

OR 9/2010

Ny Hot Oil Heater ved Kollsnes prosessanlegg

Vurdering av utslipp til luft

Tore Flatlandsmo Berglen og Dag Arild Tønnesen

OR 9/2010

Ny Hot Oil Heater ved Kollsnes prosessanlegg

Vurdering av utslipp til luft

Tore Flatlandsmo Berglen og Dag Arild Tønnesen

Forord

Denne rapporten er utarbeidet for Aker Solutions i forbindelse med bygging av ny Hot Oil Heater ved Kollsnes prosessanlegg. Rapporten skal være underlag for søknad om oppdatert utslippstillatelse. Kontaktpersoner hos Aker Solutions har vært Johan Christian Sandvik og Carsten-Helge Lileng. Ang. utslippstall og tekniske spørsmål har Tor Sigurd Brønn vært svært behjelpelig. NILU har et måleprosjekt på Kollsnes 2008-2010 (kontaktperson Ive Helen Skaga) og kunnskap fra dette måleprosjektet har også vært nyttig i utarbeidelsen av denne rapporten.

Innhold

	Side
Forord	1
Sammendrag	3
1 Innledning	4
2 Eksisterende grenseverdier og bakgrunnskonsentrasjoner	5
2.1 Luftkvalitetskriterier og grenseverdier	5
2.2 Vindretning og eksisterende bakgrunnskonsentrasjoner.....	7
3 Utslipp fra ny Hot Oil Heater	8
4 Modell for beregning av timemiddel (CONCX)	10
4.1 Enhetsutslipp	10
5 Spredningsberegninger for utslipp fra ny Hot Oil Heater	12
5.1 NO _x	12
5.2 CO	12
5.3 SO ₂	13
5.4 Partikler PM	14
6 Oppsummering / konklusjon	14
7 Referanser	16

Sammendrag

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har vurdert utslipp til luft fra ny "Hot Oil Heater" som skal bygges ved Kollsnes prosessanlegg.

Utslipp til luft av NO_x, CO, SO₂ og støv er vurdert. Gitt utslipp av disse fire komponentene er CONCX-modellen brukt for å beregne maksimalt timemiddel. Maksimalt timemiddel er så sammenholdt med KLIFs (tidligere SFT) veiledende luftkvalitetskriterier og eksisterende bakgrunnsverdier på Kollsnes.

For NO_x, CO og SO₂ er både utslippet fra Hot Oil Heater-installasjonen og eksisterende bakgrunnskonsentrasjoner langt under KLIFs kriterier.

For støv (sot) viser beregningene at maksimalt timemiddel fra utslippet kan være i samme størrelsesorden som eksisterende bakgrunnskonsentrasjoner og KLIFs kriterier. Til dette er å bemerke at her er det beregnet maksimalt timemiddel, mens KLIFs grenseverdier er døgnmiddel. Erfaringsmessig er døgnmiddel høyst 50% av maksimalt timemiddel. Dessuten er utslippstallene som er brukt i beregningene sannsynligvis for høye. Fyrgassen som skal brukes i Hot Oil Heater består for det meste av metan (CH₄), etan (C₂H₆) og propan (C₃H₈), dvs. korte karbonkjeder som vil gi svært fullstendig forbrenning og derved lite sotdannelse. Konklusjonen for støv/sot er også at bidraget fra Hot Oil Heater ligger under KLIFs kriterier.

Et annet poeng er at den nye Hot Oil Heater som er vurdert i denne rapporten vil erstatte gamle ovner (41-FA301A og 41-FA301B). De gamle ovnene vil fungere som reserveovner. De totale utslippene fra Kollsnes vil derfor være uforandret eller redusert i og med at den nye ovnen er basert på den nyeste og beste tilgjengelige teknologi med bl.a. lave utslipp av NO_x.

Ny Hot Oil Heater ved Kollsnes prosessanlegg

Vurdering av utslipp til luft

1 Innledning

Aker Solutions har bedt Norsk institutt for luftforskning (NILU) om å vurdere utslipp til luft fra ny ”Hot Oil Heater” ved Kollsnes prosessanlegg i Øygarden nordvest for Bergen. Byggearbeidet skal utføres av Aker Stord på oppdrag fra Statoil. Aker Solutions planlegger og tilrettelegger prosjektet. Denne rapporten er underlagsmateriale for utslippssøknad som skal leveres Klima- og forurensningsdirektoratet (tidligere SFT, omdøpt til Klif 18. januar 2010).

Kollsnes prosessanlegg behandler gassen fra feltene Troll, Kvitebjørn og Visund. Anleggene kan behandle inntil 143 millioner standard kubikkmeter (Sm³) naturgass i døgnet. På Kollsnes blir våtgassen (NGL – natural gas liquids) skilt ut av gassen. Tørrgassen komprimeres før den sendes ut i rørsystemet som bringer den ut til kundene. For mer informasjon se Statoils hjemmeside for Kollsnes-anlegget nevnt i referanselisten (kap. 7). I perioden 1. desember 2008-30. november 2009 utførte NILU et omfattende måleprogram ved Kollsnes prosessanlegg (Berglen et al., 2010). Dette gjør at NILU har god oversikt over forurensningssituasjonen i området.

Hot Oil Heater er en form for fjernvarme der det brukes olje som transportør av energi, og ikke for eksempel vann slik det brukes i enkelte norske byer. Oljen varmes opp ved hjelp av gass som fyres i en kraftig brenner. Den varme oljen føres så i rør rundt på prosessanlegget. Brenning av gass vil uvergelig føre til utslipp til luft, og det må leveres utslippssøknad for denne nye utslippskilden. I den anledning er det visse krav som må oppfylles:

Ved etablering av nye utslippspunkter, skal utslippshøyder bestemmes av beregninger basert på tillatt utslippsmengde, eksisterende bakgrunnskonsentrasjon og de ugunstigste spredningsforhold som kan forekomme, slik at konsentrasjonen av NO_x, CO, SO₂ og støv ved bakkenivå eller ved eventuelle nærliggende luftinntak ikke overskrider 50 % av differansen mellom SFTs veiledende luftkvalitetskriterier og bakgrunnskonsentrasjonen. Det skal brukes kompetent ekstern bistand til beregningene.

Herliggende rapport er utført av NILU som uavhengig tredjepart og består av spredningsberegninger for å verifisere utslippsmengder.

Når det gjelder NO_x fokuseres det i denne rapporten på NO₂ siden det er en giftig gass med tilhørende grenseverdier. For støv (PM¹) er det først og fremst sotpartikler som er aktuelt.

Først redegjøres det for eksisterende grenseverdier og generelle bakgrunnskonsentrasjoner ved Kollsnes. Så gjennomgås utslippene fra ny Hot Oil Heater. Deretter beskrives modellverktøyet som er brukt i beregningene (CONCX). Siden

¹ PM: ”Particulate matter”, dvs. partikler. PM_{2,5} er partikler med diameter mindre enn 2,5 µm (mikrometer, dvs. 1/1000 mm), PM₁₀ er partikler med diameter mindre enn 10 µm.

gjøres spredningsberegninger for de angjeldende komponenter (NO_x, CO, SO₂ og støv) og bidraget fra det nye utslippspunktet kvantifiseres. Til slutt er resultatene sammenlignet med gjeldende grenseverdier og bakgrunnskonsentrasjoner, før konklusjoner trekkes.

2 Eksisterende grenseverdier og bakgrunnskonsentrasjoner

2.1 Luftkvalitetskriterier og grenseverdier

Ved vurdering av luftkvaliteten i et område er det vanlig å sammenligne målte og beregnede konsentrasjoner med luftkvalitetskriterier eller grenseverdier for luftkvalitet.

EU har nå fastsatt nye grenseverdier for luftkvalitet for EU (inkludert EØS-området). Disse har i hovedsak tatt utgangspunkt i Verdens helseorganisasjons anbefalte retningslinjer (WHO, 1995). EUs grenseverdier for midlingstider 1 time, 8 timer eller 24 timer kan tillates overskredet et visst antall ganger i året. Disse grenseverdiene vil gjennom EØS-avtalen også gjelde i Norge. Disse grensene er til dels betydelig strengere enn gjeldende forskrifter i Forurensningsloven.

Regjeringen vedtok høsten 1998 Nasjonale mål for luftkvalitet for byer og tettsteder. Disse kravene er bygget opp som de nye EU-kravene, men verdiene er litt strengere. Alle offentlige data og rapportering om framdriften i miljøarbeidet, utviklingen i miljøtilstand osv. og virkningsberegninger i nasjonale transportplaner skal legges opp etter disse målene.

KLIF har i samarbeid med Folkehelseinstituttet utarbeidet såkalte anbefalte luftkvalitetskriterier. Disse er satt ut fra at eksponeringsnivåene må være 2-5 ganger høyere enn kriteriene (faktoren varierer fra stoff til stoff) 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. Disse kriteriene er satt betydelig lavere enn EUs grenseverdier og Nasjonale mål. I motsetning til de kravene som er nedfelt i forskriften og EUs grenseverdier er KLIFs kriterier ikke juridisk bindende.

KLIFs luftkvalitetskriterier har de strengeste kravene, og når luftkvaliteten tilfredsstillende disse verdiene vil de øvrige også være oppfylt. Tabell 1 gir et sammendrag av de ulike grenseverdiene og kriteriene som anvendes i Norge.

I tillegg fins det Administrative normer for forurensning i arbeidsatmosfære. Normene er satt for bruk ved vurdering av arbeidsmiljøstandarden på arbeidsplasser der luften er forurenset av kjemiske stoffer. Normene er satt ut fra tekniske, økonomiske og medisinske vurderinger. Selv om normene overholdes er man derfor ikke sikret at helsemessige skader og ubehag ikke kan oppstå. Dette er normer som er satt i forhold til arbeidsmiljø og ikke naturmiljø. Dersom disse normene skal overføres til indikative grenseverdier for naturen er det vanlig å dividere Administrative normer med en faktor i intervallet 30 – 70 avhengig av hvilke stoff det er snakk om. Administrativ norm er ikke diskutert inngående i denne rapporten, men nevnes i kap. 6 Oppsummering / konklusjon.

Tabell 1: KLIFs anbefalte luftkvalitetskriterier, Nasjonale mål, Forurensningslovens tiltaks- og kartleggingsgrenser og EUs nye grenseverdier for luftkvalitet med hensyn til virkning på helse. Grenseverdiene er gitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$, unntatt CO der enheten er mg/m^3 . Se fotnote ².

Stoff	Midlingstid	1 time	8 timer	24 timer	6 måneder	År
NO ₂	KLIFs anbefalte luftkvalitetskriterier	100		75	50	30
	Nasjonalt mål (og antall tillatte overskridelser)	150 ¹⁾ (8 pr. år)				
	Forurensningslovens tiltaksgrense	300 ²⁾				
	Forurensningslovens kartleggingsgrense	200				
	EUs nye grenseverdier (og antall tillatte overskridelser)	200 ¹⁾ (18 pr. år)				40 ¹⁾
CO	Forurensningslovens tiltaksgrense		10 mg/m ³			
SO ₂	KLIFs anbefalte luftkvalitetskriterier			90	40	
	Nasjonalt mål			90		
	Forurensningslovens tiltaksgrense			200 ²⁾		
	Forurensningslovens kartleggingsgrense			90		
	EUs grenseverdier (og antall tillatte overskridelser)	350 ²⁾ (24 pr. år)			125 ²⁾ (3 pr. år)	
PM ₁₀	KLIFs anbefalte luftkvalitetskriterier			35	Ny verdi skal utarbeides	
	Nasjonalt mål (og antall tillatte overskridelser)			50 (25 per år) 50 ¹⁾ (7 per år)		
	EUs grenseverdier (antall tillatte overskridelser) Grenseverdier for 2010 er veiledende.			50 (35 per år) 50 ¹⁾ (7 per år)		40 20 ¹⁾
Ozon, O ₃	KLIFs anbefalte luftkvalitetskriterier	100	80			

1) gjeldende fra 1.1.2010

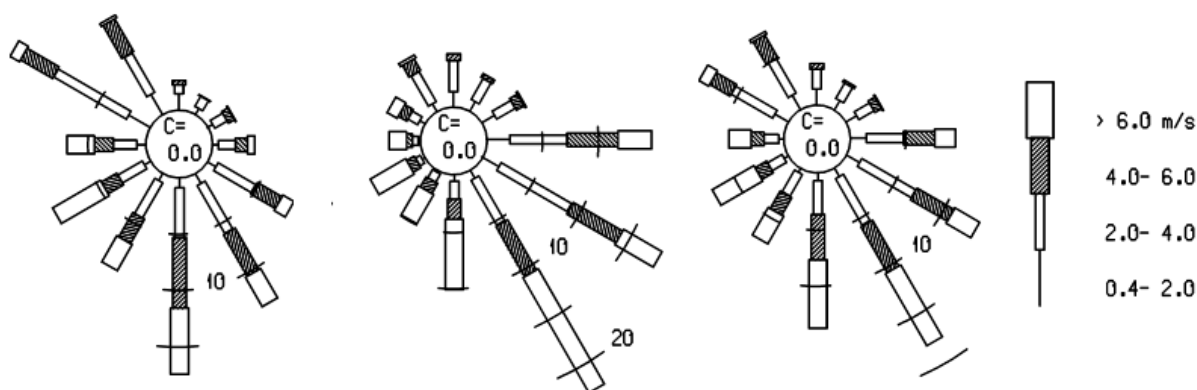
2) gjeldende fra 1.1.2005

² mg: milligram, 10⁻³ g, altså 1/1000 gram. μg : mikrogram, 10⁻⁶ g. Dvs. 1000 μg = 1 mg.

2.2 Vindretning og eksisterende bakgrunnskonsentrasjoner

Som nevnt utførte NILU et omfattende måleprogram ved Kollsnes prosessanlegg i 2008-2009. Resultatene fra dette programmet vil presenteres i en egen rapport (Berglen et al., 2010), men noen data gjengis her.

Kollsnes prosessanlegg ligger helt ute i havgapet i Øygarden kommune. Vestover fra anlegget er det kun hav, ingen skjærgård. Det er noe lokal industri i området, bl.a. Stureterminalen, men ellers få kilder for forurensning, bortsett fra prosessanlegget. Midlere vindretning målt under NILUs måleprosjekt desember 2008-november 2009 er vist i Figur 1. Disse målingene viser at dominerende vindretning er fra sør og sør-øst, dvs. at vinden følger topografien. Om sommeren forekommer det en del vind fra vest (inn fra havet, se rose helt til venstre), mens om vinteren er det tilnærmet kun vind fra sektor 90° (øst) til 180° (sør), se midterste rose i Figur 1. Dette viser at luften på Kollsnes om sommeren er stort sett bakgrunnsluft ("frisk havluft"), mens luften om vinteren kommer langs kysten eller fra fastlandet. Vindrosen viser også at det aldri er vindstille på Kollsnes (vind < 0,4 m/s).



Figur 1: Midlere vindretning på Kollsnes. Vindmålinger fra stasjonen på Herdlevær under NILUs måleprosjekt på Kollsnes desember 2008-november 2009. Pilene indikerer hvor vinden kommer fra, prosentandel av tiden, for 4 ulike vindstyrker. Sommer (1.april-31.september) til venstre, vinter i midten og årsmiddel til høyre. C indikerer prosentandel vindstille (definert som vindstyrke < 0,4 m/s). C=0,0, dvs. at det aldri er vindstille på Kollsnes.

Middelverdi av NO_x, PM₁₀ og O₃ (ozon) fra NILUs målinger er vist i Tabell 2. Disse årsmidlene viser at for NO_x og PM₁₀ ligger Kollsnes langt under grenseverdiene. Eksempelvis er KLIFs anbefalte luftkvalitetskriterium for NO₂ 30 µg/m³ i årsmiddel (se Tabell 1), mens begge stasjonene på Kollsnes viser under 4 µg/m³. For O₃ er konsentrasjonene nærmere grenseverdiene, 70,7 µg/m³ i årsmiddel mens kravet er 80 µg/m³ som 8-timersmiddel og 100 µg/m³ som timemiddel. O₃ dannes ved kjemiske reaksjoner mellom NO_x og hydrokarboner

med sollys tilstede (UV). Ozonkonsentrasjonene på Kollsnes er et resultat av langtransportert forurensning og i liten grad bestemt av lokale kilder.

Tabell 2: Årsmidler av komponenter målt under NILUs måleprosjekt desember 2008-november 2009 på stasjonene Blomvåg og Herdlevær. NO_x og PM er monitordata, SO_2 er passive prøvetakere. Årsaken til at NO_x er ulik summen av NO og NO_2 på Blomvåg er forskjellig molar masse i omregning fra blandingsforhold til konsentrasjon. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

	NO_x	NO	NO_2	PM_{10}	SO_2
Herdlevær	3,4	0,1	3,3	12,2	4,6 (halvår)
Blomvåg	4,1	0,2	3,7	11,0	

CO ble ikke målt under måleprosjektet på Kollsnes. Men generelt er CO ikke et problem i Norge. Tidligere ble CO målt i enkelte norske byer, som for eksempel Kannik i Stavanger og Danmarks plass i Bergen, men disse målingene ble stoppet fordi det ikke var overskridelser. I dag måles CO på stasjonen i Kirkeveien i Oslo (se www.luftkvalitet.info). Der ligger typiske verdier på 0,1-0,2 mg/m^3 , tilsvarende 100-200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Men Kirkeveien er typisk bystasjon, Kollsnes er det man kaller bakgrunn. Daniel Jacobs lærebok i atmosfærekjemi (Jacob, 1999) oppgir at konsentrasjoner er 50-150 pptv³ i avsides liggende strøk, 100-300 pptv i rurale strøk i USA og opp til flere ppmv i urbane strøk. 100-300 pptv, som er typisk verdi i rurale strøk, tilsvarer om lag 0,1-0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Gitt Forurensningslovens tiltaksgrense på 10 mg/m^3 (Grenseverdi for beskyttelse av menneskets helse, se Tabell 1) er konsentrasjonene i Norge langt under grenseverdiene, selv i forurensede bystrøk. Som en kuriositet kan nevnes at døgnkonsentrasjonen av CO i Kirkeveien var 1,4 mg/m^3 12. januar 2010, midt under den mye omtalte inversjonsperioden med mye forurensning.

3 Utslipp fra ny Hot Oil Heater

I denne studien gjøres det beregninger av NO_x , CO, SO_2 og støv (PM). Støvutslipp fra installasjonen antas å være sot (uforbrent karbon). Som inngangsdata til beregningene brukes utslippsmengde av de angjeldende komponenter, samt utslippsbetingelser som utslippshøyde, utslippstemperatur, pipediameter og utgangshastighet. Utslippsdata er levert av Aker Solutions.

Det er utarbeidet omfattende tekniske spesifikasjoner i forbindelse med dette prosjektet. For utslippsmengdene er det skissert flere ulike scenarier, eksempelvis Case 22 (drift første år) og Case 41 (drift påfølgende år). Det er også utarbeidet scenarier for bruk av "Main fuel" (fyrgass bestående av stort sett metan CH_4) og "Alternative fuel" (mindre metan og mer etan C_2H_6 , propan C_3H_8 og butan C_4H_{10}). For utslipp av NO_x og CO er det oppgitt "forventet utslipp" og det noe høyere "garanterte utslipp" (maksimumsutslipp).

³ pptv: parts per trillion volume, dvs. 1 av 1000 000 000 000 molekyler, altså 10^{-12} . ppmv: parts per million volume, dvs. 1 av 1000 000 molekyler, altså 10^{-6} .

Det er ikke gjort beregninger for alle disse ulike scenariene. For hver komponent er det gjort én beregning der det er brukt det scenariet som gir størst utslipp. Dette er gjort for å finne den maksimale belastningen som kan forekomme. Hvis maksimumsutslippet tilfredsstillende luftkvalitetskravene vil selvfølgelig også lavere/mindre utslipp også tilfredsstillende disse. Utslppsparametrene er listet opp i Tabell 3 og mengden av hver komponent som slippes ut er listet opp i Tabell 4.

Tabell 3: Fysiske utslppsparametre brukt i spredningsberegningene. Data gitt av Aker Solutions. I tilfeller der ulike scenarier gir forskjellige utslppsparametre er det brukt den verdien som gir mest ufordelaktig verdi, dvs. dårligst spredning og høyest konsentrasjon av den angjeldende komponent.

Utslppsparameter	Verdi	Kilde
Pipehøyde	48 m	AS-287-M-MA-001-02
Omliggende bygninger	23 m høye	Tor Sigurd Brønn, personlig kommunikasjon
Pipediameter	1576 mm	AS-287-M-MA-001-02p
Utgangshastighet, oppgitt maksimumsverdi	7,6 m/s	
Utgangshastighet, beregnet	4,3 m/s	Beregnet utfra flow 22'087 kg/time, tetthet røykgass 0,73 kg/m ³ og pipeareal 1,95 m ² .
Røykgasstemperatur	209°C	AS-287-M-PP-001-01
Mengde røykgass	22'087 kg/time	AS-287-M-PP-001-01

Tabell 4: Utslipp av de fire komponentene som er beregnet i denne studien. Oppgitt verdi (midtre kolonne) og omregnet til g/s (høyre kolonne). For detaljert omregning, se teksten.

Komponent	Opgitt verdi	Utslipp g/s
NO _x	15 ppmv (garantert)	0,15
CO	30 ppmv (garantert)	0,2
SO ₂	0,000029% H ₂ S i fyrgassen	0,02
PM ₁₀ (sot)	1159 kg fyrgass / time	1,2

NO_x, CO og SO₂

For NO_x og CO er de oppgitte verdiene i blandingsforhold regnet om fra ppmv til g/s ved å bruke tetthet til røykgassen (0,73 kg/m³ ved 482 K), molvekter 28 g/mol for røykgassen, 46 g/mol for NO_x og 30 g/mol for CO. For svovel er andelen H₂S i fyrgassen regnet om ved å bruke molvekt fyrgass (27,9 g/mol), forbruk 1159 kg/time og 1:1-forhold mellom H₂S og SO₂.

PM₁₀

Beregning av utslipp av partikler (sot) er litt mer omstendelig. I denne rapporten er det brukt samme fremgangsmåte som NILUs rapport om kondensatlekkasjen 19. mai 2009 (Berglen og Tønnesen, 2009). Her er det tatt utgangspunkt i mengde fyrgass (1159 kg/time). Oppgitt temperatur er 23,8°C og molar masse er 27,9 g/mol, dette tilsvarer omtrent verdiene for luft. Med antatt tetthet 1,2 kg/m³ brennes det da 960 m³ gass/time. Tidligere har NILU gjort beregninger av

sotnedfall i forbindelse med fakling på LNG-anlegget på Melkøya nær Hammerfest. Resultatene fra den studien viste at det ble produsert i snitt 7,2 g sot/Sm³ fakkalgass fra produksjons- og fødegassfakkelen. I simuleringene varierte sotmengden fra 4,4 g sot/Sm³ fakkalgass til 18,8 g sot/Sm³ fakkalgass for de ulike scenariene. Simuleringene viste at produsert mengde sot i g sot/Sm³ fakkalgass viser fallende tendens ved økt faklingsrate (Asgeir Lorås, Statoil Melkøya, personlig kommunikasjon). Gassen som skal brukes i ny Hot Oil Heater er forholdsvis lett (for det meste CH₄, C₂H₆, C₃H₈, dvs. korte karbonkjeder) og forholdet C:O (karbon:oksygen) er lavt. Med andre ord, det vil være mye oksygen tilstede i forhold til karbon og det vil være fullstendig forbrenning som gir CO₂. Ufullstendig forbrenning, som oppstår hvis det er lite oksygen i forhold til karbon, ville gitt sot. For sotdannelse er det derfor valgt den laveste verdien, 4,4 g sot/m³ fakkalgass. Forbruk lik 960 m³ gass/time gir da utslipp lik 1,2 g sot/s.

Men dette er sannsynligvis en overestimering, utslippstall for gassbrennere viser som regel utslipp av NO_x og sot i samme størrelsesorden. Et annet moment er at i en fakkell er formålet å kvitte seg med overskytende gass. I en brenner er formålet å få best mulig energiutnyttelse og mest mulig effektiv forbrenning.

Trass i disse betraktningene er 1,2 g sot/s er brukt i beregningene (kap. 5.4), men resultatene er diskutert i kap. 6. Oppsummering / konklusjon.

4 Modell for beregning av timemiddel (CONCX)

Mandatet til denne rapporten er å beregne konsentrasjonene ved ”de ugunstigste spredningsforhold som kan forekomme”. Atmosfæren er i kontinuerlig bevegelse og spredningsforholdene vil variere over forholdsvis kort tidsskala (~minutter, timer). Et godt egnet verktøy i denne sammenheng er da en modell som beregner maksimalt timemiddel, dvs. den høyeste mulige konsentrasjon midlet over 1 time. Dette er i motsetning til for eksempel årsmiddelet, gjennomsnittet over 1 år, som naturlig nok vil være lavere.

I dette kapitlet er det beregnet maksimale timemiddelkonsentrasjoner nær utslippspunktene. Til dette har vi brukt CONCX-modellen (Bøhler, 1987). CONCX er en enkel og robust gaussisk spredningsmodell som beregner konsentrasjoner nedstrøms av et utslippspunkt ved ulike vindstyrker og ved ulike stabilitetsforhold i atmosfæren. Som input til modellen trenger vi pipehøyde, høyde på bygninger rundt (pga. bygningsturbulens), utslippshastighet og temperatur på avgassen (for å beregne termisk løft). Disse utslippsparemetrene er oppgitt i Tabell 3. Modellen beregner så bakkekonsentrasjoner av aktuelle komponenter som funksjon av avstand fra kilden.

CONCX-modellen er først kjørt med et enhetsutslipp. Siden er resultatene skalert etter utslippsmengde oppgitt i Tabell 4. Resultatene er så sammenlignet med KLIFs luftkvalitetskriterier (kap. 2.1).

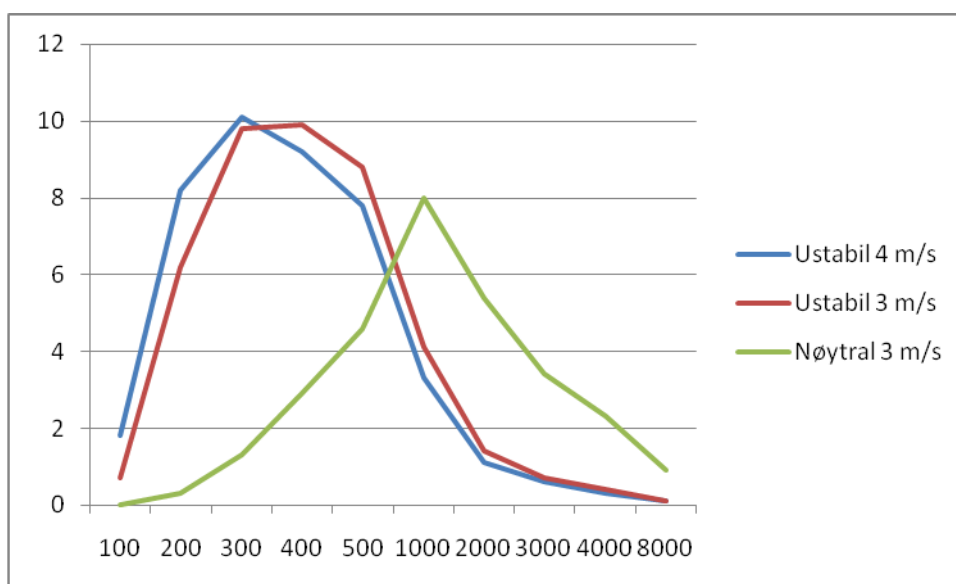
4.1 Enhetsutslipp

Beregningene ble utført med et utslipp på 1 g/s, såkalt enhetsutslipp. Hvis utslippskomponenten ikke inngår i kjemiske reaksjoner og utslippsparemetre er de

samme vil disse resultatene kunne skaleres lineært for å få resultater for andre utslippsmengder. Dette må ses på som en første tilnærming til å estimere konsentrasjonen. I Figur 2 vises resultatene for enhetsutslipp gitt de aktuelle utslippsbetingelser. For å vise variasjonen i spredningen vises de tre vindhastigheter og stabilitetsforhold som gir de høyeste konsentrasjonene.

Tommelfingerregelen for spredning i atmosfæren er at ustabil atmosfære gir bedre vertikal blanding av luften og maksimumskonsentrasjonen opptrer nærmere utslippspunktet og er høyere. Stabil atmosfære gir dårlig vertikal blanding av luften og maksimumskonsentrasjonen opptrer lenger unna og er lavere.

Beregningene viser at ustabil skiktning med vindhastigheter 4 m/s og 3 m/s gir høyest konsentrasjon. Nøytral atmosfære 3 m/s gir lavere maksimumskonsentrasjon med topp litt lenger unna. Lett stabil og stabil atmosfære (ikke vist) gir maksimumskonsentrasjon først flere kilometer unna utslippspunktet. Ellers viser beregningene at pipen på 48 m er riktig dimensjonert og gir god spredning. Dette sees ved at konsentrasjonen er lav like ved pipen, den stiger mot et maksimum litt unna for så å avta igjen.

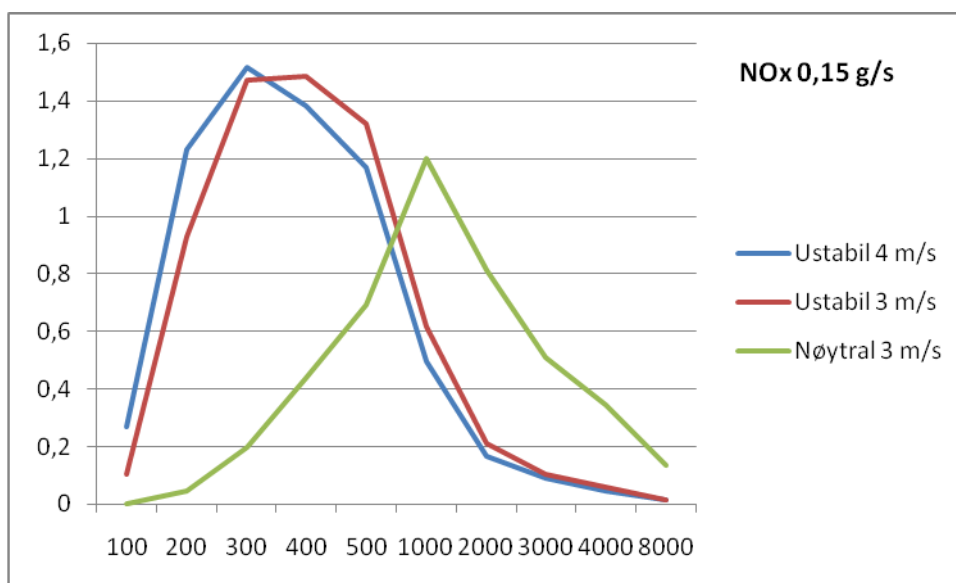


Figur 2: Maksimal timemiddelkonsentrasjon gitt et enhetsutslipp 1 g/s, resultater for tre ulike vindstyrker og stabilitetsklasser. Den horisontale akse gir antall meter fra kilden og den vertikale akse gir konsentrasjon som timemiddel i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

5 Spredningsberegninger for utslipp fra ny Hot Oil Heater

5.1 NO_x

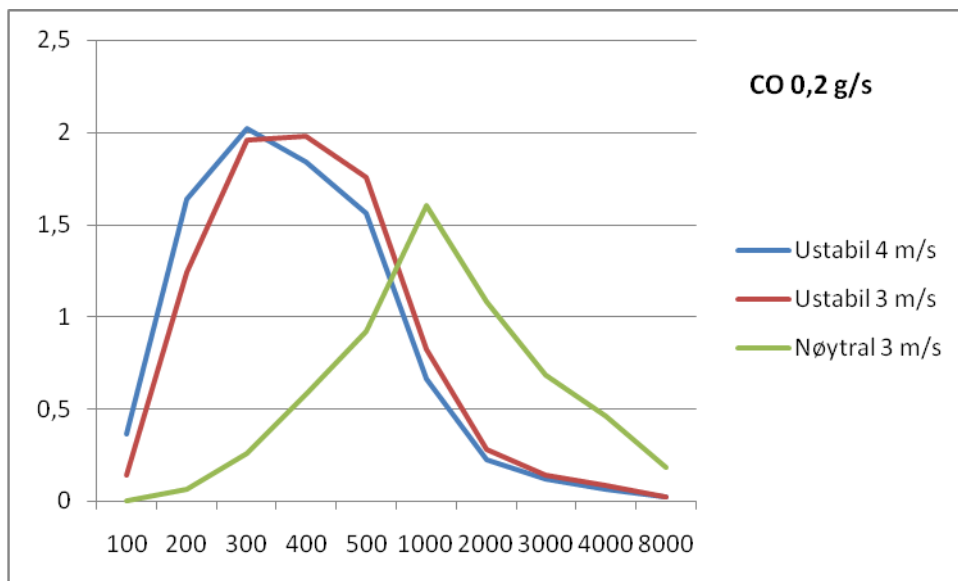
NO_x har utslipp 0,15 g/s (Tabell 4). Beregningene fra enhetsutslippet (Figur 2) skal derfor skaleres med en faktor 0,15. Resultatene er vist i Figur 3. Naturlig nok har grafene samme form som enhetsutslippet. Maksimalt timemiddel beregnes til 1,5 µg/m³ 300 m unna utslippspunktet. Merk at dette er beregnet som NO_x, ikke NO₂. Erfaringsmessig er mesteparten av industriutslipp av NO_x i form av NO. NO overføres til NO₂ ved reaksjon med O₃ (NO + O₃ => NO₂ + O₂). Tidsskalaen for denne reaksjonen er typisk minutter (opp til ~ time), avhengig av O₃-nivået.



Figur 3: Maksimal timemiddelkonsentrasjon av NO_x gitt et utslipp på 0,15 g/s, resultater for tre ulike vindstyrker og stabilitetsklasser. Den horisontale aksene gir antall meter fra kilden og den vertikale aksene gir konsentrasjon som timemiddel i µg/m³.

5.2 CO

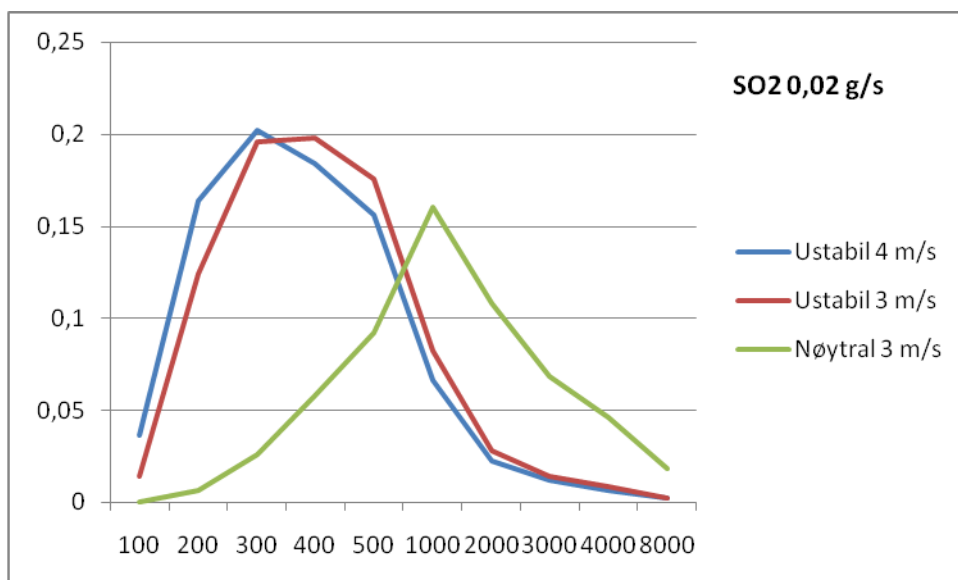
På samme måte har CO utslipp maksimalt lik 0,2 g/s (Tabell 4). Beregningene fra enhetsutslippet (Figur 2) skal derfor skaleres med en faktor 0,2. Resultatene er vist i Figur 3. Igjen har grafene samme form som enhetsutslippet. Maksimalt timemiddel beregnes til 2,0 µg/m³ 300 m unna utslippspunktet.



Figur 4: Maksimal timemiddelkonsentrasjon av CO gitt et utslipp på 0,2 g/s, resultater for tre ulike vindstyrker og stabilitetsklasser. Den horisontale aksene gir antall meter fra kilden og den vertikale aksene gir konsentrasjon som timemiddel i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.3 SO₂

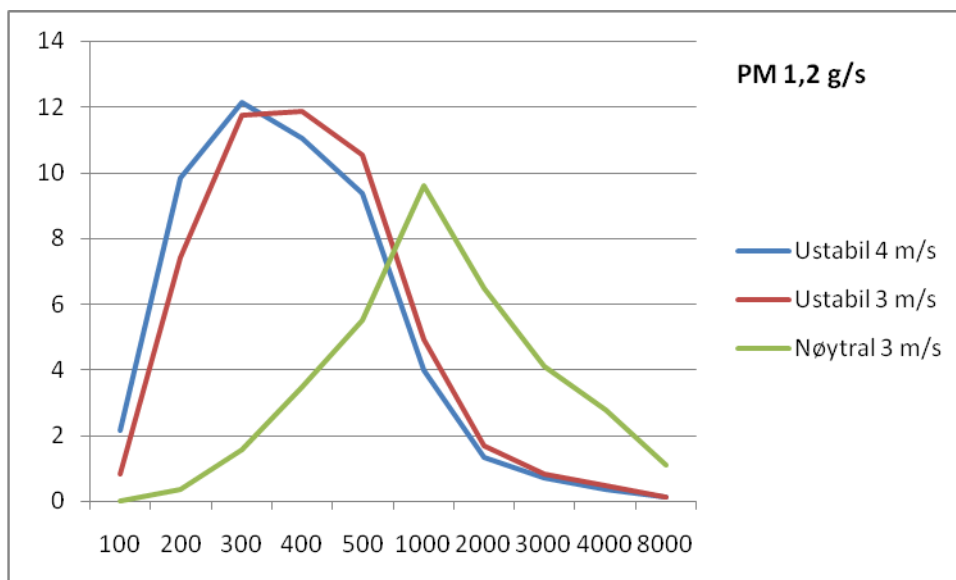
Utslipet av SO₂ brukt i beregningene er 0,02 g/s (Tabell 4). Resultatene fra enhetsutslippet er derfor nedskalert med en faktor 50. Grafene for SO₂ er vist i Figur 5. Maksimalt timemiddel er 0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 300 m unna utslippspunktet.



Figur 5: Maksimal timemiddelkonsentrasjon av SO₂ gitt et utslipp på 0,02 g/s, resultater for tre ulike vindstyrker og stabilitetsklasser. Den horisontale aksene gir antall meter fra kilden og den vertikale aksene gir konsentrasjon som timemiddel i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.4 Partikler PM

Utslippet av partikler brukt i beregningene er 1,2 g/s (Tabell 4). Som tidligere nevnt er dette sannsynligvis en overestimert, gitt at det er en svært lett gass som brukes som fyrgass. Resultatene fra enhetsutslippet er oppskalert med en faktor 1,2. Grafene for PM er vist i Figur 6. Maksimalt timemiddel er litt over 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 300 m unna utslippspunktet.



Figur 6: Maksimal timemiddelkonsentrasjon av PM gitt et utslipp på 1,2 g/s, resultater for tre ulike vindstyrker og stabilitetsklasser. Den horisontale aksene gir antall meter fra kilden og den vertikale aksene gir konsentrasjon som timemiddel i $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

6 Oppsummering / konklusjon

I denne rapporten er det beregnet maksimalt timemiddel av NO_x , CO, SO_2 og støv. Disse verdiene skal sammenholdes med KLIFs veiledende luftkvalitetskriterier og eksisterende bakgrunnskonsentrasjoner. Kravet til utslippstillatelsen er at "konsentrasjonen av NO_x , CO, SO_2 og støv ved bakkenivå eller ved eventuelle nærliggende luftinntak ikke overskrider 50% av differansen mellom KLIFs veiledende luftkvalitetskriterier og bakgrunnskonsentrasjonen".

Maksimalt timemiddel er vist i kap. 5, det er redegjort for grenseverdiene i kap. 2.1 og eksisterende bakgrunnskonsentrasjoner er omtalt i kap. 2.2. For å anskueliggjøre resultatene på en lettfattelig måte er disse tre parametrene sammenstilt i Tabell 5. Dette er dog ingen nye tall, kun en oppsummering.

Tabell 5: Maksimalt timemiddel, eksisterende bakgrunnskonsentrasjon og KLIFs veiledende luftkvalitetskriterium for de fire komponentene omhandlet i denne rapporten. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$, unntatt CO for KLIFs kriterier.

Verdi	NO ₂	CO	SO ₂	Støv
Maksimalt timemiddel	1,5 (NO _x)	2,0	0,2	12
Eksisterende bakgrunnskonsentrasjon (år)	3,7	0,1-0,3	4,6 (halvår)	12,2
KLIFs veiledende luftkvalitetskriterier	100 (1 time) 30 (år)	10 mg/m ³ (8 timer)	90 (døgn) 40 (halvår)	35 (døgn)

Tabell 5 sammenligner verdier med vidt forskjellig tidsskala, fra timemiddel til årsmiddel. En slik sammenligning kan være noe søkt. Men siden mandatet er å studere de ”mest ugunstige spredningsforhold” og sammenligne med bakgrunnskonsentrasjonene (kap. 1) er det gjort på denne måten.

Beregningene viser at for NO_x/NO₂, CO og SO₂ ligger både maksimalt timemiddel grunnet utslipp fra Hot Oil Heater-installasjonen og eksisterende bakgrunnskonsentrasjoner godt under KLIFs veiledende luftkvalitetskriterier.

For støv er resultatene på grensen av kravene. Utslipp lik 1,2 g sot/s gir maksimalt timemiddel lik 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Når målt bakgrunnskonsentrasjon er 12,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (år) og KLIFs kriterium er 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (døgn) er bidraget fra installasjonen 50% av differansen ($35-12,2 = 22,7$, 50% av dette utgjør 11,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Til dette resonnementet er det tre ting å anføre:

- I utregningene av sotutslipp (1,2 g sot/s) ble det benyttet omregningsfaktorer fra fakling fra Melkøya, hvor det var vedvarende episoder med store sotutslipp i 2007. Fyrgassen på Kollsnes består for det meste av lette gasser, CH₄, C₂H₆ og C₃H₈, som vil gi svært god forbrenning. Sotutslipp lik 1,2 g sot/s brukt her er sannsynligvis en overestimering.
- Her er det beregnet timemiddel, mens KLIFs veiledende kriterium er døgnmiddel. Over et døgn vil vind-, stabilitets- og spredningsforhold variere, og de mest ugunstige spredningsforhold vil forekomme kanskje noen timer. NILUs erfaring tilsier at maksimalt døgnmiddel er høyst 50% av maksimalt timemiddel. Døgnmiddel fra ny Hot Oil Heater vil da ligge under 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Maksimalt timemiddel oppstår 300 m unna utslippspunktet. Dette er innenfor industriområdet på Kollsnes og omfattes derfor egentlig av administrativ norm som gjelder for arbeidsmiljø. Administrativ norm for kullstøv (totalstøv) er 4 mg/m³, respirabelt støv 1,5 mg/m³. Disse grensene er en faktor 100 høyere enn KLIFs veiledende luftkvalitetskriterier.

Basert på de tre punktene over konkluderes det med at støvutslipp ikke fører til overskridelse av kravene som er stilt.

Til slutt bør det også nevnes at den nye Hot Oil Heater som er vurdert i denne rapporten vil erstatte gamle ovner (41-FA301A og 41-FA301B). De gamle ovenne vil fungere som reserveovner. De totale utslippene fra Kollsnes vil derfor være

uforandret eller redusert i og med at den nye ovnen er basert på den nyeste og beste tilgjengelige teknologi med bl.a. lave utslipp av NO_x.

7 Referanser

Hjemmeside for Kollsnes prosessanlegg. URL:

<http://www.statoil.com/no/ouoperations/terminalsrefining/processcomplexkollsnes/pages/default.aspx>.


Berglen, T.F., Dauge, F., Andresen, E., Arnesen, K., Bjerke, A., Gjerstad, K.I., Hansen, T., Manø, S., Ofstad, T., Schmidbauer, N., Sundvor, I., Uggerud, H.T. og Vadseth, M. (2010) Utslipp til luft fra Kollsnes Prosessanlegg i Øygarden. Måleprogram 2008-2009. Kjeller (NILU OR ../2010) (under arbeid).

Berglen, T.F. og Tønnesen, D.A. (2009) Kondensatlekkasje Kollsnes Prosessanlegg 19. mai 2009. Konsekvenser av utslipp til luft. Kjeller (NILU OR 50/2009).

Bøhler, T. (1987) User's guide for the Gaussian type dispersion models CONCX and CONDEP. Lillestrøm (NILU TR 8/87).

Jacob, D.J. (1999) Introduction to atmospheric chemistry. Princeton, N.J., Princeton University Press.

WHO (1995) Update and revision of the air quality guidelines for Europe. Meeting of the working group "classical" air pollutants, Bilthoven, The Netherlands 11-14 October. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe (EUR/HFA target, 21).

RAPPORTTYPE OPPDRAGRAPPORT	RAPPORT NR. OR 9/2010	ISBN: 978-82-425-2187-3 (trykt) 978-82-425-2188-0 (elektronisk) ISSN: 0807-7207	
DATO 29. april 2010	ANSV. SIGN. 	ANT. SIDER 16	PRIS NOK 150,-
TITTEL Ny Hot Oil Heater ved Kollsnes prosessanlegg Vurdering av utslipp til luft		PROSJEKTLEDER Tore Flatlandsmo Berglen	
		NILU PROSJEKT NR. O-109150	
FORFATTER(E) Tore Flatlandsmo Berglen og Dag Arild Tønnesen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. Johan Christian Sandvik	
OPPDRAKSGIVER Aker Solutions Aker Engineering & Technology AS Snarøyveien 36, 1364 Fornebu PO Box 222 1326 Lysaker			
STIKKORD Industriutslipp	Gassindustri	Luftkvalitet	
REFERAT Utslipp til luft av NO _x , CO, SO ₂ og støv er vurdert. Gitt utslipp av disse fire komponentene er CONCX-modellen brukt for å beregne maksimalt timemiddel. Maksimalt timemiddel er så sammenholdt med KLIFs veiledende luftkvalitetskriterier og eksisterende bakgrunnsverdier på Kollsnes. For NO _x , CO og SO ₂ er både utslippet fra Hot Oil Heater-installasjonen og eksisterende bakgrunnskonsentrasjoner langt under KLIFs kriterier. For støv (sot) viser beregningene at maksimalt timemiddel fra utslippet kan være i samme størrelsesorden som eksisterende bakgrunnskonsentrasjoner og KLIFs kriterier. Til dette er å bemerke at her er det beregnet maksimalt timemiddel, mens KLIFs grenseverdier er døgnmiddel. Erfaringsmessig er døgnmiddel høyst 50% av maksimalt timemiddel. Dessuten er utslippstallene som er brukt i beregningene sannsynligvis for høye. Fyrgassen som skal brukes i Hot Oil Heater er lett og den vil gi svært fullstendig forbrenning og derved lite sotdannelse. Konklusjonen for støv/sot er også at bidraget fra Hot Oil Heater ligger under KLIFs kriterier.			
TITLE Dispersion calculations from new Hot Oil Heater at Kollsnes Processing Plant			
ABSTRACT Norwegian Institute for Air Research (NILU) has performed dispersion calculations for emissions from new Hot Oil Heater at Kollsnes Processing Plant. Emissions of NO _x , CO, SO ₂ and soot are considered. The CONCX-model has been used to calculate hourly mean, and the results have been compared to background concentrations and air quality guideline criteria. For NO _x , CO and SO ₂ the calculated values are very low compared to criteria. For soot, the concentrations are of the same order. However the emission inventory is probably too high, in addition the air quality criterium is daily mean, not hourly mean, so for soot as well NILU conclude that the emissions will not violate the air quality guidelines.			

* Kategorier

A	Åpen – kan bestilles fra NILU
B	Begrenset distribusjon
C	Kan ikke utleveres

REFERANSE: O-109150
DATO: FEBRUAR 2010
ISBN: 978-82-425-2187-3 (trykt)
978-82-425-2188-0 (elektronisk)

NILU er en uavhengig stiftelse etablert i 1969. NILUs forskning har som formål å øke forståelsen for prosesser og effekter knyttet til klimaendringer, atmosfærens sammensetning, luftkvalitet og miljøgifter. På bakgrunn av forskningen leverer NILU integrerte tjenester og produkter innenfor analyse, overvåkning og rådgivning. NILU er opptatt av å opplyse og gi råd til samfunnet om klimaendringer og forurensning og konsekvensene av dette.

REFERANSE: O-109150
DATO: FEBRUAR 2010
ISBN: 978-82-425-2187-3 (trykt)
978-82-425-2188-0 (elektronisk)

NILU er en uavhengig stiftelse etablert i 1969. NILUs forskning har som formål å øke forståelsen for prosesser og effekter knyttet til klimaendringer, atmosfærens sammensetning, luftkvalitet og miljøgifter. På bakgrunn av forskningen leverer NILU integrerte tjenester og produkter innenfor analyse, overvåkning og rådgivning. NILU er opptatt av å opplyse og gi råd til samfunnet om klimaendringer og forurensning og konsekvensene av dette.



Norsk institutt for luftforskning
Norwegian Institute for Air Research