}^2$ per år. Kilde: NILU (2006)	10
Figur 5: Nasjonale utslipp av NO_x , SO_2 og nmVOC som bidrar til lokal og regional miljøpåvirkning. Kilde: statistisk sentralbyrå (SSB), 2006.	11
Figur 6: Nasjonale utslipp av klimagassene CO_2 og CH_4 . Kilde: statistisk sentralbyrå (SSB), 2006	12
Figur 7: Totalavsetning av langtransportert NO_x (mg/m^2 pr. år). Modellområdet som er benyttet er markert med grønt kvadrat. Kilde: NILU (2006)	14
Figur 8: Økt belastning fra LNG anlegget i % sammenlignet med dagens total avsetning i regionen. Kilde: NILU (2006)	15
Figur 9: Tålegrenser i overflatevann (venstre) og overskridelse av tålegrensene (høyre) i modellområdet til Hammerfest LNG. Kartene er basert på den siste oppdateringen av tålegrenser og overskridelser i 2003. Kilde: NIVA (2006)	16
Figur 10: N-avsetning fra Hammerfest LNG. Områder der tålegrensen for forurensning av ferskvann er overskredet, er merket med svarte rammer. Kilde: NIVA (2006)	16

Tabeller

Tabell 1: Estimerte utslipp i fase 1 av driftsfasen fra Hammerfest LNG	6
Tabell 2: Utslipp fra Hammerfest LNG	8
Tabell 3: Beregnet konsentrasjoner av NO_2 , NO_x og SO_2	9
Tabell 4: Nasjonale utslipp (foreløpige 2005 tall), utslipp i Finnmark (2003) og % økning som følge av utslipp fra Hammerfest LNG-anlegg. Kilde: Statistisk sentralbyrå (SSB), 2006.	11
Tabell 5: SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier, nasjonale mål, Forurensningslovens tiltaks- og kartleggingsgrenser og EUs grenseverdier for luftkvalitet med hensyn til virkning på helse. Grenseverdiene er gitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3/1/$	13
Tabell 6: Dagens avsetningsnivå sammen med beregnet tillegg fra utslipp fra Hammerfest LNG	14

1 Bakgrunn

Hammerfest LNG ble tildelt utslippstillatelse fra Statens forurensningstilsyn 13 september 2004. /2/. Antatt antall uønskede hendelser som medfører fakling og utslipp fra fakling er økt betydelig siden utslippstillatelsen ble gitt.

Dette dokumentet er et vedlegg til ny utslippsøknad som følge av økt fakling og gir en oppdatert konsekvensanalyse for utslipp til luft i forhold til beskrivelse som er gitt i konsekvensutredning for Snøhvit LNG /5 /, Snøhvit Energianlegg/4/ og tidligere søknad om utslippstillatelse/3/ .

De totale estimerte utslipp til luft fra Hammerfest LNG i fase 1 av driftsperioden er lagt til grunn og inkluderer nye utslippsberegninger for fakkell. Fase 1 defineres fra oppstart til behov for kompresjon av brønnstrømmen blir nødvendig (etter 5 – 7 år).

Konsekvensbeskrivelsen baserer seg på oppdaterte spredningsberegninger fra NILU/1/ og dokumentet er kvalitetssikret av NILU, NIVA og NINA. NIVA har i anledning av denne rapporten produsert Figur 9 og Figur 10 og NILU har produsert Figur 4, Figur 7 og Figur 8.

2 Utslipp til luft i drift, fase 1

Tabell 1 viser utslipp fra Hammerfest LNG, både fra energiproduksjon og fra de ulike utslippskildene i prosessanlegget.

Tabell 1: Estimerte utslipp i fase 1 av driftsfasen fra Hammerfest LNG

Utslippskilde Fase 1	CO ₂	NO _x	CH ₄	NM VOC	SO ₂	H ₂ S	Kommentar
	Tonn/år	tonn/år	tonn/år	tonn/år	tonn/år	tonn/år	
<i>Energiproduksjon</i>							
215 MW el.kraft, 167 MW varme (fase 1)	870 000	725	46	20	6,5	-	Sum utslipp fra 5 gassturbiner med 94% last, 25 ppm NO _x
<i>Prosessanlegg</i>							
Incinerator	2800	0,5	9				Brenning av returgass fra kondensatskip
Nitrogenfjerningsenhet							Restmengde av CH ₄ ventileres. Fyrt oljevermer som benyttes ved vedlikehold av gassturbiner og ved oppstart
Fyrt oljevermer	1100	1					Utslipp ved uønskede hendelser 1) produksjon fortsetter og 2) produksjonen stenges ned
Fakling	200 000	107	700	280			
Tank- Kondensfakkel		3					Lavtrykksfakkel
CO ₂ ventilering	40 000		54	120		3	Ved utfall av CO ₂ injeksjon, antatt 17 dager per år
Diffuse utslipp			31	13			Estimert total for prosess, lager og lasting
Totalt fra prosessanlegg	243 900	112	794	413	0	3	
Totalt utslipp til luft i driftsfasen (fase 1)	1113900	836,5	840	433	6,5	3	

Energianlegg/kraftgenerering

LNG-produksjon er energikrevende. Kraften produseres av 5 gassturbiner. Forbrenning av hydrokarboner i gassturbinene forårsaker hovedsakelig utslipp til luft av karbondioksid (CO₂) og NO_x. Det er relativt lite utslipp av Metan (CH₄), Flyktige organiske forbindelser utenom metan (nmVOC) og Svoveldioksid (SO₂).

Utslipp fra gassturbinene er redusert så mye som mulig, ved bruk av tørr, lav-NO_x brenner (<25 ppm NO_x). Dette er pr i dag BAT (Best Available Techniques). Ved beregning av utslippsmengder fra drift av LNG-anlegget er det tatt utgangspunkt i en utslippsrate på 25 ppm NO_x. Totalutslippet er beregnet til 725 tonn/år (Tabell 1).

Utslipp av CO₂ er minimalisert ved bruk av en meget energi effektiv prosess, varmegjenvinning fra avgassvarme og bruk av gassturbiner med høy virkningsgrad. De årlige utslippene av CO₂ i driftsperiodens fase 1 fra energianlegget vil være ca. 870 000 tonn (Tabell 1).

Injeksjon av CO₂ og utslipp fra reinjeksjonssystemet ved nedetid

CO₂ fjernes fra naturgassen før prosessering og reinjiseres i Tubåen formasjonen på Snøhvit feltet. Mengde CO₂ som reinjiseres utgjør ca 730.000 tonn CO₂/år.

Uønsket nedstengning av CO₂ injeksjonssystemet medfører utslipp av CO₂ (40.000 tonn/år), uforbrente hydrokarboner og H₂S (Hydrogen sulfid). Antall dager med CO₂ injeksjonssystemet nede er basert på regularitetsanalyse. Mengde H₂S i brønnstrømmen er satt til maksimalverdien 5 ppm, men vil etter all sannsynlighet være lavere. H₂S –mengdene kan imidlertid variere noe over feltenes (Snøhvit, Albatross og Askeladd) levetid.

Fakling

Fakling (brenning av gass) medfører utslipp av CO₂ (200.000 tonn/år), NO_x (107 tonn/år), CH₄ (700 tonn/år)₄ og nmVOC (280 tonn/år). Fakling opptrer hovedsakelig på grunn av oppstart etter uønsket nedstengning. Disse tallene er derfor usikre, og vil variere med antall uønskede stanser på anlegget. Det antas at utslipp fra fakling vil bli redusert over tid etter hvert som uønskede stanser av anlegget blir redusert. Fakling ved oppstart etter uønskede hendelser og ved andre driftsproblemer er beskrevet i kapittel 6 og 7 i utslippssøknaden.

Diffuse utslipp

Mindre mengder metan og andre flyktige hydrokarboner vil slippes ut som følge av diffuse utslipp fra pakninger, tanker, lasting, etc.

3 Spredning- og avsetningsberegninger

Det er gjennomført beregninger for spredning og avsetning av nitrogen- og svoveldioksidutslippene fra Hammerfest LNG /1/.

3.1 Forutsetninger

Beregningene er gjennomført med et utslipp av 835 tonn NO_x/år og 6,5 tonn SO₂ /år. Fordeling av utlippene som er benyttet i spredningsberegningene er vist i Tabell 2, se også Tabell 1.

Figur 1 viser lokalisering av høytrykksfakkel, tankfakkel/kondensatfakkel og gassturbiner.

Tabell 2: Utslipp fra Hammerfest LNG

Utslippspunkt	Utslipp tonn NO _x per år	Utslipp tonn SO ₂ per år
Gassturbiner	725	6,5
Høytrykksfakler	107	-
Tank- Kondensfakkel	3	-
Sum Hammerfest LNG	835	6,5



Figur 1: Kart over Melkøya med stasjonære utslippspunkt inkludert havneleie for skipstrafikk/1/.

Gassturbinene og tank/kondensfakkel har utslipp som er fordelt kontinuerlig over hele spredningsperioden. Høytrykksfakkel har utslipp som varierer med tiden. For detaljert beskrivelse av fakkelsituasjoner og dokumentasjon av øvrige forutsetninger inklusiv meteorologi og årlig avsetning på bakgrunnsstasjoner i området, vises det til underlagsrapport/1/.

Det vises også til kapittel 6 og 7 i utslippssøknaden som beskriver utslipp fra fakling ved uønsket nedstengning og andre driftsproblemer.

3.2 Resultater av spredningsbergingene

For å få et helhetlig bilde av konsentrasjoner av nitrogenoksider er det kjørt beregninger av både NO_x og NO₂. Det er også beregnet konsentrasjoner av SO₂ i luft midlet over både time, døgn og år. Tabell 3 viser resultater fra spredningsberegningene.

Tabell 3: Beregnet konsentrasjoner av NO₂, NO_x og SO₂

Komponent	Maksimalt timemiddel µg/m ³	19. høyeste timemiddel µg/m ³	Maksimalt døgnmiddel µg/m ³	Årsmiddel µg/m ³
NO ₂	108	80		1,94
NO _x	212	153		2,65
SO ₂	1,9		0,4	0,024

Det er bare konsentrasjoner av NO₂ og SO₂ som har konsekvenser for luftkvaliteten og hvor det er gitt grenseverdier (se Tabell 5). Konsekvenser er beskrevet i kapittel 4.2.



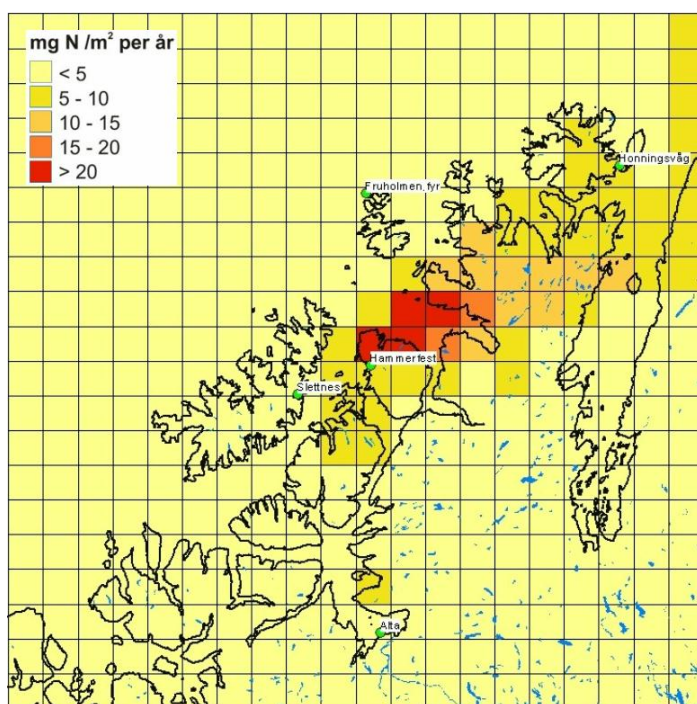
Figur 2: Maksimal timemiddelkonsentrasjon (µg/m³) av NO₂ fra utslipp fra Hammerfest LNG/1/.

3.3 Resultater av avsetningsbergrningene

Det er beregnet tørr- og våtavsetning hver for seg midlet over ruter på 10 km x 10 km. Maksimalt tillegg fra Hammerfest LNG er henholdsvis 26 mg N/m² per år og 0,6 mg S/m² per år. Isolinjer for avsetningsnivåene for nitrogen (våt- og tørravsetning summert) er vist i Figur 4 og rastekart for avsetningsnivået er vist i Figur 4. Konsekvenser er beskrevet i kapittel 4.3.



Figur 3: Sommert tørr- og våtavsetning av nitrogen for utslipp fra Hammerfest LNG i mg N / m² per år/1/



Figur 4: Sommert tørr- og våtavsetning av nitrogen for utslipp fra Hammerfest LNG i mg N / m² per år. Kilde: NILU (2006)

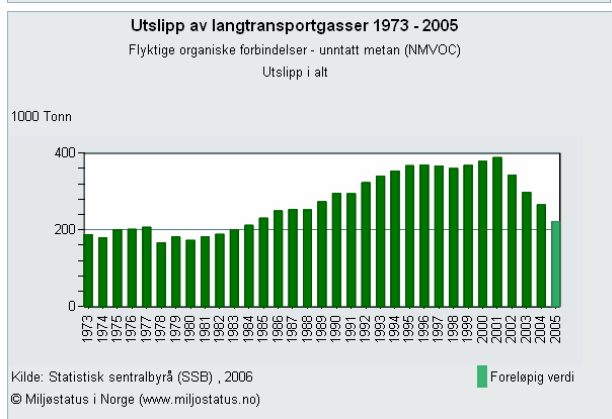
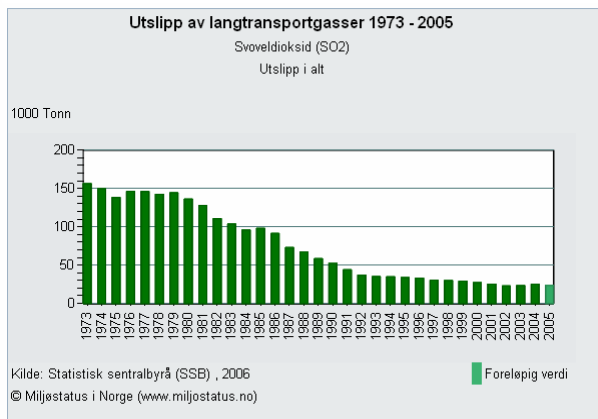
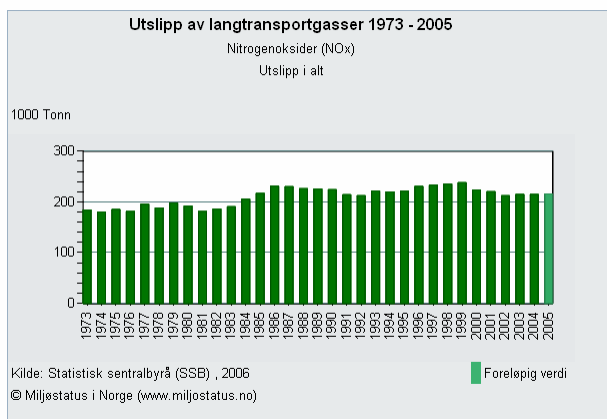
4 Konsekvensbeskrivelse

4.1 Utslipp regionalt og nasjonalt

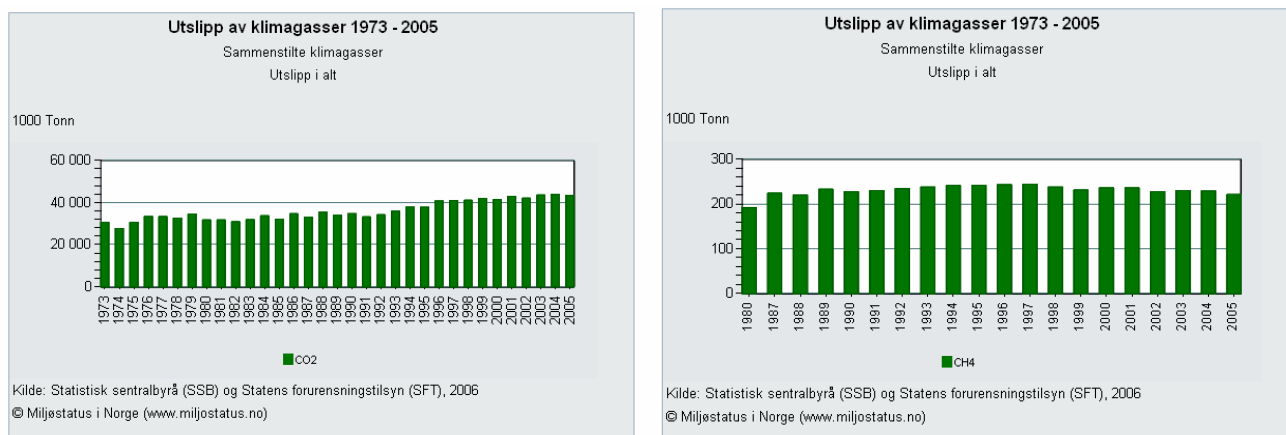
Utslippene av NO_x og nmVOC fra LNG-anlegget medfører en betydelig økning av disse komponentene i Finnmark (Tabell 4). Utslippene av klimagassen CO₂ øker med 3% nasjonalt. De nasjonale utslippene av NO_x, SO₂ og nmVOC er gått ned de senere år (Figur 5), mens utslippene av klimagassen CO₂ har økt (Figur 6).

Tabell 4: Nasjonale utslipp (foreløpige 2005 tall), utslipp i Finnmark(2003) og % økning som følge av utslipp fra Hammerfest LNG-anlegg. Kilde: Statistisk sentralbyrå (SSB) , 2006.

	NO _x		SO ₂		nmVOC		CO ₂		CH ₄	
	Tonn/år	% økning	Tonn/år	% økning	Tonn/år	% økning	Tonn/år	% økning	Tonn/år	% økning
Finnmark	1570	53	80	8	1850	23	281440	396	54100	2
Nasjonale utslipp	215680	0,4	23800	0,0	221790	0,2	43314000	3	221000	0,4



Figur 5 Nasjonale utslipp av NO_x, SO₂ og nmVOC som bidrar til lokal og regional miljøpåvirkning. Kilde: statistisk sentralbyrå(SSB), 2006.



Figur 6 Nasjonale utslipp av klimagassene CO₂ og CH₄. Kilde: statistisk sentralbyrå(SSB), 2006

4.2 Luftkvalitet

Ved vurdering av luftkvaliteten i et område er det vanlig å sammenligne målte og beregnede konsentrasjoner med luftkvalitetskriterier eller grenseverdier for luftkvalitet. En sammenstilling av kriterier og grenseverdier er gitt i Tabell 5.

SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier er satt ut fra at eksponeringsnivåene må være 2-5 ganger høyere enn kriteriene før det med sikkerhet er konstatert skadelige effekter. Overskridelser kan derfor ikke tolkes som definitivt helseskadelige, men en kan heller ikke utelukke effekter hos spesielt sårbare mennesker ved nivåer under kriteriene. SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier er betydelig lavere enn kartleggings- og tiltaksgrensene i forskriften til Forurensningsloven og er også lavere enn EUs grenseverdier og Nasjonale Mål. Kriteriene satt i forskriften til Forurensningsloven og EUs grenseverdier er juridisk bindende.

Verken EUs grenseverdi, nasjonale målsettinger eller kartleggings- og tiltaksgrensene i forskriften til Forurensningsloven blir overskredet i beregningene av utslipp av NO₂ fra LNG-anlegget for noen midlingstid. SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for maksimal timemiddelkonsentrasjon (100 µg NO₂ per m³) blir overskredet 4 ganger i løpet av ett år. Maksimal timemiddelkonsentrasjon er beregnet til 108 µg NO₂/m³ (Tabell 3). Lokalisering av denne overskridelsen er vist i Figur 2, og opptrer ca 0,5 km sør for kaianlegget i sjøen i Melkøysundet. Overskridelsen representerer absolutt ingen risiko eller konsekvenser for arbeidstakere på anlegget eller befolkningen i området. Beregnet årsmiddelkonsentrasjon (1,9 µg NO₂/m³) er ca 15 ganger lavere enn strengeste grenseverdi (30 µg NO₂/m³).

Når det gjelder SO₂ blir verken EUs grenseverdi, nasjonale målsettinger eller SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier overskredet for noen midlingstid (Tabell 3 og Tabell 5)

Tabell 5: SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier, Nasjonale mål, Forurensningslovens tiltaks- og kartleggingsgrenser og EUs grenseverdier for luftkvalitet med hensyn til virkning på helse. Grenseverdiene er gitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3/1/$.

Stoff	Definert grenseverdi	Midlingstider			
		1 time	24 timer	6 måneder	År
NO ₂	SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier	100	75	50	30
	Nasjonalt mål (og antall tillatte overskridelser)	150 * (8 per år)			
	Forurensningslovens tiltaksgrense	300			
	Forurensningslovens kartleggingsgrense	200			
	EUs grenseverdier (antall tillatte overskridelser)	200 * (18 per år)			40 *
PM ₁₀	SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier		35	Ny verdi skal utarbeides	
	Nasjonalt mål (og antall tillatte overskridelser)		50 (25 per år) 50 * (7 per år *)		
	Forurensningslovens tiltaksgrense		300		
	Forurensningslovens kartleggingsgrense		150		
	EUs grenseverdier (antall tillatte overskridelser) Grenseverdier for 2010 er veiledende.		50 (35 per år) 50 * (7 per år)		40 20 *
SO ₂	SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier		90	40	
	Nasjonalt mål		90		
	Forurensningslovens tiltaksgrense		200		
	Forurensningslovens kartleggingsgrense		90		
	EUs nye grenseverdier (og antall tillatte overskridelser)	350 (24 per år)	125 (3 per år)		

* skal overholdes innen 1.1.2010

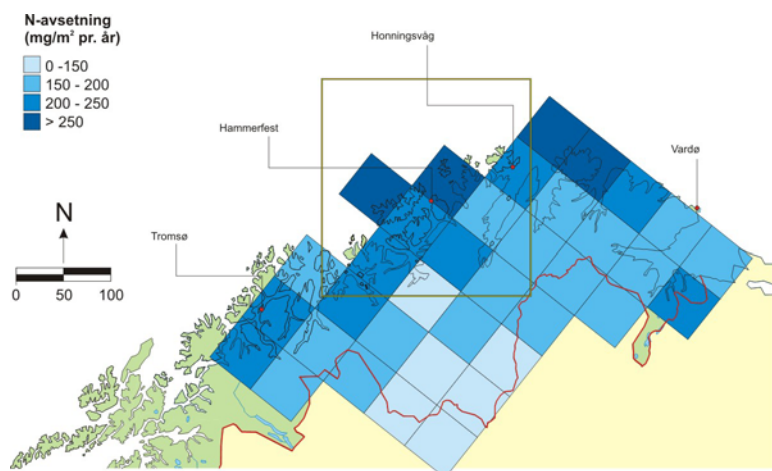
4.3 Virkning av nitrogen og svovelavsetning - Forsuring og eutrofiering

4.3.1 Avsetning fra Hammerfest LNG sammenlignet med dagens avsetning

Tabell 6 viser maksimalt beregnet avsetningsnivå av nitrogen og svovel fra LNG-anlegget (den griddruta som gir høyest verdi) sammen med vurdering av dagens avsetningsnivå.

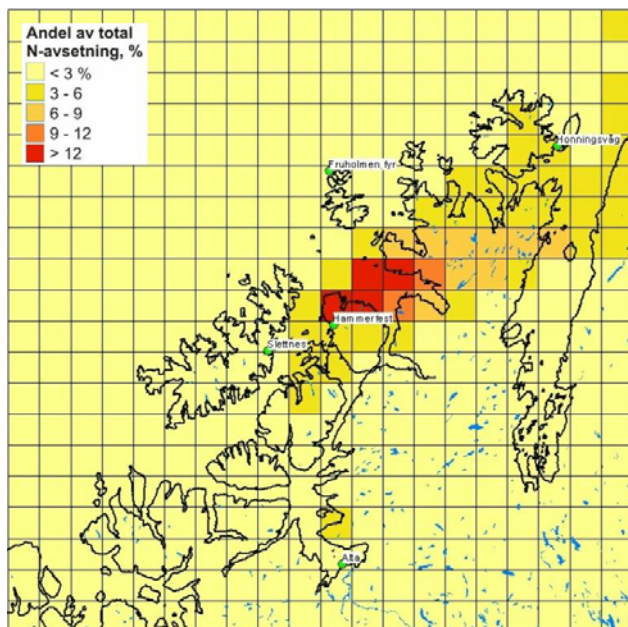
Tabell 6: Dagens avsetningsnivå sammen med beregnet tillegg fra utslipp fra Hammerfest LNG

	Nitrogenavsetning mg N /m ² per år	Svovelavsetning mg S /m ² per år
Vurdering av dagens avsetningsnivå innenfor influensområdet (modellområdet)	150-300	150 - 400
Maksimalt tillegg fra Hammerfest LNG	26	0,6



Figur 7: Totalavsetning av langtransportert NO_x (mg/m² pr. år). Modellområdet som er benyttet er markert med grønt kvadrat. Kilde: NILU (2006)

Avsetningsnivå fra LNG anlegget for nitrogen i mg N/m² i hele beregningsområdet er vist i Figur 4. Figur 7 viser totalt avsetningsnivå i regionen og Figur 8 viser økt belastning fra LNG anlegget i % sammenlignet med dagens total avsetning i regionen. Fire ruter viser at bidraget fra Hammerfest LNG-anlegg er over 12%, bakgrunnsavsetningen i dette området er 200-300 mgN/m² pr år. Disse områdene inkluderer blant annet områdene nord på Kvaløya. Dette gir med en maksimalt beregnet nitrogenavsetning på 26 mg/m² per år og en økning av dagens nitrogenavsetning på maksimalt 13% utfra en bakgrunnsavsetning på 200 mg N/m² per år. Økningen i svovelavsetningen er ubetydelig.



Figur 8: Økt belastning fra LNG anlegget i % sammenlignet med dagens total avsetning i regionen. Kilde: NILU (2006)

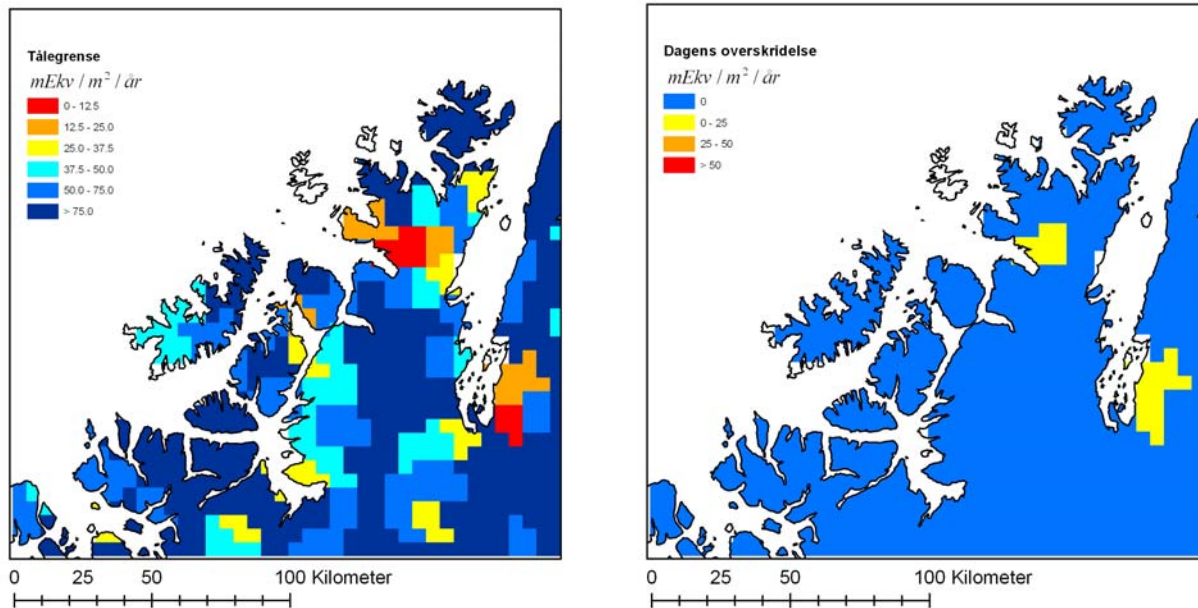
4.3.2 Forsuring og eutrofiering av ferskvann

Forsuring

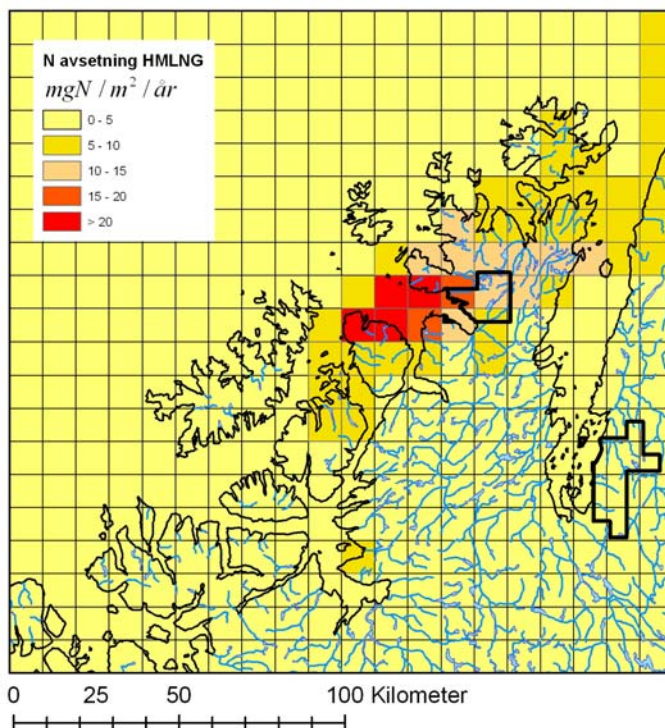
Forsuring kan oppstå både som et resultat av utslipp av svovel og nitrogenforbindelser. Her er det hovedsakelig nitrogen som følge av NO_x utslipp som er omtalt pga den lave SO_2 belastningen. Forsuring kan oppstå dersom nitrogenforbindelser danner salpetersyre (HNO_3 og NO_3^-) og tilføres i større mengder enn plantene i området kan ta opp. Hvor mye av nitrogenet som tilføres som faktisk bidrar til forsuring, varierer mye fra sted til sted, men generelt vil det meste holdes tilbake i nedbørfeltet. Tålegrenser for sur nedbør i ferskvann og overskridelse av tålegrenser er vist i Figur 9.

I modellområdet for bergning av nitrogenavsetning fra Hammerfest LNG (ref Figur 4) er det ca. 600 km^2 av totalt $16\,000 \text{ km}^2$ hvor tålegrensen er overskredet i dag. Beregninger med SSWC¹ modellen viser at utslippene fra Hammerfest LNG ikke vil øke andel av områder med overskredet tålegrense. I områdene hvor tålegrensen er overskredet, vil utslippene fra Hammerfest LNG medføre en økning i overskridelsen på maksimalt 0,5%. Det er antatt at alt tilført nitrogen bidrar til forsuring. Dette er lite sannsynlig og den reelle effekten vil være betydelig mindre. Figur 10 viser området som i dag er overskredet sammen med beregnet avsetningen fra Hammerfest LNG.

¹ Steady State Water Chemistry



Figur 9 Tålegrenser i overflatevann(venstre) og overskridelse av tålegrensene (høyre) i modellområdet til Hammerfest LNG. Kartene er basert på den siste oppdateringen av tålegrenser og overskridelser i 2003. Kilde: NIVA (2006)



Figur 10 N-avsetning fra Hammerfest LNG. Områder der tålegrensen for forsurening av ferskvann er overskredet, er merket med svarte rammer. Kilde: NIVA (2006)

Eutrofiering

I tillegg til forsureningseffekten kan økt tilførsel av nitrogen generelt medføre eutrofiering av overflatevann. Dette betyr at nitrogenforbindelser kan tas opp som plantenæring og øke den biologiske produksjonen i vann. Produksjonen begrenses vanligvis av fosfor i oligotrofe sjøer (Økland 1983) og minimumsbelastningen av nitrogen må være $500 \text{ mg N/m}^2/\text{år}$ for å oppnå eutrofiering. Den forventede belastningen fra LNG anlegget i hele beregningsområdet, inkludert bakgrunnsbelastning (Figur 4 og Figur 7) er langt lavere enn minimumsbelastning for å oppnå eutrofiering ($500 \text{ mg N/m}^2/\text{år}$).

Overvåking av ferskvann

Overvåking av ferskvann er inkludert i Snøhvit's omfattende miljøovervåkingsprogram. Fokuset er på eventuelle forsureningseffekter, men andre effekter som eksempelvis eutrofiering overvåkes også.

4.3.3 Forsuring og overgjødning av vegetasjon og jordsmonn

Vegetasjonen i influensområdet vil bli utsatt både for tørr- og våtavsetninger av NO_x og SO_2 .

Forsuring

Når NO_x og SO_2 løses i vann forårsaker dette en forsurening. Lav og mose som tar opp regnvann direkte gjennom sine overjordiske deler, vil kunne påvirkes av økt forsurening. En forsurening av jordsmonnet vil også kunne føre til endringer i plantesamfunnene da planter har ulike pH- preferanser /6/. En nedgang i pH vil kunne føre til at arter som trives bedre ved lavere pH konkurrerer ut arter som krever et mindre surt miljø.

Tålegrensen for forsurening av plantesamfunn i dette området regnes ikke som overskredet. Siden økningen av svovel avsetningen er svært liten, antas det at forsureningseffekter på vegetasjon vil bli ubetydelige. Endringer i jordkjemi er vanskelig å spore selv ved moderate forsureninger, og det antas at forsurening av jord også vil bli ubetydelig.

Direkte opptak av NO_x og SO_2

NO_x og SO_2 kan også tas opp direkte i planter gjennom spalteåpningene. Ved lave konsentrasjoner er NO_x å regne som et plantenæringsstoff, noe som kan forårsake økt vekst hos karplanter, moser og lav, mens den ved høye konsentrasjoner er en plantegift /7/. Dersom for store mengder NO_x tas opp over tid, oppstår akutte skader i form av nekrose (områder med dødt vev). Effekter av opptak av SO_2 gjennom spalteåpningene er bl.a. skader på membraner i kloroplastene som igjen medfører redusert fotosyntese og redusert vekst. Moser og lav er spesielt ømfintlige arter.

Siden tålegrensene for NO_x og SO_2 konsentrasjoner ikke vil bli overskredet i områder med vegetasjon, antas det at effekter av direkte opptak av gasser er ubetydelige.

Tørravsetning av nitrogen i rabbesamfunn og lyngheier kan gjøre plantene mer utsatt for tørkestress /6/, men dette anses som ubetydelig i forhold til de aktuelle bakgrunnskonsentrasjoner og ekstra avsetning fra Hammerfest LNG.

2 Publisert av Umweltbundesamt i Tyskland i 2004 i forbindelse med det europeiske tålegrensearbeidet

Overgjødsling

En senking av pH i jordsmonnet som følge av nitrogen og svovelholdige syrer vil kunne påvirke løseligheten av ulike mineraler som er viktige plantenæringsstoffer. Disse kan bli tilgjengelig for planter, men de kan også vaskes bort med regnvann og føre til et mindre næringsrikt jordsmonn. Rabbesamfunn er spesielt sårbare med hensyn til endringer i tilgangen på mineralnæring, nitrogen-og fosfatbasert næring. Enger og bakkemyrer er bedre rustet til å takle en eventuell forsuring av jordsmonnet. En utløsning av plantenæringsstoffer som et resultat av forsuring av jordsmonnet er imidlertid lite sannsynlig ved de aktuelle utslippene.

Planter og mikroorganismer tar opp tilført nitrogen fra jord og luft og benytter dette som byggemateriale i celleproduksjonen. Økt nitrogentilgang kan således gi gjødslingseffekter og føre til økt biomasseproduksjon, samt endret artssammensetning i plantesamfunn. Tålegrensen for arktisk-/alpine heier, som er den dominerende vegetasjonstypen i influensområdet, er satt til 500 mg N/m² pr år /8/. Hvis denne grensen overskrides, kan det skje en nedgang i lav, moser og lyngvekster og en økt grasvekst.

Bakgrunnsbelastningen av nitrogen i området, samt ekstra belastning fra LNG anlegget som til sammen antas å være 230-330 mgN/m² pr år vil være langt under denne tålegrensen (Figur 4 og Figur 7). Ut fra eksisterende tålegrense forventes det derfor ingen endringer som skyldes gjødslingseffekter. Tålegrensen for arktisk-/alpine heier er imidlertid usikker da slike områder over lang tid har hatt lave nitrogenkonsentrasjon i luft og utviklet en vegetasjon tilpasset nitrogenfattige vekstvilkår. Det er således mulig at tålegrensen for overgjødsling i dette området kan være lavere enn dagens antatte tålegrenser.

Overvåking av vegetasjon og jordsmonn

Overvåking av vegetasjon og jordsmonn er inkludert i Snøhvit's miljøovervåkingsprogram hvor først og fremst eventuelle eutrofiering og forsuringseffekter overvåkes, men hvor også analyse av miljøgifter er inkludert i programmet.

4.4 Økt konsentrasjon av Ozon som følge av økte utslipp av NO_x

Ozon dannes når nitrogenoksider (NO_x) og flyktige organiske forbindelser (VOC) reagerer med hverandre under påvirkning av sollys. Hovedkilden til bakkenært ozon i Norge er utslipp av langtransportert NO_x. Målte månedsmiddelkonsentrasjoner av ozon ved Karasjok var 51 – 95 µg/m³ i 2004.

Høye ozonkonsentrasjoner er skadelig for menneskers helse ved at luftveier og lungefunksjon påvirkes. Særlig utsatt er astmatikere og andre med kroniske luftveislidelser. I henhold til EUs ozondirektiv skal befolkningen varsles dersom det måles timemiddelkonsentrasjoner over 180 µg/m³. Økt konsentrasjon av ozon (O₃) kan generelt gi fysiologiske skader på vegetasjon. O₃ ved bakken i høye konsentrasjoner kan føre til at klorofyllet brytes ned og forsvinner i deler av plantens bladverk (klorose). Klorose kan oppdages ved flekker/prikker av dødt vev (nekrose) på planten.

Det er ikke sannsynlig at de marginale ozonnivåene forårsaket av Hammerfest LNG kan føre til effekter. Langtransportert forurensning vil være den åpenbart dominerende faktoren.

5 Referanser

- 1 Gjerstad, K.I., (2006): Modellering av spredning og avsetning basert på prognoser for utslipp, Miljøovervåking av utslipp til luft fra Snøhvit-Hammerfest LNG, OR 31/2006, ISBN: 82-425-1753-3
- 2 SFT. 2004. Utslipptillatelse for Snøhvit LNG , 2002/1169 408/2003-3
- 3 Statoil. 2002. Snøhvit LNG utslippssøknad - RA-SNØ 0280, rev. 01:November 2002
- 4 Statoil .2002. Snøhvit LNG, Energianlegg, Konsekvensutredning
- 5 Statoil . 2001. Snøhvit LNG, Konsekvensutredning
- 6 Arnesen, G. & Bjerke, J.W. 2000. LNG-anlegg på Melkøya - Hammerfest. Oppdatering av konsekvensutredning og forslag til overvåkningsprogram for vegetasjon. Rapport. Institutt for biologi, Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, Universitetet i Tromsø. 12 s.
- 7 SFT (1992) Virkninger av luftforurensinger på helse og miljø - anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo (SFT-rapport 92:16).
- 8 Achermann, B. & Bobbink, R., eds. 2003. Empirical Critical Loads for Nitrogen. Expert Workshop Berne, 11-13 November 2002. Proceedings. - Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape SAEFL, Bern.